

# Grupy anastomozowe grzyba *Rhizoctonia solani*

Sylwia Stępniewska-Jarosz

Katedra Fitopatologii Leśnej, Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego  
ul. Wojska Polskiego 71c, 60-625 Poznań  
e-mail: sylwias@au.poznan.pl

**Słowa kluczowe:** *Rhizoctonia solani*, grupy anastomozowe, rośliny żywicielskie

## Wstęp

Rodzaj *Rhizoctonia* został po raz pierwszy opisany przed De Candolle'a w 1815 roku [15], a obecnie znanych jest ponad 100 gatunków grzybów należących do tego rodzaju [40]. Pierwsze prace dotyczące tego rodzaju podkreślały trudności w identyfikacji poszczególnych gatunków, zwłaszcza *Rhizoctonia solani* KÜHN. Dopiero w 1915 roku Duggar [18], badając kilka izolatów rodzaju *Rhizoctonia*, opisał je wstępnie, przydzielając do dwóch gatunków – *R. solani* i *Rhizoctonia crocorum* (PERS.) DC, który jest anamorfą *Helicobasidium brebissonii* (DESM.) DONK – syn. *Helicobasidium purpureum* (TUL.) PAT. Opisane przez niego izolaty *R. solani* miały wegetatywne strzępki średnicy 8–12  $\mu\text{m}$ , przewężenia w miejscu rozgałęzienia oraz odgałęzienia dojrzałej grzybni odchodzące pod kątem prostym. Pomijając szerokość strzępek, opis ten jest niemal identyczny z przedstawionym w 1970 roku przez Parmetera i Whitney'a [43]. Dodali oni informację o liczbie jąder w komórce oraz o grzybni i sklerocjach, które okazały się typowe dla całego rodzaju *Rhizoctonia*.

## Oznaczanie grup anastomozowych *R. solani*

W pracach Parmetera i in. [42, 44] *R. solani* był identyfikowany jedynie na podstawie charakterystyki morfologicznej. W wielu przypadkach kryterium to okazało się jednak niewystarczające. Strzępki wielojądrowych izolatów *Rhizoctonia* (w tym *R. solani*) są stosunkowo grube (średnica 6–10  $\mu\text{m}$ ), a poznane teleomorfy (stadia płciowe) – należą do rodzaju *Thanatephorus* (FRANK) DONK. *Rhizoctonia solani* (mający trzy lub więcej jąder w komórce) rozdziela się teraz na kilka grup

anastomozowych (AG) [40, 42]. Jako pierwszy koncepcję grup anastomozowych zasugerował w 1937 roku Schultz [47]. Od tego czasu rozwijała ją wielu innych badaczy, ponieważ ma duże znaczenie z punktu widzenia fitopatologii [2]. Podstawą tej koncepcji jest fakt, że fuzje między strzępkami grzybni (anastomozy) nie występują pomiędzy izolatami z różnych grup anastomozowych [40]. Określanie AG polega na zestawianiu nieznanego izolatu ze znanym (tzw. testerem) i mikroskopowej obserwacji fuzji strzępek. Opracowane metody parowania izolatów [2, 25, 30, 42] zostały ostatnio zmodyfikowane przez Moliszewską [37]. Przy oznaczaniu grup anastomozowych należy starannie wykluczać anastomozy pomiędzy strzępkami tego samego izolatu (ang. self-anastomosis) poprzez śledzenie kierunku wzrostu grzybni. Czasami po fuzji dochodzi do śmierci komórek. Zjawisko to występuje tylko w przypadku anastomozy pomiędzy strzępkami różnych izolatów (ang. killing reaction) [2, 49]. Opisane AGs reprezentują odrębne genetycznie jednostki, które często różnią się między sobą preferencjami względem rośliny-gospodarza i stopniem patogeniczności [2, 30, 49].

## Ogólna charakterystyka *Rhizoctonia solani*

---

Gatunek *Rhizoctonia solani* [teleomorfa *Thanetophorus cucumeris* (FRANK) DONK], został pierwszy raz zidentyfikowany jako *R. solani* przez Samuela w 1928 r. [46]. Wielu taksonomów już dawno zgodziło się, że nie jest to jednolity gatunek, ale raczej kompleks gatunków [43, 51] wykazujących zróżnicowanie w zakresie morfologii, patogeniczności i fizjologii [40, 41, 49]. Optymalną temperaturą dla infekcji powodowanej przez *R. solani* jest 16–25°C, natomiast optymalnym odczynem – pH 4,5–6,5, chociaż wiele izolatów może rosnać także przy pH 3–8 [17, 29]. Występuje on powszechnie na całym świecie i uchodzi za bardzo ważnego patogena z ekonomicznego punktu widzenia. Został znaleziony na wielu roślinach, uprawianych zarówno pod okrywami jak i w polu, do których należą zboża, warzywa, trawy, rośliny ozdobne, drzewa owocowe i drzewa leśne [1, 2, 41, 43, 49]. Powoduje roczne straty plonów do 20% w uprawach około 200 gatunków roślin. Warto podkreślić, że *R. solani* może bytować w glebie jako saprotrof lub pozostawać w związkach mikoryzowych z orchideami. Ze względu na szerokie rozprzestrzenienie, homologia pomiędzy DNA różnych izolatów wchodzących w skład kompleksu *R. solani* może być bardzo niska i wynosić jedynie 14% [40]. Na podstawie powszechnie akceptowanego systemu identyfikowania, do chwili obecnej wyróżniono czternaście grup anastomozowych, obejmujących grupy od AG1 do AG13 oraz AGB1 [7, 9, 11, 12, 40]. Siedem z tych 14 grup (AG1, AG2, AG3, AG4, AG6, AG8 i AG9) zostało ponadto podzielonych na podgrupy, które odzwierciedlają obserwowane pomiędzy izolatami w grupie różnice w zakresie częstości występowania anastomoz, budowy kwasów tłuszczowych i izoenzymów, patogeniczności, wymagań względem tiaminy,

oraz morfologii kultur [40, 50]. Niektóre grupy anastomozowe charakteryzują się występowaniem tylko w określonych rejonach geograficznych, a inne są wyspecjalizowane w porażaniu pewnych gatunków roślin. Izolaty z czterech grup, które pierwsze zostały opisane (AG1, AG2, AG3 i AG4), uznano za najważniejsze patogeny powodujące choroby roślin na całym świecie [42], natomiast izolaty z AGs opisanych później – za mniej groźne patogeny, o bardziej ograniczonym zasięgu geograficznym. Nie wyklucza się jednak, że kolejne badania wskażą nowe regiony ich występowania [1].

## Charakterystyka grup anastomozowych *Rhizoctonia solani*

### *Rhizoctonia solani* AG1

Izolaty wchodzące w skład AG1 są autotroficzne w stosunku do tiaminy. Grupę AG1-IA (*Sclerotium irregulare* MIYAKE) charakteryzuje szybki wzrost (ok. 30 mm na dzień w temperaturze 28–30°C) i stosunkowo wysokie optimum temperatury (30°C). Grupa ta obejmuje patogeny wielu roślin powodujących groźne choroby m.in. na ryżu, kukurydzy, sorgo, fasoli i soi. Izolaty AG1-IB (anamorfa *Rhizoctonia microsclerotia* MATZ) oprócz wyżej wymienionych roślin, atakują również sałatę i kapustę [49]. Ostatnie doniesienia [24] wskazują, że izolaty grupy AG1-IB powodują także zgnilizny sałaty, które stają się coraz ważniejszym problemem w Niemczech. Wiadomo ponadto, że występują one w szkółkach leśnych [5, 27]. Patogeniczne izolaty zakwalifikowane do AG1-IC są umiarkowanie wirulentne i przeważają raczej w chłodniejszym klimacie, powodując zgorzel wielu gatunków roślin-gospodarzy, takich jak marchew, burak cukrowy, gryka, len, soja i sosna [40, 42, 49].

### *Rhizoctonia solani* AG2

*Rhizoctonia solani* AG2 składa się z ekonomicznie ważnych patogenów roślin i, na podstawie frekwencji powstawania anastomoz pomiędzy ich izolatami, została podzielona na dwie podgrupy: AG2-1 oraz AG2-2 [40]. Izolaty pierwszej podgrupy są autotroficzne, podczas gdy AG2-2 okazały się auktotroficzne w stosunku do tiaminy. Grupa AG2-1 składa się z izolatów wolno rosnących (ok. 13 mm na dzień w temperaturze 25°C), przeważających w chłodniejszym klimacie, będących patogenami roślin ozimych i tworzących czerwonawe skleroty w okręgach [39, 49]. Izolaty patogeniczne znajdowano m.in. na roślinach krzyżowych, truskawce, japońskiej białej rzodkwi zwanej daikon, siewkach buraka cukrowego, ziemniaku, rzodkiewce, sałacie i tulipanie [49]. Ponadto istnieją dane o występowaniu izolatów tej grupy w szkółkach leśnych we Francji na siewkach drzew iglastych [5, 6]. W obrębie AG2-2, na podstawie patogeniczności w stosunku do situ rozpięzchłego (*Juncus*

*effusus* L. var. *decipiens* BUCHEN.) i buraka cukrowego, rozpoznano dwa ekologiczne typy – AG2-2 IIIB (typ związany z sitem – ang. rush type) oraz IV (typ zgnilizny korzeni – ang. root rot type) [40]. Pierwszy typ występuje w wyższej temperaturze (optimum ok. 30°C) i powoduje choroby np. ryżu i imbiru, a także zgorzele i zgnilizny korzeni wielu innych roślin-gospodarzy [49]. Uważa się go m.in. za przyczynę zgorzeli buraków cukrowych i siewek drzew. Izolaty typu AG2-2 IV, oprócz zgnilizny na burakach, powodują również choroby wielu innych roślin [54].

### *Rhizoctonia solani* AG3

Większość izolatów *R. solani* pochodzących z ziemniaka, należy do AG3 (*Rhizoctonia solani* var. *typica* SNEH, BURPEE et OGOSHI). Ze względu na specjalizację w stosunku do rośliny-gospodarza, grupa ta została określona jako „typ ziemniaczany” (ang. potato type) [54]. Izolaty tej grupy rosną wolno (ok. 12 mm na dzień w temperaturze 25°C) i oprócz ziemniaka [8] infekują także pomidor i tytoń, a także siewki buraka cukrowego i sałatę [49].

### *Rhizoctonia solani* AG4

Izolaty z AG4 (anamorfy *Rhizoctonia praticola* SAKS. et VAAR., *Rhizoctonia solani* var. *cichorii-endiviae* SCHULTZ) są znane z tego, że powodują zgorzele i zgnilizny wielu roślin-gospodarzy [1, 2, 40]. Na początku badań tej grupy uważano, że są powszechnie izolowane z gleby lub porażonych roślin jedynie w cieplejszych krajach [26], porażając pomidory, groch, szpinak, ziemniaki i powodując zgnilizny korzeni oraz zgorzele różnych roślin, łącznie z siewkami sosny [49]. Obecnie wiadomo, że AG4 występuje także w chłodniejszym klimacie – izolaty tej grupy wyosobniono w Polsce z chorych siewek buraka cukrowego [38] i z pszenicy [21], a we Francji z siewek sosny [5]. AG4 jest znana ze swej dużej agresywności [49]. Na podstawie homologii DNA, grupa ta została podzielona na dwie podgrupy HG I oraz HG II (HG – ang. homogeneous group) [32].

### *Rhizoctonia solani* AG5–AG13 oraz AGB1

Występowanie AG5 zanotowano w Kanadzie, Niemczech, Izraelu, Japonii, Tajwanie i USA [40, 49], ale nowsze publikacje wskazują na obecność tej grupy anastomozowej również we Francji [5], a ostatnio także w Polsce [37, 38]. Izolaty tej grupy, spotykane na ziemniaku [49] czy buraku cukrowym [38], opisywane są przeważnie jako słabe patogeny [49]. Jedynie we Francji wskazuje się na przypuszczalnie duże znaczenie tej grupy w szkółkach leśnych, co może stanowić nawet element charakterystyki specyfiki tej grupy [6]. Izolaty tej grupy bywają także związane mikoryzą z orchideami, podobnie jak izolaty reprezentujące AG6 [52], uznawane powszechnie za niepatogeniczne. W 1996 zanotowano jednak w Afryce

pierwsze przypadki porażenia pszenicy przez izolaty tej grupy [10]. Za najprawdopodobniej niepatogeniczne uważa się także izolaty z AG7, AG10 (zaobserwowano, że mogą być słabymi patogenami roślin krzyżowych) [35] oraz AGB1. Jeszcze stosunkowo niedawno uważano, że izolaty z AG8 mogą jedynie sporadycznie porażać zboża [36], a już w 2001 roku Gill i in. donieśli, że są one główną przyczyną jednej z chorób pszenicy w Południowej Australii [22]. Izolaty z AG9 są zdolne do zakażenia roślin krzyżowych i zbóż, ale okazały się stosunkowo słabo patogeniczne [9]. Przedstawiciele AG11 zostali pierwszy raz wyisobnieni z ryżu i soi w Arkansas w USA [12]. Wiadomo ponadto, że izolaty tej grupy są bardzo dobrze przystosowane do warunków klimatycznych Zachodniej Australii, powodując zgorzel i zgniliznę hypokotyli łubinu [31]. Ostatnio zanotowano występowanie przedstawicieli AG11 na grochu w Turcji, ale nie były to jednak izolaty patogeniczne w stosunku do tej rośliny [20]. AG12 uchodzi za grupę wyjątkową w kompleksie *R. solani*, ponieważ dotychczas izolaty tej grupy znajdowano tylko na terenie Australii, a wiele spośród nich występuje w mikoryzie z orchideą *Pterostylis acuminata* R. BR. [11]. Izolaty ostatnio opisanej AG13 zostały wyisobnione z chorych korzeni bawełny w USA, a wyselekcjonowane izolaty okazały się w doświadczeniach szklarniowych umiarkowanie patogeniczne (lub wcale nie były patogeniczne) w stosunku do kalafiora, bawełny, sałaty, jęczmienia, ziemniaka i rzodkiewki [7].

### **Wady metody oznaczania grup anastomozowych i techniki molekularne stosowane w badaniach izolatów *Rhizoctonia solani***

---

Klasyfikowanie izolatów *R. solani* w ramach grup anastomozowych należy do metod użytecznych, ale nie jest pozbawione wad [34]. Czasami, z powodu zmiennej częstości obserwowanych fuzji, występują trudności w interpretacji wyników. Ponadto izolaty jedynie części grup anastomozują wyłącznie z izolatami w obrębie AG, do której należą (AG1, AG4, AG5, AG7, AG9). Grzybnia izolatów reprezentujących AG2 tworzy fuzje z grzybnią izolatów AG8 i AGB1 (AGB1 = ang. „bridging isolate” group). Anastomozy z izolatami spoza swojej grupy potrafią również tworzyć izolaty AG3 i AG6 [49]. W związku z tym do analiz powiązań pomiędzy izolatami w określonej AG, i pomiędzy izolatami z poszczególnych grup, zaczęto stosować techniki molekularne. Powszechnie stosowaną dziś techniką jest PCR, opracowana w 1987 roku przez grupę naukowców z Cetus Corporation w USA. Umożliwia ona specyficzną amplifikację (namnożenie) *in vitro* wybranych odcinków DNA i RNA przepisanych na cDNA dzięki wykorzystaniu dwóch starterów komplementarnych do sekwencji docelowej [48].

Jedną z metod opartych na PCR jest metoda losowej amplifikacji polimorficznego DNA (RAPD). Została ona użyta głównie do genetycznego mapowania [55] analiz

zmienności w obrębie populacji i do rozwiązywania problemów taksonomicznych [16]. Markery RAPD są powszechnie stosowane m.in. do badania genetycznej zmienności *R. solani* [14, 19, 53].

Wydaje się, że najbardziej przydatnym do badań molekularnych u grzybów jest region rDNA-ITS, ponieważ wykazuje on wysoki poziom polimorfizmu pomiędzy różnymi gatunkami, ale jest zarazem wysoce konserwatywny w obrębie jednego gatunku [13]. Sekwencja regionu ITS jest często analizowana [36, 45] i daje podstawę do badań filogenetycznych powiązań pomiędzy grzybami, także w obrębie *Rhizoctonia* spp. [4, 7, 33]. Region ten był sekwencjonowany, a następnie służył do ustalenia pokrewieństwa pomiędzy różnymi grupami anastomozowymi [23], a także tylko w obrębie izolatów np. z AG4 [4] i z AG2 [34, 45]. Na uwagę zasługują ponadto badania prowadzone metodą RFLP [28] oraz poświęcone izoenzymom [3], które mają na celu analizę zmienności populacji *Rhizoctonia* spp. Metody molekularne coraz częściej wspierają, a czasem nawet zastępują, konwencjonalne metody identyfikacji stosowane dotychczas w fitopatologii i mikologii.

## Podsumowanie

---

Grzyb *Rhizoctonia solani* KÜHN występuje powszechnie na całym świecie i uchodzi za bardzo ważnego patogena z ekonomicznego punktu widzenia. Został stwierdzony na wielu roślinach, uprawianych zarówno pod okrywami jak i w polu, do których należą zboża, warzywa, trawy, rośliny ozdobne, drzewa owocowe i drzewa leśne. Nie jest to jednolity gatunek, ale raczej kompleks gatunków wykazujących zróżnicowanie w zakresie morfologii, patogeniczności i fizjologii. *Rhizoctonia solani* (posiadający trzy lub więcej jąder w komórce) rozdziela się współcześnie na kilka grup anastomozowych (AG). Podstawą tej koncepcji jest fakt, że fuzje między strzępkami grzybni (anastomozy) nie występują pomiędzy izolatami z różnych grup anastomozowych. Do chwili obecnej wyróżniono czternaście grup anastomozowych, obejmujących grupy od AG1 do AG13 oraz AGB1. Klasyfikowanie izolatów *R. solani* w ramach grup anastomozowych należy do metod użytecznych, ale nie jest pozbawione wad. W związku z tym do analiz powiązań pomiędzy izolatami w określonej AG, i pomiędzy izolatami z poszczególnych grup, zaczęto stosować techniki biologii molekularnej.

## Literatura

---

- [1] Adams G.C. 1988. *Thanatephorus cucumeris* (*Rhizoctonia solani*), a species complex of wide host range. *Adv. Plant Pathol.* 6: 535–552.
- [2] Anderson N.A. 1982. The genetics and pathology of *Rhizoctonia solani*. *Ann. Rev. Phytopathology* 20: 329–347.

- [3] Banniza S., Rutherford M.A. 2001. Diversity of isolates of *Rhizoctonia solani* AG-1 IA and their relationship to other anastomosis groups based on pectic zymograms and molecular analysis. *Mycol. Res.* 105 (1): 33–40.
- [4] Boysen M., Borja M., del Moral C., Salazar O., Rubio V. 1996. Identification at strain level of *Rhizoctonia solani* AG4 isolates by direct sequence of asymmetric PCR products of the ITS regions. *Curr. Genet.* 29: 174–181.
- [5] Camporota P., Perrin R. 1993. Survey for damping-off in forest nurseries in France. Preliminary results. W: Diseases and Insects in Forest Nurseries. R. Perrin, J.R. Sutherland (red.). INRA, Paris: 51–59.
- [6] Camporota P., Perrin R. 1998. Characterization of *Rhizoctonia* species involved in tree seedlings damping-off in French forest nurseries. *Appl. Soil Ecol.* 10: 65–71.
- [7] Carling D.E., Baird R.E., Gitaitis R.D., Brainard K.A., Kuninaga S. 2002. Characterization of AG-13, a newly reported anastomosis group of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology* 92: 893–899.
- [8] Carling D.E., Leiner R.H., Kebler K.M. 1986. Characterization of *Rhizoctonia solani* and binucleate rhizoctonia-like fungi collected from Alaskan soils with varied crop histories. *Can. J. Plant Pathol.* 8: 305–310.
- [9] Carling D.E., Leiner R.H., Kebler K.M. 1987. Characterization of the new anastomosis group (AG-9) of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology* 77: 1609–1612.
- [10] Carling D.E., Meyer L., Brainard K.A. 1996. Crater Disease of wheat caused by *Rhizoctonia solani* AG-6. *Plant Dis.* 80: 1429.
- [11] Carling D.E., Pope E.J., Brainard K.A., Carter D.A. 1999. Characterization of mycorrhizal isolates of *Rhizoctonia solani* from an orchid, including AG-12, a new anastomosis group. *Phytopathology* 89: 942–946.
- [12] Carling D.E., Rothrock C.S., MacNish G.C., Sweetingham M.W., Brainard K.A., Winters S.W. 1994. Characterization of anastomosis group 11 (AG-11) of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology* 84: 1387–1393.
- [13] Chen W., Hoy J.W., Schneider R.W. 1992. Species-specific polymorphisms in transcribed ribosomal DNA of five *Pythium* species. *Experimental Mycology* 16: 22–34.
- [14] Cubeta M.A., Echandi E., Abernethy T., Vilgalys, R. 1991. Characterization of anastomosis groups of binucleate *Rhizoctonia* species using restriction analysis of an amplified ribosomal RNA gene. *Phytopathology* 81: 1395–1400.
- [15] De Candolle A.P. 1815. Memoire sur les rhizoctones, nouveau genre de champignons qui attaque les racines, des plantes et en particulier celle de la luzerne cultivee. *Mem. Mus. D'Hist. Nat.* 2: 209–216.
- [16] Demake T., Adams R.P., Chibbar R. 1992. Potential taxonomic use of random amplified polymorphic DNA (RAPD): a case study in *Brassica*. *Theoretical and Applied Genetics* 84: 990–994.
- [17] Domsch W., Gams W., Anderson T.H. 1980. Compendium of soil fungi. Academic Press (London) Ltd.
- [18] Duggar B.M. 1915. *Rhizoctonia crocorum* (PRES.) DC. and *R. solani* KÜHN (*Corticium vagum* B. & C.) with notes on other species. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 2: 403–458.
- [19] Dunkan S., Barton J.E., O'Brien P.A. 1993. Analysis of variation in isolates of *Rhizoctonia solani* by random amplified polymorphic DNA assay. *Mycol. Res.* 97(9): 1075–1082.

- [20] Eken C., Demirci E. 2004. Anastomosis groups and pathogenicity of *Rhizoctonia solani* and binucleate *Rhizoctonia* isolates from bean in Erzurum, Turkey. *J. Plant Pathol.* 86(1), 49–52.
- [21] Frugał-Węgrzycka H., Adamiak J., Adamiak E. 1996. Some characteristic of *Rhizoctonia* spp. in sharp eyespot of wheat. *Acta Mycol.* 31(2): 199–208.
- [22] Gill J.S., Sivasithamparam K., Smettem K.R.J. 2001. Soil moisture affects disease severity and colonisation of wheat roots by *Rhizoctonia solani* AG-8. *Soil Biol. Biochem.* 33: 1363–1370.
- [23] Gonzales D., Carling D.E., Kuninaga S., Vilgalys R., Cubeta M.A. 2001. Ribosomal DNA systematics of *Ceratobasidium* and *Thanatephorus* with *Rhizoctonia* anamorphs. *Mycologia* 93(6): 1138–1150.
- [24] Grosch R., Schneider J.H.M., Kofoet A. 2004. Characterization of *Rhizoctonia solani* groups causing bottom rot in field-grown lettuce in Germany. *Eur. J. Plant Pathol.* 110: 53–62.
- [25] Herr L.J., Roberts D.L. 1980. Characterization of *Rhizoctonia* populations obtained from sugarbeet fields with differing soil textures. *Phytopathology* 70: 476–480.
- [26] Ichielevich-Auster M., Sneh B., Koltin Y., Barash I. 1985. Pathogenicity, host specificity and anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* isolated from soil in Israel. *Phytoparasitica* 13: 103–112.
- [27] Ito K., Kontani S., Kondo H. 1955. Web-blight fungus of Japanese larch seedlings. *Bull. Gov. Forest Exp. Sta.* 79: 43–63.
- [28] Jabaji-Hare S.H., Meller Y., Gill S., Charest P.M. 1990. Investigation of genetic relatedness among anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* using cloned DNA probes. *Can. J. Plant Pathol.* 12: 393–404.
- [29] Kacprzak M., Mańka M. 2000. Effect of soil fungi communities on the growth of damping-off pathogens in the relation to incubation temperature and medium pH. *Acta Mycol.* 35(2): 275–290.
- [30] Kronland W.C., Stanghellini M.E. 1988. Clean slide technique for the observation of anastomosis and nuclear condition of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology* 78: 820–822.
- [31] Kumar S., Sivasithamparam K., Sweetingham M.W. 2002. Prolific production of sclerotia in soil by *Rhizoctonia solani* anastomosis group (AG) 11 pathogenic on lupin. *Annals of Applied Biology* 141 (1), pp. 11–18.
- [32] Kuninaga S., Yokosawa R. 1984. DNA base sequence homology in *Rhizoctonia solani* KÜHN. IV. Genetic relatedness within AG-4. *Ann. Phytopathol. Soc.* 50: 322–330.
- [33] Liu Z.L., Nickrent D.L., Sinclair J.B. 1990. Genetic relationships among isolates *Rhizoctonia solani* anastomosis group-2 based on isozyme analysis. *Can. J. Plant. Pathol.* 12: 376–382.
- [34] Liu Z.L., Sinclair J.B. 1992. Genetic diversity of *Rhizoctonia solani* anastomosis group 2. *Phytopathology* 82: 778–787.
- [35] MacNish G.C., Carling D.E., Sweetingham M.W., Ogoshi A., Brainard K.A. 1995. Characterization of anastomosis group-10 (AG-10) of *Rhizoctonia solani*. *Australasian Plant Pathol.* 24 (4): 252–260.
- [36] Mazzola M., Wong O.T., Cook R.J. 1996. Virulence of *Rhizoctonia oryzae* and *Rhizoctonia solani* AG-8 on wheat and detection of *R. oryzae* in plant tissue by PCR. *Phytopathology* 86: 354–360.



- [37] Moliszewska E.B. 2002. Preliminary anastomosis grouping technique for *Rhizoctonia solani* isolated from sugar beet seedlings. *Phytopatol. Pol.* 26: 85–90.
- [38] Moliszewska E.B., Schneider J.H.M. 2002. Some pathogenic properties of *Rhizoctonia solani* to sugar beet seedlings. Proc. 6th Conf. EFPP 2002, Prague. *Plant Protect. Sci.* 38 (Special Issue 2): 322–324.
- [39] Ogoshi A. 1975. Grouping of *Rhizoctonia solani* KÜHN their perfect stages. *Rev. Plant Prot. Japan* 8: 98–103.
- [40] Ogoshi A. 1987. Ecology and pathogenicity of anastomosis and intraspecific groups of *Rhizoctonia solani* KÜHN. *Ann. Rev. Phytopathol.* 25: 125–143.
- [41] Parmeter J.R. (red.) 1970. *Rhizoctonia solani*: Biology and Pathology. USA, CA, Berkeley: University of California Press.
- [42] Parmeter J.R. Jr., Sherwood R.T., Platt W.D. 1969: Anastomosis grouping among isolates of *Thanatephorus cucumeris*. *Phytopathology* 59: 1270–1278.
- [43] Parmeter J.R. Jr., Whitney H.S., 1970. Taxonomy and nomenclature of the imperfect state. W: *Rhizoctonia solani*: Biology and Pathology. J.R. Parmeter Jr. (red.) Berkeley, California: University of California Press: 7–19.
- [44] Parmeter J.R., Whitney H.S., Platt W.D. 1967: Affinities of some *Rhizoctonia* species that resemble mycelium of *Thanatephorus cucumeris*. *Phytopathology* 57: 218–223.
- [45] Salazar O., Julian M.C., Rubio V. 2000. Primers based on specific rDNA-ITS sequences for PCR detection of *Rhizoctonia solani*, *R. solani* AG2 subgroups and ecological types, and binucleate *Rhizoctonia*. *Mycol. Res.* 104(3): 281–285.
- [46] Samuel G. 1928. Two „stunting” diseases of wheat and oats. *J. Agr., South Australia* 32: 40–43.
- [47] Schultz H. 1937. Verleihende Untersuchungen zur Ökologie, Morphologie, und Systematik des ‚Vermehurngpilzes’. Arbeiten aus der biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin, 22: 1–44.
- [48] Słomski R., Szalata M., Napierała D., Kaczmarek M., Kowalska K., Słomska K. 2001. Reakcja łańcuchowa polimerazy (PCR). W: Przykłady analiz DNA R. Słomski (red.). Wyd. AR im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu: 63–73.
- [49] Sneh B., Burpee L., Ogoshi A. 1991. Identification of *Rhizoctonia* species. APS Press. USA.
- [50] Stevens-Johnks J., Jones R.K. 2001. Differentiation of three homogeneous groups of *Rhizoctonia solani* anastomosis group 4 by analysis of fatty acids. *Phytopathology* 91: 821–830.
- [51] Talbot P.H.B. 1965. Studies of „Pellicularia” and associated genera of *Hymenomycetes*. *Persoonia* 3: 371–406.
- [52] Uetake Y., Obayashi K., Ogoshi A., Tsutsui K. 1988. Identification of *Rhizoctonia* species isolated from orchids. *Ann. Phytopatol. Soc. Japan* 54: 114.
- [53] Vilgalys R., Gonzalez D. 1990. Ribosomal DNA restriction fragment length polymorphisms in *Rhizoctonia solani*. *Phytopathol.* 80: 151–158.
- [54] Watanabe B., Matsuda A. 1966. Studies on the grouping of *Rhizoctonia solani* Kühn pathogenic to upland crops. *Bull. Appl. Exp. (Plant Dis. Insect Pests)* 7: 1–131.
- [55] Williams J.G.K., Kubeilik A.R., Livak K.J., Rafalski J.A., Tingey S.V. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as a genetic markers. *Nucleic Acid Research* 18: 6531–6535.

## Anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* KÜHN

---

**Key words:** *Rhizoctonia solani*, anastomosis groups, host plants

### Summary

The soil-borne fungus *Rhizoctonia solani* KÜHN [telemorph: *Thanatephorus cucumeris* (FRANK) DONK] occurs world-wide causing disease on many economically important vegetables, turfgrasses, ornamentals, fruit and forest trees. It infects root tissue causing maceration with a consequent reduction in plant growth. Potentially all plant species are susceptible to infection by *R. solani*. This fungus is not a homogenous species, but shows diversity in morphology, pathogenicity and physiology. A system of anastomosis grouping based on hyphal fusion has been accepted as a basis for recognizing subspecific groups within the species complex. Fourteen anastomosis groups (AGs) have so far been reported, including AG1 to AG13 and AGB1. In recent years, molecular techniques based on genomic variation, such as DNA fingerprinting, restriction fragment length polymorphism (RFLP) and random amplified polymorphic DNA (RAPD) and DNA sequence analysis of various ribosomal spacer regions have been applied in fungal investigations.