

ZBIGNIEW CZERKO**MAGDALENA GRUDZIŃSKA**

IHAR — PIB Radzików, Oddział w Jadwisinie

Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa Ziemniaka

Wpływ warunków wegetacji i przechowywania na kiełkowanie bulw ziemniaka

Influence of weather and storage conditions on sprouting of potato tubers

Celem doświadczenia było określenie wpływu czynników hydrotermicznych w okresie wegetacji i temperatury 3°C, 5°C i 8°C podczas przechowywania na termin rozpoczęcia kiełkowania bulw ziemniaka. Ziemniaki przechowywane w temperaturze 8°C rozpoczynały kiełkowanie średnio w drugiej dekadzie stycznia. Po okresie przechowywania długość kiełków u badanych odmian wynosiła 84 mm. Temperatura przechowywania 5°C spowodowała opóźnienie terminu kiełkowania średnio o 4 dekady w stosunku do temperatury 8°C. Przechowywanie bulw w 3°C opóźniło rozpoczęcie kiełkowania średnio o 2 miesiące w odniesieniu do temperatury 8°C. Największy wpływ na termin rozpoczęcia kiełkowania w różnych latach miały opady występujące podczas wegetacji. Większe opady, a także wyższa wartość współczynnika Sieljaninowa w okresie wegetacji spowodowały wydłużenie okresu spoczynku podczas przechowywania. O terminie rozpoczęcia kiełkowania poszczególnych odmian i warunków wegetacji decydowały stopniodni wyliczone w okresie od września do rozpoczęcia kiełkowania podczas przechowywania (w zakresie 5°–8°C).

Słowa kluczowe: kiełki, opady, przechowywanie, warunki wegetacji, ziemniak

The beginning of sprouting and sprouts' length during storage at temperature 3°C, 5°C, 8°C and influence of weather factors in vegetation period on date of beginning of sprouting was evaluated. The beginning of sprouting of potatoes stored at temperature 8°C depended on varieties and begun in 2nd decade of January. After storage period, the length of sprouts was 84 mm. The 5°C temperature of storage caused delay in sprouting beginning of about 4 decades in relation to storage at temperature 8°C. Potatoes storage at 3°C caused delay in the beginning of sprouting of about 2 months in relation to storage at 8°C. Sum of rainfall during vegetation season had the largest influence on the date of sprouting beginning. Higher rainfall and also higher Sieljaninov coefficient in vegetation season caused an extension of the dormancy period. The date of the start of sprouting for each variety and growing conditions was determined by degree-days calculated for the period from September to the beginning of sprouting during storage (at the 5°–8°C).

Key word: growing season, potato, precipitation, sprouting, storage

WSTĘP

Przydatność ziemniaków do długotrwałego przechowywania związana jest z właściwościami genetycznymi odmiany, które mogą ulegać modyfikacjom pod wpływem warunków uprawy, zbioru i przechowywania (Sowa-Niedziałkowska, 2000 i 2004). Jedną z istotnych cech decydujących o przydatności do długotrwałego przechowywania jest termin rozpoczęcia kiełkowania ziemniaków. W przechowalnictwie cenione są odmiany o długim okresie spoczynku i małej intensywności wzrostu kiełków.

Okres spoczynku charakteryzuje się zahamowaniem podziałów komórkowych i ograniczeniem do minimum procesów życiowych. Bulwy zapadają w stan spoczynku pod koniec okresu wzrostu, gdy aktywność merystematyczna gwałtownie spada (Bielińska-Czarnecka, 1985). Podczas przechowywania bulw istotna jest druga faza spoczynku tzw. względna, o długości której decydują warunki środowiska w których są one przechowywane.

Na kiełkowanie bulw podczas przechowywania mają wpływ: odmiana, przebieg temperatury w przechowalni, a także warunki w okresie wegetacji (Sowa-Niedziałkowska, 2000; Zarzyńska, 2004; Czerko, 2010).

Przechowywanie bulw ziemniaka w niskich temperaturach wydłuża okres uśpienia, ogranicza intensywność kiełkowania a przy tym ogranicza straty przechowalnicze (Sowa-Niedziałkowska, 2004; Czerko, 2008). Dla większości odmian zalecana temperatura dla przechowywania sadzeniaków wynosi 3°C. Odmiany które charakteryzują się długim okresem spoczynku mogą być przechowywane w wyższej temperaturze 5°C (Sowa-Niedziałkowska, 2002). Zdaniem wielu autorów dobór odpowiedniej temperatury do przechowywania sadzeniaków uzależniony jest od tempa fizjologicznego starzenia się bulw, długości okresu spoczynku oraz plonowania roślin w warunkach polowych (Rykaczewska, 1993; Reust i in., 2011).

Na wydłużenie okresu spoczynku bulw podczas przechowywania wpływa pogoda w okresie wegetacji. Sezon wegetacji charakteryzujący się dużymi opadami zwykle powoduje wydłużenie okresu spoczynku bulw w przechowalni (Czerko, 2010). Zagadnienie oddziaływania warunków panujących w okresie wegetacji na termin kiełkowania ziemniaków w przechowalni było zauważane w pracach (Czerko, 2011; Czerko, 2013) w ramach 3 letnich badań przedstawiających trwałość przechowalniczą odmian. Ponadto w pracy (Czerko, 2010) analizowano wpływ warunków pogodowych w 5 sezonach przechowalniczych na terminy kiełkowania ziemniaków wielu odmian (rocznie około 20), ale zmieniających się w poszczególnych latach. Na tle tych doświadczeń w celu oceny wpływu warunków pogodowych na kiełkowanie ziemniaków podjęto badania ścisłe, w których badano 5 odmian ziemniaka uprawianych przez 5 lat i przechowywanych w różnych temperaturach.

Celem doświadczenia było określenie wpływu czynników hydrotermicznych w okresie wegetacji i temperatury 3°C, 5°C i 8°C podczas przechowywania na termin rozpoczęcia kiełkowania bulw ziemniaka.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono przez pięć sezonów przechowalniczych w latach 2008/09–2012/13. Badaniami objęto pięć odmian ziemniaka: Flaming — bardzo wczesna, Justa — bardzo wczesna, Aruba — wczesna, Cyprian — wczesna, Elanda — średnio wczesna. Wszystkie odmiany rozmnażane były na polu doświadczalnym w Jadwisinie w latach 2008–2012, a następnie przechowywane w temperaturze 3°C, 5°C, 8°C. Celem zapewnienia takich samych warunków uprawy i rozwoju roślin wysadzano materiał kwalifikowany w stopniu CA lub CB. Ziemniaki sadzono pod koniec trzeciej dekady kwietnia. W czasie wegetacji przeprowadzono takie same zabiegi jakie stosowane są na plantacjach produkcyjnych (nawożenie N — 80 kg·h⁻¹, P — 66 kg·h⁻¹, K — 52 kg·h⁻¹, 3–5 zabiegów przeciwko zarazie ziemniaka, 2-krotna selekcja negatywna, zniszczenie naci rozbijaczem łącin). Termin zbioru przypadał na koniec września (24–28 IX).

Badania prowadzono przez 5 sezonów przechowalniczych w następujących warunkach:

- w okresie przygotowawczym przez pierwsze dwa tygodnie po zbiorze utrzymywano temperaturę na poziomie 15°C, przy wilgotności względnej powietrza około 90%,
- w ciągu następnych dwóch tygodni temperaturę stopniowo obniżano, zachowując taką samą wilgotność,
- w długotrwałym okresie składowania, próby umieszczano w komorach przechowalni w których utrzymywano temperaturę 3°C, 5°C i 8°C, przy wilgotności względnej powietrza 90–95%,
- początek kiełkowania i intensywność wzrostu kiełków oceniano na bulwach przechowywanych w komorach w temperaturze 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).

Oceniano ilość stopniodni jaka upłynęła od września do początku kiełkowania podczas przechowywania w temperaturze 3°C, 5°C i 8°C. Obliczono korelacje między terminem rozpoczęcia kiełkowania w poszczególnych temperaturach przechowywania a temperaturą, opadami i współczynnikiem hydrotermicznym w pięciu sezonach wegetacji. Wyniki doświadczenia opracowano statystycznie z wykorzystaniem analizy wariancji.

WYNIKI I DYSKUSJA

Pogoda w okresie wegetacji

Przebieg pogody w okresach wegetacji w których prowadzono doświadczenie był zróżnicowany (tab. 1, 2). Suma opadów w okresie wegetacji wahała się od 304,9 mm w roku 2008 do 504,1 mm w roku 2010. Największa różnica opadów między poszczególnymi latami wystąpiła w maju i we wrześniu. W połowie okresu wegetacji w lipcu bardzo duże opady wystąpiły w roku 2011 (278,1 mm). Średnie temperatury za okres wegetacji (maj-wrzesień) były na zbliżonym poziomie. Najwyższa średnia temperatura w okresie wegetacji wystąpiła w roku 2009. O średniej wysokiej temperaturze zadecydowała najwyższa wśród badanych lat temperatura w lipcu. Największe zmiany temperatury wystąpiły w badanych latach na koniec okresu wegetacji we wrześniu.

Tabela 1

Temperatura i opady w okresie wegetacji (V–IX) w latach 2008–2012
Temperature and precipitation in vegetation period (V–IX) in years 2008–2012

Lata Years	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 precipita- tion (mm)	temp. temp. (°C)	opady precipita- tion (mm)	temp. temp. (°C)	opady precipita- tion (mm)		
2008	13,6	62,9	17,1	43,5	18,1	68,8	17,6	80,9	11,6	48,8	15,6	304,9
2009	12,3	80,8	16,4	72,4	21,3	85,6	17,3	83,1	14,2	18,8	16,3	340,7
2010	12,4	166,8	16,5	64,0	20,0	96,7	18,2	105,3	11,1	71,3	15,6	504,1
2011	13,2	33,1	17,5	44,8	17,0	278,1	17,5	57,2	13,7	18,5	15,8	431,7
2012	15,0	52,4	15,6	96,6	19,5	92,2	17,4	87,2	12,8	26,9	16,1	355,3

Tabela 2

Współczynniki hydrotermiczne (Sielianinowa) w okresie wegetacji (V–IX) w latach 2008–2012
Sielianin coefficient in vegetation period (V–IX) in years 2008–2012

Lata Years	Maj May	Czerwiec June	Lipiec July	Sierpień August	Wrzesień September	Średnio Average
2008	1,64	0,84	1,22	1,48	1,40	1,32
2009	2,12	1,38	1,28	1,54	0,44	1,35
2010	4,35	1,29	1,56	2,22	2,14	2,31
2011	0,81	0,85	5,27	1,20	0,45	1,72
2012	1,16	2,06	1,58	1,67	0,70	1,43

Współczynnik hydrotermiczny (Sielianinowa) w okresie wegetacji w czterech latach wyniósł od 1,32 do 1,71 co wskazywałoby na optymalne do lekko wilgotnych warunków dla uprawy ziemniaków. Natomiast wilgotne warunki (współczynnik Sielianinowa powyżej 2,0) wystąpiły w roku 2010 (2,31).

Początek kiełkowania i długość kielków w różnych latach badań

Termin rozpoczęcia kiełkowania bulw ziemniaka istotnie różnił się w badanych temperaturach przechowywania (3°C, 5°C i 8°C). Średni termin kiełkowania pięciu badanych odmian ziemniaka przechowywanych w temperaturze 8°C wystąpił w drugiej dekadzie stycznia. Podczas przechowywania w 5°C średnio odmiany rozpoczęły kiełkowanie w trzeciej dekadzie lutego. W najniższej temperaturze przechowywania 3°C termin rozpoczęcia kiełkowania wystąpił dopiero w trzeciej dekadzie marca. Duże różnice w terminie rozpoczęcia kiełkowania wystąpiły między odmianami. Najwcześniejszym kiełkowaniem charakteryzowała się odmiana Flaming, która w temperaturze 8°C rozpoczęła kiełkowanie (średnio za pięć lat badań) w trzeciej dekadzie listopada. Najpóźniej kiełkowała odmiana Cyprian (pierwsza dekada lutego). Podobnie przedstawiała się długość kielków badanych odmian ziemniaka w poszczególnych temperaturach przechowywania. Średnia długość kielków po zakończeniu przechowywania (kwiecień) w 3°C wynosiła 18,2 mm w 5°C 33,2 mm i w 8°C 84,0 mm. Największym przyrostem kielków charakteryzowała się odmiana Flaming, a najmniejszym przyrostem odmiana Cyprian. Zależność tę zaobserwowano we wszystkich temperaturach przechowywania.

Wpływ okresu wegetacji

Na termin kielkowania bulw ziemniaka w przechowalni wpływał przebieg pogody w okresie wegetacji (tab. 3).

Tabela 3

Terminy kielkowania po przechowywaniu bulw w temperaturach 3°C, 5°C and 8°C
Beginning of sprouting after storage at temperatures 3°C, 5°C and 8°C

Wyszczególnienie Item		Temperatura przechowywania — Storage temperature		
		3°C	5°C	8°C
Odmiany Cultivars	Aruba	1 d IV	1 d III	3 d I
	Cyprian	2 d IV	1 d IV	1 d II
	Flaming	2 d II	3 d XII	3 d XI
	Justa	1 d IV	1 d III	3 d I
	Elanda	1 d IV	3 d II	2 d I
	NIR — LSD	2 d	1 d	1 d
Lata Years	2008/09	1 d II	2 d I	2 d XII
	2009/10	3 d III	3 d II	1 d I
	2010/11	3 d IV	3 d III	3 d I
	2011/12	3 d IV	2 d III	1 d II
	2012/13	3 d III	1 d III	2 d I
	NIR — LSD	1,6 d	1,1 d	1,1 d
Średnia dla temperatur Average for temperatures		3 d III	3 d II	2 d I
NIR — LSD.		1,1 d		

Tabela 4

Długość kielków (mm) po przechowywaniu bulw w temperaturach 3°C, 5°C, 8°C
Length of sprouts (mm) after storage at temperatures 3°C, 5°C and 8°C

Wyszczególnienie Item		Temperatura przechowywania — Storage temperature		
		3°C	5°C	8°C
Odmiana Cultivars	Aruba	3,8	8,6	82,0
	Cyprian	3,0	5,6	26,6
	Flaming	19,2	47,6	134,0
	Justa	3,8	9,4	26,2
	Elanda	6,0	13,0	27,6
	NIR — LSD	7,9	8,5	14
Rok Years	2008/09	18,2	33,2	84
	2009/10	4,4	12,8	57
	2010/11	3,4	9,8	36,6
	2011/12	3,8	12,2	58,6
	2012/13	6,4	16,0	44,2
	NIR — LSD	7,9	8,5	14
Średnia dla temperatur Average for temperatures		7,16	16,8	59,3
NIR — LSD.		5,8		

Ziemniaki uprawiane w latach charakteryzujących się dużymi opadami (w roku 2010 suma opadów w okresie wegetacji 504,1 mm i w roku 2011 — 431,7 mm) podczas przechowywania charakteryzowały się późnym terminem rozpoczęcia kielkowania. Natomiast w roku 2008 o mniejszych opadach stwierdzono najwcześniejsze rozpoczęcie

kielkowania. Wykonano analizę korelacji między warunkami hydrotermicznymi podczas wegetacji a terminem rozpoczęcia kielkowania ziemniaków. Jako zmienne niezależne brano pod uwagę okres wegetacji od maja do września w latach 2008–2012: średnie opady, średnią temperaturę oraz wskaźnik hydrotermiczny. Współczynniki korelacji przedstawiono w tabeli 5. Analiza przebiegu temperatury w okresie wegetacji nie wykazała istotnej zależności z terminem rozpoczęcia kielkowania (tab. 5).

Tabela 5

Wpływ warunków pogodowych w różnych miesiącach wegetacji na początek kielkowania bulw ziemniaka w różnych temperaturach przechowywania — współczynniki korelacji
Influence of weather conditions in different months of vegetation period on date of potato sprouting — correlation coefficients

Warunki pogodowe Weather conditions	Okres wegetacji / temperatura przechowywania Vegetation period / storage temperature								
	V–IX			VII–IX			VII–VIII		
	3°C	5°C	8°C	3°C	5°C	8°C	3°C	5°C	8°C
Opady Precipitation (mm)	0,77	0,76	0,76	0,46	0,36	0,44	0,51	0,50	0,48
Współczynnik Sielianinowa Sielianinov coefficient	0,64	0,62	0,62	0,44	0,32	0,42	0,43	0,41	0,39
Temperatura Temperature (°C)	0,12	0,18	-0,20	0,02	0,22	0,16	0,06	0,13	0,03

Według Zarzyńskiej (2004) w roku o wyższej temperaturze i mniejszych opadach następuje skrócenie okresu spoczynku. Jednak szczegółowe badania przeprowadzone przez Ittersuma (1993) wskazują, że nawet w okresach gdy średnia temperatura jest stała następuje duże zróżnicowanie długości okresu spoczynku. Przy wyższych temperaturach najczęściej występowało skrócenie okresu spoczynku, ale zanotowano także jego wydłużenie. Duży wpływ na termin rozpoczęcia kielkowania miał dobowy zakres wahań temperatury minimalnej i maksymalnej.

Największy wpływ na termin rozpoczęcia kielkowania miał poziom opadów w okresie wegetacji w badanych latach. Co potwierdził współczynnik korelacji między terminem rozpoczęcia kielkowania i opadami oraz między terminem rozpoczęcia kielkowania a wartością współczynnika Sielianinowa. Wyższe opady a także wyższa wartość współczynnika Sielianinowa jakie wystąpiły w badanych latach spowodowały wydłużenie okresu spoczynku bulw ziemniaka podczas przechowywania.

Wartość współczynnika korelacji 0,76 dotyczyła średniej z trzech temperatur przechowywania (3°C, 5°C, 8°C) (tab. 6). Także duży współczynnik korelacji między średnimi opadami w okresie wegetacji a terminem rozpoczęcia kielkowania zaprezentowano we wcześniejszych pracach Czerko (2011, 2013). Przebieg opadów w drugiej połowie okresu wegetacji, w miesiącach lipiec i sierpień oraz w okresie lipiec, sierpień i wrzesień miał mniejszy wpływ na termin kielkowania ziemniaków podczas przechowywania niż cały okres wegetacji. Na podstawie wartości współczynnika korelacji określono zależność terminu kielkowania od ilości opadów w okresie wegetacji dla badanych odmian (tab. 7). Odmiana Elanda w najmniejszym stopniu reagowała na opady

w okresie wegetacji. Współczynnik korelacji (średnio dla badanych temperatur) wynosił 0,60. Największy współczynnik korelacji 0,88 wystąpił u odmiany Cyprian.

Tabela 6

Wpływ opadów w całym okresie wegetacji (V–IX) na początek kiełkowania poszczególnych odmian przechowywanych w temperaturze 3°C, 5°C, 8°C — współczynniki korelacji
Influence of precipitations in whole vegetation period (V–IX) on date of sprouting of individual cultivars stored at temperature 3°C, 5°C and 8°C — correlation coefficient

Odmiany Cultivars	Temperatura przechowywania / współczynniki korelacji Storage temperature / Correlation coefficient			
	3°C	5°C	8°C	średnio — average
Aruba	0,85 ^x	0,74	0,73	0,77 ^{xx}
Cyprian	0,86 ^x	0,85 ^x	0,93 ^x	0,88 ^{xx}
Flaming	0,76	0,79	0,82	0,79 ^{xx}
Justa	0,77	0,73	0,85 ^x	0,78 ^{xx}
Elanda	0,62	0,69	0,48	0,60 ^x
Średnio Average	0,77 ^{xx}	0,76 ^{xx}	0,76 ^{xx}	0,76 ^{xx}

x — istotne — significant, p = 0,05

xx — istotne — significant, p = 0,01

Tabela 7

Wartość stopniodni od września do rozpoczęcia kiełkowania bulw ziemniaka przechowywanych w temperaturze 3°C, 5°C, 8°C w latach 2008–20012
Number of degree-days from September to the beginning of potato sprouting in storage at temperatures 3°C, 5°C, 8°C in years 2008–20012

Wyszczególnienie Item		Temperatura przechowywania — Storage temperature		
		3°C	5°C	8°C
Odmiany Cultivars	Aruba	1214	1353	1386
	Cyprian	1265	1454	1496
	Flaming	1032	987	919
	Justa	1224	1359	1333
	Elanda	1195	1297	1338
	NIR — LSD	53	66	85
Lata Years	2008/09	910	994	966
	2009/10	1240	1315	1228
	2010/11	1166	1343	1365
	2011/12	1368	1455	1530
	2012/13	1245	1341	1374
	NIR — LSD	53	66	85
Średnia dla temperatur Average for temperature		1186	1290	1293
NIR dla temperatury LSD for temperature		33		

Wpływ stopniodni na termin kiełkowania

Termin rozpoczęcia kiełkowania bulw w przechowalni zależał głównie od odmiany i temperatury przechowywania. Analizę stopniodni liczonych od września do rozpoczęcia kiełkowania przedstawiono w tabeli 7. Wystąpiły istotne różnice między odmianami w ilości stopniodni, po których następowało rozpoczęcie kiełkowania bulw. Odmiana Flaming potrzebowała 987 stopniodni w temperaturze 5°C do rozpoczęcia kiełkowania,

a odmiana Cyprian aż 1454 stopniodni. Do rozpoczęcia kiełkowania ziemniaki przechowywane w 5°C i w 8°C potrzebowały średnio taką samą ilość stopniodni (1290–1293). Natomiast bulwy przechowywane w niskiej temperaturze 3°C nie podlegały tej zależności i do rozpoczęcia kiełkowania potrzebowały istotnie mniej stopniodni 1186. Inaczej zachowała się tylko odmiana najwcześniej kiełkująca Flaming, która przechowywana w 3°C wymagała więcej stopniodni do rozpoczęcia kiełkowania niż przechowywana w 5°C i w 8°C.

WNIOSKI

1. Termin rozpoczęcia kiełkowania bulw ziemniaka w przechowalni zależy od temperatury przechowywania, odmiany i warunków hydrotermicznych podczas wegetacji.
2. Ilość opadów w poszczególnych dekadach okresu wegetacji wpływa na termin rozpoczęcia kiełkowania bulw. Duża wilgotność podczas wegetacji przyczynia się do opóźnienia kiełkowania.
3. O terminie rozpoczęcia kiełkowania odmian decydują stopniodni w okresie przechowalniczym.

LITERATURA

- Bielińska-Czarnecka M. 1985. Fizjologia okresu spoczynku. *Biologia ziemniaka*. Wyd. PWN: 90 — 103.
- Burton W. G. 1963. Concepts and mechanism of dormancy. In: *The growth of the potato*. Ivnis J. D., Milthorpe F. L. Butterworths, London: 17 — 41.
- Czerko Z. 2008. Trwałość przechowalnicza wybranych odmian ziemniaka. *Ziem. Pol.*, 3: 24 — 28.
- 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.
- Czerko Z., Jankowska J. 2013. Wpływ odmiany, temperatury przechowywania i warunków pogodowych podczas wegetacji na straty przechowalnicze 11 odmian ziemniaka badanych w latach 2009–2011. *Biul. IHAR 267*: 131 — 144.
- Ittersum van M. K. 1992. Dormancy and growth vigour of seed potatoes. Doctoral thesis. Wageningen Agricultural University: 187 pp.
- Listowski A. 1974. *Biologia ziemniaka*. W: *Ziemniak*. Pr. zbior. pod red. W. Gabriela. PWRiL, Warszawa: 15 — 60.
- 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. Określenie optymalnej temperatury przechowywania sadzeniaków różnych odmian ziemniaka w skali 9-stopniowej. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 223/224: 361 — 368.

- Sowa-Niedziałkowska G. 2004. Wpływ odmiany ziemniaka i warunków przechowywania bulw na długość okresu uśpienia i intensywność kiełkowania. Biul. IHAR 232: 23 — 36.
- Zarzyńska K. 2004. Długość okresu spoczynku bulw odmian ziemniaka. Biul. IHAR 232: 5 — 14.