รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

เกษม พงษ์มณี.2536.การผลิตเอนไซม์แอลคาไลน์โปรตีเอส โดย *Bacillus subtilis* TISTR 25. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ควบคุมมลพิษ,กรม. 2536. การใช้ประโยชน์ของเสียจากอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร: ฝ่ายการใช้ประโยชน์ของเสีย กองจัดการสารอันตรายและกากของเสีย.

จรินทร์ เจริญศรีวัฒนกุล. 2537. ฟอกหนังปัญหารายล้อมที่ต้องพิฆาต. ปกิณกะเศรษฐกิจ 5 (เมษายน-มิถุนายน): 16-19.

จารุรัตน์ เศรษฐภักดี . 2533. อาหารสัตว์เศรษฐกิจ . ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิโรฒ.

ดวงหทัย สาทรานุวัฒน์. 2539. การใช้ Alkaline protease จากเชื้อ *Bacillus subtilis* TISTR 25 ในการผลิตยางพาราแผ่น. Senior Project ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทวี แก้วคง.2527. โภชนศาสตร์สัตว์เบื้องต้น และการให้อาหารสัตว์ . พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : กรุงสยามการพิมพ์.

ปกรณ์ จิโรจน์กุลกิจ. 2532. การแยกให้บริสุทธิ์และการศึกษาสมบัติของแอลคาไลน์โปรตีเอสจากเชื้อ *Bacillus subtilis* TISTR 25. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาชีวเคมี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พันทิพา พงษ์เพียจันทร์.2535. หลักการอาหารสัตว์ เล่ม 1 : โภชนะ .พิมพ์ครั้งที่ 1 . กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ .

พันทิพา พงษ์เพียจันทร์.2538. หลักการอาหารสัตว์ เล่ม 2 : หลักโภชนศาสตร์และการประยุกต์ . ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เยาวนุช สุจริตธรรม, ธงชัย พรรณสวัสดิ์ , อรทัย ชวาลภาฤทธิ์ , บุญสม ลิ่วศรีวิไล และ Meyhoefer, B.. 2536.การตกตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียฟอกหนังโดยการบำบัดด้วยด่าง. ใน การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทยครั้งที่ 3,หน้า 364-374.

โรงงานอุตสาหกรรม,กรม. 2538. โรงงานฟอกหนังและผลิตภัณฑ์จากหนังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. อุตสาหกรรมทหาร 28 (ธันวาคม): 12-14.

วรรณวิมล ทรัพย์ดี. 2540. การผลิตแอลคาไลน์โปรติเอสจาก *Bacillus subtilis* TISTR 25 ในระดับถังหมัก 5 ลิตร แบบไม่ต่อเนื่อง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศศิธร เจริญวิเศษศิลป์ , ธงชัย พรรณสวัสดิ์ , อรทัย ชวาลภาฤทธิ์ , บุญสม ลิ่วศรีวิไล และ Meyhoefer, B..2536. การละลายตะกอนผลึกโครเมียมจากน้ำเสียฟอกหนังเพื่อการเวียนใช้. ใน การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทยครั้งที่ 3, หน้า 375-386.

ศรีสกุล วรจันทรา และ รณชัย สิทธิไกรพงษ์.2539. โภชนศาสตร์สัตว์ .กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ .

สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. 2539. "โครงการการประยุกต์ใช้หลักการทางเศรษฐศาสตร์ในการจัดการมลพิษโรงงาน". รายงานการศึกษาฉบับกลาง. 15 พฤศจิกายน 2539.หน้า 3-2

สุวรงค์ วงษ์ศิริ. 2536. การสกัดแทนนินจากเปลือกเงาะ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อภิศักดิ์ จงเจริญใจ. 2538. โปรตีนในอุตสาหกรรมในอาหารสัตว์.ใน การประชุมปฏิบัติการภาคฤดูร้อนครั้งที่ 20, หน้า 28-38.

อำพล เอื้ออารี และโชติ วิมลเฉลา. 2525. การพัฒนาเศษหนังกาวจากโรงงานฟอกหนังเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์. วารสารเคมีวิศวกรรม เทคโนโลยีทางอาหารและเชื้อเพลิง. 4 (มกราคม): 17-35.

ภาษาอังกฤษ

Alloway, B.J. 1993. Heavy metal in soil. 1st ed. New York : John Wiley & Sons, pp.125-150.

ASTM.1993. Annual Book of ASTM Standards, section 15 , vol. 15.04 . Philadelphia :American Society for Testing and Meterial .

Beynon, R.J. and Bond, J.S..1989. Proteolytic enzyme. 1st ed. Oxford : IRL Press.

Bollag, D.M. and Edelstein, S.J. .1991. Protein methods. New York : Wiley-Liss ,Inc.

Cot, J. ; Manich, A.M. and Aramon, C. .1991. Design of a pilot plant for complete processing of by-product of the tanning industry : Preparation of acollagenic material with "zero" chrome content. Journal of the American Leather Chemistry Association. 86 : 141-156.

Eisenthal, R. and Danson, M.J. .1992. Enzyme assay :Apractical approach. New York : IRL Press.

Germann, H.-P. .1995. Chrome tannage from the viewpoint of ecology. Journal of the Society of Leather Technoologists and Chemists. 79: 82-85.

Hauck,R.A. .1972. Report on methods of chromium recovery and reuse from spent chrome tan liqour. Journal of the American Leather Chemistry Association. 67 : 422-430.

Heidemann, E. 1991. Disposal and recycling of chrome-tanned materials. Journal of the American Leather Chemistry Association. 86 : 331-333.

Helrich, K..1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. vol 1. 15th ed. Virginia: Association of Official Analytical Chemists.

Imai, T. and Okamura, H. 1991. Studies on incineration of chrome leather waste. Journal of the American Leather Chemistry Association. 86 : 281-294.

Locher, H. and Uffelmann, R. 1967. Ger. Offen. 1,254,813 cited in Taylor, M.M.; Diefendorf, E.J. and Marmer,W.N..1991. Efficiency of enzymic solubilization of chrome shavings as influenced by choice of alkalinity - reducing agents. Journal of the American Leather Chemistry Association. 86: 199-208.

McDonald, P.; Edwards,R.A. and Greenhalgh, J.F.D.1981. Animal Nutrition . New York : Longman Scientific Technical.

Menden, E.E.;Rutland, F.H. and Kallenberge, W.E. .1994. Chromium leachability from blue shavings by the TCLP procedure. Journal of the American Leather Chemistry Association. 89 : 2-13.

Michael, B.B. 1986. Encyclopedia of Materials Science and Engineering. vol.4. 1st ed. New York: Pergamon Press, pp. 2534-2539.

Okamura, H. 1976. Recovery of chromium from shavings by wet air oxidation. Journal of the American Leather Chemistry Association. 71 :173-179.

Othmer, K. 1981. Encyclopedia of Chemical Technology. vol.14. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, pp.200-231.

Parvathi, M.S. and Nandy S.C. .(1985). Hydrolysis of vegetable tanned leather by a soil actinomycete. Leather Science 31(9) (1984) : 236-240. Chemical Abstracts 102 : Abstract No. 115502g.

Piez, K.A. and Reddi, A.H. .1984. Extracellular Matrix Biochemistry. New York ; Elsevier.

Rutland, F.H. 1991. Environmental compatibility of chromium-containing tannery and other leather product wastes at land disposal sites. Journal of the American Leather Chemistry Association. 86 : 364-373.

Sharphouse, J.H. .1989. Leather technician's handbook. London : Buckland Press.

Scopes, R.K. . 1987. Protein purification : Principles and practice. 2 nd ed. .New York : Springer-Verlag.

Taylor, M.M.; Diefendorf, E.J. and Na,G.C. .1990. Enzymic treatment of chrome shavings. Journal of the American Leather Chemistry Association. 85: 264-274.

Taylor, M.M.; Diefendorf, E.J. and Marmer,W.N..1991. Efficiency of enzymic solubilization of chrome shavings as influenced by choice of alkalinity - inducing agents. Journal of the American Leather Chemistry Association. 86: 199-208.

Taylor, M.M.; Diefendorf, E.J.; Marmer, W.N. and Brown, E.M..1992. Characterization of products isolated by enzyme treatment of chromium-containing leather waste. Journal of the American Leather Chemistry Association 87: 380-389.

Taylor, M.M.; Diefendorf, E.J.; Marmer, W.N. and Brown, E.M..1993. Enzymatic processing of materials containing chromium and protein. U.S.Patent 5,271,912 ,December 21,1993.

Taylor, M.M.; Diefendorf, E.J.; Marmer, W.N. and Brown, E.M..1994. Effect of various alkalinity-inducing agents on chemical and physical properties of protein products isolated from chromium-containing leather waste. Journal of the American Leather Chemistry Association 89: 221-228.

Tingda, J. ; Dihua, M. ; Yiwan, C. and Chunping, Z. .1992. Nutrition of feed collagen protein powder from the reclamation treatment of chrome leather scrap. Animal Feed Science and Technology. 37: 175-184.

UNEP-IE/PAC (United Nations Environment Programme Industry and Environment Programme Activity Centre) . 1994. Tanneries and the environment : A technical guide to reducing the environmental impact of tannery operations. France: United Nations Publication.

Ward, O.P. 1983 "Proteinases" Microbial Enzymes and Biotechnology, (Forgarty, W.M. ed.), London and New York : Applied Science Publishers, pp.251-317.

Wecharatana, M. 1995. Hazardous waste management in US. Military installations. Workshop on Recent Environmental Technologies and Hazardous Waste Management, July 26-27, 1995, Faculty of Science , Chulalongkorn University.

Zhuang, Y. 1992. Profitability of protein recovery from leather shavings with high level chrome content.Semiar on the profitability of clean technology in the leather tanning industries, October 20-21,1992 , Samutprakarn: Bangpoo Country Club.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

อาหารเลี้ยงเชื้อและการเตรียม

1. อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในการเก็บรักษา

Nutrient Agar Slant ประกอบด้วย

Beef Extract	3	กรัม
Peptone	5	กรัม
Bacto Agar	15	กรัม

ละลายส่วนผสมของอาหารในน้ำกลั่นจำนวน 1 ลิตร บรรจุในหลอดทดลองแล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ภายใต้ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที นำหลอดทดลองมาวางเอียงประมาณ 15 องศา ก่อนที่อาหารจะแข็งตัว รอจนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

2. อาหารที่ใช้ในการเตรียมหัวเชื้อ (inoculum medium)

สูตรอาหารสำหรับเตรียมหัวเชื้อ (Basal medium) ประกอบด้วย

KH_2PO_4	1	กรัม
$MgSO_4.7H_2O$	0.5	กรัม
$CaCl_2.2H_2O$	0.01	กรัม
สารสกัดจากยีสต์	20	กรัม
กลูโคส	5	กรัม

ละลายส่วนผสมทุกตัว ยกเว้นกลูโคส ในน้ำกลั่น แล้วปรับ pH ให้เท่ากับ 7 เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรสุดท้ายเป็น 1 ลิตร นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ภายใต้ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที ส่วนกลูโคสแยกอบนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ภายใต้ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 10 นาที แล้วเติมเข้าไปโดยให้มีความเข้มข้นสุดท้ายเท่ากับ 0.5 %

3. อาหารที่ใช้ในการเตรียมเชื้อตั้งต้น (starter inoculum medium)

การเตรียม Skim milk agar plate

ชั่ง Bato agar 1.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ภายใต้ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที เติมสารละลาย Skim milk (stock solution 10 % w/v) 5 มิลลิลิตร ทิ้งไว้พออุ่น นำไปเทลงจานเพาะเชื้อ

4. อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับการผลิตอัลคาไลน์โปรติเอส ในระดับถังหมักขนาด 5 ลิตร สูตรอาหาร 1 ลิตร ประกอบด้วย

KH_2PO_4	1	กรัม
$MgSO_4.7H_2O$	0.5	กรัม
$CaCl_2.2H_2O$	0.01	กรัม
กากถั่วเหลืองผสมกากเมล็ดทานตะวันในสัดส่วน 1:1		
แป้งมันสำปะหลัง	1.0	กรัม

ภาคผนวก ข

การเทียบมาตรฐานสารละลาย

1. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล

1.1 การเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล

ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH, AR grade) 1 ส่วน ละลายในน้ำกลั่นเย็น ที่ต้มเดือด 20 นาที (CO_2 free) 1 ส่วน ในขวดรูปชมพู่ คนจนละลายหมด ปิดด้วยจุกยางแล้วตั้งทิ้งไว้ 10 วัน แล้วปิเปตมา 5.40 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นให้ปริมาตรครบ 1 ลิตร นำไปไตเตรทสารมาตรฐานปฐมภูมิ Potassium hydrogen phthalate (KHP)

1.2 การเทียบมาตรฐานสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล

ชั่งสารมาตรฐานปฐมภูมิ Potassium hydrogen phthalate (KHP) ที่อบแห้ง 120 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จำนวน 0.20 กรัม (ให้ทราบน้ำหนักละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร หยดฟีนอล์ฟธาลีน 2-3 หยด ไตเตรทกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล ปริมาตร B (มิลลิลิตร)

การคำนวณ

$$\text{Normality of NaOH} = \frac{\text{KHP (g) X 1,000 (ml)}}{\text{B(ml) X 204.229}}$$

2. สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟุริก 0.1 นอร์มอล

2.1 การเตรียมสารละลายกรดซัลฟุริก

ปิเปตกรดซัลฟุริก ความเข้มข้น 96- 98 % จำนวน 3 มิลลิลิตร เติมลงในน้ำกลั่นในขวดปริมาตร เจือจางให้ครบปริมาตร 1 ลิตร

2.2 ปิเปตมา 10 มิลลิลิตร ใส่ขวดรูปชมพู่ หยดฟีนอล์ฟธาลีน 2-3 หยด ไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล

การคำนวณ

$$N_1 = N_2V_2 / V_1$$

เมื่อ N_1 = ความเข้มข้นของกรดซัลฟุริก (นอร์มอล)

N_2 = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (นอร์มอล)

V_1 = ปริมาตรสารละลายกรดซัลฟุริก (มิลลิลิตร)

V_2 = ปริมาตรสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ (มิลลิลิตร)

3. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.1 นอร์มอล

3.1 การเตรียมสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต

ชั่งโซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) 24.85 กรัม ละลายในน้ำกลั่นที่ต้มเดือด 20 นาที (CO_2 free) เติมโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) 1 กรัม เจือจางให้มีปริมาณครบ 1 ลิตร ในขวดปริมาตร

3.2 การเทียบมาตรฐานสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.1 นอร์มอล

ชั่งโพแตสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) ที่อบแห้งที่130 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จำนวน 0.20 กรัม (ให้ทราบน้ำหนักละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ละลายน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (1:1) 4 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 10 % โพแตสเซียมไอโอไดด์ (KI) 20 มิลลิลิตร ปิดด้วยจุกยาง ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 5 นาที ไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.1 นอร์มอล จนสารละลายมีสีจางลงเป็นสีน้ำตาลปนเขียว เติมสารละลาย 2 % น้ำแป้ง 2 มิลลิลิตร ไตเตรทต่อจนสารละลายมีสีเขียวใส

การคำนวณ

$$\text{Normality of } Na_2S_2O_3 = A/(0.04903 \times B)$$

เมื่อ A = น้ำหนัก $K_2Cr_2O_7$ ที่ใช้ (กรัม)

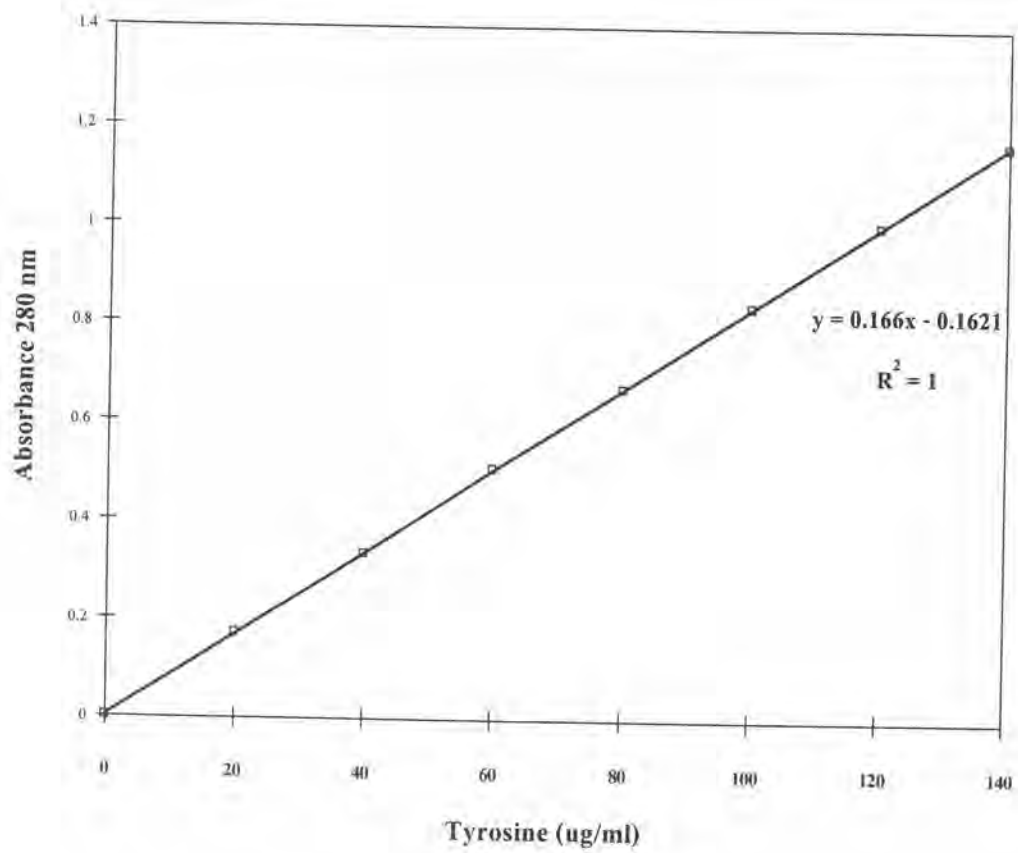
B = ปริมาตร $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ (มิลลิลิตร)

สารละลายแบลงค์ : น้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ที่มีกรดไฮโดรคลอริก (1:1) 4 มิลลิลิตร สารละลาย 10 % โพแตสเซียมไอโอไดด์ (KI) 20 มิลลิลิตร และน้ำแป้ง 2 มิลลิลิตร

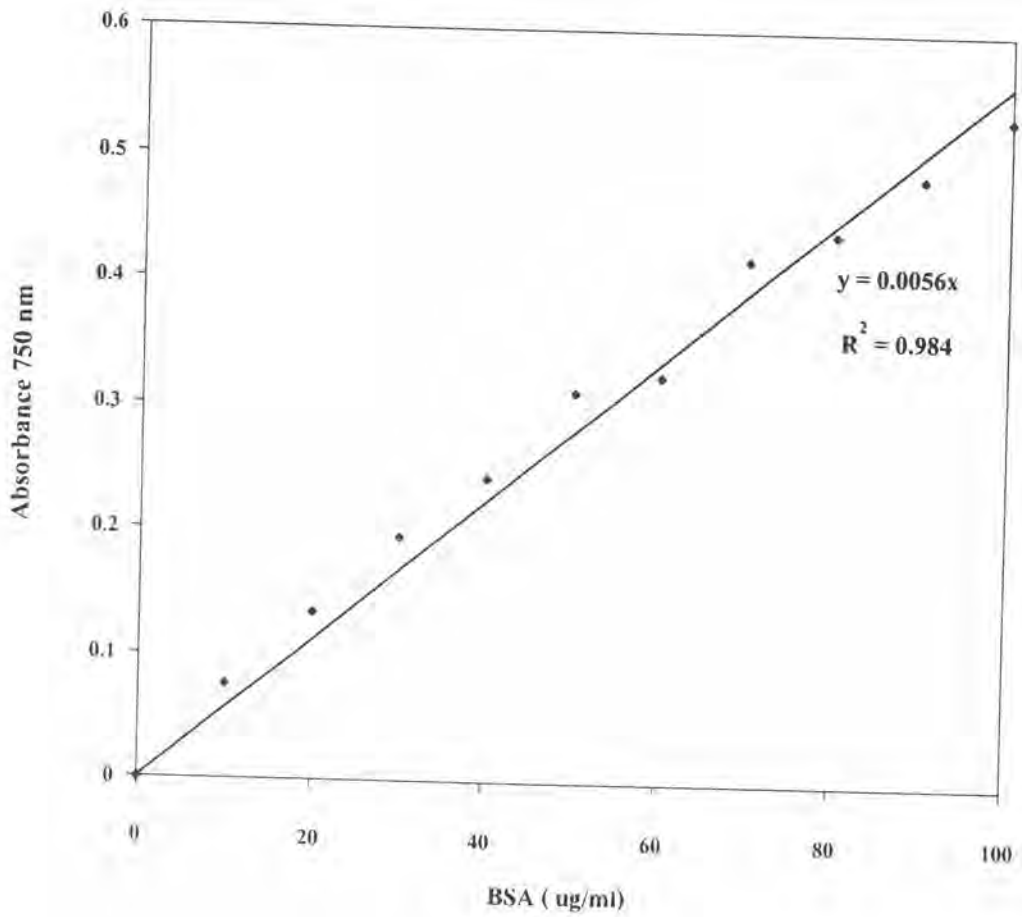
ภาคผนวก ค

กราฟมาตรฐาน

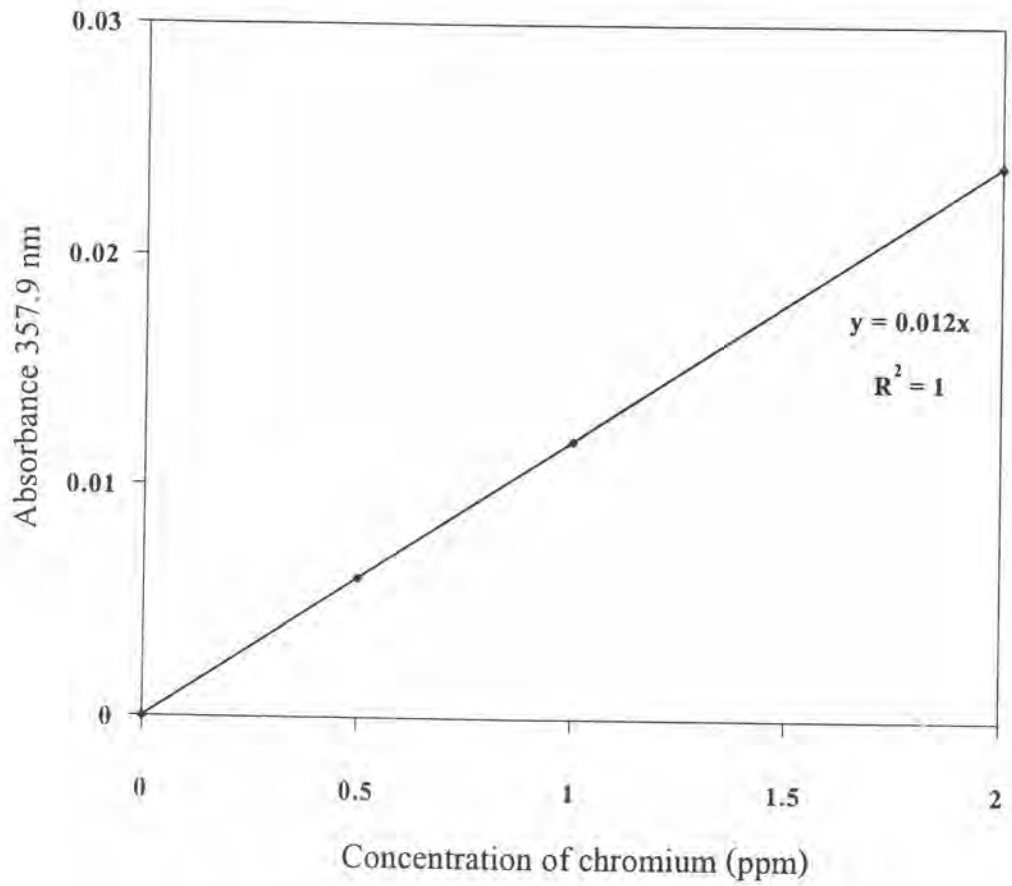
ภาพผนวกที่ 1 ค กราฟมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์อัลคาไลน์โปรติเอสแอคติวิตี แปรผันความเข้มข้นของไทโรซีน 0-140 ไมโครกรัม วัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 280 นาโนเมตร



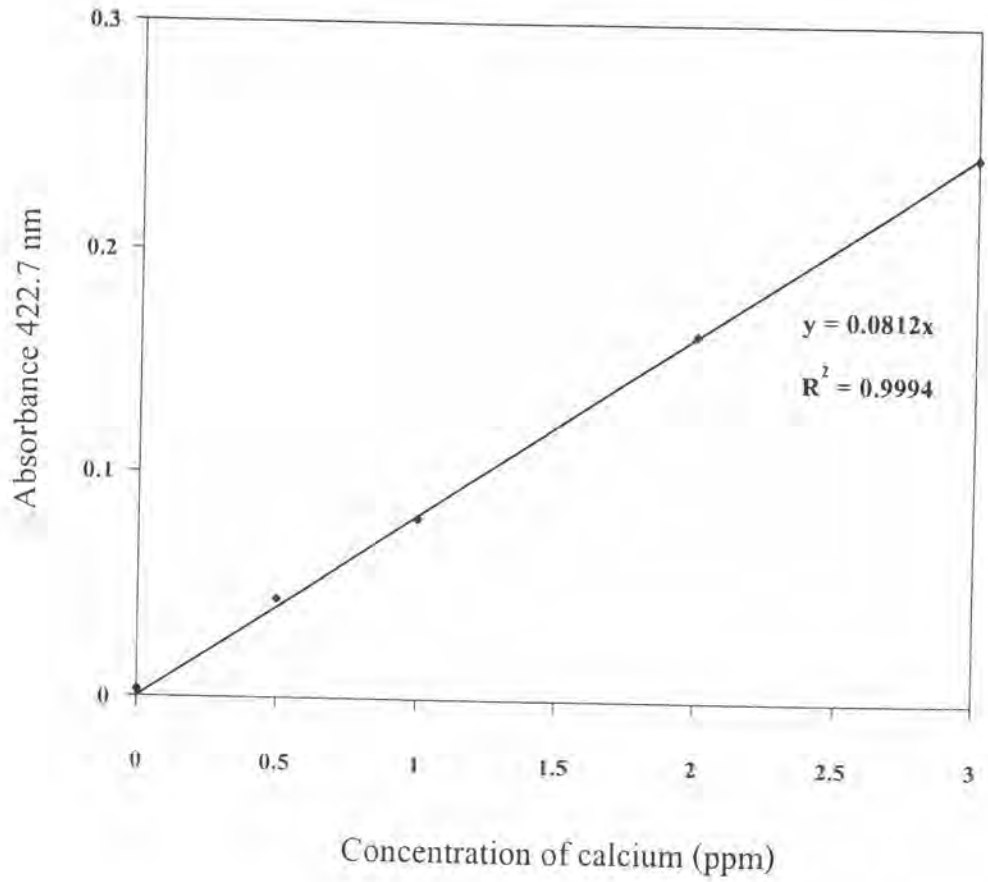
ภาพผนวกที่ 2 ค กราฟมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยวิธีลอวรี แปรผันความเข้มข้นของ Bovine serum albumin (BSA) 0-100 ไมโครกรัม วัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร



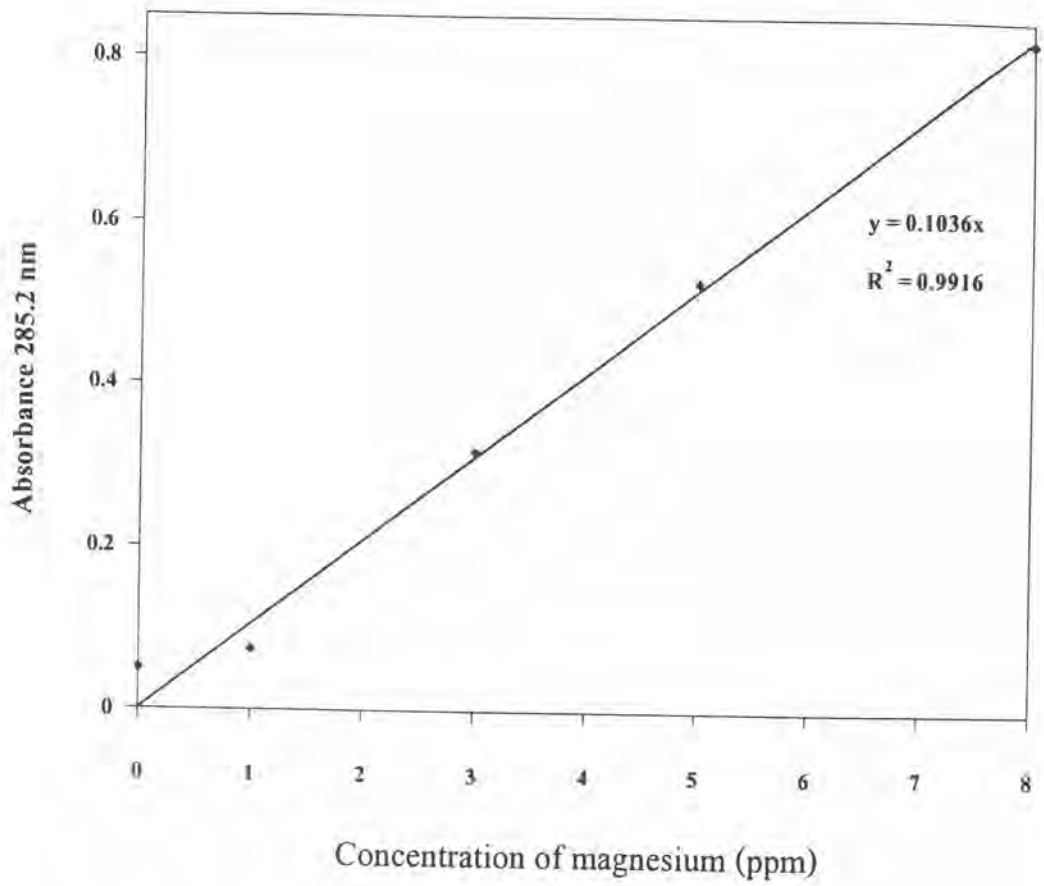
ภาพผนวกที่ 3 ค กราฟมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณโครเมียม โดยวิธี Atomic absorption spectrophotometry



ภาพผนวกที่ 4 ค กราฟมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม โดยวิธี Atomic absorption spectrophotometry



ภาพผนวกที่ 5 ค กราฟมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียม โดยวิธี Atomic absorption spectrophotometry



ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ Chrome cake เมื่อแปรผันปริมาณการใช้อัลคาไลน์โปรติเอส

SOV	df	SS	MS	F
Between group	7	2.259	0.3230	159.633*
Within group	16	0.032	0.0002	
Total	23	2.291		

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ Chrome cake เมื่อแปรผันอุณหภูมิในการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ที่ pH 8.5 และ 10.5

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	3	7815.663	2605.211	9215.280*
A	2	91.630	45.815	162.060*
B	1	7724.002	7724.002	27321.720*
AB	2	3.707	1.854	6.557*
Error	12	3.392	0.283	
Total	17	7822.732		

A = Temperature

B = pH

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ Chromium ในสารละลายโปรตีนไฮโดรไลเสต เมื่อแปรผันอุณหภูมิในการย่อยสลายด้วยเอนไซม์เป็น 30, 37 และ 45 องศาเซลเซียส

SOV	df	SS	MS	F
Between group	2	6.426	3.213	6.614*
Within group	6	2.915	0.486	
Total	8	9.340		

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ Chrome cake เมื่อแปรผันชนิดเกลืออัลคาไลน์-เอิร์ท

SOV	df	SS	MS	F
Between group	2	116.678	58.339	186.684*
Within group	6	1.875	0.312	
Total	8	118.553		

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 5 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่า pH ของของผสม ภายหลังจากการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ เมื่อแปรผันเวลาในการย่อยสลายเป็น 3 และ 6 ชั่วโมง

t-Test: Two-sample

	3 hrs	6 hrs
Mean	8.46	8.33
Variance	0.0002	0.0009
n	3	3
Pool Variance	0.0006	
Hypothesized Mean	0	
df	4	
t Stat	6.592	
t Critical two-tail		
Assuming Equal Variance	2.776	
Assuming Unequal Variance	3.182	

ตารางผนวกที่ 6 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่า pH ของสารละลายโปรตีนไฮโดรไลเสต ภายหลังจากการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ เมื่อแปรผันเวลาในการย่อยสลายเป็น 3 และ 6 ชั่วโมง

t-Test: Two-sample

	3 hrs	6 hrs
Mean	8.10	8.16
Variance	0.0002	0.0012
n	3	3
Pool Variance	0.0007	
Hypothesized Mean	0	
df	4	
t Stat	-3.015	
t Critical two-tail		
Assuming Equal Variance	2.776	
Assuming Unequal Variance	3.182	

ตารางผนวกที่ 7 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณ Chrome cake (%) ของสารละลายโปรตีนไฮโดรไลเสต เมื่อแปรผันเวลาในการย่อยสลายเป็น 3 และ 6 ชั่วโมง

t-Test: Two-sample

	3 hrs	6 hrs
Mean	20.560	21.457
Variance	0.084	0.313
n	3	3
Pool Variance	0.199	
Hypothesized Mean	0	
df	4	
t Stat	-2.464	
t Critical two-tail		
Assuming Equal Variance	2.776	
Assuming Unequal Variance	3.182	

ตารางผนวกที่ 8 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีนที่ได้กลับคืนภายหลังจากการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ เมื่อแปรผันเวลาในการย่อยสลายเป็น 3 และ 6 ชั่วโมง

t-Test: Two-sample

	3 hrs	6 hrs
Mean	60.170	61.357
Variance	1.043	1.466
n	3	3
Pool Variance	1.255	
Hypothesized Mean	0	
df	4	
t Stat	-1.298	
t Critical two-tail		
Assuming Equal Variance	2.776	
Assuming Unequal Variance	2.766	

ตารางผนวกที่ 9 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเฉลี่ยของปริมาณ Cr_2O_3 (%) ใน Chrome cake ภายหลังจากการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ เมื่อแปรผันเวลาในการย่อยสลายเป็น 3 และ 6 ชั่วโมง

t-Test: Two-sample

	3 hrs	6 hrs
Mean	17.36	16.63
Variance	0.02	0.16
n	3	3
Pool Variance	0.09	
Hypothesized Mean	0	
df	4	
t Stat	3.00	
t Critical two-tail		
Assuming Equal Variance	2.78	

ตารางผนวกที่ 10 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณ Chromium (ppm) ของสารละลายโปรตีนไฮโดรไลเสต เมื่อแปรผันเวลาในการย่อยสลายเป็น 3 และ 6 ชั่วโมง

t-Test: Two-sample

	3 hrs	6 hrs
Mean	0.994	1.646
Variance	0.0001	0.0003
n	3	3
Pool Variance	0.0002	
Hypothesized Mean	0	
df	4	
t Stat	-52.605	
t Critical two-tail		
Assuming Equal Variance	2.776	
Assuming Unequal Variance	3.182	

ตารางผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ Chrome cake เมื่อแปรผันปริมาณการใช้อัลคาไลน์โปรติเอสในช่วง 0- 1.6 %

SOV	df	SS	MS	F
Between group	8	2.980	0.373	175.536*
Within group	18	0.038	0.002	
Total	26	3.018		

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ประวัติผู้เขียน

นางสาว สุภาภรณ์ กิตติวโรดม เกิดเมื่อวันที่ 27 มีนาคม พ.ศ. 2514 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร เมื่อปี พ.ศ. 2536 เข้าทำงานที่ บริษัทรับตรวจสินค้าโพ้นทะเล จำกัด (OMIC) กรุงเทพมหานคร. ในปี พ.ศ. 2537