เอกสารอ้างอิง

กนกกร ศรีอนันต์, อรพิน เกิดชูชื่น, ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ ศิริวรรณ ตั้งแสงประทีป. 2550. อิทธิพลของกรดอะซิติก ซิตริก แลคติก และมาลิกต่อคุณสมบัติทางกลของฟิล์มที่ผลิตจากแป้งข้าวเจ้าผสมไคโตแซน. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*. ปีที่ 38 ฉบับที่ 6 พฤศจิกายน–ธันวาคม. 83-86.

เกวลิน หนู่ฤิทธ์ .2552. “รายงานสถานการณ์สินค้าปลานิลและผลิตภัณฑ์ ไตรมาส 2 ปี 2552”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มาhttp://fishco.fisheries.go.th/fisheconomic/magazine/2_52/nin.pdf. (01 กันยายน 2552).

เจิมขวัญ สังข์สุวรรณ. 2551. การพัฒนาฟิล์มไคโตซาน/เมทิลเซลลูโลสสำหรับผลไม้สดหั่นชิ้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ฉลองขวัญ พิพัฒน์เจริญวงศ์, วรรณวิบูลย์ กาญจนกุญชร และวรรณี จิรภาคย์กุล. 2551. การสกัดคอลลาเจนจากเกล็ดปลากะพงแดง (Lutjanus argentimaculatus). ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปัทมา กาญจนคีรีธำรง. 2553. ผลของการหมักถั่วเหลืองโดยใช้เทคโนโลยีหัวเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อปริมาณไอโซฟลาโวน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วนิดา จันทร์วิกูล และ บุญล้อม ถาวรยุติการต์. 2547. "กรรมวิธีการผลิตวัสดุตกแต่งแผลจากอนุพันธ์ไคติน/ไคโตซาน", สิทธิบัตร เลขที่ 17473 13 สิงหาคม

วรายุทธ สะโจมแสง. 2544. การศึกษาน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยวิสคอสซิทีของไคโตซานทางการค้าและไคโตซานที่เตรียมได้จากกระดองปูนาและคราบจักจั่น. วิทยานิพนธ์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศิริกุล จันทร์สว่าง และ วราพร ฉัตรไพศาลสกุล. 2548. การผลิตไคโตซานเพื่อใช้ผลิตแคปซูล. การประชุมวิชาการวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทยครั้งที่ 15. โรงแรมจอมเทียนปาล์ม บีช รีสอร์ท. พัทยา. จ.ชลบุรี.

สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.2553 "บทที่ 2 วัตถุดิบสำหรับการผลิตไคตินและไคโตซาน" . [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.material.chula.ac.th/CCB/document/rawMaterial.pdf, (25 ตุลาคม 2553).

สันต์ นาตะสุวรรณ. 2548. "ปลานิล". *ในคู่มือปลาน้ำจืด*. หน้า 187-190. กรุงเทพฯ : เพ็ท-แพล้นพับลิชชิ่ง.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2550. "ไคติน." มอก. 2349-2550.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2550. "ไคโตซาน." มอก. 2351-2550.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2548. "กาละแม." มผช. 837/2548.

สิริรัตน์ จงฤทธิพร, พรรณทิพย์ สุวรรณสาครกุล, รัดดาวัลย์ บุญแต่ง, และสุดานันท์ หยองเอ่น. 2548. การยับยั้งการเจริญของเชื้อราโดยใช้แผ่นฟิล์มไคโตซาน. การประชุมวิชาการประมงประจำปี. โรงแรมเอเชียแอร์พอร์ท. กรุงเทพมหานคร. หน้า 770-775.

สุธิดา คงทอง. 2552. ไคติน-ไคโตซาน. *วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา* ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน. หน้า 1-7

สุรัตน์วดี จิวะจินดา. 2553. "ตะไคร้...สมุนไพรมีอันตรายหากใช้ผิด" [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.horapa.com/content.php?Category=Herb&No=1005. (09 กันยายน 2553).

สุวบุญ จิรชาญชัย. 2544. การผลิตไคติน-ไคโตซาน. เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการไคติน และไคโตซานจากวัตถุดิบธรรมชาติสู่การประยุกต์ใช้. 30 สิงหาคม. ศูนย์วิจัยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัจฉรา เหมทานนท์, สุมาลี เหลืองสกุล, และ ธารารัตน์ ศุภศิริ. 2532. ฤทธิ์ของสารสกัดจากตะไคร้ในการต้านเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคผิวหนังบางชนิด. *วารสารวิทยาศาสตร์ มศว.* 5. 115-123.

Adegoke, G.O. and Odesola B.A. 1996. Storage of microbial powder maize and cowpea and inhibition of agents of biodeterioration using the and essential oil of lemon grass *(Cymbopogon citratus). Biodeterioration & Biodegradation* . 81-84.

Annachhatre, A.P., Win, N.N. and Chandrkrachang, S. 1996. Adsorption of copper on chitosan. Proceedings of 2nd Asia Pacific Chitin Symposium, Bangkok. 169-173.

AOAC. 1999. *Offical Method of Analysis, 16th ed.* The Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.

Arab-Bahmani, S., East, G.C., and Holme, I. 2000. Application of chitosan in textile printing. *Advances in Chitin Science.* 4. 136-142.

Aranaz, I.,Mengíbar, M., Harris, R., Paños, I., Miralles, B., Acosta, N., Galed, G., and Heras, A. 2009. Functional Characterization of Chitin and Chitosan. Current Chemical Biology. 3. 203-230.

ASTM. 2002. Standard Test Methods for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting (D 882-01). pp. 162-170. In Annual book of *ASTM Standard.* Philadelphia, PA:American Society for Testing and Materials.

Aye, K.N., Ng, C.H., and Stevens, W.F. 2002. Pilot scale production of chitin and chitosan from shimp shells. *Advances in Chitin Science*. 5. 12-14.

Bangyekan, C., Duangdao, A.O., and Kawee S. 2006. Preparation and properties evaluation of chitosan-coated cassava starch films. *Carbohydrate Polymers*. 63. 61-71.

Broussignuac, P. 1986. Haut Polymer Naturel Conn dans I'Industric: Le Chitosane. Chimie. Industriel Genic, *Chimie*, 9. 1241-1247.

Butler, B.L., Vergano, P.J., Testin, R.F., Bunn, J.M., and Wiles, J.L. 1996. Mechanical and barrier properties of edible chitosan films as affected by composition and storage. *Journal of Food Science* 61: 953-61.

Carlini, E.A., Contar, J.D.D.R., Silva-Filho, A.R., Silviera-Filho, N.G.D., Frochtengasten, M.L., and Bueno, O.F.A. 1986. Pharmacology of lemon grass (*Cymbopogon Citratus*): I Effect of teas prepared from the leaves of laboratory animals. *Pharmacol.* 17(1). 37-64.

Dien, L.D., and Binh, T.Q. 1996. Research on using chitosan for storage of oranges in vietnam. Proceedings of 2nd Asia Pacific Chitin Symposium, Bangkok. 200-203.

Domard, A. and Chaussard, G. 2002. New approach in the study of the production of chitosan from squid pens: kinetics,thermodynamic and structural aspects. *Advances in Chitin Science*. 5. 1-5.

Dubey, N.K., and Mishra, A.K. 1990. Evaluation of some essential oils against dermatophytes. *Indian Drugs*. 27. 29-31.

Dzung, N.A., and Thang, N.T. 2002. Effects of oligoglucosamine prepared by enzyme degradation on the growth of soy bean. *Advances in Chitin Science*. 5. 463-467.

Gagné, N. and Simpson, B. K. 1993. Use of proteolytic enzymes to facilitate the recovery of chitin from shrimp wastes. *Food Biotechnology*. 7. 253-263.

Hall, G.M. 2002. Developments in the biotechnological treatment of chitin and chitosan. *Advances in Chitin Science*. 5. 25-29.

Hargono, H. and Djaeni, M. 2003. Utilization of chitosan prepared from shrimp shell as fat diluent. *Journal of Coastal Development*. 7. 31- 37.

Hayes, E. R., Davies, D.H., and Munroe, V.G. 1977. Organic solvent systems for chitosan Proceedings of 1st International Conference on Chitin and Chitosan. MIT Sea Grant Program. Massachusetts. 103.

Ikoma, T., Kobayashi, H., Tanaka, J., Walsh, D., and Mann, S. 2003. Microstructure, mechanical, and biomimetic properties of fish scales from *Pagrus major*. *Journal of Structural Biology*. 142. 327-333.

Iqbal, J., Tirmizi, S.A., and Mirza, M.L., 2005. Adsorption status of some transition metal ions on pretreated fish scales. *Journal of Chemistry*. 27. 77 – 81.

Jo, C., Kang, H., Lee, N. Y., Kwon, J.H. and Byun, M.W. 2004. Pectin and gelatin based film : effect of gamma irradiation on the mechanical properties and biodegradation. *Journal of Radiation Physics and Chemistry*. 1-6.

Kolodziejska, I., and Piotrowska, B. 2007 . The water vapour permeability, mechanical properties and solubilityof fish gelatin–chitosan films modified with transglutaminase or 1-ethyl-3-(3-dimethylaminopropyl) carbodiimide (EDC) and plasticized with glycerol. *Journal of Food Chemistry*. 103. 295-300.

Leite, J.R., Seabra, M.D., and Maluf, E. 1986. Pharmacology of lemongrass (*Cymbopogon citratus* Stapf). III. Assessment of eventual toxic, hypnotic and anxiolytic effects on humans. *Journal of Ethnopharmacol.* 17. 75-83.

Lertsutthiwong, P., Ng, C.H., Chandrkrachang, S., and Stevens, and W.F. 2002. Effect of chemical treatment on the characteristics of shrimp chitosan. *Journal of Metals. Materials and Minerals.* 12. 11-18.

Lin, K.W., and Chao, J.Y. 2001. Quality characteristics of reduced-fat Chinese-style sausage as related to chitosan's molecular weight. *Journal of Meat Science.* 59. 343-351.

Lorenzetti, B.B., Souza, G.E.P., Sarti, S.J., Filho, D.S., and Ferreira, S.H. 1991. Myrcene mimics the peripheral analgesic activity of lemongrass tea. *Journal of Ethnopharmacol.* 34. 43-48.

Mali, S., Grossmann, M.V.E., Garca, M.A., Martino, M.N., and Zaritzky, N.D. 2006. Effects of controlled storage on thermal, mechanical and barrier properties of plasticized films from different starch sources. *Journal of Food Engineer.* 75. 453-460.

Muzzarelli, R.A.A. 1977. *Chitin.* Pergamon Press. Oxford.

Myint, K.T., Ng, C.H., Chandrkrachang, S., and Stevens, W.F. 2002. Optimal demineralization of crab shell waste for chitin production. *Advances in Chitin Science.* 5. 15-18.

Ngah, W.S.W., Endud, C.S., and Mayanar, R. 2002. Removal of copper(II) ions from aqueous solution onto chitosan and cross-linked chitosan beads. *Reactive&Functional Polymers.* 50. 181-190.

No, H.K. and Meyers, S.P. 1997. Preparation of chitin and chitosan. *Chitin Handbook.* 475-489.

Okamoto, H., and Okada, F. 2005. Sterilizing/antimicrobial agents containing 1,2-octanediol and lemon grass extract, and their uses. Patent : Jpn Kokai Tokkyo Koho. JP 2005232013. 9pp.

Onawunmi, G.O. 1989. Evaluation of the antifungal activity of lemon grass oil. *Journal of Crude Drug Research*. 27(2). 121-126.

Pereda, M., Marcovich, N.E., and Aranguren, M.I. 2007. Water vapor absorption and permeability of films based on chitosan and sodium caseinate. Congreso SAM/CONAMET 2007 San Nicolás. 7 Septiembre. 1105-1110.

Qiu, P.Z. and Wen, S.X. 2008. Physicochemical properties of edible and preservative films from chitosan/cassava starch/gelatin blend plasticized with glycerol. *Journal of Food Technology Biotechnology*. 46. 262–269.

Rao, M.S., Munoz, J., and Stevens, W.F. 2000. Critical factors in chitin production by fermentation of shrimp biowaste. *Journal of Microbiol Biotechnol*. 54. 808-813.

Rauber, C.S., Henriques, A., Teresinha, G., Silvia, S., and Schapoval, E.E.S. 2004. Pharmaceuticals for treatment of skin infections caused by Candida and dermtophytic fungi employing essential oil of Cymbopogon citrtus. Patent: Braz Pedido PI BR 2002003521, 2004:38pp.

Roberts, G.A.F. 1992. *Chitin Chemistry*. London:Maemillan, 350 p.

Shahidi, F., Kamil, J., Arahchi, V., and Jeon, Y. 1999. Food applications of chitin and chitosans. *Trends in Food Science & Technology*. 10. 37-51.

Spagna, G., Pifferi, P.G., Rangoni, C., Mattivi, F., Nicolini, G., and Palmonari, R. 1996. The stabilization of white wines by adsorption of phenolic compounds on chitin and chitosan. *Food Research International*. 29. 241-248.

Tao, W. and Svetlana, Z. 2008. Determination of degree of acetylation (DA) of chitin and chitosan by an improved first derivative UV method. *Journal of Carbohydrate Polymers*. 73. 248-253.

Viana, G.S.B., Vale, T.G., Pinho, R.S.N., and Matos, F.J.A. 2000. Antinociceptive effect of the essential oil from Cymbopogon citratus in mice. Journal of Ethnopharmacol. 70. 323-327.

Zhong, Q.P., and Xia, W.S. 2008. Physicochemical Properties of Chitosan-Based Films, *Journal of Food Technol Biotechnol* 46. 262-269.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาพประกอบกระบวนการสกัดไคโตซานจากเกล็ดปลานิล

1. ขั้นตอนการกำจัดโปรตีน และขั้นตอนการกำจัดแร่ธาตุ

เกล็ดปลานิลที่ผ่านอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมงจำนวน 100 กรัม

กำจัดโปรตีนในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 4.2 โดยน้ำหนัก อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดคือที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

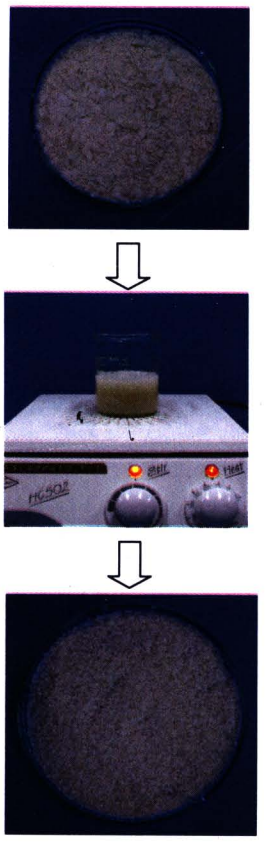
นำเกล็ดปลานิลจำนวน 30 กรัมที่ผ่านการกำจัดโปรตีนออกแล้วไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

กำจัดแร่ธาตุออกโดยใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 2 นอมัล ที่ร้อยละ 52 โดยปริมาตร เวลาในการที่ใช้กำจัดแร่ธาตุคือ 6 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง

ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ ไคติน

ภาพที่ ก-1 ขั้นตอนกระบวนการสกัดไคตินจากเกล็ดปลานิล

2. การผลิตไคโตซาน



นำไคตินจำนวน 20 กรัมที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

นำไปผ่านกระบวนการกำจัดหมู่อะซิทิลด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 58 (โดยน้ำหนัก) ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

ได้ผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่าไคโตซาน

ภาพที่ ก-2 ขั้นตอนกระบวนการสกัดไคโตซานตามเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ในการผลิตอาหารจากเกล็ดปลานิล

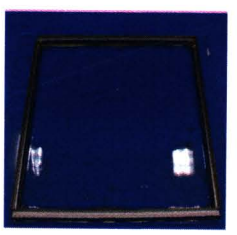
ภาคผนวก ข

ภาพประกอบการผลิตฟิล์มไคโตซาน

ขั้นตอนการการผลิตฟิล์มไคโตซาน

ทำการผสมส่วนผสม ดังนี้ สารละลายไคโตซานร้อยละ 1 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ในกรดแลคติกร้อยละ 1 ปริมาณที่ใช้ร้อยละ 44.20 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) กลีเซอรีน ปริมาณที่ใช้ร้อยละ 2.60 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) น้ำมันตะไคร้ ปริมาณที่ใช้ร้อยละ 3.20 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) เจลาติน ปริมาณที่ใช้ร้อยละ 15 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) และน้ำกลั่น ปริมาณที่ใช้ร้อยละ 35 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ให้ความร้อน 60 องศาเซลเซียส เพื่อให้สารทั้งหมดละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

กรองด้วย Silk Screen Cloth เพื่อแยกเอาสิ่งแปลกปลอมที่หลงเหลือออก



นำสารละลายฟิล์มไคโตซานที่ได้ไปเทลงในเบ้าให้ฟิล์มมีความหนา 0.06 มิลลิเมตร

อบในตู้ที่ตั้งอุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

นำเบ้าออกจากตู้อบแล้วลอกแผ่นฟิล์มไคโตซานออกจากเบ้า

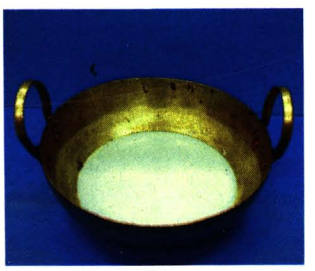
ภาพที่ ข-1 ภาพประกอบการผลิตฟิล์มไคโตซาน

ภาคผนวก ค

ภาพประกอบการผลิตกาละแม

การผลิตกาละแม

เตรียม แป้งข้าวเหนียว 100 กรัม
แป้งถั่วเขียว 10 กรัม
น้ำตาลทราย 200 กรัม
หัวกะทิ 450 กรัม
สารละลายสีผสมอาหาร 500 กรัม



ผสมแป้งข้าวเหนียว แป้งถั่วเขียว เข้าด้วยกันในกระทะทอง ใส่น้ำผสมสีผสมอาหาร ผสมน้ำตาลทรายหัวกะทิ คนให้เข้ากัน

นำส่วนผสมทั้งหมดตั้งไฟอ่อนๆ กวนแป้งให้เหนียวและล่อนออกจากกระทะ

เตรียมถาดใส่กาละแม โดยทาน้ำมันพืชให้ทั่วแล้วเทส่วนผสมลงในถาด เกลี่ยสม่ำเสมอ พักไว้ให้เย็นจึงตัดเป็นชิ้นขนาดกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 5 เซนติเมตร หนา 1 เซนติเมตร

นำมาห่อด้วยฟิล์มไดโตซาน เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน

ภาพที่ ค-1 ขั้นตอนกระบวนการผลิตกาละแม

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์คุณภาพ

การหาระดับการกำจัดหมู่อะซิติล (Tao and Svetlana, 2008)

1. การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

1.1 เตรียมสารละลายมาตรฐานของอะซิติลกลูโคซามีน (Acetyl-gluco samine : GlcNAC) และดีกลูโคซามีนไฮโดรคลอไรด์ (D-glucosamine hydrochloride : GlcN) ละลายในกรดฟอสฟอริกเข้มข้นร้อยละ 0.85 ทำให้ได้สารละลายมาตรฐานของอะซิติล กลูโคซามีน เข้มข้น 100, 240, 400, 1000, 2400 และ 3000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และดีกลูโคซามีนไฮโดรคลอไรด์เข้มข้น 1, 2, 3, 4 และ 5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

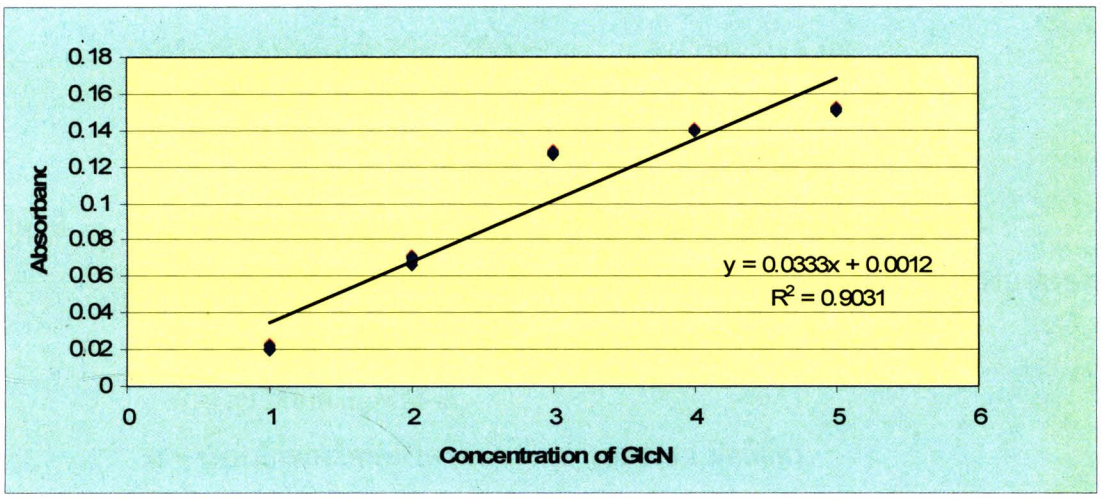
1.2 นำสารละลายมาตรฐานที่ได้มาวัดค่าการดูดกลืนแสงโดยใช้เครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 203 นำมาพล็อตกราฟระหว่างค่าความเข้มข้นของสารมาตรฐาน กับค่าการดูดกลืนแสง ดังภาพที่ ง-1

2. การเตรียมตัวอย่าง

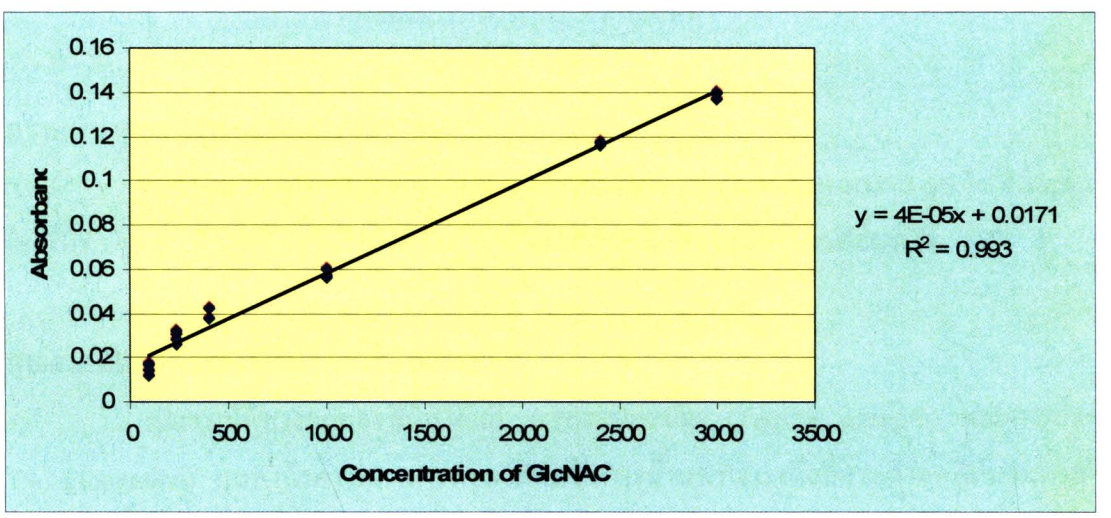
2.1 นำตัวอย่างไคตินและไคโตซานที่ทำการสกัดได้มาบด และร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 30

2.2 ชั่งน้ำหนักของไคโตซานตัวอย่างละ 100 มิลลิกรัม นำมาละลายในสารละลายกรดฟอสฟอริกเข้มข้นร้อยละ 85 ปริมาตร 20 มิลลิลิตร สารละลายที่ได้นำมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที โดยคนสารละลายตลอดเวลา

2.3 นำสารละลายใสที่ได้ 1 มิลลิลิตรมาทำการปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงโดยใช้เครื่อง Spectrophotometer (Shimudzu Model UV-1800, Japan)ที่ความยาวคลื่น 203 นาโนเมตร คำนวณหาค่าร้อยละการกำจัดหมู่อะซิติลจากสมการที่เทียบจากกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานของอะซิติลกลูโคซามีน (Acetyl-gluco samine : GlcNAC) และดีกลูโคซามีนไฮโดรคลอไรด์ (D-glucosamine hydrochloride : GlcN) (ภาพที่ ง-1) (ภาพที่ ง-2)



ภาพที่ ง-1 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานของดีกลูโคซามีนไฮโดรคลอไรด์ (D-glucosamine hydrochloride : GlcN)



ภาพที่ ง-2 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานของอะซิติลกลูโคซามีน (Acetyl-gluco samine : GlcNAC)

$$\text{ระดับการกำจัดหมู่อะซิติล (ร้อยละ)} = \frac{(m_1/203.21) \times 100}{(m_1/203.21) + (m_2/203.21)}$$

โดยที่ m_1 = มวลของอะซิติลกลูโคซามีนใน 1 มิลลิลิตรของสารละลายไคติน/ไคโตซาน
คำนวณได้จากเทียบค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่างกับสารละลายมาตรฐาน

m_2 = มวลของกลูโคซามีนใน 1 มิลลิลิตรของสารละลายไคติน/ไคโตซาน
คำนวณได้จาก $m_2 = M - m_1$

M = น้ำหนักของไคติน/ไคโตซานในสารละลาย 1 มิลลิลิตร

$M = (M_1 \times M_3)/(M_1 + M_2)$

M_1 = น้ำหนักของตัวอย่างไคติน/ไคโตซาน (100±10 มิลลิกรัม)

M_2 = น้ำหนักของกรดฟอสฟอริกเข้มข้นร้อยละ 85 ปริมาณ 20 มิลลิลิตร

M_3 = น้ำหนักของสารละลายไคติน/ไคโตซานในสารละลายกรดฟอสฟอริกปริมาตร 1 มิลลิลิตร

ความหนาของฟิล์ม (ASTM 2002)

การวัดความหนาของฟิล์มไคโตซาน ทำได้โดยการสุ่มวัดความหนา 3 จุด ในฟิล์มแต่ละแผ่นที่ทำ 10 ซ้ำ ด้วยเครื่องวัดไมโครมิเตอร์ คำนวณค่าเฉลี่ยความหนาของฟิล์มที่ได้

คุณสมบัติทางกลของฟิล์ม (ASTM 2002)

คุณสมบัติทางกลของฟิล์มได้แก่ ความทนแรงดึง (Tensile strength) และการยืดตัว (% Elongation) แสดงถึงความสามารถของฟิล์มในการต้านทานแรงดึงที่กระทำต่อฟิล์มจนกระทั่งฟิล์มขาด ทำได้โดยตัดฟิล์มเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าให้มีขนาดความกว้าง 1 เซนติเมตร ยาวอย่างน้อย 7 เซนติเมตร นำมาทดสอบกับเครื่อง Instron (Model 5565, U.S.A.) ภาวะในการทดสอบที่ขนาดแรงดึง 1,000 นิวตัน และอัตราเร็วในการดึง 20 มิลลิเมตรต่อนาที

การทดสอบค่าอัตราการแพร่ผ่านของไอน้ำผ่านฟิล์ม (WVTR) (ASTM E96-95)

การทดสอบทำโดยประยุกต์จากวิธีของ Jo *et al.* (2004) ตามมาตรฐาน ASTM E96-95 ทดสอบ 10 ซ้ำ เพื่อศึกษาความสามารถในการแพร่ผ่านของไอน้ำสำหรับฟิล์มเคลือบบริโภคได้ หลังจากนั้นวัดน้ำหนักเริ่มต้น และชั่งน้ำหนักอีกครั้งเมื่อครบ 24 ชั่วโมง ทำการทดลองที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70 หาอัตราการแพร่ผ่านของไอน้ำ (Water vapor transmission rate, WVTR) ดังสมการ

$$WVTR = [(\Delta w/\Delta t)/A]$$

โดย $\Delta w/\Delta t$ = น้ำหนักของน้ำที่แพร่ผ่านต่อหน่วยเวลา

A = พื้นที่สำหรับใช้ในการแพร่ผ่านของน้ำ

การทดสอบอัตราการแพร่ผ่านของก๊าซออกซิเจนผ่านฟิล์ม (OTR)

ฟิล์มไคโตซานที่ได้ นำมาตัดเป็นแผ่นวงกลมให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร นำไปทดสอบอัตราการแพร่ผ่านของก๊าซออกซิเจนผ่านฟิล์ม (Oxygen transmission rate) ตามมาตรฐาน ASTM 1434 ด้วยเครื่องเครื่องวัดอัตราการแพร่ผ่านของก๊าซออกซิเจนผ่านฟิล์ม (M & E Development center : Model VAC-V1, China)

การวิเคราะห์เชื้อยีสต์และราโดยการใช้เทคนิค Pour plate (ปัทมา, 2553)

เทคนิคนี้ใช้ในการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ซึ่งจะต้องทำการเจือจางใน อาหารเลี้ยงเชื้อที่เป็นของเหลวโดยใช้ Aseptic technique ทุกขั้นตอน

อุปกรณ์และเครื่องมือ

- จานอาหารเลี้ยงเชื้อ
- หลอดทดลอง
- ปิเปตแบบใช้ตวง (graduated pipette) ขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ
- ตู้บ่มเชื้อ
- หม้อนึ่งความดัน

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง

- สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.1 น้ำหนักต่อปริมาตร (Peptone, Difco ™, USA)
- อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar (*BD* Becton Dickinson, France)

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ 9.75 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 250 มิลลิลิตร
2. นำอาหารเลี้ยงเชื้อฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน โดยให้ความร้อน 121-124 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที เพื่อทำให้อาหารปราศจากเชื้อ

ขั้นตอนการแยกเชื้อ

1. ชั่งตัวอย่างกาละแม 10 กรัม เติมสารละลายเปปโตน 90 มิลลิลิตร นำไปตีป่นด้วยเครื่องตีป่นอาหาร (Stomacher) ให้ตัวอย่างและสารละลายเปปโตนผสมเข้ากัน ส่วนผสมที่ได้เป็นการเจือจางตัวอย่างลง 10 เท่า หรือ Dilution 10^{-1}
2. ใช้ปิเปต ดูดสารละลายที่เตรียมจากข้อ 1 ปริมาณ 1 มิลลิลิตร และนำไปใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลายเปปโตนปริมาตร 9 มิลลิลิตร เพื่อทำการเจือจางเขย่าให้ผสมกันดี เป็นการเจือจางตัวอย่างไป 100 เท่า หรือ 10^{-2} (ทำการเปลี่ยนปิเปตใหม่ทุกครั้งที่เจือจาตัวอย่าง)
3. ดูดสารละลายในแต่ละ Dilution มา 1 มิลลิลิตรด้วยปิเปต นำมาใส่ลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อเปล่าที่ปราศจากเชื้อ
4. นำอาหารเลี้ยงเชื้อที่เป็นของเหลวซึ่งควรพักไว้ในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 50-55 องศาเซลเซียส มาเติมลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ
5. หมุนจานอาหารเลี้ยงเชื้อไปมาให้ผสมเข้ากันและตั้งทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัว
6. นำไปบ่มที่ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นายวีระยุทธ วีระพันธ์

วัน เดือน ปี เกิด 17 กุมภาพันธ์ 2528

ประวัติการศึกษา

สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษา
โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย พิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก
ปีการศึกษา 2545
สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร
คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก
ปีการศึกษา 2551

ประวัติผลงานวิจัยที่เคยตีพิมพ์เผยแพร่

วีระยุทธ วีระพันธ์ และไพโรจน์ วิริยจารี. 2553. การศึกษากระบวนการสกัดไคโตซานจากเกล็ดปลานิล. การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 2. 26 พฤศจิกายน 2553, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.