

CZYNNIKI ŚRODOWISKA DETERMINUJĄCE WYSTĘPOWANIE SPĘKAŃ I DEFORMACJI BULW ZIEMNIAKA

mgr inż. Joanna Jankowska, dr inż. Barbara Lutomirska
IHAR – PIB, Zakład Agronomii Ziemniaka w Jadwisinie, 05-140 Serock
e-mail: j.jankowska@ihar.edu.pl

Streszczenie

Oceniono wpływ czynników meteorologicznych w okresie wegetacji na występowanie bulw z niektórymi wadami w warunkach uprawy na glebie lekkiej. Dane zebrano w trakcie doświadczeń odmianowych w oddziale IHAR w Jadwisinie w latach 2001-2011. Stan pogody w najwyższym stopniu wpływał na występowanie w plonie bulw z deformacjami w okresie od pełni kwitnienia do końca tej fazy, tj. w czasie początkowego, intensywnego rozwoju bulw. We wszystkich grupach wczesności stwierdzono istotną zależność między temperaturą gleby w ww. okresie a udziałem bulw zdeformowanych w plonie oraz między wartością współczynnika Sielianiowa a występowaniem tej wady. Występowanie bulw spękanych okazało się natomiast istotnie determinowane zaopatrzeniem roślin w wodę w końcowej fazie ich wzrostu. Stwierdzono istotną prostoliniową zależność między wartością współczynnika Sielianiowa w okresie zasychania roślin a udziałem bulw ze spękaniem.

Słowa kluczowe: czynniki meteorologiczne, deformacje bulw, spękania bulw, ziemniak

Wzrost wymagań dotyczących jakości ziemniaków jadalnych na rynku powoduje, że w oferowanym do sprzedaży produkcie nie powinny znajdować się bulwy z defektami. Wymagania co do jakości rynkowej ziemniaków przeznaczonych do konsumpcji reguluje rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 października 2003 r. w sprawie szczególnych wymagań w zakresie jakości handlowej ziemniaków, dostępne m.in. na stronie <http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20031941900>. Zgodnie z nim dopuszczalny udział bulw niekształtnych nie może przekraczać 3%. Rozporządzenie nie określa dopuszczalnego udziału bulw o wadliwej morfologii w przypadku ziemniaków wczesnych, ale w praktyce konsumenci także takich ziemniaków oczekują, by były one jak najwyższej jakości. Niezależnie od tego, czy są to tzw. „ziemniaki wczesne”, czy też „ziemniaki jadalne”, kupujący małe ilości ziemniaków konfekcjonowanych są zaintereso-

wani tym, aby ubytków podczas obróbki kulinarnej było jak najmniej.

Oprócz wad bulw spowodowanych chorobami i szkodnikami w plonie mogą znajdować się bulwy z defektami powstałymi wskutek oddziaływania czynników abiotycznych. Wady takie, nazywane defektami fizjologicznymi, dotyczą zarówno stanu zewnętrznego bulw, jaki i stanu miąższu.

Wady zewnętrzne, czyli wady morfologii bulw, stanowią deformacje, spękania, zazielenienia oraz zdrobnienie. Fizjologicznymi wadami miąższu, określanymi też jako wady wewnętrzne, są przede wszystkim rdzawa plamistość miąższu i pustowatość bulw, a także niejednorodność i szklistość miąższu oraz jego przebarwienia.

Deformacje i wady rozwojowe bulw mogą przybierać różne formy:

- dzieciuchowatość – wtórne narośla w okolicach oczek (fot. 1);
- nerkowatość – przewężenia w centralnej części bulwy, wyglądem przypominające

nerkę (fot. 2);

- wrzecionowatość – stożkowe zakończenie części przystolonowej (fot. 3);
- deformacje wielokierunkowe – wyraźne odstępstwa od typowego kształtu właściwego odmianie, będące skutkiem „skręcenia” pąków bocznych bulwy (fot. 4);



Fot. 1 i 2. Deformacje bulw ziemniaka: dzieciuchowatość i nerkowatość (fot. J. Jankowska)



Fot. 3 i 4. Deformacje bulw ziemniaka: wrzecionowatość i deformacje wielokierunkowe (fot. jw.)

Straty w produkcji ziemniaków wynikające ze znacznych ilości fizjologicznych defektów bulw sprawiły, że ich przyczyny stały się przedmiotem wielu prac. Zdaniem Jefferiesa i MacKerrona (1987) nasilenie wad morfologicznych bulw zwiększa się wraz ze wzrostem temperatury i okresowym występowaniem suszy. Natomiast Essah i Honeycutt (2004), a także Krzysztofik i Nawara (2010) wykazali, że na kształt bulw mają wpływ zabiegi uprawowe. A wyniki prezentowane przez Nowackiego (2002) wskazują, że istotny wpływ na występowanie bulw z wadami morfologii ma sposób pielęgnacji.



Fot. 5. Spękania bulw ziemniaka (fot. jw.)

- spękania – różnej głębokości i długości szczeliny przebiegające najczęściej od części wierzchołkowej do stolonowej, stanowiące efekt pęknięcia tkanek skórki i miąższu; w miarę upływu czasu powstałe pęknięcia zabliźniają się, korkowaciejąc. Liczba spękań na bulwie także może być różna (fot. 5).

Poza warunkami rozwoju bulw za ważny czynnik determinujący powstawanie deformacji uznaje się czynnik odmianowy (Werner, Trętowski 1985; Lutomirska 2003; Nowacki i in. 2000). Spośród odmian będących obecnie w uprawie genotypem, u którego wady morfologiczne bulw powodowane przez czynniki abiotyczne zdarzają się rzadziej niż u innych, jest Tajfun (Boguszczyńska 2008, wyniki niepubl.).

Celem niniejszej pracy była ocena wpływu głównych czynników meteorologicznych w poszczególnych okresach wegetacji ziemniaka na występowanie wad kształtu bulw u odmian różnej wczesności w warunkach uprawy na glebie lekkiej.

Materiały i metoda

Materiał badawczy stanowiły wyniki dotyczące występowania bulw z wadami morfologicznymi w plonie 163 odmian, zebrane w trakcie doświadczeń odmianowych w Zakładzie Agronomii Ziemniaka IHAR w Jadwisinie w 11-letnim okresie badań (2001-2011), oraz odpowiednie dane meteorologiczne z tych lat.

Doświadczenia zakładano corocznie w

obrębie tego samego kompleksu pól, na glebie bielcowej wytworzonej z piasków słabo gliniastych i gliniastych lekkich – kompleks przydatności rolniczej żytnej dobrej. Ziemniaki uprawiano w technologii standardowej, przy zachowaniu zbliżonego poziomu zabiegów agrotechnicznych we wszystkich latach doświadczeń. Odmiany wszystkich grup wczesności były wysadzane zawsze w III dekadzie kwietnia, natomiast zbiór, w czasie którego z każdego powtórzenia polowego pobierano próby m.in. do oceny cech jakości bulw, przeprowadzano gdy rośliny w kolejnych grupach osiągały fazę pełni dojrzałości.

Masa pobieranych prób wynosiła ok. 8 kg, jednak występowanie bulw z defektami kształtu oceniano na próbach mniejszych, gdyż nie uwzględniano tu bulw najdrobniejszych, tj. o średnicy poniżej 35 mm. Wynik oceny występowania bulw wadliwych wyrażano procentowym udziałem bulw z określonymi wadami w masie próby. Obliczenia statystyczne wykonywano na danych przekształconych zgodnie ze skalą transformacji Bliss. W skali tej podano także wartości NIR.

Tabela 1

Warunki meteorologiczne w głównych miesiącach rozwoju ziemniaka w latach badań

Czynnik meteor. rok/miesiąc	Suma opadów (mm)				Temperatura powietrza (°C)				Temperatura gleby (°C)			
	VI	VII	VIII	IX	VI	VII	VIII	IX	VI	VII	VIII	IX
2001	68,3	103,5	33,8	74,9	14,5	20,2	18,9	11,5	18,1	23,1	23,0	15,0
2002	72,4	37,6	58,7	22,1	16,9	20,4	20,5	13,1	20,5	23,4	23,7	17,2
2003	44,5	71,2	36,2	55,3	17,0	19,6	18,1	13,2	21,8	23,2	22,1	16,3
2004	35,1	69,3	37,0	39,8	14,9	16,8	18,5	10,2	19,6	21,3	22,7	17,6
2005	36,3	67,4	12,3	25,3	14,7	19,7	16,2	15,0	19,2	23,5	20,2	18,3
2006	50,9	9,2	156,1	11,5	15,9	21,9	17,0	14,9	22,1	25,4	20,9	17,9
2007	109,6	54,1	74,3	103,7	17,7	17,6	17,8	12,2	22,7	22,0	22,4	16,2
2008	24,6	68,8	80,9	48,8	17,1	18,1	17,7	11,6	23,0	23,7	22,6	16,9
2009	72,4	85,6	83,1	18,8	16,4	21,3	17,4	14,8	22,4	24,3	23,6	20,4
2010	64,0	96,7	105,3	71,3	16,5	18,6	18,5	11,1	16,2	27,3	25,5	16,7
2011	44,8	278,1	57,2	18,5	17,5	17,0	17,6	13,6	21,8	19,4	19,8	16,4
2012	96,6	92,2	87,2	26,9	15,6	19,5	17,4	12,9	20,9	19,0	21,9	16,6

Wyniki dotyczące udziału bulw wadliwych opracowano statystycznie za pomocą programu Sas Enterprise Guide 4.3 dla poszczególnych grup wczesności, stosując dwuczynnikową analizę wariancji (odmiany x lata); istotność różnic testowano testem Tukeya. Stanowiące efekt analizy grupowanie Tukeya dla istotności zróżnicowania występowania wad bulw u odmian poszczególnych wczesności było podstawą dla analiz zależności pomiędzy warunkami meteorologicznymi w latach badań a nasileniem występowania wad.

Wykonano analizy korelacji Pearsona pomiędzy poziomem czynników meteorologicznych w kolejnych fazach rozwoju roślin a występowaniem bulw z wadami w plonie odmian różnej wczesności.

Dane meteorologiczne dotyczące średniej temperatury gleby, średniej temperatury powietrza oraz sumy opadów atmosferycznych pochodziły z miejscowego punktu meteorologicznego, oddalonego od pola doświadczalnego o 1,5-2,0 km w linii prostej (tab. 1).

Tabela 2

Warunki hydrotermiczne w głównych miesiącach rozwoju ziemniaka w latach 2001-2012 wyrażone współczynnikiem Sielianinowa

Rok	Wartości współczynnika Sielianinowa w miesiącach			
	VI	VII	VIII	IX
2001	1,6	1,3	0,6	2,1
2002	1,4	0,6	0,9	0,8
2003	0,9	1,3	0,7	1,4
2004	0,8	1,3	0,7	1,8
2005	1,0	1,1	0,3	0,6
2006	0,9	0,1	3,0	0,3
2007	2,2	1,1	1,4	2,9
2008	0,5	1,3	1,5	1,4
2009	1,6	1,3	1,6	0,4
2010	1,3	1,7	1,9	2,2
2011	0,8	5,3	1,1	0,4
2012	2,1	2,6	1,6	0,7

Poza warunkami termicznymi i sumami opadów jako czynnik warunkujący występowanie bulw z wadami kształtu uwzględnione zostały także warunki hydrotermiczne w określonych okresach rozwoju roślin i bulw, wyrażone współczynnikiem Sielianinowa. Współczynnik ten wyliczano zgodnie z równaniem podanym przez Molgę (1986):

$$K = P \times 10 / \Sigma t$$

gdzie:

K – współczynnik Sielianinowa

P – suma opadów w dekadzie

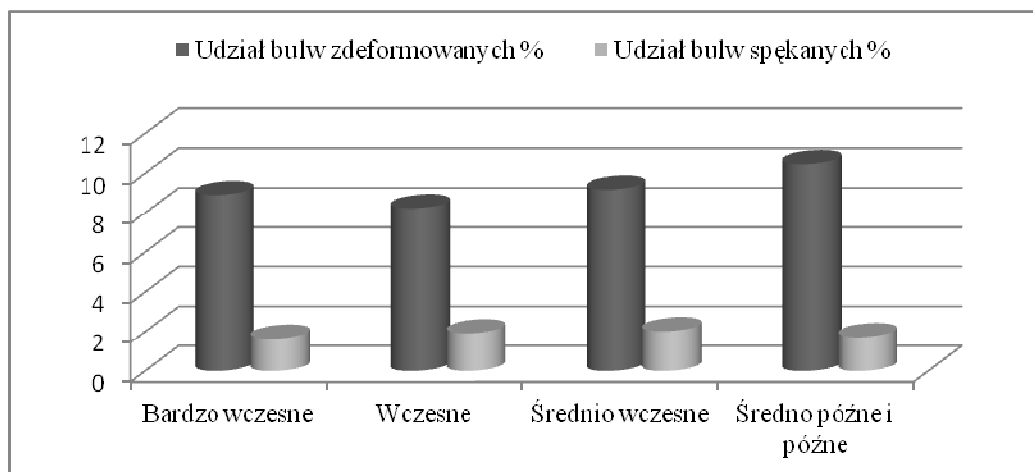
Σt – suma średnich dekadowych temperatur powietrza

Wartości współczynnika Sielianinowa w okresie od czerwca do września w latach 2001-2012 przedstawiono w tabeli 2.

Wyniki badań

Występowanie bulw zdeformowanych w plonie poszczególnych grup wczesności było znacznie bardziej nasilone niż występowanie spękań. Odnotowano również, że u odmian o dłuższym okresie wegetacji średni udział bulw zdeformowanych był większy niż u wczesnych i bardzo wczesnych (rys. 1).

Jednocześnie analiza wariancji i porównanie średnich procedurą Tukeya wykazały istotne zróżnicowanie udziału bulw z wadami kształtu w latach badań. Stwierdzono, że nasilenie występowania bulw zdeformowanych bądź spękanych w plonie odmian w grupach wczesności kształtowało się w poszczególnych latach odmiennie. Najmniejszym udziałem bulw zdeformowanych i spękanych w plonie odmian bardzo wczesnych i wczesnych charakteryzowały się zbiory roku 2004, zaś w plonie odmian średnio wczesnych – zbiory roku 2005, natomiast w plonie średnio późnych i późnych najmniej bulw zdeformowanych stwierdzono w roku 2005, a bulw ze spękaniem w 2004 (tab. 3). Szczególnie sprzyjające powstawaniu deformacji u odmian bardzo wczesnych i wczesnych okazały się warunki roku 2009, natomiast u odmian późniejszych – warunki 2006. Najwięcej bulw ze spękaniem odnotowano w latach: 2002 u odmian bardzo wczesnych i wczesnych, 2001 u średnio wczesnych i 2011 – u średnio późnych i późnych.



Rys. 1. Średni udział bulw zdeformowanych i spękanych u odmian różnej wczesności w latach 2001-2011

Tabela 3

Lata o skrajnym zróżnicowaniu występowania bulw z wadami zewnętrznymi u odmian różnej wczesności w okresie 2001-2011

Grupa wczesności	Najniższy udział bulw z wadami	Udział bulw z wadami (% masy)	Najwyższy udział bulw z wadami	Udział bulw z wadami (% masy)	NIR _{0,05} dla lat (stopnie Blissa)
Deformacje					
Bardzo wczesne	2004	2,3	2009	16,0	4,56
Wczesne		2,5		15,7	0,92
Średnio wczesne	2005	4,2	2006	20,8	0,80
Średnio późne i późne		5,4		17,7	0,54
Spękania					
Bardzo wczesne	2004	0,1	2002	4,3	2,77
Wczesne		0,0		4,1	0,96
Średnio wczesne	2005	0,3	2001	5,0	0,64
Średnio późne i późne	2004	0,2	2011	4,7	0,52

Przytoczone dane upoważniały zatem do poszukiwania zależności pomiędzy warunkami lat uprawy w 11-letnim okresie badań a nasileniem ocenianych wad w zbieranym plonie. Analizy korelacji pomiędzy poziomem poszczególnych czynników meteorologicznych (temperatura gleby i powietrza, suma opadów oraz współczynnik Sieljaninowa) w kolejnych fazach rozwoju odmian różnej wczesności a występowaniem bulw zdeformowanych w plonie wykazały, że powstawa-

nie deformacji jest istotnie uzależnione od temperatury gleby oraz warunków termiczno-wilgotnościowych w okresie od pełni do końca kwitnienia roślin. Stwierdzono, że pomiędzy wzrostem temperatury gleby od 20,5 do 25,5°C oraz współczynnika Sieljaninowa od 0,3 do 3,0 w badanym okresie a udziałem bulw niekształtnych w plonie odmian różnych grup wczesności zachodzi korelacja prosta dodatnia (tab. 4).

Tabela 4

**Korelacja pomiędzy poziomem czynników meteorologicznych
w fazie od pełni do końca kwitnienia ziemniaka a występowaniem bulw
zdeformowanych w latach 2001-2011**

Czynnik meteorologiczny	Grupa wczesności	Zakres wartości czynnika meteorologicznego w fazie	Zakresy zmienności występowania bulw zdeformowanych (% masy)	Zależność (wartość współczynnika korelacji)
Temperatura gleby (°C)	wczesne	20,5-23,8	2,5-15,7	0,773
	średnio wczesne	21,3-25,4	4,2-20,8	0,605
	średnio późne i późne	21,3-24,8	5,4-17,7	0,605
Współczynnik Sielianinowa	wczesne	0,3-2,3	2,5-15,7	0,662
	średnio wczesne	0,3-3,0	4,2-20,8	0,880
	średnio późne i późne	0,3-3,0	5,4-17,7	0,662

Tabela 5

**Korelacja pomiędzy poziomem czynników meteorologicznych
w fazie zasychania roślin a występowaniem bulw ze spękaniem w latach 2001-2011**

Czynnik meteorologiczny	Grupa wczesności	Zakres wartości czynnika meteorologicznego w fazie	Zakres zmienności udziału bulw spękanych (% masy)	Zależność (wartość współczynnika korelacji)
Suma opadów (mm)	wczesne	8,0-116,0	0,0-4,1	0,558
	średnio wczesne	35,1-231,8	0,3-5,0	0,504
	średnio późne i późne	81,4-268,3	0,2-4,7	0,404
Współczynnik Sielianinowa	wczesne	0,2-3,2	0,0-4,1	0,524
	średnio wczesne	0,4-3,2	0,3-5,0	0,554
	średnio późne i późne	0,7-2,1	0,2-4,7	0,311

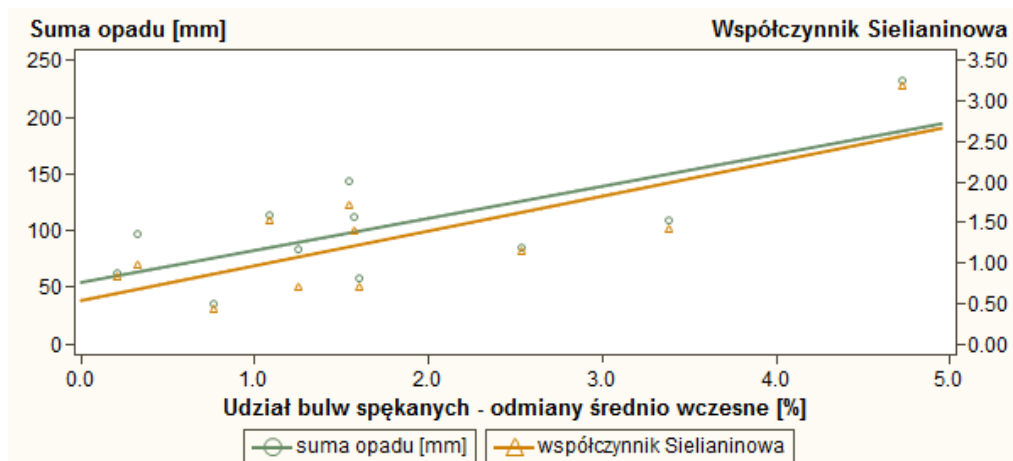
Okresem o największym znaczeniu dla powstawania spękań bulw okazał się ostatni etap rozwoju roślin, tj. faza dojrzewania, a dokładniej suma opadów i warunki termiczno-wilgotnościowe panujące w tym czasie. Badania wykazały, że w miarę wzrostu sum opadów, a także zwiększania się współczynnika Sielianinowa w końcowym okresie rozwoju roślin następował prostoliniowy wzrost udziału bulw ze spękaniem (tab. 5). Warto podkreślić, że wyższą korelację pomiędzy występowaniem spękań a wymienionymi czynnikami środowiska stwierdzono dla odmian wczesnych i średnio wczesnych, tj.

wówczas, kiedy zakresy sum opadów i współczynnika Sielianinowa obejmowały wartości niższe, właściwe dla niedoboru wilgotności w tym czasie (tab. 5, rys. 2). Najprawdopodobniej oznacza to, że po przekroczeniu pewnych wartości sum opadów i współczynnika Sielianinowa nie wzrasta już intensywność procesów prowadzących do pęknięcia skórki i miąższu bulw.

Wykazana zależność dla warunków badań polowych stanowi istotne potwierdzenie wyników badań Levy (1986) oraz Gawrońskiej (1989). Autorzy ci, w badaniach prowadzonych w warunkach kontrolowanych, od-

notowali negatywny wpływ wysokiej temperatury na wysokość plonu, a także zwiększo-

ne występowanie defektów fizjologicznych bulw, w szczególności deformacji.



Rys. 2. Zależność pomiędzy sumą opadów oraz współczynnikiem Sielianinowa w okresie zasychania roślin a występowaniem bulw spękanych w plonie odmian średnio wczesnych

Podsumowanie

Istotny wpływ temperatury gleby oraz warunków hydrotermicznych w fazie kwitnienia ziemniaka na występowanie bulw zdeformowanych w plonie, stwierdzony na podstawie wyników uzyskanych w warunkach uprawy w polu przy naturalnym układzie czynników meteorologicznych, wskazuje, że czynniki te stanowią ważny element, decydujący o jakości plonów ziemniaka w naszym kraju, a więc i opłacalności jego produkcji. Istotną zależność stwierdzono również dla sumy opadów i warunków hydrotermicznych w końcowym okresie rozwoju roślin, które determinowały występowanie bulw ze spękaniem w plonie. Tym samym niezbędne wydaje się bardziej wnikliwe rozpoznanie oddziaływania na środowisko wzrostu roślin tych zabiegów agrotechnicznych, których stosowanie ma związek z klimatycznymi czynnikami ich rozwoju. Dotyczy to przede wszystkim nawadniania, ale ważne są też zabiegi uprawowe i pielęgnacyjne wpływające na warunki termiczne w redlinach. Aspekty te powinny znaleźć właściwe miejsce w opracowaniach dotyczących technologii uprawy ziemniaków wysokiej jakości.

Literatura

1. 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; 2. Gawrońska H. 1998. Wytwarzanie i dystrybucja biomasy u ziemniaka *Solanum tuberosum*

L. w zróżnicowanych warunkach środowiska. Fundacja Rozwój SGGW Warszawa: 95 s.; 3. <http://www.science-direct.com/science/article/pii/S1360138505002918>; 4. Jefferies R. A., Mackerron D. K. L. 1987. Observations on the incidence of tuber growth cracking in relation to weather patterns. – Potato Res. 30: 613-623; 5. Krzysztofik B., Nawara P. 2007. Wpływ rozłogu bulw pod krzakiem ziemniaka na ich cechy jakościowe. – Acta Agrophys. 9(148), 3: 665-672; 6. Levy D. 1986. Genotypic variation in response of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) to high ambient temperature and water deficit. – Field Crops Res. 15: 85-96; 7. Lutomirska B. 2003. Rola odmiany jako czynnika warunkującego plonowanie i cechy jakości bulw. [W:] Znaczenie odmiany w agrotechnice i przechowywalnictwie ziemniaka. Konf. Nauk. Jadwisin, 26-27.03.2003. IHAR Oddz. Jadwisin: 36; 8. Molga M. 1986. Podstawy klimatologii rolniczej. PWRL Warszawa: 544-547; 9. Nowacki W. 2002. Parametry jakościowe ziemniaka konfekcjonowanego genetycznie i środowiskowe uwarunkowania. – Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 489: 335-346; 10. Nowacki W., Głuska A., Gruczek T., Lis B., Lutomirska B., Roztropowicz S., Zarzyńska K. 2000. Uprawa ziemniaków a wartość konsumpcyjna i technologiczna bulw. [W:] Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie. Mater. Konf. Nauk. Polanica Zdrój, 8-11.05.2000. AR Wroc.: 23-32; 11. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 października 2003 r. <http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20031941900>; 12. Werner E., Trętowski J. 1985. Ziemniak jadalny. [W:] Biologia ziemniaka. PWN Warszawa: 254-265

