

# CZYNNIKI KSZTAŁTUJĄCE DŁUGOŚĆ SPOCZYNKU BULW ZIEMNIAKA

## FACTORS AFFECTING THE DURATION OF POTATO TUBER DORMANCY

dr inż. Krystyna Zarzyńska

IHAR-PIB Oddział w Jadwisinie, 05-140 Serock, e-mail: k.zarzyńska@ihar.edu.pl

### Streszczenie

Badano długość okresu spoczynku bulw w zależności od wczesności genotypu, miejsca uprawy, systemu produkcji, wielkości bulwy, warunków atmosferycznych w czasie wegetacji i postępu hodowlanego. Długość spoczynku była determinowana przez wszystkie te czynniki. Wczesność odmian różnicowała długość spoczynku bulw, a zakres długości wynosił od 38 dni (od daty zerowej, tj 1.10.) u odmian bardzo wczesnych do 70 dni u późniejszych. Stwierdzono ponadto, że im wyższy współczynnik Sielalinova (większa ilość opadów i niższe temperatury), tym dłuższy spoczynek. Różnice w długości spoczynku między miejscowościami wynosiły od 7 do 14 dni. Ziemniaki uprawiane w systemie ekologicznym miały o 14 dni krótszy okres spoczynku niż uprawiane w systemie konwencjonalnym. Odnotowano również, że w ostatnich latach nastąpił postęp jeśli chodzi o długości spoczynku bulw: nowe rody hodowlane charakteryzowały się dłuższym okresem spoczynku niż zarejestrowane już odmiany.

**Słowa kluczowe:** odmiana, okres spoczynku, ziemniak

### Abstract

The duration of the tuber dormancy was investigated depending on maturity type of potato genotypes, place of cultivation, production system, tuber size, atmospheric conditions during vegetation and breeding progress. All these studied factors impacted the duration of dormancy. The maturity varied the dormancy period from 38 days (counted from the zero date, i.e., 1.10.) for very early season cultivars to 70 days for late season cultivars. The weather conditions (expressed as Selialinov coefficient, where high values indicate the abundant precipitation and low temperatures) significantly impacted the dormancy. It was observed that the higher the Selialinov coefficient the longer the duration of tuber dormancy. Depending on the place of cultivation, the difference in the duration of dormancy was between 7 and 14 days. Potatoes cultivated in the ecological system had a shorter dormancy of 14 days than those cultivated in the conventional system. Also, the breeding progress resulted in new breeding lines that have a longer duration of dormancy than previously registered cultivars.

**Keywords:** cultivar, dormancy, potato

**B**ulwy ziemniaka są zużywane głównie w stanie świeżym przez cały rok, co wiąże się z koniecznością ich długotrwałego przechowywania po zbiorze. Przydatność ziemniaków do długotrwałego przechowywania jest związana z właściwościami genetycznymi odmiany, które mogą ulegać modyfikacjom pod wpływem warunków uprawy, zbioru i przechowywania (Sowa-Niedziałkowska 2004). Jedną z istotnych cech, decydujących o przydatności do długotrwałego przechowywania, jest długość spoczynku bulw.

Spoczynek jest to stadium fizjologiczne, w którym bulwy nie kiełkują mimo umieszczenia ich w warunkach sprzyjających temu

procesowi (ciemność, temperatura 15-20°C, wysoka wilgotność powietrza). Okres spoczynku charakteryzuje się zahamowaniem podziałów komórkowych oraz zredukowaniem do minimum procesów życiowych. Wyróżnia się dwie fazy spoczynku bulw ziemniaka:

- pierwsza, bezpośrednio po zbiorze, kiedy bulwa nie może kiełkować pomimo korzystnych warunków środowiska;
- druga, kiedy bulwa nie kiełkuje ze względu na brak korzystnych warunków środowiska.

Pierwszą fazę nazwano spoczynkiem bezwzględny, drugą zaś względnym (Kawakami 1952). Według Bielińskiej-Czarnec-

kiej (1985) bulwy ziemniaka zapadają w stan spoczynku przed całkowitym dojrzeniem, pod koniec okresu wzrostu, kiedy aktywność merystematyczna zmniejsza się coraz bardziej. Ponieważ jednak zarówno zapadanie w stan spoczynku, jak i wychodzenie z niego jest procesem ciągłym, dość trudno podać dokładny moment jego początku i zakończenia. Według ustaleń Sekcji Fizjologicznej Europejskiego Stowarzyszenia do Badań nad Ziemniakiem (EAPR) z 1986 r. za koniec spoczynku uznano datę, kiedy 80% bulw danej próby wytworzy kiełki o długości 2 mm w określonych warunkach środowiska, tj. w ciemnym pomieszczeniu, w temperaturze ok. 20°C i przy wilgotności względnej powietrza ok. 80-90% (Reust 1986).

Długość okresu spoczynku bulw jest cechą odmianową i w zależności od klimatu może być postrzegana jako zaleta lub wada. W warunkach klimatu umiarkowanego, gdzie mamy jeden zbiór ziemniaków, długi okres spoczynku jest zaletą, ponieważ takie odmiany łatwiej się przechowują, mogą być dłużej użytkowane w okresie wiosennym i charakteryzują się mniejszymi ubytkami masy bulw (Czerko 2010, 2011; Sowa-Niedziałkowska 2004). W klimacie, w którym możliwe są dwa zbiory lub więcej, długi okres spoczynku jest wadą, ponieważ aby bulwy drugi raz wykiełkowały, trzeba przerwać ich spoczynek, a to nie zawsze jest łatwe (Mohammadi i in. 2014, Rehmani in. 2001, Salimi i in. 2009, Suttle 2004, Tavakoli i in. 2014).

Na długość spoczynku wpływa wiele czynników, a główne z nich to odmiana, warunki klimatyczne w okresie wegetacji roślin, czynniki agrotechniczne i wielkość bulwy.

Celem badań była ocena wpływu wybranych czynników, jak: wczesność genotypu, system produkcji, miejsce uprawy, wielkość bulwy, warunki atmosferyczne okresu wegetacji i postępowanie biologiczne, na długość pierwszej fazy okresu spoczynku bulw, tj. spoczynku bezwzględniego.

### Metodyka badań

Wyniki badań pochodzą z wieloletnich doświadczeń z genotypami różnej wczesności. Większość badań przeprowadzono w oddziale Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Jadwisinie. Ziemniaki uprawiano na

glebie pseudobielicowej, wytworzonej z piasków gliniastych lekkich pylastych, zalegających średnio głęboko na piaskach słabogliniastych, kompleksu przydatności rolniczej od żytznego dobrego do żytznego słabego. Pod ziemniaki stosowano nawożenie organiczne w postaci słomy pszennej w dawce 4-5 t/ha z dodatkiem azotu mineralnego (1 kg na 100 kg słomy) przyoranej podorywką oraz poplon ścierniskowy z gorczyca białej przyorany jesienią orką przedzimową. Nawożenie mineralne: N 100 kg/ha, P 50 kg/ha, K 150 kg/ha. Każdą odmianę badano 3 lata.

Doświadczenie, w którym oceniano długość spoczynku w zależności od systemu produkcji, przeprowadzono w systemie konwencjonalnym (opisanym powyżej) oraz ekologicznym w jednakowych warunkach klimatyczno-glebowych. W systemie ekologicznym ziemniaki były uprawiane na oborniku bez nawozów mineralnych. Chwasty zwalczano metodą mechaniczną. Do zwalczania stonki ziemniaczanej stosowano preparat biologiczny SpinTor 240 SC, a do zwalczania zarazy ziemniaka – preparaty miedziowe.

Doświadczenie dotyczące wpływu miejsca uprawy na długość okresu spoczynku przeprowadzono na nowych rodach ziemniaka w 3 miejscowościach: Szyldak (woj. warmińsko-mazurskie), Strzekęcino (woj. zachodniopomorskie) i Zamarte (woj. kujawsko-pomorskie).

W każdym z doświadczeń bezpośrednio po zbiorze próby w liczbie 20 sztuk każdej odmiany umieszczano w temperaturze pokojowej w ciemnym pomieszczeniu o wilgotności względnej powietrza ok. 90%. Obserwacje prowadzono co 5 dni do momentu, kiedy wszystkie bulwy danej próby wytworzyły kiełki długości 2 mm. Za koniec okresu spoczynku przyjęto (zgodnie z ustaleniami Sekcji Fizjologicznej EAPR) datę, kiedy 80% bulw wytworzyło kiełki tej wielkości. Za datę zerową, od której liczono długość spoczynku, przyjęto 1 października (termin, przed którym żadna odmiana nie rozpoczęła kiełkowania).

Warunki atmosferyczne panujące w latach badań scharakteryzowano za pomocą współczynnika Sielianinowa. Wyliczano go ze średnich temperatur i sum opadów dla każdego roku według wzoru Molgi (1958) w miesiącach kwiecień – wrzesień:

$$K = \frac{P * 10}{\Sigma t}$$

gdzie:

K – współczynnik Sielianinova

P – suma miesięcznych opadów (mm)

t – suma miesięcznych średnich temperatur dobowych (°C)

k ≤ 0,5 – susza

k = 0,6-1,0 – posucha

k > 1,0 – wilgotno

## Wyniki badań

### 1. Wpływ genotypu na długość okresu spoczynku bulw

Badania przeprowadzono na 37 odmianach różnej wczesności. W tabeli 1 przedstawiono długość spoczynku bulw w zależności od grupy wczesności.

Jak wynika z danych przedstawionych w tabeli, średnia dla 37 odmian długość spoczynku wynosiła 57 dni od daty zerowej, tj. 1 października, co oznacza zakończenie tej fazy fizjologicznej ok. 15 listopada (zakres

kończenia spoczynku od 8 października do 5 stycznia). Najkrótszy okres spoczynku miały odmiany z grupy bardzo wczesnych, najdłuższy zaś – z grupy średnio późnych i późnych. Zakres długości tej fazy fizjologicznej był jednak bardzo szeroki, szczególnie w grupie odmian bardzo wczesnych i wczesnych, i wynosił od 8 do 79 dni, co oznacza, że w tych grupach znajdowały się odmiany o bardzo różnej długości spoczynku. Mniejsze zróżnicowanie dotyczyło odmian późniejszych, ale i w tych grupach długość spoczynku mieściła się w dość szerokim zakresie. Spośród badanych odmian 27 należało do grupy jadalnych, a 10 do skrobiowych. Średnia długość spoczynku dla odmian jadalnych wynosiła 52 dni, co oznacza jego zakończenie ok. 21 listopada. Średnia długość spoczynku dla odmian skrobiowych wynosiła ok. 80 dni, co oznacza zakończenie uśpienia na koniec grudnia. Zakres długości okresu spoczynku był znacznie szerszy w przypadku odmian jadalnych niż skrobiowych (tab. 2).

Tabela 1

#### Długość spoczynku bulw ziemniaka w zależności od wczesności odmiany

Grupa wczesności	Liczba odmian	Długość spoczynku (dni)	Zakres (dni)
Bardzo wczesne	4	38	15-79
Wczesne	11	45	8-78
Średnio wczesne	14	63	37-95
Średnio późne	5	70	42-95
Późne	3	68	43-87
Razem/Średnio	37	57	8-95

Tabela 2

#### Długość okresu spoczynku w zależności od sposobu użytkowania bulw

Przydatność użytkowa	Liczba odmian	Długość spoczynku (dni)	Zakres (dni)
Jadalne	27	52	8-95
Skrobiowe	10	80	32-95

### 2. Wpływ systemu produkcji na długość okresu spoczynku bulw

Ocenie poddano 16 odmian ziemniaka z różnych grup wczesności. Długość spoczynku bulw pochodzących z plantacji ekologicznej wynosiła średnio dla odmian ok. 60 dni, tzn. że spoczynek kończył się pod koniec listopada. Okres spoczynku tych samych

odmian uprawianych w systemie konwencjonalnym był ok. 14 dni dłuższy. Średnio dla odmian spoczynek w tym systemie produkcji kończył się około połowy grudnia. Zakres długości spoczynku bulw w systemie ekologicznym był znacznie szerszy niż w konwencjonalnym (tab. 3).

Tabela 3

**Długość okresu spoczynku bulw w zależności od systemu produkcji**

System produkcji	Liczba odmian	Długość spoczynku (dni)	Zakres (dni)
Ekologiczny	16	60	26-81
Konwencjonalny		75	40-89

**3. Wpływ wielkości bulwy na długość spoczynku bulw**

Wpływ wielkości bulwy oceniano na przykładzie wczesnej odmiany Miłek. Ocenie pod-

dano dwie wielkości bulw: 25 i 80 g. Bulwy małe kończyły spoczynek o 5 dni później niż większe (tab. 4).

Tabela 4

**Długość okresu spoczynku w zależności od wielkości bulwy – odmiana Miłek**

Masa bulwy (g)	Długość spoczynku (dni)	Zakres (dni)
25	27	25-29
80	22	18-24

**4. Wpływ miejsca uprawy na długość okresu spoczynku bulw**

Wpływ miejsca uprawy oceniano na rodach hodowlanych. Rody ziemniaka uprawiane w Jadwisinie miały o 8 dni krótszy okres spoczynku niż te same genotypy uprawiane w Strzekęcinie. Odwrotną sytuację zaobserwowano w przypadku rodów uprawianych w

Szyldaku i Zamartem. Średni okres spoczynku rodów z Szyldaka był o ok. 8 dni krótszy niż w Jadwisinie, a średni spoczynek rodów uprawianych w Zamartem o ok. 13 dni krótszy niż w Jadwisinie. Zakres długości spoczynku w badanych miejscowościach był zbliżony (tab. 5).

Tabela 5

**Długość okresu spoczynku bulw ziemniaka w zależności od miejsca uprawy**

Miejsce uprawy	Liczbagenotypów	Długość spoczynku (dni)	Zakres (dni)
Jadwisin	13	72	40-102
Strzekęcino		80	41-106
Jadwisin	7	64	41-96
Szyldak		56	39-83
Jadwisin	15	70	41-123
Zamarte		63	40-102

**5. Wpływ warunków atmosferycznych w okresie wegetacji na długość okresu spoczynku**

Warunki atmosferyczne w okresie wzrostu roślin miały wpływ na długość okresu spoczynku. W tabeli 6 przedstawiono wartości współczynnika Sielianinova w poszczegół-

nych latach oraz długość spoczynku. Najkrótszy spoczynek (średnio dla odmian) odnotowano w latach 2008, 2009 i 2013, w których wartość współczynnika Sielianinova była najniższa. Najdłuższy spoczynek stwierdzono w roku 2010, o najwyższym współczynniku Sielianinova (tab. 6).

Tabela 6

**Długość okresu spoczynku bulw ziemniaka w latach badań**

Lata badań	Liczba odmian	Współczynnik Sielianinova (K)	Długość spoczynku (dni)	Zakres (dni)
2007-2008	19	1,74	60	15-95
2008-2009	20	1,32	51	5-95
2009-2010	20	1,20	50	5-91
2010-2011	15	2,00	71	28-108
2011-2012	16	1,58	65	23-108
2012-2013	20	1,63	57	33-83
2013-2014	15	1,25	55	10-81

**6. Wpływ postępu biologicznego na długość okresu spoczynku bulw**

W tabeli 7 przedstawiono długość okresu spoczynku bulw nowych rodów oraz zarejestrowanych już odmian z tych samych grup wczesności. Jak wynika z danych w tabeli, spoczynek nowych rodów był w każdej grupie wczesności dłuższy niż spoczynek zarejestrowanych odmian. Największa różnica

dotyczyła genotypów bardzo wczesnych i wczesnych. Różnica na korzyść rodów wynosiła w tej grupie wczesności 20 dni. W grupie genotypów średnio wczesnych i średnio późnych różnica na korzyść rodów hodowlanych wynosiła ok. 10 dni. Zakres długości spoczynku był również najszerszy w grupie genotypów bardzo wczesnych i wczesnych (tab. 7).

Tabela 7

**Porównanie długości okresu spoczynku bulw rodów i zarejestrowanych odmian z tych samych grup wczesności**

Genotyp/Wczesność	Liczba	Długość spoczynku (dni)	Zakres (dni)
<b>Bardzo wczesne i wczesne</b>			
Odmiany	10	47	8-80
Rody	11	67	43-120
<b>Średnio wczesne</b>			
Odmiany	15	63	37-95
Rody	17	73	38-111
<b>Średnio późne i późne</b>			
Odmiany	3	64	43-87
Rody	3	74	55-90

**Dyskusja**

Przedstawione wyniki wskazują na duże zróżnicowanie długości okresu spoczynku bulw ziemniaka w zależności od wszystkich badanych czynników. Wielu autorów potwierdza zmienność tej fazy fizjologicznej w zależności od genotypu (Bamberg 2010; Czerko 2010; Ittersum 1992; Sonnewald i in. 2014; Zarzyńska 1999, 2003, 2004). Autorzy ci podkreślają również brak ścisłego związku między długością spoczynku a wczesnością odmiany, chociaż w praktyce bardzo często obserwuje się, że odmiany o krótszym okresie wegetacji kończą spoczynek wcześniej

niż późniejsze. Nie jest to regułą, co potwierdzają niniejsze badania.

Sporo miejsca poświęca się również zależności między warunkami atmosferycznymi w okresie wegetacji roślin a długością spoczynku bulw. Z obserwacji w praktyce i z literatury wynika, że w latach suchych i ciepłych spoczynek jest krótszy i odwrotnie (Ittersum, Scholte 1992; Rykaczewska 1998, 2004, 2013; Zarzyńska 2013). Są to bardzo istotne informacje z punktu widzenia praktyki. Istnieje wręcz potrzeba opracowania modelu, który opisywałby wpływ zmiennych warunków w okresie wzrostu roślin na dłu-

gość uśpienia bulw. Model taki może ułatwić rolnikowi zarządzanie przechowalnią, tj. umieszczenie bulw tuż po zbiorze w odpowiednio wyższej lub niższej temperaturze.

Dokładniejsza analiza wpływu warunków atmosferycznych w okresie wegetacji na długość uśpienia bulw wykazała największą zależność pomiędzy ilością opadów szczególnie w ostatnich miesiącach wegetacji (sierpień i wrzesień) a długością spoczynku, tj. im więcej opadów w tym okresie, tym dłuższy jest spoczynek. Odwrotna zależność dotyczyła temperatury (Czerko 2010, Zarzyńska – w druku).

Mniej doniesień dotyczy pozostałych czynników, tj. miejsca uprawy, systemu produkcji czy wielkości bulwy. Miejsce uprawy to przede wszystkim warunki klimatyczne i glebowe. Wpływ tych pierwszych został już omówiony. Warunki glebowe również oddziałują na długość wegetacji roślin. Na glebach cięższych, dobrze uwilgotnionych, wegetacja jest na ogół dłuższa niż na glebach lekkich, o złych stosunkach powietrzno-wodnych. Szybsze dojrzewanie roślin na takich glebach powoduje skrócenie okresu spoczynku bulw (Essah, Honeycutt 2004).

Z obserwacji wiadomo, że mniejsze bulwy charakteryzują się dłuższym okresem spoczynku i odwrotnie. Wynika to z mniejszego wigoru takich bulw, co potwierdzają prace Ittersuma (1992) oraz Salimi i innych (2009). Nasze badania również potwierdziły taką zależność.

Najmniej informacji dotyczy systemów produkcji. Z czynników agrotechnicznych największy wpływ na długość spoczynku ma nawożenie azotem, co pośrednio wiąże się z długością wegetacji roślin. Rośliny dobrze odżywione zachowują dłużej powierzchnię asymilacyjną i później dojrzewają niż rośliny słabiej odżywione. W ekologicznym systemie produkcji, jak wiadomo, stosuje się jedynie nawozy naturalne. Brak dodatkowego nawożenia azotem wpływa na skrócenie wegetacji, co również skraca okres uśpienia bulw. Potwierdzają to nasze badania.

Dobrą informacją dla praktyki rolniczej jest to, że nowe rody hodowlane charakteryzują się dłuższym okresem spoczynku niż zarejestrowane już odmiany, co jest dobrym prognostykiem ich przechowywalności.

## Podsumowanie

1. Długość okresu spoczynku była determinowana przez wszystkie badane czynniki.

2. Wczesność odmian różnicowała długość spoczynku bulw, a zakres jego długości wynosił od 38 dni u odmian bardzo wczesnych do 70 dni u późniejszych.

3. Im wyższy był współczynnik Sieliani-nova (większa ilość opadów i niższe temperatury w okresie wegetacji), tym dłuższy był okres spoczynku.

4. Różnice długości okresu spoczynku między miejscowościami wynosiły od 7 do 14 dni.

5. Ziemniaki uprawiane w systemie ekologicznym miały o 14 dni krótszy spoczynek niż uprawiane w systemie konwencjonalnym.

6. W ostatnich latach odnotowano postęp dotyczący długości spoczynku bulw. Nowe rody hodowlane charakteryzowały się dłuższym okresem spoczynku niż zarejestrowane już odmiany.

## Literatura

- Bamberg J. 2010.** Tuber dormancy lasting eight years in the wild potato *Solanum jamesii*. – Am. J. Potato Res. 87: 226-228;
- Bielińska-Czarnecka M. 1985.** Fizjologia spoczynku. [W:] Biologia ziemniaka. Red. W. Gabriel. PWN Warszawa: 90-103;
- Czerko Z. 2010.** Wpływ wybranych czynników na intensywność kiełkowania bulw ziemniaka 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;
- Essah S. Y. C., Honeycutt C. W. 2004.** Tillage and seed-sprouting strategies to improve potato yield and quality in short season climates. – Am. J. Potato Res. 81: 177-186;
- Ittersum M. K. van 1992.** Dormancy and growth vigour of seed potatoes. Doctoral thesis. Wageningen Agric. Univ.: 187 s.;
- Ittersum M. K van, Scholte K. 1992.** Relation between growth conditions and dormancy of seed potatoes. Effect of temperature. – Potato Res. 35: 365-375;
- Kawakami 1952.** The physiological degeneration of potato seed tubers and its control. – Eur. Potato J. 5: 40-49;
- Mohammadi M. S., Kashani A., Vazan S., Hasani F. 2014.** Evaluation of potato mini-tubers dormancy breaking affected by various chemicals, genotype and mini-tuber size. – Int. J. Biosci. 4(6): 100-108;
- Rehman F., Lee S. K., Jeon J. H, Park J., Joung H. 2001.** Dormancy breaking and effects on tuber yield of potato subjected to various chemicals and growth

- regulators under greenhouse conditions. – J. Biol. Sci. 1: 818-820; **11. Reust W. 1986.** Physiological age of potato. Definitions of terms. – Potato Res. 29: 268-271; **12. Rykaczewska K. 1998.** Zmienność długości spoczynku bulw ziemniaka w zależności od warunków atmosferycznych w okresie wegetacji. – Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 463: 269-280; **13. Rykaczewska K. 2004.** Wpływ wysokiej temperatury w okresie wegetacji na plon ziemniaka (*Solanum tuberosum* L.). Cz. II. Okres spoczynku. – Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 496: 199-206; **14. Rykaczewska K. 2013.** The impact of high temperature during growing season on potato cultivars with different response to environmental stresses. – Am. J. Plant Sci. 4: 2386-2393; **15. Salimi K., Hosseini M. B., Tavakoli A. R., Gohari J. 2009.** Response of different potato varieties and tuber size to dormancy breaking treatments. – J. Iran. Crop Sci. 41(1): 163-169; **16. Shahba M. A., Stushhoff C., McSay A. E., Holm D., Davidson R. 2007.** Effect of temperature on storage properties, dormancy, soluble sugar content and alpha – galactosidase activity of seven new potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars. – J. Food Agric. Environ. 5: 116-121; **17. Sonnewald S., Sonnewald U. 2014.** Regulation of potato tuber sprouting. – Planta 239: 27-28; **18. Sowa-Niedziałkowska G. 2004.** Wpływ odmiany i warunków przechowywania na długość spoczynku i intensywność kiełkowania bulw. – Biul. IHAR 232: 23-36; **19. Suttle J. C. 2004.** Physiological regulation of potato tuber dormancy. – Am. J. Potato Res. 81: 253-262; **20. Tavakoli K., Razavi A., Sohani A. 2014.** Effects of different temperatures and hormone treatments on breaking dormancy in potato tubers. – J. Agric. Sci. 59: 255-264; **21. Zarzyńska K. 1999.** Wartości wskaźników charakteryzujących stan fizjologiczny bulw i rozwój rośliny ziemniaka. Cz. I. Spoczynek. – Biul. IHAR 209: 111-123; **22. Zarzyńska K. 2003.** Dziewięciostopniowa skala określająca długość okresu spoczynku bulw różnych odmian ziemniaka. – Biul. IHAR 228: 215-224; **23. Zarzyńska K. 2004.** Długość okresu spoczynku różnych odmian ziemniaka. – Biul. IHAR 232: 5-14; **24. Zarzyńska K. 2013.** Influence of some genetic and environmental factors on potato tuber dormancy. Book abstr. Post Harvest EAPR Section Meeting, Warsaw 22-24 October: 68-69

