

BARBARA SŁOWIK
Instytut Sadownictwa, Skierniewice

ZMĘCZENIE JABŁONIOWE GLEBY

Wstęp

Wszystkie drogi rozwoju nowoczesnego rolnictwa prowadzą do specjalizacji gospodarstw. W sadownictwie wiąże się to najczęściej z monokulturami, których poważnym problemem jest zmęczenie gleby.

Zmęczenie gleby powoduje stały spadek plonu określonego gatunku roślin przy ponownej ich uprawie na tym samym polu. W literaturze zagranicznej używane są różne określenia — w USA zaakceptowany jest termin „replant problem” (Mountain, Bayce 1958a); w niemieckiej „die Bodenmüdigkeit” i angielski odpowiednik „soil sickness” lub „soil disease”, rosyjski — „utomlenie poczwy” (Schander 1965, Börner 1959).

W zagadnieniach chorób gleby — soil diseases mieści się cały szereg problemów jak spadek żyzności gleby spowodowany erozją, pogorszeniem się struktury gleby, nagromadzeniem się nierozłożonych środków chemicznych, zasoleniem gleby, nadmiernym rozmnażaniem się nicieni pasożytniczych jak też czynniki nieznanne wywołujące spadek plonów tylko określonego gatunku roślin, np. koniczyny, lucerny, tytoniu, jabłoni czy brzoskwiń.

Oostenbrink i Hoestra (1961) oraz Savory (1966) dyskutowali termin określający ten ostatni rodzaj choroby gleby proponując: „specific (apple) replant disease” w odróżnieniu od chorób gleby niespecyficznych wywoływanych przez nicienie czy inne czynniki.

Brak jest polskiego określenia, które oddawałoby precyzyjnie sens terminu angielskiego. Wydaje się, że najbliższym może być: zmęczenie jabłoniowe gleby. W wypadku innych gatunków byłoby czereśniowe czy brzoskwiniowe. Tworzenie terminów sadowniczych według schematów przyjętych w rolnictwie jak wykoniczynienie, wylucernienie czy wytytonienie nie wydaje się lingwistycznie zręczne.

Objawy i występowanie zmęczenia jabłoniowego gleby

Przy uprawie siewek jabłoni na zmęczonej i zdrowej glebie nie stwierdzono różnic w kiełkowaniu nasion i rozwoju pierwszych 2—3 liści. Silne zahamowanie wzrostu siewek na glebie zmęczonej następuje do-

piero w następnej fazie rozwoju. Z biegiem czasu różnice w wyglądzie siewek potęgują się, gdyż na glebie zmęczonej rozwijają się nadal nowe liście, ale międzywęzła pozostają bardzo krótkie i z tego powodu tworzą się rozetki. Liście są zdrowe, ciemnozielone, ale mniejsze niż u jabłoni rosnących na zdrowej glebie. Również korzenie drzew rosnących na zmęczonej glebie różnią się zewnętrznie od korzeni drzew z gleby zdrowej. Na glebie zmęczonej stwierdzano zahamowanie wzrostu korzenia palowego i prawie zupełny brak korzeni włóśnikowych. Widoczne są ślady po zmarłych korzeniach włóśnikowych. Barwa korzeni jest zwykle brązowa lub ciemnobrązowa.

Przy mniejszym nasileniu choroby wzrost siewek jest bardzo nierówny: obok siebie znajdujemy siewki małe i duże, tak jakby zmienność pola skupiona była na bardzo niewielkich przestrzeniach, w przeciwieństwie do zmęczenia wywołanego przez nicienie, które charakteryzują się placowymi, czy gniazdowymi skupiskami słabo rosnących siewek (Schander 1956, Börner 1959, Oostenbrink i Hoestra 1961, Hoestra 1968).

Zmęczenie gleby nie ma skutków letalnych i jest odwracalne. Ta „odwracalność” zjawiska, jak podają Schander (1956), Hoestra (1968) i inni ujawnia się przy przesadzaniu siewek. Po przesadzeniu na zdrową glebę zaczynają one rosnać normalnie i dobrze przyjmują okulizację lub szczepienie. To sugeruje, że czynnik chorobotwórczy jest związany z glebą.

Istota zjawiska zmęczenia gleby jest odmienna dla każdego gatunku. Sadzenie jabłoni na glebie zmęczonej w stosunku do innego gatunku drzew owocowych nie wywołuje charakterystycznych objawów zmęczenia (Savory 1966, Hoestra 1968). Bollard (1956) stwierdził, że nawet zmiana podkładki na glebie po Northen Spy na M XII dawała zadowalający wzrost, chociaż lepszy efekt był po sterylizacji gleby. Jabłoń uważana jest za bardziej wrażliwą niż grusza, a pigwa za odporną nawet na kilkakrotne sadzenie na tym samym terenie. Z podkładek jabłoni najwrażliwsze na ponowne sadzenie są M IX i M IV; wrażliwość spada według kolejności M XI, M I i M II. Siewki Antonówki uważane są za dość odporne na ponowne sadzenie.

Nie tylko wrażliwość gatunku i odmiany odgrywa rolę w wystąpieniu objawów zmęczenia gleby. Schander (1956) i Chapman (1965) stwierdzają, że duże znaczenie posiada środowisko glebowo-klimatyczne, stosowana agrotechnika i płodozmian. Potwierdzeniem tego jest cytowany przez Schandera (1956) przykład okolic Alteland koło Hamburga. Jabłonie uprawiane od kilkuset lat na tych samych polach dobrze rosną i owocują.

W Polsce surowe zimy często powodują wypadanie drzew i powszechnie znany jest zły wzrost dosadzanych młodych drzew w miejscu usu-

niętych suchych. Coraz częściej wyrażane są przez praktyków opinie o nasilaniu się zmęczenia gleby także w szkółkach drzew owocowych. W sadach jabłoniowych na większą skalę obserwowano skutki zmęczenia gleby w Sinołęce. Jak podaje Pieniążek (1965), nowe kwatery sadów jabłoniowych posadzone na miejsce usuniętych starych jabłoni przez trzy lata rosły bardzo słabo, różniąc się istotnie wielkością korony od drzew posadzonych równocześnie, ale na zdrowej glebie.

Przyczyny zmęczenia jabłoniowego gleby

Teoria przyczynowa specyficznego zmęczenia gleby, która w pewnym stopniu jest stale brana pod uwagę — to niedobór składników pokarmowych. Jak to stwierdził Kobernus (1950), cytując za Schanderem (1956), takie same charakterystyczne objawy jak i specyficzne zmęczenie gleby wywołuje u drzew owocowych brak boru: zahamowanie wzrostu pędów przewodnikowych przez skrócenie międzywęźli, powstawanie rozetek, zanik korzenia palowego. Zaobserwowano też, że gleby słabo nawożone azotem szybciej ulegają zmęczeniu niż gleby wysoko nawożone. Żaden ze stosowanych makro- i mikroskładników nie zmniejszył jednak efektów zmęczenia jabłoniowego gleby (Schander 1956). Hoestra (1968) i Słowik (1970) uzyskali słabszy wzrost siewek jabłoni na zmęczonej glebie po zastosowaniu nawożenia azotowego. W doświadczeniach wazonowych zmieszanie chorej gleby z piaskiem zmniejszyło wpływ zmęczenia gleby na wzrost siewek. Przez analogię Schander (1956) uważał, że korzystniejsze działanie obornika niż nawożenia mineralnego ma charakter mechaniczny. Badania Włodka i Marca (1955), przeprowadzone w Pożogu, nie wykazały istotnych różnic między zasobnością gleby, na której drzewa rosły dobrze i gleby, na której obserwowano osłabienie ich wzrostu. Istotne natomiast różnice zarejestrowano między siłą wzrostu drzew na glebach o różnym pH i różnej zawartości glinu ruchomego. Istotną zależność występowania zmęczenia gleby od jej pH stwierdził Hoestra (1968). Przy pH bliskim obojętnemu prawdopodobieństwo występowania zmęczenia jabłoniowego gleby było znacznie większe niż przy niskim pH.

Bardzo starą hipotezą przyczyn zmęczenia gleby jest teoria toksyn. Przeszło 100 lat temu De Candolle (cytuje Börner 1963a) podał hipotezę, że rośliny wyższe wydzielają z korzeni do gleby substancje działające toksycznie na inne rośliny. Teoria ta przechodząca różne fazy sprawdzana jest do dzisiaj. Dzięki pogłębianym stale badaniom allelopatycznego działania roślin na drobnoustroje glebowe nabiera coraz większego znaczenia.

Wpływ toksyn na wzrost najszerszej badany był u brzoskwiń. Proebsting i Gilmore (1941) wykazali w kulturach piaskowych silny hamują-

cy wpływ kory korzeni brzoskwiń lub ekstraktu alkoholowego z kory korzeni na wzrost siewek brzoskwiń. Hine (1961) obserwował ujemne działanie amygdaliny dodanej do gleby na wzrost siewek brzoskwiń. Opóźnienie sadzenia siewek o 14 dni od chwili wprowadzenia amygdaliny nie powodowało już uszkodzeń.

W dalszych badaniach problemu replantacji u brzoskwiń Gilmore (1963) wywołał trwałe zmęczenie gleby przez uprawę siewek brzoskwiń tylko przez jeden sezon, pozostawiając ich korzenie w glebie.

Podobieństwa w objawach zmęczenia gleby u różnych gatunków, pomimo specyficzności, dawało podstawy do przeprowadzania analogii przyczyn także w uprawach jabłoni. Börner (1959) stwierdził, że dodatek 1 g kory korzeni jabłoni do 500 ml pożywki hamuje silnie wzrost siewek jabłoni, podobnie jak dodatek czystej florydzy. Wykazał on, że kora korzeni jabłoni zawiera od 12,8 do 17% florydzy. Sugerować to mogło, że florydzy i produkty jej rozkładu przechodzące z resztek korzeni do roztworu glebowego są odpowiedzialne za ograniczenie wzrostu siewek na zmęczonej glebie. Jednak w dalszych badaniach Börner (1960) nie stwierdził ograniczeń we wzroście siewek jabłoni po dodaniu korzeni do gleby. Zwracał on uwagę, że florydzy rozkładają mikroorganizmy glebowe. W innych pracach (Hoestra 1968, Słowik 1970) wykazano możliwość stymulującego działania florydzy na wzrost siewek jabłoni. Działanie takie mają niektóre produkty jej rozkładu. W kulturach wodnych bowiem przy niskim pH pożywki florydzy utrzymywała się długo nieznacznie ograniczając wzrost siewek, podczas gdy przy pH 6,9 rozkład jej następował szybko, wywołując istotną stymulację wzrostu siewek (Słowik 1970). J. Pieniążek (1962) wykazała, że florydzy jest naturalnym inhibitorem roślinnym i z tego względu może hamować wzrost także innych roślin, chociaż, jak podaje Williams (1960), jest glukozydem fenolowym charakterystycznym tylko dla rodzaju *Malus*.

Próby wyjaśnienia mechanizmu rozkładu charakterystycznej dla brzoskwiń substancji fenolowej — amygdaliny podjął Patrick (1955). Wykazał on jako pierwszy rolę nicieni w enzymatycznym rozkładzie amygdaliny na produkty działające toksycznie na wzrost brzoskwiń. Teza współzależności toksyn i mikroorganizmów stała się nowym kierunkiem w teorii toksyn. Pitcher i inni (1960) nie stwierdzili takiej zależności między nicieniami z gatunku *Pratylenchus penetrans* a florydzy u jabłoni.

Mikroorganizmy glebowe mogą nie tylko rozkładać szkodliwe dla roślin związki organiczne na toksyczne, ale także syntetyzować toksyny, np. antybiotyki. Börner (1963a,b), badając *Penicillium expansum* wyizolowane z gleby po uprawie jabłoni, oznaczył wyprodukowane przez ten grzyb z resztek korzeni jabłoni i liści antybiotyk patulinę i niezidentyfikowaną substancję fenolową, działające toksycznie na siewki jabłoni.

Substancja fenolowa nie była, według tego autora, ani florydzyną ani żadnym związkiem powstałym w wyniku jej rozkładu.

Znaczenie drobnoustrojów glebowych w powstawaniu zmęczenia gleby jest badane od wielu lat. Uwaga skupiona jest nad badaniem grzybów glebowych oraz nicieni. Dodatkowo efekty fumigacji i parowania gleby, „zewnętrznosc” czynnika atakującego — to logiczne przesłanki tych poszukiwań.

Grzyby glebowe badane były najszerzej jako patogeny drzew cytrusowych. Martin (1947) oraz Martin i inni (1956) stwierdzili różnice między składem flory grzybowej gleby starych sadów cytrusowych i gleby spoza tych sadów. Ograniczenie wzrostu drzew brzoskwiniowych może być powodowane przez nieletalny atak ich korzeni przez grzyby z rodzaju *Phythium* (Hendrix i inni 1966). Campbell i Hendrix (1967) uważają, że rodzaje *Phythium* i *Phytophthora* mogą czasem powodować problemy zmęczenia gleby dla monokultur ogrodniczych.

Pierścieniowa zgnilizna jabłoni, wywołana przez *Phytophthora cactorum*, zaliczana jest również do chorób replantacji. Jednak grzyby te są polifagami i z tego względu jest mało prawdopodobne, żeby mogły być istotą problemu omawianego jako specyficzne zmęczenie gleby. Pachlewski (1952) w szkółkach kórnickich na zmęczonej glebie nie znalazł endotroficznej mykoryzy u drzew owocowych źle rosnących.

Znacznie więcej prac poświęcone jest roli nicieni w problemach replantacji drzew owocowych i w szkółkach. Włodek i Marzec (1955) stwierdzili wyższą ilość nicieni w glebie zmęczonej szkółek niż w glebie dającej dobry wzrost drzewek. Kierjanowa (1959), Pitcher i inni (1966), Oostenbrink (1961), Oostenbrink i Hoestra (1961), Szczygieł i inni (1969) i wielu innych autorów wskazuje na obecność pasożytniczych nicieni w glebach sadów i szkółek drzew owocowych. Jako główny pasożyt jabłoni najczęściej opisywany jest gatunek *Pratylenchus spp.*, którego pasożytnictwo stwierdzone jest również dla wielu innych gatunków roślin (Goodey 1958). Pasożytnictwo nicieni redukuje wzrost roślin, dając zewnętrznie efekty podobne do specyficznego zmęczenia gleby. Hoestra (1961) oraz Oostenbrink i Hoestra (1961) uważają, że ograniczenie wzrostu roślin jest często związane z obecnością pasożytniczych nicieni. Badając problemy replantacji brzoskwiń w Ontario Mountain i Boyce (1958a,b) stwierdzili, że w niektórych rejonach 50% gleb wykazujących objawy zmęczenia posiada zwiększoną liczebność pasożytniczych nicieni. Oostenbrink (1961) wykazał liniową zależność między liczebnością populacji *Pratylenchus penetrans* a wzrostem drzewek w szkółkach.

W badaniach przeprowadzonych w 21 szkółkach drzew owocowych w południowej Polsce, Szczygieł i inni (1969) stwierdzili występowanie wielu gatunków nicieni pasożytniczych uznanych jako szkodniki drzew

owocowych i innych roślin. Knierim (1963) na 55 badanych gatunków roślin w 43 znalazł nicienie zrodzaju *Pratylenchus*, ale zawsze *Pratylenchus* lub *Xiphinema* albo oba rodzaje były obecne w glebach, w których występowało zmęczenie dla drzew owocowych.

Opinie wielu autorów są zgodne co do liczniejszego występowania nicieni na glebach lekkich (Oostenbrink 1961, Szczygieł i inni 1969). Jest to najprawdopodobniej związane z większą ich aktywnością przy większej zawartości tlenu (Van Gundy i inni 1962). Szczygieł i inni (1969) stwierdzili wyraźną zależność częstotliwości występowania wielu gatunków od pH gleby i sugerują jego decydujące znaczenie w liczebności nicieni. Jednak polifagiczność nicieni przeczy specyficzności, jaką charakteryzuje się omawiane zmęczenie gleby.

Nieznany jest udział w powstawaniu zmęczenia jabłoniowego gleby bakterii i promieniowców. Jak sugeruje Hoestra (1968), te ostatnie mogą odgrywać główną rolę na lekkich glebach. Wydaje się, że bakterie w niektórych wypadkach mogą być również istotnym czynnikiem ograniczającym wzrost młodych jabłoni. Sugerują to badania wykazujące możliwość zmian zespołów mikroflory glebowej przy pomocy uprawianych roślin, możliwość pewnego ukierunkowania procesów mikrobiologicznych gleby (Curl 1963). Pomimo że florydżyna sama nie może być przyczyną specyficznego zmęczenia gleby, jej oddziaływanie na mikroflorę wydaje się oczywiste, co jednak wymaga potwierdzenia w szczegółowych badaniach.

Przewycięzanie zmęczenia jabłoniowego gleby

Najskuteczniejszymi metodami usuwania zmęczenia jabłoniowego gleby jest jej chemiczna dezynfekcja. Skuteczność różnych preparatów nie zawsze była oceniana podobnie. W niektórych wypadkach typowe nematocydy jak D—D czy Nemagon były wystarczająco skuteczne dla przywrócenia sprawności glebie (Mai i Parker 1957, D' Herde i Brande 1963); w niektórych fungicyd Captan wywołał poprawę wzrostu roślin.

Większość jednak badań wskazuje na najwyższą i radykalną skuteczność działania chloropikryny lub parowania gleby (Bollard 1956, Hoestra i Kleyburg 1960, Pitcher i inni 1966, Gilles 1968, Hoestra 1968, Słowik 1970).

W pierwszym okresie badań dodatnie wyniki parowania czy dezynfekcji chemicznej gleby przypisywane były zmianom w przyswajalności składników pokarmowych w glebie względnie unieczynnianiu toksyn znajdujących się w „chorej” glebie. W dalszych badaniach Aldrich i Martin (1952) wykazali, że w grę nie wchodzi czynnik odżywiania, ale zmiany w składzie organizmów glebowych.

Preparaty chemiczne wysoko skuteczne w zwalczaniu zmęczenia gleby są trudne w zastosowaniu na większą skalę z dwóch względów: bar-

dzo wysokiego kosztu zabiegu i toksyczności dla zwierząt stałocieplnych. Z tych powodów prace nad metodami usuwania specyficznego zmęczenia gleby idą także i w kierunkach agrotechnicznych, które ściśle wiążą się z metodami biologicznymi.

Stosowany w rolnictwie płodozmian jest niewątpliwie czynnikiem, który uchronił środowisko glebowe od masowego występowania zmęczenia gleby. Płodozmiany zalecane w szkółkarstwie przez Rejmana i Gruszewską (1950), Ślaskiego (1964) i innych przez dziesiątki lat chroniły nasze gleby od zmęczenia.

Badania organizmów glebowych pod różnymi roślinami wskazują na różnicowanie się biocenozy gleby pod ich wpływem. Uprawa pewnych gatunków roślin stymuluje rozwój niektórych organizmów, a hamuje rozwój innych. Te zależności mogą być spowodowane nie tylko bezpośrednim działaniem roślin, ich wydzielin czy rozkładających się resztek ale pośrednio, np. przez stymulowanie rozwoju mikroorganizmów antagonicznych w stosunku do patogena.

Niektóre rośliny wywierają bezpośredni wpływ na mikroflorę gleby. Badania porównawcze roślin krzyżowych i motylkowych wykazały, że olejki roślin krzyżowych mają wysokie grzybobójcze działanie dla *Phytophthora cactorum*, podczas gdy rośliny motylkowe są dla tego grzyba gospodarzem (Schwinn 1965).

Badając zmiany w ryzosferze tytoniu Smyk i inni (1960) stwierdzili, że substancje wydzielane przez system korzeniowy tytoniu działają bakteriobójczo głównie na bakterie wiążące azot atmosferyczny, a stymulują kiełkowanie i rozwój grzybów fitopatogennych.

W walce z niecieniami również trwają poszukiwania roślin „wrogów”. Wiele prac wskazywało na ograniczające działanie uprawy aksamitki (*Tagetes spp.*) na rozwój szeregu gatunków nicieni pasożytniczych (Oostenbrink 1960, Słowik 1970 i inni). Natomiast uprawa koniczyny czerwonej wywoływała pogłębianie się efektu zmęczenia jabłoniowego gleby stymulując rozwój pasożytniczych nicieni (Słowik 1970). Rhode i Jenkins (1958) cytując Rovira (1969) stwierdzili nlcieniobójcze działanie wydzielin ze szparagów w uprawach pomidorów przy wzroście obu roślin współrzędnie, jak i po opryskaniu pomidorów wyciągiem ze szparagów.

Walka biologiczna z patogenami jest również badana w aspekcie szczepienia gleby antagonistycznymi organizmami. Jak to omawia Garret (1965), próby te, pomimo że są prowadzone od wielu lat, nie rokują nadziei na szybkie wprowadzenie do praktyki.

Nie bez znaczenia na stan gleby ma jej uprawa i nawożenie. Schander (1956) uważa, że zmęczenie gleby częściej zdarza się na glebach suchych, źle nawożonych niż na glebach żyznych. Russel (1958) podaje, że w warunkach dużej żyzności gleb wiele roślin zwiększa swą odporność

na infekcję grzybów albo nie ulega takim uszkodzeniom, mając zawsze duże możliwości regeneracji.

Zabiegi podnoszące żyzność gleb sprzyjają zdrowotności gleby. Należy do nich również uprawa gleby. Stosowana głęboka orka przy dwóch poziomach nawożenia w doświadczeniu Hollanda i Greenhama (1966) po 3- i 7-letniej przerwie w uprawie jabłoni była korzystniejsza dla wzrostu ponownie posadzonych jabłoni niż orka płytka z analogicznym nawożeniem. W doświadczeniu przeprowadzonym w Sinołęce (Słowik 1970) wysokie nawożenie obornikiem dawało efekty podobne do chemicznej dezynfekcji gleby, pomimo zwiększonej liczebności nicieni pasożytniczych.

Działanie nawożenia organicznego i mineralnego przy usuwaniu względnie ograniczeniu skutków zmęczenia gleby jest stale przedmiotem badań. Wspomniane wyżej doświadczenie Hollanda i Greenhama (1966) wykazało wyższą skuteczność głębokiej orki przy wyższym nawożeniu niż przy niższym.

Modyfikacja warunków glebowych przez wapnowanie czy zakwaszenie (Havis 1962, Hoestra 1968) zmienia warunki rozwoju mikroflory glebowej. Jednak, jak podaje Garret (1965), stopień skuteczności nawożenia zależy od rodzaju gleby i nawozu, co nie jest jeszcze dostatecznie opracowane. Zależność problemów życia biologicznego gleby od nawożenia i płodozmianu jest stwierdzona i oczywista. Złożoność środowiska glebowego stawia trudne zadania dla badaczy. Wyniki dotychczasowych badań dają jednak realną nadzieję na znalezienie skutecznej ochrony biologicznej przed powstaniem zmęczenia gleby i metod jego przewycięzania.

LITERATURA

1. Aldrich D. G., Martin J. P.: 1952. Effect of fumigation on some chemical properties of soils. *Soil Sci.*, 73, 149—159.
2. Bollard E. G.: 1956. Effect steam-sterilized soil on growth of replant apple trees. *N.Z.J. Sci. Tech. Sect. A*, 38, 412—15.
3. Börner H.: 1959. The apple replant problem. I. The excretion of phlorizin from apple root residues. *Contr. Boyce Thompson Inst. Pl. Res.*, 20, 39—56.
4. Börner H.: 1960. Neuere Ergebnisse über Ursachen der Bodenmüdigkeit beim Apfel (*Pirus malus* L.). *Erwerbobstbau* 2, 191—9.
5. Börner H.: 1961. Experimentelle Untersuchungen über die Bodenmüdigkeit beim Apfel (*Pirus malus* L.). *Beitr. Biol. Pfl.*, 36, 97—137.
6. Börner H.: 1963a. Untersuchungen über die Bildung antiphytotischer und antimikrobieller Substanzen durch Mikroorganismen im Boden und ihre Mögliche Bedeutung für Bodenmüdigkeit beim Apfel (*Pirus malus* L.). I. Bildung von Patulin und einer phenolischen Verbindung durch *Penicillium expansum* auf Wurzel- und Blattrückständen des Apfels. *Phytopath. Z.*, 48, 370—396.
7. Börner H.: 1963b. Untersuchungen über die Bildung antiphytotischer und antimikrobieller Substanzen durch Mikroorganismen im Boden und ihre mögliche Bedeutung für die Bodenmüdigkeit beim Apfel (*Pirus malus* L.). II. Der Einfluse verschiedener Faktoren auf die Bildung von Patulin und einer phenolischen

- Verbindung durch *Penicillium expansum* auf Blatt-und Wurzelrückständen des Apfels. *Phytopath. Z.*, 49, 1—28.
8. Campbell W. A., Hendrix F. F.: 1967. *Pythium* and *Phytophthora* species in forest soils in the southeastern United States. *Plant Dis. Repr.*, 51, 929—932.
 9. Chapman H. D.: 1965. Chemical Factors of the soil as they affect microorganisms. *Ecology of soil-borne plant pathogens*. Baker K. F. Snyder W. C. Univ. of California Press, 120—141.
 10. Curl E. A.: 1963. Control of plant diseases by crop rotation. *Bot. Rev.* 29, 413—479.
 11. Garret S. D.: 1965. Toward biological control of soil borne plant pathogens. str. 5—17, Ref. Baker K. F., Snyder. W. C. *Ecology of Soil Borne Plant Pathogens—Prelude to Biological Control*. Berkeley, Univ. Calif. Press.
 12. Gilles G.: 1968. La Fatigue du Sol En Culture Fruitiere. *Le Fruit belge*, 36, 320, 135—141.
 13. Gilmore A. E.: 1963. Pot experiments related to the peach replant problem. *Hilgardia*, 34, 63—78.
 14. Goodey F.: 1958. *The Nematodes Parasites of Plants*. Catalogued under their Hosts. C. A. B. Franham Royal, Buchs.
 15. Havis A. L.: 1962. Some effect of old peach soil treatments on young peach tree in the greenhouse. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, 81, 147—52.
 16. Hendrix F. F., Powell W. M., Owen J. H.: 1966. Relation of root necrosis caused by *Pythium* species to peach tree decline. *Phytopathology.*, 56, 1229—1232.
 17. D'Herde J., Van Den Brande J.: 1963. Le probleme de la reconversion de vieilles plantations fruitieres. *Rev. Agric. Brux.*, 16, 163—6.
 18. Hine R. B.: 1961. The role of amygdalin breakdown in the peach replant problem. *Phytopathology*, 51, 10—13.
 19. Hoestra H.: 1961. The role of nematodes in the orchard replant problem. 6-th Int. Nematology Symposium, Gent. Belg., 1242.
 20. Hoestra H.: 1968. Replant diseases of apple in the Netherlands. *Meded. Landbouwhogeschool, Wageningen.*, 68—13.
 21. Hoestra H., Kleyburg P.: 1960. Nieuwe gegevens over het herinplantings problem in de fruitteelt. *Fruitteelt*, 50, 1242—3.
 22. Holland D. A., Greenham D. W. P.: 1966. The minimization of variability in experiments on apples planted on the site of a previous orchard. *J. hort. Sci.*, 41, 115—36.
 23. Kierjanowa Je. S.: 1959. O zachonomiernostiach respriedielenja niematom w poczwie i w rastienijach. *Zaszczita Rastienij.*, 4, nr 6, 28—29.
 24. Knierim J. A.: 1963. Nematodes associated with crop plant in Michigan. *Quarterly Bull.*, 46, nr 2.
 25. Mai W. F., Parker K. G.: 1957. Nematodes cause serious root diseases of cherry and other tree fruits in western New York. *Proc. Y. St. hort. Soc.*, 77—81.
 26. Martin J. P.: Fungus flora of some California soils in relation to the slow decline of citrus trees. *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.*, 12, 209—14.
 27. Martin J. P., Klotz L. J., De Wolf T. A., Ervin J. O.: 1956. Influence of some common soil fungi on growth of citrus seedlings. *Soil Sci.*, 81, 259—67.
 28. Mountain W. B., Boyce H. R.: 1958a. The peach replant problem in Ontario. V. The relation of parasitic nematodes to regional differences in severity of peach replant failure. *Cand. J. Bot.*, 36, 125—34.
 29. Mountain W. B., Boyce H. R.: 1958b. The peach replant problem in Ontario. VI. The relation of *Pratylenchus penetrans* to the growth of young peach

- trees. *Canad. J. Bot.*, 36, 135–51.
30. Oostenbrink M.: 1960. *Tagetes patula* L. als voorvrucht van enkele land-entuinbouwgewassen op zand-en dalgrond. Abstr. Meded. Land Hogesch., Gent., 25, 1065–75.
 31. Oostenbrink M.: 1961. Nematodes in relation to plant growth. II. The influence of the crop on the nematodes population. *Neth. J. Agric. Sci.*, 9, 55–60.
 32. Oostenbrink M., Hoestra H.: 1961. Nematode damage and „specific sickness” in *Rosa*, *Malus*, and *Laburnum*. *Tijdschr. PIZiekt.*, 67, 264–72.
 33. Pachlewski R.: 1952. Obserwacje nad rozwojem mykorhizy u degenerujących drzew owocowych w Szkółkach Kórnickich. *Acta Soc. Bot. Polen*, 21, 577–90.
 34. Patrick Z. A.: 1955. The peach replant problem in Ontario. 2. Toxic substances from mikrobial decomposition products of peach root residues. *Canad. J. Bot.*, 33, 461–486.
 35. Pieniążek J.: 1964. The content of endogenous growth substances in the chilled and unchilled buds of apple variety Antonovka during winter rest period. Rept. XIV-th Intern. hort. Congr., (1962), t. 4.
 36. Pieniążek S. A.: 1965. Sadownictwo. PWRiL. Warszawa.
 37. Pitcher R. S., Way D. W., Savory B. M.: 1966. Specific replant diseases of apple and cherry and their control by soil fumigation. *J. hort. Sci.*, 41, 379–96.
 38. Proebsting B. L., Gilmore A. B.: 1941. The relation of peach root toxicity to the re-establishing of peachorchards. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, 38, 21-6.
 39. Rejman A., Gruszevska M.: 1950. Szkółkarstwo PWRiL, Warszawa.
 40. Rovira A. D.: 1969. Plant root exudates. *Bot. Rev.*, 35, 35–57.
 41. Russel E. J.: 1958. Warunki glebowe a wzrost roślin. PWRiL, Warszawa.
 42. Savory B. M.: 1966. Specific replant diseases causing root necrosis and growth depression in perennial fruit and plantation crops., *Res. Rev. Commonw. Bur. Hort. E. Mallng*, nr 1, str. 64.
 43. Schander H.: 1956. Die Bodenmüdigkeit bei Obstgehölzen. Bayer. Landwirtschaftsverlag. Bonn-München-Wieñ, 66.
 44. Schwinn F. J., 1965. Untersuchungen zum Wirt-Parasit-Verhältnis bei der Kragenfäule des Apfelbaumes (*Phytophthora cactorum*) und zu ihrer Bekämpfung. III. Die Eigmung verschiedener Gründüngungspflanzen zur Bekämpfung des Erregers im Boden. *Phytopath. Z.*, 54, 258-274.
 45. Słowik B.: 1970. Zmęczenie jabłoniowe gleby i metody jego przewycięzania. Praca doktorska. SGGW.
 46. Smyk B., Różycki E., Urbaniaak A.: 1960. Studia nad biologią i zwalczaniem czarnej zgorzeli korzeniowej tytoniu I. Biologia i występowanie czarnej zgorzeli korzeniowej tytoniu (*Thielaviopsis basicola*) Berk. *BR Ferr. Roczniki Nauk Roln.*, 81-A-4, 1005–1029.
 47. Szczygieł A., Gondek J., Karaś W.: 1969. Występowanie pasożytniczych nicieni w szkółkach drzew owocowych w Polsce południowej. *Acta Agraria et Silvestria*, 9, 99–120.
 48. Ślaski J.: 1964. Szkółkarstwo sadownicze. PWRiL. Warszawa.
 49. Van Gundy S. D., Stolzy W. H., Szuszkiewicz, T. E., Rackham R. L.: 1962. Influence of oxygen supply on survival of plant parasitic nematodes in soil. *Phytopathology*, 52, 628–632.
 50. Włodek J., Marzec T.: 1955. Przyczynek do poznania zagadnienia „wyczerpania gleby” przez szkółki drzew owocowych. *Prace Inst. Sadown. Skierniewice*, 1, 67–80.
 51. Williams A. H.: 1960. The distribution of phenolic compounds in apple and pear trees. *Phenolics in plants in health and disease*. Perg. Press., 3–7.