

Tomasz Hebda, Jarosław Frączek, Bogusława Łapczyńska-Kordon

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
e-mail: tomasz.hebda@ur.krakow.pl

WPLYW CZASU PRZECHOWYWANIA NA WYBRANE CECHY JAKOŚCIOWE KORZENIA SELERA

Streszczenie: W pracy przedstawiono wyniki badań zmian cech fizycznych korzeni selera odmiany Diamant, przechowywanego przez 6 miesięcy w piwnicy i chłodni. Mierzono zmiany zawartości wody, jędrności oraz wykonywano testy na ściskanie po zbiorze i w cyklu miesięcznym. Obniżenie jędrności oraz zawartości wody w końcowym okresie przechowywania odnotowano w przypadku selera przechowywanego w piwnicy. Od października do stycznia następuje nieznaczny spadek wartości badanych parametrów. Natomiast w okresie wiosennym w selerze potęgują się procesy gnilne dyskwalifikujące go z dalszej użyteczności konsumpcyjnej. W chłodni z kontrolowaną temperaturą gradient zmian ma tendencję spadkową przez cały okres przechowywania. Zmiany te nie dyskwalifikują go z dalszej użyteczności. Piwnica i chłodnia są skutecznym miejscem przechowywania od października do stycznia.

Słowa kluczowe: seler, przechowywanie, jędrność, zawartość wody.

1. Wstęp

Zadaniem przechowalnictwa jest maksymalne ograniczenie strat ilościowych i jakościowych owoców i warzyw, powstających od momentu zbioru aż do ich spożycia. Obejmuje ono zarówno długotrwałe przechowywanie warzyw w okresie zimowym, jak i krótkotrwałe ich składowanie podczas transportu, obrotu i sprzedaży detalicznej [Adamicki, Czerko 2006].

Jak podaje wielu autorów [Wang 2003; Abbott, Lu 1996; Bohdziewicz 2006, Bohdziewicz, Czachor 2010, Stępień 2009], właściwości mechaniczne warzyw i owoców zależą głównie od warunków glebowych i technologii uprawy (np. nawożenia), rozkładu temperatury i opadów atmosferycznych występujących w trakcie wzrostu i dojrzewania, ale także od czasu i warunków przechowywania oraz miejsca pobrania próbek z rośliny. Ponadto różnice we właściwościach fizycznych materiałów roślinnych mogą wystąpić nie tylko w obrębie gatunku, ale także pomiędzy odmianami. Dodatkową trudność w prowadzeniu badań nad właściwościami mechanicznymi owoców i warzyw powoduje ich anizotropowa budowa.

Badania mechaniczne stosowane są często w doświadczalnictwie i przemyśle jako tanie i szybkie metody badań jakości płodów rolnych (np. pomiary jędrności) lub pozwalające na określenie ich trwałości przechowalniczej. Najczęściej stosuje się testy ściskania i zginania lub przecinania całych obiektów albo ich wycinków. Na podstawie tych testów wyznacza się turgor, wartości modułów, np. sprężystości lub naprężeń krytycznych. Parametry te mogą być wyznacznikiem jakości produktu.

Podczas przechowywania owoców i warzyw występują straty ilościowe i jakościowe, które prowadzą do obniżenia wartości konsumpcyjnych i handlowych. Dynamika tych procesów zależy od wielu czynników, do najważniejszych można zaliczyć temperaturę, skład gazowy i wilgotność powietrza oraz światło. O utrzymaniu odpowiednich warunków podczas przechowywania decyduje przede wszystkim rodzaj przechowalni [Viña, Chaves 2003; Józwiak 2005; Krzysztofik, Łapczyńska-Kordon 2008a, 2008b; Hébert 2011].

W Polsce ok. 80% upraw selera przeznaczają się na sprzedaż zimą. W związku z tym bardzo ważne jest maksymalne ograniczenie strat ilościowych i jakościowych tych warzyw, powstających od momentu zbioru aż do ich spożycia.

2. Cel i zakres pracy

Celem pracy było określenie wpływu okresu przechowywania na wybrane właściwości mechaniczne korzenia selera. Zakres pracy obejmował pomiary zmian zawartości wody, jędrności oraz maksymalnej siły uzyskanej w trakcie testów ściskania korzeni selera odmiany Diamant, przechowywanych w piwnicy oraz chłodni. Badania prowadzone były po zbiorze i w okresie sześciomiesięcznego przechowywania, w cyklu comiesięcznym.

3. Metodyka

Badania zostały przeprowadzone za pomocą jędrnościomierza FB firmy Imada oraz maszyny wytrzymałościowej Insight II firmy MTS. Urządzenia te znajdują się na wyposażeniu laboratorium Katedry Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki na Wydziale Inżynierii Produkcji i Energetyki Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie.

Do badań wykorzystano seler korzeniowy odmiany Diamant, pozyskany z jednej uprawy. Jest to istotne ze względu na konieczność uogólniania wyników. Szczegółowe dane dotyczące warunków prowadzenia uprawy uzyskano od producenta. Przed rozpoczęciem uprawy gleba była nawożona superfosfatem potrójnym, saletrą amonową i fosforanem amonu. Rosty posadzono w połowie maja 2011 r. na glebie po oborniku w ilości 30 ton·ha⁻¹, przyoranym jesienią na głębokość 18 cm. Odczyn gleby wynosił pH = 6,5. Chwasty zwalczano mechanicznie przed i w trakcie uprawy.

Po zbiorze dokonano wstępnej selekcji selera w celu wyeliminowania warzyw nadpsutych, niewykształconych oraz uszkodzonych. Dla zachowania dłuższej trwałości przechowalniczej korzenie po zbiorze nie były plukane. Tak przygotowane

materiał badawczy podzielono na trzy części: pierwsza z nich została wykorzystana do badań bezpośrednio po zbiorze, druga i trzecia zostały złożone w workach siatkowych odpowiednio w chłodni zwykłej oraz w piwnicy. Chłodnia to dobrze izolowany budynek, wyposażony w izolację zimnochronną oraz agregat chłodniczy, który pozwalał na obniżenie temperatury powietrza do około 5°C przy wilgotności względnej 95% +/-2%. Powietrze do masy składowanych warzyw dostarczano przez kanały wentylacyjne umieszczone w podłodze. Natomiast zagłębiona w ziemi piwnica była nieogrzewana, dzięki czemu w momencie złożenia w niej selera temperatura powietrza była podobna do temperatury panującej w chłodni. Pozwoliło to na założenie, że materiał wyjściowy do badań był jednorodny pod względem wilgotności. Piwnica nie posiadała systemu wentylacyjnego.

Czas składowania od momentu zbioru i pierwszego pomiaru do ostatniego wynosił 6 miesięcy.

Do badań laboratoryjnych wybierano z chłodni i piwnicy, w równych odstępach czasu, po trzy korzenie selera do każdego z prowadzonych badań.

Wilgotność selera wyznaczono metodą suszarkowo-wagową. Próbki selera (w kształcie kostki wyciętej za pomocą krawalnicy) do oznaczania wilgotności były ważone na wadze laboratoryjnej WPS-510/C/2 firmy Radwag (Polska), a następnie suszone w temperaturze 70°C w czasie 24 godzin, w suszarce komorowej firmy Elkon (Polska). Po upływie tego czasu próbki wyjmowano z suszarki i ponownie ważono. Zawartość wody w próbkach obliczono ze znanej zależności. Wykonano 40 pomiarów (po 20 dla chłodni i piwnicy) każdego miesiąca uwzględnionego w badaniach.

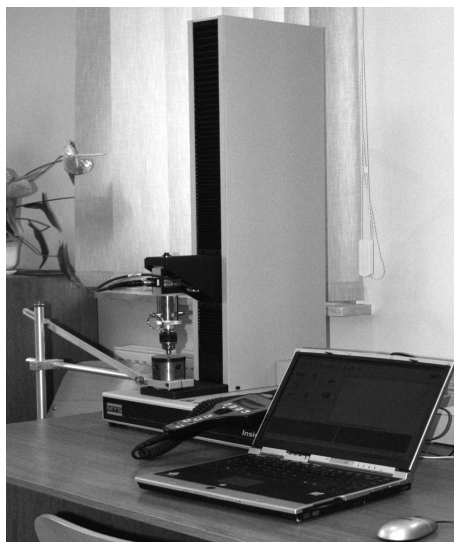
Pomiaru jędrności korzeni selera dokonywano przy użyciu jędrnościomierza FB firmy Imada (Japonia) o zakresie pomiarowym od 0 do 10 N. Zasada pomiaru polegała na wbiciu w miąższ selera trzpienia pomiarowego o kącie wierzchołkowym 55° na głębokość 8 mm (zaznaczoną nacięciem na penetrometrze) i odczycie siły na tarczy zegarowej (rys. 1). Wykonano po 5 pomiarów na każdym korzeniu (łącznie po 15 powtórzeń dla korzeni pobranych z chłodni i piwnicy).



Rys. 1. Jędrnościomierz firmy Imada

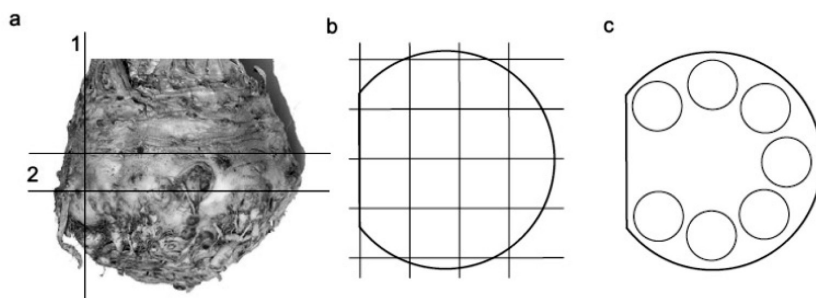
Źródło: zdjęcie własne.

Test ściskania próbek korzenia selera wykonano za pomocą maszyny wytrzymałościowej Insight II firmy MTS (USA) (rys. 2). W tym celu przygotowano próbki o kształcie kostki sześciiennej o objętości 1 cm^3 i walca o średnicy 1 cm i wysokości $2\text{-}3 \text{ cm}$. Próbki w kształcie kostki zostały wycięte z korzeni za pomocą krajalnicy firmy Zelmer (Polska). Próbki w kształcie walca wycinano za pomocą wykrojnika własnej konstrukcji z wcześniej uciętego (za pomocą krajalnicy) plastra korzenia. Próbki były wycinane wzdłuż osi pionowej korzenia (rys. 3). Taki sposób wycinania próbek pozwalał na zachowanie ich jednakowego kształtu.



Rys. 2. Maszyna wytrzymałościowa Insight II firmy MTS

Źródło: zdjęcie własne.



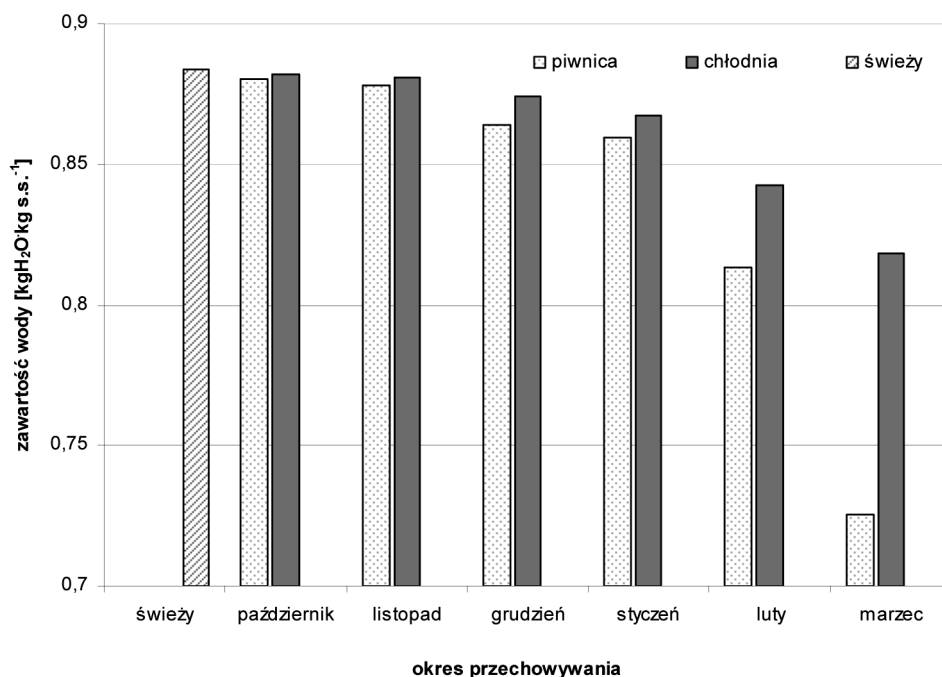
Rys. 3. Sposób przygotowania próbek: a – wycinanie plastrów o żądanej grubości, 1 – pierwsze cięcie równoległe do osi pionowej, 2 – kolejne cięcia prostopadłe do osi pionowej korzenia; b – wycinanie próbek w kształcie kostki sześciiennej; c – wykrawanie walców

Źródło: zdjęcie własne.

Pojedynczą próbkę umieszczano na dolnej nieruchomej płytce dociskowej. Następnie uruchamiano za pomocą programu TestWorks 4 przesuw górnej płytki dociskowej, która w teście poruszała się ze stałą prędkością 10 mm/min. Program rejestrował w czasie rzeczywistym zmianę wartości siły oraz drogi przebytej przez górną płytkę dociskową. Zarejestrowane dane były wizualizowane w formie wykresu. Do dalszych analiz wyniki te były eksportowane w formie pliku txt do programu Excel. Wykonano po 20 powtórzeń dla każdego kształtu próbki (łącznie po 40 powtórzeń dla korzeni pobranych z chłodni i piwnicy).

4. Wyniki badań

Wyniki badań zostały przedstawione na wykresach (rys. 4-7). Na pierwszym z nich (rys. 4) przedstawiono zmiany zawartości wody [$\text{kg H}_2\text{O} \cdot \text{kg s.s.}^{-1}$] w zależności od długości okresu przechowywania w korzeniach selera. Korzenie selera zaraz po zbiorze miały zawartość wody na poziomie 0,884 [$\text{kg H}_2\text{O} \cdot \text{kg s.s.}^{-1}$]. Ubytek wody w korzeniach przechowywanych w chłodni jest niewielki i od października do

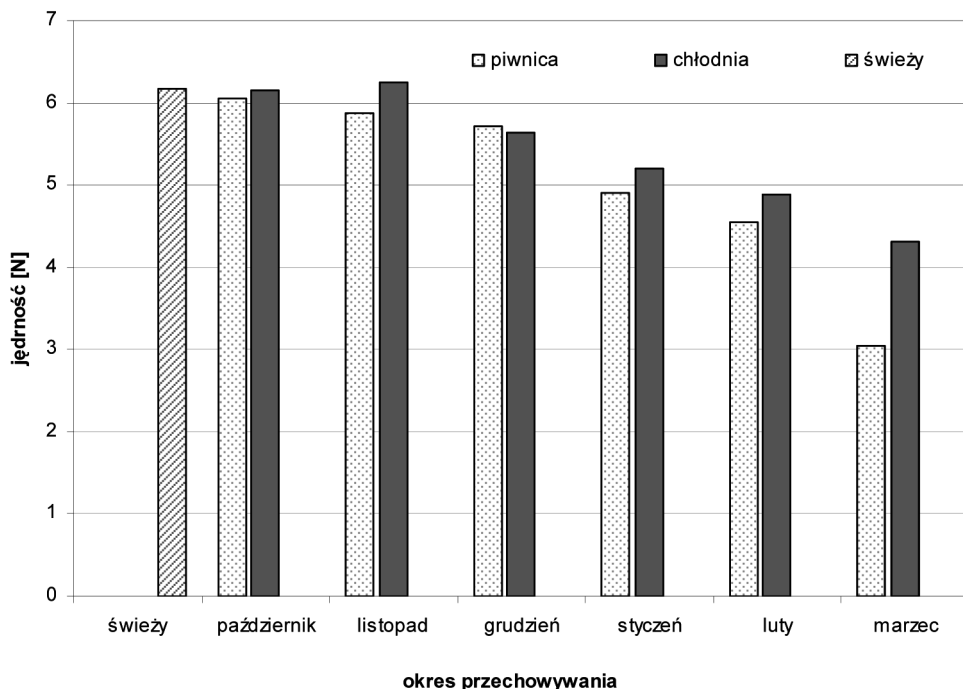


Rys. 4. Zmiany zawartości wody w korzeniach selera w trakcie przechowywania

Źródło: opracowanie własne.

stycznia wynosi średnio 0,004 [kg H₂O/kg s.s.⁻¹], w pozostałych okresach ubytek ten jest większy i wynosi średnio 0,014 [kg H₂O/kg s.s.⁻¹] miesięcznie. W korzeniach przetrzymywanych w piwnicy dynamika ta jest większa, i tak w ciągu czterech pierwszych miesięcy ubytek wody wynosi średnio 0,006 [kg H₂O/kg s.s.⁻¹], a w pozostałych dwóch ponad 0,019 [kg H₂O/kg s.s.⁻¹]. Wy tłumaczeniem tego może być większa amplituda zmian temperatury powietrza w piwnicy przy stałej temperaturze w chłodni.

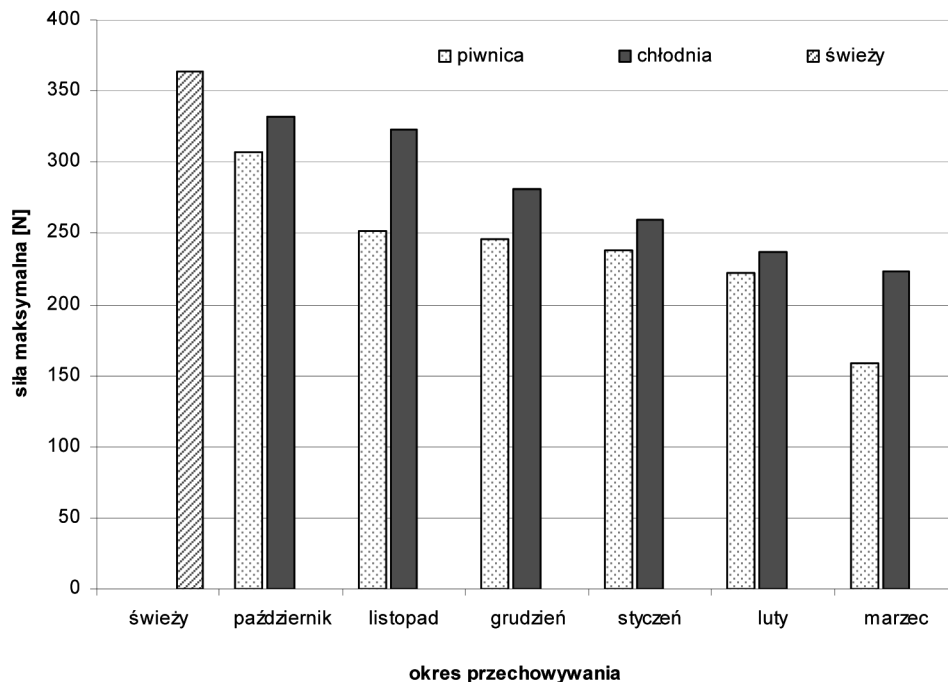
Jędrność korzeni selera (rys. 5) przechowywanych w chłodni praktycznie nie zmieniała się w ciągu pierwszych dwóch miesięcy w porównaniu z korzeniami świeżymi. W pozostałych analizowanych miesiącach zmiany te były bardziej wyraźne i wynosiły średnio 0,4 N miesięcznie. Zmiany jędrności korzeni przetrzymywanych w piwnicy są bardziej widoczne. Nie można tu wyróżnić okresu przechowywania, w którym jędrność selera byłaby jednakowa. W selerze przechowywanym od października do listopada wartość jędrności zmniejsza się początkowo średnio o 0,2 N (od października do grudnia), a następnie o około 0,9 N. Największy spadek wartości jędrności zanotowano w marcu – wynosił on 1,5 N w stosunku do lutego. Trzeba zaznaczyć, że w tym okresie zaobserwowano już pierwsze oznaki psucia się korzeni selera przechowywanych w piwnicy.



Rys. 5. Zmiany jędrności korzeni selera

Źródło: opracowanie własne.

Wartość siły maksymalnej wyznaczonej podczas osiowego ściskania sześciennych kostek świeżego selera wyniosła ponad 360 N (rys. 6). Dla korzeni przechowywanych w piwnicy zaobserwowano dość gwałtowny spadek wartości tej siły w ciągu dwóch pierwszych miesięcy (ponad 55 N miesięcznie), a następnie stabilizację tego parametru aż do stycznia. Kolejny gwałtowny spadek wartości siły zaobserwowano w marcu (w porównaniu z poprzednim miesiącem różnica ta wyniosła prawie 64 N).



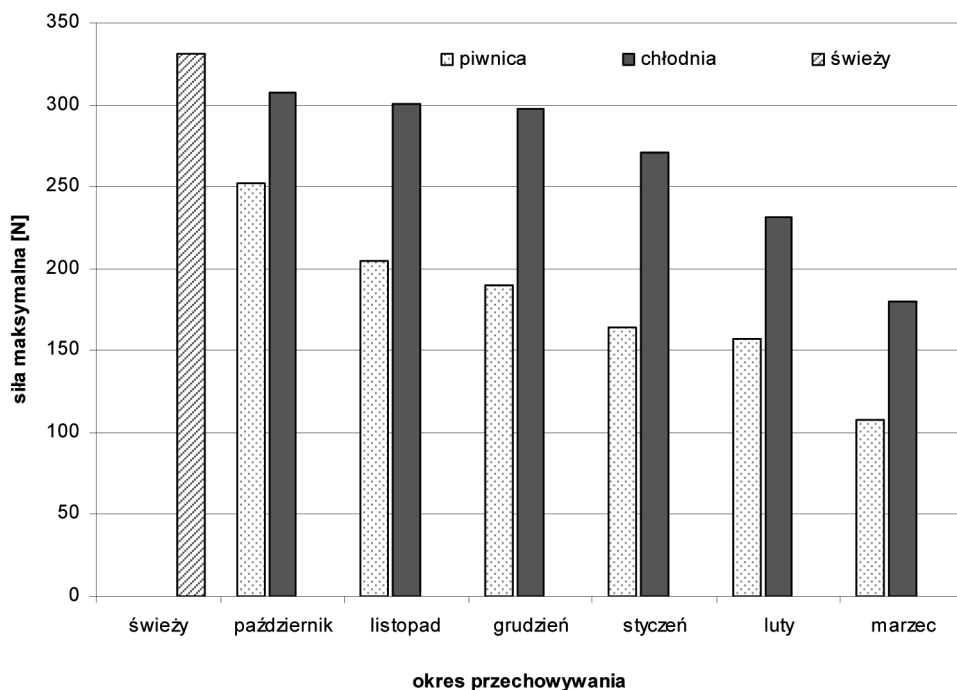
Rys. 6. Wyniki testu osiowego ściskania próbek selera w kształcie kostki

Źródło: opracowanie własne.

W przypadku próbek pozyskanych z korzeni przechowywanych w chłodni zaobserwowano ciągłą zmianę wartości siły maksymalnej. Zmiany te wynosiły od kilku do kilkunastu niutonów miesięcznie, a w całym okresie ponad 100 N.

W trakcie osiowego ściskania próbek o kształcie walca można zauważyć odwrotną sytuację niż podczas ściskania próbek sześciennych (rys. 7). W przypadku korzeni selera przechowywanych w chłodni można zaobserwować, że od października do grudnia wartości siły uzyskane w teście są prawie równe. Dopiero od stycznia obserwuje się spadek wartości siły średnio o 40 N miesięcznie. Obserwując zmiany tego parametru na przykładzie próbek pobranych z korzeni przechowywanych w piwnicy, można zauważyć, że wartości siły zmieniają się z każdym analizowanym

miesiącem. Zmiany te są bardziej wyraźne w początkowym i ostatnim okresie przechowywania.



Rys. 7. Wyniki testu osiowego ściskania próbek selera w kształcie walca


Źródło: opracowanie własne.

Na dalszym etapie badań przeprowadzono analizę wyników, wykonując dla danych uzyskanych z pomiarów jędrności dwuczynnikowy test analizy wariancji oraz trzyczynnikowy test analizy wariancji dla danych uzyskanych z testu ściskania, na poziomie istotności $\alpha = 0,05$, w programie Statistica. Dla porównania średnich zastosowano test Duncana. Dla tych testów zmiennymi niezależnymi były: *miesiąc przechowywania*, w którym wykonywane były badania, *sposób przechowywania* oraz dodatkowo dla testów ściskania – *kształt próbki*. Analiza wariancji wykazała wysoką istotność prawie wszystkich badanych czynników zarówno dla jędrności, jak i dla testu ściskania.

Dla pomiarów jędrności istotne okazały się: *miesiąc przechowywania* i *sposób przechowywania*, natomiast dla testu ściskania nieistotną okazała się interakcja pomiędzy zmiennymi: *miesiąc badań x kształt próbki*, pozostałe interakcje dla tej zmiennej były istotne. Dało to podstawę do przeprowadzenia testów Duncana w celu porównania średnich i wyłonienia istniejących grup homogenicznych. I tak dla po-

miarów jędrności stwierdzono istnienie jednej grupy homogenicznej w przypadku czynnika *miesiąc badań* dla pierwszych trzech miesięcy pomiarów (tab. 1). Należy więc wnioskować, że jędrność utrzymuje się na niezmiennym poziomie w początkowym okresie badań.

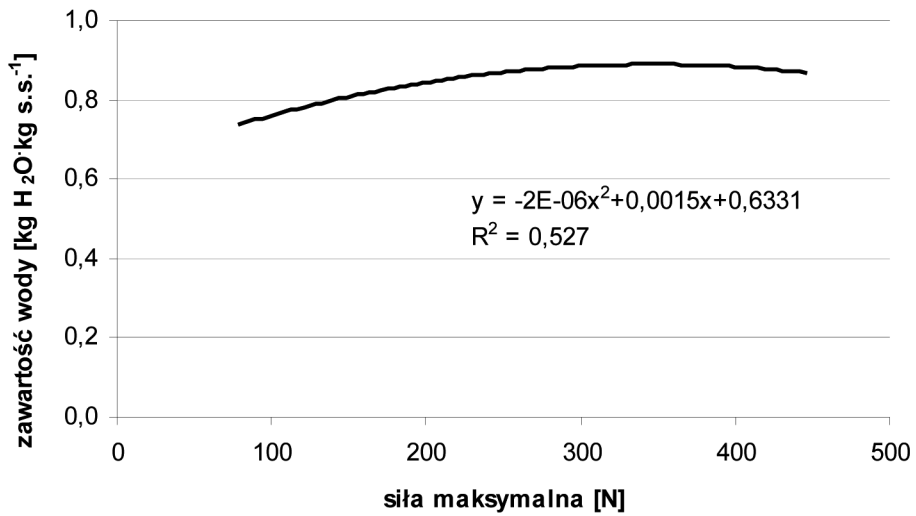
Tabela 1. Test Duncana dla czynników głównych (pomiar jędrności)

Czynnik	Grupy homogeniczne
Miesiąc przechowywania	$X_1 \quad X_2 \quad X_3 \quad X_4 \quad X_5 \quad X_6 \quad X_7$  gdzie: $X_1 = 6,167 \text{ N}$ $X_2 = 6,103 \text{ N}$ $X_3 = 6,060 \text{ N}$ $X_4 = 5,667 \text{ N}$ $X_5 = 5,057 \text{ N}$ $X_6 = 4,713 \text{ N}$ $X_7 = 3,680 \text{ N}$ gdzie: $X_1 =$ seler świeży, $X_2 =$ październik, $X_3 =$ listopad, $X_4 =$ grudzień, $X_5 =$ styczeń, $X_6 =$ luty, $X_7 =$ marzec
Sposób przechowywania	$X_1 \quad X_2$ gdzie: $X_1 = 5,183 \text{ N}$ $X_2 = 5,515 \text{ N}$ gdzie: $x_1 -$ piwnica $x_2 -$ chłodnia

Źródło: obliczenia własne.

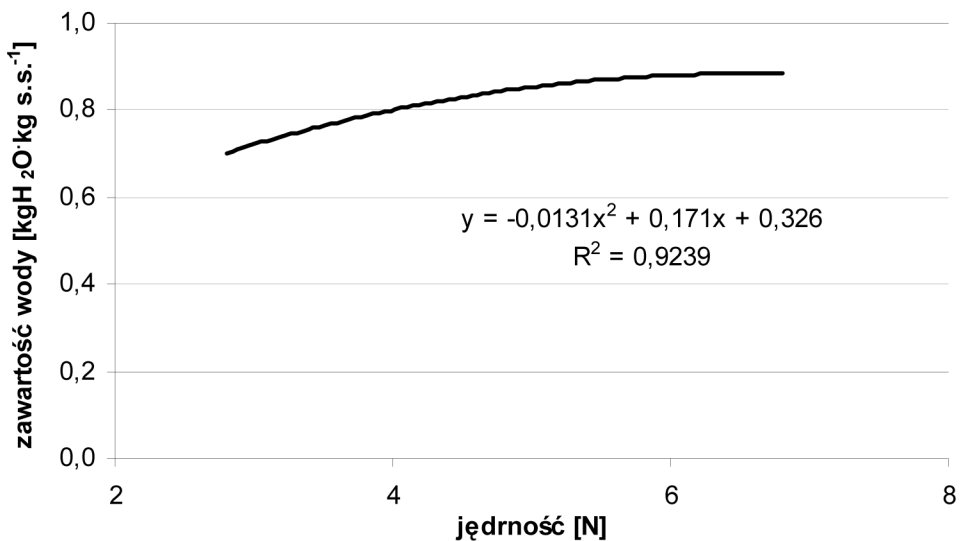
Dla próby ściskania (tab. 2) test Duncana nie wykazał istnienia jakichkolwiek grup homogenicznych dla czynnika głównego *okres przechowywania* oraz *sposób przechowywania*. Świadczy to, że są statystyczne różnice w sile maksymalnej używanej w teście ściskania, w poszczególnych okresach badawczych. Również miejsce przechowywania selera wpływa statystycznie na wartość siły maksymalnej zmierzonej w trakcie ściskania. Dla czynnika *kształt próbki* wyodrębniono jedną grupę homogeniczną, co świadczy o tym, że kształt ściskanych próbek nie wpływa statystycznie istotnie na mierzoną jędrność.

Ze względu na istotność interakcji dla pomiarów jędrności *miesiąc przechowywania* i *sposób przechowywania* w celu wnikliwszego wyjaśnienia tego zjawiska przeprowadzono dwa testy analizy wariancji oddzielnie dla selera przechowywanego w chłodni i w piwnicy. Wyniki te zawarto w tabeli 3. Z tak przeprowadzonej analizy wariancji wynika, że w przypadku pomiarów zarówno siły ściskania, jak i jędrności parametry te są uzależnione tylko od kolejnych miesięcy przechowywania. Pozostałe zależności okazały się nieistotne. Porównując wyniki tego testu dla próbek przechowywanych w piwnicy i w chłodni, zauważyć można dość dynamiczny spadek jędrności selera przechowywanego w piwnicy. Natomiast korzenie przechowywane w chłodni cechował wolniejszy i mniejszy zakres obniżania się jędrności.



Rys. 8. Wyniki regresji nieliniowej dla próby ściskania

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 9. Wyniki regresji nieliniowej dla pomiaru jędrności

Źródło: opracowanie własne.

Aby zbadać zależności pomiędzy zawartością wody w badanych próbkach a wartościami mierzonych parametrów, przeprowadzono test regresji wielorakiej. Stwierdzono istotną statystycznie zależność pomiędzy zawartością wody w badanych próbkach zarówno dla wyników testu ściskania, jak i dla pomiarów jędrności. Najwyższe wartości współczynnika regresji uzyskano dla dopasowania otrzymanych przebiegów funkcją wykładniczą. Wykresy przebiegów oraz zapisy funkcji dopasowania przedstawiają rysunki 8 i 9.

Przeprowadzone badania i analiza wyników potwierdziły wcześniejsze spostrzeżenia, że sposób oraz czas przechowywania korzenia selera mają istotny wpływ na obniżenie zawartości wody oraz jędrności, a zatem na obniżenie ilościowych i jakościowych właściwości selera. Z badań wynika również, że jest możliwe krótkie przechowywanie selera w piwnicy bez większych strat jakościowych – przez 3 miesiące od zbioru. W dłuższym czasie przechowywanie selera w piwnicy wiąże się z większymi stratami jakościowymi niż gdyby był on przechowywany w specjalistycznych chłodniach.

Zastosowany w badaniach jędrnościomierz FB firmy Imada może być z powodzeniem wykorzystywany w doświadczalnictwie i przemyśle jako tania i szybka metoda pomiaru jędrności korzenia selera, a tym samym może służyć do oceny jego jakości. Za wykorzystaniem tego urządzenia w praktyce przemawia fakt, iż jest ono przenośne, łatwe w obsłudze, a zarazem niezawodne i precyzyjne. W porównaniu ze specjalistycznymi maszynami wytrzymałościowymi, takimi jak urządzenie firmy MTS, jest też dużo tańsze.

5. Wnioski

1. Zaobserwowano wyraźne obniżenie zawartości wody w selerach w końcowym okresie przechowywania. Dla korzeni przechowywanych w piwnicy spadek ten wynosił około 20%, natomiast w przypadku chłodni różnica ta jest znacznie mniejsza i wynosi nieco ponad 7%.

2. Dla selera przechowywanego w piwnicy w okresie od października do grudnia zaobserwowano nieznaczne zmiany wartości jędrności (wyniosły one 8% w porównaniu z selerem świeżym). Największy spadek wartości jędrności zanotowano w marcu, wyniósł on ponad 51% w stosunku do selera świeżego.

3. Korzenie selera przechowywanego w chłodni w dwóch pierwszych miesiącach miały wyrównaną jędrność. W kolejnych miesiącach (grudzień-marzec) nastąpił spadek jędrności o 30% w porównaniu z selerem świeżym.

4. Wartość siły maksymalnej wyznaczonej podczas osiowego ściskania sześciennych kostek selera tuż po zbiorze wyniosła ponad 360 N. Dla próbek wyciętych z korzeni przechowywanych w piwnicy zaobserwowano dość gwałtowny spadek wartości tej siły w ciągu dwóch pierwszych miesięcy (ponad 100 N), a następnie stabilizację tego parametru aż do stycznia, kolejny gwałtowny spadek mierzonej wartości zaobserwowano w marcu. W przypadku próbek pozyskanych z korzeni

przechowywanych w chłodni zaobserwowano ciągłą zmianę wartości siły maksymalnej. Zmiany te wynosiły od kilku do kilkunastu niutonów miesięcznie.

5. W trakcie osiowego ściskania próbek o kształcie walca, wykrojonych z korzeni selera przechowywanych w chłodni, można zaobserwować, że od października do grudnia wartości siły uzyskane w teście są prawie równe. Dopiero od stycznia obserwuje się spadek wartości siły średnio o 40 N miesięcznie. W przypadku korzeni selera przechowywanych w piwnicy można zauważyć, że zmiany te są bardziej wyraźne w początkowym i ostatnim okresie przechowywania, a wartości siły zmieniają się z każdym analizowanym miesiącem.

Literatura

- Abbott J.A., Lu R., *Anisotropic mechanical properties of apples*, Transaction of the ASAE 1996, 39(4), 1451-1459.
- Adamicki F., Czerko Z., *Przechowalnictwo warzyw i ziemniaków*, PWRiL, Warszawa 2006.
- Bohdziewicz J., *Właściwości mechaniczne warzyw o kształcie kulistym*, Inżynieria Rolnicza 2006, 5.
- Bohdziewicz J., Czachor G., *Wpływ obciążenia na przebieg odkształcenia warzyw o kształcie kulistym*, Uniwersytet Rolniczy we Wrocławiu, Inżynieria Rolnicza 2010, 1(119).
- Hébert M., *Vegetable Storage in Root Cellar*, The University of Alaska Fairbanks, HGA-00331, 2011.
- Jóźwiak Z., *Kontrolowana atmosfera*, Hasło Ogrodnicze 2005, 10, s. 14-19.
- Krzysztofik B., Łapczyńska-Kordon B., *Wpływ sposobów i czasu przechowywania na wybrane cechy sensoryczne jabłek*, Inżynieria Rolnicza 2008, 2 (100), s. 121-128.
- Łapczyńska-Kordon B., Krzysztofik B., *Wpływ sposobów i czasu przechowywania na wybrane właściwości fizyczne jabłek*, Inżynieria Rolnicza 2008, 2 (100), s. 179-186.
- Stępień B., *Modyfikacja cech mechanicznych i reologicznych wybranych warzyw pod wpływem różnych metod suszenia*, Monografie LXXIX, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wrocław 2009.
- Viña S.Z., Chaves A.R., *Texture changes in fresh cut celery during refrigerated storage*, Journal of the Science of Food and Agriculture 2003, 83, Issue 13, s. 1308-1314.
- Wang J., *Anisotropic relaxation properties of pear*, Biosystems Engineering 2003, 85(1), s. 59-65.

INFLUENCE OF STORING TIME ON SOME OF QUALITATIVE PROPERTIES OF CELERY ROOT

Summary: In the thesis there are presented methods and results of the analysis of the changes of physical features of the Diamant cultivar celeriac stored for six months in root cellar and refrigerator. After the harvest and in the monthly cycle there was conducted the analysis including the change of the water content, dry matter, firmness as well as the tests of compression. In the celeriac stored in the root cellar with constant temperature during the period from October to January there appears insignificant decrease of the gradient of the analysed features. In the spring period, with the increase of the temperature, there occurs the change of the remaining parameters as qualitative and quantitative features. In the refrigerator with controlled temperature the gradient of changes tends to decrease during the whole storage period.

Keywords: celeriac, storage, firmness, water content.