รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กมลชัย ชะเอม. 2540. **ลักษณะของเห็ด Schizophyllum จากแหล่งต่าง ๆ ของประเทศไทย**. วิทยาปฏิบัติ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2538. **อาหารจากเห็ด**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ขวัญชัย สมบัติศิริ. 2537. **การใช้สารสกัดสะเดาในการป้องกันและกำจัดแมลง**. เอกสารประกอบคำบรรยายการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง"การใช้สารสกัดสะเดาในการป้องกันและกำจัดแมลง" ครั้งที่ 3 ระหว่างวันที่ 5-6 ส.ค. 2537.

ขวัญชัย สมบัติศิริ. 2540. **สะเดา มิติใหม่ของการป้องกันและกำจัดแมลง**. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร ม. เกษตรศาสตร์.

ชาญยุทธ์ ภานุทัต. 2544. **วิเคราะห์ข้อมูลการผลิตเห็ดในประเทศไทย**. เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาวิชาการประจำปี 2543 เรื่องเส้นทางเห็ดไทย. สมาคมนักวิจัยและเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

ณรงค์ วุทธเสถียร. 2526. อุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ. **วารสารวิทยาศาสตร์** 37: 520-524.

เต็ม สมิตินันท์. 2518. **ไม้มีค่าทางเศรษฐกิจของไทย ตอนที่ 2**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: หอพรรณไม้ กรมป่าไม้.

ธงชัย เปาอินทร์ และ นิวัตร เปาอินทร์. 2545. **ต้นไม้ยาน่ารู้**. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ออฟเซ็ท เพรส จำกัด.

นันทวัน บุณยะประภัศร, บรรณาธิการ. 2542. **สมุนไพร..ไม้พื้นบ้าน (3)**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: บริษัทประชาชน จำกัด.

บุญฤทธิ์ ภูริยากร. 2526. **ไม้สะเดา**. กรุงเทพมหานคร: กรมป่าไม้.

รุ่งอรุณ วัฒนวงศ์. 2532. **เอกสารการสอนชุดวิชา วัสดุทางการพิมพ์ หน่วยที่ 9-15 โครงการสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช.

เรือนแก้ว ประพฤติ. 2541. **การฟอกเยื่อกระดาษแบบชีวภาพโดยเชื้อรา *Phanerochaete chrysosporium* และ *Ganoderma lucidum***. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต หลักสูตรเทคโนโลยีชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วสัณณ์ เพชรรัตน์. 2538. การเพาะเห็ดป่า: IV เห็ดแครง (*Schizophyllum commune* Fr.). **วารสารสงขลานครินทร์** 17 (กรกฎาคม-กันยายน): 261-269.

ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์มหิดล โครงการสมุนไพรเพื่อการพึ่งตนเอง กรมป่าไม้. 2530. **ก้าวไปกับสมุนไพร**. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพมหานคร: ธรรกมลการพิมพ์.

อนงค์ จันทรศรีกุล. 2520. **เห็ดเมืองไทย**. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.

อัญชลี เชียงกูล, ศุภนิตย์ หิรัญประดิษฐ์ และ ประไพศรี พิทักษ์ไพรวัน. 2542. **การเพาะเห็ดแครงเพื่อการค้า**. เอกสารประกอบการประชุมสามัญประจำปี 2542 สมาคมนักวิจัยและเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

ภาษาอังกฤษ

Alder, E. 1990. Lignin-chemistry-past, present and future. **Wood sci. Technol**. 11: 169-218.

American Botanical Council. 2001. Polysaccharides from medicinal mushrooms have numerous beneficial actions. **NNFA Today** 15(4): 6.

Aqualab, S.A.1999. **The effect of Shrimpactiva® on two sizes of *Litopenaeus vannamei* challenged with *Vibrio parahaemolyticus***[Online]. Available from: http://www.shrimpactiva.com[2000. September 28]

Carlile, M. J., and Watkinson, S. C. 1994. **The fungi**. London: Academic Press.

Cooke, W. B. 1961. The genus Schizophyllum. **Mycologia** 53: 575-599.

Croan, S. C. 1999. Preservation of tropical wood-inhabiting basidiomycetes. **Mycologia** 91(5): 908-916.

Dix, N. J.; and Webster, J. 1995. **Fungal ecology**. London: Chapman & Hall.

Friend of the earth. The environmental consequences of pulp and paper manufacture [Online].(nd.). Availble from: http://www. Foe. Co.uk/ resource/ briefings/ ccnsequence_pulp_paper.html [2002. January 19]

Fujita, K.; et al. 1991. Biobleaching of kraft pulp using white-rot fungus IZU-154. **Tappi J.** 74: 123-127.

Gilbertson, R. L. 1980. Wood-rotting fungi of north america. **Mycologia** 72(1): 1-49.

Glasser, W. G. 1980. Lignin. **Pulp and Paper Chemistry and chemical technology** , United state America.

Gornall, A. G.; Bardawill, C. J. and David, M. M. 1949. Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. **J. Biol. Chem.** 177: 751.

Grant, R. 1989. Enzymes' future looks bright, as range improves and expands. **Biotechnol**. 186-187.

Hatakka, A. I.; and Uusi-Rauva, A. K. 1983. Degradation of ^{14}C-labelled poplar wood lignin by selected white-rot fungi. **Eur. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.** 17: 235-242.

Heinzkill, M. and Messner, K. 1997. The ligninolytic system of fungi. In T. Anke (ed.), **Fungal Biotechnology**, pp. 213-226. Chapman & Hall, Weinheim.

Higuchi, T. 1990. A biodegradation of lignin and its potential applications. In Bioprocess engineering T. K. Ghose(eds.) Elis Harwood Limited. London. Pp 39-58.

Hirata, A; et al. 1994. Anticoagulant activity of sulfate schizophyllan. **Biosci. Biotech. Biochem**. 58(2): 406-407.

Hofrichter, M.; Scheibner, K.; Sack, U.; and Fritsche, W. 1997. Degradative capacities of white-rot and litter decaying fungi for persistent natural and xenobiotic compounds. **Advances in mushroom biology and production**. 271-290.

Hotta, H; et al. 1993. Augmentation of protective immune responses againtst sendal virus infection by fungal polysaccharide schizophyllan. **Int. J. Immunphamacol**. 15: 55.

Immunocorp. **Nutritional supplement considerations**: **Beta glucan**[Online]. (n.d.). Available from: http://immunocorp.com/products/ immutol.cfm.html [2000.October 12]

Immunoenhancer – vst[Online]. (n.d.). Available from: http://www.sino-aqua.com/ product_10.htm[2000, October 10]

Itoh, W; et al. 1990. Immunophamacological study of sulfated schizophyllan (SPG). I. Its action as amitogen and anti- HIV agent. **Int. J. Immunopharmacol**.12: 225.

Jeffries, T. W. Enzymatic treatments of pulps: Opportunities for the enzyme industry in pulp and paper manufacture [Online].(nd.). Availble from: http://www. biotech. wisc. edu/ jeffries/ wolnak/ wolnak .html [2002. January 10]

Keyser, P.; Kirk, T. K. and Zeikus, J. K. 1978. Ligninolytic enzyme sestem of *Phanerochaete chrysosporium*: synthesized in the absence of lignin inresponse nitrogen stavation. **J. Bacteriod**. 135: 790-797.

Kidd, P. M. **The use of mushroom glucans and proteoglycans in cancer treatment** [Online]. (n.d.). Available from: http://www.thorne.com/ altmedrev/fulltext/ cancer5-1.html[2000, October 13]

Koroljova-Skorobogat'ko, O. V. and et al. 1998. Purification and characterization of the constitutive form of laccase from the basidiomycetes *Coriolus hirsutus* and effect of inducers on laccase synthesis. **Biotechnol. Appl. Biochem.** 28: 47-54.

Leonard, T. J. 1971. Phenoloxidase activity and fruiting body formation in *Schizophyllum commune*. **J. Bacteriol.** 106(1): 162-163.

Leonard, T. J. and Phillips, L. E. 1973. Study of Phenoloxidase activity during the reproduction cycle in *S. commune*. **J. Bacteriol.**114, 1: 7-10.

Leslie, J. F. 1979. Monokaryotic fruiting in *S. commune*: Phenoloxidases. **Mycologia** 71: 1082-1085.

Lethan, G. F. 1986. The ligninolytic activitiess of *Lentinus edodes* and *Phanerochaete chrysosporium*. **FEMS Microbiol.** 24: 51-58.

Mehta, V.; Gupta, J. K.; and Jauhari, M. B. 1992. Biobleaching eucalyptus kraft pulp with *Phanerochaete chrysosporium* and its effect on paper properties. **Tappi J.** 75: 151-152.

Mizuno, T. 2000. Development of an antitumor biological responce modifier from *Phellinus linteus* (Berk. et Curt.) Teng (Aphyllophoromycetideae)(Review). **International Journal of Medicinal Mushrooms**[Online]. Available from: http://www.begellhouse.com /ijmm/ijmm_previous.html[2000. October 10]

Ooi, V. E. C and Liu F. 2000. Immunodulation and anti-cancer activity of polysaccharide-protein complexs. **Current medical chemistry** 7(7): 715-729.

Paice, M. G.; Bourbonnais, R.; Reid, I. D.; Archibald, F. S. and Jurasek, L. 1995. Oxidative bleaching enzymes: A review. **J. pulp and paper sci.** 21(8): J280-J284.

Paice, M. G.; Jurasek, L.; Ho, C.; Bourbonnais, R.; and Archibald, F. 1989. Direct biological bleaching of hardwood kraft pulp with the fungus *Coriolus versicolor*. **Tappi J.** 72: 217-221.

Paszczynski, A.; Crawford, R. L.; and Huynh, V. B. 1988. Manganese peroxidase of *Phanerochaete chrysosporium*: Purification. **Methods in enzymol.** 161: 264-270.

Patarca-Montero, R.; Klimas, N. G. And Fletcher, M. A. 2001. Immunotherapy of Chronic Fatigue Syndrome: Therapeutic Interventions Aimed at Modulating the Th1/Th2 Cytokine Expression Balance. **Journal of Chronic Fatigue Syndrome** [Online]. Available from: http://members.austarmetro.com.au/~julian/cfs/rpm-klimas-paper.htm[2000, October 21]

Reeve, D. W.; and Earl, P. F. 1989. Chlorinated organic matter in bleached chemical pulp production: Part I : Environmental impact and regulation of effluents. **Pulp & Paper Can.** 90(4): 65-69.

Reid, I. D. 199 5. Biodegradation of lignin. **Can. J. Bot.** 75: S1011-S1018.

Reid, I. D.; Paice, M. G.; Ho, C,; and Jurasek, L. 1990. Biological bleaching of softwood kraft pulp with the fungus *Trametes (Coriolus) versicolor*. **Tappi J.** 73: 149-153.

Ruttimann, C.; Cullen, D. And Lamar R. T. 1994. Manganese peroxidases of the white rot fungus *Phanerochaete sordida*. **Appl. Environ. Microbiol.** 60(2): 599-605.

Ruttimann, C.; Schwember, E.; Salas, L.; Cullen, D. And Vicuna, R. 1992. Ligninolytic enzymes of white rot basidiomycetes *Phlebia brevispora* and *Ceriporiopsis subvermispora*. **Biotechnol. Appl. Biochemis.** 16: 64-76.

Srinivasan, C.; D'Souza, T. M.; Boominathan, K. And Reedy, C. A. 1995. Demonstration of laccase in the white rot basidiomycete *Phanerochaete chrysosporium* BKM-F1767. **Appl. Environ. Microbiol.** 61(12): 4274-4277.

Tien, M.; and Kirk, T. K. 1988. Lignin peroxidase of *Phanerochaete chrysosporium*. **Methods in enzymol.** 161: 238-249.

Tuor, U.; Winterhalter, K.; and Fiechter, A. 1995. Enzymes of white-rot fungi involved in lignin degradation and ecological determinants for wood decay. **J. Biotechnol.** 41: 1-17.

Vries, O. M. D.; Kooistra, W. H. C. F.; and Wessels, J. G. H. 1986. Formation of an extracellular laccase by a *Schizophyllum commune* dikaryon. **J. Gen. Microbiol.** 132: 2817-2826.

Wessels, J. G. H. 1987. Growth and development in a model basidiomycete : *Schizophyllum commune*. **Lignin enzymic and micro. Degrad.** 40: 19-42.

Yanaki et al.1980. Schizophyllan. **Macromolecules**[Online]. Available from: http://www.chem.sci.osaka-u.ac.jp/lab/norisuye/EnglishVersion/catalog/schizoph.html[2000, October 12]

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การเตรียมอาหาร

Potato Dextrose Agar (PDA) มีส่วนประกอบดังนี้

มันฝรั่ง	200	กรัม
น้ำตาลเดร็กซโตส	20	กรัม
วุ้น	15	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

นำมันฝรั่งปอกเปลือกล้างให้สะอาดแล้วหั่นเป็นรูปลูกเต๋าขนาด 1 ลบ.ซม. ไปต้มในน้ำกลั่นปริมาตร 500 มิลลิลิตร จนมันฝรั่งสุก โดยสังเกตได้โดยใช้มือบีบดูมันฝรั่งจะแตกออกได้ง่าย จากนั้นนำไปกรองบนผ้าขาวบางเอาแต่ส่วนน้ำ เติมส่วนผสมที่เหลือลงไป คนให้ละลาย จากนั้นใช้น้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร บรรจุใส่ขวดอุดจุกสำลี ปิดด้วยอลูมิเนียมฟอยด์ นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่ความดัน 1.5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121°C เวลา 15-20 นาที

Potato Dextrose Broth (PDB)

มันฝรั่ง	200	กรัม
น้ำตาลเดร็กซโตส	20	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

ต้มมันฝรั่งในน้ำกลั่นปริมาตร 500 มิลลิลิตร จนกระทั่งมันฝรั่งสุก ใช้ผ้าขาวบางกรองเอาแต่ส่วนน้ำ เติมน้ำตาลเดร็กโตส คนให้ละลาย ใช้น้ำกลั่นปรับปริมาตร 1 ลิตร แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่ความดัน 1.5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 15 - 20 นาที

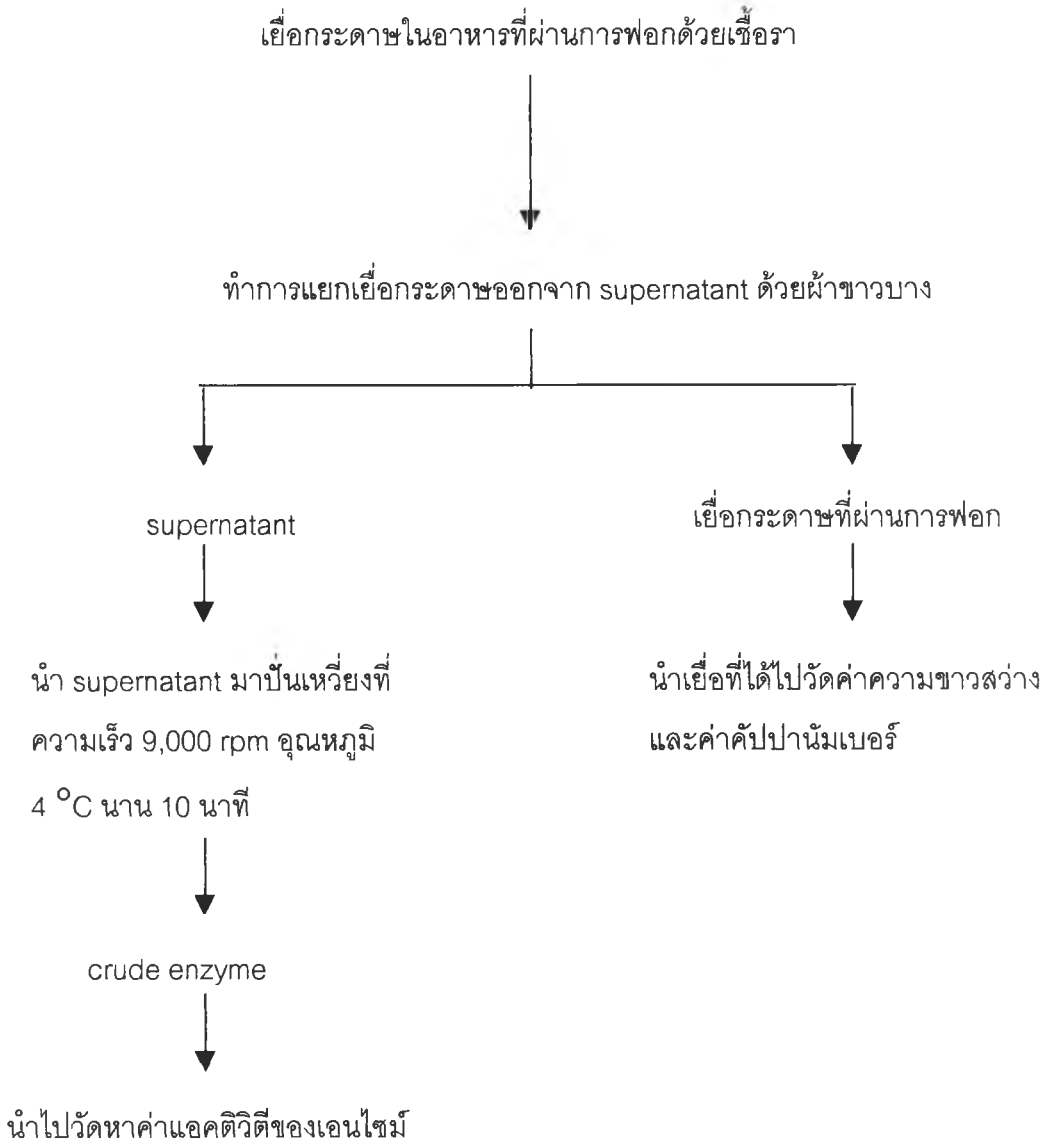
อาหาร สูตร production + 0.4 mM Guaiacol

ประกอบด้วย		
Guaiacol	0.4	มิลลิโมลาร์
Glucose	25	กรัม
L-Asparagine	1	กรัม
KH_2PO_4	1	กรัม
$MgSO_4.7H_2O$	0.5	กรัม
Fumaric acid	1.32	กรัม
Na_2CO_3	1.12	กรัม
$Fe_2(SO_4)_3$	0.2	มิลลิกรัม
$ZnSO_4$	0.2	มิลลิกรัม
$MnSO_4$	0.2	มิลลิกรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

ละลายส่วนประกอบทั้งหมดลงในน้ำกลั่น อาจใช้ความร้อนช่วยในการละลายด้วย แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 1 ลิตร

ภาคผนวก ข

ขั้นตอนการสกัดแยก crude enzyme เพื่อนำมาตรวจวัดหาแอคติวิตีของเอนไซม์ลิกนิน เปอร์ออกซิเดส แมงกานีส เปอร์ออกซิเดส และแลคเคส



การตรวจวัดหาแอคติวิตีของเอนไซม์ลิกนิน เปอร์ออกซิเดส

หลักการ

เอนไซม์ลิกนิน เปอร์ออกซิเดส จะทำหน้าที่เป็นตัวคะตะไลต์ในปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของ veratryl alcohol ให้เปลี่ยนเป็น veratraldehyde ซึ่ง veratraldehyde ที่เกิดขึ้นสามารถตรวจวัดได้ที่ความยาวคลื่น 310 นาโนเมตร (molar extinction coefficient เท่ากับ 9300 $M^{-1}cm^{-1}$)

วิธีการตรวจวัดแอคติวิตีของเอนไซม์ลิกนิน เปอร์ออกซิเดส (Tien and Kirk , 1988)

1. เตรียม reaction mixture ปริมาตร 3 ปริมาตร ประกอบด้วย

1.1	600 µl	10 mM Veratryl alcohol
1.2	600 µl	0.25 M Tartaric acid pH 2.5
1.3	240 µl	5 mM H_2O_2
1.4	1.56 ml	crude enzyme

2. นำ reaction mixture ซึ่งประกอบด้วย 10 mM Veratryl alcohol ปริมาตร 600 µl 0.25 M Tartaric acid pH 2.5 ปริมาตร 600 µl 5 mM H_2O_2 ปริมาตร 240 µl และ crude enzyme ปริมาตร 1.56 ml เติมลงไปใน cuvett เขย่าให้เข้ากัน อย่างรวดเร็ว

3. หลังจากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 310 นาโนเมตร เป็นเวลา 1 นาที

การคำนวณค่า Unit of enzyme ตามวิธีของ The Internation Union of biochemistry

จากกฎของเบียร์และแลมเบิร์ต (Beer and Lambert's Law) กล่าวว่า
"ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความเข้มข้น"
หรือเขียนสมการ

$$A = \in bc$$

$$\in = A/bc$$

เมื่อ A = ค่าการดูดกลืนแสง

$\in$ = molar extinction coefficient ($M^{-1}cm^{-1}$)

b = ความกว้างของคิวเวทท์ (cm)

c = ความเข้มข้นของสาร (Molar)

ค่า $\in$ ของ veratrylaldehyde ที่ความยาวคลื่น 310 นาโนเมตร มีค่าเท่ากับ 9300 หมายความว่า

veratrylaldehyde 1 ไมโครโมล จะมีค่าการดูดกลืนแสงที่ 310 นาโนเมตร ที่เพิ่มขึ้น 9.3 หน่วย มีค่าเทียบเท่ากับปริมาณของ veratrylaldehyde ที่เกิดขึ้น 1 ไมโครโมล

นั่นคือ 1 หน่วยเอนไซม์ = ปริมาณของ veratrylaldehyde ที่เกิดขึ้น 1 ไมโครโมล
ต่อ 1 นาที ภายใต้สภาวะที่ใช้ทดสอบ

จากการทดลองใช้เอนไซม์ 1.56 มิลลิลิตร สมมติให้ค่าการดูดกลืนแสงเท่ากับ X หน่วย
มี veratrylaldehyde เกิดขึ้นเท่ากับ X/9.3 * 1.56/1000 * 1000 ไมโครโมล
เอนไซม์ 1.56 มิลลิลิตร เกิด veratrylaldehyde เท่ากับ Y ไมโครโมล
ดังนั้นถ้าเอนไซม์ 1 มิลลิลิตร Y/1.56 หน่วย/มล

การตรวจวัดหาแอคติวิตี้ของเอนไซม์แมงกานีส เปอร์ออกซิเดส

หลักการ

เอนไซม์แมงกานีส เปอร์ออกซิเดส เป็นตัวคะตะไลด์ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของ Mn^{2+} เปลี่ยนไปเป็น Mn^{3+} เพื่อรวมตัวเป็นโครงสร้างกับ tartrate จาก sodium tartrate แล้วชักนำให้ 2,6–dimethoxyphenol เปลี่ยนไปเป็น product ชนิดหนึ่ง ซึ่ง product นี้สามารถตรวจวัดได้ที่ความยาวคลื่น 568 นาโนเมตร (molar extinction coefficient เท่ากับ 49600 $M^{-1}cm^{-1}$)

วิธีการตรวจวัดหาแอคติวิตีของเอนไซม์แมงกานีส เปอร์ออกซิเดส (Paszczynski และคณะ, 1988)

1. เตรียม reaction mixture ปริมาตร 3 ปริมาตร ประกอบด้วย

300 µl	1 mM 2,6 –dimethoxyphenol
600 µl	0.5 M sodium tartrate buffer pH 5.0
300 µl	1 mM $MnSO_4$
300 µl	1 mM H_2O_2
1.50 ml	crude enzyme

2. นำ reaction mixture ซึ่งประกอบด้วย 1 mM 2,6 –dimethoxyphenol ปริมาตร 300 µl 0.5 M sodium tartrate buffer pH 5.0 ปริมาตร 600 µl 1 mM $MnSO_4$ ปริมาตร 300 µl และ 1 mM H_2O_2 ปริมาตร 300 µl และใส่ crude enzyme ปริมาตร 1.50 ml เติมลงไปใน cuvett เขย่าให้เข้ากัน อย่างรวดเร็ว

3. หลังจากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 568 นาโนเมตร เป็นเวลา 1 นาที

การคำนวณ

ค่า ∈ ของ product ที่ความยาวคลื่น 568 นาโนเมตร มีค่าเท่ากับ 49600 หมายความว่า product 1 ไมโครโมล จะมีค่าการดูดกลืนแสงที่ 568 นาโนเมตร เท่ากับ 49600 หรือค่าการดูดกลืนแสง ที่ 568 นาโนเมตร ที่เพิ่มขึ้น 49.6 หน่วย มีค่าเทียบเท่ากับปริมาณของ product ที่เกิดขึ้น 1 ไมโครโมล

นั่นคือ 1 หน่วยเอนไซม์ = ปริมาณของ product ที่เกิดขึ้น 1 ไมโครโมล ต่อ 1 นาที ภายใต้สภาวะที่ใช้ทดสอบ

จากการทดลองใช้เอนไซม์ 1.50 มิลลิลิตร สมมติให้ค่าการดูดกลืนแสงเท่ากับ X หน่วย
มี product เกิดขึ้นเท่ากับ X/49.6 * 1.50/1000 * 1000 ไมโครโมล
เอนไซม์ 1.50 มิลลิลิตร เกิด product เท่ากับ Y ไมโครโมล
ดังนั้นถ้าเอนไซม์ 1 มิลลิลิตร Y/1.50 หน่วย/มล

การตรวจวัดหาแอคติวิตีของเอนไซม์แลคเคส

หลักการ

เอนไซม์แลคเคส เป็นตัวคะตะไลด์ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของ syringaldazine เปลี่ยนไปเป็น product ชนิดหนึ่ง ซึ่ง product นี้สามารถตรวจวัดได้ที่ความยาวคลื่น 525 นาโนเมตร (molar ectinction coefficient เท่ากับ 65000 $M^{-1}cm^{-1}$)

วิธีวัดหาแอคติวิตีของเอนไซม์แลคเคส (Srinivasan และคณะ,1995)

1. เตรียม reaction mixture ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ประกอบด้วย

1.20 ml	McIlvaine buffer pH 5.0
300 µl	1 mM syringaldazine in ethanol
1.50 ml	crude enzyme

2. นำ reaction mixture ซึ่งประกอบด้วย 1 mM syringaldazine in ethanol ปริมาตร 300 µl McIlvaine buffer pH 5.0 ปริมาตร 1.20 ml. และใส่ crude enzyme ปริมาตร 1.50 ml เติมลงไปใน cuvett เขย่าให้เข้ากัน อย่างรวดเร็ว

3. หลังจากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 525 นาโนเมตร เป็นเวลา 1 นาที

การคำนวณ

ค่า ∈ ของ product ที่ความยาวคลื่น 525 นาโนเมตร มีค่าเท่ากับ 65000 หมายความว่า product 1 ไมโครโมล จะมีค่าการดูดกลืนแสงที่ 525 นาโนเมตร เท่ากับ 65000 หรือค่าการดูดกลืนแสง ที่ 525 นาโนเมตร ที่เพิ่มขึ้น 65.0 หน่วย มีค่าเทียบเท่ากับปริมาณของ product ที่เกิดขึ้น 1 ไมโครโมล

นั่นคือ 1 หน่วยเอนไซม์ = ปริมาณของ product ที่เกิดขึ้น 1 ไมโครโมล ต่อ 1 นาที ภายใต้สภาวะที่ใช้ทดสอบ

จากการทดลองใช้เอนไซม์ 1.50 มิลลิลิตร สมมติให้ค่าการดูดกลืนแสงเท่ากับ X หน่วย
มี product เกิดขึ้นเท่ากับ X/65 * 1.50/1000 * 1000 ไมโครโมล
เอนไซม์ 1.50 มิลลิลิตร เกิด product เท่ากับ Y ไมโครโมล
ดังนั้นถ้าเอนไซม์ 1 มิลลิลิตร Y/1.50 หน่วย/มล

การวัด ปริมาณโปรตีน

ตามวิธีของ Goornall (1949)

Biuret reagent ประกอบด้วย cupric sulphate pentahydrate 1.50 กรัม และ sodium potassium tartrate 6 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปริมาตร 500 มิลลิลิตร แล้วเติม 10%NaOH ปริมาตร 300 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร เก็บใส่ขวดสีชา

การวัดหาปริมาณโปรตีน

ในปฏิกิริยา นั้นจะใช้ biuret reagent 4 มิลลิลิตร ทำปฏิกิริยาสารตัวอย่างที่เราต้องการทดสอบ 1มิลลิลิตร แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 550 นาโนเมตร โดยใช้น้ำกลั่นเป็น blank นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปเทียบกับกราฟโปรตีนมาตรฐานแล้วจะได้ค่าปริมาณโปรตีนของสารตัวอย่าง

ภาคผนวก ค

การหาค่าความขาวสว่างของเยื่อ (Measurement of ISO brightness of pulps) อ้างอิง ISO 3688-1977(E),ISO 2469-1977(E))

ความขาวสว่างของเยื่อ (pulp brightness) หมายถึง ค่าแฟคเตอร์ของการสะท้อนแสงของแผ่นเยื่อที่หนามากจนแสงไม่สามารถทะลุผ่าน ที่ความยาวคลื่นแสง 457 นาโนเมตร โดยถือว่า perfecting diffuser มีค่า factor การสะท้อนแสงเป็น 100 ค่าความขาวสว่าง มีหน่วยเป็นร้อยละ (%)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1) เครื่องตีเยื่อ (ISO 2469)
2) Spectrophotometer Elrepho 2000 (ISO 2469)
3) Two working standard
4) Buchner funnle เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 115 มิลลิเมตร ความจุไม่น้อยกว่า 500 มิลลิลิตร
5) Hydrolic disk-press
6) Disk เส้นผ่านศูนย์กลาง 160 มิลลิเมตร หนาประมาณ 1.0-1.5 มิลลิเมตร
7) กระดาษซับขนาด 25 กรัม/ตารางเมตร
8) กระดาษกรองเบอร์ 4 เส้นผ่านศูนย์กลาง 110 มิลลิเมตร

วิธีการเตรียมเยื่อ

เยื่อกระดาษที่จะนำมาวัดค่าขาวสว่าง ควรเก็บในที่ปราศจากความร้อน แสง และความชื้นคงที่ โดยจะใช้เยื่อ 2 กรัม (น้ำหนักแห้ง) ต่อ 1 แผ่น จำนวน 4 แผ่น

1) นำเยื่อมาแช่ในน้ำกลั่น โดยใช้เวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นนำเยื่อไปตีในเครื่องกระจายเยื่อความเร็ว 600 รอบต่อนาที
2) นำน้ำเยื่อที่ได้เทใส่กระบวกตวงปริมาตร 2 ลิตร ใช้น้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ครบ 2 ลิตร ใช้แท่งแก้วคนให้เยื่อกระจายตัวสม่ำเสมอ แบ่งน้ำเยื่อออกเป็น 4 ส่วนเท่าๆ กัน
3) เทน้ำเยื่อปริมาตร 500 มิลลิลิตร ลงใน buchner funnle ซึ่งมีกระดาษกรองหนาวางอยู่ ใช้น้ำกลั่นฉีดให้เปียก เพื่อไล่ฟองออก จากนั้นดูดน้ำออกเมื่อดูดน้ำหมดแล้ว นำกระดาษกรองอีกแผ่นซึ่งทำเครื่องหมาย top side วางลงไป นำไปวางลงบนกระดาษซับ

4) นำแผ่นเยื่อกระดาษมา press ตามลำดับขั้นตอนการวาดังต่อไปนี้
   - แผ่น plate
   - กระดาษซับ 2 แผ่น ประกบกัน
   - test sheet
   - กระดาษซับ 2 แผ่น
   - แผ่น plate
   - กระดาษซับ 2 แผ่นป้องกันการบิดเบี้ยวของ plate
5) ทำการ press โดยใช้ press 300 Kpa โดยใช้เวลานาน 3 นาที
6) นำ sheet ที่ผ่านการ press มาวางลงบนกระดาษซับแผ่นใหม่ประกบทั้ง 2 ด้าน นำไปวางไว้บน ring ซึ่งทำจากเหล็กหรือพลาสติก เพื่อป้องกันการบิดงอของแผ่น sheet ในระหว่างที่ผึ่งตากแผ่น sheet ซึ่งใช้เวลานาน 24 ชั่วโมง

วิธีการวัดค่าความขาวสว่าง

1) อ่านค่า working standard ตรงกับ assing value+0.3
2) กดปุ่ม(^)(7) จะปรากฏ Measuring brightness
3) วาง test sheet ด้าน top side ลงบนเครื่อง Elrepho จากนั้นกดปุ่มสีเหลืองบันทึกค่า brightness

การวัดค่าคัปปานัมเบอร์ของเยื่อ
(อ้างอิง T 236 cm-85)

ค่าคัปปานัมเบอร์ (Kappa number) ของเยื่อคือ จำนวนมิลลิลิตรของโปแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล ที่ใช้ไปต่อเยื่อ 1 กรัม (น้ำหนักแห้ง) ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดโดยผลลัพธ์ที่จะได้จะถูกแปลงให้สมดุลย์กับปริมาณ 50 % ของ 0.1 นอร์มัล โปแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ที่ใช้เติมลงไปในการทดลอง

เครื่องมือและอุปกรณ์

1) เครื่องปั่นหรือเครื่องตีเยื่อ (blender)
2) แท่งคนแม่เหล็ก
3) เทอร์โมมิเตอร์
4) บีกเกอร์ขนาด 2000 มิลลิลิตร
5) บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร
6) บิวเรต 100 มิลลิลิตร
7) บิวเรต 50 มิลลิลิตร

สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1) Potassium permanganate($KMnO_4$) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล (0.1+0.0005 N $KMnO_4$)
2) Sodium thiosulfate ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล(0.1+0.0005 N $Na_2S_2O_3$)
3) Potassium iodide solution ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล หรือ 16.6% KI
4) Sulfuric acid ความเข้มข้น 4 นอร์มัล (4 N H_2SO_4)
5) Starch indicator solution 0.2%

วิธีการวัดค่าคัปปานัมเบอร์

1) ปริมาณตัวอย่างของเยื่อที่ใช้จะต้องทำการลองผิดลองถูกเพื่อให้ปริมาณลิกนิน สมดุลกับ 0.1 N $KMnO_4$ จำนวน 50 % ของที่เติมซึ่งขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยอาทิเช่น ชนิดของเยื่อ ความชื้นของเยื่อ กระบวนการต้มเชื่อ เป็นต้น ปริมาณเยื่อตาม standard เท่ากับ 50 kappa number โดยประมาณ โดยที่จะปรับปริมาณของเยื่อที่ใช้จนกระทั่งมีปริมาณ consumed สารเคมีเป็น 50 %

2)นำตัวอย่างของเยื่อที่ต้องการหาค่าคัปปานัมเบอร์ มาตีกระจายในน้ำกลั่นจนกระทั่งเยื่อกระจายตัว

3) ใส่ตัวอย่างของเยื่อที่ผ่านการตีกระจายลงไปในบีกเกอร์ขนาด 2000 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาณรวม 795 มิลลิลิตร ไปวางบน magnetic stirrer ควบคุมอุณหภูมิให้ได้ 25 °C ± 0.2 °C

4) ปิเปต 0.1 N $KMnO_4$ จำนวน 100 มิลลิลิตร และ 4 N H_2SO_4 จำนวน 100 มิลลิลิตร เทลงไปในบีเกอร์ 2000 มิลลิลิตร พร้อม ๆ กับจากนั้นปล่อยให้เกิดปฏิกิริยานาน 10 นาที

5) หยุดปฏิกิริยาด้วยการเติม 16.6 % KI จำนวน 20 มิลลิลิตร

6) ไตเตรตหาปริมาณไอโอดีอิสระ (I_2) ที่เกิดขึ้นด้วย 0.1 N $Na_2S_2O_3$ จะเกิดสารละลายสีเหลืองอ่อน เติมน้ำแป้ง 5 มิลลิลิตร จะได้สารละลายสีน้ำเงินเข้มไตเตรตต่อไปจนสีน้ำเงินจางหายไปจนไม่มีสี บันทึกปริมาณ 0.1 N $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ก็จะทราบถึง 0.1 $KMnO_4$ ที่เหลือจากการทำปฏิกิริยา

7) ทำ Blank test

7.1) เติมน้ำ 800 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ 2000 มิลลิลิตร

7.2) เติม 4 N H_2SO_4 และ 0.1 $KmnO_4$ อย่างละ 100 มิลลิลิตร ลงไปพร้อมๆ กัน

7.3) เติม 16.6 % KI จำนวน 20 มิลลิลิตร

7.4) ไตเตรตด้วย 0.1 N $Na_2S_2O_3$ จะเกิดสารละลายสีเหลืองอ่อนจึงเติมน้ำแป้ง 5 มิลลิลิตร สารละลายสีน้ำเงิน จากนั้นไตเตรตต่อจนได้สารละลายใสไม่มีสีบันทึกปริมาณ 0.1 N $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้

Factors f to correct for different percentages of permanganate used

F	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	0.958	0.960	0.962	0.964	0.966	0.968	0.970	0.973	0.975	0.977
40	0.979	0.981	0.983	0.985	0.987	0.989	0.991	0.994	0.996	0.998
50	1.000	1.002	1.004	1.006	1.009	1.011	1.013	1.015	1.017	1.019
60	1.022	1.024	1.026	1.028	1.030	1.033	1.035	1.037	1.039	1.042
70	1.044									

อธิบายคำศัพท์เกี่ยวกับเยื่อกระดาษ

Hardwood ไม้จากต้นไม้จำพวก angiosperm โดยทั่วไปมีใบกว้าง (broad leaved) ยกเว้นไม้บางชนิด เช่น สนทะเลและสนปดิพัทธ์ในเขตอบอุ่นไม้พวกนี้จะพลัดใบ (deciduous) เส้นใยมีความยาวประมาณ 1 – 2 มม. ตัวอย่างได้แก่ ยูคาลิปตัส birch aspen และไม้ใบกว้างต่าง ๆ ในประเทศไทย

Softwood ไม้พวก coniferous หรือ gymnosperm มีใบเป็นรูปเข็มไม่ผลัดใบ ตัวอย่างเช่น spruce pine และ fir ในประเทศไทยมี 2 ชนิดคือ สน 2 ใบและสนสามใบ เส้นใยมีความยาวเฉลี่ย 3 มม. หรือเรียกว่าเยื่อใยยาว

Kappa number เป็นดัชนีบ่งชี้ปริมาณลิกนินที่เหลือในเยื่อ หมายถึงจำนวนมิลลิลิตรของด่างทับทิมเข้มข้น 0.1 N ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับเยื่อแห้ง 1 กรัมตามสภาวะที่กำหนดตามมาตรฐาน kappa number

Brightness ความขาวสว่าง หมายถึง reflectivity ของแผ่นเยื่อหรือกระดาษที่คลื่นช่วงแสง 475 nm. เปรียบเทียบกับ MgO [ISO 2469-1977 (E) ใช้ perfect reflecting diffuser] โดยถือว่า MgO มี reflectivity เป็น 100% อุปกรณ์วัดค่าความขาวสว่างได้แก่ Elrepho, photovolt

ภาคผนวก จ

จากการวิเคราะห์ ทางสถิติ โดยใช้ โปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 10.0

ตาราง ANOVA

ตารางผนวกที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรัศมีเส้นใยของ *S. commune* สายพันธุ์กาญจนบุรี อายุ 6 วันที่เจริญบนอาหาร PDA ที่ระดับ pH ต่างๆ

Source of variation	d.f.	Sum of Squares	Mean Square	F
Treatments	4	289.203	72.301	328.5**
Error	10	2.201	0.220	
Total	14	291.404		

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรัศมีเส้นใยของ *S. commune* สายพันธุ์กรุงเทพฯ อายุ 6 วันที่เจริญบนอาหาร PDA ที่ระดับ pH ต่างๆ

Source of variation	d.f.	Sum of Squares	Mean Square	F
Treatments	4	90.529	22.632	5.850**
Error	10	38.687	3.869	
Total	14	129.216		

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรัศมีเส้นใยของ *S. commune* สายพันธุ์เชียงราย อายุ 6 วันที่เจริญบนอาหาร PDA ที่ระดับ pH ต่างๆ

Source of variation	d.f.	Sum of Squares	Mean Square	F
Treatments	4	23.087	5.772	2.587**
Error	10	22.313	2.231	
Total	14	45.400		

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรัศมีเส้นใยของ *S. commune* สายพันธุ์ปัตตานี อายุ 6 วันที่เจริญบนอาหาร PDA ที่ระดับ pH ต่างๆ

Source of variation	d.f.	Sum of Squares	Mean Square	F
Treatments	4	174.126	43.531	20.479**
Error	10	21.257	2.126	
Total	14	195.383		

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรัศมีเส้นใยของ *S. commune* สายพันธุ์พังงา อายุ 6 วันที่เจริญบนอาหาร PDA ที่ระดับ pH ต่างๆ

Source of variation	d.f.	Sum of Squares	Mean Square	F
Treatments	4	180.936	45.234	32.418**
Error	10	13.953	1.395	
Total	14	194.889		

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรัศมีเส้นใยของ *S. commune* สายพันธุ์ระยอง อายุ 6 วันที่เจริญบนอาหาร PDA ที่ระดับ pH ต่างๆ

Source of variation	d.f.	Sum of Squares	Mean Square	F
Treatments	4	245.903	61.476	23.494**
Error	10	26.167	2.617	
Total	14	272.069		

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรัศมีเส้นใยของ *S. commune* สายพันธุ์ลพบุรี อายุ 6 วันที่เจริญบนอาหาร PDA ที่ระดับ pH ต่างๆ

Source of variation	d.f.	Sum of Squares	Mean Square	F
Treatments	4	155.109	38.777	11.372**
Error	10	34.100	3.410	
Total	14	189.209		

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรัศมีเส้นใยของ *S. commune* ทั้ง 7 สายพันธุ์ อายุ 6 วันที่เจริญบนอาหาร PDA ที่ระดับ pH ต่างๆ

Source of variation	d.f.	Sum of Squares	Mean Square	F
Treatments	6	2056.567	342.761	26.217**
Error	98	1281.233	13.074	
Total	104	3337.800		

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าประสิทธิภาพในการใช้วัสดุเพาะของ *S. commune* สายพันธุ์ลพบุรีบนไม้ชนิดต่างๆ 4 ชนิด

Source of variation	d.f.	Sum of Squares	Mean Square	F
Treatments	3	161.293	53.764	11.564**
Error	76	353.349	4.649	
Total	79	514.642		

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการผลิตวงสีน้ำตาลบนอาหาร PDA+0.1% gallic acid ด้วย S. commune สายพันธุ์ต่างๆ 7 สายพันธุ์

Source of variation	d.f.	Sum of Squares	Mean Square	F
Treatments	6	.731	.122	242.383
Error	28	.01408	.0005028	
Total	34	.745		

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการผลิตของเอนไซม์ลิกนิน เปอร์ออกซิเดส ที่อุณหภูมิ 40° C ในอาหารสูตร production ที่ระดับ pH ต่างๆ 4 ระดับ เมื่อฟอกด้วย *S. commune* สายพันธุ์ปัตตานี ในระยะเวลา 12 วัน

Source of variation	d.f.	Sum of Squares	Mean Square	F
Treatments	3	.01188	.003959	14.067**
Error	44	.01238	.0002814	
Total	47	.02426		

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการผลิตของเอนไซม์ลิกนิน เปอร์ออกซิเดส ในอาหารสูตร production ที่ระดับ pH 7.0 อุณหภูมิต่างๆ 4 ระดับ เมื่อฟอกด้วย *S. commune* สายพันธุ์ปัตตานี ในระยะเวลา 12 วัน

Source of variation	d.f.	Sum of Squares	Mean Square	F
Treatments	3	.005476	.001825	5.626**
Error	44	.01428	.0003245	
Total	47	.01975		

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการผลิตของเอนไซม์ลิกนิน เปอร์ออกซิเดส ในอาหารสูตร production ที่อุณหภูมิ 40° C ที่ระดับ pH ต่างๆ 4 ระดับ เมื่อฟอกด้วย *S. commune* สายพันธุ์พังงา ในระยะเวลา 12 วัน

Source of variation	d.f.	Sum of Squares	Mean Square	F
Treatments	3	.007481	.002494	14.321**
Error	44	.007662	.0001741	
Total	47	.01514		

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการผลิตของเอนไซม์ลิกนิน เปอร์ออกซิเดส ในอาหารสูตร production ที่ระดับ pH 7.0 อุณหภูมิต่างๆ 4 ระดับ เมื่อฟอกด้วย *S. commune* สายพันธุ์พังงา ในระยะเวลา 12 วัน

Source of variation	d.f.	Sum of Squares	Mean Square	F
Treatments	3	.02179	.007265	42.865**
Error	44	.007457	.0001695	
Total	47	.02925		

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการผลิตของเอนไซม์ลิกนิน เปอร์ออกซิเดส ที่ผลิตจาก *S. commune* สายพันธุ์ปัตตานี ในอาหารสูตร production ที่ระดับ pH 7.0 อุณหภูมิ 35°C เปรียบเทียบกับ *S. commune* สายพันธุ์พังงา ในอาหารสูตร production ที่ระดับ pH 7.0 อุณหภูมิ 40°C ในระยะเวลา 12 วัน

Source of variation	d.f.	Sum of Squares	Mean Square	F
Treatments	1	.05509	.05509	105.676**
Error	94	.04900	.05213	
Total	95			

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95

ตารางผนวกที่ 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเอนไซม์ลิกนิน เปอร์ออกซิเดส แมงกานีสเปอร์ออกซิเดส และแลคเคส ที่ระยะเวลาต่างๆ โดย *S. commune* สายพันธุ์ปัตตานี ในอาหารสูตร production ที่อุณหภูมิ 35°C

Source of variation	d.f.	Sum of Squares	Mean Square	F
Treatments	2	.01689	.0008446	523.198**
Error	12	.0001937	.00001614	
Total	14	.01709		

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเอนไซม์ลิกนิน เปอร์ออกซิเดส ที่ผลิตโดยเชื้อ *S. commune* สายพันธุ์ปัตตานี ในอาหารสูตร production ที่ pH 7.0 อุณหภูมิ 35°C ในระยะเวลาต่างๆ

Source of variation	d.f.	Sum of Squares	Mean Square	F
Treatments	4	.0005333	.0001333	252.359**
Error	10	.000005283	.0000005283	
Total	14	.0005386		

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า specific activity ของเอนไซม์ลิกนิน เปอร์ออกซิเดส ที่ผลิตโดยเชื้อ *S. commune* สายพันธุ์ปัตตานี ในอาหารสูตร production ที่ pH 7.0 อุณหภูมิ 35°C ในระยะเวลาต่างๆ

Source of variation	d.f.	Sum of Squares	Mean Square	F
Treatments	4	.0005333	.0001333	252.359**
Error	10	.0000053	.0000005283	
Total	14	.0005386		

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าคัปปานัมเบอร์เฉลี่ย ของเยื่อที่ฟอกด้วยเชื้อ *S. commune* สายพันธุ์ปัตตานี ในอาหารสูตร production ที่ pH 7.0 อุณหภูมิ 35°C ในระยะเวลาต่างๆ

Source of variation	d.f.	Sum of Squares	Mean Square	F
Treatments	5	4.923	0985	44.951**
Error	12	.263	.0219	
Total	17	5.186		

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความขาวสว่างเฉลี่ย ของเยื่อที่ฟอกด้วยเชื้อ *S. commune* สายพันธุ์ปัตตานี ในอาหารสูตร production ที่ pH 7.0 อุณหภูมิ 35°C ในระยะเวลาต่างๆ

Source of variation	d.f.	Sum of Squares	Mean Square	F
Treatments	5	5.341	1.068	8.527**
Error	12	1.503	.125	
Total	17	6.844		

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวจันทร์เกษม นรสิงห์ เกิดวันที่ 29 มีนาคม 2519 ที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ในปีการศึกษา 2540 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2541 โดยได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้จากทุนอุดหนุนและส่งเสริมวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท-เอกในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐทบวงมหาวิทยาลัย