

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2551). แนวทางการจัดการสารพีซีบี (PCBs Management Handbook). (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร.
- การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ฝ่ายบำรุงรักษาระบบส่ง. (2550). POLYCHLORINATED BIPHENYLS (PCBs). สืบค้นเมื่อ 10 มกราคม 2553, จาก http://www.pcd.go.th/info_serv/air_PCBsThai.htm
- กิตติมา รามัญวงษ์ วินันท์ดา หิมะมาน จันจิรา อายะวงค์ สมโภชน์ มณีรัตน์. (2453) การสำรวจเบื้องต้นเกี่ยวกับราในดินบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร ด้านตะวันออกวารสารวิชาการป่าไม้ ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 หน้า 117-124.
- เกษม สร้อยทอง. (2537). **เห็ดและราขนาดใหญ่ในประเทศไทย**. ศิริธรรมออฟเซต: อุบลฯ.
- พาลาก สิงห์เสนี. (2535). **พิษของยาฆ่าแมลงต่อผู้ใช้ และสิ่งแวดล้อม**. กรุงเทพฯ :สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 147 หน้า
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2550). **เห็ดในประเทศไทย**. กรุงเทพมหานคร: ทีฟิล์ม จำกัด.
- รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย. (2544). การจัดการสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
- วิมล ชี้อชอบ. (1998). การย่อยสลายสารพิษตกค้างด้วยจุลชีพ. Thai Environmental Engineering 12, 42-45.
- ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ. (2544). **หนังสือคู่มือเห็ดและราในประเทศไทย**. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- สุธรรม สิทธิชัยเกษม. (2528). ยาปราบศัตรูพืชในแหล่งน้ำ. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน, กรุงเทพฯ. 57 หน้า.
- สมณฑา พรหมบุญ และคณะ **โครงการวิจัยฯ ชุดพัฒนาการวิจัย (เล่ม 2) ความหลากหลายทางชีวภาพ** จาก <http://www.swu.ac.th/royal/book2/b2c11t3.html>.
- สำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ (มกท.). (2546). **มาตรฐานเกษตรอินทรีย์ 2003**
- สำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ (มกท.). (2003). **มาตรฐานเกษตรอินทรีย์ (IFOAM Accredited)**, นนทบุรี 41 หน้า
- อนงค์ จันทร์ศรีกุล. (2544). **เห็ดเมืองไทย**. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.
- อรพินท์ บุญทอง. (2546). **การคัดเลือกเห็ดราที่สามารถย่อยสลาย 2,8-Dichlorodibenzo-p-dioxin (2,8-DCDD)**. วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

- อลิสา วังโน. (2550). หลักการเบื้องต้นของการบำบัดสารมลพิษทางชีวภาพ Basic concepts in bioremediation. ใน การบำบัดสารมลพิษทางชีวภาพ (หน้า 85-157). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Akira Sato, T. W., Yoshiwatanabe, Harazono K., T. and Fukatsu. (2002). Screening for basidiomycetous fungi capable of degrading 2,7-dichlorodibenzo-p-dioxin. FEMS Microbiology Letters, 213, 213-217.
- Aleeva, I.V. et al., (1972). On the effect of Agricultural on Reproduction of Hares (*Lepus europaeus*). Westn. Zool. 6:58 – 61.
- Andrew, JS. (1992). Polychlorodibenzo-p-dioxin and Polychlorodibenzofuran. Hazardous Material Toxicology. Maryland: William and Wilkins, 756 – 761.
- Arisoy, M. (1998). Biodegradation of chlorinated Organic Compounds by White rot Fungi. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 60:872 – 876.
- Ashrafosadat, H., Seyed, A.S., Ebrahim, V.F. Saman, H. and Abdolrahman, E. (2009). Extensive biodegradation of highly chlorinated biphenyl and Aroclor 1242 by *Pseudomonas aeruginosa* TMU56 isolated from contaminated soils. International Biodeterioration and Biodegradation, 63, 788–794.
- Aust, S.D. and Benson, J.D. (1993). The Fungus among Us: Use of the White Rot Fungi to Biodegrade Environmental Pollutants. Environmental Health Perspectives. 101 (3).
- Aust, S.D. & Stahl, J.D. (1998). Biodegradation of Dioxin and Dioxin-Like Compounds by White rot fungi, from <http://www.ftns.wau.nl/imb/research/wrf/chloro.html>.
- Baldrian, P. (2008). Wood-inhabiting ligninolytic basidiomycetes in soils: Ecology and constraints for applicability in bioremediation. Fungal Ecology, 1, 4-12.
- Barr, D.P. and Aust, S.D. (1994). Mechanism of White rot Fungi use to degrade pollutants. Environ. Sci. Technol., 28, 241-244.
- Barr, D.P. and Aust, S.D. (1999). Pollutants degradation by White rot fungi. Review of Environmental Contamination and Toxicology, New: Springer Verlag; 49-72.
- Bumpus, J.A. & Aust, S.D. (1986). Biodegradation of environmental pollutants by the White rot fungus *Phanerochaete chrysosporium*; Involvement of lignin

- degrading system. *Bioassay*, 6,166-170.
- Bennet, J. W. Wunch, K. G. and Faison, B. D. (2002). *Use of Fungi Biodegradation*. (2nd). ASM Press Washington, D.C.960-971.
- Borja, J., Taleon, D.M., Auresenia, J. and Gallardo, S. (2005). Polychlorinated biphenyls and their biodegradation. *Process Biochemistry*, 40, 1999-2013.
- Cinthia, G.B., Larissa, O., Cristina, G. M. and Rosane, M. P. (2004). Decolorization of synthetic dyes by solid state cultures of *Lentinula (Lentinus) edodes* producing manganese peroxidase as the main ligninolytic enzyme. *Bioresource Technology*, 94, 107–112.
- Connell, D. W. (2005). Polychlorinated Biphenyls (PCBs) and Dioxins. (2nd). *Basic Concepts of Environmental Chemistry*. CRC Press.
- Christine, S. E. and John, N.H. (2001). Degradation of plant cell wall polymers. *Fungi in bioremediation*. G. M. Gadd Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
- David, L.L. and Daniel, E.S. (1977a). How to identify mushrooms to genus I: macroscopic features. The University of Michigan, **Mad River Press**.
- David, L.L. and Daniel, E.S. (1977b). How to identify mushrooms to genus III: macroscopic features. The University of Michigan, **Mad River Press**.
- Denson, MS., et al. (1986). Ah receptor for 2,3,7,8 – tetrachlorodibenzo-p-dioxin comparative studies in mammalian and non – mammalian species. *Chemosphere*, 15:1665-1672.
- Emrah, A.E., Ali U., Halil, K. (2007). Decolorization of synthetic dyes by white rot fungi, involving laccase enzyme in the process. *Process Biochemistry*, 42, 1429–1435.
- EPA Method. Spectrum Laboratories: EPA Method 8151, from <http://www.speclab.com/compound/m8151.htm>.
- Fasidi O., Oluseyi D.A. and Isola. (2009). Biodegradation of agro-wastes by some nigerian white-rot fungi. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 8, 711-719.
- Field, J.A. et al. (1992). Biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons by new isolates of white rot fungi. *Appl. Environ. Microbiol*, 58(7), 2219-2226.

- Field, J. A. (2003). Biodegradation of chlorinated compounds by white rot fungi. *Microbial Processes and Environmental Applications*, University of Arizona:Tucson, AZ, USA, 159-204.
- Field, J. A. and Reyes, S. (2008). Microbial transformation and degradation of polychlorinated biphenyls. *Environmental Pollution*, 155, 1-12.
- Francova, K., Mackova, M., Macek, T. and Sylvestre M. (2004). Ability of bacterial biphenyl dioxygenases from *Burkholderia* sp.LB400 and *Comamonas testosteroni* B-356 to catalyse oxygenation of ortho-hydroxychlorobiphenyls formed from PCBs by plants. *Environmental Pollution*, 127, 41–48.
- Geoffrey, K. (2009). *Mushrooms and Toadstools of Britain and northern Europe. (1st)*. An Hachette UK Company. London.
- Graciela M.L., Ruiz-Aguilar, J.M., Fernandez, S., Refugio, R., and Hector, P.V. (2002). Degradation by white-rot fungi of high Concentrations of PCB extracted from a contaminated soil. *Advances in Environmental Research*, 6, 559-568.
- Grant, B.F. and Nehrle, P.M. (1970). Chronic Endrin Poisoning in Goldfish. *Carassius auratus*. *J.Fish. Res. Bd. Can.* 27:2225 – 2232.
- Hamid, B., Don, W. and Susan D.(2005). Bioremediation of polychlorinated biphenyl and petroleum contaminate soil. *Proceedings of Environmental Science and Technology*, 502-507.
- Hammel, K.E. et al. (1986). Oxidation of Polycyclic aromatic hydrocarbons and Dibenzop-dioxins by *Phanerocheate chrysosoprium* Ligninase. *Journal of bacteriology*, 261, 16448-16952.
- Hatvani, N. and Imre M.(2002). Effect of the nutrient composition on dye decolorisation and extracellular enzyme production by *Lentinus edodes* on solid medium. *Enzyme and Microbial Technology*, 30, 381–386.
- Hopf, N.B., Ruder, A.M. and Succop, P. (2009). Background levels of polychlorinated biphenyls in the U.S. population. *Science of the Total Environment*, 407, 6109-6119.

- Ichiro K., Riichiro K. and Ryuichiro K. (2006). Metabolism of 4,4'-dichlorobiphenyl by white-rot fungi *Phanerochaete chrysosporium* and *Phanerochaete* sp. MZ142. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 72, 566-575.
- Jiang G.X., Niu J.F., Zhang S.P., Zhang Z.Y. and Xie B. (2008). Prediction of Biodegradation Rate Constants of Hydroxylated Polychlorinated Biphenyls by Fungal Laccases from *Trametes versicolor* and *Pleurotus ostreatus*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 81, 1-6.
- Kadhim,H.,Graham,C.,Barratt,P.,Evens,C.s. and Rastall,R.A. (1999). Removal of phenolic compound in water using *Coriolus versicolor* grown on wheat bran. *Enzyme and Microbial Technology*, 24, 303-307.
- Klecka, G.M. & Gibson, D.T. (1980). Metabolism of Dibenzo-p-dioxin and Chlorinated dibenzo-p-dioxin by *Bjerkandera species*. *Appl. Environ. Microbiol*, 39(2), 288-296.
- Kocher, C.W. et al. (1978). *Toxicol. Bull. Environ. Contain*, 19,229-236.
- Koker, L.,Ratto,M. and Jane,B.J.H.(2000). Isolation and enzymic characterization of south African white-rot fungi. *Mycological Research*, 104(7), 820-824.
- Koller,,G., Moder, M. and Czihal, K. (2000). Peroxidative degradation of selected PCB: a mechanistic study. *Chemosphere*, 41, 1827-1834.
- Kotterman, M.J.J. et al. (1994). The physiology of anthracene biodegradation by the White rot fungus *Bjerkandera sp.* Strain Bos55. *Abstract*, 42, 179-186.
- Krumar, P. and Ulrich, R. (1998). Degradation of Polychlorinated Biphenyl Mixtures by the Lignin-Degrading Fungus *Phanerochaete chrysosporium*. *Folia Microbiology*, 43, 79-84.
- Kubatova, A.,Erbanova, P.,Eichlerova, I.,Homolka, L.,Nerud, F. and Sasek, V. (2001). PCB congener selective biodegradation by the white rot fungus *Pleurotus ostreatus* in contaminated soil. *Chemosphere*, 43, 207-215.
- Leonowicz, A., Cho, N.S., Luterek, J., Wilkolazka, A., Wojtas, M., Matuszewska, A., Hofrichter, M., Wesenberg,D. and Rogalski, J. (2001). Fungal laccase :properties and activity on lignin. *Journal of Basic Microbiology*, 41, 185-227.

- Levin, L., Papinutti, L. and Forchiassin, F. (2004). Evaluation of Argentinean white rot fungi for their ability to produce lignin-modifying enzymes and decolorize industrial dyes. *Bioresource Technology*, 94, 169–176.
- Li, Q.X. and Young, S.K. (2004). Fungal laccase-catalyzed degradation of hydroxy polychlorinated biphenyls. *Chemosphere*, 56, 23-30.
- Liliana, G., and Maria, A. R. (2004). Potential of extra cellular enzymes in remediation of polluted soils: a review. *Enzyme and Microbial Technology*, 35, 339–354.
- Mirjana, S., Limor, P., Dana, F., Yitzhak, H., Solomon, P. W., Eviatar, N. and Jelena, V. (2006). Effect of different carbon and nitrogen sources on laccase and peroxidases production by selected *Pleurotus* species. *Enzyme and Microbial Technology*, 38, 65-73.
- Monika M., Cajthaml, T., Koeller, G., Erbanova, P. and Sasek, V. (2005). Structure selectivity in degradation and translocation of polychlorinated biphenyls (Delor 103) with a *Pleurotus ostreatus* (oyster mushroom) culture. *Chemosphere*, 61, 1370-1378.
- Novotny, C., Svobodova, K., Erbanova, P., Cajthaml, T., Aparna, K. and Elke, L. (2004). Ligninolytic fungi in bioremediation: extracellular enzyme production and degradation rate. *Soil Biology and Biochemistry*, 36, 1545-1551.
- Palmieri, G., Cennamob, G., and Sannia, G. (2005). Remazol Brilliant Blue R decolourisation by the fungus *Pleurotus ostreatus* and its oxidative enzymatic system. *Enzyme and Microbial Technology*, 36, 17–24.
- Patricia, J.H. and Christopher, F.T. (2001). The biochemistry of ligninolytic fungi. Fungi in bioremediation. G. M. Gadd Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
- Paustenbach, D.J. (1989). The Risk of Environmental and Human Health Hazards. A Textbook of case studies. New: John Wiley & Sons.
- Pelaez, F., Martinez, M.J. and Martinea, A.T. (2005). Screening of 68 species of basidiomycetes for enzymes involved in lignin degradation. *Mycological Research*, 99 (1), 37-42.
- Petersen, R.H. and Greilhuber, I.K. (1996). An epitype specimen for *Pleurotus ostreatus*.

- Mycological Research, 100(2), 229-235.
- Petroff, B.K. et al. (2000). A Review of mechanism controlling ovulation with implication for the anovulatory effects of polychlorinated dibenzo-p-dioxins in rodents. *Toxicology*, 158, 91-107.
- Pieper, D.H. (2005). Aerobic degradation of polychlorinated biphenyls. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 67, 170-191.
- Pointing, S.B. (2001). Feasibility of bioremediation by white-rot fungi. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 57, 20-33.
- Poland, A. and Knutson, J.C. (1982). 2,3,7,8 – tetrahalorodibenzo-p-dioxin and related halogenated aromatic hydrocarbons. Examination of the mechanism of toxicology, *Ann. Rev. Phamacol. Toxicol.* 22: 517 – 554.
- Premjet, S., Bunthong, O. and Premjet, D. (2009). The Ability of Five Fungal Isolates from Nature to Degrade of Polyaromatic Hydrocarbons (PAHs) and Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in Culture Media. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(3), 1076-1082.
- Radha, K.V., Regupathi, I., Arunagiri, A. and Murugesan. T. (2005). Decolorization studies of synthetic dyes using *Phanerochaete chrysosporium* and their kinetics. *Process Biochemistry*, 40, 3337-3345.
- Reddy, C.A. and Mathew, Z. (2001). Bioremediation potential of white rot fungi. Fungi in bioremediation. G. M. Gadd Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
- Rimko ten, H. and Pauline, J.M. (2001). Oxidative Mechanisms Involved in Lignin Degradation by White-Rot Fungi. *Chemical Reviews*, 101, 3397-3413.
- Sakai, M., Ezaki, S., Suzuki, N. and Kurane, R. (2005). Isolation and characterization of a novel polychlorinated biphenyl-degrading bacterium, *Paenibacillus* sp. KBC101. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 68, 111-116.
- Sarah, H. (2004). Bioremediation capabilities of white rot fungi. Doctoral dissertation: review article. *Ph.D., Ecology, Colorado State University, United States*.
- Satoshi, T., Matoyoshi, N., Takahiko, M., Ryuichiro, K. and Kokki, S. (1996). Degradation of Polychlorinated Dibenzo-p-Dioxins and Polychlorinated Dibenzofurans by the

- White Rot Fungus *Phanerochaete sordida* YK-624. Applied Microbiology and Biotechnology, 62 (12), 4323- 4328.
- Sierra, I., Valera, J.L., Marina, M.L. and Laborda, F. (2003). Study of the biodegradation process of polychlorinated biphenyls in liquid medium and soil by new isolated aerobic bacterium *Janibacter* sp. Chemosphere, 53, 609-618.
- Stoner, D.L. (1994). Biotechnology for the Treatment of Hazardous waste. CRC Press Inc. United states of America.
- Tachibana, S. et al. (1996). Biodegradation by Wood-Rotting fungi (I) – Screening of fungi for degradation of dioxins and degradation of 2,7-Dichlorodibenzo-p-dioxin by some fungi separated by the screening and by some wood-rotting fungi. Appl. Environ. Microbiol, 12(50), 1806-1815.
- Takada, S. et al. (1996). Degradation of Polychlorinated Dibenzo-p-dioxins and Polychlorinated dibenzofuran by White Rot Fungus *Phanerochaete chrysosporium* YK-624. Appl. Environ. Microbiol, 4323-4328.
- Tien, M. and Kirk, T.K. (1988). Ligninperoxidase of *Phanerochaete chrysosporium*. Method in Enzymology, 161, 238-249.
- Valli, K. & Gold, M.H. (1991). Degradation of 2,4-dichlorophenol by the lignin-degrading fungus *Phanerochaete chrysosporium*. Journal of Bacteriology, 173,345-352.
- Valli, K. et al. (1992). Degradation of 2,7-dichlorodibenzo-p-dioxin by the Lignin – degrading Basidiomycete *Phanerochaete chrysosporium*. Journal of Bacteriology, 174,2131-2137.
- Vasilyeva, G. K. and Strijakova, E. R. (2007). Bioremediation of Soils and Sediments Contaminated by Polychlorinated Biphenyls. Microbiology, 76(6), 639–653.
- World Health Organization. (1976). DDT (PDS)"DATA SHEETS ON PESTICIDES from http://www.inchem.org/documents/pds/pds/pest21_e.htm.
- Yadav, J.S. et al.(1995). Degradation of Polychlorinated Biphenyl Mixture (aroclor 1242, 1254 and 1260) by the White Rot Fungus *Phanerochaete chrysosporium* as Evidenced by Congener-Specific Analysis. Appl. Environ. Microbiol, (61) 2560-2565.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก วิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Potato dextrose agar (PDA)

PDB (Himedia)	26.5 กรัม
Agar	20 กรัม
น้ำกลั่น	1 ลิตร
pH	5.5

ละลายส่วนผสมทั้งหมดในน้ำกลั่น ปรับปริมาณเป็น 1 ลิตร และปรับ pH ให้ได้ 5.5 เทใส่ใน ฟลาสก์ ขนาด 250 มิลลิลิตร ให้ได้ปริมาณ 150 มิลลิลิตร ปิดด้วยจุกสำลีแล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

กรณีใช้เป็นอาหารสำหรับคัดแยกเส้นใยให้บริสุทธิ์จะต้องผสม chloramphenical (34 mg/ml) ลงไปในอาหารที่อุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียสก่อนจะทำการเทอาหาร

2. การเตรียมอาหารคัดกรอง (Screening medium)

2.1 High Nitrogen (กรัมต่อลิตร)

Glucose	10 กรัม
24 mM L-asparagine	
24 mM $\text{NH}_4 \text{NO}_3$	

2.2 Low Nitrogen (กรัมต่อลิตร)

Glucose	10 กรัม
2.4 mM L-asparagine	
2.4 mM $\text{NH}_4 \text{NO}_3$	

ละลายส่วนผสมทั้งหมดในน้ำกลั่น ปรับปริมาณเป็น 1 ลิตรและปรับ pH ให้ได้ 5.5 และเติมวุ้น 20 กรัม ลงในอาหาร แล้วละลายวุ้นให้เป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นเทใส่ในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร ให้ได้ปริมาณ 150 มิลลิลิตร ปิดด้วยจุกสำลีแล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

หลังจากนี้ฆ่าเชื้อแล้วจนอุณหภูมิลดลงเหลือ 50-60 องศาเซลเซียส จึงเติมสีสังเคราะห์ลงในอาหารค้ดกรองปริมาตร 150 มิลลิลิตร โดยมีอัตราส่วนของสีสังเคราะห์ Remazol brilliant blue R (RBBR) 0.04% ทดสอบการผลิตเอนไซม์แลกเคส (Laccase), Azuer B 0.02 % อาหารทดสอบการผลิตเอนไซม์ลิกนินเปอร์ออกซิเดส (LiP) และ Phenol red 0.02 % ทดสอบการผลิตเอนไซม์แมกานีสเปอร์ออกซิเดส (MnP)

3. การเตรียมอาหารทดสอบการย่อยสลายสารประกอบ 2, 4-PCB

3.1 YMPG medium (Yeast extract Malt extract Peptone Glucose medium) (กรัมต่อลิตร)

Yeast extract	1.0	กรัม
Malt extract	10.0	กรัม
Peptone	2.0	กรัม
Glucose	10.0	กรัม
MgSO ₄ ·7H ₂ O	1.0	กรัม
L-asparagine	1.0	กรัม

pH 4.5

3.2 Basal medium (กรัมต่อลิตร)

Glucose	10	กรัม
Malt extract	2.0	กรัม
Peptone	1.0	กรัม
Yeast extract	1.0	กรัม
K ₂ HPO ₄	2.0	กรัม
FeSO ₄ ·7H ₂ O	0.01	กรัม
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.5	กรัม
MnSO ₄ ·H ₂ O	0.16	กรัม
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	1.0	มิลลิกรัม
KCl	0.5	กรัม
NH ₄ NO ₃	1.75	กรัม
CoCl ₂ ·6H ₂ O	0.29	มิลลิกรัม
CaCl ₂	0.01	กรัม

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	2.0	มิลลิกรัม
KH_2PO_4	0.5	กรัม
L-asparagine	1.0	กรัม

pH 4.5

ละลายส่วนผสมทั้งหมดในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร และปรับ pH ให้ได้ 5.5 เทใส่ในฟลาสก์ขนาด 150 มิลลิลิตร ให้ได้ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ปิดด้วยจุกสำลีแล้วนำไปนิ่งมาเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

ภาคผนวก ข วิธีการเตรียมสารเคมี

1. การเตรียม Lactophenol cotton blue

1.1 เตรียม Lactophenol

Phenol crystal	20 g
Lactic acid	20 g
Glycerol	40 g
Distill water	20 ml

ผสมส่วนประกอบทั้งหมดในน้ำกลั่น ละลายโดยใช้ไฟอ่อนๆ

1.2 เตรียม Lactophenol cotton blue

Lactophenol	100 ml
cotton blue	0.05 g

ละลายสารละลายในข้อ 2.1 เข้ากับข้อ 2.2 แล้วคนให้เข้ากัน

2. Melzer's reagent

I	0.5	กรัม
KI	1	กรัม
น้ำกลั่น	20	มิลลิกรัม

ผสมให้เข้ากัน แล้วเติม chloral hydrate 20 กรัม ก่อนใช้ จากนั้นทำการกรองปลอดเชื้อด้วย filter sterile และเก็บไว้ในที่มืดและเย็น

3. การเตรียมสารละลายที่ทดสอบการผลิต ligninolytic enzymes

6.1 สารละลายสี Remazol brilliant blue R (RBBR) เข้มข้น 0.04%

ชั่งสี Remazol brilliant blue R มา 0.6 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ 10 มิลลิลิตร จากนั้นทำการกรองปลอดเชื้อ ด้วย filter sterile ใส่หลอด centrifuge ขนาด 1.5 มิลลิลิตร ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ต่ออาหาร 150 มิลลิลิตร และเก็บไว้ในที่มืดและเย็น

6.2 สารละลายสี Azuer B เข้มข้น 0.02 %

ชั่งสี Azuer B มา 0.3 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ 10 มิลลิลิตร จากนั้นทำการกรองปลอดเชื้อ ด้วย filter sterile ใส่หลอด centrifuge ขนาด 1.5 มิลลิลิตร ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ต่ออาหาร 150 มิลลิลิตร และเก็บไว้ในที่มืดและเย็น

6.3 สารละลายสี Phenol red เข้มข้น 0.02 %

ชั่งสี Phenol red มา 0.3 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ 10 มิลลิลิตร จากนั้นทำการกรองปลอดเชื้อ ด้วย filter sterile ใส่หลอด centrifuge ขนาด 1.5 มิลลิลิตร ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ต่ออาหาร 150 มิลลิลิตร และเก็บไว้ในที่มืดและเย็น

7. การเตรียม 0.25 mM 2,4-PCB

ชั่ง 2,4-PCB 1.11 มิลลิลิตร (ต่ออาหาร 20 มิลลิลิตร) แล้วละลายใน N,N-dimethylformamide ปริมาตร 100 ไมโครลิตร แล้วละลายเป็นสารละลายเนื้อเดียวกัน

ภาคผนวก ค แสดงการจัดจำแนกเห็ดราที่คัดเลือกมาใช้ในการย่อยสลายสาร 2,4-PCB

Lentinus similis

Order: Polyporales

Family: Polyporaceae

Scientific name: *Lentinus similis*

Common Name: กรวยจีบ

(1) ลักษณะของหมวกเห็ด

ขนาด ϕ 3 – 15 cm. สูง 4 – 6 cm. รูปร่าง คล้ายรูปกรวยลึก
เมื่อมองจากทางด้านบน เป็นร่องลึกตรงกลางดอก คล้ายจาน ลักษณะดอกมีขนอ่อนตรง
กลางหมวก เมื่อแก่ผิวเรียบ มีร่องเล็กๆเรียงเป็นรัศมีไปถึงกลางหมวก ขอบมันงอเข้าหา
ก้านเล็กน้อย ดอกสีน้ำตาลอมเหลืองไปจนถึงน้ำตาลแดง ดอกอ่อนสีอมม่วง ดอกเหนียว

(2) ลักษณะของครีบ

ครีบติดก้าน เรียวยาวลงไปติดก้าน แคบ เรียงถี่

(3) ลักษณะของก้าน

ก้านยาว 3-10 cm. กว้าง 0.2-0.5 cm. ทรงกระบอก แข็ง มีขนอ่อนสีเดียวกับหมวก เนื้อ
บาง เหนียว สีขาว

(4) ลักษณะเส้นใยภายใต้กล้องจุลทรรศน์

เป็นแบบมีผนังกัน (Simple septa) ชัดเจน ผนังบาง

(5) ลักษณะของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

สีของสปอร์บนกระดาษเป็น สีขาว รูปร่างภายใต้กล้อง ทรงรีสี่เหลี่ยม เรียบ ผนังบาง
มีปุ่มใสทางด้านปลาย การทำปฏิกิริยากับสี Melzer'reagent: Amyloid

(6) ลักษณะการติดของดอกเห็ดบนท่อนไม้

ฐานก้านยึดติดกับท่อนเนื้อไม้ ชูเป็นดอก

(7) ลักษณะการเจริญของดอกเห็ด

เจริญเป็นดอกเดี่ยว จากก้อนเส้นใยเทียมสีขาวอยู่ใต้ดิน

(8) ที่อยู่อาศัย บนเนื้อไม้ที่ตายแล้ว

(9) ข้อมูลการกินได้ ไม่มีข้อมูลว่ากินได้



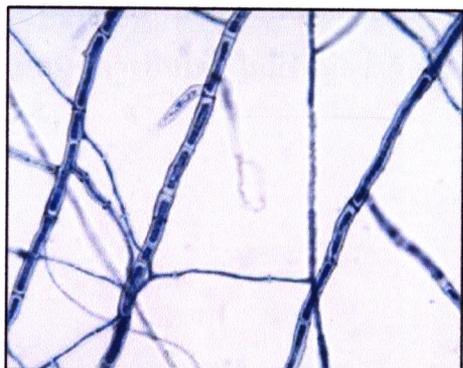
(1) ลักษณะของหมวกเห็ด



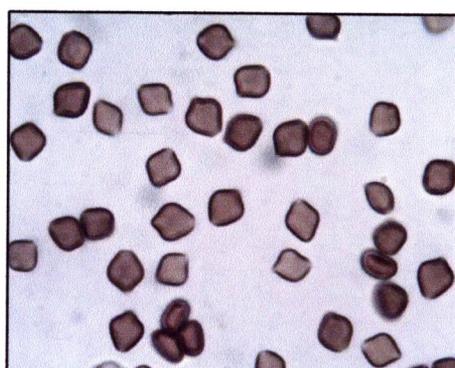
(2) ลักษณะครีป (3) ลักษณะก้าน



ลักษณะเส้นใยบนอาหาร PDA เป็นสีขาวฟู



(4) ลักษณะเส้นใย (40X) แบบ simple septa



(5) ลักษณะสปอร์ (100X) และการทำปฏิกิริยากับ Melzer'reagent: amyloid

ภาพ 8 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเห็ด *Lentinus similis*

Scytinopogon sp.

Order: Agaricales

Family: Clavariaceae

Scientific name: *Scytinopogon* sp.

Common Name: -

(1) ลักษณะของหมวกเห็ด

ขนาด ϕ 3–5 cm. สูง 6–10 cm. รูปร่าง คล้ายปะการัง

เมื่อมองจากทางด้านบน เป็นแฉก แหลม คล้ายพุ่มหญ้า ลักษณะดอกเป็นกิ่งก้านแตก

แขนง แต่ละแขนงจะแตกเป็น 2 แฉกสั้นๆ ปลายแหลม คล้ายง่าม ดอกแข็งและเหนียว

(2) ลักษณะของครีบ ไม่มีครีบ

(3) ลักษณะของก้าน ไม่มีก้าน

(4) ลักษณะเส้นใยภายใต้กล้องจุลทรรศน์

เป็นแบบมีผนังกั้น (Simple septa) ผนังบางใส แคบ

(5) ลักษณะของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

(6) ลักษณะการติดของดอกเห็ดบนท่อนไม้

ฐานก้านยึดติดกับเปลือกไม้ ชูเป็นพุ่ม

(7) ลักษณะการเจริญของดอกเห็ด

เจริญเป็นดอกเดี่ยว กระจายกันอยู่ หรือกลุ่ม

(8) ที่อยู่อาศัย บนเปลือกไม้ที่ตายแล้ว

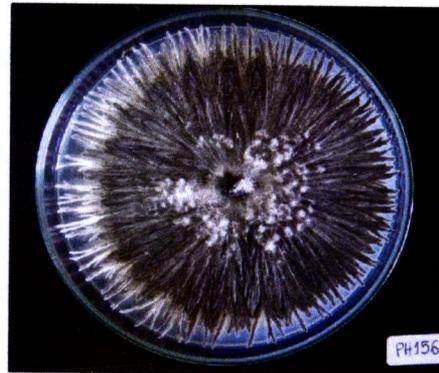
(9) ข้อมูลการกินได้ ไม่มีข้อมูลว่ากินได้



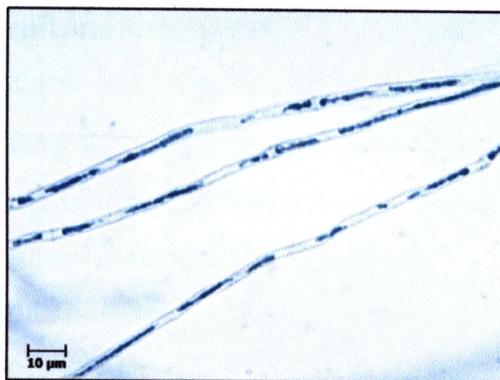
(1) ลักษณะของหมวกเห็ด



(1) ลักษณะของแฉก



ลักษณะเส้นใยบนอาหาร PDA เป็นแฉกเทาดำ



(4) ลักษณะเส้นใย (100X) เป็นแบบ simple septa

ภาพ 9 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเห็ด *Scytinopogon* sp.

Coprinus cinereus

Order: Agaricales

Family: Coprinaceae

Scientific name: *Coprinus cinereus*

Common Name: เห็ดถั่วเหลือง

(1) ลักษณะของหมวกเห็ด

ขนาด ϕ 1 – 2 cm. รูปร่าง คล้ายร่ม เมื่อมองจากทางด้านบน แผลม ตรงกลางดอกสีเข้มกว่าขอบดอกผิวขอบหมวกสีขาวอมเทา เรียบ ผิวของหมวกสีขาวอมเทา เรียบ แห้ง สีเดียวกันทั้งดอก มีรศมีเป็นเส้นบาง ๆ รอบดอก ขอบเรียบ ดอกค่อนข้างหนา ดอกแก่จะกลายเป็นสีดำที่เกิดจากการย่อยสลายตัวเอง แล้วทำให้ขอบม้วนงอขึ้นด้านบน

(2) ลักษณะของครีบ

ค่อนข้างเรียงถี่ ลักษณะ ร่องตื้น เป็นเส้น สีขาว และดำเปียกเมื่อย่อยสลายตัวเอง ระยะห่างระหว่างครีบ 0.01-0.02 cm.

(3) ลักษณะของก้าน

ขนาด กว้าง 0.1 – 0.2 x ยาว 1– 4 cm. การติดของก้านกับหมวกเห็ด ก้านอยู่กลางดอก รูปร่างของก้าน ก้านยาวและทรงกระบอก สีขาว ผิวของก้าน สีขาว หรือสีเดียวกับดอก เนื้อในของก้าน สีขาว เปราะ กลวง

(4) ลักษณะเส้นใยภายใต้กล้องจุลทรรศน์

เป็นแบบมี clamps connection ผนังบาง แคบ แดกแขนงเล็กน้อย 1-2 แขนง

(5) ลักษณะของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

สีของสปอร์บนกระดาษ สีสีน้ำตาลเข้ม หรือสีดำ รูปร่าง ผนังบาง มีปุ่ม (node) 1 ปุ่ม ทางด้านปลายขนาด รูปไข่ (Ovate) เรียบ (Smooth) มีรูงอก (Germ pore) กว้าง 7-10 x ยาว 4-5 μm การทำปฏิกิริยากับสี Melzer'reagent : dextrinoid

(6) ลักษณะการติดของดอกเห็ดบนท่อนไม้

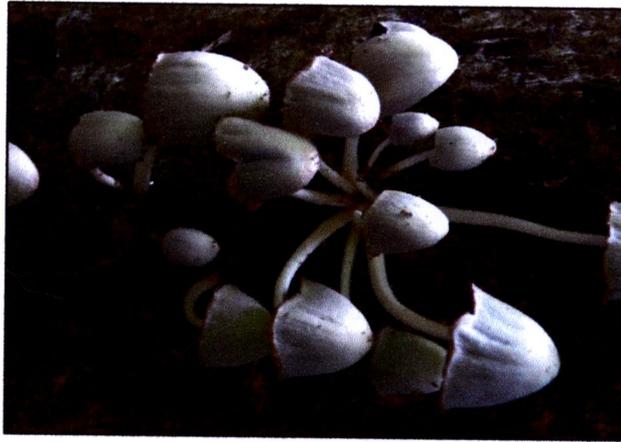
ดอกชูขึ้นเหนือขอนไม้

(7) ลักษณะการเจริญของดอกเห็ด

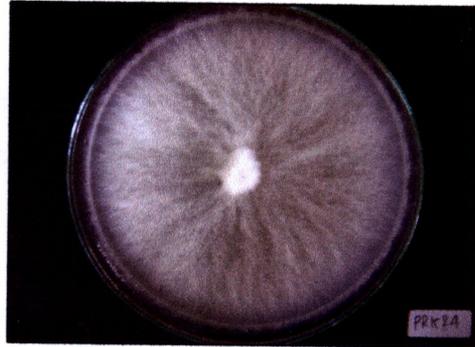
เจริญเป็นกลุ่ม ขึ้นซ้อนกัน

(8) ที่อยู่อาศัย บนไม้เนื้อที่ตายแล้ว

(9) ข้อมูลการกินได้ มีข้อมูลว่ากินได้

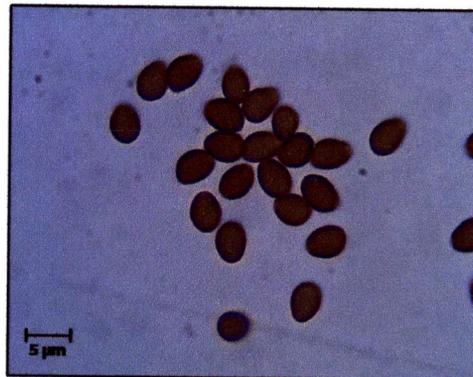
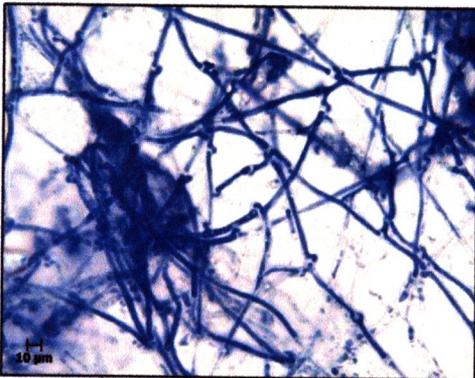


(1) ลักษณะของหมวกเห็ด



(2) ลักษณะของครีบบ และ (3) ก้าน

ลักษณะเส้นใยบนอาหาร PDA เป็นสีเทาฟู



(4) ลักษณะเส้นใย (40X) clamps connection

(5) ลักษณะสปอร์ (100X) และการทำปฏิกิริยากับ Melzer'reagent: dextrinoid

ภาพ 10 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเห็ด *Coprinus cinereus*

Hygrocybe calyptraefoemis

Order: Agaricales

Family: Tricholomataceae

Scientific name: *Hygrocybe calyptraefoemis*

Common Name: หมวกชมพู

(1) ลักษณะของหมวกเห็ด

ขนาด ϕ 1.5-2 cm. ดอกนูนและโค้งงอเป็นถ้วยคว่ำ สีแดงชมพู ดอกแก่สีเริ่มซีดจางเป็นสีชมพูเมื่อบานขอบดอกสีชัดกว่ากลางดอก ผิวเรียบ ขอบเป็นคลื่น

(2) ลักษณะของครีบ

การติดของครีบก้นกับก้าน ครีบติดก้าน ขอบของครีบ ขอบเรียบ สีขาว ครีบสีขาวเหลืองอ่อน ระยะห่างระหว่างครีบ 0.5-1 mm. รูปแบบของครีบ ครีบเรียงค่อนข้างถี่เป็นร่องลึก

(3) ลักษณะของก้าน

ขนาดกว้าง 0.5-0.8 ยาว 1-1.5 cm. การติดของก้านกับหมวกเห็ด ตรงกลางดอก รูปร่างของก้านก้านอวบเรียงจากต้นปลายส่วนโคนก้านอวบ สีขาวเหลืองอ่อน ผิวก้านเรียบ เนื้อในกลวง

(4) ลักษณะเส้นใยภายใต้กล้องจุลทรรศน์

เป็นแบบมีผนังกั้น (Simple septa) ผนังบาง แคบ แตกแขนงเล็กน้อย 1-2 แขนง

(5) ลักษณะของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

สีของสปอร์บนกระดาษเป็น สีขาว รูปร่างภายใต้กล้อง ทรงกลม (Globose) มีปุ่มนูน (verrucate) มีขี้ (Hilar appendage) ขนาด กว้าง 7.5-9.5 μm
การทำปฏิกิริยากับสี Melzer'reagent: Amyloid

(6) ลักษณะการเจริญของดอกเห็ด

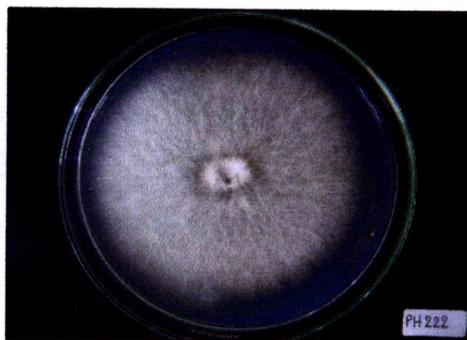
เจริญเป็นดอกเดี่ยว

(7) ที่อยู่อาศัย บนชั้นดินที่มีซากฮิวมัส

(8) ข้อมูลการกินได้ มีข้อมูลว่ากินได้

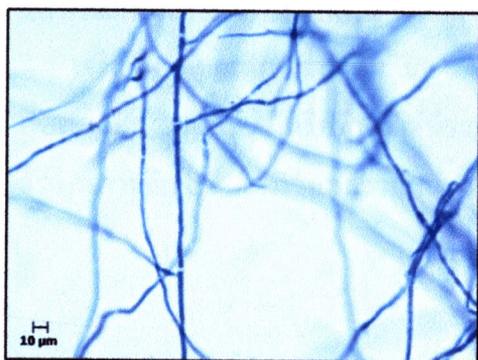


(1) ลักษณะของหมวกเห็ด



(2) ลักษณะของครีบบ และ (3) ก้าน

ลักษณะเส้นใยบนอาหาร PDA เป็นสีขาวฟู



(4) ลักษณะเส้นใย (40X) แบบ simple septa



(5) ลักษณะสปอร์ (100X) และการทำปฏิกิริยากับ Melzer'reagent: Amyloid

ภาพ 11 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเห็ด *Hygrocybe calyptraefoemis*

Grifola gigantea

Order: Polyporales

Family: Polyporaceae

Scientific name: *Grifola gigantea*

Common Name: เห็ดกุหลาบ

(1) ลักษณะของหมวกเห็ด

ขนาด ϕ 6 – 15 cm. สูง 3 – 6 cm. รูปร่าง คล้ายพุ่มดอกไม้

เมื่อมองจากทางด้านบน คล้ายดอกกุหลาบ ขึ้นซ้อนกัน ผิวขอบหมวก ไม่เรียบ บาง สีน้ำตาลแดง ผิวของหมวกหมวก สีน้ำตาลแดงปนขาว เรียบ บางและเหนียว

(2) ลักษณะของครีบ

รูปแบบของครีบ เรียบเป็นเนื้อเดียวกันสีเดียวกับดอก

(3) ลักษณะของก้าน ไม่มีก้าน

(4) ลักษณะเส้นใยภายใต้กล้องจุลทรรศน์

เป็นแบบมี clamps connection ชัดเจน ผนังบาง แดกแขนงเล็กน้อย 1-2 แขนง

(5) ลักษณะของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

สีของสปอร์บนกระดาษเป็น สีขาว รูปร่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ทรงรีกว้าง (Broadly ellipsoid) เรียบ (Smooth) ขนาด กว้าง 3-5 ยาว 5-7 μm

การทำปฏิกิริยากับสี Melzer'reagent: inamyloid

(6) ลักษณะการติดของดอกเห็ดบนท่อนไม้

ฐานดอกยึดติดกับเนื้อไม้หรือพื้นดินที่มีซากใบไม้ต่างๆ

(7) ลักษณะการเจริญของดอกเห็ด

เจริญเป็นดอกเดี่ยว ขึ้นซ้อนกัน

(8) ที่อยู่อาศัย บนเนื้อไม้หรือพื้นดินที่มีซากใบไม้ต่างๆ

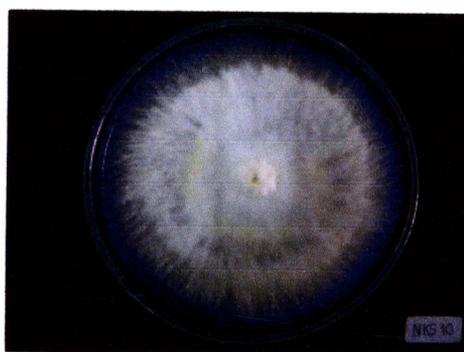
(9) ข้อมูลการกินได้ ไม่มีข้อมูลว่ากินได้



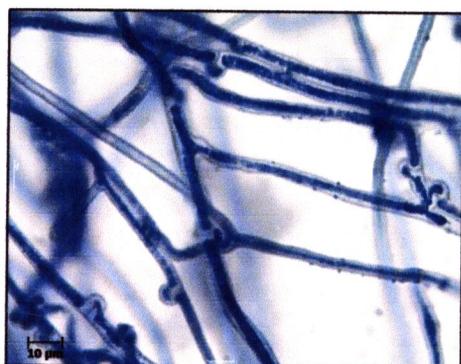
(1) ลักษณะของหมวกเห็ด



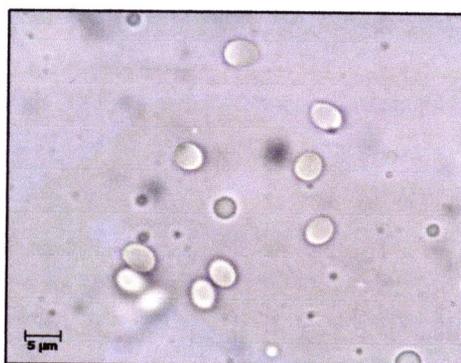
(2) ลักษณะของครีบ



ลักษณะเส้นใยบนอาหาร PDA เป็นสีขาวฟู



(4) ลักษณะเส้นใย (40X)
แบบ clamps connectio



(5) ลักษณะสปอร์ (100X) และการทำ
ปฏิกิริยากับ Melzer'reagent: inamyloid

ภาพ 12 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเห็ด *Grifola gigantea*

Megacollybia platyphylla

Order: Agaricales

Family: Tricholomataceae

Scientific name: *Megacollybia platyphylla*

Common Name: -

(1) ลักษณะของหมวกเห็ด

ขนาด ϕ 2 – 5 cm. รูปร่าง แบนคล้ายพัดรูปทรงไม่แน่นอน เมื่อมองจากทางด้านบน เรียบแบน ตรงกลางดอกสีเข้มกว่าขอบดอก ผิวดอกนุ่มเรียบ คล้ายกำมะหยี่ เปียกชุ่ม สีเดียวกันทั้งดอก มีริ้วเป็นเส้นบาง ๆ รอบดอก ขอบเรียบ ดอกค่อนข้างหนา ดอกแก่ตรงกลางดอกจะเป็นแอ่งเว้าลงไป ผิวดอกเป็นลายตาข่ายบาง ดอกอ่อนสีเทาเข้ม

(2) ลักษณะของครีบ

การติดของครีบกับก้าน ครีบติดก้าน ขอบของครีบ ขอบเรียบ สีขาว ระยะห่างระหว่างครีบ 2-3 mm. รูปแบบของครีบ ค่อนข้างห่างและหนา ครีบสลับสั้นยาว คล้ายซี่ม

(3) ลักษณะของก้าน

ขนาด กว้าง 0.1 – 0.2 ยาว 0.3 – 0.4 cm. การติดของก้านกับหมวกเห็ด ติดกลางดอก รูปร่างของก้าน ก้านสั้นและแบน ผิวของก้าน สีน้ำตาลเข้ม เนื้อในของก้าน สีน้ำตาล

(4) ลักษณะเส้นใยภายใต้กล้องจุลทรรศน์

เป็นแบบมีผนังกัน (Simple septa) ผนังบาง แคบ แตกแขนงเล็กน้อย 1-2 แขนง

(5) ลักษณะของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

สีของสปอร์บนกระดาษเป็น สีขาว รูปร่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ รูปร่าง ทรงกลม (Globose) เรียบ (Smooth) มีขั้ว (Hilar appendage) ขนาด กว้าง 9–12 ยาว 10–13 μm
การทำปฏิกิริยากับสี Melzer'reagent: inamyloid

(6) ลักษณะการติดของดอกเห็ดบนท่อนไม้

ดอกชูขึ้นเหนือขอนไม้

(7) ลักษณะการเจริญของดอกเห็ด

เจริญเป็นดอกเดี่ยว

(8) ที่อยู่อาศัย บนไม้เนื้อแข็ง

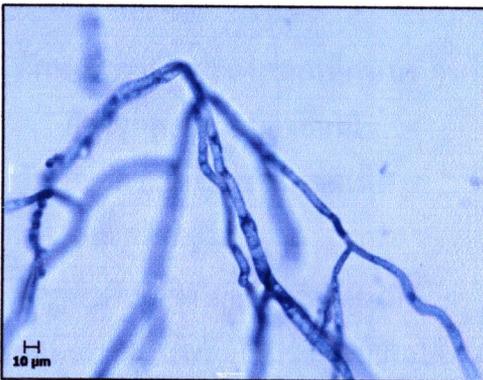
(9) ข้อมูลการกินได้ ไม่มีข้อมูลว่ากินได้



(1) ลักษณะของหมวกเห็ด



(2) ลักษณะของครีบบ และ (3) ก้าน ลักษณะเส้นใยบนอาหาร PDA เป็นสีน้ำตาลฟู



(4) ลักษณะเส้นใย (40X) เป็นแบบ simple septa (5) ลักษณะสปอร์ (100X) และการทำปฏิกิริยากับ Melzer'reagent: inamyloid

ภาพ 13 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเห็ด *Megacollybia platyphylla*

Microporus xanthopus

Order: Polyporales

Family: Polyporacea

Scientific name: *Microporus xanthopus*

Common Name: กรวยทองตะกู่

(1) ลักษณะของหมวกเห็ด

ขนาด ϕ 2-4 cm. หนา 2-3 mm. รูปร่างคล้ายถ้วยกันแบนหรือกรวย ปากกว้าง เมื่อมองจากทางด้านบน กลมแบนตรงกลางเป็นหลุม ผิวขอบหมวก เป็นรอยหยักหรือคลื่น ขอบสีขาว มีรัศมีละเอียดรอบดอก ผิวของหมวก เรียบ บาง เหนียว มีรัศมีเป็นชั้นสีน้ำตาลเข้ม และน้ำตาลอ่อน

(2) ลักษณะของรูสปอร์

รูยาว 0.5 – 1 mm. สีขาวหม่น รูเล็กละเอียด

(3) ลักษณะของก้าน

ขนาด 0.1 – 0.2 ยาว 0.3 – 0.4 cm. การติดของก้านกับหมวกเห็ด รูปร่างของก้าน ก้านทรงกระบอก สั้น โคนแผ่เป็นแป้นวงกลมเล็ก ๆ ผิวของก้าน แห้ง เรียบ เนื้อในของก้าน เนื้อเหนียวขาว

(4) ลักษณะเส้นใยภายใต้กล้องจุลทรรศน์

เป็นแบบมี clamps connection ผนังบาง แตกแขนงเล็กน้อย 1-2 แขนง

(5) ลักษณะของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

(6) ลักษณะการติดของดอกเห็ดบนขอนไม้

ก้านชูดอกขึ้นเหนือขอนไม้

(7) ลักษณะการเจริญของดอกเห็ด

เดี่ยวหรือกลุ่ม

(8) ที่อยู่อาศัย กิ่งไม้แห้งหรือขอนไม้

(9) ข้อมูลการกินได้ ไม่มีข้อมูลว่ากินได้

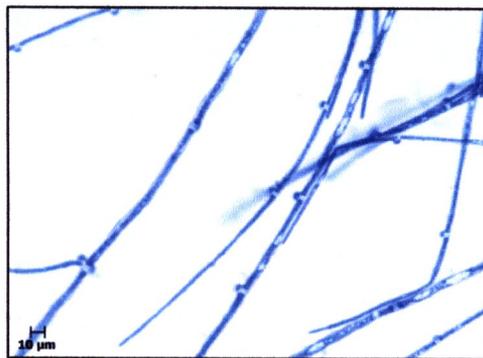


(1) ลักษณะของหมวกเห็ด



(2) ลักษณะของรู และ (3) ก้าน

ลักษณะเส้นใยบนอาหาร PDA เป็นสีขาวฟู



(4) ลักษณะเส้นใย (40X) แบบ clamps connection

ภาพ 14 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเห็ด *Microporus xanthopus*

