

GENOWEFA SOWA-NIEDZIAŁKOWSKA

Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Jadwisin

Wskaźniki procesów życiowych zachodzących w sadzeniakach ziemniaka podczas długotrwałego przechowywania Część II. Wpływ następczy warunków przechowywania sadzeniaków na wzrost i rozwój roślin potomnych

**The indicators of physiological processes in seed potato tubers during long-term
storage**

**Part II: Residual effect of conditions of seed tubers storage on growth and
development of progeny plants**

Na podstawie badań przeprowadzonych w latach 1986–2001 w Oddziale Naukowo-Badawczym IHAR w Jadwisinie określono wpływ warunków przechowywania sadzeniaków na wzrost i rozwój roślin potomnych. Badaniami objęto 54 odmiany ziemniaka, których sadzeniaki przechowywano wcześniej w temperaturze 2°, 6° i 10°C przy wilgotności względnej powietrza ponad 90%. Oceniano tempo wschodów roślin, obsadę roślin oraz liczbę pędów głównych w roślinie. Stwierdzono, iż temperatura przechowywania w sposób istotny wpływa na obsadę roślin. Wykazano istotną zależność między miejscami pustymi na poletku, liczbą pędów a optymalną temperaturą przechowywania sadzeniaków poszczególnych odmian. Miejsca puste na plantacji mogą być dobrym wskaźnikiem w określaniu wymagań termicznych odmian co do temperatury przechowywania sadzeniaków. Dotyczy to szczególnie odmian o krótkim okresie uśpienia i intensywnym wzroście kielków.

Słowa kluczowe: jakość fizjologiczna sadzeniaków, odmiana, rozwój roślin, temperatura przechowywania, wschody, ziemniak

Influence of temperature during storage of seed potato tubers on growth and development of progeny plants was evaluated in the years 1986–2001 at the Plant Breeding and Acclimatization Institute, Department Jadwisin. Altogether, 54 potato cultivars were tested. Prior to planting, seed potatoes of these cultivars were stored in a store-house at 2°, 6° and 10°C, and at RH above 90%. During the vegetation seasons, rate of plants emergence, percentage of missing plants and a number of stems per plant were estimated. It was found that storage conditions largely influenced the physiological state of mother tubers. With decreasing temperature the percentage of blanks in the field increased. All

the trials showed that the proportion of missing plants was a very important measure to evaluate physiological quality of seed tubers. Moreover, in the case of cultivars showing a very high rate of physiological ageing during long-term storage, the proportion of missing plants in plantation was significantly correlated with optimal storage temperature.

Key words: cultivars, emergence, physiological quality of seed tubers, plant development, potato, storage

WSTĘP

W pierwszej części pracy (Sowa-Niedziałkowska, 2004) dużo miejsca poświęcono procesom fizjologicznym zachodzącym w bulwach ziemniaka pod wpływem zróżnicowanych warunków termicznych w czasie długotrwałego przechowywania. Udowodniono, że warunki przechowywania modyfikują stan fizjologiczny sadzeńki zależnie od odmiany. Stąd też warunki przechowywania sadzeńki powinny być zróżnicowane i dostosowane do uwarunkowań genetycznych odmiany. Wykazano również, że najbardziej przydatnym wskaźnikiem do określania optymalnej temperatury przechowywania sadzeńki może być masa kielków określana po długotrwałym przechowywaniu.

Z uwagi na to, że w I części pracy (Sowa-Niedziałkowska, 2004) oceniane wskaźniki (długość uśpienia, intensywność kiełkowania) nie okazały się najlepszą metodą określania optymalnej temperatury składowania sadzeńki, badania poszerzono o doświadczenia polowe. W tym celu przeprowadzono kompleksowe badania nad następczym wpływem zróżnicowanej temperatury przechowywania sadzeńki na wigor wzrostu i cechy rozwoju roślin, aby sprecyzować, która z tych cech może być lepszym wskaźnikiem, określającym wymagania termiczne odmiany w długotrwałym magazynowaniu.

Jednym z czynników wpływających na wigor wzrostu roślin jest stan fizjologiczny sadzeńki, który zależy od środowiska w okresie wegetacji a przede wszystkim od warunków przechowywania (van der Zaag, van Loon, 1987; Sowa-Niedziałkowska, 1993, 2000; Struik, Wiersema, 1999; Reust, 2001). Wyniki badań tych autorów wskazują, że sadzeńki różnych odmian ziemniaka przechowywane w tych samych warunkach charakteryzują się zróżnicowanym stanem fizjologicznym. Reust i wsp. (2001) stwierdzili również dużą zmienność odmianową w zakresie wigoru wzrostu roślin, gdy sadzeńki przechowywane były w tych samych warunkach. Autorzy ci sugerują, że określenie fizjologicznego wigoru wzrostu roślin w doświadczeniach polowych, powinno być głównym zadaniem przy wyborze optymalnych warunków przechowywania bulw ziemnych. Potwierdzają to również wyniki badań własnych (Sowa-Niedziałkowska, 2000). Utrata wigoru, czy też drastyczny brak wschodów jest wskaźnikiem świadczącym o nieodpowiednim stanie fizjologicznym sadzeńki, za co główną odpowiedzialność ponoszą złe warunki ich przechowywania. Każdy producent powinien dążyć do zapewnienia optymalnego fizjologicznego wigoru sadzeńki, gwarantującego prawidłowy wzrost i wysoką plonotwórczość roślin. Dlatego też potrzebne są szczegółowe informacje o fizjologicznych zmianach w czasie przechowywania w zróżnicowanych warunkach, aby możliwe było wskazanie optymalnych warunków i określenie, który z parametrów rozwojowych roślin ma największy wpływ na plonowanie. Stąd też w pracy

przeanalizowano oddziaływanie następczego wpływu warunków przechowywania sadzeniaków licznej grupy odmian ziemniaka na późniejszy wzrost i rozwój roślin potomnych w doświadczeniu polowym.

MATERIAŁ I METODY

Ścisłe doświadczenie polowe przeprowadzono w Jadwisinie w latach 1986–2001. W cyklach trzyletnich przebadano łącznie 54 odmiany ziemniaka w 13 seriach. Wykaz wszystkich odmian podano w części I (tab. 1, Sowa-Niedziałkowska, 2004). Stan fizjologiczny sadzeniaków modyfikowany był zróżnicowaną temperaturą przechowywania. Sadzeniaki badanych odmian magazynowano w przechowalni od początku października aż do sadzenia, tj. do początku trzeciej dekady kwietnia w temperaturze 2°, 6°, 10°C i wilgotności względnej powietrza powyżej 90%. Zdrowe, wyrównane i bez kiełków bulwy wysadzano corocznie w doświadczeniu polowym w układzie bloków losowanych po 40 roślin na poletku w trzech powtórzeniach. W okresie wegetacji określano: tempo wschodów, obsadę roślin oraz liczbę pędów głównych przypadających na jedną roślinę.

Warunki meteorologiczne w latach badań przedstawiono w tabeli 1. Tabela zawiera średnie temperatury powietrza i sumy opadów w głównych miesiącach wegetacji roślin ziemniaka (maj — wrzesień). Temperatura powietrza a przede wszystkim rozkład i ilość opadów były zróżnicowane w latach badań. Ze względu na podwyższone temperatury powietrza i opady znacznie poniżej normy optymalnych wymagań roślin ziemniaka, lata 1992 i 1999 uznano za niekorzystne.

W pracy uwzględniono odmiany, które na podstawie wcześniejszych opracowań (Sowa-Niedziałkowska, 2002), podzielono na trzy grupy o zróżnicowanej reakcji na warunki przechowywania (tab. 2). Powyższy podział odmian na grupy o zróżnicowanych wymaganiach termicznych w czasie przechowywania sadzeniaków, uwzględniony został w opracowaniu uzyskanych wyników i w wyliczeniach statystycznych.

Istotności zróżnicowania wpływu badanych czynników na analizowane parametry określano przy zastosowaniu testu F "Snedecora" dla modelu stałego. Celem wyznaczenia F obliczeniowego stosowano analizę wariancji. Czynnikiem pierwszym były odmiany, drugim warunki przechowywania a powtórzeniami lata badań. Przy obliczaniu najmniejszej udowodnionej różnicy zastosowano test t "Studenta". Zależność między temperaturą przechowywania sadzeniaków badanych grup odmian a cechami rozwojowymi roślin potomnych określano na podstawie analizy korelacji.

Przy analizowaniu jednoczesnego wpływu miejsc pustych na poletku i liczby łodyg w roślinie na plonowanie, zastosowano regresję wielokrotną. Oznaczone parametry rozwojowe były zmiennymi towarzyszącymi a plonowanie zmienną zależną.

Tabela 1

Opady i temperatura powietrza w latach badań (miesiące V–IX)
Rainfall and air temperature in the years of study (months V–IX)

Miesiące Months	Rok Year																Średnia wielolecia Many-year average
	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	
	Temperatura °C Temperature °C																
V	14,7	12,2	15,1	14,2	13,8	10,6	13,9	16,6	12,4	12,8	15,1	13,6	14,8	12,9	14,7	13,8	13,8
VI	16,5	15,7	17,1	15,8	17,2	15,6	18,0	15,6	15,9	17,4	16,8	17,0	17,7	18,6	17,2	14,5	16,6
VII	18,0	17,9	19,4	18,6	17,0	19,2	20,0	16,9	21,7	20,1	16,1	17,9	17,9	21,2	16,1	20,2	18,3
VIII	17,4	15,2	17,2	17,7	17,4	18,3	21,2	16,6	18,3	18,5	18,7	19,2	16,4	18,1	17,7	18,9	17,8
IX	10,8	12,5	13,7	14,2	11,1	14,0	12,5	11,8	14,7	13,3	10,5	13,1	13,3	16,1	10,9	11,5	13,0
Średnia Mean	15,5	14,7	16,5	16,1	15,3	15,5	17,1	15,5	16,6	16,4	15,4	16,2	16,0	17,4	15,3	15,8	
Opady w mm Rainfall in mm																	
V	86,5	65,0	37,1	33,7	31,2	38,8	22,7	26,3	68,0	35,4	54,6	41,3	54,9	58,4	35,6	57,1	50,7
VI	55,3	110,4	76,9	149,4	42,3	56,1	58,5	41,4	9,5	89,7	67,0	38,6	195,3	170,9	21,1	68,3	80,6
VII	52,5	55,4	41,0	50,7	62,3	57,0	51,2	70,6	42,5	66,7	76,2	229,0	64,2	29,6	94,8	103,5	75,4
VIII	84,9	61,6	79,6	45,5	60,3	38,0	32,9	80,9	55,6	64,7	31,5	16,9	58,8	8,8	40,3	33,8	61,7
IX	55,6	36,5	16,2	7,9	78,5	34,5	95,5	78,5	87,0	145,4	65,5	31,8	3,8	18,9	40,1	74,9	52,0
Suma Total	334,8	328,9	250,8	287,2	274,6	224,4	260,8	297,7	262,6	401,9	294,8	357,6	377,0	286,6	231,9	337,7	

Tabela 2

Optymalna temperatura przechowywania sadzeńników badanych odmian (Sowa-Niedziałkowska, 2002)
Optimal storage temperature for seed potato tubers of tested cultivars (Sowa-Niedziałkowska, 2002)

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

*I — skala 1–3 Odmiany wymagające najniższej temperatury przechowywania sadzeńników (2°C); Scale 1–3. The cultivars requiring the lowest temperature (2°C) of seed tubers storage

II — skala 4–6 Odmiany tolerancyjne na temperaturę przechowywania do 6°C; Scale 4–6. The cultivars tolerant to storage temperature up to 6°C

III — skala 7–9 Odmiany o tolerancji na temperaturę przechowywania w zakresie 2°–10°C; Scale 7–9. The cultivars showing high tolerance to storage temperature in the range 2°–10°C

WYNIKI I DYSKUSJA

Na podstawie przeprowadzonych obserwacji polowych stwierdzono, że liczba dni od posadzenia do początku wschodów roślin nie była istotnie zróżnicowana w I i II grupie odmian od stanu fizjologicznego sadzeńników modyfikowanego temperaturą przechowywania (tab. 3).

Tabela 3

Wpływ temperatury przechowywania sadzeńników na wschody roślin (średnie z 3 lat badań)
The influence of storage temperature of seed tubers on plant emergence (means from 3 years)

Grupa odmian Group of cultivars	Temperatura przechowywania sadzeniaków w °C Temperature of seed tubers storage (°C)			NIR — LSD $\alpha < 0,05$
	2°	6°	10°	
	Liczba dni od posadzenia do początku wschodów Number of days from planting to the beginning of emergence			
I*	28,0	27,9	28,1	r.n.
II	26,4	26,0	25,8	r.n.
III	29,1	27,7	28,0	0,5
Liczba dni od początku do końca wschodów Number of days from the beginning to the end of emergence				
I	22,5	22,4	22,5	r.n.
II	20,5	21,2	23,2	1,1
III	20,7	20,8	22,9	1,0

r.n. — Różnice nieistotne; Differences not significant

* I, II, III — Oznaczenie jak w tabeli 2; Explanation as in Table 2

Sadzeńniki tych grup odmian niezależnie od temperatury przechowywania rozpoczęły wschody prawie w tym samym czasie. O małym wpływie stanu fizjologicznego sadzeńników, zróżnicowanego temperaturą przechowywania na liczbę dni od posadzenia do początku wschodów donoszą również w swoich badaniach De Weerd i Thornton

(1990). Stwierdzono natomiast nieznaczne, ale istotne opóźnienie początku wschodów w grupie III odmian (tolerancyjnej na temperaturę przechowywania do 10°C) pod wpływem przechowywania sadzeńiaków w niskiej temperaturze (2°C). Wydaje się, że zachowanie takie można wyjaśnić uwarunkowaniami genetycznymi odmiany odnośnie zakończenia fazy uśpienia bulw. U większości odmian grupy III zakończenie fazy uśpienia sadzeńiaków przechowywanych w temperaturze 2°C wystąpiło w końcowym etapie magazynowania a u niektórych odmian (Albina, Oda) dopiero w maju. Stąd być może nie było jeszcze pełnej gotowości do wzrostu po posadzeniu i wystąpiło nieznaczne opóźnienie wschodów. Natomiast u odmian o krótszym okresie uśpienia, sadzeńiaki wykazujące wcześniejszą gotowość do wzrostu, wschodziły prawie w tym samym terminie.

Ponadto dowiedziono, że niezależnie od grupy odmian, czas trwania wschodów, czyli liczba dni od początku do końca wschodów sadzeńiaków przechowywanych w temperaturze 10°C była wydłużona, lecz wydłużenie to nie było zbyt duże i nie zawsze statystycznie udowodnione. Zatem obserwacje fazy wschodów nie mogą być pomocne w określaniu optymalnej temperatury przechowywania nowych odmian ziemniaka.

W końcowej fazie wschodów określano obsadę roślin na poletku w zależności od badanych czynników. Uzyskane wyniki z obserwacji polowych przedstawiono w tabelach 4, 5 i 6.

Tabela 4

**Wpływ temperatury przechowywania sadzeńiaków na procent miejsc pustych — I grupa odmian
(średnie z 3 lat badań)**

**The influence of temperature of seed potato tubers storage on emergence — Ist group of cultivars —
missing plants in % (means for 3 years)**

Odmiana Cultivar	Temperatura przechowywania w °C Storage temperature in °C		
	2°	6°	10°
Anielka	3,9	2,5	40,3
Arkadia	5,0	2,0	11,7
Bogna	2,6	5,4	11,7
Ceza	2,5	1,8	7,9
Darga	2,5	5,4	5,6
Fregata	4,5	3,3	17,2
Głada	2,8	1,7	23,9
Jagoda	2,5	6,4	9,8
Jantar	12,9	18,3	48,3
Koral	3,3	8,8	11,9
Ruta	0,5	1,5	3,4
Triada	4,2	2,5	10,3
Vistula	7,2	4,4	16,9
Średnia dla przechowywania Mean for storage	4,2	4,9	16,8
NIR — LSD $\alpha < 0,05$		3,5	

Zróznicowany stan fizjologiczny bulw matecznych wpłynął istotnie na obsadę roślin, jednakże w dużym stopniu uwidoczniła się indywidualna reakcja odmian na warunki przechowywania. Generalnie sadzeńiaki przechowywane w optymalnych warunkach dla danej odmiany charakteryzowały się dobrymi wschodami, zaś w nieodpowiednich —

istotnym wzrostem miejsc pustych. Stwierdzono, że wysoka temperatura przechowywania (10°C) sadzeniaków odmian wymagających niskiej temperatury 2°C pogarszała istotnie obsadę roślin (tab. 4). Miejsca puste w tej kombinacji wahały się od 3,4% u odmiany Ruta do aż ponad 40% u odmian Anielka i Jantar. Powodem tak dużych braków roślin u tych odmian było gnicie bulw, przyspieszone wysoką temperaturą przechowywania. U innych odmian np. Głada, Fregata zaobserwowano, że brak zdolności do wzrostu roślin spowodowany był bulwami „kamiennymi” i sporadycznym tworzeniem „młodych bulwek” tuż przy bulwie matecznej, co jest typowym objawem starości fizjologicznej sadzeniaka, wywołanym zbyt wysoką temperaturą przechowywania (Roztropowicz, 1985; van Loon, 1987; Sowa-Niedziałkowska, 1993; Sruik, Wiersema, 1999). Odmiany grupy II wykazały podobne zachowania. Stwierdzono również wzrost miejsc pustych, gdy sadzeniaki magazynowane były w temperaturze 10°C, lecz wzrost ten był prawie trzykrotnie niższy niż w I grupie odmian i wahał się od zera u odmiany Jagna do ponad 20% u odmian Balbina, Klepa i Olza (tab. 5).

Tabela 5

Wpływ temperatury przechowywania sadzeniaków na procent miejsc pustych — II grupa odmian
(średnie z 3 lat badań)
The influence of temperature of seed potato tubers storage on emergence — 2nd group of cultivars — missing plants in % (means for 3 years)

Odmiana Cultivar	Temperatura przechowywania w °C Storage temperature in °C		
	2°	6°	10°
Ania	3,6	3,1	4,7
Aster	0,5	2,0	1,3
Balbina	10,3	5,3	24,7
Baszta	4,7	4,2	4,2
Bekas	1,4	1,1	5,0
Bliza	4,2	3,0	5,4
Bzura	0,8	3,5	1,6
Drop	1,5	1,1	2,2
Dunajec	1,9	2,2	8,3
Grot	1,1	0	3,6
Jagna	0,7	2,1	0
Klepa	7,2	5,6	28,0
Kolia	0,4	1,9	0,4
Kos	2,1	1,7	1,3
Lawina	2,6	0,4	1,6
Lena	2,9	0,6	5,2
Maryna	5,3	5,0	6,4
Muza	4,4	1,9	2,1
Olza	7,9	13,4	21,7
Orlik	0,5	0,6	0,8
Perkoz	0,8	1,4	1,9
Stobrawa	1,0	1,8	3,3
Sumak	0,8	1,9	1,6
Średnia dla przechowywania Mean for storage	2,9	2,8	5,9
NIR — LSD $\alpha < 0,05$		1,4	

Obsada roślin III grupy odmian nie była istotnie zróżnicowana pod następczym wpływem warunków przechowywania sadzeniaków (tab. 6). Odmiany grupy III tolerancyjne na temperaturę przechowywania, z uwarunkowań genetycznych charakteryzowały się wydłużonym okresem uśpienia bulw i mało intensywnym wzrostem kielków, stąd też temperatura w badanym zakresie (2°–10°C) nie różnicowała istotnie obsady roślin. Ponadto stwierdzono, że u odmiany Oda o najdłuższym okresie uśpienia, sadzeniaki młodsze fizjologicznie (przechowywane w 2°C) wschodziły gorzej (15,8% miejsc pustych) niż starsze fizjologicznie (6,7% miejsc pustych).

Tabela 6

Wpływ temperatury przechowywania sadzeniaków na procent miejsc pustych — III grupa odmian (średnie z 3 lat badań)

The influence of temperature of seed potato tubers on emergence storage — 3rd groups of cultivars — missing plants in % (means for 3 years)

Odmiana Cultivar	Temperatura przechowywania w °C Storage temperature in °C		
	2°	6°	10°
Albina	1,7	0,6	0,8
Bila	2,5	3,1	1,1
Bóbr	3,2	4,0	9,8
Ekra	0,7	0,2	5,7
Elba	3,5	3,1	2,4
Fala	5,7	1,9	2,9
Fauna	3,9	3,5	4,7
Harpun	3,9	2,2	2,8
Heban	1,7	0,5	1,1
Ibis	11,7	13,2	10,3
Irga	1,1	2,0	1,9
Koga	3,3	2,1	8,4
Lotos	1,1	2,2	0,8
Malwa	2,6	1,1	2,5
Marta	4,4	3,2	8,0
Oda	15,8	8,1	6,7
Orłan	9,7	5,5	13,4
Rybitwa	7,8	5,8	13,4
Średnia dla przechowywania Mean for storage	4,7	3,5	5,4
NIR — LSD $\alpha < 0,05$		r.n. *	

* Różnica nieistotna przy poziomie $\alpha < 0,05$; Not significant at $\alpha < 0,05$

Przedstawione wyniki w pracy, jak również innych autorów (Reust i in., 2001) dowodzą, że obsada roślin wskazuje, czy dana odmiana jest wrażliwa na przechowywanie sadzeniaków w podwyższonej temperaturze. Dlatego też uwzględnienie w pracach badawczych zróżnicowanych temperatur przechowywania, stwarza możliwości wyboru optymalnych warunków magazynowania sadzeniaków. Potwierdzają to również wyniki badań Struika i Wiersemy (1999).

Temperatura przechowywania sadzeniaków wywarła również istotny wpływ na liczbę pędów głównych w roślinie, ale tylko w I i II grupie odmian (tab. 7 i 8). Podobnie jak w przypadku innych parametrów, wpływ ten był największy w I grupie odmian (tab. 7).

Tabela 7

Liczba pędów głównych w roślinie w zależności od wymagań termicznych sadzeniaków w czasie przechowywania — I grupa odmian (średnie z 3 lat badań)
A number of stems per plant depending on temperature requirements during storage of seed potato tubers — Ist group of cultivars (means for 3 years)

Odmiana Cultivar	Temperatura przechowywania w °C Storage temperature in °C		
	2°	6°	10°
Anielka	3,4	3,2	3,2
Arkadia	4,1	4,0	3,1
Bogna	5,0	4,8	4,3
Ceza	5,0	5,0	4,7
Darga	4,4	4,5	3,7
Fregata	4,7	4,3	3,3
Głada	4,4	4,2	2,9
Jagoda	3,5	3,4	3,4
Jantar	3,0	2,7	2,3
Koral	5,3	5,5	4,8
Ruta	6,3	5,4	6,4
Triada	3,5	3,3	2,9
Vistula	3,6	3,8	3,5
Średnia dla przechowywania Mean for storage	4,3	4,2	3,7
NIR — LSD $\alpha < 0,05$		0,2	

Wraz ze wzrostem temperatury przechowywania, następowało istotne obniżenie liczby pędów z 4,3 w 2°C do 3,7 w 10°C. Odmiana Głada wykazała największą wrażliwość, gdyż liczba pędów głównych w roślinie wahała się od 4,4 w 2°C i sukcesywnie zmniejszała się do 2,9 w temperaturze 10°C. W II grupie odmian stwierdzono także istotne obniżenie liczby pędów głównych, ale tylko u roślin wyrosłych z sadzeniaków przechowywanych w temperaturze 10°C (tab. 8). W III grupie odmian liczba pędów, podobnie jak obsada roślin, nie była istotnie zróżnicowana pod następczym wpływem warunków przechowywania sadzeniaków (tab. 9). Spośród wszystkich odmian w tej grupie, wyróżnia się odmiana Oda (podobnie jak przy określaniu miejsc pustych), która wykazała odwrotną zależność — najmniejszą liczbę łodyg miały rośliny wyrosłe z sadzeniaków przechowywanych w temperaturze 2°C.

Aby stwierdzić, który z ocenianych parametrów w doświadczeniu polowym może być pomocny w określaniu optymalnej temperatury przechowywania sadzeniaków, wyliczono współczynniki korelacji określające zależność między temperaturą przechowywania sadzeniaków badanych odmian o różnych wymaganiach termicznych a procentem miejsc pustych i liczbą pędów głównych w roślinie (tab. 10). Wyliczenia te wykonano oddzielnie dla każdej grupy odmian. Stwierdzono, iż odmiany należące do I grupy, wymagające najniższej temperatury przechowywania sadzeniaków (2°C) wykazały istotną zależność między wymaganiami termicznymi a procentem miejsc pustych. Podobną zależność stwierdzono w przypadku II grupy odmian, ale przy znacznie niższym współczynniku korelacji. Natomiast w grupie III odmian nie udowodniono istotnej korelacji między powyższymi parametrami.

Tabela 8

Liczba pędów głównych w roślinie w zależności od wymagań termicznych sadzeniaków w czasie przechowywania II — grupa odmian (średnie z 3 lat badań)
A number of stems per plant depending on temperature requirements during storage of seed potato tubers — 2nd group cultivars (means for 3 years)

Odmiana Cultivar	Temperatura przechowywania w °C Storage temperature in °C		
	2°	6°	10°
Ania	4,6	3,7	3,7
Aster	5,9	5,0	3,9
Balbina	3,3	3,1	2,6
Baszta	3,6	3,4	2,5
Bekas	3,8	3,9	3,3
Bliza	4,0	4,3	4,4
Bzura	4,0	4,5	4,6
Drop	4,3	4,1	4,2
Dunajec	3,7	3,9	3,0
Grot	2,8	3,0	3,2
Jagna	4,1	4,7	4,1
Klepa	4,7	4,3	4,0
Kolia	5,9	5,1	4,7
Kos	3,3	3,0	3,1
Lawina	3,9	4,1	4,0
Lena	4,6	4,5	3,8
Maryna	3,4	3,2	2,7
Muza	2,7	2,4	2,4
Olza	3,7	4,0	4,3
Orlik	5,3	4,9	4,1
Perkoz	6,0	5,9	6,5
Stobrawa	5,4	5,7	5,1
Sumak	3,3	3,1	2,9
Średnia dla przechowywania Mean for storage	4,2	4,1	3,8
NIR — LSD $\alpha < 0,05$		0,2	

Świadczy to o tym, że w przypadku odmian I grupy wymagającej niskiej temperatury przechowywania jak i odmian II grupy wrażliwych na temperaturę powyżej 6°C, wzrost temperatury ponad optymalną pociąga za sobą osłabienie zdolności do normalnego kiełkowania i rozwoju roślin oraz prowadzi do drastycznego wzrostu miejsc pustych. Można zatem przypuszczać, że dla tak reagujących odmian brak wschodów roślin może być pomocnym wskaźnikiem w określaniu wymagań termicznych w czasie przechowywania. Jest to jednak metoda wymagająca wykonania doświadczenia następczego.

O dużym znaczeniu obsady roślin na poziom plonowania jest sporo doniesień (np. Schuler, Moll, 1993; De Weerd, Thornton, 1990; Marinus, 1992). Brak jest natomiast w dostępnej literaturze informacji o zależnościach między parametrami rozwojowymi roślin a wymaganiami sadzeniaków odnośnie temperatury przechowywania.

Nie udowodniono istotnej korelacji między wymaganiami termicznymi w czasie przechowywania sadzeniaków a liczbą pędów głównych w roślinach potomnych (tab. 10). Wyliczone współczynniki korelacji niezależnie od grupy odmian były nieistotne.

Tabela 9

Liczba pędów głównych w roślinie w zależności od wymagań termicznych sadzeniaków w czasie przechowywania — III grupa odmian (średnie z 3 lat badań)
A number of stems per plant depending on temperature requirements during storage of seed potato tubers — 3rd group cultivars (means for 3 years)

Odmiana Cultivar	Temperatura przechowywania w °C Storage temperature in °C		
	2°	6°	10°
Albina	2,9	3,0	3,0
Bila	3,7	3,7	3,7
Bóbr	4,9	5,5	4,6
Ekra	3,9	3,8	2,4
Elba	4,0	3,8	3,9
Fala	4,5	4,0	4,1
Fauna	4,2	4,5	4,6
Harpun	3,6	3,2	3,5
Heban	4,2	4,5	4,6
Ibis	3,9	3,5	3,5
Irga	4,2	4,3	4,1
Koga	3,5	4,3	4,1
Lotos	4,6	4,4	4,8
Malwa	4,7	5,0	4,2
Marta	3,8	4,1	4,0
Oda	2,1	2,7	2,7
Orlan	3,1	3,0	2,8
Rybitwa	2,9	2,9	3,2
Średnia dla przechowywania Mean for storage	3,8	3,9	3,8
NIR — LSD $\alpha < 0,05$		r.n.*	

r.n. — Różnice nieistotne; Differences not significant

Tabela 10

Współczynniki korelacji między badanymi parametrami a temperaturą przechowywania sadzeniaków o różnych wymaganiach termicznych w czasie długotrwałego magazynowania (dla lat 1986-2001)
Coefficients of correlation between tested factors and storage temperature for groups of cultivars showing different requirements during long-term storage

Badana cecha Trait	Grupa odmian Group of cultivars		
	I *	II	III
Miejsca puste w % Missing plants in %	0,5218 ^{xx}	0,2373 ^x	0,0731
Liczba pędów w roślinie Number of stems per plant	-0,2517	-0,1738	-0,0285

^x Istotne przy $P_{0,05}$; Significant at $P_{0,05}$

^{xx} Istotne przy $P_{0,01}$; Significant at $P_{0,01}$

* I, II, III — Odmiany jak w tabeli 2; Cultivars as in table 2

Przy analizowaniu jednoczesnego wpływu miejsc pustych i liczby łodyg głównych w roślinie na plonowanie odmian o zróżnicowanych wymaganiach termicznych w czasie przechowywania sadzeniaków, zastosowano analizę regresji wielokrotnej. Zestawienie informacji o istotności wpływu tych parametrów przedstawiono w tabeli 11.

Tabela 11

Istotność wpływu określanych cech na plonowanie poszczególnych grup odmian
Significance of tested traits in yielding of different potato cultivars

Wymagania odmian Cultivar requirements	Miejsca puste w % Missing plants in %	Liczba łodyg Number of stems	Stosunek korelacyjny Correlation ratio
I* — Niska temperatura przechowywania Low storage temperature	xx	xx	R = 0,67
II — Tolerancyjne na temperaturę przechowywania do 6°C Tolerant to storage temperature up to 6°C	xx	—	R = 0,26
III — Tolerancyjne na temperaturę przechowywania do 10°C High tolerant to storage temperature up to 10°C	—	xx	R = 0,66

* I, II, III — Odmiany jak w tabeli 2; Cultivars as in table 2

— Brak istotności; Not significant

xx Istotne przy $P = 0,01$; Significant at $P = 0,01$

Na podstawie przeprowadzonych wyliczeń statystycznych stwierdzono, że oddziaływanie zmiennych towarzyszących w ramach wytypowanych grup odmianowych było następujące:

- w grupie I odmian, wymagających niskiej temperatury przechowywania sadzeniaków, zarówno obsada roślin jak i liczba pędów głównych wykazały wysoce istotny wpływ na kształtowanie plonu;
- w II grupie odmian, wrażliwych na wzrost temperatury przechowywania powyżej 6°C jedynie miejsca puste miały istotny wpływ na plonowanie;
- w III grupie odmian tolerancyjnych na badany zakres temperatur (2°–10°C) tylko liczba pędów głównych w roślinie wykazała istotny udział w powstawaniu plonu.

PODSUMOWANIE

Na podstawie wieloletnich badań i wykonanych wyliczeń statystycznych dowiedziono, że obsada roślin jak również liczba pędów głównych w roślinie, może być uniwersalnym wskaźnikiem określania optymalnych warunków przechowywania sadzeniaków odmian wrażliwych na temperaturę ich magazynowania (tab. 11). Odmiany grupy pierwszej, reagujące na wzrastające temperatury przechowywania (od 2° do 10°C) drastycznym wzrostem miejsc pustych i istotnym zmniejszeniem liczby pędów głównych w roślinie, wymagają niskiej temperatury składowania bulw matecznych, nieprzekraczającej 2°C. Spośród 54 badanych odmian, 13 z nich wykazało taką reakcję (Arkadia, Anielka, Bogna, Ceza, Darga, Fregata, Głada, Jagoda, Jantar, Koral, Ruta, Triada, Vistula).

Wytypowanie odmian wymagających niskiej temperatury przechowywania ma duże praktyczne znaczenie, gdyż 76% badanych odmian, w niniejszym opracowaniu o podwyższonej tolerancji na wzrost temperatury, nie wymaga kosztownego magazynowania sadzeniaków w przechowalniach wyposażonych w agregaty chłodnicze.

LITERATURA

- De Weerd J. W., Thornton R. E. 1990. Emergence of two potato cultivars as affected by low temperatures and physiological age. Abs. 11th Trien. Conf. of EAPR. Edinburgh; 402 — 403.
- 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.
- Marinus J. 1992. The effect of temperature and light during storage of young seed potatoes on initial plant development at early plantings. Potato Res. Vol. 35: 343 — 354.
- 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.
- Roztropowicz S. 1985. Wiek fizjologiczny bulw i jego znaczenie dla nasiennictwa ziemniaka. XVIII Sesja Nauk. Koszalin "Nasiennictwo ziemniaka". Inst. Ziemn. Bonin: 101 — 103.
- Schuler K., Moll A. 1993. Etablierung von Kartoffelsorten im Feld nach physiologischer Alterung der Pflanzknollen. Potato Res. 36: 143 — 151.
- Sowa-Niedziałkowska G. 1993. Wpływ zróżnicowanej temperatury przechowywania sadzeniaków na wschody, liczbę pędów i plonowanie ziemniaka. Cz. II. Odmiany: Bliza, Bogna, Bzura, Ruta i Stobrawa. Biul. Inst. Ziemn. 42: 77 — 86.
- Sowa-Niedziałkowska G. 2000. Oddziaływanie zróżnicowanych warunków przechowywania sadzeniaków na rozwój i plonowanie nowych odmian ziemniaka. Biul. IHAR 213: 217 — 223.
- Sowa-Niedziałkowska G. 2002. Określenie optymalnej temperatury przechowywania sadzeniaków różnych odmian ziemniaka w skali 9-stopniowej. Biul. IHAR 223/224: 361 — 368.
- Sowa-Niedziałkowska G. 2004. Wskaźniki procesów życiowych zachodzących w sadzeniakach ziemniaka podczas długotrwałego przechowywania. Część I. Okres uśpienia i intensywność wzrostu kielków. Biul. IHAR 233: 219 — 236.
- Struik P. C., Wiersema S. G. 1999. Control and manipulation of physiological seed tuber quality. In: Seed potato technology. Wageningen, The Netherlands: 97 — 131.
- Zaag van der D. E., van Loon C. D. 1987. Effect of physiological age on growth vigour of seed potatoes on two cultivars. 5. Review of literature and integration of some experimental results. Potato Res. 30: 451 — 472.

PODZIĘKOWANIE

Bardzo dziękuję Pani prof. Stanisławie Roztropowicz-Szkubel za cenne uwagi przy pisaniu niniejszej pracy.