

ZBIGNIEW CZERKO

Zakład Przechowalnictwa Ziemniaka

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział Jadwisin

Straty podczas przechowywania ziemniaków w przechowalni z nawilżaniem i bez nawilżania

Losses in potato tubers stored in a storehouse with or without a humidification system

Porównano 2 przechowalnie z różnymi systemami wentylacji pod względem utrzymania parametrów termiczno-eksploatacyjnych oraz powstawania strat przechowalniczych w przechowalni o składowaniu luzem bez nawilżania oraz luzem z systemem nawilżania. W obu przechowalniach była utrzymywana temperatura na poziomie 8°C w długotrwałym okresie przechowywania. System wentylacji w obu przechowalniach pracował średnio 5,0 h/dobę. Niższa wartość deficytu prężności pary wodnej (WVPD) była w przechowalni z nawilżaniem. Porównano straty przechowalnicze powstałe w wyniku chorób i ubytków naturalnych. Wyższe ubytki naturalne były w przechowalni o składowaniu luzem bez nawilżania w porównaniu do przechowalni o składowaniu luzem z nawilżaniem, odpowiednio 4,9% i 4,0%. Gnicie ziemniaków w wyniku rozwoju mokrej zgnilizny wystąpiło w obu przechowalniach tylko w górnej części pryzmy (0,5%), i nieznacznie większe było w przechowalni z nawilżaniem.

Słowa kluczowe: nawilżanie, przechowalnie, straty przechowalnicze, ziemniak

A rate of losses in potato tubers stored in bulk in a storehouse supplied with a humidification system was compared with that recorded for tubers kept in a storehouse without such a system. In both storehouses the tubers were stored for a long time at 8°C, with a ventilation system working, on average, for 5 hours a day. Water vapour pressure deficit (WVPD) in the storehouse with a humidification system was smaller than that in the storehouse without humidification. Natural losses in tubers kept in the storehouse with humidification were lower than those in tubers kept in the storehouse without a humidification system (4.0% and 4.9%, respectively). In both storehouses the losses (c. 0.5%) caused by diseases (soft rot) occurred in the upper part of the pile only. These were slightly greater in the humidified storehouse.

Key words: humidification, losses, potato, storehouse

WSTĘP

Ograniczanie strat ziemniaków w czasie przechowywania zależy od możliwości stworzenia korzystnych warunków mikroklimatycznych w różnych typach przechowalni. Głównymi czynnikami, które wpływają na poziom strat są temperatura i wilgotność

panująca w przechowalni oraz intensywność przepływu powietrza wokół ziemniaków. Wysokość temperatury przechowywanych ziemniaków wpływa przede wszystkim na intensywność oddychania ziemniaków, zaś wilgotność otaczającego powietrza wpływa na intensywność odparowania wody z bulwy. Intensywność przepływu powietrza decyduje o tempie osuszania bulw, które może zapobiec rozwojowi chorób, ale także może zwiększyć parowanie wody z bulw przyczyniając się do wzrostu ubytków naturalnych.

Urządzeniem technicznym zapewniającym odpowiednie warunki przechowywania jest system wentylacji. Rozwiązanie systemu wentylacji a szczególnie możliwość nawilżania wentylowanego powietrza wpływa na straty podczas przechowywania.

Celem badań była ocena strat ziemniaków w przechowalni o składowaniu luzem przy wykorzystaniu do wentylacji powietrza atmosferycznego oraz o składowaniu luzem z systemem wentylacji z nawilżaniem powietrza.

MATERIAŁY I METODY

Do badań wykorzystano 2 typy przechowalni:

A. — przechowalnia o składowaniu luzem na wysokość 4,5 m, system wentylacji przepływowy z dawką wentylacyjną $120 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{t}^{-1}$ z nawilżaniem powietrza. Wentylowane powietrze przepływa przez zwilżone filtry, a następnie rozprowadzone jest do kanałów wentylacyjnych,

B — przechowalnia o składowaniu luzem o tych samych parametrach technicznych jak poprzednia bez nawilżaniem powietrza.

W przechowalniach w długotrwałym okresie przechowywania utrzymywana była temperatura ziemniaków wymagana dla przetworstwa (8°C).

Doświadczenie przeprowadzono w dwóch sezonach przechowalniczych 2004/05 i 2005/06. Do oceny strat przygotowano próby 2 odmian: Krasa i Velox, po 10 kg ziemniaków w 3 powtórzeniach dla każdej kombinacji (dwie przechowalnie na górze i dole przyzmy). Do prób zostały wybrane ziemniaki zdrowe o średniej wielkości. Próby zostały rozwieszone do badanych przechowalni na początku października i umieszczone w odpowiednich miejscach na dole przy kanale wentylacyjnym i na wierzchu przyzmy (głębokość 0,3 m). Stabilne warunki termiczno-wilgotnościowe w przechowalniach osiągnięto przez zastosowanie komputerowego systemu sterowania, na którym mierzone były podstawowe parametry wentylacyjne. Ziemniaki w czasie przechowywania były zaprawiane środkiem przeciw kiełkowaniu Luxan Gro Stop 300 HN.

Po okresie przechowywania, po 6 miesiącach próby zostały ocenione pod względem ubytków naturalnych i chorób. Uzyskane wyniki poddano analizie wariancji a istotność weryfikowano testem t — Studenta.

WYNIKI I DYSKUSJA

Systemy wentylacyjne w przechowalniach służą do odprowadzania ciepła powstającego podczas oddychania bulw oraz utrzymania wymaganej temperatury i wilgotności. W obu przechowalniach stosowany jest przepływowy system wentylacji,

który charakteryzuje się krótszym dobowym czasem wentylacji niż system stosowany w przechowalniach o składowaniu w paletach skrzyniowych (Leppack, 1991; Czerko, 2004). W badanych przechowalniach dobowy czas wentylacji wynosił 5,0 godzin (tab. 1).

Tabela 1

Ogólne dane o badanych przechowalniach i warunkach przechowywania
Characteristics of the storehouses and storage conditions

Typ przechowalni Storehouse type	Dawka wentylacyjna $m^3 \cdot t^{-1} \cdot h^{-1}$ Rate of ventilation	Wysokość i sposób składowania High of pile	Średni dobowy czas wentylacji (h/day) Average daily time of ventilation	Średnia temperatura Average temperature (°C)		Średnia wilgotność Average humidity (% Rh)		Średnie Average WVPD (hPa)	
				górze upper part	dole bottom part	górze upper part	dole bottom part	górze upper part	dole bottom part
Przechowalnia przepływowa z nawilżaniem — A Forced vent. and humidifier — A	120	luzem bulk - 4,5 m.	5,0	9,8	8,4	96	90	0,48	1,10
Przechowalnia przepływowa bez nawilżania — B Forced vent. and humidifier — B	120	luzem; bulk - 4,5 m	5,0	9,8	8,4	97	95	0,36	0,55

Średnie temperatury w całym sezonie przechowalniczym w dwóch badanych przechowalniach były na podobnym poziomie. Różnice między temperaturą na górze i na dole przyzmy nie były duże i wynosiły $1,4^{\circ}\text{C}$, czyli $0,3^{\circ}\text{C}$ na jeden metr wysokości przyzmy. Małą różnicę temperatury między górze a dołem przyzmy osiągnięto stosując wentylację obiegową po zakończeniu wentylacji schładzającej.

Wystąpiły duże różnice wilgotności powietrza między przechowalniami z systemem wentylacji z nawilżaniem i bez nawilżania. Wilgotność powietrza w przechowalni, w której wykorzystywano do wentylacji tylko powietrze atmosferyczne wynosiła 90% Rh na dole przyzmy i 96% RH w górnej części przyzmy.

Wilgotność powietrza w przechowalni o składowaniu luzem z systemem nawilżającym była wysoka i wynosiła 95% Rh na dole przyzmy i 97% Rh na górze przyzmy. Odpowiednio do przebiegu temperatury i wilgotności w poszczególnych przechowalniach układał się niedosyt prężności pary wodnej (WVPD), który ma bezpośredni wpływ na wielkość ubytków naturalnych. Mała różnica (WVPD) wystąpiła między przechowalniami w górnej części przyzmy (WVPD = 0,48 hPa w przechowalni bez nawilżania i WVPD = 0,36 hPa w przechowalni z nawilżaniem), natomiast duża różnica w wartościach WVPD wystąpiła między przechowalniami w dolnej części przyzmy (bez nawilżania 1,10 hPa i z nawilżaniem 0,55 hPa).

Ubytki naturalne średnie dla 2 odmian przez 6 miesięcy przechowywania (tab. 2) w przechowalni z systemem wentylacji z nawilżaniem były niższe niż w przechowalni bez nawilżania i wynosiły odpowiednio 4,0% i 4,9%.

Ubytki naturalne w próbach umieszczonych na dole i na górze przyzmy były różne w poszczególnych przechowalniach. W przechowalni o składowaniu luzem z nawilżaniem i bez nawilżania większe ubytki naturalne wystąpiły na dole, a mniejsze na górze. Różnice jednak nie były istotne. Większe ubytki naturalne związane były przede wszystkim z niższą wilgotnością podczas wietrzenia w dolnej niż w górnej części przyzmy. Hunter (1983) podaje, że wilgotność powietrza w przyzmy ziemniaków podczas wietrzenia powietrzem o wilgotności niższej niż równowagowa wzrasta od dołu w kierunku wierzchu przyzmy. Nawet powietrze nawilżone do 95% Rh podczas wietrzenia daje większy deficyt prężności pary wodnej niż wilgotność w środku przyzmy (będąca w stanie równowagowym po zaprzestaniu wietrzenia). Podobny obraz ubytków naturalnych otrzymano w poprzednich latach z innymi odmianami (Czerko, 2004).

Tabela 2

Straty ziemniaków (%) w przechowalni z nawilżaniem i bez nawilżania w górnej i dolnej części przyzmy
Losses of potatoes (%) kept in the storehouse with or without a humidifier recorded in the upper and bottom part of a pile

Warianty doświadczenia Experimental variants			Ubytki naturalne Natural losses	Suma chorób Sum of diseases	Kielki Sprouts	Suma strat Total losses
Przechowalnia z nawilżaniem — A Storehouse with humidifier — A	góra	Krasa	3,2	1,0	0,2	4,4
	upper	Velox	4,2	1,0	0,2	5,4
	dół	Krasa	3,7	0,0	0,0	3,7
	bottom	Velox	5,0	1,0	0,0	6,0
Przechowalnia bez nawilżania — B Storehouse without humidifier — B	góra	Krasa	4,0	0,6	0,0	4,6
	upper	Velox	5,4	1,0	0,0	6,4
	dół	Krasa	4,7	0,0	0,0	4,7
	bottom	Velox	5,8	0,6	0,0	6,4
Średnia Average	A		4,0	0,8	0,1	4,9
	B		4,9	0,6	0,0	5,5
Średnia dla poziomów Average for levels	góra; upper		4,2	0,9	0,1	5,2
	dół; bottom		4,8	0,4	0,0	5,2
Średnia dla odmian Average for cultivars	Krasa		3,9	0,4	0,1	4,4
	Velox		5,1	0,9	0,1	6,1
NIR dla sposobów nawilżania, poziomów i odmian LSD for kind of humidification, levels and cultivars			0,7	0,8	0,1	1,4

Straty w wyniku rozwoju chorób przechowalniczych były małe (0,6–0,8%), i nie różniły się istotnie między przechowalniami z nawilżaniem i bez nawilżania (tab. 2). Rozpatrując rodzaj zgnilizn zauważa się istotnie wyższe porażenie mokrą zgnilizną w górnej części przechowalni (tab. 3). Porażenie suchą i mieszaną zgnilizną było bardzo małe w obu przechowalniach (0,1–0,2%) i nie różniło się istotnie między przechowalniami. W wielu badaniach wpływ podwyższonej wilgotności powietrza w przechowalni nie powodował wzrostu porażenia chorobami przechowalniczymi lub powodował wzrost porażenia mokrą zgnilizną. Sparks i Summers (1974) wykazali niewielki wpływ wilgotności (w zakresie 85–95% Rh) na porażenie przez choroby. Rasmussen (1987) wprowadzając do przechowalni nawilżanie nie zaobserwował wzrostu strat wywołanych przez rozwój chorób gnilnych. Czerko (2004) porównując przechowalnię

o składowaniu luzem z nawilżaniem i bez nawilżania wykazał istotnie wyższe porażenie mokrą zgnilizną w przechowalni wyposażonej w systemem nawilżania powietrza.

Tabela 3

Porażenie ziemniaków mokrą, suchą i mieszaną zgnilizną (%) w przechowalni z nawilżaniem i bez nawilżania w górnej i dolnej części pryzmy
Tuber infestation with soft rot and dry rot alone and in a mixture in the upper and bottom part of a pile in a storehouse with or without a humidification system

Badane cechy Investigated characteristics			Mokra zgnilizna Soft rot	Sucha zgnilizna Dry rot	Mieszana zgnilizna Mix rot
Przechowalnia z nawilżaniem — A Storehouse with humidifier — A	góra	Krasa	0,7	0,2	0,1
	upper	Velox	0,6	0,5	0,0
	dół	Krasa	0,0	0,0	0,0
Przechowalnia bez nawilżania — B Storehouse without humidifier — B	bottom	Velox	0,0	0,2	0,9
	góra	Krasa	0,5	0,0	0,1
	upper	Velox	0,2	0,2	0,6
Średnia Average	dół	Krasa	0,0	0,0	0,0
	bottom	Velox	0,0	0,5	0,2
	A		0,3	0,2	0,3
Średnia dla poziomów Average for levels	B		0,2	0,2	0,2
	góra; upper		0,5	0,2	0,2
Średnia dla odmian Average for cultivars	dół; bottom		0,0	0,2	0,3
	Krasa		0,3	0,0	0,1
NIR dla sposobów nawilżania, poziomów i odmian LSD for kind of humidification, levels and cultivars	Velox		0,2	0,3	0,4
			0,3	0,3	0,5

Rozwój suchej zgnilizny w przechowalni występuje na bulwach uszkodzonych i przechowywanych w wysokiej temperaturze, także intensywne wentylacja w przechowalni ma stymulujący wpływ na rozwój tej choroby. Brazda (1969) zaobserwował większe porażenie suchą zgnilizną w przechowalni z intensywną wentylacją mechaniczną niż przy wietrzeniu grawitacyjnym. Także wyższa temperatura w przedziale temperatur zalecanych do przechowywania sprzyja rozwojowi suchej zgnilizny. Kubicki (1988) na podstawie wieloletnich badań 35 odmian zauważył wzrost porażenia suchą zgnilizną w wyższej temperaturze przechowywania (zakres 2–8°C).

Nieznaczny rozwój kiełków zauważono w przechowalni wyposażonej w system wentylacji z nawilżaniem w górnej części pryzmy na obydwu odmianach mimo stosowania środków przeciw kiełkowaniu (tab. 2). Nie wystąpiło kiełkowanie bulw w przechowalni bez nawilżania i w dolnej części pryzmy przechowalni z nawilżaniem. Odmiana Velox charakteryzowała się większymi ubytkami naturalnymi oraz sumą chorób w porównaniu do odmiany Krasa.

WNIOSKI

1. W przechowalni o składowaniu luzem wyposażonej w system wentylacji z nawilżaniem powietrza ubytki naturalne ziemniaków były mniejsze niż

- w przechowalni bez nawilżania (odpowiednio 4,0 i 4,9%) i większe ubytki wystąpiły w dolnej części pryzmy.
2. Gnicie ziemniaków w wyniku rozwoju mokrej zgnilizny wystąpiło w obu przechowalniach tylko w górnej części pryzmy (0,5%), i nieznacznie większe było w przechowalni z nawilżaniem.
 3. Porażenie suchą i mokrą zgnilizną było na tym samym poziomie w przechowalni wyposażonej w system wentylacji z nawilżaniem jak i bez nawilżania.

LITERATURA

- Brazda G. 1969. Die Abhängigkeit des Belüftungserfolges von der Ausreife der Kartoffeln Soato und Pflanzgut. 7: 122 — 125.
- Burton W. G. 1973. Physiological and biochemical changes in the tuber as affected by storage conditions. Proc. 5th Trien. Conf. EAPR, Norwich: 63 — 81.
- Czerko Z. 2004. Porównanie strat w ziemniakach przechowywanych w komorach z systemem wentylacji z nawilżaniem i bez nawilżania. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 500: 433 — 438.
- Hunter J. H. 1983. External heat and moisture balance for potato storage. Am. Soc. Agri. Engin. Paper 83 — 4081.
- Kubicki K. 1988. Biologiczne i techniczne uwarunkowania przechowywania ziemniaków. PWN, Warszawa.
- Leppack E. 1991. Versuche zur Kartoffellagerung KTBL — Versuchstation Dethlingen. Jahresbericht 1990/91: 18 — 24
- Rasmussen R. 1987. Effect of moistening of the ventilating air in older bin store houses with aisle. 10th Trien. Conf. EAPR Aalborg-Denmark: 341 s.
- Sparks W. C., Summers L. V. 1974. Potato weight losses quality changes and cost relationships during storage. Idaho, Agric. Ex. Stat. Bull. 535: 14 s.