การออกแบบเบื้องต้นสำหรับกระบวนการผลิตไคตินและสารปรุงแต่งกลิ่นรสกุ้งจากเศษกุ้ง

นางสาว รัตมณี หาญวณิชศักดิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-637-999-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

12 S.A. 2545

I14031663

PRELIMINARY DESIGN OF CHITIN AND SHRIMP FLAVOR PRODUCTION PROCESS FROM SHRIMP WASTE

Miss Ratmanee Harnwanichsak

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Chemical Engineering
Department of Chemical Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
Acedemic Year 1997

ISBN 974-637-999-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การออกแบบเบื้องต้นสำหรับกระบวนการผลิตไคตินและสารปรุงแต่งกลิ่นรสกุ้งจากเศษกุ้ง

โดย นางสาว รัตมณี หาญวณิชศักดิ์

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี

อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ดร. วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

---------- คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

---------- ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. จิรกานต์ เมืองนาโพธิ์)

---------- อาจารย์ที่ปรึกษา

(ศาสตราจารย์ ดร. วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล)

---------- กรรมการ

(อาจารย์ ดร. เจิดศักดิ์ ไชยคุนา)

---------- กรรมการ

(อาจารย์ ดร. สีรุ้ง ปรีชานนท์)

บทคัดย่อและบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้พิมพ์ต้นฉบับ

รัตมณี หาญวณิชศักดิ์ : การออกแบบเบื้องต้นสำหรับกระบวนการผลิตไคตินและสารปรุงแต่งกลิ่นรสกุ้งจากเศษกุ้ง (PRELIMINARY DESIGN OF CHITIN AND SHRIMP FLAVOR PRODUCTION PROCESS FROM SHRIMP WASTE) อ.ที่ปรึกษา ศ.ดร.วิวัฒน์ คัณฑะพานิชกุล. 131 หน้า. ISBN 970-637-999-2.

งานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบเบื้องต้นสำหรับกระบวนการผลิตไคตินและสารปรุงแต่งกลิ่นกุ้ง โดยได้แบ่งงานวิจัยเป็น 3 ขั้นตอน ขั้นแรกเป็นการศึกษาหาภาวะที่เหมาะสมของการใช้เอนไซม์นิวเทรส โดยแปรอุณหภูมิในการย่อยสลายโปรตีนเป็น 4 ระดับ คือ ที่ 45, 50, 55 และ 60 องศาเซลเซียส พบว่า ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีการย่อยเกิดขึ้นมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับที่อุณหภูมิอื่น ๆ และจากการแปรปริมาณเอนไซม์ที่ใช้เป็น 5 ระดับ คือ 0.04, 0.06, 0.08, 0.10 และ 0.12 % โดยน้ำหนัก และเวลาในการย่อย 4 ระดับ คือ 30, 60, 90 และ 120 นาที พบว่า ปริมาณเอนไซม์และเวลาที่ใช้ในการย่อยมีผลต่อปริมาณไทโรซีนที่ได้ กล่าวคือ เมื่อใช้เอนไซม์และเวลาในการย่อยมากขึ้น จะมีแนวโน้มให้ค่าไทโรซีนเพิ่มขึ้น ภาวะที่เหมาะสมที่เลือกได้ คือ การใช้ปริมาณเอนไซม์ 0.08 % โดยน้ำหนัก ใช้เวลาการย่อย 60 นาที ขั้นตอนที่สอง เป็นการศึกษาสำรวจและคัดเลือกกระบวนการแยกไคติน โดยในงานวิจัยนี้ได้เลือกเอาภาวะที่เหมาะสมจากงานวิจัยที่มีผู้ศึกษามาก่อน มาประยุกต์กับการผลิตในอุตสาหกรรม โดยใช้สารละลายกรดและด่างซ้ำ ภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดแร่ธาตุ คือ การใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 1 M อัตราส่วนปริมาณเปลือกกุ้งต่อปริมาณกรด เท่ากับ 1:10 ใช้เวลา 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง ภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดโปรตีน คือ การใช้สารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 2 M อัตราส่วนปริมาณเปลือกกุ้งต่อปริมาณด่าง เท่ากับ 1:10 ใช้เวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส และในขั้นตอนสุดท้าย เป็นการคำนวณเบื้องต้นและประเมินค่าใช้จ่ายของกระบวนการในระดับอุตสาหกรรม จากวัตถุดิบกุ้งวันละ 20,000 กิโลกรัม จะได้เปลือกกุ้งบด 2,600 กิโลกรัม เมื่อนำมาผลิตจนได้เป็นผลิตภัณฑ์สุดท้าย จะได้ไคติน 468 กิโลกรัม และโปรตีนไฮโดรเลเสด 2,028 กิโลกรัม โครงการนี้มีค่าลงทุนสำหรับโครงการทั้งหมด (total investment project) ที่ 37.477 ล้านบาท มีจุดคุ้มทุนที่ยอดขาย 172,800 กิโลกรัมต่อปี และใช้เกณฑ์การตัดสินใจว่าควรจะยอมรับโครงการลงทุนหรือไม่ โดยใช้วิธีระยะเวลาคืนทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนของโครงการ และดัชนีกำไร ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่า เท่ากับ 4 ปี, 100.148 ล้านบาท, 52.1 % และ 3.04 บาท ตามลำดับ

ดังนั้น สรุปได้ว่าเป็นโครงการที่น่าสนใจที่จะลงทุนและทำการออกแบบโดยละเอียดต่อไป

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2540 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

C717525 : MAJOR CHEMICAL ENGINEERING
KEY WORD: PRELIMINARY DESIGN / CHITIN / SHRIMP FLAVOR / SHRIMP WASTE

RATMANEE HARNWANICHSAK : PRELIMINARY DESIGN OF CHITIN AND SHRIMP FLAVOR PRODUCTION PROCESS FROM SHRIMP WASTE. THESIS ADVISOR PROF. WIWUT TANTHAPANICHAKOOL, Ph.D. 131 pp. ISBN 970-637-999-2.

This research makes a preliminary design of chitin and shrimp flavor production process by dividing the research into 3 stages. Firstly,the optimum protein hydrolysis condition using enzyme neutrase was found by testing at 4 temperature levels that is, 45, 50, 55 and 60 degree celsius. It was found that the temperature at 55 degree celsius yielded the maximum hydrolysis when compared to the other temperatures. Testing at 5 enzyme dosing levels, that is, 0.04, 0.06, 0.08, 0.10 and 0.12 % w/w and at 4 time periods, that is, 30, 60, 90 and 120 minutes, revealed that the enzyme dosing and time had significant effect on the tyrosine concentrate. When they increase, the tyrosine also increases. The chosens optimum conditions are enzyme dosing 0.08 % w/w, time 60 minutes. Secondly, variouschitin production processes were reviewed. This research then selected the optimum condition for industrial production using acid and caustic solutions. The optimum demineralization condition is a ratio of shrimp waste : 1-M HCl equaling 1:10, time 1 hr at ambient temperature. The optimum deproteination condition is a ratio of shrimp waste : 2-M NaOH equaling 1:10, time 2 hrs at 55 degree celsius. Finally, preliminary industrial process design and investment cost estimation were carried out. Raw shrimp 20,000 kgs/day yields shrimp waste 2,600 kgs/day. When processed to the finished product, there will be chitin 468 kgs and hydrolysate 2,028 kgs. The project requires a total investment of 37.477 MB. Economic analysis reveals that this project had a breakeven point equal to sales of 172,000 kgs/year. Next the following criteria for economic feasibility are used, that is, payback period, net present value, internal rate of return and profitability index. It was found that these criteria equaled 4 years, 100.148 MB, 52.1 % and 3.04 baht respectively.

Therefore it is concluded that this project should be interesting to invest in and to proceed with detailed design.

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่อนิสิต รัตมณี หาญวนิชศักดิ์

สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา วิวัฒน์ ตันฑะพานิชกุล

ปีการศึกษา 2540 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงต่อศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ และให้ข้อคิดเห็นต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนตรวจแก้ไขเพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบโครงร่างวิทยานิพนธ์และวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไขเพื่อให้วิทยานิพนธ์สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณบริษัท สุรพล ซีฟู้ด จำกัด ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์วัตถุดิบเปลือกกุ้ง ในงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณบริษัท อี๊สเอเชียติ๊ก (ประเทศไทย) จำกัด ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์เอนไซม์นิวเทรส ในงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณบริษัท เพอร์เฟ็คท์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนซัลแทนด์ จำกัด ที่กรุณาช่วยประมาณราคาอุปกรณ์ เครื่องจักร ใบเสนอราคา และคุณชัชวัฏ ประพันธ์โชนคร ที่อำนวยความสะดวกและช่วยเหลือด้วยดีตลอด

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี ตลอดจนพี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้องๆ นิสิตปริญญาโท ที่ช่วยให้การวิจัยดำเนินไปด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณยุทธพงษ์ ทรัพย์อร่าม ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการทำงานวิจัยนี้

ท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และบุคคลในครอบครัว ที่ช่วยสร้างโอกาสที่ดีแก่ข้าพเจ้า ตลอดจนให้กำลังใจและช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านตลอดมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญรูป ..... ซ

บทที่ 1. บทนำ 1

บทที่ 2. วารสารปริทัศน์ 3

2.1 สภาวะกุ้ง 3

2.2 อุตสาหกรรมสินค้ากุ้งแช่เยือกแข็ง 5

2.3 อุตสาหกรรมผลิตกุ้งต้ม กุ้งชุบแป้งหรือขนมปังป่น 6
แช่เยือกแข็ง

2.4 การแช่เยือกแข็ง 10

2.5 ลู่ทางการปรับปรุงการใช้ประโยชน์ 10

2.6 ส่วนสูญเสียกุ้ง (shrimp waste) 11

2.7 การนำส่วนสูญเสียกุ้งไปใช้ประโยชน์ 11

2.8 การย่อยโปรตีน 12

2.9 ลักษณะทั่วไปของไคตินและไคโตแซน 14

2.9.1 ไคติน 14

2.9.2 ไคโตแซน 16

2.10 แหล่งของไคติน 17

2.11 กระบวนการแยกไคติน 19

2.12 กระบวนการแยกไคโตแซน 22

2.12.1 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพไคโตแซน 22

2.13 ประโยชน์ของไคติน ไคโตแซน 25

2.14 ขีดจำกัดในการใช้ไคตินและไคโตแซนทางด้านต่าง ๆ 29
2.14.1 ด้านอาหารและยา 29
2.14.2 ด้านอาหารสัตว์ 29
2.14.3 ด้านการบำบัดน้ำ 30
2.15 ความปลอดภัยและพิษวิทยาของไคตินและไคโตแซน 30
(Safety and Toxicology review of chitin and chitosan)
บทที่ 3. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย 31
3.1 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการย่อยโปรตีนจาก 31
เศษเหลือกุ้งโดยใช้เอนไซม์นิวเทรส
3.1.1 ศึกษาผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการย่อยโปรตีน 31
3.1.2 ศึกษาผลของควมเข้มข้นเอนไซม์และเวลาที่ใช้ ... 32
ในการย่อยโปรตีน
3.2 ศึกษากระบวนการที่เหมาะสมในการแยกไคติน 32
3.2.1 สำรวจและคัดเลือกกระบวนการแยกไคติน 32
3.3 การออกแบบและคำนวณเบื้องต้นของกระบวนการ 33
ในระดับอุตสาหกรรม
3.3.1 กำหนดขนาดอุปกรณ์ เครื่องจักร 33
ในกระบวนการ
3.3.2 วิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์ 33
3.3.2.1 การประเมินค่าใช้จ่ายของโครงการ 33
3.3.2.2 การประเมินเพื่อตัดสินใจในโครงการลงทุน 33
บทที่ 4. ผลการวิจัยและอภิปรายผล 34
4.1 ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการย่อยโปรตีนจาก 34
จากเศษเหลือกุ้งโดยใช้เอนไซม์นิวเทรส
4.1.1 ผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการย่อยโปรตีน 34
4.1.2 ผลของความเข้มข้นเอนไซม์และเวลาที่ใช้ 36
ในการย่อยโปรตีน

4.2 ผลการกำหนดกระบวนการที่เหมาะสมในการแยกไคติน .. 41
4.2.1 ผลการสำรวจและคัดเลือกกระบวนการแยกไคติน 41
4.3 การออกแบบและคำนวณเบื้องต้นของกระบวนการ 54
ในระดับอุตสาหกรรม
4.3.1 กำหนดขนาดอุปกรณ์ เครื่องจักร 54
ในกระบวนการ
4.3.2 วิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์ 64
4.3.2.1 การประเมินค่าใช้จ่ายของโครงการ 64
4.3.2.2 การประเมินเพื่อตัดสินใจใน 77
โครงการลงทุน
บทที่ 5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 87
รายการอ้างอิง 89
ภาคผนวก 93
-ก การวิเคราะห์ 94
-ข.1 การคำนวณหาอุปกรณ์ เครื่องจักรสำคัญในการผลิต 101
-ข.2 ใบเสนอราคา 105
-ค.1 การคำนวณค่าเชื้อเพลิง 110
-ค.2 การคำนวณค่าไฟฟ้า 116
-ง.1 ตำแหน่งและจำนวนแรงงานในด้านการผลิตแต่ละกะ..... 121
-ง.2 ตำแหน่งและจำนวนแรงงานในด้านบริหารทั่วไป 124
-ง.3 การจัดองค์กร 125
-จ การวิเคราะห์ความไว 126
-ฉ คำจำกัดความ 130
ประวัติผู้เขียน 131

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.2-1 กุ้งสดและกุ้งแช่แข็งส่งออกของประเทศไทย 5
2.3-1 รายชื่อผู้ผลิตกุ้งต้มสุกแช่เยือกแข็งและแสดงกำลังผลิต 7
2.7-1 องค์ประกอบของส่วนหัวและเปลือกกุ้ง 12
2.10-1 ปริมาณไคตินที่พบในสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ 18
4.1.1-1 ค่าความเข้มข้นไทโรซีน (ug/ml) เมื่อย่อยสารละลายเปลือกกุ้งบด.... 35
ที่อุณหภูมิการย่อยที่ระดับต่าง ๆ
4.1.2-1 ความเข้มข้นไทโรซีน (μg/l) เมื่อใช้เอนไซม์และเวลา 39
ในการย่อยที่ระดับต่าง ๆ
4.1.2-2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเข้มข้นไทโรซีน 40
เมื่อใช้เอนไซม์และเวลาในการย่อยที่ระดับต่าง ๆ
4.2.1-1 ร้อยละน้ำหนักที่ได้ (yield) และปริมาณสารที่ต้องใช้ใน 51
แต่ละขั้นตอน
4.3.1-1 ผลผลิตที่ได้ (yield) และปริมาณสารที่ต้องใช้ในแต่ละขั้นตอน 55
ที่กำลังผลิตเปลือกกุ้งบด 2,600 กิโลกรัม/วัน
4.3.2.1-1 การประเมินการจ่ายซื้อสินทรัพย์ อุปกรณ์ เครื่องจักร 65
วัสดุและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ
4.3.2.1-2 การชำระเงินกู้และดอกเบี้ย 72
4.3.2.2-1 การวิเคราะห์ผลกำไร/ขาดทุนของโครงการ 78
4.3.2.2-2 ผลการวิเคราะห์ความไว 86

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.2-1 การผลิตกุ้งสดแช่เยือกแข็ง 6
2.3-1 การผลิตกุ้งต้มแช่เยือกแข็ง 8
2.3-2 การผลิตกุ้งชุปแป้งและ/หรือขนมปังป่น 9
2.9.1-1 สูตรโครงสร้งโดยทั่วไปของไคตินเปรียบเทียบกับ 14
สูตรโครงสร้างของเซลลูโลส
2.9.2-1 สูตรโครงสร้างโดยทั่วไปของไคโตแซน 16
2.11-1 ขั้นตอนทั่วไปของกระบวนการแยกไคติน 19
2.12-1 ขั้นตอนทั่วไปของกระบวนการผลิตไคโตแซน 22
4.1.1-1 ค่าไทโรซีนที่อุณหภูมิการย่อยต่าง ๆ 35
4.1.1-2 ผลของอุณหภูมิต่อปฏิกิริยาของเอนไซม์ 36
4.1.2-1 การเปลี่ยนแปลงของสารที่ภาวะสมดุล 38
4.1.2-2 ความเข้มข้นไทโรซีน เมื่อใช้เอนไซม์และเวลา 39
ในการย่อยที่ระดับต่าง ๆ
4.2.1-1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพและสมดุลมวล งานวิจัยของ . 46
Ignacio G Cosio, Robert A. Fisher Paul A. Carroad
4.2.1-2 ขั้นตอนการผลิตไคตินและไคโตแซน งานวิจัยของ 47
เยาวภา ไหวพริบ
4.2.1-3 กระบวนการผลิตไคติน ไคโตแซนของ 48
Marine Commodities International, Inc.
4.2.1-4 ขั้นตอนที่ใช้ในการแยกไคตินในงานวิจัยนี้ 49
4.3.1-1 กระบวนการผลิตไคตินและสารปรุงแต่งกลิ่นรสกุ้งจากเศษกุ้ง 59

รูปที่ หน้า

4.3.1-2 ถังกำจัดแร่ธาตุ ถังกำจัดโปรตีน ถังล้าง ขนาด 7,000 ลิตร 61
4.3.1-3 ถังเก็บสารละลายกรดและด่าง ขนาด 1,000 ลิตร 62
4.3.1-4 ตะกร้าบรรจุเปลือกกุ้งบด 63
4.3.2.2-1 จุดคุ้มทุนในการลงทุน 79
4.3.2.2-2 ความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าปัจจุบันสุทธิและอัตราส่วนลด..... 84