

WPLYW ZARAŻY GAŁĘZISTEJ NA WZROST I PLONOWANIE POMIDORA ODMIANY 'GROWDENA F₁'

THE INFLUENCE OF BRANCHED BROOMRAPE ON GROWTH AND YIELDING OF TOMATO 'GROWDENA F₁'

**Jan Borkowski, Aleksandra Machlańska, Barbara Dyki,
Waldemar Kowalczyk, Anna Felczyńska**

Instytut Ogrodnictwa
ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice

Abstract

The aim of the study was to examine the effect of branched broomrape (*Phelipanche ramosa*) on vegetative and reproductive responses of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) 'Growdena F₁'. The experiment was carried out under greenhouse conditions in 2013 and 2014. Tomato plants were grown individually in 7-liter containers filled with peat substrate, previously used for Chinese cabbage (*Brassica rapa* L.) cultivation. The research objects were tomatoes grown in the substrate with branched broomrape seeds (0.01 g·plant⁻¹), and plants grown in substrate without seeds of pathogen (control). Tomatoes grown in the presence of branched broomrape had similar growth as the control plants, but total yields were decreased. The fruits of the control plants were strongly affected by the blossom-end rot. Tomato root healthiness of plants grown in substrate with branched broomrape seeds was similar to control plants in 2013 but was lower in comparison to control in 2014.

Key words: tomato, broomrape parasitism, pot cultivation, *Phelipanche ramosa*

WSTĘP

Zaraza gałęzista (*Phelipanche ramosa* L., Pomel, synonim *Orobancha ramosa* L.) jest rośliną bezzieleniową, występującą powszechnie w regionach o ciepłym klimacie (Zehhar i in. 2003; Buschmann 2004; Joel i in. 2007; Hershenthorn i in. 2009; Piwowarczyk 2012). Wytwarza ona bardzo liczne i drobne nasiona, których jest ok. 200 000 w jednym gramie (Qasem i Kasrawi 1995; Qasem 1998). Jest uporczywym pasożytem wielu roślin uprawnych (Borkowski i Dyki 2008). W Polsce zarazę gałęzistą można spotkać najczęściej na południu kraju (Piwowarczyk 2012). Pasożyt ten rozwija się na korzeniach roślin z rodziny Solanaceae, tj. pomidora (*Solanum lycopersicum* L.), papryki (*Capsicum annuum* L.), ziemniaka (*Solanum tuberosum* L.), tytoniu szlachetnego (*Nicotiana tabacum* L.), oberżyny (*Solanum melongena* L.), psianki czarnej (*Solanum nigrum* L.) i psianki słodkogórz (*Solanum dulcamara*), datury (*Datura* sp. L.) oraz lulka czarnego (*Hyoscyamus niger* L.) (Borkowski i Dyki 2008; Haidar i Sidahmed 2006). Zaraza gałęzista poraża

także gatunki roślin nienależące do rodziny psiankowatych, np. konopie (*Cannabis* sp. L.) (Buschmann 2004), rzepak (*Brassica napus* L. var. *napus*) (Moreau i in. 2016), kapustę (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) (Małuszyńska i in. 1998), marchew (*Daucus carota* L.) (Zehhar i in. 2003).

Jak podają Hrshenhorn i in. (2009) w Turcji coroczne straty w uprawie pomidora spowodowane przez zarazę gałęzistą wynoszą blisko 200 milionów euro. W rejonie Kariemeh, w Sudanie z powodu porażenia przez *Phelipanche ramosa* uprawa pomidora stała się niemożliwa (Hershenhorn i in. 2009). Pasożyt powoduje także znaczące straty ekonomiczne w uprawie pomidora w Chile (Díaz i in. 2006). W wielu krajach prowadzone są prace hodowlane nad uzyskaniem odmian pomidora odpornych na *Phelipanche ramosa*, ale do tej pory ich wyniki nie zakończyły się pełnym sukcesem (Avdeyev i in. 2003; Kostov i in. 2007).

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu zarazy gałęzistej na wigor wegetatywny i zdolność plonotwórczą pomidora odmiany ‘Growdena F₁’.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2013 i 2014 w warunkach szklarniowych. Uprawiano pomidory odmiany ‘Growdena F₁’ w 7-litrowych pojemnikach wypełnionych substratem torfowym, używanym rok wcześniej w uprawie kapusty pekińskiej (*Brassica rapa* L. var. *pekinensis*). Przed sadzeniem pomidora pH substratu wynosiło ok. 6,6, a zasolenie 3,1 g NaCl·dm⁻³. Zawierał on 374 mg i 229 mg N-NO₃, 135 mg i 146 mg P, 840 mg i 635 mg K, 175 mg i 252 mg Mg oraz 2060 mg i 2510 mg Ca·dm⁻³, odpowiednio w 2013 r. i 2014 r. W trakcie uprawy rośliny były zasilane nawozem wieloskładnikowym. Pomidory prowadzono na 2 pędy, pęd boczny był ogławiany za trzecim gronem. Rośliny były chronione zgodnie z zasadami integrowanej ochrony roślin. Do zwalczania mączlika szklarniowego użyto pasożyticznej błonkówki – *Encarsia formosa*. Rośliny były codziennie podlewane do uzyskania wilgotności na poziomie 80% połowej pojemności wodnej.

Obiektami doświadczalnymi były rośliny kontrolne (w substracie bez nasion zarazy gałęzistej) oraz rośliny rosnące w substracie przed sadzeniem rozsady wymieszanym z nasionami zarazy gałęzistej (0,01 g na pojemnik). Doświadczenie założono w 8 powtórzeniach, po jednej roślinie w każdym powtórzeniu.

Wykonano następujące pomiary i obserwacje:

- wczesność kwitnienia – określona liczbą kwitnących roślin w III dekadzie maja;
- dynamika wzrostu – określona na podstawie wysokości rośliny mierzonej w I dekadzie czerwca, w II dekadzie lipca i w III dekadzie sierpnia;
- plon całkowity i handlowy – owoce klasy I i II w okresie 18.VII – 30.X;

- występowanie suchej zgnilizny wierzchołkowej – na podstawie liczby i masy owoców z objawami choroby;
- stopień porażenia przez *P. ramosa* – na podstawie liczby pędów nadziemnych oraz wysokości najwyższego pędu pasożyta (dwukrotnie w czasie wegetacji, tj. w połowie czerwca i lipca);
- porażenie korzeni pomidora – bezpośrednio po zakończeniu zbiorów owoców według skali 3-stopniowej, gdzie 0 oznacza korzenie zdrowe, a 3 – całkowicie zgniłe (Borkowski i in. 2014).

Morfologiczną ocenę korzeni pomidora, stopień ich zasiedlenia przez korzenie pasożyta oraz występowanie patogenów glebowych wykonano bezpośrednio po ostatnim zbiorze owoców za pomocą mikroskopu stereo-skopowego Olympus SZX 16.

W celu określenia istotności różnic w występowaniu suchej zgnilizny wierzchołkowej oraz zdrowotności korzeni zastosowano test χ^2 . Pozostałe wyniki poddano jednoczynnikowej analizie wariancji używając testu Neumana-Keulsa.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wysokość roślin rosnących w obecności zarazy gałęzistej oraz roślin kontrolnych nie różniła się istotnie, za wyjątkiem drugiego pomiaru w lipcu 2014 roku (tab. 1). W obu latach badań stwierdzono istotne różnice w plonie całkowitym, który w obiektach z *Phelipanche ramosa* był obniżony (tab. 1). Plon handlowy pomidora spasożytowanego przez zarazę gałęzistą był niższy niż z roślin kontrolnych, choć tylko w 2014 roku różnica ta była istotna. Obniżenie plonu handlowego pomidorów spowodowane zarazą gałęzistą stwierdzono m.in. w badaniach Qasema i Kasrawiego (1995), Buschmanna (2004), Díaz i in. (2006), Hershenhorna i in. (2009) oraz Disciglii i in. (2016). Autorzy ci prowadzili badania na odmianach podatnych na *P. ramosa*, natomiast badana w naszym doświadczeniu odmiana 'Growdena F₁' okazała się tolerancyjna na działanie pasożyta, co zaznaczyło się lepszym plonowaniem.

W obu latach badań owoce roślin rosnących w obecności zarazy gałęzistej były mniej podatne na suchą zgniliznę wierzchołkową niż owoce z roślin kontrolnych (tab. 1).

Wyrastające nadziemne pędy zarazy gałęzistej miały barwę żółtobezową i niebieskofioletowe kwiaty przypominające storczyki (fot. 1, 2). Liczba wytworzonych pędów nadziemnych była wysoka – średnio w jednym pojemniku 51 szt. w 2013 oraz 67 szt. w 2014 roku (tab. 2). Świadczy to o dużym porażeniu korzeni roślin pomidora. W takich warunkach korzenie pomidora wydzielają prawdopodobnie dużo strigolaktonów (głównie orobancholu), potrzebnych do kiełkowania nasion pasożyta i jego wzrostu w kierunku korzeni żywiciela.

Tabela 1. Wpływ zarazy gałęzistej (*P. ramosa*) na kwitnienie, wzrost i plon pomidorów odmiany 'Growdena F₁'
 Table 1. Effect of branched broomrape (*P. ramosa*) on flowering, growth and yield of tomato cv. 'Growdena F₁'

Obiekt Treatment	Rośliny kwitnące Flowering plants (%)	Wysokość roślin Height of plants (cm)			Owoce z suchą zgnilizną na roślinę Fruit with blos- som-end rot per plant		Plon hand- lowy (kg z rośliny) Marketable yield (kg per plant)	Plon całkowity (kg z rośliny) Total yield (kg per plant)
		termin pomiaru term of measurement			sztuki items	kg		
		I	II	III				
		2013						
Kontrola Control	62,5	81 a	149 a	199 a	3,6	0,31 a	3,43 a	3,98 a
<i>P. ramosa</i>	50,0	79 a	122 ab	182 a	1,4*	0,13 a	2,65 a	3,08 b
2014								
Kontrola Control	62,5	104 a	149 a	170 a	0,8	10	250 a	2,88 a
<i>P. ramosa</i>	100,0	110 a	123 b	160 ab	0	0*	169 b	1,85 b

Te same litery w kolumnie oznaczają brak istotnych różnic według testu Newmana-Keulsa przy $p = 0,05$; The same letters within column indicate insignificant differences according to Newman-Keuls' test at $p = 0.05$.

*Różnice istotne w stosunku do kontroli według testu Chi² przy $p = 0,05$; Differences significant in comparison to the control according to test Chi² at $p = 0.05$.

Wzrost i rozwój zarazy gałęzistej jest uzależniony od dostępności asymilatów wytwarzanych przez gospodarza, z których pasożyt może korzystać przez system korzeniowy (Buschmann 2004; Akiyama i Hayashi 2006; Dzierżyńska 2007). Czynnikiem ograniczającym kiełkowanie nasion zarazy gałęzistej oraz jej wzrost jest wysokie stężenie azotu w podłożu (Abu Irmaleh 1994), który prawdopodobnie działa jak inhibitor wydzielania strigolaktinonów lub powoduje ich neutralizację. Dlatego w pierwszym roku badań (2013), gdy w podłożu znajdowało się $374 \text{ mg N} \cdot \text{dm}^{-3}$, plony pomidorów były wyższe niż w roku 2014 (tab. 1).

Analiza mikroskopowa pozwoliła ocenić stopień zasiedlenia korzeni żywicielskich roślin pomidora przez zarazę gałęzistą. W każdym roku badań zakażenie pomidorów przez *P. ramosa* sięgało 100% (tab. 2). Na obrazach mikroskopowych stwierdzono obecność licznych haustoriów w postaci zgrubień różnej wielkości w miejscach bezpośredniego połączenia pasożyta z żywicielem (fot. 3). Świadczyło to o odpowiednich warunkach dla rozwoju pasożytniczej zarazy, co potwierdza także liczba jej pędów nadziemnych (tab. 2).



Fot. 1. Zaraza gałęzista (*P. ramosa*) przed kwitnieniem (fot. B. Dyki)

Phot. 1. *P. ramosa* before flowering (phot. B. Dyki)



Fot. 2. Pędy *P. ramosa* podczas kwitnienia i zawiązawania nasion (fot. B. Dyki)

Phot. 2. *P. ramosa* shoots during flowering and seed setting (phot. B. Dyki)



Fot. 3. Cienki korzeń pomidora wrastający w haustorium korzenia *P. ramosa* (fot. B. Dyki)

Phot. 3. Thin tomato root growing into haustorium of the root of *P. ramosa* (phot. B. Dyki)

Przy tak liczny zasiedleniu roślin żywicielskich przez zarazę zarówno wzrost pomidora, jak i jego plonowanie wskazują, że odmiana ‘Growdena F₁’ charakteryzuje się większą tolerancją na tego pasożyta. Podobne wnioski wysunięto w badaniach Stępowskiej i in. (2012). Z obserwacji własnych wynika ponadto, że im silniej była zaatakowana roślina pomidora we wczesnej fazie rozwoju, tym bardziej szkodliwe było dla niej pasożytnictwo zarazy gałęzistej.

Tabela 2. Spasożytność roślin pomidora odmiany ‘Growdena F₁’ przez zarazę gałęzistą (*P. ramosa*) oraz porażenie korzeni przez grzyby pasożytnicze
 Table 2. Parasitizing of tomato plants cv. ‘Growdena F₁’ by branched broomrape (*P. ramosa*) and healthiness of roots by parasitic fungi

Obiekt Treatment	% porażonych roślin % of affected plants		Liczba pędów zarazy na pojemnik The number of broomrape shoots per pot	Długość najdłuższego pędu zarazy Length of the longest broomrape shoot (cm)	Porażenie korzeni pomidora przez grzyby pasożytnicze; Healthiness of tomato roots by parasitic fungi (scale 0–3)*
	termin pomiaru term of measurement				
	I	II			
2013					
Kontrola; Control	0	0	0	0	1,8
<i>Phelipanche ramosa</i>	70	100	51,3	24	2,1
2014					
Kontrola; Control	0	0	0	0	1,9
<i>Phelipanche ramosa</i>	75	100	67	29	1,1

*0 – korzenie zdrowe; healthy roots, 3 – korzenie całkowicie zgniłe; completely rotten roots

W użytym substracie stwierdzono także obecność następujących patogenów: *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, *Pyrenochaeta lycopersici*, *Colletotrichum coccodes* oraz *Rhizoctonia solani*, a ich nasilenie było większe w roku 2014 (dane nieopublikowane). Porażenie korzeni pomidora przez grzyby pasożytnicze w obiekcie z zarazą gałęzistą było w 2013 roku porównywalne do roślin kontrolnych (tab. 2).

WNIOSKI

1. W obu latach badań zakażenie pomidorów odmiany ‘Growdena F₁’ przez *P. ramosa* sięgało 100%.
2. Wystąpienie zarazy gałęzistej w uprawie pomidora ‘Growdena F₁’ spowodowało istotne obniżenie plonu całkowitego.
3. Odmiana ‘Growdena F₁’ wykazała się tolerancją na obecność pasożyta i w 2013 roku pomimo obecności zarazy gałęzistej wydała plon handlowy na nieznacznie niższym poziomie niż rośliny rosnące bez tego patogena.

Literatura

Abu Irmaileh B.E. 1994. Nitrogen reduces branched broomrape (*Orobancha ramosa*) seed germination. *Weed Science* 42: 57–60. DOI: 10.1017/s0043174500084150.

- Akiyama K., Hayashi H. 2006. Strigolactones: chemical signals for fungal symbionts and parasitic weeds in plant roots. *Annals of Botany* 97: 925–931. DOI: 10.1093/aob/mcl063.
- Avdeyev Y.I., Scherbinin B.M., Ivanova L.M., Avdeyev A.Y. 2003. Studying of tomato resistance to broomrape and breeding varieties for processing. *Acta Horticulturae* 613: 283–290. DOI: 10.17660/actahortic.2003.613.44.
- Borkowski J., Dyki B. 2008. Zaraza gałęzista (*Orobancha ramosa* L.) i jej zwalczanie na roślinach uprawnych, szczególnie na pomidorach. *Postępy Nauk Rolniczych* 60 (3): 35–41.
- Borkowski J., Felczyńska A., Górecki R. 2014. Wpływ nawożenia krzemem na wzrost, plon i zdrowotność pomidorów. *Zeszyty Naukowe Instytutu Ogrodnictwa* 22: 195–202.
- Buschmann H. 2004. Hanftod, Tabakwürger – bald auch eine Bedrohung für den Raps? *Gesunde Pflanzen* 56(2): 39–48. DOI: 10.1007/s10343-004-0023-1.
- Díaz J.S., Norambuena H.M., López-Granados F. 2006. Characterization of the holoparasitism of *Orobancha ramosa* on tomatoes under field conditions. *Agricultura Técnica* 66(3): 223–234.
- Disciglio G., Lops F., Carlucci A., Gatta G., Tarantino A., Frabboni L. i in. 2016. Effects of different methods to control the parasitic weed *Phelipanche ramosa* (L.) Pomel in processing tomato crops. *Italian Journal of Agronomy* 11(681): 39–46. DOI: 10.4081/ija.2016.681.
- Dzierżyńska A. 2007. Wykorzystanie komunikacji chemicznej między roślinami do zwalczania chwastów pasożytniczych. *Postępy Nauk Rolniczych* 327(2): 33–46.
- Haidar M.A., Sidahmed M.M. 2006. Elemental sulphur and chicken manure for the control of branched broomrape (*Orobancha ramosa* L.). *Crop Protection* 25: 47–51. DOI: 10.1016/j.cropro.2005.03.022.
- Hershenhorn J., Eizenberg H., Dor E., Kapulnik Y., Goldwasser Y. 2009. *Phelipanche aegyptiaca* management in tomato. *Weed Research* 49(Supplement 1): 34–47. DOI: 10.1111/j.1365-3180.2009.00739.x.
- Joel D.M., Hershenhorn J., Eizenberg H., Aly R., Ejeta G., Rich P.J. i in. 2007. Biology and management of weedy root parasites. *Horticultural Reviews* 33: 267–348. DOI: 10.1002/9780470168011.ch4.
- Kostov E., Batchvarova R., Slavov S.B. 2007. Application of chemical mutagenesis to increase the resistance of tomato to *Orobancha ramosa*. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 13: 505–513.
- Małuszyńska E., Podyma W., Drzewiecki J., Karnkowski W. 1998. Chwasty i rośliny pasożytnicze objęte przepisami kwarantanny. Warszawa, Fundacja Rozwój SGGW.
- Moreau D., Gibot-Leclerc S., Girardin A., Pointurier O., Reibel C., Strbik F. i in. 2016. Trophic relationships between the parasitic plant species *Phelipanche ramosa* (L.) and different hosts depending on host phenological stage and host growth rate. *Frontiers in Plant Science* 7; article 1033, 12 s. DOI: 10.3389/fpls.2016.01033.

- Piwowarczyk R. 2012. Revision of distribution and historical analysis of preferred hosts of *Orobanche ramosa* (Orobanchaceae) in Poland. *Acta Agrobotanica* 65(1): 53–62. DOI: 10.5586/aa.2012.043.
- Qasem J.R. 1998. Chemical control of branched broomrape (*Orobanche ramosa*) in glasshouse grown tomato. *Crop Protection* 17(8): 625–630. DOI: 10.1016/s0261-2194(98)00062-3.
- Qasem J.R., Kasrawi M.A. 1995. Variation of resistance to broomrape (*Orobanche ramosa*) in tomatoes. *Euphytica* 81: 109–114. DOI: 10.1007/bf00022464.
- Stępowska A., Dyki B., Borkowski J. 2012. Zaraza gałęzista *Phelipanche ramosa* L. pasożyt pomidora. *Nowości Warzywnicze* 54/55: 27–38.
- Zehhar N., Labrousse P., Arnaud M.C., Boulet C., Bouya D., Fer A. 2003. Study of resistance to *Orobanche ramosa* in host (oilseed rape and carrot) and non-host (maize) plants. *European Journal of Plant Pathology* 109: 75–82. DOI: 10.1023/a:1022060221283.

Podziękowania

Autorzy pracy serdecznie dziękują dr. Janowi Sobolewskiemu z Zakładu Fitopatologii, a także dr. hab. Czesławowi Ślusarskiemu z Pracowni Grzybów Uprawnych, Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach za oznaczenie patogenów w substracie używanym do badań.