

**PODATNOŚĆ NA BIAŁĄ ZGNILIZNĘ WYBRANYCH RAS  
PIECZARKI *AGARICUS BISPORUS* I OCENA SENSORYCZNA  
ICH OWOCNIKÓW**

SUSCEPTIBILITY TO WET BUBBLE OF VARIOUS WHITE  
BUTTON MUSHROOM STRAINS *AGARICUS BISPORUS*  
AND SENSORY ASSESSMENT OF THEIR FRUITING BODIES

**Joanna Szumigaj-Tarnowska, Anna Wrzodak, Zbigniew Uliński,  
Czesław Ślusarski**  
Instytut Ogrodnictwa  
ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice  
e-mail: joanna.tarnowska@inhort.pl

Abstract

Susceptibility of various cultivated mushroom strains to wet bubble caused by *Mycogone perniciosa* was estimated. The investigated mushrooms were characterized by cup size in the following categories: intermediate between large and medium size, medium size, and small size. The susceptibility assessment was done on the basis of the yield loss and change of the mean mass of fruiting body. The results showed that inoculum level of  $1,3 \times 10^6$  spores per  $m^2$  was associated with a significant reduction of mushroom yield of all tested mushroom strains. The least sensitive to wet bubble was the mushroom strain F599 with cups between big and medium. The most susceptible to wet bubble disease was the mushroom strain AM with cups between big and medium size and strain P-23 with small cup, what resulted in the high yield reduction and decrease in mean mass of fruiting body. The mushroom F58 was also susceptible to *M. perniciosa* infection, what resulted in the high yield loss. The strain AM was characterized by the highest sensory assessment including taste, firmness and total note of overall quality.

Key words: wet bubble, *Mycogone perniciosa*, susceptibility, *Agaricus bisporus*, sensory assessment

WSTĘP

Polska jest jednym z największych producentów pieczarek w Europie oraz największym eksporterem świeżych pieczarek na świecie. Obecnie produkcja polskich pieczarek to ponad 260 tys. ton rocznie. Produkcja tych grzybów ciągle rośnie, w związku z czym rosną również wymagania

jakościowe (Sakson 2012). Na wzrost konsumpcji pieczarek dwuzarodnikowych wpływają głównie walory smakowe i aromat, jak również wartość odżywcza owocników. Grzyby są cennym źródłem białka, witamin z grupy B, a także witaminy A, D, PP i C (Jaworska i in. 2007, Lentas i in. 2011). Zawartość witamin takich jak: ryboflawina, niacyna, kwas foliowy i tiamina jest w pieczarkach większa niż w wielu warzywach (Mattila i in. 2001). Oprócz tego grzyby stanowią znakomite źródło związków mineralnych: potasu, sodu, magnezu, miedzi, cynku, a także seleniu (Kalac 2012). Charakteryzują się niską kalorycznością, nie zawierają cholesterolu, a zawartość tłuszczów jest w nich znikoma (Mattila i in. 2002).

Choroby pochodzenia grzybowego, a przede wszystkim biała zgnilizna pieczarki wywoływana przez *Mycogone perniciosa* (Magn.) Delacr., to jeden z większych problemów, z którymi spotyka się branża pieczarkarska. Porażenie uprawy przez tego patogena może prowadzić do utraty 15-30% plonu, zwłaszcza jeśli porażenie wystąpi w pierwszym rzucie owocników. Objawy chorobowe w pierwszym rzucie pieczarek wskazują, że źródłem porażenia jest źle zdezynfekowana okrywa lub zakażenie mogło wystąpić w trakcie jej nakładania. Porażenie pieczarek w kolejnych rzutach sugeruje wtórne zakażenie uprawy, np. przez wniesienie zarodników grzyba z prądem powietrza, na ubraniach pracowników czy narzędziach (Sharma i Singh 2003, Sharma i Kumar 2000). Objawami choroby są duże, nieregularne, nabrzmiałe twory nieodróżnianej tkanki pieczarki. Owocniki nie są w pełni uformowane i tworzą nieregularne formy w postaci grud. Porażenie dorosłych owocników ma postać rozdętych trzonów i zniekształconych kapeluszy. Patogen na porażonej pieczarce wytwarza początkowo białą grzybnie, która po upływie kilku dni ciemnieje do barwy brązowej, co jest wynikiem wytwarzania chlamydospor. Postępujące porażenie objawia się po kilku dniach pojawieniem bursztynowych kropli wydzieliny. Zwiększenie temperatury i wilgotności powietrza sprzyja rozwojowi bakterii gnilnych, w wyniku czego już po 10 dniach następuje rozkład tkanki pieczarki, któremu towarzyszy nieprzyjemny, wyczuwalny zapach (Fletcher i in. 1975, 1995, Singh i Sharma 2002). Dostępna literatura naukowa nie dostarcza jednoznacznych informacji na temat podatności różnych ras pieczarki dwuzarodnikowej na białą zgniliznę (Sharma i Singh 2003).

Autorzy są zgodni, że na jakość sensoryczną świeżych grzybów mają wpływ różne czynniki, m.in. rodzaj zastosowanego podłoża do uprawy, składnik substratu, a przede wszystkim gatunek i rasa ocenianych owocników (Ponmurugan i in. 2007, Ragunathan i in. 2003, Salmones i in.

2005). Na ocenę sensoryczną pieczarek składają się: cechy wyglądu zewnętrznego, tekstura, barwa, specyficzny smak i zapach owocników (Çağlarlırmak 2007). Wielu konsumentów uzależnia wybór nowych odmian pieczarki od ich barwy, tekstury i ogólnej jakości owocników (Ahrne i in. 2003, Giri i Suresh 2007). Analiza sensoryczna jest jedną z bardziej wartościowych metod określenia cech organoleptycznych, a w szczególności aromatu i tekstury badanych produktów żywnościowych (Mattheis i Fellman 1999, McEvan i in. 2002). Do dokładnego scharakteryzowania właściwości sensorycznych warzyw najczęściej wykorzystuje się metodę ilościowej analizy opisowej (Quantitative Descriptive Analysis) (Meilgaard i in. 1999). W metodzie tej zakłada się, że smakowitość nie jest pojedynczym atrybutem jakości sensorycznej, lecz kompleksem wielu pojedynczych cech (wyróżników), oddzielnie ocenianych pod względem ich jakości oraz natężenia.

Celem badań było określenie podatności różnych ras pieczarki na porażenie przez grzyb *M. perniciosa*, wywołujący białą zgniliznę, a także ocena sensoryczna owocników, która uwzględniała wyróżniki: zapach, barwę, teksturę i smak.

#### MATERIAŁ I METODY

Materiałem badawczym było 5 ras pieczarki dwuzarodnikowej, należących do następujących grup: pośrednia między wielko- a średnioowocnikową, średnioowocnikowa oraz drobnoowocnikowa. Badane rasy zostały oznaczone jako: F599, AM – rasy pośrednie między wielko- a średnioowocnikową, A15, F58 – rasy średnioowocnikowe oraz P23 – rasa drobnoowocnikowa. Doświadczenie prowadzono w klimatyzowanych halach, w doniczkach z podłożem pieczarkowym fazy II, do którego wsiewano odpowiednią grzybnię pieczarki w ilości  $7 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  podłoża. Podłoże po wymieszaniu z grzybnią, w ilości 1,7 kg, umieszczano w donicach średnicy 220 mm i inkubowano w temperaturze 22-23 °C i wilgotności względnej powietrza 92-94% przez 14 dni, a następnie na przerośnięte podłoże nakładano warstwę ziemi okrywowej o grubości 40 mm (pole powierzchni okrywy wynosiło  $0,038 \text{ m}^2$ ). Okrywę po nałożeniu opryskiwano 5 ml zawiesiny makrokonidiów *M. perniciosa* o koncentracji  $1 \times 10^2 \cdot \text{ml}^{-1}$  lub  $1 \times 10^4 \cdot \text{ml}^{-1}$ , co warunkowało uzyskanie około  $1,3 \times 10^4$  lub  $1,3 \times 10^6$  zarodników na  $\text{m}^2$  okrywy. Kombinację kontrolną opryskano wodą destylowaną. Uprawę przez 7 dni podlewano wodą w ilości odpowiadającej  $1,5 \text{ l} \cdot \text{m}^{-2}$  okrywy. Po 8 dniach zmieniono warunki uprawowe w hali, obniżono temperaturę do 17-18 °C oraz stężenie dwutlenku węgla do 600-800  $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ .

Doświadczenie założono w układzie dwuczynnikowy. Czynnikiem pierwszym były koncentracje zarodników grzyba, zaś drugim rasy pieczarki. Uprawę przeprowadzono dwukrotnie, a każda kombinacja składała się z 4 powtórzeń.

W trakcie I rzutu owocników oceniano wielkość plonu, średnią masę owocnika oraz ubytek ilościowy plonu w zależności od liczby zarodników wywołujących infekcję. Wyniki opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji i testu Newmana-Keulsa przy  $p = 0,05$ .

Do oceny sensorycznej wybrano następujące rasy pieczarek: F599, AM, A15 i P23. Analizę sensoryczną wykonano metodą analizy opisowej QDA, czyli profilowania sensorycznego, zgodnie z procedurą ujętą normą PN-ISO 11035. Przy wyborze wyróżników (charakterystycznych cech zapachowo-smakowych) brała udział grupa 10 ekspertów, która wytypowała listę 6 wyróżników jakościowych oraz wykonała ocenę ogólnej jakości dla ras pieczarki. Ocenę przeprowadzono według ustalonej wcześniej listy wyróżników jakościowych: zapachu, barwy, tekstury/konsystencji i smaku dla owocników pieczarki. Oceniano także ogólną jakość pieczarek, będącą wypadkową wszystkich uwzględnionych wyróżników. Intensywność każdego wyróżnika oceniano na ciągłej skali graficznej w przedziale od 0 do 10 cm, oznaczonej odpowiednimi określeniami brzegowymi. Wszystkie oceny wykonano w dwóch niezależnych powtórzeniach. Owocniki pieczarki do oceny krojono podłużnie na jednakowe cząstki i pakowano do plastikowych pojemników o pojemności 250 ml z przykryciem.

Oceny profilowe przeprowadzono w laboratorium sensorycznym spełniającym wszystkie wymagania określone normą PN-ISO 8589, na indywidualnych 6 stanowiskach oceny, przy użyciu komputerowego programu ANALSENS do przygotowania testów, zapisu ocen indywidualnych oraz statystycznej obróbki wyników. Uzyskane wyniki przedstawiono w postaci profilogramu PCA (*Principal Component Analysis*).

## WYNIKI I DYSKUSJA

Wykazano, że wszystkie badane rasy pieczarki były podatne na porażenie przez *M. perniciosa*. Zainfekowanie upraw przez zarodniki w liczbie  $1,3 \times 10^4 \cdot \text{m}^{-2}$  nie powodowało istotnego ubytku plonu owocników (tab. 1 i 2), a ubytek wynosił od 0,8 (rasa AM) do ponad 10% (rasy P23 i F58). Istotne zmniejszenie plonu owocników badanych ras uzyskano, gdy liczba zarodników grzyba wynosiła  $1,3 \times 10^6$  na  $\text{m}^2$  okrywy, tj. od 40,4 (rasa P23) do ponad 60% (rasy AM i F58) (tab. 1 i 2). Sharma i Kumar (2000) również wykazali brak odporności różnych ras pieczarki dwuzarodnikowej na

białą zgniliznę, a ubytek plonu jaki zanotowali po porażeniu uprawy przez *M. perniciosus* wynosił 65,6-80,1%. Bhatt i Singh (2002) stwierdzili, że porażenie uprawy przez tego patogena może skutkować nawet całkowitą utratą plonu.

Na podstawie plonu owocników, przy porażeniu uprawy liczbą zarodników wynoszącą  $1,3 \times 10^4 \cdot \text{m}^{-2}$ , nie wykazano zróżnicowania podatności na białą zgniliznę wśród ras AM, A15 i F58. Istotną różnicę w ubytku plonu stwierdzono tylko między rasą F599 (pośrednia między wielko- a średnioowocnikową) i P23 (drobnoowocnikowa) (tab. 1). Większa koncentracja zarodników nie spowodowała istotnych różnic w podatności na chorobę w obrębie badanych ras.

Analiza statystyczna wykazała także, że na plon owocników ma wpływ koncentracja zarodników i rasa pieczarki. Natomiast nie wykazano współdziałania między rasą a koncentracją zarodników (tab. 1). Wielkość inokulum infekcyjnego miała również wpływ na nasilenie objawów choroby białej zgnilizny w badaniach prowadzonych przez Sharma i Kumar (2000) oraz Singh i Sharma (2002).

Tabela 1. Plon owocników w pierwszym rzucie różnych ras pieczarki po porażeniu uprawy przez *Mycogone perniciosus*

Table 1. Yield of mushroom in the first flush of various strain of white button mushroom after *Mycogone perniciosus* infection ( $g/0,038 \text{ m}^2$ )

Rasa pieczarki Mushroom strain	Liczba zarodników na $\text{m}^2$ okrywy Number of spores per $\text{m}^2$ of casing			Średnia Mean
	0	$1,3 \times 10^4$	$1,3 \times 10^6$	
F599	508,6 Aa	500,1 Aa	238,1 Ba	415,6 a
AM	431,8 Aa	428,2 Aab	<b>142,9 Ba</b>	334,3 b
A15	436,8 Aa	429,4 Aab	230,5 Ba	365,6 b
F58	476,3 Aa	420,8 Aab	<b>172,7 Ba</b>	356,6 b
P23	414,1 Aa	369,2 ABb	246,7 Ba	343,3 b
Średnia; Mean	453,5 A	429,5 A	206,2 B	

Objaśnienia – Explanation:

A, B, C – średnie w rzędach, oznaczone tymi samymi dużymi literami, nie różnią się statystycznie przy  $p = 0,05$ ;

means in rows, followed by the same capital letters, are not significantly different at  $p = 0.05$

a, b, c – średnie w kolumnach, oznaczone tymi samymi małymi literami, nie różnią się statystycznie przy  $p = 0,05$ ;

means in columns, followed by the same lower case letters, are not significantly different at  $p = 0.05$

Tabela 2. Ubytek plonu w pierwszym rzucie różnych ras pieczarki po porażeniu przez *Mycogone perniciosa*Table 2. Yield reduction in the first flush of various strains of white button mushroom after *Mycogone perniciosa* infection (%)

Rasa – Strain	Liczba zarodników na m <sup>2</sup> okrywy Number of spores per m <sup>2</sup> of casing	
	1,3 × 10 <sup>4</sup>	1,3 × 10 <sup>6</sup>
F599	1,7	53,2
AM	0,8	<b>66,9</b>
A15	1,7	47,2
F58	<b>11,6</b>	<b>63,7</b>
P23	<b>10,8</b>	40,4

Ważnym kryterium oceny podatności pieczarki na białą zgniliznę była średnia masa pojedynczego owocnika po porażeniu przez *M. perniciosa*. Parametr ten określa czy rozwój choroby miał wpływ na proces zawiązywania owocników. Wykazano, że porażenie przez *M. perniciosa* nie wpłynęło na zmianę średniej masy owocników rasy F-599, nawet przy liczbie zarodników  $1,3 \times 10^6$  na m<sup>2</sup> okrywy (tab. 3). Stwierdzono więc, że rasa ta była najbardziej odporna na porażenie przez białą zgniliznę.

W przypadku ras A15 i F58 (ras średnioowocnikowych) istotne zmniejszenie masy owocników stwierdzono tylko przy porażeniu zarodnikami w liczbie  $1,3 \times 10^6$  na m<sup>2</sup> okrywy. Natomiast w przypadku rasy AM i P23 wykazano, że już porażenie przez  $1,3 \times 10^4$  zarodników na m<sup>2</sup> wpływało istotnie na zmianę masy ich owocników (tab. 3). Również według badań Szumigaj-Tarnowskiej i in. (2011) rasa P23 była najbardziej podatna ze wszystkich badanych ras na suchą zgniliznę, wywoływaną przez grzyb *Lecanicillium fungicola*.

Analizując zmianę średniej masy owocnika można stwierdzić, że rasy AM i P23 były najbardziej podatne na białą zgniliznę. Ponadto, mimo, że masa owocników rasy F58 uległa zmniejszeniu tylko przy liczbie zarodników  $1,3 \times 10^6$  na m<sup>2</sup> okrywy, to duże straty plonu owocników tej rasy wykazano, zarówno przy porażeniu  $1,3 \times 10^4$  oraz  $1,3 \times 10^6$  zarodników na m<sup>2</sup>, co wskazuje na dużą podatność tej rasy na porażenie przez *M. perniciosa*.

Tabela 3. Średnia masa owocnika w I rzucie  
Table 3. Mean mass of fruiting body in the first flush (g)

Rasa pieczarki Mushroom strain	Próba kontrolna Control	Liczba zarodników na m <sup>2</sup> okrywy Number of spores per m <sup>2</sup> of casing		Średnia Mean
		1,3 × 10 <sup>4</sup>	1,3 × 10 <sup>6</sup>	
F599	7,8 Ab	6,4 Ab	6,6 Aa	6,9 bc
AM	9,6 Aa	7,9 Ba	6,5 Ca	8,0 a
A15	7,5 Ab	8,0 Aa	6,7 Ba	7,4 ab
F58	8,2 Aab	8,3 Aa	6,0 Ba	7,5 ab
P23	7,0 Ab	5,8 Bb	5,5 Ba	6,2 c
Średnia; Mean	7,9 A	7,3 A	6,3 B	-

Objaśnienia – Explanation:

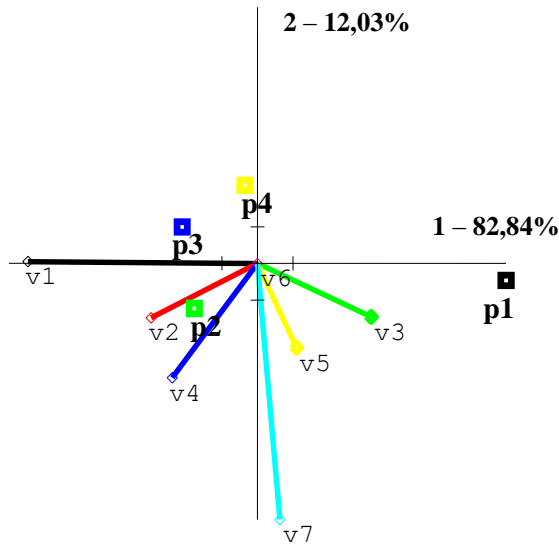
A, B, C – średnie w rzędach, oznaczone tymi samymi dużymi literami, nie różnią się statystycznie przy  $p = 0,05$ ;

means in rows, followed by the same capital letters, are not significantly different at  $p = 0.05$

a, b, c – średnie w kolumnach, oznaczone tymi samymi małymi literami, nie różnią się statystycznie przy  $p = 0,05$ ;

means in columns, followed by the same lower case letters, are not significantly different at  $p = 0.05$

Wyróżniki jakości sensorycznej: zapach, tekstura i smak dla owocników pieczarki, wybrane przez panel sensoryczny w tym doświadczeniu, były podobne do zastosowanych wyróżników jakości wytypowanych dla bocznika, przedstawionych w pracach Omarini i in. (2010) i Wan Rosli i Solihah (2012). Na podstawie oceny sensorycznej i przygotowanej projekcji PCA stwierdzono, że jakość sensoryczna ocenianych pieczarek była zróżnicowana. W graficznej projekcji PCA (rys. 1) przedstawiono podobieństwa i różnice między badanymi rasami pieczarek w układzie dwóch pierwszych składowych głównych (jako współrzędnych). Na pierwsze dwie składowe główne przypada ponad 94% zmienności jakości sensorycznej analizowanych owocników pieczarek, co oznacza, że projekcja „mapy jakościowej” na powierzchni wykresu nie powoduje znacznej straty informacji. Położenie analizowanych ras pieczarek na wykresie PCA dowodzi ich zmienności sensorycznej pod względem analizowanych wyróżników – smaku, zapachu i konsystencji.



Objaśnienia; Explanation:

p-1 (AM), p-2 (A15), p-3 (P23), p-4 (F599); v1 – zapach pieczarek; odour of fresh mushrooms, v2 – zapach obcy; off-odour, v3 – twardość mięszsu; hardness of the flesh, v4 – jędrność mięszsu; firmness of the flesh, v5 – smak pieczarek; taste of fresh mushrooms, v6 – smak obcy; off-flavour, v7 – ocena ogólnej jakości; overall quality

Rys. 1. Projekcja PCA podobieństw i różnic w jakości sensorycznej owocników różnych ras pieczarek

Fig. 1. PCA projection for sensory analysis of various strains of white button mushrooms

Usytuowanie obiektów p-3 (rasa P23) i p-4 (rasa F599) oraz p-2 (rasa A15) blisko siebie i jednocześnie blisko wektora 1 wskazuje na wysoką intensywność zapachu typowego dla świeżych pieczarek wymienionych ras. Jednak ocena ogólna jakości próbek p-3 i p-4 jest niższa niż p-1 (rasa AM) i p-2 (rasa A15), o czym świadczy przeciwległe położenie tych próbek względem wektora 7. Bliska lokalizacja próbki p-2, tj. rasy A15 w stosunku do wektorów 2 i 4, wskazuje na silny związek tej rasy z zapachem obcym i jędrnością mięszsu. Badania nad jakością sensoryczną owocników pieczarki i borowika szlachetnego były też przedmiotem pracy Jaworskiej i in. (2010). Wyniki oceny profilowej wskazują na wysoką twardość, chrupkość, kruchość i jędrność świeżych owocników obydwu rodzajów grzybów.



Zupełnie odmienną jakością sensoryczną charakteryzują się owocniki rasy AM (p-1), położone w innej części wykresu, blisko wektorów 3, 5 i 7. Położenie próbki p-1 wskazuje, że ocenione owocniki tej rasy charakteryzuje wyraźny, intensywny smak świeżych pieczarek, wysoka twardość mięszu oraz wysoka ocena ogólnej jakości.

Zapach pieczarki (wektor 1) i ocena ogólna jakości (wektor 7) były głównymi cechami różnicującymi badane rasy pieczarki. Ocena ogólnej jakości owocników pieczarek była w małym stopniu powiązana z zapachem typowym dla pieczarki oraz twardością mięszu (wektory położone prostopadle do siebie). Natomiast najbardziej wpłynęły na nią inne wyróżniki sensoryczne, zwłaszcza smak pieczarek i jędrność mięszu.

#### WNIOSKI

1. Porażenie uprawy pieczarki zarodnikami *M. perniciosa* w liczbie  $1,3 \times 10^6 \cdot \text{m}^{-2}$  istotnie wpłynęło na obniżenie plonu owocników wszystkich badanych ras pieczarki.
2. Na podstawie zmiany średniej masy owocnika stwierdzono, że rasa F599 (pośrednia między wielko- a średnioowocnikową) była najbardziej odporna na białą zgniliznę.
3. Najbardziej wrażliwą rasą na białą zgniliznę była rasa AM, pośrednia między wielko- a średnioowocnikową oraz rasa drobnoowocnikowa P23, o czym świadczył największy ubytek plonu i zmniejszenie średniej masy owocników.
4. Dużą podatność na chorobę wykazała także rasa F58, o czym świadczył duży ubytek plonu, zarówno przy liczbie zarodników  $1,3 \times 10^4$ , jak i  $1,3 \times 10^6$ .
5. Owocniki rasy AM charakteryzowały się najbardziej intensywnym smakiem typowym dla świeżych pieczarek, bardzo dobrą twardością mięszu oraz uzyskały najwyższą ocenę ogólnej jakości w porównaniu do pozostałych badanych ras.
6. Najniższą ocenę ogólnej jakości uzyskały owocniki rasy P23 oraz F599.

#### Literatura

- Ahrne L., Prothon F., Funebo T. 2003. Comparison of drying kinetics and texture effects of two calcium pretreatments before microwave-assisted dehydration of apple and potato. *Int. J. Food Sci. Tech.* 38: 411-420.
- Bhatt N., Singh R.-P. 2002. Chemical control of mycoparasites of button mushroom. *J. Mycol. Plant Pathol.* 32(1): 38-45.

- Çaglarlırmak N. 2007. The nutrients of exotic mushrooms (*Lentinula edodes* and *Pleurotus species*) and an estimated approach to the volatile compounds. *Food Chem.* 105(3): 1188-1194.
- Fletcher J. T., Drakes G.D., Talent C. J. W. 1975. The control of wet bubble disease of mushrooms caused by *Mycogone perniciosa*. *Ann. Appl. Biol.* 79(1): 35-41.
- Fletcher J. T., Jaffe B., Muthumeenakshi S., Brown A. E., Wright D. M. 1995. Variations in isolates of *Mycogone perniciosa* and in disease symptoms in *Agaricus bisporus*. *Plant Pathol.* 44(1): 130-140.
- Giri S.K., Suresh P. 2007. Drying kinetics and rehydration characteristics of microwave-vacuum and convective hot air dried mushrooms. *J. Food Eng.* 78: 512-521.
- Jaworska G., Biernacka A., Wybraniec S., Bernaś E. 2007. Porównanie zawartości witaminy B1 i B2 w mrożonkach i sterylizowanych konserwach z boczniaka, borowika i pieczarki. *Żywność Nauka Technologia Jakość* 6(55): 177-185.
- Jaworska G., Bernaś E., Biernacka A., Maciejaszek I. 2010. Comparison of the texture of fresh and preserved *Agaricus bisporus* and *Boletus edulis* mushrooms. *Int. J. Food Sci. Tech.* 45: 1659-1665.
- Kalac P. 2012. Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms. W: *Mushrooms: Types, Properties and Nutrition*. Andres S., Bauman (red.), N. Nova Science Pub., Inc., New York, str. 129-152.
- Lentas K., Witrowa – Rejchert D., Hankus M. 2011. Wpływ parametrów blanszowania oraz metody suszenia na właściwości mechaniczne suszonych pieczarek. *Acta Agrophysica* 17(2): 359-368.
- Mattheis J.P., Fellman J.K. 1999. Preharvest factors influencing flavor of fresh fruit and vegetables. *Postharvest Biol. Tech.* 15: 227-232.
- Mattila P., Könkö K., Eurola M., Pihlava J.M., Astola J Vahteristo L., Hietaniemi V., Kumpulainen J., Valtonen M., Piironen V. 2001. Contents of vitamins, mineral elements and some phenolic compounds in cultivated mushrooms. *J. Agr. Food Chem.* 49(5): 2343-2348.
- Mattila P., Salo-Väänänen P., Könkö K., Aro H., Jalava T. 2002. Basic composition and amino acid contents of mushrooms cultivated in Finland. *J. Agr. Food Chem.* 50(22): 6419-6422.
- McEvan J.A., Hunter E.A., van Gemert L.J., Lea P. 2002. Proficiency testing for sensory profile panels: measuring panel performance. *Food Qual. Prefer.* 13: 181-190.
- Meilgaard M., Civille G.V., Carr B.T. 1999. *Sensory Evaluation Techniques*. CRC Press, Boca Raton, London, str. 7-11.

- Omarini A., Nepote V., Grosso N.R., Zygadło J., Albertó E. 2010. Sensory analysis and fruiting bodies characterization of the edible mushrooms *Pleurotus ostreatus* and *Polyporus tenuiculus* obtained on leaf waste from the essential oil production industry. *Int. J. Food Sci. Tech.* 45: 466-474.
- PN-ISO 8589. Analiza sensoryczna – Ogólne wytyczne projektowania pracowni analizy sensorycznej
- PN-ISO 11035. Analiza sensoryczna – Identyfikacja i wybór deskryptorów do ustalenia profilu sensorycznego z użyciem metod wielowymiarowych)
- Ponmurugan P., Nataraja Sekhar Y., Sreesakthi T.R. 2007. Effect of various substrates on the growth and quality of mushrooms. *Pakistan J. Biol. Sci.* 10: 171-173.
- Ragunathan R., Swaminathan K. 2003. Nutritional status of *Pleurotus* spp. grown on various agro-wastes. *Food Chem.* 80: 371-375.
- Sakson N. 2012. Przemysłowa produkcja pieczarki na rynek świeży. *Cz. 2. Biul. Producenta Pieczarek "Pieczarki"* 1: 42-47.
- Salmones D., Mata G., Waliszewski K.N. 2005. Comparative culturing of *Pleurotus* spp. On coffee pulp and wheat straw: biomass production and substrate biodegradation. *Bioresource Tech.* 96: 537-544.
- Singh C., Sharma V.-P. 2002. Occurrence of wet bubble disease of white button mushroom (*Agaricus bisporus*). *J. Mycol. Plant Pathol.* 32(2): 222-224.
- Sharma V. P., Singh C. 2003. Biology and control of *Mycogone perniciosa* Magn. causing wet bubble disease of white button mushroom. *J. Mycol. Plant Pathol.* 33(2): 257-264.
- Sharma S.R., Kumar S. 2000. Studies on wet bubble disease of white button mushrooms (*Agaricus bisporus*) caused by *Mycogone perniciosa*. 15th Int. Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi, Maastricht, Netherlands 2000 May 15-19, p. 569-575.
- Szumigaj-Tarnowska J., Uliński Z., Ślusarski C., Szymański J. 2011. Podatność wybranych ras pieczarki na grzyb chorobotwórczy *Lecanicillium fungicola* (*Verticillium fungicola*). *Prog. Plant Protect./Post. Ochr. Roślin* 51(3): 1203-1206.
- Wan Rosli W.I., Solihah M.A. 2012. Effect on the addition of *Pleurotus sajorajaju* (PSC) on physical and sensorial properties of beef patty. *Int. Food Res. J.* 19(3): 993-999.