

WSKAŹNIK TWARDOŚCI TKANKI KORZENI BURAKÓW CUKROWYCH

Małgorzata Bzowska-Bakalarz

Instytut Mechanizacji Rolnictwa w Lublinie

Synopsis: Badano wskaźnik twardości tkanek korzeni buraków cukrowych metodą właczania kulki. Wskaźnik twardości wykazywał wyraźną zmienność w zależności od rodzaju badanej tkanki, dawki nawozów azotowych, odmiany i warunków przechowywania, co świadczy o jego przydatności do oceny jakości technicznej korzeni.

Słowa kluczowe: korzeń buraka cukrowego, właściwości mechaniczne, wskaźnik twardości.

Wstęp

Badania cech wytrzymałościowych roślin zmierzają do ustalenia pewnych kryteriów oceny materiału biologicznego z punktu widzenia jego jakości i odporności na uszkodzenia mechaniczne. Największe znaczenie mają te właściwości mechaniczne, które związane są z wartością technologiczną materiału przeznaczonego do przerobu. Cukrowników interesuje nie tylko zawartość sacharozy w korzeniach buraków cukrowych, ale między innymi ich twardość, czy odporność na uszkodzenia. Cechy te są definiowane ogólnikowo i interpretowane różnie przez różnych autorów, w zależności od stosowanej metody i aparatury pomiarowej [Vukov, 1977; Byszewski, Pała, 1976]. Termin *twardość korzenia* używany jest jako synonim modułu sprężystości [Kuczyński, Bzowska-Bakalarz, 1987] lub oporów cięcia [Byszewski, Kielbaska, 1977] itp. Twardość jest uważana powszechnie za miarę zdrewnienia korzenia, która to cecha ma znaczenie w

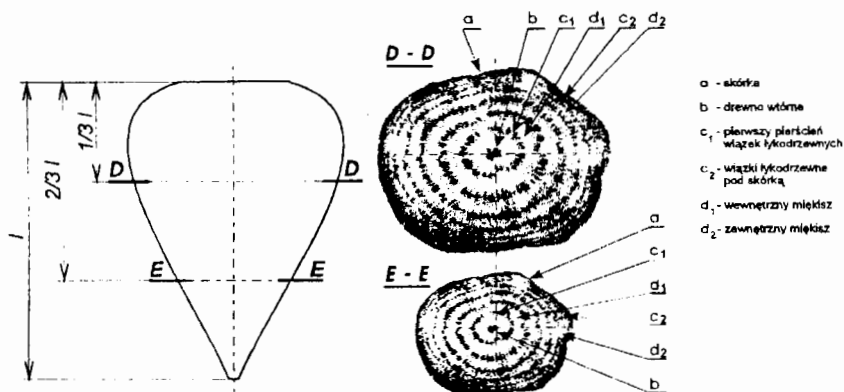
operacji skrawania buraków utrudniając pracę krajalnicy i dyfuzję. Jednocześnie elementy wzmacniające wiązki łykodrzewne, które wpływają na twardość korzenia chronią gorącą krajanke przed zbijaniem.

Celem przeprowadzonych badań było określenie stopnia zróżnicowania tkanek korzenia pod względem wskaźnika twardości oraz sprawdzenie w jakim stopniu wskaźnik ten, wyznaczany metodą wtlaczania kulki jest wiarygodną miarą kondycji technicznej surowca.

Obiekt badań

Badano korzenie buraków cukrowych dwu odmian diploidalnych: wielonasienną AJ3 i jednonasienną PN Mono 1 oraz odmianę triploidalną jednonasienną PS Mono 4. Rośliny uprawiano zapewniając prawidłowe i jednakowe warunki agrotechniczne i stosując dwie różne dawki nawozów azotowych (160 i 280 kg/ha). Określano właściwości korzeni świeżych i przechowywanych przez 3 dni w warunkach cyklicznie zmieniających się temperatur w chłodni (od -1 do + 10°C). Niskie temperatury utrzymywane przez 5 godzin miały symulować przymrozki przygruntowe, a wzrost temperatury do 10°C imitował podwyższenie temperatury w ciągu dnia [Kuczyński, Bzowska-Bakalarz, 1987].

Próbki pobierano w miejscach najbardziej narażonych na uszkodzenia mechaniczne w trakcie zbioru i transportu tj. na 1/3 i 2/3 wysokości korzenia licząc od główki [Bzowska-Bakalarz, 1977; Wiśniewski 1989] (rys.1). W górnej części korzenia (warstwa **D-D**) przeważają boczne, nitkowate pasma wiązek łykodrzewnych, zbudowane z tkanek młodszych, o większej zawartości miększu i cukru w porównaniu z dolną częścią korzenia (warstwa **E-E**). W warstwie **E-E** występują najstarsze i najgrubsze pasma układu przewodzącego, a zagęszczenie wiązek łykodrzewnych jest większe niż w warstwie **D-D**. Pomiarów wykonywano w strefach: **a** - skórka, **b** - pierwszy pokład ksylemu (drewno wtórne), **c₁** - pierwszy pierścień wiązek łykodrzewnych, **c₂** - zagęszczenie wiązek łykodrzewnych pod skórka, **d₁** - pierścień wewnętrzny miększu, **d₂** - pierścień zewnętrzny miększu (czwarty), rys. 1.



Rys.1. Miejsca pomiaru wskaźnika twardości tkanki korzeni buraków cukrowych.
Fig.1. Measurement points of hardness index for sugar beet root tissue.

Metoda badań

Badania wykonano według wcześniej opracowanej metodyki [Kuczyński, Bzowska-Bakalarz, 1987] przy pomocy twardościomierza produkcji polskiej (KABID PRESS) - typ kP 15012 wyposażonego w kulisty wgłębnik. Zastosowano się do zaleceń normy PN-87-C-04203, która służy do określania twardości w skali IRHD, wykorzystującej zależność między modułem Younga badanego materiału a różnicą zagłębienia kulki pod wpływem obciążenia pomiarowego. Wyznaczono współczynnik E^p , który nazwano wskaźnikiem twardości. Wskaźnik twardości E^p określa stosunek obciążenia pomiarowego do sferycznej powierzchni odcisku wgłębnika i jest zarazem parametrem określającym w pewnym sensie twardość. Zgodnie z normą PN-87-C-04203 wyższym wartościom E^p , towarzyszy wyższa twardość materiału w skali IRHD. Wskaźnik twardości jest odpowiednikiem stosowanego w teorii plastyczności parametru określanego terminem *sprężony moduł sprężystości I rodzaju* lub *zastępczy moduł Younga* [Walczak, 1978]. Badania wykonano w 10 powtórzeniach dla każdej kombinacji tj. dla 3 odmian, 2 poziomów nawożenia, 2 warstw i 6 stref w korzeniu, które obejmowały różne rodzaje tkanek.

Analiza wyników

Zastosowaną metodę zweryfikowano wcześniej porównując wyniki badań twardościomierzem kP1502 z wynikami uzyskanymi przy pomocy konsystometru Höpplera - urządzenia używanego do badań właściwości mechanicznych korzeni buraków cukrowych [Kuczyński, Bzowska-Bakalarz, 1987]. Stwierdzono istotną korelację między uzyskanymi wynikami (wsp. korelacji: 0,270-0,346).

Wartości wskaźników twardości E^p poszczególnych tkanek korzenia zestawiono w tabeli 1. W przypadku występowania istotnych różnic między średnimi podano wartości NIR (najmniejsza istotna różnica) i istotną różnicę (oznaczoną *). Jak wynika z tej tabeli odmiana wielonasienna AJ3 charakteryzowała się wyższymi wskaźnikami twardości w porównaniu z odmianami jednonasiennymi. Prawidłowość ta została zachowana także w przypadku korzeni przechowywanych.

Korzenie świeże buraków uprawianych na poletkach o wyższej zawartości azotu miały istotnie niższe wskaźniki twardości (E^p), jednak dla korzeni przechowywanych dawka azotu nie była czynnikiem istotnie wpływającym na wartość wskaźnika E^p .

W warstwie górnej (na 1/3 długości korzenia) wskaźniki E^p były istotnie wyższe (o 5%) w porównaniu z warstwą dolną (2/3 długości korzenia). Prawidłowość ta utrzymywała się także w przypadku korzeni przechowywanych. Należy podkreślić, że warstwa górna i dolna różnią się nie tylko położeniem w korzeniu, ale i zawartością cukru w tkance. W górnej warstwie poziom cukru jest rzędu 18,2%, a w dolnej 16,5% [Curtis, Clark, 1970].

Wskaźniki twardości korzeni świeżych są o 10% wyższe w porównaniu z wskaźnikami twardości korzeni przechowywanych w cyklicznie zmieniających się temperaturach (od -1°C do $+10^{\circ}\text{C}$).

Badania poszczególnych tkanek dojrzałego, świeżego korzenia wykazały, że skórka (a) charakteryzuje się istotnie wyższym wskaźnikiem twardości w porównaniu do wskaźników twardości wiązek łykodrzewnych pod skórą (c_2) i zewnętrznego miękiszu (d_2) oraz miękiszu wewnętrznego (d_1). Wskaźnik E^p wewnętrznego (2-go) pierścienia miękiszu jest najmniejszy i istotnie różni się od wskaźników twardości pozostałych tkanek. Potwierdza to znany z anatomii pogląd [Hejnowicz, 1980], że tkanka miękiszowa jest najmniej odporna na ściskanie, a z kolei drewno wtórne z dużą ilością elementów włóknistych funkcjonuje jako tkanka wzmacniająca - odporna na ściskanie. Wskaźniki E^p drewna wtórnego (b) i pierwszego pierścienia wiązek łykodrzewnych (c_1) są podobne (i dla korzeni świeżych i dla przechowywanych).

Uszeregowanie tkanek pod względem wartości wskaźników twardości od najwyższych do najniższych jest następujące:

Korzenie świeże

- 1) skórka
- 2) drewno wtórne, pierwszy pierścień wiązek tykodrzewnych
- 3) wiązki tykodrzewne pod skórką
- 4) mięksisz zewnętrzny
- 5) mięksisz wewnętrzny

Korzenie przechowywane

- 1) drewno wtórne, pierwszy pierścień wiązek tykodrzewnych
- 2) skórka
- 3) mięksisz zewnętrzny i wewnętrzny
- 4) wiązki tykodrzewne pod skórką

Pod wpływem przechowywania, na skutek utraty wilgoci, zmalała wartość wskaźnika E^p skórki (o 11%) i najbardziej obniżyła się twardość tkanek zewnętrznych, które uległy największej degradacji w porównaniu z innymi tkankami. Różnice w wartościach wskaźników E^p mięksiszów korzeni przechowywanych nie były istotne.

Badania wykonane przy pomocy twardościomierza umożliwiły ocenę cech mechanicznych materiału zróżnicowanego pod względem anatomicznym. Przy stosunkowo niskim błędzie pomiaru (2,5%) i wysokim wsp. zmienności (17%) uzyskano istotne różnice wskaźników twardości tkanek korzenia, tak więc potwierdziła się możliwość wybiórczego oceniania zmienności cech mechanicznych metodą wtlaczania kulki.

Wnioski

1. Przeprowadzone badania pozwoliły zróżnicować tkanki korzenia buraków cukrowych pod względem wskaźnika twardości. Oznacza to, że mogłyby być on przydatny przy ocenie jakości technicznej korzeni. Przemawia za tym również prostota metody pomiaru.
2. Tkanka miękiszowa korzeni świeżych była mniej odporna na uszkodzenia mechaniczne (najniższy wskaźnik twardości) w porównaniu z wiązkami łyko-drzewnymi i skórka. Pod wpływem przechowywania, na skutek wzdęcia najbardziej obniżył się wskaźnik twardości tkanek zewnętrznych (skórki i wiązek łyko-drzewnych pod skórka).
3. Wskaźnik twardości można uważać za cechę odmianową. Odmiana wielonasienna AJ3 charakteryzowała się wyższymi wskaźnikami twardości w porównaniu z odmianami wielonasiennymi.
4. Ogólnie można stwierdzić, że wyższa dawka nawozów azotowych przyczynia się do obniżenia wskaźnika twardości tkanki.
5. Przechowywanie korzeni i związane z tym wzdęcie tkanki wiąże się z wyraźnym obniżeniem wskaźnika twardości.

Literatura

1. Bzowska-Bakalarz, M. 1977. Zbiór buraków cukrowych kombajnem jednorzędowym Z 413. Nowe Rolnictwo. 19: 4-8.
2. Byszewski, Wł.; M. Kielbaska. 1977. Budowa i właściwości fizyczne korzeni buraka bukowego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 135: 77-85.
3. Byszewski, Wł.; J. Pała. 1976. Niektóre aspekty związku między poziomem mechanizacji produkcji roślinnej a właściwościami roślin. Problemy Agrofizyki. 20.
4. Curtis, O. F.; D. G. Clark. 1970. Wstęp do fizjologii roślin. PWN.
5. Essau, K. 1973. Anatomia roślin. PWRiL.
6. Hejnowicz, Z. 1980. Anatomia i histogeneza roślin naczyniowych. PWN.
7. Kuczyński, A; M. Bzowska-Bakalarz. 1987. Moduł sprężystości korzenia buraka cukrowego. Zesz. Probl. Postępów Nauk Rol. 321.:97-104
8. Vukov, K. 1977. Physics and chemistry of sugar beet in sugar manufacture. Budapest, Akademia Kiado.
9. Walczak, J. 1978. Wytrzymałość materiałów oraz podstawy teorii sprężystości i plastyczności. t. I i II. PWN.
10. Wiśniewski, F. 1989. Sposoby oceny jakości korzeni buraka cukrowego zbieranego mechanicznie. Biuletyn Informacyjny PIMR. 3-4: 24-41.

Hardness index of sugar beet root tissue*Małgorzata Bzowska-Bakalarz***Summary**

Paper presents the results of testing the hardness index in selected zones of sugar beet roots. The measurements were made using Kabid-Press kP 15012 laboratory hardness tester. Hardness index determines the relationship between testing load and spherical area of indenter ball impression.

The hardness index value showed evident variance depending on examined tissue (phloem, parenchyma, peel), beet cultivar, storage conditions and applied nitrogen fertilization, what confirmed its usefulness to evaluating technological quality of sugar beet roots.