

ALTERNARIOZA ROŚLIN KAPUSTOWATYCH
Część I: CHARAKTERYSTYKA PATOGENA,
OBJAWY CHOROBE I SZKODLIWOŚĆ

ALTERNARIA DISEASE OF CABBAGE PLANTS
PART I: PATHOGEN CHARACTERISTIC,
SYMPTOMS AND IMPORTANCE

Marzena Nowakowska, Anna Niezgoda, Elżbieta U. Kozik
Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach

WSTĘP

Jedną z najgroźniejszych chorób roślin krzyżowych o zasięgu ogólnoswiatowym jest alternarioza kapustowatych (syn. czerń krzyżowych, czarna plamistość roślin krzyżowych). Jej sprawcami są grzyby z rodzaju *Alternaria*: *A. brassicae* (Berk.) Sacc, *A. brassicicola* (Schw.) Wiltsh., *A. raphani* Groves i Skolko oraz *A. alternata* (Fr.) Kreissler. Najczęściej organy wegetatywne roślin kapustowatych porażane są przez *A. brassicicola* i *A. brassicae* (Maude i Humpherson-Jones 1980), natomiast w uprawie nasiennej roślin oleistych w obrębie rodzaju *Brassica* dominującym sprawcą alternariozy jest *A. brassicae*.

Alternariozy kapustowatych są najbardziej rozpowszechnione w uprawach roślin krzyżowych w rejonach o klimacie tropikalnym oraz subtropikalnym, chociaż choroba ta stanowi poważne zagrożenie także w warunkach dużej wilgotności powietrza i deszczowej pogody utrzymującej się przez dłuższy czas we wszystkich rejonach świata, tam gdzie uprawiane są rośliny kapustne - również w Polsce.

Pierwotnym źródłem infekcji są porażone nasiona oraz nie rozłożone resztki roślinne w wierzchniej warstwie gleby, na których zimuje grzybnia lub zarodniki przetrwalnikowe. W takiej wegetacji zarodniki konidialne grzyba przenoszone są z kroplami deszczu i z wiatrem. Rozwojowi choroby sprzyja temperatura powietrza 20-27°C oraz wysoka względna wilgotność powietrza.

Alternarioza kapustowatych powoduje duże straty w uprawie kapusty głowiastej i pekińskiej, poprzez obniżenie wysokości i jakości plonu. Grzyby z rodzaju *Alternaria* wywołują również zgorzel siewek, zgorzel podstawy główek kapusty, brązowienie róż kalafiora. Szczególna szkodliwość tej choroby w warunkach Polski dotyczy późnych i średnio-późnych odmian kapusty przeznaczonych do kwaszenia i przechowywania. Główki z charakterystycznymi objawami porażenia przez grzyby

z rodzaju *Alternaria* są niezdatne do przechowywania, a ich wartość do kwaszenia jest niska. Szkodliwość tego patogena związana jest również z produkcją toksyn dyfundujących w tkankach rośliny żywicielskiej i powodujących powstawanie żółtego halo wokół plam w miejscu infekcji.

Metody zapobiegania i zwalczania alternariozy na plantacjach polegają na łączeniu zabiegów agrotechnicznych z ochroną chemiczną. Podstawową metodą zapobiegania chorobie jest produkcja zdrowych nasion, które pozyskuje się z plantacji intensywnie chronionych preparatami grzybobójczymi. W pierwszym roku uprawy dobre efekty przynosiło chemiczne zaprawianie nasion fungicydami zawierającymi silnie toksyczną dla grzybów z rodzaju *Alternaria* substancję czynną - iprodion (Maude i in. 1984). W Polsce obecnie możliwe jest stosowanie do tego celu jedynie Zaprawy Nasiennej T 75DS/WS. Po wystąpieniu pierwszych objawów chorobowych ograniczenie porażenia można osiągnąć stosując kilkakrotne opryskiwanie fungicydami zawierające substancje czynne z grupy strobiluryn (Amistar 250 SC, Signum 33WG, Zato 50 WG) oraz fungicydami na bazie iprodionu (Rovral FLO 255 SC). Jest to jednak metoda kosztowna i może okazać się nieefektywna w okresach sprzyjających intensywnemu rozwojowi choroby, zwłaszcza w uprawach nasiennej. Inną metodą zapobiegania infekcji może być stosowanie antagonicznych grzybów. Zastosowanie *Aureobasidium pullulans* i *Epicoccum nigrum* na liściach roślin kapustowatych redukowało poziom infekcji w warunkach kontrolowanych (Pace i Campbell, 1974). Jednak brakuje doniesień na temat efektywności biologicznego zwalczania alternariozy w warunkach polowych. Potencjalnie najbardziej ekonomicznym rozwiązaniem byłoby uzyskanie odpornych odmian warzyw kapustowatych. Pozwoliłoby to na zmniejszenie zużycia pestycydów, co ma szczególne znaczenie w uprawach integrowanych i ekologicznych. Jednak postęp w hodowli odpornościowej roślin kapustowatych jest obecnie ograniczony ze względu na trudności w przenoszeniu odporności z gatunków dzikich do uprawnych.

Charakterystyka patogena

Grzyby z rodzaju *Alternaria* zaliczane są do grzybów mitosporowych, klasy *Hyphomycetes*, rzędu *Moniliales*, rodziny *Dematiaceae*.

U grzybów z rodzaju *Alternaria* rozmnażanie ma charakter wegetatywny i odbywa się za pomocą zarodników konidialnych. Stadium rozmnażania płciowego (teleomorfy) występuje bardzo rzadko.

Grzyby *Alternaria* spp. mogą być utrzymywane na sztucznych pożywkach agarowych, z których najbardziej popularne są PDA i V8. W warunkach *in vitro* patogeny tworzą szybko rosnące, kolonie o kolorze

szaro-białym do oliwkowo-czarnego z rewersem brązowym do czarnego. Konidiofory są podzielone przegrodami, ciemnego koloru, rozgałęzione lub proste, zakończone łańcuszkami konidiów. Grzybnia wytwarza jasnobrązowe lub ciemnobrunatne maczugowate zarodniki konidialne z kilkoma poprzecznymi i podłużnymi przegrodami.

Do zakażenia roślin może dochodzić trzema drogami: przez penetrację epidermy, przez aparaty szparkowe oraz przez zranienia, spowodowane zabiegami pielęgnacyjnymi oraz żerowaniem owadów. Istnieją jednak różnice w procesie penetracji tkanek gospodarza pomiędzy *A. brassicicola* i *A. brassicae*. W przypadku *A. brassicae* wnikanie strzępek odbywa się jedynie przez aparaty szparkowe, natomiast *A. brassicicola* przenika przeważnie bezpośrednio do tkanek, rzadziej przez aparaty szparkowe. Strzępki grzybni obu patogenów silniej rozwijają się na skórcie pod warstwą wosku, do komórek wnikają słabo. Rośliny reagują na zakażenie prawie natychmiastowym brunatnieniem ścian komórkowych, szczególnie komórek przyszparkowych. Optymalna temperatura dla wzrostu grzybni *A. brassicae* wynosi 18-24°C, podczas gdy dla *A. brassicicola* 20-30°C. Zarodnikowanie *A. brassicae* w warunkach *in vitro* następuje w zakresie temperatur od 8 do 24°C, przy czym w pełni dojrzałe zarodniki pojawiają się odpowiednio po 24 i 14 godzinach. *A. brassicicola* wytwarza dojrzałe zarodniki w szerszym zakresie temperatur 8-30°C, odpowiednio po 43 i 14 godzinach. Dla obu gatunków zasadniczym czynnikiem decydującym o infekcji jest utrzymywanie się wysokiej wilgotności powietrza (95-100%) przez minimum 9-18 godzin (Humperson-Jones i Phelps 1989). Wprawdzie zarodniki *Alternaria* spp. w warunkach *in vitro* kiełkują w szerokim zakresie temperatur, jednakże wraz ze spadkiem temperatury efektywność kiełkowania maleje (Degenhardt i in. 1982).

Patogeny z rodzaju *Alternaria* należą do mikroorganizmów, które podczas kolonizacji żywiciela wytwarzają toksyny, tj. substancje wywołujące zaburzenia w przemianie materii rośliny, często prowadząc do jej śmierci (Kwaśna i in. 1991). Ze względu na działanie toksyny te dzieli się na specyficzne i niespecyficzne. Działanie toksyn specyficznych ogranicza się do ściśle określonego gatunku, a nawet odmiany (Borecki 2001). Grupa toksyn niespecyficznych obejmuje metabolity wytwarzane przez ściśle określonego patogena wywołujące takie same lub zbliżone konsekwencje u różnych gatunków roślin. Toksyny specyficzne wytwarzane przez patogeny z rodzaju *Alternaria* znane są jako HST (ang. *host-specific* albo *host-selective toxins*). Związki te są toksyczne tylko w stosunku do roślin żywicielskich i odgrywają dużą rolę w procesie patogeny determinując zakres gospodarzy, a także poziom wirulencji i pato-

geniczności izolatów (Nishimura i Kohmoto 1993). Znane są dwie toksyny specyficzne z grupy HST: toksyna AB (Otani i in. 1998) i ABR (Parada i in. 2008), odpowiedzialne za powstawanie objawów chorobowych na liściach roślin żywicielskich *Brassica* spp. Pierwsza z nich, produkowana jest przez *A. brassicicola*, natomiast druga wytwarzana jest przez *A. brassicae*. Obie toksyny mają charakter białkowy.

A. brassicae wytwarza szereg innych fitotoksyn, które odpowiedzialne są za powstawanie typowych dla alternarioz objawów, takich jak nekrozy i chlorozy. Głównym związkiem odpowiedzialnym za powstawanie chloroz jest destruksyna B (ang. Destruxin B). Niektóre szczepy *A. brassicae* mogą wytwarzać tylko destruksynę B, inne zaś oprócz tej podstawowej toksyny, produkują kilka jej pochodnych, takich jak: homodestruksyna B, desmetylodestruksyna B, destruksyna B₂. Bains i Tewari (1987) na podstawie obserwacji na roślinach żywicielskich *Brassica* zaklasyfikowali destruksynę B do grupy HST. Natomiast inni badacze (Buchwaldt i Green 1992; Parada i in. 2008) wykazali, iż destruksyna B jest niespecyficzną toksyną i nie odgrywa istotnej roli we wstępnej indukcji kolonizacji gospodarza.

Grzyby rodzaju *Alternaria* wytwarzają ponadto inne toksyny niespecyficzne. We wszystkich organach porażonych przez te patogeny wykrywano alternariol i kwas tenauzonowy, który w wysokich stężeniach wpływa negatywnie na kiełkowanie nasion (Tylkowska i in. 2003). Ponadto, cytokiny wytwarzane przez *A. brassicae* i *A. brassicicola* wywołują w obrębie plam chorobowych na liściach zielone przebarwienia (Tylkowska i in. 2004). Natomiast w wyniku wytwarzania przez *A. brassicae* kwasu absycynowego można obserwować przedwczesne starzenie się liści i defoliację, opadanie kwiatów i przedwczesne pęknięcie łuszczyń (Tewari 1991).

Objawy chorobowe i szkodliwość

Grzyby z rodzaju *Alternaria* wywołują objawy na wszystkich częściach rośliny i w każdym stadium jej rozwoju. Patogeny te najczęściej infekują dolne, najstarsze liście kapusty głowiastej, kapusty pekińskiej, kalafiorów, brokułów oraz innych roślin kapustowatych. Na skutek porażenia pojawiają się na nich różnej wielkości (od 0,5 do kilku cm) ciemnobrunatne plamy, z charakterystycznym dla tej choroby koncentrycznym sferowaniem w postaci elipsoidalnych okręgów, czasem otoczone żółtą obwódką tzw. halo. W sprzyjających warunkach powierzchnię uszkodzeń pokrywają aksamitne, brunatnoczarne naloty zarodnikującej grzybni. Plamy po porażeniu przez *A. brassicicola* są ciemniejsze i mniej regularne w porównaniu z tymi wywoływanymi przez *A. brassicae*.

W trakcie rozwoju choroby plamy powiększają się, wskutek czego porażona tkanka zamiera i wykrusza się, tworząc dziury.

Na różach kalafiora lub brokułu widoczne są lekko zapadające się, brązowe, pokryte czarnym, mączystym nalotem zarodników grzyba plamy. Infekcja jest zwykle powierzchniowa i nie sięga w głąb tkanek róży czy głąba, jednak porażone róże kalafiorów czy brokułu tracą wartość handlową. Na rzodkwi, rzepie, brukwi i rzodkiewce, oprócz typowych plamistości na porażonych liściach, infekcji ulegają także zgrubienia korzeniowe, a objawy chorobowe w postaci brunatnych, gnijących plam widoczne są dopiero w okresie ich przechowania.

Ponadto patogeny te mogą wywoływać zgorzel siewek roślin kapustnych. Na podliścieniowej części łodygi i na liścieniach powstają podłużne zbrunatnienia, często powodujące przewężenie i załamywanie się łodygi, a w rezultacie zamieranie siewek.

Jednak największą szkodliwość alternarioza może powodować na nasiennych plantacjach roślin krzyżowych, w tym także na roślinach kapustowatych. W trakcie rozwoju choroby na łuszczynach można zaobserwować lekko zagłębione, ciemnobrunatne owalne lub podłużne, wyraźnie odgraniczone plamki. Przy silnym porażeniu plamki ciemnieją, łączą się ze sobą pokrywając całą łuszczynę. Porażone tkanki łuszczyn zamierają i zasychają na skutek czego łuszczyny się kurczą, pękają i osypują się nasiona (Maude i Humpherson-Jones 1980), co związane jest z dużymi stratami ekonomicznymi. Przy silnym porażeniu młodych łuszczyn nie dochodzi do wykształcenia nasion lub są one niedorozwinięte z obniżoną żywotnością i zdolnością do kiełkowania (Chirco i Harman 1979). Porażone nasiona mogą charakteryzować się obecnością grzybni na powierzchni (zakażenie zewnętrzne), jak również grzybnia może przetrwać łupinę nasienną (zakażenie wewnętrzne). Zarówno wewnętrznie, jak i zewnętrznie zlokalizowane zarodniki mogą przetrwać kilka lat, choć wewnętrzne zakażenie jest bardziej trwałe (Maude i Humpherson-Jones 1980). Rozwinięty z zainfekowanego nasienia kiełek wykazuje typowe objawy zgorzeli siewek (małe czarne plamy na spodniej powierzchni liścieni lub ciemne prążki na hypokotylu).

Innym, ważnym pierwotnym źródłem choroby są porażone resztki późniwne roślin oraz chwasty kapustowate, które jako rośliny żywicielskie przyczyniają się do rozprzestrzeniania się choroby (Humpherson-Jones 1989). W okresie wegetacji zarodniki konidialne grzyba stanowią wtórne źródło infekcji. Największe ilości konidiów uwalnianych jest podczas zbiorów i oczyszczania roślin z porażonych liści, które następnie rozprzestrzeniane są poprzez wiatr i wodę w promieniu ok. 1800 m (Humpherson-Jones i Maude 1982). W warunkach polskich największe

stężenie w powietrzu zarodników różnych gatunków grzybów *Alternaria* obserwowane jest głównie w czerwcu i lipcu.

Bez względu na źródło patogena rozwój choroby na roślinach kapustowatych zależy przede wszystkim od temperatury inkubacji (Bassey i Gabrielson 1983) oraz poziomu wilgotności powietrza. Do masowego zakażenia roślin dochodzi wówczas, gdy temperatura powietrza wynosi 20-27°C, a okres stałego zwilżenia rośliny trwa co najmniej 5 godzin lub wilgotność powietrza wynosi 95-100% i utrzymuje się stale przez 12-20 godzin.

PODSUMOWANIE

Alternarioza kapustowatych (syn. czerń krzyżowych, czarna plamistość roślin krzyżowych) powoduje duże straty gospodarcze w wielu krajach, w tym również w Polsce. Sprawcami choroby są różne gatunki grzybów z rodzaju *Alternaria*, najczęściej: *A. brassicae* (Berk.) Sacc., *A. brassicicola* (Schw.) Wiltsh., *A. raphani* Groves i Skolko oraz *A. alternata* (Fr.) Kreissler. Roślinami żywicielskim są kapusty i inne rośliny uprawne oraz dziko rosnące z rodziny krzyżowych. Najczęściej organy wegetatywne roślin kapustowatych porażane są przez *A. brassicicola* i *A. brassicae*, natomiast w uprawie nasiennej roślin oleistych w obrębie rodzaju *Brassica* dominującym sprawcą alternariozy jest *A. brassicae*. Grzyby z rodzaju *Alternaria* wywołują zgorzel siewek, zgorzel podstawy główki kapusty, brązowienie róż kalafiora. U grzybów *Alternaria* spp. rozmnażanie ma charakter wegetatywny i odbywa się za pomocą zarodników konidialnych. Pierwotnym źródłem choroby są głównie zakażone nasiona, ale również zimotrwałe rośliny z rodziny krzyżowych, resztki porażonych roślin, a na plantacjach nasiennych także materiał wysadkowy. Podstawową metodą zapobiegania chorobie jest więc produkcja zdrowych nasion, które otrzymuje się stosując systematyczne opryskiwanie plantacji nasiennych fungicydami. W pierwszym roku uprawy zwalczanie ogranicza się do przedsiewnego zaprawiania nasion, a na plantacjach w okresie wegetacji, w okresach wzmożonego zagrożenia chorobą znaczne obniżenie porażenia uzyskuje się dzięki regularnym opryskiwaniom środkami grzybobójczymi. Jednak najbardziej ekonomicznym rozwiązaniem według wielu autorów byłoby uzyskanie odpornych odmian warzyw kapustowatych.

Literatura

- Bains P.S., Tewari J.P. 1987. Purification, chemical characterization and host specificity of the toxin produced by *Alternaria brassicae*. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 30: 259-271.
- Bassey E.O., Gabrielson R.L. 1983. The effects of humidity, seed infection level, temperature and nutrient stress on cabbage seedling disease caused by *Alternaria brassicicola*. *Seed Science and Technology* 11: 403-410.
- Borecki Z. 2001. Nauka o chorobach roślin. PWRiL, Warszawa: 379.
- Buchwald L., Green H. 1992. Phytotoxicity of destruxin B and its possible role in the pathogenesis of *Alternaria brassicae*. *Plant Pathology* 41: 55-63.
- Chirco E.M., Harman G.E. 1979. The effects of *Alternaria brassicicola* infection on Brassica seed vigor and viability. *Journal of Seed Technology* 3: 12-22.
- Degenhardt K.J., Petrie G.A., Morrall R.A.A. 1982. Effects of temperature on spore germination and infection of rapeseed by *Alternaria brassicae*, *A. brassicicola*, and *A. raphani*. *Canadian Journal of Plant Pathology* 4: 115-118.
- Humpherson-Jones F.M. 1989. Survival of *Alternaria brassicae* and *Alternaria brassicicola* on crop debris of oilseed rape and cabbage. *Annals of Applied Biology* 115: 45-50.
- Humpherson-Jones F.M., Maude R.B. 1982. Studies on the epidemiology of *Alternaria brassicicola* in *Brassica oleracea* seed production crops. *Annals of Applied Biology* 100: 61-71.
- Humpherson-Jones F.M., Phelps K. 1989. Climatic factors influencing spore production in *Alternaria brassicae* and *Alternaria brassicicola*. *Annals of Applied Biology* 114: 449-458.
- Kwaśna H., Chełkowski J., Zajkowski P. 1991. Grzyby (Mycota) Tom XXII – Sierpik (*Fusarium*). Instytut Botaniki PAN, Kraków: 191.
- Maude R.B., Humpherson-Jones F.M. 1980. Studies on the seed-borne phases of dark leaf spot (*Alternaria brassicicola*) and gray leaf spot (*Alternaria brassicae*) of brassicas. *Annals of Applied Biology* 95: 311-319.
- Maude R.B., Humpherson-Jones F.M., Shuring C.G. 1984. Treatments to control Phoma and Alternaria infections of brassica seeds. *Plant Pathology* 33: 525-535.
- Nishimura S., Kohmoto K. 1983. Host-specific toxins and chemical structures from Alternaria species. *Annual Review of Phytopathology* 21: 87-116.
- Otani H., Kohnobe A., Kodama M., Kohmoto K. 1998. Production of a host-specific toxin by germinating spores of *Alternaria brassicicola*. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 52: 285-295.
- Pace M.A., Campbell R. 1974. The effect of saprophytes on infection of leaves of *Brassica spp.* by *Alternaria brassicicola*. *Transaction of the British Mycological Society* 63: 193-196.

- Parada R.Y., Sakuna E., Mori N., Oka K., Egusa M., Kodoma M., Otani H. 2008. *Alternaria brassicae* produces a host-specific protein toxin from germinating spores on host leaves. *Phytopathology* 98: 458-463.
- Tylkowska K., Grabarkiewicz-Szczęśna J., Iwanowska H. 2003. Production of toxins by *Alternaria alternata* and *A. radicina* and their effects on germination of carrot seeds. *Seed Science and Technology* 31 (2): 309-316.
- Tylkowska K., Korbas M., Kurzawińska H., Rataj-Guranowska M. 2004. Objawy chorób powodowanych przez grzyby rodzaju *Alternaria*. s. 3-11. W: „Kompendium Symptomów Chorób Roślin oraz Morfologii ich Sprawców” (M. Rataj-Guranowska, red.). Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, 52 ss.
- Tewari J.P. 1991. Resistance to *Alternaria brassicae* in crucifers. *Bulletin SROP* 14 (6): 154-161.

Marzena Nowakowska, Anna Niezgoda, Elżbieta U. Kozik

ALTERNARIA DISEASE OF CABBAGE PLANTS
PART I: PATHOGEN CHARACTERISTIC, SYMPTOMS
AND IMPORTANCE

Summary

Alternaria black spot of cabbage plants, incited by different species of *Alternaria*, cause an increasing damage of *Brassicaceae* throughout the world, including Poland. Usually, the foliage of Brassica plants is attacked by conidia of *A. brassicae* (Berk.) Sacc., *A. brassicicola* (Schw.) Wiltsh., and *A. raphani* Groves & Skolko. The pathogens have a wide spectrum of hosts, including cabbage, other cultivated plants, and wild grown cruciferous plants. *Alternarias* generally attack all the aerial parts of their host. The fungus usually causes damping-off of seedlings, foliar, pod, seed, and broccoli-curds. In oilseed rape, *A. brassicae* is the dominant species, while in the Brassicae vegetables, both species, *A. brassicae* Sacc., and *A. brassicicola* are implicated. Infected seeds with spores on the seed coat or mycelium under the seed coat are the main means of distribution for these pathogens. The fungus can overwinter on susceptible weeds or crop debris, and on seed plants, as well as on seedlings.

Methods for preventing and controlling the disease are based on combining the agricultural management practices with chemical control. Using disease-free seeds or seeds treated with fungicides can greatly reduce disease incidence. After appearance of the first symptoms of disease systematic fungicide applications is an effective way to reduce *Alternaria* black spot of the crucifers. Use of resistant cultivars would probably be the most effective and economical *Alternaria* control option.