

BARBARA WIEWIÓRA

Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Bipolaris sorokiniana (Sacc.) Shoem. — identyfikacja, biologia oraz znaczenie w uprawie zbóż

Bipolaris sorokiniana (Sacc.) Shoem. — identification, biology and importance in cultivation of cereals

W pracy przedstawiono przegląd wiedzy dotyczącej grzyba *Bipolaris sorokiniana* i jego znaczenia dla uprawy zbóż. Gatunek ten jest głównym sprawcą zgnilizny korzeni, zgorzeli siewek, plamistości liści, helmintosporiozy oraz czernienia kłosów. Powoduje poważne straty w uprawach zbóż jarych szacowane na około 10% jęczmienia i 5% pszenicy. Opisano biologię, stanowisko taksonomiczne, objawy chorobowe oraz występowanie i znaczenie gospodarcze *B. sorokiniana*.

Słowa kluczowe: biologia, *Bipolaris sorokiniana*, systematyka, występowanie, znaczenie gospodarcze

Bipolaris sorokiniana is the causal agent of common root rot, leaf spot disease, seedling blight and black point of cereals, especially wheat and barley. The fungus is one of the most serious foliar disease constraints for both crops in warmer growing areas and causes significant yield losses. Therefore, in this review taxonomy, biology and economic importance of *B. sorokiniana* are presented.

Key words: biology, *Bipolaris sorokiniana*, economic importance, occurrence, taxonomy

WSTĘP

Od wielu lat grzyb *Bipolaris sorokiniana* ma szczególne znaczenie jako patogen pszenicy i jęczmienia w USA i Kanadzie (Duczek i Jones-Flory, 1994; Grey i Mathre, 1984). Patogen ten regularnie powoduje poważne straty w uprawach zbóż jarych. Straty plonu są szacowane na około 10% jęczmienia i około 5% pszenicy, ale w niektórych regionach i latach mogą dochodzić do 30% (Stack, 1991). W Europie, dopiero od niedawna grzyb ten stał się obiektem większego zainteresowania i to głównie jako patogen jęczmienia (Knudsen i in., 1995; Kwaśna, 1995; Kumar i in., 2001). W Polsce w uprawach jęczmienia powszechnie występują choroby podsuszkowe, plamistość liści i czernienie kłosów powodowane przez grzyb *Bipolaris sorokiniana* (syn. *Drechslera sorokiniana* =

Helminthosporium sativus = *Cochliobolus sativus*) (Łacicowa i in., 1990; Truskowska i in., 1983).

Bipolaris sorokiniana jest patogenem ciepłej strefy klimatycznej, a jego występowanie na obszarze o chłodniejszym klimacie nie powinno powodować poważniejszych szkód w uprawach (De Tempe, 1964). Jednakże w związku z dynamicznymi zmianami klimatycznymi zachodzącymi na obszarze Europy i Polski, obserwuje się coraz większe straty w plonie powodowane przez *B. sorokiniana*, dlatego postanowiono szerzej zająć się tym gatunkiem.

SYSTEMATYKA GRZYBA *BIPOLARIS SOROKINIANA* (SACC.) SHOEM.

Gatunek *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. [syn. *Helminthosporium sorokinianum* Sacc., *Drechslera sorokiniana* (Sacc.) Subram & Jain, *Helminthosporium sativum* Pamm., King & Bakke] należy do rodzaju *Bipolaris*, klasy *Hyphomycetes* — strzępczaki, podgromady *Deuteromycotina* — grzyby niedoskonałe, gromady *Eumycota* — grzyby właściwe w podkrólestwie *Mycobionta* — grzyby. Systematyka *B. sorokiniana* oparta jest na kształcie oraz sposobie kiełkowania zarodników konidialnych, wyglądzie trzonek konidialnych, ułożenia konidiów na komórce konidiotwórczej.

Na przestrzeni czasu systematyka grzybów należących do rodzaju *Bipolaris* (syn. *Helminthosporium*, *Drechslera*) często ulegała zmianie. W 1809 roku Link dla grzybów należących do tego rodzaju zaproponował nazwę *Helmisporium*, którą w 1822 roku Persoon zmienił na *Helminthosporium* (Alcorn, 1983). Kryterium przynależności do tego rodzaju było występowanie wielokomórkowych, ciemno zabarwionych zarodników konidialnych.

Nisikado (1928) w oparciu o kształt konidiów i sposób ich kiełkowania wprowadził dwa podrodzaje *Helminthosporium*: *Cylindro-Helminthosporium* z prostymi, cylindrycznymi konidiami oraz wyrastającą z każdej komórki konidium jedną lub więcej strzępkami kiełkowymi i *Eu-Helminthosporium* z wrzecionowatymi, często zakrzywionymi konidiami o dwubiegunowym kiełkowaniu. Ito (1930) gatunki należące do podrodzaju *Cylindro-Helminthosporium* zaliczył do rodzaju *Drechslera*, a Shoemaker (1959) zaproponował rodzaj *Bipolaris* dla gatunków należących do podrodzaju *Eu-Helminthosporium*.

Przez długi okres wielu autorów używało nazwy rodzaju *Drechslera* w szerokim zakresie jako synonim *Helminthosporium*, włączając tu obok rodzaju *Bipolaris*, wprowadzony w 1974 roku przez Leonarda i Suggsa, nowy rodzaj *Exserohilum* dla gatunków o charakterystycznym wyraźnie wypukłym znaczku. Obecnie obowiązuje podział na trzy rodzaje *Bipolaris*, *Drechslera* i *Exserohilum* (Kwaśna, 1995).

Stadium doskonałe gatunków należących do rodzaju *Bipolaris* związane jest z rodzajem *Cochliobolus* (Drechsler, 1934), gatunków należących do rodzaju *Drechslera* z rodzajem *Pyrenophora*, a telemorfą rodzaju *Exserohilum* jest *Setosphaeria* (Leonard i Suggs, 1974).

OPIS RODZAJU *BIPOLARIS* SHOEMAKER I GATUNKU *BIPOLARIS* SOROKINIANA
(SACC.) SHOEM.

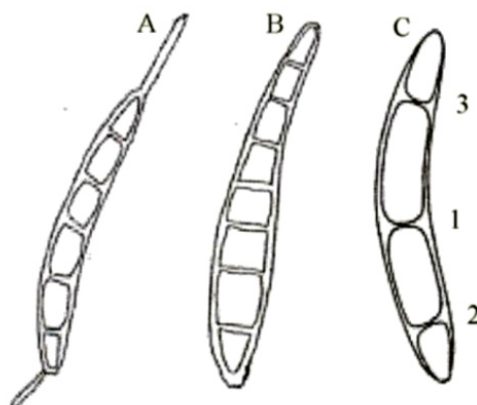
Grzybnia gatunku *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. na pożywce agarowo-ziemniaczanej (PDA) brązowa, szara lub czarna (rys. 1). Trzonki konidialne gatunków należących do rodzaju *Bipolaris* są brunatne, nierozgałęzione, proste, w górnej części zazwyczaj kolankowato powyginane, wyrastają pojedynczo z grzybni pasożytującej w roślinach. Komórki konidiotwórcze mają zazwyczaj więcej niż jeden punkt konidiotwórczy. Na komórkach konidiotwórczych tworzą się pojedyncze konidia sympodialne, na sukcesywnie powstających nowych wierzchołkach trzonków konidialnych (rys. 2). Zarodniki konidialne rodzaju *Bipolaris* są brunatne, zwykle wrzecionowate, proste lub wygięte, poprzedzielane poprzecznie kilkoma distoseptami, kiełkują jedną lub obydwoma komórkami biegunowymi (Marcinkowska, 2003). Strzępka kiełkowa wyrasta blisko znacznika i układa się półszczytowo, znaczek widoczny często jako dwie ciemne, soczewkowate plamki. Pierwsza przegroda zakłada się w środku konidium, druga oddziela komórkę przy podstawie, trzecia przy wierzchołku (rys. 3). Rodzaj obejmuje ponad 50 gatunków, najczęściej patogenów zbóż i innych traw rosnących przede wszystkim w strefie umiarkowanej.



Rys. 1. Ciemne kolonie grzyba *Bipolaris sorokiniana* na pożywce agarowo – ziemniaczanej
Fig. 1. Dark colonies of *Bipolaris sorokiniana* on potato-dextrose agar medium



Rys. 2. Zarodniki i trzonki konidialne (×480)
Fig. 2. Conidia and conidiophores (×480)



Rys. 3. Schematy cech konidiów różnicujących rodzaj *Bipolaris*: A — sposób kielkowania, B — struktura znaczką, C — kolejność zakładania się przegrody poprzecznej (Siwanesan, 1992; Alcorn, 1988)

Fig. 3. Differentiating criteria for *Bipolaris* genus: A — germination, B — structure of hilum, C — septum ontogeny (Siwanesan, 1992; Alcorn, 1988)

BIOLOGIA *BIPOLARIS SOROKINIANA* (SACC.) SHOEM.

Patogen rozwija się w szerokim zakresie temperatury od 4°C do 36°C (optimum 24–28°C) (Surin i in., 2001). Źródłem infekcji może być zarówno materiał siewny jak i gleba. Infekcja roślin następuje za pośrednictwem grzybni zlokalizowanej między plewkami, a okrywą owocowo-nasienną oraz przez konidia zanieczyszczające powierzchnię ziarniaków (Łacicowa, 1964; Kumar i in., 2001). Częstotliwość zakażenia ziarna przez *B. sorokiniana* zależy od ilości materiału infekcyjnego znajdującego się w otoczeniu roślin podczas kwitnienia i formowania ziarna. Najczęściej są to konidia przenoszone przez prądy powietrza z porażonych liści. Duża wilgotność sprzyja porażeniu liści, zarodnikowaniu i zakażeniu ziarna w kłosach (Couture i Sutton, 1978). Z porażonego ziarna wyrastają chore siewki, a na pochwach i blaszkach liściowych grzyb tworzy konidia powodujące wtórne infekcje. Patogen przeżywa jako grzybnia w zainfekowanych nasionach lub jako saprotrof na roślinach (Barba i in., 2002). W ziarniakach grzybnia może zachować żywotność do czterech lat (Christensen, 1963). Oprócz tego grzyb *B. sorokiniana* jest fakultatywnym pasożytem, który może żyć saprotroficznie w glebie. Przeżywa w postaci grubościennych przetrwalników, które są głównym czynnikiem sprawczym zgnilizny korzeni (Clark i Wallen, 1969). Szkodliwość *B. sorokiniana* zależy nie tylko od warunków pogody, ale przede wszystkim od podatności odmian (Grey i Mathre, 1984; Łacicowa, 1970; Łacicowa i Pięta, 1991).

OBJAWY CHOROBY POWODOWANE PRZEZ *BIPOLARIS SOROKINIANA* (SACC.)
SHOEM.

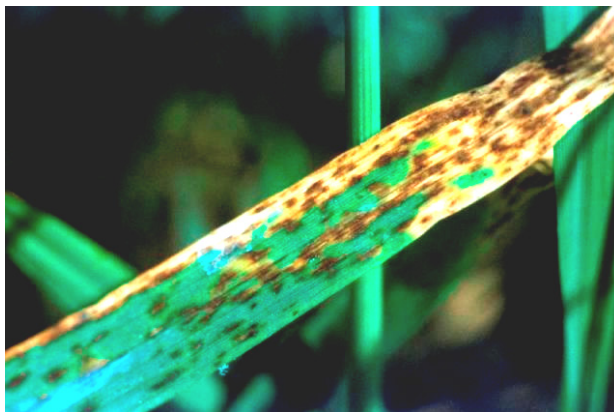
Bipolaris sorokiniana (telemorfa *Cochliobolus sativus*) jest głównym sprawcą zgnilizny korzeni, zgorzeli siewek, plamistości liści, helmintosporiozy i czernienia kłosów. Patogen poraża głównie zboża, chociaż żyto jest mniej wrażliwe, zaś owies rzadko porażany (Zillinsky, 1983). Szeroko rozpowszechnione występowanie wielu gatunków traw sprawia, że odgrywają one ważną rolę jako potencjalne rośliny żywicielskie.

Porażone ziarniaki są jednym z głównych źródeł infekcji. Ziarniaki z powierzchniowym zakażeniem kielkują normalnie, tj. dają zdrowy kielek i trzy zdrowe korzenie, a tylko pod koniec kiełkowania pojawia się na okrywie ziarniaka czarny nalot konidialny. Ponadto w następstwie przejścia grzyba z wewnętrznej strony okrywy ziarna na kielki może wystąpić zbrunatnienie koleoptyla. Ten rodzaj zakażenia spowodowany jest przez zewnętrznie zalegającą w okrywie ziarniaka grzybnię i nie ma on wpływu na zdolność kiełkowania materiału siewnego. Uzyskane z niego rośliny mogą mieć jednak zahamowany wzrost i plamy na liściach. Głęboka infekcja ziarna powoduje nienormalne kiełkowanie, a mianowicie:

- kiełkujące nasiona mają rozwinięty kielek, natomiast zupełnie nie rozwijają się korzenie,
- zamiast trzech korzeni wykształca się jeden lub dwa niedorozwinięte,
- kielek i korzenie gniją już na samym początku kiełkowania ziarna.

Przy głębokiej infekcji grzybnia rozprzestrzenia się wewnątrz ziarniaka, szczególnie w pobliżu zarodka i obficie zarodnikuje (Naumowa, 1973).

Charakterystycznymi objawami zgorzeli siewek są ciemnobrązowe nekrotyczne uszkodzenia na korzeniach, węzłach krzewienia i pochwach liściowych. Patogen ponadto powoduje plamistość liści w postaci owalnych, wydłużonych jasnych lub ciemniejszych brązowych plam na blaszkach i pochwach liściowych (rys. 4) oraz czernienie kłosów z objawami poczernienia i pomarszczenia ziarna (rys. 5).



Rys. 4. Objawy chorobowe plamistości liści na jęczmieniu
Fig. 4. Spot blotch symptoms on barley leaf



Rys. 5. Ziarniaki jęczmienia zdrowe (po lewej) i z objawami czernienia powodowanymi przez *Bipolaris sorokiniana* (po prawej)
 Fig. 5. Healthy grains (left) compared with those showing black point caused by *Bipolaris sorokiniana* (right)

Symptomami czernienia kłosów są brązowe do ciemnobrązowych plamy na plewach lub poczerniała powierzchnia ziarniaka zlokalizowana zwykle wokół zarodka (Adlakha i Joshi, 1974). Przebarwienia takie mogą również występować w pobliżu bródki lub w bruzdce, ale silna infekcja powoduje przebarwienie i pomarszczenie całego ziarniaka. Łacicowa (1975) uważa, że zakażenie przez *B. sorokiniana* ziarna nie zawsze wpływa na jego zewnętrzny wygląd, chociaż Wilcoxson i Miles (1995) izolowali go z ziarniaków jęczmienia o wyraźnie zmienionym kolorze. Porażone kłosy mogą wyglądać normalnie, jednak mogą być widoczne również eliptyczne, brązowe lub ciemnobrązowe zmiany chorobowe widoczne po wewnętrznej stronie plew. Rozwojowi choroby sprzyja długotrwała, wilgotna pogoda podczas fazy dojrzałości mleczno-woskowej zbóż (Khetarpal i in., 1980).

Helminthosporioza występuje na zbożach zwykle w rejonach o cieplejszym klimacie. Choroba rozwija się dość szybko w temperaturze 24 – 28°C, nieco wolniej przy 20°C, a wyraźne zahamowanie rozwoju następuje przy 16°C. Wczesne objawy na liściach to małe plamy od jasnobrązowych do prawie czarnych, które mogą być okrągłe, wydłużone lub eliptyczne. Typowe zmiany chorobowe są jednak kształtu eliptycznego z obfitym zarodnikowaniem i mogą zajmować ponad 20% powierzchni liścia (Mehta, 1981). Zgnilizna korzeni i zgorzel siewek występuje w szerszym zakresie temperatury niż helminthosporioza. Ponadto do powstawania zarodników konidialnych na nekrotycznych plamach niezbędna jest odpowiednio wysoka wilgotność (Scott, 1995). Porażenie źdźbeł przez *B. sorokiniana* wpływa na zwiększenie wylegania. W przypadku infekcji kłosów stwierdzono, że zwykle porażone są pojedyncze kłoski, ale w korzystnych warunkach można zaobserwować silnie uszkodzenie całego kłosa wraz z ośmi. Zmiany chorobowe na plewach są czasem podłużne z ciemnobrązowym obrzeżem, na których często mogą być widoczne zarodniki konidialne (Mathur i Cunfer, 1993).

ZNACZENIE GOSPODARCZE *BIPOLARIS SOROKINIANA* (SACC.) SHOEM.

B. sorokiniana poraża wiele gatunków roślin dziko rosnących i uprawnych zwłaszcza jęczmień, pszenicę oraz trawy. Rośliny są podatne na infekcję w każdej fazie wzrostu. Spadek plonu może dochodzić nawet do 30% i jest następstwem porażenia korzeni, dolnych międzywęzli, liści, kłosów, a w nich ziarna (Eng-Chong-Pua i in., 1985; Grey i Mathre, 1984; Łacicowa i in., 1991; Łacicowa i Pięta, 1998). Częstotliwość zakażenia ziarna zależy od ilości materiału infekcyjnego znajdującego się w otoczeniu roślin podczas kwitnienia i formowania ziarna. Najczęściej są to konidia przenoszone przez prądy powietrza z porażonych liści. Grzyb produkuje mikotoksyny (toksyczne wtórne metabolity), z których najczęściej występują prehelminthosporol, helminthosporol i sorokinianin. Prehelminthosporol odgrywa ważną rolę w patogenezie wpływając na osłabienie lub nawet zabicie komórek rośliny (Lilijeroth i in., 1993), helminthosporol oddziałuje na przepuszczalność błon komórkowych, a sorokinianin wpływa hamująco na kiełkowanie ziarniaków (Kumar i in., 2002).

Badania przeprowadzone przez Łacicową (1982) wykazały, że *B. sorokiniana* może ograniczać kiełkowanie nawet o 25%, lub też zainfekowane ziarniaki dają chore i słabe siewki. Natomiast Bailey i wsp. (1997) stwierdzili, że wysiew porażonego przez tego patogena ziarna spowodował redukcję wschodów. Obserwacje autorki (Wiewióra, 2003) potwierdzają, że patogen ten często występuje na ziarnie jęczmienia i istotnie wpływa na zdolność kiełkowania. Dlatego też w Norwegii zaleca się zaprawianie nasion, gdy procent porażonych przez *B. sorokiniana* ziarniaków jęczmienia przekroczy poziom 10%, o czym donoszą Agarwal i Sinclair (1997). Ponadto często obserwowane jest pociemnienie i pomarszczenie porażonych ziarniaków, co wpływa na obniżenie ich wartości handlowej.

PODSUMOWANIE

De Tempe (1964) uważa, że *Bipolaris sorokiniana* jest patogenem ciepłej strefy klimatycznej, a jego występowanie na obszarze o chłodniejszym klimacie, nie powinno powodować poważniejszych szkód w uprawach. Jednakże w związku z dynamicznymi zmianami klimatycznymi zachodzącymi na obszarze Europy i Polski, obserwuje się coraz większe straty w plonie powodowane przez ten gatunek grzyba.

W związku z dużą szkodliwością *B. sorokiniana* zachodzi potrzeba uwzględnienia tego patogena w hodowli odmian zbóż dla uprawy w Polsce oraz kontrolowanie podatności odmian zagranicznych.

LITERATURA

- Adlakha K. L., Joshi L. M. 1974. Black point of wheat. *Indian Phytopathology* 27: 41 — 44.
Agarwal V. K., Sinclair J. B. 1997. *Principles of seed pathology*. Second edition CRC Press Inc., Lewis.
Alcorn J. L. 1983. Generic concepts in Drechslera, Bipolaris and Exserohilum. *Mycotaxon* 17: 1 — 86.
Alcorn J. L. 1988. The taxonomy of „*Helminthosporium*” species. *Ann. Rev. Pl. Path.* 26: 37-17: 1 — 86.
Bailey K. L., Duczek L. J., Potts D. A. 1997. Inoculation of seeds with *Bipolaris sorokiniana* and soil fumigation methods to determine wheat and barley tolerance and yield losses caused by common root rot. *Can. J. Pl. Sci.* Vol. 77, No. 4: 691 — 698.

- Barba J. T., Reis E. M., Forcelini C. A. 2002. Comparison of methods for the detection of *Bipolaris sorokiniana* in barley seeds. *Fitopatologia Brasileira* Vol. 27, No. 4: 389 — 394.
- Christensen J. J. 1963. Longevity of fungi in barley kernels. *Pl. Dis. Reprt.* 47: 639 — 642.
- Clark R. V., Wallen V. R. 1969. Seed infection of barley by *Cochliobolus sativus* and its influence on yield. *Can. Plant Dis. Surv.* 49: 60 — 64.
- Couture L., Sutton J.C. 1978. Relation of weather variables and host factors to incidence of airborne spores of *Bipolaris sorokiniana*. *Can. J. Bot.* 56: 2162 — 2170.
- De Tempe J. 1964. *Helminthosporium* spp. in seeds of wheat, barley, oats and rye. *Proceedings of the International Seed Testing Association*. Vol. 29, No. 1: 117 — 140.
- Drechsler C. 1934. Phytopathological and taxonomic aspects of *Ophiobolus*, *Pyrenophora*, *Helminthosporium* and a new genus, *Cochliobolus*. *Phytopathology* 24: 953 — 983.
- Duczek L. J., Jones-Flory L. L. 1994. Relationship between common root rot, tillering and yield loss in spring wheat and barley. *Can. J. Plant Pathol.* 15: 153 — 158.
- Eng-Chong-Pua R.R., Pelletier H. R., Klinck H. R. 1985. Seedling blight, spot blotch and common root rot in Quebec and their effect on grain yield in barley. *Can. J. Plant Pathol.* 7: 395 — 401.
- Grey W. E., Mathre D. E. 1984. Reaction of spring barleys to common root rot and its effect on yield components. *Can. J. Plant Sci.* 64: 245 — 253.
- Ito S. 1930. On some new ascigerous stages of the species *Helminthosporium* parasitic on cereals. *Proc. Imp. Acad. (Japan) Suppl.* 6: 352 — 355.
- Khetarpal R.K., Agarwal V.K., Chauhan K.P.S. 1980. Studies on the influence of weather conditions on the incidence of black point and Karnal bunt of triticales. *Seed Research* 8: 108 — 110.
- Knudsen I.B.M., Hockenhull J., Jensen D.F. 1995. Biocontrol of seedling disease of barley and wheat caused by *Fusarium culmorum* and *Bipolaris sorokiniana*: Effects of selected fungal antagonists on growth and yield components. *Plant Pathol.* 44: 467 — 477.
- Kumar J., Hüchelhoven R., Beckhove U., Nagarajan S., Kogel K. H. 2001. A compromised *Mlo* pathway affects the response of barley to the necrotrophic fungus *Bipolaris sorokiniana* (teleomorph: *Cochliobolus sativus*) and its toxins. *The American Phytopathological Society* Vol. 91, No. 2: 127 — 133.
- Kumar J., Schafer P., Hüchelhoven, Langen G., Baltruschat H., Stein E., Nagarajan S., Kogel K. 2002. *Bipolaris sorokiniana*, a cereal pathogen of global concern: cytological and molecular approaches towards better control. *Molecular Plant Pathology* 3(4): 185 — 195.
- Kwaśna H. 1995. Ecology, taxonomy and nomenclature of *Helminthosporia* — history and actual situation. Chelkowski J. (ed.). *Helminthosporia Metabolites, Biology, Plant Diseases. Bipolaris, Drechslera, Exserohilum*. Poznań, Poland: 27 — 60.
- Leonard K. J., Suggs E. G. 1974. *Setosphaeria prolata*, the ascigerous state of *Exserohilum prolatum*. *Mycologia* 66: 281 — 297.
- Liljeroth E., Franzon-Almgren I., Gunnarsson T. 1993. Effect of pre-helminthosporol, a phytotoxin produced by *Bipolaris sorokiniana* on barley roots. *Can. J. Bot.* 72: 558 — 563.
- Łacicowa B. 1964. Badania mikroflory materiału siewnego pszenicy na obszarze woj. Lubelskiego, uwzględniające szczególnie grzyby patogeniczne. *Annales UMCS Sec. E* 19(18): 381 — 406.
- Łacicowa B. 1970. Badania szczepów *Helminthosporium sorokinianum* (= *H. sativum*) oraz odporności odmian jęczmienia jarego na ten czynnik chorobotwórczy. *Acta Mycologica* 6(2): 187 — 248.
- Łacicowa B. 1975. Próba oceny zagrożenia chorobowego zbóż przez *Helminthosporium sorokinianum* Sacc. w niektórych województwach Polski na podstawie analizy ziarna. *Biul. IHAR* 1-2: 199 — 202.
- Łacicowa B. 1982. Zaprawianie fungicydami systemicznymi ziarna jęczmienia jarego porażonego przez *Helminthosporium sorokinianum* Sacc. *Ochrona Roślin* 6: 6 — 9.
- Łacicowa B., Kiecana I., Pięta D. 1990. Choroby podsuszkowe jęczmienia jarego (*Hordeum sativum* L.) uprawianego w Lubelskim. *Rocz. Nauk Rol. s. E, T. 20, Z. 1/2*: 7 — 15.
- Łacicowa B., Kiecana I., Pięta D. 1991. Health status of spring barley in crop rotation of different share of cereals with regard to chemical protection. *Phytopathologia Polonica* 1(XIII): 50 — 53.
- Łacicowa B., Pięta D. 1991. Podatność różnych odmian jęczmienia jarego na porażenie przez *Drechslera sorokiniana* (Sacc.) Subram. et Jain. *Hod. Rośl. Aklim.* 35, 5/6: 53 — 59.

- Łacicowa B., Pięta D. 1998. Evaluation of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) varieties in the field infested with pathogens causing of the stem and root diseases. *Annals of Agricultural Science* s. E 27(1/2): 17 — 25.
- Marcinkowska J. 2003. Oznaczenie rodzajów grzybów ważnych w patologii roślin. Fundacja Rozwój SGGW. Warszawa 2003.
- Mathur S. B., Cunfer B. M. 1993. Seed-borne disease and seed health testing of wheat. *Jordbrugsforlaget Frederiksberg, Denmark*: 1 — 168.
- Mehta Y. R. 1981. Conidia production, sporulation period and extension of lesion of *Helminthosporium sativum* on flag leaves of wheat. *Pesonisa agropecuaria brasileira* 16: 77 — 99.
- Naumowa N. A. 1973. Fitopatologiczna ocena nasion. PWRiL, Warszawa.
- Nisikado Y. 1928. Studies on *Helminthosporium* diseases of Gramineae in Japan. *Sp. Rep. Ohara Inst. Agric. Res.* 4: 1 — 384. English translation in *Ber. Ohara. Lands. Forsch.* 4: 111 — 126.
- Scott D. B. 1995. Helminthosporia that cause leaf spots on small-grain cereals in South Africa. Chelkowski J. (ed.). *Helminthosporia Metabolites, Biology, Plant Diseases. Bipolaris, Drechslera, Exserohilum*. Poznań, Poland: 107 — 137.
- Shoemaker R. A. 1959. Nomenclature of Drechslera and Bipolaris, grass parasites segregated from *Helminthosporium*. *Can. J. Bot.* 37: 879 — 887.
- Sivanesan A. 1987. Graminicolous species of Bipolaris, Culvularia, Drechslera, Exserohilum and their teleomorphs. *Mycol. Pap.* 158: 1 — 261.
- Stack R. W. 1991. Yield losses in barley to common root rot in North Dakota. *Proc. Int. Conf. on Common Root Rot*. Saskatoon, Sask.
- Surin N. A., Sorokataya E. I., Gromovykh T. I., Zobova N. V. 2001. The necessity of increasing the resistance of spring barley varieties to root rots in the Krasnoyarsk Territory. *Russian Agricultural Sciences* No. 6: 14 — 17.
- Truszkowska W., Dorenda M., Janiak M., Kutrzeba M., Milewska M. 1983. Badania zagrożenia jęczmienia (*Hordeum sativum* L.) zgorzelą podstawy źdźbła w zależności od uprawy. *Rocz. Nauk Rol.* s. E 13(1–2): 85 — 99.
- Wiewióra B. 2003. Zdrowotność i inne cechy wartości siewnej ziarna oraz plon jęczmienia jarego w zależności od zastosowanej zaprawy nasiennej. Część I. Wpływ zapraw nasiennych na grzyby zasiedlające ziarno jęczmienia jarego, jego zdolność kiełkowania oraz wigor. *Biul. IHAR* 228: 81 — 87.
- Wilcoxson R. D., Miles M. R. 1995. Fungi associated with discoloured barley kernels in Minnesota. *Intern. J. Tropical Plant Diseases*, Vol. 13, No. 1: 97 — 105.
- Zillinsky F. J. 1983. *Common diseases of small grain cereals: A guide to identification*. Mexico, D. F., Mexico: CIMMYT.