

ŁUKASZ BRODZIAK

**LENTINUS EDODES (BERK.) SING. — SHIITAKE —
INTERESUJĄCY GRZYB JADALNY****LENTINUS EDODES (BERK.) SING.— SHIITAKE —
VERY INTERESTING EDIBLE MUSHROOM**

Lentinus edodes dzięki swym właściwościom odżywczym i leczniczym stał się obiektem różnorodnych badań naukowych. Zmierzają one m. in. do szczegółowego poznania biologii tego gatunku, jego wymagań troficznych, klimatycznych itp. Obserwuje się także ogromne zainteresowanie introdukcją tego grzyba w celach hodowlanych do innych rejonów świata.

Pozycja systematyczna

Gatunek ten opisał Berkeley (cyt. wg [58]), pod nazwą *Armillaria edodes*. *Lentinus edodes* posiada wiele synonimów, najczęściej spotykane nazwy to: *Cortinellus shiitake* P. Henn., *C. berkeleyanus* Ito et Imai, *C. edodes* (Berk.) S. Ito et Imai, *Lentinus tonkinensis* Pat.

Wśród autorów nie było jednomyślności co do przynależności systematycznej tego gatunku. Według Singera [58], w różnych okresach grzyb ten umieszczano w rodzajach: *Armillaria*, *Collybia*, *Cortinellus*, *Lepiota*, *Pleurotus*, *Tricholoma*, w różnych rodzinach rzędu *Agaricales*.

Singer [57, 58] na podstawie badań anatomicznych dowiódł, że shiitake należy do rodzaju *Lentinus* Fr. i zaproponował nową kombinację *L. edodes* (Berk.) Sing. Moser [40] zalicza *Lentinus* do rodziny *Polyporaceae* i rzędu *Polyporales*. Pilát [53] podaje, że opisano około 300 gatunków, z czego w rzeczywistości istnieje tylko 50, pozostała ilość to synonimy. W Europie występują 4 gatunki, w Polsce, w warunkach naturalnych — 3 [40].

W ramach gatunku *L. edodes* (Berk.) Sing. istnieje szereg ras geograficznych i szczepów hodowlanych [39, 63]. Wymienia się 63 rasy hodowlane *L. edodes* [cyt. 8]. Termin shiitake lub shii-take pochodzi od „shii” lub „shiiia” — japońskiej nazwy

rodzajowej drzewa *Pasania*, na którym w warunkach naturalnych występuje, oraz „take”, co po japońsku oznacza grzyb [cyt. 11, 57, 58]. Nazwy chińskie to: teng-ku i shang-ku [13]. Polska nazwa gatunkowa brzmi: twardziak jadalny.

Morfologia i budowa anatomiczna

L. edodes wytwarza owocniki kapeluszowe, centrycznie lub ekscentrycznie osadzone na trzonku. Kapelusz początkowo wypukły, potem lekko falisty, spłaszczony, kolisty lub nieco zdeformowany, średnicy 5—12 cm. Barwa kapelusza zmienna, od jasnej ochry do ciemnego brązu. Powierzchnia kapelusza nieregularnie splekana lub pokryta kołmatymi łusczkami. Brzeg początkowo zawinięty do środka. Błazki u małych owocników białe lub jasnoochrowe, później brunatnieją. Wysyp zarodników barwy białej. Zarodniki gładkie, cylindryczno-elipsoidalne, cienkościenne, o wymiarach: 5,8—6,4 × 2,8—3,3 μm. Podstawki z 4 sterygmami: 30—31,5 × 5,8 μm. Trama regularna. Strzępki i trama przezroczyste, bez skrobi, 5—6 μm średnicy, wiele z nich grubościennych (do 1,6 μm). Trzon o średnicy 0,8—1,3 cm, barwy od białej do brązowej, jest jaśniejszy od kapelusza. U młodych owocników na trzonie występuje biały pierścień. Miąższ owocników biały, twardawy, o aromatycznym zapachu i przyjemnym smaku [cyt. 8, cyt. 11, 57, 58]. Wygląd owocników w różnych stadiach rozwoju pokazują ilustracje w pracach Rinaldiego i Steinecka [54, 59].

Rozmieszczenie geograficzne

L. edodes występuje we wschodniej i południowej Azji, na terenie Japonii, Korei, Chin, częściowo Indii i państw Półwyspu Indochińskiego [13, 18, 57, 58, 59, 66]. Za pierwotny obszar naturalnego występowania tego gatunku uważa się japońską wyspę Amami [39].

L. edodes rozwija się w warunkach naturalnych na martwym drewnie liściastym szeregu gatunków z następujących rodzajów: *Betula*, *Carpinus*, *Castanea*, *Fagus*, *Pasania*, *Quercus*, rzadziej na: *Elaeocarpus*, *Magnolia* i *Platycarva* [18, 58, 59].

L. edodes jako grzyb hodowlany

W krajach Dalekiego Wschodu, shiitake hoduje się już od przeszło 2 tys. lat [cyt. 10, cyt. 11, 14, 54]. Przypuszcza się, że pewne prymitywne formy hodowli były najpierw prowadzone w Chinach. Japończycy przejęli umiejętność uprawy od hodowców chińskich, i około 250 lat temu, rozwinęli hodowlę tego gatunku na szeroką skalę [58]. Ponadto, od wielu wieków uprawia się shiitake także w Korei i na Tajwanie [59]. Sekrety hodowli były pilnie strzeżone i przez wiele lat przekazywane z pokolenia na pokolenie [cyt. 10].

Hodowle *L. edodes* prowadzone są na otwartej przestrzeni — w lesie, lub w pomieszczeniach zamkniętych (szklarnie, piwnice itp.). Najczęściej używane jest drewno

gatunków liściastych z rodzajów: *Acer*, *Alnus*, *Carpinus*, *Castanea*, *Corylus*, *Fagus*, *Pasania* i *Quercus* [cyt. 11]. Brak w literaturze jakichkolwiek wzmianek dotyczących możliwości hodowli *L. edodes* na drewnie i korze gatunków iglastych. Najstarsze, a zarazem najbardziej prymitywne sposoby hodowli shiitake polegały na umieszczeniu kawałków drewna zdrowego obok już zagrzybionego, co umożliwiało swobodne przerastanie grzybni.

W hodowlach intensywnych używa się kawałków drewna o długości 1—1,5 m i średnicy 5—15 cm, w których wierci się lub wybija otwory i wypełnia je grzybnią. Materiał inculacyjny stanowi grzybnia wyhodowana na trocinach z dodatkiem otrąb ryżowych, względnie zagrzybione, klinowate kawałki drewna. We współczesnych metodach hodowlanych inokulację dokonuje się poprzez bezpośrednie wprowadzenie do drewna wodnej zawiesiny zarodników. Po upływie 1—2 lat od momentu inokulacji pojawiają się pierwsze owocniki. Wytwarzanie owocników odbywa się dwa razy w roku: wiosną i jesienią, trwa od 3 do 6 lat [cyt. 8, cyt. 11, 41, 54, 56, 58, 59].

Pierwsze naukowe podstawy metod hodowlanych stworzyli: Kondo i Kasahara [34], badając mechanizm kiełkowania zarodników podstawkowych, oraz Nishikado i Yamauti [46] opracowując wydajne metody produkcji grzybni.

Ulepszenia w procesie inokulacji wprowadzili Nukumizu i in. [49], poprzez zastosowanie sposobu tzw. „tanegoma”, polegającego na stosowaniu inokulatów w formie klinowatych kawałków drewna. Według autorów, ulepszenie to daje wysoki procent udanych inokulacji oraz skraca okres inkubacji. Ito [22] badał efektywność stosowania w hodowli shiitake tzw. sposobu „shinsui-daboku”, polegającego na moczeniu w wodzie zagrzybionego drewna, a następnie miazdzeniu tkanki drzewnej na powierzchniach przecięcia. Zabiegi te mają wpływać stymulująco na wytwarzanie owocników. Obserwacje nad rozwojem owocników i trwałością drewna, na którym wyrastały prowadzili Nukumizu i Nishimura [50]. Ando i in. [3] porównywali wydajność owocnikowania na drewnie *Castanopsis cuspidata* i *Quercus serrata*. Stwierdzili, że wytwarzanie owocników na drewnie *Castanopsis* było bardziej obfite i intensywne niż na drewnie *Quercus*. Różnice dotyczyły również wymiarów i ciężaru pojedynczych owocników.

Zmiany temperatury i wilgotności drewna w hodowlach shiitake usytuowanych w lesie badali: Matsumoto i Nishio [36] oraz Matsumoto i Watanabe [37].

Stosunkowo mało jest prac dotyczących hodowli tego gatunku na innych podłożach poza litym drewnem. Badano jedynie wzrost grzybni *L. edodes* na trocinach różnych gatunków drewna oraz na odpadach drewna i ryżowych otrębach [cyt. 9, 61].

O możliwościach uzyskiwania grzybni shiitake w hodowlach wglębnych donoszą: Chen i in. [12].

Przegląd metod hodowlanych podają: Ito [23] oraz Nukumizu [48] i Bels [6].

Obecnie wprowadzane są w Japonii na skalę przemysłową nowe, z reguły opatentowane technologie, znacznie skracające czas trwania hodowli i przyspieszające proces wytwarzania owocników. Hodowle takie prowadzi się na pożywkach syntetycznych w określonych warunkach świetlnych i termicznych [61].

O rozmiarach hodowli shiitake w Japonii może świadczyć fakt, że jego produkcja w latach 70-tych, wynosiła około 120 tys. ton świeżej masy owocników rocznie.

Na terenie Europy pierwszą hodowlę *L. edodes* założył Ma yr w 1903 r. w Monachium. Wzorując się na metodach japońskich, różne gatunki zdrowego drewna szczepił kawałkami drewna zagrzybionego przywiezionego z Japonii. Pierwsze, niewielkie plony owocników uzyskał po upływie 4 lat. Molisch otrzymał owocniki w warunkach laboratoryjnych po czterech miesiącach. Passecker [cyt. 8] rozpoczął badania nad tym gatunkiem w roku 1931 na terenie Austrii. Na drewnie *Castanea sativa*, *Fagus silvatica* i *Pasania cuspidata*, owocniki pojawiły się po 8—12 miesiącach trwania hodowli w warunkach laboratoryjnych, a po 2 latach w hodowli prowadzonej w piwnicy. W Niemczech Liese uzyskał owocniki w hodowli na otwartej przestrzeni. Lohwag wyhodował owocniki w warunkach szklarniowych na drewnie *Carpinus* sp., Zadražil i in. [67] otrzymali owocniki wyhodowane na trocinach z odpowiednimi dodatkami. Ferri opisał zastosowaną we Włoszech metodę hodowli *L. edodes* na drewnie *Castanea* sp. i *Fagus* sp. Plon owocników otrzymał w 2, 4 i 5 roku trwania hodowli [cyt. 8, cyt. 11]. BeIs [6] omawia sposoby i rozmiary hodowli grzybów jadalnych, m. in. *L. edodes*, w warunkach sztucznych na terenie Holandii.

Mulcock [cyt. 10] opisuje próby wykorzystania do hodowli *L. edodes* trocin i odpadów drewna gatunków: *Dacrydium cupressinum* i *Northofagus* sp. w Nowej Zelandii. Zaleca wzbogacanie podłoża azotanem potasu i dwuzasadowym fosforem potasu. Halbinger i Mussini [19] donoszą o udanej hodowli na drewnie *Populus* sp. w Argentynie. W Polsce, w hodowlach prowadzonych na otwartej przestrzeni, autor uzyskał owocnikowanie na litym drewnie z rodzajów: *Alnus*, *Betula*, *Carpinus*, *Fagus*, *Pinus*, *Populus* i *Quercus*, w 3, 4, 5, 6, 7 i 8 roku trwania hodowli. Natomiast na podłożach rozdrobnionych, zawierających: trociny, korę i słomę, w pomieszczeniach zamkniętych, proces wytwarzania owocników rozpoczął się po 3 miesiącach od chwili inokulacji i trwał przez cały rok [10, 11].

Prowadzono badania nad możliwościami chemicznej ochrony *L. edodes* przed grzybami antagonistycznymi i konkurencyjnymi występującymi w jego hodowlach [1, cyt. 9, 16, 51].

L. edodes jako grzyb jadalny

Owocniki *L. edodes* są smaczne i aromatyczne, stanowią one przysmak kuchni krajów Dalekiego Wschodu. Mogą być spożywane na surowo, pieczone, smażone i marynowane. W postaci suszu, stanowią przyprawy do zup, sosów, mięs, ciast itp. [4, 7, 18, 35, 59]. Suszenie owocników odbywa się na słońcu lub przy użyciu sztucznych źródeł ciepła, promieni podczerwonych i ultrafioletowych [39, 58]. Prowadzono także badania nad opracowaniem właściwych technologii przetwarzania i suszenia owocników [25, 26]. W Japonii, w skali rocznej produkuje się około 7 tys. ton suszu, z czego połowa jest przeznaczona na eksport m. in. do krajów Europy Zachodniej i USA. Shiitake jest obecnie jednym z najważniejszych spożywczych produktów eksportowych Japonii [cyt. 8, cyt. 11, 58].

Badania nad biologią *L. edodes*

Badania nad ultrastrukturą komórkową prowadzili: Hashioka [20], Ando [2], Nakai i Ushiyama [43] oraz Nakai [44]. Wykonali oni obserwacje mikroskopowe rozwoju podstawek oraz tworzenia się, uwalniania i kiełkowania zarodników podstawkowych. Ponadto badania nad kiełkowaniem zarodników prowadzili: Kondo i Kasahara [34], Matuso i Hiroe [cyt. 8].

Zagadnieniami morfogenezy blaszek i wysypem zarodników, ze specjalnym uwzględnieniem wpływu światła i temperatury, zajmował się Komatsu [27]. Zaś wpływem światła i temperatury na rozwój zarodników — Nishikado i Miyawaki [cyt. 9]. Morfologię grzybni w różnych warunkach termicznych, oraz w trakcie owocowania, badał Komatsu [cyt. 8]. Wyniki badań cytogenetycznych owocników wyhodowanych na pożywkach sztucznych przedstawiają: Komatsu i Kimura [31, 32] i Tokimoto [62].

Badania fizjologii *L. edodes*

Niejednakowe są zdania autorów co do wymagań *L. edodes* w stosunku do temperatury, wilgotności i światła. Nagai i in. [42] podają, że temperatura niezbędna dla kiełkowania zarodników zawiera się pomiędzy 15° a 30°C, stwierdzili oni również, że promieniowanie słoneczne działające dłużej niż 30 min. jest zabójcze dla zarodników. Tokimoto i Kawai [cyt. 8] stwierdzili, że grzybnia uzyskuje optymalny wzrost wegetatywny w warunkach laboratoryjnych przy temp. 25°C. Steineck [59] podaje, że najszybszy wzrost grzybni w zaszczepionym drewnie odbywa się w temperaturze przekraczającej 20°C, Singer [58] i Ferri [cyt. 8] — 24—28°C. W badaniach prowadzonych przez autora maksymalny przyrost grzybni uzyskano w temp. 25°C [8].

Nie ma także zgodności wśród autorów odnośnie do temperatury optymalnej w procesie tworzenia się owocników *L. edodes*. Podawane są różne wartości z przedziału temperatur od 10 do 25°C [cyt. 8, cyt. 11, 50, 54, 59].

Wyjściowa wilgotność drewna przeznaczonego do inokulacji, według Passecera i Hübscha, powinna wynosić 40—50% [cyt. 8, 11]. Natomiast względna wilgotność powietrza w czasie wytwarzania owocników — 70—80% [cyt. 8, cyt. 11, 50, 59]. Dla warunków szklarniowych Singer [58] i Passecker [cyt. 8] podają odpowiednio: temperatura 15—20°C, względna wilgotność powietrza — 90%.

Hawker [cyt. 8] twierdzi, że *L. edodes* jest gatunkiem wrażliwym na działanie światła we wczesnej fazie wzrostu. Natomiast większość autorów jest zgodna, że w trakcie tworzenia owocników wskazany jest umiarkowany dopływ światła, a nawet oświetlenie [cyt. 8, 50, 54]. Singer [58] zaś uważa, że oświetlenie hodowli ma przede wszystkim ograniczyć straty wilgotności, a nie regulować natężenie światła. Pogląd ten potwierdzają badania Zadrażiła i in. [cyt. 8], które wykazały, iż światło nie odgrywa roli w procesie tworzenia się owocników. Badania autora dotyczące wpływu światła na wzrost grzybni *L. edodes* wykazały, że zarówno oświetlenie naturalne jak i sztuczne nie oddziałują istotnie na dynamikę wzrostu grzybni [8].

Wpływ przemieniowania X na wzrost grzybni badał Rokutanda [55].

Fizjologią odżywiania zajmowali się: Matsuo [38], Hiroe i Ikuta [cyt. 8]. Ando [2], badając proces pobierania z pożywki związków węgla i azotu stwierdził, że początkowy stosunek C/N wpływa na produkcję owocników, oraz, że źródła azotu w stężeniach powyżej 0,4% wywierają efekt inhibicyjny. Natomiast Tokimoto i Kawai [cyt. 8] dowodzą, że stosunek C/N nie ma żadnego wpływu na wytwarzanie owocników. Uważają oni, że w trakcie tworzenia owocników niezbędne jest źródło węgla, natomiast obecność azotu nie jest konieczna. Analogiczne wyniki uzyskał autor w odniesieniu do wzrostu grzybni vegetatywnej [8].

Niepełne są dane dotyczące wpływu witamin na rozwój *L. edodes*. Hiroe i Ikuta [cyt. 8] oraz Ishikawa [cyt. 8] podają, że obecność w pożywce witaminy polepsza warunki wzrostu grzybni. Tokimoto i Kawai [cyt. 8] zaś twierdzą, że tiamina, biotyna i kwas foliowy nie mają żadnego wpływu na wytwarzanie owocników. Przypuszczają oni, że tiamina może być niezbędna tylko w fazie wzrostu grzybni i formowania się primordiów. Autor w badaniach nad wpływem witamin na wzrost grzybni *L. edodes* wykazał, że spośród 8 zastosowanych witamin, jedynie tiamina i kwas pantotenowy spowodowały nieco większy wzrost grzybni w porównaniu z kontrolą [8].

Wymagania *L. edodes* w stosunku do odczynu podłoża są prawdopodobnie identyczne przy wzroście grzybni i owocowaniu. W licznych badaniach wykazano, że pH optymalne zarówno dla wzrostu grzybni vegetatywnej jak i w procesie tworzenia owocników zawiera się pomiędzy wartościami 3,5 a 4,5 [cyt. 8].

Zdolność rozkładu drewna

W niewielkim zakresie były dotychczas prowadzone badania nad rozkładem drewna, zachodzących pod wpływem *L. edodes*. Nukumizu i Nishimura [50] donoszą, że drewno *Quercus serrata*, po 1 roku traci 20,6%, a po 5 latach — 50,6% swojej masy. Ishikawa i in. [21] stwierdzili, że poza celulozą rozkładowi ulega część ligniny. Badania prowadzone przez autora nad rozkładem drewna 6 gatunków liściastych i sosny wykazały, że po półrocznym działaniu grzyba, drewno utraciło od 10 do 40% swego ciężaru. Poważnym zmianom uległy także inne właściwości fizyczne i mechaniczne badanego drewna: objętość, hygroskopijność, nasiąkliwość, wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien [65].

Interakcje biotyczne

Dość szczegółowo były badane reakcje biotyczne z innymi organizmami. W stosunku do *L. edodes*, stwierdzono antagonistyczne działanie wielu gatunków grzybów z rodzajów: *Acremonium*, *Cephalosporium*, *Diatrype*, *Didymocladium*, *Phialophora* [cyt. 9]. Jednak największe oddziaływanie antagonistyczne w stosunku do *L. edodes* wykazuje *Trichoderma viride* [cyt. 9, 28, 29]. Autor badając wzajemne oddziaływanie

L. edodes i 14 gatunków grzybów, występujących najczęściej w jego hodowlach stwierdził, że ograniczające wzrost grzybni *L. edodes* działanie wykazywały gatunki: *Aspergillus flavus*, *Botrytis cinerea*, *Chaetomium globosum*, *Fusarium graminearum* i *Trichoderma viride* [9].

Skład chemiczny i właściwości farmakologiczne

Prowadzono wiele prac nad chemizmem tego gatunku. Skład aminokwasów badali: Öhashi [52], Nomoto i Sasaki [47]; kwasy tłuszczowe — Awa i Hirotsu [5]; związki poliacetylenowe — Bew i in. [cyt. 8]; związki purynowe — Chibata i in. [10]; zawartość azotu ogólnego i węglowodanów — Tokimoto i Kawai [cyt. 8]; substancje smakowe i zapachowe — Iwade [24], Chibata i in. [cyt. 10] i Dijkstra [15]. Analizy wykonane przez autora wykazały, że sumaryczna zawartość aminokwasów w owocnikach *L. edodes*, pochodzących z hodowli własnych, wynosiła 18,2—23,9%, zawartość azotu ogólnego 2,9—4,4% oraz cukrów inwertowych 3,3—14,2%.

Ponadto w owocnikach *L. edodes* wykryto substancje o działaniu leczniczym. Chibata i in. [cyt. 10] wyizolowali związek purynowy o silnych właściwościach antybiotycznych i nazwali go lentinozyna. Dwa związki poliacetylenowe o poważnym działaniu antygrzybowym i antybakteryjnym, tzw. kortynelinę i marazynę uzyskali Bew i in. [cyt. 8]. Zidentyfikowano również lentinacynę — związek aromatyczny pochodny chinonu, który posiada zdolność rozkładania cholesterolu i działa antysklerotycznie [cyt. 8, cyt. 10].

Chichara i in. [cyt. 10] wyizolowali z *L. edodes* polisacharyd, który hamuje w 98% rozwój nowotworu przeszczepialnego — sarcoma 180 u myszy i powoduje w 9 na 10 przypadków zupełną jego regresję. Substancja ta jest $\beta(1-3)$ linearnym glukaniem, nazwano ją: lentinan. To w części wyjaśniałoby krążące od wieków opinie, że shiitake posiada zdolność przedłużania ludzkiego życia.

Zastosowanie praktyczne

Zaprezentowane wyniki badań posiadają wiele aspektów praktycznych. Dane zawarte w literaturze oraz obserwacje i wyniki badań autora wykazały, że *L. edodes* — gatunek występujący w warunkach naturalnych i hodowany na szeroką skalę w rejonie Azji Płd-Wsch., można z powodzeniem uprawiać w Polsce. Potwierdzają to udane hodowle tego grzyba w naszych warunkach klimatycznych i na drewnie rodzimych gatunków drzew. Uzyskiwane owocniki mogą stanowić cenny surowiec dla przemysłu spożywczego i farmaceutycznego. Duża tolerancja troficzna i niewielkie wymagania w stosunku do czynników fizycznych otoczenia predysponują go do utylizacji drewna i kory. Ma to poważne znaczenie w ochronie naturalnego środowiska człowieka.

LITERATURA

- [1] Akai S., Ueyama A., 1955. Effect of phenyl mercuric acetate upon the mycelial growth of some wood — destroying fungi. Abs. in Chem. Abstr. 49, 2, 1265.
- [2] Ando M., 1972. Fine structures of the hyphae of *L. edodes*. Trans. Mycol. Soc. Japan. 13, 191—195.
- [3] Ando M., Dosono Y., Nukumizu T., 1960. Comparison between the fruit body of shiitake „*Cortinellus edodes*” cultured on bed log of *Castanopsis cuspidata* and *Quercus serrata*. Bull. For. Exp. Sta. Meguro. 124, 101—104.
- [4] Aoki J., Sakamoto I., Kira K., 1962—63. Analysis of the actual state of shiitake production. Rep. Kyushu Univ. For. 17, 57—78, 18, 25—45.
- [5] Awa T., Hirotsu Y., 1963. Studies on lipid of dried shiitake. Paper partition chromatography of fatty acids. Res. Bull. Lib. Arts Oita Univ. 2, 15—22.
- [6] Bels P. J., 1974. Mushrooms and other edible fungi. Proc. XIX Int. Congr. Hort. Warszawa. 3, 507—514.
- [7] Brian P. W., 1972. The economic value of fungi. Trans. Brit. Mycol. Soc. 58, 3, 359—375.
- [8] Brodziak Ł., 1980a. Wybrane aspekty biologii *L. edodes* w warunkach polskich. Acta Mycol. 16, 1, 43—53.
- [9] Brodziak Ł., 1980b. Interakcje biotyczne *L. edodes* z grzybami najczęściej występującymi w jego hodowlach. Acta Mycol. 16, 2, 195—201.
- [10] Brodziak Ł., Ważny J., 1980a. Metody hodowli owocników twardziaka jadalnego (*L. edodes*). I Hodowla na odpadach drewna i korze. Sylwan CXXIV, 9, 9—16.
- [11] Brodziak Ł., Ważny J., 1980b. Metody hodowli owocników twardziaka jadalnego (*L. edodes*). II Hodowla na drewnie małowymiarowym. Sylwan CXXIV, 10, 19—25.
- [12] Chen Y. M., Chen J. P., Chiao J. S., 1963. Studies on submerged cultivation of Mushroom cultures. I Submerged cultivation of globular mycelial bodies. Acta Biol. Sinica. Shanghai. 8 (3—4), 548—557.
- [13] Chi-lin Luch, 1965. Mushroom growing and mushroom research in Taiwan. Mushroom science VI, 441—442.
- [14] Diak J., 1973. Hodowle myceliarne grzybów wielkoowocnikowych. Wiad. Bot. XVII, 3, 145—149.
- [15] Dijkstra F. Y., 1976. Studies on mushroom flavours. 3 Some flavour compounds in fresh, candied and dried edible mushrooms. Zeits. Lebens. Unters. Forsch. 160, 401—405.
- [16] Fukui R., Ogawa T., Katayama I., Ogasawara M., Matsumoto K., Watanabe T., Sekizawa Y., 1974. Protection of edible mushroom from the invading fungi by the fungicidal agents. I Action of several organic fungicides on edible mushrooms and the invading fungi. Trans. Mycol. Soc. Japan, 15, 147—154.
- [17] Gray W. D., 1970. The use of fungi as food and in food processing. London. Butterworths.
- [18] Grochowski W., 1976. Uboczna produkcja leśna. PWN Warszawa, 447.
- [19] Halbinger R. E., Mussini J. C., 1974. Cultivation of the Shiratake edible fungus (*L. edodes*) on Poplar wood. Rev. Forest. Argent. 18, 53—54.
- [20] Hashioka Y., 1971. Scanning and transmission electromicrographs of shiitake, *L. edodes*. Rept. Tottori Mycol. Inst. 9, 1—10.
- [21] Ishikawa H., Kawai A., Watanabe H., Oki T., 1964. Studies on the biochemical degradation of wood — components with special reference on lignin by *L. edodes*. Rep. Tottori Mycol. Inst. 1, 35—44.
- [22] Ito G., 1963. Experimental studies on cultivation of the shiitake mushroom (*L. edodes*). Effect of the water treatment of decayed bed — logs and beating „Shinsui-Dakobu” upon the development of sporophores. Res. Bull. Coll. Exp. Forest. Hokkaido Univ. XXIII, 1, 1—20.
- [23] Ito T., 1952. Historical review of artificial multiplication of shiitake. J. Jap. Forest. Soc. 34, 293—298.
- [24] Iwade I., 1955. Studies on odoriferous substances from fungi. „Matsutake” — *Armillaria matsu-take*, and „Shiitake” — *Cortinellus edodes*. Bull. Fac. Agr. Mie. Univ. 1, 95—131.
- [25] Kawai A., 1962. On the relation between the drying speed and the shrinkage during the drying of fruit — bodies of *L. edodes*. Rept. Tottori Mycol. Inst. 2, 27—30.
- [26] Kawai W., Kawai A., 1961. Studies on „Nietsuki” production during the drying of fruit — bodies of *L. edodes*. Rept. Tottori Mycol. Inst. 1, 29—32.

- [27] Komatsu M., 1961. Morphological characters of the hyphae of *L. edodes*, grown under the fluctuate temperatures and those during fruiting. Rept. Tottori Mycol. Inst. 1, 45—52.
- [28] Komatsu M., 1968. *Trichoderma viride*, as an antagonist of the wood — inhabiting Hymenomycetes. VIII The antibiotic activity against the mycelial growth of *L. edodes*, of the genera: *Trichoderma*, *Pachybasium*, *Gliocladium*, and other sterile forms. Rept. Tottori Mycol. Inst. 6, 29—42.
- [29] Komatsu M., 1969. *Trichoderma viride* as an antagonist of the wood — inhabiting Hymenomycetes. X Temperature and humidity in relation to *Trichoderma*, *Gliocladium*, and other species of *Hypocrea*, attacking, *L. edodes* inside bed — logs. Rept. Tottori Mycol. Inst. 7, 27—50.
- [30] Komatsu M., Goto M., 1974. Bacterial disease of cultivated shiitake — mushroom, *L. edodes* in Japan. Rept. Tottori Mycol. Inst. 11, 69—82.
- [31] Komatsu M., Kimura K., 1964a. Studies on abnormal fruit — bodies of the hymenomycetous fungi. III Fruit — bodies with brownish gills of *L. edodes*. Rept. Tottori Mycol. Inst. 4, 21—28.
- [32] Komatsu M., Kimura K., 1964b. Studies on abnormal fruit — bodies of the hymenomycetous fungi. IV Sterile fruit — bodies of *L. edodes*. Rept. Tottori Mycol. Inst. 4, 29—36.
- [33] Komatsu M., Kimura K., 1968. Studies on abnormal fruit — bodies of hymenomycetous fungi. V Fruit — bodies with whitepilei of *L. edodes*. Rept. Tottori Mycol. Inst. 6, 9—17.
- [34] Kondo M., Kasahara Y., 1933. Versuche bezüglich der Sporen von Shiitake, *Cortinellus shiitake*. Ber. Ohara Inst. 6, 28.
- [35] Majchrzak R., 1976. Grzybnia grzybów jadalnych jako potencjalne źródło białka spożywczego i paszowego. W pracy zbiorowej: Rynek białka ze źródeł nietradycyjnych. PAN, Inst. Rozw. Wsi i Roln. 45—55.
- [36] Matsumoto Y., Nishio Y., 1961. On the variation of temperature and humidity at different height above the ground in bed — log nursery of *L. edodes* under artificial shade. Rept. Tottori Mycol. Inst. 1, 92—94.
- [37] Matsumoto Y., Watanabe A., 1961. On the variation of temperature of inner part of bed — log *L. edodes* by direct sunlight. Rept. Tottori Mycol. Inst. 1, 85—91.
- [38] Matsuo A., 1956. Physiological studies on *Cortinellus edodes*. I The influence of tannic acid upon the growth of *C. edodes*. II The effects of carbon sources and wood — extracts upon the growth of the fungus. Trans. Tottori Soc. Agr. Sci. 11, 4—54, 143—146.
- [39] Mori K., Yamashita K., 1965. Differentiation and distribution of *L. edodes* in Japan. Mushroom science VI. Proceedings of the First Scientific Symposium on the Cultivated Mushroom and the Sixth International Congress on Mushroom Science. Wageningen and Amsterdam.
- [40] Moser M., 1978. Die Röhrlinge und Blätterpilze (*Polyporales*, *Boletales*, *Agaricales*, *Russulales*). VEB G. Fischer Verl., Jena.
- [41] Nagai Y., 1952. Cultivation of Shiitake (*L. edodes*). Tokyo. Japan.
- [42] Nagai Y., Aoshima K., Kobayashi T., 1952. Some physiological characters of the basidiospores of *C. edodes*. J. Jap. For. Soc. 34, 145—149.
- [43] Nakai Y., Ushiyama R., 1974. Fine structure of shiitake, *L. edodes*. I Scanning electron microscopy on basidia and basidiospores. II Development of basidia and basidiospores. III Germination of basidiospores. Rep. Tottori Mycol. Inst. 11, 1—6, 7—15, 16—22.
- [44] Nakai Y., 1975. Fine structure of shiitake, *L. edodes*. IV External and internal features of hilum in relation to basidiospor discharge. Rept. Tottori Mycol. Inst. 12, 41—45.
- [45] Nisikado Y., Mihashi T., Nakayama T., 1942—43. Illustrations and descriptions of fungi injurious to the culture of Shiitake mushroom (I—II). Ber. Ohara Inst. Landw. Forsch. 9, 61—70, 251—258.
- [46] Nishikado Y., Yamauti K., 1935. Studies on the heterothallism of *C. edodes*, an economically important edible mushroom in Japan. Ber. Ohara Inst. 7, 115—128.
- [47] Nomoto T., Sasaki S., 1953. Studies on the free amino acids of Shiitake (*C. edodes*). J. Fac. Agr. Iwade Univ. 1, 34—39.
- [48] Nukumizu T., 1960. Cultivation of Shiitake (*L. edodes*) — artificial and management. Tokyo. Japan.
- [49] Nukumizu T., Ando M., Dozono Y., 1958. On improvement of „Tanegoma” piece, a sprawn for the cultivation of Shiitake — *C. edodes*. Bull. Gov. For. Exp. Sta. Meguro. 105, 10—18.
- [50] Nukumizu T., Nishimura H., 1953. Observations of the development of fruit bodies of Shiitake fungus (*C. edodes*) and the durability of bed — logs. J. Jap. For. Soc. 35 (2).

- [51] Ogawa T., Fukui R., Noda M., Murooka H., Hongo I., Shoji A., Maesawa Y., Shiratori T., 1975. Protection of edible mushrooms from the invading fungi by the fungicidal agents. II Controlling effects of benomyl on *Trichoderma* infection in edible mushroom cultivation. *Trans. Mycol. Soc. Japan.* 16, 3, 311—323.
- [52] Ohashi H., 1953. A study on the amino acids in Shiitake (*C. edodes*), and Matsutake (*Polyporus sulphureus*). *Bull. Tokyo Univ. For.* 44, 215—219.
- [53] Pilát A. 1946. Monographie des especes européennes du genre *Lentinus* Fr., *Atlas des champignons de l'Europe.* 5, 7.
- [54] Rinaldi A., Tyndalo V., Pace G. G., 1972. *L'atlante dei funghi.* Arnoldo Mondadori Editore. 126, 270, 271.
- [55] Rokutanda N., 1952. Influence of X-ray on the growing of Shiitake (*L. edodes*) mycelia. *Rep. Kagoshima Pref. For. Exp. Sta.* 4, 36—37.
- [56] Sasaki M., 1972. Industrial cultivation of mushrooms. „Hoppo Ringyo”. *Sapporo.* 24, 4, 112—115.
- [57] Singer R., 1941. Is Shiitake a *Cortinellus*? *Mycologia.* 33, 449—451.
- [58] Singer R., 1961. Mushrooms and truffles. *Botany. Cultivation and Utilisation.* London. New York. 132—146.
- [59] Steineck W., 1976. *Pilze im Garten.* Verl. Ulmer. Stuttgart. 53.
- [60] Takemaru T., 1961. Genetical studies on fungi. IX The mating system in *L. edodes*. *Rept. Tottori Mycol. Inst.* 1, 61—68.
- [61] Takesi S., Akio A., Sinkiti K., 1973. Shiitake mushroom fruit body production. *Jap. Pat. Kl.* 2 Eo (A 01 g 1/04). Nr 48-35223.
- [62] Tokimoto K., 1974. Formation of callus — like aberrant fruit bodies on agar cultures of *L. edodes*. *Rept. Tottori Mycol. Inst.* 11, 23—28.
- [63] Tokimoto K., Komatsu M., Takemaru T., 1973. Incompatibility factors in the natural population of *L. edodes* in Japan. *Rept. Tottori Mycol. Inst.* 10, 371—376.
- [64] Ushiyama R., Hashioka Y., 1973. Virusses associated with Hymenomycetes. I Filamentous virus — like particles in the cells of a fruit body of shiitake — *L. edodes*. *Rept. Tottori Mycol. Inst.* 10, 797—805.
- [65] Ważny J., Brodziak Ł., 1980. Effect of the fungus *L. edodes* — shiitake — on some physical and mechanical properties of wood. *Material und Organismen.* 15, 3, 235—243.
- [66] Wojewoda W., 1970. O grzybach jadalnych i trujących. *Kraków.* PAN. 17—20.
- [67] Zadražil F., Schliemann J., 1974. Ökologische und Biotechnologische Grundlagen der Domestication von Speisepilzen. IX Internationalen Wissenschaftlichen Kongress für Kultur Essbaver Pilze. *Taipei. Taiwan.* 18.

Dr Łukasz Brodziak
Katedra Ochrony Lasu i Ekologii SGGW-AR
ul. Rakowiecka 26/30, 02-528 Warszawa