

BAKTERIE W OCHRONIE ROSLIN

Prof. dr hab. Lidia Sas-Paetzka

Instytut Ogródniczy Państwowej Wyższej Szkoły Rolniczej w Szczecinie

Bakterie są jednym z najważniejszych składników zbiorowisk mikroorganizmów zasiedlających środowisko naturalne. Działanie bakterii polega na zwiększaniu biodostępności składników pokarmowych, wytwarzaniu substancji polepszających wzrost roślin, czy też na biologicznym ograniczaniu patogenów i innych szkodliwych dla roślin organizmów.

Pożyteczne i szkodliwe bakterie

Bakterie należące do tych samych gatunków mogą być zarówno patogenami roślin, patogenami człowieka, jak i czynnikami biologicznej ochrony przed chorobami. Co więcej, nawet te same szczepy mogą oddziaływać korzystnie na rośliny, a jednocześnie stanowić zagrożenie dla środowiska. Spośród poznanych dotychczas ponad 10 000 hodowlanych gatunków bakterii ponad 150 powoduje choroby roślin. Ze względu na ich objawy, fitopatogeny bakteryjne dzieli się na nekrogeny, macerogeny i onkogeny. Niektóre z nich wykazują zdolność

zakażenia organizmów spoza królestwa roślin, w tym człowieka. W środowisku roślin występują również bakterie korzystnie oddziałujące na ich zdrowotność, wzrost i plonowanie. Bakterie takie dysponują mechanizmami, które umożliwiają bezpośrednie i/lub pośrednie ograniczanie sprawców chorób, wykazując wobec nich aktywność antagonistyczną, a możliwe, że także indukują odporność roślin na porażenie. Ich zastosowanie w praktyce wymaga jednak przeprowadzenia szczegółowych badań, bowiem nawet te same szczepy mogą korzystnie oddziaływać na rośliny, a jednocześnie stanowić różnego

rodzaju zagrożenia. I chociaż ochrona roślin metodą biologiczną jest obiecującą perspektywą, to ważne jest, aby mieć w polu widzenia jej możliwości, bezpośredni lub pośredni, negatywny wpływ na środowisko i zdrowie ludzi.

Alternatywnie dla chemicznych

W ostatnich latach nastąpił wzrost zainteresowania alternatywnymi metodami ochrony roślin w stosunku do metody chemicznej, przejawiający się szczególnie dążeniem do eliminacji substancji nieprzyjaznych środowisku naturalnemu. W tym kontekście szczególnie znaczenia

nabiera metoda biologiczna. Wiele bakterii dysponuje mechanizmami, które umożliwiają bezpośrednio i/lub pośrednio zwalczanie agrofagów, a także stymulowanie wzrostu roślin. Bakterie używane w ochronie biologicznej mają zdolność oddziaływania antagonistycznego na inne organizmy oraz indukowania systemicznej odporności roślin. Antagonizm obejmuje trzy rodzaje interakcji między organizmami: antybiozę, współzawodnictwo o pokarm i miejsce oraz pasożytnictwo. Natomiast indukowana systemiczna odporność jest związana z takim współdziałaniem między rośliną a bakterią, które prowadzi do stymulacji reakcji obronnych rośliny, skutkujących ograniczeniem wzrostu i rozwoju agrofaga, a nawet jego eliminacją. Zastosowanie bakterii w ochronie roślin przed chorobami wymaga więc przeprowadzenia szczegółowych badań i analiz, obejmujących m.in. ich skuteczność, ryzyko wytworzenia odporności i specyficzną reakcję na patogena, fizjologię rośliny, a także analizę możliwości wystąpienia niekorzystnych skutków ich stosowania, w tym zagrożeń dla środowiska, a zwłaszcza ludzi.

Ochrona przed chorobami odglebowymi

Możliwości wykorzystania bakterii do poprawy jakości gleb są szczególnie duże w odniesieniu do tzw. gleb zmęczonych (w sadownictwie synonim choroby replantacji). Terminem tym określa się taki stan gleby, w którym nowo posadzone rośliny słabo rosną,

gorzej plonują, a nawet zamierają. „Chora” glebę mogą „leczyć” bakterie pożyteczne, spośród których na uwagę zasługuje *Agrobacterium radiobacter*, bakteria glebowa o zdolnościach antagonistycznych wobec *A. tumefaciens* – sprawcy guzowatości korzeni drzew owocowych, a także ograniczająca inne czynniki związane z chorobą replantacji, np. grzyby: *Penicillium expansum*, *P. claviformae*, *P. griseofulvum*, *Alternaria alternata*. Najważniejszymi czynnikami biologicznej ochrony roślin przed chorobami odglebowymi powodowanymi przez grzyby są bakterie rodzaju *Pseudomonas*. Wiele z nich wykazuje zdolność indukowania systemicznej odporności u roślin oraz wytwarza substancje antybiotyczne i enzymy lityczne. Ważnymi związkami wydzielanymi przez *Pseudomonas* są siderofory wiążące jony trójwartościowego żelaza – ważnego składnika biogenego wielu mikroorganizmów. Bakterie *Pseudomonas* odgrywają również zasadniczą rolę w tzw. glebach opornych, skutecznie działając przeciwko takim chorobom, jak: fuzaryjne wędnięcie lnu, rzodkiewki i ogórka, zgorzel podstawy źdźbła pszenicy, czarna zgnilizna korzeni tytoniu. Polepszają także wzrost różnych gatunków roślin poprzez zmianę składu populacji mikroorganizmów zasiedlających ryzosferę, dzięki czemu ograniczane są patogeny i inne organizmy szkodliwe. W rodzaju *Bacillus* największe znaczenie ma *B. subtilis*. Różne szczepy tego gatunku eliminowały chorobę replantacji, zwiększały system korzeniowy i plonowanie jabłoni. Wysoka była także efektywność szczepu S13 *B. polymyxa*, który hamował wzrost grzybów

patogenicznych dla roślin ozdobnych i ograniczał występowanie niektórych chorób, np. czerwonej plamistości na *Hippeastrum* i fytoftorzy na gerberze. Najlepszym rozwiązaniem w eliminacji chorób odglebowych byłoby wykorzystanie bakterii pożytecznych naturalnie zasiedlających „zmęczoną” glebę przez taką modyfikację środowiska, aby stymulowało ono ich rozmnażanie i aktywność.

Ochrona nadziemnej części roślin przed chorobami infekcyjnymi

Bakterie pożyteczne znalazły duże zastosowanie w ochronie owoców przed chorobami przechowalniczymi, zwłaszcza szarą pleśnią (*Botrytis cinerea*) i mokrą zgnilizną (*Penicillium expansum*). Do bakterii efektywnie chroniących owoce przed chorobami przechowalniczymi należy także *Enterobacter cloacae*, nie wytwarzająca substancji antybiotycznych, a wykazująca zdolność ograniczania zgnilizny powodowanej przez *Rhizopus stolonifer* na owocach brzoskwini. Bakterie antagonistyczne mają dużą szansę szerszego zastosowania w produkcji komercyjnej. O powodzeniu tej metody decydują głównie dwa czynniki: pełna kontrola warunków przechowywania owoców oraz wprowadzanie bakterii dokładnie na chronione miejsce.

Jako czynniki ochrony przed szkodnikami

Biologiczną aktywność przeciwko owadom stwierdzono dotychczas

u ponad 90 gatunków bakterii pochodzących głównie z rodzin *Bacillaceae*, *Pseudomonadaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Streptococcaceae* i *Micrococcaceae*. Pierwszy insektycyd mikrobiologiczny zawierający *Bacillus thuringiensis* wprowadzono na rynek we Francji w 1938 roku, a 10 lat później na bazie *Paenibacillus* (= *Bacillus*) *popilliae* zarejestrowano w USA biopreparat przeciwko popilli japońskiej (*Popillia japonica*). Biopreparaty oparte na *B. thuringiensis* są używane do zwalczania owadów w sadownictwie, warzywnictwie i leśnictwie. Preparaty te są bezpieczne dla środowiska i mogą być stosowane przy użyciu standardowych opryskiwaczy nawet na kilka dni przed zbiorami. W ostatnich latach, z powodu coraz powszechniej stosowanej metody integrowanej, a także rozwoju tzw. produkcji ekologicznej, znacznie wzrosło zainteresowanie biopreparatami do zwalczania owadów szkodliwych. Szacuje się, że stanowią one około 2% wartości światowego rynku insektycydów. Na świecie zarejestrowanych jest 67 produktów zawierających *B. thuringiensis* w postaci ponad 450 form użytkowych. Obecnie Amerykańska Agencja Ochrony Środowiska (USEPA) ma zarejestrowanych 361 form handlowych zawierających przetrwalniki i toksyny lub same toksyny *B. thuringiensis*.

W biologicznej ochronie przed chwastami

Coraz więcej uwagi zwraca się na bakterie, które są szkodliwe dla

chwastów. Mogą one stanowić alternatywę lub uzupełnienie dla obecnie dominującej metody chemicznej stosowanej do regulacji zbędnego zachwaszczenia. Największe zainteresowanie wzbudzają tzw. glebowe bakterie szkodliwe (ang. *deleterious rhizobacteria* = DRB) charakteryzujące się zdolnością selektywnego ograniczania chwastów bez uszkodzenia roślin uprawnych. Nie są one patogenami, a ich działanie polega na kolonizowaniu korzeni i/lub ryzofery, wskutek czego następuje ograniczenie wzrostu roślin. Bakterie takie występują powszechnie w przyrodzie i są reprezentowane przez następujące rodzaje taksonomiczne: *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Desulfovibrio*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Ralstonia* i *Xanthomonas*. Dotychczas udowodniono, że ryzobakterie szkodliwe ograniczają około 20 gatunków chwastów i około 30 gatunków roślin uprawnych. Ich zdolności do kolonizacji i ograniczania wzrostu roślin są często związane z konkretnym gatunkiem lub odmianą, co ma ogromne znaczenie zarówno z ekologicznego, jak i agrotechnicznego punktu widzenia. Bakterie te są najczęściej organizmami saprotroficznymi, ale mogą także żyć w tkankach korzeni i/lub na korzeniach, odżywiając się wydzielanymi przez nie substancjami. Wydzielają związki chemiczne o działaniu allelopatycznym hamujące wzrost chwastów. Działanie to jest związane z zakłócaniem różnych fizjologicznych procesów roślin.

Rynek bioproduktów

Wartość światowego rynku pestycydów jest szacowana obecnie na ponad 30 miliardów dolarów amerykańskich, z czego poniżej 1% przypada na biopreparaty. Wśród biopreparatów 90% to środki oparte na jednym gatunku bakterii, a mianowicie na *B. thuringiensis*. W Europie biologiczne środki ochrony roślin oparte na preparatach mikrobiologicznych stanowią 25%. Większość biopreparatów jest używana przez producentów warzyw, owoców i roślin ozdobnych. Spodziewany jest wzrost zainteresowania ich wykorzystaniem w produkcji roślin rolniczych. Największe perspektywy zastosowania bakterii w ochronie roślin przed chorobami i szkodnikami na skalę produkcyjną upatruje się zwłaszcza w uprawach pod osłonami i w kontenerach, a także w przechowalniach, a więc wszędzie tam, gdzie możliwe jest kontrolowanie parametrów warunków środowiska. Na świecie pozyskano z różnych środowisk dużą liczbę obiecujących izolatów i szczepów bakterii oraz uzyskano stosunkowo dużo patentów na biopreparaty. W Europie ważnym czynnikiem ograniczającym jest spełnienie wymogów procedury rejestracyjnej. Najważniejsze problemy z tym związane to: ocena możliwości rozprzestrzeniania się pożytecznych bakterii poza miejsce ich aplikacji, alergienności, toksyczności (metabolity wtórne mogą być toksyczne nie tylko dla roślin, lecz także dla zwierząt i ludzi) i patogeniczności (dla roślin i zwierząt) przez sam czynnik biologicznej ochrony lub dodatki czy zanieczyszczenia. ■