

WPŁYW OBCIĄŻENIA GLEBY PYLASTEJ KOŁAMI KOMBAJNU DO ZBIORU BURAKÓW NA JEJ WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE

Dariusz Błażejczak, Tadeusz Durkowski, Marek Śnieg, Jan B. Dawidowski
Instytut Inżynierii Rolniczej, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Streszczenie. Przedstawiono kształtowanie się właściwości fizycznych gleby po zbiorze buraków cukrowych sześciorzędowym kombajnem Holmer Terra Dos. Glebę badano w warstwach leżących na głębokościach: 5-10, 15-20, 25-30, 35-40, 45-50 i 55-60 cm; przed i po zbiorze buraków (trzy terminy). Właściwości fizyczne oznaczono dla warunków polowych (wilgotność aktualna, gęstość objętościowa, zwięzłość i opór ścinania), przy pF0 (wilgotność wagowa) oraz przy pF2 (wilgotność wagowa i przepuszczalność powietrzna). Stwierdzono, że zastosowanie kombajnu pogorszyło stan fizyczny gleby pylastej w jej warstwie podornej.

Słowa kluczowe: gleba, zagęszczenie, zbiór buraków

Wstęp i cel pracy

Nadmierne zagęszczenie gleb jest jednym z ważniejszych problemów współczesnego rolnictwa [Hakansson i in. 1995; Van den Akker i in. 2003]. Stosowanie coraz wydajniejszego, a zarazem cięższego, sprzętu rolniczego sprawia, że obciążenia przekazywane na powierzchnię gleby przez koła maszyn i pojazdów rolniczych przekraczają poziom jej naturalnej wytrzymałości. W konsekwencji gleba jest nadmierne zagęszczana.

Szczególnie niekorzystne warunki, sprzyjające powstawaniu nadmiernego zagęszczenia gleby, występują podczas zbioru buraków cukrowych. Ruch pojazdów po polu odbywa się przy znacznym uwilgotnieniu gleby (zblizonym do połowej pojemności wodnej) i obciążeniu pojedynczej osi przekraczającym często maksymalną dopuszczalną dla pojazdów drogowych wartość, która w Polsce wynosi 80 kN [Dawidowski 2008]. Stosowanie zaś w tych warunkach szerokiego ogumienia, w celu obniżenia nacisków wywieranych kołami na powierzchnię gleby, nie przynosi jednoznacznych korzyści. Wynika to z faktu, że zagęszczanie warstwy podornej (głębokość 20-60 cm) zależy od obciążenia koła, niezależnie od ciśnienia wywieranego przez nie na glebę [Botta i in. 2002]. Coraz powszechniejszemu stosowaniu ciężkich maszyn do zbioru buraków cukrowych sprzyjają przepisy Unii Europejskiej, ograniczające ich produkcję oraz obniżające ceny surowca i cukru [Przybył 2006]. Powoduje to przechodzenie na technologię zbioru za pomocą wysokowydajnych maszyn wielorzędowych, których stosowanie obniża koszty produkcji buraków [Gorzelańcy, Puchalski 2006; Szeptycki 2005].

Celem niniejszej pracy było przedstawienie kształtowania się właściwości fizycznych gleby pylastej po zbiorze buraków cukrowych ciężkim, wielorzędowym kombajnem.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono w latach 2007-2008 koło Stargardu Szczecińskiego (obręb wsi Nowy Przylep) na glebie o składzie granulometrycznym pył zwykły, przechodzącej na głębokości 40 cm w pył ilasty (wg mapy glebowo-rolniczej 1:5000). Pomiarów terenowych wykonano w następujących terminach: 13.09.2007 (TK- kontrola przed zbiorem buraków), 11.10.2007, 09.05.2008 i 05.12.2008 (kolejne terminy pomiarów po zbiorze buraków, oznaczone odpowiednio: T1, T2 i T3). Glebę badano w warstwach leżących na głębokościach: 5-10, 15-20, 25-30, 35-40, 45-50 i 55-60 cm; przed i po zbiorze buraków kombajnem Holmer Terra Dos (masa własna ok. 20000 kg, maks. masa korzeni w zasobniku ok. 17500 kg, szerokość opon: przedniej - 750 mm, tylnej - 1070 mm). W celu wyeliminowania wpływu zmienności gleby na wynik pomiaru, próbki pobierano z odkrywek oddalonych od siebie o około 2-3 m, wg wskazań odbiornika GPS. Pomiarów prowadzono poza uwrociami i ścieżkami technologicznymi. Stan fizyczny gleby (o nienaruszonej strukturze) badano przy wilgotności aktualnej (zastanej w polu) oraz przy siłach ssących równych pF0 i pF2. Dla warunków polowych oznaczono w glebie: wilgotność aktualną, gęstość objętościową oraz zwięzłość i opór ścinania. Przy pełnym nasyceniu wodą (pF0) zmierzono wilgotność wagową. Po standaryzacji zaś warunków wilgotnościowych przy pF2 określono wilgotność wagową i przepuszczalność powietrzną. Glebę w poszczególnych warstwach scharakteryzowano (powszechnie stosowanymi metodami) oznaczając: skład granulometryczny, gęstość właściwą szkieletu, odczyn, zawartości próchnicy i węgla wapnia (CaCO_3) oraz granice plastyczności i płynności.

Wyniki i dyskusja

Wyniki oznaczeń wybranych właściwości charakteryzujących badaną glebę zamieszczono w tabeli 1. Otrzymane rezultaty wskazują, że gleba w warstwie 5-60 cm była, w momencie przeprowadzania obserwacji, wyrównana pod względem wartości jej charakterystycznych cech. Świadczy to o tym, że zaobserwowane właściwości gleby przedstawione w tabeli 2 zostały ukształtowane przede wszystkim przez czynniki antropogeniczne.

Analizując ogólnie kształtowanie się właściwości gleby (tab. 2) pomiędzy warstwami i terminami wykonania badań można zauważyć, że po zbiorze buraków kombajnem nastąpiła wyraźna zmiana w stanie fizycznym gleby. Przede wszystkim wzrosła wyraźnie wartość gęstości objętościowej (ρ), co miało wpływ na kształtowanie się w profilu oporu ścinania (S_c) i zwięzłości (Z_w) gleby. Zaistniały stan fizyczny wpłynął na kształtowanie się właściwości gleby określonych przy podciśnieniach pF0 i pF2. Dotyczy to zarówno warstw położonych płytko, narażonych na bezpośrednie oddziaływanie kół, jak i głębszych, na które oddziaływały naprężenia wywołane naciskami na powierzchni gleby. Stosunkowo głębokie (do około 60 cm) zagęszczające oddziaływanie kół kombajnu mogło wynikać nie tylko z masy maszyny, lecz także wilgotności aktualnej gleby, która w momencie wykonywania zbioru (pierwsza dekada października) była zbliżona do jej granicy plastyczności.

Wpływ obciążenia gleby...

Tabela 1. Charakterystyka badanej gleby w poszczególnych warstwach

Table 1. Characteristics of the examined soil in its particular layers

Warstwa [cm]	Gatunek gleby	Gęstość właściwa [$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$]	Odczyn w KCl [pH]	Zawartość próchnicy [%]	Zawartość CaCO_3 [%]	Granica plastyczności [% wag.]	Granica płynności [% wag.]
5-10	ptz	2,46	6,3	2,7	1,2	21,7	27,1
15-20	ptz	2,43	6,4	2,9	1,3	22,4	29,0
25-30	ptz	2,45	6,3	3,1	1,3	22,0	29,5
35-40	ptz	2,46	6,3	2,0	2,5	21,3	31,2
45-50	pli	2,45	6,3	2,3	2,9	23,7	32,0
55-60	pli	2,47	6,2	1,1	0,8	20,3	31,3

Tabela 2. Wyniki badań: oporu ścinania (S_c), zwięzłości (Z_w), wilgotności aktualnej (w_a), gęstości objętościowej (ρ), wilgotności przy pF0 (w_{pF0}), wilgotności przy pF2 (w_{pF2}) i przepuszczalności powietrznej przy pF2 (p_{pF2}); w poszczególnych terminach

Table 2. Test results for: shearing resistance (S_c), compactness (Z_w), current humidity (w_a), volumetric density (ρ), humidity for pF0 (w_{pF0}), humidity for pF2 (w_{pF2}), and air permeability for pF2 (p_{pF2}); for individual dates

Warstwa [cm]	w_a [% wag.]	ρ [$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$]	S_c [kPa]	Z_w	w_{pF0} [% wag.]	w_{pF2} [% wag.]	p_{pF2} [$\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$]
TK - 13.09.2007							
5-10	22,2	1,35	43	434	37,6	26,4	1,1
15-20	21,8	1,36	62	888	36,0	25,9	2,5
25-30	21,1	1,32	89	853	38,8	26,3	1,5
35-40	19,2	1,40	135	1421	31,6	25,2	1,7
45-50	19,2	1,40	141	1794	31,8	24,9	1,8
55-60	17,1	1,52	185	2068	27,0	20,9	4,6
T1 - 11.10.2007							
5-10	19,5	1,51	180	668	30,1	26,3	0,0
15-20	18,4	1,53	184	2336	29,4	25,1	0,1
25-30	17,4	1,51	126	2349	30,9	24,3	1,5
35-40	16,8	1,51	140	2017	30,0	22,6	2,2
45-50	16,9	1,58	170	2024	26,9	21,0	1,8
55-60	15,8	1,65	168	2125	26,5	20,3	1,4
T2 - 09.05.2008							
5-10	18,4	1,50	143	1298	34,3	23,7	0,2
15-20	20,0	1,49	114	1274	35,2	23,4	0,4
25-30	20,0	1,54	122	1275	34,5	21,7	1,0
35-40	19,5	1,55	98	1417	30,6	20,7	2,3
45-50	19,5	1,54	140	1274	31,8	20,7	4,3
55-60	18,9	1,60	140	1440	29,6	19,7	3,5
T3 - 05.12.2008							
5-10	25,4	1,41	40	517	31,2	25,2	1,1
15-20	24,2	1,45	72	632	32,1	24,0	1,4
25-30	22,4	1,43	119	1209	32,5	22,8	4,5
35-40	21,8	1,52	81	1410	27,4	21,6	3,6
45-50	21,2	1,56	120	1119	27,0	21,4	1,9
55-60	19,7	1,62	149	1318	24,8	20,1	3,6

Porównanie danych pomiędzy terminami poboru prób nasuwa pytanie: czy stan gleby w kolejnych terminach poboru prób (T1, T2, T3) różni się od tego, jaki ustalono przed zbiorem buraków (TK)? Odpowiedzi na powyższe pytanie poszukiwano porównując właściwości gleby, których wartość nie zależała od wilgotności aktualnej w polu. Porównanie wartości (jednoczynnikowa analiza wariancji przy $\alpha=0,05$) wykonywane było z pominięciem warstw, które były spulchniane mechanicznie w okresie prowadzenia obserwacji. Przed terminem T1 (11.10.2007) zastosowano płytka uprawę gleby (ok. 10 cm) agregatem uprawowo-siewnym, a przed T3 (05.12.2008) orkę siewną na głębokość ok. 20 cm. Zauważyć można (tab. 3), że zagęszczenie gleby (ρ) w kolejnych terminach poboru prób (T1, T2, T3) różni się od tego, jaki istniał przed zbiorem buraków cukrowych (TK). Wyjątkiem jest wariant K – T3 dla warstwy 5–10 cm, gdzie nie stwierdzono istotnej różnicy. Widać także, że w ślad za utrzymującą się różnicą zagęszczenia zmieniają się zmiany właściwości gleby przy pF0 i pF2. Szczególnie jest to widoczne dla wilgotności przy pF2 (w_{pF2}). Wyjątek stanowi natomiast przepuszczalność powietrzna gleby przy pF2 (p_{pF2}). W tym przypadku wynik należy tłumaczyć dużą zmiennością (współczynnik zmienności do ok. 300%) tego parametru wynikającą przede wszystkim z występowania w warstwie podornej kanałów po dżdżownicach.

Tabela 3. Wyniki badań porównawczych gęstości objętościowych (ρ), wilgotności przy pF0 (w_{pF0}), wilgotności przy pF2 (w_{pF2}) i przepuszczalności powietrznej przy pF2 (p_{pF2}) gleby określonych przed (K) i po zbiorze (T1, T2, T3) buraków

Table 3. The results of comparative tests for volumetric density values (ρ), humidity for pF0 (w_{pF0}), humidity for pF2 (w_{pF2}), and air permeability in soil for pF2 (p_{pF2}), determined before (K) and after beet harvest (T1, T2, T3)

Warstwa [cm]	Wartość statystyki p dla porównywanych parametrów gleby w poszczególnych warstwach											
	K - T1				K - T2				K - T3			
	ρ	w_{pF0}	w_{pF2}	p_{pF2}	ρ	w_{pF0}	w_{pF2}	p_{pF2}	ρ	w_{pF0}	w_{pF2}	p_{pF2}
5-10	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
15-20	+++	+++	0,067	0,006	0,003	0,544	+++	0,01	×	×	×	×
25-30	+++	+++	+++	0,813	+++	0,018	+++	0,007	0,227	0,154	0,104	0,323
35-40	+++	0,011	+++	0,111	+++	0,353	+++	0,584	+++	+++	+++	0,116
45-50	+++	+++	+++	0,879	0,002	0,978	+++	0,121	+++	+++	+++	0,728
55-60	+++	0,653	0,041	0,109	0,001	0,032	0,001	0,640	0,001	+++	0,003	0,699

+++ - wartość $p < 0,001$; pola zaciemnione oznaczają różnicę statystycznie istotną (przy $\alpha=0,05$)

×

 - nie prowadzono analizy porównawczej z powodu wykonania uprawy gleby (nieporównywalne warunki)

Wpływ obciążenia gleby...

Zaobserwowane wartości właściwości (tab. 2) oraz ich analiza statystyczna (tab. 3) wykazała, że stan gleby przed zbiorem różnił się od monitorowanego w terminach T1, T2 i T3. Porównanie danych pomiędzy terminami poboru prób (tab. 2) nasunęło następane pytanie: czy stan gleby w kolejnych terminach poboru prób (T1, T2, T3) ulegał znaczącej poprawie?. W tym przypadku analiza statystyczna (tab. 4) nie wskazała, aby w glebie, w okresie przeprowadzania obserwacji, rozpoczął się proces naturalnej regeneracji polegający na znaczącej zmianie (istotne zmniejszenie) poziomu jej zagęszczenia (ρ). Wyraźny brak istotnych zmian zanotowano w przypadku przepuszczalności powietrznej przy pF2 (p_{pF2}). Rezultaty te nie zostały jednoznacznie potwierdzone w analizie potencjalnych zdolności retencyjnych (wilgotności przy pF0 i przy pF2) gleby. Zauważyć jednak można, że zaobserwowane istotne zmiany tych parametrów w krótszym okresie czasu (warianty porównań T1 - T2 i T2 - T3) nie zostały potwierdzone w przedziale dłuższym (wariant T1 - T3). Świadczyć to może o tym, że wartości tych parametrów oscylują wokół pewnych wartości i nie można w tym przypadku mówić o określonym kierunku ich zmian.

Tabela 4. Wyniki badań porównawczych gęstości objętościowych (ρ), wilgotności przy pF0 (w_{pF0}), wilgotności przy pF2 (w_{pF2}) i przepuszczalności powietrznej przy pF2 (p_{pF2}) gleby określonych w kolejnych terminach (T1, T2, T3) po zbiorze buraków

Table 4. The results of comparative tests for volumetric density values (ρ), humidity for pF0 (w_{pF0}), humidity for pF2 (w_{pF2}), and air permeability in soil for pF2 (p_{pF2}), determined on successive dates (T1, T2, T3) after beet harvest

Warstwa [cm]	Wartość statystyki p dla porównywanych parametrów gleby w poszczególnych warstwach											
	T1 - T2				T1 - T3				T2 - T3			
	ρ	w_{pF0}	w_{pF2}	p_{pF2}	ρ	w_{pF0}	w_{pF2}	p_{pF2}	ρ	w_{pF0}	w_{pF2}	p_{pF2}
5-10												
15-20	0,231	+++	+++	0,128								
25-30	0,252	0,004	0,001	0,084	0,351	0,680	0,454	0,316	0,217	0,629	0,595	0,251
35-40	0,077	0,536	+++	0,894	0,530	+++	0,005	0,221	0,228	0,013	0,001	0,363
45-50	0,199	0,002	0,186	0,153	0,294	0,947	0,122	0,483	0,400	0,002	0,002	0,265
55-60	0,016	0,069	0,110	0,109	0,098	0,179	0,391	0,136	0,558	0,001	0,325	0,943

Oznaczenia jak tab. 3.

Wnioski

1. Zastosowanie sześciorzędowego kombajnu do zbioru buraków pogorszyło stan fizyczny gleby pylastej w jej warstwie podornej. Pogorszenie to obserwowane było przede wszystkim we wzroście zagęszczenia gleby, opisanym gęstością objętościową.
2. Zaobserwowany wzrost zagęszczenia gleby ma charakter zmiany trwałej. Po zbiorze buraków, w okresie prowadzenia obserwacji, zagęszczenie badanej gleby utrzymywało się na zbliżonym poziomie.
3. Wzrost zagęszczenia gleby wpłynął wyraźnie na obniżenie jej potencjalnej retencji wodnej.

Bibliografia

- Botta G.F., Jorajuria D., Draghi L.M.** 2002. Influence of the axle load, tyre size and configuration on the compaction of a freshly tilled clayey soil. *Journal of Terramechanics*. 39. s. 47-54.
- Dawidowski J.B.** 2008. Obciążenia kół pojazdów i maszyn rolniczych a ochrona gleby. W: Ogólnopolska Konferencja Naukowa. Ekologiczne aspekty mechanizacji rolnictwa. SGGW W-wa. 25 czerwca 2008. Wyd. SGGW Warszawa. s. 43-58.
- Gorzelański J., Puchalski C.** 2006. Ocena kosztów i energochłonności zbioru buraków cukrowych na Podkarpaciu. *Inżynieria Rolnicza* 2. s. 339-345.
- Håkansson I., van Ouwerkerk C., Soane B.D.**, 1995. Conclusions of the ISTRO Workshop on "The Effects of Soil Compaction on Physical, Chemical and Biological Factors in the Environment". 25 August 1993. Metropol, Ukraine. In: *Soil & Tillage Research* 35. s. 111-113.
- Przybył J.** 2006. Jakość pracy nowych kombajnów do zbioru buraków cukrowych. *Inżynieria Rolnicza* 11. s. 367-375.
- Szeptycki A.** 2005. Ocena efektywności modernizacji technologii w produkcji roślinnej na przykładzie zbioru buraków cukrowych. *Inżynieria Rolnicza* 7. s. 323-330.
- Van den Akker J.J.H., Arvidsson J., Horn R.** 2003. Introduction to the special issue on experiences with the impact and prevention of subsoil compaction in the European Union. *Soil & Tillage Research* 73. s. 1-8.

THE IMPACT OF LOADING SILTY SOIL WITH SUGAR BEET HARVESTER WHEELS ON ITS PHYSICAL PROPERTIES

Abstract. The work presents the development of soil physical properties after harvesting sugar beets with a six-row Holmer Terra Dos harvester. Soil was examined in layers located at the following depths: 5-10, 15-20, 25-30, 35-40, 45-50 and 55-60 cm; before and after beet harvest (three dates). Physical properties were determined for field conditions (current humidity, volumetric density, compactness and shearing resistance), for pF0 (humidity by weight) and for pF2 (humidity by weight and air permeability). It has been observed that harvesters deteriorate physical condition of silty soil in its subarable layer.

Key words: soil, compaction, sugar beet harvest

Adres do korespondencji:

Dariusz Błażejczak; e- mail: dariusz.blazejczak@zut.edu.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Papieża Pawła VI/3
71-459 Szczecin