



# VPLYV PODMIENOK PROSTREDIA A KONŠTRUKCIE AXIÁLNEHO MLÁTIACEHO ÚSTROJENSTVA OBILNÉHO KOMBAJNU NA KVALITU PRÁCE PRI ZBERE KUKURICE NA ZRNO

EFFECT OF OUTSIDE CONDITIONS AND CONSTRUCTIONS OF AXIAL TRESHING SYSTEMS OF COMBINE HARVESTER ON TRESHING PRODUCT QUALITY

Angelovič, M., Poničan, J., Žitňák, M., Urda, A.

## Abstract

Construction as well as technological conditions of machinery performance influences the quality of harvesting process from the point of view of damage and loss of grains. The work performance quality of the combine harvester with axial threshing systems aggregated with Olimac Drago adapter was assessed. We aimed to damage of grain and grain losses during the harvest depending on working parameters of the combine harvester (forward speed, cylinder speed, and concave clearance). The harvested crop was characterised by average height of 229 cm, yield of 9,98 t.ha<sup>-1</sup> and grain moisture content of 14%. The parameters of threshing mechanisms were ( 9,4 - 14,5 m.s<sup>-1</sup>, concave clearance (25 to 40 mm ) and throughput ( 13,9-31,7 kg.s<sup>-1</sup>). In dependence of the cylinder speed, the damage to the grain was 2,2 - 2,8 % and the losses on grain were 0,05 - 0,13%. With increasing concave clearance the damage was reduced by 1,2 % and the overall losses were between 0,02 - 0,09 %. Increasing throughput of the threshing mechanism caused decrease on damage to the grain of 3,3 to 2,4 %. The losses (in form of unthreshed heads) increased from 0,04 to 0,11 %. The overall loss behind the combine harvester was 0,53 - 1,66%.

**Key words:** harvesting maize, axial rotor threshing system, damage to the grain, losses on grain

## Úvod

Zvyšovanie výkonnosti zberových strojov (obilných kombajnov) pri zbere kukurice je úzko zviazané s princípom výmlatu. V súčasnosti sú k dispozícii dva spôsoby riešenia mlátiaceho ústrojenstva, klasický (tangenciálny) spôsob výmlatu, pri ktorom sa výmlat uskutočňuje údermi, trením a kmitaním hmoty v priestore medzi mlátiacim bubnom a košom a druhý konštrukčný princíp výmlatu axiálny, pri ktorom sa hmota pohybuje v smere osi (axis). Keďže výmlat a separácia sa uskutočňuje v jednom pracovnom ústrojenstve preto je tento systém tiež nazývaný integrovaný mlátiaci a separačný systém, Mašek, 2005; Wacker, 1999; Arnoldus, 1979. Autori prác zaoberajúci sa zberom kukurice na zrno obilnými kombajnmi s výmlatom na princípe tangenciálneho mlátiaceho ústrojenstva sa jednoznačne zhodujú v názore, že tento spôsob zberu je charakterizovaný zvýšeným poškodením zrna kukurice a jej strát pri zbere (Arnoldus, 1979; Neubauer a i. 1989; Sloboda a i. 2001; Angelovič 2004 ). Z tohto dôvodu je potrebné venovať zvýšenú pozornosť výmlatu na axiálnom princípe, ktorý za určitých podmienok prináša výhody vo vyššej priechodnosti a nižšom poškodení zrn kukurice, Arnoldus, 1979; Mašek. 2005. Určitou nevýhodou výmlatu na tomto princípe je vyššia energetická náročnosť a väčšie rozbitie slamy Mašek, 2005.

## Materiál a metodika práce

Cieľom práce bolo v prevádzkových podmienkach zhodnotiť kvalitu práce axiálneho mlátiaceho ústrojenstva obilného kombajnu JD STS 9880 v agregácii s kukuričným 12-riadkovým adaptérom Olimac Drago. Experimentálne merania boli uskutočnené na pozemkoch Agro Divízie, s.r.o. v Seliciach.

## Kontaktná adresa:

doc. Ing. Marek Angelovič, PhD., Katedra strojov a výrobných systémov, Mechanizačná fakulta, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: [marek.angelovic@uniag.sk](mailto:marek.angelovic@uniag.sk)



Pre sledovanie kvality práce obilného kombajnu v prevádzkových podmienkach poľnohospodárskeho podniku sme zvolili tento metodický postup:

Porast a podmienky prostredia boli charakterizované :

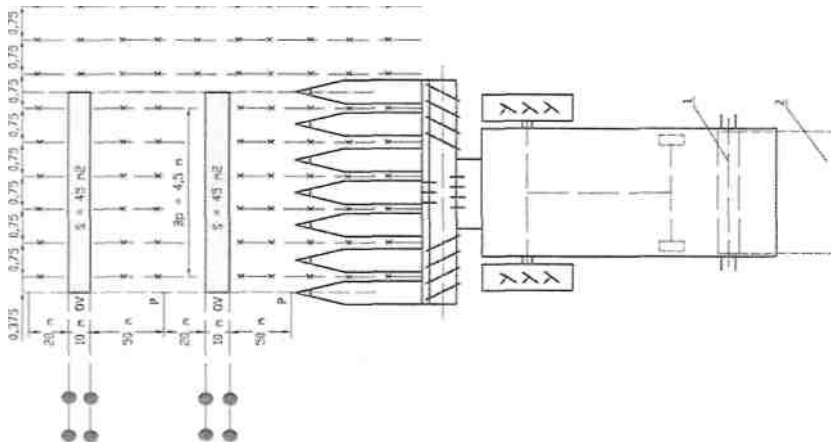
- počtom a hmotnosťou rastlín, počtom šúľkov, výškou rastlín, úrodou na základe odberu rastlín z plôch  $20 \times 5\text{m}^2$ ,
- vlhkosťou rastlín a zŕn na základe odobratých vzoriek,
- fyzikálno-mechanickými vlastnosťami (hmotnosť tisíc zŕn - HTS, merná a objemová hmotnosť zŕn a stebiel, rozmerovými charakteristikami šúľkov).

Kvalita práce obilného kombajnu bola zameraná na :

- na činnosť adaptéra (straty voľných zŕn a vo forme odlomených celých šúľkov),
- kvalitu práce mlátiaceho ústrojenstva ( poškodenie zŕn, straty zŕn ) v závislosti na zmene obvodovej rýchlosti axiálneho mlátiaceho bubna (v rozsahu  $9,4 - 14,5 \text{ m.s}^{-1}$ ), mlátiacej medzery (v rozsahu  $25 - 40 \text{ mm}$ ) a priechodnosti respektíve zmene pracovnej rýchlosti obilného kombajnu (v rozsahu  $4 - 9 \text{ km.h}^{-1}$ ),
- nastavenie čistidla kombajnu bolo urobené podľa požiadaviek výrobcu kombajnu.

### Podmienky a postup experimentálnych meraní

Na sledovanie kvality práce ústrojenstiev upraveného kombajnu v zmysle metodiky vyznačíme na vybranom pozemku experimentálne úseky ( obr. 1.)



Obrázok 1 Schéma odberu vzoriek, 1 - valec, 2 - plachta

Figure 1 The pattern of the grain samples taking-off, 1- cylinder, 2 - fabric sheet

Odber vzoriek budeme realizovať na úseku dlhom 80 m (50 m na zaplnenie kombajnu, 10 m na odber vzorky a 20 m na dojazd). Odber vzoriek od jednotlivých ústrojenstiev uskutočníme na meranom úseku po optimálnom zaplnení kombajnu mlátenou hmotou.

Pre uvedený odber vzoriek kombajn bol špeciálne upravený tak, aby vymlátená hmota padala na odvíjajúcu sa plachtu (obr. 1, pozícia. 2). Pred každým meraním budú nastavené merané parametre (pracovná medzera, obvodová rýchlosť mlátiaceho bubna a pracovná rýchlosť stroja).

### Výsledky a diskusia

#### Zhodnotenie vlastností porastu kukurice a podmienok prostredia pri zbere

V tab. 1 sú uvedené základné údaje o poraste kukurice (hybrid DK 4626).



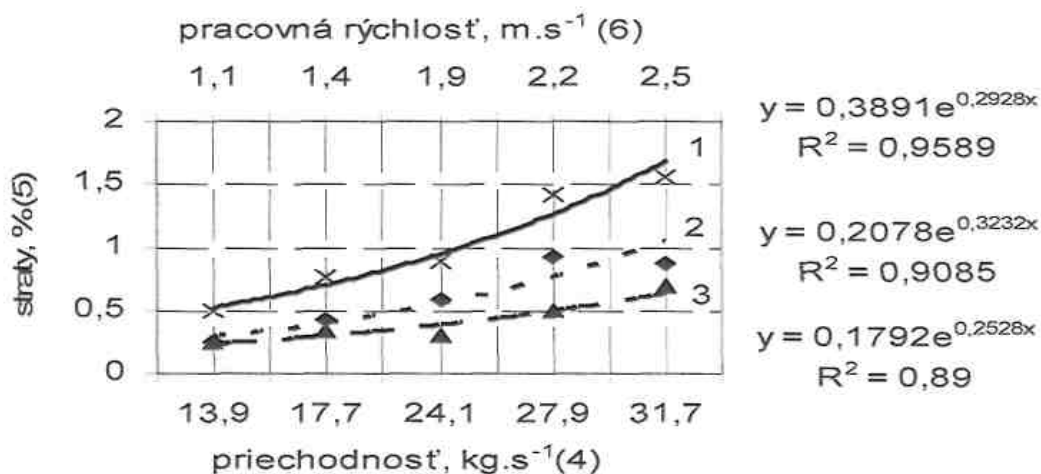
Tab. 1 Charakteristika porastu kukurice  
Table 1 Characteristics of maize crop

Hybrid DK4626			
Sledovaná veličina / Selected characteristics	priemer	min	max
Počet rastlín / Number of plants per m	49 800	38 000	68 000
Počet klasov / Number of cobs per m <sup>2</sup>	50 900	38 000	78 000
Výška stebiel / Height of plants, cm	229,2	190,8	273,4
Výška klasov nad povrchom poľa, cm Height of the first cob from the ground, cm	103,2	66,2	130,3
Hmotnosť stebiel, kg.m <sup>-2</sup> / Weight of all cobs at harvest, kg/m <sup>2</sup>	1,86	1,1	2,8
Hmotnosť všetkých šúľkov pri zbere, kg.m <sup>-2</sup> Weight of grain (kernels) per one cob, g	1,36	0,98	1,88
Biologická úroda, kg.ha <sup>-1</sup> / Yield, kg/ha	9980	5930	13280
Vlhkosť zrna, % / Grain moisture at harvest, %	28,3	13,1	47,7
Vlhkosť listeňov, % / Corn cob shel moisture at harvest, %	38,2	35,4	41,7
Vlhkosť stebiel, % / Stalk moisture, %	41,9	37,6	54,2

### Zhodnotenie kvality práce zberacieho adaptéra Olimac Drago

Priebeh celkových strát zrna kukurice spôsobené adaptérom v závislosti od priechodnosti, respektíve od pracovnej rýchlosti (1,1 až 2,5 m.s<sup>-1</sup>) je graficky znázornený na obr. 2.

Z grafického zobrazenia vyplýva, že celkové straty sa pohybovali v rozmedzí 0,49 - 1,55 %. Na tejto hodnote sa najvyššou mierou podieľajú straty voľného zrna (0,25 - 0,86 %).



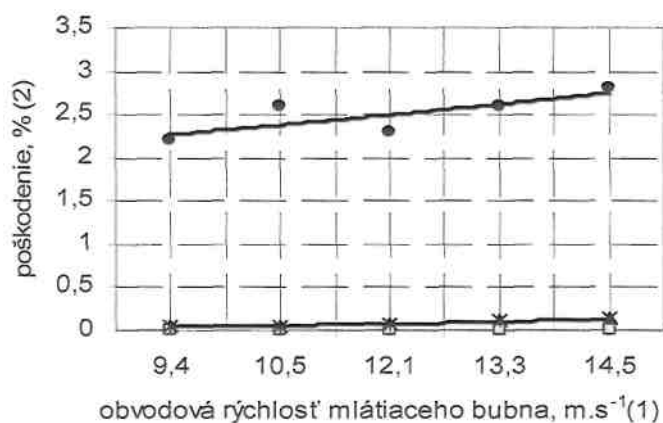
Obrázok 2 Závislosť strát zrna kukurice od priechodnosti adaptéra v agregácii s kombajnom s axiálnym mlátiacim ústrojenstvom ( $w_z = 25\%$ , 1- celkové straty, 2 - straty voľných zrn, 3- straty šúľkov)

Figure 2 The effect of the header throughput at the combine harvester axial threshing systems on the maize grain losses ( $w_z$ ) grain moisture %, (1) total grain losses behind the header, (2) losses of the free grain (3) losses of the cobs, (4) throughput of the corn head, (5) losses, (6) forward speed



### Zhodnotenie kvality práce axiálneho mlátiaceho ústrojenstva z hľadiska poškodzovania zrn

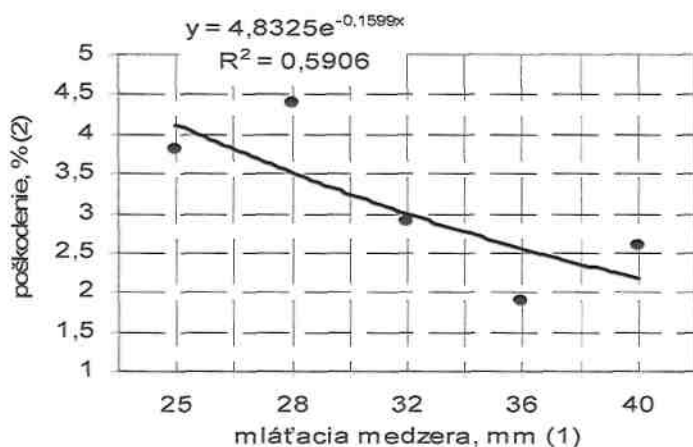
Výsledky kvality práce mlátiaceho ústrojenstva sú uvedené na obr. 3 až 5. Vplyv obvodovej rýchlosti mlátiaceho bubna na poškodenie semien je znázornené na obr. 3. Z grafického zobrazenia vyplýva, že zvyšovaním obvodovej rýchlosti z 9,4 na 14, m.s<sup>-1</sup> spôsobuje nárast poškodenia zrn 2,2 až 2,8 %.



Obrázok 3 Závislosť poškodenia zrn kukurice od obvodovej rýchlosti mlátiaceho bubna ( $h_c = 32$  mm,  $q = 20,3$  kg.s<sup>-1</sup>,  $w_z = 19,6 - 21,6\%$ )

Figure 3 The effect of the peripheral speed of the threshing drum of the combine harvester on the maize grain damages, ( $h_c$ ) concave clearance, mm; ( $q$ ) throughput, kg.s<sup>-1</sup>; ( $w_z$ ) grain moisture, %, (1) cylinder tip speed, (2) damage, %

Vplyv zmeny mlátiacej medzery v rozsahu od 25 do 40 mm na poškodenie zrn je zobrazený na obr. 4. Z uvedenej závislosti vyplýva, že so stúpajúcou medzerou v uvedenom rozsahu poškodenie postupne klesá z hodnoty 3,8 % na 2,6 %. Tieto výsledky sú v podstate zhodné svedeckými prácami (Amoldus a i.,1979; Piszczalka,1991; Angelovič,1995; Sloboda 2000), z ktorých vyplýva, že so zväčšujúcou sa pracovnou medzerou klesá poškodenie zrn a narastajú straty nedomlatom.



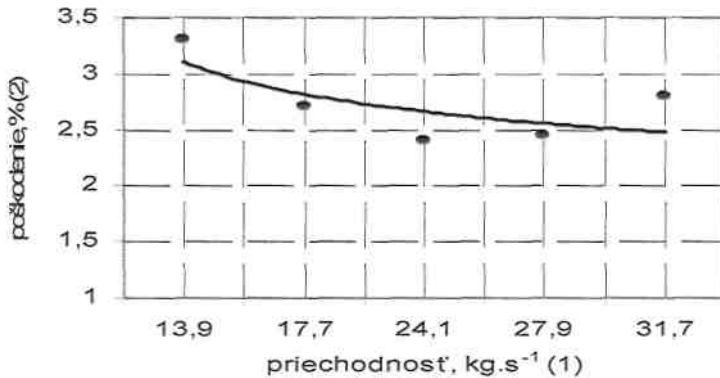
Obrázok 4 Závislosť poškodenia zrna kukurice od mlátiacej medzery mlátiaceho ústrojenstva ( $v_b = 12,1$  m.s<sup>-1</sup>,  $q = 20,3$  kg.s<sup>-1</sup>,  $w_z = 19,2 - 26,5\%$ )

Figure 4 The effect of the concave clearance at the combine harvester on the maize grain damages ( $v_b$ ) cylinder tip speed, ( $q$ ) throughput, kg.s<sup>-1</sup>; ( $w_z$ ) grain moisture, %, (1) threshing gap mm, (2) damage %



Vplyv priechodnosti axiálneho mlátiaceho ústrojenstva na poškodenie zŕn kukurice je zobrazený na obr.5. Z nameraných hodnôt vyplýva, že so zvyšovaním priechodnosti v rozmedzí od 13,9 do 31,7 kg.s<sup>-1</sup> poškodenie klesá (z hodnoty 3,3 % na hodnotu 3 %).

K podobným záverom vo svojej práci pre axiálne mlátiace ústrojenstvo dospel aj Amoldus a i., 1979

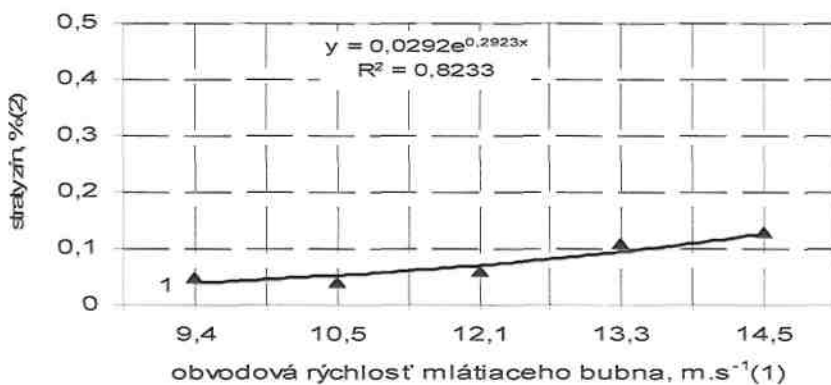


Obrázok 5 Závislosť poškodenia zŕn kukurice od priechodnosti mlátiaceho ústrojenstva ( $v_b = 12,1 \text{ m.s}^{-1}$ ,  $h_i = 32 \text{ mm}$ ,  $w_z = 19,2-26,5 \%$ )

Figure 5 The effect of the throughput of the threshing mechanism of the combine harvester on the maize grain damages, ( $v_b$ ) cylinder tip speed, ( $h_i$ ) concave clearance, mm; ( $w_z$ ) grain moisture %, (1) threshing, (2) damage %

### Zhodnotenie kvality práce axiálneho mlátiaceho ústrojenstva z hľadiska strát zrna

Na obr.6 je znázornený priebeh strát voľného zrna a nedomlatu v závislosti od obvodovej rýchlosti mlátiaceho bubna. Z nameraných a vyhodnotených hodnôt vyplýva, že celkové straty so zvyšovaním obvodovej rýchlosti mlátiaceho bubna (9,4 - 14,5 m.s<sup>-1</sup>) sa mierne zvýšili (z hodnoty 0,05 na 0,13 %).

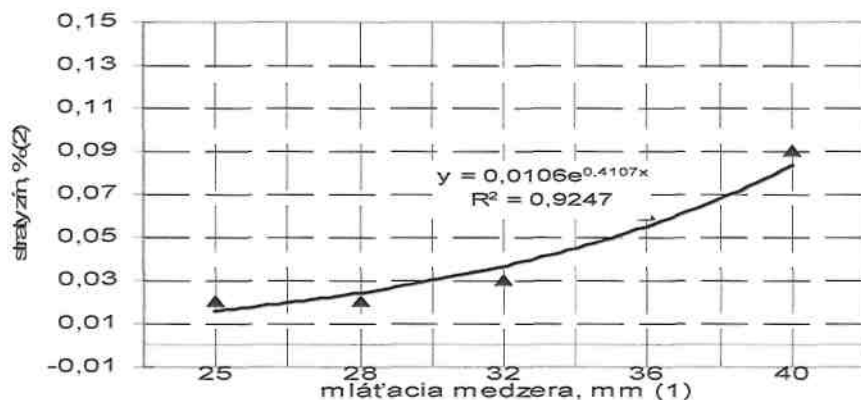


Obrázok 6 Závislosť strát zrna kukurice od obvodovej rýchlosti mlátiaceho bubna ( $h = 32 \text{ mm}$ ,  $q = 20,3 \text{ kg.s}^{-1}$ ,  $w_z = 19,6 - 21,6 \%$ )

Figure 6 The effect of the peripheral speed of the threshing drum of the combine harvester on the maize grain losses, ( $h_i$ ) concave clearance, mm; ( $q$ ) throughput, kg.s<sup>-1</sup> ( $w_z$ ) grain moisture, %; (1) cylinder tip speed, (2) losses

Vplyv mlátiacej medzery na priebeh strát je uvedený na obr. 7. Na základe grafického priebehu strát zrna v závislosti od veľkosti mlátiacej medzery (od 25 do 40 mm) je možné konštatovať, že celkové straty sú minimálne (od 0,02 do 0,09 %).





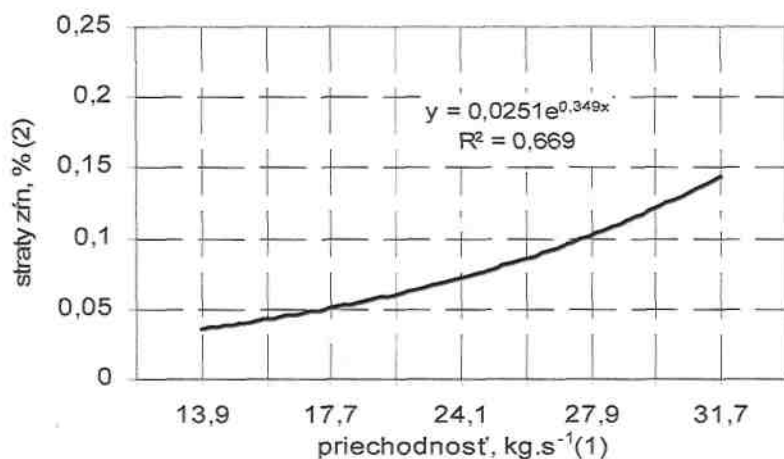
Obrázok 7 Závislosť strát zrna kukurice od mlátacej medzery

 $(v_b = 12,1 \text{ m.s}^{-1}, q = 20,3 \text{ kg.s}^{-1}, w_z = 24,4-26,5)$ 

Figure 7 The effect of the concave clearance of the threshing mechanism of the combine harvester on the maize grain losses

 $(v_b)$  cylinder tip speed  $\text{m.s}^{-1}$ ,  $(q)$  throughput,  $\text{kg.s}^{-1}$   $(w_z)$  grain moisture, %; (1) threshing gap mm, (2) losses %

Priebeh závislosti strát zrna od priechodnosti mlátiaceho ústrojenstva (v rozsahu 13,9 do 31,7  $\text{kg.s}^{-1}$ ) je graficky znázornený na obr. 8. Na základe grafického zobrazenia môžeme konštatovať, že straty narastajú len minimálne (od 0,04 do 0,11 %).



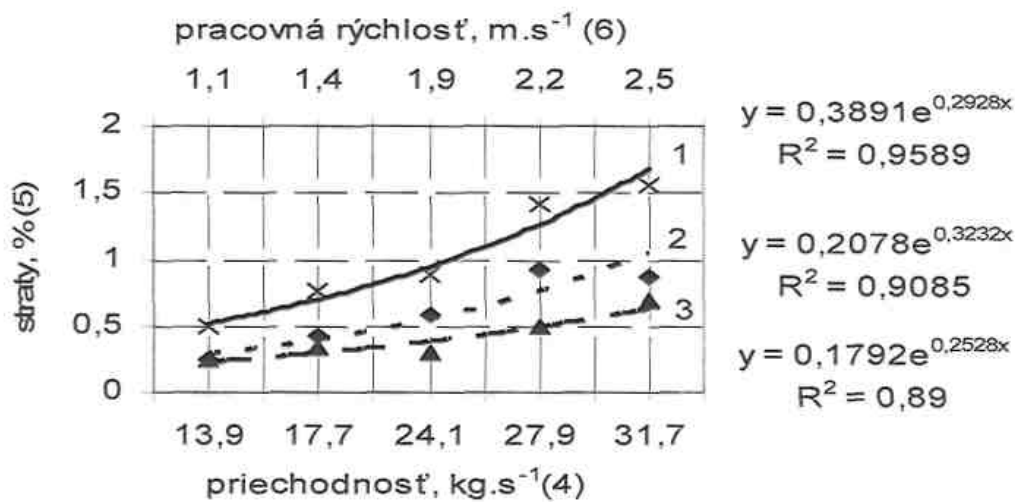
Obrázok 8 Závislosť strát zrna od priechodnosti mlátiaceho ústrojenstva

 $(v_b = 12,1 \text{ m.s}^{-1}, h_i = 32 \text{ mm}, w_z = 25\%)$ 

Figure 8 The effect of the throughput of the threshing mechanism of the combine harvester on the maize grain losses

 $(v_b)$  cylinder tip speed  $\text{m.s}^{-1}$ ,  $(h_i)$  threshing gap mm,  $(w_z)$  grain moisture, %, (1) throughput,  $\text{kg.s}^{-1}$ , (2) losses %

Na obr. 9 sú zobrazené čiastkové a celkové straty zrn kukurice, ktoré vznikli pri zbere, spôsobené adaptérom, mlátiacim ústrojenstvom, vytriasadlom a čistidlom mláťačky upraveného obilného kombajnu. Na základe dosiahnutých výsledkov strát zrna pri zbere môžeme konštatovať, že z tohto pohľadu kombajn s axiálnym mlátiacim ústrojenstvom vyhovuje ATP pre zber kukurice na zrno.



Obrázok 9 Závislosť strát zŕn kukurice od priechodnosti obilného kombajnu v agregácii s adaptérom Olimac Drago ( $V_b = 16,9 \text{ m.s}^{-1}$ ,  $h_1/h_2 = 32/20 \text{ mm}$ ,  $w_z = 19,2 - 26,5\%$ )

1- celkové straty ( adaptér + kombajn), 2- straty za adaptérom, 3- straty voľných zŕn mláčačkou)

Figure 9 The effect of the throughput of the threshing mechanism of the combine harvester with Olimac Drago header on the maize grain losses

( $V_b$ ) cylinder tip speed  $\text{m.s}^{-1}$ , ( $h_1/h_2$ ) threshing gap mm, ( $w_z$ ) grain moisture, %; (1) total grain losses behind the combine harvester, (2) losses behind the header, (3) losses of the free grains (straw walker + cleaning mechanism), (4) throughput  $\text{kg.s}^{-1}$ , (5) losses %, (6) vorward speed  $\text{m.s}^{-1}$

## Literatúra

- ANGELOVIČ, M. 1995. Vplyv niektorých faktorov na poškodenie zrna osivovej kukurice. In: Zemědělská technika ,41,1995 (4), s.137 – 140.
- ANGELOVIČ, M.2004. Účinky technologických a technických faktorov na kvalitu produktu pri zbere a pozberovom spracovaní kukurice na zrno. Habilitačná práca. Nitra: SPU,2004,206 s.
- ARNOLDUS,V.-SEITZ,W.-STROPPEL,A. 1979. Vergleichende Untersuchungen eines Tangential und eines Axialdreschwerkes für Kornelmais. In: Grundlagen der Landtechnik,1979 (4), s. 125 - 129.
- NEUBAUER, K. a i. 1989. Stroje pro rostlinnou výrobu. Praha: SZN, 1989. 720 s.
- PISZCZALKA, J.1991. Výmlat zrnovej kukurice : Habilitačná správa. Nitra: 1997. 184 s.
- SLOBODA ,A.-JECH,J.-PONIČAN,J.-SINAY,J. 2001. Stroje na zber krmovín a zrnín. Košice : Vienala, 2001, 260 s.
- MAŠEKJ-KUMHÁLA,F.: Axiální, nebo tangenciální sklízecí mlátička, In : Mechanizace zemědělství, 14,5005 (4) s. 30 - 34.
- WACKER, P. - KUTZBACH,H.D.: Entwicklungsstand der Getreideernte. In: Landtechnik. 54,1999(4), s.202-2003.

## Záver

Na základe nameraných hodnôt poškodenia a strát pri zbere kukurice na zrno hybridu DK -4626 obilným kombajnom vybaveným axiálnym mlátiacim ústrojenstvom a adaptérom Olimac Drago je možné konštatovať, že na kvalitu zberu kukurice na zrno vplyvajú kinematické a konštrukčné parametre pracovných ústrojenstiev týchto strojov .

- S narastajúcou obvodovou rýchlosťou mlátiaceho bubna v rozsahu  $9,4$  do  $14,5 \text{ m.s}^{-1}$  poškodenie zŕn kukurice stúpa z hodnoty  $2,2$  do  $2,8 \%$  a straty nedomlatom z hodnoty  $0,05 \%$  na hodnotu  $0,13 \%$ .
- Zväčšovanie mlátiacej medzery z hodnoty  $25 \text{ mm}$  na hodnotu  $40 \text{ mm}$  spôsobuje zníženie poškodenie zŕn kukurice o  $1,2 \%$  , ale zároveň sa zvyšujú straty nedomlatom o hodnotu  $0,07 \%$ .
- Zvyšovanie priechodnosti mlátiaceho ústrojenstva z hodnoty  $13,9 \text{ kg.s}^{-1}$  na hodnotu  $31,7 \text{ kg.s}^{-1}$  má za



následok zníženie poškodenia zrn o 0,9 % (z hodnoty 3,3 % na 2,4 %) zároveň sa straty zrna nedomlatom zvyšujú len minimálne (z hodnoty 0,04 % na hodnotu 0,11%).

Na základe dosiahnutých výsledkov v poľných podmienkach je možné konštatovať, že obilný kombajn s axiálnym mlátiacim ústrojenstvom spĺňa agrotechnické požiadavky kladené na kvalitnú prácu pri zbere kukurice na zrno.

### **Súhrn**

Technické riešenie zberových strojov a technologické podmienky ich práce vplyvajú na kvalitu zberu z hľadiska poškodenia a straty zrn. Kvalitu práce obilného kombajnu s axiálnym mlátiacim ústrojenstvom v agregácii s adaptérom Olimac Drago sme posudzovali z hľadiska strát a poškodenia zrn pri zbere v závislosti na pracovných parametroch kombajnu (pracovná rýchlosť, obvodová rýchlosť mlátiaceho bubna, pracovná medzera). Porast kukurice pred zberom bol charakterizovaný priemernou výškou porastu 229,2cm, biologickou úrodou zrna 9,98 t.ha<sup>-1</sup> pri vlhkosti 14 %. Kvalita práce bola hodnotená na základe poškodenia zrna a jeho strát v závislosti na obvodovej rýchlosti mlátiaceho ústrojenstva (9,4 - 14,5 m.s<sup>-1</sup>), mlátiacej medzere (od 25 do 40 mm) a priechodnosti (od 13,9 do až 31,7 kg.s<sup>-1</sup>). V závislosti od obvodovej rýchlosti mlátiaceho ústrojenstva dosahovalo poškodenie zrn hodnotu 2,2 až 2,8 % a straty zrna boli 0,05 do 0,13 %. Vplyvom zvyšujúcej sa mlátiacej medzery sa poškodenie znížilo o 1,2 % a celkové straty zrna sa pohybovali v rozmedzí 0,02 až 0,09 %. Vplyvom zvyšujúcej sa priechodnosti mlátiaceho ústrojenstva poškodenie zrn kleslo z hodnoty 3,3 % na 2,4 % a straty zrna nedomlatom sa zvýšili z 0,04 na 0,11 %. Celkové straty za obilným kombajnom predstavovali hodnotu 0,53 až 1,66 %.

Práca vznikla na základe experimentálnych meraní v rámci grantovej úlohy VEGA č. 1/3478/06

**Kľúčové slová** : zber kukurice, axiálne mlátiace ústrojenstvo, poškodenie zrna, straty zrna