

JERZY J. LIPA  
*Instytut Ochrony Roślin w Poznaniu*

## WPLYW NAWOŻENIA MINERALNEGO NA WYSTĘPOWANIE CHORÓB I SZKODNIKÓW ROŚLIN

### *Wstęp*

Niedobór substancji odżywczych (makro- i mikroelementów) prowadzi do różnych zaburzeń w prawidłowym wzroście, rozwoju, kwitnieniu i plonowaniu roślin uprawnych. Tego rodzaju choroby to m.in. zgorzel liści sercowych i sucha zgnilizna korzeni buraka – w przypadku niedoboru boru lub sucha plamistość owsa – w przypadku niedoboru manganu [4]. Z kolei przenażenie azotem jest przyczyną np. brunatnej pustawości bulw ziemniaka. A więc prawidłowe i racjonalne nawożenie (organiczne i mineralne) jest istotnym i koniecznym zabiegiem w nowoczesnym intensywnym rolnictwie, gdyż zapewnia ono prawidłowy wzrost i rozwój roślin uprawnych i uzyskanie wysokich plonów [6, 36].

Intensywne nawożenie – zwłaszcza mineralne – może w istotny sposób zwiększać podatność lub odporność roślin na choroby i szkodniki [8, 13]. Znajomość tych zagadnień jest bardzo ważna, gdyż pozwala przewidzieć pojaw i ewentualną konieczność zwalczania określonych chorób lub szkodników. Sytuację jednak komplikuje fakt, że wpływ poszczególnych rodzajów nawozów na zdrowotność roślin nie jest jednoznaczny, gdyż mogą one stymulować rozwój jednych agrofagów, a hamować innych. Z powyższych względów w literaturze można znaleźć często wyniki sobie przeciwstawne [38].

Nawożenie może wpływać na układ agrofag – roślina w trojaki sposób: na roślinę żywicielską, na agrofaga albo na obydwa te elementy. Dodatkowo nawożenie może wpływać na liczebność antagonistycznych mikroorganizmów oraz na liczebność drapieżnych i pasożytniczych stawonogów, dzięki czemu ich rola może się zwiększać lub zmniejszać w zapewnieniu zdrowotności roślin uprawnych.

Palti [38] podaje, że nawożenie może wpływać na następujące parametry rośliny żywicielskiej, dzięki czemu jest ona mniej podatna na atak agrofaga:

- podnosić wigor wzrostu i rozwoju, dzięki czemu roślina lepiej znosi atak agrofaga;

- zwiększać grubość kutikuli i nabłonka, poprawiać lignifikację tkanek, stymulować wytwarzanie warstwy korkowej i fytoaleksyn, dzięki czemu roślina jest bardziej odporna na atak agrofaga;

– przyspieszać wzrost, dzięki czemu skrócone są okresy faz rozwojowych, w których roślina jest najbardziej podatna na atak agrofaga.

Z drugiej jednak strony nawożenie może także wpływać na parametry agrofagów zwiększając lub obniżając ich szkodliwość lub infekcyjność przez:

- stymulację zasiedlania, penetrację, wirulencję i rozmnażanie się;
- przyspieszenie rozwoju agrofagów w stosunku do rozwoju ich antagonistów;
- bezpośredni toksyczny wpływ nawozów na agrofagi.

### Nawozy azotowe

#### Wpływ na choroby

Wysokie nawożenie azotowe sprzyja wzrostowi nasilenia chorób wirusowych z kilku powodów [3]. Tkanki roślin silnie nawożonych azotem wskutek szybkiego i intensywnego wzrostu są gąbczaste, miękkie i dlatego są łatwo uszkodzane, co sprzyja przenikaniu wirusów przenoszonych w sposób mechaniczny.

Większe zagęszczenie roślin, wskutek silnego rozrostu i krzewienia się, a także przedłużona wegetacja pod wpływem nawożenia azotowego, sprzyja wzrostowi nasilenia chorób wirusowych przenoszonych przez owady. Stwierdzono to zjawisko w odniesieniu do wirusowych chorób ziemniaka, tytoniu i innych.

Gaeumann [16] podaje, że nadmiar azotu silnie sprzyja rozwojowi wirusa mozaiki tytoniowej (TMV), natomiast niedobór azotu hamuje rozwój wirusa.

W szerokich badaniach nad chorobami ziemniaka stwierdzono, że przy wysokim nawożeniu azotowym nasilenie zarazy ziemniaka (*Phytophthora infestans*) i czarnej nóżki (*Erwinia carotovora*) obniżało się: nasilenie suchej zgnilizny (*Fusarium solani*) i parcha zwykłego (*Streptomyces scabies*) zwiększało się, a nasilenie mokrej zgnilizny pozostawało bez zmian [25, 28].

Silne nawożenie azotowe sprzyja wzrostowi nasilenia chorób grzybowych. Przy 124 kg/ha azotu w postaci  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  porażenie pszenicy przez podsuszkę (*Pseudocercospora herpotrichoides*) znacznie wzrastało, natomiast dawka 77,5 kg/ha nie miała takiego wpływu [28].

Wzrastające i opóźnione nawożenie azotowe zwiększało nasilenie mączniaka zbóż (*Erysiphe graminis*). Porażenie powierzchni liści przy poziomie nawożenia 38 kg/ha wynosiło 17,0%, przy 75 kg/ha – 21,6%, a przy 113 kg/ha – 25,7% [32].

Wykazano także, że wpływ nawozów azotowych zależy raczej od typu nawozu: amonowego ( $\text{NH}_4\text{N}$ ) czy azotanowego ( $\text{NO}_3\text{N}$ ) niż od ilości dostępnego azotu. Na przykład wykazano, że amonowe nawozy sprzyjają występowaniu zgnilizn korzeniowych wywoływanych przez *Fusarium* i *Rhizoctonia solani* [10], natomiast azotanowe nawozy sprzyjają rdzy zbożowej (*Puccinia graminis*), uwiędnom wywoływanych przez *Gaeumannomyces graminis*, *Verticillium* i zgniliznom wywoływanych przez *Pythium* spp. [12, 28, 29, 40] (tab. 1).

Tabela 1

Porównanie wpływu nawożenia azotanami lub związkami amonowymi na choroby roślin (wg Hubera i Watsona 1974) (+ stymulowanie, – hamowanie)

Roślina	Choroba	Patogen	Azotany	Związki amonowe
Pszenica	Łamliwość źdźbeł zbóż	<i>Pseudocercospora herpotrichoides</i>	–	+
	Rizoktonioza	<i>Rhizoctonia solani</i>	–	+
	Podsuszka	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	+	–
	Rdza pasiasta	<i>Puccinia striiformis</i>	+	–
	Rdza źdźbłowa	<i>Puccinia graminis</i>	+	–
Fasola	Fuzaryjne więdnienie	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>phaseoli</i>	–	+
Ziemniak	Rizoktonioza	<i>Rhizoctonia solani</i>	–	+
	Wercilioza	<i>Verticillium albo atrum</i>	+	–
	Parch zwykły	<i>Streptomyces scabies</i>	+	–
Pomidor	Więdnięcie	<i>Colletotrichum phomoides</i>	+	–
	Brunatna zgnilizna	<i>Pseudomonas solanacearum</i>	+	–
Burak cukrowy	Rizoktonioza	<i>Rhizoctonia solani</i>	–	+

Wpływ nawozów azotowych na choroby roślin w dużej mierze zależy od okresu ich zastosowania i należy unikać późnego ich stosowania. Nadmiar azotu w glebie w okresie dojrzwania sprawia, że liście są miękkie i podatne na infekcje. Opóźnione jest dojrzwanie roślin, co daje patogenom dłuższą możliwość infekowania roślin. Stwierdzono, że późne nawożenie zbóż zwiększa nasilenie septoriozy (*Septoria nodorum*), rdzy (*Puccinia* spp.) i mączniaka (*Erysiphe graminis*) [32, 38], opóźnia natomiast dojrzwanie bulw ziemniaków, co sprzyja występowaniu bakteriozy (*Pectobacterium carotovorum* var. *atrosepticum*) [38].

Z drugiej jednak strony późne nawożenie azotowe w sadach obniża nasilenie parcha jabłoniowego (*Venturia inaequalis*). Dolistne stosowanie mocznika sprzyja bowiem mikrobiologicznemu rozkładowi opadłych liści, a to obniża liczbę wytwarzanych askospor [38].

Spadek nasilenia chorób, w następstwie stosowania nawozów azotowych, nie zawsze wynika z ich wpływu na patogena pośrednio przez żywiciela. Stwierdzono bowiem, że amoniakalne lub mocznikowe nawożenie dolistne jest toksyczne dla sklerocjów *Sclerotium rolfsii* w glebie [22], *Plasmodiophora brassicae* na krzyżowych, *Gaeumannomyces graminis* na pszenicy i jęczmieniu, *Fusarium oxysporum* na lnieniu [15].

#### Wpływ na szkodniki

Wysokie nawożenie azotowe sprzyja wzrostowi nasilenia licznych gatunków mszyc na zbożach, ziemniaku, tytoniu, drzewach owocowych i innych. Jest to wynikiem przedłużonego okresu wegetacji, co sprzyja zasiedlaniu się i rozwojowi populacji mszyc. Nawożenie azotowe w sadach powoduje obfity przyrost jedno-

rocznych pędów, a właśnie młode pędy są silnie zasiedlane przez mszycę jabłoniową (*Aphis pomi*), która znajdując na nich dobre warunki do rozmnażania się wyrządza znaczne szkody. Stwierdzono także prostą zależność między wyższą zawartością azotu w tkankach zbóż a liczebnością mszycy zbożowej (*Schizaphis graminum*) [15]. Odmienne jednak wyniki uzyskali Żurańska i Maćkowski [42], którzy stwierdzili, że wyższe dawki azotu obniżały nasilenie mszyc (*Aphididae*) na burakach cukrowych.

Pszenica silnie nawożona azotem była w znacznie większym stopniu porażona przez pryszczarka heskiego (*Mayetiola destructor*) oraz żółwinka (*Eurygaster integriceps*). Natomiast duże dawki nawozów azotowych obniżały nasilenie drutowców (*Elateridae*) oraz nicieni (*Pratylenchus*) na pszenicy [20].

### Nawozy fosforowe

Nawozy fosforowe korzystnie wpływają na zdrowotność roślin, a zwłaszcza obniżają nasilenie chorób u siewek, gdyż stymulują rozwój, dzięki czemu rośliny są odporne na atak grzybów. Nawożenie fosforowe przez przyspieszanie dojrzewania i skracanie okresu wegetacyjnego skraca okres, w którym rośliny mogą być zakażone przez rdze i inne liściowe patogeny, a więc znoszą niekorzystny wpływ w tym względzie nawozów azotowych.

#### Wpływ na choroby

Silne nawożenie fosforem w połączeniu z azotem zwiększało nasilenie wirusa mozaiki tytoniowej na tytoniu, wirusa mozaiki na ogórkach i szpinaku [7], a także *Septoria nodorum* na pszenicy [9].

Natomiast nasilenie wielu chorób grzybowych obniżało się pod wpływem nawożenia fosforowego, co stwierdzono w odniesieniu do zgorzeli źdźbła (*Gaeumannomyces graminis*) [34] oraz mączniaka zbóż (*Erysiphe graminis*) na jęczmieniu i pszenicy [38]. Stwierdzono także spadek nasilenia parcha (*Streptomyces scabies*) na ziemniakach [11].

Wysokie nawożenie fosforowe zmniejszyło nasilenie chorób soi i prosa oraz główki kukurydzy (*Ustilago zaeae*), natomiast nie wpływało na inne choroby kukurydzy. W przypadku sałaty nawożenie fosforowe sprzyjało występowaniu mączniaka (*Bremia lactuca*) [20].

Rodzaj nawozów fosforowych ma niejednokrotnie istotny wpływ na efekt ich działania na choroby ziemniaka. Nasilenie parcha zwykłego (*S. scabies*) było najniższe przy stosowaniu supertomasyny, a wysokie przy stosowaniu superfosfatu [11].

#### Wpływ na szkodniki

Z reguły pod wpływem nawozów fosforowych spada nasilenie szkodników np. o 50% gąsienic bielinka kapustnika (*Pieris brassicae*) na kapuście [35]. Wykazano także, że nawożenie fosforowe zwiększa odporność roślin na szkodniki, np. tytoniu

na przedziorka chmielowca (*Tetranychus urticae*), lucerny na ziołomirka lucernowego (*Phytonomus variabilis*), grochu na mszycę grochową (*Acyrtosiphon pisum*) [20]. Zboża nawożone fosforem łącznie z azotem lepiej się krzewią i szybciej rozwijają, wskutek czego ploniarka zbożówka (*Oscinis frit*) nie atakuje głównie źdźbeł, lecz pędy boczne, wskutek czego jej szkodliwość jest bardzo obniżona.

### Nawozy potasowe

Potas odgrywa istotną rolę w enzymatycznych procesach roślin i podnosi ich odporność na wiele chorób [13, 25, 39].

#### Wpływ na choroby

Nawożenie potasowe przyspiesza zasklepienie się ran oraz zwiększa odporność roślin na uszkodzenia mrozowe, dzięki czemu redukuje nasilenie szarej pleśni (*Botrytis cinerea*) na winorośli oraz innych patogenów wnikających przez rany [31]. Prawidłowe nawożenie potasowe znacznie obniża nasilenie fuzaryjnych chorób pomidorów, opanowanie ziemniaków przez zarazę ziemniaka (*Phytophthora infestans*) oraz występowanie bakteriozy (*Pseudomonas tabaci*) na tytoniu (tab. 2).

Tabela 2

Wpływ nawożenia potasowego na występowanie chorób (wg Palti 1981)  
(+ stymulowanie, – hamowanie)

Roślina	Choroba	Patogen	Wpływ
Pomidor	Rak bakteryjny	<i>Corynebacterium michiganense</i>	+
	Plamista kanciastość	<i>Pseudomonas angulata</i>	–
	Zgnilizna bakteryjna	<i>Pseudomonas solanacearum</i>	–
	Zgorzel naczyniowa	<i>Fusarium oxysporum</i>	–
	Mozaika	Wirus mozaiki tytoniowej	–
Zboża	Rdza źdźbłowa	<i>Puccinia graminis</i>	–
	Mączniak właściwy	<i>Erysiphe graminis</i>	–
	Plamistość siatkowa	<i>Helminthosporium teres</i>	–
	Głownie	<i>Tilletia</i> spp.	–
Ziemniak	Rizoktonia	<i>Rhizoctonia solani</i>	–
	Zgorzel naczyniowa	<i>Fusarium</i> spp.	–
	Zaraza ziemniaka	<i>Phytophthora infestans</i>	–
Jabłoń	Zaraza ogniowa	<i>Erwinia amylovora</i>	+
Kapusta	Kiła kapuściana	<i>Plasmodiophora brassicae</i>	+

Spośród dwóch najczęściej stosowanych nawozów chlorek potasu znacznie silniej niż siarczan potasu zwiększał odporność ziemniaka przeciw parchowi zwykłemu (*Streptomyces scabies*), natomiast odwrotne zjawisko stwierdzono w przypadku wirusa liściozwoju i wirusa X na ziemniakach [39].

### *Wpływ na szkodniki*

Wysokie dawki nawozów potasowych łącznie z fosforowymi obniżały nasilenie wciornastków (*Thysanoptera*) i roztoczy (*Acarina*) na zbożach, a także bielinka kapustnika (*Pieris brassicae*) i mszycy kapuścianej (*Brevicoryne brassicae*) na kapuście [35]. Nawożenie potasowe obniżało nasilenie niezmiarki paskowanej (*Chlorops taeniopus*) na jęczmieniu, ale zwiększało nasilenie mszycy szczawiowej (*Apis rumicis*) na fasoli [20].

### *Nawozy wapniowe*

Wapnowanie to powszechnie stosowany zabieg dla korygowania odczynu gleby (odkwaszania), który poprawia jej strukturę i umożliwia roślinom lepsze pobieranie związków pokarmowych, a tym samym poprawia ich zdrowotność. Wapń wchodzi w skład ścianek komórki roślinnej i sprawia, że np. nabłonek jest mniej podatny na zranienia i przenikanie patogenów [24, 25].

### *Wpływ na choroby*

Przy braku wapnia zwiększa się nasilenie kiły kapuścianej (*Plasmodiophora brassicae*) [18], gdyż patogen ten silniej rozwija się w kwaśnych glebach [23, 38]. Natomiast nadmierne wapnowanie sprzyja występowaniu parcha zwykłego (*Streptomyces scabies*) na ziemniakach oraz *Phytophthora parasitica* var. *nicotiana* na tytoniu [15, 30]. Niewątpliwie te dwa patogeny rozwijają się lepiej przy zasadowym odczynie gleby. W badaniach stwierdzono, że na plantacjach, na których nasilenie parcha było bardzo niskie, wzrosło ono w roku następnym po wapnowaniu do 4%.

Natomiast wapnowanie zmniejsza nasilenie *Rhizoctonia solani* [2], *Fusarium oxysporum* [5], *Sclerotium rolfsii* i *Fusarium oxysporum* na pomidorach, *Puccinia graminis* na pszenicy i wielu innych [31].

### *Wpływ na szkodniki*

Na dobrze wapnowanych glebach lucerna była słabiej atakowana przez węgorka niszczyka (*Ditylenchus dipsaci*) [15, 33]. Natomiast stwierdzono wzrost nasilenia mszycy brzoskwiniowej (*Myzus persicae*) na tytoniu [20].

## Obornik i nawozy zielone

Nawożenie organiczne (obornik i tzw. nawozy zielone), oprócz dostarczania roślinom składników pokarmowych, ma także duży wpływ na poprawę struktury gleby. Sprzyja to wzrostowi liczebności mikroorganizmów antagonistycznych w stosunku do fitopatogennych grzybów glebowych. Z obornikiem wprowadzane są do gleby drapieżne nicienie i roztocze, które ograniczają liczebność nicieni roślinożernych. Dzięki temu na glebach nawożonych obornikiem, rzadziej niż na innych, dochodzi do masowych pojawów fitopatogennych nicieni.

Nawozy zielone, czyli przyorywanie roślin motylkowatych, sprzyjają wzrostowi liczebności drapieżnych owadów, m.in. biegaczowatych (*Carabidae*), a te ograniczają liczebność szkodliwych owadów glebowych.

Również tzw. zielone nawozy, które działają na zasadzie wzbogacania gleby w związki azotowe, wywierają wpływ na różne choroby roślin, m.in. pleśń śniegową (*Micronectriella nivalis*) [20, 26, 27].

## Mikroelementy

Znajomość wpływu mikroelementów na zdrowotność roślin jest bardzo niepełna. Ogólnie biorąc wpływają one na syntezę pektolitycznych enzymów. Borecki [6] podał przejrzystą tabelę charakteryzującą rolę składników pokarmowych oraz objawy ich niedoboru w glebie, a szczególnie w tym względzie jest przydatna publikacja Bergmana [4].

## Żelazo

Mała zawartość żelaza w glebie obniżała nasilenie uwiądu fuzaryjnego (*Fusarium* sp.) pomidorów [41], a wprowadzanie chelatów żelaza do gleby niezwykle silnie redukowało nasilenie *Verticilium* albo *atrum* na mango [17], *V. daliae* na orzeszkach ziemnych oraz srebrzystości liści (*Chondrostereum purpureum*) na drzewach owocowych [15].

## Mangan

Opryskiwanie liści ziemniaka manganem znacznie obniżyło nasilenie parcha zwykłego (*Streptomyces scabies*) [11] oraz zarazy ziemniaka (*Phytophthora infestans*) na bulwach [37]. Mangan obniżał porażenie dyni przez zgniliznę twardzikową (*Sclerotinia sclerotiorum*) [1], a jego małe dawki obniżały nasilenie uwiądu (*Fusarium* sp.) na pomidorach [41]. Jednakże obecność manganu zwiększała nasilenie wirusa mozaiki tytoniu na pomidorach [37], nasilenie grzyba *Procomyces macrosporus* na kolendrze [21], a także podsuszki (*Ophiobolus graminis*) na pszenicy [31].

## Bor

Niedobór boru w glebie sprzyja występowaniu mączniaka rzekomego (*Peronospora schachtii*) na burakach cukrowych, mączniaka na słoneczniku, szarej pleśni (*Botrytis cinerea*) na kapuście [31]. Szczególnie wrażliwe na brak boru są buraki

cukrowe, u których w takich przypadkach występuje zgnilizna liści sercowych i sucha zgnilizna.

### *Molibden*

Pierwiastek ten jeszcze bardziej niż mangan obniża zakażenie bulw ziemniaka przez zarazę ziemniaka (*P. infestans*), a także redukuje nasilenie askochytozy (*Ascochyta pisi*) na fasoli [37].

### *Miedź*

Obecność miedzi w glebie bardzo podnosiła zdrowotność jęczmienia obniżając nasilenie *Fusarium* z 16,5% do 5,4% [31]. Brak miedzi występuje często na lekkich glebach i powstałych na wrzosowiskach, dlatego choroba nosi nazwę wrzosowisko-torfowej lub choroby nowin.

### *Nikiel*

Pierwiastek ten hamował rozwój rdzy *Puccinia recondita* na pszenicy [14].

### *Mangan i cynk*

Pierwiastki te wchodzi w skład enzymów ważnych dla oddychania, fotosyntezy i syntezy auksyn. Ich brak uwidacznia się wyraźną chlorozą i drobnieniem liści oraz ich więdnieniem.

## *Wnioski końcowe*

Z przedstawionych wyżej danych oraz z bogatej literatury wynika, że niedobór różnych substancji pokarmowych może być przyczyną różnorodnych chorób nieinfekcyjnych u roślin uprawnych [4]. Substancje pokarmowe w istotny sposób mogą także wpływać na odporność lub wrażliwość roślin na choroby infekcyjne oraz na nicienie, owady i roztocze. Z powyższych względów prawidłowe nawożenie jest istotnym elementem w integrowanych programach ochrony różnych upraw.

Jednakże żaden z pierwiastków lub rodzajów nawożenia nie może zapewnić pełnej ochrony przed kompleksem chorób i szkodników. Jak to wynika z przedstawionych danych szczegółowych, przy określonym nawożeniu nasilenie jednych agrofagów może spadać, ale innych rosnąć. Wpływ nawożenia zależy także od wielu czynników, m.in. odmiany, typu gleby lub pogody.

Z powyższych względów każda choroba lub szkodnik powinna być rozpatrywana indywidualnie w odniesieniu do danej rośliny uprawnej oraz środowiska, w którym roślina oraz agrofag występuje, a także dostępności poszczególnych pierwiastków [25, 27, 38]. Tylko na podstawie analizy fitopatologicznej, entomologicznej i chemiczno-glebowej można podejmować prawidłową decyzję o zastosowaniu lub skorygowaniu nawożenia celem ochrony danej uprawy przed określonym szkodnikiem lub chorobą.



## LITERATURA

- [1] Abia J. A., Hess W. M., Smith B. N.: 1977. Increased susceptibility of Mg- and Mn-deficient pumpkin seedlings to fungal attack. *Naturwissenschaften* 64: 437–438.
- [2] Bateman D. F., Lumsden R. D.: 1965. Relation of calcium content and pectic substances in bean hypocotyls of different ages to susceptibility to an isolate of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology* 55: 734–738.
- [3] Bawden F. C., Kassanis B.: 1950. Some effects of host nutrition on the susceptibility of plants to infection by certain viruses. *Ann. appl. Biol.* 37: 46–56.
- [4] Bergman W.: 1977. Atlas objawów niedoboru lub nadmiaru składników pokarmowych u roślin uprawnych. PWRiL, Warszawa.
- [5] Blanc D., Tramier R., Montazone M., Bettachini A.: 1979. Influence de la nutrition calciques sur les fusarioses vasculaires de l'oeillet, du melon et de la Reine-Margeurite. *Ann. Phytopathol.* 11: 132–133.
- [6] Borecki Z.: 1987. Nauka o chorobach roślin. PWRiL, Warszawa, 359 pp.
- [7] Cheo P. C., Pound G. S., Weathers L. G.: 1952. The relation of host nutrition to the concentration of cucumber virus J in spinach. *Phytopathology* 42: 377–381.
- [8] Colhoun J.: 1973. Effects of environmental factors on plant diseases. *Annu. Rev. Phytopathol.* 11: 343–364.
- [9] Cunfer B. M., Touchton J.: 1979. Effect of phosphorous and potassium fertilization on glum blotch of wheat in a minimum tillage system. 9th Int. Congr. Plant Protect., Washington, Abstr. 562.
- [10] Davey C. B., Papavizas G. C.: 1960. Effect of dry matter plant materials and nitrogen on *Rhizoctonia solani* in soil. *Phytopathology* 50: 522–528.
- [11] Davis J. R., Dole R. E., Callihan R. H.: 1976. Fertilizer effects on common scab of potato and relation of calcium and phosphate-phosphorous. *Phytopathology* 66: 1236–1241.
- [12] Doly J. M.: 1949. The influence of nitrogen source on the development of stem rust of wheat. *Phytopathology* 39: 386–391.
- [13] Epstein E.: 1972. Mineral Nutrition of Plants; Principles and Perspectives. John Wiley, New York.
- [14] Forsyth F. R.: 1962. Inhibition by nickel of the respiration and development of established infections on Thatcher wheat caused by *Puccinia recondita* Rob. et Desm. *Can. J. Bot.* 40: 415–420.
- [15] Fuchs W. H., Grossman F.: 1972. Ernährung und Resistenz von Kulturpflanzen gegenüber Krankheitserregern und Schädlingen. W „Handbuch der Pflanzenernährung und Düngung” (H. S. Linser, ed.). Springer Verlag, Berlin, pp. 1006–1107.
- [16] Gaemann F.: 1951. Pflanzliche infectionslehre. Verlag Burkhauser, Basel 681 pp.
- [17] Goldweber S.: 1975. The use of chelated iron to restore normal vigor to *Verticillium* wilt infected mango trees. *Proc. Fla State Hort. Soc.* 88: 499–500.
- [18] Gries G. A., Horsfall J. G., Jacobson H. G. M.: 1944. The balance of calcium and potassium in relation to club root of cabbage and potato scab. *Phytopathology* 34: 1001–1003.
- [19] Grossmann F.: 1967. Gründüngung als Pflanzenschutzmassnahme. *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz* 74: 143–149.
- [20] Grossmann F.: 1970. Einfluss der Ernährung der Pflanze auf den Befall durch Krankheitserreger und Schädlinge. *Landwirtsch. Forsch.* 23/Sonderh. 25/1: 79–91.
- [21] Gupta R. N.: 1976. Impact of nitrogen, phosphorus and manganese on stem gall disease of coriander. *Acta Bot. Indica* 4: 30–35.
- [22] Henis Y., Chef I.: 1967. Mode of action of ammonia on *Sclerotium rolfsii*. *Phytopathology* 57: 425–427.
- [23] Henis Y., Katan J.: 1975. Effect of inorganic amendments and soil reaction on soil-borne plant diseases. W „Biology and Control of Soil-borne Plant Diseases” (G. W. Bruehl, ed.). *Am Phytopathol. Soc.*, St. Paul, Minn., pp. 100–106.
- [24] Huber D. M.: 1978. Disturbed mineral nutrition. W „Plant Pathology – An Advanced Treatise” (J. G. Horsfall, E. B. Cowling, eds.). Academic Press, New York.
- [25] Huber D. M.: 1980. The role of nutrients in resistance of plants to disease. W „CRS Series in Nutrition and Food” (M. Recheigl, ed.). CRS Press, Boca Baton.

- [26] Huber D. M., Anderson G.: R. 1976. Effect of organic residues on snowmold of winter wheat. *Phytopathology* 66: 1028–1032.
- [27] Huber D. M., Watson R. D.: 1970. Effect of organic amendment on soil-borne plant pathogens. *Phytopathology* 60: 22–26.
- [28] Huber D. M., Watson R. D.: 1974. Nitrogen form and plant disease. *Annu. Rev. Phytopathol.* 12: 139–165.
- [29] Jacobsen B. J.: 1977. Effect of soil fertility on soybean and wheat diseases. W „Illinois Fertilizer Confr. Proc.”
- [30] Kincaid R. R., Martin F. G.: 1972. Regression of tobacco black shank index on soil calcium. *Phytopathology* 62: 302–308.
- [31] Kiraly Z.: 1976. Plant disease resistance as influenced by biochemical effects of nutrients in fertilizers. W „Fertilizer Use and Plant Health”. *Int. Potash Inst., Bern*, pp. 1–33.
- [32] Last F. T.: 1954. The effect of time of application of nitrogenous fertilizers on powdery mildew of wheat. *Ann. appl. Biol.* 41: 381–392.
- [33] Łapiński A.: 1988. Mineralne nawożenie roślin jako czynnik ograniczający populację szkodliwych nicieni. „*Ochrona Roślin*” 8: 5–6.
- [34] Mattingly G. E. G., Slope D. B.: 1977. Phosphate fertilizer and „take – all” disease of wheat and barley. *J. Sci. Food Agric.* 28: 658–692.
- [35] Megalov V. A.: 1967. Povyšenie Ustojčivosti Kapusty k Vrediteljam. *Kolos, Moskva* 39 pp.
- [36] Menis Y.: 1976. Effect of mineral nutrients on soil-borne pathogens and host resistance. W „Fertilizer Use and Plant Health”. *Int. Potash Inst., Bern*, pp. 33–50.
- [37] Mudich A.: 1967. Effect of trace elements bound to superphosphate on the resistance of potato tubers to *Phytophthora Infestans* (Mont.) DeBary. *Acta Phytopathol. Acad. Sci Hubg.* 2: 295–302.
- [38] Palti J.: 1981. *Cultural Practices and Infectious Crop Diseases*. Springer Verlag, Berlin 243 pp.
- [39] Perrenoud S.: 1977. Potassium and Plant Health. *Int. Potash Inst., Bern*, 218 pp.
- [40] Smiley R. W., Cook R. J.: 1973. Relationship between take all of wheat and rhizosphere pH in soils fertilized with ammonium vs. nitrate nitrogen. *Phytopathology* 63: 882–889.
- [41] Woltz S. S., Jones J. P.: 1972. Control of Fusarium wilt of tomato by varying the nutrient regimes in soils. *Phytopathology* 62: 799–801.
- [42] Żurańska I., Maćkowski K.: 1980. Występowanie mszyc na burakach cukrowych w zależności od poziomu nawożenia mineralnego. „*Ochrona Roślin*” 2: 6–7.