

Włodzimierz Białczyk, Jarosław Czarnecki, Krzysztof Pieczarka,
Mariusz Jędrzejewski, Anna Cudzik
Instytut Inżynierii Rolniczej
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

ANALIZA WŁAŚCIWOŚCI TRAKCYJNYCH KOŁA MIKROCIĄGNIKA W RÓŻNYCH TECHNOLOGIACH UPRAWY WYBRANYCH ROŚLIN

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań właściwości trakcyjnych koła mikrociągnika w uprawach pszenżyta ozimego i grochu dla różnych uproszczeń uprawowych. Mierzono maksymalną siłę trakcyjną. W celu pełnego opisu badań zmierzono parametry fizyczne gleby oraz wyznaczono maksymalne naprężenia ścinające i zwięzłość gleby. Wykazano wpływ rośliny pszenżyta i grochu na wartości mierzonych parametrów. Siły trakcyjne generowane w uprawie bezorkowej cechowały się mniejszą zmiennością. Określono optymalny przedział obciążenia pionowego.

Słowa kluczowe: siła trakcyjna, koło, zwięzłość, technologie uprawy

WSTĘP

Problem związany z poruszaniem się pojazdów po podłożu odkształcalnym został zauważony już dawno, w latach pięćdziesiątych, kiedy to zaczęto prowadzić badania nad niekorzystnym oddziaływaniem mechanizmów jezdnych na podłoże odkształcalne [Söhne 1958]. Rozpatrywanie ujemnego wpływu poruszania się maszyn po podłożu użytkowanym rolniczo musi być jednak prowadzone wraz z analizą właściwości trakcyjnych układu pojazd - podłoże odkształcalne [Białczyk i in. 1985, Weissbach 1995]. Badania trakcyjne prowadzone są w warunkach laboratoryjnych i polowych. Badania laboratoryjne charakteryzują się powtarzalnością pomiarów i możliwością utrzymania zadanych parametrów podczas prowadzenia badań. Nie oddają one jednak rzeczywistych warunków panujących w glebie podczas okresu wegetacyjnego uprawianych roślin. Badania polowe prowadzone są w warunkach rzeczywistych i wpływa na nie wiele parametrów stanu gleby, których utrzymanie na stałym poziomie jest praktycznie niemożliwe. Niestety, główną ich wadą jest fakt, że wyniki takich pomiarów są prawdziwe jedynie dla panujących w czasie wykonywania badań warunków, których powtórzenie jest bardzo trudne.

Cel badań

Celem przeprowadzonych badań było porównanie dwóch technologii uprawy gleby w zakresie zmian wybranych właściwości trakcyjnych. Dokonano analizy zmian wybranych właściwości mechanicznych gleby w trakcie wegetacji roślin.

Przedmiot i metodyka badań

Badania przeprowadzono na dwóch polach położonych obok siebie o powierzchni ok. 0,1 ha każde, na których uprawiano pszenżyto ozime i groch. Dodatkowo każde z pól podzielono na dwie części, na których stosowano różne systemy uprawy gleby. Na jednej części prowadzono tradycyjny system uprawy roli, a na drugiej uproszczony. Całe doświadczenie zaplanowano na lata 1988-2002. Wyniki prezentowanych badań uzyskano w 2002 roku.

Pomiary prowadzono w terminach odpowiednio do wymagań danego zabiegu, które przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Terminy prowadzenia pomiarów oraz stan pola w trakcie ich prowadzenia

Table 1. The dates of measurements and the condition of the field during the study

Stan podłoża	Termin pomiarów		Uprawa	
	pszenżyto	groch	tradycyjna	uproszczona
I	25 VII	25 VII	ściernisko	ściernisko
II	25 VII	25 VII	podorywka	brona wirnikowa
III	19 VIII	17 IX	orka	brona wirnikowa
IV	19 VIII	17 IX	orka raz wałowana	brona wirnikowa raz wałowana
V	19 VIII	17 IX	orka dwa razy wałowana	brona wirnikowa dwa razy wałowana

Do badań wykorzystano oponę o rozmiarze 4.50-10 o nośności 240kG, maksymalnym ciśnieniu powietrza 0,16MPa i konstrukcji bieżnika typu AN. Obciążenie pionowe opony zmieniano w zakresie 500-950 N. Do pomiarów właściwości trakcyjnych badanych podłoży zastosowano stanowisko do badań trakcyjnych opon mikrociągników w warunkach polowych [Białczyk i in. 1995]. Stanowisko pomiarowe zostało zagregatowane z ciągnikiem rolniczym na trzypunktowym układzie zawieszenia i korzystało z hydrauliki zewnętrznej ciągnika. Zapewniło to jego mobilność i niezależność od zewnętrznych źródeł energii.

Celem pełniejszej analizy otrzymanych wyników wykonano również pomiary parametrów fizycznych gleby, tj.: gęstości objętościowej i porowatości. Przeprowadzono także pomiary właściwości mechanicznych badanego podłoża, czyli maksymalnych naprężeń ścinających oraz zwięzłości gleby. Pomiary zwięzłości wykonano za pomocą penetrometru stożkowego z elektroniczną rejestracją siły oporu penetracji gleby i wielkości zagłębienia stożka pomiarowego. Do badań zastosowano stożek o kącie wierzchołkowym 30° i polu podstawy 0,0001 m². Do pomiaru naprężeń ścinających użyto ścinarki obrotowej VANE H-60 firmy Eijkelkamp. Pozwalała ona na bezpośredni pomiar maksymalnych naprężeń ścinających w

warunkach polowych. Zakres pomiarowy ścinarki wynosił 0-260 kPa, przy błędzie pomiaru 2 kPa.

Analiza wyników

Wyniki uzyskanych parametrów fizycznych dla gleby w uprawie pszenżyta ozimego przedstawiono w tabeli 2, natomiast w uprawie grochu w tabeli 3.

Tabela 2. Wartości analizowanych właściwości fizycznych gleby w uprawie pszenżyta ozimego

Table 2. Physical proprieties of soil in triticale cultivation

Uprawa	Tradycyjna					Uproszczona				
	Stan podłoża	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV
Wilgotność gleby [%]	7,07	7,87	10,62	8,93	9,05	8,70	7,52	12,49	13,77	13,38
Gęstość objętościowa [g/cm ³]	1,72	1,58	1,61	1,70	1,72	1,62	1,56	1,64	1,66	1,69
Porowatość ogólna [%]	36,8	42,3	42,5	38,5	37,7	41,3	45,1	44,5	42,5	41,3

Tabela 3. Wartości analizowanych właściwości fizycznych gleby w uprawie grochu

Table 3. Physical proprieties of soil in pea cultivation

Uprawa	Tradycyjna					Uproszczona				
	Stan podłoża	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV
Wilgotność gleby [%]	8,34	8,11	12,74	11,11	13,64	8,11	7,52	15,74	16,82	15,61
Gęstość objętościowa [g/cm ³]	1,51	1,49	1,40	1,45	1,63	1,50	1,47	1,48	1,51	1,58
Porowatość ogólna [%]	54,1	45,7	57,9	48,6	43,4	45,2	49,1	49,7	48,9	46,2

Jak można zauważyć, gleba pod uprawą grochu charakteryzowała się wyższą wilgotnością oraz porowatością, zarówno w przypadku uprawy tradycyjnej jak i uproszczonej, niż gleba, na której uprawiano pszenżyto ozime. Powtórzyła się prawidłowość, że groch znacznie lepiej niż zboża utrzymuje w glebie wodę. Z tabeli wynika również, że gleba w uprawie uproszczonej charakteryzuje się znacznie wyższą wilgotnością, niż gleba uprawiana tradycyjnie. Potwierdza się więc fakt, że gleba w uprawie uproszczonej lepiej gospodaruje zasobami wody glebowej

Ważne jest również, że porowatość gleby uprawianej bezorkowo utrzymuje się na prawie stałym poziomie. Świadczy to o znacznie łatwiejszym zagęszczaniu się gleby po orce, niż po bronowaniu. Wałowanie w przypadku uprawy tradycyjnej znacznie zagęszczało glebę, powodując znaczny spadek porowatości gleby. Gleba w uprawie uproszczonej zmniejszyła swoją porowatość jedynie nieznacznie, na co z pewnością wpłynęła znaczna ilość resztek poźniwnych wprowadzonych do gleby podczas zabiegu bronowania broną wirnikową.

Wyniki pomiarów maksymalnych naprężeń ścinających, dla gleby w uprawie pszenżyta ozimego i grochu, przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Wartości zmierzonych maksymalnych naprężeń ścinających τ_{max} w [kPa]

Table 4. Cutting stress of soil τ_{max} [kPa]

Stan podłoża	Uprawa tradycyjna			Uprawa uproszczona		
	zagłębienie [m]					
	0,05	0,10	0,15	0,05	0,10	0,15
pszenżyto ozime						
I	119	257	x*	104	174	x*
II	8	230	259	25	139	259
III	4	7	6	36	98	106
IV	6	33	57	32	90	103
V	14	41	57	39	98	115
groch						
I	41	259	228	177	252	x*
II	7	181	218	29	223	260
III	1	3	16	3	57	113
IV	5	23	31	6	76	125
V	21	61	61	9	83	128

*- wartości mierzone wykroczyły poza zakres pomiarowy ścinarki

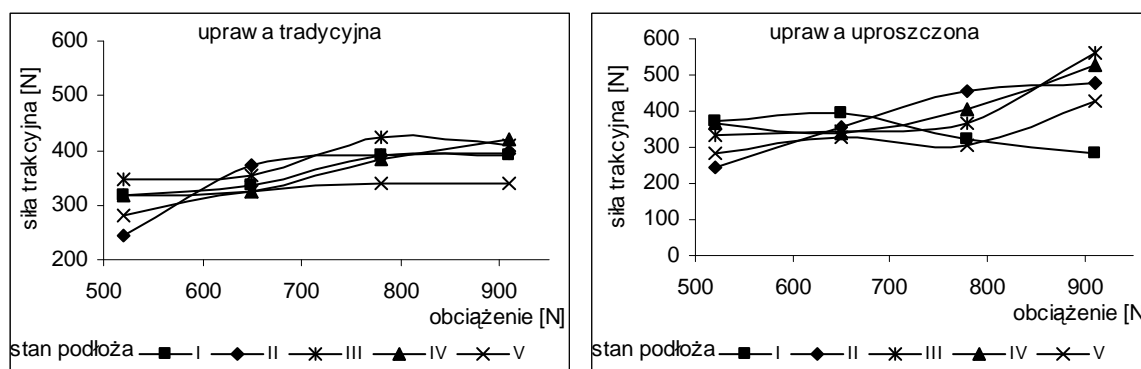
W pierwszym terminie pomiarów, wykonanych po zbiorze roślin na ściernisku, na głębokości 0,15 m maksymalne naprężenia ścinające nie zostały zmierzone, gdyż przekraczały one zakres pomiarowy stosowanego przyrządu pomiarowego. Wpłynął na to stan pola, jaki pozostał po zbiorze roślin. Gleba była bardzo zagęszczona, co ilustrują wyniki zwięzłości przedstawione w tabeli 5. Oprócz tego wilgotność gleby kształtowała się na bardzo niskim poziomie, co wywarło dodatkowy wpływ na tak wysokie wartości naprężeń ścinających.

Tabela 5. Wartości średniej zwięzłości warstwy gleby 0-0,2 m w [kPa]

Table 5. Compactness of subsoil layer at 0 to 0.2m [kPa]

Stan podłoża Uprawa	Pszenżyto ozime					Groch				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
tradycyjna	466	299	19	56	62	648	259	32	110	131
uproszczona	418	340	165	237	376	472	246	120	150	194

Uzyskane wartości maksymalnych naprężeń ścinających oraz zwięzłości gleby pozwoliły scharakteryzować stan podłoża w momencie prowadzenia pomiarów właściwości trakcyjnych. Jako pierwsze rozpatrywano maksymalne siły trakcyjne generowane przez koło na polu, na którym uprawiano pszenżyto ozime. Uzyskane wyniki pomiarów przedstawiono na rysunku 1.



Rys.1. Wartości maksymalnych sił trakcyjnych uzyskanych na glebie w uprawie pszenżyta ozimego

Fig.1. Maximum traction forces on soil under winter triticale plant

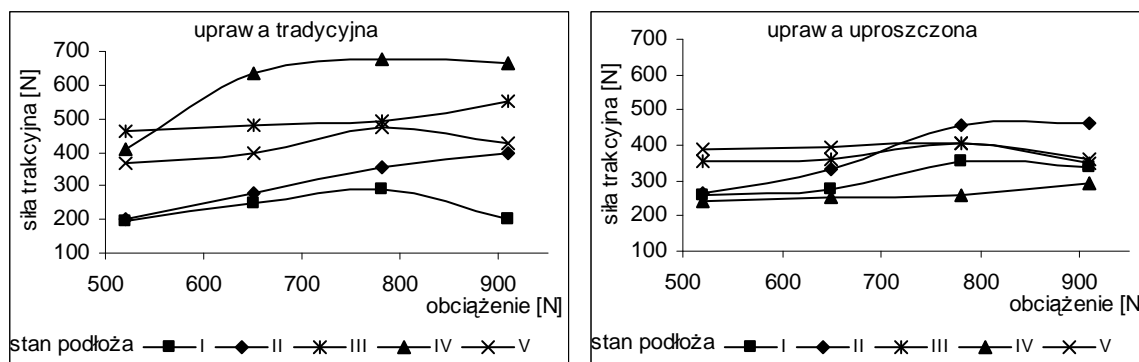
Na podstawie przedstawionych danych można zauważyć, że siły zmierzone na glebie uprawianej przy zastosowaniu uproszczeń uprawowych są wyższe od sił uzyskiwanych w uprawie tradycyjnej. Największe różnice w odnotowanych siłach trakcyjnych, pomiędzy analizowanymi systemami uprawy gleby, wystąpiły dla każdego z analizowanych podłoży przy obciążeniu największym. Największą różnicę stwierdzono w III uprawie i wyniosła ona 150%. Wyjątek stanowiły wyniki pomiarów przeprowadzonych na ściernisku (uprawa D), których charakter zmian odbiegał od pozostałych. Prawie wszystkie krzywe charakteryzują się różnym wzrostem siły trakcyjnej wraz ze wzrostem obciążenia pionowego koła. Natomiast w przypadku pomiarów przeprowadzonych na ściernisku, wraz ze zwiększaniem obciążenia,

uzyskiwane siły dość znacznie malały. Najwyższą wartość siły trakcyjnej (425 N) w uprawie tradycyjnej zmierzono na glebie po wykonaniu orki.

W przypadku uprawy uproszczonej, wartość ta wyniosła 560,2 N i została ona stwierdzona po zabiegu bronowania broną wirnikową. Można również zauważyć, że w przypadku uprawy orkowej wzrost obciążenia skutkuje tylko nieznacznym przyrostem siły trakcyjnej. Jest to widoczne zwłaszcza w wypadku podłoży, na których stosowano orkę (III, IV i V).

Optymalna wartość obciążenia pionowego koła w przypadku uprawy tradycyjnej powinna więc wahać się w zakresie wartości średnich tego parametru, między 650 a 780 N. Powodem jest stabilizacja lub wręcz spadek uzyskiwanych maksymalnych sił trakcyjnych przy obciążeniu pionowym koła powyżej 900 N. W przypadku uprawy uproszczonej przy zwiększaniu obciążenia od 520 do 780 N nie notuje się znacznych przyrostów sił trakcyjnych. Występują one dopiero przy obciążeniu 910 N, co może wskazywać, że takie obciążenie będzie optymalnym pod względem osiągniętych maksymalnych sił trakcyjnych. Wpływ na to ma większa nośność gleby, która umożliwia uzyskiwanie większych sił trakcyjnych dla wyższych obciążeń niż w uprawie tradycyjnej.

W przypadku uprawy grochu zanotowano wyższe siły trakcyjne generowane na glebie w uprawie tradycyjnej, niż w uproszczonej (rys.2).



Rys. 2. Wartości maksymalnych sił trakcyjnych uzyskanych na glebie w uprawie groch

Fig.2. Maximum traction forces on soil under pea plants

W tym przypadku wystąpiła sytuacja odmienna, niż w wypadku uprawy pszenżyta. W uprawie orkowej siły trakcyjne zmierzone na glebie po wykonaniu zabiegu orki oraz na podłożu po orce raz zawałowanej były znacznie wyższe od pozostałych. Największą maksymalną siłę trakcyjną zmierzono po jednokrotnym wawowaniu orki i wyniosła ona 673,8 N, dla pionowego obciążenia koła wynoszącego 780 N. Można jednocześnie zauważyć,

że osiągnęte siły dla gleby po tym zabiegu, dla trzech obciążeń: 650 N, 710 N oraz 910 N różnią się nieznacznie, co sugeruje, że dociążanie ciągnika w tym przypadku powoduje małe przyrosty sił trakcyjnych i należy zastanowić się nad jego stosowaniem.

Uprawę uproszczoną grochu charakteryzują, podobnie jak uprawę pszenżyta ozimego, niewielkie zmiany zmierzonych sił, zarówno przy zwiększaniu obciążenia koła, jak również dla podłoża po wykonaniu różnych zabiegów uprawowych. Wyznaczone wartości sił trakcyjnych są zbliżone do uzyskiwanych dla gleby w uproszczonej uprawie pszenżyta. Wartość maksymalna siły (461,5 N) została osiągnięta na glebie po uprawie broną wirnikową, dla obciążenia 910 N.

Wyznaczenie optymalnego obciążenia koła w uprawie grochu jest znacznie trudniejsze, niż to miało miejsce w pszenżycie. Przyjmując, że im cięższe maszyny tym większe i bardziej szkodliwe ich oddziaływanie na glebę, można przyjąć, że dla badanych warunków najbardziej efektywnym obciążeniem, dla obu technologii uprawy będą obciążenia z zakresu 650-780 N.

Wnioski

1. Maksymalne naprężenia ścinające osiągały wyższe wartości dla gleby uprawianej bezorkowo zarówno w uprawie pszenżyta jak i grochu. Wykazano również wyższe wartości zwięzłości gleby dla upraw uproszczonych.
2. Przeprowadzona analiza właściwości trakcyjnych wykazała wpływ uprawianej rośliny na mierzone wartości analizowanych parametrów. Gleby z zastosowaniem uproszczeń uprawowych pozwalały generować wyższe wartości sił trakcyjnych.
3. Siły trakcyjne generowane na glebie poddanej uprawie bezorkowej charakteryzowały się mniejszą zmiennością, zarówno w uprawie pszenżyta jak i grochu.

Bibliografia

1. Söhne W. 1958. Fundamentals of pressure distribution and soil compaction under tractor tires. Agricultural Engineering, ASAE, St. Joseph Michigan, 5.
2. Białczyk W., Materek D., Bernat J. 1985. Konstrukcja i zużycie opony a właściwości trakcyjne ciągnika. Maszyny i Ciągniki Rolnicze, 2, 14-16.
3. Weissbah M. 1995. Zugkraftübertragen auf unterschiedlich bearbeiteten Boden. Ldtechnik, Jg. 50, 2, 82-83.

ANALYSIS OF TRACTION PROPERTIES OF A MICROTRACTOR WHEEL IN VARIOUS TECHNOLOGIES OF SELECTED PLANTS CULTIVATION

Summary

The paper presents results of a study of traction parameters of a microtractor wheel in different cultivation technologies of winter triticale and pea. The maximum traction forces were measured along with physical parameters of soil. Maximum cutting stress and soil compactness were also measured. As was found, there was a relation between triticale and pea plants and the values of studied parameters. Differences in traction forces generated in no-tillage technology were insignificant. Optimal range for vertical loading was determined.

Key words: traction forces, wheel, compactness, technologies of tillage