



Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie
Wydział Biotechnologii i Ogrodnictwa

Liliana Drzewiecka

Nr albumu: 857

**Grzyby w powietrzu atmosferycznym i na liściach roślin
zielarskich uprawianych w Ogrodzie Roślin Leczniczych
Wydziału Farmaceutycznego Collegium Medicum
Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie**

**Fungi in the atmospheric air and on the leaves of herbal plants cultivated
in the Medicinal Plants Garden of the Faculty of Pharmacy of Collegium Medicum
of the Jagiellonian University in Krakow**

Rozprawa doktorska
na kierunku Ogrodnictwo

Praca wykonana pod kierunkiem
prof. dr hab. inż. Marii Kowalik
Katedra Botaniki, Fizjologii i Ochrony Roślin

Kraków, 2023

Składam serdeczne podziękowania
Pani Promotor Prof. dr hab. inż. Marii Kowalik
za pomoc i zaangażowanie
w trakcie prowadzenia badań oraz pisania pracy,
za ogromną wiarę we mnie, nieustanną mobilizację i cierpliwość,
a przede wszystkim za życzliwość i ciepło.

Spis treści

1. Wstęp.....	1
2. Przegląd literatury.....	3
2.1. Zanieczyszczenia mykologiczne powietrza atmosferycznego.....	3
2.2. Micromycetes bytujące na liściach roślin zielarskich.....	7
3. Badania własne.....	10
3.1. Cel pracy.....	10
3.1.1. Hipotezy badawcze.....	10
3.2. Materiał i metody.....	11
3.2.1. Opis obiektu badawczego.....	11
3.2.1.1. Lokalizacja stanowisk badawczych.....	12
3.2.2. Charakterystyka roślin objętych badaniami.....	14
3.2.3. Metodyka badań aeromykologicznych i porażonego materiału roślinnego.....	21
3.2.3.1. Izolacja i hodowla grzybów pozyskanych z powietrza atmosferycznego stanowisk badawczych.....	21
3.2.3.2. Izolacja i hodowla grzybów zasiedlających porażone żywe i opadłe liście badanych roślin.....	23
3.2.3.3. Obliczenia zastosowane w badaniach.....	24
4. Wyniki.....	26
4.1. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym i na liściach roślin zielarskich w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017.....	26
4.1.1. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym nad roślinami zielarskimi uprawianymi na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych w latach 2015-2017....	32
4.1.1.1. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym nad roślinami zielarskimi uprawianymi na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych w 2015 roku.....	34
4.1.1.2. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym nad roślinami zielarskimi uprawianymi na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych w 2016 roku.....	37
4.1.1.3. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym nad roślinami zielarskimi uprawianymi na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych w 2017 roku.....	39
4.1.2. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych w latach 2015 - 2017.....	41
4.1.2.1. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych w 2015 roku.....	43
4.1.2.2. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych w 2016 roku.....	45
4.1.2.3. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych w 2017 roku.....	46
4.1.3. Micromycetes wyizolowane z roślin zielarskich uprawianych na kwaterach Ogródu Roślin Leczniczych w latach 2015 - 2017.....	48
4.1.3.1. Micromycetes wyizolowane z roślin zielarskich uprawianych na kwaterach Ogródu Roślin Leczniczych w 2015 roku.....	50
4.1.3.2. Micromycetes wyizolowane z roślin zielarskich uprawianych na kwaterach Ogródu Roślin Leczniczych w 2016 roku.....	51

4.1.3.3. Micromycetes wyizolowane z roślin zielarskich uprawianych na kwaterach Ogrodu Roślin Leczniczych w 2017 roku.....	53
4.1.3.4. Micromycetes wyizolowane z bazylii pospolitej <i>Ocimum basilicum</i> L. uprawianej na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych w latach 2015-2017...	55
4.1.3.5. Micromycetes wyizolowane z lawendy wąskolistnej <i>Lavendula angustifolia</i> L. uprawianej na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych w latach 2015-2017.....	56
4.1.3.6. Micromycetes wyizolowane z melisy lekarskiej <i>Melissa officinalis</i> L. uprawianej na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych w latach 2015-2017...	57
4.1.3.7. Micromycetes wyizolowane z mięty pieprzowej <i>Mentha piperita</i> L. uprawianej na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych w latach 2015-2017...	59
4.1.3.8. Micromycetes wyizolowane z szafwii lekarskiej <i>Salvia officinalis</i> L. uprawianej na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych w latach 2015-2017...	60
4.1.4. Micromycetes wyizolowane z roślin zielarskich uprawianych w szklarni Ogrodu Roślin Leczniczych w latach 2015-2017.....	62
4.1.4.1. Micromycetes wyizolowane z roślin zielarskich uprawianych w szklarni Ogrodu Roślin Leczniczych w 2015 roku.....	63
4.1.4.2. Micromycetes wyizolowane z roślin zielarskich uprawianych w szklarni Ogrodu Roślin Leczniczych w 2016 roku.....	65
4.1.4.3. Micromycetes wyizolowane z roślin zielarskich uprawianych w szklarni Ogrodu Roślin Leczniczych w 2017 roku.....	66
4.1.4.4. Micromycetes wyizolowane z liści balsamowca mirra <i>Commiphora habessinica</i> (Berg) Engler uprawianego w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych w latach 2015-2017.....	68
4.1.4.5. Micromycetes wyizolowane z liści eukaliptusa gałkowego <i>Eucalyptus globulus</i> Labill. uprawianego w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych w latach 2015-2017.....	69
4.1.4.6. Micromycetes wyizolowane z liści granatu właściwego <i>Punica granatum</i> L. uprawianego w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych w latach 2015-2017	71
4.1.4.7. Micromycetes wyizolowane z liści myszopłochu kolczastego <i>Ruscus aculeatus</i> L. uprawianego w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych w latach 2015-2017.....	72
4.1.4.8. Micromycetes wyizolowane z liści oliwki europejskiej <i>Olea europaea</i> L. uprawianego w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych w latach 2015-2017.....	74
4.2. Współczynniki podobieństwa zbiorowisk Micromycetes pomiędzy poszczególnymi obiektami Ogrodu Roślin Leczniczych w latach 2015-2017.....	75
4.2.1. Współczynnik podobieństwa zbiorowisk Micromycetes pozyskanych z powietrza atmosferycznego nad kwaterami i w szklarni Ogrodu Roślin Leczniczych w latach 2015-2017.....	75
4.2.2. Współczynnik podobieństwa zbiorowisk Micromycetes pozyskanych z powietrza atmosferycznego nad kwaterami i z liści roślin na kwaterach Ogrodu Roślin Leczniczych.....	77
4.2.3. Współczynnik podobieństwa zbiorowisk Micromycetes pozyskanych z powietrza atmosferycznego nad kwaterami i z liści roślin w szklarni Ogrodu Roślin Leczniczych.....	78

4.2.4. Współczynnik podobieństwa zbiorowisk Micromycetes pozyskanych z powietrza atmosferycznego w szklarni i liści roślin zielarskich na kwaterach Ogrodu Roślin Leczniczych.....	79
4.2.5. Współczynnik podobieństwa zbiorowisk Micromycetes pozyskanych z powietrza atmosferycznego w szklarni i liści roślin zielarskich w szklarni Ogrodu Roślin Leczniczych.....	80
4.2.6. Współczynnik podobieństwa zbiorowisk Micromycetes pozyskanych z liści roślin zielarskich uprawianych na kwaterach i w szklarni Ogrodu Roślin Leczniczych	81
5. Dyskusja.....	82
6. Wnioski.....	90
7. Streszczenie.....	91
8. Abstract.....	93
9. Bibliografia.....	95

Spis rycin i tabel

Ryc. 1. Ogród Roślin Leczniczych im. prof. Mariana Koczwały Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w 2002 roku	12
Ryc. 2. Rośliny zielarskie na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych.....	12
Ryc. 3. Rośliny egzotyczne na stołach w szklarni Ogródu Roślin Leczniczych	13
Ryc. 4. Pomieszczenia A i B szklarni Ogródu Roślin Leczniczych	13
Ryc. 5. Bazylia pospolita <i>Ocimum basilicum</i> L.	14
Ryc. 6. Lawenda wąskolistna <i>Lavendula angustifolia</i> L.	15
Ryc. 7. Melisa lekarska <i>Melissa officinalis</i> L.	16
Ryc. 8. Mięta pieprzowa <i>Mentha piperita</i> L.	17
Ryc. 9 . Szałwia lekarska <i>Salvia officinalis</i> L.	17
Ryc. 10. Balsamowiec mirra <i>Commiphora habessinica</i> (Berg) Engler	18
Ryc. 11. Eukaliptus gałkowy <i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	19
Ryc. 12. Granat właściwy <i>Punica granatum</i> L.	19
Ryc. 13. Myszopłoch kolczasty <i>Ruscus aculeatus</i> L.	20
Ryc. 14. Oliwka europejska <i>Olea europaea</i> L.	21
Ryc. 15. Kolonie Micromycetes pozyskane z powietrza atmosferycznego w szklarni Ogródu Roślin Leczniczych	22
Ryc. 16. Liście myszopłochu kolczastego <i>Ruscus aculeatus</i> L. z widocznymi zmianami chorobowymi	23
Ryc. 17. Laboratorium Katedry Botaniki, Fizjologii i Ochrony Roślin Wydziału Biotechnologii i Ogrodnictwa Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie.....	24

Tabela 1. Liczebność Micromycetes wyodrębnionych z powietrza atmosferycznego i roślin zielarskich w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017.....	26
Tabela 2. Liczebność gatunków Micromycetes wyodrębnionych z powietrza atmosferycznego i roślin zielarskich w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017.....	27
Tabela 3. Liczebność i stałość występowania gatunków Micromycetes wyodrębnionych z powietrza atmosferycznego i roślin zielarskich w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017.....	27
Tabela 4. Porównanie nazw gatunkowych grzybów według kluczy mykologicznych i Index Fungorum (dostęp marzec 2023).....	30
Tabela 5. Liczebność, frekwencja, stałość występowania Micromycetes w powietrzu atmosferycznym nad roślinami zielarskimi uprawianymi na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017.....	33
Tabela 6. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym nad roślinami zielarskimi uprawianymi na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w 2015 roku.....	35
Tabela 7. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym nad roślinami zielarskimi uprawianymi na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w 2016 roku.....	37
Tabela 8. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym nad roślinami zielarskimi uprawianymi na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w 2017 roku.....	39
Tabela 9. Liczebność, frekwencja, stałość występowania Micromycetes w powietrzu atmosferycznym w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017.....	41
Tabela 10. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w 2015 roku.....	43
Tabela 11. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w 2016 roku.....	45
Tabela 12. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w 2017 roku.....	47
Tabela 13. Liczebność, frekwencja, stałość występowania Micromycetes na liściach roślin zielarskich uprawianych na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017.....	49
Tabela 14. Micromycetes wyizolowane z roślin zielarskich uprawianych na kwaterach Ogród Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w 2015 roku.....	50
Tabela 15. Micromycetes wyizolowane z roślin zielarskich uprawianych na kwaterach Ogród Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w 2016 roku.....	52

Tabela 16. Micromycetes wyizolowane z roślin zielarskich uprawianych na kwaterach Ogródu Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w 2017 roku.....	54
Tabela 17. Micromycetes wyizolowane z bazylii pospolitej <i>Ocimum basilicum</i> L. uprawianej na kwaterach w Ogródie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017.....	55
Tabela 18. Micromycetes wyizolowane z lawendy wąskolistnej <i>Lavendula angustifolia</i> L. uprawianej na kwaterach w Ogródie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017.....	57
Tabela 19. Micromycetes wyizolowane z melisy lekarskiej <i>Melissa officinalis</i> L. uprawianej na kwaterach w Ogródie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017.....	58
Tabela 20. Micromycetes wyizolowane z mięty pieprzowej <i>Mentha piperita</i> L. uprawianej na kwaterach w Ogródie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017.....	59
Tabela 21. Micromycetes wyizolowane z szalwii lekarskiej <i>Salvia officinalis</i> L. uprawianej na kwaterach w Ogródie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017.....	61
Tabela 22. Liczebność, frekwencja, stałość występowania Micromycetes na liściach roślin zielarskich uprawianych w szklarni w Ogródie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017.....	62
Tabela 23. Micromycetes wyizolowane z roślin zielarskich uprawianych w szklarni w Ogródie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w 2015 roku.....	64
Tabela 24. Micromycetes wyizolowane z roślin zielarskich uprawianych w szklarni w Ogródie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w 2016 roku.....	65
Tabela 25. Micromycetes wyizolowane z roślin zielarskich uprawianych w szklarni w Ogródie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w 2017 roku.....	67
Tabela 26. Micromycetes wyizolowane z liści balsamowca mirra <i>Commiphora habessinica</i> (Berg) Engler uprawianego w szklarni w Ogródie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017.....	68
Tabela 27. Micromycetes wyizolowane z liści eukaliptusa gałkowego <i>Eucalyptus globulus</i> Labill. uprawianego w szklarni w Ogródie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017.....	70
Tabela 28. Micromycetes wyizolowane z liści granatu właściwego <i>Punica granatum</i> L. uprawianego w szklarni w Ogródie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017.....	71
Tabela 29. Micromycetes wyizolowane z liści myszopłochu kolczastego <i>Ruscus aculeatus</i> L. uprawianego w szklarni w Ogródie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017.....	73
Tabela 30. Micromycetes wyizolowane z liści oliwki europejskiej <i>Olea europaea</i> L. uprawianego w szklarni w Ogródie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017.....	74

Tabela 31. Współczynnik podobieństwa zbiorowisk Micromycetes pozyskanych z powietrza atmosferycznego nad kwaterami i w szklarni Ogrodu Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie.....	76
Tab. 32. Współczynnik podobieństwa zbiorowisk Micromycetes pozyskanych z powietrza atmosferycznego nad kwaterami i z liści roślin na kwaterach Ogrodu Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie.....	77
Tab. 33. Współczynnik podobieństwa zbiorowisk Micromycetes pozyskanych z powietrza atmosferycznego nad kwaterami i z liści roślin w szklarni Ogrodu Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie.....	78
Tabela 34. Współczynnik podobieństwa zbiorowisk Micromycetes pozyskanych z powietrza atmosferycznego w szklarni i liści roślin zielarskich na kwaterach Ogrodu Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie.....	79
Tabela 35. Współczynnik podobieństwa zbiorowisk Micromycetes pozyskanych z powietrza atmosferycznego w szklarni i liści roślin zielarskich w szklarni Ogrodu Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie.....	80
Tabela 36. Współczynnik podobieństwa zbiorowisk Micromycetes pozyskanych z liści roślin zielarskich uprawianych na kwaterach i w szklarni Ogrodu Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie.....	81

1. Wstęp

Zioła od zawsze były powszechnym źródłem środków leczniczych, zarówno w formie tradycyjnych preparatów, jak i czystych form wyizolowanych związków. Dzięki różnorodnym właściwościom mają szerokie zastosowanie w przemyśle farmaceutycznym, spożywczym, spirytusowym, kosmetycznym, a także w gospodarstwie domowym [Iwaniuk 2010, Zalewska i Nurzyńska-Wierdak 2016, Zalewska i in. 2022].

Zainteresowanie wykorzystaniem roślin zielarskich jako leków oraz suplementów diety, z uwzględnieniem ich stanu zdrowotnego, znacznie wzrosło w ostatnim dwudziestoleciu [Rumińska 1983, Delamare i in. 2007, Golcz i Seidler-Łożykowska 2008, Emamghoreishi i Talebianpour 2009, Jankowska i Łozowicka 2021], stąd w założonym Ogrodzie Roślin Leczniczych Wydziału Farmaceutycznego Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie stworzono kolekcję ziół przydatnych w działalności naukowej, dydaktycznej i popularyzatorskiej.

Rośliny zielarskie, niezależnie od tego czy występują w warunkach naturalnych, czy hodowlanych, narażone są na wiele chorób, zarówno pochodzenia nieinfekcyjnego, jak i infekcyjnego. W obu przypadkach występowanie choroby zmniejsza ich właściwości lecznicze, obniża walory dekoracyjne, powoduje straty w uprawie i prowadzi do dyskwalifikacji surowców leczniczych [Rumińska 1991, Machowicz-Stefaniak i in. 2002a, Machowicz-Stefaniak i in. 2002b, Machowicz-Stefaniak i Zalewska 2004, Zalewska i Machowicz-Stefaniak 2004, Frużyńska-Jóźwiak i Andrzejak 2007, Kowalik 2013, Zalewska i in. 2013, Zalewska 2016]. Najczęściej występujące choroby grzybowe na roślinach leczniczych to: rdze wywołane m.in. przez grzyby rodzaju *Puccinia*, szara pleśń - *Botrytis cinerea*, cercosporoza - *Cercospora* spp., alternarioza - *Alternaria* spp., septorioza *Septoria* spp. oraz fuzarioza *Fusarium* spp. [Mazur i Szczeponek 2005, Jadczyk i Pizoń 2017, Wilkos i in. 2022].

Szczególnie szkodliwe jest zasiedlanie ziół przez grzyby toksynotwórcze i nekrotroficzne, ponieważ obumieranie tkanek następuje w wyniku działania enzymów, mykotoksyn i substancji nekrogenicznych szkodliwych dla ludzi [Chełkowski 2012, Pyrri i in. 2020, Belizario i in. 2021]. Mykotoksyny to grupa około 400 toksycznych metabolitów wtrórnich wytwarzanych przez grzyby, takich rodzajów jak: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* czy *Alternaria* [Selwet 2010, Zain 2011]. Mykotoksyny po spożyciu, wdychaniu lub wchłonięciu przez skórę powodują choroby u ludzi i śmierć zwierząt [Binder i in. 2007, Gajęcka i in. 2009, Kumar i in. 2021, Espinosa i in. 2022].

W wielu opracowaniach udowodniono, że propagule grzybów znajdujące się w powietrzu atmosferycznym, a traktowane jako źródło zanieczyszczenia powietrza, są pierwotnym źródłem infekcji dla roślin rolniczych i ogrodniczych w uprawie polowej, dla roślin ozdobnych w terenach miejskich i arboretach, dla warzyw w magazynach przechowalniczych, dla grzybów uprawnych w pieczarkarniach [Bonio i Duda 2014, Duda-Franiak i Kowalik 2015, Ukłańska-Pusz i in. 2015, Duda-Franiak i in. 2016, Micek i Kowalik 2017, Kowalik i Bonio 2018, Kwiatkowska 2018].

W literaturze przedmiotu znaleziono nieliczne doniesienia naukowe i wyniki badań dotyczące wpływu propagul grzybów strzępkowych Micromycetes z powietrza atmosferycznego na zdrowotność ziół. Z tego względu podjęto badania dotyczące oceny występowania grzybów strzępkowych w powietrzu atmosferycznym Ogrodu Roślin Leczniczych Wydziału Farmaceutycznego Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie oraz zbadania ich wpływu na zdrowotność wybranych roślin zielarskich z rodziny jasnotowate Lamiaceae: bazylija pospolita *Ocimum basilicum* L., lawenda wąskolistna *Lavendula angustifolia* L., melisa lekarska *Melissa officinalis* L., mięta pieprzowa *Mentha piperita* L. i szałwia lekarska *Salvia officinalis* L. uprawianych na kwaterach. Badaniami objęto egzotyczne rośliny lecznicze z rodzin: osoczynowate Burseraceae - balsamowiec mirra *Commiphora habessinica* (Berg) Engler, mirtowate Myrtaceae - eukaliptus gałkowy *Eucalyptus globulus* Labill., krwawnicowate Lythraceae - granat właściwy *Punica granatum* L., szparagowate Asparagaceae - myszopłoch kolczasty *Ruscus aculeatus* L. oraz oliwkowate Olaceae - oliwka europejska *Olea europaea* L. hodowanych w warunkach szklarniowych.

Głównym celem badań było poznanie oraz porównanie składu gatunkowego i ilościowego zbiorowisk Micromycetes w powietrzu atmosferycznym i na roślinach zielarskich oraz wskazanie zagrożenia w stosunku do roślin leczniczych.

W niniejszej pracy został przedstawiony skład zbiorowisk Micromycetes znajdujących się w powietrzu atmosferycznym i na wybranych dziesięciu roślinach leczniczych znajdujących się na kwaterach oraz w szklarni Ogrodu Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie.

Badania te powinny przyczynić się do monitorowania upraw zielarskich i stanowić podstawę do badań ekologicznych.

2. Przegląd literatury

2.1. Zanieczyszczenia mykologiczne powietrza atmosferycznego

Istnieje coraz więcej dowodów na to, że atmosfera jest wysoce bioróżnorodnym środowiskiem [Womack i in. 2010, Gandolfi i in. 2013]. Rozprzestrzenianie się propagul większości organizmów osiadłych, takich jak rośliny, bakterie i grzyby, polega na przemieszczaniu się powietrza, chociaż niektóre mikroorganizmy mogą wykorzystywać zawieszane cząsteczki powietrza jako główne siedlisko [Côté i in. 2008, Klein i in. 2016]. Badania wykazują, że różnorodność biologiczna atmosfery jest szczególnie wysoka w przypadku mikroorganizmów grzybowych i bakteryjnych oraz że zbiorowiska powietrzne nie są jednorodne geograficznie ani czasowo [Fierer i in. 2007, Fröhlich-Nowoisky i in. 2009, Bowers i in. 2010, Fagade i in. 2023].

Aeromykologia jest jednym ze strategicznych kierunków aerobiologii, głównie ze względu na dominację grzybów w otaczającym powietrzu. Badania aeromykologiczne obejmują identyfikację źródeł, sposoby uwalniania, rozprzestrzeniania się, osadzania oraz wpływu zarodników grzybów na różne żywe organizmy [Tilak 2019].

Powietrze jest ważnym wektorem przenoszenia grzybów między organizmami, jednak jako mieszanina gazów samo w sobie nie może być medium sprzyjającym rozwojowi mikroorganizmów, bowiem nie zawiera składników odżywczych i nie posiada korzystnych warunków do ich rozwoju [Dynowska i Ejdys 1999, Chmiel i in. 2015]. Nie jest ono naturalnym środowiskiem rozwoju Micromycetes, jednak jest miejscem ich bytowania. W powietrzu występują one w postaci bioareozoli [Zimny 2007, Górny 2010], w formie zarodników sporangialnych i konidialnych, pojedynczych fragmentów grzybni i przetrwalników, które biernie unoszą się w powietrzu [Ejdys 2009, Gaska-Jędruch i Dudzińska 2009, Duda-Franiak i Kowalik 2015, Kowalik i Micek 2019]. Grzyby stanowią około 70% zanieczyszczeń biologicznych powietrza [Płaskowska i in. 2011]. Obecność propagul Micromycetes w powietrzu utożsamiana jest z zanieczyszczeniem mykologicznym, jednak należy uznać, że jest to środowisko naturalne dla ich życia, takie samo jak woda, gleba czy roślinność [Jędryczka 2014, Ziaee i in. 2018, Micek i Kowalik 2019].

Drobnoustroje znajdujące się w powietrzu atmosferycznym rozprzestrzeniają się wraz z pyłem zawieszonym PM10 i PM25 stanowiącym złożoną mieszaninę substancji organicznych i nieorganicznych, która posiada heterogeniczne właściwości fizyczne, chemiczne oraz termodynamiczne [Pastuszka i in. 2010, Majewski i in. 2011, Gao i in. 2017, Li i in. 2017].

Źródła mikrobiologicznego zanieczyszczenia powietrza można podzielić na źródła naturalne, takie, jak: woda, gleba, fyllosfera roślin, rozkładająca się materia organiczna, oraz antropogeniczne: gospodarstwa rolne, kompostownie, fermy hodowlane, ruch samochodowy. Czynniki wpływającymi na liczbę i skład powietrza są między innymi: rodzaj źródła emisji, ilość emisji drobnoustrojów i ich przeżywalność w określonych warunkach, a także pory roku [Barabasz i in. 2007, Kummer i Thiel 2008, Russel i Paluchowska-Święcka 2008, Breza-Boruta 2010, Flannigan i in. 2011, Hameed i in. 2012, Kiliszczuk i in. 2013]. W okresach umiarkowanie wysokiej temperatury, podwyższonej wilgotności oraz małego

nasłonecznienia, drobnoustroje znajdujące się w aerozolu biologicznym długo zachowują żywotność. W formie przetrwalnikowej mogą pozostawać w powietrzu atmosferycznym do kilkunastu tygodni [Kołwzan i in. 2005]. Obecność barwników ochronnych oraz grubej chitynowej ściany komórkowej zapewnia zarodnikom zabezpieczenie przed szkodliwym działaniem promieni UV oraz wysuszeniem [Szember 2001]. Maksymalna liczebność jednostek tworzących kolonie *Micromycetes* w powietrzu występuje w czasie rozpoczęcia procesu sezonowego rozkładu materiału roślinnego, czyli wczesną wiosną oraz późnym latem [Weryszko-Chmielewska 2007].

Różnorodność gatunkowa *Micromycetes* w powietrzu atmosferycznym, ilość oraz jakość bioareozolu grzybowego jest ściśle związana ze środowiskiem zewnętrznym [Ukhanova i Bogomolowa 2015]. W określaniu składu gatunkowego *Micromycetes* znajdujących się w powietrzu, duże znaczenie ma miejsce oraz termin badań. Liczne doniesienia literaturowe wskazują na występowanie propagul grzybów na terenach wiejskich, jak i silnie zurbanizowanych [Chakraborty i in. 2003, Kasprzyk i Worek 2006, Oliveira i in. 2009, Grinn-Gofroń 2011, Duda-Franiak i in. 2016]. W porównaniu ze środowiskami ziemskimi, atmosfera została uznana za znacznie bardziej jednorodną. W szczególności uważano wcześniej, że mikroorganizmy nie są ograniczane na skutek rozprzestrzeniania się [Baas-Becking 1934]. Obecne badania wykazują, że zbiorowiska drobnoustrojów mają również strukturę przestrzenną [Green i in. 2004, Martiny 2006] nawet w środowisku powietrza [Barberán i in. 2015, Abrego i in. 2018]. Abrego i in. [2020] wykazali w badaniach, że liczebność gatunkowa grzybów w powietrzu miejskim jest mniejsza niż w powietrzu wiejskim i jest ustrukturyzowana oraz, że powietrzne zbiorowiska grzybów różnią się znacznie już w małych skalach przestrzennych.

W literaturze podano, że niezależnie od szerokości geograficznej czy wysokości nad poziomem morza, w bioareozolu szczególnie często występują grzyby należące do rodzaju *Alternaria* i *Cladosporium*, których źródłem jest najczęściej środowisko rolnicze [Jędryczka 2014, Pusz i in. 2015].

Grzyby rodzaju *Alternaria* są saprofitami [Woudenberg i in. 2015] wszechobecnymi, występującymi w wodzie, glebie, powietrzu oraz na rozkładającej się materii [Thomma 2003, Nowicki i in. 2012]. Zarodniki znajdujące się w bioareozolu mogą przemieszczać się na znaczne odległości dzięki czynnikom atmosferycznym, przede wszystkim ruchom powietrza. Badania nad wielkością stężenia zarodników rodzaju *Alternaria* prowadzono w różnych rejonach geograficznych oraz strefach klimatycznych [Corden i in. 2003, Grinn-Gofroń i Rapiejko 2009; Sabariego i in. 2012, Skjøth i in. 2012, Skjøth i in. 2016, Olsen i in. 2020]. Największe stężenie zarodników rodzaju *Alternaria* stwierdzono w miesiącach letnich [Mędreła-Kuder 2005; Rapiejko 2006; Rizzi-Longo i in. 2009, Recio i in. 2012, Anees-Hill i in. 2022]. Wysoka liczebność zarodników w powietrzu atmosferycznym jest skorelowana ze wzrostem średnich temperatur [Rodriguez-Rajo i in. 2005, Erkara i in. 2008, Tormo Molina i in. 2013, Ianovici 2016] oraz ze wzrostem wilgotności względnej [Şakiyan i İnceoğlu 2003, Quintero i in. 2010, Apangu i in. 2020]. Udział rodzaju *Alternaria* w powietrzu może zmieniać się radykalnie wraz ze zjawiskami pogodowymi [Grinn-Gofroń i Strzelczak 2013, Hanson i in. 2022].

Wysoki stopień nasycenia bioareozolu wykazują propagule rodzaju *Cladosporium*. Jako organizmy kosmopolityczne występują powszechnie na różnych szerokościach geograficznych [Peternel i in. 2004, Zoppas i in. 2011, Ogórek i in. 2012] i wysokościach [Pepeljnjak i Šegvič 2003, Klarič i Pepeljnjak 2006, Magyar i in. 2012, Pusz i in. 2017]. Autorzy podają, że zachodzą duże sezonowe wahania liczebności zarodników *Cladosporium* w powietrzu atmosferycznym, a największe stężenie ilości jednostek koloniotwórczych występuje w okresie letnim [Kurkela 1997, Priyamvada i in. 2017]. Uwalnianie zarodników zachodzi w czasie suchych i wietrznych dni, najczęściej w godzinach popołudniowych [Lipiec i in. 2007, Gajo i in. 2010, Sadyś 2017], co wskazuje na ujemną korelację pomiędzy wilgotnością względną a ilością zarodników w powietrzu [Şen i Asan 2001, Kaplan i Özdoğan 2014].

Wysoki odestek zarodników pozyskanych z bioareozolu należy do rodzajów *Aspergillus* i *Penicillium* [Mędreła-Kuder 2003, Haas i in. 2013, Ghajari i in. 2015]. Rodzaj *Aspergillus* występuje w glebie, na roślinach i ich szczątkach oraz w powietrzu atmosferycznym w regionach umiarkowanych i tropikalnych [O'Gorman i Fuller 2008, Oliveira i in. 2009, Liu i in. 2021]. Grzyby rodzaju *Aspergillus* występują w zakresie temperatur 20-26°C [Paulussen i in. 2017], jednak niektóre gatunki, jak *A. fumigatus*, wykazują wzrost w temperaturze powyżej 50°C [Alshareef i Robson 2014]. Wysoka ilość spor *Aspergillus* w bioareozolu wiąże się ze wzrostem temperatury oraz wilgotności powietrza [Guinea i in. 2006, Fragoła i in. 2021]. Zarodniki *Aspergillus* są obecne w powietrzu atmosferycznym przez cały rok, ale najwyższa ich liczebność jest odnotowywana późnym latem oraz w miesiącach jesiennych i zimowych [Padmanabhan i Nayar 2004, Millington i Corden 2005, Pakpour i in. 2015, Lu i in. 2022].

Rodzaj *Penicillium* dominuje w rejonach klimatu umiarkowanego oraz tropikalnego [Rosas i in. 1993, Jędryczka 2014, Antón i in. 2019, Akila i in. 2020, Almaguer i in. 2021]. W bioareozolu występuje przez cały rok [Khattab i Levetin 2006]. Najwyższą liczebność jednostek koloniotwórczych na terenach otwartych odnotowuje się wiosną i latem [Mazurkiewicz-Zapałowicz i in. 2016], natomiast w pomieszczeniach zamkniętych jesienią i zimą [Al-Subai 2002, Mędreła-Kuder 2005, Abu-Dieyeh 2010].

Grzyby rodzaju *Fusarium* występujące w powietrzu atmosferycznym należą do jednych z groźniejszych patogenów roślin [Płaskowska 2010] i obejmują swym zasięgiem różne strefy klimatyczne [Kuzdrałiński i in. 2014]. Warunki najbardziej sprzyjające rozwojowi *Fusarium* spp. występują w klimacie umiarkowanym [Suchorzyńska i Misiewicz 2009, Funnell-Harris i Pedersen 2011], jednak badania wykazały występowanie również w rejonach tropikalnych, pustynnych oraz arktycznych [Nelson i in. 1994, Carter i in. 2002, Wang i in. 2022]. Grzyby rodzaju *Fusarium* występują w dużym nasileniu w latach ciepłych i wilgotnych, o wysokich opadach. Największą koncentrację zarodników odnotowuje się w miesiącach letnich [Bonio i Duda 2014]. Wysoka liczebność struktur grzybów rodzaju *Fusarium* jest skorelowana z wysoką temperaturą oraz wilgotnością powietrza powyżej 85-90% [Champeil i in. 2004].

W badaniach nad bioareozolem wykazano obecność grzybów należących do rodzajów: *Botrytis*, *Epicoccum* i *Ganoderma* [Kasprzyk i in. 2004; Kasprzyk 2006, Kasprzyk

i Konopińska 2006; Grinn-Gofroń i Strzelczak 2011, Sadyś i in. 2014]. Często notowane w powietrzu atmosferycznym są także grzyby rodzajów: *Sclerotinia*, *Puccinia*, *Ustilago*, *Melampsora*, *Drechslera*, *Didymella*, *Gliocladium*, *Leptosphaeria* i *Verticillium* [Jędrzycka 2014, Grinn-Gofroń i Bosiacka 2015, Rodriguez-Gomez 2020].

Propagule Micromycetes znajdują się również w powietrzu atmosferycznym obiektów zamkniętych, gdzie są mniej narażone na działanie czynników atmosferycznych czy promieni UV, dlatego też ich okres przeżycia jest dłuższy, liczba nie podlega sezonowym wahaniom tak jak ma to miejsce na przestrzeniach otwartych, a ich skład gatunkowy jest stabilniejszy. Grzyby należące do rodzajów *Aspergillus*, *Cladosporium* i *Penicillium* są najczęściej występującymi w bioareozolu pomieszczeń zamkniętych [Ejdys 2009, Płaskowska i in. 2011, Karmakar i in. 2020, Sanchez Espinosa i in. 2022]. Grzyby te wraz z grzybami rodzaju *Alternaria* są ważnym źródłem cząsteczek alergenów [Fukutomi i Taniguchi 2015]. W pomieszczeniach użyteczności publicznej, takich, jak: sale wykładowe, domy studenckie, pomieszczenia laboratoryjne, szpitale oraz w mieszkaniach prywatnych, odnotowano także patogeny *Rhizopus*, *Fusarium* i *Candida* mogące wywoływać schorzenia u ludzi [Ogórek i in. 2011a, Rogoz i in. 2013, Drzewiecka 2015, Pinheiro i in. 2019, Szulc i in. 2023].

Rośliny w szklarniach są bogatym źródłem grzybów strzępkowych, które rozwijają się jako epifity. Zarodniki grzybów uwalniane są bezpośrednio podczas cyrkulacji powietrza lub pyłu organicznego powstającego ze starzejących i rozkładających się resztek roślinnych oraz cząstek gleby. Ponadto prace związane z uprawą roślin zwiększają ilość jednostek propagul w bioareozolu, a tym samym potencjalne narażenie osób przebywających w szklarni na liczne alergeny lub czynniki chorobotwórcze [Monsó i in. 2002, Madsen i in. 2014, Kozdrój i in. 2019, Nie i in. 2023].

Na świecie sklasyfikowano ponad 10 000 gatunków Micromycetes, które powodują mykozy roślin. Największe zagrożenie dla prawidłowego rozwoju roślin stanowią przedstawiciele rodzajów, takich jak: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Gloeosporium*, *Leptosphaeria*, *Monilinia*, *Mucor*, *Penicillium*, *Phoma* i *Rhizopus* [Barkai-Golan 2001, Zalewska i Machowicz-Stefaniak 2004, Ogórek i in. 2011b, Jędrzycka i in. 2013, Kowalik i Duda 2014, Lei i in. 2019, Sun i in. 2022]. Ponadto zakażone produkty roślinne wykorzystywane w przetwórstwie stanowią potencjalne zagrożenie dla zdrowia, ponieważ grzyby z rodzajów: *Penicillium*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Aspergillus* i inne, wytwarzają mykotoksyny [Humpf i Voss 2004, Chmiel 2011, Jankowska i Łozowicka 2021]. Grzyby występujące w bioareozolu osiadając bezpośrednio na roślinach żywicielskim mogą zapoczątkować proces infekcji, który prowadzi do zmian chorobowych [Micek i Kowalik 2019], a w przypadku roślin ozdobnych doprowadza do obniżenia ich walorów dekoracyjnych [Kowalik i Bonio 2017].

2.2. Micromycetes bytujące na liściach roślin zielarskich

Rośliny zielarskie występują zarówno w środowisku naturalnym, jak i w uprawach dedykowanych wielu gałęziom medycyny, w tym farmakoterapii, stąd produkcja surowca zielarskiego stale wzrasta. Pomimo bakteriostatycznych i fungistatycznych właściwości substancji czynnych pozyskiwanych z roślin zielarskich, wiele gatunków grzybów poraża rośliny lecznicze podczas ich uprawy, powodując duże szkody w plonach i obniżając jakość surowca. [Filoda i in. 1998, Machowicz-Stefaniak i in. 2003, Kowalik 2013, Wielgusz i Irzykowska 2017, Wielgusz i Seidler-Łożykowska 2017, Irzykowska i Wielgusz 2021, Tran i in. 2022].

Rośliny należące do rodziny Lamiaceae są grupą charakteryzującą się dużym zainteresowaniem farmaceutycznym w związku z potencjałem działania przeciwdrobnoustrojowego [Ullah i in. 2014]. Przedstawiciele tej grupy roślin obejmują około 7500 gatunków aromatycznych ziół, krzewów i drzew rozpowszechnionych na całym świecie [Fiuza i in. 2009, Zielińska i Matkowski 2014].

Na objawy chorobowe świadczące o obecności grzybów patogennych w roślinie zielarskiej wskazują: nekrozy i plamistości na liściach, pęknięcie kory, kruszenie łodyg, zamieranie kwiatostanów [Rossi i in. 2005, Machowicz-Stefaniak i in. 2008, Koike i in. 2013]. Źródłami infekcji dla roślin zielarskich, jak i ich surowca, może być gleba, woda lub powietrze [Kędzia 2000].

Badania nad zdrowotnością bazylii pospolitej *Ocimum basilicum* L. prowadzone przez Mazura i Szczeponek [2006] wykazały, że objawy chorobowe w postaci plamistości liści oraz nekroz pędów i korzeni są w większości spowodowane przez *Alternaria alternata*, *Epicoccum purpurascens*, *Fusarium avenaceum*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium cladosporioides* i *Alternaria tenuissima*. W literaturze dominują informacje, że *Fusarium oxysporum* f. sp. *basilici* jest odpowiedzialny za fuzaryjne więdnienie bazylii na całym świecie [Felgueiras i in. 2010, Lori i in. 2014], a zarodniki mogą rozprzestrzeniać się w wyniku ruchów powietrza [Rekah i in. 2000, Scarlett i in. 2015, Henry i in. 2022].

W uprawach lawendy zdefiniowanymi patogenami są grzyby rodzaju *Fusarium*, takie, jak *Fusarium oxysporum* [Perveen i Bokhari 2010, Özer i in. 2021], *F. solani* [Ren i in. 2008, Ortu i in. 2018] czy *F. sporotrichioides* [Cosic i in. 2012], które powodują chlorozy, zahamowanie wzrostu i więdnienia roślin. Badania Vasileva [2015] wykazały obecność *Phoma lavandulae*, *Phomopsis lavandulae*, *Septoria lavandulae* i *Phytophthora parasitica* na polach lawendy już od wczesnych stadiów jej rozwoju. W drugiej połowie XX wieku we Francji zniszczeń wieloletnich upraw lawendy dokonał *Phomopsis lavandulae*, którego szkodliwość wzrastała przy jednoczesnej obecności patogenów z rodzajów *Septoria* i *Phoma* [Buczacki i Harris 2014]. Sandoval i in. [2015] po raz pierwszy donoszą o rodzaju *Selenophoma* jako czynniku sprawczym brązowienia i martwicy roślin lawendy.

Grzyby zasiedlające liście melisy lekarskiej *Melissa officinalis* L., takie, jak *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Septoria melissae* uznano za szczególnie niebezpieczne [Machowicz-Stefaniak i in. 2002a, Kovács i in. 2019]. Obecność *Botrytis cinerea* na łodygach i liściach melisy, który powoduje więdnienie i wysychanie roślin, potwierdzają w badaniach

Pensa i in. [2007]. Podczas badań nad zdrowotnością roślin zielarskich w Ogrodzie Botanicznym w Krakowie wykazano wysoką liczebność kolonii *Alternaria alternata*, *Epicoccum nigrum* i *Sordaria fimicola* zasiedlających liście melisy [Kowalik 2013]. Do najczęściej notowanych gatunków *Fusarium* spp. bytujących na różnych organach melisy lekarskiej należą m.in. *Fusarium avenaceum*, *F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum* i *F. subglutinans* [Zalewska i Machowicz-Stefaniak 2004].

Według Zimowskiej [2007] mięta pieprzowa *Mentha piperita* L. jest porażana przede wszystkim przez *Alternaria alternata*, *Phoma strasseri*, *Fusarium culmorum*, *F. equiseti*, *F. avenaceum* i *F. oxysporum*. Zimowska [2011, 2022] w badaniach nad zdrowotnością roślin z rodziny Lamiaceae wykazała duże zróżnicowanie gatunkowe *Phoma* spp. uzyskując izolaty *P. capitulum*, *P. exigua* var. *exigua*, *P. labilis*, *P. nemophilae*, *P. nepeticola*, *P. pereupyrena*, *P. subglomerata* i *P. septicialis*. Durak i in. [2022] podają, że powodem wędnięcia mięty jest *Fusarium oxysporum* i *Rhizoctonia solani*. Z przeglądu literatury wynika, że najpoważniejsze ekonomicznie choroby wywołują *Puccinia menthae*, *Alternaria alternata*, *Verticillium dahliae*, *Phoma stasserti* i *Rhizoctonia solani* [Kalra i in. 2005, Sinha i Chattopadhyay 2011, Singh i in. 2016, Mondal i in. 2018, Gatak i in. 2020].

Patogenem powszechnie izolowanym z liści szalwii lekarskiej *Salvia officinalis* L. jest *Alternaria alternata*, natomiast z korzeni oraz łodyg *Rhizoctonia solani* i *Phoma exigua* var. *exigua* [Zimowska 2008]. Nieregularne nekrotyczne plamy widoczne pomiędzy nerwami liści powodowane są przez *Ramularia ovata* [Stankevičienė i Snieškienė 2014]. Najważniejsze choroby zakaźne szalwii w rejonach klimatu umiarkowanego to antraknoza powodowana przez *Colletotrichum dematium* i askochytoza powodowana przez *Ascochyta sclarea* [Voltolina 2001]. Do ważnych gospodarczo patogenów należą *Phomopsis sclarea*, *Phodosphaera inequalis*, *Erysiphae polygoni* i *Sclerotinia sclerotiorum* [Zimowska 2010]. Szczególnie niebezpieczne jest zasiedlanie szalwii przez grzyby toksynotwórcze rodzaju *Alternaria* i *Penicillium* [Wielgusz i Irzykowska 2017]. Badania Wilkosa i in. [2022] ukazują, że roślina ta jest porażana przez takie gatunki, jak: *Alternaria alternata*, *Fusarium culmorum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum*, *Phomopsis sclarea* i *Botrytis cinerea*. Gaetan i Madia [2006] podają, że *Fusarium oxysporum* powoduje wędnięcie szalwii i znacząco wpływa na plonowanie tej rośliny.

Rośliny rodzaju *Commiphora* atakowane są przez patogena *Stigmina angusiana* [Ellis 1976]. Najbardziej rozpowszechnioną chorobą *Commiphora wightii* jest plamistość liści wywoływana przez *Phoma glomerata*. Początkowe objawy infekcji to rozwój małych, czarnych koncentrycznych, pierścieniowych plam na powierzchni liści, po których następuje brązowe przebarwienie tkanek, ostatecznie przechodzące w czarne koncentryczne pierścienie [Sharma i Gour 1987]. Silva i Minter [1995] wymienili 109 gatunków grzybów patogennych występujących na roślinach z rodziny Burseraceae. Patogenami często zasiedlającymi rośliny należące do tej rodziny są grzyby rodzaju *Cercospora*, takie, jak: *Cercospora boswelliae*, *C. burserae*, *C. garuaicola* [Yen i in. 1982, Crous i Braun 2003].

Według Ellis [1976] gatunki Micromycetes bytujące na roślinach rodzaju *Eucalyptus* to: *Monodictys flukuata*, *Pithomyces ellisii*, *Polyschema clavulata*, *Sporidesmium eucalypti*, *Stigmina eucalypti*, *Xenosporium thaxteri*. Patogeny zasiedlające liście eukaliptusa gałkowego

Eucalyptus globulus Labill uprawianego na plantacjach na Półwyspie Iberyjskim powodują nekrotyczne uszkodzenia liści, co prowadzi do ich przedwczesnej defoliacji oraz uszkodzeń fizjologicznych rośliny [Pinkard i Mohammed 2006]. Najbardziej niebezpiecznymi gatunkami bytującymi na liściach eukaliptusa są *Mycosphaerella nubilosa* i *Mycosphaerella cryptica* [Park i Keane 1982, Crous i Wingfield 1997, Hunter i in. 2004, Hunter i in. 2009]. Badania Sánchez Márquez i in. [2011] wykazały, że pod względem liczebności gatunkowej najważniejszymi taksonami zasiedlającymi żywe liście eukaliptusa są: *Alternaria* spp., *Cladosporium* spp., *Hormonema* spp., *Mycosphaerella fori*, *Neofusicoccum eucalyptorum*, *Penicillium* spp, *Readeriella dimorphospora*, *Teratosphaeria molleriana* i *Valsa fabianae*, natomiast na liściach opadłych *Cladosporium* spp. oraz *Phaeoconiella* spp. Różnorodność Micromycetes bytujących na liściach żywych eukaliptusa gałkowego potwierdzają Crous i in. [1995, 2006, 2009, 2019], Smith i in. [2001], Barber i in. [2008], Chen i in. [2021].

Najczęstszymi chorobami granatu właściwego *Punica granatum* L. są plamistości liści, zgnilizna owoców i zamieranie pędów [Johanningsmeier i Harris 2011, Sharma i Tegta 2011, Palou i in. 2013, Munhuweyi i in. 2016, Xavier i in. 2019]. Patogenem powodującym raka, zarzę pędów oraz ich zamieranie jest *Neofusicoccum parvum* [Palavouzis i in. 2015, KC i Vallad 2016]. Główną przyczyną plamistości i nekroz liści granatu właściwego jest *Pseudocercospora punicae* oraz gatunki z rodzaju *Colletotrichum* [Jadhav i Sharma 2009, Benagi i in. 2011, Munhuweyi i in. 2016]. Do powszechnych patogenów zasiedlających owoce granatu i powodujących ich gnicie należą: *Pilidiella granati*, *Colletotrichum* spp., *Penicillium* spp., *Alternaria alternata*, *Aspergillus niger* i *Botrytis cinerea* [Chen i in. 2014, Thomidis 2014, Alo i in. 2021, Manjunatha i in. 2022]. Rośliny rodzaju *Punica* zasiedlane są przez *Cercospora punicae* i *Chlamydomyces palmarum* [Ellis 1976].

Patogenami roślin rodzaju *Ruscus* jest *Paraphaeosphaeria rusci* [Sivanesan 1984] oraz *Pycnofusarium rusci* [Sutton 1980]. Plamistości i zamieranie liści myszopłochu kolczastego *Ruscus aculeatus* L. rosnącego w Europie i Australii powodowane są przez *Paraphaeosphaeria glaucopunctata* [Lohwag 1963, Câmara i in. 2001, Golzar i Wang 2012]. Rośliny rodzaju *Ruscus* są porażane także przez grzyby rodzaju *Fusarium*, które powodują ich wędnięcie i zniszczenia na plantacjach [Pasini i in. 2000]. Według badań Hoshi i Horie [2004] *Rhizopus oryzae* powoduje brązową plamistość liści *Ruscus hypoglossum*, natomiast badania Tosi i Marte [2001] wykazują, że szare nekrotyczne plamy z żółtą aureolą pojawiające się na liściach powodowane są obecnością patogena *Botrytis cinerea*.

Patogenem roślin rodzaju *Olea* są *Chaetospermum carneum* i *Coleophoma oleae* [Sutton 1980]. Najgroźniejszą chorobą atakującą część nadziemną oliwki europejskiej *Olea europaea* L. jest antraknoza oliwek wywoływana przez kompleks grzybów rodzaju *Colletotrichum* [Schena i in. 2014, Talhinhos i in. 2015, Garcia-Lopez i in. 2023] i uważana za jedną z jej najbardziej destrukcyjnych oraz rozpowszechnionych chorób na świecie [Moral i in. 2017]. Patogen *Venturia oleaginea* powoduje pawią plamistość liści, natomiast *Pseudocercospora cladosporioides* wywołuje cercosporozę. Obie choroby doprowadzają do defoliacji, co znacznie zmniejsza produktywność rośliny [Varanda i in. 2019, Gomes i in. 2023]. Markakis i in. [2019] wykazali w badaniach, że przyczyną rozkładu drewna oliwki europejskiej jest *Fomitiporia mediterranea*, co potwierdza van Dyk i in. [2021].

3. Badania własne

3.1. Cel pracy

Celem badań było określenie podobieństwa gatunkowego w zbiorowiskach Micromycetes, pozyskanych z porażonego materiału zielarskiego roślin leczniczych z rodziny jasnotowate Lamiaceae, takich, jak: bazylika pospolita *Ocimum basilicum* L., lawenda wąskolistna *Lavendula angustifolia* L., melisa lekarska *Melissa officinalis* L., mięta pieprzowa *Mentha piperita* L. i szalwia lekarska *Salvia officinalis* L. - uprawianych na kwaterach, oraz z egzotycznych roślin leczniczych uprawianych w szklarni, takich, jak: balsamowiec mirra *Commiphora habessinica* (Berg) Engler z rodziny osoczynowate Burseraceae, eukaliptus gałkowy *Eucalyptus globulus* Labill. z rodziny mirtowate Myrtaceae, granat właściwy *Punica granatum* L. z rodziny krwawnicowate Lythraceae, myszopłoch kolczasty *Ruscus aculeatus* L. z rodziny szparagowate Asparagaceae i oliwka europejska *Olea europaea* L. z rodziny oliwkowate Olaceae, oraz identyfikacja ilościowa i gatunkowa Micromycetes w powietrzu atmosferycznym w Ogrodzie Roślin Leczniczych Wydziału Farmaceutycznego Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie.

Cele ten realizowano poprzez :

1. Identyfikację propagul Micromycetes znajdujących się w powietrzu atmosferycznym w bezpośrednim sąsiedztwie roślin zielarskich.
2. Identyfikację gatunków Micromycetes bytujących na liściach roślin zielarskich z objawami chorobowymi.
3. Porównanie wskaźników biocenotycznych i rozpoznanie współzależności pomiędzy zbiorowiskami Micromycetes w powietrzu atmosferycznym w terenie otwartym, w szklarni oraz na roślinach zielarskich uprawianych na kwaterach i w szklarni.
4. Rozpoznanie zagrożenia chorobotwórczego przez grzyby patogeniczne dla roślin zielarskich poprzez porównanie stanu ilościowego i jakościowego Micromycetes na liściach z objawami chorobowymi badanych gatunków roślin.

3.1.1. Hipotezy badawcze

Planując badania postawiono następujące hipotezy badawcze:

- I. Micromycetes znajdujące się w powietrzu atmosferycznym są źródłem infekcji dla roślin zielarskich.
- II. Micromycetes wywołujące objawy chorobowe na roślinach zielarskich znajdują się w bioareozolu, co świadczy o ich uwalnianiu do atmosfery ze środowiska.
- III. Na roślinach zielarskich uprawianych na kwaterach oraz egzotycznych uprawianych w szklarni objawy chorobowe wywołują Micromycetes różniące się gatunkowo i ilościowo.
- IV. Liczebność i skład gatunkowy zbiorowisk Micromycetes w powietrzu atmosferycznym szklarni i na terenie otwartym są zróżnicowane.

3.2. Materiał i metody

3.2.1. Opis obiektu badawczego

Początki Ogrodu Roślin Leczniczych Wydziału Farmaceutycznego Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie sięgają przełomu lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych XX wieku. Ogród powstał dzięki staraniom dr hab. Marii Oświęcimskiej, która była jednocześnie pracownikiem Katedry Farmakognozji Akademii Medycznej oraz Akademii Rolniczej w Krakowie.

Dla potrzeb Katedry Farmakognozji wydzielono część ogrodu Wydziału Ogrodniczego AR. Następnie kolekcję roślin przeniesiono na działkę przy ul. Śniadeckich. W 1993 roku przy ul. Medycznej rozpoczęto prace, których celem było utworzenie Ogrodu Roślin Leczniczych. Obiekt miał spełniać funkcje dydaktyczne oraz hodowlane do celów naukowych. W 1996 roku Ogród dysponował 96 kwaterami, w których znajdowały się rośliny lecznicze podzielone na grupy według zawartości związków czynnych, takich, jak: olejki eteryczne, flawonoidy, alkaloidy, glikozydy nasercowe i podobne. Kolejne 57 kwater przeznaczono do uprawy roślin pozyskiwanych do celów badawczych.

W 1998 roku, gdy opiekunem Ogrodu została mgr inż. Anna Szałankiewicz, absolwentka Wydziału Ogrodniczego AR, rozpoczęto prace nad budową szklarni co umożliwiło hodowlę roślin z innych obszarów klimatycznych.

W 2001 roku decyzją Senatu Uniwersytetu Jagiellońskiego Ogrodowi nadano imię prof. Mariana Koczvary, który był wieloletnim kierownikiem Katedry Farmakognozji a także propagatorem wiedzy na temat roślin leczniczych. Jego skrypt „Farmakognozja ogólna i szczegółowa” do dnia dzisiejszego jest podstawowym źródłem wiedzy dotyczącym roślin leczniczych.

Oficjalne otwarcie Ogrodu Roślin Leczniczych nastąpiło w roku 2002 (ryc.1). Od tamtej pory umożliwiał on studentom Wydziału Farmaceutycznego odbywanie ćwiczeń z botaniki farmaceutycznej oraz farmakognozji, a studentom AR możliwość praktyk semestralnych. Ogród prowadził własny Index Seminarium, który zawierał ponad 150 taksonów. Mgr Anna Szałankiewicz nawiązywała współpracę z ogrodami botanicznymi z całego świata. Pod jej kierownictwem kolekcja obejmowała około 300 gatunków roślin w Ogrodzie i 200 gatunków w szklarni roślin egzotycznych [Jaworska 2008].

W 2018 roku opiekę nad Ogradem powierzono dr inż. Katarzynie Sobkowicz, absolwentce Wydziału Biotechnologii i Ogrodnictwa UR w Krakowie, która kontynuuje poszerzanie kolekcji roślin gruntowych i szklarniowych (Index Seminarium ponad 300 gatunków), jak również rozbudowę listę ogrodów partnerskich (ponad 100).

W kwietniu 2023 roku w wyniku rozpoczęcia nowej inwestycji tworzenia kompleksu budynków dydaktyczno-laboratoryjnych UJCM wraz z infrastrukturą, Ogród wraz ze szklarnią zostały zburzone. Część kolekcji przeniesiono na tymczasowe poletka, a egzemplarze szklarniowe przekazano do Ogrodu Botanicznego UJ w Krakowie.



Ryc. 1. Ogród Roślin Leczniczych im. prof. Mariana Koczwary Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w 2002 roku [Jaworska 2008]

3.2.1.1. Lokalizacja stanowisk badawczych

Badania prowadzono na terenie Ogródu Roślin Leczniczych Wydziału Farmaceutycznego Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie.

Rośliny lecznicze z rodziny jasnotowate znajdowały się na kwaterach w postaci okrawężnikowanych poletek o wymiarach 2,20 x 2,30 m (ryc. 2).

Lecznicze rośliny egzotyczne znajdowały się w szklarni na stołach (ryc. 3) w dwu pomieszczeniach - A i B (ryc. 4).



Ryc. 2. Rośliny zielarskie na kwaterach w Ogródie Roślin Leczniczych [www.farmacja.cm.uj.edu.pl]



Ryc. 3. Rośliny egzotyczne na stołach w szklarni Ogrodu Roślin Leczniczych [www.farmacja.cm.uj.edu.pl]



Ryc. 4. Pomieszczenia A i B szklarni Ogrodu Roślin Leczniczych [www.farmacja.cm.uj.edu.pl]

3.2.2. Charakterystyka roślin objętych badaniami

Prace badawcze prowadzono na 10 gatunkach roślin leczniczych hodowanych w Ogrodzie Roślin Leczniczych Wydziału Farmaceutycznego Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie. Rośliny: bazylia pospolita *Ocimum basilicum* L., lawenda wąskolistna *Lavendula angustifolia* L., melisa lekarska *Melissa officinalis* L., mięta pieprzowa *Mentha piperita* L. i szalwia lekarska *Salvia officinalis* L. zlokalizowane były na kwaterach, natomiast rośliny egzotyczne: balsamowiec mirra *Commiphora habessinica* (Berg) Engler, eukaliptus gałkowy *Eucalyptus globulus* Labill., granat właściwy *Punica granatum* L., myszopłoch kolczasty *Ruscus aculeatus* L., oliwka europejska *Olea europaea* L. w dwóch pomieszczeniach szklarni.

Bazylia pospolita *Ocimum basilicum* L. jest rośliną jednoroczną dorastającą do wysokości 50-70 cm (ryc. 5). Błyszczące liście koloru zielonego lub czerwono-fioletowego są ogonkowe, ułożone naprzeciwległe. Kwiaty wyrastające w górnej części pędu są koloru białego lub różowego. Roślina kwitnie od czerwca do września [Golcz i Seidler-Łożykowska 2008]. Aktywne składniki ziela bazylii korzystnie wpływają na układ pokarmowy, pobudzają wydzielanie soku żołądkowego, zwiększają apetyt oraz przyspieszają trawienie i wchłanianie składników odżywczych [Nurzyńska-Wierdak 2010]. Ekstrakty z ziela wykazują wielopłaszczyznowe działanie przeciwbakteryjne [Carovic-Stanko i in. 2010], przeciwgrzybiczne [Oxenham i in. 2005] i antyoksydacyjne [Taie i in. 2010]. Dominujący związek lotnego olejku bazylii, linalol, jest szeroko stosowany w preparatach uspokajających czy przeciwzapalnych [Özek i in. 2010].



Ryc. 5. Bazylia pospolita *Ocimum basilicum* L. (oryg. L. Drzewiecka)

Lawenda wąskolistna *Lavendula angustifolia* L. jest półkrzewem (ryc. 6). Dorasta do 1 metra. Ma wiecznie zielone, lancetowate liście. Kwiaty barwy purpurowej do fioletowej kwitną od lipca do sierpnia. Olejek lawendowy pozyskiwany z kwiatów działa uspokajająco i jest stosowany w leczeniu zaburzeń snu i stanach nerwowych [Cavanagh i Wilkinson 2002]. Stosowany w problemach układu pokarmowego pobudza wydzielanie żółci. Ponadto działa przeciwbólowo, moczopędnie, rozkurczowo oraz antybakteryjnie na stany zapalne skóry [Hawrelak i in. 2009]. Lawenda i olejek lawendowy mają także pozytywne zastosowanie u osób z demencją jako terapia wspomagająca w łagodzeniu pobudzonych zachowań [Lin i in. 2007].



Ryc. 6. Lawenda wąskolistna *Lavendula angustifolia* L. (oryg. L. Drzewiecka)

Melisa lekarska *Melissa officinalis* L. jest byliną i dorasta do 60-100 cm wysokości (ryc. 7). Górna powierzchnia szerokojajowatych liści jest ciemnozielona, natomiast dolna jaśniejsza. Liście są mocno unerwione i pokryte włoskami. Białe, żółtawe lub jasnoróżowe kwiaty kwitną od czerwca do września [Rumińska 1983]. Surowiec melisy ma szerokie zastosowanie w farmakologii. Pozyskiwany z niego olejek wykazuje właściwości antyoksydacyjne i wspomaga eliminację wolnych rodników [Franco i in. 2018]. Rostami i in. [2012] stwierdzili, że olejek melisy w badaniach porównawczych do streptomycyny, wykazuje bardzo silne działanie antybakteryjne w stosunku do bakterii patogenicznych dla człowieka. Surowiec melisy oraz olejek eteryczny mogą mieć zastosowanie w leczeniu depresji oraz stanów lękowych z uwagi na działanie uspokajające i wyciszające [Emamghoreishi i Talebianpour 2009].



Ryc. 7. Melisa lekarska *Melissa officinalis* L. (oryg. L. Drzewiecka)

Mięta pieprzowa *Mentha piperita* L. jest spontanicznym mieszańcem gatunkowym powstałym w skutek skrzyżowania się mięty nadwodnej *Mentha aquatica* L. i mięty zielonej *Mentha spicata* L. (ryc. 8). Gatunek ten najprawdopodobniej powstał w Anglii i tam rozpoczęto jego uprawę [Szweykowska i Szweykowski 2003]. Jest byliną krzewiastą dorastającą do 90 cm wysokości. Liście owalne lub lancetowate mają kolor brunatnozielony lub zielony, a ich dolna część jest delikatnie omszona. Kwiaty koloru różowego lub czerwonego kwitną od lipca do sierpnia [Hołubowicz-Kliza 2012]. Surowcem zielarskim jest liść mięty pieprzowej. Najszersze zastosowanie ma napar z mięty, który stosuje się przy dolegliwościach pokarmowych, takich jak mdłości czy zespół jelita drażliwego [Pietrzak i in. 2018]. Olejek mięty pieprzowej jest składnikiem preparatów zwalczających infekcje górnych dróg oddechowych, ponieważ ułatwia wyksztuszanie i udrażnia zatoki [Rita i Animesh 2011]. Mentol oraz garbniki znajdujące się w olejku miętowym wykazują działanie przeciwbakteryjne wobec bakterii tlenowych [Klaudiel 2006] i grzybobójcze [Adaszyńska i in. 2013].



Ryc. 8. Mięta pieprzowa *Mentha piperita* L. (oryg. L. Drzewiecka)

Szałwia lekarska *Salvia officinalis* L. jest półkrzewem osiągającym wysokość od 50 do 70 cm (ryc. 9). Zielonosrebrne liście są pokroju owalnego lub lancetowatego. Kwiaty barwy fioletowoniebieskiej kwitną od maja do czerwca [Van Wyk i Wink 2004]. Surowcem leczniczym jest ziele lub liście. Zawierają one związki takie, jak olejek eteryczny, flawonoidy czy garbniki, które wykazują silne działanie przeciwzapalne i ściągające [Miura i in. 2001]. Szałwia ma silne działanie przeciwbakteryjne, porównywalne do działania niektórych antybiotyków [Delamare i in. 2007], a także grzybobójcze [Hili i in. 1997].



Ryc. 9. Szałwia lekarska *Salvia officinalis* L. (oryg. L. Drzewiecka)

Balsamowiec mirra *Commiphora habessinica* (Berg) Engler jest małym drzewem lub krzewem osiągającym wysokość do 10 m (ryc. 10). Liście owalne są koloru ciemnozielonego lub szarozielonego. Małe kwiaty barwy jasnożółtej lub czerwonożółtej są niedekoracyjne i przekwitają przed wypuszczeniem liści [Van Wyk i Wink 2004]. Surowcem wykorzystywanym przez człowieka jest gumożywica wydzielana samoistnie przez roślinę z naturalnych pęknięć powstałych na korze [Burchardt 2000]. Mirra jest najbardziej znana jako kadzidło w rytuałach religijnych, a w starożytnym Egipcie używano jej do balsamowania zwłok [Langenheim 2003]. W dzisiejszych czasach lecznicze nalewki z mirry wykorzystywane są do leczenia drobnych owrzodzeń i stanów zapalnych w jamie ustnej [Blumenthal i in. 2000]. Stosowana jest także jako środek aromatyzujący w napojach, słodyczach, wypiekach, gumie do żucia oraz jako substancja zapachowa w kosmetykach, mydłach, perfumach i kadzidłach [DerMarderosian i Beutler 2002].



Ryc. 10. Balsamowiec mirra *Commiphora habessinica* (Berg) Engler (oryg. L. Drzewiecka)

Eukaliptus gałkowy *Eucalyptus globulus* Labill. jest drzewem osiągającym wysokość do 60 m (ryc. 11). Liście o barwie ciemnozielonej u młodych drzew są jajowate i delikatne, natomiast u starszych stają się skórzaste, grubsze i wąskolancetowate. Drobne białe kwiatki zebrane są w kwiatostanach [Podbielkowski 1989]. Surowcem leczniczym są starsze liście eukaliptusa wykorzystywane do destylacji olejku eukaliptusowego. Stosuje się go do leczenia kataru, kaszlu, infekcji górnych dróg oddechowych i oskrzeli, ponieważ upłynnia wydzielinę i ułatwia wykrztuszenie [Sadlon i Lamson 2010]. Charakteryzuje się także działaniem przeciwzapalnym i przeciwutleniającym, dlatego dodawany jest do płynów do płukania jamy

ustnej oraz past do zębów [Balacs 1997]. Stosowany zewnętrznie ma właściwości dezynfekujące oraz przeciwzapalne. Stosowany jest w leczeniu trądziku, reumatyzmie i artretyzmie [Damjanovic-Vratnica i in. 2011].



Ryc. 11. Eukaliptus gałkowy *Eucalyptus globulus* Labill. (oryg. L. Drzewiecka)

Granat właściwy *Punica granatum* L. jest krzewem lub niewielkim drzewem rosnącym do 3 - 5 m. Eliptyczno-lancetowate liście są koloru ciemnozielonego (ryc. 12). Kwiaty barwy czerwonej, różowej lub białej mają średnicę około 4 cm [Podbielkowski 1989]. Surowcem leczniczym jest kora i owocnia granatu [Danesi i in. 2014]. Kora wykorzystywana jest w medycynie azjatyckiej i śródziemnomorskiej jako środek przeciwpasożytniczy [Bhowmik i in. 2013]. Związki pozyskiwane ze skórki granatu i jego owocu wykazują silne działanie przeciwutleniające [Jurenka 2008]. Olejek granatu jest szeroko stosowany w przemyśle kosmetycznym, ponieważ wykazuje działanie przeciwzapalne oraz zapobiega powstawaniu przebarwień skórnych [Yoshimura i in. 2005].



Ryc. 12. Granat właściwy *Punica granatum* L. (oryg. L. Drzewiecka)

Myszopłoch kolczasty *Ruscus aculeatus* L., zwany także ruszczykiem kolczastym, jest krzewem dorastającym do 100 cm. Wiecznie zielone liście występują pod postacią gałęziaków, natomiast liście właściwe są zredukowane do owalnych łusek (ryc. 13). Kwiaty są małe, barwy żółto-białej i rozwijają się w kątach gałęziaków [Martinez-Palle i Aronne 1999]. Surowcem leczniczym jest kłącze. Wyciągi z ruszczyka wykazują działanie przeciwzapalne, uszczelniające naczynia krwionośne, przeciwobrzękowe, a także zwiększające ciśnienie krwi żyłnej oraz jej przepływ [Facino i in. 1995]. W Turcji stosuje się je wewnętrznie w leczeniu egzemy [Tuzlaci i Aymaz 2001], a także kamieni nerkowych i zapalenia nerek [Kültür 2007]. We Włoszech preparaty na bazie wyciągu z ruszczyka stosuje się przy zapaleniu jelita grubego i bieguncie [Savo i in. 2011].



Ryc. 13. Myszopłoch kolczasty *Ruscus aculeatus* L. (oryg. L. Drzewiecka)

Oliwka europejska *Olea europaea* L. jest niewysokim drzewem dorastającym do 12 m. Wiecznie zielone liście są lancetowate, grube i skórzaste barwy ciemnozielonej (ryc. 14). Kwiaty białego koloru są drobne [Khan i in. 2007]. Surowcem wykorzystywanym w przemyśle spożywczym i farmaceutycznym są liście oraz owoce oliwki europejskiej. Jej korzystne działanie wiąże się z obecnością oleuropeiny, związku o działaniu silnie przeciwutleniającym. W połączeniu z innymi związkami aktywnymi, chroni organizm przed powstaniem choroby wieńcowej, raka, a także wykazuje działanie przeciwbakteryjne oraz przeciwzapalne [Nasir i Bradford 2006]. Oliwa pozyskiwana z oliwek wykazuje większe działanie antyoksydacyjne niż inne oleje roślinne [Owen i in. 2000].



Ryc. 14. Oliwka europejska *Olea europaea* L. (oryg. L. Drzewiecka)

3.2.3. Metodyka badań aeromykologicznych i porażonego materiału roślinnego

3.2.3.1. Izolacja i hodowla grzybów pozyskanych z powietrza atmosferycznego stanowisk badawczych

Badania dotyczące propagul grzybów występujących w powietrzu atmosferycznym przy wybranych gatunkach roślin uprawianych na kwaterach oraz w szklarni przeprowadzono w Ogrodzie Roślin Leczniczych Wydziału Farmaceutycznego Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie. Monitoring mykologiczny prowadzono w latach 2015-2017, w terminach 15 czerwiec i 15 wrzesień.

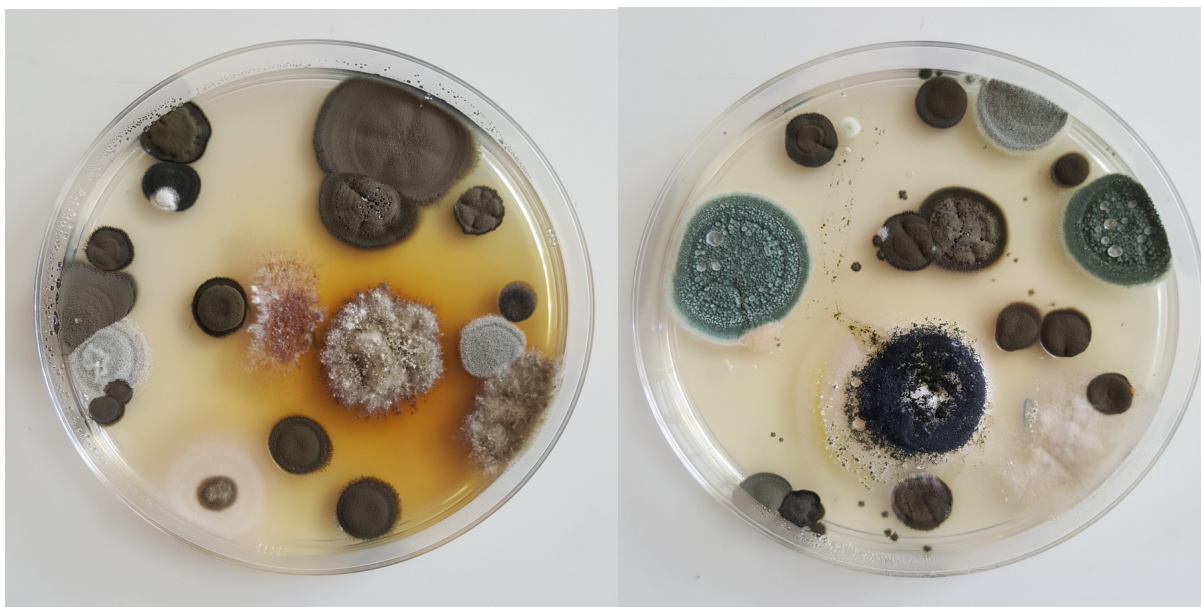
W badaniach wykorzystano metodę sedymentacyjną Kocha, podaną w Polskiej Normie PN-89/Z-0411/03, która polega na swobodnym opadaniu drobnoustrojów na płytkę Petriego z zestaloną pożywką glukozowo-ziemniaczną (PDA).

Nad poszczególnymi kwaterami ziół w Ogrodzie Roślin Leczniczych wyznaczono po 2 stanowiska badawcze. Szalki umieszczano na wysokości 1 m. Czas ekspozycji wynosił 15 min. W szklarni, ze względu na nieznaczne odległości pomiędzy roślinami rosnącymi w dwóch pomieszczeniach, wyznaczono 4 stanowiska badawcze. Pozostałe wymogi były zachowane, jak przy badaniach aeromykologicznych wykonanych w ogrodzie. Uwzględnienie dwóch terminów podczas trzech lat badań pozwoliło na przeprowadzenie analiz w sumie na

84 płytkach Petriego (kwatery: 5 roślin x 2 stanowiska badawcze x 3 lata x 2 terminy = 60 płytek, szklarnia: 4 stanowiska badawcze x 3 lata x 2 terminy = 24 płytki).

Zabezpieczone płytki z pożywką PDA firmy BIOCORP, na które pozyskano z powietrza atmosferycznego propagule tworzące jednostki koloniotwórcze, umieszczono w plastikowych pojemnikach, w pomieszczeniu o temperaturze 20-21°C. Po 7 dniach kolonie grzybów (ryc. 15) odszczepiono na skosy z pożywką PDA. Po 2 tygodniach dokonano przeglądu makroskopowego, skosy ponumerowano i zinwentaryzowano.

Kolonie grzybów porównano makroskopowo, uwzględniając takie cechy, jak: forma, zróżnicowanie i struktura grzybni, zabarwienie grzybni oraz jej rewersu, zabarwienie pożywki, występowanie zarodników i sklerot (ryc. 15). Następnie utworzono zbiór kolonii reprezentatywnych. Kolonie reprezentatywne wyszczepiono na płytki Petriego z pożywką PDA (w 3 powtórzeniach). Kolonie grzybów rodzaju *Penicillium* i *Aspergillus* wyszczepiono na płytki z pożywką PDA i Czapek-Dox. Podczas oznaczania kolonii Micromycetes uwzględniono kształt i wielkość kolonii, barwę, kształt i wielkość zarodników oraz trzonków konidialnych, a także sposób tworzenia się zarodników.



Ryc. 15. Kolonie Micromycetes pozyskane z powietrza atmosferycznego w szklarni Ogrodu Roślin Leczniczych (oryg. L. Drzewiecka)

W niniejszej pracy kolonie akseniczne Micromycetes zostały zidentyfikowane przy pomocy kluczy mykologicznych Booth [1971], Ellis [1971, 1976], Ellis i Ellis [1987], Domsch i inni [1980], Sutton [1980] i opracowanie monograficzne [Samson i Frisvad 2004]. Nazwy gatunkowe grzybów porównano z obowiązującym nazewnictwem grzybów dostępnym w bazie Index Fungorum [dostęp marzec 2023].

Prace laboratoryjne wykonano w Katedrze Botaniki, Fizjologii i Ochrony Roślin Uniwersytetu Rolniczego im. H. Kołłątaja w Krakowie.

3.2.3.2. Izolacja i hodowla grzybów zasiedlających porażone żywe i opadłe liście badanych roślin

W badaniach mykologicznych uwzględniono 10 gatunków roślin zielarskich: bazylię pospolitą *Ocimum basilicum* L., lawendę wąskolistną *Lavendula angustifolia* L., melisę lekarską *Melissa officinalis* L., mięta pieprzowa *Mentha piperita* L., szalwią lekarską *Salvia officinalis* L., balsamowiec mirra *Commiphora habessinica* (Berg) Engler, eukaliptus gałkowy *Eucalyptus globulus* Labill., granat właściwy *Punica granatum* L., myszopłoch kolczasty *Ruscus aculeatus* L. oraz oliwka europejska *Olea europaea* L.

W latach 2015-2017 do analiz mykologicznych, w terminach analogicznych jak przy badaniu aerozolu mikrobiologicznego, pobrano liście żywe i opadłe roślin zielarskich (na kwaterach i w szklarni) z objawami zmian chorobowych, widocznych jako nekrozy, przebarwienia i plamistości (ryc. 16). W każdym z terminów pobrano ponad 10 porażonych liści każdego gatunku roślin. W sumie do badań wykorzystano 600 porażonych liści (10 roślin x 10 liści x 3 lata x 2 terminy).



Ryc. 16. Liście myszopłochu kolczastego *Ruscus aculeatus* L. z widocznymi zmianami chorobowymi (oryg. L. Drzewiecka)

W sterylnych warunkach laboratorium Katedry Ochrony Roślin, fragmenty porażonych tkanek (o powierzchni około 0,5 cm²) wyłożono na pożywkę PDA firmy BIOCORP. Przed wyłożeniem, fragmenty poddano powierzchniowej dezynfekcji poprzez zanurzenie w wodzie destylowanej (3 min.), następnie w 70% alkoholu etylowym (1 min.) oraz ponowne trzykrotne zanurzenie w wodzie destylowanej.

Po dezynfekcji, fragmenty liści umieszczono na szkiełkach zegarkowych w celu osuszenia materiału roślinnego i zminimalizowania rozwoju bakterii na pożywce w późniejszych etapach badań. Po osuszeniu fragmenty liści wyłożono na płytki Petriego (5 fragmentów na płytce) z zestaloną pożywką PDA (ryc. 17).



Ryc. 17. Laboratorium Katedry Botaniki, Fizjologii i Ochrony Roślin Wydziału Biotechnologii i Ogrodnictwa Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie

Dla każdego z badanych gatunków roślin przeznaczono 18 płytek Petriego (3 płytki x 3 lata x 2 terminy). Analizy przeprowadzono na 180 płytkach, wyłożono 900 fragmentów liści żywych i opadłych z objawami chorobowymi.

Hodowla Micromycetes, jak i oznaczanie do gatunku, prowadzono analogicznie jak kolonii pozyskanych z aerozolu powietrznego.

3.2.3.3. Obliczenia zastosowane w badaniach

W charakterystyce mykologicznej powietrza atmosferycznego i porażonych liści roślin zielarskich uwzględniono następujące wskaźniki biocenotyczne: frekwencję występowania (D, I, A), współczynnik stałości występowania poszczególnych gatunków Micromycetes (C) oraz współczynnik podobieństwa (So).

Po oznaczeniu Micromycetes dokonano podziału zbiorowiska kolonii na:

D - dominanty (o największej liczebności) > 5%

I - influenty (średnio liczebne) >1-5%

A - grzyby akcesoryczne (mało liczebne) < 1% całości zbiorowiska

Podział ten przedstawia procentowy udział poszczególnych gatunków (frekwencję) grzybów w całości zbiorowiska [Kowalik 1993].

Współczynnik stałości (C) wyliczono według wzoru podanego w pracy Machowicz-Stefaniak [1986]:

$$C = 100 \frac{n_a}{N}$$

gdzie:

n_a – suma prób, w których gatunek a wystąpił,

N – suma wszystkich prób,

przyjmując procentową skalę wartości współczynnika:

C_4 – gatunek absolutnie stały 76-100% prób,

C_3 – gatunek stały 51-75% prób,

C_2 – gatunek towarzyszący 26-50% prób,

C_1 – gatunek przypadkowy 0-25% prób.

Współczynnik podobieństwa (liczba Sørensen), wyliczono według wzoru zamieszczonego w pracy Kowalik [1993]:

$$S_o = 100 \frac{2c}{a+b}$$

gdzie:

S_o – współczynnik podobieństwa (liczba Sørensen),

a – liczba gatunków grzybów dotyczących obiektu pierwszego,

b – liczba gatunków grzybów dotyczących obiektu drugiego,

c – liczba gatunków grzybów wspólnych dla obu obiektów badawczych.

Przyjęto oznaczenia obiektów:

A - powietrze atmosferyczne nad kwaterami

B - powietrze atmosferyczne w szklarni

C - rośliny na kwaterach

D - rośliny w szklarni

Współczynniki podobieństwa wyliczono dla obiektów metodą „każdy z każdym”:
A→B, A→C, A→D, B→C, B→D, C→D.

Dla obliczenia współczynników podobieństwa (S_o) gatunków Micromycetes na 4 obiektach badawczych przyjęto wartości sumaryczne dla terminów czerwcowych i wrześniowych w latach 2015-2017.

Wyliczone współczynniki podobieństwa pogrupowano w przedziałach: 0-20%, powyżej 20% do 40%, powyżej 40% do 60%, powyżej 60% do 80% i powyżej 80%. Podobieństwo dookreślono jako znikome (0-20%), minimalne (powyżej 20% do 40%), niskie (powyżej 40% do 60%), średnie (powyżej 60% do 80%) i wysokie (powyżej 80%).

4. Wyniki

4.1. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym i na liściach roślin zielarskich w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017

W badaniach mykologicznych prowadzonych w Ogrodzie Roślin Leczniczych w latach 2015-2017 łącznie wyodrębniono 8612 kolonii Micromycetes występujących w powietrzu atmosferycznym i na liściach badanych roślin (tab.1).

W terminie czerwowym (I) wyizolowano łącznie 3117 kolonii, co stanowiło 36,19%, i w terminie wrześniowym (II) otrzymano 5495 kolonii, co stanowiło 63,81% ogółu wyodrębnionych kolonii.

Najwięcej kolonii (2530) uzyskano z powietrza atmosferycznego nad kwaterami, a najmniej (1950) z liści roślin uprawianych na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych.

Tabela 1. Liczebność Micromycetes wyodrębnionych z powietrza atmosferycznego i roślin zielarskich w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017

Obiekt	Liczebność kolonii						Razem [szt.]
	2015		2016		2017		
	terminy						
	I	II	I	II	I	II	
Powietrze atmosferyczne nad kwaterami	278	597	301	544	318	492	2530
Powietrze atmosferyczne w szklarni	250	347	293	374	338	452	2054
Rośliny na kwaterach	205	460	191	454	198	442	1950
Rośliny w szklarni	231	451	256	431	258	451	2078
Ogółem	964	1855	1041	1803	1112	1837	8612

W badaniach mykologicznych prowadzonych w latach 2015-2017 w Ogrodzie Roślin Leczniczych największą różnorodność gatunkową Micromycetes wykazały zbiorowiska w powietrzu atmosferycznym nad kwaterami (44 gatunki) i w szklarni (39 gatunków).

Podczas trzyletnich badań, z liści roślin zielarskich na kwaterach wyodrębniono 29 gatunków Micromycetes, natomiast z liści roślin zielarskich w szklarni 28 gatunków (tab. 2).

Tabela 2. Liczebność gatunków Micromycetes wyodrębnionych z powietrza atmosferycznego i roślin zielarskich w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017

Obiekt	Liczba wyodrębnionych gatunków [szt.]						Ogółem
	2015		2016		2017		
	terminy						
	I	II	I	II	I	II	
Powietrze atmosferyczne nad kwaterami	38	42	40	41	37	36	44
Powietrze atmosferyczne w szklarni	36	37	38	39	37	39	39
Rośliny na kwaterach	25	29	23	28	26	29	29
Rośliny w szklarni	28	28	27	28	23	28	28

Wyodrębnione gatunki Micromycetes należały do 71 gatunków w obrębie 32 rodzajów.

W 4 obiektach badawczych na terenie Ogródu Roślin Leczniczych najliczniej występowały *Alternaria alternata* (21,17% udziału w całości zbiorowiska), *Epicoccum purpurascens* (5,62%) i *Cladosporium cladosporioides* (5,14%).

Gatunkami absolutnie stałymi bytującymi w powietrzu atmosferycznym i na liściach roślin zielarskich były *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium cladosporioides*, *Epicoccum purpurascens*, *Fusarium culmorum*, *Penicillium expansum* oraz *Trichoderma viride*.

Tabela 3. Liczebność i stałość występowania gatunków Micromycetes wyodrębnionych z powietrza atmosferycznego i roślin zielarskich w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017

Gatunek	Liczebność kolonii						Razem [szt.]	Udział [%]	Stażność występowania C ₁ - C ₄
	2015		2016		2017				
	termin								
	I	II	I	II	I	II			
<i>Alpakesa uniseptata</i>	2	7	2	-	2	-	13	0,15	C ₁
<i>Alternaria alternata</i>	287	331	255	320	280	350	1823	21,17	C ₄
<i>Alternaria consortialis</i>	1	4	5	4	1	-	15	0,17	C ₁
<i>Arthroderma tuberculatum</i>	-	5	4	5	6	4	24	0,28	C ₁
<i>Aspergillus flavus</i>	10	11	11	10	8	9	59	0,69	C ₂
<i>Aspergillus nidulans</i>	7	4	5	10	5	8	39	0,45	C ₁
<i>Aspergillus niger</i>	19	64	46	45	14	50	238	2,76	C ₃
<i>Aspergillus versicolor</i>	-	2	2	12	2	8	26	0,30	C ₁

<i>Aureobasidium pullulans</i>	1	4	1	2	-	2	10	0,12	C ₁
<i>Botrytis cinerea</i>	27	73	25	47	31	68	271	3,15	C ₄
<i>Chaetomium diversum</i>	-	3	5	15	-	3	26	0,30	C ₁
<i>Chaetomium funicola</i>	4	3	2	2	2	2	15	0,17	C ₁
<i>Chaetomium globosum</i>	9	22	12	33	13	38	127	1,47	C ₃
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	34	93	45	115	56	100	443	5,14	C ₄
<i>Cladosporium herbarum</i>	12	40	20	35	25	63	195	2,26	C ₃
<i>Cladosporium macrocarpum</i>	9	32	14	34	11	36	136	1,58	C ₂
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	8	17	10	25	8	33	101	1,17	C ₂
<i>Cochliobolus geniculatus</i>	-	2	1	4	4	10	21	0,24	C ₁
<i>Colletotrichum gleosporioides</i>	1	5	5	6	5	6	28	0,33	C ₁
<i>Coniothyrium minitans</i>	7	26	11	36	6	24	110	1,28	C ₂
<i>Curvularia affinis</i>	3	5	3	5	-	4	20	0,23	C ₁
<i>Cylindrocarpon destructans</i>	2	9	1	10	1	7	30	0,35	C ₁
<i>Cylindrocarpon raditicola</i>	5	6	-	-	6	29	46	0,53	C ₁
<i>Epicoccum purpurascens</i>	52	141	58	95	55	83	484	5,62	C ₄
<i>Fusarium avenaceum</i>	20	25	19	38	14	30	146	1,70	C ₃
<i>Fusarium culmorum</i>	31	72	39	65	34	40	281	3,26	C ₄
<i>Fusarium oxysporum</i>	23	55	31	83	27	43	262	3,04	C ₃
<i>Fusarium poae</i>	5	19	7	11	2	6	50	0,58	C ₁
<i>Fusarium sambucinum</i>	2	3	-	-	6	2	13	0,15	C ₁
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	20	30	35	45	25	55	210	2,44	C ₃
<i>Gliocladium catenulatum</i>	3	7	1	3	1	1	16	0,19	C ₁
<i>Gliocladium vermoeseni</i>	2	9	1	5	1	4	22	0,26	C ₁
<i>Humicola fuscoatra</i> var. <i>fuscoatra</i>	7	9	8	14	11	18	67	0,78	C ₂
<i>Humicola grisea</i> var. <i>grisea</i>	8	16	6	14	9	18	71	0,82	C ₂
<i>Melanospora aculeata</i>	14	31	4	8	11	5	73	0,85	C ₁
<i>Mortierella alpina</i>	12	21	28	31	16	34	142	1,65	C ₂
<i>Mortierella isabellina</i>	4	6	3	7	6	7	33	0,38	C ₁
<i>Mortierella parvispora</i>	10	16	5	12	14	8	65	0,75	C ₁
<i>Myrothecium roridum</i>	5	5	-	2	1	2	15	0,17	C ₁
<i>Penicillium chrysogenum</i>	15	47	18	51	25	62	218	2,53	C ₃
<i>Penicillium citrinum</i>	3	15	1	9	-	14	42	0,49	C ₁
<i>Penicillium claviforme</i>	7	7	12	7	7	7	47	0,55	C ₁
<i>Penicillium expansum</i>	45	89	44	87	54	110	429	4,98	C ₄

<i>Penicillium fellutanum</i>	9	9	9	9	9	17	62	0,72	C ₁
<i>Penicillium hirsutum</i>	5	9	-	15	4	13	46	0,53	C ₁
<i>Penicillium jensenii</i>	3	18	6	7	15	8	57	0,66	C ₁
<i>Penicillium lanosum</i>	8	14	6	19	26	11	84	0,97	C ₂
<i>Penicillium olsonii</i>	7	7	1	6	9	8	38	0,44	C ₁
<i>Penicillium purpurescens</i>	9	16	18	8	8	8	67	0,78	C ₁
<i>Penicillium verrucosum</i> var. <i>verrucosum</i>	24	49	26	49	31	49	228	2,65	C ₃
<i>Penicillium waksmanii</i>	2	5	2	6	2	11	28	0,33	C ₁
<i>Periconia macrospinosa</i>	9	4	5	8	18	22	66	0,77	C ₁
<i>Pestalotia sydowiana</i>	1	10	4	3	4	5	27	0,31	C ₁
<i>Phoma eupyrena</i>	7	2	13	16	9	7	54	0,63	C ₁
<i>Phoma exigua</i>	8	24	8	19	13	22	94	1,09	C ₂
<i>Phoma glomerata</i>	13	15	1	11	7	31	78	0,91	C ₂
<i>Phoma leveillei</i>	3	1	1	2	2	2	11	0,13	C ₁
<i>Phoma medicaginis</i>	27	31	23	25	26	21	153	1,78	C ₃
<i>Phoma putaminum</i>	-	8	2	19	4	-	33	0,38	C ₁
<i>Phomopsis diacheni</i>	3	10	2	8	2	7	32	0,37	C ₁
<i>Rhizomucor pusillus</i>	6	29	7	16	6	11	75	0,87	C ₂
<i>Rhizopus stolonifer</i>	3	12	4	11	4	14	48	0,56	C ₁
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	1	8	1	3	-	6	19	0,22	C ₁
<i>Sordaria fimicola</i>	-	1	1	4	-	2	8	0,09	C ₁
<i>Staphylotrichum coccosporum</i>	-	8	5	4	-	-	17	0,20	C ₁
<i>Trichoderma aureoviride</i>	5	3	4	-	13	-	25	0,29	C ₁
<i>Trichoderma harzianum</i>	14	25	16	35	14	26	130	1,51	C ₁
<i>Trichoderma koningii</i>	13	40	20	33	15	27	148	1,73	C ₂
<i>Trichoderma pseudokoningii</i>	11	30	14	23	23	20	121	1,41	C ₂
<i>Trichoderma viride</i>	36	69	36	79	43	79	342	3,97	C ₄
<i>Volutella ciliata</i>	1	7	1	3	1	6	19	0,22	C ₁
Ogółem	964	1855	1041	1803	1113	1836	8612	100,00	-

Nazwy wyodrębnionych Micromycetes porównano z obowiązującym nazewnictwem w bazie Indexem Fungorum [marzec 2023 r.] (tab. 4). W zestawieniach tabelarycznych podano nazwy gatunkowe Micromycetes według kluczy mykologicznych.

Tabela 4. Porównanie nazw gatunkowych grzybów według kluczy mykologicznych i Index Fungorum (dostęp marzec 2023)

Klucze mykologiczne	Index Fungorum 2023
<i>Alpakesa uniseptata</i> Morgan-Jones, Nag Raj & W.B. Kendr.	<i>Alpakesa uniseptata</i> Morgan-Jones, Nag Raj & W.B. Kendr.
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.
<i>Alternaria consortialis</i> (Thüm.) J.W. Groves & S. Hughes	<i>Alternaria consortialis</i> (Thüm.) J.W. Groves & S. Hughes
<i>Arthroderma tuberculatum</i> Kuehn	<i>Arthroderma tuberculatum</i> Kuehn
<i>Aspergillus flavus</i> Link	<i>Aspergillus flavus</i> Link
<i>Aspergillus nidulans</i> (Eidam) G. Winter	<i>Aspergillus nidulans</i> (Eidam) G. Winter
<i>Aspergillus niger</i> van Tieghem	<i>Aspergillus brasiliensis</i> Varga, Frisvad & Samson
<i>Aspergillus versicolor</i> (Vuill.) Tiraboschi	<i>Aspergillus versicolor</i> (Vuill.) Tirab.
<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary & Löwenthal) G. Arnaud	<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary & Löwenthal) G. Arnaud
<i>Botrytis cinerea</i> Pers. ex Pers.	<i>Botrytis cinerea</i> Pers.
<i>Chaetomium diversum</i> Lodha	<i>Chaetomium diversum</i> Lodha
<i>Chaetomium funicola</i> Cooke	<i>Dichotomopilus funicola</i> (Cooke) X. Wei Wang & Samson
<i>Chaetomium globosum</i> Kunze ex Steud.	<i>Chaetomium globosum</i> Kunze
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fres.) de Vries	<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) G.A. de Vries
<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link ex S. F. Gray	<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link
<i>Cladosporium macrocarpum</i> Preuss	<i>Davidiella macrocarpa</i> Crous, K. Schub. & U. Braun
<i>Cladosporium sphaerospermum</i> Penz.	<i>Cladosporium sphaerospermum</i> Penz.
<i>Cochliobolus geniculatus</i> R.R. Nelson	<i>Cochliobolus geniculatus</i> R.R. Nelson
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Penz.) Penz. & Sacc.	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Penz.) Penz. & Sacc.
<i>Coniothyrium minitans</i> W.A. Campb.	<i>Paraphaeosphaeria minitans</i> (W.A. Campb.) Verkley, Göker & Stielow
<i>Curvularia affinis</i> Boedijn	<i>Curvularia affinis</i> Boedijn

<i>Cylindrocarpon destructans</i> (Zinssm.) Scholten	<i>Ilyonectria destructans</i> (Zinssm.) Rossman, L. Lombard & Crous
<i>Cylindrocarpon radicum</i> Wollenw.	<i>Ilyonectria radicum</i> (Gerlach & L. Nilsson) P. Chaverri & Salgado
<i>Epicoccum purpurascens</i> Ehrenb. ex Schlecht.	<i>Epicoccum nigrum</i> Link
<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc.	<i>Gibberella avenacea</i> R.J. Cook
<i>Fusarium culmorum</i> (W. G. Sm.) Sacc.	<i>Fusarium culmorum</i> (Wm. G. Sm.) Sacc.
<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht.	<i>Fusarium oxysporum</i> Schltdl.
<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenweber	<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw.
<i>Fusarium sambucinum</i> Fuckel	<i>Gibberella pulicaris</i> Kunze (Sacc.)
<i>Fusarium sporotrichioides</i> Sherb.	<i>Fusarium sporotrichioides</i> Sherb.
<i>Gliocladium catenulatum</i> J.C. Gilman & E.V. Abbott	<i>Clonostachys rosea</i> (Link) Schroers, Samuels, Seifert & W. Gams
<i>Gliocladium vermoeseni</i> (Biourge) Thom	<i>Nalanthamala vermoeseni</i> (Biourge) Schroers
<i>Humicola fuscoatra</i> var. <i>fuscoatra</i> Traaen	<i>Humicola fuscoatra</i> Traaen
<i>Humicola grisea</i> var. <i>grisea</i> Traaen	<i>Trichocladium griseum</i> (Traaen) X. Wei Wang & Houbraken
<i>Melanospora aculeata</i> E.C. Hansen	<i>Melanospora aculeata</i> E.C. Hansen
<i>Mortierella alpina</i> Peyronel	<i>Mortierella alpina</i> Peyronel
<i>Mortierella isabellina</i> Oudem.	<i>Umbelopsis isabellina</i> (Oudem.) W. Gams
<i>Mortierella parvispora</i> Linnem	<i>Entomortierella parvispora</i> (Linnem.) Vandepol & Bonito
<i>Myrothecium roridum</i> Tode	<i>Paramyrothecium roridum</i> (Tode) L. Lombard & Crous
<i>Penicillium chrysogenum</i> Thom	<i>Penicillium chrysogenum</i> Thom
<i>Penicillium citrinum</i> Thom	<i>Penicillium citrinum</i> Thom
<i>Penicillium claviforme</i> Bainier	<i>Penicillium vulpinum</i> (Cooke & Masee) Seifert & Samson
<i>Penicillium expansum</i> Link ex Gray	<i>Penicillium expansum</i> Link
<i>Penicillium fellutanum</i> Biourge	<i>Penicillium dierckxii</i> Biourge
<i>Penicillium hirsutum</i> Dierckx	<i>Penicillium hirsutum</i> Dierckx
<i>Penicillium jensenii</i> Zaleski	<i>Penicillium jensenii</i> K.W. Zaleski
<i>Penicillium lanosum</i> Westling	<i>Penicillium lanosum</i> Westling
<i>Penicillium olsonii</i> Bainier & Sartory	<i>Penicillium olsonii</i> Bainier & Sartory
<i>Penicillium purpureascens</i> (Sopp) Biourge	<i>Penicillium purpureascens</i> (Sopp) Biourge
<i>Penicillium verrucosum</i> var. <i>verrucosum</i> Dierckx	<i>Penicillium verrucosum</i> Dierckx

<i>Penicillium waksmanii</i> Zaleski	<i>Penicillium waksmanii</i> K.W. Zaleski
<i>Periconia macrospinosa</i> Lefebvre & Aar.G. Johnson	<i>Periconia macrospinosa</i> Lefebvre & Aar.G. Johnson
<i>Pestalotia sydowiana</i> Bres.	<i>Pestalotiopsis sydowiana</i> (Bres.) B. Sutton
<i>Phoma eupyrena</i> Sacc.	<i>Juxtiphoma eupyrena</i> (Sacc.) Valenz.-Lopez, Crous, Stchigel, Guarro & Cano
<i>Phoma exigua</i> Desm.	<i>Boeremia exigua</i> (Desm.) Aveskamp, Gruyter & Verkley
<i>Phoma glomerata</i> (Cda) Wollenw. & Hochapf.	<i>Didymella glomerata</i> (Corda) Qian Chen & L. Cai
<i>Phoma leveillei</i> Boerema & Bollen	<i>Phoma leveillei</i> Boerema & G.J. Bollen
<i>Phoma medicaginis</i> Malbr. & Roum.	<i>Ascochyta medicaginicola</i> Qian Chen & L. Cai
<i>Phoma putaminum</i> Speg.	<i>Paraboeremia putaminum</i> (Speg.) Qian Chen & L. Cai
<i>Phomopsis diacheni</i> Sacc.	<i>Phomopsis diacheni</i> Sacc.
<i>Rhizomucor pusillus</i> (Lindt) Schipper	<i>Rhizomucor pusillus</i> (Lindt) Schipper
<i>Rhizopus stolonifer</i> Ehrenb. ex Corda	<i>Rhizopus stolonifer</i> (Ehrenb.) Vuill.
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary
<i>Sordaria fimicola</i> (Rob. ex Desm.) Ces. & De Not.	<i>Sordaria fimicola</i> (Roberge ex Desm.) Ces. & De Not.
<i>Staphylotrichum coccosporum</i> J.A. Mey. & Nicot	<i>Staphylotrichum coccosporum</i> J.A. Mey. & Nicot
<i>Trichoderma aureoviride</i> Rifai	<i>Trichoderma aureoviride</i> Rifai
<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai	<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai
<i>Trichoderma koningii</i> Oud.	<i>Trichoderma koningii</i> Oudem
<i>Trichoderma pseudokoningii</i> Rifai	<i>Trichoderma pseudokoningii</i> Rifai
<i>Trichoderma viride</i> Pers.	<i>Trichoderma viride</i> Pers.
<i>Volutella ciliata</i> (Alb. & Schwein.) Fr.	<i>Scolecopus ciliatum</i> (Alb. & Schwein.) L. Lombard, Sand.-Den. & Crous

4.1.1. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym nad roślinami zielarskimi uprawianymi na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych w latach 2015-2017

W latach 2015 - 2017 łącznie z powietrza nad roślinami zielarskimi uprawianymi na kwaterach Ogrodu Roślin Leczniczych wyizolowano 2530 kolonii należących do 44 gatunków Micromycetes (tab. 5).

Licznie występowały 3 gatunki: *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides* i *Penicillium expansum*. Ich udział w badanym zbiorowisku wynosił 30,12% (762 kolonie). Grzyby te zakwalifikowano jako dominanty.

Najliczniejszą grupę ogółu zbiorowiska stanowiły influenty (61,54%), do których zaliczano grzyby rodzajów: *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Mortierella*, *Penicillium* i inne, należące do 1557 kolonii.

Do grupy grzybów akcesorycznych zaliczono: *Alpakesa uniseptata*, *Alternaria consortialis*, *Arthroderma tuberculatum*, *Cochliobolus geniculatus*, *Cylindrocarpon destructans*, *Fusarium avenaceum*, *F. sambucinum*, *Humicola grisea* var. *grisea*, *Periconia macrospinosa*, *Phoma glomerata*, *Ph. medicaginis*, *Staphylotrichum coccosporum* i *Trichoderma aureoviride*, należące do 211 kolonii. Stanowiły one 8,34% całości zbiorowiska.

Tabela 5. Liczebność, frekwencja, stałość występowania Micromycetes w powietrzu atmosferycznym nad roślinami zielarskimi uprawianymi na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017

Gatunek	Liczebność kolonii [szt.]	Frekwencja [%]	Stażność występowania C ₁ - C ₄
D - dominanty > 5%			
<i>Alternaria alternata</i>	481	19,01	C ₄
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	133	5,26	C ₄
<i>Penicillium expansum</i>	148	5,85	C ₄
I - influenty 1 - 5%			
<i>Aspergillus niger</i>	106	4,19	C ₄
<i>Botrytis cinerea</i>	60	2,37	C ₄
<i>Chaetomium diversum</i>	26	1,03	C ₃
<i>Chaetomium globosum</i>	47	1,86	C ₄
<i>Cladosporium herbarum</i>	92	3,64	C ₄
<i>Cladosporium macrocarpum</i>	113	4,47	C ₄
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	38	1,50	C ₄
<i>Coniothyrium minitans</i>	41	1,62	C ₄
<i>Epicoccum purpurascens</i>	124	4,90	C ₄
<i>Fusarium culmorum</i>	60	2,37	C ₄
<i>Fusarium oxysporum</i>	28	1,11	C ₄
<i>Fusarium poae</i>	50	1,98	C ₄
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	33	1,30	C ₄

<i>Humicola fuscoatra</i> var. <i>fuscoatra</i>	45	1,78	C ₄
<i>Melanospora aculeata</i>	32	1,26	C ₄
<i>Mortierella alpina</i>	108	4,27	C ₄
<i>Mortierella parvispora</i>	30	1,19	C ₄
<i>Penicillium citrinum</i>	42	1,66	C ₄
<i>Penicillium hirsutum</i>	46	1,82	C ₄
<i>Penicillium jensenii</i>	57	2,25	C ₄
<i>Penicillium lanosum</i>	49	1,94	C ₄
<i>Pestalotia sydowiana</i>	27	1,07	C ₄
<i>Phoma eupyrena</i>	33	1,30	C ₄
<i>Phoma putaminum</i>	33	1,30	C ₃
<i>Rhizomucor pusillus</i>	48	1,90	C ₄
<i>Trichoderma harzianum</i>	39	1,54	C ₄
<i>Trichoderma pseudokoningii</i>	48	1,90	C ₄
<i>Trichoderma viride</i>	102	4,03	C ₄
A - akcesoryczne < 1%			
<i>Alpakesa uniseptata</i>	13	0,51	C ₃
<i>Alternaria consortialis</i>	15	0,59	C ₄
<i>Arthroderma tuberculatum</i>	8	0,32	C ₃
<i>Cochliobolus geniculatus</i>	21	0,83	C ₄
<i>Cylindrocarpon destructans</i>	20	0,79	C ₄
<i>Fusarium avenaceum</i>	5	0,20	C ₂
<i>Fusarium sambucinum</i>	13	0,51	C ₃
<i>Humicola grisea</i> var. <i>grisea</i>	16	0,63	C ₄
<i>Periconia macrospinoso</i>	17	0,67	C ₄
<i>Phoma glomerata</i>	19	0,75	C ₃
<i>Phoma medicaginis</i>	22	0,87	C ₄
<i>Staphylotrichum cocosporum</i>	17	0,67	C ₂
<i>Trichoderma aureoviride</i>	25	0,99	C ₃
Ogółem	2530	100,00	-

4.1.1.1. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym nad roślinami zielarskimi uprawianymi na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych w 2015 roku

W 2015 roku z powietrza atmosferycznego nad roślinami zielarskimi uprawianymi w kwaterach Ogrodu Roślin Leczniczych łącznie wyodrębniono 875 kolonii grzybów: termin I - 278, termin II - 597, które zaliczono do 44 gatunków (tab. 6).

Powietrze wysyczone było w najwyższym stopniu propagulami *Alternaria alternata*, którego udział w zbiorowisku wynosił 18,51%. Drugim pod względem liczebności był *Epicoccum purpurascens*, który obejmował 6,29% ogółu. Licznie wystąpił także *Penicillium expansum* o procentowym udziale 5,71. Według przyjętych kryteriów zaklasyfikowano je do dominantów o sumarycznym udziale 30,51% całości zbiorowiska.

Pozostałe 24 gatunki Micromycetes zakwalifikowano do grupy influentów z 59,45% udziałem ogółu zbiorowiska: *Alpakesa uniseptata*, *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. herbarum*, *C. macrocarpum*, *C. sphaerospermu*, *Coniothyrium minitans*, *Fusarium culmorum*, *F. oxysporum*, *F. poae*, *Humicola fuscoatra* var. *fuscoatra*, *Melanospora aculeata*, *Mortierella alpina*, *M. parvispora*, *Penicillium citrinum*, *P. hirsutum*, *P. jensenii*, *P. lanosum*, *Pestalotia sydowiana*, *Phoma glomerata*, *Rhizomucor pusillus*, *Trichoderma pseudokoningii* i *T. viride*.

Nieznaczny udział w całości zbiorowiska (10,04%) obejmował 17 gatunków: *Arthroderma tuberculatum*, *Alternaria consortialis*, *Chaetomium diversum*, *Ch. globosum*, *Cochliobolus geniculatus*, *Cylindrocarpon destructans*, *Fusarium avenaceum*, *F. sambucinum*, *F. sporotrichioides*, *Humicola grisea* var. *grisea*, *Periconia macrospinosa*, *Phoma eupyrena*, *Ph. medicaginis*, *Ph. putaminum*, *Staphylotrichum coccosporum*, *Trichoderma aureoviride*, *T. harzianum*. Zostały one zakwalifikowane do grupy grzybów akcesorycznych.

Nad pięcioma roślinami w obydwu terminach 2015 roku w powietrzu atmosferycznym zidentyfikowano propagule: *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides*, *Epicoccum purpurascens*, *Mortierella alpina*, *Penicillium expansum* i *Trichoderma viride*.

Tabela 6. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym nad roślinami zielarskimi uprawianymi na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w 2015 roku

Gatunek	Liczebność kolonii [szt.]											Razem [szt.]	Udział [%]
	bazylia		lawenda		melisa		mięta		szałwia				
	termin												
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II			
<i>Alpakesa uniseptata</i>	2	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	1,03
<i>Alternaria alternata</i>	26	11	9	21	21	13	13	19	22	7	162	18,51	
<i>Alternaria consortialis</i>	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	5	0,57	
<i>Arthroderma tuberculatum</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,11	
<i>Aspergillus niger</i>	2	8	-	4	3	9	-	6	2	8	42	4,80	
<i>Botrytis cinerea</i>	4	4	2	5	-	7	1	8	2	5	38	4,34	
<i>Chaetomium diversum</i>	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1	3	0,34	
<i>Chaetomium globosum</i>	-	-	1	-	-	1	-	2	-	4	8	0,91	
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	1	5	1	3	2	8	3	6	3	5	37	4,24	

<i>Cladosporium herbarum</i>	1	5	-	2	-	6	2	3	4	8	31	3,55
<i>Cladosporium macrocarpum</i>	-	4	2	8	1	7	3	3	2	6	36	4,11
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	3	3	-	-	-	-	-	1	-	4	11	1,26
<i>Cochliobolus geniculatus</i>	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2	0,23
<i>Coniothyrium minitans</i>	-	-	-	-	4	5	2	4	-	-	15	1,71
<i>Cylindrocarpon destructans</i>	-	-	-	-	-	-	2	5	-	-	7	0,80
<i>Epicoccum purpurascens</i>	3	13	2	9	1	6	6	11	1	3	55	6,29
<i>Fusarium avenaceum</i>	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	2	0,23
<i>Fusarium culmorum</i>	-	4	2	2	-	3	-	5	2	8	26	2,97
<i>Fusarium oxysporum</i>	1	4	-	-	5	-	-	-	-	-	10	1,14
<i>Fusarium poae</i>	-	-	1	1	-	8	2	4	2	6	24	2,74
<i>Fusarium sambucinum</i>	-	-	2	-	-	3	-	-	-	-	5	0,57
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	6	0,69
<i>Humicola fuscoatra</i> var. <i>fuscoatra</i>	2	-	-	-	1	-	1	2	2	3	11	1,26
<i>Humicola grisea</i> var. <i>grisea</i>	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	3	0,34
<i>Melanospora aculeata</i>	2	7	-	2	-	-	4	9	-	1	25	2,86
<i>Mortierella alpina</i>	2	4	1	2	3	7	1	4	2	2	28	3,20
<i>Mortierella parvispora</i>	-	-	1	-	2	4	-	-	-	2	9	1,03
<i>Penicillium citrinum</i>	2	6	-	-	-	4	-	3	1	2	18	2,06
<i>Penicillium expansum</i>	2	8	3	9	5	5	1	7	4	6	50	5,71
<i>Penicillium hirsutum</i>	-	2	-	-	5	-	-	4	-	3	14	1,60
<i>Penicillium jensenii</i>	3	9	-	6	-	-	-	3	-	-	21	2,40
<i>Penicillium lanosum</i>	-	5	1	-	-	2	-	-	2	7	17	1,94
<i>Periconia macrospinoso</i>	-	-	-	1	3	-	1	1	-	-	6	0,69
<i>Pestalotia sydowiana</i>	1	3	-	2	-	-	-	-	-	5	11	1,26
<i>Phoma eupyrena</i>	-	-	-	-	3	-	-	1	-	-	4	0,46
<i>Phoma glomerata</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	8	-	9	1,03
<i>Phoma medicaginis</i>	-	-	3	-	-	-	1	-	-	1	5	0,57
<i>Phoma putaminum</i>	-	3	-	-	-	5	-	-	-	-	8	0,91
<i>Rhizomucor pusillus</i>	-	-	1	-	-	4	1	7	2	11	26	2,97
<i>Staphylotrichum coccosporum</i>	-	4	-	4	-	-	-	-	-	-	8	0,91
<i>Trichoderma aureoviride</i>	-	-	-	-	-	3	-	-	5	-	8	0,91
<i>Trichoderma harzianum</i>	-	-	-	-	1	4	-	2	-	-	7	0,80
<i>Trichoderma pseudokoningii</i>	-	6	-	1	-	5	2	4	-	3	21	2,40
<i>Trichoderma viride</i>	2	2	1	5	1	3	3	7	1	6	31	3,55
Ogółem	62	134	33	89	62	123	50	134	71	117	875	100,00

4.1.1.2. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym nad roślinami zielarskimi uprawianymi na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych w 2016 roku

W 2016 roku z powietrza atmosferycznego nad roślinami zielarskimi uprawianymi na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych wyizolowano 845 kolonii grzybów należących do 43 gatunków (tab. 7).

Najliczniej występował *Alternaria alternata* stanowiąc 17,04% całego zbiorowiska. Licznie występował także *Aspergillus niger* (5,81%), *Cladosporium cladosporioides* (5,80%) oraz *Penicillium expansum*, którego kolonie miały 5,07% udziału w zbiorowisku. Grzyby te zakwalifikowano jako dominanty, z łącznym udziałem 33,74%.

Mniej licznie występowały: *Alternaria consortialis*, *Chaetomium diversum*, *Ch. globosum*, *Cladosporium herbarum*, *C. macrocarpum*, *C. sphaerospermum*, *Coniothyrium minitans*, *Epicoccum purpurascens*, *Fusarium culmorum*, *F. oxysporum*, *F. poae*, *F. sporotrichioides*, *Humicola fuscoatra* var. *fuscoatra*, *Mortierella alpina*, *M. parvispora*, *Penicillium citrinum*, *P. hirsutum*, *P. jensenii*, *P. lanosum*, *Phoma eupyrena*, *Ph. putaminum*, *Rhizomucor pusillus*, *Staphylotrichum coccosporum*, *Trichoderma harzianum*, *T. pseudokoningii* i *T. viride*. Ich udział w zbiorowisku wynosił 59,85% i zakwalifikowano je jako influenty.

Do grzybów akcesorycznych zakwalifikowano 13 gatunków: *Alpakesa uniseptata*, *Arthroderma tuberculatum*, *Botrytis cinerea*, *Cochliobolus geniculatus*, *Cylindrocarpon destructans*, *Fusarium avenaceum*, *Humicola grisea* var. *grisea*, *Melanospora aculeata*, *Periconia macrospinosa*, *Pestalotia sydowiana*, *Phoma glomerata*, *Ph. medicaginis* i *Trichoderma aureoviride*, których sumaryczny udział stanowił 6,41%.

Nad pięcioma roślinami w obydwu terminach 2016 roku w powietrzu atmosferycznym zidentyfikowano propagule: *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. macrocarpum*, *Epicoccum purpurascens*, *Mortierella alpina*, *Penicillium expansum* i *Trichoderma viride*.

Tabela 7. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym nad roślinami zielarskimi uprawianymi na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w 2016 roku

Gatunek	Liczebność kolonii [szt.]										Razem [szt.]	Udział [%]
	bazylika		lawenda		melisa		mięta		szałwia			
	termin											
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II		
<i>Alpakesa uniseptata</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	2	0,24
<i>Alternaria alternata</i>	16	26	12	13	18	13	6	15	13	12	144	17,04
<i>Alternaria consortialis</i>	1	4	-	-	4	-	-	-	-	-	9	1,07
<i>Arthroderma tuberculatum</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-	3	0,36
<i>Aspergillus niger</i>	13	4	7	3	5	4	2	5	6	-	49	5,81

<i>Botrytis cinerea</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	3	0,36
<i>Chaetomium diversum</i>	2	6	-	-	-	2	3	7	-	-	20	2,38
<i>Chaetomium globosum</i>	-	-	-	-	2	6	1	4	-	3	16	1,89
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	2	8	5	7	4	11	1	4	2	5	49	5,80
<i>Cladosporium herbarum</i>	4	4	1	2	2	5	-	3	1	2	24	2,84
<i>Cladosporium macrocarpum</i>	3	8	5	7	2	5	2	4	1	3	40	4,73
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	2	4	-	-	1	3	2	6	-	2	20	2,38
<i>Cochliobolus geniculatus</i>	-	-	1	2	-	-	-	1	-	1	5	0,59
<i>Coniothyrium minitans</i>	1	4	-	-	-	2	3	7	1	3	21	2,49
<i>Cylindrocarpon destructans</i>	-	2	-	-	-	1	1	3	-	-	7	0,83
<i>Epicoccum purpurascens</i>	3	4	3	7	2	2	2	5	1	6	35	4,14
<i>Fusarium avenaceum</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	2	0,24
<i>Fusarium culmorum</i>	-	-	-	2	7	9	-	1	-	4	23	2,72
<i>Fusarium oxysporum</i>	2	-	-	3	-	-	-	-	4	-	9	1,07
<i>Fusarium poae</i>	-	1	-	1	7	4	-	1	-	4	18	2,13
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	1	-	4	4	2	-	1	-	4	-	16	1,89
<i>Humicola fuscoatra</i> var. <i>fuscoatra</i>	-	1	6	-	-	6	-	-	-	1	14	1,65
<i>Humicola grisea</i> var. <i>grisea</i>	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	2	0,24
<i>Melanospora aculeata</i>	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	5	0,59
<i>Mortierella alpina</i>	3	5	2	6	6	8	2	4	2	2	40	4,73
<i>Mortierella parvispora</i>	1	3	-	2	-	-	-	-	-	5	11	1,30
<i>Penicillium citrinum</i>	-	-	-	2	-	-	1	-	-	7	10	1,14
<i>Penicillium expansum</i>	4	5	2	4	4	6	2	8	2	6	43	5,09
<i>Penicillium hirsutum</i>	-	-	-	4	-	1	-	4	-	6	15	1,77
<i>Penicillium jensenii</i>	-	-	6	1	-	-	-	6	-	-	13	1,54
<i>Penicillium lanosum</i>	-	3	-	-	-	7	-	1	1	-	12	1,42
<i>Periconia macrospina</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	4	5	0,59
<i>Pestalotia sydowiana</i>	-	1	4	-	-	-	-	-	-	2	7	0,83
<i>Phoma eupyrena</i>	4	-	2	-	-	4	2	5	-	4	21	2,48
<i>Phoma glomerata</i>	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,24
<i>Phoma medicaginis</i>	-	-	-	-	1	4	-	2	-	-	7	0,83
<i>Phoma putaminum</i>	-	6	-	1	-	5	2	4	-	3	21	2,49
<i>Rhizomucor pusillus</i>	-	-	-	-	1	3	3	7	-	-	14	1,65
<i>Staphylotrichum coccosporum</i>	1	4	4	-	-	-	-	-	-	-	9	1,07
<i>Trichoderma aureoviride</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4	0,47
<i>Trichoderma harzianum</i>	-	4	-	3	3	11	-	1	-	-	22	2,60

<i>Trichoderma pseudokoningii</i>	-	4	1	-	-	5	4	-	2	5	21	2,49
<i>Trichoderma viride</i>	2	5	3	3	3	4	1	6	1	4	32	3,79
Ogółem	66	123	68	78	76	131	42	117	49	95	845	100,00

4.1.1.3. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym nad roślinami zielarskimi uprawianymi na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych w 2017 roku

W analizie mykologicznej powietrza nad roślinami zielarskimi uprawianymi na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych w 2017 roku otrzymano 810 kolonii należących do 43 gatunków (tab. 8).

Do dominantów, charakteryzujących się liczebnością 34,19% całości zbiorowiska, zaliczono 3 gatunki, z czego 21,60% stanowił *Alternaria alternata*. Udział *Penicillium expansum* w badanym powietrzu wynosił 6,79%, a *Cladosporium cladosporioides* 5,80%.

Grzyby, których udział w całości zbiorowiska wynosił 55,07% zakwalifikowano jako influenty. Należały one do 23 gatunków: *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Chaetomium globosum*, *Cladosporium herbarum*, *C. macrocarpum*, *Cochliobolus geniculatus*, *Epicoccum purpurascens*, *Fusarium culmorum*, *F. oxysporum*, *F. sporotrichioides*, *Humicola fuscoatra* var. *fuscoatra*, *H. grisea* var. *grisea*, *Mortierella alpina*, *M. parvispora*, *Penicillium citrinum*, *P. hirsutum*, *P. lanosum*, *P. jensenii*, *Pestalotia sydowiana*, *Phoma medicaginis*, *Trichoderma aureoviride*, *T. harzianum* i *T. viride*.

Najmniejsza liczebność kolonii w badanym zbiorowisku cechowała 17 gatunków: *Alpakesa uniseptata*, *Alternaria consortialis*, *Arthroderma tuberculatum*, *Chaetomium diversum*, *Cladosporium sphaerospermum*, *Coniothyrium minitans*, *Cylindrocarpon destructans*, *Fusarium avenaceum*, *F. poae*, *F. sambucinum*, *Melanospora aculeata*, *Periconia macrospinosa*, *Phoma eupyrena*, *Ph. glomerata*, *Ph. putaminum*, *Rhizomucor pusillus* i *Trichoderma pseudokoningii*.

Nad pięcioma roślinami w obydwu terminach 2017 roku w powietrzu atmosferycznym zidentyfikowano propagule: *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. herbarum*, *C. macrocarpum*, *Epicoccum purpurascens*, *Mortierella alpina*, *Penicillium expansum* i *Trichoderma viride*.

Tabela 8. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym nad roślinami zielarskimi uprawianymi na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w 2017 roku

Gatunek	Liczebność kolonii [szt.]											Razem [szt.]	Udział [%]
	bazylika		lawenda		melisa		mięta		szałwia				
	termin												
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II			
<i>Alpakesa uniseptata</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	0,25
<i>Alternaria alternata</i>	25	12	11	23	23	14	14	19	21	13	175	21,60	

<i>Alternaria consortialis</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	0,12
<i>Arthroderma tuberculatum</i>	-	-	1	-	-	-	3	-	-	-	4	0,49
<i>Aspergillus niger</i>	-	1	1	2	-	4	-	4	1	2	15	1,85
<i>Botrytis cinerea</i>	2	5	-	-	1	2	2	5	-	2	19	2,35
<i>Chaetomium diversum</i>	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	3	0,37
<i>Chaetomium globosum</i>	2	5	1	-	-	1	2	8	-	4	23	2,84
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	4	9	5	6	2	4	2	5	3	7	47	5,80
<i>Cladosporium herbarum</i>	2	5	3	7	4	6	1	4	2	3	37	4,57
<i>Cladosporium macrocarpum</i>	2	5	1	5	1	6	2	5	2	8	37	4,57
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	-	1	-	-	1	2	-	1	-	2	7	0,86
<i>Cochliobolus geniculatus</i>	-	1	-	2	-	-	2	3	2	4	14	1,73
<i>Coniothyrium minitans</i>	-	-	-	-	-	3	-	2	-	-	5	0,62
<i>Cylindrocarpon destructans</i>	-	-	1	4	-	-	-	1	-	-	6	0,74
<i>Epicoccum purpurascens</i>	2	4	3	3	3	3	1	4	2	9	34	4,20
<i>Fusarium avenaceum</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	0,12
<i>Fusarium culmorum</i>	1	-	-	-	2	-	1	-	-	7	11	1,36
<i>Fusarium oxysporum</i>	-	-	-	2	-	3	-	-	4	-	9	1,11
<i>Fusarium poae</i>	-	-	1	-	1	1	-	3	-	2	8	0,99
<i>Fusarium sambucinum</i>	1	2	3	-	-	-	-	-	2	-	8	0,99
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	-	2	-	1	-	-	2	4	-	2	11	1,36
<i>Humicola fuscoatra</i> var. <i>fuscoatra</i>	-	1	4	5	1	-	3	6	-	-	20	2,47
<i>Humicola grisea</i> var. <i>grisea</i>	3	2	1	-	-	-	-	1	-	4	11	1,36
<i>Melanospora aculeata</i>	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2	0,25
<i>Mortierella alpina</i>	4	7	2	6	1	6	3	4	2	5	40	4,94
<i>Mortierella parvispora</i>	-	-	4	-	-	-	2	-	4	-	10	1,23
<i>Penicillium citrinum</i>	-	-	-	4	-	-	-	5	-	5	14	1,73
<i>Penicillium expansum</i>	4	10	2	6	4	7	3	11	4	4	55	6,79
<i>Penicillium hirsutum</i>	4	5	-	-	-	-	-	8	-	-	17	2,10
<i>Penicillium jensenii</i>	1	2	2	-	10	-	1	6	1	-	23	2,84
<i>Penicillium lanosum</i>	2	-	1	-	2	4	2	5	4	-	20	2,47
<i>Periconia macrospinosa</i>	-	-	-	4	-	-	-	-	1	1	6	0,74
<i>Pestalotia sydowiana</i>	1	4	-	-	-	1	1	-	2	-	9	1,11
<i>Phoma eupyrena</i>	-	-	2	-	2	-	-	4	-	-	8	0,99
<i>Phoma glomerata</i>	-	-	-	4	-	-	-	-	-	4	8	0,99
<i>Phoma medicaginis</i>	2	-	2	-	2	-	2	2	-	-	10	1,23
<i>Phoma putaminum</i>	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0,49

<i>Rhizomucor pusillus</i>	-	5	-	-	1	-	-	-	2	-	8	0,99
<i>Trichoderma aureoviride</i>	2	-	5	-	1	-	1	-	4	-	13	1,60
<i>Trichoderma harzianum</i>	1	-	-	4	-	5	-	-	-	-	10	1,23
<i>Trichoderma pseudokoningii</i>	-	-	-	-	-	-	2	-	-	4	6	0,74
<i>Trichoderma viride</i>	1	4	2	5	4	8	2	4	4	5	39	4,82
Ogółem	71	92	58	95	67	83	54	125	68	97	810	100,00

4.1.2. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych w latach 2015 - 2017

W latach 2015 - 2017 z powietrza atmosferycznego w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych w sumie wyizolowano 2054 kolonie należące do 39 gatunków Micromycetes (tab. 9).

Licznie występowały *Alternaria alternata*, *Penicillium expansum* i *Trichoderma viride*, których udział w badanym zbiorowisku wynosił 21,32% (438 kolonie). Grzyby te zakwalifikowano jako dominanty.

Najliczniejszą grupę ogółu zbiorowiska stanowiły influenty (75,61%), do których zaliczono 31 gatunków o łącznej liczbie kolonii 1553. Należały one m.in. do rodzajów: *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Mortierella*, *Penicillium*, *Phoma*, *Trichoderma*.

Do grupy grzybów akcesorycznych (3,07% ogółu) zakwalifikowano 5 gatunków: *Arthroderma tuberculatum*, *Chaetomium globosum*, *Cylindrocarpon destructans*, *Phoma leveillei* i *Sordaria fimicola*.

Tabela 9. Liczebność, frekwencja, stałość występowania Micromycetes w powietrzu atmosferycznym w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017

Gatunek	Liczebność [szt.]	Frekwencja [%]	Stażność występowania C ₁ - C ₄
D - dominanty > 5%			
<i>Alternaria alternata</i>	225	10,95	C ₄
<i>Penicillium expansum</i>	109	5,31	C ₄
<i>Trichoderma viride</i>	104	5,06	C ₄
I - influenty 1 - 5%			
<i>Aspergillus niger</i>	59	2,87	C ₄
<i>Aspergillus nidulans</i>	39	1,90	C ₄
<i>Aspergillus flavus</i>	28	1,36	C ₄
<i>Botrytis cinerea</i>	59	2,87	C ₄

<i>Cladosporium cladosporioides</i>	91	4,43	C ₄
<i>Cladosporium herbarum</i>	65	3,16	C ₄
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	36	1,75	C ₄
<i>Coniothyrium minitans</i>	29	1,41	C ₄
<i>Epicoccum purpurascens</i>	68	3,31	C ₄
<i>Fusarium culmorum</i>	76	3,70	C ₄
<i>Fusarium oxysporum</i>	36	1,75	C ₄
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	65	3,16	C ₄
<i>Humicola fuscoatra</i> var. <i>fuscoatra</i>	22	1,07	C ₄
<i>Melanospora aculeata</i>	41	2,00	C ₄
<i>Mortierella alpina</i>	34	1,66	C ₄
<i>Mortierella isabellina</i>	33	1,61	C ₄
<i>Mortierella parvispora</i>	35	1,70	C ₄
<i>Penicillium chrysogenum</i>	75	3,65	C ₄
<i>Penicillium claviforme</i>	47	2,29	C ₄
<i>Penicillium fellutanum</i>	62	3,02	C ₄
<i>Penicillium lanosum</i>	35	1,70	C ₄
<i>Penicillium olsonii</i>	38	1,85	C ₄
<i>Penicillium purpurescens</i>	67	3,26	C ₄
<i>Penicillium verrucosum</i> var. <i>verrucosum</i>	70	3,41	C ₄
<i>Penicillium waksmanii</i>	28	1,36	C ₄
<i>Phoma eupyrena</i>	21	1,02	C ₄
<i>Phoma medicaginis</i>	54	2,63	C ₄
<i>Periconia macrospina</i>	49	2,39	C ₄
<i>Rhizomucor pusillus</i>	27	1,31	C ₄
<i>Trichoderma harzianum</i>	91	4,43	C ₄
<i>Trichoderma pseudokoningii</i>	73	3,55	C ₄
A - akcesoryczne < 1%			
<i>Arthroderma tuberculatum</i>	16	0,79	C ₄
<i>Chaetomium globosum</i>	18	0,89	C ₄
<i>Cylindrocarpon destructans</i>	10	0,49	C ₂
<i>Phoma leveillei</i>	11	0,54	C ₄
<i>Sordaria fimicola</i>	8	0,39	C ₃
Ogółem	2054	100,00	-

4.1.2.1. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych w 2015 roku

W 2015 roku z powietrza atmosferycznego w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych łącznie wyizolowano 597 kolonii grzybów: w terminie I - 250, w terminie II - 347, które zaliczono do 39 gatunków (tab. 10).

Powietrze wysycone było w najwyższym stopniu propagulami *Alternaria alternata*, którego udział w całym zbiorowisku wynosił 11,89%. W znacznej liczebności wystąpiły *Trichoderma viride* - 5,70% ogółu, *Penicillium expansum* - 5,53%, oraz *Trichoderma harzianum* - 5,36% ogółu. Według przyjętych kryteriów zaklasyfikowano je do dominantów o udziale 23,12% całości zbiorowiska.

25 gatunków Micromycetes zakwalifikowano do grupy influentów z udziałem 71% ogółu zbiorowiska: *Aspergillus niger*, *A. nidulans*, *A. flavus*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. herbarum*, *C. sphaerospermum*, *Coniothyrium minitans*, *Epicoccum purpurascens*, *Fusarium culmorum*, *F. oxysporum*, *F. sporotrichioides*, *Melanospora aculeata*, *Mortierella isabellina*, *M. parvispora*, *Penicillium chrysogenum*, *P. claviforme*, *P. fellutanum*, *P. olsonii*, *P. purpurescens*, *P. verrucosum* var. *verrucosum*, *P. waksmanii*, *Phoma medicaginis*, *Periconia macrospinosa*, *Rhizomucor pusillus*.

Nieznaczny udział grzybów akcesorycznych w całości zbiorowiska (5,88%) obejmował 9 gatunków: *Arthroderma tuberculatum*, *Chaetomium globosum*, *Cylindrocarpon destructans*, *Humicola fuscoatra* var. *fuscoatra*, *Mortierella alpina*, *Penicillium lanosum*, *Phoma eupyrena*, *Ph. leveillei* i *Sordaria fimicola*.

W obydwu terminach w 2015 roku w pomieszczeniu A sporadycznie odnotowano występowanie *Chaetomium globosum*, *Coniothyrium minitans*, *Humicola fuscoatra* var. *fuscoatra*, *Penicillium waksmanii* i *Rhizomucor pusillus*. Natomiast w pomieszczeniu B jednorazowo wystąpiły: *Aspergillus flavus*, *Chaetomium globosum*, *Phoma eupyrena*, *Ph. leveillei* i *Sordaria fimicola*.

Tabela 10. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w 2015 roku

Gatunek	Liczebność kolonii [szt.]					
	termin				Razem [szt.]	Udział [%]
	I		II			
	pomieszczenie					
	A	B	A	B		
<i>Alternaria alternata</i>	14	11	24	22	71	11,89
<i>Arthroderma tuberculatum</i>	-	-	1	3	4	0,67
<i>Aspergillus flavus</i>	4	4	-	1	9	1,51
<i>Aspergillus nidulans</i>	2	5	2	2	11	1,84

<i>Aspergillus niger</i>	2	5	6	4	17	2,84
<i>Botrytis cinerea</i>	2	3	4	6	15	2,51
<i>Chaetomium globosum</i>	-	1	-	1	2	0,34
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	6	-	-	-	6	1,01
<i>Cladosporium herbarum</i>	2	2	8	5	17	2,84
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	2	1	3	4	10	1,68
<i>Coniothyrium minitans</i>	1	-	6	5	12	2,01
<i>Cylindrocarpon destructans</i>	-	-	3	1	4	0,67
<i>Epicoccum purpurascens</i>	7	3	8	6	24	4,02
<i>Fusarium culmorum</i>	4	3	10	6	23	3,85
<i>Fusarium oxysporum</i>	2	1	2	3	8	1,34
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	2	4	11	-	17	2,84
<i>Humicola fuscoatra</i> var. <i>fuscoatra</i>	1	-	4	-	5	0,84
<i>Melanospora aculeata</i>	7	1	11	1	20	3,35
<i>Mortierella alpina</i>	1	2	2	-	5	0,84
<i>Mortierella isabellina</i>	3	1	4	2	10	1,68
<i>Mortierella parvispora</i>	5	2	7	3	17	2,84
<i>Penicillium chrysogenum</i>	6	1	7	6	20	3,35
<i>Penicillium claviforme</i>	7	-	7	-	14	2,35
<i>Penicillium expansum</i>	8	7	12	6	33	5,53
<i>Penicillium fellutanum</i>	4	5	8	1	18	3,01
<i>Penicillium lanosum</i>	5	-	-	-	5	0,84
<i>Penicillium olsonii</i>	6	1	4	3	14	2,35
<i>Penicillium purpurescens</i>	4	5	11	5	25	4,19
<i>Penicillium verrucosum</i> var. <i>verrucosum</i>	7	6	6	5	24	4,02
<i>Penicillium waksmanii</i>	1	1	1	4	7	1,17
<i>Periconia macrospinosa</i>	4	1	2	-	7	1,17
<i>Phoma eupyrena</i>	4	-	1	-	5	0,84
<i>Phoma leveillei</i>	2	1	1	-	4	0,67
<i>Phoma medicaginis</i>	4	9	4	1	18	3,01
<i>Rhizomucor pusillus</i>	1	1	3	4	9	1,51
<i>Sordaria fimicola</i>	-	-	1	-	1	0,17
<i>Trichoderma harzianum</i>	8	5	11	8	32	5,36
<i>Trichoderma pseudokoningii</i>	7	2	9	2	20	3,35
<i>Trichoderma viride</i>	4	7	11	12	34	5,70
Ogółem	149	101	215	132	597	100,00

4.1.2.2. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych w 2016 roku

W 2016 roku z powietrza w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych wyodrębniono 667 kolonii Micromycetes należących do 39 gatunków (tab. 11).

Najliczniej występował *Alternaria alternata* stanowiąc 11,24% całego zbiorowiska. *Cladosporium cladosporioides* był licznym gatunkiem i stanowił 5,85% ogółu. Licznie występował także *Trichoderma viride*, którego kolonie stanowiły 5,24%. Grzyby te sklasyfikowano jako dominanty (22,33% ogółu).

Udział w zbiorowisku 31 gatunków zakwalifikowanych jako influenty wynosił 74,07%. Gatunki te należały do rodzajów: *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Mortierella*, *Penicillium*, *Phoma*, *Trichoderma* i inne.

Do grzybów akcesorycznych charakteryzujących się najmniejszą liczebnością w całości zbiorowiska (3,60%) zaliczono: *Arthroderma tuberculatum*, *Cylindrocarpon destructans*, *Mortierella parvispora*, *Phoma leveillei* i *Sordaria fimicola*.

W obydwu terminach w 2015 roku w pomieszczeniu A sporadycznie odnotowano występowanie *Coniothyrium minitans*, *Penicillium olsonii*, *Phoma leveillei* i *Sordaria fimicola*.

Tabela 11. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w 2016 roku

Gatunek	Liczebność kolonii [szt.]					
	termin				Razem [szt.]	Udział [%]
	I		II			
	pomieszczenie					
	A	B	A	B		
<i>Alternaria alternata</i>	14	12	27	22	75	11,24
<i>Arthroderma tuberculatum</i>	-	2	2	2	6	0,90
<i>Aspergillus flavus</i>	3	3	-	2	8	1,20
<i>Aspergillus nidulans</i>	1	4	3	7	15	2,25
<i>Aspergillus niger</i>	2	7	5	5	19	2,85
<i>Botrytis cinerea</i>	3	4	5	5	17	2,55
<i>Chaetomium globosum</i>	-	3	-	4	7	1,05
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	6	5	13	15	39	5,85
<i>Cladosporium herbarum</i>	7	5	8	5	25	3,75
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	2	2	3	2	9	1,35
<i>Coniothyrium minitans</i>	1	-	3	5	9	1,35

<i>Cylindrocarpon destructans</i>	-	-	3	1	4	0,60
<i>Epicoccum purpurascens</i>	9	5	4	4	22	3,30
<i>Fusarium culmorum</i>	5	7	11	7	30	4,50
<i>Fusarium oxysporum</i>	1	5	4	4	14	2,10
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	3	4	11	5	23	3,45
<i>Humicola fuscoatra</i> var. <i>fuscoatra</i>	2	-	3	3	8	1,20
<i>Melanospora aculeata</i>	3	-	3	1	7	1,05
<i>Mortierella alpina</i>	6	7	3	3	19	2,85
<i>Mortierella isabellina</i>	2	1	3	4	10	1,50
<i>Mortierella parvispora</i>	4	-	2	-	6	0,90
<i>Penicillium chrysogenum</i>	6	1	7	6	20	3,00
<i>Penicillium claviforme</i>	7	5	7	-	19	2,85
<i>Penicillium expansum</i>	9	7	9	5	30	4,50
<i>Penicillium fellutanum</i>	4	5	8	1	18	2,69
<i>Penicillium lanosum</i>	5	-	4	4	13	1,94
<i>Penicillium olsonii</i>	-	1	4	2	7	1,05
<i>Penicillium purpurescens</i>	5	13	3	5	26	3,90
<i>Penicillium verrucosum</i> var. <i>verrucosum</i>	7	6	5	5	23	3,45
<i>Penicillium waksmanii</i>	1	1	2	4	8	1,20
<i>Periconia macrospinoso</i>	4	-	4	-	8	1,20
<i>Phoma eupyrena</i>	5	-	1	2	8	1,20
<i>Phoma leveillei</i>	1	-	2	-	3	0,45
<i>Phoma medicaginis</i>	5	9	2	2	18	2,69
<i>Rhizomucor pusillus</i>	2	1	3	3	9	1,35
<i>Sordaria fimicola</i>	1	-	3	1	5	0,75
<i>Trichoderma harzianum</i>	8	5	9	7	29	4,35
<i>Trichoderma pseudokoningii</i>	7	-	9	-	16	2,40
<i>Trichoderma viride</i>	5	7	11	12	35	5,24
Ogółem	156	137	209	165	667	100,00

4.1.2.3. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych w 2017 roku

W wyniku analizy mykologicznej powietrza w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych w 2017 roku otrzymano 790 kolonii należących do 39 gatunków (tab. 12).

Do dominantów, charakteryzujących się liczebnością 21,64% w ogóle zbiorowiska,

zaliczono 3 gatunki, wśród których 10,00% stanowił *Alternaria alternata*, a *Penicillium expansum* i *Cladosporium cladosporioides* po 5,82%.

Grzyby zakwalifikowane jako influenty, których udział w całości zbiorowiska wynosił 76,59%, reprezentowane były przez 32 gatunki rodzajów: *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Mortierella*, *Penicillium*, *Phoma*, *Trichoderma* i inne.

Najmniejszą liczebnością kolonii w badanym zbiorowisku odznaczały się: *Arthroderma tuberculatum*, *Cylindrocarpon destructans*, *Phoma leveillei* i *Sordaria fimicola*. Zostały przyporządkowane do grzybów akcesorycznych, a ich udział w całości zbiorowiska wynosił 1,77%.

W obydwu terminach w 2017 roku w pomieszczeniu A sporadycznie odnotowano występowanie *Arthroderma tuberculatum*, *Coniothyrium minitans* i *Phoma leveillei*, a w pomieszczeniu B *Cylindrocarpon destructans* oraz *Penicillium lanosum*.

Tabela 12. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w 2017 roku

Gatunek	Liczebność kolonii [szt.]					
	termin				Razem [szt.]	Udział [%]
	I		II			
	pomieszczenie					
	A	B	A	B		
<i>Alternaria alternata</i>	11	11	29	28	79	10,00
<i>Arthroderma tuberculatum</i>	1	1	2	2	6	0,76
<i>Aspergillus flavus</i>	4	3	2	2	11	1,39
<i>Aspergillus nidulans</i>	2	3	4	4	13	1,65
<i>Aspergillus niger</i>	3	5	8	7	23	2,91
<i>Botrytis cinerea</i>	5	6	7	9	27	3,42
<i>Chaetomium globosum</i>	2	3	-	4	9	1,14
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	10	8	13	15	46	5,82
<i>Cladosporium herbarum</i>	7	3	8	5	23	2,91
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	2	2	9	4	17	2,15
<i>Coniothyrium minitans</i>	1	-	2	5	8	1,01
<i>Cylindrocarpon destructans</i>	-	-	1	1	2	0,25
<i>Epicoccum purpurascens</i>	9	5	4	4	22	2,78
<i>Fusarium culmorum</i>	5	8	7	3	23	2,91
<i>Fusarium oxysporum</i>	1	5	4	4	14	1,77
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	3	4	13	5	25	3,16
<i>Humicola fuscoatra</i> var. <i>fuscoatra</i>	2	1	3	3	9	1,14

<i>Melanospora aculeata</i>	4	7	2	1	14	1,77
<i>Mortierella alpina</i>	2	2	3	3	10	1,27
<i>Mortierella isabellina</i>	3	3	4	3	13	1,65
<i>Mortierella parvispora</i>	4	-	2	6	12	1,52
<i>Penicillium chrysogenum</i>	6	1	15	13	35	4,43
<i>Penicillium claviforme</i>	7	-	7	-	14	1,77
<i>Penicillium expansum</i>	12	8	15	11	46	5,82
<i>Penicillium fellutanum</i>	4	5	12	5	26	3,29
<i>Penicillium lanosum</i>	5	10	1	1	17	2,15
<i>Penicillium olsonii</i>	8	1	8	-	17	2,15
<i>Penicillium purpurescens</i>	5	3	3	5	16	2,03
<i>Penicillium verrucosum</i> var. <i>verrucosum</i>	7	6	5	5	23	2,91
<i>Penicillium waksmanii</i>	1	1	2	9	13	1,65
<i>Periconia macrospinosa</i>	13	4	10	7	34	4,31
<i>Phoma eupyrena</i>	5	-	1	2	8	1,01
<i>Phoma leveillei</i>	1	1	2	-	4	0,51
<i>Phoma medicaginis</i>	5	9	2	2	18	2,28
<i>Rhizomucor pusillus</i>	2	1	3	3	9	1,14
<i>Sordaria fimicola</i>	-	-	2	-	2	0,25
<i>Trichoderma harzianum</i>	8	5	10	7	30	3,80
<i>Trichoderma pseudokoningii</i>	7	14	11	5	37	4,69
<i>Trichoderma viride</i>	5	7	11	12	35	4,43
Ogółem	182	156	247	205	790	100,00

4.1.3. Micromycetes wyizolowane z roślin zielarskich uprawianych na kwaterach Ogrodu Roślin Leczniczych w latach 2015 - 2017

W latach 2015 - 2017 łącznie z liści roślin zielarskich uprawianych na kwaterach Ogrodu Roślin Leczniczych wyizolowano 1950 kolonii należących do 29 gatunków Micromycetes (tab. 13).

Licznie występowały gatunki *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides* i *Epicoccum purpurascens*. Ich udział w badanym zbiorowisku wynosił 47,03% (917 kolonii). Grzyby te zakwalifikowano jako dominanty.

Najliczniejszą grupę ogółu zbiorowiska stanowiły influenty (51,07%), do których zaliczano grzyby rodzajów: *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Phoma*, *Trichoderma* i inne, należące do 996 kolonii.

Do grupy grzybów akcesorycznych zaliczono *Chaetomium funicola*, *Phomopsis*

diacheni i *Sclerotinia sclerotiorum*, należące do 37 kolonii. Stanowiły one 1,90% całości zbiorowiska.

Tabela 13. Liczebność, frekwencja, stałość występowania Micromycetes na liściach roślin zielarskich uprawianych na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017

Gatunek	Liczebność kolonii [szt.]	Frekwencja [%]	Stażność występowania C1 - C4
D - dominanty > 5%			
<i>Alternaria alternata</i>	583	29,90	C4
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	98	5,03	C3
<i>Epicoccum purpurascens</i>	236	12,10	C4
I - influenty 1 - 5%			
<i>Aspergillus niger</i>	32	1,64	C2
<i>Aspergillus versicolor</i>	26	1,33	C2
<i>Botrytis cinerea</i>	46	2,36	C3
<i>Chaetomium globosum</i>	45	2,31	C3
<i>Cladosporium herbarum</i>	38	1,95	C2
<i>Cladosporium macrocarpum</i>	23	1,18	C2
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	27	1,38	C2
<i>Colletotrichum gleosporioides</i>	28	1,44	C2
<i>Coniothyrium minitans</i>	40	2,05	C2
<i>Cylindrocarpon radicum</i>	46	2,36	C2
<i>Fusarium avenaceum</i>	48	2,46	C3
<i>Fusarium culmorum</i>	46	2,36	C2
<i>Fusarium oxysporum</i>	72	3,69	C3
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	52	2,67	C2
<i>Humicola grisea</i> var. <i>grisea</i>	55	2,82	C3
<i>Penicillium chrysogenum</i>	65	3,33	C3
<i>Penicillium expansum</i>	66	3,38	C3
<i>Penicillium verrucosum</i> var. <i>verrucosum</i>	49	2,51	C3
<i>Phoma exigua</i>	46	2,36	C2
<i>Phoma glomerata</i>	31	1,59	C2
<i>Phoma medicaginis</i>	26	1,33	C2
<i>Trichoderma koningii</i>	47	2,41	C2
<i>Trichoderma viride</i>	42	2,16	C2

A - akcesoryczne < 1%			
<i>Chaetomium funicola</i>	15	0,77	C2
<i>Phomopsis diacheni</i>	12	0,62	C1
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	10	0,51	C1
<i>Ogółem</i>	1950	100,00	-

4.1.3.1. Micromycetes wyizolowane z roślin zielarskich uprawianych na kwaterach Ogródu Roślin Leczniczych w 2015 roku

W 2015 roku z liści roślin zielarskich uprawianych na kwaterach w Ogródie Roślin Leczniczych wyizolowano łącznie 665 kolonii Micromycetes należących do 29 gatunków (tab. 14).

Gatunkiem mającym największy udział w zbiorowisku Micromycetes był *Alternaria alternata* - 31,28% ogółu. Drugim licznie występującym był *Epicoccum purpurascens* - 13,83% całości zbiorowiska, *Cladosporium cladosporioides* - 7,37%. Grzyby te zostały sklasyfikowane jako dominanty. Ich łączna liczba kolonii wynosiła 349, a udział w całości zbiorowiska 52,48%.

Do influentów zaliczono 18 gatunków Micromycetes: *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Chaetomium funicola*, *Ch. globosum*, *Cylindrocarpon radicum*, *Fusarium avenaceum*, *F. culmorum*, *F. oxysporum*, *F. sporotrichioides*, *Humicola grisea* var. *grisea*, *Penicillium chrysogenum*, *P. expansum*, *P. verrucosum* var. *verrucosum*, *Phoma exigua*, *Ph. glomerata*, *Ph. medicaginis*, *Trichoderma koningii* i *T. viride*, które stanowiły 41,82% ogółu wyodrębnionych grzybów (278 kolonii).

Najmniejszą liczebność kolonii w badanym zbiorowisku wykazało 8 gatunków: *Aspergillus versicolor*, *Cladosporium herbarum*, *C. macrocarpum*, *C. sphaerospermum*, *Colletotrichum gleosporioides*, *Coniothyrium minitans*, *Phomopsis diacheni* i *Sclerotinia sclerotiorum*. Zostały one sklasyfikowane jako grzyby akcesoryczne i stanowiły 5,70% ogółu izolatów (38 kolonii).

Tabela 14. Micromycetes wyizolowane z roślin zielarskich uprawianych na kwaterach Ogródu Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w 2015 roku

Gatunek	Liczebność kolonii [szt.]											Razem [szt.]	Udział [%]
	bazylika		lawenda		melisa		mięta		szałwia				
	termin												
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II			
<i>Alternaria alternata</i>	22	12	18	24	25	29	15	28	13	22	208	31,28	
<i>Aspergillus niger</i>	1	2	-	-	-	3	-	2	-	3	11	1,65	
<i>Aspergillus versicolor</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	2	0,30	

<i>Botrytis cinerea</i>	-	5	-	-	-	3	1	4	-	2	15	2,26
<i>Chaetomium funicola</i>	-	-	3	-	1	-	-	2	-	1	7	1,05
<i>Chaetomium globosum</i>	-	-	-	-	-	1	3	3	2	6	15	2,26
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	-	14	-	5	-	4	3	19	-	4	49	7,37
<i>Cladosporium herbarum</i>	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0,60
<i>Cladosporium macrocarpum</i>	-	-	-	-	1	3	-	1	-	-	5	0,75
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	4	0,60
<i>Colletotrichum gleosporioides</i>	1	3	-	-	-	-	-	-	-	2	6	0,90
<i>Coniothyrium minitans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	6	0,90
<i>Cylindrocarpon rademicola</i>	-	4	-	2	-	-	5	-	-	-	11	1,65
<i>Epicoccum purpurascens</i>	3	14	5	9	6	14	6	27	3	5	92	13,83
<i>Fusarium avenaceum</i>	-	5	7	-	-	3	-	-	1	-	16	2,41
<i>Fusarium culmorum</i>	-	-	3	-	4	1	-	6	3	-	17	2,56
<i>Fusarium oxysporum</i>	-	2	-	-	2	8	2	2	-	4	20	3,01
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	-	-	-	4	-	2	2	-	-	-	8	1,20
<i>Humicola grisea</i> var. <i>grisea</i>	-	-	-	-	1	1	5	7	2	5	21	3,16
<i>Penicillium chrysogenum</i>	-	2	-	2	-	3	2	7	3	8	27	4,06
<i>Penicillium expansum</i>	1	8	-	2	-	-	-	2	2	6	21	3,16
<i>Penicillium verrucosum</i> var. <i>verrucosum</i>	-	-	1	1	2	7	1	3	-	-	15	2,26
<i>Phoma exigua</i>	-	1	-	-	-	-	5	8	-	1	15	2,26
<i>Phoma glomerata</i>	-	-	-	-	4	5	-	1	-	2	12	1,80
<i>Phoma medicaginis</i>	2	11	-	-	-	-	-	-	-	-	13	1,95
<i>Phomopsis diacheni</i>	-	-	-	-	2	3	-	-	-	1	6	0,90
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	-	-	-	2	-	2	-	1	-	-	5	0,75
<i>Trichoderma koningii</i>	-	4	-	-	-	10	-	2	-	3	19	2,86
<i>Trichoderma viride</i>	-	3	-	-	-	1	8	-	-	3	15	2,26
Ogółem	31	93	37	52	48	103	58	125	31	87	665	100,00

4.1.3.2. Micromycetes wyizolowane z roślin zielarskich uprawianych na kwaterach Ogrodu Roślin Leczniczych w 2016 roku

W 2016 roku z liści badanych roślin zielarskich uprawianych na kwaterach w Ogródzie Roślin Leczniczych wyizolowano łącznie 645 kolonii grzybów należących do 28 gatunków (tab. 15).

Największym udziałem w zbiorowisku odznaczał się *Alternaria alternata* - 28,84% ogółu. Drugim licznie występującym był *Epicoccum purpurascens*, którego kolonie stanowiły

12,09% całości zbiorowiska. 7,13% wszystkich wyodrębnionych kolonii stanowił *Fusarium oxysporum*. Grzyby te sklasyfikowano jako dominanty, łączna liczba kolonii wynosiła 310, a udział w całości zbiorowiska 48,06%.

18 gatunków Micromycetes zaliczono do influentów: *Aspergillus niger*, *A. versicolor*, *Botrytis cinerea*, *Chaetomium globosum*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. macrocarpum*, *Colletotrichum gleosporioides*, *Coniothyrium minitans*, *Fusarium avenaceum*, *F. culmorum*, *F. sporotrichioides*, *Humicola grisea* var. *grisea*, *Penicillium chrysogenum*, *P. expansum*, *P. verrucosum* var. *verrucosum*, *Phoma exigua*, *Trichoderma koningii* i *T. viride*, które stanowiły 47,29% ogółu wyodrębnionych grzybów (305 kolonii).

Do grzybów akcesorycznych zaliczono 7 gatunków: *Chaetomium funicola*, *Cladosporium herbarum*, *C. sphaerospermum*, *Phoma glomerata*, *Ph. medicaginis*, *Phomopsis diacheni*, *Sclerotinia sclerotiorum*, których łączna liczba 30 izolatów stanowiła 4,65% ogółu zbiorowiska.

Tabela 15. Micromycetes wyizolowane z roślin zielarskich uprawianych na kwaterach Ogrodu Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w 2016 roku

Gatunek	Liczebność kolonii [szt.]										Razem [szt.]	Udział [%]
	bazylia		lawenda		melisa		mięta		szałwia			
	termin											
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II		
<i>Alternaria alternata</i>	12	20	17	24	22	16	16	27	21	11	186	28,84
<i>Aspergillus niger</i>	-	4	-	-	-	-	-	3	-	2	9	1,40
<i>Aspergillus versicolor</i>	-	5	-	-	-	-	-	-	2	7	14	2,17
<i>Botrytis cinerea</i>	-	-	-	3	-	1	2	5	-	2	13	2,02
<i>Chaetomium funicola</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	4	0,62
<i>Chaetomium globosum</i>	1	2	-	3	-	-	2	6	-	1	15	2,33
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	1	3	-	3	2	6	1	4	-	10	30	4,64
<i>Cladosporium herbarum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	6	0,93
<i>Cladosporium macrocarpum</i>	-	-	-	-	1	4	-	2	-	1	8	1,24
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	1	3	-	-	-	-	-	-	-	2	6	0,93
<i>Colletotrichum gleosporioides</i>	-	4	-	2	-	-	5	-	-	-	11	1,71
<i>Coniothyrium minitans</i>	3	-	-	-	2	-	-	11	-	1	17	2,63
<i>Epicoccum purpurascens</i>	2	8	6	11	4	9	11	15	3	9	78	12,09
<i>Fusarium avenaceum</i>	-	2	-	-	2	8	2	2	-	4	20	3,10
<i>Fusarium culmorum</i>	-	-	2	4	-	2	2	-	2	7	19	2,95
<i>Fusarium oxysporum</i>	2	11	-	5	-	4	4	13	1	6	46	7,13
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	3	-	-	8	3	-	-	2	4	2	22	3,41
<i>Humicola grisea</i> var. <i>grisea</i>	-	2	-	-	-	-	2	7	3	4	18	2,79

<i>Penicillium chrysogenum</i>	2	11	-	5	-	-	-	-	-	3	21	3,26
<i>Penicillium expansum</i>	-	4	-	2	1	10	-	3	-	3	23	3,57
<i>Penicillium verrucosum</i> var. <i>verrucosum</i>	-	3	-	-	-	4	2	8	-	2	19	2,95
<i>Phoma exigua</i>	-	1	-	-	-	-	3	7	-	-	11	1,71
<i>Phoma glomerata</i>	-	2	-	-	-	-	-	1	-	2	5	0,78
<i>Phoma medicaginis</i>	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	3	0,47
<i>Phomopsis diacheni</i>	-	-	-	-	-	3	-	-	-	1	4	0,61
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	2	0,31
<i>Trichoderma koningii</i>	-	3	-	-	1	4	5	5	-	-	18	2,78
<i>Trichoderma viride</i>	-	-	-	4	4	-	1	6	-	2	17	2,63
Ogółem	27	88	26	75	42	71	58	130	38	90	645	100,00

4.1.3.3. Micromycetes wyizolowane z roślin zielarskich uprawianych na kwaterach Ogrodu Roślin Leczniczych w 2017 roku

W 2017 roku z liści roślin zielarskich uprawianych na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych wyizolowano łącznie 640 kolonii grzybów należących do 29 gatunków (tab. 16).

Największym udziałem w zbiorowisku odznaczał się *Alternaria alternata* - 29,53% ogółu. Drugim licznie występującym był *Epicoccum purpurascens*, którego kolonie stanowiły 10,31% całości zbiorowiska. 5,47% wszystkich wyodrębnionych kolonii stanowił *Cylindrocarpon radiclecola*. Grzyby te sklasyfikowano jako dominanty, liczba kolonii wynosiła 290, natomiast udział w całości zbiorowiska 45,31%.

22 gatunki Micromycetes zaliczono do influentów: *Aspergillus niger*, *A. versicolor*, *Botrytis cinerea*, *Chaetomium globosum*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. herbarum*, *C. macrocarpum*, *C. sphaerospermum*, *Colletotrichum gleosporioides*, *Coniothyrium minitans*, *Fusarium avenaceum*, *F. culmorum*, *F. sporotrichioides*, *Humicola grisea* var. *grisea*, *Penicillium chrysogenum*, *P. expansum*, *P. verrucosum* var. *verrucosum*, *Phoma exigua*, *Ph. glomerata*, *Ph. medicaginis*, *Trichoderma koningii* i *T. viride*, które stanowiły 52,34% ogółu wyodrębnionych grzybów (312 kolonii).

Najmniejszą liczebność kolonii w badanym zbiorowisku wykazały 4 gatunki: *Chaetomium funicola*, *Fusarium oxysporum*, *Phomopsis diacheni*, *Sclerotinia sclerotiorum*. Zostały one sklasyfikowane jako grzyby akcesoryczne i stanowiły 2,35% ogółu izolatów (38 kolonii).

Tabela 16. Micromycetes wyizolowane z roślin zielarskich uprawianych na kwaterach Ogrodu Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w 2017 roku

Gatunek	Liczebność kolonii [szt.]										Razem [szt.]	Udział [%]
	bazylia		lawenda		melisa		mięta		szałwia			
	termin											
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II		
<i>Alternaria alternata</i>	13	19	18	22	18	21	16	26	19	17	189	29,53
<i>Aspergillus niger</i>	-	2	-	3	-	1	-	2	-	4	12	1,88
<i>Aspergillus versicolor</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	2	7	10	1,56
<i>Botrytis cinerea</i>	1	4	-	3	-	1	1	3	-	5	18	2,81
<i>Chaetomium funicola</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	4	0,63
<i>Chaetomium globosum</i>	1	2	-	3	-	-	2	6	-	1	15	2,34
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	2	3	-	6	1	4	1	2	-	-	19	2,97
<i>Cladosporium herbarum</i>	2	7	1	5	-	3	-	4	-	6	28	4,36
<i>Cladosporium macrocarpum</i>	-	-	-	1	3	5	-	-	-	1	10	1,56
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	1	3	-	3	-	-	1	6	1	2	17	2,66
<i>Colletotrichum gleosporioides</i>	-	4	-	2	-	-	5	-	-	-	11	1,72
<i>Coniothyrium minitans</i>	3	-	-	-	2	-	-	11	-	1	17	2,66
<i>Cylindrocarpon radicolica</i>	2	11	-	5	-	4	3	2	1	7	35	5,47
<i>Epicoccum purpurascens</i>	4	5	7	8	5	8	5	14	4	6	66	10,31
<i>Fusarium avenaceum</i>	-	2	-	1	2	2	2	2	-	1	12	1,88
<i>Fusarium culmorum</i>	-	-	2	4	-	2	2	-	-	-	10	1,56
<i>Fusarium oxysporum</i>	-	1	-	-	-	2	-	1	-	2	6	0,94
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	3	-	-	8	3	-	-	2	4	2	22	3,44
<i>Humicola grisea</i> var. <i>grisea</i>	-	-	-	-	-	1	3	5	2	5	16	2,50
<i>Penicillium chrysogenum</i>	4	9	1	-	-	1	-	2	-	-	17	2,66
<i>Penicillium expansum</i>	-	2	-	4	1	5	-	7	-	3	22	3,44
<i>Penicillium verrucosum</i> var. <i>verrucosum</i>	-	3	-	-	-	4	2	5	-	1	15	2,34
<i>Phoma exigua</i>	-	-	-	-	-	-	8	11	-	1	20	3,13
<i>Phoma glomerata</i>	-	6	-	-	5	-	-	3	-	-	14	2,19
<i>Phoma medicaginis</i>	-	1	-	-	-	-	2	6	-	1	10	1,56
<i>Phomopsis diacheni</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	2	0,31
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	-	1	-	-	-	-	-	2	-	-	3	0,47
<i>Trichoderma koningii</i>	2	-	-	-	-	3	-	3	-	2	10	1,56
<i>Trichoderma viride</i>	-	-	-	3	-	1	2	2	-	2	10	1,56
Ogółem	38	86	29	82	40	68	55	127	36	79	640	100,00

4.1.3.4. Micromycetes wyizolowane z bazylii pospolitej *Ocimum basilicum* L. uprawianej na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych w latach 2015-2017

W latach 2015-2017 w wyniku analiz mykologicznych liści bazylii pospolitej wykazano koegzystencję 363 kolonii Micromycetes należących do 25 gatunków (tab. 17).

Najliczniej wystąpił *Alternaria alternata*, który stanowił 27,00% całości zbiorowiska. Duży udział cechował *Epicoccum purpurascens* - 9,92%. Licznie wystąpiły *Penicillium chrysogenum* (7,71%) oraz *Cladosporium cladosporioides* (6,34%). Gatunki te zaklasyfikowano do grupy dominantów, ich łączny udział w całości zbiorowiska wynosił 50,97%.

17 gatunków: *Aspergillus niger*, *A. versicolor*, *Botrytis cinerea*, *Chaetomium globosum*, *Cladosporium herbarum*, *C. sphaerospermum*, *Colletotrichum gleosporioides*, *Coniothyrium minitans*, *Cylindrocarpon raditicola*, *Fusarium avenaceum*, *F. oxysporum*, *F. sporotrichioides*, *Penicillium expansum*, *P. verrucosum* var. *verrucosum*, *Phoma glomerata*, *Ph. medicaginis* i *Trichoderma koningii*, sklasyfikowano jako influenty. Ich łączny udział w całości zbiorowiska wynosił 46,81%.

Najmniej licznie wystąpiły *Humicola grisea* var. *grisea*, *Phoma exigua*, *Sclerotinia sclerotiorum* i *Trichoderma viride*, które stanowiły 2,22% ogółu Micromycetes wyodrębnionego z liści bazylii.

Tabela 17. Micromycetes wyizolowane z bazylii pospolitej *Ocimum basilicum* L. uprawianej na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017

Gatunek	Liczebność kolonii [szt.]							Razem [szt.]	Udział [%]
	2015		2016		2017				
	termin								
	I	II	I	II	I	II			
<i>Alternaria alternata</i>	22	12	12	20	13	19	98	27,00	
<i>Aspergillus niger</i>	1	2	-	4	-	2	9	2,48	
<i>Aspergillus versicolor</i>	-	-	-	5	-	1	6	1,65	
<i>Botrytis cinerea</i>	-	5	-	-	1	4	10	2,75	
<i>Chaetomium globosum</i>	-	-	1	2	1	2	6	1,65	
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	-	14	1	3	2	3	23	6,34	
<i>Cladosporium herbarum</i>	1	3	-	-	2	7	13	3,58	
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	-	-	1	3	1	3	8	2,20	
<i>Colletotrichum gleosporioides</i>	1	3	-	4	-	4	12	3,31	
<i>Coniothyrium minitans</i>	-	-	3	-	3	-	6	1,65	
<i>Cylindrocarpon raditicola</i>	-	4	-	-	2	11	17	4,68	
<i>Epicoccum purpurascens</i>	3	14	2	8	4	5	36	9,92	
<i>Fusarium avenaceum</i>	-	5	-	2	-	2	9	2,48	

<i>Fusarium oxysporum</i>	-	2	2	11	-	1	16	4,41
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	-	-	3	-	3	-	6	1,65
<i>Humicola grisea</i> var. <i>grisea</i>	-	-	-	2	-	-	2	0,55
<i>Penicillium chrysogenum</i>	-	2	2	11	4	9	28	7,71
<i>Penicillium expansum</i>	1	8	-	4	-	2	15	4,13
<i>Penicillium verrucosum</i> var. <i>verrucosum</i>	-	-	-	3	-	3	6	1,65
<i>Phoma exigua</i>	-	1	-	1	-	-	2	0,55
<i>Phoma glomerata</i>	-	-	-	2	-	6	8	2,20
<i>Phoma medicaginis</i>	2	11	-	-	-	1	14	3,86
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	-	-	-	-	-	1	1	0,28
<i>Trichoderma koningii</i>	-	4	-	3	2	-	9	2,48
<i>Trichoderma viride</i>	-	3	-	-	-	-	3	0,84
Ogółem	31	93	27	88	38	86	363	100,00

4.1.3.5. Micromycetes wyizolowane z lawendy wąskolistnej *Lavendula angustifolia* L. uprawianej na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych w latach 2015-2017

W latach 2015-2017 wyodrębniono 301 kolonii grzybów należących do 24 gatunków Micromycetes zasiedlających liście lawendy wąskolistnej (tab.18).

Najliczniej występował *Alternaria alternata* o procentowym udziale 40,68. Wysoką liczebnością kolonii wykazały się *Epicoccum purpurascens* - 15,28% i *Fusarium sporotrichioides* - 6,65%. Gatunki te zaklasyfikowano do grupy dominantów, stanowiły one 62,61% ogółu wyodrębnionych Micromycetes z liści lawendy wąskolistnej.

Do grupy influentów, których udział w całości zbiorowiska wynosił 35,41%, zaliczono 16 gatunków: *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Chaetomium funicola*, *Ch. globosum*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. herbarum*, *C. sphaerospermum*, *Colletotrichum gleosporioides*, *Cylindrocarpon radicolica*, *Fusarium avenaceum*, *F. culmorum*, *F. oxysporum*, *Penicillium chrysogenum*, *P. expansum*, *Sclerotinia sclerotiorum* i *Trichoderma viride*.

Do grupy grzybów akcesorycznych zaklasyfikowano *Aspergillus versicolor*, *Cladosporium macrocarpum*, *Penicillium verrucosum* var. *verrucosum*, *Phoma medicaginis* i *Phomopsis diacheni*. Ich łączny udział w ogóle zbiorowiska wynosił 1,98%.

Tabela 18. Micromycetes wyizolowane z lawendy wąskolistnej *Lavendula angustifolia* L. uprawianej na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017

Gatunek	Liczebność kolonii [szt.]						Razem [szt.]	Udział [%]
	2015		2016		2017			
	termin							
	I	II	I	II	I	II		
<i>Alternaria alternata</i>	18	24	17	24	18	22	123	40,86
<i>Aspergillus niger</i>	-	-	-	-	-	3	3	1,00
<i>Aspergillus versicolor</i>	-	1	-	-	-	-	1	0,33
<i>Botrytis cinerea</i>	-	-	-	3	-	3	6	1,99
<i>Chaetomium funicola</i>	3	-	-	-	-	-	3	1,00
<i>Chaetomium globosum</i>	-	-	-	3	-	3	6	1,99
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	-	5	-	3	-	6	14	4,65
<i>Cladosporium herbarum</i>	-	-	-	-	1	5	6	1,99
<i>Cladosporium macrocarpum</i>	-	-	-	-	-	1	1	0,33
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	-	-	-	-	-	3	3	1,00
<i>Colletotrichum gleosporioides</i>	-	-	-	2	-	2	4	1,33
<i>Cylindrocarpon radicum</i>	-	2	-	-	-	5	7	2,33
<i>Epicoccum purpurascens</i>	5	9	6	11	7	8	46	15,28
<i>Fusarium avenaceum</i>	7	-	-	-	-	1	8	2,66
<i>Fusarium culmorum</i>	3	-	2	4	2	4	15	4,98
<i>Fusarium oxysporum</i>	-	-	-	5	-	-	5	1,66
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	-	4	-	8	-	8	20	6,65
<i>Penicillium chrysogenum</i>	-	2	-	5	1	-	8	2,66
<i>Penicillium expansum</i>	-	2	-	2	-	4	8	2,66
<i>Penicillium verrucosum</i> var. <i>verrucosum</i>	1	1	-	-	-	-	2	0,66
<i>Phoma medicaginis</i>	-	-	1	-	-	-	1	0,33
<i>Phomopsis diacheni</i>	-	-	-	-	-	1	1	0,33
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	-	2	-	1	-	-	3	1,00
<i>Trichoderma viride</i>	-	-	-	4	-	3	7	2,33
Ogółem	37	52	26	75	29	82	301	100,00

4.1.3.6. Micromycetes wyizolowane z melisy lekarskiej *Melissa officinalis* L. uprawianej na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych w latach 2015-2017

W latach 2015-2017 z liści melisy lekarskiej łącznie wyizolowano 372 kolonie Micromycetes, które przyporządkowano do 24 gatunków (tab. 19).

Do grupy dominantów zaliczono *Alternaria alternata* oraz *Epicoccum purpurascens*, których udział w całości zbiorowiska wynosił odpowiednio 35,22% i 12,37%.

Najliczniejszą grupą były influenty - 49,71% ogółu. Zaliczono do nich gatunki takie, jak: *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. macrocarpum*, *Coniothyrium minitans*, *Cylindrocarpon radicum*, *Fusarium avenaceum*, *F. culmorum*, *F. oxysporum*, *F. sporotrichioides*, *Penicillium chrysogenum*, *P. expansum*, *P. verrucosum* var. *verrucosum*, *Phoma glomerata*, *Phomopsis diacheni*, *Trichoderma koningii* i *T. viride*.

Grzyby akcesoryczne stanowiły 2,70% ogółu zbiorowiska, zaliczono do nich *Chaetomium funicola*, *Ch. globosum*, *Cladosporium herbarum*, *Humicola grisea* var. *grisea*, *Sclerotinia sclerotiorum*.

Tabela 19. Micromycetes wyizolowane z melisy lekarskiej *Melissa officinalis* L. uprawianej na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017

Gatunek	Liczebność kolonii [szt.]						Razem [szt.]	Udział [%]
	2015		2016		2017			
	termin							
	I	II	I	II	I	II		
<i>Alternaria alternata</i>	25	29	22	16	18	21	131	35,22
<i>Aspergillus niger</i>	-	3	-	-	-	1	4	1,08
<i>Botrytis cinerea</i>	-	3	-	1	-	1	5	1,34
<i>Chaetomium funicola</i>	1	-	-	-	-	-	1	0,27
<i>Chaetomium globosum</i>	-	1	-	-	-	-	1	0,27
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	-	4	2	6	1	4	17	4,57
<i>Cladosporium herbarum</i>	-	-	-	-	-	3	3	0,81
<i>Cladosporium macrocarpum</i>	1	3	1	4	3	5	17	4,57
<i>Coniothyrium minitans</i>	-	-	2	-	2	-	4	1,08
<i>Cylindrocarpon radicum</i>	-	-	-	-	-	4	4	1,08
<i>Epicoccum purpurascens</i>	6	14	4	9	5	8	46	12,37
<i>Fusarium avenaceum</i>	-	3	2	8	2	2	17	4,57
<i>Fusarium culmorum</i>	4	1	-	2	-	2	9	2,42
<i>Fusarium oxysporum</i>	2	8	-	4	-	2	16	4,30
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	-	2	3	-	3	-	8	2,14
<i>Humicola grisea</i> var. <i>grisea</i>	1	1	-	-	-	1	3	0,81
<i>Penicillium chrysogenum</i>	-	3	-	-	-	1	4	1,08
<i>Penicillium expansum</i>	-	-	1	10	1	5	17	4,57
<i>Penicillium verrucosum</i> var. <i>verrucosum</i>	2	7	-	4	-	4	17	4,57
<i>Phoma glomerata</i>	4	5	-	-	5	-	14	3,76
<i>Phomopsis diacheni</i>	2	3	-	3	-	-	8	2,14

<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	-	2	-	-	-	-	2	0,54
<i>Trichoderma koningii</i>	-	10	1	4	-	3	18	4,83
<i>Trichoderma viride</i>	-	1	4	-	-	1	6	1,61
Ogółem	48	103	42	71	40	68	372	100,00

4.1.3.7. Micromycetes wyizolowane z mięty pieprzowej *Mentha piperita* L. uprawianej na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych w latach 2015-2017

W latach 2015-2017 na liściach mięty pieprzowej bytowało 553 kolonii Micromycetes należących do 27 gatunków (tab. 20).

Najliczniej wystąpił *Alternaria alternata*, który stanowił 23,15% całości zbiorowiska. Duży udział charakteryzował *Epicoccum purpurascens* - 14,10%, *Phoma exigua* - 7,59%, *Cladosporium cladosporioides* - 5,42%, oraz *Humicola grisea* var. *grisea* - 5,24%. Gatunki te zaklasyfikowano do dominantów, łączny udział w całości zbiorowiska wynosił 41,40%.

17 gatunków Micromycetes: *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Chaetomium globosum*, *Cladosporium sphaerospermum*, *Colletotrichum gleosporioides*, *Coniothyrium minitans*, *Cylindrocarpon radiclecola*, *Fusarium avenaceum*, *F. culmorum*, *F. oxysporum*, *F. sporotrichioides*, *Penicillium chrysogenum*, *P. expansum*, *P. verrucosum* var. *verrucosum*, *Phoma medicaginis*, *Trichoderma koningii* i *T. viride* sklasyfikowano jako influenty. Ich łączny udział w całości zbiorowiska wynosił 46,81%.

Najmniej licznie wystąpiły *Chaetomium funicola*, *Cladosporium herbarum*, *C. macrocarpum*, *Phoma glomerata*, *Sclerotinia sclerotiorum*, które stanowiły 3,24% ogółu Micromycetes wyodrębnionych z liści mięty pieprzowej.

Tabela 20. Micromycetes wyizolowane z mięty pieprzowej *Mentha piperita* L. uprawianej na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017

Gatunek	Liczebność kolonii [szt.]						Razem [szt.]	Udział [%]
	2015		2016		2017			
	termin							
	I	II	I	II	I	II		
<i>Alternaria alternata</i>	15	28	16	27	16	26	128	23,15
<i>Aspergillus niger</i>	-	2	-	3	-	2	7	1,27
<i>Botrytis cinerea</i>	1	4	2	5	1	3	16	2,89
<i>Chaetomium funicola</i>	-	2	-	-	-	-	2	0,36
<i>Chaetomium globosum</i>	3	3	2	6	2	6	22	3,98
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	3	19	1	4	1	2	30	5,42
<i>Cladosporium herbarum</i>	-	-	-	-	-	4	4	0,72
<i>Cladosporium macrocarpum</i>	-	1	-	2	-	-	3	0,54
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	-	-	-	-	1	6	7	1,27

<i>Colletotrichum gleosporioides</i>	-	-	5	-	5	-	10	1,81
<i>Coniothyrium minitans</i>	-	-	-	11	-	11	22	3,98
<i>Cylindrocarpon radicola</i>	5	-	-	-	3	2	10	1,81
<i>Epicoccum purpurascens</i>	6	27	11	15	5	14	78	14,10
<i>Fusarium avenaceum</i>	-	-	2	2	2	2	8	1,45
<i>Fusarium culmorum</i>	-	6	2	-	2	-	10	1,81
<i>Fusarium oxysporum</i>	2	2	4	13	-	1	22	3,98
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	2	-	-	2	-	2	6	1,08
<i>Humicola grisea</i> var. <i>grisea</i>	5	7	2	7	3	5	29	5,24
<i>Penicillium chrysogenum</i>	2	7	-	-	-	2	11	1,99
<i>Penicillium expansum</i>	-	2	-	3	-	7	12	2,17
<i>Penicillium verrucosum</i> var. <i>verrucosum</i>	1	3	2	8	2	5	21	3,80
<i>Phoma exigua</i>	5	8	3	7	8	11	42	7,59
<i>Phoma glomerata</i>	-	1	-	1	-	3	5	0,90
<i>Phoma medicaginis</i>	-	-	-	2	2	6	10	1,81
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	-	1	-	1	-	2	4	0,72
<i>Trichoderma koningii</i>	-	2	5	5	-	3	15	2,71
<i>Trichoderma viride</i>	8	-	1	6	2	2	19	3,45
Ogółem	58	125	58	130	55	127	553	100,00

4.1.3.8. Micromycetes wyizolowane z szalwii lekarskiej *Salvia officinalis* L. uprawianej na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych w latach 2015-2017

W latach 2015-2017 wyodrębniono 361 kolonii grzybów należących do 28 gatunków Micromycetes, które zasiedlały liście szalwii lekarskiej (tab.21).

Najliczniej występował *Alternaria alternata*, którego procentowy udział w całości zbiorowiska wynosił 28,53. Wysoką liczebnością kolonii wykazał się również *Epicoccum purpurascens* - 8,31%, *Humicola grisea* var. *grisea* - 5,82%, a *Aspergillus versicolor* - 5,27%. Gatunki te zaklasyfikowano do grupy dominantów. Łącznie stanowiły one 47,93% całości wyodrębnionych Micromycetes z liści lawendy wąskolistnej.

Do grupy influentów, których udział w całości zbiorowiska wynosił 48,48%, zaliczono 18 gatunków: *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Chaetomium funicola*, *Ch. globosum*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. herbarum*, *C. sphaerospermum*, *Coniothyrium minitans*, *Cylindrocarpon radicola*, *Fusarium avenaceum*, *F. culmorum*, *F. oxysporum*, *F. sporotrichioides*, *Penicillium chrysogenum*, *P. expansum*, *Phoma glomerata*, *Trichoderma koningii* i *T. viride*.

Do grupy grzybów akcesorycznych zaklasyfikowano *Cladosporium macrocarpum*, *Colletotrichum gleosporioides*, *Penicillium verrucosum* var. *verrucosum*, *Phoma exigua*, *Ph. medicaginis* i *Phomopsis diacheni*. Ich łączny udział w całości zbiorowiska wynosił 3,59%.

Tabela 21. Micromycetes wyizolowane z szalwii lekarskiej *Salvia officinalis* L. uprawianej na kwaterach w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017

Gatunek	Liczebność kolonii [szt.]						Razem [szt.]	Udział [%]
	2015		2016		2017			
	termin							
	I	II	I	II	I	II		
<i>Alternaria alternata</i>	13	22	21	11	19	17	103	28,53
<i>Aspergillus niger</i>	-	3	-	2	-	4	9	2,49
<i>Aspergillus versicolor</i>	-	1	2	7	2	7	19	5,27
<i>Botrytis cinerea</i>	-	2	-	2	-	5	9	2,49
<i>Chaetomium funicola</i>	-	1	2	2	2	2	9	2,49
<i>Chaetomium globosum</i>	2	6	-	1	-	1	10	2,77
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	-	4	-	10	-	-	14	3,88
<i>Cladosporium herbarum</i>	-	-	-	6	-	6	12	3,32
<i>Cladosporium macrocarpum</i>	-	-	-	1	-	1	2	0,55
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	2	2	-	2	1	2	9	2,49
<i>Colletotrichum gleosporioides</i>	-	2	-	-	-	-	2	0,55
<i>Coniothyrium minitans</i>	-	6	-	1	-	1	8	2,22
<i>Cylindrocarpon radicumicola</i>	-	-	-	-	1	7	8	2,22
<i>Epicoccum purpurascens</i>	3	5	3	9	4	6	30	8,31
<i>Fusarium avenaceum</i>	1	-	-	4	-	1	6	1,66
<i>Fusarium culmorum</i>	3	-	2	7	-	-	12	3,32
<i>Fusarium oxysporum</i>	-	4	1	6	-	2	13	3,60
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	-	-	4	2	4	2	12	3,32
<i>Humicola grisea</i> var. <i>grisea</i>	2	5	3	4	2	5	21	5,82
<i>Penicillium chrysogenum</i>	3	8	-	3	-	-	14	3,88
<i>Penicillium expansum</i>	2	6	-	3	-	3	14	3,88
<i>Penicillium verrucosum</i> var. <i>verrucosum</i>	-	-	-	2	-	1	3	0,83
<i>Phoma exigua</i>	-	1	-	-	-	1	2	0,55
<i>Phoma glomerata</i>	-	2	-	2	-	-	4	1,11
<i>Phoma medicaginis</i>	-	-	-	-	-	1	1	0,28
<i>Phomopsis diacheni</i>	-	1	-	1	1	-	3	0,83
<i>Trichoderma koningii</i>	-	3	-	-	-	2	5	1,39
<i>Trichoderma viride</i>	-	3	-	2	-	2	7	1,95
Ogółem	31	87	38	90	36	79	361	100,00

4.1.4. Micromycetes wyizolowane z roślin zielarskich uprawianych w szklarni Ogrodu Roślin Leczniczych w latach 2015-2017

W latach 2015 - 2017 łącznie z liści roślin egzotycznych uprawianych w szklarni Ogrodu Roślin Leczniczych wyizolowano 2078 kolonii należących do 28 gatunków Micromycetes (tab. 22).

Licznie występowały gatunki *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium cladosporioides*, *Fusarium oxysporum*, *Penicillium expansum* oraz *Penicillium verrucosum* var. *verrucosum*s. Ich udział w badanym zbiorowisku wynosił 53,03% (1102 kolonie). Grzyby te zakwalifikowano jako dominanty.

Najbardziej zróżnicowaną gatunkowo grupę ogółu zbiorowiska stanowiły influenty, do których zaliczano grzyby rodzajów: *Aspergillus*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Gliocladium*, *Penicillium*, *Phoma*, *Rhizopus* i *Trichoderma*, przynależne do 850 kolonii. Procentowy udział kolonii wynosił 40,89.

Do grupy grzybów akcesorycznych zaliczono *Aureobasidium pullulans*, *Chaetomium globosum*, *Curvularia affinis*, *Gliocladium catenulatum*, *Myrothecium roridum*, *Phomopsis diacheni*, *Sclerotinia sclerotiorum* i *Volutella ciliata* należące do 126 kolonii. Stanowiły one 6,08% całości zbiorowiska.

Tabela 22. Liczebność, frekwencja, stałość występowania Micromycetes na liściach roślin zielarskich uprawianych w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017

Gatunek	Liczebność kolonii	Frekwencja	Stażność występowania
	[szt.]	[%]	C1 - C4
D - dominanty > 5%			
<i>Alternaria alternata</i>	534	25,70	C4
<i>Botrytis cinerea</i>	106	5,10	C4
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	121	5,82	C4
<i>Fusarium oxysporum</i>	126	6,06	C4
<i>Penicillium expansum</i>	106	5,10	C4
<i>Penicillium verrucosum</i> var. <i>verrucosum</i>	109	5,25	C4
I - influenty 1 - 5%			
<i>Aspergillus flavus</i>	31	1,49	C3
<i>Aspergillus niger</i>	41	1,97	C3
<i>Epicoccum purpurascens</i>	56	2,69	C4
<i>Fusarium avenaceum</i>	93	4,48	C4
<i>Fusarium culmorum</i>	99	4,76	C4

<i>Fusarium sporotrichioides</i>	60	2,89	C3
<i>Gliocladium vermoeseni</i>	22	1,06	C2
<i>Penicillium chrysogenum</i>	78	3,75	C4
<i>Phoma exigua</i>	48	2,31	C3
<i>Phoma glomerata</i>	28	1,35	C2
<i>Phoma medicaginis</i>	51	2,45	C3
<i>Rhizopus stolonifer</i>	48	2,31	C3
<i>Trichoderma koningii</i>	101	4,86	C4
<i>Trichoderma viride</i>	94	4,52	C4
A - akcesoryczne < 1%			
<i>Aureobasidium pullulans</i>	10	0,49	C2
<i>Chaetomium globosum</i>	17	0,82	C2
<i>Curvularia affinis</i>	20	0,96	C2
<i>Gliocladium catenulatum</i>	16	0,77	C2
<i>Myrothecium roridum</i>	15	0,72	C2
<i>Phomopsis diacheni</i>	20	0,96	C2
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	9	0,44	C1
<i>Volutella ciliata</i>	19	0,92	C2
Ogółem	2078	100,00	-

4.1.4.1. Micromycetes wyizolowane z roślin zielarskich uprawianych w szklarni Ogrodu Roślin Leczniczych w 2015 roku

W 2015 roku z liści roślin zielarskich uprawianych w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych wyizolowano 682 kolonie grzybów należących do 28 gatunków (tab. 23).

Gatunkiem mającym największy udział w zbiorowisku Micromycetes był *Alternaria alternata* - 25,95% ogółu. Licznie występowały także *Fusarium oxysporum* (5,86%), *Fusarium culmorum* (5,43%) oraz *Cladosporium cladosporioides* (5,13%). Grzyby te zostały sklasyfikowane jako dominanty. Łączna liczba ich kolonii wynosiła 289, a udział w całości zbiorowiska 42,37%.

Do influentów zaliczono 21 gatunków Micromycetes: *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *Botrytis cinerea*, *Curvularia affinis*, *Epicoccum purpurascens*, *Fusarium avenaceum*, *F. sporotrichioides*, *Gliocladium catenulatum*, *G. vermoeseni*, *Myrothecium roridum*, *Penicillium chrysogenum*, *P. expansum*, *P. verrucosum* var. *verrucosum*, *Phoma exigua*, *Ph. glomerata*, *Ph. medicaginis*, *Phomopsis diacheni*, *Rhizopus stolonifer*, *Trichoderma koningii*, *T. viride* i *Volutella ciliata*, które stanowiły 55,44% ogółu wyodrębnionych grzybów (378 kolonii).

Najmniejszą liczebność kolonii w badanym zbiorowisku wykazały *Aureobasidium*

pullulans, *Chaetomium globosum* i *Sclerotinia sclerotiorum*. Zostały one sklasyfikowane jako grzyby akcesoryczne i stanowiły 2,19% ogółu izolatów (15 kolonii).

Tabela 23. Micromycetes wyizolowane z roślin zielarskich uprawianych w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w 2015 roku

Gatunek	Liczebność kolonii [szt.]											Razem [szt.]	Udział [%]
	balsamowiec		eukaliptus		granat		myszopłoch		oliwka				
	termin												
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II			
<i>Alternaria alternata</i>	16	25	21	20	16	18	11	15	14	21	177	25,95	
<i>Aspergillus flavus</i>	-	3	1	2	-	2	-	1	1	2	12	1,76	
<i>Aspergillus niger</i>	-	-	3	5	1	1	-	2	-	1	13	1,91	
<i>Aureobasidium pullulans</i>	-	1	-	2	1	1	-	-	-	-	5	0,73	
<i>Botrytis cinerea</i>	2	6	3	3	2	5	1	2	4	4	32	4,69	
<i>Chaetomium globosum</i>	-	1	1	3	-	-	1	-	-	-	6	0,88	
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	1	1	4	6	3	4	4	6	3	3	35	5,13	
<i>Curvularia affinis</i>	-	2	-	-	-	-	1	1	2	2	8	1,17	
<i>Epicoccum purpurascens</i>	1	3	2	2	-	4	2	5	1	2	22	3,23	
<i>Fusarium avenaceum</i>	-	1	2	6	1	2	3	3	4	5	27	3,96	
<i>Fusarium culmorum</i>	3	11	1	4	2	4	3	7	1	1	37	5,43	
<i>Fusarium oxysporum</i>	3	2	1	7	1	4	5	13	-	4	40	5,86	
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	-	-	1	3	-	2	2	3	3	5	19	2,79	
<i>Gliocladium catenulatum</i>	-	1	2	2	1	2	-	-	-	2	10	1,47	
<i>Gliocladium vermoeseni</i>	2	2	-	4	-	-	-	2	-	1	11	1,61	
<i>Myrothecium roridum</i>	2	-	-	-	1	2	-	-	2	3	10	1,47	
<i>Penicillium chrysogenum</i>	2	5	-	3	-	2	-	1	1	1	15	2,20	
<i>Penicillium expansum</i>	-	2	3	2	2	-	2	6	5	8	30	4,40	
<i>Penicillium verrucosum</i> var. <i>verrucosum</i>	-	2	-	4	3	7	3	9	1	5	34	4,99	
<i>Phoma exigua</i>	-	4	1	2	-	3	1	1	1	4	17	2,49	
<i>Phoma glomerata</i>	1	3	-	-	-	-	-	3	-	-	7	1,03	
<i>Phoma medicaginis</i>	1	5	3	3	2	4	-	-	2	2	22	3,23	
<i>Phomopsis diacheni</i>	-	3	-	1	1	-	-	2	-	-	7	1,03	
<i>Rhizopus stolonifer</i>	2	6	-	1	-	-	1	5	-	-	15	2,20	
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	-	-	1	2	-	-	-	-	-	1	4	0,58	
<i>Trichoderma koningii</i>	2	5	4	7	5	5	2	4	-	-	34	4,98	
<i>Trichoderma viride</i>	-	1	2	5	4	3	2	6	1	1	25	3,66	
<i>Volutella ciliata</i>	1	1	-	2	-	1	-	-	-	3	8	1,17	
Ogółem	39	96	56	101	46	76	44	97	46	81	682	100,00	

4.1.4.2. Micromycetes wyizolowane z roślin zielarskich uprawianych w szklarni Ogrodu Roślin Leczniczych w 2016 roku

W 2016 roku z liści badanych roślin zielarskich uprawianych w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych wyizolowano łącznie 687 kolonii grzybów przynależnych do 28 gatunków (tab. 24).

Największym udziałem w zbiorowisku odznaczała się *Alternaria alternata* - 24,75% ogółu. Drugim był *Fusarium oxysporum*, którego kolonie stanowiły 6,55% całości zbiorowiska. Licznie występowały również *Cladosporium cladosporioides* - 6,11% ogółu, i *Botrytis cinerea* - 5,68%. *Fusarium avenaceum*, *Penicillium expansum* i *Trichoderma koningii* stanowiły 5,09% całości zbiorowiska. Grzyby te sklasyfikowano jako dominanty, ich łączna liczba kolonii wynosiła 366, a udział w całości zbiorowiska 53,27%.

13 gatunków Micromycetes zaliczono do influentów: *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *Chaetomium globosum*, *Curvularia affinis*, *Epicoccum purpurascens*, *Fusarium culmorum*, *F. sporotrichioides*, *Penicillium chrysogenum*, *P. verrucosum* var. *verrucosum*, *Phoma exigua*, *Ph. medicaginis*, *Rhizopus stolonifer* i *Trichoderma viride*. Stanowiły one 42,07% ogółu wyodrębnionych grzybów.

Do grzybów akcesorycznych zaliczono *Aureobasidium pullulans*, *Gliocladium catenulatum*, *G. vermoeseni*, *Myrothecium roridum*, *Phoma glomerata*, *Phomopsis diacheni*, *Sclerotinia sclerotiorum* i *Volutella ciliata*, których łączna liczba 32 izolatów stanowiła 4,66% ogółu.

Tabela 24. Micromycetes wyizolowane z roślin zielarskich uprawianych w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w 2016 roku

Gatunek	Liczebność kolonii [szt.]										Razem [szt.]	Udział [%]
	balsamowiec		eukaliptus		granat		myszopłoch		oliwka			
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II		
<i>Alternaria alternata</i>	19	27	18	22	18	21	10	11	11	13	170	24,75
<i>Aspergillus flavus</i>	-	2	2	3	1	1	-	-	2	2	13	1,89
<i>Aspergillus niger</i>	-	-	2	4	1	3	-	2	1	1	14	2,04
<i>Aureobasidium pullulans</i>	-	1	-	-	1	1	-	-	-	-	3	0,44
<i>Botrytis cinerea</i>	1	3	4	6	3	5	3	5	4	5	39	5,68
<i>Chaetomium globosum</i>	-	1	1	1	-	-	2	2	-	-	7	1,02
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	2	6	3	3	2	5	4	5	5	7	42	6,11
<i>Curvularia affinis</i>	-	2	-	-	-	-	1	1	2	2	8	1,16
<i>Epicoccum purpurascens</i>	2	4	1	1	1	3	2	1	1	2	18	2,62
<i>Fusarium avenaceum</i>	1	2	4	6	2	2	3	4	5	6	35	5,09
<i>Fusarium culmorum</i>	5	7	1	2	3	3	4	5	1	1	32	4,66
<i>Fusarium oxysporum</i>	3	5	1	7	1	4	5	13	2	4	45	6,55

<i>Fusarium sporotrichioides</i>	-	2	1	3	-	2	2	2	3	4	19	2,77
<i>Gliocladium catenulatum</i>	-	1	-	-	1	2	-	-	-	-	4	0,58
<i>Gliocladium vermoeseni</i>	1	2	-	-	-	-	-	2	-	1	6	0,87
<i>Myrothecium roridum</i>	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	2	0,29
<i>Penicillium chrysogenum</i>	2	5	1	3	5	5	-	4	1	2	28	4,08
<i>Penicillium expansum</i>	-	3	1	4	3	1	5	7	4	7	35	5,09
<i>Penicillium verrucosum</i> var. <i>verrucosum</i>	-	3	-	3	5	8	4	5	2	3	33	4,80
<i>Phoma exigua</i>	-	4	1	1	-	-	3	3	1	3	16	2,33
<i>Phoma glomerata</i>	1	2	-	-	-	-	-	2	-	-	5	0,73
<i>Phoma medicaginis</i>	1	4	2	3	2	4	-	-	2	2	20	2,91
<i>Phomopsis diacheni</i>	-	2	1	1	1	1	-	-	-	-	6	0,87
<i>Rhizopus stolonifer</i>	1	1	-	1	-	-	1	5	2	4	15	2,19
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	2	0,29
<i>Trichoderma koningii</i>	4	6	3	8	4	4	2	3	1	-	35	5,09
<i>Trichoderma viride</i>	-	2	4	6	2	5	2	6	1	3	31	4,51
<i>Volutella ciliata</i>	1	2	-	-	-	1	-	-	-	-	4	0,59
Ogółem	44	100	52	88	56	82	53	89	51	72	687	100,00

4.1.4.3. Micromycetes wyizolowane z roślin zielarskich uprawianych w szklarni Ogrodu Roślin Leczniczych w 2017 roku

W 2017 roku z liści roślin zielarskich uprawianych w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych wyizolowano łącznie 709 kolonii grzybów należących do 28 gatunków (tab. 25).

Największym udziałem w zbiorowisku odznaczał się *Alternaria alternata* - 26,38% ogółu. Drugim licznie występującym był *Cladosporium cladosporioides*, którego kolonie stanowiły 6,21% całości zbiorowiska. Licznie występowały *Penicillium verrucosum* var. *verrucosum* (5,92%), *Fusarium oxysporum* (5,78%), *Penicillium expansum* (5,78%) oraz *Trichoderma viride* (5,36%). Grzyby te sklasyfikowano jako dominanty, których liczba kolonii wynosiła 393, natomiast udział w całości zbiorowiska 55,43%.

12 gatunków Micromycetes zaliczono do influentów: *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Epicoccum purpurascens*, *Fusarium avenaceum*, *F. culmorum*, *F. sporotrichioides*, *Penicillium chrysogenum*, *Phoma exigua*, *Ph. glomerata*, *Ph. medicaginis*, *Rhizopus stolonifer* i *Trichoderma koningii*, które stanowiły 38,51% ogółu wyodrębnionych grzybów (273 kolonii).

Najmniejszą liczebność kolonii w badanym zbiorowisku wykazały *Aspergillus flavus*, *Aureobasidium pullulans*, *Chaetomium globosum*, *Curvularia affinis*, *Gliocladium catenulatum*, *G. vermoeseni*, *Myrothecium roridum*, *Phomopsis diacheni*, *Sclerotinia sclerotiorum* i *Volutella ciliata*. Zostały one sklasyfikowane jako grzyby akcesoryczne i stanowiły 6,06% ogółu izolatów (43 kolonie).

Tabela 25. Micromycetes wyizolowane z roślin zielarskich uprawianych w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w 2017 roku

Gatunek	Liczebność kolonii [szt.]										Razem [szt.]	Udział [%]
	balsamowiec		eukaliptus		granat		myszopłoch		oliwka			
	termin											
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II		
<i>Alternaria alternata</i>	16	25	19	20	20	25	15	18	10	19	187	26,38
<i>Aspergillus flavus</i>	-	1	1	2	-	1	-	1	-	-	6	0,85
<i>Aspergillus niger</i>	-	1	-	3	2	2	1	1	1	3	14	1,97
<i>Aureobasidium pullulans</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	2	0,28
<i>Botrytis cinerea</i>	3	5	2	2	4	5	2	4	2	6	35	4,94
<i>Chaetomium globosum</i>	-	1	-	-	-	-	-	1	-	2	4	0,56
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	4	6	5	5	3	6	4	4	2	5	44	6,21
<i>Curvularia affinis</i>	-	1	-	2	-	-	-	1	-	-	4	0,56
<i>Epicoccum purpurascens</i>	3	3	2	3	-	2	-	1	-	2	16	2,26
<i>Fusarium avenaceum</i>	3	4	2	3	1	2	1	5	3	7	31	4,37
<i>Fusarium culmorum</i>	2	4	2	2	4	5	2	2	3	4	30	4,23
<i>Fusarium oxysporum</i>	2	2	4	5	1	2	7	11	3	4	41	5,78
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	-	2	-	3	-	-	2	5	4	6	22	3,10
<i>Gliocladium catenulatum</i>	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	2	0,28
<i>Gliocladium vermoeseni</i>	-	1	-	2	1	1	-	-	-	-	5	0,71
<i>Myrothecium roridum</i>	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	3	0,42
<i>Penicillium chrysogenum</i>	4	6	2	4	4	5	2	3	1	4	35	4,94
<i>Penicillium expansum</i>	4	4	3	6	2	2	4	8	3	5	41	5,78
<i>Penicillium verrucosum</i> var. <i>verrucosum</i>	-	2	2	5	7	11	3	4	4	4	42	5,92
<i>Phoma exigua</i>	1	3	-	-	-	1	2	4	2	2	15	2,12
<i>Phoma glomerata</i>	-	4	2	6	-	4	-	-	-	-	16	2,26
<i>Phoma medicaginis</i>	-	1	-	-	1	3	1	1	-	2	9	1,27
<i>Phomopsis diacheni</i>	-	1	-	-	1	2	-	3	-	-	7	0,99
<i>Rhizopus stolonifer</i>	2	5	-	3	-	-	2	4	-	2	18	2,54
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1	3	0,42
<i>Trichoderma koningii</i>	6	8	2	4	3	4	2	2	-	1	32	4,51
<i>Trichoderma viride</i>	5	5	4	5	1	3	4	7	2	2	38	5,36
<i>Volutella ciliata</i>	-	-	-	3	1	1	-	2	-	-	7	0,99
Ogółem	55	95	53	92	56	87	54	95	40	82	709	100,00

4.1.4.4. Micromycetes wyizolowane z liści balsamowca mirra *Commiphora habessinica* (Berg) Engler uprawianego w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych w latach 2015-2017

W latach 2015-2017 w wyniku analiz mykologicznych liści balsamowca mirra wykazano na nich bytność 429 kolonii Micromycetes należących do 27 gatunków (tab. 26).

Najliczniej wystąpił *Alternaria alternata*, który stanowił 29,84% całości zbiorowiska. Duży udział charakteryzował *Fusarium culmorum* - 7,46%, oraz *Trichoderma koningii* - 7,23%. Licznie wystąpił także *Penicillium chrysogenum* - 5,59%. Gatunki te zaklasyfikowano do grupy dominantów, których łączny udział w całości zbiorowiska wynosił 45,12%.

17 gatunków: *Aspergillus flavus*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium cladosporioides*, *Curvularia affinis*, *Epicoccum purpurascens*, *Fusarium avenaceum*, *F. oxysporum*, *Gliocladium vermoeseni*, *Penicillium expansum*, *P. verrucosum* var. *verrucosum*, *Phoma exigua*, *Ph. glomerata*, *Ph. medicaginis*, *Phomopsis diacheni*, *Rhizopus stolonifer*, *Trichoderma viride* i *Volutella ciliata*, sklasyfikowano jako influenty. Ich łączny udział w całości zbiorowiska wynosił 51,38%.

Najmniej licznie wystąpiły *Aspergillus niger*, *Aureobasidium pullulans*, *Chaetomium globosum*, *Fusarium sporotrichioides*, *Gliocladium catenulatum* i *Myrothecium roridum*, które stanowiły 3,50% ogółu Micromycetes wyodrębnionego z liści bazylii.

Tabela 26. Micromycetes wyizolowane z liści balsamowca mirra *Commiphora habessinica* (Berg) Engler uprawianego w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017

Gatunek	Liczebność kolonii [szt.]						Razem [szt.]	Udział [%]
	2015		2016		2017			
	termin							
	I	II	I	II	I	II		
<i>Alternaria alternata</i>	16	25	19	27	16	25	128	29,84
<i>Aspergillus flavus</i>	-	3	-	2	-	1	6	1,40
<i>Aspergillus niger</i>	-	-	-	-	-	1	1	0,23
<i>Aureobasidium pullulans</i>	-	1	-	1	-	-	2	0,47
<i>Botrytis cinerea</i>	2	6	1	3	3	5	20	4,66
<i>Chaetomium globosum</i>	-	1	-	1	-	1	3	0,70
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	1	1	2	6	4	6	20	4,66
<i>Curvularia affinis</i>	-	2	-	2	-	1	5	1,17
<i>Epicoccum purpurascens</i>	1	3	2	4	3	3	16	3,73
<i>Fusarium avenaceum</i>	-	1	1	2	3	4	11	2,56
<i>Fusarium culmorum</i>	3	11	5	7	2	4	32	7,46
<i>Fusarium oxysporum</i>	3	2	3	5	2	2	17	3,96

<i>Fusarium sporotrichioides</i>	-	-	-	2	-	2	4	0,93
<i>Gliocladium catenulatum</i>	-	1	-	1	-	-	2	0,47
<i>Gliocladium vermoeseni</i>	2	2	1	2	-	1	8	1,86
<i>Myrothecium roridum</i>	2	-	-	1	-	-	3	0,70
<i>Penicillium chrysogenum</i>	2	5	2	5	4	6	24	5,59
<i>Penicillium expansum</i>	-	2	-	3	4	4	13	3,03
<i>Penicillium verrucosum</i> var. <i>verrucosum</i>	-	2	-	3	-	2	7	1,63
<i>Phoma exigua</i>	-	4	-	4	1	3	12	2,80
<i>Phoma glomerata</i>	1	3	1	2	-	4	11	2,56
<i>Phoma medicaginis</i>	1	5	1	4	-	1	12	2,80
<i>Phomopsis diacheni</i>	-	3	-	2	-	1	6	1,40
<i>Rhizopus stolonifer</i>	2	6	1	1	2	5	17	3,96
<i>Trichoderma koningii</i>	2	5	4	6	6	8	31	7,23
<i>Trichoderma viride</i>	-	1	-	2	5	5	13	3,03
<i>Volutella ciliata</i>	1	1	1	2	-	-	5	1,17
Ogółem	39	96	44	100	55	95	429	100,00

4.1.4.5. Micromycetes wyizolowane z liści eukaliptusa gałkowego *Eucalyptus globulus* Labill. uprawianego w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych w latach 2015-2017

W latach 2015-2017 wyodrębniono 442 kolonii grzybów należących do 28 gatunków Micromycetes, które zasiedlały liście eukaliptusa gałkowego (tab. 27).

Najliczniej występował *Alternaria alternata*, którego procentowy udział w całości zbiorowiska wynosił 27,15. Wysoką liczebnością kolonii wykazały się *Trichoderma koningii* (6,33%), *Cladosporium cladosporioides* (5,88%), *Trichoderma viride* (5,88%), *Fusarium oxysporum* (5,66%) oraz *Fusarium avenaceum* (5,20%). Gatunki te zaklasyfikowano do grupy dominantów. Łącznie stanowiły one 56,10% całości wyodrębnionych Micromycetes z liści eukaliptusa gałkowego.

Do grupy influentów, których udział w całości zbiorowiska wynosił 41,86%, zaliczono 18 gatunków: *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *Botrytis cinerea*, *Chaetomium globosum*, *Epicoccum purpurascens*, *Fusarium culmorum*, *F. sporotrichioides*, *Gliocladium catenulatum*, *G. vermoeseni*, *Penicillium chrysogenum*, *P. expansum*, *P. verrucosum* var. *verrucosum*, *Phoma exigua*, *Ph. glomerata*, *Ph. medicaginis*, *Rhizopus stolonifer*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Volutella ciliata*.

Do grupy grzybów akcesorycznych zaliczono *Aureobasidium pullulans*, *Curvularia affinis*, *Myrothecium roridum* oraz *Phomopsis diacheni* - łącznie 2,04% całości zbiorowiska.

Tabela 27. Micromycetes wyizolowane z liści eukaliptusa gałkowego *Eucalyptus globulus* Labill. uprawianego w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017

Gatunek	Liczebność kolonii [szt.]						Razem [szt.]	Udział [%]
	2015		2016		2017			
	termin							
	I	II	I	II	I	II		
<i>Alternaria alternata</i>	21	20	18	22	19	20	120	27,15
<i>Aspergillus flavus</i>	1	2	2	3	1	2	11	2,49
<i>Aspergillus niger</i>	3	5	2	4	-	3	17	3,85
<i>Aureobasidium pullulans</i>	-	2	-	-	-	1	3	0,68
<i>Botrytis cinerea</i>	3	3	4	6	2	2	20	4,52
<i>Chaetomium globosum</i>	1	3	1	1	-	-	6	1,36
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	4	6	3	3	5	5	26	5,88
<i>Curvularia affinis</i>	-	-	-	-	-	2	2	0,45
<i>Epicoccum purpurascens</i>	2	2	1	1	2	3	11	2,49
<i>Fusarium avenaceum</i>	2	6	4	6	2	3	23	5,20
<i>Fusarium culmorum</i>	1	4	1	2	2	2	12	2,71
<i>Fusarium oxysporum</i>	1	7	1	7	4	5	25	5,66
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	1	3	1	3	-	3	11	2,49
<i>Gliocladium catenulatum</i>	2	2	-	-	-	1	5	1,13
<i>Gliocladium vermoesenii</i>	-	4	-	-	-	2	6	1,36
<i>Myrothecium roridum</i>	-	-	-	-	1	-	1	0,23
<i>Penicillium chrysogenum</i>	-	3	1	3	2	4	13	2,94
<i>Penicillium expansum</i>	3	2	1	4	3	6	19	4,30
<i>Penicillium verrucosum</i> var. <i>verrucosum</i>	-	4	-	3	2	5	14	3,17
<i>Phoma exigua</i>	1	2	1	1	-	-	5	1,13
<i>Phoma glomerata</i>	-	-	-	-	2	6	8	1,81
<i>Phoma medicaginis</i>	3	3	2	3	-	-	11	2,49
<i>Phomopsis diacheni</i>	-	1	1	1	-	-	3	0,68
<i>Rhizopus stolonifer</i>	-	1	-	1	-	3	5	1,13
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	1	2	1	-	-	2	6	1,36
<i>Trichoderma koningii</i>	4	7	3	8	2	4	28	6,33
<i>Trichoderma viride</i>	2	5	4	6	4	5	26	5,88
<i>Volutella ciliata</i>	-	2	-	-	-	3	5	1,13
Ogółem	56	101	52	88	53	92	442	100,00

4.1.4.6. Micromycetes wyizolowane z liści granatu właściwego *Punica granatum* L. uprawianego w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych w latach 2015-2017

W latach 2015-2017 z liści granatu właściwego łącznie wyizolowano 403 kolonie Micromycetes, które przyporządkowano do 24 gatunków (tab. 28).

Do grupy dominantów zaliczono siedem gatunków Micromycetes, z których najliczniej występowały *Alternaria alternata* (29,28%) oraz *Penicillium verrucosum* var. *verrucosum* (10,17%). Wysokim procentem udziału w całości zbiorowiska odznaczały się także *Trichoderma koningii* (6,20%), *Botrytis cinerea* (5,96%), *Cladosporium cladosporioides* (5,71%), *Fusarium culmorum* (5,21%) oraz *Penicillium chrysogenum* (5,21%). Dominanty były najliczniejszą grupą i stanowiły 67,74%.

Do influentów zaklasyfikowano dziesięć gatunków: *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Epicoccum purpurascens*, *Fusarium avenaceum*, *F. oxysporum*, *Gliocladium catenulatum*, *Penicillium expansum*, *Phoma medicaginis*, *Phomopsis diacheni*, *Trichoderma viride*, których łączny udział w całości zbiorowiska wyniósł 25,82%.

Grzyby akcesoryczne stanowiły 6,44% ogółu zbiorowiska. Zaliczono do nich: *Aureobasidium pullulans*, *Fusarium sporotrichioides*, *Gliocladium vermoeseni*, *Myrothecium roridum*, *Phoma exigua*, *Ph. glomerata*, *Volutella ciliata*.

Tabela 28. Micromycetes wyizolowane z liści granatu właściwego *Punica granatum* L. uprawianego w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017

Gatunek	Liczebność kolonii [szt.]						Razem [szt.]	Udział [%]
	2015		2016		2017			
	termin							
	I	II	I	II	I	II		
<i>Alternaria alternata</i>	16	18	18	21	20	25	118	29,28
<i>Aspergillus flavus</i>	-	2	1	1	-	1	5	1,24
<i>Aspergillus niger</i>	1	1	1	3	2	2	10	2,48
<i>Aureobasidium pullulans</i>	1	1	1	1	-	-	4	0,99
<i>Botrytis cinerea</i>	2	5	3	5	4	5	24	5,96
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	3	4	2	5	3	6	23	5,71
<i>Epicoccum purpurascens</i>	-	4	1	3	-	2	10	2,48
<i>Fusarium avenaceum</i>	1	2	2	2	1	2	10	2,48
<i>Fusarium culmorum</i>	2	4	3	3	4	5	21	5,21
<i>Fusarium oxysporum</i>	1	4	1	4	1	2	13	3,23
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	-	2	-	2	-	-	4	0,99
<i>Gliocladium catenulatum</i>	1	2	1	2	-	-	6	1,49
<i>Gliocladium vermoeseni</i>	-	-	-	-	1	1	2	0,50
<i>Myrothecium roridum</i>	1	2	-	1	-	-	4	0,99

<i>Penicillium chrysogenum</i>	-	2	5	5	4	5	21	5,21
<i>Penicillium expansum</i>	2	-	3	1	2	2	10	2,48
<i>Penicillium verrucosum</i> var. <i>verrucosum</i>	3	7	5	8	7	11	41	10,17
<i>Phoma exigua</i>	-	3	-	-	-	1	4	0,99
<i>Phoma glomerata</i>	-	-	-	-	-	4	4	0,99
<i>Phoma medicaginis</i>	2	4	2	4	1	3	16	3,97
<i>Phomopsis diacheni</i>	1	-	1	1	1	2	6	1,49
<i>Trichoderma koningii</i>	5	5	4	4	3	4	25	6,20
<i>Trichoderma viride</i>	4	3	2	5	1	3	18	4,48
<i>Volutella ciliata</i>	-	1	-	1	1	1	4	0,99
Ogółem	46	76	56	82	56	87	403	100,00

4.1.4.7. Micromycetes wyizolowane z liści myszopłochu kolczastego *Ruscus aculeatus* L. uprawianego w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych w latach 2015-2017

W latach 2015-2017 w wyniku analiz mykologicznych liści myszopłochu kolczastego wykazano obecność 432 kolonii Micromycetes należących do 27 gatunków (tab. 29).

Najliczniej wystąpił *Alternaria alternata*, który stanowił 18,52% całości zbiorowiska. Duży udział charakteryzował *Epicoccum purpurascens* - 14,10% ogółu, oraz *Fusarium oxysporum* - 12,50%. Licznie wystąpił także *Penicillium expansum* (7,41%), *Penicillium verrucosum* var. *verrucosum* (6,48%), *Cladosporium cladosporioides* (6,25%), *Trichoderma viride* (6,25%) oraz *Fusarium culmorum* (5,32%). Gatunki te zaklasyfikowano do grupy dominantów, której łączny udział w całości zbiorowiska wynosił 76,83%.

13 gatunków Micromycetes: *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Chaetomium globosum*, *Curvularia affinis*, *Epicoccum purpurascens*, *Fusarium avenaceum*, *F. sporotrichioides*, *Penicillium chrysogenum*, *Phoma exigua*, *Ph. glomerata*, *Phomopsis diacheni*, *Rhizopus stolonifer* i *Trichoderma koningii* sklasyfikowano jako influenty. Ich łączny udział w całości zbiorowiska wynosił 19,94%.

Najmniej licznie wystąpiły *Aspergillus flavus*, *Gliocladium catenulatum*, *G. vermoeseni*, *Myrothecium roridum*, *Phoma medicaginis*, *Sclerotinia sclerotiorum* i *Volutella ciliata*, które stanowiły 3,23% ogółu Micromycetes wyodrębnionego z liści myszopłochu kolczastego.

Tabela 29. Micromycetes wyizolowane z liści myszopłochu kolczastego *Ruscus aculeatus* L. uprawianego w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017

Gatunek	Liczebność kolonii [szt.]						Razem [szt.]	Udział [%]
	2015		2016		2017			
	termin							
	I	II	I	II	I	II		
<i>Alternaria alternata</i>	11	15	10	11	15	18	80	18,52
<i>Aspergillus flavus</i>	-	1	-	-	-	1	2	0,46
<i>Aspergillus niger</i>	-	2	-	2	1	1	6	1,39
<i>Botrytis cinerea</i>	1	2	3	5	2	4	17	3,94
<i>Chaetomium globosum</i>	1	-	2	2	-	1	6	1,39
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	4	6	4	5	4	4	27	6,25
<i>Curvularia affinis</i>	1	1	1	1	-	1	5	1,16
<i>Epicoccum purpurascens</i>	2	5	2	1	-	1	11	2,55
<i>Fusarium avenaceum</i>	3	3	3	4	1	5	19	4,40
<i>Fusarium culmorum</i>	3	7	4	5	2	2	23	5,32
<i>Fusarium oxysporum</i>	5	13	5	13	7	11	54	12,50
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	2	3	2	2	2	5	16	3,70
<i>Gliocladium catenulatum</i>	-	-	-	-	-	1	1	0,23
<i>Gliocladium vermoeseni</i>	-	2	-	2	-	-	4	0,93
<i>Myrothecium roridum</i>	-	-	-	-	-	2	2	0,46
<i>Penicillium chrysogenum</i>	-	1	-	4	2	3	10	2,31
<i>Penicillium expansum</i>	2	6	5	7	4	8	32	7,41
<i>Penicillium verrucosum</i> var. <i>verrucosum</i>	3	9	4	5	3	4	28	6,48
<i>Phoma exigua</i>	1	1	3	3	2	4	14	3,24
<i>Phoma glomerata</i>	-	3	-	2	-	-	5	1,16
<i>Phoma medicaginis</i>	-	-	-	-	1	1	2	0,46
<i>Phomopsis diacheni</i>	-	2	-	-	-	3	5	1,16
<i>Rhizopus stolonifer</i>	1	5	1	5	2	4	18	4,17
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	-	-	-	1	-	-	1	0,23
<i>Trichoderma koningii</i>	2	4	2	3	2	2	15	3,47
<i>Trichoderma viride</i>	2	6	2	6	4	7	27	6,25
<i>Volutella ciliata</i>	-	-	-	-	-	2	2	0,46
Ogółem	44	97	53	89	54	95	432	100,00

4.1.4.8. Micromycetes wyizolowane z liści oliwki europejskiej *Olea europaea* L. uprawianego w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych w latach 2015-2017

W latach 2015-2017 wyodrębniono 372 kolonie grzybów należących do 26 gatunków Micromycetes, które zasiedlały liście oliwki europejskiej (tab. 30).

Najliczniej występował *Alternaria alternata*, którego procentowy udział w całości zbiorowiska wynosił 23,66. Wysoką liczebnością kolonii wykazały się *Penicillium expansum* (8,20%), *Fusarium avenaceum* (8,06%), *Botrytis cinerea* (6,72%), *Cladosporium cladosporioides* (6,72%), *Fusarium sporotrichioides* (6,72%) oraz *Penicillium verrucosum* var. *verrucosum* (5,11%). Gatunki te zaklasyfikowano do grupy dominantów. Łącznie stanowiły one 65,19% całości wyodrębnionych Micromycetes z liści oliwki europejskiej.

Do grupy influentów, których udział w całości zbiorowiska wynosił 31,04%, zaliczono 12 gatunków: *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *Curvularia affinis*, *Epicoccum purpurascens*, *Fusarium culmorum*, *F. oxysporum*, *Myrothecium roridum*, *Penicillium chrysogenum*, *Phoma exigua*, *Ph. medicaginis*, *Rhizopus stolonifer* i *Trichoderma viride*.

Do grupy grzybów akcesorycznych zaklasyfikowano *Aureobasidium pullulans*, *Chaetomium globosum*, *Gliocladium catenulatum*, *G. vermoeseni*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Trichoderma koningii* oraz *Volutella ciliata*. Ich łączny udział w ogóle zbiorowiska wynosił 3,77%.

Tabela 30. Micromycetes wyizolowane z liści oliwki europejskiej *Olea europaea* L. uprawianego w szklarni w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017

Gatunek	Liczebność kolonii [szt.]						Razem [szt.]	Udział [%]
	2015		2016		2017			
	termin							
	I	II	I	II	I	II		
<i>Alternaria alternata</i>	14	21	11	13	10	19	88	23,66
<i>Aspergillus flavus</i>	1	2	2	2	-	-	7	1,88
<i>Aspergillus niger</i>	-	1	1	1	1	3	7	1,88
<i>Aureobasidium pullulans</i>	-	-	-	-	-	1	1	0,27
<i>Botrytis cinerea</i>	4	4	4	5	2	6	25	6,72
<i>Chaetomium globosum</i>	-	-	-	-	-	2	2	0,54
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	3	3	5	7	2	5	25	6,72
<i>Curvularia affinis</i>	2	2	2	2	-	-	8	2,15
<i>Epicoccum nigrum</i>	1	2	1	2	-	2	8	2,15
<i>Fusarium avenaceum</i>	4	5	5	6	3	7	30	8,06
<i>Fusarium culmorum</i>	1	1	1	1	3	4	11	2,96
<i>Fusarium oxysporum</i>	-	4	2	4	3	4	17	4,57
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	3	5	3	4	4	6	25	6,72

<i>Gliocladium catenulatum</i>	-	2	-	-	-	-	2	0,54
<i>Gliocladium vermoeseni</i>	-	1	-	1	-	-	2	0,54
<i>Myrothecium roridum</i>	2	3	-	-	-	-	5	1,34
<i>Penicillium chrysogenum</i>	1	1	1	2	1	4	10	2,69
<i>Penicillium expansum</i>	5	8	4	7	3	5	32	8,60
<i>Penicillium verrucosum</i> var. <i>verrucosum</i>	1	5	2	3	4	4	19	5,11
<i>Phoma exigua</i>	1	4	1	3	2	2	13	3,49
<i>Phoma medicaginis</i>	2	2	2	2	-	2	10	2,69
<i>Rhizopus stolonifer</i>	-	-	2	4	-	2	8	2,15
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	-	1	-	-	-	1	2	0,54
<i>Trichoderma koningii</i>	-	-	1	-	-	1	2	0,54
<i>Trichoderma viride</i>	1	1	1	3	2	2	10	2,69
<i>Volutella ciliata</i>	-	3	-	-	-	-	3	0,80
Ogółem	46	81	51	72	40	82	372	100,00

4.2. Współczynniki podobieństwa zbiorowisk Micromycetes pomiędzy poszczególnymi obiektami Ogrodu Roślin Leczniczych w latach 2015-2017

Dla 4 obiektów oznaczonych jako:

A - powietrze atmosferyczne nad kwaterami

B - powietrze atmosferyczne w szklarni

C - rośliny na kwaterach

D - rośliny w szklarni

wyliczono współczynniki podobieństwa, które pogrupowano w przedziałach: 0-20%, powyżej 20% do 40%, powyżej 40% do 60%, powyżej 60% do 80% i powyżej 80%. Podobieństwo w wyznaczonych przedziałach określono jako: znikome, minimalne, niskie, średnie i wysokie.

4.2.1. Współczynnik podobieństwa zbiorowisk Micromycetes pozyskanych z powietrza atmosferycznego nad kwaterami i w szklarni Ogrodu Roślin Leczniczych w latach 2015-2017

Z powietrza atmosferycznego nad kwaterami oraz w szklarni w 12 terminach badań wyliczono 66 współczynniki podobieństwa (tab. 31).

100 % podobieństwa gatunkowego wykazano w powietrzu atmosferycznym szklarni w terminach wrześniowych w latach 2016 i 2017. Wysokie podobieństwo gatunkowe (powyżej 80%) występowało pomiędzy wszystkimi terminami i latami badań powietrza atmosferycznego w szklarni oraz nad kwaterami. Podobieństwo gatunkowe w szklarni

wykazano na poziomie od 94,44% do 100%, natomiast nad kwaterami na poziomie od 84,21% do 95,23%.

W zestawieniu dwu obiektów badawczych wykazano średnie podobieństwo (od 60% do 80%) dla 31. porównywanych stanowisk na przestrzeni 3 lat badań.

Niskie współczynniki podobieństwa (od 40 do 60%) odnotowano pomiędzy 6. stanowiskami: nad kwaterami we wrześniu 2015 roku, a w szklarni w obu terminach w tym samym roku, nad kwaterami w 2017 roku a wrześniowym terminem 2015 roku w szklarni, wrześniowym terminem 2016 roku nad kwaterami i czerwcowym 2017 roku w szklarni oraz wrześniowym 2015 roku nad kwaterami a czerwcowym 2016 roku w szklarni.

Tabela 31. Współczynnik podobieństwa zbiorowisk Micromycetes pozyskanych z powietrza atmosferycznego nad kwaterami i w szklarni Ogrodu Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie

Stanowisko				Powietrze atmosferyczne											
				nad kwaterami [A]					w szklarni [B]						
				2015		2016		2017		2015		2016		2017	
				I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Powietrze atmosferyczne	nad kwaterami [A]	2015	I	-	90,24	90,00	88,89	93,51	90,91	64,86	61,33	63,16	64,94	64,00	64,94
			II	90,24	-	95,23	94,12	91,36	88,89	58,97	58,23	60,00	61,73	60,76	61,73
		2016	I	90,00	95,23	-	93,96	91,14	86,06	63,16	62,34	64,10	65,82	64,94	65,82
			II	88,89	94,12	93,96	-	87,50	92,50	62,34	61,54	63,29	65,00	57,69	65,00
		2017	I	93,51	91,36	91,14	87,50	-	84,21	63,01	59,46	61,33	63,16	62,16	63,16
			II	90,91	88,89	86,06	92,50	84,21	-	63,01	59,46	61,33	63,16	62,16	63,16
	w szklarni [B]	2015	I	64,86	58,97	63,16	62,34	63,01	63,01	-	92,96	97,22	95,89	98,59	95,89
			II	61,33	58,23	62,34	61,54	59,46	59,46	92,96	-	95,89	97,30	94,44	97,30
		2016	I	63,16	60,00	64,10	63,29	61,33	61,33	97,22	95,89	-	98,67	98,63	98,67
			II	64,94	61,73	65,82	65,00	63,16	63,16	95,89	97,30	98,67	-	97,30	100,00
		2017	I	64,00	60,76	64,94	57,69	62,16	62,16	98,59	94,44	98,63	97,30	-	97,30
			II	64,94	61,73	65,82	65,00	63,16	63,16	95,89	97,30	98,67	100,00	97,30	-

- wysokie podobieństwo
- średnie podobieństwo
- niskie podobieństwo
- minimalne

4.2.2. Współczynnik podobieństwa zbiorowisk Micromycetes pozyskanych z powietrza atmosferycznego nad kwaterami i z liści roślin na kwaterach Ogrodu Roślin Leczniczych

Z powietrza atmosferycznego nad kwaterami oraz z liści roślin na kwaterach w 12 terminach badań wyliczono 66 współczynników podobieństwa.

Podobieństwo gatunkowe Micromycetes pomiędzy roślinami zielarskimi uprawianymi na kwaterach było wysokie - wynosiło powyżej 80%. Najwyższy wynik (100%) odnotowano we wrześniowych terminach 2015 i 2017 roku.

Niskie podobieństwo odnotowano dla 34 porównywanych stanowisk powietrza atmosferycznego nad kwaterami, a roślinami zielarskimi na nich uprawianymi. Wahały się one od 40,63% - czerwcowe terminy dla powietrza w 2015 roku i roślin w 2017 roku - do 49,23% - wrześniowe terminy dla powietrza w 2017 roku i roślin w 2016 roku.

Minimalne podobieństwo gatunkowe Micromycetes wykazano dla powietrza atmosferycznego nad kwaterami w terminie wrześniowym w 2015 roku i dla roślin zielarskich na kwaterach w terminach czerwcowych w 2016 i 2017 roku.

Tab. 32. Współczynnik podobieństwa zbiorowisk Micromycetes pozyskanych z powietrza atmosferycznego nad kwaterami i z liści roślin na kwaterach Ogrodu Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie

Stanowisko			Kwatera												
			Powietrze atmosferyczne [A]						Rośliny zielarskie [C]						
			2015		2016		2017		2015		2016		2017		
			I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	
Kwatera	Powietrze atmosferyczne [A]	2015	I	-	90,24	90,00	88,89	93,51	90,91	44,44	44,78	42,62	45,45	40,63	44,78
			II	90,24	-	95,23	94,12	91,36	88,89	41,79	42,25	40,00	42,86	38,24	42,25
		2016	I	90,00	95,23	-	93,96	91,14	86,06	46,15	46,38	44,44	47,06	42,42	46,38
			II	88,89	94,12	93,96	-	87,50	92,50	45,45	45,71	43,75	46,38	41,79	45,71
		2017	I	93,51	91,36	91,14	87,50	-	84,21	45,16	45,45	43,33	46,15	41,27	45,45
			II	90,91	88,89	86,06	92,50	84,21	-	48,39	48,48	46,67	49,23	44,44	48,48
	Rośliny zielarskie [C]	2015	I	44,44	41,79	46,15	45,45	45,16	48,39	-	92,59	87,50	90,57	90,20	92,59
			II	44,78	42,25	46,38	45,71	45,45	48,48	92,59	-	88,46	98,25	94,55	100,00
		2016	I	42,62	40,00	44,44	43,75	43,33	46,67	87,50	88,46	-	90,20	93,88	88,46
			II	45,45	42,86	47,06	46,38	46,15	49,23	90,57	98,25	90,20	-	96,30	98,25
		2017	I	40,63	38,24	42,42	41,79	41,27	44,44	90,20	94,55	93,88	96,30	-	91,23
			II	44,78	42,25	46,38	45,71	45,45	48,48	92,59	100,00	88,46	98,25	91,23	-

4.2.3. Współczynnik podobieństwa zbiorowisk Micromycetes pozyskanych z powietrza atmosferycznego nad kwaterami i z liści roślin w szklarni Ogrodu Roślin Leczniczych

Z powietrza atmosferycznego nad kwaterami oraz z liści roślin w szklarni w 12 terminach badań wyliczono 66 współczynniki podobieństwa (tab. 33).

100% podobieństwa gatunkowego wykazano dla roślin uprawianych w szklarni pomiędzy terminami: czerwiec 2015 a wrzesień w latach 2015-2017, wrzesień 2015 a 2016 i 2017 oraz wrzesień 2016 a 2017. Wysokie podobieństwo gatunkowe (powyżej 80%) występowało pomiędzy wszystkimi pozostałymi terminami i latami badań roślin egzotycznych i wahało się od 88,00% do 98,18% .

Niskie podobieństwo odnotowano dla 4. porównywanych stanowisk obu obiektów badawczych na przestrzeni 3 lat, m.in. dla: terminów czerwcowych roślin zielarskich w 2017 roku a powietrza nad kwaterami w 2017 roku i w terminie wrześniowym w roku 2016.

Podobieństwo określono jako minimalne dla 32. przyrównań obiektów badawczych. Wahały się one od 34,29% do 40,00%.

Tab. 33. Współczynnik podobieństwa zbiorowisk Micromycetes pozyskanych z powietrza atmosferycznego nad kwaterami i z liści roślin w szklarni Ogrodu Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie

Stanowisko			Powietrze atmosferyczne nad kwaterami [A]						Rośliny zielarskie w szklarni [D]					
			2015		2016		2017		2015		2016		2017	
			I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Powietrze atmosferyczne nad kwaterami [A]	2015	I	-	90,24	90,00	88,89	93,51	90,91	39,39	39,39	40,00	39,39	40,00	39,39
		II	90,24	-	95,23	94,12	91,36	88,89	34,29	34,29	34,78	34,29	37,50	34,29
	2016	I	90,00	95,23	-	93,96	91,14	86,06	35,29	35,29	35,82	35,29	35,48	35,29
		II	88,89	94,12	93,96	-	87,50	92,50	37,68	37,68	38,24	37,68	41,27	37,68
	2017	I	93,51	91,36	91,14	87,50	-	84,21	36,92	36,92	37,50	36,92	40,68	36,92
		II	90,91	88,89	86,06	92,50	84,21	-	40,00	40,00	40,63	40,00	40,68	40,00
Rośliny zielarskie w szklarni [D]	2015	I	39,39	34,29	35,29	37,68	36,92	40,00	-	100,0	98,18	100,00	88,00	100,00
		II	39,39	34,29	35,29	37,68	36,92	40,00	100,0	-	98,18	100,00	88,00	100,00
	2016	I	40,00	34,78	35,82	38,24	37,50	40,63	98,18	98,18	-	98,18	89,80	98,18
		II	39,39	34,29	35,29	37,68	36,92	40,00	100,00	100,00	98,18	-	88,00	100,00
	2017	I	40,00	37,50	35,48	41,27	40,68	40,68	88,00	88,00	89,80	88,00	-	88,00
		II	39,39	34,29	35,29	37,68	36,92	40,00	100,00	100,00	98,18	100,00	88,00	-

4.2.4. Współczynnik podobieństwa zbiorowisk Micromycetes pozyskanych z powietrza atmosferycznego w szklarni i liści roślin zielarskich na kwaterach Ogródu Roślin Leczniczych

Porównując liczebność gatunków Micromycetes wyosobionych z powietrza atmosferycznego w szklarni i z liści roślin zielarskich uprawianych na kwaterach, odnotowano w większości niski współczynnik podobieństwa (od 40% do 60%), co wskazuje na zróżnicowanie gatunkowe pozyskanych zbiorowisk grzybów (tab. 34).

Współczynnik podobieństwa wahał się od 40,63%, dla terminu wrzeźniowego w 2015 roku powietrza atmosferycznego w szklarni a terminu czerwcowego w 2017 roku roślin zielarskich na kwaterach, do 49,23% dla terminu czerwcowego w 2015 roku powietrza w szklarni a terminu wrzeźniowego w 2016 roku roślin na kwaterach.

Tabela 34. Współczynnik podobieństwa zbiorowisk Micromycetes pozyskanych z powietrza atmosferycznego w szklarni i liści roślin zielarskich na kwaterach Ogródu Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie

Stanowisko			Powietrze atmosferyczne w szklarni [B]						Rośliny zielarskie na kwaterach [C]					
			2015		2016		2017		2015		2016		2017	
			I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Powietrze atmosferyczne w szklarni [B]	2015	I	-	92,96	97,22	95,89	98,59	95,89	48,39	48,48	46,67	49,23	44,44	48,48
		II	92,96	-	95,89	97,30	94,44	97,30	44,44	44,78	42,62	45,45	40,63	44,78
	2016	I	97,22	95,89	-	98,67	98,63	98,67	46,88	47,06	45,16	47,76	43,08	47,06
		II	95,89	97,30	98,67	-	97,30	100,00	46,15	46,38	44,44	47,06	42,42	46,38
	2017	I	98,59	94,44	98,63	97,30	-	97,30	47,62	47,76	45,90	48,48	43,75	47,76
		II	95,89	97,30	98,67	100,00	97,30	-	46,15	46,38	44,44	47,06	42,42	46,38
Rośliny zielarskie na kwaterach [C]	2015	I	48,39	44,44	46,88	46,15	47,62	46,15	-	92,59	87,50	90,57	90,20	92,59
		II	48,48	44,78	47,06	46,38	47,76	46,38	92,59	-	88,46	98,25	94,55	100,00
	2016	I	46,67	42,62	45,16	44,44	45,90	44,44	87,50	88,46	-	90,20	93,88	88,46
		II	49,23	45,45	47,76	47,06	48,48	47,06	90,57	98,25	90,20	-	96,30	98,25
	2017	I	44,44	40,63	43,08	42,42	43,75	42,42	90,20	94,55	93,88	96,30	-	91,23
		II	48,48	44,78	47,06	46,38	47,76	46,38	92,59	100,00	88,46	98,25	91,23	-

4.2.5. Współczynnik podobieństwa zbiorowisk Micromycetes pozyskanych z powietrza atmosferycznego w szklarni i liści roślin zielarskich w szklarni Ogrodu Roślin Leczniczych

Współczynnik podobieństwa gatunkowego Micromycetes pomiędzy powietrzem atmosferycznym a roślinami egzotycznymi w szklarni odnotowano w przedziale od 43,33% do 56%. Podobieństwo określono jako niskie. Wynik ten wskazuje zróżnicowanie gatunkowe pomiędzy badanymi stanowiskami (tab. 35).

Najniższy współczynnik podobieństwa wystąpił w przyrównaniu zbiorowiska Micromycetes w powietrzu atmosferycznym w terminie wrześniowym w 2015 roku do zbiorowiska Micromycetes wyodrębnionym z liści roślin egzotycznych w czerwcu 2017 roku.

Wykazano, że najwięcej wspólnych gatunków grzybów (56%) było w powietrzu atmosferycznym i na liściach roślin egzotycznych w czerwcu 2017 roku.

Tabela 35. Współczynnik podobieństwa zbiorowisk Micromycetes pozyskanych z powietrza atmosferycznego w szklarni i liści roślin zielarskich w szklarni Ogrodu Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie

Stanowisko			Szklarnia												
			Powietrze atmosferyczne [B]						Rośliny zielarskie [D]						
			2015		2016		2017		2015		2016		2017		
			I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	
Szklarnia	Powietrze atmosferyczne [B]	2015	I	-	92,96	97,22	95,89	98,59	95,89	49,23	49,23	50,00	49,23	47,46	49,23
			II	92,96	-	95,89	97,30	94,44	97,30	48,48	48,48	49,23	48,48	43,33	48,48
		2016	I	97,22	95,89	-	98,67	98,63	98,67	50,75	50,75	51,52	50,75	45,90	50,75
			II	95,89	97,30	98,67	-	97,30	100,00	50,00	50,00	50,75	50,00	45,16	50,00
		2017	I	98,59	94,44	98,63	97,30	-	97,30	51,52	51,52	52,31	51,52	56,00	51,52
			II	95,89	97,30	98,67	100,00	97,30	-	50,00	50,00	50,75	50,00	45,16	50,00
	Rośliny zielarskie [D]	2015	I	49,23	48,48	50,75	50,00	51,52	50,00	-	100,0	98,18	100,00	88,00	100,00
			II	49,23	48,48	50,75	50,00	51,52	50,00	100,0	-	98,18	100,00	88,00	100,00
		2016	I	50,00	49,23	51,52	50,75	52,31	50,75	98,18	98,18	-	98,18	89,80	98,18
			II	49,23	48,48	50,75	50,00	51,52	50,00	100,00	100,00	98,18	-	88,00	100,00
		2017	I	47,46	43,33	45,90	45,16	56,00	45,16	88,00	88,00	89,80	88,00	-	88,00
			II	49,23	48,48	50,75	50,00	51,52	50,00	100,00	100,00	98,18	100,00	88,00	-

4.2.6. Współczynnik podobieństwa zbiorowisk Micromycetes pozyskanych z liści roślin zielarskich uprawianych na kwaterach i w szklarni Ogrodu Roślin Leczniczych

Współczynnik podobieństwa gatunkowego Micromycetes pomiędzy roślinami zielarskimi uprawianymi na kwaterach a roślinami egzotycznymi w szklarni odnotowano w przedziale od 62,76% do 72,34%. Podobieństwo określono jako średnie (tab. 36).

Najniższy współczynnik dla podanego przedziału odnotowano dla 4. stanowisk badawczych: rośliny na kwaterach w czerwcu 2016 roku w porównaniu do roślin egzotycznych w szklarni w obu terminach 2015 roku oraz w terminach wrześniowych w latach 2016 i 2017, natomiast najwyższy dla roślin zielarskich na kwaterach w czerwcu 2015 roku w porównaniu do roślin w szklarni w czerwcu 2017 roku.

Tabela 36. Współczynnik podobieństwa zbiorowisk Micromycetes pozyskanych z liści roślin zielarskich uprawianych na kwaterach i w szklarni Ogrodu Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie

Stanowisko				Rośliny zielarskie											
				na kwaterach [C]						w szklarni [D]					
				2015		2016		2017		2015		2016		2017	
				I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Rośliny zielarskie	na kwaterach [C]	2015	I	-	92,59	87,50	90,57	90,20	92,59	67,92	67,92	69,23	67,92	72,34	67,92
			II	92,59	-	88,46	98,25	94,55	100,00	66,67	66,67	67,86	66,67	70,59	66,67
		2016	I	87,50	88,46	-	90,20	93,88	88,46	62,76	62,76	64,00	62,76	66,67	62,76
			II	90,57	98,25	90,20	-	96,30	98,25	67,86	67,86	69,09	67,86	72,00	67,86
		2017	I	90,20	94,55	93,88	96,30	-	91,23	62,96	62,96	64,15	62,96	66,67	62,96
			II	92,59	100,00	88,46	98,25	91,23	-	66,67	66,67	67,86	66,67	70,59	66,67
	w szklarni [D]	2015	I	67,92	66,67	62,76	67,86	62,96	66,67	-	100,0	98,18	100,00	88,00	100,00
			II	67,92	66,67	62,76	67,86	62,96	66,67	100,0	-	98,18	100,00	88,00	100,00
		2016	I	69,23	67,86	64,00	69,09	64,15	67,86	98,18	98,18	-	98,18	89,80	98,18
			II	67,92	66,67	62,76	67,86	62,96	66,67	100,00	100,00	98,18	-	88,00	100,00
		2017	I	72,34	70,59	66,67	72,00	66,67	70,59	88,00	88,00	89,80	88,00	-	88,00
			II	67,92	66,67	62,76	67,86	62,96	66,67	100,00	100,00	98,18	100,00	88,00	-

5. Dyskusja

Powietrze atmosferyczne jest miejscem bytowania Micromycetes oraz ważnym wektorem przenoszenia grzybów pomiędzy obiektami [Dynowska i Ejdyś 1999, Chmiel i in. 2015, Grinn-Gofroń i in. 2016], ale środowiskiem zapewniającym grzybom niezbędne do życia związki organiczne jest fylosfera roślin [Kryczyński i Weber 2010], stąd w niniejszej pracy podjęto badania nad koegzystencją tych dwóch środowisk.

Większość gatunków grzybów w biosferze jest nadal nieznaną. Wykrywanie i opis grzybów w próbkach aerozolu atmosferycznego za pomocą analiz mykologicznych może pomóc w wyjaśnieniu globalnego rozprzestrzeniania się i różnorodności grzybów [Korzeniewska 2011, Emygdio i in. 2018, Lang i in. 2021]. Monitoring występowania Micromycetes w powietrzu atmosferycznym przyczynia się do zapobiegania porażania roślin przez gatunki wywołujące zmiany chorobowe [Weryszko-Chmielewska 2007].

Niniejsze badania miały na celu identyfikację zbiorowisk Micromycetes w powietrzu atmosferycznym i na liściach roślin zielarskich w Ogrodzie Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie.

Do badań aeromykologicznych zastosowano metodę sedymentacyjną, która pozwoliła na pobranie materiału badawczego w sposób zbliżony do naturalnego opadania zarodników na powierzchnię liści roślin. Dzięki wykorzystaniu do określenia składu gatunkowego badanych stanowisk metody hodowli na pożywcze otrzymano obraz zdolnych do rozwoju zarodników mogących być źródłem infekcji dla roślin.

W badaniach własnych prowadzonych na terenie Ogrodu Roślin Leczniczych stwierdzono, że najliczniej występowały *Alternaria alternata*, *Epicoccum purpurascens* i *Cladosporium cladosporioides*.

Gatunkami absolutnie stałymi bytującymi w powietrzu atmosferycznym i na liściach roślin zielarskich były *A. alternata*, *Botrytis cinerea*, *C. cladosporioides*, *E. purpurascens*, *Fusarium culmorum*, *Penicillium expansum* oraz *Trichoderma viride*.

Pierwszy cel badań zrealizowano na podstawie przeprowadzonych analiz aeromykologicznych w bezpośrednim sąsiedztwie roślin zielarskich rosnących na kwaterach i w szklarni.

W czasie trzyletnich badań wykonano analizy mykologiczne, które pozwoliły na identyfikację 2530 kolonii Micromycetes należących do 44 gatunków bytujących w powietrzu atmosferycznym nad kwaterami oraz 2054 kolonii należących do 39 gatunków znajdujących się w powietrzu w szklarni.

W badaniach własnych powietrza atmosferycznego w Ogrodzie Roślin Leczniczych stwierdzono wyższą liczebność kolonii Micromycetes w terminach wrześniowych niż czerwcowych, w których dominowały *A. alternata*, *C. cladosporioides* oraz *P. expansum*, co świadczy o uwalnianiu się propagul do atmosfery ze środowiska. Otrzymane wyniki są potwierdzeniem porównań bioareozolu Ogrodu Botanicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie oraz Arboretum Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Rogowie, które przeprowadziła Bonio w latach 2012-2014 [2016] i wykazała, że liczebność Micromycetes w powietrzu atmosferycznym była wyższa w terminach wrześniowych i lipcowych niż

w terminach majowych, a gatunkami domiującymi były *A. alternata*, *C. cladosporioides*, *C. macrocarpum* i *E. purpurascens*. Duda-Franiak [2019] w trzyletnich badaniach nad Micromycetes w powietrzu atmosferycznym i na roślinach ozdobnych na terenach zieleni Krakowa wykazała, że liczebność kolonii grzybów w powietrzu była wyższa w terminach październikowych niż majowych i potwierdziła dominację *A. alternata*, *C. cladosporioides* i *E. purpurascens*.

Niniejsze badania kwalifikują *C. macrocarpum* i *E. purpurascens* do grupy influentów.

Światowa literatura potwierdza obecność *A. alternata* jako grzyba dominującego w bioareozolu [Corden i in. 2003, Grinn-Gofroń i Rapiejko 2009; Sabariego i in. 2012, Skjøth i in. 2012, Skjøth i in. 2016, Olsen i in. 2020]. *A. alternata* jest grzybem kosmopolitycznym, powszechnie występującym w powietrzu atmosferycznym na terenach otwartych i w pomieszczeniach zamkniętych. Jest on jednym z najsilniej alergizujących przedstawicieli Micromycetes [Lipiec i Rapiejko 2005, Fukutomi i Taniguchi 2015]. W licznych pracach [Mędreła-Kuder 2005, Rapiejko 2006, Rizzi-Longo i in. 2009, Recio i in. 2012, Anees-Hill i in. 2022] wykazano, że największe stężenie zarodników rodzaju *Alternaria* ma miejsce w miesiącach letnich. Niniejsze badania wykazują w niektórych przypadkach wyższą liczebność *A. alternata* w powietrzu atmosferycznym nad roślinami zielarskimi w termiach czerwcowych niż wrześniowych: dotyczy to powietrza atmosferycznego nad bazylią, melisą i szałwią w 2015 i 2017 roku oraz nad melisą i szałwią w 2016 roku, natomiast w szklarni zawartość propagul grzybów w powietrzu była wyższa w terminach wrześniowych, co koreluje z występowaniem *A. alternata* na wymienionych roślinach z objawami nekroz. W badaniach wyizolowano także *A. consortialis*, którego zakwalifikowano do grzybów akcesorycznych.

W przeprowadzonych badaniach stwierdzono, że *C. cladosporioides* był gatunkiem dominującym oraz absolutnie stałym dla powietrza atmosferycznego nad wszystkimi roślinami zielarskimi na kwaterach podczas całego okresu badań. Jako gatunki absolutnie stałe wyosobniono *C. herbarum*, *C. macrocarpum* i *C. sphaerospermum*, które zaliczono do influentów. Kurkela [1997] oraz Priyamvada i in. [2017] podają, że największe stężenie jednostek koloniotwórczych występuje w okresie letnim, co potwierdzają niniejsze badania. Weryszko-Chmielewska i in. [2018] podają, że zarodniki *Cladosporium* często dominują w bioareozolu atmosferycznym i występują licznie od maja do września. Wielu autorów [Peternel i in. 2004, Zoppas i in. 2011, Ogórek i in. 2012, Pusz i in. 2017] uzasadnia, że propagule rodzaju *Cladosporium* wysycają w wysokim stopniu bioareozol. Zarówno *A. alternata* jak i *C. cladosporioides* występowały w każdym roku badań w zbiorowiskach Micromycetes na liściach roślin zielarskich, co jest potwierdzeniem wyników Bonio [2016] i Dudy-Franiak [2019].

P. expansum był gatunkiem dominującym oraz absolutnie stałym dla powietrza atmosferycznego Ogrodu Roślin Leczniczych. W badaniach wyodrębniono także *P. citrinum*, *P. hirsutum*, *P. jensenii* oraz *P. lanosum*, które zakwalifikowano jako influenty i gatunki absolutnie stałe. Badania Dudy-Franiak [2019] kwalifikują *P. expansum* jako influenta, natomiast *P. jensenii* jako grzyb akcesoryczny. Bonio [2016] wymienia liczne gatunki rodzaju

Penicillium, takie jak: *P. expansum*, *P. aurantogriseum*, *P. citrinum*, *P. dierckxii*, *P. hirsutum*, *P. jensenii*, *P. lanosum* i *P. sacculum*, jako grzyby akcesoryczne. Mędreła-Kuder i Bis [2010] oraz Grinn-Gofroń [2011] wykazały, że występowanie zarodników *Penicillium* w powietrzu atmosferycznym jest stałe przez lata badań, z niewielkim wzrostem latem i jesienią, co zapewne spowodowane jest obfitością rozkładającego się materiału roślinnego. Niniejsze badania wykazują wyższą liczbę kolonii *Penicillium* w powietrzu atmosferycznym nad kwaterami w terminach wrześnieowych niż czerwcowych, co potwierdza drugą hipotezę postawioną w tej pracy.

Mędreła-Kuder [2003] w badaniach nad powietrzem atmosferycznym Krakowa podaje, że grzyby rodzaju *Aspergillus* występują w nim ze znikomą liczebnością. Natomiast Duda-Franiak [2019] stwierdza liczny udział *A. niger* w badanych zbiorowiskach Micromycetes, co potwierdzają niniejsze badania, ponieważ *A. niger* był grzybem absolutnie stałym w powietrzu nad kwaterami o frekwencji wskazującej na grupę influentów.

O obecności zarodników *B. cinerea* występujących w różnych terminach i w różnej liczebności w powietrzu donoszą Kasprzyk i Worek [2006], Ogórek i in. [2012], Kwiatkowska [2018] oraz Duda-Franiak [2019], która potwierdziła występowanie nielicznych kolonii *B. cinerea* tylko w sierpniu. W niniejszych badaniach *B. cinerea* należał do influentów oraz grzybów absolutnie stałych w 3 latach badań.

Gatunkami absolutnie stałymi były grzyby rodzaju *Fusarium*, takie jak: *F. culmorum*, *F. oxysporum*, *F. poae* i *F. sporotrichioides*. Ponadto wyizolowano *F. avenaceum*, który określono jako grzyb stały i *F. sambucinum* jako towarzyszący. Bonio i Duda [2014] wykazały obecność w powietrzu atmosferycznym *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. oxysporum*, *F. sambucinum* oraz *F. sporotrichioides*, natomiast Kwiatkowska [2018] wyosobniła *F. culmorum*, *F. poae* i *F. sporotrichioides*. Według Płaskowskiej [2010] grzyby *Fusarium* spp. należą do jednych z najgroźniejszych patogenów roślin. Na roślinach zielarskich uprawianych na kwaterach występowały jako grzyby stałe oraz towarzyszące.

W niniejszych badaniach wyizolowano dwóch przedstawicieli rodzaju *Humicola*: *H. fuscoatra* var. *fuscoatra* - jako influenta oraz *H. grisea* var. *grisea* - jako grzyb akcesoryczny. Oba gatunki były absolutnie stałe w badanym powietrzu atmosferycznym nad kwaterami. Obecność gatunków rodzaju *Humicola* wykazują w powietrzu atmosferycznym Krakowa Bonio i Duda [2014], Duda-Franiak i in. [2016] i Duda-Franiak [2019].

Z powietrza atmosferycznego nad kwaterami wyosobniono *Mortierella alpina* i *M. parvispora*, które określono jako gatunki absolutnie stałe i influenty. Tym samym potwierdzono badania Kowalik i Bonio [2017], Kwiatkowskiej [2018] oraz Dudy-Franiak [2019], które wyizolowały liczne gatunki tego rodzaju, takie jak: *M. aplina*, *M. horticola*, *M. isabellina* oraz *M. parvispora*.

W badaniach własnych wyodrębniono gatunki *Phoma* spp., takie jak: *Ph. eupyrena*, *Ph. glomerata*, *Ph. medicaginis* i *Ph. putatinum*. Gatunki te zaliczono do influentów oraz grzybów akcesorycznych, jako stałe lub towarzyszące w badanym zbiorowisku. Potwierdzają to badania Dudy-Franiak [2019], w których wykazano obecność w powietrzu *Ph. eupyrena*, *Ph. medicaginis* i *Ph. putatinum*. Ponadto Bonio i Duda [2014] potwierdziły bytowanie *Ph. destructiva*, *Ph. exigua*, *Ph. chrysanthemicola*, *Ph. leveillei* oraz *Ph. medicaginis*

w powietrzu atmosferycznym. W przedstawionej pracy wykazano, że *Ph. exigua*, *Ph. glomerata* i *Ph. medicaginis* występowały w różnym nasileniu na wszystkich roślinach rosnących na kwaterach.

Grinn-Gofroń [2011] oraz Bonio i Duda [2014] wykazały występowanie w powietrzu atmosferycznym sporadycznych ilości propagul rodzaju *Trichoderma*, natomiast w przedstawionych badaniach influentami i gatunkami absolutnie stałymi były *T. harzianum*, *T. pseudokoningii* i *T. viride*, a *T. aureoviride* był gatunkiem stałym i akcesorycznym.

W niniejszych badaniach wyodrębniono gatunki *Alpakesa uniseptata*, *Arthroderma tuberculatum*, *Chaetomium diversum*, *Ch. globosum*, *Cochliobolus geiculatus*, *Cylindrocarpon destructans*, *Melanospora aculeata*, *Periconia macrospinoso*, *Pestalotia sydowiana* i *Rhizomucor pusillus*, które zaliczono do influentów lub grzybów akcesorycznych o absolutnie stałym lub stałym wskaźniku występowania. Tym samym potwierdzono to wyniki Bonio [2016], która również wyizolowała *A. tuberculatum*, *Ch. diversum*, *Ch. globosum* i *P. macrospinoso*, natomiast gatunki *C. geiculatus*, *C. destructans*, *M. aculeata*, *P. sydowiana* i *R. pusillus* nie były podawane w dostępnej literaturze jako występujące w powietrzu atmosferycznym.

Wykazano wysokie podobieństwo gatunkowe pomiędzy wszystkimi terminami badań powietrza atmosferycznego nad kwaterami. Wskazuje to na niskie zróżnicowanie gatunków Micromycetes bytujących w powietrzu atmosferycznym w Ogrodzie Roślin Leczniczych, co potwierdza zakwalifikowanie większości gatunków jako gatunki stałe i absolutnie stałe.

W literaturze nie poświęca się wiele uwagi badaniom grzybów występujących w powietrzu w szklarniach, mimo, że rośliny uprawne i pracujący w nich pracownicy mogą być narażeni na wysokie stężenia propagul, w tym gatunków toksynotwórczych. Kontrolowane środowiska szklarniowe z ciepłym i wilgotnym klimatem, zoptymalizowane pod kątem roślin tropikalnych i śródziemnomorskich, zapewniają odpowiednie warunki do rozwoju grzybów. Rodolfi i in. [2003] w powietrzu szklarni roślin tropikalnych i śródziemnomorskich łącznie wyizolowali 72 gatunki grzybów należących do 42 rodzajów, a jako dominujące wykazali *C. cladosporioides*, *Penicillium fellutanum*, *P. olsonii*, *E. purpurascens*, *A. alternata* i *Conidiobolus major*. W szklarni roślin ozdobnych Li i LaMondia [2010] wykazali obecność Micromycetes z rodzajów: *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Penicillium* oraz *Botrytis*, jako dominantów. W niniejszych badaniach z powietrza atmosferycznego szklarni wyosobiono 39 gatunków należących do 19 rodzajów, a najwyższym procentowym udziałem w powietrzu szklarni podczas 3 lat odznaczały się *A. alternata*, *P. expansum* i *T. viride*. 31 gatunków sklasyfikowano jako influenty, należały do nich m.in. *A. niger*, *A. nidulans*, *A. flavus*, *B. cinerea*, *C. cladosporioides*, *E. purpurascens*, *T. harzianum*, *T. pseudokoningii* oraz gatunków należących do rodzaju *Penicillium*. Wymienione Micromycetes były gatunkami absolutnie stałymi w powietrzu szklarni. Różnice w liczebności gatunkowej Micromycetes pomiędzy obiektem badań Rodolfiego i in. [2003], a szklarnią Ogrodu Roślin Leczniczych być może należy tłumaczyć większą powierzchnią szklarni roślin tropikalnych i egzotycznych oraz większą liczbą uprawianych w niej roślin.

Podobieństwo gatunkowe Micromycetes w obrębie szklarni w każdym terminie badań było wysokie, co wskazuje na niskie zróżnicowanie gatunków w zbiorowisku na przestrzeni lat.

W badaniach własnych wyodrębniono 2530 kolonii Micromycetes należących do 44 gatunków bytujących w powietrzu atmosferycznym nad kwaterami oraz 2054 kolonii należących do 39 gatunków znajdujących się w powietrzu w szklarni. Wykazano, że 26 gatunków było wspólnych dla badanych stanowisk, co wskazuje, że podobieństwo gatunkowe Micromycetes bytujących w obu miejscach było w większości średnie (od 60% do 80%) na przestrzeni 3 lat badań. Z 36. współczynników podobieństwa, wyliczonych ze wszystkich terminów badań, 6 z nich było niskie i wynosiło od 57,69% do 60%. Wyniki te wskazują na różnorodność gatunkową Micromycetes pomiędzy powietrzem atmosferycznym nad kwaterami a w szklarni, co potwierdza czwartą hipotezę postawioną w tej pracy.

Porównując liczebność propagul wyodrębnionych z powietrza w obu stanowiskach, można stwierdzić, że powietrze atmosferyczne nad kwaterami było bardziej zanieczyszczone przez Micromycetes niż w szklarni. W obu przypadkach najwięcej propagul grzybów znajdowało się w bioareozolu w terminach wrześniowych. Weryszko-Chmielewska [2007] przedstawia podobne zależności wykazując, że wysokie stężenie propagul Micromycetes wstępuje późnym latem i wiąże się to z rozkładem materiału roślinnego, co potwierdza drugą postawioną hipotezę.

Zadanie drugie wykonano identyfikując, według kluczy mykologicznych, gatunki Micromycetes bytujące na liściach roślin zielarskich z objawami choroby. Wyniki tego zadania potwierdzają hipotezę drugą.

Na roślinach rozwijają się na gatunki patogeniczne i saprotroficzne, które uwalniają do atmosfery propagule, przede wszystkim zarodniki. Są one następnie transportowane wraz z powietrzem na kolejne rośliny w celu zasiedlenia ich tkanek [Jędryczka 2014, Duda-Franiak i Kowalik 2015].

W zbiorowisku Micromycetes bytujących na liściach bazylii pospolitej do dominantów zaliczono *A. alternata*, *E. purpurascens*, *P. chrysogenum* i *C. cladosporioides*. W wielu doniesieniach naukowych wymieniono *A. alternata* jako dominanta, saprotrofa lub patogena na bazylii pospolitej [Machowicz-Stefaniak i in. 2003, Taba i in. 2009, Siciliano i in. 2018]. Mazur i Szczeponek [2006] badając zdrowotność bazylii wykazali, że objawy chorobowe w postaci nekroz pędów i korzeni oraz plamistości liści są spowodowane przez *A. alternata*, *E. purpurascens*, *F. avenaceum*, *S. sclerotiorum*, *B. cinerea*, *C. cladosporioides* i *A. tenuissima*. W niniejszych badaniach nie wyizolowano *A. tenuissima*, a *S. sclerotiorum* był pojedynczym grzybem akcesorycznym. W prowadzonych badaniach Mazura i Szczeponek [2006] wykazano znikomą liczebność *P. chrysogenum*, natomiast w omawianych analizach mykologicznych liści bazylii pospolitej grzyb ten był dominantem absolutnie stałym na przestrzeni 3 lat.

Prowadzone badania nad składem ilościowym i gatunkowym Micromycetes na liściach lawendy wąskolistnej wykazały, że dominantami były *A. alternata*, *E. purpurascens* i *Fusarium sporotrichioides*, co potwierdzają w badaniach Chandel i in. [2014]. W badaniach nad grzybami bytującymi na liściach opadłych lawendy wąskolistnej w Ogrodzie

Botanicznym w Krakowie, Kowalik [2013] wykazała znaczny udział *A. alternata* i małą liczebność *E. purpurascens*, natomiast nie odnotowała występowania *F. sporotrichioides*. Obecność tego patogena na lawendzie wykazał Cosic i in. [2012]. Grzyby rodzaju *Fusarium* są często odnotowywane w uprawach lawendy wąskolistnej i powodują plamistości czy wędnięcia roślin. W literaturze najczęściej wymieniane gatunki to *F. oxysporum* [Perveen i Bokhari 2010, Özer i in. 2021] czy *F. solani* [Ren i in. 2008, Ortu i in. 2018]. Niniejsze badania potwierdziły objawy chorobowe wywołane przez *F. avenaceum*, *F. culmorum* oraz *F. oxysporum*. Vasileva [2015] wykazała na uprawach lawendy od wczesnych stadiów jej rozwoju obecność *Phoma lavandulae*, *Phomopsis lavandulae*, *Septoria lavandulae* i *Phytophthora parasitica*. W niniejszej pracy wyodrębniono kolonie m.in. *Ph. medicaginis* i *Phomopsis diachenii*, które zostały zaliczone do grzybów akcesorycznych.

A. alternata oraz *E. purpurascens* zostały zaliczone do grupy dominantów bytujących na liściach melisy lekarskiej. Machowicz-Stefaniak i in. [2002a] w 4-letnich badaniach wykazali, że *A. alternata* był najczęściej izolowany i stanowił ponad 84% całości zbiorowiska Micromycetes zasiedlających liście melisy lekarskiej, natomiast *E. purpurascens* był grzybem o znikomym udziale procentowym w zbiorowisku. Obecność *A. alternata* powodującego nekrotyczne, brązowe plamy liści na uprawach melisy lekarskiej potwierdza Garibaldi i in. [2023]. Zalewska i Machowicz-Stefaniak [2004] podają, że do najczęściej notowanych gatunków *Fusarium* spp. bytujących na różnych organach melisy lekarskiej należą: *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum* i *F. subglutinans*. W niniejszych badaniach potwierdzono obecność *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. oxysporum* oraz *F. sporotrichioides*, które zaliczono do influentów. Z wyizolowanych przedstawicieli tego rodzaju *F. avenaceum* był grzybem absolutnie stałym we wszystkich latach badań. Kovács i in. [2019] uznali, że *A. alternata*, *B. cinerea* i *Septoria melissae* są szczególnie niebezpieczne dla upraw melisy lekarskiej, a Pensa i in. [2007] stwierdzają, że *B. cinerea* corocznie bytuje na liściach melisy lekarskiej. Kowalik [2013] wykazała wysoką liczebność kolonii *A. alternata*, *E. nigrum* i *Sordaria fimicola* zasiedlających liście melisy. Przeprowadzone analizy potwierdzają obecność *B. cinerea* na liściach badanej rośliny tylko w terminach wrześniowych.

W zbiorowisku Micromycetes bytujących na liściach mięty pieprzowej dominowały *A. alternata*, *Phoma exigua*, *C. cladosporioides* oraz *H. grisea* var. *grisea*. Garibaldi i in. [2018] wykazują, że następstwem występowania nekrotycznych plam na liściach jest obecność licznych kolonii *A. alternata* na mięcie pieprzowej. Wysoki udział tego patogenu w zbiorowisku Micromycetes bytujących na liściach mięty dowodzą w swoich analizach Herrmann i in. [2019]. Badania Zimowskiej [2007] wykazały, że liście mięty pieprzowej są zasiedlane przede wszystkim przez *A. alternata*, *B. cinerea*, *C. cladosporioides*, *E. purpurascens* oraz grzyby z rodzajów *Fusarium*, *Gliocladium*, *Phoma* i *Trichoderma*. W niniejszych badaniach nie stwierdzono obecności izolatów należących do rodzaju *Gliocladium*, natomiast wyizolowano 4 przedstawicieli rodzaju *Fusarium*: *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. oxysporum* i *F. sporotrichioides*, oraz 3 przedstawicieli rodzaju *Phoma*: *Ph. exigua*, *Ph. glomerata* i *Ph. medicaginis*. W licznych badaniach stwierdzono, że najpoważniejsze ekonomicznie straty wywołują *Puccinia menthae*, *A. alternata*, *Verticillium*

dahliae, *Phoma stasserti* i *R. solani* [Kalra i in. 2005, Sinha i Chattopadhyay 2011, Singh i in. 2016, Mondal i in. 2018, Gatak i in. 2020]. W badaniach własnych nie wykazano bytowania na liściach mięty pieprzowej grzybów rodzaju *Verticillium* i *Rhizoctonia*.

Do dominantów zasiedlających liście szalwii lekarskiej zaliczono *A. alternata*, *E. purpurascens*, *H. grisea* var. *grisea* i *A. versicolor*. Otrzymane wyniki są potwierdzeniem badań Zimowskiej [2008], która podaje, że patogenem często izolowanym z liści szalwii lekarskiej jest *A. alternata*, natomiast z korzeni oraz łodyg *R. solani* i *Ph. exigua* var. *exigua*. W niniejszych badaniach *Ph. exigua* wystąpił na liściach szalwii ze znikomą liczebnością w terminach wrześniowych w latach 2015 i 2017. Według Wielgusza i Irzykowskiej [2017] szczególnie niebezpieczne jest zasiedlanie szalwii przez grzyby toksynotwórcze rodzaju *Alternaria* i *Penicillium*. W niniejszych badaniach wyizolowano *P. chrysogenum* i *P. expansum*, które sklasyfikowano jako influenty oraz *P. verrucosum* var. *verrucosum*, który nielicznie wystąpił w terminach wrześniowych w latach 2016 i 2017. Badania Wilkosa i in. [2022] ukazują, że szalwia lekarska jest porażana przez takie gatunki, jak: *A. alternata*, *F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum*, *Phomopsis sclarea* i *B. cinerea*, co znajduje potwierdzenie w niniejszych badaniach, w których z liści szalwii lekarskiej wyizolowano m.in. *B. cinerea*, *F. culmorum* i *F. oxysporum*.

Oceniając zagrożenie chorobotwórcze przez grzyby patogeniczne dla roślin zielarskich (cel trzeci pracy) porównano ich skład gatunkowy i liczebność występowania na ziołach rosnących na kwaterach.

Wykazano, że objawy chorobowe w postaci nekroz, przebarwień i plamistości wywołało 29 gatunków Micromycetes. Grzyby te określone jako kompleks grzybów patogenicznych występowały z niejednakową frekwencją i różną stałością. Tylko dwa gatunki *A. alternata* i *E. purpurascens* występowały na pięciu badanych roślinach w każdym terminie trzechletnich badań. Na wszystkich roślinach stwierdzono porażenie przez *B. cinerea*, *C. cladosporioides*, *Cylindrocarpon radicum*, *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. oxysporum*, *F. sporotrichioides*, *P. expansum* i *P. verrucosum* var. *verrucosum*. Grzyby te były gatunkami stałymi lub towarzyszącymi. Ze znikomą częstotliwością wystąpiły *Ph. diacheni* i *S. sclerotiorum* na melisie lekarskiej, a *S. sclerotiorum* na bazylii pospolitej, lawendzie wąskolistnej, melisie lekarskiej i mięcie pieprzowej wyodrębniono jako pojedyncze izolaty, zaś *Ch. funicola* na lawendzie wąskolistnej, melisie lekarskiej i szalwii lekarskiej.

Podobieństwo gatunkowe pomiędzy roślinami zielarskimi na kwaterach wynosiło powyżej 80%. We wrześniowych terminach 2015 i 2017 roku uzyskano najwyższy wynik w przyjętej skali - wynosił on 100%. Wysokie współczynniki podobieństwa Micromycetes w obrębie roślin zielarskich na kwaterach świadczą o niskim zróżnicowaniu składu gatunkowego badanego stanowiska.

Dla stanowisk powietrza atmosferycznego nad kwaterami oraz roślin zielarskich uprawianych na kwaterach wykazano niskie lub minimalne podobieństwo gatunkowe. Świadczy to o wysokim zróżnicowaniu składu zbiorowisk Micromycetes pomiędzy badanymi stanowiskami.

W literaturze nie znaleziono badań nad stanem ilościowym i jakościowym Micromycetes na liściach roślin egzotycznych z objawami chorobowymi leczniczych

uprawianych w szklarni. W całości zbiorowiska licznie występowały *A. alternata*, *B. cinerea*, *C. cladosporioides*, *F. oxysporum*, *P. expansum* oraz *P. verrucosum* var. *verrucosums*, które zakwalifikowano jako dominanty i gatunki absolutnie stałe. Grzyby wyizolowane z liści roślin w szklarniach mogą zostać wprowadzone przez podłoża, wentylację lub importowane rośliny [Magyar i in. 2011]. Wśród grzybów przenoszonych drogą powietrzną zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz szklarni, oraz grzybów bytujących na liściach roślin egzotycznych w szklarni wyodrębniono podobne gatunki absolutnie stałe lub stałe i dominujące, m.in.: *A. alternata*, *B. cinerea*, *C. cladosporioides*, *F. oxysporum*, *P. expansum* i *T. viride*. Rodolfi i in. [2003] donieśli, że *C. cladosporioides* zdominował tropikalną szklarnię zarówno w powietrzu atmosferycznym, jak i na roślinach. Gatunki *Penicillium* są powszechne w glebie i na rozkładających się materiałach roślinnych [Magyar i in. 2011]. *Botrytis cinerea*, powodujący szarą pleśń, jest powszechny na całym świecie i odpowiada za poważne straty roślin ozdobnych w szklarniach [Friedrich i in. 2005]. Rodolfi i in. [2003] w porównaniu Micromycetes wyodrębnionych z roślin, a tych wyosobnionych z powietrza nie wyizolowali propagul rodzaju *Trichoderma* z oczekiwaną liczebnością i postawili hipotezę, że ich konidia nie zostały uwolnione w okresie pobierania próbek. W niniejszych badaniach liczebność *T. viride* była wyższa w powietrzu atmosferycznym niż na roślinach egzotycznych, co potwierdza pierwszą hipotezę postawioną w pracy.

W obrębie roślin egzotycznych uprawianych w szklarni Ogrodu Roślin Leczniczych podobieństwo gatunkowe Micromycetes bytujących na liściach było wysokie we wszystkich terminach badań, co wskazuje na niskie zróżnicowanie gatunkowe w badanych zbiorowisku.

Podobieństwo gatunkowe pomiędzy roślinami w szklarni a powietrzem w szklarni określono jako niskie, natomiast pomiędzy roślinami w szklarni a powietrzem atmosferycznym nad kwaterami jako minimalne, co dowodzi o wysokim zróżnicowaniu gatunkowym Micromycetes w badanym obiekcie.

Porównując liczebność gatunków Micromycetes wyizolowanych z liści roślin egzotycznych uprawianych w szklarni oraz roślin zielarskich na kwaterach odnotowano niski współczynnik podobieństwa gatunkowego, co potwierdza trzecią hipotezę postawioną w niniejszej pracy.

Hipotezy postawione w niniejszej pracy zostały zweryfikowane, a postawiony cel osiągnięty. Zidentyfikowano Micromycetes w powietrzu atmosferycznym nad kwaterami i w szklarni, a następnie porównano skład gatunkowy na tych stanowiskach. Wykazano różnice pomiędzy zbiorowiskami wyizolowanymi z powietrza nad kwaterami a w szklarni. Analizy mykologiczne Micromycetes bytujących na liściach roślin zielarskich i egzotycznych z objawami chorobowymi wykazały różnorodność gatunkową badanych zbiorowisk.

Prowadzenie monitoringu aeromykologicznego na terenie Ogrodu Roślin Leczniczych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie daje możliwość kontroli czystości mykologicznej powietrza oraz możliwość rozpoznania zagrożenia chorobotwórczego dla roślin uprawianych w obrębie Ogrodu.

6. Wnioski

Badania przeprowadzone w Ogrodzie Roślin Leczniczych Wydziału Farmaceutycznego Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w latach 2015-2017 obejmujące badania aeromykologiczne w terenie otwartym i szklarni oraz mykologiczne porażonych liści bazylii pospolitej *Ocimum basilicum* L., lawendy wąskolistnej *Lavendula angustifolia* L., melisy lekarskiej *Melissa officinalis* L., mięty pieprzowej *Mentha piperita* L. i szalwii lekarskiej *Salvia officinalis* L. uprawianych na kwaterach, oraz balsamowca mirra *Commiphora habessinica* (Berg) Engler, eukaliptusa gałkowego *Eucalyptus globulus* Labill., granatu właściwego *Punica granatum* L., myszopłochu kolczastego *Ruscus aculeatus* L. i oliwki europejskiej *Olea europaea* L. uprawianych w szklarni pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

1. Wybór najtańszych i najprostszych metod pozyskiwania propagul Micromycetes z powietrza atmosferycznego oraz z liści roślin zielarskich pozwolił na identyfikację siedemdziesięciu jeden gatunków grzybów, przynależnych do trzydziestu dwóch rodzajów.
2. W powietrzu atmosferycznym nad kwaterami wyizolowano czterdzieści cztery gatunki Micromycetes, natomiast w szklarni trzydzieści dziewięć, w tym dwadzieścia dwa gatunki wspólne, co świadczy o zróżnicowanym składzie gatunkowym badanych zbiorowisk.
3. Grzybami absolutnie stałymi dla powietrza atmosferycznego Krakowa występującymi ze znaczną częstotliwością w ogrodzie i szklarni są *A. alternata*, *P. expansum*, *C. cladosporioides*, *E. purpurascens* i *T. viride*, co jest potwierdzeniem badań wcześniejszych prowadzonych w latach 2012-2018.
4. Objawy chorobowe na liściach roślin zielarskich na kwaterach powodował kompleks grzybów Micromycetes z dominującymi *A. alternata*, *C. cladosporioides* i *E. purpurascens*, a na roślinach egzotycznych w szklarni kompleks złożony z gatunków dominujących, takich, jak: *A. alternata*, *B. cinerea*, *C. cladosporium*, *F. oxysporum*, *P. expansum* oraz *P. verrucosum* var. *verrucosum*, o czym świadczy wyizolowanie z fyllofery badanych roślin zielarskich na kwaterach dwudziestu dziewięciu gatunków, a z roślin egzotycznych dwudziestu ośmiu gatunków różniących się liczebnością.
5. Obecność dwunastu gatunków Micromycetes wspólnych, występujących zarówno w powietrzu atmosferycznym oraz na roślinach zielarskich, w tym najliczniejszych: *A. alternata*, *E. purpurascens* i *C. cladosporioides*, świadczy o uwalnianiu do atmosfery zarodników grzybów bytujących na roślinach zielarskich, przemieszczaniu wraz z wiatrem oraz kolonizowaniu kolejnych roślin.
6. Wprowadzenie monitoringu aeromykologicznego zarówno w terenie otwartym, jak i w szklarni daje możliwość kontroli czystości mykologicznej powietrza oraz możliwość rozpoznania zagrożenia chorobotwórczego dla uprawianych roślin.

7. Streszczenie

Grzyby w powietrzu atmosferycznym i na liściach roślin zielarskich uprawianych w Ogrodzie Roślin Leczniczych Wydziału Farmaceutycznego Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie

Powietrze atmosferyczne jest miejscem bytowania Micromycetes oraz ważnym wektorem przenoszenia grzybów pomiędzy organizmami. W odróżnieniu od powietrza, fyllosfera roślin jest środowiskiem zapewniającym grzybom niezbędne do życia związki organiczne. Propagule Micromycetes zarodnikujących na roślinach są uwalniane do atmosfery, a następnie transportowane na różne odległości wraz z masami powietrza.

Głównym celem badań była ocena występowania grzybów strzępkowych w powietrzu atmosferycznym Ogródu Roślin Leczniczych Wydziału Farmaceutycznego Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie oraz określenia ich wpływu na zdrowotność wybranych roślin zielarskich uprawianych na kwaterach: bazylii pospolitej *Ocimum basilicum* L., lawendy wąskolistnej *Lavendula angustifolia* L., melisy lekarskiej *Melissa officinalis* L., mięty pieprzowej *Mentha piperita* L. i szałwii lekarskiej *Salvia officinalis* L.. Badaniem objęto egzotyczne rośliny lecznicze uprawiane w szklarni: balsamowiec mirra *Commiphora habessinica* (Berg) Engler, eukaliptus gałkowy *Eucalyptus globulus* Labill., granat właściwy *Punica granatum* L., myszopłoch kolczasty *Ruscus aculeatus* L. oraz oliwka europejska *Olea europaea* L.. Badania prowadzono w latach 2015-2017.

Wybór najtańszych i najprostszych metod pozyskiwania propagul Micromycetes z powietrza atmosferycznego oraz z liści roślin zielarskich pozwolił na wyodrębnienie ponad 8600 kolonii oraz identyfikację siedemdziesięciu jeden gatunków grzybów, przynależnych do trzydziestu dwóch rodzajów.

W powietrzu atmosferycznym nad kwaterami wyizolowano czterdzieści cztery gatunki Micromycetes, natomiast w szklarni trzydzieści dziewięć, w tym dwadzieścia dwa gatunki wspólne, co świadczy o zróżnicowanym składzie gatunkowym badanych zbiorowisk. Grzybami absolutnie stałymi dla powietrza atmosferycznego Krakowa, występującymi ze znaczną częstotliwością w ogrodzie i szklarni były *A. alternata*, *P. expansum*, *C. cladosporioides*, *E. purpurascens* i *T. viride*.

Objawy chorobowe na liściach roślin zielarskich na kwaterach powodował kompleks grzybów Micromycetes z dominującymi *A. alternata*, *C. cladosporioides* i *E. purpurascens*, a na roślinach egzotycznych w szklarni kompleks złożony z gatunków dominujących, takich, jak: *A. alternata*, *B. cinerea*, *C. cladosporium*, *F. oxysporum*, *P. expansum* oraz *P. verrucosum* var. *verrucosum*, o czym świadczy wyizolowanie z fyllosfery badanych roślin zielarskich na kwaterach dwudziestu dziewięciu gatunków, a z roślin egzotycznych dwudziestu ośmiu gatunków różniących się liczebnością. Obecność dwunastu gatunków Micromycetes wspólnych, występujących zarówno w powietrzu atmosferycznym oraz na roślinach zielarskich, w tym najliczniejszych: *A. alternata*, *E. purpurascens* i *C. cladosporioides*, świadczy o uwalnianiu do atmosfery zarodników grzybów bytujących na roślinach zielarskich, przemieszczaniu wraz z wiatrem oraz kolonizowaniu kolejnych roślin.

Wprowadzenie monitoringu aeromykologicznego zarówno w terenie otwartym, jak i w szklarni daje możliwość kontroli czystości mykologicznej powietrza oraz możliwość rozpoznania zagrożenia chorobotwórczego dla uprawianych roślin.

Słowa kluczowe: Ogród Roślin Leczniczych, grzyby strzępkowe, powietrze atmosferyczne, rośliny zielarskie, szklarnia

8. Abstract

Fungi in the atmospheric air and on the leaves of herbal plants cultivated in the Medicinal Plants Garden of the Faculty of Pharmacy of Collegium Medicum of the Jagiellonian University in Krakow

Atmospheric air is the habitat of Micromycetes and an important vector for the transfer of fungi between organisms. Unlike air, the phyllosphere of plants is an environment that provides fungi with the organic compounds necessary for life. Plant-sporulating Micromycetes propagules are released into the atmosphere and then transported over various distances along with air masses.

The main objective of the study was to assess the occurrence of filamentous fungi in the atmospheric air of the Medicinal Plants Garden of the Faculty of Pharmacy of the Jagiellonian University Medical College in Krakow and to determine their impact on the health of selected herbal plants grown in the plots of: basil *Ocimum basilicum* L., narrow-leaved lavender *Lavendula angustifolia* L., lemon balm *Melissa officinalis* L., peppermint *Mentha piperita* L. and sage *Salvia officinalis* L.. Exotic medicinal plants grown in a greenhouse were studied: myrrh balsam *Commiphora habessinica* (Berg) Engler, globular eucalyptus *Eucalyptus globulus* Labill., pomegranate *Punica granatum* L., common buzzard *Ruscus aculeatus* L. and European olive *Olea europaea* L. The research was conducted in 2015-2017.

The choice of the cheapest and simplest methods of obtaining Micromycetes propagules from the air and from the leaves of herbal plants allowed for the isolation of over 8,600 colonies and the identification of seventy-one species of fungi belonging to thirty-two genera.

Forty-four species of Micromycetes were isolated in the air above the plots, while thirty-nine species were isolated in the greenhouse, including twenty-two common species, which proves the diverse species composition of the studied communities. Fungi that are absolutely permanent for the atmospheric air of Krakow, appearing with considerable frequency in gardens and greenhouses, were *A. alternata*, *P. expansum*, *C. cladosporioides*, *E. purpurascens* and *T. viride*.

Disease symptoms on the leaves of herbal plants in the plots were caused by a complex of Micromycetes fungi with dominant *A. alternata*, *C. cladosporioides* and *E. purpurascens*, and on exotic plants in the greenhouse a complex composed of dominant species such as: *A. alternata*, *B. cinerea*, *C. cladosporium*, *F. oxysporum*, *P. expansum* and *P. verrucosum* var. *verrucosum*, as evidenced by the isolation of twenty-nine species of herbal plants from the phyllosphere, and twenty-eight species of exotic plants, differing in abundance. The presence of twelve species of common Micromycetes, occurring both in the atmospheric air and on herbal plants, including the most numerous: *A. alternata*, *E. purpurascens* and *C. cladosporioides*, indicates the release of fungal spores living on herbal plants into the atmosphere, movement with the wind and colonization more plants.

The use of aeromycological monitoring, both in the open field and in the greenhouse, makes it possible to control the mycological purity of the air and to identify pathogenic hazards for cultivated plants.

Keywords: Medicinal Plants Garden, filamentous fungi, atmospheric air, herbal plants, greenhouse

9. Bibliografia

- Abrego N., Crosier B., Somervuo P., Ivanova N., Abrahamyan A., Abdi A., Hämäläinen K., Junninen K., Maunula M., Purhonen J., Ovaskainen O.** 2020. Fungal communities decline with urbanization—more in air than in soil. *The ISME Journal* 14(11): 2806-2815.
- Abrego N., Norros V., Halme P., Somervuo P., Ali-Kovero H., Ovaskainen O.** 2018. Give me a sample of air and I will tell which species are found from your region: molecular identification of fungi from airborne spore samples. *Mol. Ecol. Resour.* 18: 511–24.
- Abu-Dieyeh M. H., Barham R., Abu-Elteen K., Al-Rashidi R., Shaheen I.** 2010. Seasonal variation of fungal spore populations in the atmosphere of Zarqa area, Jordan. *Aerobiologia* 26: 263-276.
- Adaszyńska M., Swarcewicz M., Markowska-Szczupak A. Jadczyk D.** 2013. Skład chemiczny i właściwości przeciwdrobnoustrojowe olejku eterycznego i ekstraktu z mięty pieprzowej odmiany ‘Asia’. *ŻNTJ* 2, 87: 116–125.
- Akila M., Earappa R., Qureshi A.** 2020. Ambient concentration of airborne microbes and endotoxins in rural households of southern India. *Building and Environment* 179: 106970.
- Almaguer M., Fernández-González M., Díaz L., Sánchez K. C., Rodríguez-Rajo F. J., Aira M. J.** 2021. *Aspergillus* and *Penicillium* spores as urban pathogens of the Havana atmosphere, Cuba. *Aerobiologia* 37: 767-783.
- Aloi F., Riolo M., Sanzani S. M., Mincuzzi A., Ippolito A., Siciliano I., Pane A., Gullino M. L., Cacciola S. O.** 2021. Characterization of *Alternaria* species associated with heart rot of pomegranate fruit. *Journal of Fungi* 7(3): 172.
- Alshareef F., Robson G. D.** 2014. Prevalence, persistence, and phenotypic variation of *Aspergillus fumigatus* in the outdoor environment in Manchester, UK, over a 2-year period. *Sabouraudia* 52(4): 367-375.
- Al-Subai A. A.** 2002. Air-borne fungi at Doha, Qatar. *Aerobiologia* 18(3-4): 175-183.
- Anees-Hill S., Douglas P., Pashley C. H., Hansell A., Marczylo E. L.** 2022. A systematic review of outdoor airborne fungal spore seasonality across Europe and the implications for health. *Science of the Total Environment* 818: 151716.
- Antón S. F., de la Cruz D. R., Sánchez J. S., Sánchez Reyes E.** 2019. Analysis of the airborne fungal spores present in the atmosphere of Salamanca (MW Spain): a preliminary survey. *Aerobiologia* 35: 447-462.
- Apangu G. P., Frisk C. A., Adams-Groom B., Satchwell J., Pashley C. H., Skjøth C. A.** 2020. Air mass trajectories and land cover map reveal cereals and oilseed rape as major local sources of *Alternaria* spores in the Midlands, UK. *Atmospheric Pollution Research* 11(9): 1668-1679.
- Baas-Becking L. G. M.** 1934. *Geobiologie of Inleiding Tot De Milieukunde*. the Netherlands: WP Van Stockum & Zoon: The Hague.
- Balacs T.** 1997. Cineole-rich-eucalyptus. *Int. J. Aromather* 8(2):15-21.
- Barabasz W., Chmiel M. J., Albińska D., Mazur M. A.** 2007. Składowiska odpadów jako źródła bioaerozolu i mikroorganizmów szkodliwych dla zdrowia. [W:] *Składowiska odpadów*

- komunalnych źródłem gazu. Konferencja Naukowo-Techniczna. Czarna 17–19.10.2007. Instytut Nafty i Gazu. Prace. Nr 145: 143–152.
- Barber P. A., Carnegie A. J., Burgess T. L., Keane P. J.** 2008. Leaf diseases caused by *Mycosphaerella* species in Eucalyptus globulus plantations and nearby native forest in the Green Triangle Region of southern Australia. *Australasian Plant Pathology* 37: 472–481.
- Barberán A., Ladau J., Leff J. W., Pollard K. S., Menninger H. L., Dunn R. R., Fierer N.** 2015. Continental-scale distributions of dust-associated bacteria and fungi. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 112: 5756–61.
- Barkai-Golan R.** 2001. *Post-Harvest Diseases of Fruits and Vegetables, Development and Control*. Elsevier Science B.V. The Netherlands: 3-32.
- Belizario J. A., Lopes L. G., Pires R. H.** 2021. Fungi in the indoor air of critical hospital areas: a review. *Aerobiologia* 37(3): 379-394.
- Benagi V., Ravi Kumar M., Gowdar S., Pawar B. B.** 2011. Survey on diseases of pomegranate in Northern Karnataka, India. *Acta Hort.* 890: 509-511.
- Bhowmik D., Gopinath H., Kumar B. P., Duraivel S., Aravind G., Kumar K. P.** 2013. Medicinal Uses of Punica Granatum And Its Health Benefits. *J. Pharmacog Phytochem.* 1: 28-35.
- Binder E. M., Tan L. M., Chin L. J., Handl J., Richard J.** 2007. World-wide occurrence of mycotoxins in commodities, feeds and feeds ingredients. *Anim. Feed Sci. Technol.* 137: 265–282.
- Blumenthal M., Goldberg A., Brinckmann J.** 2000. *Herbal Medicine: Expanded Commission E Monographs*. Austin, TX: American Botanical Council; Newton, MA: Integrative Medicine Communications.
- Bonio J.** 2016. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym i na liściach roślin wrzosowatych Ericaceae w Ogrodzie Botanicznym UJ w Krakowie i Arboretum SGGW w Rogowie. Maszynopis pracy doktorskiej, Katedra Botaniki, Fizjologii i Ochrony Roślin Wydziału Biotechnologii i Ogrodnictwa Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie: 119-135.
- Bonio J., Duda K.** 2014. Zanieczyszczenia mykologiczne powietrza w Ogrodzie Botanicznym Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie i Arboretum Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Rogowie. *Episteme* 22 (2): 17-24.
- Booth C.** 1971. The genus *Fusarium*. *Common. Mycol. Instit. Kew, Surrey, England*.
- Bowers R. M., McLetchie S., Knight R., Fierer N.** 2010. Spatial variability in airborne bacterial communities across land-use types and their relationship to the bacterial communities of potential source environments. *The ISME Journal* 5(4): 601–612.
- Breza-Boruta B.** 2010. Ocena mikrobiologicznego zanieczyszczenia powietrza na terenie oczyszczalni ścieków. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 10. Z. 3, 31: 49–57.
- Buczacki S., Harris K.** 2014. *Pests, Diseases and Disorders of Garden Plants*. Sollins, London: 512.
- Burchardt J.** 2000. Botaniczne elementy wkładu Arabów do farmakognozji średniowiecza łańskiego, w: *Przyroda - Nauka - Kultura, humanistyczny kontekst nauk przyrodniczych u progu XXI wieku.* (red. Zemanek B.) Instytut Botaniki im. W. Szafera PAN, Kraków: 45-55.

- Câmara M. P. S., Palm M. E., Berkum P. V., Stewart E. L.** 2001. Systematics of *Paraphaeosphaeria*: a molecular and morphological approach. *Mycological Research* 105: 41–56.
- Carovic-Stanko K., Orlic S., Politeo O., Strikic F., Kolak I., Milos M., Satovic Z.** 2010. Composition and antibacterial activities of essential oils of seven *Ocimum* taxa. *Food Chem.* 119: 196–201.
- Carter J. P., Rezanoor H. N., Holden D., Desjardins A. E., Plattner R. D., Nicholson P.** 2002. Variation in pathogenicity associated with the genetic diversity of *Fusarium graminearum*. *European Journal of Plant Pathology* 108: 573-583.
- Cavanagh HMA, Wilkinson JM.** 2002. Biological activities of Lavender essential oil. *Phytother. Res.* 16: 301-308.
- Chakraborty P., Gupta-Bhattacharya S., Chanda S.** 2003. Aeromycoflora of an agricultural farm in West Bengal, India. A five year study (1994-1999), *Grana* 42 (4): 248-254.
- Champeil A., Doré T., Fourbet J. F.** 2004. *Fusarium* head blight: epidemiological origin of the effects of cultural practices on head blight attacks and the production of mycotoxins by *Fusarium* in wheat grains. *Plant Sci.* 166(6): 1389-1415.
- Chandel S., Dubey K., Kaushal P.** 2014. Major diseases of medicinal and aromatic plants recorded in Himachal Pradesh-India. *Journal of Plant Disease Sciences* 9(2): 145-153.
- Chelkowski J.** 2012. Mikotoksyny, grzyby toksynotwórcze i mikotoksykozy. On line www.cropnet.pl/mycotoxin, dostęp 16.12.2022.
- Chen Q. L., Hu H. W., Yan Z. Z., Li C. Y., Nguyen B. A. T., Zhu Y. G., He J. Z.** 2021. Precipitation increases the abundance of fungal plant pathogens in *Eucalyptus* phyllosphere. *Environmental Microbiology* 23(12): 7688-7700.
- Chen Y., Shao D.-D., Zhang A.-F., Yang X., Zhou M.-G., Xu Y.-L.** 2014. First report of a fruit rot and twig blight on pomegranate *Punica granatum* caused by *Pilidiella granati* in Anhui Province of China. *Plant Dis.*: 98:695.
- Chmiel M. J.** 2011. Właściwości szczepów *Aspergillus flavus* LINK izolowanych z gleb i roślin uprawnych południowej Polski. Część I. Częstotliwość występowania i właściwości biochemiczne. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 567.
- Chmiel M. J., Frączek K., Grzyb J.** 2015. Problemy monitoringu zanieczyszczeń mikrobiologicznych powietrza. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie* 15 (1), 49: 17–27.
- Corden J. M., Millington W. M., Mullins J.** 2003. Long term trends and regional variation in the aeroallergen *Alternaria* in Cardiff and Derby UK- are differences in climate and cereal production having an effect? *Aerobiologia* 19: 191-199.
- Cosic J., Vrandecic K., Jurkovic D., Postic J., Orzali L., Riccioni L.** 2012. First report of lavender wilt caused by *Fusarium sporotrichioides* in Croatia. *Plant Dis.* 96(4): 591-591.
- Côté V., Kos G., Mortazavi R., Ariya P. A.** 2008. Microbial and “de novo” transformation of dicarboxylic acids by three airborne fungi. *Science of the Total Environment* 390(2–3): 530–537.
- Crous P. W., Braun U.** 2003. *Mycosphaerella* and its anamorphs. 1. Names published in *Cercospora* and *Passalora*. *CBS Biodiversity Series* 1: 1–581.

- Crous P. W., Lennox C. L., Sutton B. C.** 1995. *Selenophoma eucalypti* and *Stigmina robbenensis* spp. nov. from Eucalyptus leaves on Robben Island. *Mycological Research* 99: 648– 652.
- Crous P. W., Summerell B. A., Carnegie A. J., Wingfield M. J., Hunter G. C., Burgess T. I., Andjic V., Barber P. A., Groenewald J. Z.** 2009. Unraveling Mycosphaerella: do you believe in genera? *Persoonia* 23: 99– 118.
- Crous P. W., Verkley G. J. M., Groenewald J. Z.** 2006. Eucalyptus microfungi known from culture. 1. *Cladoriella* and *Fulvoflamma* genera nova, with notes on some other poorly known taxa. *Studies in Mycology* 55: 53– 63.
- Crous P. W., Wingfield M. J.** 1997. *Colletogloeopsis*, a new coelomycete genus to accommodate anamorphs of two species of *Mycosphaerella* on Eucalyptus. *Canadian Journal of Botany* 75: 667– 674.
- Crous P. W., Wingfield M. J., Cheewangkoon R., Carnegie A. J., Burgess, T. I., Summerell B. A., Edwards J., Taylor P. W. J., Groenewald J. Z.** 2019. Foliar pathogens of eucalypts. *Studies in Mycology* 94: 125-298.
- Damjanovic-Vratnica B., Dakov T., Sukovic D., Damjanovic J.** 2011. Antimicrobial effect of essential oil isolated from *Eucalyptus globulus* Labill. From Montenegro. *Czech J. Toad Sci.* 29, 3: 277-84.
- Danesi F., Kroon P. A., Saha S., de Biase D., D'Antuono L. F., Bordoni A.** 2014. Mixed pro- and antioxidative effects of pomegranate polyphenols in cultured cells. *Int. J. Mol. Sci.* 15: 19458-71.
- Delamare A. P. L., Moschen-Pistorello I. T., Artico L., Atti-Serafini L., Echeverrigaray S.** 2007. Antimicrobial activity of the essential oils of *Salvia officinalis* L. and *Salvia triloba* L. cultivated in South Brazil, *Food Chemistry* 100(2): 603-608.
- DerMarderosian A., Beutler J.** 2002. *The Review of Natural Products. Facts and Comparisons*, St Louis, USA.
- Domsch K. H., Gams W., Anderson T. H.** 1980. *Compendium of Soil Fungi*. Academic Press, London.
- Drzewiecka L.** 2015. Grzyby w powietrzu atmosferycznym wewnątrz obiektów Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie. *Episteme* 26: 305-310.
- Duda-Franiak K.** 2019. Micromycetes w powietrzu atmosferycznym i na roślinach ozdobnych w terenach zieleni Krakowa. Maszynopis pracy doktorskiej, Katedra Botaniki, Fizjologii i Ochrony Roślin Wydziału Biotechnologii i Ogrodnictwa Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie: 80-94.
- Duda-Franiak K., Kowalik M.** 2015. Grzyby w powietrzu atmosferycznym. Zagadnienia aktualne poruszane przez młodych naukowców. Wyd. CREATIVETIME, Kraków: 320-322.
- Duda-Franiak K., Kuligowska M., Kowalik M.** 2016. Monitoring aeromykologiczny pól kapusty głowiastej białej. *Episteme* 30(2): 215-227.
- Durak E. D., Gülser F., Güneş H.** 2022. Nanede (*Mentha multimentha* L.) kök çürüklüğüne neden olan *Fusarium oxysporum* ve *Rhizoctonia solani*'ye karşı *Trichoderma* spp'nin biyolojik mücadele ve bitki gelişimindeki etkinliği. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 10(2): 123-134.

- Dynowska M., Ejdys E.** 1999. Grzyby chorobotwórcze dla człowieka (Fungi pathogenic for humans). *Biologia w Szkole* 1: 21–26.
- Ejdys E.** 2009. Wpływ powietrza atmosferycznego na jakość bioareozolu pomieszczeń szkolnych w okresie wiosennym i jesiennym - ocena mikologiczna. *Ochrona środowiska i zasobów naturalnych* 41: 142-150.
- Ellis M.B.** 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. *Common. Mycol. Instit. Kew, Surrey, England.*
- Ellis M. B.** 1976. More Dematiaceous Hyphomycetes. *Comm. Mycol. Inst. Kew, Surrey, England.*
- Ellis M. B., Ellis J. P.** 1987. *Microfungi on Land Plants: An Identification Handbook.* Cromm Helm, London, Sydney
- Emamghoreishi M., Talebianpour M. S.,** 2009. Antidepressant effect of *Melissa officinalis* in the forced swimming test. *DARU* 17(1): 42–47.
- Emygdio A. P. M., de Fátima Andrade M., Gonçalves F. L. T., Engling G., de Souza Zanetti R. H., Kumar P.** 2018. Biomarkers as indicators of fungal biomass in the atmosphere of São Paulo, Brazil. *Science of the total environment* 612: 809-821.
- Erkara I. P., Asan A., Yilmaz V., Pehlivan S., Okten S. S.** 2008. Airborne *Alternaria* and *Cladosporium* species and relationship with meteorological conditions in Eskisehir City, Turkey. *Environmental monitoring and assessment* 144: 31-41.
- Espinosa K. C. S., Davydenko S. R., Flores T. I. R., Fernández S. J. V., Almaguer M.** 2022. Indoor air quality and diversity of fungi inside and outside residences of children with a history of allergy in Cuba. *Grana* 61(4): 284-295.
- Facino R. M., Carini M., Stefani R., Aldini G., Saibene L.** 1995. Anti-elastase and antihyaluronidase activities of saponins and sapogenins from *Hedera helix*, *Aesculus hippocastanum*, and *Ruscus aculeatus*: factors contributing to their efficacy in the treatment of venous insufficiency, *Archiv der Pharmazie (Weinheim)* 10: 720-740.
- Fagade O. E., Ogunjobi A. A., Abiala M. A., Falodun O. I.** 2023. Fate and transport of microorganisms in the air. [W:] *Aeromicrobiology: Developments in Applied Microbiology and Biotechnology.* Academic Press: 39-58.
- Felgueiras M., Dias A., Chicau G., Berbegal M., León M., Armengol J.** 2010. First report of Fusarium wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *basilici* on *Ocimum minimum* in Portugal. *Plant Disease* 94(9): 1170-1170.
- Fierer N., Liu Z., Rodríguez-Hernández M., Knight R., Henn M., Hernandez M. T.** 2007. Short-term temporal variability in airborne bacterial and fungal populations. *Applied and Environmental Microbiology* 74(1): 200–207.
- Filoda G., Kwasna H., Mikolajewicz M.** 1998. Występowanie grzybów z rodzaju *Fusarium* na roślinach leczniczych i przyprawowych. *Herba polonica* 44(3): 175-178.
- Fiuza T. D. S., de Sabóia-Morais S. M. T., de Paula J. R., Tresvenzol L. M., Pimenta F. C.** 2009. Antimicrobial activity of the crude ethanol extract from *Hyptidendron canum* leaves. *Pharmaceutical Biology* 47(7): 640-644.

- Flannigan B., Samson R. A., Miller J. D.** 2011. Microorganisms in home and indoor work environments. Diversity, health impacts, investigation and control. Wyd. 2, Londyn. CRC Press: 539.
- Fragola M., Perrone M. R., Alifano P., Talà A., Romano S.** 2021. Seasonal variability of the airborne eukaryotic community structure at a coastal site of the central mediterranean. *Toxins* 13(8): 518.
- Franco J. M., Pugine S. M. P., Scatoline A. M., Pires de Melo M.** 2018. Antioxidant capacity of *Melissa officinalis* L. on biological systems. *Eclat. Quim. J.* 43(3): 19–29.
- Friedrich S., Gebelein D., Boyle C.** 2005. Control of *Botrytis cinerea* in glasshouse fuchsia by specific climate management. *European journal of plant pathology* 111: 249-262.
- Fröhlich-Nowoisky J., Pickersgill D. A., Després V. R., Pöschl U.** 2009. High diversity of fungi in air particulate matter. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106(31): 12814–12819.
- Frużyńska-Jóźwiak D., Andrzejak R.** 2007. The incidence of diseases and pathogenic fungi on selected medicinal and spice plants in the area of Poznań. *Phytopathol. Pol.* 46: 47-51.
- Fukutomi Y., Taniguchi M.** 2015. Sensitization to fungal allergens: resolved and unresolved issues. *Allergology International* 64(4): 321-331.
- Funnell-Harris D. L., Pedersen J. F.** 2011. Presence of *Fusarium* spp. in air and soil associated with sorghum fields. *Plant Disease* 95(6): 648-656.
- Gaetan S. A., Madia M.** 2006. Occurrence of *Fusarium* wilt caused by *Fusarium oxysporum* on common sage in Argentina. *Plant Disease* 90(6): 833-833.
- Gajęcka M., Jakimiuk E., Zielonka Ł., Obremski K., Gajęcki M.** 2009. The biotransformation of chosen mycotoxins. *Pol. J. Vet. Sci.* 12: 293–303.
- Gajo B., Kiziewicz B., Kosieliński P., Zdrojkowska E.** 2010. Analiza stężenia zarodników *Cladosporium* w powietrzu Białegostoku w 2010 roku. *Alergoprofil* 6(3): 61-62.
- Gandolfi I., Bertolini V., Ambrosini R., Bestetti G., Franzetti A.** 2013. Unravelling the bacterial diversity in the atmosphere. *Applied Microbiology and Biotechnology* 97(11): 4727–4736.
- Gao J., Fan X., Li H., Pan K.** 2017. Airborne bacterial communities of PM_{2.5} in Beijing-Tianjin-Hebei megalopolis, China as revealed by Illumina MiSeq sequencing: a case study *Aerosol Air Qual. Res.* 17: 788-798.
- Garcia-Lopez M. T., Serrano M. S., Camiletti B. X., Gordon A., Estudillo C., Trapero, A., Diez C. M., Moral J.** 2023. Study of the competition between *Colletotrichum godetiae* and *C. nymphaeae*, two pathogenic species in olive. *Scientific Reports* 13(1): 1-11.
- Garibaldi A., Bertetti D., Tabone G., Gullino M. L.** 2023. First Report of Leaf Spot Caused by *Alternaria alternata* on *Melissa officinalis* in Italy. *Plant Disease* PDIS-06.
- Garibaldi A., Gilardi G., Matic S., Gullino M. L.** 2018. First report of leaf spot of peppermint (*Mentha × piperita*) caused by *Alternaria alternata* in Italy. *Plant Disease* 102(5): 1041-1041.
- Gatak S., Polley S. K., Ghosh, S. K., Chakrabarty N.** 2020. Biological Control (In Vitro) of the pathogen causing leaf blight disease of mint (*Mentha arvensis* L.). *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology* 21(55&56): 57-67.

- Gaska-Jędruch U., Dudzińska M. R.** 2009. Zanieczyszczenia mikrobiologiczne w powietrzu wewnętrznym. III Ogólnopolski Kongres Inżynierii Środowiska Lublin, III: 31-40.
- Ghajari A., Lotfali E., Azari M., Fateh R., Kalantary S.** 2015. Fungal airborne contamination as a serious threat for respiratory infection in the hematology ward. *Tanaffos* 14(4): 257.
- Golcz A., Seidler-Łożykowska K.** 2008. *Bazylija pospolita (Ocimum basilicum L.)*. Wyd. UP Poznań: 1-104.
- Golzar H., Wang C.** 2012. First report of *Phaeosphaeriopsis glaucopunctata* as the cause of leaf spot and necrosis on *Ruscus aculeatus* in Australia. *Australasian Plant Disease Notes* 7: 13–15.
- Gomes T., Pereira J. A., Moya-Laraño J., Poveda J., Lino-Neto T., Baptista P.** 2023. Deciphering plant health status: The link between secondary metabolites, fungal community and disease incidence in olive tree. *Frontiers in Plant Science* 14.
- Górny R.** 2010. Aerozole biologiczne - rola normatywów biologicznych w ochronie środowiska i zdrowia. *Medycyna środowiskowa* 13 (1): 41-51.
- Green J. L., Holmes A. J., Westoby M., Oliver I., Briscoe D., Dangerfield M., Gillings M., Beattiego A. J.** 2004. Spatial scaling of microbial eukaryote diversity. *Nature* 432: 747–50.
- Grinn-Gofroń A.** 2011. Airborne *Aspergillus* and *Penicillium* in the atmosphere of Szczecin, (Poland) (2004–2009). *Aerobiologia* 27: 67-76.
- Grinn-Gofroń A., Bosiacka B.** 2015. Effects of meteorological factors on the composition of selected fungal spores in the air. *Aerobiologia* 31: 63-72.
- Grinn-Gofroń A., Rapiejko P.** 2009. Occurrence of *Cladosporium* spp. and *Alternaria* spp. spores in Western, Northern and Central-Eastern Poland in 2004-2006 and relations to some meteorological factors. *Atmospheric Research* 93: 747-758.
- Grinn-Gofroń A., Sadyś M., Kaczmarek J., Bednarz A., Pawłowska S., Jędryczka M.** 2016. Back trajectory modelling and DNA-based species-specific detection methods allow tracking of fungal spore transport in air masses. *Sci. Total Environ.* 571: 658–669.
- Grinn-Gofroń A., Strzelczak A.** 2011. The effects of meteorological factors on the occurrence of *Ganoderma* sp. spores in the air. *International Journal of Biometeorology* 55: 235-241.
- Grinn-Gofroń A., Strzelczak A.** 2013. Changes in concentration of *Alternaria* and *Cladosporium* spores during summer storms. *International Journal of Biometeorology* 57: 759-768.
- Guinea J., Peláez T., Alcalá L., Bouza E.** 2006. Outdoor environmental levels of *Aspergillus* spp. conidia over a wide geographical area. *Sabouraudia* 44(4): 349-356.
- Hameed A. A., Khoder M. I., Ibrahim Y. H., Saeed Y., Osman M. E., Ghanem S.** 2012. Study on some factors affecting survivability of airborne fungi. *Science of the Total Environment*. Vol. 414: 696–700.
- Hanson M. C., Petch G. M., Ottosen T. B., Skjøth C. A.** 2022. Climate change impact on fungi in the atmospheric microbiome. *Science of the Total Environment* 830: 154491.

- Haas D., Galler H., Luxner J., Zarfel G., Buzina W., Friedl H., Marth E., Habib J., Reinthaler F. F.** 2013. The concentrations of culturable microorganisms in relation to particulate matter in urban air. *Atmospheric Environment* 65: 215-222.
- Hawrelak J. A., Gattley T., Meyers S. P.** 2009. Essential oils in the treatment of intestinal dysbiosis. A preliminary in vitro study. *Altern. Med. Rev.* 14 (4): 380-384.
- Henry P. M., Dilla-Ermita C. J., Goldman P., Jaime J., Ramos G.** 2022. Sporodochia formed by *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae* produce airborne conidia and are ubiquitous on diseased strawberry plants in California. *bioRxiv* 2022-10.
- Herrmann L. W., Poitevin C. G., Schuindt L. C., De Almeida A. B., Pimentel I. C.** 2019. Diversity of fungal endophytes in leaves of *Mentha piperita* and *Mentha canadensis*. *International Journal of Botany Studies* 4(1): 44-49.
- Hili P., Evans C. S., Veness R. G.** 1997. Antimicrobial action of essential oils. *Letters in Applied Microbiology* 24: 269-275.
- Hołubowicz-Kliza G.** 2012. Polowa uprawa ziół. IUNG, Puławy.
- Hoshi H., Horie H.** 2004. First report of brown leaf spot of *Ruscus hypoglossum* caused by a species of *Rhizopus* in Japan. *Annual Report of the Kanto-Tosan Plant Protection Society* 51: 93-95.
- Humpf H.U., Voss K. A.** 2004. Effects of thermal food processing on the chemical structure and toxicity of fumonisin mycotoxins. *Molecular Nutrition and Food Research* 48: 255–269.
- Hunter G. C., Crous P. W., Carnegie A. J., Wingfield M. J.** 2009. *Teratosphaeria nubilosa*, a serious leaf disease pathogen of *Eucalyptus* spp. in native and introduced areas. *Molecular Plant Pathology* 10: 1– 14.
- Hunter G. C., Roux J., Wingfield B. D., Crous P. W., Wingfield M. J.** 2004. *Mycosphaerella* species causing leaf disease in South African *Eucalyptus* plantations. *Mycological Research*: 108: 672– 681.
- Ianovici N.** 2016. Atmospheric concentrations of selected allergenic fungal spores in relation to some meteorological factors, in Timișoara (Romania). *Aerobiologia* 32: 139-156.
- Irzykowska L., Wielgusz K.** 2021. Occurrence of pathogenic fungi on commercially available medicinal plants and packaged seeds. *Herba Polonica* 67(4): 54-59.
- Iwaniuk A.** 2010. Atlas ziół krajowych. Bellona Spółka Akcyjna, Warszawa: 28-29.
- Jadczak P., Pizoń K.** 2017. Identification of taxa of microscopic fungi occurring on selected herbal plants and possible methods of their elimination. *World Scientific News* 9: 1-17.
- Jadhav V., Sharma K.** 2009. Integrated management of diseases in pomegranate. In: *Souvenir Abstr. 2nd Int. Symp. Pomegranate Minor Mediterr. Fruits.* UAS Dharwad.
- Jankowska M., Łozowicka B.** 2021. Naturalne i syntetyczne substancje toksyczne występujące w roślinach rolniczych i ich produktach. *Prog. in Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 61(1): 24-30.
- Jaworska K.** 2008. Historia katedr, zakładów i pracowni Wydziału Farmaceutycznego w Krakowie. [W:] 225 lat Farmacji na Uniwersytecie Jagiellońskim. Red. Z. Bela. Wyd. Muzeum Farmacji UJ CM, Kraków: 416-418.
- Jędrzycka M.** 2014. Aeromycology: studies of fungi in aeroplankton. *Acta Universitatis Lodzianensis. Folia Biologica et Oecologica* 10: 18-26.

- Jędryczka M., Burzyński A., Brachaczek A., Langwiński W., Song P., Kaczmarek J.** 2013. Loop-mediated isothermal amplification as a good tool to study changing *Leptosphaeria* populations in oilseed rape plants and air samples. *Acta Agrobot.* 66(4): 93-100.
- Johanningsmeier S. D., Harris G. K.** 2011. Pomegranate as a functional food and nutraceutical source. *Annu. Rev. Food Sci. Technol.* 2:181-201.
- Jurenka J.** 2008. Therapeutic applications of pomegranate (*Punica granatum* L.). *Alt. Med. Rev.* 13 (2): 128-44.
- Kalra A., Singh H. B., Pandey R., Samad A., Patra N. K., Kumar S.** 2005. Diseases in mint: causal organisms, distribution, and control measures. *Journal of herbs, spices & medicinal plants* 11(1-2): 71-91.
- Kaplan A., Özdoğan Y.** 2014. Airborne spore analysis of Karabük atmosphere. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi* 4(1): 33-42.
- Karmakar P., Das U., Das P., Saha A. K.** 2020. Airborne fungal spore concentration in some selected indoor and outdoor sites: Threats of respiratory problems. *Tropical Plant Research* 7(1): 94-100.
- Kasprzyk I.** 2006. Dobowe wahania koncentracji zarodników grzybów w powietrzu miasta i wsi. *Acta Agrobot.* 59(1): 395-404.
- Kasprzyk I., Konopińska A.** 2006. Comparative analysis of the concentration of fungal spores in the air of Lublin and Rzeszów (Eastern Poland). *Acta Agrobotanica* 59: 143–150.
- Kasprzyk I., Rzepowska B., Wasylów M.** 2004. Fungal spores in the atmosphere of Rzeszów [South-East Poland]. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 11(2).
- Kasprzyk I., Worek M.** 2006. Airborne fungal spores in urban and rural environments in Poland. *Aerobiologia* 22: 169-176.
- KC A. N., Vallad G. E.** 2016. First report of *Neofusicoccum parvum* causing shoot blight and stem cankers on pomegranate in Florida. *Plant Dis.* 100: 1783.
- Kędzia B.** 2000. Drogi zanieczyszczenia surowców zielarskich drobnoustrojami. *Herba Polonica* 1(46): 35-51.
- Khan Y., Panchal S., Vyas N., Butani A., Kumar V.** 2007. *Olea europaea*: a phyto-pharmacological review. *Pharmacognosy Reviews* 1(1): 114-118.
- Khattab A., Levetin E.** 2006. Aerobiology of *Penicillium* and *Aspergillus* type spores. In 8th International Congress on Aerobiology, Neuchatel, Switzerland: 135.
- Kiliszczyk A., Podlaska B., Sadowiec K., Zielińska-Polit B., Rytel M., Russel S.** 2013. Ocena występowania grzybów oraz amoniaku i metanu w powietrzu w wybranym budynku inwentarskim. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie* 13, 3(43): 79–89.
- Klarič M. S., Pepeljnjak S.** 2006. A year-round aeromycological study in Zagreb area, Croatia. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 13: 55–64.
- Klaudiel L.** 2006. Mięta pieprzowa. *Panacea* 2, 15: 8–10.
- Klein A. M., Bohannon B. J. M., Jaffe D. A., Levin D. A., Green J. L.** 2016. Molecular evidence for metabolically active bacteria in the atmosphere. *Frontiers in Microbiology* 7: 772.

- Koike S. T., O'Neill N., Wolf J., Van Berkum P., Daugovish O.** 2013. Stemphylium leaf spot of parsley in California caused by *Stemphylium vesicarium*. Plant Disease 97(3): 315-322.
- Kończan B., Adamiak W., Grabas K., Pawełczyk A.** 2005. Podstawy mikrobiologii w ochronie środowiska. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.
- Korzeniewska E.** 2011. Emission of bacteria and fungi in the air from wastewater treatment plants—a review. Frontiers in Bioscience-Scholar 3(2): 393-407.
- Kovács G., Zámboři-Németh É., Nagy G.** 2019. Susceptibility of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) varieties to Septoria leaf spot (*Septoria melissae* Desm.) in Hungary. Acta Sci. Pol. Hort. Cultus 18(1): 47-56.
- Kowalik M.** 1993. Grzyby gleby inicjalnej industrioziemnej rekultywowanego w kierunku rolnych i leśnym zwałowiska kopalni siarki „Machów”. Zesz. Nauk. AR Kraków. Rozprawa habilitacyjna: 180.
- Kowalik M.** 2013. Fungi colonizing dead leaves of herbs. Acta Agrobot. 66(1): 61–64.
- Kowalik M., Bonio J.** 2017. Mycota w powietrzu atmosferycznym źródłem infekcji dla roślin wrzosowatych Ericaceae w Arboretum SGGW w Rogowie. Zesz. Nauk. UP Wroc. Rol. CXXIII, 626: 67-75.
- Kowalik M., Bonio J.** 2018. Mycota w powietrzu atmosferycznym źródłem infekcji dla roślin wrzosowatych Ericaceae w arboretum SGGW w Rogowie. Zesz. Nauk. UP Wrocław, Rol. CXXIII 626: 67.
- Kowalik M., Duda K.** 2014. Causal agents of dieback of clematis (*Clematis* L.) leaves. Przyczyny zamierania liści powojnika (*Clematis* L.). Prog. in Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 54(4): 389-393.
- Kowalik M., Micek J.** 2019. Monitoring propagul grzybów strzępkowych w powietrzu przechowalni warzyw korzeniowych. Rolnictwo XXI wieku – problemy i wyzwania 2019. Idea Knowledge Future, Wrocław: 167-175.
- Kozdrój J., Frączek K., Ropek D.** 2019. Assessment of bioaerosols in indoor air of glasshouses located in a botanical garden. Building and Environment 166: 106436.
- Kryczyński S., Weber Z.** 2010. Fitopatologia, t. I. Podstawy Fitopatologii. PWRiL, Poznań: 78.
- Kumar P., Kausar M. A., Singh A. B., Singh R.** 2021. Biological contaminants in the indoor air environment and their impacts on human health. Air Quality, Atmosphere & Health 14(11): 1723-1736.
- Kurkela T.** 1997. The number of Cladosporium conidia in the air in different weather conditions. Grana 36(1): 54-61.
- Kummer V., Thiel W. R.** 2008. Bioaerosols – sources and control measures. International Journal of Hygiene and Environmental Health 211, 3-4: 299–307.
- Kuzdraliński A., Paterek A., Gierasimiuk N.** 2014. Charakterystyka grzybów z rodzaju Fusarium oraz nowoczesne metody ich identyfikacji. Nauki Przyrodnicze 2(4): 4-18.
- Kültür S.** 2007. Medicinal plants used in Kirklareli Province (Turkey). J. Ethnopharmacol. May 4, 111, 2: 341-64.

- Kwiatkowska J.** 2018. Zanieczyszczenia mykologiczne powietrza atmosferycznego alpinarium i leśnej części arboretum SGGW w Rogowie. Zesz. Nauk. Instytutu Ogrodnictwa 26: 33-41.
- Lang X., Xu A., Wang Y., Song, Z.** 2021. Seasonal variation of aerosol fungal community structure in reed constructed wetlands. Environmental Science and Pollution Research: 1-12.
- Langenheim J. H.** 2003. Plant Resins: Chemistry, Evolution, Ecology and Ethnobotany Timber Press, Portland, Cambridge.
- Lei R., Kong J., Qiu Y., Chen N., Zhu S., Wang X., Wu P.** 2019. Rapid detection of the pathogenic fungi causing blackleg of *Brassica napus* using a portable real-time fluorescence detector. Food chemistry 288: 57-67.
- Li D. W., LaMondia J.** 2010. Airborne fungi associated with ornamental plant propagation in greenhouses. Aerobiologia 26(1): 15-28.
- Li Y., Lu R., Li W., Xie Z., Song Y.** 2017. Concentrations and size distributions of viable bioaerosols under various weather conditions in a typical semi-arid city of Northwest China J. Aerosol Sci. 106: 83-92.
- Lin P. W., Chan W. C., Ng B., Lam L. C.** 2007. Efficacy of aromatherapy (*Lavandula angustifolia*) as a intervention for agitated behaviours in Chinese older persons with dementia: a cross-over randomized trial. International Journal of Geriatric Psychiatry 22: 405-10.
- Lipiec A., Myszkowska D., Rapiejko P.** 2007. Analiza stężenia zarodników *Cladosporium* w wybranych miastach Polski w 2006 r. Alergoprofil 3(1): 37-43.
- Lipiec A., Rapiejko P.** 2005. *Alternaria alternata*. Alergia 2(24): 39.
- Liu Y., Zhang Y., Shi Y., Shen F., Yang Y., Wang M., Zhang G., Deng T., Lai S.** 2021. Characterization of fungal aerosol in a landfill and an incineration plants in Guangzhou, Southern China: The link to potential impacts. Science of the Total Environment 764: 142908.
- Lohwag K.** 1963. Mykologische notizen aus dem belgrader wald bei Istanbul in der Türkei. Sydowia 16: 199–204.
- Lori G. A., Malbrán I., Mourellos C. A.** 2014. First Report of Fusarium Wilt of Basil Caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *basilici* in Argentina. Plant Disease 98(10): 1432-1432.
- Lu Y., Wang X., Almeida L. C. D. S., Pecoraro L.** 2022. Environmental Factors Affecting Diversity, Structure, and Temporal Variation of Airborne Fungal Communities in a Research and Teaching Building of Tianjin University, China. Journal of Fungi 8(5): 431.
- Machowicz-Stefaniak Z.** 1986. Grzyby towarzyszące obumieraniu diapauzujących gąsienic owocówki jabłkówekczki *Laspeyrsia pomonella* L. (Lepidoptera, Tortricidae). Roczn. Nauk Roln.. seria E 16/1: 109-126.
- Machowicz-Stefaniak Z., Gabler J., Zalewska E.** 2003. Patogeny zagrażające uprawie roślin zielarskich. Folia Horticulturae, Supplement (1): 565-567.
- Machowicz-Stefaniak Z., Zalewska E.** 2004. Patogeniczność grzybów z rodzaju *Fusarium* dla tymianku właściwego (*Thymus vulgaris* L.). Acta Sci. Pol. Hort. Cultus 3(1): 115–123.
- Machowicz-Stefaniak Z., Zalewska E., Zimowska B.** 2002a. Fungi colonizing various organs of lemon balm (*Mellisa officinalis* L.) cultivated in South-East Poland. Proc. 6th Conf. EFPP 2002, Praguae. Plant Protect. Sci. 38: 353-356.

- Machowicz-Stefaniak Z., Zimowska B., Zalewska E.** 2002b. Grzyby zasiedlające różne organy tymianku właściwego (*Thymus vulgaris* L.) uprawianego na Lubelszczyźnie. *Acta Arobot.* 55(1): 185–197.
- Machowicz-Stefaniak Z., Zimowska B., Zalewska E.** 2008. The occurrence and pathogenicity of *Phoma exigua* Desm. var. *exigua* for selected species of herbs. *Acta Arobot.* 61(2): 157-166.
- Madsen A. M., Tendal K., Frederiksen M. W.** 2014. Attempts to reduce exposure to fungi, β -glucan, bacteria, endotoxin and dust in vegetable greenhouses and a packaging unit. *Science of the Total Environment* 468: 1112-1121.
- Magyar D., Eszéki E. R., Oros G., Szécsi Á., Kredics L., Hatvani L., Körmöczi P.** 2011. The air spora of an orchid greenhouse. *Aerobiologia* 27: 121-134.
- Magyar D., Szöke C., Koncz Z., Szécsi A., Bobvos J.** 2012. Identification of airborne propagules of the *Gibberella fujikuroi* species complex during maize production. *Aerobiologia* 28: 263–271.
- Majewski G., Kleniewska M., Brandyk A.** 2011. Seasonal variation of particulate matter mass concentration and content of metals. *Polish Journal of Environmental Studies* 20(2): 417-427.
- Manjunatha N., Sharma J., Pokhare S. S., Agarrwal R., Patil P. G., Sirsat J. D., Chakranarayan M. G., Bicchal A., Ukale A. S., Marathe R. A.** 2022. Characterization of *Alternaria* and *Colletotrichum* Species Associated with Pomegranate (*Punica granatum* L.) in Maharashtra State of India. *Journal of Fungi* 8(10): 1040.
- Markakis E. A., Ligoigakis E. K., Roussos P. A., Sergeantani C. K., Kavroulakis N., Roditakis E. N., Koubouris G. C.** 2019. Differential susceptibility responses of Greek olive cultivars to *Fomitiporia mediterranea*. *European Journal of Plant Pathology* 153: 1055-1066.
- Martinez-Palle E., Aronne G.** 1999. Flower development and reproductive continuity in Mediterranean *Ruscus aculeatus* L. (Liliaceae). *Protoplasma* 208: 58–64.
- Martiny J. B. H., Bohannan B. J. M., Brown J. H., Colwell R. K., Fuhrman J. A., Green J. L., Horner-Devine M. C., Kane M., Krumins J. A., Kuske C.R., Morina P. J., Naeem S., Øvreås L., Reysenbach A-L., Smith V. H., Staley J. T.** 2006. Microbial biogeography: putting microorganisms on the map. *Nat. Rev. Microbiol.* 4: 102–12.
- Mazur S., Szczeponek A.** 2005. Choroby grzybowe występujące na arcydzięglu litworze (*Archangelica officinalis* Hoffm.) na terenie Małopolski. *Acta Arobot.* 58(2): 137-150.
- Mazur S., Szczeponek A.** 2006. Zdrowotność bazylii (*Ocimum basilicum* L.) uprawianej w warunkach polowych. *Folia Horticulturae. Supplement* 2: 16-22.
- Mazurkiewicz-Zapałowicz K., Golianek A., Wolska M.** 2016. Grzyby alergenne w bioaerozolu. *Kosmos. Probl. Nauk Biol.* 65 (4): 647-655.
- Mędreła-Kuder E.** 2003. Seasonal variations in the occurrence of culturable airborne fungi in outdoor and indoor air in Cracow. *International Biodeterioration & Biodegradation* 52(4): 203-205.
- Mędreła-Kuder E.** 2005. Concentration of fungal spores in the air and allergy. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska LX (Suppl. XVI):* 401-405.

- Mędreła-Kuder E., Bis H.** 2010. Zmiany koncentracji zarodników grzybów z rodzaju *Aspergillus* i *Penicillium* w powietrzu atmosferycznym w dzielnicy Czyżyny w Krakowie. *Nauka Przyroda Technologie* 4(6): 1-7.
- Micek J., Kowalik M.** 2017. Grzyby w powietrzu atmosferycznym magazynu przechowalniczego warzyw. *Episteme* 34: 131-140.
- Micek J., Kowalik M.** 2019. Grzyby strzępkowe w powietrzu atmosferycznym przechowalni warzyw jako źródło infekcji dla marchwi (*Daucus carota* L.). *Mat. VI Konferencji Naukowej „Nowe patogeny i choroby roślin”*. Instytut Ogrodnictwa, Skierniewice: 36.
- Millington W. M., Corden J. M.** 2005. Long term trends in outdoor *Aspergillus*/*Penicillium* spore concentrations in Derby, UK from 1970 to 2003 and a comparative study in 1994 and 1996 with the indoor air of two local houses. *Aerobiologia* 21(2): 105-113.
- Miura K., Kikuzaki H., Nakatani N.** 2001. Apianane terpenoids from *Salvia officinalis*, *Phytochemistry* 58: 1171-1175.
- Mondal G., Dasgupta B., Sharma R.** 2018. Diseases of medicinal and aromatic plants and their management. *Recent Approaches for Management of Plant Diseases* 251: 283.
- Monsó E., Magarolas R., Badorrey I., Radon K., Nowak D., Morera, J.** 2002. Occupational asthma in greenhouse flower and ornamental plant growers. *American journal of respiratory and critical care medicine* 165(7): 954-960.
- Moral J., Xaviér C. J., Viruega J. R., Roca L. F., Caballero J., Trapero A.** 2017. Variability in susceptibility to anthracnose in the world collection of olive cultivars of Cordoba (Spain). *Frontiers in Plant Science* 8: 1892.
- Munhuweyi K., Lennox C. L., Meitz-Hopkins J. C., Caleb O. J., Opara U. L.** 2016. Major diseases of pomegranate *Punica granatum* L., their causes and management—A review. *Sci. Hortic. Amsterdam* 211: 126-139.
- Nasir S., Bradford J.** 2006. Changes in oleuropein levels during differentiation and development of floral buds in ‘Arbequina’ olives. *Scientia Horticulturae* 110: 274-278.
- Nelson P. E., Dignani M. C., Anaissie E. J.** 1994. Taxonomy, biology, and clinical aspects of *Fusarium* species. *Clinical microbiology reviews* 7(4): 479-504.
- Nie C., Geng X., Ouyang H., Wang L., Li Z., Wang M., Sun X., Wu Y., Qin Y., Xu Y., Tang X., Chen, J.** 2023. Abundant bacteria and fungi attached to airborne particulates in vegetable plastic greenhouses. *Science of the Total Environment* 857: 159507.
- Nowicki M., Nowakowska M., Niezgoda A., Kozik E.** 2012. *Alternaria* black spot of crucifers: Symptoms, importance of disease, and perspectives of resistance breeding. *Vegetable Crops Research Bulletin* 76(1): 5–19.
- Nurzyńska-Wierdak R.** 2010. *Bazylika pospolita (Ocimum basilicum L.)* W: *Uprawa ziół*, B. Kołodziej (red.), PWRiL, Poznań.
- O’Gorman C. M., Fuller H. T.** 2008. Prevalence of culturable airborne spores of selected allergenic and pathogenic fungi in outdoor air. *Atmospheric Environment* 42(18): 4355-4368.
- Ogórek R., Kalinowska K., Płaskowska E., Baran E., Matkowski K.** 2011a. Zanieczyszczenia powietrza grzybami na różnych podłożach hodowlanych w wybranych pomieszczeniach kliniki dermatologicznej. *Mikologia Lekarska* 18(2): 79.

- Ogórek R., Płaskowska E., Kalinowska K.** 2011b. Charakterystyka i taksonomia grzybów z rodzaju *Alternaria*. Mikologia Lekarska 18(3): 150-155.
- Ogórek R., Lejman A., Pusz W., Miłuch A., Miodyńska P.** 2012. Characteristics and taxonomy of *Cladosporium* fungi. Mikologia lekarska 19(2): 80-85.
- Oliveira M., Ribeiro H., Delgado J. L., Abreu I.** 2009. Seasonal and intradiurnal variation of allergenic fungal spores in urban and rural areas of the North of Portugal. Aerobiologia 25(2): 85-98.
- Olsen Y., Skjøth C. A., Hertel O., Rasmussen K., Sigsgaard T., Gosewinkel U.** 2020. Airborne *Cladosporium* and *Alternaria* spore concentrations through 26 years in Copenhagen, Denmark. Aerobiologia 36: 141-157.
- Ortu G., Bertetti D., Gullino M. L., Garibaldi A.** 2018. *Fusarium oxysporum* f. sp. *lavandulae*, a novel forma specialis causing wilt on *Lavandula* × *allardii*. Journal of Plant Pathology 100: 391-397.
- Owen R. W., Giacosa A., Hull W. E., Haubner R., Spiegelhalder B., Bartsch H.** 2000. The antioxidant/anticancer potential of phenolic compounds isolated from olive oil. Eur. J. Cancer Jun. 36(10): 1235-47.
- Oxenham S. K., Svoboda K. P., Walters D. R.** 2005. Antifungal activity of the essential oil of basil (*Ocimum basilicum*). J. Phytopathol. 153(3): 174–180.
- Özek T., Tabanca N., Demirci F., Wedle D. E., Baser K. H. C.** 2010. Enantiomeric distribution of some linalool containing essential oils and their biological activities. Rec. Nat. Prod. 4(4): 180–192.
- Özer G., Güney İ. G., Günen T. U., Koşar İ., Derviş S.** 2021. First report of *Fusarium oxysporum* causing wilt on lavender (*Lavandula angustifolia*) in Turkey. Journal of Plant Pathology 103: 701-702.
- Padmanabhan P. S., Nayar T. S.** 2004. Airborne fungal spores in a sawmill environment in Palakkad District, Kerala, India. Aerobiologia 20(1): 75-81.
- Pakpour S., Li D. W., Klironomos J.** 2015. Relationships of fungal spore concentrations in the air and meteorological factors. Fungal Ecology 13: 130-134.
- Palavouzis S., Tzamos S., Paplomatas E., Thomidis T.** 2015. First report of *Neofusicoccum parvum* causing shoot blight of pomegranate in Northern Greece. New Dis. Rep. 32: 10.
- Palou L., Taberner V., Guardado A., Del Río M. Á., Montesinos-Herrero C.** 2013. Incidence and etiology of postharvest fungal diseases of pomegranate *Punica granatum* cv. Mollar de Elche in Spain. Phytopathol. Mediterr. 52: 478-489.
- Park R. F., Keane P. J.** 1982. Leaf diseases of Eucalyptus associated with *Mycosphaerella* species. Transactions of the British Mycological Society 79: 101– 105.
- Pasini C., Sacco M., D'Aquila F., Fantino G.** 2000. Control of *Fusarium* wilt on *Ruscus* and characterization of isolates collected in Liguria. In V International Symposium on Protected Cultivation in Mild Winter Climates: Current Trends for Sustainable Technologies 559: 765-768.

- Pastuszka J. S., Rogula-Kozłowska W., Zajusz-Zubek E.** 2010. Characterization of PM10 and PM2.5 and associated heavy metals at the crossroads and urban background site in Zabrze, Upper Silesia, Poland, during the smog episodes. *Environmental Monitoring and Assessment* 168: 613-627.
- Paulussen C., Hallsworth J. E., Álvarez-Pérez S., Nierman W. C., Hamill P. G., Blain D., Rediers H., Lievens B.** 2017. Ecology of aspergillosis: insights into the pathogenic potency of *Aspergillus fumigatus* and some other *Aspergillus* species. *Microbial biotechnology* 10(2): 296-322.
- Pensa P., Minuto A., Gullino M., Garibaldi A.** 2007. *Salvia officinalis*, *Mentha piperita*, *Origanum majorana* and *Melissa officinalis* as a new host of *Botrytis cinerea* in Italy. *Informatore Fitopatologico* 57(5): 37-40.
- Pepeljnjak S., Šegvič M.** 2003. Occurrence of fungi in air and on plants in vegetation of different climatic regions in Croatia. *Aerobiologia* 19: 11–19.
- Perveen K., Bokhari N.** 2010. First report of Fusarium wilt of *Lavandula pubescens* caused by *Fusarium oxysporum* in Saudi Arabia. *Plant disease* 94(9): 1163-1163.
- Peternel R., Culig J., Hrga, I.** 2004. Atmospheric concentrations of *Cladosporium* spp. and *Alternaria* spp. spores in Zagreb [Croatia] and effects of some meteorological factors. *Annals of agricultural and environmental medicine* 11(2).
- Pietrzak A., Skrzydło-Radomańska B., Mulak A., Lipiński M., Malecka-Panas E., Reguła J., Rydzewska G.** 2018. Rekomendacje diagnostyczno-terapeutyczne w zespole jelita nadwrażliwego. *Przegląd Gastroenterol.* 13: 167–196.
- Pinheiro A. C., Sequeira S. O., Macedo M. F.** 2019. Fungi in archives, libraries, and museums: a review on paper conservation and human health. *Critical Reviews in Microbiology* 45(5-6): 686-700.
- Pinkard E.A., Mohammed C.L.** 2006. Photosynthesis of *Eucalyptus globulus* with *Mycosphaerella* leaf disease. *New Phytologist* 170: 119– 127.
- Pląskowska E.** 2010. Charakterystyka i taksonomia grzybów z rodzaju *Fusarium*. *Medical Mycology/Mikologia* 17(3): 172-176.
- Pląskowska E., Korol M., Ogórek R.** 2011. Grzyby występujące w pomieszczeniach klimatyzowanych. Część I. *Mikologia Lekarska* 18 (4): 178-186.
- Podbielkowski Z.** 1989. Słownik roślin użytkowych. Warszawa: PWRiL
- Priyamvada H., Singh R. K., Akila M., Ravikrishna R., Verma R. S., Gunthe S. S.** 2017. Seasonal variation of the dominant allergenic fungal aerosols—One year study from southern Indian region. *Scientific Reports* 7(1): 11171.
- Pusz W., Pląskowska E., Weber R., Kita W.** 2015. Assessment of the Abundance of Airborne Fungi in Cattle Barn of Dairy Farm. *Polish J. Environ. Stud.* 24(1): 17-24.
- Pusz W., Weber R., Danciewicz A., Kita W.** 2017. Analysis of selected fungi variation and its dependence on season and mountain range in southern Poland—Key factors in drawing up trial guidelines for aeromycological monitoring. *Environ Monit and Assess*: 189, 526.
- Pyrri I., Tripyła E., Zalachori A., Chrysopoulou M., Parmakelis A., Kapsanaki-Gotsi E.** 2020. Fungal contaminants of indoor air in the National Library of Greece. *Aerobiologia* 36: 387-400.

- Quintero E., Rivera-Mariani F., Bolaños-Rosero B.** 2010. Analysis of environmental factors and their effects on fungal spores in the atmosphere of a tropical urban area (San Juan, Puerto Rico). *Aerobiologia* 26(2): 113-124.
- Rapiejko P.** 2006. *Aerobiologia medyczna*. *Alergia Astma Immunologia* 11 (2): 76-82.
- Recio M., del Mar Trigo M., Docampo S., Melgar M., García-Sánchez J., Bootello L., Cabezudo B.** 2012. Analysis of the predicting variables for daily and weekly fluctuations of two airborne fungal spores: *Alternaria* and *Cladosporium*. *International Journal of Biometeorology* 56: 983-991.
- Rekah Y., Shtienberg D., Katan J.** 2000. Disease development following infection of tomato and basil foliage by airborne conidia of the soilborne pathogens *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* and *F. oxysporum* f. sp. *basilici*. *Phytopath.* 90(12): 1322-1329.
- Ren Y. Z., Tan H., Li Z. J., Du J., Li H.** 2008. First report of lavender wilt caused by *Fusarium solani* in China. *Plant Pathology* 57(2).
- Rita P., Animesh D. K.** 2011. An updated overview on peppermint (*Mentha piperita* L.). *Int. Res. J. Pharm.* 2(8): 1–10.
- Rizzi-Longo L., Pizzulin-Sauli M., Ganis P.** 2009. Seasonal occurrence of *Alternaria* [1993-2004] and *Epicoccum* [1994-2004] spores in Trieste [NE Italy]. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 16(1): 63-70.
- Rodolfi M., Lorenzi E., Picco A. M.** 2003. Study of the occurrence of greenhouse microfungi in a botanical garden. *Journal of Phytopathology* 151(11-12): 591-599.
- Rodriguez-Gomez C., Ramirez-Romero C., Cordoba F., Raga G. B., Salinas E., Martinez L., Rosas I., Quintana E. T., Maldonado L. A., Rosas D., Amador T., Alvarez H., Ladino L. A.** 2020. Characterization of culturable airborne microorganisms in the Yucatan Peninsula. *Atmospheric Environment* 223: 117183.
- Rodriguez-Rajo F. J., Iglesias I., Victoria J. A. T. O.** 2005. Variation assessment of airborne *Alternaria* and *Cladosporium* spores at different bioclimatical conditions. *Mycological research* 109(4): 497-507.
- Rogoz N., Kiziewicz B., Zdrojowska E.** 2013. Analiza stężenia zarodników *Aspergillus* w powietrzu budynku dydaktycznego Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku w 2012 roku. *Alergoprofil* 9(1): 47-52.
- Rosas I., Calderon C., Ulloa M., Lacey J.** 1993. Abundance of airborne *Penicillium* CFU in relation to urbanization in Mexico City. *Applied and Environmental Microbiology* 59(8): 2648-2652.
- Rossi V., Patteri E., Giosué S., Bugiani R.** 2005. Growth and sporulation of *Stemphylium vesicarium*, the causal agent of brown spot of pear, on herb plants of orchard lawns. *European Journal of Plant Pathology* 111: 361-370.
- Rostami H., Kazemi M., Shafiei S.** 2012. Antibacterial activity of *Lavandula officinalis* and *Melissa officinalis* against some human pathogenic bacteria. *Asian J. Biochem.* 7(3):133–142.
- Rumińska A.**, 1983. *Rośliny lecznicze*. PWN, Warszawa.
- Rumińska A.** 1991. *Poradnik plantatora ziół*. PWRiL, Warszawa.
- Russel S., Paluchowska-Święcka O.** 2008. Wpływ temperatury na zawartość grzybów w powietrzu pomieszczeń użytkowania rolniczego. *Ekologia i Technika*. 16, 5A: 150–155.

- Sabarięgo S., Bouoso V., Pérez-Badia R.** 2012. Comparative study of air borne *Alternaria* conidia levels in two cities in Castilla-La Mancha (central Spain), and concentrations with weather-related variables. *Ann. Agric. Environ. Med.* 19: 227–232.
- Sadlon A. E., Lamson D. W.** 2010. Immune-modifying and antimicrobial effects of eucalyptus oil and simple inhalation devices. *Altern. Med. Rev.* 15(1): 33-47.
- Sadys M.** 2017. Effects of wind speed and direction on monthly fluctuations of *Cladosporium* conidia concentration in the air. *Aerobiologia* 33(3): 445-456.
- Sadys M., Skjoth C. A., Kennedy, R.** 2014. Back-trajectories show export of airborne fungal spores (*Ganoderma* sp.) from forests to agricultural and urban areas in England. *Atmospheric Environment* 84: 88-99.
- Sakiyan N., Inceođlu .** 2003. Atmospheric concentrations of *Cladosporium* Link and *Alternaria* Nees spores in Ankara and the effects of meteorological factors. *Turkish Journal of Botany* 27(2): 77-81.
- Samson R. A., Frisvad J. C.** 2004. *Penicillium* subgenus *Penicillium*: new taxonomic schemes and mycotoxins and other extrolites. *Studies in mycology* 49: 257.
- Sanchez Espinosa K. C., Rodriguez Davydenko S., Rojas Flores T. I., Venero Fernandez S. J., Almaguer M.** 2022. Indoor air quality and diversity of fungi inside and outside residences of children with a history of allergy in Cuba. *Grana* 61(4): 284-295.
- Sánchez Márquez S., Bills G. F., Zabalgoceazcoa I.** 2011. Fungal species diversity in juvenile and adult leaves of *Eucalyptus globulus* from plantations affected by *Mycosphaerella* leaf disease. *Annals of Applied Biology* 158(2): 177-187.
- Sandoval M. C., Gilardino M. S., Ruiz C. S., Noelting M. C.** 2015. Micobiota asociada a enfermedad en plantas de *Lavandula hybrida* Reverchon. *Revista de Proteccion Vegetal* 30(1): 46-51.
- Savo V., Giulia C., Maria G. P., David R.** 2011. Folk phytotherapy of the Amalfi Coast (Campania, Southern Italy). *J. Ethnopharmacol.* May 17 135(2): 376-92.
- Scarlett K., Tesoriero L., Daniel R., Maffi D., Faoro F., Guest D. I.** 2015. Airborne inoculum of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*. *European Journal of Plant Pathology* 141: 779-787.
- Schena L., Mosca S., Cacciola S. O., Faedda R., Sanzani S. M., Agosteo G. E., Sergeeva V., Magnano di San Lio G.** 2014. Species of the *Colletotrichum gloeosporioides* and *C. boninense* complexes associated with olive anthracnose. *Plant Pathology* 63(2): 437-446.
- Selwet M.** 2010. Negatywne aspekty wystepowania wybranych miko toksyn w paszach. *Wiadomosci Zootech.* 48: 9–13.
- Sen B., Asan A.** 2001. Airborne fungi in vegetable growing areas of Edirne, Turkey. *Aerobiologia* 17: 69-75.
- Sharma M. L., Gour H. N.** 1987 A new leaf spot of *Commiphora wightii* a medical plant caused by *Phoma* sp. *Current Science* 56: 538–539.
- Sharma R., Tegta R.** 2011. Incidence of dry rot of pomegranate in Himachal Pradesh and its management. *Acta Hort.* 890: 491-499.

- Siciliano I., Ortega S. F., Gilardi G., Bosio P., Garibaldi A., Gullino M. L.** 2018. Molecular phylogeny and characterization of secondary metabolite profile of plant pathogenic *Alternaria* species isolated from basil. *Food Microbiology* 73: 264-274.
- Silva da M., Minter D. W.** 1995. Fungi from Brazil recorded by Batista and co-workers. *Mycological Papers* 169: 1–585.
- Singh A., Gupta R., Saikia S. K., Pant A., Pandey R.** 2016. Diseases of medicinal and aromatic plants, their biological impact and management. *Plant Genetic Resources* 14(4): 370-383.
- Sinha R., Chattopadhyay S.** 2011. Changes in the leaf proteome profile of *Mentha arvensis* in response to *Alternaria alternata* infection. *Journal of proteomics* 74(3): 327-336.
- Sivanesan A.** 1984. The bitunicate Ascomycetes and their anamorphs. *J. Cramer*.
- Skjøth C. A., Damialis A., Belmonte J., De Linares C., Fernández-Rodríguez S., Grinn-Gofroń A., Jędrzycka M., Kasprzyk I., Magyar D., Myszkowska D., Oliver G., Páldy A., Pashley C. H., Rasmussen K., Satchwell J., Thibaudon M., Tormo-Molina R., Vokou D., Ziemianin M., Werner M.** 2016. *Alternaria* spores in the air across Europe: abundance, seasonality and relationships with climate, meteorology and local environment. *Aerobiologia* 32: 3-22.
- Skjøth C. A., Sommer J., Frederiksen L., Karlson U. G.** 2012. Crop harvest in Denmark and Central Europe contributes to the local load of airborne *Alternaria* spore concentrations in Copenhagen. *Atmospheric Chemistry and Physics* 12: 11107–11123.
- Smith H., Crous P. W., Wingfield M. J., Coutinho T. A., Wingfield B. D.** 2001. *Botryosphaeria eucalyptorum* sp. nov., a new species in the *B. dothidea*-complex on Eucalyptus in South Africa. *Mycologia* 93: 277– 285.
- Stankevičienė A., Snieškienė V.** 2014. Diseases of Lamiaceae family spice plants growing in Kaunas Botanical Garden of Vytautas Magnus University. *Редакционная коллегия* 18: 284.
- Suchorzyńska M., Misiewicz A.** 2009. Mikotoksynotwórcze grzyby fitopatogeniczne z rodzaju *Fusarium* i ich wykrywanie technikami PCR. *Post. Mikrobiol.* 48(3): 221-230.
- Sun H., Sun L., Yang L., Wang Z., Xia Z., Yang X., Jiao Z., Feng J., Liang Y.** 2022. Loop-mediated isothermal amplification assay for rapid detection of *Phoma macdonaldii*, the causal agent of sunflower black stem. *Plant Disease* 106(1): 260-265.
- Sutton B. C.** 1980. The Coelomycetes. *Fungi Imperfecta with Pycnidia Acervuli and Stromata*. Common. Mycol. Instit. Kew, Surrey, England.
- Szember A.** 2001. *Zarys mikrobiologii rolniczej*. Wydawnictwo Akademii Rolniczej, Lublin: 199-201.
- Zsulc J., Cichowicz R., Gutarowski M., Okrasa, M., Gutarowska B.** 2023. Assessment of Dust, Chemical, Microbiological Pollutions and Microclimatic Parameters of Indoor Air in Sports Facilities. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 20(2): 1551.
- Szweykowska A, Szweykowski J.** 2003. *Słownik botaniczny*. Wyd. II, zmienione i uzupełnione. Wiedza Powszechna, Warszawa: 516-517.

- Taba S., Takara A., Nasu K., Miyahira N., Takushi T., Moromizato Z. I.** 2009. Alternaria leaf spot of basil caused by *Alternaria alternata* in Japan. *Journal of General Plant Pathology* 75: 60-162.
- Taie H. A., Salama Z. A. - E. R., Radwan S.** 2010. Potential activity of basil plants as a source of antioxidants and anticancer agents as affected by organic and bio-organic fertilization. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj* 38(1): 119–127.
- Talhinhas P., Gonçalves E., Sreenivasaprasad S., Oliveira H.** 2015. Virulence diversity of anthracnose pathogens (*Colletotrichum acutatum* and *C. gloeosporioides* species complexes) on eight olive cultivars commonly grown in Portugal. *European Journal of Plant Pathology* 142: 73-83.
- Thomidis T.** 2014. Fruit rots of pomegranate cv. Wonderful in Greece. *Australas. Plant Pathol.* 43: 583-588.
- Thomma B. P. H. J.** 2003. *Alternaria* spp.: From general saprophyte to specific parasite. *Molecular Plant Pathology* 4(4): 225–236.
- Tilak S.T.** 2019. Fungi in the Air—Aeromycology: An Overview. [W:] Fungi from different environments. Red. J.K. Misra. CRC Press: 28-55.
- Tormo Molina R., Maya Manzano J. M., Fernandez Rodriguez S., Gonzalo Garijo Á., Silva Palacios I.** 2013. Influence of environmental factors on measurements with Hirst spore traps. *Grana* 52(1): 59-70.
- Tosi L., Marte M.** 2001. *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr.-a new pathogen of *Ruscus hypoglossum* L. in Italy. *Petria Italy* 11(1): 19-24.
- Tran H. M., Nguyen D. T. T., Mai N. T., Do H. T., Nguyen T. K. T., Nguyen T. K. N., Müller M., Nguyen H. Q., Pham H. T.** 2022. Notes on Culturable Endophytic Microorganisms Isolated from 14 Medicinal Plants in Vietnam: A Diversity Analysis to Predict the Host-Microbe Correlations. *Current Microbiology* 79(5): 140.
- Tuzlaci E., Aymaz P. E.** 2001. Turkish folk medicinal plants, Part IV: Gönen (Balıkesir) Volume 72 Issue 4: 323-343.
- Ukhanova O., Bogomolova E.** 2015. Airborne allergens. [W:] Allergic Diseases-New Insights. Red. C. Pereira. InTech.: 35-68.
- Ukłańska-Pusz C., Pusz W., Kita W.** 2015. Występowanie zarodników grzybów w powietrzu pieczarkarni w zależności od okresu produkcji. *Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. CXIV* 614: 75-84.
- Ullah N., Ahmad I., Ayaz S.** 2014. In vitro antimicrobial and antiprotozoal activities, phytochemical screening and heavy metals toxicity of different parts of *Ballota nigra*. *BioMed Research International*.
- Van Dyk M., Spies C. F., Mostert L., van der Rijst M., du Plessis I. L., Moyo P., van Jaarsveld W. J., Halleen F.** 2021. Pathogenicity testing of fungal isolates associated with olive trunk diseases in South Africa. *Plant Disease* 105(12): 4060-4073.
- Van Wyk B., Wink M.** 2004. *Medicinal Plants of the World*. Portland, OR: Timber Press.
- Varanda C. M., Materatski P., Landum M., Campos M. D., Félix M. D. R.** 2019. Fungal communities associated with peacock and cercospora leaf spots in olive. *Plants* 8(6): 169.

- Vasileva K.** 2015. Monitoring of fungal diseases of lavender. *Agricultural Science and Technology* 7(4): 469-475.
- Voltolina G.** 2001. *Salvia sclarea* L. *Plante Officinali* 2:1-12.
- Wang M. M., Crous P. W., Sandoval-Denis M., Han S. L., Liu F., Liang J. M., Duan W. J., Cai L.** 2022. *Fusarium* and allied genera from China: species diversity and distribution. *Persoonia-Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi* 48(1): 1-53.
- Weryszko-Chmielewska E.** 2007. *Aerobiologia*. Wyd. AR w Lublinie: 6-12, 46-54.
- Weryszko-Chmielewska E., Kasprzyk I., Nowak M., Sulborska A., Kaczmarek J., Szymanska, A., Haratym W., Gilski M., Jedryczka M.** 2018. Health hazards related to conidia of *Cladosporium*—biological air pollutants in Poland, central Europe. *Journal of environmental sciences* 65: 271-281.
- Wielgusz K., Irzykowska L.** 2017. Occurrence of pathogenic and endophytic fungi and their influence on quality of medicinal plants applied in management of neurological diseases and mental disorders. *Herba Polonica* 63(4): 57-69.
- Wielgusz K., Seidler-Łożykowska K.** 2017. Fungi colonizing and damaging different parts of some medicinal plants. *Herba Polonica* 63(2): 18-26.
- Wilkos A., Mirzwa-Mróż E., Abramczyk I., Jabłońska E., Wit M., Wakuliński W., Paduch-Cichal E.** 2022. Identification of causal agent of wilt of common sage (*Salvia officinalis* L.). *Herba Polonica* 68(2): 36-45.
- Womack A. M., Bohannan B. J. M., Green J. L.** 2010. Biodiversity and biogeography of the atmosphere. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 365(1558): 3645–3653.
- Woudenberg J. H. C., Seidl M. F., Groenewald J. Z., de Vries M., Stielow J. B., Thomma B. P. H. J., Crous P. W.** 2015. *Alternaria* section - *Alternaria*: Species, formae speciales or pathotypes? *Studies in Mycology* 82: 1–21.
- Xavier K. V., Kc A. N., Peres N. A., Deng Z., Castle W., Lovett W., Vallad G. E.** 2019. Characterization of *Colletotrichum* species causing anthracnose of pomegranate in the Southeastern United States. *Plant disease* 103(11): 2771-2780.
- Yen J. M., Kar A. K., Das B. K.** 1982. Studies on hyphomycetes from West Bengal, India, II. *Cercospora* and allied genera of West Bengal 2. *Mycotaxon* 16: 58–79.
- Yoshimura M., Watanabe Y., Kasai K., Yamakoshi J., Koga T.** 2005. Inhibitory effect of an ellagic acid-rich pomegranate extract on tyrosinase activity and ultraviolet-induced pigmentation. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* Dec. 69(12): 2368-73.
- Zain M.E.** 2011. Impact of mycotoxins on humans and animals. *J. Saudi Chem. Soc.* 15: 129-144.
- Zalewska E.** 2016. Harmfulness of *Septoria carvi* Syd. towards caraway and preparations limiting occurrence of fungus. *Ecological Chemistry and Engineering S* 23(2): 333-346.
- Zalewska E., Machowicz-Stefaniak Z.** 2004. Patogeniczność grzybów z rodzaju *Fusarium* dla melisy lekarskiej (*Mellisa officinalis* L.). *Acta Sci. Pol., Hort. Cultus* 3(2): 33-39.
- Zalewska E., Machowicz-Stefaniak Z., Król E.** 2013. Harmfulness of *Phomopsis diachenii* Sacc. to herbs from Apiaceae family and prepares limiting the growth of this fungus. *Acta Sci. Pol. Hort. Cultus* 12(5): 69-83.

- Zalewska E., Nurzyńska-Wierdak R.** 2016. Rośliny z rodziny Apiaceae źródłem surowca farmakopealnego. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Sectio EEE: Horticultura*, 26(2): 47-60.
- Zalewska E. D., Zawiślak G., Papliński R., Walasek-Janusz M., Gruszecki R.** 2022. Antifungal effects of some essential oils on selected allergenic fungi in vitro. *Acta Sci. Pol. Hort. Cultus* 21(6): 115-127.
- Ziaee A., Zia M., Goli M.** 2018. Identification of saprophytic and allergenic fungi in indoor and outdoor environments. *Environ. Monit Assess* 190: 574.
- Zielińska S., Matkowski A.** 2014. Phytochemistry and bioactivity of aromatic and medicinal plants from the genus *Agastache* (Lamiaceae). *Phytochemistry Reviews* 13: 391-416.
- Zimny H.** 2007. Co zagraża naszemu zdrowiu w domach, miejscach pracy i wypoczynku. *Problemy Ekologii* 11(4): 207-211.
- Zimowska B.** 2007. Fungi colonizing and damaging different parts of peppermint (*Mentha piperita* L.) cultivated in south-eastern Poland. *Herba Pol.* 53(4): 97-105.
- Zimowska B.** 2008. Fungi threatening the cultivation of sage (*Salvia officinalis* L.) in south-eastern Poland. *Herba Pol.*, 54(1), 15-24.
- Zimowska B.** 2010. Characteristics of *Phomopsis sclareae* obtained from sage (*Salvia officinalis*). *Biologia* 65(4): 603-608.
- Zimowska B.** 2011. Characteristics and occurrence of *Phoma* spp. on herbs from the family Lamiaceae. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus* 10(2): 213–224.
- Zimowska B.** 2022. *Phoma* on Medicinal and Aromatic Plants. *Phoma: Diversity, Taxonomy, Bioactivities, and Nanotechnology*: 37-55.
- Zoppas B. C. D. A., Valencia-Barrera R. M., Fernández-González D.** 2011. Distribuição de esporos de *Cladosporium* spp. no ar atmosférico de Caxias do Sul, RS, Brasil, durante dois anos de estudo. *Rev. Bras. Alergia Imunopatol*: 55-58.

Materiały internetowe:

Index Fungorum. Dostęp: <http://www.indexfungorum.org/> [16.03.2023]

Ogród Roślin Leczniczych. Dostęp: <https://farmacja.cm.uj.edu.pl/cm/uploads/2019/02/IS-UJ-CM-2017.pdf> [21.04.2023]