

WPLYW NAWADNIANIA I NAWOŻENIA AZOTEM NA ZDROWOTNOŚĆ DWÓCH ODMIAN ZIEMNIAKA

Krzysztof Matkowski¹, Urszula Prośba-Białczyk², Lech Nowak³

¹ Katedra Ochrony Roślin, Akademia Rolnicza we Wrocławiu

² Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Rolnicza we Wrocławiu

³ Katedra Podstaw Kształtowania Środowiska Rolniczego,
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

Wstęp

Phytophthora infestans (MONT.) DE BARY poraża nadziemnie tkanki i bulwy ziemniaka, a poziom zachorowań roślin zależy od cech genetycznych odmiany, agrotechniki i warunków pogody. W latach o niewielkiej ilości opadów, rozwój choroby jest silnie ograniczony. Ponieważ brak wody ma wpływ na fizjologię rośliny i obniża plon, w wielu gospodarstwach stosuje się nawadnianie pól [ROTEM i in. 1983]. Deszczowanie nie jest czynnością długotrwałą, jest dodatkowym okresem zwilżenia liści i podwyższonej wilgotności powietrza, w którym może dochodzić do infekcji. Wiadomo, że do zakażenia bardzo podatnej tkanki *P. infestans* potrzebuje tylko 2 godzin, a odmiany umiarkowanie podatne są zakażone po 4–5 godzinach [CROSIER, REDDICK 1935; VAN DER ZAAG 1956]. Nasileniu zarazy ziemniaka może sprzyjać nawożenie azotowe oraz niedobory innych pierwiastków pokarmowych, a zależność pomiędzy nawożeniem i poziomem zachorowań nie zawsze jest łatwa do uchwycenia ze względu na wpływ warunków środowiska [KOLBE 1982].

Patogeny powodujące choroby bulw ziemniaka, za wyjątkiem *P. infestans*, zazwyczaj przeżywają w glebie i z niej zakażają. Stopień uszkodzenia bulw zależy od warunków uprawy [ADAMS, LAPWOOD 1978], między innymi od nawożenia i stopnia wilgotności gleby [KURZAWIŃSKA 1992; CZAJKA i in. 1999]. Nawożenie azotem może zmniejszać liczbę sklerocjów *Rhizoctonia solani* KUHN, a w okresach suchych zmniejszać stopień porażenia bulw przez *Streptomyces scabies* (THAXTER) LAMBERT et LORIA. Istnieje szereg opracowań dotyczących wpływu nawożenia azotowego na rozwój chorób, jednak w niewielu z nich znajdują się informacje o dozowaniu tego składnika w warunkach nawadniania [SADOWSKI i in. 1996].

Celem pracy była ocena wpływu różnych dawek i sposobów nawożenia azotem na zdrowotność dwóch odmian ziemniaka predysponowanych do produkcji chipsów, uprawianych w warunkach nawadniania.

Materiał i metody

Trzyletnie doświadczenie polowe założono w 2001 r. w Samotworze koło Wrocławia, metodą losowanych bloków, w 4 powtórzeniach. Założenia metodycz-

ne doświadczenia i opis warunków badań podano w pracy PROŚBY-BIAŁCZYK i in. [2004].

Ziemniaki odmian Lady Claire i Saturna uprawiano na glebie płowej wytworzonej z piasku gliniastego stosując następujące warianty nawożenia azotowego: I – 30 kg N·ha⁻¹ (obiękt kontrolny) zastosowane doglebowo przed posadzeniem, w postaci Hydroplonu; II – 90 kg N·ha⁻¹ doglebowo przed posadzeniem, w tym 30 kg jak w obiekcie kontrolnym oraz 60 kg w formie saletry amonowej; III – 120 kg N·ha⁻¹ w tym 30 kg jak na obiekcie kontrolnym i 60 kg w formie saletry amonowej oraz 30 kg w formie trzykrotnego dokarmiania dolistnego wodnym roztworem mocznika; IV – 150 kg N·ha⁻¹, w tym przed sadzeniem 30 kg N·ha⁻¹, jak na obiekcie kontrolnym i 90 kg N·ha⁻¹ w formie saletry amonowej oraz 30 kg N w formie trzykrotnego dokarmiania dolistnego roztworem mocznika.

Odporność badanych odmian na zarzę ziemniaka jest w niewielkim stopniu zróżnicowana. Odmiana Lady Claire cechuje się dużą podatnością liści i średnią podatnością bulw, a odmiana Saturna jest podatna zarówno na zarzę liści jak i bulw.

W 2002 i 2003 r. w każdej z kombinacji nawozowej, połowa poletek doświadczalnych była deszczowana w okresach silnego niedoboru wody. Ziemniaki nawadniano od końca maja do lipca, każdorazowo w ilości 25 ml wody na m². W 2001 r. ze względu na liczne opady, rośliny nie były nawadniane, w 2002 r. nawadniane trzy razy, w 2003 r. czterokrotnie. Przebieg pogody i terminy nawadniania zostały zamieszczone w pracy PROŚBY-BIAŁCZYK i in. [2004]. Stopień porażenia roślin przez *P. infestans* oceniano 9 stopniową skalą wg KAMASY [1998], w której 9 oznacza rośliny zdrowe, a 1 najsilniej porażone. Wartości podane w tabelach są średnimi ważonymi. Zdrowotność bulw określano w próbach 5–8 kg, po około 5. miesięcznym okresie przechowywania przechowywalni w temperaturze 4–6°C, licząc bulwy z objawami chorobowymi. Występowanie *R. solani* i *S. scabies* oceniano na podstawie obecności sklerocjów i skorkowaceń na powierzchni bulw. W przypadku objawów nieswoistych, fragmenty tkanki wykazującej objawy chorobowe wykładano na szalki z agarem glukozowo-ziemniaczanym o pH 5,7. Wyrastające kolonie identyfikowano do gatunku.

Wyniki i dyskusja

W 2001 r., zarówno nawadnianie jak i nawożenie nie miało wpływu na tempo rozwoju zarazy ziemniaka. W dwóch kolejnych latach rośliny deszczowane były na ogół silniej porażane przez *P. infestans* niż niedeszczowane (tab. 1, 2). Nasilenie choroby zależało od cech genetycznych odmiany. Nawadnianie bardziej sprzyjało zakażeniom odmiany Lady Claire. Największe różnice w porażeniu roślin deszczowanych i niedeszczowanych obserwowano w 2002 roku. Również w tym roku, szczególnie na poletkach deszczowanych i na odmianie Lady Claire, zaobserwowano wpływ nawożenia azotem na rozwój choroby. Największe nasilenie choroby było przy nawożeniu 90 kg N i przy uzupełniającym nawożeniu dolistnym.

W uprawie odmiany Saturna, przy identycznym sposobie nawożenia, nawadnianie miało nieco mniejszy wpływ na poziom porażenia przez *P. infestans*. W 2002 r. deszczowanie najsilniej sprzyjało rozwojowi choroby przy nawożeniu 90 kg N·ha⁻¹ (II), a najsłabiej przy dawce 120 kg N·ha⁻¹ (III). Odmiana Saturna nie-

deszczowana najsilniej chorowała przy dawce (IV) 60 + 50 + 30 kg N·ha⁻¹, w pozostałych wariantach nawożenia poziom zachorowań tej odmiany był nieco niższy. W 2003 r. nie zaobserwowano wpływu nawożenia na stopień porażenia roślin przez *P. infestans*.

Tabela 1; Table 1

Wpływ nawożenia i nawadniania na występowanie zarazy ziemniaka w 2002 r.

The influence of nitrogen fertilization and irrigation on the occurrence of late blight in 2002 year

Data obserwacji date of observation	Nawożenie azotem; Nitrogen fertilization (kg)							
	30		30 + 60		90 + 30		30 + 90 + 30	
	n.n.	n.	n.n.	n.	n.n.	n.	n.n.	n.
Lady Claire								
18.07.	8,0	8,3	8,0	8,3	8,0	8,4	8,0	8,3
22.07.	7,8	7,4	7,6	7,4	7,8	7,3	7,8	7,3
30.07.	5,8	5,3	5,9	5,4	5,8	5,3	5,8	5,2
08.08.	2,3	1,8	2,4	1,6	2,1	1,6	2,0	1,5
Saturna								
18.07.	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8	9,0	8,6	8,9
22.07.	8,1	7,5	8,1	7,5	8,0	8,0	7,8	8,0
30.07.	6,5	6,0	6,4	6,0	6,4	6,6	6,3	6,5
08.08.	4,6	4,5	4,8	4,1	4,8	5,0	4,8	3,0
14.08.	3,3	2,6	3,1	2,6	3,1	3,0	3,0	2,6

n.n. – poletka nienawadniane; plots without irrigation

n – poletka nawadniane, plots irrigated

NIR_{0,05}; LSD_{0,05} dla; for

– nawożenia; fertilization – 0,49

– nawadniania; irrigation – 0,37

Tabela 2; Table 2

Wpływ nawożenia i nawadniania na występowanie zarazy ziemniaka w 2003 r.

The influence of nitrogen fertilization and irrigation on the occurrence of late blight in 2003 year

Data obserwacji date of observation	Nawożenie azotem; Nitrogen fertilization (kg)							
	30		30 + 60		90 + 30		30 + 90 + 30	
	n.n.	n.	n.n.	n.	n.n.	n.	n.n.	n.
Lady Claire								
02.07.	8,3	6,8	8,0	7,0	8,0	7,5	8,0	7,5
11.07.	6,5	4,5	6,3	4,3	6,3	5,0	6,5	5,3
16.07.	5,8	3,5	5,5	3,3	5,3	4,0	5,3	4,0
22.07.	3,5	2,5	3,0	2,8	2,8	2,8	3,8	2,8
Saturna								
11.07.	8,8	8,3	8,8	8,5	8,8	8,0	8,5	8,0
16.07.	7,8	7,3	8,0	7,5	7,8	6,8	7,8	7,0
22.07.	5,8	5,3	6,0	5,8	5,8	5,3	5,8	5,0
30.07.	1,5	1,5	2,3	1,8	1,6	1,8	2,0	2,0

n.n. – poletka nienawadniane; plots without irrigation

n – poletka nawadniane, plots irrigated

NIR_{0,05}; LSD_{0,05} dla; for

– nawożenia; fertilization – r.n.; n.s.

– nawadniania; irrigation – 0,37

Na wyższy poziom zakażeń roślin nawadnianych mogły mieć wpływ: zarówno zwilżenie liści podczas ostatniego nawadniania, jak i lepsze uwodnienie tkanek roślin deszczowanych. Obydwie badane odmiany były zakażone w różnym stopniu, a zaobserwowane różnice w stopniu porażenia roślin nawadnianych i nienawadnianych były większe u odmiany podatniejszej na zakażenie (tab. 2, 3). Intensywny rozwój *P. infestans* na polach nawadnianych może być, w niektórych latach, przyczyną znacznych strat [EASTON 1982]. Niedobór lub nadmiar wody może wywołać różnorodne reakcje rośliny żywicielskiej. CARNEGIE i COLHOUN [1980, 1982] informują, że odporność liści na infekcje wzrasta u roślin rosnących w stresie wodnym. Wg HARRISONA i LOWE [1989] u odmian bardzo wrażliwych, wzrost grzybni w tkankach nie zależy od wilgotności powietrza. W przeprowadzonych doświadczeniach nie zaobserwowano interakcji pomiędzy nawożeniem a nawadnianiem, natomiast zaobserwowano różnice w porażeniu roślin przez *P. infestans* przy różnych dawkach nawożenia. Nie były to jednak wyniki uzyskiwane corocznie, jednoznacznie wskazujące, który sposób nawożenia sprzyja zakażeniu przez *P. infestans*.

Tabela 3; Table 3

Procentowy udział bulw z objawami ospowatości bulw
Percent of tubers with the symptoms of black scurf

Rok; Year	Nawożenie azotem; Nitrogen fertilization (kg)							
	30		30 + 60		90 + 30		30 + 90 + 30	
	n.n.	n.	n.n.	n.	n.n.	n.	n.n.	n.
Lady Claire								
2001	23,9 a	26,2 a	32,0 a	45,0 b	49,2 b	76,4 c	30,4 a	43,7 b
2002	4,1 a		0,4 b		1,4 b		0,2 b	1,8 b
2003			0,50					
Saturna								
2001	22,5 a	49,9	15,0	61,6	33,0 b	32,7 b	23,0 a	24,4 a
2002			0,2 b	0,6 a				
2003			1,0 a	0,5 a		0,8 a	0,2 a	

n.n. – poletka nienawadniane; plots without irrigation

n – poletka nawadniane, plots irrigated

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie; Values within a line not followed by the same letters are significantly different according to Tukey's HSD test ($P=0.05$)

O stopniu zachorowań podziemnych organów roślin w dużej mierze decydowała pogoda, szczególnie opady i ich rozkład w sezonie wegetacyjnym. Uszkodzenia bulw były znacznie silniejsze w dwóch pierwszych latach badań. W trzecim roku, mimo nawadniania, porażenie bulw było niewielkie. Stwierdzono, bardzo nieliczne przypadki występowania *P. infestans* oraz grzybów i bakterii uszkadzających tkanki wewnętrzne: *Erwinia* spp., *Pseudomonas* spp. *Phoma exigua*, *Fusarium solani*. Zastosowane nawadnianie i nawożenie azotowe nie miało wpływu na porażenie bulw przez te patogeny, natomiast miało wpływ na poziom uszkodzeń tkanek okrywowych. Stopień tych uszkodzeń, w dużej mierze, zależał od cech odmianowych [KUĆMIERZ, PIEC 1997]. Sklerocja *Rhizoctonia solani* występowały na bulwach odmiany Lady Claire znacznie częściej niż na odmianie Saturna (tab. 3). Ospowatość bulw była najsilniejsza przy dawce 120 kg N·ha⁻¹, odmiennie jak to miało miejsce w badaniach CZAJKI i in. [1999], gdzie nawożenie azotem zmniejszało występowanie rizoktoniozy.

W 2002 r. o umiarkowanej liczbie opadów, bardzo licznie wystąpił parch zwykły ziemniaka. Bulwy odmiany Lady Claire porażane były liczniej na poletkach nienawadnianych, a bulwy odmiana Saturna na poletkach nawadnianych. Saturna charakteryzowała się znacznie większą podatnością na tą chorobę. Parch zwykły zazwyczaj nasila się przy niedobrze wody w glebie u odmian o większej odporności [ADAMS, LAPWOOD 1978]. Z badań LAPWOODA i in. [1973] wynika, że utrzymywanie wysokiej wilgotności gleby, przez 4 tygodnie, w okresie zawiązywania bulw, zmniejsza porażenie przez te bakterie.

Zaobserwowano statystycznie istotne różnice w stopniu porażenia bulw przez *R. solani* i *S. scabies* w poszczególnych wariantach nawożenia azotem (tab. 3 i 4). Jednak nasilenie tych chorób było wysokie tylko w niektórych sezonach 3-letnich badań, co nie wystarcza na pełną ocenę badanych w doświadczeniu czynników i ich wpływu na zdrowotność.

Tabela 4; Table 4

Procentowy udział bulw z objawami parcha zwykłego ziemniaka
Percent of tubers with the symptoms of common scab

Rok; Year	Nawożenie azotem; Nitrogen fertilization (kg)							
	30		30 + 60		90 + 30		30 + 90 + 30	
	n.n.	n.	n.n.	n.	n.n.	n.	n.n.	n.
Lady Claire								
2001	0,4 a	1,4 a	0,6 a	1,7 a	2,0 a	1,4 a	0,6 a	0,2 a
2002	7,1 a	1,3 a	2,1 a	1,2 a	3,7 a	0,5 a	1,0 a	0,7 a
2003				0,3 a			0,3 a	
Saturna								
2001	1,5 a	5,4 b	1,6 a	0,4 a	1,0 a	1,9 a	2,4 a	1,0 a
2002	16,7 a	30,9 b	33,6 b	20,8 c	27,48	44,6	21,0c	50,2
2003	1,0 a	0,5 a	0,5 a	0,8 a	0,8 a	0,2 a	0,7 a	0,4 a

n.n. – poletka nienawadniane; plots without irrigation

n – poletka nawadniane, plots irrigated

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie; Values within a line not followed by the same letters are significantly different according to Tykey's HSD test ($P = 0.05$)

W ścisłych doświadczeniach polowych, w przypadku analizy zachorowań roślin, obejmujących złożone interakcje zachodzące pomiędzy patogenem i rośliną żywicielską, nie zawsze możliwe jest uzyskanie spójnych wyników badań. Może to wynikać np. z lokalnego, trudnego do przewidzenia, rozmieszczenia źródeł infekcji. Niekiedy dopiero kilkudziesięcioletnie badania pozwalają uchwycić zależności, które mogą pozwolić zweryfikować zakładane tezy badawcze [CROXALL, SMITH 1976].

Wnioski

1. Deszczowanie może sprzyjać rozwojowi zarazy ziemniaka, szczególnie w uprawie odmian mniej tolerancyjnych na zakażenie.
2. Zróżnicowane dawki nawożenia nie miały wpływu na intensywność występowania zarazy ziemniaka. Zaobserwowane w drugim roku badań różnice w poziomie zachorowania roślin uprawianych przy zróżnicowanym nawożeniu

były prawdopodobnie efektem interakcji pomiędzy czynnikami doświadczenia, a naturalnymi warunkami przyrodniczymi.

3. Stopień porażenia bulw przez *Streptomyces scabies* i *Rhizoctonia solani* zależy od cech genetycznych uprawianych roślin, a na jego poziom może mieć wpływ nawadnianie. Jednoznaczna ocena tego czynnika agrotechnicznego na poziom zachorowań bulw nie była możliwa ze względu na niewielkie nasilenie chorób w 2 latach badań w trzyletnim cyklu.

Literatura

- ADAMS M.J., LAPWOOD D.H. 1978. *Studies on the lenticel development, surface microflora and infection by common scab (Streptomyces scabies) of potato tuber in wet and dry soil.* Annals of Appl. Biol. 90: 335–343.
- CARNEGIE S.F., COLIHOUN J. 1980. *Differential leaf susceptibility to Phytophthora infestans on potato plants of cv. King Edward.* Phytopatologische Zeitschrift 98: 108–117.
- CARNEGIE S.F., COLIHOUN J. 1982. *Susceptibility of potato leaves to Phytophthora infestans in relation to plant age and leaf positions.* Phytopatologische Zeitschrift 104: 157–167.
- CROSIER W., REDDICK D. 1935. *Some ecological relations of the potato and its chief fungus parasite Phytophthora infestans.* Amer. Potato J. 12: 205–219.
- CROXALL H.E., SMITH L.P. 1976. *The epidemiology of potato blight in the East Midlands, 1923–1974.* Annales of Applied Biology 82: 451–466.
- CZAJKA W., C WALINA B., CZAJKA M., FABISIEWICZ M. 1999. *Porażenie bulw ziemniaka patogenami w zależności od nawożenia mineralnego.* Progres in Plant Protect. 39(2): 852–855.
- EASTON G.D. 1982. *Late blight of potatoes and prediction of epidemics in arid Central Washington State.* Plant Disease 66: 452–455.
- HARRISON J.G., LOWE R. 1989. *Effects of humidity and wind speed on sporulation of Phytophthora infestans on potato leaves.* Plant Pathol. 38: 585–591.
- KAMASA J. 1998. *Metodyka badania wartości gospodarczej odmian (WGO) roślin uprawnych. Ziemniak.* Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych. Słupia Wielka: 10.
- KOLBE W. 1982. *Importance of potato blight control exemplified by Höfchen long-term trial (1943–1982), and historical development.* Pflanzenschutz-Nachrichten Bajer 35: 247–290.
- KUĆMIERZ J., PIEC K. 1997. *O podatności kilku odmian ziemniaka na rizoktoniozę (Rhizoctonia solani Kuhn).* Ochrona Roślin 37(5): 8–10.
- KURZAWIŃSKA H. 1992. *Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotowego oraz trzech terminów sadzenia wybranych odmian ziemniaka na występowanie parcha zwykłego (S. scabies (Thaxt.) Waksman et Henrici).* Zesz. Nauk. AR Kraków 267: 149–158.
- KURZAWIŃSKA H. 1993. *The effect of increased rates of nitrogen fertilization on the development of dry rot in potato tubers.* Phytopath. Polonica 5(17): 45–50.
- LAPWOOD D., WELLINGS L., W., HAWKINS J.H. 1973. *Irrigation as a practical means to*

control potato common scab (*Streptomyces scabies*): Final experiment and conclusion. Plant Pathol. 22: 35–41.

PROŚBA-BIAŁCZYK U., NOWAK L., MATKOWSKI K. 2004. Wpływ nawadniania i nawożenia azotem na produktywność dwóch odmian ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 500: 313–323.

ROTEM J., BASIH E., KRANZ J. 1983. Studium of crop loss in potato blight caused by *Phytophthora infestans*. Plant. Pathol. 3: 249–122.

SADOWSKI CZ., PESZEK J., RZEKANOWSKI CZ., SOBKOVIK S. 1996. Effect of irrigation and different nitrogen fertilization rates on the occurrence of *Streptomyces scabies* (Thaxter) on potato cultivated on very light soil. Plant Breeding and Seed Science 40(1–2): 45–49.

VAN DER ZAAG D.E. 1956. Overwintering and epidemiology of *Phytophthora infestans*, and some new possibilities of control. Tijdschr. Plantenziekten 62: 129–140.

Słowa kluczowe: choroby ziemniaka, *Phytophthora infestans*, nawożenie, nawadnianie

Streszczenie

W trzyletnim doświadczeniu (2001–2003) badano wpływ nawożenia azotem i nawadniania na zdrowotność dwóch odmian ziemniaka. Stwierdzono, że deszczowanie może sprzyjać rozwojowi zarazy ziemniaka, szczególnie u odmian podatnych. Zróżnicowane dawki nawożenia nie miały najczęściej wpływu na zdrowotność roślin. Stopień porażenia bulw przez *Streptomyces scabies* i *Rhizoctonia solani* zależał od cech genetycznych odmian, a na jego poziom może mieć wpływ nawadnianie.

INFLUENCE OF IRRIGATION AND NITROGEN FERTILIZATION ON THE HEALTHINESS OF TWO POTATO CULTIVARS

Krzysztof Matkowski¹, Urszula Prośba-Białczyk², Lech Nowak³

¹ Department of Plant Protection, University of Agriculture, Wrocław

² Department of Crop Production, University of Agriculture, Wrocław

³ Department of Agricultural Bases for Environmental Development, University of Agriculture, Wrocław

Key words: potato diseases, *Phytophthora infestans*, fertilization, irrigation

Summary

The aim of the study carried out in 2001–2003 was the health status comparison of two potato cultivars cultivated under fertilization of different nitrogen doses and irrigated.

It was found that irrigation can favour the development of potato late

blight, particularly in susceptible cultivars. The different doses of fertilization had no influence on the health status of plants. The degree of tuber infestation by *Streptomyces scabies* and *Rhizoctonia solani* depended on the genetic resistance of the investigated cultivars, and on the level of the influence the irrigation.

Dr Krzysztof **Matkowski**
Katedra Ochrony Roślin
Akademia Rolnicza
ul. W. Cybulskiego 32
50-205 WROCLAW
e-mail: mat@ozi.ar.wroc.pl