



รายงานการวิจัย

เรื่อง

ศักยภาพการผลิตพลาสติกชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้จากเกษตรกรรม

Potential of Bioplastic from Agricultural waste

โดย

โกวิท สุวรรณหงษ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศรี ธาราสวัสดิ์ พิพัฒน์

ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ปีงบประมาณ 2555

รายงานการวิจัย
เรื่อง
ศักยภาพการผลิตพลาสติกชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้จากเกษตรกรรม
Potential of Bioplastic from Agricultural waste

โดย

โกวิท สุวรรณหงษ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศรี ธาราสวัสดิ์พิพัฒน์

ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ปีงบประมาณ 2555

บทคัดย่อ

ชื่อรายงานการวิจัย : ศักยภาพการผลิตพลาสติกชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้จากเกษตรกรรม
ชื่อผู้วิจัย : โกวิท สุวรรณหงษ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศรี ธาราสวัสดิ์ พิพัฒน์

ปีที่ทำการวิจัย : 2555

.....

ในการนำวัชพืชน้ำเพื่อไปผลิตแบคทีเรียเซลลูโลส ซึ่งเป็นการลดของเสียจากการเกษตรกรรม เชื้อจุลินทรีย์สายพันธุ์อะซิโตแบคเตอร์ ได้ทำการผลิตพลาสติกชีวภาพจากแหล่งคาร์บอน 4 ชนิด ซึ่งใช้ในการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ สำหรับการเจริญเติบโต พบว่าน้ำตาลจากกลูโคส มีประสิทธิภาพในการผลิตพลาสติกชีวภาพสูงสุด คือ 6, 12, ,10, 6 ใน 6 วัน ซึ่งได้แก่ไซโลส, ซูโครส, และอะราบิโนส ตามลำดับ นอกจากนี้ผลผลิตที่ได้จากการผลิตพลาสติกชีวภาพเป็นเซลลูโลส สามารถนำไปพัฒนาเป็นพลาสติกชีวภาพได้ต่อไป จากการศึกษาครั้งนี้กลูโคสเป็นแหล่งคาร์บอนที่ดีที่สุด ในการใช้ผลิตพลาสติกชีวภาพ

คำสำคัญ วัชพืชน้ำ แบคทีเรียเซลลูโลส พลาสติกชีวภาพ

ABSTRACTS

Research Title : Potential of Bioplastic from Agricultural waste
Author : Kowit Suwannahong
Asst. Prof. Chaisri Tharasawatpipat

Year : 2012

.....

The utilization of aquatic weed for production of bacterial cellulose was studied which as an alternative choice to reduce agricultural waste. The Acetobacter Strain bacteria can synthesize a cellulose polymer in sugar complex medium. Four various type of starting materials were choosing for preparation of sugar containing medium. The yield of cellulose from the coconut sugar palm medium was found at 16, 12, 10, 6 in 6 days, for the glucose, xylose, sucrose and arabinose respectively. It was shown from the this study that glucose in the medium give high quantity of cellulose polymer.

Keywords: Aquatic weed, Bacterial cellulose, Cellulose polymer

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยเรื่องศักยภาพการผลิตพลาสติกชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้จากเกษตรกรรม สำเร็จได้ เนื่องจากบุคคลหลายท่าน และหน่วยงานที่ได้กรุณาช่วยเหลือให้ข้อมูล ข้อเสนอแนะ คำปรึกษา ให้ความคิดเห็น และกำลังใจ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ท่านอธิการบดี ท่านคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ท่านรองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ ท่านผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา และท่านอาจารย์ภายในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ที่มอบความไว้วางใจ และเชื่อมั่นในตัวผู้วิจัย ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัย ให้ความอนุเคราะห์ด้านการติดต่อประสานงาน ให้ความอนุเคราะห์ด้านคำปรึกษา ตลอดจนการให้กำลังใจแก่ผู้ทำวิจัยตลอดมา ทำให้ดำเนินงานวิจัยประสบความสำเร็จไปด้วยดี

ขอขอบคุณผู้เกี่ยวข้อง ที่ให้ข้อมูลในด้านต่างๆ เกี่ยวกับพื้นที่ และเอื้อเฟื้อสถานที่ในการดำเนินงานทำให้การศึกษาในงานวิจัยสำเร็จลุล่วง

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา บารมีของสมเด็จพระนางเจ้าสุนันทากุมารีรัตน์ และขอขอบคุณ พี่ และน้องที่ได้ช่วยส่งเสริมสนับสนุน และเป็นกำลังใจทำให้ผู้จัดทำรายงานได้ดำเนินการวิจัยจนสำเร็จได้ด้วยดี

โกวิท สุวรรณหงษ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศรี ธาราสวัสดิ์ พิพัฒน์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	
กิตติกรรมประกาศ	
สารบัญ	
สารบัญตาราง	
สารบัญภาพ	
สัญลักษณ์และคำย่อ	
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 แผนการดำเนินงาน	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 สมมุติฐานของโครงการวิจัย	4
2.2 กระบวนการคอมพาวด์	7
2.3 กระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์	8
2.4 การเตรียมหัวเชื้อ <i>Acetobacter xylinum</i>	8
2.5 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเจริญเติบโตและการสร้างวุ้นของเชื้อ	9
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	16
3.1 พื้นที่ทำการวิจัย	16
3.2 อุปกรณ์และสารเคมี	16
3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	18
บทที่ 4 ผลการวิจัย	19
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	23
บรรณานุกรม	24
ประวัติผู้วิจัย	26

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงานวิจัย	3
2.1 การนำแบคทีเรียเซลลูโลสไปใช้ประโยชน์	14
4.1 แสดงการทดสอบคาร์โบไฮเดรต โดยการทดสอบผลผลิตของ Acetobacter Xylinum	22

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 เซลลูโลสจากแบคทีเรีย	5
2.2 เซลลูโลสจากจากพืช	6
2.3 กลไกการผลิตเซลลูโลสของแบคทีเรีย	7
2.4 แสดงรูปภาพแบคทีเรียเซลลูโลสที่ผลิตได้	11
2.5 แสดงลักษณะโครงสร้างของแบคทีเรียเซลลูโลสด้วยกล้องAFM microscope	11
2.6 ลักษณะทางเคมี polymerization ด้วยเครื่องFTIR	12
4.1 แสดงการผลิตแบคทีเรียเซลลูโลสในงานเพาะเชื้อ	19
4.2 แสดงพลาสติกชีวภาพที่ได้จากแบคทีเรียเซลลูโลส	20
4.3 แสดงประสิทธิภาพในการสังเคราะห์Cellulose จากแหล่งคาร์บอนต่างๆ	20
4.4 กราฟแสดงค่า pH	21
4.5 กราฟแสดงค่า Brix	21

บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

ในปัจจุบันมีการใช้พลาสติกกันอย่างแพร่หลายทั้งในอุตสาหกรรมและแม้ในชีวิตประจำวันพลาสติกชีวภาพเป็นอีกทางเลือกที่สนใจนำมาใช้เพื่อลดปัญหาจากการใช้พลาสติกเนื่องจากพลาสติกย่อยสลายได้ยากและมีการปล่อยสารซึ่งเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมจากปัญหาดังกล่าวนักวิจัยจึงมีแนวคิดที่จะดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว พร้อมกันนั้นมีการพัฒนารูปแบบของการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเหล่านี้มาสร้างประโยชน์แก่ชุมชน เช่น วัชพืชน้ำ ได้แก่ สาหร่ายหางกระรอกและผักตบชวา โดยการนำมาผลิตเป็น พลาสติกชีวภาพจากมันมะพร้าว และเพื่อให้เกิดแรงจูงใจในการนำวัสดุเหลือใช้ใหม่ โดยเกิดประโยชน์อย่างแท้จริงซึ่งยึดหลักการคิดอย่างเป็นระบบ และนำเสนอแพร่ให้เกิดแรงกระตุ้นแก่ชุมชนในพื้นที่อื่นๆ ให้เห็นความสำคัญด้านการสร้างแหล่งผลิตพลาสติกชีวภาพซึ่งเป็นทางเลือกดังกล่าว วิธีการนำวัชพืชน้ำ (Aquatic Weeds) มาใช้ประโยชน์เป็นวิธีที่ช่วย แก้ปัญหาการระบาดของวัชพืชน้ำ โดยรักษาสมดุลนิเวศ ปลอดภัยต่อ สภาพแวดล้อมและไม่สิ้นเปลืองงบประมาณ เนื่องจากการพัฒนา แหล่งน้ำเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ทั้งทางด้านอุปโภคบริโภค และ เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้น้ำ เมื่อมีวัชพืชน้ำที่ไปทำให้เกิดความเสียหายเป็น อันตรายต่อแหล่งน้ำ จึงต้องมีการ ควบคุมหรือกำจัด เพื่อป้องกันแหล่งน้ำจากวัชพืชน้ำ เนื่องจากวัชพืชน้ำสามารถเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว จึงมีการแพร่ระบาดได้ง่าย ดังนั้นการพิจารณาวิธีการแก้ปัญหาจำเป็นต้องพิจารณาให้รอบคอบ เพื่อป้องกันแหล่งน้ำถูกทำลาย การศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงเลือกวิธีการควบคุมวัชพืชน้ำด้วยการนำไปใช้ให้เกิด ประโยชน์ (Utilization) ซึ่ง แบคทีเรีย Acetobacter ชนิดนี้สามารถ เพาะเลี้ยงได้ง่ายในมะพร้าวนำมาใช้กัน อย่าง แพร่หลายในอุตสาหกรรมขนมันมะพร้าว ดังนั้นจึงนำแบคทีเรีย Acetobacter มา พัฒนา ร่วมกับวัชพืชน้ำเพื่อให้เกิดเส้นใยที่เหนียวและคงทน

โดยโจทย์ของงานวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วย วัสดุเหลือใช้จากทางการเกษตร คือสาหร่ายหางกระรอกและผักตบชวานำมาผลิตเป็นเซลล์ลูโลสและผลิตพลาสติกชีวภาพต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย

1.2.1 เพื่อผลิตพลาสติกชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่ผ่านกระบวนการหมักของแบคทีเรียเซลลูโลส จากสาหร่ายหางกระรอกและผักตบชวาซึ่งเป็นวัตถุดิบ

1.2.2 เพื่อหาวิธีการเผยแพร่โดย การผลิตพลาสติกชีวภาพที่เหมาะสมที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อชุมชนอย่างยั่งยืนให้เกิดประโยชน์สูงสุดที่สามารถส่งเสริมให้เป็นชุมชนต้นแบบ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ศึกษาการผลิตพลาสติกชีวภาพจากจุลินทรีย์ที่ผลิตเซลลูโลสที่ได้จากแหล่งคาร์บอนที่เป็นกากน้ำตาลมะพร้าว

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถผลิตพลาสติกชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

1.4.2 เผยแพร่ผลงานวิจัยในรูปแบบต่างๆ เช่น ประชุมวิชาการ หรือตีพิมพ์ผลงานวิจัย

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สมมุติฐานของโครงการวิจัย

พลาสติกชีวภาพ (Bioplastic) คือพลาสติกที่ย่อยสลายได้โดยเกิดจากวัสดุทางธรรมชาติซึ่งสามารถผลิตทดแทนได้ซึ่ง สามารถเตรียมได้โดย

Biopolymer + plasticizer + other additive = BIOPLASTIC

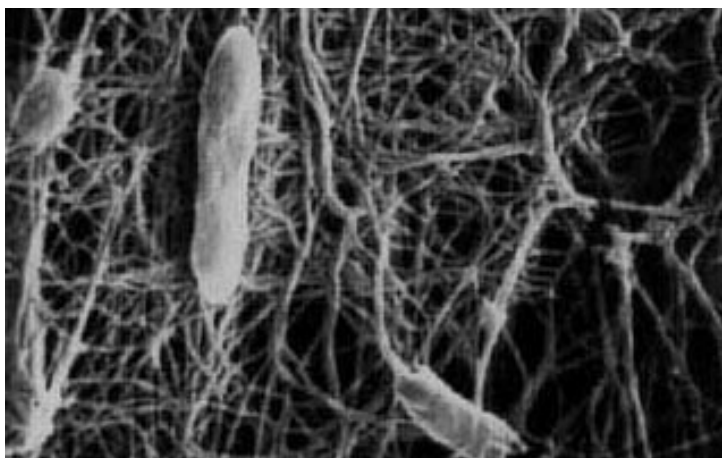
ในกระบวนการผลิตพลาสติกชีวภาพเกิดจากการใช้สารละลายไบโอโพลิเมอร์ ซึ่งได้จากสารประกอบคาร์โบไฮเดรตเช่น แป้ง น้ำตาล ส่วน plasticizer เป็นสารที่ใส่ในไบโอโพลิเมอร์หรือผลิตภัณฑ์พลาสติกเพื่อลดจุดหลอมที่ทำให้เกิดการไหล (flexing temperature) ของพลาสติกทำให้เม็ดพลาสติกมีความยืดหยุ่นและอ่อนนุ่มขึ้น สะดวกต่อการดึง รีด ฉาบ ได้แก่ sorbitol หรือ glycerol

นอกจากนี้ยังสามารถผลิตพลาสติกชีวภาพจากเซลลูโลส ซึ่งได้จากเส้นใยพืชหรือแบคทีเรียที่สร้างเซลลูโลสได้ซึ่งสามารถทำได้โดย การเกิดปฏิกิริยา ออกซิเดชันกับ สาร hypochlorite หรือ H_2O_2 ซึ่งจะได้ 6- CH_2OH ซึ่งเป็นกลุ่มของ D- glucose โดยมี เจลลาตินเป็นตัวประสานให้เกิด cross link polymer

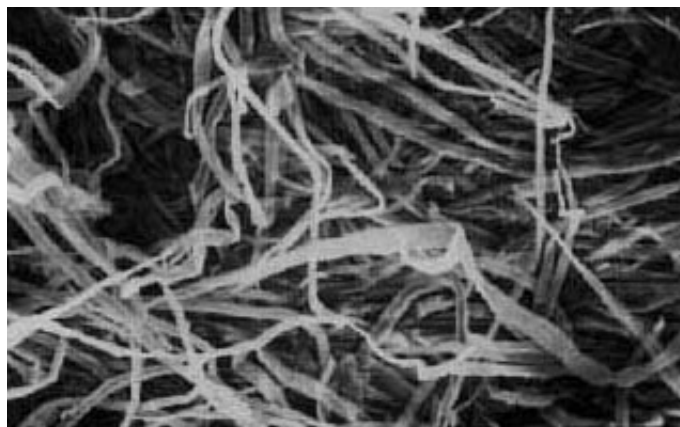
พลาสติกชีวภาพ (Bioplastic) หรือพลาสติกชีวภาพย่อยสลายได้ (Biodegradable plastic) หมายถึงพลาสติกที่ผลิตขึ้นจากวัสดุธรรมชาติเป็นพืช สามารถย่อยสลายได้ในธรรมชาติ (biodegradable) ช่วยลดปัญหามลพิษในสิ่งแวดล้อมวัสดุธรรมชาติที่สามารถนำมาผลิตเป็นพลาสติกชีวภาพมีหลายชนิด เช่น cellulose collagen casein polyester แป้ง (starch) โปรตีนจากถั่ว และข้าวโพด เป็นต้น และในบรรดาวัสดุธรรมชาติทั้งหลาย แป้ง นับว่าเหมาะสมที่สุด เพราะมีจำนวนมากและราคาถูก เนื่องจากสามารถหาได้จากพืชชนิดต่าง ๆ เช่น ข้าวโพด ข้าวสาลี มันฝรั่ง มันเทศ มันสำปะหลัง หรือแม้แต่วัชพืช และนอกจากนี้ยังสามารถผลิตได้จากแบคทีเรียที่สามารถสร้างเซลลูโลสได้เช่นกัน

แบคทีเรียผลิตเซลลูโลส (Bacterial cellulose) แบคทีเรียที่ผลิตกรดน้ำส้ม *Acetobacter* สร้างขึ้นจากการหมักน้ำมะพร้าวหรือน้ำหรือพืช ผลไม้ หรือเรียกว่าวันสวรรค์ หรือนำไปประยุกต์ใช้เป็นพลาสติกชีวภาพหรือกระดาษได้

2.1.1 ลักษณะเฉพาะของ *Acetobacter xylinum* *Acetobacter* หรืออีกชื่อหนึ่งเรียกว่า อะซิติกแอซิดแบคทีเรีย(acetic acid bacteria) เป็นจีโนมหนึ่งซึ่งเซลล์มีรูปร่างกลมรีหรือรูปท่อน ขนาดกว้าง 0.6 – 0.8 ไมครอน ยาว 1.0 – 3.0 ไมครอน อยู่เดี่ยว ๆ เป็นคู่หรือเป็นสายยาว บางสปีชีส์มีรูปร่างไม่แน่นอนเช่น กลม ยาว รูปถ้วย โค้ง หรือแตกสาขา บางชนิดเคลื่อนที่ได้โดยอาศัย pili หรือ flagella ไม่สร้างเอนโดสปอร์ (endospore) เซลล์ที่ยังอ่อนอยู่ยอมติดสีแกรมลบ ส่วนเซลล์แก่จะยอมติดสีไม่แน่นอน ลักษณะสำคัญของ *Acetobacter* คือต้องการอากาศ (strict aerobe) ในการเจริญเติบโตสามารถเจริญได้ในช่วงอุณหภูมิ 5 – 42 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิเหมาะสมที่ 30 องศาเซลเซียส และต้องการอาหารที่มีความเป็นกรดต่างระหว่าง 5.4 – 6.3 มีค่า G+C content ของ DNA อยู่ในช่วงร้อยละ 55 – 64 โมลจะมีเอนไซม์คาตาเลส(catalase) เส้นใยมีขนาดเล็กมากคือ หนาประมาณ 3 – 4 นาโนเมตร กว้าง 60 – 80 นาโนเมตร และยาวประมาณ 180 – 960 นาโนเมตรจากการที่เส้นใยมีขนาดเล็กมาก ดังนั้นจึงทำปฏิกิริยากับสารเคมีต่าง ๆ ได้ดี เส้นใยไม่มีเฮโมเซลลูโลส ลิกนิน และเพคตินเจือปนแล้วเส้นใยนี้มีความเป็น Hydrophilic สูง อุ่มน้ำได้ 60 - 70 เท่าของน้ำหนักแห้ง เส้นใยมีลักษณะใส เส้นใยทนต่อแรงดึงได้สูงกว่าไฟเบอร์สังเคราะห์ต่างๆ สามารถใช้สารตั้งต้นที่มีราคาถูกลง หาง่าย-สามารถควบคุมคุณสมบัติทางกายภาพได้ตามที่ต้องการ



ภาพที่ 2.1 เซลลูโลสจากแบคทีเรีย

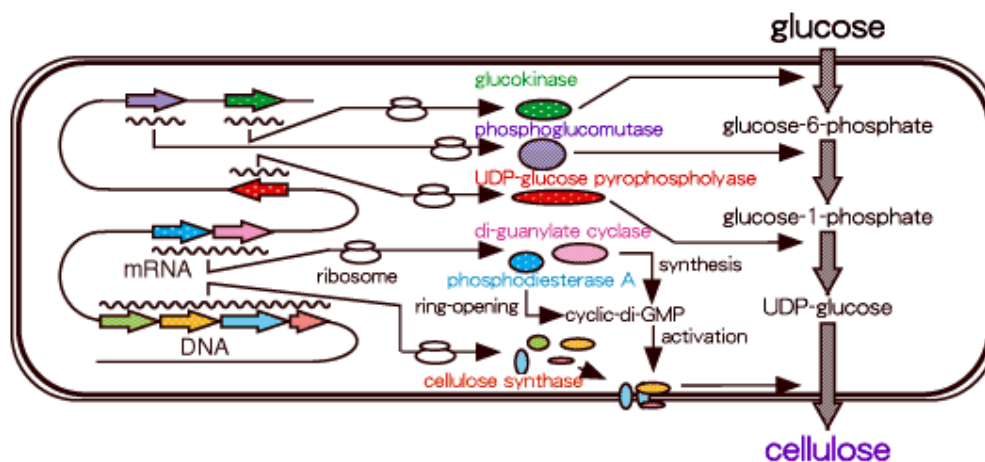


ภาพที่ 2.2 เซลลูโลสจากจากพืช

ที่มา :<http://www.res.titech.ac.jp/~junkan/english/cellulose/>

แบคทีเรียใน Genus *Acetobacter* เช่น *Acetobacter xylinum* โดยเส้นใยเซลลูโลสที่ได้จากแบคทีเรีย (*Bacterial cellulose*) มีโครงสร้างและคุณสมบัติเฉพาะที่แตกต่างจากเส้นใยเซลลูโลสจากพืชในขณะนี้ได้มีการศึกษาถึงการนำเส้นใยเซลลูโลสจากแบคทีเรียมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมต่าง ๆ และได้มีการวิจัยถึงการเพิ่มผลผลิตในระดับอุตสาหกรรมเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของผู้บริโภค

เชื้อ *Acetobacter* สามารถผลิตเส้นใยเซลลูโลส โดยเส้นใยเหล่านี้จะเจริญอยู่บริเวณผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว (liquid culture) ซึ่งถ้าเปรียบเทียบโครงสร้างและ pathway ของการสังเคราะห์พบว่าเส้นใยจากแบคทีเรียจะประกอบด้วยเส้นใยเล็ก ๆ มากมายเชื่อมกันเป็นร่างแห ซึ่งต่างจากเส้นใยจากพืช



ภาพที่ 2.3 กลไกการผลิตเซลลูโลสของแบคทีเรีย

ที่มา: <http://www.res.titech.ac.jp/~junkan/english/cellulose/>

2.2 กระบวนการคอมพาวด์ดิ้ง (Compounding)

กระบวนการคอมพาวด์ดิ้ง เป็นเทคโนโลยีที่สำคัญและจำเป็นในการปรับสมบัติทางกายภาพและทางกลให้พลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพแสดงปรากฏการณ์การไหลและการก่อตัวได้ดี รวมทั้งมีความยืดหยุ่นแก้ปัญหาเรื่องความเปราะบางเพื่อให้เข้าใกล้กับสมบัติเด่นของพลาสติกที่มาจากปิโตรเคมีที่เราคุ้นเคยกันดีโดยเฉพาะให้ใกล้เคียงกับพอลิเอทิลีนหรือพอลิโพรพิลีนให้มากที่สุดโดยการผสมกับพอลิเมอร์ชนิดอื่นหรือการเติมสารเติมแต่ง (additive) เช่น พลาสติกไซเซออร์ (plasticizer) สารช่วยผสม (compatibilizer) ฟิลเลอร์ (filler) สารเสริมแรง (reinforcing agent) สารก่อผลึก (nucleating agent) เป็นต้นนอกจากนี้ยังมีสารเติมแต่งบางชนิดที่ใส่เพื่อลดต้นทุนการผลิตหรือเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากการใช้สารเติมแต่งอีกชนิดหนึ่ง การผสมสารเติมแต่งชนิดต่างๆ ลงไปในโพลิเมอร์เรียกว่า โพลิเมอร์คอมพาวด์ดิ้ง (polymer compounding) ซึ่งจะต้องทำให้สารเติมแต่งกระจายตัวในโพลิเมอร์อย่างสม่ำเสมอสารเติมแต่งมีทั้งสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ซึ่งสามารถจำแนกตามหน้าที่การทำงานได้ 5 ประเภทดังต่อไปนี้

2.2.1 สารดัดแปรสมบัติเชิงกล (mechanical property modifiers)

2.2.2 สารดัดแปรสมบัติทางเคมี (chemical property modifiers)

2.2.3 สารดัดแปรเพื่อความสวยงาม (aesthetic property modifiers)

2.2.4 สารดัดแปรสมบัติที่พื้นผิว (surface property modifiers)

2.2.5 สารดัดแปรสำหรับกระบวนการผลิต (processing modifiers)

2.3 กระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ (Processing)

การนำเม็ดพอลิเมอร์ที่ผ่านกระบวนการคอมพาวด์และการผสมแล้วมาขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ โดยกระบวนการขึ้นรูปต่างๆ ได้แก่ การฉีด (injection molding) การอัดรีด (extrusion) การเป่าภาชนะกลวง (blow molding) การขึ้นรูปด้วยความร้อน (thermoforming) การอัดขึ้นรูป (compression molding) เป็นต้น

2.3.1 การอัดรีดแบบแผ่น (Sheeting)

พลาสติกจะถูกอัดผ่านลูกกลิ้งที่ร้อน 2 ลูก ถ้าแผ่นพลาสติกมีความหนาน้อยกว่า 0.25 มิลลิเมตรจะได้แผ่นฟิล์ม โดยแผ่นฟิล์มนี้สามารถผลิตได้จากการอัดรีดแบบเป่าหรือ tubular (blow or tubular extrusion)

2.3.2 การอัดรีดแบบเป่า (Blow extrusion)

การอัดรีดแบบเป่าใช้สำหรับผลิตฟิล์มและถุงพลาสติก โดยเม็ดพลาสติกจะถูกหลอมเหลวด้วยความร้อนและถูกดันผ่านช่องที่มีลักษณะวงแหวน แล้วใช้ลมเป่าตรงกลางภายในเพื่อให้พลาสติกเกิดการขยายตัวและมีการตั้งอย่างต่อเนื่องในแนวตั้งได้เป็นฟิล์มบางที่มีลักษณะเป็นท่อยาว เมื่อแผ่นฟิล์มเย็นลงจะถูกบีบอัดผ่านลูกกลิ้งเพื่อทำให้แบนก่อนถูกม้วนเก็บ แผ่นฟิล์มที่ได้จะนำมาตัดและปิดบริเวณก้นถุงให้ได้ขนาดตามต้องการหรือหากกรีดยกออกจะได้แผ่นฟิล์ม

2.3.3 การฉีดเข้าแม่พิมพ์ (Injection moulding)

พลาสติกจะถูกหลอมเหลวแล้วอัดผ่านหัวฉีดไปยังแม่พิมพ์โดยใช้แรงดันด้วยระบบลูกสูบ เมื่อพลาสติกเย็นตัวจะแข็งตัวตามรูปทรงในแม่แบบ จากนั้นเปิดแม่แบบออกแล้วนำชิ้นงานไปตัดตกแต่งต่อไปใช้สำหรับทำถังตะกร้า จาน ชาม เป็นต้น

2.4 การเตรียมหัวเชื้อ *Acetobacter xylinum*

เตรียมกากน้ำตาล 200 มิลลิลิตร ที่มีการเจือจางให้มีค่าของแข็งที่ละลายได้ (Total Soluble Solid; TSS) 12° Brix (โดยเจือจางกากน้ำตาลปริมาตร 37 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น ปริมาตร 163 มิลลิลิตรซึ่งกากน้ำตาลเริ่มต้นมีค่าของแข็งที่ละลายได้และค่าความเป็นกรดต่าง

(pH) เท่ากับ 6.5 ° Brix และ 6.0 ตามลำดับ) เติมน้ำแอมโมเนียมซัลเฟต ((NH₄)₂SO₄) 0.5 % (น้ำหนัก/ปริมาตร) นำไปต้มฆ่าเชื้อด้วยความร้อนอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที แล้วปรับค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ให้ได้ 4.5 ด้วยกรดอะซิติก นำไปใส่ในพลาสติกขนาด 500 มิลลิลิตร เติมหักเชื้อ *A. xylinum* (จากสถาบันวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) ลงไป 10 เปอร์เซ็นต์ ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน (หักเชื้อที่มีความเข้มข้น 107-108 cfu/ml) จะเกิดแผ่นวุ้นที่ผิวหน้า

2.5 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเจริญและการสร้างวุ้นของเชื้อ

2.5.1 เชื้อวุ้นที่ใช้ในการหมัก

ปริมาณของเชื้อใช้ในการผลิตวุ้น (inoculum) จะต้องใช้ในปริมาณมากพอ ปกติ ปริมาณ inoculum ที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 10 – 20 % จะให้ผลผลิตวุ้นที่มากที่สุด ถ้าใช้ inoculum มากขึ้นผลผลิตที่ได้จะลดลง

2.5.2 น้ำมะพร้าวและแหล่งคาร์บอน

น้ำมะพร้าวที่ใช้ควรเป็นมะพร้าวแก่ที่สุดและใหม่มีไขมันน้อยไม่มีการปนเปื้อนของ น้ำมะพร้าวที่เน่าเสียก่อนใช้ควรนำมาต้มเพื่อให้ไขมันละลายและฆ่าจุลินทรีย์ที่ปะปนมาในน้ำ มะพร้าวจะมีสารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต (growth factor) อย่างเพียงพอ

2.5.3 ออกซิเจน

Acetobacter xylinum เป็นจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต ดังนั้น ภาชนะในการหมักต้องผิวหน้ากว้าง เพราะเชื้อจะสร้างแผ่นวุ้นเฉพาะส่วนบนของน้ำมะพร้าว เท่านั้น และระหว่างการหมักต้องระวังไม่ให้มีการกระทบกระเทือนเพราะจะทำให้แผ่นวุ้นจม

2.5.4 อุณหภูมิ

Acetobacter xylinum สามารถเจริญ และสร้างวุ้นได้ดีที่อุณหภูมิห้องหรืออยู่ในช่วง อุณหภูมิ 28 – 32 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียสหรือ สูงกว่า 40 องศาเซลเซียส การสร้างวุ้นจะไม่เกิดขึ้น

2.5.5 ความเป็นกรด – ต่าง

กรดที่นิยมนำมาใช้ปรับความเป็นกรด – ต่าง คือ น้ำส้มสายชู (Acetic acid) เพราะ กรดจะยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการเพื่อให้เชื้อ *Acetobacter xylinum*

จำนวน 6 สายพันธุ์พบว่า ที่ความเข้มข้นของกรดน้ำส้ม 3 % จะให้ผลผลิตวัฒนธรรมสูงสุด เมื่อหมักวันได้นาน 2 สัปดาห์

2.5.6 สารประกอบไนโตรเจน

การเติมสารประกอบไนโตรเจนในการหมักวัฒนธรรมจะสามารถช่วยเร่งให้ผลผลิตวันได้นานในเวลาสั้นที่ใช้ได้ดีคือ () $4 \ 2 \ 4 \ NH \ H \ PO$ รองลงมาคือแอมโมเนียมซัลเฟต [()] $4 \ 2 \ 4 \ NH \ SO$ โดยใช้ในปริมาณ 0.5 – 0.6 % และถ้าใส่ในปริมาณมากกว่านี้จะทำให้ผลผลิตลดลง

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

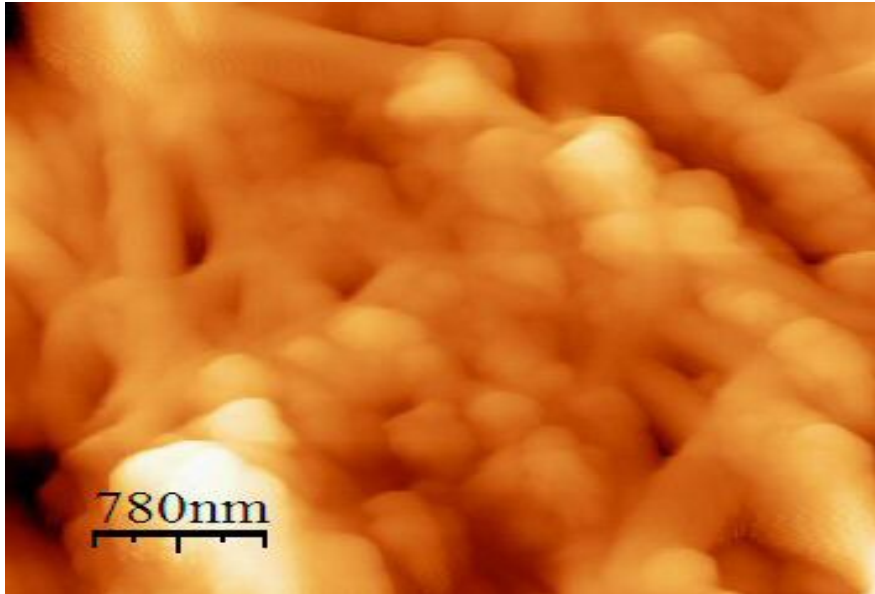
การเพาะเลี้ยง Bacterial Cellulose ในอาหารเลี้ยงเชื้อ

ในการสร้าง Acetobacter เพื่อผลิต cellulose นั้นพบว่าสภาวะที่เหมาะสมคือการเลี้ยงในอาหารเหลวที่มีการให้อากาศและการเขย่าจะให้ผลดีที่สุด สำหรับการสร้าง cellulose จะเกิดขึ้นในเซลล์ของแบคทีเรียและเส้นใยเหล่านี้จะถูกขับออกมาทางรูของ cell membrane โดยมีลักษณะการเจริญเติบโตซึ่งแสดงถึงการเจริญเติบโตของ Acetobacter ในถังหมัก โดยในการเลี้ยงเชื้อ Acetobacter นี้ใช้น้ำตาล fructose เป็นแหล่งคาร์บอน ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 40 g/l และจะให้ cellulose สูงถึง 9 g/l ในการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิต cellulose ของเชื้อ Acetobacter นั้นได้ทำการเปรียบเทียบการเลี้ยงเชื้อในสภาวะนิ่ง (static) และสภาวะที่มีการเขย่า (agitation) พบว่าการเลี้ยงแบบสภาวะนิ่งจะทำให้เส้นใยเจริญและจับตัวกันแน่น ทำให้สภาพอาหารเลี้ยงเชื้อมีความหนืดสูงกว่าการเลี้ยงแบบเขย่า นอกจากนี้ยังพบว่าการเพิ่ม carbonic acid จะช่วยให้เซลล์มีการเจริญเติบโตดีในช่วงของ lag phase และยังช่วยเพิ่มการผลิต cellulose ด้วย การเพิ่ม lactic acid ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อจะช่วยให้เชื้อสังเคราะห์ ATP ได้ดีขึ้น โดยจะไปเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของ lactate dehydrogenase และ TCA cycle นอกจากนี้ ปัจจัยอื่น ได้แก่ ชนิดของไบปัดในถังหมัก ความเร็วรอบในการกวนปริมาณอากาศ และ pH ก็มีผลต่อการเลี้ยง cellulose ด้วย

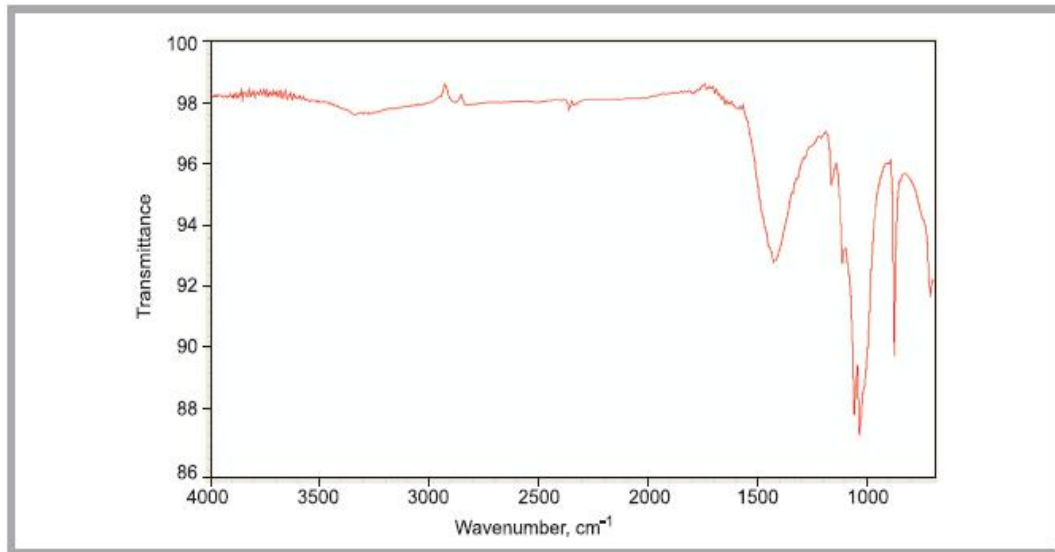
Surma และคณะ, 2008 ได้ทำการศึกษาการผลิตแบคทีเรียเซลลูโลสจากเชื้อ Acetobacter xylinum เพื่อนำไปผลิตกระดาษ พบว่าในการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียที่ผลิตเซลลูโลสใช้เวลา 7-8 วัน แหล่งน้ำตาลที่ดีที่สุดในการผลิตคือ น้ำตาลกลูโคสเนื่องจากเป็นน้ำตาลที่ผลิตได้มีลักษณะเป็น polymerization ดังภาพที่ 2.4, 2.5 และภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.4 แสดงรูปภาพแบบที่เรียเซลล์โลสที่ผลิตได้



ภาพที่ 2.5 แสดงลักษณะโครงสร้างของแบบที่เรียเซลล์โลสด้วยกล้องAFM microscope



ภาพที่ 2.6 ลักษณะทางเคมี polymerization ด้วยเครื่อง FTIR

แหล่งคาร์บอนหรือพลังงานสำหรับแบคทีเรีย

ประเภทของน้ำตาล น้ำตาลอาจแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ แบ่งตามลักษณะโมเลกุลและแบ่งตามลักษณะการผลิตได้ดังนี้ น้ำตาลแบ่งตามลักษณะโมเลกุลได้ 3 ประเภท ได้แก่

1. น้ำตาลชั้นเดียว (Monosaccharides) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลเล็กที่สุด มีรสหวาน ละลายน้ำได้ดี ร่างกายนำไปใช้ได้ทันทีโดยไม่ต้องย่อย น้ำตาลชั้นเดียวที่สำคัญ ได้แก่

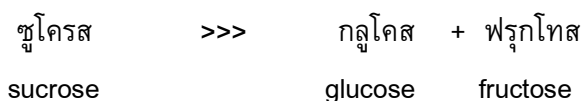
1.1 ฟรุคโทส (Fructose) ในธรรมชาติพบมากในผัก ผลไม้ ธัญพืช น้ำผึ้ง และได้จากการย่อยสลายน้ำตาลซูโครส ฟรุคโทสเป็นน้ำตาลที่มีรสหวานจัด

1.2 กลูโคส (Glucose) พบทั่วไปในส่วนต่างๆของพืช เช่น ผลไม้สุก ดอกไม้ ใบ และรากพืช กลูโคสเป็นน้ำตาลชนิดเดียวที่อยู่ในเลือดของคน

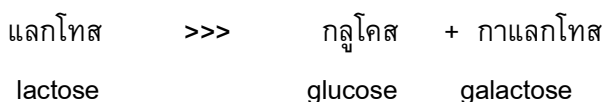
1.3 กาแลกโทส (Galactose) เป็นน้ำตาลที่ไม่พบอิสระตามธรรมชาติ แต่ได้จากการสลายตัวของแลกโทสในน้ำนม

2. น้ำตาลสองชั้น (Disaccharides) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่ประกอบขึ้นจากน้ำตาลชั้นเดียว 2 โมเลกุล ตัวอย่างเช่น

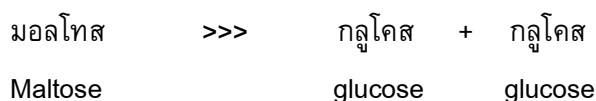
2.1 ซูโครส (Sucrose) หรือน้ำตาลทราย เป็นน้ำตาลที่พบอยู่ทั่วไปในพืช โดยเฉพาะอ้อยและหัวบีทในผลไม้สุกที่มีรสหวาน ซูโครสย่อยสลายได้เป็นน้ำตาลกลูโคสและฟรุกโทส ดังสมการ



2.2 แลกโทส (Lactose) เป็นน้ำตาลที่พบเฉพาะในน้ำนมของสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมเท่านั้น จึงเรียกว่าน้ำตาลนม(Milk sugar) แลกโทสย่อยสลายได้เป็นน้ำตาลกลูโคสและกาแลกโทส ดังสมการ



2.3 มอลโทส (Maltose) ไม่พบอิสระตามธรรมชาติ พบมากในน้ำเชื่อมข้าวโพดหรือน้ำเชื่อมกลูโคสซึ่งได้จากกระบวนการย่อยแป้งด้วยกรดหรือเอนไซม์มอลโทสย่อยสลายได้เป็นน้ำตาลกลูโคส ดังสมการ



3. น้ำตาลหลายชั้น (Polysaccharides) หรือน้ำตาลเชิงซ้อนเป็นคาร์โบไฮเดรตที่เกิดจากน้ำตาลชั้นเดียวหลายๆโมเลกุลรวมกันไม่มีรสหวาน ตัวอย่างน้ำตาลหลายชั้นที่ใช้ในอาหารได้แก่

3.1 แป้งสตาร์ช (Starch) พบมากตามส่วนต่างๆของพืช เช่น หัว ราก เมล็ด ลำต้น และผล โดยรวมกันอยู่เป็นเม็ดสตาร์ช(Starch granule) แป้งสตาร์ชเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตในอาหารของมนุษย์ที่มีราคาถูกใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์และช่วยให้อาหารมีความเหนียวข้น หรือเหนียวมากขึ้น

3.2 เซลลูโลส (Cellulose) เป็นโครงสร้างของผัก ผลไม้ และธัญพืช ไม่ละลายน้ำ เซลลูโลสช่วยเพิ่มปริมาณของอาหารกระตุ้นการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อในลำไส้ ช่วยในการขับถ่าย จึงนิยมนำมาเป็นส่วนผสมในอาหารเสริมสุขภาพ อาหารที่มีเซลลูโลสเป็นส่วนประกอบมาก ได้แก่ รุน้ำมะพร้าว ถั่วแดงหลวง ถั่วเขียว มะเขือพวง สะเดา เป็นต้น

3.3 เพกติน (Pectin) เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ของผักและผลไม้ ละลายในน้ำจะเกิดเป็นเจล (Gel) ทำให้อาหารข้น หนืด ใช้ในการทำแยม เยลลี่ ใช้เติมในน้ำผลไม้ เพื่อไม่ให้ส่วนของผลไม้ตกตะกอน ผลไม้ไทยที่มีปริมาณเพกตินสูงที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ มะขามป้อม กระท้อน มะกอก ละมุด และฝรั่ง ในอุตสาหกรรมสกัดเพกตินจากเปลือกผลไม้

การนำ bacterial cellulose มาใช้ประโยชน์

จากคุณสมบัติที่โดดเด่นของ Bacterial cellulose คือ เส้นใยมีขนาดเล็กเชื่อมกันเป็นร่างแหทำให้มีความเหนียวสูง ดังนั้นจึงได้มีการนำ Bacterial cellulose มาดัดแปลงใช้เป็นส่วนประกอบของ membrane ต่าง ๆ เช่น เป็นส่วนประกอบของลำโพง และกระดาษที่ต้องการความเหนียวสูง ในทางการแพทย์ได้มีการนำ Bacterial cellulose มาพัฒนาใช้เป็น artificial skin (wound dressing) เพราะมีความเหนียวแม้ในสภาพเปียก และไม่ก่อให้เกิดการระคายเคือง นอกจากนี้ยังได้มีการนำ Bacterial cellulose มาใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารและเครื่องสำอางอีกด้วย

ตารางที่ 2.1 การนำแบคทีเรียเซลลูโลสไปใช้ประโยชน์ (Johnsy et al., 2005)

Sector	Application
Cosmetic	Stabilizer of emulsion as cream, tonics, nail conditioners, polishes, and component of artificial nails
Textile industry	Artificial skin and textiles; highly absorptive materials
Tourism and sport	Sport clothing, tents, and camping equipment
Mining and refinery waste treatment	Spilt out collecting sponge, material for toxins absorption, and recycling of mineral and oils
Sewage purification	Municipal sewage purification and water ultra-filtration
Broadcasting	Sensitive diaphragms for microphone and stereo headphones
Forestry	Artificial replacement for wood, multi-layer plywood and heavy-duty containers
Paper industry	Specialty paper, archival document repair, more durable

	banknotes, diapers, and napkins
Machine industry	Car bodies, airplane parts, and sealing of cracks in rocket casings
Food production	Edible cellulose and nata de coco
Medicine	Temporary artificial skin for the treatment of decubitus, burn and ulcers, component of dental and arterial implants
Laboratory/research	Immobilization of proteins, chromatographic techniques, and medium component of <i>in vitro</i> tissue cultures

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 พื้นที่ทำการวิจัย

การศึกษางานวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาศักยภาพการผลิตพลาสติกชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้จากเกษตรกรรม

สถานที่วิเคราะห์ คือ ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

3.2 อุปกรณ์และสารเคมี

- 3.2.1 เชื้อ Acetobacter Xylinum
- 3.2.2 น้ำวชพีชน้ำ
- 3.2.3 น้ำตาล Xylose
- 3.2.4 น้ำตาล Arabinose
- 3.2.5 น้ำตาล ซูโครส (Sucrose)
- 3.2.6 น้ำตาล กลูโคส (Glucose)
- 3.2.7 Ethanol 1%
- 3.2.8 Yeast extract 0.5%
- 3.2.9 Bacto-pepton 0.5%
- 3.2.10 Citric acid 0.115%
- 3.2.11 Na_2HPO_4 0.27%
- 3.2.12 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.05%
- 3.2.13 pH Meter
- 3.2.14 เครื่องชั่งทศนิยม4 ตำแหน่ง
- 3.2.15 เครื่องปั่น
- 3.2.16 ที่วัดความหวาน
- 3.2.17 จานเพาะเชื้อ Petri dish
- 3.2.18 ตะเกียงแอลกอฮอล์

3.2.19 ผ้าขาวบาง

3.3 วิธีการทดลอง

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเซลลูโลสในสภาวะแหล่งคาร์บอนต่างกัน

การผลิตเซลลูโลสจากแบคทีเรีย ชนิด *Acetobacter Xylinum* โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Herstin-Schramm Nutrient (HS) ประกอบด้วย กลูโคส 2% Yeast extract 0.5%, Bacto-pepton 0.5%, Citric acid 0.115%, Na_2HPO_4 0.27%, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.05% และ Ethanol 1% ทุกขั้นตอนใช้เทคนิคปลอดเชื้อ

ทำการเปลี่ยนแหล่งคาร์บอนในการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย โดยเปลี่ยนกลูโคสเป็น Arabinosr , Mannose , Galactose และ Xylose เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตเซลลูโลส

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาการผลิตพลาสติกชีวภาพจาก bacterial cellulose

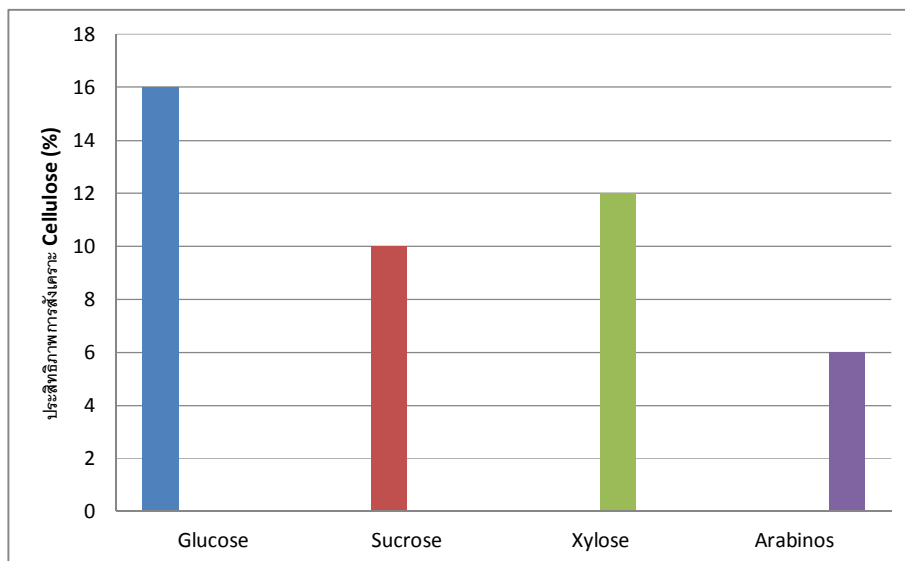
จากการทดลองศึกษาประสิทธิภาพ จากการผลิตพลาสติกชีวภาพจาก bacterial cellulose จากแหล่งคาร์บอน แตกต่างกันได้แก่ Xylose , Arabinose , Glucose และ Sucrose โดยใช้เป็นส่วนผสมในอาหารเลี้ยงเชื้อ HS (Herstin – Schramm) ใช้เวลาศึกษาเป็นเวลา 5 วัน ดังภาพที่ 4.1 และ 4.2 แสดงภาพผลผลิตแบคทีเรียเซลลูโลส นอกจากนี้ พบว่า Glucose มีผลผลิตในการสังเคราะห์ Cellulose ได้ดีที่สุดที่ 16% และ Xylose , Sucrose และ Arabinose โดยมีประสิทธิภาพการสังเคราะห์ Cellulose ที่ 12 , 10 , 6 % ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.1 แสดงการผลิตแบคทีเรียเซลลูโลสในงานเพาะเชื้อ



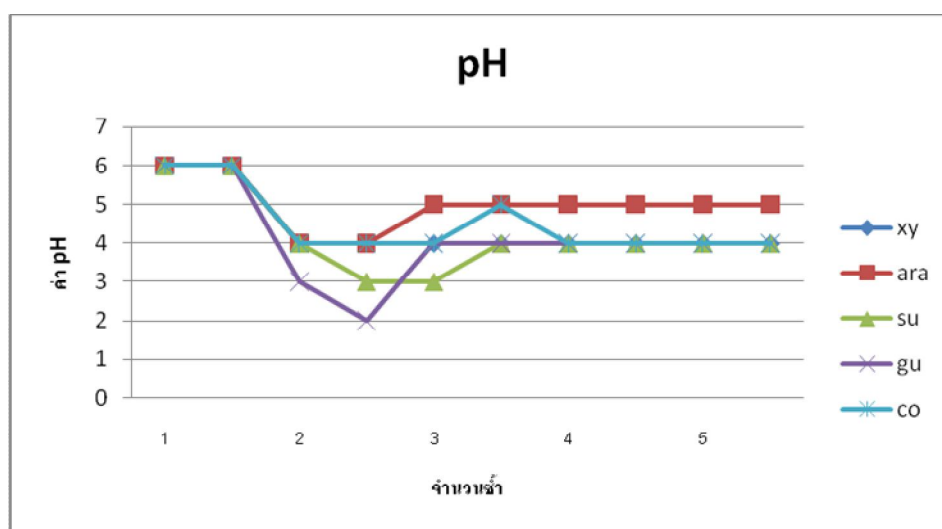
ภาพที่ 4.2 แสดงพลาสติกชีวภาพที่ได้จากแบคทีเรียเซลลูโลส



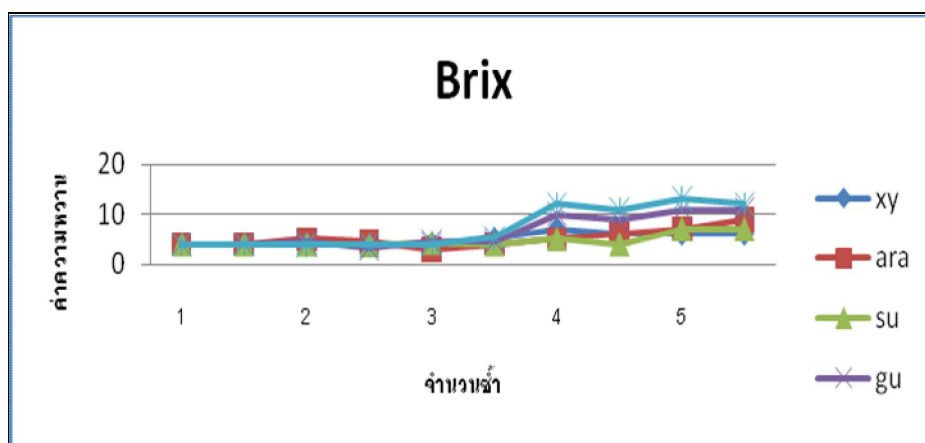
ภาพที่ 4.3 แสดงประสิทธิภาพในการสังเคราะห์ Cellulose จากแหล่งคาร์บอนต่างๆ

4.2 ผลการศึกษาสภาวะความเป็นกรด ต่าง และระดับความหวานของวัชพืชน้ำในแต่ละแหล่งคาร์บอน

จากภาพที่ 4.4 และภาพที่ 4.5 พบว่าแหล่งคาร์บอนจาก Arabinose มีค่า pH สูงสุด คือ 5 ส่วน Xylose , Sucrose , Glucose มีค่าเท่ากับคือ 4 ส่วนระดับความหวานในแหล่งคาร์บอน Glucose (11 brix) ส่วน Arabinose , Sucrose และ Xylose มีค่าความหวาน (9 , 7 ,6 Brix) ตามลำดับ



ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงค่า pH



ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงค่า Brix

4.3 ผลการทดสอบผลผลิตของ *Acetobacter Xylinum* ว่าเป็นคาร์โบไฮเดรท ประเภท แป้งหรือเซลลูโลส

ตารางที่ 4.1 แสดงการทดสอบคาร์โบไฮเดรท โดยการทดสอบผลผลิตของ *Acetobacter Xylinum* พบว่าชุดทดลองที่ 1 เมื่อนำผลผลิตที่ได้ไป เหยี่ยงด้วยเครื่อง Centrifuge และนำไป หยดด้วยสารละลายไอโอดีน ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง แสดงว่าผลผลิตนี้ไม่ใช่คาร์โบไฮเดรท ประเภทแป้ง ส่วนในชุดทดลองที่ 2 แสดงผลการทดสอบผลผลิต *Acetobacter Xylinum* พบว่า เมื่อนำผลผลิตที่ได้ไปต้มกับกรด H_2SO_4 แล้วจึงนำไปทดสอบกับสารเบเนดิกต์ พบตะกอนสีแดง อีฐ แสดงว่าผลผลิตนี้เป็นคาร์โบไฮเดรทประเภทเซลลูโลส

ตารางที่ 4.1 แสดงการทดสอบคาร์โบไฮเดรท โดยผลการทดสอบผลผลิตของ *Acetobacter Xylinum*

แหล่งคาร์บอน	แป้ง	เซลลูโลส
Glucose	-	✓
Xylose	-	✓
Arabinose	-	✓
Sucrose	-	✓

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัชพืชน้ำที่นำมาผลิต Bacterial Cellulose ที่สภาวะกรด ต่าง (pH) และความหวาน โดยแหล่งคาร์บอนของ Arabinose มี pH สูงสุดและความหวานสูงสุด ได้แก่ Glucose โดยจะเห็นว่ามีความหวานเพิ่มขึ้นทำให้ผลผลิตของ Cellulose ดีเพิ่มขึ้นได้ดี

5.1.2 ประสิทธิภาพในการสังเคราะห์ Cellulose เกิดได้ในแหล่งคาร์บอนชนิด Glucose ทั้งนี้เนื่องจากเป็นน้ำตาลชนิดโมเลกุลเดี่ยว ซึ่งแบคทีเรีย Acetobacter Xylinum สามารถนำไปใช้ในการเจริญเพื่อผลิต Cellulose ได้ดี

5.1.3 ผลผลิตที่ได้จากการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย Acetobacter Xylinum จากวัชพืชน้ำ เป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทเซลลูโลส

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเซลลูโลสจากแบคทีเรีย Acetobacter Xylinum เช่น pH , อุณหภูมิ และหัวเชื้อเริ่มต้นของ Acetobacter Xylinum

5.2.2 ควรมีการนำเซลลูโลสไปศึกษาลักษณะทางกายภาพ เช่น Scanning Electron Microscope , FTIR

5.2.3 ควรมีการนำผลผลิตเซลลูโลสที่ได้จากการเจริญของแบคทีเรีย Acetobacter Cellulose ไปขึ้นรูป (Mold) เป็นพลาสติกชีวภาพต่อไป

บรรณานุกรม

- Barbara Surma-Ślusarska, Sebastian Presler, Dariusz Danielewicz. (2008). **Characteristics of Bacterial Cellulose Obtained from Acetobacter Xylinum Culture for Application in Papermaking**, FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe.
- Xiaobo Zenga,*, Darcy P. Smallb, Wankei Wanb, (2011), **Statistical optimization of culture conditions for bacterial cellulose production by Acetobacter xylinum BPR 2001 from maple syrup.**
- Johnsy George a,*, Karna Venkata Ramanab, Shanmugham Nadana Sabapathy a, Jambur Hiriyannaiah Jagannath c, Amarinder Singh Bawa , (2005), **Characterization of chemically treated bacterial (Acetobacter xylinum) biopolymer: Some thermo-mechanical properties.**
- Anan Boonpan¹, Sirikhae Pongswat¹ and Chiraphan Khampha², **A Study on the Optimum Condition for Nata Production from Molasses.**
- Using of Aquatic Weeds to Produce and Develop the Gelatinous Cellulose for Advantage of Genuine Leather : New Method of Aquatic Weed Control in Irrigation Area.
- เยาวพา สุวัตถิ. (2548). **เส้นใย เซลลูโลสจากแบคทีเรีย**. งานวิจัย อุตสาหกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ. สถาบันวิจัยและพัฒนา 75/1 ถ. พระรามที่ 6. กรุงเทพฯ.
- สุวารี พงศ์ธีระวรรณ. (2548). **การใช้ประโยชน์จากแบคทีเรีย**. โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา อ. เมือง จ.สุราษฎร์ธานี
- อำพร คล้ายแก้ว และคณะ. **การนำวัชพืชน้ำมาผลิตและปรับปรุงเป็นแผ่นวัสดุเพื่อเส้นใย เซลลูโลสจากแบคทีเรียใช้แทนหนังสัตว์** : ทางเลือกใหม่ในการควบคุมการแพร่ระบาดของวัชพืชน้ำในพื้นที่ชลประทาน กลุ่มงานวัชพืช สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน
- วราวุฒิ ครุสง, กรวิกา สุขศรีวงษ์ และปนัดดา พวงเกษม. (2536). **การผลิตเซลลูโลสจากเชื้อ Acetobacter xylinum ในน้ำ หางนม**. วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง 1(1): 46-60.
- สถาบันคั่นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร (2545). **ผลิตภัณฑ์วุ้นมะพร้าว/วุ้นสับปะรด**. เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 36 หน้า.

- สมคิด ธรรมรัตน์. (2531). การผลิตวุ้นน้ำมะพร้าวและการแปรรูป. วารสารอาหาร. 18(4): 250-262.
- สมศรี ลีพัฒนวิทย์ (2531). การหาสูตรอาหารที่เหมาะสมสำหรับทำวุ้นสวรรค์จากน้ำมะพร้าวแก่. วารสารอาหาร. 18(4): 239-249.
- สุเมธ ตันตระเชียร และวราวุฒิ ครูสง. (2537). วุ้นมะพร้าว. วารสารวิทยาศาสตร์. 48(6): 360-366.
- สันทัด ศิริอนันต์ไพบูลย์. (2544). เทคโนโลยีชีวภาพใกล้ตัว. สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย(วท.).กรุงเทพฯ. 171 หน้า.
- Iguchi, M., S. Yamanaka and A. Budhiono. (2000). **Bacterial cellulose-masterpiece of nature's arts**. J. of Materials Science. 35: 261-270.
- Ross, P., M.Raphae and B. Moshe . (1991). **Cellulose biosynthesis and function in bacteria**. Microbiology Review. 55: 35-38.
- Vandamme, E.J., S. De Baets, A. Vanbaelen, K. Joris and P. De Wulf. (1988). **Improved production of bacterial cellulose and its application potential**. Polymer Degradation and Stability. 59: 93-99.
- Wen, Z., W. Liao and S. Chen. (2005). **Production of cellulose by *Trichoderma reesei* from dairy manure**. Bioresource Technol. 96: 491-499.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล

นาย โกวิท สุวรรณหงษ์

Mr. Kowit Suwannahong

เพศ ชาย

ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้อำนวยการศูนย์วิทยาศาสตร์

สถานที่ติดต่อ ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

โทร 021601212 โทรสาร 021601210

ประวัติการศึกษา

ระดับ	สาขา	สถาบัน
ปริญญาตรี	จุลชีววิทยา	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ปริญญาโท	เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี

ผลงานวิจัย

เอกรัฐ ศรีอ่อน, สันติ แสงสีดา, โกวิท สุวรรณหงษ์, สมภพ สมองราษฎร์ และ วิภาดา สมองราษฎร์. 2550. การบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากควันบุหรี่โดยใช้ถังปฏิกริยาโฟโตคะตะไลติกออกซิเดชัน การประชุมวิชาการวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่17 ประจำปี 2550.

โกวิท สุวรรณหงษ์, วิภาดา สมองราษฎร์, สมภพ สมองราษฎร์ และ วินัย เลียงเจริญสิทธิ์ 2550. การกำจัดสารอินทรีย์ระเหยง่ายด้วยกระบวนการโฟโตคะตะไลติกออกซิเดชันโดยใช้ไฟเบอร์กลาสเคลือบด้วยไททาเนียมไดออกไซด์การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ครั้งที่6, วันที่ 7-9 มีนาคม, 2550.

เทียมมะณีย์ วีระศักดิ์,โกวิท สุวรรณหงษ์, วิภาดา สมองราษฎร์, สมภพ สมองราษฎร์ และ วิภาวี ขำวิจิตร2550. คุณภาพอากาศภายในอาคาร โรงพยาบาลค่ายสรรพสิทธิประสงค์ จังหวัดอุบลราชธานี. การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ครั้งที่6, วันที่ 7-9 มีนาคม, 2550.

Suwannahong K., W. Liengcharoensit, and W. Sanongraj. 2010. TiO₂ composite film prepared by the blown film extrusion technique. *In* The Asian-Pacific Regional Conference on Practical Environmental Technologies. Ubonratchathani, Thailand 24-27 March, 2010.

C.Aumnate, S. Siraratprapa, W.Phompan, N.Tangchantra, J.Kreunate, and K.Suwannahong. 2011. The biodegradation of thermoplastic starch/LDPE film by microorganism. *In* The 1st EnvironmentAsia International Conference on “Environmental Supporting in Food and Energy Security: Crisis and Opportunity” Thai Society of Higher Education Institutes on Environment. Bangkok , Thailand 22-25 March , 2011.

N. Tangchantra, S. Supattanapalapol, Winai Liengchaerensit, J. Kruenate and K. Suwannahong. 2011. Modified TiO₂/LDPE Composite Film on Photo catalytic Degradation of Dichloromethane. *In* The 1st EnvironmentAsia International Conference on “Environmental Supporting in Food and Energy Security: Crisis and Opportunity” Thai Society of Higher Education Institutes on Environment. Bangkok , Thailand 22-25 March , 2011.

S. Kongniam, C. Aumnate, T. Sooksomsong, S. Supattanapalapol, . Kruenate and K. Suwannahong. 2011. The Study of dyes Removal Using Surface Modified Diatomaceous Earth. *In* The 1st EnvironmentAsia International Conference on “Environmental Supporting in Food and Energy Security: Crisis and Opportunity” Thai Society of Higher Education Institutes on Environment. Bangkok, Thailand 22-25 March , 2011.

Waranya Phompan, Thammarak Sooksomsong, Suntaree Siraratprapa, Suebpong Kongnium, Jitiporn Kruenate, Wipada Sanongraj, and Kowit Suwannahong. 2011. Characterization and Photo Catalytic Oxidation Activity of carbon Supported LDPE/Niño-TiO₂ Composite Film. *In* The 1st EnvironmentAsia International Conference on “Environmental Supporting in Food and Energy Security: Crisis and Opportunity” Thai Society of Higher Education Institutes on Environment. Bangkok , Thailand 22-25 March , 2011.

ประวัติวิจัย

ชื่อ-นามสกุล

นายชัยศรี ธาราสวัสดิ์ พิพัฒน์

Mr. Chaisri Tharasawatpipat

เพศ ชาย

เกิดวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2508

ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8

สถานที่ติดต่อ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

โทร 021601212 โทรสาร 021601210

ประวัติการศึกษา

ระดับ	สาขา	สถาบัน
ปริญญาตรี	เคมี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี
ปริญญาโท	เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี

ผลงานวิจัย

ก. ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติและนานาชาติ

- วารสารรามคำแหง ฉบับวิศวกรรมศาสตร์ ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2550 เรื่อง การศึกษาการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ชุดแบบจำลองขนาดเล็ก
- วารสารรามคำแหง ฉบับวิศวกรรมศาสตร์ ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2550 เรื่อง การพัฒนารูปแบบการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ผ่านการใช้แล้ว
- วารสารการประชุมทางวิชาการ เครือข่ายการวิจัยสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ ปี 2551 เทคโนโลยีสู่ชุมชนเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน เรื่องการศึกษาการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ชุดแบบจำลองขนาดเล็ก
- วารสารการประชุมทางวิชาการ สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา ปี 2552 การพัฒนาชนบทที่ยั่งยืน เรื่องการผลิตกลีเซอรอลบริสุทธิ์จากของเหลือทิ้งในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล

5. Utilization and treatment of waste in the production of biodiesel.

Environmental Research And Development, Bhopal (India) Journal, 2010.

6. วารสารการประชุมทางวิชาการ Thailand Research expo ปี 2010, การสร้าง
แนวทางผลิตพลังงานเชื้อเพลิงทดแทนจากขยะในชุมชนอำเภออัมพวา จังหวัด
สมุทรสงคราม

ข. ผลงานวิจัยที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

1. การศึกษาแนวทางการจัดการน้ำเสียภายในสถาบันราชภัฏสวนสุนันทา
2. การพัฒนารูปแบบการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชเหลือทิ้ง
3. การศึกษาการบำบัดน้ำเสียด้วยชุดแบบจำลองระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็ก
4. การผลิตกลีเซอรอลบริสุทธิ์ จากของเหลือทิ้งในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล
5. การสร้างแนวทางการผลิตพลังงานเชื้อเพลิงทดแทนจากขยะ ภายในชุมชน อำเภอ
อัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม

ค. ผลงานอื่นๆ

1. หนังสือ การจัดการสิ่งแวดล้อมในงานอุตสาหกรรม
2. เอกสารประกอบการสอน การควบคุมน้ำโสโครก
3. หนังสือ การจัดการสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น
4. หนังสือพลังงานทดแทนกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม
5. หนังสือการป้องกันผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการเกษตร
6. คู่มือการพัฒนาเมืองแบบยั่งยืน

ง. รางวัลผลงานวิจัยที่เคยได้รับ

เรื่อง การผลิตกลีเซอรอลบริสุทธิ์ จากของเหลือทิ้งในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล
ในงานประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปี 2552

จ. สาขาวิชาที่เชี่ยวชาญ

1. การจัดการคุณภาพน้ำ
2. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย
3. การจัดการสิ่งแวดล้อม
4. การผลิตพลังงานทดแทน

ฉ. ภาระงานในปัจจุบัน

1. งานประจำ งานสอนนักศึกษาในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม สัปดาห์ละ 12 คาบ