

GENOWEFA SOWA-NIEDZIAŁKOWSKA

Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa Ziemniaka

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział Jadwisin

Określanie optymalnej temperatury przechowywania sadzeniaków różnych odmian ziemniaka w skali 9-stopniowej

Determination of optimum storage temperature of seed potato tubers of different cultivars in 9-degree scale

Celem badań było określenie wpływu zróżnicowanych warunków przechowywania sadzeniaków na plonowanie 54 odmian ziemniaka. Sadzeniaki badanych odmian przechowywano w temperaturze 2°, 6°, 10° C przy zachowaniu wilgotności względnej powietrza powyżej 90%. Stwierdzono, że temperatura przechowywania modyfikuje stan fizjologiczny bulw matecznych. Ponadto udowodniono, że każda odmiana wymaga specyficznych warunków przechowywania sadzeniaków dla prawidłowego wzrostu i plonowania roślin. W oparciu o uzyskane wyniki i wyliczenia statystyczne, optymalne warunki termiczne w czasie magazynowania sadzeniaków 54 badanych odmian ziemniaka przedstawiono w skali 1–9.

Słowa kluczowe: odmiany ziemniaka, plonowanie, sadzeniaki, skala 9-stopniowa, temperatura przechowywania

The aim of this work was to define the subsequent influence of different storage conditions of seed potatoes on tuber yield of 54 potato cultivars. Seed tubers were stored at the temperatures of 2°, 6°, 10° C and RH about 90%. It was found that storage temperature modified the physiological state of mother tubers. Moreover, it was found that each cultivar required its own specific storage conditions of potatoes seed in order to obtain the optimal field growth of plant and yielding. All the cultivars were divided into the groups depending on optimum storage temperature of seed potato tubers expressed in 1–9 degree scale.

Key words: cultivars, yielding, 9-grade scale, seed potatoes, storage temperature

WSTĘP

W warunkach klimatycznych Polski bulwy przeznaczone do sadzenia, magazynowane są przez okres 6–7 miesięcy. Przechowywanie sadzeniaków przez tak długi czas w nieodpowiednich warunkach może przyczynić się do obniżenia ich wartości biologicznej. Dobry sadzeniak powinien cechować się wysoką zdrowotnością i właściwym stanem fizjologicznym gwarantującym odpowiedni wigor wzrostu roślin potomnych. Na

fizjologiczną jakość sadzeniaków wpływa wiele współdziałających ze sobą czynników, zarówno w czasie wzrostu jak i przechowywania. Jednym z głównych czynników modyfikujących wiek fizjologiczny sadzeniaków są warunki przechowywania, począwszy od zbioru aż do ich wysadzania (van Loon, 1987; van Ittersum, Scholte, 1992; Struik, Wiersema, 1999; Sowa-Niedziałkowska, 2000).

Pomimo, że jesteśmy potęgą ziemniaczaną, to w praktyce rolniczej nie przykładą się większej uwagi do przechowywania sadzeniaków i magazynuje się je w bardzo różnych warunkach termicznych. Stąd też celem niniejszej pracy jest przeanalizowanie oddziaływania zróżnicowanych warunków termicznych w czasie przechowywania na stan fizjologiczny sadzeniaków i plonotwórczość roślin z nich wyrosłych. Uzyskane wyniki pozwolą na określenie optymalnych warunków przechowywania sadzeniaków powszechnie uprawianych odmian ziemniaka i przedstawienie ich wymagań termicznych w czasie magazynowania w skali 9-stopniowej w zależności od uwarunkowań genetycznych danej odmiany.

MATERIAŁ I METODY

W ciągu ostatnich 15 lat przebadano łącznie 54 odmiany ziemniaka różnej wczesności i różnego przeznaczenia. Badania prowadzone były w kilku seriach, w których uwzględniano nowe odmiany wchodzące do rejestru. Każda odmiana testowana była w trzyletnich cyklach badawczych.

Sadzeniaki badanych odmian magazynowane były w przechowalni od początku października aż do sadzenia tj. do trzeciej dekady kwietnia, w temperaturze 2°, 6° i 10° C przy wilgotności względnej powietrza ponad 90%. Celem określenia przemian fizjologicznych podczas magazynowania, oceniano zakończenie okresu uspienia bulw, minimalną temperaturę kiełkowania oraz intensywność wzrostu kiełków. Tuż przed sadzeniem wszystkie kiełki z bulw matecznych zostały usunięte i do doświadczenia następczego przeznaczano bulwy zdrowe, wyrównanej wielkości. Doświadczenie połowe zakładane było w układzie bloków losowanych, po 40 roślin na poletku, w trzech powtórzeniach, w rozstawie 67,5 cm x 37 cm w redlinie. W doświadczeniu połowym określano tempo wschodów, obsadę roślin na poletku, liczbę pędów głównych w roślinie oraz plon ogólny w fazie pełnej dojrzałości.

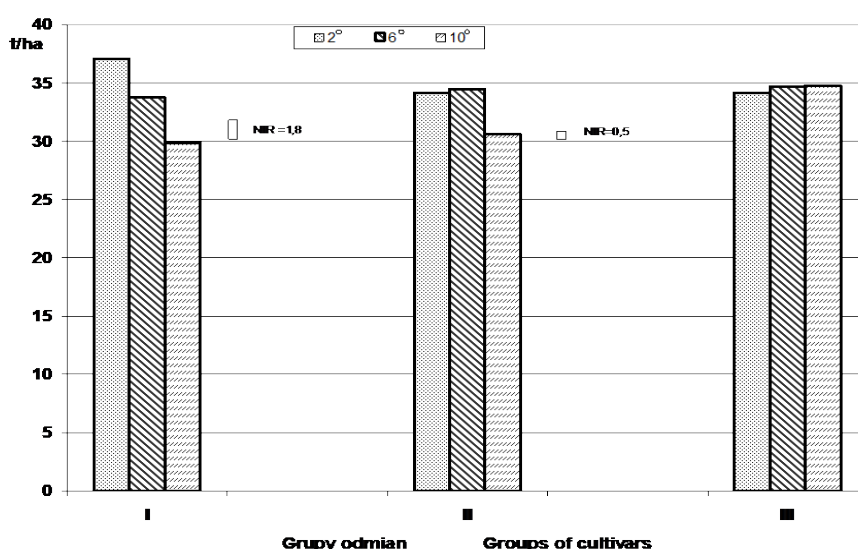
Wyniki pochodzące z kilku serii niezależnych doświadczeń poddano wyliczeniom statystycznym, wykonując n-czynnikową analizę wariancji z zastosowaniem testu F "Snedecora" dla modelu stałego. Przy obliczaniu najmniejszej istotnej różnicy (NIR) wykorzystano test t-Studenta.

Celem usystematyzowania reakcji odmian na warunki przechowywania sadzeniaków, wyrażonej spadkiem plonu, wyliczono przedziały ufności i podzielono odmiany na trzy istotnie różniące się grupy: poniżej, powyżej i w zakresie dolnego i górnego przedziału ufności. Utworzone grupy odmian na bazie wyliczeń statystycznych, posłużyły do zaproponowania skali 9-stopniowej, w ramach której przedstawiono zróżnicowaną reakcję odmian na warunki przechowywania sadzeniaków.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wieloletnie obserwacje i pomiary dotyczące 54 odmian ziemniaka wykonywane w tych samych warunkach i w takim samym układzie, pozwoliły na syntetyczne określenie zależności pomiędzy warunkami przechowywania bulw matecznych a rozwojem i plonowaniem roślin z nich wyrosłych. Wykonane badania umożliwiły również scharakteryzowanie reakcji odmian na zróżnicowane warunki przechowywania sadzeniaków.

Uznano, że spośród wszystkich oznaczanych cech, plonowanie roślin określane w fazie pełnej dojrzałości bulw, jest najważniejszym i najbardziej wymiernym parametrem oceniającym osobniczą reakcję odmiany na warunki przechowywania sadzeniaków. Przy pomocy wyliczeń statystycznych, badane odmiany podzielono na trzy grupy różnie plonujące pod wpływem następczym temperatury przechowywania sadzeniaków (rys. 1):



Rys. 1. Wpływ temperatury przechowywania sadzeniaków na plonowanie 3 grup odmian o istotnie zróżnicowanej reakcji ($t \cdot ha^{-1}$)

Fig. 1. Influence of storage temperature of seed potatoes on tuber yield of 3 cultivar groups with significantly different reaction ($t \cdot ha^{-1}$)

- Do pierwszej grupy należą odmiany plonujące istotnie najwyżej pod wpływem przechowywania sadzeniaków w niskiej temperaturze 2° C i wraz ze wzrostem temperatury wykazujące udowodniony liniowy spadek plonu. W tej grupie znalazły się następujące odmiany: Anielka, Arkadia, Bogna, Ceza, Darga, Fregata, Głada, Jagoda, Jantar, Koral, Ruta, Triada i Vistula;
- Do drugiej bardzo licznej grupy należą 23 odmiany, dla których temperatura przechowywania sadzeniaków 2°–6° C była najkorzystniejsza, zaś temperatura wyższa (10° C), powodowała istotny spadek plonu. Grupę tę reprezentowały następujące

odmiany: Aster, Ania, Balbina, Baszta, Bekas, Bliza, Bzura, Drop, Dunajec, Grot, Jagna, Klepa, Kolia, Kos, Lena, Lawina, Maryna, Muza, Orlik, Olza, Perkoz, Stobrawa i Sumak;

- Trzecia grupa (18 odmian), wykazała dużą tolerancję na zakres temperatur przechowywania od 2° do 10° C. Sadzeniaki tych odmian plonowały na tym samym poziomie (różnice nieistotne) niezależnie od temperatury przechowywania (w badanym zakresie). Tak zareagowały następujące odmiany: Albina, Bila, Bóbr, Ekra, Elba, Fala, Fauna, Harpun, Heban, Ibis, Irga, Koga, Lotos, Malwa, Marta, Oda, Orłan i Rybitwa.

Tabela 1

Spadek lub wzrost plonu bulw ($t\cdot ha^{-1}$) spowodowany wzrostem temperatury przechowywania sadzeniaków (z 2 do 10° C) w 3 grupach odmian istotnie zróżnicowanych
Decrease or increase of tuber yield (t/ha) caused by increase of storage temperature of seed potato tubers (from 2° C to 10° C) in 3 groups significantly different cultivars

Grupa odmian Group of cultivars					
I*		II		III	
Fregata	-14,3	Dunajec	-10,6	Bila	-2,0
Jagoda	-4,5	Bekas	-10,2	Orłan	-1,1
Bogna	-3,2	Bliza	-5,9	Fauna	-0,9
Koral	-2,6	Drop	-5,6	Irga	-0,8
Vistula	-2,5	Lena	-5,5	Bóbr	-0,6
Darga	-2,2	Balbina	-5,4	Ibis	-0,4
Ruta	-2,0	Maryna	-5,2	Heban	-0,3
Ceza	-2,0	Klepa	-4,6	Elba	-0,1
Triada	-1,9	Sumak	-4,6	Ekra	-0,1
Jantar	-1,9	Grot	-4,5	Koga	0
Arkadia	-1,7	Aster	-4,2	Albina	+0,1
Głada	-1,4	Ania	-3,7	Marta	+0,6
Anielka	-1,1	Baszta	-3,6	Fala	+1,0
		Olza	-3,3	Rybitwa	+1,2
		Jagna	-3,2	Harpun	+1,9
		Muza	-3,2	Malwa	+2,5
		Lawina	-2,9	Lotos	+2,9
		Kolia	-2,8	Oda	+7,5
		Kos	-2,8		
		Orlik	-2,5		
		Stobrawa	-1,9		
		Bzura	-1,7		
		Perkoz	-1,3		

* Objaśnienia; Explanations

I. Grupa odmian wymagająca niskich temperatur przechowywania sadzeniaków

I. Group of cultivars required lower temperature storage of seed tubers

II. Grupa odmian wykazująca spadek plonu w temperaturze powyżej 6° C

II. Group of cultivars demonstrated decrease of yield when seed tubers were stored at temperature above 6° C

III. Grupa odmian tolerancyjna na zakres temperatur 2°–10° C.

III. Group of cultivars tolerant to storage temperature in range of 2°–10° C

Badania Bodlaendera i Marinusa (1987) potwierdzają powyższe spostrzeżenia i zależności świadczące o tym, że niektóre odmiany (np. Desiree) wykazują lepszy wigor wzrostu i plonowania po przechowywaniu sadzeniaków w 4° C a inne (np. Jaerla) osiągają lepsze parametry rozwojowe i plonotwórcze w 12° C.

Szczegółowa analiza uzyskanych wyników wykazała, że w ramach tej samej grupy siła reakcji na wzrastające temperatury przechowywania poszczególnych odmian nie była jednakowa (tab. 1). Dla przykładu w grupie pierwszej odmian, wymagającej niższych temperatur przechowywania sadzeniaków, spadek plonu pod wpływem podwyższenia temperatury o 4° C (z 2° C do 6° C) wahał się od 1,1 t·ha⁻¹ u odmiany Anielka do ponad 14 t·ha⁻¹ u odmiany Fregata. Wzrost temperatury przechowywania z 6° C do 10° C wpłynął na dalszy spadek plonu u wszystkich odmian, a w przypadku odmiany Głada był najwyższy i wynosił aż 20 t·ha⁻¹.

Z kolei w grupie drugiej (reagującej spadkiem plonu po przechowywaniu sadzeniaków dopiero w temperaturze ponad 6° C) podwyższenie temperatury z 6° C do 10° C obniżyło plon o 1,3 t·ha⁻¹ u odmiany Perkoz do ponad 10 t·ha⁻¹ u odmian Dunajec i Bekas.

Odmienne zachowanie wykazała trzecia grupa odmian tolerancyjnych na badany zakres temperatur. Spadek plonu sadzeniaków przechowywanych w najwyższej temperaturze 10° C w porównaniu do magazynowanych w najniższej temperaturze 2° C był nieznaczny. U 9 odmian stwierdzono zniżkę plonu dochodzącą do 2 t·ha⁻¹, natomiast u pozostałych 8 odmian nastąpił wzrost plonu pod wpływem wysokiej temperatury przechowywania sadzeniaków (10° C), dochodzący nawet do 7,5 t·ha⁻¹, jak np. u odmiany Oda.

Tabela 2

Rząd wielkości NIR określający spadek lub wzrost plonu bulw zależnie od grupy odmian
Values of LSD determined differences in the yield of potato tubers depending on group of cultivars

Grupa odmian Group of cultivars	Skala Scale	Spadek lub wzrost plonu w t·ha ⁻¹ Decrease or increase of yield (t·ha ⁻¹)
I *	1	zniżka powyżej decrease above 5,3
	2	zniżka decrease 5,3–1,2
	3	zniżka poniżej, decrease below 1,2
II	4	zniżka powyżej decrease above 5,4
	5	zniżka decrease 5,4–3,5
	6	zniżka poniżej decrease below 3,5
III	7	zniżka poniżej, decrease below 2,0
	8	wzrost poniżej increase below 5,0
	9	wzrost ponad increase above 5,0

* — Objasnienia I, II, III jak w tabeli 1

* — Explanations as in table 1

Mając na uwadze różną siłę reakcji odmian w obrębie tej samej grupy, postanowiono w oparciu o wyliczenia statystyczne, dokonać dalszego podziału odmian. Celem scharakteryzowania różnic w wielkości spadku lub wzrostu plonów pod wpływem wzrostu temperatury przechowywania sadzeniaków, wyliczono przedział ufności w ramach grupy

i podzielono odmiany na trzy podgrupy: poniżej, powyżej i w obrębie przedziału ufnosci. Zaproponowano skalę 9-stopniową dla utworzonych podgrup odmian, charakteryzujących się podobnym (wyliczonym) spadkiem lub wzrostem plonu (tab. 2).

Każdej wydzielonej grupie odmian o istotnie różnym typie reakcji na wzrastającą temperaturę przechowywania przydzielono po 3 oceny w skali 9-stopniowej przyjmując, że 9 oznacza reakcję najbardziej pożądaną, a 1 — pożądaną najmniej. I tak grupie odmian wymagającej niskiej temperatury przechowywania sadzeniaków przypadło 3 stopnie skali (od 1 do 3). Drugiej grupie odmian tolerancyjnej na temperaturę przechowywania do 6° C przydzielono także 3 stopnie (od 4 do 6), a oceny od 7 do 9 przypisano grupie odmian tolerancyjnej na szerszy zasięg temperatur od 2° C do 10° C (tab. 2).

W tabeli 3 przedstawiono wymagania termiczne sadzeniaków badanych odmian w długotrwałym okresie przechowywania w skali 9-stopniowej. Spośród badanych odmian, sadzeniaki odmiany Fregata, charakteryzowały się najwyższym spadkiem plonu (14,3 t·ha⁻¹) przy podwyższeniu temperatury przechowywania z 2° C do 6° C. Odmiana ta uzyskała więc ocenę 1 w skali 9-stopniowej, co oznacza że wymaga ona najniższej temperatury przechowywania sadzeniaków 2° C. Tak duży spadek plonu wraz z podwyższaniem temperatury przechowywania sadzeniaków, a także inne symptomy takie jak dużo miejsc pustych na poletku oraz krótki okres uśpienia bulw i intensywny wzrost kielków w czasie magazynowania świadczą o bardzo szybkim tempie starzenia fizjologicznego bulw tej odmiany.

Tabela 3

Optymalne warunki przechowywania sadzeniaków badanych odmian wyrażone w skali 9-stopniowej
Optimum storage temperature of seed potato tubers of tested cultivars in 1–9 scale

Skala 1–9° Scale	Odmiany Cultivars
1	Fregata
2	Arkadia, Bogna, Ceza, Darga, Glada, Jagoda, Jantar, Koral, Ruta, Triada, Vistula
3	Anielka
4	Balbina, Bekas, Bliza, Drop, Dunajec, Lena
5	Ania, Aster, Baszta, Grot, Klepa, Maryna, Sumak
6	Bzura, Irys, Jagna, Kolia, Kos, Lawina, Muza, Olza, Orlik, Perkoz, Stobrawa
7	Bila, Bóbr, Ekra, Elba, Fauna, Heban, Ibis, Irga, Koga, Orłan
8	Albina, Fala, Harpun, Lotos, Marta, Malwa, Rybitwa
9	Oda

1 — Odmiany wymagające najniższej temperatury przechowywania sadzeniaków (2° C)

1 — The cultivars required the lowest storage temperature (2° C) of seed tubers

9 — Odmiany o dużej tolerancji na temperaturę przechowywania w zakresie (2°–10° C)

9 — The cultivars with great tolerance to storage temperature (2°–10° C)

Natomiast odmiana Oda, której bulwy z uwarunkowań genetycznych, charakteryzują się długim okresem uśpienia i mało intensywnym wzrostem kielków w czasie przechowywania, wykazała odwrotną reakcję. Sadzeniaki tej odmiany przechowywane w 10° C plonowały średnio o 7,5 t·ha⁻¹ wyżej niż przechowywane w temperaturze 2° C. Świadczy to o dużej tolerancji tej odmiany na wysokie temperatury przechowywania (do 10° C), stąd też najwyższa ocena 9 w proponowanej skali.

Uzyskane wyniki badań dowodzą, że w praktyce rolniczej możliwe jest osiągnięcie pożądanego stanu fizjologicznego sadzeńiaków przez odpowiednie warunki przechowywania. Jednakże konieczne jest poznanie osobniczych cech odmiany pod względem tempa fizjologicznego starzenia bulw i określenie wpływu następczych warunków przechowywania sadzeńiaków na wigor wzrostu i plonowanie roślin (Struik, Wiersema, 1999).

W przyszłych opracowaniach charakterystyk odmian, możliwe będzie przedstawienie optymalnych warunków przechowywania sadzeńiaków nowych odmian ziemniaka w proponowanej skali 9-stopniowej. Wymagane jest jednak określanie na bieżąco w trzyletnich badaniach wpływu następczych zróżnicowanych warunków przechowywania sadzeńiaków każdej odmiany na rozwój i plonowanie, a następnie na podstawie uzyskanych plonów i wyliczeń statystycznych, przedstawionych w niniejszej pracy, przypisanie jej do jednej z trzech grup reakcji. Po zaszeregowaniu odmiany do którejkolwiek z grup, należy wyliczyć zniżkę lub wzrost plonu i podać w skali 1–9 zgodnie z wartościami przedstawionymi w tabeli 2.

WNIOSKI

1. Na podstawie wieloletnich badań stwierdzono, że powszechnie uprawiane odmiany ziemniaka są istotnie zróżnicowane pod względem wymagań termicznych w czasie przechowywania sadzeńiaków.
2. Wśród odmian ziemniaka wyróżnia się 3 typy reakcji na wzrastające temperatury przechowywania sadzeńiaków:
 - liniowy spadek plonu na wzrost temperatury przechowywania powyżej 2° C;
 - tolerancja na temperaturę przechowywania do 6° C i spadek plonu przy temperaturze powyżej tej granicy;
 - tolerancja na temperaturę przechowywania do 10° C.
3. Nie stwierdzono ścisłej zależności pomiędzy wymaganiami termicznymi w okresie przechowywania sadzeńiaków a długością okresu wegetacji badanych odmian. W każdej wytypowanej grupie znalazły się zarówno odmiany bardzo wczesne, jak i późne.
4. Przeprowadzone badania dowiodły, że możliwe jest przedstawienie optymalnych warunków termicznych dla przechowywania sadzeńiaków różnych odmian w skali 9-stopniowej, pod warunkiem przeprowadzenia dla każdej nowej odmiany, wnikliwych obserwacji, pomiarów i wyliczeń zarówno w czasie magazynowania sadzeńiaków jak również w czasie wzrostu i plonowania roślin z nich wyrosłych.
5. W zaproponowanej skali 9-stopniowej określającej wymagania termiczne sadzeńiaków w okresie przechowywania, stopień 9 oznacza największą tolerancję na temperaturę przechowywania, a stopień 1 — największą wrażliwość na wzrost temperatury powyżej 2° C.

LITERATURA

- Bodlaender K. B. A., Marinus J. 1987. Effect of physiological age on growth vigour of seed potatoes of two cultivars. 3. Effect on plant growth under controlled conditions. *Potato Res.* 30: 423 — 40.
- Ittersum van M. K., Scholte K. 1992. Shortening dormancy of seed potatoes by storage temperature regimes. *Potato Res.* 35: 389 — 401.
- Loon van C. D. 1987. Effect of physiological age on growth vigour of seed potatoes of two cultivars. 4. Influence of storage period and storage temperature on growth and yield in the field. *Potato Res.* 3: 441 — 450.
- Sowa-Niedziałkowska G. 2000. Oddziaływanie warunków przechowywania sadzeniaków na wzrost i plonowanie odmian jadalnych ziemniaka. *Biul. IHAR* 213: 217 — 223.
- Struik P. C., Wiersema S. G. 1999. Control and manipulation of physiological seed tuber quality. In: *Seed potato technology*. Wageningen, The Netherlands: 97 — 131.

PODZIĘKOWANIE

Bardzo dziękuję Pani prof. Stanisławie Roztropowicz-Szkubel za pomoc przy opracowaniu niniejszej pracy.