

STRATY W CZASIE PRZECHOWYWANIA CEBULI, MARCHWI I KAPUSTY GŁOWIASTEJ BIAŁEJ

THE LOSSES DURING STORAGE OF ONION, CARROT AND WHITE HEAD CABBAGE

Maria Grzegorzewska, Ewa Badelek

Instytut Warzywnictwa im. Emila Chroboczka w Skierniewicach

WSTĘP

Cebula (*Allium cepa* L.), marchew (*Daucus carota* ssp. *sativus*) oraz kapusta głowiasta biała (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) należą do najpowszechniej uprawianych warzyw w Polsce. Są gatunkami dobrze przystosowanymi do transportu i długotrwałego przechowywania. Niezależnie jednak od zastosowanego sposobu przechowywania powstają straty ilościowe oraz następuje pogorszenie jakości warzyw.

Cebula, w odróżnieniu od innych gatunków, po zbiorze znajduje się przez kilka tygodni w stanie spoczynku i wówczas bez względu na warunki zewnętrzne nie wykazuje oznak ponownego rozwoju (wyrastania w korzenie i szczypior). Długość okresu spoczynku zależy od czynników występujących w czasie wegetacji, zbioru oraz dosuszania i może być wskaźnikiem trwałości przechowalniczej cebuli. W przypadku gdy cebula po zbiorze długo pozostaje w stanie spoczynku, w czasie przechowywania również dłużej utrzymuje dobrą jakość (Grzegorzewska 1999). Głównym czynnikiem ograniczającym długość okresu przechowywania cebuli jest wyrastanie w szczypior. W temperaturze 0°C i przy niskiej wilgotności powietrza cebula może być przechowywana do 8 miesięcy. Wraz z podniesieniem temperatury zwiększa się wyrastanie cebuli w szczypior, przy czym według Miedema (1994) najszybciej i najintensywniej proces ten następuje w temperaturze 10-25°C. Liczni autorzy (Adamicki 2002, Grzegorzewska 1999, Weichmann 1987) polecają do długotrwałego przechowywania temperaturę 0°C, ale w praktyce nadal znaczącą część cebuli składa się w pomieszczeniach nie zapewniających odpowiednich warunków przechowywania.

Spośród warzyw korzeniowych, w Polsce najwięcej produkuje się marchwi. Korzenie można przechowywać w pomieszczeniach schładzanych powietrzem zewnętrznym, ale optymalne warunki utrzymuje się tylko w chłodniach. Polecana temperatura to 0-1°C i wysoka wilgotność względna powietrza 95-98% (Adamicki 2000, 2002, Fraser i Chaput 2007). Korzenie w niskiej temperaturze wykazują niską aktywność meta-

boliczną, w tym niską intensywność oddychania (Suojala 2000). Ważne jest, aby temperatura przez cały okres przechowywania utrzymywana była na stałym poziomie, bowiem wahania powodują wzrost intensywności oddychania. Następstwem przechowywania marchwi przez dłuższy czas w temperaturze $>2^{\circ}\text{C}$ jest wyrastanie naci i bocznych korzeni. Według Suslow i in. (2009) w wyższej temperaturze ($3-5^{\circ}\text{C}$) marchew utrzymuje dobrą jakość do 3-5 miesięcy. Więdnięcie korzeni w warunkach zbyt niskiej wilgotności względnej powietrza jest przyczyną wzmożonego oddychania, utraty połysku i starzenia się marchwi, a w dalszej kolejności zwiększenia gnicia korzeni. Przyczyną dużych strat z powodu gnicia są choroby przechowalnicze, a szczególnie zgnilizna twardzikowa i szara pleśń. Wszelkie uszkodzenia zewnętrzne są również przyczyną zwiększenia intensywności oddychania, a także gnicia korzeni (Adamicki 2002).

Kapusta po zbiorze jest podatna na żółknięcie, wysychanie, a także infekcje spowodowane szczególnie przez szarą pleśń. Do przechowywania kieruje się główki zdrowe, bez uszkodzeń mechanicznych jak: obicia, spękania, przemarznięcia. Straty podczas przechowywania kapusty można ograniczyć chroniąc plantację przed zbiorem oraz utrzymując optymalne warunki w czasie przechowywania. Temperatura $0-1^{\circ}\text{C}$ i wilgotność względna powietrza na poziomie 90-95% skutecznie opóźniają proces starzenia kapusty, jak również rozwój chorób przechowalniczych (Uyenaka 1976, Adamicki i Robak 1997, Menniti i in. 1997, Agblor i Waterer 2003). W praktyce bardzo często jednak temperatura waha się w granicach $0-5^{\circ}\text{C}$, co przy zbyt wysokiej wilgotności wpływa na szybki rozwój patogenów chorobotwórczych, w tym szarej pleśni.

W niniejszym opracowaniu przedstawiono wyniki badań dotyczących jakości i strat przechowalniczych warzyw składowanych w różnych warunkach temperaturowych.

MATERIAŁ I METODY

Cebula dwóch odmian 'Grabowska' i 'Polanowska' pochodziła z Pola Doświadczalnego Instytutu Warzywnictwa w Skierniewicach. Porównywano wpływ trzech różnych warunków przechowywania, tj. w chłodni - w temp. 0°C i $+5^{\circ}\text{C}$ oraz w przechowalni zwykłej z grawitacyjnym sposobem wietrzenia, na trwałość i jakość cebuli. Doświadczenie przechowalnicze założono w 4 powtórzeniach po 10 kg cebuli. Cebulę przechowywano przez okres 6 miesięcy. Jakość cebuli oraz wielkość strat określano w odstępach jednomiesięcznych.

Marchew odm. Nerac F_1 pochodziła z Rolniczego Zakładu Doświadczalnego w Żelaznej. Doświadczenie przechowalnicze założono w

4 powtórzeniach, oddzielnie dla każdego okresu przechowywania (1, 2, 3, 4, 5, 6 miesięcy). Jedno powtórzenie stanowiło 10 kg korzeni. Marchew przechowywano w chłodni w temperaturze 0°C i +5°C. Po każdym okresie przechowywania określano masę korzeni handlowych, na którą składały się: masa korzeni niewyrośniętych, korzeni wyrośniętych w nać, korzeni wyrośniętych w nowe boczne korzenie oraz korzeni wyrośniętych w nać i boczne korzenie. Określano również straty, czyli masę korzeni chorych i ubytki masy.

Kapusta głowiasta biała odm. Kronos F₁ pochodziła z uprawy konwencjonalnej z gospodarstwa warzywniczego w Justynowie koło Młodzieszyna. Podobnie jak w przypadku marchwi doświadczenie przechowalnicze założono w 4 powtórzeniach po 5 główek kapusty, oddzielnie dla każdego okresu przechowywania (1, 2, 3, 4, 5, 6 miesięcy). Kapustę przechowywano w chłodni w temperaturze 0°C i +5°C. Po każdym okresie przechowywania określano masę główek zdrowych oraz straty, czyli masę główek nadgniętych i zgniętych, masę liści oczyszczonych, a także ubytki masy.

WYNIKI

Cebula obu odmian: Grabowska i Polanowska utrzymywała dobrą jakość najdłużej w temperaturze 0°C, co potwierdzają wyniki uzyskane wcześniej przez Adamickiego (2002), Grzegorzewską (1999) i Weichmanna (1987). W tej temperaturze notowano najwyższy procent cebuli handlowej, a straty były spowodowane głównie przez ubytki masy. Cebula przez cały okres przechowywania nie wyrastała w szczypior, nie stwierdzono również znaczących strat spowodowanych przez choroby przechowalnicze. Procentowy udział cebuli eksportowej, czyli bez spękań suchej łuski okrywającej, w temperaturze 0°C zmieniał się nieznacznie przez pierwsze trzy miesiące przechowywania dla obydwu odmian i wynosił ponad 70%. Niewielkie wyrastanie w korzenie zanotowano dopiero po 5 miesiącach przechowywania, natomiast po 6 miesiącach wynosiło 36,6% dla odm. Grabowska oraz 19,2% dla odm. Polanowska (tab. 1 i 2).

W temperaturze +5°C oraz w przechowalni cebula szybciej traciła dobrą jakość, ze względu na większe spękanie suchej łuski oraz wyrastanie w korzenie i szczypior, w porównaniu z temperaturą 0°C. Już po jednym miesiącu przechowywania procent cebuli eksportowej wynosił tylko nieco powyżej 60% ze względu na spękanie łuski okrywającej. W następnych miesiącach spękanie intensywnie wzrastało. W ostatnich miesiącach przechowywania (5 i 6) stwierdzono wzrost strat ze względu na wyrastanie cebuli w szczypior. Wyraźnie większy procent cebuli z wyrośniętym szczypiorem po 6 miesiącach przechowywania stwierdzono w

przechowalni ze względu na wzrost temperatury (w okresie kwiecień-maj), co potwierdzają wcześniejsze doniesienia Miedemy (1994).

Tabela 1. Wpływ warunków przechowywania na jakość oraz straty cebuli odm. Grabowska (dane w % w stosunku do masy cebuli wstawionej do przechowywania)

Table 1. The influence of storage condition on quality and losses of onion cv. Grabowska (percentage of initial weight)

Okres przechowywania (liczba miesięcy) Storage period (months)	Cebula handlowa / Marketable onion					Straty / Losses		
	ogółem total	eksportowa export	ze spleknaną łuską skinning	wyrośnięta w korzenie rooted	ogółem total	wyrośnięta w szczy-pior sprouted	chora rotten	ubytki masy weight losses
Temperatura przechowywania – 0°C / Storage temperature – 0°C								
1	98,8	78,9	19,9	0,0	1,2	0,0	0,0	1,2
2	97,6	78,0	19,6	0,0	2,4	0,0	0,1	2,3
3	97,9	74,0	23,9	0,0	2,1	0,0	0,0	2,1
4	97,3	60,0	37,3	0,0	2,7	0,0	0,0	2,7
5	96,5	41,3	52,7	2,5	3,5	0,0	0,0	3,5
6	94,8	18,5	39,7	36,6	5,2	0,0	0,4	4,8
Temperatura przechowywania +5°C / Storage temperature +5°C								
1	97,8	67,2	30,6	0,0	2,2	0,0	0,0	2,2
2	97	55,6	41,4	0,0	3,0	0,0	0,4	2,6
3	96,3	46,1	50,2	0,0	3,7	0,0	0,8	2,9
4	93,7	32,4	59,5	1,8	6,3	0,2	0,9	5,2
5	89,3	22,9	62,3	4,1	10,7	3,6	1,4	5,7
6	75,8	15,3	45,3	15,2	24,2	14,0	2,1	8,1
Przechowalnia – zmienna temperatura i wilgotność Storage chamber with gravitation ventilation								
1	98,3	66,5	31,8	0,0	1,7	0,0	0,0	1,7
2	97,7	51,3	46,4	0,0	2,3	0,0	0,0	2,3
3	96,9	38,9	58,0	0,0	3,1	0,0	0,0	3,1
4	95,5	23,6	70,5	1,4	4,5	0,0	1,4	3,1
5	82,4	8,4	62,5	11,5	17,6	10,5	0,8	6,3
6	41,3	7,5	29,5	4,3	58,7	44,7	2,7	11,3

Tabela 2. Wpływ warunków przechowywania na jakość oraz straty cebuli odm. Polanowska (dane w % w stosunku do masy cebuli wstawionej do przechowywania)

Table 2. The influence of storage condition on quality and losses of onion cv. Polanowska (percentage of initial weight)

Okres przechowywania (liczba miesięcy) Storage time (months)	Cebula handlowa / Marketable onion				Straty / Losses			
	ogółem total	eksportowa export	ze spękaną łuską skinning	wyrośnięta w korzenie rooted	ogółem total	wyrośnięta w szczy-pior sprouted	chora rotten	ubytki masy weight losses
Temperatura przechowywania – 0°C / Storage temperature – 0°C								
1	98,7	79,9	18,8	0,0	1,3	0,0	0,0	1,3
2	98,1	71,6	26,5	0,0	1,9	0,0	0,0	1,9
3	97,8	77,9	19,9	0,0	2,2	0,0	0,0	2,2
4	95,5	60,6	34,9	0,0	4,5	0,0	0,4	4,1
5	95,4	43,6	51,3	0,5	4,6	0,0	0,0	4,6
6	96,6	36,2	41,2	19,2	3,4	0,0	0,2	3,2
Temperatura przechowywania +5°C / Storage temperature + 5°C								
1	97,7	62,0	35,7	0,0	2,3	0,0	0,7	1,6
2	96,5	47,4	49,1	0,0	3,5	0,0	1,1	2,4
3	95,5	35,6	59,9	0,0	4,5	0,0	1,5	3,0
4	94,2	24,0	70,2	0,0	5,8	0,0	0,5	5,3
5	93,0	12,9	76,1	4,0	7,0	0,5	1,0	5,5
6	86,3	10,1	57,3	18,9	13,7	4,5	1,5	7,7
Przechowalnia – zmienna temperatura i wilgotność Storage chamber with gravitation ventilation								
1	98,4	61,5	36,9	0,0	1,6	0,0	0,2	1,4
2	98,2	48,4	49,8	0,0	1,8	0,0	0,3	1,5
3	96,1	36,9	59,2	0,0	3,9	0,0	1,0	2,9
4	93,3	18,0	75,3	0,0	6,7	0,0	1,1	5,6
5	86,5	4,9	55,0	26,6	13,5	6,0	0,4	7,1
6	54,3	1,7	44,3	8,3	45,7	35,0	0,9	9,8

Straty spowodowane gniciem korzeni marchwi i ubytkami masy w temperaturze 0°C były niskie przez cały okres przechowywania i wynosiły po 6 miesiącach 2,1%, natomiast w temperaturze +5°C w ostatnim miesiącu przechowywania nasiliło się gnicie korzeni i straty wzrosły do 10,9 %. (tab. 3). Zaznaczył się wyraźny wpływ temperatury na jakość korzeni marchwi w czasie przechowywania, podobnie jak w badaniach Adamickiego (2000,2002), Fräsera i Chaputa (2007) oraz Suojala (2000).

W temperaturze 0°C dopiero po trzech miesiącach stwierdzono wyrastanie naci (długość 0,2-0,5 cm), natomiast w +5°C już po 1 miesiącu u 33,4% marchwi stwierdzono widoczną nać. Po dwóch miesiącach w temperaturze +5°C marchew wyrosnięta w nać i korzenie boczne stanowiła 93,8% przechowywanego towaru.

Przy utrzymaniu wysokiej względnej wilgotności powietrza, intensywne wyrastanie w nać i boczne korzenie w temperaturze +5°C tylko w niewielkim stopniu wpłynęło na wzrost ubytków masy i nie spowodowało widocznego zwiędnięcia marchwi.

Tabela 3. Wpływ temperatury przechowywania na jakość oraz straty marchwi odm. Nerac F₁ (dane w % w stosunku do masy marchwi wstawionej do przechowywania)

Table 3. The influence of storage condition on quality and losses of carrot cv. Nerac F₁ (percentage of initial weight)

Okres przechowywania (liczba miesięcy) Storage time (months)	Marchew handlowa / Marketable carrot					Straty / Losses		
	ogółem total	nie wyrosnięta not sprouted	wyrosnięta with new leaves, roots			ogółem total	nadgnięła i zgniła rotten	ubytki masy weight losses
			w nać new leaves	w korzenie new roots	w nać i korzenie new roots and leaves			
Temperatura przechowywania – 0°C / Storage temperature – 0°C								
1	100	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	100	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	99,1	55,8	43,0	0,0	0,3	0,9	0,6	0,3
4	100	61,3	38,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
5	99,0	57,6	38,0	1,0	2,4	1,0	0,9	0,1
6	97,9	42,4	34,8	4,8	15,9	2,1	2,0	0,1
Temperatura przechowywania +5°C / Storage temperature +5°C								
1	99,9	66,5	33,4	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1
2	99,8	6,0	59,7	0,1	34,0	0,2	0,1	0,1
3	99,6	5,8	35,5	1,8	56,5	0,4	0,0	0,4
4	100,0	5,8	4,4	2,0	87,8	0,0	0,0	0,0
5	99,1	2,8	0,1	5,5	90,7	0,9	0,5	0,4
6	89,1	2,4	5,1	4,1	77,5	10,9	10,4	0,5

Wraz z przedłużaniem okresu przechowywania kapusty głowiastej białej obniżał się udział główek handlowych, natomiast wzrastały straty.

Obniżenie trwałości przechowalniczej kapusty głowiastej następowało po 4 miesiącach w temperaturze 0°C, natomiast w temperaturze +5°C już po 3 miesiącach przechowywania. W temperaturze 0°C po 5 miesiącach przechowywania zaznaczyły się wyraźne objawy starzenia na liściach zewnętrznych, natomiast po 6 miesiącach straty wyraźnie wzrosły ze względu silne gnicie niektórych całych główek. W +5°C już po 4 miesiącach stwierdzono początki gnicia całych główek (tab. 4).

Tabela 4. Wpływ warunków przechowywania na jakość oraz straty kapusty głowiastej białej odm. Kronos F₁ (dane w % w stosunku do masy kapusty wstawionej do przechowywania)

Table 4. The influence of storage condition on quality and losses of head cabbage cv. Kronos F₁ (percentage of initial weight)

Okres przechowywania (liczba miesięcy)	Temperatura przechowywania 0°C/Storage temperature 0°C				Temperatura przechowywania +5°C/Storage temperature +5°C			
	główki handlowe marketable heads	straty/losses			główki handlowe marketable heads	straty/losses		
		główki nagn. i zgniłe rotten	liście oczyszczone waste	ubytki masy weight losses		główki nagn. i zgniłe rotten	liście oczyszczone waste	ubytki masy weight losses
1	99,7	0,0	0,1	0,2	99,0	0,0	0,8	0,2
2	98,7	0,0	1,1	0,2	98,4	0,0	1,1	0,5
3	99,1	0,0	0,7	0,2	97,4	0,0	2,1	0,5
4	98,7	0,0	0,9	0,4	85,5	4,9	8,5	1,1
5	90,2	0,0	8,6	1,2	82,6	5,9	10,1	1,4
6	84,7	7,2	7,2	0,9	73,1	13,4	12,3	1,2

Podsumowanie

Przechowując cebulę przez okres 6 miesięcy uzyskano powyżej 90% towaru handlowego w temperaturze 0°C; powyżej 75% w temperaturze +5°C oraz 40-55% w przechowalni z grawitacyjnym sposobem wietrzenia przy zmiennych warunkach temperatury i wilgotności.

Wyraźny wzrost strat cebuli nastąpił po 5 miesiącach przechowywania w temperaturze +5°C oraz po 4 miesiącach przechowywania w przechowalni.

W czasie przechowywania marchwi w temperaturze 0 i +5°C straty po 5 miesiącach wynosiły 1%, natomiast po 6 miesiącach odpowiednio 2,1% i 10,9%.

Pogorszenie jakości marchwi, ze względu na wyrastanie naci i korzeni bocznych było widoczne po 3 miesiącach przechowywania w temperaturze 0°C natomiast po 1 miesiącu w temperaturze 5°C.

Pogorszenie jakości kapusty głowiastej białej nastąpiło po 4 miesiącach przechowywania w temperaturze 0°C i po 3 miesiącach w temperaturze 5°C.

Literatura

- Adamicki F. 2000. Warzywa korzeniowe w przechowalniach i chłodniach. *Warzywnictwo* 21: 14-15.
- Adamicki F., Czerko Z. 2002. *Przechowalnictwo warzyw i ziemniaka*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne. Poznań.
- Adamicki F., Robak J. 1997. Jak chronić kapustę przeznaczoną do długotrwałego przechowywania. *Owoce Warzywa Kwiaty* 20: 13.
- Agblor S., Waterer D. 2003. Cabbage- Post-Harvest Handling and Storage. <http://www.agr.ge.ca/pfra/cside/cabbagee.htm>
- Fraser H.W., Chaput J. 2007. Long-term storage of carrots. <http://www.omafra.gov.on.ca/english/engineer/facts/98-073.htm>
- Grzegorzewska M. 1999. Dormancy of onion as influenced by weather conditions during the growth season and maturity degree at harvest. *Veget. Crops Res. Bull.* 50: 71-79.
- Miedema P. 1994. Bulb dormancy in onion. I. The effect of temperature and cultivar on sprouting and rooting. *Journal of Horticultural Science* 69: 29-30.
- Weichmann J. 1987. *Postharvest physiology of vegetables*. Marcel Dekker. Inc. New York and Basel.
- Suojala T. 2000. Pre- and postharvest development of carrot yield and quality. <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/maa/kastu/vk/suojala/index.html>
- Suslow T.V., Mitchell J., Cantwell M. 2009. Carrot. Recommendations for maintaining postharvest quality. <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Veg/carrot.shtml>
- Uyenaka J.R. 1990. Storage of cabbage. <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/90-055.htm>

Maria Grzegorzewska, Ewa Badełek

THE LOSSES DURING STORAGE OF ONION, CARROT AND WHITE HEAD CABBAGE

Summary

The study on storage of onion, carrot and cabbage, was performed in season 2008/2009. The vegetables were stored at two temperatures: 0°C and +5°C.

Additionally onion was stored in storage chamber with gravitation ventilation with variable temperature. The significant increase of losses occurred after 4 months in storage chamber with gravitation ventilation and after 5 months of storage at +5°C. The losses at 0°C, during 6 months of storage were low. The best quality of onion during 6 months of storage was maintained at 0°C. After 5 months, the decrease of quality was found due to roots regrowth.

Comparing the influence of temperature on carrots storage stability, the losses were similar at 0°C and 5°C during 5 months. Through the following 6th month the rotting increased at +5°C and the losses also increased at this temperature much more than at 0°C. The better quality of carrot was maintained at 0°C than at +5°C due to regrowth of new leaves and side roots.

The quality of cabbage decreased after 3 months of storage at 5°C and after 4 months at 0°C.