

Natalia IDASZEWSKA, Krzysztof BIEŃCZAK, Agata DRABICKA

e-mail: idaszewska@op.pl

Zakład Maszyn Spożywczych i Transportu Żywności, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu, Politechnika Poznańska, Poznań

## Wpływ warunków przechowywania na dojrzewanie pomidorów

### Wstęp

Świeże warzywa i owoce są podatne na zepsucie podczas przechowywania oraz transportu. W całym łańcuchu dostaw obejmującym produkcję, przechowywanie, transport, przetwarzanie i pakowanie oraz dystrybucję do marketów, straty ilościowe owoców i warzyw wynoszą 44%, co stanowi prawie połowę z 1,3 biliona ton strat żywności w ciągu roku. Warzywa i owoce są na drugim miejscu, jeśli bierze się pod uwagę straty energii (kcal), co przy niskiej kaloryczności tych produktów podkreśla, jak duże ich ilości stanowią odpad [Lipiński i in., 2013].

Inni autorzy również podają podobne wartości dotyczące strat w trakcie dystrybucji owoców i warzyw. W Chinach straty owoców i warzyw w trakcie dystrybucji i transportu wynoszą ok. 30% [Zhou i in., 2007] a w Turcji sięgają 25% [Acican i in., 2007].

Psucie się owoców i warzyw jest konsekwencją zachodzących w nich procesów życiowych, takich jak: transpiracja, oddychanie czy dojrzewanie. Procesy te są niezbędne do rozwoju i dojrzewania. Procesy te są niezbędne do rozwoju i dojrzewania. Procesy te są niezbędne do rozwoju i dojrzewania. Ich jakość ostatecznie doprowadza do przejrzenia owoców i warzyw. Ich jakość handlowa znacznie spada w efekcie zepsucia [Idaszewska i Bieńczak, 2013a,b].

Przy zachowaniu odpowiednich warunków podczas przechowywania oraz transportu możliwe jest utrzymanie wysokiej jakości handlowej poprzez spowolnienie przebiegu procesów życiowych.

Celem pracy było przeanalizowanie wpływu takich warunków przechowywania jak: naświetlenie, temperatura oraz czas na dojrzewające pomidory. Oznaczano *pH* soku, zawartość cukrów oraz twardość pomidorów.

### Badania doświadczalne

#### Materiały i metodyka

Materiałem badawczym były pomidory *zapalone* (których rozwój został zakończony i wykazują widoczną zmianę barwy na żółtawą i różową na powierzchni 10÷30% [Rozporządzenie UE, 2011]), miejscami zabarwione na zielono, posiadające szypułki. Doświadczenia przeprowadzono przez kolejne 9 dni, przy czym próbki do badań pobierane były w 1, 3, 7 oraz 9 dniu.

Pomidory przechowywane były w 3 różnych warunkach:

- w temperaturze 8 °C, bez dostępu światła,
- w temperaturze 27 °C, bez dostępu światła,
- w temperaturze 27 °C z dostępem światła słonecznego.

Pomidory przechowywane były w skrzyniach drewnianych o wymiarach 400 × 300 × 140 mm, w których zostały upakowane luźno, co wykluczało szkodliwy wpływ wzajemnych oddziaływań, takich jak nacisk pomidorów położonych wyżej na niższe partie.

Pierwszego dnia badano tylko 6 sztuk pomidorów – były to pomidory uzyskane bezpośrednio od producenta. Następnie pomidory podzielono na kilka grup, różniących się warunkami przechowywania. Przebadanych zostało po 6 szt. pomidorów z każdego z wymienionych miejsc. W sumie badaniu poddanych zostało 60 szt. pomidorów. W pobranych pomidorach badano zawartość cukrów ogółem, kwasowość ich soku oraz twardość.

**Zawartość cukrów** badano przy użyciu refraktometru firmy Carl Zeiss Jena

**Kwasowość soku z pomidorów** oznaczano za pomocą *pH*-metru Elmetron C-411. Z każdego pomidora wyciskano kilka kropel soku, na-

stępnie użyto elektrody przystosowanej do badania kwasowości w bardzo małych ilościach roztworu.

**Pomiar twardości** wykonywano penetrometrem *Fruit Pressure Tester model FT-011* o zakresie 0÷5 kg. Trzpień penetrometru o średnicy 8 mm wbijano w pomidory pod kątem 90° do powierzchni pomidora aż do momentu przebicia skórki.

### Wyniki i dyskusja

Na podstawie danych otrzymanych z poszczególnych oznaczeń obliczono średnie wartości badanych parametrów oraz odchylenia standardowe. W tab. 1 przedstawiono zmiany parametrów związanych z dojrzewaniem pomidorów, które przechowywano w różnych warunkach.

Tab. 1. Zmiany zawartości cukrów, kwasowości soku oraz twardości w czasie przechowywania pomidorów w różnych warunkach

Czas przechowywania [dni]	Warunki przechowywania	Zawartość cukrów [Bx]	Kwasowość soku [pH]	Twardość [N]
		Średnia (odchylenie stand.)	Średnia (odchylenie stand.)	Średnia (odchylenie stand.)
1	8°C, bez światła	3,93 (0,24)	3,09 (0,05)	3,98 (0,44)
	27°C, bez światła	3,93 (0,24)	3,09 (0,05)	3,98 (0,44)
	27°C, światło	3,93 (0,24)	3,09 (0,05)	3,98 (0,44)
3	8°C, bez światła	3,98 (0,16)	3,05 (0,01)	4,14 (0,71)
	27°C, bez światła	4,1 (0,13)	3,15 (0,03)	3,28 (0,90)
	27°C, światło	4,17 (0,06)	3,20 (0,02)	3,18 (0,66)
7	8°C, bez światła	4,2 (0,10)	3,31 (0,07)	2,03 (0,51)
	27°C, bez światła	4,22 (0,36)	3,47 (0,08)	1,75 (1,01)
	27°C, światło	4,38 (0,02)	3,50 (0,00)	1,33 (0,47)
9	3°C, bez światła	4,38 (0,10)	3,24 (0,01)	1,57 (0,60)
	27°C, bez światła	4,41 (0,05)	3,53 (0,04)	0,71 (0,47)
	27°C, światło	4,45 (0,02)	3,89 (0,01)	0,50 (0,10)

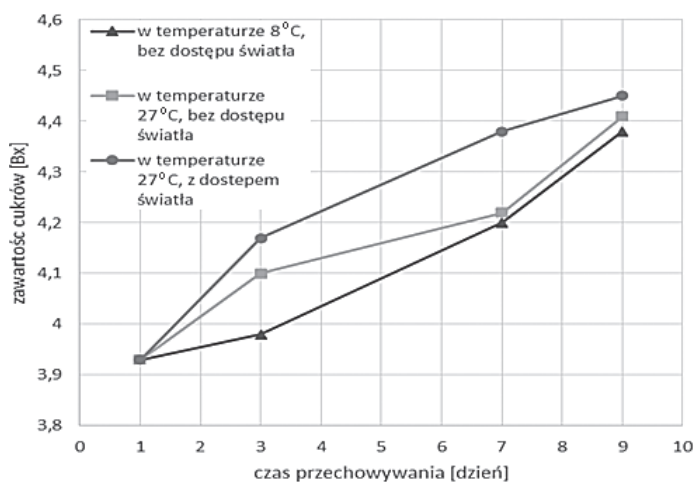
Pomiary wykonywane co 3–4 dni pokazują wzrost zawartości cukrów w pomidorach, wzrost kwasowości ich soku oraz spadek twardości. Zauważalne są dość wysokie odchylenia standardowe w przypadku badania twardości pomidorów, co świadczy o dość dużym zróżnicowaniu wyników. Spowodowane to może być błędem pomiarów wykonywanych penetrometrem ręcznym.

**Zawartość cukrów** w owocach i warzywach jest istotnym parametrem, określającym dojrzałość produktu. Wraz ze stopniem dojrzałości wzrasta zawartość cukrów. Wyniki pomiarów refraktometrem przedstawiono w skali *Brix*, którą definiuje się jako zawartość cukrów w 100 g roztworu. W badaniach nie określano rodzaju węglowodanów, jedynie obserwowano zmianę ich zawartości w czasie.

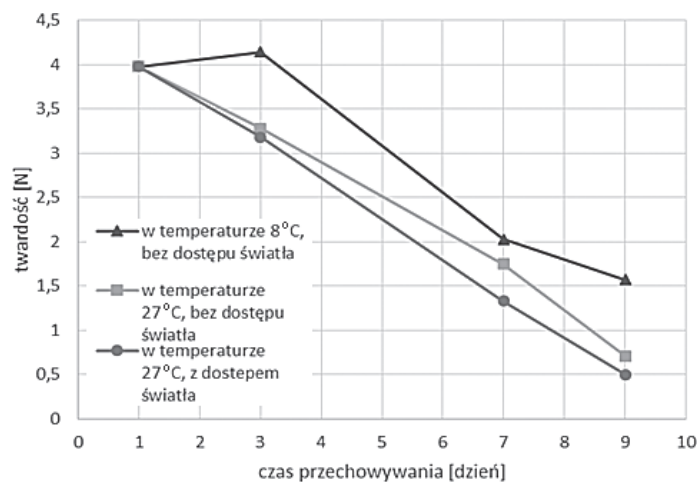
Rys. 1 pokazuje zmiany zawartości cukrów w pomidorach w czasie ich przechowywania w różnych warunkach. Zawartość cukrów wzrastała wraz z czasem trwania badań w przypadku wszystkich pomidorów. Jednak w pomidorach przechowywanych w temperaturze 27°C zawartość cukrów w każdym dniu badania była większa niż w przypadku pomidorów przechowywanych w warunkach chłodniczych.

Zawartość cukrów w pomidorach przechowywanych w wyższej temperaturze zwiększała się szybciej. Wynik ten tłumaczyć można dehydratacją produktu, co skutkuje wzrostem zawartości cukrów w znacznie mniej rozcieńczonym roztworze.

**Badanie kwasowości soku** pobranego z pomidorów jest kolejnym parametrem wskazującym na stopień dojrzałości owoców i warzyw. Kwas

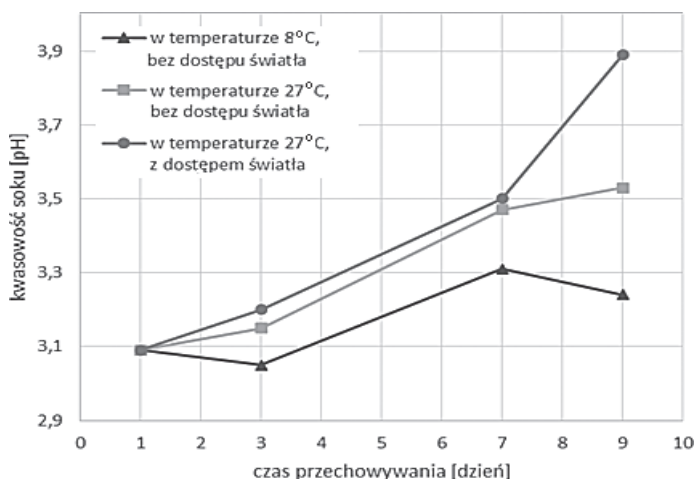


Rys. 1. Zmiany zawartości cukrów w pomidorach w czasie ich przechowywania w różnych warunkach



Rys. 3. Zmiany twardości pomidorów w czasie ich przechowywania w różnych warunkach

cytrynowy oraz jabłkowy stanowią 15% suchej substancji w pomidorach [Yilmaz, 2001]. W początkowej fazie wzrostu pomidorów zawartość tych kwasów zwiększa się nieznacznie (powoduje to obniżenie  $pH$  obserwowane w przypadku pomidorów przechowywanych w warunkach chłodniczych), jednak z postępującym procesem dojrzewania oraz zwiększaniem się ilości cukrów, zawartość tych kwasów maleje, czyli  $pH$  soku wzrasta. Zmiany kwasowości soku wyciśniętego z pomidorów przechowywanych w różnych warunkach przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Zmiany kwasowości soku w pomidorach w czasie ich przechowywania w różnych warunkach

W początkowej fazie dojrzewania  $pH$  soku maleje jedynie w przypadku pomidorów przechowywanych w warunkach chłodniczych. Jednak około 7 dnia badań zaobserwowano nagły wzrost  $pH$  we wszystkich przypadkach. Obserwuje się pewną zależność między nagłym wzrostem  $pH$  soku pomidorowego 7 dnia a silnym przyrostem zawartości cukrów tego samego dnia badań.

Spadek  $pH$  w ostatnim dniu badań w przypadku pomidorów przechowywanych w warunkach chłodniczych może być spowodowany procesem gnicia, w trakcie którego uwalniają się związki, takie jak siarkowodór, amoniak, dwutlenek węgla, które obniżają  $pH$  soku. Efekt ten można też tłumaczyć wysuszeniem pomidorów i mniejszą zawartością soku.

**Twardość** zmniejszała się (Rys. 3) wraz z postępowaniem dojrzewania pomidorów, zarówno w przypadku pomidorów przechowywanych w wyższych temperaturach jak i w warunkach chłodniczych. Jednak w przypadku tych ostatnich spadek ten był wolniejszy. Mniejsza twardość pomidorów przechowywanych w warunkach chłodniczych w ostatnich dniach badań może być spowodowana skutkiem psucia się pomidorów,

utrataj jędrności. Procesy gnilne doprowadzające do mięknięcia skórki znacznie ułatwiły przebijanie pomidorów trzpieniem.

Wyniki uzyskane z przeprowadzonych badań potwierdzają słusność wyboru takich parametrów, jak zawartość cukrów, kwasowości soku oraz twardości w celu określania stopnia dojrzałości.

Również potwierdzone zostały badania udowadniające że przechowywanie pomidorów w warunkach chłodniczych jest szkodliwe dla ich cech jakościowych. W przypadku powyższych badań przechowywanie w niskiej temperaturze uniemożliwiło rozwinięcie się wszystkich pożądaných konsumpcyjnie cech pomidorów, lecz doprowadziło do zepsucia się tych produktów, zanim uzyskały one stopień pełnej dojrzałości. Zauważalny jest również pozytywny wpływ naświetlenia na uzyskanie dojrzałości pomidorów.

## Wnioski

Sposób przechowywania wywiera istotny wpływ na dojrzewanie pomidorów.

W celu przyspieszenia dojrzewania pomidorów konieczne jest zastosowanie wyższych temperatur oraz naświetlenia.

Zawartość cukrów, kwasowość soku oraz twardość pomidorów są dobrymi parametrami do określenia postępu ich dojrzewania.

Zmiany biochemiczne związane z procesem dojrzewania zachodzą wolniej w niższych temperaturach i bez dostępu światła.

## LITERATURA

- Açıcan T., Alibaş K., Özelkök I.S., 2007. Mechanical damage to apples during transport in wooden crates. *Biosystems Eng.*, **96**, nr 2, 239-248. DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2006.11.002
- Idaszewska N., Bieńczyk K., 2013a. Wpływ drgań powstałych w trakcie transportowania na wybrane owoce. *Inż. Ap. Chem.*, **52**, nr 2, 98-99
- Idaszewska N., Bieńczyk K., 2013b. Wpływ warunków transportowania wybranych owoców i warzyw na zmiany ich właściwości fizykochemicznych. *Tech. Chłod. Klimat.*, nr 6-7, 305-309
- Lipinski B., Hanson C., Waite R., Searchinger T., Lomax J., Kitinoja L., 2013. *Reducing food loss and waste*. World Resources Institute (09.2014) <http://www.wri.org/publication/reducing-food-loss-and-waste>
- Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) NR 543/2011 z dnia 7 czerwca 2011 r. ustanawiające szczegółowe zasady stosowania rozporządzenia Rady (WE) nr 1234/2007 w odniesieniu do sektora owoców i warzyw oraz sektora przetworzonych owoców i warzyw
- Yilmaz E., 2001. The chemistry of fresh tomato. *Turk. J. Agric. Forest.*, **25**, 149-155
- Zhou R., Su S., Yan L., Li Y., 2007. Effect of transport vibration levels on mechanical damage and physiological responses of Huanghua pears. *Postharvest Biol. Technol.*, **46**, 20-28. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2007.04.006