

การผลิตแผ่นชั้นน้ำมันจากไคโตซานแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ

ปริญญานิพนธ์

ของ

สุธิดา คงทอง

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา

พฤษภาคม 2552

การผลิตแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซานแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ

บทคัดย่อ

ของ

สุธิดา คงทอง

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา

พฤษภาคม 2552

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุทธิดา คงทอง. (2552). การผลิตแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซานแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ.

ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา).กรุงเทพฯ:บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: อาจารย์ ดร. ไพรัช วงศ์ยุทธไกร, อาจารย์ โอบาส สุขหวาน

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ผลิตแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซานแบบแผ่นฟิล์ม และแบบกระดาษ พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไคโตซานให้มีความสามารถในการละลายได้ดีโดยใช้ไคโตซาน 1%. ในกรดซิตริก 2% ในอัตราส่วน 5:500(นน./ปริมาตร) สภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อชานอ้อยเพื่อให้เยื่อเปื่อยและผลได้ดีเหมาะกับการทำแผ่นซับน้ำมันแบบกระดาษโดยการต้มกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ22.5 เวลา 4 ชั่วโมง นอกจากนี้การฟอกเยื่อชานอ้อยด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ร้อยละ 12 ให้ความสว่างสำหรับอัตราส่วนผสมของแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มที่เหมาะสมประกอบด้วยสารละลายไคโตซาน 25 ml. , PEG6000 0.20 กรัม และ Xylitol 0.25 กรัม และ Talcum 0.75 กรัม แผ่นฟิล์มซับน้ำมันดูดซับน้ำมันได้ 87.24 % สำหรับการผลิตแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นกระดาษ ตำรับที่เหมาะสมประกอบด้วยสารละลายไคโตซาน 25.00 กรัม, เยื่อชานอ้อย0.50 กรัม และ Colloidal Silicon Dioxide จำนวน 0.25 กรัม ซึ่งได้แผ่นกระดาษซับมันที่ดูดซับน้ำมันได้ 60.16% สมบัติแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษที่ผลิตจากไคโตซานเมื่อทดสอบกับเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมและกรมวิทยาศาสตร์บริการผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมในทุกๆ ด้าน

THE PRODUCTION OF OIL BLOTTING SHEET AND OIL BLOTTING PAPER FROM CHITOSAN

AN ABSTRACT

BY

SUTHIDA KONGTHONG

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education degree in Development Education
at Srinakharinwirot University

May 2009

Suthida Kongthong. (2009). *The Production of Oil Blotting Sheet and Oil Blotting Paper From Chitosan*. Master thesis, M.Ed. (Industrial Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Dr. Pairust Vongyuttakrai, A. Ophat Sukwan.

The research's object for the production of oil blotting sheet and oil blotting paper is from Chitosan type found that the suitable status in Chitosan production for better dissolved by using 1% Chitosan in 2% in citric acid ratio 5: 500 (Wt / vol). Suitable status of Bagasse softened boiling and good for absorbent paper production, should be boiled with 22.5% Sodium hydroxide for 4 hours. In addition, bleaching bagasse with 12% hydrogen peroxide. Proper composition ratio of absorbent film paper is 25 ml. Chitosan, PEG6000 0.20 grams, Xylitol 0.25 gm. and talcum 0.75 gm. Absorbent film absorbed liquid 87.24%. For absorbent paper, the proper composition 25.00 grams Chitosan solution, 0.50 grams Bagasse, 0.25 grams Xylitol and 0.25 grams Colloidal Silicon Dioxide, solution is 60.16 % absorbent paper. Properties of film absorbent and paper absorbent when test with industrial standard they passed industrial standard of all aspects.

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณคุณอาจารย์ทุกท่านที่กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาแก่ข้าพเจ้าโดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจารย์ดร. ไพรัช วงศ์ยุทธไกร ที่ให้ความอนุเคราะห์ ว่าเป็นประธานกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์และคอยแนะนำตักเตือนในทุกเรื่องๆ ที่ไม่สมควรเปรียบเสมือนพ่อคนหนึ่งและอาจารย์ โอภาส สุขหวาน ที่กรุณารับเป็นกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ รวมทั้งอาจารย์ อุบัติย์ สุวคันทกุล อาจารย์ อัมพร และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ถนอมสิน ดิสถาพร ที่กรุณารับเป็นกรรมการสอบเค้าโครงปริญญานิพนธ์ เสนอแนะแก้ไขต่างๆซึ่งทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุฤกษ์ คงทอง และ อาจารย์ อภิสิตี เจริญกุล ที่กรุณาเป็นที่ปรึกษาและเสนอแนะแนวทางวิจัยโดยเฉพาะ อาจารย์ ดร. พายัพ มาศนิยมซึ่งคอยช่วยเหลือจัดเตรียมอุปกรณ์ สารเคมี ติดต่อขอใช้สถานที่ คอยช่วยแก้ปัญหาและควบคุมดูแลตลอดการวิจัยและกรุณาเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ พี่พัน พี่ตุล พี่ประกอบ พี่นิพนธ์ พี่ธีรยุทธ พี่เบิ้ม น้องแอม น้องเปิ้ล พี่ๆเพื่อนๆ น้องๆทุกคนที่คอยสนับสนุนให้ความช่วยเหลือให้กำลังใจและขอขอบพระคุณคุณอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่กรุณาเป็นผู้ตรวจแบบสอบถามและทำการทดสอบทางกายภาพ ชีวภาพ และทางเคมีคอยช่วยเหลือเป็นที่ปรึกษาในทุกๆด้านจนกระทั่งสำเร็จเป็นปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณผู้จัดการ บริษัท คิงฟิชเชอร์ , กลุ่มแม่บ้านอำเภอสทิงพระ และ คณบดี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่อนุเคราะห์ วัสดุดิบ เครื่องมือ และสถานที่ในการผลิตแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซานแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ

ข้าพเจ้าขอขอบความดีทั้งหมดของงานวิจัยนี้แด่ผู้วางรากฐานและสนับสนุนทางการศึกษาแก่ผู้วิจัย คือ คุณแม่ศรีวิไล คงทอง และ คุณพ่อระเบียบ คงทอง อันเป็นที่รักและเคารพอย่างสูงของผู้วิจัย

สุธิดา คงทอง

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	7
สมมติฐานการวิจัย.....	8
2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
ผิวหนังของมนุษย์.....	9
ชนิดของผิวหนัง.....	9
ค่าความเป็นกรด-ด่างของผิวหนัง.....	10
โครงสร้างผิวหนังบริเวณใบหน้า.....	11
ต่อมไขมัน (Sebaceous Glands).....	12
สิว.....	14
วัตถุดิบที่ใช้ผลิตแผ่นซับหน้ามัน.....	17
ไคติน-ไคโตซาน.....	17
พลาสติกไซเซอ์.....	33
สารดูดซับ.....	39
ชานอ้อย.....	43
ไคโตซานที่ใช้ผลิตแผ่นซับหน้ามัน.....	49
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	65

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	76
ตัวแปรที่ศึกษา.....	78
การดำเนินการวิจัย.....	78
ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย.....	81
อัตราส่วนผสมของแผ่นชั้นน้ำมันแบบแผ่นฟิล์ม.....	85
อัตราส่วนผสมของแผ่นชั้นน้ำมันแบบแผ่นกระดาษ.....	87
สถานที่และระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	89
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	89
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	90
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	108
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	110
อภิปรายผล.....	111
ข้อเสนอแนะ.....	113
บรรณานุกรม.....	115
ภาคผนวก.....	119
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	235

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แหล่งวัตถุดิบสำคัญของไคติน.....	20
2 ปริมาณ (%) ไคตินที่มีในสิ่งมีชีวิตต่างๆ.....	21
3 ตัวอย่างกรรมวิธีการผลิตและสมบัติไคติน.....	39
4 ตัวอย่างกรรมวิธีการผลิตและสมบัติไคโตซาน.....	40
5 ความยาวของเส้นใยวัสดุต่างๆ ที่ใช้ทำเยื่อกระดาษ.....	45
6 ความสามารถในการละลายไคโตซาน.....	52
7 เกณฑ์ประสิทธิภาพของแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซาน.....	60
8 การศึกษาระดับความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์.....	77
9 สารเคมีที่ใช้ในการฟอกเยื่อซานอ้อย.....	78
10 อัตราส่วนผสมของแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มดำรับต่างๆ.....	78
11 อัตราส่วนผสมของแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นกระดาษดำรับต่างๆ.....	79
12 คุณลักษณะที่ได้จากไคโตซานที่ผลิตขึ้น.....	79
13 ต้นทุนในการผลิตไคโตซาน.....	80
14 ราคาไคโตซานที่มีขายในปัจจุบัน.....	82
15 สภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมสารละลายไคโตซาน.....	83
16 สภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมสารละลายไคโตซาน.....	85
17 ร้อยละของผลได้ของการขยายกำลังการผลิตเยื่อซานอ้อย.....	87
18 ค่าความขาวสว่างที่ได้จากการฟอกเยื่อซานอ้อย.....	89
19 ลักษณะทางกายภาพที่ได้จากแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มดำรับต่างๆ.....	90
20 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของแผ่นซับน้ำมัน.....	96

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 โครงสร้างของผิวหนัง.....	12
2 โครงสร้างของต่อมไขมัน.....	13
3 ลักษณะของเชื้อ <i>Propionibacterium acnes</i> ที่แยกจาก Follicularinfundibulum ถ่ายด้วยกล้องSEM.....	15
4 โครงสร้างทางเคมีของไคติน.....	18
5 โครงสร้างทางเคมีของไคโตซาน.....	19
6 Electron Micrographs of Chitosan (a) before and (b) after Residue Oil Absorption.....	28
7 โครงสร้างทางเคมีของซอร์บิทอล.....	30
8 โครงสร้างทางเคมีของกลีเซอรอล.....	31
9 โครงสร้างทางเคมีของพอลิเอทีลีนไกลคอล.....	32
10 โครงสร้างทางเคมีของไซลิทอล.....	34
11 ไอโซเทอมการดูดซับแลงเมียร์.....	38
12 ไอโซเทอมการดูดซับฟูนิช.....	38
13 วิธีการผลิตเยื่อแบบกึ่งเคมี(Cheme-Mechanical).....	44
14 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	73
15 กรรมวิธีการผลิตไคโตซาน.....	76
16 กรรมวิธีการเตรียมสารละลายไคโตซาน.....	76
17 กรรมวิธีการผลิตแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์ม.....	79
18 กรรมวิธีการผลิตแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นกระดาษ.....	81
19 การทดสอบสมบัติการดูดซับน้ำมันของแผ่นซับน้ำมัน	83
20 แผนภูมิแท่งแสดงการยอมรับผลิตภัณฑ์แผ่นซับ น้ำมันแบบแผ่นฟิล์มด้านความเรียบ.....	97
21 แผนภูมิแท่งแสดงการยอมรับผลิตภัณฑ์แผ่นซับ น้ำมันแบบแผ่นฟิล์มด้านความนุ่ม.....	98
22 แผนภูมิแท่งแสดงการยอมรับผลิตภัณฑ์แผ่นซับ น้ำมันแบบแผ่นฟิล์มด้านความยืดหยุ่น.....	98

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ

หน้า

23	แผนภูมิแท่งแสดงการยอมรับผลิตภัณฑ์แผ่นซับ	
	น้ำมันแบบแผ่นฟิล์มด้านความพึงพอใจโดยรวม.....	99
24	แผนภูมิแท่งแสดงการยอมรับผลิตภัณฑ์แผ่นซับหน้า	
	มันแบบแผ่นกระดาษด้านความเรียบ.....	100
25	แผนภูมิแท่งแสดงการยอมรับผลิตภัณฑ์แผ่นซับหน้า	
	มันแบบแผ่นกระดาษด้านความนุ่ม.....	100
26	แผนภูมิแท่งแสดงการยอมรับผลิตภัณฑ์แผ่นซับหน้า	
	มันแบบแผ่นกระดาษด้านความยืดหยุ่น.....	101
27	แผนภูมิแท่งแสดงการยอมรับผลิตภัณฑ์แผ่นซับหน้า	
	มันแบบแผ่นกระดาษด้านความพึงพอใจโดยรวม.....	101

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัญหาผิวหน้ามัน เป็นปัญหาที่พบได้ในผู้ที่มีสภาพผิวแบบผิวผสมหรือผิวมัน สาเหตุของผิวหน้ามันมีหลายประการ เช่นเกิดจากกรรมพันธุ์ หรือเกิดจากธรรมชาติของต่อมไขมัน (Sebaceous Gland) ได้ผิวหนังที่ผลิตน้ำมันออกมามาก ต่อมไขมันจะทำงานมากเป็นพิเศษในช่วงวัยรุ่น ทำให้มีน้ำมันเคลือบผิวหน้ามากกว่าเดิม ความมันบนใบหน้าอาจถูกกระตุ้นเพิ่มเติมจากสิ่งแวดล้อม เช่น อากาศที่ร้อนจัด การใช้แรงงาน การออกกำลังกาย แสงแดด อาหารร้อน อาหารที่เผ็ดจัด ล้วนกระตุ้นให้ร่างกายขับเหงื่อและน้ำมันเพิ่มมากขึ้นทำให้รู้สึกเหนียวเหนอะหนะ ทำให้เกิดความกังวลและเกิดความรำคาญกับภาวะผิวหน้ามันนอกจากนี้ความมันยังเป็นอีกสาเหตุหนึ่งของการเกิดสิว เนื่องจากทำให้สิ่งสกปรกหรือฝุ่นละอองต่างๆติดบนผิวหน้าได้ง่าย การแก้ปัญหาหน้ามันที่ทำกันเป็นประจำ ได้แก่ การล้างหน้าวันละหลายๆ ครั้ง การใช้แปรงฟุนทาหน้า การใช้ผ้าซับ เป็นต้น ซึ่งวิธีดังกล่าวเป็นวิธีแก้ปัญหาเฉพาะหน้าเพราะไม่นานต่อมไขมันก็จะขับน้ำมันมาเคลือบผิวใหม่ และการล้างหน้าบ่อยครั้งยังเป็นการทำร้ายผิวมากขึ้น ทำให้ผิวแห้งหรือเกิดการระคายเคืองซึ่งการกำจัดความมันบนใบหน้าโดยการล้างหน้าในบางครั้งก็ไม่สามารถทำได้ ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่นิยมใช้กันมากก็คือ แผ่นซับหน้ามันซึ่งถูกนำมาใช้ซับความมันที่ถูกขับออกมาจากรูขุมขนบนใบหน้าเพราะช่วยลดความมันบนใบหน้าได้ดี โดยเฉพาะบริเวณหน้าผาก จมูก แก้ม ซึ่งพบว่าแผ่นซับหน้ามันนิยมใช้มากในกลุ่มวัยรุ่นและสตรีเนื่องจากสามารถพกพาและใช้ได้สะดวก

แผ่นซับหน้ามันในระยะแรกทำมาจากกระดาษที่ทำจากเส้นใยธรรมชาติ เช่น เส้นใยจากพืช เรียกกันว่ากระดาษซับหน้ามัน กระดาษซับหน้ามันนี้ทำให้รู้สึกระคายเคืองเมื่อซับใบหน้า เนื่องจากเส้นใยธรรมชาติมีความแข็ง หยิบ จึงมีการปรับปรุงในเรื่องของความเรียบเนียน โดยการเคลือบกระดาษซับหน้ามันด้วยผงเช่น ผง Calcium Carbonate และ Sizing Agent แต่ก็ไม่ดีนักเพราะกระดาษซับหน้ามันยังคงขรุขระอยู่และถ้าหากใช้ผงดังกล่าวจำนวนมากจะทำให้การดูดซับน้ำมันลดลง นอกจากนี้ตัวบ่งชี้ในการดูดซับน้ำมันคือ การโปร่งแสง เกิดจากกระดาษดูดซับน้ำมันจากผิวหน้าแล้วเกิดการโปร่งแสง แต่คุณสมบัติของผง Calcium Carbonate และผง Sizing Agent จะไม่เกิดการโปร่งแสงตามดัชนีได้ชัดเจน ทำให้ผู้ใช้ไม่แน่ใจว่ากระดาษซับหน้ามันมีการซับน้ำมันเกิดขึ้นหรือไม่ จึงได้มีการเปลี่ยนจากการใช้ผงเคลือบกระดาษซับหน้ามัน มาเป็นการใช้เม็ดพลาสติกกลมที่มีรูพรุน(Porous Spherical Bead) และพบว่าสามารถแก้ไขปัญหारेื่องความเรียบของกระดาษได้ และมีประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำมันเพิ่มขึ้น ต่อมามีการพัฒนาผลิกระดาษซับหน้ามันที่มีความหนาแน่นสูงโดยการผสมเยื่อจาก

เส้นใยพืชและเส้นใยสังเคราะห์ Inorganic Filler เส้นใยสังเคราะห์ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของการดูดซับน้ำมันและยังมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะของกระดาษเพียงเล็กน้อยเมื่อดูดซับน้ำมัน ปัจจุบันมีการนำแผ่นฟิล์ม Thermoplastic Film ที่มีลักษณะเป็นรูพรุนมาผลิตแผ่นซับน้ำมัน ซึ่งมีการดูดซับน้ำมันได้ดี และสามารถตรวจสอบประสิทธิภาพการโปร่งแสงได้ดี แผ่นซับน้ำมันที่ทำมาจากแผ่นฟิล์ม Thermoplastic Film มีลักษณะเป็น 2 ชั้น คือชั้นที่ฟิล์มดูดซับน้ำมันที่มีลักษณะรูพรุน (Oil Absorbing Porous Film) ซึ่งจะเป็นส่วนที่สัมผัสกับใบหน้าโดยตรง และชั้นที่เพิ่มเติม Additional Layer ซึ่งในชั้นนี้เป็นชั้นที่สามารถเติมสารอื่น ๆ ให้มีคุณสมบัติได้ดียิ่งขึ้นเช่น Anti-Acne, Anti- Wrinkle, Anti- Skin Atrophy, NSAIDs, Topical Anesthetic, Artificial Tanning Agent, Sunscreen, Antibiotic, Antiseptic โดยแผ่นซับน้ำมันที่มีขายอยู่จะมีหลายแบบและมีราคาแตกต่างกัน ถ้าเป็นแผ่นซับน้ำมันที่มีคุณภาพดี เมื่อนำไปซับหน้าแล้วเหมือนกับได้ทาแป้งด้วยก็จะมีราคาแพง ซึ่งถ้าหากสามารถลดต้นทุนในการผลิต และยังได้แผ่นซับน้ำมันที่มีคุณภาพดีคงเดิม ก็จะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเลือกซื้อแผ่นซับน้ำมันสำหรับผู้บริโภคต่อไป (กุลวรา เหล่ากาวิ และ ชลวิภา ยารังสี. 2548: 2) จากการศึกษาการผลิตแผ่นซับน้ำมันอาจมีส่วนผสมของวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติดูดซับความมันได้ เช่น ไคโตซานและชานอ้อย ซึ่งสามารถผลิตและหาได้ง่าย

ไคโตซาน (Chitosan) เป็นอนุพันธ์ของไคติน (Chitin) ที่ได้จากการดึงเอาหมู่อะซิทิล (Acetyl Group) ของไคตินออกไป โดยปฏิกิริยาที่เรียกว่า Deacetylation ทำให้โครงสร้างของไคตินที่เป็น N-Acetylglucosamine กลายเป็น Glucosamine ซึ่งเป็นโครงสร้างที่ Active พร้อมจะทำปฏิกิริยาได้อย่างรวดเร็วและมีสมบัติละลายได้ในกรดอ่อนในอุตสาหกรรมจะสกัดไคตินหรือไคโตซานจากเปลือกกุ้ง, ปู, ปลาหมึก โดยผลิตรายอยู่ในรูปของผงไคตินหรือผงไคโตซาน (รติรส วันแรก. 2548:2-3) ไคตินเป็นพอลิเมอร์ชีวภาพ (Biopolymer) ที่ได้จากธรรมชาติ การผลิตไคตินเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมอาหารทะเล โดยนำส่วนที่จะนำไปทิ้งมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากขึ้น เพื่อลดปริมาณของขยะเหล่านี้ และเป็นการส่งเสริมการนำของเหลือใช้กลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ไคโตซานได้จากเปลือกกุ้งเป็นวัตถุดิบที่หาได้ง่าย เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่ส่งออกกุ้งแช่แข็งเป็นสินค้าออกอันดับต้นๆของโลก ขณะเดียวกันนี้ ก็ยังมีความพร้อมทางด้านเทคโนโลยี ในการผลิตสารไคโตซาน ซึ่งเป็นกระบวนการที่ง่ายไม่สลับซับซ้อน สามารถทำได้ตั้งแต่ในระดับครัวเรือน ชุมชนและขยายใหญ่ในระดับอุตสาหกรรมและที่สำคัญ ไคโตซานสามารถเข้ากับเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตได้ (Biocompatible) สลายตัวได้ในสิ่งมีชีวิต (Biodegradability) มีความเฉื่อยทางชีวภาพ (Bioinertness) จึงไม่ทำให้แพ้หรือเกิดการระคายเคืองสามารถใช้ได้กับทุกเพศทุกวัยแม้ในคนที่มีผิวแพ้ง่าย และไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม (กุลวรา เหล่ากาวิ และชลวิภา ยารังสี. 2548: 2) พืชเส้นใยที่เหมาะสมกับการผลิตเยื่อกระดาษนอกจากต้นไม้ชนิดต่างๆแล้วยังมี ปอแก้ว ปอกระเจา ปอสา หนุ่ยขาวจวบ ฟางข้าว ต้นข้าวฟ่าง ต้นข้าวโพด เศษฝ้าย และ

ชานอ้อย(Bagasse) ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีอยู่มากในท้องถิ่น ในปีการผลิต 2546/2547 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อยประมาณปีละ 5-7 ล้านไร่ ได้ปริมาณอ้อย 64,484,363 ตัน โดยที่อ้อย 1 ตันจะให้กากอ้อย 270-290 กิโลกรัม (พิพัฒน์ วีระถาวร. 2547: 1-5) ดังนั้นในแต่ละปีจะมีกากอ้อยจากโรงงานผลิตน้ำตาลโดยประมาณที่น้ำหนักอบแห้งทั้งสิ้น 9.03 ล้านตัน จึงมีกากอ้อยมากพอสำหรับการผลิตเยื่อเคมี ประกอบกับเยื่อกากอ้อยมีองค์ประกอบของไฮโดรเซลลูโลสเกือบเท่ากับไม้ใบกว้างและยังเป็นเส้นใยที่มีความยาวหลายขนาด มีเส้นใยพันธะระหว่างกันน้อย ให้เส้นใยที่บางและนุ่มค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมและการขนส่งต่ำ จัดหาได้ตามฤดูกาลเก็บไว้ใช้ในระยะเวลายาวได้โดยไม่สูญเสียน้ำหนัก ชานอ้อยมีลิกนิน (Lignin) น้อยกว่าไม้ยืนต้น มีสารเพนโตสมากกว่าไม้สน ไม้สปรูซ (Spruce) และไม้ยืนต้นอื่นๆ บางชนิด เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรชนิดอื่นซึ่งใช้ทำเยื่อกระดาษแล้ว จะเห็นว่าชานอ้อยมีความเหมาะสมที่จะนำไปทำเป็นวัตถุดิบในการทำกระดาษมากกว่าวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรอื่นๆ (ธีรชัย รัตนโรจน์มงคล. 2540: 32-34)

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงนำโคโคซานพร้อมส่วนผสมชานอ้อย วัตถุดิบท้องถิ่น มาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตแผ่นซับน้ำมัน ทั้งแบบฟิล์มและแบบกระดาษเนื่องจากโคโคซานและชานอ้อยเป็นวัตถุดิบที่มีจำนวนมาก หาได้ง่าย มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ ช่วยลดต้นทุนที่ใช้ในการผลิต ทำให้ได้แผ่นซับน้ำมันที่มีประสิทธิภาพ ราคาไม่แพง และสามารถทดแทนการนำเข้าแผ่นซับน้ำมันจากต่างประเทศ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อผลิตแผ่นซับน้ำมันจากโคโคซานแบบแผ่นฟิล์มและแบบแผ่นกระดาษ
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของแผ่นซับน้ำมันจากโคโคซาน

ความสำคัญของการวิจัย

ได้แผ่นซับน้ำมันที่ทำมาจากโคโคซานทั้งแบบฟิล์มและแบบกระดาษที่มีประสิทธิภาพในการดูดซับความมันมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และมีต้นทุนในการผลิตต่ำกว่าเดิมนอกจากนี้ยังเป็นการสนับสนุนการใช้วัตถุดิบที่มีอยู่ในประเทศทดแทนการนำเข้าผลิตภัณฑ์และวัตถุดิบจากต่างประเทศ

ขอบเขตของการวิจัย

เพื่อให้การวิจัยครั้งนี้บรรลุตามความมุ่งหวังที่ตั้งไว้ผู้วิจัยจึงกำหนดขอบเขตกระบวนการผลิตแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้งทั้งแบบฟิล์ม และ แบบกระดาษ ซึ่งมีอัตราส่วนผสมดังนี้

1. สารละลายไคโตซานที่มีความเข้มข้น 1% w/v ในกรดซิตริกเข้มข้น 0w/v, 1 w/v ,2 w/v และ 3 w/v อ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไคโตซาน:มอก.2351-2550

2. พลาสติกไซเซอร် Polyethylene Glycol6000 หรือPEG6000 และ Xylitol ($C_5H_{12}O_5$) ในปริมาณ 0.25 (g), 0.35(g) และ 0.50 (g) อ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง:ข้อกำหนดทั่วไป (มอก. 152-2539)

3. สารดูดซับ Talcum ($Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$) และ Colloidal Silicon Dioxide($C_7H_7NO_3$)ในปริมาณ 0.15 (g) อ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง:ข้อกำหนดทั่วไป (มอก. 152-2539)

4. ชานอ้อย (Bagasse) ในปริมาณ 0.25 (g), 0.50(g) และ 0.75 (g) อ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง:ข้อกำหนดทั่วไป (มอก. 152-2539)

นำส่วนผสมทั้งหมดเทใส่เบ้าพิมพ์อบที่อุณหภูมิ 37 ± 2 องศาเซลเซียสจนแห้งจึงแกะออกจากเบ้าพิมพ์แล้วนำไปทดสอบสมบัติด้านการดูดซับน้ำมัน, ความปลอดภัย, ความเป็น –กรดต่าง, ความระคายเคือง, ความสะอาด, การควบคุมจุลินทรีย์, ความคงสภาพ, การต้านแรงดึง, น้ำหนักมาตรฐานและ ปริมาณเถ้า เพื่อหาประสิทธิภาพของแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้งทั้งแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระคืออัตราส่วนผสมของ

1.1 สารละลายไคโตซานที่มีความเข้มข้น 1% w/v ในกรดซิตริกเข้มข้น 0w/v, 1 w/v , 2 w/v และ 3 w/v

1.2 พลาสติกไซเซอร် Polyethyleneglycol6000 หรือ PEG6000 และ Xylitol ($C_5H_{12}O_5$)

1.3 สารดูดซับ Talcum ($Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$) และ Colloidal Silicon Dioxide($C_7H_7NO_3$)

1.4 ชานอ้อย (Bagasse)

2. ตัวแปรตามคือประสิทธิภาพของแผ่นซับน้ำมันด้าน การดูดซับน้ำมัน, ความปลอดภัย, ความเป็น –กรดต่าง, ความระคายเคือง, ความสะอาด, การควบคุมจุลินทรีย์, ความคงสภาพ, การต้านแรงดึง, น้ำหนักมาตรฐานและ ปริมาณเถ้า เพื่อหาประสิทธิภาพของแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้งทั้งแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **อัตราส่วนผสม** หมายถึง อัตราส่วนผสมของวัตถุดิบแต่ละชนิดที่นำมาผสมเข้าด้วยกัน จำนวน 41 ตำรับ โดยปริมาณของวัตถุดิบคิดเป็นอัตราส่วนผสมโดยน้ำหนัก ของวัตถุดิบ 4 ชนิด คือ

1.1 ไคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้ง หมายถึง อนุพันธ์ของไคตินซึ่งสกัดจากเปลือกกุ้งขาว (White Shrimp Shell) อบแห้ง จากบริษัท คิงฟิชเชอร์ จำกัด (มหาชน) อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบสำคัญในการสกัดไคโตซานโดยปฏิกิริยา Deacetylation ทำให้โครงสร้างของไคตินที่เป็น N-Acetylglucosamine กลายเป็น Glucosamine ซึ่งเป็นโครงสร้างที่ Active พร้อมจะทำปฏิกิริยาได้อย่างรวดเร็ว และมีสมบัติละลายได้ในกรดอ่อน มีการเรียงตัวของสายโซ่โมเลกุลในลักษณะสวนทางกันหรือ แบบอัลฟา มีความแข็งแรงสูง ลักษณะทั่วไปเป็นผง เกล็ด หรือเม็ดสีขาวหรือสีครีม และปราศจากสิ่งแปลกปลอมที่มองเห็นได้ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจตาม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.2351-2550

1.2 พลาสติไซเซอร์ หมายถึง สารที่ใส่ในพอลิเมอร์ (Polymer) เพื่อลดจุดหลอมที่ทำให้เกิดการไหล (Flexing Temperature) ทำให้มีความยืดหยุ่นและอ่อนนุ่มขึ้นสะดวกต่อการดึง รีด ฉาบ หรือหล่อแบบ ทนต่อแรงอัดแรงดึง ทนต่อกรดด่าง และยังเป็นตัวรักษาความอ่อนนุ่มไม่ให้เสียไปโดยง่าย ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง: ข้อกำหนดทั่วไป (มอก. 152-2539)

1.3 สารดูดซับ หมายถึง สารที่ดูดติดบนผิวของของแข็งการเกาะยึดเกิดจากแรง Vanderwaals , Ionic และ Hydrogen Bonds สารดูดซับที่มีพื้นที่ผิวมากย่อมมีความสามารถในการดูดซับสูง ปริมาณการใช้ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง: ข้อกำหนดทั่วไป (มอก. 152-2539)

1.4 ชานอ้อย หมายถึง วัตถุดิบเส้นใยสั้นมีขนาดความยาวประมาณ 1.7 มิลลิเมตร เป็นวัตถุดิบที่เหลือจากการคั้นน้ำอ้อยสด จากกลุ่มแม่บ้าน อำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา ซึ่งใช้เป็นเซลลูโลสในการผลิตแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นกระดาษมีเส้นใยพันระหว่งกันน้อยให้เส้นใยที่บางและนุ่มปริมาณการใช้ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง: ข้อกำหนดทั่วไป (มอก. 152-2539)

2. **แผ่นซับน้ำมัน** หมายถึง แผ่นบางๆที่มีคุณสมบัติในการดูดซับความมันไม่ระคายเคืองต่อผิวหนังและช่วยลดความเหนอะหนะบนใบหน้าอย่างได้ผลตามมาตรฐานเครื่องสำอาง : ข้อกำหนดทั่วไป (มอก. 152-2539)

2.1 แผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์ม หมายถึง ผลิตภัณฑ์เพื่อซับความมันส่วนเกินบนใบหน้าประเภท Thermoplastic Film ประกอบด้วยไคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้ง, พลาสติไซเซอร์ และ สารดูดซับ

2.2 แผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นกระดาษ หมายถึง ผลิตภัณฑ์เพื่อซับความมันส่วนเกินบนใบหน้าซึ่งทำมาจากกระดาษที่ได้จากเส้นใยธรรมชาติ Inorganic Filler ประกอบด้วยไคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้ง, พลาสติกไซเซออร์, สารดูดซับ และขาน้อย

3. ประสิทธิภาพของแผ่นซับน้ำมัน หมายถึง ความสามารถในการดูดซับน้ำมันของแผ่นซับน้ำมันที่ผลิตจากไคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้ง ที่มีความสามารถจำแนกได้ดังนี้

3.1 การดูดซับน้ำมัน (Adsorption) หมายถึง เวลาที่แผ่นซับน้ำมันดูดซับน้ำมันที่กำหนด ปริมาตร 0.5 ลูกบาศก์เซนติเมตรเป็นวินาทีได้ (ตามมาตรฐาน ISO 534)

3.2 ความปลอดภัย หมายถึง ความปราศจากอันตรายจากสิ่งที่เป็นพิษไม่เป็นอันตรายต่อชีวิตและสุขภาพปราศจากสารห้ามใช้ที่มีการควบคุมวัตถุอันตรายและวิธีการผลิตอ้างอิงตามมาตรฐานเครื่องสำอาง : ข้อกำหนดทั่วไป (มอก. 152-2539)

3.3 ความเป็นกรด-ด่าง หมายถึง ค่าที่แสดงถึงความสามารถในการให้ไฮโดรเนียมไอออนควรมีค่าความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 5.0 ถึง 8.0 เมื่อทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง : แชมพู (มอก.162 ข้อ 10.2.5)

3.4 ความระคายเคือง หมายถึง อาการอักเสบหรือการเกิดอาการแพ้ต่อผิวหนังเมื่อใช้แผ่นซับน้ำมันจากไคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้งอ้างอิงตามมาตรฐานอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง : ครีมและโลชั่นล้างหน้า (มอก.477-2526) ภาคผนวก ข. ข้อ ข.1

3.5 ความสะอาด (Cleanliness) หมายถึง ความสะอาดของแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้ง ซึ่งพิจารณาด้วยการคำนวณพื้นที่ของจุดสกปรก และการนับจำนวนจุดสกปรกอ้างอิง ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง (มอก. 152 – 2518)

3.6 การควบคุมจุลินทรีย์ หมายถึง การควบคุมคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา หากมีเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่ นอกจากจะทำให้เกิดเสียหายนแล้ว เชื้อบางชนิดอาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้อีกด้วย เพื่อป้องกันการสูญเสียของผลิตภัณฑ์และเพื่อเป็นการป้องกันผู้บริโภคอ้างอิง ตาม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง (มอก. 152 – 2518)

3.7 ความคงสภาพ หมายถึง การทดสอบความคงสภาพของแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้ง (STABILITY TEST) ที่อุณหภูมิห้อง นาน 1 เดือนโดยต้องมีความงาม น่าใช้ และมีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 ของค่าตามฉลาก (LABEL AMOUNT) อ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องสำอาง : ข้อกำหนดทั่วไป (มอก. 152-2539)

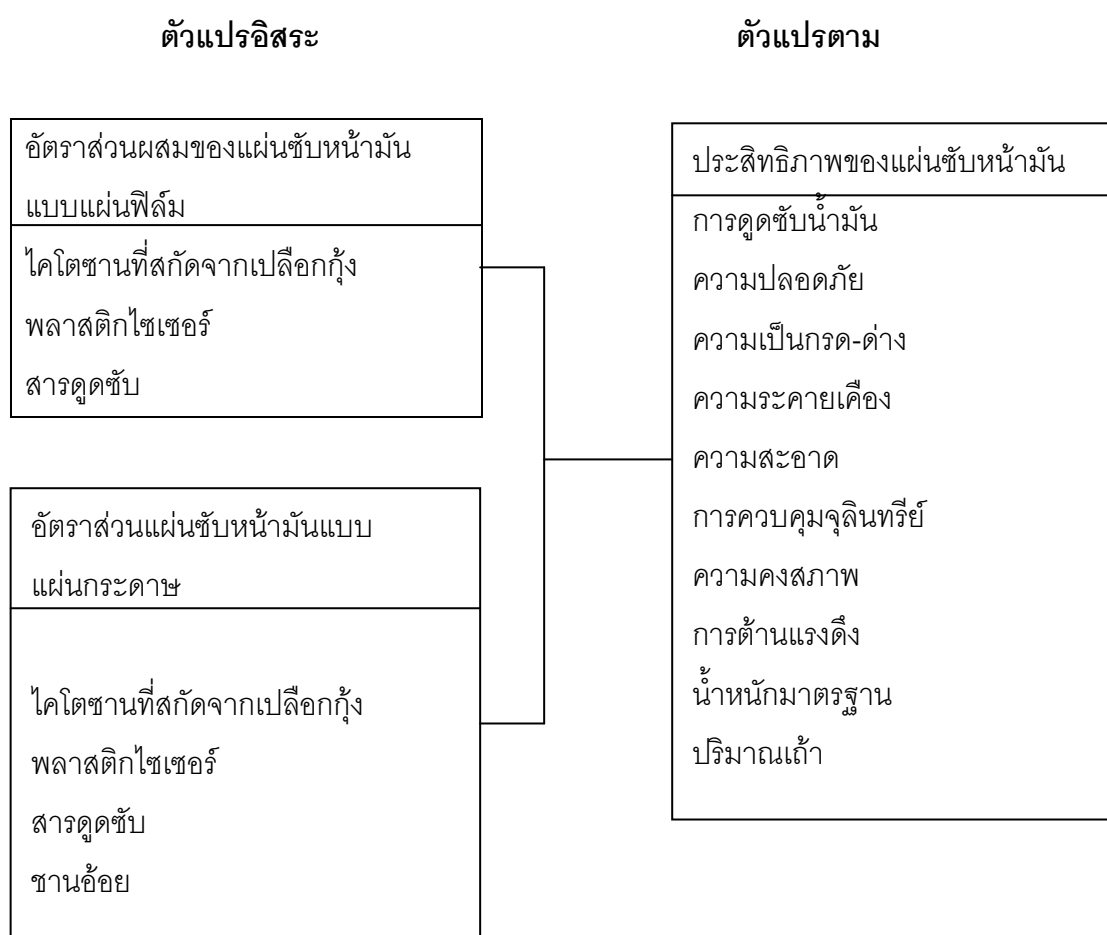
3.8 การต้านแรงดึง (Tensile Strength) หมายถึง คุณสมบัติของแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้ง ที่จะต้านแรงดึงเป็นนิวตัน ที่กระทำกับปลายด้านใดด้านหนึ่งของชิ้น

ทดสอบ ที่มีความกว้างคงที่จนขาด ในภาวะทดสอบที่กำหนดอ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระดาษแข็งหนา (มอก.215-2520)

3.9 น้ำหนักมาตรฐาน หมายถึง น้ำหนักของแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้ง เป็นกรัมต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร (TAPPI T231 cm – 98) อ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระดาษแข็งหนา (มอก.215-2520)

3.10 ปริมาณเถ้า (Ash Content) หมายถึง ปริมาณส่วนที่เหลือของแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้งภายหลังการเผาไหม้โดยสมบูรณ์ ในการทดสอบที่กำหนด ที่เป็นร้อยละของน้ำหนักกระดาษอบแห้งอ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระดาษแข็งหนา (มอก.215-2520)

กรอบแนวคิดในการวิจัย



สมมติฐานการวิจัย

แผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มที่ผลิตจากไคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้ง, พลาสติกไซเซอร (PEG6000 และ Xylitol), สารดูดซับ (Talcum และ Colloidal Silicon Dioxide) สำหรับแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นกระดาษได้มีการเติมเยื่อชานอ้อยซึ่งเป็นส่วนผสมสำคัญสำหรับผลิตเป็นเยื่อกระดาษที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

บทที่2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการผลิตแผ่นซับน้ำมันที่ผลิตจากไคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้งซึ่งมีประสิทธิภาพดีและต้นทุนไม่แพง โดยศึกษาจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและสอบถามข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ได้แผ่นซับน้ำมันที่มีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง ในบทนี้ได้นำเสนอเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. ผิวหนังของมนุษย์
2. การผลิตแผ่นซับน้ำมัน
3. ไคโตซาน
4. ประสิทธิภาพของแผ่นซับน้ำมัน
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.ผิวหนังของมนุษย์

1.1 ชนิดของผิวหนัง

ผิวหนังแบ่งออกเป็นหลายชนิดเช่น ผิวธรรมดา ผิวมัน ผิวมีปัญหา ผิวแห้ง และผิวแพ้ง่าย การถนอมรักษาความงามของผิวหนังจึงต้องมียุทธศาสตร์และตำรับเครื่องสำอางแตกต่างกันออกไปตามแต่ชนิดผิวดังนี้

1.1.1 ผิวแห้ง (Dry Skin)เป็นลักษณะของผิวที่มองดูแห้ง เมื่อสัมผัสจะรู้สึกถึงความหยาบกร้านบางครั้งอาจแตกเป็นขุยและมักรู้สึกคัน ซึ่งมักจะปรากฏไว้อย่างง่ายดาย เนื่องจากขาดน้ำมันหล่อเลี้ยงบนผิว ผิวชนิดนี้มักจะบางและจะมีอายุก่อนวัย หากไม่ดูแลรักษาอย่างดี ผิวแห้งจะได้รับผลกระทบกระเทือนอย่างมากจากแสงแดดที่ร้อนจัด การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศและลมแรง และเมื่อแต่งหน้าจะมองเห็นเครื่องสำอางอย่างชัดเจน เนื่องจากเครื่องสำอางไม่ได้กลมกลืนไปกับผิวผู้ที่ผิวแห้งได้เปรียบตรงที่รูขุมขนไม่กว้างและไม่ค่อยมีปัญหาเรื่องสิว เครื่องบำรุงผิวทุกชนิดที่ใช้ควรเป็นชนิดอ่อน

1.1.2 ผิวมัน (Oil Skin) เกิดจากสาเหตุต่อมไขมันมีความตื่นตัวมากเกินไป จึงผลิตน้ำมันออกมามากเกินไปจนมีน้ำมันเคลือบอยู่บนผิวหนัง โดยเฉพาะบริเวณจมูกและแก้มผิวจะดูหยาบไม่ละเอียดและมีรูขุมขนห่าง และมักจะมีสิว สิวหัวดำ หรือจุดด่างดำได้ง่าย ในช่วงวัยรุ่นซึ่งเป็นช่วงที่มีต่อมไขมันมีความตื่นตัวมากที่สุดผิวมันมักจับฝุ่นละอองและเศษสิ่งสกปรกได้ง่ายผู้ที่ผิวมันจำเป็นต้อง

อัสเซบ เช่น Camille , Salbei และ Thymian , Peppermint , Allantion และควรใช้น้ำมันโจโจบาออย ในการทำ Fat phase

1.1.3 ผิวธรรมดา (Normal Skin) เป็นผิวที่มีการผลิตของต่อมต่าง ๆ ทำงานอย่างปกติ และต่อเนืองผิวจึงไม่แห้งหรือมันเกินไป ผิวจะเรียบเนียนไม่ง่ายต่อการเกิดสิวและริ้วรอย เหี่ยวยุบ ไม่ง่ายต่อการแพ้ ผิวมีความยืดหยุ่นดีมาก

1.1.4 ผิวผสม (Mix Skin) ใบหน้าจะมีส่วนที่แห้งและมัน ส่วนที่มันมักจะอยู่ตรงกลางของ ใบหน้า คือ หน้าผาก จมูก คาง และส่วนที่แห้ง คือ บริเวณที่รอบ ๆ ดวงตาและข้างแก้มและลำคอ บริเวณที่ผิวมันจะมีรูขุมขนหยาบและมักจะรู้สึกหยาบไม่เนียนมือ บริเวณที่แห้งมักจะถูกระคายจากลม และแสงแดดหากทั้งสองส่วนนี้แตกต่างกันไม่มากนัก ควรใช้ครีมล้างชนิดสำหรับผิวมัน แต่ถ้าต่างกัน มากก็ต้องใช้ผลิตภัณฑ์ที่ต่างกันทุกครั้งหลังทำความสะอาดต้องใช้มอยเจอร์ไรเซอร์เพราะผิวส่วนที่แห้ง สูญเสียความชุ่มชื้นจึงต้องทดแทนส่วนนี้โดยเลือกสูตรสำหรับผิวแห้งในบริเวณแก้มรอบดวงตาและ ลำคอ และผิวส่วนที่มันเลือกใช้สารสมุนไพรที่มีคุณค่าต่อผิว

1.1.5 ผิวมีปัญหา คือ ผิวผลิตน้ำมันมากเกินไปทำให้หน้ามันเยิ้มและเป็นสิวะปะทุ ซึ่งมี สาเหตุมาจากฮอร์โมน ในกรณีที่เป็นสิวะมาก ๆ ควรไปหาแพทย์หรือผู้เชี่ยวชาญทางด้านผิวหนัง การ ทำความสะอาดผิวสำคัญมากเพราะความมันบนใบหน้าและการอุดตันบวกกับความสกปรกการติดเชื้อ เป็นสาเหตุให้เกิดสิวะ สิวหัวดำ สิวเสี้ยน และสิวะหัวช้าง ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดต้องไม่มีน้ำมันอยู่ จึง เหมาะมากที่จะใช้เจลล้างหน้า (Wash Gel) และ Peeling Cream หรือ Wash Cream ที่มีน้ำมันอยู่ น้อย (อรัญญา มโนสร้อย และ จีระเดช มโนสร้อย.2550;50-57)

1.2 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของผิวหนัง

ค่าพีเอช (pH) เป็นหน่วยวัดค่าความเป็นกรดต่าง มีช่วงตั้งแต่ 0-14 ถ้าความเป็นกรดสูงมาก ค่าพีเอชจะเท่ากับศูนย์ ส่วนค่าความเป็นด่างจะมีตัวเลข ปกติแล้วผิวหนังภายนอกจะถูกเคลือบด้วย ไขมันและเหงื่อ นอกจากนี้ยังมีโปรตีนที่เป็นส่วนหนึ่งของผิวหนังชั้นบนสุด สารต่างๆเหล่านี้ทำให้ ผิวหนังมีสภาพเป็นกรดอ่อนๆ มีค่า pH อยู่ประมาณ 4.5 – 6.5 ซึ่งเป็นสภาพที่ดีที่สุดของผิวหนัง แต่ อาจเกิดสภาพที่มีความเป็นกรด-ด่าง เปลี่ยนไป เช่นสภาพความเป็นด่าง จะทำให้ผิวหนังเกิดการ ระคายเคืองและติดเชื้อโรคได้ง่าย สภาพที่มีความเป็นกรดมากขึ้น เช่น คนที่มีต่อมไขมันทำงาน มากกว่าปกติ จะมีค่า pH ลดลงตามไปด้วยผิวหนังบริเวณใบหน้าของคนเรานั้นมีค่าความเป็นกรดเป็น ด่างประมาณ pH 5 ถึง 5.5 ดังนั้นการใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดหรือผลิตภัณฑ์เพื่อบำรุงรักษาผิว หรือผลิตภัณฑ์ที่จำเป็นต่าง ๆ ต่อผิวหนังควรใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าพีเอชใกล้เคียง หรือเท่ากับผิวหนังให้ มากที่สุด (พิมพร ลีลาพรพิสิฐ. 2544:248-253)

1.3 โครงสร้างผิวหนังบริเวณใบหน้า

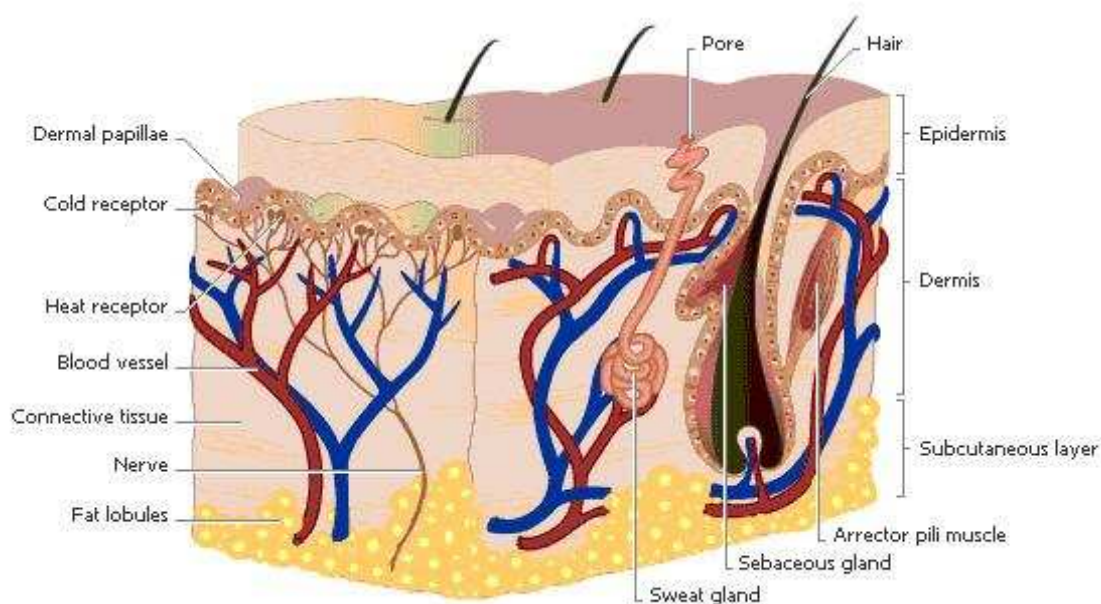
ผิวหนังเป็นอวัยวะที่มีพื้นที่มากที่สุดห่อหุ้มอยู่ภายนอกร่างกาย โดยผิวหนังจะมีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 2 ตารางเมตร หนักประมาณ 16% ของน้ำหนักตัว มีความหนาโดยเฉลี่ย 0.5-3 มิลลิเมตร บางบริเวณอาจหนาได้ถึง 5 มิลลิเมตร เช่น บริเวณฝ่าเท้า ส่วนบริเวณที่บางสุดของผิวหนังคือ บริเวณเปลือกตาผิวหนังจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยผิวหนังแบ่งได้เป็น 3 ชั้นคือ

1.3.1 ชั้นหนังกำพร้า (Epidermis) เป็นชั้นของ ผิวหนัง ที่ปกคลุมอยู่บนสุด จะประกอบไปด้วยเซลล์ที่มีการเรียงซ้อนกันเป็นชั้นๆและเกิดใหม่ โดยที่ เซลล์ใหม่จะถูกสร้างจากชั้นล่างสุดติดกับหนังแท้และเจริญเติบโตขึ้นแล้วค่อย ๆ เคลื่อนตัวมาทดแทนเซลล์ ที่อยู่ชั้นบนจนถึงชั้นบนสุดแล้วก็กลายเป็น ขี้ไคล (Keratin) หลุดลอกออกไป นอกจากนี้ใน ชั้นหนังกำพร้า ยังมี เซลล์ เรียกว่า เมลานิน ปนอยู่ด้วย เมลานิน มีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับบุคคลและเชื้อชาติ จึงทำให้สีผิวของคนแตกต่างกันไป ในชั้นของ หนังกำพร้าไม่มีหลอดเลือด เส้นประสาท และต่อมต่างๆ นอกจากเป็นทางผ่านของรูเหงื่อ เส้นขน และ ไขมัน เท่านั้น

1.3.2 ชั้นหนังแท้ (Dermis) เป็น ผิวหนัง ที่อยู่ชั้นล่างถัดจาก หนังกำพร้า แต่หนากว่า หนังกำพร้า มากจะประกอบด้วยโปรตีนหลัก 2 ชนิด คือเนื้อเยื่อคอลลาเจน(Collagen)และเนื้อเยื่ออีลาสติน (Elastic) คอลลาเจน(Collagen) ช่วยให้ความแข็งแรงแก่ ผิวหนัง และช่วยในการซ่อมแซม ผิวหนัง ที่บาดเจ็บ ซึ่งถ้าสร้างในปริมาณมากก็เกิดเป็น แผลเป็น นั่นเอง ส่วน อีลาสติน (Elastin) สร้างความยืดหยุ่นให้กับ ผิวหนัง และใน ชั้นหนังแท้ นี้ยังเป็นที่อยู่ของ หลอดเลือด เส้นประสาท กล้ามเนื้อเกาะเส้นขน ต่อมไขมัน ต่อมเหงื่อ และชุมชนกระจายอยู่ทั่วไป ในชั้นของหนังแท้ (Dermis) จะมีเส้นประสาทสัมผัสแสดงความรู้สึก ร้อน หนาว เจ็บ และความรู้สึกอ่อนนุ่ม เย็นสบาย ชุ่มชื้น เมื่อผิวหนังได้สัมผัสการใช้เครื่องสำอาง เมื่อเวลาอากาศร้อนประสาทสัมผัสจะรู้สึกร้อน แล้วจะไปกระตุ้นการทำงานของ ต่อมเหงื่อ และต่อมไขมันให้ขับถ่ายเหงื่อและน้ำมันออกมามากกว่าปกติ ถ้าอากาศหนาว รูขุมขนและ ต่อมเหงื่อจะหดตัว

1.3.3 ชั้นใต้ผิวหนัง (Subcutaneous Tissue) หรือ ชั้นไขมัน (Subcutaneous) ประกอบด้วยเซลล์ไขมันเป็นหลัก ความหนาขึ้นกับปริมาณไขมันของแต่ละบุคคล ไขมันจำนวนมากที่ถูกจัดเก็บอยู่ในชั้นนี้ จะรักษาอุณหภูมิในร่างกายให้อบอุ่นตลอดเวลา และยังเป็นทีสะสมไขมันส่วนเกิน ไขมันชั้นนี้มีผลกับรูปร่างอีกด้วยเป็นชั้นของเซลล์ที่มีหน้าที่ผลิตเซลล์ใหม่ โดยเซลล์ Basal ทุกตัวจะได้รับสารอาหารบำรุงจากเส้นโลหิตฝอย (Capillaries) ที่เข้าไปหล่อเลี้ยงเซลล์ทุกตัวให้แข็งแรง

ระหว่างเซลล์ Basal ประมาณ 7 ตัว จะมีเซลล์ Melanocytes 1 ตัว เซลล์ Melanocytes จะมีหน้าที่ผลิตเซลล์สี Melanin ซึ่งเป็นตัวกำหนดเซลล์สีผิว เวลาที่ผิวโดนแสงแดด จะกระตุ้นตัวเมลานินให้ผลิตสี Melanin ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดฝ้า กระ จุดด่างดำ บนใบหน้า (พิมพร ลีลาพรพิสิฐ. 2544:248-253) ดังภาพประกอบ 1



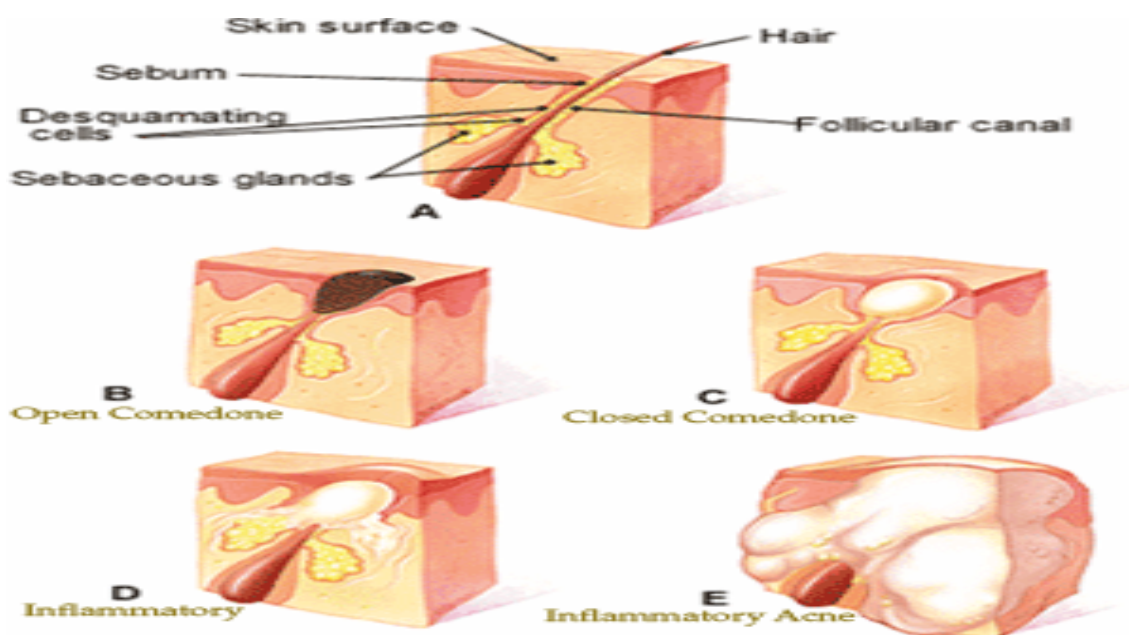
ภาพประกอบ 1 โครงสร้างของผิวหนัง

ที่มา: อรรถญา มโนสร้อย และ จีรเดช มโนสร้อย. (2550) ไคโปโซมสำหรับยาผ่านทางผิวหนังและเครื่องสำอาง. หน้า 50-57.

1.4 ต่อมไขมัน (Sebaceous Glands)

ต่อมไขมันจะพบอยู่ร่วมกับ Hair Follicle ทั่วร่างกาย ยกเว้นบริเวณฝ่ามือฝ่าเท้าซึ่งไม่มี Hairfollicle ต่อมไขมันจะพบอยู่ในชั้นของ Dermis มีต้นกำเนิดจากผนังของ Hair Follicle ซึ่งถือเป็นส่วนประกอบหนึ่งของ Pilosebaceous Unit โดยพบว่ามีหนึ่งหรือมากกว่าต่อมไขมันต่อ 1 Hair Follicle ลักษณะโครงสร้างของต่อมไขมันเป็น Unilobular หรือ Multilobular Glands ซึ่งประกอบไปด้วยเซลล์ที่มีรูปร่าง Cuboid เรียกว่า Sebocyte ชั้นนอกสุดถูกล้อมรอบด้วย Basal Lamina ภายในเซลล์จะเห็นเป็นกลมๆใสๆ คือ Fatdroplets จำนวนมาก ซึ่ง Fatdroplets นี้ คือไขมันที่ Sebocyte

สร้างขึ้น เมื่อ Sebocyte สร้างไขมันแล้ว ตัวเซลล์ก็จะตายหลุดลอกออกมาพร้อมกับไขมัน กลายเป็นสิ่ง
ที่เรียกว่า Sebum และวิธีการสร้างเช่นนี้เรียกว่าเป็น Holocrine Sebum จะออกจากต่อมไขมันผ่าน
ทางท่อเปิดเข้าสู่ Hair Follicle ตรงกระเปาะอันกลางของ Hair Follicle แล้วจึงไหลออกสู่ผิวหนัง
ภายนอก Sebum มีหน้าที่เคลือบผิวหนังและเส้นผม ทำให้มีความชุ่มชื้น Sebum ประกอบด้วย
Squalene, Cholesterol, Cholesterol Ester, Wax Ester การหลั่ง Sebum ของต่อมไขมันไม่ได้ขึ้นอยู่กับ
ความควบคุมของระบบประสาท แต่สิ่งที่กระตุ้นคือ ฮอโมน Androgen และการทำงานของต่อมไขมัน
จะมาก หรือน้อยขึ้นกับขนาดของต่อมไขมัน ถ้าต่อมมีขนาดใหญ่ก็จะผลิต Sebum มาก ถ้าต่อมมีขนาด
เล็กก็จะผลิต Sebum ได้น้อย ต่อมไขมันจะมีขนาดไม่เท่ากันในแต่ละบุคคลโดยบริเวณที่มีต่อมไขมัน
ขนาดใหญ่และอยู่กันหนาแน่นคือบริเวณใบหน้าและหนังศีรษะต่อมไขมันบริเวณใบหน้า ทำให้เกิด
ปัญหาผิวหนังทำให้รู้สึกเหนียวเหนอะหนะ สกปรกร่างกาย เครื่องสำอางไม่ติดทนนาน โดยเฉพาะในช่วง
วัยรุ่นต่อมไขมันจะทำงานมากเป็นพิเศษ ทำให้มีน้ำมันเคลือบผิวหนังมากกว่าเดิม นอกจากนี้ผิวหนัง
มันยังถูกกระตุ้นได้จากสิ่งแวดล้อม เช่น อากาศที่ร้อนจัด การออกกำลังกายแสงแดด อาหารร้อนหรือ
รสเผ็ดจัด (อรัญญา มโนสร้อย. 2549:122-127) ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 โครงสร้างของต่อมไขมัน

ที่มา : อรัญญา มโนสร้อย. (2549). ผิวหนังและกลไกการดูดซึมสารผ่านผิวหนัง. หน้า 122-127.

1.5 สิว (Acne)

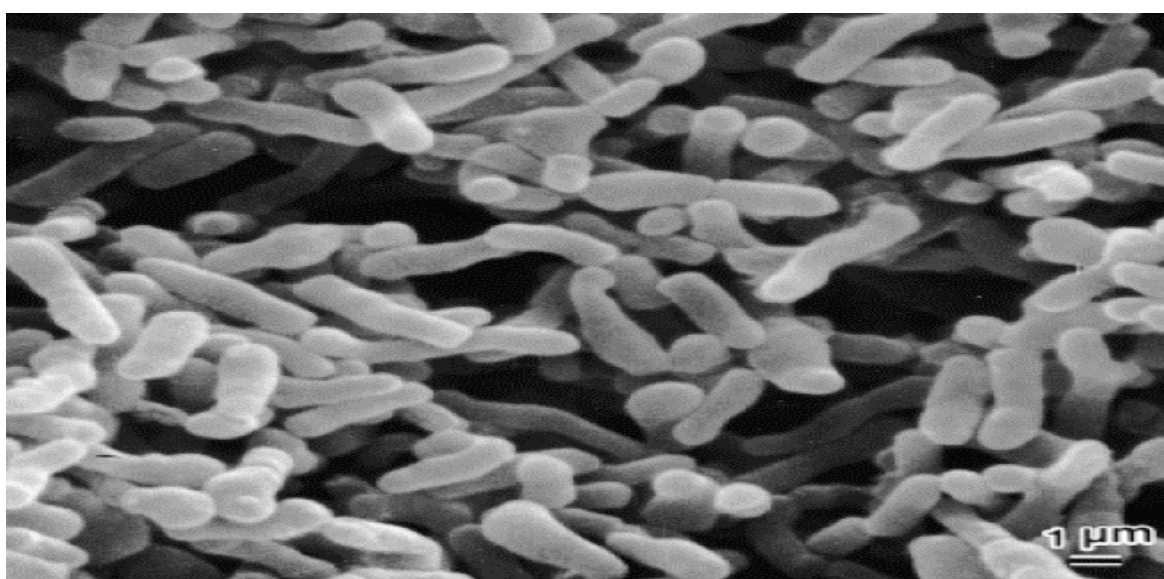
สิวเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งของวัยรุ่นทั้งหญิงและชาย แม้สิวจะเป็นโรคผิวหนังที่พบบ่อยและไม่รุนแรง แต่ก็พบว่าส่งผลต่อบุคลิกภาพและคุณภาพชีวิตเป็นอย่างมาก สิวเกิดได้จากหลายสาเหตุด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมนในร่างกาย ความเครียดทางอารมณ์และจิตใจ การรักษาความสะอาดที่ไม่ดีพอ สารเคมีและเครื่องสำอางบางชนิดนอกจากนี้สาเหตุที่สำคัญอีกประการหนึ่งของการเกิดสิวก็คือ เชื้อแบคทีเรีย ซึ่งเชื้อที่พบบ่อยว่าเป็นสาเหตุของการเกิดสิว คือ เชื้อ *Propionibacterium Acnes* และ *Staphylococcus Aureus* เชื้อเหล่านี้ทำให้เกิดการอักเสบและการอุดตันของรูขุมขน และปัจจัยอื่นๆข้างต้นก็ยังส่งเสริมให้เชื้อมีการเจริญได้ดีขึ้นด้วย (พิมพร ลีลาพรพิสิฐ, 2544:12)

1.5.1 พยาธิกำเนิดของสิว

1.5.1.1 ความผิดปกติของต่อมไขมัน สิวอาจเกิดจากการทำงานผิดปกติของต่อมไขมัน ทำให้มีการหลั่งของไขมันออกมาในปริมาณที่มากกว่าปกติ โดยการทำงานของต่อมไขมันอยู่ภายใต้การควบคุมของฮอร์โมนเพศชาย (Androgen) ซึ่งจะหลั่งจากอัณฑะและรังไข่ (Ovary) คือ ฮอร์โมน Testosterone และที่หลังจาก ต่อมหมวกไต (Adrenal Gland) คือ ฮอร์โมน Dehydroepiandrosterone Sulfate (DHEAS) (กรรณก สุนทรขจิต. 2545 :14-22) โดยที่ Androgen เป็นฮอร์โมนหลักที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของต่อมไขมัน ซึ่งต่อมไขมันจะไวต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมน Androgen แต่ฮอร์โมน estrogen จะไม่ค่อยมีผลต่อต่อมไขมัน สิวจึงเกิดขึ้นเมื่อระดับของ Androgen สูงขึ้นและมีการกระตุ้นการหลั่งของไขมันให้ออกมามากกว่า ปกติ ฮอร์โมนที่สำคัญในกลุ่มของ Androgen ก็คือ Testosterone โดยที่ testosterone จะเปลี่ยนเป็น Dihydrotestosterone โดยเอนไซม์ Iso-Enzyme 5α -Reductase type จะเป็นตัว กระตุ้นให้ต่อมไขมันมีขนาดใหญ่ขึ้นและหลั่งไขมันออกมามากขึ้น จากรายงานการวิจัยเมื่อนำ ผิวหนังของผู้ป่วยบริเวณที่เป็นสิวมามาตรวจสอบพบว่าจะมีระดับของ 5α -Reductase เพิ่มขึ้นและ จำนวนของ Androgen Receptors ในต่อมไขมันจะมากขึ้นด้วย (เรวัตร เจริญสวัสดิ์. 2533:41-42) โดยไขมันที่หลั่งออกมานั้นจะเป็น พวก Triglycerides ประกอบด้วย Wax Esters และ Squalene รวมทั้ง Cholesterol และ Cholesterol esters ด้วย โดย Sebum จะเคลื่อนไปตามท่อไขมันซึ่งจะมีจุลินทรีย์ที่อยู่ตามผิวหนังย่อยสลาย triglycerides โดย Lipase Hydrolysis ให้ได้เป็นกรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid) และ Glycerol เชื้อจุลินทรีย์ที่สำคัญดังกล่าวก็คือ *Propionibacterium acnes* ซึ่งเชืื่อนี้จะผลิต Enzyme Lipase ออกมาและได้เคยมีรายงานว่า กรดไขมันอิสระ หรือ free fatty acid นี้ที่พบบริเวณผิวหนังกว่า 95% นั้นเกิดมาจากการทำปฏิกิริยาของเชื้อ *P. acnes* ซึ่ง Free Fatty Acid ที่เชื้อ *P. acnes* ผลิตขึ้นมานี้เป็นสาเหตุทำให้เกิดสิวและเกิดการ อักเสบของผิวหนัง (เพ็ญวดี ทิมพัฒน์พงศ์ และคณะ. 2543:89-92)

1.5.1.2 ความผิดปกติของการผลิต Keratin เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ก่อให้เกิดสิว การผลิต Keratin ในปริมาณที่มากกว่าปกติ ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการอุดตันของ Keratin บริเวณต่อมไขมัน นอกจากนี้มีการศึกษาพบว่า Exogenous Free Fatty Acids สามารถเหนี่ยวนำให้เกิดสิวได้ในการทดลองกับสัตว์ทดลองโดย Free Fatty Acid ที่สำคัญ ก็คือ Linoleic Acid ในสภาวะที่เกิดสิวนั้น ปริมาณของ Linoleic Acid อาจลดลง ในขณะที่ปริมาณของ Peroxide จะเพิ่มขึ้นซึ่ง Peroxide นี้ก็เกิดจากการผลิตของ *P.acnes* ในต่อมไขมันและอาจจะเหนี่ยวนำให้มีการผลิต Keratin มากกว่าปกติในต่อมไขมันด้วย

1.5.1.3. เชื้อแบคทีเรียการเพิ่มจำนวนของเชื้อแบคทีเรียก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ก่อให้เกิดสิว โดยเชื้อแบคทีเรียตัวสำคัญ ก็คือ *Propionibacterium acnes* ซึ่งเชื้อนี้จะอาศัยอยู่ทั่วไปบริเวณต่อมไขมัน โดยเฉพาะต่อมไขมันบริเวณหน้า หน้าอก และหลัง *P. acnes* เป็นเชื้อแบคทีเรียประเภทไม่ใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิต รูปร่างเป็นท่อน (Rod) ย้อมแกรมติดสีม่วง (Gram-Positive) ไม่สร้างสปอร์ และที่สำคัญคือเชื้อนี้สามารถผลิต Propionic Acid และ Acetic Acid ได้ด้วย มีลักษณะ Colony ของเชื้อเป็นวงกลมมน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-2 mm. (Rougier ;et al. 1988:15-26.) ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ลักษณะของเชื้อ *Propionibacterium acnes* ที่แยกจาก Follicular infundibulum

ที่มา : Rougier,A.,Lotte,C.,Corcuff,P.and Maibach.(1998) *H.I. Relationship between skin permeability and comeocyte size according to anatomic site,age and sex of woman*.pp.15-26.

1.5.1.4 การอักเสบของผิวหนังเกิดจากการตอบสนองของร่างกายเมื่อมีสิ่งแปลกปลอมเข้าสู่ร่างกายซึ่งเชื้อ *P.acnes* ก็ถือว่าเป็นสิ่งแปลกปลอมด้วย โดยที่เชื้อนี้เมื่อไปอยู่ที่บริเวณต่อมไขมันแล้วจะมีการสร้างสารพวก Chemotactic Factors ที่มีโมเลกุลต่ำออกมา ซึ่งสารเหล่านี้จะเคลื่อนที่มาบริเวณ follicular epithelium และจะเป็นตัวดึงดูดให้ Neutrophils มารอบๆ บริเวณที่เชื่อนั้นอยู่ เพื่อที่จะกำจัดสิ่งแปลกปลอมที่เข้ามาในร่างกาย โดยที่ Neutrophils จะหลั่งสาร lysosomal Enzymes และ Reactive Oxygen Species ออกมาซึ่งสารเหล่านี้นอกจากจะกำจัดสิ่งแปลกปลอมที่เข้ามาแล้วยังมีผลข้างเคียงในการก่อการอักเสบและทำลายเนื้อเยื่อบริเวณนั้นด้วย ส่วนกรดไขมันอิสระที่เกิดจากการย่อยสลาย Triglycerides ของ *P.acnes* นั้นก็มีฤทธิ์เป็น Cytotoxic และอาจส่งผลร่วมกับ Chemotactic Factors ทำให้เกิดการอักเสบมากขึ้น

1.5.2 ชนิดของสิว

1.5.2.1 Comedone เป็นการเกิดเริ่มแรกของสิว โดยมี Comedones อยู่ 2 ชนิด คือชนิดเปิดหรือสิหัวดำ และชนิดปิดหรือสิหัวขาว บางครั้งอาจจะพบ Comedones ที่มีลักษณะของสิวทั้ง 2 ชนิดก็ได้ สิวชนิดเปิดหรือสิหัวดำ (Open Comedone or Blackhead) นั้นจะมีลักษณะเป็นตุ่มสีดำ ขนาด ประมาณ 0.1 – 3.0 มม. รอบจุดดำเห็นเป็นขอบของปากถุงขุมขนซึ่งเปิดและมีหัวสิวจุกอยู่ จะเห็น ขอบได้ชัดเมื่อสิหัวดำมีขนาดใหญ่ ส่วนสิชนิดปิดหรือสิหัวขาว (Close Comedone or Whitehead) คือ Pilo sebaceous duct ซึ่งโป่งออกเนื่องจากถูกอัดแน่นด้วย Keratin ลักษณะที่เห็นเป็นตุ่มกลมเล็กสีขาวขนาดประมาณ 0.1 – 3.0 มม. รูเปิดมีขนาดเล็กมาก โดยที่สิหัวขาวส่วนมาก จะกลายไปเป็นสิอักเสบ มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่จะยุบหายไปเอง

1.5.2.2 Papulopustular acne สิวหัวหนองมีลักษณะเป็นตุ่มหนองเกิดการอักเสบจากการติดเชื้อโดยเฉพาะเชื้อ *P.acnes* สิวพวกนี้มักจะบวมแดงและดำเป็นตุ่มไม่โตมากซึ่งสิที่เป็นหนองนี้มีทั้งชนิดที่อยู่ตื้นและลึก ซึ่งก็จะขึ้นอยู่กับความมากน้อยของการอักเสบด้วย

1.5.2.3 Acne Cosmetica เป็นสิที่เกิดจากการแพ้ยาหรือแพ้เครื่องสำอาง สิวจะมีลักษณะเป็นตุ่มแดงเล็กๆ ไม่มีหนองและเมื่อหยุดใช้ยาหรือเครื่องสำอางนั้นแล้วไม่นานสิก็จะค่อยๆ ลดลงและหายไปเอง

การรักษาสิวนั้นทำได้ด้วยกันหลายวิธี ได้แก่การใช้ยาปฏิชีวนะเพื่อฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุ การใช้ฮอร์โมน การใช้ยากกลุ่มสเตียรอยด์ การใช้ผลิตภัณฑ์ เช่น Toner , Clarifying Lotion หรือ Astringent และการใช้แผ่นซับน้ำมัน ซึ่งมีข้อดีในแง่ของความสะดวก สามารถซับได้บ่อยเท่าที่ต้องการ ได้ทุกเวลา ทุกสถานที่ และยังไม่ทำให้เครื่องสำอางบนใบหน้าหลุดออกไป

2.วัตถุดิบที่ใช้ผลิตแผ่นซับน้ำมัน

แผ่นซับน้ำมัน หรือ Oil Absorbing Wipe ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการซับความมันที่ถูกขับออกมาจากรูขุมขนบนใบหน้าโดยเฉพาะบริเวณหน้าผาก จมูก แก้ม ซึ่งการกำจัดความมันบนใบหน้าโดยการล้างหน้า ในบางครั้งก็ไม่สามารถทำได้ ดังนั้นแผ่นซับน้ำมันจึงถูกพัฒนาขึ้น เพื่อความสะดวกในการทำความสะดวกใบหน้า แผ่นซับน้ำมันโดยทั่วไปจะมีลักษณะบาง นุ่มเวลาสัมผัสใบหน้า ไม่หยาบแข็ง และควรเปลี่ยนแปลงลักษณะได้ เช่น แผ่นซับน้ำมันจะโปร่งแสงเมื่อดูดซับความมัน (กุลวรา เหล่ากาวิ และ ชลวิภา ยารังษี. 2548:12)แผ่นซับน้ำมันในระยะแรกทำจากกระดาษที่ได้จากเส้นใยธรรมชาติเช่น เส้นใยจากพืช เรียกกันว่า กระดาษซับน้ำมัน กระดาษซับน้ำมันนี้ทำให้รู้สึกระคายเคืองเมื่อซับใบหน้า เนื่องจากเส้นใยธรรมชาติมีความแข็ง หยาบ จึงมีการปรับปรุงในเรื่องของความเรียบเนียนโดยการเคลือบกระดาษซับน้ำมันด้วยตนเอง เช่น ผง Calcium Carbonate และ Sizing Agent แต่ก็ไม่ดีนักเพราะกระดาษซับน้ำมันยังคงขรุขระอยู่ และถ้าหากใช้ผงดังกล่าวจำนวนมากจะทำให้การดูดซับน้ำลดลง นอกจากนี้ตัวบ่งชี้ในการดูดซับน้ำมัน เช่นการที่กระดาษมีความโปร่งแสงเมื่อดูดซับน้ำมันก็ยังไม่ชัดเจน ทำให้ผู้ใช้ไม่แน่ใจว่ามีการซับน้ำมันเกิดขึ้นหรือไม่ ซึ่งได้มีการเปลี่ยนจากการใช้ผงเคลือบกระดาษซับน้ำมันมาเป็นการใช้เม็ดกลมที่มีรูพรุน (Porous Spherical Bead) พบว่า สามารถแก้ไขปัญหเรื่องความเรียบได้ และการดูดซับน้ำมันก็เพิ่มขึ้น ต่อมาจึงพัฒนาทำกระดาษซับน้ำมันที่มีความหนาแน่นสูง โดยการผสมกันระหว่างเยื่อจากเส้นใยพืชและ Inorganic Filler แต่ก็มีข้อจำกัดในเรื่องของการดูดซับน้ำมันและยังมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะของกระดาษเพียงเล็กน้อยเมื่อดูดซับน้ำมัน ต่อมามีการทำกระดาษซับน้ำมันจากกระดาษที่ได้จากการสังเคราะห์ ซึ่งมีผิวหน้าเรียบ และเคลือบด้วย Inorganic หรือ Powder เช่น Clay, Silica อย่างไรก็ตามการดูดซับน้ำมันยังคงน้อยและการเปลี่ยนแปลงของกระดาษเมื่อดูดซับน้ำมันยังคงไม่ชัดเจนปัจจุบันมีการนำ Thermoplastic Film ที่มีลักษณะเป็นรูพรุนมาเป็นแผ่นซับน้ำมัน ซึ่งมีการดูดซับน้ำมันที่ดี และมีการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนเมื่อดูดซับความมัน ฉะนั้นแผ่นซับน้ำมันที่ใช้กันส่วนใหญ่จึงทำมาจาก Thermoplastic Film นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาแผ่นซับน้ำหรือเหงื่อ แต่ไม่นิยมเนื่องจากการผลิตที่ซับซ้อน และ ราคาที่แพง แผ่นซับน้ำมันจะมีลักษณะเป็น 2 ชั้น คือ

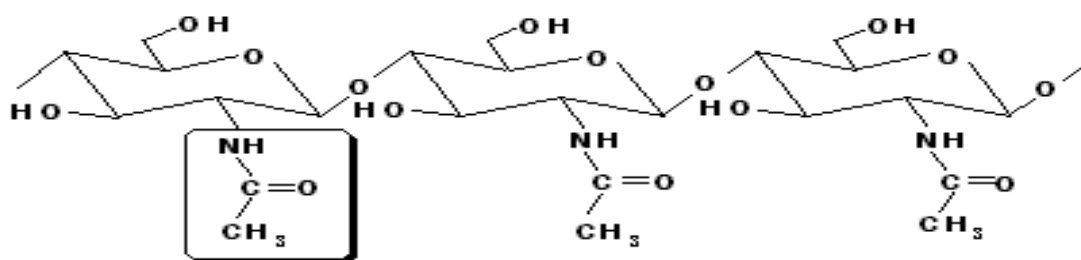
ชั้นที่ 1. ฟิล์มดูดซับน้ำมันที่มีลักษณะรูพรุน (Oil Absorbing Porous Film) ซึ่งจะเป็นส่วนที่สัมผัสกับใบหน้าโดยตรง

ชั้นที่ 2. Additional Layer ซึ่งในชั้นนี้สามารถเติมสารอื่น ๆ ได้เช่น Anti - Acne, Anti - Wrinkle, Anti-Skin Atrophy, NSAIDS, Topical Anesthetic. Artificial Tanning agent, Sunscreen, Sunscreen, Antibiotic, Antiseptic (กุลวรา เหล่ากาวิ และ ชลวิภา ยารังษี. 2548:13)

ดังนั้นการผลิตแผ่นซับน้ำมันที่สกัดจากเปลือกกุ้งทั้งแบบแผ่นฟิล์มและแบบกระดาษเพื่อให้มีคุณสมบัติที่สามารถเปลี่ยนแปลงลักษณะเป็นโปร่งแสงได้เมื่อดูดซับน้ำมันและปริมาณน้ำมันที่ถูกดูดซับควรรอยู่ในช่วงปานกลางเนื่องจากใบหน้าของคนเราสามารถผลิตน้ำมันได้ปริมาณ $0-8 \text{ mg / cm}^3$ ในการผลิตแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้งทั้งแบบฟิล์ม และ แบบกระดาษ ให้มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับใช้ดูดซับความมันบนใบหน้าขึ้นอยู่กับการเลือกสรรชนิดและความเหมาะสมตลอดจนการควบคุมดูแลเป็นพิเศษของวัตถุดิบที่นำมาใช้โดยมีวัตถุดิบที่สำคัญในกระบวนการผลิตดังนี้

2.1 ไคตินและไคโตซาน

ไคตินเป็นสารพอลิเมอร์ชีวภาพ (Biopolymer) ที่พบมากเป็นอันดับสองของโลกรองจากเซลลูโลส ซึ่งเป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตหลายชนิด เช่นเปลือกหอย ปู กุ้ง ปลาหมึก เปลือกของแมลง และพบได้ในผนังเซลล์ของเห็ด รา และ สาหร่ายบางชนิด ไคตินเป็นสารคาร์โบไฮเดรตเช่นเดียวกับแป้งและเซลลูโลส โครงสร้างทางเคมีประกอบด้วยน้ำตาลโมเลกุลเล็กๆ ที่เรียกว่า N-Acetylglucosamine ต่อกันเป็นสายยาว เกิดเป็นโครงสร้างที่ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ในกรดอินทรีย์ เช่น กรดเกลือ กรดกำมะถัน กรดฟอสฟอริก และกรดฟอร์มิกที่ปราศจากน้ำ ดังภาพประกอบ 4 (วรารุณี พุทธิให้.2546:13) ไคตินในธรรมชาติอยู่รวมกับโปรตีน และ เกลือแร่ต้องนำมากำจัดเกลือแร่ออก (Demineralization) โดยใช้กรดจะได้แผ่นเหนียวเหนียวคล้ายพลาสติก แล้วนำไปกำจัดโปรตีนออก (Deproteinization)โดยใช้ด่าง จะได้ไคติน หากเป็นไคตินที่ได้จากเปลือกกุ้งหรือปูจะมีสีส้มปนอยู่ ต้องนำไปแช่ในเอทานอลเพื่อละลายสีออก

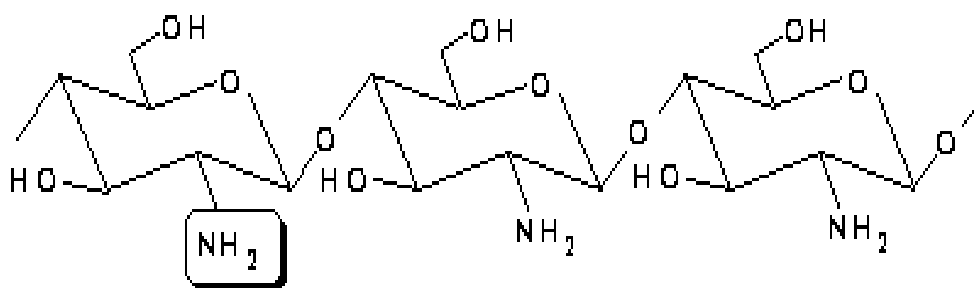


โครงสร้างทางเคมีของไคติน

ภาพประกอบ 4 โครงสร้างทางเคมีของไคติน

ที่มา: วรารุณี พุทธิให้. (2546). การเตรียมและศึกษาคุณลักษณะของเยื่อบางไคโตซานและเยื่อประกอบอีเทอร์ซิลโฟน / ไคโตซานเพื่อทำแผ่นเยื่อกรองระดับอัลตรา. หน้า 13

ไคโตซานเป็นอนุพันธ์ของไคติน ที่ได้จากการดึงเอาหมู่อะซิทิล (Acetyl Group) ของไคติน ออกไปโดยปฏิกิริยาที่เรียกว่าDeacetylation ทำให้โครงสร้างของไคตินที่เป็น N-Acetylglucosamine กลายเป็น Glucosamine ซึ่งเป็นโครงสร้างที่ Active พร้อมจะทำปฏิกิริยาได้อย่างรวดเร็วและมีสมบัติ ละลายได้ในกรดอ่อน ในอุตสาหกรรมจะสกัดจากเปลือกกุ้ง, ปู, ปลาหมึก โดยผลิตอยู่ในรูปของผงไคโตซาน (วรารุณี พุทธิให้.2546:3) ดังภาพประกอบ 5



โครงสร้างทางเคมีของไคโตซาน

ภาพประกอบ 5 โครงสร้างทางเคมีของไคโตซาน

ที่มา: วรารุณี พุทธิให้. (2546). การเตรียมและศึกษาคุณลักษณะของเยื่อบางไคโตซานและเยื่อประกอบอีเทอร์ซิลโฟน / ไคโตซานเพื่อทำแผ่นเยื่อกรองระดับอัลตรา. หน้า 13

ไคโตซานที่ได้จะมีส่วนผสมของ น้ำตาล N-acetyl-D-glucosamine และ Glucosamine อยู่ในสายพอลิเมอร์เดียวกัน ซึ่งระดับการกำจัดหมู่ Acetyl หรือเปอร์เซ็นต์การเกิด Deacetylationนี้ มีผลต่อสมบัติและการทำงานของไคโตซาน นอกจากนี้ น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานบอกถึงความยาวของสายไคโตซาน ซึ่งมีผลต่อความหนืด เช่น ไคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง จะมีสายยาวและสารละลายมีความหนืดมากกว่าไคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ เป็นต้น ดังนั้น การนำไคโตซานไปใช้ประโยชน์ จะต้องพิจารณาทั้งเปอร์เซ็นต์การเกิดDeacetylation และน้ำหนักโมเลกุลในธรรมชาติเราจะไม่พบไคตินเป็นโครงสร้างหลักเดี่ยวๆ ในสิ่งมีชีวิต โดยจะพบในรูปที่เป็นสารประกอบที่ปะปนอยู่กับสารอื่น เช่น ในเปลือกกุ้ง หรือ กระดองปู จะพบมีหินปูนหรือแคลเซียม และโปรตีนประกอบอยู่ด้วย ในขณะที่เปลือกแข็งหุ้มของแมลงจะประกอบด้วยไคตินในรูปที่เป็นสารเชิงซ้อนไคตินกับโปรตีน (Chitin-Protein Complex) และในผนังเซลล์ของ รา ยีสต์ และจุลินทรีย์ ไคตินจะอยู่รวมกับสารอินทรีย์อื่นๆ ในบรรดา

สัตว์จำพวก Arthropods กุ้ง ปู นับเป็นแหล่งวัตถุดิบสำคัญในการผลิตไคตินเชิงพาณิชย์ (<http://www.iboro.ac.uk/project/2002>) ซึ่งแสดงไว้ดังตาราง 1

ตาราง 1 แหล่งวัตถุดิบสำคัญของไคติน

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภท- มี-ข้อปล้อง(Arthropods)	แมลง (Insect)	จุลินทรีย์ (Microorganisms)
หนอนทะเล (annelida)	แมลงป่อง	สาหร่ายสีเขียว
หอย (Molluska)	แมงมุม	ยีสต์ (β -type)
Coelentera	Brachiopods	เชื้อรา (ผนังเซลล์) b
Crustaceans	มด	ก้านเชื้อราของ penicilliumb
กุ้งก้ามกราม (Lobster)a	แมลงสาบ	สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำตาล
กุ้ง (shrimp)	แมลงปีกแข็ง	สปอร์
กุ้งนาง (prawn)	-	Chytridiaceae
Krill	-	Blastocladiaceae
ปู (crab)	-	Ascomydes

ที่มา: <http://www.iboro.ac.uk/departments/cg/project/2002>

เนื่องจากกากของเสียที่ได้จากการแปรรูปเพื่อไปเป็นอาหารมีจำนวนมากโดยเฉพาะกุ้งซึ่งถือได้ว่าเป็นสัตว์เศรษฐกิจสำคัญของโลกมีมูลค่าการส่งออกและนำเข้าจำนวนมากในแต่ละประเทศทั่วโลก เนื่องจากกากของเสียที่ได้จากการแปรรูปเพื่อไปเป็นอาหารมีจำนวนมากโดยเฉพาะกุ้งซึ่งถือได้ว่าเป็นสัตว์เศรษฐกิจสำคัญของโลกมีมูลค่าการส่งออกและนำเข้าจำนวนมากในแต่ละประเทศทั่วโลก องค์ประกอบโครงสร้างต่อน้ำหนักตัวแห้งในกุ้ง และปู คิดเป็นประมาณ 15-20% ซึ่งปริมาณไคตินที่เป็นองค์ประกอบของโครงสร้างต่อน้ำหนักตัวแห้งของสัตว์ต่างๆ เหล่านี้ มีต่าง ๆ กันไป ซึ่งได้แสดงไว้ในตาราง 2 (<http://www.wind.ne.jp/mazmoto/zeri/training/shrimp.html>)

ตาราง 2 แสดงปริมาณไคตินที่มีในสิ่งมีชีวิตต่างๆ

แหล่งวัตถุดิบ	ปริมาณที่พบ (%)
เข็ชรา	20
หนอน	38
ปลาหมึก	20
แมงป่อง	30
แมงมุม	38
แมลงสาบ	35
แมลงปีกแข็ง	37
กุ้ง	40
หนอนไหม	44
ปูเสฉวน	69
ปูหิน	70

ที่มา: [http:// www.wind.ne.jp/mazmoto/zeri/training/shrimp.html](http://www.wind.ne.jp/mazmoto/zeri/training/shrimp.html)

ไคติน (Chitin) และ ไคโตซาน (Chitosan) ไคตินเป็นสารพอลิเมอร์ชีวภาพ (Biopolymer) ที่พบมากเป็นอันดับสองของโลกรองจากเซลลูโลส ซึ่งเป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตหลายชนิด เช่น เปลือกหอย ปู กุ้ง ปลาหมึก เปลือกของแมลง และพบได้ในผนังเซลล์ของเห็ด รา และ สาหร่ายบางชนิด ไคตินเป็นสารคาร์โบไฮเดรตเช่นเดียวกับแป้งและเซลลูโลส โครงสร้างทางเคมีประกอบด้วยน้ำตาลโมเลกุลเล็กๆ ที่เรียกว่า N-acetylglucosamine ต่อกันเป็นสายยาว เกิดเป็นโครงสร้างที่ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ในกรดอินทรีย์ เช่น กรดเกลือ กรดกำมะถัน กรดฟอสฟอริก และกรดฟอร์มิก ที่ปราศจากน้ำไคตินในธรรมชาติอยู่ร่วมกับโปรตีน และ เกลือแร่ต้องนำมากำจัดเกลือแร่ออก (demineralization) โดยใช้กรดจะได้แผ่นเหนียวเหนียวคล้ายพลาสติก แล้วนำไปกำจัดโปรตีนออก (deproteinization) โดยใช้ด่างจะได้ไคติน หากเป็นไคตินที่ได้จากเปลือกกุ้งหรือปูจะมีสีส้มปนอยู่ ต้องนำไปแช่ในเอทานอลเพื่อละลายสีออกไคตินที่ได้จากแต่ละแหล่ง มีโครงสร้างและสมบัติแตกต่างกัน โดยแบ่งตามลักษณะการเรียงตัวของเส้นใยได้ 3 กลุ่ม คือ

- แบบอัลฟา

มีการเรียงตัวของสายโซ่โมเลกุลในลักษณะสวนทางกัน มีความแข็งแรงสูง ได้แก่ ไคตินจากเปลือกกุ้ง และกระดองปู

- แบบเบตา

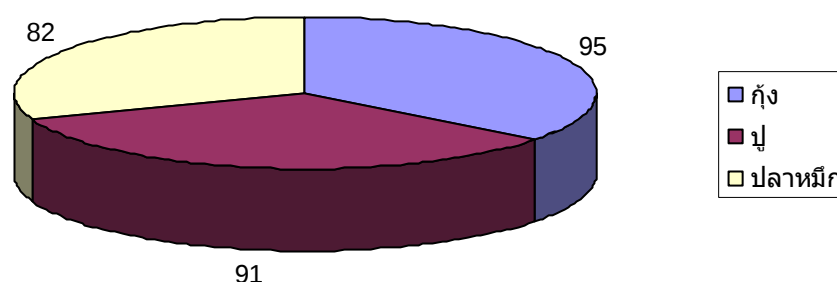
มีการเรียงตัวของสายโซ่โมเลกุลในทิศทางเดียวกัน จึงจับกันได้ไม่ค่อยแข็งแรง มีความไวต่อปฏิกิริยาเคมีมากกว่าแบบอัลฟา ได้แก่ ไคตินจากแกนปลาหมึก

- แบบแกมมา

มีการเรียงตัวของสายโซ่โมเลกุลในลักษณะที่ไม่แน่นอน (สวนทางกันสลับทิศทางเดียวกัน) มีความแข็งแรงรองจากแบบอัลฟา ได้แก่ ไคตินจากเห็ด รา และพืชชั้นต่ำในธรรมชาติเราจะไม่พบไคตินเป็นโครงสร้างหลักเดี่ยวๆ ในสิ่งมีชีวิต โดยจะพบในรูปที่เป็นสารประกอบที่ปะปนอยู่กับสารอื่น เช่น ในเปลือกกุ้ง หรือ กระดองปู จะพบมีหินปูนหรือแคลเซียม และโปรตีนประกอบอยู่ด้วย ในขณะที่ในเปลือกแข็งหุ้มของแมลงจะประกอบด้วยไคตินในรูปที่เป็นสารเชิงซ้อนของไคตินกับโปรตีน (Chitin-Protein Complex) และในผนังเซลล์ของ รา ยีสต์ หรือจุลินทรีย์ ไคตินจะอยู่ร่วมกับสารอินทรีย์อื่นๆ ในบรรดาสัตว์จำพวก Arthropods กุ้ง ปู นับเป็นแหล่งวัตถุดิบสำคัญในการผลิตไคตินเชิงพาณิชย์ เนื่องจากกากของเสียที่ได้จากการแปรรูปเพื่อไปเป็นอาหารมีจำนวนมากโดยเฉพาะกุ้งซึ่งถือได้ว่าเป็นสัตว์เศรษฐกิจสำคัญของโลกมีมูลค่าการส่งออกและนำเข้าจำนวนมากในแต่ละประเทศทั่วโลก องค์ประกอบของโครงสร้างต่อน้ำหนักตัวแห้งในกุ้ง และปู คิดเป็นประมาณ 15-20% ซึ่งปริมาณไคตินที่เป็นองค์ประกอบของโครงสร้างต่อน้ำหนักตัวแห้งของสัตว์ต่างๆ เหล่านี้ มีต่าง ๆ กันไป ซึ่งได้แสดงไว้

2.1.1 ศักยภาพและปริมาณวัตถุดิบ (กุ้ง ปู และ ปลาหมึก) ในการผลิตไคติน-ไคโตซานในประเทศไทย เรามีกากของเหลือจากอุตสาหกรรมสัตว์น้ำจำพวกกุ้ง ปู ปลาหมึก ที่สามารถนำมาสกัดหรือแปรรูปเป็นไคตินและไคโตซานได้ในปริมาณมาก โดยพบว่า วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตไคตินจะได้จากส่วนเปลือก-หัวกุ้ง และกระดองปู โดยพบมีปริมาณไคตินเทียบกับน้ำหนักตัวแห้งของกุ้งและปู คิดเป็น 14-27 และ 13-15% ตามลำดับปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้ภายในประเทศไทยที่สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตไคตินและไคโตซาน จำแนกตามชนิดสัตว์น้ำและประเภทแหล่งน้ำ ในช่วงปี พ.ศ. 2536-2543 (ข้อมูลล่าสุดจากกรมประมง คือ ปี พ.ศ. 2549) มีปริมาณรวมโดยเฉลี่ยเท่ากับ 600,000

ตันต่อปี โดยพบว่า พวกกุ้งเป็นสัตว์น้ำที่มีปริมาณรวมมากที่สุด รองลงมา คือ พวกลาหมึกและปู โดยมีปริมาณเฉลี่ยอยู่ที่ 379,000, 168,000 และ 53,000 ตันต่อปี คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 63, 28 และ 9 โดยประมาณตามลำดับเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบสัตว์น้ำในแต่ละประเภทของแหล่งน้ำ พบว่า สัตว์น้ำพวกกุ้งทั้งน้ำเค็มและน้ำจืด มีปริมาณที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในสัดส่วนที่สูงถึงร้อยละ 69 และ 81 โดยประมาณตามลำดับ แต่ปริมาณที่จับได้จากประมงน้ำเค็มมีมากถึงร้อยละ 98 ส่วนปูนั้นพบว่า ถึงแม้จะมีการเพาะเลี้ยงตามชายฝั่งอยู่บ้างแต่ก็ให้ผลผลิตในปริมาณที่น้อยมากเมื่อเทียบกับที่จับได้จากทะเล โดยคิดเป็นสัดส่วนเพียงร้อยละ 0.1 เท่านั้น สำหรับปลาหมึกนั้นสามารถจับได้จากทะเลเท่านั้น ซึ่งจากภาพโดยรวมของกำลังการผลิตกุ้ง ปู และปลาหมึก ภายในประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ. 2536-2543 พบว่าปริมาณสัตว์น้ำที่มีในประเทศทั้งหมดมาจากการผลิตภายในประเทศโดยมีศักยภาพในการผลิตกุ้งมากที่สุดคิดเป็น 95% ส่วนปู และปลาหมึกคิดเป็น 91 และ 82% ตามลำดับ(วารสารสัตว์น้ำ, 2549:ปีที่ 17 ฉบับที่ 167:47-50) ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 สัดส่วนปริมาณกุ้ง ปู และ ปลาหมึก ในประเทศไทย (พ.ศ. 2543-2549)

ที่มา : วารสารสัตว์น้ำ, 2549:ปีที่ 17 ฉบับที่ 167:47-50)

สภาพจริงนั้นจะพบว่าเราไม่สามารถนำเปลือกทั้งหมดนี้มาใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมด สัตว์น้ำจำพวกกุ้งทั้งหมดในประเทศไทยโดยเฉลี่ยนั้นเกิดจากการผลิตภายในประเทศคิดเป็นร้อยละ 97 และมาจากการนำเข้าเพียงร้อยละ 3 ในส่วนของภาคครัวเรือนนั้นมีการนำไปใช้ในสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 43 (เมื่อรวมปริมาณการนำเข้าด้วย) ซึ่งถือเป็นภาคนอกระบบ (Informal sector) ทำให้ยากแก่การจัดเก็บเปลือกซึ่งเป็นวัตถุดิบที่สำคัญ ยกเว้นในกรณีของกลุ่มผู้ประกอบการใหญ่ซึ่งสามารถจัดเก็บเปลือกได้ในปริมาณที่ค่อนข้างแน่นอนและเป็นระบบได้ส่วนในภาคอุตสาหกรรมนั้น พบว่าปริมาณเปลือกกุ้งที่เป็นวัตถุดิบที่สำคัญนั้น สามารถคำนวณปริมาณที่เกิดได้แต่จะมีความผันแปร เพราะประเทศที่เป็นผู้ซื้อสินค้าจำพวกนี้ของประเทศไทยมีบทบาทเป็นผู้กำหนดลักษณะสัตว์น้ำจำพวกกุ้งที่ต้องการ ซึ่งจะมีลักษณะความต้องการที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละปีตามรสนิยมและพฤติกรรมในการบริโภคที่เกิดขึ้นเวลานั้นๆ ของประเทศนั้น ภาษีในแต่ละประเทศนั้นถือว่ามีอิทธิพลต่อปริมาณการผลิตสัตว์น้ำจำพวกกุ้งเช่นกัน จะสังเกตได้ว่า ปริมาณสัตว์น้ำจำพวกกุ้งนั้นมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างสูง เนื่องจากเงื่อนไขและข้อกีดกันทางการตลาดของประเทศผู้ซื้อและกลยุทธ์ทางการตลาดของประเทศคู่แข่ง รวมถึงความสามารถในการผลิตสินค้า จำพวกนี้ให้มีคุณภาพที่ยั่งยืนของประเทศไทยด้วย ซึ่งปริมาณการผลิตสัตว์น้ำจำพวกกุ้งมีผลกระทบโดยตรงกับการผลิตไคตินและไคโตซาน เพราะเป็นแหล่งก่อให้เกิดวัตถุดิบ ในการผลิตไคตินและไคโตซาน ดังนั้น การคงมาตรฐานการผลิตและการแปรรูปสัตว์น้ำจำพวกกุ้ง รวมถึงความใส่ใจด้านสิ่งแวดล้อมจึงเป็นประเด็นที่สำคัญของประเทศไทยในการรักษาระดับการผลิตและการส่งออกสัตว์น้ำจำพวกกุ้งให้มีความสม่ำเสมอและไม่แปรวนแปร เพื่อที่จะสามารถคาดการณ์ปริมาณวัตถุดิบสำหรับการผลิตไคตินและไคโตซานของประเทศในอนาคตได้ดังตาราง 3

ตาราง 3 ราคาไคตินและไคโตซานที่ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆในตลาดโลก

รายการ	ราคา (ดอลลาร์/กิโลกรัม)
ไคติน	34.00 - 37.70
ไคโตซานสำหรับบำบัดน้ำเสีย	40.00 - 45.00
ไคโตซานสำหรับสิ่งทอ	45.00 - 50.00
ไคโตซานสำหรับเครื่องสำอาง	50.00 - 70.00
ไคโตซานสำหรับเภสัชกรรม	60.00 - 140.00

ที่มา : วารสารสัตว์น้ำ, 2549:ปีที่ 17 ฉบับที่ 167:47-50)

2.1.2 การใช้ประโยชน์ ไคตินและไคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้งเนื่องจากไคตินและไคโตซานมีคุณสมบัติหลายประการด้วยกัน เช่น เป็นชีวโมเลกุลที่มีสีขาวย่อยสลายได้ทางชีวภาพและมีพิษต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับพอลิเมอร์สังเคราะห์ชนิดอื่น จึงมีการนำมาใช้ประโยชน์เป็นอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับพอลิเมอร์ชนิดอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศญี่ปุ่นมีการใช้ประโยชน์ของไคโตซานมาก่อนข้างสูงโดยพบว่าในปี 1986 มีการผลิตไคโตซานถึง 700 ตันโดย 500 ตันใช้เป็นสารตกตะกอน ขณะที่ 100 ตันใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง อาหารสัตว์ และอุตสาหกรรมอาหาร และที่เหลือใช้ทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพ Hirano (1989 :14;1996:237-258) การใช้ประโยชน์ของไคโตซานมีหลายด้านด้วยกัน ตัวอย่างเช่น

2.1.2.1 ด้านการเกษตร การนำสารไคตินและไคโตซานมาใช้เพิ่มผลผลิตทางการเกษตรทั้งพืชและสัตว์ได้เกิดขึ้นอย่างแพร่หลายเนื่องจากการใช้ไคตินและไคโตซานให้ผลดีในแง่ของการเป็นสารธรรมชาติที่ช่วยลดความเสี่ยงของเกษตรกรและผู้บริโภคต่อการได้รับสารพิษจากปุ๋ยและยาปราบศัตรูพืช พร้อมทั้งมีจุดเด่นที่สามารถช่วยเพิ่มผลผลิต ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาพืชผลทางการเกษตร รวมถึงสามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้และปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อม การใช้ประโยชน์จากไคตินและไคโตซานทางด้านการเกษตร สามารถนำไปใช้ได้ทั้งในเกือบทุกขั้นตอนหรือเกือบครบวงจร เช่น ใช้เป็นสารปรับสภาพดินสำหรับเพาะปลูกหรือผสมกับ media ที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้ Hirano (1989 :14;1996:237-25;1996:58-738) การใช้ไคโตซานผสมในปุ๋ยน้ำสำหรับพืชมีข้อดี คือ สามารถยึดเกาะกับพื้นผิวดินได้ดี ทนต่อการถูกชะล้าง ลดการระเหยของน้ำ อีกทั้งยังเป็นตัวควบคุมการปลดปล่อยแร่ธาตุและสารอาหารให้แก่พืชอีกด้วย (Struszczyk ;et al. 1988 อ้างอิงใน ภาวดี เมธะคานนท์, 2543:216-278) ใช้ในการเคลือบเมล็ดพืชไคโตซานสามารถนำมาใช้เป็นสารเคลือบเมล็ดพืชเพื่อป้องกันการดูดซับและเสียหายของเมล็ดพันธุ์ โดยฟิล์มไคโตซานมีลักษณะยืดหยุ่นแข็งแรง ยึดเกาะกับผิวเมล็ดพันธุ์ได้ดี และที่สำคัญคือ ช่วยเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ด จากการศึกษาของ Dzung and Thang (2002:68-73) พบว่า นอกจาก Oligoglucosamine จะมีผลต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองแล้ว ยังพบว่า สามารถสร้างปมรากที่ใช้ในการตรึงไนโตรเจนเพิ่มขึ้นถึง 2 เท่า และมีผลผลิตเพิ่มขึ้น 20-30% ส่วน Li and Wu (1998:82-98) พบว่า การใช้ 0.1% ไคโตซานในกรดอะซิติกสามารถเร่งอัตราการงอกของเมล็ดกะหล่ำปลี ในขณะที่ 1.5% ไคโตซานในกรดแลคติกให้ผลดีต่อการงอกของเมล็ดผักกาดหอมและคื่นฉ่ายใช้เป็นสารกระตุ้นการเจริญเติบโต Chandkrachang (2002:42-63) พบว่า การฉีดพ่นไคโตซานความเข้มข้น 10-15 ppm. ในนาข้าวส่งผลให้ผลผลิตข้าวมีปริมาณเพิ่มขึ้น 41.7-91.5%โดยขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่ทำการเพาะปลูกและการใช้ไคโตซานความเข้มข้น 10 ppm. ฉีดพ่นกล้วยไม้มีผลช่วยเร่งการเจริญเติบโตของใบใหม่ในขณะที่ Siri-Upathum (2002:56-78) พบว่า เมื่อนำ Oligochitosan ที่เตรียมขึ้นโดยวิธีอาบรังสีมาเติมลงใน Media

สำหรับเพาะกล้วยไม้ด้วยความเข้มข้น 50-75 ppm. สามารถช่วยเร่งอัตราการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ได้ดี สำหรับการศึกษากับต้นเยอบีร่า Wanichpongpan ;et al. (2001:42-78) พบว่า ปริมาณไคโตซานที่เหมาะสมต่อการเพิ่มจำนวนดอกและกระตุ้นการเจริญเติบโตของใบ คือ 60 ppm. และ 20-40 ppm. ตามลำดับส่วนการศึกษานี้ของสัตว์ พบว่า ไคโตซานสามารถใช้เป็นสารเร่งการเจริญเติบโตของสุกรได้ โดยให้อัตราแลกเนื้อเพิ่มขึ้นและสามารถลดปริมาณการใช้ยาปฏิชีวนะได้ในปริมาณมาก ทำให้สุกรมีสุขภาพแข็งแรงขึ้น ลดอาการป่วยของสุกรภายในฟาร์ม และลดต้นทุนการผลิตได้ (ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์, 2543:56-128) นอกจากนี้ยังมีการทดลองใช้ไคโตซานผสมในอาหารสำหรับไก่เนื้อและเป็ดเนื้อ (ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์ ; และคนอื่นๆ, 2543:89-136) มีผลทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตดี ขนสวย สุขภาพแข็งแรงสมบูรณ์กว่ากลุ่มที่ไม่ได้ใช้ไคโตซานใช้เป็นสารต้านทานโรคพืชจากการใช้ไคโตซานความเข้มข้น 70 ppm. ฉีดพ่นต้นข้าวโพด(Chandrkrachang, 2002:42-74) พบว่า เปอร์เซ็นต์การถูกทำลายโดยเชื้อราของต้นข้าวโพดลดลงเหลือ 14.7% นอกจากนี้ Dzung and Thang (2002:48-63) ยังพบว่า เมล็ดถั่วเหลืองที่ผ่านการเคลือบด้วย 0.4% Oligoglucosamine มีความต้านทานต่อ rust disease ได้ดีขึ้น ทำให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เพิ่มขึ้นถึง36.9%ใช้เป็นสารยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวจากการศึกษาโดยใช้ไคโตซานเคลือบผิวผลไม้ชนิดต่างๆ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา พบว่า ไคโตซานมีผลทำให้ผลไม้สดสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานขึ้น ตัวอย่างเช่น Dien and Binh (1996:62-93) พบว่า ความเข้มข้นที่เหมาะสมของไคโตซานที่ใช้ในการเคลือบผิวส้มสด คือ 1.6% และ 1.8% ใน 2% กรดอะซีติก โดยสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานถึง 35-40 วัน ในกรณีของการเก็บรักษากลับ Lan ;et al.(2001:48-63) พบว่า เมื่อนำกล้วยจุ่มลงในสารละลาย 1.5% ไคโตซาน ซึ่งเตรียมจากไคโตซานที่ผ่านการอบรังสีที่ 25 kGy. แล้วปล่อยให้แห้ง กล้วยจะเริ่มสุกตามธรรมชาติหลังจากเก็บไว้นานถึง 20 วันนอกจากนี้ วิษณุ ; et al. (2546:56-72) ยังพบว่า การใช้ไคโตซานที่ความเข้มข้น 1% และ 1.3% สามารถชะลอการสุกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ได้จนถึงวันที่ 25 ของการเก็บรักษารวมทั้งการนำมาใช้ผลิตอุปกรณ์ทางการเกษตรไคโตซานหรืออนุพันธ์สามารถนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตแผ่นคลุมดิน เพื่อเร่งการเจริญเติบโตของพืชเพิ่มอุณหภูมิของดิน และช่วยเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้ในการผลิตกระถางหรือถุงเพาะต้นกล้าได้ ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ (Patent abstracts of Japan, 1998 อ้างอิงจากภาวดี เมธะคานนท์, 2543:36-73)

2.1.2.2 ด้านอุตสาหกรรมอาหารจากการศึกษาทดลองในสัตว์ พบว่า สัตว์แต่ละชนิดมีความสามารถในการย่อยไคตินและไคโตซานที่แตกต่างกันออกไป Hirano (1989 :14;1996:237-25;1996:58-738) ได้ทดลองใช้ไคโตซานในสัตว์เพื่อศึกษาความสามารถในการลดระดับคอเลสเตอรอลนั้นพบว่าให้ผลดี ส่วนงานวิจัยที่ศึกษากับมนุษย์ยังมีอยู่น้อยมาก แต่มีรายงานว่า

สามารถลดระดับคอเลสเตอรอลลงได้ 5.8-42.6% (Ylitalo;et al. 2002:128-173) ปัจจุบันไคโตซานมีการผลิตออกจำหน่ายอย่างแพร่หลายในรูปของอาหารเสริมเพื่อลดคอเลสเตอรอลและควบคุมน้ำหนักจากสมบัติของไคโตซานในด้านการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย เชื้อรา นับเป็นจุดเด่นที่สำคัญต่อการนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการถนอมอาหาร เช่น ในการเก็บรักษาเนื้อปลา Tsai ;et al. (2002:138-179) พบว่า ไคโตซานจากเปลือกกุ้งที่มีค่าระดับการกำจัดหมู่อะซีติลสูงๆ เช่น 95-98% DD มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อแบคทีเรียได้ดี โดยสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้จาก 5 วัน เป็น 9 วัน นอกจากนี้ยังมีการนำไปใช้ในเครื่องปรุงรสอาหาร เช่น ซีอิ๊ว(Lin and Chao, 2001:87-128) ไคโตซานถูกนำมาใช้เป็นสารเติมแต่งในกระบวนการผลิตอาหารและเครื่องดื่มหลายชนิด เช่น Spagna ;et al.(1996:163-172) ได้ศึกษาการใช้ไคโตซานเป็นตัวดูดซับสารประเภท Phenolic ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดสีน้ำตาล (Browning)ของไวน์ขาว โดยพบว่า ไคโตซานให้ประสิทธิภาพดีเทียบเท่ากับสารดูดซับที่ใช้อยู่เดิมในกระบวนการผลิต นอกจากนี้ ไคโตซานยังสามารถใช้เป็นตัวควบคุมความเป็นกรดในน้ำผลไม้ได้อีกด้วย (Shahidi; et al.1999:113-158)เนื่องจากไคตินและไคโตซานสามารถนำมาขึ้นรูปเป็นแผ่นฟิล์มได้ จึงมีการผลิตเพื่อนำมาใช้เป็นฟิล์มห่อหุ้มเพื่อถนอมอาหารโดย Krasavtsev ;et al.(2002:63-72) พบว่า ฟิล์มไคโตซานที่มีคุณภาพเหมาะสมต่อการนำมาใช้ผลิตบรรจุภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์ปลา ควรีปริมาณไม่เกิน 1.5% และ %DD อยู่ในช่วง 80-90% ซึ่งกลไกของการยืดอายุการถนอมอาหารด้วยแผ่นฟิล์มนี้เกี่ยวข้องกับการควบคุมการถ่ายเทความชื้นระหว่างอาหารและภาวะแวดล้อม การควบคุมการปลดปล่อยสารเคมีบางชนิด เช่น สารที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ สาร antioxidant รวมถึงการควบคุมอุณหภูมิและลดอัตราเมตาบอลิซึมเป็นต้น การสร้างฟิล์มที่มีความแข็งแรงขึ้นสามารถทำได้โดยใช้Crosslinking Agent เช่น Glutaraldehyde หรือสาร Polyelectrolytes เข้าร่วมด้วยนอกจากนี้การผลิตฟิล์มลามิเนตโดยใช้ไคโตซานร่วมกับสารชนิดอื่น เช่น Polysaccharidesก็มีการศึกษาวิจัยกันเป็นจำนวนมาก (Shahidi ; et al. 1999:73-82)

2.1.2.3 การใช้เป็นสารตกตะกอนได้มีการนำไคโตซานมาใช้ในการบำบัดน้ำจากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า ไคโตซานมีประสิทธิภาพในการใช้เป็นสารตกตะกอนชีวภาพ (Biofloculant) ในการบำบัดน้ำเสียจากอุตสาหกรรมอาหาร เช่น Selmer-Olsen และคณะ (1996:64-76) พบว่า การนำเอาไคโตซานมาใช้เป็นสารตกตะกอนชีวภาพร่วมกับ CMC เพื่อแยกโปรตีนและไขมันออกจากน้ำเสียของอุตสาหกรรมการผลิตนมให้ผลดี คือนอกจากจะเป็นระบบการบำบัดด้วยสารจากธรรมชาติแล้ว ยังทำให้น้ำเสียสามารถนำไปบำบัดต่อได้ง่ายขึ้น ลดปริมาณการใช้สารเคมีเพื่อปรับ pH และ Sludge ที่ตกตะกอนแยกออกมาก็ยังสามารถนำไปใช้เป็นสารเติมแต่งในอาหารได้นอกจากนี้เมื่อนำไคโตซานไปใช้เป็นสารตกตะกอนชีวภาพในบ่อเลี้ยงกุ้ง ยังพบว่า สามารถลดความขุ่น ปริมาณตะกอนแขวนลอย ตลอดจนค่า BOD และ COD ลงได้ ทำให้น้ำในบ่อมีคุณภาพดีขึ้นและส่งผลให้ได้ผล

ผลิตทั้งปริมาณมากขึ้นและมีน้ำหนักเฉลี่ยสูงขึ้น (Wanichpongpan ;et al. 2002:69-73) สำหรับการศึกษาเพื่อใช้ประโยชน์ไคติน-ไคโตซานในการกำจัดสีในน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมสิ่งทอนั้น Shinagawa;et al.(1979:24-56)อ้างถึงใน Dunn;et al. (1997:132-168) ได้เตรียม Absorbant สำหรับดูดซับสีย้อมจากน้ำทิ้งโดยเตรียมขึ้นจากการผสมระหว่างไคโตซานกับเส้นใยเซลลูโลสซึ่งพบว่า เส้นใยไคโตซาน-เซลลูโลสสามารถดูดซับสีรีแอคทีฟและสีแอซิดได้ ส่วน Chiou and Li (2003:67-83) ได้ศึกษาการใช้ Cross-Linked Chitosan Bead ในการดูดซับสีรีแอคทีฟในน้ำสี โดยพบว่าสามารถกำจัดสีได้ 63% นอกจากนี้ Chitosan Bead ที่ Desorp สีออกไปแล้ว ยังสามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่โดยมีกำลังในการดูดซับสีไม่ต่างจากเดิมนอกจากนี้ยังมีงานวิจัยอีกเป็นจำนวนมากที่ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการใช้ไคติน-ไคโตซานเป็นตัวจับไอออนโลหะในน้ำทิ้ง เช่น ไอออนของปรอท ทองแดง ตะกั่ว แคดเมียม เป็นต้น (Felse and Panda, 1999:214-256)

2.1.2.4 ด้านเครื่องสำอาง ไคโตซานเป็นสารประเภท NonToxic Polyelectrolyte ที่มีประโยชน์ต่อการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางทั้งนี้เพราะ ประจุบวกของหมู่แอมโมเนียม (NH^+) ที่เรียงรายอยู่บนโครงสร้างของไคโตซานจะมีความว่องไวต่อการจับกับผิวหนังและเส้นผมที่ประกอบด้วยสาร Mucopolysaccharides โปรตีน และไขมัน ที่มีประจุลบได้เป็นอย่างดี ไคโตซานที่เคลือบอยู่นี้จะก่อตัวเป็นฟิล์มบางๆ พร้อมกับดูดซับความชื้นและไขมันเอาไว้จึงช่วยรักษาความชุ่มชื้นและความยืดหยุ่นให้แก่ผิวหนังและเส้นผม. (<http://naturalbiopolymer.com/cosmetic.html>) และนอกเหนือจากสมบัติในการช่วยยับยั้งเชื้อแบคทีเรียและลดอาการระคายเคืองหรือคันผิวหนังแล้ว อันตรกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่าง polysaccharides และโปรตีนของเส้นผมยังมีส่วนในการเพิ่มความเงางามให้แก่เส้นผมอีกด้วย (Dunn; et al ,1997:8-12)การนำสารไคตินและไคโตซานไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางโดยตรงยังคงมีข้อจำกัดในปัญหาด้านการละลายเนื่องจากไคตินนั้นไม่ละลายในน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์ส่วนใหญ่ ส่วนไคโตซานละลายได้ในสารละลายกรดเจือจางบางชนิดดังนั้นที่ผ่านมาจึงได้มีการวิจัยและพัฒนาสารไคตินและไคโตซานที่ละลายน้ำได้ โดยทำการดัดแปรโครงสร้างด้วยกระบวนการทางเคมี Muzzarelli ;et al . (1989:307-320.) พบว่า N-Carboxybutyl Chitosan ที่เตรียมได้จากการทำปฏิกิริยากับ Levulinic acid สามารถละลายน้ำ และสารละลายผสมระหว่างน้ำกับเอทานอลได้โดยไม่ต้องเติมกรดใดๆ สารละลายดังกล่าวจะแสดงสมบัติในการสร้างฟิล์ม ให้ความหนืดขึ้น ให้ความชุ่มชื้นและช่วยรักษาเสถียรภาพของอิมัลชัน มีการพัฒนาสาร N-carboxymethyl Chitosan (Muzzarelli ; et al .1994:177-180.) และ Carboxymethyl chitin ที่สามารถละลายน้ำและเสถียรต่อ pH ในช่วงกว้างอนุพันธ์ของสารไคติน-ไคโตซานเหล่านี้มีสมบัติในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ให้กับผิวทั่วไปและผิวที่แพ้ง่าย รวมทั้งช่วยลดการเกิดริ้วรอย (Hirano, 1996: 237-258.) นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาโครงสร้างไคโตซานให้มีหมู่ Hydrophobic และ Hydrophilic เพื่อช่วยสร้างเสถียรภาพ

ให้กับสารอีพัลชัน และทำให้ส่วนผสมของเครื่องสำอางสามารถผสมเข้ากันได้ดี เช่น งานวิจัยของ Ramos; et al. (2003: 425-429.) ที่ได้เตรียมสาร N-lauryl-N-Methylene Phosphonic Chitosan โดยใช้วิธีเติมสารโซลัลคิลเข้าไปใน N-Methylene Phosphonic Chitosan (NMPC) เป็นต้นปัจจุบันผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของสารไคตินและไคโตซาน ได้แก่ ครีมและโลชั่นบำรุงผิว แชมพู โลชั่นบำรุงผม แป้งแต่งหน้า ยาทาเล็บ ยาสีฟัน และมอยส์เจอไรเซอร์ เป็นต้น

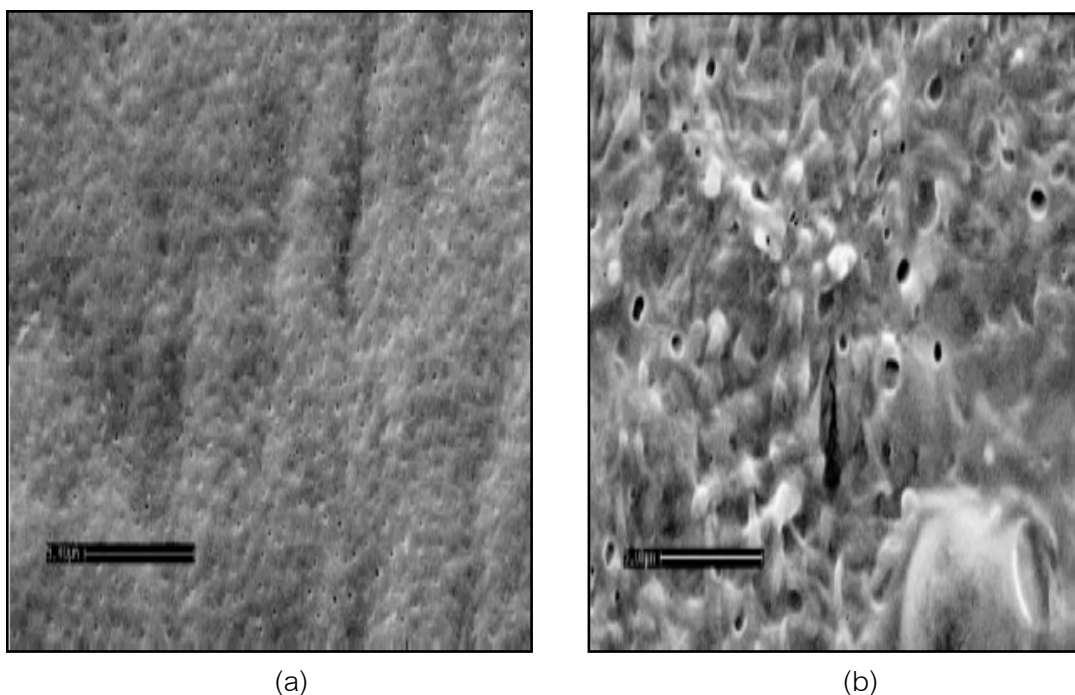
2.1.2.5 ด้านเส้นใยและสิ่งทอ จากการสำรวจงานวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ไคตินไคโตซานทางด้านเส้นใยและสิ่งทอ พบว่า สามารถแบ่งตามลักษณะการใช้งานได้ดังนี้ใช้ผลิตเป็นเส้นใยและเส้นด้ายเส้นใยไคตินและไคโตซานสามารถนำไปใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ผ่านอนวูฟเวน(Nonwoven) ผ้าปิดแผลไหมละลาย เป็นต้น ในขั้นตอนของกระบวนการขึ้นรูปใช้วิธีละลายด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม แล้วจึงปั่น (Spin) เส้นใยผ่านหัวรีดที่มีรูเล็กๆ ที่เรียกว่า Spinneret ลงในอ่างสารเคมีที่ทำให้เกิดการแข็งตัว (Coagulation Bath) ซึ่งกระบวนการนี้ เรียกว่าการปั่นเส้นใยแบบเปียก (Wet Spinning) การผลิตเป็นเส้นใยมีหลายลักษณะด้วยกัน เช่น ผลิตเส้นใยจากไคติน-ไคโตซานโดยตรง ดังในงานวิจัยของ Kifune; et al . (1984:78-113) อ้างอิงโดย Rathke and Hudson (1994: 375-437.) ซึ่งได้ผลิตเส้นใยไคตินโดยละลายไคตินด้วยสารละลายเอไมด์ LiCl แล้วอัดรีดผ่าน Spinneret ลงในอ่างที่มี Butyl Alcohol อยู่ พบว่า เส้นใยมีค่าความทนแรงดึงขณะแห้ง (Dry Tensile Strength) อยู่ที่ 50 kg/mm² (493 Pa) ส่วนการเตรียมเส้นใยไคโตซาน Struszczyk (1997: 437-440.) ได้ทำการศึกษาโดยใช้วิธีนำไคโตซานน้ำหนักโมเลกุลขนาดต่างๆ มาเตรียมให้ได้ความเข้มข้น 1-8% พร้อมกับเติมสารเติมแต่งจำพวกยูเรีย และ Polyoxglycol ลงไปด้วย 3-4% อีกวิธีหนึ่งคือ การผลิตโดยปั่นเป็นเส้นใยร่วมกับพอลิเมอร์ชนิดอื่น เช่น Hirano ; et al . (2001: 47-50) ได้ทำการเตรียมเส้นใย Cellulose-Chitin-Silk Fibroin และ Cellulose-Silk Fibroin ด้วยวิธี Wet Spinning จากการทดลองพบว่า เส้นใยมีความเสถียรต่ออุณหภูมิถึง 200°C ทั้งนี้เส้นใยที่มี Silk Fibroin อยู่ไม่เกิน 10% จะให้สมบัติเชิงกลที่ดี โดยมี Tenacity อยู่ในช่วง 1.08-1.20 g/denier นอกจากนี้ยังสามารถใช้วิธีนำไคโตซานไปเคลือบลงบนเส้นใยหรือเส้นด้ายชนิดอื่น เช่น Li ; et al . (2002: 343-347) ได้เตรียมเส้นด้ายฝ้ายที่เคลือบด้วยไคโตซาน (Chitosan Coated Cotton Fiber, CCCF) โดยเริ่มจากการทำปฏิกิริยาออกซิเดชันเส้นด้ายฝ้ายด้วยสารละลาย Potassium Periodate แล้วจึงนำไปเคลือบด้วยสารละลายไคโตซานในกรดอะซิติก จากการทดลองพบว่า สมบัติเชิงกลของ CCCF จะมีความใกล้เคียงกับเส้นด้ายฝ้ายที่ไม่ผ่านการเคลือบ และผิวของเส้นใยมีความหยาบขึ้นซึ่งเป็นผลดีต่อการดูดซับสารเช่น ยา เป็นต้น

2.1.2.6 ด้านการแพทย์และเภสัชกรรมไคตินและไคโตซานเป็นสารธรรมชาติที่มีความเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อและเซลล์ของร่างกาย สามารถรับประทานได้ และย่อยสลายได้ตามธรรมชาติโดยไม่เป็นพิษต่อร่างกาย จึงมีงานวิจัยจำนวนมากที่ให้ความสนใจกับการนำสารไคตินและ

โคโตซานมาประยุกต์ใช้ทางด้านการแพทย์และเภสัชกรรมดังตัวอย่างต่อไปนี้ใช้ในวัสดุทดแทนกระดูก Wan; *et al.* (1997 อ้างใน Khor and Lim, 2003: 2339-2349.) ได้เตรียม Hydroxyapatite (HA)-Chitin โดยใช้ HA กระจายตัวอยู่ในไคติน จากการทดสอบสมบัติเชิงกลพบว่า เมื่อเติม HA ในปริมาณสูงจะมีผลทำให้วัสดุมีความแข็งแรงลดลงแต่ยังคงแสดง Plastic Properties อยู่ มีรายงานถึงการศึกษาการใช้ Phosphoryl Chitin (P-chitin) ร่วมกับ Monocalcium Phosphate และ Calcium Oxide เพื่อผลิตวัสดุทดแทนกระดูกที่เซตตัวได้รวดเร็วและมีสมบัติเชิงกลที่ดีขึ้น เพื่อใช้เป็น Phosphate Cement (Wang; *et al.* 2001: 2247-2255) และมีการเตรียม HA-Chitosan Microspheres เพื่อใช้เป็น Filling ในกระดูกและฟัน โดยใช้วิธีผสมผง HA กับสารละลายไคโตซานตามด้วย Paraffin Oil, Hexane และ Surfactant แล้วทำการ Crosslink ด้วย Glutaraldehyde ซึ่งพบว่า สามารถเตรียม Microspheres ที่มีขนาดในช่วง 125-1,000 ไมครอน (Sunny; *et al.* 2002 อ้างอิงใน Khor and Lim, 2003: 2339-2349) ใช้ทางด้าน Tissue Engineering ได้มีการศึกษาการเตรียม Porous Chitin matrixes โดยเริ่มจากการเตรียม Chitin Gels จากสารละลายไคติน จากนั้นจึงใช้วิธี Lyophilization เพื่อทำให้เกิดเป็น Porous Matrixes พบว่า รูพรุนที่เกิดขึ้นมีขนาดอยู่ในช่วง 100-500 ไมครอน และเมื่อทดลองนำฝังไว้กับ fibroblast cell ของหนูและมนุษย์พบว่า เซลล์เหล่านี้สามารถเจริญเติบโตปกคลุม porous matrixes ได้ (Chow, 2001 อ้างอิงใน Khor and Lim, 2003: 2339-2349) นอกจากนี้ยังมีการเตรียม Macroporous Chitosan/Calcium Phosphate Scaffold โดยโคโตซานทำหน้าที่เป็น Scaffold ในขณะที่ Calcium Phosphate ซึ่งมีความว่องไวทางชีวภาพจะช่วยเสริมการเกาะติดของ Osteoblast และให้ความแข็งแรงแก่ Scaffold (Zhang, 2001 อ้างอิงใน Khor and Lim, 2003: 2339-2349) ใช้เป็นวัสดุปิดบาดแผลไคติน-โคโตซานที่นำมาใช้เป็นวัสดุปิดแผลนั้นอาจเป็นได้ทั้งในรูปของแผ่นเยื่อบาง (Membrane) แผ่นคล้ายฟองน้ำ (Sponge) หรือผสมรวมกับผ้าฝ้าย หรือใช้เป็นผงละเอียด โดยจะมีผลกระตุ้นการสร้างเซลล์ใหม่ และป้องกันการติดเชื้อจึงช่วยทำให้บาดแผลหายเร็วขึ้น ตัวอย่างเช่นงานวิจัยของ Mi ;*et al.* (2001: 165-173.) ได้ศึกษาการเตรียม Chitosan Membrane แบบไม่สมมาตรในลักษณะเป็นรูพรุนขนาดใหญ่คล้ายฟองน้ำ และมีชั้นบนสุดเป็นชั้นผิวที่มีเนื้อแน่น (Dense Skin Surface) จากการทดสอบพบว่าออกซิเจนสามารถซึมผ่าน Membrane ได้ดี ช่วยควบคุมการสูญเสียน้ำ และช่วยป้องกันเชื้อจุลินทรีย์ได้ ปัจจุบันวัสดุปิดแผลหรือผิวหนังเทียมที่ผลิตจากไคตินหรือโคโตซานเพื่อใช้งานด้านการแพทย์ทั้งในมนุษย์และสัตว์มีการผลิตในเชิงพาณิชย์ออกจำหน่ายแล้ว (Hirano, 1996: 237-258.) ใช้ทางด้านการนำส่งยา (Drug Delivery System) (Li; *et al.* 2002: 343-347.) ได้ศึกษาการเตรียม Chitosan Membrane เพื่อใช้ในการปลดปล่อยยา โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการแก้ปัญหาการ swell จากการดูดซับน้ำที่รวดเร็วของโคโตซานโดยใช้วิธีดัดแปรโครงสร้างด้วย Alkyl Halides ที่มีขนาดสายโซ่ต่างๆ กัน และใช้ Glucose Dialdehyde เป็น Crosslinking Agent แทนการ

ใช้ Glutaraldehyde ที่มีความเป็นพิษ จากการทดลองใช้ Chitosan Membrane ดังกล่าวในการศึกษาการอัตราการปลดปล่อยยา คือ วิตามินบี 2 พบว่า การซึมผ่านและการแพร่ของยาลดลงเมื่อ pH สูงขึ้น และเมื่อใช้ Alkylated Chitosan ที่มีสายโซ่ยาวขึ้น ซึ่งแสดงถึงสมบัติ Hydrophobicity ที่เพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้อัตราการซึมผ่านและการแพร่ลดลง นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการเตรียมไคโตซานในลักษณะ Nanospheres ได้แก่ การเตรียมโดยวิธี Polymerization กรด Acrylic ภายใต้ภาวะที่มีไคโตซานอยู่ด้วย ซึ่งพบว่า Nanospheres ที่เตรียมได้มีขนาดอยู่ในช่วง 50-400 นาโนเมตร และมีน้ำหนักโมเลกุลที่ขึ้นกับน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน จากการทดลองใช้กับการศึกษาอัตราการปลดปล่อย silk peptide พบว่า ให้การปลดปล่อยอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 10 วัน โดย pH จะมีอิทธิพลที่สำคัญ (Hu; et al. 2002:3193-3201.) ใช้เป็นสารป้องกันการจับตัวเป็นก้อนของเลือด (Blood Anticoagulant) และสารห้ามเลือด (Hemostatic) จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ไคโตซานมีสมบัติในการห้ามเลือด (Malette; et al. 1983 อ้างอิงใน Hirano. 1996: 237-258) ส่วน N,O-Sulfated Chitosan มีความว่องไวต่อการป้องกันการจับตัวเป็นก้อนต่ำกว่า Heparin แต่ O-Disulfated Chitin มีความว่องไวกว่า Heparin เล็กน้อยในขณะที่มีความเป็นพิษต่ำกว่า (Hirano; et al. 1985 อ้างอิงใน Hirano. 1996:116-148) ดังนั้น อนุพันธ์ Sulfated ของไคตินและไคโตซานจึงมีศักยภาพต่อการใช้เป็นสาร Heparinoid ชนิดใหม่ได้ (Hirano; et al. 1987:47-50)

2.1.2.7 ด้านการดูดซับน้ำมันของไคโตซาน มีรายงานการนำไคโตซานมาใช้ประโยชน์ ในการดูดซับน้ำมันตกค้าง (Residue Oil) ที่มีอยู่ในน้ำเสีย ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญ โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์ม ในรายงานได้กล่าวถึงไคโตซานซึ่งเป็นพอลิเมอร์ชีวภาพที่มีประจุบวก (Cationic Biopolymer) โมเลกุลของไคโตซานประกอบด้วยหมู่อะมิโนที่มีประสิทธิภาพสูงในการดูดซับน้ำมัน และเนื่องจากโมเลกุลของไคโตซานมีประจุบวก จึงสามารถจับกับสารที่มีประจุลบได้ดี นั่นคือไคโตซานสามารถดูดซับ Residue Oil ได้ และทำให้ประจุลบของ Residue Oil สูญเสียเสถียรภาพโดยอาศัยกลไกการสะเทิน (Neutralize) ประจุการนำไคโตซานมาใช้ในการกำจัดน้ำมันเป็นวิธีที่ยอมรับกันทั่วไปในปัจจุบัน ซึ่งจากรายงานการทดลองพบว่าไคโตซานในรูปแบบผง (Powder) มีประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำมันมากกว่าเกล็ดไคโตซาน (Chitosan Flake) การใช้ SEM Micrographs เป็นข้อพิสูจน์ว่าไคโตซานสามารถดูดซับน้ำมันไว้ที่ผิวของไคโตซานได้จริง โดยลักษณะพื้นผิวของไคโตซานก่อนที่จะดูดซับน้ำมันจะเรียบมีรูพรุนกระจายทั่วเป็นเนื้อเดียว ขณะที่พื้นผิวของไคโตซานหลังจากการดูดซับน้ำมันแล้วจะมีลักษณะขรุขระไม่เรียบและรูพรุนจะมีลักษณะเป็นแบบ Craterlike Pores นอกจากนั้นรูปภาพนี้ยังแสดงให้เห็นว่าน้ำมันสามารถแทรกเข้าไปในรูพรุนของไคโตซานได้ ทำให้เห็นเป็นชั้นของน้ำมันเคลือบอยู่ที่ผิว ดังภาพประกอบ 7 (a), (b) (Ahmed ;et al. 2004:8)



ภาพประกอบ 7: Electron Micrographs Of Chitosan (a) before And (b) After Residue Oil Absorption.

ที่มา : Ahmed AL; Sumathai S; Hameed BH.(2004) Chitosan: A Natural Biopolymer for the Adsorption of Residue Oil from Oily Wastewater Adsorption Science & Technology.pp.75-77.

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงนำไคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้งขาวที่ได้จาก บริษัท คิงฟิชเชอร์ จำกัด มหาชน จังหวัดสงขลา ซึ่งมีค่า Deacetylation คือ 79.94 %มาใช้เป็นส่วนผสมหลัก ในการผลิตแผ่นซับน้ำมัน เนื่องจากไคโตซานเป็นวัตถุดิบที่มีจำนวนมากหาได้ง่าย มีความปลอดภัย ต่อผู้ใช้ และมีราคาถูก ช่วยลดต้นทุนที่ใช้ในการผลิตแผ่นซับน้ำมัน และ เมื่อนำมาเติม พลาสติกไฮ เซอร์ สารดูดซับ และ ซานอ้อย ในปริมาณที่เหมาะสมจะทำให้ได้แผ่นซับน้ำมันที่มีประสิทธิภาพและมีราคาไม่แพง ทั้งยังเป็นการทดแทนการนำเข้าแผ่นซับน้ำมันจากต่างประเทศ

2.2 พลาสติไซเซอร์ (Plasticizers)

พลาสติไซเซอร์ เป็นสารที่ใส่ในพอลิเมอร์ (Polymer) หรือผลิตภัณฑ์พลาสติคเพื่อลดจุดหลอมที่ทำให้เกิดการไหล (Flexing Temperature) ของพลาสติคทำให้เม็ดพลาสติคมีความยืดหยุ่นและอ่อนนุ่มขึ้น สะดวกต่อการดัด รีด ฉาบ หรือ หล่อแบบ และยังเป็นตัวรักษาความอ่อนนุ่มไม่ให้เสียไปโดยง่าย (วิภาพร มหจินดา วงษ์.2540:8-26) อีกทั้งยังมีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้าทนต่อกรดต่างน้ำมันและผงซักฟอกโดยจะใส่ประมาณ 20-40% โดยน้ำหนักพลาสติไซเซอร์จึงมีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติคอย่างยิ่ง (สิริลักษณ์ เจียรกร .2543:24-32) โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมพลาสติคโพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride, PVC) ซึ่งเป็นพลาสติคที่นำไปทำประโยชน์ได้มากมาย เช่น ภาชนะบรรจุอาหาร พิล์มห่ออาหาร เครื่องมือแพทย์ เช่น ถุงบรรจุเลือด น้ำเกลือ สายยางที่ต่อกับเครื่องมือแพทย์, รองเท้า, กระเป๋า, เสื้อผ้า, กระเบื้องยางปูพื้น, สายไฟ, เทปพันสายไฟ, แท็งก์เก็บสารเคมีและอื่น ๆ โดยที่มีการใช้ พลาสติไซเซอร์ในอุตสาหกรรมพลาสติค PVC ถึง 65% ของปริมาณการใช้พลาสติไซเซอร์ทั้งหมด ผู้ที่เริ่มใช้พลาสติไซเซอร์ในทางอุตสาหกรรมคนแรก คือ Hyatt Brothers ในราว ค.ศ.1870 เมื่อเขาผสมแคมเฟอร์ (Camphor) กับไนโตรเซลลูโลส (Nitrocellulose) ต่อมาไตรครี-ซิลฟอสเฟต (Tricresyl Phosphate) ก็ถูกนำมาใช้เป็นพลาสติไซเซอร์ ซึ่ง แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. พลาสติไซเซอร์ปฐมภูมิ (Primary Plasticizers) เป็นพลาสติไซเซอร์ที่มีคุณภาพ สูง ใช้ได้โดยตรง แต่มักมีราคาแพง

2. พลาสติไซเซอร์ทุติยภูมิ (Secondary Plasticizers) เป็นพลาสติไซเซอร์ที่มีคุณภาพค่อนข้างต่ำกว่าประเภทแรกนำไปใช้โดยตรงไม่ได้ต้องใช้ควบคู่กับพลาสติไซเซอร์ปฐมภูมิแต่พลาสติไซเซอร์ทุติยภูมิ จะเพิ่มคุณสมบัติเฉพาะอย่างได้ดีกว่า

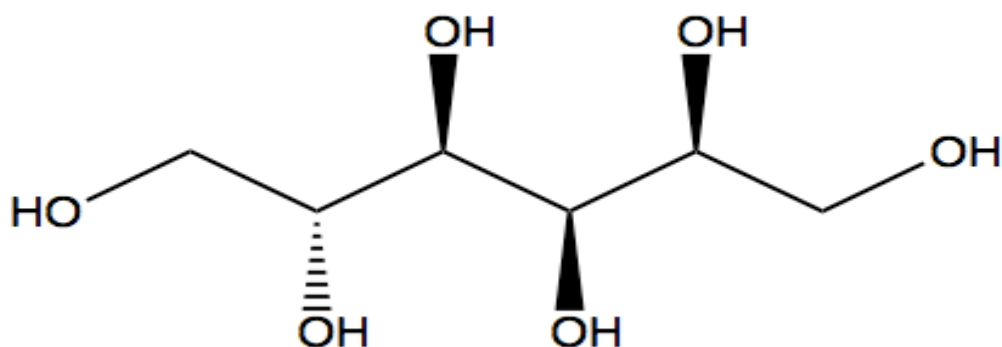
2.2.1 กลไกของพลาสติไซเซชัน (Mechanism Of Plasticization)

พลาสติคประกอบด้วยโมเลกุลพอลิเมอร์ (Polymer Molecules) แต่ละโมเลกุลเชื่อมต่อกันด้วยแรง Vander Waal โดยที่พลาสติไซเซอร์ไม่ได้เกิดปฏิกิริยากับพอลิเมอร์ แต่จะแทรกตัวเองอยู่ระหว่างโมเลกุลพอลิเมอร์โดยไปทำให้แรง Vander Waal ลดลง สารที่ทำหน้าที่เป็นพลาสติไซเซอร์ ต้องเป็นสารที่สามารถผสมเป็นเนื้อเดียวกันกับพอลิเมอร์ ที่ใช้ทำฟิล์ม นอกจากนั้นต้องเป็นสารที่สามารถละลายในตัวทำละลายที่ใช้เหมือนกันซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อธรรมชาติและชนิดของฟิล์ม และต้องเป็นสารที่คงทนต่อตัวทำละลายของพอลิเมอร์ และสภาวะที่ใช้ทำฟิล์มรวมทั้งสารดูดซับ (Bakker.1986:81-89) พลาสติไซเซอร์ที่มีการนำมาใช้ในฟิล์มส่วนใหญ่มีหลายประเภทได้แก่ มอนอแซ็กคาไรด์ โอลิโกแซ็กคาไรด์ พอลิอล และลิพิด

พอลิอล (Polyols) เป็นอนุพันธ์ของน้ำตาลซึ่งมีหมู่คีโตน หรือ อัลดิไฮด์ ถูกแทนที่ด้วยหมู่ไฮดรอกซิล โดยเกิดปฏิกิริยารีดักชันกับคาร์บอนิลของโมโนแซ็กคาไรด์ พอลิอลสามารถละลายน้ำได้

และมีรสหวาน(Cillements,L.1988:108-122) พอลิแอลที่นิยมนำมาใช้เป็นพลาสติกไซเซอ์กับฟิล์มได้แก่

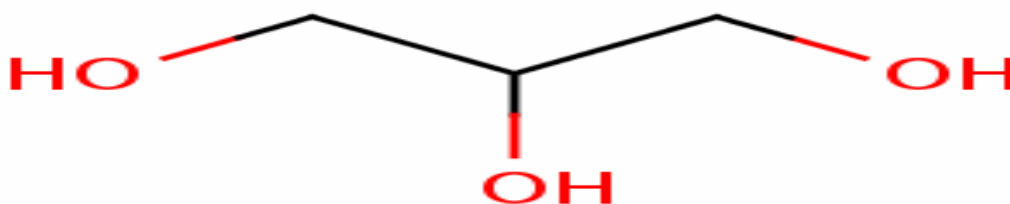
1. ซอร์บิทอล (Sorbital) เป็นพอลิแอลที่มีสูตรโมเลกุล $C_6H_{14}O_6$ และมีน้ำหนักโมเลกุล 182.17 โครงสร้างโมเลกุลดังแสดงดังภาพประกอบ 8 ซอร์บิทอลพบมากในผักและผลไม้หลายชนิดเช่น แอปเปิ้ล แพร์ พลัม พีช สหรัย ฝรั่ง กล้วย ใบบัว ใบบวบ โดยในปัจจุบันสามารถสังเคราะห์ซอร์บิทอลได้จากกระบวนการเร่งปฏิกิริยาเติมไฮโดรเจนของเดกซ์โตรสโดยใช้เอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาภายใต้ความดัน 100-150 บรรยากาศ และอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ซอร์บิทอลมีลักษณะเป็นผลึกสีขาว ไม่มีกลิ่น มีรสหวาน ละลายน้ำได้ ใช้เป็นพลาสติกไซเซอ์ สารรักษาความชื้น (Moisture Conditioner) และสารให้ความหวานแทนน้ำตาลเป็นต้น (Aurand and Woods, 1987:139-145)



ภาพประกอบ 8 โครงสร้างทางเคมีของซอร์บิทอล

ที่มา: Aurand and Woods. (1987) *Food Chemistry*. The AVI Publishing Combining Company, Inc. pp .139-145

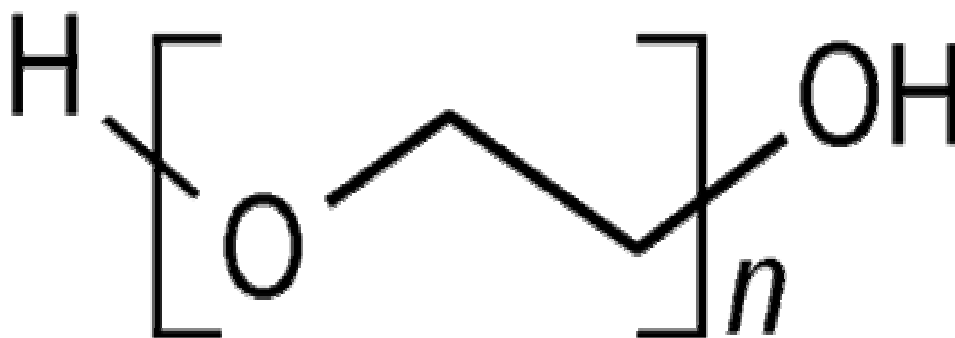
2. กลีเซอรอล (Glycerol) มีสูตรทั่วไปคือ $C_3H_8O_3$ และมีน้ำหนักโมเลกุล 92.09 กลีเซอรอลเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตสบู่และกรดไขมันมีลักษณะเป็นของเหลว มีรสหวาน 0.6 เท่าของน้ำตาล ดูดความชื้นจากอากาศได้นิยมใช้เป็นพลาสติกไฮดรอกซีให้ความหวาน เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง สบู่เหลว เป็นต้น (Windholz; et al.1996:13) กลีเซอรอลดีไฮด์มีสเตอริโอไอโซเมอร์ (Stereoisomer) 2 แบบ คือ D- และ L- isomer การกำหนด D- และ L-isomer ของโมโนแซคคาไรด์จะยึดจากสมบัติของกลีเซอรอลดีไฮด์เป็นหลักกลีเซอรอลดีไฮด์ที่สามารถหมุนระนาบแสงโพลาไรซ์ไปทางขวามือ (Dextrorotatory) จะกำหนดให้เป็น D-isomer ส่วนกลีเซอรอลดีไฮด์ที่หมุนระนาบแสงโพลาไรซ์ไปทางซ้าย (Levorotary) กำหนดให้เป็น L-isomer ดังภาพประกอบ 9 (Windholz; et al.1996:13-27)



ภาพประกอบ 9 โครงสร้างทางเคมีของกลีเซอรอล

ที่มา : Windholz; et al. (1996) *The Mearck Index*. 9th ed, Inc.Ratway, New York.

3. พอลิเอทิลีนไกลคอล (Poly Ethylene Glycol, PEG) มีสูตรทั่วไปคือ $H(OCH_2CH_2)_n OH$ โดยที่ n มีค่ามากกว่า หรือเท่ากับ 4 พอลิเอทิลีนไกลคอล มีลักษณะเป็นของเหลวใสหรือผลึกสีขาว ละลายน้ำได้ สำหรับพอลิเอทิลีนไกลคอล 6000 มี n เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 8.2 และ 9.1 มีมวลโมเลกุลระหว่าง 380-420 เป็นของเหลวที่ค่อนข้างหนืด มีกลิ่นอ่อนๆ สามารถดูดความชื้นได้บ้างและมีความเป็นพิษต่ำ (Windholz; et al, 2006: 997-1001) ดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 โครงสร้างทางเคมีของพอลิเอทิลีนไกลคอล

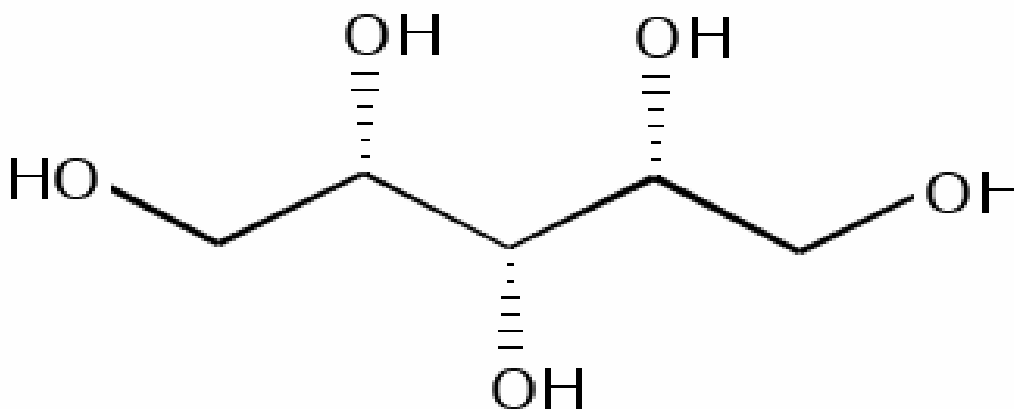
ที่มา : Windholz; et al. (1996) *The Mearck Index*. 9th ed, Inc.Ratway, New York.

4. ซิลิทอล Xylitol พบอยู่ทั่วไปในผักและผลไม้ เป็นสารให้ความหวานจำพวกคาร์โบไฮเดรต (carbohydrate sweetener) และยังเป็นสารประกอบจำพวกแอลกอฮอล์ของน้ำตาล (polyol) ที่ประกอบด้วยคาร์บอน 5 อะตอม (xylose) ซึ่งเป็นสารทั่วไปในระบบการเผาผลาญอาหารของมนุษย์ (Dziezak, 1986; Pepper and Olinger, 1988) ในการผลิต xylitol เป็นอุตสาหกรรมจะใช้ Hemicellulose (Xylan) เป็นวัตถุดิบซึ่งส่วนใหญ่ได้มาจากของเสียจากการเกษตร โดยจะนำ Hemicellulose และแยกโดยโครมาโตกราฟีค (Chromatographic separation) มีความหวานใกล้เคียงกับน้ำตาลซูโครสจึงสามารถใช้ Xylose ในผลิตภัณฑ์ในปริมาณ % ที่ใกล้เคียงกันในผลิตภัณฑ์เดิม สำหรับในอุตสาหกรรม Chewing gum จะใช้ Xylitol 60 % กับ Sorbitol 40 % จะให้ความหวานเท่ากับน้ำตาลซูโครสที่อุณหภูมิ 30 °C นั้น Xylitol สามารถละลายในปริมาณใกล้เคียงกับน้ำตาลซูโครส และเมื่ออุณหภูมิต่ำลง จะละลายได้น้อยลง แต่ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นก็จะละลายได้มากกว่าน้ำตาลซูโครสเนื่องจาก Xylitol ดูดพลังงานขณะอยู่ในสารละลาย (Negative Heat Of Solution) จึงทำให้น้ำตาลมีอุณหภูมิต่ำลง ซึ่งจะทำให้รู้สึกเย็นโดยมีความรู้สึกนี้จะต่างจากรสนิ่มของ Menthol และผลจากการใช้สารละลายของ Xylitol เข้มข้น 50 % ทำให้อุณหภูมิลดลง 12°C แต่ถ้ามีความเข้มข้น 10% อุณหภูมิจะลดลง 3°C และมักจะนำไปใช้ในเครื่องดื่มรสหวานที่จำหน่ายในยุโรป ต่อมาได้มีการใช้ NaHCO_3 ร่วมกับ citric acid และ Xylitol เพื่อเพิ่มผลของการลดอุณหภูมิให้มากขึ้น

Xylitol สามารถดูดความชื้นได้ดีมากที่อุณหภูมิ 20° C และมีความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity RH) 77% ผลึก Xylitol จะดูดความชื้นไว้จนผลึก Xylitol เยี่ยม ส่วนการหา Sorption Isotherm เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นความสามารถในการดูดน้ำจะสูงขึ้นแม้ว่าค่า % RH ต่ำลง ผลของงานวิจัยเหล่านี้จึงมีความหมาย Xylitol อาจประสบปัญหาในการบรรจุที่อุณหภูมิที่มีความชื้นต่ำหรือในสภาพแวดล้อมในเขตร้อน แต่ยังน้อยกว่า Sorbitol เพราะว่า Sorbitol จะดูดความชื้นที่ RH มากกว่า 70% ขึ้นไป Xylitol นั้น แตกต่างจากสาร Polyols , Monosaccharide และ Disaccharides คือ Xylitol ที่ผลิตในเชิงพาณิชย์ จะช่วยหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 92 - 96 ° C สำหรับ Xylitol บริสุทธิ์จะหลอมเหลวได้เป็นของเหลวใสที่มีความหนืดต่ำ และมีจุดเดือดที่อุณหภูมิ 215° C โดยจะเกิดสีขึ้นเล็กน้อย และเมื่อเย็นตัวลงแล้วจะยังคงเป็นของเหลวถ้าอยู่ในระบบปิด แต่จะกลายเป็นผลึกอย่างรวดเร็วเมื่ออยู่ในภาชนะเปิด สำหรับของเหลวที่ได้รับความเย็นยิ่งยวด (Super - Cooled Melt) จะมีพลังงาน 45.3 kcal/kg และเมื่อใช้ผลึก Xylitol เล็ก ๆ (Microcrystals) เลี่ยงผลึกของเหลวบริสุทธิ์ที่เก็บในภาชนะที่หุ้มฉนวน จะต้องได้รับความร้อนจนมีอุณหภูมิถึง 92 ° C จึงสามารถจะตกผลึกใหม่อีกครั้ง สภาพที่เกิดผลึกอีกครั้งนี้มีการ Recycle ได้ถึง 20 ครั้ง โดยไม่สูญเสียคุณสมบัติเดิมของ Xylitol คุณสมบัติในข้อนี้ มีประโยชน์ในการผลิตสารเคลือบอย่างแข็ง (Hard Sintered Coating) ซึ่งจะเคลือบ Xylitol ที่มีจำหน่ายในยุโรป ฉะนั้น ถ้าใช้การทำแห้งแบบ Fluidized - Hot - Air - Bed Technique เม็ด จะฟุ้งกระจายอยู่ในลมร้อนที่มีอุณหภูมิ 120° C ทำให้ผิวเม็ดที่มันวาวนั้นหลอมละลาย แล้วจึงเปลี่ยนจากลมร้อนเป็นลมเย็น เพื่อทำการตกผลึก Xylitol อีกครั้ง ส่วนผิวที่ได้รับความร้อนจะมีการเพิ่มความแข็งขึ้น จะมีความหนาเพิ่มขึ้นอีก 15% จากความหนาเดิมซึ่งจะใช้เวลาเพียง 17 นาที แต่ถ้าเป็น Sorbitol ต้องใช้เวลานานเป็นชั่วโมง Xylitol เป็นสารประเภทคาร์โบไฮเดรต เมื่อมีการเผาผลาญจะให้พลังงานออกมา 4 kcal/g เนื่องจาก Xylitol ไม่มีหมู่ Aldo และ Keto ในโครงสร้าง จึงไม่ทำปฏิกิริยา Maillard Brownig กับ Amino Acid ที่มีอยู่ ดังนั้นอาหารรสหวานซึ่งมีโปรตีนด้วย เมื่อนำไปให้ความร้อนจึงไม่ได้ทำลาย Essential Amino Acid ที่มี E - Group อย่างเช่น Lysine เมื่อให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิสูงกว่า 300° C ขึ้นไป จะเกิด Polymerization เพียงเล็กน้อยเท่านั้น และถ้าให้ความร้อนที่อุณหภูมิถึง 316° C ก็ยังไม่ทำให้สาร Polyol เปลี่ยนสีได้จากการที่มีการทดสอบกันอย่างกว้างขวางขึ้นนั้นได้แสดงว่า Streptococcus Mutans ที่เป็นจุลินทรีย์ที่ทำลายฟันโดยทำให้ฟันผุนั้นไม่สามารถนำ Xylitol ไปใช้ ร่างกายเราสามารถปรับตัวเพื่อนำ Xylitol ไปใช้ได้ดี จึงมีกระบวนการเผาผลาญ (Metabolic Pathway) Xylitol อยู่ 2 ขบวนการด้วยกัน คือ

1. การเผาผลาญ Xylitol ที่ถูกดูดซึมเข้ามาโดยตรง ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นที่ตับ
2. การเผาผลาญ Xylitol ที่ไม่ถูกดูดซึมโดยอ้อม คือ จะเกิดการหมักขึ้นจาก Intestinal Flora และการเผาผลาญ Xylitol ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรีต่อกรัมเท่ากับสารคาร์โบไฮเดรตอื่น ๆ นั้นจะมีผล

ต่อปริมาณ Glucose ในเลือดเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ปกติ Xylitol ไม่ได้เป็นอาหารพิเศษสำหรับผู้เป็นโรคเบาหวาน เพราะการเผาผลาญของฟรักโทสก็ไม่ขึ้นกับอินซูลินเช่นกัน โดยที่ฟรักโทสมีราคาถูกลงกว่า และใช้ในปริมาณที่มากกว่าได้โดยไม่มีผลเสียเลย ความเป็นพิษ/ความทนทานของมนุษย์ (Toxicity/ Human Tolerance) Xylitol ก็เหมือนกับคาร์โบไฮเดรตอื่น คือ ดูดซับน้ำไว้อย่างช้า ๆ จึงอาจจะทำให้ระบบทางเดินอาหารผิดปกติไป และเกิดการท้องร่วง (Gastrointestinal Distress and Osmotic Diarrhea) ถ้ามีการบริโภคในปริมาณมาก ฉะนั้นในช่วงแรกที่บริโภค ควรบริโภคเพียง 30 กรัมต่อวันเป็นปริมาณสูงสุด และสำหรับผู้ใหญ่เท่านั้น และเมื่อระบบย่อยอาหารปรับตัวรับ Xylitol ได้แล้วปริมาณสูงสุดที่ร่างกายจะรับไว้ได้เป็น 200 – 300 กรัม ต่อวันสถานภาพทางกฎหมาย (Regulatory Status) ปัจจุบันมีถึง 28 ประเทศที่มีกฎหมายควบคุมให้มีการใช้ Xylitol ได้ ซึ่งจากรายงานฉบับที่ 27 ของ The Joint FAO/WHO Expert Committee Additives ได้กล่าวถึง Xylitol ไว้ว่าเป็นสารที่ร่างกายยอมรับให้ใช้ได้ต่อวัน (Acceptable Daily Intake, ADI) แต่ไม่ได้ระบุรายละเอียด แต่อย่างไรก็ตามสำหรับในฝรั่งเศสจะใช้ Xylitol เป็นยาเท่านั้น และในญี่ปุ่นจะใช้ใน Infusion Solution เท่านั้น โครงสร้างทางเคมีของ Xylitol ดังภาพประกอบ 11 (Windholz; et al,2006:997-1001)



ภาพประกอบ 11 โครงสร้างทางเคมีของไซลิทอล

ที่มา : Windholz; et al. (1996) *The Mearck Index. 9 th ed, Inc.* Ratway, New York

แผ่นฟิล์มไคโตซานอาจมีความยืดหยุ่นไม่เหมาะสมเนื่องจากเมื่อแห้งแล้วอาจเปราะ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องเติมพลาสติกไซเซอรอลไปเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นของฟิล์ม ซึ่งพลาสติกไซเซอรอลที่

เหมาะสมควรจะเป็น Poly Ethylene Glycol 6000(PEG6000) และ Xyitol ($C_5H_{12}O_5$) ใช้ในปริมาณร้อยละ 0.50 ของอัตราส่วนผสมทั้งหมดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง:ครีมและโลชั่นล้างหน้า มอก. 477-2526.นอกจากโคโคซานที่สกัดจากเปลือกกุ้งและพลาสติกไซเซอร์แล้วส่วนผสมสำคัญที่ใช้ในการผลิตแผ่นซับหน้ามันอีกชนิดหนึ่งคือสารดูดซับซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการดูดซับความมัน

2.3 สารดูดซับ (Adsorbent) หรือวัตถุของแข็งที่มีการเกาะติดที่ผิวซึ่งจะพบในปฏิกิริยาการดูดซับ(Adsorption) เป็นกระบวนการที่เกิดบริเวณผิวสัมผัสระหว่างสาร 2 สถานะใดๆได้แก่ของเหลวกับของแข็ง, ก๊าซกับของแข็งหรือก๊าซกับของเหลว (Weber, 1992:16) โดยโมเลกุลที่ละลายหรือเกาะติดที่ผิวเรียกว่าสารที่ถูกดูดซับ (Adsorbate) และของแข็งที่มีการเกาะติดที่ผิวเรียกว่า สารดูดซับ (Adsorbent)

2.3.1 กลไกการดูดซับ (Adsorption) (Reddy.K.R. and W.M.. Patrick, Jr.1993 : 19 - 20) กลไกการดูดซับที่เกิดขึ้นในระหว่างการดูดซับ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเคลื่อนที่ของโมเลกุลของตัวถูกดูดซับเข้าหาตัวดูดซับ

ขั้นตอนที่ 2 โมเลกุลของตัวดูดซับ จะเกิดการแพร่ผ่านบนชั้นฟิล์มของน้ำ (Film Diffusion) ซึ่งตามปกติของตัวดูดซับจะมีฟิล์มของน้ำบาง ๆ ห่อหุ้มอยู่โดยรอบคล้ายเยื่อบาง ๆ และเกิดการแพร่เข้าสู่โพรงหรือช่องว่างภายในของตัวดูดซับ

ขั้นตอนที่ 3 เกิดการดูดซับระหว่างโมเลกุลของตัวดูดซับกับพื้นผิวของภายในโพรงหรือช่องว่างภายในของตัวดูดซับ

2.3.2 ประเภทของตัวดูดซับ (Hammer, D.A. and R.A. and R.K. Bastian. 1993:5-9) ประเภทของกระบวนการดูดซับแบ่งออกเป็น 3 ประเภท

2.3.2.1 การดูดซับทางกายภาพ (Physical Adsorption) เกิดจากแรงดึงดูดอย่างอ่อนระหว่างโมเลกุลของตัวถูกดูดซับ โดยตัวที่ถูกดูดซับและตัวดูดซับไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีใด ๆ การดูดซับแบบนี้สามารถผันกลับได้ (Reversible) การดูดซับทางกายภาพบางที่ เรียกว่า การดูดซับด้วยแรงแวลเดอร์วาล (Van Der Waal's Absorption)

2.3.2.2 การดูดซับทางเคมี (Chemical Adsorption) เกี่ยวข้องกับพันธะทางเคมีระหว่างโมเลกุลของตัวดูดซับและตำแหน่งดูดซับ (Adsorption Site) ที่ผิวของตัวดูดซับ การดูดซับทางเคมีบางครั้งจะต้องการพลังงานเข้าร่วมด้วยเรียกว่า การดูดซับด้วยการกระตุ้น (Activated Adsorption) พันธะที่เกิดขึ้นแข็งแรงกว่าการดูดซับทางกายภาพ ตำแหน่งที่เกิดการดูดซับทางเคมีจะเกิดขึ้นที่ผิวหน้าของตัวดูดซับในลักษณะชั้นเดียว (Monolayer) ซึ่งต่างจากการดูดซับทางกายภาพที่การดูดซับเกิดในลักษณะชั้น (Multilayer) จากแรงแวลเดอร์วาล

2.3.2.3 การดูดซับด้วยประจุ (Ionic Absorption) เป็นการดูดซับระหว่างตัวดูดซับที่พื้นผิวด้วยแรงประจุที่ตรงข้ามกัน (Electrical Attraction) ไอออนที่มีประจุสูงจะถูกดึงดูดได้ดีกว่าพวกที่มีประจุต่ำ ๆ และไอออนที่มีขนาดเล็ก

2.3.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับ อัตราเร็วและความสามารถในการดูดซับของตัวดูดซับขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.3.3.1 ความปั่นป่วนอัตราเร็วในการดูดซับอาจขึ้นอยู่กับกระบวนการแพร่ผ่านชั้นฟิล์ม (Film Diffusion) หรือการแพร่ผ่านรูพรุน (Pore Diffusion) ซึ่งแล้วแต่ความปั่นป่วนของระบบ ถ้ามีความปั่นป่วนต่ำ ฟิล์มน้ำซึ่งล้อมรอบตัวดูดซับจะมีความหนามาก(เพราะไม่ถูกรบกวน) และเป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนที่ของโมเลกุลเข้าไปหาตัวดูดซับ ทำให้การแพร่ผ่านฟิล์มน้ำเป็นตัวกำหนดอัตราเร็วของการดูดซับ ในทางตรงกันข้ามถ้ามีความปั่นป่วนสูง ทำให้น้ำไม่อาจสะสมตัวจนเป็นฟิล์มหนา เป็นผลให้โมเลกุลสามารถเคลื่อนที่ผ่านฟิล์มน้ำเข้าไปหาตัวดูดซับได้เร็วกว่าการเคลื่อนที่เข้าไปในโพรง กรณีนี้การแพร่ผ่านรูพรุนจะเป็นตัวกำหนดอัตราเร็วของการดูดซับ

2.3.3.2 ขนาดและพื้นที่ผิวของตัวดูดซับคุณสมบัติทางกายภาพที่สำคัญของตัวดูดซับคือขนาดและพื้นที่ผิวขนาดของตัวดูดซับมีอิทธิพลต่ออัตราเร็วการดูดซับเป็นอัตราส่วนผกผันกับขนาดของตัวดูดซับ ดังนั้นตัวดูดซับที่มีขนาดเล็กจึงมีอัตราเร็วในการดูดซับสูงกว่าขนาดใหญ่ ส่วนพื้นที่ผิวของตัวดูดซับนั้นมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความสามารถในการดูดซับ(Adsorption Capacity) นั่นคือ ตัวดูดซับที่มีพื้นผิวมากย่อมดูดโมเลกุลตัวถูกดูดซับได้มากกว่าตัวดูดซับที่มีพื้นที่ผิวน้อย

2.3.3.3 ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH)มีความสัมพันธ์โดยตรงต่อปริมาณไฮโดรเนียมไอออน(H_3O^+) เนื่องจากที่ค่าความเป็นกรด - ด่าง ต่ำ ๆ จะมีปริมาณไฮโดรเนียมไอออนมากกว่าที่ค่าความเป็นกรด - ด่างสูง ๆ ซึ่งจะมีผลต่อค่าการดูดซับที่มีประจุเป็นบวกและตัวดูดซับมีตำแหน่งตัวดูดซับที่ตำแหน่งประจุเป็นลบ ถ้าสารละลายมีค่าความเป็นกรด - ด่าง ต่ำ ๆ จะทำให้ความสามารถในการดูดซับมีแนวโน้มลดลง เนื่องมาจากการแย่งกันที่จะถูก ดูดซับของตัวถูกดูดซับที่มีประจุบวกกับไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+) ในสารละลาย แต่จะได้ผลในทางตรงกันข้ามกัน เมื่อการดูดซับอยู่ในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด - ด่างสูง ๆ เนื่องจากไฮโดรเนียม ไอออนมีปริมาณน้อยและปริมาณไฮดรอกไซด์ไอออน (HO^-) เพิ่มขึ้น จึงมีผลในการเข้าแย่งจับหรือดูดซับ และในกรณีที่ตัวถูกดูดซับมีประจุเป็นลบก็จะให้ผลตรงกันข้ามในทำนองเดียวกัน

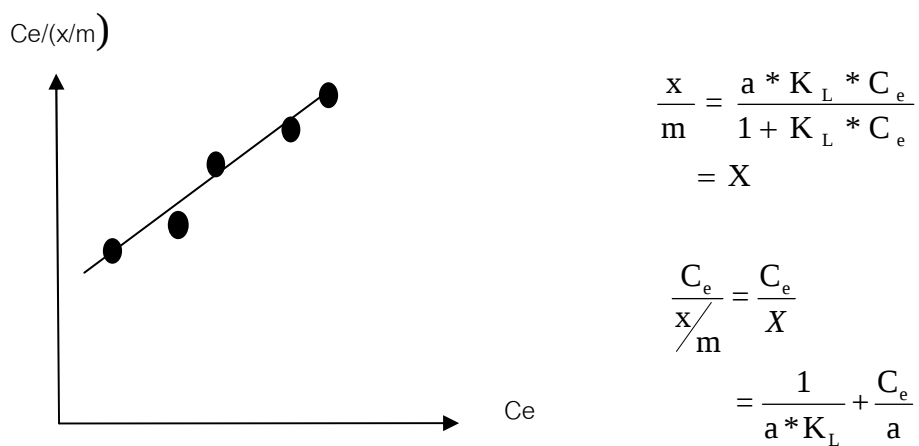
2.3.3.4 อุณหภูมิผลของอุณหภูมิต่อการดูดซับขึ้น ขึ้นอยู่กับว่าการดูดซับในระบบเป็นประเภทใด คือ ถ้าเป็นการดูดซับทางกายภาพอุณหภูมิจะทำให้ความสามารถในการดูดซับเปลี่ยนแปลงไปในทางน้อยลงหรือคงที่ ถ้าเป็นการดูดซับทางเคมีอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ความสามารถในการดูดซับเพิ่มขึ้นไปด้วยซึ่งเป็นปฏิกิริยาแบบดูดความร้อน เนื่องจากอิทธิพลของ

ความร้อนจะช่วยเร่งการสร้างพันธะเคมีให้เร็วขึ้น และเพิ่มโอกาสที่ตัวถูกดูดซับจะเคลื่อนที่เข้าสู่สัมผัสกับตำแหน่งดูดซับของตัวดูดซับได้มากขึ้น

2.3.3.5 ความสามารถในการละลายน้ำ ของสารที่ถูกดูดซับต่อการดูดซับเมื่อมีการดูดซับเกิดขึ้นโมเลกุลตัวถูกดูดซับจะถูกดึงดูดออกจากน้ำก่อนแล้ว จึงไปเกาะติดบนผิวของของแข็ง สารที่มีความสามารถในการละลายน้ำได้ดีย่อมมีแรงยึดเหนี่ยวกับน้ำได้อย่างเหนียวแน่นมากกว่า สารที่มีความสามารถในการละลายน้ำได้น้อยกว่าจึงทำให้ยากต่อการดูดซับมากกว่าสารที่ไม่ได้ละลายน้ำหรือละลายน้ำได้น้อยกว่า อย่างไรก็ตามเกณฑ์ข้างบนไม่ได้เป็นจริงเสมอไป ทั้งนี้เพราะมีสารละลายน้ำได้น้อยหลายชนิดเกาะติดผิวของตัวดูดซับได้ยาก ด้วยเหตุนี้จึงไม่อาจกล่าวได้อย่างเต็มที่ว่าความสามารถในการดูดซับและความสามารถในการละลายน้ำ มีความสัมพันธ์กันอย่างแน่นอนในเชิงปริมาณ

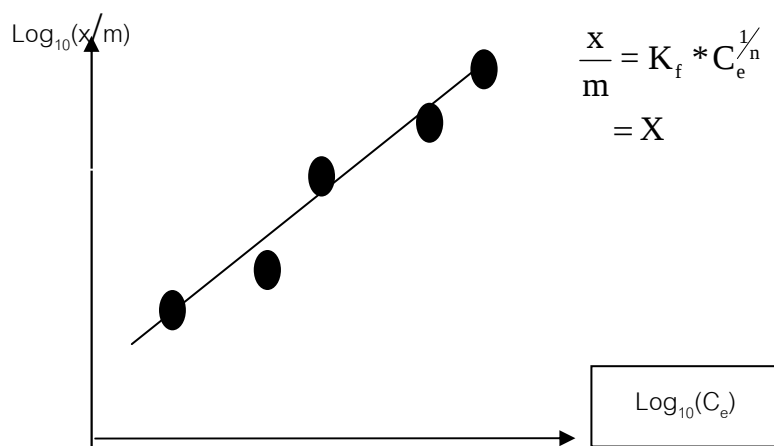
2.3.3.6 ขนาดของสารที่ถูกดูดซับบนผิวของตัวดูดซับขนาดของสารหรือโมเลกุลของตัวถูกดูดซับ จะมีผลต่อการเพิ่มความสามารถในการดูดซับ เมื่อน้ำหนักโมเลกุลและขนาดโมเลกุลของสารที่ถูกดูดซับเพิ่มขึ้น เช่น การดูดซับกรดอินทรีย์ โดยถ่านกัมมันต์ จะพบว่าถ่านกัมมันต์ดูดซับกรดฟอร์มิก กรดอะซิติก กรดไพโรฟอริก และกรดบิวเทอริกได้มากขึ้นตามลำดับของขนาดโมเลกุลที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ขนาดโมเลกุลที่เพิ่มขึ้นยังส่งผลต่อการละลายด้วย โดยสารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างที่ยาวและมักมีความสามารถในการละลายน้ำได้ลดลงจึงส่งผลทำให้เกิดการดูดซับโดยตัวดูดซับได้ดีมากกว่าสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ เนื่องจากสารโมเลกุลขนาดใหญ่ไม่สามารถเข้ารูพรุนได้ และพื้นที่ผิวภายนอกที่จะดูดซับมีอยู่น้อย เนื่องจากเป็นผิวภายนอกเป็นรูพรุน

2.3.4 สมดุลของการดูดซับ (Adsorption Equilibrium) Mahae, N. and P. Sophanodora. (1998:445–454) กระบวนการดูดซับจะเกิดขึ้นไปเรื่อย ๆ โดยที่สารที่ถูกดูดซับและคาย การดูดซับไปพร้อม ๆ กันจนกว่าอัตราการดูดซับและการคายการดูดซับจะเท่ากัน ซึ่งจะทำให้เกิดสภาวะสมดุล เรียกว่า สมดุลของการดูดซับไอโซเทอมของการดูดซับ (Adsorption Isotherm) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารที่ถูกดูดซับต่อน้ำหนักของตัวดูดซับ กับความเข้มข้นของสารดูดซับที่เหลืออยู่ที่สมดุลการดูดซับ ณ อุณหภูมิคงที่หนึ่ง ๆ เมื่อนำเอาความเข้มข้นของสารที่ถูกดูดซับที่เหลืออยู่ที่สมดุลการดูดซับไปพล็อตกราฟปริมาณของสารที่ถูกดูดซับต่อน้ำหนักตัวดูดซับ จะได้เส้นโค้งแนวโน้มที่เกิดจากการลากผ่านจุดที่ได้จากการทดลองทั้งหมด เรียกว่า ไอโซเทอมของการดูดซับ รูปแบบของไอโซเทอมของการดูดซับมีหลายสมการด้วยกัน ซึ่งแล้วแต่ว่าจะนำเอาสมการแบบไหนมาอธิบายเกี่ยวกับสมดุลของการดูดซับ แต่ที่นิยมมาใช้ในการอธิบายการดูดซับมาก คือ สมการไอโซเทอมการดูดซับของแลงเมียร์ (Langmuir's Adsorption Isotherm) และสมการไอโซเทอมการดูดซับฟรุนดลิช (Freundlich's Adsorption Isotherm) ดังภาพประกอบ 13 และ ภาพประกอบ 14 (ไพทิพย์ ธีรเวชญาณ; และคนอื่น ๆ. 2549:6-12)



ภาพประกอบ 13 ไอโซเทอรัมการดูดซับแลงเมียร์

ที่มา: ไพฑิพย์ อีรเวชญาณ; และคนอื่น ๆ. (2549). การบำบัดน้ำเสียสรีรแอคทีฟโดยใช้ไคโตซาน, ไคติน และ ไคตินปรับสภาพ. การประชุมไคติน-ไคโตซานแห่งประเทศไทย. หน้า 6-12.



ภาพประกอบ 14 ไอโซเทอรัมการดูดซับแลงเมียร์

ที่มา: ไพฑิพย์ อีรเวชญาณ; และคนอื่น ๆ. (2549). การบำบัดน้ำเสียสรีรแอคทีฟโดยใช้ไคโตซาน, ไคติน และ ไคตินปรับสภาพ. การประชุมไคติน-ไคโตซานแห่งประเทศไทย. หน้า 6-12

สารดูดซับที่นิยมใช้กันมากในการใช้เป็นสารดูดซับทำหน้าที่ดูดซับน้ำมันบนใบหน้า คือ ทัลคัม แป้ง เช่น rice starch, colloidal silicon dioxide, silica gel, zinc oxide, polyethylene glycol, และ calcium carbonate สารเหล่านี้มีการนำมาใช้ในแป้งผัดหน้า ดังนั้นการเติมผงละเอียดของสารเหล่านี้ลงในเนื้อฟิล์มไคโตซานจึงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำมันให้ดีขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้สารดูดซับ talcum และ colloidal silicon dioxide เป็นสารดูดซับในการผลิตแผ่นซับหน้ามัน โดยปริมาณของสารดูดซับที่ใช้ต้องมีความเหมาะสมไม่มากหรือน้อยเกินไปจึงจะทำให้กระดาษหรือฟิล์มซับหน้ามันที่ได้สามารถดูดซับน้ำมันได้มากที่สุดสำหรับการเตรียมแผ่นซับหน้ามันแบบกระดาษนอกจากจะใช้ส่วนผสมของ ไคโตซานจากเปลือกกุ้ง พลาสติกไซเบอร์ และ สารดูดซับแล้ว ยังต้องใช้ ชานอ้อยเพื่อการผลิตเป็นเยื่อกระดาษอีกด้วย

2.4 ชานอ้อย (Bagasse)

การทำเยื่อกระดาษจากชานอ้อยมีประวัติมานาน และมีผู้จดทะเบียนสิทธิมาตั้งแต่ปี 1838 ต่อมาก็มีการผลิตกระดาษชนิดต่าง ๆ จากเยื่อกระดาษที่ได้จากชานอ้อย ในปี 1856 มีรายงานว่า มีผู้ประดิษฐ์กระดาษชนิดกระดาษหนังสือ พิมพ์ได้จากชานอ้อย จนกระทั่งปัจจุบันเทคโนโลยีในการผลิตเยื่อกระดาษจากชานอ้อยได้รุดหน้าไปไกลมาก ชานอ้อยที่จะ ถูกนำมาแยกสิ่งสกปรกและสิ่งทีละลายปนมาตลอดจน Pith ออกก่อนโดยวิธีทำให้เปียกแล้วทำให้แห้งทันที แล้วนำไป ผสมกับเยื่อกระดาษที่ได้จากไม้ไผ่และเยื่อกระดาษจากกระดาษเก่าๆ (Cellulosic Material) อีกวิธีหนึ่งในการแยก Pith ออก ก็โดยวิธีที่เรียกว่า ไฮดรอปัลเปอร์ (Hydrapulper) คือการใช้ น้ำล้างอย่างแรงและชะให้ Pith แยกออกโดยผ่านตะแกรง หมุนแล้วทำให้แห้ง ซึ่งนับเป็นจุดเริ่มต้นของโรงงานผลิตเยื่อกระดาษที่ใช้ชานอ้อยเป็นวัตถุดิบ โดยเริ่มต้นที่ประเทศเปรู ได้หวันและฟิลิปปินส์ต่อมาได้มีการแพร่กระจายไปยังประเทศอังกฤษ ญี่ปุ่น อาร์เจนตินา และ สหรัฐอเมริกา ในช่วงปี ค.ศ. 1940 จากช่วงระยะเวลาเริ่มต้น ดังกล่าวจนถึงปี ค.ศ. 1950 มีโรงงานอุตสาหกรรมกระดาษที่ใช้ชานอ้อยเพียง 5-6 โรงงานเท่านั้น โดยมีกำลังผลิตรวมประมาณ 100,000 เมตริกตัน/ปี ต่อมาในช่วงปี ค.ศ. 1950-1960 สถาบันวิจัยชั้นนำและบริษัทต่างๆ ในสหรัฐอเมริกาได้มีการลงทุนวิจัยเพิ่มเติม เพื่อเอาชนะอุปสรรคทางด้านเทคนิค ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการหยุดยั้งการใช้ชานอ้อยโดยมีการศึกษาพัฒนาทางด้านการเก็บรักษา การเอา ชูยชานอ้อยออก การขนส่งและรวบรวมตลอดจนกระบวนการผลิตเยื่อชานอ้อยที่เหมาะสม ซึ่งจากการศึกษาวิจัยดังกล่าวได้ส่งผลให้ใช้ชานอ้อยกันอย่างแพร่หลายในเวลาต่อมา โดยในช่วง 30 ปีถัดมาปริมาณเยื่อชานอ้อยได้เพิ่มจากเดิมในปี ค.ศ. 1950 ซึ่งมีผลผลิตรวมประมาณ 100,000 เมตริกตัน/ปี และเพิ่มขึ้นเป็น 21,00,000 เมตริกตัน/ปี ในปี ค.ศ. 1986 มีการผลิตเยื่อชานอ้อยเพิ่มขึ้นมากถึง 20 เท่าตัว จากปริมาณการขยายตัวอย่างรวดเร็วของเยื่อชานอ้อยในช่วงระยะเวลา

ดังกล่าวสามารถใช้เป็นตัวบ่งบอกถึงศักยภาพและความเหมาะสมของชานอ้อยที่จะนำมาเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมกระดาษยังขยายตัวอย่างต่อเนื่องจนปัจจุบัน (รังสฤษฎ์ กาวิต๊ะ และคณะ. 2542: 8-14) ในแง่ของการทำเยื่อกระดาษ เส้นใยของวัตถุดิบที่นำมาทำเยื่อนับว่ามีความสำคัญที่สุด อันดับต่อไปก็คือ อัตราส่วนสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเส้นใย ต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใย นับเป็นความสำคัญถัดไป Barnes (1964.24-28) ได้แยกอัตราส่วนดังกล่าวของพืชต่าง ๆ เทียบกับอ้อยไว้ดังตาราง 5

ตาราง 5 ความยาวของเส้นใยวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ทำเยื่อกระดาษเปรียบเทียบกับอ้อย

เส้นใย	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (เฉลี่ย มม.)	อัตราส่วนของ ความยาวกับเส้น ผ่านศูนย์กลาง	ความยากง่าย ในการทำเยื่อ
เอสปาร์โต	1.10 - 1.50	0.009 - 0.013	110 - 120 : 1	1
ลำต้นของกก	1.00 - 1.80	0.008 - 0.020	80 - 120 : 1	2
อ้อย	1.70	0.02	85 : 1	2
ไม้ไผ่	2.70	0.014	200 : 1	4
สน	2.70	0.032 - 0.043	57 - 90 : 1	4

* 1 = ง่าย , 2= ปานกลาง , 3= ยาก และ 4 = ยากมาก

ที่มา: Barnes. (1994). *The Sugar Can Interscience Pub* .pp.24-28.

ส่วนประกอบทางเคมีของชานอ้อยคล้ายกับของไม้เนื้อแข็ง (ในแง่การทำเยื่อกระดาษ) ส่วนประกอบดังกล่าวแปรไปตามชนิดพันธุ์ อายุและสภาพที่อ้อยเติบโตขึ้นมา ชานอ้อยมีลิกนิน (Lignin) น้อยกว่าไม้ยืนต้น มีสารเพนโตแซน (Pentosan) มากกว่าไม้สนไม้สปรูซ (Spruce) และไม้ยืนต้น อื่น ๆ บางชนิด ส่วนประกอบเซลลูโลส ชนิด Cross และ Bevan ของอ้อยมีลักษณะคล้ายกับไม้ที่ใช้ทำกระดาษชนิดอื่น ๆ ขี้เถ้าของอ้อยมีส่วนประกอบผิดแผกจากไม้ชนิดอื่น คือมี ซิลิกา (Silica) สูงมาก และมีโพแทสเซียมคลอไรด์ต่ำ เส้นใยอ้อยยก เว้น Pith เหมาะสมที่จะนำมาทำเยื่อกระดาษมาก คือ จัดเป็นเยื่อชนิดดี และฟอกสีได้ง่าย ข้อเสีย คือ จำเป็นจะต้องแยก Pith ออกก่อนทำเยื่อและ Pith ที่แยกออกมาสามารถนำไปสังเคราะห์ทำอาหารสัตว์ได้โดยผสมกับกากน้ำตาล หรือสามารถ ใช้ทำ

ส่วนประกอบของวัตถุระเบิดได้ การทำเยื่อกระดาษก็เพื่อที่จะละลายส่วนที่เป็นลิกนินและเฮมิเซลลูโลส (Hemi Cellulose) ออกจากขานอ้อย ลิกนินเป็นส่วน หนึ่งซึ่งยึดเส้นใยของขานอ้อยให้ติดกัน ทำให้ไม่สามารถทำให้ได้กระดาษแผ่นบาง ๆ ได้ ส่วนเฮมิเซลลูโลสถ้ามีอยู่เกิน 20% จะทำให้กระดาษที่ได้ขาดง่ายเกินไป ไม่เหนียวและยุ่ยตัว ก่อนทำเยื่อกระดาษ จะต้องนำขานอ้อยมาล้าง และแยกส่วนที่เรียกว่า “พืท” (Pith) ออกก่อน เยื่อที่เหลืออยู่จะถูกนำไปย่อย หรือผสมกับส่วนผสมหนึ่ง หรือมากกว่าตามสูตร ซึ่งมักจะปิดบังไม่เปิดเผย เสร็จแล้วนำไปผ่านความร้อน 10 - 12 นาที สิ่งที่ได้เรียกว่า เยื่อกระดาษ ต่อมาเยื่อกระดาษจะถูกนำไปทำให้ขาวโดยการฟอกด้วยนม หรือสารเคมี แล้วแต่ว่าจะนำเยื่อกระดาษนั้นไปใช้ทำอะไร

2.4.1 วัสดุสำหรับทำเยื่อกระดาษ(EI -riosseiny ,et al ., 1972 and Biemann ,1993:75-93)สิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณาในการผลิตเส้นใยที่มีคุณภาพเหมาะสมต่อการผลิตกระดาษต้องพิจารณาจาก

1. ขนาด (Dimention) ลักษณะทางโครงสร้าง (Morphology Structure) และองค์ประกอบทางเคมี (Chemical Composition) ของเส้นใย

2. การกระทำทางกล (Mechanical Treatment) ต่อเส้นใยในระหว่างการเตรียมน้ำเยื่อ

3. วิธีการแยกเยื่อ (Pulping Process)

ซึ่งในการวิจัยนี้จะใช้วิธีการแยกเยื่อโดยวิธีเคมีที่สามารถละลายสารลิกนิน (Lignin) ซึ่งเป็นสารเชื่อมประสานเส้นใยออก เส้นใยจะถูกแยกออกจากกันโดยไม่ถูกทำลาย จะได้เส้นใยที่มีผิวนุ่มและสามารถสานตัวกันได้ดี

2.4.2 การผลิตเยื่อกระดาษจากขานอ้อยมี 3 วิธี คือ

2.4.2.1 วิธีการทางกล (Mechanical Pulping) วิธีการนี้จะเน้นที่การบด (Grinding) เพื่อกระจายเส้นใยในเนื้อไม้ออกจากกัน เยื่อไม้บดที่ได้จะมีลักษณะเป็นไม้แท้อยู่มากและคุณสมบัติไม่ดีเพราะไม่ใช้เยื่อเซลลูโลสบริสุทธิ์ เยื่อที่ได้จากขบวนการนี้มีปริมาณสูงสุดคือ ร้อยละ 85 ขึ้นไป เยื่อที่ได้จะมีความทึบแสงสูง จึงนิยมใช้ทำกระดาษหนังสือพิมพ์ กระดาษอนามัยบางชนิด และกระดาษกันสำหรับบรรจุสิ่งของกันแตกโยน

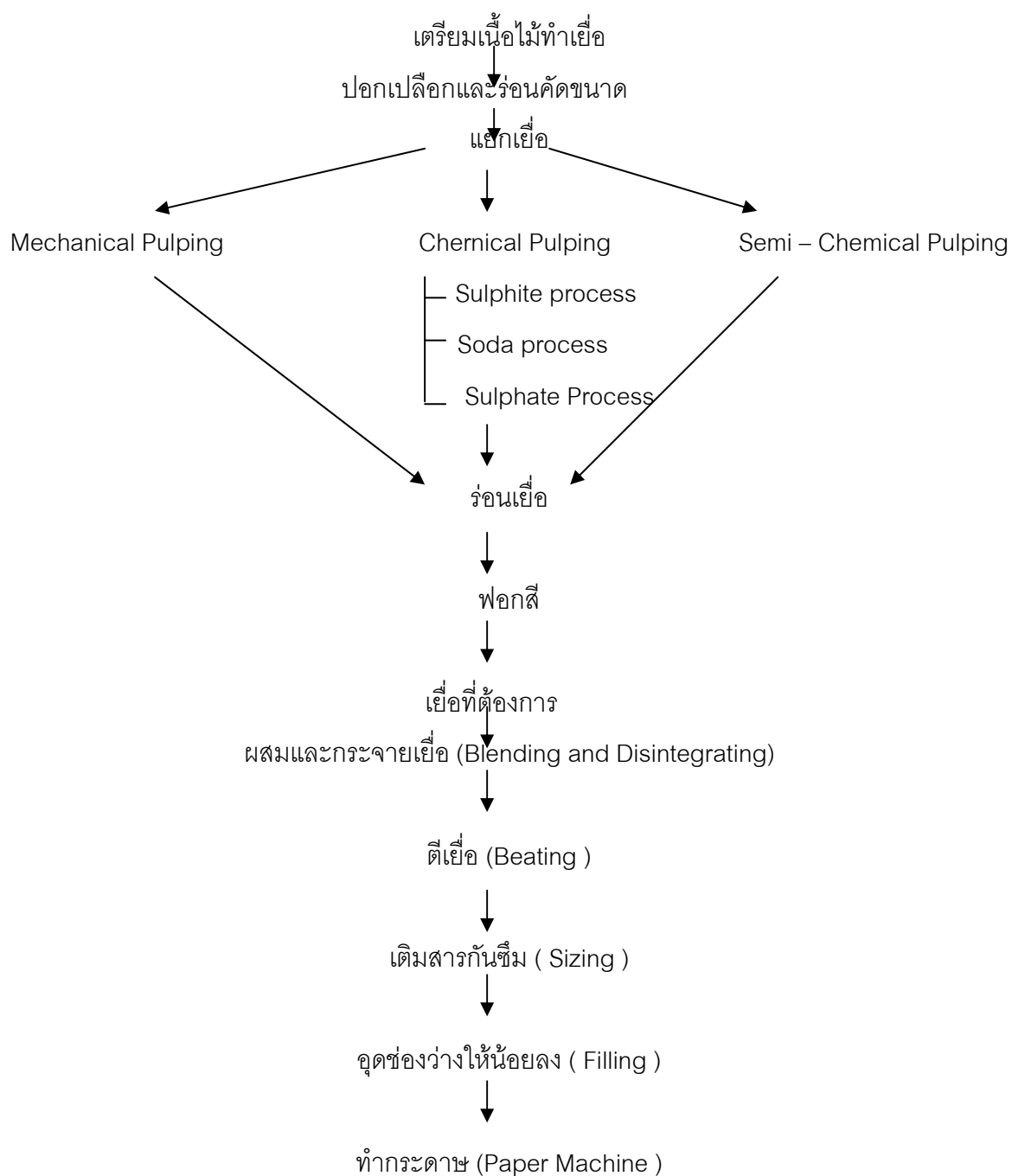
2.4.2.2 วิธีการทางเคมี (Chemical Pulping)วิธีการนี้จะให้เยื่อที่มีปริมาณลิกนิน เจือปนอยู่น้อยมากเหมาะสำหรับทำกระดาษคุณภาพดีและความเหนียว แต่ปริมาณเยื่อที่ได้จากขบวนการนี้มีปริมาณน้อย ประมาณ 45 – 60 % ขบวนการทางเคมีแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะตามสารเคมีที่ใช้ ได้แก่

1. ขบวนการโซดา (Soda Process) เป็นวิธีแรกที่ค้นพบและนำมาใช้ในทางอุตสาหกรรมโดยชาวอังกฤษในช่วงระหว่างปี 1853 – 1854 (สรรเสริญ และ มนตรี, 2551:18-24) วิธีนี้ใช้สารเคมีที่สำคัญ คือ โซดาไฟ (Sodium hydroxide) เป็นสารเคมีในการต้มเยื่อ วิธีนี้เยื่อไม้เนื้อแข็งได้ดีกว่าไม้เนื้ออ่อนเยื่อที่ได้ให้ผลผลิตประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักของไม้ และความแข็งแรงของเยื่อที่ได้เมื่อนำไปฟอกขาวแล้วจะเหมาะสำหรับทำกระดาษพิมพ์เขียน กระดาษจดหมาย และกระดาษต้องการความนุ่ม

2. ขบวนการซัลเฟต (Sulphate Process) หรือกระบวนการคราฟท์ (Kraft Process) วิธีการนี้ใช้ได้กับพันธุ์ไม้ทุกชนิดทั้งไม้สน และไม้เนื้อแข็งสารเคมีที่ใช้คือโซดาไฟและโซเดียมซัลไฟต์ โดยใช้โซเดียมซัลเฟตเติมทดแทนสารที่ใช้ไปในระหว่างขบวนการผลิต เยื่อซัลเฟตชนิดไม่ฟอกสีใช้ทำถุงกระดาษ กระดาษห่อของ กระดาษฉีกกล่อง ส่วนเยื่อซัลเฟตฟอกขาวใช้ทำกระดาษพิมพ์ กระดาษหนังสือคุณภาพดี และกระดาษอนามัย

3. ขบวนการซัลไฟต์ (Sulphite Process) ขบวนการนี้เหมาะสำหรับทำเยื่อจากไม้เนื้อแข็งและไม้จำพวกหญ้า สารเคมีที่ใช้ คือ สารละลายซัลไฟต์ของแคลเซียม แมกนีเซียม หรือแอมโมเนีย

2.4.2.3 วิธีการกึ่งเคมี (Chemo – Mechanical)วิธีนี้ใช้ทั้งวิธีการเคมีร่วมกับวิธีการทางกล (Chemo – Mechanical) แต่ใช้สารเคมีมากกว่า และใช้พลังงานในการบดเยื่อน้อยลง เยื่อที่ได้จากวิธีการนี้มักจะมีลิกนินปนอยู่มากกว่าวิธีการทางกล วิธีการนี้ใช้สารเคมีเพื่อให้ลิกนินอ่อนตัวลงและกระจายเยื่อโดยผ่านเครื่องตีเยื่อจากวิธีการนี้ให้ปริมาณเส้นใยสูงกว่าเยื่อที่ได้จากวิธีการทางเคมี แต่คุณสมบัติของเยื่อจะแข็งแรงน้อยกว่าเยื่อจากวิธีการทางเคมี แต่สูงกว่าเยื่อที่ได้จากวิธีการทางกลโดยนำเยื่อที่ต้มสุกนำมาร่อนให้ได้ขนาดตามความต้องการแยกสิ่งเจือปนหรือเยื่อที่หยابออก นำเยื่อผ่านต่อไปยัง thickener filter เพื่อทำความสะอาดอีกครั้งหนึ่งแล้วนำไปเก็บยังถังพัก เพื่อรอขนส่งโรงงานฟอกเยื่อในการฟอกเยื่อต้องใช้คลอรีน Sodium Hydroxide(NaOH)Calcium Hypochlorite($\text{Ca}(\text{HO})_2$)Sulphur Dioxide (SO_2) ขบวนการฟอกเยื่อมี 3 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ฟอกเยื่อด้วยก๊าซคลอรีน(Chlorine Gas Bleaching) ขั้นที่ 2 แยกลิกนินออกจากเยื่อ (Soda extraction) โดยการใส่ต่างต่าง ๆ ซึ่งทำให้เกิดลิกนินดูดซับต่างเกิดเป็นปฏิกิริยาการทำลายลิกนิน (Delignification)(สวิตรี , 2538:16) ขั้นที่ 3 ฟอกให้ขาวสะอาด(Hypobleaching) เยื่อกระดาษฟอกขาวนี้สามารถนำไปใช้ทำกระดาษประเภทต่าง ๆ ได้แต่กระบวนการผลิตกระดาษดังกล่าวต้องการพลังงานในกระบวนการผลิตสูง และเป็นสาเหตุให้เกิดมลพิษทางน้ำ ดังนั้นการผลิตเยื่อกระดาษทางชีวภาพจึงสามารถช่วยลดมลพิษที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมได้ (เปี่ยมศักดิ์ , 2536:18-35) การผลิตแผ่นซับน้ำมันแบบกระดาษได้ประยุกต์ใช้วิธีการผลิตเยื่อแบบกึ่งเคมี(Chemo – Mechanical) ซึ่งมีวิธีการดังภาพประกอบ 13 (พิพัฒน์ วีระถาวร. 2547:1-5)



ภาพประกอบ 13 วิธีการผลิตเยื่อกระดาษแบบกึ่งเคมี(Chemo – Mechanical)

ที่มา : พิชพนธ์ วีระถาวร. (2547) ข้อมูลเบื้องต้นและแนวทางการใช้ประโยชน์และการวิจัยของชานอ้อยในปัจจุบันและอนาคต. หน้า 1-5.

2.4.3 การเก็บรักษาขานอ้อย (Bagasse Storage) ในช่วงระยะต้นของการนำขานอ้อยมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาษได้มีการศึกษาวิธีการเก็บรักษาขานอ้อยเพื่อไม่ให้เกิดการเสื่อมสภาพระหว่างการเก็บรักษาหลายวิธีด้วยกัน แต่วิธีที่ประสบผลสำเร็จในระยะแรกนั้น ได้แก่ วิธีการเก็บรักษาแบบการทำให้ขานอ้อยแห้ง (Drying Bagasse) และการทำให้ขานอ้อยเปียก (Wetting Bagasse) ซึ่งจะเห็นได้ว่าทั้งสองวิธีจะมีสภาวะการเก็บรักษาที่แตกต่างกันอย่างสิ้นเชิงในปี ค.ศ. 1920-1930 บริษัท Calotex จำกัด ที่มลรัฐหลุยเซียนา สหรัฐอเมริกา ได้พัฒนาวิธีการเก็บรักษาขานอ้อยได้สำเร็จ โดยใช้สภาวะการเก็บรักษาที่ค่อนข้างเหมาะสม เป็นการผสมกันระหว่างวิธีการเก็บรักษาแบบทำให้แห้ง(Drying)และทำให้เปียก(Wetting)เรียกวิธีนี้ว่าClassical Bale Method) ซึ่งเป็นวิธีการเก็บรักษาที่ดีมากในการเก็บรักษาโดยวิธีทำให้ขานอ้อยแห้ง และทำให้ขานอ้อยเปียก มีหลักการดังนี้คือซึ่งเป็นวิธีการเก็บรักษาที่ดีมากในการเก็บรักษาโดยวิธีทำให้ขานอ้อย

2.4.3.1 การเก็บรักษาโดยการทำให้ขานอ้อยแห้ง มีวัตถุประสงค์เพื่อหยุดยั้งการเกิดปฏิกิริยาการหมักทุกชนิดการเก็บรักษาด้วยวิธีทำให้แห้งนี้ขานอ้อยจะถูกนำไปแยกเอาขุยอ้อยออกและทำให้แห้งในทันทีทันใดที่ออกจากโรงงานน้ำตาลก่อนนำไปเก็บรักษาเพื่อหยุดยั้งกระบวนการหมักอันเนื่องมาจากน้ำตาลที่ตกค้างในขานอ้อยซึ่งจะเป็นตัวให้ความชื้นแก่จุลินทรีย์ซึ่งต้องการน้ำเพื่อขยายการเจริญเติบโต และสร้างกระบวนการเปลี่ยนแปลงซึ่งทำให้เกิดการหมักขึ้น การแยกขุยอ้อยและการทำให้แห้งก่อนนำไปเก็บรักษาวิธีนี้มักใช้กับขานอ้อยที่แยกขุยออกแล้ว(Depithed Bagasse) ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการทำแผ่นไม้อัด การนำขานอ้อยมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเยื่อกระดาษน้ำตาลที่ตกค้างอยู่ซึ่งเป็นวิธีการเก็บรักษาที่ดีมากในการเก็บรักษาโดยวิธีทำให้ขานอ้อยแห้งซึ่งเป็นวิธีการ

2.4.3.2 การเก็บรักษาโดยการทำให้ขานอ้อยเปียก มีวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมกระบวนการหมักและปฏิกิริยาอื่นๆ ที่เกิดขึ้นตามมามาดังนี้เนื่องจากการเก็บรักษาขานอ้อยด้วยวิธีทำให้แห้ง สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากจึงได้มีการค้นคว้าวิธีการเก็บรักษาอื่นๆ ขึ้นมา จากการศึกษาค้นคว้าพบว่าปฏิกิริยาทางชีวภาพทำให้เกิดแอลกอฮอล์ ซึ่งได้จากการหมัก การควบคุมไม่ให้เกิดกระบวนการหมักสามารถทำได้โดยวิธีการทำให้ขานอ้อยเปียกน้ำ ซึ่งจะทำให้ไม่ให้มีช่องอากาศในกองขานอ้อย และยังทำให้ปริมาณออกซิเจนในกองขานอ้อยลดลงซึ่งเท่ากับเป็นการลดการเกิดปฏิกิริยาทางชีวภาพและการใช้น้ำจะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราชนิดต่างๆ แต่อย่างไรก็ตามอาจมีการหมักเกิดขึ้นได้บ้างเล็กน้อย ซึ่งอยู่ในรูปของ “Bacterial Pickling” ซึ่งในกรณีนี้กรดแลกติกและกรดไขมันอื่นจะถูกผลิตขึ้นโดยพวกจุลินทรีย์ต่างๆที่ทำปฏิกิริยากับน้ำตาลที่ตกค้างในขานอ้อย แต่จะไม่ส่งผลต่อการเสื่อมสภาพของเส้นใย ซึ่งการเก็บรักษาโดยวิธีนี้จะมีการสูญเสียน้ำหนักขานอ้อยน้อยมาก ในการเก็บรักษาด้วยวิธีทำให้เปียกนี้ขานอ้อยจะถูกทำให้เปียกน้ำ โดยมีความจุในการอุ้มน้ำประมาณร้อยละ

90-100หรืออย่างน้อยประมาณร้อยละ 75-80 เพราะถ้ากองขนอ้อยแห้งกว่านี้พวกเชื้อราจะทำให้เซลลูโลสผุพังซึ่งส่งผลให้เกิดการเสื่อมสภาพของเส้นใยได้

การผลิตแผ่นซับหน้ามันจากไคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้งแบบแผ่นฟิล์ม ควรเลือกใช้ทั้ง PEG 6000 และ Xylitol ($C_5H_{12}O_5$) เป็นพลาสติกไซเซออร์ เพื่อให้ฟิล์มมีความอ่อนนุ่ม และ คงรูปร่างที่ดี โดยใช้ในปริมาณ 0.25, 0.35, 0.50 กรัม ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง:ครีมและโลชั่นล้างหน้า มอก. 477-2526.สารดูดซับที่ทำให้แผ่นซับหน้ามันสามารถดูดซับน้ำมันได้ดีคือ Talcum ($Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$) และ Colloidal Silicon Dioxide($C_7H_7NO_3$) โดยใช้ในปริมาณ 0.15 กรัมตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมทาลค์สำหรับเครื่องสำอาง มอก. 1259-2537แต่การผลิตแผ่นซับหน้ามันแบบกระดาษจะเพิ่ม เยื่อกระดาษเซลลูโลสจากขนอ้อยในปริมาณ 0.50 กรัม ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระดาษเช็ดหน้า มอก.215-2520

3. ไคโตซานที่ใช้ผลิตแผ่นซับหน้ามันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ

ไคโตซานหรืออนุพันธ์ของไคตินที่ได้จากการทำปฏิกิริยากำจัดหมู่อะซิทิลของไคติน หรือที่เรียกว่าปฏิกิริยา Deacetylation โดยแซไคตินในสารละลายด่างเข้มข้น ซึ่งไคโตซานที่ได้นี้ มีชื่อทางเคมีว่า Poly (β -(1 $\rightarrow$ 4)-2-Amino-2-Deoxy-D-Glucopyranose) เป็นพอลิเมอร์ที่ไม่สามารถละลายในตัวทำละลายอินทรีย์เกือบทั้งหมดและน้ำที่มีค่า pH เป็นกลางหรือด่าง แต่สามารถละลายในกรดอ่อน (Hayes ;et al:1977:64-78)กรรมวิธีการผลิตไคตินและไคโตซานมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องทั้งวิธีทางเคมีและทางชีวภาพ ซึ่งในระดับอุตสาหกรรมมักจะใช้วิธีทางเคมี และวัตถุดิบส่วนใหญ่มาจากกากของเหลือในอุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็ง อาทิ เปลือก-หัวกุ้งกระดองปูและแกนปลาหมึก โดยสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ของไคตินและไคโตซานที่ได้มีความหลากหลาย ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์(Species) ของสัตว์เหล่านี้ รวมถึงกรรมวิธีการผลิต ดังนั้น กระบวนการผลิตที่นำเอาเทคโนโลยีชีวภาพเข้ามาผสมผสานกับกระบวนการผลิตทางเคมี จึงมีการพัฒนาขึ้นเพื่อให้ได้สมบัติของผลิตภัณฑ์ไคตินและไคโตซานตามต้องการและเหมาะสมกับการนำไปใช้ไคโตซานสามารถทำได้โดย นำไคตินมาเกิดปฏิกิริยา Deacetylation ในสภาวะที่เป็นด่างเข้มข้น ผลจากการ Deacetylation ทำให้หมู่ Acetamide Group ที่คาร์บอนอะตอมตำแหน่งที่ 2 ใน Pyranose Ring ของไคตินเปลี่ยนไปเป็น Amino Group หาต้องการไคโตซานที่มีค่าระดับการเกิด Deacetylation สูงๆ สามารถทำได้โดยปฏิกิริยาในสภาวะที่รุนแรง คือ เพิ่มความเข้มข้นหรือความแรงและใช้อุณหภูมิสูง หรือ ทำปฏิกิริยาซ้ำหลาย ๆ ครั้ง (Muzzarelli, et al.1997:58-63)

3.1 การผลิตโคโตซาน

การผลิตโคโตซานจากโคตินสามารถทำได้ทั้งวิธีทางเคมีและวิธีทางชีวภาพ แต่วิธีทางชีวภาพโดยการใช้เอ็นไซม์ในการดัดหมู่อะซีทิลออกจากโคตินนั้นยังอยู่ในระดับห้องปฏิบัติการ(Win;et al. 2000:55-60)ส่วนวิธีทางเคมีเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน แต่ข้อเสียของวิธีทางเคมี ได้แก่ คุณภาพในการผลิตจะควบคุมยากเครื่องมือที่ใช้ถูกกัดกร่อนอันเนื่องมาจากสารเคมีที่เข้มข้นและประการสำคัญคือเรื่องสิ่งแวดล้อม ดังนั้นนักวิจัยหลายท่านและผู้ประกอบการอุตสาหกรรมการผลิตโคโตซานพยายามที่จะคิดค้นหาวิธีการผลิตที่ใช้สภาวะที่ไม่รุนแรงนัก แต่ให้คุณภาพผลิตภัณฑ์โคโตซานตามต้องการการสกัดโคโตซานจากโคตินสามารถทำได้โดยการแช่โคตินในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น (40-50%) ที่อุณหภูมิ 100°C หรือสูงกว่า ทำให้หมู่อะซีทิลบางส่วนหรือทั้งหมดจะถูกดึงออกจากพอลิเมอร์ (Muzzarelli.1997:24-36)ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตโคโตซาน ได้แก่ อุณหภูมิ ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา ความเข้มข้นของด่าง สภาวะในการผลิตโคติน บรรยากาศและอัตราส่วนของโคตินต่อสารละลายด่างเข้มข้น

3.1.1 ผลของอุณหภูมิต่อปฏิกิริยาดัดหมู่อะซีทิล (Deacetylation) (อ้างอิงโดย No and Meyers, 1997) เมื่อกล่าวถึงอิทธิพลของอุณหภูมิต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาดัดหมู่อะซีทิลนั้น Lusena and Rose (1953:17-28) พบว่า อุณหภูมิสูงทำให้เปอร์เซ็นต์การดัดหมู่อะซีทิลเพิ่มขึ้น แต่ขนาดโมเลกุลจะลดลง นอกจากนี้ Peniston and Johnson(1980:19-23) อธิบายความสัมพันธ์ที่เป็นเส้นตรงระหว่างส่วนกลับของอุณหภูมิและลอการิทึมของอัตราการเกิดปฏิกิริยา

3.1.2 ผลของระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาดัดหมู่อะซีทิลและความเข้มข้นของด่าง(Wu and Bough.1978:12-34) ทำการทดลองโดยแช่โคตินใน 50% NaOH ที่ 100°C และพบว่า ปฏิกิริยากำจัดหมู่อะซีทิลจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 1 ชั่วโมงแรก โดยมีระดับการกำจัดหมู่อะซีทิล (Degree of Deacetylation, %DD) ประมาณ 68% และอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะช้าลง ซึ่งค่า DD เท่ากับ 78% หลังแช่โคตินในโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงสรุปว่า ที่สภาวะดังกล่าว การเกิดปฏิกิริยากำจัดหมู่อะซีทิลจะใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ซึ่งหากแช่ในด่างเข้มข้นนานกว่านั้นไม่ทำให้ %DD เพิ่มขึ้น แต่จะทำให้สายโซ่ของโคโตซานสั้นลง (อ้างอิงโดย No and Meyers, 1997)Lertsutthiwong ; et al. (2002) พบว่า ปฏิกิริยาดัดหมู่อะซีทิลสามารถทำได้ที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งจากการทดลองให้ผลในทิศทางเดียวกับ Wu and Bough (1978:16-24) โดยพบว่า เมื่อแช่โคตินใน 50% NaOH ที่อุณหภูมิ 40°C ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 3 วันแรก โดยค่า % DD ที่ได้ประมาณ 75% อย่างไรก็ตาม %DD จะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา นอกจากนี้คณะผู้วิจัยยังรายงานเพิ่มเติมว่า การผลิตโคโตซานที่อุณหภูมิต่ำเพื่อให้ได้ % DD อย่างน้อย 85% สามารถกระทำได้ โดยการทำปฏิกิริยากำจัดหมู่อะซีทิล 2 ครั้ง (Double Deacetylation) ซึ่ง

ให้ผลสอดคล้องกับ Chinadit ;et al. (1998:31-35) อย่างไรก็ตามปฏิบัติการกำจัดหมู่อะซิทิลโดยใช้ความเข้มข้นของ NaOH ที่ต่ำเกินไปจะมีผลต่อการละลายของโคโคซานในสารละลายกรดอ่อน ซึ่ง Alimuniar and Zainuddin(1992:17-23)อ้างถึงโดย No and Meyers(1997:24) พบว่า โคโคซานที่ผลิตจากกระบวนการที่ใช้สารละลายต่างที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า 45% ไม่สามารถละลายในกรดอ่อน แม้ว่าจะแช่โคโคตินในต่างนานถึง 30 วัน Bough;et al. (1978:16) อ้างถึงโดย No and Meyers (1997:26-23) ทำการตรวจสอบผลของระยะเวลาในการกำจัดหมู่อะซิทิลต่อความหนืดและน้ำหนักโมเลกุล ซึ่งผลการทดลอง พบว่า โคโคซานที่ผ่านกระบวนการกำจัดหมู่อะซิทิลด้วย 50% NaOH ที่อุณหภูมิ 145-150°C เป็นเวลา 5 นาที จะให้ค่าความหนืดและน้ำหนักโมเลกุลสูงกว่าโคโคซานที่ผ่านการกำจัดหมู่อะซิทิล ในสภาวะเดียวกันนาน 15 นาที โดยการทดลองนี้ให้ผลเช่นเดียวกับ Benjakul and Wisitwuttikul (1994:22-38)

3.1.3 ผลของสภาวะในช่วงการผลิตโคโคตินกระบวนการแยกแร่ธาตุในขั้นตอนการผลิตโคโคตินนั้น มีผลต่อขนาดโมเลกุลของโคโคซาน (Myint; et al.2002:18-26)ซึ่งต่อมาผู้ค้นพบว่าหากทำการแยกแร่ธาตุด้วยกรดเกลือเจือจางที่มี pH ไม่ต่ำกว่า 3 จะได้ผลิตภัณฑ์โคโคซานที่มีความหนืดสูง นอกจากนี้ความหนืดของโคโคซานจะลดลงเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการแยกแร่ธาตุ (Moorjani;et al. 1975 อ้างถึงโดยNo and Meyers, 1997; Lertsutthiwong; et al. 2002:27-31) นอกจากนี้ขั้นตอนการดึงโปรตีนออกไม่ว่าจะด้วยวิธีทางเคมีหรือการใช้เอนไซม์ก็มีผลต่อความหนืดของโคโคซานนอกจากนี้ Lertsutthiwong ;et al. (2002:16-25) พบว่า กระบวนการผลิตโคโคซานที่เริ่มจากกระบวนการแยกแร่ธาตุก่อนกระบวนการแยกโปรตีนจะให้โคโคซานที่มีความหนืดสูงกว่าโคโคซานที่ผลิตจากกระบวนการที่เริ่มต้นด้วยการแยกโปรตีนและตามด้วยการแยกแร่ธาตุ

3.1.4 อัตราส่วนของโคโคตินต่อสารละลายต่างในระหว่างการผลิตปฏิบัติการกำจัดหมู่อะซิทิลการกวนอย่างทั่วถึงมีความจำเป็นอย่างมากเพื่อให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ Benjakul และ Wisitwuttikul (1994:112-264) พบว่า อัตราส่วนของโคโคตินและสารละลายต่างที่สูงกว่า 1:10 ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดหมู่อะซิทิลของโคโคติน

3.1.5 ผลของขนาดวัตถุดิบ Bough ;et al. (1978:26-32) อ้างถึงโดย No and Meyers (1997) ทำการตรวจสอบผลของขนาดวัตถุดิบต่อคุณภาพของโคโคซาน ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า วัตถุดิบที่มีขนาดเล็กประมาณ 1 มิลลิเมตร จะให้ผลิตภัณฑ์โคโคซานที่มีความหนืดและน้ำหนักโมเลกุลที่สูงกว่า วัตถุดิบที่มีขนาด 2 และ 6.4 มิลลิเมตร แม้ว่าองค์ประกอบของไนโตรเจนและเถ้าจะเหมือนกัน นอกจากนี้ยังพบว่าโคโคตินที่มีขนาดใหญ่กว่า ต้องการระยะเวลาในการบวมตัว (Swelling Time) ที่นานกว่า ส่งผลให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาการดึงหมู่อะซิทิลช้ากว่า ในทางตรงกันข้าม Lusena and Rose (1993:27-36) อ้างถึงโดย No and Meyers(1997:28-34) รายงานว่า ขนาด

ของไคติน ประมาณ 20–80 mesh ไม่มีผลต่อปฏิกิริยากำจัดหมู่อะซิทิลและความหนืดของสารละลายไคโตซานจากข้อมูลต่างๆ ข้างต้นทำให้ทราบว่า สมบัติของไคตินและไคโตซานที่ได้แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับ เทคนิค วิธีการผลิตชนิดของสารเคมี ความเข้มข้นและอัตราส่วนในการใช้ ดังตาราง 6 (สุวลีจันทร์กระจ่างใส.1996:1-14)

ตาราง 6 แสดงตัวอย่างของกรรมวิธีการผลิตและสมบัติไคโตซาน

วิธีการผลิต/ สภาวะและเทคนิค	สมบัติของไคโตซาน	เอกสารอ้างอิง
นำไคตินที่สกัดจากเปลือกกุ้งที่สภาวะต่างๆมาทำปฏิกิริยา Deacetylation ด้วย 50% NaOH(w/v) นาน 3 วัน	สกัดเอาโปรตีนออกก่อนการสกัดแร่ธาตุ: ความชื้น = 6.7-8.4% เถ้า = 0.5-0.8% ความหนืด = 106-830 cps. %DD = 73-76% สกัดเอาแร่ธาตุออกก่อนการสกัดโปรตีน: ความชื้น = 7.7-12.6% เถ้า = 0.9-1.0% ความหนืด = 2919-6370 cps. %DD = 74-76%	Lertsutthiwong et al.(2002)
นำเปลือกกุ้งสด 100 กิโลกรัม มาผ่านกระบวนการต่างๆตามลำดับดังนี้ : 1. กระบวนการแยกโปรตีน โดยแช่เปลือกกุ้งใน 4% NaOH ปริมาตร 270 ลิตรที่อุณหภูมิห้องนาน24ชม.	เปลือกกุ้งสด 100 กิโลกรัม จะได้ไคตินแห้ง $\approx$ 6 กิโลกรัม ไคโตซานแห้ง $\approx$ 4 กิโลกรัม สมบัติของไคโตซาน : ความชื้น = 8-10%	Aye et al.(2002)
2. กระบวนการแยกแร่ธาตุด้วย 4% HClปริมาตร 270 ลิตรที่อุณหภูมิห้องนาน 24ชั่วโมง	โปรตีน < 1% เถ้า = 1% %DD > 90%	

:

ตาราง 6 (ต่อ)

วิธีการผลิต/ สภาวะและเทคนิค	สมบัติของไคโตซาน		เอกสารอ้างอิง
3.นำไคตินแห้งที่ได้จากกระบวนการที่ 2 มา 3 กิโลกรัม แช่ใน 50% NaOH ปริมาตร 30 ลิตร ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 48 ชั่วโมง	ความหนืด	= 500 cps.	Aye et al.(2002)
	น้ำหนักโมเลกุล	= 1-1.5 x 10 ⁶ ดาลตัน	
ไคตินที่ได้จากการบวกรวมทาง ชีวภาพโดยการใช้เอนไซม์ Protease ร่วมกับกระบวนการทางเคมีมาทำปฏิกิริยากับ 50% NaOH	Yield	= 1.12-1.63%	Bhuwapathapun (1996)
	ความชื้น	= 6.8%	
	โปรตีน	= 0.25-0.33%	
	ไนโตรเจน	= 7.6%	
	น้ำมัน	= 0.57%	
	ความหนืด	= 978-1416 cps.	
	(หมายเหตุ: 140°C เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสม)		
นำเชื้อรามาเติม Sodium borohydride & NaOHเจือจาง และทำการฆ่าเชื้อที่ 121°C นาน 15 นาทีจากนั้นนำส่วนที่ไม่ละลายมาเติม 2% กรดอะซิติก และนำสารละลายที่ได้มาตกตะกอนไคโตซานด้วยด่างเจือจาง	Gongronella butleri USDB 0201 เป็นสายพันธุ์ที่เหมาะสมกับการนำมาสกัดไคโตซานเนื่องจากให้ yieldมากและน้ำหนักโมเลกุลสูง		Tan ;et al(1996)

ที่มา: สุวลี จันทรกระจ่างใส. (1996) . MTEC Annual Meeting 1996. Chitin and Chitosan, Multipurpose Biodegradable Biomaterials.

3.2 สมบัติทางกายภาพและเคมีของไคตินและไคโตซาน Tokura ;et al(1984)

3.2.1 โครงสร้างโมเลกุลไคตินเป็นโพลิเมอร์ที่มีรูปแบบการเชื่อมต่อของโมโนเมอร์แบบเส้นตรงของของ N - อะซีทิลกลูโคซามีน (N - acetyl glucosamine) ด้วยพันธะ β 1,4 โดยมีการจัดเรียงตัวแบบ Extended Ribbon จัดเรียงแบบ Side by Side ในโครงสร้างผลึก พันธะไฮโดรเจนในโครงสร้างของโซ่ตรงทำให้เกิดรูปแบบแผ่นซึ่งมีการเรียงตัวที่แตกต่างกัน 3 ลักษณะได้แก่

1. แบบอัลฟา (a) – Anti Parallel , Packed Sheets
2. แบบต้า (β) – Parallel , Packed Sheets
3. แบบแกมมา (γ) – Two Parallel Sheets are Separated by a Single Parallel Sheet

รูปแบบการจัดเรียงตัวของไคตินที่พบมากที่สุด คือ - ไคติน a ซึ่งอยู่เปลือกนอกของสัตว์จำพวกอาร์โธรโปดา เช่น ปูและกุ้ง ส่วนโมเลกุลของไคโตซานมีการยึดตัวออกในส่วนสถานะของแข็งเกิดรูปแบบของ Two - Foid Screw Axis ที่คล้ายคลึงกับ โฮโมแซคคาไรด์ (Homosacchaccharide) ที่เชื่อมต่อกัน β 1,4 เช่น เซลลูโลส และไคติน ไคโตซานเตรียมได้จากสารไคติน โดยอาศัยการเกิดปฏิกิริยากำจัดหมู่อะซีทิลด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นโดยการวัดปริมาณกำจัดหมู่อะซีทิลวัดได้จากค่าร้อยละของระดับการกำจัดหมู่อะซีทิล (Percentage of Degree of Degree of Deacetylation , %DD) โดยทั่วไปแล้วมีค่า 75 – 95 % DD การเตรียมไคโตซานให้ร้อยละของระดับการกำจัดหมู่อะซีทิลเท่ากับ 100 นั้นสามารถทำได้ แต่ต้องเป็นการกำจัดหมู่อะซีทิลซ้ำอีกครั้งหนึ่งโดยไคโตซานที่เตรียมได้นี้มีเพียง กลูโคซามีนที่เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ (β – 1,4 glycoside) เป็นองค์ประกอบเท่านั้น เนื่องจากไคโตซานหรือไคตินที่ถูกกำจัดหมู่อะซีทิลบางส่วนมีหมู่เอมีนปฐมภูมิ (primary Amine Groups) จึงเชื่อว่าเป็นสารที่ประโยชน์ในรูปแบบของการเป็นสารโพลิเมอร์ประจุบวกที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้ในระบบสารละลาย การกำจัดหมู่อะซีทิลแบบ เฮเทอโรจีเนียส (Heteogenous Deacetylation) มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีการกระจายตัวแบบบล็อก (Block Type) ขณะที่กำจัดหมู่อะซีทิลแบบโฮโมจีเนียส (Homogenous Deacetylation) มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีการกระจายตัวแบบสุ่ม (Random Type) นอกจากนี้ความสามารถในการละลายความหนืดและสมบัติอื่นของไคโตซานไม่เพียงขึ้นอยู่กักระดับการกำจัดหมู่อะซีทิลแต่ยังขึ้นอยู่กับการกระจายตัวของหมู่เอมีนในสายของไคโตซานอีกด้วย

3.2.2 น้ำหนักโมเลกุลเทคนิคทางชีวภาพและการวิเคราะห์หามากมายถูกนำมาใช้ในการหาน้ำหนักโมเลกุล ขนาดของโมเลกุลและความหนาแน่นของโมเลกุล อย่างไรก็ตามมีเพียงบางเทคนิควิเคราะห์เท่านั้นที่แสดงรูปร่าง และความสัมผัสของโครงสร้างได้อย่างชัดเจน สมบัติการใช้ส่วนของความสัมพันธ์ของน้ำหนักโมเลกุลขนาดของโมเลกุลความหนาแน่นของโมเลกุลมักมีข้อผิดพลาดเนื่องจากการจัดเรียงตัวของโมเลกุลซึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากอุณหภูมิ ความเป็นกรด - เบส

ความเข้มข้น หรือปัจจัยอื่น ๆ ไคตินและอนุพันธ์ของไคตินข้อมูลน้ำหนักโมเลกุล และสมบัติอื่นที่มีความสัมพันธ์กันมีความสำคัญมากในทางอุตสาหกรรมและสำหรับการวิจัยขั้นสูง

3.2.3 ความสามารถในการละลายไคตินมีสมบัติเป็นของแข็ง ไม่ละลายน้ำ กรดเจือจางต่างเจือจาง และเข้มข้น แอลกอฮอล์และตัวทำละลายอินทรีย์อื่น ๆ ต่สามารถละลายได้ในกรดอินทรีย์แก่ เช่น กรดไฮโดรคลอริก กรดซัลฟิวริก กรดอินทรีย์ เช่น กรดฟอร์มิกเข้มข้น 78 – 79 เปอร์เซ็นต์ และกรดฟอร์มิกที่ปราศจากน้ำ) Rutherford and Austin (1998 :16-24) ไคโตซานสามารถละลายได้ในสารละลายกรดอินทรีย์เจือจางแต่ไม่ละลายในน้ำ โซลของพอลิเมอร์สามารถรวมตัวกับอีกโซลของพอลิเมอร์หนึ่งด้วยพันธะไฮโดรเจนนี้ทำให้พอลิเมอร์ นี้ละลายน้ำได้น้อยมากดังตาราง 7 (สุวลี จันทรกระจ่างใส. 1996:1-14)

ตาราง 7 ความสามารถในการละลายของไคโตซานในสารละลายชนิดต่าง ๆ

Acid	Solubilization		
	Poor	Fair	Good
Acetic acid	✓		
Propionic acid	✓		
Oxalic acid			
Succinic acid	✓		
Benzoic acid		✓	
Citric acid		✓	
Tararic acid		✓	
Sulfuric acid		✓	
Hydrochloric acid			✓

ที่มา: สุวลี จันทรกระจ่างใส. (1996) MTEC Annual Meeting 1996. "Chitin and Chitosan, Multipurpose Biodegradable Biomaterials. หน้า1-14

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงนำโคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้งขาวที่ได้จาก บริษัท คิง ฟิชเชอร์ จำกัด มหาชน จังหวัดสงขลา ซึ่งมีค่า Deacetylation คือ 79.94 %มาใช้เป็นส่วนผสมหลักในการผลิตแผ่นซับน้ำมัน เนื่องจากโคโตซานเป็นวัตถุดิบที่มีจำนวนมากหาได้ง่าย มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ และมีราคาถูก ช่วยลดต้นทุนที่ใช้ในการผลิตแผ่นซับน้ำมัน และ เมื่อนำมาเติม พลาสติไซเซอร์ สารดูดซับ และ ฐานย่อย ในปริมาณที่เหมาะสมจะทำให้ได้แผ่นซับน้ำมันที่มีประสิทธิภาพและมีราคาไม่แพง ทั้งยังเป็นการทดแทนการนำเข้าแผ่นซับน้ำมันจากต่างประเทศ

3. ประสิทธิภาพของแผ่นซับน้ำมัน

ตามพจนานุกรมไทยฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 ได้ให้ความหมายของคำว่า ประสิทธิภาพ (ประสิทธิภาพ) หมายถึง การใช้ทรัพยากรในการดำเนินการใด ๆ ก็ตามโดยมุ่งหวังถึงผลสำเร็จ (พจนานุกรมไทยฉบับราชบัณฑิตยสถาน. 2542 : 667)

การทดสอบประสิทธิภาพทางเครื่องสำอางไม่มีเกณฑ์เฉพาะทางกฎหมายเรื่องวิธีการทดสอบค่อนข้างจะยืดหยุ่น จะใช้วิธีใดก็ได้หากอยู่ในหลักการวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเนื่องจากเครื่องสำอางส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้กับผิวภายนอกและไม่อาจมีผลต่อโครงสร้างและการกำกับหน้าที่ต่าง ๆ ของร่างกาย ดังนั้นการกำกับดูแลจึงไม่เข้มงวดตามกฎหมายเครื่องสำอางเมืองไทยกำหนดว่าเครื่องสำอางต้องปลอดภัย และแสดงสรรพคุณตามคำนิยามของเครื่องสำอางที่เป็นความจริงไม่ได้มีข้อจำกัดว่าจะต้องทดสอบอะไรบ้างแต่ต้องมีหลักฐานสนับสนุนเพียงพอ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้แบ่งเกณฑ์การประเมินเป็น 10 ด้านดังนี้

1. การดูดซับน้ำมัน (Absorption) หมายถึง เวลาที่แผ่นซับน้ำมันดูดซับน้ำมันที่กำหนดปริมาตร 0.5 ลูกบาศก์เซนติเมตรเป็นวินาทีได้ (ตามมาตรฐาน ISO 534) การใช้ SEM micrographs เป็นข้อพิสูจน์ว่าโคโตซานสามารถดูดซับน้ำมันไว้ที่ผิวของโคโตซานได้จริง โดยลักษณะพื้นผิวของโคโตซานหลังจากการดูดซับน้ำมันแล้วจะมีลักษณะขรุขระไม่เรียบและรูพรุนจะมีลักษณะเป็นแบบ crater-like pores นอกจากนั้นรูปภาพนี้ยังแสดงให้เห็นว่าน้ำมันสามารถแทรกเข้าไปในรูพรุนของโคโตซานได้ ทำให้เห็นเป็นชั้นของน้ำมันเคลือบอยู่ที่ผิวการทดสอบสมบัติการดูดซับน้ำมันของแผ่นซับน้ำมันจากโคโตซานได้โดยการตัดแผ่นซับน้ำมันจากโคโตซาน เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 2 X 2 cm. ชั่งน้ำหนักและบันทึก เท mineral oil ลงในขวดแก้ว คีบแผ่นซับน้ำมันวางลงในขวดแก้ว โดยให้ mineral oil ท่วมแผ่นซับน้ำมัน แช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที คีบแผ่นซับน้ำมันออกมา รอให้น้ำมันหยดออกให้หมด โดยผึ่งไว้ประมาณ 15 นาที แล้วซับน้ำมันส่วนเกิน บริเวณผิวด้านนอกของแผ่นซับน้ำมันให้หมด ชั่งน้ำหนักและบันทึกคำนวณหา % oil Absorbed

2. ความปลอดภัย หมายถึง ความปราศจากอันตรายจากสิ่งที่เป็นพิษ ปลอดภัย ไม่เป็นอันตรายต่อชีวิตและสุขภาพปราศจากสารห้ามให้มีการควบคุมวัตถุอันตราย ปริมาณสาร และวิธีการผลิตอ้างอิงตามมาตรฐานเครื่องสำอาง: ข้อกำหนดทั่วไป (มอก. 152-2539) เพื่อเป็นการคุ้มครองอนามัยของบุคคลรัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขจึงได้อาศัยอำนาจ ตามความในมาตรา 5 แห่งพระราชบัญญัติเครื่องสำอาง พ.ศ. 2535 กำหนด เครื่องสำอางควบคุมพิเศษ เครื่องสำอางควบคุม เครื่องสำอางที่ห้ามผลิตนำเข้าหรือขาย วัตถุที่ห้ามใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง วัตถุที่อาจใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง รวมทั้งได้แบ่งประเภทของเครื่องสำอางไว้ดังนี้

1. เครื่องสำอางควบคุมพิเศษ
2. เครื่องสำอางควบคุม
3. เครื่องสำอางทั่วไป

เครื่องสำอางทั่วไป หมายถึง เครื่องสำอางอื่นที่นอกเหนือจาก เครื่องสำอางควบคุมพิเศษ เครื่องสำอางควบคุม เช่น สบู่ แชมพู ครีมนวดผม โลชั่น น้ำหอม เครื่องสำอางสำหรับตกแต่งใบหน้า เป็นต้น ซึ่งตรวจสอบได้จากสูตรส่วนผสมว่าต้องไม่มีสารควบคุมพิเศษ สารควบคุม หรือเป็นประเภทที่จัดเป็นเครื่องสำอางควบคุม

2.1 กรณีผลิตเครื่องสำอางทั่วไปไม่ต้องขออนุญาต แต่ต้องดำเนินการ

2.1.1 ต้องจัดทำฉลากภาษาไทยตามประกาศคณะกรรมการเครื่องสำอาง ฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2536)

2.1.2 ต้องไม่มีสารห้ามใช้ สารควบคุมพิเศษ สารควบคุม หรือเป็นประเภทที่จัดเป็นเครื่องสำอางควบคุม

2.1.3 ต้องใช้สีตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 20) พ.ศ. 2538

2.2 กรณีนำเข้าเครื่องสำอางทั่วไป ต้องดำเนินการ

2.2.1 แจ้งการนำเข้า เครื่องสำอางทั่วไปต่อพนักงานเจ้าหน้าที่ กองควบคุมเครื่องสำอาง สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

2.2.2 ต้องจัดทำฉลากภาษาไทยตามประกาศคณะกรรมการเครื่องสำอาง ฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2536) ให้แล้วเสร็จและถูกต้องภายใน 30 วันนับแต่วันที่พนักงานเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องได้ตรวจปล่อยให้นำเข้าแล้ว และข้อความบนฉลากเหมือนกรณีผลิต เว้นแต่ให้แจ้งชื่อผู้ผลิต ประเทศของผู้ผลิต ชื่อและที่ตั้งของผู้นำเข้า

2.2.3 ต้องไม่มีสารห้ามใช้ สารควบคุมพิเศษ สารควบคุม หรือเป็นประเภทที่จัดเป็นเครื่องสำอางควบคุม

2.2.4 ต้องใช้สีตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 20) พ.ศ. 2538

ดังนั้นแผ่นซับหน้ามันจึงจัดเป็นเครื่องสำอางทั้งไปซึ่งสามารถอ้างถึงหลักเกณฑ์ ข้อกำหนดวิธีการเช่นเดียวกับ เครื่องสำอางทั่วไปมาเป็นแนวปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในการใช้แผ่นซับหน้ามัน

3. ความเป็นกรด-ด่าง หมายถึง ค่าที่แสดงถึงความสามารถในการให้ไฮโดรเนียมไอออน ควรมีค่าความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 5.0 ถึง 8.0 เมื่อทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องสำอาง : แชมพู (มอก.162ข้อ 10.2.5) ซึ่งการทดลองครั้งนี้ได้ใช้เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง EUTECH รุ่น CyberScan Waterproof PC300 คุณลักษณะเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง, ค่าการนำไฟฟ้า, ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายรวม และอุณหภูมิ สำหรับออกภาคสนาม EUTECH รุ่น CyberScan Waterproof PC300 คุณลักษณะเฉพาะ การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH) ช่วงการวัดค่า (Range) -2.00 ถึง 16.00 pH ค่าความละเอียด (Resolution) เป็น 0.01 pH ค่าความถูกต้อง (Accuracy) เป็น + 0.01 pH การวัดค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) ช่วงการวัดค่า (Range) ได้ตั้งแต่ 0 – 199.9 mS/cm และปรับช่วงการวัดอัตโนมัติได้ 5 ช่วง ได้แก่ 0 ถึง 19.99, 199.9, 1999 uS/cm; 0 - 19.99, 199.9 mS/cm ค่าความละเอียด (Resolution) เป็น 0.05% ของมาตรเต็ม ค่าความถูกต้อง (Accuracy) เป็น +/- 1% ของมาตรเต็ม หรือ +/- 1 Digit การวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายรวม (TDS) ช่วงการวัดค่า (Range) ได้ตั้งแต่ 0 – 99.9 ppt โดยสามารถปรับช่วงอัตโนมัติได้ 5 ช่วง ได้แก่ 0 ถึง 9.99, 99.9, 999 ppm; 0 - 9.99, 99.9 ppt ค่าความละเอียด (Resolution) เป็น 0.05% ของมาตรเต็ม ค่าความถูกต้อง (Accuracy) เป็น +/- 1% ของมาตรเต็ม หรือ +/- 1 Digit การวัดอุณหภูมิ (Temperature) ช่วงการวัดค่า (Range) 0.0 ถึง 100.0 C/ 32 ถึง 212 F ค่าความละเอียด (Resolution) เป็น 0.1 C/ 0.1 F ค่าความถูกต้อง (Accuracy) เป็น + 0.5 C/ + 0.5 F คุณลักษณะทั่วไป ควบคุมการทำงานด้วยระบบไมโครโปรเซสเซอร์ ASIC (Application Specific Integrated circuit) มีระบบปรับช่วงการวัดอัตโนมัติ(Auto-Ranging) สามารถปรับสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ (Temperature coefficient) ได้ตั้งแต่ 0.0 ถึง 10.0%/ 0C และสามารถปรับค่า TDS factor ได้ตั้งแต่ 0.40 ถึง 1.00 สามารถปรับอุณหภูมิปกติมาตรฐาน (Normalization Temperature) ได้ตั้งแต่ 15.0 ถึง 30.0 C สามารถทำการคาลิเบรต pH และ Conductivity ได้มากที่สุดถึงพารามิเตอร์ละ 5 จุด จอ LCD ขนาดใหญ่ ซึ่งชัดเจนและอ่านง่าย โดยแสดงค่าการนำไฟฟ้า (แอมแปน) และอุณหภูมิ(แอมป์) หรือค่า pH (แอมแปน) และอุณหภูมิ(แอมป์) หรือค่าปริมาณของแข็งที่ละลายรวม (แอมแปน) และอุณหภูมิ(แอมป์) พร้อมกัน มีการแสดงสัญลักษณ์รูปภาพ และ Error

Message ต่าง ๆ (ซึ่งมีข้อมูลอยู่ในคู่มือการใช้งานว่า error message ต่าง ๆ หมายความว่าอย่างไร และมีแนวทางแก้ไขอย่างไร) ผู้ใช้จึงสามารถแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าที่เกิดขึ้นได้ สามารถเลือกใช้ระบบชดเชยอุณหภูมิแบบอัตโนมัติ (Automatic Temperature Compensation, ATC) และ แบบตั้งค่าเอง (Manual) ได้ตั้งแต่ 0 – 80 C สามารถทำการคั่งค่าที่หน้าจอได้ โดยการกดปุ่ม HOLD ช่วยให้สะดวกในการอ่านและการบันทึกค่า ผู้ใช้สามารถเข้าไปดูข้อมูลและตั้งค่าต่าง ๆ ภายในเครื่องได้ใน Setup Program มีระบบปิดเครื่องอัตโนมัติ (Auto Power-off) ภายหลังจากที่กดปุ่มสุดท้าย 20 นาที เลือกลักษณะการปรากฏ “READY” เพื่อชี้ว่าค่าบนหน้าจอคงที่แล้วได้ 3 ลักษณะ คือ ON/ OFF และ Auto Hold ได้รับมาตรฐาน CE โดยผ่านการทดสอบว่าสามารถป้องกันค่าความเบี่ยงเบนอันเกิดจากผลกระทบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากการใช้งานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พร้อมกัน (Electro-Magnetic Interferences, EMI) และส่งผลการรบกวนต่อกัน ได้ระดับมาตรฐาน IP67 ซึ่งเป็นการรับประกันว่าเครื่องสามารถกันน้ำ (Waterproof) ได้

4. ความระคายเคือง หมายถึง เป็นการทดสอบเพื่อประกันว่า ผลิตภัณฑ์ไม่มีผลเสียต่อร่างกาย เมื่อนำมาใช้ โดยทั่วไปนิยมทดสอบโดย patch test โดยทำในสัตว์ทดลองก่อน ถ้าผ่านการทดสอบจึงจะนำมาทดสอบในคน Zograf G. (1982 ; 33 – 34) โดยวิธีการทดสอบที่กำหนดไว้ในมาตรฐานอุตสาหกรรม(มอก.) ดังนี้

4.1 การทดสอบความระคายเคืองเบื้องต้น (Primary Irritation Test) การเตรียมสัตว์ทดลองใช้กระต่ายสีขาวจำนวน 6 ตัว นำมาคลิขขนหรือโกนบริเวณลำตัวด้านหลังโดยแบ่งเป็น 2 ซีก ตามแนวสันหลัง เพื่อให้ซีกหนึ่งเป็นบริเวณที่ปิดแพตช์ (patch) ส่วนอีกซีกตรงกันข้ามไม่ต้องปิดแพตช์ ใช้สำหรับดูผลเปรียบเทียบอาการผื่นปกติ เช่น บวม แดง เป็นต้น กับบริเวณที่ปิดแพตช์

การเตรียมแพตช์ ใช้สารละลายของผลิตภัณฑ์ที่จะทดสอบ เตรียมในความเข้มข้น 1 % ชุบผ้าก๊อซ ขนาดกว้างยาว 2.5 เซนติเมตร จากนั้นนำไปปิดบนหลังกระต่ายที่เตรียมไว้ดังกล่าว ยึดไว้ด้วยแถบเหนียว (adhesive tape) และห่อลำตัวกระต่ายด้วยผ้าบางเพื่อยึดแพตช์ให้อยู่กับที่ และกันตัวยาที่ระเหยได้ระเหยไปเร็วนัก ทำนองเดียวกันถัดลงมาอีก 2 ตำแหน่ง ใช้ชุบน้ำยาบนแพตช์ที่มีความเข้มข้น 0.75 , 0.5 และ 0.25 % ตามลำดับจากนั้นทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง หรือตามเวลาที่สมควร หลังจากแกะเอาแพตช์ออกแล้ว สังเกตอาการผื่นปกติ เช่น บวมแดง ตรงบริเวณที่ทดสอบทุกวัน เป็นเวลา 3 วัน ติดต่อกันพร้อมกับบันทึกผลทุกครั้ง

การบันทึกผล ให้คะแนนอาการที่เกิดขึ้น เช่นบวมแดง เรียงลำดับความแรง จาก +4 , +3 , +2 , +1 , 0 ตามลำดับ โดยดูเปรียบเทียบจากผิวหนังซีกที่ไม่ทดสอบเป็นเกณฑ์

การบันทึกผลอาการบวมแดงที่เกิดขึ้น ค่าคะแนนที่ได้ดังนี้คือ

0 = ไม่มีอาการบวมแดง

+1	=	บวมแดงน้อยมาก
+2	=	บวมแดงชัดเจน
+3	=	บวมแดงปานกลางถึงมาก
+4	=	บวมแดงรุนแรง

ค่าคะแนนเฉลี่ยเป็นการบันทึกระยะตายทั้ง 6 ตัว ในการทดสอบแต่ละตัวอย่าง การทดสอบนี้
ดัดแปลงมาจากวิธีของ Draize

การทดสอบความระคายเคืองเมื่อใช้แผ่นซับหน้ามันจากโคโคซานที่สกัดจากเปลือกกุ้งที่ได้จาก
การทดลองได้ใช้วิธีการทดสอบอ้างอิงตามมาตรฐานเครื่องสำอาง : ข้อกำหนดทั่วไป (มอก. 152-2539)
ภาคผนวก ข.ข้อ ข.1

5. ความสะอาด (Cleanliness) หมายถึง ความสะอาดของแผ่นซับหน้ามันจากโคโคซานที่
สกัดจากเปลือกกุ้ง ซึ่งพิจารณาด้วยการคำนวณพื้นที่ของจุดสกปรก และการนับจำนวนจุดสกปรก
อ้างอิง ตาม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง(มอก. 152 – 2518)โดยภาวะทดสอบทำ
ในที่ที่ปราศจากฝุ่น อุปกรณ์และเครื่องมือต้องสะอาด เครื่องมือเครื่องนับจำนวนอนุภาคอัตโนมัติที่
ทำงานด้วยหลักการกันแสง (Light-shielded Automatic Fine Particlecounter) ที่ได้สอบเทียบกับ
อนุภาคมาตรฐานแล้วที่สามารถนับอนุภาคที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1.5ไมโครเมตร

6. การควบคุมจุลินทรีย์ หมายถึง การควบคุมคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา หากมี
เชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่ นอกจากจะทำให้เกิดเสียหายนแล้ว เชื้อบางชนิดอาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้
ด้วย เพื่อป้องกันการสูญเสียของผลิตภัณฑ์และเพื่อเป็นการป้องกันผู้บริโภคอ้างอิง ตามมาตรฐาน
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง (มอก. 152 – 2518) “ การทำให้ปลอดเชื้อ ” หมายความว่า ทำ
ให้ผ่านกระบวนการปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ โดยทดสอบตามวิธีในตำราฟาร์มาโคเปียของสหรัฐอเมริกา
ฉบับล่าสุด และฉบับเพิ่มเติมคัดจากราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 111 ตอนพิเศษ 11 ง.
ลงวันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2537การตรวจวิเคราะห์เพื่อเฝ้าระวังคุณภาพด้านจุลชีววิทยาของ
ผลิตภัณฑ์ที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง ปัจจุบันเกณฑ์คุณสมบัติด้านจุลชีววิทยาตามประกาศกระทรวง
สาธารณสุข ฉบับที่ 40 มีการปรับให้ สอดคล้องกับกฎระเบียบและรองรับเกณฑ์มาตรฐานตามข้อตกลง
ของ ASEAN Cosmetic Harmonization จึงต้องมีการส่งเสริมความรู้ด้านการตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์
ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ให้แก่หน่วย งานเอกชน ซึ่งประกอบด้วย โรงงานผู้ผลิต และ
บริษัทผู้รับตรวจวิเคราะห์ เพื่อให้สามารถควบคุมผลิตภัณฑ์ได้ และมีการวิเคราะห์ที่ถูกต้องไปในแนว
เดียวกันกรณีมีห้องตรวจสอบความปราศจากเชื้อให้ใช้ชุดปฏิบัติงานที่เหมาะสมและผ่านกระบวนการ
ทำให้ปราศจากเชื้อ หรือเครื่องมือและอุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์ ต้องมีจำนวนเพียงพอและความถูกต้อง
แม่นยำเหมาะสมกับวิธีทดสอบตำรับเครื่องสำอางที่ผลิต มีบันทึกแสดงชื่อ ชนิด ชื่อผู้ผลิต หมายเลข

เครื่อง วันเดือนปีที่ซื้อของ เครื่องมือ ตลอดจนวันเดือนปีที่มีการสอบเทียบ การซ่อมแซมและการปรับปรุงรักษา รวมทั้งสารเคมี อาหารเลี้ยงเชื้อ สารมาตรฐาน มีบันทึกซึ่งแสดงชื่อสาร ผู้ผลิต รุ่นที่ผลิต วันที่รับ วันสิ้นอายุ(ถ้ามี) วันที่เปิดใช้ครั้งแรก ลายมือชื่อผู้รับผิดชอบในการรับและเปิดใช้ครั้งแรก หรือต้องมีใบอนุญาตในการผลิตเชื้อโรคและพิษจากสัตว์ ด้านการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ จำเป็นต้องมีวิธีการเตรียมเป็นลายลักษณ์อักษรและมีบันทึกการเตรียมซึ่งแสดงรายละเอียดต่างๆเช่น ชื่อ ครั้ง วันที่ ปริมาณของอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ วันที่ปราศจากเชื้อ รวมทั้งลายมือชื่อผู้รับผิดชอบในการทำ ให้ปราศจากเชื้อ และการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อต้องมีการตรวจสอบความเหมาะสมของอาหารเลี้ยงเชื้อ ทุก lot ในโรงงานหรือห้องปฏิบัติการที่เชื่อถือได้ เช่น หน่วยงานของรัฐมหาวิทยาลัย ในห้องปฏิบัติการ ที่ได้รับรอง ISO/IEC 17025 ได้มีการกำหนดไว้ว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อ ตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัมยีสต์และรา น้อยกว่า 100(yeast and mold) ปริซึมปีดีฟ โคลิฟอร์ม น้อยกว่า 30(Presumptive Coliform) ฟีคัลโคไลไม่พบ (Faecal Coli)

7. ความคงสภาพ หมายถึง การทดสอบความคงสภาพของแผ่นขับหน้ามันจากไคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้ง (STABILITY TEST) ที่อุณหภูมิห้อง นาน 1 เดือนโดยต้องมีความงาม นำใช้ และมีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 ของค่าตามฉลาก (LABL AMOUNT) อ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องสำอาง : ข้อกำหนดทั่วไป (มอก. 152-2539)การทดสอบด้านคงสภาพของผลิตภัณฑ์ (Stability test) เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องทำการทดสอบ เพราะว่าผลิตภัณฑ์ที่ดีเมื่อผลิตเสร็จใหม่ ๆ ภายหลังการเก็บไว้นานหรืออยู่ในท้องตลาดก่อนถึงมือผู้ใช้ อาจถูกกระทบกระเทือนโดยปัจจัยต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ การส่งแสง เป็นต้น เหล่านี้มีผลต่อการคงสภาพของอิมัลชันทั้งสิ้น อาจทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเปลี่ยนไปจากเดิม เช่น การตกตะกอนหรือแยกชั้น การเปลี่ยนแปลงสี กลิ่น การแห้งของเนื้อครีม การเสื่อมหรือการแตกตัวของภาชนะบรรจุ ตลอดจนการเสื่อมเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ปะปนมา เป็นต้น ทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นไม่เป็นที่ยอมรับกัน หรือหมดความเชื่อถือต่อผู้บริโภคปกติการดูผลด้านความคงสภาพของผลิตภัณฑ์ มักมีการเก็บผลิตภัณฑ์ไว้บนชั้น (Shelf Life Test) ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อสัมผัสสภาวะภูมิอากาศที่เปลี่ยนตามฤดูกาล ซึ่งต่อใช้เวลาเป็นปีหรือสองปี ทำให้สะดวกต่อการนำออกจำหน่าย จึงมีการทดสอบแบบเร่ง (Accelerated Test) หรือการทดสอบแบบย่น (Tortured Test) เพื่อระยะเวลาในการทดสอบให้เร็วขึ้น โดยการสร้างสถานการณ์เลียนแบบโอกาสที่ผลิตภัณฑ์อิมัลชันจะละลายตัวไป เช่น การทดสอบความคงสภาพต่ออุณหภูมิ ความคงสภาพต่อแสง ความคงสภาพต่อการรวมตัว เป็นต้น จะได้กล่าวถึงในท้ายคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอิมัลชันที่ควรนำมาประเมินคือ ความหนืดและคุณสมบัติการไหล ขนาดและการกระจายขนาดของอนุภาค การสูญเสียและสารละลายออกจากผลิตภัณฑ์ การเปลี่ยนแปลงของ Phase Volume Ratioพีเอช ความเนียน การแยกชั้น การปนเปื้อน ความคงตัวของตัวยาสำคัญและการปรับปรุงแต่งในผลิตภัณฑ์

8. การต้านแรงดึง (Tensile Strength) หมายถึง คุณสมบัติของแผ่นซับหน้ามันจากไคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้ง ที่จะต้านแรงดึงเป็นนิวตัน ที่กระทำกับปลายด้านใดด้านหนึ่งของชิ้นทดสอบที่มีความกว้างคงที่จนขาด ในภาวะทดสอบที่กำหนดอ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระดาษเช็ดหน้า (มอก.215-2520) เครื่องมือทดสอบการต้านแรงดึงประกอบด้วย ที่ยึด 2 ตัวมีผิวหน้าสำหรับยึดอยู่ในแนวระดับเดียวกันและขนานกับแรงที่กระทำและตั้งตรงเพื่อยึดชิ้นทดสอบของที่ยึดทั้งสองอยู่ห่างกัน 100.5 มิลลิเมตร ส่วนที่ใช้เพิ่มน้ำหนักจะเพิ่มอย่างสม่ำเสมอจนกระทั่งแผ่นทดสอบขาด สเกลและส่วนประกอบที่ใช้ในการอ่านน้ำหนักของการต้านแรงดึงการปรับตั้งเครื่องมือ ตรวจสอบความสะอาดของเครื่องมือ ปรับระดับอย่างละเอียดตรวจสอบส่วนที่เคลื่อนที่ต่างๆเพื่อให้ส่วนเหล่านั้นเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ตรวจสอบสเกลที่อ่านค่าด้วยตุ้มน้ำหนักชิ้นทดสอบ ตัดชิ้นทดสอบอย่างน้อย 20 แผ่น ตามแนวนานเครื่องให้ได้ขอบเรียบและขนานกันมีความกว้าง 150.1 มิลลิเมตร และยาวประมาณ 200 มิลลิเมตร วิธีทดสอบ จับปลายทั้งสองของชิ้นทดสอบสัมผัสกับผิวน้ำอย่างสม่ำเสมอตามความกว้างช่วงความยาวของชิ้นทดสอบประมาณ 25 ถึง 38 มิลลิเมตรนำชิ้นทดสอบเข้าเครื่องทดสอบการต้านแรงดึงโดยให้ที่ยึดทั้ง 2 ตัว ยึดปลายชิ้นทดสอบที่แห้งไว้แล้วหาค่าการต้านแรงดึง

9. น้ำหนักมาตรฐาน หมายถึง น้ำหนักของแผ่นซับหน้ามันจากไคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้ง เป็นกรัมต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร (TAPPI T231 cm – 98)

10. ปริมาณเถ้า (Ash content) หมายถึง ปริมาณส่วนที่เหลือของแผ่นซับหน้ามันจากไคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้งภายหลังการเผาไหม้โดยสมบูรณ์ ในการทดสอบที่กำหนด ที่เป็นร้อยละของน้ำหนักกระดาษขอบแห้งอ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระดาษเช็ดหน้า(มอก.215-2520)

เนื่องจากในปัจจุบันนี้มีการทำแผ่นซับหน้ามันขึ้นใช้เองภายในประเทศแต่ยังไม่ได้มีการกำหนดคุณภาพของแผ่นซับหน้ามันให้เป็นที่แน่นอน และเหมาะสม ประกอบกับแผ่นซับหน้ามันเป็นเครื่องอุปโภคประเภทหนึ่งที่ประชาชนใช้เป็นประจำโดยเฉพาะกลุ่มวัยรุ่นดังนั้นเพื่อพิทักษ์ประโยชน์ผู้บริโภค และส่งเสริมอุตสาหกรรมการผลิตแผ่นซับหน้ามันจึงเห็นสมควรกำหนดมาตรฐานแผ่นซับหน้ามันที่มีประสิทธิภาพให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดดังตาราง 8

ตาราง 8 เกณฑ์ประสิทธิภาพสำหรับการผลิตแผ่นซับน้ำมันที่สกัดจากเปลือกกุ้ง

คุณลักษณะที่ประเมิน	มาตรฐานที่ใช้อ้างอิง	หลักการและเหตุผล
1. การดูดซับน้ำมัน	อ้างอิงตามมาตรฐาน (ISO 534)	เป็นวิธีการที่สามารถทดสอบยืนยันได้ชัดเจนเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวก
2. ความปลอดภัย	อ้างอิงตามมาตรฐานอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง : ข้อกำหนดทั่วไป (มอก. 152-2539)	แผ่นซับน้ำมันจัดอยู่ในประเภทเครื่องสำอางทั่วไปซึ่งไม่มีเลขทะเบียนในกรอบอย.แต่มีข้อกำหนดในการผลิตหรือนำเข้าอ้างอิงตาม (มอก.152-2539) เป็นเกณฑ์สำหรับทดสอบและประเมินด้านความปลอดภัย
3. ความเป็นกรด-ด่าง	อ้างอิงตามมาตรฐานอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง : แชมพู (มอก.162ข้อ 10.2.5)	เนื่องจาก (มอก.162ข้อ 10.2.5) มีวิธีการทดสอบและประเมินค่าความเป็นกรด-ด่าง อย่างชัดเจนและและระบุชุมชนบริเวณศีรษะมีค่าค่าใกล้เคียงกับผิวหนังบริเวณใบหน้า จึงใช้เป็นเกณฑ์อ้างอิง
4. ความระคายเคือง	อ้างอิงตามมาตรฐานอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง ครีมและโลชั่นล้างหน้า	เนื่องจากแผ่นซับน้ำมันเป็นส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์ที่ใช้กับผิวหนังจึงอ้างอิงตาม (มอก. 477-2526) ภาคผนวก ข. ข้อ 1 เป็นเกณฑ์สำหรับทดสอบและประเมินด้านความระคายเคือง พิจารณาด้วยการคำนวณพื้นที่จุด
5. ความสะอาด	อ้างอิงตามมาตรฐานการผลิตผลิตภัณฑ์เวชภัณฑ์ (มอก.152 – 2518)	รณับจำนวนจุดสกปรกเนื่องจากมีลักษณะทางกายภาพคล้ายคลึงกันจึงอ้างอิงตาม (มอก.152 – 2518)

ตาราง 8 (ต่อ)

คุณลักษณะที่ประเมิน	มาตรฐานที่ใช้อ้างอิง	หลักการและเหตุผล
6. การควบคุมจุลินทรีย์	อ้างอิง ตามมาตรฐาน (มอก.152 – 2518)	เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์กระดาษเช็ดหน้า: ผิวหน้าโดยตรง และจุลินทรีย์หลายชนิดเป็นสาเหตุของโรคผิวหนังโดยเฉพาะผิวหนังจึงต้องควบคุมจุลินทรีย์ในการผลิตอ้างอิงตาม(มอก.152 – 2518)
7. ความคงสภาพ	อ้างอิง ตามมาตรฐาน (มอก.152-2539)	ทำการทดสอบความคงสภาพที่อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง : คุณหมื่นห้องนาน 1 เดือนโดยต้องมีความชื้นกำหนดทั่วไป (มอก. 152-2539) งานนำใช้และมีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่าร้อยละ 90ของค่าตามฉลาก
8. การต้านแรงดึง	อ้างอิง ตามมาตรฐาน (มอก.215-2520)	คุณสมบัติของกระดาษที่จะต้านแรงดึงผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระดาษเช็ดหน้า : เป็นนิวตัน ที่กระทำที่ปลาย ด้านใดด้านหนึ่งของชิ้นทดสอบ ที่มีความกว้างคงที่จนขาดในภาวะทดสอบที่กำหนด
9. น้ำหนักมาตรฐาน	อ้างอิง ตามมาตรฐาน (มอก.215-2520)	น้ำหนักกระดาษของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระดาษเช็ดหน้า : เป็นกรัมต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร
10. ปริมาณเถ้า	อ้างอิง ตามมาตรฐาน (มอก.215-2520)	การหาปริมาณเถ้าสามารถทำให้ทราบถึงผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระดาษเช็ดหน้า(มอก.215-2520) ปริมาณความชื้นและปริมาณสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รัตนารุจิรวนิช(2544:8)ได้ศึกษาการเตรียมแผ่นฟิล์มของพอลิเมอร์ผสมระหว่างไคโตซานและไฟโบรอินจากเส้นใยไหมที่มีอัตราส่วนของไคโตซานและไฟโบรอินต่างๆ กันโดยการขึ้นรูปจากสารละลายกอลลูตารัลดีไฮด์เป็นสารที่ก่อให้เกิดการเชื่อมโยงที่เติมลงในพอลิเมอร์ผสมเพื่อทำให้เกิดโครงสร้างแบบร่างแหภายในแผ่นฟิล์ม โดยศึกษาผลของอัตราส่วนในการผสมของไคโตซานและไฟโบรอินที่มีต่อสมบัติทางกล สมบัติการบวมตัวในสารละลาย และสมบัติในการควบคุมการปลดปล่อยยาออกจากแผ่นฟิล์ม จากผลการวิเคราะห์สเปกตรัมที่ได้จากฟูเรียร์ทรานสฟอร์มสเปกโตรโฟโตมิเตอร์พบว่าพันธะไฮโดรเจนเกิดขึ้นระหว่างไคโตซานและไฟโบรอิน สำหรับสมบัติการบวมตัวของแผ่นฟิล์มของพอลิเมอร์ผสม พบว่า ค่าการบวมตัวแผ่นฟิล์มของพอลิเมอร์ผสมมีค่าสูงสุดเมื่อมีปริมาณไคโตซานในแผ่นฟิล์มร้อยละ 80 นอกจากนี้การเติมสารก่อการเชื่อมโยงในแผ่นฟิล์มพอลิเมอร์ผสมทำให้แผ่นฟิล์มสามารถคงรูปร่างไว้ได้เมื่ออยู่ในสารละลายที่มีค่าพีเอชเป็นกรด

บรมพล รัตโรจน์และ รัตนันที วิโรจน์ฤทธิ์(2544:8-32)พบว่าเยื่อแผ่นไคโตซานเตรียมได้จากสารละลาย 1% ไคโตซานในสารละลาย 1% กรดอะซิติก ที่อุณหภูมิและความดันปกติ ขึ้นรูปด้วยการเทลงในแม่พิมพ์พลาสติก อบที่อุณหภูมิ $37 \pm 1^\circ\text{C}$ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วล้างด้วยสารละลาย 5% โซเดียมไฮดรอกไซด์ และน้ำกลั่น ตามลำดับ จะได้เยื่อแผ่นไคโตซานตามต้องการ แล้วนำไปทดสอบสมบัติต่างๆ ได้แก่ วัดค่า Tensile Strength, การแพร่ผ่านของก๊าซออกซิเจน, การซึมผ่านของสารละลายที่มีขนาดโมเลกุลแตกต่างกัน ทั้งแบบที่ใช้ความดัน (Permeability) และไม่ใช่ความดัน (Dialysis) พบว่า เยื่อแผ่นที่มีความหนา 0.032 mm มีสมบัติเหมาะสม ที่จะเตรียมเป็นเยื่อแผ่นมากกว่าเยื่อแผ่นที่มีความหนา 0.050 mm และได้ทำการปรับปรุงสมบัติของเยื่อแผ่นด้วยการ ทำเยื่อแผ่นขึ้นมา 2 ชนิด คือ เยื่อแผ่นไคโตซาน Crosslink ด้วยสารละลาย 0.5% Glutaraldehyde และ เยื่อแผ่นไคโตซานที่ Crosslink ด้วยสารละลาย 0.5% Glutaraldehyde ผสม 0.05% ZnSO_4 หลังจากนำไปทดสอบสมบัติต่างๆ พบว่า เยื่อแผ่นทั้ง 2 ชนิดนี้ มีความบาง และมีความแข็งแรงมากขึ้น มีสมบัติในการคัดแยกดีขึ้น คือ มี Molecular Weight Cutoff น้อยกว่า 48,000 g/mol ซึ่งเยื่อแผ่นที่ไม่ได้ทำการ Crosslink จะมี Molecular Weight Cutoff มากกว่า 66,000 g/mol โดยที่การผสม 0.05 % ZnSO_4 ไม่ช่วยให้คุณสมบัติ ในการคัดแยกเปลี่ยนไป และจากการทดสอบการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน พบว่า ความหนาของเยื่อแผ่นมีผลต่อการซึมผ่าน ของก๊าซออกซิเจน คือ ก๊าซออกซิเจนจะสามารถซึมผ่านเยื่อแผ่นที่มีขนาดบางได้ดีกว่าเยื่อแผ่นที่มีขนาดหนา ตามต้องการ แล้วนำไปทดสอบสมบัติต่างๆ ได้แก่ วัดค่า Tensile Strength, การแพร่ผ่านของก๊าซออกซิเจน, การซึมผ่านของสารละลายที่มีขนาดโมเลกุลแตกต่างกัน ทั้งแบบที่ใช้ความดัน (Permeability) และไม่ใช่ความดัน (Dialysis) พบว่า เยื่อแผ่นที่มีความหนา 0.032 mm มีสมบัติเหมาะสม ที่จะเตรียมเป็นเยื่อแผ่นมากกว่าเยื่อแผ่นที่มีความหนา 0.050

mm และได้ทำการปรับปรุงสมบัติของเยื่อแผ่นด้วยการ ทำเยื่อแผ่นขึ้นมา 2 ชนิด คือ เยื่อแผ่นไคโตซาน Crosslink ด้วยสารละลาย 0.5% Glutaraldehyde และ เยื่อแผ่นไคโตซานที่ Crosslink ด้วยสารละลาย 0.5% Glutaraldehyde ผสม 0.05% ZnSO_4 หลังจากนำไปทดสอบสมบัติต่างๆ พบว่า เยื่อแผ่นทั้ง 2 ชนิดนี้ มีความบาง และมีความแข็งแรงมากขึ้น มีสมบัติในการคัดแยกดีขึ้น คือ มี Molecular Weight Cutoff น้อยกว่า 48,000 g/mol ซึ่งเยื่อแผ่นที่ไม่ได้ทำการ Crosslink จะมี Molecular Weight Cutoff มากกว่า 66,000 g/mol โดยที่การผสม 0.05 % ZnSO_4 ไม่ช่วยให้คุณสมบัติ ในการคัดแยกเปลี่ยนไป และจากการทดสอบการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน พบว่า ความหนาของเยื่อแผ่นมีผลต่อการซึมผ่าน ของก๊าซออกซิเจน คือ ก๊าซออกซิเจนจะสามารถซึมผ่านเยื่อแผ่นที่มีขนาดบางได้ดีกว่าเยื่อแผ่นที่มีขนาดหนา

วรารุณี พุทธิให้. (2549 :11-26) ได้ทำการดัดแปลงพื้นผิวของฟิล์มไคโตซานโดยการนำฟิล์มมาแช่ลงในรีเอเจนต์ที่ประกอบด้วยอนุพันธ์ของกรดคาร์บอกซิลิกได้แก่ แอซิดคลอไรด์ และ แอซิดแอนไฮไดรด์ ใช้เทคนิคเอทีอาร์ไออาร์และเอ็กซ์เรย์โฟโตอิเล็กตรอนสเปกโตรสโกปี (เอ็กซ์พีเอส) ในการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของพื้นผิวฟิล์ม และเมื่อทดสอบความไม่ชอบน้ำของพื้นผิวฟิล์มซึ่งวิเคราะห์โดยวิธีวัดมุมสัมผัสระหว่างอากาศและน้ำนั้น ค่าความไม่ชอบน้ำของพื้นผิวฟิล์มมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อนำหมู่สะเตียโรอิลมาติดที่ไคโตซาน แต่เมื่อทำปฏิกิริยากับซัลฟอนิกแอนไฮไดรด์หรือทาลิกแอนไฮไดรด์พบว่า ค่าความไม่ชอบน้ำมีค่าลดลง นอกจากนี้ยังได้ทำการทดสอบการดูดซับโปรตีนบนตัวอย่างฟิล์มที่ถูกดัดแปลงแล้ว โดยใช้วิธีไบซินโคไนติกแอซิดแอสเซนในการวิเคราะห์หาปริมาณของโปรตีน และพบว่าปริมาณโปรตีนที่ถูกดูดซับบนฟิล์มนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของโมเลกุลที่ติดอยู่ด้วย

พิมพ์วิภา ไพ ภิรมานนท์และ อรณัฐ คมขำ.(2549:2-3)มีแนวคิดที่จะผลิตแผ่นฟิล์มไคโตซาน ซึ่งเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมาใช้ทดแทน แต่มีราคาสูง จึงมีแนวคิดที่จะผลิตแผ่นฟิล์มไคโตซาน-อะไมโลส ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายคลึงกัน สามารถใช้ในการถนอมอาหาร ย่อยสลายได้ง่าย และสามารถรับประทานได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย โดยการนำไคโตซานบริสุทธิ์ผสมกับแป้ง 3 ชนิด คือ แป้งข้าวโพด แป้งข้าวเหนียว และแป้งมันสำปะหลัง แล้วนำไปทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ โดยดูความหนา ความสามารถในการบวมน้ำ และลักษณะพื้นผิว และทดสอบความสามารถในการถนอมอาหารโดยการนำไปห่อขนมปัง พบว่า แผ่นฟิล์มไคโตซาน-แป้งข้าวโพด มีความหนาน้อยที่สุดและมีความสามารถในการถนอมอาหารดีที่สุด ส่วนความสามารถในการบวมน้ำของแผ่นฟิล์มแต่ละชนิดจะใกล้เคียงกัน จากนั้นจึงเพิ่มความยืดหยุ่นของแผ่นฟิล์มไคโตซาน-แป้งข้าวโพด โดยการเติม PVA ลงไป นำไปทดสอบความสามารถในการถนอมอาหาร พบว่า แผ่นฟิล์มไคโตซาน-แป้งข้าวโพด-PVA มีความสามารถในการถนอมอาหารใกล้เคียงกับแผ่นฟิล์มไคโตซาน-แป้งข้าวโพด

พงศกร ไพศาลศุภชัย.(2549:14-22)พบว่าเจลล้างมือที่เตรียมได้จากไคโตซานปลาหมึกที่ความเข้มข้น 3% ให้คุณสมบัติด้านต่างๆของเจลที่ดี รวมทั้งมีความคงตัวมากที่สุดสำหรับเจลล้างมือไคโตซานที่ดีที่สุดประกอบด้วย 3% Chitosan Solution 29.5 กรัม, 95% Alcohol 53 กรัม, น้ำ 7.5 กรัม, 5% Chlorhexidine diacetate 10 กรัม และน้ำหอม 5 หยด ส่วนผลการทดสอบคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อ *Staphylococcus aureus*. Strain ATCC 6538 P พบว่าเจลล้างมือจากไคโตซานที่มีการเติมสารฆ่าเชื้อคลอเฮกซิดีนไดอะซีเตตมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคได้ดียิ่งขึ้น ส่วนการทดสอบหาปริมาณน้ำที่สูญเสียจากผิวหนังพบว่า เจลล้างมือจากไคโตซานสามารถลดการสูญเสียน้ำออกจากผิวหนังได้ดี จึงลดผลของแอลกอฮอล์ที่ทำให้ผิวหนังแห้งได้ เจลล้างมือจากไคโตซานที่เตรียมขึ้นมีลักษณะต่างๆ ของเจลที่ดี และ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังมีความคงตัวดีและคงความชุ่มชื้นของผิวได้ดี ส่วนเม็ดปิดมีความเป็นเนื้อเดียวกัน สามารถแตกกระจายได้เมื่อถูในฝ่ามือ

กมลวรรณ วงศ์วรอำพน.(2545:บทคัดย่อ) พบว่าเปลือกแคปซูลไคโตซาน-แป้งที่มีลักษณะและคุณสมบัติทางกายภาพที่เหมาะสมที่สุดคือ เปลือกแคปซูลที่ผลิตได้จากสารผสมของ 2 % w/v ของไคโตซานในกรดอะซิติกผสมกับ 15 % w/v ของแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วน 70 ต่อ 30 วิธีการผลิตที่เหมาะสมคือการจุ่มในสารผสมไคโตซาน-แป้งและทำให้เกิดเป็นเจลโดยการจุ่มลงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 0.5 นอร์มอลและใช้เวลาในการจุ่มรอบละ 2 นาที ทำการจุ่มซ้ำ 4 รอบ แล้วนำมาทำให้แห้งโดยทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมงและอบต่อที่ อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที สารหล่อลื่นที่เหมาะสมต่อการถอดเปลือกแคปซูลออกจากแบบพิมพ์คือ เซติลแอลกอฮอล์ ผลการเปรียบเทียบกับเปลือกแคปซูลเจลลาตินที่จำหน่ายในท้องตลาดพบว่า เปลือกแคปซูลจากสารผสมมีความเปราะและความชื้นต่ำกว่า แต่มีความหนามากกว่า การแตกตัวของเปลือกแคปซูลที่ได้มีค่ามากกว่า 1 ชั่วโมงจึงน่าจะเหมาะสมต่อการนำมาใช้ในการควบคุมการปลดปล่อยของตัวยา

พิเชษฐ พิพัฒน์สมุทรและคณะ.(2545:8-16)ได้ศึกษาการตั้งตำรับเภสัชภัณฑ์สมุนไพรรูปแบบใหม่เพื่อใช้ในการรักษาแผลร้อนใน โดยต้องการเภสัชภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี, มีประสิทธิภาพ, มีความปลอดภัย, มีความคงสภาพดี, มีต้นทุนไม่แพง และ ใช้วัตถุดิบที่ผลิตได้เองภายในประเทศ ปัจจัยที่ต้องการศึกษาคือ ผลของชนิดของไคโตซานและชนิดของกรดที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย รวมทั้งความเข้มข้นของสารสกัดจากขมิ้นต่อคุณภาพของฟิล์มที่เตรียมได้โดยพิจารณาถึง ลักษณะภายนอกและความสม่ำเสมอของฟิล์ม, สมบัติการดูดและพองตัว, สมบัติการยึดติดของฟิล์ม ตลอดจนไปถึงผลการนำไปใช้จริงในอาสาสมัครจากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่าตำรับที่เหมาะสมที่สุดต่อการเตรียมฟิล์มเปล่าประกอบด้วย 1.5% ไคโตซานจากกุ้ง, 0.5% ไคโตซานจากปลาหมึกละลายใน 1% กรดอะซิติก 70 มิลลิลิตร และ 1% กรดแล็กติก 30 มิลลิลิตร ผลการศึกษาทางคลินิกพอจะสรุปได้ว่ามีความเป็นไปได้สูงที่จะนำ ฟิล์มไคโตซานมาใช้ในการรักษาแผลร้อนในโดยมีสมบัติเด่นในการปกป้อง

แผ่น แผ่นฟิล์มแต่ละชนิดจะใกล้เคียงกัน จากนั้นจึงเพิ่มความยืดหยุ่นของแผ่นฟิล์มไคโตซานแบ่งข้าวโพด โดยการเติม PVA ลงไป นำไปทดสอบความสามารถในการถนอมอาหาร พบว่า แผ่นฟิล์มไคโตซาน-แบ่งข้าวโพด-PVA มีความสามารถในการถนอมอาหารใกล้เคียงกับแผ่นฟิล์มไคโตซานแบ่งข้าวโพด

ณัฐภรณ์ บุญเฉลียว ; วรรรณพัทธน์ อาจนรงค์กร. (2549 :18-36) ได้ศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับฟอสเฟตโดยนำไคโตซานมาละลายใน 0.167 M CH_3COOH แล้วนำมาหยดลงใน 0.2 M NaOH จะได้เม็ดบีดส์ที่มีขนาดประมาณ 2 mm. โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุด คือ เม็ดบีดส์ไคโตซานที่ไม่ได้ทำ Cross - Link เม็ดบีดส์ไคโตซานที่ทำ Cross - Link และ เม็ดบีดส์ไคโตซานที่ทำ Cross - Link กับ Benzaldehyde เมื่อได้เม็ดบีดส์ทั้ง 3 ชุดแล้วจึงนำมาดูดซับฟอสเฟตใน 4 ppm. KH_2PO_4 พบว่าเมื่อนำเม็ดบีดส์ทั้งสามชนิดมาดูดซับฟอสเฟต แล้วนำมาตรวจสอบการดูดซับฟอสเฟต ผลปรากฏว่า ประสิทธิภาพในการดูดซับฟอสเฟตของเม็ดบีดส์ที่ไม่ได้ทำ Cross-Link และเม็ดบีดส์ที่ทำ Cross - Link ด้วย Glutardialdehyde มีผลได้ไม่ดี แต่สำหรับเม็ดบีดส์ที่ทำ Cross - Link ด้วย Glutardialdehyde กับ benzaldehyde มีประสิทธิภาพ ในการดูดซับฟอสเฟตได้ดีกว่าเม็ดบีดส์ทั้งสองชนิด

สุพจิต สุขกันตะ. (2549:78-92) ได้ศึกษาการใช้เศษเหลือจากอุตสาหกรรมกุ้งกุลาดำแช่แข็ง ไปเป็นวัตถุดิบในการผลิต แผ่นฟิล์มยืดชีวภาพที่สามารถย่อยสลายได้ โดยทำการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของไคโตซานที่ผลิตได้ ศึกษาการละลายของไคโตซานในกรดอินทรีย์ 3 ชนิด คือ กรดแลคติก โพรพิโอนิก และซิตริก รวมถึงการนำ สารละลายไคโตซานที่ได้ไปผลิตเป็นแผ่นฟิล์มไคโตซาน-เจลาติน ทำการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพ และทางกล ของแผ่นฟิล์มให้ได้มาตรฐานโดยการเติม พลาสติไซเซอร์ 2 ชนิด คือ กลีเซอรอล และซอร์บิทอล เพื่อให้ได้แผ่นฟิล์ม ไคโตซานที่มีคุณสมบัติดี ผลจากการทดลองพบว่า ไคโตซานที่ผลิตได้ในห้องปฏิบัติการ มีค่าความชื้นร้อยละ 6.85 ปริมาณโปรตีนร้อยละ 6.34 ไขมันร้อยละ 0.1 เถ้าร้อยละ 0.25 ระดับการกำจัดหมู่อะซิดิลร้อยละ 86.7 และค่าความหนืด 230 เซนติพอยส์ ซึ่งมีคุณภาพใกล้เคียงกับไคโตซานที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ในการนำไคโตซานที่ผลิตได้นี้ไปทดลองผลิตเป็นแผ่นฟิล์มชีวภาพ ได้ทำการคัดเลือกปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อ คุณสมบัติของฟิล์ม เช่น ปริมาณไคโตซาน ชนิดและความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ ปริมาตรของสารละลาย ไคโต ซาน อัตราส่วนของเจลาติน รวมถึงชนิดและปริมาณของพลาสติไซเซอร์ที่เหมาะสม พบว่าฟิล์มขนาด 20 x 25 ซม.2 ที่เตรียมจากสารละลายไคโตซาน-เจลาติน ร้อยละ 1 (อัตราส่วนหนึ่งต่อหนึ่ง) ในกรดโพรพิโอนิกเข้มข้นร้อยละ 5 ปริมาตร 150 มล และมีส่วนผสมของกลีเซอรอล ร้อยละ 0.5 ให้คุณสมบัติของแผ่นฟิล์มดีที่สุด โดยมีคุณสมบัติ ดังนี้ ค่าการต้านแรงดึง 70.385 นิวตัน/ มม.2 ค่าการยืดตัวเมื่อขาด 13.463 มม/ มม การต้านแรงฉีกขาดเท่ากับ 616.7 มิลลินิวตัน น้ำหนัก 2.243 มก/ แผ่น ความหนา 0.032 มม และมีค่าการซึมผ่านไอน้ำ 0.1667×10^{-3} กรัม มม/ มม.2 ชั่วโมง มม พรอท แผ่นฟิล์มชีวภาพจากไคโตซานที่ผลิตได้นี้ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับแง่คุณสมบัติเชิงกลกับแผ่นฟิล์มที่ผลิต จาก

โพลีเอธิลีนที่ขายทั่วไปตามท้องตลาด พบว่าแผ่นฟิล์มไคโตซานที่ผลิตขึ้นได้ใหม่มีค่าการต้านแรงดึงและการต้านแรงฉีกขาดที่สูงกว่าแผ่นฟิล์มโพลีเอธิลีน แต่มีค่าการยืดตัวเมื่อขาดและค่าการซึมผ่านไอน้ำต่ำกว่าแผ่นฟิล์มโพลีเอธิลีน

อัญชลี อินตรา. (2546:บทคัดย่อ) การเตรียมเยื่อแผ่นไคโตซานคอมโพสิตเพื่อใช้เป็นเยื่อแผ่นแลกเปลี่ยนโปรตอนในเซลล์เชื้อเพลิง โดยมีการเชื่อมขวางด้วยกรดซัลฟิวริก การเติมเกลือลิเทียมไนเตรตและลิเทียมแอสเทต การเติมเอทิลีนคาร์บอเนต และการโดปด้วยกรดซัลฟิวริกพบว่า เยื่อแผ่นมีสมบัติที่ดีกว่า Nafion ในด้านค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออน ค่าการซึมผ่านของแก๊สไฮโดรเจน และความสามารถทนต่อแรงดึง สำหรับสมบัติที่ยังต้องมีการปรับปรุงต่อไป ได้แก่ ค่าร้อยละการบวมตัวของเยื่อแผ่นที่มีค่าน้อยลงภายหลังการปรับปรุงแต่ยังคงมีค่าสูง ค่าการนำโปรตอนสูงขึ้นแต่ยังน้อยกว่า Nafion จากการศึกษาพบว่าปริมาณของเกลือลิเทียมร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก และความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริกที่ใช้เชื่อมขวางเท่ากับร้อยละ 2 หรือ 4 เป็นปริมาณที่เหมาะสมในการปรับปรุงเยื่อแผ่น สามารถทำนายกลไกการเคลื่อนที่ของโปรตอนว่า เคลื่อนที่ในรูปของไฮโดรเนียมโดยการเคลื่อนที่ไปตามหมู่ซัลเฟตในเยื่อแผ่นที่เชื่อมขวางมีประสิทธิภาพมากกว่าการเคลื่อนที่ผ่านหมู่อะมิโนในเยื่อแผ่นที่ไม่ได้เชื่อมขวาง การเติมเอทิลีนคาร์บอเนตและเกลือลิเทียมจะช่วยให้สายโซ่มีความยืดหยุ่นมากขึ้น ทำให้การเคลื่อนที่ของไฮโดรเนียมดีขึ้น การโดปด้วยกรดซัลฟิวริกจะทำให้ไฮโดรเนียมผ่านได้ง่ายขึ้นและมากขึ้น เยื่อแผ่นที่มีสมบัติซึ่งเหมาะสมในการนำไปใช้ทดแทน Nafion ได้ คือ 4%crosslinked chitosan + 50%LiNO₃ ซึ่งมีค่าการนำโปรตอนหลังจากโดปเท่ากับ 0.066 ซีเมนส์/เซนติเมตร ในขณะที่ Nafion มีค่าเท่ากับ 0.08 ซีเมนส์/เซนติเมตร

อัทธ สวรรณวงศ์. (2546: 98-132) ได้ทดลองเตรียมไฮโดรเจลที่ประกอบด้วยชั้นของโพลิไวนิลแอลกอฮอล์ (พีวีเอ) และชั้นของไคโตซานโดยการฉายรังสีแกมมาเพื่อใช้เป็นเจลปิดรักษาบาดแผล ชั้นบนของไฮโดรเจลเป็นไคโตซานไฮโดรเจล มีจุดประสงค์เพื่อให้มีความสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ ไฮโดรเจลชั้นล่างเป็นพีวีเอไฮโดรเจล มีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มการดูดซับน้ำ ไฮโดรเจลทั้งสองใช้เทคนิคการแช่แข็งและปล่อยให้ละลายก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาเพื่อช่วยให้โพลิเมอร์ทั้งสองเกิดการครอสลิงค์ดีขึ้น ในการใช้ไฮโดรเจลนี้ปิดรักษาแผลจะใช้ส่วนที่สัมผัสกับแผลเป็นชั้นของไคโตซานไฮโดรเจล ผลการทดลองได้ส่วนประกอบที่เหมาะสมของไฮโดรเจลจากไคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุล 100,000 ดอลตัน มีความเข้มข้นในกรดอะซิติก 1% เป็น 60% และพีวีเอไฮโดรเจลจาก 30% (w/v) พีวีเอในน้ำ ที่ปริมาณรังสี 25 กิโลเกรย์ ไคโตซานและพีวีเอมีความต้านทานแรงกดของไฮโดรเจลรวมเท่ากับ 1.1 นิวตัน โดยไคโตซานมีความเป็นเจลและมีค่าการบวมในน้ำเท่ากับ 38.8% และ 260% ตามลำดับ ส่วนพีวีเอเท่ากับ 81.5% และ 2748% ตามลำดับ ผลการทดสอบการต้านทานการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์โดยวัดจากจำนวนโคโลนีของเชื้อ E.coli, เชื้อ S.aureus และเชื้อ C.albicans ที่

เจริญเติบโตในไฮโดรเจล พบว่าชั้นของไคโตซานมีความสามารถในการต้านทานเชื้อ E.coli, เชื้อ S.aureus และเชื้อ C.albicans ได้ 100% ส่วนชั้นของพีวีเอมีความสามารถในการต้านทานเชื้อ E.coli, เชื้อ S.aureus และเชื้อ C.albicans เท่ากับ 10.61%, 42.45% และ 100% ตามลำดับ ไฮโดรเจลที่เตรียมได้มีความนิ่ม มีความสามารถฆ่าเชื้อโรค และดูดซับของเหลวจากแผลได้ดีมาก ในการวิจัยได้ทำการศึกษาโครงสร้างของไคโตซานไฮโดรเจลโดย FT-IR และพบว่าการเกิดครอสลิงค์ในไคโตซานด้วยรังสีแกมมามีความเป็นไปได้ที่จะเกิดที่หมู่อะเซตตามิโด

ชั้นทอง สุนทรภา. (2547:78-103) ได้ทำการเตรียมไคโตซานจากเปลือกกุ้งมีค่ามวลโมเลกุล 1.4×10^6 [superscript 6] ดอลตัน ค่าร้อยละการกำจัดหมู่แอสีทิล 87.79 ± 1.81 ด้วยวิธี Colloidal titration และความหนืด 904.8 เซนติพอยส์ เพื่อเตรียมเป็นเมมเบรนจากสารละลายไคโตซานเข้มข้นร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนัก ในกรดแอสีติกเข้มข้นร้อยละ 1 การทำให้เมมเบรนแห้งในตู้อบลมร้อนและตู้อบสุญญากาศที่ระยะเวลาต่างๆ ทำให้ได้ลักษณะพื้นฐานแตกต่างกัน ผลการทดสอบการแยกเกลือของเมมเบรนในโมดูลแบบแผ่นและกรอบจากน้ำเกลือสังเคราะห์เข้มข้นร้อยละ 4 โดยน้ำหนัก พบว่า เมมเบรนที่เตรียมโดยใช้ระยะเวลาระเหยตัวทำละลาย 4 ชั่วโมง ในตู้อบสุญญากาศให้ค่าร้อยละการกักกันเกลือสูงสุดเท่ากับ 80.83 ± 4 ให้ฟลักซ์ 0.08 ± 0.2 ลิตรต่อตารางเมตรต่อเวลาที่ สมรรถนะของเมมเบรนนี้เหมาะสมในการนำไปใช้บำบัดน้ำล้างเห็ดของเค็มของโรงงานกรณีศึกษาผลการทดสอบเมมเบรนไคโตซานที่เตรียมขึ้นกับน้ำล้างเห็ดของเค็มที่มีความเค็มอยู่ระหว่างร้อยละ 2-2.5 โดยน้ำหนัก พบว่าสามารถแยกเกลือและสารอินทรีย์ได้ โดยให้ค่าร้อยละการกักกันเกลือสูงสุดเท่ากับ 82.93 ± 2.57 ค่าร้อยละการกำจัดซีไอดีสูงสุดเท่ากับ 95.33 ± 0.24 และค่าฟลักซ์สูงสุดเท่ากับ 0.08 ± 0.02 ลิตรต่อตารางเมตรต่อเวลาที่

ลักกมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา. (2553:บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของวิธีการ และอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งที่มีต่อจลนพลศาสตร์การอบแห้งและสมบัติ ของฟิล์มไคโตซาน นอกจากนี้ยังศึกษาระยะเวลาในการเก็บรักษาที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของฟิล์มไคโตซานด้วย โดยทำการ ศึกษาจลนพลศาสตร์การอบแห้งที่สภาวะควบคุมอุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30 องศาเซลเซียส) และ 40 องศาเซลเซียสโดยใช้ เครื่องอบแห้งแบบลมร้อน) และโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบลมร้อน และเครื่องอบแห้งแบบสุญญากาศที่ความดันสัมบูรณ์ 21 กิโลปาสคาล ที่อุณหภูมิ 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นจึงเก็บฟิล์มไคโตซานไว้ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 53% เป็นเวลา 2 และ 7 วัน ก่อนนำไปวิเคราะห์สมบัติของฟิล์ม ซึ่งประกอบด้วย ปริมาณความชื้น ลักษณะปรากฏ ค่าความแข็งแรง เปอร์เซ็นต์ การยืดตัว และค่าการซึมผ่านของไอน้ำ จากผลการทดลองด้านจลนพลศาสตร์การอบแห้งพบว่า อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งมีผลต่ออัตราการลดลงของความชื้นของตัว อย่างที่ผ่านการอบแห้งด้วยวิธีการต่างๆ นอกจากนี้ยังพบว่าผลของการอบแห้งฟิล์มไคโตซานที่สภาวะควบคุม และด้วยเครื่องอบแห้งแบบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ฟิล์มมีปริมาณความชื้น และความหนาต่ำกว่า

ส่วนค่าความแข็งแรง และเปอร์เซ็นต์การยืดตัวสูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับฟิล์มไคโตซานที่อบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบสุญญากาศ ในทางกลับกัน ค่าการซึมผ่านของไอน้ำของฟิล์มไคโตซานมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ทุกสภาวะการอบแห้ง หลังจากเก็บฟิล์มไคโตซาน ไว้ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 53% เป็นเวลา 7 วัน พบว่า สมบัติของฟิล์มไคโตซานซึ่งอบแห้งที่สภาวะควบคุม และด้วยเครื่องอบแห้ง แบบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 80 และ 90 องศาเซลเซียสเปลี่ยนแปลงไปอย่างไม่มีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับฟิล์มไคโตซานที่เก็บ ไว้เป็นเวลา 2 วัน อย่างไรก็ตามจากการศึกษาพบว่า เมื่ออบฟิล์มไคโตซานด้วยเครื่องอบแห้งแบบสุญญากาศ ปริมาณความชื้นและ ขนาดของฟิล์มหลังการเก็บรักษาที่ความชื้นสัมพัทธ์ 53% เป็นเวลา 7 วัน มีค่าต่ำกว่าปริมาณความชื้นและขนาดของฟิล์มหลังจาก เก็บไว้เป็นเวลา 2 วัน ในขณะที่ค่าความแข็งแรง และเปอร์เซ็นต์การยืดตัวเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ค่าการซึมผ่านของไอน้ำของฟิล์มไคโตซานซึ่งอบแห้งภายใต้สภาวะสุญญากาศเปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญในช่วงระยะเวลา ที่กำหนด ดังนั้นเมื่อพิจารณาทั้งในแง่ของสมบัติของฟิล์ม และเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้ง การอบแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส จึงเป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตฟิล์มไคโตซาน

ศิริลักษณ์ หามา ; สุธสา นาคจินดา และ วิภาวรรณ บุรีสา. (2549: บทคัดย่อ) ศึกษาสมบัติของเยื่อแผ่นไคโตซาน พบว่ามีสมบัติในการดูดซับน้ำมันได้ดี และมีสมบัติในการขึ้นรูปที่ดี ทางกลุ่มของข้าพเจ้า จึงได้ทดลองผลิตแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซาน โดยมีขั้นตอนดังนี้การเปลี่ยนเฟสแบบแห้ง (Dry phase inversion) ทดสอบหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างไคโตซานละลายในสารละลายกรดอะซีติก แล้วนำไปขึ้นรูปบนเพลท ผลการทดลองคือ ไคโตซาน 0.03 กรัมละลายในสารละลายกรดอะซีติก 5 ml การเติมพลาสติกไซเซออร์ ได้แก่ เยื่อกระดาษไซ เยื่อกระดาษพืชชนิดบางและชนิดหนา และ PEG (Polyethylene Glycol) ซึ่งจากการทดสอบพบว่า พลาสติกไซเซออร์ ที่เหมาะสมที่สุดคือ เยื่อกระดาษขี้สสาร การผสมพลาสติกไซเซออร์ช่วยเพิ่มคุณภาพ ได้แก่ CaCO_3 ZnO MgCO_3 และ แป้งฝุ่น จากการทดสอบพบว่า CaCO_3 และแป้งฝุ่น ให้ผลดีที่สุด จากขั้นตอนนี้จะทำให้แผ่นซับน้ำมันที่ได้เมื่อใช้แล้วทำให้ผิวหน้าเรียบเนียนเหมือนทาแป้ง ขั้นตอนสุดท้ายคือการทดสอบคุณภาพของแผ่นซับมัน โดยนำมาทดสอบประสิทธิภาพการซับน้ำ น้ำมันและเหงื่อเทียม และทดสอบความพึงพอใจของผู้ใช้ โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์และประมวลผลค่าความพึงพอใจคือโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS-X11.5 พบว่า กระดาษซับน้ำมันสูตรที่ 2 (เยื่อกระดาษขี้สสารผสมกับสารละลายไคโตซาน 0.03 g กรดอะซีติกเข้มข้น 1% โดยปริมาตร จำนวน 5 ml อัตราส่วน 1:2 และแป้งฝุ่น 0.5 g) มีความพึงพอใจของผู้ใช้ในระดับคะแนนเฉลี่ยรวมมากที่สุด

งานวิจัยต่างประเทศ

อะเวอแบค (Averbach.1978:16) รายงานว่าแผ่นฟิล์มไคโตซานสามารถทนต่อแรงดึง 20,000 ปอนด์ / ตารางนิ้ว และสามารถยืดได้ยาวเพิ่มขึ้นร้อยละ 6 และเป็นแผ่นฟิล์มที่มีคุณสมบัติที่สุดสามารถป้องกันการผ่านเข้าออกของน้ำและอากาศได้สมบูรณ์ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการเคลือบผิวผลไม้ได้ดีการหุ้มผลไม้ด้วยฟิล์มของไคโตซานสามารถยืดการสุกและอายุการเก็บรักษาปรากฏในอเมริกามีการใช้หุ้มผลไม้ที่ปลูกเปลือกก่อนการบริโภค

ชาย และ วาน Shieh and Huang (1994:199-205) พัฒนาเยื่อแผ่นพอลิเมอร์ผสมไคโตซานชอบน้ำแบบแน่นโดยละลายพอลิเมอร์ระหว่างไคโตซานกับ N-Methylol Nylon ในสารละลายกรดฟอริกโดยมีฟอर्मัลดีไฮด์เป็นสารเชื่อมขวาง(Crosslinking Agent) เมื่อนำเยื่อแผ่นแบบแน่นที่เตรียมได้มาใช้แยกสารป้อนที่ประกอบด้วยน้ำ 90 wt % ผลที่ได้คือค่าการซึมผ่านเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณไคโตซานมากขึ้น ซึ่งค่าฟลักซ์เท่ากับ 350 g/m และการแยกเท่ากับ 560 เมื่อเยื่อแผ่นประกอบด้วยไคโตซาน 60 wt%

นะวะวี และ วาน (Nawawi and Huang.1997:53-62) ศึกษาการแยกน้ำออกจากสารละลายไอโซโพรพานอลด้วยเยื่อแผ่นไคโตซาน แบบแน่นเปรียบเทียบกับเยื่อแผ่นเชิงประกอบ ซึ่งมีโพลีซัลโฟน (PSf) เป็นชั้นรองรับ โดยใช้ 1-6 Hexamethylene Diisocyanate (HMDI) เป็นสารเชื่อมขวางพบว่าเยื่อแผ่นเชิงประกอบให้ฟลักซ์ดีกว่าเยื่อแผ่นแบบแน่น แต่ให้ค่าการแยกต่ำกว่าเมื่อสารป้อนประกอบด้วยไอโซโพรพานอลสูงกว่า 70 wt%

ลี และ คนะ (Lee et al.1997:103-110) ศึกษาการแยกน้ำออกจากสารละลายแอลกอฮอล์โดยผลิตเยื่อแผ่นโดยการคาส์สารละลายไคโตซานบนชั้นรองรับโพลีอีเทอร์ซัลโฟน (PES) เชื่อมขวางด้วยการแช่ในสารละลายกรดซัลฟูริกจากนั้นวิเคราะห์เยื่อแผ่นด้วย FT-IR พบว่าเมื่อเวลาในการเชื่อมขวางมากขึ้น Wavenumber ของหมู่ Amino I และ Amino II ($1650, 1550 \text{ cm}^{-1}$) ในไคโตซานมีค่าต่ำลง เนื่องจากหมู่อะมิโนในไคโตซานเกิดอันตรกิริยา Coulombic กับซัลเฟตไอออน ดังนั้น $\text{Chitosan-}\overset{\oplus}{\text{N}}\text{H}_3^+\text{SO}_4^- \text{H}_3\overset{\oplus}{\text{N}}\text{-Chitosan}$ ทำให้ความหนาแน่นของประจุมาก ส่งผลต่อการเพิ่มความชอบน้ำ (affinity) ให้กับเยื่อแผ่น ดังการเลือกผ่านน้ำสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับเยื่อแผ่นไคโตซานกับเยื่อแผ่นโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) จากบริษัท GFT พบว่าถ้าเพิ่มอุณหภูมิจาก 80°C เป็น 90°C สายโซ่ของ PVA เคลื่อนไหวได้มากขึ้นทำให้ขนาดของช่องว่างในเยื่อแผ่นที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เป็นเหตุให้ฟลักซ์สูง แต่ค่าการแยกลดลงในขณะที่กระบวนการแยกสารด้วยกระบวนการเพอแวนพอเรชันได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เป็นเหตุให้นักวิจัยหันมาให้ความสำคัญต่อการเลือกโพลีเมอร์ที่เหมาะสมกับการผลิตเป็นเยื่อแผ่นพอลิเมอร์ที่ได้รับความสนใจมากคือ ไคโตซาน เนื่องจากไคโตซานสามารถสกัดมาจากเปลือกของสัตว์ที่มีเปลือกแข็ง เช่น เปลือกของสัตว์จำพวกกุ้ง ปู ซึ่ง

เปลือกของสัตว์เหล่านี้เป็นวัสดุเหลือใช้ ถ้ามีการนำมาสกัดนอกจากจะนำไปใช้ประโยชน์แล้วยังสามารถลดการจัดเก็บวัสดุเหล่านี้ด้วย

วาน และ คณะ (Huang *et al.* 1999:17-30) ได้นำไคโตซานมาผลิตเป็นเยื่อแผ่นและศึกษาการเชื่อมระหว่างเยื่อแผ่นเชิงประกอบไคโตซานที่มีชั้นรองรับเป็นโพลีเอทิลีน แต่ปัญหาที่พบสำหรับเยื่อแผ่นเชิงประกอบนี้คือ การแยกตัวของชั้นทั้งสอง ขณะนำเยื่อแผ่นนี้ไปแยกน้ำออกจากสารละลายแอลกอฮอล์โดยที่สารประกอบประกอบด้วยน้ำมากกว่า 90 wt% จึงมีการเพิ่มความคงตัวของเยื่อแผ่นเชิงประกอบ CS-PSf โดยจุ่มโพลีเอทิลีนในโพลีเมอร์ตัวประสาน (Binding Polymer) 3 ชนิด คือ PVA, PAA และ HEC ก่อนคาสที่ชั้นไคโตซานเพื่อเพิ่มแรงยึดเกาะระหว่างชั้นไคโตซานและชั้นรองรับ จากนั้นเชื่อมขวางด้วย กลูตารอลดีไฮด์ และกรดซัลฟูริกในอะซิโตน เพื่อควบคุมความสามารถในการซึมผ่าน ผลที่ได้ คือ เยื่อแผ่นเชิงประกอบที่มีโพลีเมอร์ตัวประสานจะให้ฟลักซ์สูงกว่านอกจากชนิดของโพลีเมอร์และชนิดของสารเชื่อมขวาง ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเยื่อแผ่นแล้ว วิธีการเชื่อมขวางยังมีผลต่อประสิทธิภาพของเยื่อแผ่นด้วย การเชื่อมขวางสามารถแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ การเชื่อมขวางก่อนการขึ้นรูปเยื่อแผ่น (วิธีการผสม/แช่) และการเชื่อมขวางหลังการขึ้นรูปเยื่อแผ่น (วิธีการแช่)

ชนะชัย และ คณะ (Chanachai *et al.* 1998:24-42) ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่าง CS กับ HEC เพื่อนำมาเตรียมเยื่อแผ่นแบบแน่น และอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารเชื่อมขวาง เหตุที่งานวิจัยนี้นำ HEC เพื่อนำมาเตรียมเยื่อแผ่นแบบแน่น และอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารเชื่อมขวาง เหตุที่งานวิจัยนี้นำ HEC มาผสมกับไคโตซาน เนื่องจากเป็นเซลล์ลูโลส อิเทอร์ที่ละลายน้ำได้ และเป็นโพลีเมอร์ที่ไม่มีประจุสามารถผสมเข้ากับพอลิเมอร์ที่ละลายน้ำตัวอื่นๆ ได้ในช่วงกว้าง สิ่งสำคัญ คือ สามารถผสมเป็นเนื้อเดียวกับเกล็ดอะซิเตตของไคโตซานได้ แต่ยังไม่มีการวิจัยใดที่นำพอลิเมอร์ทั้งสองตัวนี้มาผสมกัน แล้วผลิตเป็นเยื่อแผ่นสำหรับแยกน้ำออกจาก สารละลายเอทานอลจากการศึกษาพบว่าเมื่อนำเยื่อแผ่นพอลิเมอร์ผสมแบบแน่น CS/HEC ที่มีอัตราส่วน 3/1 และ 9/1 โดยน้ำหนัก ที่เตรียมขึ้นแล้วเชื่อมขวางด้วยการแช่เยื่อแผ่นในสารละลายเชื่อมขวางที่มีอัตราส่วน ดังนี้ สารละลายยูเรีย 2.5 wt% - ฟอรัลดีไฮด์ 2.2 wt% - กรดซัลฟูริก 2.5 wt% มาแยกน้ำออกจากสารละลายเอทานอลและไอโซโพรพานอล 90 wt% พบว่าเยื่อแผ่นพอลิเมอร์ผสมที่มีอัตราส่วน CS/HEC-3/1 ให้สมรรถนะในการแยกดีกว่า CS/HEC-9/1 ค่าฟลักซ์และค่าการแยกที่ได้ของสารละลายเอทานอล 90 wt% คือ 112 g/m² h, 10491 และสารละลายโพรพานอล 90 wt% คือ 175 g/m² h, 21091 ตามลำดับ ค่าฟลักซ์และค่าการแยกที่ได้ของสารละลายเอทานอล 90 wt% คือ 112 g/m² h, 10491 และสารละลายโพรพานอล 90 wt% คือ 175 g/m² h, 21091 ตามลำดับ

จิระรัตนชนน และ คณะ (Jiratananon *et al.* vol.143:143-151) ผลิตเยื่อเชิงประกอบ CS/HEC-CA โดยมีอัตราส่วนที่เหมาะสมของ CS/HEC คือ 3/1 คาสที่บนชั้นรองรับ CA ที่เตรียม

ขึ้นเองด้วยวิธีการเปลี่ยนเฟส (Phase Inversion) ได้ค่าฟลักซ์ ค่าการแยกและ Pervaporation Index (PSI) ของสารละลายเอทานอล 90 wt% คือ 424 g/m² h, 5469 และ 2332188 g/m² h ตามลำดับ ส่วนสารละลายเอทานอล 95 wt% คือ 220 g/m² h, 16606 และ 3665381 g/m² h ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบสมรรถนะของเยื่อแผ่นเชิงประกอบ CS/HEC-CA กับเยื่อแผ่นอื่น ๆ พบว่าเยื่อเชิงประกอบนี้ให้สมรรถนะทางเพอแวปพอเรชันดีที่สุด ดังตาราง 9

ตาราง 9 ผลการแยกน้ำออกจากสารละลายเอทานอลด้วยเยื่อแผ่นชนิดต่าง ๆ

เยื่อแผ่น	สารละลาย เอทานอล(wt%)	อุณหภูมิ (°C)	ฟลักซ์ (g/m ² h)	ค่าการ แยก	PSI (g/m ² h)
CS-PEScomposite	95	80	350	500	174650
CS-PVA-PSfcomposite	94	-	150	3000	449850
CS-PANcomposite	95	75	600	5000	2999400
CS/HEC dense	90	60	112	10491	1178278
	95	60	45	33231	1516411
CS/HECcomposite	90	60	424	5469	2322188
	95	60	220	16606	3665381

ที่มา: Iraratanon; et al (1998) .*Chemical deacetylation of shrimp chitin in different conditions*. Advance in Chitin Science. 3: 165-168.

การนำงานวิจัยข้างต้นมาศึกษาต่อโดยเน้นการเชื่อมขวาง 2 วิธี วิธีแรก การเปลี่ยนวิธีการเชื่อมขวางและ / หรือวิธีที่สอง การเปลี่ยนสารละลายเชื่อมขวาง เพื่อให้เยื่อแผ่นมีสมรรถนะที่ดีขึ้นดังงานของ Toma (2000:31-56) เปลี่ยนสารเชื่อมขวางเป็นกลูตาโรลดีไฮด์ (GA) กับกรดซัลฟิวริก ซึ่งแบ่งวิธีการเชื่อมขวางออกเป็น 2 วิธี คือ การแช่เยื่อแผ่นลงในสารละลายเชื่อมขวาง (วิธีการแช่) อีกวิธีเป็นการผสม กลูตาโรลดีไฮด์ลงในสารละลายโพลิเมอร์ผสม CS/HEC ก่อนขึ้นรูป ต่อจากนั้นแช่เยื่อแผ่นที่ได้ในสารละลาย กรดซัลฟิวริกเรียกว่าวิธีการผสม / แช่ เมื่อนำเยื่อแผ่นไปแยกน้ำออกจากสารละลายเอทานอล 90 wt% พบว่าเยื่อแผ่นที่เชื่อมขวางด้วยการผสม/แช่ จะมีระดับการเชื่อมขวางด้วยวิธีการแช่มาก ดังตาราง 10

ตาราง 10 สมรรถนะทางพอลิเมอร์ของเยื่อแผ่นไคโตซานแบบแน่น

เยื่อแผ่นแบบแน่น	สารละลาย เอทานอล (wt%)	อุณหภูมิ (°C)	ฟลักซ์ (g/m ² h)	ค่าการ แยก	PSI (g/m ² h)
CS/HEC(ยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์- กรดซัลฟูริก)วิธีการแช่	90	60	112	10491	1178278
CS/HEC(กลูตาไรลดีไฮด์- กรดซัลฟูริก)วิธีการแช่	95	60	45	33231	1516411
CS/HEC(กลูตาไรลดีไฮด์- กรดซัลฟูริก)วิธีการแช่	90	60	355	1435	507990
CS/HEC(กลูตาไรลดีไฮด์- กรดซัลฟูริก)วิธีการผสม/แช่	90	60	288	364.5	104582

ที่มา:Toma.K.(2000) *Critical factors in chitin production by fermentation of shrimp biowaste*.Appl. Microbiol. Biotechnol pp.31-56

พบว่าเยื่อแผ่นไคโตซานมีข้อดีกว่าเยื่อแผ่นพอลิเมอร์ คือ ทนอุณหภูมิได้สูงทนต่อสารเคมี ทนต่อการทำลายด้วยจุลินทรีย์ มีความต้านทานทางเชิงกลสูง และมีอายุการใช้งานนาน แต่มีข้อเสีย คือ ราคาแพง เปราะ แตกหักง่าย รวมทั้งยังมีข้อจำกัดในการกักเก็บโมเลกุลในช่วงแคบเมื่อเทียบกับแผ่นพอลิเมอร์ ดังนั้นการศึกษากการผลิตเยื่อแผ่นจากพอลิเมอร์ก็ยังคงมีความสำคัญโดยเฉพาะการเลือกพอลิเมอร์ตั้งต้นที่อาจผลิตได้เองในประเทศเช่น ไคโตซาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำไคโตซานมาใช้เป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยนี้เป็นการศึกษา การผลิตแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซานแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษโดยใช้ไคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้งขาว (White Shrimp Shells) เติมสารดูดซับ (Absorbent) และสารเพิ่มความยืดหยุ่น (Plasticizer) ผสมลงไป โดยเลือกใช้ชนิดและปริมาณของสารแตกต่างกัน แล้วนำมาเทเป็นแผ่น หลังจากนั้นจะนำแผ่นซับน้ำมันที่ได้มาทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ที่กำหนดข้างต้น สำหรับแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นกระดาษได้มีการเติมเซลลูโลสจากชานอ้อยเพิ่มลงไป โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. วัตถุดิบ สารเคมี และ อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
2. ตัวแปรที่ศึกษา
3. การดำเนินการวิจัย
4. สถานที่และระยะเวลาในการวิจัย
5. การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

1. วัตถุดิบ สารเคมี และ อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

- 1.1.1 เปลือกกุ้งขาว (White Shrimp Shells) อบแห้ง ซึ่งได้รับการอนุญาตจาก บริษัท คิงฟิชเชอร์จำกัด มหาชน จังหวัดสงขลา จำนวน 20 กิโลกรัม
- 1.1.2 ชานอ้อย (Baggase) อบแห้งซึ่งได้รับการอนุญาตจากกลุ่มแม่บ้านอำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา จำนวน 10 กิโลกรัม
- 1.1.2 แผ่นซับน้ำมันที่มีขายตามท้องตลาดแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษยี่ห้อ Gasby ,Sumirea, Artristry, EverGreen, Clean and clear ,Nicole ,Pet's quick ,Beauty's quick

1.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

- 1.2.1 กรดอะซิติก Acetic acid
- 1.2.2 กรดซิตริก Citric acid
- 1.2.3 ไกลิทอล Xylitol
- 1.2.4 กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (Conc.HCl)
- 1.2.5 กรดซัลฟูริกเข้มข้น (Conc.H₂SO₄)
- 1.2.6 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaHO)

1.2.7 เคโอลิน Kaolin

1.2.8 เอทิลแอลกอฮอล์ 95% (C_2H_5OH 95 %)

1.2.9 ไตรเอทิลีนไดอะมีน (TEDA , $C_6H_{12}N_2$)

1.2.10 โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4)

1.2.11 แอมโมเนียโมลิบเดต ($(NH_4)_2MO_7 \cdot O_{24} \cdot 4H_2O$)

1.2.12 สแตนนัสคลอไรด์ ($SaCl_2 \cdot 2H_2O$)

1.2.13 กลีเซอรอล (Glycerol)

1.2.14 ไททาเนียมไดออกไซด์ Titanium dioxide

1.2.15 ทัลคัม (Talcum)

1.2.16 เบนโทไนต์ (Bentonite)

1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1.3.1 เครื่องชั่งไฟฟ้า

1.3.2 Analytical balance

1.3.3 Stirring rod

1.3.4 Cylinder 10 ml. , 25 ml. , 50 ml. , 100 ml.

1.3.5 Beaker 50 ml, 100 ml, 250 ml, 500 ml, 2000 ml

1.3.6 Blender – Silverson

1.3.7 Measuring Pipet

1.3.8 Buret

1.3.9 Cutter

1.3.10 Ruler

1.3.11 Dropper

1.3.12 Pepti disc

1.3.13 Forcept

1.3.14 Magnetic stirrer

1.3.15 Desiccator

1.3.16 Loop

1.3.17 PDA Slant

1.3.18 Rack ใส่หลอดทดสอบ

1.3.19 ช้อนชา

- 1.3.20 ตะเกียง
- 1.3.21 แผ่นฟิล์มพลาสติก
- 1.3.22 สะตัง
- 1.3.23 เครื่องกระจายเยื่อ
- 1.3.24 Beater แบบ PFI-mill
- 1.3.25 Vacuum pump
- 1.3.26 Mixer
- 1.3.27 Centrifuge
- 1.3.28 Muffle furnace

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ อัตราส่วนผสมของแผ่นซับน้ำมันจากโคโคซานที่สกัดจากเปลือกกุ้งแบบแผ่นฟิล์ม 19 ตำรับ และแบบแผ่นกระดาษ 22 ตำรับ โดยใช้แผนการทดลองแบบ สุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete block design, RCBD) เป็นแนวทางในการตั้งสูตรตำรับ

ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพของแผ่นซับน้ำมัน ได้แก่ ด้าน การดูดซับน้ำมัน, ความปลอดภัย, ความระคายเคือง, ความสะอาด, การควบคุมจุลินทรีย์, ความคงสภาพ, การต้านแรงดึง, น้ำหนักมาตรฐาน และ ปริมาณเก่า ของแผ่นซับน้ำมันจากโคโคซานแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ

3. การดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 3.1 ศึกษาข้อมูล เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและสำรวจแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดในปัจจุบัน
- 3.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมสารละลายโคโคซาน
- 3.3 ศึกษากรรมวิธีการเตรียมเยื่อและสภาวะการฟอกเยื่อซานอ้อยที่เหมาะสม
- 3.4 ศึกษากรรมวิธีการผลิตแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ
- 3.5 ทดสอบและพิจารณาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแผ่นซับน้ำมันที่ผลิตได้
- 3.6 เลือกแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษที่มีความเหมาะสมที่นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาต่อไปอย่างละ 3 ตำรับ เพื่อเลือกเอาเพียง 1 ตำรับที่มีความเหมาะสมสำหรับการขยายกำลังการผลิต
- 3.7 ผลิตแผ่นซับน้ำมันตามตำรับที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ

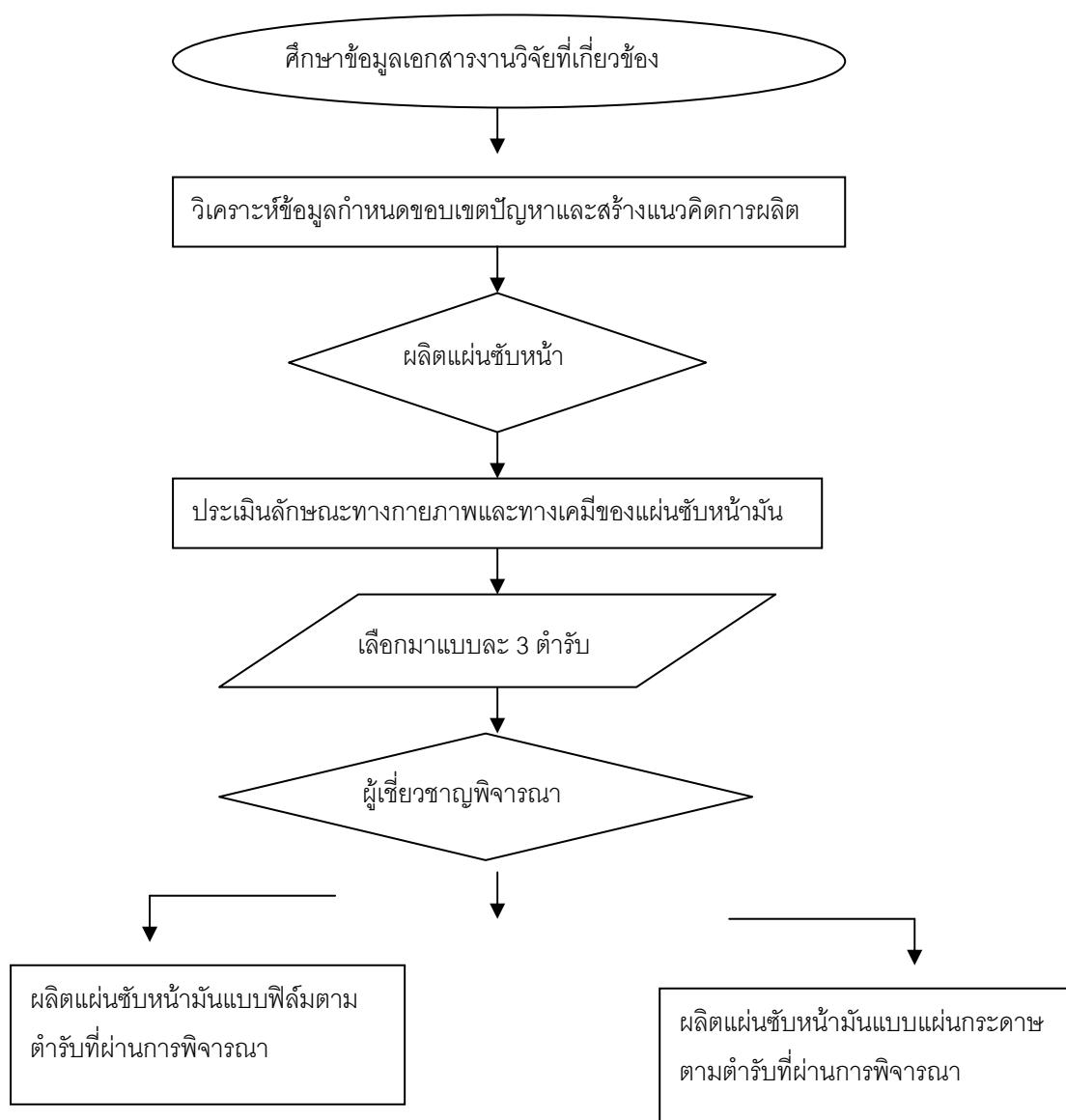
3.8 นำแผ่นซับน้ำมันไปทดสอบประสิทธิภาพด้านต่าง ๆ ที่กำหนดขึ้นต้นทั้ง 10 ด้าน

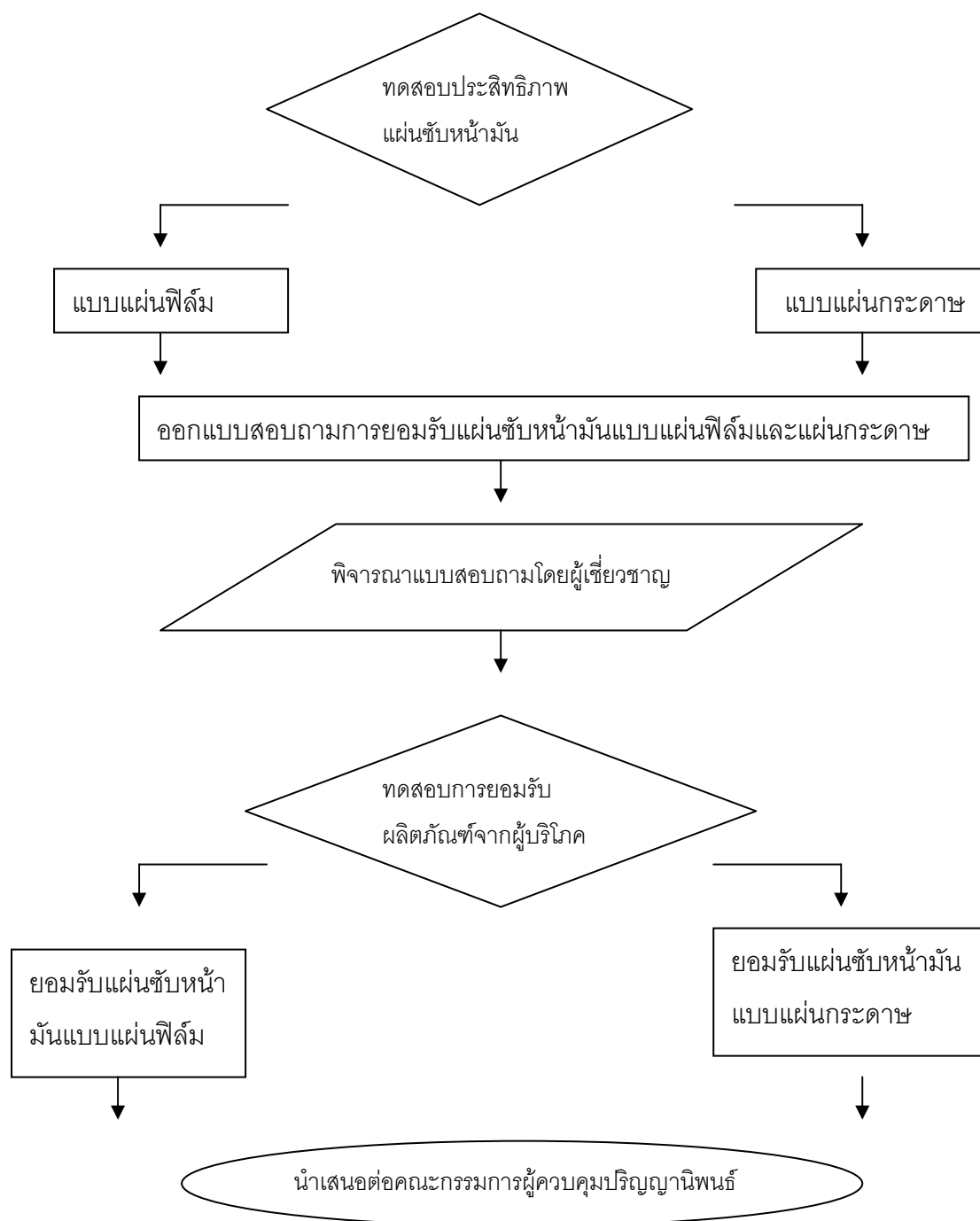
3.9 ออกแบบสอบถามการยอมรับผลิตภัณฑ์แผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษจากผู้บริโภค

3.10 นำแบบสอบถามการยอมรับผลิตภัณฑ์แผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษจากผู้บริโภค

3.11 นำแบบสอบถามที่ผ่านการพิจารณาทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน และนำไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS V.11

การผลิตแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษสามารถเขียนขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยได้ดังภาพประกอบ 16





ภาพประกอบ 16 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

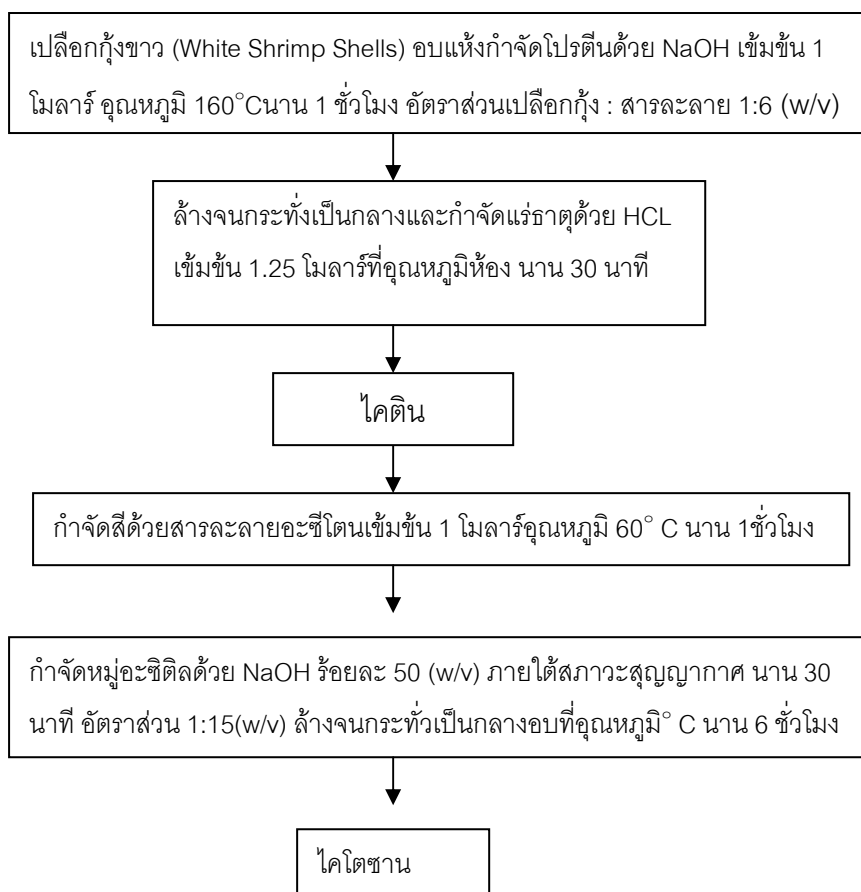
3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 สํารวจแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษที่มีจำหน่ายในตลาด ณ เดอะมอลล์ (บางกะปิและงามวงศ์วาน), เซ็นทรัล, ท็อป, ดีเอ็มโพเรียม, โลตัส, วัตสัน, แมคโคร, ฟู้ดแลนด์ซูเปอร์มาร์เก็ต (ลาดพร้าวและหาดใหญ่) ลีการ์เด็น, ไดอาน่า (หาดใหญ่) วันที่ 1 กันยายน 2551- 20 กันยายน 2551 เพื่อศึกษาตราสินค้า ชนิด ราคาต่อหน่วย ลักษณะผลิตภัณฑ์และการบรรจุ

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมสารละลายไคโตซาน

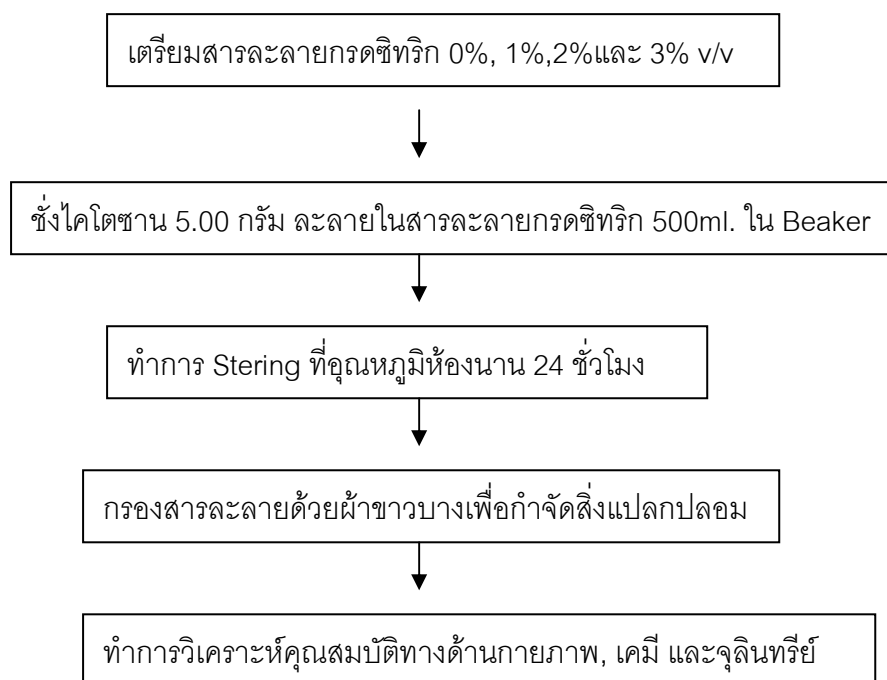
2.1 สํารวจราคาและคุณลักษณะของไคโตซานที่มีขายตามท้องตลาดเพื่อเปรียบเทียบกับไคโตซานที่ผลิตขึ้น

2.2 สกัดไคโตซานจากเปลือกกุ้งขาว (White Shrimp Shells) ซึ่งได้รับการอนุเคราะห์จาก บริษัท คิงฟิชเชอร์ จำกัด มหาชน จังหวัดสงขลา และใช้วิธีการสกัด ซึ่งดัดแปลงจาก สุทรวัดณ์ เบญจกุล และ ไพรัตน์ ไสภโณดร. (2533:14-36) ดังภาพประกอบ 17 และผู้วิจัยได้แสดงวิธีการผลิตอย่างละเอียดไว้ในภาคผนวก ค ข้อ 1



ภาพประกอบ 17 กรรมวิธีการผลิตไคโตซานจากเปลือกกุ้งขาว (White Shrimp Shells)

2.3 เตรียมสารละลายไคโตซานที่ความเข้มข้น 1% w/v ในสารละลายกรดซิตริก 0% v/v, 1% v/v, 2%v/v และ 3% v/v ซึ่งดัดแปลงจากสูตรวัฒน์ เบญจกุล และ ไพรัตน์ โสภณดร. (2533:47 -49) ดังภาพประกอบ 18



ภาพประกอบ 18 กรรมวิธีการผลิตสารละลายไคโตซาน

2.4 นำสารละลายไคโตซานที่ได้กรองด้วยผ้าขาวบางเพื่อกำจัดสิ่งแปลกปลอมและส่วนที่ไม่ละลายออกจากนั้นนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 4° C เพื่อไว้ฟองอากาศ

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษากรรมวิธีการเตรียมและสภาวะการฟอกเยื่อชานอ้อยที่เหมาะสม

3.1 ศึกษาระดับความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และระยะเวลาที่เหมาะสมในการต้มเยื่อชานอ้อยวางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลในการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Factorial in CRD) 2 ปัจจัย ซึ่งดัดแปลงการทดลองจาก สารชัย เวชรัตน์พิมล. (2548:40-42) และทำการตรวจสอบคุณภาพ ลักษณะปรากฏของเยื่อว่าเป็นเยื่อได้หรือไม่, ผลได้ของเยื่อชานอ้อย (% Yield) ดังตาราง 9

ตาราง 11 ระดับความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และระยะเวลาที่ใช้ ต้มชานอ้อย

สิ่งทดลองที่	ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์	เวลาที่ใช้ต้ม
1	20	4
2	20	5
3	22.5	4
4	22.5	5
5	25	4
6	25	5

3.2 ศึกษาระยะเวลาก่อนการแช่เยื่อชานอ้อยก่อนทำการต้ม ทำการหาระยะเวลาในการแช่ชานอ้อยจุ่มตัวด้วยน้ำหรือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เท่ากับความเข้มข้นที่ศึกษาในข้อ 3.1 โดยนำชานอ้อยปริมาณ 10 กรัม แช่ในน้ำหรือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง สะเด็ดน้ำเป็นเวลา 10 นาที ซึ่งจนน้ำหนักคงที่บันทึกระยะเวลาที่ใช้ในการแช่ชานอ้อยจนจุ่มตัวโดยผลการทดลองที่ได้จะเป็นระยะเวลาที่ใช้ในการแช่ชานอ้อยก่อนทำการต้ม

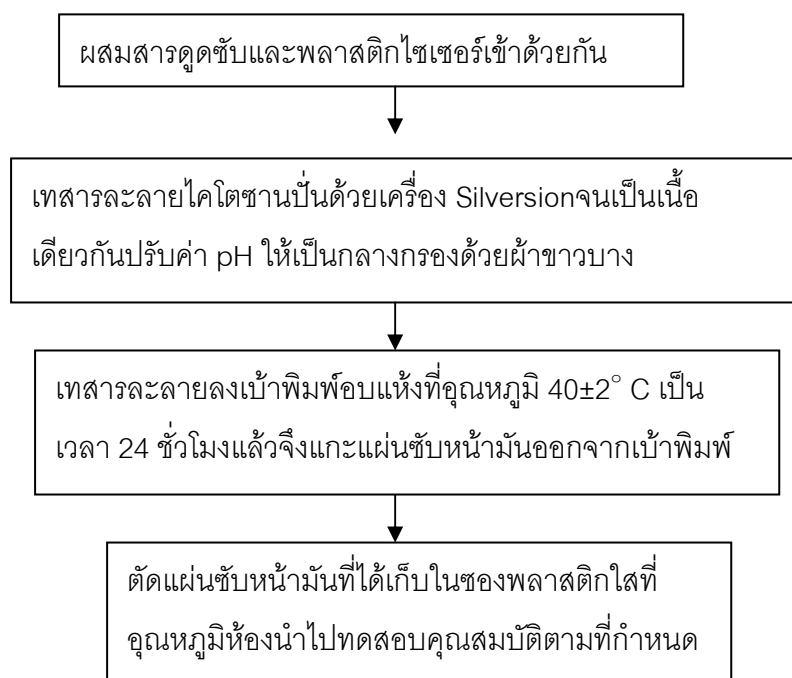
3.3 ศึกษาการขยายกำลังการผลิต ทำการขยายขนาดในการทดลอง จากการใช้วัตถุดิบ ขนาด 0.5 กิโลกรัม เป็น 1 กิโลกรัม เป็น 5 กิโลกรัม ศึกษาคุณภาพของเยื่อที่ได้โดยการประเมินลักษณะปรากฏและร้อยละ ผลได้ของเยื่อชานอ้อย (%Yield) ทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วย F-test และ Duncan's multiple test

3.4 ศึกษาสภาวะในการฟอกเยื่อชานอ้อยที่เหมาะสม โดยนำเยื่อชานอ้อยที่ผลิตได้ตามกรรมวิธีที่เหมาะสมในข้อ 3.1 และ 3.2 มาทำการฟอกตามกรรมวิธีผลิตดังแสดงในภาพผนวก ก ข้อ 3 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ศึกษาปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) 6 ระดับที่ร้อยละ 4, 6, 8, 10, 12 และ 14 โดยควบคุมปริมาณโซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3) ที่ร้อยละ 2 ของน้ำหนักชานอ้อยแมกนีเซียมซัลเฟต $MgSO_4$ ที่ร้อยละ 0.05 และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ร้อยละ 1.5 ของน้ำหนักชานอ้อยซึ่งแสดงสารเคมีดังตาราง 10 สิ่งทดลองที่ได้นำไปวัดค่าความขาวสว่าง (TAPPI,2000) และวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ตาราง 12 สารเคมีที่ใช้ในการฟอกเยื่อชานอ้อย

ชนิดสารเคมี	ปริมาณความเข้มข้นที่ใช้
H_2O_2	4, 6, 8, 10, 12 และ 14% ของน้ำหนักชานอ้อย
Na_2SiO_3	2% ของน้ำหนักชานอ้อย
$MgSO_4$	0.05% ของน้ำหนักชานอ้อย
NaOH	1.5% ของน้ำหนักชานอ้อย

ขั้นตอนที่ 4 กรรมวิธีการผลิตแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มโดยใช้ไคโตซานที่ได้จากเปลือกกุ้ง เติมสารดูดซับ (Adsorbent) และสารเพิ่มความยืดหยุ่น (Plasticizer) ผสมลงไป โดยเลือกใช้ชนิดและปริมาณของสารแตกต่างกัน แล้วนำมาเทเป็นแผ่นอบให้แห้ง หลังจากนั้นนำแผ่นซับน้ำมันที่ได้มาทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ตามที่กำหนดทั้ง 10 ด้าน ดังภาพประกอบ 19



ภาพประกอบ 19 กรรมวิธีการผลิตแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์ม

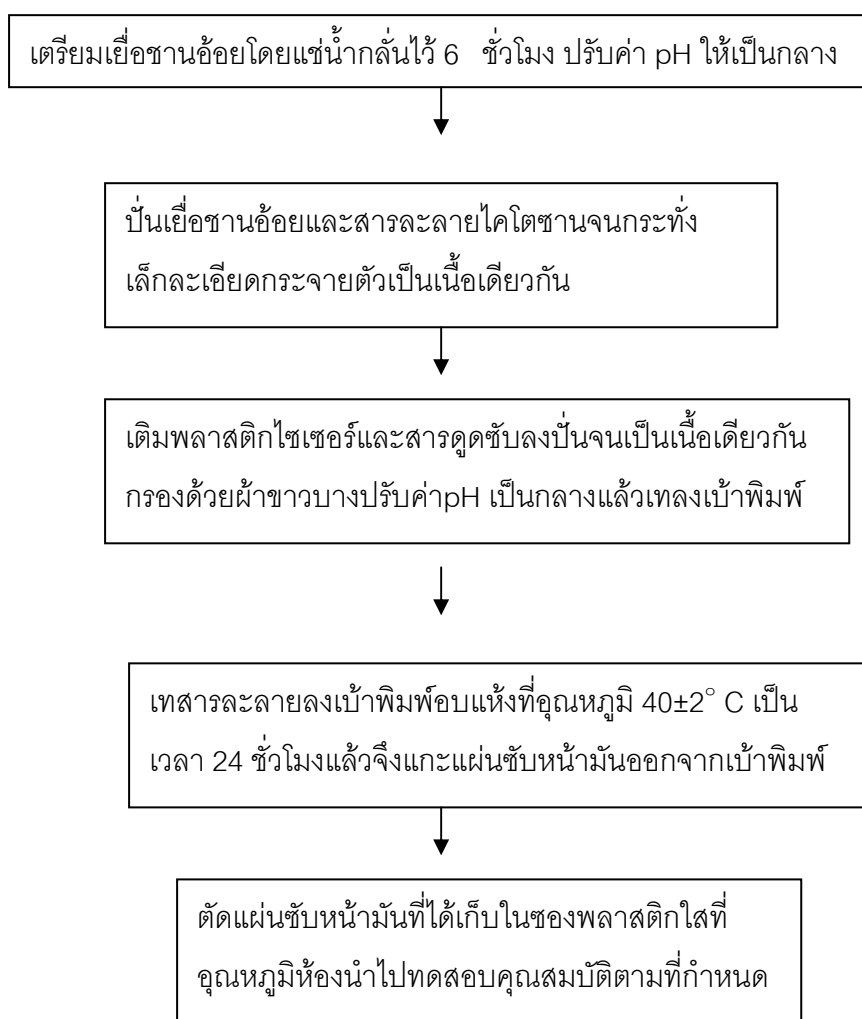
ตาราง 13 ส่วนผสมของแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มดำรับต่างๆ

ดำรับ	สารละลาย ไคโตซาน(ml)	PEG6000 (g)	Xylitol (g)	Talcum (g)	Colloidal silicon dioxide (g)
A1	25.00	-	-	-	-
A2	25.00	0.25	-	-	-
A3	25.00	0.50	-	-	-
A4	25.00	-	0.35	-	-
A5	25.00	-	0.50	-	-
A6	25.00	-	1.00	-	-
A7	25.00	-	0.35	0.25	-
A8	25.00	-	0.35	0.50	-
A9	25.00	-	0.35	-	0.05
A10	25.00	-	0.35	-	0.10
A11	25.00	0.10	0.35	0.50	-
A12	25.00	0.20	0.35	0.50	-
A13	25.00	0.10	0.35	-	0.10
A14	25.00	0.20	0.35	-	0.10
A15	25.00	0.20	0.35	0.75	-
A16	25.00	0.20	0.35	1.00	-
A17	25.00	0.20	0.35	-	0.15
A18	25.00	0.20	0.35	-	0.20
A19	25.00	0.20	0.35	0.75	0.15

ทำการผลิตแผ่นวับน้ำมันดำรับละ 2 ซ้ำ รวมเป็น 38 ดำรับ เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้องเกิด
ความคลาดเคลื่อนหรือ Error น้อยที่สุด

4.2 กรรมวิธีการผลิตแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นกระดาษ

กรรมวิธีการผลิตแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นกระดาษคล้ายกับการผลิตแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มเพียงแต่มีการเติมเยื่อชಾಯ่อยลงในปริมาณที่เหมาะสมซึ่งมีกรรมวิธีการผลิตดังภาพประกอบ 20



ภาพประกอบ 20 กรรมวิธีการผลิตแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นกระดาษ

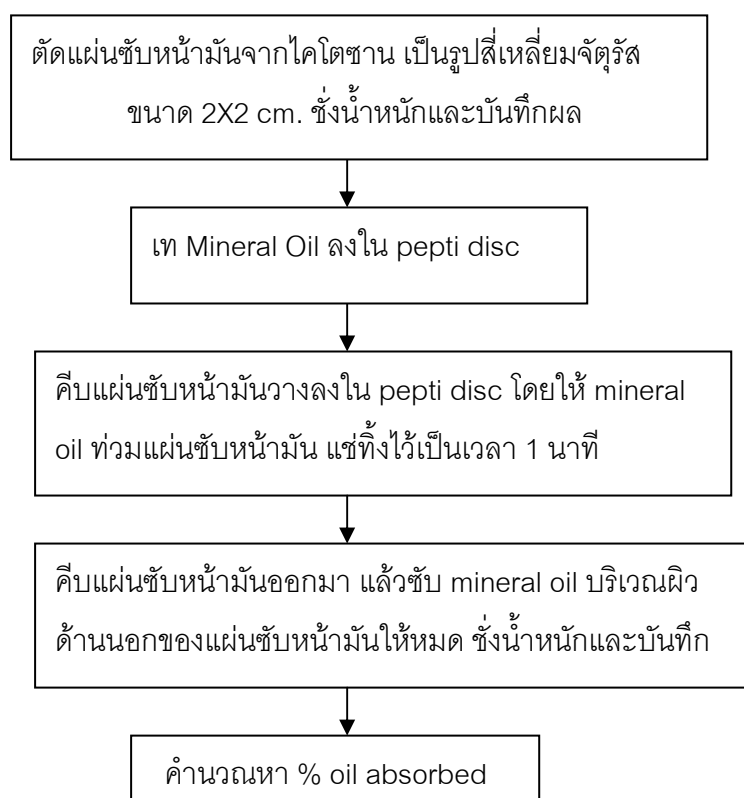
ตาราง 14 ส่วนผสมของแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นกระดาษดำรับต่างๆ

ดำรับ	สารละลาย ไคโตซาน(ml)	ซานอ้อย (g)	PEG6000 (g)	Xylitol (g)	Talcum (g)	Colloidal silicon dioxide (g)
B1	25.00	0.25	-	-	-	-
B2	25.00	0.50	-	-	-	-
B3	25.00	1.00	-	-	-	-
B4	25.00	0.25	0.50	-	-	-
B5	25.00	0.25	1.00	-	-	-
B6	25.00	0.50	1.00	-	-	-
B7	25.00	0.50	1.00	-	-	-
B8	25.00	0.25	-	0.50	-	-
B9	25.00	0.25	-	1.00	-	-
B10	25.00	0.50	-	0.50	-	-
B11	25.00	0.50	-	1.00	-	-
B12	25.00	0.25	-	0.50	0.13	-
B13	25.00	0.25	-	0.50	0.25	-
B14	25.00	0.25	-	0.50	0.50	-
B15	25.00	0.50	-	0.50	0.13	-
B16	25.00	0.50	-	0.50	0.50	-
B17	25.00	0.50	-	0.50	0.50	-
B18	25.00	0.50	-	-	-	0.50
B19	25.00	0.50	-	0.50	-	0.10
B20	25.00	0.50	-	0.50	-	0.15
B21	25.00	0.50	-	0.50	0.13	0.05
B22	25.00	0.50	-	0.50	0.25	0.05

4.3 ออกแบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อแผ่นซับน้ำมันบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษและนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาโดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency:IOC) (ล้วน สายยศ และ อังคนาสายยศ.2539:249)

ขั้นตอนที่ 5 การเลือกตำรับที่เหมาะสมเพื่อการขยายกำลังการผลิตดังต่อไปนี้

5.1 สมบัติการดูดซับน้ำมันของแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซานดังนี้



ภาพประกอบ 21 การทดสอบสมบัติด้านการดูดซับน้ำมัน

5.2 ศึกษาสมบัติด้านความหนาของแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซานแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษด้วยไมโครมิเตอร์แล้วบันทึกผล

5.3 ศึกษาสมบัติด้านความเป็นกรด – ด่าง ของแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซานแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ

5.4 พิจารณาเลือกตัวรับที่เหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านพิจารณา ด้านความเรียบ, ความนุ่ม, ความยืดหยุ่น และความพึงพอใจโดยรวมโดยใช้แบบสอบถาม

ขั้นตอนที่ 6 ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อแผ่นซับหน้ามันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษใช้วิธีการแบบ Hedonic Scalling Test และ Just About Right จำนวน 40 คน กับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย โดยออกแบบสอบถามและนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องกับจุดประสงค์ และนำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายซึ่งชุดทดสอบประกอบไปด้วย แผ่นซับหน้ามันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษและแบบสอบถามความพึงพอใจในแต่ละคุณลักษณะนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนาในรูปของค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างบุคคลกับความพึงพอใจในแต่ละคุณลักษณะของแผ่นซับหน้ามันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ

4. สถานที่และระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

4.1 การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้สถานที่ที่ทำการวิจัยคือ ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม, ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, ภาควิชาเทคโนโลยีการยาง, ภาควิชาเคมี อุตสาหกรรม และภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี และทำการทดสอบประสิทธิภาพแผ่นซับหน้ามันจากโคโตะซานแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษที่ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์บริการมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ , สถาบันพัฒนาสิ่งทอ และกรมวิทยาศาสตร์บริการ กรุงเทพมหานคร

4.2 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย ผู้วิจัยจัดเตรียมดำเนินการวิจัยตั้งแต่ 1 กรกฎาคม 2551 -16 เมษายน 2552

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Complete Randomized Design, CRD) วิเคราะห์ผลการวิจัยด้วยโปรแกรม SPSS for window of version 11.0 โดยวิเคราะห์หาความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (พอใจ ลัมพันธ์อุดม. 2534: 27-56)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยเรื่องการผลิตแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซานแบบแผ่นฟิล์มและแบบแผ่นกระดาษ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสื่อความหมายให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

—		
X	แทน	ค่าเฉลี่ย
X	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
N	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด
S.D.	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
N	แทน	จำนวนคะแนนในกลุ่ม
Σ	แทน	ผลรวม
X	แทน	คะแนนแต่ละตัว
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-distribution
S	แทน	ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง
U	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลของงานวิจัยเรื่องการผลิตแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซานแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ ผู้วิจัยทำการนำเสนอเฉพาะผลการวิเคราะห์แบบประเมินประสิทธิภาพในรูปของตารางและกราฟประกอบคำอธิบายโดยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 การนำเสนอผลการสำรวจแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ

จากการสำรวจตลาดผลิตภัณฑ์แผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษในเขตกรุงเทพมหานครและเขตอำเภอหาดใหญ่จังหวัดสงขลา ณ เดอะมอลล์ (บางกะปิและงามวงศ์วาน) , เซ็นทรัล, ท็อป ดีเอ็มโพเรียม , โลตัส , วัตสัน, แมคโคร ฟู้ดแลนด์ ซูเปอร์มาเก็ต (ลาดพร้าวและหาดใหญ่) ลีการ์เด็น, ไดอาน่า (หาดใหญ่) วันที่ 1

กันยายน 2550 – 20 กันยายน 2550 พบว่ามีแผ่นซับหน้ามันแบบแผ่นฟิล์ม จำนวน ตราสินค้า และแผ่นซับหน้ามันแบบแผ่นกระดาษ จำนวน ชื่อการค้า แต่ไม่มีสินค้าชนิดใดเลยที่มีเครื่องหมาย มาตรฐานอุตสาหกรรม, มาตรฐานองค์การเภสัชกรรม และเครื่องหมายรับรองคุณภาพสินค้าอื่นใดเลยที่เป็นการสร้างความมั่นใจให้กับผู้บริโภคทั้งทาง ด้านกายภาพ ด้านเคมี และ ด้านชีวภาพ เลยแม้แต่ชนิดเดียว จะมีเพียงแค่ ชื่อการค้า, ราคาขายต่อหน่วย (บาท), ส่วนประกอบ , ผู้ผลิต , ผู้จำหน่าย และลักษณะต่อหน่วยจำหน่าย และแผ่นซับหน้ามันทุกชื่อการค้าที่มีขายอยู่ตามท้องตลาดผลิตมาจากบริษัท Sumitomo 3M ทั้งสิ้น แต่จะมีชื่อการค้าที่แตกต่างกันไป ให้ผลดังตาราง 13 และ ตาราง 14

ตาราง 13 ผลการสำรวจตลาดของแผ่นซับหน้ามันแบบแผ่นฟิล์ม

ชื่อการค้า	ขนาด (ซม.×ซม.)	จำนวน / กล่อง (แผ่น / กล่อง)	ราคา / กล่อง (บาท)	ราคา/ 1 ตร. ซม. (บาท)
Gatsby	(5.5×9.5)	60	180	0.06
Sumirea	(5.4×9.3)	70	200	0.06
Fasio	(4.7×7.8)	70	220	0.09
Clean and clear	(4.5×8.6)	50	150	0.08
Op	(7.0×10.7)	50	180	0.05
Kose	(4.7×7.8)	60	150	0.07
Artristry	(10.1×6.2)	40	200	0.08
Sana	(4.7×8.7)	60	200	0.08
Hello Kitty	(9.8×6.0)	50	200	0.07
Shisedo	(4.7×8.7)	50	220	0.09
Hakugen	(4.7×8.7)	50	120	0.05
Nicole	(4.7×8.7)	40	90	0.07
Kanabo	(4.7×8.7)	50	180	0.07
Watson	(5.5×9.5)	40	90	0.06
Anna Mario	(5.5×9.5)	40	95	0.07
Boots	(5.5×9.5)	50	180	0.09

ราคาโดยเฉลี่ยของแผ่นซับหน้ามันแบบแผ่นฟิล์มที่มีจำหน่ายปัจจุบัน/ตร. ซม. = 0.08 บาท

ตาราง 14 ผลการสำรวจตลาดของแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นกระดาษ

ชื่อการค้า	ขนาด (ซม. × ซม.)	จำนวน / กล่อง (แผ่น / กล่อง)	ราคา / กล่อง (บาท)	ราคา / 1 ตร. ซม. (บาท)
Gatsby	(5.5×9.5)	60	180	0.06
Sumirea	(5.4×9.3)	70	200	0.06
Fasio	(4.7×7.8)	70	220	0.09
Clean and clear	(4.5×8.6)	50	150	0.08
Op	(7.0×10.7)	50	180	0.05
Kose	(4.7×7.8)	60	150	0.07
Artristry	(10.1×6.2)	40	200	0.08
Sana	(4.7×8.7)	60	200	0.08
Hello Kitty	(9.8×6.0)	50	200	0.07
Shisedo	(4.7×8.7)	50	220	0.09
Hakugen	(4.7×8.7)	50	120	0.05
Nicole	(4.7×8.7)	40	90	0.07
Kanabo	(4.7×8.7)	50	180	0.07
Watson	(5.5×9.5)	40	90	0.06
Anna Mario	(5.5×9.5)	40	95	0.07
Boots	(5.5×9.5)	50	180	0.09

ราคาโดยเฉลี่ยของแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มที่มีจำหน่ายปัจจุบัน/ตร. ซม. = 0.02 บาท

ขั้นตอนที่ 2 ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมสารละลายโคโตซาน

2.1 จากการทดลองพบว่าโคโตซานที่ผลิตได้มีค่าดังตาราง 14 ซึ่งผู้วิจัยได้ส่งสารตัวอย่างทดสอบและรับรองผลจากศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ตาราง 14 คุณลักษณะของโคโตซานที่ผลิต

ข้อที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนดตาม มอก.2351-2550	ค่าที่ได้		ผลการพิจารณา
			ผ่านเกณฑ์	ไม่ผ่านเกณฑ์	
1	โปรตีนร้อยละ โดยน้ำหนักอบแห้ง	ไม่เกิน 1.0	0.45		
2.	ความชื้นร้อยละโดย น้ำหนักอบแห้ง	ไม่เกิน 10.0	6.08		
3.	สารที่ไม่ละลายใน กรดอะซิติกร้อยละ โดยน้ำหนักอบแห้ง	ไม่เกิน 1.0	0.23		
4.	เถ้าร้อยละโดย น้ำหนักอบแห้ง	ไม่เกิน 2.0	1.04		
5.	ระดับดีอะซีทิลเลชัน ร้อยละโดยน้ำหนักอบแห้ง	ไม่น้อยกว่า 70	93		
6.	โลหะหนัก				
	(1) ตะกั่ว	ไม่เกิน 1.0	ไม่พบ		
	(2) สารหนู	ไม่เกิน 2.0	ไม่พบ		
	(3) ปรอท	ไม่เกิน 0.02	ไม่พบ		

ไคโตซานที่ผู้วิจัยผลิตได้มีค่าโปรตีน ร้อยละ 0.45 โดยน้ำหนักอบแห้ง ค่าระดับอะซีทิลเลชัน ร้อยละ 93 ค่าการละลายของสารที่ไม่ละลายในกรดอะซิติก ร้อยละ 0.23 โดยน้ำหนักอบแห้ง และ ปริมาณเถ้าเท่ากับร้อยละ 0.14 โดยน้ำหนักอบแห้ง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรวิรุฒ พุทธิ ให้.(2546:3) น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานบอกถึงความยาวของสายไคโตซาน ซึ่งมีผลต่อความหนืด เช่น ไคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง จะมีสายยาวและสารละลายมีความหนืดมากกว่าไคโตซานที่มี น้ำหนักโมเลกุลต่ำ เป็นต้น ดังนั้น การนำไคโตซานไปใช้ประโยชน์จะต้องพิจารณาทั้งเปอร์เซ็นต์การ เกิด Deacetylation และน้ำหนักโมเลกุล

2.2 ผลการเปรียบเทียบไคโตซานที่มีขายตามท้องตลาดกับการผลิตไคโตซาน โดยดัดแปลงวิธี จาก สุทธวิวัฒน์ เบญจกุล และ ไพรัช โสภณดร. (2533:24-36) พบว่าเปลือกกุ้งขาว 10 กิโลกรัม สามารถผลิตเป็น ไคตินได้ 2.0 กิโลกรัม เป็นไคโตซาน ได้ 1.3 กิโลกรัม ซึ่งคิดเป็นผลผลิตไคโตซาน ต่อไคตินร้อยละ 65 (กิโลกรัม/ กิโลกรัม ไคติน) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wu & Bough (1998:27-36) พบว่า กรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตไคโตซานจากวัสดุเศษเหลือกุ้งได้ผลผลิตไคติน ร้อยละ 3.7 (กรัม / กรัม ของ วัสดุเศษเหลือ) และผลผลิตไคโตซาน ร้อยละ 65 (กรัม/กรัมไคติน) เมื่อ คิดเป็นราคาต้นทุนในการผลิตไคโตซาน 1 กิโลกรัมเป็นเงิน 1614.62 บาท และเมื่อนำไปเปรียบเทียบ ราคา ไคโตซานที่มีขายในปัจจุบันได้ผลดังตาราง 15

ตาราง 15 ต้นทุนการผลิตไคโตซานจากเปลือกกุ้งขาว (White Shrimp Shells)

วัตถุดิบ	ราคา
1. เปลือกกุ้งขาวอบแห้ง 10 กิโลกรัม	180 บาท
2. อะซิโตน เข้มข้น 5% ในปริมาณ 300 ml.	20 บาท
4. 1.0 N. NaOH อัตราส่วน 1:6 น้ำหนักต่อปริมาตร	50 บาท
5. 1.25 N. HCl อัตราส่วน 1:10 น้ำหนักต่อปริมาตร	70 บาท
6. น้ำกลั่น 20 ลิตร	200 บาท
7. ค่าเสื่อมของอุปกรณ์และค่าน้ำค่าไฟ	300 บาท
8. ค่าแรง	1000 บาท
รวมต้นทุนการผลิตไคโตซาน	1620 บาท

ตาราง 16 ราคาโคไโตซานของบริษัทในประเทศไทยที่ใช้ผลิตเครื่องสำอาง

ชื่อบริษัท	ที่ตั้ง	ราคา กิโลกรัม/บาท	ปริมาณการ สั่งซื้อขั้นต่ำ
1. A.N.LAB จำกัด (ติดต่อคุณณรงค์ศักดิ์ ธงชัย) โทรศัพท์ 034 840 822 (มือถือ) 01986 1918 โทรสาร 034-840-0822	170/8 ถ.ธรรมคุณากร ต.โกรกกราก อ.เมือง จ.สมุทรสาคร 7400	4,000	5
2. บริษัทอควาพรีเมียร์ จำกัด (ติดต่อ : คุณเกษม ปั่นสง่า) โทรศัพท์ 038703 2224-4 โทรสาร 038 703 225	48 หมู่ 3 ต. ตะเคียนเตี้ย อ.บางละมุง จ.ชลบุรี 20150	3,700	10
3. Chitochid Limited Partership E-mail : info@chitosan.com	93/45 หมู่ 13 ถ.พหลโยธิน 9 ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ. ปทุมธานี 12120	3,800	10
4.บริษัทอีแลนด์คอปเปอร์เรชั่นจำกัด (ติดต่อ : คุณพล พลแสน) โทรศัพท์ 0 2588 33 หรือ 0 2591 6295-6 e-mail: ebase@ceonechitosan.com	142/58 ซอยติวานนท์33 ถ.ติวานนท์ ต.ท่าทราย อ.เมือง จ.นนทบุรี 1100	4,000	5
5. บริษัท ราวายามา จำกัด E-mail : info@rawayama.com โทรศัพท์ 0 1889 4906 หรือ 038 870 203	2/29 ถ.สัมฤทธิ์ ต.ปากนวม อ.เมือง จ.ระยอง 2100	4,200	5

2.3 สภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมสารละลายโคโตซาน จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมสารละลายโคโตซานพบว่าสภาวะที่เหมาะสมคือการเตรียมจากสารละลายโคโตซานที่มีความเข้มข้น 1% w/v ในกรดซิตริก 2% v/v ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ(นพรัตน์ มะแห.2540: 9-28) फिल्मที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากโคโตซาน โดยการนำโคโตซาน ปริมาณ 5 กรัมละลายในกรดซิตริกเข้มข้นร้อยละ 2 (w/v) ปริมาณ 100 มิลลิลิตร แล้วแช่ไว้ค้างคืนจนได้สารละลายที่มีความหนืด 100 – 120 เซนติพอยส์ นำสารละลายดังกล่าวมาขึ้นรูปแผ่นพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีน หรือขึ้นแผ่นฟิล์มบนกรอบ แล้วทำให้แห้งอีกครั้งที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ฟิล์มที่ได้มีลักษณะใสเหนียว และยืดหยุ่นสามารถห่อหุ้มอาหารเนื่องจากรับประทานได้และทนต่ออุณหภูมิสูง ให้ผลการทดลองดังตาราง 17

ตาราง 17 ผลของความเข้มข้นของกรดและระยะเวลาในการกำจัดแร่ธาตุต่อความหนืดของโคโตซาน

ความเข้มข้นกรด (ร้อยละ)	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ลักษณะปรากฏ	ความหนืด (เซนติพอยส์)
0.00	24	ไม่ละลาย	—
1.00	24	สารละลายใสและ หนืดเล็กน้อย	37.66
2.00	24	สารละลายใสและ หนืดมาก	102.85
3.00	24	สารละลายใสและ หนืดเล็กน้อย	49.28

จากการทดลองพบว่าสภาวะที่เหมาะสมคือการเตรียมจากสารละลายโคโตซานที่มีความเข้มข้น 1% w/v ในกรดซิตริก 2% v/v เวลา 24 ชั่วโมง โดยใช้ Magnatic sterrer ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ(นพรัตน์ มะแห.2540: 9-28)

ขั้นตอนที่ 3 ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเยื่อกระดาษจากชานอ้อย

3.1 ผลการศึกษาระยะเวลาในการแช่ชานอ้อยก่อนการต้มจากการศึกษาหาระยะเวลาในการแช่ชานอ้อยที่ทำให้ชานอ้อยอืดตัวด้วยน้ำหรือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้นเท่ากับ 22.5% พบว่าการแช่ชานอ้อยด้วยน้ำหรือสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์จะใช้เวลาที่ทำให้ชานอ้อยอืดตัวด้วยน้ำ หรือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ด้วยเวลาที่ใกล้เคียงกัน คือ เวลา 6 ชั่วโมง ดังนั้นเวลาที่น้อยที่สุดในการแช่ชานอ้อยก่อนการต้ม คือ 6 ชั่วโมง

3.2 ผลการศึกษายกกำลังการผลิตจากการศึกษาคุณภาพของเยื่อชานอ้อยที่ได้จากการขยายขนาดในการทดลองจากการใช้วัตถุดิบขนาด 1 กิโลกรัมเป็น 5 กิโลกรัมและ 10 กิโลกรัม พบว่าสามารถต้มเป็นเยื่อได้ และไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของปัจจัยคุณภาพ ร้อยละของผลได้ (% yield) ดังตาราง 17

ตาราง 18 ร้อยละของผลได้ของการขยายกำลังการผลิตของเยื่อชานอ้อย

ขนาดในการผลิต	ร้อยละของผลได้
0.5	$42.40 \pm 0.39^{\text{th}}$
1.0	$42.29 \pm 0.32^{\text{th}}$
5.0	$42.07 \pm 0.81^{\text{th}}$

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันไปในแต่ละแถวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

th หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.3 ผลการศึกษาสภาวะในการฟอกเยื่อขานอ้อยที่เหมาะสม จากการศึกษาสภาวะในการฟอกเยื่อขานอ้อยที่เหมาะสมโดยนำเยื่อขานอ้อยที่ผลิตได้ตามกรรมวิธีที่เหมาะสมในข้อ 3.1.1 และ 3.1.2 มาทำการฟอก ศึกษาปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่ร้อยละ 2 ของน้ำหนักขานอ้อย และแมกนีเซียมซัลเฟต (MgSO_4) ที่ร้อยละ 1.5 ของน้ำหนักขานอ้อยและควบคุมอัตราส่วนน้ำต่อเยื่อเป็น 1 ต่อ 10 พบว่าการเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ทำให้แนวโน้มค่าความขาวสว่างเพิ่มขึ้น โดยค่าความขาวสว่าง (Brightness) ของเยื่อขานอ้อยที่ใช้ความเข้มข้นของ H_2O_2 ที่ระดับร้อยละ 12 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับความเข้มข้น H_2O_2 ที่ร้อยละ 14 (ตาราง 5) จึงเลือกสิ่งทดลองที่ความเข้มข้นของ H_2O_2 ที่ระดับร้อยละ 12 เนื่องจากมีต้นทุนที่ต่ำกว่า ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับการศึกษาการฟอกขานเยื่อขานอ้อยของ วิชัย หุทัยธนาสันดี และคณะ (2547:59-63)

ตาราง 19 ค่าความความสว่างของเยื่อขานอ้อยที่ทำการฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

สิ่งทดลองที่	(H_2O_2) (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเยื่อแห้ง)	ค่าความขาวสว่าง (Brightness)
1	4	$59.54^e \pm 0.44$
2	6	$61.48^d \pm 0.06$
3	8	$63.24^c \pm 0.17$
4	10	$65.45^b \pm 0.49$
5	12	$65.53^{ab} \pm 0.25$
6	14	$66.17^a \pm 0.15$

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละแถวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ขั้นตอนที่ 4 ผลการศึกษาการผลิตแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ

4.1 ผลการศึกษาการผลิตแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มการทดสอบคุณสมบัติด้านการดูดซับความมัน, ความหนา, ค่าความเป็นกรด-ด่างของแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มพบว่าแผ่นซับน้ำมันในแต่ละตัวมีคุณสมบัติแตกต่างกันขึ้นกับชนิดและปริมาณสารที่ใช้ในตัวรับดังตาราง 20

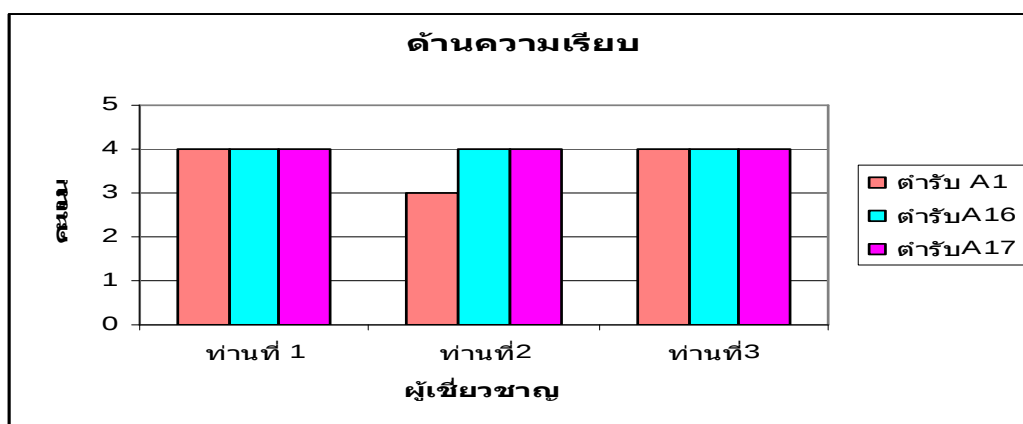
ตาราง 20 ลักษณะทางกายภาพของแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มที่ได้จากตัวรับต่างๆ

ตัวรับ	% oil Absorbed	ความหนา (มม.)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง
A1	86.13	0.0031	6.83
A2	62.23	0.0031	8.27
A3	66.14	0.0054	8.74
A4	56.74	0.0029	6.42
A5	46.27	0.0015	5.94
A6	32.55	0.0012	5.78
A7	16.22	0.0008	5.83
A8	24.32	0.0011	4.94
A9	26.11	0.0013	5.00
A10	18.94	0.0009	4.97
A11	46.27	0.0018	6.26
A12	52.74	0.0015	6.44
A13	53.67	0.0020	6.56
A14	66.27	0.0024	6.43
A15	65.43	0.0026	6.51
A16	80.72	0.0027	7.06
A17	76.43	0.0024	6.73
A18	55.83	0.0022	6.37
A19	62.00	0.0020	7.21

จากการพิจารณาผลการทดลองและทำการเลือกตัวรับที่เหมาะสม ตัวรับที่มีความเหมาะสมที่จะนำไปพัฒนาเป็นแผ่นฟิล์มชั้นน้ำมันต่อไปคือตัวรับ A1, A16 และ A17 และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทดสอบด้านความเรียบ, ความนุ่ม, ความยืดหยุ่น และความพึงพอใจโดยรวมกับผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านเพื่อเลือกตัวรับที่ดีที่สุดสำหรับการขยายกำลังการผลิตดังตาราง 21 และภาพประกอบ 22, 23, 24 และ 25

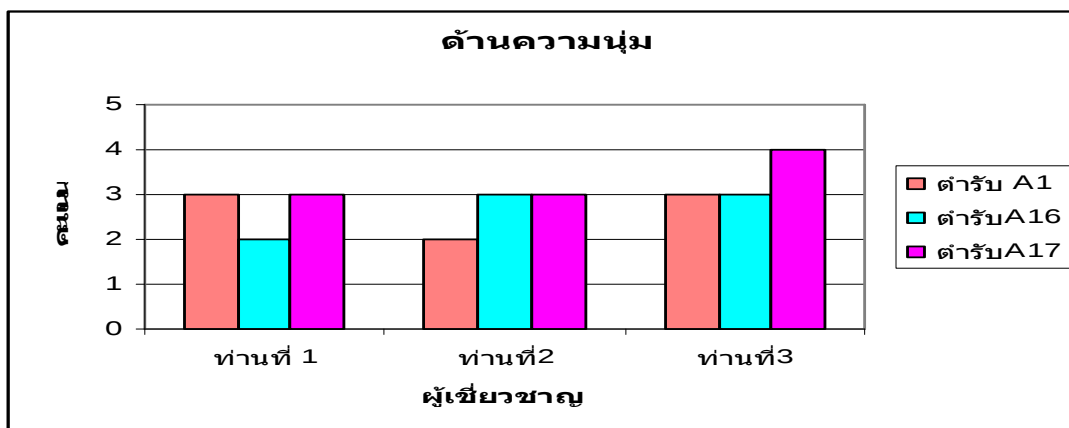
4.1 การทดสอบคุณสมบัติของแผ่นชั้นน้ำมันจากโคโคซานแบบแผ่นฟิล์มดังต่อไปนี้

1. การยอมรับผลิตภัณฑ์แผ่นชั้นน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มด้านความเรียบ



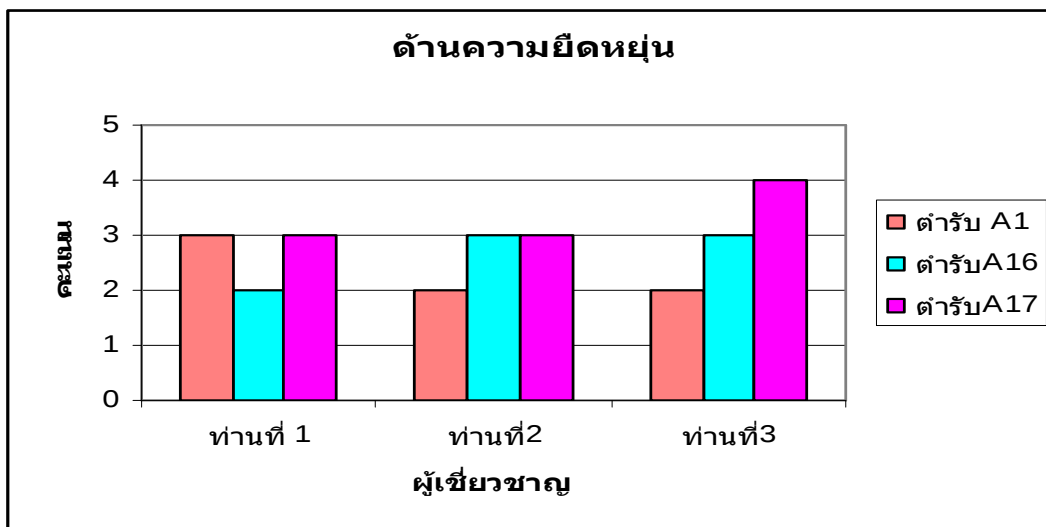
ภาพประกอบ 22 แผนภูมิแสดงการยอมรับแผ่นชั้นน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มด้านความเรียบ

2. การยอมรับผลิตภัณฑ์แผ่นชั้นน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มด้านความนุ่ม



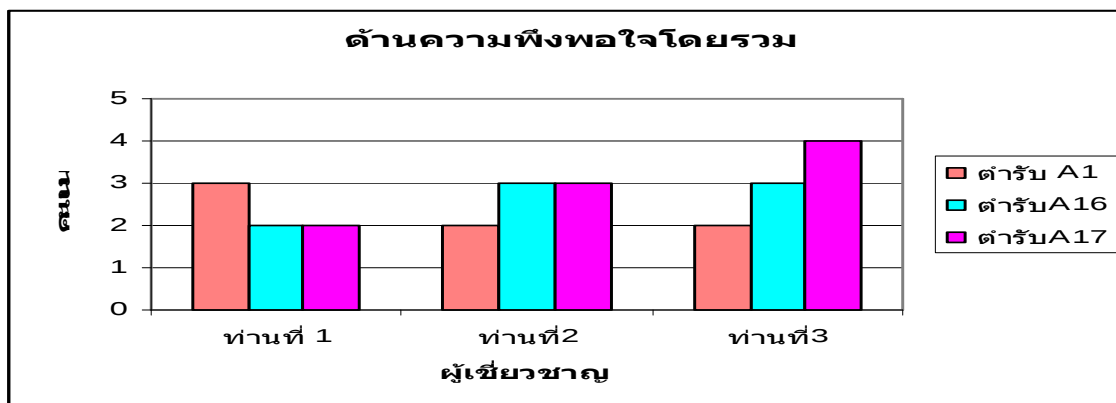
ภาพประกอบ 23 แผนภูมิแสดงการยอมรับแผ่นชั้นน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มด้านความนุ่ม

3. การยอมรับผลิตภัณฑ์แผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มด้านความยืดหยุ่น



ภาพประกอบ 24 แผนภูมิแสดงการยอมรับแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มด้านความยืดหยุ่น

4. การยอมรับผลิตภัณฑ์แผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มด้านความพึงพอใจโดยรวม



ภาพประกอบ 25 แผนภูมิแสดงการยอมรับแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มด้านความพึงพอใจโดยรวม

จากการพิจารณาผลการทดลองและทำการเลือกตัวรับแผ่นซับน้ำมันที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากค่า % oil absorbed, ความหนา และค่าความเป็นกรดต่างตัวรับที่มีความเหมาะสมสำหรับการพิจารณาแผ่นกระดาษคือ ตัวรับ B 1, B8 และ B18 ดังตาราง 22 และภาพประกอบ 26, 27, 28 และ 29

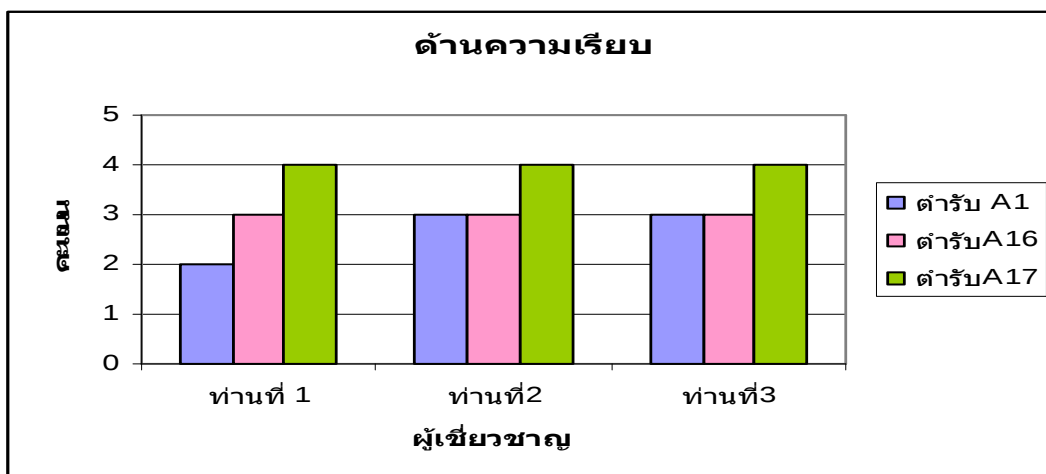
4.2 การทดสอบคุณสมบัติด้านการดูดซับความชื้น, ความหนา, ค่าความเป็นกรด-ด่างของแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มพบว่าแผ่นซับน้ำมันในแต่ละตัวรมีคุณสมบัติแตกต่างกันขึ้นกับชนิดและปริมาณสารที่ใช้ในตัวรับดังตาราง 22

ตาราง 22 ลักษณะทางกายภาพของแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นกระดาษที่ได้จากตัวรับต่างๆ

ตัวรับ	% Oil Absorbed	ความหนา (มม.)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง
B1	86.13	0.0031	6.83
B2	62.23	0.0031	8.27
B3	66.14	0.0054	8.74
B4	56.74	0.0029	6.42
B5	46.27	0.0015	5.94
B6	32.55	0.0012	5.78
B7	16.22	0.0008	5.83
B8	24.32	0.0011	4.94
B9	26.11	0.0013	5.00
B10	18.94	0.0009	4.97
B11	46.27	0.0018	6.26
B12	52.74	0.0015	6.44
B13	53.67	0.0020	6.56
B14	66.27	0.0024	6.43
B15	65.43	0.0026	6.51
B16	80.72	0.0027	7.06
B17	76.43	0.0024	6.73
B18	55.83	0.0022	6.37
B19	62.00	0.0020	7.21
B20	52.74	0.0015	6.44
B21	53.67	0.0020	6.56
B22	66.27	0.0024	6.43

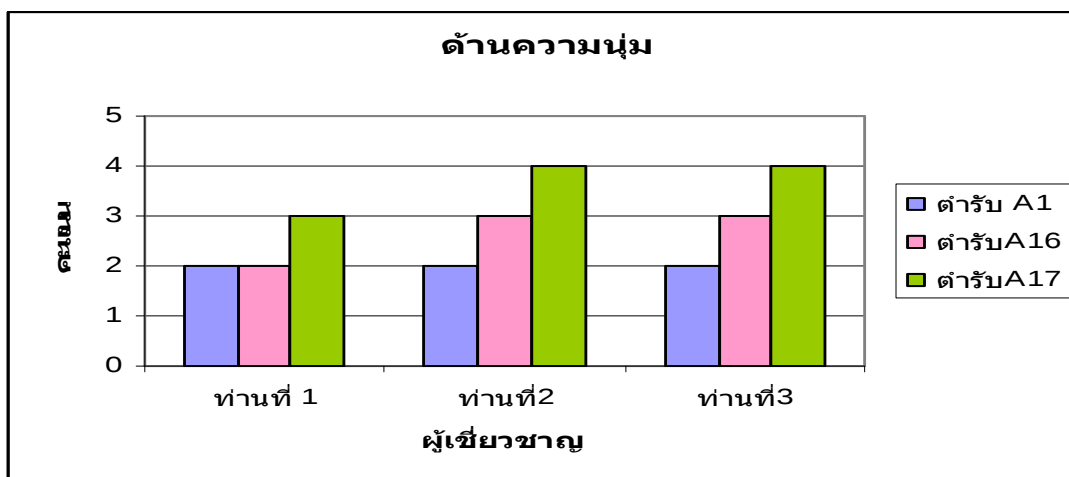
4.2 การทดสอบคุณสมบัติของแผ่นซับหน้ามันจากไคโตซานแบบแผ่นกระดาษด้านความเรียบ, ความนุ่ม, ความยืดหยุ่น และความพึงพอใจโดยรวม

1. การยอมรับผลิตภัณฑ์แผ่นซับหน้ามันแบบแผ่นกระดาษด้านความเรียบ



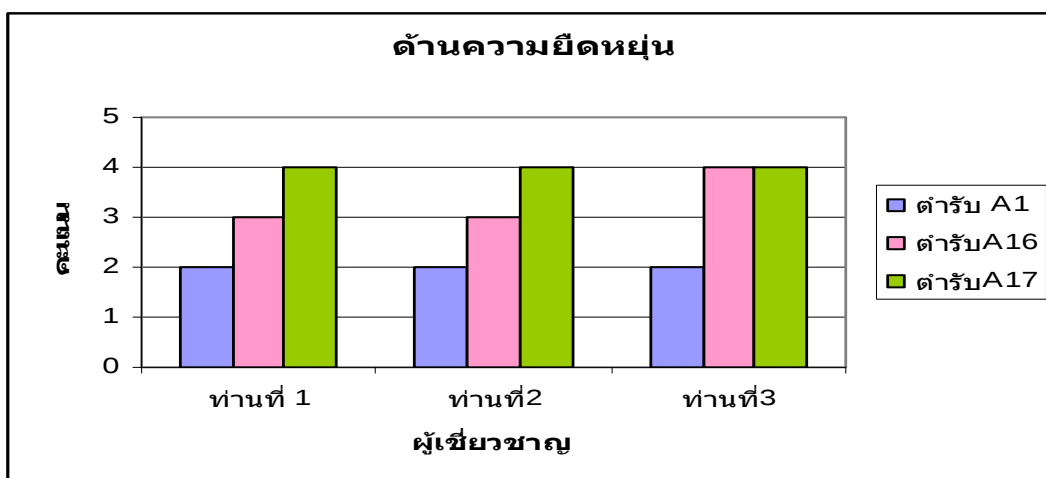
ภาพประกอบ 26 แผนภูมิแสดงการยอมรับแผ่นซับหน้ามันแบบแผ่นกระดาษด้านความเรียบ

2. การยอมรับผลิตภัณฑ์แผ่นซับหน้ามันแบบแผ่นกระดาษด้านความนุ่ม



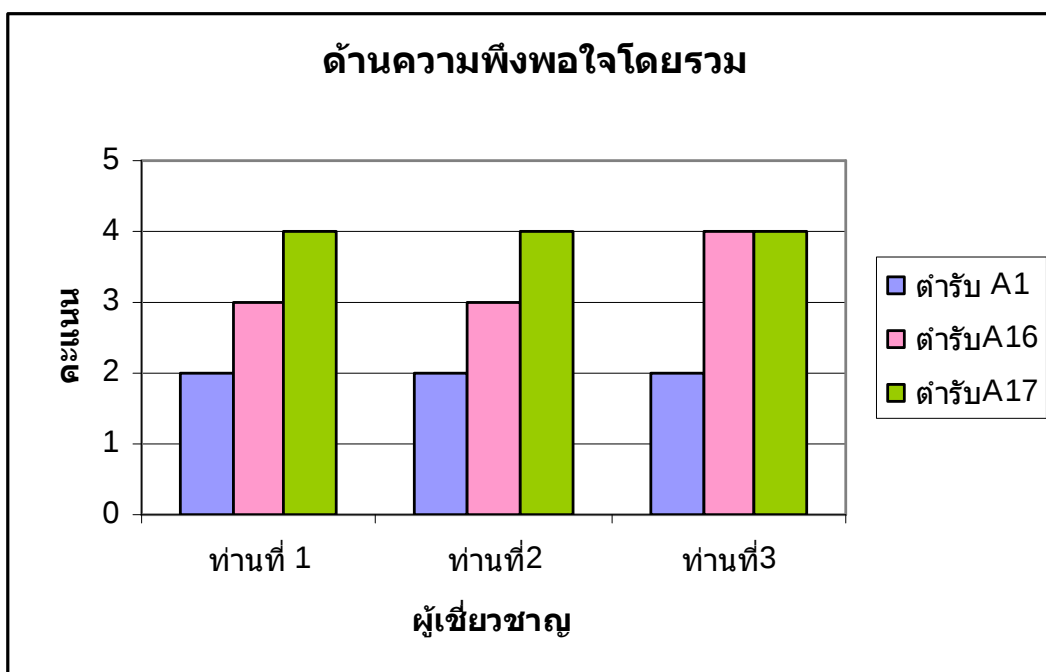
ภาพประกอบ 27 แผนภูมิแสดงการยอมรับแผ่นซับหน้ามันแบบแผ่นกระดาษด้านความนุ่ม

3. การยอมรับผลิตภัณฑ์แผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นกระดาษด้านความยืดหยุ่น



ภาพประกอบ 28 แผนภูมิแสดงการยอมรับแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นกระดาษด้านความยืดหยุ่น

4. การยอมรับผลิตภัณฑ์แผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นกระดาษด้านความพึงพอใจโดยรวม



ภาพประกอบ 29 แผนภูมิแสดงการยอมรับแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นกระดาษด้านความพึงพอใจโดยรวม

ขั้นตอนที่ 5 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ

ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์ม

รายการประเมิน	เกณฑ์มาตรฐาน	ผลการทดสอบ	ผ่านเกณฑ์	ไม่ผ่าน เกณฑ์
1. การดูดซับน้ำมัน	ต้อง >24.00%	87.24%	✓	
2. ความปลอดภัย	ต้องไม่พบสารห้ามใช้ ตามมอก.152-2539	ไม่พบสารห้ามใช้ตาม มอก.152-2539	✓	
3. ความเป็นกรดด่าง	pH 5.0-8.0	pH 6.73	✓	
4. ความระคายเคือง	ผู้รับการทดสอบบริเวณ ท้องแขนจำนวน 3 คนต่อ ผู้ทดสอบ 5 คน ไม่เกิด การบวมและเป็นผื่น	ผู้รับการทดสอบบริเวณ ท้องแขนทั้ง 5 คน ไม่เกิด อาการแดง บวม เป็นผื่น แต่อย่างใด	✓	
5. ความสะอาด	จุดสกปรกสูงสุดได้ 8 จุด ต่อตารางเมตร	3 point / m ²	✓	
6. การควบคุม จุลินทรีย์	แบคทีเรียทั้งหมด <1000 ยีสต์และรา <100 บริซัมปีดีฟโคลิฟอร์ม <30 ต้องไม่พบฟีคัลโคไล	1 CFU./g ไม่พบ ไม่พบ ไม่พบ	✓	
7. ความคงสภาพ	ต้องมีความงมน่าใช้ และมีประสิทธิภาพไม่ < ร้อยละ 90 ของค่าตามฉลาก	มีความงมน่าใช้ และมีประสิทธิภาพ ร้อยละ 100 ของค่า ตามฉลาก	✓	

ตาราง 23 (ต่อ)

รายการประเมิน	เกณฑ์มาตรฐาน	ผลการทดสอบ	ผ่านเกณฑ์	ไม่ผ่านเกณฑ์
8. การต้านแรงดึง	ต้อง >0.20 N. / M.2	2.87 N. / m. ²	✓	
9. น้ำหนักมาตรฐาน	ต่ำสุด 28.0 g. / M.2	41 g/ M. ²	✓	
10. ปริมาณเถ้า	สูงสุดร้อยละ 0.50	0.24	✓	

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ, ทางเคมี และจุลินทรีย์ของแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มพบว่า ค่าการการดูดซับน้ำมัน, ความปลอดภัย, ความเป็นกรด-ด่าง, ความระคายเคือง, ความสะอาด, การควบคุมจุลินทรีย์, ความคงสภาพ, การต้านแรงดึง, น้ำหนักมาตรฐาน และปริมาณเถ้า ผ่านเกณฑ์ที่มาตรฐานอุตสาหกรรมกำหนด

ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์ม

รายการประเมิน	เกณฑ์มาตรฐาน	ผลการทดสอบ	ผ่านเกณฑ์	ไม่ผ่านเกณฑ์
1. การดูดซับน้ำมัน	ต้อง >24.00%	87.24%	✓	
2. ความปลอดภัย	ต้องไม่พบสารห้ามใช้ ตามมอก.152-2539	ไม่พบสารห้ามใช้ตาม มอก.152-2539	✓	
3. ความเป็นกรดต่าง	pH 5.0-8.0	pH 6.73	✓	
4. ความระคายเคือง	ผู้รับการทดสอบบริเวณ ท้องแขนจำนวน 3 คนต่อ ผู้ทดสอบ 5 คน ไม่เกิด การบวมและเป็นผื่น	ผู้รับการทดสอบบริเวณ ท้องแขนทั้ง 5 คน ไม่เกิด อาการแดง บวม เป็นผื่น แต่อย่างใด	✓	

ตาราง 24 (ต่อ)

รายการประเมิน	เกณฑ์มาตรฐาน	ผลการทดสอบ	ผ่านเกณฑ์	ไม่ผ่านเกณฑ์
5. ความสะอาด	จุดสกปรกสูงสุดได้ 8 จุด ต่อตารางเมตร	3 point/ m ²	✓	
6. การควบคุม จุลินทรีย์	แบคทีเรียทั้งหมด < 1000 ยีสต์และรา < 100 บริซัมปีดีฟโคลิฟอร์ม < 30 ต้องไม่พบฟีคัลโคไล	2 CFU. /g. ไม่พบ ไม่พบ ไม่พบ	✓	
7. ความคงสภาพ	ต้องมีความงามน่าใช้ และมีประสิทธิภาพไม่ < ร้อยละ 90 ของค่าตามฉลาก	มีความงามน่าใช้ และมีประสิทธิภาพ ร้อยละ 100 ของค่า ตามฉลาก	✓	
8. การต้านแรงดึง	ต้อง > 0.20 N. / M.2	2.87 N. / m. ²	✓	
9. น้ำหนักมาตรฐาน	ต่ำสุด 28.0 g. / M.2	41 g/ M. ²	✓	
10. ปริมาณเถ้า	สูงสุดร้อยละ 0.50	0.24	✓	

ผลิตภัณฑ์แผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษที่ผู้วิจัยผลิตขึ้นผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนดทั้ง 10 ด้าน หากพิจารณาทางด้านเศรษฐศาสตร์แล้วการผลิตแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษไม่คุ้มกับการลงทุนเนื่องจากต้องใช้อุปกรณ์ เครื่องจักรสำหรับฉีดขึ้นรูปที่มีราคาสูงมากหากผลิตเพียงโคโตนเพื่อจำหน่ายในรูป Flake, Powder, Solution แล้วจัดเป็นอุตสาหกรรมชนิดหนึ่งที่น่าสนใจมากทีเดียวเนื่องจากการผลิตที่ไม่ยากใช้วัสดุอุปกรณ์พื้นฐานที่หาได้โดยทั่วไปเป็นการนำเศษเหลือจากอุตสาหกรรมอาหารทะเลมาทำให้เกิดประโยชน์

ข้อมูลการยอมรับผลิตภัณฑ์ด้านต่าง ๆ ของแผ่นซับหน้ามันแบบแผ่นฟิล์ม และแผ่นกระดาษ จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางประชากรศาสตร์ในการให้คะแนนด้านการดูดซับความชื้น, ความยืดหยุ่น, กลิ่น, ขนาด, สี, รูปร่าง, ความสะอาดและความพึงพอใจ โดยรวมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95) และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการยอมรับผลิตภัณฑ์แผ่นซับหน้ามันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษด้วยไครส์แคิร์ฟ พบว่าเพศอายุการศึกษา รายได้ที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์ แผ่นซับหน้ามันทั้งแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ ดังตาราง 26-27 ในภาคผนวก จ

ขั้นตอนที่ 6 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อแผ่นซับหน้ามันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อแผ่นซับหน้ามันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ ใช้วิธีการแบบ Hedonic Scalling Test และ Just About Right จำนวน 40 คน กับกับกลุ่มตัวอย่างเป้าหมาย ผลการทดสอบพบว่าผู้บริโภคที่ทำการทดสอบ เป็นเพศหญิงร้อยละ 75 และเพศชายร้อยละ 25 อายุช่วง 15-19 ปี ร้อยละ 28.20-30 ปี ร้อยละ 52.31 – 40 ปี ร้อยละ 20 และ 41 – 50 ปี ร้อยละ 0 ระดับการศึกษามัธยม มัธยมศึกษาตอนต้นร้อยละ 2 มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช ร้อยละ 0.อนุปริญญา/ปวส ร้อยละ 3.ปริญญาตรี ร้อยละ 50.ปริญญาโท ร้อยละ 35 และปริญญาเอก ร้อยละ 10 โดยอาชีพนักเรียนร้อยละ 52. ข้าราชการร้อยละ 14. รัฐวิสาหกิจ ร้อยละ 7 พนักงานบริษัทเอกชนร้อยละ 16. ธุรกิจส่วนตัวร้อยละ 11 และอื่นๆ โปรดระบุ (แม่บ้านและพนักงานทำความสะอาดร้อยละ 2) ซึ่งมีรายได้ต่าง ๆ ดังนี้ รายได้ไม่เกิน 5,000 บาท ร้อยละ 0. รายได้ 5,001 – 10,000 บาทร้อยละ 22. รายได้ 10,001-20,000 บาท ร้อยละ 52 รายได้ 20,001-30,000 บาท ร้อยละ 10 รายได้ 30,001-40,000 บาท ร้อยละ 14 และรายได้ 40,000 บาท ขึ้นไปร้อยละ 2 ดังตาราง 26-27 ในภาคผนวก จ สำหรับข้อมูลการยอมรับผลิตภัณฑ์ด้านต่าง ๆ ของแผ่นซับหน้ามันแบบแผ่นฟิล์ม และแผ่นกระดาษ จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางประชากรศาสตร์ในการให้คะแนนด้านการดูดซับความชื้น, ความยืดหยุ่น, กลิ่น, ขนาด, สี, รูปร่าง, ความสะอาดและความพึงพอใจ โดยรวมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95) และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการยอมรับผลิตภัณฑ์แผ่นซับหน้ามันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษด้วยไครส์แคิร์ฟ พบว่าเพศอายุการศึกษา รายได้ที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์ แผ่นซับหน้ามันทั้งแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ

จากแบบทดสอบความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อแผ่นซับหน้ามันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษสามารถสรุปได้ว่าแผ่นซับหน้ามันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษได้รับการยอมรับผลิตภัณฑ์ด้านการดูดซับความชื้น, ความยืดหยุ่น, กลิ่น, ขนาด, สี, รูปร่าง, ความสะอาดและความพึงพอใจ โดยรวมโดยรวม

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อผลิตแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษจากส่วนผสมของไคโตซาน , พลาสติคไซเซออร์ , สารดูดซับ และชานอ้อย
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซาน

ความสำคัญของการวิจัย

ได้แผ่นซับน้ำมันจากไคโตซานทั้งแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษที่มีประสิทธิภาพในการดูดซับความมันมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และมีต้นทุนในการผลิตต่ำกว่าเดิม นอกจากนี้ยังเป็นการสนับสนุนการใช้วัตถุดิบที่มีอยู่ในประเทศทดแทนการนำเข้าผลิตภัณฑ์และวัตถุดิบจากต่างประเทศ

ขอบเขตของการวิจัย

เพื่อให้การวิจัยครั้งนี้บรรลุตามความมุ่งหวังที่ตั้งไว้ผู้วิจัยจึงกำหนดขอบเขตกระบวนการผลิตแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้งทั้งแบบฟิล์ม และ แบบกระดาษ ซึ่งมีอัตราส่วนผสมดังนี้

1. สารละลายไคโตซานที่มีความเข้มข้น 1% w/v ในสารละลายกรดซิทรिक 0%v/v, 1%v/v, 2%v/v, 3%v/v อ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไคโตซาน; มอก.2351-2550
2. พลาสติคไซเซออร์ Poly Ethylene Glycol 6000 (PEG6000) และ Xylitol (C₅H₁₂O₅) ในปริมาณ 0.25 (g) , 0.35(g) และ 0.50 (g) อ้างอิงตามมาตรฐานเครื่องสำอาง : ข้อกำหนดทั่วไป (มอก. 152-2539)
3. สารดูดซับ Talcum(Mg₃Si₄O₁₀(OH)₂)และ Colloidal Silicon Dioxide(C₇H₇NO₃) ในปริมาณ 0.15(g). อ้างอิงตามมาตรฐานเครื่องสำอาง : ข้อกำหนดทั่วไป (มอก. 152-2539)
4. ชานอ้อย (Bagasse) ในปริมาณ 0.25(g), 0.50(g) และ 0.75 (g) อ้างอิงตามมาตรฐานเครื่องสำอาง : ข้อกำหนดทั่วไป (มอก. 152-2539)

นำส่วนผสมทั้งหมดเทใส่เบ้าพิมพ์อบที่อุณหภูมิ 40±2 องศาเซลเซียสจนแห้งจึงแกะออกจากเบ้าพิมพ์แล้วนำไปทดสอบสมบัติด้าน การดูดซับน้ำมัน, ความปลอดภัย, ความเป็น กรด-ด่าง, ความระคายเคือง

, ความสะอาด, การควบคุมจุลินทรีย์, ความคงสภาพ, การต้านแรงดึง, น้ำหนักมาตรฐาน, ปริมาณเก่า เพื่อหาประสิทธิภาพและการยอมรับผลิตภัณฑ์แผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ

สมมติฐานการวิจัย

แผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มและแบบแผ่นกระดาษ ที่ผลิตจากไคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้ง, พอลาติกไซเซเซอร์ (PEG6000 และ Xylitol) , สารดูดซับ (Talcum และ Colloidal Silicon Dioxide) สำหรับแผ่นซับน้ำมันแบบกระดาษได้มีการเพิ่มขานอ้อยซึ่งเป็นส่วนผสมสำคัญสำหรับผลิตเป็นเยื่อกระดาษซึ่งมีประสิทธิภาพตามมาตรฐานตามเกณฑ์ที่กำหนด

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยมีความมุ่งหมายของการวิจัยเพื่อได้ผลิตภัณฑ์แผ่นซับน้ำมันจากไคโตซานแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ มีประสิทธิภาพเป็นไปตามที่กำหนดใช้เครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล แบ่งออกเป็น 5 ตอนได้แก่

ตอนที่ 1 กระบวนการสร้างแนวคิดในการผลิตแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ โดยการสำรวจตลาดและศึกษา แนวคิดการออกแบบและผลิตแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษพบว่าไม่มีผลิตภัณฑ์แผ่นซับน้ำมันชนิดใดเลยในท้องตลาดที่มีเครื่องหมายรับรองมาตรฐานและแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มในชื่อทางการค้าที่ต่างกันและราคาที่แตกต่างกันแล้วแต่ผลิตโดย บริษัท Sumitomo 3 M ทั้งสิ้นและจากการตรวจสอบคุณภาพพบว่า ดัชนีทางกายภาพที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ คือ ความสามารถในการดูดซับน้ำมัน และการไม่ทำให้เครื่องสำอางบนใบหน้าเลือน

ตอนที่ 2 เป็นแบบทดสอบคุณภาพไคโตซานซึ่งเป็นส่วนผสมสำคัญในการผลิตแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ และทำการส่งตัวอย่างเพื่อรับรองคุณภาพไคโตซานที่ผลิตโดยศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยทำการวิเคราะห์ดังนี้

1. การวิเคราะห์หาปริมาณเก่า
2. การวิเคราะห์หาน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน
3. การวิเคราะห์หาค่าความหนืดของไคโตซาน
4. การวิเคราะห์หาค่า pH
5. การวิเคราะห์หาค่าการละลาย

จากการทดสอบสภาวะในการละลายของสารละลายโคโตซานพบว่าสารละลายโคโตซานที่มีความเหมาะสมที่จะนำไปผลิตเป็นแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษคือสารละลายโคโตซานที่มีความเข้มข้น 1% w/v ในกรดซิตริก 2% v/v ที่เวลา 24 ชั่วโมง

ตอนที่ 3 การขยายกำลังการผลิตเยื่อชานอ้อยจาก 0.5 กิโลกรัม เป็น 1 กิโลกรัม และ 5 กิโลกรัม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในปัจจัยค่าร้อยละของผลได้ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และการฟอกเยื่อชานอ้อยด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์พบว่าการใช้ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ร้อยละ 12 และ ร้อยละ 14 ให้ค่าความขาวสว่างที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จึงใช้ปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ร้อยละ 12 เป็นระดับในการฟอกเยื่อชานอ้อย

อภิปรายผล

ผลการวัดประสิทธิภาพโดยรวมของการผลิตแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษมีประสิทธิภาพ สามารถอภิปรายสรุปผลได้ดังนี้

1. ด้านการดูดซับความมันของแผ่นซับน้ำมันจากโคโตซานแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษมีเกณฑ์โดยรวมอยู่ในเกณฑ์ดีเนื่องจากโคโตซานเป็น พอลิเมอร์ชีวภาพที่มีประจุบวก (Cationic Biopolymer) โมเลกุลของโคโตซานประกอบด้วยหมู่อะมิโน ที่มีประสิทธิภาพสูงในการดูดซับน้ำมัน และ เนื่องจากโมเลกุลของโคโตซานมีประจุบวก จึงสามารถจับกับสารที่มีประจุลบได้ดี นั่นคือโคโตซานสามารถดูดซับ Residue Oil ได้ และทำให้ประจุลบของ Residue Oil สูญเสียเสถียรภาพ โดยอาศัยกลไกการสะเทิน (Neutralize) ประจุ

2. ด้านความปลอดภัย มีเกณฑ์โดยรวมอยู่ในเกณฑ์ดีทั้งนี้เพราะได้มีการควบคุมปริมาณสารกรรมวิธีการผลิตและ คุณภาพของวัตถุดิบที่นำเป็นส่วนผสมในการผลิตแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษให้เป็นไปตามมาตรฐานอุตสาหกรรมเครื่องสำอางทั่วไป มอก. 2539 ซึ่งสอดคล้องกับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (2543:233) ซึ่งได้กำหนดให้ผู้ผลิตเครื่องสำอางภายในประเทศ นำหลักเกณฑ์วิธีการที่ในการผลิตเครื่องสำอาง (Good MANU FACTURING PRACTICE:GMP) มาใช้เป็นแนวทางในการผลิตและให้ยึดมาตรฐานอุตสาหกรรมเครื่องสำอางทั่วไปเป็นหลักในการปฏิบัติ

3. ความเป็นกรด-ด่าง มีเกณฑ์โดยรวมอยู่ในเกณฑ์ดีคือมีค่า ความเป็นกรดต่างที่เป็นกลางเนื่องจากแผ่นซับน้ำมันที่ผลิตจากโคโตซานแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษมีค่าความเป็นกรดต่างเป็นไปตามมาตรฐานอุตสาหกรรมเครื่องสำอางทั่วไป มอก. 2539 ซึ่งกำหนดให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นต้องมีค่าความเป็นกรดต่างอยู่ในช่วง pH 5.0-8.0 ซึ่ง สอดคล้องกับงานวิจัยของ อรัญญา มโนสร้อย . (2549:27) กล่าวว่า ผิวหนังของคนเรานั้นมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5 ถึง 8.5 ดังนั้นการใช้

ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด ผลิตภัณฑ์เพื่อบำรุงรักษาผิว หรือผลิตภัณฑ์ที่จำเป็นอย่างอื่น ต่อผิวหนัง ควรใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าพีเอชใกล้เคียง หรือเท่ากับผิวหนังให้มากที่สุด

4. ความระคายเคืองเกณฑ์โดยรวมอยู่ในเกณฑ์ที่ดีทั้งนี้เพราะ ได้มีการควบคุมชนิดของสารและปริมาณของสารลดแรงตึงผิวและสารทุติยภูมิที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิตได้ผ่านการยืนยันความปลอดภัยแล้วทั้งสินซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ อรรถวิทย์ มโนสร้อย และจิรเดช มโนสร้อย (2550: 110) การระคายเคืองนั้นเกิดขึ้นได้กับคนทุกคนเป็นการทดสอบเพื่อประกันว่า ผลิตภัณฑ์ไม่มีผลเสียต่อร่างกาย เมื่อนำมาใช้ โดยทั่วไปนิยมทดสอบโดย Patch Test โดยทำในสัตว์ทดลองก่อน ถ้าผ่านการทดสอบจึงจะนำมาทดสอบในคน

5. ความสะอาด เกณฑ์โดยรวมอยู่ในเกณฑ์ที่ดีทั้งนี้เพราะการผลิตแผ่นซับหน้ามันได้มาตรฐานและถูกสุขลักษณะอนามัยจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและความปลอดภัย การรักษาความปลอดภัย ตัวอาคารสถานที่ผลิตต้องรักษาให้ถูกสุขลักษณะ พื้นผิวของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่สัมผัสกับแผ่นซับหน้ามันต้องทำความสะอาดตลอดเวลาและสม่ำเสมอมีการปฏิบัติที่ถูกสุขลักษณะและสุขอนามัย เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ ครอบคลุมถึงบุคลากร สถานที่ อุปกรณ์ / เครื่องมือ และวัตถุดิบในการผลิต และภาชนะบรรจุซึ่งสอดคล้องกับ แนวทางวิธีการที่ดีในการผลิตเครื่องสำอางของอาเซียนสำนักควบคุมเครื่องสำอางและวัตถุอันตราย 2547

6. การควบคุมจุลินทรีย์ เกณฑ์โดยรวมอยู่ในเกณฑ์ที่ดีทั้งนี้เพราะได้มีการควบคุมรักษาความสะอาดทุกขั้นตอนการผลิตเนื่องจากได้ให้ความสำคัญและตระหนักดีว่าเชื้อจุลินทรีย์ทำให้ผลิตภัณฑ์เน่าเสีย และเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งร่างกายภาพและทางเคมีได้ สำหรับปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ ที่กฎหมายกำหนด ได้แก่ แบคทีเรีย ยีสต์ รา น้อยกว่า 1,000 โคโลนีต่อกรัม ปริซึมป์ติปโคลิฟอร์ม น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม พิคัลโคไล น้อยกว่า 1 โคโลนีต่อกรัม สเตฟิโคคอกคัส ออเรียส น้อยกว่า 1 โคโลนีต่อกรัม สโตโมแนสแอโรจิโนซา น้อยกว่า 1 โคโลนีต่อกรัม และต้องไม่พบซาลโมเนลลา และคลอสตริเดียมใน 100 กรัม ซึ่งสอดคล้องกับประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 40) พ.ศ. 2548 เรื่อง การตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา (MICROBIOLOGY TEST)

7. ความคงสภาพ เกณฑ์โดยรวมอยู่ในเกณฑ์ที่ดีทั้งนี้เพราะได้มีการเก็บรักษาแผ่นซับหน้ามันจากไคโตซานแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม ไม่สัมผัสกับแสงแดดโดยตรง มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์คงที่ซึ่งมีผลทำให้ แผ่นซับหน้ามันจากไคโตซานแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษมีความคงสภาพไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสีและกลิ่นซึ่งสอดคล้องกับ จิรเดช มโนสร้อย (2549:68) ที่กล่าวว่า การทดสอบความคงสภาพของเครื่องสำอาง(STABILITY TEST)เป็นการทดสอบให้รู้ว่าเวลาที่เก็บไว้บนชั้น(SHELF LIFE) นานเท่าไร ทั้งนี้โดยต้องมีความงาม น่าใช้ และมีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่าร้อยละ90ของค่าตามฉลาก (LABEL AMOUNT)

8. การต้านแรงดึง เกณฑ์โดยรวมอยู่ในเกณฑ์ดีทั้งนี้เพราะการผลิตแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซานแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษมีส่วนผสมของเซลลูโลสเป็นสำคัญซึ่งมีคุณสมบัติการต้านแรงดึงในแนวขนานเครื่องมีความแข็งแรงต่อแรงดึงมากกว่ากระดาษในแนวขวางเครื่องและแผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นกระดาษมีส่วนผสมของเยื่อขานอ้อยซึ่งเป็นเยื่อใยสั้นซึ่งมีคุณสมบัติในการซับน้ำและน้ำมัน น้ำหนักเบา การต้านแรงดึงน้อยเมื่อเทียบกับเยื่อใยยาวซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปันดดา พวงเกษม (2540:27) ว่ากระดาษมีความแข็งแรงต่อแรงดึงเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักมาตรฐานที่เพิ่มขึ้นด้วย ความแข็งแรงต่อแรงดึงของกระดาษมีน้อยลงเมื่อเพิ่มปริมาณตัวเติมให้กระดาษและปริมาณความชื้นในกระดาษมีมาก เพราะตัวเติมที่เติมเข้าไปมีผลทำให้เส้นใยเซลลูโลสเกิดพันธะเคมีระหว่างกันได้น้อยลง ส่วนน้ำทำให้พันธะเคมีระหว่างเส้นใยมีความแข็งแรงน้อยลง ทั้งสองปัจจัยจึงมีผลทำให้ความแข็งแรงต่อแรงดึงของกระดาษมีน้อยลง

9. น้ำหนักมาตรฐาน เกณฑ์ โดยรวมอยู่ในเกณฑ์ดีทั้งนี้เพราะมีการควบคุมปริมาณส่วนผสมทั้งหมดที่ใช้ในการผลิต ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ อุดมลักษณ์ สุขอัตตะ (2545:93) ว่าน้ำหนักมาตรฐาน (Basis Weight) คือ น้ำหนักกระดาษมีหน่วยเป็นกรัมต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตรน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษมีอิทธิพลโดยตรงต่อคุณสมบัติอื่น ๆ ของกระดาษ เช่น กระดาษที่มีน้ำหนักมาตรฐานมาก จะมีความหนาและความแข็งแรงสูงทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของกระดาษและความและความพรุนของเนื้อกระดาษ

10. แก้ว เกณฑ์ โดยรวมอยู่ในเกณฑ์ดีทั้งนี้เพราะปริมาณส่วนที่เหลือของแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซาน ที่สกัดจากเปลือกกุ้งภายหลังการเผาไหม้โดยสมบูรณ์ ในการทดสอบที่กำหนดเป็น ร้อยละของน้ำหนักกระดาษอบแห้งอ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระดาษเช็ดหน้า (มอก.215-2520)

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1. เนื่องจากไคโตซานไม่ละลายในน้ำ แต่ละลายได้ในกรดอินทรีย์ ซึ่งการทดลองนี้ได้เตรียมสารละลายไคโตซานโดยใช้ Citric acid 2 % ทำให้ไคโตซานละลายได้ช้ามาก ดังนั้นการพัฒนาต่อไป จึงควรปรับปรุงเรื่องการละลายของสารละลายไคโตซาน โดยอาจใช้ Acetic acid 0.5 % ร่วมกับ Citric acid 1.5 %

2. เนื่องจากความชื้นอาจมีผลต่อประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำมันของแผ่นซับน้ำมัน ดังนั้นจึงควรควบคุมความชื้นในระหว่างการทดลองด้วย

3. ควรทำการวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ของแผ่นซับน้ำมัน เพื่อดูว่าแผ่นซับน้ำมันมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้กับไบโหรินหรือไม่ โดยเปรียบเทียบค่า pH ของแผ่นซับน้ำมันกับค่า pH

ของผิวหนังบริเวณใบหน้าควรมีการทดลองใช้สารที่เป็น Plasticizer ชนิดอื่นด้วยเพื่อพัฒนาให้แผ่นซับหน้ามามีความยืดหยุ่น ความเหนียว และความนุ่มเพิ่มมากขึ้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรพัฒนาการแต่ง กลิ่น, สีให้มากขึ้นด้วย โดยอาจเน้นการใช้ กลิ่นและสีจากธรรมชาติ เพื่อให้มีลักษณะภายนอกที่ดึงดูดความสนใจ ปลอดภัย และเพิ่มการยอมรับของผู้บริโภค
2. การผลิตแผ่นซับหน้ามามีแบบแผ่นกระดาษอาจใช้เส้นใยจากเซลลูโลสที่สกัดได้จากพืชชนิดอื่นบ้างเช่นใบสับปะรด, กก, เปลือกข้าวโพด หรือพืชชนิดอื่นตามความสะดวกในการเตรียมวัตถุดิบในแต่ละท้องถิ่นเพื่อพัฒนาให้แผ่นซับหน้ามามีประสิทธิภาพที่ดีตามกำหนดซึ่งเป็นการลดต้นทุนในการผลิต
3. เมื่อได้แผ่นซับหน้ามามีคุณสมบัติและมีประสิทธิภาพในการดูดซับความมันที่ดีแล้วอาจพัฒนาโดยการเติมสารสำคัญอื่นๆลงไปด้วยเช่นสาร Anti acne, Aromaterapy, Moisturizers เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด
4. ควรทดลองใช้สารที่เป็น Plasticizer ชนิดอื่นด้วยเพื่อพัฒนาให้แผ่นซับหน้ามามีความยืดหยุ่น ความเหนียว และความนุ่มเพิ่มมากขึ้น
5. ควรทดลองใช้ไคโตซานชนิดอื่นบ้างเช่นอาจใช้ ไคโตซานที่สกัดจากแกนปลาหมึก, กระดองปูหรือเปลือกของแมลงปีกแข็ง
- 6.ควรนำไคโตซานมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยรูปแบบอื่นๆบ้าง เช่น การผลิตผิวหนังเทียมรักษาแผลไฟไหม้, การผลิตแผ่นอนามัย, การผลิตถุงรีทอร์ทเพาซ์, อุตสาหกรรมอาหาร เช่น คุกกี้, ขนมปัง, มักกะโรนี หรือแม้กระทั่งในวงการแพทย์เช่น ผลิตภัณฑ์โคนเสริมจมูก เสริมหน้าอก เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย ปี พ.ศ.2525-2534.
- กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย ปี พ.ศ.2536-2543
- กรมสุลภากร (2546). สถิติการนำเข้าสัตว์น้ำของประเทศไทย
- กุลวรา เหล่ากาวิ; ชลวิภา ยารังษี. (2548). *แผ่นซับน้ำมันจากไคโตซาน*. วิทยานิพนธ์ ภ.บ.
- (เภสัชศาสตร์)เชียงใหม่: เภสัชศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- ขวัญชนก นิธิโชติเดชากร. (2550). *การพัฒนาฟิล์มละลายน้ำได้จากสตาร์ชมันสำปะหลังหรือสตาร์ชมันสำปะหลังดัดแปรสมพอลิไวนิลแอลกอฮอล์เพื่อการบรรจุสารเคมี*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต. (เทคโนโลยีการบรรจุ) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ณัฐภรณ์ บุญเฉลียว,วรรณพักตร์ อาจณรงค์กร. (2549). *การศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับฟอสเฟตของ cross-linked chitosan*. โครงการวิทยาศาสตร์(เคมี) กรุงเทพฯ. มหิดลวิทยานุสรณ์.
- ธีระชัย รัตนโรจน์มงคล. (2540, พฤษภาคม). *การนำขานอ้อยมาใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ*. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ . (46):32-34.
- ธีระศักดิ์ ถาวรเศรษฐ์วัฒน์.(2543). *การสังเคราะห์พลาสติไซเซอร์ชนิดหน่วงการติดไฟสำหรับพีวีซีจากกรดเทเรพทาติกที่ได้การรีไซเคิลขวดพลาสติกด้วยกระบวนการทางเคมี*. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์. ถ่ายเอกสาร.
- ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธ์ และสุวลี จันทร์กระจ่าง.(2543,9-10 พฤศจิกายน). *การใช้ไคโตซานในไก่เนื้อ*. เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาพร้อมนิทรรศการ เรื่องเกษตรยุคใหม่กับไคติน-ไคโตซาน อาคาร 50 ปี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- พอใจ ลิ้มพันธ์อุดม. 2534. *เอกสารประกอบการสอนวิชา. สถิติและการควบคุมคุณภาพ*. คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.
- พิพัฒน์ วีระถาวร.(2547, 9 กันยายน) *ข้อมูลเบื้องต้นและแนวทางการใช้ประโยชน์และการวิจัยของขานอ้อยในปัจจุบันและอนาคต*. เอกสารประกอบการบรรยายการประชุมโต๊ะกลมเรื่องผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มจากขานอ้อย. ณ ห้องประชุม 811 อาคารอุตสาหกรรมเกษตร 3 วิทยาเขตบางเขน กทม: หน้า 1-5.
- พิมพ์ร ลีลาพรพิสิฐ. (2544). *เครื่องสำอางธรรมชาติผลิตภัณฑ์สำหรับผิวหน้า*. คณะเภสัชศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ : หน้า 248-253.
- เพ็ญวดี ทิพย์พัฒน์พงศ์; และคนอื่น ๆ. (2543, เมษายน-มิถุนายน). *แนวทางการรักษาผิว*. วารสารสมาคมโรคผิวหนังแห่งประเทศไทย. 16, 2: น. 89-92.

- ไพรัตน์ โสภโณตร; วรรณา ชูฤทธิ์ และ เสาวลักษณ์ จิตรบรรเจิด. (2534). รายงานการวิจัยเรื่อง
แนวทางการสกัดและการใช้ประโยชน์ไคโตซานจากเปลือกและหัวกุ้ง. ภาควิชา
อุตสาหกรรมเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์,สงขลา.
ถ่ายเอกสาร.
- ไพทิพย์ ธีรเวชญาณ; และคนอื่น ๆ. (2549).การบำบัดน้ำเสียสีรีแอดทีฟโดยใช้ไคโตซาน, ไคติน
และไคติน/ปรับสภาพ. การประชุมไคติน-ไคโตซานแห่งประเทศไทย. ถ่ายเอกสาร.
- ภาวดี เมธะคานนท์.(2543,18 กุมภาพันธ์) การใช้ไคติน/ไคโตซานในทางการเกษตร. เอกสาร
ประกอบการประชุมสัมมนาพร้อมนิทรรศการ เรื่อง เกษตรยุคใหม่กับไคติน-ไคโตซาน
อาคาร 50 ปี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- มนตรี กลิ่นระรวย, วิษณุ นิยมเหลา และศิริชัย กัลยาณรัตน์. (2546,17-18กรกฎาคม). ผลของสาร
เคลือบ chitosan ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและคุณภาพ
การเก็บรักษาฝรั่งพันธุ์กลมสาละ. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการไคติน-ไคโตซาน
แห่งประเทศไทย จัดโดย ศูนย์วัสดุชีวภาพไคติน-ไคโตซาน อาคารสถาบัน 3 จุฬาลง
กรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ,หน้า 152-154.
- เยาวภา ไหวพริบ ; และคนอื่น ๆ. การแยกไคตินและการผลิตไคโตแซนจากเปลือกกุ้ง. รายงาน
ฉบับสมบูรณ์. คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. ถ่ายเอกสาร
- รติรส วันแรก. (2548). การเตรียมและศึกษาคุณลักษณะของเยื่อแผ่นไคโตซานสำหรับกระบวนการ
การอบสไมซิสผ่นกลับแบบความดันต่ำ. วทม.(วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพอลิเมอร์).
สงขลา: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. ถ่ายเอกสาร.
- รัตมนี หาญวนิชศักดิ์. (2540). การออกแบบเบื้องต้นสำหรับกระบวนการผลิตไคตินและสาร
ปรุงแต่งกลิ่นรสกึ่งจากเศษกุ้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
กรุงเทพฯ. ถ่ายเอกสาร.
- รัตนา รุจิรวนิช. (2546). การเตรียมและการศึกษาคุณสมบัติของไฮโดรเจลที่เตรียมจากอนุพันธ์
ของไคตินและโปรตีนจากเส้นใยไหม. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ.(46):น.52-63.
- เรวัตร เจริญสวัสดิ์.(2535, กุมภาพันธ์). สิวกับความเชื่อผิดๆ. ไกล่หมอ 16,12 : น. 41-42.
- รวารุณี พุทธิให้. (2546). การเตรียมและศึกษาคุณลักษณะของเยื่อบางไคโตซานและเยื่อประกอบ
พอลิอีเทอร์ซัลโฟน/ ไคโตซานเพื่อทำเป็นเยื่อกรองระดับอัลตรา. วิทยานิพนธ์.วทม.
(ฟิสิกส์).สงขลา: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. ถ่ายเอกสาร.
- วิภาพร มหจินดาวงษ์. (2543,กุมภาพันธ์-พฤษภาคม). การเลือกใช้ Pigment ให้เหมาะสมกับชนิด
ของพลาสติกวารสารปิโตรเคมี :น. 36.

วิชญ์ นิยมเหล่า, หะริน รุ่งเรืองวรรณ และศรัชัย กัลยารัตน์.(2546,17-18กรกฎาคม).

อิทธิพลของสารเคลือบ chitosan ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์ น้ำดอกไม้. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการไคติน-ไคโตซานแห่งประเทศไทย จัด โดย ศูนย์วัสดุชีวภาพไคติน-ไคโตซาน อาคารสถาบัน 3 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ,หน้า 149-151.

ศักดิ์ ไตรศักดิ์. (2539). การสกัดไคตินและไคโตซาน และความจุของการแลกเปลี่ยนไอออนบวก.

ภาควิชาเคมีคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. ถ่ายเอกสาร.

สมาคมอาหารแช่เยือกแข็ง (2540).

สิริลักษณ์ เจียรการ. (2550). การดูดซับสารประกอบอินทรีย์ระเหยได้ด้วยวัสดุ เอ็มซีเอ็ม-41

สังเคราะห์จากซีเถ้าแกลบ .สาขาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะพลังงานและวัสดุ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ. ถ่ายเอกสาร.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2521). มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไคโตซาน;

มอก. 2351-2550. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

_____. (2529). มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง: ข้อกำหนดทั่วไป

(มอก.152-2539)กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

สุทธวัฒน์ เบญจกุล. (2534). แนวทางการใช้ประโยชน์จากเปลือกกุ้ง: ไคตินและไคโตซาน.

วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. ถ่ายเอกสาร.

สุมาลัย ศรีกำไลทอง; และคนอื่น ๆ. (2540). ก.โครงการวิจัยที่ อ.-ต.38-03 การใช้ประโยชน์พอลิ

แซคคาไรด์จากของเหลือทิ้งของผลิตภัณฑ์ทะเล. รายงานฉบับที่ 1 ปัจจัยของการผลิต ที่มีผลต่อคุณสมบัติของไคโตซาน. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.12 น.

สุวลี จันทรกระจ่าง (1996). MTEC Annual Meeting 1996. “Chitin and Chitosan,

Multipurpose Biodegradable Biomaterials”.

อรัญญา มโนสร้อยและจิรเดช มโนสร้อย.(2550). ไลโปโซมสำหรับยาผ่านทางผิวหนังและ

เครื่องสำอาง. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

อัยยา กังสุวรรณ ; และคนอื่น ๆ. (2539, 18–20 กันยายน).โปรตีนจากหัวกุ้ง. ในรายงานการ

สัมมนาวิชาการประจำปี ณ ห้องประชุมอานนท์และสถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด.

กรมประมง, กรุงเทพฯ: น.711–714.

- An, Xiaoning., Zhixing Su and Hanmin Zeng.(1996). *Preparation of highly magnetic chitosan particles and their use for affinity purification of enzymes*. Journal of Chemical Technology and Biotechnology. 78 (5) :596-604.
- Annachhatre, A.P., Win, N.N. and Chandkrachang, S. (1996). *Adsorption of copper on chitosan. Proceedings of 2 Asia Pacific Chitin Symposium, Bangkok*. p. 169-173.
- Arab-Bahmani, S., East, G.C. and Holme, I. (2000). *Application of chitosan in textile printing*. Advances in Chitin Science. 4: 136-142. ISBN: 3-9806494-5-8.
- Aye, K.N., Ng, C.H. and Stevens, W.F. (2002). *Pilot scale production of chitin and chitosan from shrimp shells*. Advances in Chitin Science. 5: 12- 14. ISBN: 974-229-412-7.
- Begin, A. and Van Calsteren, M.R. (1999). *Antimicrobial films produced from chitosan*. International Journal of Biological Macromolecules. 26(1): 63-67.
- Benjakul, Soottawat. and Pairat Sophanodora.(1993). *Chitosan production from carapace and shell of black tiger shrimp (penaeus monodon)*. Asean Food Journal. 8 (4): 145-148.
- Chandkrachang, S. (2002). *The applications of chitin and chitosan in agriculture in Thailand*. Advances in Chitin Science. 5: 458-462. ISBN: 974-229-412-7.
- Cheung, W.H., JCY Ng and G. McKay.(2003). *Kinetic analysis of the sorption of copper (III) ions on chitosan*. Journal of Chemical Technology and Biotechnology. 78 (5) 2003 : 562-571.
- Chinadit, U., Wanichpongpan, P., Ng., C.H., Stevens, W.F. and Chandkrachang, S. (1998). *Chemical deacetylation of shrimp chitin in different conditions*. Advance in Chitin Science. 3: 165-168.
- Chiou, M.S. and Li, H.Y. (2003). *Adsorption behavior of reactive dye in aqueous solution on chemical cross-linked chitosan beads*. Chemosphere. p. 1095-1105.
- Dien, L.D., and Binh, T.Q. (1996). *Research on using chitosan for storage of oranges in vietnam*. Proceedings of 2nd Asia Pacific Chitin Symposium, Bangkok. p. 200-203.

- Domard, A. and Chaussard, G. (2002). New approach in the study of the production of chitosan from squid pens: kinetics, thermodynamic and structural aspects. *Advances in Chitin Science*. 5: 1-5. ISBN: 974-229-412-7
- Dunn, Q., Li, E.T., Grandmaison, E.W. and Goosen, M.F.A. (1997). Applications and properties of chitosan. *Applications of chitin and chitosan*, Pennsylvania: Technomic Publishing, p.12.
- Dzung, N.A., and Thang, N.T. (2002). Effects of oligoglucosamine prepared by enzyme degradation on the growth of soybean. *Advances in Chitin Science*. 5: 463-467. ISBN: 974-229-412-7.
- Felse, P.A. and Panda, T. (1999). Studies on applications of chitin and its derivatives. *Bioprocess Engineering*. 20: 505-512.
- Hirano, S. (1996). *Chitin biotechnology applications*. *Biotechnology Annual Review*. 2: 237-258.
- Jun, Hye Keong. (1994). *Chitosan as a coagulant for recovery of proteinaceous solids from food wastewater*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 42 (8): 1834-1838.
- Knorr, Dietrich. (1991). *Recovery and utilization of chitin and chitosan in food processing waste management*." *Food Technology*. 45 (1) : 114-122.
- Krasavtsev, V., Maslova, G., Degtyareva, E., Bykova, V. and Noudga, L. (2002). *Study and selection of chitosan characteristics for packaging materials and preservation of fish products*. *Advances in Chitin Science*. 5: 543-546. ISBN: 974-229-412-7.
- Kungsuwan, A., Ittipong, B., Chandkrachang, S., Kiatkangwalkrai, P., Rao, M.S. and Stevens, W.F. (1996). *Batch fermentation on shrimp heads. Proceedings of 2nd Asia Pacific Symposium*. Bangkok, p. 34-40.
- Lirtsutthiwong ; et al. (2002). *Chitosan as a dry strength agent for paper*. *Appita Journal*. 55 (3):208-212.
- Li, Z., Liu, X.F., Zhuang, X.P., Guan, Y.L. and Yao, K.D. (2002). *Manufacture and Properties Of chitosan/N, O carbboxymethylated chitosan/viscose rayon antibacterial fibers*. *Journal of Applied Polymer Science*. 84(11): 2049-2059

- Li, Z., Liu, X.F., Zhuang, X.P., Guan, Y.L. and Yao, K.D. (2002). *Manufacture and Properties Of chitosan/N, O cztboxymethylatedchitosan/viscose rayo antibacterial fibers. Journal of Applied Polymer Science*. 84(11): 2049-2059.
- Lin, K.W. and Chao, J.Y. (2001). *Quality characteristics of reduced-fat Chinese-style sausage as related to chitosan's molecular weight*. Meat Science. 59: 343-351.
- Merck Index (1996). *Edited by Budavari, S., O'Neil, M.J., Smith, A., Heekelman, P.E., Kinneary, J.F. Published by Merck Research Laboratories* Division of Merck & Co., Inc. Whitehouse Station, N.J., U.S.A.
- Mi, F.L., Shyu, S.S., Wu, Y.B., Lee, S.T., Shyong, J.Y. and Huang, R.N. (2001). Fabrication and characterization of a sponge-like asymmetric chitosan membrane as a wound dressing. *Biomaterials*. 22: 165-173.
- Mirzadeh, H., Yaghobi, N., Amanpour, S., Ahmadi, H., Mohagheghi, M.A. and Hormozi, F. (2002). Preparation of chitosan derived form shrimp's shell of Persian Gulf as a blood hemostasis agent. *Iranian Polymer Journal*. 11(1): 63-68.
- Molloy, R., Yoriya, S. and Suebsanit, N. (2002). Effects of some processing variables in the wet spinning of chitosan monofilament fibres. *Proceedings of 2ndThailand Materials Science and Technology Conference*. p. 202-204.
- Muzzarelli, R.A.A. (1977). *Chitin*. Pergamon Press, Oxford.
- Muzzarelli, R.A.A., Weckx, M., Filippini, O. and Lough, C. Z1989). Characteristic properties of N-carboxybutyl chitosan. *Carbohydrate Polymers*. 11: 307-320.
- Muzzarelli, R.A.A., Ilari, P. and Petrarulo, M. (1994). Solubility and structure of N-carboxymethylchitosan. *International Journal of Biological Macromolecules*. 16: 177-180.
- Myint, K.T., Ng, C.H., Chandkrachang, S. and Stevens, W.F. (2002). Optimal Demineralization of crab shell waste for chitin production. *Advances in Chitin Science*. 5: 15-18. ISBN: 974-229-412-7.
- Ngah, W.S.W., Endud, C.S., and Mayanar, R. (2002). Removal of copper(II) ions from aqueous solution onto chitosan and cross-linked chitosan beads. *Reactive& Functional Polymers*. 50(2): 181-190.
- No, H.K. and Meyers, S.P. (1997). *Preparation of chitin and chitosan*. Chitin Handbook. p. 475-489. ISBN 88-86889-01-1

- Onsoyen, Edvar. and Oyvind Skaugred. (1990) "*Metal recovery using chitosan*. Journal of Chemical Technology and Biotechnology." 49 (4) : 395-404.
- Rao, M.S., Munoz, J. and Stevens, W.F. (2000). *Critical factors in chitin production by fermentation of shrimp biowaste*. Appl. Microbiol. Biotechnol. 54: 808-813.
- Ramos, V.M., Rodríguez, N.M., Rodríguez, M.S., Heras, A., and Agulló, E. (2003). Modified chitosan carrying phosphonic and alkyl groups. Carbohydrate Polymers. 51: 425-429.
- Rathke, T.D. and Hudson, S.M. (1994). Review of chitin and chitosan as fiber and film formers. JMS Rev. Macromol. Chem. Phys.. p. 375-437.
- Roberts, G.A.F. (1997). Chitosan production routes and their role in determining the structure and properties of the product. Proceedings of 7th International Conference on Chitin Chitosan. Lyon, France. p. 22-31.
- Selmer-Olsen, E., Ratnaweera, H.C. and Pehrson, R. (1996). *A novel treatment process for dairy wastewater with chitosan produced from shrimp-shell waste*. Water Science and Technology. 34(11): 33-40.
- Struszczyk, H. (1997). *Preparation of chitosan fibres*. Chitin Handbook. p. 437-440
- Shahidi, F., Kamil, J., Arahchi, V. and Jeon, Y. (1999). *Food applications of chitin and chitosans*. Trends in Food Science & Technology. 10: 37-51.
- Spagna, Giovanni. *Immobilization of -L- arabinofuranosidase on chitin and chitosan*. Process Biochemistry. 33 (1) 1998 : 57-62.
- Siri-Upatham, C. (2002). Radiation degradation of chitosan and its application for young orchid plant growth promotion, Advances in Chitin Science. 5: 475-478. ISBN: 974-229-412-7.
- Tsai, Guo-Jane., Zen-Yuon Wu, and Wen-Huey Su. (2000). *Antibacterial activity of a chitooligosaccharide mixture prepared by cellulase digestion of shrimp chitosan and its application to milk preservation*. Journal of Food Protection. 63 (6) : 747-752.
- Uzun, Ilhan. and Fuat Guzel. (2005). *Rate studies on the adsorption of some dyestuffs and p-nitrophenol by chitosan and monocarboxymethylated (mcm)-chitosan from aqueous solution*. Journal of Hazardous Materials. 118 (1-3) : 141-154. IF 133 (39)

- Wanichpongpan, P., Tanapongsathorn, N. and Chandkrachang, S. (2002). *Application of chitosan as bioflocculation in shrimp pond*. *Advances in Chitin Science*. 5: 527-531. ISBN: 974-229-412-7.
- Win, N. N., Pengju, G. and Stevens, W.F. (2000). *Deacetylation of chitin by fungal enzymes*. *Advance in Chitin Science*. 4: 55-62. ISBN: 3-9806494-5-8.
- Win, N.N. and Stevens, W.F. (2001). *Shrimp chitin as substrate for fungal chitin deacetylase*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 57: 334-341.
- Yen, M.S. and Huang, K.S. (2000). The study of rapid curing crease-resistant processing on cotton fabrics. Part I. The effect of chitosan on the physical properties of processed fabrics. *Journal of Applied Polymer Science*. 78: 35-40.
- Ylitalo, R., Lehtinen, S., Wuolijoki, E., Ylitalo, P. and Lehtimäki, T. (2002). Cholesterol-lowering properties and safety of chitosan. *Arzneimittel-Forschung-Drug Research*. 52(1): 1-7.
- Zakaria, Z., G.M. Hall and G. Shama. (1998). *Lactic acid fermentation of scampi waste in a rotating horizontal bioreactor for chitin recovery*. *Process Biochemistry*. 33 (1) : 1-6.
- <http://www.iboro.ac.uk/departments/cg/project/2002>
- <http://www.naturalbiopolymer.com/cosmetic.html>
- <http://www.wind.ne.jp/mazmoto/zeri/training/shrimp.html>

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

หนังสือขออนุมัติขอแต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมปริญญาพนธ์

574

10 พ.ย. 2551

บว 61

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
แบบขออนุมัติชื่อเรื่องขอแต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์
และขออนุมัติดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษา

ชื่อนิสิต (นาย, นาง, นางสาว, ผศ) ... สุจิตา ดวงทอง

รหัสประจำตัว 504440250446

ระดับ ☐ ปริญญาตรีบัณฑิต หลักสูตร ☐ กศ.ด. ☐ วท.ด. ☐ ศศ.ด. ☐ ประ.ด. ☐ อื่นๆระบุ

สาขา

☒ ปริญญามหาบัณฑิต หลักสูตร ☐ กศ.ม. ☐ ศศ.ม. ☐ วท.ม. ☐ ศป.ม. ☐ รป.ม. ☐ วศ.ม.
☐ บธ.ม. ☐ ศ.ม. ☐ อื่นๆระบุ

สาขาวิชา อุตสาหกรรมสิ่งทอ

☒ โทรศัพท์บ้าน 074-458-230 ☐ โทรศัพท์ทำงาน ☐ โทรศัพท์มือถือ 096-693-4172

1. การขออนุมัติชื่อเรื่อง และขอแต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์

ข้าพเจ้าขออนุมัติทำปริญญานิพนธ์ชื่อเรื่องต่อไปนี้

ชื่อเรื่องภาษาไทย การหัตถ์แผ่นขึ้นทอผ้าจากใยโกลีเทน แผ่นแผ่นใย และ แผ่นแผ่นกระดาษ

ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ THE PRODUCTION OF OIL OLEFIN SHEET AND OIL OLEFIN PAPER FROM CHITOSAN

คำสำคัญ (Keyword) ภาษาไทย แผ่นขึ้นทอผ้า โกลีเทน พอลิเมอร์ใยโกลีเทน ใยโกลีเทน ใยโกลีเทน

คำสำคัญ (Keyword) ภาษาอังกฤษ OIL OLEFIN SHEET CHITOSAN POLYMER FIBER OIL OLEFIN PAPER

วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์โดยย่อ 1. เพื่อศึกษาการขึ้นทอผ้าจากใยโกลีเทน พอลิเมอร์ใยโกลีเทน และใยโกลีเทน ในการผลิตแผ่นขึ้นทอผ้าจากใยโกลีเทน

2. เพื่อศึกษาการขึ้นทอผ้าจากใยโกลีเทน และใยโกลีเทน ในการผลิตแผ่นขึ้นทอผ้าจากใยโกลีเทน

ข้าพเจ้าขออนุมัติแต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ดังต่อไปนี้

ประธาน ศาสตราจารย์ ดร. ไพรัช ว่องกุศลกิจ วุฒิ Ed. D ☐ อาจารย์บัณฑิตศึกษา ☐ อาจารย์พิเศษ

กรรมการ ศาสตราจารย์ ดร. ไพรัช ว่องกุศลกิจ วุฒิ Ed. D ☐ อาจารย์บัณฑิตศึกษา ☐ อาจารย์พิเศษ

กรรมการ วุฒิ ☐ อาจารย์บัณฑิตศึกษา ☐ อาจารย์พิเศษ

กรรมการ วุฒิ ☐ อาจารย์บัณฑิตศึกษา ☐ อาจารย์พิเศษ

กรรมการ วุฒิ ☐ อาจารย์บัณฑิตศึกษา ☐ อาจารย์พิเศษ

ทั้งนี้อาจารย์ผู้มีชื่อดังกล่าวข้างต้น ยินยอมรับเป็นกรรมการฯ และให้ความเห็นชอบในการเสนอเค้าโครงปริญญานิพนธ์

เพื่อให้คณะกรรมการบริหารหลักสูตรพิจารณาด้วยแล้ว

..... สุจิตา ดวงทอง ลงชื่อนิสิต

..... สุจิตา ดวงทอง ผู้รับเสนอเป็นประธานฯ

(ปัจจุบันควบคุมปริญญานิพนธ์นี้) ☐ ประธาน คน ☐ กรรมการ คน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์นี้ คน)

..... ผู้รับเสนอเป็นกรรมการฯ

(ปัจจุบันควบคุมปริญญานิพนธ์นี้) ☐ ประธาน คน ☐ กรรมการ คน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์นี้ คน)

..... ผู้รับเสนอเป็นกรรมการฯ

(ปัจจุบันควบคุมปริญญานิพนธ์นี้) ☐ ประธาน คน ☐ กรรมการ คน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์นี้ คน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

..... สุจิตา ดวงทอง หัวหน้าภาควิชา

นิสิตผู้นี้ได้เสนอแบบ บว 61 พร้อมเค้าโครงปฏิญญาพนธ จำนวน...5... ฉบับ และได้แนบสำเนาใบเสร็จ จำนวน 1 ชุด
 เมื่อวันที่...๕... เดือน...ม.ย.:.....พ.ศ....๒๕๕๑. และเห็นสมควรให้จัดประชุมเพื่อพิจารณาใน
 วันที่...๒๕... เดือน...ม.ย.:.....พ.ศ....๒๕๕๑.

..... เลขานุการคณะกรรมการบริหารหลักสูตร

ก. ผลการพิจารณาของคณะกรรมการบริหารหลักสูตร ครั้งที่ 1

- (1) ชื่อเรื่อง ☒ เห็นชอบแล้ว
- ☐ ควรปรับปรุง.....

- (2) คณะกรรมการ ☒ เห็นชอบแล้ว และได้ตรวจสอบว่ามีคุณสมบัติครบถ้วนตามประกาศบัณฑิตวิทยาลัย เรื่องคณะกรรมการเกี่ยวกับปริญญาโท ☐ ควรปรับปรุง.....

- (3) คำโครงปริญญานินท์ ☐ เห็นชอบแล้ว ☒ มีข้อเสนอแนะในการปรับปรุง ดังนี้
- พ.ร.บ. 1. แก้ไข 770 แนวคิด
- พ.ร.บ. 2. ทายอเนอ
- พ.ร.บ. 3. จ้างทอนกาดังเนินการ

☐ เห็นชอบแล้ว สมควรเสนอบัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติดำเนินการทำปริญญาพนธ์ได้

☒ ให้แก้ไขตามข้อเสนอนี้แล้ว จึงเสนอบัณฑิตวิทยาลัย เพื่อขออนุมัติดำเนินการทำปริญญาพนธ์ได้

☐ ให้เสนอเค้าโครงฯ เข้าพิจารณาเป็นครั้งที่ 2 ในวันที่ เดือน พ.ศ.

☐

..... ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร

ข. ผลการพิจารณาของคณะกรรมการบริหารหลักสูตร ครั้งที่ 2

- (1) ชื่อเรื่อง ☐ เห็นชอบแล้ว
- ☐ ควรปรับปรุง.....

- (2) คณะกรรมการฯ ☐ เห็นชอบแล้ว และได้ตรวจสอบว่ามีคุณสมบัติครบถ้วนตามประกาศบัณฑิตวิทยาลัย เรื่องคณะกรรมการเกี่ยวกับปริญญาโท
- ☐ ควรปรับปรุง.....

- (3) เค้าโครงปริญญาโท ☐ เห็นชอบแล้ว ☐ มีข้อเสนอแนะในการปรับปรุง ดังนี้

ภาคผนวก ข

หนังสือขอความอนุเคราะห์เชิญผู้เชี่ยวชาญและขอใช้อุปกรณ์สถานที่

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนาม	ตำแหน่งและหน้าที่การงาน
1. ผศ.ดร. วิไลรัตน์ ชิวเศรษฐธรรม	อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีพอลิเมอร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ปัตตานี)
2. ผศ.ดร. ยุพดี ชัยสุขสันต์	อาจารย์ประจำสาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ปัตตานี)
3. ผศ. ดร. อานอบ คันทะชา	อาจารย์ประจำสาขาวิชาเคมีอินทรีย์ มหาวิทยาลัยทักษิณ (สงขลา)
4. ผศ.ดร. พิมผกา ฮารัติน	ประธานภาควิชาวัสดุศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ (นครศรีธรรมราช)
5. อาจารย์ วรพงศ์ ภู่งศ์	อาจารย์ประจำภาควิชาเคมีอินทรีย์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ (นครศรีธรรมราช)
6. ภ.ญ. ปวีรัตน์ ฤทธิสวัสดิ์	เภสัชกรหญิงโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ (สงขลา)
7. นางสาว บารลี ไชยหมาน	นักวิชาการเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลสงขลานครินทร์(สงขลา)
8. นาง ลักขณา พร้อมมูล	พยาบาลวิชาชีพ โรงพยาบาลราชบุรียินดี (หาดใหญ่)
9. นางสาว พิมพิพัณณ์ เพ็ญจำรัส	นักวิทยาศาสตร์ 6 ศูนย์วิทยาศาสตร์บริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (หาดใหญ่)
10. นางสาว นิชนันท์ นันทการกุล	นักวิทยาศาสตร์ 6 ศูนย์วิทยาศาสตร์บริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (หาดใหญ่)

ที่ ศธ 0519.12/๒๕๔๙



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๖๕ พฤศจิกายน 2551

เรื่อง ขอใช้อุปกรณ์เพื่อการวิจัย

เรียน คณะบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

เนื่องด้วย นางสาวสุธิดา คงทอง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อยู่ระหว่างเตรียมการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การผลิตแผ่นซับน้ำมันจาก โคลโคซานแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ” โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์บุทธิไกร และ อาจารย์โอภาส สุขหวาน เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความประสงค์จะขอใช้อุปกรณ์ สกัด วิเคราะห์ ทดลอง ผลิตแผ่นซับน้ำมันจาก โคลโคซานแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการทำวิทยานิพนธ์ รวบรวมข้อมูล

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นางสาวสุธิดา คงทอง ได้ใช้อุปกรณ์ ดังกล่าว และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0-2664-1000 ต่อ 5730

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 086-6934-172

ที่ ศธ 0519.12/ 1 3 3 6



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๔ กุมภาพันธ์ 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เนื่องด้วย นางสาวสุธิดา คงทอง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การผลิตแผ่นซับห้าน้ำมันจากไคโตซานแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ” โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์โอภาส สุขหวาน เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิไลรัตน์ ชิวเศรษฐธรรม เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบสอบถามการผลิตแผ่นซับห้าน้ำมันจากไคโตซานแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ และ แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อแผ่นซับห้าน้ำมันจากไคโตซานแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวสุธิดา คงทอง และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0-2664-1000 ต่อ 5730

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 086-6934-172

ที่ ศธ 0519.12/ ๖๐5๙



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๖๘ กุมภาพันธ์ 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณะบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

เนื่องด้วย นางสาวสุธิดา กองทอง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การผลิตแผ่นซับน้ำมันจาก ไคโตซานแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ” โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์โอภาส สุขหวาน เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ยุพดี ชัยสุขสันต์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซานแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ และ แบบประเมิน (IOC) ของการออกแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อแผ่นซับน้ำมัน

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวสุธิดา กองทอง และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0-2664-1000 ต่อ 5730

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 086-6934-172

ที่ ศธ 0519.12/2461



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

1) มีนาคม 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงพยาบาลสงขลานครินทร์

เนื่องด้วย นางสาวสุธิดา คงทอง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การผลิตแผ่นซับน้ำมันจากโคโคซานแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ” โดยมี อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์โอภาส สุขหวาน เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ นางสาวปวีรัตน์ ฤทธิสวัสดิ์ เกษักรหญิง และ นางสาวบราลี ไชยคมา นักวิชาการเทคนิคการแพทย์ เป็นผู้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบตรวจพินิจ ความระคายเคือง ความคงสภาพ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด แบคทีเรีย ยีส รา

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวสุธิดา คงทอง และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0-2649-5067

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 086-693-4172

ที่ ศธ 0519.12/2๐๖๐



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๖๔ กุมภาพันธ์ 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

เนื่องด้วย นางสาวสุธิดา คงทอง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การผลิตแผ่นซับน้ำมันจาก ไคโดซานแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ” โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์โยภาส สุขหวาน เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พิมผกา ฮาร์ลิง และ อาจารย์วรพงศ์ ภู่งศ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความพึงพอใจที่มีต่อแผ่นซับน้ำมันจากไคโดซานแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ และ แบบประเมิน (IOC) ของการออกแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อแผ่นซับน้ำมัน

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวสุธิดา คงทอง และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0-2664-1000 ต่อ 5730

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อนิติ โทรศัทพ์ 086-6934-172



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทร. 5730

ที่ ศร 0519.12/๖๕๖1

วันที่ ๖๘ กุมภาพันธ์ 2552

เรื่อง ขอลาออกนอกระยะเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการสำนักหอสมุดกลาง

เนื่องด้วย นางสาวสุธิดา คงทอง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปฏิญานพนธ์ เรื่อง “การผลิตแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซานแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ” โดยมี อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์ โอภาส สุขหวาน เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปฏิญานพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขอให้ นิสิตระดับปริญญาตรี/ ปริญญาโท และ ปริญญาเอก ทุกสาขาวิชา ภาคปกติ ที่เข้ามาใช้บริการของสำนักหอสมุดกลาง จำนวน 40 คน ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซานแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ และ แบบประเมิน (IOC) ของการออกแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อแผ่นซับน้ำมัน ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ - มีนาคม 2552

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นางสาวสุธิดา คงทอง ได้เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์สมชาย สันติวัฒนกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

แบบประเมิน IOC ของแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อแผ่นชั้นน้ำมัน

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยการประเมินแบบสอบถามเกี่ยวกับการยอมรับผลิตภัณฑ์แผ่นซับน้ำมันแบบแผ่นฟิล์มและแผ่นกระดาษ และพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาแล้วขีดเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

คำชี้แจง โปรดอ่านข้อความองค์ประกอบในแบบประเมินผลนี้แต่ละข้อ อย่างละเอียดแล้วพิจารณาให้ทองแท้ว่าแบบประเมินผลสอดคล้องกับความคิดเห็นของท่านหรือไม่

แบบประเมิน การยอมรับผลิตภัณฑ์ด้านต่าง ๆ ของแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซานแบบแผ่นฟิล์ม

ข้อที่	รายการประเมินต่าง ๆ ของแผ่นซับ น้ำมันจากไคโตซานแบบแผ่นฟิล์ม	ผลการพิจารณา			หมายเหตุ
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	
1	การดูดซับความมัน	✓			

คำอธิบาย จากตัวอย่างการออกแบบสอบถามด้านการดูดซับความมันของแผ่นฟิล์ม เป็นรายการประเมิน ด้านที่ผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วย

แบบประเมินด้านต่างๆของแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซานแบบแผ่นฟิล์ม

ข้อ ที่	รายการประเมินด้านต่างๆของแผ่นซับ น้ำมันจากไคโตซานแบบแผ่นฟิล์ม	ผลการพิจารณา			หมายเหตุ
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	
1.	ลักษณะภายนอกความน่าใช้				
2.	ความเรียบของแผ่นซับน้ำมัน				
3.	ความนุ่มของแผ่นซับน้ำมัน				
4.	ความหนาของแผ่นซับน้ำมัน				
5.	ความยืดหยุ่นของแผ่นซับน้ำมัน				
6.	การซับความมันบนในหน้า				
7.	กลิ่นของแผ่นซับน้ำมัน				
8.	สีของแผ่นซับน้ำมัน				
9.	ความสะอาดของแผ่นซับน้ำมัน				
10.	ความพึงพอใจโดยรวม				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในแบบสอบถาม

.....

.....

.....

ผู้ประเมิน.....

(.....)

แบบประเมินด้านต่างๆของแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซานแบบแผ่นกระดาษ

ข้อ ที่	รายการประเมินด้านต่างๆของแผ่นซับ น้ำมันจากไคโตซานแบบแผ่นกระดาษ	ผลการพิจารณา			หมายเหตุ
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	
1.	ลักษณะภายนอกความน่าใช้				
2.	ความเรียบของแผ่นซับน้ำมัน				
3.	ความนุ่มของแผ่นซับน้ำมัน				
4.	ความหนาของแผ่นซับน้ำมัน				
5.	ความยืดหยุ่นของแผ่นซับน้ำมัน				
6.	การซับความมันบนในหน้า				
7.	กลิ่นของแผ่นซับน้ำมัน				
8.	สีของแผ่นซับน้ำมัน				
9.	ความสะอาดของแผ่นซับน้ำมัน				
10.	ความพึงพอใจโดยรวม				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในแบบสอบถาม

.....

.....

.....

ผู้ประเมิน.....

(.....)

ภาคผนวก ง

วิธีการเตรียมสารเคมีและการทดสอบประสิทธิภาพแผ่นซับน้ำมัน

1. วิธีการผลิตไคโตซาน

1.1 การเตรียมวัตถุดิบ

1. ล้างเปลือกกุ้งและแยกส่วนเนื้อและหัวออกไป ทิ้งให้สะเด็ดน้ำ
2. อบเปลือกกุ้งในตู้อบที่ 65°C เป็นเวลา 6 ชม.
3. บดเปลือกกุ้งด้วยเครื่องบด Hummer Mill และใช้ตะแกรงร่อนเพื่อแยกขนาดเปลือกกุ้งบดให้ได้ขนาดที่เหมาะสมแก่การผลิตไคโตซาน คือ ขนาด 1.4 – 2.0 มม.

1.2 การสกัดไคโตซาน

1.2.1 การกำจัดโปรตีน

1.2.1.1 นำเปลือกกุ้งขนาด 1.4 – 2.0 มม. แช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 N ที่ 100°C เป็นเวลา 1 ชม. โดยใช้อัตราส่วนระหว่างเปลือกกุ้งต่อสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เท่ากับ 1: 10 (นน./ปริมาตร)

1.2.1.2 นำมาล้างให้มีสภาพเป็นกลางด้วยน้ำกรองที่ผ่านเครื่องกรองด้วย เรซิน

1.2.2. การกำจัดแร่ธาตุ

1.2.2.1 นำเปลือกกุ้งที่ผ่านการกำจัดโปรตีนและผ่านการล้างจนมีสภาพเป็นกลาง แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1N ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชม. โดยใช้อัตราส่วนของเปลือกกุ้งที่สกัดโปรตีนแล้วต่อสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เท่ากับ 1 : 10 (นน./ปริมาตร)

1.2.2.2 นำมาล้างให้มีสภาพเป็นกลางด้วยน้ำกรองที่ผ่านเครื่องกรองด้วย เรซิน ทำให้แห้งจะได้ไคติน

1.2.3 การทำหมู่อะซิติล

1.2.3.1 นำไคตินที่ได้แช่ในสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 50 (นน/ปริมาตร) โดยใช้อัตราส่วนระหว่างไคตินต่อสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เท่ากับ 1:15 (นน/ปริมาตร) ที่สภาวะสุญญากาศเป็นเวลา 30 นาที ที่ 100°C

1.2.3.2 นำของผสมระหว่างไคโตซานและสารละลายต่างๆ หนึ่งชั่วโมง หลังจากการกำจัดหมู่อะซิติล ล้างให้มีสภาวะเป็นกลางด้วยน้ำกรอง ทิ้งให้แห้งแล้วอบในตู้อบชนิดใช้ลมร้อนอุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 4 ชม. เก็บรักษาในถุงพลาสติก ที่อุณหภูมิห้อง

1.3 การรักษามวลของการฟอกสีต่อคุณสมบัติของไคโตซาน

วางแผนการทดลองแบบ CRD และจัดชุดการทดลองแบบแฟคทอเรียล เพื่อศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้ คือ

1. ชนิดของสารฟอกสี (อะซิโตนและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์)
2. ความเข้มข้นของสารฟอกสี
(อะซิโตน : ร้อยละ 100 , 75 และ 50)
(ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ : ร้อยละ 1.6 , 1.0 และ 0.5)
3. ระยะเวลาในการฟอกสี (3,6 และ 10 ชม.)
4. ขั้นตอนการฟอกสี
 - ก่อนการกำจัดโปรตีนและแร่ธาตุ
 - หลังการกำจัดโปรตีนและแร่ธาตุ

นำเปลือกกุ้งกุลาดำแห้งที่เตรียมได้ตามวิธีในข้อ ก. มาสกัดโคโคแซนตามวิธีในข้อ ข. โดยผ่านกระบวนการฟอกสีตามแผนการทดลองที่ได้กำหนด รวมชุดการทดลองที่ได้กำหนด รวมชุดการทดลองทั้งหมด $2 \times 3 \times 3 \times 2 = 36$ ชุดการทดลองดังแสดงในตารางที่ 9 และทำการทดลอง 2 ซ้ำ

1.4 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติของโคโคซาน ได้แก่

1. ความชื้น (A.O.A.C, 1984)
2. เถ้า (A.O.A.C, 1984)
3. ไนโตรเจน (Kjeldahl method , A.O.A.C, 1984)
4. สี โดยใช้แผ่นเทียบสี Munsell
5. ความหนืด โดยใช้เครื่องมือ Haake viscosimeter
6. ระดับหมู่อะซิติล (Neugebauer , et al., 1989)

2. วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของโคโคซาน

2.1 การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (A.O.A.C. 1984)

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. ภาชนะอลูมิเนียมสำหรับหาความชื้น (Aluminium can)
2. ตู้อบไฟฟ้า (Electric oven)
3. เดสิคเคเตอร์ (Desiccator)
4. เครื่องชั่งไฟฟ้า

วิธีวิเคราะห์

1. อบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส 2-3 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในเดสิคเคเตอร์ จนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะถึงที่อุณหภูมิห้อง แล้วชั่งน้ำหนัก

2. การทำข้อที่ 1 ซ้ำ จนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1 – 3 มิลลิกรัม

3. ชั่งตัวอย่างอาหารที่ต้องการหาความชื้นให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 1 – 3 กรัม ใส่ลงในภาชนะ หาความชื้นซึ่งทราบน้ำหนักแล้ว นำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 4 – 5 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ในเดสิคเคเตอร์ แล้วชั่งน้ำหนักภาชนะตัวอย่างนั้น จากนั้นนำกลับไปเข้าตู้อบอีก และทำเช่นเดิมจนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1 – 3 มิลลิกรัม

การคำนวณ

ปริมาณความชื้นคิดเป็นร้อยละของน้ำหนัก = $100 \times \frac{\text{ผลต่างน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}}$

น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ

3. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (A.O.A.C. , 1984)

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. เตาเผา (Muffle furnace)
2. เครื่องชั่งไฟฟ้า
3. ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Porcelain crucible)
4. เดสิคเคเตอร์ (Desicator)

1. เเผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง นำออกจากเตาเผาใส่ในเดสิคเคเตอร์ ปล่อยให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก

2. กระทำซ้ำเช่นเดียวกับข้อ 1. จนได้ผลต่างของน้ำหนักทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1 – 3 มิลลิกรัม

3. ชั่งตัวอย่างอาหารให้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 2 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบ ซึ่งทราบน้ำหนักแล้ว นำไปเผาในเตาเผาใส่ในเดสิคเคเตอร์ ปล่อยให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักแล้วนำกลับไปเผาอีกประมาณ 30 นาที กระทำเช่นเดิม จนได้ผลต่างน้ำหนักทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1 – 3 มิลลิกรัม

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้าร้อยละของน้ำหนัก} = \frac{100W_2 - 2}{W_1 - W}$$

W = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบ เป็นกรัม

W_1 = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่างก่อนเผา เป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่างหลังเผา เป็นกรัม

4. การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน โดยวิธี Kjeldahl method (A.O.A.C., 1984)

วัสดุอุปกรณ์

1. อุปกรณ์ย่อยโปรตีน (Kjeldahl Flask ขนาด 250 – 300 มล. และ Heating Mantle)
2. อุปกรณ์กลั่นโปรตีน (Semi – Microdistillation Apparatus)
3. ขวด (Erlenmeyer Flask) ขนาด 100 มล.
4. ปิเปต (Pipet) ขนาด 5 และ 10 มล.
5. บิวเรตต์ (Buret) ขนาด 25 มล.
6. ลูกแก้ว (Glass Bead)
7. กระดาษกรอง
8. สารผสมระหว่างคอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4) และโปตัสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) อัตรา

1:10

9. กรดซัลฟริกเข้มข้น (Conc - H_2SO_4)
10. โซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 60%
11. กรดบอริกที่มีความเข้มข้น 4% (Boric acid)
12. กรดเกลือที่มีความเข้มข้น 0.02 N
13. อินดิเคเตอร์ (indicator) เป็นสารผสมระหว่างเมทิลเรด เมทิลบลูและโบรโมครีซอลกรีน

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างบนกระดาษกรองให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 0.5 – 1 กรัม ห่อให้มิดชิด

ใส่ลงในขวดย่อยโปรตีน (Kjeldahl flask)

2. ใส่สารผสม CuSO_4 และ K_2SO_4 5 กรัม
3. เติมกรดซัลฟริกเข้มข้น 20 มล.
4. ใส่ลูกแก้ว
5. ย่อยบนเตาไฟ (Heating Mantle) จนกระทั่งได้สารละลายใส
6. ปล่อยทิ้งให้เย็น
7. เติมน้ำกลั่นร้อนลงไปในอ่างบริเวณคอขวดให้ทั่ว

8. ปล่อยให้เย็น นำมาถ่ายลงในขวดปริมาตร (Volumetric Flask) ขนาด 100 มล. ใช้น้ำล้างขวดย่อยให้หมดสารละลายตัวอย่าง แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มล.

9. จัดอุปกรณ์กลั่น (Semi – Microdistillation Apparatus) รวมทั้งปิดสวิตช์ไฟฟ้า และน้ำหล่อเย็นเครื่องควบแน่น (Condenser)

10. นำขวด (Erlenmeyer Flask) ขนาด 100 มล. ซึ่งบรรจุกรดบอริก 4% ปริมาตร 5 มล. ผสมน้ำกลั่น 5 มล. แล้วเติมอินดิเคเตอร์เรียบร้อยแล้ว ไปรองรับของเหลวที่กลั่นโดยให้ส่วนปลายขวดควบแน่นจุ่มลงในสารละลายกรองนี้

11. ดูดสารละลายตัวอย่างด้วยปิเปต (Transfer pipette) ขนาดความจุ 10 มล. ใส่ลงในตัวอย่าง แล้วเติมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไป 20 มล.

12. กลั่นประมาณ 10 นาที ล้างปลายอุปกรณ์ควบแน่นด้วยน้ำกลั่นลงในขวดรองรับ

13. เติตรดสารละลายที่กลั่นได้กับกรดเกลือที่มีความเข้มข้น 0.02 นอร์มัล จนสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วง

14. ทำ blank ตามข้อ 1 – 13 ยกเว้นไม่ใส่ตัวอย่าง

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไนโตรเจนร้อยละของน้ำหนัก} = \frac{(A - B) \times 14 \times N}{W}$$

A = ปริมาตรของสารละลายกรดเกลือที่ใช้ติเตรตกับตัวอย่างอาหารเป็นมิลลิลิตร

B = ปริมาตรของสารละลายกรดเกลือที่ใช้ติเตรตกับ blank เป็นมิลลิลิตร

N = ความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือ เป็นนอร์มัลตี้

W = น้ำหนักตัวอย่างเป็นกรัม

5.การวิเคราะห์หาระดับการกำจัดหมู่อะซิติดโดยวิธีการสกัดด้วยกรดพิคริก (witdd ,1989)

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. หลอดแก้วขนาดเล็ก (Pasteur pipette)

2. เครื่องวัดดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)

3. สารละลายไดไอโซโพรพิลเอธิลลามีน – เมทานอล (diisopropylethylamine (PIPEA) -0.1 m

4. กรดพิคริก (Picric acid) 0.1M

5. เมทานอล (CH₂OH)

วิธีการวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่าง 5 – 30 mg แล้วบรรจุลงในหลอดแก้วขนาดเล็กเติมสารละลาย DIPEA 0.1M ลงไปแช่ไว้ 15 นาที แล้วปล่อยออกล้างด้วยเมทานอล 10 มล.เติมกรดพิคริก 0.1 M ลงไป 0.5 – 1.0 มล. โดยทิ้งไว้ 6 ชม. แล้วปล่อยออกล้างด้วยเมทานอล จนกว่าเมทานอลที่ผ่านตัวอย่างออกมาไม่มีสี และใส่เติมสารละลาย DIPEA 0.1 M ลงไป 0.5 – 1.0 มล. แช่ทิ้งไว้ 30 นาที แล้ว เติมเมทานอลลงไป 8 มล. โดยนำขวดปรับปริมาตรขนาด 10 มล. ไปรองรับเมทานอลออกมา แล้วปรับปริมาตรด้วยเมทานอล ให้ได้ 10 มล.นำไปวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 358 nm. นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปเทียบหาความเข้มข้นจากกราฟมาตรฐาน

การเตรียมกราฟมาตรฐาน

1. นำกรดพิคริก 0.1 M 1 มล. ผสมกับสารละลาย DIPEA 0.1M 1 มล. แล้วปรับปริมาตรด้วยเมทานอลให้ได้ 10 มล.
2. นำผลที่ได้ 1 มล. แล้วปรับปริมาตรด้วยเมทานอลให้ได้ 100 มล.
3. นำของผสมที่ได้ในข้อ 2 ไปผสมกับเมทานอล แล้วนำของผสมที่ได้ไปวัดการดูดกลืนแสงที่ 358 nm. ดังแสดงในตาราง

ปริมาตรของผสมในข้อ 2 นำมาสสม (มล.)	ปริมาตรของเมทานอล ที่นำมาสสม (มล.)	ค่าการดูดกลืนแสง	ความเข้มข้น
0	10	0.001	0.000
2	8	0.354	20.00
4	6	0.710	40.00
6	4	1.075	60.00
8	2	1.442	80.00
10	0	1.782	100.00

นำค่าความเข้มข้นที่ได้จากกราฟมาตรฐานไปหาระดับการกำจัดหมู่อะซิติก (Degree of N - Acetylation , d.a.) โดยแทนค่าในสูตร

$$d.a = \frac{m - 161n}{m + 42n}$$

โดย

d.a. = ระดับการกำจัดหมู่อะซิติก (degree of N-acetylation)

m = น้ำหนักของตัวอย่างเป็นมิลลิกรัม

n = ปริมาณของกรดฟิคริกที่ถูกชะออกจากตัวอย่างเป็นมิลลิโมล

6. การวิเคราะห์หาความบริสุทธิ์ $C_6H_8O_7$

สารละลายและวิธีการเตรียม

6.1 สารละลายฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์ 10 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ละลายฟีนอล์ฟ ทาลีน 1 กรัม ในเอทานอล 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

6.2 สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

วิธีวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่างประมาณ 3 กรัมให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนถึง 0.0001 กรัม ใส่ลงในขวดแก้วรูปกรวยขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่น 40 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าจนตัวอย่างละลายหมดแล้วนำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์โดยใช้สารละลายฟีนอล์ฟลีนเป็นอินดิเคเตอร์

วิธีคำนวณ

ความบริสุทธิ์ $C_6H_8O_7$ คำนวณในสภาพแห้ง ร้อยละ

$$= \frac{0.06404 \times M \times V \times 100}{m - w}$$

เมื่อ M คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

V คือ ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรต เป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

M คือ น้ำหนักตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ เป็นกรัม

W คือ น้ำหนักของน้ำที่มีอยู่ในตัวอย่าง m ซึ่งวิเคราะห์ได้จากภาคผนวก ข. เป็นกรัม

7. การวิเคราะห์หาน้ำปริมาณน้ำ

เครื่องมือ

7.1 เครื่องมือที่ใช้ในการไทเทรต (เครื่องมือคาร์ลฟิชเชอร์ (Karl Fischer) อื่น ๆ ที่เทียบเท่า)

ประกอบไปด้วย

7.1.1 บิวเรต ขนาด 50 เซนติเมตร ที่มีขีดบอกปริมาณทุก ๆ 0.05 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปลายข้างหนึ่งต่อกับหลอดบรรจุสารดูดความชื้น เพื่อป้องกันความชื้น

7.1.2 ขวดไทเทรต ประกอบด้วยขวดแก้วขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่คอขวดต่อกับบิวเรตและข้างขวดที่ซึ่ง 2 ช่อง ช่องหนึ่งเสียบแพลทินัมอิเล็กโตรด และอีกช่องมีจุกปิดปิดไว้ใส่ตัวอย่าง

7.1.3 เครื่องคนแม่เหล็กไฟฟ้า ที่แท่งคนแม่เหล็กเคลือบด้วยแก้วหรือโพลีเตตระฟลูออไรด์ (polytetrafluorethylene)

7.1.4 ภาชนะบรรจุรีเอเจนต์ เป็นขวดแก้วสีน้ำตาลหรือสีดำขนาด 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต่อกับบิวเรตและขวดแก้วเดรสเซลที่บรรจุสารดูดความชื้น

7.1.5 ลูกยาง ต่อกับขวดแก้วเดรสเซลที่บรรจุสารดูดความชื้นเพื่อให้อากาศที่ผ่านลงไปในภาชนะบรรจุรีเอเจนต์แห้ง

7.1.6 เครื่องวัดจุดยุติ ที่สามารถอ่านกระแสไฟฟ้าเป็นไมโครแอมแปร์ และเป็นกระแสตรงที่ป้อนด้วยความต่างศักย์ไฟฟ้าประมาณ 200 มิลลิโวลต์ และที่จุดยุติจะอ่านค่ากระแสไฟฟ้าได้ระหว่าง 50 และ 150 ไมโครแอมแปร์คงที่อยู่นานประมาณ 30 วินาที ถึง 30 นาที

7.1.7 หลอดแก้วทดลองขนาดเล็กพร้อมจุกปิด สำหรับชั่งตัวอย่าง

7.1.8 ไชริง ขนาด 0.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่สอบเทียบแล้ว

สารเคมี สารละลายและวิธีเตรียม

7.1 ไตโซเดียมทาร์เทรต ไดไฮเดรต

7.2 สารดูดความชื้น เช่น ฟอสฟอรัสเพนตะออกไซด์ แคลเซียมคลอไรด์หรือซิลิกาเจล

7.3 คาร์ลฟีชเชอร์รีเอเจนต์ (KarlF Fischer Reagent) เตรียมจาก สารเคมี ดังต่อไปนี้

(1) เมทานอล

(2) ไพริดีน

(3) ไอโอดีน

(4) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ซิงไอโอดีน 125 กรัม ใส่ลงในขวดแก้วรูปกรวยขนาด 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งบรรจุเมทานอล 670 ลูกบาศก์เซนติเมตรและไพริดีน 170 ลูกบาศก์เซนติเมตร แخذขวดแก้วรูปกรวยลงในภาชนะที่บรรจุน้ำแข็งนำไพริดีน 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในกระบอกตวงขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตรแล้วนำกระบอกตวงไปวางในภาชนะที่บรรจุน้ำแข็งผ่านก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลงไปจนปริมาตรของสารละลายเป็น 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร ค่อย ๆ เติมสารละลายนี้ลงในสารละลายผสมของไอโอดีนที่เตรียมไว้ พร้อมทั้งเขย่าจนไอโอดีนละลายถ่ายสารละลายผสมใส่ภาชนะบรรจุรีเอเจนต์

7.4 ตั้งทิ้งไว้ค้างคืนในตู้เย็นสารละลายผสมนี้ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะสมมูลกับน้ำ 5 มิลลิกรัม

7.4.1 วิธีหาค่าน้ำสมมูล ของคาร์ลฟิชเออร์รีเอเจนต์ใส่เมทานอล ลงในขวดไทเทรตจนท่วมแพลทตินั่มอิเล็กโตรดใส่แท่งคนแม่เหล็กลงไปแล้วนำไปต่อกับบูเรตที่บรรจุคาร์ลฟิชเออร์รีเอเจนต์ ไซรีเอเจนต์จากบูเรตลงไปจนถึงจุดยุติ หรือที่เครื่องวัดจุดยุติอ่านค่ากระแสไฟฟ้าได้ 100 ± 50 ไมโครแอมแปร์

(1) การวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่น้อยกว่าร้อยละ 1 (สำหรับกรดซัลฟิวริกอินไฮดรัส) เติมน้ำโซเดียมทาร์เทรตไดไฮเดรต ที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนระหว่าง 150 ถึง 350 มิลลิกรัม ลงไปอย่างรวดเร็ว แล้วไทเทรตต่อไปจนถึงจุดยุติ คำนวณค่าน้ำสมมูล เป็นมิลลิกรัมของน้ำต่อลูกบาศก์เซนติเมตรของรีเอเจนต์ จากสูตร ดังนี้

$$F = \frac{2 \times 18.02 \times m_0}{230.08 V_0}$$

เมื่อ F คือ ค่าสมมูลของน้ำคาร์ลฟิชเออร์รีเอเจนต์เป็นมิลลิกรัมของน้ำ ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

18.02 คือ น้ำหนักโมเลกุลของน้ำ

230.80 คือ น้ำหนักโมเลกุลของโซเดียมทาร์เทรตไดไฮเดรต

m_0 คือ น้ำหนักของโซเดียมทาร์เทรต ไดไฮเดรตที่นำมาวิเคราะห์ เป็นมิลลิกรัม

V_0 คือ ปริมาตรของคาร์ล ฟิชเออร์รีเอเจนต์ที่ใช้ในการไทเทรตกับ โซเดียมทาร์เทรต เป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

(2) การวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่มากกว่าร้อยละ 1 (สำหรับกรดซัลฟิวริกโมโนไฮเดรต) เติมน้ำกลั่นที่มีน้ำหนักแน่นอน 250 มิลลิกรัม ลงไปทางช่องใส่ตัวอย่างด้วยไซริงอย่างรวดเร็ว แล้วไทเทรตต่อไปจนถึงจุดยุติ คำนวณค่าน้ำสมมูลเป็นมิลลิกรัมของน้ำต่อลูกบาศก์เซนติเมตรของรีเอเจนต์ จากสูตร ดังนี้

$$F \frac{m_1}{V_1}$$

เมื่อ F คือ ค่าน้ำสมมูลของคาร์ลฟิชเออร์รีเอเจนต์ เป็นมิลลิกรัมของน้ำต่อลูกบาศก์เซนติเมตรของรีเอเจนต์

M_1 คือ น้ำหนักของน้ำที่นำมาวิเคราะห์ เป็นมิลลิกรัม

V_1 คือ ปริมาตรของคาร์ลฟิชเออร์รีเอเจนต์ที่ใช้ในการ ไทเทรตกับน้ำเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

หมายเหตุ ต้องหาค่าน้ำสมมูลของคาร์ลฟิชเออร์รีเอเจนต์ภายใน 1 ชั่วโมงก่อนทดลองทุกครั้ง
วิธีวิเคราะห์

ใส่เมทานอลประมาณ 35 ถึง 40 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในขวดไทเทรต ใส่ທ່မ္းคนมาเหล็ก ลงไปแล้วไทเทรตกับคาร์ลฟีชเออร์รีเอเจนต์จนกระทั่งถึงจุดยุติ เติมตัวอย่างลงไปอย่างรวดเร็วโดยใช้ตัวอย่าง 1 ถึง 3 กรัม สำหรับกรดซัลฟิวริกไฮโดรเจนหรือ 4 ถึง 5 กรัม สำหรับกรดซัลฟิวริกอินทรีย์ โดยอ่านน้ำหนักให้ละเอียดถึง 0.000 1 กรัม เขย่าให้เข้ากัน แล้วไทเทรตต่อไปจนกระทั่งถึงจุดยุติ

วิธีการคำนวณ

$$\text{น้ำ ร้อยละ} = \frac{V_2 F}{10m_2}$$

เมื่อ V_2 คือ ปริมาตรของคาร์ลฟีชเออร์รีเอเจนต์ ที่ใช้ในการไทเทรตกับตัวอย่าง เป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

F คือ คำนวณสมมูลของคาร์ลฟีชเออร์รีเอเจนต์ ที่คำนวณได้จากข้อ ข.2.3.1 (แล้วแต่กรณี) เป็นมิลลิกรัม ของน้ำต่อลูกบาศก์เซนติเมตรของรีเอเจนต์

m_2 คือ น้ำหนักของตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ เป็นกรัม

8. การวิเคราะห์หาปริมาณกากที่เหลือจากการเผา เครื่องมือ

8.1. ครุฑเปิด

8.2. เตาเผาไฟฟ้า ที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 800 ± 25 องศาเซลเซียส

สารเคมี

กรดซัลฟิวริกเข้มข้น ความหนาแน่น 1.84 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

วิธีวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนถึง 0.000 1 กรัม ใส่ลงในครุฑเปิดซึ่งเผาจนน้ำหนักคงที่แล้ว นำไปให้ความร้อนด้วยไฟอ่อน ๆ จนตัวอย่างไหม้เป็นสีดำ ทำให้เย็น เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้นลงไป 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำไประเหยด้วยไฟอ่อน ๆ จนหมดควันสีขาว ควรระเหยในตู้ควันที่มีอากาศถ่ายเททั้งนี้เพื่อป้องกันการเกิดสันดาปที่ไม่สมบูรณ์ แล้วนำไปเผาต่อไปเผาต่อในเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 800 ± 25 องศาเซลเซียส จนหมดสีดำ ทั้งให้เย็นในเดสิคเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักแล้วคำนวณหาปริมาณกากที่เหลือจากการเผา ถ้าคำนวณมากที่เหลือจากการเผาได้เกินร้อยละ 0.05 ให้วิเคราะห์ซ้ำอีกตามข้อ ค.3.1 โดยนำกากที่เหลือจากการเผามาเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ระเหยจนหมดควันสีขาวแล้วนำไปเผาในเตาเผาไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 800 ± 25 องศาเซลเซียส ชั่งน้ำหนัก ปฏิบัติซ้ำจนน้ำหนักที่ชั่งได้ 2. ครั้งติดกัน ต่อกันไม่เกิน 1 มิลลิกรัม

วิธีการคำนวณ

$$\text{กากที่เหลือจากการเผา ร้อยละ} = \frac{100m_0}{m_1}$$

เมื่อ m_0 คือ น้ำหนักของกากที่เหลือจากการเผา เป็นกรัม

m_1 คือ น้ำหนักของตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ เป็นกรัม

9. การวิเคราะห์หาออกซาเลต

เครื่องมือ

หลอดแก้วเทียบสี

สารละลายและวิธีการเตรียม

9.1 สารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 6 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

9.2 สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 3 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

9.3 สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 75 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรละลายแคลเซียมคลอไรด์

7.5 กรัมในน้ำกลั่นเล็กน้อย แล้วเติมน้ำจนมีปริมาตรเป็น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

วิธีวิเคราะห์

ละลายตัวอย่าง 1.0 กรัม ด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อย และเติมจนมีปริมาตรเป็น 10.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำสารละลายให้เป็นกลางด้วยสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 5 หยด ทำให้เย็นแล้วเติมสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำแบบลงก์เปรียบเทียบ แล้วตรวจพินิจสารละลายที่ได้จากตัวอย่างต้องมีลักษณะเช่นเดียวกับแบบลงก์ คือ ไม่ขุ่น

10. การวิเคราะห์หาซัลเฟต

เครื่องมือ

หลอดแก้วเทียบสี

สารละลายและวิธีเตรียม

10.1 กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น ความหนาแน่น 1.19 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

10.2 สารละลายเบเรียมคลอไรด์ 120 กรัม ต่อ ลูกบาศก์เซนติเมตร ละลายเบเรียมคลอไรด์ 12 กรัม ในน้ำกลั่นเล็กน้อย เติมน้ำจนมีปริมาตรเป็น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

วิธีวิเคราะห์

ละลายตัวอย่าง 1.0 กรัม ด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อย เติมน้ำจนมีปริมาตรเป็น 100.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำสารละลายนี้มา 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 หยด เขย่าให้เข้ากันแล้วเติมสารละลายแบเรียมคลอไรด์ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำแบลงก์เปรียบเทียบแล้วตรวจพินิจ สารละลายที่ได้จากตัวอย่างต้องมีลักษณะเช่นเดียวกับแบลงก์ คือ ไม่ขุ่น

11. การวิเคราะห์หาปริมาณสารหนู

เครื่องมือ

11.1 อุปกรณ์สำเร็จ ดังรูปที่ จ.1 (หรือเครื่องมืออื่นใดที่เทียบเท่า) ประกอบด้วย

11.1.1 ขวดแก้วรูปกรวย ความจุประมาณ 125 ลูกบาศก์เซนติเมตร

11.1.2 หลอดแก้ว ก มีข้อต่อพอดีกับปากขวดแก้วรูปกรวยภายในหลอดแก้วมีสำลีสบ เลด (II) อะซีเตต ซึ่งอบแห้งในสุญญากาศที่อุณหภูมิห้องว่างอยู่ 2 ก้อน ห่างกันเล็กน้อย

11.1.3 หลอดแก้ว ข ซึ่งมีข้อต่อพอดีกับหลอดแก้ว ก และระหว่างหลอดแก้ว ก และ ข ยึดติดกันไว้ด้วยที่จับสเปกโตรโฟโตมิเตอร์หรือเคเลอริมิเตอร์

11.2 สารเคมี สารละลาย และวิธีเตรียม

11.2.1 อาร์เซนิก (II) ออกไซด์

11.2.2 สารละลายไฮเดียมไฮดรอกไซด์ 200 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

11.2.3 กรดซัลฟิวริกเข้มข้น ความหนาแน่น 1.84 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

11.2.4 สารละลายกรดซัลฟิวริก 1 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

11.2.5 สารละลายกรดซัลฟิวริก 1 + 4 ล

11.2.6 สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ 165 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ 16.5 กรัม ในน้ำกลั่นเล็กน้อย แล้วเติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร เก็บสารละลายนี้ไว้ในที่มืด

11.2.7 สารละลายทิน (II) คลอไรด์ 400 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ละลายทิน (II) คลอไรด์ 40 กรัม ในกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (ความหนาแน่น 1.19 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร เก็บไว้ในขวดแก้ว สารละลายนี้มีอายุการใช้งานประมาณ 3 เดือน

11.2.8 สารละลายอิมิตัวของเลด (II) อะซีเตต

11.2.9 สารละลายซิลเวอร์ไดเอทิลไดไทโอคาร์บาเนต 5 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ละลายซิลเวอร์ไดเอทิลไดไทโอคาร์บาเนต 1 กรัม ในไพรดีนที่กลั่นใหม่ ๆ 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร เก็บไว้ในที่มืด สารละลายนี้มีอายุการใช้งานประมาณ 30 วัน

11.2.10 สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก

11. 2.11 สังกะสีบริสุทธ์ (เม็ดขนาดประมาณ 800 ไมโครเมตร)

11.2.12 สารละลายมาตรฐานสารหนู ซึ่งอาร์เซนิก (III) ออกไซด์ ที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 132 มิลลิกรัม อ่านน้ำหนักให้ละเอียดถึง 0.000 1 กรัม แล้วละลายด้วยสารละลายไฮโดรเจนไฮดรอกไซด์ ในขวดแก้วปริมาตรขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำสารละลายให้เป็นไปกลางด้วยสารละลายกรดซัลฟริก 1 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร และเติมให้มากกว่าเกินพอดี 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นที่ต้มเดือดใหม่ ๆ และทำให้เย็นจนถึงขีดปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน ใช้ปิเปตดูดสารละลายนี้มา 10.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในขวดแก้วปริมาตร ขนาด 1 000 ลูกบาศก์เซนติเมตร 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นที่ต้มเดือดใหม่ ๆ และทำให้เย็นแล้วจึงขีดปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน เก็บสารละลายไว้ในขวดแก้ว สารละลายนี้มีอายุการใช้งานประมาณ 3 วัน สารละลายนี้ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะมีปริมาณสารหนู 1 ไมโครกรัม วิธีวิเคราะห์

11.3.1 ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนถึง 0.000 1 กรัม ใส่ลงในขวดแก้วรูปกรวย เติมกรดซัลฟริกเข้มข้น 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร และลูกแก้ว 2 ถึง 3 เม็ด ตั้งขวดแก้วรูปกรวยบนแผ่นให้ความร้อนในตู้ควัน ย่อยสลายจนตัวอย่างเป็นสีดำ (อาจเติมกรดซัลฟริกเข้มข้นลงไปอีกถ้าจำเป็น แต่ทั้งนี้ปริมาตรรวมของกรดซัลฟริกที่ใช้ต้องไม่เกิน 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร) หลังจากตัวอย่างเริ่มสลายตัว เติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ลงไปทีละหยด โดย 2 ถึง 3 หยดแรกให้หยดอย่างช้า ๆ เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยารุนแรง หยุดให้ความร้อนถ้าเกิดกลุ่มควันมากเกินไป เมื่อปฏิกิริยาลดลงให้ความร้อนใหม่ด้วยความระมัดระวัง แล้วเติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ออกไซด์ทีละหยดพร้อมกับหมุนขวดแก้วรูปกรวย เป็นบางครั้ง เพื่อป้องกันมิให้ตัวอย่างแข็งตัวและกระเด็นสลาย โดยการเติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ทีละน้อยถ้าตัวอย่างเป็นสีน้ำตาลหรือดำให้ย่อยสลายต่อไปจนอินทรีย์วัตถุถูกทำลายหมด ซึ่งจะเกิดควันของซัลเฟอร์ (III) ออกไซด์ และตัวอย่างจะไม่มีสีหรือมีสีครีม (บันทึกปริมาตรสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ทั้งหมดที่ใช้ในการย่อยสลาย) ทำให้เย็น เติมน้ำกลั่น 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าให้เข้ากัน นำไประเหยจนเกิดกลุ่มควัน เพื่อไล่สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่เหลืออยู่ (อาจจะระเหยมากกว่า 1 ครั้ง ถ้าจำเป็น เติมน้ำกลั่น 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ล้างข้าง ๆ ขวดแก้วรูปกรวยด้านในด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อย แล้วเติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 35 ลูกบาศก์เซนติเมตร

11.3.2 เติมสารละลายกรดซัลฟริก 1 + 4 จำนวน 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 30 นาที ต่อลอดแก้ว ก เข้ากับหลอดแก้ว ข ที่รอยตัวทาดด้วยไขหล่อลื่น แล้วยึดด้วยที่จับ เมสสารละลายซิลเวอร์ไดเอทิลไดไทโอคาร์บาเมต 3.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในหลอดแก้ว ข เติมสังกะสี 3.0 กรัมลงในขวดแก้วรูปกรวย แล้วต่อขวดแก้วรูปกรวยเข้ากับหลอดแก้ว ก ทันที ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 45 นาที (ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 22 องศาเซลเซียส ปฏิกิริยาเกิดช้าลง) เขย่าขวดทุก ๆ ช่วง

10 นาที ถ้าจำเป็นอาจเติม 2 – โพรพานอลลงไป 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อช่วยให้ก๊าซเกิดขึ้นสม่ำเสมอปลดหลอดแก้ว ข ออก นำสารละลายนี้ไปเทียบสีกับสารละลายมาตรฐานเพื่อเทียบสี

วิธีเตรียมสารละลายมาตรฐานเพื่อเทียบสี

ใช้ปิเปตดูดสารละลายในข้อ จ.2.12 มา 3.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร และสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ปริมาตรเท่ากับที่ใช้ในการย่อยสลายตัวอย่างนำไประเหยจนเกิดกลุ่มควันทำให้เย็นเติมน้ำกลั่น 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ด้วยความระมัดระวัง นำไประเหยจนเกิดกลุ่มควันอีกครั้งหนึ่ง ทำให้เย็น เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น 35 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วปฏิบัติเช่นเดียวกับตัวอย่าง โดยเริ่มต้นจากข้อ 10.3.2

วิธีเทียบสี

เปรียบเทียบสีของสารละลายตัวอย่างและสารละลายมาตรฐานเพื่อเทียบสีด้วยสเปกโตรโฟโตมิเตอร์หรือเคเลอริมิเตอร์ โดยวัดค่าความดูดกลืนของสารละลายทั้งสองที่ความยาวคลื่นระหว่าง 535 ถึง 540 นาโนเมตร ใช้สารละลายซิลเวอร์ไดเอทิลไดไทโอคาร์บาเมตเป็น แบล็ก ค่าความดูดกลืนของสารละลายตัวอย่างจะต้องไม่มากกว่าค่าความดูดกลืนของสารละลายมาตรฐานเพื่อเทียบสี จึงจะถือว่าตัวอย่างมีปริมาณสารหนูไม่เกิน 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

12. การวิเคราะห์หาโลหะหนัก ยกเว้นเหล็ก

เครื่องมือ

หลอดแก้วเทียบสีขนาด 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 3 หลอด

สารเคมี สารละลายและวิธีเตรียม

12.2.1 กรดไนตริกเข้มข้น ความหนาแน่น 1.5 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

12.2.2 สารละลายมาตรฐานเลด (II) ในเตรต 0.159 8 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ละลายเลด (II) ในเตรต 159.8 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่มีกรดไนตริกเข้มข้น 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วเติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 1 000 ลูกบาศก์เซนติเมตร เก็บสารละลายนี้ไว้ในขวดสีเข้มซึ่งปราศจากเกลือที่ละลายได้ของตะกั่ว

12.2.3 สารละลายมาตรฐานเลด (II) ในเตรต 0.015 98 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ใช้ปิเปตดูดสารละลายมาตรฐานเลด (II) ในเตรตจากข้อ จ.2.2 มา 10.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในขวดแก้วปริมาตรขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร สารละลายนี้ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรจะมีปริมาณตะกั่ว 0.01 มิลลิกรัม

12.2.4 สารละลายกรดอะซีติก 6 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

12.2.5 สารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 6 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

12.2.6 สารละลายไอออน (II) คลอไรด์ 90 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรละลายไอออน (II) คลอไรด์ 9 กรัม ในน้ำกลั่นเล็กน้อย เติมน้ำจนมีปริมาตรเป็น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

12.2.7 สารละลายไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่อิ่มตัว ผ่านก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ลงในน้ำกลั่นที่เย็นประมาณ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร จนกระทั่งสารละลายมีกลิ่นไฮโดรเจนซัลไฟด์และเมื่อแบ่งสารละลายมาประมาณ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตรแล้ว เติมสารละลายไอออน (III) คลอไรด์ลงไป 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะต้องเกิดตะกอนทันที เก็บสารละลายนี้ไว้ในขวดสีเข้มและไว้ในที่เย็น สารละลายนี้ต้องเตรียมใหม่ทุกครั้งที่ใช้

วิธีการเตรียมสารละลาย

สารละลายตัวอย่าง 2.0 กรัม ด้วยน้ำกลั่นจำนวนเล็กน้อย แล้วเติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปรับความเป็นกรด-ด่างของสารละลายให้อยู่ในช่วง 3.0 ถึง 4.0 ด้วยสารละลายกรดอะซีติก 6 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตรหรือแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 6 โมลต่อลูกบาศก์เซนติเมตร โดยใช้กระดาษวัดความเป็นกรด-ด่างเป็นอินดิเคเตอร์ เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 40 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าให้เข้ากัน

วิธีเตรียมสารละลายตรวจสอบ

เตรียมเช่นเดียวกับสารละลายตัวอย่างทุกประการ แล้วเติมสารละลายมาตรฐานเลด(II)ในเตรต 2.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปรับความเป็นกรด-ด่างของสารละลายให้อยู่ในช่วง 3.0 ถึง 4.0 เช่นเดียวกับข้อ ๑.3 แล้วเติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 40 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าให้เข้ากัน

วิธีเตรียมสารละลายมาตรฐานเพื่อเทียบสี

ใช้ปิเปตดูดสารละลายมาตรฐานเลด(II)ในเตรต มา 2.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในหลอดเทียบสี เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปรับความเป็นกรด-ด่างของสารละลายให้อยู่ในช่วง 3.0 ถึง 4.0 เช่นเดียวกับข้อ ๑.3 แล้วเติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 40 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าให้เข้ากัน

วิธีวิเคราะห์

เติมสารละลายไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่อิ่มตัว 10.0 ลูกบาศก์เซนติเมตรลงในสารละลายทั้งสามหลอด ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที เปรียบเทียบสีของสารละลายทั้งสามหลอดในแนวตั้งโดยมีฉากสีขาวอยู่ด้านล่าง แล้วตรวจพินิจ สีของสารละลายที่ได้จากตัวอย่างจะต้องไม่เข้มกว่าสีของสารละลาย

มาตรฐานเพื่อเทียบสีและสีของสารละลายตรวจสอบจะต้องเท่ากับหรือเข้มกว่าสีของสารละลายมาตรฐานเพื่อเทียบสี จึงจะถือว่าตัวอย่างมีปริมาณโลหะหนักไม่เกิน 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

13. การวิเคราะห์หาแบเรียม

เครื่องมือ

- หลอดแก้วเทียบสี
- สารละลายและวิธีเตรียม

13.1.1 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 8 กรัม ในน้ำกลั่น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

13.2.2 สารละลายกรดซัลฟริก 1 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

13.2.3 วิธีเตรียมตัวอย่าง ละลายตัวอย่าง 5.0 กรัม ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 39 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วเติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 50.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร เก็บสารละลายนี้ไว้เพื่อวิเคราะห์เหล็ก คลอไรด์ และแคลเซียม

วิธีวิเคราะห์

ใช้ปิเปตดูดสารละลายจากข้อ ข.3 มา 5.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมสารละลายกรดซัลฟริก ลงไปจนสารละลายเป็นกรด โดยวัดด้วยกระดาษวัดความเป็นกรด-ด่าง ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วตรวจพินิจเปรียบเทียบ สารละลายที่ได้จากตัวอย่างต้องมีลักษณะเช่นเดียวกับ สารละลายตามข้อ ข.3 มนปริมาตรเท่ากัน คือ ไม่ขุ่น

14. การวิเคราะห์หาแคลเซียม

เครื่องมือ

หลอดแก้วเทียบสี

สารละลายและวิธีเตรียม

14.2.1 สารละลายกรดอะซิติก 2 โมลต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

14.2.2 สารละลายแอมโมเนียมออกซาลेट 40 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

14.2.3 สารละลายมาตรฐานแคลเซียม 0.005 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ในเอทานอล ละลายแคลเซียมคาร์บอเนตที่แห้งแล้ว 0.25 กรัม ด้วยกรดอะซิติก 6 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร 12 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วเติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 1 000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้ปิเปตดูด สารละลายนี้มา 100.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร เจือจางด้วยเอทานอล (ร้อยละ 96 โดยปริมาตร) จน มีปริมาตรเป็น 1 000 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายนี้ 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร จะมีแคลเซียม 100 มิลลิกรัม

14.2.4 สารละลายมาตรฐานแคลเซียม 0.000 5 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ใช้ปิเปตดูดสารละลายจาก มา 10.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 1 000 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายนี้ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะมีแคลเซียม 10 มิลลิกรัม

วิธีเตรียมตัวอย่าง

ใช้ปิเปตดูดสารละลายจากข้อ ข.3 มา 5.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่น 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร

วิธีทดสอบ

ใช้ปิเปตดูดสารละลายมาตรฐานแคลเซียม มา 0.2 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมสารละลายแอมโมเนียมออกซาลेट 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายตัวอย่าง (ข้อ ข.3) 15 ลูกบาศก์เซนติเมตรเขย่า ตั้งทิ้งไว้ 1 นาทีแล้วเติมสารละลายกรดอะซิติก 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายตัวอย่าง 15 ลูกบาศก์เซนติเมตรเขย่า ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที ทำสารละลายมาตรฐาน โดยเติมสารละลายแอมโมเนียมออกซาลेट 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงไปในสารละลายผสมขอสารละลายมาตรฐานแคลเซียม 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายกรดอะซิติก 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรและน้ำกลั่น 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วตรวจพินิจเปรียบเทียบ สารละลายที่ได้จากตัวอย่างต้องไม่ขุ่นกว่าสารละลายมาตรฐาน จึงถือว่าตัวอย่างมีปริมาณแคลเซียมไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

15. การวิเคราะห์หาเหล็ก

เครื่องมือ

หลอดแก้วเนสเซเลอร์ ขนาด 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร 2 หลอด

สารละลายและวิธีเตรียม

15.2.1 กรดเมอร์แคปโทอะซิติก

15.2.2 สารละลายแอมโมเนียม 10 โมลต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

สารละลายมาตรฐานเหล็ก 0.000 1 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตรละลายแอมโมเนียมไอร์ออน (II) ซัลเฟต 0.172 6 กรัม ด้วยสารละลายกรดซัลฟูริก 0.05 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร จนมีปริมาตรเป็น 100.0 ลูกบาศก์เซนติเมตรใช้ปิเปตดูดสารละลายนี้ 10.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 100.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายนี้ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะมีเหล็ก 200 มิลลิกรัม สารละลายมาตรฐานเหล็ก 0.000 05 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตรใช้ปิเปตดูดสารละลายมา 5.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 100.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะมีเหล็ก 1 มิลลิกรัมสารละลายกรดซิติริก 200 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

วิธีวิเคราะห์

ใช้ปิเปตดูดสารละลาย มา 2.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วถ่ายใส่หลอดแก้วเนสส์เลอร์ เติมสารละลายกรดซัลฟิวริก 2 ลูกบาศก์เซนติเมตรและกรดเมอร์แคปโทอะซิดิก 0.1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าให้เข้ากันแล้วทำให้สารละลายผสมนี้เป็นด่างด้วยสารละลายแอมโมเนีย เติมน้ำกลั่น จนมีปริมาตรเป็น 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร และตั้งทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที เตรียมสารละลายมาตรฐาน (โดยใช้วิธีเดียวกับตัวอย่างทุกประการ แต่ใช้สารละลายมาตรฐานเหล็ก 10 ลูกบาศก์เซนติเมตรแทนตัวอย่าง) ตรวจพินิจเปรียบเทียบ สารละลายที่ได้จากตัวอย่างสีต้องไม่เข้มกว่าสีของสารละลายมาตรฐาน จึงจะถือว่าตัวอย่างมีปริมาณเหล็กไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

16. การวิเคราะห์หาคลอรไต์

เครื่องมือ

- หลอดแก้วเทียบสี
- สารละลายและวิธีเตรียม

16.2.1 สารละลายกรดไนตริก 2 โมลต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

16.2.2 สารละลายซิลเวอร์ไนเตรด 0.1 โมลต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

16.2.3 สารละลายมาตรฐานคลอไรด์ 0.000 28 โมลต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.0824 กรัม ด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อย เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 100.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้ปิเปตดูดสารละลายนี้ 1.9 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 100.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายนี้ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะมีคลอไรด์ 5 มิลลิกรัม

วิธีวิเคราะห์

ใช้ปิเปตดูดสารละลายจากข้อ ข.3 มา 10.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำให้สารละลายเป็นกรดด้วยสารละลายกรดไนตริก แล้วเติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมสารละลายกรดไนตริก 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร และสารละลายซิลเวอร์ไนเตรด 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงไปทันที ตั้งทิ้งไว้ 2 นาที ในที่มืด เตรียมสารละลายมาตรฐาน โดยใช้วิธีเดียวกันทุกอย่างทุกประการ แต่ใช้สารละลายมาตรฐานคลอไรด์ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตรและน้ำกลั่น 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร แทนสารละลายตัวอย่าง ตรวจพินิจเปรียบเทียบในแนวตั้งโดยมีฉากสีดำอยู่ด้านหลัง สารละลายที่ได้จากตัวอย่างสีต้องไม่เข้มกว่าสารละลายมาตรฐาน จึงถือว่าตัวอย่างมีปริมาณคลอไรด์ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

17. การวิเคราะห์หาสารที่สลายให้คาร์บอนได้ง่าย เครื่องมือ

หลอดเทียบสี จำนวน 2 หลอด

สารละลายและวิธีเตรียม

17.1 กรดซัลฟูริกเข้มข้น ร้อยละ 94.5 ถึง 95.5 โดยน้ำหนัก

17.2 สารละลายกรดซัลฟูริก 1 + 3

17.3 สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 1 + 39 นำกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (ความหนาแน่น 1.9 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) มา 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่น 975 ลูกบาศก์เซนติเมตร

17.4 สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก

17.5 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 200 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

17.6 น้ำแป้ง ผสมแป้งที่ละลายได้ (soluble starch) 1 กรัม ด้วยน้ำเย็น 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร เทช้า ๆ ลงในน้ำเดือด 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร พร้อมทั้งคนอย่างสม่ำเสมอ ต้มจนใส (ถ้าต้มนานเกินไปจะทำให้ได้สารละลายที่ไม่ไวต่อปฏิกิริยา) ควรใช้น้ำแป้งที่เตรียมใหม่ ๆ ในการวิเคราะห์

17.7 สารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต 0.1 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตประมาณ 26 กรัม และโซเดียมคาร์บอเนต 200 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่นที่เดือดใหม่ ๆ และทำให้เย็นแล้ว เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 1 000 ลูกบาศก์เซนติเมตร สอบเทียบมาตรฐานโดยซึ่งโพแทสเซียมไดโครเมต ที่อบแล้วที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง 210 มิลลิกรัม อ่านน้ำหนักให้ละเอียดถึง 0.1 มิลลิกรัม ใส่ลงในขวดแก้วรูปกรวยขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่มีจุกปิด เติมน้ำกลั่น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าจนละลาย ปิดจุก เติมโพแทสเซียมไอโอไดด์ 3 กรัม โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต 2 กรัม กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (ความหนาแน่น 1.19 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร อย่างรวดเร็ว ปิดจุกเขย่าให้เข้ากันแล้วตั้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 10 นาที ล้างจุกและผนังด้านในของขวดแก้วรูปกรวยด้วยน้ำกลั่น นำสารละลายที่ได้ไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟตที่เตรียมไว้ จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลือง เติมน้ำแป้ง 3 ลูกบาศก์เซนติเมตร และไทเทรตต่อไปจนกระทั่งถึงจุดยุติ ซึ่งสารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน ทำการทดสอบซ้ำแล้วคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต

สารละลายเทียบสีมาตรฐาน

17.1 สารละลายโคบอลต์ (II)คลอไรด์ สารละลายโคบอลต์(II)คลอไรด์เฮกซะไฮเดรต ประมาณ 65 กรัม ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก แล้วเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก จนมีปริมาตรเป็น 1 000 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าให้เข้ากัน ใช้ปิเปตดูดสารละลายนี้ 5 ลูกบาศก์

เซนติเมตร ใส่ในขวดแก้วไอโอดีน (iodine flask) ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตรเติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต้มให้เดือดเป็นเวลา 10 นาที ทำให้เย็น เติมโพแทสเซียมไอโอไดด์ 2 กรัม และสารละลายกรดซัลฟูริก 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร หลังจากตะกอนละลายหมดแล้วให้ไทเทรตไอโอดีนที่เกิดขึ้นด้วย สารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต โดยใช้น้ำแบ่งจำนวน 3 ลูกบาศก์เซนติเมตร เป็นอินดิเคเตอร์ ทำแบลงก์เปรียบเทียบกับคำนวณหาปริมาณโคบอลต์(II) คลอไรด์เฮกซะไฮเดรต ในสารละลายทั้งหมดที่เตรียม (สารละลายมาตรฐาน โซเดียมไทโอซัลเฟต 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะเทียบเท่ากับโคบอลต์(II)คลอไรด์เฮกซะไฮเดรต 23.79 มิลลิกรัม) ปรับปริมาตรสุดท้ายของสารละลายด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เพื่อให้มีปริมาณโคบอลต์(II)คลอไรด์เฮกซะไฮเดรต 59.5 มิลลิกรัม ต่อสารละลาย 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

17.2 สารละลายไอโรน(III)คลอไรด์ สารละลายไอโรน(III)คลอไรด์เฮกซะไฮเดรต 55 กรัมในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก แล้วเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกจนมีปริมาตรเป็น 1 000 ลูกบาศก์เซนติเมตรเขย่าให้เข้าให้เข้ากัน ใช้ปิเปตดูดสารละลายไอโรน(III)คลอไรด์ที่เตรียมไว้มา 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ในขวดแก้วไอโอดีนขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำ 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร โพแทสเซียมไอโอไดด์ 3 กรัม และกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที เติมน้ำ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วไทเทรตไอโอดีนที่เกิดขึ้นด้วย สารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต โดยใช้น้ำแบ่งจำนวน 3 ลูกบาศก์เซนติเมตรเป็นอินดิเคเตอร์ ทำแบลงก์โดยวิธีเดียวกันโดยไม่ใส่สารละลายไอโรน(III) คลอไรด์ คำนวณหาปริมาณไอโรน(III)คลอไรด์เฮกซะไฮเดรตในสารละลายทั้งหมดที่เตรียม (สารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรจะเทียบเท่ากับไอโรน(III)คลอไรด์เฮกซะไฮเดรต 27.03 มิลลิกรัม) ปรับปริมาตรสุดท้ายของสารละลายด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เพื่อให้มีปริมาณไอโรน(III)คลอไรด์เฮกซะไฮเดรต 45.0 มิลลิกรัมต่อสารละลาย 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร 16.3 สารละลายสีมาตรฐาน ใช้ปิเปตดูดสารละลายโคบอลต์(II)คลอไรด์ 0.5 ส่วน และสารละลายไอโรน(III)คลอไรด์ 4.5 ส่วน ใส่ลงในหลอดเทียบสี แล้วเขย่าให้เข้ากัน

วิธีวิเคราะห์

ล้างหลอดทดลอง ด้วยกรดซัลฟูริกเข้มข้น 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร และตั้งทิ้งไว้ให้แห้งประมาณ 10 นาที ซึ่งตัวอย่างที่บดเป็นผงแล้ว 1.0 กรัม ใส่ลงในหลอดทดลอง เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าแรง ๆ จนกระทั่งตัวอย่างละลาย จุ่มหลอดทดลองลงในน้ำร้อนอุณหภูมิ ± 0.5 นาที โดยให้สารละลายทั้งหมดอยู่ใต้ระดับน้ำร้อน แล้วถ่ายสารละลายในหลอด

เทียบสี ตรวจสอบเทียบกับสารละลายสีมาตรฐานในแนวระดับโดยมีฉากสีขาวอยู่ด้านหลัง สารละลายที่ได้จากตัวอย่างสีต้องไม่เข้มข้นกว่าสีของสารละลายสีมาตรฐานในปริมาณเท่ากัน

การขึ้นรูป

นำแผ่นกระจกที่ซึ่งฟิล์มพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำจนเรียบตึง วางบนรางปาดโดยให้มุมของกระจกเข้ากับมุมเข้ากับรางปาดพอดี วางเครื่องปาดที่ตั้งความสูง 2 มิลลิเมตรไว้บนแผ่นกระจก เทน้ำแป้งลงบนเครื่องปาด แล้วลากเครื่องปาดด้วยความเร็วสม่ำเสมอเพื่อแผ่นน้ำแป้งจนเต็มแผ่นกระจก นำไปอบให้แห้งด้วยตู้อบควบคุมความชื้น ที่อุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ที่กำหนดจนแผ่นฟิล์มแห้งสนิทแล้วจึงลอกฟิล์มออก จะได้แผ่นฟิล์มขนาด 6×9 นิ้ว

18.วิธีการวัดความหนาของฟิล์ม (ดัดแปลงจาก Bulter et al.,1996)

ตัดตัวอย่างขนาด 2.54×10 เซนติเมตร วัดความหนาด้วยเครื่องวัดความหนา Thickeess Tester model 49-72 TML ตัวอย่างละ 5 จุด และหาค่าเฉลี่ย

19. วิธีทดสอบหาค่าความต้านทานของแรงดึงขาดและการยืดตัวของฟิล์ม (ASTM D 882 – 91)

การเตรียมตัวอย่าง

ตัดฟิล์มตัวอย่างขนาด 25 ± 0.01 มิลลิเมตร และยาว 150 มิลลิเมตร โดยมีขอบที่เรียบและขนานกัน

การทดสอบ

เลือกหัวทดสอบของเครื่อง LLOYD instrument แบบ tension ที่มีลักษณะเป็นหัวหนีบ 2 หัว ตั้งระยะห่างกัน 10 เซนติเมตร ยึดปลายข้างหนึ่งของชิ้นตัวอย่างเข้ากับหัวทดสอบที่แน่น แล้วจึงยึดปลายอีกด้านหนึ่ง เลือก load cell ขนาด 10 กิโลกรัม เริ่มทดสอบโดยปรับความเร็วในการดึง 20 มิลลิเมตรต่อนาที จนตัวอย่างขาดออกจากกัน รายงานค่าความต้านทานแรงดตงขาด (กิโลกรัมต่อตารางมิลลิเมตร) และค่ายืดตัว (ร้อยละ)

การคำนวณ

$$\text{ค่าความต้านทานแรงดึง} = \frac{\text{ค่าที่อ่านได้ (กิโลกรัม)}}{(\text{กิโลกรัมต่อตารางมิลลิเมตร}) \quad \text{ความกว้าง (มิลลิเมตร) X ความหนา (มิลลิเมตร)}}$$

$$\text{ค่าการยืดตัว (ร้อยละ)} = \frac{\text{ระยะยืดตัวของชิ้นทดสอบ X 100}}{\text{ความยาวเดิมของชิ้นตัวอย่างระหว่างหัวทดสอบ (มิลลิเมตร)}}$$

20. วิธีทดสอบค่าความแข็งแรงของรอยปิดผนึก (ASTM F 88-00)

การเตรียมตัวอย่าง

ตัดตัวอย่างรอยปิดผนึกขนาดกว้าง 25 มิลลิเมตร และยาวไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร ทดลองปิดผนึกฟิล์มที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส โดยให้รอยปิดผนึกอยู่กึ่งกลางชิ้นตัวอย่างในแนวตั้งฉาก

การทดสอบ

เลือกหัวทดสอบของเครื่อง ALLOYD instrument แบบ tension ที่มีลักษณะเป็นหัวหนีบ 2 หัว ตั้งระยะห่างกัน 25 มิลลิเมตร คลี่ชิ้นตัวอย่างออกแล้วยึดปลายทั้งสองข้างเข้ากับหัวทดสอบให้รอยปิดผนึกอยู่กึ่งกลางหัวหนีบ เลือก load cell ขนาด 10 กิโลกรัม เริ่มทดสอบโดยปรับความเร็วในการดึง 200 มิลลิเมตรต่อนาที จนตัวอย่างแยกออกจากกันบริเวณรอยปิดผนึก รายงานค่าความแข็งแรงของรอยผลึก (กิโลกรัมต่อเซนติเมตร)

21. วิธีทดสอบความสามารถในการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน (ASTM D 1434-82)

การเตรียมตัวอย่าง

ตัดแผ่นเปลวอลูมิเนียม เป็นรูปแปดเหลี่ยมขนาดเท่ากับ template (เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร) แล้วเจาะรูตรงกลางให้มีขนาดพื้นที่ครึ่งหนึ่งของ chamber เครื่อง โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.5 เซนติเมตร จากนั้นตัดฟิล์มตัวอย่างให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.5 เซนติเมตร โดยตัวอย่างจะต้องปราศจากรอยพับ ขีดข่วน หรือรอยร้าว ทา sealant บาง ๆ บริเวณวงแหวนของแผ่นเปลวอลูมิเนียม นำฟิล์มตัวอย่างวางบนแผ่นเปลวอลูมิเนียมเปิดก๊าซออกซิเจนและก๊าซไนโตรเจนให้มีความดันระหว่าง 40 – 70 psi เปิดสวิตช์ ด้านหลังเครื่อง เปิดฝาครอบ chamber ออกโดยหมุนน็อตที่ยึดฝาด้านบนทั้ง 3 ตัวในทิศทวนเข็มนาฬิกา ส่วนล่างของ chamber โดยหมุนน็อตทั้ง 3 ตัวให้แน่น หมุนวาล์ว ปิด / เปิด sensor ไปที่ตำแหน่ง Open หมุนสวิตช์ Flow ใน Mode Select ไปที่ Purge เครื่องจะไล่ก๊าซออกซิเจนที่อยู่ใน Chamber ทั้งส่วนบนและล่างออกให้หมด จากนั้นหมุน สวิตช์ Flow ใน Mode Select ไปที่ Test เครื่องจะทำการทดสอบ รอจนกว่าค่าที่อ่านได้คงที่ บันทึกอัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนแล้วคูณค่าที่อ่านได้ด้วย 2 จากนั้นนำมาคำนวณเป็นอัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน

การคำนวณ

$$P = \frac{Q}{A \cdot \Delta P \cdot t}$$

โดย P คือ อัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน (มิลลิกรัม/ตารางเมตร.24 ชั่วโมง. บรรยากาศ)

Q คือ ปริมาณก๊าซที่ซึมผ่าน (มิลลิกรัม)

A คือ พื้นที่ของฟิล์ม (ตารางเมตร)

ΔP คือ ความแตกต่างของความดันก๊าซในแต่ละด้านของฟิล์ม

T คือ เวลาที่ก๊าซซึมผ่านฟิล์ม (24 ชั่วโมง)

22. วิธีทดสอบค่าความสามารถในการป้องกันซึมผ่านของน้ำ (ASTM E96 – 93)

การเตรียมตัวอย่าง

ตัดตัวอย่างเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร โดยตัวอย่างจะต้องปราศจากรอยพับ ขีดข่วน หรือรอยร้าว

การทดสอบ

ใส่ซิลิกาเจลที่ผ่านการอบแห้งแล้วลงในถ้วยทดสอบ นำตัวอย่างปิดฝาถ้วย ผลึกรอบปากถ้วยด้วยพาราฟิน ซึ่งน้ำหนักอย่างละเอียดต่อนิยม 4 ตำแหน่ง แล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 27 ± 2 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65 ± 2 บันทึกการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักทุก 24 ชั่วโมงเป็นเวลา 4 วัน

การคำนวณ

$$WVTR = \frac{(G/t)}{A}$$

โดย WVTR คือ อัตราการซึมผ่านของไอน้ำ (water vapor transmission rate)

(กรัม/ตารางเมตร 24 ชั่วโมง)

G/t คือ อัตราเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักต่อเวลา

A คือ พื้นที่ของตัวอย่าง = 28.27 ตารางเซนติเมตร

$$WVP = \frac{WVTR \cdot X}{\Delta P}$$

โดย WVTR คือ การซึมผ่านของไอน้ำ (water vapor permeability) (กรัม. มิลลิเมตร / ตารางเมตร.24 ชั่วโมง.มิลลิเมตรปรอท)

X คือ ความหนาของฟิล์ม (มิลลิเมตร)

ΔP คือ ความแตกต่างของความดันน้ำในแต่ละด้านของฟิล์ม

23. วิธีทดสอบค่าการละลาย (Aicello Water Solubity Tese, 2003)

การเตรียมตัวอย่าง

ตัดตัวอย่างขนาดกว้าง 23 มิลลิเมตร และยาว 34 มิลลิเมตร ติดลงบนแผ่นสไลด์ (slide frame) ขนาด 25 X 35 ตารางมิลลิเมตรโดยใช้คลิปหนีบ

การทดสอบ

เติมน้ำกลั่นลงในบีกเกอร์ให้ได้ปริมาตร 800 มิลลิตร นำแผ่นสไลด์จุ่มลงในน้ำกลั่นโดยให้อยู่ใต้น้ำที่ระดับ 600 มิลลิตร เปิดเครื่อง Magnetic stirrer เพื่อหมุนเหวี่ยงแผ่นสไลด์ในน้ำจนกระทั่งฟิล์มหลุดออกจากแผ่นสไลด์ทั้งหมด บันทึกเวลา

24. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางพันธะทางเคมีด้วยเครื่องฟูรีเยทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (FTIR) (ตัดแปลงจาก Jayasekra et al., 2004)

บันทึกสเปกตรัมด้วยฟูรีเยทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Perkin Elmer Model System 2000) ในตัวอย่างของแข็ง เตรียมในรูปแผ่นกลมบางโดยผสมกับโปรแตสเซียมโบรไมด์ (KBr) ควบคุมอุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส จากนั้นบันทึกค่าสเปกตรัมเปรียบเทียบกับเซลล์ที่ไม่ได้ใส่ตัวอย่าง

25. วิธีการตรวจสอบพื้นผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด(อุไรวรรณ, 2531)

อบตัวอย่างที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง นำไปติดบนเทปสองหน้าทีติดอยู่บนแท่นตัวอย่าง ทำการฉาบทองด้วยเครื่อง Ion Sputter ให้มีความหนาประมาณ 10 – 20 ที่ 10 KV กำลังขยาย 200 เท่า ในการตรวจสอบพื้นผิวของฟิล์มสตาร์ช

26. วิธีทดสอบการดูดซับความชื้นที่อุณหภูมิคงที่ (Spiess Wolf , 1987)

นำตัวอย่างฟิล์มสตาร์ชผสมพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ที่ได้ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างในเดซิกเคเตอร์ที่บรรจุซิลิกาเจล เป็นเวลา 7 วัน หาค่าความชื้นและค่าวอเตอร์แอกทีวิตีของตัวอย่าง จากนั้นนำตัวอย่างที่อบแล้วไปเก็บใน เดซิกเคเตอร์ที่บรรจุสารละลายเกลืออิ่มตัวที่มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 11.3, 21.6, 32.4, 43.2, 57.0, 67.9, 75.0, 80.6, และ 92.3 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้จนเข้าสู่สมดุล จากนั้นนำตัวอย่างมาหาค่าความชื้นสมดุล (Equilibrium Moistur Content, EMC) และ

ค่าความชื้นสัมพัทธ์สมดุล (Equilibrium Relative Humidity, ERH) หรือค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้ (Water Activity) แล้วนำไปสร้างกราฟความสัมพันธ์แบบ Adsorption Isotherm

27. การทดสอบความสะอาด

เครื่องมือ

27.1 แผนภูมิการประมาณค่าจุดสกปรก (dirt estimation chart) ซึ่งแสดงรูปร่างและขนาดของพื้นที่ต่าง ๆ เป็นสี่ด้านวัสดุโปร่งใส ดังแสดงในรูปที่ 1

27.2 แผ่นแก้วสีขาวทึบ (opalite glass plate) ซึ่งได้เป็นที่รองรับ
ชั้นทดสอบ

เลือกชั้นทดสอบอย่างน้อย 10 ชั้น ให้มีพื้นที่รับแสงทั้งหมด (รวมสองด้าน) ไม่น้อยกว่า 1 ตารางเมตร ชั้นทดสอบต้องสะอาด โดยใช้กระดาษขึ้นเปิดป้องกันไว้ทั้งสองด้าน

วิธีทดสอบ

นำชั้นทดสอบวางลงบนที่รองรับที่สะอาด แล้ววางแผนภูมิการประมาณค่าจุดสกปรกตามลงไป หาค่าโดยประมาณของพื้นที่จุดสกปรกบนชั้นทดสอบกับขนาดของจุดสกปรกบนแผนภูมิให้ใกล้เคียงกับพื้นที่ที่กำหนดในแผนภูมิดังต่อไปนี้ 0.03 0.05 0.08 0.10 0.15 0.20 0.30 0.85 1.0 1.25 และ 1.50 ตารางมิลลิเมตร ผลบวกของจุดสกปรกทั้งหมดที่มีพื้นที่ตั้งแต่ 0.03 ตารางมิลลิเมตรขึ้นไปถือเป็นพื้นที่จุดสกปรกทั้งหมด จุดสกปรกแต่ละจุดที่มีพื้นที่ตั้งแต่ 0.05 ตารางมิลลิเมตรขึ้นไปให้นับเป็นหนึ่งจุดสกปรก (one speck)

วิธีคำนวณ

$$\begin{aligned} (1) \text{ พื้นที่จุดสกปรก} &= 106 \times \frac{\text{พื้นที่จุดสกปรกที่นับได้}}{\text{พื้นที่ทั้งหมดของชั้นทดสอบ}} \\ &\quad \text{ตารางมิลลิเมตรต่อตารางเมตร} \\ (2) \text{ จำนวนจุดสกปรก} &= 106 \times \frac{\text{จำนวนสกปรกที่นับได้}}{\text{พื้นที่ทั้งหมดของชั้นทดสอบ}} \end{aligned}$$

การรายงาน

รายงานค่าเฉลี่ยของพื้นที่จุดสกปรก เป็นตารางมิลลิเมตรของตัวอย่างด้านบน หรือสำหรับทั้งสองด้านรายงานค่าเฉลี่ยของจุดสกปรกของชั้นทดสอบที่นับได้ต่อหนึ่งตารางเมตร

เครื่องมือ

27.1 เครื่องหยด (drop measuring device) การใช้ ปีเปต บuret หรือไซริงก์ชนิดปีเปต มีขีดแบ่งได้ละเอียดไม่น้อยกว่า 0.01 ลูกบาศก์เซนติเมตร หรือแบ่งละเอียดกว่านี้

27.2 ที่รองรับชิ้นทดสอบ (specimen support) เป็นแผ่นโลหะหรือวัสดุอื่น ที่ไม่ดูดซึมน้ำ ขนาด 100 มิลลิเมตร X 100 มิลลิเมตร X 100 มิลลิเมตร ที่รูตรงกลางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 40 มิลลิเมตร ที่รองรับนี้จะวางในแนวขนานและเรียบไปกับพื้น

27.3 แหล่งกำเนิดแสง (light source) เพื่อจะส่งให้เห็นผิวหน้าของน้ำ ที่เหลือจากการดูดซึม ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสงควรจะอยู่ห่างพอสมควร เพื่อป้องกันความร้อนจากดวงไฟมิให้มีส่วนต่อการดูดซึม

27.4 นาฬิกาจับเวลาหรือที่จับเวลาไฟฟ้า

27.5 ที่ซึ่งชิ้นทดสอบ เป็นรูปวงกลม

ชิ้นทดสอบ

จากกระดาษชำระแต่ละม้วน เลือกชิ้นทดสอบ จำนวนไม่น้อยกว่า 10 ชิ้น สำหรับจำนวนชิ้นของกระดาษที่ทดสอบ ให้ทดสอบตามสภาพและชนิดของผลิตภัณฑ์

วิธีทดสอบ

1. ซึ่งชิ้นทดสอบลงพื้นที่รองรับให้ตั้งด้วยวงแหวน พื้นที่ของชิ้นทดสอบภายในวงแหวนจะต้องไม่สัมผัสกับวัสดุอื่นใดและอย่างน้อยต้องมีช่องว่าง 10 มิลลิเมตรใต้ชิ้นทดสอบ
2. เช็ดปลายของเครื่องหยดด้วยจารบี (water – repellant grease) ก่อนนำไปดูดน้ำกลั่น ตามปริมาณที่ต้องการ จับเครื่องหยดให้อยู่ในแนวตั้งฉาก โดยใช้ส่วนปลายของเครื่องหยดอยู่ใกล้จนเกือบจะสัมผัสกับส่วนกลางของกระดาษ แล้วปล่อยน้ำให้หยดลงสู่แผ่นทดสอบโดยตรง
3. เริ่มต้นจับเวลาทันที ตั้งแต่เมื่อหยดน้ำสัมผัสผิวกระดาษจนกระทั่งกระดาษดูดซึมน้ำจนหมด (สังเกตได้จากการที่ไม่เห็นแสงสะท้อนจากผิวน้ำอีกต่อไป) เป็นวินาที
4. บริเวณที่ทดสอบต้องไม่ได้รับอิทธิพลจากดวงไฟหรือมีลมแรง

การรายงาน

รายงานชนิดของกระดาษที่ใช้ในการทดสอบ ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ดูดซึม เป็นวินาที ให้รายงานค่าละเอียดถึง 0.2 วินาที สำหรับการดูดซึมน้ำที่ใช้เวลาน้อยกว่า 10 นาที ส่วนการดูดซึมน้ำที่ใช้เวลาเกินกว่า 10 นาที ให้รายงานค่าละเอียดถึง 1 วินาทีเพื่อให้รายงานนั้นสมบูรณ์ ควรบอกค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดของเวลาที่ใช้เวลาที่ใช้และรายงานจำนวนชิ้นทดสอบที่ใช้และจำนวนชิ้นทดสอบที่ใช้และจำนวนชิ้นของกระดาษที่ทดสอบที่ใช้และจำนวนชิ้นของกระดาษที่ทดสอบ

28.ปริมาณเก่า

เครื่องมือ

1. ครุชีเบลชนิดทำด้วยปลาติ้ม หรือชนิดกระเบื้อง พร้อมฝาปิด
2. เตาเผาไฟฟ้า (Electric muffle furnace) ซึ่งอุณหภูมิให้คงอยู่ในระหว่างที่อยู่ในระหว่าง 925 ± 25 องศาเซลเซียส
3. เครื่องชั่งซึ่งสามารถอ่านได้ละเอียดถึง 0.1 มิลลิกรัม

ขั้นตอนทดสอบ

ตัดชิ้นทดสอบที่เลือกไว้ เป็นชิ้นเล็ก ๆ มีปริมาณพอเพียงที่จะให้ปริมาณเถ้าไม่น้อยกว่า 10 มิลลิกรัม นำชิ้นทดสอบจำนวนนี้ไปหาปริมาณความชื้นตามในข้อ 7.2 ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระดาษเหนียว มาตรฐานเลขที่ มอก. 170 – 2519 แล้วนำมาหาปริมาณเถ้า

วิธีทดสอบ

ทำความสะอาดครุชีเบลพร้อมฝาปิด อย่างระมัดระวัง แล้วเผาในเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 925 ± 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที หลังจากเผาครุชีเบลแล้ว นำออกจากเตาเผา ปลดปล่อยให้เย็นสักครู่ก่อนนำไปใส่ในเดสิกเกตเตอร์ ซึ่งบรรจุสารดูดความชื้น แล้วปลดปล่อยให้เย็น ชั่งครุชีเบลที่เย็นลงจนได้อุณหภูมิห้อง ให้ได้ค่าละเอียดถึง 0.1 มิลลิกรัม นำชิ้นทดสอบที่เตรียมไว้ ใส่ในครุชีเบล แล้วเผาซึ่งอาจใช้ไฟอ่อน ๆ จากตะเกียงเบนแดนลอน หรืออาจนำไปเผาในเตาที่อุณหภูมิไม่เกิน 400 องศาเซลเซียส และค่อย ๆ เพิ่มอุณหภูมิขึ้น เผากระดาษจนเป็นถ่าน การเผาต้องระมัดระวังไม่ให้กระดาษลุกไหม้จากเปลวไฟโดยตรง ในกรณีที่ครุชีเบลมีขนาดไม่พอที่จะใส่แผ่นทดสอบทั้งหมดได้ ให้เผาแผ่นทดสอบทีละส่วนและค่อย ๆ เติมแผ่นทดสอบที่เหลืออยู่จนหมด และในทุกกรณีต้องคอยปิดฝาครุชีเบลอยู่เสมอเพื่อป้องกันมิให้ปริมาณเถ้าสูญหายไป เมื่อการเผาไหม้ของชิ้นทดสอบสมบูรณ์แล้ว นำครุชีเบลไปเผาในเตาที่อุณหภูมิ 925 ± 25 องศาเซลเซียส จนครุชีเบลมีอุณหภูมิเท่ากับเตาเผาแล้ว ให้เปิดฝาค่อยออกและหงายไว้บนพื้นที่ในเตาเผา เมื่อชิ้นทดสอบถูกเผาไหม้อย่างสมบูรณ์แล้ว ซึ่งจะสังเกตได้ได้จากการที่ถ่านสีดำหายไปหมด นำครุชีเบลออกจากเตาเผา ปิดฝาค่อยทั้งไว้ให้เย็น ก่อนเข้าไปเก็บไว้ในเดสิกเกตเตอร์ แล้วทิ้งให้เย็นจนได้อุณหภูมิห้อง ชั่งครุชีเบลพร้อมกับปริมาณเถ้าที่เหลือ ให้ได้ค่าละเอียดถึง 0.1 มิลลิกรัม เผาครุชีเบลอีกครั้งและชั่งครุชีเบลทุก 10 นาที จนกระทั่งได้น้ำหนักคงที่

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้า ร้อยละ} = \frac{\text{น้ำหนักของเถ้า}}{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง}} \times 100$$

การรายงาน

น้ำหนักขึ้นทดสอบเมื่อแห้งรายงานปริมาณเถ้าของขึ้นทดสอบเมื่อร้อยละ ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยของการทดสอบทั้งหมด(ซึ่งอย่างน้อยต้องทดสอบ 2 ครั้ง) รายงานปริมาณเถ้าให้ละเอียดถึงร้อยละ 0.05 ความแน่นอนผลการทดสอบเปรียบเทียบปริมาณเถ้าทั้งสองครั้ง ภายในห้องปฏิบัติการ ควรจะมีค่าแตกต่างไม่เกินร้อยละ 0.1

29. ความเป็นกรด – ด่าง

เครื่องมือ

1. เครื่องมือวัดความเป็นกรด – ด่าง (pH meter) ซึ่งใช้กลาสอิเล็กโตรดกับคาโลเมลรีเฟอเรนซ์อิเล็กโตรด สามารถอ่านค่าได้ละเอียดถึง 0.1 หน่วย
2. ขวดแก้วเฮอร์เลนเมเยอร์ขนาด 125 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. คอนแดนเซอร์น้ำ ซึ่งมีกระเปาะยาว 300 มิลลิเมตร ปลายของคอนแดนเซอร์มีที่สวมและเฉียงเป็นมุมให้น้ำหยดได้
4. ปีเกอร์ขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร
5. กระบอกตวงขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

สารที่ใช้

1. น้ำกลั่น (ถ้าใช้น้ำที่ผ่านการดีลิตอนไนซ์ ต้องตรวจสอบค่าความเป็นกรด – ด่างของน้ำทุกครั้งก่อนใช้)
 - (1) น้ำกลั่นที่ใช้จะต้องไล่อากาศคาร์บอนไดออกไซด์ที่เจือปนอยู่น้ำออกให้หมด แล้วนำไปหาค่าความเป็นกรด – ด่าง ระหว่าง 6.2 ถึง 7.3 ถ้าสูงหรือต่ำกว่านี้ใช้ไม่ได้
 - (2) การทดสอบอ้างอิงนั้น ต้องต้มน้ำกลั่นให้เดือด และขณะปล่อยให้เย็นผ่านก๊าซไนโตรเจน หรืออากาศที่ปราศจากคาร์บอนไดออกไซด์ลงไป เมื่อน้ำกลั่นเย็นแล้ว นำไปวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง จนได้ค่าคงที่หยุดผ่านก๊าซ ค่าความเป็นกรด – ด่าง ควรอยู่ระหว่าง 6.8 ถึง 7.3
 - (3) เมื่อนำน้ำกลั่นที่เตรียมโดยการผ่านก๊าซไนโตรเจนไปวัดคุณสมบัติในการเป็นตัวนำของน้ำ จะต้องไม่เกิน 1.5×10^{-6} โมห์ติอเซนติเมตร

2. สารละลายมาตรฐานบัฟเฟอร์ (standard buffer solution) ที่มีค่าความเป็นกรด – ด่าง 4.7 และ 10

การปรับเครื่องมือ

การใช้เครื่องมือวัดความเป็นกรด – ด่าง ต้องตรวจสอบเครื่องมือวัดให้แน่นอน โดยเปิดเครื่องวัดไว้ก่อนประมาณ 5 นาที ปรับอุณหภูมิของเครื่องมือวัดให้เท่ากับอุณหภูมิห้อง ใช้น้ำกลั่นล้างอิเล็กโตรดเช็ดให้แห้ง แล้วจุ่มอิเล็กโตรดลงในสารละลายมาตรฐานบัฟเฟอร์และปรับตั้งเครื่องมือให้ได้ค่าความเป็นกรด – ด่าง ของสารละลายมาตรฐานบัฟเฟอร์ที่ใช้ในการหาค่าความ

เป็นกรด – ต่าง ของสารละลายตัวอย่าง ควรใช้สารละลายมาตรฐานบัฟเฟอร์ที่ให้ค่าความเป็นกรด – ต่าง ใกล้เคียงกันในการปรับตั้งเครื่องมือ

ขั้นตอนทดสอบ

การทดสอบแต่ละครั้งให้ใช้จำนวนตัวอย่างทดสอบเท่า ๆ กัน ใช้ตัวอย่างไม่น้อยกว่า 5 ชิ้น นำมาช้อนกัน ยีตปลายด้านหนึ่งไว้แล้วตัดด้านที่เหลือตามขวางให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดประมาณ 5 มิลลิเมตร x 10 มิลลิเมตร แล้วนำไปชั่งให้ได้ 1 ± 0.01 กรัม ควรทดสอบตัวอย่างละ 2 ครั้งเป็นอย่างน้อย ถ้าค่าที่ได้คลาดเคลื่อนมาก ให้ทดสอบซ้ำอีกครั้ง การตัดชิ้นทดสอบ ไม่ควรใช้ข้อจับชิ้นทดสอบโดยตรง

วิธีทดสอบ

ใช้ชิ้นทดสอบในขวดแก้วเฮอร์เลนเมเยอร์ขนาด 125 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่น 70 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนให้ทั่วแล้วต่อขวดแก้วเข้ากับคอนเดนเซอร์ วางลงบนแผ่นเหล็กให้ความร้อน ค่อย ๆ ให้ความร้อนจนเดือดประมาณ 1 ชั่วโมง ในขณะที่ต้มอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 96 – 100 องศาเซลเซียส เมื่อสกัดเสร็จแล้วนำขวดแก้วพร้อมคอนเดนเซอร์มาแช่น้ำ ใช้ปิเปตเล็ก ๆ ครอบปลายบนของคอนเดนเซอร์ไว้ จนอุณหภูมิประมาณ 35 ถึง 40 องศาเซลเซียส เอาคอนเดนเซอร์ออก ใช้จุกแก้วปิดขวดแก้วปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ถ่ายสารละลายลงในปิเปตขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วนำไปวัดค่าความเป็นกรด – ต่าง จากเครื่องวัดความเป็นกรด – ต่าง

การรายงาน

รายงานค่าเฉลี่ยของการทดสอบแต่ละครั้งให้ละเอียดถึง 0.1 หน่วย

29. การต้านแรงดึงและการยืด

เครื่องมือ

เครื่องมือทดสอบการต้านแรงดึง ประกอบด้วย

1. ที่ยึด 2 ตัว มีผิวหน้าสำหรับยึดอยู่ในแนวระดับเดียวกัน และขนาดกึ่งกลางของแรงที่กระทำ และตั้งตรงเพื่อยึดขึ้นทดสอบไว้โดยไม่เคลื่อนที่ เมื่อเริ่มการทดสอบ ขอบของที่ยึดทั้งสองอยู่ห่างกัน 100 ± 5 มิลลิเมตร ในกรณีที่แผ่นทดสอบมีขนาดเล็กกว่านั้น ให้สัดส่วนสูงของขอบที่ยึดลงมา
2. ส่วนที่ใช้เพิ่มน้ำหนัก จะเพิ่มอย่างสม่ำเสมอจนกระทั่งแผ่นทดสอบขาด
3. สเกล และส่วนประกอบที่ใช้ในการอ่านค่าน้ำหนักของการต้านแรงดึง
4. สแกนที่อ่านค่าการยืด เป็นร้อยละ

การปรับตั้งเครื่องมือ

ตรวจดูความสะอาดของเครื่องมือ ปรับระดับอย่างละเอียดตรวจดูส่วนที่เคลื่อนที่ต่าง ๆ เพื่อให้ส่วนเหล่านั้นเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ตรวจสเปกเกิลที่อ่านค่าด้วยดรัม náหนัก

ขั้นตอนทดสอบ

ตัดขั้นตอนทดสอบตามด้านขนานเครื่อง และด้านขวางเครื่อง ด้านละ 10 ขึ้นเป็นอย่างน้อย โดยให้ขอบที่ตัดเรียบและขนานกัน มีความกว้าง 15 ± 0.1 มิลลิเมตร ขั้นตอนทดสอบจะต้องปราศจากสิ่งผิดปกติต่าง ๆ

วิธีทดสอบ

ยึดปลายข้างหนึ่งของขั้นตอนทดสอบให้แน่น แล้วจึงยึดปลายอีกด้านหนึ่งของขั้นตอนทดสอบ ไม่ควรจับขั้นตอนทดสอบ ไม่ควรจับขั้นตอนทดสอบส่วนที่อยู่ระหว่างที่ยึด แล้วเริ่มทดสอบ ปรับเครื่องทดสอบ เพื่อให้เวลาเฉลี่ยในการทดสอบจนกว่ากระดาษจะขาดอยู่ภายใน 10 ± 5 วินาที ให้ปรับเครื่องมือโดยทดสอบกับกระดาษคูก่อน หรือดูจากตารางที่เตรียมไว้สำหรับเครื่องมือแต่ละแบบ ถ้ากระดาษเลื่อนหรือขาดตรงขอบที่ยึด หรือขณะทดสอบ ถ้าแสดงว่ามีแรงตามแนวกว้างของกระดาษไม่สม่ำเสมอ ให้ตัดค่าที่อ่านได้ทิ้งแล้วให้ทดสอบใหม่ รายงานงานค่า náหนักที่ใช้ของขั้นตอนทดสอบแต่ละขั้นต้องอ่านให้ได้ทศนิยมสองตำแหน่งทั้งด้านขวางเครื่อง และด้านขนานเครื่อง และอ่านค่าการยืดจากเครื่องมือกระดาษขาดแล้วคำนวณหาค่า náหนักเฉลี่ย

การคำนวณ

- (1) คำนวณค่าการต้านแรงดึง ดังนี้

การต้านแรงดึง นิวตัน = $9.8 \times$ ค่าที่อ่านได้ (กิโลกรัมมร)

- (2) คำนวณค่าเฉลี่ย การยืด ดังนี้

ค่าเฉลี่ย การยืด ร้อยละ = $\frac{\text{ผลรวมของค่าที่อ่านได้}}{\text{จำนวนครั้ง}}$

การรายงาน

ให้รายงานค่าการต้านแรงดึง และค่าการยืด ให้ได้ทศนิยมสองตำแหน่ง รายงานที่สมบูรณ์ต้องประกอบด้วย

- (1) ความกว้างของขั้นตอนทดสอบ
- (2) ระยะทางระหว่างที่ยึดทั้งสองก่อนทดสอบ
- (3) ค่าเฉลี่ยเวลาการทดสอบที่ทำให้กระดาษแต่ละด้านขาด
- (4) จำนวนขั้นตอนทดสอบที่ใช้ในการทดสอบแต่ละครั้ง
- (5) ชนิดเครื่องมือ

30. เทคนิคปลอดเชื้อ (Aseptic Techniques)

ทุกหนทุกแห่งย่อมมีเชื้อจุลินทรีย์ปะปนอยู่เสมอ ไม่ว่าจะเป็นบนโต๊ะปฏิบัติการ มือของผู้ทดลอง เครื่องมือเครื่องใช้ในการทดลอง อากาศรอบ ๆ ห้องปฏิบัติการ ดังนั้นนักจุลชีววิทยาจึงมีความจำเป็นต้องทราบเทคนิคการถ่ายเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธีปลอดเชื้อ เพื่อให้เชื้อจุลินทรีย์ที่ทดลองไม่ปนเปื้อนด้วยเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นที่ไม่ต้องการระหว่างการทำงาน เทคนิคปลอดเชื้อ (Aseptic Technique) เป็นเทคนิคที่ป้องกันไม่ให้เชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นที่ไม่ต้องการปนเปื้อนลงไปในเชื้อจุลินทรีย์ที่กำลังทำการทดลองอยู่ นอกจากนั้นยังป้องกันไม่ให้เชื้อ จุลินทรีย์ที่กำลังทำการทดลองอยู่ออกมาถึงสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อผู้ทดลองหรือผู้อื่นได้ ทำอย่างไรจึงจะสามารถป้องกันไม่ให้เชื้อจุลินทรีย์ที่ทดลองมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นและขณะเดียวกันเชื้อจุลินทรีย์ที่ทดลองไม่แพร่กระจายออกสู่สิ่งแวดล้อม ขอให้ยึดกฎทั่วไปสำหรับเทคนิคปลอดเชื้อ ดังนี้

1. ก่อนทำการทดลอง· สวมเสื้อทดลองให้เรียบร้อย ผมต้องไม่รุงรัง· เอาของทุกอย่างที่ไม่เกี่ยวข้องกับการทดลองออกไปจากโต๊ะปฏิบัติการ· ล้างมือให้สะอาด· เช็ดโต๊ะปฏิบัติการด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อจุลินทรีย์

2. หลังทำการทดลอง· ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์บนเครื่องมือใช้ทุกครั้งที่ใช้งานแล้ว· เช็ดโต๊ะปฏิบัติการด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ถอดเสื้อทดลองออกล้างมือให้สะอาด

3. ขณะทำการทดลองเมื่อปากหลอดที่มีเชื้อจุลินทรีย์เปิดออก ต้องปฏิบัติดังนี้

- ต้องทำการทดลองใกล้เปลวไฟเพื่อป้องกันไม่ให้เชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นปนเปื้อนลงไปและป้องกันไม่ให้เชื้อจุลินทรีย์ที่ทดลองหลุดออกไปอยู่ตามสิ่งแวดล้อม

- ต้องไม่พูดคุยกัน

- ต้องไม่วางฝาหลอดทดลองหรือจุกสำลีไว้บนโต๊ะ

- ทำงานอย่างรวดเร็ว

การศึกษาลักษณะรูปร่างของโคโลนีหรือเซลล์ของแบคทีเรีย (cell or colony morphology) หรือต้องการนับจำนวนโคโลนีของแบคทีเรานั้น ต้องมีการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียบนอาหารแข็ง (solid medium) ที่อยู่ในจานอาหาร (petri dishes) ดังนั้นอาหารที่อยู่ในจานควรเป็นอาหารที่ปลอดจากเชื้อชนิดอื่น เพื่อป้องกันไม่ให้เชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมาเกิดการเจริญกลับทับเชื้อจุลินทรีย์ที่ต้องการเพาะเลี้ยงการเทอาหารที่แข็งที่อยู่ในขวดผ่านการฆ่าเชื้อเสร็จเรียบร้อยแล้วให้นำออกจากเครื่อง autoclave แช่ขวดอาหารในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ที่มีอุณหภูมิ 50°C เป็นการป้องกันไม่ให้อาหารแข็งตัว เนื่องจากอาหารแข็งมีอุณหภูมิเป็นองค์ประกอบจะเริ่มแข็งตัวที่อุณหภูมิประมาณ 40°C ถ้าอาหารในขวดผ่านการฆ่าเชื้อและเก็บไว้เป็นเวลาหลายวัน เมื่อนำมาเทลงในจานให้น้ำขวดอาหารมาแช่ในอ่างน้ำเดือดเพื่อให้อาหารหลอมเหลว เมื่อต้มจนแน่ใจว่าอุ่น

หลอมเหลวหมดแล้ว จึงค่อยนำมาแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่มีอุณหภูมิ 50°C ต่อไป อุณหภูมิของอาหารที่เหมาะสมที่จะเทลงในจานคือประมาณ 45°C (เมื่อเปล่าสามารถจับขวดได้ ห้ามใช้ผ้าหรือกระดาษห่อขวดระหว่างเท จะเป็นการเปิดโอกาสให้เชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนได้ง่ายระหว่างการเท) การเทอาหารที่มีอุณหภูมิสูงเกิน 50 °C จะทำให้เกิดหยดน้ำบนฝาจานเป็นจำนวนมากจนไหลนองบนผิวอาหาร ผิวหน้าอาหารแห้งยาก เมื่อนำมาเพาะเชื้อจุลินทรีย์จะไม่ได้โคโลนีเดี่ยวๆ ทำให้ไม่สามารถได้เชื้อบริสุทธิ์ การเทอาหารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 45°C ทำให้อาหารเริ่มแข็งตัว มีก้อนวุ้น เกิดเป็นหย่อมๆ ไม่สามารถเทได้

อุปกรณ์

1. ขวดเปล่า 1 ใบ (ไม่ต้องฆ่าเชื้อจุลินทรีย์)
2. จานเปล่า (Petri Dish) 4 ใบ (ไม่ต้องฆ่าเชื้อจุลินทรีย์)
3. ตะเกียง
4. อาหาร NA ที่ผ่านการฆ่าเชื้อบรรจุในขวด 1 ขวด
5. จานเปล่าผ่านการฆ่าเชื้อ 4 ใบ
6. ตะเกียง

วิธีการ

1. เช็ดโต๊ะด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ
2. นำขวดใส่น้ำประปาและปิดฝา
3. นำจานมาวางใกล้ตะเกียงและจุดไฟ
4. ฝึกการเทน้ำใส่จานด้วยเทคนิคปลอดเชื้อโดยมีขั้นตอนดังนี้
 - 4.1 เปิดฝาขวดและลงไฟที่ปากขวด อีกมือหนึ่งเปิดฝาแง้มไว้ ขณะเดียวกันค่อยๆ เทน้ำลงไปในจาน ฝึกเทน้ำให้ไหลไปในจานโดยที่ไม่ไหลไปตามข้างขวด จะเป็นสาเหตุให้มีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์จากข้างขวดลงไปในจานอาหารได้ ระหว่างเทน้ำลงไปในจานปากขวดต้องไม่สัมผัสกับสิ่งใดๆ
 - 4.2 เมื่อเทจนน้ำไหลไปใกล้จะเต็มพื้นที่ก้นจาน ให้หยุดเท (การเทเช่นนี้จะได้ปริมาณอาหารในจานประมาณ 15-20 มล.)
 - 4.3 ฝึกการหมุนจานเพื่อช่วยให้อาหารไหลไปจนเต็มพื้นที่ก้นจาน ต้องฝึกหมุนโดยไม่ให้น้ำกระเด็นเปื้อนฝาจาน หรือหกออกนอกจาน ขณะที่หมุนจานนั้นปากขวดจะถูกจ่อใกล้ๆ ไฟ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์จากอากาศลงไปในขวด
 - 4.4 หยิบจานเปล่าอีกใบซ้อนบนจานที่เพิ่งเทน้ำ แล้วเทน้ำลงไป ทำเช่นเดียวกับข้อ 4.1-4.4 ทำจนครบทั้ง 4 ใบ
 - 4.5 ให้นักศึกษาหมุนเวียนกันฝึก โดยผลัดกันทำ และช่วยกันดูความผิดพลาดของแต่ละคน เมื่อฝึกจนชำนาญแล้ว จึงปฏิบัติจริงด้วยอาหารและจานที่ปลอดเชื้อจุลินทรีย์ในการทดลองข้อที่ 55 ให้เท

อาหาร NA ลงในจาน โดยมีขั้นตอนเช่นเดียวกับข้อ 4.1-4.4 6 เลื่อนจานทั้งแถวเบาๆออกไปไว้ข้างๆโต๊ะ อย่าให้อาหารกระเด็นมาบนฝาจานหรือหกออกนอกจาน จะเป็นเหตุให้ปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์จากภายนอกได้ง่าย ขณะที่รูนกำลังแข็งตัวต้องระวังไม่ให้กระเทือนเพราะจะทำให้ผิวหน้าอาหารไม่เรียบ7 ทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัว คว่ำจาน แล้วนำไปใส่ในตู้อบ 35-37 °C ค้างคืน เพื่อให้ผิวหน้าแห้ง วันรุ่งขึ้นให้ตรวจดูอาหารในจานว่าเป็นอย่างไร

31. __เทคนิคการถ่ายเชื้อจุลินทรีย์จากหลอดหนึ่งไปยังอีกหลอดหนึ่งด้วย loop และ needle (Aseptic tube Transfer)

อุปกรณ์

1. หลอดทดสอบพร้อมจุก ไม่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์
2. loop
3. Rack ใส่หลอดทดสอบ
4. *Serratia marcescens* อายุ 18 – 24 ชั่วโมง บน NA slant
5. Nutrient agar slant 3 หลอด (ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว)
6. เชื้อรา *Aspergillus* sp.
7. PDA slant 2หลอด8. Needle ซึ่งปลายเข็มงอเป็นรูปตัว L

วิธีการ

ให้นักศึกษาฝึกเทคนิคถ่ายเชื้อจุลินทรีย์จากหลอดทดลองหลอดหนึ่งลงสู่อีกหลอดหนึ่งด้วยวิธีปลอดเชื้อ

1. นำหลอดทดสอบ 2 หลอด ไปเติมน้ำประปาและปิดจุก หลอดหนึ่งเขียนข้างหลอดว่า A อีกหลอด B
2. ให้ลองฝึกเทคนิคการถ่ายเชื้อจุลินทรีย์จากหลอด A ไปยังหลอด B ด้วย loop ให้ทำดังต่อไปนี้
 - เผลา loop บริเวณหลอดนิโครมจนร้อนแดง
 - ถือ loop ไว้รจนกระทั่งเย็น (ระหว่างรอให้ loop เย็น ต้องระวังไม่ให้ loopแตะสิ่งใดๆ จะทำให้เชื้อจุลินทรีย์กลับปนเปื้อนบน loop อีก)
 - เมื่อ loop เย็นแล้ว ให้ใช้มืออีกข้างหยิบหลอดทดสอบ A ออกจาก Rack
 - ใช้นิ้วก้อยและอุ้งมือที่จับ loop เปิดฝาหลอดทดสอบ โดยระหว่างเปิดฝาหลอด ปากของฝาหลอดต้องไม่สัมผัสอุ้งมือ ให้ปากของฝายื่นออกจากอุ้งมือดังแสดงในภาพ
 - ลนปากหลอดทดสอบ A
 - นำหลอดทดสอบ A ออกจากเปลวไฟ แต่ยังคงอยู่ใกล้ ๆ ตะเกียง แล้วใช้ loop จุ่มลงไปในของเหลวที่อยู่ในหลอด A
 - นำ loop ออกจากหลอด ของเหลวจะติดเป็นฟิล์มเต็ม loop

- ลนไฟปากหลอดทดสอบ A แล้วปิดฝา
- มือข้างที่ไม่ได้ถือ loop หยิบหลอดทดสอบ B ออกจาก Rack
- ใช้นิ้วก้อยและอุ้งมือของมือที่จับ loop เปิดฝาหลอดทดสอบ โดยระหว่างเปิดฝาหลอด ปากของหลอดทดสอบต้องไม่สัมผัสกับอุ้งมือเช่นเดียวกัน
- ลนปากหลอดทดสอบ B
- นำหลอดทดสอบ B ออกจากเปลวไฟ แต่ยังคงอยู่ใกล้ ๆ กับตะเกียง แล้วใช้ loop ที่มี ฟิล์มเชื้อติดอยู่แล้วจุ่มลงไปหลอดทดสอบ B แล้วเอา loop ออกจากหลอดทดสอบ
- ลนไฟปากหลอดทดสอบ B แล้วปิดฝา
- เผลา loop จนร้อนแดงเพื่อกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ที่ติดมากับ loop

3. ถ่ายเชื้อ *Serratia marcescens* ลงไปบน Nutrient agar slant ตามเทคนิคที่ได้ฝึกมา ในข้อ 1 และ 2

4. ต้องระมัดระวังไม่ขูดเชื้อจนผิววุ้นกระจาย ให้ใช้ loopแตะเชื้อเพียงเล็กน้อย และเวลาถ่ายเชื้อลงบน NA slant อีกหลอด ให้ใช้วิธี streak คือ ชีต loop เบาๆ ไปบนผิวหน้าของอาหารเป็นรูปฟันปลา

5. บ่มหลอดทดสอบที่ถ่ายเชื้อแล้วที่ 35 – 37 °C ประมาณ 18 – 24 ชั่วโมง 6. ตรวจสอบลักษณะเชื้อจุลินทรีย์บนผิวหน้า slant เชื้อ *Serratia marcescens* เป็นเชื้อ จุลินทรีย์ที่สร้างเม็ดสี (pigment) มีสีแดง ทำให้ช่วยสังเกตได้ง่ายว่าเทคนิคการถ่ายเชื้อดีพอหรือไม่ โดยดูจากลักษณะรูปร่างของโคโลนีบน slant ว่ามีสีแดงเหมือนกันทั้งหมดทั้งผิวหน้าหรือไม่ ถ้าเทคนิคดีลักษณะรูปร่างเชื้อเป็นอย่างไร

7. ให้นักศึกษาถ่ายเชื้อ *Aspergillus sp.* ลงไปใน PDA slant ตามวิธีที่ฝึกมาในการป้ายเชื้อราต่างกับเชื้อแบคทีเรีย needle ที่ใช้จะเป็น needle ปลายเข็มงอเป็นรูปตัว L เวลาป้ายเชื้อให้ใช้เข็มตัดเอาวุ้นตรงบริเวณที่มีเส้นใยราออกมา ใช้ปลายเข็มปักก่อนวุ้นนั้น แล้วจึงค่อยนำออกมาจากหลอด เมื่อจะถ่ายเชื้อราที่อยู่บนก้อนวุ้นใส่ใน slant ให้วางก้อนวุ้นนั้นบนผิวของอาหารโดยไม่ต้อง streak 8. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 – 37 °C เป็นเวลา 7 วัน 9. เมื่อครบกำหนด ตรวจสอบดูเทคนิคการถ่ายเชื้อรา ถ้าเทคนิคปลอดเชื้อดี ลักษณะเส้นใยและสปอร์บนผิว slant จะเหมือนกันหมด

32. เทคนิคการใช้ Serological pipette ด้วยวิธีปลอดเชื้อ (Aseptic transfer technique by Serological pipette)

งานด้านจุลชีววิทยาต้องใช้ Serological pipette เพื่อดูดสารละลายหรือเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารเหลวด้วยปริมาณที่ต้องการแบบปลอดเชื้อ ดังนั้นนักจุลชีววิทยาจึงต้องเรียนรู้เทคนิคการใช้ Serological pipette ด้วยวิธีปลอดเชื้อ โดยเรียนรู้ตั้งแต่ขนาดของ Serological pipette และการเลือกใช้น้ำหนักของ Serological pipette ให้เหมาะสมกับปริมาณที่ต้องการดูด ศึกษาเครื่องช่วยดูด

pipette วิธีการจับหลอด การเปิดปิดหลอดขณะดูดถ่ายเชื้อจุลินทรีย์ หรือสารละลายด้วย Serological pipette ขนาดของ Serological pipette ที่ใช้ประจำในงานจุลชีววิทยา คือ 1 มล. และ 10 มล. ถ้า pipette ผลิตจากบริษัทเดียวกันแถบสีตรงบริเวณปลายที่ใช้ดูดจะมีสีต่างกัน เพื่อให้เห็นความแตกต่างของปริมาตร pipette ได้ง่ายขึ้นขณะใช้งาน pipette ขนาด 1 มล. จะมีข้อความ “1 in 1/100 ml” ตรงปลายที่ใช้ปากดูด หมายถึง pipette 1 มล. ถูกแบ่งเป็นช่องเล็กสุดแต่ละช่องมีปริมาตร 0.01 มล. (1/100 มล.) หรือหนึ่งช่องใหญ่ (สังเกตดูขีดยาวที่มีตัวเลขกำกับ) จะเท่ากับ 0.1 มล. Pipette ขนาด 10 มล. จะมีข้อความ “10 in 1/10 ml” ตรงปลายปากที่ใช้ดูด หมายถึง pipette 10 มล. ถูกแบ่งเป็นช่องเล็กสุดแต่ละช่องมีปริมาตร 0.1 มล. (1/10 มล.) เครื่องหมายบน pipette ที่ต้องทราบอีกอย่างคือ วงแหวน ถ้ามีวงแหวนที่ปลายบริเวณปากดูดแสดงว่าเป็น pipette ชนิดที่ต้องเป่า (blow-out pipette) คือไม่ว่าจะเป็น pipette ชนิด 1 มล. หรือ 10 มล. ถ้าต้องการดูดสารละลาย 1 มล. ด้วย pipette ชนิด 1 มล. หรือต้องการ 10 มล. ด้วย pipette ชนิด 10 มล. เมื่อปล่อยสารละลายออกแล้วต้องเป่าให้สารละลายที่ค้างที่ปลาย pipette ออกไปด้วยจึงจะได้ปริมาณที่ถูกต้อง แต่ถ้าที่ปลายบริเวณปากดูดไม่มีวงแหวนแสดงว่า pipette ประเภทนั้นตรงปลาย pipette ด้านที่ปล่อยสารจะไม่ได้แบ่งปริมาตรไว้ ดังนั้นเมื่อปล่อยสารออกไปจึงไม่มีปัญหาเรื่องสารค้างที่ปลาย pipette จึงไม่ต้องเป่า (ดูรูปประกอบ) การเลือกขนาดของปิเปตให้เหมาะสมกับปริมาตรที่ต้องการดูดเป็นสิ่งสำคัญ ปริมาตรที่ต้องการดูดได้น้อยที่สุดจะเท่ากับ 1 ใน 10 ของปริมาตรทั้งหมดของปิเปต จึงจะมีความแม่นยำ เช่น ต้องการดูดสาร 0.1 มล. ต้องใช้ปิเปต ขนาด 1 มล. หากใช้ 10 มล. ดูดสารเพียง 0.1 มล. ปริมาณสารที่ต้องการดูน้อยกว่า 1 ใน 10 ของปริมาตรทั้งหมดของปิเปต ทำให้มีความละเอียดไม่เพียงพอ pipette ที่จะใช้ในงานจุลชีววิทยาต้องผ่านการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ โดยการนำ pipette บรรจุลงในกระป๋อง ปิดฝา แล้วนำไปฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ใน Hot air oven ที่อุณหภูมิ 180 °C 2 ชม. เมื่อจะใช้ pipette ให้ฉีกไฟที่ปากกระป๋อง เปิดออกแล้ววางบนโต๊ะ โดยให้ปากกระป๋องยื่นออกจากขอบโต๊ะ และฝากระป๋องให้วางข้าง ๆ กระป๋องดังภาพ ควรจัดให้ pipette ในกระป๋องมีปลายที่ใช้ปากดูดอยู่ในระดับต่าง ๆ กัน โดยใช้ฝากระป๋องครอบ pipette หลวม ๆ แล้วกระแทกเบา ๆ การที่ปลาย pipette มีระดับต่าง ๆ กัน ทำให้มือไม่สัมผัสกับ pipette อันอื่นๆ ซึ่งช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์จากมือลงไปยัง pipette อันอื่นๆ มือต้องจับตรงปลายด้านที่ใช้ปากดูด ส่วนบริเวณปลายอีกด้านต้องระมัดระวังไม่ให้สัมผัสกับสิ่งใดๆ เพราะจะทำให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์จากสิ่งๆ ที่ pipette สัมผัส เมื่อ pipette มีการสัมผัสกับสิ่งต่างๆ ให้เปลี่ยน pipette ทันที pipette ที่ผ่านการดูดเชื้อจุลินทรีย์ให้วางในราง pipette ที่มีน้ำยาฆ่าเชื้อจุลินทรีย์เพื่อป้องกันไม่ให้เชื้อจุลินทรีย์กระจายไปในสิ่งแวดล้อม

33. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กรดซิทริก

ขอขยายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ชนิด คุณลักษณะที่ต้องการ การบรรจุ เครื่องหมาย ฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการวิเคราะห์และการทดสอบกรดซิตริก บทนิยามความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

กรดซิตริก หมายถึง กรด 2 -ไฮดรอกซี - 1, 2, 3, -โปรเพน ไตรคาร์บอกซีลิก แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ กรดซิตริกโมโนไฮเดรต มีสูตรโมเลกุล $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$ มีน้ำหนักโมเลกุล 210.14 และกรดซิตริกอันไฮดรัส มีสูตรโมเลกุล $C_6H_8O_7$ มีน้ำหนักโมเลกุล 192.12กรดซิตริก แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. กรดซิตริกโมโนไฮเดรต
2. กรดซิตริกอันไฮดรัส

การบรรจุ

ให้บรรจุกรดซิตริกในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท ไม่ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับกรดซิตริก และสามารถป้องกันความชื้นได้

เครื่องหมายและฉลาก

ที่ภาชนะบรรจุหรือฉลากที่ติดแน่นอยู่กับภาชนะบรรจุกรดซิตริกทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมี เลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ไม่เห็นได้ง่าย ชัดเจน

- (1) คำว่า “ กรดซิตริกโมโนไฮเดรต ” หรือ “ กรดซิตริกอันไฮดรัส ”
- (2) น้ำหนักสุทธิ เป็นกิโลกรัม
- (3) ปีที่ทำและรหัสรุ่นที่ทำ หรือเดือน ปีที่ทำและรหัสรุ่นที่ทำ หรือวันเดือนปีที่ทำและรหัส รุ่นที่ทำ
- (4) ชื่อและสถานที่ตั้งผู้ทำ หรือผู้จัดจำหน่าย

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

ความหมายของคำที่ใช้ มีดังต่อไปนี้

รุ่น หมายถึง กรดซิตริกชนิดเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกันบรรจุในภาชนะชนิด และขนาดเดียวกัน ในคราวเดียวกันการชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสินให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้ การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสินสำหรับตรวจสอบภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผนและวิธีการชักตัวอย่างเพื่อกาตรวจสอบแบบเอ

ตพริบิวส์ ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (ในกรณีที่ยังมิได้มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าว ให้เป็นไปตาม ISO 2859) โดยใช้ระดับการทดสอบแบบปกติ II และระดับคุณภาพที่ยอมรับ การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสินสำหรับการวิเคราะห์คุณลักษณะที่ต้องการ ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มตามจำนวนที่กำหนดในตาราง

ใช้เครื่องมือที่เหมาะสมชักตัวอย่างจากแต่ละภาชนะบรรจุตลอดความลึกของภาชนะบรรจุให้ได้ตัวอย่างรวมไม่น้อยกว่า 600 กรัม ผสมกับตัวอย่างทั้งหมดเข้าด้วยกัน แล้วแบ่งออกเป็น 3 ส่วน เท่า ๆ กันโดยประมาณ เก็บแยกไว้ในขวดแก้วที่สะอาด ปิดได้สนิท พร้อมทั้งบันทึกรายละเอียดที่จำเป็นไว้ด้วย ตัวอย่างทั้ง 3 ส่วนนี้จะใช้ในการวิเคราะห์ 1 ส่วน อีก 2 ส่วน ให้ผู้เกี่ยวข้องเก็บไว้เป็นหลักฐานตัวอย่างทดสอบ จะถือว่ามีความเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ต่อเมื่อผลการวิเคราะห์และทดสอบเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ต่อเมื่อผลการวิเคราะห์และทดสอบเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในทุกรายการ

ตาราง แผนการชักตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์คุณลักษณะที่ต้องการ

ขนาดรุ่น (หน่วยภาชนะบรรจุ)				ขนาดตัวอย่าง (หน่วยภาชนะบรรจุ)
ไม่เกิน	25			2
	25	ถึง	50	4
	51	ถึง	100	6
	101	ถึง	300	10
	301	ถึง	500	14
	501	ถึง	800	18
	801	ถึง	1 300	23
	ตั้งแต่ 1 301 ขึ้นไป			35

เกณฑ์ตัดสิน

กรดชิทริกแต่ละรุ่นจะถือว่าเป็นไปตามมาตรฐานนี้ ต่อเมื่อผลการตรวจสอบ และการวิเคราะห์เป็นไปตามข้อกำหนดทุกประการ

การวิเคราะห์และการทดสอบ

ให้ใช้วิธีวิเคราะห์และทดสอบที่กำหนดในมาตรฐานนี้ หรือวิธีอื่นใดที่ให้ผลเทียบเท่า ในกรณีที่ได้ผลขัดแย้ง ให้ใช้วิธีที่กำหนดเป็นวิธีตัดสินน้ำหนักและสารเคมีที่ใช้ต้องมีความบริสุทธิ์เหมาะสมสำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ตาราง คุณลักษณะทางเคมี

รายการ ที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด		วิธีวิเคราะห์ และทดสอบ ตาม
		กรดซิตริกโมโนไฮ เดรต	ก ร ด ซิ ต ริ ก อันไฮไดรส์	
1	ความบริสุทธิ์ $C_6H_8O_7$ ใน สภาพแห้ง ร้อยละ	99.5 ถึง 101.0	99.5 ถึง 101.0	ภาคผนวก ก.
2	น้ำร้อยละ	7.5 ถึง 8.5	ไม่เกิน 0.5	ภาคผนวก ข.
3	กากที่เหลือจากการเผา ร้อยละ ไม่เกิน	0.05	0.05	ภาคผนวก ค.
4	ออกซาเลต	สารละลาย ต้องไม่ขุ่น	สารละลาย ต้องไม่ขุ่น	ภาคผนวก ง.
5	ซัลเฟต	สารละลาย ต้องไม่ขุ่น	สารละลาย ต้องไม่ขุ่น	ภาคผนวก จ.
6	สารหนู มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมไม่ เกิน	3	3	ภาคผนวก ฉ.
7	โลหะหนัก ยกเว้นเหล็ก(เทียน เป็นตะกั่ว)มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่เกิน	10	10	ภาคผนวก ช.
8	แบเรียม	สารละลาย	สารละลาย	ภาคผนวก ซ.

		ต้องไม่ชุ่ม	ต้องไม่ชุ่ม	
9	แคลเซียม มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม			
	ไม่เกิน	200	200	ภาคผนวก ซ.
10	เหล็ก มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่			
	เกิน	50	50	ภาคผนวก ฉ.
11	คลอไรด์ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม			
	ไม่เกิน	50	50	ภาคผนวก จ.
12	สารที่สลายให้คาร์บอนได้ง่าย	สีต้องไม่เข้มกว่าสี	สีต้องไม่เข้มกว่า	ภาคผนวก ก.
	readily carbonizable	ของสารละลาย	สี ข อ ง	
	substance	สีมาตรฐาน	สารละลาย	
			สีมาตรฐาน	

34. วิธีการคำนวณ ร้อยละการเปลี่ยนแปลงโมเลกุลเป็นพอลิเมอร์

การคำนวณร้อยละการเปลี่ยนแปลงโมเลกุลเป็นพอลิเมอร์ (% Conversion) นั้นสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\% \text{ Conversion} = \frac{\text{มอนอเมอร์ที่ทำปฏิกิริยา} \times 100}{\text{มอนอเมอร์ทั้งหมด}}$$

$$\begin{aligned} \text{มอนอเมอร์ที่ทำปฏิกิริยา} = & \text{น้ำหนักสารตัวอย่างหลังอบ} - \text{น้ำหนักภาชนะ} - \text{น้ำหนักอิมัล} \\ & \text{ซิฟายเออร์ในสารตัวอย่าง} - \text{น้ำหนักตัวเริ่มปฏิกิริยาในสาร} \\ & \text{ตัวอย่าง} - \text{น้ำหนักสารละลายตัวยับยั้งปฏิกิริยาในสารตัวอย่าง} \\ & - (\text{น้ำหนักยางในสารตัวอย่าง}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{มอนอเมอร์ทั้งหมด} = & (\text{น้ำหนักสารตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักภาชนะ} - \text{น้ำหนัก} \\ & \text{สารละลายยับยั้งปฏิกิริยาในสารตัวอย่าง}) / [\text{น้ำหนัก} + \\ & \text{น้ำหนักอิมัลซิฟายเออร์} + \text{น้ำหนักตัวเริ่มปฏิกิริยา} + \text{น้ำหนัก} \\ & \text{สไตรีน} + (\text{น้ำหนักยาง})] \times \text{น้ำหนักสไตรีน} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักของอิมัลซิฟาย} & = (\text{น้ำหนักสารตัวอย่างหลังอบ} - \text{น้ำหนักภาชนะ}) \times \text{น้ำหนัก} \\ \text{เออร์ในสารตัวอย่าง} & \text{ของอิมัลซิฟายเออร์ในสารตัวอย่าง} / \text{น้ำหนักทั้งหมดของของ} \\ & \text{ผสมในปฏิกิริยา} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักของตัวเริ่ม} & = (\text{น้ำหนักสารตัวอย่างหลังอบ} - \text{น้ำหนักภาชนะ}) \times \text{น้ำหนัก} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ปฏิกิริยาในสารตัวอย่าง} &= \frac{\text{ของตัวเริ่มปฏิกิริยาในสารตัวอย่าง} / \text{น้ำหนักทั้งหมดของของผสมในปฏิกิริยา}}{\text{น้ำหนักของยาง} = \frac{\text{น้ำหนักสารตัวอย่างหลังอบ} - \text{น้ำหนักภาชนะ} \times \text{น้ำหนักของยางธรรมชาติในสารตัวอย่าง} / \text{น้ำหนักทั้งหมดของของผสมในปฏิกิริยา}}
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างการคำนวณร้อยละการเปลี่ยนโมเลกุลเป็นพอลิเมอร์

ช่วงก่อนตัวอย่าง จากตารางภาคผนวกที่ ก1 มีเวลาทำปฏิกิริยา 5 นาที สามารถคำนวณมอนอเมอร์ที่ปฏิกิริยาได้ 0.056 มอนอร์ทั้งหมด 1.561 และค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงโมเลกุลเป็นพอลิเมอร์ 3,640 ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{น้ำหนักทั้งหมดของของผสมในปฏิกิริยา} &= 97.001 + 1.002 + 5.009 \\
 &+ 10.003 + 183.015 \\
 &= 296.030 \text{ กรัม} \\
 \text{น้ำหนักกิมัลซีฟายเออร์ในสารตัวอย่าง} &= (6.648 - 1.164) \times 5.009 / 296.030 \\
 &= 0.093 \text{ กรัม} \\
 \text{มอนอเมอร์ที่ทำปฏิกิริยา} &= 1.352 - 1.164 - 0.093 - 0.019 - 0.020 \\
 &= 0.056 \text{ กรัม} \\
 \text{มอนอเมอร์ทั้งหมด} &= (6.648 - 1.164 - 0.720) / (193.018 + \\
 &5.009 + 1.002 + 97.001) \times 97.001 \\
 &= 1.561 \text{ กรัม} \\
 \text{ร้อยละการเปลี่ยนโมเลกุลเป็นพอลิเมอร์} &= 0.056 / 1.561 \times 100 \\
 &= 3.640 \%
 \end{aligned}$$

35. การทดสอบการเก็บรักษาและความคงตัว (Storage and Stability)

การศึกษาเรื่องความเก็บรักษาวัตถุในห้องปฏิบัติการให้คงตัวนั้น มีประโยชน์สำหรับห้องปฏิบัติการชั้นสูงในการเก็บสิ่งส่งตรวจซึ่งมีสารหลายชนิดไม่คงตัว หรือ เก็บน้ำยาหรือผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ให้มีอายุการใช้งานนานความหมายของความคงตัว คือ ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่คงสภาพในปริมาณหนึ่งตลอดเวลาที่กำหนด หรือใช้งาน ในบางครั้ง ถ้าเป็นพวกน้ำยาจะเรียกการคงสภาพว่า Shelf-life การคงสภาพหมายถึงการคงคุณสมบัติ หรือ ลักษณะให้มีความคงเดิมเหมือนเมื่อแรกเก็บ (สิ่งส่งตรวจ) หรือที่ผลิต (เช่น น้ำยา) ออกมา

หลักการ

บิลิรูบินในตัวอย่างวิเคราะห์ไม่ว่าจะเป็น สารละลายมาตรฐาน หรือ ที่มีในสิ่งส่งตรวจจะไม่คงตัว ถ้าหากปล่อยให้สัมผัสกับแสง หรือ ออกซิเจนในระยะเวลาอันยาวนาน ดังนั้นเมื่อบิลิรูบินถูกสัมผัสด้วยแสงหรือออกซิเจนก็จะถูกออกซิเดชันไปทำให้ค่าที่วิเคราะห์ได้ต่างไปจากความเป็นจริง โดยเฉพาะเมื่อถูกออกซิเดชันด้วยออกซิเจนจะทำให้ค่าวิเคราะห์ที่ได้ลดลงได้ ซึ่งถ้าแพทย์นำไปใช้ประโยชน์ก็อาจจะวินิจฉัยผลผิดได้

สารละลายเคมี

0.1 mol/L Phosphate buffer, pH 7.4

สารละลายมาตรฐานบิลิรูบิน 1.0 mg% เตรียมใหม่ (standard 1)

สารละลายมาตรฐานบิลิรูบิน 1.0 mg% นำไปทิ้งที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน (standard 2)
ซีรัมส่งตรวจ

วิธีการ

1. เตรียมหลอดทดลอง 4 หลอด เป็นหลอด Blank , Std1 , Std 2 และ Unk
2. ในหลอด Std1 และ Std 2 ดูดสารละลายมาตรฐาน Std1 และ Std 2 ใส่ลงไปหลอดละ 2.5 มล.
3. ดูด phosphate buffer ใส่ลงไปหลอด Blk และ Unk หลอดละ 2.0 มล.
4. ดูดน้ำใส่ลงในหลอด Blk 0.5 มล .
5. ดูดน้ำใส่ลงในหลอด Blk 0.2 มล. และเติมซีรัมในหลอด unk 0.3 มล. ผสม.
6. นำไปอ่านค่าดูดกลืนแสงที่ 450 nm โดยใช้ blk อ่านศูนย์

การคำนวณ

$$1. \text{ ใช้สูตร } \quad \text{Cu} = \frac{\text{Au}}{\text{A}} \times \text{Cs}$$

2. ให้หาความเข้มข้นของบิลิรูบินในซีรัมโดยเทียบกับ Std1 และ Std 2 และรายงานผลการตรวจวิเคราะห์ของผลการคำนวณที่ได้

3. ค่าปกติของบิลิรูบินรวม 0.3-1.2 mg/dl

การแปลผล

เปรียบเทียบค่าที่วิเคราะห์ได้เมื่อนำค่าที่คำนวณ(STD2)เทียบกับ STD1ซึ่งเป็น std ที่ถูกต้องคำนวณหาค่าที่เปลี่ยนแปลงเป็น %วิจารณ์ผลที่ได้เทียบกับค่าปกติ และผลกระทบบที่จะเกิดขึ้น

ภาคผนวก จ

ผลการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์

Frequencies Statistic

		SEX	AGE	ED	JOB	NONU SE	USE
N	Valid	40	40	40	40	35	40
	Missing	0	0	0	0	5	0
Mean		1.7750	2.1500	3.1500	2.5000	1.9714	1.6750
Median		2.0000	2.0000	3.0000	1.5000	2.0000	2.0000
Mode		2.00	2.00	3.00	1.00	2.00	2.00
Std. Deviation		.42290	.73554	.94868	1.78311	.85700	.47434
Variance		.179	.541	.900	3.179	.734	.225
Skewness		-1.369	1.382	.065	.728	.651	-.777
Std. Error of Skewness		.374	.374	.374	.374	.398	.374
Range		1.00	3.00	5.00	5.00	3.00	1.00
Sum		71.00	86.00	126.00	100.00	69.00	67.00

Frequency Table SEX

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
--	-----------	---------	------------------	--------------------

Valid	man	9	22.5	22.5	22.5
	woman	31	77.5	77.5	100.0
	Total	40	100.0	100.0	

AGE

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 15-19	4	10.0	10.0	10.0
20-30	30	75.0	75.0	85.0
31-40	2	5.0	5.0	90.0
41-50	4	10.0	10.0	100.0
Total	40	100.0	100.0	

Education

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid ต่ำกว่ามัธยมศึกษา	3	7.5	7.5	7.5
ตอนปลาย				
อนุปริญญา	2	5.0	5.0	12.5
ปริญญาตรี	24	60.0	60.0	72.5
ปริญญาโท	9	22.5	22.5	95.0
ปริญญาเอก	1	2.5	2.5	97.5
อื่น ๆ	1	2.5	2.5	100.0
Total	40	100.0	100.0	

JOB

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid นักเรียน/นักศึกษา	20	50.0	50.0	50.0
ข้าราชการ	4	10.0	10.0	60.0
พนักงานของรัฐ/ รัฐวิสาหกิจ	1	2.5	2.5	62.5
ธุรกิจส่วนตัว	10	25.0	25.0	87.5

พนักงานบริษัท	1	2.5	2.5	90.0
อื่นๆ	4	10.0	10.0	100.0
Total	40	100.0	100.0	

USE

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid yes	13	32.5	32.5	32.5
no	27	67.5	67.5	100.0
Total	40	100.0	100.0	

NONUSE

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid <10000	11	27.5	31.4	31.4
10001-30000	16	40.0	45.7	77.1
30001-50000	6	15.0	17.1	94.3
50001<	2	5.0	5.7	100.0
Total	35	87.5	100.0	
Missing 9.00	5	12.5		
Total	40	100.0		

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 SEX & suxx1	40	-.334	.035
Pair 2 AGE & suxx1	40	-.015	.925
Pair 3 ED & suxx1	40	-.248	.122
Pair 4 JOB & suxx1	40	-.054	.741

Pair 5	NONEY & suxx1	35	-.020	.910
Pair 6	USE & suxx1	40	.080	.623
Pair 7	SEX & suxy1	40	.019	.909
Pair 8	AGE & suxy1	40	.072	.659
Pair 9	ED & suxy1	40	.219	.174
Pair 10	JOB & suxy1	40	.161	.320
Pair 11	NONEY & suxy1	35	.147	.399
Pair 12	USE & suxy1	40	-.163	.315

T-Test Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	SEX	1.7750	40	.42290	.06687
	suxx1	41.3250	40	8.91955	1.41030
Pair 2	AGE	2.1500	40	.73554	.11630
	suxx1	41.3250	40	8.91955	1.41030
Pair 3	ED	3.1500	40	.94868	.15000
	suxx1	41.3250	40	8.91955	1.41030
Pair 4	JOB	2.5000	40	1.78311	.28193
	suxx1	41.3250	40	8.91955	1.41030
Pair 5	NONEY	1.9714	35	.85700	.14486
	suxx1	41.5429	35	9.44128	1.59587
Pair 6	USE	1.6750	40	.47434	.07500
	suxx1	41.3250	40	8.91955	1.41030
Pair 7	SEX	1.7750	40	.42290	.06687
	suxy1	41.2000	40	9.09550	1.43813
Pair 8	AGE	2.1500	40	.73554	.11630
	suxy1	41.2000	40	9.09550	1.43813
Pair 9	ED	3.1500	40	.94868	.15000
	suxy1	41.2000	40	9.09550	1.43813

Pair 10	JOB	2.5000	40	1.78311	.28193
	suxy1	41.2000	40	9.09550	1.43813
Pair 11	NONEY	1.9714	35	.85700	.14486
	suxy1	41.4000	35	9.64731	1.63069
Pair 12	USE	1.6750	40	.47434	.07500
	suxy1	41.2000	40	9.09550	1.43813

Paired Samples Test

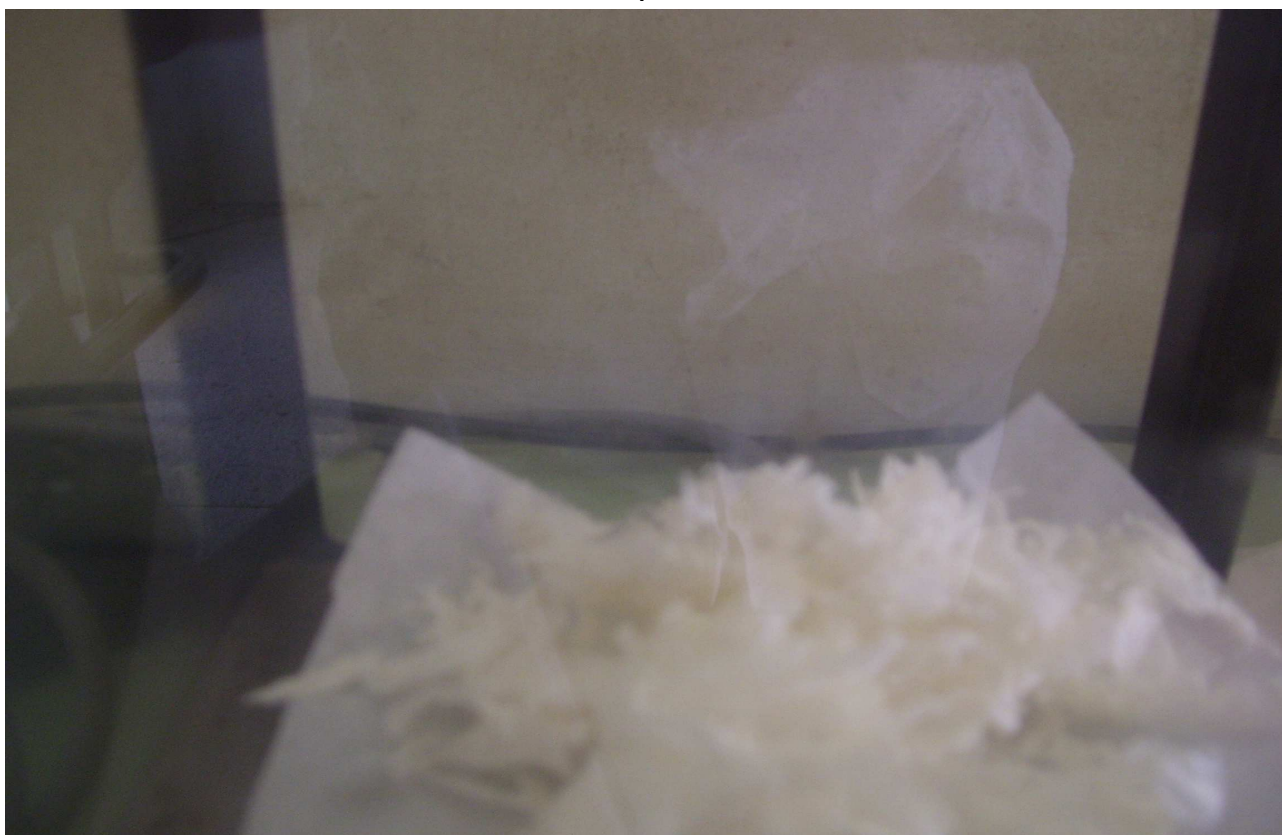
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	SEX - suxx1	-39.55000	9.06939	1.43400	-42.45053	-36.64947	-27.580	39	.000
Pair 2	AGE - suxx1	-39.17500	8.96113	1.41688	-42.04091	-36.30909	-27.649	39	.000
Pair 3	ED - suxx1	-38.17500	9.20114	1.45483	-41.11767	-35.23233	-26.240	39	.000
Pair 4	JOB - suxx1	-38.82500	9.18998	1.45306	-41.76410	-35.88590	-26.719	39	.000
Pair 5	NONEY - suxx1	-39.57143	9.49701	1.60529	-42.83377	-36.30909	-24.651	34	.000
Pair 6	USE - suxx1	-39.65000	8.89411	1.40628	-42.49447	-36.80553	-28.195	39	.000
Pair 7	SEX - suxy1	-39.42500	9.09744	1.43843	-42.33450	-36.51550	-27.408	39	.000
Pair 8	AGE - suxy1	-39.05000	9.07222	1.43444	-41.95144	-36.14856	-27.223	39	.000
Pair 9	ED - suxy1	-38.05000	8.93552	1.41283	-40.90772	-35.19228	-26.932	39	.000
Pair 10	JOB - suxy1	-38.70000	8.98203	1.42018	-41.57259	-35.82741	-27.250	39	.000
Pair 11	NONEY - suxy1	-39.42857	9.55875	1.61572	-42.71212	-36.14503	-24.403	34	.000
Pair 12	USE - suxy1	-39.52500	9.18468	1.45223	-42.46240	-36.58760	-27.217	39	.000

ภาพผนวก ช

ภาพประกอบแสดงอุปกรณ์และวิธีการทดลอง



ภาพประกอบ 1 เปลือกกุ้งขาวอบแห้ง



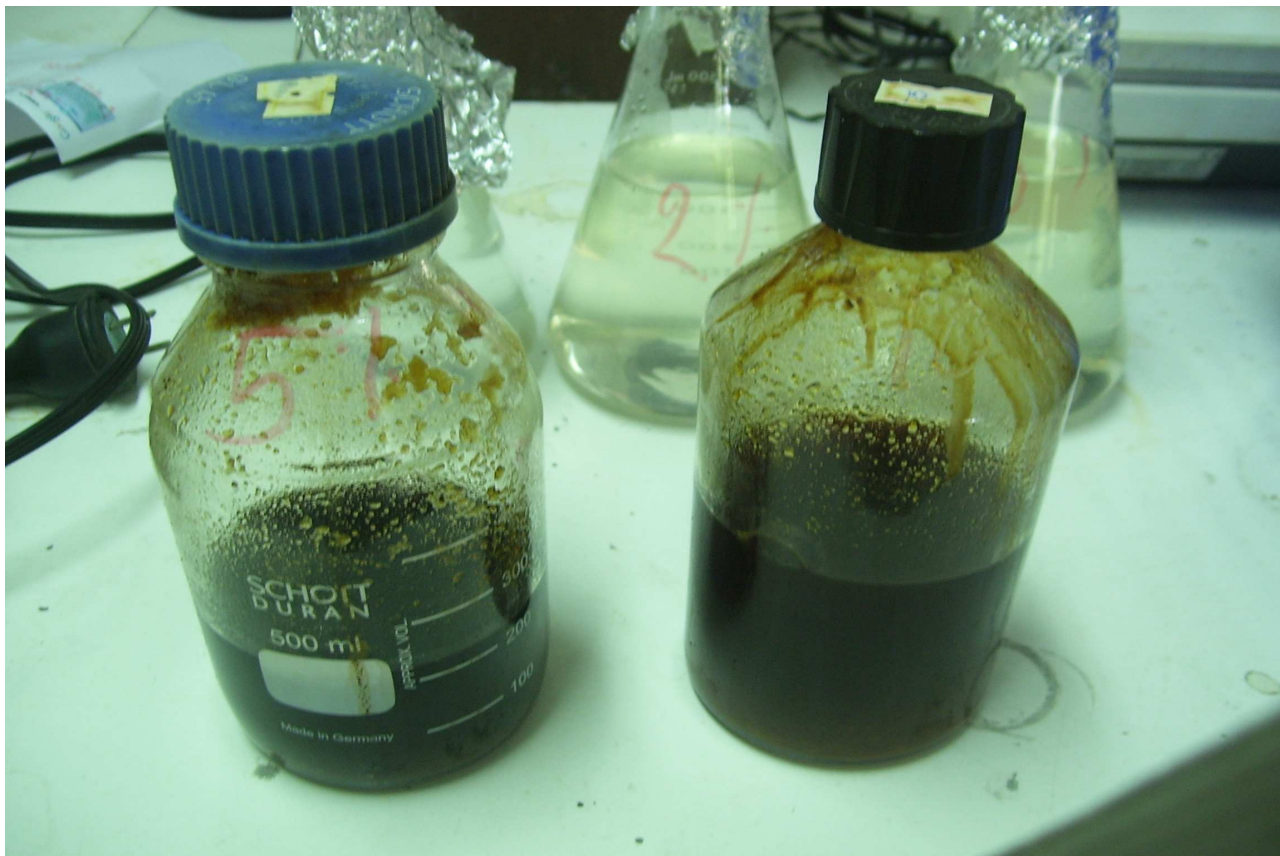
ภาพประกอบ 2 ไคโตซานที่ใช้สำหรับผลิตแผ่นซับน้ำมัน



ภาพประกอบ 3 ชานอ้อย



ภาพประกอบ 4 การบดชานอ้อยเพื่อทำเยื่อกระดาษ



ภาพประกอบ 5 การฟอกเชื้อชานอ้อย



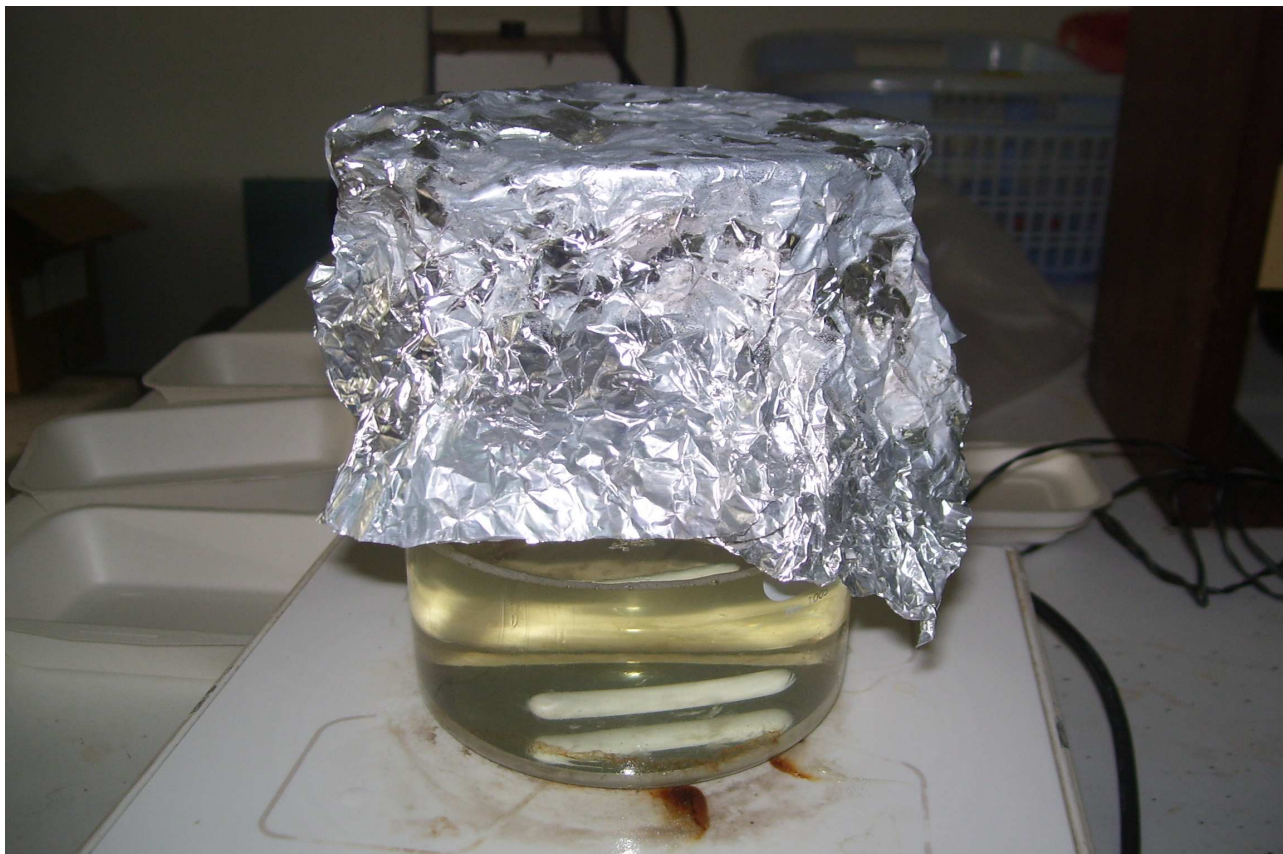
ภาพประกอบ 6 การเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการทดลอง



ภาพประกอบ 7 การเตรียมสารละลายโคโตซาน



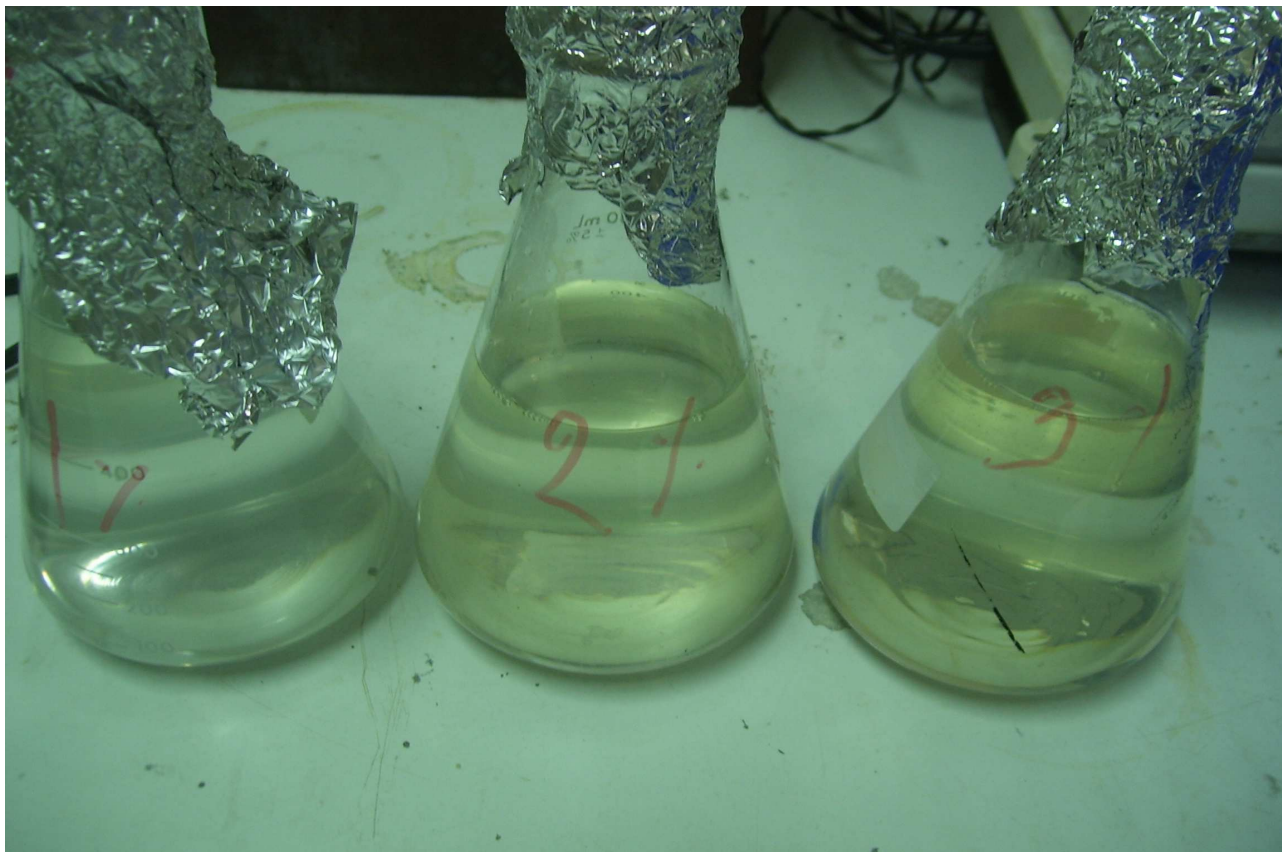
ภาพประกอบ 8 โคโตซานส่วนที่ไม่ละลายและรอบที่อุณหภูมิ 40 ± 2 องศาเซลเซียส



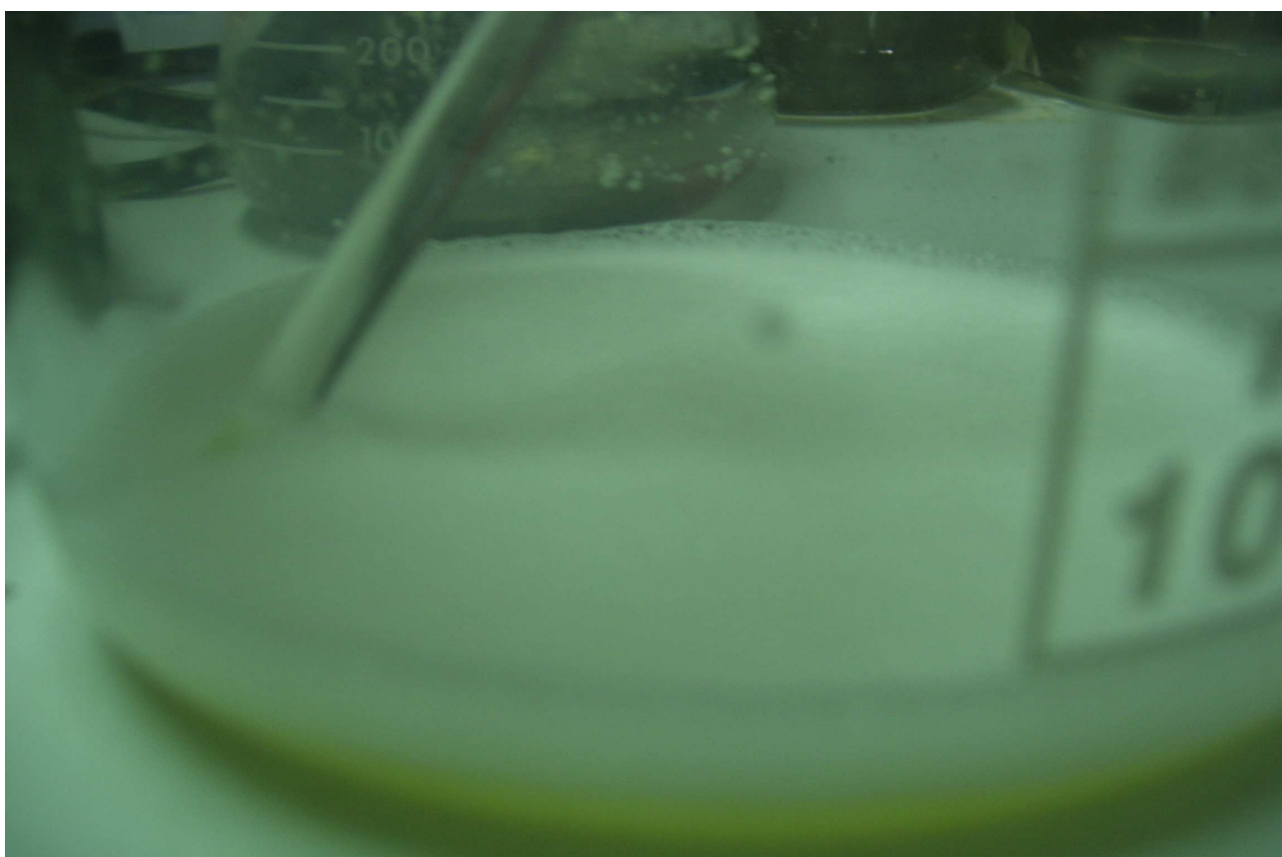
ภาพประกอบ 9 สารละลายโคโตซานเมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง



ภาพประกอบ 10 การกรองสารละลายโคโตซานด้วยผ้าขาวบาง



ภาพประกอบ 11 สารละลายไคโตซานที่ความเข้มข้น 1%, 2% และ 3% (w/v)



ภาพประกอบ 12 ส่วนผสมสำหรับการผลิตแผ่นซับน้ำมันจากไคโตซานในรูปสารละลาย



ภาพประกอบ 13 การขึ้นรูปบนแผ่นฟิล์มซึ่งด้วย สะตัง



ภาพประกอบ 14 เครื่องเขย่าหลอดทดลอง



ภาพประกอบ 15 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ



ภาพประกอบ 16 การทดสอบเชื้อจุลินทรีย์



ภาพประกอบ 17 การทดสอบ TVB-N, TVC



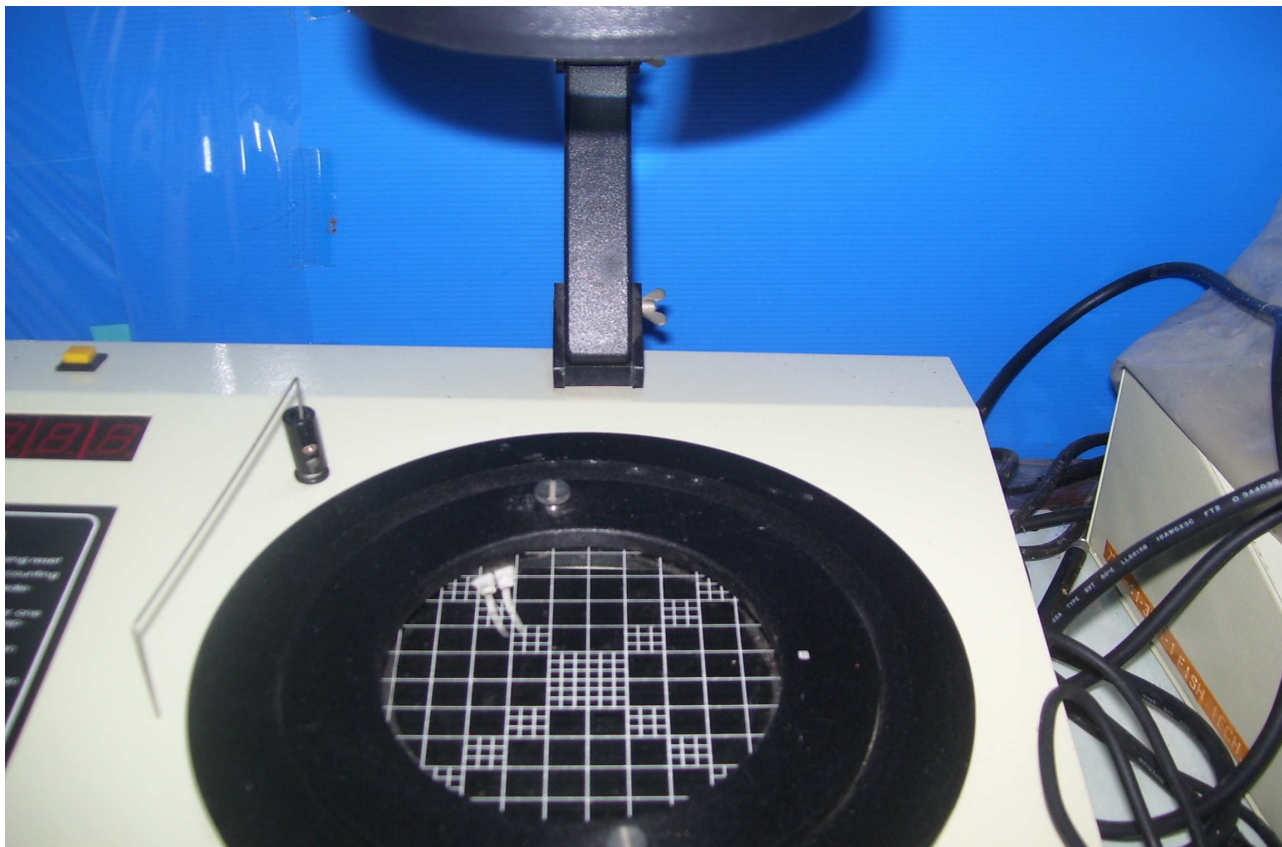
ภาพประกอบ 18 การวัดค่า pH



ภาพประกอบ 19 การหาปริมาณ % ถ้าวัดด้วยคลุชชีเปิล



ภาพประกอบ 20 เครื่องทำน้ำกลั่น



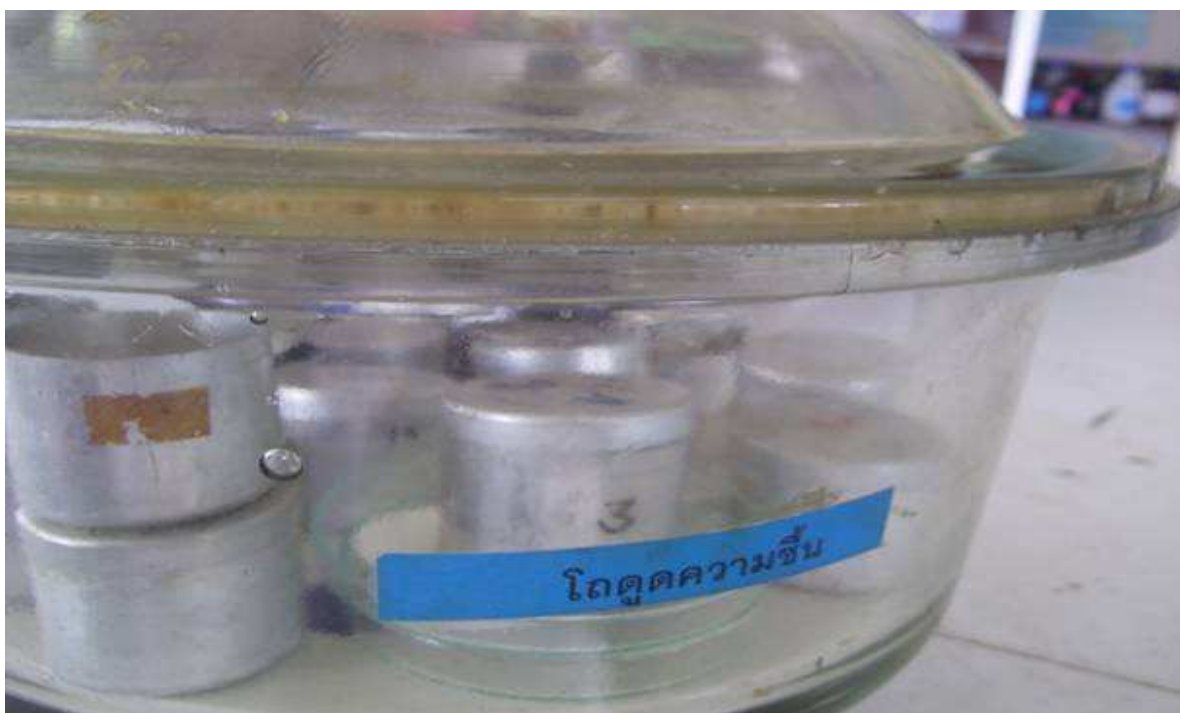
ภาพประกอบ 21 เครื่องนับจำนวนจุลินทรีย์



ภาพประกอบ 22 อุปกรณ์สำหรับเตรียมสารเคมี



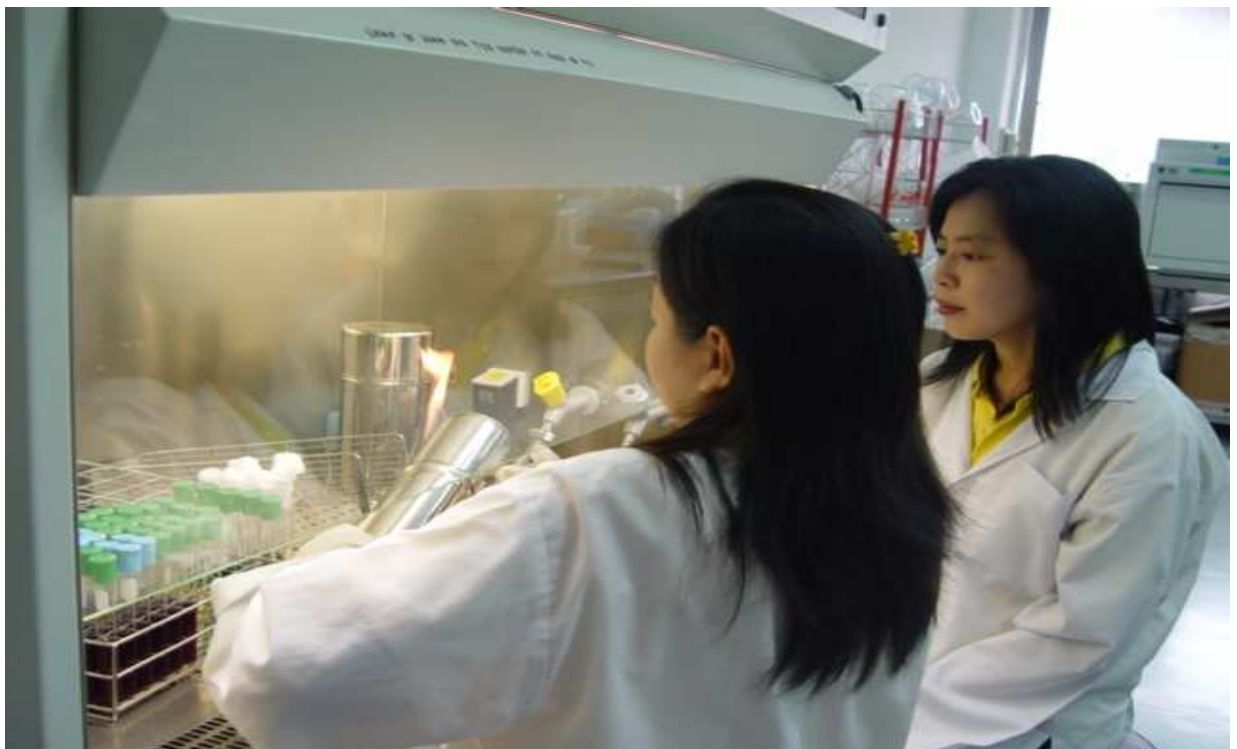
ภาพประกอบ 23 Auto clave



ภาพประกอบ 24 เฝ้าระวังความชื้น



ภาพประกอบ 25 เครื่องฉีดขึ้นรูปพลาสติก



ภาพประกอบ 26 การทดสอบเชื้อจุลินทรีย์



ภาพประกอบ 27 เครื่อง HPLC



ภาพประกอบ 28 เครื่อง SEM

ภาคผนวก ซ

ผลการตรวจรับรองจากหน่วยงานราชการ



METALLURGY AND MATERIALS SCIENCE
RESEARCH INSTITUTE CHULALONGKORN UNIVERSITY

Metallurgy and Materials Science Research Institute Building, Chulalongkorn University Phayathai Rd., Bangkok, THAILAND 10330
Tel. (662) 2184210-12 Fax. (662) 6117586 <http://www.material.chula.ac.th>

No. 122/2552

Report of analysis

Sample: Chitosan
Customer: Seida Khongtong
Date of received: 18 May 2009
Date of analyzed: 19 May 2009
Instrument: Oven and UV-spectrophotometer
Method: see the backside of this report

Results

Sample	Moisture content (%)	Solubility (%)	Insoluble matters (%)	DD (%)
Chitosan	12.81 ± 0.04	98.51 ± 1.12	1.49 ± 1.12	73.64 ± 2.11

Analyzed by

Khanittha Noomun

(Miss Khanittha Noomun)

Certified by

Dr. Pranee Lertsutthiwong

(Dr. Pranee Lertsutthiwong)

Date

21/5/09

Date

21/5/09

Remark: This report reflects our finding for as-received sample only and the Center does not allow any alteration or modification of this report or any part of this report, without prior formal written permission from Center.

Moisture content

Moisture content of the sample was determined by drying the sample at 105°C for 24 h or until the weight was constant. It was then calculated by percentage of weight loss comparing to the initial weight of the sample.

Remark: This method was modified from AOAC 934.01.

Solubility of 0.2% Chitosan in 0.2 M acetic acid

Chitosan of 0.2 g was dissolved in 100 ml of 0.2 M acetic acid and shaken at 100 rpm, room temperature for 24 h. This solution was filtered through GF/C filter paper and measured the amount of oven dried insoluble matters. The solubility was calculated from amount of insoluble matters based on the initial weight of chitosan after drying at 105°C for 24 h.

Remark: This method was modified from Robert, 1992.

Reference: Roberts, G.A.F. (1992). *Chitin Chemistry*. London, UK. The Macmillan Press

Determination of the Degree of Acetylation of Chitosans (using a spectrophotometer)

Chitosan solution was prepared in the concentration of 0.01 g in 100 ml of 0.01 M acetic acid and it was then measured using a UV-spectrophotometer. The distance between the first derivative of zero crossing point and that of the sample was measured and calculated for degree of deacetylation.

Remark: This method was modified from Muzzarelli and Rocchetti (1985).

Reference: Muzzarelli, R.A.A. and Rocchetti, R. (1985). Determination of the Degree of Acetylation of Chitosans by First Derivative Ultraviolet Spectrophotometry. *Carbohydrate Polymers* 5: 461-472.

17-MAR-2009 21:37

P. 01


ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชั้น 1 อาคารบริหารวิชาการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ตำบลหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

Scientific Equipment Center, Prince of Songkla University

Central Academic Administrator Bld. Hat-Yai Campus, Songkhla 90110 Tel.0 7428 6904-7 Fax.0 7421 2813

F-RS-001/E Rev. 4 23/08/47

No. 0559/52 Page 1/1

TEST REPORT

Client Name and Address : Ms.Suthida Kongthong
 Major of Industrial Education, Faculty of Education, Srinakharinwirot University

Test Request Form No.: 0559/52

Test item(s) received date : February 26, 2009

Analyst : Miss Nilchanan Nantakukul

Test performed date : March 3, 2009 - March 4, 2009

Test Method used : REF-RS-Wet Lab-010

Test Instrument : -

Test Technique: -

Test Condition : -

Test item(s) description : Shrimp shells Chitosan Quantity : 1 Sample

Test Results:

Sample name	Results	
	Acetic acid - insoluble matter (% RSD)	Degree of deacetylation (% RSD)
Shrimp shells Chitosan	58.99 % (6.92)	79.94 % (6.02)

(Ms. Patchara Sukourat)

Inspector

Remark: This Test report is valid only for the tested sample.

This test report shall not be reproduced except in full, without written approval of the Scientific Equipment Center.

17-MAR-2009 21:37

P. 02



ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ศูนย์การบริหารวิชาการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110

Scientific Equipment Center, Prince of Songkla University

Central Academic Administrator Bld. Hat-Yai Campus, Songkhla 90110 Tel.0 7428 6904-7 Fax.0 7421 2813

F-RES-003/E Rev. 4 23/08/47

No. 0555/52 Page 1/1

TEST REPORT

Client Name and Address : Ms.Suthida Kongthong
Major of Industrial Education, Faculty of Education, Srinakharinwirot University

Test Request Form No.: 0559/52

Test Item(s) received date : February 26, 2009

Analyst : Miss Nitchanan Nantakakul

Test performed date : March 3, 2009 - March 4, 2009

Test Method used : REF-RES-Wet Lab-010

Test Instrument : -

Test Technique: -

Test Condition : -

Test item(s) description : Oil Blotting Sheet Quantity : 2 Sample

Test Results: Oil Blotting Paper

Sample name	Results		
	Oil Adsorption	Photo Sensitls Arion	Accelerated Storage Test
Oil Blotting Sheet	87.24 %	100 %	Not/PSA.
Oil Blotting Paper	60.16 %	100 %	Not/PSA.

(Ms. Patchara Sukonrat)

Inspector

17-MAR-2009 21:37

P. 04



ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ถนนพหลโยธิน ๙๐๑๑๐
 Scientific Equipment Center, Prince of Songkla University
 Central Academic Administrator Bld. Hat-Yai Campus, Songkhla 90110 Tel.0 7428 6904-7 Fax.0 7421 2813

P-RS-001/E Rev. 4 23/08/47

No. 0555/52 Page 1/1

TEST REPORT

Client Name and Address : Ms. Suthida Kongthong
 Major of Industrial Education, Faculty of Education, Srinakharinwirot University

Test Request Form No. : 0559/52

Test item(s) received date : February 26, 2009

Analyst : Miss Nitchanan Nantakakul

Test performed date : March 3, 2009 - March 4, 2009

Test Method used : REF-RS-Wet Lab-010

Test Instrument : -

Test Technique : -

Test Condition : -

Test item(s) description : Oil Blotting Sheet Quantity : 2 Sample

Test Results: Oil Blotting Paper

Sample name	Results Pour Plate & Spread plate (CFU /mL)	
	Oil Blotting Sheet	Oil Blotting Paper
Total colony count	< 400	< 400
Presumptive coliform	< 15	< 15
Yeast & Mold	< 60	< 60
Faecal coli	0	0


 (Ms. Patchara Sukourat)
 Inspector

Remark: This Test report is valid only for the tested sample.

17-MAR-2009 21:39

P. 04

WUJ 7R.7



TEST REPORT

Sample's name	Mark / Brand	Laboratory No.
OIL BLOTTING SHEET FROM CHITOSAN	-	L52/01139.1

Test Results

Dirt count, mm²/m²

$$\bar{x} \pm t_{\alpha/2} \sqrt{\frac{s^2}{n}} \quad (n-10)$$

3.0

Customer's name	Miss Suthida Kongthong
Customer's address	38/2 M. 5, T. Chatingpsa, A. Satingpsa, Songkhla 90190
Sample's description	The sample is oil blotting paper from chitosan.
Test date	25 February 2009.
Test method	Dirt count Ash content by TAPPI T 437: 1996

Approved by

(Mr. Jaruay Thongchai)

Scientist (Senior Professional Level)

Reported by

(Ms. Poovadee Tuchinda)

Scientist (Operational Level)

This report is only valid for the sample received. The above statement is not intended for advertising purposes and shall not be reproduced or shall not manifest partially without the written permission of the Department of Science Service.

Department of Science Service, Ministry of Science and Technology

Page 2/2

Rama VI Road, Ratchathewi, Bangkok 10400, Thailand

17-MAR-2009 21:39

P. 04

4411 38.7



TEST REPORT

Sample's name	Mark / Brand	Laboratory No.
OIL BLOTTING PAPER FROM CHITOSAN		L52/01139.1

Test Results

Dirt count, mm²/m²

$$\bar{x} \pm t_{\alpha/2} \sqrt{n} \quad (n=10)$$

5.7

Customer's name	Miss Suthida Kongthong
Customer's address	38/2 M. 5, T. Chalingpsa, A. Satingpsa, Songkhla 90190
Sample's description	The sample is oil blotting paper from chitosan.
Test date	25 February 2009.
Test method	Dirt count Ash content by TAPPI T 437: 1996

Approved by

(Mr. Jaruay Thongchai)

Scientist (Senior Professional Level)

Reported by

(Ms. Poovadee Tuchinda)

Scientist (Operational Level)

This report is only valid for the sample received. The above statement is not intended for advertising purposes and shall not be reproduced or shall not manifest partially without the written permission of the Department of Science Service.

Department of Science Service, Ministry of Science and Technology

Rama VI Road, Ratchathewi, Bangkok 10400, Thailand

Page 2/2

17-MAR-2009 21:37

P. 04



ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ถนนพหลโยธิน ตำบลหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ 90110
 Scientific Equipment Center, Prince of Songkla University
 Central Academic Administrator Bld. Hat-Yai Campus, Songkhla 90110 Tel.0 7428 6904-7 Fax.0 7421 2813

F-RS-001/E Rev. 4 23/08/97

No. 0555/52 Page 1/1

TEST REPORT

Client Name and Address : Ms. Suthida Kongthong
 Major of Industrial Education, Faculty of Education, Srinakharinwirot University

Test Request Form No.: 0559/52

Test item(s) received date : February 26, 2009

Analyst : Miss Nitchanan Nantakakul

Test performed date : March 3, 2009 - March 4, 2009

Test Method used : REF-RS-Wet Lab-010

Test Instrument : -

Test Technique : -

Test Condition : -

Test item(s) description : Oil Blotting Sheet Quantity : 2 Sample

Test Results: Oil Blotting Paper

Sample name	Results Pour Plate & Spread plate (CFU /mL)	
	Oil Blotting Sheet	Oil Blotting Paper
Total colony count	< 400	< 400
Presumptive coliform	< 15	< 15
Yeast & Mold	< 60	< 60
Faecal coli	0	0


 (Ms. Patchara Sukourat)
 Inspector

Remark: This Test report is valid only for the tested sample.

09-MAR-2009 17:54

P. 01

RUU 74.7



TEST REPORT

Sample's name	Mark / Brand	Laboratory No.
OIL BLOTting SHEET FROM CHITOSAN	-	L52/01098.1

Test Results

Basis weight, g/m²

$$\bar{x} \pm t_{95}/\sqrt{n} (n=10)$$

$$41.0 \pm 0.3$$

Customer's name	Miss Suthida Kongthong
Customer's address	38/2 M. 5, T. Chatingpsa, A. Satingpsa, Songkhla 90190
Sample's description	The sample is oil blotting paper from chitosan.
Test date	23 February 2009.
Test method	

I. Brightness by ISO standard, ISO 2470: 1977

Note : Testing conditions : temperature, °C 27 ± 1
relative humidity, % 65 ± 2

Approved by
Januay
(Mr. Januay Thongchai)
Scientist (Senior Professional Level)

Reported by
Korpong Hongsti
(Mr. Korpong Hongsti)
Scientist (Operational Level)

This report is only valid for the sample received. The above statement is not intended for advertising purposes and shall not be reproduced or shall not manifest partially without the written permission of the Department of Science Service.

Department of Science Service, Ministry of Science and Technology

Rama VI Road, Ratchabewi, Bangkok 10400, Thailand

Page 2/2



Textile Testing Center/ Thailand Textile Institute

Soi Trimit, Rama 4 Road, Phrakonong, Klong-toey, Bangkok 10110,
THAILAND. Tel.(862) 7135492-9 Fax. (862) 7124527

รายงานผลการทดสอบ

ผู้ขอรับบริการ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เอกอุคสากรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพฯ

หมายเลขรายงานผล : R 00046/52
หมายเลขใบคำขอทดสอบ : 11464
วันที่ออกรายงานผล : 17/02/09
หน้า : 1/1

วันที่รับตัวอย่าง : 10/02/52
วันที่เริ่มทดสอบ : 12/02/52

หมายเลขตัวอย่าง : ชื่อ/รายละเอียดตัวอย่าง (ตามที่ผู้ขอรับบริการระบุ)
R 00046-1/52 แผ่นฟิล์มไคโตซาน

R 00046-1/52		
ความแข็งแรง : ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 13934-2 : 1999(E)		
	แนวเครื่องจักร	แนวขวางเครื่องจักร
แรงดึงขาด (นิวตัน)		
- ชิ้นทดสอบที่ 1	54.38	35.92
- ชิ้นทดสอบที่ 2	40.39	32.47
- ชิ้นทดสอบที่ 3	36.84	17.34
ค่าเฉลี่ย	43.87	28.58

หมายเหตุ : - เครื่องทดสอบ : TENSILE TESTING MACHINE (INSTRON MODEL 5566)
- สภาวะของชิ้นทดสอบ : อุณหภูมิ $20 \pm 2^\circ \text{C}$, ความชื้นสัมพัทธ์ $65 \pm 4\%$

ผู้จัดทำและตรวจสอบ

ผู้อนุมัติ

ว.ทศ. ว.ศ.ค.ค.ค.ค.

ว.ทศ. ว.ศ.ค.ค.ค.ค.

นางสาว (นางทิพวรรณ พานิชการ)
(นักวิทยาศาสตร์)

(ดร. นราพร รังนิมันตกุล)
(นักวิชาการสิ่งทออาวุโส)

15380

09-MAR-2009 17:54

P. 01

WUJ 78.7



TEST REPORT

Sample's name	Mark / Brand	Laboratory No.
OIL BLOTting SHEET FROM CHITOSAN	-	L52/01098.1

Test Results

Basis weight, g/m²

$$\bar{x} \pm t_{\alpha/2} / \sqrt{n} \quad (n=10)$$

41.0 $\pm$ 0.3

Customer's name	Miss Suthida Kongthong
Customer's address	38/2 M. 5, T. Chatingspa, A. Satingpsa, Songkhla 90190
Sample's description	The sample is oil blotting paper from chitosan.
Test date	23 February 2009.
Test method	

1. Brightness by ISO standard, ISO 2470: 1977

Note : Testing conditions : temperature, °C 27 $\pm$ 1
relative humidity, % 65 $\pm$ 2

Approved by
Janay
(Mr. Janay Thongchai)
Scientist (Senior Professional Level)

Reported by
Korpong Hongsthi
(Mr. Korpong Hongsthi)
Scientist (Operational Level)

This report is only valid for the sample received. The above statement is not intended for advertising purposes and shall not be reproduced or shall not manifest partially without the written permission of the Department of Science Service.

Department of Science Service, Ministry of Science and Technology

Rama VI Road, Ratchathewi, Bangkok 10400, Thailand

Page 2/2

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาว สุธิดา คงทอง
วันเดือนปีเกิด	30 สิงหาคม 2527
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	38/2 หมู่ 5 ตำบลจะทิ้งพระ อำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา 90190
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนพนิชัยการสยาม เลขที่ 72 ซอยจรัญ 56 ถนนจรัญสนิทวงศ์ แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กทม. 10700 โทร. 0-2883-1901-5
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2543	มัธยมศึกษาตอน (วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์) โรงเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏ (สงขลา)
พ.ศ. 2546	มัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์) โรงเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏ (สงขลา)
พ.ศ. 2550	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
พ.ศ. 2552	การศึกษามหาบัณฑิต (อุตสาหกรรมศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ