

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**

Žadatel/příjemce dotace:

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 inovovaných investic:

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 bylo dovyvinutí a zavedení nové technologie meziřádkové kultivace porostů kukuřice (plodiny s nízkým ochranným vlivem na půdu) s protierozním účinkem a s přihnojením porostů injektážní aplikací kapalných hnojiv do blízkosti kořenové zóny a vývoj technologie komplexního založení úzkořádkových plodin při jedné operaci setí, tedy provedení v secí lince přípravy setěového lůžka a povrchu včetně hnojení a vlastního setí jarního ječmene.

Klíčová slova: výzkum pro inovace, vývoj, technologie, hnojení, setí, kukuřice, ječmen, zhutnění půdy, eroze, infiltrace srážek, životního prostředí

Popis projektu

Předmětem projektu byla spolupráce mezi žadatelem/příjemce dotace a výzkumnou institucí/dodavatelem služby výzkumu a vývoje. V rámci řešení projektu byla pořizována strojová investice a byly provedeny drobné stavební práce pro výzkumné a vývojové zázemí. Investice byly nezbytným nástrojem pro úspěšné dosažení cíle projektu. Dovývoj technologie meziřádkové kultivace byl proveden v porostu silážní kukuřice a vývoj nové technologické secí linky byl proveden na jarním ječmeni. Vývoji předcházela vstupní analýza a příprava projektu v roce 2016 a následný výzkum a vývoj technologií na pozemcích žadatele ve vegetačním roce 2017 a 2018.

Po návrhu technického vybavení do vyvinutých technologií byl s ohledem na půdně-klimatické a výrobní podmínky žadatele a podle postupů vyplývající z Pravidel, vybrán dodavatel strojových investic. Meziřádková kultivace byla dovyvinuta na dodaném

konstrukčním základu meziřádkového kypřiče plně neseného typu s aparaturou pro aplikaci hnojiv. Technologie setí obsahovala 3 stroje. Jejím vyhotovení předcházely zkoušky samotného secího stroje, na kterém bylo zkoušeno nastavení a pracovní orgány přípravní sekce pro seťové lůžko, sekce terčíkového nebo trubicového rozhozu hnojiv pro zapravení v seťovém lůžku a vlastní kvalita výsevu a rovnoměrnost vzejití porostů. Dále byl zkoušen samotný tažný prostředek s pásovými sekcemi a jeho vhodnost použití pro operaci setí. V roce 2018 byly pořízeny konečné konstrukce strojů a ty podrobeny zkouškám a dalších pokusům v plodině ječmen jarní.

Výsledky projektu

Hlavním výstupem řešeného projektu byla **inovace pro obor Agrotechniky a Výživy rostlin** v úseku meziřádkové kultivace porostů širokořádkových plodin a nových postupů aplikace hnojiv v úseku setí plodin. Výsledkem vývoje byly **2 inovativní technologie** pro kultivaci půdy v meziřádkcích porostů kukuřice s nadstavbou injektážního přihnojení dusíkem a technologie variabilní přípravy seťového lůžka včetně aplikace živin v operaci setí pro zajištění výživy jarního ječmene v raném růst a vývoji a poté kontinuální přechod na výživu z půdní zásoby. Pro jejich aplikaci bylo nutné využití nových koncepcí strojů, kterým odpovídají průběžně dovyvinuté a finálně pořízené stroje v projektu.

1. Technologie: MEZIŘÁDKOVÁ KULTIVACE POROSTŮ KUKUŘICE S PROTI-EROZNÍM ÚČINKEM A INJEKTÁŽÍ HNOJIV DO KOŘENOVÉ ZÓNY

Potřebné stroje vybavení:

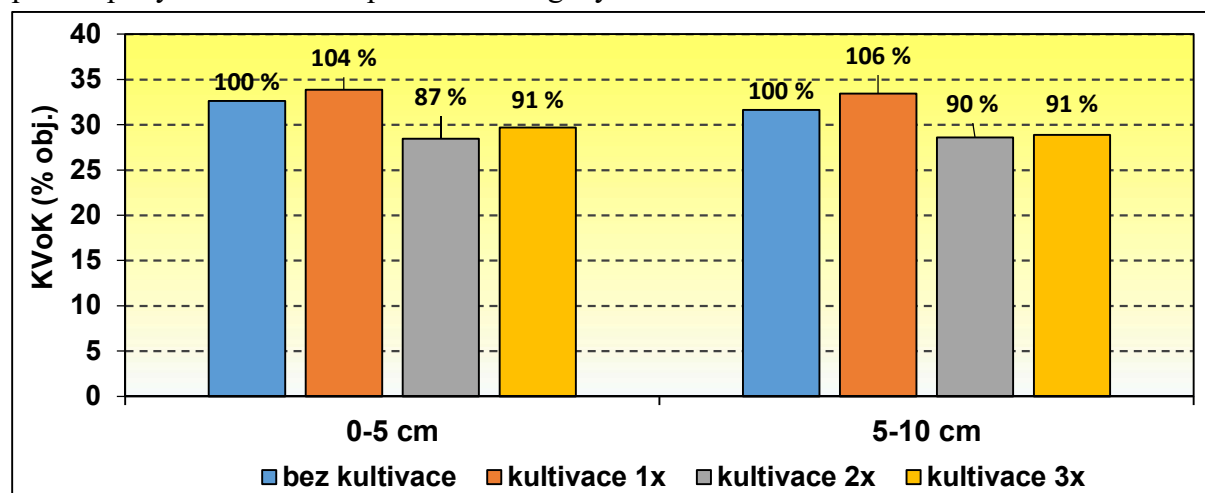
- Meziřádkový vícesekční kultivační kypřič s prototypem injektážního aplikačního zařízení (výroba zajištěna: BEDNAR FMT s.r.o., Česká republika)

2. Technologie: VARIABILNÍ KOMPLEXNÍ PŘEDSEŤOVÁ PŘÍPRAVA PŮD V SECÍ Lince ÚZKOŘÁDKOVÝCH PLODIN

Potřebné stroje vybavení:

- Secí stroj se systémem vlastní variabilní předseťové přípravy půdy a seťovou, rozptylovou aplikací hnojiv (výroba zajištěna: BEDNAR FMT s.r.o., Česká republika)
- Univerzálně agregovatelný, pneumatický aplikační zásobník pro hnojivo nesený v zadní části tahače (výroba zajištěna: BEDNAR FMT s.r.o., Česká republika)
- Agregace secí linky s tažným prostředkem s pásovými sekcemi (výroba zajištěna: Deere & Company, USA)

Výsledek inovace 1. Vyvinutá technologie intenzivní meziřádkové kultivace zvyšovala po 1 ošetření porostů v období vyvinutého 6. – 7. listu kukuřice **retenční kapacitu půd pro vodu**. Opakované kultivace nepůsobily již příznivě a zvyšovala se míra utužení zpracovávaného profilu půdy v meziřádkcích pracovními orgány.



Vliv vyvinuté technologie intenzivní meziřádkové kultivace porostů kukuřice na kapilární vodní kapacitu (KVoK) půdy ve zpracovávaném profilu dovyvinutým meziřádkovým kypřičem (půda byl postižena přísuškem).

Výsledek inovace 1. Zvýšená retenční schopnost půdy ve zpracovaném profilu do hloubky 10 cm se projevila pozitivně ve zvýšení preferenčních toků vody v celém orničním profilu, tedy i pod dnem zpracované půdy. Intenzivní narušení kompaktní povrchové vrstvy půdního škraloupu na hlinitých půdách a vytvořením zasakovacího žlábků uprostřed meziřádku vyvinutou technologií kultivace byla zvýšena o 50 % rychlost infiltrace dopadající vody na povrch půdy. Simulovaná atmosférická srážka 40 mm (l/m²) byla na 1x kultivovaném povrchu zasáknuta v průměru za 30 s. Zároveň byla podpořena schopnost penetrace vody celým orničním profilem (0 – 30 cm) a vytvořila se již po 1 kultivaci o 35 % vyšší zásoba vláhy ve střední a spodní části ornice.

| Horizont (cm) | Zastoupení infiltrované modré barvy (%) | | | |
|------------------------|---|--------------|--------------|--------------|
| | bez kultivace | kultivace 1x | kultivace 2x | kultivace 3x |
| 0 – 10 (zpracovaný) | 41 | 77 | 73 | 87 |
| 10 – 20 (nezpracovaný) | 33 | 58 | 64 | 67 |
| 20 – 30 (nezpracovaný) | 29 | 35 | 48 | 49 |

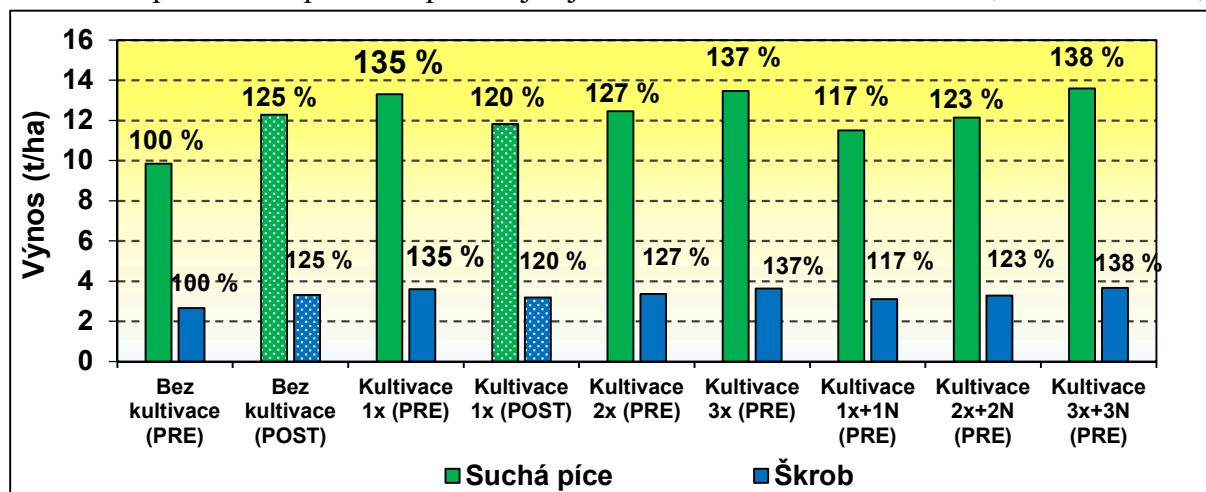
Vliv vyvinuté technologie meziřádkové kultivace do hloubky 10 cm v intenzivním protierozním nastavení s tvorbou drsného žlábků uprostřed meziřádku na penetraci vody půdním profilem ornice.

Výsledek inovace 1. Technologie významně snižovala potřebu hnojení dusíkem v porostech náročné kukuřice. Intenzivní rozrušení půdního škraloupu zpřístupnilo kromě vláhy také přísun vzduchu do půdy pro rozvoj abundance a rozkladné aktivity přirozených půdních mikroorganismů. Rychle se obnovila mineralizace dusíku z organických sloučenin a zpřístupnil se dusík (N_{min.}) rostlinám z půdní zásoby. Uvolnění N_{min.} bylo závislé na srážkách po kultivaci.

| Průběh vegetační doby kukuřice v období vzházení až sloupkování | |
|---|---------------------------------------|
| Srážkově normální (průměrná) | Srážkově extrémně podnormální |
| 1x kultivace = 17 kg N/ha | 1x kultivace = 5 (*5) kg N/ha |
| 2x kultivace = 59 kg N/ha | 2x kultivace = 7 (*3) kg N/ha |
| 3x kultivace = 11 kg N/ha | 3x kultivace = 4 (*63) kg N/ha |
| 1 ošetření = průměrně 29 kg N/ha | 1 ošetření = průměrně 5 (*24) kg N/ha |

Vliv vyvinuté technologie intenzivní meziřádkové kultivace na zpřístupnění minerálního dusíku (N_{min.}) v celém profilu ornice 0 – 30 cm. *Údaj platí pouze pro zpracovaný půdní profil 0 – 10 cm.

Výsledek inovace 1. Účinek vyvinuté technologie intenzivní protierozní meziřádkové kultivace na produkci kukuřičné píče pro silážování a výživu skotu byl ve srážkově extrémně chudém roce 2018 pronikavý. Nejvyšší pozitivní efekt v produkci a kvalitě píče byl shodně s rokem 2017 u varianty použití kultivace jen 1x v období vyvinutého 6. – 7. listu kukuřice, tj. asi ve výšce porostu 30 – 40 cm, což odpovídá podle průběhu teploty vzduchu uplynutí asi 3 – 5 týdnů od zasetí. Vyvinutá nadstavba injektážního přihnojení dusíkem se neprojeví dostatečně pozitivně v produkci píče stejně jako vlani. (PRE a POST = herbicid)



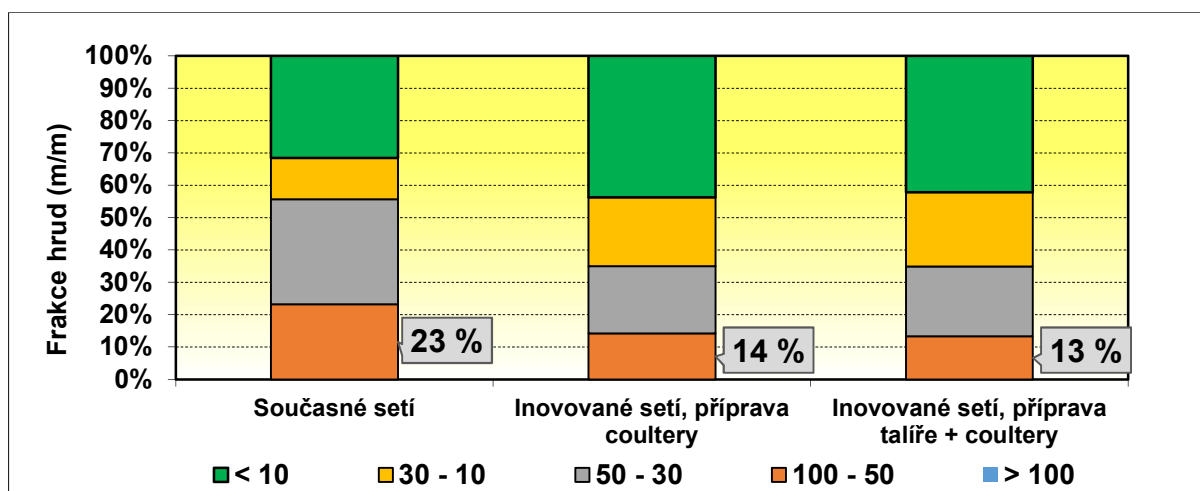
Vliv vyvinuté technologie intenzivní meziřádkové kultivace s protierozním účinkem a přihnojení kukuřice vyvinutou nadstavbou injektážní aplikace kapalného hnojiva DAM do blízkosti kořenů na výnos a kvalitu píče.

Výsledek inovace 2. Vyvinutá technologie setí založená na provozu sestavené inovativní secí linky využívá principu sloučených operací a různě regulovatelné intenzity přípravy seťového lůžka. Technologie umožňuje přípravu půdy podle vlhkostních podmínek, půdního druhu a nároků vysévané plodiny na kvalitu (rovnost) povrchu a seťového lůžka. Technologie setí s vlastní přípravou lůžka významně snížila **křivost povrchu půdy** pro výsev jarního ječmene.

| Termín | Lokalizace | Křivost povrchu T | Křivost povrchu T (rel.) |
|-------------|--|-------------------|--------------------------|
| 16. 3. 2017 | Předseťová příprava (1x kompaktor po orbě) | 0,093 | - |
| | Současné setí | 0,073 | 100 % |
| | Vyvinuté setí, příprava talíři + coultery | 0,045 | 62 % |
| | Vyvinuté setí, příprava pouze coultery | 0,058 | 79 % |
| 19. 4. 2018 | Současné setí | 0,119 | 100 % |
| | Vyvinuté setí, příprava talíři + coultery | 0,006 | 5 % |
| | Vyvinuté setí, příprava pouze coultery | 0,036 | 30 % |

Vliv vyvinuté technologie komplexní přípravy půdy při operaci setí na křivost povrchu půdy po zasetí.

Výsledek inovace 2. Secí linka ve vyvinuté technologii variabilní přípravy umožňovala **vyšší produkci agronomicky příznivých půdních agregátů** v seťovém lůžku. Polo-intenzivní nastavení přípravy kypření a drobení zadní diskovou sekcí coulterů zvýšila podíl žádoucích hrud (hrudek) o velikosti do 10 mm včetně na 44 % a intenzivní zpracování přední talířovou sekcí souběžně s coultery na 42 % oproti současnému setí, kde se vyskytoval podíl nižší, jen 31 %. Příprava půdy a setí inovativní secí linkou snížila významně podíl hrubých agregátů o velikosti 50 – 100 mm.



Vliv vyvinuté technologie na strukturu půdních agregátů ve zpracovaném mikro-horizontu půdy předseťovou přípravou a inovativní secí linkou (měřeno v den zasetí).

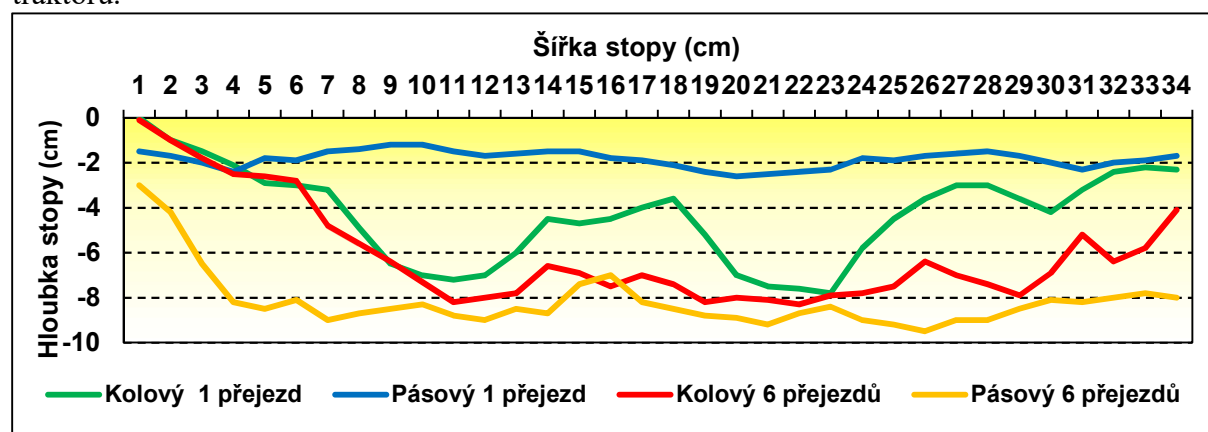
Výsledek inovace 2. Vyvinutá technologie poskytla vyšší kvalitu přípravy seťového lůžka pro tvorbu strukturálních agregátů, přiměřené utužení dna a povrchu seťového lůžka a zajistila dostatečně rovný povrch pro setí, což se projevilo vyrovnáním vzcházením jarního ječmene. Kvalita setí a rozptylová aplikace granulovaných hnojiv do mikro-horizontu seťového lůžka před zapravením přípravou sekcí se pozitivně projevila na porostu ječmene až do sklizně.

| Současné setí kompaktor +současný secí stroj | Talíře + coultery | Coultery | Talíře + coultery + trubice NPK | Talíře+ coultery+ trubice NPK+Ca | Talíře+ coultery+ trubice NPK+ZEO 1:1 | Talíře+ coultery+ trubice NPK+ZEO 1:0,5 |
|--|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|---|
| 4,13 t/ha | 5,34 t/ha | 5,50 t/ha | 5,84 t/ha | 5,68 t/ha | 5,61 t/ha | 5,72 t/ha |
| 100 % | 129 % | 133 % | 141 % | 138 % | 136 % | 138 % |
| 762 klasů/m ² | 773 klasů/m ² | 807 klasů/m ² | 877 klasů/m ² | 803 klasů/m ² | 828 klasů/m ² | 826 klasů/m ² |

Vliv vyvinuté technologie variabilní komplexní předseťové přípravy půd v secí lince úzkořádkových plodin na výnos zrna jarního ječmene a počet ozrněných klasů ve sklizni (27. 7. 18).

Výsledek inovace 2. Vyvinutá technologie komplexní operace založení porostů úzkořádkových plodin testovaná na jarním ječmeni vyžadovala **speciální agregaci s tahačem** s pásovými sekcemi. Tahač byl ověřován v samostatné 3. etapě řešení projektu a výsledek je součástí vyvinuté technologie 2. Pásový tahač byl na základě výsledků výzkumu v roce 2017 definován z hlediska výbavy a základní konstrukce a dodán v roce 2018. Poté byl podroben doověřování vhodnosti při jarní přípravě seťového lůžka pro použití do vyvinuté technologie setí. **Tahač splnil kritéria půdo-ochranného vlivu**, nižší spotřeby paliva (o 40 %), snížení pracovního času na jednotku plochy (o 53 %) a snížení emisí výfukových plynů včetně CO₂ (o 60 %) na jednotku obdělávané plochy půdy.

Přejezd tahače po jemně připravené půdě snížil zhutnění ornice o 11 % a tím půda zachovala o 14 % vyšší kapilární vodní i vzdušnou kapacitu, oproti působení na půdu současným kolovým traktorem pro setí. Zároveň však vícenásobné přejezdy pásů ve stopě vykazovaly efekt válení půdy větší styčnou plochou pásů oproti kolům a ve výsledku stoupl zhutnění blízké kolovému traktoru.



Vliv pásových sekcí inovativního tahače sečí linky ve vyvinuté technologii komplexní přípravy a setí úzkořádkových plodin na propad půdy v místě stopy (přejezdu). Měření provedeno v předseťově připravené půdě.

Závěr

Vyvinuté technologie naplňují prvky **technologické inovace** na úrovni podniku žadatele/příjemce dotace. Technologie jsou nositelem inovace v oblasti **ochrany půdy** před nadměrným technogením zhutňováním, před erozním odtokem vody vyvolávající degradaci půdy a před nadměrným hnojením dusíkem a hnojením zásobními živinami (P, K, Ca) v povrchových horizontech výsevu plodin. Technologie **sníží zátěž životního prostředí** z pohledu úspory hnojení dusíkem v kukuřici, nižší spotřebou paliva a produkce emisí CO₂ do atmosféry. Technologie vykazují **hospodárnost** hlavní měrou ve vyvinuté základní inovaci změny způsobu zpracování půdy, tj. bez nadstavby vyvinutých prvků hnojení. Samotná agrotechnická operace vyvinuté meziřádkové kultivace poskytla **zvýšení příspěvku na úhradu** o 6.705 Kč/ha oproti současné technologii pěstování kukuřice bez kultivace. Vyvinutá technologie sloučených operací do setí poskytla zvýšení příspěvku na úhradu o 3.898 Kč/ha oproti založení porostů současnými dělenými operacemi při horší kvalitě seťového lůžka.

¹Ing. Tomáš Javor, DiS.

¹Ing. Lukáš Staněk, Ph.D.

¹Ing. Lenka Beranová, DiS.

¹Karel Jelínek

¹Ing. Jana Martincová

¹Ing. Jiří Dostál, CSc.

²Ing. Ladislav Štěpánek

²Jiří Bubeníček

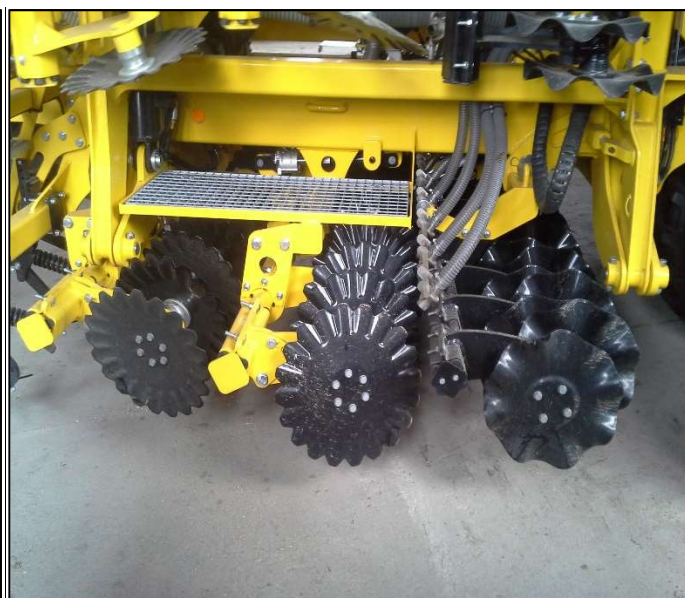
¹Řešitelé projektu z řad spolupracujících výzkumné instituce AGROEKO Žamberk spol. s r.o.

²Řešitelé projektu z řad pracovníků žadatele/příjemce dotace.

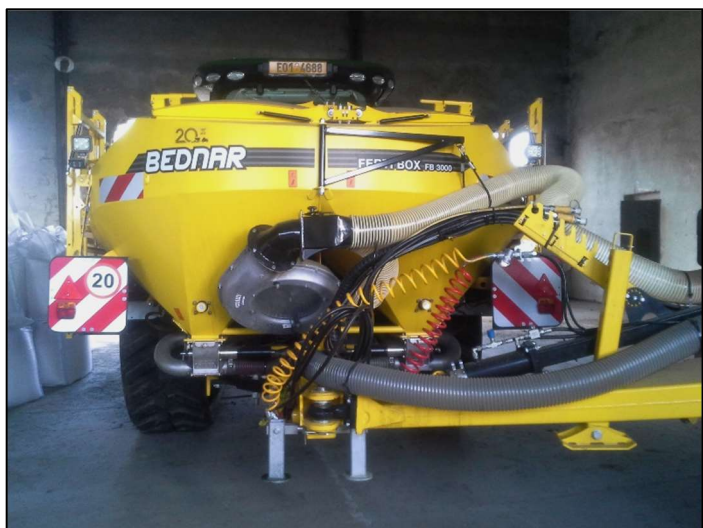
Fotopříloha – vyobrazení strojů pořízených pro vývoj definovaných technologií



Stroj pro technologii 1 – Meziřádkový vícesekční kyprič s dvojitým rámem a optickým navigačním senzorem pro nepřetržité řízení průchodu pracovních orgánů v bezpečné vzdálenosti řádků rostlin. Vlevo je vyobrazen vytvořený zasakovací žlábek významně zvyšující infiltraci srážek, omezující povrchový odtok a působení eroze v meziřádcích kukuřičného porostu.



Stroj pro technologii 2 – Multifunkční secí stroj s vlastní sekčí variabilní regulace přípravy (přední talířová, zadní coulterová sekce v nezávislé aktivitě) seťového lůžka podle vlhkostních podmínek půdy a aplikační lištou hnojiv, osazenou v konečné podobě trubicovými aplikátory (za 2. řadou talířové sekce) pro rozptýl granulovaných hnojiv do profilu zpracované půdy pro setí.



Stroj pro technologii 2 – Aplikační zásobník granulovaných hnojiv 2 komorový pro aplikaci směsi hnojiv v nezávisle regulovatelné dávce. Pneumatická distribuce do secího stroje. Vpravo pásový tahač pro secí linku s půdo-ochranným vlivem.