

Pěstování máku setého s pomocnou plodinou

Pěstební technologie



***Václav Brant, Jindřich Šmöger, Josef Čejka,
Milan Kroulík, David Ryčl, Jiří Kunte***

***Práce vznikla v rámci projektu PRV v operaci 16.1.1 Podpora operačních skupin
a projektů EIP, projekt č. 17/005/1611a/453/00010
„Půdoochranné technologie v oblasti Vysokomýtské synklinály“***

2020



EVROPSKÁ UNIE
Evropský zemědělský fond pro rozvoj venkova
Evropa investuje do venkovských oblastí
Program rozvoje venkova



MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ

Autorský kolektiv:

Doc. Ing. Václav Brant, Ph.D., Česká zemědělská univerzita v Praze, Centrum precizního zemědělství při ČZU v Praze

Ing. Josef Čejka, Zemědělské družstvo Dolní Újezd

Doc. Ing. Milan Kroulík, Ph.D., Česká zemědělská univerzita v Praze, Centrum precizního zemědělství při ČZU v Praze

Ing. Jiří Kunte, Selgen, a. s.

Ing. David Ryčl, BEDNAR FMT, s.r.o.

Jindřich Šmöger, Statek Bureš, s.r.o.

Autoři fotografií:

Václav Brant, Milan Kroulík, Jindřich Šmöger, BEDNAR FMT s.r.o., Strom Praha, a.s.

ISBN 978-80-87111-83-3

Zpracovatel: **Statek Bureš, s.r.o.**

Bučina 76, 566 01

e-mail: info@agkaizen.cz

Vydavatel: **Kurent, s.r.o.**

Vrbenská 197/23, 370 01 České Budějovice

Tel.: +420 387 202 310

e-mail: kurent@kurent.cz

Projektová podpora:



Výsledky zahrnuté do předkládané publikace byly získány v rámci projektu:

Podpora operačních skupin a projektů EIP, Program rozvoje venkova pro období 2014–2020 (PRV), 17/005/1611a/453/00010 „Půdoochranné technologie v oblasti Vysokomýtské synklinály“.

<http://www.eagri.cz/prv>

Příjemce dotace: **Statek Bureš, s.r.o.**



Spolupracující instituce na projektu:

Zemědělské družstvo Dolní Újezd, Zemědělské družstvo "Růžový palouček", Zemědělské družstvo se sídlem ve Sloupnici, Zemědělsko obchodní družstvo Zálší, Česká zemědělská univerzita v Praze, AGROEKO Žamberk spol. s r.o., BEDNAR FMT s.r.o., KVERNELAND GROUP CZECH s.r.o.

Organizace podílející se na zpracování publikace



Statek Bureš, s.r.o.



Česká zemědělská univerzita v Praze



Centrum precizního zemědělství při ČZU v Praze



Zemědělské družstvo Dolní Újezd



BEDNAR FMT, s.r.o.



Selgen, a.s.

Předmluva

Cílem předkládané publikace je popis technologie pěstování máku setého s uplatněním pomocných plodin, která má přispět k eliminaci degradačních procesů půdy, snížit rizika evaporace během vegetace a nástupu vodního stresu, omezovat rozvoj plevelů během vegetace a zajistit ekologicky a ekonomicky efektivní pěstování máku setého v podmínkách České republiky.

Autoři předkládané publikace si vytkli za cíl poskytnout ucelený pohled na popisovanou problematiku v souladu s nejnovějšími vědeckými poznatky a s využitím nejnovějších technických a technologických postupů.

Metodika je primárně určena pro zemědělskou praxi. Naším přáním je, aby publikace byla využívána nejen zemědělci, pracovníky státní správy, pedagogickými a vědeckými pracovníky, ale také středoškolskými a vysokoškolskými studenty zemědělských oborů.

Autoři

Obsah:

Úvod (Brant)	4
Rizikové faktory ovlivnitelné pomocnou plodinou (Brant a Šmöger)	4
Erozní rizika	4
Vodní stres a přemokření půdy	5
Negativní vliv škodlivých činitelů	7
Cíle pomocných plodin v porostech máku setého	7
Struktura porostů máku při využití pomocných plodin (Brant a Šmöger)	8
Pomocné plodiny v porostech máku setého (Brant)	9
Efekty pomocných plodin (Brant a Kroulík)	11
Pokryvnost povrchu půdy	11
Produkce nadzemní a podzemní biomasy (Brant a Kunte)	14
Vliv na infiltraci vody do půdy	17
Technické požadavky na sečí stroje (Brant a Ryčl)	19
Ověření technologie na Statku Bureš (Šmöger a Brant)	21
Výnosové parametry porostů máku setého	21
Ekonomika hodnocené technologie	22
Ověření technologie v ZD Dolní Újezd (Čejka a Brant)	25
Ekonomika hodnocené technologie	26
Obecné principy pěstební technologie (Šmöger a Brant)	30
Seznam použité literatury	30
Obrazová příloha	31

Úvod (Brant)

Využití pomocných plodin při pěstování hlavní plodiny nachází v zemědělské praxi stále větší odezvu. Jejich uplatnění je obecně spojováno s širokořádkovými plodinami, kde plní rozdílné funkce spojené s principy trvale udržitelných systémů hospodaření na půdě. Zejména se jedná o protierozní působení, fixaci vzdušného dusíku, zvyšování bilance organické hmoty v pěstebních systémech, eliminaci výskytu a působení škodlivých činitelů, podporu biologického zpracování půdy, zvyšování aktivity půdní mikro a mezofauny, zvýšení efektivity využití vody apod.

K intenzivnímu rozvoji a praktickému uplatnění těchto technologií však dochází také u úzkořádkových plodin, zejména v obilninách a v ozimé řepce. Zajímavou otázkou je samozřejmě i využití pomocných plodin v porostech máku setého, který je pro české zemědělce stále zajímavou plodinou.

Rizikové faktory ovlivnitelné pomocnou plodinou (Brant a Šmöger)

U máku setého se při využití pomocných plodin jedná o eliminaci rozdílných rizik, která vycházejí z agrotechnických požadavků máku setého na pěstební technologii. Primárně se jedná o snížení erozních rizik a o omezení rizika vodního stresu. V rámci uplatnění pomocných plodin nelze opomenout ani možnost snížení rozvoje plevelů na začátku vývoje porostů a o využití pomocné plodiny jako zdroje živin pro rostliny máku v průběhu prodloužovací fáze růstu.

Erozní rizika

Vodní eroze

Jedním z důvodů uplatnění pomocných plodin v porostech máku setého je snížení erozních rizik vedoucích k poškození porostů na začátku vegetace. Primárně se jedná o eliminaci erozních procesů po založení porostů, které mnohdy vedou až k jejich celoplošnému zničení. Mělká hloubka výsevu máku a s tím spojená mělká předseťová příprava, včetně pomalého vývoje porostů, jsou skutečnosti, které vždy budou tato rizika zvyšovat. Dalším faktorem je zvyšování erozních rizik v rámci klasické celoplošné předseťové přípravy půdy. Ta je spojena s utužením půdy v hloubce kolem 80 mm v důsledku tlaku pneumatik (zejména při opakovaných přejezdech) na půdu a samozřejmě i vlivem přenosu tlaku na půdu přes šípovité radličky strojů pro předseťovou přípravu a efektu umáznutí půdy pod kypřenou vrstvou půdy při vyšší vlhkosti půdy ve spodnějších vrstvách ornice.

Stále častěji vyskytující se suchá jara jsou spojena s rychlým přesušením horní vrstvy půdy. Tato skutečnost přispívá nejen ke špatnému vzházení porostů, ale také ke snížení odolnosti přeschlé horní vrstvy půdy vůči srážkám s vyšší intenzitou. V důsledku jejich působení dochází k rychlému nabobtnání půdních agregátů na povrchu půdy a k jejich následnému rozpadu v důsledku působení kinetické energie deště. Výsledkem je tvorba pro vodu nepropustné horní vrstvy půdy a hromadění se srážkové vody na povrchu půdy. Na svažitých pozemcích nebo jejich částech, včetně reliéfových prohlubní na půdním bloku, následně dochází k plošnému odtoku vody a zároveň k plošnému smyvu půdy v rámci mikro a makro reliéfu půdního bloku. Tyto procesy jsou spojeny s odnosem mělce uložených semen, či s poškozením klíčnicích rostlin. Při vhodných odtokových podmínkách se plošný odtok mění

v soustředný, jehož důsledkem je tvorba odtokových rýh, ale i vrstev sedimentů, včetně nevratného poškození porostu. K poškození porostu dochází nejen z důvodu odnosu zeminy, včetně semen a případně i klíčnicích rostlin, ale také v místě ukládání sedimentů.

Erozní zranitelnost porostů máku je dána nejen pomalým vývojem nadzemní biomasy porostů máku setého, který je spojen s nižší pokryvností povrchu půdy, ale i pozvolnějším vývojem kořenového systému. Rostliny máku setého vytvářejí kulový kořen, který na začátku vegetace nezajišťuje z hlediska tvorby postranních kořenů dostatečné prokořenění horní vrstvy půdy a výrazně samozřejmě neprokořeňuje ani horní suchou vrstvu půdy. Mnohdy může být růst kořene do spodních vrstev omezen nadměrným utužením pod nakypřenou půdu. Intenzivnější pokryv půdy a prokořenění její horní vrstvy lze očekávat až od fáze 6. pravého listu máku. Snížené prokořenění půdy omezuje infiltrační procesy a vsakování vody do jejích spodních vrstev.

Větrná eroze

V důsledku intenzivnější a mělké přípravy půdy před výsevem máku setého lze i z důvodu nástupu suchých a teplých zim a začátku jara počítat i s projevy větrné eroze. Přeschlá půda je následně v důsledku unášecí schopnosti větru dle velikosti půdních částic rozdílnými způsoby odnášena z půdního bloku nebo je přemísťována v rámci jeho částí. Nejproblematičtějším procesem z hlediska ztráty půdních částic je vznik aerosolu, kdy se se vzduchem mísí nejjemnější částice půdy o velikosti nižší než 0,05 mm, které mohou být unášeny na značné vzdálenosti. Zde se jedná především o ztrátu jílovitých a prachových částic, včetně humusu. Při větší rychlosti větru dochází k saltaci. V důsledku tohoto procesu dochází k posunu částic o velikosti 0,05 až 0,5 mm. Posun saltací se vyznačuje mírným vznosem a kratší doletovou vzdáleností většinou v rámci půdního bloku. Částice o velikosti větší než 0,5 mm (většinou do průměru 2 mm) se pohybují v důsledku působením větru jen posunem.

K poškození porostů dochází primárně odhalováním kořenového systému, či v extrémních případech obnažením většiny kořenového systému. Méně prozkoumanou skutečností je riziko primárního poškození rostlin v důsledku abrazivního působení suspenze a jejich sekundární poškození chorobami a škůdci. Základem omezení větrné eroze je zvýšení drsnosti povrchu půdy, například přítomností hrubších půdních agregátů na povrchu půdy, které jsou obtížně vzduchem unášeny, či posunovány, ale také zpomalují laminární proudění vzduchu a přeměňují jej na proudění turbulentní. Obdobným způsobem působí i vegetační kryt půdy, která rovněž zpevňuje půdu svými kořeny. Opomenout nelze ani vliv pomocné plodiny na rozrušení půdního škrálopou, který může způsobovat poškození mladých rostlin při jejich ohybu o hranu škrálopou při větru, včetně jejich „ukroucení“.

Vodní stres a přemokření půdy

Vodní stres je spojen se sníženou dostupností vody v půdě. K poklesu obsahu vody v půdě na hodnotu bodu vadnutí dochází v důsledku působení více faktorů. Za bod vadnutí je obecně považována hodnota vodního potenciálu -1,5 MPa. Při této hodnotě nejsou rostliny, ani při poklesu vodního potenciálu kořenů, schopny vodu z půdy získat. Nástup nedostatku vody pro rostliny je samozřejmě při určité míře zjednodušen závislý na půdním druhu. Na lehkých půdách začíná riziko nástupu vodního stresu při poklesu objemové vlhkosti půdy pod hodnotu asi 5%. K této situaci dochází velmi rychle po dešťové srážce. Střední půdy se vyznačují

dobrym vláhovým režimem. Hodnoty mezi 30–40% objemové vlhkosti zajišťují dobu dostupnost vody pro rostliny. V rozmezí mezi 10 a 30% objemové vlhkosti lze ještě počítat s omezenějším příjmem vody rostlinou. Rizikové jsou však těžší půdy s vyšším obsahem jílovitých částic. Mezi přibližně 35 až 50 % objemové vlhkosti půdy je voda pro rostliny dostupná, při poklesu pod hodnotu 30 % objemové vlhkosti půdy je však voda silně vázána na jílovité částice a rostliny mají příjem vody značně omezený, nebo je voda pro ně nedostupná. Snížení obsahu vody v půdě dochází v důsledku odčerpání vody samotnými rostlinami při transpiraci, tedy při výparu vody z rostliny při fotosyntéze. Údaje o vláhových nárocích porostu máku jsou velmi omezené. Z hlediska znalostí vláhových nároků polních plodin v podmínkách České republiky lze odhadnout, že se hodnoty evapotranspirace (výpar vody z půdy a z rostlin) můžou pohybovat v rozmezí 2–4 mm za den. Tyto hodnoty jsou platné pro slunečné dny, kdy je dostatečný přísun energie potřebný pro přeměnu vody na vodní páru. V podmínkách České republiky dosahují hodnoty výparu vody z půdy ve vrostlých porostech přibližně 10 % z hodnoty evapotranspirace. Na začátku vývoje porostů, kdy není zakryt povrch půdy a není omezena ani aerodynamická složka (proudění vzduchu) mohou být tyto hodnoty výrazně vyšší.

Kontinuální kapilární póry s nepřetrženou vodou v kapiláře vedoucí až k povrchu půdy umožňují před zapojením porostu vhodné podmínky pro evaporaci. Z tohoto důvodu je nutné eliminovat podmínky pro evaporaci zachováním nakypřeného povrchu půdy, které omezují vztlínání vody až k povrchu půdy. Opomenout nelze ani přítomnost hrubších půdních částic v meziřadí (hrudky do 40 mm), které omezují výpar vody z půdních kapilár, ale rovněž zpomalují proudění větru nad povrchem půdy. Zásadní vliv má i pokryvnost půdy rostlinnými zbytky, které omezují evaporaci.

Zásadní faktor je nedostatek srážkové aktivity, čímž nedochází k doplňování vody v půdním profilu. Vliv srážky na zvýšení obsahu vody v půdě je rovněž určován několika parametry. Významnou roli hraje intenzita srážky, tedy její množství za čas, velikost dešťových srážek a následné infiltrační procesy. Srážky s vysokou intenzitou se vyznačují i větší velikostí dešťových kapek. Vyšší kinetická energie těchto kapek vede k intenzivnějšímu rozrušení půdní struktury. Kombinace tlaku a vlhkosti je spojena s rozpadem půdních agregátů. Malé půdní částice vzniklé rozpadem půdních agregátů ucpávají infiltrační póry a tím dochází k omezení infiltrace. Dopad srážek s vyšší intenzitou je rovněž spojen s rychlou objemovou změnou půdy, včetně půdních agregátů, čím se opět snižuje pórovitost horní vrstvy půdy a dochází k omezení infiltrace vody do půdy. Rychlé ovlhčení suché půdy vede k rychlé objemové změně horní vrstvy půdy (síla 20–30 mm), která následně znemožní další infiltraci srážkové vody do spodnějších vrstev půdy. V důsledku tohoto procesu se voda mísí s jemnými půdními částicemi a vzniklá suspenze se začíná kumulovat na povrchu půdy a následně může dojít k jejímu plošnému až soustřednému odtoku.

Přítomnost rostlinných povrchů a rostlinných zbytků snižuje kinetickou energii dešťových kapek a přispívá k omezení poškození půdní struktury, nebo vede k oddálení tohoto jevu. K podpoře infiltrace zásadním způsobem přispívají kořenové systémy rostlin. Prostor mezi kořeny a půdou vytváří i v suché půdě vhodné podmínky pro infiltraci vody. Cílem technologií eliminujících rizika vodního stresu je spojen i s podporou infiltrace do spodních vrstev, kde je ztráta vody z důvodu evaporatione dostupná pro rostliny po delší dobu.

Omezení infiltrace vody do půdy a kumulace vody v rozdílných vrstvách ornice je spojena i s negativním vlivem přemokření půdy. Zvýšený obsah vody v půdě je spojen se snížením porů vyplněných vzduchem a tím k poklesu obsahu kyslíku v půdě. Snížení obsahu kyslíku v půdě K přemokření půdy může docházet z rozdílných důvodů. Přirozeným procesem je naplnění všech porů vodou, čímž dochází k zastavení infiltrace vody do půdy. Významným faktorem je omezení infiltrace do spodních vrstev půdy v důsledku ztuhnutí vrstvy půdy. Ta se může nacházet jak v hlubších vrstvách půdy, vliv základního zpracování půdy, tak v místě seťového lože, jako důsledek předseťové přípravy. Utužení až ztuhnutí půdy pod seťovým ložem vede při vyšších srážkách k nasycení horní vrstvy půdy a k jejímu následnému odtoku společně se srážkovou vodou.

Zásadní vliv na omezení infiltrace má i vznik půdního škraloupu. Jeho vznik je obecně spojen s nižší stabilitou půdních agregátů v důsledku nižšího obsahu organické hmoty, negativním působením hnojiv aplikovaných na povrch půdy, zpracováním půdy za sucha či za vlhka apod.

Negativní vliv škodlivých činitelů

Pomalý vývoj rostlin máku v důsledku delší doby potřebné pro vzejití porostu a pomalá dynamika jejich růstu na začátku vzházení vytváří vhodné podmínky pro rozvoj plevelů. Jejich výskyt je samozřejmě intenzivnější na plochách s pomalejším vývojem rostlin a na místech s nižším počtem rostlin máku, kde plevele následně přispívají k dalšímu prohloubení výnosových ztrát. Vhodnější podmínky pro rozvoj plevelů lze očekávat při zvýšení rozteče řádků máku setého při modifikaci struktury porostů na suché podmínky. Zde se jedná o rozteč řádků 250 mm a více. Navýšení rozteče řádků je samozřejmě spojeno i se snížením výsevku z důvodu omezení vzájemné konkurence rostlin máku setého v řádku. Při snížení počtu rostlin je potřebné eliminovat faktory, které vedou k poklesu počtu rostlin na jednotku plochy. Zde se jedná jak o omezení negativního vlivu půdních podmínek na vzházení, ale také o omezení negativního vlivu plevelů, chorob a škůdců. U porostů vysévaných do širších řádků (250 mm) je potřebné vytvořit podmínky pro snížení rozvoje plevelů do zapojení porostu, než začne fungovat především inhibiční efekt zastínění půdy v meziřádkách. To lze řešit využitím pomocných plodin. Součástí zlepšení zdravotního stavu porostů obecně je i podpora mikrobiální aktivity půdy na základě zvýšení potravní nabídky a zvýšení aktivních povrchů rhizosféry.

Cíle pomocných plodin v porostech máku setého

Pomocné plodiny jsou obecně vnímány jako rostliny, které napomáhají dosažení pěstebních a ekologických cílů při pěstování hlavní plodiny a mohou být využity i jako producenti hlavního produktu. Jejich uplatnění je spojeno s využitím principů biotické intenzifikace. Biotická intenzifikace spočívá v cíleném využití pozitivních a negativních biologických interakcí mezi živými organismy na stanovišti. Zároveň se jedná o cílené ovlivnění abiotických podmínek stanoviště daným organismem.

Mezi primární cíle pomocných plodin v porostech máku patří:

1. Omezení vodní eroze od vzejití pomocné plodiny do zpracování půdy strniště po sklizni máku setého.
2. Podpora infiltrace vody do půdy v místě živého či odumřelého kořenového systému pomocné plodiny.
3. Eliminace neproduktivního výparu vody z půdy od doby ukončení vegetace pomocné plodiny vytvářející následně mulč na povrchu půdy v meziřádku.
4. Snížení rizika větrné eroze od vzejití pomocné plodiny do fáze vstupu máku setého do prodlužovací fáze.
5. Podpora stability půdních agregátů v meziřádku rostlin máku v důsledku aktivní činnosti nadzemní a podzemní biomasy živé pomocné plodiny, nebo její odumřelé biomasy.
6. Omezení rozvoje plevelů v meziřádku na začátku vývoje porostů v důsledku konkurence pomocné plodiny a plevelů.
7. Produkce nadzemní a podzemní biomasy pomocné plodiny na začátku vývoje porostů máku setého, která bude po ukončení vegetace sloužit jako zdroj živin pro hlavní plodinu.
8. Zlepšení biologické činnosti půdy na základě využití pomocných plodin, které z hlediska předplodinové hodnoty vykazují pozitivní fytosanitární efekty.

Struktura porostů máku při využití pomocných plodin (Brant a Šmöger)

Z důvodu nízké konkurenční schopnosti rostlin máku setého je potřebné při využití pomocných plodin volit systémy cíleného rozmístění hlavní a pomocné plodiny, což znamená, že hlavní a pomocná plodina musejí být vysévány odděleně. Tuto skutečnost lze zajistit zvýšením rozteče řádků máku setého, aby bylo možné do meziřádku cíleně vysít pomocnou plodinu. Při výsevu je potřebné pamatovat na tvorbu izolační vzdálenosti mezi řádkem máku setého a pomocné plodiny. Její vzdálenost by měla vycházet z růstové dynamiky obou druhů a doby, po kterou bude pomocná plodina aktivně v porostu působit. Cílem izolační vzdálenosti je omezit konkurenci pomocné plodiny vůči rostlinám máku setého. Především se jedná o eliminaci výrazné konkurence o vodu a živiny, prostor a samozřejmě také o světlo. Je potřebné pamatovat i na skutečnost, že při herbicidní regulaci pomocné plodiny by rostliny máku neměly zásadním způsobem zakrývat listovou plochu plodiny pomocné.

Systémy herbicidní regulace pomocné plodiny jsou vhodné při pěstování máku setého s roztečí řádků od 0,25 m do 0,3 m, kde jsou omezenější možnosti mechanické kultivace, tedy i mechanické regulace pomocné plodiny. Při chemické regulaci pomocné plodiny v porostech máku lze využít jako pomocnou plodinu i druhy, které jsou mechanicky obtížně regulovány a vyznačují se vysokým rizikem regenerace (např. obilniny ve fázi odžovávání).

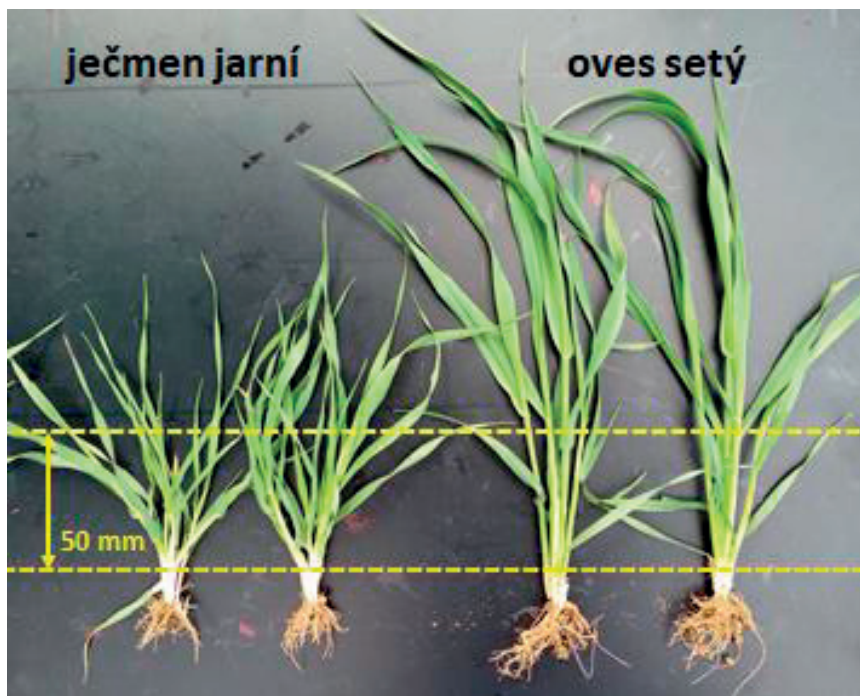
Systémy pěstování máku setého v širších řádcích, většinou 0,45 m, umožňují efektivnější použití mechanické kultivace pro umrtvení pomocné plodiny. Zde lze hovořit o širší druhové pestrosti potenciálních pomocných plodin, ale otázkou vhodnosti jejich použití zůstává dynamika tvorby nadzemní a podzemní biomasy na začátku vývoje porostu máku, aby bylo dosaženo požadovaných cílů.

Pomocné plodiny v porostech máku setého (Brant)

Pro ozelenění meziřádku máku setého jsou vhodné pomocné plodiny s rychlou dynamikou tvorby nadzemní a podzemní biomasy. Obecně se samozřejmě předpokládá, že jako pomocné plodiny budou využitelné rostlinné druhy zavedené do kultury (je u nich zajištěna produkce osiva). Pomocná plodina by se měla vyznačovat především prokořeněním horní vrstvy půdy a vykazující pokles intenzity prokořenění s hloubkou půdy.

Výše uvedený požadavek splňují druhy vytvářející svazčitý kořenový systém. Ten zajišťuje dobré prokořenění horní vrstvy půdy, které zvýší infiltraci a zpevní půdu proti odtoku a odnosu větrem. Rozmístění svazčitých kořenů v půdě vytváří z hlediska geometrického vyjádření kužel směřující svým vrcholem do spodních vrstev půdy. Mezi druhy vytvářející kuželový systém patří především trávy. Trávy lze rozdělit na skupinu druhů s rychlou dynamikou růstu podzemní a nadzemní biomasy, kam patří obilniny první skupiny (zástupci rodu pšenice, ječmen, žito a oves, a opomenout nelze ani triticales). Právě rychlá dynamika tvorby nadzemní a podzemní biomasy je z důvodu jejich krátké doby aktivního růstu v porostech máku výhodná. Do druhé skupiny patří klasické travní druhy (např. rody jílek, kostřava, srha a lipnice). Klasické travní druhy vykazují pomalou dynamiku růstu na začátku vegetace. Tato skutečnost by zásadním způsobem snižovala efektivní ochranu půdy po zasetí a tvorbu organické hmoty určené po ukončení jejich vegetace k výživě hlavní plodiny. Ve srovnání s klasickými obilninami nelze opomenout ani vyšší náklady na osivo. Podstatnou skutečností je rovněž dobrá vzcházivost semen travovitých druhů i za sucha a minimální náchylnost dlouhodobějšího přežívání semen v půdní zásobě, včetně rizika sekundárního zaplevelení následných plodin.

Významným faktorem upřednostňujícím využití klasických obilnin jako pomocné plodiny je dobře zmapovaný habitus a jeho dobrá znalost zemědělskou praxí. Primárním kritériem výběru je vývoj rostlin po zasetí, kde lze za významný znak považovat dynamiku odnožování a vstup do prodlužovací fáze. Vysokou schopnost odnožování po vzejití vykazuje samozřejmě ječmen (jarní a ozimý). Pro ozimý a jarní ječmen je ve srovnání s ovsem setým typický pomalejší vstup do fáze sloupkování (obr. 1). Oves setý se naopak vyznačuje pomalou dynamikou odnožování, čím je eliminováno riziko vzájemné konkurence s hlavní plodinou při využití ovsa setého jako pomocné plodiny v meziřádkových výsevech. Rostliny ovsa ve většině případů spolehlivě vymrzají (případná varianta pro podzimní výsevy máku setého). Při využití klasických obilnin jako pomocných plodin je však možné ještě pracovat s odrůdovou variabilitou. Využití klasických obilnin se však spojeno se zajištěním odlišné hloubky setí vůči rostlinám máku setého.



Obr. 1: Habitus rostlin ječmene jarního (vlevo) a ovsu setého (vpravo) při provedení výsevu ve shodném termínu na jaře (Brant a kol., 2019a).

Svazčitým kořenovým systémem se vyznačují i další druhy využitelné jako pomocné plodiny. Zařadit sem lze hořčici bílou, ředkev olejnou, svazenku vratičolistou, pohanku obecnou apod. Tyto druhy však obecně vykazují různá omezení pro jejich použití v porostech máku setého. Důvodem může být pomalá vzházivost při nízkých teplotách v termínu výsevu máku setého, riziko tvorby sekundárního zapevelení, rychlý nástup do prodlužovací fáze, omezené prokořenění horní vrstvy půdy apod. Dalším faktorem je samozřejmě možnost herbicidní regulace v porostech máku setého vysetého do řádků s roztečí 0,25 až 0,3 m.

Pomalý vývoj porostů máku setého na začátku vegetace může vést k úvahám, že by se pomocná plodina měla vyznačovat spíše malou dynamikou růstu nadzemní biomasy. Druhým pohledem na věc může být skutečnost, že cílem pomocné plodiny je rychle prokořenit nejen horní vrstvu půdy, ale rovněž zakrýt povrch půdy v meziřádku, samozřejmě při dodržení dostatečné izolační vzdálenosti mezi rostlinami máku setého a plodiny pomocné z důvodu omezení rychlého nástupu mezidruhové konkurence na začátku vývoje porostu. Dále by při tvorbě nadzemní biomasy nemělo docházet k rychlému vstupu pomocné plodiny do prodlužovacího růstu, který by nutil rostliny máku setého k intenzivnímu dlouhivému růstu a k etiolizaci. Tuto podmínku opět splňují klasické obilniny, především jarní ječmen. Oves setý

samozejmě vykazuje rychlejší výškový vzrůst, ale menší odnoživostí zachovává dostatečnou izolační vzdálenost v nadzemním prostoru porostu. Rychlý nástup do prodlužovací fáze je spojen s posunem záchytné listové plochy nad povrch půdy a může zvyšovat sousední okap srážkové vody do jednoho místa, což může lokálně zvyšovat poškození povrchu půdy. Dále je potřebné pamatovat na skutečnost, že pomocná plodina bude přibližně v době počátku prodlužování máku umrtvena, a její biomasa by po umrtvení měla zůstat na povrchu meziřádku, přispět k omezení výparu z půdy a neměla by při odumírání zakrývat rostliny máku setého.

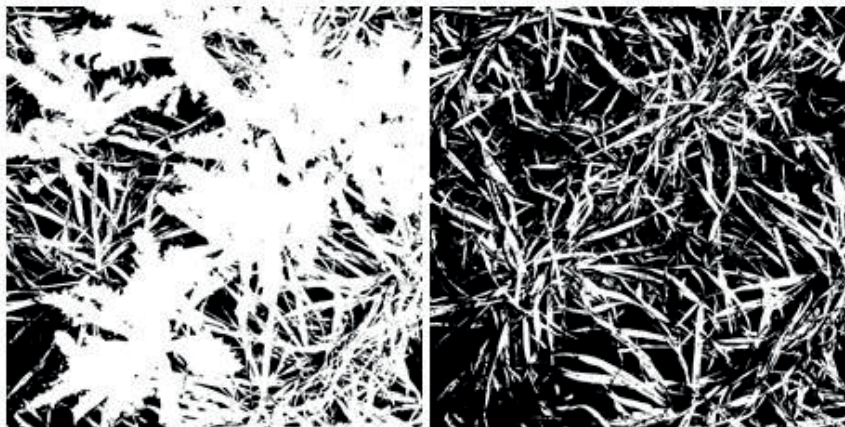
Na základě výše uvedených skutečností lze za vhodné pomocné plodiny považovat obilniny. Z důvodu rychlého nástupu fáze odnožování, ale i citlivosti ke gramineidům, se jedná především o jarní nebo případně ozimý ječmen a o oves setý, případně hřebíkatý. Uvažovat lze i o využití žita nebo triticales.

Efekty pomocných plodin (Brant a Kroulík)

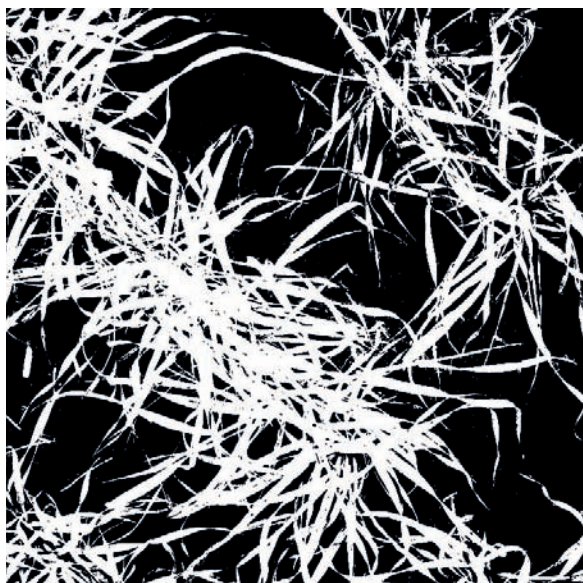
Pokryvnost povrchu půdy

Zásadním efektem je tvorba pokryvu půdy v meziřádku rostlin máku setého. Na základě našich výsledků činila pokryvnost půdy herbicidně umrtveným jarním ječmenem na dvou hodnocených půdních blocích (PB) v roce 2018 hodnoty 31,3 % (PB 1) a 45,9 % (PB 2). Celkovou pokryvnost povrchu půdy vegetací s ječmenem po odstranění máku na ploše 0,25 m² na prvním hodnoceném PB dokládá obrázek 2. Pokryvnost půdy rostlinami ječmene jarního na druhém hodnoceném půdním bloku po odstranění rostlin máku dokumentuje obrázek 3. Snímkování proběhlo na koso vysetých řádků. Zahrneme-li do hodnocení pokryvnosti jak rostliny máku setého, tak ječmene jarního, činila pokryvnost půdy ve shodném termínu hodnocení u PB 1 57,3 % a u PB 2 71,2 %.

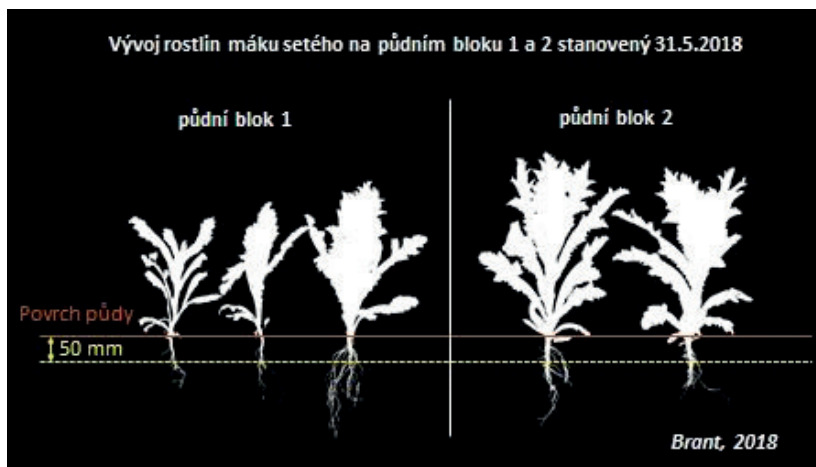
Obrázek 4 dokumentuje vývoj rostlin na hodnocených půdních blocích 1 a 2 dne 31. 5. 2018. Na PB 2 byly rostliny máku vyvinutější a dosahovaly výšky 0,3 m, na půdním bloku 1 se nacházely ve fázi převážně 8. až 9. listu (obr. 4). Na PB 1 byl stanoven průměrný počet rostlin 48 kusů na m², na PB 2 poté 65 kusů na m². Na hodnocených půdních blocích v roce 2018 činil výsev u máku setého (odrůda Opál) 0,8 kg/ha a u ječmene jarního 50 kg/ha (KWS Irina). Stav porostů v termínu hodnocení (31. 5. 2018) na PB 1 a 2 zachycuje obrázek 5. Obrázek 6 dokládá stav porostů máku setého s pomocnou plodinou ovsem setým na lokalitě Dolní Újezd v roce 2019 po aplikaci herbicidu pro umrtvení pomocné plodiny.



Obr. 2: Pokryvnost povrchu půdy na půdním bloku 1. Vlevo rostliny máku setého a ječmene jarního a vpravo pokryvnost ječmene po odstranění rostlin máku 31. 5. 2018 (Brant a kol., 2019b).



Obr. 3: Pokryvnost povrchu půdy rostlinami ječmene jarního na druhém půdním bloku po odstranění rostlin máku setého 31. 5. 2018, pokryvnost na snímku tvoří 42,3 % - bílá barva (Brant a kol., 2019b).



Obr. 4: Vývoj rostlin máku setého na půdním bloku 1 a 2 stanovený 31. 5. 2018 (Brant a kol., 2019b).



Obr. 5: Stav porostů máku setého s pomocnou plodinou ječmenem jarním na půdním bloku 1 (vlevo) a 2 (vpravo) dne 31. 5. 2018 na lokalitě Bučina (Brant a kol., 2019b).



Obr. 6: Stav porostů máku setého s pomocnou plodinou ovšem setým na lokalitě Dolní Újezd 27.5.2019, dva dny po aplikaci herbicidu Agil 100 v dávce 1,25 l/ha (foto Brant).

Produkce nadzemní a podzemní biomasy (Brant a Kunte)

Produkce nadzemní biomasy určuje nejen spotřebu živin pomocnou plodinou, ale také následný potenciál jejich uvolnění pro mák setý. Na počátku vývoje porostů pomocné plodiny je poté potřebné počítat s dočasnou fixací živin do pomocné plodiny, ale i se spotřebou vody do jejího umrtvení. Z hlediska vývoje porostů obilnin, jako pomocných plodin, lze předpokládat, že z důvodu omezení přímé a nepřímé konkurence vůči máku setému, budou umrtveny nejpozději ve fázi odnožování.

Produkce nadzemní biomasy ozimého či jarního ječmene bude závislá na výsevku a na době umrtvení porostu. Výsevek u ječmene jarního by neměl překročit 60 kg/ha, zásadní roli pro určení výsevku bude hrát samozřejmě průběh počasí a stav vláhových podmínek v půdě. U ovsu setého lze za maximální výši výsevku považovat 50 kg/ha. Při daném výsevku lze očekávat, že produkce nadzemní biomasy se bude pohybovat v rozmezí 0,7 až 1,2 t suché hmoty na ha u ječmene jarního. Poměr mezi nadzemní a podzemní suchou biomasou se u ječmene jarního, dle našich pokusů, může u době odnožujících obilnin, pohybovat v rozmezí 2,5 až 4 : 1. Obsah dusíku se v suché nadzemní biomase jarního ječmene (standardní porosty ječmene) na pozemcích v hodnocené lokalitě pohyboval v roce 2018 v rozmezí 3,1–4,6 %, u draslíku od 3,5 do 4,6 %, u fosforu od 0,27 do 0,44 %, u vápníku v rozpětí 0,45–1,1 % a u hořčíku 0,1–0,3 %. V tabulce 1 jsou rovněž uvedeny předpokládané hodnoty obsahu živin v nadzemní biomase rostlin ječmene jarního v době umrtvení porostu.

Tab. 1: Průměrná suchá nadzemní hmotnost rostlin máku setého a ječmene jarního (t/ha) na půdních blocích (PB) 1 a 2 a kalkulované rozmezí obsahu živin v nadzemní biomase ječmene jarního u vybraných prvků v kg/ha (31. 5. 2018), Brant a kol. (2019b).

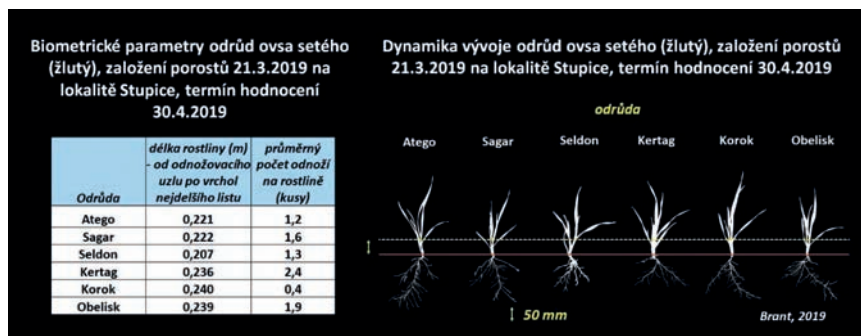
lokality	mák setý (t/ha)	ječmen jarní (t/ha)	N (kg/ha)	K (kg/ha)	P (kg/ha)	Ca (kg/ha)	Mg (kg/ha)
PB 1	0,488	1,044	32–48	37–48	3–5	5–11	1–3
PB 2	0,934	1,059	33–49	37–49	3–5	5–12	1–3

U ovsu setého lze při výsevku 50 kg/ha počítat s produkcí suché nadzemní biomasy v době aplikace herbicidu v rozmezí 0,6 až 1,3 t/ha. Poměr mezi nadzemní a podzemní biomasou u ovsu setého v tomto období činí 2,5 až 2,8 : 1. Na rozdíl od ječmene jarního se oves setý vyznačuje menším odnožováním a rychlejším nástupem fáze sloupkování. Tabulka 2 dokumentuje biometrické charakteristiky máku setého a pomocných plodin (ječmen jarní a oves setý) na lokalitě Morašice v roce 2019. Z tabulky 2 je patrné, že oves vykazuje rychlejší růstovou dynamiku z hlediska vstupu do fáze sloupkování, čímž podporuje i prodlužování rostlin máku. Tím ovšem docházelo k poklesu nadzemní biomasy máku setého. Z uvedených výsledků vyplývá, že oves setý lze použít jako pomocnou plodinu, ale jeho regulace musí nastat dříve než u ječmene jarního. Výsevek ovsu setého jako pomocné plodiny v máku setém by se měl při předpokladu dobrých podmínek pro vývoj porostů ovsu setého pohybovat spíše v rozmezí 30–40 kg/ha. Počet rostlin máku se na všech hodnocených plochách pohyboval v rozmezí 21–24 rostlin na m². Na lokalitě Dolní Újezd dosahovala produkce nadzemní biomasy ovsu hodnoty 1 026 kg/ha a porost máku vykazoval obdobné parametry jako porost bez pomocné plodiny. V rámci jednotlivých odrůd ovsu setého lze nalézt i rozdíly v rámci vývoje na začátku vegetace. Obrázky 7 až 9 dokumentují rozdíly ve vývoji rozdílných odrůd

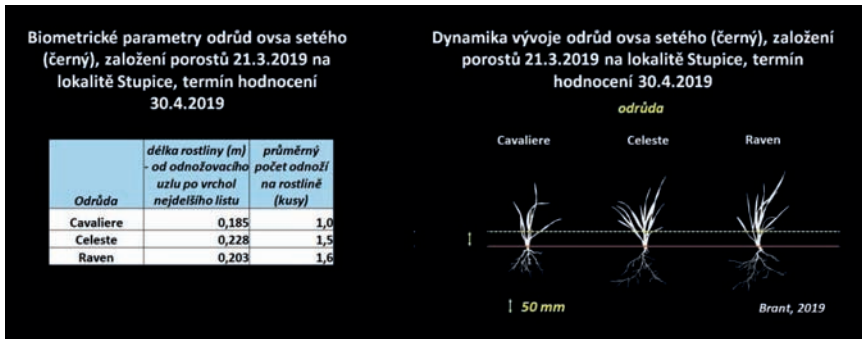
ovsa setého (žlutý a černý) a nahého firmy Selgen z hlediska dynamiky odnožování. Při překročení produkce nadzemní biomasy ovsu setého hodnoty 1 t/ha v termínu aplikace graminicidu, lze počítat s dobrou pokrývností půdy ještě v době zakvétání porostů (obr. 10). Na základě odběru dusíku porosty pomocné plodiny (ječmen jarní a oves setý) je při plánování dusíkatého hnojení počítat s přihnojením porostů máku setého před umrtvením pomocné plodiny v dávce 30 kg N na ha.

Tab. 2: Biometrické parametry máku setého pěstovaného s pomocnou plodinou a bez ní a parametry pomocných plodin stanovené 27. 5. 2019. Výsev porostů byl proveden 5. 4. 2019. Odlišné indexy v rámci sloupců dokumentují statisticky průkaznou diferenci mezi průměry v rámci odrůdy (P-value 0,05; ANOVA), Brant a kol. (2019a).

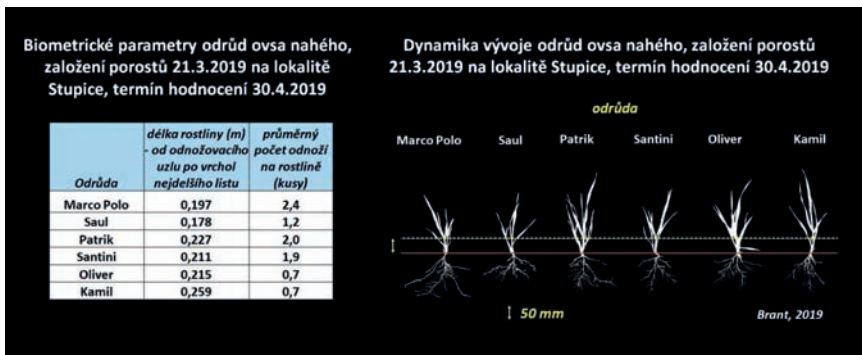
pomocná plodina	výška rostliny (mm)		počet listů (kusy)		produkce nadzemní biomasy (kg/ha)	
ovse setý	356	b	9,8	a	1108,0	a
ječmen jarní	234	a	14,8	a	925,7	a
hlavní plodina						
mák setý + ječmen jarní	139	a	8,8	a	419,7	b
mák setý + oves setý	169	b	10,5	a	195,8	a
mák setý bez pomocné plodiny	129	a	10,5	a	362,5	ab



Obr. 7: Dynamika vývoje odrůd ovsu setého (žlutý), založení porostů 21. 3. 2019 na lokalitě Stupice, termín hodnocení 30. 4. 2019.



Obr. 8: Dynamika vývoje odrůd ovsa setého (černý), založení porostů 21. 3. 2019 na lokalitě Stupice, termín hodnocení 30. 4. 2019.



Obr. 9: Dynamika vývoje odrůd ovsa nahého, založení porostů 21. 3. 2019 na lokalitě Stupice, termín hodnocení 30. 4. 2019.



Obr. 10: Stav porostů máku setého na lokalitě Dolní Újezd a pokrytí mezířádku rostlinnými zbytky ovsa setého (25. 6. 2019), umrtvení ovsa setého proběhlo 25. 5. 2019 (foto Brant).

Zatím nejednoznačně specifikovanou záležitostí je stanovení transportu živin z biomasy ležící na povrchu půdy do orničního profilu. Zásadní otázkou z hlediska využití pomocné plodiny jako zdroje živin je však rovněž obsah živin v kořenové hmotě, její produkce a rozložení v orničním profilu.

Vliv na infiltraci vody do půdy

V rámci ověřování technologie byly provedeny experimenty hodnotící vliv přítomnosti pomocné plodiny na infiltraci vody do půdy. Sledována byla infiltrace na kontrolní ploše bez pomocné plodiny a na ploše s ječmenem jarním jako pomocnou plodinou. Na plochách s ječmenem jarním byly stanoveny lepší podmínky pro infiltraci, roztok modré barvy pronikal do hloubky téměř 0,4 m (Obr. 11). Důvodem byl s velkou pravděpodobností pozitivní vliv prokořenění půdy rostlinami ječmene (Obr. 12), které podpořilo vsakování vody. Dobrá protierozní ochrana půdy porostů máku s ječmenem se projevila i při srážkových událostech (30. 5. 2018). Na hodnocených porostech nebyly zaznamenány erozní projevy. Obrázek 13 dokládá infiltrační procesy na plochách máku setého bez pomocné plodiny a s pomocnou plodinou ječmenem jarním pro převedení snímku půdního profilu do černo-bílé fotografie (bílá barva dokumentuje plochu půdního profilu obarvenou modrou barvou infiltrující vody do půdy). Graf na obrázku 14 dokládá intenzitu probarvení půdního profilu modrou barvou na plochách s mákem setým s roztečí 0,25 m bez pomocné plodiny a na plochách máku setého s výsevem ječmene jarního jako pomocné plodiny do středu meziřádků.

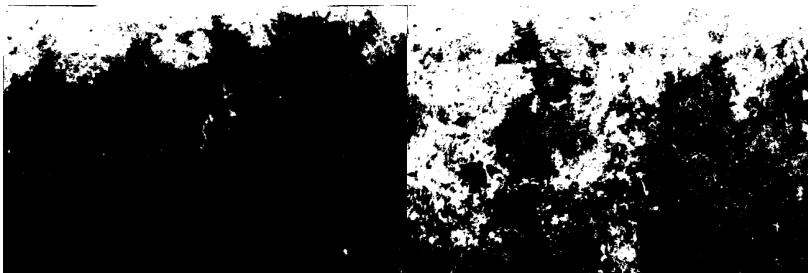
Infiltrace vody do půdy na plochách s mákem setým



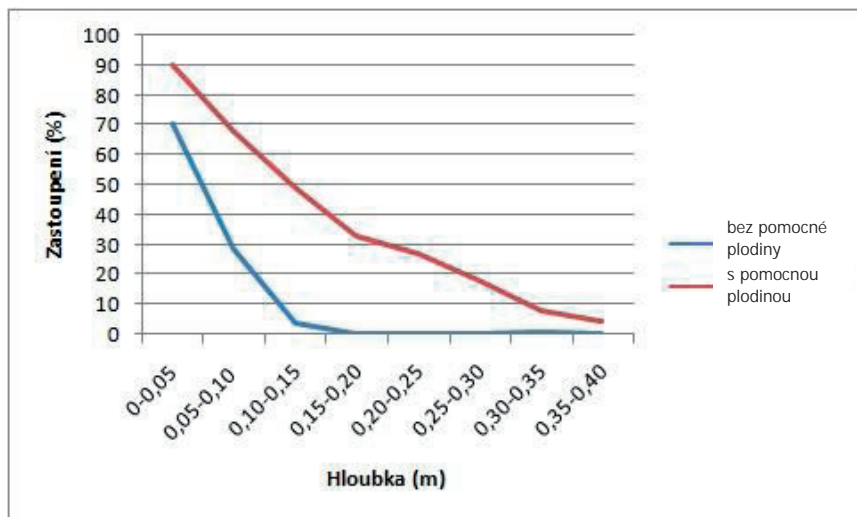
Obr. 11: Infiltrace na plochách máku setého na kontrolní ploše bez přítomnosti ječmene a na ploše s ječmenem (foto Kroulík).



Obr. 12: Prokořenění půdního profilu na ploše s ječmenem jako pomocnou plodinou v porostech máku setého (Brant a kol., 2019b).



Obr. 13: Infiltrace na plochách máku setého na kontrolní ploše bez přítomnosti ječmene jarního (vlevo) a na ploše s ječmenem jarním (vpravo) v porostech máku setého vyšetřeno do řádků s roztečí 0,25 m. Bílá barva dokumentuje plochu půdního profilu obarvenou modrou barvou infiltrující vody do půdy.



Obr. 14: Zastoupení modré barvy v půdním profilu na plochách bez přítomnosti ječmene jarního a na ploše s ječmenem jarním v porostech máku setého vysetému do řádků s roztečí 0,25 m.

Technické požadavky na secí stroje (Brant a Ryčl)

Založení porostů při ověřování technologie bylo provedeno secím strojem OMEGA OO 6000 FL (BEDNAR FMT) osazeným secí jednotkou ALFA DRILL 400 (obr. 15). Díky dělenému přetlakovému zásobníku na secím stroji byl umožněn nezávislý výsev dvou plodin ob řádek a přihnojení k osivu máku proběhlo ze secí jednotky ALFA DRILL přímo do řádku osiva máku setého. Secí stroj umožnil cílené přihnojení pouze hlavní plodiny a pomocná plodina byla vyseta bez přihnojení. Rozteč secích botek činila 125 mm. Struktura porostu byla následně tvořena řádky máku setého o rozteči 0,25 m a výsev pomocné plodiny byl vždy proveden do meziřádku máku setého, čím rozteč řádků pomocné plodiny dosahoval rovněž hodnoty 0,25 m. Zásadním pro výsev byla rovněž možnost nastavení rozdílné hloubky pro výsev máku setého (hloubka setí 20 mm) a pomocné plodiny (ječmen jarní nebo oves setý), která odpovídala hloubce 40 mm (obr. 16).



Obr. 15: Secí stroj OMEGA OO 6000 FL osazeným secí jednotkou ALFA DRILL 400 při zakládání porostů máku s pomocnou plodinou jarního ječmene (foto BEDNAR FMT).



Obr. 16: Secí stroj OMEGA OO 6000 FL umožňuje individuální změnu přítlaku na jednotlivé secí botky (foto Brant).

Základem dodržení struktury porostu při založení s pomocnou plodinou bylo využití pasivní navigace tažného prostředku a systémem vypínání krajních sekcí secího stroje. K tomu bylo nutné osadit navigačním systémem nejen tažný prostředek, ale také secí stroj. Při návazné jízdě došlo při pasivní navigaci k posunu celé soupravy o 0,125 m směrem do oseté plochy a k vypnutí krajové sekce. Tím bylo dosaženo pravidelného střídání řádků máku setého a pomocné plodiny při člunkovém pohybu pracovní soupravy po pozemku při přímé návaznosti pracovních jízd (obr. 17).



Obr. 17. Secí stroj s dvoukomorovým zásobníkem na osivo a přídatným zásobníkem pro výsev třetí plodiny. Traktor je pomocí automatického řízení veden proti svahu tak, aby s maximální přesností vedl krajovou botku v předchozí jízdě, čímž je dosaženo pravidelného střídání setých plodin a dodržení meziřádkové vzdálenosti (foto Strom Praha).

Ověření technologie na Statku Bureš (Šmöger a Brant)

V rámci ověřování technologií využití pomocných plodin v porostech máku setého byly v roce 2018 založeny porosty máku setého s ječmenem jarním jako pomocnou plodinou. Porosty byly založeny na dvou půdních blocích o výměře 3,75 a 10,75 ha (půdní blok 1 - 49.8910503N, 16.2001675E /BP 1/, PB 2 - 49.9197681N, 16.1534969E, termín výsevu 9. 4. 2018). Tento výsev byl proveden secím strojem OMEGA OO 6000 FL osazeným secí jednotkou ALFA DRILL 400. Díky dělenému přetlakovému zásobníku na secím stroji byl umožněn nezávislý výsev dvou plodin ob řádek a přihnojení k osivu máku proběhlo ze secí jednotky. Rozteč secích botek činila 125 mm. Výsevek u máku setého (Opál) činil 0,8 kg/ha a u ječmene jarního 50 kg/ha (KWS Irina), k osivu máku bylo přidáno samostatným dávkovačem mikrogranulované hnojivo FertiBOOST v dávce 13 kg/ha. Struktura porostu byla tedy dána střídáním řádků máku setého a ječmene jarního.

Před nástupem fáze sloupkování bylo provedeno umrtvení rostlin ječmene jarního herbicidem GramiGUARD v dávce 2 l/ha (15. 5. 2018).

Na PB 1 byl stanoven průměrný počet rostlin 48 kusů na m², na PB 2 poté 65 kusů na m². Na PB 2 byly v průběhu jara v důsledku vyšší srážkové dotace, spadlo zde přibližně o 20 mm srážek více, lepší vláhové podmínky pro vývoj rostlin.

Výnosové parametry porostů máku setého

V termínu sklizně (8. 8. 2018) byly na hodnocených půdních blocích odebrány jednotlivé rostliny, u kterých byl stanoven průměrný počet makovic na rostlině, hmotnost semen v makovici a hmotnost tisíce semen. V rámci hodnocení byl výnos semen sledován pouze pro daný půdní blok s podsevem ječmene jarního. Důvodem byla skutečnost, že kontrolní varianty, tedy plochy bez ječmene byly tvořeny jen jednou jízdou secího stroje bez výsevu ječmene na PB. Průměrný počet makovic na rostlinu, hmotnost semen v makovici a hmotnost

tisíce semen (HTS) byly sledovány na plochách s ječmenem jarním a bez něj. Zásadním problémem z hlediska vyhodnocení výsledků byla variabilita v počtu rostlin na jednotku plochy a pravidelnost jejich rozmístění.

Výsledky biometrických charakteristik prokázaly negativní korelaci mezi počtem rostlin na jednotku plochy a počtem makovic na rostlině. Na druhé straně nebyla prokázána korelace mezi průměrnou hmotností semen v makovici a počtem rostlin, či počtem rostlin na jednotku plochy a HTS. Důvodem byla vysoká variabilita v hmotnosti semen v jedné makovici, ale i samotného počtu makovic na rostlině. Na druhou stranu byla stanovena pozitivní závislost mezi hmotností semen v makovici a HTS. Na základě výše uvedených skutečností je logické, že přesná kvantifikace vlivu přítomnosti ječmene na biometriku rostlin máku setého ve srovnání s variantou bez ječmene je v běžných polních podmínkách obtížně stanovitelná. Průměrné hodnoty hodnocených parametrů, včetně výnosu semen na ha pro celý půdní blok (včetně zahrnutí souvratí) dokumentuje tabulka 3.

Tab. 3: Průměrné hodnoty počtu makovic na rostlině (kusy/rostlina), průměrná hmotnost semen v makovici (g), průměrná hmotnost tisíce semen (HTS, g) a výnos semene (t/ha) v termínu sklizně (8. 8. 2018).

lokality	ječmen jarní – pomocná plodina	počet makovic na rostlině (kusy)	hmotnost semen v makovici (g)	HTS (g)	výnos semen (t/ha)
PB 1	ne	3,5	2,21	0,40	-
	ano	4,1	2,92	0,52	0,55
PB 2	ne	4,3	2,88	0,52	-
	ano	2,7	2,77	0,51	1,00

Ekonomika hodnocené technologie

Budeme-li technologii hodnotit z praktického hlediska, je potřebné se zaměřit i na ekonomické ukazatele. Tabulka 4 dokládá jednotlivé nákladové položky pro technologii pěstování máku setého s ječmenem jarním jako pomocnou plodinou. Tabulka specifikuje náklady na ochranu rostlin, hnojení a stimulaci rostlin, včetně nákladů na pracovní operace. Agrotechnické operace byly na hodnocených půdních blocích (PB 1 a PB 2) v roce 2018 shodné. Ceny pracovních operací vycházejí z tržních cen v rámci služeb a ceny přípravků kopírují průměrné ceny produktů v produktových katalozích výrobců. Do ceny není započítán nájem pozemků a daň z nemovitosti.

Celkové náklady na založení, vedení a sklizeň běžného hektaru porostu máku setého na Statku Bureš dosahovaly v roce 2018 výše 21 567 Kč/ha. Náklady na založení pomocné plodiny se z důvodu společného výsevu máku setého a ječmene skládaly z ceny osiva jarního ječmene (795 Kč/ha) a z nákladů na umrtvení ječmene (cena herbicidu - 800 Kč/ha a ceny aplikace - 240 Kč/ha). Jejich celková výše činila 1 835 Kč/ha a z celkových nákladů (21 567 Kč/ha) tvořila 8,5 %. Kalkulace graminicidu do nákladů na pomocnou plodinu je však diskutabilní, protože by jeho aplikace byla stejně provedena proti jednoděložným plevelům. Náklady na osivo ječmene se mohou rovněž lišit v závislosti na jeho původu. V hodnocené technologii bylo použito osivo z vlastní produkce a nemořené.

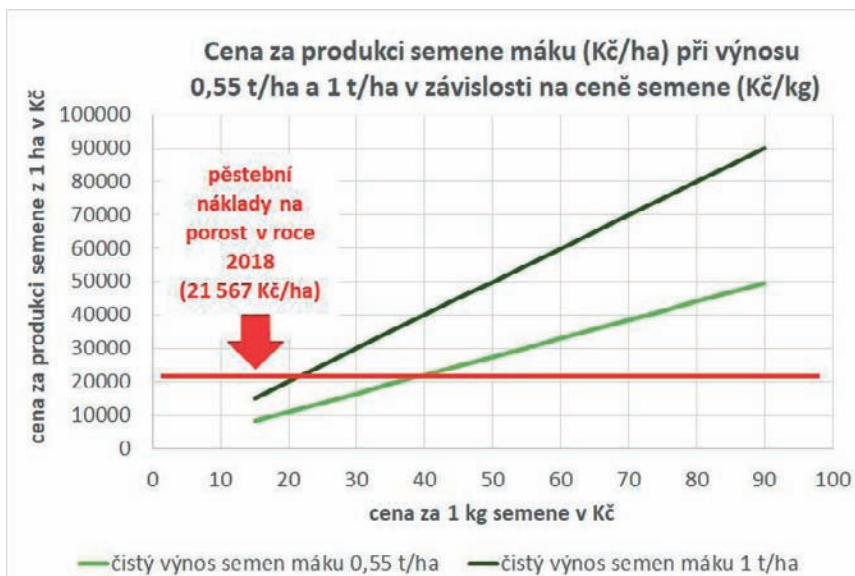
Kromě pozitivního vlivu na půdu a omezení erozních rizik, které lze obtížně kvantifikovat, lze přínos technologie kvantifikovat například ve srovnání s náklady na opětovné založení

porostu máku setého v důsledku jeho poškození erozním smyvem. Na základě použité kalkulace v tabulce 3 činily náklady na založení čistého porostu máku setého (náklady na setí a osivo) 1 156 Kč/ha. Ekonomickou efektivitu technologie lze odhadnout z grafu na obrázku 18. Ten dokládá cenu produkce čistých semen z jednoho hektaru při dosažených průměrných výnosech na hodnocených půdních blocích (0,55 a 1 t/ha čistých semen) v závislosti na výkupní ceně semene v kg/ha. V grafu 1 je červeně vyznačena hladina nákladů na 1 ha porostu máku setého stanovená dle kalkulace v tabulce 4.

**Tab. 4: Specifikace pracovních operací a jejich ekonomické náročnosti na hodnocených půdních blocích (PB 1 a PB 2, technologie byla pro oba půdní bloky shodná) při pěstování máku setého v roce 2018 na Statku Bureš, s.r.o. (Brant a kol., 2019b).
*poznámka - specifikace agrotechnického opatření**

termín operace	materiální náklady			náklady na pracovní operace	
	agrotechnická operace	specifikace	Kč/ha	pracovní operace	Kč/ha
podzim 2017				kypření na hloubku 0,15 m	415
podzim 2017				kypření na hloubku 0,25 m	1 150
21. 3. 2018	hnojení	Amofos (100 kg/ha) + Draselná sůl 60 % (100 kg/ha) + Kieserit (100 kg/ha)	2 700	aplikace hnojiva - rozmetání	280
4. 4. 2018	regulace plevelů	Roundup Flex (0,8 l/ha) + Citric ACID (0,2 l/ha)	201	aplikace přípravků - postřik	240
9. 4. 2018	setí s přihnojením (osivo a hnojivo)	mák setý (výsev 0,9 kg/ha) + ječmen jarní (50 kg/ha) + FertiBOOST (13 kg/ha)	2 131	náklady na setí	800
21. 4. 2018	hnojení	LAD 27 % N (100 kg/ha)	500	aplikace hnojiva - rozmetání	235
6. 5. 2018 <i>*plíseň máku a zadržetí vody v rostlině</i>	ochrana rostlin a stimulace	Dithane DG Neotec (2 i/ha) + Energen 3D (0,1 l/ha)	682	aplikace přípravků - postřik	240
15. 5. 2018	regulace plevelů a hnojení	GramiGUARD (2 l/ha) + BorStar (0,5 l/ha)	840	aplikace přípravků - postřik	240
21. 5. 2018	ochrana rostlin a hnojení	Callisto 480 SC (0,1 l/ha) + Tomahawk (0,2 l/ha) + Nexide (0,08 l/ha) + YV zintrac (0,1 l/ha)	733	aplikace přípravků - postřik	240

26. 5. 2018 <i>*podpora využití živin v suchu, stimulace růstu kořene, zlepšení hospodaření s vodou</i>	ochrana rostlin, hnojení a stimulace	Močovina 46 % N (13 kg/ha) + Kristalon Žlutý NPK 13-40-13 (3,2 kg/ha) + BorStar (0,3 l/ha) + Caramba (0,65 l/ha) + Energen fulhum (0,2 l/ha) + Energen 3D (0,13 l/ha)	924	aplikace přípravků - postřik	240
28. 5. 2018	regulace plevelů	Tomahawk (0,2 l/ha) + Laudis (1 l/ha)	926	aplikace přípravků - postřik	240
5. 6. 2018	hnojení a stimulace rostlin	YV zintrac (0,43 l/ha) + Hořká sůl (7,1 kg/ha) + Močovina 46 % N (11,9 kg/ha) + Energen 3D (0,22 l/ha)	349	aplikace přípravků - postřik	240
12. 6. 2018	hnojení rostlin	DAM 390 (90 l/ha)	450	aplikace přípravků - postřik	240
2. 7. 2018	ochrana rostlin a stimulace	Močovina 46 % N (13,5 kg/ha) + Kristalon Žlutý NPK 13-40-13 (2,2 kg/ha) + Bortrac (0,3 l/ha) + ENERGEN FRUKTUS (0,7 kg/ha) + Energen 3D (0,1 l/ha) + Agrovital (1 l/ha) + Altron silver (0,2 l/ha) + Proteus 110 OD (0,5 l/ha) + Discus (0,2 i/ha)	3 146	aplikace přípravků - postřik	240
2. 8. 2018 <i>* zalepení, omezení napadení makovic a ztrát při sklizni</i>	předsklízňové ošetření	Agrovital (0,2 l/ha)	122	aplikace přípravků - postřik	240
8. 8. 2018				sklizeň máku	1 790
8. 8. 2018				odvoz semene z pozemku	135
18. 8. 2018				mulčování strniště po sklizni	660
celkem			13 702		7 865
celkové náklady					21 567



Obr. 18: Cena produkce čistých semen máku setého z jednoho hektaru při dosažených průměrných výnosech na hodnocených půdních blocích (0,55 a 1 t/ha) v závislosti na výkupní ceně semene v kg/ha. Červeně je vyznačena hladina nákladů na 1 ha porostu máku setého stanovená dle kalkulace v tabulce 3 (Brant a kol., 2019b).

Ověření technologie v ZD Dolní Újezd (Čejka a Brant)

Polní experimenty byly v roce 2019 založeny na půdním bloku (GPS: 49.8304753N, 16.2004011E) obhospodařovaném Zemědělským družstvem Dolní Újezd. V rámci půdního bloku byly hodnoceny dvě varianty založení porostů máku setého.

1. Porost máku setého s pomocnou plodinou ovsem setým vysetým do meziřádků máku setého. Rozteč řádků máku setého činila 0,25 m.
2. Porost máku setého bez pomocné plodiny. Rozteč řádků máku setého činila 0,125 m (technologie standardně používána zemědělským subjektem).

Primární agrotechnická opatření na pokusném půdním bloku začala 10. 8. 2018 plošnou aplikací hnojiva PK 20-20 (200 kg/ha). 17. 9. 2018 byla provedena aplikace chlévského hnoje v dávce 20 t/ha s následným mělkým zapravením pomocí disků (hloubka kypření 0,14 m). Orba pozemku na hloubku 0,22 m byla uskutečněna 17. 10. 2018 a 31. 10. 2018 proběhlo urovňání povrchu zoraného pozemku strojem Köckerling Allrounder.

Technologický postup založení porostu u varianty 1

Před výsevem máku setého byla provedena plošná aplikace hnojiva (Amofos 50 kg/ha, LAD 150 kg/ha). Výsev byl proveden 5. 4. 2019 secím strojem Bednar Omega OO 6000 FL osazeným secí jednotkou ALFA DRILL 400. Výsevek u máku setého (Major) činil 1 kg/ha a

u ovsa setého vysévaného do středu meziřádků máku 40 kg/ha, k osivu máku setého bylo přidáno samostatným dávkovačem hnojivo Duostart v dávce 15 kg/ha. Struktura porostu byla tedy dána střídáním řádků máku setého a ovsa setého. Pozdější výsev porostů vůči kontrolní variantě byl způsoben technickými problémy při modifikaci secího stroje.

První přihnojení porostu proběhlo 25. 4. 2019 hnojivem LAD 27,5 (100 kg/ha). Z důvodu vývoje rostlin ovsa setého byla 25. 5. 2019 provedena jeho regulace přípravkem Agil 100 EC (0,8 l/ha) v kombinaci s výživou boru (bor 150 g/ha). Regulace dvouděložných rostlin proběhla 4. 6. 2019 v kombinaci s listovou výživou máku setého. V této době byly rostliny ovsa setého již více poškozeny graminicidem a méně zakrývaly plevelné rostliny. Výskyt plevelných rostlin byl v porostech máku setého velmi nízký. Zásadní význam pro vývoj porostů měla aplikace hnojiva SAM (120 l/ha), kdy dávka dusíku ve výši 22,8 kg/ha doplnila u rostlin máku setého deficit způsobený spotřebou dusíku rostlinami ovsa setého. Doplnění spotřeby dusíku odčerpaného pomocnou plodinou musí samozřejmě nastat až v době, kdy pomocná rostlina již není schopna dusík fixovat a ještě se z jejich rostlinných zbytků nezačíná dusík uvolňovat. Posledním opatřením byla stimulace a ochrana rostlin (17. 6. 2019). Sklizeň proběhla 15. 8. 2019.

Technologický postup založení porostu u varianty 2

Jarní práce na kontrolních plochách započaly plošným hnojením 26. 3. 2019 (Amofos + LAD, 50 + 150 kg/ha) a okamžitě po aplikaci následovala předseťová příprava. Výsev odrůdy Major (1,5 kg/ha) byl proveden 27. 3. 2019 secím strojem Lemken Solitair 12, rozteč řádků 125 mm. U této technologie byla použita preemergentní aplikace herbicidů následně po zasetí (31. 3. 2019). 25. 4. 2019 proběhlo další přihnojení porostů hnojivem LAD 27% (100 kg/ha). Konečné doladění výskytu plevelů v kombinaci s přihnojením porostů následovalo 25.5.2019 (Tomahawk, 0,6 l/ha + Laudis, 1,7 l/ha + Powerphos, 3 l/ha). Poslední vstup do porostů představovala jako u varianty s pomocnou plodinou stimulace a ochrana rostlin (17.6.2019). Sklizeň proběhla 15.8.2019.

Ekonomika hodnocené technologie

Pro vyhodnocení ekonomiky hodnocených technologií byly využity interní ceny pracovních operací vycházející z cen pro práce prováděné službou a průměrné nákupní ceny pesticidů a hnojiv v zemědělském subjektu ZD Dolní Újezd. Výčet pracovních operací a nákladů na ně, včetně cen osiv a pesticidů pro technologii s pomocnou plodinou dokládá tabulka 5 a pro konvenční technologii uplatňovanou v zemědělském subjektu tabulka 6.

Základní rozdíly v nákladech na hodnocené technologie byly primárně v nákladech na založení porostu. Náklady na zasetí u technologie s pomocnou plodinou (včetně předseťové přípravy diskovou sekcí secího stroje a nákladů na osivo pomocné plodiny a na hnojivo aplikované při setí) činily při výsevu máku 1 kg/ha celkem 2 580 Kč/ha. Náklady na osivo ovsa setého činily 160 Kč/ha (cena farmářského osiva). U konvenční technologie se cena na založení porostu skládala z ceny předseťové přípravy a z ceny setí a osiva máku (1,5 kg/ha). Celkově tak tyto náklady dosáhly částky 1 910 Kč/ha.

Další rozdíl v nákladových položkách hrála regulace plevelů, většinou spojené s přihnojením na list. Na variantě s pomocnou plodinou činila herbicidní aplikace (samostatná regulace ovsa

a jednodušných plevelů a následná regulace ostatního plevelného spektra) celkem za přípravky a náklady na aplikaci 3 026 Kč/ha. U varianty konvenční 3 457 Kč/ha.

Tab. 5: Specifikace pracovních operací a jejich ekonomické náročnosti na pokusném pozemku s mákem setým a s pomocnou plodinou (oves setý) v hospodářském roce 2018–2019 v ZD Dolní Újezd.

termín operace	materiální náklady			náklady na pracovní operace	
	agrotechnická operace	specifikace	Kč/ha	pracovní operace	Kč/ha
10. 8. 2018	hnojení	PK 20-20 (200 kg/ha)	1 260	aplikace hnojiva - rozmetání	320
17. 9. 2018	hnojení	hnůj skotu (20 t/ha)	*	hnojení organickými hnojivy + zapravení	2 560
17. 10. 2018				orba	1 300
31. 10. 2018				urovnání povrchu pro přímý jarní výsev	430
1. 4. 2019	hnojení	Amofos (50 kg/ha) + LAD (150 kg/ha)	1 273	aplikace hnojiva - rozmetání	320
5. 4. 2019	setí s přihnojením	mák setý (1 kg/ha) + oves setý (40 kg/ha) + Duostart (15kg/ha)	1 780	setí	800
25. 4. 2019	hnojení	LAD, 27% N (100kg/ha)	450	aplikace hnojiva - rozmetání	320
25. 5. 2019	regulace plevelů a hnojení	Agil 100 EC (0,8 l/ha) + Bor (150 g/ha)	649	aplikace přípravků - postřik	310
4. 6. 2019	regulace plevelů a hnojení	Tomahawk (0,6 l/ha) + Laudis (1,7 l/ha) + Retafos prim (5 l/ha)	1 757	aplikace přípravků - postřik	310
8. 6. 2019	hnojení	SAM (120 l/ha)	563	aplikace přípravků - postřik	310
17. 6. 2019	ochrana rostlin a stimulance	Mirador Xtra (1 l/ha) + Altron Silver (0,1 l/ha) + Super agrovital (0,5 l/ha)	1 474	aplikace přípravků - postřik	310
15. 8. 2019				sklizeň + odvoz (2,11 t/ha v hrubém tzn. cca 1,58 t/ha po vyčištění)	1 730
16. 9. 2019				diskování	470
celkem			9 205		9 490
celkové náklady					18 695

* cena hnoje odpovídající jejímu využití plodinou není do kalkulace zahrnuta

Tab. 6: Specifikace pracovních operací a jejich ekonomické náročnosti na pokusném pozemku s mákem setým bez pomocné plodiny (standardní technologie podniku) v hospodářském roce 2018 – 2019 v ZD Dolní Újezd.

termín operace	materiální náklady			náklady na pracovní operace	
	agrotechnická operace	specifikace	Kč/ha	pracovní operace	Kč/ha
10. 8. 2018	hnojení	PK 20-20 (200 kg/ha)	1 260	aplikace hnojiva - rozmetání	320
17. 9. 2018	hnojení	hnůj skotu (20 t/ha)	*	hnojení organickými hnojivy + zapravení	2560
17. 10. 2018				orba	1300
31. 10. 2018				příprava půdy před setím	430
26. 3. 2019	hnojení	Amofos (50 kg/ha) + LAD 150 (kg/ha)	1 273	aplikace hnojiva - rozmetání	320
26. 3. 2019				příprava půdy před setím	430
27. 3. 2019	setí	mák setý (1,5 kg/ha)	900	setí	580
27. 3. 2019	regulace plevelů	Cirrus CS (0,15 l/ha) + Callisto 480 SC (0,25 l/ha)	1 181	aplikace přípravků - postřik	310
25. 4. 2019	hnojení	LAD, 27% N (100 kg/ha)	450	aplikace hnojiva - rozmetání	320
25. 5. 2019	regulace plevelů a hnojení	Tomahawk (0,6 l/ha) + Laudis (1,7 l/ha) + Powerphos (3 l/ha)	1 656	aplikace přípravků - postřik	310
4. 6. 2019	ochrana rostlin a hnojení	Caramba (0,5 l/ha + Bor (150 g/ha)	351	aplikace přípravků - postřik	310
17. 6. 2019	ochrana rostlin a stimulace	Mirador Xtra (1 l/ha) + Altron Silver (0,1 l/ha) + Super agrovital (0,5 l/ha)	1 474	aplikace přípravků - postřik	310
15. 8. 2019				sklizeň + odvoz (2,20 t/ha v hrubém tzn. cca 1,65 t/ha po vyčištění)	1730
16. 9. 2019				diskování	470
celkem			8 545		9 700
celkové náklady					18 245

* cena hnoje odpovídající jejímu využití plodinou není do kalkulace zahrnuta

Náklady na technologii s pomocnou plodinou vůči konvenční technologii navýšilo hnojení dusíkem doplňující odčerpaný dusík ovsem setým, cena za aplikaci činila 873 Kč/ha. Do určité míry lze předpokládat, že dusík uvolněný z pomocné plodiny může být následně využit plodinou pomocnou.

Následné agrotechnické operace byly již shodné a neměly na rozdíl v nákladech na technologii vliv. Do ceny technologie byly ještě započítány náklady na sklizeň a odvoz, včetně zpracování strniště. Tabulky 5 a 6 rovněž uvádějí průměrné hektarové výnosy máku

setého po sklizni (v hrubém) a po vyčištění. Na variantě s pomocnou plodinou činil stanovený výnos máku setého v hrubém 2,11 t/ha, po vyčištění poté 1,58 t/ha (tab. 1). Na variantě konvenční byl průměrný hrubý výnos 2,20 t/ha, v čistém tedy 1,65 t/ha. Rozdíl mezi variantami v čistém výnosu semen činil 0,07 t/ha ve prospěch konvenční technologie používané v podniku. Vezme-li v úvahu skutečnost, že porost s pomocnou plodinou byl vyset později, není rozdíl mezi variantami zásadní. Pozitivní vliv na vývoj porostů máku setého s pomocnou plodinou mělo s velkou pravděpodobností přihnojení přímo k osivu, které podpořilo vývoj rostlin. V druhé polovině vegetace nebyly mezi rostlinami na hodnocených variantách detekovatelné žádné rozdíly z hlediska dynamiky vývoje a habitu. Rozdíl v hodnocených nákladech vycházejících z tabulek 5 a 6 poté vychází v neprospěch technologie s pomocnou plodinou, na jejíž realizaci byly průměrné náklady o 450 Kč/ha vyšší.

Další faktor, který lze do ekonomiky obtížně zahrnout, je efekt ochrany porostů před poškozením přívalovými dešti a vliv na půdu z hlediska společného pěstování dvou plodin. Z hlediska nové zemědělské politiky bude hrát roli i spotřeba účinných látek na jednotku plochy. U technologie s pomocnou plodinou činila spotřeba herbicidů celkem 3,1 l/ha a účinných látek 305 g/ha. U konvenční technologie byla celková spotřeba herbicidů nižší a dosáhla hodnoty 2,7 l/ha, ale spotřeba účinných látek činila 399 g/ha, tedy o 94 g/ha více než u technologie s pomocnou plodinou.

Obecné principy pěstební technologie (Šmöger a Brant)

1. Jako pomocnou plodinu lze využít ječmen jarní (max. výsevek 60 kg/ha) nebo oves setý (max. výše výsevku 50 kg/ha).
2. Při rozteči řádků máku setého 250 mm až 300 mm by jeho výsevek neměl překročit 1 kg/ha.
3. Distanční vzdálenost mezi řádky rostlin máku setého a pomocnou plodinou by měla činit min. 100 mm.
4. Při výsevu je potřebné dodržet primárně hloubku výsevu máku setého, je-li to technicky možné, je potřeba nastavit odlišnou hloubku setí pomocné plodiny. Nedodržení hloubky výsevu pomocné plodiny zpomaluje dynamiku růstu, čím se snižuje dosažení požadovaného efektu v krátkém období jejího růstu v porostu.
5. Při plánování výživy porostů je nutné počítat s fixací živin do pomocné plodiny. Optimální je dodání do 40 kg/ha N (legislativa to povoluje i v Nitrátové směrnici) Nutné je při výživě porostů máku počítat také s odběrem P, K a Mg.
6. Živiny fixované v pomocné plodině nevyužité mákem setým je nutné vnímat jako investici k následné plodině, a tak s nimi počítat ve výživové bilanci.
7. Dostatečná výživa rostlin může být zásadní i z hlediska omezení případného stresu po umrtvení pomocné plodiny, ten je na obecné úrovni vysvětlován jako důsledek porušení vzájemné komunikace mezi rostlinami v agrofytocenóze.
8. Umrtvení pomocné plodiny je potřebné provést nejpozději ve fázi 6.–8. listu máku setého. Při termínu aplikace lze je potřebné zohlednit i vývoj počasí a danou účinnou látku graminicidu, které rozhodují o rychlosti ukončení fyziologických projevů pomocné plodiny.

Seznam použité literatury:

- Brant, V., Škeřtková, M., Zábranský, P., Kroulík, M., Petrásek, S., Mrázek, L., Kunte, J. 2017: Technologické postupy zakládání porostů vícedruhových směsí meziplodin. Agromanuál. 12: 96–101
- Brant, V., Kroulík, M., Šmöger, J., Zábranský, P., Škeřtková, M., Hamouz, P., Tyšer, L. 2019a: Pomocné plodiny v pěstebních systémech polních plodin. Agrární komora ČR, Praha. 164 s.
- Brant, V., Šmöger, J., Slabý, J., Kroulík, M., Zábranský, P., Ryčl, D., Škeřtková, M., Hofbauer, M. 2019b: Mák s podsevem jarního ječmene. Úroda. 3: 41–48.

Obrazová příloha:



Zakládání porostů máku setého v ZD "Růžový palouček" v Morašicích na jaře 2019 (foto BEDNAR FMT).



Při zakládání porostů s pomocnou plodinou probíhalo přihnojení k osivu máku ze secí jednotky ALFA DRILL umístěné na secím stroji OMEGA OO 6000 FL přímo do řádku osiva máku (foto BEDNAR FMT).



Porost máku s pomocnou plodinou (ječmen jarní) po umrtvení graminičidem dne 15. 6. 2018 na Statku Bureš (foto Šmöger).



I při rozteči řádků 0,25 m jsou rostliny máku setého schopny zapojit porost (foto Šmöger).



Před sklizní porostů (8. 8. 2018) se na rostlině máku nacházely průměrně čtyři makovice (foto Šmöger).

ISBN 978-80-87111-83-3



9 788087 111833