

ANALIZA ZWIĘZŁOŚCI GLEB W OKRESIE SADZENIA I ZBIORU ZIEMNIAKÓW

Paweł Kiełbasa, Piotr Budyn

Instytut Eksploatacji Maszyn, Ergonomii Procesów Produkcyjnych, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. Zwięzłość gleby w okresie wegetacji i zbioru ziemniaków jest bardzo istotna z punktu widzenia wielkości i jakości plonu. W badaniach określono zwięzłości gleby do głębokości 0,55 m na plantacji ziemniaków w czasie cyklu produkcyjnego rośliny, penetrometrem stożkowym. Badania przeprowadzono na polach, o trzech gatunkach gleb gdzie stosowano identyczną technologię uprawy ziemniaków. Wykazano, że zwięzłość gleb w strefie pracy narzędzi uprawowych oraz elementów roboczych maszyn zbierających plon była nieznacznie wyższa w stosunku do zwięzłości gleb odnotowanych podczas sadzenia ziemniaków.

Słowa kluczowe: zwięzłość gleby, ziemniak, technologia, penetrometr

Wstęp

Stan plantacji przed zbiorem ziemniaków decyduje w dużym stopniu zarówno o wydajności samego procesu zbioru jak również o ilości strat ziemniaków. Zbiór ziemniaków jest czynnością pracochłonną i energochłonną stanowiącą ponad 40% ogólnych nakładów pracy [Marks 1998]. Zagęszczenie gleby w redlinie spowodowane ugniatającym działaniem kół ciągnika podczas prac pielęgnacyjnych może powodować znaczny spadek plonu. Ponadto bryły będące przedmiotem separacji ręczno mechanicznych zespołów roboczych kombajnu do zbioru ziemniaków obniżają wydajność całego procesu zbioru generując jednocześnie dodatkowe koszty. W przypadku zboża udowodniono wpływ zwięzłości gleby na jej potencjał produkcyjny [Tomaszewska i in. 2003], którego wyznacznikiem był indeks powierzchni liści LAI oraz indeks zieloności liści SPAD. Sam stożek pomiarowy był przedmiotem analiz [Lejman i in. 1996] z punktu widzenia wartości kąta wierzchołkowego i pola podstawy stożka. Badano również wpływ prędkości ruchu sondy na uzyskiwane wyniki badań [Byliński i in. 1998]. Obecnie powszechnie stosuje się penetrometry stożkowe w których do wykonania pomiaru i konstrukcji stożka penetrometru stosuje normy ASAE (American Society of Association Executives). Kroulik i in. 2004 stwierdzają, że zmienność plonowania roślin może być spowodowana zmiennymi właściwościami gleby a obserwowana zmienność może być bazą do precyzyjnej uprawy gleby.

Cel, zakres i przedmiot badań

Celem badań było penetrometryczne określenie zwięzłości w profilu trzech wybranych gatunków gleb w okresie cyklu produkcyjnego ziemniaków.

Przedmiotem badań były trzy gatunki gleb (głina pylasta, ił pylasty, pył gliniasty), dla których określono zmienność wartości zwięzłości w czasie trwania procesu technologicznego uprawy i zbioru trzech odmian ziemniaków (Saturna, Innowator i Hermes) w jednej technologii.

Zakres badań obejmował wykonanie pomiarów zwięzłości oraz wilgotności gleby w dwóch okresach: okresie sadzenia (w pionowej osi calizny i we wzdłużnej osi wierzchołka redliny) i zbioru ziemniaków (we wzdłużnej osi wierzchołka redliny). W tabeli 1 przedstawiono zabiegi oraz narzędzia i maszyny będące składowymi analizowanej technologii uprawy i zbioru ziemniaków.

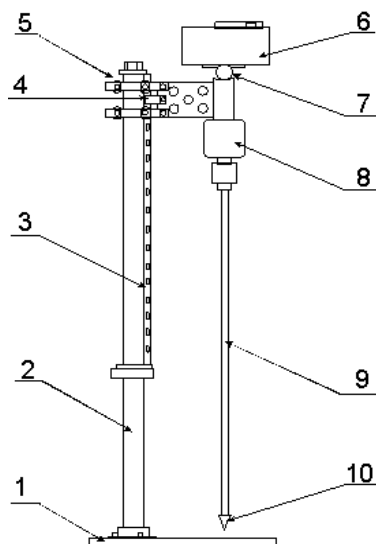
Tabela 1. Zabiegi, maszyny i narzędzia stosowane w uprawie i zbiorze ziemniaków
Table 1. Measures, machines and tools used for potato planting and harvesting

Rodzaj czynności	Maszyny
Siew nawozów potasowych	rozsiewacz 6 tonowy
Orka zimowa	pług 10 skibowy
Siew nawozów NP	rozsiewacz 6 tonowy
Głęboszowanie ścieżek	głębosz dwuzębny
Uprawa przed sadzeniem	brona wirnikowa o szerokości roboczej 8m, głębokość pracy 18 cm,
Sadzenie	sadzarka 6 rzędowa Grimme z zasobnikiem na 5 ton,
Formowanie redlin	obsypnik 6 rzędowy
Ochrona chemiczna	opryskiwacz samobieżny SAM, szerokość robocza 27 m,
Niszczenie naci	ścinacz łętów 2 rzędowy
Zbiór	kopaczka 4 rzędowa i kopaczka 2 rzędowa z elew. przeładunkowym

Źródło: obliczenia własne autora

Metodyka badań

Pomiary zwięzłości gleby wykonano penetrometrem stożkowym [Walczyk 1995], (rys. 1). Stożek pomiarowy o średnicy 0,01283 mm i kącie wierzchołkowym 30° spełniał standardy ASAE.



Rys. 1. Penetrometr stożkowy: 1 – podstawa, 2 – prowadnica, 3 – prowadnica fotokomórki, 4 – fotokomórka, 5 – rolka prowadząca fotokomórkę i sondę penetrometru, 6 – mikrokomputer, 7 – uchwyt, 8 – tensometr, 9 – sonda penetrometru, 10 – stożek pomiarowy

Fig. 1. Conical penetrometer: 1 – base, 2 – guide, 3 – photocell guide, 4 – photocell, 5 – roller guiding photocell and penetrometer probe, 6 – microcomputer, 7 – grip, 8 – extensometer, 9 – penetrometer probe, 10 – measuring cone

Podstawę penetrometru wykonano z tworzywa sztucznego, do którego przymocowano prowadnicę współpracującą z fotokomórką wyzwalającą zapis zmierzonej wartości siły oporu stożka penetrometru w pamięci komputera, pozwalając na zapis 15 wartości siły w trakcie jednego sondowania. Siła oporu stożka penetrometru mierzona jest czujnikiem tensometrycznym, natomiast obserwowanie wartości siły oporu penetracji gleby w czasie rzeczywistym umożliwia wyświetlacz ciekłokrystaliczny. Zwięzłość gleby wyliczono ze wzoru:

$$p = F_p \cdot A^{-1} \text{ [MPa]} \quad (1)$$

gdzie:

- p – zwięzłość gleby [MPa],
- F_p – siła oporu stożka penetrometru [N],
- A – wartość stała 0,00762 [m²].

Pomiar zwięzłości gleby przed sadzeniem ziemniaków wykonywano w pionowej osi symetrii kalizny a następnie przeprowadzano w pionowej osi redliny po sadzeniu i przed zbiorem ziemniaków. Badania przeprowadzono na plantacji ziemniaków o łącznej powierzchni ok. 50 ha. Liczebność punktów pomiarowych wynosiła 150 na każdym poligonie doświadczalnym. Stożek penetrometru wciskano do głębokości 0,52 m odnotowując wartości siły co 0,025 m.

Wyniki badań

Wilgotność gleby w czasie wegetacji ziemniaków przedstawiono w tabeli 2. Wilgotność gleby istotnie determinuje, jakość wykonywanych czynności agrotechnicznych i jest ponadto silnie skorelowana ze zwięzłością gleby.

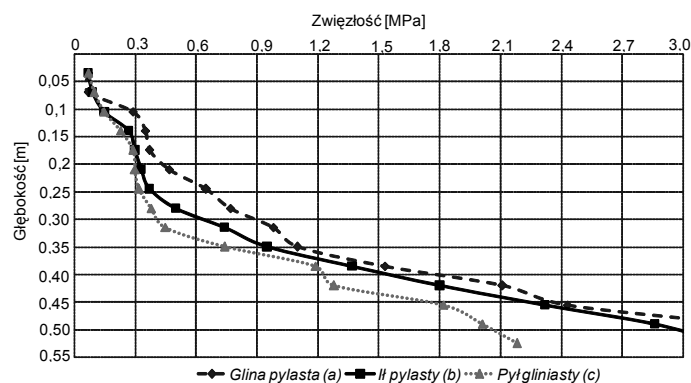
Tabela 2. Wilgotność gleby podczas sadzenia, obsypywania i zbioru ziemniaków
Table 2. Soil humidity during potato planting, ridging and harvesting

Gatunek gleby	Odmiana ziemniaków	Wilgotność gleby [%]		
		Sadzenie	Obsypywanie	Zbiór
Glina pylasta	Saturna	9	10	14
Łł pylasty	Innowator	12	12	15
Pył gliniasty	Hermes	10	10	13

Źródło: obliczenia własne autora

Stwierdzono, że średnia wartość wilgotności gleby w czasie sadzenia ziemniaków w przypadku wszystkich odmian ziemniaków plasowała się na poziomie 10,3%, nieco wyższą wilgotność gleby odnotowano podczas obsypywania redlin kiedy wynosiła średnio 10,6%, natomiast najwyższą wilgotność gleby wynoszącą średnio 14% odnotowano podczas zbioru ziemniaków.

Na rysunku 2 przedstawiono profil zwięzłościowy gleby mierzonej w caliznie pola przed sadzeniem ziemniaków odmiany: Saturna na glinie pylastej (a), Innowator na łąle pylastym (b), Hermes na pył gliniastym (c).

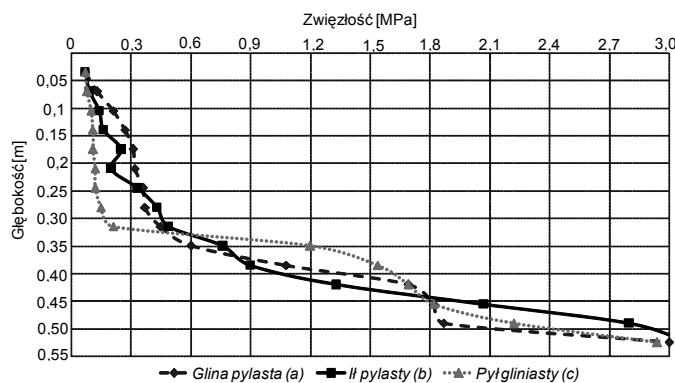


Rys. 2. Zwięzłość gleby w caliznie przed sadzeniem ziemniaków odmiany a – Saturna na glinie pylastej, b – Innowator na łąle pylastym, c – Hermes na pył gliniastym

Fig. 2. Soil compactness in undisturbed soil before planting potatoes of the following varieties: a – *Saturna* in loam, b – *Innowator* in dusty clay, c – *Hermes* in clayey dust

Średnia wartość zwięzłości gleby - glina pylasta na głębokości sadzenia ziemniaków (ok. 0,06 m) wynosiła 0,07 MPa. Natomiast na głębokości 0,2 m do której sięgała wiosenna uprawa gleby zwięzłość wynosiła 0,41 MPa. Różnica względna w wartościach średnich zwięzłości gleby pomiędzy zwięzłością na głębokości sadzenia i na głębokości 0,20 m wyniosła prawie 83%. W przypadku głębokości będącej poza obszarem działania elementów roboczych maszyn uprawiających glebę przed sadzeniem ziemniaków zwięzłość gleby jest znacznie wyższa bo już na głębokości 0,25 m osiąga wartość 0,66 MPa i szybko rośnie by na głębokości 0,45 m uplasować się na poziomie 2,4 MPa stanowiąc 72% różnicę względną pomiędzy ww. wartościami zwięzłości. Zależność zwięzłości gleby od głębokości analizowanej gleby - glina pylasta można przedstawić za pomocą równania $y = 7,3592x^{1,576}$ przy 91% współczynniku determinacji. W przypadku gatunku gleby - il pylasty zwięzłość gleby w przed sadzeniem ziemniaków (rys. 2b) na głębokości 0,06 m plasowała się na poziomie 0,11 MPa. Zwięzłości gleby można przedstawić w sposób ilościowy za pomocą równania $y = 6,411x^{1,4515}$ przy współczynniku determinacji wynoszącym 0,88. W przypadku pyłu gliniastego (rys. 2c) zwięzłość gleby na głębokości sadzenia ziemniaków tj. 0,05 m – 0,06 m plasowała się odpowiednio na poziomie 0,12 MPa - 0,13 MPa. Różnica względna w zwięzłości gleby na głębokości 0,10 m i 0,20 m wyniosła ponad 55%.

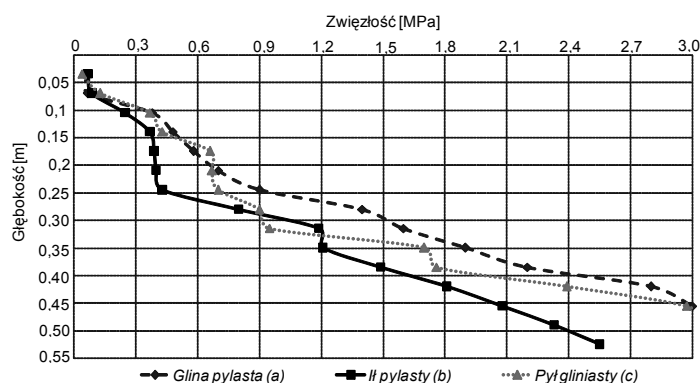
Na rysunku 3 przedstawiono zwięzłość gleby – glina pylasta mierzoną w pionowej osi redliny bezpośrednio po sadzeniu ziemniaków. Zaobserwowano, że zwięzłość badanej gleby (rys. 3a) na głębokości 0,06 m plasowała się na poziomie 0,15 MPa, niemniej już na głębokości wynoszącej 0,10 m zwięzłość gleby w redlinie ziemniaków wynosiła 0,27 MPa do 0,35 MPa na głębokości 0,20 m. Zatem różnica względna w wartościach średnich zwięzłości gleby w pionowej osi redliny pomiędzy głębokościami 0,05 m i 0,20 m wyniosła ponad 57%.



Rys. 3. Zwięzłość gleby pionowej osi redliny bezpośrednio po sadzeniu ziemniaków odmiany: a – Saturna na glinie pylastej, b – Innowator na ile pylastym, c – Hermes na pyłe gliniastym
 Fig. 3. Soil compactness in ridge vertical axis directly after planting potatoes of the variety: a – *Saturna* in loam, b – *Innowator* in dusty clay, c – *Hermes* in clayey dust

W przypadku łu pylastego (rys.3b) zwięzłość gleby na głębokości 0,06 m plasowała się na poziomie 0,13 MPa. Stwierdzono, że wraz ze wzrostem głębokości wzrasta wartość zwięzłości gleby, która wynosiła 0,16 MPa na głębokości 0,10 m i 0,29 MPa na głębokości 0,20 m natomiast na głębokości 0,45 m osiągnęła wartość 1,80 MPa. Zależność zwięzłości gleby od głębokości analizowanej gleby można przedstawić za pomocą krzywej opisanej równaniem $y = 5,6399x^{1,4921}$ przy współczynniku determinacji wynoszącym 0,77. Odnosnie gleb o gatunku łu pylasty (rys. 3c) odnotowano, że zwięzłość na głębokości 0,06 m plasowała się na poziomie 0,11 MPa i nie zwiększała się znacząco do głębokości ok. 0,25 m. Natomiast od głębokości ok. 0,32 m zwięzłość gleby zaczyna szybko rosnać by na głębokości 0,43 m uplasować się na poziomie 1,69 MPa stanowiąc 94% różnicę względną.

Zwięzłość gleby przed zbiorem ziemniaków (rys. 4) na głębokości zalegania bulw (ok. 0,2 m) oscylowała w granicach od 0,4 MPa na łu pylastym (rys. 4b) do 0,7 MPa na pyle gliniastym (rys. 4c). Analizując zwięzłość gleby na głębokości pracy lemiesza kombajnu zbierającego plon (ok. 0,23 m) zaobserwowano że w przypadku gatunku gleby glina pylasta (rys. 4a) zwięzłość gleby wynosiła 0,41 MPa.



Rys. 4. Zwięzłość gleby w pionowej osi redliny bezpośrednio przed zbiorem ziemniaków odmiany: a – Saturna na glinie pylastej, b – Innowator na łu pylastym, c – Hermes na pyle gliniastym

Fig. 4. Soil compactness in ridge vertical axis directly before harvesting potatoes of the variety: a – Saturna in loam, b – Innowator in dusty clay, c – Hermes in clayey dust

W przypadku profilu zwięzłościowego gliny pylastej zaobserwowano liniową zależność ($y = -0,123x - 0,088$) pomiędzy głębokością a zwięzłością gleby przy współczynniku determinacji wynoszącym 0,95 w całym zakresie głębokości. Analizując przebieg zwięzłości gleby (łu pylasty) w pionowej osi redliny bezpośrednio przed zbiorem ziemniaków (rys. 4b) zaobserwowano że na głębokości gleby 0,05 m - 0,25 m wzrost wartości zwięzłości w stosunku do głębokości kopania jest niewielki zawierając się przedziale od 0,07 MPa

do 0,43 MPa natomiast w przypadku głębszych warstw gleby odnotowano wyższy wzrost zwięzłości gleby która na głębokości 0,45 m wynosiła 2,05 MPa. W sposób ilościowy zależność zwięzłości gleby od głębokości gleby gatunku ił pylasty można opisać równaniem liniowym $y = -0,179x - 0,095$ przy współczynniku determinacji wynoszącym 0,93. W przypadku zwięzłości odnotowanej na pyle gliniastym stwierdzono że na głębokości 0,25 m wynosiła 0,9 MPa, natomiast na głębokości gleby 0,45 m zwięzłość gleby uplasowała się na poziomie 2,97 MPa.

Podsumowanie

Zwięzłość gleby mierzona bezpośrednio przed sadzeniem ziemniaków w przypadku badanych gatunków gleb na głębokości 0,06 m wynosiła średnio 0,11 MPa. Zaobserwowano wyższą zwięzłość gleby mierzonej w pionowej osi redliny na głębokości 0,2 m bezpośrednio przed zbiorem ziemniaków w stosunku do zwięzłości gleby odnotowanej w pionowej osi redliny bezpośrednio po sadzeniu ziemniaków, należy jednak podkreślić że w wartościach bezwzględnych przyrost zwięzłości gleby wynosił średnio 0,4 MPa.

Bibliografia

- Buliński J., Majewski Z.** 1998. Ocena rozbieżności wyników pomiaru zwięzłości gleby w różnych warunkach wykonywania badań. Inżynieria Rolnicza. Nr 2. s. 5-12.
- Kroulík M., Kumlhála F., Mimra M., Prošek V.** 2004. Possibilities for determination of interdependence between soil properties and yield. AgEng, Leuven 2004, Book of abstracts, 80-81.
- Lejman K., Owsiak Z.** 1996. Analiza parametrów stożka penetrometru. Zeszyty Problemowe Postępu Nauk Rolniczych. Z 425. s. 121-126.
- Marks N., Baran P., Baran D.** 1998. Wpływ technologii zbioru, na jakość pozyskiwanego plonu ziemniaka. PAU Prace Komisji Nauk Rolniczych. Nr 1. s. 101-107.
- Walczyk M.** 1995. Wybrane techniczne i technologiczne aspekty ugniatania gleb rolniczych agregatami ciągnikowymi. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie. Nr 202. ISSN 1233-4189.

ANALYSIS OF SOIL COMPACTNESS IN POTATO PLANTING AND HARVEST PERIODS

Abstract. Compactness of soil during potato vegetation and harvesting is very important from point of view of crop size and quality. The research involved determination of soil compactness in potato plantation down to the depth of 0.55 m, carried out during plant production cycle with conical penetrometer. The tests were performed in fields in three soil types. The same potato growing technology was employed in each case. It was proven that soil compactness in the area of work of agricultural tools and working parts of harvesting machinery was slightly higher compared to the values of soil compactness recorded during potato planting.

Key words: soil compactness, potato, technology, penetrometer

Adres do korespondencji:

Paweł Kielbasa; email: pawel.kielbasa@ur.krakow.pl
Katedra Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Procesów Produkcyjnych
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 116B
30-149 Kraków