

ŚRODOWISKO A ODPORNOŚĆ ROŚLIN NA CHOROBY

Karol Mańka

Akademia Rolnicza w Poznaniu

W odniesieniu do rośliny - gospodarza można mówić o dwóch środowiskach — wewnętrznym i zewnętrznym. W jednym i drugim występują zjawiska mające związek m. in. z odpornością na choroby. W obu tych środowiskach działają mechanizmy sprzyjające lub nie sprzyjające czynnikom chorobotwórczym, przy czym te ostatnie są zawsze częścią zewnętrznego środowiska rośliny. Mechanizmy odpornościowe występujące wewnątrz rośliny - gospodarza są uwarunkowane genetycznie.

Mechanizmy odpornościowe występujące w zewnętrznym środowisku rośliny - gospodarza wynikają z warunków ekologicznych tego środowiska i działają w dwóch kierunkach: na roślinę - gospodarza i na znajdujące się jeszcze poza organizmem tej rośliny patogeny — częściej i silniej na patogeny. Należy pamiętać, że roślina - gospodarz jest nie tylko obiektem, na który wpływa środowisko zewnętrzne lecz także sama stanowi ważny czynnik kształtujący to środowisko. Niniejsze opracowanie ogranicza się do rozpatrywania związku między środowiskiem zewnętrznym, nazywanym w dalszym ciągu po prostu środowiskiem, a odpornością roślin na choroby, czyli na patologiczne procesy fizjologiczne powodowane przez określone czynniki środowiska. W opracowaniu tym wyłącza się rozpatrywanie wpływu środowiska na odporność roślin na choroby w aspekcie filogenetycznym, ukazującym kształtowanie się informacji genetycznej w roślinach, dotyczącej również ich cech odporności w ciągu ewolucyjnym uwarunkowanym przez środowisko.

Z HISTORII POGLĄDÓW NA ŚRODOWISKO ROŚLINY - GOSPODARZA

Związki środowiska z życiem i rozwojem organizmów, w tym także roślinnych, były dostrzegane od dawna. Świadomy tych związków Hipokrates oparł na nich koncepcję tzw. patologii humoralnej człowieka

i zwierząt, a Teofrast przeniósł ją na świat roślin. Odtąd, przez cały dalszy okres starożytności, a następnie przez całe średniowiecze i dalej do około połowy XIX w. zagadnienie zdrowia lub choroby żywych organizmów było rozpatrywane w świetle równowagi lub braku równowagi między różnymi kategoriami soków w tych organizmach, które to stany z kolei miały być uzależnione od wpływów środowiska. W fitopatologii poglądy te znalazły odzwierciedlenie w pierwszym na świecie podręczniku z zakresu chorób roślin, napisanym przez Ungera [20].

W tym długim, ponad dwa tysiące lat rozciągającym się okresie holdowano teorii samoródtwa i nie dostrzegano genetycznego uwarunkowania właściwości organizmów żywych. Te dwa niedostatki powodowały, że słuszne skądinąd mniemanie o wielkiej roli środowiska roślin nie mogło być należycie wykorzystane ani dla rozwoju teorii fitopatologii ani dla ochrony roślin przed chorobami.

Potem, gdy dzięki osiągnięciom Pasteura, teoria samoródtwa została obalona, a de Bary przeniósł te osiągnięcia na grunt fitopatologii, zainteresowanie wpływem środowiska na występowanie chorób roślin ogromnie się zmniejszyło. Uwaga fitopatologów została zaprzątnięta niemal wyłącznie sprawą patogenów i problemem inokulum. Tę jednostronność w rozpatrywaniu uwarunkowania chorób roślin Garrett [5] nazwał etiologizmem, który znalazł wyraz w poglądach głoszonych przez tzw. szkołę patogenistów [21]. Według tej szkoły jedynym i rozstrzygającym warunkiem wystąpienia określonej choroby zakaźnej na roślinie jest obecność patogena i jego samodzielna aktywność. W ten sposób z rozważań fitopatologów o uwarunkowaniu chorób roślin zostało wyłączone nie tylko ich środowisko (z wyjątkiem jego składnika w postaci patogena), lecz także sama roślina - gospodarz jako ośrodek określonego oporu w stosunku do aktywności patogena. Logicznym następstwem wytworzonej w ten sposób sytuacji był impuls do jednostronnego rozwoju metod zwalczania chorób roślin, sprawdzającego się do bezpośredniego uderzenia w patogena, przeważnie za pomocą preparatu chemicznego.

Poglądom szkoły patogenistów przeciwstawiła się przy końcu XIX w. tzw. szkoła predyspozycjonistów, której przewodził P. Sorauer. Jak podaje H. Braun [1], wybitny angielski botanik i fitopatolog M. Ward sprecyzował podstawową myśl predyspozycjonistów następująco: żadna choroba nie może być spowodowana przez sam tylko zarazek chorobotwórczy (patogena), ponieważ jego uzdolnienie do pasożytniczego działania zależy zarówno od środowiska, jak i od rośliny - gospodarza. W ten sposób rola środowiska jako czynnika warunkującego występowanie chorób roślin została w poglądach fitopatologów zrehabilitowana, a przy tym ujęta poprawniej niż to miało miejsce w okresie przedpasteurowskim, ponieważ połączono ją z osobnym potraktowaniem części środowiska, którą

stanowi patogen. Do zasług predyspozycjonistów należy ponadto, wprowadzenie do fitopatologii pojęcia predyspozycji chorobowej. Oznaczało ono zjawisko modyfikowania przez wpływ środowiska, tzw. konstytucji zdrowotnej rośliny, którą później zdefiniowano jako genetycznie ustalony zakres odporności roślin na choroby bądź jako dyspozycję chorobową. Obecne rozumienie pojęć dyspozycja i predyspozycja chorobowa stało się możliwe dzięki powstałej już w XX w. genetyce.

Na początku wieku XX utrwalała się świadomość, że istnieje wpływ środowiska na roślinę-gospodarza i wpływ środowiska na patogena, a oba te wpływy rozpatrywane łącznie dają podstawę do rozważania problemu wpływu środowiska na choroby rośliny - gospodarza. Być może, że żywe jeszcze w tym czasie tradycje myślowe szkoły patogenistów sprawiły, że nieco wcześniej rozpoczęto badania nad wpływem środowiska na patogena niż na gospodarza. C. Hartley [9] zwrócił uwagę, że występujące w otoczeniu systemu korzeniowego siewek drzew leśnych mikroorganizmy saprofityczne mogą ograniczać aktywność patogenów korzeni. A. Henry [10] zademonstrował podobne zjawisko w stosunku do sprawcy zgorzeli podstawy źdźbła pszenicy, grzyba *Ophiobolus graminis*. Te i im podobne, stosunkowo wczesne, ale już nowoczesne (nawet z dzisiejszego punktu widzenia) badania fitopatologów nad wpływem ożywionej części środowiska glebowego na organizmy fitopatogeniczne zostały poparte wystąpieniem H. Fawcetta [3], zwracającego uwagę na potrzebę badania wpływu mieszanin mikroorganizmów o znanym składzie. Nowe elementy do badań nad wpływem środowiska rośliny - gospodarza na patogeny wnieśli L. Jones, J. Johnson i J. Dickson [11]. Autorzy ci należeli do twórców znanego układu zbiorników wody pozwalającego na badanie chorób korzeni roślin w kontrolowanych warunkach temperatury, jakby prototypów dzisiejszych kabin klimatyzacyjnych czy fitotronów. Dali oni początek nowoczesnym badaniom wpływu nieożywionych czynników środowiska na mikroorganizmy chorobotwórcze, a tym samym i na choroby roślin. S. Garrett [4] zaznacza, że nie ograniczali się oni do studiowania samego tylko czynnika temperatury, lecz równocześnie śledzili wpływ nawilgocenia gleby i inne czynniki składające się na środowisko glebowe, a ponadto badali wpływ różnych temperatur na wzrost patogenów w warunkach sztucznej hodowli przy równoczesnej bogatej rejestracji przebiegu temperatur w warunkach naturalnych (dla stworzenia podstawy do wnioskowania o zagrożeniu roślin uprawnych w różnych rejonach uprawowych i w różnych porach roku przez określone choroby). Badania te doprowadziły do wielu pożytecznych rozeznań. Zwróciły na przykład uwagę na występowanie chorób roślin, którym sprzyjają wysokie temperatury środowiska (wędnięcie pomidora powodowane przez *Fusarium bulbigenum* var. *lycopersici*, wędnięcie lnu powodowane

przez *Fusarium lini*, zgorzel siewek pszenicy powodowana przez *Gibberella saubinetii* itp.) i chorób roślin którym sprzyjają niższe temperatury (głównia cebuli powodowana przez *Urocystis cepulae*, zgnilizna korzeni tytoniu powodowana przez *Thielaviopsis basicola*, zgorzel podstawy łodygi ziemniaka powodowana przez *Rhizoctonia solani* i in).

Warto się również nieco zatrzymać nad niektórymi szczegółowymi wynikami L. Jonesa i współautorów [11] oraz innych autorów prac o zbliżonej problematyce. Na przykład W. Tisdale [19], prowadząc we wspomnianych zbiornikach wody o regulowanej temperaturze w Wisconsin badania nad fuzaryjną żółtaczką kapusty (*Fusarium conglutinans*) stwierdził, że zarówno dla występowania tej choroby jak i dla rozwoju patogena w sztucznej hodowli optymalna temperatura wynosiła 26°C. Istnieje tu zatem pełna zbieżność między wpływem temperatury na występowanie zjawiska choroby i wpływem temperatury na rozwój patogena w sztucznej kulturze. Tak jednak bywa nie zawsze. Richards (1923) na przykład wykazał, że jeden ze szczepów *Rhizoctonia solani* rozwijał się optymalnie na pożywce agarowej przy około 25°C, podczas gdy powodowana przezeń zgorzel podstawy łodygi ziemniaka uzyskiwała największe nasilenie przy temperaturze 18°C (zresztą także na bawelnie i fasoli), tłumacząc tę rozbieżność wpływu temperatury przypuszczeniem, że przy niższej z wymienionych temperatur patogen jest bardziej uzdolniony do wytwarzania enzymów i toksyn stanowiących o jego patogeniczności. Z kolei H. Mc Kinney i R. Davis [15] stwierdzili, że optymalna temperatura dla rozwoju grzybów *Hilminthosporium sativum* i *Ophiobolus graminis* na sztucznej pożywce wynosi około 25°C, podczas gdy porażeniu siewek pszenicy przez pierwszego z nich służy najbardziej temperatura 28°C, a przez drugiego 12-16°C. Zjawisko to komentowali m. in. L. Jones i współpr. [11] oraz S. Garrett [4]. Ten ostatni zaznacza, że rozbieżność która wystąpiła w przypadku *O. graminis* wyjaśnił swymi doświadczeniami A. Henry [10]. Autor ten wykazał bowiem, że na glebie sterylizowanej choroba powodowana przez *O. graminis* występuje najsilniej przy podobnej temperaturze, jak choroba powodowana przez *H. sativum*, natomiast na niesterylnej glebie w temperaturze znacznie niższej, takiej właśnie jaką ustalili H. Mc Kinney i R. Davis [15]. S. Garrett [4], który potwierdził wynik otrzymanych przez A. Henry'ego, wskazuje wprost na antagonistyczne w stosunku do *O. graminis* mikroorganizmy niesterylne go środowiska glebowego, jako na czynnik warunkujący omawianą rozbieżność.

Środowisko jednak wywiera wpływ na choroby roślin nie tylko przez oddziaływanie na organizmy chorobotwórcze, ale także przez kształtowanie sposobu reagowania rośliny - gospodarza na patogena. Tu można przypomnieć sformułowaną m. in. przez K. Zaleskiego [99] ogólnie sprawdza-

jącą się zasadę, że odporność roślin na choroby bywa tym większa, im większe jest natężenie harmonijnie w nich przebiegających procesów fizjologicznych, a to przecież jest uwarunkowane m. in. wpływem środowiska. Tak na przykład H. McKinney i R. Davis, stwierdzając, że przy temperaturze 28°C siewki pszenicy były silnie atakowane przez *H. sativum*, wyjaśniali to zjawisko tym, że temperatura ta sprzyja wybitnie rozwojowi patogena, natomiast nie sprzyja fizjologicznej aktywności pszenicy. Także inne czynniki środowiska, jak nawożenie (liczne dane z tego zakresu m.in. w podręcznikach T. Roemera, W. Fuchsa i K. Isenbecka [17], Gäumanna, B. Rubina i J. Arcichowskiej [18]), pH i in., wpływają modyfikująco na odporność na choroby. E. Kluge [12] ustalił doświadczalnie zwiększanie się podatności siewek sosny zwyczajnej na ataki ze strony grzybów zgorzelowych pod wpływem wysokiego pH gleby.

ZADANIA W DZIEDZINIE BADAŃ NAD WPŁYWEM ŚRODOWISKA NA CHOROBY ROŚLIN

Wyniki dotychczasowych badań nad wpływem środowiska na choroby roślin zawierają niestety często wiele niejasności. Przyczyną bywa na ogół opieranie się na wynikach doświadczeń, w których występuje jeden lub więcej czynników niekontrolowanych. Zdawali sobie z tego sprawę L. Jones i współpracownicy [11] i dlatego oprócz wpływu kontrolowanego poziomu temperatury na choroby roślin badali także wpływ takiej temperatury na rozwój samego patogena oraz przebieg temperatury w warunkach naturalnych wraz z towarzyszącym mu nasileniem występowania chorób. Dawało to już pożyteczne informacje z punktu widzenia właściwego rejonizowania uprawy odmian roślin zagrożonych przez określone choroby. W dalszym ciągu jednak nie było tak dokładne, jak by sobie tego można było życzyć, i nie rozgraniczało kierunków działania badanego czynnika (temperatury, wilgotności itd.), tzn. nie informowało, czy działanie to było skierowane na patogena, czy na gospodarza i w jakiej mierze.

Badanie wpływu środowiska na choroby roślin można niewątpliwie udoskonalić. Punktem wyjścia winno być precyzyjne ujęcie samego środowiska, w którym żyje roślina - gospodarz. Środowisko to ogranicza się przede wszystkim do tej przestrzeni otaczającej gospodarza, która pod wpływem obecności i aktywności tegoż gospodarza ulega modyfikacjom wyrażającym się zmianami temperatury, wilgotności, pH, występowania substancji organicznej itp. W przypadku korzeni chodzi głównie o ryzosferę, natomiast przy nadziemnej części roślin o powierzchnię narządów i przypowierzchniowe warstwy powietrza z właściwymi im warunkami

wilgotności, temperatury itp. Całokształt czynników tworzących środowisko rośliny - gospodarza znajduje swój wyraz w zbiorowisku organizmów zasiedlających to środowisko [5], czyli że zbiorowisko takie może z kolei być traktowane jako swego rodzaju wykładnik środowiska, z którego pochodzi, bądź w którym występuje.

Te związki zachodzące w ramach środowiska próbowano już nieraz wykorzystać do stworzenia nowych podstaw oceny jego wpływu na zachowania się w nim organizmów fitopatogenicznych. Z ustnej relacji K. Zaleskiego wynika, że podobna idea przyświecała mu gdy przystępował do pracy, która doprowadziła do opublikowania znanej monografii o rodzaju *Penicillium* w glebach polskich [23]. Myśl ta została na nowo podjęta w okresie powojennym i w znacznej mierze zrealizowana opracowaniem metody szeregów biotycznych (1974). Metoda ta daje możliwość kierunkowego i liczbowego określania wpływu dowolnego środowiska rośliny - gospodarza na aktywność określonych organizmów fitopatogenicznych, o czym świadczą m.in. prace K. Mańki [13], M. Gierczak [7, 8], A. Przezbórskiego [16], i M. Dorendy [2].

Tego rodzaju metody, jak właśnie wspomniana metoda szeregów biotycznych, umożliwiają nie tylko jednoznaczne określenie kierunku i wielkości wpływu środowiska na choroby roślin, a tym samym rozgraniczenie tego wpływu na działanie patogena i gospodarza, lecz pozwalają także myśleć o sterowanym przekształcaniu środowiska w interesie ochrony roślin przed chorobami. Pierwsza możliwość zakłada wielocłonowe eksperymentowanie (np. sterylna gleba z rośliną - gospodarzem, sterylna gleba z gospodarzem i patogenem, działanie zbiorowiska mikroorganizmów z gleby na patogena, niesterylna gleba z gospodarzem lecz bez patogena itd.), druga — badanie wpływu określonych zabiegów (nawożenia, nawodnienia, uprawy mechanicznej, zmianowania itp.) i zjawisk naturalnych (opady, zmiany temperatury itp.) na zmiany zachodzące w strukturze i funkcji (w tym wypadku w stosunku do patogenów i gospodarzy) zbiorowisk mikroorganizmów występujących w badanym środowisku.

Zagadnienie środowiska i jego związku z odpornością na choroby roślin ma zasadnicze znaczenie dla podstaw fitopatologii w ogóle, wiąże się bowiem w sposób istotny z tak zasadniczymi problemami, jak rozwój niechemicznych metod zwalczania chorób występujących na roślinach, potencjał inokulacyjny sensu Garrett [6] i in. W czasach pogłębiającego się negatywnego wpływu cywilizacji na istotne dla zdrowia roślin walory środowiska przyrodniczego, spotęgowanego z powodu krótkowzrocznych rachub ekonomicznych zastosowaniem niedoskonałych chemicznych środków zwalczania chorób i nienadążaniem za potrzebami podejmowania wysiłków w zakresie hodowli odpornościowej, trzeba tym więcej uwagi i prac poświęcać badaniom nad zachowaniem i pozytywnym kształtowa-

niem środowiska dla ochrony roślin przed chorobami, a ponadto działać na rzecz zniesienia niezgodności między pielęgnowaniem pozytywnych wartości środowiska a wprowadzaniem do niego chemicznych środków ochrony roślin.

LITERATURA

1. Braun H.: 1965, Allgemeine Pflanzenpathologie. W: Sorauer P. Handbuch der Pflanzenkrankheiten, I. Bd., Paul Parey, Berlin.
2. Dorenda M.: 1974, Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 160, 113-150.
3. Fawcett H. S.: 1931, Phytopathology, 21, 545-550.
4. Garrett S. D.: 1944, Root disease fungi. Chron. Bot. Comp. Waltham, Mass. USA.
5. Garrett S. D.: 1956, Biology of root-infecting fungi. At the University Press, Cambridge.
6. Garrett S. D.: 1970, Pathogenic root-infecting fungi. At the University Press, Cambridge.
7. Gierczak M.: 1967, Acta myc. Pol. 3, 3-49.
8. Gierczak M.: 1972, Prace Kom. Nauk Roln. i Kom. Nauk Leśn. PTPN, 34,13-59.
9. Hartley C.: 1921, Damping-off in forest nurseries. U. S. Dept. Bull. 934,99.
10. Henry A. W.: 1932, Canad. J. Res. 7,198-203.
11. Jones L. R., Johnson J., Dickson J. G.: 1926, Wisconsin studies upon the relation of soil temperature to plant diseases. Res. Bull. Wisc. agr. Exp. Sta., 71.
12. Kluge E.: 1971, Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 127,21-27.
13. Mańka K.: 1967, Materiały z konferencji naukowej odbytej w Kórniku. PWN. Poznań. 97-104.
14. Mańka K.: 1974, Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 160,9-23.
15. McKinney H. H., Davis R. J.: 1925, J. agric. Res. 31, 827-840.
16. Przezbórski A.: 1974, Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 160 47-86.
17. Roemer T., Fuchs W. H., Isenbeck K.: 1938, Die Züchtung resistenter Rassen der Kulturpflanzen. Parey, Berlin.
18. Rubin B., Arcichowska J.: 1971, Biochemia i fizjologia odporności roślin. PWRiL, Warszawa.
19. Tisdale W. B.: 1923, J. agric. Res., 24, 55-86.
20. Unger F.: 1933, Die Exantheme der Pflanzen und einige mit diesen verwandte Krankheiten... , Wiedeń.
21. Whetzel H. H.: 1918, An outline of the history of phytopathology. Saunders, Philadelphia.
22. Zaleski K.: 1958, Wiadomości podstawowe z chorób roślin. Poznań. Skrypt.
23. Zaleski K.: 1927, Über die in Polen gefundenen Arten der Gruppe *Penicillium* Link. I, II und III Teil. Bul. Acad. Pol. Sci: Math. et Nat., Ser. B, 417-503 (wydrukowane w 1928 r.).

Кароль Мањка

СРЕДА И УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ К БОЛЕЗНЯМ

Резюме

У растения-хозяина можно выделить внутреннюю и внешнюю среду. Механизмы устойчивости внутри растения обусловлены, как правило, генетически, те же которые выступают в его внешней среде обусловлены экологическими факторами и действуют в двух направлениях: на растение-хозяина и на патогена.

С древних времен до около XIX столетия влияние среды на устойчивость растений к болезням рассматривалось в категориях гуморальной патологии, а во второй половине XIX столетия эта проблема была поставлена новым способом П. Сорауэром и последователям заложенной им школы „предиспозиционистов”. В начале XX столетия она начала формироваться при растущем внимании уделяемом созданной тем временем генетике и ее достижениям.

С первых годов XX столетия начали отдавать себе отчет в том, что влияние среды действует либо на патогена либо на растение-хозяина, либо же на оба эти объекты вместе, и только весь этот комплекс влияний исследуемый одновременно создает основу для рассматривания влияния среды на болезни растений. Однако, продолжающиеся около пол века попытки не привели к решению методических основ для такого рода исследования влияния среды. С другой стороны были примеры ценных, неоднократно новаторских исследований по влиянию среды либо на патогена либо на растение-хозяина.

Позже только появились более удачные попытки комплексного подхода к проблеме влияния среды на болезни растений. В данном случае заслуживает внимания м.пр. разработка метода т.наз. биотический серий, содержащего, согласно автору, не только возможность однозначного числового определения направлений и величины влияния среды на болезни растений и разграничения этого влияния на часть воздействующую на патогена и на часть воздействующую на растение-хозяина, но также реальной концепции касающейся управляемого преобразования среды в пользу защиты растений от болезней

Karol Mańka

ENVIRONMENT AND RESISTANCE OF PLANTS TO DISEASES

Summary

In the host plant internal and external environment can be distinguished. Resistance mechanisms inside the plant are, as a rule, conditioned genetically, while those occurring in its external environment are directed by ecological conditions and act in two directions: on the host plant and on the pathogen.

Since ancient times, by about the half of the 19th century, the environment influence on the resistance of plants to diseases has been considered in the categories of humoral, pathology, while in the second half of the 19th century this problem has been put in a different manner by P. Sorauer and followers of the predispositionists' school founded by him. Since the beginning of the 20th century it has been

started to be formed at increasing attention paid to the genetics, developed in the meantime, and to its achievements.

Early in the 20th century one became conscious that the environment influences either the pathogen or host plant or else these both objects jointly, and only this whole complex of influences would create the basis for the consideration of the environment influence on plant diseases. However, for about half a century the attempts undertaken did not lead to the solution of methodical foundations for such study of the environment influence. On the other hand, there were examples of valuable, sometimes quite innovatory studies on the influence of the environment either on the pathogen or the host plant.

Later on, more successful attempts of the complex approach to the problem of the environment influence on plant diseases were undertaken. Among other things, the development of the method of so-called biotic series ought to be mentioned, involving, according to the author, not only the possibility of an explicit numerical determination of trend and degree of the environment influence on plant diseases as well as the delimitation of the above influence into its part affecting the pathogen and that affecting the host plant, but also of the real idea of steered transformation of the environment in favour of the protection of plants against diseases.