

## WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE KORZENI WYBRANYCH ODMIAN BURAKÓW CUKROWYCH

Józef Gorzelany, Czesław Puchalski

*Katedra Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej, Uniwersytet Rzeszowski*

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono wyniki badań polowych dotyczących wpływu choroby wirusowej Rizomani na plonowanie, biologiczną zawartość cukru i związków melasotwórczych w korzeniach buraków cukrowych. W warunkach laboratoryjnych określono wpływ odmiany (składu chemicznego) na wybrane cechy mechaniczne świeżych korzeni buraków cukrowych.

**Słowa kluczowe:** burak cukrowy, właściwości mechaniczne, odmiany

### Wstęp

W Polsce w ostatnich latach wraz z postępującą mechanizacją zbiorów i reorganizacją przewozu surowca do cukrowni pojawił się problem groźnej choroby buraka cukrowego - Rizomani. Jest to choroba wirusowa pochodzenia doległowego [Czapla 2002; Piszczek 2000]. Obecnie występuje ona w prawie we wszystkich rejonach uprawy buraka w Europie a także w Azji i USA [Artyszak 2007].

Rizomania wywołuje szereg zmian w buraku cukrowym w porównaniu do odmian tolerancyjnych. Korzenie są mniejsze, niekiedy nienaturalnie skrócone, z silnym systemem korzeni bocznych. Przyczynia się to do uzyskania niższego plonu, niższej zawartości cukru oraz pogorszenia jakości przerobowej korzeni [Piszczek 2002, Piszczek 2005].

W wyniku intensywnych prac hodowlanych udało się uzyskać odmiany, które z powodzeniem można uprawiać na zainfekowanych polach [Biul. Agrotech 2004]. W doświadczeniach polowych i laboratoryjnych na takich terenach ocenia się odmiany pod kątem plonowania korzeni, zawartości cukru i zawartości składników technologicznie szkodliwych (N $\alpha$  – aminowy, K, Na) [Siódmiak 2008].

Ocena surowca pod kątem wartości technologicznej opiera się nie tylko na analizach chemicznych, ale i na badaniach właściwości mechanicznych i geometrycznych korzeni. Cechy mechaniczne korzeni można uznać za cechę odmianową, ale oddziaływanie różnych czynników zewnętrznych takich jak nawożenie, warunki środowiskowo glebowe, choroby mogą wpłynąć na zmianę właściwości mechanicznych [Bzowska Bakalarz 1995].

Zainteresowanie właściwościami mechanicznymi korzeni buraków cukrowych wynika głównie z konieczności ograniczenia strat podczas zbioru, transportu i składowania [Bzowska Bakalarz 1987].

Celem pracy było określenie wpływu Rizomani na plonowanie, biologiczną zawartość cukru i związków melasotwórczych buraka cukrowego. W warunkach laboratoryjnych

określenie siły przebiccia skórki i tkanki buraka cukrowego, siły niszczącej próbki tkanki korzenia, odkształcenia skórki do momentu jej przebiccia, określenie wpływu składu chemicznego na odporność korzeni na uszkodzenia mechaniczne.

## Obiekt i metodyka badań

Badania polowe i laboratoryjne przeprowadzono w roku 2008. Poletka doświadczalne, z wytypowanymi odmianami odpornymi na Rizomanię i jedną standardową, założone zostały przez Koncern Südzucker w miejscowości Zarzeczce, woj. podkarpackie, gdzie stwierdzono występowanie Rizomani.

Jesienią próbki korzeni buraków cukrowych losowo pobrane zostały w identyczny sposób z 10 odmian w ilości 60 sztuk, z tego 9 odmian wykazywało tolerancję na Rizomanię, jedna odmiana nietolerancyjna. Pomiar cech mechanicznych korzeni buraków cukrowych wykonano na mikrozywarce Zwick 1425. Pomiar siły przebiccia skórki i tkanki korzenia wykonano przy użyciu stempla o średnicy 8 mm dla środkowej strefy korzenia. Badanie odporności tkanki korzenia wykonano na próbkach wycinanych wykrojnikiem ze środkowej strefy w osi korzenia i poprzecznie do osi. Średnica i wysokość próbki wynosiła 20 mm. Badania przeprowadzono w temperaturze 20°C i wilgotności powietrza w zakresie od 45 do 50% dla ustalonych parametrów roboczych maszyny wytrzymałościowej. Prędkość testu 0,5 mm·s<sup>-1</sup>, siła wstępna naprężenia skórki 2 N i tkanki 5 N (próbka wolna). Bezpośrednio po zbiorze przeprowadzono pomiar zawartości wody w próbkach korzeni oraz w specjalistycznym laboratorium określono zawartość cukru i zawartość składników melasotwórczych.

## Wyniki badań

Uzyskane wyniki pomiarów i obliczeń zamieszczono w tabeli 1. Dla 10 wybranych odmian buraków cukrowych plon korzeni zawierał się w przedziale od 45,6 do 65,5 t·ha<sup>-1</sup>. Najniższy plon odnotowano u odmiany Opolska, nietolerancyjnej na Rizomanię, co jednoznacznie potwierdza jej nieprzydatność do uprawy w rejonach, gdzie występuje Rizomania. Świadczy o tym również najmniejsza zawartość cukru w korzeniach, która wynosiła 14,9%. Największą zawartość cukru w korzeniach odnotowano u odmiany Jonas - 17,4%. Procentowa zawartość wody w próbkach korzeni buraków cukrowych bezpośrednio pod zbiorze i wykonywanymi pomiarami na maszynie wytrzymałościowej Zwick 1425 była w zakresie od 75,1% (odmiana Ruveta) do 79,8% (odmiana Esperanza).

W korzeniach badanych odmian buraków cukrowych odnotowano również zróżnicowane zawartości związków melasotwórczych. Zawartość azotu od 3,9 do 6,8 mmol/kg, sodu od 2,4 do 5,7 mmol·kg<sup>-1</sup> i potasu od 26,6 do 32,4 mmol·kg<sup>-1</sup>.

Największą odporność skórki i tkanki na przebiccie odnotowano u odmiany Jonas. Średnia wartość tej siły była 243 N. Najwyższą twardość samej tkanki stwierdzono u odmiany Scout, gdzie siła niszcząca wynosiła 850 N.

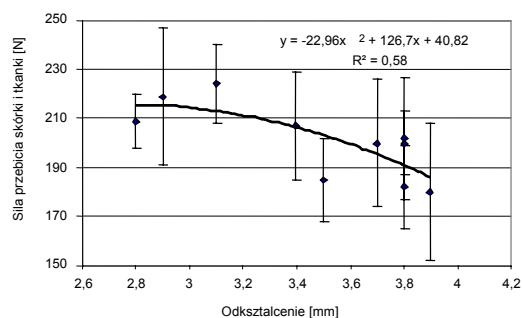
Średnie wartości siły przebiccia skórki i tkanki stemplem o średnicy 8 mm oraz siły niszczącej przy obciążeniu jednoosiowym próbki tkanki korzeni (próbka wolna) w zależności od odkształcenia przedstawiają rys. 1 i 2.

## Właściwości mechaniczne korzeni...

Tabela 1. Wyniki pomiarów i obliczenia średniej wartości siły przebiccia skórki i tkanki  $F_1$  [N] stemplem o średnicy 8mm oraz siły niszczącej  $F_2$  [N] tkanki (próbka wolna) świeżych korzeni badanych odmian buraków cukrowych

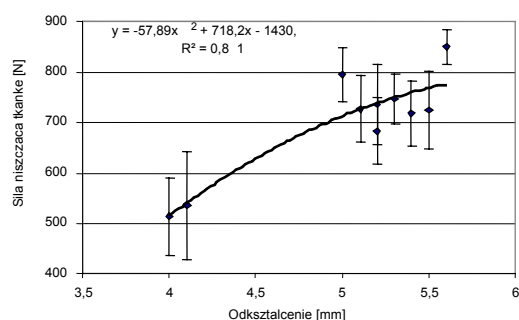
Table 1. Measurement results and calculations determining mean value of force required to puncture peel and tissue  $F_1$  [N] with a punch, 8mm in diameter, and destructive force  $F_2$  [N] acting on (free sample) fresh roots of examined sugar beet varieties

Odmiana	Plon [t·ha <sup>-1</sup> ]	Zawartość wody [%]	Zawartość cukru [%]	K [mmol·kg <sup>-1</sup> ]	Na [mmol·kg <sup>-1</sup> ]	N [mmol·kg <sup>-1</sup> ]	$F_1$ [N]	$F_2$ [N]
Opolska	45,6	78,3	14,9	29,4	5,3	6,3	219	514
Giraf	59,7	76,0	16,5	26,6	2,4	5,0	202	717
Scout	56,4	76,2	16,9	27,0	3,1	5,9	224	850
Kolia	55,3	79,5	15,9	32,4	5,7	4,9	207	795
Bogna	65,5	77,3	16,9	30,7	3,6	6,0	180	735
Canberra	60,0	78,9	16,0	30,5	4,9	6,8	209	726
Esperanza	58,9	79,8	15,4	27,8	4,4	3,9	182	683
Jonas	59,5	79,0	17,4	30,2	2,7	4,7	200	746
Ruveta	56,4	75,1	17,0	30,2	4,7	4,7	185	535
Espadon	61,5	76,6	17,3	27,7	2,5	4,8	205	725



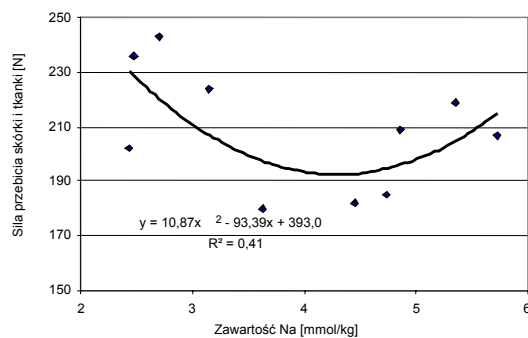
Rys. 1. Zależność średnich wartości siły przebiccia skórki i tkanki korzeni  $F_1$  [N] od odkształcenia badanych odmian buraków cukrowych

Fig. 1 Relationship between mean values of forces allowing to puncture root peel and tissue  $F_1$  [N] and deformations in examined sugar beet varieties



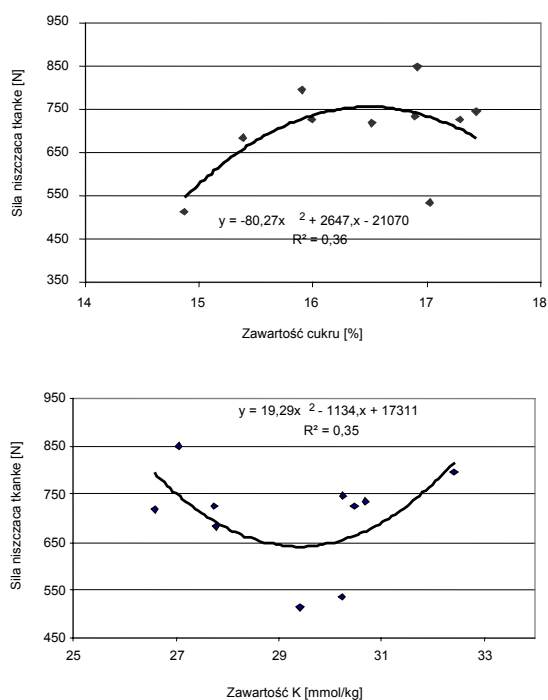
Rys. 2. Zależność średnich wartości siły niszczącej próbkę korzenia  $F_2$  [N] od odkształcenia badanych odmian buraków cukrowych

Fig. 2 Relationship between mean values of force destroying root sample  $F_2$  [N] and deformations in examined sugar beet varieties



Rys. 3. Średnie wartości siły przebicia skórki i tkanki korzenia F [N] w zależności od zawartości Na [mmol/kg] badanych odmian buraków cukrowych.

Fig. 3. Mean values of forces allowing to puncture root peel and tissue F [N] depending on Na [mmol/kg] content in examined sugar beet varieties



Rys. 4. Zależność średniej wartości siły niszczącej tkankę korzenia F [N] od zawartości cukru [%] i zawartości potasu [mmol·kg<sup>-1</sup>]

Fig. 4. Relationship between mean value of force destroying root tissue F [N] and sugar content [%] and potassium content [mmol·kg<sup>-1</sup>]

Dla badanych odmian wartości te były bardzo zróżnicowane. Istnieje jednak duża zależność odkształcenia od oddziałującej siły na skórkę i tkankę dla badanych odmian. Współczynniki determinacji  $R^2$  wynosiły odpowiednio 0,58 i 0,81. Zależności (rys. 3 i 4) przedstawiają średnie wartości siły przebicia skórki i tkanki od zawartości sodu w korzeniu [ $\text{mmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ ] oraz siły niszczącej tkankę korzenia od zawartości cukru [%] i potasu [ $\text{mmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ ]. Nie stwierdzono wpływu zawartości azotu na wartość siły przebicia skórki i tkanki oraz siły niszczącej tkankę korzenia. Wartości naprężenia niszczącego  $\sigma_n$  [MPa], odkształcenia  $\epsilon$  oraz modułu sprężystości Younga  $E_u$  [MPa] dla badanych odmian były zróżnicowane i uzależnione również od sposobu wycinania próbek z korzeni buraków cukrowych (tab. 2).

Największe wartości współczynników sprężystości tkanki odnotowano u odmiany Scout. W statycznej próbie ściskania próbek świeżej tkanki korzeni, wyciętych poprzecznie i podłużnie do osi korzenia, wartości te wynosiły odpowiednio 9,9 i 10,9 MPa.

Tabela 2. Średnie wartości siły naprężenia niszczącego  $\sigma_n$  [MPa], odkształcenia  $\epsilon$  oraz modułu Younga  $E_u$  [MPa] w statycznej próbie ściskania tkanki świeżych korzeni buraków cukrowych

Table 2. Mean values of breaking stress forces  $\sigma_n$  [MPa], strain  $\epsilon$  and Young's modulus  $E_u$  [MPa] in static compression test for the tissue of fresh sugar beet roots

Odmiana	$\sigma_n$ [Mpa]		$\epsilon$		$E_u$ [Mpa]	
	Przekrój poprzeczny	Przekrój podłużny	Przekrój poprzeczny	Przekrój podłużny	Przekrój poprzeczny	Przekrój podłużny
Opolska	1,63	1,50	0,23	0,19	7,09	7,89
Giraf	2,39	2,15	0,29	0,25	8,24	8,60
Scout	2,66	2,83	0,27	0,26	9,88	10,88
Kolia	2,47	2,59	0,25	0,25	9,88	10,36
Bogna	2,24	2,44	0,26	0,26	8,61	9,38
Canberra	2,03	2,40	0,26	0,28	7,81	8,57
Esperanza	2,11	2,23	0,26	0,26	8,11	8,58
Jonas	2,42	2,33	0,28	0,25	8,64	9,32
Ruveta	1,71	1,70	0,22	0,20	7,77	8,50
Espadon	2,05	2,64	0,25	0,26	8,20	10,15

## Wnioski

- Wykazano zróżnicowane wartości siły przebicia skórki i tkanki oraz siły niszczącej samą tkankę (próbka wolna) świeżych korzeni badanych odmian buraków cukrowych. Wartości te wahały się w przedziałach:
  - siła przebicia skórki i tkanki od 180 do 243 N
  - siła niszcząca próbki tkanki od 514 do 850 N

2. W warunkach obciążeń statycznych korzeni buraków cukrowych, bezpośrednio po zbiorze największą odporność na uszkodzenia mechaniczne korzeni buraków cukrowych stwierdzono u odmiany Scout. Średnia wartość modułu Younga wynosiła 10,3 MPa.
3. Najmniejszą odporność na uszkodzenia mechaniczne wykazały korzenie odmiany Opolska podatnej na Rizomanię. Średnia wartość modułu Younga wynosiła 7,5 MPa.

## Bibliografia

- Artyszak A.** 2007. Buraki na finiszu. Farmer nr 18. s. 20-23.
- Bzowska Bakalarz M.** 1987. Badanie niektórych właściwości fizycznych korzeni buraków cukrowych. Zeszyty Problemowe Nauk Rolniczych Z.316. s. 9-23.
- Bzowska Bakalarz M.** 1995. Wskaźniki twardości tkanki korzeni buraków cukrowych. Zeszyty Problemowe Nauk Rolniczych z. 423. s. 77-84.
- Czapla S.** 2002. Profilaktyka i zwalczanie chorób liści i korzeni buraka cukrowego. Burak cukrowy. Nr 3, s. 4.
- Piszczek J.** 2000. Rizomania – choroba wirusowa buraka cukrowego. Ochrona roślin nr 1. s.37.
- Piszczek J.** 2002. Choroby, ich znaczenie i zwalczanie. Burak cukrowy nr 3. s.12.
- Piszczek J.** 2005. Najgroźniejsze choroby buraka cukrowego. Agro Serwis nr 1. s.19.
- Siódmiak J.** 2008. Odmiany buraka cukrowego. Agrotechnika nr 2. Wydawnictwo COBORU. Słupia Wielka. s. 26-29.
- Biuletyn agrotechniczny KWS. 2004. Metody hodowli buraka cukrowego nr 1. s. 2-11.

## MECHANICAL PROPERTIES OF ROOTS IN SELECTED SUGAR BEET VARIETIES

**Abstract.** The paper presents results of field tests concerning the impact of Rizomania viral disease on cropping, and biological content of sugar and molasses producing compounds in sugar beet roots. The research allowed to determine in laboratory conditions the impact of variety (chemical constitution) on selected mechanical characteristics of fresh sugar beet roots.

**Key words:** sugar beet root, mechanical properties, varieties.

### Adres do korespondencji:

Józef Gorzelany; e-mail: [zopr@univ.rzeszow.pl](mailto:zopr@univ.rzeszow.pl)  
Katedra Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej  
Uniwersytet Rzeszowski  
ul. Ćwiklińskiej 2  
35-601 Rzeszów