

Projekt: **VÝVOJ NOVÝCH POSTUPŮ A TECHNOLOGIÍ V ZEMĚDĚLSKÉ PRVOPÝROBĚ**

podpořený Programem rozvoje venkova pro období 2014 – 2020 v opatření 16 Spolupráce,
**operací 16.2.1 Podpora vývoje nových produktů, postupů a technologií
v zemědělské prvopýrobě**

je spolufinancován Evropskou unií.

Cílem operace je podpora inovací v zemědělské prvopýrobě.



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



MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ



PROGRAM ROZVOJE VENKOVA

Registrační číslo: **16/002/16210/453/000042**

Období řešení: **2016 – 2018**

Příjemce/žadatel:

Zemědělské družstvo Radiměř

Radiměř 183, 569 07 Radiměř, IČ: 00129933

Spolupracující partner/výzkumná instituce:

AGROEKO Žamberk spol. s r.o.

Zemědělská 1004, 564 01 Žamberk, IČ: 42197082

Vybraný dodavatel inovované investice:

BEDNAR FMT s.r.o.

Lohenická 607, 190 17 Praha 9 Vinoř

Místo realizace: 569 07 Radiměř č. p. 183

Cílem projektu je vývoj a zavedení nové technologie do praxe, která slučuje operace předseťové přípravy a hnojení půdy a dovyvinutí vertikální základní přípravy půdy hlubokým dlátovým kypřením, společně s profilovým hnojením půd do řádků (rýh), pro budoucí porosty kukuřice pro produkci píce a tržních plodin a technologie efektivní agregace půdo-zpracujících strojů s pásovým tahačem omezujícím přejezdy a negativní vlivy na půdu se současným snížením nákladů na pracovní operace a produkce výfukových plynů.

Projektové vize: Vývoj půdo-zpracujících technologií pro pěstební systémy plodin s příznivým dopadem na životní prostředí s důrazem na zlepšení půdních vlastností. Nové pěstební technologie plodin snižující zátěž životního prostředí provozem rostlinné výroby. Technologie vykazující podstatné snížení zhutňování půdy, snižující erozní degradaci půdy, zvyšující infiltrační schopnosti a retenční kapacitu půdy pro atmosférické srážky, snižující spotřebu hnojiv, potřebu práce, spotřebu paliv a snižující produkci skleníkových plynů (primárně CO₂).

Klíčová slova: Výzkum pro inovace, vývoj, technologie, zpracování půdy, hnojení, infiltrace srážek, zhutnění, životního prostředí

Představení projektu

Předmětem projektu je spolupráce mezi příjemcem/žadatelem a výzkumnou institucí/dodavatelem služby výzkumu a vývoje. V rámci řešení projektu je pořizována strojová investice a jsou provedeny drobné stavební práce pro výzkumné a vývojové zázemí. Investice jsou nástrojem pro úspěšné dosažení cíle projektu. Bude provedena jejich implementace do rostlinné výroby a výsledkem vývoje bude zavedení nových pěstebních technologií plodin setých do řádků v úzkých a širokých roztečích.

Na základě analýzy stávajícího stavu v roce 2016, provedené pracovníky výzkumné instituce a její vyhodnocení, byly navrženy žadateli technické specifikace strojových linek nezbytných pro inovační vývoj ucelených pěstebních technologií. Po návrhu technického vybavení, vyvíjených technologií, byl s ohledem na půdně-klimatické a výrobní podmínky žadatele a podle postupů vyplývající z Pravidel, vybrán dodavatel strojů. Do vyvíjených pěstebních technologií byly dodány výchozí, základní konstrukce strojů pro možné dovyvinutí konkrétním požadavkům:

- Vzadu tažený hloubkový dlátový kypřič s aplikačními trubicovými svody a koncovkami pro řádkové uložení minerálních hnojiv do rýh za každou polo-parabolickou slupicí (výrobce *BEDNAR FMT s.r.o., Česká republika*)
- Vzadu agregovatelný, univerzální pneumatický aplikační zásobník pro hnojivo (výrobce *BEDNAR FMT s.r.o., Česká republika*)
- Tažený kompaktní předseťový kypřič osazený aplikačními rozvody pro aplikaci minerálních hnojiv terčíkovým plošným rozptylem a uložení v předseťově zpracované vrstvě půdy (výrobce *BEDNAR FMT s.r.o., Česká republika*)
- Tažený talířový kypřič osazený aplikačními svody pro aplikaci minerálních hnojiv terčíkovým plošným rozptylem a uložení hnojiva na posklizňové zbytky před promísením s půdou (výrobce *BEDNAR FMT s.r.o., Česká republika*)
- Agregace linek na zpracování půdy s tažným prostředkem s pásovými sekcemi (výrobce *Deere & Company, USA*)

Pro vývoj technologie efektivního základního **zpracování půdy**, předseťové přípravy a podmínky doplněné o profilové zonální a plošné povrchové hnojení byly pořízeny stroje umožňující variabilní zpracování půdy se současným hnojením. Pro agregaci těchto strojů byl pořízen tažný prostředek s pásovými sekcemi a středovým kloubovým řízením.

Vyvíjená technologie **hlubokého zpracování půdy dlátovým kypřičem** byla založena na pořízení základní konstrukce specifického kypřiče, s vlastním aplikačním zařízením pro aplikaci minerálních hnojiv do půdního profilu. Terčíková aplikace hnojiv rozptylem v povrchových vrstvách byla konstruována na předseťový kompaktní kypřič a rozptyl na povrchu půdy na kypřič talířové koncepce pro půdu po sklizni.

Harmonogram řešení

Aktivity byly v rámci spolupráce Žadatele a výzkumné instituce podle vyhotovené Metodiky pro plnění cíle projektu rozděleny na dílčí 4 věcné etapy:

- Etapa 1:** Ověření hlubokého zpracování půd dlátovým kypřičem s polo-parabolickými slupicemi v aridních podmínkách a dovyvinutí variabilní parametrizace souběžného podpovrchového uložení hnojiva do zóny půdního profilu
= období experimentálního řešení 2016 až 2018
- Etapa 2:** Ověření a dovyvinutí zaváděného způsobu jemné přípravy půdy pro setí řepky ozimé, s povrchovou aplikací hnojiv, se široko-plošným rozptýlením pro úzkořádkové plodiny, za pomoci speciálních aplikačních hlavic
= období experimentálního řešení 2016 až 2018
- Etapa 3:** Ověření vlastností, účinnosti a úpravy zaváděné technologie podmínky půdy, se současnou aplikací dusíku do půdy, pro podporu žádoucího procesu rozklad u posklizňových zbytků (vyrovnání poměru uhlíku k ostatním živinám)
= období experimentálního řešení 2016 až 2018
- Etapa 4:** Ověření vlastností a možností úpravy tažného prostředku s podvozkem, vybaveným pásovými sekcemi pro nově vyvíjenou technologii zpracování půdy, se sníženým dopadem na technogenní zhutnění půdy
= období experimentálního řešení 2016 až 2018

Ve vegetační sezóně roku 2017 (ozimé řepky a ozimé pšenice v sezóně 2016/2017) byly provedeny ověřovací poloprovozní pokusy a konstrukční zkoušky prvních torzních strojů pro implementaci postupů do nové technologie základního zpracování půdy společně s profilovým hnojením, jemné kompaktní předseťové přípravy, posklizňové péče o půdu při agregaci těchto strojů s pásovým kloubovým tahačem.

Výsledky a diskuze

Z dosavadního průběhu řešení projektu bylo ve spolupráci Žadatele a výzkumné instituce zjištěno pozitivní působení vyvíjených pěstebních technologií včetně pořizovaných investic na ochranu půdy před zhutněním a erozí, infiltrační schopnosti půdy pro atmosférické srážky, růst a vývoj polních plodin, snížení spotřeby paliva, snížení pracovního času a na snížení produkce výfukových plynů včetně oxidu uhličitého (CO₂).

Etapa 1. V rámci provedených zkoušek a pokusů bylo zjištěno, že vyvíjená technologie **hlubokého zpracování půd dlátovým kypřičem s profilovým hnojením do řádků (rých)**, měla příznivý vliv na půdní vlastnosti v celém profilu zpracování včetně vytvoření protierozní funkce při pěstování polních plodin s různým ochranným vlivem na půdu:

Dlátové kypření rozrušovalo v těžké půdě kompaktnost celého zpracovávaného profilu půdy, **omezovalo hřebenitost** povrchu půdy po zpracování ve srovnání s orbou. Nerovnost povrchu, intenzivně zpracované půdy, snižovalo použití sekce řezacích (cutter) válců. Při vyřazení funkce řezacích válců, umožňující drobení hrud, stoupla křivost povrchu půdy pro následné předseťové zpracování. Oproti orbě vykazoval povrch hluboce dlátově zpracované půdy nerovnosti dle vypočtené hodnoty křivosti T v průměru o 54 % nižší s použitím cutter válců a hodnoty měřené drsnosti povrchu půdy řetězovou metodou RR v průměru o 62 % nižší s použitím cutter válců, resp. o 53 % nižší bez jejich použití.

Hluboké dlátové kypření významně **snížovalo**, oproti současné orbě, podíl agronomicky nevyhovujících **půdních agregátů** (hrud) v profilu ornice pro následný výsev kukuřice. Dlátové kypření vytvářelo větší podíl hrudkovitých a drobtovitých agregátů charakterizující **strukturní stav** kulturního horizontu ornice. Nejjemnější frakce o velikosti hrud nižší než 1 cm byla po dlátovém kypření ve výši **32 %**, což bylo o 8 % více než po orebného zpracování a největší frakce o velikosti hrud nad 10 cm hrud se po dlátovém kypření nevyskytovala a naopak u orby tvořila podíl 31 %. Podrobné změny velikosti hrud (agregátů) uvádí tabulka 1.

Tab. 1. Vliv souběžné úpravy povrchu hluboce zpracované půdy na strukturu agregátů (velikost hrud) v kulturním horizontu ornice (kukuřice = těžká, řepka a pšenice = střední půda)

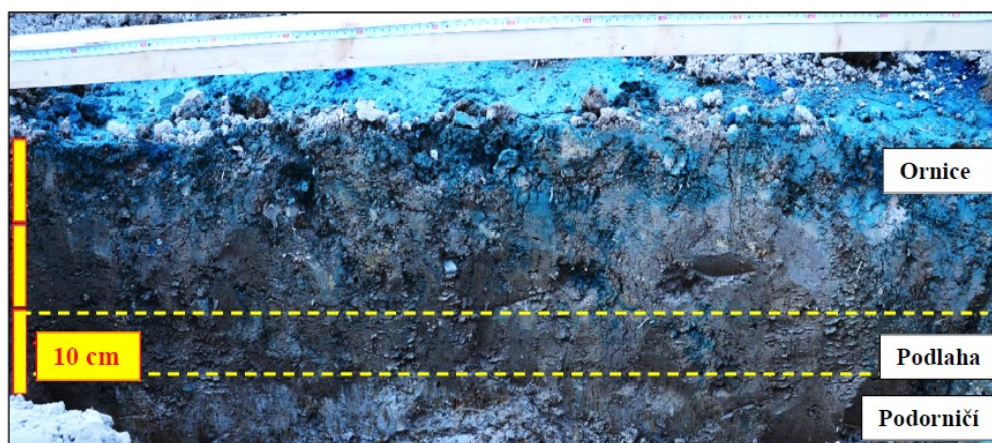
Dno kypření (h):	35 cm	38 cm		30 cm	
Drobení cutter válci:	ANO	ANO	NE	ANO	NE
Velikost agregátů	Kukuřice	Řepka		Pšenice	
> 100 mm	-31 %	-24 %	-24 %	-18 %	-18 %
100 – 50 mm	-3 %	-17 %	-10 %	-9 %	+8 %
50 – 30 mm	+9 %	-2 %	-3 %	+4 %	+9 %
30 – 10 mm	+16 %	+22 %	+22 %	+18 %	+1 %
10 – 1 mm	+8 %	+11 %	+4 %	+5 %	+1 %

V půdním profilu do hloubky 30 cm došlo k významnému **snížení zhutnění** (pekompakce) vyvíjenou technologií hlubokého dlátového kypření. Využitý inovovaný dlátový kypřič, s polo-parabolickými slupicemi osazenými krátkými prořezávacími křídly na bocích slupic, účinně snižoval zhutnění podorničí (hlouběji 25 cm) a 3x lomený pracovní úhel dlát včetně středového drobiče hrud účinně prováděl drobení a mísení orníčního horizontu. Výsledkem byly příznivé změny fyzikálních vlastností těžké půdy pro pěstování kukuřice oproti současné orbě (viz tab. 2).

Tab. 2. Vliv hlubokého dlátové kypření na zhutnění půdy ve srovnání s orebním zpracováním 65 dní po jarním zpracování půdy

Dno zpracování	Zhutnění (g/cm ³)	Pórovitost (rel.)
30 cm	-15 %	+13 %
35 cm	-19 %	+17 %
40 cm	-20 %	+19 %
45 cm	-23 %	+22 %

Půda vytvářela po vyvíjeném dlátovém kypření **preferenční infiltrační toky** atmosférických srážek v trajektoriích průniku pracovních slupic s dlátý. V těchto místech docházelo k rychlé infiltraci simulovaných vydatných atmosférických srážek o intenzitě 80 mm za hodinu (viz obr. 1).



Obr. 1. Vizualizace pohybu vody v půdním profilu zpracovaném současnou technologií orby do hloubky 25 cm po infiltraci 40 mm jednorázové atmosférické srážky (stav po 24 h., 22. 6. 2017)

Ve sklizni po 171. dnech vykazovala ornice po vyvíjeném hlubokém dlátovém kypření setrvalost **zúrodňování co do eliminace zhutnění**. Hlavní ukazatel zhutnění, tj. objemová hmotnost půdy redukované byla v rozpětí 1,29 – 1,48 g/cm³, podle hloubky zpracování, což bylo na úrovni v průměru **94 %** (89 – 103 %) **limitní meze** pro indikace zhutnění vyskytující se hlinité až jílovito-hlinité půdy. Naopak půda po orbě vykazovala již stav zhutnění před sklizni kukuřice v průměru na úrovni 111 % (106 – 115 %) limitní meze.

Vyvíjená technologie hlubokého dlátového kypření také příznivě působila na **uvolnění (mobilizaci) dusíku a fosforu z půdní zásoby**. Vlivem výrazného zpřístupnění půdních pórů pro vzduch byla započata intenzivní mikrobiální mineralizační činnost, jejímž výsledkem bylo **zpřístupnění minerálního dusíku** ($N_{min.}$) z labilních organických sloučenin v půdě pro rostliny. Vyvíjená technologie umožní **úsporu** spotřeby minerálních dusíkatých hnojiv (viz. tab. 3.):

Tab. 3. Zpřístupnění minerálního dusíku ($N_{min.}$) v půdě po hlubokém dlátovém kypření (kukuřice po podzimní aplikaci hnoje)

Plodina	Půdní druh	Dno zpracování (h)	Zpřístupnění celkem (úspora)
Kukuřice pro píci	těžká	35 cm	276 kg N/ha
	těžká	45 cm	32 kg N/ha
Ozimá pšenice	střední	30 cm	30 kg N/ha
Ozimá řepka	střední	38 cm	3 kg N/ha

Testované plodiny vykazovaly během vegetace po vyvíjené technologii rychlejší růst a vývoj. Zejména příznivě působilo uložení fosforečného hnojiva AMOFOS (N-P) do rýh při kypření inovovaným dlátovým kypřičem. Zároveň příznivě působilo na **rychlejší růst** plodin během vegetace samotné hluboké dlátové kypření než současný monopol orby.

Oproti současné technologii orby, bez stimulačního atraktivního **hnojení fosforem** pro kořenový systém málo pohyblivými živinami v půdě, bylo nově vyvíjenou technologií hlubokého uložení fosforu dosaženo významného zvýšení dlouhivého růstu **podzemní biomasy** a nárůstu hmotnosti sušiny kořenů (viz tab. 4).

Tab. 4. Vliv způsobu uložení fosforu do půdy na nárůst hmotnosti sušiny biomasy kořenů (O = orba, K = kypření, P = fosfor, číselný údaj v označení = hloubka)

Plodina	Fáze	O25	K40	K40	K45	K40	K35	K30
	BBCH	P25	-	P _{mísení}	P30	P25	P20	P15
Kukuřice	17 – 30	+18 %	+173 %	+163 %	+149 %	+145 %	+7 %	+123 %
		K15	K38	K38	K38	K38	-	-
		-	-	P _{mísení}	P25-a	P25-b	-	-
Řepka	25 – 27	-7 %	+45 %	+51 %	+34 %	-12 %	-	-
	37 – 51	-7 %	+11 %	+30 %	+6 %	-19 %	-	-
		K15	K30	K30	K30	-	-	-
Pšenice	22 – 23	+73 %	-22 %	+2 %	+2 %	-	-	-
	30 – 31	-42 %	0 %	+13 %	+57 %	-	-	-
		-	-	P _{mísení}	P15	-	-	-

Vyvíjená technologie hlubokého dlátového kypření, se souběžným profilovým hnojením půdy fosforem, jako inovativní metody vertikálního základního zpracování půdy pro porosty polních plodin, měla různý **vliv na sklizňový výnos a kvalitu produkce** (viz tab. 5). Odezva ve výnosu píce kukuřice a zrna kukuřice byla po vertikálním hlubokém zpracování půdy vyšší, než po vlastní nadstavbové technologii profilového stimulačního hnojení málo pohyblivým fosforem do hlubokých zón půdy. Tato technologie svědčí o zajištění **vyšší úrovně vegetačního komfortu**, zvýšením kvality půdních podmínek, od počátečního růstu pěstovaných plodin. Naopak výnos řepky vysoce významně zajišťovalo profilové hnojení.

Tab. 5. Porovnání výnosů plodin po hlubokém dlátovém kypření a různé lokalizaci fosforu v půdním profilu oproti stávající orebné technologii

Plodina (dno zpracování)	Dlátové kypření	Lokalizace hnojení fosforem		Celkem změna výnosu oproti orbě	
		řádek*	plošně*	řádek	plošně
Kukuřice (40 cm)	+25 %	+3 %	-9 %	+28 %	+16 %
Řepka (38 cm)	-17 %	+35 %	+25 %	+18 %	+8 %
Pšenice (30 cm)	+8 %	+6 %	+1 %	+14 %	+9 %



Obr. 2. vlevo: Detail radlice dlátového kypřiče s polo-parabolickým tvarem slupic, osazené v zadní části distribučním vedením a koncovkou pro souběžné řádkové podpovrchového uložení hnojiva do zóny půdního profilu.
vpravo: Hlubkový dlátový kypřič osazený prototypním aplikačním rozvodem a řádkovými aplikačními koncovkami hnojiv a následná úprava povrchu půdy hrotovými válci.

Etapa 2. V rámci provedených zkoušek vyvíjené **technologie jemné předseťové přípravy** slučující obvyklé pracovní operace 1) rozmetání granulovaných hnojiv a 2) jemné (opakované) předseťové přípravy kompaktořem, vykazovala při **letní přípravě půdy** příznivé vlastnosti na kvalitu zpracovaného horizontu seťového lůžka pro drobné semeno ozimé řepky.

Profil povrchu zpracované půdy vykazoval, po vyvíjené technologii základního hlubokého dlátového kypření s následnou vyvíjenou předseťovou přípravou s intenzivním drobením a s přiměřeným zpětným utužením povrchu, **minimální nerovnosti** oproti současné technologii přípravy hřebenité orby kompaktním kypřičem s krátkou konstrukcí. Křivost T vypočtena dle drsnosti z profilografu vykazovala pokles o 39 %, drsnost povrchu RR určena řetězovou metodou vykazovala pokles o 33 % oproti stávající technologii.

Seťové lůžko obsahovalo po vyvíjené technologii, dlátového kypření a následné přípravy seťové kompaktním kypřičem dlouhé koncepce, **vyšší podíl žádané hrudkovito-drobtovité a drobtovité velikosti** (10 – 1 mm) a to **až o 8 %**. Půdní agregáty s nižší podílem agronomicky nepříznivých velikostně hrudovitých frakcí poklesl o 2 %.

Vyvíjená technologie předseťové přípravy **eliminována nadměrné zhutnění půdy o 42 %** v seťovém pokryvu půdy a usnadnila klíčení a proniknutí výhonku kyprou povrchovou vrstvou půdy ve srovnání se stávající technologií.

Vyvíjená technologie terčikové aplikace granulovaných hnojiv ve vyvíjené technologii předseťové přípravy půdy umožnila významné **zvýšení zásoby lehce přijatelného vodorozpustného fosforu (P_{H_2O})** v ornici. Oproti současné technologii, tj. přípravě půdy současným kompaktořem krátké konstrukce bez aplikace podpůrné dávky fosforu po základním orebním zpracování, se zvýšil obsah P_{H_2O} po vyvíjené technologii **až o 10,1 mg/kg**.

V období jarní regenerace testované náročné plodiny řepky vykazovaly rostliny po vyvíjené předseťové přípravě půdy rozdílnou hmotnost sušiny **nadzemní biomasy** a rozdílný příjem fosforu. Nejlépe narůstaly rostliny řepky po variantě v kombinaci s vyvíjenou technologií základní přípravy hlubokým dlátovým kypřením, při dně zpracování 38 cm a po následném 2 týdenním odstupu přípravy půdy vyvíjenou předseťovou přípravou s aktivovanou drobnou sekcí (finish válečkem). Příznivý vliv na růst řepky měla příprava seťového lůžka s **přiměřeným podílem** drobných a větších půdních agregátů.

Sklizňový výnos semene ozimé řepky byl příznivě ovlivněn vyvíjenou technologií předseťové přípravy půdy. V kombinaci předseťové přípravy půdy se základní přípravou byly dosaženy vyšší výnosy semene po hlubokém dlátovém kypření než po orbě. **Po současné technologii** předseťové přípravy půdy kompaktořem, s krátkou konstrukcí pracovní sekce po základním **orebním** zpracování půdy, byl dosažen výnos semene **2,6 t/ha** a výnos tuku semenem 1,08 t/ha. Varianty vyvíjených technologií pro komplexní přípravu půdy pro řepku **poskytly odlišné výnosy** (viz tab. 6).

Tab. 6. Porovnání výnosu a olejnatosti řepkového semene po různé variantě vyvíjené technologie zpracování a hnojení půdy (O = orba, K = kypření, P = fosfor, číselný údaj označení = hloubka)

Technologie komplexní přípravy	Semeno (t/ha)	Tuk (t/ha)	Olejnatost
O26 + příprava drob. + P terčíky	+30 %	+33 %	45,7 %
K38 + příprava bez drobení	-2 %	+8 %	48,8 %
K38 + příprava s drobením	+10 %	+20 %	48,7 %
K38:P25 + příprava s drobením	+9 %	+18 %	48,2 %
K38:P25 + přípr. s drob. + P terčíky	+32 %	+38 %	46,8 %

Etapa 3. Vyvíjená **technologie podmínky** půdy se současnou aplikací dusíku do půdy má dobré uplatnění pro **zlepšení biologických, agrochemických a postupně i fyzikálních vlastností půdy**, pro následně pěstovanou ozimou řepku a další letně-podzimní vysévané plodiny.

Oproti současné technologii, podmínky talířovým kypřičem menší konstrukce pracovních talířů, s nízkým drobicím a orebním efektem (s otáčením plátů půdy) přesunu zpracovávané půdy, poskytla vyvíjená technologie podmínky inovovaným talířovým kypřičem krátké konstrukce, s agresivním orebním nastavením vykrajovaných talířů většího průměru, navíc souběžně s aplikací dusíkatého hnojiva pro vyrovnání nepříznivého poměru C : N v posklizňových zbytcích ječmene, změny v zásobenosti půdy dusíkem pro budoucí porost náročné ozimé řepky (viz tab. 7).

Tab. 7. Vliv konstrukce talířů kypřiče a souběžné aplikace dusíku na rozklad posklizňových zbytků ječmene na příjem dusíku porostem následně pěstované ozimé řepky

Po ošetření strniště	Současná podmínka +N	Vyvíjená podmínka	Vyvíjená podmínka +N	Vyvíjený podmínka +N+N
18. den	+113 kg N/ha	-55 kg N/ha	+48 kg N/ha	+66 kg N/ha
75. den	+23 kg N/ha	-48 kg N/ha	+66 kg N/ha	+120 kg N/ha

Spolu s dusíkem se významně zvýšila po vyvíjené technologii agresivní podmínky mikrobiální aktivita v půdě spojená s mineralizační činností obtížněji rozložitelných **sírných** organických sloučenin v půdě. Dostavilo se 18. den po kultivaci a korekčním hnojením 35 kg N/ha, pro zajištění cílového poměru C : N = 15 : 1 a tedy i přes nehnojení sírou na posklizňové zbytky ječmene, významné zvýšení obsahu vodorozpustné (SH₂O) i přístupné (SMehlichIII) síry v půdě pro náročnou řepku.



Obr. 3. Povrch zpracované půdy vyvíjenou technologií agresivní podmínky a zapravení posklizňových zbytků ječmene inovovaným talířových kypřičem (25. 8. 2017)

Etapa 4. Agregovaný **tahač s pásovými jednotkami** snížil po přejezdu **zhutnění** půdního profilu (0 – 25 cm) ve srovnání s běžným, výkonově a hmotnostně zastupitelným kolovým traktorem (viz tab. 8). Zkoušky byly provedeny po jemné předseťové přípravě půdy (viz obr. 4). Zvláště šetrné byly pojezdové pásové sekce tahače při 1x přejezdu po pozemku, což souvisí s připravovanými vyvíjenými technologiemi sloučených pracovních operací. Tahač pásové koncepce je nezbytnou součástí proti zhutňující půdní operace základního hlubokého dlátového kypření s profilovým hnojením, tahačem předseťového a posklizňového zpracování půdy se souběžným korekčním hnojením půdy. V těchto operacích výkonný tahač umožňuje efektivně obsluhovat široké pracovní záběry dovyvíjených půdo-zpracujících strojů. Významně je, sloučenými pracovními operacemi, snižován počet přejezdů po pozemku.

Tab. 8. Porovnání fyzikálních vlastností půdy po přejezdu pásovým tahačem oproti současnému kolovému traktoru

Přejezd	Zhutnění (g/cm ³)	KVoK (rel.)	KVzK (rel.)
1x ve stopě	-6 %	-10 %	+302 %
6x ve stopě	-7 %	+2 %	+173 %

Vysvětl.: KvoK = maximální kapilární vodní kapacita.

KVzK = maximální kapilární vzdušná kapacita.

Po 1x přejezdu inovovaného tahače po urovnaném povrchu půdy došlo po pojezdových pásových sekcích **k propadu půdy ve stopě** v průměru o 1,9 cm a po přejezdu kolovou nízkotlakou pneumatikou současného traktoru v průměru o 2,8 cm. Po opakovaném 6x přejezdu ve stopě (viz obr. 4.) došlo k propadu stopy po pásových sekcích tahače v průměru o 4 cm a stopy kolové pneumatiky v průměru o 4,9 cm.



Obr. 4. Stopy pojezdových jednotek v povrchu půdy po přejezdech (vlevo: kolový traktor, vpravo: inovativní pásový tahač, 15. 11. 2017)

Inovované půdo-zpracující soupravy dosahovaly, ve vyvíjených technologiích zpracování a hnojení půdy pro pěstování polních plodin, významně **vyšší plošné výkonnosti** oproti stávajícím. Linky zároveň vykazovaly pokles spotřeby paliva na jednotku plochy a tím i výraznou eliminaci tvorby výfukových plynů především oxidu uhličitého (CO₂).

Při **základním zpracování půdy**, hlubokým dlátovým kypřením s profilovým hnojením fosforem do rýhy (z pneumatického zásobníku hnojiva), se dostavila vyšší výkonnost o 2,1 ha/h, tzn. navýšení o **44 %** s odezvou v úspoře paliva 1,6 l/ha, resp. v emisní úspoře 4,2 kg CO₂ na ošetřený hektar, tzn. pokles o **10 %**.

Při **předset'ové přípravě** se dostavila vyšší výkonnost o 8,8 ha/h, tzn. navýšení o **117 %** s odezvou v úspoře paliva 1,2 l/ha, resp. v emisní úspoře 3,2 CO₂ kg/ha, tzn. pokles o **20 %**. Při péči o půdu **po sklizni podmítáním** se projevila vyšší výkonnost o 6,9 ha/h, tzn. navýšení o **123 %** s odezvou v úspoře paliva 1,3 l/ha, resp. v emisní úspoře 3,5 CO₂ kg/ha, tzn. pokles bezmála o **20 %**.

Dále bylo možné, s půdo-zpracujícími soupravami, agregovat na tahač zásobník hnojiva pro aplikaci granulovaného hnojiva do půdního profilu a sloučit operace, resp. vynechat samostatnou operaci hnojení. To umožnilo další úspory paliva, přejezdů a potřeby lidské práce ve vyvíjených technologiích pro pěstování polních plodin.

Závěry a doporučení

Vyvíjené technologie naplňují prvky **technologické inovace na úrovni podniku** příjemce/zadatele s dobrým transferem do zemědělských subjektů s podobným zaměřením zemědělské výroby. Z řešené 1. etapy **hlubokého zpracování půdy** dlátovým kypřičem s profilovým hnojením do řádků (rýh) vyplývá **pozitivní vliv na strukturu půdy** ve hloubce 30 cm a na významnou redukci zhutnění v přechodné podorniční vrstvě. Půda dále získala protierozní schopnosti a po aplikaci fosforečných hnojiv zvýšenou zásobenost doposud středně až hluboce deficitním fosforem. Testované plodiny ozimé řepka, ozimá pšenice a kukuřice pro jakostní výrobu píce pro výživu skotu významně zvýšily výnos a kvalitu produkce, oproti současným technologiím, což je v souladu s cílem a přijatelnou návratností výdajů řešeného projektu.

Po využití technologie jemné **předset'ové přípravy** řešené ve 2. etapě se dostavily efekty v **lepší struktuře set'ového lože**, eliminaci zhutnění, snížení odolnosti hrud drobení při setí v set'ovém lůžku, zvýšení obsahu fosforu v půdě a dosažení vyššího sklizňového výnosu.

V řešené 3. etapě ověřování technologie **podmítání půdy** se prokázalo **podpoření mikrobiální činnosti** půdy. Současným hnojením se uspořila operace hnojení na podporu rozkladu slámy a tím i potřeba vyššího podzimního hnojení pro ozimou řepku.

Z řešené 4. etapy vyplývají efekty **snížení spotřeby paliva o 10 %** a tím i produkci výfukových plynů, především emisí CO₂ na jednotku ošetření plochy. Sloučení operací zpracování a minerálního hnojení půdy umožnilo pokles spotřeby paliva, za současného zvýšení plošné výkonnosti a omezení technogenního zhutňování půdního profilu.

Nadále bude použití vyvíjených technologií upřesňováno pro doporučení k plošnému užívání.

Ing. Tomáš Javor, DiS.

Ing. Lukáš Staněk, Ph.D.

Členové řešitelského týmu AGROEKO Žamberk spol. s r.o.