

ZALEŻNOŚĆ POMIĘDZY WYSTĘPOWANIEM ZARAZY ZIEMNIAKA W OKRESIE WEGETACJI ORAZ ZAWARTOŚCIĄ AZOTANÓW(V) W BULWACH ZIEMNIAKA PO ZBIORZE

Władysław Czajka¹, Andrzej C. Żołnowski²

¹ Katedra Fitopatologii i Entomologii, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

² Katedra Chemii Środowiska, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Wstęp

Podczas wegetacji rośliny ziemniaka jadalnego (*Solanum tuberosum* L.) narażone są na szereg biotycznych i abiotycznych czynników chorobotwórczych. Prowadzone podczas uprawy zabiegi agrotechniczne i ochrona chemiczna decydują o ich zdrowotności oraz wysokości i jakości plonów [CZAJKA 1999; HONEYCUTT i in. 1996]. W produkcji ziemniaka ważną rolę odgrywa nawożenie organiczno-mineralne, a czynnikiem o największym potencjale plonotwórczym jest nawożenie azotowe. Stosowanie dużych dawek azotu przy zachwianej proporcji między NPK może sprzyjać porażeniu plantacji ziemniaka przez patogeny [KURZAWIŃSKA 1993; SAWICKA 1993], jak również może przyczyniać się do gromadzenia szkodliwych azotanów(III) i (V) [ROGOZIŃSKA i in. 1996]. Według MÖHLERA [1982] oraz KARŁOWSKIEGO [1990] ziemniak należy do grupy roślin o stosunkowo małych skłonnościach do gromadzenia azotanów, jednak w badaniach ziemniaków dostępnych w handlu stwierdza się bardzo zróżnicowaną ich zawartość, wynoszącą od kilkudziesięciu do nawet kilku tysięcy mg·kg⁻¹ [NEUBAUER, PIENZ 1993; ROGOZIŃSKA 1995; LIS 1996]. Głównym czynnikiem wpływającym na zawartość azotanów w bulwach ziemniaka jest przede wszystkim stosowane w produkcji nawożenie [LIS 1996; FRYDECKA-MAZURCZYK, ZGÓRSKA 1996]. Elementem nie bez znaczenia w odniesieniu do zawartości tych składników są również warunki glebowe i klimatyczne [MIĘDZOBRODZKA i in. 1992; CIEŚLIK 1995; LIS 1996].

Celem prezentowanych badań było prześledzenie zależności pomiędzy zawartością azotanów(V) w bulwach ziemniaka a stopniem nasilenia występowania zarazy ziemniaka na roślinach w czasie okresu wegetacyjnego na tle zróżnicowanego nawożenia mineralnego.

Material i metody

Za podstawę badań przyjęto doświadczenie polowe, które przeprowadzono w latach 2002–2004 na polu Stacji Doświadczalnej w Tomaszowie k/Olsztyna.

Doświadczenie założono metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach na glebie brunatnej właściwej wytworzonej z piasku gliniastego-pylastego. Glebę zaliczono do klasy bonitacyjnej IVa. Odczyn mierzony w H_2O wynosił $pH = 6,5$; a zawartość podstawowych składników w przeliczeniu na 1 kg gleby była niska i wynosiła 29,2 mg P, 58,9 mg K i 21,8 mg Mg. Kwasowość hydrolityczna (Hh) wynosiła $36,0 \text{ mmol}(H^+) \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby.

Schemat doświadczenia uwzględniał dwa czynniki. Czynnikiem I obejmował wzrastające nawożenie mineralne w zakresie dawek: $N_0P_0K_0$, $N_{40}P_{17}K_{50}$, $N_{80}P_{34}K_{100}$, $N_{120}P_{51}K_{150}$ i $N_{160}P_{68}K_{200}$. Czynnikiem II rzędu były odmiany ziemniaka: Orłan, Rywał i Tokaj.

Ziemniaki uprawiano po pszenzycie ozimym na oborniku, który stosowano jesienią w dawce $25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Bulwy sadzono w rozstawie rzędów $62,5 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$. Wiosną przed sadzeniem wysiewano nawozy mineralne: superfosfat potrójny 46%, sól potasową 57% oraz połowę dawki azotu w formie mocznika 46%. Drugą dawkę azotu, również w formie mocznika, stosowano po wschodach, zgodnie ze schematem doświadczenia.

W okresie wegetacji ziemniaka prowadzono obserwacje dotyczące występowania, rozwoju i nasilania się chorób ziemniaka. Porażenie plantacji przez zarazę ziemniaka oceniano trzykrotnie stosując 9-cio stopniową skalę [PIETKIEWICZ 1985]. Wyniki podano w postaci indeksu porażenia w %. Każdorazowo badaniu poddawano 25 losowo wybranych roślin na poletku.

Zawartość NO_3^- w bulwach ziemniaka oznaczono po zbiorze według standardowej metody analitycznej f-my Orion [2001], używając potencjometru Ionalyzer® Orion Model 407 i jonoselektywnej elektrody azotanowej Thermo Orion model 9307™.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie testem ANOVA uwzględniając poziom istotności $\alpha = 0,05$ z wykorzystaniem pakietu do obliczeń statystycznych Statistica v. 6.0 [STATSOFT 2001]. Współzależność pomiędzy badanymi cechami wyznaczono za pomocą współczynnika korelacji prostej programem Microsoft Excel 2000 [MICROSOFT 2000].

Wyniki i dyskusja

Trzyletnie badania nad występowaniem zarazy ziemniaków *Phytophthora infestans* (MONT.) DE BARY dowodzą, że zdrowotność roślin i akumulacja azotanów w bulwach zależała przede wszystkim od przebiegu warunków atmosferycznych w okresie wegetacji a następnie od zróżnicowanego nawożenia mineralnego. Wysokie opady i umiarkowane temperatury w czerwcu i w lipcu 2004 roku (tab. 1) sprawiły, że nastąpił intensywny rozwój zarazy ziemniaka (tab. 2). Najsilniej porażaną odmianą okazał się Rywał, w przypadku, którego bardzo wysoki indeks porażenia ($I_p = 61,3\%$) stwierdzono na obiekcie kontrolnym (bez nawożenia mineralnego) oraz na obiekcie nawożonym najwyższą dawką, tj. $N_{160}P_{68}K_{200}$ ($I_p = 63,6\%$). Najniższe porażenie patogenem *Phytophthora infestans* stwierdzono w 2003 roku na odmianie Tokaj, na obiekcie $N_{40}P_{17}K_{50}$ ($I_p = 22,6\%$). Wykonana analiza statystyczna wyników badań wykazała, że najzdrowsze ziemniaki otrzymano przy najmniejszych dawkach nawozów. Stwierdzono niskie indeksy porażenia odmian Orłan i Tokaj w ciepłym i suchym roku 2002. Wpływ ten był uzależniony

od odnotowanej sumy opadów. W latach wilgotnych zależność pomiędzy indeksem porażenia a nawożeniem zwiększyła się do $r = 0,93$ podczas gdy w roku suchym wynosiła $r = 0,15$. Duże nawożenie, szczególnie azotowe, generalnie powoduje zwiększenie bujnej masy wegetatywnej, która jest bardziej podatna na patogena. W roku suchym 2002 niskie opady ograniczały nasilenie *Phytophthora infestans*, co skutkowało osłabieniem więzi między nawożeniem a występowaniem zarazy ziemniaka. Wielu autorów w swoich badaniach wykazało negatywny wpływ dużych dawek nawożenia na nasilenie zarazy [PHULCAN 1993; GŁADYSIAK 1996; BENNETT 1999], natomiast według BORECKIEGO [1996] suchy i ciepły okres wegetacji sprawia, że nawożenie azotem stymuluje procesy regeneracyjne zniszczonej przez choroby rośliny i pozwala wyrównać ubytki powierzchni asymilacyjnej.

Analizy laboratoryjne bulw na zawartość azotanów(V) wykazały ścisłą zależność tych związków od dawki nawozów mineralnych oraz od warunków atmosferycznych. (tab. 1, 3). Największą zawartością azotanów(V) charakteryzowały się ziemniaki zbierane w ciepłym i suchym roku 2002, kiedy to średnia temperatura w okresie czerwiec–sierpień wynosiła $18,8^{\circ}\text{C}$. Zawartość NO_3^- w tym roku wyniosła średnio $294,9 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ świeżej masy bulw. Wysoka suma opadów ($470,8 \text{ mm}$) oraz niższa temperatura ($13,8^{\circ}\text{C}$) w analogicznym okresie 2004 roku sprawiły, że ziemniaki nagromadziły istotnie mniejsze ilości azotanów(V) – średnio $229,4 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Również LIS [1996] i ROGOZIŃSKA [1995] wskazują na fakt, że czynnikiem istotnie wpływającym na gromadzenie azotanów(V) w bulwach jest nawożenie azotowe oraz susza i wysoka temperatura. W prezentowanych badaniach stwierdzano wysoce istotną zależność pomiędzy dawką NPK a ilością nagromadzonych azotanów(V), która była silniejsza w latach wilgotnych (2003 i 2004 $r = 0,92$ i $r = 0,88$) niż w suchym roku 2002 ($r = 0,81$).

Tabela 1; Table 1

Charakterystyka warunków klimatycznych w Stacji Meteorologicznej Tomaszkowo w latach 2002–2004

Characteristic of weather conditions at the Tomaszkowo Meteorological Station during the 2002–2004 years

Lata; Years	Miesiące; Months						Suma Total
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
	Opady; Precipitation (mm)						
2002	14,2	26,9	48,6	27,5	61,0	20,8	199,0
2003	35,3	30,2	72,0	79,2	56,5	44,0	317,2
2004	46,5	79,3	111,6	76,1	99,0	58,3	470,8
Średnia z lat 1961–1995 Average for 1961–1995	32,8	49,4	83,9	74,9	71,4	58,8	371,2
Temperatura; Temperature ($^{\circ}\text{C}$)							Średnio; Average
2002	4,0	8,1	16,5	20,2	19,8	12,5	13,5
2003	6,0	14,0	16,6	19,1	17,4	14,8	14,7
2004	6,2	7,3	11,1	14,6	15,8	13,5	11,4
Średnia z lat 1961–1995 Average for 1961–1995	6,7	12,7	15,8	17,8	17,2	12,9	13,9

Tabela 2; Table 2

Porażenie ziemniaka przez *Phytophthora infestans* w okresie wegetacji
Infestation of potato by *Phytophthora infestans* during growing season

Odmiany Cultivars	Nawożenie Fertilization (kg·ha ⁻¹)	Indeks porażenia roślin (%) Plant infestation index (%)			
		lata; years			
		2002	2003	2004	średnio; average
Orłan	N ₀ P ₀ K ₀	29,7	35,4	41,4	35,5
	N ₄₀ P ₁₇ K ₅₀	25,3	33,2	38,4	32,3
	N ₈₀ P ₃₄ K ₁₀₀	26,1	34,1	40,6	33,6
	N ₁₂₀ P ₅₁ K ₁₅₀	28,5	36,2	53,4	39,4
	N ₁₆₀ P ₆₈ K ₂₀₀	30,4	38,3	55,7	41,5
Średnio; Average		28,0	35,4	45,9	36,4
Rywal	N ₀ P ₀ K ₀	43,6	49,2	61,3	51,3
	N ₄₀ P ₁₇ K ₅₀	41,4	44,3	57,5	47,7
	N ₈₀ P ₃₄ K ₁₀₀	42,1	47,1	55,2	48,1
	N ₁₂₀ P ₅₁ K ₁₅₀	45,7	52,2	58,4	52,1
	N ₁₆₀ P ₆₈ K ₂₀₀	50,3	54,3	63,6	56,1
Średnio; Average		44,6	49,4	59,2	51,1
Tokaj	N ₀ P ₀ K ₀	27,5	24,2	37,9	29,9
	N ₄₀ P ₁₇ K ₅₀	25,4	22,6	35,5	27,8
	N ₈₀ P ₃₄ K ₁₀₀	24,1	23,6	35,1	27,6
	N ₁₂₀ P ₅₁ K ₁₅₀	26,9	25,3	37,2	29,8
	N ₁₆₀ P ₆₈ K ₂₀₀	28,8	27,9	38,5	31,7
Średnio; Average		26,5	24,7	36,8	29,4
Średnio dla odmian; Average for cultivars		33,03	36,50	47,30	38,97
Współczynnik korelacji prostej Simple correlation coefficient		0,15	0,93	0,93	0,97
NIR; LSD		dla nawożenia; for fertilization: dla odmian; for cultivars: dla współdziałania; for interaction:			1,7 ** 2,7 ** r.n.; n.s.

* różnice istotne przy $p \leq 0,05$; significant differences at $p \leq 0,05$

** różnice istotne przy $p \leq 0,01$; significant differences at $p \leq 0,01$

r.n.; n.s. różnice nie istotne; not significant differences

W odniesieniu do stopnia akumulacji azotanów stwierdzono wysoko istotne różnice odmianowe. Największe ilości NO₃⁻ gromadziły odmiany Tokaj i Orłan – średnio 312,3 i 253,4, najmniej zaś odmiana Rywal – średnio 217,4 mg·kg⁻¹. Bezpiecznym (z żywieniowego punktu widzenia) poziomem nawożenia NPK, przy którym generalnie nie stwierdzono przekroczenia dopuszczanej ustawowo normy 200 mg NO₃⁻·kg⁻¹ świeżej masy [ROZPORZĄDZENIE 2000], była dawka N₄₀P₁₇K₅₀. Większe dawki sprzyjały nagromadzeniu tych szkodliwych związków, szczególnie przez odmianę Tokaj.

Tabela 3; Table 3

Zawartość azotanów(V) w bulwach ziemniaka po zbiorze
Nitrate content in potato tubers after harvest

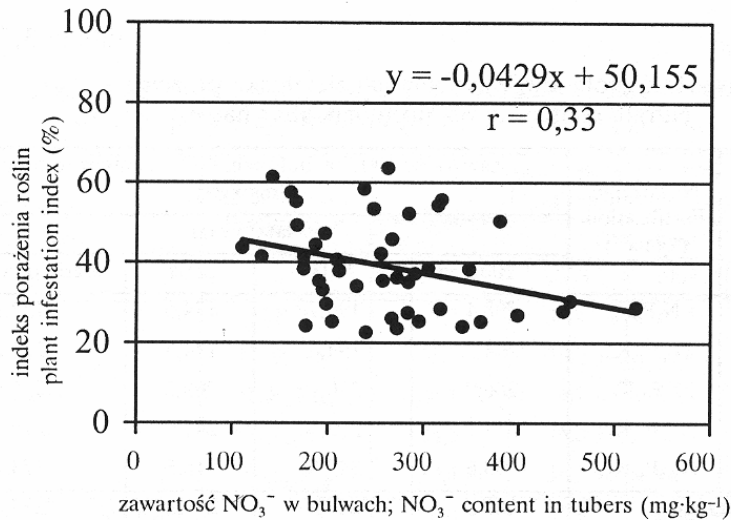
Odmiany Cultivars	Nawożenie Fertilization (kg·ha ⁻¹)	Zawartość NO ₃ ⁻ w bulwach; NO ₃ ⁻ content in tubers (mg·kg ⁻¹)			
		lata; years			
		2002	2003	2004	średnio; average
Orłan	N ₀ P ₀ K ₀	198,4	190,7	174,6	187,9
	N ₄₀ P ₁₇ K ₅₀	204,5	194,6	174,5	191,2
	N ₈₀ P ₃₄ K ₁₀₀	266,9	230,1	209,2	235,4
	N ₁₂₀ P ₅₁ K ₁₅₀	317,7	272,1	247,5	279,1
	N ₁₆₀ P ₆₈ K ₂₀₀	453,6	347,5	318,5	373,2
Średnio; Average		288,2	247,0	224,9	253,4
Rywal	N ₀ P ₀ K ₀	110,4	167,4	141,3	139,7
	N ₄₀ P ₁₇ K ₅₀	130,5	186,8	160,9	159,4
	N ₈₀ P ₃₄ K ₁₀₀	255,5	196,6	166,4	206,1
	N ₁₂₀ P ₅₁ K ₁₅₀	266,9	284,2	237,5	262,8
	N ₁₆₀ P ₆₈ K ₂₀₀	379,5	314,7	262,3	318,8
Średnio; Average		228,5	229,9	193,7	217,4
Tokaj	N ₀ P ₀ K ₀	283,5	177,1	211,9	224,1
	N ₄₀ P ₁₇ K ₅₀	295,3	240,0	257,4	264,2
	N ₈₀ P ₃₄ K ₁₀₀	340,8	272,1	283,9	298,9
	N ₁₂₀ P ₅₁ K ₁₅₀	398,4	360,0	291,0	349,8
	N ₁₆₀ P ₆₈ K ₂₀₀	522,3	446,2	304,9	424,5
Średnio; Average		368,1	299,1	269,8	312,3
Średnio dla odmian Average for cultivars		294,9	258,7	229,4	261,0
NIR; LSD		dla nawożenia; for fertilization: 55,6 ** dla odmian; for cultivars 22,8 ** dla współdziałania; for interaction r.n.; n.s.			

* różnice istotne przy $p \leq 0,05$; significant differences at $p \leq 0,05$

** różnice istotne przy $p \leq 0,01$; significant differences at $p \leq 0,01$

r.n.; n.s. różnice nie istotne; not significant differences

Porównując trzyletnie wyniki badań nasilenia się występowania zarazy ziemniaka w czasie wegetacji i zawartości azotanów(V) w bulwach po zbiorze stwierdzono, iż istnieje związek pomiędzy tymi parametrami (rys. 1). Większą zawartością NO₃⁻ charakteryzowały się bulwy spod roślin w mniejszym stopniu porażonych przez *Phytophthora infestans*. Zaprezentowane wyniki badań wskazują, że zarówno gromadzenie się azotanów w bulwach jak i nasilenie występowania zarazy są wypadkową wielu czynników. W istotny sposób zależą od czynników pogodowych, wielkości zastosowanego nawożenia jak i właściwości uprawianej odmiany.



Rys. 1. Zależność pomiędzy zawartością azotanów w bulwach a porażeniem roślin zarazą ziemniaka *Phytophthora infestans* w okresie badań

Fig. 1. Correlation between tuber nitrates content and plant infestation by *Phytophthora infestans* during the experiment time

Wnioski

1. Zmienne warunki meteorologiczne oraz zróżnicowane nawożenie mineralne istotnie wpłynęły na nasilenie występowania zarazy ziemniaka. W latach wilgotnych stwierdzono wysoce istotną dodatnią korelację pomiędzy dawką NPK i porażeniem roślin przez *Phytophthora infestans*.
2. Zawartość azotanów w bulwach wzrastała przy większych dawkach NPK i zwiększała się w znacznym stopniu w warunkach stresowych (susza i wysoka temperatura) okresu wegetacji. W latach wilgotnych stwierdzono silniejszą zależność pomiędzy dawką NPK a zawartością azotanów(V).
3. Zarówno porażenie roślin patogenem *Phytophthora infestans* jak i określona w bulwach zawartość NO_3^- uzależnione były od genotypu odmiany. Większą zawartością azotanów(V) charakteryzowały się bulwy spod roślin w mniejszym stopniu porażanych przez *Phytophthora infestans*.

Literatura

- BENNETT M. 1996. *How to control nitrogen for good growth*. www.potato-grower.com
- BORECKI Z. 1996. *Nauka o chorobach roślin*. PWRiL Warszawa: 370 ss.
- CIEŚLIK E. 1995. *The effect of water conditions on the level of nitrates in tubers of some potato varieties*. Pol. J. Food Nutr. Sci. 4/45(3): 11–19.
- CZAJKA W. 1999. *Health of potato stems influenced by different K fertilization*. 14th Triennial Conference of the European Association for Potato Research. Sorrento – Italy: 468–469.

- FRYDECKA-MAZURCZYK A., ZGÓRSKA K. 1996. Czynniki wpływające na zawartość azotanów w bulwach ziemniaka. *Biul. Inst. Ziemn.* 47: 111–125.
- GLĄDYSIAK S. 1996. Wpływ zróżnicowanego nawożenia w monokulturze i zmianowaniu na występowanie chorób ziemniaka. *Mat z Symp. Nauk. IOR Poznań:* 193–200.
- HONEYCUTT C.W., CLAPHAM W.M., LEACH S.S. 1996. *Crop rotation and N-fertilization effects on growth, yield, and disease incidence in potato.* *Amer. Potato. J.* 73(2): 45–61.
- KARŁOWSKI K. 1990. Azotany w warzywach – propozycje limitowania w Polsce. *Roczn. PZH* 41(1–2): 1–9.
- KURZAWIŃSKA H. 1993. *The effect of increased rates of nitrogen fertilization on the development of dry rot in potato tubers.* *Phytopath.* 5(12): 45–50.
- LIS B. 1996. Wpływ długości okresu wegetacji odmian i nawożenia azotowego na zawartość azotanów w bulwach ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 440: 217–222.
- MICROSOFT 2000. *Microsoft Excel 2000 v. 9.0.*, www.microsoft.com
- MIEDZOBRODZKA A., CIEŚLIK E., SIKORA E., LESZCZYŃSKA T. 1992. *The effect of environment conditions on the level of nitrates and nitrites in various varieties of potato.* *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 1/42(4): 45–56.
- MÖHLER K. 1982. *Nitrat- und Nitritgehalte der Nahrungsmittel, w: Nitrat- und Nitrit-Nitrosoamine in Gemüsen.* Verlag Chemie.
- NEUBAUER W., PIENZ G. 1993. *Der Nitratgehalt von Kartoffeln in Ergebnis von Feldexperimenten zu umweltschonender Anbautechnik.* *Agrobiological Research* 46: 120–125.
- ORION 2001. *Methods Manual 93 series electrodes.* A thermo Electron business Formerly Orion Research, Inc.: 22–24.
- PHULCAN S.N. 1993. *Effect of plant nutrition on the incidence of late position.* *Ind. J. Mycol. and Pl. Path* 23(3): 287–290.
- PIETKIEWICZ J. 1985. *Metodyka oceny porażenia części nadziemnej ziemniaka przez zarazę (Phytophthora infestans).* *Biul. Inst. Ziemn.* 32: 43–49.
- ROGOZIŃSKA I. 1995. *Wpływ nawożenia azotowego na bilans azotu oraz szkodliwych dla zdrowia substancji chemicznych w bulwach ziemniaków.* *Post. Nauk Rol.* 1: 59–65.
- ROGOZIŃSKA I., WOJDYŁA T., WSZELACZYŃSKA E., PIŃSKA M. 1996. *Rola nawożenia mineralnego w kształtowaniu się azotanów w bulwach ziemniaka.* *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 440: 301–307.
- ROZPORZĄDZENIE MZ 2001. *Z dnia 27 grudnia 2000 r. w sprawie wykazu dopuszczalnych ilości substancji dodatkowych i innych substancji obcych dodawanych do środków spożywczych lub używek, a także zanieczyszczeń, które mogą znajdować się w ośrodkach spożywczych lub używkach:* *Dz. U. Nr 9, poz. 72.*
- SAWICKA B. 1993. *Zmienność pojawu i szerzenia się zarazy ziemniaka (Phytophthora infestans (Month.) de Bary) w warunkach ochrony plantacji i nawożenia azotem.* *Biul. Inst. Ziemn.* 42: 114–121
- STATSOFT 2001. *Statistica (data analysis software system) Statsoft inc., version 6.0* www.statsoft.com

Słowa kluczowe: azotany, *Phytophthora infestans*, *Solanum tuberosum*, nawożenie, zaraza ziemniaka, ziemniak

Streszczenie

Prześlędzono zależności pomiędzy zróżnicowanym nawożeniem NPK, zawartością azotanów(V) w bulwach ziemniaka a nasileniem występowania zarazy *Phytophthora infestans* na plantacji ziemniaka. Rozwój zarazy na roślinach w okresie wegetacji zależał od warunków klimatycznych i dawki nawożenia mineralnego. Najwyższe indeksy porażenia wystąpiły na odmianie Rywal przy dawce 160 kg N·ha⁻¹ (Ip = 63,6%) w zimnym i mokrym roku 2004. Najniższe porażenie patogenem zanotowano w 2003 roku na odmianie Tokaj nawożonej dawką 40 kg N·ha⁻¹ (Ip = 22,6%). Analizy bulw na zawartość NO₃⁻ wykazały ścisłą zależność ilości azotanów(V) od wzrastającej dawki nawożenia mineralnego. Bezpiecznym poziomem nawożenia NPK, przy którym nie stwierdzono przekroczenia dopuszczalnej normy 200 mg NO₃⁻·kg⁻¹ świeżej masy bulw, była dawka N₄₀P₁₇K₅₀. Wyższe dawki NPK sprzyjały nagromadzeniu NO₃⁻, szczególnie przez odmianę Tokaj. Stwierdzono istotny związek pomiędzy stopniem porażenia roślin w czasie wegetacji i zawartością NO₃⁻ w bulwach po zbiorze. Większą zawartością azotanów(V) charakteryzowały się bulwy spod roślin w mniejszym stopniu porażonych przez *Phytophthora infestans*.

THE STUDY OF LATE BLIGHT OCCURRENCE ON POTATO PLANTS DURING GROWING SEASON AND NITRATES CONTENT IN POTATO TUBERS AFTER HARVEST

Władysław Czajka¹, Andrzej C. Żołnowski²

¹ Department of Phytopathology and Entomology,
University of Warmia and Mazury, Olsztyn

² Department of Environmental Chemistry
University of Warmia and Mazury, Olsztyn

Key words: late blight, nitrates, *Phytophthora infestans*, potatoes, *Solanum tuberosum*, fertilization,

Summary

The aim of the presented study was to state the dependencies between different NPK fertilization, tuber nitrate content, and potato plant infestation by *Phytophthora infestans* during growing season. The development of infection depended on weather conditions and amount of mineral fertilizers. The highest infestation index (Ip = 63.6) was noted for Rywal cultivar fertilized with 160 kg N·ha⁻¹ in 2003 with cold and wet weather. The lowest infestation was noted in the year 2003 (Ip = 22.6%) for cultivar Tokaj fertilized with 40 kg N·ha⁻¹. The nitrates content in analyzed tuber samples depended on the elevated rates of NPK fertilization. The maximum level of nitrates for human consumption is 200 mg NO₃⁻·kg⁻¹ of fresh mass. During the presented study it was stated that only

$N_{40}P_{17}K_{50}$ was acceptable for safe level of tuber nitrates. The higher rates of NPK caused a higher nitrates level especially in the cultivar Tokaj. A significant relation between the degree of plant infestation during vegetation and the NO_3^- content in tubers after harvest was observed. A higher NO_3^- amount noted in tubers derived from plants of a higher infected by pathogen *Phytophthora infestans*.

Prof. dr hab. Władysław Czajka
Katedra Fitopatologii i Entomologii
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski
ul. R. Prawocheńskiego 17
10-720 OLSZTYN
e-mail: wladyslaw.czajka@uwm.edu.pl