

Projekt: **INOVACE V ROSTLINNÉ VÝROBĚ**

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 prvovýrobě**

je spolufinancován Evropskou unií.

Cílem operace je podpora inovací v zemědělské prvovýrobě.



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



MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ



PROGRAM ROZVOJE VENKOVA

Registrační číslo: **16/002/16210/453/000023**

Období řešení: **2016 – 2018**

Příjemce/žadatel:

AGRODRUŽSTVO KLAS

533 41 Křičeň 102, IČ: 60916320

Spolupracující partner/výzkumná instituce:

AGROEKO Žamberk spol. s r.o.

Zemědělská 1004, 564 01 Žamberk, IČ: 42197082

Vybraný dodavatel inovované investice:

STROM Praha a.s.

Lohenická 607, 190 17 Praha 9

Místo realizace: 533 41 Rohoznice č. p. 102, 533 41 Dolany u Pardubic

Cílem projektu je vývoj a zavedení nové technologie do praxe, která slučuje operace přípravy a hnojení půdy se setím úzkořádkových plodin a dovyvinutí technologie meziřádkové kultivace půdy s injektáží kapalných hnojiv do blízkosti kořenové zóny v porostech plodin s nízkým ochranným vlivem na půdu (kukuřice).

Projektové vize: Vývoj pěstebních technologií s příznivým dopadem na životní prostředí, snižující jeho zátěž z provozu rostlinné výroby, zejména vykazující 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 (především CO₂).

Klíčová slova: výzkum pro inovace, vývoj, technologie, zpracování půdy, hnojení, setí, úzkořádkové a širokořádkové plodiny, zhutnění půdy, infiltrace srážek, 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:

- Meziřádkový vícesekční kultivační kypřič s prototypem injektážního aplikačního zařízení (výrobce *BEDNAR FMT s.r.o., Česká republika*)
- Secí stroj se systémem vlastní variabilní přípravy půdy a set'ovou, rozptylovou aplikací hnojiv (výrobce *BEDNAR FMT s.r.o., Česká republika*)
- Univerzálně agregovatelný, pneumatický aplikační zásobník pro hnojivo (výrobce *BEDNAR FMT s.r.o., Česká republika*)
- Agregace secí linky s tažným prostředkem s pásovými sekcemi (výrobce *Deere & Company, USA*)

Pro vývoj technologie efektivního zakládání porostů **úzkorádkových plodin** byla pořízena multifunkční secí linka, umožňující variabilní přípravu půdy podle fyzikálního stavu půdy a rozptylovou aplikaci hnojiv pro výsevni ústrojí podle požadavků plodiny. V lince vlastní secí stroj navazuje na aplikační zásobník hnojiva, při společné agregaci s tahačem s podvozkem, osazený pásovými sekcemi. Vyvíjená technologie **meziřádkové kultivace půdy** byla založena na pořízení základní konstrukce specifického kypřiče, s vlastním aplikačním zařízením pro injektáž kapalných dusíkatých hnojiv do blízkosti kořenové zóny ošetřovaných rostlin kukuřice.

Harmonogram řešení

Aktivity byly v rámci spolupráce a vyhotovené Metodiky pro plnění cíle projektu rozděleny na dílčí 3 věcné etapy:

Etapa 1: Ověření a vývoj vícesekční meziřádkové kultivace kukuřice v systému souběžně umožňujícího podpovrchovou injektážní aplikaci hnojiv do půdy, pro zabezpečení plynulé, dostatečné výživy rostlin po celou vegetaci v aridní oblasti.

= období experimentálního řešení 2017 a 2018

Etapa 2: Ověření a dovyvinutí zaváděného způsobu setí ozimých nebo jarních plodin secím strojem s variabilní přípravou půdy a souběžnou aplikací hnojiva širokoplošným rozptýlením před pracovními sekcemi, pro zabezpečení dostatečné výživy rostlin v raném období růstu a vývoje v aridních podmínkách.

= období experimentálního řešení 2017 a 2018

Etapa 3: Ověření vlastností a stanovení možností úpravy tažného prostředku s podvozkem vybaveným pásovými sekcemi pro nově vyvíjenou technologii zpracování a hnojení půdy při setí plodin se sníženým dopadem na technogenní zhutnění půdy.

= období experimentálního řešení 2017 a 2018

Ve vegetační sezóně roku 2017 byly provedeny ověřovací poloprovozní pokusy a konstrukční zkoušky strojů pro implementaci postupů do nových pěstebních technologií. Varianty vyvíjených technologií byly porovnávány se současnými, různě nevyhovujícími postupy. Dosažené výsledky budou nadále v roce 2018 rozšířeny opakovaným ověřováním v podmínkách žadatele pro dovyvinutí cílových parametrů a vlastnostem vyvíjených technologií.

Výsledky a diskuze

Z dosavadního průběhu řešení projektu bylo ve spolupráci příjemce 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 **meziřádkové kultivace**, významně **snížovala míru zhutnění** půdy v horizontu 0 – 15 cm v průměru o 25 % a zvyšovala infiltrační a retenční schopnost pro vodu z atmosférických srážek v průměru o 28 %, viz tabulka 1. Zhutnění bylo eliminováno již při první kultivaci prostoru meziřádku. Dále se zvýšila drsnost povrchu půdy v průměru 2,1x. Společně s tvorbou zasakovacího žlábků (obr. 1.) ve středu meziřádku plnilo ošetření půdy významnou **protierozní funkci** až do sklizně porostu. Technologie byla zkoušena ve vyskytující se těžké půdě.

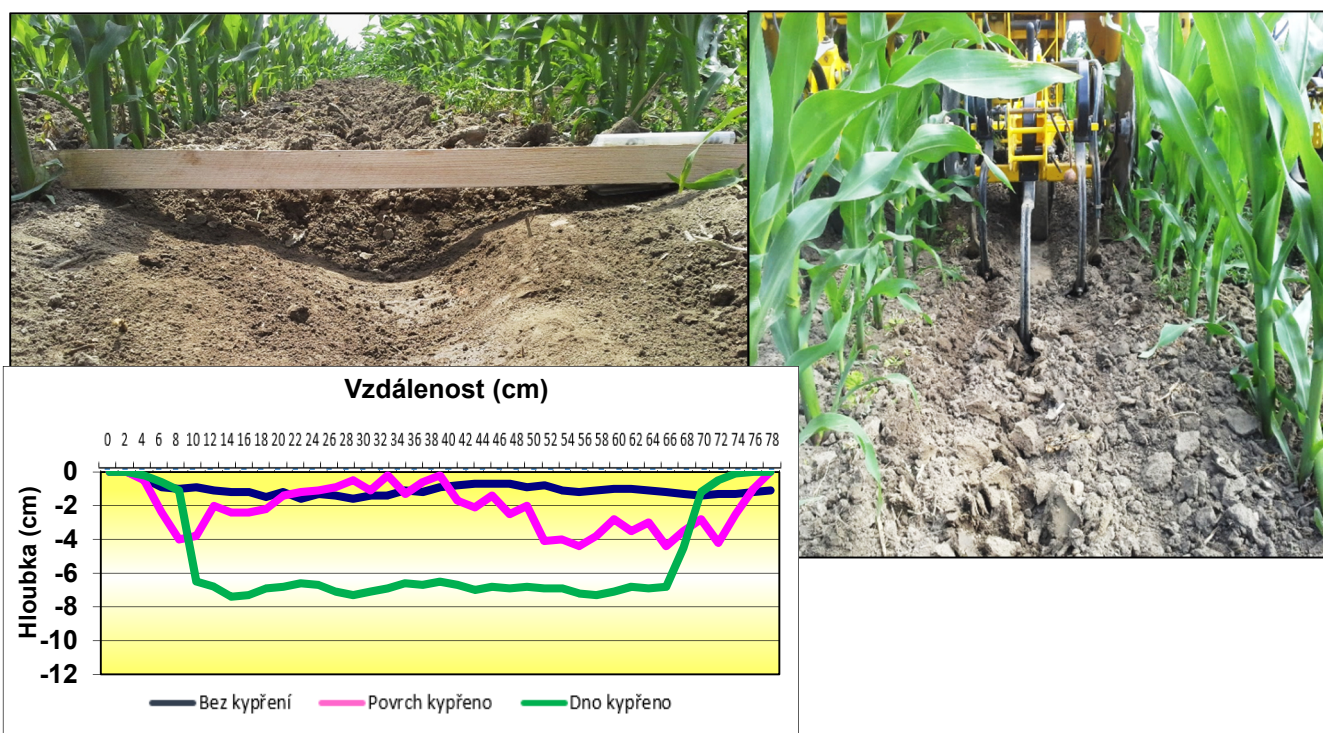
Tab. 1. Vliv meziřádkové kultivace na fyzikální vlastnosti

Horizont	Zhutnění (g/cm ³)	Pórovitost (rel.)	KVoK (rel.)	KVzK (rel.)
0 – 5 cm	-24 %	+28 %	+30 %	+43 %
5 – 10 cm	-25 %	+17 %	+26 %	+138 %
10 – 15 cm	-7 %	+3 %	+5 %	+87 %
15 – 20 cm	+8 %	-13 %	-6 %	+10 %

Pozn.: Celkem za 1 – 3x kultivaci během vegetace.

Vysvětl.: KVoK = maximální kapilární vodní kapacita.

KVzK = maximální kapilární vzdušná kapacita.



Obr. 1. Stav půdy v meziřádku po 1. kultivaci (30. 5. 2017), vytvoření zasakovacího žlábků variabilní šípovitou radličkou, vlevo nahoře.

Příčný profil meziřádku kultivované půdy (po 1x kultivaci, 30. 5. 2017), vlevo dole.

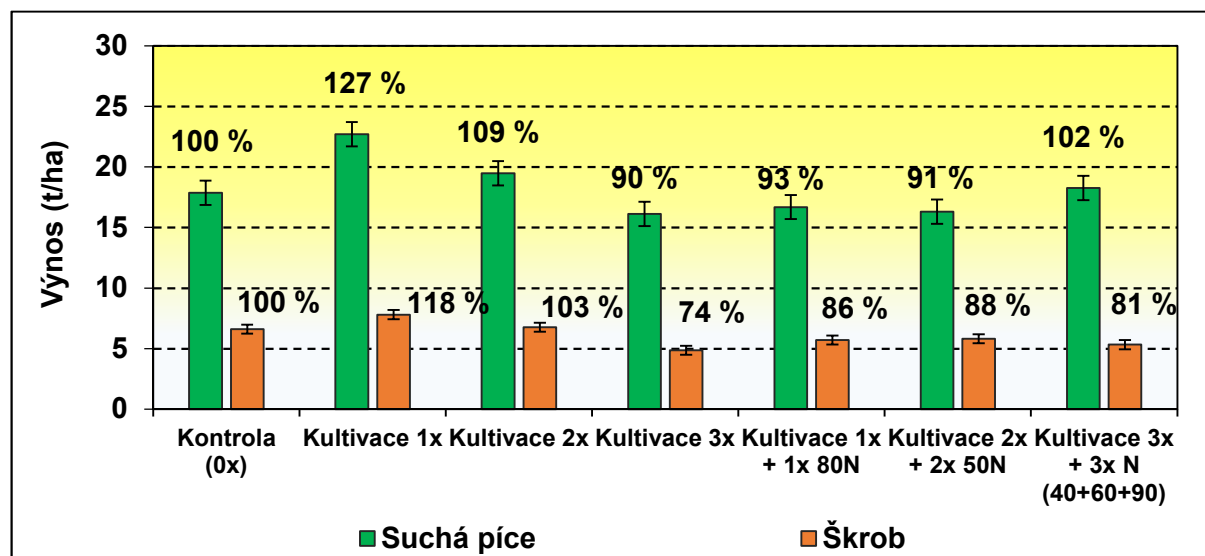
Kultivace půdy při agresivním nastavení středové šípovité radličky.

Nastavení zabezpečuje zvýšení infiltrační schopnosti, snížení povrchového odtoku srážek, zabezpečuje protierozní funkci a významné provzdušnění půdy, vpravo.

Meziřádkové kultivace umožní **úsporu v aplikaci dusíkatých hnojiv** (zejména před setím) pro kukuřici okolo 15 kg N/ha při brzkém termínu (4. – 5. list kukuřice vyvinutý) a okolo 70 kg N/ha při pozdějším (7. – 9. list vyvinutý) termínu kultivace.

Technologie meziřádkové kultivace vykazovala v některých variantách použití zvýšení **produkce a kvality píce** pro silážování. Konkrétní případy navýšení výnosu píce a škrobu jsou patrné v grafu 1. Pokles výnosu píce byl patrný po opakované 3x provedené kultivaci a po injektážním přihnojení porostů dusíkem v kapalném hnojivu do blízkosti kořenové zóny rostlin.

Injektážní aplikace se kladně projevila ve výnosu pouze ve variantě vyvíjené technologie bez základní dávky dusíku (aplikováno pouze 10 kg N/ha do půdy) a následném 3x ošetření.



Graf 1. Výnos čerstvé píce a energetické složky škrobu při různém použití vyvíjené technologie meziřádkové kultivace (sklizeň 6. 9. 2017, jednotná aplikační úroveň 200 kg N/ha, označ. N = přihnojení injektáží za vegetace hnojivem DAM 390)

Zároveň byly stanoveny fermentační změny píce na zhotovené **zkušební silážní ploše** (platu) po dobu 65 dní monitoringu, viz tab. 2. Po konzervaci vykazovala píce kultivovaného porostu kukuřice zvýšení nutričního složení a byla cennou komponentou krmné dávky skotu.

Tab. 2. Složení vyfermentované kukuřičné siláže podle variant vyvíjené technologie

Varianta	Sušina		Škrob		Vláknina		Dusíkaté látky	
	píce	siláž	píce	siláž	píce	siláž	píce	siláž
	%		%		%		%	
Kontrola (0x)	36,5	32,5	37,3	33,9	16,4	17,6	6,7	7,9
Kultivace 1x	35,5	33,5	34,7	37,1	16,9	15,8	8,6	8,0
Kultivace 2x	33,1	32,7	29,2	36,2	17,9	15,6	8,7	8,4
Kultivace 3x	33,2	31,9	30,2	39,5	16,1	20,9	9,0	9,0
Kultivace 1x + 1x N	31,0	32,9	34,2	37,9	16,8	19,3	8,5	9,0
Kultivace 2x + 2x N	33,1	34,0	35,7	36,6	15,4	16,6	9,0	8,6
Kultivace 3x + 3x N	32,1	33,6	29,2	38,6	16,5	16,8	8,8	9,4

Etapa 2. Vyvíjená **technologie setí** v lince: Inovovaný secí stroj, aplikační zásobník hnojiv a pásový tahač, **umožnila sloučení operací** hnojení, přípravy set'ového lůžka a vlastního setí. Technologie snižuje počty přejezdů po pozemcích a vede ke snížení technogenního zhutňování půdy a významné **úspoře energie** a produkce výfukových **emisí**. Technologie setí umožňuje variabilní přípravu set'ového lůžka podle půdních podmínek a souběžnou rozptylovou aplikaci hnojiv, což zajišťuje úsporu pracovního času okolo 23 %, snížení spotřeby paliva okolo 33 % a snížení produkce emisí skleníkového plynu CO₂ z motorového spalování okolo 34 %, oproti současné technologii v podniku a běžné okolní zemědělské praxi.

Vyvíjená technologie sloučených operací, různě intenzivní přípravy set'ového lůžka do setí, významně snížila **křivost povrchu půdy**, viz tabulka 3. Řetězovou metodou (RR) byly zjištěny poklesy nerovnosti povrchu půdy o 29 – 40 % oproti základní předset'ové přípravě vláčením. Současná technologie setí snížila drsnost povrchu pouze o 17 % oproti předset'ové přípravě. Technologie byla zkoušena v těžké půdě při založení porostů jarního ječmene.

Tab. 3. Kvalita přípravy set'ové lůžka vyvíjenou technologií setí úzkořádkových plodin (křivost povrchu (T) a drsnost povrchu (RR), 16. 3. a po setí 17. 3. 2017)

Varianta	Křivost povrchu T	Křivost T (rel.)	Drsnost povrchu RR (mm)	Drsnost RR (rel.)
Předset'ová příprava	0,093	100 %	3,99	100%
Současné setí	0,073	78 %	3,32	83%
Vyvíjené, talíře + coultery	0,045	49 %	2,39	60%
Vyvíjené, coultery	0,058	62 %	2,82	71%

Etapa 3. 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 tabulka 4. Zkoušky byly provedeny po předset'ové přípravě půdy, viz obr. 2.

Tab. 4. Porovnání fyzikálních vlastností půdy po přejezdu pásovým tahačem oproti kolovému traktoru

Přejezd	Zhutnění (g/cm ³)	Pórovitost (rel.)	KVoK (rel.)	KVzK (rel.)
1x ve stopě	-11 %	+14 %	+14 %	+14 %
6x ve stopě	-7 %	+5 %	-3 %	-38 %

Vysvětl.: KvoK = maximální kapilární vodní kapacita.

KVzK = maximální kapilární vzdušná kapacita.



Obr. 2. Stopy pojezdových jednotek v povrchu půdy po přejezdech (vlevo: kolový traktor, vpravo: inovativní pásový tahač, 15. 8. 2017)

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 meziřádkové kultivace průběžně vyplývá využití varianty technologie **1x kultivace** kukuřice za vegetace, bez injektážní aplikace dusíkatých hnojiv a nezbytnost agresivního seřizení středové šípovité radličky pro tvorbu **protierozního** zasakovacího žlábků. Pro využití technologie setí řešené v etapě 2. vyplývá, z průběžných dosažených výnosů zrna ječmene, varianta využití jen zadní **coulterové sekce** pro přípravu set'ového lůžka. Dále **omezit** (dávku) povrchovou, rozptylovou aplikaci **fosforečných hnojiv** terčíkovými aplikátory a využívat **agregace** (etapa 3.) s pásovým tahačem, která významně snižuje technologenní zhutnění půdy, snižuje spotřebu paliva a produkci výfukových plynů (CO₂).

Ing. Tomáš Javor, DiS.

Ing. Lukáš Staněk, Ph.D.

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