

STRESZCZENIE

Przeprowadzone badania wykazały zasadność użycia *C. melibiosica* i *R. mucilaginosa* z olejkami z drzewa herbacianego jako antagonistów odpowiednio szarej pleśni i alternariozy pomidora zwyczajnego. W czasie doświadczenia próba kontrolna wykazywała najwyższy poziom zarażenia obydwoma chorobami. Najskuteczniejszy wobec alternariozy był szczep *R. mucilaginosa* z adiuwantem, a najmniej skuteczny szczep *C. melibiosica*. Szarą pleśń najlepiej powstrzymywał fungicyd, ale *C. melibiosica* z adiuwantem było najefektywniejsze wobec tej choroby, wśród prób leczonych drożdżami. Znajdowało to potwierdzenie w średnim procentowym zarażeniu liści (tab. nr 1), jak i w hamowaniu rozwoju choroby na owocach. Stwierdziłem, że główną rolę w kontroli tych chorób odgrywa olejek. Wobec tego, niezbędne są dalsze badania, określające jego fugistatyczne właściwości wobec różnych mykopatogenów roślinnych oraz jego wpływ na antagonizm drożdży. Badania te i ich wyniki, przyczynią się do powstania jeszcze skuteczniejszych preparatów drożdżowych, konkurencyjnych dla szkodliwych i drogich fungicydów.

WSTĘP

Celem badania było określenie skuteczności działania *Candida melibiosica* i *Rhodotorula mucilaginosa* oraz *Candida melibiosica* i *Rhodotorula mucilaginosa* z olejkami eterycznymi z drzewa herbacianego jako biologicznych czynników ochrony pomidora zwyczajnego odmiany „Brylant” przed alternariozą i szarą pleśnią podczas wegetacji, i porównanie ich ze skutecznością fungicydu Gwarant 500 SC.

Pomidor zwyczajny (*Lycopersicon esculentum* Mill.) z rodziny psiankowatych (*Solanaceae* Juss.) to jedna z najważniejszych roślin uprawnych. Pochodzi z Ameryki Południowej lub Środkowej. W klimacie umiarkowanym uprawiany jako roślina jednoroczna.

Choroby powodowane przez grzyby, to najważniejsza pod względem gospodarczym grupa chorób roślin. Powodują znaczny spadek ilości i jakości uzyskiwanych plonów. W walce z nimi stosuje się fungicydy, które jednak ze względu na uodparnianie się patogenów tracą skuteczność, a opracowywanie i kupno nowych preparatów wymaga dużych kosztów. Dlatego poszukuje się biologicznych metod ochrony roślin przed mykozami. Są nimi m.in. drożdże. Dotychczasowe badania przyniosły efekty w postaci wyodrębnienia gatunków drożdży (*Debaryomyces hansenii*, *Pichia guilliermondii*, *Candida oleophila*) skutecznych w walce z fitopatogennymi wobec pomidorów grzybami, takimi jak: *Botrytis cinerea*, *Penicillium digitatum*, *Aspergillus niger*, *Rhizopus stolonifer* [6]. O skuteczności drożdży *R. mucilaginosa* jako antagonisty w walce z pozbiorowymi mykozami roślin donieśli m. in. Robiglio i wsp. [10]. Badania dowiodły też skuteczności *R. mucilaginosa* jako pozbiorowego antagonisty szarej i niebieskiej pleśni jabłek [8] i, wraz z kwasem fitowym, szarej pleśni truskawek [14]. Dlatego nie ujmowałem w badaniu pozbiorowej ochrony pomidora.

Alternarioza wywoływana przez patogena *Alternaria solani* (typ *Ascomycota*) pospolicie występuje na pomidorach, a „źródłem choroby są [...] zalegające w wierzchniej warstwie gleby resztki chorych roślin”[9]. Szara pleśń to choroba wywoływana przez gronowca szarego (*Botrytis cinerea* Pers) z typu *Ascomycota*. Źródłem patogena są resztki roślin zalegające w glebie, a rozwojowi choroby sprzyja osłabienie roślin innymi chorobami [9]. Antagonizm *Candida oleophila* i *Candida guilliermondii* wobec szarej pleśni pomidora podczas wegetacji również zbadano [11] dlatego, postanowiłem określić skuteczność innego gatunku *Candida*, wspomaganego adiuwantem wobec tej choroby.

W badaniu starałem się wykazać, że stosowanie drożdży z adiuwantem może być równie skuteczne jak stosowanie fungicydu Gwarant 500 SC.

MATERIAŁ I METODY

Roślina, na której prowadziłem badania, to pomidor zwyczajny (*Lycopersicon esculentum* Mill.). 72 sadzonki, przy zakupie równego wzrostu, pochodziły od hodowcy z okolic Zamościa.

Drożdże pozyskałem dwa razy z Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Regularnie zakładałem ich hodowle na szalkach Petriego (fot. nr 1), pobieranych z oddziału w Zamościu oraz sporządzałem zawiesinę do spryskiwania obiektów.

W badaniu zastosowałem jedną próbę kontrolną (PK) i pięć badawczych (PB). W każdej próbie



Fot.1 – hodowla (5.06.2012)
C. melibiosica i *R. mucilaginosa*

(jedno poletko) posadziłem po 6 sadzonek w odstępach półmetrowych. Odstęp między próbami wynosił 90 cm. Próba kontrolna: nie opryskiwana (1). Próby badawcze: opryskiwana fungicydem Gwarant 500 SC (2), opryskiwane zawiesiną *Candida melibiosica* (3) i zawiesiną *Candida melibiosica* z olejkim eterycznym z drzewa herbacianego (4), oraz opryskiwane zawiesiną *Rhodotorula mucilaginosa* (5) i



Fot. 2 - system nawadniający

Rhodotorula mucilaginosa z olejkim eterycznym z drzewa herbacianego (6). Stężenie zawiesin – $4,25 \times 10^6$ CFU/ml. Stężenie olejku – 0,3%. Dla badania wykonałem identyczne próby powtórzeniowe (PKP i PBP) w tym samym czasie i warunkach fizycznych, razem 72 obiekty (schemat nr 1). System nawadniający doprowadzał wodę do korzeni każdego obiektu (fot. nr 2), a liście opryskiwałem wodą z drożdżami. Próby odizolowałem od siebie foliowymi ekranami zapobiegającymi rozprzestrzenianiu się zarodników *Alternaria solani* i *Botrytis cinerea* w trakcie badania. Codziennie mierzyłem temperaturę, ciśnienie i wilgotność powietrza. Co tydzień mierzyłem suwmiarką średnicę wszystkich owoców, wzrost obiektów oraz ilość liści z objawami chorób. Dane wprowadzałem do tabeli programu Microsoft Office Excel. Na ich podstawie prowadziłem statystykę i wykonałem wykresy zmienności ww. parametrów dla każdej próby.

6	6
5	5
4	4
3	3
2	2
1	1
PB nr 1	PBP nr 1

Gwarant 500 SC (2)

6	6
5	5
4	4
3	3
2	2
1	1
PB nr 3	PBP nr 3

Candida melibiosica + olejek eteryczny z drzewa herbacianego (zawiesina) (4)

6	6
5	5
4	4
3	3
2	2
1	1
PB nr 5	PBP nr 5

Rhodotorula mucilaginosa + olejek eteryczny z drzewa herbacianego (zawiesina) (6)

6	6
5	5
4	4
3	3
2	2
1	1
PK	PKP

Brak oprysku (1)

6	6
5	5
4	4
3	3
2	2
1	1
PB nr 2	PBP nr 2

Candida melibiosica (zawiesina) (3)

6	6
5	5
4	4
3	3
2	2
1	1
PB nr 4	PBP nr 4

Rhodotorula mucilaginosa (zawiesina) (5)

Schemat nr 1 – Rozmieszczenie obiektów w próbach

WYNIKI

W badaniu określałem procent liści z objawami chorób, średnicę owoców i wysokość obiektów.

Rozwój alternariozy na liściach w poszczególnych próbach.

Próba kontrolna. Podczas trwania badania trend zarażenia stale wzrastało w umiarkowanym tempie – średnio o 0,83 p.p. tygodniowo. Poziom maksymalny całego badania wyniósł 40,9% w dniu 11.06.2012 (wyk. nr 1). Odchylenie standardowe w tej próbie wyniosło 4,7%.

Próba badawcza nr 1. To jedna z dwóch prób w których trend rozwoju choroby był ujemny (wyk. nr 2). Zmniejszył się średnio o 0,16 p.p. tygodniowo. Poziom maksymalny zarażenia liści – 30,1%. Odchylenie standardowe wynosiło 5,5%.

Próba badawcza nr 2. To próba gdzie zarażenie liści wzrastało w sposób identyczny, jak w próbie kontrolnej tj. o ok. 0,83 p.p. tygodniowo w czasie całego badania (wyk. nr 3). Poziom maksymalny wynosił 37,6%. Odchylenie standardowe – 5,6%.

Próba badawcza nr 3. Zarażenie liści wzrastało w znacznie wolniejszym tempie niż w poprzednich próbach tj. średnio o ok. 0,38 p.p. tygodniowo (wyk. nr 4). Poziom maksymalny to 36,6%, a odchylenie standardowe 5,7%

Próba badawcza nr 4. Zarażenie liści rosło w tempie ok. 0,64 p.p. tygodniowo, aż do poziomu maksymalnego – 34% (wyk. nr 5). Odchylenie standardowe wyniosło 4,4%.

Próba badawcza nr 5. To druga z prób w której trend rozwoju alternariozy był ujemny (wyk. nr 6), choć nie aż tak wyraźnie jak w próbie badawczej nr 1. Spadek wynosił ok. 0,1 p.p. tygodniowo. Poziom maksymalny – 24,5%. Odchylenie standardowe było najniższe w całym badaniu - 2,8%.

Wzrost obiektów w próbach.

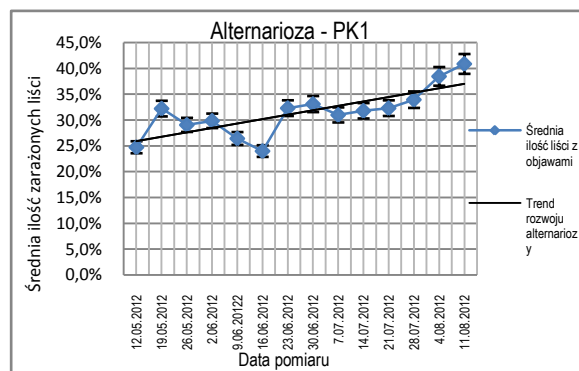
Przyrost wysokości w każdej próbie był podobny i wynosił średnio 10 cm/tydzień (wyk. nr 7). Nie zaobserwowałem żadnych istotnych anomalii.

Średnica owoców.

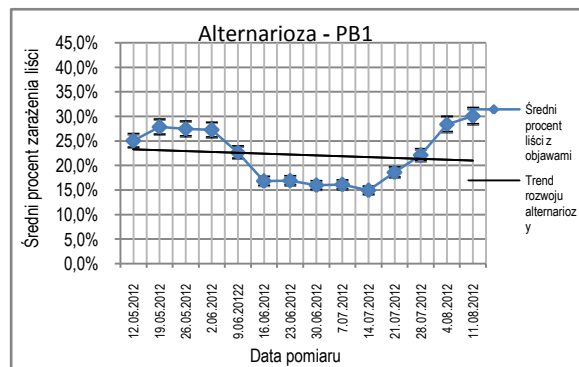
Średnica owoców przyrastała średnio o ok.: 0,62 cm/tydzień w próbie kontrolnej; 0,68 cm/tydzień w próbie badawczej nr 1; 1,09 cm/tydzień w próbie badawczej nr 2; 0,64 cm/tydzień w próbie badawczej nr 3; 0,66 cm/tydzień w próbie badawczej nr 4; 0,64 cm/tydzień w próbie badawczej nr 5 (wyk. nr 8). Ograniczenie rozwoju choroby poprzez stosowanie fungicydu i drożdży przyczyniło się do szybszego średniego, tygodniowego przyrostu średnicy owoców, ale nie sprawiło, że ostateczna ich średnica była wyższa niż w próbie kontrolnej.

Rozwój szarej pleśni na liściach i owocach.

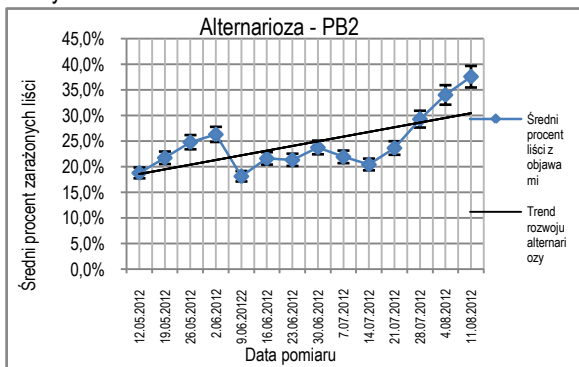
Od dnia 18 sierpnia, we wszystkich próbach, zaczęła się rozwijać szara pleśń. Na owocach w próbie badawczej 1 występowała w postaci, charakterystycznej dla szarej pleśni, widmowej plamistości (fot. nr 6), ale w pozostałych próbach jej



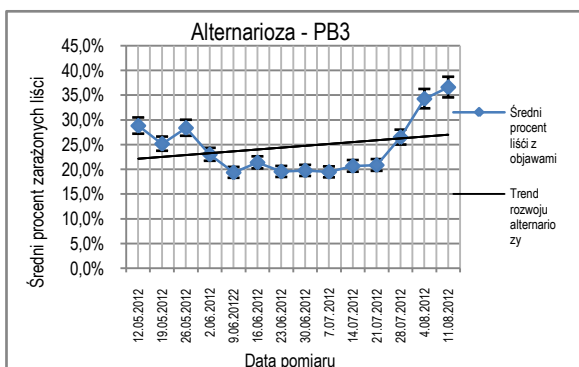
Wykres nr 1



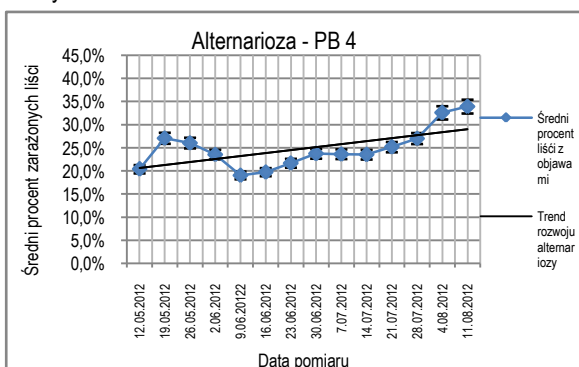
Wykres nr 2



Wykres nr 3



Wykres nr 4



Wykres nr 5

WYNIKI c.d.

objawy wobec owoców były bardziej wyniszczające (fot. nr 7).

Skutki wystąpienia szarej pleśni w zdecydowany sposób obniżyły jakość i ilość zbieranych owoców, ich przydatność do spożycia, oraz estetykę ich wyglądu.

Ale szara pleśń, w przeciwieństwie do alternariozy, nie miała znaczącego wpływu na przyrost średniej średnicy owoców w poszczególnych próbach.

Rozwój choroby na liściach był bardzo gwałtowny w próbach: kontrolnej, badawczej nr 2 i badawczej nr 4 – w ciągu trzech tygodni spowodowała ok. 94 - procentowe zarażenie ww. prób (tab. nr 1).

Natomiast najskuteczniejszy wobec szarej pleśni był fungicyd. Po trzech tygodniach stopień zarażenia liści wynosił 43% (fot. nr 5). Od samego początku występowania objawów szarej pleśni zauważyłem, że *Candida melibiosica* z adiuwantem, odznaczało się najwyższą skutecznością wśród prób, w których stosowałem drożdże. Tutaj stopień zarażenia liści po tym samym czasie wynosił ok. 49% (fot. nr 3). *Rhodotorula mucilaginosa* z adiuwantem, najskuteczniejsze wobec alternariozy nie okazały się tak efektywne w stosunku do szarej pleśni, o czym świadczy 80-procentowe porażenie liści już po trzech tygodniach (fot. nr 4, tab. nr 1). Po skończeniu badania, nadal prowadziłem obserwacje i opryskiwałem glebę roztworem olejku eterycznego.



Fot. nr 3 – szara pleśń (PB 3)

Próba/ data	28.8.2 012	4.9.20 12	11.9.2 012	18.9.2 012
PK	91,0	94,3	94,8	98,0
PB 1	21,6	30,8	37,1	43,3
PB 2	91,8	94,2	94,4	94,6
PB 3	42,3	44,7	47,5	49,4
PB 4	94,6	92,9	91,7	92,9
PB 5	53,1	69,4	79,6	80,0

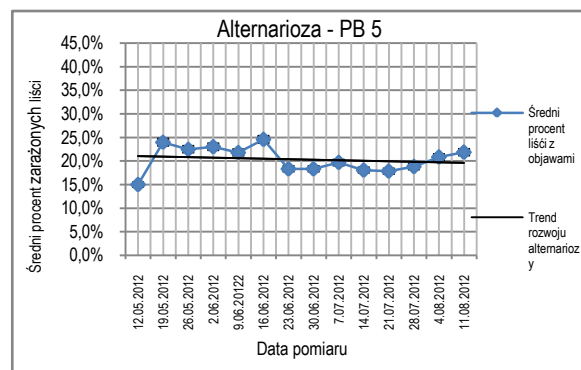
Tab. 1 – Procent liści z objawami szarej pleśni podczas badania



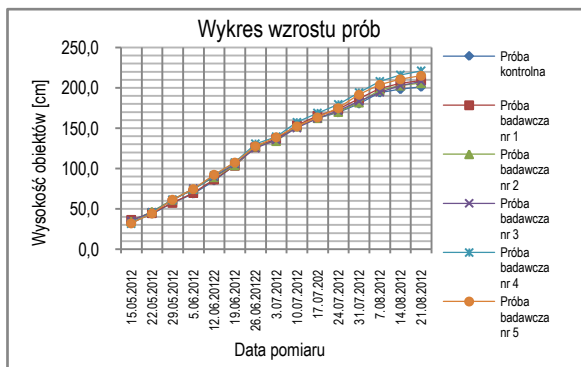
Fot. nr 4 – szara pleśń (PB 4)



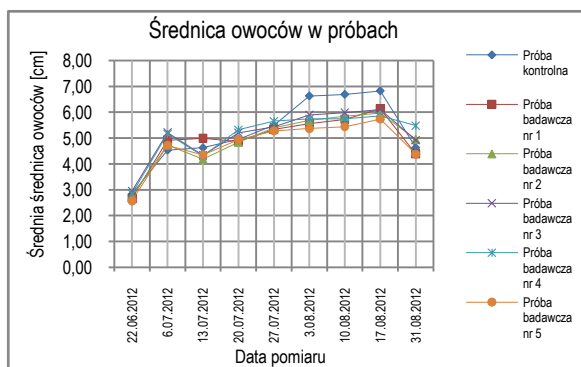
Fot. nr 5 – szara pleśń (PB 1)



Wykres nr 6



Wykres nr 7



Wykres nr 8



Fot. nr 6 – plamistość widmowa (PB 1)



Fot. nr 7 – zaawansowane stadium szarej pleśni (PB 5)

DYSKUSJA

Drożdże jako alternatywa dla fungicydów w pozbiorowej ochronie roślin zostały przedstawione w 1989 r. [13]. Od tego czasu, większość publikowanych prac dotyczyło ich możliwości, w tego typu ochronie roślin przed mykozami. Znacznie mniej opublikowano badań nad działaniem drożdży w okresie przedzbiorowym, chociaż potencjalną efektywność takiego postępowania już zasugerowano i prowadzono w tym kierunku badania [5]. Dlatego postanowiłem zbadać skuteczności *Candida melibiosica* i *Rhodotorula mucilaginosa* z adiuwantem wobec dwóch chorób podczas wegetacji. Takie działanie może ograniczyć zarówno rozwój chorób w czasie uprawy, jak i konieczność pozbiorowej ochrony plonów, w tym sensie, że wcześniejsze zastosowanie antagonisty daje mu więcej czasu na kolonizację całej rośliny, jeszcze przed pojawieniem się patogena grzybowego. To umożliwi też lepszą kontrolę choroby [5].

Wiadomo, że na liściach pomidora naturalnie występują drożdże z rodzaju *Rhodotorula*, które są uważane za endofityczne [7], a tym samym skuteczniejsze w kontroli patogenów grzybowych [4]. Przez to prawdopodobnie ich skuteczność w moim badaniu była wyższa, wobec alternariozy niż *C. melibiosica*. Z drugiej strony, wykazałem lepsze działanie, *R. mucilaginosa* z olejkim eterycznym, niż stosowanych bez niego, co oznacza, że adiuwant, jakiego użyłem dodatkowo wzmacniał ich antagonizm wobec alternariozy. Fakt, że poziom porażenia liści w próbie nr 5 był dużo niższy od tego poziomu w próbie leczonej fungicydem, wskazuje na wysoką skuteczność tej zawiesiny w kontrolowaniu alternariozy. Natomiast *C. melibiosica* z olejkim lepiej się sprawdzało, jako antagonist szarej pleśni, ale nie zaobserwowałem wyższej lub, chociaż porównywalnej z fungicydem efektywności tej zawiesiny. Same drożdże *Candida* wobec szarej pleśni były nieskuteczne, podobnie jak *Rhodotorula*.

Ponadto, *R. mucilaginosa* zdolne są do syntezy i wydzielania do środowiska syderoforów w postaci kwasu rodotorulowego, który wg Calvente'a i wsp. hamuje rozwój zarodników *Botrytis cinerea* [2]. Nie sądzę, że w przypadku mojego badania miało to jakieś znaczenie, gdyż próba pryskana zawiesiną *R. mucilaginosa* miała podobny procent porażenia liści jak próba kontrolna. Wpływ na to miała wilgotność powietrza [9], w tej próbie najwyższa w całym badaniu. Ten sam czynnik w próbach badawczych, spowodował niższą ostateczną średnicę owoców niż, w najlepiej wietrzanej próbie kontrolnej, gdzie ostateczna średnica owoców była najwyższa (wyk. nr 8).

Stosunkowo niska skuteczność drożdży i drożdży z adiuwantem wobec szarej pleśni, a wysoka wobec alternariozy, częściowo potwierdza postawioną we wstępie hipotezę.

Badania nad fungistatycznym działaniem olejku z drzewa herbacianego są dużo mniej zaawansowane, niż badania nad drożdżami, ale podane wyżej obserwacje, wskazują na ważną rolę wybranego przeze mnie adiuwantu w walce z dwiema chorobami. Zaobserwowana przeze mnie skuteczność olejku wobec szarej pleśni znajduje potwierdzenie w literaturze. Burgiel i Smągłowski [1] wykazali pełne hamowanie wzrostu kolonii *Botrytis cinerea* na pożywce, przez olejek z drzewa herbacianego w stężeniu 0,5% i częściowe w niższych stężeniach. Inne badania, potwierdziły przydatność preparatu Timorex (60% olejku) w ochronie pomidora przed zarazą ziemniaka [12]. Te wyniki, skłoniły mnie do sprawdzenia hipotezy o skuteczności drożdży z olejkim, w kontroli mykoz pomidora w uprawie pod osłonami. Pomimo tego, że udało mi się określić fungistatyczne właściwości olejku, to nie uzyskałem aż tak dużej skuteczności. Wobec tego, należałoby przeprowadzić nowe badania w uprawie roślin pod osłonami, z jego użyciem. Możliwe jest, że zastosowanie innego stężenia tego adiuwantu, w połączeniu ze stworzeniem jak najbardziej niekorzystnych dla grzyba warunków fizycznych, spowodowałoby mniejsze straty w uprawie.

Prawdopodobne jest, że w celu zapobiegania wystąpienia szarej pleśni, należałoby jeszcze efektywniej hamować alternariozę. Wysoka skuteczność fungicydu i jego trujące właściwości oraz nieszkodliwe, ale mniej skuteczne drożdże, być może pozwalają na integrację ochrony biologicznej drożdżami (*R. mucilaginosa* z olejkim najskuteczniejsze wobec alternariozy) i chemicznej - najskuteczniejszej wobec szarej pleśni. Takie działanie mogłoby obniżyć ilość używanych, trujących fungicydów, przy jednoczesnym utrzymaniu podobnego stopnia kontroli obydwu chorób.

Kolejnym aspektem może być regularne stosowanie drożdży z olejkim lub samego olejku,

bezpośrednio na powierzchnię gleby, po zakończeniu okresu wegetacyjnego roślin. Wiadomo, że zalegają tam obumarłe resztki roślin, a wraz z nimi zarodniki zarówno *Alternaria solani* i *Botrytis cinerea*.

Takie postępowanie mogłoby przyczynić się do ograniczenia ich liczby w glebie i jednocześnie osłabienia ich patogenności, ponieważ całkowite wyeliminowanie ich występowania, jest praktycznie niemożliwe. Tym samym, w następnym okresie wegetacyjnym, posadzone rośliny, rosły by na glebie, na której liczebność zarodników obu grzybów i ich zdolność do kolonizacji rośliny, (a tym samym ich fitopatogenność), byłaby obniżona w stosunku do poprzedniego roku. Udowodniono, że *Rhodotorula glutinis* hamowała rozwój zarodników *Botrytis cinerea* na martwym materiale roślinnym [3], dlatego warto zbadać działanie *Rhodotorula mucilaginosa* z olejkim pod tym samym kątem. To, w połączeniu z dalszym stosowaniem drożdży z adiuwantem, być może pozwoliłoby na uzyskiwanie plonów w większej ilości i lepszej jakości, co jest oczywistym i głównym celem prowadzenia upraw.

Ze względu na to, że olejek jest skutecznym adiuwantem w walce z mykozami, wartym uwagi obszarem badań mogło by być określenie dokładnego wpływu olejku eterycznego z drzewa herbacianego na same drożdże i opisanie, w jaki sposób wzmacnia ich antagonizm. Zrozumienie oraz wyjaśnienie fizjologicznych zależności między drożdżami a olejkim, a następnie zbadanie ich roli zarówno w procesach kolonizacji różnych części rośliny, jak i powstrzymywania rozwoju patogena grzybowego, w różnych warunkach fizykochemicznych, byłoby ważnym osiągnięciem. Takie badania, prowadzone na różnych gatunkach roślin uprawnych, w jeszcze większym stopniu przyczyniłyby się do poszerzenia wiedzy o antagonistycznych możliwościach tych organizmów. Umożliwiłyby także redukcję użycia syntetycznych, szkodliwych dla środowiska fungicydów.

Moje wyniki wykazały ponadto, że biorąc pod uwagę konieczność cotygodniowego oprysku drożdżami i fungicydem, nieco bardziej opłacalne jest stosowanie drożdży z olejkim eterycznym, niż środka Gwarant 500 SC.

Badania nad drożdżami jako skutecznymi antagonistami mykoz roślin, to wciąż zbyt mało poznany, choć rozwojowy temat. Kluczowe jest zwłaszcza wyjaśnienie molekularnych podstaw interakcji antagonista-patogen oraz wpływ adiuwantów, takich jak stosowany przeze mnie olejek eteryczny, na te interakcje i na efektywność samych drożdży.

Mam nadzieję, że przeprowadzone przeze mnie badanie przyczyni się do lepszego poznania tych zależności, gdyż ten interesujący zakres badań, może w znacznym stopniu przyczynić się do zmniejszenia strat w uprawach, powodowanych przez występowanie mykoz.

Cytowane piśmiennictwo:

1. Burgiel Z.J., Smagłowski M. (2008). Fugistatyczne własności olejku z drzewa herbacianego. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych z. 529, 13-18.
2. Calvente V., de Orleano ME, Sansone G., Benuzzi D., Sanz de Tosetti MI (2001). Effect of nitrogen source and pH on siderophore production by *Rhodotorula* strains and their application to biocontrol of phytopathogenic moulds. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology* 26, 226 – 229.
3. Elad Y., Kohl J., Fokkema N.J. (1994). Control of infection and sporulation of *Botrytis cinerea* on bean and tomato by saprophytic yeasts. *Phytopathology* 84, 1193-1200.
4. El-Tarabily K.A., Sivasithamparam K. (2006). Potential of yeasts as biocontrol agents of soil-borne fungal plant pathogens and as plant grow promoters. *Mycoscience* 47, 25-35.
5. Ippolito A., Nigro F. (2000). Impact of preharvest application of biological control agents on postharvest diseases of fresh fruits and vegetables. *Crop Protection* 19, 715-723.
6. Kordowska-Wiater M. (2011). Drożdże jako czynniki ochrony biologicznej roślin. *Postępy Mikrobiologii* 50,2, 107-119.
7. Larran S., Monaco C., Alippi HE (2001). Endophytic fungi in leaves of *Lycopersicon esculentum* Mill. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 17, 181-184.
8. Li R., Zhang H., Liu W., Zheng X. (2011). Biocontrol of postharvest gray and blue mould decay of apples with *Rhodotorula mucilaginosa* and possible mechanism of action. *International Journal of Food Microbiology* 146, 151-156.
9. Nawrocka B., Robak J., Ślusarski C., Macias W. (2006). Choroby i szkodniki pomidora w polu i pod osłonami. Wyd. Plantpress, Kraków.
10. Robiglio A., Sosa M.C., Lutz M.C., Lopes C.A., Sangorri M.P. (2011). Yeast biocontrol of fungal spoilage of pears stored at low temperature. *International Journal of Food Microbiology* 147, 211-216.
11. Saligkarias I.D., Gravanis F.T., Epton H.A.S. (2002). Biological control of *Botrytis cinerea* on tomato plants by the use of epiphytic yeasts *Candida guilliermondii* strains 101 and US 7 and *Candida oleophila* strain I-182: I. in vivo studies. *Biological Control* 25, 143-150.
12. Sobolewski J., Robak J., Ostrowska A. (2006). Potencjalne możliwości środków organicznych w ograniczaniu *Phytophthora infestans* na pomidorach w uprawie polowej I pod osłonami. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 46(2), 704-707.
13. Wilson C.L., Wisniewski M.E. (1989). Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables: an emerging technology. *Annual Review of Phytopathology* 27, 425-441.
14. Zhang H., Yang Q., Lin H., Ren X., Zhao L., Hou J. (2012). Phytic acid enhances biocontrol efficacy of *Rhodotorula mucilaginosa* against postharvest gray mold spoilage and natural spoilage of strawberries, *LWT – Food Science and Technology* 30, 1-6.