

WYSTĘPOWANIE SPRAWCÓW ALTERNARIOZY W SEZONACH WEGETACYJNYCH 2015-2020

THE OCCURRENCE OF EARLY BLIGHT CULPRIT IN THE VEGETATION SEASONS 2015-2020

mgr inż. Hanna Gawińska-Urbanowicz¹, mgr Anna Pawłowska²
IHAR-PIB Oddział W Boninie, ¹Pracownia Ochrony Ziemniaka,
²Pracownia Diagnostyki Molekularnej i Biochemii, e-mail: h.gawinska@wp.pl

Streszczenie

Od kilkunastu lat coraz większego znaczenia gospodarczego w uprawach ziemniaka nabierają grzyby *Alternaria alternata* i *A. solani*. W miarę rozwoju choroby stosunek ilościowy, w jakim występują oba gatunki, jest zmienny i zależy m.in. od terminu i regionu występowania. Ocenę zmian sezonowych w składzie populacji tych grzybów w latach 2015-2020 przeprowadzono w Boninie na materiale zebranym z pułapek Burkarda, zlokalizowanych w sąsiedztwie plantacji ziemniaka. Natężenie zarodników konidialnych obu gatunków zarejestrowano między 3. tygodniem lipca a 3. tygodniem sierpnia oraz w 1. tygodniu września. Gatunkiem dominującym był *A. alternata*. Występowanie gatunków *Alternaria* jest zmiennie i zależy od warunków pogodowych i siedliskowych.

Słowa kluczowe: alternarioza, Burkard Manufacturing, gatunki *Alternaria*, stężenie zarodników, urządzenie pomiarowe, ziemniak

Abstract

For several years, the fungi *Alternaria alternata* and *A. solani* have gained economic importance in potato cultivation. As the disease develops, the quantitative ratio in which both species occur is variable and depends, among others, on the date and region of occurrence. Seasonal changes in the population of these two species were monitored in Bonin on material collected in 2015-2020 from Burkard traps located nearby to potato plantations. The intensity of conidia was recorded between the 3rd week of July and the 3rd week of August and the 1st week of September. The dominant species was *A. alternata*. The distribution of *Alternaria* species is variable and depends on weather and habitat conditions.

Keywords: *Alternaria* species, Burkard Manufacturing, early blight, measuring device, potato, spore concentration

Alternarioza w ziemniaku to obecnie problem zdrowotny plantacji o skali ogólnosiwiatowej. Za głównego sprawcę choroby uważa się grzyby z rodzaju *Alternaria*, a w szczególności gatunek *Alternaria solani*. Pierwsze objawy choroby są zauważalne najpierw na dolnych liściach ziemniaka. Na ich powierzchni widać wtedy liczne ciemnobrunatne plamy, które w sprzyjających warunkach rozwijają się na wyższych piętach rośliny, co w efekcie prowadzi do ograniczenia jej powierzchni asymilacyjnej i stopniowego zamierania.

Problem chorobotwórczej odpowiedzialności gatunkowej jest wnikliwie analizowany, zwłaszcza że w większości prób liści z objawami alternariozy nadal wykrywa się obec-

ność zbiorczą gatunków z rodzaju *Alternaria*. Badania prowadzone w tym kierunku (Dang i in. 2015, Belosokhov i in. 2017, Schepers i in. 2019) oraz badania własne dowodzą jednak wyższej patogeniczności gatunku *A. solani* w analizowanych materiałach biologicznych.

W ostatnich latach dużym wyzwaniem dla analityków tego zagadnienia są populacje odporne na stosowane dotychczas fungicydy. Wzrost poziomu mutacji według ostatnich badań jest niepokojący (Gudmestad i in. 2013, Leiminger i in. 2014, Adolf i in. 2017, Schepers i in. 2019). Substancje dotychczas używane do zwalczania alternariozy (m.in. mancozeb, chlorotalonil, azoksystrobina, piraklostrobina, boskalid itp.) zdaniem plan-

tatorów nie zawsze spełniają swoją rolę. Obserwowane od kilku lat zmiany warunków pogodowych, często nawet w ciągu doby, są powodem niestabilności działania substancji, a konsekwencją tego jest powstawanie form odpornych gatunku. W celu przeciwdziałania temu zjawisku musi zawiązać się szersza, międzynarodowa współpraca badaczy zajmujących się tym problemem. Choć obecnie opracowywanych jest kilka systemów wspomagania decyzji dotyczących alternariozy, nowe spojrzenie na epidemiologię, diagnostykę i ochronę stwarza potrzebę wznowienia badań w tej dziedzinie (Scheppers i in. 2019).

Z powodu zmienności sezonowej udziału *A. alternata* i *A. solani* od kilku lat monitoruje się populacje sprawców alternariozy i ich wpływ na zdrowotność ziemniaka.

Stężenie zarodników konidialnych grzybów z rodzaju *Alternaria* badano w latach 2015-2020 w Boninie (woj. zachodniopomorskie). Skład gatunkowy populacji grzybów monitorowano z wykorzystaniem wolumetrycznej pułapki Burkarda (Burkard Manufacturing Co Ltd), aparatu wyprodukowanego na podstawie prototypu Hirsta (1952). Metody wolumetryczne polegają na pobieraniu próby powietrza o określonej objętości przez wlot urządzenia i osadzaniu się jej na taśmie zamontowanej w jego wnętrzu.

Użyta w doświadczeniach siedmiodniowa pułapka wolumetryczna, umieszczona ok. 40 m od plantacji ziemniaka, w aktywny sposób zasysa przez wąskie wcięcie powietrze wraz ze znajdującymi się w nim cząstkami biologicznymi (np. zarodnikami grzybów, pyłkami roślin). Zassany materiał osadza się na umieszczonej w środku urządzenia pokrytej wazeliną taśmie, która obraca się na bębnie z prędkością 2 mm na godzinę. Po tygodniu taśmę wyjmuje się i tnie na odcinki długości 48 mm, co odpowiada 24 godzinom pracy pułapki. Z odcinków taśmy przygotowuje się trwałe preparaty do analiz mikroskopowych. Ocena pod mikroskopem (powiększenie 10x i 20x) pozwala ustalić, ile zarodników poszczególnych gatunków grzyba znajduje się w danym czasie i miejscu.

Monitorowanie stężenia zarodników prowadzono przez cztery miesiące, nieprzerwanie od 1 czerwca do 1 października, od fazy

zwarcia roślin w międzyrzędziach BBCH 30-39 do zbioru BBCH 90-99. Badania częściowo współfinansowane były z projektu Planu Wieloletniego 2015-2020.

Monitorując populację grzybów *Alternaria* stwierdzono, że ich obecność w dużym stopniu powiązana jest z warunkami meteorologicznymi. Złożoność oddziaływań czynników na rozkład temperatury powietrza czy opadów powoduje zmiany zarówno w przebiegu rocznym, jak i wieloletnim rozkładzie warunków. Negatywnym skutkiem tego typu zmian prowadzących do ocieplenia klimatu jest przyspieszenie tempa rozwoju agrofagów, których uciążliwość dla rolnictwa w ostatnich latach znacznie wzrosła. Większego znaczenia nabierają też szkodniki i patogeny o małej dotychczas szkodliwości.

Na plantacjach ziemniaczanych w krajach europejskich zauważa się zróżnicowanie w zachorowalności na alternariozę. Na przykład w Holandii i Belgii zapadalność jest dość niska, podczas gdy w południowych Niemczech i południowej Skandynawii zachorowalność w tych rejonach jest na tyle wysoka, że notowano pozytywne wyniki w każdej z monitorowanych prób. Wyniki w Polsce zbliżone są do danych większości naszych europejskich sąsiadów. W celu ujednoczenia walki z patogenem prowadzone są prace w oparciu o dane meteorologiczne w powiązaniu z odmianą ziemniaka i jej przynależnością do grupy wczesności. Tworzone programy z wykorzystaniem powyższych danych ułatwiają podejmowanie decyzji co do terminu aplikacji substancji przeciwdziałającej zachorowalności uprawy (Abuley 2019).

W Boninie najwcześniej, bo już 9 czerwca, alternarioza wystąpiła w roku 2016 na bardzo wczesnej odmianie Miłek. W tym czasie odnotowano wzrost temperatury powietrza przy jednoczesnym zmniejszeniu ilości opadów (tab. 1). W latach 2018, 2015, 2017 i 2020 chorobę zarejestrowano znacznie później – w 3. (15.06.) i 4. (27-29.06.) tygodniu czerwca, przy bardziej obfitych deszczach. Natomiast w roku 2019 pierwsze infekcje zanotowano 9 lipca, którym sprzyjały podwyższona temperatura, opady deszczu i wilgotność powietrza powyżej 80%.

Tabela 1

Przebieg warunków pogodowych w Boninie w terminach badań

Termin obserwacji	Opady					Temperatura					Wilgotność							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1-7.06.	0,4	1,6	1,6	0,0	0,4	20,4	15,0	18,5	18,5	20,1	21,9	15,4	70,7	75,7	76,1	72,0	77,8	69,8
8-14.06.	43,0	21,4	21,4	0,8	15,4	14,6	14,2	13,0	13,4	20,0	21,0	16,5	79,0	82,6	82,6	72,6	81,0	82,5
15-22.06.	112,7	32,4	32,4	4	23,4	7,2	13,7	16,5	16,5	18,8	20,0	16,5	89,9	88,6	88,6	78,4	81,2	86,0
23-30.06.	24,8	27,0	27,0	15,8	0,0	21,2	14,4	19,8	19,7	18,0	21,8	19,6	91,3	83,0	71,2	84,0	74,2	67,3
1-7.07.	10,4	83,2	83,2	0,2	38,2	22,2	24,7	16,5	16,5	18,3	15,6	17,3	73,9	84,4	84,4	79,4	83,7	80,8
8-14.07.	16,6	58,0	58,0	51,2	16,4	37,0	15,4	17,6	17,6	18,8	17,7	15,2	84,9	88,7	88,7	92,4	85,8	80,0
15-22.07.	18,4	20,6	20,6	60,0	9,2	12,7	16,5	19,8	17,3	19,8	19,3	18,0	83,6	84,1	84,1	91,2	80,3	76,5
23-31.07.	55,6	33,4	33,4	2,0	1,4	12,0	15,5	21,5	19,1	23,8	22,7	17,3	87,4	99,0	87,9	83,8	82,5	77,0
1-7.08.	0,0	47,0	47,0	15,6	27,6	0,4	20,5	16,5	16,5	22,7	18,7	18,8	75,0	91,4	91,4	81,0	88,0	71,6
8-14.08.	12,8	6,2	7,0	1,0	28,2	0,0	21,1	15,2	15,2	21,5	18,5	22,5	80,6	85,3	85,3	64,8	85,9	68,0
15-22.08.	0,2	71,0	71,0	9,4	0,2	17,0	21,0	15,7	15,7	18,8	18,2	19,6	59,4	91,0	91,0	82,5	81,6	65,7
23-31.08.	14,4	14,4	14,4	12,0	40,0	71,2	18,9	18,6	18,5	16,7	22,4	14,5	75,2	84,0	84,0	84,2	74,2	87,3
1-7.09.	49,8	28,0	28,0	7,0	20,0	41,0	14,9	15,7	15,7	17,9	16,3	15,0	86,3	89,8	89,8	89,0	83,3	87,8
8-14.09.	9,2	0,8	0,6	2,6	71,8	0,2	14,2	19,1	19,1	15,9	14,6	15,4	86,4	86,6	86,6	84,6	91,2	70,1
15-22.09.	38,6	0,4	0,4	13,0	38,0	0,4	15,0	13,7	13,7	15,9	11,3	14,3	86,9	83,1	83,1	80,5	89,5	81,0
23-30.09.	1,2	3,4	3,4	25,6	58,4	20,0	10,5	13,4	11,8	10,6	12,9	14,5	91,0	83,4	74,1	84,2	97,2	89,6

Z analiz pięcioletnich badań dotyczących terminu występowania choroby na plantacjach ziemniaczanych w rejonach pasa północnego Polski wynika, że alternariozę najczęściej stwierdzano między 2. (9.07.) a 3. tygodniem lipca (19.07.). Potwierdzono również przypadki, jak w roku 2017, że pierwsze infekcje choroby notowano dopiero w sierpniu między 1. (4.08.) a 2. jego tygodniem (16.08.).

W cząstkowych opracowaniach dotyczących monitorowania sprawców alternariozy na plantacjach poszczególnych krajów europejskich potwierdzono infekcje (jak w Polsce) już w I dekadzie czerwca w Niemczech i Serbii, w II dekadzie lipca na terenie Francji, Danii, Szwecji i Włoch, a w sierpniu w uprawach w Norwegii.

Wyniki zebrane z doświadczeń polowych poszczególnych państw dostarczają danych na temat tempa rozwoju choroby na plantacji. W okresie od maja do czerwca patogen obejmował 20% powierzchni, w lipcu zainfekowanych było już 50% analizowanej uprawy, a w sierpniu zniszczeniu uległo ok. 60% zwłaszcza upraw w Niemczech czy Serbii (Schepers i in. 2019). Dane te potwierdzają, że patogen jest wciąż aktualnym problemem na plantacjach roślin psiankowatych, m.in. ziemniaka i pomidora.

W wyniku analiz mikroskopowych stwierdzono wyższe stężenie patogenicznych izolatów w miesiącach szczytowego okresu lata (w lipcu i sierpniu między 15.07. a 14.08.). W tym czasie odnotowano znaczny wzrost temperatury powietrza (średnia dobowa temperatura wynosiła 20°C), przy sumie opadów (średnio za okres 22,3 mm) zgromadzono najwięcej zarodników obu gatunków: *A.a.* – 25 694 izolaty (48%) i *A. s.* – 4479 izolatów (63%) w stosunku do cztero-miesięcznego okresu badań prowadzonych w sezonach wegetacyjnych.

O korzystnym wpływie wyższych temperatur na wzrost zarodnikowania sprawców alternariozy mówią m.in. Pscheidt i Stevenson (1988), Grinn-Gofroń i Strzelczak (2013), Gawińska-Urbanowicz i inni (2017) czy Vanhaverbeke i inni (2019). Według tych autorów rozwój infekcji i produkcja zarodników zachodzi w temperaturze z optimum ok. 20°C, czy jak donoszą ostatni z autorów, pozytywnie wpływa wilgotność powietrza ok.

80% oraz stan fizjologiczny rośliny gospodarza. Analizując pozostałe dane, stwierdzono, że wysyp zarodników w Boninie przebiegał tygodniowymi etapami, związanymi z panującymi w tym czasie warunkami pogodowymi. Aura sprzyjająca masowemu uwalnianiu zarodników konidialnych wystąpiła również między 15 a 30 czerwca oraz między 3. a 7. dniem września. W okresie tym na szkiełkach pułapkowych zebrano 8449 konidiów z rodzaju *Alternaria*: ponad 6% (3364 zarodniki) z gatunku *A. alternata* i 1% (244) świadczących o obecności *A. solani*. Natomiast podczas czerwcowej lustracji zebrano *A.a.* – 4470 izolatów (8,5%) i *A. s.* – 371 izolatów (1,5%). Podczas kumulacji zbioru odnotowano przedłużające się okresy opadów oraz temperaturę powietrza w granicach 17°C (tab. 1).

W poszczególnych tygodniach sezonu wegetacyjnego występowanie czynnika chorobotwórczego jest zmienne, jednak czas pozytywnych infekcji roślin i kumulacji zarodników jest ogólnie wartością stałą. Najwięcej zarodników konidialnych (analiza pięcioletnich wyników badań) zebrano w sierpniu (25 637 ogólnej liczby zarodników) i lipcu (18 754), później w ostatnim miesiącu wegetacji, czyli wrześniu (11 196), a najmniej w czerwcu (5435).

Sezon 2015 odznaczał się nadmierną wilgotnością względną powietrza, wynoszącą ok. 80% zwłaszcza w czerwcu, lipcu i wrześniu, większymi dobowymi opadami deszczu i temperaturą rzadko przekraczającą 20°C. Dni cieplejsze sprzyjały bardziej zarodnikowaniu gatunku *A. solani*, a obfitsze opady gatunkowi *A. alternata*. W przypadku *A. alternata* szczyty masowego zarodnikowania notowano w sezonie częściej (2-3 razy) i trwały one dłużej (nawet do 3 tygodni) aniżeli u *A. solani*. W zebranych próbach najwięcej zarodników gatunku *A. alternata* stwierdzono w lipcu i sierpniu, a zarodników *A. solani* w sierpniu i wrześniu (tab. 2).

W poszczególnych tygodniach czteromiesięcznych obserwacji w roku 2016 łączna liczba zarodników konidialnych schwytanych na taśmy pułpkowe wynosiła 17 514 (14 664 zarodniki *A. alternata* i 2546 *A. solani*). Liczba zarodników zmieniała się w zależności od terminu obserwacji. Najliczniej odławiano je między II dekadą lipca (18.07.)

a II dekadą sierpnia (14.08.). Stan pogody utrzymujący się w lipcu zwiększał koncentrację zarodników obu gatunków. Temperatura

powietrza powyżej 20°C i słabsze opady deszczu sprzyjały zwiększeniu natężenia badanych izolatów.

Tabela 2

Miesięczne analizy odłowionych populacji z rodzaju *Alternaria* w latach badań

Miesiąc	2015		2016		2017		2018		2019	
	<i>A.alt.</i>	<i>A.sol.</i>	<i>A.alt.</i>	<i>A.sol.</i>	<i>A.alt.</i>	<i>A.sol.</i>	<i>A.alt.</i>	<i>A.sol.</i>	<i>A.alt.</i>	<i>A.sol.</i>
Czerwiec	494	7	2016	153	318	17	274	15	2003	139
Lipiec	3697	226	5000	1655	1930	123	1495	56	4077	696
Sierpień	7083	2138	5916	778	3425	171	2154	72	2946	307
Wrzesień	2552	326	1935	61	1263	32	3918	329	794	6
	13826	2697	14867	2647	6936	343	7841	472	9820	1148

A. alt. – *Alternaria alternata*, *A. sol.* – *Alternaria solani*

Monitorowanie stężenia zarodników w sezonie 2017 przebiegało w mniej korzystnych warunkach pogodowych dla sprawców alternariozy. Podobnie jak w sezonie 2016 warunki meteorologiczne były zmienne. W czerwcu zanotowano najwięcej dni bez opadów, aż 20, a kolejne miesiące – lipiec, sierpień i wrzesień – charakteryzowały się skrajnym uwilgotnieniem ze średnią dobową opadów powyżej 3 mm. Średnia miesięczna

temperatura powietrza w tym okresie nie przekraczała 18°C, chociaż rejestrowano pojedyncze dni z temperaturą powyżej 21°C. Najcieplej było w czerwcu i sierpniu, a najchłodniej we wrześniu, zwłaszcza w ostatniej dekadzie, ze średnią dobową temperaturą 12°C. Łącznie w sezonie 2017 w Boninie zebrano 7279 zarodników, ponad 95% gatunku *A. alternata* i tylko 5% świadczących o obecności *A. solani* (tab. 3).

Tabela 3

Stężenie zarodników *Alternaria* odławianych w sezonie wegetacyjnym (2015-2019)

Termin obserwacji	Liczba zarodników									
	2015		2016		2017		2018		2019	
	<i>A. alt.</i>	<i>A. sol.</i>	<i>A. alt.</i>	<i>A. sol.</i>	<i>A. alt.</i>	<i>A. sol.</i>	<i>A. alt.</i>	<i>A. sol.</i>	<i>A. alt.</i>	<i>A. sol.</i>
1-7.06.	46	0	544	51	78	4	9	0	77	0
8-14.06.	63	1	380	9	70	4	15	3	459	15
15-22.06.	167	2	421	29	113	7	128	11	1160	111
23-30.06.	218	4	671	64	57	2	122	1	307	13
Suma	494	7	2016	153	318	17	274	15	2003	139
1-7.07.	496	19	581	123	160	7	87	0	412	42
8-14.07.	655	34	517	44	437	56	150	0	950	145
15-22.07.	1029	61	1075	304	699	40	355	17	1235	289
23-31.07.	1517	112	2827	1184	634	20	903	39	1450	220
Suma	3697	226	5000	1655	1930	123	1495	56	4077	696
1-7.08.	1583	312	2834	525	1548	108	543	20	760	111
8-14.08.	2422	723	1880	197	761	23	266	1	1373	173
15-22.08.	1815	631	1034	47	470	20	250	3	309	12
23-31.08.	1263	472	168	9	646	20	1095	48	504	11
Suma	7083	2138	5916	778	3425	171	2154	72	2946	307
1-7.09.	1031	255	1272	47	743	11	931	53	493	5
8-14.09.	817	30	340	9	208	11	1642	183	143	1
15-22.09.	536	38	252	5	121	4	878	70	124	0
23-30.09.	148	3	71	0	191	6	467	23	34	0
Suma	2552	326	1935	61	1263	32	3918	329	794	6

A. alt. – *Alternaria alternata*, *A. sol.* – *Alternaria solani*

Sprzyjające warunki pogodowe dla masowego uwalniania zarodników konidialnych wystąpiły między 29 lipca a 13 sierpnia oraz od 26 sierpnia do 7 września. W tym czasie zebrano 5031 zarodników *A. alternata* i 202 *A. solani*. Pogoda wówczas służyła koncentracji zarodników obu gatunków, średnia dobowo temperatura oscylowała w granicach 20°C, a przemienne opady deszczu dodatkowo wzmacniały zarodnikowanie *A. solani*.

W sezonie wegetacyjnym 2018 łączna liczba zarodników w terminie intensywnego nalotu wynosiła 8313. Najwyższe stężenie sprawców choroby rejestrowano między 28 lipca a 10 września, czyli 72% ogólnych zbiorów grzyba. W tym czasie występowały korzystne warunki meteorologiczne, przemienne opady deszczu (średnia 7 mm) i wyższe dobowe temperatury (21°C), które sprzyjały zarodnikowaniu patogenów. Pogoda sprzyjała występowaniu gatunku *A. alternata* (tab. 3). W czerwcu obserwowano najniższe ilości opadów oraz temperatury powietrza (w granicach 19°C). Korzystniejsze warunki dla występowania zarodników odnotowano w lipcu, a szczególnie w końcu dekad, wtedy średnia temperatura powietrza graniczyła z 22°C, a przemienne występujące opady deszczu sprzyjały nasilaniu się zarodników *A. solani*. Natomiast stan pogody utrzymujący się w sierpniu zwiększał koncentrację zarodników obu gatunków. Jednak najliczniej zarodniki *Alternaria* odławiano między II dekadą lipca (28.07.) a I dekadą września (10.09.). Przez ten czas łącznie zebrano 5630 zarodników *A. alternata* (68% ogólnych zbiorów tej grupy grzybów) i 347 *A. solani* (73%). Druga połowa września była mniej sprzyjającym czasem dla uwalniania się zarodników workowych.

W analizowanym sezonie 2019 wzrost stężenia zarodników notowano o 10 dni wcześniej w stosunku do lat 2015 i 2016 i o 5 w porównaniu z 2017 i 2018. Sprzyjające warunki pogodowe dla masowego uwalniania zarodników workowych notujemy przez pierwsze trzy miesiące (czerwiec – sierpień), które według danych literatury uznaje się za szczególnie sprzyjające rozwojowi patogenu. Najwięcej ich wystąpiło między 15. a 22. dniem czerwca, w lipcu przez cały miesiąc notowano cotygodniowe wzrosty liczebności, a ich szczyt natężenia wystąpił między 19. a

31. dniem lipca (tab. 3). W tym czasie dobowo, łączna liczba zarodników konidialnych schwytych na taśmy pułapkowe wynosiła ok. 180. W sierpniu warunki pogodowe (temperatura powietrza powyżej 18°C, opady średnio 27 mm i wilgotność względna 87%) szczególnie sprzyjały rozprzestrzenianiu się zarodników w pierwszych dwóch tygodniach miesiąca, a we wrześniu w jego pierwszym tygodniu.

Rok 2020 był sezonem bardzo zmiennych warunków pogodowych, począwszy od wiosennej suszy, po przygruntowe przymrozki oraz dobowe zmienne natężenia opadów czy dni z temperaturą powietrza między 14 a 23°C w miesiącu, które naprzemiennie wpływały na liczebność zarodników z rodzaju *Alternaria*. Najwięcej ich zebrano w sierpniu, obu gatunków, a we wrześniu głównie zarodniki *A. solani*.

Niezależnie od sezonu wegetacyjnego początkowa koncentracja zarodników *Alternaria* w powietrzu była niska. Wynika to z czasowej odporności młodych roślin oraz braku dostatecznej ilości zamierających tkanek liści, na których następuje produkcja materiału infekcyjnego (Rotem 1994). Miesięczne sumy zarodników, jak też ich maksymalne stężenie były najwyższe w sierpniu i niewiele niższe w lipcu. Wysokie stężenie zarodników *Alternaria* odnotowano także na początku września. Stężenie zarodników było wyższe w czasie dojrzewania roślin i w czasie zbioru. Termin największego nasilenia występowania zarodników był podobny we wszystkich latach badań i trwał od III dekad lipca do I dekad września.

Generalnie w zebranych próbach dominował gatunek *A. alternata* (88% ogólnych zbiorów zarodników konidialnych schwytych na taśmy pułapkowe) i 12% zarodników *A. solani* (tab. 2). Coroczne ekspertyzy przeprowadzane w krajach Europy Zachodniej przez grupę specjalistów od ochrony ziemniaka zajmującą się alternariozą w uprawach ziemniaka są zbieżne i potwierdzają wyniki badań własnych prowadzonych w Boninie nad terminami pojawiania się i rozwoju sprawców tej choroby (Schepers i in. 2017, 2019).

Prowadzone badania dostarczają danych do opracowania modelu rozwoju patogenów dla potrzeb tworzenia systemów wspomagających

jących podejmowanie decyzji w ochronie i polepszania jej skuteczności w ograniczaniu rozwoju alternariozy. Europejska inicjatywa Euroblight monitorująca problem zdrowotny plantacji ziemniaka w Europie ma na celu współpracę w zakresie wymiany wiedzy, wypracowania nowego spojrzenia na epidemiologię i diagnostykę. Te informacje umożliwiają bardziej ukierunkowane wykorzystanie fungicydów i pomagają hodowcom wybrać odmiany ziemniaka o odpowiednim poziomie odporności.

Literatura

1. **Abuley I. K. 2019.** Integrating cultivar resistance into a disease model for controlling early blight (*Alternaria solani*). [In:] Special Report no. 19 (H. T. A. M. Schepers, ed.). Appl. Plant Res. Wageningen, WPR 954: 63-67;
2. **Adolf B., Leiminger J., Volz A., Metz N., Klaus A., Livic A., Chaluppa N., Hausladen H. 2017.** Prevalence of QoI and SDHI fungicide resistance in *Alternaria solani* – the situation in Germany. [In:] Special Report no. 18 (H.T. A. M. Schepers, ed.). Appl. Plant Res. Wageningen, PAGV 747:91-98;
3. **Belosokhov A. F., Bela G. L., Chudinova E. M., Kokaeva L. Yu., Elansky S. N. 2017.** *Alternaria* spp. and *Colletotrichum coccodes* in potato leaves with early blight symptoms. [In:] Special Report no. 18 (H. T. A. M. Schepers, ed.). Appl. Plant Res. Wageningen, PAGV 747: 181-190;
4. **Dang H. X., Pryor B., Peever T., Lawrence C. B. 2015.** The *Alternaria* genomes database: a comprehensive resource for a fungal genus comprised of saprophytes, plant pathogens, and allergenic species. – BMC Genomics 16(1): 239;
5. **Gawińska-Urbanowicz H., Łozowska A., Osowski J. 2017.** Występowanie zarodników grzybów z rodzaju *Alternaria* w sezonach wegetacyjnych 2013-2016. – Ziemn. Pol. 4: 33-38;
6. **Grinn-Gofroń A., Strzelczak A. 2013.** Changes in concentration of *Alternaria* and *Cladosporium* spores during summer storms. – Int. J. Biometeorol. 57(5): 759-768;
7. **Gudmestad N. C., Arabiat S., Miller J. S., Pasche J. S. 2013.** Prevalence and Impact of SDHI fungicide resistance in *Alternaria solani*. – Plant Dis. 97(7): 952-960;
8. **Hirst J. M. 1952.** An automatic volumetric spore trap. – Ann. Appl. Biol. 39: 257-265;
9. **Leiminger J., Bahnweg G., Hausladen H. 2014.** Differentiation of *Alternaria* species and quantification of disease development using real-time PCR. [In:] Special Report no. 16 (H.T. A. M. Schepers, ed.). Appl. Plant Res., Wageningen UR, PPO 568: 189-194;
10. **Pscheidt J. W., Stevenson W. R. 1988.** The critical period for control of early blight (*Alternaria solani*) of potato. – Am. Potato J. 65: 425-438;
11. **Rotem J. 1994.** The Genus *Alternaria* Biology, Epidemiology and Pathogenicity. St. Paul, MN, USA, APS Press: 326 s.;
12. **Schepers H., Hausladen H., Hansen J. G. 2019.** Epidemics and control of early & late blight, 2017 & 2018 in Europe. [In:] Special Report no. 19 (H.T. A. M. Schepers, ed.). Appl. Plant Res. Wageningen, WPR 954: 11-33;
13. **Schepers H., Lees A., Hansen J. G., Hausladen H. 2017.** Epidemics and control of early & late blight, 2015 & 2016 in Europe. [In:] Special Report no. 18 (H. T. A. M. Schepers, ed.). Appl. Plant Res. Wageningen, PAGV 747: 11-32;
14. **Vanhaverbeke P., Cornelissen K., De-meulemeester K., Landschoot S. 2019.** Towards a knowledge-based approach for an integrated control of *Alternaria* spp. in potatoes. [In:] Special Report no. 19 (H.T. A. M. Schepers, ed.). Appl. Plant Res. Wageningen, WPR 954: 99-104

Dziękujemy firmie Bayer Crop Science za udostępnienie wolumetrycznej pułapki Burkarda (Burkard Manufacturing), urządzenia wykorzystywanego w realizacji badań dla potrzeb zbiorowych opracowań prowadzących do eliminacji źródła choroby z plantacji ziemniaka.

