

ROZWÓJ GRZYBNI PLEŚNIAKA BIAŁEGO (*MUCOR MUCEDO*) FRESEN NA PIECZYWIE SKLEPOWYM I Z WYPIEKU WŁASNEGO

THE DEVELOPMENT OF *MUCOR MUCEDO* FRESEN ON SHOP BREAD AND HOMEMADE BREAD

Natalia Góralska

ABSTRACT

Saprophytes play an important role in the ecosystem. Recycling organic matter they implement elementary substances in biogeochemical cycles. Their role in the detritophagic chain, which consists in implementing elementary substances into the cycles, guarantees the release of numerous compounds which get into soil and are incepted by plants. Developing in the soil, mycelium covers the decayed area with a thick network of hyphae. Decomposition of the organic matter occurs in the environment and its products permeate into mycelium hypha through osmosis. Saprophytism of mould fungi causes much economic waste. Its development on food makes products inedible. The use of preservatives to prevent quick food decay is not safe for human life and health. The purpose of the study is to present the development of mould on bread treated with preservatives and on homemade, ecological bread. The results revealed that, despite the lack of preservatives, homemade bread stays fresh longer and saprophytic mycelium develops on it later than on bread treated with preservatives.

Słowa kluczowe: chleb, konserwanty, pleśnie, produkcja pieczywa

Key words: bread, preservatives, molds, bread production

Natalia Góralska, I Ogólnokształcące Liceum Akademickie im Janiny Kossakowskiej-Dębickiej w Kielcach, e-mail: natalia.goralska@onet.pl

Opiekun merytoryczny/*Guardian substantive*: dr hab. Małgorzata Anna Józwiak

Wprowadzenie

Pleśnie to grzyby saprofityczne. Rozkładając materię organiczną, czerpią substancje chemiczne niezbędne do przebiegu własnych procesów metabolicznych. Odgrywają istotną rolę w łańcuchu detrytofagicznym, ponieważ rozkładając martwą materię organiczną, uwalniają liczne, trafiające do gleby związki chemiczne niezbędne roślinom. Nitkowate grzybnie pokrywają rozkładane powierzchnie gęstą siecią strzępek, wykorzystując produkowane przez siebie enzymy – egzoce-lulazy. Rozkład materii organicznej odbywa się więc w środowisku, a produkty rozkładu przenikają osmo-

tycznie do strzępek grzybni (Danowski 2012). Niektóre gatunki pleśni żyją w symbiozie z roślinami. Ten rodzaj współżycia, oparty na obopólnych korzyściach, określany jest mianem mikoryzy (Balerstet i in. 2002). Ich rola w przyrodzie jest nieoceniona. Są reducentami, biorą udział w procesie samooczyszczania się zbiorników wodnych, powodują powstawanie próchnicy. Wykorzystywane są w lecznictwie, w przemyśle spożywczym, do wyrobu serów pleśniowych oraz jako dodatek do produktów mięsnych, poprawiając ich smak i aromat (ibidem).

Wiele pleśni powoduje psucie się produktów spożywczych, co generuje zarówno straty w magazynach

z żywnością, jak i zatrucia pokarmowe po spożyciu (Baran, Zabawski 1998). Podobnie jak drożdże pleśnie odkwaszają środowisko, fermentując kwas mlekowy (Gumińska, Wojewoda 1985). Często pojawiają się na przetworach mleczarskich: maśle, śmietanie, serach, powodując jełczenie, gnicie i gorzki posmak. Pospolita pleśnią rozwijającą się na produktach mleczarskich jest *Geotrichum candidum*, grzyb tworzący białawy nalot na powierzchni śmietany, zsiadłego mleka i twarogów oraz psujący kiszonki. Pleśnie powodują też psucie się piwa i wina (pleśnienie, śluzowacenie). Częste są pleśnie grzybów z rodzaju *Aspergillus*, *Penicillium* i *Mucor*, powodujące pleśnienie mięsa. Pleśnie również pieczywo w warunkach wysokiej temperatury i dużej wilgotności. Sprzyjające warunki do rozwoju pleśni to temperatura optymalna 20–25°C i kwaśne pH (ok. 3,5). Do najpospolitszych pleśni występujących na produktach spożywczych należą grzyby z rodzaju: *Mucor* – rozkładający cukry i żelatynę, występuje m.in. na owocach; *Rhizopus* – rozkłada żelatynę, produkuje kwas fumarowy i szczawowy; występuje m.in. na chlebie i owocach; *Byssoschlamys fulva* – występuje na owocach, rozkładając pektyny (składniki ścian komórkowych); *Geotrichum* – tworzy biały, puszysty nalot na mleku i jego przetworach oraz kwaszonkach; *Botrytis* – powoduje psucie się winogron; *Monillia* – wywołuje psucie się masła, serów, chleba, soków owocowych, wina i mięsa; *Aspergillus* – najpowszechniejszym gatunkiem jest *Aspergillus glaucus* występujący na wielu produktach, *Aspergillus niger* często występuje na owocach. Pleśń tę stosuje się do produkcji kwasu cytrynowego. *Penicillium* – dość częsta pleśń występująca na produktach spożywczych, niektóre gatunki z tego rodzaju wykorzystywane są przy dojrzewaniu serów; *Cladosporium* – często powoduje psucie się mięsa (*Cladosporium herbarum*).

Wiele pleśni wytwarza toksyny, które są szkodliwe i powodują zatrucia pokarmowe po spożyciu zepsutego produktu. Gatunki wytwarzające mykotoksyny to m.in. *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Rhizopus*, *Geotrichum*, *Monillia*. Powstają jedynie w odpowiednich warunkach, które są różne dla różnych gatunków i szczepów pleśni. Ważna jest obecność wody, odpowiednia temperatura i skład podłoża. *Aspergillus flavus* produkuje najwięcej toksyn w temp. 20°C, a już w 18°C produkcja całkowicie ustaje. Gatunkowi temu sprzyja również podłoże z ziaren zbóż i suszone owoce. W zależności od podłoża może być syntetyzowane kilka rodzajów toksyn.

Grzyby pleśniowe nie są obojętne dla zdrowia człowieka. Mogą powodować podrażnienie górnych dróg oddechowych a także wykazują działanie stymulujące

powstanie nowotworów. Pleśnie oddziałują negatywnie na układ nerwowy, mogą przyczynić się również do niewydolności nerek oraz spadku płodności zarówno u kobiet, jak i mężczyzn (Kryczyński, Weber 2011; Krzyściak i in. 2011),

Celem niniejszej pracy jest wykazanie rozwoju pleśni na pieczywie zabezpieczonym konserwantami i pieczywie pochodzącym z ekologicznego wypieku domowego.

Materiały i metody

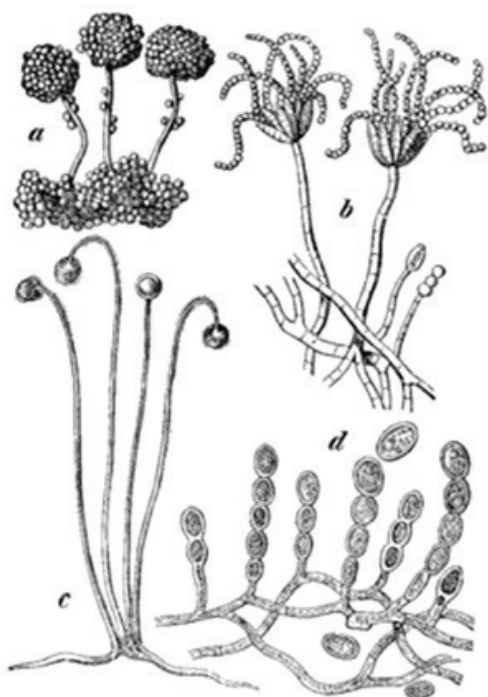
W prowadzonych badaniach dla porównania czasu rozwoju grzybni oraz oceny różnorodności gatunków rozwijających się grzybów na pieczywie użyto pieczywa pochodzącego w wypieku własnego, podczas produkcji którego nie stosowano konserwantów, i pieczywa produkowanego przemysłowo, przy produkcji którego stosuje się środki przedłużające trwałość produktu. W tym celu umieszczono lekko zwilżone kromki każdego z chlebów w dwóch przezroczystych, szczelnie zamkniętych naczyniach hodowlanych. Przygotowane próbki pozostawiono w zaciemnionej szafie laboratoryjnej. Obserwacje rozwoju grzybni prowadzono systematycznie co drugi dzień przez okres czterech tygodni. Podczas każdorazowej obserwacji mierzono temperaturę próbki i jej wilgotność miernikiem FLO 89000. Wyniki obserwacji zapisywano w tabeli zgodnie z poniższym wzorem oraz dokumentowano w postaci zdjęć.

Data obserwacji	Warunki hodowli	Obserwacje

Charakterystyka obiektu badań

Pleśniak biały (*Mucor mucedo* Fresen) to grzyb z gromady sprężniaków, należący do grupy grzybów saproficznych. Posiada grzybnie zbudowaną ze strzępek wielojądrowych, jest więc grzybem komórczakowym. Rozmnaża się płciowo, tworząc zygosporę, które są wielojądrowe. Na strzępkach sporangialnych wytwarza buławkowate zarodnie z zarodnikami (ryc. 1; fot 1, 2) (Balerstet i in. 2002). Rozmnażanie sprężniowców polega na łączeniu się dwóch identycznych morfologicznie gametangiów plusowego i minusowego. Pleśniak biały jest heterotaliczny. Jego plecha jest zróżnicowana na dwa typy (+) i (-). Proces płciowy zachodzi między plechami różnymi płciowo, jest to zygogamia (Danowski 2012) (ryc. 2). W warunkach naturalnych występują również szczepy niezróżnicowane płciowo, czyli

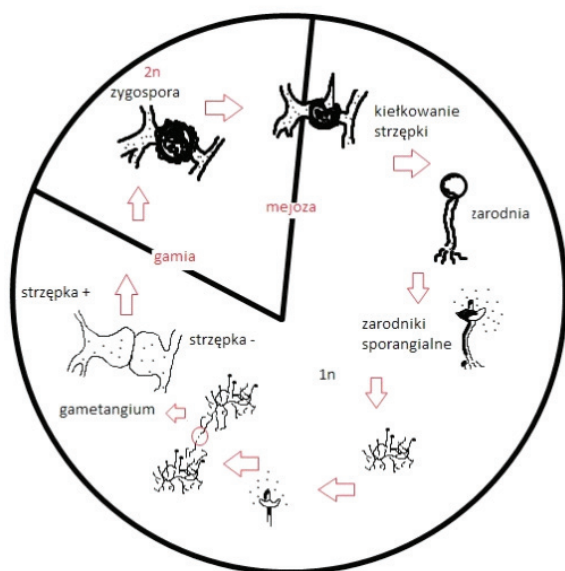
homotaliczne. Cechą budowy komórkowej grzyba jest obecność w ścianie komórkowej polisacharydu chityny. Grzybnia nie wytwarza aflatoksyn (Trząski 2000). Klasyfikację systematyczną przedstawia tabela 1.



Ryc. 1. Zarodnie i grzybnia pleśniaka

Fig. 1. Spores and fungus mycelium

Źródło/Source: <https://www.google.pl/search?q=zarodnie+i+grzybnia+ple%C5%9Bniaka+obrazy&hl>



Ryc. 2. Cykl rozwojowy pleśniaka

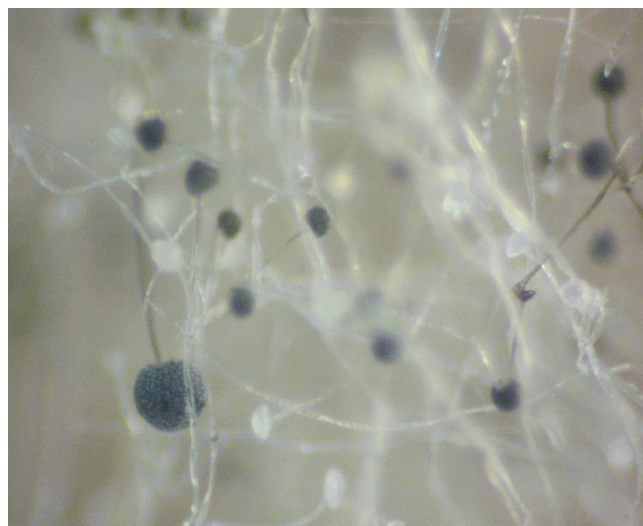
Fig. 2. Spores and fungus mycelium

Źródło/Source: <https://www.google.pl/search?q=zarodnie+i+grzybnia+ple%C5%9Bniaka+obrazy&hl>

Tabela 1. Klasyfikacja taksonomiczna pleśniaka

Table 1. Taxonomic classification of the fungus

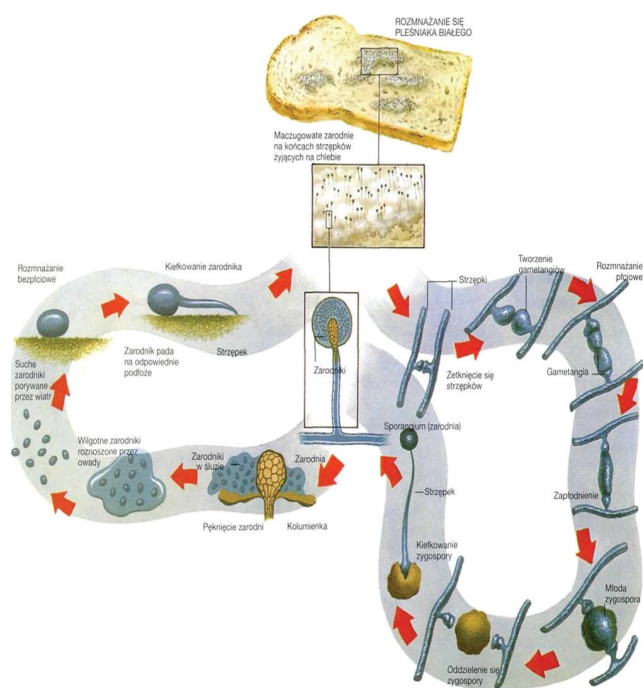
Królestwo	grzyby
Gromada	sprzężniaki
Klasa	incertae sedis
Rząd	pleśniakowce
Rodzina	pleśniakowate
Rodzaj	pleśniak
Gatunek	pleśniak biały, <i>Mucor mucedo</i> Fresen



Fot. 1, 2. Strzępki grzybnia wraz z zarodniami pleśniaka białego (*Mucor mucedo* Fresen) (fot. N. Góralska)

Photo 1, 2. Mushroom mycelium with white fodder spores (*Mucor mucedo* Fresen) (Photo. N. Góralska)

Podłożem organicznym, na którym rozwija się, szybko wykształcając charakterystyczne, buławkowe zarodnie, jest pieczywo (ryc. 3). Zachowuje wówczas wszystkie etapy przebiegu cyklu rozwojowego. Bogate w węglowodany podłoże sprzyja rozwojowi grzyba i rozkładowi materii organicznej (Hamelman 2013; Manka 2005).



Ryc. 3. Etapy rozwoju grzybni pleśniaka na pieczywie
Fig. 3. Phases of mycelium fungus growth on bread

Konserwanty stosowane podczas wypieku pieczywa na drodze przemysłowej

Podczas produkcji pieczywa na skalę przemysłową stosuje się liczne konserwanty. Najczęściej ich działanie wpływa niekorzystnie na stan zdrowia człowieka, niemniej znajdują one szerokie zastosowanie, ponieważ przedłużają świeżość produktu. Do najpowszechniej stosowanych konserwantów utrzymujących pieczywo w stanie świeżości oraz zabezpieczających przed rozwojem grzybów pleśniowych i bakterii należą:

E-280 – kwas propionowy. Jest związkiem naturalnie występującym w organizmie człowieka i zwierząt. Może być wytwarzany na drodze fermentacji serów. Zarówno sam kwas propionowy, jak i jego sole: sodowa E-281 oraz wapniowa E-282, skutecznie hamują rozwój pleśni, drożdży i bakterii laseczki ziemniaczanej. Bakteria powoduje śluzowacenie i ciągliwość pieczywa, dlatego związki te znalazły zastosowanie w piekarstwie do przedłużania trwałości wyrobów. Kwas propionowy i jego pochodne są dobrze metabolizowane w organizmie człowieka;

E 124 – czerwien koszenilowa. Występuje w kolorowych napojach alkoholowych, lodach, wyrobach piekarniczych i cukierniczych, deserach, budyniu w proszku. Konserwant ten jest niebezpieczny dla astmatyków, może również powodować nadpobudliwość nerwową u dzieci;

E 951 – aspartan spotykany w napojach bez cukru,

dietetycznych produktach mlecznych, sokach owocowych bez cukru, deserach bez cukru, wyrobach cukierniczych, piwie bezalkoholowym, galaretkach, konserwach rybnych, pieczywie, płatkach zbożowych. Działanie jego może powodować białaczkę, choroby układu nerwowego, raka płuc, raka piersi. Niewskazany dla osób w wrażliwym przewodzie pokarmowym;

diocetan sodu (E262) – najczęściej stosowany do wyrobu pieczywa tostowego. Jest popularnym konserwantem przedłużającym świeżość chleba (Statham 2012).

Zastosowanie konserwantów uzasadniane jest koniecznością nakładu czasu na proces transportu i dowozu pieczywa do miejsca przeznaczenia, a następnie jego dostępności, ale jednocześnie stwarza ryzyko wpływu tych środków na organizm. Ma to znaczenie ze względu na ilość spożywanego przez człowieka pieczywa. Należy zadać pytanie, czy możliwa jest produkcja pieczywa bez zastosowania środków chemicznych przedłużających jego świeżość.

Produkcja chleba żytniego na naturalnym zakwasie jest procesem wieloetapowym. Wymaga spełnienia kilku warunków, ale efekt spełnia wszelkie wymogi zdrowotne dla tego produktu spożywczego. Przygotowanie zakwasu z ciepłej wody i mąki żytniej w celu zapoczątkowania fermentacji, a następnie podtrzymanie procesu fermentacji mlekowej w powstałym zakwasie trwa około 12 godzin. Zostaje przerwany wysoką temperaturą, a dodanie ciepłej wody, mąki żytniej i wodnego roztworu soli kończy proces wytwarzania pieczywa „ekologicznego”.

Wyniki

Badania prowadzone w równoległych terminach i jednakowo przebiegających warunkach temperatury i wilgotności powietrza wykazały podobne tempo rozwoju grzybni pleśniaka na pieczywie przemysłowym i pochodzącym z wypieku własnego. Biały nalot na powierzchni obu testowanych podłoży, rozpoczynający intensywny rozrost grzybni sporangialnych, pojawił się w tym samym czasie (trzy doby po rozpoczęciu eksperymentu). Podobnie czasowo pojawiły się jasne, młode przezroczyste zarodnie (między siódmą a ósmą dobą eksperymentu) oraz ciemne zarodnie w pełni dojrzałe (między dziewiątą a dziesiątą dobą) (tab. 3, 4). Całkowite przerośnięcie podłoża następowało sukcesywnie, a grzybnia wypełniła naczynie hodowlane. Warunki laboratoryjne zapewniały średnią temperaturę 20,65°C zarówno dla pieczywa przemysłowego, jak i z wypieku domowego oraz odpowiednio średnią wilgotność dla pieczywa przemysłowego 77,36% i wypieku domowego – 77,47%.

Tabela 2. Hodowla pleśni na pieczywie z wypieku przemysłowego. Data założenia hodowli: 25.01.2017
 Table 2. Cultivation of molds on bread baking from industrial banking. Date of establishment: 25.01.2017

Data obserwacji	Warunki hodowli	Obserwacje
25.01	Temperatura: 19°C Wilgotność: 80%	Brak grzybni
28. 01	Temperatura: 20°C Wilgotność: 81%	Biały nalot grzybni układający się punktowo na powierzchni próbki pieczywa
31.01	Temperatura: 21°C Wilgotność: 78%	Rozwój grzybni na całej powierzchni próbki
3.02	Temperatura: 21°C Wilgotność: 78%	Pojawienie się jasnych, przeźroczystych zarodni
6.02	Temperatura: 22°C Wilgotność: 80%	Grzybnia przerasta całą powierzchnię próbki wykształcając liczne młode zarodnie, w części środkowej pleśni strzępki sporangialne zakończone ciemnymi, dojrzałymi zarodniami
9.02	Temperatura: 21°C Wilgotność: 77%	Rozwój strzępek wegetatywnych następuje poza podłożem, w całej przestrzeni prowadzenia hodowli
12.02	Temperatura: 21°C Wilgotność: 76%	Pełny rozwój strzępek grzybni, widoczny stopniowy rozkład pieczywa
15.02	Temperatura: 22°C Wilgotność: 75%	Wyraźne ciemnienie plechy wynikające z dużej ilości dojrzałych zarodni
18.02	Temperatura: 21°C Wilgotność: 77%	Bardzo dobry rozwój grzybni pleśniaka, rozwój nowych kolonii, odmiennych gatunkowo
21.02'	Temperatura: 20°C Wilgotność: 80%	Zażółcenia podłoża nowym gatunkiem pleśni. Rozwijający się nowy gatunek grzyba przyjmuje charakterystyczny kształt kolonii w postaci równo ułożonych okręgów
24.02	Temperatura: 20°C Wilgotność: 81%	Rozwój nowego gatunku na powierzchni pieczywa, powstawanie kolonii o sinoniebiskim zabarwieniu
28.02	Temperatura: 21°C Wilgotność: 76%	powstawanie kolonii z jasnymi strzępkami bez widocznych zarodni o charakterystycznie rozluźnionych strzępkach
3.03	Temperatura: 21°C Wilgotność: 74%	Rozwój kolonii z jasnymi strzępkami
6.03	Temperatura: 19°C Wilgotność: 70%	Rozwój kolonii z jasnymi strzępkami

Tabela 3. Hodowla pleśni na pieczywie z wypieku domowego. Data założenia hodowli: 25.01.2017
 Table 3. Cultivation of mold on baked bread. Date of establishment: 25.01.2017

Data obserwacji	Warunki hodowli	Obserwacje
25.01	Temperatura: 19°C Wilgotność: 80%	Brak grzybni
28.01	Temperatura: 20°C Wilgotność: 81%	Biały nalot ułożony punktowo na powierzchni pieczywa
31.01	Temperatura: 21°C Wilgotność: 78%	Rozwój grzybni na 2/3 powierzchni próbki
3.02	Temperatura: 21°C Wilgotność: 78%	Rozwój grzybni na całej powierzchni próbki. Pojawienie się jasnych, przeźroczystych zarodni
6.02	Temperatura: 22°C Wilgotność: 80%	Grzybnia przerasta całą powierzchnię próbki. Strzępki sporangialne z dojrzałymi zarodniami i liczne młode zarodnie rozwijają się w części środkowej pleśni
9.02	Temperatura: 21°C Wilgotność: 77%	Rozwój strzępek wegetatywnych następuje poza podłożem, w całej przestrzeni naczynia laboratoryjnego prowadzenia hodowli
12.02	Temperatura: 21°C Wilgotność:	Pełny rozwój strzępek grzybni, widoczny stopniowy rozkład pieczywa
15.02	Temperatura: 22°C Wilgotność: 75%	Wyraźne ciemnienie plechy wynikające z dużej ilości dojrzałych zarodni.
18.02	Temperatura: 21°C Wilgotność: 77%	Bardzo dobry rozwój grzybni pleśniaka, wyglądem przypomina brudną watę
21.02	Temperatura: 20°C Wilgotność: 80%	Stały rozwój grzybni z licznymi zarodniami
24.02	Temperatura: 20°C Wilgotność: 81%	Stały rozwój grzybni z licznymi zarodniami
28.02	Temperatura: 21°C Wilgotność: 76%	Stały rozwój grzybni z licznymi zarodniami
3.03	Temperatura: 21°C Wilgotność: 74%	Stały rozwój grzybni z licznymi zarodniami
6.03	Temperatura: 19°C Wilgotność: 70%	Stały rozwój grzybni z licznymi zarodniami



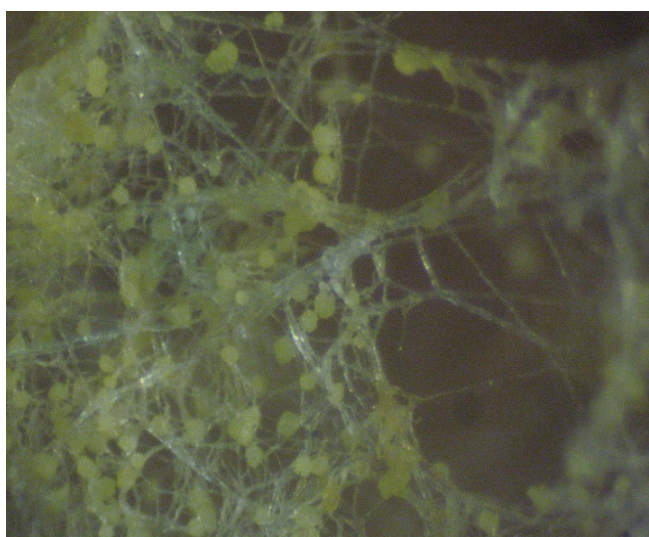
Fot. 3. Grzybnia na pieczywie przemysłowym (fot. N. Góralska)

Photo 3. Mycelium on industrial bread (Photo N. Góralska)



Fot. 4. Grzybnia na pieczywie domowym (fot. N. Góralska)

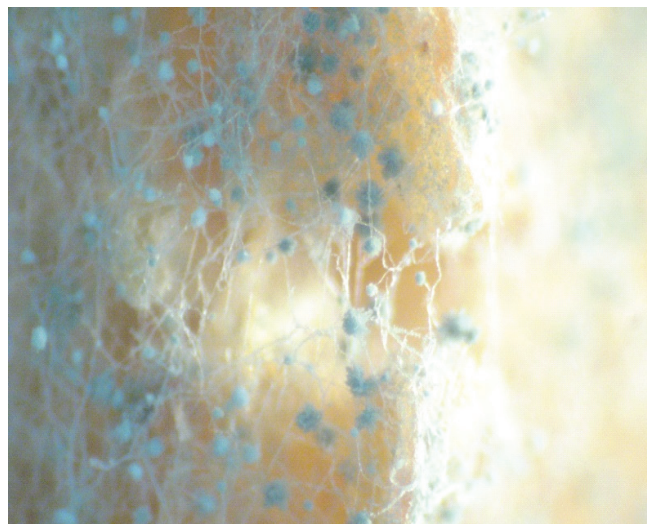
Photo 4. Mycelia on home bakery (Photo N. Góralska)



Fot. 5. *Aspergillus flavus* (fot. N. Góralska)

Photo 5. *Aspergillus flavus* (Photo N. Góralska)

Gatunek grzybów z rodziny Trichocomaceae, występujący na całym świecie, głównie w rejonach tropikalnych (Marcinkowska 2012). Tworzy kolonie koloru żółtego, szybko ciemniejące do zielonego. Główki konidioforów mają promienisty układ zarodników. Struktury zarodnikotwórcze mają układ dwurzędowy i pokrywają całą główkę. Zarodniki są zielonawe, okrągłe.



Fot. 6. Kropidlak popielaty (*Aspergillus fumigatus* Fresenius) (fot. N. Góralska)

Photo 6. *Aspergillus fumigatus* Fresenius (Photo N. Góralska)

Kropidlak popielaty (*Aspergillus fumigatus* Fresenius) – grzyb z rodziny Trichocomaceae. Gatunek kosmopolityczny, występujący na całym świecie. Tworzy wolno wzrastające kolonie o filcowatej strukturze, po fałdowane, koloru białego, przechodzące do zielonego, niebieskiego czasem szarego. Główki konidioforów mają kolumnowy układ zarodników. Układ strzępek końcowych jest jednorzędowy. Zarodniki są okrągłe lub okrągławe (Krzyściak i in. 2011).



Fot. 7. Rozłóżek czerniejący *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.) Vuill.) (fot. N. Góralska)

Photo 7. *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.) Vuill.) (Photo N. Góralska)

Rozłóżek czerniejący (*Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.) Vuill.). Grzyb należący do sprężniaków (*Zygomycota*). Występuje w glebie, na owocach, warzywach i na produktach spożywczych, powodując ich pleśnienie. Tworzy nitkowate plechy, początkowo białe, potem z widocznymi brązowoczarnymi zarodnikami (sporangia). Rozprzestrzenia się na podłożu długimi strzępkami, stolonami. Zarodnie wyrastają na sporangioforach.

Podsumowanie

Grzyby pleśniowe odgrywają w przyrodzie bardzo ważną rolę. Saprofity żyją na martwych szczątkach organicznych, roślinnych lub zwierzęcych, i rozkładają materię organiczną, zapobiegając w ten sposób gromadzeniu się martwych resztek. Dzięki temu uczestniczą w procesach glebotwórczych, wzbogacają i użyźniają gleby. Liczna grupa grzybów saprofitycznych dokonuje selekcji drzew, powodując gnicie drewna. Spełniają zatem rolę reducentów w przyrodzie. Odgrywają istotną rolę w detrytofagicznym łańcuchu pokarmowym. Są pokarmem dla wielu leśnych zwierząt – jeleni, saren, dzików, wiewiórek. Wchodzą w liczne typy oddziaływań międzygatunkowych.

Rozwijają się na różnych typach podłoży. Do ich rozwoju wystarczy dostęp do materii organicznej i wilgoć. Wykazują dużą odporność na chemiczne toksyny środowiskowe.

Przeprowadzone badania miały na celu wykazanie skuteczności grzybobójczych konserwantów stosowanych w przedłużaniu konsumpcyjnej wartości pieczywa przemysłowego. Wykonano badania porównawcze rozwoju grzybni na pieczywie, w produkcji którego stosuje się konserwanty, i na pieczywie wypieku domowego, bez zastosowania konserwantów. Wyniki badań dowiodły brak skuteczności środków konserwujących, a nawet – co należy wyjaśnić w toku dalej podjętych badań – powstanie sprzyjających warunków do rozwoju wielu innych gatunków oprócz typowych dla tego typu podłoży.

Na pieczywie z wypieku domowego rozwinęła się grzybnia pleśniaka białego (fot. 4).

Rozwój grzybni nastąpił w tym samym czasie co w przypadku pieczywa przemysłowego, tj. w trzecim dniu od rozpoczęcia eksperymentu (tab. 3, 4).

Warunki temperatury w obu eksperymentach były podobne i dla wilgotności mieściły się w przedziale 80–70%, dla temperatury 19–22°C (tab. 3, 4).

Pieczywo z wypieku domowego było dobrym podłożem do rozwoju jednego gatunku grzyba pleśniowego, grzybni *Mucor mucedo* (fot. 3, 4).

Na pieczywie z wypieku przemysłowego rozwinęły

się cztery gatunki grzybów: *Mucor mucedo*, *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus* (fot. 5, 6, 7).

Zastosowanie konserwantów i środków przedłużających świeżość produktu nie spełniły oczekiwanej roli.

Literatura

- Balerstet J., Lewiński W., Prokop J., Sabath K., Skirmuntt G., 2002. Biologia 1 zakres rozszerzony. Rumia: Wyd. Operon.
- Baran E., Zabawski J. 1998. Charakterystyka części występujących grzybów chorobotwórczych i grzybów oportunistycznych z podgromad: Zygomycotina, Ascomycotina i Deuteromycotina. w: Zarys mikologii lekarskiej. E. Baran (red.). Wrocław: Volumed, s. 98. ISBN 83-85564-17-9
- Danowski J. 2012. Biologia repetytorium dla maturzystów i kandydatów na uczelnie medyczne 2. Warszawa, Wyd. Medyk.
- Gumińska B., Wojewoda W., 1985. Grzyby i ich oznaczenie. Warszawa, Wyd. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne.
- Hamelman J. 2013. Chleb. Wyd. Buchmann.
- Kryczyński S., Weber Z. (red.), 2011. Fitopatologia. t. 2. Choroby roślin uprawnych. Poznań: PWRiL, s. 284, 285. ISBN 978-83-09-01077-7.
- Krzyściak P., Skóra M., Macura A.B., 2011. Wrocław: Atlas grzybów chorobotwórczych człowieka. Med-Pharm Polska. ISBN 978-83-60466-80-3.
- Manka K., 2005. Fitopatologia leśna. Warszawa: PWRiL, ISBN 83-09-01793-6.
- Marcinkowska J., 2012. Oznaczanie rodzajów grzybów sensu lato ważnych w fitopatologii. Warszawa: PWRiL, ISBN 978-83-09-01048-7.
- Statham B., 2012. E213 tabele dodatków i składników chemicznych, czyli wiesz, co jesz. Poradnik konsumentów. Wyd. RM
- Trząski L., 2000. Szkolny słownik biologiczny. Katowice, Wyd. Videograf II.

STRESZCZENIE

Grzyby saprofityczne odgrywają istotną rolę w ekosystemie. Rozkładając materię organiczną, wprowadzają pierwiastki w cykle biogeochemiczne. Ich rola w łańcuchu detrytofagicznym, polegająca na wprowadzaniu pierwiastków w obiegi, gwarantuje uwalnianie licznych związków, które trafiając do gleby pobierane są przez rośliny. Grzybnie rozwijające się w podłożu pokrywają rozkładane powierzchnie gęstą siecią strzępek. Rozkład materii organicznej odbywa się więc w środowisku, a produkty rozkładu przenikają osmotycznie do strzępek grzybni (Balerstet i in 2002). Saprofityzm grzybów pleśniowych powoduje liczne straty gospodarcze. Rozwijając się na produktach spożywczych, czynią je niezdatnymi do spożycia. Zapobieganie szybkiemu psuciu się pokarmów, polegające na stosowaniu konserwantów, jest bezpieczne dla życia i zdrowia człowieka (Baran 1998). Celem niniejszej pracy jest wykazanie rozwoju pleśni na pieczywie zabezpieczonym konserwantami i pieczywie pochodzącym z ekologicznego wypieku domowego. Otrzymane wyniki wykazały, że mimo braku konserwantów pieczywo domowe dłużej zachowuje świeżość, a grzybnie saprofityczne rozwijają się na nim później niż na pieczywie z konserwantami. Stwierdzono ponadto, że na pieczywie pochodzącym z wypieku przemysłowego rozwinęły się cztery gatunki grzybów pleśniowych, natomiast na pieczywie z wypieku własnego tylko jeden *Mucor mucedo*. Wnioskować należy, że stosowanie konserwantów nie spełnia założonej roli, a stanowić może jedynie potencjalne zagrożenie dla zdrowia człowieka.