



**OCENA WYSTĘPOWANIA CHORÓB INFEKCYJNYCH I IDENTYFIKACJA
PATOGENÓW W WYBRANYCH PIECZARKARNIACH NA TERENIE KRAJU**

Autorzy:

dr inż. Joanna Szumigaj-Tarnowska

mgr Joanna Augustyniak

mgr inż. Zbigniew Uliński

Opracowanie przygotowane w ramach zadania celowego nr 7.2:

„Opracowanie technologii produkcji warzyw i grzybów jadalnych w systemie ekologicznym”

finansowanego przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi

Skierniewice, 2022

Spis treści

1. Wstęp	3
2. Cel zadania	3
3. Metody badań	3
4. Wyniki	5
5. Podsumowanie	11

1. Wstęp

Uprawa pieczarki *Agaricus bisporus* prowadzona jest w klimatyzowanych halach w warunkach wysokiej wilgotności i temperatury, co stwarza dogodne warunki dla rozwoju patogenów grzybowych i bakteryjnych. Ekologiczna uprawa pieczarek jest szczególnie narażona na pojawienie się chorobotwórczych patogenów. Regularne monitorowanie nasilenia chorób pieczarki jest konieczne, aby skutecznie ograniczyć rozwój chorób. Istotne znaczenie ma poznanie epidemiologii chorób i źródeł pochodzenia zarodników grzybów patogenicznych.

2. Cel zadania

Celem zadania był monitoring wybranych pieczarkarni na terenie kraju pod kątem występowania chorób infekcyjnych pieczarek, a także ocena stanu sanitarnego pieczarkarni i identyfikacja patogenów chorobotwórczych.

3. Metody badań

W roku 2022 monitoringiem objęto łącznie 8 pieczarkarni o powierzchni uprawy od 1200 do 18000 m² oraz o różnym poziomie wyposażenia technicznego. W każdym zakładzie znajdowało się od 4 do 36 hal uprawowych o różnej powierzchni (tabela 1).

Tabela 1. Wykaz monitorowanych pieczarkarni.

Lp.	Lokalizacja / Województwo	Powierzchnia uprawy (m ²)
1	Mazowieckie	6000
2	Mazowieckie	3200
2	Mazowieckie	1500
4	Łódzkie	1200
5	Łódzkie	6800
6	Łódzkie	5500
7	Łódzkie	18000
8	Łódzkie	12000

Ocenę nasilenia występowania chorób infekcyjnych oraz stan sanitarny zakładów realizowano przez wizytowanie zakładów pieczarkarskich, prowadzenie badań ankietowych, obserwację upraw oraz kontrolę mikrobiologiczną powierzchni i sprzętów używanych w pieczarkarni wykonywaną metodą odciskową.

Monitoring chorób pieczarki prowadzono metodą wizualną polegającą na rozpoznaniu objawów chorobowych powodowanych przez poszczególne patogeny. W sytuacjach wątpliwych, do badań pobierano tkanki porażonych owocników pieczarki i prowadzono obserwację pod mikroskopem bądź przeprowadzono badania laboratoryjne. Pobrane tkanki porażonych grzybów wykładano na szalki z pożywką mikrobiologiczną i inkubowano w temperaturze 23–24°C przez 2–5 dni, a następnie prowadzono obserwację makro- i mikroskopową wyrastających mikroorganizmów.

W celu monitorowania czystości mikrobiologicznej zakładów pieczarkarskich pobierano odciski z powierzchni posadzek, ścian, regałów, drzwi i sprzętów używanych w pieczarkarni z wykorzystaniem płytek kontaktowych Rodac. Płytki następnie umieszczano w temperaturze 23–24°C przez 2–5 dni. Po wyrośnięciu kolonii grzybów, prowadzono ich obserwacje makro- i mikroskopową.

Do oceny stanu zdrowotnego upraw i sanitarnego obiektów stosowano skalę 1–4, gdzie:

- 1 – to poziom bardzo niski, czyli znaczne nasilenie chorób w większości upraw, powodujący znaczne straty finansowe, niedostateczna czystość i higiena obiektu
- 2 – to poziom dostateczny, czyli dość silne nasilenie chorób w większości upraw, powodujący umiarkowane straty finansowe, dostateczne dbanie o czystość i higienę obiektu
- 3 – to poziom dobry, czyli zmienne nasilenie chorób występujących w uprawach, powodujących cyklicznie niewielkie straty finansowe, zachowana czystość w obiekcie i przestrzegane procedury mycia i dezynfekcji
- 4 – to poziom bardzo dobry, czyli niewielkie bądź sporadycznie występujące choroby w uprawach, nie mające istotnego wpływu na plonowanie; zachowania wysokie standardy praktyki produkcyjnej.

W celu oceny poziomu higieny w zakładach zastosowano skalę 1–3, gdzie:

- 1 – higiena niedostateczna – brak wystarczającej higieny lub nie przestrzeganie jej podstawowych zasad, brak porządku w zakładzie
- 2 – higiena dobra – przeprowadzanie systematycznej dezynfekcji i zachowanie względnego porządku w halach i korytarzach komunikacyjnych
- 3 – higiena bardzo dobra – zapewnienie wysokich standardów w poszczególnych procesach produkcji, bardzo staranne przestrzeganie higieny w miejscu prac, systematyczne mycie korytarzy i hal, porządek w obiekcie, utrzymywanie czystości w otoczeniu hal i zakładu.

4. Wyniki

W trakcie wizyt w gospodarstwach oceniano stan zdrowotny upraw, tj. porażenie upraw przez patogeny oraz stan sanitarny obiektów.

Ocena sanitarna zakładów pieczarkarskich

Przy ocenie stanu sanitarnego i zdrowotnego pieczarkarni uwzględniano następujące elementy:

- obecność i nasilenie chorób infekcyjnych
- dezynfekcja i higiena, tj. częstotliwość mycia posadzek, używanie chemicznej dezynfekcji w obiekcie, czystość korytarzy komunikacyjnych i hal uprawowych
- występowanie muchówek.

Wyniki przeprowadzonych obserwacji i ocenę stanu sanitarnego obiektów przedstawiono w tabeli 2. Wykazano, że monitorowane pieczarkarnie zachowują wysoki poziom sanitarny. Stan czterech zakładów oceniono na bardzo dobry, tj. taki, w którym zachowywane są wszystkie standardy dobrej praktyki produkcyjnej, przestrzegane są zasady higieny w miejscu prac, a hale korytarze i otoczenie wokół obiektu utrzymywane w czystości. W pozostałych czterech zakładach stan sanitarny oceniono na dobry, czyli taki gdzie stwierdzono ogólny stan obiektu i hal zadowalający, w zakładach tych przeprowadzano dezynfekcję chemiczną oraz zachowywano porządek, ale na niższą ocenę sanitarną obiektu wpłynęło zachowanie porządku wokół obiektu oraz występowanie muchówek bądź chorób infekcyjnych w uprawach. Tylko w trzech zakładach nie stwierdzono występowania muchówek,

w pozostałych muchówki występowały często lub sporadycznie, w zależności od stanu zdrowotności upraw, a także pory roku.

Ogólna ocena stanu zdrowotnego badanych pieczarkarni była w zakresie od 2 do 4, czyli stan zakładów był dostateczny/dobry (5 zakładów) lub bardzo dobry (3 zakłady) (tabela 2). Bardzo dobrym stanem zdrowotności upraw charakteryzowały się dwa duże zakłady pieczarkarskie i jeden mniejszy o powierzchni 6800 m². Można stwierdzić, że zachowanie wysokich standardów produkcyjnych wraz z systematycznym parowaniem obiektów po zakończonym cyklu pozwoliło osiągnąć najwyższą ocenę zdrowotności upraw. W pozostałych przypadkach ocena kształtowała się na poziomie 2/3 i 3, przy czym w zakładach tych parowanie hal było przeprowadzane mniej systematycznie, okazjnie i tylko w przypadku dużego nasilenia chorób, bądź wcale. Można przyjąć, że wpływ na zdrowotność upraw miała w dużej mierze skuteczność przeprowadzanej dezynfekcji, ale także stan techniczny zakładu, wyposażenie i stan substratów wykorzystywanych do uprawy grzybów (Tabela 2).

Tabela 2. Ocena sanitarna monitorowanych obiektów pieczarkarskich.

Lp.	Pow. uprawy (m ²)	Występowanie muchówek / skala problemu 1-3*	Dezynfekcja chemiczna / ocena poziomu higieny (skala 1-3)**	Ocena zdrowotności upraw (skala 1-4)**
1	6000	+ / 2	+ / 2	3
2	3200	+ / 2	+ / 3	3
3	1500	- / 2	+ / 2	2/3
4	1200	- / 2	+ / 2	3
5	6800	+ / 2	+ / 3	4
6	5500	+ / 2	+ / 2	3
7	18000	- / 1	+ / 3	4
8	12000	+ / 2	+ / 3	4

* 1 – brak muchówek, 2 – muchówki występujące w zależności od pór roku, 3 – stała obecność muchówek w zakładzie

** wg skali ocen podanych w metodyce

Ocena zdrowotności upraw – występowanie chorób infekcyjnych

Prowadzony monitoring zakładów pieczarkarskich miał na celu także określenie nasilenia występowania poszczególnych chorób infekcyjnych w uprawie grzybów. Obserwacje obejmowały uprawy na różnym etapie produkcji, tj. od założenia do trzeciego rzutu owocników i dotyczyły wszystkich upraw prowadzonych w danym zakładzie.

Wyniki prowadzonych ankiet z producentami oraz obserwacji występowania chorób w uprawach i stopnia ich występowania w monitorowanych ośmiu pieczarkarniach przedstawiono w tabeli 3.

W każdej z pieczarkarni występowała sucha zgnilizna. Nasilenie występowania tej choroby w uprawach wynosiło od 40% do 70%. Wyniki wskazują, że w niektórych zakładach sucha zgnilizna pojawia się prawie w każdym cyklu uprawowym, a średnia częstotliwości występowania suchej zgnilizny w uprawach wynosi 52,5%. Daktylium pojawiało się również w każdej pieczarkarni, jednak częstotliwość występowania tej choroby była niższa i wystąpiła w 30% upraw. Biała zgnilizna pojawiała się od 10 do 30% upraw, a w dwóch pieczarkarniach choroba nie wystąpiła. Zielona pleśń, w odróżnieniu do roku ubiegłego, pojawiała się prawie w każdej pieczarkarni, a częstotliwość jej występowania w uprawach wynosiła 10,6%. Analiza morfologiczna grzybów wywołujących zielone pleśnie w uprawach wskazuje, że są to izolaty niepatogeniczne, występujące na okrywie w trakcie drugiego lub trzeciego rzutu. Jednakże pojawiające się w większym nasileniu powodują objawy plamistości na owocnikach pieczarki.

W roku 2022 częściej, niż w roku 2021, zgłaszano objawy chorobowe pieczarki charakteryzujące się brązowieniem kapeluszy grzybów bądź zahamowaniem wzrostu grzybów, wskazujące na choroby wirusowe pieczarki.

Tabela 3. Występowanie chorób infekcyjnych w badanych pieczarkarniach.

Obiekt	Częstotliwość występowania danej choroby w uprawach (%)				
	Sucha zgnilizna	Daktylium	Biała zgnilizna	Zielona pleśń	Choroby bakteryjne/ wirusowe
1	+ / 50%	+ / 20%	+ / 25%	-	+ / 10%
2	+ / 60%	+ / 30%	+ / 10%	+ / 10%	+ / 5%
3	+ / 40%	+ / 30%	+ / 20%	+ / 15%	+ / 10%
4	+ / 70%	+ / 40%	+ / 25%	-	-
5	+ / 50%	+ / 20%	+ / 20%	+ / 30%	+ / 5%
6	+ / 60%	+ / 40%	+ / 30%	+ / 20%	+ / 5%
7	+ / 40%	+ / 30%	-	-	-
8	+ / 50%	+ / 30%	-	+ / 10%	-
średnia	52,5%	30,0%	16,3%	10,6%	5,6%

W ramach zadania przeprowadzono obserwacje występowania poszczególnych chorób w 36 uprawach (Tabela 4). Sucha zgnilizna została wykryta w 78% upraw, daktylium w 50%, a biała zgnilizna i zielone pleśnie nieagresywne pojawiły się w około 30% upraw z różnym nasileniem. Choroby bakteryjne pojawiły się w 3 uprawach, co stanowiło 8,3% analizowanych upraw (Tabela 4).

Stwierdzono, że choroby występowały w niewielkim nasileniu, natomiast większość analizowanych upraw zostało porażonych do 15% powierzchni. Sucha zgnilizna wystąpiła w 28 z 36 monitorowanych upraw, przy czym powierzchnia 10 upraw była porażona od 15 do 30%, a jednej powyżej 30%. Daktylium stwierdzono w 18 uprawach, z czego w trzech objawy chorobowe występowały na 15 do 30% powierzchni uprawy. W przypadku białej zgnilizny i zielonej pleśni stwierdzono, że nasilenie tych chorób było porównywalne, bowiem infekcje wystąpiły odpowiednio w 11 i 12 uprawach, w większości na mniejszej powierzchni. Choroby bakteryjne bądź wirusowe wystąpiły w trzech uprawach, w dwóch miały większe nasilenie do około 30%.

Tabela 4. Nasilenie występowania chorób grzybowych i bakteryjnych w 36 uprawach pieczarki.

Choroba	Procent powierzchni uprawy z objawami porażenia					Porażone uprawy	
	< 5%	6-15%	16-30%	31-50%	> 50%	liczba	%
Sucha zgnilizna	0	17	10	1	0	28	77,8
Daktylium	1	15	3	0	0	18	50,0
Biała zgnilizna	0	5	6	0	0	11	30,5
Zielona pleśń	3	6	3	0	0	12	33,3
Bakteriozy/ Mumioowość/ Wirusy	0	1	2	0	0	3	8,3

Choroby najczęściej rozwijały się pod koniec drugiego rzutu (ponad 70% upraw), na części upraw pojawiały się w rzucie pierwszym bądź trzecim (odpowiednio 10 i 20%).

Intensywny rozwój chorób w drugim rzucie prowadził najczęściej do zakończenia uprawy pieczarki, ze względu na duże zagrożenia dla pozostałych upraw prowadzonych w obiekcie. Zielona pleśń nieagresywna pojawiająca się pod koniec drugiego rzutu bądź

w rzucie trzecim nie stanowiła większego zagrożenia dla uprawy. W dwóch uprawach obserwowano rozwój choroby bakteryjnej na początku drugiego rzutu, co stanowiło duże straty w plonie ze względu na uzyskany niski jakościowo plon pieczarki.

Czystość mikrobiologiczna zakładów pieczarkarskich

W ramach badań czystości mikrobiologicznej zakładów pieczarkarskich pobierano odciski z powierzchni oraz sprzętów używanych w pieczarkarni. Wyrastające grzyby identyfikowano, a wyniki zestawiono w tabeli 5.

Łącznie analizowano 135 płytek kontaktowych pobranych z zakładów, na których zidentyfikowano 18 różnych rodzajów grzybów oraz drożdże (30,4% płytek).

Grzyby patogeniczne były rzadko izolowane, bowiem grzyb *Lecanicillium fungicola*, wywołujący suchą zgniliznę stwierdzono na 3 płytkach z 135 próbek, a grzyby wywołujące białą zgniliznę (*Mycogone perniciosa*) i daktylium (*Cladobotryum* sp.) stwierdzono na pojedynczych płytkach. Patogeny były wyizolowane z kłamki oraz półek w halach, w których wystąpiło wysokie porażenie daną chorobą.

Wśród grzybów konkurencyjnych najczęściej identyfikowany był rodzaj *Trichoderma* sp. – 16,3% płytek, a pozostałe 4 rodzaje były wyizolowane z około 3% próbek. Obecność grzybów *Trichoderma* spp. w tym środowisku może niepokoić, gdyż wśród nich mogą pojawiać się gatunki agresywne w stosunku do grzybni pieczarki. Obecność tych drobnoustrojów często skłania producentów do przeprowadzania dokładnej dezynfekcji zakładu, ze zwróceniem uwagi na miejsca, które mogą być źródłem zarodników. Pozostałe izolowane grzyby odpowiedzialne są za wywoływanie śniedzi pieczarki (grzyby z rodzaju *Chrysosporium*) oraz gipsówki (grzyby z rodzaju *Scopulariopsis*). Grzyby te łatwo kolonizują podłoże pieczarkowe.

Wśród grzybów saprofitycznych najczęściej były izolowane z rodzaju *Penicillium* (45,9%), *Cladosporium* (32,6%), *Mucor* (25,2%) i *Epiccocum* (9,6%). Grzyby te są bardzo powszechne w środowisku naturalnym, tj. w glebie, wodzie, powietrzu, rosną na łatwo dostępnych węglowodanach, zasiedlają obumarłe tkanki roślinne, ale też występują licznie na powierzchniach stałych w obiektach budowlanych. Są zatem bardzo pospolitym zakażeniem powierzchni płaskich, ścian i narzędzi, ale również słomy i okrywy torfowej. Badania czystości mikrobiologicznej skrzynek do zbioru owocników i hali, w której następuje

segregacja grzybów wykazały zanieczyszczenia grzybami saprofitycznymi, ale nie stwierdzono obecności patogenów pieczarki.

Analiza poszczególnych obiektów pieczarkarskich wykazuje, że w większości pobieranych odcisków z powierzchni to próbki zainfekowane grzybami powszechnie występującymi w powietrzu i na obiektach budowlanych. W zależności od stopnia stanu sanitarnego obiektu analizowane płytki były obficie porośnięte mikroflorą grzybową wskazującą na skażenie mikrobiologiczne, bądź pozostawały czyste (18,5% płytek), czyli były niezasiadłe przez drobnoustroje. Takie próbki pozyskiwane ze ścian lub regałów w halach uprawowych świadczą o skuteczności stosowanych zabiegów dezynfekcyjnych.

Tabela 5. Grzyby wyizolowane z płytek odciskowych z badanych zakładów pieczarkarskich.

Lp.	Rodzaj grzyba	Liczba płytek (szt./135)	Częstotliwość wykrywania (%)
Patogeny			
1	<i>Lecanicillium fungicola</i>	3	2,2
2	<i>Cladobotryum dendroides</i>	1	0,7
3	<i>Mycogone perniciosa</i>	1	0,7
Grzyby konkurencyjne			
1	<i>Trichoderma</i> spp.	22	16,3
2	<i>Chrysosporium</i>	4	3,0
3	<i>Scopulariopsis</i>	5	3,7
4	<i>Scedosporium</i>	5	3,7
Saprofity			
1	<i>Penicillium</i>	62	45,9
2	<i>Cladosporium</i>	44	32,6
3	<i>Mucor</i>	34	25,2
4	<i>Epicoccum</i>	13	9,6
5	<i>Alternaria</i>	9	6,7
6	<i>Aspergillus</i>	5	3,7
7	<i>Rhizopus</i>	5	3,7
8	<i>Absidia</i>	4	3,0
9	<i>Fusarium</i>	2	1,5
10	<i>Neurospora</i>	2	1,5
11	<i>Stachybotrys</i>	1	0,7
12	drożdże	41	30,4
13	Płytki mikrobiologicznie czyste	25	18,5

5. Podsumowanie

1. Badania obejmowały monitoring poziomu dezynfekcji zakładów pieczarkarskich oraz stan zdrowotności upraw w ośmiu pieczarkarniach.
2. Poziom dezynfekcji jako bardzo dobry, czyli taki gdzie zachowane są wszelkie standardy dobrej praktyki produkcyjnej, wykazano w czterech pieczarkarniach, w pozostałych poziom dezynfekcji był dobry.
3. Ogólna ocena stanu zdrowotnego badanych pieczarkarni była bardzo dobra (3 zakłady) oraz dobra.
4. Monitoring występowania i nasilenia chorób w uprawach wykazał, że najczęściej występującą chorobą jest sucha zgnilizna i daktylium. Nasilenie występowania ww. infekcji w uprawach wynosiło odpowiednio 30–60% i 20–40%. Biała zgnilizna występowała od 10 do 20% upraw, przy czym w jednej pieczarkarni nie stwierdzono tej choroby.
5. Analiza występowania poszczególnych chorób infekcyjnych w 36 uprawach wykazała, że sucha zgnilizna pojawiła się w blisko 77,8% upraw, daktylium w 50%, a biała zgnilizna oraz zielone pleśnie nieagresywne w 30% upraw.
6. Choroby pojawiały się w większości upraw w niewielkim nasileniu, porażając do 15% powierzchni.
7. Badania czystości mikrobiologicznej obiektów wykazały, że spośród grzybów konkurencyjnych najczęściej izolowany był rodzaj *Trichoderma* sp., a następnie *Chrysosporium*, *Scopulariopsis* i *Scedosporium*.
8. Grzyby patogeniczne były bardzo rzadko izolowane i tylko z hali, w których wystąpiło wysokie porażenie suchą zgnilizną i daktylium.