

COMPARISON STUDY OF PLOUGHS DURING TILLAGE AFTER CORN HARVEST

Summary

The study shows technical characteristics and results of comparative research of 5 ploughs during tillage after corn harvest. The study evaluates the quality of tillage in the scope of regularity in depth and width of tillage, adding and shattering chunks, and covering after-harvest remains. In case of all tested ploughs the surface of long corn stalks was well covered. However, on the edges of chunks the stalks were placed in strands.

BADANIA PORÓWNAWCZE PŁUGÓW PODCZAS ORKI PO ZBIORZE KUKURYDZY

Streszczenie

Przedstawiono charakterystykę techniczną i wyniki badań porównawczych 5 pługów podczas orki po zbiorze kukurydzy. Oceniono jakość orki w zakresie równomierności głębokości i szerokości orki, dokładania i kruszenia skib oraz przykrycia resztek poźniwnych. W przypadku wszystkich badanych pługów stwierdzono dobre powierzchniowe przykrycie długich łodyg kukurydzy, ale pasmowe ich układanie na styku skib.

1. Wstęp

Orka to ciągle najbardziej ceniony zabieg z uwagi na dobre spulchnienie i odwrócenie gleby. Tylko pług zapewnia pełne przykrycie materiałów organicznych i pozostawienie czystej powierzchni pola, ułatwiającej jej doprowadzenie i siew. Szczególnie trudne warunki orki występują podczas przyorywania obornika, poplonu, silnego porostu samosiewów i chwastów oraz dużej ilości resztek poźniwnych, np. po zbiorze kukurydzy na ziarno. Większość firm do orki po zbiorze kukurydzy oferuje pługi cechujące się zwiększonymi prześwitami roboczymi [1]. W pługach uniwersalnych maksymalny prześwit pod ramą wynosi najczęściej 750 mm, rozstaw korpusów dochodzi do 900 mm, a w pługach w wersji Corn są to z reguły wartości minimalne. Często prześwit pod ramą przekracza 800 mm, a rozstaw korpusów 1000 mm. Duże prześwitki robocze mają zwiększyć odporność pługa na zapchania i stworzyć miejsce do montażu osprzętu dodatkowego. W większości warunków, szczególnie po uprawie poźniwnej, dobre przykrycie zapewniają same korpusy, ale w przypadku przyorywania dużej ilości materiałów organicznych niezbędne może okazać się wyposażenie pługa w przedpłużki lub ścinacze skib, a czasem również w kroje tarczowe.

2. Cel i przedmiot badań

Celem badań była porównawcza ocena jakości orki po zbiorze kukurydzy. Przedmiotem badań było pięć następujących pługów obracalnych, produkcji krajowej i zagranicznej: IBIS XXL4 oraz IBIS XLS 3+1 produkcji UNIA Grudziądz, MULTI MASTER 110 4ET produkcji Kuhn (rys. 1), KWN-V-400 produkcji Zetor System Sukov i VARI OPAL 7X 4 L 90 produkcji Lemken.

W tab. 1 przedstawiono charakterystykę techniczną pługów, uwzględniając w niej szczegółowe parametry korpusów płuźnych, które nie są podawane przez producentów w instrukcjach obsługi. Wszystkie badane pługi to konstrukcje zawieszane, czteroskibowe, z regulacją szerokości orki, o nowoczesnej jednobelkowej konstrukcji ramy, z bocznie mocowanymi korpusami. Różniły się typem korpusów i sposobem ich zabezpieczenia przed przeciążeniami. We

wszystkich pługach zastosowano taki sam system obrotu ramy siłownikiem hydraulicznym względem przodka i regulacji pochylenia ramy zderzakami, różne były tylko rozwiązania obrotownika i połączenia go z ramą.



Rys. 1. Pług MULTI MASTER 110 4ET firmy KUHN podczas orki

Fig. 1. MULTI MASTER 110 4ET plough by KUHN during tillage

3. Przebieg i metodyka badań

Wszystkie pługi współpracowały z ciągnikiem John Deere 6920 o mocy 110 kW (150 KM), masie 5940 kg i rozstawie kół 1800 mm. Bieg ciągnika i obroty silnika podczas współpracy z każdym pługiem ustawione były tak samo, aby warunki pracy były porównywalne, a na podstawie różnic w prędkości można było wnioskować o oporach roboczych pługa. Zmierzono również prędkość ciągnika podczas przejazdu z uniesionym pługiem, czyli bez obciążenia roboczego, aby określić jego wpływ na poślizg kół i w efekcie obniżenie prędkości [3].

Badania przeprowadzono na polu po zbiorze kukurydzy na ziarno, na glebie średniej IV klasy. Rozstaw rzędów kukurydzy wynosił 75 cm, a jej zbiór przeprowadzono kombajnem Claas Mega 208. Kombajn nie był wyposażony w rozdrabniacz resztek, a więc oberwane z kolb łodygi były

Tab. 1. Charakterystyka techniczna pługów
Table 1. Technical characteristics of ploughs

Parametr	Jedn. miary	Dane				
Symbol pługa	-	IBIS XXL4	IBIS XLS 3+1	MULTI MASTER 110 4ET	KWN-V-400	VARI OPAL 7X 4 L 90
Producent	-	UNIA Grudziądz	UNIA Grudziądz	KUHN	ZETOR SYSTEM SUKOV	LEMKEN
Typ pługa	-	4-skibowy, obracalny, zawieszany				
Szerokość skiby	m	0,36 0,42 0,48	0,36 0,42 0,48	0,35 0,40 0,45	0,35 0,41 0,47	od 0,22 do 0,50
Prześwit pod ramą	mm	845	800	750	750	820
Rozstaw korpusów	mm	1000	950	1020	950	900
Typ odkładnicy	-	pełna półśrubowa	pełna półśrubowa	pełna półśrubowa	pełna półśrubowa	ażurowa cylindroidalna
Wysokość odkładnicy	mm	500	500	510	500	550
Długość odkładnicy	mm	960	960	1035	1000+200	1080
Wybieg odkładnicy	mm	480	480	430	475	450
Typ lemiesza	-	z dłutem	Z dłutem	z dłutem	z dłutem	z wymiennym dziobem
Kąt ustawienia lemiesza	°	41	41	41	43	42
Szerokość podcięcia skiby	mm	390	390	420	420	430
Brak podcięcia najszerszych skib	mm	90	90	30	50	70
Odległość dziubu pierwszego korpusu od TUZ	mm	260	730	220	380	750
Odległość końca płozu od dziubu lemiesza	mm	730 (1020 na 4 korpusie)	980 (1020 na 4 korpusie)	890	810	785
Szerokość płozy	mm	110	110	130	130	180
Wymiary nakładki płozy	mm	230x270	230x270	-	-	-
Rozmiar ogumienia koła		10.0/80-12	10.0/80-12	320/60-12	10/80-12	350/50-16
Szerokość koła	mm	250	250	300	250	330
Średnica koła	mm	680	680	680	680	760
Umieszczenie koła	-	przed 3 korpusem	przed 3 korpusem	przed 4 korpusem	przed 3 korpusem	tył pługa
Wyposażenie	-	przedpłużki	przedpłużki	przedpłużki	ścinacze	przedpłużki i ścinacze
Zabezpieczenie korpusów	-	bezpieczniki ścinane	NON-STOP (sprężyny resorowe)	bezpieczniki zrywane	bezpieczniki zrywane	bezpieczniki ścinane i NON-STOP TANDEM
Masa	kg	1466	1556	1407	962	1745

tylko połamane. Ilość resztek kukurydzy na 1m² wynosiła średnio 2,8 kg, a więc na 1 hektarze pola zalegało 28 ton resztek. Średnia wysokość łodyg kukurydzy wynosiła 49 cm, a maksymalna 73 cm. W ściernisku występowały nieliczne suche chwasty o wysokości dochodzącej do 70 cm. Powierzchnia pola była nierówna, z licznymi koleinami po zbiorze, o głębokości do 12 cm. Zwięzłość gleby na głębokości 15 cm wynosiła ok. 1,6 MPa, a na głębokości 27 cm występowała „podeszwa płużna” o zwięzłości dochodzącej do 4,4 MPa. Wilgotność bezwzględna gleby w warstwie ornej wynosiła średnio 12,8%, a więc była optymalna dla orki. Zakamienianie było niewielkie, ale w zwięzłej podszwie występowały sporadycznie kamienie dużych rozmiarów, powodujące silne przeciążenia korpusów. Orkę prowadzono wzdłuż rzędów.

Na polu wydzielono dwie działki. Na działce pierwszej serwisy fabryczne przygotowywały pługi do pomiarów, przeprowadzając regulacje parametrów orki w ustalonym zakresie i montując osprzęt wg własnego uznania. Przyjęto, że skiby powinny być dokładane równo, bez sztorcowania, głębokość orki powinna wynosić ok. 28 cm, a szerokość skib ok. 42 cm. Tylko w przypadku pługa IBIS XLS 3+1 ustawiono większą szerokość orki, aby odróżnić jego ustawienie od pługa IBIS XXL 4 wyposażonego w takie same korpusy płużne. Na działce drugiej, o porównywalnej ilości resztek poźniwnych i płaskim ukształtowaniu terenu, każdym pługiem wykonano 4 przejazdy robocze odkładając skiby w prawą i w lewą stronę. Dla każdego pługa na trzech odcinkach pomiarowych o długości 30 m zmierzono czas przejazdu i podstawowe parametry orki w 10 miejscach,

co 2 metry. Szerokość orki określono jako średnią z dwóch przejazdów roboczych z odkładaniem skib w prawo i w lewo. Pobrano próbki resztek pozostających na powierzchni po orce i wykonano odkrywki w poprzek skib w celu oceny przykrycia resztek. Na skrajach pola przeprowadzono pomiary drogi zagłębienia się pługa na pełną głębokość orki.

Metody pomiarów i obliczenia wskaźników są zgodne z wymaganiami normy [2].

4. Wyniki badań

Wyniki obserwacji i pomiarów zestawiono porównawczo w tab. 2.

Rzeczywista prędkość orki w przypadku wszystkich pługów przekraczała 8 km/h. Spadek prędkości, spowodowany poślizgiem kół ciągnika pod obciążeniem, wynosił od 10,5 do 16,6%. Najmniejszy spadek prędkości z 9,81 km/h (prędkość ciągnika bez obciążenia roboczego) do 8,78 km/h zarejestrowano dla pługa VARI OPAL firmy LEMKEN, co po uwzględnieniu przekroju orki wskazuje na jego niższe opory. Wynika to najprawdopodobniej z niższych oporów odkładnic azurowych. Stwierdzono również, że odkładnice azurowe nie zamazują skib i lepiej kruszą glebę (rys. 2), czego dowodem jest największy wskaźnik spulchnienia (37,7%) i najmniejsze zbrylenie powierzchni (6,0%). Niekorzystny wpływ na kruszenie gleby ma duża szerokość skib i brak ich pełnego podcięcia przez lemiesz. Dlatego w przypadku pługa IBIS XLS 3+1, w którym ustawiono naj-

większe szerokości skib, a brak podcięcia skiby wyniósł aż 9 cm, stwierdzono gorsze pokruszenie gleby i większe zbrylenie powierzchni (15%).

We wszystkich pługach rzeczywista szerokość orki była większa od nastawionej. Największa różnica wystąpiła w pługu IBIS XXL4 i wyniosła 0,12 m, tj. 3 cm na jeden korpus. Jest to najprawdopodobniej wynik zbyt dużej szerokości pierwszej skiby i krótkich płóz na przednich korpusach, które niedostatecznie przenoszą siły boczne. Ale wskaźnik nierównomierności szerokości orki we wszystkich pługach był bardzo dobry, a w przypadku pługa IBIS XXL4 wyniósł zaledwie 0,15%. Dzięki temu nie było problemów z utrzymaniem prostoliniowości bruzdy. Również wahania głębokości orki we wszystkich pługach były nieznaczne. Co prawda średnie warunki glebowe nie stawiały pługom zbyt wielkich wymagań, ale skiby odcinane były na głębokości bardzo zwartej „podeszwy płużnej”. Nawet w przypadku najłżejszego pługa KWN-V-400 wskaźnik nierównomierności głębokości orki nie przekroczył 2%, a droga zagłębienia pługa do uzyskania pełnej głębokości orki nie przekroczyła 2,5 m. Małe wskaźniki nierównomierności szerokości i głębokości orki świadczą o dobrej stabilności roboczej pługów, a obserwacje zachowań pługów podczas przeciążeń wskazują, że szybko wracają do nastawionych parametrów orki po ustąpieniu przeciążenia.

Największą szerokość dna bruzdy (42,5 cm) i kąt odwrócenia skiby (150,7°) zapewniły korpusy azurowe w plu-

Tab. 2. Wyniki pomiarów jakości orki
Table 2. The results of tillage quality measurements

Parametr	Jedn. miary	Dane				
		IBIS XXL4	IBIS XLS 3+1	MULTI MASTER 110 4ET	KWN-V-400	VARI OPAL 7X 4 L 90
Symbol pługa	-					
Nastawiona szerokość orki	m	1,68 (4 x 0,42)	1,92 (4 x 0,48)	1,60 (4 x 0,40)	1,64 (4 x 0,41)	1,76 (4 x 0,44)
Rzeczywista szerokość orki	m	1,80	1,95	1,70	1,67	1,82
Wskaźnik nierównomierności szerokości orki	%	0,15	0,24	0,16	0,19	0,28
Droga zagłębienia pługa	m	2,1	2,2	2,0	2,5	2,0
Głębokość orki	cm	28,9	28,0	29,3	28,9	28,9
Wskaźnik nierównomierności głębokości orki	%	1,88	1,88	1,71	1,96	1,46
Przekrój orki	dm ²	52,0	54,6	49,8	48,3	52,6
Prędkość orki	km/h	8,24	8,18	8,44	8,46	8,78
Spadek prędkości orki spowodowany poślizgiem	%	16,0	16,6	14,0	13,8	10,5
Miąszość skib	cm	37,7	35,8	38,9	38,5	39,8
Przyrost objętości gleby	cm	9,0	7,8	9,6	10,0	10,9
Wskaźnik spulchnienia gleby	%	30,4	27,9	32,8	33,2	37,7
Kąt odwrócenia skiby	°	141,4	138,6	141,7	143,4	150,7
Szerokość dna bruzdy	cm	33,2	36,4	35,1	35,9	42,5
Zbrylenie powierzchni gleby	%	13,5	15	7,5	13,5	6,0
Nierówność gleby na styku przejazdów roboczych	cm	max 5	max 6	max 4	max 5	max 3
Wskaźnik przykrycia resztek poźniwnych	%	96,2	95,2	96,9	94,2	97,5



Rys. 2. Korpusy ażurowe pługa firmy Lemken dobrze kruszą glebę i nie zamazują skib

Fig. 2. Plough body with a slatted mouldboard by Lemken shatter the soil well and do not blur the chunks



Rys. 3. Długie łodygi kukurydzy układane są w glebie pasmowo na styku skib

Fig. 3. Long corn stalks are placed in strands on the edges of chunks



Rys. 4. Ścinacze mocowane powyżej odkładnic wrzucają resztki poźniwe przed skibę

Fig. 4. Cutters assembled above mouldboards throw the remains before the chunk

gu VARI OPAL, które mają największe podcięcie skiby (39 cm) i największą długość odkładnicy. Im szersza bruzda i większe pochylenie skarpy odłożonej skiby tym więcej miejsca dla szerokich kół ciągnika i rozsypania skib.

Wszystkie pługi zapewniły dobre dokładanie skib i wyrównanie powierzchni. Najmniejsze nierówności na styku kolejnych przejazdów roboczych wystąpiły w pługu VARI OPAL i wynosiły tylko 3 cm. Tylko pług KWN-V-400 powodował nieznacznie sztorcowanie skib, które można jednak łatwo wyeliminować korygując ustawienie listew dokładających. Dobre dokładanie skib zapewnia równomierne ich osiadanie i łatwiejsze doprawienie. Wszystkie pługi zapewniły bardzo dobre, bo ponad 90-procentowe przykrycie resztek poźniwnych. Większość powierzchni pola po orce była zupełnie czysta, a jedynie sporadycznie pomiędzy skibami wystawały nie przykryte w pełni łodygi kukurydzy. Niestety we wszystkich przypadkach resztki układane były pasmowo, na styku odkładanych skib, bo długie łodygi kukurydzy zwijają się jak warkocz i układają wzdłużnie (rys. 3). A więc, aby poprawić rozrzucenie resztek pod odwracającymi skibami konieczne jest ich rozdrobnienie przed orką. Resztki przykrywane były warstwą gleby o grubości od 8 do 14 cm, co gwarantuje nie wyciąganie ich na powierzchnię podczas przedsięwzięcia doprawiania gleby. Nawet korpusy ażurowe o mniej skręconych odkładnicach bardzo dobrze przykrywały resztki. Jest to wynik dobrej pracy przedpłużków i ścinaczy, w które pług VARI OPAL jako jedyny wyposażony był jednocześnie oraz z dobrego osypywania się gleby na ażurowych odkładnicach, przy czym nie stwierdzono też zawieszania się łodyg kukurydzy pomiędzy listwami. Nie stwierdzono istotnych różnic w poprawieniu przykrywania długich resztek przez przedpłużki lub ścinacze. Wskaźnik przykrycia resztek dla pługa KWN-V-400 wyposażonego tylko w ścinacze był tylko nieznacznie niższy (94,2%) od pozostałych (rys. 4). Zapchania pługów były sporadyczne, a obserwacje podczas krótkiej eksploatacji potwierdziły, że im większe prześwity robocze tym większa odporność pługa na zapchania, tak jak w przypadku pługa IBIS XXL4, który ma zarówno duży prześwit pod ramą (845 mm) jak i rozstaw korpusów płużnych (1000 mm).

Odporność pługów na uderzenia kamieni jest ściśle związana ze sposobem zabezpieczenia przeciążeniowego. Zabezpieczenia NON-STOP zastosowane w pługach IBIS XLS i VARI OPAL działają bardzo sprawnie i predysponują te pługi do orki na glebach zakamienionych. Zaletą zabezpieczeń NON-STOP jest również usytuowanie punktu obrotu przed dziobem lemiesza, dzięki czemu wychyłany korpus nie powoduje unoszenia pługa, a po ustąpieniu przeciążenia szybko wraca do pełnego zagłębienia. Zabezpieczenia bezpiecznikowe powinny być stosowane na glebach ze sporadycznie występującymi kamieniami, aby nie zachodziła konieczność częstej wymiany bezpieczników. Nie wszystkie uderzenia kamieni powodują ścięcie czy zerwanie bezpiecznika. Szczególnie w pługu KWN-V-400, który miał najmniejszą masę niektóre uderzenia kamieni powodowały lekkie uniesienie ramy. Podczas badań tylko w pługu Multi Master wystąpiły 2 przypadki zerwania bezpiecznika przy bardzo dużych przeciążeniach grożących zniszczeniem korpusu.

5. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań porównawczych pięciu pługów podczas orki po zbiorze kukurydzy wyprowadzono następujące wnioski:

1. Wszystkie badane pługi zapewniły bardzo dobre, ponad 90-procentowe przykrycie dużej ilości długich resztek po zbiorze kukurydzy, ale układały je pasmowo na styku skib.

2. Ścinacze skib montowane powyżej odkładnic poprawiają przykrycie resztek kukurydzy nie gorzej niż przedpłużki, a nie ograniczają wolnej przestrzeni przed korpusami.
3. Odporność pługów na zapchania jest tym większa im większe są prześwity robocze pod ramą i pomiędzy korpusami.
4. Najmniejsze opory robocze i najlepsze pokruszenie gleby zapewniły korpusy ażurowe.
5. Duża szerokość bruzdy i pochylenie skarpy skiby stwarza więcej miejsca do szerokich kół ciągnika i odkładania skib.
6. Brak pełnego podcięcia skiby przez lemiesz pogarsza odkładanie skiby i jej pokruszenie.

6. Literatura

- [1] Materiały informacyjne firm Kuhn, Lemken, Unia, Zetor Sukov
- [2] Polska Norma PN-90/R-55003 Maszyny rolnicze. Metody badań. Charakterystyka warunków pracy maszyn do prac polowych. Polski Komitet Normalizacji, Miar i Jakości. Warszawa, 1990
- [3] Talarczyk W., Zbytek Z. Badania porównawcze pługów przystosowanych do orki po zbiorze kukurydzy. Maszynopis, biblioteka PIMR, 2006 r.