

# Projekt: **VÝVOJ TECHNOLOGIE REDUKOVANÉHO ZPRACOVÁNÍ A HNOJENÍ PŮDY PRO PLODINY S NÍZKOU OCHRANNOU FUNKCÍ**

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: **18/006/16210/671/000054**

Období řešení: **2019–2021**

Žadatel/příjemce: **Zemědělské družstvo Unčovice**  
Unčovice 53, 784 01, IČ: 00147630



Spolupracující výzkumná instituce/hlavní řešitel: **Česká zemědělská univerzita v Praze**  
Kamýcká 129, 165 00 Praha 6 Suchbát, IČ: 60460709



Spolupracující výzkumná instituce/specializovaný partner: **AGROEKO Žamberk spol. s r.o.**  
Zemědělská 1004, 564 01 Žamberk, IČ: 42197082



Vybraný dodavatel strojových investic a zařízení: **BEDNAR FMT s.r.o.**  
Lohenická 607, 190 17 Praha 9 Vínohrad, IČ: 25098781

**BEDNAR**

Místo realizace: Příkazy, 784 01

|                                              |               |
|----------------------------------------------|---------------|
| Celkové výdaje projektu:                     | 14.338.500 Kč |
| Výdaje, ze kterých je stanovena dotace:      | 11.850.000 Kč |
| Poskytnutá dotace – spolufinancování (50 %): | 5.925.000 Kč  |
| - příspěvek společenství EU (49,5 %):        | 2.932.875 Kč  |
| - příspěvek z národních zdrojů (50,5 %):     | 2.992.125 Kč  |

➔ **Cílem projektu** byla spolupráce zemědělského prvovýrobce s výzkumem na vývoji nedostupné půdoochranné technologie redukováného hlubokého zpracování a hnojení půdy pro kukuřici a cukrovou řepu a na vývoji systému řízeného přihnojování dusíkem (dusíkem se sírou) při zpracování půdy během vegetace pro cukrovou řepu. Vývoj nových technologií byl realizován pro stabilizaci produkce a kvality kukuřičné píce a citlivé komodity cukrové řepy v podmínkách dlouhodobě vyskytující se přísuškové oblasti s účinným ochranným a zúrodňovacím vlivem na půdu. Součástí řešení byl vývoj a implementace technologie výsevu individuálních mezplodinových směsí pro podporu ochranné a zúrodňovací funkce na půdu.

**Produktem** inovace jsou uplatnitelné technologie lokálního hlubokého zpracování půdy se souběžným jedno-zonálním uložením hnojiv, technologie řízené variabilní aplikace dusíkatých nebo dusíkato-sírných hnojiv lokálním postupem podpovrchového uložení při meziřádkové kultivaci půdy a technologie individuálního (separátního) setí mezplodinových směsí pro tvorbu pokryvu půdy rostlinnou biomasou v mezíporostním období.

- ➔ Technologie založené na maximálním upřesnění potřeby hnojení půdy a plodin výživářsko-výrobní diagnostikou, s ohledem na zásobenost půdy živinami a senzorickým řízením úrovně hnojení v reálném čase, s ohledem na aktuální výživný stav porostů.
- ➔ Technologie redukující celoplošné zpracování (pohyb) půdy do cíleně lokalizovaných hluboce intenzivně zpracovaných pásů půdy pro pěstební řádky plodin.
- ➔ Technologie snižující technologickou náročnost pěstebních postupů, zvyšující a stabilizující produkci a kvalitu plodin a komplexně posilující ochranu půdy proti erozním a degračním procesům.

**Klíčová slova:** hluboké řádkové zpracování, zonální hnojení, individuální výsev, diagnostika, řízená aplikace, ochrana půdy a vod, jakost produkce

#### **Metodika řešení**

Spolupráce Žadatele s výzkumnou institucí (hlavním řešitelem) a s výzkumným specializovaným partnerem ve výzkumu a vývoji inovací v zemědělské prvovýrobě byla realizována ve **4 věcných etapách** v období 2019–2021. Příprava projektu spolupráce, tj. očekávané cíle a účinky plánovaných inovací pěstebního postupu kukuřice a cukrové řepy, návrhy konstrukcí a technické specifikace strojových investic byly započaty v roce 2018.

**Etapu 1:** Výzkum a vývoj technologie individuálního (separátního) výsevu druhů mezplodin pro plnění funkce tvorby strukturního mulče pro zesílení růstové dynamika, pokryvnosti půdy po sklizni (v mezidobí) a posílení protierozního účinku nové technologie hlubokého redukováného (lokálního) pásového zpracování půdy.

- období řešení 2019–2020

**Etapu 2:** Výzkum a vývoj technologie hlubokého pásového (řádkového) zpracování půdy kypřiči s jedinečnou konstrukcí pracovních orgánů pro lokální prohlubování půdy, eliminaci zhutnění pro pěstební řádky, vytvoření optimálních lokálních podmínek pro růst a vývoj kořenové soustavy kukuřice, vytvoření specifických požadavků cukrové řepy na tvorbu bulvy v lokálně zpracované půdě. Technologie umožňuje profilové hnojení do zóny (lokálně v rýhách do depa) pro racionální výživu rostlin a efektivitu hnojení v podobě úspor hnojiv. Technologie usnadňující vsakování atmosférických srážek zajišťující dostatečný vzdušný a živinný režim náročným plodinám.

- období řešení 2019–2020

**Etapu 3:** Výzkum a vývoj technologie zpracování půdy během vegetace cukrové řepy s podpořeným protierozním účinkem a souběžně realizujícím systémem senzorického řízení variabilní aplikace dávky dusíku během přihnojení porostů. Přihnojení realizováno podpovrchově granulovanými hnojivy do blízkosti řádků rostlin pomocí instalace aplikačních koncovek na krajní kypřicí dlátka pracovní sekce.

- období řešení 2019–2020

**Etapu 4:** Výzkum pro ověření účinku různých zkoušených variant vyvíjených technologií na strukturu porostu a jeho produkční charakteristiky.

- období řešení 2019–2021

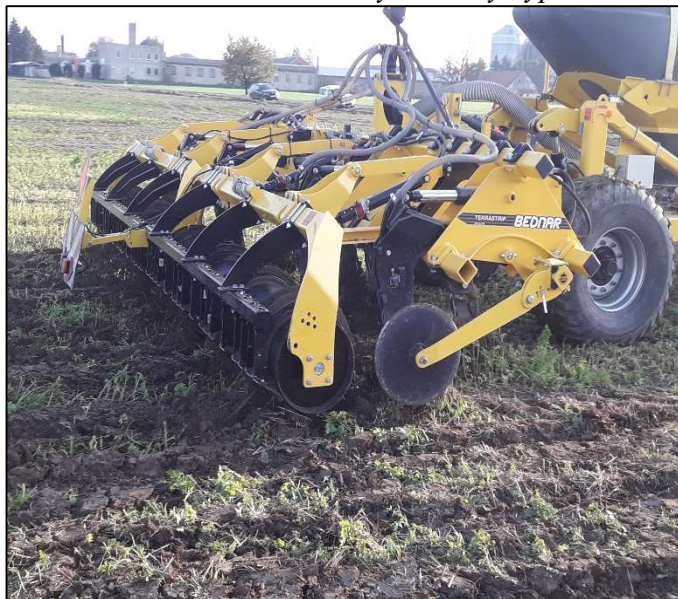
### Výstupy řešení

Realizaci spolupráce žadatele, výzkumných institucí a vybraného dodavatele strojových investic a zařízení byla v rámci experimentálního výzkumu a aplikovaného vývoje v půdně-klimatických a výrobních podmínkách žadatele vyvinuta a do běžného užívání implementována **komplexní inovace zpracování a hnojení půd cíleně zaměřená na lokální plošně redukované postupy zpracování a hnojení půdy v pěstebním postupu kukuřice a cukrové řepy**. Inovace pěstebních postupů plodin s nízkou ochrannou funkcí pro půdu obsahovala také vývoj technologie **setí separátních směsí více druhů mezplodin** pro posílení ochranného účinku nových technologií zpracování půdy. Pro komplexní lokální postup ošetření porostu cukrové řepy dále byla vyvinuta technologie **řízeného přihnojování porostu dusíkem** (se sírou) při podpovrchové lokální aplikaci meziřádkovou kultivací půdy (plečkováním).

**Výstupem projektu** je 5 vyvinutých technologií pro inovaci systému zpracování a hnojení půdy pracující na principu minimalizace pohybu s půdou a maximálně upřesněné potřeby a místa uložení živin (hnojiv) pro plodinu s nízkou ochrannou funkcí pro půdu, tj. kukuřici a cukrovou řepu. Technologie naplňují a obohacují obecné principy oboru precizního zemědělství. **S vývojem technologií úzce souviselo pořízení, vývoj nebo dovývoj a následná implementace strojů a technických prvků digitalizace a automatizace:**

**Inovace 1): Technologie hlubokého lokálního pásového (řádkového) zpracování půdy se zonálním uložením atraktivních a zásobních živin v půdním profilu pro kukuřici stabilizující produkci a kvalitu píce pro výživu skotu v aridní oblasti při podpořeném půdoochranném účinku** (dílčí výstup etapy 2)

*Inovace, investice: Hlubkový řádkový kypřič s normovanou roztečí pracovních orgánů 75 cm a zásobník*



**Inovace 2): Uživatelský nástroj vedoucí k racionální kvantifikaci lokálních (rýhových) dávek živin (hnojiv) podle diagnostické optimalizace**

*(dílčí výstup etapy 2)*

Byl zhotoven uživatelský nástroj pro optimalizaci lokálních (rýhových) dávek hnojiv pro vyvinutou technologii hlubokého řádkového zpracování půdy.

**Inovace 3): Technologie pěstování cukrové řepy v aridní oblasti postupy lokálního hlubokého zpracování půdy se zonálním hnojením atraktivními živinami stabilizující produkci a kvalitu tradiční plodiny při podpořeném půdoochranném účinku**

*(dílčí výstup etapy 2)*

*Inovace, investice: Hloubkový řádkový kypřič s normovanou roztečí pracovních orgánů 45 cm a zásobník*



**Inovace 4): Technologie zpracování půdy během vegetace cukrové řepy se senzoricky řízenou lokální variabilní dávkou dusíku (dusíku se sírou) zefektivňující využití hnojiv, omezující chemickou ochranu porostů a zvyšující protierozní funkci**

*(výstup etapy 3)*

*Inovace, investice: Meziřádkový sekční kypřič s aplikačním zásobníkem a integrovaným senzorem*



**Inovace 5): Technologie setí separátních (individuálních) směsí meziplodin pro tvorbu rostlinného pokryvu v meziorostním období pro podpůrnou funkci půdoochranného účinku v technologiích hlubokého lokálního zpracování**

(výstup etapy 1)

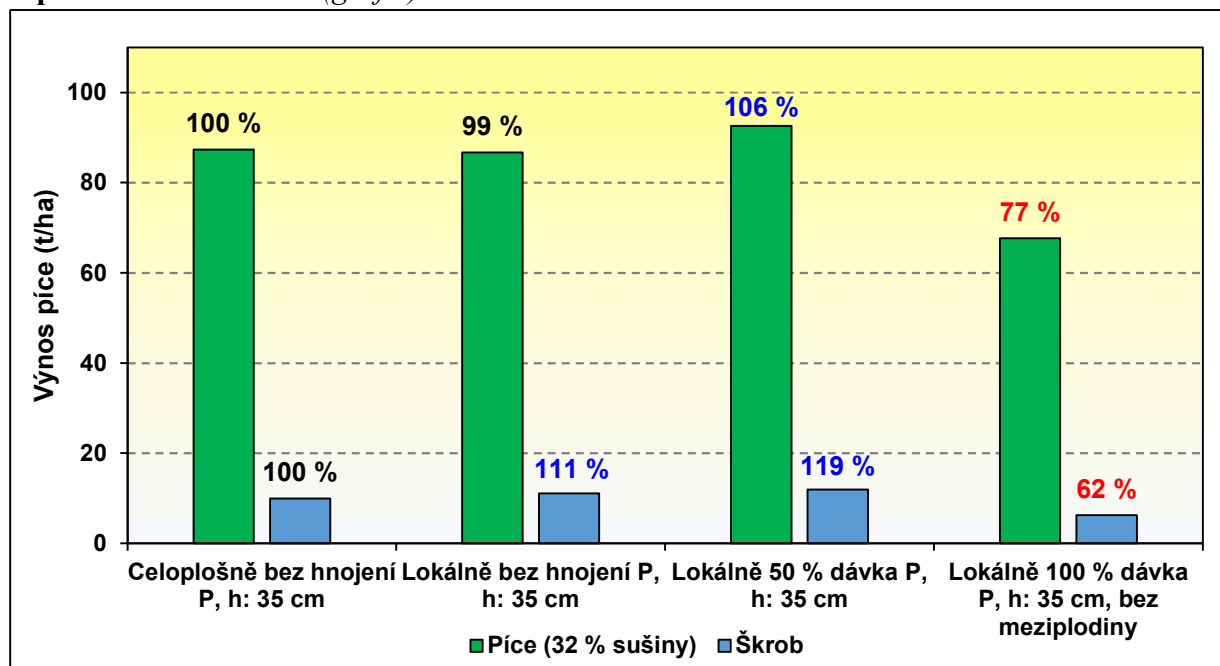
*Inovace, investice: Secí lišta (stroj) s diskovými botkami s roztečí 12,5 cm, agregovaná za univerzální tažený dvoukomorový zásobník s pneumatickou distribucí osiva (shodný pro agregaci s hloubkovými kypřiči)*



**➤ Výsledky inovace v produkci a kvalitě**

Kukuřice pro siláž. Inovace doposud užívané technologie celoplošného hlubokého zpracování půdy na **technologii lokálního hlubokého zpracování** přinesla zvýšení výnosu škrobu v píce o 11-19 %. Obsah hlavní nutriční energetické složky škrobu byl zvýšen o 3,2-5,8 % v sušině. Ve variantě prosté záměny současného celoplošného zpracování půdy za lokální zpracování bylo dosaženo zvýšení výnosu škrobu o 11 % při zachování výnosu píce. Po uplatnění plné inovace včetně lokálního hnojení fosforem do kypřených pásů v koncentrované zóně ve hloubce 20 cm, a v poloviční dávce oproti normativu pro celoplošné hnojení, bylo dosaženo zvýšení výnosu píce o 6 % při zvýšení výnosu škrobu v píce o 19 %. Významnou úlohu ve výnosu píce ukázalo zařazení meziplodiny před operaci lokálního hlubokého zpracování půdy. Bez založení porostu meziplodiny byl zjištěn významný pokles výnosu píce o 23 % a v souvislosti škrobu o 38 %. Byl potvrzen účinek zapraveného porostu meziplodin na optimalizaci půdní struktury, podporu infiltrační schopnosti pro vodu, lepší řízení vláhového a vzdušného režimu půdy a na intenzivnější zpřístupnění dusíku z půdních zásob pro rostliny. **Inovace pěstebního postupu kukuřice pro siláž byla doporučena ve variantě aplikace**

**50 % dávky fosforu ve hloubce 20(25) cm do jedné koncentrované zóny kypřených pásů pro budoucí výsev v kombinaci s hloubkou dna zpracování půdního profilu 35(40) cm. Zařazení mezplodin pro pěstební postup kukuřice je nadále doporučeno s inovací výsevu separátní směsí druhů (graf 1).**



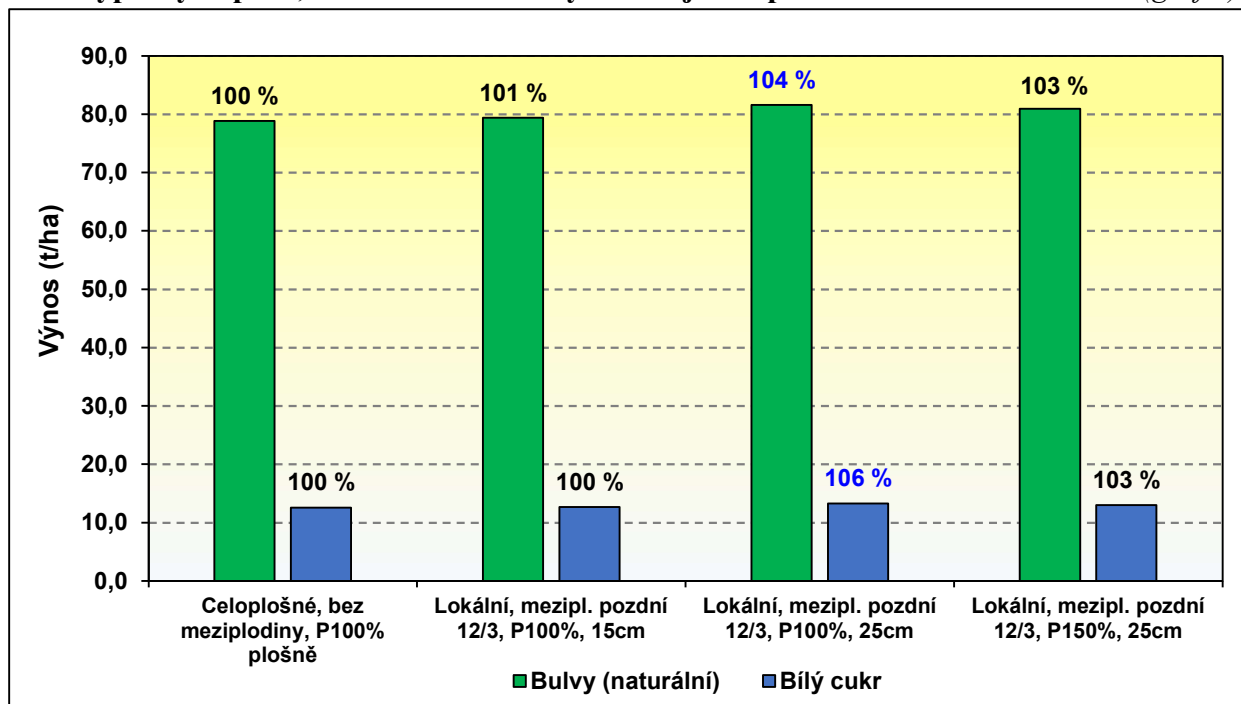
*Graf 1. Vliv vyvinuté technologie hlubokého lokálního zpracování půdy s lokálním hnojením fosforem do kypřených pásů ve hloubce 20 cm na výnos kukuřičné píce a škrobu (lokalita Liboš, 2020)*

Kvalita píce ze všech technologií zpracování a hnojení půdy fosforem byla střední až vyšší a významně na výsledek působil nadprůměrný úhrn srážek v intenzivním růstu kukuřice. Porosty vykazovaly dlouhou vegetaci a výrazný green efekt. Obsah sušiny v pici byl vyšší až vysoký. Obsah hlavní energetické složky škrobu byl zvýšený po celoplošném zpracování a vysoký, avšak přijatelný pro fermentaci a zachování stravitelnosti ve výživě skotu, po lokální technologii zpracování půdy. Výjimkou byl velmi vysoký obsah škrobu v pici po založení porostu lokálním hlubokým zpracováním s plnou dávkou fosforu bez předchozího pěstování (zapravení) mezplodiny. Obsah dusíkatých látek byl u všech variant nižší ale v intervalu vyhovující kategorie. Podíl hmotnosti palic na rostlinách byl významně vyšší po vyvinuté technologii lokálního hlubokého zpracování půdy a nejvyšší ve variantě s poloviční (50 %) dávkou fosforu do koncentrované rýhy v pásech. Větší hmotnost palic byla hlavním prvkem zvýšení výnosu píce lokálními technologiemi zpracování půdy s uložením fosforečného hnojiva do depa. Délka rostlin ve sklizni a hmotnost tisíce zrn (HTZ) byla minimálně odlišná (tab. 1).

| Varianta<br>*současnost a inovace*                 | Obsah sušiny v rostlinách (%) | Obsah škrobu v sušině v pici (% v sušině) | Obsah N-látek (% v sušině) | Podíl hmotnosti palic na rostlině (%) | Délka rostlin (cm) | HTZ (g) |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|--------------------|---------|
| Celoplošně hlub. kypření, h: 35 cm, současnost1    | 38,2                          | 30,4                                      | 7,02                       | 55                                    | 330-345            | 443     |
| Lokálně bez hnojení P; h: 35 cm, inovace1          | 38,7                          | 33,2                                      | 6,26                       | 62                                    | 330-340            | 430     |
| Lokálně 50 % dávka P, h: 35, inovace5              | 41,5                          | 33,7                                      | 6,04                       | 67                                    | 325-345            | 435     |
| Lokálně 100 % dávka P; h: 35; bez mezpl., inovace6 | 39,9                          | 35,8                                      | 6,39                       | 59                                    | 320-340            | 431     |

*Tab. 1. Vliv vyvinuté technologie hlubokého lokálního zpracování a hnojení půdy fosforem do kypřených pásů na kvalitu píce pro silážování (lokalita Liboš, 2020, hloubka hnojení 20 cm)*

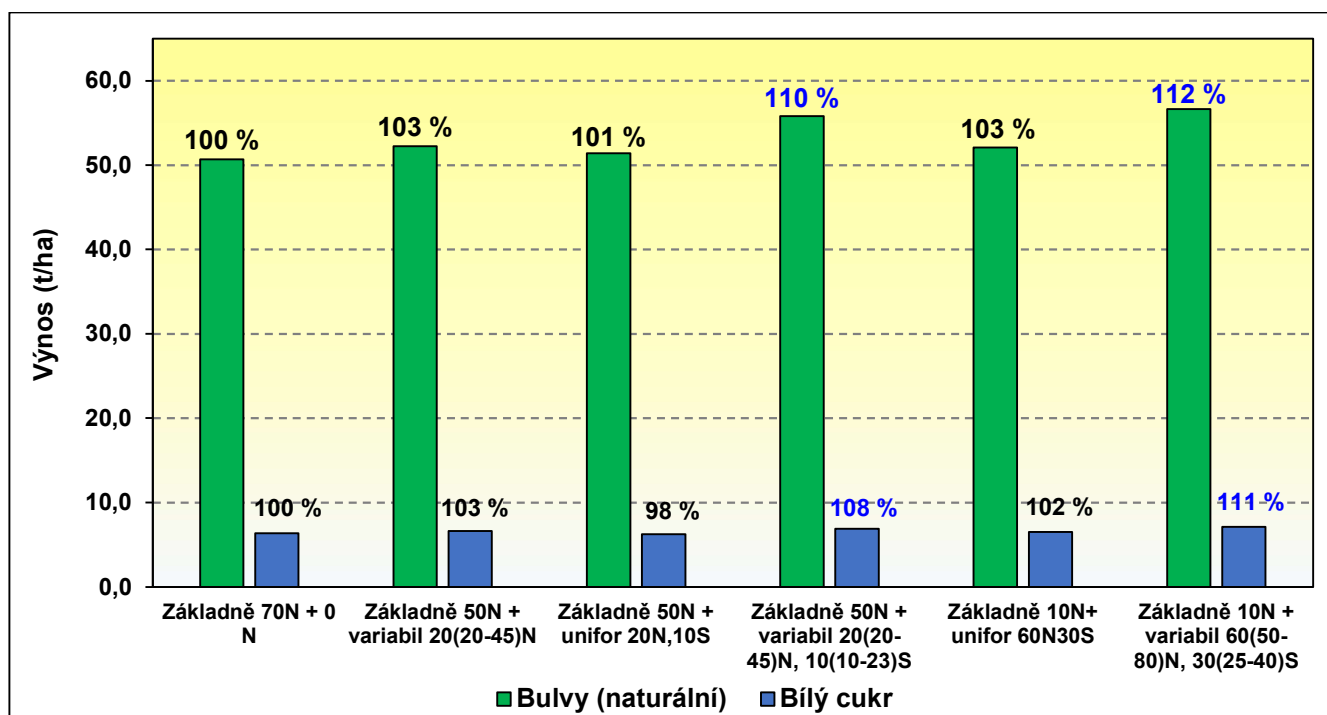
Cukrová řepa. Inovativní **technologie hlubokého lokálního zpracování půdy** ve variantě se středně hlubokou (15 cm) lokální aplikací fosforečného hnojiva vykazovala srovnatelný výnos bulev se současnou technologií celoplošného zpracování půdy se zapravením plošně aplikovaného fosforu promísením s půdním profilem. Lokální uložení fosforečného hnojiva do depa v optimalizované hloubce 25 cm v půdním profilu se projevilo zvýšením výnosu bulev o 4 % oproti celoplošnému zapravení fosforu. Hluboké uložení fosforu zvýšilo cukernatost bulev a v důsledku výnos produktu bílého cukru o 6 %. Vyšší lokální dávka fosforu (150 %), než určoval běžný normativ potřeby (100 %) pro půdní zásobenost přístupným fosforem a pro výnos se neprojevila zvýšením výnosu bulev. Výnos bulev i produktu bílého cukru byl po vyšší lokální dávce fosforu pouze o 3 % vyšší než po současném celoplošném zpracování půdy. U všech variant zpracování půdy byla zjištěna ve sklizňovém roce 2020 vyšší cukernatost (17,6-17,9 %). Obsah alfa-amino-dusíku, který negativně snižuje výtěžnost rafinády a produktu bílého cukru byl nízký po celoplošném zpracování a velmi nízký po založení porostu cukrové řepy inovativní lokální technologií zpracování půdy s hlubokým uložením fosforu do hloubky 25 cm v dávce normativu (100 %). **Hlavní inovace pěstebního postupu cukrové řepy v úseku základního zpracování půdy byla doporučena ve variantě hlubokého uložení (25 cm) fosforečného hnojiva do dávky 100 % normativu potřeby při hloubce zpracování půdy 35 cm. Dávku hnojiva je možné ekvivalentně snížit až na 50 % pro cílené uložení pro budoucí výsev v koncentrované v jedné zóně kypřených pásů, a tím snížit náklady na hnojivo v průměru o 770-1100 Kč/ha (graf 2).**



Graf 2. Vliv vyvinuté technologie hlubokého řádkového zpracování půdy s uložením fosforečných hnojiv do depa na výnos bulev a výnos produktu bílého cukru (lokalita Liboš, 2020)

| Ukazatel kvality bulev     | Současnost<br>Celoplošně bez<br>meziplodiny, dávka<br>P 100 %, plošně | Inovace4<br>Lokálně, mezipl.,<br>dávka P 100 %, h = 15 cm | Inovace5<br>Lokálně, mezipl.,<br>dávka P 100 %, h = 25 cm, | Inovace6<br>Lokálně, mezipl.,<br>dávka P 150 %, h = 25 cm, |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Cukernatost (%)            | 17,6                                                                  | 17,7                                                      | <b>17,9</b>                                                | 17,7                                                       |
| Alfa-amino N (m.mol/100 g) | 1,25                                                                  | 1,20                                                      | <b>1,02</b>                                                | 1,18                                                       |

**Cukrová řepa.** Navazující inovace pěstebního postupu v úseku péče o porost cukrové řepy během vegetace vykazovala významné produkční přínosy pro harmonizaci výživy rostlin dusíkem a sírou. Řízená aplikace dusíku se sírou v období vzejitého porostu (4.-6.listu) při podpovrchové aplikaci meziřádkovou kultivací vykazovala 10-12 % zvýšení výnosu bulv oproti současné technologii bez přihnojení porostu během kultivace meziřádků (plečkování). Výnos produktu bílého cukru byl zvýšen řízeným přihnojením dusíkem se sírou o 8-11 %. Uniformní neřízená aplikace dusíku se sírou s ohledem na aktuální stav výživy porostu dusíkem vykazovala minimální zvýšení výnosu bulv o 1-3 %. Podobně, méně účinně se projevilo přihnojení pouze dusíkatým hnojivem (LAV 27) ve variabilní řízené dávce. Výnos bulv byl vyšší o 3 %. Cukernatost bulv byla na všech variantách velmi nízká pro charakter suchého roku ve druhé polovině vegetace a obsah alfa-amino dusíku byl nízký až střední. **Inovace technologie meziřádkové kultivace půdy vyvinutým postupem přihnojení porostu v řízeném rozsahu variabilní dávky dusíku se sírou (hnojivem typu DASA, LADSA apod.) byla doporučena pro plošné použití na rozsáhlé pěstitelské ploše cukrové řepy. Inovace obsahuje komplexní maximální upřesnění potřeby hnojení cukrové řepy dusíkem (a harmonizace výživy aplikací deficitní síry v půdách) na základně diagnostických výživářsko-výrobních metod a řízení rozsahu diagnostikované dávky optický senzorem vyhodnocující podle odrazivosti světelného spektra SN-index příjem dusíku nadzemní biomasou. Podpovrchový systém uložení hnojiv do blízkosti řádků rostlin urychluje a zvyšuje využití aplikovaných hnojiv a hlubší (5-8 cm) zpracování středu meziřádku zvyšuje drsnost povrchu půdy a posiluje tím protierozní účinek pro půdu (graf 3).**



Graf 3. Vliv vyvinuté technologie diagnostikované a senzoricky řízené variabilní dávky dusíku (dusíku se sírou) na výnos bulv a výnos produktu bílého cukru (lokalita Příkazy, 2019)

| Ukazatel kvality bulv       | Základně 70 + 0 N<br>Současnost | Základně 50 N + 20-45 N<br>variabil.<br>Inovace2 | Základně 50 N + 20 N,10S,<br>unifor.<br>Inovace5 | Základně 50 N + 20-45 N, 10-23 S variabil.<br>Inovace6 | Základně 10 N + 60 N, 30 S<br>unifor.<br>Inovace7 | Základně 10 N + 50-80N, 25-40 S, variabil.<br>Inovace8 |
|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Cukernatost (%)             | 14,6                            | 14,5                                             | 14,3                                             | 14,4                                                   | 14,4                                              | 14,6                                                   |
| Alfa-amino N (m.mol./100 g) | 1,97                            | 1,54                                             | 2,02                                             | 1,80                                                   | 1,58                                              | 1,76                                                   |

## ☞ Vliv inovace na vegetační a výživný stav rostlin

Kukuřice pro siláž. Inovace technologie zpracování a hnojení půdy cíleně lokálním postupem se projevila možností **významné úspory fosforečných hnojiv**, které jsou dostatečně atraktivní pro tvorbu kořenové architektury a zároveň zcela postačují pro výživu rostlin fosforem. Aplikace poloviční dávky fosforu (50 %) oproti současnému normativu pro technologii celoplošné aplikace (100 %) a zpracování půdy vykazovala srovnatelné až lepší účinky ve výživě rostlin na počátku a na konci intenzivního růstu porostu kukuřice. Výživa rostlin fosforem po redukováné dávce fosforu na 75 a 50 %, aplikované do koncentrované jedné zóny v půdním profilu ve hloubce 20 cm, vykazovala velmi dobré uvolnění živin, které se projevilo středním až mírným nadbytkem ve výživě rostlin. Velmi dobrá výživa rostlin fosforem předurčila vyšší využití dusíku a dalších živin rostlinami. Bez předchozího založení porostu meziplojin byl patrný na počátku intenzivního růstu mírný deficit fosforu v rostlinách. Výživa rostlin fosforem byla na počátku ve středním deficitu po plné dávce fosforu (100 %). Deficit následně na konci intenzivního růstu odezněl. Po všech úrovních hnojení porostu fosforem (100 %, 75 %, 50 %) v lokální dávce při hlubokém kypření půdy vykazovaly porosty optimální, mírně a sporadicky až středně nadbytkovou výživu dusíkem. Výživa fosforem byla v optimu až v mírném nadbytku. Úlohu v dostupnosti fosforu v počátku intenzivního růstu měla zapravená biomasa meziplojin (*tab. 2*).

| Variantha hloubky uložení a redukce dávky fosforu do koncentrované zóny (depa) v kypřených pásech | Růstová fáze (BBCH) | Hmotnost sušiny nadzemní biomasy (kg/ha) | Obsah N (%) | Naplnění optima (%) | Obsah P (%) | Naplnění optima (%) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------|-------------|---------------------|-------------|---------------------|
| <b>Stav ke dni 24. 6. 2020</b>                                                                    |                     |                                          |             |                     |             |                     |
| Lokálně P 100 %; h: 35, inovace2                                                                  | 18-19               | 1363                                     | 4,02        | <b>101</b>          | 0,35        | <b>88</b>           |
| Lokálně P 100 %; h: 25, inovace3                                                                  | 18-19               | 1581                                     | 4,33        | <b>108</b>          | 0,41        | <b>103</b>          |
| Lokálně P 75 %; h: 35, inovace4                                                                   | 19-31               | 1277                                     | 3,85        | <b>103</b>          | 0,42        | <b>111</b>          |
| Lokálně P 50 %; h: 35, inovace5                                                                   | 19-31               | 1381                                     | 3,97        | <b>106</b>          | 0,44        | <b>116</b>          |
| Lokálně P 100 %; h: 35; bez mezipl., inovace6                                                     | 19-31               | 1502                                     | 3,93        | <b>105</b>          | 0,35        | <b>92</b>           |
| <b>Stav ke dni 27. 7. 2020</b>                                                                    |                     |                                          |             |                     |             |                     |
| Lokálně P 100 %; h: 35, inovace2                                                                  | 73                  | 13318                                    | 2,00        | <b>125</b>          | 0,23        | <b>115</b>          |
| Lokálně P 100 %; h: 25, inovace3                                                                  | 73                  | 13429                                    | 1,75        | <b>109</b>          | 0,23        | <b>115</b>          |
| Lokálně P 75 %; h: 35, inovace4                                                                   | 73                  | 14297                                    | 1,82        | <b>114</b>          | 0,21        | <b>105</b>          |
| Lokálně P 50 %; h: 35, inovace5                                                                   | 73                  | 10857                                    | 1,61        | <b>101</b>          | 0,22        | <b>110</b>          |
| Lokálně P 100 %; h: 35; bez mezipl., inovace6                                                     | 73                  | 13718                                    | 1,81        | <b>113</b>          | 0,23        | <b>115</b>          |

*Tab. 2. Vliv technologie lokálního uložení fosforečného hnojiva do jedné koncentrované zóny při hlubokém řádkovém zpracování půdy na výživný stav rostlin kukuřice (lokalita: Liboš, % naplnění optimálního obsahu N a P, 100 % = optimum, obsah prvku v sušině rostlin, fosfor 100 % dávka = 105 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha)*

Cukrová řepa. Technologie řízené aplikace dusíku ve variabilním rozsahu po předchozí diagnostice potřeby hnojení vykazovala **snížení variability výživného stavu rostlin dusíkem**. Obsah dusíku v rostlinách po řízeném přihnojení porostu aplikací dusíku (dusíku se sírou) vykazoval nižší rozpětí než po aplikaci jednotné (uniformní) dávky dusíku (dusíku se sírou). Variabilním optickým senzorem řízená aplikace dusíku v porostu cukrové řepy naplnila strategii přihnojovaného rozsahu dávky dusíku (dusíku se sírou) s cílem co nejpronikavěji snížit variabilitu výživného stavu porostu ve vyvstalých heterogenních zónách výživného stavu rostlin v porostu. Rozdělení aplikace dusíku v hlavní dávce během vegetace, diagnostika

potřeby hnojení výživářsko-výrobními metodami, řízení rozsahu dávky optickým senzorem, doplnění deficitní síry v půdách s aplikací dusíku a podpovrchová aplikace do blízkosti řádků rostlin jsou hlavními prvky inovace ošetření porostu během vegetace, které se společně projevily ve významném snížení prostorové variability výživného stavu rostlin v porostu. Uniformní neřízená dávka dusíku (dusíku se sírou) v podpovrchovém uložení do blízkosti řádků vykazovala 1,2-2,0x vyšší variabilitu ve výživném stavu rostlin po přihnojení než varianta uplatnění plné inovace řízené dávky dusíku optickým senzorem (tab. 3).

| Varianta děleného postupu hnojení před setím/přihnojení v 4.-6. listu.<br>*stav výživy v zakrývání meziřádků* | Průměrný obsah N v sušině (%) | Směrodatná odchylka obsahu N (%) | Maximum obsahu N v sušině (%) | Minimum obsahu N v sušině (%) | Variační ROZPĚTÍ obsahu N v rostlinách /max-min/ (%) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------|
| <b>V6 (50/20(20-45)N+S-Variabilně)</b>                                                                        | 4,34                          | $\pm 0,10$                       | 4,48                          | 4,22                          | <b>0,26</b>                                          |
| <i>naplnění optima výživy:</i>                                                                                | 101 %                         | -                                | 104 %                         | 98 %                          | <b>6 %</b>                                           |
| <b>V5 (50/20N+S-Uniformně)</b>                                                                                | 4,37                          | $\pm 0,19$                       | 4,73                          | 4,22                          | <b>0,51</b>                                          |
| <i>naplnění optima:</i>                                                                                       | 102 %                         | -                                | 110 %                         | 98 %                          | <b>12 %</b>                                          |
| <b>V4 (10/60(50-80 N)-Variabilně)</b>                                                                         | 4,39                          | $\pm 0,12$                       | 4,55                          | 4,27                          | <b>0,28</b>                                          |
| <i>naplnění optima výživy:</i>                                                                                | 102 %                         | -                                | 106 %                         | 99 %                          | <b>7 %</b>                                           |
| <b>V3 (10/60N-Uniformně)</b>                                                                                  | 4,42                          | $\pm 0,17$                       | 4,69                          | 4,19                          | <b>0,50</b>                                          |
| <i>naplnění optima výživy:</i>                                                                                | 103 %                         | -                                | 109 %                         | 97 %                          | <b>12 %</b>                                          |
| <b>V2 (50/20(20-45)N-Variabilně)</b>                                                                          | 4,37                          | $\pm 0,11$                       | 4,58                          | 4,28                          | <b>0,30</b>                                          |
| <i>naplnění optima výživy:</i>                                                                                | 102 %                         | -                                | 107 %                         | 100 %                         | <b>7 %</b>                                           |
| <b>V1 (50/20N-Uniformně)</b>                                                                                  | 4,36                          | $\pm 0,13$                       | 4,59                          | 4,22                          | <b>0,37</b>                                          |
| <i>naplnění optima výživy:</i>                                                                                | 102 %                         | -                                | 107 %                         | 98 %                          | <b>9 %</b>                                           |
| <b>K2 (70/0N-současnost)</b>                                                                                  | 4,33                          | $\pm 0,13$                       | 4,49                          | 4,17                          | <b>0,32</b>                                          |
| <i>naplnění optima výživy:</i>                                                                                | 101 %                         |                                  | 105 %                         | 97 %                          | <b>8 %</b>                                           |

Tab. 3. Vliv vyvinuté technologie řízeného variabilního přihnojení porostu dusíkem (dusíkem se sírou) volně kalibrovaným optickým senzorem na prostorovou variabilitu výživného stavu rostlin cukrové řepy dusíkem (stav 18. den po přihnojení, dne 4.6.2019, lokalita Příkazy)



Výživa rostlin po řízeném přihnojení variabilní dávkou dusíku při podpovrchové aplikaci meziřádkovou kultivací porostu vykazovala **příznivé působení ve výživném stavu také ve srážkově nadprůměrném roce 2020**. Aplikace variabilní dávky dusíku řízená optickým senzorem po předchozí diagnostice rozsahu potřebné dávky zvýšila výživný stav rostlin dusíkem do kategorie mírného až středního nadbytku následující 22. den po přihnojení. Později 55. den po přihnojení vykazoval porost výraznou homogenizaci prostorové variability výživného a vegetačního stavu podobně jako v sušším roce 2019. Výživný stav rostlin po řízeném přihnojení při meziřádkové kultivaci půdy byl na úrovni středního deficitu dusíku. Porost po jednotné uniformní dávce dusíku bez řízení optickým senzorem vykazoval hluboký deficit dusíku podobně jako porost založený technologií hnojení dusíkem v základní dávce před setím. Dělená aplikace dusíku ukazovala pozitivní působení ve výživě rostlin, a zvláště řízená aplikace optickým senzorem upřesnila potřebu zásahu podle vyvstálé heterogenity porostu v pozemku. Kromě výrazného zlepšení výživného stavu porostu dusíkem po řízeném přihnojení došlo po 22 dnech od variabilní aplikace dusíku ke zlepšení výživy porostu fosforem a draslíkem. Po 55 dnech byla výživa rostlin dusíkem, fosforem a draslíkem u všech variant dusíkatého hnojení (současnost i inovace) porostu ve hlubokém až středním deficitu pro nadprůměrný nárůst nadzemní biomasy (chrástu) ve srážkově neobvykle bohaté vegetaci cukrové řepy (tab. 4).

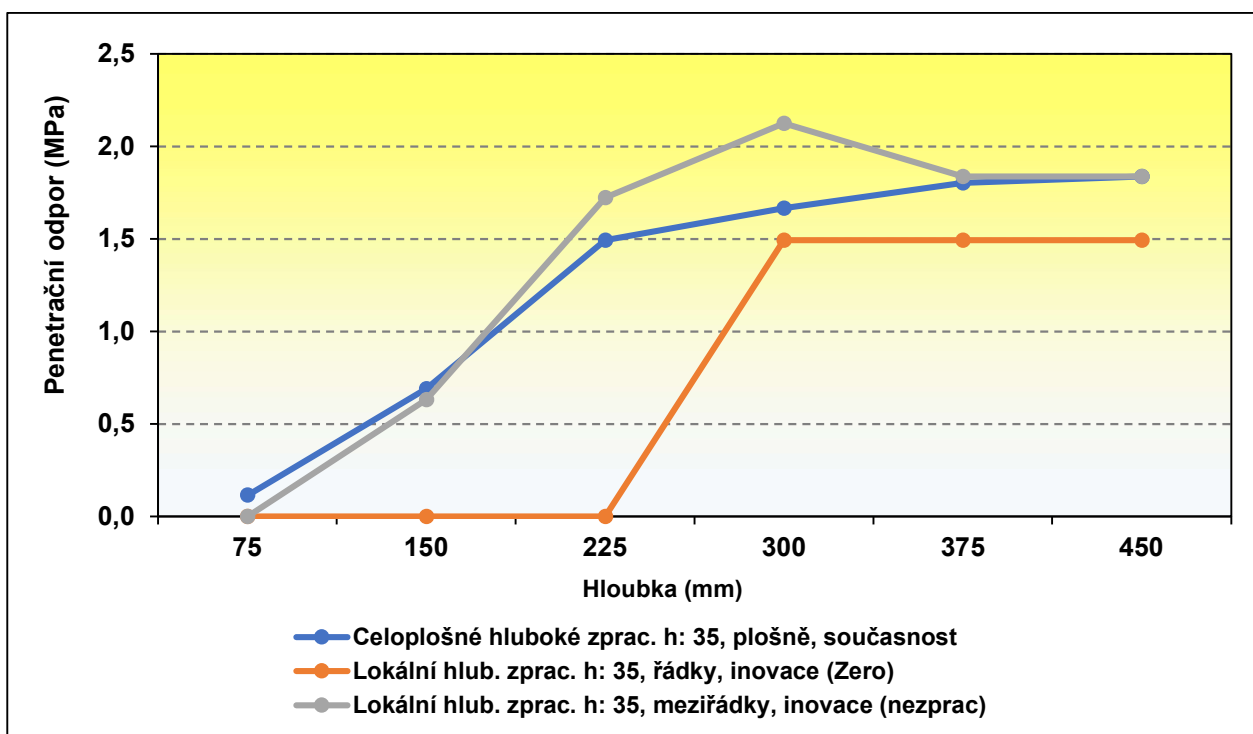
| <b>Varianta hnojení dusíkem (LAV 27)</b><br><i>*stav výživy v pokročilém zakrývání a dokrytí meziřádků*</i> | <b>Růstová fáze (BBCH)</b> | <b>Hmotnost sušiny nadzemní biomasy (kg/ha)</b> | <b>Obsah N (%)</b> | <b>Naplnění optima výživy (%)</b> | <b>Obsah P (%)</b> | <b>Naplnění optima výživy (%)</b> | <b>Obsah K (%)</b> | <b>Naplnění optima výživy (%)</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| <b>Stav ke dni 24. 6. 2020 – po přihnojení 22. den</b>                                                      |                            |                                                 |                    |                                   |                    |                                   |                    |                                   |
| Hnojení N před setím 55 kg N/ha (současnost)                                                                | 42                         | 2010                                            | 3,80               | <b>102</b>                        | 0,34               | <b>94</b>                         | 4,56               | <b>89</b>                         |
| Přihnojení uniformně 55 kg N/ha (inovace 1)                                                                 | 42                         | 4919                                            | 4,12               | <b>111</b>                        | 0,34               | <b>94</b>                         | 4,70               | <b>92</b>                         |
| Přihnojení variabilně 50-70 kg N/ha (inovace 2)                                                             | 42                         | 3968                                            | 4,24               | <b>114</b>                        | 0,42               | <b>117</b>                        | 4,79               | <b>94</b>                         |
| <b>Stav ke dni 27. 7. 2020 – po přihnojení 55. den</b>                                                      |                            |                                                 |                    |                                   |                    |                                   |                    |                                   |
| Hnojení N před setím 55 kg N/ha (současnost)                                                                | 46                         | 14490                                           | 2,19               | <b>59</b>                         | 0,26               | <b>72</b>                         | 2,99               | <b>58</b>                         |
| Přihnojení uniformně 55 kg N/ha (inovace 1)                                                                 | 46                         | 11685                                           | 2,18               | <b>59</b>                         | 0,21               | <b>58</b>                         | 2,76               | <b>54</b>                         |
| Přihnojení variabilně 50-70 kg N/ha (inovace 2)                                                             | 46                         | 9538                                            | 2,64               | <b>71</b>                         | 0,23               | <b>64</b>                         | 2,72               | <b>53</b>                         |

Tab. 4. Vliv technologie řízené aplikace variabilního rozsahu diagnostikované dávky dusíku na výživný stav rostlin cukrové řepy (lokalita Liboš, 2020, % naplnění optimálního obsahu, 100 % = optimum, obsah prvku v sušině rostlin)

## ➔ Vliv inovace na půdu

Kukuřice pro siláž. Inovace technologie zpracování přinesla **lokální změny v intenzitě zhutnění půdního profilu** v porostu kukuřice. Podzimní hluboké zpracování půdy celoplošným a inovativním lokálním zpracováním v normovaných roztečích 75 cm pro pěstební řádky vykazovalo rozdílnost v penetračním odporu profilu půdy, jako ukazatele zhutnění. V intenzivně zpracovaných pásích půdy po roztečích 75 cm bylo po zasetí kukuřice zjištěno výrazné snížení zhutnění půdního profilu až do hloubky 22,5 cm. Hluběji až do 45 cm bylo zjištěno zvýšení zhutnění půdního profilu, ale přesto dosahovalo nízké meze pro nadměrné zhutnění. Půda vykazovala příznivou kompakci strukturu pro rozvoj kořenového systému

kukuřice v aktivně zpracovaných pásích. V cíleně nezpracovaných mezipásích byl zjištěn nárůst zhutnění již od 15 cm hloubky a následně plynule zhutnění stoupalo s gradací ve hloubce 30 cm, kde dosáhlo 80 % limitní meze určující již nadměrné zhutnění omezující rozvoj kořenové soustavy plodin. Půdní profil nezpracovaných mezipásů přesto poskytoval podmínky pro prokořenění rostlin do mezířádků povrchovými a adventivními kořeny. Po současné technologii celoplošného zpracování půdy kypřičem s hustou roztečí pracovních orgánů s aktivní elevací (mísením) půdy bylo naměřeno minimálně odlišného penetračního odporu až do hloubky 22,5 cm a následně od hloubky 37,5 cm do 45 cm, jako v nezpracovaných mezipásích inovativní technologie lokálního zpracování půdy kypřičem se slupicemi s minimální elevací půdy. Nižší zhutnění oproti nezpracovaným mezipásům inovativní technologie bylo v celoplošné technologii ve hloubce 30 cm. V této hloubce se vyskytoval mikro-horizont utužené podorniční podlahy po historicky prováděné orbě. Limitní hodnota pro zásadní negativní ovlivnění rozvoje kořenů nebyla dosažena (graf 4).



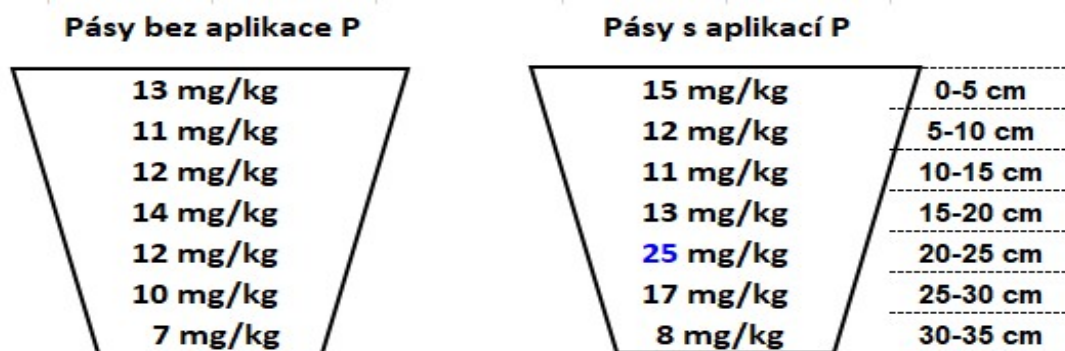
Graf 4. Vliv vyvinuté technologie hlubokého redukovaného (lokálního) zpracování půdy na zhutnění půdního profilu po zasetí kukuřice do podzimně zpracovaných pásů (lokalita Liboš, 6/2020)

**Fyzikální vlastnosti půdy po aktivním zpracování a po cíleném podílu nezpracované plochy** inovativní lokální technologií hlubokého kypření byly zásadně odlišné v povrchových vrstvách co do objemové hmotnosti, pórovitosti a vzdušné kapilární kapacity a částečně odlišné u vodní kapilární kapacity a aktuálního stavu vlhkosti půdy. Lokálně zpracovaná půda v pásích s porostem kukuřice vykazovala minimální zhutnění do hloubky 15 cm, velmi vysoké provzdušnění a nižší obsah vláhy. V hlubších vrstvách kypřených pásů byla střední a postupně nízká vzdušná kapacita, ale obsah vláhy byl mezi 15-35 cm příznivý střední až vysoký. Zhutnění bylo v kypřeném pásu od hloubky 15 cm do 35 cm maximálně na úrovni 117 % limitní meze nadměrného zhutnění. Půda v cíleně nezpracovaných mezipásích vykazovala zhutnění od hloubky 5 cm v maximech 119 % nadměrné limitní meze. Půdní profil mezipásů (mezířádků porostu) byl však významnou zásobárnou vláhy. Již od hloubky 5 cm byl obsah vláhy střední a hlouběji vysoký. Vzdušná kapacita v mezipásích byla vyhovující do hloubky 15 cm. Pórovitost a vzdušný režim postačovaly pro rozvoj postranních a adventivních kořenů kukuřice (tab. 5).

| Lokalizace                                                      | Vrstva (cm) | Objemová hmotnost půdy (OHR) (g/cm <sup>3</sup> ) | Naplnění limitní meze pro zhutnění (%) (100 % = max. limit) | Pórovitost půdy (% obj.) | Momentní vlhkost půdy (% obj.) | Maximální kapilární vodní kapacita (% obj.) | Maximální kapilární vzdušná kapacita (% obj.) |
|-----------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>Zpracované PÁSY (řádky) 30-35 % plochy pozemku</b>           | 5–10        | 1,00                                              | 67                                                          | <b>61,37</b>             | 16,8                           | 27,62                                       | <b>33,75</b>                                  |
|                                                                 | 10–15       | 1,03                                              | 69                                                          | <b>60,20</b>             | 16,3                           | 27,40                                       | <b>32,80</b>                                  |
|                                                                 | 15–20       | 1,57                                              | 105                                                         | 39,68                    | <b>26,1</b>                    | 31,62                                       | <b>8,06</b>                                   |
|                                                                 | 20–25       | 1,70                                              | 114                                                         | 34,63                    | <b>26,9</b>                    | 31,63                                       | 3,00                                          |
|                                                                 | 25–30       | 1,76                                              | 117                                                         | 32,42                    | <b>29,0</b>                    | 31,33                                       | 1,09                                          |
|                                                                 | 30–35       | 1,76                                              | 117                                                         | 33,30                    | <b>28,5</b>                    | 31,30                                       | 2,00                                          |
| <b>Nezpracované MEZIPÁSY (meziřádky) 70-65 % plochy pozemku</b> | 5–10        | 1,50                                              | 100                                                         | 41,98                    | <b>27,2</b>                    | <b>34,48</b>                                | 7,50                                          |
|                                                                 | 10–15       | 1,63                                              | 109                                                         | 37,46                    | <b>28,6</b>                    | <b>31,80</b>                                | 5,66                                          |
|                                                                 | 15–20       | 1,70                                              | 114                                                         | 34,31                    | <b>29,1</b>                    | 32,20                                       | 2,11                                          |
|                                                                 | 20–25       | 1,78                                              | 119                                                         | 31,83                    | <b>29,0</b>                    | 31,03                                       | 0,80                                          |
|                                                                 | 25–30       | 1,74                                              | 116                                                         | 33,00                    | <b>27,6</b>                    | 31,11                                       | 1,89                                          |
|                                                                 | 30–35       | 1,74                                              | 116                                                         | 33,30                    | <b>29,5</b>                    | 31,96                                       | 1,34                                          |

Tab. 5. Fyzikální stav půdy po podzimním lokálním zpracování do hloubky 35 cm, po zasetí a zapojení porostu kukuřice (stav ke dni 24. 6., lokalita Liboš, 2020)

Půda po sklizni kukuřice vykazovala **obohacení hlubších vrstev ornice o lehce přijatelné, vodorozpustné formy fosforu ( $P_{\text{vod.}}$ )**. Ve hloubce zpracované půdy 35 cm v kypřených pásech, se souběžným uložením koncentrované aplikované rýhy fosforu ve hloubce 20 cm, bylo zjištěno významné obohacení půdy o fosfor ve vrstvě 20–25 cm a částečně také ve vrstvě 25–30 cm. Bylo patrné, že uložení velmi málo pohyblivého fosforu (ve hnojivu Amofos, TSP apod.) do depa v podzimní aplikaci při inovativním lokálním zpracování půdy je dostupné pro jarní výživu rostlin již od 4.–5. vyvinutého listu. Uložený fosfor v půdním profilu s optimální půdní reakcí (pH v rozpětí 5,9–6,5) **podléhá zanedbatelným ztrátám přes zimní období**. Koncentrovaná zóna hluboce uloženého fosforu v místě řádků rostlin je atraktivní a pozitivně stimuluje rozvětvení kořenového systému. Systém hnojení hlubších vrstev půdního profilu posiluje odolnost rostlin vůči přísuškům nebo přemokření svrchních vrstev půdy a v důsledku zvyšuje produkci a kvalitu kukuřice (obr. 1).

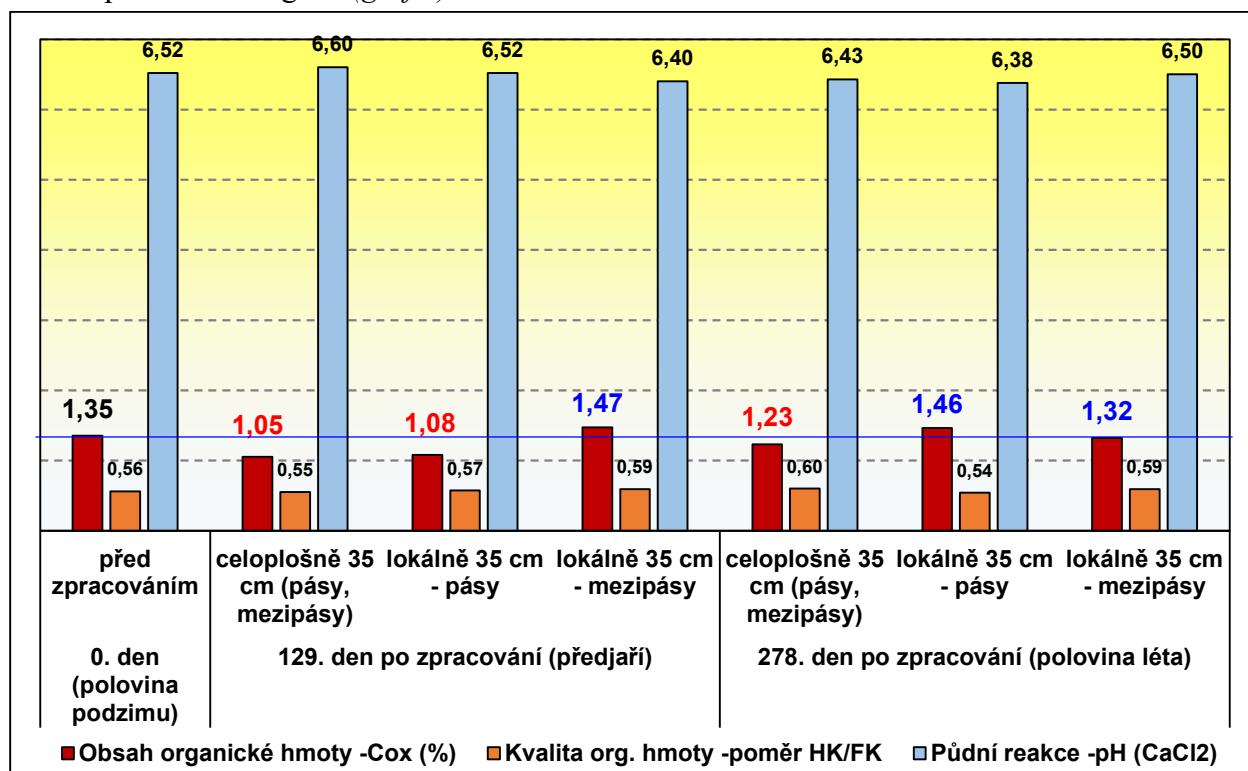


Obr. 1. Lokalizace uložení fosforu v půdním profilu vyvinutou technologií hlubokého řádkového zpracování půdy v definované rozteči po sklizni kukuřice (reziduum obsahu lehce přijatelných forem fosforu -  $P_{\text{vod.}}$  po 100 % lokální dávce do rýh 105 kg  $P_2O_5$ /ha)

Nová technologie základního zpracování půdy, která je cíleně vymezená na lokální aktivní zpracování vykazovala **stabilizaci obsahu organické hmoty ( $C_{\text{ox.}}$ ) v půdě**. V převažující nezpracované ploše pozemku bylo v předjaří zjištěno zvýšení obsahu organické hmoty o 0,12 % (asi o 4,3 t/ha). Následně v polovině vegetační doby kukuřice setrval obsah

půdní organické hmoty v mezípaších blízký obsahu před zpracováním půdy v předchozím létě. Půda v hluboce aktivně zpracovaných pásech vykazovala v předjaří snížení obsahu organické hmoty, ale minimálně odlišně, od současné technologie celoplošného zpracování půdy. Naopak v polovině vegetace kukuřice bylo zjištěno zvýšení obsahu organické hmoty v půdě oproti stavu před zpracováním o 0,11 % (asi o 4,0 t/ha). Oproti současné technologii intenzivně celoplošně zpracované půdy bylo zjištěno zvýšení obsahu organické hmoty vyvinutou lokální technologií hlubokého zpracování o 0,23 % (asi o 8,3 t/ha) v aktivně kypřených pásech a o 0,09 % (asi o 3,2 t/ha) v nekypřených mezípaších. Inovace technologie zpracování půdy pro kukuřici v cíleném hlubokém lokálním zpracování, které tvoří aktivní plochu zpracování pozemků asi ze 33 %, snižuje ztráty půdní organické hmoty o 25 % v předjaří a o 10 % v polovině vegetace. **Půda je po implementaci inovace lokálního zpracování půdy (v definovaných roztečích 75 cm) pro plodinu kukuřici méně ochuzována o organickou hmotu, která se přímo podílí na struktuře půdních agregátů a komplexně na fyzikálních vlastnostech, zejména v optimalizaci a řízení vodního, vzdušného a živinného režimu.**

Ze zhodnocení obsahu organické hmoty před zpracováním ve vyskytující se hnědozemi vyplývá střední obsah ( $C_{ox}$ ). Po zpracování půdy byl zjištěn v předjaří nízký obsah organické hmoty v aktivně kypřených pásech (1,08 %) a celoplošně na pozemku po plošném zpracování současnou technologií (1,05 %). V polovině vegetace kukuřice byl již obsah organické hmoty střední u všech variant různé intenzity podzimního zpracování půdy. Vlastní kvalita organické hmoty stanovená podle poměru obsahu humínových kyselin a fulvokyselin (HK/FK) byla stabilně i po zpracování půdy nízká (HK/FK = 0,54-0,60). Lokální zpracování půdy vykazovalo v aktivně zpracovaných pásech a v mezípaších minimální rozdíly v půdní reakci (pH). Podobně minimálně na půdní reakci působilo současné celoplošné zpracování půdy kypřičem s hustou roztečí pracovních orgánů (graf 5).



Graf 5. Vliv technologie hlubokého lokálního zpracování půdy na změny obsahu a kvality půdní organické hmoty v profilu ornice (0-30 cm) v porostu kukuřice v porovnání se současnou technologií celoplošného hlubokého zpracování půdy

Cukrová řepa. Technologie řízené variabilní aplikace dusíku během meziřádkové kultivace porostu **snížila prostorovou variabilitu v zásobenosti půdy minerálním dusíkem ( $N_{min.}$ ).** Snížení variability obsahu  $N_{min.}$  na ploše pozemků se úzce podílelo na vyrovnaném výživném stavu porostu dusíkem. Půda po přihnojení dusíkem dávkou 55 kg N/ha současnou uniformní aplikací vykazovala prostorové rozdíly 40 kg/ha v zásobenosti půdy  $N_{min.}$  Po variabilní aplikaci řízeného rozsahu dávky dusíku 55-70 kg N/ha byly zjištěny významně nižší rozdíly 13 kg/ha v zásobenosti půdy  $N_{min.}$  V dalším opakování bylo zjištěno po variabilní aplikaci shodného rozsahu dávky dusíku rozdílu v zásobě  $N_{min.}$  23 kg/ha v půdě pod porostem. Variabilní aplikace řízená volně kalibrovaným senzorem pro snímání odrazivosti světelného spektra vykazovala účinek ve strategii snížení variability výživného stavu rostlin na pozemku. Pokrytá variabilita výživného stavu porostu, předem diagnostikovaným variabilním rozsahem dávky dusíku, těsně souvisela s pokrytím (dorovnáním) rozdílů v zásobenosti půdy  $N_{min.}$

Z analýzy statistiky realizace variabilní aplikace dusíku ve hnojení LAV 27 byla zjištěna při diagnostice rozsahu dávky 55-70 kg N/ha realizace skutečného rozsahu dávek 51-70 kg N/ha. V porostu se nacházely minoritně mírně lepší výživného stavu rostlin dusíkem, a tedy senzor ekvivalentně přidělil ve volné kalibraci nižší dávku pro lepší zóny výživy porostu, než předepisoval rámcový diagnostikovaný rozsah z laboratorní analýzy. Vážený průměr řízené aplikační dávky činil 63,7 kg N/ha. Uniformní neřízená dávka dusíku činila 55 kg N/ha.

V převážné většině porostů byla potřeba dávky dusíku vyhodnocena diagnostickými metodami a následně vlastním senzorem vyšší než neřízeně aplikovaná průměrná dávka bez diagnostiky potřeby. Úspory ve spotřebě dusíkatých (dusíkato-sírných) hnojiv bylo docíleno pomocí řízené aplikace senzorem na pozemku s převažujícím lepším výživným stavem rostlin. Zároveň nastavením rozsahu variabilní dávky bez/s pomocí diagnostických metod je generována finální úspora nebo zvýšení spotřeby hnojiv oproti postupu přihnojení dusíkem v uniformní dávce navržené obvykle podle bilanční potřeby (tab. 6).

| Po přihnojení N, stav dne<br>24.6.2020 – 22. den                | Hloubka<br>(cm) | N-NO <sub>3</sub><br>(mg/kg) | N-NH <sub>4</sub><br>(mg/kg) | N <sub>min.</sub><br>(mg/kg) | Kategorie<br>zásoby | Zásoba<br>N <sub>min.</sub> v půdě<br>(kg/ha) |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------|
| Uniformně 55 kg N/ha - zóna 1                                   | 0-30            | 16,90                        | 6,04                         | 22,98                        | dobrá               | <b>97</b>                                     |
| Uniformně 55 kg N/ha - zóna 2                                   | 0-30            | 20,60                        | 12,00                        | 32,59                        | dobrá               | <b>137</b>                                    |
| Uniformně 55 kg N/ha - zóna 3                                   | 0-30            | 23,10                        | 5,82                         | 28,90                        | dobrá               | <b>121</b>                                    |
| <b>Variační rozpětí zásoby <math>N_{min.}</math> (max-min):</b> |                 |                              |                              |                              |                     | <b>40</b>                                     |
| Variabilně 55-70 kg N/ha -<br>zóna 1a                           | 0-30            | 16,40                        | 1,78                         | 18,15                        | střední             | <b>76</b>                                     |
| Variabilně 55-70 kg N/ha -<br>zóna 2a                           | 0-30            | 15,00                        | 6,21                         | 21,25                        | dobrá               | <b>89</b>                                     |
| Variabilně 55-70 kg N/ha -<br>zóna 3a                           | 0-30            | 17,80                        | 2,53                         | 20,32                        | dobrá               | <b>85</b>                                     |
| <b>Variační rozpětí zásoby <math>N_{min.}</math> (max-min):</b> |                 |                              |                              |                              |                     | <b>13</b>                                     |
| Variabilně 55-70 kg N/ha -<br>zóna 1b                           | 0-30            | 14,40                        | 2,70                         | 17,09                        | střední             | <b>72</b>                                     |
| Variabilně 55-70 kg N/ha -<br>zóna 2b                           | 0-30            | 13,90                        | 1,04                         | 14,97                        | střední             | <b>63</b>                                     |
| Variabilně 55-70 kg N/ha -<br>zóna 3b                           | 0-30            | 17,10                        | 3,45                         | 20,55                        | dobrá               | <b>86</b>                                     |
| <b>Variační rozpětí zásoby <math>N_{min.}</math> (max-min):</b> |                 |                              |                              |                              |                     | <b>23</b>                                     |

Tab. 6. Vliv technologie řízené aplikace diagnostikovaného rozsahu variabilní dávky dusíku v podpovrchové aplikaci při meziřádkové kultivaci porostu na prostorovou variabilitu obsahu minerálního dusíku ( $N_{min.}$ ) v půdě (lokalita Liboš, cukrová řepa, přihnojení hnojivem LAV 27)

## Závěr

V realizované spolupráci žadatele s výzkumnými institucemi v podpořeném projektu Programu rozvoje venkova, v operaci 16.2.1 a navázanou spoluprací s vybraným dodavatelem strojových investic a aplikovaných zařízení byla vyvinuta a úspěšně implementována **komplexní inovace pěstebních postupů plodin s nízkou ochrannou funkcí pro půdu.**

Inovace zavádí technologie redukované, cíleně lokální, hluboké zpracování a hnojení půdy pro kukuřici a cukrovou řepu a technologie navigované meziřádkové kultivace půdy s řízenou lokální podpovrchovou aplikací hnojiv během vegetace cukrové řepy. Inovace je klasifikována „Vývoj zcela nové technologie“ s dopadem v komplexní „Inovaci pro odvětví v České republice (list B2, Žádosti o dotaci, SZIF, MZe ČR).

**Podstatou inovace je cílená redukce plochy zpracování a hnojení půdy** a přechod na definovanou lokalizaci hlubokého zpracování půdy (do hloubky min. 35 cm) pro normované pěstelské založení porostu kukuřice (v rozteči řádků 75 cm) a cukrové řepy (v rozteči řádků 45 cm). Souběžně s technologií zpracování půdy je prováděno lokální jedno-zonální hnojení půdy fosforem a dalšími prvky. Tento princip využívá i navazující technologie meziřádkové kultivace půdy v porostech cukrové řepy s řízeným přihnojením dusíkem se sírou optickým senzorem podle diagnostikovaného předpisu pomocí výživářsko-výrobních metod. Součástí technologie je implementace vyvinuté technologie separátního (individuálního) výsevu směsí druhů mezplodin pro cílené pokrytí půdy rostlinnou biomasou v mezporostním období. Půdní pokryv mezplodinami posiluje ochranný a zúrodňovací účinek hlubokého zpracování půdy, který generoval **přínos v produkci kukuřice (+6 %) a cukrové řepy (+3-4 %).** Nejvyšší efektivitu vykazala inovace na řízené přihnojení porostu cukrové řepy **dusíkem se sírou, které zvýšilo výnos bulev o 10-12 %.** Důsledkem pronikavého účinku přihnojení dusíkem byl projev principu harmonizace výživy rostlin v půdních podmínkách s hlubokým deficitem síry.

Získané inovace vykazují **úsporu** ve spotřebě fosforečných hnojiv (50 %) pro pěstované plodiny, nabízejí možnosti jarní úspory dusíkatých hnojiv (až 20 %), sloučení pracovních operací zpracování a hnojení půdy a začlenění 6 m pracovních záběrů inovativních strojů nebo širší se snižují náklady na pracovní čas, spotřebu nafty a opotřebitelné díly v souhrnu až o 30 % v příkladu kukuřice zakládáné v přesné rozteči řádků 75 cm.

**Ekonomická návratnost** celkových výdajů projektu je střední až krátká. Vzhledem k rozsáhlejší výměře cílových plodin byla podle dosažených výsledků ve výzkumu a vývoji inovací v půdně-klimatických a výrobní podmínkách žadatele kalkulována prostá návratnost výdajů mezi 7,9-2,6 lety.

\* \* \*

Řešitelský tým žadatele Zemědělské družstvo Unčovice

Ing. Milada Měsíková  
Ing. Jarmila Hubáčková  
a kol.

Řešitelský tým výzkumné instituce – hlavní řešitel: Česká zemědělská univerzita v Praze, FAPPZ, katedra agroekologie a rostlinné produkce

Prof. Ing. Josef Pulkrábek, CSc.  
Ing. Perla Kuchtová, Ph.D.  
a kol.

Řešitelský tým výzkumné instituce – specializovaný partner se zaměřením na výživu, hnojení plodin a péči o půdu: AGROEKO Žamberk spol. s r.o.

Ing. Tomáš Javor, DiS.  
Ing. Lenka Beranová, DiS.  
a kol.