

ZBIGNIEW CZERKO
JOANNA JANKOWSKA

Zakład Agronomii

Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa Ziemniaka

IHAR — PIB Radzików, Oddział Jadwisin

Wpływ odmiany, temperatury przechowywania i warunków pogodowych podczas wegetacji na straty przechowalnicze 11 odmian ziemniaka badanych w latach 2009–2011

Influence of cultivar, temperature of storage and weather conditions during vegetation period on storage losses of 11 potato varieties tested in years 2009–2011

Celem doświadczenia była ocena wielkości strat przechowalniczych nowych odmian jadalnych (Aruba, Cyprian, Elanda, Finezja, Flaming, Justa, Zagłoba) i skrobiowych (Kuras, Sekwana, Tukan, Zuzanna), określenie terminów rozpoczęcia kiełkowania ziemniaków przechowywanych w temperaturach 3°C, 5°C i 8°C oraz poszukiwanie wpływu czynników pogodowych w okresie wegetacji na termin rozpoczęcia kiełkowania, ubytków naturalnych i chorób przechowalniczych podczas przechowywania. Po przechowywaniu w temperaturach 3°C, 5°C, 8°C określono ubytki naturalne, straty wywołane rozwojem chorób oraz kiełkowaniem. Średnio, ubytki naturalne ziemniaków przechowywanych w temperaturze 3°C i 5°C były na zbliżonym poziomie (8,3% i 7,4%). Ziemniaki przechowywane w wyższej temperaturze 8°C miały istotnie wyższe ubytki naturalne (9,8%) niż przechowywane w temperaturze 3°C i 5°C. Średnie straty spowodowane rozwojem chorób przechowalniczych wynosiły dla poszczególnych odmian od 0,60% do 4,60%. Warunki klimatyczne w czasie wegetacji miały wpływ na straty masy bulw oraz choroby w czasie przechowywania. Początek kiełkowania zależał od odmiany, temperatury przechowywania i warunków pogodowych podczas wegetacji. Rozpoczęcie kiełkowania ziemniaków przechowywanych w 8°C zależało od odmiany i nastąpiło w 1 dekadzie listopada (Flaming) a najpóźniej w 1 dekadzie lutego (Finezja). Kiełkowanie ziemniaków przechowywanych w 5°C powodowało opóźnienie rozpoczęcia kiełkowania o 6 dekad w porównaniu do przechowywania w 8°C.

Słowa kluczowe: choroby, kiełki, przechowywanie, straty, ubytki naturalne, ziemniak

The main of experiment was the evaluation of the storage losses and sprouting dates in different storage temperatures (3°C, 5°C, 8°C). New table: (Aruba, Cyprian, Elanda, Finezja, Flaming, Justa, Zagłoba) and starch (Kuras, Sekwana, Tukan, Zuzanna) potato cultivars were assessed depending on

weather factors in vegetation period. After storage at temperatures of 3°C, 5°C, 8°C, natural losses, diseases losses, sprouting dates and mass of sprouts were estimated. The natural losses of potato varieties stored at 3°C, and 5°C were on the similar level (8.3% and 7.4%). Only potatoes stored in higher temperature (8°C) had higher natural losses (9.8%), than stored in temperature 3°C and 5°C. The average of potato losses caused by diseases amounted from 0.6% to 4.60%. Sprouting date depended on cultivar, on the storage temperature and vegetation conditions. Potatoes stored at temperature 8°C begun sprouting from 1st decade of November (Flaming) till 1st decade of February (Finezja), depending on cultivar. The storage at 5°C caused delay in the beginning of sprouting about 6 decades in relation to storage at 8°C. Vegetation conditions had an influence on sprouting date, natural losses and amount of diseases during storage.

Key words: diseases, natural losses, potato, sprouting, storage

WSTĘP

W przechowalnictwie cenione są odmiany, które charakteryzują się niskim poziomem ubytków naturalnych, chorób przechowalniczych oraz długim okresem spoczynku (Sowa-Niedziałkowska, 2000 i 2004 a).

Ubytki naturalne powstają głównie w wyniku transpiracji wody ze skórki i procesu oddychania ziemniaków. Intensywność transpiracji wody z bulwy zależy od odmiany, stopnia skorkowacenia skórki, stopnia zabliznienia uszkodzeń oraz od warunków przechowywania (temperatura, wilgotność).

Intensywność oddychania ziemniaków zależy głównie od temperatury przechowywania. Najniższa intensywność występuje w ziemniakach przechowywanych w temperaturze 5°C. Ziemniaki przechowywane w wyższej jak i niższej temperaturze oddychają intensywniej (Frydecka-Mazurczyk, 1978; Kubicki, 1988). Ta cecha ziemniaków zadecydowała, że zalecana temperatura przechowywania ziemniaków jadalnych powinna wynosić 5°C. Dla przetwórstwa, ze względu na potrzebę ograniczenia kumulacji cukrów dla większości odmian temperatura powinna być podniesiona do 8°C (Rastovski i in., 1981; Copp i in., 2000; Burton i in., 1992; Zgórska, Frydecka-Mazurczyk, 2000).

Straty w wyniku chorób przechowalniczych takich jak: zaraza ziemniaka, mokra zgnilizna, sucha zgnilizna oraz mieszana zgnilizna zależą głównie od odmiany, warunków wegetacji i warunków termiczno-wilgotnościowych podczas przechowywania (Kuźniewicz, 1982; Pringle i in., 1991; Sowa-Niedziałkowska, 2000; Czerko, 2009). W wyższej temperaturze przechowywania zwykle powstają wyższe straty przechowalnicze. Wysoka temperatura przechowywania (6°C–10°C), wilgotność względna powietrza powyżej 95% oraz słabe przewietrzenie przyzmy sprzyja gniciu ziemniaków w wyniku rozwoju mokrej zgnilizny a także mieszanej zgnilizny zwłaszcza, gdy dochodzi do wtórnego zakażenia bakteriami wywołującego mokrą zgniliznę bulw porażonych zarazą ziemniaka (Perombelon, 1970 b; Pett, 1978). Sucha zgnilizna bulw intensywniej rozwija się w przyzmy ziemniaków o wyższej temperaturze, jednocześnie intensywniej wietrzonej (Langerfeld ,1979; Desjardinis i in., 1992). Zdarzają się przypadki, że w niskiej temperaturze przechowywania następuje wzrost porażenia bulw tą chorobą (Kuźniewicz, 1982).

Intensywność kiełkowania bulw podczas przechowywania zależy głównie od odmiany i przebiegu temperatury w przechowalni. W wyższej temperaturze przechowywania kiełkowanie następuje szybciej i jest intensywniejsze. Przechowywanie ziemniaków w niskiej temperaturze wydłuża okres uśpiania oraz ogranicza intensywność wzrostu kiełków (Sowa-Niedziałkowska, 2004 b; Czerko, 2008; Czerko, 2011).

Z tego względu sadzeniaki powinny być przechowywane w niskiej temperaturze. Zdaniem wielu autorów, wybór optymalnej temperatury przechowywania sadzoniaków uzależniony jest od: tempa fizjologicznego starzenia się bulw, długości okresu spoczynku bulw oraz od plonowania roślin po przechowywaniu sadzoniaków w odpowiedniej temperaturze (Rykaczewska, 1993; Reust i in., 2001).

Dla większości odmian zalecana temperatura przechowywania sadzoniaków wynosi 3°C. Wyjątkiem są odmiany, które ze względu na długi okres spoczynku mogą być przechowywane w 5°C (Sowa-Niedziałkowska, 2002 b; Czerko, 2011).

W praktyce przechowalniczej jak i w doświadczeniach ścisłych zauważa się dużą zmienność strat w poszczególnych latach, mimo utrzymywania takich samych warunków termiczno-wilgotnościowych w przechowalni. Duży wpływ lat uprawy na straty przechowalnicze przedstawiono w pracy Sowy-Niedziałkowskiej, (2000). Lata „mokre” sprzyjają rozwojowi bakteryjnych chorób przechowalniczych. Na intensywność kiełkowania mają wpływ także warunki wegetacji, tj. przebieg temperatury powietrza i rozkład opadów (Sowa-Niedziałkowska, 2002 a; Czerko, 2009). Także Zarzyńska (2004) oceniła, że w roku suchym ziemniaki charakteryzowały się krótszym okresem spoczynku niż w latach wilgotnych.

Celem doświadczenia było określenie terminów rozpoczęcia kiełkowania ziemniaków i określenie wielkości strat nowo zarejestrowanych odmian przechowywanych w temperaturach 3°C, 5°C i 8°C oraz wpływu czynników pogodowych w okresie wegetacji na wymienione wyżej parametry.

MATERIAŁ I METODY

Badaniami objęto 11 odmian ziemniaka (7-jadalnych i 4-skrobiowych), które rozmnażano na polu doświadczalnym w IHAR — PIB Oddział Jadwisin w latach 2009–2011. Do sadzenia wykorzystano materiał kwalifikowany w stopniu CA lub CB. Odmiany uprawiano na glebie pseudobielicowej, wytworzonej z piasków gliniastych lekkich pylistych, kompleksu przydatności rolniczej od żytniego dobrego do żytniego słabego. Przedplonem pod ziemniaki była pszenica ozima. Pod ziemniaki stosowano nawożenie organiczne w postaci przyoranej słomy pszennej w dawce 4–5 t·h⁻¹ z dodatkiem azotu mineralnego (1 kg na 100 kg słomy) przyoranej podorywką oraz poplon ścierniskowy z gorczyca białej przyorany jesienią orką przedzimową. Stosowano następujące nawożenie mineralne: N — 100 kg·h⁻¹, P — 50 kg·h⁻¹, K — 150 kg·h⁻¹. W okresie od sadzenia do wschodów prowadzono 2–3 krotne mechaniczne zwalczanie chwastów. Stonka ziemniaczana zwalczana była w stadium L₂ oraz pokolenie jesienne. W zależności od warunków pogodowych w okresie wegetacji wykonywano 3–5 zabiegów przeciwko zarazie ziemniaka, wykorzystując do 2 pierwszych zabiegów preparaty systemiczne.

Dodatkowo przeprowadzono selekcję negatywną usuwając rośliny i bulwy porażone chorobami (czarna nóżka, silne objawy porażeniem wirusami i rizoktoniozą) w dwóch terminach: w fazie kiedy rośliny osiągnęły 20 cm wysokości; trzy tygodnie później. W końcowym okresie wegetacji nać zniszczono rozbijaczem łęcin, a po upływie 2–3 tygodni przeprowadzono zbiór kombajnem w terminie 20–25 września.

Warunki pogodowe w okresie wegetacji w badanych latach różniły się przebiegiem temperatury, ilością opadów (tab. 1).

Tabela 1

Temperatura i opady w okresie wegetacji w latach 2008, 2009, 2010
Temperature and precipitation in vegetation period in years 2008, 2009, 2010

| Lata Years | Dekada Decade | Maj May | | Czerwiec June | | Lipiec July | | Sierpień August | | Wrzesień September | | Średnia temp. Average temp. (°C) | Suma opadów Sum of precipita- tion (mm) |
|---------------|------------------|------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|--|--|
| | | temp. temp. (°C) | opady precipita- tion (mm) | temp. temp. (°C) | opady precipita- tion (mm) | temp. temp. (°C) | opady precipit- tion (mm) | temp. temp. (°C) | opady precipita- tion (mm) | temp. temp. (°C) | opady precipita- tion (mm) | | |
| 2008 | 1 | 11,5 | 36,8 | 18,2 | 0,0 | 17,4 | 20,2 | 18,3 | 26,8 | 17,4 | 21,6 | 15,6 | 304,9 |
| | 2 | 12,7 | 12,8 | 15,5 | 21,0 | 17,6 | 38,2 | 19,2 | 37,8 | 8,4 | 10,3 | | |
| | 3 | 15,5 | 13,3 | 17,5 | 22,5 | 19,3 | 10,4 | 15,7 | 16,3 | 9,0 | 16,9 | | |
| | x | 13,6 | 62,9 | 17,1 | 43,5 | 18,1 | 68,8 | 17,6 | 80,9 | 11,6 | 48,8 | | |
| 2009 | 1 | 12,0 | 8,8 | 12,6 | 30,2 | 21,1 | 36,8 | 18,7 | 12,5 | 15,8 | 8,2 | 16,3 | 340,7 |
| | 2 | 11,4 | 13,3 | 16,0 | 17,5 | 21,5 | 20,5 | 16,9 | 48,5 | 14,4 | 4,7 | | |
| | 3 | 13,3 | 58,7 | 20,7 | 24,7 | 21,3 | 28,3 | 16,6 | 22,1 | 12,5 | 5,9 | | |
| | x | 12,3 | 80,8 | 17,3 | 72,4 | 21,3 | 85,6 | 17,3 | 83,1 | 14,2 | 18,8 | | |
| 2010 | 1 | 10,7 | 36,5 | 18,1 | 37,0 | 17,4 | 43,5 | 19,4 | 27,8 | 10,9 | 50,7 | 15,6 | 506,1 |
| | 2 | 12,7 | 70,4 | 15,7 | 11,0 | 23,4 | 12,3 | 20,1 | 31,7 | 11,6 | 6,7 | | |
| | 3 | 13,6 | 59,9 | 15,6 | 16,0 | 19,3 | 40,9 | 16,0 | 45,8 | 10,7 | 13,9 | | |
| | x | 12,4 | 166,8 | 16,5 | 64,0 | 20,0 | 96,7 | 18,2 | 105,3 | 11,1 | 71,3 | | |

Badania przechowalnicze prowadzono przez 3 sezony przechowalnicze w następujących warunkach:

- w okresie przygotowawczym trwającym 1 miesiąc przez pierwsze dwa tygodnie po zbiorze utrzymywano temperaturę na poziomie 15°C, przy wilgotności względnej powietrza około 90%, a przez następne 2 tygodnie temperaturę stopniowo obniżano aż do osiągnięcia 3°C, 5°C i 8°C,
- w długotrwałym okresie składowania, trwającym 5 miesięcy, próby (2×10 kg) umieszczano w komorach przechowalni w których utrzymywano temperaturę 3°C, 5°C i 8°C, przy wilgotności względnej powietrza 90–95%, (odmiany jadalne przechowywano w temperaturze 3°C, 5°C i 8°C, a skrobiowe w temperaturze 3°C, 5°C,
- obserwacje początku kiełkowania i intensywność wzrostu kiełków oceniano na bulwach wszystkich 11 odmian przechowywanych w skrzynkach z foremkami (każda z 30 bulw leżała oddzielnie) umieszczonych w komorach z temperaturą 3°C, 5°C i 8°C. Ocenę wykonywano co 10 dni, a za początek kiełkowania przyjęto termin, w którym 75% bulw miało rozbudzone kiełki (2 mm),
- po okresie przygotowawczym próby zostały przeważone i oceniono ubytki naturalne,

— straty za cały okres przechowywania (ubytki naturalne, choroby, kiełki) oceniano po 6 miesiącach przechowywania.

Oceniając wpływ warunków wegetacji na poszczególne rodzaje strat przechowalniczych w 3 sezonach 2008/09, 2009/10, 2010/11 obliczono współczynniki korelacji między badanymi rodzajami strat przechowalniczych a przebiegiem temperatury i opadami. Wyniki badań opracowano statystycznie z wykorzystaniem analizy wariancji i współczynnika korelacji Pearsona.

WYNIKI I DYSKUSJA

Warunki pogodowe podczas wegetacji ziemniaków w 3 badanych sezonach 2008, 2009 i 2010 różniły się między sobą. Szczególnie rok 2010 wyróżniał się dużymi opadami we wszystkich miesiącach wegetacji. Średnie opady za 5 miesięcy (maj-wrzesień) w roku 2010 wynosiły 506,1 mm wobec 304,9 mm w roku 2008 i 340,7 mm w roku 2009 (tab. 1). Warunki w czasie zbioru ziemniaków (3 dekada września) w roku 2009 charakteryzowały się małymi opadami i wysoką temperaturą. W pozostałych 2 latach (2008 i 2009) temperatura podczas zbioru była niższa i było więcej opadów.

Początek kiełkowania i długość kiełków

Temperatura przechowywania w zakresie 3–8°C miała duży wpływ na początek kiełkowania i intensywność wzrostu kiełków.

Tabela 2

Początek kiełkowania i długość kiełków po przechowywaniu w temperaturach 3°C, 5°C, 8°C Beginning of sprouting and length of sprouts after storage at temperatures 3°C, 5°C and 8°C

| Odmiany Cultivars | Temperatura przechowywania — Storage temperature | | | | | |
|---|---|--|---|--|---|--|
| | 3°C | | 5°C | | 8°C | |
| | początek kiełkow. beginning of sprouting | długość kiełków length of sprouts | początek kiełkow. beginning of sprouting | długość kiełków length of sprouts | początek kiełkow. beginning of sprouting | długość kiełków length of sprouts |
| Justa | 1 d IV | 4,0 | 1 d III | 8,7 | 2 d I | 27,7 |
| Elanda | 3 d III | 6,3 | 2 d II | 15,0 | 1 d I | 29,3 |
| Cyprian | 2 d IV | 4,0 | 3 d III | 5,7 | 1 d II | 30,7 |
| Finezja | 3 d IV | 3,0 | 3 d III | 6,0 | 1 d II | 35,0 |
| Zagłoba | 3 d III | 6,7 | 1 d II | 13,7 | 3 d XII | 53,3 |
| Aruba | 1 d IV | 4,0 | 1 d III | 9,7 | 2 d I | 86,7 |
| Flaming | 2 d I | 26,7 | 2 d XII | 54,3 | 1 d XI | 148,3 |
| Średnio — Average | 3 d III | 7,8 | 3 d II | 16,2 | 1 d I | 58,7 |
| Sekwana (s) | 2 d IV | 3,0 | 1 d III | 11,3 | 2 d I | 22,0 |
| Zuzanna (s) | 1 d V | 2,0 | 1 d IV | 5,5 | 1 d II | 27,0 |
| Tucan (s) | 1 d V | 0,0 | 1 d III | 7,5 | 1 d I | 30,0 |
| Kuras (s) | 2 d IV | 3,0 | 2 d III | 6,7 | 2 d I | 43,0 |
| Średnio — Average | 2 d IV | 3,0 | 2 d III | 7,8 | 1 d I | 30,7 |
| 2008/09 | 1 d III | 10,9 | 3 d I | 22,7 | 3 d XII | 71,0 |
| 2009/10 | 2 d IV | 3,7 | 1 d III | 9,6 | 1 d I | 48,0 |
| 2010/11 | 1 d V | 3,0 | 1 d IV | 6,9 | 1 d II | 26,4 |
| Średnia dla odmian Average for cultivars | 1 d IV | 5,8 | 1 d III | 13,1 | 2 d I | 48,5 |

Odmiany jadalne przechowywane w 8°C rozpoczynały kiełkowanie średnio w 1 dekadzie stycznia (od 1 dekady listopada — Flaming do 1 dekady lutego — Finezja) i długość kielków po przechowywaniu wynosiła średnio 58,7 mm (tab. 2). Odmiany skrobiowe przechowywane w tej temperaturze początek kiełkowania miały także w 1 dekadzie stycznia, ale średnia długość kielków była mniejsza i wynosiła 30,7 mm.

Odmiany jadalne przechowywane w temperaturze 5°C rozpoczęły kiełkowanie w 3 dekadzie lutego i było ono opóźnione średnio o 6 dekad w stosunku do bulw przechowywanych w temperaturze 8°C. Średnia długość kielków wyniosła 16,2 mm. Odmiany skrobiowe kiełkowanie rozpoczęły 2 dekady później i kielki miały mniejszą długość 7,8 mm.

W temperaturze przechowywania 3°C (zalecanej dla sadzeniaków) kiełkowanie ziemniaków jadalnych rozpoczęło się w 3 dekadzie marca, a odmian skrobiowych w 2 dekadzie kwietnia. Długość kielków odmian skrobiowych wynosiła 3 mm a jadalnych 7,8 mm przy czym odmiana Flaming istotnie różniła się od odmian pozostałych (długość kielków wynosiła 26,7 mm).

W badanej grupie odmian termin rozpoczęcia kiełkowania jak i intensywność kiełkowania różniły się między sobą. Najkrótszy okres uśpienia miała odmiana Flaming, która w najniższej temperaturze (3°C) rozpoczęła kiełkowanie w 1 dekadzie stycznia i po przechowaniu długość kielków wyniosła 26,7 mm. Pozostałe odmiany rozpoczynały kiełkowanie po 3 dekadzie marca. Najdłuższy okres uśpienia miały odmiany Zuzanna, Tucan, których kiełkowanie w 3°C rozpoczęło się w 1 dekadzie maja. Dla przechowywania sadzeniaków najkorzystniejsza jest temperatura w której okres uśpienia trwa do połowy marca. Dla sadzeniaków odmian: Cyprian, Finezja, Kuras, Zuzanna najkorzystniejsze jest przechowywanie w temperaturze 5°C, a dla odmian: Justa, Sekwana, Tucan w zakresie temperatur 3–5°C. Odmiana intensywnie kiełkująca taka jak Flaming powinna być przechowywana w najniższej dopuszczalnej temperaturze dla sadzeniaków 2–3°C.

Terminy kiełkowania w badanych latach znacznie różniły się między sobą, mimo utrzymywania stałej temperatury w przechowalni. Najwcześniejsze kiełkowanie badanych odmian przechowywanych w temperaturze 8°C miało miejsce w sezonie 2008/2009 (3 dekada grudnia) a najpóźniej wystąpiło w sezonie 2010/2011 (w 1 dekadzie lutego). Podobna kolejność rozpoczęcia kiełkowania wystąpiła podczas przechowywania w 3°C i w 5°C. Okres wegetacji 2010, z którego zbioru ziemniaki miały najdłuższy okres spoczynku charakteryzował się największymi opadami (506,1 mm za maj-wrzesień) przy średniej temperaturze wegetacji 15,6°C, natomiast rok 2008 charakteryzował się najniższą sumą opadów (304,9 mm za maj-wrzesień) (tab. 1, 2).

Analiza statystyczna przeprowadzona oddzielnie dla odmian jadalnych i skrobiowych (ze względu na różne temperatury przechowywania) wykazała największą zależność między terminem rozpoczęcia kiełkowania a ilością opadów. Dla odmian jadalnych współczynnik korelacji Pearsona wynosił $r = 0,51$, a dla skrobiowych $r = 0,89$ (tab. 8, 9).

Czerko już w 2010 roku opublikował podobne wyniki (wskazujące, że termin rozpoczęcia kiełkowania ziemniaków przechowywanych w tych samych warunkach bardziej zależał od ilości opadów niż od przebiegu temperatury w okresie wegetacji). Natomiast w pracy Ittersuma (1993), w której były symulowane ściśle warunki wzrostu ziemniaków przedstawiono wyniki,

wskazujące, że zróżnicowanie długości okresu spoczynku bulw zależało od wahań temperatury (maksymalna-minimalna) w okresie wegetacji, a nie od przebiegu średniej temperatury.

Straty przechowalnicze

Poziom ubytków naturalnych badanych odmian (tab. 3 i 4) był wyższy od średnich wieloletnich (7,5%).

Tabela 3

Straty przechowalnicze (%) odmian ziemniaków jadalnych po przechowywaniu w różnych temperaturach (2008–2011)

The storage losses (%) of table potato cultivars after storage at different temperatures (2008–2011)

| Temperatura przechowywania Temperature of storage | Odmiany Cultivars | Ubytki Natural losses | Choroby Diseases | Kiełki Sprouts | Suma strat Sum of losses | |
|--|----------------------|--------------------------|---------------------|-------------------|-----------------------------|------|
| 3°C | Aruba | 7,8 | 0,8 | 0,01 | 8,6 | |
| | Cyprian | 7,7 | 1,1 | 0,02 | 8,8 | |
| | Elanda | 7,5 | 0,6 | 0,02 | 8,2 | |
| | Finezja | 9,3 | 2,2 | 0,00 | 11,1 | |
| | Flaming | 7,8 | 0,9 | 0,11 | 8,8 | |
| | Justa | 8,6 | 1,9 | 0,00 | 10,5 | |
| | Zagłoba | 9,4 | 3,0 | 0,01 | 12,4 | |
| 5°C | Aruba | 6,3 | 0,2 | 0,07 | 6,6 | |
| | Cyprian | 6,9 | 1,1 | 0,04 | 8,0 | |
| | Elanda | 7,6 | 1,1 | 0,05 | 8,8 | |
| | Finezja | 6,3 | 0,0 | 0,00 | 6,3 | |
| | Flaming | 6,8 | 0,5 | 0,68 | 8,0 | |
| | Justa | 9,0 | 4,6 | 0,02 | 13,6 | |
| | Zagłoba | 9,0 | 3,4 | 0,15 | 12,6 | |
| 8°C | Aruba | 9,3 | 1,1 | 1,13 | 11,5 | |
| | Cyprian | 8,3 | 0,3 | 1,18 | 9,8 | |
| | Elanda | 8,4 | 0,7 | 0,84 | 9,9 | |
| | Finezja | 9,4 | 0,8 | 0,48 | 10,7 | |
| | Flaming | 11,3 | 0,4 | 5,69 | 17,4 | |
| | Justa | 11,7 | 4,0 | 1,01 | 16,7 | |
| | Zagłoba | 9,9 | 2,4 | 1,07 | 13,4 | |
| Średnio dla odmian Average for cultivars | Aruba | 7,8 | 0,7 | 0,40 | 8,9 | |
| | Cyprian | 7,7 | 0,8 | 0,41 | 8,9 | |
| | Elanda | 7,8 | 0,8 | 0,30 | 8,9 | |
| | Finezja | 8,4 | 1,0 | 0,16 | 9,6 | |
| | Flaming | 8,6 | 0,6 | 2,16 | 11,4 | |
| | Justa | 9,7 | 3,5 | 0,34 | 13,5 | |
| | Zagłoba | 9,5 | 2,9 | 0,32 | 12,7 | |
| średnio — average | | 8,5 | 1,5 | 0,6 | 10,6 | |
| NIR — LSD | | 1,4 | 1,5 | 0,50 | 2,6 | |
| Średnio dla temperatur Average for temperatures | 3°C | 8,3 | 1,5 | 0,03 | 9,8 | |
| | 5°C | 7,4 | 1,6 | 0,14 | 9,1 | |
| | 8°C | 9,8 | 1,4 | 1,62 | 12,8 | |
| | średnio — average | | 8,5 | 1,5 | 0,6 | 10,6 |
| | NIR — LSD | | 0,9 | 1,0 | 0,4 | 1,7 |
| Średnio dla lat Average for years | 2008/09 | 8,0 | 0,4 | 0,90 | 9,4 | |
| | 2009/10 | 7,9 | 0,8 | 0,50 | 9,1 | |
| | 2010/11 | 9,6 | 3,3 | 0,31 | 13,2 | |
| | średnio — average | | 8,5 | 1,5 | 0,6 | 10,6 |
| | NIR — LSD | | 0,9 | 1,0 | 0,4 | 1,7 |

Tabela 4

Straty przechowalnicze odmian skrobiowych (%) po przechowywaniu w różnych temperaturach (2008–2011)

The storage losses of starch potatoes (%) after storage at different temperatures (2008–2011)

| Temperatura przechowywania Temperature of storage | Odmiany Cultivars | Ubytki Natural losses | Choroby Diseases | Kiełki Sprouts | Suma strat Sum of losses |
|--|----------------------|--------------------------|---------------------|-------------------|-----------------------------|
| 3°C | Kuras | 11,7 | 1,4 | 0,01 | 13,1 |
| | Sekwana | 14,4 | 4,7 | 0,01 | 19,2 |
| | Tucan | 8,3 | 2,1 | 0,00 | 10,4 |
| | Zuzanna | 8,9 | 1,0 | 0,00 | 10,0 |
| 5°C | Kuras | 9,0 | 1,7 | 0,02 | 10,7 |
| | Sekwana | 11,5 | 4,4 | 0,04 | 15,9 |
| | Tucan | 6,7 | 3,1 | 0,01 | 9,9 |
| | Zuzanna | 8,5 | 1,8 | 0,00 | 10,0 |
| Średnio dla odmian Average for cultivars | Kuras | 10,3 | 1,6 | 0,02 | 11,9 |
| | Sekwana | 12,9 | 4,6 | 0,03 | 17,6 |
| | Tucan | 7,5 | 2,6 | 0,01 | 10,1 |
| | Zuzanna | 8,7 | 1,4 | 0,00 | 10,0 |
| | średnio — average | 9,9 | 2,6 | 0,01 | 12,5 |
| Średnio dla temperatur Average for temperatures | NIR — LSD | 1,6 | 1,6 | 0,01 | 3,1 |
| | 3°C | 10,8 | 2,3 | 0,01 | 13,2 |
| | 5°C | 8,9 | 2,8 | 0,02 | 11,6 |
| | średnio — average | 9,9 | 2,6 | 0,01 | 12,5 |
| | NIR — LSD | 1,1 | 1,1 | 0,01 | 2,2 |
| Średnio dla lat Average for years | 2008/09 | 7,2 | 0,4 | 0,03 | 7,6 |
| | 2009/10 | 10,6 | 2,1 | 0,01 | 12,7 |
| | 2010/11 | 11,7 | 5,1 | 0,01 | 16,8 |
| | średnio — average | 9,9 | 2,6 | 0,01 | 12,5 |
| | NIR — LSD | 1,4 | 1,4 | 0,01 | 2,7 |

Największy średni poziom ubytków, po przechowywaniu bulw w temperaturze 3°C i 5°C osiągnęły odmiany skrobiowe, Sekwana — 12,9% i Kuras — 10,3% (tab. 4). Najniższy poziom (średnio z 3°C, 5°C, 8°C) ubytków naturalnych uzyskały odmiany: Tucan, Cyprian, Aruba, Elanda (tab. 3). Najwyższe ubytki naturalne wystąpiły w ziemniakach odmian jadalnych przechowywanych w temperaturze 8°C (9,8%) i istotnie różniły się od ubytków powstałych u odmian po przechowywaniu w 3°C (8,3%) jak i w 5°C (7,4%).

Na ubytki naturalne w sezonie przechowalniczym składają się ubytki w okresie przygotowawczym trwającym 1 miesiąc i w długotrwałym okresie przechowywania, gdy ziemniaki przechowywane są już w zalecanych temperaturach. W okresie przygotowawczym ubytki naturalne są stosunkowo duże, gdyż w bulwach zachodzą jeszcze procesy korkowacenia skórki i zablizniania uszkodzeń.

Najniższe ubytki w pierwszym okresie przechowywania miały odmiany: Finezja (2,1%), Tucan (2,3%) i Elanda (2,4%) a najwyższe odmiany: Kuras (3,0%), Sekwana (3,0%), Cyprian 3,1%).

Analizę wpływu sezonów przechowalniczych na ubytki naturalne (tab. 5) przeprowadzono na 5 odmianach (Aruba, Cyprian, Elanda, Finezja, Flaming) które charakteryzowały się małym porażeniem chorobami przechowalniczymi (poniżej 1%). Pozostałe odmiany charakteryzujące się wyższym porażeniem chorobami nie analizowano, gdyż poprzez zgniłe ziemniaki z których odparowała woda mogły zniekształcić wynik.

Przedstawione w tabeli 5 współczynniki korelacji między temperaturą, opadami i współczynnikiem Sielianinowa a ubytkami naturalnymi wskazują na mały wpływ lat na poziom ubytków naturalnych podczas przechowywania.

Tabela 5

Wpływ warunków pogodowych w okresie wegetacji (średnia za maj-wrzesień) na ubytki naturalne po przechowywaniu — współczynnik korelacji dla odmian jadalnych (bez Justa, Zagłoba)
Influence of weather conditions in vegetation period (average: May-September) on natural losses and diseases after storage — correlation coefficient for table cultivars (without Justa and Zagłoba)

| Lata Years | Temperatura Temperature (°C) | Opady Precipitation (mm) | Współczynnik Sielianinowa Coefficient of Sielianinov | Ubytki naturalne Natural losses (%) |
|--|------------------------------------|--------------------------------|---|---|
| 2008 | 15,6 | 304,9 | 1,29 | 8,1 |
| 2009 | 16,3 | 340,7 | 1,38 | 7,7 |
| 2010 | 15,6 | 506,1 | 2,15 | 8,4 |
| Współczynnik korelacji — temperatura Correlation coefficient — temperature | | | | -0,33 |
| Współczynnik korelacji — opady Correlation coefficient — precipitation | | | | 0,25 |
| Współczynnik korelacji — współczynnik Sielianinowa Correlation coefficient — coefficient of Sielianinov | | | | 0,26 |

Choroby przechowalnicze

Wpływ temperatury przechowywania (3°C, 5°C, i 8°C) na straty spowodowane rozwojem chorób przechowalniczych badanych odmian przedstawiono w tabeli 3 i 4. Średnie straty wyniosły 1,5%; najwyższe wystąpiły u odmian: Sekwana — 4,6%, Justa — 3,5%, Zagłoba — 2,9% i Tucan — 2,6%, a najniższe nie przekraczające 1,0% posiadały odmiany Flaming, Aruba, Cyprian, Elanda. W tabeli 6 i 7 przedstawiono procent porażenia bulw chorobami przechowalniczymi z podziałem na choroby grzybowe i bakteryjne (sucha zgnilizna, mokra zgnilizna, mieszana zgnilizna). Najwięcej było bulw porażonych mokrą zgnilizną szczególnie u odmian Justa i Zagłoba.

Temperatura przechowywania nie miała istotnego wpływu na rozwój poszczególnych chorób przechowalniczych ziemniaków odmian jadalnych i skrobiowych. W grupie odmian jadalnych podczas przechowywania w 5°C nie obserwowano bulw porażonych suchą zgnilizną, ale już w grupie odmian skrobiowych sucha zgnilizna w tej temperaturze wystąpiła. Natomiast stwierdzono bardzo duży wpływ warunków wegetacji na rozwój chorób. Okres wegetacji 2010 charakteryzował się największymi opadami (i współczynnikiem Sielianinowa) i ziemniaki w tym sezonie przechowalniczym 2010/2011 były najbardziej porażone chorobami przechowalniczymi tak w grupie ziemniaków odmian jadalnych jak i w skrobiowych. Natomiast w sezonie 2008/2009 charakteryzującym się najmniejszymi opadami i współczynnikiem Sielianinowa porażenie chorobami przechowalniczymi było najniższe.

Tabela 6

Porażenia chorobami przechowalniczymi ziemniaków odmian jadalnych (%) po przechowywaniu w różnych temperaturach (2008–2011)

The storage diseases of table potato cultivars (%) after storage at different temperatures (2008–2011)

| Temperatura przechowywania Temperature of storage | Odmiany Cultivars | Sucha zgnilizna Dry rot | Mokra zgnilizna Soft rot | Mieszana zgnilizna Mix rot |
|--|----------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 3°C | Aruba | 0,00 | 0,53 | 0,00 |
| | Cyprian | 0,08 | 0,99 | 0,00 |
| | Elanda | 0,00 | 0,55 | 0,00 |
| | Finezja | 0,33 | 1,87 | 0,00 |
| | Flaming | 0,00 | 0,75 | 0,14 |
| | Justa | 0,00 | 1,88 | 0,00 |
| | Zagłoba | 0,00 | 3,03 | 0,00 |
| 5°C | Aruba | 0,00 | 0,13 | 0,10 |
| | Cyprian | 0,00 | 0,90 | 0,22 |
| | Elanda | 0,00 | 0,84 | 0,26 |
| | Finezja | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | Flaming | 0,00 | 0,42 | 0,14 |
| | Justa | 0,00 | 4,59 | 0,00 |
| | Zagłoba | 0,00 | 2,75 | 0,62 |
| 8°C | Aruba | 0,00 | 1,09 | 0,00 |
| | Cyprian | 0,00 | 0,30 | 0,00 |
| | Elanda | 0,00 | 0,66 | 0,00 |
| | Finezja | 0,40 | 0,19 | 0,22 |
| | Flaming | 0,00 | 0,36 | 0,00 |
| | Justa | 0,48 | 3,57 | 0,00 |
| | Zagłoba | 0,41 | 1,50 | 0,53 |
| Średnio dla odmian Average for cultivars | Aruba | 0,00 | 0,58 | 0,03 |
| | Cyprian | 0,03 | 0,73 | 0,07 |
| | Elanda | 0,00 | 0,69 | 0,09 |
| | Finezja | 0,24 | 0,69 | 0,07 |
| | Flaming | 0,00 | 0,51 | 0,09 |
| | Justa | 0,16 | 3,35 | 0,00 |
| | Zagłoba | 0,14 | 2,42 | 0,38 |
| | średnio — average | 0,08 | 1,28 | 0,10 |
| NIR — LSD | 0,22 | 1,29 | 0,26 | |
| Średnio dla temperatur Average for temperatures | 3°C | 0,06 | 1,37 | 0,02 |
| | 5°C | 0,00 | 1,38 | 0,19 |
| | 8°C | 0,18 | 1,10 | 0,10 |
| | średnio — average | 0,08 | 1,28 | 0,10 |
| | NIR — LSD | 0,15 | 0,84 | 0,17 |
| Średnio dla lat Average for years | 2008/09 | 0,06 | 0,36 | 0,02 |
| | 2009/10 | 0,15 | 0,28 | 0,29 |
| | 2010/11 | 0,03 | 3,20 | 0,01 |
| | średnio — average | 0,08 | 1,28 | 0,10 |
| | NIR — LSD | 0,15 | 0,84 | 0,17 |

Odnutowano wysoki współczynnik korelacji między rozwojem chorób przechowalniczych a opadami w okresie wegetacji ($r = 0,50$ dla ziemniaków jadalnych i $r = 0,68$ dla skrobiowych, tab. 8 i 9). Nie wykazano wpływu temperatury w okresie wegetacji na rozwój chorób przechowalniczych. Podobne zależności między wpływem zwiększonych opadów w okresie wegetacji na wzrost chorób przechowalniczych uzyskano w badaniach z inną serią odmian (Czerko, 2011).

Tabela 7

Porażenie chorobami przechowalniczymi (%) ziemniaków odmian skrobiowych po przechowywaniu w różnych temperaturach (2008–2011)

The storage diseases of starch potato cultivars (%) after storage at different temperatures (2008–2011)

| Temperatura przechowywania Temperature of storage | Odmiany Cultivars | Sucha zgnilizna Dry rot | Mokra zgnilizna Soft rot | Mieszana zgnilizna Mixed rot |
|--|----------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 3°C | Kuras (s) | 0,00 | 1,29 | 0,10 |
| | Sekwana (s) | 0,47 | 4,25 | 0,00 |
| | Tucan (s) | 0,00 | 2,14 | 0,00 |
| | Zuzanna (s) | 0,00 | 1,04 | 0,00 |
| 5°C | Kuras (s) | 0,21 | 0,57 | 0,90 |
| | Sekwana (s) | 0,14 | 4,15 | 0,11 |
| | Tucan (s) | 0,00 | 3,14 | 0,00 |
| | Zuzanna (s) | 0,00 | 1,75 | 0,00 |
| Średnio dla odmian Average for cultivars | Kuras (s) | 0,10 | 0,93 | 0,52 |
| | Sekwana (s) | 0,31 | 4,20 | 0,06 |
| | Tucan (s) | 0,00 | 2,64 | 0,00 |
| | Zuzanna (s) | 0,00 | 1,40 | 0,00 |
| | Średnio — Average | 0,20 | 2,29 | 0,15 |
| Średnio dla temperatur Average for temperatures | NIR — LSD | 0,36 | 1,35 | 0,66 |
| | 3°C | 0,12 | 2,18 | 0,03 |
| | 5°C | 0,09 | 2,40 | 0,26 |
| | Średnio — Average | 0,10 | 2,29 | 0,15 |
| | NIR — LSD | 0,26 | 0,95 | 0,46 |
| Średnio dla lat Average for years | 2008/09 | 0,00 | 0,44 | 0,00 |
| | 2009/10 | 0,31 | 1,30 | 0,43 |
| | 2010/11 | 0,00 | 5,13 | 0,00 |
| | Średnio — Average | 0,10 | 2,29 | 0,15 |
| | NIR — LSD | 0,31 | 1,17 | 0,57 |

Tabela 8

Wpływ warunków pogodowych w okresie wegetacji (średnia za maj-wrzesień) na początek kiełkowania bulw i choroby po przechowywaniu — współczynnik korelacji dla odmian jadalnych

Influence weather conditions in vegetation period (average: May-September) on date of sproutings, on natural losses and diseases after storage — correlation coefficient for table cultivars

| Lata Years | Temperatura Temperature (°C) | Opady Precipitation (mm) | Współczynnik Sielianinowa Coefficient of Sielianinov | Początek kiełkowania — numer dekady * Beginning of sprouting number of decade * | Choroby Diseases (%) |
|--|------------------------------------|--------------------------------|---|--|----------------------------|
| 2008 | 15,6 | 304,9 | 1,29 | 2. dekada stycznia — 11,1 | 0,44 |
| 2009 | 16,3 | 340,7 | 1,38 | 3. dekada lutego — 14,9 | 0,75 |
| 2010 | 15,6 | 506,1 | 2,15 | 3. dekada marca — 16,8 | 3,25 |
| Współczynnik korelacji — temperatura Correlation coefficient — temperature | | | | 0,12 | -0,22 |
| Współczynnik korelacji — opady Correlation coefficient — precipitation | | | | 0,51 | 0,50 |
| Współczynnik korelacji — współczynnik Sielianinowa Correlation coefficient — coefficient of Sielianinov | | | | 0,48 | 0,58 |

*1=1 dekada października, 18=3 dekada marca

*1=1st decade of October, 18=3rd decade of March

Tabela 9

Wpływ warunków pogodowych w okresie wegetacji (średnia za maj-wrzesień) na początek kiełkowania bulw i choroby po przechowywaniu — współczynnik korelacji dla odmian skrobiowych
Influence of weather conditions in vegetation period (average in May-September) on date of sprouting, on natural losses and diseases after storage — correlation coefficient for starch cultivars

| Lata Years | Temperatura Temperature (°C) | Opady Precipitation (mm) | Współczynnik Sielianinowa Coefficient of Sielianinov | Początek kiełkowania — numer dekady * Beginning of sprout- number of decade * | Choroby Diseases (%) |
|--|------------------------------------|--------------------------------|---|--|----------------------------|
| 2008 | 15,6 | 304,9 | 1,29 | 2. dekada lutego —14,3 | 0,44 |
| 2009 | 16,3 | 340,7 | 1,38 | 1. dekada marca — 16,1 | 2,05 |
| 2010 | 15,6 | 506,1 | 2,15 | 1. dekada kwietnia — 19,3 | 5,13 |
| Współczynnik korelacji — temperatura Correlation coefficient — temperature | | | | -0,16 | -0,12 |
| Współczynnik korelacji — opady Correlation coefficient — precipitation | | | | 0,89 | 0,68 |
| Współczynnik korelacji — współczynnik Sielianinowa Correlation coefficient — coefficient of Sielianinov | | | | 0,88 | 0,67 |

*1=1 dekada października, 19 = 1 dekada kwietnia

*1=1 decade of October, 19= 1 decade of April

Suma strat

Na całkowite straty podczas przechowywania składają się ubytki naturalne, bulwy porażone chorobami oraz masa kiełków. Suma strat zależała głównie od odmiany i temperatury przechowywania, istotny wpływ miały także warunki wegetacji.

Warunki wegetacji w badanych latach wpłynęły na sumę strat. Większe opady w okresie wegetacji wpłynęły głównie na wzrost porażenia chorobami przechowalniczymi a pośrednio także na wzrost ubytków naturalnych. Po mokrym okresie wegetacji kiełkowanie było późniejsze i mniej intensywne, ale dla sumy strat znaczenie kiełkowania było minimalne.

WNIOSKI

1. Stwierdzono wysoki współczynnik korelacji między rozwojem chorób przechowalniczych a opadami w okresie wegetacji. W latach o dużych opadach wystąpiło zwiększone porażenie bulw ziemniaka chorobami przechowalniczymi.
2. Większy rozwój chorób przechowalniczych wystąpił w wyższej temperaturze przechowywania (8°C). Średnio najniższe porażenie chorobami przechowalniczymi (<1,0%) wystąpiło u odmian: Flaming, Elanda, Finezja, Cyprian, a najwyższe (>1,0%) u odmian: Aruba, Justa i Zagłoba.
3. W temperaturze 5°C mogą być przechowywane sadzeniaki odmian: Cyprian, Finezja, Kuras, Zuzanna a w temperaturze przechowywania pomiędzy 3°C a 5°C odmiany: Aruba, Justa, Sekwana, Tucan. Odmiany Elanda, Zagłoba w temperaturze 3°C, a odmiana intensywnie kiełkująca Flaming powinna być przechowywana w temperaturze 2–3°C.
4. Najmniejszymi stratami przechowalniczymi charakteryzowały się odmiany: Aruba, Cyprian, Elanda, Finezja (tab. 3 i 4). Największe straty wystąpiły u odmiany Sekwana.

Istotnie wyższe straty wystąpiły w wyższej temperaturze przechowywania 8°C. Straty ziemniaków przechowywanych w temperaturze 3°C i w 5°C nie różniły się istotnie między sobą tak dla ziemniaków jadalnych jak i dla skrobiowych.

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.* 77: 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.
- Desjardinis A., Christ E., McCornick 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 ss.
- 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 Resistenz Verhaltens von Kartoffelsorten Gegenüber *Fusarium coeruleum* (Lib.) Sacc. *Potato Res.* 22: 107 — 122.
- 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 f. 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 sadzeniaków 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. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 489: 355 — 363.

- Sowa-Niedziałkowska G. 2002 b. Określenie optymalnej temperatury przechowywania sadzeniaków różnych odmian ziemniaka w skali 9-stopniowej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 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 sadzeniakach 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.