

Vliv inovačních technologií pluhů na ekonomiku orby

IMPACT OF INNOVATIVE PLOUGH TECHNOLOGIES ON TILLAGE ECONOMY

Adam Polcar, Jiří Čupera, Lukáš Renčín, František Bauer
Ústav techniky a automobilové dopravy, Mendelova univerzita v Brně

Pěstování cukrové řepy se v posledních letech, v porovnání s minulostí, věnuje omezený okruh pěstitelů. Současně se zvýšily její výnosy, zdokonalila se pěstební technologie a rozšířily se další možnosti jejího využití. Cukr a bioetanol jsou důležitými komoditami světového trhu, jsou pod silným tlakem globalizace. Každý, kdo se pěstování cukrové řepy věnuje a v tomto oboru investuje, potřebuje základní orientaci v pravidlech a trendech (1).

Orba má v pěstební technologii cukrové řepy důležitou roli. Je významná v boji proti plevelům, chorobám i škůdcům a lze ji jen obtížně nahradit. Je rovněž nevhodnější k zapravení organických hnojiv do půdního profilu; organické hnojení (nejvhodnější jsou hnůj a kompost) je nezbytnou součástí systému výživy a hnojení cukrové řepy. Orba je však energeticky náročná, poslání plní jen za příznivé půdní vlhkosti.

Dnes mají zemědělci k dispozici traktory a kypřiče schopné provést nakypření bez obrácení ornice, levněji a rychleji. Pouhým kypřením půdy ovšem dochází jen k minimálnímu zapravení rostlinných zbytků. Nezapravený biologický materiál představuje skrytý potenciál masivního výskytu chorob i škůdců, kteří přežívají na rostlinných zbytcích. Pro udržení kvalitního porostu cukrové řepy je pak nutné přistoupit k nadměrnému používání pesticidů, což vede opět ke zvýšení finančních nákladů (2).

Klasická orba má na některých půdách stále svou nezastupitelnou úlohu, zejména při zapravení statkových hnojiv a posklizňových zbytků. Hloubka orby nebo kypření půdy k cukrové řepě se pohybuje okolo 30 cm (3). Pro kvalitu orby je rozhodující příznivá půdní vlhkost. Trvalý nárůst ceny nafty, ale i ceny práce zvyšuje rozdíly v nákladech mezi konvenčními technologiemi a technologiemi využívající v různé míře minimalizační prvky. Ekonomické faktory mají při každém podnikání rozhodující roli. Snížení spotřeby nafty a snížení pracovního času bylo hlavním důvodem pro zavádění nových technologických postupů zpracování půdy. Základním cílem každého technologického postupu je co nejkvalitněji založit porost. Při zaměření pozornosti na minimalizační půdoochranné technologie, které procházejí dynamickým vývojem, nelze přehlédnout skutečnost, že i technologie zpracování půdy využívající orbu procházejí vývojem. V oblasti technického zajištění pracovních operací v konvenčních technologiích znamenají významný přínos inovace oboustranných otočných pluhů a přidavných zařízení k těmto pluhům, jako jsou trakční válce.

Účelem tohoto příspěvku není propagace orby, rozhodnout zda orat, nebo využívat minimalizační technologie při zpracování půdy. V příspěvku chceme poukázat na nové inovační trendy v konstrukci pluhů, které, jak bylo provedeným měřením prokázáno, zvyšují efektivitu orby.

Trakční válce, dle údajů výrobce, dotěžují zadní nápravu traktoru, jedná se o dotížení přibližně 1 100 kg. Tím dochází efektivnějšímu přenosu hnací síly z kol na podložku. Dalším příznivým faktorem je nižší prokluz. Nižší prokluz prakticky znamená snížení spotřeby nafty se současným zvýšením výkonnosti orební soupravy.

V zemědělské praxi stále přetrvává názor, že kola orajícího traktoru, která se pohybují po dně brázdy, nežádoucím způsobem ztuhují podomíči, a tím vytváří utuženou vrstvu bránící vsakování dešťové vody. Toto tvrzení nemusí vždy platit, jak bude v tomto příspěvku dokázáno. Trakční válce dotěžují zadní nápravu traktoru, ovšem ne tak, jak tvrdí někteří uživatelé. Jak bylo měřením zjištěno, trakční válce vyrovnávají adhezni zatížení zadních kol traktoru.

Před vlastní orbou bylo provedeno měření, které ukázalo rozdílnost v zatížení zadních kol traktoru. Zkoušený pluh Pöttinger SERVO 6.50 je, proti klasické konstrukci závěsu, opatřen hydraulickým válcem umístěným mezi rámem a stojánkem závěsu (obr. 1.). Jedná se o návěsný osmiradličný

Obr. 1. Trakční válec – 8radličný otočný pluh Pöttinger 6.50 PLUS NOVA 8 SCH



otočný pluh s automatickým hydropneumatickým jištěním orebních těles. Závěs pluhu je na stojánku opatřen hydraulickým válcem, který umožňuje přenesení části hmotnosti pluhu při orbě, na podvozek traktoru. Do válce je možno z vnějšího hydraulického okruhu přivést olej o tlaku až 150 bar. Po nastavení tlaku se přívod oleje uzavře kulovým kohoutem. Hydraulický okruh válce je opatřen vzdušníky, které umožňují při orbě kopírování nerovností terénu s minimálním kolísáním tlaku. Uvedená konstrukce umožňuje, během práce orební soupravy, přenést část tíhy pluhu na podvozek traktoru. Tím dojde k regulovanému dotížení hnacích kol, což vede ke zvýšení tahové síly traktoru a poklesu prokluzu kol. Vážením (obr. 2.) bylo zjištěno, že při zvýšení tlaku ve válci z 0 na 150 barů, u pluhu v pracovní poloze, dojde k dotížení zadní nápravy traktoru o 980 kg. Pokud jde o rozložení hmotnosti na jednotlivá kola, záhonové kolo traktoru bylo dotíženo o hodnotu 840 kg, zatímco brázdové kolo pouze o 140 kg. Přírůstek tíhy připadající na zadní kola traktoru je zřejmý z obr. 3. Při jízdě traktoru v brázdě je hmotnost traktoru připadající na brázdové kolo vyšší než na kolo záhonové. Z provedeného vážení soupravy je zřejmé, že použití hydraulického trakčního válce na závěsu zkoušeného pluhu vede k vyrovnání tíhy připadající na brázdové a záhonové kolo, to se projeví při orbě ve vyrovnání prokluzu obou kol.

Materiál a metody

Pro měření v terénu byla použita orební souprava tvořená traktorem Claas Axion 850 Cebis v agregaci s osmiradličným poloneseným pluhem Pöttinger 6.50 PN 8 SCH. Motor traktoru disponoval s maximálním výkonem 194 kW, počet motohodin byl 310, jmenovitě otáčky motoru 2150 min^{-1} ; převodovka byla Hexashift, mechanická, 6° násobič, 4 stupně synchronizované; pneumatiky na zadní nápravě byly Trelleborg TM 900 650/85 R38, tlak 1,5 bar, na přední nápravě Trelleborg TM 900 600/70 R30, tlak 1,8 bar. Hmotnost traktoru byla 11 760 kg; na zadní nápravě 5 763 kg (49 %), na přední nápravě 5 997 kg (51 %).

Obr. 2. Vážení orební soupravy na nájezdových vahách



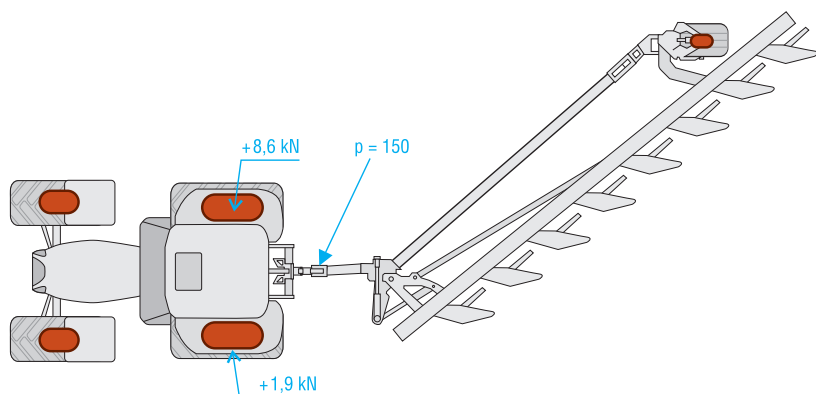
Hmotnost pluhu byla 4 350 kg. Závěs pluhu byl na stojánku opatřen trakčním hydraulickým válcem. Měření probíhala ve středisku Jiřice u Miroslavi v okrese Znojmo, a to na pozemku

**Děkujeme za spolupráci a přejeme
pokojné Vánoce a vše dobré do nového roku 2019**

Vít Bittner Josef Migdaň Miloslav Macháček Bohumil Herčík

MARIBO®
your partner in sugar beet...

Obr. 3. Přírůstek tíhy na zadní kola traktoru vlivem trakčního válce na závěsu pluhu



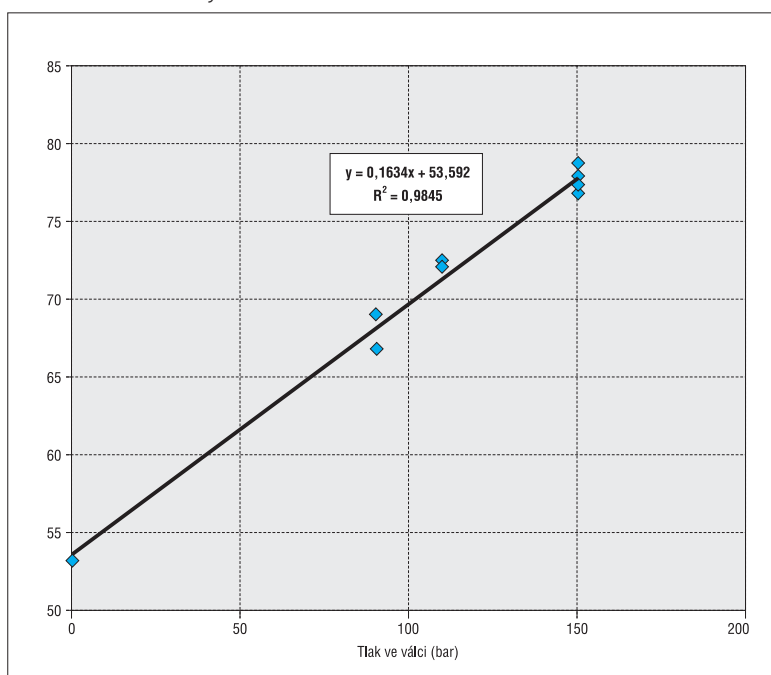
Obr. 4. Orební souprava traktoru CLAAS Axion 850 s 8radličným otočným pluhem Pöttinger 6.50 PLUS NOVA 8 SCH



Obr. 5. Tenzometrický snímač síly Hottinger (HBM) v horním táhle TBZ



Obr. 6. Závislost síly v horním táhle F_h na tlaku v trakčním válci



Za koupalištěm v lokalitě Damnice. Půda zde byla hlinitá, půdotvorným substrátem spraš. Předplodinou byla řepka ozimá, po níž následovala orba. Během zkoušek byly odebrány vzorky pro stanovení vlhkosti zpracovávané půdy, průměrná hmotnostní vlhkost půdy byla 20,4 %.

Traktor při měření pracoval s plnou dávkou paliva, režim převodovky udržoval motor v rozsahu otáček 1 600–1 800 min^{-1} . Všechna měření byla prováděna na polohovou regulaci tříbodového závěsu traktoru. Při zkouškách byla měřena síla v horním táhle tříbodového závěsu traktoru tenzometrickým snímačem HBM (obr. 5.).

Naměřené síly byly zobrazeny v závislosti na tlaku v trakčním válci závěsu pluhu (obr. 6.). V uvedeném grafu je prokázána přímá závislost síly v horním táhle tříbodového závěsu traktoru na změně tlaku v trakčním válci pluhu.

Výsledky a diskuze

Měřením bylo zjištěno rozdílné zatížení záhonového a brzdového kola v důsledku změny tlaku v hydraulickém válci, což se projevilo v energetických a výkonnostních parametrech měřené orební soupravy. S rostoucím tlakem v trakčním válci rostla síla v horním táhle, a tím také zatížení zadní nápravy traktoru. Dotížení zadní nápravy bylo rozdílné, což bylo dokumentováno vážením na rovné betonové ploše (obr. 2. a obr. 3.). Měřením prokluzů zadních kol traktoru při orbě v závislosti na změně tlaku v trakčním válci byl zjištěn prokazatelný rozdíl prokluzů mezi záhonovým a brzdovým kolem traktoru (obr. 7. a obr. 8.).

Výsledky měření ukazují, že trakční válec snižuje prokluz kola jedoucího po záhoně. Proto lze vyslovit myšlenku, že tlak v hydraulickém válci na pluhu při orbě dotěžuje více kolo pohybující se po záhoně než kolo v brázdě. Názor, že při orbě brázdové kolo nežádoucím způsobem zhutňuje podorničí, tak nemusí vždy platit. Uvedené zjištění je pozitivní, protože u návěšných pluhů, které nejsou vybaveny trakčním válcem, je kolo orajícího traktoru pohybující se v brázdě více zatíženo než kolo pohybující se po záhoně (4).

Efektivní hektarová spotřeba

Po hodnocení prokluzu následovalo hodnocení naměřené hektarové spotřeby paliva Q_e při různých tlacích v trakčním válci. Naměřena průměrná hektarová spotřeba byla při odpojeném trakčním válci $19,3 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$. Průměrná hodnota hektarové spotřeby paliva Q_e pro tlaky 9–15 MPa byla $16,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ (obr. 9.). Z naměřených hodnot vyplývá, že průměrná úspora pro uvedené tlaky činí $2,8 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$. Vyjádřeno procenticky, vezmeme-li za základ měření se zapojeným trakčním válcem pro tlaky 9–15 MPa, je úspora 17 %.

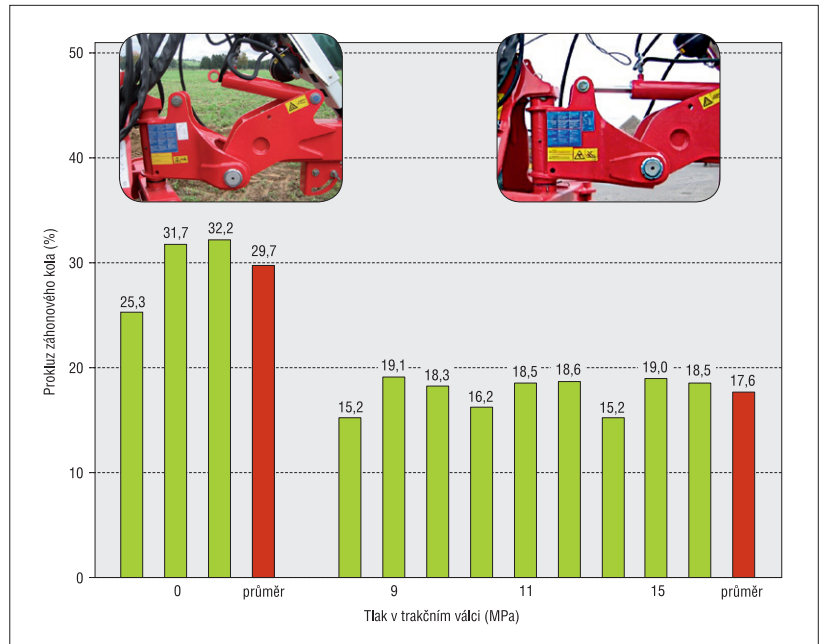
Efektivní výkonnost

Dalším hodnoceným parametrem orební soupravy byla efektivní výkonnost W_e , což je výkonnost dosahovaná v čase práce bez uvažování ztrátových časů. V grafu na obr. 10. je vynešena výkonnost při různých tlacích v trakčním válci. Dotížení zadní nápravy vede ke snížení prokluzu, tím se snižuje ztráta rychlosti orební soupravy a logicky roste výkonnost. Průměrná hektarová efektivní výkonnost W_e při odpojeném trakčním válci byla $2,4 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$ a průměrná efektivní výkonnost pro tlaky 9–15 MPa pak byla $2,8 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$. Vezmeme-li za základ měření se zapojeným trakčním válcem pro tlaky 9–15 MPa, dojde k navýšení výkonnosti o 16,6 %.

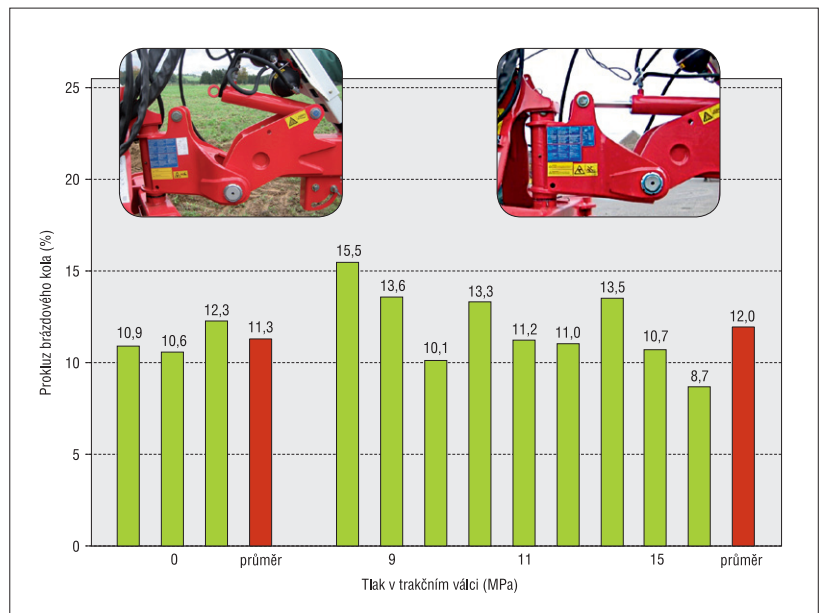
Závěr

Při orbě prováděné klasickými polonesenými pluhy dochází v důsledku vyššího adhezního zatížení kola v brázdě k nerovnoměrnému přenosu hnacího momentu motoru. Kolo v brázdě je více zatíženo a vyvozuje vyšší měrný tlak přímo na podorniční vrstvu, což může mít za následek nežádoucí zhutnění podorničí. Měření, která jsme prováděli s polonesenými pluhy vybavenými trakčními posilovači dokazují, že aktivní trakční posilovač mění rozložení adhezních sil na zadní most traktoru, v důsledku čehož se zatížení obou kol vyrovnává. Zadní kola traktoru vyvozuji stejnou hnací sílu na půdu, zadní náprava je stejně zatěžována, což pozitivně ovlivňuje životnost zadního mostu traktoru. Vyrovnání adhezního zatížení zadních kol traktoru má na ekonomiku orby pozitivní vliv, dochází k rovnoměrnému přenosu sil z kol na půdu, snižuje se prokluz

Obr. 7. Prokluz záhonového kola (orební souprava traktoru Claas 850 Axiom s pluhem Pöttinger 6.50 PLUS NOVA), trakční válec odpojen – průměrný prokluz 29,7 %, trakční válec tlak 9–15 MPa – průměrný prokluz 17,6 %



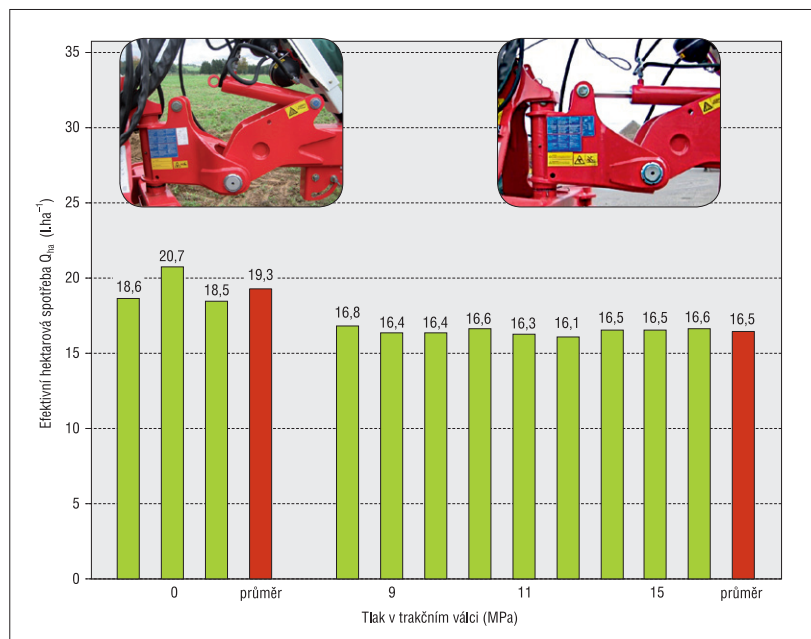
Obr. 8. Prokluz brázdového kola (orební souprava traktoru Claas 850 Axiom s pluhem Pöttinger 6.50 PLUS NOVA), trakční válec odpojen – průměrný prokluz 15,5 %, trakční válec tlak 9–15 MPa – průměrný prokluz 12,0 %



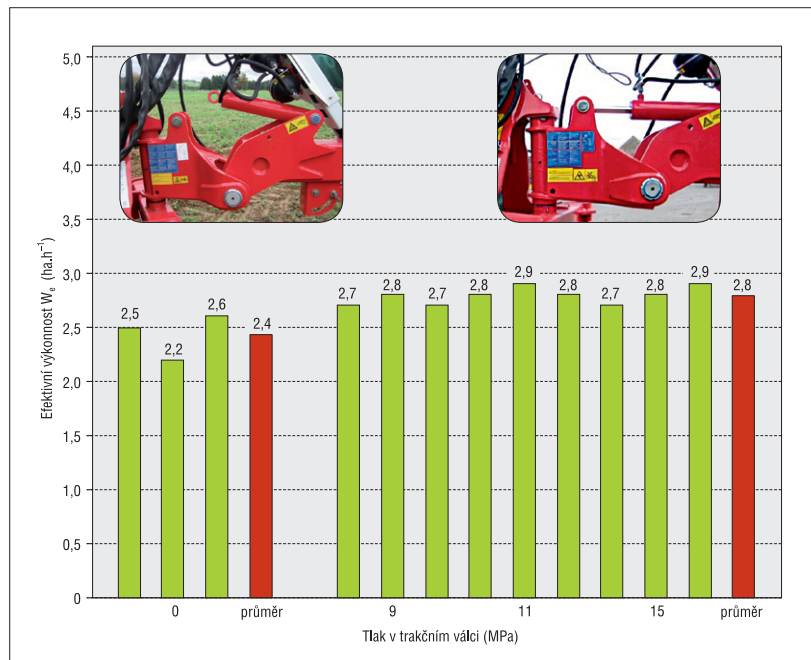
i spotřeba nafty a zvyšuje se výkonnost. Nový konstrukční prvek, jakým je trakční posilovač u návěšných pluhů, prokazuje svou praktickou účelnost. Výsledky testování jasně dokládají účinnost posilovače trakce, která se projeví v nižší energetické náročnosti orby a vyšší výkonnosti.

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu IGA (Interní grantová agentura Agronomické fakulty MENDELU): Transformace prostorových sil a momentů v třibodovém závěsu v závislosti na nastavení hydraulického systému traktoru, č. AF-IGA-IP-2017/039.

Obr. 9. Efektivní hektarová spotřeba (orební souprava traktoru Claas 850 Axion s pluhem Pöttinger 6.50 PLUS NOVA), trakční válec odpojen – průměrná efektivní spotřeba $19,3 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$, trakční válec tlak 9–15 MPa – průměrná efektivní spotřeba $16,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$



Obr. 10. Efektivní hektarová výkonnost (orební souprava traktoru Claas 850 Axion s pluhem Pöttinger 6.50 PLUS NOVA), trakční válec odpojen – průměrná efektivní výkonnost $2,4 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$, trakční válec tlak 9–15 MPa – průměrná efektivní výkonnost $2,8 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$



Souhrn

Cílem příspěvku je poukázat na nové inovační trendy v konstrukci pluhů, zejména na trakční válce. Dle údajů výrobců je možné díky trakčním válcům dotížit zadní nápravu traktoru, a tím zvýšit přenos hnací síly z kol na podložku. Pro zjištění vlivu trakčního válce na výstupní parametry soupravy byla provedena experimentální měření s traktorem traktor Claas Axion 850 Cebis (194 kW) v agregaci s osmi-

radličným poloneseným pluhem Pöttinger 6.50 PN 8 SCH. Výsledky měření ukázaly, že využívání tohoto konstrukčního řešení má pozitivní vliv na ekonomiku orby a výkonnost soupravy. Další výhody lze spatřit ve změně rozložení adhezních sil na zadní most traktoru, v důsledku čehož se zatížení obou kol vyrovnává. Zadní kola traktoru vyvozují stejnou hnací sílu na půdu, zadní náprava je tak stejně zatěžována, což pozitivně ovlivňuje nejenom životnost zadního mostu traktoru, ale také snižuje zatížení kola jedoucího v brzdě.

Klíčová slova: trakční válec, orba, zatížení kol, výkonnost, spotřeba paliva.

Literatura

1. CHOCHOLA, J.: *Průvodce pěstováním cukrové řepy*. KWS Osiva Řepečský institut Semčice, 2010.
2. HŮLA, J. ET AL.: *Minimalizace zpracování půdy*. Profi Press, s.r.o., Praha, 2008.
3. PULKRÁBEK, J. ET AL.: *Řepa cukrová. Pěstitelský rádce*. Praha, 2007.
4. BAUER, F. ET AL.: *Výhodnocení testování polonesených pluhů. Závěrečná zpráva MZLU v Brně, Brno, 2013.*

Polcar A., Čupera J., Renčín L., Bauer F.: Impact of Innovative Plough Technologies on Tillage Economy

The aim of the paper is to point out new innovative trends in plough construction, especially traction cylinders. According to the manufacturer's data, the traction cylinders make it possible to increase the load of the tractor rear axle and thus increase the transmission of the driving force from the wheels to the ground. In order to determine the effect of the traction cylinder on the tractor output parameters, experimental measurements were performed using Claas Axion 850 Cebis (194 kW) tractor in aggregation with Pöttinger 6.50 PN 8 SCH eight-mouldboard semi-mounted plough. As the measurements results have shown, using the traction cylinder has a positive impact on the tillage economy and performance of the tractor. Further advantages can be seen in the change of distribution of adhesive forces on the tractor rear wheels which results in an even load balance between the wheels. The tractor rear wheels generate the same driving force on the ground, the rear axle is equally loaded, which positively affects the life of the tractor rear bridge and also reduces the load on the wheel in the furrow.

Key words: traction cylinder, ploughing, wheel load, performance, fuel consumption.

Kontaktní adresa – Contact address:

Ing. Adam Polcar, Ph. D., Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav techniky a automobilové dopravy, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: xpolcar@node.mendelu.cz