

ZBIGNIEW CZERKO
MAGDALENA GRUDZIŃSKA
KAZIMIERA ZGÓRSKA

Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa Ziemniaka
IHAR — PIB Radzików, Oddział Jadwisin

Porównanie zarejestrowanych odmian ziemniaka z nowymi rodami pod względem strat przechowalniczych

Comparison of registered potato varieties and new breeding lines in respect of storage losses

Celem badań było porównanie zarejestrowanych odmian ziemniaka z rodami pod względem trwałości przechowalniczej. Badania przeprowadzono w latach 2008–2011 i w sumie objęto nimi 46 odmian ziemniaka i 106 rodów. Po przechowywaniu w temperaturze 5 i 8°C określano ubytki naturalne, straty wywołane rozwojem chorób oraz kiełkowaniem. Najwcześniejszym terminem rozpoczęcia kiełkowania (1 dekada marca) charakteryzowały się genotypy z grupy bardzo wczesnych i wczesnych. Genotypy z grupy średnio późnych rozpoczęły kiełkowanie o 1 dekadę później (2 dekada marca). Podczas przechowywania w temperaturze 5°C ubytki naturalne rodów były na niższym poziomie niż ubytki odmian (odpowiednio 7,3% i 8,0%). W wyższej temperaturze przechowywania 8°C poziom ubytków naturalnych był wyrównany i wynosił 10,0% dla rodów i odmian. Wystąpiła istotna różnica w poziomie porażenia chorobami między rodami i odmianami przechowywanymi w temperaturze 5°C. Zgnilizny wywołane chorobami wynosiły średnio dla rodów 1,1% a dla odmian 2,36%. Zanotowano natomiast większe porażenie chorobami rodów niż odmian tylko w grupie genotypów wczesnych (odpowiednio 1,72 i 1,46%). Współczynnik korelacji między opadami w okresie wegetacji a występowaniem chorób przechowalniczych dla wszystkich genotypów przechowywanych w temperaturze 5°C wyniósł 0,52. Suma strat, na którą składają się ubytki naturalne, bulwy zgniłe porażone chorobami oraz masa kiełków średnio dla odmian i rodów przechowywanych w temperaturze 5°C wynosiła około 10% a w temperaturze 8°C około 13%. Większe straty ogółem zanotowano w odmianach niż w rodach, chociaż istotne różnice wystąpiły tylko w niższej temperaturze przechowywania 5°C. Poziom sumy strat zależały od grupy wczesności.

Słowa kluczowe: choroby, kielki, przechowywalność, straty, ubytki naturalne, ziemniak

The aim of this study was to compare the registered cultivars of potato with the breeding lines in relation to storage stability. The study was conducted in 2008–2011. In total, 46 registered cultivars and 106 breeding lines were assessed. After storage at 5 and 8°C natural losses, storage diseases and

mass of sprouts were determined. The earliest sprouting (1st decade of March) was observed for a group of very early and early genotypes. Genotypes from the late group of maturity started sprouting one decade later (2nd decade of March). During storage at 5°C natural losses of the breeding lines were lower than the losses of registered cultivars (respectively 7.3% and 8.0%). In the higher storage temperature (8°C) the natural losses were the same and amounted to 10.0% for the breeding lines and cultivars. There was a significant difference in the level of disease infection between breeding lines and registered cultivars stored at 5°C. The losses caused by the storage diseases were 1.10% for breeding lines and 2.36% for the varieties. In the group of early maturity the breeding lines had larger level of diseases than registered cultivars (respectively 1.72 and 1.46%). The correlation coefficient between sum of precipitation during vegetation period and the level of the storage diseases for all genotypes stored at 5°C was 0.52. Total losses, which consisted of the natural losses, tuber diseases and sprouts for all genotypes stored at 5°C were about 10% and at temperature of 8°C - about 13%. Larger total losses were reported for varieties than for breeding lines, although significant differences were confirmed only for lower storage temperature (5°C). The level of overall losses depended also on the group of earliness.

Key word: diseases, natural losses, potato, sprouting, storability

WSTĘP

W okresie przechowywania ziemniaków zachodzą przemiany fizjologiczne, chemiczne i biologiczne, które prowadzą do strat ilościowych i jakościowych bulw. Tempo tych zmian zależy głównie od właściwości genotypu, który może ulegać modyfikacjom pod wpływem warunków przechowywania oraz czynników agrotechnicznych i klimatycznych (Sowa-Niedziałkowska, 2000 i 2004 a).

Straty ilościowe określające trwałość przechowalniczą odmiany, składają się z: ubytków naturalnych, chorób przechowalniczych i strat spowodowanych kiełkowaniem.

Ubytki naturalne powstają w wyniku transpiracji i oddychania ziemniaków. Transpiracja zależy od odmiany, stopnia skorkowacenia skórki, stopnia zabliznienia uszkodzeń oraz od warunków przechowywania (temperatura, wilgotność).

Oddychanie ziemniaków zależy głównie od temperatury przechowywania i odmiany. Najmniejsza intensywność oddychania występuje w ziemniakach przechowywanych w temperaturze 5°C. Ziemniaki przechowywane w wyższej jak i niższej temperaturze oddychają intensywniej (Frydecka-Mazurczyk, 1978; Kubicki, 1988). Dlatego optymalna temperatura przechowywania ziemniaków jadalnych została określona na poziomie 5°C. Dla przetwórstwa istotniejszym parametrem niż ubytki naturalne jest zawartość cukrów redukujących, których poziom może zostać obniżony podczas przechowywania bulw w wyższej temperaturze. Optymalna temperatura dla ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa wynosi 8°C (Rastovski i in., 1981; Copp i in., 2000; Burton i in., 1992; Zgórska., Frydecka-Mazurczyk, 2000).

Straty powstające w wyniku chorób przechowalniczych, takich jak: mokra zgnilizna, sucha zgnilizna oraz mieszana zgnilizna zależą głównie od odmiany, warunków przechowywania oraz warunków agrotechnicznych (Kuźniewicz, 1982; Pringle i in., 1991; Sowa-Niedziałkowska, 2000; Czerko, 2009). Także w latach o zwiększonych opadach w okresie wegetacji obserwuje się zwiększony rozwój chorób przechowalniczych (Czerko, 2011).

W podwyższonej temperaturze przechowywania (6°C–10°C) i dużej wilgotności względnej powietrza (powyżej 95%) oraz w pryzmach słabo wietrzonych zwiększa się gnicie ziemniaków w wyniku rozwoju mokrej zgnilizny (Perombelon, 1970; Pett, 1978). Sucha zgnilizna bulw intensywniej rozwija się w ziemniakach przechowywanych w wyższej temperaturze z intensywnym wietrzeniem (Langerfeld 1979; Desjardinis i in., 1992). W niektórych warunkach obserwowano wzrost porażenia bulw tą chorobą także w niskiej temperaturze (Kuźniewicz, 1982).

Straty w wyniku kiełkowania zależą głównie od odmiany i temperatury przechowywania. Wyższa temperatura przechowywania skraca okres uspienia bulw oraz zwiększa intensywność wzrostu kiełków (Sowa-Niedziałkowska, 2004 b; Czerko, 2008, 2010). Ponadto temperatura przechowywania sadzeniaków uzależniona jest od tempa fizjologicznego starzenia się bulw, długości okresu spoczynku oraz warunków panujących podczas plonowania roślin (Rykaczewska, 1993; Reust i in., 2001; Zarzyńska, 2004). Zauważa się duży wpływ warunków wegetacji na termin rozpoczęcia kiełkowania jak i na intensywność wzrostu kiełków. Szczególnie w latach o większych opadach w okresie wegetacji następuje opóźnienie kiełkowania w przechowalni (Czerko, 2010). Na zróżnicowanie okresu spoczynku ma także wpływ zmienność (duże wahania) temperatury w okresie wegetacji (Ittersum, 1992).

Hodowla ziemniaka systematycznie wprowadza do rejestru nowe odmiany mające uwzględnić rosnące wymagania konsumentów. Nowe odmiany, które nie sprostają wymaganiom konsumenta i producenta są bezużyteczne i podnoszą koszty hodowli i produkcji ziemniaka. W strategii hodowli ziemniaka wykorzystuje się bardzo wiele cech jakości powiązanej ze sposobem wykorzystania ziemniaka, ochroną i produkcją (Pawlak, 2012). Wśród tych cech trwałość przechowalnicza ma duże znaczenie.

Celem badań było porównanie trwałości przechowalniczej grupy zarejestrowanych odmian ziemniaka będących w produkcji z grupą zaawansowanych materiałów hodowlanych (rodów) przechowywanych w temperaturze 5°C i 8°C w latach 2008–2012.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2008–2011 i w sumie objęto nimi 46 odmian ziemniaka i 106 rodów (tab. 1). W każdym badanym roku genotypy analizowano z podziałem na grupy wczesności. Celem zapewnienia takich samych warunków uprawy i rozwoju roślin materiał kwalifikowany wysadzano na polu doświadczalnym w Jadwisinie. Ziemniaki uprawiano w systemie integrowanym. Dodatkowo przeprowadzono dwukrotnie selekcję negatywną usuwając rośliny i bulwy porażone chorobami (czarna nóżka, silne objawy porażeniem wirusami i rizoktoniozą). W końcowym okresie wegetacji nać niszczone rozbijaczem łęcin, a po upływie 2–3 tygodni przeprowadzono zbiór kopaczką i kombajnem. Termin zbioru przypadał na koniec września. Badania prowadzono przez 4 sezony przechowalnicze.

Bulwy przechowywano w następujących warunkach:

- w okresie przygotowawczym, przez pierwsze dwa tygodnie po zbiorze utrzymywano temperaturę na poziomie 15°C, przy wilgotności względnej powietrza około 90%;

- w ciągu następnych dwóch tygodni temperaturę stopniowo obniżano, zachowując taką samą wilgotność;
- w długotrwałym składowaniu, trwającym 5 miesięcy, próby (2×5 kg — rody i 2×10 kg — odmiany) umieszczano w przechowalni w temperaturze 5°C i 8°C, przy wilgotności względnej powietrza 90–95%.

Tabela 1

Odmiany i rody ziemniaka badane w poszczególnych latach z podziałem na grupy wczesności
Investigated cultivars and potato breeding lines divided according to earliness group

Lata Years	Wczesność, Earliness	Rody — Breeding lines	Odmiany — Cultivars
2008	Bardzo wczesne i wczesne Very early and early	U 2, U 3, U 4,, U 5, U 6, U 7, U 8, U 10, U 11, U 12	Flaming, Justa, Milek, Aruba, Bellarosa, Cyprian, Ewelina, Oman, Owacja, Tucan
	Średnio wczesne Mid early	B, C, D, E, F, G, H, I, J, M, N, O, P, R, S, T	Agnes, Benek, Elanda, Finezja, Marlen, Meridian, Roxana, Adam, Zuzanna
	Średnio późne i późne Mid late	Z 1, Z 2, Z 3, Z 4, Z 5, Z 6, Z 7, Z 8	Jelly, Medea, Zagłoba, Inwestor, Kuras, Sekwana, Wist
2009	Bardzo wczesne i wczesne Very early and early	A 1, A 2, A 6, A 8, A 10, A 11, A 12, A 13, A 14	Flaming, Justa, Milek, Altesse, Aruba, Bellarosa, Cyprian, Ewelina, Owacja,
	Średnio wczesne Mid early	B 2, B 3, B 9, B 10, B 14, B 15, B 16, B 18, B 19, B 20, B 21, B 22, B 23, B 24, B 25, B 26, B 27	Almera, Benek, Elanda, Finezja, Promyk, Wiarus
	Średnio późne i późne Mid late	C 2, C 3, C 5, C 7, C 9, C 10, C 11, C 12, C 13, C 14	Zagłoba, Bosman, Kuras, Sekwana
2010	Bardzo wczesne i wczesne Very early and early	A 10, A 12, A 13, A 14, A 15, A 16, A 17, A 18,	Flaming, Justa, Ingrid, Altesse, Aruba, Cyprian, Carrera, Etola, Tucan
	Średnio wczesne Mid early	B 10, B 15, B 18, B 19, B 21, B 23, B 24, B 25, B 26, B 27, B 28, B 29, B 30, B 31, B 32, B 33, B 34, B 35, B 36, B 37, B 38, B 39, B 40, B 41, B 42, B 43	Almera, Ametyst, Elanda, Jutrzenka, Promyk, Sagitta, Tetyda, Wiarus, Zuzanna
	Średnio późne i późne Mid late	C 9, C 14, C 15, C 16	Zagłoba, Bosman, Kuras, Sekwana
2011	Bardzo wczesne i wczesne Very early and early	A 12, A 14, A 16, A 19, A 20, A 21, A 22, A 23, A 24, A 25,	Ingrid, Vivianna, Altesse, Carrera, Etola, Michalina,
	Średnio wczesne Mid early	B 26, B 27, B 30, B 31, B 32, B 40, B 44, B 45, B 46, B 47, B 48, B 49, B 50, B 51, B 52, B 53, B 54, B 55, B 56,	Almera, Ametyst, Bursztyn, Gawin, Jutrzenka, Legenda, Promyk, Sagitta, Stasia, Tetyda, Wiarus,
	Średnio późne i późne Mid late	C 9, C 14, C 16, C 17, C 18, C 19	Gustaw, Zenia, Bosman

Do określenia terminu i intensywności kiełkowania dodatkowo badane formy były przechowywane w oddzielnych skrzynkach (po 35 bulw). Ocenę stanu kiełków

prowadzono co 10 dni, a po przechowywaniu (początek kwietnia) oceniano długość kiełków.

Po zakończonym sezonie przechowalniczym określano ubytki naturalne, straty wywołane rozwojem chorób oraz kiełkowaniem. Dla porównania odmian i rodów w grupach wczesności i latach przeprowadzono analizę wariancji dla poszczególnych rodzajów strat przechowalniczych (ubytki naturalne, choroby, kiełki, suma strat). Obliczono korelację między warunkami wegetacji a poziomem strat przechowalniczych i terminem rozpoczęcia kiełkowania.

WYNIKI I DYSKUSJA

Średnia temperatura w okresie wegetacji (maj-wrzesień) w badanych latach nie była mocno zróżnicowana: wahała się od 15,5°C w roku 2008 do 16,6°C w 2009. Na wyższą średnią temperaturę w roku 2009 miała wpływ głównie wyższa temperatura występująca we wrześniu.

Największa ilość opadów w okresie wegetacji — 504,1 mm wystąpiła w roku 2010, a najniższa 304,9 mm w roku 2008. W czterech badanych latach średni współczynnik Sielianinowa w okresie wegetacji ziemniaków wynosił powyżej 1 (od 1,36 do 2,31) co wskazuje na warunki wilgotne we wszystkich latach. Rozpatrując dokładniej warunki w poszczególnych miesiącach zauważa się, że tylko w dwóch miesiącach współczynnik Sielianinowa wynosił poniżej 1 (w czerwcu 2008 i we wrześniu 2009).

Kiełkowanie: początek kiełkowania, długość kiełków, straty

Termin rozpoczęcia kiełkowania ziemniaków zmieniał się zależnie od genotypów, grup wczesności oraz lat uprawy. Badane odmiany i rody przechowywane w temperaturze 5°C rozpoczynały kiełkowanie średnio na przełomie 2 i 3 dekady marca (tab. 2). Nie stwierdzono istotnych różnic między średnim terminem początku kiełkowania rodów i odmian, chociaż nieznacznie wcześniej (średnio 2 dni) rozpoczęły kiełkowanie odmiany. Większe tempo wzrostu kiełków podczas przechowywania w temperaturze 5°C, niekorzystne dla przechowalnictwa ziemniaków, zanotowano dla odmian niż dla rodów. Na koniec przechowywania średnia długość kiełków dla odmian wynosiła 10,1 mm a dla rodów 6,8 mm.

Odmiany ziemniaka z różnych grup wczesności różniły się między sobą terminem rozpoczęcia kiełkowania. Najwcześniejszym terminem rozpoczęcia kiełkowania (III dekada lutego) charakteryzowały się odmiany z grupy bardzo wczesnych i wczesnych. Odmiany z grupy średnio późnych rozpoczęły kiełkowanie o 2 dekady później (2 dekada marca). Długość kiełków po okresie przechowywania nie różniła się istotnie między grupami wczesności. Lata uprawy miały istotny wpływ na termin rozpoczęcia kiełkowania i na długość kiełków po przechowywaniu. Najwcześniejsze kiełkowanie genotypów wystąpiło w roku 2008 (w 3 dekadzie stycznia), a najpóźniej w latach 2010 i 2011 (1 dekada kwietnia). Podobnie układała się długość kiełków po przechowywaniu. W roku 2008 średnia długość wynosiła 17,8 mm, a w latach 2010 i 2011 odpowiednio 4,7 i 4,6 mm. Na taki obraz kiełkowania miał wpływ przebieg warunków podczas wegetacji.

Tabela 2

Początek kiełkowania i długość kiełków odmian i rodów ziemniaka przechowywanych w temperaturze 5°C w poszczególnych grupach wczesności i latach

The beginning of sprouting and length of sprouts of the cultivars and potato breeding lines during storage at temperatures 5°C in particular groups of earliness and years

Wyszczególnienie Specification	Wczesności Earliness	Lata Years	Początek kiełkowania Beginning of sprouting	Długość kiełków (mm) Length of sprouts (mm)
Rody Breeding line	bardzo wczesne i wczesne very early and early	2008	2 d. I	18,2
		2009	3 d. III	3,1
		2010	3 d. III	3,7
		2011	3 d. III	2,4
		Średnio — mean	1 d. III	6,9
	średnio wczesne mid early	2008	2 d. I	19,4
		2009	3 d. III	4,2
		2010	1 d. IV	1,5
		2011	3 d. III	3,0
		średnio — mean	2 d. III	7,0
	średnio późne mid late	2008	3 d. I	17,0
		2009	3 d. III	3,3
2010		3 d. III	3,7	
2011		1 d. IV	2,2	
średnio — mean		2 d. III	6,6	
Odmiany Cultivars	bardzo wczesne i wczesne very early and early	2008	2 d. I	17,4
		2009	2 d. II	11,0
		2010	3 d. III	7,8
		2011	1 d. IV	6,2
		średnio — mean	3 d. II	10,6
	średnio wczesne mid early	2008	1 d. II	16,5
		2009	3 d. II	11,0
		2010	3 d. III	7,0
		2011	3 d. III	7,9
		średnio — mean	1 d. III	10,6
	średnio późne mid late	2008	1 d. II	18,0
		2009	1 d. III	8,0
2010		2 d. IV	4,5	
2011		2 d. IV	6,0	
średnio — mean		2 d. III	9,1	
Średnie dla genotypów Average for genotype	rody — breeding lines		2 d. III	6,8
	odmiany — cultivars		1 d. III	10,1
	NIR — LSD		1 d.	1,28
Średnie dla wczesności Average for earliness	bardzo wczesne — very early		1 d. III	8,7
	średnio wczesne — mid early		1 d. III	8,8
	średnio późne — mid late		2 d. III	7,8
	NIR — LSD		1 d.	n.u.
Średnie dla lat Average for years	2008		3 d. I	17,8
	2009		2 d. III	6,8
	2010		1 d. IV	4,7
	2011		1 d. IV	4,6
	NIR — LSD		1 d.	1,8

Duża korelacja wystąpiła między terminem rozpoczęcia kiełkowania oraz intensywnością wzrostu kiełków a opadami w okresie wegetacji. W latach o większych średnich opadach w okresie wegetacji (maj — wrzesień) ziemniaki podczas

przechowywania kiełkowały później i przyrost kiełków był mniejszy (tab. 7 i 8). Podobne wyniki, w których na straty w wyniku kiełkowania miały wpływ warunki wegetacji, tj. przebieg temperatury powietrza i rozkład opadów, uzyskano w pracach Sow-Niedziałkowskiej (2002 a) i Czerki (2009).

Kiełkowanie jako straty przechowalnicze

Straty w postaci masy kiełków zależały przede wszystkim od temperatury przechowywania, ale ich poziom nie był duży. W temperaturze przechowywania 8°C straty nie przekraczały 1,0%, a w temperaturze 5°C wynosiły około 0,1% (tab. 3).

Tabela 3

Porównanie strat masy kiełków (%) odmian i rodów ziemniaka przechowywanych w temperaturze 5 i 8°C w poszczególnych grupach wczesności i latach
Comparison of sprouting losses (%) between cultivars and potato breeding lines after storage at temperatures 5°C and 8°C in particular groups of earliness and years

Wyszczególnienie Specification	Wczesność Earliness	Lata Years	Temperatura przechowywania Storage temperature	
			5°C	8°C
1	2	3	4	5
Rody Breeding lines	bardzo wczesne i wczesne very early and early	2008	0,51	2,49
		2009	0,03	0,56
		2010	0,03	0,31
		2011	0,03	0,05
		średnio — mean.	0,15	0,85
	średnio wczesne mid early	2008	0,48	2,63
		2009	0,05	0,55
		2010	0,02	0,40
		2011	0,04	0,10
		średnio — mean.	0,15	0,92
	średnio późne mid late	2008	0,15	1,09
		2009	0,05	0,61
		2010	0,08	0,32
		2011	0,03	0,05
		średnio — mean	0,08	0,52
Odmiany Cultivars	bardzo wczesne i wczesne very early and early	2008	0,22	2,66
		2009	0,05	1,50
		2010	0,10	0,91
		2011	0,02	0,22
		średnio — mean.	0,10	1,32
	średnio wczesne mid early	2008	0,09	1,36
		2009	0,15	1,00
		2010	0,06	0,79
		2011	0,10	0,39
		średnio — mean	0,10	0,89
	średnio późne mid late	2008	0,09	1,08
		2009	0,03	0,80
		2010	0,07	0,80
		2011	0,03	0,25
		średnio — mean	0,06	0,73
Średnie dla genotypów Average for genotypes	rody — breeding lines		0,13	0,76
	odmiany — cultivars		0,08	0,98
	NIR — LSD		n.u.	n.u.

1	2	3	4	5
	bardzo wczesne i wczesne — very early and early		0,12	1,09
Średnie dla wczesności	średnio wczesne — mid early		0,12	0,90
Average for earliness	średnio późne — mid late		0,07	0,63
	NIR — LSD		0,12	0,50
		2008	0,26	1,89
		2009	0,06	0,84
Średnie dla lat		2010	0,06	0,59
Average for years		2011	0,04	0,18
		NIR — LSD	0,14	0,58

Różnice w poziomie strat w poszczególnych grupach wczesności nie były istotne. Natomiast istotnie wyższe straty w wyniku kiełkowania wystąpiły w roku 2008 charakteryzującym się najniższymi średnimi opadami. W temperaturze przechowywania 8°C straty wyniosły 1,89%, a w temperaturze 5°C — 0,26%.

Ubytki naturalne

Ziemniaki przechowywane w 8°C charakteryzowały się wyższymi ubytkami naturalnymi niż przechowywane w temperaturze 5°C. Dotyczyło to odmian i rodów ziemniaka we wszystkich grupach wczesności. Istotnym celem pracy było porównanie poziomu ubytków naturalnych między rodami a odmianami. Podczas przechowywania w temperaturze 5°C ubytki naturalne rodów były na istotnie niższym poziomie niż ubytki odmian (odpowiednio 7,3% i 8,0%). W wyższej temperaturze przechowywania 8°C poziom ubytków naturalnych był wyrównany i wynosił 10,0% dla rodów i odmian (tab. 4).

Tabela 4

Porównanie ubytków naturalnych (%) odmian i rodów ziemniaka przechowywanych w temperaturze 5° i 8°C w poszczególnych grupach wczesności i latach
Comparison of natural losses (%) between cultivars and potato breeding lines after storage at temperatures 5°C and 8°C in particular groups of earliness and years

Wyszczególnienie Specification	Wczesność Earliness	Lata Years	Temperatura przechowywania Storage temperature	
			5°C	8°C
1	2	3	4	5
		2008	6,80	10,50
	bardzo wczesne i wczesne	2009	6,90	9,80
	very early and early	2010	9,16	12,66
		2011	5,82	7,69
		średnio — mean	7,17	10,16
		2008	6,90	10,20
	średnio wczesne	2009	6,90	9,68
	mid early	2010	7,64	10,49
		2011	6,16	7,00
		średnio — mean	6,90	9,34
		2008	7,20	10,80
	średnio późne	2009	8,20	11,81
	mid late	2010	8,30	10,70
		2011	7,60	8,64
		średnio — mean	7,83	10,49

1	2	3	4	5
		2008	6,31	8,85
	bardzo wczesne i wczesne	2009	6,72	8,74
	very early and early	2010	7,42	9,64
		2011	4,84	6,29
		średnio — mean	6,32	8,38
Odmiany Cultivars	średnio wczesne mid early	2008	7,22	9,70
		2009	7,10	9,52
		2010	9,70	11,93
		2011	7,30	9,30
		średnio — mean	7,83	10,11
	średnio późne mid late	2008	9,45	15,92
		2009	9,78	10,90
		2010	11,80	11,00
		2011	7,83	9,45
		średnio — mean	9,72	11,82
Średnie dla genotypów Average for genotypes	rody — breeding line		7,30	10,00
	odmiany — cultivars		8,00	10,00
	NIR — LSD		0,58	n.u.
Średnie dla wczesności Average for earliness	bardzo wczesne i wczesne — very early and early		6,70	9,20
	średnio wczesne — mid early		7,40	9,60
	średnio późne — mid late		8,80	11,20
	NIR — LSD		0,71	1,48
Średnie dla lat Average for years		2008	7,30	10,9
		2009	7,60	10,1
		2010	9,00	11,0
		2011	6,50	8,10
		NIR — LSD	0,82	1,71

Rody i odmiany ziemniaków z grupy średnio późnych charakteryzowały się większymi ubytkami naturalnymi niż genotypy pozostałych grup wczesności (bardzo wczesne i wczesne oraz średnio wczesne). Rozpatrując genotypy w grupach wczesności zanotowano wyższy poziom ubytków naturalnych rodów i odmian w ziemniakach z grupy późnych. Nastąpiło istotne zróżnicowanie ubytków naturalnych w poszczególnych latach badań. Największe ubytki naturalne rodów i odmian przechowywanych w temperaturze 5°C wystąpiły w roku 2010. W wyższej temperaturze przechowywania 8°C ubytki naturalne układały się podobnie jak w temperaturze 5°C z wyjątkiem odmian średnio późnych, które najwyższe ubytki miały w roku 2008. Wiele badań i obserwacji prowadzone przez osoby zajmujące się doświadczałnictwem rolniczym (Sowa-Niedziałkowska, 2000; Czerko, 2011) przedstawiają wyniki, w których ubytki naturalne malały w roku o większych opadach w okresie wegetacji. W tym badaniu rok 2010 charakteryzował się dużymi opadami w okresie wegetacji. Warunki te przyczyniły się do wzrostu porażenia chorobami przechowalniczymi (mokra zgnilizna), co pośrednio spowodowało wzrost ubytków naturalnych, gdyż bulwy zgniłe odparowują więcej wody i tym samym przyczyniają się do wzrostu ubytków naturalnych. Taki układ warunków występujący w jednym roku mógł zmienić zależność ubytków naturalnych od opadów.

Choroby przechowalnicze

Choroby przechowalnicze w badanych latach układały się na poziomie średnim do dużego.

Tabela 5

Porównanie porażenia chorobami przechowalniczymi (%) odmian i rodów ziemniaka przechowywanych w temperaturze 5 i 8°C w poszczególnych grupach wczesności i latach
Comparison of storage disease infections (%) between cultivars and potato breeding lines after storage at temperatures 5°C and 8°C in particular groups of earliness and years

Wyszczególnienie Specification	Wczesność Earliness	Lata Years	Temperatura przechowywania Storage temperature	
			5°C	8°C
Rody Breeding lines	bardzo wczesne i wczesne very early and early	2008	0,89	0,83
		2009	1,30	0,77
		2010	4,15	7,66
		2011	0,54	0,90
		średnio — mean	1,72	2,54
	średnio wczesne mid early	2008	0,52	0,24
		2009	0,64	0,65
		2010	0,55	0,62
		2011	0,13	0,14
		średnio — mean	0,46	0,41
	średnio późne mid late	2008	1,29	2,05
		2009	2,10	0,16
2010		0,60	2,52	
2011		0,43	0,13	
średnio — mean		1,11	1,22	
Odmiany Cultivars	bardzo wczesne i wczesne very early and early	2008	0,28	0,60
		2009	1,06	0,96
		2010	3,69	2,36
		2011	0,81	0,36
		średnio — mean	1,46	1,07
	średnio wczesne mid early	2008	0,22	1,26
		2009	0,63	0,32
		2010	5,73	4,20
		2011	2,32	3,01
		średnio — mean	2,23	2,20
	średnio późne mid late	2008	2,06	4,90
		2009	2,10	3,60
2010		6,67	3,40	
2011		2,76	2,10	
średnio — mean		3,40	3,50	
Średnie dla genotypów Average for genotypes	rody — breeding line		1,10	1,39
	odmiany — cultivares		2,36	2,26
Średnie dla wczesności Average for earliness	bardzo wczesne i wczesne — very early and early średnio wczesne — mid early średnio późne — mid late	NIR — LSD	1,16	n.u.
			1,59	1,81
			1,34	1,31
			2,25	2,36
			n.u.	n.u.
Średnie dla lat Average for years		2008	0,88	1,65
		2009	1,31	1,08
		2010	3,57	3,46
		2011	1,17	1,11
		NIR — LSD	1,65	1,97

W latach 2008, 2009, 2011 porażenie chorobami wynosiło około 1,0 % natomiast w roku 2010 około 3,5%. Wystąpiła istotna różnica w poziomie porażenia chorobami między rodzajami i odmianami przechowywanymi w temperaturze 5°C (tab. 5).

Mniejsze zgnilizny wywołane chorobami wynosiły dla rodzajów 1,10% a większe dla odmian 2,36%. Zauważa się natomiast nieznacznie większe porażenie chorobami rodzajów niż odmian w grupie genotypów wczesnych (odpowiednio 1,72 i 1,46%). W późniejszych grupach wczesności we wszystkich latach większe porażenie chorobami przechowalniczymi wystąpiło w odmianach niż w rodzajach. Podobną tendencję można było zauważyć także dla ziemniaków przechowywanych w 8°C. Poziom porażenie chorobami przechowalniczymi zmieniał się w poszczególnych latach. Największe średnie porażenie chorobami przechowalniczymi wystąpiło w roku 2010. Gnicie ziemniaków w przechowalni związane jest z przebiegiem warunków wegetacji. W roku 2010 średnie miesięczne opady w okresie od maja do września były największe i wyniosły 100,8 mm (tab. 6).

Współczynnik korelacji między opadami a występowaniem chorób przechowalniczych dla wszystkich genotypów przechowywanych w temperaturze 5°C wyniósł 0,52 (tab. 7). Podobny wpływ zwiększonych opadów podczas wegetacji na wzrost chorób przechowalniczych (szczególnie mokrej zgnilizny) przedstawiono w pracach Naerstad i in. (2007) oraz Czerko (2011). W obu pracach stwierdzono, że w latach o większych opadach wystąpił wzrost gnicia ziemniaków w przechowalni w wyniku rozwoju zarazy ziemniaka.

Tabela 6

Warunki pogodowe w okresie wegetacji (średnia temperatura, opady i współczynnik Sielianinowa za V–IX) w latach 2008–2011

Weather conditions during vegetation period (average temperature, precipitation and Sielianinov's coefficient in V–IX) in years 2008–2011

Wyszczególnienie Specifications	Lata — Years			
	2008	2009	2010	2011
Temperatura — temperature (°C)	15,5	16,6	15,6	15,8
Opady — precipitation (mm)	305	341	504	432
Współczynnik Sielianinowa Sielianinov's coefficient, K	1,4	1,4	2,3	1,8

Tabela 7

Współczynniki korelacji Pearsona pomiędzy warunkami podczas wegetacji (temperatura, opady) a stratami przechowalniczymi podczas przechowywania w temperaturze 5°C
Pearson correlation coefficients between vegetation conditions (temperature, precipitation) and storage losses at temperature 5°C

Wyszczególnienie Specifications	Ubytki naturalne Natural losses	Choroby Diseases	Masa kiełków Mass of sprouts	Długość kiełków Length of sprouts	Początek kiełkowania Beginning of sprouting
Temperatura — temperature	0,13	0,21	-0,30	-0,29	0,16
Opady — precipitation	0,31	0,52	-0,46	-0,70	0,78

Tabela 8

Suma strat przechowalniczych (%) odmian i rodów ziemniaka przechowywanych w temperaturze 5° i 8°C w poszczególnych grupach wczesności i latach
Sums of storage losses (%) of cultivars and potato breeding lines after storage at temperatures 5°C and 8°C in particular groups of earliness and years

Wyszczególnienie Specification	Wczesność Earliness	Lata Years	Temperatura przechowywania Temperature of storage	
			5°C	8°C
Rody Breeding lines	bardzo wczesne i wczesne very early and early	2008	8,16	13,80
		2009	8,23	11,11
		2010	13,34	20,63
		2011	6,39	8,64
		średnio — mean	9,03	13,55
	średnio wczesne mid early	2008	7,94	13,20
		2009	7,59	10,89
		2010	8,21	11,51
		2011	6,33	7,27
		średnio — mean	7,52	10,72
	średnio późne mid late	2008	8,62	13,96
		2009	10,35	12,58
2010		8,98	13,54	
2011		8,06	8,82	
średnio — mean		9,00	12,23	
Odmiany Cultivars	bardzo wczesne i wczesne very early and early	2008	6,81	12,10
		2009	7,82	11,20
		2010	11,21	11,91
		2011	5,66	6,86
		średnio — mean	7,88	10,52
	średnio wczesne mid early	2008	7,53	12,33
		2009	7,88	10,83
		2010	15,50	16,92
		2011	9,67	12,70
		średnio — mean	10,15	13,20
	średnio późne mid late	2008	11,61	21,91
		2009	11,91	15,30
2010		18,54	15,20	
2011		10,61	11,80	
średnio — mean		13,17	15,82	
Średnie dla genotypów Average for genotypes	rody — breeding line		8,52	12,16
	odmiany — cultivars		10,40	13,48
	NIR — LSD		1,63	n.u.
Średnie dla wczesności Average for earliness	bardzo wczesne i wczesne, very early and early		8,45	12,03
			8,84	12,29
	średnio późne, mid late		11,09	14,14
		NIR, LSD		1,99
Średnie dla lat Average for years		2008	8,45	14,55
		2009	8,96	11,99
		2010	12,63	15,40
		2011	7,80	9,35
		NIR — LSD	2,30	3,43

Suma strat

Suma strat, na którą składają się ubytki naturalne, bulwy porażone chorobami oraz masa kiełków średnio dla odmian i rodów przechowywanych w temperaturze 5°C

wynosiła około 10%, a w temperaturze 8°C około 13% (tab. 8). Mniejsze straty ogółem zanotowano w rodach niż w odmianach, chociaż istotne różnice wystąpiły tylko w niższej temperaturze przechowywania 5°C. Poziom sumy strat zależały od grupy wczesności. Największymi stratami charakteryzowały się genotypy późne. Duża różnica w stratach ogółem wystąpiła między latami badań. Najkorzystniejszy układ temperatury i opadów wystąpił w roku 2011 w którym odnotowano najniższą sumę strat podczas przechowywania.

WNIOSKI

1. Średnio większe straty przechowalnicze badanych genotypów stwierdzono po przechowywaniu bulw w temperaturze 8°C niż w 5°C.
2. Suma strat przechowalniczych dla całej puli rodów była na niższym poziomie niż dla badanej puli odmian co sugeruje uzyskanie przez hodowców postępu hodowlanego w tej złożonej cesze.
3. Większymi stratami przechowalniczym charakteryzowały się genotypy z późnej grupy wczesności i niż genotypy wcześniejsze.
4. Wśród czterech badanych lat największe porażenie chorobami przechowalniczymi wystąpiło w roku o największych opadach w okresie wegetacji.

LITERATURA

- Burton W. G., Es van A., Hartmans K. J. 1992. The physics and physiology of storage. In: The Potato Crop. The scientific basis for improvement. Second edition, ed. by Paul Harris (Chapman and Hall), London: 608 — 727.
- Copp L. J., Blenkisop R. W., Yada R. Y., Marangoni A. G. 2000. The relationship between respiration and chip colour during long term storage of potato tubers. *Amer. J. of Potato Res.* 279 — 287.
- Czerko Z. 2008. Trwałość przechowalnicza wybranych odmian ziemniaka. *Ziem. Pol.* 3: 24 — 28.
- Czerko Z. 2009. Wpływ odmiany i temperatury przechowywania ziemniaków na wielkość strat masy bulw. *Biul. IHAR* 254: 159 — 168.
- Czerko Z. 2010. Wpływ wybranych czynników na intensywność kiełkowania ziemniaków podczas przechowywania. *Biul. IHAR* 257/258: 215 — 223.
- Czerko Z. 2011. Przechowywalność sześciu odmian ziemniaka uprawianych w latach 2007–2009. *Biul. IHAR* 262: 127 — 139.
- Desjardins A., Christ E., Mc Cornick S., Secor G. A. 1992. Heritability and other characteristics of thiabendazole-resistance in *Fusarium sambucinum* from dry rotted potato tubers. *Phytopathology* 83: 164 — 170.
- Frydecka-Mazurczyk A. 1978. Oddychanie bulw ziemniaka w zależności od warunków termicznych w czasie przechowywania. *Biul. Inst. Ziem.* 22: 113 — 124.
- Ittersum van M. K. 1992. Dormancy and growth vigour of seed potatoes. Doctoral thesis. Wageningen Agricultural University: 187 pp.
- Kubicki K. 1988. Biologiczne i techniczne uwarunkowania przechowywania ziemniaków. PWN, Warszawa, 206 ss.
- Kuźniewicz M. 1982. Czynniki warunkujące występowanie chorób w czasie przechowywania ziemniaków oraz możliwości ograniczania ich rozwoju. Praca doktorska. Inst. Ziem. Bonin.
- Langerfeld E. 1979. Prüfung des Resistenzverhaltens von Kartoffelsorten gegen über *Fusarium coeruleum* (Lib.) Sacc. *Potato Res.* 22: 107 — 122.

- Naerstad R. H., Hermanson A., Bjor T. 2007. Effect of cultivar resistance and haulm killing method on tuber infection by *Phytophthora infestans*. *Pot. Res.* Vol. 50 (2): 157 — 173.
- Pawlak A. 2012. Kierunki w hodowli nowych odmian ziemniaka. W: *Produkcja i rynek ziemniaka*. Pod red. J. Chotkowskiego, *Wiś Jutra* 77 — 87.
- Perombelon M. C. M. 1970 b. The biology of contamination of the potato tuber by soft rotting *Erwinia* spp. *Proc. Fourth Trien. Conf. EAPR Brest 1969*. S: 196 — 197.
- Pett B. 1978. Einfluss der Wundheilung an Kartoffelsorten auf Faulnisinfektion. *Nachrichtenblatt für Pflanzenschutz DDR* 6: 114 — 116.
- Pringle R. T., Robinson K., Wale S., Burnett G. 1991. Comparison of the effect of storage environment on tuber contamination with *Erwinia carotovora*. *Potato Research*, 34: 17 — 28
- Rastovski A., Buitelaar N., Van Es A., De Haan P. H., Hartmans K. J., Meijers C. P., Van der Schild J. H. W., Sijbring P. H., Sparenberg H., Van Zwol B. H., Van der Zaag D. E. 1981. *Storage of potatoes*. Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen: 262 pp.
- Reust W., Winiger F. A., Hebeisen T., Dutoit J. P. 2001. Assessment of the physiological vigour of new potato cultivars in Switzerland. *Potato Res.* 44: 11 — 17.
- Rykaczewska K. 1993. Znaczenie wieku fizjologicznego sadzeńców w rozwoju i plonowaniu ziemniaka. W: *Znaczenie jakości materiału siewnego w produkcji roślinnej*. *Mat. Konf. Nauk. SGGW Warszawa*: 260 — 266.
- Sowa-Niedziałkowska G. 2000. Wpływ warunków wzrostu roślin i magazynowania bulw odmian jadalnych ziemniaka na ich trwałość przechowalniczą. *Biul. IHAR* 213: 225 — 232.
- Sowa-Niedziałkowska G. 2002 a. Wpływ naturalnych sposobów ograniczających intensywność przemian ilościowych w bulwach ziemniaka w czasie przechowywania. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 489: 355 — 363.
- Sowa-Niedziałkowska G. 2002 b. Określenie optymalnej temperatury przechowywania sadzeńców różnych odmian ziemniaka w skali 9-stopniowej. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 223/224: 361 — 368.
- Sowa-Niedziałkowska G. 2004 a. Wpływ odmiany ziemniaka i warunków przechowywania bulw na długość okresu uśpienia i intensywność kiełkowania. *Biul. IHAR* 232: 23 — 36.
- Sowa-Niedziałkowska G. 2004 b. Wskaźniki procesów życiowych zachodzących w sadzeńcach ziemniaka podczas długotrwałego przechowywania. Część I. Okres uśpienia i intensywność wzrostu kiełków. *Biul. IHAR* 233: 219 — 236.
- Zarzyńska K. 2004. Długość okresu spoczynku bulw odmian ziemniaka. *Biul. IHAR* 232: 5 — 14.
- 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.