

GENOWEFA SOWA-NIEDZIAŁKOWSKA

Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa Ziemniaka

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział Jadwisin

Wpływ odmiany ziemniaka i warunków przechowywania bulw na długość okresu uśpienia i intensywność kiełkowania

The influence of potato cultivar and conditions of storage upon the length of tuber dormancy period and intensity of sprouting

W latach 1985–2002 przeprowadzono badania, w których uwzględniono 46 odmian ziemniaka. Celem tych badań było określenie terminu zakończenia okresu uśpienia bulw w czasie długotrwałego przechowywania w temperaturze 2°, 6°, 8°, 10°C w ciemności i wilgotności względnej powietrza powyżej 90%, wyznaczenie minimalnej temperatury kiełkowania, a także określenie tempa wzrostu kielków w zależności od odmiany i temperatury magazynowania. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że poszczególne odmiany przechowywane w tych samych warunkach były bardzo zróżnicowane pod względem zakończenia terminu uśpienia bulw jak również intensywności wzrostu kielków. Ponadto wykazano, że długość uśpienia i skłonność do kiełkowania nie była ściśle związana z wczesnością odmiany.

Słowa kluczowe: kiełkowanie, odmiany, okres uśpienia, warunki przechowywania, ziemniak

The aim of the investigations carried out in the years 1985–2002 on 46 potato cultivars differing in earliness was to assess the length of dormancy period and readiness for sprouting of tubers stored at 2°, 6°, 8° and 10°C and 90% RH in darkness. Minimum temperature of sprouting was determined. Moreover, the dynamics of sprout development was examined. Marked differences between the cultivars both in the length of a dormancy period and intensity of sprouts development in tubers stored under the same conditions were found. However, neither the duration of tuber dormancy nor sprouting dynamics was closely related to cultivar earliness.

Key words: cultivars, dormancy period, potato, sprouting, storage conditions

WSTĘP

Bezpośrednio po zbiorze bulwy ziemniaka w zasadzie nie kiełkują, gdyż znajdują się w stanie fizjologicznego spoczynku i nawet w sprzyjających warunkach dla tego procesu nie obserwuje się wzrostu kielków. Stan ten określany jest terminem spoczynku bezwzględnego. Następnym etapem jest spoczynek względny uśpienia, na który duży wpływ wywierają warunki przechowywania. Największy wpływ na

długość uśpienia bulw ma temperatura w miejscach magazynowania, która może przyspieszać lub hamować proces kiełkowania. Przyjmuje się, że okres uśpienia kończy się wówczas, gdy 80% bulw wytworzy kiełki 3 mm długości (Reust, 1986). Bulwy znajdujące się w stadium uśpienia cechuje niska intensywność procesów fizjologicznych (oddychanie i transpiracja), wysoka wartość odżywcza i jakość kulinarna. Dlatego też głównym zadaniem przechowywania jest maksymalne wydłużenie okresu uśpienia bulw. Na długość okresu uśpienia oddziałują uwarunkowania genetyczne odmian oraz warunki termiczno-wilgotnościowe w czasie wzrostu i przechowywania bulw (Ittersum, Scholte, 1992; Struik, Wiersema, 1999; Martin, 2002; Sowa-Niedziałkowska, 2002). Przechowywanie bulw ziemniaka w warunkach niskich temperatur powoduje wydłużenie ich uśpienia, wzrost kiełków jest powolniejszy, a u niektórych odmian wręcz zahamowany. Jednakże przechowywanie ziemniaków w tych warunkach jest kosztowne, gdyż wiąże się z wyposażeniem obiektów przechowalniczych w agregaty chłodnicze, ponieważ nie zawsze naturalne warunki klimatyczne mogą być wykorzystane dla osiągnięcia pożądanej temperatury. Dotyczy to zwłaszcza miesięcy: kwiecień, maj i czerwiec. Niskie temperatury magazynowania skutecznie wydłużają okres uśpienia i ograniczają proces kiełkowania, ale sprzyjają gromadzeniu cukrów i pogarszają jakość kulinarną bulw. Z kolei w otoczeniu wyższych temperatur, skracany jest okres uśpienia bulw, tym samym proces kiełkowania rozpoczyna się wcześniej i wzrost kiełków jest intensywniejszy. W związku z tym ubytki naturalne spowodowane procesami oddychania i transpiracji gwałtownie wzrastają, ponieważ wydalenie wody przez kiełki jest intensywniejsze niż przez perydermę bulw. Konsekwencją wzmożonych procesów życiowych jest nie tylko wzrost ubytków masy bulw, ale także utrata turgoru. Bulwy stają się gąbczaste i bardziej podatne na ciemnienie mięszu.

We wszystkich asortymentach ziemniaka jadalnego, zarówno przeznaczonego bezpośrednio do konsumpcji jak również kierowanego do przetwórstwa spożywczego, wymagane są wyższe temperatury przechowywania, celem utrzymania dobrej jakości w czasie całego okresu magazynowania. Przemysł przetwórczy wymaga przechowywania bulw ziemniaka w temperaturze 6–8°C, a nawet i wyższej, ze względu na konieczność utrzymania niskiej zawartości cukrów redukujących (Zgórska, Frydecka-Mazurczyk, 2000). Jednakże przy tej temperaturze składowania występuje nadmierny wzrost kiełków i intensywne wydalenie wody z bulw.

W krajach o rozwiniętym przetwórstwie ziemniaczanym, jednym z podstawowych zabiegów w czasie przechowywania w warunkach wyższych temperatur jest zapobieganie kiełkowaniu bulw przy użyciu środków hamujących ten proces. Są to najczęściej następujące substancje chemiczne: estry izopropylowe kwasu fenylokarbaminowego (karbaminiany izopropylowe), tj. IPC — izopropylo-N-fenylokarbaminian i CIPC — izopropylo-N-3-chlorofenylokarbaminian oraz maleinowego kwasu hydrazyd lub jego sole.

W Polsce zarejestrowane są następujące preparaty chemiczne ograniczające wzrost kiełków (zalecenia IOR):

- stosowane w okresie wegetacji, których substancją biologicznie czynną jest melainowego kwasu hydrazyd — Fazor 80 SG i Elnoch 39 EC;
- stosowane w czasie przechowywania, oparte na bazie CIPC: MSS 500 HN, Stop Kiełek 01 DP, Luxan Gro Stop 300 HN, Luxan Gro Stop 300 EC, Luxan Gro Stop 01 DP.

Na przestrzeni ostatnich kilku lat, gdy coraz częściej zwraca się uwagę na propagowanie „bezpiecznej” żywności, w tym i ziemniaków, w wielu krajach, np. Holandia, Japonia, Szwajcaria, stosowanie chemicznych inhibitorów kiełkowania jest zabronione (cyt. za Daniels-Lake i in., 1996; Reust, Hansen, 1996). W innych krajach, prowadzone są badania, których celem jest zmniejszenie do minimum dawek chemicznych inhibitorów i kontrolowanie ich pozostałości w przechowywanych bulwach (Storey, 1995; Duncan, Kraish, 1999). W związku z powyższym coraz większego znaczenia nabierają alternatywne metody wydłużania okresu uśpienia bulw i ograniczania wzrostu kiełków. Do tego celu wykorzystuje się różne ekstrakty roślinne, np. wyciąg z nasion kminku z lotną substancją S-carvone. Od 1994 roku środek ten jest zarejestrowany w Holandii pod nazwą handlową „Talent R” (Oösterhaven, Hartmans, 1996). Ciągłe prowadzone są intensywne poszukiwania bezpiecznych (naturalnych) i skutecznych sposobów ograniczających kiełkowanie bulw. W badaniach uwzględniano już różne czynniki np.: przechowywanie bulw w środowisku ozonu, etylenu czy też kontrolowanej atmosfery. Efekty tych prac były różne i nie zawsze spełniały oczekiwania (Martimer, Bishop, 1998; Daniels-Lake i in., 1996; Prange i in., 1998). W wielu krajach prowadzone są prace hodowlane nad wydłużaniem okresu uśpienia i uzyskaniem nowych form genetycznych, przydatnych do przechowywania w niskich temperaturach, o niskiej i stabilnej zawartości cukrów redukujących. Są to bardzo ważne cechy bulw ziemniaka przydatnych do przetwórstwa spożywczego (Domański i in., 2003; Robertson i in., 2000; Agrimonti i in., 2000; Marmioli i in., 2000).

Jak bardzo ważne jest zagadnienie spoczynku i uśpienia bulw niech posłuży fakt, że w 1997 roku na wniosek EAPR (European Association of Potato Research) rozpoczęto intensywne prace w 9 różnych ośrodkach badawczych nad tym stadium rozwoju bulw. Prace obejmowały fizjologiczne i biochemiczne analizy poszczególnych faz spoczynku, których celem było zdobycie jak największej ilości informacji o procesach i mechanizmach umożliwiających wydłużenie uśpienia bulw w czasie przechowywania (Martin, 2002; Classens, Vreugdenhil, 2000; Biemelt i in., 2000).

W Zakładzie Przechowalnictwa i Przetwórstwa Ziemniaka prowadzone są także od wielu lat badania nad skłonnością do kiełkowania bulw ziemniaka ze szczególnym uwzględnieniem długości uśpienia oraz intensywności wzrostu kiełków.

Niniejsze badania miały dać odpowiedź na pytanie, jaką rolę odgrywają uwarunkowania genetyczne nowych odmian ziemniaka i warunki długotrwałego przechowywania w kształtowaniu się długości okresu uśpienia bulw i ich kiełkowania.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzone były w kilku seriach, w których uwzględniano nowe odmiany ziemniaka wchodzące do rejestru. W niniejszym opracowaniu zaprezentowane będą odmiany, które znajdują się jeszcze w rejestrze i są powszechnie uprawiane. Przebadano łącznie 46 odmian zaliczanych do różnych typów użytkowych i grup wczesności, w tym:

- 5 odmian bardzo wczesnych,
- 6 odmian wczesnych,
- 17 odmian średnio wczesnych,
- 12 odmian średnio późnych,
- 6 odmian późnych.

Każdą odmianę badano przez trzy sezony przechowalnicze. Wykaz wszystkich odmian podano w tabeli 1.

Tabela 1

Wykaz badanych odmian ziemniaka
List of investigated potato cultivars

Odmiany Cultivars	Lata badań Years of testing	Wczesność Earliness	Przydatność użytkowa Suitability
1	2	3	4
Perkoz	1985/86–1987/88	wczesna — early	jadalna — table
Bzura	1986/87–1988/89	późna — late	skrobiowa — starch
Ruta	1986/87–1988/89	bardzo wczesna — first early	jadalna — table
Ibis	1988/89–1990/91	średnio wczesna — mid early	jadalna — table
Irga	1988/89–1990/91	średnio wczesna — mid early	jadalna — table
Aster	1991/92–1993/94	bardzo wczesna — first early	jadalna — table
Kolia	1991/92–1993/94	średnio wczesna — mid early	jadalna — table
Orlik	1991/92–1993/94	bardzo wczesna — first early	jadalna — table
Drop	1992/93–1994/95	bardzo wczesna — first early	jadalna — table
Lawina	1992/93–1994/95	średnio późna — mid late	skrobiowa — starch
Arkadia	1993/94–1995/96	średnio późna — mid late	jadalna — table
Grot	1993/94–1995/96	średnio późna — mid late	skrobiowa — starch
Harpun	1994/95–1996/97	średnio wczesna — mid early	skrobiowa — starch
Maryna	1994/95–1996/97	średnio wczesna — mid early	jadalna — table
Muza	1994/95–1996/97	średnio wczesna — mid early	jadalna — table
Ania	1995/96–1997/98	średnio późna — mid late	jadalna — table
Bila	1995/96–1997/98	wczesna — early	jadalna — table
Dunajec	1995/96–1997/98	późna — late	skrobiowa — starch
Głada	1995/96–1997/98	średnio wczesna — mid early	skrobiowa — starch
Sumak	1995/96–1997/98	wczesna — early	jadalna — table
Oda	1996/97–1998/99	średnio wczesna — mid early	jadalna — table
Omulew	1996/97–1998/99	średnio późna — mid late	skrobiowa — starch
Orlan	1996/97–1998/99	średnio wczesna — mid early	jadalna — table
Triada	1996/97–1998/99	średnio wczesna — mid early	jadalna — table
Vistula	1996/97–1998/99	średnio późna — mid late	skrobiowa — starch
Albina	1997/98–1999/00	wczesna — early	jadalna — table
Baszta	1997/98–1999/00	średnio wczesna — mid early	jadalna — table
Gloria	1997/98–1999/00	bardzo wczesna — first early	jadalna — table

c.d. Tabela 1

Odmiany Cultivars	Lata badań Years of testing	Wczesność Earliness	Przydatność użytkowa Suitability
1	2	3	4
Hinga	1997/98–1999/00	późna — late	skrobiowa — starch
Ikar	1997/98–1999/00	średnio wczesna — mid early	skrobiowa — starch
Anielka	1998/99–2000/01	średnio późna — mid late	jadalna — table
Balbina	1998/99–2000/01	średnio wczesna — mid early	jadalna — table
Beata	1998/99–2000/01	średnio późna — mid late	jadalna — table
Jantar	1998/99–2000/01	późna — late	skrobiowa — starch
Klepa	1998/99–2000/01	średnio późna — mid late	skrobiowa — starch
Koga	1998/99–2000/01	późna — late	skrobiowa — starch
Meduza	1998/99–2000/01	późna — late	skrobiowa — starch
Mors	1998/99–2000/01	średnio wczesna — mid early	jadalna — table
Rybitwa	1998/99–2000/01	średnio późna — mid late	jadalna — table
Aksamitka	1999/00–2001/02	wczesna — early	jadalna — table
Barycz	1999/00–2001/02	średnio wczesna — mid early	jadalna — table
Cykada	1999/00–2001/02	wczesna — early	jadalna — table
Rywal	1999/00–2001/02	średnio późna — mid late	jadalna — table
Salto	1999/00–2001/02	średnio późna — mid late	jadalna — table
Tara	1999/00–2001/02	średnio wczesna — mid early	jadalna — table
Tokaj	1999/00–2001/02	średnio wczesna — mid early	jadalna — table

Jesienią z każdej odmiany pobierano po 20 bulw średniej wielkości i umieszczano je indywidualnie w wytłaczankach wyposażonych w otworki wentylacyjne. Każda bulwa układana była częścią wierzchołkową do góry po to, aby w czasie obserwacji nie dotykać bulw i nie uszkodzić kielków. Wytłaczanki z bulwami wkładane były do ażurowych skrzyneczek, które umieszczano w klimatyzowanych komorach przechowalni o temperaturach około 2°, 6°, 8°, 10°C i wilgotności względnej powietrza ponad 90%. Podczas długotrwałego magazynowania, trwającego od października do kwietnia, określano skłonność badanych odmian do kiełkowania, ze szczególnym uwzględnieniem zakończenia okresu uśpienia i intensywności wzrostu kielków w zależności od odmiany i warunków przechowywania. Ponadto określano minimalną temperaturę kiełkowania badanych odmian. Wszystkie obserwacje i pomiary wykonywane były co 10 dni przez cały sezon przechowalniczy.

W celu dokonania podziału odmian na grupy różniące się pod względem długości uśpienia i intensywności kiełkowania w czasie długotrwałego magazynowania w temperaturze 10°C, zastosowano metodę wyliczenia dolnej i istotnie wyższej górnej granicy tej cechy oraz ustalenie grupy odmian pośredniej pomiędzy tak wyznaczonymi granicami.

Warunki meteorologiczne w latach badań przedstawiono w tabeli 2. Tabela zawiera średnie temperatury powietrza i sumy opadów w głównych miesiącach wegetacji ziemniaka (maj — wrzesień). Temperatura powietrza jak również rozkład i ilość opadów w latach badań były zróżnicowane. Ze względu na podwyższone temperatury powietrza i opady znacznie poniżej optymalnych wymagań roślin ziemniaka lata 1992 i 1999 uznano za ekstremalne.

Tabela 2

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 wieloletnia Multi-year mean
	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	
	temperatura °C — temperature °C																	
V	15,1	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	15,0	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	17,2	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	18,1	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	12,2	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	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 (mm) — rainfall (mm)																		
V	44,2	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	103,7	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	89,0	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	141,8	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	55,8	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	434,5	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	

WYNIKI I DYSKUSJA

Minimalna temperatura kiełkowania

Dekadowe obserwacje kiełkowania wykazały, że dla większości badanych odmian (30 na 46 badanych) minimalna temperatura kiełkowania wynosiła 2°C. Pozostałe odmiany (16) przechowywane w temperaturze 2°C do początku kwietnia nie rozpoczęły procesu kiełkowania, gdyż ich minimalna temperatura kiełkowania była wyższa i wynosiła 4°C (tab. 3). Większość odmian charakteryzująca się wyższą minimalną temperaturą kiełkowania (4°C) została wyhodowana w ostatnich latach po 1995 roku. Jedynie odmiana Muza została wpisana do Rejestru Odmian wcześniej, bo w 1993 roku. Im wyższa minimalna temperatura kiełkowania tym lepsza przydatność danej odmiany do długotrwałego przechowywania.

Tabela 3

Minimalna temperatura kiełkowania badanych odmian ziemniaka
Minimum sprouting temperature of tested potato cultivars

Temperatura przechowywania Storage temperature	
2°C	4°C
Ania, Anielka, Arkadia, Aster, Balbina, Barycz, Bila, Bzura, Drop, Dunajec, Głada, Grot, Harpun, Hinga, Ibis, Irga, Jantar, Kolia, Lawina, Maryna, Omulew, Orlik, Orłan, Perkoz, Ruta, Rywał, Salto, Sumak, Triada, Tokaj	Aksamitka, Albina, Baszta, Beata, Cykada, Gloria, Ikar, Klepa, Koga, Meduza, Mors, Muza, Oda, Rybitwa, Tara, Vistula

Zakończenie okresu uśpienia w temperaturze 10°C

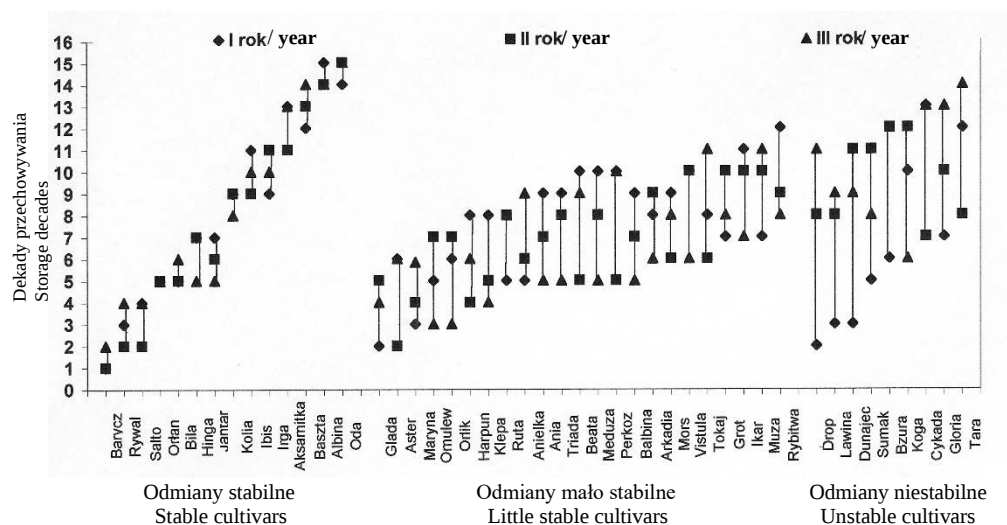
Zgodnie z ustaleniami EAPR, za koniec okresu uśpienia uznano datę, kiedy 80% bulw wytworzyło kiełki 3 mm długości (Reust, 1986). Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że poszczególne odmiany przechowywane w tych samych warunkach były bardzo zróżnicowane pod względem długości okresu uśpienia. W tabeli 4 przedstawiono zakończenie okresu uśpienia badanych odmian w temperaturze 10°C. Spośród badanych odmian najkrótszym okresem uśpienia charakteryzowały się bulwy odmian: Barycz, Głada, Rywał i Salto, które rozpoczęły proces kiełkowania już w październiku. Dla większości odmian zakończenie uśpienia w temperaturze 10°C przypadało na listopad i grudzień. W listopadzie swoje uśpienie zakończyło 26% badanych odmian, a w grudniu 43%. Najdłuższy okres uśpienia w tych warunkach przechowywania stwierdzono u odmian: Baszta, Albina i Oda, które dopiero w lutym rozpoczęły kiełkowanie. Uzyskane wyniki wskazują, że wpływ uwarunkowań genetycznych odmian w kształtowaniu długości okresu uśpienia jest bardzo duży. Różnice pomiędzy odmianami przechowywanymi w tych samych warunkach (10°C) mogą dochodzić nawet do 4 miesięcy tak jak np. między odmianą Barycz o krótkim okresie uśpienia a odmianami o długim uśpieniu Albina i Oda. Podobne spostrzeżenia poczynili w swoich badaniach również Allen i wsp. (1992); Ittersum, Scholte (1992 b); Biemelt i wsp. (2000), Rykaczewska (1998); Sowa-Niedziałkowska (2001). W przechowalnictwie bardzo cenione są odmiany, które z uwarunkowań genetycznych cechują się długim okresem uśpienia bulw. Wiąże się to

zarówno z korzyściami ekonomicznymi (ograniczenia ubytków i strat) jak również z walorami jakościowymi przechowywanych bulw.

Analiza uzyskanych wyników dowiodła, że bardzo istotną cechą jest stabilność odmian pod względem terminu rozpoczęcia kiełkowania w poszczególnych sezonach przechowalniczych. Na rysunku 1. dokonano podziału badanych odmian, którego celem było przedstawienie ich stabilności odnośnie terminu zakończenia uśpienia bulw podczas przechowywania w temperaturze 10°C w trzyletnim cyklu badawczym.

Wydzielono następujące trzy grupy odmian:

- grupa odmian stabilnych (14 odmian), dla której różnice w terminie zakończenia uśpienia bulw w latach badań nie przekroczyły dwóch dekad;
- grupa odmian mało stabilnych (23 odmiany), dla której różnice w latach badań wahały się od 3 do 5 dekad;
- grupa odmian niestabilnych (9 odmian), o różnicach w latach badań powyżej 6 dekad.



Rys. 1. Podział odmian na 3 grupy różniące się stabilnością odnośnie terminu zakończenia uśpienia bulw w temperaturze przechowywania 10°C w trzech kolejnych latach badań

Fig. 1. Division of the cultivars into 3 groups depending on stability and ending of dormancy period during storage at 10°C in examined years

Stwierdzono, że spośród badanych odmian najbardziej stabilną była odmiana Orlan, która w czasie trzech sezonów przechowalniczych kończyła swoje uśpienie zawsze w tym samym terminie, tj. w drugiej dekadzie listopada. Równie dobrą stabilnością charakteryzowały się odmiany: Albina, Bila, Kolia, Oda i Barycz o jednodekadowych różnicach w latach badań. Z kolei najgorszą stabilność stwierdzono u odmian Dunajec i Drop, których różnice w latach badań wynosiły odpowiednio aż 8 i 9 dekad.

Na podstawie przeprowadzonej analizy uzyskanych wyników nie można stwierdzić jednoznacznego wpływu warunków pogody w okresie wegetacji na stabilność odmian pod względem terminu zakończenia uśpienia bulw w trzech kolejnych sezonach przechowywania.

walniczych. Dla przykładu w sezonach 1999/2000–2001/02 wyodrębniono odmiany stabilne (Barycz, Rywał, Salto) jak również niestabilne (Cykada i Tara). Ponadto stwierdzono, że stabilność ta nie była związana ani z terminem zakończenia uśpienia bulw jak również z wczesnością odmian.

Jak wynika z tabeli 4 i rysunku 1. bulwy badanych odmian przechowywane w temperaturze 10°C kończyły swoje uśpienie najczęściej pomiędzy październikiem a końcem lutego, ale dla większości odmian był to listopad i grudzień. Termin zakończenia uśpienia może jednak ulec zmianie w zależności od odmiany i lat badań. Z obserwacji wynika, że gorące i suche lato skraca okres spoczynku bulw.

Tabela 4

Zakończenie okresu uśpienia bulw przechowywanych w temperaturze 10°C — średnie z 3 sezonów przechowalniczych
The end of dormancy in potato tubers stored at 10°C — mean for three years

Miesiąc Month	Dekada Decade	Odmiany Cultivars
Październik October	1	Barycz
	2	—
	3	Głada, Rywał, Salto
Listopad November	1	Aster, Maryna
	2	Bila, Omulew, Orłan, Orlik
	3	Drop, Harpun, Hinga, Jantar, Klepa, Lawiana
Grudzień December	1	Ania, Anielka, Arkadia, Balbina, Dunajec, Ruta, Triada
	2	Beata, Grot, Mors, Meduza, Perkoz, Sumak, Tokaj, Vistula
	3	Bzura, Ikar, Koga, Kolia, Muza
Styczeń January	1	Cykada, Gloria, Ibis, Irga, Rybitwa
	2	Tara
	3	Aksamitka
Luty February	1	Baszta
	2	Albina
	3	Oda

Spośród 11 analizowanych sezonów wegetacyjnych wyróżniają się dwa, które w głównych miesiącach wzrostu bulw, charakteryzowały się podwyższoną temperaturą powietrza i niskimi opadami (tab. 2). Temperatura powietrza w 1992 i 1999 roku, w najważniejszych miesiącach dla wzrostu bulw ziemniaka (czerwiec — lipiec — sierpień) była wysoka i znacznie przewyższała normę wielolecia. Również opady, szczególnie w lipcu i sierpniu były niskie i nie pokrywały zapotrzebowania na wodę tej rośliny. Według Głuskiej (1994) optimum zapotrzebowania na wodę wynosi w lipcu — 80 mm, a w sierpniu — 140 mm, co wskazuje, że ta faza wegetacji w 1992 i 1999 roku była sucha, o dużym niedoborze wody.

Dysponując wynikami badań z tak dużą liczbą odmian, możliwe było prześledzenie wpływu warunków pogody w okresie wegetacji na zróżnicowanie długości badanego stadium fizjologicznego bulw. Stwierdzono, że sucha i ciepła pogoda w czasie wegetacji w 1992 roku wpłynęła na skrócenie okresu uśpienia bulw w czasie przechowywania w temperaturze 10°C, prawie wszystkich badanych odmian w tym roku. Jednakże badane odmiany charakteryzowały się zróżnicowaną reakcją na warunki pogody. Najsilniejszą

reakcję wykazały odmiany Lawina i Drop (różnica 6 i 9 dekad w odniesieniu do innych lat badań) przy ekstremalnych warunkach pogody a u odmian Orlik i Aster skrócenie okresu uśpienia było mniejsze i wynosiło odpowiednio 3 i 4 dekady. Wyniki takie są zbieżne z rezultatami innych prac (Susnoschi, 1981; Burton i in., 1992; Rykaczewska, 1998). Z kolei van Es i Hartmans (1981) dowodzą, że odmiany, które rosły w tych samych warunkach i były przechowywane w takim samym otoczeniu, różnią się długością uśpienia. Wpływ odmiany w ich badaniach był znacznie większy niż warunków pogody w okresie wegetacji.

Wpływ pogody w okresie wegetacji na długość uśpienia bulw jak donoszą dane literaturowe nie jest jednoznaczny, co jest zgodne z wynikami uzyskanymi w niniejszej pracy. Van Ittersum i Scholte (1992 b) prowadzili badania z dwoma odmianami i stwierdzili, że spoczynek odmiany Diamant był krótszy pod wpływem wysokiej temperatury wzrostu bulw, a u odmiany Desiree zaobserwowano odwrotną reakcję, tzn. wydłużenie tej fazy fizjologicznej w wyniku wysokiej temperatury wzrostu. Allan i in. (1992) nie wykazali w swojej pracy związku pomiędzy warunkami w okresie wegetacji a długością uśpienia bulw w czasie przechowywania. Podobnie w niniejszych badaniach, w drugim roku (1999) o suchej i ciepłej pogodzie w końcowym etapie wzrostu, nie stwierdzono wyraźnego wpływu warunków pogody na różnicowanie długości uśpienia bulw. Jedynie u 3 odmian (Beata, Hinga, Ikar) na 21 badanych w tym czasie, zaobserwowano skrócenie okresu uśpienia o 3–4 dekady pod wpływem suchej i ciepłej pogody w czasie wzrostu bulw.

Przeprowadzone badania w latach 1985–2002 z liczną grupą odmian, upoważniają do stwierdzenia, że odmiany wykazały różne reakcje na podobne (lub identyczne) warunki pogody w okresie wegetacji. Długość okresu uśpienia była bardziej uzależniona od wpływu genotypu niż warunków wzrostu bulw.

Intensywność wzrostu kielków w temperaturze 10°C

Intensywność kiełkowania badanych odmian podczas przechowywania w temperaturze 10°C była bardzo zróżnicowana. W tabeli 5 przedstawiono grupy odmian różniące się tempem wzrostu kielków. Wydzielono następujące grupy odmian:

- grupa odmian (4) o bardzo intensywnym kiełkowaniu, której długość kielków w końcowym okresie przechowywania przekraczała 150 mm;
- grupa odmian (9) o intensywnym wzroście kielków, w której ich długość w końcowym okresie przechowywania wahała się od 90 do 150 mm;
- grupa odmian (17) o średnio intensywnym wzroście, o długości kielków w końcowym okresie przechowywania od 40 do 90 mm;
- grupa odmian (16) o mało intensywnym tempie wzrostu kielków (długość kielków w końcu przechowywania była poniżej 40 mm).

Z syntetycznej charakterystyki odmian uwzględniającej intensywność wzrostu kielków wynika, że cecha ta nie jest związana z wczesnością odmian. Bardziej można dopatrywać się związku z terminem rozpoczęcia procesu kiełkowania, gdyż w grupie odmian o bardzo intensywnym wzroście kielków znalazły się odmiany kończące swoje uśpienie najwcześniej, bo w październiku, z wyjątkiem odmiany Orłan. Z kolei grupę odmian o mało intensywnym kiełkowaniu reprezentują wszystkie odmiany o wydłużonym okresie

uśpiania, ale również jest odmiana Harpun, która rozpoczęła kiełkowanie już w trzeciej dekadzie listopada.

Wyżej omawiane badania potwierdzają wcześniejsze doniesienia z innym zestawem odmian jak również doniesienia w piśmiennictwie zagranicznym, świadczące o tym, że najważniejszymi czynnikami decydującymi o tempie wzrostu kielków są uwarunkowania genetyczne odmian i temperatura przechowywania bulw (van Es, Hartmans, 1981).

Tabela 5

Podział odmian na grupy różniące się istotnie pod względem intensywności wzrostu kielków w czasie przechowywania w temperaturze 10°C
Grouping of cultivars according to the intensity of sprouting during storage at 10°C

Wzrost kielków Sprout growth			
Bardzo intensywny Very intensive	Intensywny Intensive	Średnio intensywny Moderately intensive	Mało intensywny Not intensive
Barycz	Anielka	Balbina	Aksamitka
Głada	Arkadia	Bila	Albina
Orłan	Aster	Cykada	Ania
Rywal	Ikar	Drop	Baszta
	Klepa	Dunajec	Beata
	Mors	Gloria	Bzura
	Salto	Hinga	Grot
	Tokaj	Jantar	Harpun
	Triada	Koga	Ibis
		Lawina	Irga
		Maryna	Kolia
		Meduza	Muza
		Omulew	Oda
		Ruta	Orlik
		Rybitwa	Perkoz
		Vistula	Sumak
			Tara

Wpływ odmiany i temperatury przechowywania na kiełkowanie bulw

Z praktycznego punktu widzenia bardzo istotne jest poznanie terminu zakończenia uśpiania bulw, jak również intensywności kiełkowania w czasie długotrwałego przechowywania. Wydaje się również ważne poszukanie możliwości wpływania na powyższe procesy fizjologiczne i na ich wydłużanie lub ograniczanie.

W tym celu przedstawiono wpływ temperatury magazynowania na wydłużenie okresu uśpiania bulw i ograniczenie wzrostu kielków (tab. 6). Ze względu na dużą liczebność badanych odmian wybrano przykładowo po jednej odmianie z każdej grupy intensywności kiełkowania. Odmiana Albina reprezentuje grupę odmian o mało intensywnym wzroście kielków, odmiana Kolia o średnio intensywnym kiełkowaniu, odmiana Triada o intensywnym wzroście, a odmiana Barycz o bardzo intensywnym tempie wzrostu kielków. Z danych przedstawionych w tabeli 6 wynika jasno, że wraz z obniżaniem temperatury przechowywania następuje wydłużenie okresu uśpiania, ale wydłużenie to jest najbardziej widoczne w grupie odmian o średnio intensywnym i intensywnym kiełkowaniu. Ponadto obniżenie temperatury przechowywania o 2°C (z 10 do 8°C) wpływało na większe wydłużenie okresu uśpiania w tych grupach (średnio 4,7 dek.) niż

obniżenie temperatury z 8 do 6°C (o 2 dekady). Natomiast u odmiany o bardzo krótkim okresie spoczynku jak np. u odmiany Barycz (tab. 6), która rozpoczyna kiełkowanie na starcie długotrwałego przechowywania, temperatura nie może już wpłynąć na różnicowanie tego stanu fizjologicznego bulw. Temperatura może tylko ograniczyć wzrost kielków, podobnie jak u innych odmian o zróżnicowanej intensywności kiełkowania. Jest to jeszcze jedno potwierdzenie, że uwarunkowania genetyczne odmiany są bardzo ważnym czynnikiem decydującym o skłonności do kiełkowania bulw. Wykorzystując informacje o skłonności poszczególnych odmian do kiełkowania w czasie całego okresu przechowywania, można dokonać wyboru odmiany o odpowiedniej długości uśpienia i intensywności kiełkowania i zapobiec negatywnym wpływom tego procesu. Odmiany szybko kiełkujące powinny więc być przeznaczone do zagospodarowania w pierwszej kolejności.

Tabela 6

**Wpływ temperatury przechowywania na długość okresu uśpienia i wzrost kielków (w mm) bulw
wybranych odmian ziemniaka**

**Influence of storage temperature on a dormancy period and sprouting (in mm) of tubers in selected
potato cultivars**

Odmiana Cultivar	Temperatura przechowywania Storage temperature (°C)	Październik October			Listopad November			Grudzień December			Styczeń January			Luty February			Marzec March		
		1*	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Albina	2°																		–
	6°																+	+	4
	8°															+	+	3	7
	10°													+	4	10	16	32	
Koga	2°																		–
	6°															+	4	8	9
	8°										+	+	4	6	8	11	18	23	
	10°							+	3	4	5	9	12	18	27	36	43	57	76
Triada	2°																		+
	6°												+	3	6	9	11	17	21
	8°										+	3	6	11	15	21	27	32	42
	10°					+	+	+	4	10	18	26	31	43	65	80	91	115	148
Barycz	2°		+	+	6	9	11	12	14	15	16	17	18	20	21	24	26	27	29
	6°	+	+	7	12	15	19	22	25	27	29	31	34	37	40	42	46	51	56
	8°	+	+	9	13	17	21	25	29	31	35	37	39	43	45	50	55	64	68
	10°	+	5	11	19	24	26	44	59	84	102	123	151	183	234	258	285	320	347

* 1, 2, 3 — Dekada; Decade

„+” Oczka rozbudzone — długość kielków poniżej 3 mm

„+” Eyes awoken — length of sprouts below 3 mm

„–” Brak wzrostu kielków; No sprouting

PODSUMOWANIE

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że:

- Bulwy odmian wyrosłe i przechowywane w tych samych warunkach były istotnie zróżnicowane pod względem zakończenia okresu uśpienia i intensywności wzrostu kielków. Zróżnicowanie to nie było związane z wczesnością odmian.
- Dużą stabilność w długości okresu uśpienia w trzech kolejnych sezonach przechowalniczych wykazało 30% badanych odmian, małą stabilność zaobserwowano u 50% odmian a niestabilność stwierdzono u 20% testowanych odmian. Cecha ta nie była ściśle związana z warunkami pogody w okresie wegetacji.
- Największy wpływ na długość uśpienia bulw i intensywność wzrostu kielków ma czynnik odmianowy. Wyhodowanie odmiany o długim okresie spoczynku i obniżonej intensywności wzrostu kielków, może być najlepszą metodą poprawiającą trwałość przechowalniczą bulw ziemniaka.
- Na zróżnicowanie procesów fizjologicznych zachodzących w okresie przechowywania dużo większy wpływ wywierają warunki magazynowania niż warunki pogody w czasie wzrostu bulw. Niezależnie od odmiany intensywność wzrostu kielków zawsze jest ograniczana lub hamowana w warunkach niskich temperatur przechowywania.
- Na wydłużenie okresu uśpienia bulw ziemniaka większy wpływ wywiera obniżenie temperatury przechowywania z 10 do 8°C niż z 8 do 6°C. Dotyczy to głównie odmian o intensywnym i średnio intensywnym kielkowaniu.
- W celu opracowania zaleceń dla praktyki, dotyczących prawidłowego przechowywania nowej odmiany, należy ustalić minimalną temperaturę kielkowania bulw, datę końca ich uśpienia oraz tempo wzrostu kielków.

LITERATURA

- Agrimonti. C., Visioli G., Marmioli N. 2000. *In vitro* and *in silico* analysis of two genes (A₂₋₁ and G₁₋₁) differentially regulated during dormancy and sprouting in potato tubers. *Potato Res.* 43: 325 — 333.
- Allen E. J., O'Brien P. J., Firman D. 1992. Seed tuber production and management. In: *The potato crop*. Ed. Harris P. M. Chapman and Hall, second ed. London: 247 — 291.
- Biemelt S., Hajirezaei M., Hentschel E., Sonnewald U. 2000. Comparative analysis of abscisic acid content and starch degradation during storage of tubers harvested from different potato varieties. *Potato Res.* 43: 371 — 382.
- Burton W. G. van Es A., Hartmans K. J. 1992. The physics and physiology of storage. In: *The potato crop*. Ed. Harris P. M. Chapman and Hall, second ed. London: 608 — 709.
- Classens M. M. J., Vreugdenhil D. 2000. Is dormancy breaking of potato tubers the reverse of tuber initiation? *Potato Res.* 43: 347 — 369.
- Daniels-Lake B. J., Prange R. K., Kalt W., Liew C. L., Walsh J., Dean P., Coffin R. 1996. The effect of ozone and 1,8-cineole on sprouting, frycolor and sugars of stored Russet Burbank potatoes. *Am. Potato J.*, 73: 469 — 481.
- Domański L., Flis B., Domańska M., Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 2003. Postępy syntezy materiałów wyjściowych typu „cold-chipping” dla hodowli ziemniaka przydatnego do przetwórstwa spożywczego. *Mat. Konf. nt. „Znaczenie odmiany w agrotechnice i przechowalnictwie ziemniaka”* 26–27 marca 2003, Jadwisin: 74.
- Duncan H. J., Kraish S. 1999. Thermal fogging of potato stores with sprout suppressant formulation. *Abstr. of 14th Triennial Conf. EAPR. Sorrento. Italy* 2–5.05: 92 — 93.

- Es van A., Hartmans K. J. 1981. Dormancy period, sprouting and sprout inhibition. In: Storage of potatoes. Ed. Rastovski A., van Es A. PUDOC. Wageningen: 99 — 115.
- Głuska A. 1994. Wpływ ilości i rozkładu opadów w głównych miesiącach wegetacji (V–IX) na plon ziemniaka w zależności od terminu sadzenia i wczesności odmianowej. Biul. Inst. Ziemn. 44: 65 — 82.
- Ittersum van M. K., Scholte K. 1992. Schortening dormancy of seed potatoes by storage regimes. Potato Res., 35: 389 — 401.
- Ittersum van M. K., Scholte K. 1992 b. Relation between growth conditions and dormancy of seed potatoes. 2. Effects of temperature. Potato Res. 35: 365 — 375.
- Marmiroli N., Agrimonti C., Visioli G., Colauzzi M., Guarda G., Zuppini A. 2000. Silencing of G₁₋₁ and A₂₋₁ genes. Effects on general plant phenotype and on tuber dormancy in *Solanum tuberosum* L. Potato Res.: 43. 313 — 323.
- Martimer D.R., Bishop C. F. H. 1998. The effect of carbon dioxide on the dormancy of *Solanum tuberosum* during storage. Aspects of Applied Biology 52: 223 — 230.
- Martin M. 2002. The use of different storage techniques to control the compartment of potato tubers. Abstr. 15th Triennial Conf. of EAPR, Hamburg: 159.
- Oosterhaven J., Hartmans K. J. 1996. Temporary inhibition of the wound healing potato tubers by S-carvone. Abstr. 13th Triennial Conf. of EAPR. Veldhoven: 640 — 641.
- Prange R. K., Kalt W., Daniels-Lake B., Chiam L., Liew C. L., Page R. T. 1998. Using ethylene as a sprout control agent in stored Russet Burbank potatoes. J. Am. Soc. Hort. Sci. 123 (3): 463 — 469.
- Reust W. 1986. Physiological age of potato. Definitions of terms. (EAPR Working Group). Potato Res. 29: 268 — 271.
- Reust W., Hansen W. 1996. Behaviour and quality of ware and seed potatoes treated with the natural sprout inhibitor carvone (Talent R). Abstr. of 13th Triennial Conf. of EAPR Veldhoven: 668 — 669.
- Robertson N., Paine J. A. Sonnewold U., Jepson J. 2000. Expression of the chemically induced maize GST-27 promoter in potato. Potato Res. 43: 335 — 345.
- Rykaczewska K. 1998. Zmienność okresu spoczynku bulw ziemniaka w zależności od warunków pogody w okresie wegetacji. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 463: 269 — 280.
- Sowa-Niedziałkowska G. 2002. Wpływ naturalnych sposobów ograniczających intensywność przemian ilościowych w bulwach ziemniaka w czasie przechowywania. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. Zesz. 489: 355 — 363.
- Struik P. C. Wiersema S. G. 1999. Control and manipulation of physiological seed tuber quality. In: Seed Potato Technology. Wageningen: 97 — 131.
- Storey R. M. J. 1995. Improving the uniformity of CIPC distribution in potato stores. Abstr. of papers EAPR. Vila Real, Portugal, 24–30 June: 65 — 66.
- Susnoschi M. 1981. Seed potato quality as influenced by high temperatures during the growth period. 2. Sprouting pattern in several cultivars in response to storage temperature. Potato Res. 24: 381 — 388.
- 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 — 260.