

PRZYCZYNY STRAT PRZECHOWALNICZYCH I OCENA PRZECHOWYWALNOŚCI SZEŚCIU ODMIAN ZIEMNIAKA

dr hab. Zbigniew Czerko, prof. nadzw.
IHAR-PIB, Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa Ziemniaka w Jadwisinie
05-140 Serock, e-mail: z.czerko@ihar.edu.pl

Podczas wzrostu roślin ziemniaka, a także później, po zbiorze, w czasie przechowywania, w bulwach zachodzą procesy życiowe: transpiracja, oddychanie i kiełkowanie. Prowadzą one do strat przechowalniczych, tj. ubytków naturalnych i pogorszenia jakości ziemniaków.

Ubytki naturalne

Powstają w całym sezonie przechowalniczym, a ich wielkość zmienia się w zależności od etapu przechowywania. Ubytki wody z bulw przyczyniają się do strat masy i zmian jakości: bulwy stają się pomarszczone, gąbczaste, nekrozy pouszkodzeniowe powiększają się, mogą się pojawiać ciemne plamy fizjologiczne. O powstawaniu ubytków naturalnych decydują głównie dwa procesy zachodzące w bulwach: transpiracja wody i oddychanie. Z czynników zewnętrznych na poziom ubytków naturalnych ma wpływ temperatura i wilgotność powietrza w przechowalni oraz intensywność wentylacji.

Transpiracja, czyli odparowanie wody z bulwy, zachodzi podczas całego okresu przechowywania. Woda paruje na całej powierzchni bulwy (98% z perydermy i 2% z przetchlinek). Intensywność transpiracji zależy od odmiany, a głównie od jej fizjologicznych cech, takich jak: grubość skórki, skorkowacenie perydermy i faza gojenia ran. Na proces transpiracji mają wpływ także warunki przechowywania, zwłaszcza wilgotność względna powietrza, temperatura oraz intensywność wentylacji i fazy przechowywania.

Odmiany istotnie różnią się pod względem intensywności transpiracji. Można to

zauważyć podczas przechowywania bulw przy niższej wilgotności (85-88% Rh), kiedy głównym czynnikiem wpływającym na transpirację jest budowa anatomiczna perydermy. Są odmiany, których intensywność transpiracji może być 2-krotnie wyższa od mniej transpirujących. Intensywność transpiracji zależy też od etapu przechowywania: największa jest w okresie dojrzewania fizjologicznego, zaraz po zbiorze oraz w końcowej fazie, kiedy następuje intensywny wzrost kiełków.

Dużo wody tracą bulwy uszkodzone przez maszyny w czasie zbioru i obróbki w przechowalni, jeśli uszkodzenia nie są zagojone, nawet 3-5 razy więcej w porównaniu z bulwami nieuszkodzonymi.

Intensywność transpiracji zależy również od temperatury i wilgotności w przechowalni. W niższej temperaturze i przy wyższej wilgotności transpiracja jest ograniczona. Należy jednak wiedzieć, że parametrem fizycznym, który decyduje o intensywności odparowania wody z bulwy, jest niedosyt wilgotności powietrza, który łączy w sobie temperaturę i wilgotność względną powietrza. Ziemniaki przechowywane w warunkach niewielkiego niedosytu wilgotności powietrza mają mniejszy poziom ubytków naturalnych.

Intensywność wietrzenia przechowalni, czyli prędkość przepływu powietrza wokół przechowywanych bulw oraz czas trwania wentylacji, ma także duży wpływ na odparowanie wody z bulw. W nowo budowanych przechowalniach zaprojektowana wydajność wentylatorów wynosi 90 m³/h/t ziemniaków przy składowaniu luzem oraz 120 m³/h/t przy

składowaniu w paletach skrzyniowych. Takie natężenie przepływu powietrza pozwala ograniczyć czas wentylacji w całym sezonie przechowalniczym.

Oddychanie bulw jest wieloetapowym procesem, który polega na utlenianiu węglowodanów i wydzielaniu dwutlenku węgla, wody i ciepła. Oddychanie bulw powoduje wzrost ubytków naturalnych, ale jest to wzrost mniejszy w porównaniu z ubytkami spowodowanymi transpiracją. Ubytki masy powstałe w wyniku oddychania stanowią ok. 10% całkowitych ubytków naturalnych. Intensywność oddychania zależy od odmiany, temperatury bulwy oraz fazy przechowywania.

Bezpośrednio po zbiorze ziemniaki oddychają intensywnie, następnie tempo oddychania maleje, po ok. miesiącu stabilizuje się na najniższym poziomie i ponownie wzrasta dopiero w fazie rozpoczęcia kiełkowania. W okresie przechowywania ziemniaków o intensywności oddychania decyduje głównie temperatura. Mniejszy wpływ na intensywność oddychania mają odmiana, dojrzałość czy zabliźnione uszkodzenia bulw. Najslabiej bulwy oddychają w temperaturze 4-6°C. Wzrost temperatury powoduje wzrost intensywności oddychania. Proporcjonalnie do intensywności oddychania wydzielany jest dwutlenek węgla i ciepło. Produkty te są odprowadzane z przechowalni podczas wentylacji.

Kiełkowanie. Przyczynia się do wzrostu strat przechowalniczych w wyniku zwiększenia odpadowej masy kiełków, wzrostu intensywności transpiracji wody z bulw oraz oddychania. Bezpośrednio po zbiorze bulwy nie kiełkują, gdyż znajdują się w fazie bezwzględnego fizjologicznego spoczynku. W następnej fazie, tzw. względnego uśpienia, oprócz warunków wzrostu i cech genetycznych odmiany głównie temperatura decyduje o terminie rozpoczęcia i intensywności kiełkowania. Wiele przebadanych odmian przechowywanych w temperaturze 5°C zaczyna kiełkować średnio w II dekadzie marca.

Należy także odnotować duży wpływ warunków wegetacji na termin rozpoczęcia kiełkowania. Po chłodnym lecie z dużą ilością opadów bulwy zaczynają kiełkować w przechowalni później niż po lecie suchym. W celu wydłużenia okresu uśpienia i ograni-

czenia intensywności wzrostu kiełków powinno się przechowywać ziemniaki w niskiej temperaturze, 2-3°C. Ziemniaki jadalne przed użytkowaniem należy poddać rekondukcjonowaniu w temperaturze ok. 12°C przez 2 tygodnie.

Choroby występujące podczas przechowywania

W tym okresie ujawniają się choroby grzybowe i bakteryjne decydujące o dużych stratach przechowalniczych. Duże znaczenie mają: zaraza ziemniaka, mokra zgnilizna, sucha zgnilizna, zgnilizna mieszana i alternarioza. Z badań nad trwałością przechowalniczą odmian w ostatnich latach wynika, że **największe straty przechowalnicze powoduje mokra zgnilizna**. Głównym źródłem infekcji bulw potomnych są zainfekowane sadzeniaki. W niekorzystnych warunkach wilgotnościowych (podczas dużych opadów deszczu) w okresie wegetacji oraz przy dużych uszkodzeniach bulw w czasie zbioru i braku intensywnej wentylacji osuszającej w pierwszej fazie przechowywania porażenie chorobą może przebiegać intensywnie. Straty przechowalnicze w wyniku rozwoju chorób wynoszą średnio 2%.

W okresie przechowywania wysoka temperatura, 6-10°C, wysoka wilgotność względna, powyżej 95%, oraz słabe przewietrzanie przyzmy sprzyjają gniciu ziemniaków wskutek porażenia zarazą, mokrą zgnilizną, a także zgnilizną mieszaną. Obniżenie temperatury i wilgotności w przechowalni oraz intensywne wietrzenie ziemniaków hamuje rozwój tych chorób.

Ocena strat przechowalniczych 6 odmian

W badaniach prowadzonych w latach 2010-2013 oceniano odmiany Ametyst, Carrera, Etola, Ingrid, Jutrzenka i Sagitta. Dla zapewnienia takich samych warunków uprawy i rozwoju roślin materiał kwalifikowany wysadzano na polu doświadczalnym w Jadwisiźnie. Ziemniaki uprawiano w systemie integrowanym. Dodatkowo przeprowadzono 2-krotnie selekcję negatywną, usuwając rośliny i bulwy porażone chorobami (czarna nóżka, silne objawy porażenia wirusami i rizoktoniozą). Pod koniec wegetacji nać niszczone rozbijaczem łęcin, a po upływie 2-3 tygodni przeprowadzano zbiór kombajnem. Ter-

min zbioru przypadła na koniec września. Po przygotowaniu prób okres przechowywania trwał od początku października do końca marca.

Próby bulw poszczególnych odmian (2 x 10 kg) umieszczano w przechowalni w 3 komorach, w których przez pierwsze 2 tygodnie po zbiorze utrzymywano temperaturę na poziomie 15°C, a w ciągu następnych 2 tygodni obniżano ją do wymaganej dla sadzeniaków (3°C), ziemniaków jadalnych

(5°C) i do przetwórstwa (8°C). Wilgotność względna powietrza w przechowalni wynosiła 90-95%. Dla określenia terminu i intensywności kiełkowania dodatkowo genotypy były przechowywane w oddzielnych skrzynkach (po 35 bulw). Stan kiełków oceniano co 10 dni, a po przechowaniu (początek maja) – długość kiełków. Po zakończonym sezonie (po 6 miesiącach) określano ubytki naturalne oraz straty wywołane rozwojem chorób i kiełkowaniem.

Tabela 1

Terminy rozpoczęcia kiełkowania bulw przechowywanych w temperaturze 3, 5 i 8°C oraz długość kiełków (mm) po 6 miesiącach przechowywania; średnia z 3 lat

Odmiana	Temperatura przechowywania					
	3°C		5°C		8°C	
	początek kiełkow.	długość kiełków	początek kiełkow.	długość kiełków	początek kiełkow.	długość kiełków
Sagitta	1 dek. V	2,0	2 dek. IV	7,0	1 dek. III	21,3
Etola	1 dek. V	2,7	1 dek. IV	5,3	1 dek. II	21,7
Carrera	2 dek. V	2,3	3 dek. IV	4,0	2 dek. II	22,0
Ingrid	2 dek. IV	4,3	1 dek. III	9,3	3 dek. I	27,7
Jutrzenka	1 dek. V	2,7	2 dek. III	8,0	3 dek. I	49,7
Ametyst	3 dek. IV	3,7	2 dek. III	12,7	2 dek. I	51,0
Średnio	1 dek. V	3,0	3 dek. III	7,7	2 dek. II	32,3

Tabela 2

Średnie straty przechowalnicze (%) badanych odmian w latach badań po przechowywaniu w temperaturze 3, 5 i 8°C

Temperatura przechowywania	Lata badań	Ubytki naturalne	Choroby	Kiełki	Suma strat
3°C	2010/11	10,7	4,5	0,00	15,3
	2011/12	5,6	0,2	0,00	5,8
	2012/13	6,3	1,3	0,00	7,6
5°C	2010/11	9,6	6,9	0,08	16,5
	2011/12	5,3	0,8	0,01	6,1
	2012/13	6,2	1,5	0,07	7,8
8°C	2010/11	10,3	3,0	0,68	14,0
	2011/12	7,0	0,7	0,32	8,0
	2012/13	7,9	1,6	0,82	10,2
Średnio dla lat	2010/11	10,2	4,8	0,25	15,3
	2011/12	6,0	0,6	0,11	6,6
	2012/13	6,8	1,5	0,30	8,5
	średnio	7,7	2,3	0,22	10,2

Wyniki

Kielkowanie. Termin rozpoczęcia kielkowania ziemniaków zmieniał się w zależności od odmiany i temperatury przechowywania. Odmiany przechowywane w temperaturze 3°C zaczynały kielkować średnio w I dekadzie maja, przechowywane w 5°C w III dekadzie marca, a w 8°C – w II dekadzie lutego (tab. 1). Długość kielków po przechowaniu (początek maja) wynosiła odpowiednio 3,0, 7,7 i 32,3 mm. Wcześniejszym terminem rozpoczęcia kielkowania charakteryzowały się odmiany Ametyst, Jutrzenka, Ingrid.

Do określania wpływu warunków wilgotnościowych na wzrost roślin stosuje się współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa, wiążący temperaturę i opady w badanym okresie wegetacji. Wartość współczynnika powyżej 1 oznacza występowanie wilgotnych warunków. Najmniejsze straty w wyniku kielkowania wystąpiły w sezonie przechowalniczym 2011/2012 (tab. 2), charakteryzującym się wysokim współczynnikiem hydrotermicznym w lipcu (tab. 3).

Tabela 3

Współczynniki hydrotermiczne Sielianinowa w Jadwisinie w latach 2010-2012

Rok	Współczynniki hydrotermiczne Sielianinowa					
	maj	czerwiec	lipiec	sierpień	wrzesień	średnio
2010	4,35	1,29	1,56	2,22	2,14	2,31
2011	0,81	0,85	5,27	1,20	0,45	1,72
2012	1,16	2,06	1,58	1,67	0,70	1,43

Ubytki naturalne. Średnie ubytki naturalne dla 6 odmian badanych przez 3 lata były na poziomie 7,7%. (tab. 2). Największymi charakteryzowała się odmiana Ametyst – średnio 12,0%, a najmniejszymi Carrera – 5,6%. W temperaturze 8°C ubytki naturalne były wyższe niż w temperaturze 3 i 5°C. Stwierdzono duże ich zróżnicowanie w poszczególnych latach badań (tab. 4). Naj-

większe odnotowano w sezonie 2010/2011 we wszystkich badanych temperaturach.

Sezon wegetacyjny w roku 2010 charakteryzował się dużymi opadami (największy współczynnik Sielianinowa). Warunki te przyczyniły się do wzrostu porażenia chorobami przechowalniczymi, głównie mokrą zgnilizną, co pośrednio spowodowało wzrost ubytków naturalnych, gdyż zgniłe bulwy odparowują więcej wody.

Tabela 4

Straty przechowalnicze (%) badanych odmian po przechowywaniu w temperaturze 3, 5 i 8°C; średnie z 3 lat

Temperatura przechowywania	Odmiana	Ubytki naturalne	Choroby	Kielki	Suma strat
3°C	Ametyst	11,7	7,2	0	18,9
	Carrera	5,4	0,8	0	6,2
	Etola	6,2	0,8	0	6,9
	Ingrid	6,4	0,4	0	6,7
	Jutrzenka	7,7	1,2	0	8,9
	Sagitta	7,9	1,7	0	9,5
5°C	Ametyst	11,0	7,3	0,02	18,3
	Carrera	5,5	3,0	0	8,5
	Etola	5,4	0,3	0	5,8
	Ingrid	5,4	0,8	0,18	6,4
	Jutrzenka	7,4	4,5	0,12	12,0
	Sagitta	7,4	2,6	0	10,0
8°C	Ametyst	13,2	4,5	0,69	18,4
	Carrera	6,0	1,4	0,36	7,7
	Etola	7,0	0,4	0,24	7,6

Temperatura przechowywania	Odmiana	Ubytki naturalne	Choroby	Kielki	Suma strat
	Ingrid	7,3	0,5	0,94	8,8
	Jutrzenka	8,4	1,6	1,08	11,1
	Sagitta	8,5	2,0	0,34	10,8
Średnio dla odmian	Ametyst	12,0	6,3	0,24	18,6
	Carrera	5,6	1,7	0,12	7,5
	Etola	6,2	0,5	0,08	6,8
	Ingrid	6,3	0,5	0,37	7,3
	Jutrzenka	7,8	2,4	0,40	10,7
	Sagitta	7,9	2,1	0,11	10,1
Średnio dla temperatur	3°C	7,5	2,0	0,00	9,6
	5°C	7,0	3,1	0,05	10,1
	8°C	8,4	1,8	0,61	10,7
	średnio	7,7	2,3	0,22	10,1

Choroby przechowalnicze. Ich poziom w latach badań był średni do dużego. Największe porażenie wystąpiło w sezonie 2010/2011 (4,8%), a najmniejsze w 2011/2012 (0,6%). O dużym porażeniu mogły zdecydować wyjątkowo obfite opady w całym sezonie wegetacyjnym. Słabo porażały się odmiany Etola i Ingrid, a najwięcej strat wywołanych chorobami podczas przechowywania stwierdzono u odmiany Ametyst niezależnie od temperatury przechowywania.

Podsumowanie

Na przechowywalność składają się poziom ubytków naturalnych, ilość bulw porażonych chorobami oraz wielkość masy kielków. Średnio dla odmian przechowywanych w temperaturze 3, 5 i 8°C suma strat wyniosła 10,1%. Większe straty ogółem odnotowano po przechowaniu w 8°C, a najniższe w 3°C. Niską przechowywalnością charakteryzowała się odmiana Ametyst, a wysoką – Etola i Ingrid. Badania prowadzono przez 3 lata i zauważono duży wpływ na straty przechowalnicze przebiegu warunków pogodowych w okresie wegetacji. W roku 2010, charakteryzującym się nadmiernymi opadami, straty były duże.

Literatura

1. Czerko Z. 2008. Trwałość przechowalnicza wybranych odmian ziemniaka. – Ziemn. Pol. 3: 24-28;

2. Czerko Z. 2009. Wpływ odmiany i temperatury przechowywania ziemniaków na wielkość strat masy bulw. – Biul. IHAR. 254: 159-168; **3. Czerko Z. 2010.** Wpływ wybranych czynników na intensywność kiełkowania ziemniaków podczas przechowywania. – Biul. IHAR 257/258: 215-223; **4. Czerko Z. 2011.** Przechowywalność sześciu odmian ziemniaka uprawianych w latach 2007-2009. – Biul. IHAR 262: 127-139; **5. Frydecka-Mazurczyk A. 1978.** Oddychanie bulw ziemniaka w zależności od warunków termicznych w czasie przechowywania. – Biul. Inst. Ziemn. 22: 113-124; **6. Kubicki K. 1988.** Biologiczne i techniczne uwarunkowania przechowywania ziemniaków. PWN Warszawa: 206 s.; **7. Sowa-Niedziałkowska G. 2000.** Wpływ warunków wzrostu roślin i magazynowania bulw odmian jadalnych ziemniaka na ich trwałość przechowalniczą. – Biul. IHAR 213: 225-232; **8. Sowa-Niedziałkowska G. 2002a.** Wpływ naturalnych sposobów ograniczających intensywność przemian ilościowych w bulwach ziemniaka w czasie przechowywania. – Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 489: 355-363; **9. Sowa-Niedziałkowska G. 2002b.** Określenie optymalnej temperatury przechowywania sadzeniaków różnych odmian ziemniaka w skali 9-stopniowej. – Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 223/224: 361-368; **10. Zarzyńska K. 2004.** Długość okresu spoczynku bulw odmian ziemniaka. – Biul. IHAR 232: 5-14; **11. Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 2000.** Wpływ warunków w czasie wegetacji oraz temperatury przechowywania na cechy jakości ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa. – Biul. IHAR 213: 239-251