

A survey of the sanitary conditions and the occurrence of infectious diseases on Polish mushroom farms

Ocena występowania chorób i stanu sanitarnego w polskich pieczarkarniach

Czesław Ślusarski, Zbigniew Uliński, Joanna Szumigaj-Tarnowska

Summary

In 2010 and 2011, 67 mushroom farms were surveyed and 203 mushroom production cycles were analysed. In only 13% of the surveyed farms, the hygienic status was classified as very good and in 34% of cases as good. Only about 33% of farms performed steaming of growing rooms after each production cycle, whereas this treatment has never been done on the majority of farms (57%). The predominant disease on surveyed farms was dry bubble (*Verticillium fungicola*), and its occurrence amounted to 91% and 76% of all production cycles in 2010 and 2011, respectively. The mean incidence of wet bubble (*Mycogone perniciosa*), cobweb (*Cladobotryum dendroides*), green mould (*Trichoderma aggressivum* f. *europaeum*) and bacterial diseases (mainly *Pseudomonas tolaasii*) amounted to 29, 45, 23 and 11% of analysed production cycles, respectively. The data obtained were subjected to the multiple regression analysis to assess the influence of several independent variables, such as growing area, frequency of steaming, phase of the compost, sanitary conditions on the farm, number of flushes, sum of disease loci and of particular diseases on the yield of white button mushroom.

Key words: *Agaricus bisporus*, disease incidence, mushroom farm, questionnaire survey, sanitary conditions

Streszczenie

W latach 2010–2011 monitorowano stan sanitarny w 67 pieczarkarniach oraz na podstawie analizy 203 cykli uprawowych oceniano nasilenie występowania najważniejszych chorób pieczarki. W 13% zakładów stan sanitarny oceniono jako bardzo dobry, a w 34% jako dobry. Parowanie hal uprawowych po każdym cyklu uprawy wykonywano w około 33% zakładów, natomiast w 57% zakładów nigdy tego zabiegu nie było. W latach 2010 i 2011 dominującą chorobą była sucha zgnilizna (*Verticillium fungicola*), wystąpiła odpowiednio w 91 i 76% cykli uprawowych. Średnie porażenie upraw pieczarki w latach badań przez daktylium (*Cladobotryum dendroides*), białą zgniliznę (*Mycogone perniciosa*), zieloną pleśń (*Trichoderma aggressivum* f. *europaeum*) oraz bakteriozy (głównie rdzawa plamistość) wynosiło odpowiednio: 29, 45, 23 i 11% analizowanych cykli produkcyjnych. Zebrane dane poddano analizie regresji wielokrotnej w celu oceny, w jakim stopniu zmienne niezależne takie, jak: powierzchnia uprawy, częstotliwość parowania, faza kompostu, stan sanitarny obiektu, liczba rzutów owocników, suma ognisk chorobowych oraz poszczególne choroby wpływają na plon pieczarki.

Słowa kluczowe: *Agaricus bisporus*, badania ankietowe, choroby pieczarki, stan sanitarny, zakład produkcji pieczarek

Institut Ogrodnictwa
Samodzielna Pracownia Grzybów Uprawnych
Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice
czeslaw.slusarski@inhort.pl

Wstęp / Introduction

Z analizy światowej literatury, przeprowadzonej przez Woodhall i wsp. (2009) wynika, że bezpośrednią patogeniczność w stosunku do pieczarki dwuzarodnikowej (*Agaricus bisporus*) wykazuje 19 gatunków grzybów, 11 gatunków bakterii oraz pięć gatunków wirusów. Wykazano, że przynajmniej 59 gatunków grzybów saprotroficznych (tzw. grzyby-chwasty) ma zdolność do kolonizacji kompostu pieczarkowego i/lub ziemi okrywowej, a tym samym wywoływania znacznych strat plonu na drodze konkurencji o składniki odżywcze. O pojawianiu i rozprzestrzenianiu się chorób w uprawach pieczarki w znacznym stopniu decyduje ogólny stan sanitarny w obiekcie oraz zakres podejmowanych działań profilaktycznych.

Obecnie w uprawie pieczarek, w różnych regionach świata za najczęściej występujące i najgroźniejsze uważane są cztery choroby: sucha zgnilizna (*Verticillium fungicola*), biała zgnilizna (*Mycogone perniciosa*), daktylium (*Cladobotryum dendroides*) oraz agresywna zielona pleśń, wywoływana w Europie przez *Trichoderma aggressivum* f. *europaeum*, a na kontynencie amerykańskim przez *T. aggressivum* f. *aggressivum* (Fletcher i Gaze 2008; Grogan 2008; Largeteau i Savoie 2010). W polskich pieczarkarniach agresywna zielona pleśń jest stosunkowo nową i bardzo groźną chorobą, jej pojawienie się w kraju po raz pierwszy odnotowano w roku 2002 (Maszkiewicz 2006). Znacznie wcześniej – już w latach 1985–1986, choroba ta wystąpiła w nasileniu epidemicznym w Irlandii i Szkocji, powodując olbrzymie straty ekonomiczne i załamanie się produkcji pieczarek (Seaby 1998). Częstotliwość i nasilenie występowania poszczególnych chorób jest zróżnicowane w różnych krajach i w latach. Na przykład w Polsce, podobnie jak w innych krajach europejskich, za najgroźniejszą i najczęstszą chorobę pieczarki uważana jest sucha zgnilizna (Damińska 2007), podczas gdy w niektórych krajach, np. Serbii (Glamočilija i wsp. 2008), czy też w pewnych rejonach Indii (Sharma i Kumar 2000), najczęściej występującą chorobą jest biała zgnilizna. Częstotliwość i nasilenie występowania najważniejszych gospodarczo chorób infekcyjnych w polskich pieczarkarniach nie jest dostatecznie dokładnie rozpoznane. Prace nad nasileniem występowania chorób grzybowych w uprawach pieczarki w Polsce prowadziły między innymi, Jaworska i Nadolnik (2000), Błażej i Tekiel (2002) oraz Tekiel (2005). Badania tych autorek ograniczały się do przeprowadzenia doświadczeń w pojedynczych pieczarkarniach komercyjnych w rejonie Rzeszowa. W Samodzielnej Pracowni Grzybów Uprawnych Instytutu Ogrodnictwa podjęto badania, których celem była ocena stanu sanitarnego i nasilenia występowania chorób grzybowych i bakteryjnych w zakładach pieczarkarskich w różnych rejonach kraju, a także próba oszacowania wpływu kilku czynników uprawowych i technicznych oraz stanu sanitarnego obiektów na zdrowotność upraw i plon pieczarek.

Materiały i metody / Materials and methods

W dwuletnich badaniach, monitoringiem objęto łącznie 67 zakładów pieczarkarskich w 10 województwach, z cze-

go 42 obiekty oceniano w roku 2010 i 25 w roku 2011. Zbieranie danych polegało na prowadzeniu badań ankietowych oraz pozyskiwaniu informacji podczas wizytowania zakładów pieczarkarskich. W tym celu opracowano ankietę, która składa się z części A i części B, i obejmuje łącznie około 30 pytań. Część A wypełniana jest w monitorowanym zakładzie raz w roku, natomiast część B w kolejnych cyklach uprawy w danym roku. W pierwszym i drugim roku badań przeanalizowano odpowiednio 94 i 109 cykli produkcyjnych.

Nasilenie występowania suchej zgnilizny, białej zgnilizny, daktylium, nieagresywnej zielonej pleśni (wywoływanej przez inne gatunki niż *T. aggressivum*) oraz chorób bakteryjnych oceniano na podstawie średniej liczby ognisk chorobowych na 10 m² powierzchni uprawy, określanej w sześciu przedziałach klasowych liczebności (od < 1 do > 500), podanych w tabelach 2. i 3. Nasilenie występowania agresywnej zielonej pleśni i mumiwatości, z uwagi na odmienny przestrzenny układ objawów, oceniano procentem powierzchni uprawy z objawami porażenia. Przy ocenie ogólnego stanu sanitarnego pieczarkarni (w skali 1–4, gdzie: 1 – niedostateczny, 4 – bardzo dobry) uwzględniano, między innymi, następujące elementy: częstotliwość parowania hal uprawowych, częstotliwość mycia posadzek, częstotliwość chemicznej dezynfekcji w obiekcie, procentowy udział skrzynek z wtórnego obiegu, czystość otoczenia hal uprawowych, obecność mat dezynfekcyjnych oraz występowanie muchówek.

W celu statystycznej oceny wpływu różnych czynników uprawowych i technicznych oraz stanu sanitarnego obiektów na zdrowotność upraw i plon pieczarek, dane zgromadzone w każdym roku prowadzenia monitoringu poddawano analizie regresji wielokrotnej, uwzględniając pięć zmiennych niezależnych w jednej analizie. Obliczenia przeprowadzono programem Statistica, wersja 8.0 PL.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Powierzchnia uprawy w monitorowanych gospodarstwach była bardzo zróżnicowana. Spośród 67 łącznie analizowanych pieczarkarni, w 24 z nich (35,8%) powierzchnia uprawy wynosiła poniżej 1000 m², również w 24 zakładach (35,8%) powierzchnia uprawy wynosiła od 1000 do 2500 m², w 12 (17,9%) od 2500 do 5000 m², w 4 (6,0%) od 5000 do 10 000 m² oraz w 3 zakładach (4,5%) areal uprawy przekraczał 10 000 m².

W analizowanych zakładach stan sanitarny był zróżnicowany (oceniany w skali 1–4). W trakcie monitoringu prowadzonego w latach 2010–2011 udział zakładów pieczarkarskich charakteryzujących się bardzo dobrym i dobrym stanem sanitarnym był bardzo podobny, i wynosił odpowiednio: 47,6 i 48% (tab. 1). W roku 2010 parowanie hal uprawowych po każdym cyklu produkcyjnym (tzw. gotowanie) wykonywano tylko w 12 zakładach (z 42 monitorowanych), co stanowi 28,6%, w 4 pieczarkarniach (9,5%) parowanie wykonywano sporadycznie, natomiast aż w 26 pieczarkarniach (61,9%) nigdy nie wykonywano tego zabiegu. Spośród 25 zakładów analizowanych w roku 2011, parowanie pomieszczeń (4%) parowanie wykonywano 3–4 razy rocznie, spora-

Tabela 1. Ocena ogólnego stanu sanitarnego w monitorowanych zakładach pieczarkarskich
Table 1. Appraisal of general sanitary conditions on monitored mushroom farms

| Stan sanitarny Sanitary status | 2010 | | 2011 | |
|-----------------------------------|-----------------|------|-----------------|-----|
| | zakłady – farms | | zakłady – farms | |
| | liczba – number | [%] | liczba – number | [%] |
| Bardzo dobry – Very good | 5 | 11,9 | 4 | 16 |
| Dobry – Good | 15 | 35,7 | 8 | 32 |
| Dostateczny – Satisfactory | 19 | 45,3 | 10 | 40 |
| Niedostateczny – Insufficient | 3 | 7,1 | 3 | 12 |

Tabela 2. Występowanie chorób grzybowych i bakteryjnych w 94 cyklach uprawy pieczarek, w roku 2010
Table 2. Occurrence of fungal and bacterial diseases in 94 production cycles of white button mushroom, in 2010

| Choroba Disease | Liczba ognisk chorobowych na powierzchni 10 m ² Number of disease loci per 10 m ² | | | | | | Porażone uprawy Affected cycles | |
|----------------------------------|--|------|-------|--------|---------|-------|------------------------------------|------|
| | < 1 | 1–10 | 11–30 | 31–100 | 101–500 | > 500 | liczba – number | [%] |
| Sucha zgnilizna Dry bubble | 3 | 44 | 10 | 16 | 13 | 0 | 86 | 91,5 |
| Biała zgnilizna Wet bubble | 5 | 19 | 12 | 7 | 0 | 0 | 43 | 45,7 |
| Daktylium Cobweb | 9 | 22 | 5 | 3 | 0 | 0 | 39 | 41,5 |
| Zielona pleśń* Green mould* | 2 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | 19,1 |
| Bakteriozy Bacterial diseases | 2 | 4 | 7 | 0 | 0 | 0 | 13 | 13,8 |

| Choroba Disease | procent powierzchni uprawy z objawami porażenia percentage of affected growing area | | | | | porażone uprawy affected cycles | |
|------------------------------|--|------|-------|-------|------|------------------------------------|------|
| | < 5 | 6–15 | 16–30 | 31–50 | > 50 | liczba – number | [%] |
| <i>T. aggressivum</i> | 8 | 3 | 2 | 0 | 0 | 13 | 13,8 |
| Mumiowatość Mummy disease | 6 | 3 | 0 | 0 | 0 | 9 | 9,6 |

*formy nieagresywne na okrywie – non-aggressive forms on casing

dycznie uprawowych po każdym cyklu uprawy wykonywano tylko w 10 zakładach, co stanowi 40%, w jednej pieczarkarni w dwóch zakładach (8%), a w aż 12 pieczarkarniach (48%) nigdy nie stosowano tego zabiegu.

Na podstawie 94 ankiet opisujących cykle uprawy pieczarek analizowanych w roku 2010, przeprowadzono analizę metodą regresji wielokrotnej, aby oszacować wpływ następujących zmiennych niezależnych na plon owocników pieczarki: wielkość powierzchni uprawy w m² (x1), częstotliwość wykonywania parowania (x2), faza kompostu (x3), suma ognisk chorobowych (dla średnich klasowych) (x4) i liczba rzutów owocników (x5). Otrzymano następujące równanie:

$$y = 0,000062x_1 - 0,032x_2 + 3,72x_3 - 0,0155x_4 + 2,415x_5 + 12,072$$

Sprawdzenie zmiennych niezależnych pod względem ważności statystycznej wykazało, że spośród zmiennych użytych w równaniu tylko zmienne x3 (faza kompostu)

i x4 (suma ognisk chorobowych) miały istotny wpływ na poziom plonu.

Wykorzystując dane z tych samych ankiet, przeprowadzono analizę metodą regresji wielokrotnej w celu oceny, w jakim stopniu wielkość powierzchni uprawy (x1), częstotliwość parowania (x2), faza kompostu (x3), ogólny stan sanitarny obiektu (x4) oraz liczba pieczarkarni w promieniu 2 km od monitorowanego obiektu (x5) wpływają na nasilenie porażenia uprawy przez choroby (zmienna zależna), wyrażone średnią sumą ognisk chorobowych. Otrzymano następujące równanie:

$$y = -0,0051x_1 + 35,36x_2 - 34,19x_3 + 148,52x_4 - 8,55x_5 - 402,84$$

W tym przypadku tylko ogólny stan sanitarny pieczarkarni (zmienna x4) istotnie wpływał na nasilenie występowania chorób w uprawie pieczarki.

Również dane zebrane w roku 2011 poddano analizie regresji wielokrotnej w celu statystycznej oceny wpływu ogólnego stanu sanitarnego obiektu (x1), częstotliwości wykonywania parowania (x2), fazy kompostu (x3), licz-

Tabela 3. Występowanie chorób grzybowych i bakteryjnych w 109 cyklach uprawy pieczarek, w roku 2011
Table 3. Occurrence of fungal and bacterial diseases in 109 production cycles of white button mushroom, in 2011

| Choroba Disease | Liczba ognisk chorobowych na powierzchni 10 m ² Number of disease loci per 10 m ² | | | | | | Porażone uprawy Affected cycles | |
|----------------------------------|--|------|-------|--------|---------|-------|------------------------------------|------|
| | < 1 | 1–10 | 11–30 | 31–100 | 101–500 | > 500 | liczba – number | [%] |
| Sucha zgnilizna Dry bubble | 7 | 27 | 5 | 14 | 22 | 8 | 83 | 76,1 |
| Biała zgnilizna Wet bubble | 0 | 12 | 0 | 1 | 3 | 0 | 16 | 14,7 |
| Daktylium Cobweb | 28 | 16 | 1 | 7 | 1 | 0 | 53 | 48,6 |
| Zielona pleśń* Green mould* | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 9,2 |
| Bakteriozy Bacterial diseases | 0 | 4 | 0 | 2 | 1 | 3 | 10 | 9,2 |

| Choroba Disease | procent powierzchni uprawy z objawami porażenia percentage of affected growing area | | | | | porażone uprawy affected cycles | |
|------------------------------|--|-------|--------|--------|-------|------------------------------------|------|
| | < 5% | 6–15% | 16–30% | 31–50% | > 50% | liczba – number | [%] |
| <i>T. aggressivum</i> | 9 | 11 | 2 | 9 | 2 | 33 | 30,3 |
| Mumiowatość Mummy disease | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 8,3 |

*Formy nieagresywne na okrywie – Non-aggressive forms on casing

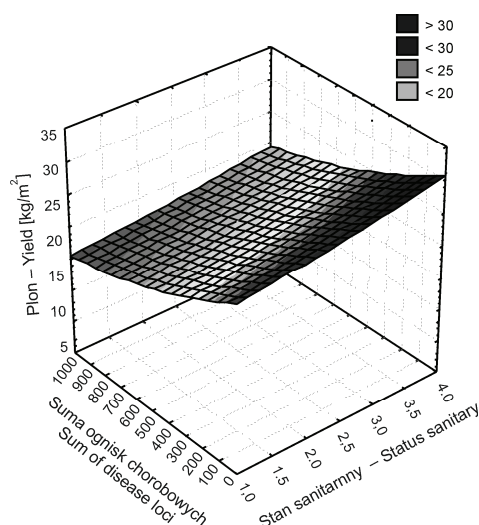
by rzutów owocników (x4) oraz sumy ognisk chorobowych (x5) na plon pieczarek (y). Pozwoliło to na skonstruowanie następującego równania regresji:

$$y = 1,664x_1 + 0,0558x_2 + 2,187x_3 + 3,788x_4 - 0,0026x_5 + 5,215$$

Z uwzględnionych w tym równaniu zmiennych niezależnych, tylko częstotliwość wykonywania parowania (x2) nie miała istotnego wpływu na plon. W opracowaniach dotyczących uprawy pieczarki, wyraźnie podkreśla się, że parowanie jest kluczowym zabiegiem fitosanitarnym i powinno stanowić stały element towarowej uprawy pieczarek (Sakson 2004; Szudyga 2005). Stąd też nieujawnienie się w obu latach badań statystycznie istotnej zależności między parowaniem hal uprawowych a plonem pieczarki oraz zdrowotnością uprawy, jest wynikiem dość zaskakującym. Jednakże wynik ten nie upoważnia do wniosku *sensu lato* o zbędności tego zabiegu w pieczarkarstwie. Zmienność plonu pieczarki w największym stopniu zależała od ogólnego stanu sanitarnego obiektu oraz od sumy ognisk chorobowych (rys. 1).

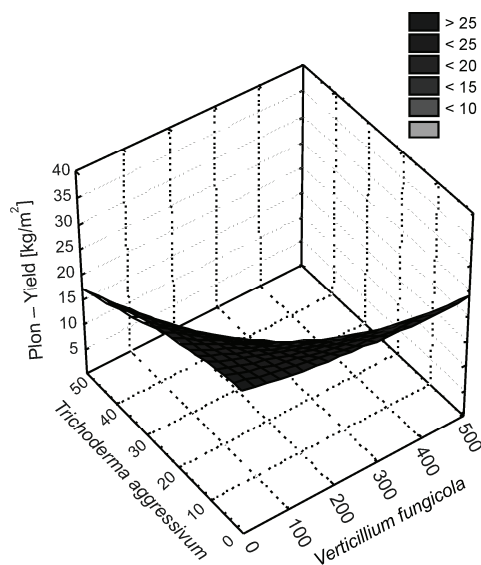
Dominującą chorobą w monitorowanych pieczarkarniach była sucha zgnilizna, wywoływana przez *V. fungicola*. Choroba ta w roku 2010 wystąpiła w 91,5% cyklach uprawy pieczarek, przy czym tylko w około 14% cyklach uprawy w dużym nasileniu. W następnym roku suchą zgniliznę wykryto wprawdzie w mniejszej liczbie cyklach produkcyjnych (76,1%), lecz w ponad 27% cyklach uprawy wystąpiła w dużym i bardzo dużym nasileniu (tab. 2, 3). Biała zgnilizna (*M. perniciosus*) oraz daktylium (*C. dendroides*) porażały uprawy znacznie rzadziej, pojawiając się odpowiednio roku 2010 w około 46 i 42%, a w roku 2011 w około 15 i 49% cyklach produkcyjnych, przy czym w większości przypadków choroby te występowały w nie-

wielkim lub umiarkowanym nasileniu (tab. 2, 3). Choroby bakteryjne (głównie rdzawa plamistość wywoływana przez *Pseudomonas tolaasii*) w kolejnych latach badań odnotowano w 13,8 i 9,2% cyklach uprawy. W podobnym procencie upraw stwierdzono występowanie, w bardzo wysokim lub nieznanym nasileniu, zielonych pleśni na powierzchni ziemi okrywowej, wywoływanych przez nieagresywne gatunki grzyba *Trichoderma*. W roku 2011 zakażenie podłoża uprawowego przez *T. aggressivum* f. *europaeum* wystąpiło w 30,3% cyklach uprawy, i było wyraźnie wyższe w porównaniu z rokiem poprzednim (13,8%) (tab. 2, 3).



Rys. 1. Zależność plonu owocników od sumy ognisk chorobowych i stanu sanitarnego pieczarkarni (w skali 1–4)

Fig. 1. The yield of sporocarps depending on the number of disease loci and the sanitary status of a mushroom farm (on a 1–4 scale)



Rys. 2. Zależność plonu owocników od porażenia uprawy pieczarki przez agresywną zieloną pleśń (*T. aggressivum*) i suchą zgniliznę (*V. fungicola*)

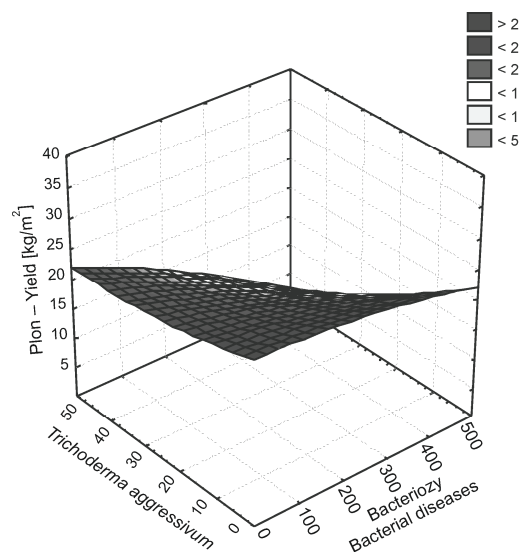
Fig. 2. Relationship between the yield of sporocarps and infection of mushroom culture with *T. aggressivum* (green mould) and *V. fungicola* (dry bulb)

W roku 2010, w 24 cyklach uprawy z 94, likwidacja uprawy nastąpiła po drugim rzucie owocników. W 23 przypadkach powodem wcześniejszego zakończenia uprawy była sucha zgnilizna, a w jednym wystąpienie agresywnej formy zielonej pleśni. W roku 2011, w 37 cyklach uprawy ze 109, likwidacja uprawy nastąpiła po drugim rzucie owocników, a w jednym cyklu produkcyjnym, z uwagi na bardzo silne porażenie przez bakterię *P. tolaasii*, uprawę zakończono już po pierwszym rzucie. W uprawie prowadzonej na trzy rzuty, plon trzeciego rzutu jest zawsze najmniejszy i stanowi zwykle około 15% plonu całkowitego (Sakson 2004). Zakończenie uprawy pieczarek po drugim rzucie oznacza zatem obniżkę plonu minimum o tę wartość. Jednakże rzeczywisty procent redukcji plonu może być znacznie większy, bowiem wcześniejsze zakończenie uprawy wskazuje, że problemy zdrowotne wystąpiły już w rzucie lub rzutach poprzedzających likwidację uprawy. Należy zaznaczyć, że analiza statystyczna danych zgromadzonych w roku 2011 wykazała istotny wpływ liczby rzutów owocników na końcowy plon pieczarki.

Na podstawie danych ze 109 ankiet opisujących cykle uprawy pieczarek analizowanych w roku 2011, przeprowadzono analizę metodą regresji wielokrotnej, aby oszacować wpływ pięciu chorób (zmiennie niezależne), tj. suchej zgnilizny (x1), białej zgnilizny (x2), daktylium (x3), bakterioz (x4) oraz agresywnej zielonej pleśni (x5) na plon owocników pieczarki, otrzymując następujące równanie:

$$y = -0,0119x_1 - 0,003x_2 - 0,0378x_3 - 0,0110x_4 - 0,1724x_5 + 28,874$$

Sprawdzenie zmiennych niezależnych pod względem ważności statystycznej wykazało, że spośród zmiennych użytych w równaniu tylko zmienna x2, czyli biała zgnilizna,



Rys. 3. Zależność plonu owocników od porażenia uprawy pieczarki przez agresywną zieloną pleśń (*T. aggressivum*) i choroby bakteryjne

Fig. 3. Relationship between the yield of sporocarps and infection of mushroom culture with *T. aggressivum* (green mould) and bacterial diseases

nie miała istotnego wpływu na poziom plonu owocników w analizowanych cyklach produkcyjnych. Uwzględniając wartości współczynnika korelacji semicząstkowej poszczególnych zmiennych niezależnych (chorób), okazało się, że największy wpływ na zmienność plonu miały – sucha zgnilizna i agresywna zielona pleśń. Wykres regresji przedstawiony na rysunku 2. jednoznacznie wskazuje, że największych strat plonu, a nawet jego całkowitej utraty, należy spodziewać się w przypadku jednoczesnego porażenia uprawy przez te dwie choroby. Również jednoczesne wystąpienie agresywnej zielonej pleśni i bakterioz prowadziło do drastycznej redukcji plonu owocników pieczarki (rys. 3). Wykazanie powszechności występowania suchej zgnilizny w krajowych pieczarkarniach dobrze koresponduje z wynikami wcześniejszych badań Jaworskiej i Nadolnik (2000) oraz Tekieli (2005) i upoważnia do traktowania tej choroby jako największego obecnie zagrożenia dla zdrowotności upraw pieczarki.

Wnioski / Conclusions

1. Analiza 203 cykli uprawy pieczarki w 67 pieczarkarniach wykazała, że w obu latach badań dominującą chorobą była sucha zgnilizna pieczarki, wywoływana przez *V. fungicola*.
2. Najczęstszą przyczyną kończenia cyklu produkcji pieczarek już po drugim rzucie owocników było wczesne porażenie uprawy przez suchą zgniliznę.
3. Poziom higieny w krajowych pieczarkarniach można traktować jako zadowalający, gdyż około 48% monitorowanych zakładów charakteryzowało się bardzo dobrym lub dobrym ogólnym stanem sanitarnym, a niedostatecznym tylko niecałe 9%.
4. W analizowanych cyklach uprawy pieczarek nie stwierdzono istotnej zależności pomiędzy wykonywaniem

parowania pomieszczeń uprawowych po każdym cyklu produkcyjnym a plonem owocników bądź nasileniem występowania chorób.

Praca została wykonana w ramach Programu Wieloletniego „Rozwój zrównoważonych metod produkcji

ogrodniczej w celu zapewnienia wysokiej jakości biologicznej i odżywczej produktów ogrodniczych oraz zachowania bioróżnorodności środowiska i ochrony jego zasobów”, finansowanego przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Literatura / References

- Błażej J., Tekiel A. 2002. Występowanie grzybów pasożytniczych i konkurencyjnych dla pieczarki (*Agaricus bisporus* (Lange) Sing) w różnych podłożach i okrywach. Acta Scien. Pol. Hortorum Cultus 1 (2): 33–41.
- Damięcka J. 2007. Sucha zgnilizna pieczarki wywołwana przez *Verticillium fungicola* (Preuss) Hasselbrauk. Post. Nauk Rol. 329 (4): 75–83.
- Fletcher J.T., Gaze R.H. 2008. Mushroom Pest and Disease Control. A Colour handbook. Manson Publishing Ltd., London, 192 pp.
- Glamočlija J., Soković M., Ljaljević-Grabić M., Vukojević J., Milenković I., Van Griensven L. 2008. Morphological characteristics and mycelial compatibility of different *Mycogone perniciosa* isolates. J. Microsc. 232 (3): 489–492.
- Grogan H. 2008. Challenges facing mushroom disease control in the 21st century. p. 120–127. In: Proc. 6th Inter. Conf. on Mushroom Biology and Mushroom Products (J.A. Buswell, J.I. Lelley, eds). Germany, Bonn, September 29–October 3, 2008. Gesellschaft für angewandte Mykologie und Umweltstudien, 307 pp.
- Jaworska M., Nadolnik M. 2000. Występowanie chorób w uprawie pieczarki przy biologicznej ochronie. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 40 (2): 594–597.
- Largeteau M.L., Savoie J.-M. 2010. Microbially induced diseases of *Agaricus bisporus*: biochemical mechanisms and impact on commercial mushroom production. Appl. Microbiol. Biotechnol. 86 (1): 63–73.
- Maszkiewicz J. 2006. Choroby grzybowe. s. 61–79. W: „Ochrona Pieczarek” (E. Dmowska, S. Ignatowicz, M. Lewandowski, J. Maszkiewicz, J. Szymański, Z. Uliński, red.). Hortpress Sp. z o.o., Warszawa, 143 ss.
- Sakson N. 2004. Pieczarka Uprawa Intensywna. PWRiL, Poznań, 161 ss.
- Seaby D.A. 1998. Trichoderma as a weed mould or pathogen in mushroom cultivation. p. 267–287. In: „Trichoderma and Gliocladium”. Vol. 2. Enzymes, Biological Control and Practical Applications (G.E. Harman, C.P. Kubicek, eds.). Taylor and Francis, London, 394 pp.
- Sharma S.R., Kumar S. 2000. Studies on wet bubble disease of white button mushroom, *A. bisporus*, caused by *M. perniciosa*. Mush. Sci. 15 (2): 569–575.
- Szudyga K. 2005. Uprawa Pieczarki. Hortpress Sp. z o.o., Warszawa, 230 ss.
- Tekiel A. 2005. Grzyby patogeniczne w uprawie pieczarki dwuzarodnikowej *Agaricus bisporus* (Lange.) Imbach. Acta Agrobot. 58 (2): 189–195.
- Woodhall J.W., Smith J.E., Mills P.R., Sansford C.E. 2009. A UK commodity Pest Risk Analysis for the cultivated mushroom, *Agaricus bisporus*. CSL/Warwick HRI, revised 24 February 2009; CSL Registered File No. PPP 12011A, 59 pp.