



Ekologiczne metody zwalczania grzybów powodujących choroby roślin uprawnych

*Patryk Hara, Agnieszka Szparaga, Ewa Czerwińska
Politechnika Koszalińska*

1. Wstęp

Intensywna degradacja środowiska, zagrożenie bezpieczeństwa zdrowotnego rolników oraz stale zwiększająca się odporność patogenów na stosowane dotychczas środki ochrony roślin pochodzenia syntetycznego, stały się przyczyną poszukiwania alternatywnych metod oraz środków w zwalczaniu agrofagów w uprawach roślinnych (Walikowiak i Krzyśko-Łupicka 2014, Krzyśko-Łupicka i Walkowiak 2014). Dlatego też od wielu lat prowadzone są liczne badania nad możliwością wykorzystania w ochronie roślin środków niesyntetycznych.

Pod hasłem niesyntetyczne środki ochrony roślin rozumie się produkty pozwalające na ograniczenie występowania szkodników i patogenów roślin, które są bezpieczne zarówno dla środowiska, jak i zwierząt i ludzi (Piwowar 2015). Do tej pory opracowano wiele preparatów, które skutecznie ograniczają występowanie agrofagów na roślinach. Preparaty te, zwane również biopestycydami, w swoim składzie mogą zawierać mikroorganizmy takie jak: *Bacillus* s.p., *Pseudomonas* s.p., *Trichoderma* s.p., *Pythium* s.p., *Beauveria* s.p. lub makroorganizmy (nicienie, roztozcza) oraz substancje pochodzenia naturalnego (peptydy, olejki, ekstrakty roślinne, chitozan, kwasy organiczne itp.), które wpływają na zahamowanie rozwoju entomofagów lub mikroorganizmów chorobotwórczych (Mazur & Nawrocki 2007, Martyniuk 2012). W ostatnim okresie wzrosło zainteresowanie innowacyjnymi biopreparatami zwanymi też biostymulatorami, jako substancjami mogącymi korzystnie wpływać na ochronę przed patogenami. Najwięcej jednak badań nad tymi substancjami jest

ukierunkowanych na ich wpływ na nie tylko podniesienie jakości plonu (Kocira i in. 2017a-b, Szczepanek i in. 2017a-b; Kocira i in. 2018), ale także zapewnianie bezpieczeństwa konsumentom, przy jednoczesnym braku negatywnego oddziaływania na środowisko naturalne (Kocira i in. 2015a-c).

Brak negatywnych skutków oddziaływania niesyntetycznych środków ochrony roślin spowodował, że znalazły one zastosowanie w rolnictwie ekologicznym (Zydlik 2008). Obecnie w Polsce zakwalifikowane są 44 preparaty, które stosować można w uprawach ekologicznych (<https://www.ior.poznan.pl>). Liczba tych środków jest niestety niewystarczająca, aby możliwe było ich stosowanie we wszystkich uprawach ekologicznych takich, jak: sadownictwo, warzywnictwo czy uprawy rolnicze opierające się na produkcji zbóż i roślin oleistych. Dlatego też niezbędne jest prowadzenie dalszych badań w tym zakresie i wprowadzenie nowych biopestycydów.

Celem niniejszej pracy było określenie możliwości wykorzystania w uprawach ekologicznych wodnych ekstraktów roślinnych i olejków eterycznych otrzymanych z *Menthae Piperitae* L. oraz *Juniperus communis* L. poprzez określenie właściwości fungistatycznych ekstraktów wobec patogennych grzybów powodujących choroby roślin uprawnych.

2. Materiał i metody

2.1. Materiał roślinny

Materiał roślinny stanowiły suszone ziela mięty pieprzowej (*Menthae Piperitae* L.) i jałowca pospolitego (*Juniperus communis* L.), które zostały zakupione w aptece na terenie Koszalina.

2.2. Otrzymywanie ekstraktów roślinnych

W badaniach *in vitro* preparaty roślinne wytwarzano w postaci wodnych ekstraktów, w formie maceratów, naparów i wywarów. Ekstrakty te przygotowano zgodnie z recepturą podaną przez Sas-Piotrowską i in. (2005). Macerat (metoda na zimno) sporządzono z 5 g suszu, który następnie zalano 100 ml wody o temperaturze około 20°C, całość pozostawiano na 24 godziny w temperaturze pokojowej. Napar (metoda na ciepło) otrzymano z 5 g suszonych ziół, które zalano 250 ml wody o temperaturze około 100°C i pozostawiono pod przykryciem na okres

30 minut w temperaturze 20°C. Wywar został przygotowany według receptury Tyszyńskiej-Kownackiej i Starka (1989). W celu jego przygotowania odważono 8,75 g suszu, który zalano 1 l wody destylowanej. Powstałą zawiesinę dokładnie mieszano i pozostawiono na 24 godziny. Po tym czasie całość doprowadzono do wrzenia i gotowano przez 15 minut w celu odparowania 1/3 części wody. Wszystkie otrzymane wyciągi roślinne sączono z wykorzystaniem sączków filtracyjnych w celu uzyskania klarownego preparatu.

2.3. Ekstrakcja olejków eterycznych

Ekstrakcję olejków eterycznych wykonano za pomocą aparatu Derynga zgodnie z metodyką podaną przez Farmakopeę Polską VI (2002). W tym celu 20 g suszonych ziół destylowano przez 4 godziny. Wyizolowany olejek eteryczny poddano oczyszczaniu poprzez dodanie bezwodnego siarczanu sodu w celu usunięcia pozostałej wody.

2.4. Badane mikroorganizmy

Aktywność przeciwgrzybowa ekstraktów roślinnych analizowana była na siedmiu gatunkach grzybów pleśniowych: *Fusarium poae* (Peck), *F. oxysporum* (E.F.Sm.), *F. solani* (Mart.), *F. culmorum* (Sacc.), *F. graminearum* (Schwabe), *Sclerotinia sclerotiorum* (de Bary) i *Botrytis cinerea* (Pers).

Wszystkie drobnoustroje pochodziły z kolekcji Katedry Agrobiotechnologii Politechniki Koszalińskiej.

2.5. Otrzymywanie inokulum

Inokulum z grzybów pleśniowych zostało przygotowane z siedmiodniowej hodowli na podłożu agarowym Sabouroda z dodatkiem chloramfenikolu. Następnie zawieszono hodowle w sterylnej wodzie destylowanej, a gęstość zarodników oceniano z wykorzystaniem spektrofotometru przy długości fali $\lambda = 595$ nm, w celu otrzymania końcowego stężenia około 10^5 zarodników/ml. Wartość gęstości zawiesin potwierdzono przy użyciu densytometru w stopniach Mc Farlanda.

2.6. Analiza właściwości fungistatycznych

Aktywność przeciwgrzybową ekstraktów roślinnych oraz olejków eterycznych określono metodą dyfuzyjno – krążkową na szalkach Petrie-

go (ø 10 cm) z podłożem agarowym Sabourda z dodatkiem chloramfenikolu. Na każdą płytkę nanoszono po 4 krople wodnej zawiesiny zarodników i fragmentów grzybni, następnie za pomocą głaszczki całość równomiernie rozprowadzono na powierzchni płytki. Na tak przygotowane szalki Petriego nanoszono krążki bibułowe (ø 6 mm) nasączone ekstraktem roślinnym. Kontrole stanowiły krążki bibułowe nasączone sterylną wodą.

Miarą aktywności wyciągów roślinnych i olejków eterycznych była wielkość strefy zahamowania wzrostu kolonii (mm) zmierzona po 5 dniach inkubacji w 22°C.

Przeprowadzone analizy wykonano w trzech powtórzeniach dla każdej rośliny, metody przygotowania ekstraktów oraz patogenów grzybowych. Analizę wariancji uzyskanych wyników badań przeprowadzono za pomocą testu Tukey'a przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

3. Wyniki i dyskusja

Ekstrakty sporządzone z *Mentha piperita* L. ograniczały rozwój patogenów badanych grzybów w większym stopniu (średnia wartość strefy zahamowania wzrostu wynosiła 28,4 mm) w porównaniu do ekstraktów otrzymanych z *Juniperus communis* L. (przeciętnie 16,86 mm). Najwyższą aktywność fungistatyczną zaobserwowano w odniesieniu do olejku eterycznego z *Mentha piperita* L. Olejek ten ograniczał rozwój wszystkich patogenów średnio o 62,63 mm. W przypadku ekstraktów pozyskanych z *Juniperus communis* L. nie stwierdzono działania hamującego rozwój grzybów z rodzaju *Fusarium* sp.

Analiza wariancji wykazała istotne różnice w badanych czynnikach i ich interakcjach. Reakcja testowanych grzybów pleśniowych na zmodyfikowane warunki środowiskowe zależała od gatunku rośliny, z której otrzymywano ekstrakt (tabela 1) i sposobu jego przygotowania (tabela 2).

Tabela 1. Aktywność przeciwgrzybowa wyciągów roślinnych, strefa zahamowania wzrostu (mm)**Table 1.** Antifungal activity of plant extracts, inhibition zone (mm)

Grzyby	<i>Juniperus communis</i> L.	<i>Meniha piperita</i> L.
<i>Fusarium poae</i>	0,00	16,18
<i>Fusarium oxysporum</i>	0,00	16,93
<i>Fusarium solani</i>	0,00	15,00
<i>Fusarium culmorum</i>	0,00	16,08
<i>Fusarium graminearum</i>	0,00	15,68
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	58,08	59,03
<i>Botrytis cinerea</i>	59,93	59,90
$NIR_{roslina} = 0,081$	$NIR_{grzyb} = 0,108$	$NIR_{roslina} \times NIR_{grzyb} = 0,215$

Tabela 2. Reakcja grzybów na różne rodzaje ekstraktów roślinnych (średnia wartość strefy zahamowania wzrostu w mm)**Table 2.** The reaction of fungi on the different type of plant extracts (mean value of growth inhibition zone in mm)

Grzyby	Macerat	Wywar	Napar	Olejek eteryczny
<i>F. poae</i>	0,00	0,00	0,00	32,35
<i>F. oxysporum</i>	0,00	0,00	0,00	33,85
<i>F. solani</i>	0,00	0,00	0,00	30,00
<i>F. culmorum</i>	0,00	0,00	0,00	32,15
<i>F. graminearum</i>	0,00	0,00	0,00	31,35
<i>S. sclerotiorum</i>	59,15	58,20	58,35	58,50
<i>B. cinerea</i>	60,15	60,00	59,50	60,00
$NIR_{grzyb} = 0,108$	$NIR_{ekstrakcja} = 0,081$	$NIR_{grzyb} \times NIR_{ekstrakcja} = 0,215$	$NIR_{roslina} \times NIR_{ekstrakcja} = 0,163$	

Brak aktywności przeciwgrzybowych ekstraktów z jałowca pospolitego (*Juniperus communis* L.) na grzyby z rodzaju *Fusarium* sp. potwierdzają badania przeprowadzone przez Karaman i in. (2003) na metanolowym oraz wodnym wyciągu z *Juniperus oxycedrus* L. (jałowiec kolczasty). Autorzy w badaniach nie stwierdzili hamującego działania testowanych ekstraktów na drobnoustroje z gatunku *F. oxysporum* oraz *F. poae* (Karaman i in. 2003). Podobne wyniki uzyskali Ennajar i in. (2009). Autorzy w swojej pracy badali właściwości przeciwdrobnoustrojowe ekstraktów otrzymanych z różnych części morfologicznych (liście, jagody) z *Juniperus phoenicea* L. W badaniach nie stwierdzono aktywności fungistatycznej ekstraktów metanolowych, etanolowych oraz wyciągów ekstrahowanych za pomocą octanu etylu i dichlorometanu wobec *Aspergillus westerdijkiae*. Jedynie olejek eteryczny był w stanie ograniczyć rozwój tego patogenu powodując, że strefa zahamowania wzrostu szacowała się na poziomie 13 mm (Ennajar i in. 2009).

W przypadku ekstraktów pozyskanych z *Mentha piperita* L. jedynie olejek eteryczny skutecznie ograniczał rozwój grzybów z rodzaju *Fusarium* sp. Największą strefę zahamowania wzrostu dla tego olejku uzyskano dla *F. oxysporum* i wynosiła ona 67,7 mm. Z kolei najmniejszą wartość tego parametru (ok. 60,0 mm) otrzymano wobec *F. solani*. Gulluce i inni (2007) badając właściwości fungistatyczne metanolowego ekstraktu oraz olejku eterycznego z *Mentha longifolia* ssp. *longifolia* (mięta długolistna) nie stwierdzili działania fungistatycznego metanolowego wyciągu na takich gatunkach patogennych grzybów jak: *F. acuminatum*, *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. tabacinum* oraz *S. sclerotiorum*. Jedynie olejek eteryczny powodował, że średni obszar hamowania wzrostu linowego wynosił nawet 35 mm w przypadku *F. acuminatum* i *F. oxysporum*. Natomiast w przypadku *F. tabacinum* oraz *S. sclerotiorum* obszar ten wynosił odpowiednio 20 i 23 mm. Autorzy nie zaobserwowali działania fungistatycznego olejku na *F. solani* (Gulluce i in. 2007).

Analiza uzyskanych wyników wykazała, że aktywność ekstraktów zależy od gatunku rośliny, techniki otrzymywania ekstraktów roślinnych oraz wrażliwości grzybów zastosowanych do badań. W największym stopniu rozwój badanych patogenów ograniczały olejki eteryczne. Średnia strefa zahamowania wzrostu była ponad dwukrotnie większa (39,74 mm) w porównaniu do wodnych wyciągów. Zbliżone wyniki otrzymały Czerwińska i Szparaga (2015). W swoich badaniach wykaza-

ły, że wodne wyciągi (macerat, wywar, napar) pozyskane z *Lavandula vera*, *Melissa officinalis*, *Pinus sylvestris* w słabszym stopniu wpływają na ograniczenie wzrostu liniowego grzybów takich jak: *F. culmorum*, *F. oxysporum*, *F. poae*, *F. solani* i *F. sambucinum* w porównaniu do olejku eterycznego otrzymanego z tych samych roślin. Wymienione autorki stwierdziły, że średnica zahamowania wzrostu liniowego *F. poae* traktowanego maceratem z analizowanych roślin wynosiła średnio 7,44 mm, podczas gdy efekt działania olejek eterycznego był dwukrotnie większy (około 18,00 mm). Podobną zależnością charakteryzował się wywar, którego działanie sprawdzano na *F. oxysporum*. Strefa zahamowania wzrostu wynosiła około 8,33 mm, podczas gdy ten sam parametr dla olejku eterycznego wynosił 17,22 mm (Czerwińska & Szparaga 2015).

Różnica w działaniu inhibitującym olejku eterycznego oraz ekstraktów wodnych spowodowana może być odmiennym składem jakościowym. Badania prowadzone przez Adaszyńską i współautorów (2013) dowiodły, że olejek eteryczny oraz ekstrakt etanolowy z *Mentha piperita* L. charakteryzują się odmiennym składem. Analiza chromatografii gazowej wykazała, iż ciecze te zawierają te same związki główne, lecz różnią się w dużym stopniu ich liczbą ogólną. W etanolowym ekstrakcie zidentyfikowano jedynie 15 związków, podczas gdy olejek eteryczny zawierał ich aż 45 (Adaszyńska i in. 2013). Na skład chemiczny olejków i ekstraktów roślinnych wpływać mogą czynniki środowiskowe takie jak: pochodzenie i wiek rośliny oraz nasłonecznienie (Lawrence 2007).

4. Podsumowanie

Uzyskane wyniki badań wykazały, że aktywność ekstraktów zależy od gatunku rośliny, metody ich otrzymywania oraz wrażliwości testowanych gatunków grzybów.

Wodne wyciągi roślinne (napar, wywar, macerat) w tym olejek eteryczny otrzymany z *Juniperus communis* L. nie wykazywały właściwości fungistatycznych wobec testowanych grzybów z rodzaju *Fusarium* sp. Jedynie olejek z *Mentha piperita* L. hamował w różnym stopniu rozwój tych patogenów, ponieważ był źródłem substancji czynnych.

Wykazano, że najbardziej wrażliwym patogenem grzybowym na badane preparaty roślinne był *Botrytis cinerea*. Jednakże ekstrakty pozy-

skane z *Juniperus communis* L. w większym stopniu ograniczyły jego wzrost niż wyciągi z *Mentha piperita* L.

Ze względu na stale zwiększającą się odporność patogenów powodujących choroby roślin uprawnych, wyniki badań wykazują, że ekstrakty roślinne, a zwłaszcza olejki eteryczne, stosować można w ochronie upraw.

Literatura

- Adaszyńska, M., Swarczewicz, M., Markowska-Szczupak, A., Jadczyk, D. (2013). Skład chemiczny i właściwości przeciwdrobnoustrojowe olejku eterycznego i ekstraktu z mięty pieprzowej odmiany Asia. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2, 116-125.
- Czerwińska, E., & Szparaga, A. (2015). Antibacterial and antifungal activity of plant extract. *Rocznik Ochrona Środowiska*, 17, 209-229.
- Ennajar, M., Bouajila, J., Lebrihi, A., Mathieu, F., Abderraba, M., Raies, A., Romdhane, M. (2009). Chemical composition and antimicrobial and antioxidant activity of Essentials oils and various extracts of *Juniperus phoenicea* L. (Cupressaceae). *Journal of food science*, 74, 364-371.
- Farmakopea Polska, VI. (2002). Oznaczanie zawartości olejku. Warszawa: Polskie Towarzystwo Farmaceutyczne.
- Gulluce, M., Sahin, F., Sokmen, M., Ozer, H., Darerera, D., Sokmen, A., Polissiou, M., & Adiguzel, A., & Ozkan, H. (2007). Antibacterial and antioxidant properties of the essential oils and methanol extract from *Mentha longifolia* L. spp. *Longifolia*. *Food Chemistry*, 103, 1449-1456.
- <https://www.ior.poznan.pl>
- Karaman, I., Sahin, F., Gulluce, M., Ogutcu, H., Sengul, M., Adiguzel, A. (2003). Antibacterial activity of aqueous and methanol extract of *Juniperus oxycedrus* L. *Journal of Ethnopharmacology*, 85, 231-235.
- Kocira, S., Kocira, A., Szmigielski, M., Piecak, A., Sagan, A., and Malaga-Toboła, U. (2015a). Effect of an amino acids-containing biostimulator on common bean crop. *Przem. Chem.* 94, 1732-1736. doi: 10.15199/62.2015.10.16
- Kocira, A., Kocira, S., and Stryjecka, M. (2015b). Effect of Asahi SL application on common bean yield. *Agric. Agric. Sci. Proc.* 7, 103-107. doi: 10.1016/j.aaspro.2015.12.045
- Kocira, S., Sujak, A., Kocira, A., Wójtowicz, A., and Oniszczyk, A. (2015c). Effect of Fylloton application on photosynthetic activity of Moldavian dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). *Agric. Agric. Sci. Proc.* 7, 108-112. doi: 10.1016/j.aaspro.2015.12.002

- Kocira, A., Kocira, S., Swieca, M., Złotek, U., Jakubczyk, A., and Kapela, K. (2017a). Effect of foliar application of a nitrophenolate-based biostimulant on the yield and quality of two bean cultivars. *Sci. Hort.* 214, 76–82. doi: 10.1016/j.scienta.2016.11.021
- Kocira, S., Kocira, A., Kornas, R., Koszel, M., Szmigielski, M., Krajewska, M., et al. (2017b). Effects of seaweed extract on yield and protein content of two common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *Legume Res.* doi: 10.18805/LR-383
- Kocira, S., Szparaga, A., Kocira, A., Czerwińska, E., Wójtowicz, A., Bronowicka-Mielniczuk, U., et al. (2018). Modeling biometric traits, yield and nutritional and antioxidant properties of seeds of three soybean cultivars through the application of biostimulant containing seaweed and amino acids. *Front. Plant Sci.* 9:388. doi: 10.3389/fpls.2018.00388
- Kręcidło, Ł., & Krzyśko – Łupicka, T. (2015). Wrażliwość grzybów wyizolowanych z magazynów zakładu przemysłu spożywczego na wybrane olejki eteryczne. *Inżynieria Ekologiczna*, 43, 100-108.
- Krzyśko – Łupicka, T., & Walkowiak, W. (2014). Evaluation of susceptibility of phytopathogenic *Fusarium culmorum* strain on selected essential oils. *Ecological Chemistry and Engineering. A*, 21, 355-366.
- Lawrence, B.M. (2007). Mint. The Genus *Mentha*. *Medicinal and Aromatic Plants – Industrial Profiles*. London: CRC Press.
- Martyniuk, S. (2012). Skutecznie i nieskutecznie preparaty mikrobiologiczne stosowane w uprawie roślin oraz rzetelne i nierzetelne metody ich oceny. *Postępy Mikrobiologii*, 50, 3321-328.
- Mazur, S., & Nawrocki, J. (2007). Wykorzystanie związków naturalnych w ochronie marchwi przed alternariozą. *Rocznik Akademii Rolniczej, Poznań, CCC-LXXXIII, Ogródnictwo*, 41, 565-569.
- Piwowar, A. (2015). Środki biologiczne i biotechnologiczne w produkcji roślinnej. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego*, 4, 92-102.
- Sas-Piotrowska, B., Piotrowski, W., Karczmarek-Cichosz, R. (2005). Longevity and healthiness of Oat (*Avena sativa* L.) seeds treated with plant extracts. *Journal of Research*, 45, 181-193.
- Szczepanek, M., Siwik-Ziomek, A., Wilczewski, E. (2017a). Effect of biostimulant on accumulation of Mg in winter oilseed rape under different mineral fertilization rates. *J Elementol.* 22(4), 1375-1385. doi: 10.5601/jelem.2017.22.1.1317
- Szczepanek, M., Wilczewski, E., Pobereźny, J., Wszelaczyńska, E., Ochmian, I. (2017b). Carrot root size distribution in response to biostimulant application. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science.* 67(4), 334-339. doi: 10.1080/09064710.2017.1278783

- Tyszyńska-Kownacka, D., Starek, T. (1989). *Herbs in polish house*. Warszawa: Wydawnictwo Warta.
- Walkowiak, W., & Krzyśko-Łupicka, T. (2014). Nowe rozwiązania w ochronie zbóż przed fuzariozami. *Progress in Plant Protection*, 54, 127-134.
- Zydlík, P. (2008). Wykorzystanie preparatów pochodzenia naturalnego w zwalczaniu niektórych chorób roślin sadowniczych. *Nauka Przyroda Technologie*, 2, 1-6.

Ecological Methods Used to Control Fungi that Cause Diseases of the Crop Plant

Abstract

Laboratory experiments analyzed the fungistatic activity of aqueous plant extracts (macerate, brew, decoction) and essential oils to inhibit the growth of mold fungi that are the perpetrators of diseases of cultivated plants. The following plant droughts were used to obtain extracts and essential oils: *Mentha piperita* L. (peppermint), *Juniperus communis* L. (common juniper). The fungistatic activity of the obtained natural biological preparations was tested on following fungi: *Fusarium poae*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium graminearum*, *Sclerotinia sclerotiorum* and *Botrytis cinerea*.

The inhibiting effect of the obtained extracts and oils on the development of the test fungal pathogens was examined by disc-diffusion method. The fungistatic activity of the extracts was expressed as the ratio of the growth inhibition zone.

The analysis of the obtained test results showed that the activity of the tested extracts was depended on the specific plant species, the method of extracts preparation and the vulnerability of microorganisms. The significantly different reaction of the analyzed microorganisms to extracts from particular plant species was shown. Based on the obtained results, it was found that extracts prepared from *Mentha piperita* L. showed on average better inhibiting action towards the tested fungi.

Both aqueous plant extracts and essential oils were a source of biologically active substances, which to a different extent influenced the limitation of the growth of the studied microorganisms. To the factors that were determining the antifungal activity of extracts and essential oils, we could include: the material used for the research, the effectiveness of the preparation processes, as well as the content of active ingredients with fungistatic activity. The inhibitory effect on the growth of the analyzed pathogens by aqueous plant extracts depend-

ed on the method of preparation of extracts, which probably influenced the content of biologically active compounds in their chemical composition.

Essential oils were characterized by the fungistatic activity to the tested pathogens compared to aqueous plant extracts. The oil obtained from peppermint (*Mentha piperita* L.) was marked with the highest antifungal activity. However, in the case of oil obtained from common juniper (*Juniperus communis* L.), the inhibitory effect on fungi of the genus *Fusarium* was not found. Among the aqueous extracts, the highest action inhibiting the development of the analyzed microorganisms was characterized by macerates. In turn, the brew and decoction worked in a similar way.

Among the studied microorganisms, *Botrytis cinerea* showed the highest sensitivity to the used plant extracts and essential oils. Among *Fusarium* species, the smallest zone of growth inhibition was obtained for *Fusarium solani* which indicates the greatest resistance of this pathogen to the analyzed natural biological preparations. However, *Fusarium oxysporum* (*Fusarium* fungi) was characterized by the highest sensitivity to the obtained extracts.

The obtained research results showed that plant extracts, especially essential oils, significantly limited the development of mold fungi, which are the perpetrators of diseases of many agricultural and fruit plants. In addition, due to the lack of negative impact on the environment, they are a tool to combat fungi in organic farming and alternative to chemical plant protection in sustainable agriculture.

Streszczenie

W badaniach laboratoryjnych analizowano aktywność fungistatyczną wodnych ekstraktów roślinnych (macerat, napar, wywar) i olejków eterycznych na zahamowanie wzrostu grzybów pleśniowych będących przyczyną chorób roślin uprawnych. Do otrzymania wyciągów oraz olejków eterycznych użyto susze następujących roślin: *Mentha piperita* L. (mięta pieprzowa), *Juniperus communis* L. (jałowiec pospolity). Aktywność fungistatyczną pozyskanych naturalnych preparatów biologicznych testowano na grzybach: *Fusarium poae*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium graminearum*, *Sclerotinia sclerotiorum* i *Botrytis cinerea*. Działanie inhibitujące otrzymanych wyciągów i olejków na rozwój testowanych patogenów grzybów badano metodą dyfuzyjno-krażkową. Aktywność fungistatyczną ekstraktów wyrażano jako wielkość strefy zahamowania wzrostu.

Analiza uzyskanych wyników badań wykazała, że aktywność testowanych ekstraktów zależała od gatunku rośliny, sposobu pozyskania wyciągu oraz wrażliwości drobnoustrojów. Wykazano istotnie różną reakcję analizowanych mikroorganizmów na wyciągi z poszczególnych gatunków roślin. Na podstawie

uzyskanych wyników, stwierdzono, że ekstrakty pozyskane z *Mentha piperita* L. wykazywały się przeciętnie lepszym działaniem inhibitującym w stosunku do testowanych gatunków grzybów.

Zarówno wodne wyciągi roślinne, jaki i olejki eteryczne były źródłem substancji biologicznie aktywnych, które w różnym stopniu wpływały na ograniczenie wzrostu badanych mikroorganizmów.

Olejki eteryczne charakteryzowała największa aktywność fungistatyczna wobec testowanych patogenów w porównaniu do wodnych ekstraktów roślinnych. Najwyższą aktywnością przeciwgrzybową odznaczał się olejek otrzymany z mięty pieprzowej (*Mentha piperita* L.). Natomiast w przypadku olejku pozyskanego z jałowca pospolitego (*Juniperus communis* L.) nie stwierdzono hamującego działania na grzyby z rodzaju *Fusarium*. Wśród wodnych wyciągów najwyższym działaniem inhibitującym rozwój analizowanych mikroorganizmów odznaczały się maceraty. Z kolei napar i wywar działały w zbliżony do siebie sposób.

Spośród badanych drobnoustrojów najwyższą wrażliwością na zastosowane wyciągi roślinne oraz olejki eteryczne wykazywał *Botrytis cinerea*. Wśród grzybów z rodzaju *Fusarium* najmniejszą strefę zahamowania wzrostu otrzymano dla *Fusarium solani*, co świadczy o największej odporności tego patogenu na analizowane naturalne preparaty biologiczne. Natomiast największą wrażliwością na otrzymane ekstrakty spośród grzybów z rodzaju *Fusarium* odznaczał się *Fusarium oxysporum*.

Uzyskane wyniki badań wykazały, że ekstrakty roślinne, a zwłaszcza olejki eteryczne w znaczący sposób ograniczały rozwój grzybów pleśniowych, będących sprawcami chorób wielu roślin rolniczych i sadowniczych. Dodatkowo, ze względu na brak negatywnego oddziaływania na środowisko naturalne, stanowią one narzędzie do walki z grzybami w rolnictwie ekologicznym oraz alternatywę dla chemicznych środków ochrony w rolnictwie zrównoważonym.

Słowa kluczowe:

grzyby pleśniowe, ekstrakty roślinne, aktywność fungistatyczną, ekstrakcja

Keywords:

mold fungus, plant extracts, fungistatic activity, extraction