รายงานการวิจัย

# การศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาไคโตแซน จากวัตถุดิบภายในประเทศไทย เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอาง

# A Feasibility Study of Application of Chitosan Obtained from Thai Raw Material Resource on Pharmaceutical and Cosmetic Industries


โดย

นางสาว ระพีพรรณ ฉลองสุข

นาง น้ำฝน ศรีบัณฑิต


มีนาคม 2552


ได้รับทุนสนับสนุนจาก สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร

# บทสรุปสำหรับผู้บริหาร
## (Executive Summary)

การศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาไคโตแซนจากวัตถุดิบภายในประเทศไทยเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอางในครั้งนี้ ใช้แนวทางการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ ( feasibility study) ในด้านตลาด ด้านเทคนิคและด้านการเงินประกอบกันเพื่อประเมินและตัดสินใจ

ตลาดผลิตภัณฑ์ไคโตแซนในระดับโลก มีขนาดตลาดประมาณ 6,667 ตันหรือ 67 ล้านดอลลาร์สหรัฐ ส่วนใหญ่จะนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร สำหรับในประเทศไทย มีการใช้ไคโตแซนทั้งในอุตสาหกรรมยา เครื่องสำอางและการเกษตร อุปสงค์ของไคโตแซนในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอางในปัจจุบันเท่ากับ 7,800 กิโลกรัมต่อปี โดยประมาณการจากสัดส่วนผู้ประกอบการที่ใช้ไคโตแซนในการผลิตและค่าเฉลี่ยความต้องการใช้ต่อปี ส่วนอุปทานของไคโตแซนในประเทศไทยพบว่าอยู่ในช่วง 67- 324 ตัน

ในปัจจุบัน ไคโตแซนได้ถูกพัฒนาคุณสมบัติเกี่ยวกับการละลายโดยพัฒนาเป็นอนุพันธ์เกลือต่าง ๆ เช่น เกลือไฮโดรคลอไรด์ เกลือแอสพาร์เทต การประยุกต์ใช้เกลือไคโตแซนที่พัฒนาขึ้นนี้จะสามารถขยายไปสู่การเตรียมยาออกฤทธิ์เนิ่นและยาที่ควบคุมการปลดปล่อย รวมถึงการพัฒนาระบบนำส่งยา นอกจากนั้นยังประยุกต์ใช้อุตสาหกรรมเครื่องสำอางมากขึ้น เนื่องจากไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับการละลายในน้ำ แต่อนุพันธ์ในรูปแบบเกลือดังกล่าวยังไม่มีการผลิตขึ้นใช้เองในประเทศไทย ดังนั้น การศึกษานี้จะใช้ผลการวิจัยจากโครงการพัฒนาไคโตแซนในรูปแบบเกลือต่างๆ ในระดับห้องปฏิบัติการ เป็นจุดเริ่มต้นในการศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาเป็นระดับอุตสาหกรรมโดยใช้วัตถุดิบในประเทศไทยแทน

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้สำหรับผลิตภัณฑ์ไคโตแซนที่ละลายน้ำได้นี้มุ่งเน้นไปที่อุตสาหกรรมเครื่องสำอางมากกว่าอุตสาหกรรมยา เนื่องจากอุตสาหกรรมยาในประเทศไทยยังไม่มีการวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับระบบนำส่งยา หรือยาออกฤทธิ์เนิ่นมากนัก ส่วนใหญ่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เสริมอาหารซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้ไคโตแซนในรูปแบบเกลือ จากสมมุติฐานดังกล่าวจะประมาณความต้องการของไคโตแซนที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 18 ตันต่อปี

สำหรับความเป็นไปได้เชิงเทคนิคนั้น พบว่าวัตถุดิบในประเทศไทยนั้นมีปริมาณที่พอเพียงในการนำมาผลิต การวิเคราะห์ในครั้งนี้ ได้กำหนดสถานที่ตั้งโรงงานที่จังหวัดสมุทรสาครซึ่งเป็นแหล่งวัตถุดิบที่สำคัญ กระบวนการผลิตที่ใช้กรรมวิธีทางเคมีเป็นหลัก ไม่จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีในระดับสูง ในการวิเคราะห์กระบวนการผลิตจะเริ่มจากการผลิตไคโตแซนรูปแบบดั้งเดิมแล้วนำมาพัฒนาต่อเป็นรูปแบบเกลือ ซึ่งกระบวนการผลิตได้มีการทดลองผลิตในระดับห้องปฏิบัติการ ( laboratory scale) แล้ว แต่พบว่ายังมีปัญหาเกี่ยวกับอัตราผลผลิต (% yield) ที่ยังไม่สูงนัก ดังนั้น หากมีการขยายผลไปสู่ระดับ pilot หรือ commercial scale จะต้องมีการพัฒนากระบวนการผลิตให้มีอัตราผลผลิตที่สูงขึ้นด้วย

ในการวิเคราะห์ทางการเงิน จะวิเคราะห์ภายใต้สมมุติฐานทีมีการพัฒนาอัตราผลผลิตที่ร้อยละ80 และระดับราคาไคโตแซนในรูปแบบเกลือแอสพาร์เทตที่ 2,500 บาทต่อกิโลกรัม ผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินในช่วงระยะเวลา 5 ปี พบว่าต้องใช้เงินลงทุนในโครงการ 17,438,100 บาท และมีระยะเวลาการคืนทุนประมาณ1 ปีครึ่ง อัตราผลตอบแทนจากธุรกิจเท่ากับ 24.2% จุดคุ้มทุนอยู่ที่ยอดขายประมาณ 36 ล้านบาทหรือปริมาณขาย 14.8 ตัน ผลจากการวิเคราะห์ความไวพบว่า หากพัฒนาอัตราผลผลิตให้สูงขึ้นจะสามารถขายในราคาที่ถูกลงกว่านี้ได้ เพื่อให้เกิดการยอมรับของลูกค้าได้ง่ายขึ้น และจากการวิเคราะห์ความไวของราคาขายพบว่า ด้วยเงื่อนไขการลงทุนที่กำหนดจะต้องขายในราคาที่ไม่ต่ำกว่า 2,000 บาทจึงจะได้ผลตอบแทนที่น่าพอใจ

## บทคัดย่อ

ไคโตแซนเป็นโพลิเมอร์ธรรมชาติสารที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ในอุตสาหกรรมการผลิตยาและเครื่องสำอาง ดังนั้นเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการผลิตไคโตแซนให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอาง จึงต้องทำการสำรวจวิจัยตลาดไคโตแซนในอุตสาหกรรมการผลิตยาและเครื่องสำอาง โดยการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการโดยใช้แบบสอบถามเป็นแนวทางในการสัมภาษณ์ในช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550.ถึงเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551โรงงานผลิตยาแผนปัจจุบันให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูล 76 โรงงาน และโรงงานผลิตเครื่องสำอางให้ข้อมูล 29 โรงงาน

ผลการศึกษาพบว่าผู้ประกอบการร้อยละ 93.3 รู้จักไคโตแซน ประโยชน์ของไคโตแซนที่เป็นที่รับรู้มากที่สุด คือ การลดความอ้วน การลดคอเลสเตอรอล การเป็นสารช่วยในการนำส่งยา และการใช้ในการเกษตร (ร้อยละ 50, 25 ,20 และ 17 ตามลำดับ) แต่เมื่อสำรวจถึงการใช้สารไคโตแซนในการผลิตยาและเครื่องสำอางในปัจจุบัน พบว่าอุตสาหกรรมเครื่องสำอางมีการใช้ประโยชน์ในด้านการเพิ่มความชุ่มชื่น, การทำให้ผิวนุ่ม และการสร้างแผ่นฟิล์ม ทั้งนี้อุตสาหกรรมยามีการใช้ไคโตแซนเพียงร้อยละ 8 ในผลิตภัณฑ์อาหารเสริม ส่วนอุตสาหกรรมเครื่องสำอางมีการใช้ไคโตแซนมากถึงร้อยละ 41.4 สรุปได้ว่าแม้ประโยชน์ของไคโตแซนจะเป็นที่รับทราบกันดีในอุตสาหกรรมการผลิตยาและเครื่องสำอาง แต่ในทางปฏิบัติยังมีการใช้ไม่แพร่หลาย



## ABSTRACT

Chitosan has varieties of applications in both pharmaceutical and cosmetic products. To explore the situation of chitosan awareness and usage in Thailand is essential information for product development from chitosan. Entrepreneurs or their representatives of GMP pharmaceutical and cosmetic manufacturers were interviewed during June 2007 to February 2008. Of 105 from 225 factories (47%) participated this study. These participants were from 76 drug manufacturing companies and 29 cosmetic manufacturing companies.

Results: Product awareness was very high (93.3%). For pharmaceutical industry, the most familiar applications of chitosan were anti-obesity (50%), cholesterol lowering agent (25%), drug delivery agents (20%) and use in agriculture sector (17%). Value of chitosan was perceived as moisturizer, emoillient, and film former in cosmetic industry. Current usage of chitosan was found in 41.4% of cosmetic industry, mainly for skin care products and 8 % of pharmaceutical industry used chitosan, mainly for anti-obesity food supplement. Through chitosan use were high perceived, but actual usage was moderate and low in cosmetic industry and pharmaceutical industry, respectively.



**Keywords** : chitosan; cosmetic manufacturer; pharmaceutical manufacturer

**สารบัญ**


| | |
|---|---|
| บทที่ 1 บทนำ (introduction) | 1 |
| ความสำคัญของปัญหา | 1 |
| วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย | 1 |
| ผลสำเร็จของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ | 1 |
| กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย | 2 |
| บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม ( Literature Review) | 3 |
| ไคติน และไคโตแซน | 3 |
| ประโยชน์ของไคโตแซนในอุตสาหกรรม | 4 |
| การประยุกต์ใช้ไคโตแซนในอุตสาหกรรมยา | 5 |
| การประยุกต์ใช้ไคโตแซนในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง | 6 |
| การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ (Feasibility study) | 6 |
| บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย ( Methodology ) | 7 |
| ขั้นตอนการดำเนินงาน | 8 |
| ขอบเขตของการวิจัย | 9 |
| บทที่ 4 การวิเคราะห์ตลาด (Market analysis) | 10 |
| อุตสาหกรรมการผลิตไคโตแซนในตลาดโลกและประเทศไทย | 10 |
| ตลาดโลก | 10 |
| ตลาดประเทศไทย | 12 |
| อุปสงค์ของไคโตแซนในประเทศไทย | 14 |
| ความเป็นไปได้ทางการตลาดของการใช้ไคโตแซนที่ผลิตในประเทศในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอาง | 15 |
| บทที่ 5 การวิเคราะห์ทางเทคนิค( Technical Analysis) | 17 |
| 1. วัตถุดิบ | 17 |
| 2. กระบวนการผลิตไคโตแซน | 20 |
| 3. กระบวนการผลิต ไคโตแซนที่ละลายน้ำได้[34] | 21 |
| 4. การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ | 21 |
| 5. ลักษณะของผลิตภัณฑ์ไคโตซาน | 21 |
| 6. ทำเลที่ตั้งโรงงาน | 22 |
| บทที่ 6 การวิเคราะห์ทางการเงิน (Financial analysis) | 23 |
| ผลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยสรุป | 25 |
| การลงทุน(ส่วนโรงงาน) | 26 |
| รวมเงินลงทุนในโครงการ | 27 |
| ประมาณการยอดขาย | 28 |
| ประมาณการต้นทุนการผลิต(ณ.ปีที่มีการผลิตเต็มที่) | 29 |
| ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร | 31 |
| ประมาณการต้นทุนการผลิต(ณ.ปีที่ใช้กำลังการผลิตเต็มที่) | 32 |
| ประมาณการต้นทุนผลิต 5 ปี | 33 |

**สารบัญ (ต่อ)**


งบกระแสเงินสด[CASHFLOWSTATMENT] 39
งบบัญชีกำไร-ขาดทุน[PROFIT&LOSSSTATMENT] 40
ประมาณการงบดุล[BALANCESHEET] 41
การวิเคราะห์การเงิน[FINANCIALANALYSIS] 42
การวิเคราะห์ความไวของการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน 43
บทที่ 8 สรุปและอภิปรายผลการศึกษา ( Conclusion and Discussion) 45
เอกสารอ้างอิง (Reference) 47

**สารบัญตาราง**


ตารางที่ 1 ปริมาณไคตินไคโตแซนที่ใช้ในตลาดโลก ปี 2000 12
ตารางที่ 2 ราคาไคตินและไคโตแซนที่ใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ในตลาดโลก ปี 2000 12
ตารางที่ 3 ราคาไคตินและไคโตแซนของประเทศไทย จำแนกตามชนิดวัตถุดิบ ขนาดและความบริสุทธิ์ 14
ตารางที่ 4 ปริมาณการผลิตสัตว์น้ำประเภท crustacean ของประเทศไทย 19
ตารางที่ 5 ราคาวัตถุดิบ อัตราผลผลิตและลักษณะโพลิเมอร์ที่ได้จากวัตถุดิบประเภทต่าง ๆ 20
ตารางที่ 6 Specificaltion of technical grade, food grade,cosmetic grade และ Pharmaceutical grade 23
ตารางที่ 7 ข้อสมมุติทางการเงินเกี่ยวกับกำลังการผลิตในปีต่าง ๆ และยอดขาย 25
ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความไวของความเป็นไปได้ทางการเงินในการผลิตไคโตแซนแอสพาร์เทตที่ระดับอัตราผลผลิตและราคาต่าง ๆ 45

# บทที่ 1

# บทนำ (introduction)

## ความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอางของประเทศไทยยังต้องพึงพาวัตถุดิบที่นำเข้าจากต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ต้นทุนสินค้าสูง ส่งผลให้เสียเปรียบในการแข่งขันทางการค้าทั้งตลาดในประเทศ และต่างประเทศ ซึ่งแนวโน้มนี้จะเลวร้ายลงหากมีการเปิดตลาดเสรีของอุตสาหกรรมทั้ง 2 ประเภทในอนาคต ดังนั้นเพื่อให้อุตสาหกรรมทั้ง 2 ประเภทของประเทศมีศักยภาพในการแข่งในตลาดได้จึงมีความจำเป็นที่ต้องพัฒนาวัตถุดิบที่ต้องใช้ในอุตสาหกรรมเหล่านี้ขึ้นภายในประเทศ

ไคโตแซนเป็นสารสังเคราะห์จากไคตินเป็นสารพอลิเมอร์ที่พบในธรรมชาติโดยมีแหล่งกำเนิดคือ เปลือกกุ้ง หอย ปู ปลา [1, 2] ในปัจจุบันไคโตแซนถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมยา [3-22]และอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง [23] ประเทศไทยมีอุตสาหกรรมอาหารทะเลขนาดใหญ่ ปริมาณ และมูลค่าอาหารทะเลกระป๋องและแปรรูปส่งออก จำแนกตามประเทศ พ.ศ. 2545 สูงถึง 86,493,576 พันบาท[24] โดยเฉพาะกุ้งสดแช่เย็นมีโรงงานผลิต 160 แห่ง [25] การส่งออกกุ้งสด แช่เย็น แช่แข็ง แปรรูป และต้มสุก ในปี 2545 มีมูลค่า 34,424,133 พันบาท [26] และปี 2546 เดือน ม.ค.-พ.ค. มีมูลค่า 606.69 ล้านเหรียญสหรัฐ เพิ่มขึ้นร้อยละ 9.63 เมื่อเทียบกับช่วงเวลาเดียวกันของปีก่อน [25] ดังนั้นเปลือกกุ้ง หอย ปู ปลาที่เคยเป็นของเสียจากอุตสาหกรรมนี้ที่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างมากมาย จึงกลับกลายเป็นแหล่งวัตถุดิบที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ ที่สามารถพัฒนามาใช้ประโยชน์ได้

แต่อย่างไรก็ดีมีงานวิจัยจำนวนมากเมื่อทำการวิจัยในขนาดเล็กแล้วคาดว่าจะสามารถพัฒนาสินค้าใหม่ๆ ให้กับสังคม หากในความเป็นจริงพบว่าไม่สามารถที่จะนำมาขยายขนาดเพื่อพัฒนาเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ได้ [27, 28] ดังนั้นในการวิจัยและพัฒนาที่ดีจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการในการนำไปสู่ภาคอุตสาหกรรม เพื่อให้ทราบถึงรูปแบบที่เหมาะสมในการขยายขนาดการผลิตที่ก่อประโยชน์สูงสุดแก่สังคม รวมถึงรูปแบบที่เหมาะสมในการถ่ายทอดเทคโนโลยีดังกล่าว

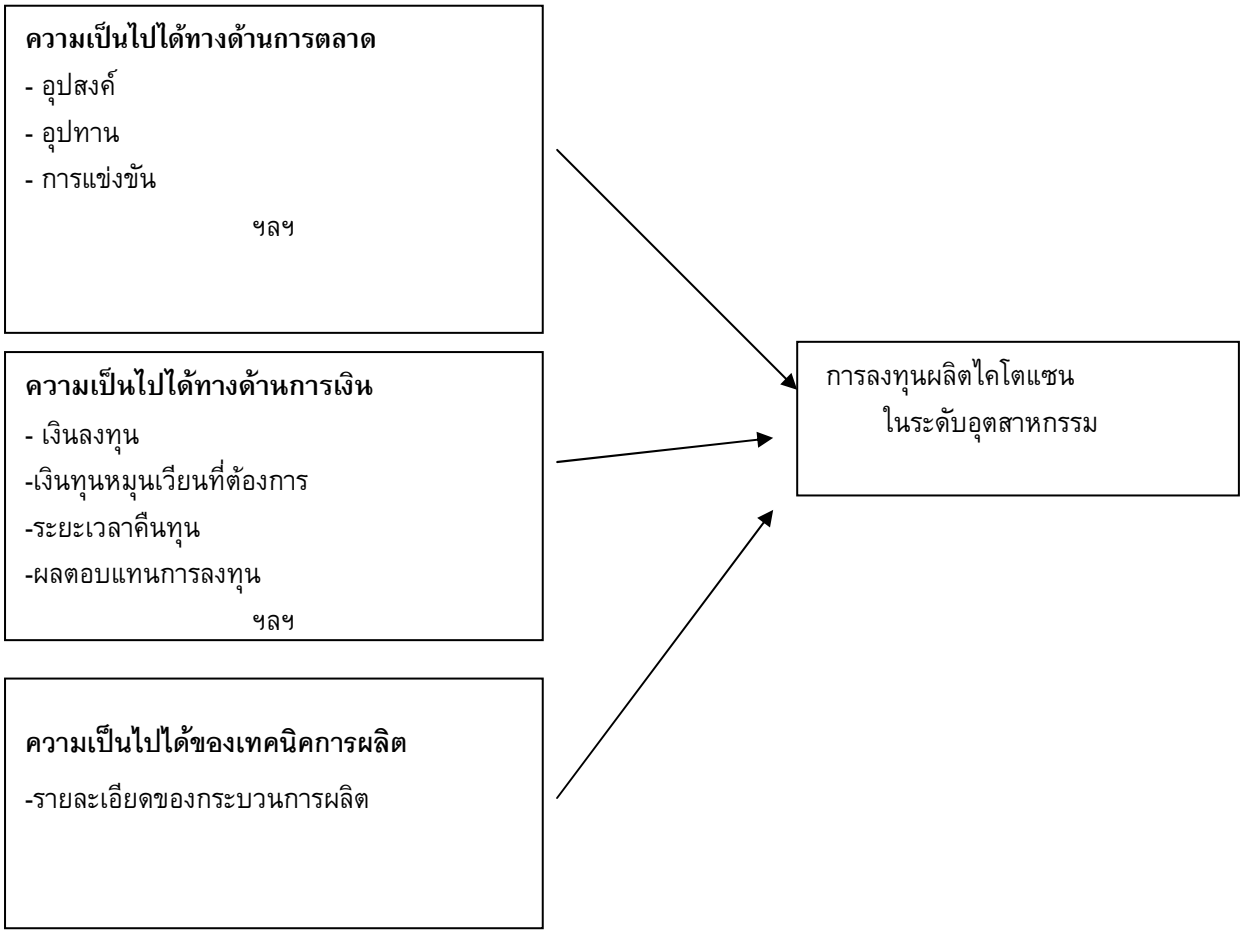
## วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการพัฒนาไคโตแซนจากวัตถุดิบภายในประเทศไทยมาใช้ในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอาง

## ผลสำเร็จของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

เป็นข้อมูลประกอบในการส่งเสริมการลงทุนในประเทศ และลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากของเสียของอุตสาหกรรมอาหารทะเล หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์คือหน่วยงานภาครัฐที่มีหน้าที่ในการส่งเสริมการลงทุนในประเทศ หน่วยงานระดับท้องถิ่นที่มีวัตถุดิบสำหรับการพัฒนา โรงงานอุตสาหกรรมผลิตไคโตแซนและโรงงานการผลิตยาและเครื่องสำอาง

**กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย**



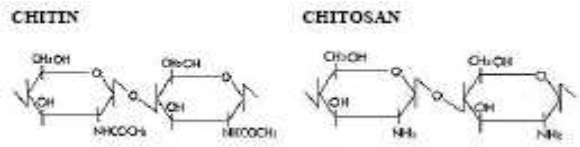
# บทที่ 2

# ทบทวนวรรณกรรม ( Literature Review)

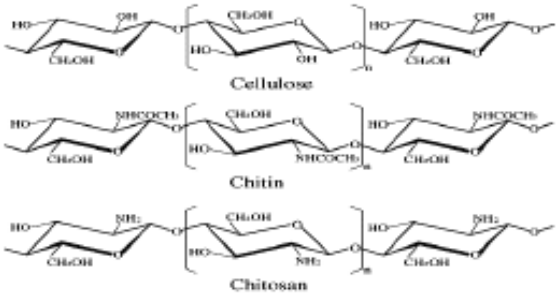
## ไคติน และไคโตแซน

ไคตินมาจาก "Chiton" ในภาษากรีก มีความหมายว่า เกราะหุ้ม เป็นโพลิเมอร์ชีวภาพที่มีมากเป็นอันดับสองรองจากเซลลูโลส โพลิเมอร์ทั้งสองนี้ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างป้องกันและสร้างความแข็งแรงให้แก่ผนังเซลล์ของสิ่งมีชีวิต โดยไคตินจะพบในโครงสร้างเปลือกนอกของสัตว์จำพวกกุ้ง ปู และแกนหมึก นอกจากนี้ยังพบในผนังเซลล์ของเห็ดรา และสาหร่ายบางสายพันธุ์ การค้นพบไคโตแซนครั้งแรกเกิดขึ้นในปี 1859 โดย Rougetได้ต้มไคตินในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น ทำให้เกิดการ deacetylation เกิดเป็นไคโตแซนขึ้น [29]

โครงสร้างของไคตินและไคโตแซนมีลักษณะที่คล้ายกัน แต่มีความแตกต่างกันที่ไคตินมีหมู่ acetyl group ($CH_3$-CO) ในโครงสร้าง แต่ไคโตแซนจะปราศจากหมู่ acetyl โครงสร้างในส่วนนั้นจะกลายเป็น Free amino group แทน โครงสร้างของไคตินและไคโตแซนแสดงได้ดังภาพที่ 1 และภาพที่ 2 แสดงการเรียงตัวเป็น Biopolymer ของไคตินและไคโตแซนเมื่อเปรียบเทียบกับ cellulose น้ำหนักโมเลกุลของไคตินเมื่อเรียงตัวเป็นโพลิเมอร์นั้นมีน้ำหนักมากกว่า 1 ล้าน Daltons ส่วนสำหรับไคโตแซนที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจะมีน้ำหนักโมเลกุลที่แตกต่างกันไปขึ้นกับระดับของการ deacetylization และแหล่งที่มา (sources) ของไคโตแซน น้ำหนักโมเลกุลของไคโตแซนจะอยู่ในช่วง 10,000 – 1,000,000 daltons



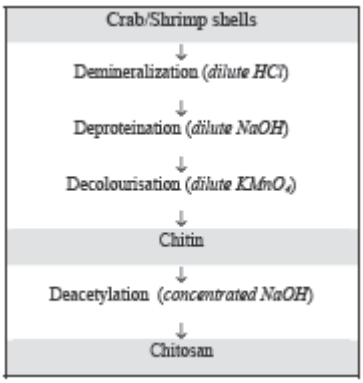

ภาพที่ 1 โครงสร้างของไคตินและไคโตแซน




ภาพที่ 2 โครงสร้างโพลิเมอร์ของเซลลูโลส ไคตินและไคโตแซน

การผลิตไคโตแซนในเชิงพาณิชย์ จะใช้เปลือกของสัตว์น้ำตระกูล Crustecean เช่น กุ้ง ปู รวมถึงกระดองปลาหมึกเป็นวัตถุดิบในการผลิต โดยแหล่งที่มาของเปลือกกุ้ง ปู หรือกระดองปลาหมึกจะมาจากของเสียจากอุตสาหกรรมสัตว์น้ำหรืออุตสาหกรรมอาหารทะเล [30]

กระบวนการผลิตไคตินและไคโตแซนจากเปลือกสัตว์น้ำ สามารถทำได้โดยกระบวนการต่อไปนี้




ภาพที่ 3 กระบวนการหลักในการผลิตไคตินและไคโตแซน

ผลผลิตของไคโตแซนที่ได้จะมีลักษณะเป็น flake, solution หรือ dry powder จะขึ้นกับกระบวนการผลิตที่ต่างกันในช่วงหลังจากการ deacetylation [2]

โดยปกติแล้วไคตินและไคโตแซนมีสมบัติคล้ายคลึงกัน แต่การนำไคตินไปใช้ประโยชน์มีน้อยมาก เนื่องจากข้อจำกัดในตัวมันเองคือ การที่ไคตินไม่สามารถละลายในตัวละลายต่างๆ ได้ เนื่องจากมีโครงสร้างเป็นผลึก แม้ว่าจะมีการทดลองหาระบบของตัวทำละลายที่เหมาะต่อการละลายได้แล้วก็ตาม แต่ตัวทำละลายเหล่านั้นก็ยังไม่สามารถนำมาใช้ในเชิงพาณิชย์ ดังนั้นความสนใจที่จะนำไคตินไปใช้ประโยชน์จึงมีน้อยมาก เมื่อเทียบกับไคโตแซนที่สามารถละลายได้ดีในตัวทำละลายที่เป็นกรดเจือจาง แต่ถึงอย่างไรก็ตาม การนำไคโตแซนไปใช้ในอุตสาหกรรมยาบางครั้งก็ยังมีข้อจำกัดเกี่ยวกับความเป็นกรดของตัวทำละลาย [31] จึงได้มีการพัฒนาไคโตแซนในรูปเกลือเพื่อทำให้เกิดการละลายได้ดีขึ้น

## ประโยชน์ของไคโตแซนในอุตสาหกรรม

ไคตินและไคโตซานเป็นสารที่มีลักษณะเป็นเอกลักษณ์โดดเด่นเฉพาะตัว คือเป็นสารธรรมชาติ เป็นวัสดุทางชีวภาพที่มีความเข้ากันได้ทางชีวภาพ อีกทั้งยังย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ ดังนั้นจึงปลอดภัยในการนำมาใช้กับมนุษย์และไม่เกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ไคโตซานยังสามารถขึ้นรูปได้หลายแบบ เช่น เจล เม็ด เส้นใย และคอลลอยด์ ไคโตซานมีหมู่อะมิโน (-NH2) และหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยาทางเคมี เพื่อเปลี่ยนให้เป็นสารอนุพันธ์ได้มากมาย ปัจจุบันได้มีการค้นคว้าวิจัยและนำไคตินและไคโตซานไปใช้ประโยชน์กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ [32-34]

- วัสดุทางการแพทย์ : วัสดุตกแต่งแผล ไหมเย็บแผล ตัวควบคุมการปลดปล่อยยา ผิวหนังเทียม
- เครื่องสำอาง : สารเติมแต่งในผลิตภัณฑ์ประเภทดูแลเส้นผมและผิวพรรณ
- อาหารและเครื่องดื่ม : สารเติมแต่งในอาหาร อาหารเสริมควบคุมน้ำหนัก การถนอมรักษาอาหาร บรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร
- การเกษตร : การเคลือบเมล็ดพันธุ์ ส่วนผสมในอาหารสัตว์ สารฆ่าแมลง สารฆ่าไส้เดือน สารฆ่า/ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา

- การบำบัดน้ำเสีย : การ recoveries ของโลหะ การบำบัดน้ำเสียในสระว่ายน้ำ ในโรงงานอุตสาหกรรม

## การประยุกต์ใช้ไคโตแซนในอุตสาหกรรมยา

การศึกษาถึงการประยุกต์ใช้ไคโตแซนในทางเภสัชกรรมพบว่าไคโตแซนสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้อย่างหลากหลายทั้งทางด้านการมีคุณสมบัติเป็นสารช่วย (excipients) หรือการนำส่งยา (Drug delivery system) ตัวอย่างเช่น [35]

- Diluent in direct compression of tablets
- Binder in wet granulation
- Disintegrant
- Wetting agent and improvement of dissolution of poorly soluble drug substance
- Slow-release of drugs from tablets and granules
- Drug carrier in microparticle systems
- Film controlling drug release
- Preparation of Hydrogels, agent for increase viscosity in solutions
- Bioadhesive polymer
- Site-specific drug delivery
- Absorption enhancer
- Biodegradable polymer
- Carrier in relation to vaccine delivery or gene therapy

การศึกษาการประยุกต์ใช้ของไคโตแซนในช่วงแรกจะเป็นการศึกษาถึงการประยุกต์ใช้ไคโตแซนสำหรับการเป็นสารช่วยในการผลิตยา (excipients) เช่น diluent, binder, disintegrant หรือ wetting agent แต่ในช่วงหลัง การศึกษาการประยุกต์ใช้ไคโตแซนในทางเภสัชกรรมจะมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาไคโตแซนเพื่อใช้ในการนำส่งยา (Drug delivery system) มากกว่าการใช้เป็นสารช่วยในการผลิตยา

## การประยุกต์ใช้ไคโตแซนในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง

คุณสมบัติของไคโตแซนในการเป็นสารประเภท non –toxic polyelectolyte ทำให้นำไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางได้เป็นอย่างดี เนื่องจากในโครงสร้างจะมีประจุบวกของหมู่แอมโมเนีย ($-NH_3^+$) ที่มีความไวต่อการจับกับผิวหนังหรือเส้นผมซึ่งมีประจุลบตามธรรมชาติ ไคโตแซนจะทำหน้าที่ก่อตัวเป็นฟิล์มบาง ๆ เคลือบผิวหนังและเส้นผม พร้อมกับดูดซับความชื้นและไขมันไว้ ส่งผลให้ผมและผิวพรรณมีความชุ่มชื้นและยืดหยุ่น นอกจากนั้นไคโตแซนยังมีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียอีกด้วย

การนำไคโตแซนไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางโดยตรง ยังคงมีข้อจำกัดในปัญหาเกี่ยวกับการละลาย เนื่องจากไคโตแซนสามารถละลายได้ในสารละลายกรดเจือจางบางชนิดเท่านั้น ดังนั้น การพัฒนาไคโตแซนเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางจะมุ่งเน้นไปที่การเพิ่มการละลายในน้ำหรือตัวทำละลายอื่น ๆ เช่น เอธานอล รวมถึงเพิ่มความเสถียรต่อความเป็นกรดด่างให้มากขึ้น

ในปัจจุบัน ไคโตแซนได้นำมาผลิตเครื่องสำอางหลากหลายชนิด เช่น ครีมและโลชั่นบำรุงผิว แชมพู ครีมนวดผม แป้งแต่งหน้า ยาทาเล็บ ยาสีฟัน และมอยเจอร์ไรเซอร์ เป็นต้น [33]

## การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ (Feasibility study) [36]

การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ (Feasibility study) เป็นสิ่งที่จะต้องให้ความสำคัญก่อนการตัดสินใจลงทุนในโครงการ เพื่อให้การตัดสินใจเป็นไปอย่างสมเหตุสมผล การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการอย่างมีระเบียบแบบแผนจะช่วยให้เกิดความแน่ใจว่าตลาดยังมีความต้องการ หรือสามารถพัฒนาตลาดขึ้นมาใหม่ และช่วยประเมินความพร้อมของสิ่งอำนวยความสะดวกที่จำเป็น เช่น สาธารณูปโภค และปัจจัยการผลิตต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นเครื่องจักร แรงงาน วัตถุดิบ และที่สำคัญคือ การประเมินรายรับและต้นทุนที่จะนำไปสู่การคาดคะเนกำไรหรือผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับว่าน่าสนใจต่อการลงทุนในโครงการดังกล่าวหรือไม่

การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการจะทำการศึกษาใน 3 ด้าน ดังนี้

1) การศึกษาด้านการตลาดหรืออุปสงค์

การวิเคราะห์และคาดคะเนอุปสงค์ จะเป็นเครื่องชี้ให้เห็นถึงตลาดที่รองรับผลิตภัณฑ์และขนาดของการผลิต หรือขนาดของโครงการ

2) การศึกษาด้านเทคนิค

การศึกษาด้านเทคนิคจะใช้พิจารณาความเป็นไปได้ในเรื่องการดำเนินงานเชิงเทคนิคของโครงการ เช่น การเลือกสถานที่ตั้ง ทำเล การออกแบบและวิศวกรรมของโครงการ วัตถุดิบที่ใช้และปัจจัยพื้นฐานในการผลิตต่าง ๆ รวมถึงประมาณการค่าใช้จ่ายของโครงการ

3) การศึกษาด้านการเงิน

การศึกษาทางการเงินจะวิเคราะห์ถึงการลงทุนและผลตอบแทน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในองค์กรเอกชนที่แสวงหากำไร เพราะเป็นการวิเคราะห์ที่มุ่งเน้นถึงผลตอบแทนทางด้านการเงินหรือความสามารในการทำกำไร หากเป็นโครงการที่ต้องกู้ยืมเงินมาลงทุน จำเป็นที่จะต้องมีการวิเคราะห์ถึงความสามารถในการชำระเงินต้นคืนและความสามารถในการชำระดอกเบี้ยด้วย

# บทที่ 3

# ระเบียบวิธีวิจัย ( Methodology )

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ และรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการผลิตไคโตแซนจากวัตถุดิบภายในประเทศเพื่อนำมาใช้ในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอาง การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการผลิตไคโตแซนจากวัตถุดิบในประเทศจะทำการวิเคราะห์ใน 3 ด้าน ได้แก่

- การวิเคราะห์ทางการตลาด ( Market analysis)
- การวิเคราะห์ด้านเทคนิค (Technical analysis)
- การวิเคราะห์ทางการเงิน (Financial analysis)

การวิเคราะห์ในแต่ละด้านจะมีระเบียบวิธีวิจัยที่แตกต่างกัน รายละเอียดของระเบียบวิธีวิจัยในแต่ละด้านแสดงได้ดังต่อไปนี้

## 3.1 การวิเคราะห์ทางการตลาด

วิธีวิจัยในการวิเคราะห์ทางการตลาดจะประกอบด้วย

- รวบรวมผลการสำรวจ (survey) ความต้องการในการใช้ไคโตแซนในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอางของประเทศไทย
- การสัมภาษณ์เชิงลึก(deep interview) ผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมอาหารทะเล อุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอาง และผู้ประกอบการที่มีศักยภาพ
- การรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น รายงานการวิจัย นิพนธ์ต้นฉบับจากวารสารวิชาการที่เกี่ยวข้อง รายงานสถิติจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา และกรมศุลกากร เพื่อศึกษาถึงข้อมูลพื้นฐานของอุตสาหกรรมอาหารทะเล อุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอาง รวมทั้งกฎ ระเบียบที่เกี่ยวข้อง

## 3.2 การวิเคราะห์ทางเทคนิค

การศึกษาความเป็นไปได้ในส่วนที่ 2 จะเป็นการวิเคราะห์ทางเทคนิค ซึ่งจะได้จากการรวบรวมข้อมูลในด้านต่างๆ ต่อไปนี้

- วัตถุดิบ
- กระบวนการผลิต
- ลักษณะของผลิตภัณฑ์
- การกำหนดขนาดโรงงานและตารางการผลิต
- ทำเลสถานที่ตั้งโรงงาน

แหล่งข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ทางเทคนิคได้จากข้อมูลการวิจัยของโครงการ ต่างๆดังนี้

โครงการที่ 1 การเตรียมอนุพันธ์ของไคโตแซนและลักษณะทางเคมีฟิสิกส์

โครงการที่ 2 การศึกษาความเป็นพิษของอนุพันธ์ไคโตแซนในเซลล์

โครงการที่ 3 การประยุกต์ใช้อนุพันธ์ของไคโตแซนเพื่อเป็นสารช่วยในยาเม็ด

โครงการที่4 การประยุกต์ใช้อนุพันธ์ไคโตแซนเพื่อเตรียมยาเม็ดออกฤทธิ์นานชนิดมาทริกซ์

โครงการที่ 5 การพัฒนาอนุพันธ์ไคโตแซนในระบบนำส่งยารูปแบบนาโนพาร์ทิเคิล

โครงการที่ 6 การประยุกต์ใช้อนุพันธ์ไคโตแซนในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางทางผิวหนัง

โครงการที่ 7 การพัฒนาตัวพาระบบนำส่งยีนชนิดใหม่โดยใช้อนุพันธ์ของไคโตแซน

โครงการที่ 8 การพัฒนาการนำส่งโปรตีนที่เตรียมจากอนุพันธ์ไคโตแซนนาโนพาร์ทิเคิลในรูปแบบรับประทาน

โครงการที่ 9 ผลของรูปเกลือของไคโตแซนต่อการซึมผ่านเซลล์เยื่อบุผิว

นอกจากนั้น ยังใช้ข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการผลิต และการสัมภาษณ์เชิงลึก (deep interview) ผู้ประกอบการผลิตไคโตแซนในประเทศไทย

### 3.3 การวิเคราะห์ด้านการเงิน

การศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงินจะเป็นการประมาณการงบดุลและงบกำไรขาดทุนล่วงหน้า และงบกระแสเงินสดสุทธิรายปี และประมาณการจุดคุ้มทุนและอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน โดยจะใช้ข้อมูลจากส่วนที่ 1 การวิเคราะห์การตลาดในการพยากรณ์ยอดขาย และการวิเคราะห์ด้านเทคนิคในส่วนของการประมาณการเงินลงทุน โดยในการวิเคราะห์ทางการเงินดังกล่าวจะวิเคราะห์ภายใต้ข้อสมมุติทางการเงินที่กำหนด เช่น อัตราส่วนเงินลงทุนจากแหล่งเงินต่าง ๆ อัตราภาษี รวมถึงสมมุติฐานเกี่ยวกับยอดขาย และกำลังการผลิตสูงสุด

## ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. การสำรวจแหล่งวัตถุดิบในการสังเคราะห์ไคโตแซน
2. สำรวจตลาดของไคโตแซนในประเทศไทย
3. ศึกษากระบวนการ/ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยของโครงการ 1-9
4. วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการพัฒนาไคโตแซนจากวัตถุดิบภายในประเทศไทยมาใช้ในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอาง ทางด้านตลาด ด้านเทคนิคและด้านการเงิน
5. สรุปความเป็นไปได้ของโครงการ โดยการทบทวนว่าตลาดมีอยู่จริงหรือสามารถพัฒนาขึ้นมาได้ เทคโนโลยีที่มีอยู่สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้ และผลตอบแทนเป็นที่น่าพอใจของนักลงทุน

## ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาไคโตแซนจากวัตถุดิบภายในประเทศไทยมาใช้ในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอางครั้งนี้ เป็นการศึกษาภายใต้เทคนิค(กระบวนการ)ที่เป็นผลลัพธ์จากการวิจัยของชุดโครงการที่ 1-9 ของชุดโครงการการเตรียมและประยุกต์ที่ใช้อนุพันธ์ไคโตแซนในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอางโดยใช้วัตถุดิบจากแหล่งผลิตของประเทศไทย

# บทที่ 4

## การวิเคราะห์ตลาด (Market analysis)

การวิเคราะห์ตลาดสำหรับผลิตภัณฑ์ไคโตแซนในอุตสาหกรรมการผลิตยาและเครื่องสำอาง จะแบ่งเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย

- การวิเคราะห์ด้านอุปทาน ได้แก่ การวิเคราะห์อุตสาหกรรมการผลิตไคโตแซนในตลาดโลกและประเทศไทย
- การวิเคราะห์ด้านอุปสงค์ ได้แก่ การวิเคราะห์สถานการณ์ปัจจุบันของการใช้ไคโตแซนในอุตสาหกรรมการเกษตร อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง และอุตสาหกรรมยาในประเทศไทย และแนวโน้มของตลาดในประเทศไทย

### อุตสาหกรรมการผลิตไคโตแซนในตลาดโลกและประเทศไทย

### ตลาดโลก

Sandford et al [37] ได้ทำการศึกษาตลาดของไคตินและไคโตแซนในตลาดโลก พบว่ามูลค่าตลาดในปี 2002 สำหรับไคตินมีมูลค่า 50 ล้านดอลลาร์สหรัฐ และตลาดไคโตแซนมีมูลค่า 67 ล้านดอลลาร์สหรัฐ ปริมาณของไคตินในตลาดประมาณ 10,000 ตันและไคโตแซนในตลาดโลกมีปริมาณ 6,667 ตัน ราคาของไคตินอยู่ที่ 5,000 ดอลลาร์สหรัฐต่อตัน และราคาไคโตแซนในตลาดโลกเท่ากับ 10,000 ดอลลาร์สหรัฐต่อตัน [38]

ผู้ผลิตไคโตแซนรายใหญ่ที่สุดคือ ประเทศญี่ปุ่น แต่ในปัจจุบัน ประเทศในแถบเอเชีย เช่น จีน เริ่มเป็นคู่แข่งที่สำคัญของญี่ปุ่น

การผลิตไคโตแซนในแถบประเทศยุโรปมีการผลิตไม่มากเท่าประเทศแถบเอเชียหรือสหรัฐอเมริกา แต่ผู้ผลิตในยุโรปจะเน้นไปที่ high grade chitosan สำหรับการใช้ทางด้านเภสัชกรรม โดยใช้แหล่งวัตถุดิบจากเชื้อรามากกว่าสัตว์น้ำ [39] แต่การผลิตไคโตแซนโดยใช้วัตถุดิบเป็นเชื้อราค่อนข้างให้ผลผลิตที่น้อยและมีต้นทุนที่สูงมาก [34, 37]

การแข่งขันในตลาดไคโตแซน จะมี key success factor อยู่ที่ ราคา, availability, ความมีชื่อเสียงของผู้ผลิต คุณภาพของสินค้าและความบริสุทธิ์ของผลิตภัณฑ์ สำหรับผู้ซื้อไคโตแซนที่จะนำมาใช้ในอุตสาหกรรมทางด้านการแพทย์หรืออาหารเสริมจะคำนึงถึงคุณภาพและความบริสุทธิ์เป็นสำคัญ แต่พบว่าในปัจจุบันยังไม่มีเกณฑ์มาตรฐานสากลในการกำหนด specification หรือคุณภาพของไคโตแซน ทำให้ผู้ซื้อ

มักจะใช้ปัจจัยเรื่องราคา และความมีชื่อเสียงรวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ผลิตกับผู้ขายเป็นปัจจัยสำคัญในการตัดสินใจเลือกซื้อไคโตแซน [37]

Sandford ได้ศึกษาถึงการนำไคตินไคโตแซนไปใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ จำแนกตามทวีป พบว่าจำนวนไคตินไคโตแซนที่ใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ทั้งสิ้น 2,073 ตัน และใช้มากที่สุดในอุตสาหกรรมอาหารเสริม โดยใน sector อาหารเสริม ประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นผู้ใช้รายใหญ่ที่สุด ดังแสดงได้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณไคตินไคโตแซนที่ใช้ในตลาดโลก ปี 2000 [33]

| ประเภทตลาด | อเมริกาเหนือ | ยุโรป | เอเชีย | อื่นๆ | รวมทั้งสิ้น |
|---|---|---|---|---|---|
| อาหารเสริม | 500 | 125 | 250 | 125 | **1,000** |
| สารตกตะกอนในน้ำเสีย | 125 | 25 | 200 | 50 | **400** |
| การถนอมอาหาร | 0 | 0 | 125 | 25 | **150** |
| chito-oligosaccharide | 0 | 0 | 150 | 0 | **150** |
| การเกษตร | 25 | 0 | 75 | 25 | **125** |
| เครื่องสำอาง | 25 | 25 | 50 | 0 | **100** |
| สิ่งทอ (อนามัย) | 0 | 0 | 50 | 0 | **50** |
| เยื่อและกระดาษ | 25 | 0 | 25 | 0 | **50** |
| อาหารสัตว์ | 10 | 0 | 25 | 10 | **45** |
| สิ่งประดิษฐ์เพื่อใช้ทางการแพทย์ | 1 | 1 | 1 | 0 | **3** |
| **รวมทั้งสิ้น (ตัน)** | **711** | **176** | **951** | **235** | **2073** |

ราคาตลาดโลกของไคตินไคโตแซน ในปี 2000 แสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ราคาไคตินและไคโตแซนที่ใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ในตลาดโลก ปี 2000 [33]

| ผลิตภัณฑ์ | ราคา (ดอลลาร์สหรัฐ ต่อกิโลกรัม) |
|---|---|
| ไคติน | 4.0-7.7 |
| ไคโตแซน สำหรับการบำบัดน้ำเสีย | 10-15 |
| ไคโตแซน สำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ | 15-20 |
| ไคโตแซน สำหรับอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง | 20-40 |
| ไคโตแซน สำหรับอุตสาหกรรมยา | 30-110 |

**ตลาดสหรัฐอเมริกา [37]**

Global Business Report ได้ประมาณการตลาดไคตินและไคโตแซนของสหรัฐอเมริกาในปี 1999 ไว้ที่ 5,406 ตัน โดยมีราคาเฉลี่ยที่ตันละ 15,000 ดอลล่าร์สหรัฐ คิดเป็นมูลค่าตลาดเท่ากับ 81 ล้านดอลลาร์สหรัฐ

จากรายงาน"Industrial Products & Processes from the Sea" ของ BCC ในปี 2003 พบว่าผู้ผลิตในสหรัฐอเมริกาไม่สามารถตอบสนองความต้องการของสหรัฐอเมริกาได้ทั้งหมด ดังนั้น จึงมีผู้ผลิตจากประเทศทางเอเชียเข้ามาแข่งขันในตลาดสหรัฐมากขึ้นโดยเน้นการแข่งขันด้านราคา แต่มักพบว่าผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตจากประเทศในแถบเอเชียมีปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพที่ไม่สม่ำเสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ผลิตที่เป็น low-cost producer

ราคาไคโตแซนในประเทศสหรัฐอเมริกา สำหรับการใช้เพื่อบำบัดน้ำเสียอยู่ที่ 22,000 ดอลลาร์สหรัฐต่อตัน ส่วนราคาไคโตแซนในอุตสาหกรรมการแพทย์จะมีราคาสูงมากถึง 40 ดอลลาร์สหรัฐต่อไคโตแซนเกรด highly refined 1 กรัม ส่วนราคาไคโตแซนในระดับ cosmetic grade จะมีราคาอยู่ในช่วงระหว่างเกรดบำบัดน้ำเสียกับเกรดทางการแพทย์

## ตลาดประเทศไทย [40]

จากการรวบรวมข้อมูลโดยสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ประกอบการในระดับ SME และระดับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ พบว่าในประเทศไทยมีโรงงานผลิตไคติน ไคโตแซนประมาณ 27 โรงงาน ตั้งอยู่ในจังหวัดแถบชายฝั่งทะเล เช่น สมุทรสาคร สุราษฎร์ธานี ชุมพร ระนอง และมี 1 บริษัทที่จังหวัดสุพรรณบุรี

ส่วนใหญ่เป็นจะส่งผลิตภัณฑ์จำหน่ายต่างประเทศ ผลิตภัณฑ์ที่ส่งออกจะเข้าสู่อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง ในประเทศไทยมีเพียง 3 บริษัทเท่านั้นที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์ในประเทศ ผลิตภัณฑ์ไคโตแซนที่จำหน่ายในประเทศไทยสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มหลัก ได้แก่

- ไคโตแซนที่ผลิตเพื่อใช้ในการเกษตร เช่น เร่งการเจริญเติบโตสำหรับกุ้ง ไก่ กำจัดแมลง หนอน เพลี้ย เชื้อราต่าง ๆ และเร่งการเจริญเติบโตของพืชทั้งพืชไร่ พืชสวน และนาข้าว
- ผลิตภัณฑ์ที่เป็นหัวเชื้อผสมอาหารเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นของอาหารประเภทลูกชิ้นและขนม ทำให้อาหารกรอบ เหนียวนุ่ม และเป็นสารกันบูด
- ผลิตภัณฑ์ลดน้ำหนัก โดยไคโตแซนมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร ที่มีวัตถุประสงค์ในการดักจับไขมันในอาหารที่รับประทานเข้าไป

สำหรับราคาไคตินที่จำหน่ายในประเทศจะอยู่ที่ 200-320.-บาทต่อกิโลกรัม ผลิตภัณฑ์ไคโตแซนในตลาด จะมีหลาย grade ซึ่งราคาจะต่างกันออกไป ถ้าเป็น Food Grade ราคาจะอยู่ที่ประมาณ 1,200.- บาทต่อกิโลกรัม แต่ถ้าเป็น Pharmaceutical Grade ราคาประมาณ 30,000.- บาทต่อกิโลกรัมขึ้นไป ราคาของไคโตแซนจะขึ้นกับชนิดของวัตถุดิบ ขนาดและความบริสุทธิ์ของไคโตแซน ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ราคาไคตินและไคโตแซนของประเทศไทย จำแนกตามชนิดวัตถุดิบ ขนาดและความบริสุทธิ์

| รายการ | ราคา | | หน่วย | Packing |
|---|---|---|---|---|
| | บาท | US$ | | |
| Chitin from Shrimp | 220 | 5 | kg | 12 |
| Chitin from crab | 220 | 5 | kg | 12 |
| Chitin from Squid | | | | |
| Chitosan ( polymer ) from shrimp –flake | 700 | 16 | kg | 5 |
| Chitosan ( polymer ) from crab –flake | 700 | 16 | kg | 5 |
| Chitosan ( polymer ) from squid- flake | 900 | 20.45 | kg | 10 |
| Chitosan ( polymer ) from shrimp –powder 60 mesh | 1,500 | 34 | kg | 1 |
| Chitosan ( polymer ) from shrimp –powder 100 mesh | 1,750 | 40 | kg | 1 |
| Chitosan ( polymer ) from scrab –powder 100 mesh | 1,750 | 40 | kg | 1 |
| Chitosan ( polymer ) from squid –powder 100 mesh | 2,000 | 45.45 | kg | 1 |
| Chitosan ( oligomer ) from shrimp –flake | 700 | 16 | kg | 5 |
| Chitosan (oligomer ) from crab –flake | 700 | 16 | kg | 5 |
| Chitosan (oligomer ) from squid- flake | 900 | 20.45 | kg | 10 |
| Chitosan (oligomer ) from crab –powder 60 mesh | 750 | 17 | kg | 2 |
| Chitosan (oligomer ) from shrimp –powder 80 mesh | 850 | 19.30 | kg | 2 |
| Dried Crab Shell 5-10 cm | 12 | 0.27 | kg | 25 |

Source : บริษัท Aqua Premier จำกัด [41]

ศูนย์ชีวภาพไคติน-ไคโตแซน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้ศึกษากำลังการผลิตไคตินของบริษัทผู้ผลิตในประเทศไทย (เฉพาะข้อมูลจาก 8 บริษัทที่ขอรับการวิเคราะห์ที่ศูนย์ฯ) มีค่าตั้งแต่ 3-240 ตันต่อปี และกำลังการผลิตไคโตซาน อยู่ในช่วง 2.4-12 ตันต่อปี [38]

## อุปสงค์ของไคโตแซนในประเทศไทย

การศึกษาอุปสงค์ของไคโตแซนในประเทศไทย จะได้จากการศึกษา 2 เรื่อง ได้แก่การศึกษาสถานภาพการใช้ไคตินไคโตแซนในอุตสาหกรรมภายในประเทศ [38] และการศึกษาการใช้ไคโตแซนในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอาง [31]

วิธีการศึกษาและผลการศึกษาสามารถสรุปได้ ดังนี้

1. **<u>การศึกษาสถานภาพการใช้ไคตินไคโตแซนในอุตสาหกรรมภายในประเทศ</u>** [38] โดยศูนย์ชีวภาพไคติน-ไคโตแซน ซึ่งกำหนดกรอบสำรวจเป็นผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง การเกษตรและอาหารสัตว์จำนวน 181 โรงงาน

ผลการศึกษาพบว่าจากโรงงานผู้ผลิตจำนวน110 โรงงานพบว่ามีการใช้ไคตินไคโตแซนทั้งสิ้น 19 โรงงาน คิดเป็น 17.2% โดยเป็นโรงงานผลิตเครื่องสำอาง 13 โรงงาน ผลิตภัณฑ์การเกษตรเพื่อการเพาะปลูก 3 โรงงานและผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์ 3 โรงงาน

สำหรับอุตสาหกรรมเครื่องสำอางที่ทำการสำรวจ พบว่ามีปริมาณการใช้ไคโตแซนอยู่ในช่วง 90-300 กิโลกรัมต่อปี ส่วนใหญ่จะนำเข้าจากต่างประเทศ และคาดการณ์แนวโน้มการใช้สารไคโตแซนเพิ่มขึ้นในระยะ 5 ปี 23 % แนวโน้มการใช้คงที่ 23% และแนวโน้มที่ลดลง 15% ไคโตแซนที่ใช้ในโรงงานดังกล่าว มีทั้งในรูปไคโตแซน , อนุพันธุ์ของไคโตแซนและ chitosan complax ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปผง และมีบางโรงงานที่ใช้ในรูปสารละลาย Specification ของไคโตแซนที่ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางของประเทศไทย คือ ค่า%DD อยู่ในช่วง 85-95% ปริมาณเถ้าไม่เกิน 1% ปัญหาที่พบในการใช้ไคโตแซนคือ ราคาที่สูงมากและปัญหาเกี่ยวกับการละลายของไคโตแซน ผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้สารไคโตแซนได้แก่ สบู่ ครีมบำรุงผิว แป้งผัดหน้า Roll on ดับกลิ่น ผลิตภัณฑ์บำรุงผม อาหารเสริม และยาสีฟัน นอกจากนั้นยังมีการใช้ไคโตแซนในอุตสาหกรรมการเกษตรโดยอุตสาหกรรมการเพาะปลูกจะใช้ไคโตแซนในรูปผลิตภัณฑ์สารละลายสำหรับฉีดพ่นเพื่อสร้างภูมิคุ้มกันโรคและแมลง ใช้เคลือบเมล็ดพันธุ์ เร่งการเจริญเติบโตและยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตทางการเกษตร ปริมาณการใช้ 10,000 ลิตรต่อปี (สารละลายความเข้มข้นประมาณ 1-2%) และมีแนวโน้มที่จะใช้เพิ่มขึ้นในอนาคต Specification ของไคโตแซนที่ใช้ คือ ค่า%DD อยู่ไม่ต่ำกว่า 90 % ปริมาณเถ้าไม่เกิน 1% และความชื้น 8-9% ปัญหาที่พบในการใช้ไคโตแซนจะเป็นปัญหาด้านการตลาด กล่าวคือ ลูกค้าขาดความรู้และความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์ การทำตลาดจะต้องให้ลูกค้าทดลองใช้ แต่พบว่าการทดลองส่วนใหญ่ต้องใช้เวลานานถึง 1-2 ปีจึงจะเห็นผล ทำให้ตลาดเติบโตได้ช้า

อุตสาหกรรมการเกษตรเกี่ยวกับการผลิตอาหารสัตว์ก็มีการใช้ไคตินไคโตแซนในปริมาณ 1,000-2,400 กิโลกรัมต่อปี โดยมีการใช้ทั้งไคโตแซนในรูปผงและรูปสารละลาย ในการผลิตอาหารสัตว์จะใช้ไคโตแซนเพื่อกระตุ้นภูมิคุ้มกัน กระตุ้นการเจริญเติบโตปละป้องกันจุลชีพ โดยใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารและพรีมิกซ์สำหรับสัตว์บกและสัตว์น้ำ ผลิตภัณฑ์ยาฆ่าเชื้อและอาหารเสริมสำหรับสัตว์

ปัญหาที่พบในการใช้ไคโตแซนคือ ราคาแพงและปัญหาเรื่องกลิ่นของกรดอนินทรีย์ที่ใช้ในการละลายไคโตแซน

2. **<u>การศึกษาการใช้ไคโตแซนในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอาง</u>** โดยระพีพรรณ ฉลองสุขและคณะ [31]

การศึกษานี้กำหนดกรอบตัวอย่างในการสำรวจการใช้ไคโตแซนในผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอางจำนวน 225 โรงงาน ได้รับความร่วมมือให้สัมภาษณ์ 105 โรงงาน ประกอบด้วยโรงงานผลิตยาแผนปัจจุบัน 76 โรงงาน และ โรงงานผลิตเครื่องสำอาง 29 โรงงาน ร้อยละ 71.8 เป็นบริษัทขนาดเล็ก มีทุนจดทะเบียนต่ำกว่า 50 ล้านบาท บริษัทขนาดกลางทุนจะทะเบียนตั้งแต่ 50-200 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 17.7 และบริษัททุนจดทะเบียนมากกว่า 200 ล้านบาท คิดเป็น ร้อยละ 10.4

ผลการศึกษาพบว่าผู้ประกอบการร้อยละ 93 รู้จักไคโตแซน ประโยชน์ของไคโตแซนที่เป็นที่รับรู้มากที่สุด คือ การลดความอ้วน การลดคอเลสเตอรอล การเป็นสารช่วยในการนำส่งยา และการใช้ในการเกษตร (ร้อยละ 50, 25 ,20 และ 17 ตามลำดับ) แต่เมื่อสำรวจถึงการใช้สารไคโตแซนในการผลิตยาและเครื่องสำอางในปัจจุบัน พบว่ามีเพียง 18 โรงงานหรือร้อยละ 17 ของโรงงานที่ทำการสำรวจมีการใช้ไคโตแซนในการผลิต หากจำแนกตามประเภทอุตสาหกรรมพบว่าอุตสาหกรรมยามีการใช้ไคโตแซนร้อยละ 8 ส่วนอุตสาหกรรมเครื่องสำอางมีการใช้ไคโตแซนร้อยละ 41.4

โรงงานที่ใช้ไคโตแซนในปัจจุบัน ประกอบด้วยโรงงานผลิตยา 6 โรงงาน ผลิตภัณฑ์ที่มีไคโตแซนเป็นส่วนประกอบของโรงงานผลิตยาส่วนใหญ่ คือผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพื่อลดน้ำหนัก ส่วนโรงงานอื่นมีผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันไป ได้แก่ แผ่นห้ามเลือด สบู่และน้ำตาเทียม สำหรับโรงงานผลิตเครื่องสำอางมี 12 โรงงาน ส่วนใหญ่ใช้ไคโตแซนเป็นส่วนประกอบของ skin care ประเภท moisturizing cream และ moisturizing lotion นอกจากนั้นมีการใช้ไคโตแซนในผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร ผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผม และผลิตภัณฑ์เจลลดไขมัน ส่วนโรงงานที่ยังไม่เคยมีการใช้ไคโตแซนเลยให้เหตุผลว่า ผลิตภัณฑ์ของโรงงานนั้นไม่จำเป็นต้องใช้ (ร้อยละ 22) และไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับไคโตแซน (ร้อยละ 20)

สำหรับตลาดในอนาคตของไคโตแซนนั้น พบว่าตลาดของผู้ซื้อไคโตแซนทั้งตลาดยาและตลาดเครื่องสำอางต่างเป็นตลาดที่กำลังเติบโต ดังนั้นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไคโตแซนควรมุ่งเน้นไปที่กลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องสำอางเป็นกลุ่มหลักที่ใช้ไคโตแซนในระดับ cosemetics grade และการส่งเสริมการใช้ไคโตแซนในอุตสาหกรรมยาควรจะเน้นไปที่บทบาทการเป็นสารช่วยในตำรับยาที่ช่วยพัฒนาคุณภาพของยาในการแตกตัวหรือเพิ่มความคงสภาพของยา โดยอาจใช้เป็น diluent, binder หรือ disintegrator มากกว่าการใช้เพื่อควบคุมการปลดปล่อยยา การนำไคโตแซนมาใช้ทดแทน diluent ที่กำลังมีปัญหาเกี่ยวกับราคาที่สูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เช่น Lactose ที่มีปริมาณการใช้ต่อปีโดยเฉลี่ย 20 ตันต่อปีสำหรับโรงงานที่มีการผลิตยาเม็ดอาจเป็นแนวทางหนึ่งที่จะเป็นตลาดใหญ่ของไคโตแซนได้ แต่จะต้องคำนึงถึงเรื่องราคาของไคโตแซนที่ผลิตในประเทศให้ไม่เกิน 230 บาทต่อกิโลกรัมจึงจะสามารถนำมาทดแทน diluent ดังกล่าวได้ นอกจากนั้น การนำไคโตแซนมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารก็อาจจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งและอุตสาหกรรมยามีความพร้อมทางด้านเทคโนโลยีในการทำเภสัชภัณฑ์อยู่แล้ว

## ความเป็นไปได้ทางการตลาดของการใช้ไคโตแซนที่ผลิตในประเทศในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอาง

จากการศึกษาของระพีพรรณ และคณะ จะเห็นว่า ความเป็นไปได้ทางการตลาดของไคโตแซนมีความเป็นได้ได้สูงในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง เนื่องจากมีการใช้ไคโตแซนในปัจจุบันถึง 40% จากโรงงานที่ทำการสำรวจ ส่วนอุตสาหกรรมยา มีความเป็นไปได้ทางการตลาดเฉพาะการนำไคโตแซนมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเท่านั้น การนำไคโตแซนมาเป็นสารช่วยหรือ excipient ได้รับการยอมรับน้อยกว่าและเป็นที่รู้จักน้อยกว่า รวมถึงราคาขายที่แพงกว่า excipient ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันอยู่ค่อนข้างมาก

จากข้อมูลทางด้านการตลาดของการศึกษาทั้ง 2 การศึกษา สามารถนำมาประมาณการความต้องการใช้ไคโตแซนในอุตสาหกรรม ได้ดังนี้

- แต่ละโรงงานมีความต้องการต่อปี 90-300 กิโลกรัมต่อปี เฉลี่ยเท่ากับประมาณ 200 กิโลกรัม
- โรงงานเครื่องสำอางมีการใช้ 40% จากโรงงานทั้งหมด = .40 x 65 = 26 โรงงาน
- โรงงานยามีการใช้ 8% จากโรงงานทั้งหมด = .08 x 165 = 13 โรงงาน

ดังนั้น ประมาณการความต้องการใช้ไคโตแซนในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอางในปัจจุบัน จะมีปริมาณ 7,800 กิโลกรัมต่อปี

และจากการศึกษาด้านการตลาด พบว่าการใช้ไคโตแซนในรูปแบบที่ละลายน้ำไม่ได้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการละลายในตำรับที่ต้องใช้กรดเป็นตัวทำละลาย คณะวิจัยของโครงการย่อยได้ทำการพัฒนาไคโตแซนที่สามารถละลายน้ำได้ โดยเป็นไคโตแซนในรูปอนุพันธ์ของเกลือต่าง ๆ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การผลิตไคโตแซนในรูปแบบที่ละลายน้ำได้เป็นหลักเพื่อให้ตอบสนองความต้องการของอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง

ส่วนการประมาณการด้านอุปสงค์ของไคโตแซนที่ละลายน้ำได้ จะประมาณการจากอุตสาหกรรมเครื่องสำอางเป็นหลัก เนื่องจากอุตสาหกรรมยาส่วนใหญ่จะใช้ไคโตแซนรูปแบบเดิมในการผลิตผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร มากกว่าการนำมาใช้ในการผลิตยาออกฤทธิ์เนิ่นหรือยาที่ควบคุมการปลดปล่อย

การประยุกต์ใช้ไคโตแซนในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง พบว่าจะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวาง ทั้งในเครื่องสำอางประเภทเสริมความงาม ประเภทบำรุงรักษาผิว และเครื่องสำอางสำหรับผม เล็บ ยาสีฟัน และจากการที่ไคโตแซนในรูปแบบที่ละลายน้ำได้ จะลดข้อจำกัดของการละลายในน้ำหรือการต้องเติมกรดลงในสูตรตำรับ ทำให้อุปสงค์ของไคโตแซนที่ละลายน้ำเพิ่มขึ้นจากอุปสงค์เดิมในรูปแบบไคโตแซนธรรมดา ในการศึกษาครั้งนี้ประมาณการอุปสงค์ไคโตแซนละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นอีก 1 เท่าตัวในแต่ละโรงงาน และโรงงาน 70% จะมีการใช้ไคโตแซนรูปแบบที่ละลายน้ำได้

ดังนั้น ตลาดในประเทศของไคโตแซนในรูปแบบละลายน้ำได้จะเท่ากับ 18,200 กิโลกรัมต่อปี

# บทที่ 5

# การวิเคราะห์ทางเทคนิค

# (Technical Analysis)

การวิเคราะห์ทางเทคนิคจะศึกษาที่ความเป็นไปได้ทางเทคนิคการผลิตและเป็นพื้นฐานของการคาดคะเนต้นทุนของโครงการด้วย การวิเคราะห์ทางเทคนิคประกอบด้วยการพิจารณาในด้านต่างๆ ต่อไปนี้

- วัตถุดิบ
- กระบวนการผลิต
- ลักษณะของผลิตภัณฑ์
- การกำหนดขนาดโรงงานและตารางการผลิต
- ทำเลสถานที่ตั้งโรงงาน

โดยรายละเอียดของการวิเคราะห์ มีดังนี้

## 1. วัตถุดิบ

วัตถุดิบหลักในการผลิตไคโตแซนจะได้มาจากอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ ได้แก่ กุ้ง ปูและปลาหมึก ในการวิเคราะห์ความเป็นไปได้เชิงเทคนิค จะต้องพิจารณาถึงความสามารถในการจัดหาวัตถุดิบให้พอเพียงด้วย ดังนั้นในส่วนนี้จะทำการศึกษาถึงอุตสาหกรรมสัตว์น้ำและเศษของเหลือจากอุตสาหกรรมดังกล่าว

### 1.1. อุตสาหกรรมสัตว์น้ำ

ประเทศไทยถือเป็นประเทศที่มีศักยภาพในการผลิตสัตว์น้ำเพื่อเป็นอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งสัตว์น้ำตระกูล Crustaceans เช่น กุ้งกุลาดำ กุ้งขาว [42, 43] ปูชนิดต่างๆ ซึ่งเปลือกแข็งของสัตว์เหล่านี้สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไคโตซานได้ [44]

จากข้อมูลของ FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nation ) ได้รายงานสถิติการผลิตสัตว์น้ำประเภท Crustaceans ของประเทศไทย ตั้งแต่ปี 1994 – 2004 [45] แสดงได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณการผลิตสัตว์น้ำประเภท crustacean ของประเทศไทย

| ปี | ปริมาณ สัตว์น้ำที่มีเปลือก (ตัน) | มูลค่า (US$) |
|---|---|---|
| 1994 | 275,673 | 1,657,755 |
| 1995 | 268,550 | 1,628,238 |
| 1996 | 248,471 | 1,626,056 |
| 1997 | 235,531 | 1,625916 |
| 1998 | 257,514 | 1,439,737 |
| 1999 | 284,047 | 1,803,407 |
| 2000 | 319,788 | 2,231,269 |
| 2001 | 293,322 | 1,501,877 |
| 2002 | 280,327 | 1,274,375 |
| 2003 | 358,886 | 1,121,000 |
| 2004 | 418,510 | 1,199,547 |

ที่มา : www.foa.org [45]

นอกจากนั้น ประเทศไทยยังเป็นผู้ส่งออกกุ้งรายใหญ่ของโลก ในปี 2545 ประเทศไทยมูลค่าการส่งออกสูงที่สุดในโลก รองลงมาได้แก่ อินเดีย อินโดนิเซียและจีน แม้ว่าในปัจจุบันการส่งออกกุ้งจะเผชิญปัญหาเกี่ยวกับมาตรการกีดกันทางการค้าที่ไม่ใช่มาตรการทางภาษี และการตรวจพบสารเคมีต้อง ห้ามตกค้างในผลิตภัณฑ์ แต่ก็ได้มีการพัฒนาการผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดโลกโดยเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งหันไปเลี้ยงกุ้งชีวภาพหรือกุ้งปลอดสารเคมีมากขึ้น[46]

สำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปสัตว์น้ำ โดยเฉพาะกุ้งพบว่ามีลักษณะการแปรรูปตามความต้องการของลูกค้า ซึ่งตลาดผู้ซื้อหลักที่สำคัญของประเทศไทย ได้แก่ สหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่น ทั้งสองประเทศนี้ก็มีลักษณะความต้องการที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละปี และพฤติกรรมการบริโภคที่เกิดในช่วงเวลานั้น ๆ ลักษณะของกุ้งที่ส่งออก มีอยู่ 10 ลักษณะ [47, 48]คือ

1) กุ้งทั้งตัว อวัยวะครบถ้วน
2) กุ้งเด็ดหัว
3) กุ้งเนื้อไว้หาง เด็ดหัว ปอกเปลือก เหลือหาง
4) กุ้งเนื้อไม่ไว้หาง เด็ดหัว หาง ปอกเปลือก
5) เต็มตัว ปอกเปลือกแล้วแช่แข็งทันที
6) เต็มตัว ชักไส้ เอาไส้ออกก่อนแช่แข็ง
7) แบบผ่าหลัง ลึกหนึ่งชั้นตามความหนาของกุ้ง
8) แบบผีเสื้อ
9) กุ้งต้มแบบไว้หาง
10) กุ้งต้มแบบไม่ไว้หาง

## 1.2. กากของเหลือจากอุตสาหกรรมสัตว์น้ำและการแปรรูปสัตว์น้ำ

### 1.2.1. ปริมาณกากของเหลือ

กากของเหลือจากอุตสาหกรรมสัตว์น้ำและการแปรรูปสัตว์น้ำ คิดเป็น 40-45 % ของน้ำหนักสัตว์น้ำที่ผลิตได้ [44, 49] ในปี 2004 ประเทศไทยมีปริมาณการผลิตสัตว์น้ำสูงถึง 418,510 ตัน [45] ดังนั้นจะมีกากของเหลือที่เกิดขึ้นเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไคโตซานทั้งหมดถึง 188,330 – 209,255 ตัน แต่เนื่องจากยังไม่มีการจัดเก็บกากของเหลือดังกล่าวอย่างเป็นระบบ จึงไม่สามารถนำกากของเหลือมาใช้ได้ทั้งหมด

กรมประมงและสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชียได้มีการศึกษาพบว่าเฉพาะเปลือกกุ้งและหัวกุ้ง ที่ได้จากการแปรรูปในโรงงานอุตสาหรรมการแปรรูปกุ้งในประเทศ จะมีปริมาณ 200 ตัน/วัน ซึ่งในปัจจุบันการนำกากของเหลือจากหัวกุ้งและเปลือกกุ้งไปใช้ประโยชน์จะเป็นการนำไปบดเป็นอาหารสัตว์ราคาถูก โดยมีการขายหัวกุ้งในราคาประมาณ 1-2 บาทต่อกิโลกรัม [50, 51]

### 1.2.2. การจัดเก็บกากของเหลือ

กากของเหลือของสัตว์น้ำ แหล่งที่มาหลักจะได้จากการบริโภคสัตว์น้ำภายในประเทศ ซึ่งแบ่งได้ 2 แหล่ง ได้แก่ ภาคอุตสาหกรรมคิดเป็นร้อยละ 57 และภาคครัวเรือนคิดเป็นร้อยละ 43 [38] กากของเหลือจากภาคอุตสาหกรรมมีความเป็นไปได้ที่จะจัดเก็บอย่างเป็นระบบเพื่อนำมาผลิตไคโตซาน แต่ในภาคครัวเรือนถือเป็น เรื่องไม่ง่าย เนื่องจากถือเป็นภาคนอกระบบ (Informal Sector) ยกเว้นจะจัดเก็บจากผู้บริโภครายใหญ่เช่น ภัตตาคาร ร้านอาหารจานด่วน โรงแรม เป็นต้น

### 1.2.3. แหล่งของกากของเหลือในการผลิตไคโตแซน [40]

สำหรับวัตถุดิบที่จะนำมาผลิตไคโตแซนในการศึกษานี้ จะใช้กากของเหลือ 3 ชนิด คือ ปู Snow เปลือกกุ้ง และ แกนปลาหมึกกล้วย การผลิตช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคมจะใช้เปลือกกุ้งสด ตามฤดูกาลการจับสัตว์น้ำและช่วงเดือนมกราคมถึงมิถุนายน จะใช้เปลือกแห้งของปูแทน แหล่งของวัตถุดิบจะมาจากในประเทศ โดยแกนปลาหมึกจะได้จากอุตสาหกรรมสัตว์น้ำทางภาคใต้ ส่วนปู Alaska จะมาจากทางตะวันออกและภาคใต้ ซึ่งวัตถุดิบแต่ละชนิดจะให้ผลผลิต (yield) แตกต่างกัน [40] ดังนี้

ตารางที่ 5 ราคาวัตถุดิบ อัตราผลผลิตและลักษณะโพลิเมอร์ที่ได้จากวัตถุดิบประเภทต่าง ๆ

| | ปู snow | กุ้ง | แกนปลาหมึกกล้วย |
|---|---|---|---|
| ราคาวัตถุดิบ (บาท/กก.) | 34.- | 2.50 | 40.- |
| Yield | 25:1 | 30:1 | 51-52:1 |
| ลักษณะของ polymer | Beta form | Beta form | Alfa form |

โดยวัตถุดิบหลักของการศึกษาครั้งนี้ คือ เปลือกกุ้ง ซึ่งรับจากอุตสาหกรรมอาหารแช่แข็งในจังหวัดสมุทรสาคร โดยบริษัทจะซื้อวัตถุดิบได้ตั้งแต่ 500 ถึง 3,000 กิโลกรัม โดยตั้งราคารับซื้อให้สูงกว่าราคาปกติ เพื่อให้โรงงานอาหารแช่แข็งขายวัตถุดิบให้ผู้ผลิตไคโตแซนแทนที่จะขายให้โรงงานปลาป่น เนื่องจากการตั้งราคาที่สูงจึงไม่เกิดปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบ โดยปัจจุบันราคาเปลือกกุ้งมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น 3-4 เท่าตัว

วัตถุดิบที่เหมาะจะนำมาใช้ใน Health food หรือ cosmetic คือ แกนปลาหมึก เพราะจะได้ไคโตแซนที่มีขนาดเล็ก สามารถบดลดขนาดลงได้ถึง 100 mesh ซึ่งได้ราคาขายสูง (1,100 บาทต่อกิโลกรัม) แต่ไคโตแซนที่ได้จากแกนปลาหมึกมีข้อด้อยที่มีความหนืดไม่คงที่ แต่ปัจจุบันก็ใช้เทคโนโลยีในการสกัดทำให้ความหนืดคงที่ได้ ส่วนไคโตแซนจากวัตถุดิบชนิดอื่น ๆ จะได้ผลผลิตเป็นแผ่นบาง (flake) ซึ่งบดลดขนาดได้ลำบาก ทำได้เพียงการตัดให้เหลือขนาด 5 มิลลิเมตร ทำให้เปลืองพื้นที่ในการขนส่งโดยเฉพาะการส่งออก บริษัทจะต้องพยายามให้ได้น้ำหนัก 11 ตันต่อ 1 ตู้คอนเทนเนอร์ แม้ว่าแกนปลาหมึกจะมีคุณสมบัติที่เหมาะที่สุด แต่ผู้ผลิตก็ไม่ค่อยนิยมผลิตเนื่องจากราคาวัตถุดิบแพงกว่าวัตถุดิบชนิดอื่นถึง 3 เท่า

## 2. กระบวนการผลิตไคโตแซน

การผลิตไคโตซานจากเปลือกกุ้ง เปลือกปู จะใช้กรรมวิธีทางเคมีในการผลิต วัตถุดิบที่ใช้จะต้องผ่านการทำความสะอาดด้วยน้ำ เพื่อล้างเศษทรายและสิ่งสกปรกต่าง ๆ ออก หากมีเศษสิ่งสกปรกต่าง ๆ ตกค้างอยู่มากจะทำให้ผลิตภัณฑ์ไคโตแซนที่ได้มี Ash content สูงเกินกว่ามาตรฐานที่กำหนด ( 2%) จากนั้นเข้าสู่กระบวนการ สกัดไคโตซานจากเปลือก/หัวกุ้ง และเปลือกปู โดยต้มกับ 3%-5% โซดาไฟ นาน 2 ชั่วโมงและสกัดแคลเซียมด้วยกรดเกลือเข้มข้น 1 นอร์มัล นาน 2 ชั่วโมง (Decalcification และ Deproteinization )จากนั้นนำไปตากแดด (Decolorization )ประมาณ 1 วันจะได้ไคตินซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นสีขาว ซึ่งเมื่อนำมาแช่ในโซดาไฟเข้มข้น 40-50% จนมีการดึงอะเซทธิลกรุ๊ป (Deacetylation ) ออก 60-70% จะได้ไคโตซานตามต้องการ ทดสอบคุณภาพโดยวัดปริมาณเถ้า ความชื้น และ deacetylation number [44, 49, 52]

กระบวนการผลิตไคโตแซนสามารถแสดงได้ดังแผนภาพ

Shellfish Waste from Food Processing

⇩

Decalcification in dil. Aqueous NaOH solution

( 3% to 5% w/v NaOH, room temperature overnight)

⇩

Decolorization in sunshine

⇩

CHITIN

⇩

Deacetylation in hot concentration NaOH solution

(40-50 % w/v NaOH, at 90 c to 120 c for 4-5 hrs)

⇩

CHITOSAN

⇩

The crude chitosan is dissolve in aqueous 2 % w/v acetic acid.

Then the insoluble material is remove giving a clear supernatant solution,which is neutralized with NaOH solution resulting in purified sample of chitosan as a white precipitate.

Further purification may be necessary to prepare medical and pharmaceutical grade chitosan.

ในกระบวนการผลิต มีข้อควรคำนึงถึง ดังนี้

1. วัตถุดิบ เปลือกกุ้งเปลือกปูมีกลิ่นเหม็น อาจมีการบูดเน่าระหว่างการขนส่ง
2. ในกระบวนการผลิตมีการใช้กรดเข้มข้นและด่างเข้มข้น อาจมีปัญหาในการระคายเคืองผิวหนัง การเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงการกัดกร่อนภาชนะที่ใช้

## 3. กระบวนการผลิต ไคโตแซนที่ละลายน้ำได้[34]

เทคนิคที่ใช้ในการเตรียมไคโตแซนแบบเกลือ หรือไคโตแซนที่ละลายน้ำได้คือเทคนิคการใช้ spray drying technique โดยการนำไคโตแซนที่ผลิตได้ในขั้นตอนที่กล่าวมาแล้วมาละลายในสารละลายกรดต่างๆ เช่น aspartic, glutamic, lactic หรือ hydrochloric acid จากนั้นนำไปพ่นแห้งด้วยเครื่อง spray dry ทั้งนี้ สภาพของความเข้มข้นของสารละลายและอุณหภูมิจะส่งผลต่อขนาดของเกลือไคโตแซนที่ผลิตออกมาได้

## 4. การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์

หลังจากการผลิตแล้ว จะต้องผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ดังต่อไปนี้

| **Test of** | **Method** |
|---|---|
| Appearance | Gross observation |
| Particle size | JIS standard sieves |
| Loss on drying | 100 grs sample in oven at 110 °C for three hours |
| Loss on ignition | 5gr in furnace at 900 °C for three hours |
| pH | 1% distill water solution |
| Viscosity | Brook-field viscosimeter LVT model |
| Degree of deacetylation | Infra red spectrophotometer |
| Heavy metal | Mineralisation and titrition by atomic absorption |

## 5. ลักษณะของผลิตภัณฑ์ไคโตแซน

ผลิตภัณฑ์ไคโตแซนสามารถผลิตออกมาได้ทั้งรูปแบบสารละลายหรือผงแห้ง ผลิตภัณฑ์ที่ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ จะมีคุณสมบัติหรือคุณลักษณะที่แตกต่างกันดังแสดงได้ในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 **Specificaltion of technical grade, food grade,cosmetic grade และ Pharmaceutical grade**

| Specification | Pharmaceutical grade [35, 53] | Cosmetic grade[54] | Dietary grade[53, 54] | Technical grade[53, 54] (general purpose) |
|---|---|---|---|---|
| Appearance | White yellow powder or flake | White | | Off white |
| Particle size | <30 um | | 50 mesh | |
| Density ( g/cc) | 1.35-1.4 | 0.15-0.2 | 0.3-0.45 | 0.17-0.3 |
| PH | 6.5-7.5 | | | |
| Moisture content | <10% | <=10% | <=10% | <=10 % |
| Residue on ignition | <0.2% | <= 0.25% | <=1% | <=2% |
| Protein content | <0.3% | | | |
| Degree of acetylation | 70-100 % | 85-92 | 85-92 | 70-80 |
| Viscosity (cps) | <5 | 10-100 | | 250-600 |
| Insoluble matter | <1% | | | |
| Heavy Metal (As) | <10 ppm | | <=10 ppm | |
| Heavy Metal (Pb) | <10 ppm | | <=10 ppm | |
| Taste and Smell | No | | | |
| Microbial | No | | | |

## 6. ทำเลที่ตั้งโรงงาน

การศึกษาความเป็นไปได้ในครั้งนี้ กำหนดทำเลที่ตั้งโรงงานที่ ถ.เดิมบาง ต.มหาชัย อ.เมือง จ.สมุทรสาคร ซึ่งเป็นแหล่งที่ใกล้วัตถุดิบ การคมนาคมขนส่งสะดวก และมีสาธารณูปโภคพร้อม รายละเอียดการลงทุนในเครื่องจักรและอุปกรณ์ รวมถึงการวางแผนกำลังการผลิตจะแสดงรายละเอียดในบทที่ 6 ต่อไป

# บทที่ 6

# การวิเคราะห์ทางการเงิน

## (Financial analysis)

จากการวิเคราะห์ทางเทคนิคและทางการตลาด ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ทางการเงินเป็นเวลา 5 ปี ภายใต้กำลังการผลิตไคโตแซนในรูปแบบเกลือแอสพาเทต ปีละ 10,080 กิโลกรัม ( % yield = 80%) ณ ระดับราคากิโลกรัมละ 2,500 บาท

ในการวิเคราะห์ทางการเงิน ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ตามลำดับต่อไปนี้

1. เงินลงทุนในโครงการ
2. ประมาณการยอดขาย
3. ประมาณการต้นทุนการผลิต
4. งบกระแสเงินสด
5. งบกำไรขาดทุน
6. งบดุล
7. การวิเคราะห์ทางการเงิน
8. การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน

รายละเอียดของการวิเคราะห์และข้อสมมุติทางการเงินในแต่ละลำดับขั้น แสดงได้ดังนี้

**1. เงินลงทุนในโครงการ**

ในส่วนของการลงทุน จะประกอบด้วยการลงทุนในที่ดินและการปรับปรุงที่ดิน การสร้างอาคาร โรงงาน อาคารสำนักงาน โกดังเก็บสินค้าและวัตถุดิบ บ่อบำบัดน้ำเสีย รวมทั้งเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตและอุปกรณ์สำนักงาน

**2. ประมาณการยอดขาย**

ผลิตภัณฑ์ทั้งหมดจะจำหน่ายในราคากิโลกรัมละ 2,500 บาท โดยในแต่ละปีจะมีกำลังการผลิตที่แตกต่างกันไป ดังนี้

ตารางที่ 7 ข้อสมมุติทางการเงินเกี่ยวกับกำลังการผลิตในปีต่าง ๆ และยอดขาย

| ปีที่ | 1 | 2 | 3 | 4 เป็นต้นไป |
|---|---|---|---|---|
| กำลังการผลิต (%) | 70 | 80 | 90 | 100 |
| ยอดขาย (กิโลกรัม) | 6,468 | 7,980 | 8,988 | 10,080 |
| ยอดขาย (บาท) | 16,170,000 | 19,950,000 | 22,470,000 | 24,990,000 |

**3. ประมาณการต้นทุนการผลิต**

การประมาณการต้นทุนการผลิตจะเริ่มจากการประมาณต้นทุน ณ ปีที่มีการผลิตเต็มกำลังการผลิต ซึ่งต้นทุนในการผลิตประกอบด้วย

3.1 ต้นทุนวัตถุดิบและวัสดุหีบห่อ

3.2 แรงงานทางตรง

3.3 แรงงานทางอ้อม

3.4 ค่าโสหุ้ยโรงงาน

3.5 ค่าเสื่อมราคา

3.6 รวมค่าใช้จ่ายการผลิต

3.7 ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร

จากนั้นก็จะวิเคราะห์ถึงต้นทุนการผลิตรายปี ปีที่ 1-5

โดยข้อสมมุติทางการเงินเกี่ยวกับการบริหารสินค้าคงคลังและการบริหารลูกหนี้ กำหนดให้มีสินค้าคงคลังในทุกประเภทเท่ากับ 1 เดือน และระยะเวลาการเก็บหนี้เท่ากับ 1 เดือน และเครดิตที่ได้จาก suppliers เท่ากับ 1 เดือน

**4. งบกระแสเงินสด**

การวิเคราะห์งบกระแสเงินสด เพื่อพยากรณ์ขนาดและช่วงเวลาของเงินสดเข้าและออก ข้อสมมุติทางการเงินในการจัดทำงบกระแสเงินสด ที่ใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ประกอบด้วย

- การชำระหนี้ จะชำระคืนใน 5 ปีเท่า ๆ กัน
- ภาษีเงินได้นิติบุคคล 5 ปีแรกยังไม่ต้องเสีย เนื่องจากได้รับสิทธิประโยชน์การยกเว้นทางภาษีจากการส่งเสริมการลงทุน

**5. งบกำไรขาดทุนและงบดุล**

การวิเคราะห์ทางการเงินจะทำการเตรียมงบดุลและงบกำไรขาดทุนล่วงหน้า 5 ปี เพื่อคาดคะเนความสามารถในการทำกำไร และฐานะทางการเงินของกิจการ

**6. การวิเคราะห์งบการเงิน**

การวิเคราะห์ในส่วนนี้ จะใช้ข้อมูลจากงบการเงินมาทำการวิเคราะห์อัตราส่วนทางการเงินต่างๆ เพื่อแสดงถึงสภาพคล่อง สภาพความเสี่ยง ประสิทธิภาพในการดำเนินงานและความสามารถในการหากำไรของกิจการ โดยทำการวิเคราะห์รายปีเปรียบเทียบปีที่ 1-5

**7. การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน**

จุดคุ้มทุน คือ จุดที่รายรับจากยอดขายเท่ากับต้นทุนการผลิต ในการวิเคราะห์ครั้งนี้จะแสดงจุดคุ้มทุนเป็นหน่วยผลผลิต และร้อยละของผลผลิตจากผลผลิตทั้ง 5 ปี รวมถึงแสดงจุดคุ้มทุนด้วยยอดขายอีกด้วย เงื่อนไขของการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน ได้แก่

- ต้นทุนการผลิตเป็นฟังก์ชันของปริมาณการผลิตหรือยอดขาย
- ปริมาณการผลิตเท่ากับยอดขาย
- ต้นทุนคงที่จะคงที่ในทุกๆ ระดับปริมาณการผลิต
- ต้นทุนผันแปรจะเป็นสัดส่วนต่อปริมาณการผลิต

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการลงทุน

Project Feasibility Analysis

| | | | |
|---|---|---|---|
| โครงการ | SOLUBLE CHITOSAN | % yield | 80.0 |
| เจ้าของ | SILPAKORN UNIVERSITY | price | 2,500.0 |

**ผลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยสรุป** :

| | | | |
|---|---|---|---|
| - เงินลงทุนในโครงการ | 17,438,100 | บาท | |
| เงินส่วนของเจ้าของ | 10,000,000 | บาท | |
| เงินที่ต้องกู้ | 7,438,100 | บาท | |
| - เงินทุนหมุนเวียน | 1,800,000 | บาท | |
| - กำไรโดยเฉลี่ยของโครงการ | 9,775,515 | บาท | |
| - ระยะเวลาคืนทุนประมาณ | 1.5 | ปี | |
| - อัตราผลตอบแทนจากโครงการ(IRR) | 24.2 | % | |
| - จุดคุ้มทุนเงินสด(หน่วยการผลิต) | 14,537.7 | หน่วย หรือร้อยละ | 32.8 |
| - จุดคุ้มทุนเงินสด(มูลค่าขาย) | 35,655,794 | บาท | |
| - จุดคุ้มทุนกำไร(หน่วยการผลิต) | 14,825.3 | หน่วย หรือร้อยละ | 33.4 |
| - จุดคุ้มทุนกำไร(มูลค่าขาย) | 36,361,268 | บาท | |

| | ชนิดผลิตภัณฑ์ที่ผลิต | กำลังการผลิต/ปี | หน่วย |
|---|---|---|---|
| 1) | | | |
| 1.1 | SOLUBLE CHITOSAN | 10,080.0 | kg |
| 1.2 | - | 0.0 | - |
| | *** รวมปริมาณการผลิต *** | 10,080 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2) | **การลงทุน (ส่วนโรงงาน)** | | | |
| 2.1) | ที่ดินและการปรับที่ดิน | จำนวนเงิน | 10,000,000 | บาท |
| 2.2) | อาคารโรงงาน | มูลค่า | | |
| 1) | ส่วนผลิต | 2,500,000 | | |
| 2) | โกดัง | 48,000 | | |
| 3) | ห้องปฏิบัติการ | 500,000 | | |
| 4) | บ่อบำบัดน้ำเสีย | 210,000 | | |
| 5) | - | 0 | | |
| | ** มูลค่ารวม | 3,258,000 | | |
| 2.3) | อาคารสำนักงาน | มูลค่า | | |
| 1) | สำนักงาน | 70,000 | | |
| | ** มูลค่ารวม | 70,000 | | |
| 2.4) | เครื่องจักร | จำนวน | มูลค่า/หน่วย | รวมราคา |
| 1) | SPRAY DRY (LAB SCALE) | 1 | 1,500,000 | 1,500,000 |
| 2) | เครื่องโม่ละเอียด | 1 | 400,000 | 400,000 |
| | ***** รวมค่าเครื่องจักร ***** | | | 1,900,000 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2.5) | อุปกรณ์โรงงาน | จำนวน | ราคา/หน่วย | รวมราคา |
| 1) | ถังสี่เหลี่ยม | 26 | 12,000 | 312,000 |
| 2) | เตาต้ม | 4 | 120,000 | 480,000 |
| 3) | เครื่องสะบัดแห้ง | 1 | 42,000 | 42,000 |
| 4) | เครื่องกวนละลาย | 4 | 30,000 | 120,000 |
| 5) | ไดร์เป่าความร้อน | 3 | 700 | 2,100 |
| 6) | เครื่องชั่งดิจิตอล | 2 | 1,700 | 3,400 |
| 7) | โต๊ะสแตนเลส | 5 | 2,000 | 10,000 |
| 8) | เครื่องซีล | 1 | 1,709 | 1,709 |
| 9) | ถาดตากแห้ง | 60 | 1,000 | 60,000 |
| 10) | อุปกรณ์ควบคุมคุณภาพ | 1 | 598,991 | 598,991 |
| | | รวมค่าอุปกรณ์โรงงาน | | 1,630,200 |
| 2.6) | อุปกรณ์สำนักงาน | จำนวน | ราคา/หน่วย | รวมราคา |
| 1) | คอมพิวเตอร์ | 1 | 32,000 | 32,000 |
| 2) | printer | 1 | 2,900 | 2,900 |
| 3) | ชุดโต๊ะทำงานและเก้าอี้ | 3 | 10,000 | 30,000 |
| 4) | โทรศัพท์ | 5 | 2,000 | 10,000 |
| 5) | โทรสาร | 1 | 3,000 | 3,000 |
| 6) | ตู้โชว์สินค้าตัวอย่าง | 2 | 2,000 | 4,000 |
| 7) | ตู้เอกสาร | 4 | 3,000 | 12,000 |
| 8) | เครื่องคิดเลขไฟฟ้า | 1 | 4,000 | 4,000 |
| 9) | ชุดรับแขก | 1 | 12,000 | 12,000 |
| 10) | - | 0 | 0 | 0 |
| | | รวมค่าอุปกรณ์สำนักงาน | | 109,900 |
| 2.7) | ยานยนต์ | จำนวน | ราคา/หน่วย | รวมราคา |
| 1) | รถบรรทุก | 1 | 470,000 | 470,000 |
| 2) | - | 0 | 0 | 0 |
| | | รวมค่ายานยนต์ | | 470,000 |
| 2.8) | รายจ่ายก่อนดำเนินการ | จำนวนเงิน | | 0.0 |
| | **รวมเงินลงทุนในโครงการ** | | | 17,438,100 |

3) **ประมาณการยอดขาย**

| | | |
|---|---|---|
| - ยอดขายในประเทศ | 100 | % ของกำลังการผลิต |
| - ยอดขายส่งออก | 0 | % ของกำลังการผลิต |
| %การขายทั้งหมด | 100 | % ของกำลังการผลิต |

| | ผลิตภัณฑ์ที่ขายในประเทศ | หน่วย | ปริมาณ | ราคาขาย | จำนวนเงิน |
|---|---|---|---|---|---|
| 1) | SOLUBLE CHITOSAN | kg | 10,080 | 2,500 | 25,200,000 |
| 2) | - | - | 0 | 0 | 0 |
| | ปริมาณทั้งสิ้น | | 10,080 | จำนวนเงิน | 25,200,000 |

4) **ประมาณการต้นทุนการผลิต(ณ.ปีที่มีการผลิตเต็มที่)**

| 4.1) | วัตถุดิบ | หน่วย | ปริมาณใช้ | % สูญเสีย | ราคา/หน่วย | จำนวนเงิน |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1) | เปลือกกุ้ง | kg | 360,000 | 0.0 | 2.5 | 900,000 |
| 2) | โซดาไฟ | Ton | 90 | 0.0 | 600.0 | 54,000 |
| 3) | กรดเกลือเข้มข้น | Ton | 126 | 0.0 | 5,500.0 | 693,000 |
| 4) | Aspartic acid | kg | 3,000 | 0.0 | 1,200.0 | 3,600,000 |
| 5) | - | - | 0 | 0.0 | 0.0 | 0 |
| 6) | - | - | 0 | 0.0 | 0.0 | 0 |
| 7) | - | - | 0 | 0.0 | 0.0 | 0 |
| 8) | - | - | 0 | 0.0 | 0.0 | 0 |
| 9) | - | - | 0 | 0.0 | 0.0 | 0 |
| 10) | - | - | 0 | 0.0 | 0.0 | 0 |
| | | | | | รวมเป็นเงิน | 5,247,000 |

| 4.2) | วัสดุหีบห่อ | หน่วย | ปริมาณใช้ | % สูญเสีย | ราคา/หน่วย | จำนวนเงิน |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1) | Plastic bag | kg | 10 | 0.0 | 500.0 | 5,000 |
| 2) | - | - | 0 | 0.0 | 0.0 | 0 |
| 3) | - | - | 0 | 0.0 | 0.0 | 0 |
| | | ปริมาณรวม | 10 | | รวมเป็นเงิน | 5,000 |

| 4.3) | แรงงานทางตรง | จำนวน | ค่าแรง/คน/วัน | ค่าแรง/ชิ้น | จำนวนเงิน |
|---|---|---|---|---|---|
| 1) | แรงงานชั่วคราว | 0 | 0 | 0.0 | 0 |
| 2) | แรงงานประจำ | 10 | 200 | 0.0 | 600,000 |
| | | | รวมค่าแรงทางตรง | | 600,000 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | แรงงานทางอ้อม | | | |
| 3.4 | (การผลิตทั้งปี) | ค่าแรง/เดือน | | จำนวนเงิน |
| 1) | ผู้จัดการโรงงาน | 20,000 | | 240,000 |
| 2) | หัวหน้างาน 1 คน | 10,000 | | 120,000 |
| | | รวมค่าแรงทางอ้อม | | 360,000 |
| 3.5 | ค่าโสหุ้ยโรงงาน | จำนวนเงิน | | คิดเป็นเงิน |
| 1) | ค่าไฟฟ้า | 15,000 | | 180,000 |
| 2) | ค่าน้ำ | 12,000 | | 144,000 |
| 3) | พลังงาน | 15,000 | | 180,000 |
| 4) | น้ำมันหล่อลื่น | 0 | | 0 |
| | | % มูลค่า | มูลค่า | คิดเป็นเงิน |
| 5) | ซ่อม/ซ่อมบำรุง-อาคาร | 0.5 | 3,258,000 | 16,290 |
| 6) | ซ่อม/ซ่อมบำรุง-เครื่องจักร | 0.5 | 3,530,200 | 17,651 |
| 7) | ค่าประกันภัย | 0.0 | 6,788,200 | 0 |
| | | % ค่าแรงงาน | แรงงานทางตรง | คิดเป็นเงิน |
| 8) | สวัสดิการแรงงาน | 0.0 | 600,000 | 0 |
| 9) | ค่าเช่า | 0.0 | 0 | 0 |
| 10) | ค่าขนส่งในการผลิต | 0.0 | 0 | 0 |
| | | % ค่าโสหุ้ย | ค่าโสหุ้ย(1-10) | คิดเป็นเงิน |
| 11) | รายจ่ายอื่นๆ | 0 | 537,941 | 0 |
| | | รวมค่าโสหุ้ยโรงงาน | | 537,941 |
| 3.6 | ค่าเสื่อมราคา | | | |
| 1) | อาคารโรงงาน | 3,258,000 | 20 | 162,900 |
| 2) | เครื่องจักร | 1,900,000 | 20 | 95,000 |
| 3) | อุปกรณ์โรงงาน | 1,630,200 | 10 | 163,020 |
| 1) | อาคารสำนักงาน | 70,000 | 20 | 3,500 |
| 2) | อุปกรณ์สำนักงาน | 109,900 | 5 | 21,980 |
| 3) | ยานยนต์ | 470,000 | 10 | 47,000 |
| | | **รวมค่าเสื่อมราคา** | | 493,400 |

## 3.7 ค่าใช้จ่ายในการผลิต ณ.โรงงาน

| หัวข้อ : | จำนวนเงิน | % ของค่าใช้จ่าย |
|---|---|---|
| - ค่าวัตถุดิบใช้ไป | 5,247,000 | 73 |
| - ค่าวัสดุหีบห่อ | 5,000 | 0 |
| - ค่าแรงงานทางตรง | 600,000 | 8 |
| - ค่าโสหุ้ยโรงงาน | 897,941 | 13 |
| - ค่าเสื่อมราคา | 420,920 | 6 |
| ค่าใช้จ่ายในการผลิตทั้งหมด | 7,170,861 | 100 |

## 3.8 ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3.8.1 | เงินเดือนและค่าจ้าง | | ค่าจ้าง/เดือน | จำนวนเงิน(ต่อปี) |
| 1) | พนักงานสำนักงาน | | 500,000 | 6,000,000 |
| 2) | - | | 0 | 0 |
| | | | รวมเงินเดือนและค่าจ้าง | 6,000,000 |
| 3.8.2 | สวัสดิการ | 0.0 | เท่าของเงินเดือน | 0 |
| 3.8.3 | โบนัส | 0.0 | เท่าของเงินเดือน | 0 |
| 3.8.4 | น้ำมันเชื้อเพลิง | 30,000.0 | บาท | 360,000 |
| 3.8.5 | ค่ารับรอง | 0.0 | " | 0 |
| 3.8.6 | ค่าสื่อสาร | 0.0 | " | 0 |
| 3.8.7 | เครื่องเขียน-แบบพิมพ์ | 0.0 | " | 0 |
| 3.8.8 | ค่าที่ปรึกษา | 10,000.0 | " | 120,000 |
| 3.8.9 | ค่าเดินทาง | 0.0 | " | 0 |
| 3.8.10 | ค่าใช้จ่ายส่งออก | 0.0 | | |
| 3.8.11 | ภาษีมูลค่าเพิ่ม | 25,200,000 * 7% | | 1,701,144 |
| 3.8.12 | ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ | | | |
| | | | **รวมค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร** | **8,181,144** |

## ประมาณการต้นทุนการผลิต(ณ.ปีที่ใช้กำลังการผลิตเต็มที่)

| | จำนวนเงิน | % ของยอดขาย |
|---|---|---|
| ในประเทศ | 25,200,000 | 100.0 |
| ต่างประเทศ | 0 | 0.0 |
| รวมยอดขาย | 25,200,000 | 100.0 |
| | | |
| วัตถุดิบใช้ไป | 5,247,000 | 20.8 |
| วัสดุหีบห่อ | 5,000 | 0.0 |
| แรงงานทางตรง | 600,000 | 2.4 |
| ค่าโสหุ้ยโรงงาน | 897,941 | 3.6 |
| ค่าเสื่อมราคาส่วนการผลิต | 420,920 | 1.7 |
| รวมต้นทุนการผลิต | 7,170,861 | 28.5 |
| - กำไรขั้นต้น | 18,029,139 | 71.5 |
| - ค่าโสหุ้ยส่วนการบริหาร | 8,181,144 | 32.5 |
| - ค่าเสื่อมราคาส่วนบริหาร | 72,480 | 0.3 |
| - รายได้ก่อนหักภาษี | 9,775,515 | 38.8 |
| - หักภาษีเงินได้ | 0 | 0.0 |
| กำไร (ขาดทุน) | 9,775,515 | 38.8 |

**ข้อสมมุติฐานในการคำนวณทางการเงิน**

| | | |
|---|---|---|
| สินค้าคงคลัง-สำเร็จรูป | 1.0 | เดือน |
| สินค้าคงคลัง-วัตถุดิบ | 1.0 | เดือน |
| สินค้าคงคลัง-หีบห่อ | 1.0 | เดือน |
| บัญชีเจ้าหนี้ | 1.0 | เดือน |
| บัญชีลูกหนี้ | 1.0 | เดือน |

**ประมาณการต้นทุนผลิต 5 ปี**

| | | | ปี 1 | ปี 2 | ปี 3 | ปี 4 | ปี 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | กำลังการผลิตที่ใช้ (%) | | 70 | 80 | 90 | 100 | 100 |
| 1) | ผลิตภัณฑ์ | หน่วย | | | | | |
| | SOLUBLE | | | | | | |
| 1.1 | CHITOSAN | kg | 7,056 | 8,064 | 9,072 | 10,080 | 10,080 |
| 1.2 | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | 7,056 | 8,064 | 9,072 | 10,080 | 10,080 |

| 2) | ยอดขาย | หน่วย | ปี 1 | ปี 2 | ปี 3 | ปี 4 | ปี 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | SOLUBLE | | | | | | |
| 2.1 | CHITOSAN | kg | 6,468 | 7,980 | 8,988 | 9,996 | 9,996 |
| 2.2 | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | *** รวมยอดขาย *** | | 6,468 | 7,980 | 8,988 | 9,996 | 9,996 |

| 3) | สินค้าคงเหลือ | หน่วย | ปี 1 | ปี 2 | ปี 3 | ปี 4 | ปี 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | SOLUBLE | | | | | | |
| 3.1 | CHITOSAN | kg | 588 | 672 | 756 | 840 | 840 |
| 3.2 | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 4) | วัตถุดิบ (จำนวนเงิน) | ปี 1 | ปี 2 | ปี 3 | ปี 4 | ปี 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | - วัตถุดิบใช้ไป | 3,672,900 | 4,197,600 | 4,722,300 | 5,247,000 | 5,247,000 |
| | - วัตถุดิบคงเหลือ | 306,075 | 349,800 | 393,525 | 437,250 | 437,250 |
| | - วัตถุดิบสั่งซื้อ | 3,978,975 | 4,241,325 | 4,766,025 | 5,290,725 | 5,247,000 |
| 5) | วัสดุหีบห่อ (จำนวนเงิน) | ปี 1 | ปี 2 | ปี 3 | ปี 4 | ปี 5 |
| | - วัสดุหีบห่อใช้ไป | 3,500 | 4,000 | 4,500 | 5,000 | 5,000 |
| | - วัสดุหีบห่อคงเหลือ | 292 | 333 | 375 | 417 | 417 |
| | - วัสดุหีบห่อสั่งซื้อ | 3,792 | 4,042 | 4,542 | 5,042 | 5,000 |
| 6) | ต้นทุนการผลิต (จำนวนเงิน) | ปี 1 | ปี 2 | ปี 3 | ปี 4 | ปี 5 |
| | - วัตถุดิบใช้ไป | 3,672,900 | 4,197,600 | 4,722,300 | 5,247,000 | 5,247,000 |
| | - วัสดุหีบห่อใช้ไป | 3,500 | 4,000 | 4,500 | 5,000 | 5,000 |
| | - แรงงานทางตรง | 600,000 | 600,000 | 600,000 | 600,000 | 600,000 |
| | -แรงงานทางอ้อม | 754,301 | 802,181 | 850,061 | 897,941 | 897,941 |
| | - ค่าเสื่อมการผลิต | 420,920 | 420,920 | 420,920 | 420,920 | 420,920 |
| | ** รวมต้นทุนการผลิต** | **5,451,621** | **6,024,701** | **6,597,781** | **7,170,861** | **7,170,861** |

7) สินค้าสำเร็จรูป (จำนวนเงิน) ปี 1 ปี 2 ปี 3 ปี 4 ปี 5

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| - ต้นทุนการผลิต | 5,451,621 | 6,024,701 | 6,597,781 | 7,170,861 | 7,170,861 |
| - สินค้าสำเร็จรูปคงคลัง | 454,302 | 502,058 | 549,815 | 597,572 | 597,572 |
| - ต้นทุนขาย | 4,997,319 | 5,976,944 | 6,550,024 | 7,123,104 | 7,170,861 |

8) ต้นทุนสินค้าที่ขาย

| | ปี 1 | ปี 2 | ปี 3 | ปี 4 | ปี 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| - สินค้าสำเร็จรูปคงคลังต้นงวด | 0 | 454,302 | 502,058 | 549,815 | 597,572 |
| - วัตถุดิบ+หีบห่อใช้ไป | 3,676,400 | 4,201,600 | 4,726,800 | 5,252,000 | 5,252,000 |
| - แรงงานทางตรง | 600,000 | 600,000 | 600,000 | 600,000 | 600,000 |
| - โสหุ้ยการผลิต+แรงงานทางอ้อม | 754,301 | 802,181 | 850,061 | 897,941 | 897,941 |
| - ค่าเสื่อมการผลิต | 420,920 | 420,920 | 420,920 | 420,920 | 420,920 |
| - สินค้าสำเร็จรูปคงคลังปลายงวด | 454,302 | 502,058 | 549,815 | 597,572 | 597,572 |
| - ต้นทุนสินค้ามีไว้ขาย | 5,451,621 | 6,479,003 | 7,099,839 | 7,720,676 | 7,768,433 |
| ** ต้นทุนสินค้าที่ขาย ณ.โรงงาน ** | 4,997,319 | 5,976,944 | 6,550,024 | 7,123,104 | 7,170,861 |

9) ประมาณการยอดขาย (จำนวนเงิน)

| - ผลิตภัณฑ์ที่ขายในประเทศ - | ปี 0 | ปี 1 | ปี 2 | ปี 3 | ปี 4 | ปี 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SOLUBLE CHITOSAN | - | 16,170,000 | 19,950,000 | 22,470,000 | 24,990,000 | 25,200,000 |
| *** รวมยอดขายในประเทศ | | 16,170,000 | 19,950,000 | 22,470,000 | 24,990,000 | 25,200,000 |

10) ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร ปี 1 ปี 2 ปี 3 ปี 4 ปี 5

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | - เงินเดือนและค่าจ้าง | 6,000,000 | 6,000,000 | 6,000,000 | 6,000,000 | 6,000,000 |
| | - สวัสดิการ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | - โบนัส | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | - น้ำมันเชื้อเพลิง | 360,000 | 360,000 | 360,000 | 360,000 | 360,000 |
| | - ค่ารับรอง | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | - ค่าสื่อสาร | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | - เครื่องเขียน-แบบพิมพ์ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | - ค่าที่ปรึกษา | 120,000 | 120,000 | 120,000 | 120,000 | 120,000 |
| | - ค่าเดินทาง | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | - ค่าใช้จ่ายส่งออก | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | - ภาษีมูลค่าเพิ่ม | 1,091,567 | 1,346,739 | 1,516,854 | 1,686,968 | 1,701,144 |
| | - ค่าใช้จ่ายอื่นๆ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | รวมค่าใช้จ่ายในการปริหาร | 7,571,567 | 7,826,739 | 7,996,854 | 8,166,968 | 8,181,144 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 11) | บัญชีลูกหนี้และการเรียกเก็บเงิน | ปี 1 | ปี 2 | ปี 3 | ปี 4 | ปี 5 |
| | - ยอดขาย | 16,170,000 | 19,950,000 | 22,470,000 | 24,990,000 | 25,200,000 |
| | - เก็บเงินเชื่อได้ | 14,822,500 | 19,635,000 | 22,260,000 | 24,780,000 | 25,182,500 |
| | - ลูกหนี้ | 1,347,500 | 1,662,500 | 1,872,500 | 2,082,500 | 2,100,000 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 12) | บัญชีเจ้าหนี้และการเรียกเก็บเงิน | ปี 1 | ปี 2 | ปี 3 | ปี 4 | ปี 5 |
| | - จำนวนสั่งซื้อ | 3,982,767 | 4,245,367 | 4,770,567 | 5,295,767 | 5,252,000 |
| | - ได้ชำระเงินแล้ว | 3,650,869 | 4,223,483 | 4,726,800 | 5,252,000 | 5,255,647 |
| | - เจ้าหนี้ | 331,897 | 353,781 | 397,547 | 441,314 | 437,667 |

| 13) | **เงินทุนหมุนเวียนที่ต้องการ** | ปี 1 | ปี 2 | ปี 3 | ปี 4 | ปี 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | - สินค้าสำเร็จรูป | 454,302 | 502,058 | 549,815 | 597,572 | 597,572 |
| | - วัตถุดิบ | 306,075 | 349,800 | 393,525 | 437,250 | 437,250 |
| | - วัสดุหีบห่อ | 292 | 333 | 375 | 417 | 417 |
| | - ลูกหนี้ | 1,347,500 | 1,662,500 | 1,872,500 | 2,082,500 | 2,100,000 |
| | - (หัก)เจ้าหนี้ | 331,897 | 353,781 | 397,547 | 441,314 | 437,667 |
| | | 1,776,271 | 2,160,911 | 2,418,668 | 2,676,425 | 2,697,572 |
| | - (บวก)เผื่อเหลือ/ขาด | 23,729 | 39,089 | 81,332 | 23,575 | 2,428 |
| | *** เงินทุนหมุนเวียน *** | 1,800,000 | 2,200,000 | 2,500,000 | 2,700,000 | 2,700,000 |

| 14) | เงินกู้เงื่อนไขการกู้(ปลายปี) | ปี 1 | ปี 2 | ปี 3 | ปี 4 | ปี 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | - เจ้าของ,หุ้นส่วน | 10,000,000 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | - เงินกู้ระยะยาว | 7,500,000 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | - เงิน O/D | 0 | 1,800,000 | 2,200,000 | 2,500,000 | 2,700,000 |
| | - อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ระยะยาว (%) | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 |
| | - ระยะเวลา(ปี) | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | - ปลอดหนี้(ปี) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | - ดอกเบี้ยเงินกู้ระยะสั้น(O/D) | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |

| 15) | แผนการเบิกและชำระเงินกู้ระยะยาว | ปี 1 | ปี 2 | ปี 3 | ปี 4 | ปี 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | - เบิกเงินกู้(ปลายปี) | 7,500,000 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | - ยอดคงเหลือต้นปี | 0 | 7,500,000 | 6,000,000 | 4,500,000 | 3,000,000 |
| | - ชำระเงินต้น(ต่อปี) | 0 | 1,500,000 | 1,500,000 | 1,500,000 | 1,500,000 |
| | - ยอดคงเหลือปลายปี | 7,500,000 | 6,000,000 | 4,500,000 | 3,000,000 | 1,500,000 |
| | - ชำระดอกเบี้ย | 0 | 937,500 | 750,000 | 562,500 | 375,000 |
| | รวมชำระเงินต้นและดอกเบี้ย | 0 | 2,437,500 | 2,250,000 | 2,062,500 | 1,875,000 |

| 16) | แผนการเบิกและชำระเงินกู้ระยะสั้น | ปี 1 | ปี 2 | ปี 3 | ปี 4 | ปี 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | - ขอวงเงิน O/D เพิ่ม (ต้นปี) | 0 | 1,800,000 | 400,000 | 300,000 | 200,000 |
| | - วงเงิน O/D ที่ขอ | 0 | 1,800,000 | 2,200,000 | 2,500,000 | 2,700,000 |
| | - ชำระดอกเบี้ย | 0 | 180,000 | 220,000 | 250,000 | 270,000 |
| | รวมชำระเงินดอกเบี้ย O/D | 0 | 180,000 | 220,000 | 250,000 | 270,000 |

**งบกระแสเงินสด[CASHFLOWSTATMENT]**

| กระแสเงินสดเข้า : | ปี 0 | ปี 1 | ปี 2 | ปี 3 | ปี 4 | ปี 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| - เจ้าของ,หุ้นส่วน | 10,000,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| - เงินกู้ระยะยาว | 7,500,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| - เงิน O/D | 0 | 1,800,000 | 400,000 | 300,000 | 300,000 | 200,000 |
| - ยอดขายเก็บเงินได้แล้ว | 0 | 14,822,500 | 19,635,000 | 22,260,000 | 22,260,000 | 24,780,000 |
| **รวมกระแสเงินสดเข้า** | **17,500,000** | **16,622,500** | **20,035,000** | 22,560,000 | **22,560,000** | **24,980,000** |
| กระแสเงินสดออก : | | | | | | |
| - เงินซื้อสินค้าทุน | 17,438,100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| - ชำระเงินเจ้าหนี้ | 0 | 3,650,869 | 4,223,483 | 4,726,800 | 5,252,000 | 5,255,647 |
| - ค่าแรงงานทางตรง | 0 | 600,000 | 600,000 | 600,000 | 600,000 | 600,000 |
| - โสหุ้ยการผลิต | 0 | 754,301 | 802,181 | 850,061 | 897,941 | 897,941 |
| - โสหุ้ยการขายและบริหาร | 0 | 7,571,567 | 7,826,739 | 7,996,854 | 8,166,968 | 8,181,144 |
| ชำระเงินต้น | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| - เงินกู้ระยะยาว | 0 | 1,500,000 | 1,500,000 | 1,500,000 | 1,500,000 | 1,500,000 |
| ดอกเบี้ยจ่าย | 0 | 1,117,500 | 970,000 | 812,500 | 645,000 | 457,500 |
| ภาษีเงินได้ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **รวมกระแสเงินสดออก** | **17,438,100** | **15,194,238** | **15,922,403** | **16,486,215** | **17,061,909** | **16,892,232** |
| | | | | | | |
| กระแสเงินสดสุทธิ | 61,900 | 1,428,262 | 4,112,597 | 6,073,785 | 7,918,091 | 8,290,268 |
| ยอดคงเหลือต้นปี | 0 | 61,900 | 1,490,162 | 5,602,759 | 11,676,544 | 19,594,635 |
| | | | | | | |
| **ยอดคงเหลือปลายปี** | **61,900** | **1,490,162** | **5,602,759** | **11,676,544** | **19,594,635** | **27,884,903** |

**งบบัญชีกำไร-ขาดทุน[PROFIT&LOSSSTATMENT]**

| | ปี 1 | ปี 2 | ปี 3 | ปี 4 | ปี 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| ยอดขายในประเทศ | 16,170,000 | 19,950,000 | 22,470,000 | 24,990,000 | 25,200,000 |
| ยอดขายส่งออก | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| รวมยอดขาย | 16,170,000 | 19,950,000 | 22,470,000 | 24,990,000 | 25,200,000 |
| (หัก)ต้นทุนสินค้าขาย ณ โรงงาน | 4,997,319 | 5,976,944 | 6,550,024 | 7,123,104 | 7,170,861 |
| กำไรเบื้องต้น | 11,172,681 | 13,973,056 | 15,919,976 | 17,866,896 | 18,029,139 |
| โสหุ้ยการขายและบริหาร | 7,571,567 | 7,826,739 | 7,996,854 | 8,166,968 | 8,181,144 |
| ค่าเสื่อมบริหาร&ตัดบัญชีจ่าย | 72,480 | 72,480 | 72,480 | 72,480 | 72,480 |
| รายได้ก่อนภาษี&ดอกเบี้ย | 3,528,633 | 6,073,837 | 7,850,642 | 9,627,448 | 9,775,515 |
| ดอกเบี้ย: | | | | | |
| - เงินกู้ระยะยาว | 937,500 | 750,000 | 562,500 | 375,000 | 187,500 |
| - เงินกู้ O/D | 180,000 | 220,000 | 250,000 | 270,000 | 270,000 |
| รวมดอกเบี้ยจ่าย | 1,117,500 | 970,000 | 812,500 | 645,000 | 457,500 |
| รายได้ก่อนหักภาษี | 2,411,133 | 5,103,837 | 7,038,142 | 8,982,448 | 9,318,015 |
| (หัก)ภาษีเงินได้ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *** กำไรสุทธิ(ขาดทุน) *** | 2,411,133 | 5,103,837 | 7,038,142 | 8,982,448 | 9,318,015 |
| *** กำไรสะสม *** | 2,411,133 | 7,514,970 | 14,553,112 | 23,535,560 | 32,853,575 |

**ประมาณการงบดุล[BALANCESHEET]**

| ทรัพย์สินหมุนเวียน : | ปี 0 | ปี 1 | ปี 2 | ปี 3 | ปี 4 | ปี 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| - เงินสดในมือ & ธนาคาร | 61,900 | 1,490,162 | 5,602,759 | 11,676,544 | 19,594,635 | 27,884,903 |
| - ลูกหนี้ | 0 | 1,347,500 | 1,662,500 | 1,872,500 | 2,082,500 | 2,100,000 |
| - สินค้าคงเหลือ | 0 | 760,668 | 852,192 | 943,715 | 1,035,238 | 1,035,238 |
| **รวมทรัพย์สินหมุนเวียน** | 61,900 | 3,598,330 | 8,117,450 | 14,492,759 | 22,712,374 | 31,020,141 |
| ทรัพย์สินถาวรสุทธิ : | | | | | | |
| - ที่ดิน | 10,000,000 | 10,000,000 | 10,000,000 | 10,000,000 | 10,000,000 | 10,000,000 |
| - อาคารโรงงาน | 3,258,000 | 3,095,100 | 2,932,200 | 2,769,300 | 2,606,400 | 2,443,500 |
| - เครื่องจักร | 1,900,000 | 1,805,000 | 1,710,000 | 1,615,000 | 1,520,000 | 1,425,000 |
| - อุปกรณ์โรงงาน | 1,630,200 | 1,467,180 | 1,304,160 | 1,141,140 | 978,120 | 815,100 |
| - อาคารสำนักงาน | 70,000 | 66,500 | 63,000 | 59,500 | 56,000 | 52,500 |
| - อุปกรณ์สำนักงาน | 109,900 | 87,920 | 65,940 | 43,960 | 21,980 | 0 |
| - ยานยนต์ | 470,000 | 423,000 | 376,000 | 329,000 | 282,000 | 235,000 |
| **รวมทรัพย์สินถาวร** | 17,438,100 | 16,944,700 | 16,451,300 | 15,957,900 | 15,464,500 | 14,971,100 |
| ***** รวมทรัพย์สิน ***** | 17,500,000 | 20,543,030 | 24,568,750 | 30,450,659 | 38,176,874 | 45,991,241 |

| หนี้สินและส่วนผู้ถือหุ้น : | ปี 0 | ปี 1 | ปี 2 | ปี 3 | ปี 4 | ปี 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| - เงิน O/D | 0 | 1,800,000 | 2,200,000 | 2,500,000 | 2,700,000 | 2,700,000 |
| - เจ้าหนี้ | 0 | 331,897 | 353,781 | 397,547 | 441,314 | 437,667 |
| **รวมหนี้สินหมุนเวียน** | 0 | 2,131,897 | 2,553,781 | 2,897,547 | 3,141,314 | 3,137,667 |
| **หนี้สินระยะยาว :** | | | | | | |
| - เงินกู้ระยะยาว | 7,500,000 | 6,000,000 | 4,500,000 | 3,000,000 | 1,500,000 | 0 |
| **ส่วนของทุน** | | | | | | |
| - เจ้าของและส่วนผู้ถือหุ้น | 10,000,000 | 10,000,000 | 10,000,000 | 10,000,000 | 10,000,000 | 10,000,000 |
| - กำไรสะสม | 0 | 2,411,133 | 7,514,970 | 14,553,112 | 23,535,560 | 32,853,575 |
| **รวมส่วนของทุน** | 10,000,000 | 12,411,133 | 17,514,970 | 24,553,112 | 33,535,560 | 42,853,575 |
| ***** รวมหนี้สินและทุน ***** | 17,500,000 | 20,543,030 | 24,568,750 | 30,450,659 | 38,176,874 | 45,991,241 |

**การวิเคราะห์การเงิน[FINANCIALANALYSIS]**

| | | ปี 1 | ปี 2 | ปี 3 | ปี 4 | ปี 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1) | อัตราส่วนแสดงสภาพคล่อง | | | | | |
| | - ทุนหมุนเวียน | 1.7 | 3.2 | 5.0 | 7.2 | 9.9 |
| | - ทุนหมุนเวียนอย่างถึงแก่น | 1.3 | 2.8 | 4.7 | 6.9 | 9.6 |
| 2) | อัตราส่วนแสดงสภาพเสี่ยง | | | | | |
| | - หนี้สินต่อส่วนของเจ้าของ | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 0.3 |
| | - หนี้สินต่อสินทรัพย์ทั้งหมด | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.1 |
| | - หนี้สินเดินสะพัดต่อเงินลงทุน | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| | - หนี้สินระยะยาวต่อเงินลงทุน | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| | - ความสามารถในการจ่ายดอกเบี้ย | 3.2 | 6.3 | 9.7 | 14.9 | 21.4 |
| 3) | อัตราส่วนแสดงสมรรถภาพในการดำเนินงาน | | | | | |
| | - การหมุนเวียนสินค้าคงคลัง | 21.3 | 23.4 | 23.8 | 24.1 | 24.3 |
| | - ระยะเวลาในการเรียกเก็บหนี้ (วัน) | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 |
| | - การหมุนเวียนของสินทรัพย์ประจำ | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.6 | 1.7 |
| | - การหมุนเวียนของสินทรัพย์ท่งหมด | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.7 | 0.5 |
| 4) | อัตราส่วนแสดงสมรรถภาพในการหากำไร | | | | | |
| | - อัตราส่วนกำไรเบื้องต้น | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 |
| | - อัตราผลตอบแทนจากค่าขาย | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 |
| | - อัตราผลตอบแทนจากสินทรัพย์ | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| | - อัตราผลตอบแทนจากส่วนของเจ้าของ | 0.2 | 0.5 | 0.7 | 0.9 | 0.9 |

## การวิเคราะห์ความไวของการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน

ผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินในส่วนแรกเป็นความเป็นไปได้ทางการเงินที่มีข้อสมมุติเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ในเชิงเทคนิคการผลิต ว่าจะสามารถผลิตไคโตแซนในรูปแบบละลายน้ำได้ 80 หน่วย จากไคโตแซนที่ไม่สามารถละลายน้ำได้ 100 หน่วย (% yield = 80% ) และราคาขายในประเทศไทยเท่ากับกิโลกรัมละ 2,500 บาท

ในการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ความไวในการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน โดยกำหนดปัจจัยที่ทำการวิเคราะห์ความไว 2 ปัจจัย ได้แก่

- อัตราผลผลิต (% yield)

ทั้งนี้เนื่องจาก โครงการวิจัยการผลิตไคโตแซนที่ละลายน้ำได้จากไคโตแซนที่ไม่สามารถละลายน้ำได้ ในระดับห้องปฏิบัติการจะได้อัตราผลผลิตเพียงประมาณเท่านั้น แต่หากมีการพัฒนาเป็นระดับอุตสาหกรรม หรือระดับกึ่งอุตสาหกรรม กระบวนการผลิตจะต้องพัฒนาเพื่อให้ได้อัตราผลผลิตที่สูงขึ้น ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จะทำการวิเคราะห์ความไวของอัตราผลผลิตจาก 50% - 100%

- ระดับราคาของไคโตแซนรูปแบบเกลือแอสพาร์เทตจะทำการวิเคราะห์ความไวที่ระดับราคา 1,000 1,200 1,500 1,800 2,000 2,500 3,000 และ 3,500

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความไวของความเป็นไปได้ทางการเงินในการผลิตไคโตแซนแอสพาร์เทตที่ระดับอัตราผลผลิตและราคาต่าง ๆ

| % yield | 100% | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Price (THB) | 1000 | 1200 | 1500 | 1800 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 |
| AverageProfit (THB) | -1942485.13 | 401114.87 | 3916514.87 | 7431914.87 | 9775514.87 | 15634514.87 | 21493514.87 | 27352514.87 |
| PayBAck(yrs) | มากกว่า 5 | มากกว่า 5 | 3.493417884 | 2.033255376 | 1.520168065 | 0.955862534 | 0.644488895 | 0.486131 |
| IRR(%) | *** | *** | -2.773046729 | 13.81231097 | 24.15847141 | 48.60194158 | 71.66786469 | 94.07545401 |

| % yield | 90% | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Price (THB) | 1000 | 1200 | 1500 | 1800 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 |
| AverageProfit (THB) | -3114285.13 | -1005045.13 | 2158814.87 | 5322674.87 | 7431914.87 | 12705014.87 | 17978114.87 | 23251214.87 |
| PayBAck(yrs) | มากกว่า 5 | มากกว่า 5 | มากกว่า 5 | 2.738805385 | 2.033255376 | 1.172882165 | 0.801056004 | 0.587113014 |
| IRR(%) | *** | *** | -11.61479216 | 4.010186633 | 13.81231097 | 36.60798713 | 57.95020249 | 78.47750904 |

| % yield | 80% | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Price (THB) | 1000 | 1200 | 1500 | 1800 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 |
| AverageProfit (THB) | -4286085.13 | -2411205.13 | 401114.87 | 3213434.87 | 5088314.87 | 9775514.87 | 14462714.87 | 19149914.87 |
| PayBAck(yrs) | มากกว่า 5 | มากกว่า 5 | มากกว่า 5 | 4.039972722 | 2.856536329 | 1.520168065 | 1.039740149 | 0.741047873 |
| IRR(%) | *** | *** | *** | -6.115486566 | 2.925897054 | 24.15847141 | 43.84566186 | 62.58813243 |

| % yield | 70% | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Price (THB) | 1000 | 1200 | 1500 | 1800 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 |
| AverageProfit (THB) | -5457885.13 | -3817365.13 | -1356585.13 | 1104194.87 | 2744714.87 | 6846014.87 | 10947314.87 | 15048614.87 |
| PayBAck(yrs) | มากกว่า 5 | มากกว่า 5 | มากกว่า 5 | มากกว่า 5 | 4.525849252 | 2.182797906 | 1.355462731 | 1.003025034 |
| IRR(%) | *** | *** | *** | -17.33056639 | -8.68538316 | 11.23120141 | 29.29839521 | 46.19981188 |

| % yield | 60% | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Price (THB) | 1000 | 1200 | 1500 | 1800 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 |
| AverageProfit (THB) | -6629685.13 | -5223525.13 | -3114285.13 | -1005045.13 | 401114.87 | 3916514.87 | 7431914.87 | 10947314.87 |
| PayBAck(yrs) | มากกว่า 5 | มากกว่า 5 | มากกว่า 5 | มากกว่า 5 | มากกว่า 5 | 3.493417884 | 2.033255376 | 1.355462731 |
| IRR(%) | *** | *** | *** | *** | *** | -2.773046729 | 13.81231097 | 29.29839521 |

| % yield | 50% | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Price (THB) | 1000 | 1200 | 1500 | 1800 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 |
| AverageProfit (THB) | -7801485.13 | -6629685.13 | -4871985.13 | -3114285.13 | -1942485.13 | 987014.87 | 3916514.87 | 6846014.87 |
| PayBAck(yrs) | มากกว่า 5 | มากกว่า 5 | มากกว่า 5 | มากกว่า 5 | มากกว่า 5 | มากกว่า 5 | 3.493417884 | 2.182797906 |
| IRR(%) | *** | *** | *** | *** | *** | -17.91183639 | -2.773046729 | 11.23120141 |

จากการวิเคราะห์ที่ระดับราคาต่าง ๆ จะพบว่าที่อัตราผลผลิต 50% จะต้องตั้งราคาขายถึง 3,500 บาทต่อกิโลกรัมจึงจะได้ผลตอบแทนที่น่าพอใจ (11%) และหากอัตราผลผลิตเพิ่มเป็น 80% ราคาขายสามารถลดลงมาได้เหลือ 2,500 บาทต่อกิโลกรัมที่จะทำให้ได้อัตราผลตอบแทนที่ 24% และหากมีการพัฒนากระบวนการผลิตจนได้อัตราผลผลิตในช่วงมากกว่า 80% แล้วจะสามารถขายได้ในราคา 2,000 บาทต่อกิโลกรัม

# บทที่ 8

## สรุปและอภิปรายผลการศึกษา ( Conclusion and Discussion)

การศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาไคโตแซนจากวัตถุดิบภายในประเทศไทยเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอางในครั้งนี้ ใช้แนวทางการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ ( feasibility study) ในด้านตลาด ด้านเทคนิคและด้านการเงินประกอบกันเพื่อประเมินและตัดสินใจ

ตลาดผลิตภัณฑ์ไคโตแซนในระดับโลก มีขนาดตลาดประมาณ 6,667 ตันหรือ 67 ล้านดอลลาร์สหรัฐ ส่วนใหญ่จะนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร สำหรับในประเทศไทย มีการใช้ไคโตแซนทั้งในอุตสาหกรรมยา เครื่องสำอางและการเกษตร อุปสงค์ของไคโตแซนในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอางในปัจจุบันเท่ากับ 7,800 กิโลกรัมต่อปี โดยประมาณการจากสัดส่วนผู้ประกอบการที่ใช้ไคโตแซนในการผลิตและค่าเฉลี่ยความต้องการใช้ต่อปี ส่วนอุปทานของไคโตแซนในประเทศไทยพบว่าอยู่ในช่วง 67- 324 ตัน แต่โรงงานใหญ่ที่มีกำลังการผลิตสูงจะส่งไคโตแซนไปจำหน่ายในตลาดต่างประเทศมากกว่า ไคโตแซนที่จำหน่ายในประเทศจะมาจากโรงงานระดับเล็กและกลาง ไคโตแซนที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นไคโตแซนที่มีการละลายน้ำไม่ดีนัก เนื่องจากไคโตแซนจะละลายได้ดีในกรด ทำให้เกิดข้อจำกัดในการนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอาง เนื่องจากมักจะมีกลิ่นกรดตกค้างในผลิตภัณฑ์

ในปัจจุบัน ไคโตแซนได้ถูกพัฒนาคุณสมบัติเกี่ยวกับการละลายโดยพัฒนาเป็นอนุพันธ์เกลือต่าง ๆ เช่น เกลือไฮโดรคลอไรด์ เกลือแอสพาร์เทต การประยุกต์ใช้เกลือไคโตแซนที่พัฒนาขึ้นนี้จะสามารถขยายไปสู่การเตรียมยาออกฤทธิ์เนิ่นและยาที่ควบคุมการปลดปล่อย รวมถึงการพัฒนาระบบนำส่งยา แต่อนุพันธ์ในรูปแบบเกลือดังกล่าว ยังไม่มีการผลิตขึ้นใช้เองในประเทศไทย ดังนั้น การศึกษานี้จะใช้ผลการวิจัยจากโครงการพัฒนาไคโตแซนในรูปแบบเกลือต่างๆ ในระดับห้องปฏิบัติการ เป็นจุดเริ่มต้นในการศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาเป็นระดับอุตสาหกรรมโดยใช้วัตถุดิบในประเทศไทยแทน

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้สำหรับผลิตภัณฑ์ไคโตแซนที่ละลายน้ำได้นี้มุ่งเน้นไปที่อุตสาหกรรมเครื่องสำอางมากกว่าอุตสาหกรรมยา เนื่องจากอุตสาหกรรมยาในประเทศไทยยังไม่มีการวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับระบบนำส่งยา หรือยาออกฤทธิ์นานมากนัก ทำให้การประยุกต์ใช้อนุพันธ์รูปเกลือของไคโตแซนในอุตสาหกรรมยามีข้อจำกัดมากกว่าอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง จากสมมุติฐานดังกล่าวจะประมาณความต้องการของไคโตแซนที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 18 ตันต่อปี และเมื่อพิจารณาการเติบโตของตลาดเครื่องสำอางในประเทศไทยพบว่ากำลังเติบโตในอัตราที่สูงถึงร้อยละ 25 ต่อปี

สำหรับความเป็นไปได้เชิงเทคนิคนั้น พบว่าวัตถุดิบในประเทศไทยนั้นมีปริมาณที่พอเพียงในการนำมาผลิต เนื่องจากอุตสาหกรรมสัตว์น้ำเป็นอุตสาหกรรมหลักของประเทศและกำลังเติบโต โดยเฉพาะของเหลือจากอุตสาหกรรมแปรรูปสัตว์น้ำนั้น สามารถเก็บรวบรวมอย่างเป็นระบบเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตได้ตลอดทั้งปี การวิเคราะห์ในครั้งนี้ ได้กำหนดสถานที่ตั้งโรงงานที่จังหวัดสมุทรสาครซึ่งเป็นแหล่งวัตถุดิบที่สำคัญ การคมนาคมสะดวก สาธารณูปโภคพร้อม รวมถึงอยู่ในพื้นที่ที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุนอีกด้วย

กระบวนการผลิตที่ใช้กรรมวิธีทางเคมีเป็นหลัก ไม่จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีในระดับสูง เครื่องจักรและอุปกรณ์ไม่ต้องลงทุนสูงนัก ในการวิเคราะห์กระบวนการผลิตจะเริ่มจากการผลิตไคโตแซนรูปแบบดั้งเดิมแล้วนำมาพัฒนาต่อเป็นรูปแบบเกลือ ซึ่งกระบวนการผลิตได้มีการทดลองผลิตในระดับห้องปฏิบัติการ (

laboratory scale) แล้ว แต่พบว่ายังมีปัญหาเกี่ยวกับอัตราผลผลิต (% yield) ที่ยังไม่สูงนัก ดังนั้น หากมีการขยายผลไปสู่ระดับ pilot หรือ commercial scale จะต้องมีการพัฒนากระบวนการผลิตให้มีอัตราผลผลิตที่สูงขึ้นด้วย

ในการวิเคราะห์ทางการเงิน จะวิเคราะห์ภายใต้สมมุติฐานที่มีการพัฒนาอัตราผลผลิตที่ร้อยละ 80 และระดับราคาไคโตแซนในรูปแบบเกลือแอสพาร์เทตที่ 2,500 บาทต่อกิโลกรัม ผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินในช่วงระยะเวลา 5 ปี พบว่าต้องใช้เงินลงทุนในโครงการ 17,438,100 บาท และมีระยะเวลาการคืนทุนประมาณ1 ปีครึ่ง อัตราผลตอบแทนจากธุรกิจเท่ากับ 24.2% จุดคุ้มทุนอยู่ที่ยอดขายประมาณ 36 ล้านบาท หรือปริมาณขาย 14.8 ตัน ผลจากการวิเคราะห์ความไวพบว่า หากพัฒนาอัตราผลผลิตให้สูงขึ้นจะสามารถขายในราคาที่ถูกลงกว่านี้ได้ เพื่อให้เกิดการยอมรับของลูกค้าได้ง่ายขึ้น และจากการวิเคราะห์ความไวของราคาขาย พบว่า ด้วยเงื่อนไขการลงทุนที่กำหนดจะต้องขายในราคาที่ไม่ต่ำกว่า 2,000 บาทจึงจะได้ผลตอบแทนที่น่าพอใจ ดังนั้น ในการทำตลาดของไคโคแซนที่ละลายน้ำได้ จะต้องเน้นไปที่การพัฒนาคุณภาพให้ได้ cosmetic grade จึงจะเป็นที่ยอมรับของผู้ประกอบการ และเพื่อให้สามารถแข่งขันกับไคโตแซนในรูปแบบเดิมที่มีราคาจำหน่ายประมาณ 1,200 บาทได้

# เอกสารอ้างอิง (Reference)


1. Karlsen J., *Excipient properties of chitosan.* Manuf. Chemist, 1991. 62(6): p. 18-9.
2. RAA, M., ed. *Industrial production and application*. Chitin, ed. M. RAA. 1977, Pergamon Press: New York. 207-265.
3. Ritthidej G.C., Chomto P., and Pummanggura S., *Chitin and chitosan as disintegrants in paracetamol tablets.* Drug Dev. Ind. Pharm, 1994. 20(13): p. 2109-2134.
4. Upadrashta SM and Katikaneni PR, *Chitosan as tablet binder.* Drug Dev Ind Pharm, 1992. 18: p. 1701-1708.
5. Sawayanagi Y, Nambu N, and Nagai T., *Direct compressed tablets containing chitin or chitosan in addition to lactose or potato starch.* Chem. Pharm. Bull, 1982. 30(8): p. 2935-2940.
6. Nunthanid J., et al., *Effect of heat on chitosan film characteristics coated on theophylline tablet.* Drug Dev Ind Pharm, 2002. 28(8): p. 919-930.
7. Puttipipatkhachorn S, et al., *Drug physical state and drug-polymer interaction on drug release from chitosan matrix films.* J Control Release, 2001. 75(1-2): p. 143-53.
8. Kkinen MS., et al., *In vitro evaluation of microcrystalline chitosan (MCCh) as gel-forming excipient in matrix granules* Eur J Pharm Biopharm, 2002. 54(1): p. 33-44.
9. Akbuga J, *Use of chitosonium malate as a matrix in sustained-release tablets.* Int. J. Pharm, 1993. 89: p. 19-24.
10. Nigalaye A.G., Adusumilli P., and Bolton S., *Investigation of prolonged drug release from matrix formulations of chitosan.* Drug Dev. Ind. Pharm, 1990. 16(3): p. 449-6.
11. Bodmeier R, Oh K-H, and Pramar Y, *Preparation and evaluation of drug-containing chitosan beads* Drug Dev. Ind. Pharm, 1989. 15(9): p. 1475-94.
12. Chandy T and Sharma CP, *Chitosan beads and granules for oral sustained delivery of nifedipine: in vitro studies* Biomaterials, 1992. 13(13): p. 949-52.
13. Santos H., et al., *Physical properties of chitosan pellets produced by extrusion–spheronisation: influence of formulation variables* Int. J. Pharm, 2002. 246(1-2): p. 153-169.
14. Ko JA, et al., *Preparation and characterization of chitosan microparticles intended for controlled drug delivery.* Int J Pharm, 2002. 249(1-2): p. 165-174.
15. Xu Y and Du Y, *Effect of molecular structure of chitosan on protein delivery properties of chitosan nanoparticles.* Int J Pharm, 2003. 250(1): p. 215-26.
16. Filipovic-Grcic J., et al., *Chitosan microspheres of nifedipine and nifedipine-cyclodextrin inclusion complexes* Int. J. Pharm. , 1996. 135: p. 183-9.
17. MacLeod, et al., *Selective drug delivery to the colon using pectin:chitosan:hydroxypropyl ethylcellulose film coated tablets. I*nt. J. Pharm, 1999. 187: p. 251–257.
18. Bernkop-Schnrch A, *Chitosan and its derivatives: potential excipients for peroral peptide delivery system.* Int. J. Pharm, 2000. 194: p. 1-13.

19. Kotze' A.F., et al., *Chitosans for enhanced delivery of therapeutic peptides across intestinal epithelia: in vitro evaluation in Caco-2 cell monolayers* Int. J. Pharm, 1997. 159: p. 243-53.
20. Jonker, C., J.H. Hamman, and A.F. Kotze, *Intestinal paracellular permeation enhancement with quaternised chitosan: in situ and in vitro evaluation* Int. J. Pharm., 2002. 238: p. 205-213.
21. Pan Y. , et al., *Bioadhesive polysaccharide in protein delivery system: Chitosan nanoparticles improve the intestinal absorption of insulin in vivo.* Int. J. Pharm., 2002. 249: p. 139-147.
22. Lim S.T., et al., *Preparation and evaluation of the in vitro drug release properties and mucoadhesion of novel microspheres of hyaluronic acid and chitosan* J. Control Release, 2000. 66: p. 281-292.
23. Lang G and Clausen T, eds. *The use of chitosan in cosmetics* Chitin and chitosan: sources, chemistry, biochemistry, physical properties and applications, ed. Skjak-Braek G., Anthonsen T., and S. P. 1989, Elsevier Sciences Publishers: London & New York. 139-147.
24. สำนักงานสถิติแห่งชาติ. ปริมาณ และมูลค่าอาหารทะเลกระป๋องและแปรรูปส่งออก จำแนกตามประเทศ พ.ศ. 2544 – 2545. [cited 7/11/2546]; Available from: http://www.nso.go.th/thai/stat/stat_23/toc_13.html
25. กรมส่งเสริมการส่งออก กระทรวงพาณิชย์. ข้อมูลพื้นฐานรายสินค้า/บริการ. [cited 7/11/2546]; Available from: http://www.depthai.go.th/scripts/cgiaws/formsearchkeyy_aws_show_08.pl?idkey=อาหารสดแช่เย็น%20/%20แช่แข็ง
26. สำนักงานสถิติแห่งชาติ. ปริมาณ และมูลค่ากุ้งสด แช่เย็น แช่แข็งส่งออก จำแนกตามประเทศ พ.ศ. 2544 – 2545 [cited 7/11/2546]; Available from: http://www.nso.go.th/thai/stat/stat_23/toc_13.html
27. ผู้จัดการออนไลน์. งานวิจัยไทย *"ผลาญเงินหรือช่วยชาติ"?* . [cited 22/10/2546]; Available from: http://www.manager.co.th/asp-bin/viewnews.asp?newsid=4664199349283.
28. ดวงพร ทรงศิริ and นุชนาท คลี่เกษร, นักวิทย์รุ่นเยาว์ ผศ.ดร.สุภา หารหนองบัว ชี้งานวิจัยไทยสู้" มาเลย์"ไม่ได้ in มติชนรายวัน ฉบับวันที่ 18 กันยายน พ.ศ. 2546 หน้า 21
29. Dodane, V. and V.D. Vilivalam, *Pharmaceutical applications of chitosan.* Pharmaceutical Science & Technology Today, 1998. 1(6): p. 246-253.
30. Ravi Kumar, M.N.V., *A review of chitin and chitosan applications.* Reactive and Functional Polymers, 2000. 46(1): p. 1-27.
31. ระพีพรรณ ฉลองสุข and น้ำฝน ศรีบัณฑิต, การศึกษาสถานการณ์การใช้ไคโตแซนในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอางในประเทศไทย. 2551, มหาวิทยาลัยศิลปากร: นครปฐม.
32. ฝ่ายวิจัย ธนาคารกรุงศรีอยุธยา จำกัด (มหาชน). ไคติน ไคโตซาน ของเหลือจากทะเล สู่สารมูลค่าเพิ่ม. 2548 [cited 29/12/08]; Available from: http://www.krungsri.com/pdf/research/03_industry/02_industry/Ind34.pdf.
33. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, *CHITIN CHITOSAN*. 2544, กรุงเทพมหานคร.

34. Shigehiro Hirano, ed. *Production and application of Chitin and Chitosan in Japan*. Chitin and Chitosan :Source,chemical,biochemistry, physical properties and application, ed. Paul Sandford, Thorleif Anthonsen, and Gudmund Sajakbraek. 1989, Elsevier Science Publishers Ltd: New York.

35. V.M.Patel. *Chitosan: A Unique Pharmaceutical Exipient*. 2006 [cited 17/5/2006]; Available from: http://www.drugdeliverytech.com/cgi-bin/article.cgi?idArticle=372.

36. ชัยยศ สันติวงษ์, การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ (*Project Feasibility Studies)*. 2536, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิชจำกัด.

37. *CHITOSAN AND CHITOSAN-BASED PRODUCTS*. [cited 04/10/07]; Available from: http://www.la-shrimp.com/Resources/LSPS%20Co%20Business%20Plan.pdf.

38. ศูนย์ชีวภาพไคติน-ไคโซาน, จ. การศึกษาและวิเคราะห์สถานภาพของโรงงานผู้ผลิตและตลาดการใช้ไคตินและไคโตซาน. 2546 [cited 7/8/2006]; Available from: http://www.mtec.or.th/th/images/pdf/chitin-chitosan/chapter6.pdf.

39. Sini, T.K., S. Santhosh, and P.T. Mathew, *Study on the production of chitin and chitosan from shrimp shell by using Bacillus subtilis fermentation.* Carbohydrate Research, 2007. 342(16): p. 2423-2429.

40. การสัมภาษณ์ คุณสมศักดิ์ จีระธวัชชัย บริษัท เอส.เค.โปรฟิชเชอรี่ จำกัด และคุณขจรศักดิ์ มณีรัตน์ บริษัท ต้าหมิงเอนเตอร์ไพรส์ จำกัด

2549.

41. Aqua Prermier Co., L. *Aqua Premier products details and order policy*. [cited 23/5/2006]; Available from: http:/www.aquapremier.com/orderpo/shtml.

42. ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. ผลิตภัณฑ์กุ้ง : แนวโน้มครึ่งหลังปี 2549 และคาดการณ์ปี 2550. 2549 [cited 16/3/2007]; Available from: http://www.kasikornresearch.com/kr/search_detail.jsp?id=6616&cid=4.

43. ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. กุ้งและผลิตภัณฑ์ปี 49 : ส่งออกสดใส ปัจจัยหนุน 3 ตลาดหลัก. 2549 [cited 16/3/2007]; Available from: http://www.kasikornresearch.com/kr/search_detail.jsp?id=5659&cid=4.

44. อัธยา กังสุพรรณ. การสกัดไคโตซานจากเปลือกสัตว์น้ำ. in รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2536 กรมประมง 15-17 กันยายน 2536. 2536. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด บางเขน.

45. Fisheries global information system, F. *FIGIS time series query on Aquaculture : THAILAND* 1994-2004. 2006 [cited 23/5/2006]; Available from: http://www.fao.org/figis/servlet/SQSerlet?file=/usr/local/tomcat/FI/5.5.9/fi5/webapps/figis/temp/hqp_42599.xml&outtype=html.

46. ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. กุ้งและผลิตภัณฑ์ 2003 : ตลาดส่งออกเผชิญปัญหาหนัก 2545 [cited 6/3/2007]; Available from: http://www.kasikornresearch.com/kr/search_detail.jsp?id=.....&cid=4.

47. มยุรี จัยวัฒน์และคณะ, วิทยาการหลังการจับและการแปรรูปกุ้งทะเล, in การรวบรวมวิเคราะห์และสังเคราะห์งานวิจัยกุ้งทะเลของประเทศไทย, ประจวบ หลำอุบลและคณะ, Editor. 2547. p. 401.

48. TFFA, T.F.F.A. การส่งออกสินค้าอาหารทะเลแช่แข็งของไทย ปี 2548. 2006 [cited 23/5/2006]; Available from: http://www.thai-frozen.or.th/member/index.html.
49. เปลือกกุ้งสารพัดประโยชน์, in *Update*. 2541.
50. นงลักษณ์ ปานเกิดดี, โครงการวิจัยศึกษาการนำเศษเหลือทิ้งของกุ้งมาใช้ประโยชน์, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย(วว.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ,.
51. หัวกุ้งของเหลือใช้จากโรงงาน ผลิตเป็นโปรตีนเข้มข้น, in ข่าวสด. 2548.
52. Department of Health and Human Services.Nation Toxicology Program. *Chitosan Chemical Background*. 2006 [cited 17/5/2006]; Available from: http://ntp-server.niehs.nih.gov/index.cfm?objectid=03dab5ea-pf53-d541-2ccd8c45d62d..
53. FuZhouCoronaScience&TechnologyDevelopmentCo.Ltd. *FlonacN :Chitosan Specification* 2006 [cited 17/5/2006]; Available from: http://www.fzrm.com/chitosan.htm.
54. United Chitotechnologies, I. *Chitosan specification*. 2006 [cited 17/5/2006]; Available from: http://www.uchitotech.com/Specifications/specifications.html.