



Inovativní technologie v RV

Úvod

V rámci projektu „Inovativní technologie v RV“ byl posuzován přínos pořízení nově navržených technologických linek, složených mj. z nově pořízovaných vyvíjených strojů:

- Inovativní hloubkový kypřič BEDNAR Terraland se semi-parabolickými slupicemi a speciálními aplikačními hlavicemi,
- tažený předseťový kompaktor Swifter osazený speciálními aplikačními hlavicemi za pracovními orgány typu radličky s křídly,
- přetlakový pneumatický zásobník na hnojivo,
- pásový tahač pro agregaci s výše uvedeným taženým nářadím.

Hlavními předpokládanými agrotechnickými přínosy pořízení nových technologií byly:

- Snížení technogenního utužení půd přejezdem tahačem vlivem větší styčné plochy s půdou, oproti konvenčním kolovým traktorům.
- Snížení míry rizika utužení půdy, tvorby přejezdových kolejí vedoucí k degradaci půdní struktury, ke zhoršení infiltrace atmosférických srážek, ke zvýšení náchylnosti povrchu půdy k vodní erozi a vedoucí ke komplexnímu zhoršení vodních a vzdušných poměrů včetně narušení půdního chemizmu.
- Vytvoření požadované optimální půdní struktury pro seťové lože vlivem dostatečného promísení půdy (zajistit optimální stav tvrdého lůžka a drobtovité zakrývací vrstvy půdy pro uložené osivo), zajištění větší homogenity seťového lože a menších rozdílů v hloubce uložení osiva.
- Příprava půdy pro výsev v jednom účelném přejezdu přes pozemek, snížení počtu pojezdových kolejí, šetření s půdní vláhou v jarních agrotechnických termínech.
- Uložení hnojiv do optimální hloubky půdního profilu vzhledem k požadavkům pěstovaných rostlin a optimálnímu vývoji jejich kořenové soustavy.
- Vytváření předpokladů pro vývoj optimální architektury kořenového systému, včetně prodlužovacího růstu primárních kořenů (zvýšení tolerance rostlin vůči přísuškům).
- Rovnoměrné zapravení minerálních i organických hnojiv do celého orničního profilu a tím omezení ztrát těkavých forem dusíku (NH_3) do ovzduší a zvýšení hnojivé účinnosti.
- Doplnění deficitních živin do půdního profilu, nejen do povrchové vrstvy půdy.
- Úspora pracovního času.

Projekt byl řešen v rámci Programu rozvoje venkova, podopatření 16.2 – Inovace.



Metodika

Před zahájením pokusů byly zdokumentovány výchozí půdní podmínky lokality Kunčina na základě rozborů odebraných vzorků půdy a vykopané půdní sondy. Typově se jedná o kvalitní luvizemní půdu na sprašové hlíně (luvizem modální). Druhově lze půdu na pokusné lokalitě charakterizovat v orničním horizontu jako pracovitou jílovitou hlínu, v podorniči jako prachovitou hlínu. Fyzikální vlastnosti lze označit za velmi dobré, nejsou limitujícím faktorem dosahování předpokládaných výnosů. Na základě výsledků chemických analýz lze za kritické vlastnosti považovat především nízký poměr C/N a s tím spojenou nízkou kvalitu humusu, nízký obsah fosforu v ornici i podorniči a nedostatečné zastoupení draslíku, vápníku a hořčíku na sorpčním komplexu.

Řešení bylo rozděleno do tří dílčích etap:

- **E01** - Ověření hlubokého zpracování půd inovativním hloubkovým kypřičem se semi-parabolickými slupicemi a dovyvinutí variabilního systému souběžného podpovrchového uložení hnojiva do půdního profilu
- **E02** - Ověření a dovyvinutí systému předseťové přípravy půdy pro obilniny se souběžnou předseťovou aplikací hnojiv pro úzkořádkové plodiny
- **E03** - Ověření vlastností a možností úprav tažného prostředku s podvozkem vybaveným pásovými sekcemi pro nově vyvíjenou technologii zpracování půdy, ověření vlivu na zhutnění půdy

Nová technologická linka - hloubkový kypřič BEDNAR TERRALAND TO 400 HM v propojení se zásobníkem hnojiva BEDNAR FERTI-BOX Front FB 2000 - byla testována v roce 2017 při základním zpracování půdy ke kukuřici na siláž v rámci 6-variantního poloprovozního polního pokusu na lokalitě Kunčina. Do pokusu byly zařazeny 2 varianty založené na aktuálně používané technologii (kontrolní varianty K1 a K2), 2 základní varianty vyvíjených technologií hloubkového dlátového kypření půdy (T1 a T2) a 2 varianty hloubkového dlátového kypření půdy v kombinaci se zapravením NP hnojiva do požadované hloubky půdního profilu (T3 a T4). Jednotlivé varianty byly vedeny na pokusných dílcích o výměře 0,6 ha (250 x 24 m). Přehled variant je uveden v tabulce 1.

U každé z variant byly sledovány vybrané fyzikální a chemické vlastnosti půdy (před základním zpracováním a 35 dnů po zasetí kukuřice), odběr živin rostlinami v průběhu vegetačního období, výnos a kvalita silážní hmoty.



Tabulka 1: Přehled variant polního pokusu pro dílčí etapu E01

| Varianta | Popis varianty |
|----------|--|
| K1 | Standardní technologie – orba do hloubky 25 cm |
| K2 | Standardní technologie – orba do hloubky 25 cm + aplikace NP hnojiva před setím na povrch půdy (52 kg N.ha ⁻¹ , 28 kg P ₂ O ₅ .ha ⁻¹) |
| T1 | Zpracování půdy hloubkovým kypřičem Terraland do hloubky 35 cm |
| T2 | Zpracování půdy hloubkovým kypřičem Terraland do hloubky 35 cm + aplikace NP hnojiva před setím na povrch půdy (52 kg N.ha ⁻¹ , 28 kg P ₂ O ₅ .ha ⁻¹) |
| T3 | Zpracování půdy hloubkovým kypřičem Terraland do hloubky 35 cm + aplikace NP hnojiva do půdního profilu do hloubky 15 cm (52 kg N.ha ⁻¹ , 28 kg P ₂ O ₅ .ha ⁻¹) |
| T4 | Zpracování půdy hloubkovým kypřičem Terraland do hloubky 35 cm + aplikace NP hnojiva do půdního profilu do hloubky 25 cm (52 kg N.ha ⁻¹ , 28 kg P ₂ O ₅ .ha ⁻¹) |

Nová technologická linka - tažený předseťový kompaktor Swifter v propojení se zásobníkem hnojiva BEDNAR FERTI-BOX Front FB 2000 - byla testována na jaře 2017 při předseťové přípravě půdy k jarnímu ječmeni v rámci 3-variantního poloprovozního polního pokusu na lokalitě Udánky. Varianta 1 odpovídala aktuálně používané technologii, varianty 2 a 3 vycházely z nové technologické linky založené na předseťovém kompaktoru Swifter. Jednotlivé varianty byly vedeny na pokusných dílcích o výměře 0,96 ha (400 x 24 m), přehled variant je uveden v tabulce 2.

Hlavními sledovanými znaky byly: Stav seťového lůžka, hloubka uložení osiva a hloubka odnožovacího uzlu, odběry živin porostem v průběhu vegetace, výnos zrna, základní parametry sladovnické jakosti.

Tabulka 2: Přehled variant polního pokusu pro dílčí etapu E02

| Varianta | Popis varianty |
|----------|--|
| 1 | Stávající technologie předseťové přípravy půdy (smyk + brány), předseťové hnojení na povrch půdy (klasické rozmetadlo) |
| 2 | Předseťová příprava novým kompaktozem Swifter, předseťové hnojení na povrch půdy (klasické rozmetadlo) |
| 3 | Předseťová příprava novým kompaktozem Swifter, předseťové hnojení v agregaci s přípravou půdy (BEDNAR FERTI-BOX Front FB 2000), uložení hnojiva do hloubky 5 cm. |

V rámci etapy E03 byl porovnáván vliv pásového a kolového traktoru na utužení půdy. Měření byla prováděna na lokalitě Kunčina, pozemku Za farmou při přípravě půdy před setím kukuřice na siláž 24. 4. 2017. Penetrometrický odpor byl měřen jak ve stopách pneumatik (pásů), tak z míst mimo pojezd techniky. Doplnkově byly stanoveny fyzikální vlastnosti půdy u vzorků odebraných z hloubek 0 – 30 cm a 30 – 60 cm (Kopeckého válečky). Také v tomto případě ze stop po pneumatikách (pásech) i z míst mimo pojezd techniky. Byl odkryt půdní profil do hloubky 60 cm a pořízena fotodokumentace.

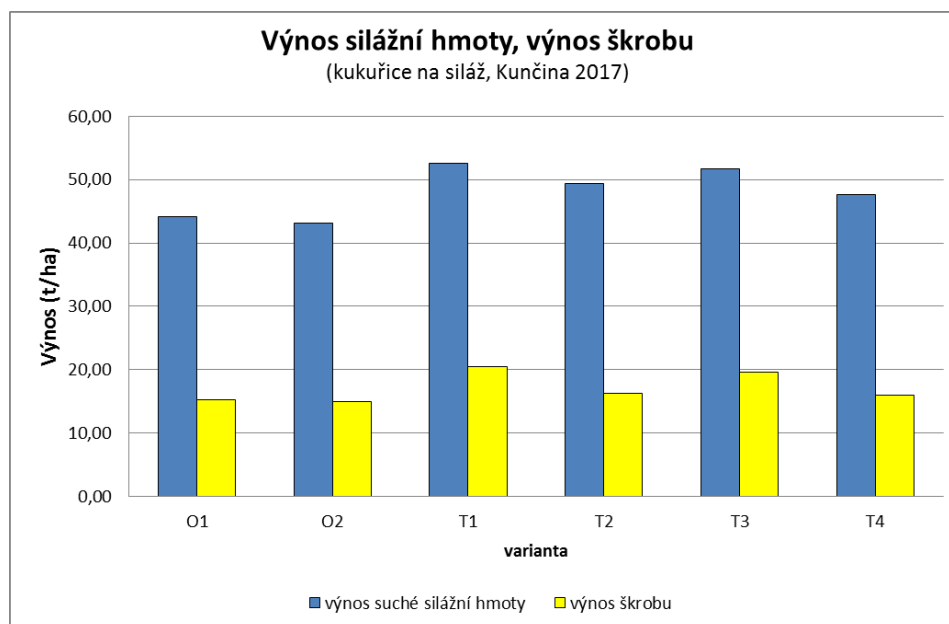


Výsledky

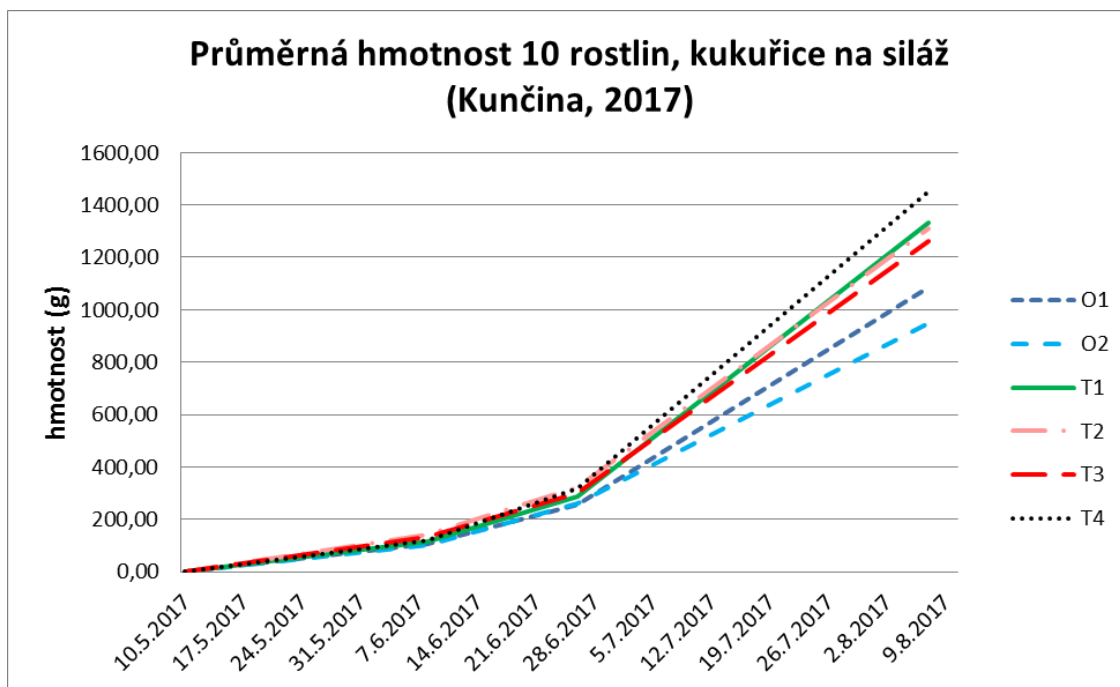
U nové technologie zpracování půdy hloubkovým dlátovým kypřičem bylo dosaženo prokazatelně vyšších výnosů silážní hmoty kukuřice v porovnání se stávající technologií zpracování půdy orbou (obr. 1). Rozdíly v růstu a vývoji rostlin byly patrné již od prvních odběrů vzorků rostlin v termínu 35 dnů po zasetí (8. 6. 2017, BBCH 16-17) a udržely se po celé vegetační období, až do sklizně.

Vliv přihnojení fosforečnými hnojivy se na konečném výnosu ani kvalitě silážní hmoty průkazně neprojevil. Profilová aplikace NP hnojiva nicméně přispěla k lepšímu počátečnímu vývoji rostlin. Nejvyšší obsah fosforu v rostlinách byl v BBCH 16-17 zjištěn na variantách T3 (0,27 %) a T4 (0,30 %), nejnižší na variantách bez aplikace NP hnojiva (O1 = 0,21 %; T1 = 0,20 %). Rovněž v BBCH 34 byl nejvyšší obsah fosforu u vzorků z variant T3 (0,27 %) a T4 (0,23 %) a nejnižší na variantách T1 (0,19 %) a O1 (0,17 %). Při profilové aplikaci NP hnojiva se hloubka 15 cm jeví v podmínkách daného zemědělského podniku jako dostačující.

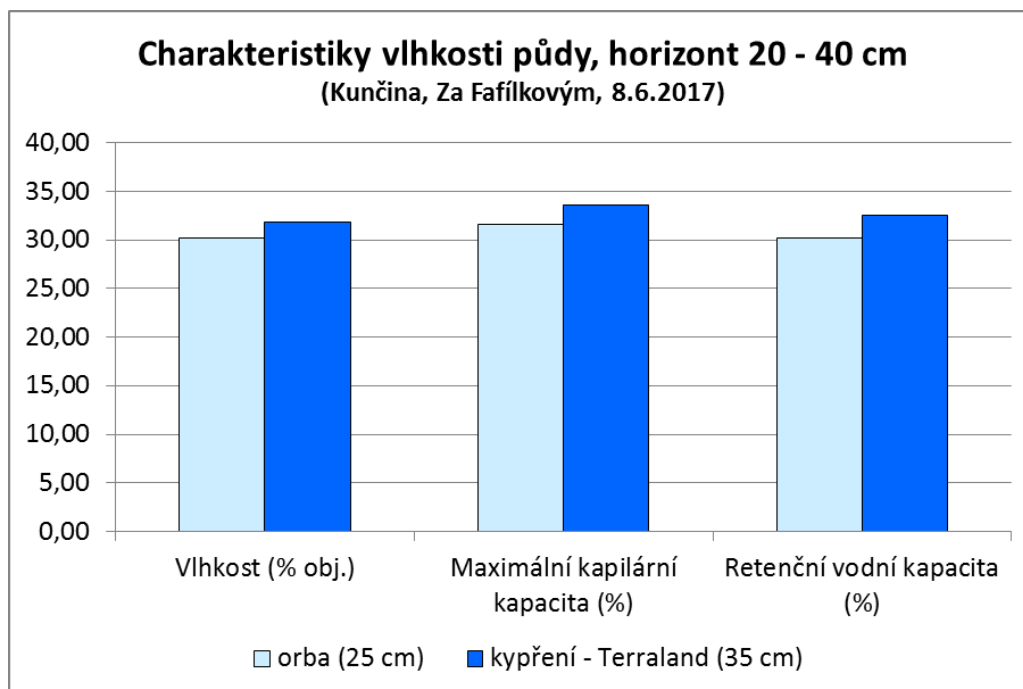
Fyzikální vlastnosti půdy se v závislosti na způsobu zpracování půdy významně nelišily. Vyšší hodnoty pórovitosti, absolutní a maximální vzdušnosti ve svrchním horizontu (0 – 20 cm) byly zjištěny u vzorků po orbě, což je dáno intenzivnějším prokypřením této vrstvy. Za zmínku stojí vyšší hodnoty vlhkosti a retenční vodní kapacity v hloubce 20 – 40 cm po zpracování hloubkovým dlátovým kypřičem. Byť jsou rozdíly na první pohled malé, prokypření hlubších vrstev půdy podporuje zasakování srážek a akumulaci vody v podzemí. Tato vláha pak může být k dispozici rostlinám v období přisušků.



Obr. 1: Výnosy silážní hmoty a škrobu na pokusných variantách



Obr. 2: Průměrná suchá hmotnost 10 rostlin kukuřice na siláž na pokusných variantách (O1, O2, T1, T2, T3, T4), Kunčina 2017



Obr. 3: Vliv zpracování půdy (orba na hloubku 25 cm vs. zpracování půdy kypříčem do hloubky 35 cm) na vlhkost půdy v horizontu 20 – 40 cm (Kunčina, Za Fafilkovým, 2017)



Hodnocení stavu seťového lůžka proběhlo těsně před výsevem jarního ječmene 29. 3. 2017. Po předseťové přípravě půdy stávajícími technologiemi (smyk + brány) byl povrch půdy suchý, rovný, místy mírně zvlněný, jak je charakteristické pro povrch pozemku upravený vláčením. Seťové lůžko bylo vlhké, utužená vrstva se nacházela se hloubce 3 – 6 cm. Vlhkost vzlínala do vrstvy cca 2 – 3 cm pod povrchem půdy. Po přípravě půdy novým kompaktozem Swifter (ověřovaná technologie) byl povrch půdy suchý, rovný, s drobtovitou strukturou, místy se na povrchu nacházely větší půdní agregáty. Seťové lůžko bylo vlhké, utužená vrstva se nacházela se hloubce 3 – 4 cm. Vlhkost vzlínala do vrstvy cca 1 – 2 cm pod povrchem půdy.

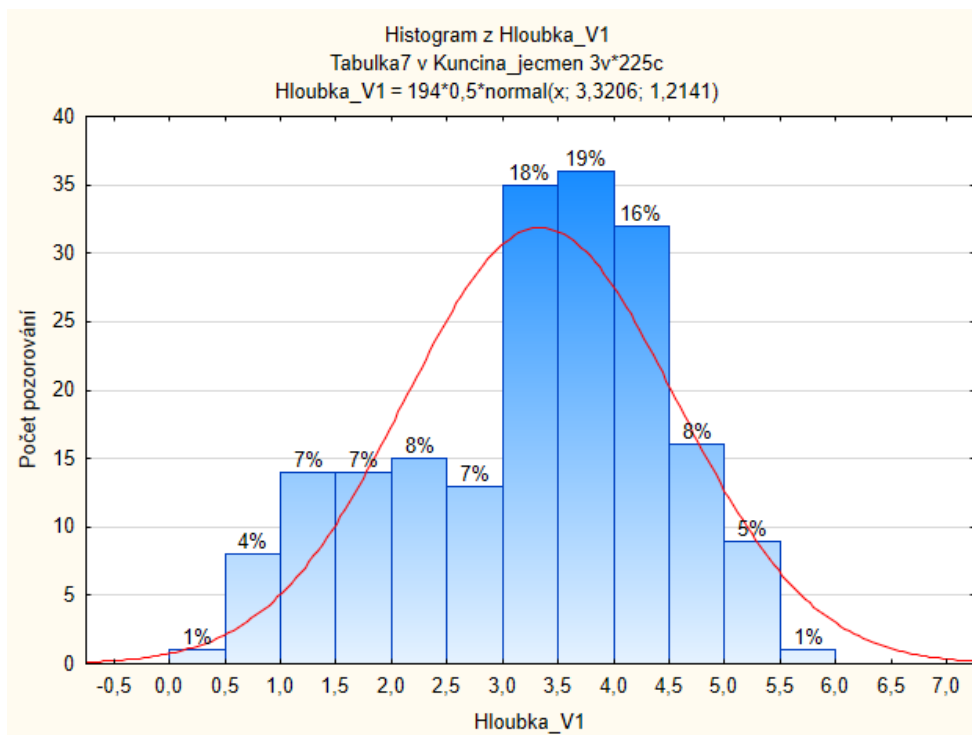
Při srovnání obou variant bylo seťové lůžko po přípravě kompaktozemem subjektivně vlhčí, hloubka seťového lůžka (poloha utužené vrstvy) rovnoměrnější. Vybrané fyzikální vlastnosti půdy v hloubkách 0 – 5 cm, 5 – 30 cm a 30 – 60 cm jsou uvedeny v tabulce 3. Také z těchto údajů je patrné, že výsledky ověřované technologie jsou blíže požadavkům na stav seťového lůžka (nakypřená vrchní vrstva, mírně utužená vrstva pod ní, která zajišťuje vzlínání vody k semenům).

Tabulka 3: Fyzikální vlastnosti půdy po provedené předseťové přípravě (Kunčina, 29. 3. 2017)

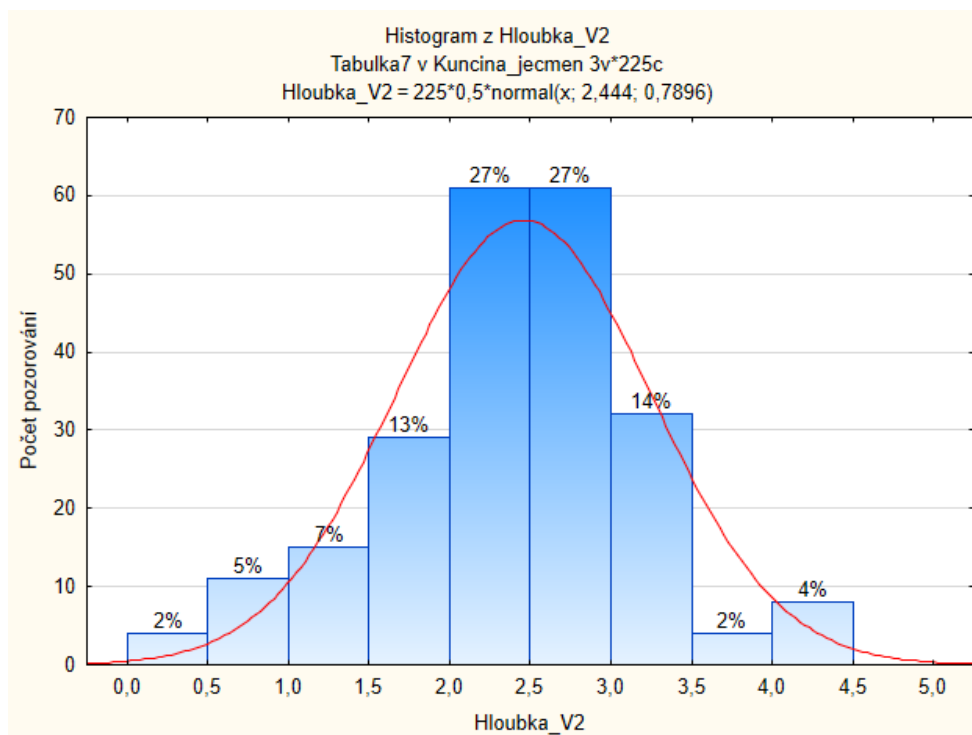
| Varianta | Hloubka | Objemová hmotnost redukována | Pórovitost | Objem nekapilárních pórů | Vlhkost objemová | Retenční vodní kapacita |
|--|---------|------------------------------|------------|--------------------------|------------------|-------------------------|
| | (cm) | (g/cm ³) | (%) | (%) | (%) | (%) |
| 1 - Stávající technologie: smyk + brány | 0 - 5 | 1,13 | 57,40 | 18,15 | 17,95 | 28,20 |
| | 5 - 30 | 1,36 | 48,50 | 11,45 | 28,55 | 31,25 |
| | 30 - 60 | 1,61 | 40,24 | 6,59 | 31,20 | 32,50 |
| 2 – Ověřovaná technologie - nový kompaktozem Swifter | 0 - 5 | 1,05 | 59,95 | 20,10 | 19,70 | 29,15 |
| | 5 - 30 | 1,39 | 47,16 | 9,16 | 30,80 | 32,50 |
| | 30 - 60 | 1,59 | 39,27 | 4,92 | 31,25 | 31,65 |

Procentické rozdělení hloubky uložení osiva je znázorněno na histogramech na obrázcích 4 a 5. U stávající technologie bylo 53 % semen umístěno v hloubce 3,0 – 4,5 cm. V požadované hloubce setí (2,0 – 3,0 cm) to bylo pouhých 15 %. Příliš blízko k povrchu (0 – 1,5 cm) bylo umístěno 12 % semen, příliš hluboko (více jak 5,0 cm) pak 6 %. U nové technologie byl největší podíl semen (54 %) umístěn v požadované hloubce setí 2,0 – 3,0 cm. Příliš blízko k povrchu (0 – 1,5 cm) bylo umístěno 14 % semen, příliš hluboko uložená semena (více jak 5,0 cm) nebyla zjištěna.

Celkově lze konstatovat, že nová technologie předseťové přípravy půdy vytváří lepší předpoklady pro úspěšné založení porostů jarních obilnin.



Obr. 4: Histogram rozložení hloubky uložení osiva jarního ječmene – stávající technologie předseťové přípravy půdy (smyk + brány). Kuncina, Udánky, 2017



Obr. 5: Histogram rozložení hloubky uložení osiva jarního ječmene – ověřovaná technologie předseťové přípravy půdy (nový kompaktor Swifter). Kuncina, Udánky, 2017

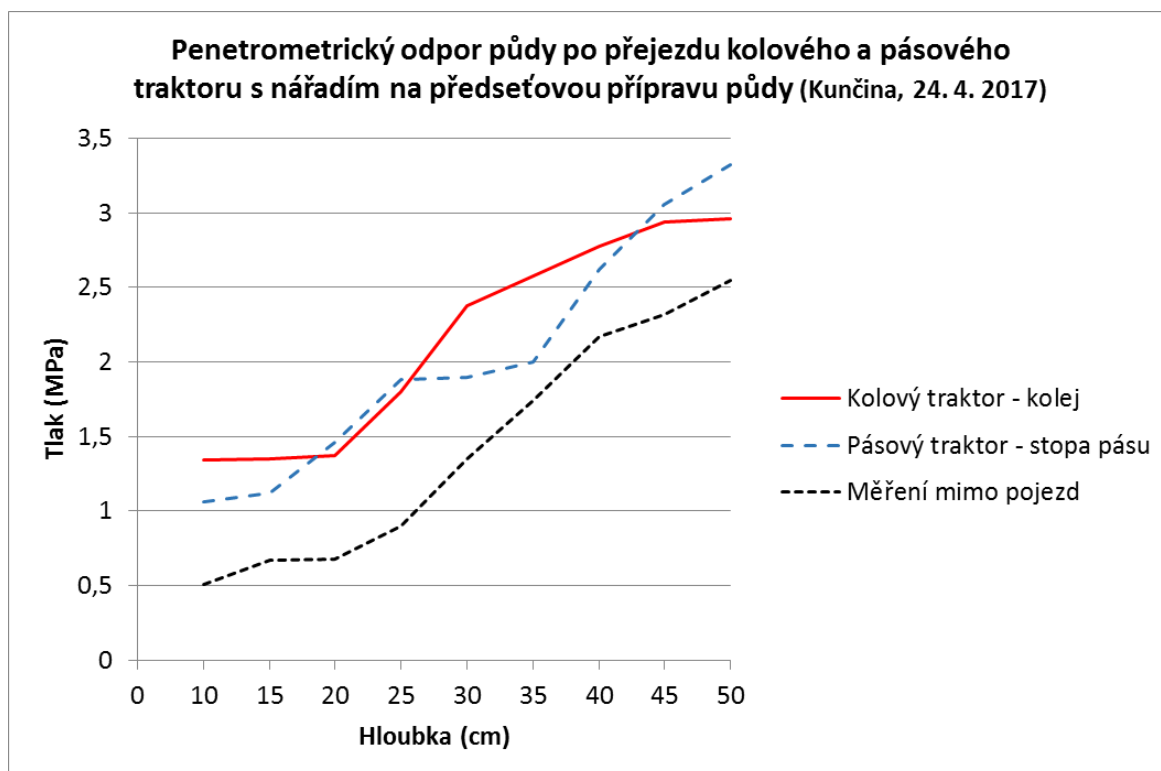


Za účelem porovnání vlivu pojezdů kolovým a pásovým traktorem na utužení půdy byla provedena penetrometrická měření doplněná odběry půdních vzorků (Kopeckého válečky). Měření proběhla 24. 4. 2017 na lokalitě Kunčina, pozemek Za farmou, při předseťové přípravě půdy pro kukuřici na siláž, oba traktory měly připojeno shodné nářadí na přípravu půdy (kompaktor). Hmotnost nově pořizovaného pásového traktoru činí cca 17 000 kg. Kolový traktor o stejné hmotnosti a výkonu nebyl k dispozici, pro porovnání byl tedy vybrán stroj, který se svými parametry nově pořizovanému traktoru nejvíce blížil. Hmotnost tohoto stroje činí cca 14 000 kg.

Z obou porovnávaných strojů byl k půdě šetrnější pásový traktor, a to i přes vyšší hmotnost. Vztáhneme-li zjištěné hodnoty penetrometrického odporu na jednotku hmotnosti stroje, vychází z tohoto srovnání nová technologie s využitím pásového traktoru ještě o něco lépe (viz tabulka 4). Průběh penetrometrického odporu v hloubkách 10 – 50 cm je znázorněn v grafu na obrázku 6.

Tabulka 4: Penetrometrický odpor půdy v pojezdových kolejích přepočtený na 1 kg hmotnosti traktoru, Kunčina, pozemek Za farmou, 24. 4. 2017

| | Hloubka (cm) / tlak přepočtený na 1 kg hmotnosti traktoru (Pa) | | | | | | | | |
|-----------------------|--|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| Kolový traktor | 95,71 | 96,43 | 98,21 | 128,57 | 170,00 | 184,29 | 198,57 | 210,00 | 211,43 |
| Pásový traktor | 62,35 | 65,88 | 85,88 | 110,59 | 111,76 | 117,65 | 154,12 | 180,00 | 195,29 |



Obr. 6: Srovnání penetrometrického odporu půdy po průjezdu kolového a pásového traktoru



Závěry a doporučení

Půdní podmínky lokality jsou převážně dobré, typově se jedná o kvalitní luvizemní půdu na sprašové hlíně. Fyzikální vlastnosti lze označit za velmi dobré, nejsou limitujícím faktorem dosahování předpokládaných výnosů. Z hlediska půdních vlastností je třeba věnovat dlouhodobou pozornost kritickým faktorům, kterými jsou zejména:

- nízká kvalita humusu, způsobená nízkým poměrem C/N,
- nízký obsah fosforu,
- nedostatečné zastoupení draslíku, vápníku a hořčíku na sorpčním komplexu.

Nová technologie zpracování půdy inovativním hloubkovým kypřičem byla úspěšně ověřena u kukuřice na siláž.

- Bylo dosaženo prokazatelně vyšších výnosů silážní hmoty kukuřice v porovnání se stávající technologií zpracování půdy orbou.
- Profilová aplikace NP hnojiva přispěla k lepšímu počátečnímu vývoji rostlin. Uložení hnojiva do hloubky 15 cm se v podmínkách daného zemědělského podniku jeví jako dostačující.
- Prokypření hlubších vrstev půdy podporuje zasakování srážek a akumulaci vody v podorníci. Tato vlaha pak může být k dispozici rostlinám v období kratších přisušků.

Nová technologie předset'ové přípravy půdy, založená na využití kompaktoru Swifter, vytváří lepší předpoklady pro úspěšné založení porostů jarních obilnin. Lepší výchozí podmínky se příznivě projeví na stavu porostů nejen v raných vývojových fázích, ale ještě v době konce sloupkování a v metání. Byla zjištěna nejen vyšší suchá hmotnost rostlin z jednotky plochy, ale také lepší výživný stav porostů.

Zapravení hnojiva do hloubky 5 cm v jedné operaci s předset'ovou přípravou půdy lze pozitivně hodnotit hlavně z pohledu úspory času a nákladů v důsledku agregace mechanizovaných prací do jedné operace. Byl zaznamenán i pozitivní vliv na růst a vývoj porostů jarního ječmene v raných růstových fázích.

Technologie pěstování jarního ječmene bude třeba upravit s ohledem na ochranu vytvořeného vyššího výnosového potenciálu. Nejlépe na základě využití některého ze systémů rozhodovacích pravidel.

Z hlediska získaných výsledků se jako vhodné jeví také pořízení nového pásového traktoru, jakožto náhrady za stávající kolový traktor. V porovnání s kolovým traktorem byl pásový traktor k půdě šetrnější, a to i přes vyšší hmotnost. Vztáhneme-li zjištěné hodnoty penetrometrického odporu na jednotku hmotnosti stroje, vychází z tohoto srovnání nová technologie s využitím pásového traktoru ještě o něco lépe. Náhrada klasických kolových traktorů traktory pásovými může částečně přispět ke zmírnění problémů s technogenním ztuhnutím půdy, je ale třeba adekvátně využít jejich (vyšší) výkon, resp. tažnou sílu, např. volbou vhodného nářadí.

Při adekvátním využití vyššího výkonu a tažné síly lze od pořízení pásového traktoru reálně očekávat i další přínosy: snížení počtu pojezdů a celkové plochy pojezdových kolejí při předset'ové přípravě půdy; dodržení optimální pracovní rychlosti nových strojů na přípravu půdy a tím lepší výsledky základního i předset'ového zpracování půdy; úsporu pohonných hmot a zvýšení efektivní výkonnosti.

Při testování nových technologií bylo v mnoha ohledech dosaženo lepších výsledků, než u technologií stávajících, dosud v podniku používaných. Tyto výsledky, i s přihlédnutím ke zjištění jiných autorů, dostatečně potvrzují prospěšnost investic do pořízení inovativních technologií.