

## WPLYW WYBRANYCH CZYNNIKÓW AGROTECHNICZNYCH I CECH ODMIANOWYCH NA SIŁY POTRZEBNE DO WYCIĄgniĘCIA KORZENI BURAKÓW CUKROWYCH Z GLEBY\*

*M. Bzowska-Bakalarz<sup>1</sup>, K. Gołacki<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Katedra Maszynoznawstwa Rolniczego AR, ul. Głęboka 28, 20-612 Lublin  
e-mail: mros1@hortus.ar.lublin.pl

<sup>2</sup>Katedra Podstaw Techniki AR, ul. Doświadczalna 50A, 20-280 Lublin  
e-mail: golacki@faunus.ar.lublin.pl

**Streszczenie.** Wyznaczono wielkości sił potrzebnych do wyciągnięcia niepodkopanych korzeni buraków cukrowych z gleby. Przebadano dwie odmiany buraków uprawianych w różnych warunkach (zróżnicowane gleby, nawożenie mineralne i organiczne). W oparciu o analizę statystyczną stwierdzono, że wartości sił koniecznych do wyciągnięcia korzeni są cechą odmianową i na ich wartość największy wpływ mają: warunki glebowe, nawożenie organiczne i obsada korzeni na hektar. Większej siły wymagało wyciągnięcie korzeni roślin uprawianych na glebach lessowych i nie nawożonych obornikiem. Do wyciągnięcia korzeni odmiany Janus (KHBC) trzeba o 11,9% większej siły niż do wyciągnięcia korzeni odmiany Octavia (Advanta).

**Słowa kluczowe:** buraki cukrowe, siła potrzebna do wyciągnięcia korzeni, warunki uprawowe, odmiany.

### WSTĘP I CEL BADAŃ

Ugniatanie gleby kołami ciągników i maszyn powoduje wzrost zwięzłości gleby, a tym samym zmiany dynamiki wzrostu roślin. Badaniom maszyn do zbioru buraków często towarzyszą badania zwięzłości gleby, co pozwala określać skutki stosowanej mechanizacji prac i ich wpływ na glebę [6,7]. Drugi aspekt tego rodzaju badań to analiza środowiska glebowego pod kątem określania warunków w jakich rosną rośliny i możliwości ich wegetacji.

---

\*Praca wykonana w ramach projektu badawczego nr 5 P06F 006 19 finansowanego przez KBN.

Najbardziej energochłonną fazą zbioru buraków jest wykopywanie ich z gleby. Z punktu widzenia konstrukcji maszyn do zbioru istotna jest nie tylko znajomość wartości sił koniecznych do wyciągnięcia korzeni, ale wiedza o tym jak warunki środowiska i czynniki odmianowe modyfikują tę właściwość. O ile znany jest wpływ agrotechniki, nawożenia na wymiary i wyrastanie korzeni z gleby [4,5] to jednak ciągle niedoskonała jest ocena wpływu czynników środowiska na wielkość sił koniecznych do wydobywania korzeni z gleby. Większość badaczy sugeruje, że warunki środowiska w największym stopniu wpływają na wielkość oporów, które pokonują elementy wyorujące [1,2,3]. Jednak wnioski dotyczą głównie wpływu wymiarów korzeni na wielkość tych sił [2,3]. Wymiary zdeterminowane są wieloma czynnikami środowiskowymi [4,5], jednak przy dzisiejszych kwalifikowanych odmianach oraz starannych technologiach uprawy zmienność wymiarów jest ograniczana technologicznie.

Celem prezentowanych badań było określenie wartości sił koniecznych do wyciągnięcia z gleby korzeni buraków cukrowych uprawianych według tradycyjnej technologii, ale z wprowadzonymi modyfikacjami nawożenia organicznego i mineralnego. Ze względu na istnienie gospodarstw bezinwentarzowych spotyka się jednak zmianowanie roślin bez udziału obornika. Przeprowadzono więc również doświadczenie uwzględniające wariant nawożenia czysto mineralnego. Drugim celem badań było sprawdzenie, w jaki sposób czynniki odmianowe i środowiskowe determinują wielkości sił koniecznych do wyciągnięcia korzeni z gleby.

#### PRZEDMIOT I WARUNKI BADAŃ

W badaniach wyznaczono wielkości sił potrzebnych do wyciągnięcia korzeni dwóch normalno-cukrowych, triploidalnych, zarejestrowanych odmian buraków: Janus (KHBC) i Oktawia (ADWANTA).

Buraki pochodziły z dwóch gospodarstw, w których stosowano różne technologie uprawy. Pola doświadczalne zlokalizowane były w Płonkach (gleby wytworzone z lessów) oraz w Garbowie (utwory pyłowe pochodzenia wodnego). W obu przypadkach były to typologiczne gleby płowe, a przedplonem buraków była pszenica ozima. Jesienne zabiegi uprawowe to podorywka, wysiew gorczycy, talerzowanie, wysiew mocznika ( $46 \text{ kgN}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), wapnowanie i orka zimowa. Tylko w Garbowie zastosowano obornik. Nawożenie wiosenne i pogłównie było zróżnicowane. W Tabeli 1 podano różnice w uprawie pól doświadczalnych. W Płonkach stosowano tylko nawozy mineralne oraz poplon (gorczycę), a w Garbowie stosowano obornik, gorczycę i nawozy mineralne.

W każdym gospodarstwie uprawiano odmiany buraków na dwóch obszarach: **A** – gdzie ustalano dawki nawozów na podstawie analizy zasobności gleby i **B** – dawkę nawozów określał plantator według własnego doświadczenia. W celu scharakteryzowania warunków glebowych wykonano badania wilgotności metodą suszarkową (Tab. 2), w 10 powtórzeniach, oraz zwięzłości gleby (Penetro-logger ze stożkiem 1 cm<sup>2</sup> i kącie wierzchołkowym 60<sup>0</sup>) do głębokości 40 cm.

**Tabela 1.** Charakterystyka pól doświadczalnych (różnice)

**Table 1.** Characteristics of test fields (differences)

GARBÓW I		PŁONKI	
brunatno-ziemne gleby płowe			
utwory pyłowe		lessy	
obornik 30 t·ha <sup>-1</sup>		bez obornika	
<b>Nawożenie mineralne (wiosną) [kg·ha<sup>-1</sup>]</b>			
<u>Pole A</u>	<u>Pole B</u>	<u>Pole A</u>	<u>Pole B</u>
N – 24	N – 36	N – 0	N – 0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 64	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 96	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 61	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 84
K <sub>2</sub> O – 104	K <sub>2</sub> O – 156	K <sub>2</sub> O – 246	K <sub>2</sub> O – 308
Mg – 32		Mg – 72	
CaO – 60		CaO – 135	
<b>Nawożenie pogłównie azotem [kg·ha<sup>-1</sup>]</b>			
50	68	108	143
Obsada korzeni [tys.szt·ha <sup>-1</sup> ]			
odmiana OCTAVIA			
51,8	41,1	62,2	60,0
odmiana JANUS			
50,3	42,9	53,3	46,1

**Tabela 2.** Średnia wilgotność i zwięzłość gleby**Table 2.** Average humidity and penetrometer resistance of soil

Głębokość	Garbów I		Płonki	
	Wilgotność [%]	Zwięzłość [MPa]	Wilgotność [%]	Zwięzłość [MPa]
0 – 10 cm	13,4	1,56	13,38	1,34
10 – 20 cm	13,95	0,87	13,19	0,98
20 – 30 cm	13,56	2,61	12,56	1,96

### METODA BADAŃ

Przyrząd do wyciągania korzeni był wyposażony w siłomierz o zakresie pomiarowym 0–2 kN i klasie dokładności 1. Elementem służącym do uchwycenia korzeni była śruba wkręcana w główkę korzenia. W trakcie pomiarów zadbane o powolne narastanie siły wyciągającej ( $0,5 \text{ kN} \cdot \text{min}^{-1}$ ) [1,2].

Mierzono także wymiary korzeni (długość, średnica i wysokość wystawiania główki) oraz określano współczynnik kształtu korzeni (stosunek średnicy korzenia do jego długości). Badania wykonano w 50 powtórzeniach dla każdej kombinacji.

### ANALIZA WYNIKÓW

Analizę wyników badań wartości sił potrzebnych do wyciągnięcia nie podkopanych korzeni oraz wymiarów korzeni przeprowadzono metodą analizy wariancji (k-krotnej) dla potrójnej klasyfikacji krzyżowej. Wnioskowanie ilościowe przeprowadzono na podstawie przedziałów ufności Tukey'a przy poziomie istotności 0,05. W przypadku występowania istotnych różnic między średnimi podano wartości NIR i istotną różnicę oznaczoną • (Tab. 3 i 4). Dla określenia zależności między wymiarami korzeni a wielkością siły koniecznej do wyciągnięcia korzeni zastosowano analizę regresji krzywoliniowej i obliczono współczynniki korelacji (Tab. 5).

**Tabela 3.** Wartości sił  $F_w$  [N] potrzebnych do wyciągnięcia nie podkopanych korzeni z gleby**Table 3.** Forces for pulling out roots from soil

Obiekt badań	Średnia $F_w$ [N]		NIR [N]
Miejsce:			
Garbów I	391,25		
		•64,25	29,69
Płonki	455,50		
Odmiana			
Janus	450,37		
		•55,00	29,69
Octavia	396,37		
Nawożenie			
pole A	425,12		
pole B	421,62		
Garbów I			
Janus	397,50		
			-
Octavia	385,00		
Płonki			
Janus	503,25		
		•95,50	55,02
Octavia	407,75		
Pole A			
<i>Janus</i>	472,25		
		•94,25	55,02
Octavia	378,00		
Pole B			
Janus	428,50		
			-
Octavia	414,75		

• - istotna różnica

**Tabela 4.** Wymiary korzeni w zależności od miejsca uprawy i nawożenia**Table 4.** Dimensions of sugar beet roots depending on cultivation place and fertilisation

Obiekt badań	Wymiary korzenia				NIR			
	$L$ [cm]	$D$ [cm]	$W_w$ [cm]	$W_k$	$L$ [cm]	$D$ [cm]	$W_w$ [cm]	$W_k$
Miejsce:								
Garbów I	18,6	11,4	6,6	0,62				
	•	•	•	•	0,8	0,43	0,47	0,51
Płonki	21,4	10,7	4,8	0,51				
Odmiana								
Janus	19,4	11,6	5,0	0,59				
	•		•	•	0,8	0,43	0,47	0,51
Octavia	20,6	10,9	6,3	0,54				
Nawożenie								
pole A	19,6	11,0	5,6	0,58				
					0,8	0,43	0,47	0,51
pole B	20,4	11,1	5,8	0,56				

$L$  – długość korzenia,

$D$  – średnica korzenia,

$W_w$  – wysokość wystawiania korzeni nad powierzchnię gleby,

$W_k$  – współczynnik kształtu korzenia ( $D/L$ ).

**Tabela 5.** Charakterystyki próby wielu zmiennych (wymiary korzeni i siły potrzebnej do wyciągnięcia korzeni buraków)**Table 5.** Multivariate characteristics (morphological traits and force necessary for pulling out sugar beet roots)

Cecha korzenia	Średnia	Wariancja	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności [%]
$L$	20,0 cm	22,09 cm <sup>2</sup>	4,7 cm	23,5
$D$	11,0 cm	5,09 cm <sup>2</sup>	2,2 cm	20,4
$W_w$	5,72 cm	7,20 cm <sup>2</sup>	2,6 cm	46,9
$W_k$	0,57	0,017	0,13	22,9
$F_w$	423,37 N	25191,1 N <sup>2</sup>	158,71 N	37,5

Istotne współczynniki korelacji między cechami

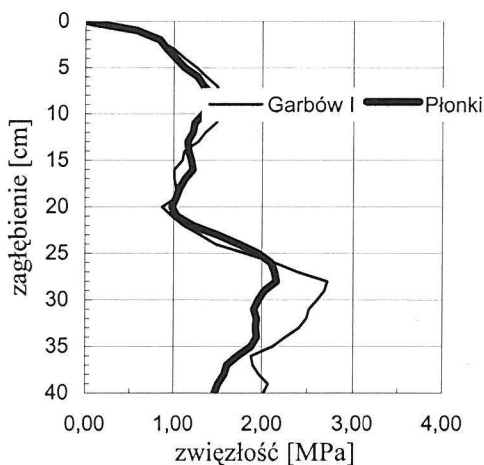
Długość korzenia – średnica korzenia 0,5248; długość korzenia – współczynnik kształtu 0,5671; średnica korzenia - współczynnik kształtu 0,3553.

Rysunek 1 przedstawia zależność zwięzłości gleby od głębokości pomiaru. W obu gospodarstwach, z uwagi na podobną kolejność zabiegów uprawowych (technologia tradycyjna) oraz stosowanie tego samego typu maszyn w uprawach jesiennych i wiosennych (pług podorywkowy, brona talerzowa, pług zagonowy do orki głębokiej, agregat przedsiewny) oraz pielęgnację chemiczną plantacji, zwięzłość gleby była podobna. Na długości wyrastania korzenia (średnio 20 cm) zwięzłość gleby wynosiła około 1,5 MPa. Dopiero na głębokości 30 cm zaznaczył się wzrost zwięzłości powyżej 2 MPa (brak głęboszowania).

Warunki wilgotnościowe w czasie zbioru były także podobne w obu gospodarstwach (Tab. 2). Jednak obsada korzeni na plantacjach była zróżnicowana (Tab. 1). Buraki wysiewano siewnikami 6 rzędownymi, ale w Garbowie obsada była mniejsza (średnio o 8 tys. szt) w porównaniu do plantacji w Płonkach. Było to spowodowane intensywnymi opadami deszczu zaraz po siewie w Garbowie, co obniżyło połowę zdolność wschodów (średnio o 12%), a w konsekwencji zmniejszyło obsadę roślin na hektarze. Rozmieszczenie roślin

na jednostce powierzchni pośrednio wpływa na ich wielkość zwłaszcza na wysokość wystawiania i średnicę [4, 5] stąd korzenie w Płonkach wystawały mniej nad powierzchnię gleby, miały istotnie mniejszą średnicę i niższy współczynnik kształtu (Tab. 4). Przyczyną występowania istotnie wyższych wartości sił koniecznych do wyciągnięcia korzeni w Płonkach były więc nie tylko rodzaj gleby, ale także brak nawożenia obornikiem, który korzystnie wpływa na rozluźnienie tekstury gleby oraz wyższa obsada korzeni, co sprzyjało głębszemu osadzeniu korzeni w glebie.

Badania potwierdziły wnioski innych autorów [1,2,3,4], że siła potrzebna do wyciągnięcia nie podkopanych korzeni z gleby jest parametrem różnicującym odmiany. Generalnie, mimo że korzenie odmiany Janus były istotnie krótsze, mniej wystawały nad powierzchnię gleby to do wyciągnięcia korzeni tej odmiany potrzeba istotnie większej siły (o 54 N czyli o 11,9%) w porównaniu z odmianą



Rys. 1. Wykresy zmian zwięzłości gleby.

Fig. 1. Changes in the soil compactness.

Octavia (Tab. 3 i 4). Jednak różnice odmianowe w wartościach tych sił zatarły się w Garbowie, czyli na glebach lżejszych przy zastosowaniu nawożenia obornikiem, przy mniejszej obsadzie korzeni. Tam też wyraźnie wartości tych sił były mniejsze. W Płonkach natomiast różnice odmianowe zaznaczyły się tylko na polu A, czyli tam, gdzie zastosowano mniejsze nawożenie azotowe a uzupełniano niedobory fosforu i potasu, magnezu i wapna, zgodnie z zaleceniami Stacji Chemiczno - Rolniczej (Tab. 3).

Nie stwierdzono wpływu wielkości dawki i rodzaju nawożenia mineralnego na wielkości sił potrzebnych do wyciągnięcia korzeni buraków z gleby (Tab. 3).

Jak wynika z Tabeli 5 wszystkie badane parametry cechowała duża zmienność (od 20,4 % do 46,9%). Nie stwierdzono korelacji między siłą potrzebną do wyciągnięcia nie podkopanego korzenia z gleby a wymiarami korzenia. Chociaż w podobnych badaniach [1,2,3] stwierdzono taką zależność, to jednak autorzy podkreślali nadrzędny wpływ warunków środowiska na wartości sił koniecznych do wyciągnięcia korzeni z gleby. Przeprowadzone badania potwierdziły, że warunki środowiska i obsada korzeni decydują o wielkościach tych sił w większym stopniu niż wymiary korzeni.

#### WNIOSKI

1. Wymiary korzeni, jak i wartości sił potrzebnych do wyciągnięcia korzeni z gleby były cechami odmianowymi, a na ich wielkość istotnie wpływało miejsce uprawy. Nie stwierdzono jednak korelacji między wymiarami korzeni i wielkością siły koniecznej do wyciągnięcia korzeni z gleby.
2. Czynnikiem decydująco wpływającym na wielkości sił były warunki środowiska (rodzaj gleby, obsada korzeni, nawożenie obornikiem). Do wyciągnięcia korzeni buraków uprawianych na glebach lessowych i nie nawożonych obornikiem potrzeba było istotnie większej siły (o 64,2 N czyli o 16,4%) niż do wyciągnięcia korzeni odmian uprawianych na nieco lżejszych glebach (utwory pyłowe) z zastosowaniem nawożenia obornikiem.
3. Istotnie większej siły (o 54,0 N czyli o 11,9%) wymagało wyciągnięcie korzeni odmiany Janus (Kutnowska Hodowla Buraka Cukrowego) niż korzeni odmiany Octavia (Advanta).
4. Nie stwierdzono istotnego wpływu dawek nawozów mineralnych (pola A i B) na siły konieczne do wyciągnięcia korzeni.
5. Z przedstawionych badań wynika, że stosując prawidłową technologię uprawy opartą o nawożenie obornikiem można wpływać na zmniejszenie sił potrzebnych do wyciągnięcia korzeni z gleby.



## PIŚMIENNICTWO

1. **Bzowska-Bakalarz M.:** Właściwości mechaniczne korzeni buraków cukrowych. Rozprawa habilitacyjna. Wyd. AR Lublin, 1994.
2. **Bzowska-Bakalarz M. J. Szklarz:** Badania niektórych właściwości fizycznych korzeni buraków cukrowych. Zesz. Probl. Post.Nauk Roln. , 316, 9-24, 1987.
3. **Gorzelański J., M. Bzowska-Bakalarz:** Effect of soil conditions and mechanical characteristics of sugar beet roots on the value of force necessary for pulling them out. International Agrophysics, 13, 439-444, 1999.
4. **Gutmański I. :** Produkcja buraka cukrowego. PWRiL, Poznań 1991
5. **Ostrowska D.:** Zmienność wystawiania korzeni buraka cukrowego (*Beta vulgaris*) nad powierzchnię gleby. Rozprawy Naukowe i Monografie, SGGW-AR, Warszawa, 1981.
6. **Przybył J., I. Kowalik, J. Dach:** Wpływ maszyn do zbioru buraka cukrowego na zwięzłość gleby. Materiały konferencyjne VII Międzynarodowej Konferencji Naukowej. XXXV lat kierunku studiów Technika Rolnicza i Leśna we Wrocławiu, Polanica Zdrój, 11-14.06., 125-127, 2002.
7. **Šařec O., V. Prošek, T. Dobek:** Oddziaływanie maszyn do zbioru buraków cukrowych na zwięzłość gleby. Materiały konferencyjne 4 Międzynarodowej Konferencji Agricultural and Forest Engineering SGGW, 155-159, Warszawa, 1997.

EFFECT OF CHOSEN AGROTECHNICAL FACTORS  
AND VARIETY PROPERTIES ON THE FORCE NEEDED  
FOR PULLING OUT SUGAR BEET ROOTS

*M. Bzowska-Bakalarz<sup>1</sup>, K. Gołacki<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Department of Farm Machinery, University of Agriculture, ul. Głęboka 28, 20-612 Lublin  
e-mail: mros1@hortus.ar.lublin.pl

<sup>2</sup>Department of Machine Theory and Automatics, University of Agriculture  
ul. Doświadczalna 50A, 20-280 Lublin  
e-mail: golacki faunus.ar. lublin.pl

**Abstract.** The values of force for pulling out sugar beet roots from soil has been measured. Two varieties of sugar beet have been tested under various conditions (soil type, kind of fertiliser). Statistical analysis of results allowed to determine, that the value of force pulling out roots is characteristic of beet variety and depends mainly on soil conditions, organic fertilisation and density of roots per acre. Roots planted on loessial soil not fertilised with dung demand greater values of pulling out force. In case of the Janus variety (KHBC) the force required for pulling root out of the soil is by 11.9% greater than Octavia variety (Advanta).

**Key words:** sugar beet, force for pulling out roots, cultivation conditions, varieties.