

TECHNOLOGIA RADIACYJNA W OCHRONIE ROŚLIN

Urszula Gryczka, Wojciech Migdał,
Magdalena Ptaszek, Leszek B. Orlikowski

Choroby roślin

Zainteresowanie chorobami roślin sięga czasów starożytnych, a dowody na to znajdujemy w tekstach staroegipskich oraz w Biblii. Z tekstu greckiego z przełomu IV i III wieku p.n.e. wynika, że w tych czasach znane były już rdze zbóż i roślin strączkowych, a prowadzone obserwacje chorób pozwoliły na sformułowanie wniosku, że rośliny częściej chorują, gdy uprawia się je w dolinach, czyli miejscach mniej przewiewnych, gdzie wilgotność względna powietrza jest wyższa niż na zboczach wzgórz. W starożytnym Rzymie stosowano już nawet proste zabiegi ochrony roślin, polegające na moczeniu nasion w winie przed ich wysiewem. Rośliny wyrosłe z takich traktowanych nasion chorowały rzadziej niż te uzyskane z nasion niezaprawianych. Już przed kilkuset laty wiadano, że pszenicy nie należy uprawiać obok lasu, gdzie rosły berbersy, a do siewu nie należy używać wilgotnego, źle przechowywanego ziarna. W 1755 r. francuski uczone Tillet opisał śnieć cuchnącą pszenicy, jako chorobę wywołaną przez grzyby, a ściślej, przez substancje toksyczne przez niego wytwarzane. Momentem przełomowym w historii fitopatologii były odkrycia Prevosta, który w 1807 r. opisał kiełkowanie zarodników grzyba powodującego śnieć cuchnącą pszenicy, zakażenie kielków i rozwój choroby. Wykazał też hamujący wpływ siarczanu miedzi na ich rozwój. Intensywny rozwój nauk związanych z chorobami roślin sięga XIX wieku, kiedy to rozpoczęto szerokie badania w trakcie epidemii zarazy ziemniaka w Irlandii (1845-1846), która w tym kraju wyniszczyła jego uprawy i spowodowała śmierć głodową ok. mln. ludzi oraz masową emigrację Irlandczyków za ocean. W celu zminimalizowania występowania chorób, już w latach dwudziestych XX wieku, do ochrony agrestu przed mączniakiem stosowano spryskiwanie roślin roztworem gnojowicy. W 1934 r. Tisdale i Williams patentują pierwsze karbaminy jako syntetyczne, organiczne fungicydy, a w roku 1966 Von Schmelting i Kulka wprowadzają na rynek karboksynę, jako pierwszy systemiczny środek grzybobójczy. Dwa lata później do powszechnego użycia wchodzi benomyl, pierwszy systemiczny fungicyd z grupy benzimidazoli [1].

Wejście Polski do Unii Europejskiej spowodowało otwarcie granic również na import materiału roślinnego. Do kraju sprowadzano siewki, sadzonki i cebule, produkowane nie tylko w krajach unijnych, ale także przez wyspecjalizowane firmy w Afryce, Ameryce Południowej i Azji. Zdaniem Brasera, wybitnego angielskiego fitopatologa, w ciągu minionego dwudziestolecia międzynarodowy obrót materiałem roślinnym wzrósł ok. 4-krotnie. Import nowych gatunków i odmian

roślin, obok pozytywnych, wiąże się również z negatywnymi skutkami, w tym zawlekaniami do kraju nowych patogenów, które mogą stanowić istotne zagrożenie dla polskiego ogrodnictwa. Orlikowski [2] podaje, że w minionych latach zawleczono do Polski co najmniej 10 nowych dla naszych warunków gatunków *Phytophthora*, *Cylindrocladium scoparium*, nowe formy specjalne *Fusarium oxysporum* i nowe patotypy *Rhizocronia solani*. Z materiału roślinnego czynniki te dostają się do gleby oraz podłoża ogrodniczych, gdzie mogą przeżywać nawet przez kilkanaście lat w formie chlamydospor, oospor czy nibysklerocjów. Istnieje więc konieczność odkażania zakażonych gleb i podłoży, aby wymienione patogeny nie powodowały strat w uprawach, dochodzących niekiedy do kilkudziesięciu procent, i nie przedostawały się do cieków i zbiorników wodnych.

Podłoża lub ich komponenty łatwo ulegają skażeniu przez chorobotwórcze organizmy, które po sadzeniu do nich roślin, infekują korzenie i podstawę pędów. Aby zapobiec rozprzeczaniu się chorobotwórczych mikroorganizmów, każde podłoże należy przed użyciem odkażać, i jest to najważniejszy zabieg profilaktyczny przy produkcji roślin. Do dezynfekcji podłoży stosowane są metody chemiczne w tym m.in. dazomet, metamsodowy, nadtlenuk wodoru stabilizowany srebrem, tlenek etylenu, kwas benzoesowy oraz metody fizyczne. W ostatnich latach drastycznie zmieniła się sytuacja na rynku środków ochrony roślin. Dyrektywa 91/414 Unii Europejskiej oraz wprowadzana Strategia Tematyczna „Zrównoważone Stosowanie Pesticydów” spowodowały, że z rynków krajów UE wycofano ok. 60% substancji aktywnych środków ochrony roślin i jest prawdopodobne, że następne z nich będą dalej eliminowane. Sytuacja ta może mieć drastyczny wpływ na polskie rolnictwo. Brak skutecznych środków ochrony może doprowadzić do kilkudziesięciu procentowego spadku plonu i obniżenia jakości produktów rolniczych.

Do odkażania gleby i podłoży ogrodniczych potrzebne są środki lub metody dające możliwość szybkiego wyeliminowania lub zminimalizowania liczebności określonych patogenów oraz niewpływające negatywnie na wzrost i rozwój uprawianych roślin. Takie możliwości stwarza metoda radiacyjna.

Podłoża ogrodnicze

Podłoża stosowane w uprawie roślin możemy podzielić na:

- mineralne (wełna mineralna, wełna szklana, keramzyt, perlit, lawa wulkaniczna, żwir, piasek, wermikulit, zeolit),
- syntetyczne (pianka poliuretanowa, polifenolowa i ami nowa) oraz
- organiczne (torf, włókno kokosowe, kora, słoma, węgiel brunatny, trociny, włókno drzewne, łuska kakaowa, łuska kawowa, plewy ryżowe).

Najczęściej stosowanym w ogrodnictwie podłożem jest substrat torfowy, stanowiący ok. 80% wszystkich substratów. Powstaje on w wyniku rozkładu obumarłych szczątków roślin. Substraty torfowe są jednak podłożami trudnymi do odkażenia z uwagi na dużą zawartość materii organicznej. Stosowane dotychczas do odkażenia środki zawierające dazomet eliminowały z nich czynniki chorobotwórcze w ok. 70%. Dazomet, stosowany do odkażenia substratu torfowego, utrzymuje się w nim nawet do 12 tygodni, a istotny wpływ na jego aktywność biologiczną wywiera temperatura i wilgotność. Innym stosowanym substratem organicznym jest kora sosnowa, wykorzystywana do ściółkowania, a w formie przekompostowanej, także jako dodatek do substratu torfowego lub innych podłoży. Przykładem podłoża mineralnego jest perlit produkowany z glinokrzemianów wulkanicznych, które po zmieszeniu i traktowaniu temperaturą powyżej 1000°C, dają produkt o strukturze trwałej, mineralnej gąbki. Perlit jest czysty biologicznie i nieaktywny chemicznie, zapewnia roślinie optymalne warunki powietrzno-wodne dla rozwoju systemu korzeniowego. Używany jest głównie do ukorzeniania sadzonek roślin zielnych. Jest ceniony, gdyż łatwo magazynuje i oddaje wodę, dzięki czemu ziemia z domieszką perlitu wolniej przesyca, a rośliny mają lepszy dostęp do wilgoci. Wełna mineralna jest jednym z najczęściej używanych podłoży do uprawy warzyw pod osłonami, zwłaszcza pomidorów i ogórków. Przy produkcji wełny mineralnej czysta skała bazaltowa jest podgrzewana do bardzo wysokiej temperatury (rzędu 1500°C). Płynna masa bazaltowa jest poddawana odwirowaniu. Podczas oziębiania powstają włókna, które są formowane do kształtu podłużnych mat lub kostek. Materiał ten jest neutralny, zapewnia dobrą przewodność oraz charakteryzuje się dużą pojemnością wodną. Jest jednak materiałem szkodliwym dla zdrowia, zwłaszcza w stanie suchym. Wełna mineralna stanowi zagrożenie dla środowiska, gdyż wietrzeje bardzo powoli i nie poddaje się kompostowaniu, w wyniku czego powstają duże ilości odpadów, które należy poddać utylizacji.

Oddziaływanie promieniowania jonizującego z mikroorganizmami

Metodą powszechnie wykorzystywaną do sterylizacji i higienizacji produktów spożywczych, medycznych i rolniczych jest metoda radiacyjna. Inaktywacja drobnoustrojów w wyniku oddziaływania promieniowania jonizującego następuje w sposób bezpośredniego uszkodzenia kwasu deoksyrybonukleinowego (DNA), kwasu rybonukleinowego (RNA) lub

białek, a także w sposób pośredni w wyniku oddziaływania wolnych rodników. Uszkodzony pod wpływem promieniowania jonizującego DNA powoduje zahamowanie podziału komórki i prowadzi do jej obumarcia [3]. W ten sposób promieniowanie eliminuje skutecznie bakterie chorobotwórcze, niszczy zarodniki grzybów, organizmów glonopodobnych oraz eliminuje szkodniki.

Czynniki chorobotwórcze w podłożach

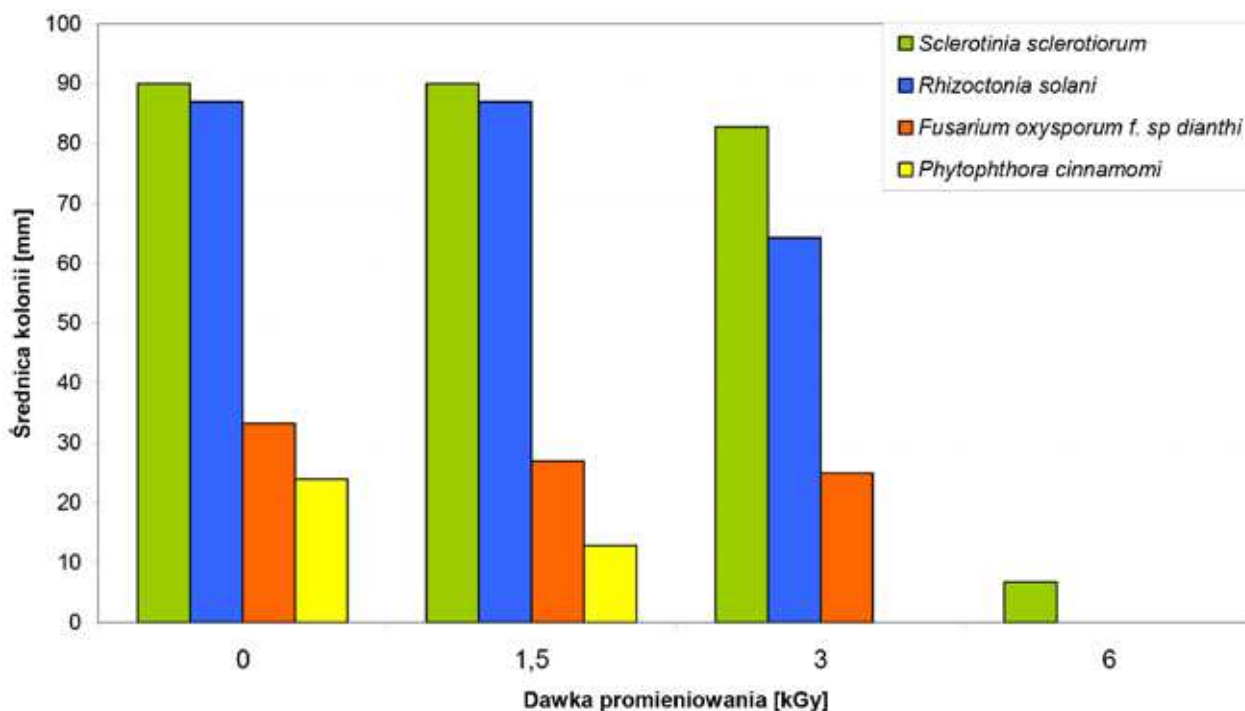
Najgroźniejszymi patogenami roślin powodującymi ich choroby, są grzyby z rodzajów *Fusarium*, *Rhizoctonia*, organizmy glonopodobne z rodzajów *Pythium* i *Phytophthora*, oraz bakterie z rodzajów *Erwibia*, *Pseudomonas* i *Xanthomonas* (fot.1.).

Fusarium oxysporum f. sp. *dianthi* jest patogenem goźdźców, powodującym straty dochodzące do 50%. Jest to jednocześnie gatunek reprezentacyjny dla ok. siedemdziesięciu form specjalnych tego gatunku, występujących na różnych roślinach gospodarzach. Patogen ten jest bardzo trudny do wyeliminowania z powodu szybkiego uodparniania się tego gatunku na stosowane środki ochrony roślin, a jego formy przetrwalnikowe – chlamydospory, mogą przetrwać w glebie nawet kilkanaście lat.

Phytophthora cinnamomi to polifag znany jako patogen co najmniej trzech tysięcy gatunków roślin. W Polsce jest jednym z najczęściej występujących patogenów roślin w szklarniach oraz środowisku naturalnym. Źródłem jego bytowania jest materiał roślinny, woda, podłoże lub gleba.



Fot.1. Zgnilizna podstawy pędu pomidora powodowana przez *Phytophthora* sp.



Rys.1. Wrażliwość wybranych patogenów roślin na promieniowanie jonizujące w testach in vitro [4,5,6,9]

Rhizoctonia solani to polifag występujący na co najmniej kilkuset gatunkach roślin, w tym w szklarniach, szkółkach oraz uprawach polowych. Grzyb tworzy bardzo liczne, zbite strzępki grzybni, bardzo trudne do wyeliminowania przy stosowaniu fumigantów. Gatunek ten powoduje zgniliznę podstawy pędu i korzeni, co prowadzi często do masowego zamierania roślin. Brak skutecznych środków do ochrony upraw przed tym patogenem powoduje, że występuje on często masowo w niektórych uprawach, w tym pod osłonami.

Sclerotinia sclerotiorum jest również gatunkiem polifagicznym, występującym na uprawach polowych i pod osłonami, powodującym zgniliznę twardzikową. Stwierdzono go m.in. na chryzantemach, gerberach i roślinach jednorocznych. Zwrócić uwagę na możliwość przetrwania patogenu w formie sklerocjów w podłożu, istnieje potrzeba stosowania metod minimalizujących jego występowanie.

Przedstawione przykładowe patogeny roślin charakteryzują się zróżnicowaną wrażliwością na promieniowanie jonizujące. Z przeprowadzonych testów szalkowych, w których pożywkę porośniętą strzępkami mikroorganizmów napromieniowano dawką do 6 kGy, uzyskano dane na temat wrażliwości poszczególnych mikroorganizmów na promieniowanie jonizujące. Miarą skuteczności procesu było zahamowanie rozwoju mikroorganizmów lub ich eliminacja (rys.1).

Wpływ napromieniowania podłoża na wzrost roślin

Efektywność procesu odkażania podłoża zależy zarówno od gatunku patogenu, jak i rodzaju podłoża. W przeprowadzonych doświadczeniach użyto torf, korę sosnową, perlit oraz ich mieszaniny. Stwierdzono, że napromieniowanie podłoża zakażonych przez *F. oxysporum f. sp. dianthi*, *P. cinnamomi* i *R. solani* dawką 5 kGy miało destrukcyjny wpływ

na struktury patogenów. Minimalizację występowania lub wyeliminowanie patogenów uzyskano przy zastosowaniu dawki 10 kGy. Analiza współzależności pomiędzy rodzajem podłoża, dawką napromieniowania, a zdrowotnością uprawianych roślin, wskazuje, że kompostowana kora sosnowa i jej mieszanina z substratem torfowym są podłożami najtrudniejszymi do odkażenia, ale dawka 15 kGy minimalizuje populację patogenów.

Zastosowanie radiacyjnej metody odkażania podłoża ogrodniczych wymagało określenia jej wpływu na zdrowotność roślin. Doświadczenia szklarniowe z wykorzystaniem sadzonek goździka, cyprysika oraz chryzantem wykazały, że metoda radiacyjna nie wywarła negatywnego wpływu na rozwój roślin (fot.2,3,4).



Fot.2. Wzrost sadzonek chryzantem w podłożach zakażonych przez *Rhizoctonia solani* oraz odkażonych metoda radiacyjną



Fot. 3. Cypresy z objawami fytoftorazy rosnące w podłożu zakażonym przez *Phytophthora cinnamomi*



fot. prof. Leszek Orlikowski

Fot. 4. Wzrost sadzonek goździka w podłożach zakażonych przez *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* oraz odkażonych metoda radiacyjną

Podsumowanie

Sosowane w kraju podłoża ogrodnicze łatwo ulegają skażeniu przez chorobotwórcze grzyby i bakterie, które powodują zgniliznę korzeni i podstawy pędu. Aby zapobiec rozprzestrzenianiu się chorób, każde podłoże używane w produkcji roślin należy odkażić przed jego ponownym użyciem. Prace doświadczalne nad możliwością wykorzystania promieniowania jonizującego do odkażenia zainfekowanych podłoży ogrodniczych prowadzone były we współpracy Instytutu Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie oraz Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach, w ramach projektu rozwojowego NR 1205506/2009, finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Uzyskane wyniki posłużyły do przygotowania zgłoszenia patentowego [8].

Metoda radiacyjna, wykorzystująca jako źródło promieniowania jonizującego wiązkę elektronów generowaną w akceleratorze, okazała się bardzo skuteczna w minimalizacji występowania lub eliminowaniu patogenów.

prof. dr hab. Wojciech Migdał,
mgr inż. Urszula Gryczka,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa

prof. dr hab. Leszek B. Orlikowski,
mgr Magdalena Ptaszek,
Instytut Ogrodnictwa,
Skierniewice

Literatura

- Z. Borecki. Nauka o chorobach roślin. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne. 2001
- L.B. Orlikowski. Relationship between source of water used for plant sprinkling and occurrence of *Phytophthora* shoot rot and tip blight in container ornamental plants. *J. Plant Prot. Res.* (2006) 46: 163-168
- M. Wróblewska. Wrażliwość drobnoustrojów na promieniowanie. Sterylizacja radiacyjna przeszczepów tkankowych. Instytut Chemii i Techniki Jądrowej. 2009
- M. Ptaszek, U. Gryczka, W. Migdał, L.B. Orlikowski. Wykorzystanie metody radiacyjnej do eliminowania *Sclerotinia sclerotiorum* w podłożach. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* (2010) 554
- U. Gryczka, M. Ptaszek, W. Migdał, L.B. Orlikowski. Application on electron beam irradiation for inhibition of *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* activity. *Nukleonika* (2010), 55 (3): 359-362
- W. Migdał, L. B. Orlikowski, M. Ptaszek, U. Gryczka. Influence of electron beam irradiation on growth of *Phytophthora cinnamomi* and its control in substrates. *Rad. Phys. Chem.* 81 (2012) 1012-1016
- L. B. Orlikowski, U. Gryczka, M. Ptaszek, W. Migdał. Effectiveness of electron beam irradiation in the control of *Rhizoctonia solani*. *Nukleonika* 57 (2012) 551-554
- Zgłoszenie patentowe "Sposób dezynfekcji podłoża ogrodniczych z wykorzystaniem wiązki wysokoenergetycznych elektronów" nr 396880