

JANUSZ URBANOWICZInstytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — PIB w Radzikowie
Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemiaka w Boninie

Reakcja odmian ziemniaka o zróżnicowanej budowie liści na metrybuzynę stosowaną po wschodach*

Reaction of potato cultivars with diverse leaf morphology to metribuzin applied post emergence

W latach 2005–2008 w doświadczeniach polowych przeprowadzonych w Boninie, badano reakcję pięciu odmian ziemniaka (Denar, Lord, Molli, Satina i Sonda) na metrybuzynę stosowaną powschodowo. Obserwacje fitotoksycznej reakcji oraz tempo jej zanikania prowadzono w oparciu o skalę 9-stopniową, co 7 dni od aplikacji, do całkowitego ustąpienia jej objawów. Odmiany charakteryzowały się zróżnicowaną reakcją na powschodowe stosowanie metrybuzyny: od całkowitej niewrażliwości – w przypadku odmiany Satina do reakcji bardzo silnej – Sonda. Porównano również budowę morfologiczną liści badanych odmian oraz oszacowano liczbę aparatów szparkowych znajdujących się na górnej stronie blaszki liściowej na powierzchni 1 mm². Określono wpływ liczby aparatów szparkowych na uszkodzenia roślin ziemniaka po zastosowaniu metrybuzyny po wschodach ziemniaka. Można sądzić, że różnice w budowie liści badanych odmian ziemniaka miały wpływ na intensywność objawów fitotoksycznej reakcji oraz tempo jej zanikania.

Słowa kluczowe: aparaty szparkowe, budowa liścia, fitotoksyczność, metrybuzyna, odmiana, współzależność, ziemniak

Field experiments were conducted from 2005 to 2008 in Bonin. During this period, response of the five cultivars (Denar, Lord, Molli, Satina and Sonda) to metribuzin applied post emergence was estimated. The phytotoxic reaction and the rate of its disappearance was observed every 7 days and assessed on the 9-degree scale, since the herbicide application until the symptoms completely vanished. The cultivars responded differently to post emergence application of metribuzin with totally insensitive Satina from one side and extremely sensitive Sonda from the other extreme of the scale. Morphology of leaves of tested cultivars was compared and the number of stomata was counted on one square millimeter of upper leaf surface. The influence of stomata number on phytotoxicity effect of post emergence applied metribuzin to potato plants was evaluated. It can be concluded that differences in the leaves morphology between tested cultivars had major impact on the intensity of phytotoxic reaction and the rate of its disappearance

* Badania przeprowadzono w ramach projektu badawczego numer NN 310144735, finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Key words: cultivar, interdependence, leaf structure, metribuzin, phytotoxicity, potato, stomata

WSTĘP

Ziemniak jest gatunkiem wrażliwym na zachwaszczenie, co jest związane z jego powolnym początkowym wzrostem i uprawą w szerokiej rozstawie rzędów. Są to czynniki, które ograniczają jego konkurencyjne działanie w stosunku do chwastów (Pomykańska, 1991). Dodatkową przyczyną wzrostu zachwaszczenia ziemniaka jest jego uprawa po zbożach, które pozostawiają stanowisko w znacznym stopniu zachwaszczone (Choroszewski, 1994a) oraz stosowanie uproszczeń w uprawie (Kraska i Pałys, 2002). Chwasty w ziemniaku można eliminować na różne sposoby, jednak nie wszystkie z nich dają zadowalający efekt. Zdaniem Roli (2002) stosowanie herbicydów w uprawie ziemniaka staje się koniecznością, jednak oprócz wymiernych korzyści, niesie to ze sobą również pewne zagrożenia. Do nich należy zaliczyć: możliwość fitotoksycznego oddziaływania herbicydów na niektóre odmiany roślin uprawnych, fitotoksyczne oddziaływanie na rośliny uprawiane następczo oraz uodpornianie się chwastów na ich substancje aktywne (Rola i Rola, 2001). Do zwalczania chwastów, głównie z klasy dwuliściennych, powszechnie stosuje się herbicyd Sencor 70 WG, zawierający metrybuzynę, który stosowany po wschodach może na niektórych odmianach powodować objawy fitotoksyczności (Gójski i in., 1987; Sawicka, 1993; Choroszewski, 1994 b; Zarzecka, 2000; Gruczek, 2001 b; Praczyk, 2002 a; Urbanowicz, 2006). Fitotoksyczna reakcja ma szczególne znaczenie w produkcji nasiennej, gdyż może utrudnić, a nawet uniemożliwić prawidłowe przeprowadzenie selekcji negatywnej poprzez utrudnienia w identyfikacji chorób wirusowych. W produkcji towarowej może natomiast powodować spadek plonu i zdrobnienie bulw, co uwidacznia się najbardziej w przypadku odmian o najkrótszym okresie wegetacji, które mają zbyt mało czasu na odbudowę chlorofilu. Bardzo często uszkodzenia roślin ziemniaka mają charakter przemijający i nie zawsze wpływają na plon bulw (Zarzecka, 2003). W niektórych przypadkach jednak może dochodzić do bardzo silnych uszkodzeń, które mogą całkowicie zniszczyć rośliny lub w istotny sposób zmniejszać ich plonowanie. Tak znaczne efekty fitotoksycznej reakcji eliminują daną odmianę z wykazu tych, w których metrybuzynę można stosować po wschodach (Rola i Gołębiowska, 2003; Gruczek, 2004; Hutchinson i in., 2006).

Do tej pory nie wyjaśniono w pełni, dlaczego odmiany ziemniaka reagują w różny sposób na powschodowe stosowanie metrybuzyny, i to bez względu na długość okresu wegetacji (grupę wczesności) czy kierunek użytkowania (jadalne i skrobiowe). Prawdopodobnie jest to związane z budową morfologiczną i anatomiczną liści oraz tempem rozkładu metrybuzyny (Urbanowicz, 2004). Zróżnicowania w budowie morfologicznej liści poszczególnych roślin, a nawet ich odmian, mogą wpływać na selektywność herbicydów poprzez zdolność do retencji cieczy użytkowej na ich powierzchni (Caseley, 1989; Domańska, 1991; Dobrzański, 1999; Praczyk, 2002 a). Herbicydy stosowane po wschodach rośliny uprawnej mogą przenikać do wnętrza roślin na dwa sposoby: poprzez powierzchnię blaszki liściowej oraz przez aparaty szparkowe (Praczyk i Skrzypczak, 2004). Może to być związane z obecnością wosku na powierzchni

liści lub różnego rodzaju włosków, na których mogą zatrzymywać się krople herbicydów. Rośliny rosnące w warunkach niedoboru wilgotności wytwarzają grubszą warstwę kutykuli, która stanowi ochronę przed nadmierną utratą wilgotności, a tym samym stanowi dodatkową barierę dla środków ochrony roślin.

Liść ziemniaka jest złożony, nieparzysto pierzasty, a o jego wielkości decydują warunki środowiska i umiejscowienie na roślinie. Ze względu na skupienie można wyróżnić dwa rodzaje liści: luźny i skupiony. Luźny charakteryzuje się tym, że listki mają długie ogonki i osadzone są rzadko na osi, zatem między osią liścia a blaszkami listków pozostaje dużo przestrzeni. Liść skupiony występuje wtedy, gdy listki osadzone są gęsto, mają krótkie ogonki, a duże, szerokie blaszki zachodzą na siebie. Między listkami nie ma wolnych miejsc lub są bardzo nieznaczne. Ze skupieniem liścia związane jest tzw. pokrywanie oraz zrosty liściowe, które są cechami odmianowymi (Prüffer i in., 1978; Anonim, 2012). Pokrywanie występuje w liściach skupionych, gdzie listki górnej pary zachodzą na listek szczytowy i zakrywają go. Zrosty występują między listkiem szczytowym a jednym lub dwoma listkami najwyższej pary (Humán, 1986).

Blaszka liściowa pokryta jest skórką, której budowa może podlegać modyfikacjom pod wpływem zmian natężenia światła, wilgotności gleby i powietrza. Zmieniać się może grubość ścian komórkowych oraz liczba i rozmieszczenie aparatów szparkowych (Szweykowska i Szweykowski, 1982). Aparaty szparkowe w liściu ziemniaka rozmieszczone są nierównomiernie, a górna część blaszki liściowej zawiera ich mniej niż dolna. Średnia liczba szparek waha się w szerokich granicach, średnio wynosi około 200 na 1 mm². Gdy roślina traci wodę, szparki zamykają się, a gdy dopływa świeża woda do liści, otwierają się (Malinowski, 1983). Przeciętna liczba aparatów szparkowych w liściach ziemniaka jest cechą odmianową i wynosi średnio od 22 do 51 na 1 mm² powierzchni górnej strony blaszki liściowej, a od 50 do 153 na 1 mm² — po dolnej jej stronie (Strebeyko, 1985).

Celem badań było określenie stopnia wrażliwości wybranych odmian ziemniaka na metrybuzynę stosowaną po wschodach oraz analiza budowy morfologicznej ich liści.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe przeprowadzono w Boninie (województwo zachodniopomorskie) w latach 2005–2008, w których oceniano fitotoksyczną reakcję odmian ziemniaka i tempo jej zanikania po powschodowym zastosowaniu metrybuzyny. Doświadczenie założono w układzie split-plot, w trzech powtórzeniach.

Czynnikami I rzędu były odmiany z różnych grup wczesności i różnym typie użytkowym:

- Denar, Lord i Molli (bardzo wczesne, jadalne),
- Satina (średnio wczesna, jadalna),
- Sonda (późna, skrobiowa).

Czynnikami II rzędu były:

- metrybuzyna w dawce $0,35 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, zastosowana po wschodach ziemniaka (w formie
- handlowej herbicyd Sencor 70 WG w dawce $0,5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$);
- obiekt kontrolny — bez herbicydu.

Bulwy sadzono ręcznie w ostatniej dekadzie kwietnia, w rozstawie 0,75 m i gęstości sadzenia w rzędzie 0,3 m (pięć redlin po 10 roślin). Metrybuzynę stosowano po wschodach ziemniaka, gdy rośliny osiągnęły wysokość 10–15 cm (I dekada VI). Całe doświadczenie było chronione w jednakowy sposób przed stonką ziemniaczaną i zarazą ziemniaka. Na poletkach kontrolnych prowadzono ręczne odchwaszczanie, by wyeliminować wpływ zachwaszczenia na plon, zgodnie z wytycznymi metodyki EPPO — PP 1/135 (2) (Anonim, 2007). Od momentu zastosowania herbicydu Sencor 70 WG, co 7 dni prowadzono obserwacje fitotoksycznej reakcji roślin oraz oceniano tempo jej zanikania do całkowitego ustąpienia objawów. Uszkodzenia odmian ziemniaka określano w skali 9-stopniowej, według EWRC (European Weed Research Council), w której 1 — oznacza brak uszkodzeń, a 9 — całkowite zniszczenie roślin. W trakcie prowadzenia obserwacji pobierano liście w celu oszacowania ilości aparatów szparkowych (obraz spod mikroskopu skaningowego) oraz wykonano dokumentację fotograficzną (budowa liści).

Badania przeprowadzono na glebie mineralnej, pseudobielicowej, o składzie granulometrycznym glina lekka (w roku 2005) i glina piaszczysta (w pozostałych latach badań). W poszczególnych latach badań gleba różniła się zawartością makroelementów i zasobnością w próchnicę (tab. 1). Najwyższą zawartość próchnicy, wynoszącą $23,2 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ i makroelementów (P — wysoka, K — średnia i Mg — wysoka), odnotowano w roku 2005. Najniższą zawartość odnotowano w roku 2008, która wynosiła odpowiednio: humus — $14,8 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, makroelementy: P — średnia, K — niska i Mg — średnia.

Tabela 1

Charakterystyka gleby w Bonnie
Characteristic of soil in Bonin

Wyszczególnienie Specification	Rok Year			
	2005	2006	2007	2008
pH w 1 n KCl pH in KCl	5,3	5,1	5,5	5,5
Zawartość próchnicy ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) Humus content	23,2	16,0	16,6	14,8
Skład mechaniczny* Soil texture	gl	gp	gp	gp
Zawartość makroelementów ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$): Macroelements content in soil ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$):				
P	6,95	7,52	5,89	5,63
K	9,40	8,30	7,47	5,40
Mg	4,20	3,50	4,00	2,60

* gl — glina lekka; light clay

* gp — glina piaszczysta; sandy clay

Na podstawie współczynnika hydrotermicznego Sielianinova scharakteryzowano sezon wegetacyjny 2005 i 2008 jako wilgotny, a 2006 i 2007 jako mokry (tab. 2).

Charakterystyka warunków klimatycznych w okresie wegetacji
Climatic conditions during the vegetation period

Miesiące Months	Współczynnik hydrotermiczny Sielianinova Hydrothermic coefficient Sielianinov's			
	2005	2006	2007	2008
IV	0,46	3,05	1,30	2,96
V	2,39	1,82	1,74	0,16
VI	0,70	1,39	2,43	1,78
VII	1,65	0,32	3,86	0,99
VIII	1,47	4,45	1,34	2,51
IX	0,70	1,12	2,57	1,16
Średnia Mean	1,23	2,02	2,20	1,59
Suma opadów okresie wegetacji (mm) Rainfalls in the vegetation period (mm)	330,6	510,4	613,8	391,2
Średnia temperatura (°C) Mean air temperature (°C)	14,0	15,1	14,6	13,9

Wartość współczynnika Sielianinova — Sielianinov's coefficient:

do 0,5 — susza; below 0.5 — drought; 0,51–1,0 — posucha; mild drought; 1.1–2.0 — wilgotno; wet; powyżej 2 — mokro; above 2 — very wet

Badane odmiany podzielono na 5 grup w zależności od skali wrażliwości na metrybuzynę. Uzyskane wyniki (liczba aparatów szparkowych) poddano analizie wariancji testem t-Studenta, a wartości średnie porównywano testem Tukeya. W celu określenia współzależności pomiędzy liczbą aparatów szparkowych a uszkodzeniami roślin wykonano analizę wariancji z regresją za pomocą testu F-Snedecora.

WYNIKI

Powschodowe stosowanie metrybuzyny w dawce 0,35 kg ha⁻¹, powodowało zróżnicowaną reakcję badanych odmian, przy czym nie odnotowano zróżnicowania w sile tej reakcji w poszczególnych latach badań. Spośród badanych odmian tylko Satina nie wykazała żadnych objawów fitotoksycznej reakcji we wszystkich latach badań (tab. 3). Natomiast na roślinach odmiany Lord, we wszystkich latach badań odnotowano bardzo słabe objawy fitotoksycznej reakcji (2 w skali 9-stopniowej), charakteryzujące się lekkimi przebarwieniami blaszki liściowej, które ustąpiły po 14 dniach od terminu aplikacji metrybuzyny. Odmiana Denar zareagowała silniej na metrybuzynę i uzyskała średnią ocenę 2,9 w skali 9-stopniowej. Objawy fitotoksyczne zanikły po upływie 21 dni. Odmiana Molli zareagowała lekkim uszkodzeniem blaszki liściowej (nekrozy występujące przy brzegach blaszek liściowych oraz chlorotyczne rozjaśnienia liści. Jej reakcję oceniono średnio na 4,9, a długość utrzymywania się tych objawów we wszystkich latach badań wynosiła 28 dni (tab. 3). Jediną odmianą skrobiową była Sonda, która najsilniej zareagowała na metrybuzynę aplikowaną powschodowo. Średnia ocena z lat badań wynosiła 7,2 w skali 9-stopniowej, a objawy w postaci silnych nekroz dochodziły do 50% powierzchni blaszki liściowej i utrzymywały się najdłużej — do 35 dni. W trakcie prowadzenia obserwacji nie odnotowano żadnych innych objawów reakcji roślin ziemniaka na zastosowany herbicyd, tylko rośliny odmiany

Tabela 3

Fitotoksyczna reakcja odmian ziemniaka na powstające stosowanie metrybuzyny
Phytotoxicity reaction of potato cultivars to metribuzin applied post emergence

Odmiana Cultivar	Liczba dni po zabiegu/fitotoksyczność Number of days after treatment/phytotoxicity				
	7	14	21	28	35
2005					
Satina	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Lord	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Denar	2,7	2,0	1,0	1,0	1,0
Molli	4,6	3,0	2,0	1,0	1,0
Sonda	7,0	5,2	3,4	2,0	1,0
2006					
Satina	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Lord	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Denar	3,0	2,0	1,0	1,0	1,0
Molli	5,0	3,6	2,0	1,0	1,0
Sonda	7,2	5,0	3,2	2,0	1,0
2007					
Satina	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Lord	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Denar	3,0	2,0	1,0	1,0	1,0
Molli	5,0	3,2	2,0	1,0	1,0
Sonda	7,2	5,3	3,8	2,0	1,0
2008					
Satina	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Lord	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Denar	3,0	2,0	1,0	1,0	1,0
Molli	5,0	4,0	2,0	1,0	1,0
Sonda	7,4	5,6	4,2	2,5	1,0

Sonda zmieniły swój pokrój, były wyraźnie mniejsze i bardziej delikatne, w porównaniu z roślinami z poletek kontrolnych. Na podstawie uzyskanych wyników, testowane odmiany zakwalifikowano do różnych grup wrażliwości na metrybuzynę stosowaną po wschodach ziemniaka (tab. 4).

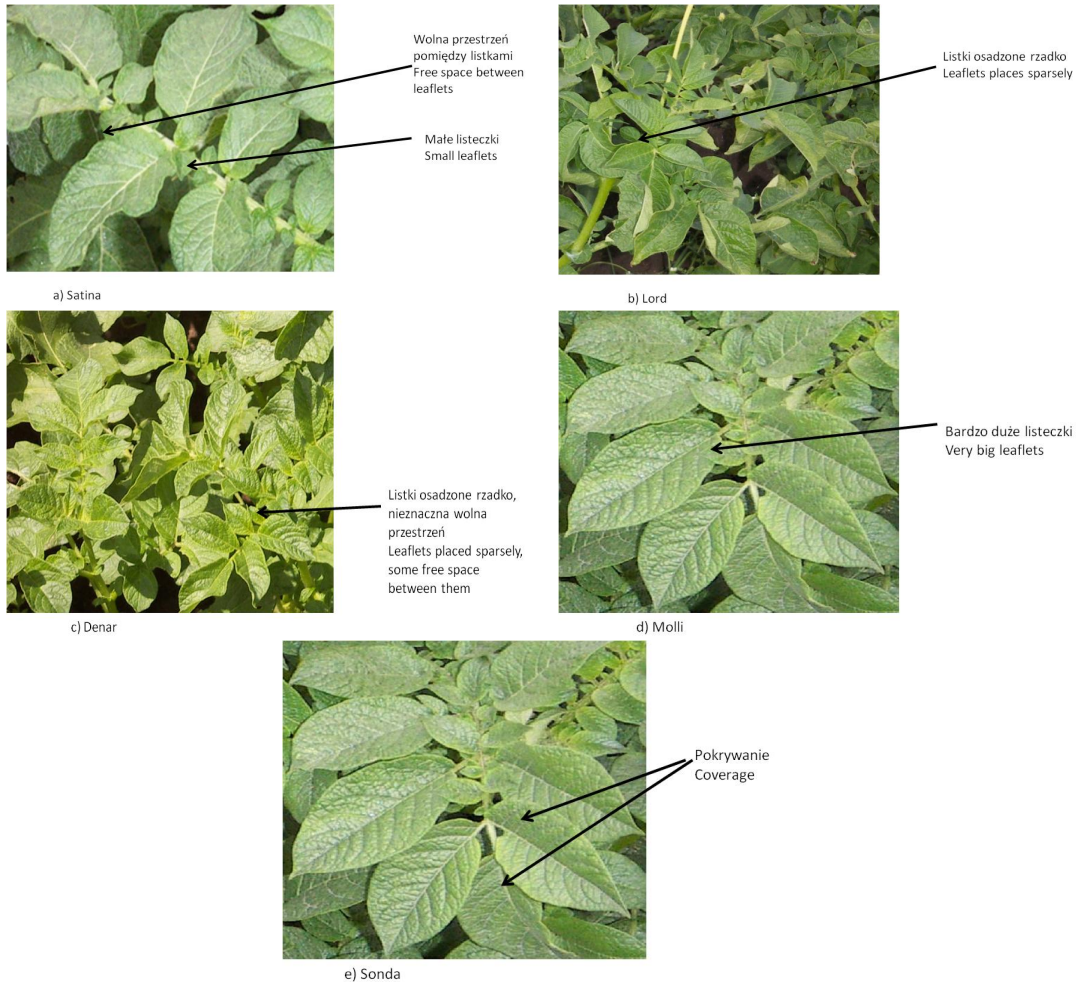
Tabela 4

Wrażliwość badanych odmian na metrybuzynę stosowaną po wschodach
Sensitivity of the tested cultivars to metribuzin applied post emergence

Skala EWRC EWRC scale	Grupa wrażliwości Group of sensitivity	Odmiana Cultivar
1,0	niewrażliwe — insensitive	Satina
1,1-2,0	niska wrażliwość — low sensitive	Lord
2,1-4,0	średnia wrażliwość — medium sensitive	Denar
4,1-6,0	podwyższona wrażliwość — raised sensitive	Molli
<6,1	wysoka wrażliwość — high sensitive	Sonda

Różnice w budowie morfologicznej liści oraz ich układ na roślinie u poszczególnych odmian może wpływać na procesy związane z pobieraniem substancji aktywnej zawartej w środkach ochrony roślin. Może to również wpływać na siłę wywoływania objawów fitotoksycznej reakcji na roślinach. Dużą rolę odgrywają także aparaty szparkowe, których liczba na górnej powierzchni liści może wpływać na ilość pobranej cieczy roboczej.

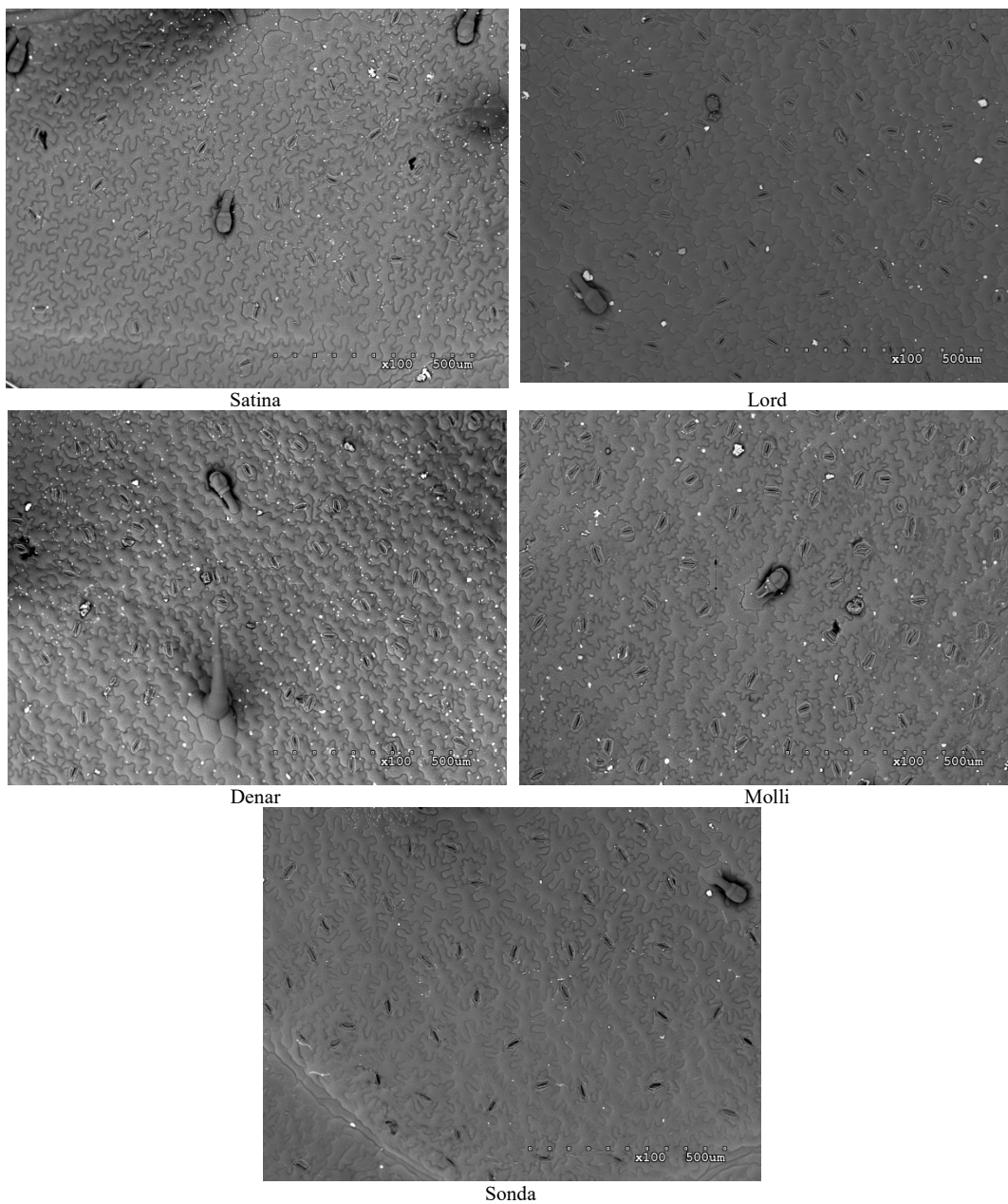
Po przeanalizowaniu budowy morfologicznej liści badanych odmian stwierdzono, że liście odmiany Denar mają listki osadzone rzadko, a między nimi znajdują się niewielkie miejsca wolnej przestrzeni (rys. 1).



Rys. 1. Budowa liści badanych odmian
Fig. 1. Leaf morphology of the tested cultivars

Podobne skupienie liścia (tzw. liść luźny) stwierdzono u odmiany Lord. Natomiast odmiana Molli posiada listki o długich ogonkach, ale jej listeczki były bardzo duże i zachodziły na siebie, nie pozostawiając wolnej przestrzeni. Występowało tu zjawisko pokrywania (liście skupione). Z kolei odmiana Satina miała listki duże, osadzone na krótkich ogonkach, jednak osadzone rzadko, dlatego pomiędzy nimi występowało dużo wolnej przestrzeni, której nie zakrywały bardzo małe listeczki. Odmiana Sonda miała liść

skupiony i posiadała duże listeczki. Występowało tu również zjawisko pokrywania, a tym samym wolna przestrzeń między listkami była bardzo mała.



Rys. 2. Aparaty szparkowe badanych odmian
Fig. 2. Stomata of tested cultivars

W celu pełniejszej charakterystyki różnic występujących pomiędzy liśćmi badanych odmian, policzono aparaty szparkowe występujące na powierzchni 1 mm² górnej strony blaszki liściowej. Najmniejszą ich liczbę, wynoszącą średnio 29,7 szt. mm², stwierdzono u odmiany Satina. U kolejnych badanych odmian liczba ta była większa i wynosiła odpowiednio: Lord — 43,8 szt. mm², Denar — 49,9 szt. mm² i Molli 59,8 szt. mm². Największą liczbę aparatów szparkowych stwierdzono u odmiany Sonda — 71,3 szt. mm². Różnice w liczbie aparatów szparkowych znajdujących się na górnej stronie blaszki liściowej badanych odmian potwierdzono statystycznie (tab. 5, rys. 2).

Tabela 5

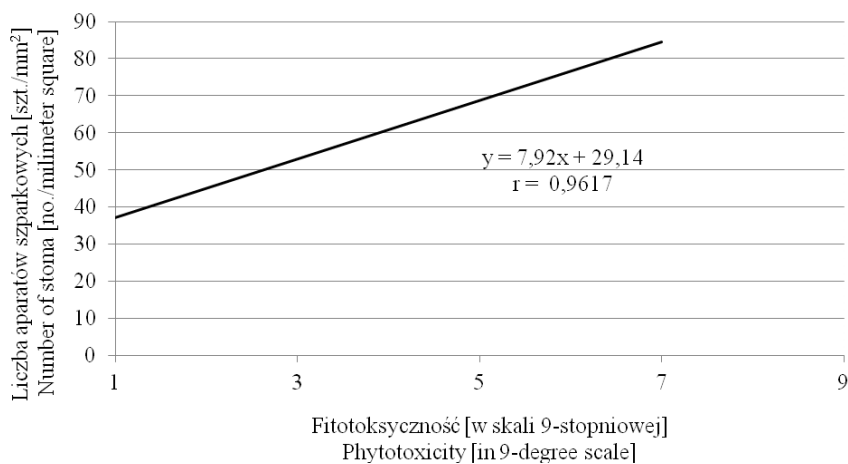
Liczba aparatów szparkowych na górnej stronie liści badanych odmian (średnia z lat 2005–2008)
Number of stomata on upper side of the leaves of tested cultivars (mean of years 2005–2008)

Odmiana Cultivar	Liczba aparatów szparkowych [szt. mm ²] Number of stomata [no. squaremilimeter]
Satina	39,7 a*
Lord	43,8 b
Denar	49,9 b
Molli	59,8 c
Sonda	71,3 d

* Wartości w kolumnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy p = 0,05

* Means followed by the same letter within a column are not significantly different at p = 0.05

Po wykonaniu analiz statystycznych wyliczono współczynnik regresji, który charakteryzuje zależność między liczbą aparatów szparkowych a skalą wrażliwości odmian. Dodatni współczynnik regresji i jego wartość powyżej 0,9 wskazuje na bardzo silną współzależność pomiędzy badanymi cechami (rys. 3).



Rys. 3. Uszkodzenia roślin ziemniaka powodowane przez metrybuzynę w zależności od liczby aparatów szparkowych

Fig. 3. Potato plant damages caused by metribuzine depending on number of stomata

DYSKUSJA

W praktyce rolniczej bardzo często herbicydy stosowane są po wschodach ziemniaka, co jest podyktowane niekorzystnymi warunkami pogodowymi występującymi na początku wegetacji. Dodatkowym uzasadnieniem ich aplikacji w tym terminie jest również stan zachwaszczenia, który umożliwia dobór herbicydów do konkretnych gatunków chwastów znajdujących się na plantacji (Urbanowicz, 2005). Jednak stosowanie herbicydów powschodowych może wywoływać efekt fitotoksycznej reakcji na chronionych roślinach. Zjawisko to jest szczególnie niepożądane na plantacjach nasiennych ziemniaka, ale również w uprawach towarowych. Wpływ herbicydów na rośliny uprawne jest szeroko opisywany w literaturze (Rola i Radziszewski, 1995; Rola i Franek, 1995; Dobrzański i in., 1999; Solarska i Ciota, 1999; Praczyk, 2002b; Anyszka i Dobrzański, 2003; Rola i Gołębiowska, 2003; Gołębiowska i Rola, 2008). W ziemniaku, natomiast znane są badania Gójskiego i in. (1987), Sawickiej (1993), Choroszewskiego (1994b), Gruczka (2004b), Urbanowicza (2004; 2006; 2009) i wielu innych, jednak nigdy nie w pełni wyjaśniono różnicowania w fitotoksycznej reakcji pomiędzy odmianami ziemniaka.

W przeprowadzonych badaniach odmiany wykazywały zróżnicowaną reakcję na metrybuzynę stosowaną po wschodach. Różnice w jej ocenie dla poszczególnych odmian w latach badań były niewielkie i wynosiły, w zależności od odmiany od 0,2 do 0,4 punktu w 9-stopniowej skali. Najbardziej odbiegające wyniki uzyskano w roku 2005, gdzie odnotowano słabszą reakcję u odmian Denar i Molli, co było związane z odmiennymi warunkami pogodowymi w porównaniu z pozostałymi latami badań. W czerwcu 2005 roku (czas aplikacji metrybuzyny) stwierdzono najmniejszą ilość opadów i najniższą temperaturę powietrza, w porównaniu do analogicznego okresu innych lat badań. Do podobnych wniosków doszli Midmore (1984), Adamiak (1985), Ceglarek i in. (1992) oraz Al-Khatib i in. (1997), stwierdzając, że najsilniejsza fitotoksyczna reakcja występuje przy wysokich temperaturach i dużych opadach po aplikacji herbicydu. Obserwowane w badaniach objawy fitotoksycznej reakcji na roślinach ziemniaka miały charakter typowy dla herbicydów z grupy inhibitorów fotosyntezy (Praczyk i Skrzypczak, 2004). W zależności od nasilenia tej reakcji były to lekkie przebarwienia blaszek liściowych (odmiana Lord), chlorozy (odmiany Denar i Molli), aż do silnych uszkodzeń w postaci nekroz – na liściach odmiany Sonda. Negatywny wpływ fitotoksycznej reakcji przejawia się również w długością czasu jej utrzymywania się na roślinach (tempo zanikania objawów). Najdłużej objawy utrzymywały się na odmianie Sonda – do 35 dni po aplikacji herbicydu. Natomiast u odmian o słabszej reakcji okres ten wahał się od 14 do 25 dni. Badane odmiany uszeregowano pod kątem wrażliwości na metrybuzynę aplikowaną po wschodach ziemniaka i tylko jedną z nich – Sondę, zakwalifikowano do grupy o wysokiej wrażliwości. Liczba odmian o najsilniejszej reakcji na powschodowe stosowanie metrybuzyny jest niewielka, co potwierdzają liczne badania (Munzert i Kees, 1990; Sawicka, 1993; Gruczek, 2004; Barbaś i Sawicka, 2009; Urbanowicz, 2009). Zdaniem wielu autorów, w uprawie odmian bardzo silnie reagujących na metrybuzynę aplikowaną powschodowo, nie powinno się stosować w tym terminie herbicydów ją zawierających (Rola i Gołębiowska, 2003; Gruczek, 2004; Urbanowicz, 2004; Hutchinson i in., 2006).

O sile występujących objawów u poszczególnych odmian, zdaniem De Jonga (1983), Zawiślak i in. (1985) oraz Pszczółkowskiego (2003), decydują również uwarunkowania odmianowe. W badaniach własnych potwierdzono, że reakcja odmian na metrybuzynę jest niezależna od grupy wczesności, czy też sposobu ich użytkowania.

Wpływ czynnika odmianowego na siłę fitotoksycznej reakcji może być warunkowany dwojako: jako efekt genetycznej odporności, albo zróżnicowanej budowy morfologicznej i anatomicznej liści. Większe znaczenie odgrywa zróżnicowana budowa morfologiczna liści, która z kolei decyduje o retencji cieczy użytkowej na ich powierzchni (Caseley, 1989; Dobrzański, 1999; Praczyk, 2002 a). Zdaniem Praczyka i Skrzypczaka (2004) stosowane po wschodach herbicydy mogą wnikać do wnętrza roślin poprzez blaszkę liściową oraz aparaty szparkowe. Liczba aparatów szparkowych jest cechą odmianową. Przeciętna liczba aparatów szparkowych w liściach ziemniaka wynosi od 22 do 51 na 1 mm² powierzchni górnej strony blaszki liściowej, a od 50 do 153 na 1 mm² — po dolnej jej stronie (Strebeyko, 1985). W przeprowadzonych badaniach wykazano różnice pomiędzy odmianami dotyczące skupienia liści oraz liczby aparatów szparkowych. Odmiana o najsilniejszej reakcji na powschodowe stosowanie metrybuzyny — Sonda charakteryzuje się największą liczbą aparatów szparkowych na górnej powierzchni blaszki liściowej (średnio 71,3 szt. mm²) oraz tzw. liśćmi skupionymi, z tendencją do pokrywania. Liście skupione tworzą większą powierzchnię zetknięcia się z zastosowanym środkiem ochrony roślin, gdyż pomiędzy listkami nie ma wolnej przestrzeni. Kontakt ten jest więc niemal 100%. Podobne zależności stwierdzono u odmiany Molli — o podwyższonej wrażliwości na metrybuzynę. Odmiana ta charakteryzuje się również liśćmi skupionymi, a liczba aparatów szparkowych wynosi średnio 59,8 szt. mm². Pozostałe odmiany charakteryzowały się mniejszą liczbą aparatów szparkowych. Wraz ze zmniejszającą się liczbą aparatów szparkowych, obserwowano mniej intensywne objawy fitotoksycznej reakcji. Odmiana Satina, która okazała się jedyną odmianą o całkowitej niewrażliwości na metrybuzynę stosowaną po wschodach, miała najmniejszą ich liczbę, wynoszącą średnio 29,7 szt. mm² oraz rzadko osadzone listeczki w liściu złożonym. Na podstawie dodatniego współczynnika regresji, można stwierdzić, że wraz ze wzrostem liczby aparatów szparkowych — wzrasta wrażliwość odmian, zatem cecha ta ma wpływ na siłę efektu fitotoksyczności.

Niewielu autorów wiąże zróżnicowaną tolerancję odmian ziemniaka na stosowane herbicydy z różnicami w budowie całych roślin, czy ich liści. Częściej można się spotkać z tym poglądem przy ogólnej ocenie skuteczności działania herbicydów (Sawicka i Skalski, 1996; Zarzecka i Gugęła, 2004), gdzie wykazano, że odmiany o obfitym ulistnieniu i tzw. „liściowym” pokroju krzaka lepiej osłaniają glebę i tym samym wpływają na redukcję zachwaszczenia w porównaniu z odmianami o „łodygowym” pokroju.

PODSUMOWANIE

1. Nasilenie fitotoksycznej reakcji na powschodowe stosowanie metrybuzyny w dawce 0,35 kg ha⁻¹ oraz tempo jej zanikania na roślinach ziemniaka było zróżnicowane dla

- poszczególnych odmian. Czas utrzymywania się objawów fitotoksyczności wynosił w zależności od odmiany od 14 do 35 dni od momentu aplikacji metrybuzyny.
2. W latach o wyższych temperaturach i sumach opadów po zabiegu oraz większej zawartości składników pokarmowych w glebie, stwierdzono zmniejszenie stopnia wrażliwości odmian na metrybuzynę aplikowaną po wschodach ziemniaka.
 3. Siła efektu fitotoksyczności determinowana jest genetycznym zróżnicowaniem odmian, a w szczególności budową morfologiczną liści. Fitotoksyczna reakcja odmian ziemniaka była uzależniona od liczby aparatów szparkowych na górnej stronie powierzchni blaszek liściowych. Cecha ta wpływa na ilość pobranej substancji aktywnej herbicydu, a tym samym — na tempo jej rozkładu.

LITERATURA

- Adamiak J. 1985. Reakcja odmian ziemniaka na herbicyd Lexone w rejonie Olsztyna. Zesz. Nauk. ART Olsztyn. Rol., 41: 113 — 123.
- Al-Khatib K., Libbey C., Kadir S., Boydston R. 1997. Differential varietal response of Greek pea (*Pisum sativum*) to metribuzin. Weed Tech., 11: 775 — 781.
- Anonim 2007. Metodyka EPPO PP 1/135 (3). Ocena skuteczności działania środków ochrony roślin. Ocena fitotoksyczności. OEPP/EPPO Biul., 37: 15 s. <http://www.minrol.gov.pl>.
- Anonim 2012. The European Cultivated Potato Database. <http://www.europotato.org>.
- Anyszka Z., Dobrzański A. 2003. Ochrona marchwi przed chwastami w oparciu o metrybuzynę i pendimetalinę. Prog. Plant Prot., 43 (2): 513 — 516.
- Barbaś P., Sawicka B. 2009. Wrażliwość odmian ziemniaka na metrybuzynę W: Nasiennictwo i ochrona ziemniaka. Konf. nauk.-szkol. Darłówko, 21-22.05.2009. IHAR ZNiOZ Bonin: 128 — 129.
- Caseley J.C. 1989. Variations in foliar pesticide performance attributable to humidity, dew and rains effects. Aspect Appl. Biol., 21: 215 — 224.
- Ceglarek F., Zarzecka K., Płaza A. 1992. Reakcja ważniejszych gospodarczo nowych odmian ziemniaka na herbicyd Bładex. Zesz. Nauk. WSR-P Siedlce. Rol., 31: 73 — 82.
- Choroszewski P. 1994 a. Chwasty w ziemniakach. Ziem. Pol., 2: 24 — 26.
- Choroszewski P. 1994 b. Fitotoksyczne działanie herbicydów na rośliny ziemniaka. Ochr. Rośl., 7: 11 — 12.
- De Jong H. 1983. Inheritance of sensitivity to the herbicide metribuzin in cultivated diploid potatoes. Euphytica, 32 (1): 41 — 48.
- Dobrzański A. 1999. Ochrona warzyw przed chwastami. Wyd. II. PWRiL, Warszawa: 198 ss.
- Dobrzański A., Pałczyński J., Anyszka Z. 1999. Mieszanina metrybuzyny z flufenacetem (Plateen 41,5 WG) — herbicyd do zwalczania chwastów w pomidorze. Prog. Plant Prot., 39 (2): 662 — 664.
- Domańska H. 1991. Herbicydy. SGGW Warszawa: 126 ss.
- Gołębiowska H., Rola H. 2008. Reakcja odmian kukurydzy na herbicydy w świetle badań prowadzonych w warunkach Dolnego Śląska w latach 1992–2007. Prog. Plant Prot. 48 (2): 598 — 601.
- Gójski B., Czyż S., Skalski J. 1987. Reakcja 40 odmian ziemniaka na herbicyd Sencor w 1986 r. W: Agrotechnika ziemniaka i wybrane zagadnienia z przechowalnictwa. Sesja Nauk. Jadwisin, 4-5.03.1987. Inst. Ziemn. Bonin: 167 — 168.
- Gruczek T. 2001. Efektywne sposoby walki z chwastami i ich wpływ na jakość bulw ziemniaka. Biul. IHAR 217: 221 — 231.
- Gruczek T. 2004. Wrażliwość odmian ziemniaka na metrybuzynę. Biul. IHAR 232: 193 — 199.
- Humán Z. 1986. Systematic botany and morphology of the potato. Technical Information. Bulletin 6. International Potato Center, Lima, Peru: 22 pp.

- Hutchinson P.J., Brentbeutler R., Hancock M.D. 2006. Weed control in potato (*Solanum tuberosum*) crop response with low rate of sulfentrazone applied postemergence with metribuzin. *Weed Technol.* 20 (4): 1023 — 1029.
- Kraska P., Pałys E. 2002. Wpływ systemu uprawy roli oraz nawożenia i ochrony roślin na zachwaszczenie ziemniaka uprawianego na glebie lekkiej. *Ann. UMCS, LVII, Sec. E*: 27 — 39.
- Malinowski E. 1983. Budowa liścia. [W:] *Anatomia roślin*. PWN, Warszawa, 309 — 347.
- Midmose D.J. 1984. Potato (*Solanum* ssp.) in the tropics. A soil temperature effects on emergence plant development and yield. *Field-Crops-Research*, 8 (4): 255 — 271.
- Munzert M., Kees H. 1990. Further results for herbicide tolerance of potato cultivars. *Kartoffelbaum*, 41 (4): 126 — 129.
- Pomykalska A. 1991. Badania nad określeniem progów szkodliwości chwastów w łanie ziemniaka. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A*, 109, (2): 21 — 34.
- Praczyk T. 2002 a. Diagnostyka Uszkodzeń Herbicydowych Roślin Rolniczych. PWRiL Poznań: 144 ss.
- Praczyk T. 2002 b. Diagnostyka uszkodzeń roślin buraka cukrowego powodowanych przez herbicydy. *Prog. Plant Prot.*, 42 (1): 234 — 238.
- Praczyk T. 2003. Identyfikacja uszkodzeń herbicydowych na roślinach uprawnych. *Prog. Plant Prot.*, 43 (1): 331 — 336.
- Praczyk T., Skrzypczak G. 2004. Herbicydy. PWRiL Poznań: 274 ss.
- Prüffer B., Puchalski P., Roguski K. 1978. Atlas odmian ziemniaka. PWRiL, Warszawa, 196 ss.
- Pszczółkowski P. 2003. Próby ograniczenia zachwaszczenia łanu ziemniaka w uprawie pod osłonami. Cz. I. Reakcja roślin na herbicydy. *Biul. IHAR*, 228: 249 — 260.
- Rola J., Franek M. 1995. Reakcja odmian rzepaku jarego na herbicydy. *Mat. XXXV Sesji Nauk. IOR*, cz. 2: 281 — 285.
- Rola J., Radziszewski J. 1995. Reakcja odmian łubinu na herbicydy. *Mat. XXXV Sesji Nauk. IOR*, cz. 2: 278 — 280.
- Rola H., Rola J. 2001. Pozytywne i negatywne aspekty stosowania herbicydów w uprawach rolniczych w Polsce w latach 1950–2000. *Prog. Plant Prot.* 41 (1): 47 — 57.
- Rola H. 2002. Ekologiczne i produkcyjne aspekty ochrony roślin przed chwastami. *Pam. Puł.* 130: 635 — 645.
- Rola H., Gołbiowska H. 2003. Objawy uszkodzeń odmian kukurydzy powodowane przez herbicydy. *Prog. Plant Prot.* 43 (1): 337 — 344.
- Sawicka B. 1993. The response of 44 varieties of potato to metribuzin. *Rocz. Nauk Rol., Ser. E*, 23, 1–2: 103 — 110.
- Sawicka B., Skalski J. 1996. Zachwaszczenie ziemniaka w warunkach stosowania herbicydu Sencor 70 WP. Cz. I. Skuteczność chwastobójcza herbicydu. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A*, 112, 1-2: 169 — 182.
- Solarska E., Ciota G. 1999. Ocena przydatności herbicydu Sencor 70 WG do zwalczania chwastów w chmielnikach. *Prog. Plant Prot.*, 39 (2): 711 — 713.
- Strebyko P. 1985. Gospodarka wodna ziemniaka. [W:] *Biologia ziemniaka*. Red. Gabriel W. PWN, Warszawa: 157 — 177.
- Szweykowska A., Szweykowski J. 1982. Liście. W: *Botanika*. PWN Warszawa: 166 — 180.
- Urbanowicz J. 2004. Zastosowanie herbicydu Sencor 70 WG w produkcji ziemniaka wczesnego. *Biul. IHAR*, 233: 269 — 276.
- Urbanowicz J. 2005. Zwalczanie chwastów w uprawie ziemniaka. *IHAR, ZNiOZ Bonin*: 47 s.
- Urbanowicz J. 2006 b. Reakcja odmian ziemniaka na metrybuzynę stosowaną po wschodach. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 511: 355 — 361.
- Urbanowicz J. 2009. Reakcja odmian ziemniaka na stosowane herbicydy. *Ziemn. Pol.* 2: 31 — 34.
- Zarzecka K. 2000. Zależność plonowania ziemniaka od zachwaszczenia. *Frug. Agron.* 2: 120 — 134.
- Zarzecka K. 2003. Zastosowanie herbicydu Plateen 41,5 WG do zwalczania chwastów w ziemniaku. *Prog. Plant Prot.*, 43 (2): 1061 — 1063.

Zarzecka K., Gugala M. 2004. Kształtowanie się zachwaszczenia odmian ziemniaka w zależności od sposobu pielęgnacji. *Biul. IHAR* 232: 177 — 184.

Zawiślak K., Janczak-Tabaszewska D., Adamiak J. 1985. Fitotoksyczność herbicydów doglebowych wobec niektórych odmian ziemniaka i chwastów. *Zesz. Nauk. ART Olsztyn*, 41: 126 — 138.