รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

เครือเจริญโภคภัณฑ์ . 2535 . สภาวะกุ้ง. วารสารข่าวกุ้ง 44 : 1-2.

เครือเจริญโภคภัณฑ์ . 2535 . ส่งออกกุ้งไทยไปต่างประเทศ. วารสารข่าวกุ้ง 50 : 12-15.

เครือเจริญโภคภัณฑ์ . 2540 . กุ้งสดและกุ้งแช่แข็งส่งออกของประเทศไทย. วารสารข่าวกุ้ง 102 : 1-2.

เครือเจริญโภคภัณฑ์ . 2540 . อุตสาหกรรมกุ้ง . วารสารข่าวกุ้ง 109 : 9-10.

จรัญ จันทลักขณา . 2534 . สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย . พิมพ์ครั้งที่ 6 . กรุงเทพมหานคร : บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด .

จันทนา จันทโร . 2521 . การศึกษาการลงทุนสร้างโรงงานรีดเหล็กเส้นขนาดเล็ก . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฉกามาศ วงศ์ข้าหลวง . 2529 . การใช้ประโยชน์จากไคติน . วารสารอาหาร 16 : 219-221

ธนบูรณ์ ศศิภานุเดช . 2537 . การออกแบบระบบแสงสว่าง . พิมพ์ครั้งที่ 1 . กรุงเทพมหานคร : บริษัท เอช . เอ็น . กรุ๊ป จำกัด .

ปนัดดา อินทร์พรหม . 2537 . การบริหารการเงินธุรกิจ . พิมพ์ครั้งที่ 1 . กรุงเทพมหานคร : บริษัท สำนักพิมพ์ธรรมนิติ จำกัด .

พรรณเพ็ญ อาวเจนพงษ์ . 2537 . การเพิ่มการละลายของยาไฮโดรคลอโร-ไทอะไซด์ด้วยสารไคตินและอนุพันธ์โดยเทคนิคดิสเพอชั่นต่าง ๆ . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พัชรี รัตนวรานันท์, รัชดา สาดตระกูลวัฒนา .2538. การผลิตฟิล์มที่บริโภคได้จากไคโตแซน. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาณี วัฒนโอฬาร . การเปรียบเทียบค่า Intrinsic viscosity และน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยของไคโตแซนที่ได้จากกระบวนการผลิตต่างกัน . การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย .ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ : หน่วยวิจัยไบโอโพลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ , 2535 .

เยาวภา ไหวพริบ . 2534 . การผลิตไคตินและไคโตแซนจากเปลือกกุ้ง . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิไล เศรณีปราการ . 2533 . ไคตินและไคโทซานสารมหัศจรรย์ . วารสารเทคนิค 55 : 113-117.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย . 2540 . การดูดซับโลหะหนักด้วยไคโตแซนจากเปลือกกุ้ง . วารสารการบรรจุภัณฑ์ 5: 36

สุทธวัฒน์ เบญจกุล และ ไดรัตน์ โสภโณดร . 2533 . ปัจจัยที่มีผลต่อการสกัดไคตินจากเปลือกกุ้งแชบ๊วย . วารสารสงขลานครินทร์ 12 : 431-435

สุภาพร สถาปานิกานนท์ . การศึกษาสมบัติการซึมซ่านผ่านได้ของเยื่อบางซึ่งผลิตจากไคโตแซนที่มาจากเปลือกกุ้งในประเทศไทย . การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย . ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ : หน่วยวิจัยไบโอโพลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ , 2535 .

สุวลี จันทร์กระจ่าง . การใช้ไคโตแซนเป็นตัวยึดในการพัฒนาการหมุนเวียนมาใช้ใหม่ของกระดาษพิมพ์ . การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย . ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ : หน่วยวิจัยไบโอโพลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ , 2535 .

อาภัสรา สุขเจริญศักดิ์กุล . 2535 . การผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซทจากน้ำนึ่งปลาทูน่าเพื่อใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสอาหาร . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาษาอังกฤษ

Bade and L . Maria . Stabilized Chitin . WO 85/00101 . Jan . 17 , 1985 .

Blumberg, R., C. L. Southall, N. J. Van Rensburg and O.B., Volckman. The Rock Lobster : A Study of Chitin Production from Processing Waste . Journal of Science and Food Agriculture 2 (1951) : 571-576

Bough, W. A., W. L. Salter, A. C. M. Wu and B. E. Perkins . Influence of Manufacturing Variables on the Characteristics and Effectiveness of Chitosan Products . Biotechnology and Bioengineerring . 20 (1978) : 1931-1943

Cosio, I.G., R.A. Fisher and P.A. Carroad . Bioconversion of Shellfish Chitin Waste : Waste Pretreatment . Enzyme Production, Process Design, and Economic Analysis . Journal of Food Science 47 (1982) : 901-905 .

Dunn . H.J., Lomita and M.P. Farr . Microcrystalline Chitin . U.S. Pat. 3,847,897 . Nov. 12, 1974.

Englewood and N.J. Fort Lee . Chitin and Chitosan : Specialty Biopolymers for Food, Medicine and Industry. Technical Insights Inc., n.d.

Jens Adler-Nissen . Enzyme Hydrolysis of Food Proteins . London and New York : Elsevier Applied Science Publishers , 1986.

Knorr, D. Use of Chitinous Polymers in Food . Food Technology 38 (January 1984) : 85.

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

Muzzarelli, R.A.A. The Polysaccharide . Vol.3 . New York : Academic Press, 1985.

Peniston, Q.P. Process for Demineralization of Crustacea Shell . U.S. Pat. 4,4006,735 Jan. 3, 1978 .

Stelmock, R.L., F. M. Husby and A. L. Brundage. Application of Van Soest Acid Detergent Fiber Method for Analysis of Shellfish Chitin . Journal of Dairy Science 68 (1985) : 1502-1506

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์

1. การวิเคราะห์ปริมาณไทโรซีนโดยวิธีของ Lowry และคณะ

สารเคมี

1. สารละลาย A: สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 2.0 % (น้ำหนักต่อปริมาตร) ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล
2. สารละลาย B: สารละลายโซเดียมโปแตสเซียมตราเตรท 2.0 % (น้ำหนักต่อปริมาตร) ในน้ำกลั่น
3. สารละลาย C: สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4 .5H_2O$) 1.0 % (น้ำหนักต่อปริมาตร) ในน้ำกลั่น (เก็บไว้ในตู้เย็น)
4. สารละลายอัลคาไลน์คอปเปอร์ (alkaline copper solution) เตรียมได้จากการผสมสารละลาย A 100 มิลลิลิตร สารละลาย B 1.0 มิลลิลิตร และสารละลาย C 1.0 มิลลิลิตร เข้าด้วยกัน เตรียมแล้วใช้ทันที
5. โฟลินรีเอเจนต์ (Folin reagent) 1.0 นอร์มอล เตรียมโดยเจือจาง Folin Ciocalteu Phenol Reagent ด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 โดยปริมาตร
6. สารละลายอะมิโน ได้แก่ สารละลายไทโรซีน

วิธีการ

1. ปิเปตสารละลายตัวอย่าง ใส่ลงในหลอดทดสอบที่แห้งและสะอาด 1.0 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลายอัลคาไลน์คอปเปอร์ 5.0 มิลลิลิตร ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที
3. เติม Folin reagent 0.1 นอร์มอล จำนวน 0.5 มิลลิลิตร ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันอย่างรวดเร็ว ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 50 นาที

4. นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ช่วงความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร (A750)
5. ใช้น้ำกลั่นเป็น blank
6. สำหรับหลอด reagent blank ปฏิบัติทำนองเดียวกัน แต่ใช้น้ำกลั่นเป็นตัวอย่าง
7. นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของไทโรซีนมาตรฐาน
8. คำนวณปริมาณอะมิโนที่มีอยู่ในสารละลายตัวอย่าง

การหากราฟมาตรฐานของไทโรซีนมาตรฐาน
(Standard curve of standard tyrosine)

1. เตรียมสารละลายไทโรซีนที่รู้ความเข้มข้นที่แน่นอน
2. ปิเปตใส่ลงในหลอดทดสอบที่แห้งและสะอาดจำนวน 1.0, 0.8, 0.6, 0.4, 0.2 และ 0 มิลลิลิตร ตามลำดับ
3. ปิเปตน้ำกลั่นใส่ในหลอดทดสอบดังกล่าว จำนวน 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1 มิลลิลิตร ตามลำดับ ผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันในแต่ละหลอด ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 50 นาที
4. นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร
5. ใช้น้ำกลั่นเป็น blank
6. เขียนกราฟมาตรฐานความสัมพันธ์ระหว่าง A750 กับไมโครกรัมของไทโรซีน จะได้กราฟเป็นเส้นตรงผ่านจุดกำเนิด

2. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

ดัดแปลงจากวิธีของ AOAC 2.057 (1980)

สารเคมี

1. สารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้น
2. สารละลายกรดซัลฟูริก เข้มข้น 0.1 N
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 50 % โดยน้ำหนัก
4. สารละลายกรดบอริก เข้มข้น 4 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตร
5. Catalyst (ส่วนผสมของ K_2SO_4 และ Se ในอัตราส่วน 100 : 1)
6. Indicator (ส่วนผสมของ Methyl Red และ Methyl Blue ในอัตราส่วน 2 : 1)

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างแห้ง (ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน) ประมาณ 2 กรัม ใส่ในขวดย่อย
2. เติม catalyst 10 กรัม
3. เติมสารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร
4. ย่อยตัวอย่างด้วยเครื่องย่อย Kjeldatherm ซึ่งควบคุมอุณหภูมิในการย่อยเป็น 3 ช่วง คือ

   ช่วงที่ 1 ใช้อุณหภูมิ 250 ^{O}C เป็นเวลา 15-20 นาที
   ช่วงที่ 2 ใช้อุณหภูมิ 380 ^{O}C เป็นเวลา 30-45 นาที
   ช่วงที่ 3 ใช้อุณหภูมิ 380 ^{O}C เป็นเวลา 20-30 นาที

   การเพิ่มอุณหภูมิในการย่อยต้องค่อย ๆ เพิ่มทีละน้อย แล้วย่อยตัวอย่างจนได้สารละลายใสสีเหลืองอ่อน เจือจางด้วยน้ำกลั่น 90 มิลลิลิตร

5. กลั่นตัวอย่างที่ย่อยแล้วด้วยเครื่อง Vapodest 1 โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 50 % โดยน้ำหนัก เป็นตัวทำปฏิกิริยา และเก็บสารที่กลั่นได้ในสารละลายกรดบอริก ซึ่งเติม Indicator 5-6 หยด
6. ไตเตรตสารละลายที่กลั่นได้ด้วยสารละลายกรดซัลฟุริก ความเข้มข้น 0.1 N

$$\text{ปริมาณโปรตีน (\%)} = \frac{A * B * 6.25 * 1.4}{C}$$

A = normality ของกรดซัลฟูริกที่ใช้ไตเตรต

B = ปริมาตรกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการไตเตรต (มิลลิลิตร)

C = น้ำหนักตัวอย่างแห้ง (กรัม)

3. <u>การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น</u>

ตามวิธีของ AOAC 14.004 (1980)

<u>วิธีการ</u>

1. ชั่งตัวอย่างให้มีน้ำหนักแน่นอนประมาณ 2 กรัม
2. ใส่ในภาชนะหาความชื้น (moisture can) ซึ่งอบแห้งและชั่งน้ำหนักไว้แล้ว
3. นำตัวอย่างเข้าอบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 103±3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
4. นำมาทิ้งให้เย็นในภาชนะกันความชื้น (desiccator) ทิ้งให้เย็นจึงชั่งบันทึกน้ำหนัก และอบต่ออีกประมาณ 10-15 นาที ทำเช่นนี้จนได้น้ำหนักคงที่
5. คำนวณหาปริมาณความชื้นคิดเป็นร้อยละ

$$\text{ความชื้น (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักที่หายไป} * 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}}$$

4. <u>การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า</u>

ตามวิธี AOAC 7.009 (1984)

<u>วิธีการ</u>

1. ชั่งตัวอย่างแห้ง (ที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน) ประมาณ 2 กรัม ใส่ใน crucible ที่แห้งสนิทและรู้น้ำหนักที่แน่นอน
2. นำตัวอย่างเข้าเผาใน furnace muffle ที่ 600 ^{O}C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง
3. ทำให้เย็นใน desiccator แล้วชั่งน้ำหนัก

$$\text{ปริมาณเถ้า (\%)} = \frac{\text{ปริมาณเถ้า (กรัม)} * 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

5. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

ตามวิธีของ AOAC 14.089 (1980)

สารเคมี

petroleum ether (A.R.grade)

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างแห้ง 2 กรัม (ที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน) บนกระดาษกรอง Whatman no. 1 แล้วห่อด้วยกระดาษกรอง Whatman no. 1 อีกชั้น
2. ใส่ห่อตัวอย่างใน thimble ซึ่งบรรจุในขวดสกัดที่แห้งสนิท และรู้น้ำหนักที่แน่นอน
3. เติม petroleum ether ซึ่งเป็นตัวสกัด 80 มิลลิลิตร ลงในขวดสกัด
4. สกัดไขมันเป็นเวลา 3-4 ชั่วโมง โดยควบคุมอุณหภูมิของ silicone oil ซึ่งเป็นตัวถ่ายเทความร้อนให้กับอุปกรณ์ที่ใช้สกัดที่ 150 ^{O}C
5. ระเหย petroleum ether ออกจากส่วนไขมันที่สกัดได้ แล้วอบขวดสกัดที่ 100 ^{O}C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่
6. ทำให้เย็นใน desiccator แล้วชั่งน้ำหนักขวดสกัด

$$\text{ปริมาณไขมัน (\%)} = \frac{\text{ปริมาณไขมันที่สกัดได้ (กรัม)} * 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

6. <u>การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย</u>

ดัดแปลงจากวิธีของ AOAC 7.073 (1984)

<u>สารเคมี</u>

1. สารละลายกรดซัลฟูริก ความเข้มข้น 0.3 N
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.3 M
3. สารละลายเอทานอล ความเข้มข้น 95 % โดยปริมาตร

<u>วิธีการ</u>

1. ชั่งตัวอย่างที่สกัดไขมันแล้ว (ที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน) ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลายกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.3 N ที่กำลังเดือดปริมาตร 200 มิลลิลิตร ต่อ round condenser เข้ากับบีกเกอร์ เพื่อรักษาระดับของกรดให้คงที่ขณะย่อย ใช้เวลาในการย่อยประมาณ 30 นาที
3. กรองส่วนผสมผ่านกระดาษกรองชนิดที่ไม่มีเถ้าที่รู้น้ำหนักที่แน่นอน ล้างส่วนที่ติดบนกระดาษกรองด้วยน้ำร้อน จนหมดความเป็นกรด
4. ล้างส่วนที่ติดบนกระดาษกรองลงในบีกเกอร์ ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.3 M ปริมาตร 200 มิลลิลิตร จากนั้นย่อยต่อไปอีก 30 นาที
5. กรองส่วนผสมด้วยกระดาษกรองแผ่นเดิม แล้วล้างด้วยน้ำร้อนจนหมดความเป็นด่าง จากนั้นล้างด้วยสารละลายเอทานอล 100 มิลลิลิตร
6. นำส่วนที่ติดบนกระดาษกรองไปอบให้แห้ง แล้วใส่ใน crucible เพื่อหาปริมาณเถ้าที่เหลืออยู่
7. ทำให้เย็นใน desiccator แล้วชั่งน้ำหนัก crucible

$$\text{ปริมาณเส้นใย (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักที่หายไประหว่างเผาเถ้า (กรัม)} * 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

ภาคผนวก ข.1
การคำนวณหาอุปกรณ์ เครื่องจักรสำคัญในการผลิต

1. <u>เครื่องบด</u>

เปลือกกุ้งที่จะใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการต้องผ่านการบดให้มีขนาดเล็กลง เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวและประสิทธิภาพในการสัมผัสกับสารละลายได้ดีขึ้น

จากวัตถุดิบกุ้งวันละ 20 ตัน จะมีเปลือกกุ้งประมาณ 2,700 กิโลกรัม
เนื่องจากในขั้นตอนการบด น้ำหนักเปลือกกุ้งจะหายไป 4 % ดังนั้น จะเหลือเป็นเปลือกกุ้งที่บดแล้ว ประมาณ 2,600 กิโลกรัม/วัน
ให้เครื่องบดมีประสิทธิภาพ 90 %

$\therefore$ เครื่องบดต้องมีกำลังบดเปลือกกุ้ง = 2,700/0.90

= 3,000 กิโลกรัม/วัน

ต้องการบดเปลือกกุ้งให้หมดโดยใช้เวลา 2 ชั่วโมง

ดังนั้น ต้องการเครื่องบดที่กำลังบด 1,500 กิโลกรัม/ชั่วโมง

2. ถังกำจัดแร่ธาตุและถังกำจัดโปรตีน

มีเปลือกกุ้งที่ผ่านการไฮโดรไลซีลแล้ว ที่ต้องการกำจัดแร่ธาตุและกำจัดโปรตีน วันละ 3,900 กิโลกรัม

เนื่องจากใช้อัตราส่วนเปลือกกุ้ง : สารละลายกรดหรือด่าง 1 : 10 = 3,900 :39,000

ดังนั้น น้ำหนักรวม = 42,900 กิโลกรัม

กระบวนการกำจัดแร่ธาตุและกำจัดโปรตีนทำเป็นแบทช์ วันละ 10 แบทช์

โดยการบรรจุเปลือกกุ้ง แบทช์ละ 390 กิโลกรัม ในตะกร้า และนำไปเข้ากระบวนการกำจัดแร่ธาตุและกำจัดโปรตีน ในถังบรรจุสารละลายกรดหรือด่าง 3,900 กิโลกรัม

ดังนั้น น้ำหนักสารรวม = 4,290 กิโลกรัม/แบทช์

น้ำหนักตะกร้า ประมาณ 1,000 กิโลกรัม

∴ ถังกำจัดแร่ธาตุและ/หรือถังกำจัดโปรตีน ต้องมีปริมาตรทดแทนน้ำหนักได้

= 4,290 + 1,000 กิโลกรัม

= 5,290 กิโลกรัม

กำหนดให้ถังมีขนาดบรรจุใหญ่กว่าขนาดที่ต้องการใช้งานประมาณ 1.2 เท่า เพื่อให้แน่ใจว่าเปลือกกุ้งทั้งหมดถูกแช่ในสารละลาย ให้มีพื้นที่เหลือป้องกันการล้นเมื่อมีการกวนสารละลาย ให้มีที่ว่างสำหรับเปลือกกุ้งบางส่วนที่ลอยอยู่เหลือสารละลาย และป้องกันสารละลายล้นจากถังขณะเคลื่อนตะกร้าขึ้นหรือลง

ดังนั้น ต้องการถังขนาดปริมาตร = 5,290 * 1.2

= 6,348 ลิตร

∴ กำหนดขนาดถัง ก * ย * ส = 1.1 *2.4 *2.4 เมตร (บรรจุได้ 6,336 ลิตร)

ใช้เวลาในการกำจัดแร่ธาตุ 1 ชั่วโมง และกำจัดโปรตีน 2 ชั่วโมง ต่อแบทช์

ต้องทำการผลิตทั้งหมด 10 แบทช์/วัน ฉะนั้น จะใช้เวลาในการกำจัดแร่ธาตุ และกำจัดโปรตีนรวม 3-4 ชั่วโมงต่อแบทช์ (รวมเวลาการล้างน้ำด้วย) หรือใช้เวลา 30-40

ชั่วโมง/วัน แต่เนื่องจากต้องการผลิตให้เสร็จภายใน 1 วัน จึงกำหนดให้ 10 แบทช์ แบ่งผลิตเป็น 2 ครั้ง โดยแต่ละครั้งจะผลิตได้ 5 แบทช์ในคราวเดียวกัน

ดังนั้น จึงต้องมีถังกำจัดแร่ธาตุหรือถังกำจัดโปรตีน อย่างละ 5 ถัง เพื่อให้สามารถใช้ผลิตได้ 5 แบทช์ในคราวเดียวกัน ดังกล่าวไว้ข้างต้น และจะต้องใช้เวลาในการกำจัดแร่ธาตุและกำจัดโปรตีน 10 แบทช์ รวมเป็นเวลา

= 4 * (10 /5)

= 8 ชั่วโมง/วัน

3. ถังไฮโดรไลซีส

มีเปลือกกุ้งที่ผ่านการบดแล้ว ที่ต้องการไฮโดรไลซีส วันละ 2,600 กิโลกรัม
เนื่องจากใช้อัตราส่วนเปลือกกุ้ง : สารละลายเอนไซม์ 1 : 4 = 2,600 : 10,400
ดังนั้น น้ำหนักรวม = 13,000 กิโลกรัม
กระบวนการไฮโดรไลซีสทำเป็นแบทช์ วันละ 4 แบทช์
โดยการบรรจุเปลือกกุ้ง แบทช์ละ 650 กิโลกรัม ในตะกร้า และนำไปเข้ากระบวนการไฮโดรไลซีสในถังบรรจุสารละลายเอนไซม์ 2,600 กิโลกรัม
ดังนั้น น้ำหนักสารรวม = 3,250 กิโลกรัม/แบทช์
น้ำหนักตะกร้า ประมาณ 1,000 กิโลกรัม
∴ ถังไฮโดรไลซีส ต้องมีปริมาตรทดแทนน้ำหนักได้

= 3,250 + 1,000 กิโลกรัม

= 4,250 กิโลกรัม

กำหนดให้ถังมีขนาดบรรจุใหญ่กว่าขนาดที่ต้องการใช้งานประมาณ 1.2-1.5 เท่า เพื่อให้แน่ใจว่าเปลือกกุ้งทั้งหมดถูกแช่ในสารละลาย ให้มีพื้นที่เหลือป้องกันการล้นเมื่อมีการกวนสารละลาย ให้มีที่ว่างสำหรับเปลือกกุ้งบางส่วนที่ลอยอยู่เหลือสารละลาย และป้องกันสารละลายล้นจากถังขณะเคลื่อนตะกร้าขึ้นหรือลง

ดังนั้น ต้องการถังขนาดปริมาตร = 4,250 * 1.2 (หรือ 4,250 * 1.5)

= 5,100 ลิตร (หรือ 6,375 ลิตร)

และเพื่อให้ดูเรียบร้อยและยืดหยุ่นสามารถใช้เป็นถังกำจัดแร่ธาตุและ/หรือโปรตีนได้ในกรณีจำเป็น จึงกำหนดขนาดถังให้มีขนาดเดียวกับถังกำจัดแร่ธาตุและ/หรือโปรตีน

∴ กำหนดขนาดถัง ก * ย * ส = 1.1 *2.4 *2.4 เมตร (บรรจุได้ 6,336 ลิตร)

ต้องใช้เวลาในการไฮโดรไลซีส 1 ชั่วโมง/แบทช์

จำนวนที่ต้องไฮโดรไลซีส 4 แบทช์/วัน

ฉะนั้น หากมีถังไฮโดรไลซีส 1 ถัง ต้องใช้เวลา = 4 ชั่วโมง

แต่ต้องการให้ไฮโดรไลซีสให้เสร็จ โดยใช้เวลา 2 ชั่วโมง เนื่องจากหลังจากกระบวนการไฮโดรไลซีสแล้วยังมีกระบวนการกำจัดแร่ธาตุและโปรตีนอีก ที่ต้องใช้เวลามาก ซึ่งต้องนำเปลือกกุ้งเข้ากระบวนการให้หมดภายใน 1 วัน เพื่อไม่ให้สะสม

ดังนั้น จึงต้องมีถังไฮโดรไลซีส 2 ถัง

4. เครื่องระเหย

จากภาคผนวก ค.1

ความร้อนที่ต้องใช้ในการระเหย = $\Longrightarrow$ (3) Q3 = 12,196,584 KJ/hr

สมมติค่า ovall heat coeffient ; U = 1,000 Btu/hr*ft^2 F = 20,000 KJ/hr m^2 K

$$S\lambda = Q = U A \Delta T$$

5,554 * 2,196 kg/hr * KJ/kg = 20,000 * A * (119.6-100) K

$$A = 31 \ m^2$$

$$2 * \pi * r * L = 31$$

$$L = 388 \text{ เมตร}$$

ภาคผนวก ข.2
ใบเสนอราคา

ใบเสนอราคาเลขที่ 141 วันที่ 12 มกราคม 2541

เรื่อง เสนอราคาอุปกรณ์สำหรับใช้ในการสกัดผลิตภัณฑ์

เรียน คุณรัตมณี หาญวณิชศักดิ์

บริษัทฯ มีความยินดีเสนอราคาอุปกรณ์สำหรับใช้ในการสกัด ดังมีรายละเอียด ต่อไปนี้

รายการที่	จำนวน	รายละเอียด
1	2 ใบ	-ถังไฮโดรไลซีส ความจุ 7,000 ลิตร ขนาด ก*ย*ส เท่ากับ 2.40*2.40*1.20 เมตร มีรายละเอียดของถังต่อไปนี้
	วัสดุ	-ส่วนโครงของถัง ทำจากแผ่นเหล็ก ขนาดความหนา 4 มม. -ผิวของถังโดยรอบทั้งชั้นในและนอกเคลือบผิวแผ่นเหล็กด้วยวัสดุ “ไฟเบอร์กลาส”
	โครงสร้าง	-ตัวถังโครงสร้างภายในทำจากแผ่นเหล็ก เชื่อมต่อเป็นรูปสี่เหลี่ยม โดยส่วนมุมของรอยเชื่อมต่อ เสริมด้วยเหล็กฉากขนาด 1 1/2 * 1 1/2 * 1 3/8 นิ้ว รวมถึงส่วนปากถังและกันถังเพื่อเพิ่มความแข็งแรงส่วนของถังเหล็กดังกล่าว ทั้งภายนอกและภายใน เคลือบผิวด้วยวัสดุ “ไฟเบอร์กลาส” ขนาดความหนาด้านละ 5 มม. -ติดตั้งคอยล์ให้ความร้อนด้วยไอน้ำ ทำจากแสตนเลสขนาด 1/2 นิ้ว

ส่วนประกอบ		-ท่อทางออกด้านล่าง ขนาด 2 นิ้ว พร้อมวาล์วปิด-เปิด (PVC) -ท่อกันการล้น (overflow) ด้านบนขนาด 2 นิ้ว พร้อมเคลือบผิวด้วย "ไฟเบอร์กลาส" -มีเกจบอกอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 20-120 องศาเซลเซียส -มีฝาปิดขนาด ก*ย เท่ากับ 2.35*2.35 เมตร -ใบพัดกวนแบบ turbine impeller ขนาดมอเตอร์ 2 HP ความเร็วรอบ 50 rpm
ราคา @ 182,500 ..... 365,000 บาท		
2	12 ใบ	-ถังสำหรับบรรจุสารละลาย สามารถทนสารละลายกรดและด่าง ความจุ 7,000 ลิตร ขนาด ก*ย*ส เท่ากับ 2.40*2.40*1.20 เมตร มีรายละเอียดของถังต่อไปนี้
	วัสดุ	-ส่วนโครงของถัง ทำจากแผ่นเหล็ก ขนาดความหนา 4 มม. -ผิวของถังโดยรอบทั้งชั้นในและนอกเคลือบผิวแผ่นเหล็กด้วยวัสดุ "ไฟเบอร์กลาส"
	โครงสร้าง	-ตัวถังโครงสร้างภายในทำจากแผ่นเหล็ก เชื่อมต่อเป็นรูปสี่เหลี่ยม โดยส่วนมุมของรอยเชื่อมต่อ เสริมด้วยเหล็กฉาก ขนาด 1 1/2 * 1 1/2 * 1 3/8 นิ้ว รวมถึงส่วนปากถังและกันถังเพื่อเพิ่มความแข็งแรงส่วนของถังเหล็กดังกล่าว ทั้งภายนอกและภายใน เคลือบผิวด้วยวัสดุ "ไฟเบอร์กลาส" ขนาดความหนาด้านละ 5 มม. -ติดตั้งคอยล์ให้ความร้อนด้วยไอน้ำ ทำจากแสตนเลสขนาด 1/2 นิ้ว

ส่วนประกอบ		-ท่อทางออกด้านล่าง ขนาด 2 นิ้ว พร้อมวาล์วปิด-เปิด (PVC) -ท่อกันการล้น (overflow) ด้านบนขนาด 2 นิ้ว พร้อมเคลือบผิวด้วย "ไฟเบอร์กลาส" -มีฝาปิดขนาด ก * ย เท่ากับ 2.35 * 2.35 เมตร -ใบพัดกวนแบบ turbine impeller ขนาดมอเตอร์ 2 HP ความเร็วรอบ 50 rpm

ราคา @ 161,000 ..... 1,932,000 บาท

3	2 ใบ	-ถังสำหรับเตรียมสารละลายกรดและสารละลายด่าง ความจุ 1,000 ลิตร ขนาด ก*ย*ส เท่ากับ 1.0*1.0*1.0 เมตร มีรายละเอียดของถังต่อไปนี้
	วัสดุ	-ส่วนโครงของถัง ทำจากแผ่นเหล็ก ขนาดความหนา 4 มม. -ผิวของถังโดยรอบทั้งชั้นในและนอกเคลือบผิวแผ่นเหล็กด้วยวัสดุ "ไฟเบอร์กลาส"
	โครงสร้าง	-ตัวถังโครงสร้างภายในทำจากแผ่นเหล็ก เชื่ อมต่อเป็นรูปสี่เหลี่ยม โดยส่วนมุมของรอยเชื่อมต่อ เสริมด้วยเหล็กฉาก ขนาด 1 1/2 * 1 1/2 * 1 3/8 นิ้ว รวมถึงส่วนปากถังและกันถังเพื่อเพิ่มความแข็งแรงส่วนของถังเหล็กดังกล่าว ทั้งภายนอกและภายใน เคลือบผิวด้วยวัสดุ "ไฟเบอร์กลาส" ขนาดความหนาด้านละ 5 มม.
ส่วนประกอบ		-ท่อทางออกด้านล่าง ขนาด 1 1/2 นิ้ว พร้อมวาล์วปิด-เปิด (PVC) -ท่อกันการล้น (overflow) ด้านบนขนาด 1 1/2 นิ้ว พร้อมเคลือบผิวด้วย "ไฟเบอร์กลาส" -มีฝาปิดขนาด ก * ย เท่ากับ 0.95 * 0.95 เมตร

-ใบพัดกวนแบบ turbine impeller ขนาดมอเตอร์ 2 HP ความเร็วรอบ 50 rpm

ราคา @ 130,000 ..... 260,000 บาท

4	14 ใบ	-ตะกร้าวัสดุไฟเบอร์กลาส สำหรับใส่ผลิตภัณฑ์แช่ในถังสารละลาย ขนาด ก*ย*ส เท่ากับ 1.0*1.0*1.2 เมตร มีรายละเอียดต่อไปนี้
	วัสดุ	-ทำจากแผ่นไฟเบอร์กลาส เจาะรู ขนาดความหนาของแผ่น 2 มม. ขนาดของรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 มม.
	โครงสร้าง	-ตัวโครง ทำจากฉากไฟเบอร์กลาส ขนาด 1 1/2 * 1 1/2 * 1/8 นิ้ว เชื่อมติดด้วยแผ่นแสตนเลสเจาะรูโดยรอบโครงของตะกร้า
	ส่วนประกอบ	-หูตะกร้า สำหรับใช้รอกยกขึ้นและลง -มีฝาปิด ขนาด ก*ย เท่ากับ 0.95*0.95 เมตร

ราคา @ 70,000 ..... 980,000 บาท

5	1 เครื่อง	-เครื่องบดเปลือกกุ้ง (Disintegrator) ขนาด 1,500 กิโลกรัม/ชั่วโมง สามารถบดเปลือกกุ้งให้มีขนาดเล็กลงประมาณ 1 มม. มีรายละเอียดของเครื่องดังนี้ ตัวเครื่องและใบมีดทำจากแสตนเลส # 304 พร้อมขับด้วยมอเตอร์ขนาด 50 KW 220/380 โวลต์

ราคา @ 485,000 ..... 485,000 บาท

รวมราคารายการที่ 1-5 เป็นเงิน ..... 4,022,000 บาท

ภาษีมูลค่าเพิ่ม 10 % ..... 402,200 บาท

รวมราคา ..... 4,424,200 บาท

(สี่ล้านสี่แสนสองหมื่นสี่พันสองร้อยบาทถ้วน)

กำหนดส่งสินค้า ภายใน 120 วัน นับจากวันสั่งซื้อ และรับชำระเงินงวดมัดจำ

การชำระเงิน 40 % ชำระเมื่อสั่งซื้อ

60 % ชำระเมื่อส่งมอบสินค้า

กำหนดยืนราคาภายใน 30 วัน

หมายเหตุ ในการสั่งซื้อผู้ซื้อไม่มีหน้าที่หักภาษี ณ ที่จ่ายของผู้ขายตาม ป 20/2530

ผู้จัดการขาย

ภาคผนวกที่ ค.1
การคำนวณค่าเชื้อเพลิง

ขั้นตอนที่ต้องใช้ไอน้ำ ได้แก่

1. การไฮโดรไลซีส
2. การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์
3. การระเหย
4. การพาสเจอร์ไรซ์
5. การกำจัดโปรตีน
6. การอบแห้ง

1. ขั้นตอนการไฮโดรไลซีส

ข้อมูล ทำการผลิต 4 แบทช์/วัน แบทช์ละ 3,250 กิโลกรัม
ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง

อุณหภูมิขาเข้า ; Tin = 30 องศาเซลเซียส
อุณหภูมิขาออก ;Tout = 55 องศาเซลเซียส
มวล ; m = 3,250 กิโลกรัม
ความดัน ; P = 2 บาร์
จาก $Q = mc\Delta T$
$= 3,250 * 4.186 * (55-30)$ kg * KJ/kg.K * K
$= 340,112.5$ KJ
ทำการผลิตวันละ 4 แบทช์

$\Rightarrow$ (1) $Q1 = 340,112.5 * 4 = 1,360,450$ KJ/day

2. ขั้นตอนการยับยั้งเอนไซม์

<u>ข้อมูล</u> ทำการผลิต 4 แบทช์/วัน แบทช์ละ 3,250 กิโลกรัม
ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที

อุณหภูมิขาเข้า ; Tin = 55 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิขาออก ;Tout = 90 องศาเซลเซียส

มวล ; m = 3,250 กิโลกรัม

ความดัน ; P = 2 บาร์

จาก $Q = mc\Delta T$

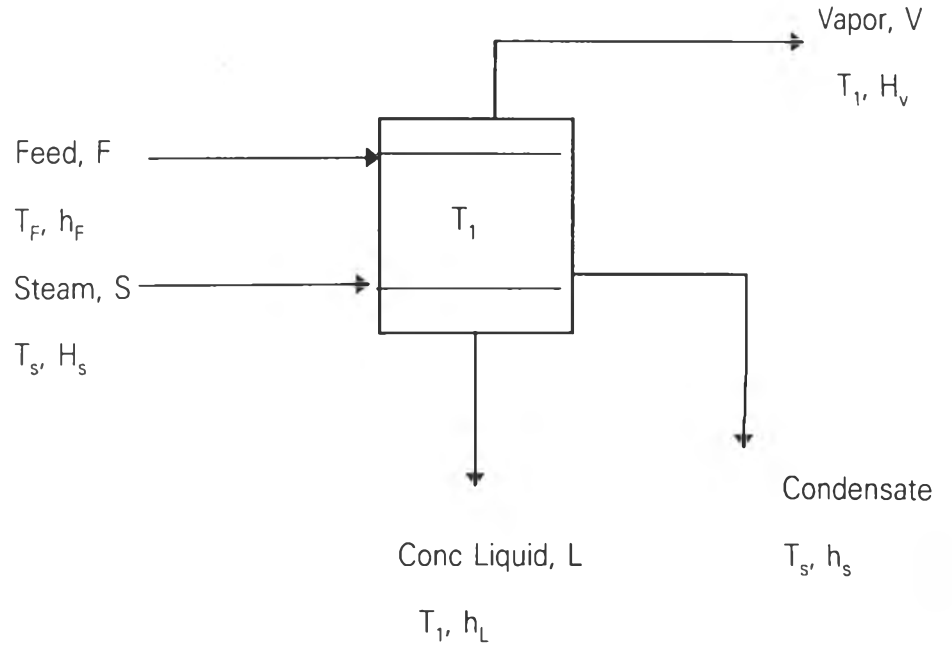
$= 3,250 * 4.186 * (90-55)$ kg * KJ/kg.K * K

$= 476,157.5$ KJ

ทำการผลิตวันละ 4 แบทช์

$\Rightarrow$ (2) $Q2 = 476,157.5 * 4 = 1,904,630$ KJ/day

3. ขั้นตอนการระเหย



assume

1. สมมติให้ feed และ liquid เป็นสารละลายเจือจาง ดังนั้น ค่าความจุความร้อนจะประมาณโดยใช้ค่าของน้ำ = 4.18 KJ/kg K และจุดเดือดของสารละลายในเครื่องระเหยจะประมาณอุณหภูมิของไอน้ำอิ่มตัวที่ความดัน 1 atm (1.013 bar) คือ T_1 = 100 ^{o}C = 373 K

steam P ที่ 2 บาร์

T_s = 119.6 ^{O}C = 392 K

ความร้อนแฝงในการระเหย = λ = 2,196 KJ/kg

vapor P ที่ 2 บาร์

T_1 = 100 ^{O}C = 373 K

H_v = 2,252 KJ/kg

สมดุลมวล

$$S + F = V + L + S$$

$$V = F - L = 7800 - 1950 = 5,850 \text{ kg/hr}$$

<u>สมดุลความร้อน</u>

$$Q_{in} = Q_{out}$$

$$Q_{feed} + Q_{steam} = Q_{condensate} + Q_{vapor} + Q_{liquid}$$

$$Fh_F + Sh_s = Vh_v + Lh_L + Sh_s$$

$$Fh_F + S(H_s+h_s) = Vh_v + Lh_L$$

$$m_F c_p \Delta T + S\lambda = Vh_v + m_L c_p \Delta T$$

$$7800 * 4.18 * (328-273) + S * 2196 = 5850 * 2252 + 1950 * 4.18 * (373-273)$$

$$1,793,220 + 2196\,S = 13,174,200 + 815,100$$

$$S = 5,554 \text{ kg/hr}$$

$$Q = S\lambda$$

$$= 5,554 * 2,196 \text{ kg/hr} * \text{KJ/kg}$$

$\Longrightarrow$ (3) Q3 = 12,196,584 KJ/hr

หรือ = 12,196,584 KJ/day

4. ขั้นตอนการพาสเจอร์ไรซ์

<u>ข้อมูล</u> ทำการผลิต 2 แบทช์/วัน แบทช์ละ 3,900 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที

อุณหภูมิขาเข้า ; Tin = 55 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิขาออก ;Tout = 90 องศาเซลเซียส

มวล ; m = 3,900 กิโลกรัม

ความดัน ; P = 2 บาร์

จาก $Q = mc\Delta T$

$= 3,900 * 4.186 * (90-55)$ kg * KJ/kg.K * K

$= 571,389$ KJ

ทำการผลิตวันละ 2 แบทช์

$\Longrightarrow$ (4) Q4 = 571,389 * 2 = 1,142,778 KJ/day

5. ขั้นตอนการกำจัดโปรตีน

<u>ข้อมูล</u> ทำการผลิต 10 แบทช์/วัน แบทช์ละ 4,290 กิโลกรัม
ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมง

อุณหภูมิขาเข้า ; Tin = 30 องศาเซลเซียส
อุณหภูมิขาออก ;Tout = 55 องศาเซลเซียส
มวล ; m = 4,290 กิโลกรัม
ความดัน ; P = 2 บาร์
จาก $Q = mc\Delta T$
= 4,290 * 4.186 * (55-30) kg * KJ/kg.K * K
= 448,948.5 KJ

ทำการผลิตวันละ 10 แบทช์

$\Longrightarrow$ (5) Q5 = 448,948.5 * 10 = 4,489,485 KJ/day

$\Longrightarrow$ $\therefore$ Q1-Q5 = Q1 + Q2 + Q3 + Q4 + Q5
= 1,360,450 + 1,904,630 + 12,196,584 +
1,142,778 + 4,489,485 KJ/day
= 21,093,927 KJ/day
= 21,093,927 * 300 = 6,328,178,100 KJ/yr

คำนึงถึงการสูญเสียความร้อนประมาณ 20 %

$\therefore$ Q1-Q5 = 6,328,178,100 * 1.2 = 7,593,813,720 KJ/yr

6. ขั้นตอนการอบแห้ง

ปริมาณน้ำที่ต้องอบแห้ง = ไคตินชื้น - ไคตินแห้ง

= 702 - 468 = 234 kg/day

ความร้อนที่ใช้ในการระเหยน้ำ = 600 Kcal/kg = 2,510 KJ/kg

ให้ประสิทธิภาพการอบแห้งด้วยลมร้อน = 30 %

$\Longrightarrow$ (6) $Q6 = \frac{234}{0.30} * 2{,}510 = 1{,}957{,}800$ KJ/day

$\Longrightarrow$ Total Q = Q1 + Q2 + Q3 + Q4 + Q5 + Q6

= 7,595,771,520 KJ/yr

น้ำมันเตาเกรด A (low sulphur) ราคารวมค่าขนส่ง + VAT 10 % = 6.82 บาท/ลิตร

มี Heat of combustion = 43,890 KJ/kg

ให้ประสิทธิภาพของหม้อน้ำ = 85 %

$\therefore$ ต้องใช้น้ำมันเตา $= \frac{7.595.771.520 \text{ KJ}}{0.85 \text{ yr}} * \frac{1 \text{ kg}}{43{,}890 \text{ KJ}} * \frac{1 \text{ lit}}{0.948 \text{ kg}}$

= 182,557 lit/yr

$\therefore$ ต้องใช้ค่าเชื้อเพลิง = 182,557 * 6.82 = 1,245,037 บาท/ปี

ภาคผนวกที่ ค.2
การคำนวณค่าไฟฟ้า

ประเภท ขนาดและจำนวนของอุปกรณ์ เครื่องจักรที่ต้องใช้ไฟฟ้า ได้แก่

รายการ	กำลังแรงม้าต่อหน่วย (แรงม้า)	จำนวน (หน่วย)
1. ห้องเย็น	(100 ตัน, 24 ชั่วโมง)	1
2. เครื่องบด	50 KW หรือ 67	1
3. ถังไฮโดรไลซีส มอเตอร์	2	2
4. ถังกำจัดแร่ธาตุ มอเตอร์	2	5
5. ถังกำจัดโปรตีน มอเตอร์	2	5
6. ถังล้าง มอเตอร์	2	2
7. ถังเตรียมสารละลาย กรด-ด่าง มอเตอร์	2	1
8. เครื่องกรอง ปั๊ม	30	1
9. รอก span 30 เมตร สูง 4 เมตร ความสามารถในการยก 3 ตัน	5	2
10. อื่น ๆ (เครื่องสูบน้ำ พัดลม แอร์)	(40 HP, 12 ชั่วโมง)	
รวม	137 แรงม้า	

1. ห้องเย็น ใช้พลังงานไฟฟ้า = 100 เมตริกตัน

= 100 * 12,000 Btu/hr * $\frac{2.928E\text{-}4 \quad KW\text{-}hr}{1 \quad Btu}$

= 351.36 KW

เปิดเครื่องห้องเย็นตลอด 24 ชั่วโมง

∴ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ = 351.36 * 24 * 30 = 252,979 หน่วย/เดือน

⟹ (1) กำลังไฟฟ้าที่ใช้กับห้องเย็น = 252,979 หน่วย/เดือน

2. อุปกรณ์ เครื่องจักรที่ต้องใช้ไฟฟ้า ใช้ไฟฟ้าทั้งหมด 137 แรงม้า

ให้อุปกรณ์ เครื่องจักรทั้งหมด มีประสิทธิภาพ 90 %

พลังงานไฟฟ้าที่ออกจากเครื่อง (output) = 137 แรงม้า

พลังงานไฟฟ้าที่เข้าเครื่อง (input) = 137/0.90 = 152.22 แรงม้า

คิดเป็นกิโลวัตต์ = 152.22 * 0.746 = 113.56 กิโลวัตต์

ให้เวลาใช้งานเฉลี่ยทุกอุปกรณ์ = 8 ชั่วโมง/วัน

∴ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ = 113.56 * 8 * 25 = 22,712 หน่วย/เดือน

⟹ (2) กำลังไฟฟ้าที่ใช้อุปกรณ์ เครื่องจักร = 22,712 หน่วย/เดือน

3. เครื่องสูบน้ำ พัดลม ใช้พลังงานไฟฟ้า = 40 HP

ให้เวลาใช้งานเครื่องอบแห้ง = 12 ชั่วโมง/วัน

∴ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ = 40 * 0.746 = 29.84 KW

= 29.84 * 12 * 25 = 8,952 หน่วย/เดือน

⟹ (3) กำลังไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องอบแห้ง = 8,952 หน่วย/เดือน

4. ความสว่างจากหลอดไฟ (ธนบูรณ์, 2537)

<u>อาคารผลิตและโกดัง</u> รวม 3 โรง

ระดับความสว่างออกแบบ = 300 ลักซ์

ชนิด 40 W * 2,600 ลูเมน

จำนวนหลอดต่อโคม 3

จำนวนลูเมนต่อโคม = 3 * 2,600 = 7,800 ลูเมน

พื้นที่ W = 20 เมตร

L = 60 เมตร

H = 6 เมตร

MH = ความสูงของห้อง - ความสูงจากพื้นเหนือพื้นที่ทำงานโดยทั่วไป = 0.85

= 6 - 0.85 = 5.15 เมตร

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ = 0.36

ส่วนการบำรุงรักษา (MF) รักษาดี = 0.70

$$\text{จำนวนดวงโคม} = \frac{\text{ระดับความสว่างออกแบบ} * W * L}{\text{จำนวนลูเมนต่อโคม} * CU * MF}$$

$$= \frac{300 * 20 * 60}{7,800 * 0.36 * 0.70}$$

= 183 โคม = 549 ดวง

3 อาคาร = 549 * 3 * 40 = 65.9 KW

เปิดหลอดไฟใช้งาน = 8 ชั่วโมง/วัน

∴ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ = 65.9 * 8 * 25 = 13,180 หน่วย/เดือน

⟹ (4) กำลังไฟฟ้าที่ใช้กับอาคารผลิตและโกดัง = 13,180 หน่วย/เดือน

อาคารสำนักงาน 1 โรง

ระดับความสว่างออกแบบ = 500 ลักซ์

ชนิด 40 W * 2,600 ลูเมน

จำนวนหลอดต่อโคม 3

จำนวนลูเมนต่อโคม = 3 * 2,600 = 7,800 ลูเมน

พื้นที่ W = 16 เมตร

L = 20 เมตร

H = 4 เมตร

MH = ความสูงของห้อง - ความสูงจากพื้นเหนือพื้นที่ทำงานโดยทั่วไป = 0.85

= 4 - 0.85 = 3.15 เมตร

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ = 0.36

ส่วนการบำรุงรักษา (MF) รักษาดี = 0.70

$$\text{จำนวนดวงโคม} = \frac{\text{ระดับความสว่างออกแบบ} * W * L}{\text{จำนวนลูเมนต่อโคม} * CU * MF}$$

$$= \frac{500 * 16 * 20}{7,800 * 0.36 * 0.70}$$

= 81 โคม = 243 ดวง

= 243 * 40 = 9.720 KW

เป็นอาคาร 2 ชั้น ∴ จำนวนดวง = 486 ดวง = 19.440 KW

เปิดหลอดไฟใช้งาน = 8 ชั่วโมง/วัน

∴ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ = 19.440 * 8 * 25 = 3,888 หน่วย/เดือน

⟹ (5) กำลังไฟฟ้าที่ใช้กับอาคารสำนักงาน = 3,888 หน่วย/เดือน

$\Rightarrow$ $\therefore$ พลังงานไฟฟ้ารวม = (1) + (2) + (3) + (4) + (5)

= 351.36 + 113.56 + 29.84 + 65.9 + 19.440 KW

= 580.1 KW

หรือ $\Rightarrow$ $\therefore$ กำลังไฟฟ้ารวม = (1) + (2) + (3) + (4) + (5)

= 252,979 + 22,712 + 8,952 + 13,180 + 3,888 หน่วย/เดือน

= 301,711 หน่วย/เดือน

พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่ต้องใช้ในการดำเนินงาน เท่ากับ 580.1 KW และปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้าในแต่ละเดือน = 301,711 หน่วย/เดือน และเนื่องจากโรงงานในโครงการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ในช่วง 30-1999 กิโลวัตต์ และใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนสุดท้ายไม่เกิน 355,000 หน่วย/เดือน การคำนวณค่าไฟฟ้าต่อเดือนของโรงงานนี้จึงคิดตามอัตราประเภท 3.2 ตามที่กำหนดไว้โดยการไฟฟ้านครหลวงอัตราค่าไฟฟ้าใหม่เริ่มใช้ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าประจำเดือน มกราคม 2540 เป็นต้นไป

1. ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า

= 580.1 กิโลวัตต์ * 221.50 บาท/กิโลวัตต์

= 128,492 บาท

2. ค่าพลังงานไฟฟ้า

= 301,711 หน่วย/เดือน * 1.0862 บาท/หน่วย

= 327,718 บาท/เดือน

3. ค่าบริการ

= 850 บาท/เดือน

$\therefore \Rightarrow$ รวมค่าไฟฟ้า = (1) + (2) + (3)

= 128,492 + 327,718 + 850

= 457,060 บาท/เดือน = 5, 484,720 บาท/ปี

ภาคผนวกที่ ง.1

ตำแหน่งและจำนวนแรงงานในด้านการผลิตแต่ละกะ

ตำแหน่ง	หน้าที่ความรับผิดชอบ	จำนวน คน/กะ	เงินเดือน
ผู้จัดการแผนกผลิต	บริหารงานด้านผลิตตามนโยบายบริษัท	1 (ไม่มีกะ)	60,000
ผู้จัดการแผนกวิศวกรรมและซ่อมบำรุง	บริหารงานด้านวิศวกรรมและซ่อมบำรุงตามนโยบายบริษัท	1 (ไม่มีกะ)	50,000
ผู้จัดการแผนกคุณภาพ	บริหารงานด้านคุณภาพตามนโยบายบริษัท	1 (ไม่มีกะ)	40,000
หัวหน้างาน			
-แผนกไฮโดรไลซีส	ควบคุมดูแลการปฏิบัติงานของแผนกให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย	1	20,000
-แผนกไคติน		1	20,000
-แผนกคลังวัสดุ/สินค้า		1	20,000
คนงาน	ปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมาย		
-แผนกไฮโดรไลซีส	เช่น -บดเปลือกกุ้ง -เตรียมสารละลายเอนไซม์ -ดูแลการย่อยโปรตีน -ยกเติมเกลือ -ดูแลการระเหย -การพาสเจอร์ไรซ์	2	15,000

ตำแหน่ง	หน้าที่ความรับผิดชอบ	จำนวน คน/กะ	เงินเดือน
-แผนกไคติน	ปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมาย เช่น -เตรียมสารละลายกรด-ด่าง -ดูแลการกำจัดแร่ธาตุ -ดูแลการกำจัดโปรตีน -ดูแลการอบแห้ง	2	15,000
คนงานบรรจุ	ปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมาย เช่น -บรรจุสินค้าเพื่อจำหน่าย	2	15,000
คนงานรับและจัดเก็บสินค้า	ปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมาย เช่น -รับวัตถุดิบ -จัดเก็บสินค้าในโกดัง	2	15,000
คนงานบำบัดน้ำเสีย	ปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมาย เช่น -บำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยทิ้ง -ปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง -ตกตะกอน และกรอง -กำจัดของเสียต่าง ๆ	1	15,000
วิศวกรโรงงานและซ่อมบำรุง	รักษา ดูแล และซ่อมบำรุงเครื่องจักรในโรงงาน สำนักงาน ให้อยู่ในสภาพเรียบร้อยและพร้อมใช้งาน	1	30,000
ช่างแมคคานิค	ปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมาย เช่น งานซ่อมบำรุงเครื่องจักรทั่วไปตามที่ได้รับร้องขอ	2	15,000

ตำแหน่ง	หน้าที่ความรับผิดชอบ	จำนวน คน/กะ	เงินเดือน
หัวหน้างานแผนกควบคุมคุณภาพ	ควบคุม ดูแล การปฏิบัติงานในแผนกให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย	1	20,000
นักวิเคราะห์	ปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมาย เช่น -วิเคราะห์วัตถุดิบ (raw material) -สินค้าระหว่างผลิต (in-process product) -ผลิตภัณฑ์สุดท้าย (finish product) -น้ำเสีย (waste water)	2	15,000
	รวม	3 + 18*2 = 39	760,000

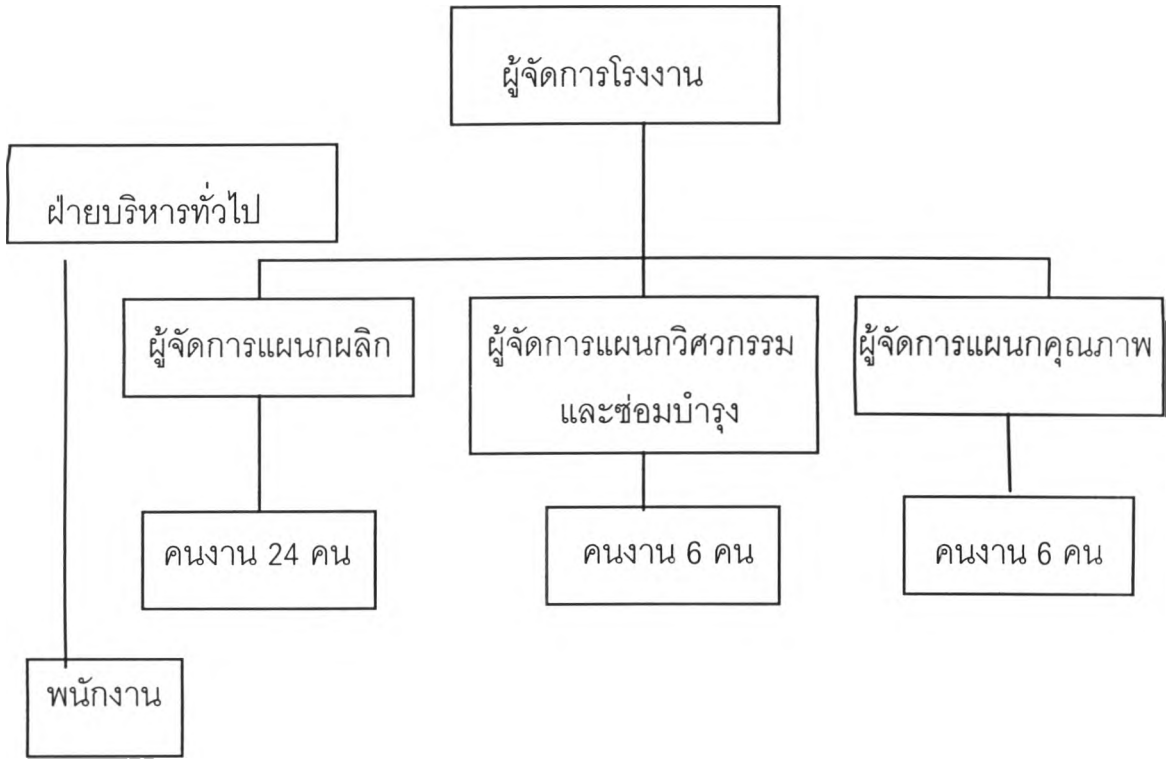
ภาคผนวก ง.2

ตำแหน่งและจำนวนแรงงานในด้านบริหารทั่วไป

ตำแหน่ง	หน้าที่ความรับผิดชอบ	จำนวน/กะ	เงินเดือน
ผู้จัดการโรงงาน	บริหารงานในส่วนของโรงงาน ทั้งการผลิต วิศวกรรมและคุณภาพ และบริหารงานทั่วไปในโรงงานให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย	1 (ไม่มีกะ)	80,000
เสมียน	ปฏิบัติงานในด้านธุรกิจทั่วไป เช่น การเงิน การโต้ตอบจดหมาย เป็นต้น	1	20,000
ยาม	ปฏิบัติงานดูแลความเรียบร้อยทั่ว ๆ ไปตลอดเวลา	1	5,000
พนักงานขับรถ	ปฏิบัติงานขับรถบรรทุกในการขนส่งต่าง ๆ	1	6,000
	รวม	1 + 3 * 2 = 7	142,000

ภาคผนวก ง.3

การจัดองค์กร



ภาคผนวกที่ จ
การวิเคราะห์ความไว

การวิเคราะห์ความไว กรณีเกิดการเปลี่ยนแปลงที่เป็นผลเสียต่อโครงการ 3 กรณี คือ

1. เมื่อราคาจำหน่ายของสินค้าไม่เป็นไปตามโครงการ คือ ราคาลดลงจากราคาโครงการ 20 % เป็น 160 บาทต่อกิโลกรัม
2. เมื่อปริมาณการผลิต ตั้งแต่ปี พ.ศ 2545 เป็นต้นไป คงที่ ที่ 80 % ของกำลังการผลิตสูงสุด
3. เมื่อราคาจำหน่ายเป็นไปตามโครงการ แต่ราคาวัตถุดิบสูงกว่าราคาตามโครงการร้อยละ 10

การวิเคราะห์ผลกำไร/ขาดทุนทั้ง 3 กรณี แสดงดังนี้

กรณีที่ 1: ราคาจำหน่ายของสินค้าไม่เป็นไปตามโครงการ คือ ลดลง 20 % เหลือ 160 บาท/กก.

ปีที่	ยอดขาย ต่อปี (กก)	ต้นทุนคงที่ (ล้านบาท/ปี)	ต้นทุนผันแปร (ล้านบาท/ปี)	ต้นทุนรวม (ล้านบาท/ปี)	ยอดขาย (ล้านบาท/ปี)	กำไร/ขาดทุน (ล้านบาท/ปี)	กำไร/ขาดทุน สะสม (ล้านบาท)	ราคาทุน (บาท/กก)
0	0	39.267	0.000	39.267	0.000	-39.267	-39.267	-
1	0	11.750	0.000	11.750	0.000	-11.750	-51.017	-
2	449,280	26.076	42.841	68.917	71.885	2.968	-48.049	153
3	524,160	25.464	49.981	75.445	83.866	8.421	-39.628	144
4	748,800	24.852	71.401	96.253	119.808	23.555	-16.073	129
5	748,800	24.240	71.401	95.641	119.808	24.167	8.094	128
*6	748,800	20.028	71.401	91.429	119.808	28.379	36.473	122
*7	748,800	20.028	71.401	91.429	119.808	28.379	64.852	122
*8	748,800	20.028	71.401	91.429	119.808	28.379	93.231	122
*9	748,800	20.028	71.401	91.429	119.808	28.379	121.610	122
*10	748,800	20.028	71.401	91.429	119.808	28.379	149.989	122

* ไม่คิดค่าชำระเงินต้นและดอกเบี้ยเงินกู้

กรณีที่ 2 ; เมื่อปริมาณการผลิตตั้งแต่ปี พ.ศ 2545 เป็นต้นไปคงที่ ที่ 80 % ของกำลังการผลิตสูงสุด

ปีที่	ยอดขาย ต่อปี (กก)	ต้นทุนคงที่ (ล้านบาท/ปี)	ต้นทุนผันแปร (ล้านบาท/ปี)	ต้นทุนรวม (ล้านบาท/ปี)	ยอดขาย (ล้านบาท/ปี)	กำไร/ขาดทุน (ล้านบาท/ปี)	กำไร/ขาดทุน สะสม (ล้านบาท)	ราคาทุน (บาท/กก)
0	0	39.267	0.000	39.267	0.000	-39.267	-39.267	-
1	0	11.750	0.000	11.750	0.000	-11.750	-51.017	-
2	449,280	26.076	42.841	68.917	89.856	20.939	-30.078	153
3	524,160	25.464	49.981	75.445	104.832	29.387	-0.690	144
4	599,040	24.852	57.121	81.973	119.808	37.835	37.145	137
5	599,040	24.240	57.121	81.361	119.808	38.447	75.592	136
*6	599,040	20.028	57.121	77.149	119.808	42.659	118.251	129
*7	599,040	20.028	57.121	77.149	119.808	42.659	160.911	129
*8	599,040	20.028	57.121	77.149	119.808	42.659	203.570	129
*9	599,040	20.028	57.121	77.149	119.808	42.659	246.229	129
*10	599,040	20.028	57.121	77.149	119.808	42.659	288.888	129

* ไม่คิดค่าชำระเงินต้นและดอกเบี้ยเงินกู้

กรณีที่ 3 ; เมื่อราคาจำหน่ายเป็นไปตามโครงการแต่ราคาวัตถุดิบสูงกว่าราคาตามโครงการร้อยละ 10

ปีที่	ยอดขาย ต่อปี (กก)	ต้นทุนคงที่ (ล้านบาท/ปี)	ต้นทุนผันแปร (ล้านบาท/ปี)	ต้นทุนรวม (ล้านบาท/ปี)	ยอดขาย (ล้านบาท/ปี)	กำไร/ขาดทุน (ล้านบาท/ปี)	กำไร/ขาดทุน สะสม (ล้านบาท)	ราคาทุน (บาท/กก)
0	0	39.267	0.000	39.267	0.000	-39.267	-39.267	-
1	0	11.750	0.000	11.750	0.000	-11.750	-51.017	-
2	449,280	26.076	44.584	70.660	89.856	19.196	-31.821	157
3	524,160	25.464	52.015	77.479	104.832	27.353	-4.468	148
4	748,800	24.852	74.307	99.159	149.760	50.601	46.133	132
5	748,800	24.240	74.307	98.547	149.760	51.213	97.346	132
*6	748,800	20.028	74.307	94.335	149.760	55.425	152.771	126
*7	748,800	20.028	74.307	94.335	149.760	55.425	208.196	126
*8	748,800	20.028	74.307	94.335	149.760	55.425	263.621	126
*9	748,800	20.028	74.307	94.335	149.760	55.425	319.046	126
*10	748,800	20.028	74.307	94.335	149.760	55.425	374.471	126

* ไม่คิดค่าชำระเงินต้นและดอกเบี้ยเงินกู้

ภาคผนวกที่ ฉ
คำจำกัดความ

คำจำกัดความของคำว่าการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และการทดลองแบบแฟกตอเรียล จรัญ (2534)

1. การออกแบบการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Random Design) เป็นแบบหนึ่งของการวางแผนวิจัยที่มีลักษณะง่าย ๆ และสะดวก แผนการทดลองนี้เหมาะสำหรับกรณีที่สิ่งทดลอง (experimental material) มีความสม่ำเสมอโดยตลอด ไม่มีความแตกต่างเนื่องจากปัจจัยอื่น ๆ เช่น อายุ น้ำหนัก เป็นต้น หรือแม้จะมีก็จัดว่าน้อยมาก ความผันแปรหรือความแตกต่างอย่างเดียวที่เกิดขึ้น คือ ทรีทเมนต์ที่ใช้ทดลอง ยกตัวอย่างการทดลอง เช่น ทดลองหาการใช้ปุ๋ยแมงกานีสซัลเฟตระดับต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเพิ่ม น้ำหนักของต้นถั่วที่ปลูกในกระถางมากที่สุด

2. การทดลองแบบแฟกตอเรียล (Factorial) เป็นการจัดสิ่งทดลองเข้ากับทรีทเมนต์หรือแฟกเตอร์ แต่ละแฟกเตอร์มีหลายระดับ (level) เป็นการทดลองที่มีประโยชน์ในการศึกษาเพื่อสำรวจหาระดับ ระยะ หรือจุดซึ่งดีที่สุด เหมาะสมที่สุดของทรีทเมนต์ใด ๆ การทดลองแบบนี้จะช่วยให้สามารถสรุปผลได้อย่างกว้างขวาง เพราะนอกจากจะสำรวจเพื่อเปรียบเทียบระหว่างระดับในแต่ละแฟกเตอร์แล้ว ยังสามารถบอกความสำคัญของความเกี่ยวข้อง (Interaction) ระหว่างแฟกเตอร์ได้อีกด้วย ยกตัวอย่างการทดลองทางพืช เช่น ใช้ปุ๋ยในระดับต่าง ๆ กับข้าวโพดหลาย ๆ ชนิด ปุ๋ยเป็นแฟกเตอร์หนึ่งมีหลายระดับ ส่วนข้าวโพดก็เป็นอีกแฟกเตอร์หนึ่ง ซึ่งมีหลาย ๆ ชนิด แต่ละชนิดเป็น 1 ระดับ

ประวัติผู้เขียน

นางสาวรัตมณี หาญวณิชศักดิ์ เกิดวันที่ 1 กรกฎาคม 2511 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ปีการศึกษา 2533 สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2537 ศึกษาต่อในหลักสูตรปริญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย