

แบบเสนอโครงการวิจัย (research project)

ประกอบการเสนอของงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 ตามมติคณะรัฐมนตรี

ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาไทย) การเตรียมฟิล์มที่บริโภคได้จากเปลือกมันสำปะหลังสำหรับยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตทางการเกษตร

(ภาษาอังกฤษ) Fabrication of Edible Film from Cassava Peel for

Preservation of Agricultural Product

ชื่อแผนงานวิจัย (ภาษาไทย) (กรณีเป็นโครงการวิจัยภายใต้แผนงานวิจัย)

(ภาษาอังกฤษ)

ส่วน ก : ลักษณะโครงการวิจัย



โครงการวิจัยใหม่



โครงการวิจัยต่อเนื่องระยะเวลา.....ปี ปีนี้เป็นปีที่..... รหัสโครงการวิจัย.....

I ระบุความสอดคล้องของโครงการวิจัยกับยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559) (ระบุความสอดคล้องเพียง 1 ยุทธศาสตร์ ที่มีความสอดคล้องมากที่สุด โดยโปรดดูรายละเอียดในผนวก 2)

4. ยุทธศาสตร์การปรับโครงสร้างเศรษฐกิจสู่การเติบโตอย่างมีคุณภาพและยั่งยืน
4.2 การพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม

II ระบุความสอดคล้องของโครงการวิจัยกับนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2555-2559) (ระบุความสอดคล้องเพียง 1 ยุทธศาสตร์ 1 กลยุทธ์ และ 1 แผนงานวิจัย ที่มีความสอดคล้องมากที่สุด โดยโปรดดูรายละเอียดในผนวก 3)
ยุทธศาสตร์การวิจัยที่ 4 การสร้างศักยภาพและความสามารถในการพัฒนา นวัตกรรมและบุคลากรทางการวิจัย

กลยุทธ์การวิจัยที่ 1 พัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมสู่เชิงพาณิชย์ รวมทั้งองค์ความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์ และการพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ในวิทยาการต่างๆ

แผนงานวิจัยที่ 1.4 การวิจัยเกี่ยวกับการสร้างองค์ความรู้จากการต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นและของประเทศด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อการใช้ประโยชน์ในการพัฒนาประเทศและเพื่อการพึ่งพาตนเอง

III ระบุความสอดคล้องของโครงการวิจัยกับยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติรายประเด็น*
ยุทธศาสตร์วิจัยรายประเด็นด้านยางพารา (พศ.๒๕๕๕-๒๕๕๙)

IV ระบุความสอดคล้องของโครงการวิจัยกับนโยบายรัฐบาล**

* สามารถดูรายละเอียดได้จากเว็บไซต์ www.nrct.go.th

ส่วน ข : องค์ประกอบในการจัดทำโครงการวิจัย

1. ผู้รับผิดชอบ [คณะผู้วิจัย บทบาทของนักวิจัยแต่ละคนในการทำวิจัย และสัดส่วนที่ทำการวิจัย (%)] และหน่วยงาน ประกอบด้วย หน่วยงานหลักและหน่วยงานสนับสนุน

1.1 หัวหน้าโครงการวิจัย

นางสาวชุตติมา อุปถัมภ์(สัดส่วนที่ทำงานวิจัย 50%)
สาขาวิชาฟิสิกส์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร 10120
โทรศัพท์ 0-22879600 ต่อ 2204
โทรศัพท์เคลื่อนที่ 081-6460955

1.2 ผู้ร่วมวิจัย

1.2.1 ผศ.เชมฤทัยถามะพัฒน์ (สัดส่วนที่ทำงานวิจัย 30%)

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
126 ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กทม. 10140
โทรศัพท์ 081-582-9944 โทรสาร 02-427-8785

1.2.2 นายอภิชาติพงษ์พลา(สัดส่วนที่ทำงานวิจัย 20%)

สาขาวิชาฟิสิกส์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร 10120
โทรศัพท์ 0-22879600 ต่อ 2204 โทรศัพท์เคลื่อนที่ 087-1054443

1.3 ที่ปรึกษาโครงการ

ศ.ดร. พิเชษฐ ลิ้มสุวรรณ
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
126 ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กทม. 10140
โทรศัพท์ 081-582-9944 โทรสาร 02-427-8785

2.ประเภทการวิจัย การวิจัยประยุกต์

3. สาขาวิชาการและกลุ่มวิชาที่ทำการวิจัย สาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา

4. คำสำคัญ (keywords) ของโครงการวิจัย

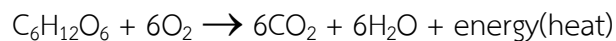
มันสำปะหลัง/พอลิเมอร์ชีวภาพ/ฟิล์มไบโอบiodegradable/การห่อหุ้มผลผลิตทางการเกษตร

5. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ผักและผลไม้ นับเป็นสินค้าส่งออกที่ทำรายได้ให้กับประเทศอย่างมหาศาล โดยในแต่ละปี ไทยมียอดการส่งออกผัก ผลไม้ ทั้งรูปของสด แช่เย็น แช่แข็ง และแห้ง รวม 3-4 หมื่นล้านบาทต่อปี และมีอัตราการเติบโตเฉลี่ย 15-20% ซึ่งเป็นเพราะผลผลิตผักผลไม้ของไทยมีความหลากหลาย และต่อเนื่องตลอดปี ทำให้มีความได้เปรียบด้านประเภหสินค้า และมีความยืดหยุ่นด้านปริมาณการส่งออก ทั้งยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ รสชาติดีเป็นที่นิยม และได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคในต่างประเทศ ทั้งนี้ ตลาดส่งออกที่สำคัญได้แก่ จีน เวียดนาม อินโดนีเซีย ญี่ปุ่น และฮ่องกง คิดเป็นสัดส่วนรวม 79% ของมูลค่าการส่งออกทั้งหมด ขณะเดียวกันก็มีตลาดอื่นที่มีอัตราการขยายตัวสูง เช่น พม่า ที่ตลาดมีการขยายตัวถึง 45%

** รอรายละเอียดในคำแถลงนโยบายรัฐบาลชุดใหม่

และเกาหลีใต้ ที่ตลาดมีการขยายตัวอยู่ที่ 20% ในส่วนของตลาดจีน แม้ว่าปัจจุบันจีนจะมีฐานะเป็นประเทศคู่แข่งในตลาด ผักและผลไม้ แต่ในขณะเดียวกันก็เป็นผู้บริโภครายใหญ่ และหลายมณฑลยังเป็นศูนย์กลางในการกระจายสินค้าอีกด้วย โดยผลไม้ที่ได้รับความนิยมในจีน ได้แก่ ลำไย มังคุด ทูเรียน ก้วยไข่ เงาะ รวมถึงมะม่วง และชมพู ซึ่งมีวางจำหน่ายอยู่ทั่วไปตั้งแต่ในซูเปอร์มาร์เก็ตขนาดใหญ่ไปจนถึงร้านขายผลไม้ขนาดเล็ก และผลไม้ของไทยยังได้รับความนิยมในตลาดอาหรับ เช่น คูเวต บาห์เรน และ สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ ด้วยเนื่องจากผลไม้ไทย เช่น มะม่วง เงาะ มังคุด เป็นที่นิยม และที่รู้จักของผู้บริโภคท้องถิ่นประกอบกับไม่สามารถหาสินค้าพื้นเมืองทดแทนได้ และในบางประเทศมีภูมิอากาศแห้งแล้งไม่สามารถเพาะปลูกได้ จึงส่งผลให้มีความต้องการนำเข้าผักและผลไม้อย่างต่อเนื่อง ในตลาดยุโรป เช่น กรีซ และ สวิตเซอร์แลนด์ สับปะรดแห้ง และสับปะรดแช่เย็น จากไทยได้รับความนิยมค่อนข้างสูง เนื่องจากมีคุณภาพ และรสชาติดี แต่เนื่องจากสับปะรดนำเข้าจากไทยมีราคาสูงกว่าที่นำเข้าจากภูมิภาคอเมริกาใต้หรือแอฟริกา จึงทำให้ส่วนแบ่งตลาดในสวิตเซอร์แลนด์ ยังไม่มากนัก สำหรับตลาดในสหรัฐอเมริกา นั้นผลไม้ไทยที่เป็นที่ต้องการของตลาดสหรัฐอเมริกา ผังตะวันตก ได้แก่ มังคุด, ลำไย และเงาะ ขณะที่ตลาดในรัฐแคลิฟอร์เนีย และรัฐใกล้เคียงมีความต้องการบริโภคมะม่วงที่สูงมาก แต่ไทยยังไม่สามารถแข่งขันกับมะม่วงจากเม็กซิโกได้ เนื่องจากต้นทุนค่าขนส่งทางอากาศที่สูงและคุณภาพมะม่วงที่ไม่มีความทนทานกับการขนส่งที่ใช้เวลาทางเรือได้ เนื่องจากมีการสัมผัสกับอากาศร้อนหรือความชื้นทำให้ผลไม้เกิดการเปลี่ยนแปลง ผลไม้เหล่านี้หลังการเก็บเกี่ยว การหายใจและกระบวนการทางชีวเคมียังคงดำเนินอยู่อย่างต่อเนื่อง ทำให้คุณภาพของผัก ผลไม้ เช่น สี กลิ่น รสชาติ รวมถึงคุณค่าทางโภชนาการเปลี่ยนแปลงไปอย่างต่อเนื่อง โดยกระบวนการหายใจเป็นกระบวนการที่ใช้ออกซิเจนจากสิ่งแวดล้อม เปลี่ยนไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ในรูปของ สตาร์ชและน้ำตาล ได้เป็น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และพลังงานในรูปของความร้อน กระบวนการหายใจแบบใช้ออกซิเจนเป็นไปดังสมการ



พลังงานความร้อนที่เกิดจากกระบวนการหายใจในเรียกว่า Vital heat หรือ Respiration heat ซึ่งจะช่วยให้เกิดการเน่าเสีย ถ้าผลไม้มีอัตราการหายใจสูงก็จะทำให้เกิดการเน่าเสียได้ง่าย และมีการคายน้ำสูงตามไปด้วยทำให้คุณภาพของผลไม้เสียไป[1] ตามธรรมชาติแล้วผิวของผลไม้เหล่านี้จะมีสารจำพวกไขเคลือบผิวเพื่อช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำจากการคายน้ำออกมาที่ผิวอยู่แล้ว แต่เมื่อมีการสัมผัสกับอากาศร้อนหรือความชื้น สารเคลือบผิวเกิดการเปลี่ยนแปลงและไม่สามารถปกป้องผลไม้เหล่านั้นไว้ได้นานๆ ในปัจจุบันเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวมีความเจริญก้าวหน้ามาก ผู้ผลิตจึงใช้สารเคลือบผิวมาเคลือบผลไม้หรือการแวกซ์ เพื่อให้ผลไม้ดูสวยงามและรักษาความสดไว้ให้มากที่สุด นอกจากป้องกันการระเหยหรือการสูญเสียน้ำของผลไม้แล้ว ยังช่วยปกป้องไม่ให้เกิดรอยขีดและความเสียหายอื่นๆ ที่อาจเกิดจากการกระแทกระหว่างการขนส่ง การแวกซ์หรือเคลือบผิวผลไม้เมื่อทำการล้างจะต้องมั่นใจได้ว่าจะสะอาดไม่มีสิ่งสกปรกเจือปน ยาฆ่าแมลงหรือ จุลินทรีย์ต่างๆ ตกค้างอยู่บนผิว แวกซ์แบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ แวกซ์จากธรรมชาติ ได้จากพืช เช่น แวกซ์คาร์นาวา (Carnuba Wax) เป็นแวกซ์ที่สกัดจากใบของต้นปาล์ม และแวกซ์ที่ได้จากสัตว์เช่น สารไคโตซาน (chitosan) ที่สกัดได้จากกระดองปู นอกจากนี้ยังมี มูลครั่งหรือเซลแลค(shellac) เป็นต้น ประเภทที่สองเป็นแวกซ์ที่ได้จากสารสังเคราะห์ เป็นแวกซ์ที่ได้จากการกลั่นปิโตรเลียม เช่น พอลิเอทิลีนแวกซ์ (Polyethylene Wax) และ พอลิเอทิลีนไกลคอล (Polyethylene glycol) โดยแวกซ์ทั้งสองประเภทเป็นแวกซ์ที่รับประทานได้ ซึ่งได้รับการรับรองจาก องค์การอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกา USFDA (US Food and Drug Administration) ให้เป็นวัตถุเจือปนในอาหารประเภท GRAS (Generally Recognized As Safe) ซึ่งมีหลักฐานการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่พิสูจน์ได้ว่ามีความปลอดภัยต่อการบริโภค และสามารถเติมลงไปในการอาหารได้ [2] ในปัจจุบันชาวสวนมีวิธีการเคลือบผิวผลไม้

ในบ้านเรามี 2 รูปแบบหลักๆคือ การนำเข้าสารเคลือบผิวผลไม้จากต่างประเทศมาใช้เคลือบผิวผลไม้ในประเทศ และการนำผลไม้ที่มีสารเคลือบผิวมาจากต่างประเทศ ซึ่งทำให้ต้นทุนราคาแพง

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่ปลูกกันมากในประเทศไทยและอยู่ภายใต้แผนยุทธศาสตร์วิจัยและพัฒนา อุตสาหกรรมมันสำปะหลังประเทศไทย(พ.ศ. 2555 – 2559) โดยผลผลิตที่ได้จะอยู่ในรูปของ มันเส้น มันอัดเม็ด และแป้งมัน เป็นหลัก แต่ส่วนที่เหลือจากกระบวนการผลิตแป้งมันนั้นจะเป็นของเสียและของที่เหลือทิ้งเช่น เปลือกมันสำปะหลัง กากมันสำปะหลัง และน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตแป้งมัน เนื่องจากส่วนที่กล่าวมานี้เป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมและส่งผลกระทบต่อการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจดังนั้นเพื่อจะให้ป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจะต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการผลิตแป้งมันให้เป็น Near zero waste การใช้ประโยชน์จากของเสียและของเหลือทิ้ง อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยการนำน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตแป้งมันมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพเพื่อใช้ทดแทนน้ำมันเตารวมทั้งผลิตไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการการผลิตแป้งมัน ส่วนเปลือกและกากมันสำปะหลังปัจจุบันก็นำมาผลิตเป็นอาหารสัตว์ และสามารถนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ

ดังนั้นถ้านำมันสำปะหลังและแป้วข้าวเจ้าซึ่งเป็นพืชที่หาได้ง่ายในประเทศไทย เป็นสิ่งที่มาจากธรรมชาติไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ มาประยุกต์ทำเป็นฟิล์มสำหรับเคลือบผลไม้ที่บริโภคได้ (edible film and coating)เพื่อใช้ในประเทศ น่าจะแก้ปัญหานำเข้าสารเคลือบผิวผลไม้จากต่างประเทศ รวมถึงเป็นการลดต้นทุนการผลิตทำให้ชาวสวนมีรายได้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ edible film and coating มีคุณสมบัติขวางกั้นการการแพร่ผ่านของออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ความชื้น กลิ่น ดังนั้นจึงสามารถชะลออัตราการหายใจของผลไม้ ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาอาหารได้ รวมถึงอาจจะสามารถป้องกันกลิ่นของผลไม้ ออกมารบกวน ซึ่งเหมาะสมที่จะนำไปใช้หุ้มผลไม้ที่มีกลิ่นแรงๆเช่น ทุเรียน

6. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 6.1. เพื่อเตรียมฟิล์มพอลิเมอร์ชีวภาพที่สามารถบริโภคได้จากของเหลือทิ้งทางการเกษตร
- 6.2. เพื่อศึกษาผลของขนาดเปลือกมันสำปะหลังและปริมาณกลีเซอรอลต่อ ความหนา สี และคุณสมบัติเชิงกลของฟิล์ม
- 6.3. เพื่อนำฟิล์มพอลิเมอร์ชีวภาพที่สังเคราะห์ได้จากเปลือกมันสำปะหลังไปประยุกต์ใช้สำหรับเคลือบและห่อหุ้มพื้นผิวของผลผลิตต่างๆ ทางภาคเกษตร
- 6.4. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของผลผลิตทางการเกษตรที่ห่อหุ้มและไม่ได้ห่อหุ้มด้วยฟิล์มพอลิเมอร์ชีวภาพจากเปลือกมันสำปะหลัง
- 6.5. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบระยะเวลาการเก็บรักษาผลผลิตทางการเกษตรที่ห่อหุ้มและไม่ได้ห่อหุ้มด้วยฟิล์มพอลิเมอร์ชีวภาพจากเปลือกมันสำปะหลัง
- 6.6. เพื่อเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร เพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตร และสร้างความเชื่อมั่นให้กับประเทศต่างๆ ในผลผลิตทางการเกษตรส่งออกของไทย
- 6.7. เพื่อเผยแพร่องค์ความรู้สู่เกษตรกรและชุมชน และสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปต่อยอดพัฒนาเป็นผลผลิตประจำชุมชน/ตำบล ก่อให้เกิดการพัฒนา เรียนรู้ และความมั่นคงทางเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน

7. ขอบเขตของโครงการวิจัย

- 7.1. เตรียมฟิล์มพอลิเมอร์ชีวภาพจากเปลือกมันสำปะหลัง (CP) โดยศึกษาผลของขนาดของเปลือกมันสำปะหลังที่มีขนาดต่างๆ ดังนี้ $CP < 75 \mu m$, $75 < CP < 106 \mu m$ และ $CP > 106 \mu m$

7.2. ใช้กลีเซอรอลเป็นพลาสติกไซเซออร์ และศึกษาผลของปริมาณกลีเซอรอลต่างๆ ดังนี้ 1 g, 2 g, 3 g และ 4 g

7.3. ทดสอบความหนา สี และคุณสมบัติเชิงกลต่างๆ ของฟิล์ม เช่น Transmission electron microscopy (TEM), X-Ray powder diffraction (XRD), UV - Visible spectroscopy

7.4. หาเงื่อนไขในการเตรียมฟิล์มที่เหมาะสม และนำไปห่อหุ้มผลไม้เพื่อทดสอบความสามารถในการยืดอายุการเก็บรักษา โดยพิจารณาจากลักษณะทางกายภาพของผลไม้ เช่น สี กลิ่น และลักษณะสัมผัส

7.5. ทดสอบความสามารถของฟิล์มพอลิเมอร์ชีวภาพที่เตรียมขึ้นในการกักเก็บกลิ่นของผลไม้ที่มีกลิ่นแรง เช่น พุเรียน

7.6. เผยแพร่องค์ความรู้สู่เกษตรกรและชุมชน

8. ทัศนวิสัย สมมุติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

8.1 วัสดุพอลิเมอร์ชีวภาพ

วัสดุพอลิเมอร์ชีวภาพ (biopolymer materials) หรือ พลาสติกชีวภาพย่อยสลายได้ (biodegradable plastic) หมายถึง พลาสติกที่ผลิตขึ้นจากวัสดุธรรมชาติ ส่วนใหญ่เป็นพืชสามารถย่อยสลายได้ในธรรมชาติ ช่วยลดปัญหามลพิษในสิ่งแวดล้อมวัสดุธรรมชาติที่สามารถนำมาผลิตเป็นพลาสติกชีวภาพมีหลายชนิด เช่น แป้ง เซลลูโลส คอลลาเจน โปรตีนจากถั่ว และข้าวโพด เป็นต้น ในบรรดาวัสดุธรรมชาติทั้งหลาย “ แป้ง ” นับว่าเหมาะสมที่สุดเพราะมีจำนวนมากและราคาถูก เนื่องจากสามารถหาได้จากพืชชนิดต่างๆ เช่น ข้าวโพด ข้าวสาลี มันฝรั่ง มันเทศ มันสำปะหลัง เป็นต้น

ประเภทของพลาสติกย่อยสลายได้ สามารถแบ่งประเภทของการย่อยสลายออกเป็น 5 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. การย่อยสลายได้โดยแสง (Photodegradation) การย่อยสลายโดยแสงมักเกิดจากการเติมสารเติมแต่งที่มีความไวต่อแสงลงในพลาสติกหรือสังเคราะห์โคพอลิเมอร์ให้มีหมู่ฟังก์ชันหรือพันธะเคมีที่ไม่แข็งแรง แตกหักง่ายภายใต้รังสียูวี เช่น หมู่คีโตน (ketone group) อยู่ในโครงสร้าง เมื่อสารหรือหมู่ฟังก์ชันดังกล่าวสัมผัสกับรังสียูวีจะเกิดการแตกของพันธะกลายเป็นอนุมูลอิสระ (free radical) ซึ่งไม่เสถียร จึงเข้าทำปฏิกิริยาต่ออย่างรวดเร็วที่พันธะเคมีบนตำแหน่งคาร์บอนในสายโซ่พอลิเมอร์ ทำให้เกิดการขาดของสายโซ่ แต่การย่อยสลายนี้จะไม่เกิดขึ้นภายในบ่อฝังกลบขยะหรือสภาวะแวดล้อมอื่นที่มีมืด เนื่องจากพลาสติกจะไม่ได้สัมผัสกับรังสียูวีโดยตรง

2. การย่อยสลายทางกล (Mechanical Degradation) โดยการให้แรงกระทำแก่ชิ้นพลาสติก ทำให้ชิ้นส่วนพลาสติกแตกออกเป็นชิ้น ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้โดยทั่วไปในการทำให้พลาสติกแตกเป็นชิ้นเล็กๆ

3. การย่อยสลายผ่านปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidative Degradation) เป็นปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนลงในโมเลกุลของพอลิเมอร์ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้เองในธรรมชาติอย่างช้าๆ โดยมี

ออกซิเจน ความร้อน แสงยูวี หรือแรงทางกลเป็นปัจจัยสำคัญ เกิดเป็นสารประกอบไฮโดร-เปอร์ออกไซด์ (hydroperoxide, ROOH) ในพลาสติกที่ไม่มีการเติมสารเติมแต่งที่ทำหน้าที่เพิ่มความเสถียร (stabilizing additive) แสง และความร้อนจะทำให้ ROOH แตกตัวกลายเป็นอนุมูลอิสระ RO และ OH ที่ไม่เสถียรและเข้าทำปฏิกิริยาต่อที่พันธะเคมีบนตำแหน่งคาร์บอนในสายโซ่พอลิเมอร์ ทำให้เกิดการแตกหักและสูญเสียสมบัติเชิงกลอย่างรวดเร็ว

4. การย่อยสลายผ่านปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (Hydrolytic Degradation) การย่อยสลายของพอลิเมอร์ที่มีหมู่เอสเทอร์หรือเอไมด์ เช่น แป้ง พอลิเอสเทอร์ พอลิแอนไฮดริด พอลิคาร์บอนเนต และพอลิยูริเทน เป็นต้น ผ่านปฏิกิริยาก่อให้เกิดการแตกหักของสายโซ่พอลิเมอร์ ปฏิกิริยาไฮโดรไล-ซิสที่เกิดขึ้น โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ประเภทที่ใช้คะตะลิสต์ (Catalytic hydrolysis)

- แบบที่ใช้คะตะลิสต์จากภายนอกโมเลกุลของพอลิเมอร์เร่งให้เกิดการย่อยสลาย (External Catalytic Degradation) มี 2 ชนิด คือ คะตะลิสต์ที่เป็นเอนไซม์ต่างๆ (Enzyme) เช่น depolymerase lipase esterase และ glycohydrolase ในกรณีนี้จัดเป็นการย่อยสลายทางชีวภาพ และคะตะลิสต์ที่ไม่ใช่เอนไซม์ (Non-enzyme) เช่น โลหะแอลคาไลด์ (alkaline metal) เบส (base) และกรด(acid) ที่มีอยู่ในสภาวะแวดล้อมในธรรมชาติ ในกรณีนี้จัดเป็นการย่อยสลายทางเคมี

- แบบที่ใช้คะตะลิสต์จากภายในโมเลกุลของพอลิเมอร์เองในการเร่งให้เกิดการย่อยสลาย (Internal catalytic degradation) จะใช้หมู่คาร์บอกซิล(Carboxyl Group) ของหมู่เอสเทอร์หรือเอไมด์บริเวณปลายของสายโซ่พอลิเมอร์ในการเร่งปฏิกิริยาการย่อยสลายผ่านปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส

2. ไม่ใช้คะตะลิสต์ (Non-Catalytic Hydrolysis)

5. การย่อยสลายทางชีวภาพ (Biodegradation) การย่อยสลายของพอลิเมอร์จากการทำงานของจุลินทรีย์โดยทั่วไปมีกระบวนการ 2 ขั้นตอน เนื่องจากขนาดของสายพอลิเมอร์ยังมีขนาดใหญ่และไม่ละลายน้ำ ในขั้นตอนแรกของการย่อยสลายจึงเกิดขึ้นภายนอกเซลล์โดยการปลดปล่อยเอนไซม์ของจุลินทรีย์ซึ่งเกิดได้ทั้งแบบใช้เอนไซม์ ที่ทำให้เกิดการแตกตัวของพันธะภายในสายโซ่พอลิเมอร์อย่างไม่เป็นระเบียบ หรือ แบบ endo-enzyme และเอนไซม์ที่ทำให้เกิดการแตกหักของพันธะที่ละหน่วยจากหน่วยซ้ำที่เล็กที่สุดที่อยู่ด้านปลายของสายโซ่พอลิเมอร์ หรือ แบบ exo-enzyme เมื่อพอลิ-เมอร์แตกตัวจนมีขนาดเล็กพอจะแพร่ผ่านผนังเซลล์เข้าไปในเซลล์ และเกิดการย่อยสลายต่อในขั้นตอนที่ 2 ได้ผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนสุดท้าย (ultimate biodegradation) คือ พลังงานและสารประกอบขนาดเล็กที่เสถียรในธรรมชาติ (Mineralization) เช่น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สมีเทน น้ำ เกลือแร่ธาตุต่างๆ และมวลชีวภาพ (biomass)

8.2 สารเติมแต่งในพลาสติก

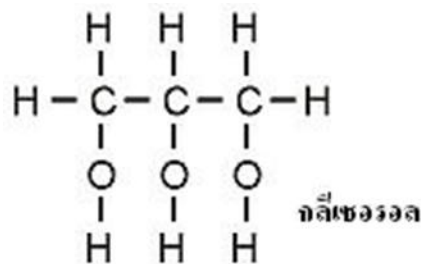
สารเติมแต่ง (additive) คือสารเคมีอินทรีย์หรืออนินทรีย์ที่ใช้ผสมในพลาสติกก่อนและระหว่างขึ้นรูปเพื่อปรับปรุงสมบัติขณะขึ้นรูป หรือสารเคมีอินทรีย์ที่เติมแต่งบนผิวผลิตภัณฑ์หลังขึ้นรูป เพื่อ

ปรับปรุงสมบัติผลิตภัณฑ์พลาสติกขณะใช้งานมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ เช่น เพื่อปรับปรุงพฤติกรรมพลาสติกระหว่างขึ้นรูป ช่วยให้การขึ้นรูปพลาสติกดีขึ้น (process ability) ช่วยเพิ่มสมบัติหรือคุณลักษณะบางประการเพื่อความทนทานหรือยืดอายุการใช้งาน (life or survival ability) แก่ผลิตภัณฑ์พลาสติก เพิ่มสมบัติเชิงกล (mechanical properties) หรือปรับปรุงลักษณะปรากฏพลาสติกที่ปราศจากสารเติมแต่ง เมื่อผ่านกระบวนการขึ้นรูปมักประสบปัญหาจากการเสื่อมสภาพ การเกิดสี และชิ้นงานพลาสติกติดกับเครื่องจักรที่ใช้ในการขึ้นรูป ซึ่งการเติมสารเติมแต่งในพลาสติกจะช่วยลดปัญหาดังกล่าว

พอลิเมอร์ที่มีสารเติมแต่งผสมอยู่ เรียกว่า คอมพาวด์(compound) ส่วนกรรมวิธีในการผสมสารเติมแต่งเข้ากับพอลิเมอร์ เรียกว่า คอมพาวด์ดิ้ง (compounding) การจำแนกประเภทของสารเติมแต่งตามหน้าที่ สามารถแบ่งได้ ดังนี้ฟิลเลอร์ (filler) สารสี (colourant) พลาสติกไซเซเซอร์ (plasticizer) สารหน่วงการติดไฟ (flame retarders) สารหล่อลื่น (lubricant) สารป้องกันการเสื่อมสภาพ (anti-ageing additives) ในกระบวนการเตรียมฟิล์มพอลิเมอร์ชีวภาพนี้ จะใช้สารเติมแต่งประเภทพลาสติกไซเซเซอร์ซึ่งพลาสติกประกอบด้วยโมเลกุลพอลิเมอร์(polymer molecules) แต่ละโมเลกุลเชื่อมต่อกันด้วยแรงแวนเดอร์วาลส์ (vanderwaals forces) โดยที่ พลาสติกไซเซเซอร์ไม่ได้เกิดปฏิกิริยากับพอลิเมอร์ แต่จะแทรกตัวเองอยู่ระหว่างโมเลกุลพอลิเมอร์โดยไปทำให้แรง vanderwaals ลดลงเท่านั้น เพื่อเพิ่มความนิ่ม ความสามารถในการยืดหยุ่นแก่ชิ้นงาน ดังนั้นพลาสติกไซเซเซอร์ในการเตรียมฟิล์มพอลิเมอร์ชีวภาพจากเปลือกมันสำปะหลังนี้ คือกลีเซอรอล ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

8.2.1 กลีเซอรอล

กลีเซอรอล (Glycerol) เป็นสารประกอบอินทรีย์ประเภทแอลกอฮอล์ที่มีคาร์บอน (C) 3 อะตอมและมีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) ทั้ง 3 หมู่ มีสูตรโมเลกุลคือ C₃H₈O₃ กลีเซอรอลเป็นของเหลวใสคล้ายน้ำมันไม่มีกลิ่นมีน้ำหนักโมเลกุล 92.09 ทางอุตสาหกรรมใช้เป็นตัวถ่ายเทความร้อนใช้วัดจุดเดือดอันตรายของกลีเซอรอล คือ จะก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบหายใจหรือผิวหนัง



รูปที่ 1 สูตรโครงสร้างโมเลกุลของกลีเซอรอล
การใช้กลีเซอรอลในอาหาร

1. ใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหาร (food additive) E-number E422 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ

- สารเก็บความชื้น (humectant) ป้องกันไม่ให้อาหารแห้งมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (water activity) ต่ำช่วยลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของอาหาร

- สารให้ความหวาน (sweetener) มีค่าความหวานสัมพัทธ์ 60 (น้ำตาลซูโครสมีความหวานสัมพัทธ์เท่ากับ 100) แต่ให้ค่าดัชนีไกลซีมิก (glycemic index) ที่ต่ำกว่าและแบคทีเรียไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จึงไม่ทำให้อาหารเสื่อมเสียและไม่ทำให้ฟันผุ

- เป็นสารที่ทำข้นหนืด (thickening agent) ใน liqueur

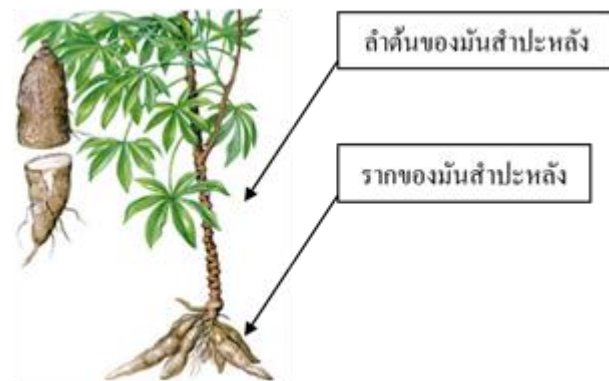
- เป็นอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier)

2. เป็นไครโอโพรเทกแทนต์ (Cryoprotectant) ใช้สารที่ป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็ง โดยลดจุดเยือกแข็ง (freezing point) ให้ต่ำลง

3. ใช้เพื่อผลิต monoglyceride และ diglyceride ซึ่งใช้เป็น emulsifier ในงานวิจัยนี้ได้เลือกวัสดุธรรมชาติที่ใช้ในการเตรียมฟิล์มพอลิเมอร์ชีวภาพ คือ เปลือกของมันสำปะหลัง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

8.3 มันสำปะหลัง

มันสำปะหลัง ชื่อสามัญ Tapioca Plant Cassava ,Manioc ชื่อวิทยาศาสตร์ Manihot esculenta Crantz



รูปที่ 2 แสดงลักษณะของต้นมันสำปะหลัง

จากรูปที่ 2 แสดงให้เห็นลักษณะและส่วนประกอบต่างๆ ของต้นมันสำปะหลัง โดยมีรายละเอียดดังนี้

- รากมันสำปะหลังมีรากน้อยและอยู่ไม่ลึกจากผิวดินมีราก 2 ชนิดคือรากจริงและรากสะสมอาหารที่เรียกกันทั่วไปหัวมีปริมาณแป้งประมาณ 15 - 40 % มีกรดไฮโดรไซยานิก (HCN) หรือกรดพริสซิก (prussic acid) ซึ่งมีพิษจะมีอยู่มากในส่วนของเปลือกมากกว่าเนื้อของหัว การแช่น้ำการต้มจะทำให้กรดระเหยไปได้

- ลำต้นมีลักษณะเป็นข้อๆ ซึ่งเป็นรอยที่ก้านใบร่วงหลุดไปสีของลำต้นส่วนยอดจะเป็นสีเขียวส่วนทางด้านล่างอาจมีสีน้ำตาลหรือสีม่วงแดงขึ้นอยู่กับพันธุ์ใบเป็นใบเดี่ยวใบแยกเป็น

แฉกคล้ายใบปาล์มมีสีเขียวก้านใบอาจมีสีเขียวหรือสีแดงบางพันธุ์ใบจะมีสีเหลืองหรือขาวหรือใบ
ต่างที่ใช้เป็นไม้ประดับ

- ดอกมันสำปะหลังมีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่ในช่อดอกเดียวกันดอกตัวผู้จะอยู่
ทางส่วนปลายของช่อดอกมีขนาดเล็กกว่าดอกตัวเมียมีกลีบดอก 5 กลีบมีสีเหลืองหรือมีลายแดง
ผลและเมล็ดในแต่ละผลจะมี 3 เมล็ดเมล็ดจะมีสีเทาหรือลายจุดดำ

ชนิดของมันสำปะหลัง

สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ดังนี้

1. ชนิดหวานเป็นมันที่ใช้สำหรับบริโภคมีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคต่ำไม่มีรสขม
และสามารถใช้ทำอาหารได้โดยตรงได้แก่พันธุ์ห่านาที่หรือก้านแดงและพันธุ์ระยะของ 2
2. ชนิดขมมีรสขมมีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคสูงต้องนำไปแปรรูปก่อนที่จะนำไปใช้
ประโยชน์ได้แก่พันธุ์ระยะของ 1, 3, 5, 7, 9, 60, 72 และ 90 พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 พันธุ์ห้วยบง 60
เป็นต้น

การเกิดพิษของมันสำปะหลัง

การเกิดพิษของมันสำปะหลัง ถ้ารับประทานดิบจะทำให้เกิดการคลื่นไส้อาเจียนกล้ามเนื้อทำงานไม่
สัมพันธ์กัน หายใจขัดกล้ามเนื้ออ่อนเพลียชักระตุกและหมดสติ

การลดความเป็นพิษในหัวมันสำปะหลังก่อนที่จะรับประทาน สามารถทำได้หลาย

วิธี คือ

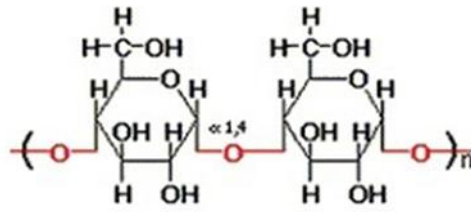
1. ล้างน้ำและแช่น้ำ เนื่องจากสารกลูโคไซด์ละลายน้ำได้ดีมาก ดังนั้น การล้างน้ำ
และแช่นานๆ กลูโคไซด์จะละลายไปกับน้ำ
2. การหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ และตากแดดให้แห้ง
3. การใช้ความร้อน เนื่องจากกลูโคไซด์สลายตัวได้ดีมากที่อุณหภูมิ 150°C ดังนั้น
เมื่อนำหัวมันสำปะหลังมาให้ความร้อนจะด้วยวิธีอบ นึ่ง ต้ม ความเป็นพิษจะหมดไป
4. การหมักของหัวมันสำปะหลัง ทำให้เกิดการอินทรีย์ขึ้น ซึ่งมีผลในการไฮโดรไลส์
สารกลูโคไซด์ที่มีในหัวมัน ทำให้เกิดแก๊สไฮโดรไซยาไนด์ระเหยและความเป็นพิษหมดไป

วิธีการต่างๆที่กล่าวมานี้ สามารถสามารถลดความเป็นพิษด้วยการลดสารกลูโคไซด์ในมัน
สำปะหลังได้มากจนถึงหมดไป เป็นผลทำให้มันสำปะหลังใช้บริโภคได้โดยไม่เป็นพิษต่อร่างกาย
ถึงแม้ว่าในบางครั้งไม่สามารถขจัดสารพิษออกได้หมด กรณีที่มีสารดังกล่าวหลงเหลืออยู่บ้างใน
ปริมาณเล็กน้อย เมื่อรับประทานเข้าไปจะถูกน้ำย่อยในลำไส้ย่อยได้อีก ดังนั้นโอกาสที่สารพิษของ
มันสำปะหลังจะเป็นพิษจึงมีน้อยมาก ถ้าปฏิบัติอย่างถูกต้องเปลือกมันสำปะหลังมีองค์ประกอบที่
สำคัญที่สามารถนำไปเตรียมฟิล์มพอลิเมอร์ชีวภาพได้ คือ แป้ง และเซลลูโลส ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

8.3.1 แป้ง

แป้งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่สะสมอยู่ในพืช มีองค์ประกอบของคาร์บอน ไฮโดรเจน
และออกซิเจน เป็นส่วนใหญ่ และมีสิ่งอื่นเจือปนน้อยมาก เช่น โปรตีน ไขมัน และเกลือแร่ พบใน

คลอโรพลาสต์ (ในใบ) และในส่วนที่พืชใช้เป็นแหล่งเก็บอาหาร เช่น เมล็ดหัว แต่เมื่อสกัดสิ่งเจือปนออกไปจนเหลือแป้งบริสุทธิ์เราจะเรียกว่า แป้งสตาร์ช (starch) เนื่องจากแป้งสตาร์ชมีความบริสุทธิ์สูง ไม่ได้ถูกทำการตัดแปลงหรือแปรรูปแต่อย่างใด



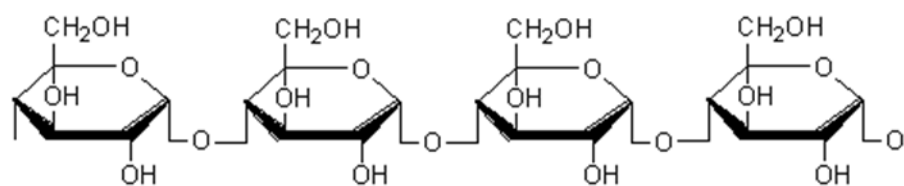
รูปที่ 3 โครงสร้างโมเลกุลของแป้ง

8.3.1.1 องค์ประกอบและโครงสร้างของแป้ง

แป้ง ประกอบไปด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ในอัตราส่วน 6 : 10 : 5 มีสูตรเคมีโดยทั่วไปคือ $(C_6H_{10}O_5)_n$ (ดังรูปที่ 3) แป้งเป็นพอลิเมอร์ของกลูโคส ซึ่งประกอบด้วยหน่วยของน้ำตาลกลูโคสมาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะกลูโคซิดิก (glucosidic linkage) ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 1 ส่วนปลายของสายพอลิเมอร์ที่มีหน่วยกลูโคสเป็นหมู่แอลดีไฮด์ (aldehyde group) เรียกว่า ปลายรีดิวซ์ซิง (reducing end group) แป้งประกอบไปด้วยพอลิเมอร์ของกลูโคส 2 ชนิด คือ อะมิโลส (พอลิเมอร์เชิงเส้น) และอะมิโลเพกทิน (พอลิเมอร์เชิงกิ่ง) แป้งจากแหล่งที่ต่างกันจะมีอัตราส่วนของอะมิโลสและอะมิโลเพกทินแตกต่างกัน (ดังตารางที่ 1) ทำให้คุณสมบัติของแป้งแต่ละชนิดแตกต่างกัน

คุณสมบัติ	อะมิโลส	อะมิโลเพกทิน
ลักษณะโครงสร้าง	สารประกอบของน้ำตาลกลูโคส เกาะกันเป็นเส้นตรง	สารประกอบของน้ำตาลกลูโคสเกาะกันเป็นกิ่งก้าน
พันธะที่จับ	α -1,4	α -1,4 และ α -1,6
ขนาด	200 – 2,000 หน่วยกลูโคส	มากกว่า 10,000 หน่วยกลูโคส
การละลาย	ละลายน้ำได้น้อยกว่า	ละลายน้ำได้ดีกว่า
การจับตัว	เมื่อให้ความร้อนแล้วทิ้งไว้จะจับตัวเป็นวุ้นและแผ่นแข็ง	ไม่จับตัวเป็นแผ่นแข็ง
การทำปฏิกิริยากับไอโอดีน	สีน้ำเงิน	สีแดงม่วง

อะมิโลส (amylose) เป็นพอลิเมอร์เชิงเส้นที่ประกอบด้วยกลูโคสประมาณ 2,000 หน่วยเชื่อมต่อกันด้วยพันธะกลูโคซิดิก (glucosidic linkage) ชนิดแอลฟา -1,4 (α -1,4) ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 โครงสร้างของอะมิโลส (พอลิเมอร์เชิงเส้น)

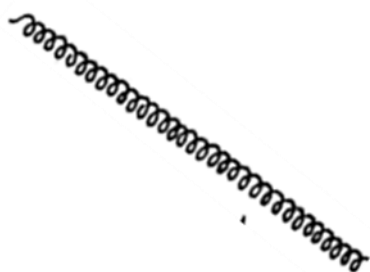
แป้งจากธัญพืช เช่น แป้งข้าวโพด แป้งสาลี แป้งข้าวฟ่าง มีปริมาณอะมิโลสสูงประมาณ 28 % แป้งจากรากและหัว เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งมันฝรั่ง แป้งสาคุมี ปริมาณอะมิโลสต่ำประมาณ

20% ส่วนแบ่งข้าวเหนียว (waxy starch) ไม่มีเลยในธรรมชาติอะมิโลสมีกิ่งก้านอยู่บ้างไม่มาก คุณสมบัติทางโครงสร้างของอะมิโลสของแป้งหลายๆ ชนิดดังตารางที่ 2 ตำแหน่งของอะมิโลสภายในเม็ดแป้งจะขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของแป้ง อะมิโลสบางส่วนอยู่ในกลุ่มของอะมิโลเพกทิน บางส่วนกระจายอยู่ทั้งในส่วนอสัณฐาน (amorphous) และส่วนผลึก (crystalline) ในแป้งสาลีพบอะมิโลสอยู่ในส่วนอสัณฐาน ในแป้งมันฝรั่งจะพบอะมิโลสอยู่ร่วมกับอะมิโลเพกทินในส่วนผลึก

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางโครงสร้างของอะมิโลส

แหล่งแป้ง	ปริมาณอะมิโลส (%)	β - Amylolysis Limit (%)	ขนาดโมเลกุลเฉลี่ย	จำนวนสายเฉลี่ย	ความยาวสายเฉลี่ย	โมเลกุลกิ่ง
แป้งสาลี	28	88	1,300	4.8	270	27
แป้งข้าวโพด	28	82	930	2.7	340	44
แป้งข้าวเจ้า	17	-	-	-	-	-
แป้งมันสำปะหลัง	17	75	2,600	7.6	340	42
แป้งมันฝรั่ง	21	80	4,900	9.5	240	-

โครงสร้างของอะมิโลส เมื่ออยู่ในสารละลายจะมีหลากหลายรูปแบบ เช่น แบบเกลียวม้วน (helix) แบบเกลียวที่คล้ายตัว (interrupted helix) หรือ แบบม้วนอย่างไม่เจาะจง (random coil) ดังรูปที่ 5 ในสารละลายที่อุณหภูมิห้อง อะมิโลสอยู่ในลักษณะเป็นเกลียวม้วนหรือเกลียวที่คล้ายตัว แต่ในตัวทำละลายบางชนิดอะมิโลสจะอยู่ในลักษณะม้วนอย่างไม่เจาะจง นอกจากนี้โครงสร้างของอะมิโลสยังขึ้นอยู่กับขนาดของโมเลกุลด้วย



แบบเกลียวม้วน (helix)



แบบเกลียวที่คล้ายตัว (interrupted helix)



แบบม้วนไม่เจาะจง (random coil)

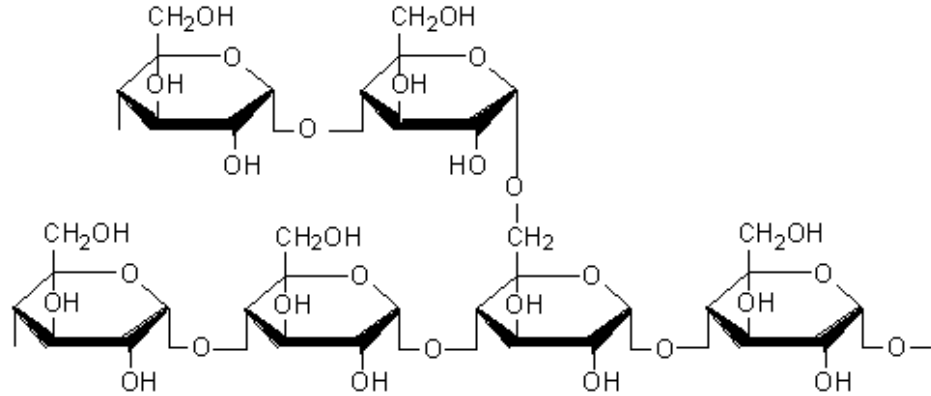
รูปที่ 5 ลักษณะเกลียวของอะมิโลส

อะมิโลเพกทิน (amylopectin) เป็นพอลิเมอร์เชิงกิ่งของกลูโคสส่วนที่เป็นเส้นตรงของกลูโคสเชื่อมต่อกันด้วยพันธะกลูโคซิดิกชนิด α -1,4 และส่วนที่เป็นกิ่งสาขาที่เป็นพอลิเมอร์กลูโคสสายสั้น มีขนาดโมเลกุลอยู่ในช่วง 10 – 60 หน่วย เชื่อมต่อกันด้วยพันธะกลูโคซิดิกชนิด α -1,6 (ดังรูปที่ 6) ลักษณะโครงสร้างแบบกิ่งของอะมิโลเพกทินประกอบด้วยสายโซ่ (chain) 3 ชนิด คือ

- สาย A (A - chain) เชื่อมต่อกับสายอื่นที่ตำแหน่งเดียว ไม่มีกิ่งเชื่อมต่อออกจากสายชนิดนี้ (unbranched structure)

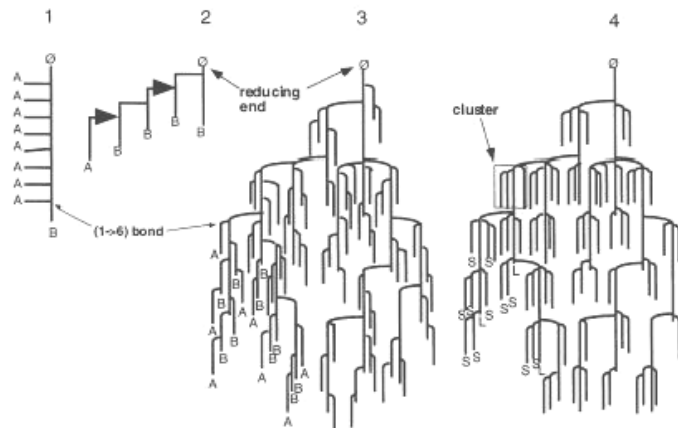
- สาย B (B - chain) มีโครงสร้างแบบกิ่งเชื่อมต่อกับสายอื่นๆ 2 สายหรือมากกว่า โครงสร้างอะไมโล-เพกทินประกอบด้วยสาย A และ สาย B ในอัตราส่วน 0.8 : 0.9 : 1

- สาย C (C - chain) เป็นสายแกนประกอบด้วยหมู่รีดิวซ์ซึ่ง 1 หมู่ ในอะไมโลเพกทิน แต่ ละโมเลกุล ประกอบด้วยสาย C เพียงหนึ่งสายเท่านั้น



รูปที่ 6 โครงสร้างของอะไมโลเพกทิน (พอลิเมอร์เชิงกิ่ง)

ขนาดของโมเลกุลอะไมโลเพกทินจะมีตั้งแต่โมเลกุลขนาดเล็กจนถึงโมเลกุลขนาดใหญ่ และอยู่รวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อน (cluster) สำหรับอะไมโลเพกทินของแป้งข้าวเจ้า ข้าวเหนียว มันสำปะหลัง และ มันฝรั่ง สายส่วนใหญ่ประมาณ 80 – 90 % ประกอบด้วยกลุ่มเดี่ยวๆ และสายที่เหลืออีก 10 – 20 % จะเป็นส่วนเชื่อมต่อของแต่ละกลุ่ม ในแต่ละกลุ่มประกอบด้วยสายประมาณ 22 – 25 สายทำให้เกิดเป็น ส่วนผลึกของเม็ดแป้ง ในการจับกันเป็นกลุ่มของโมเลกุลอะไมโลเพกทินทำให้เกิดเกลียวคู่ (double helix) ซึ่งช่วยให้เม็ดแป้งมีความคงทนต่อการทำปฏิกิริยาด้วยกรดและเอนไซม์ ลักษณะโครงสร้างที่เป็นเกลียวคู่ ของอะไมโลเพกทินบริเวณสาย A และสาย B ดังรูปที่ 7

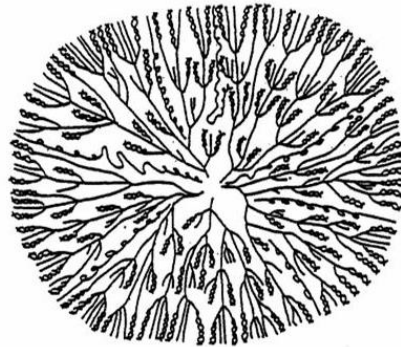


รูปที่ 7 ลักษณะโครงสร้างที่เป็นเกลียวคู่ของอะไมโลเพกทินบริเวณสาย A และสาย B การเกิดเกลียวคู่ของอะไมโลเพกทินจะต้องใช้พันธะไฮโดรเจนและแรงแวนเดอร์วาลส์ในการ เชื่อมต่อกัน กิ่งของอะไมโลเพกทินภายในเม็ดแป้งสามารถเกิดเป็นผลึกได้ ทั้งกิ่งที่อยู่ใกล้กันในกลุ่ม (cluster) เดียวกัน หรือเกิดขึ้นระหว่างกลุ่มที่ใกล้เคียงกัน สมบัติโครงสร้างของอะไมโลเพกทิน ดังแสดง ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางโครงสร้างของอะไมโลเพกทิน

แหล่งแป้ง	ปริมาณ อะไมโล-เพกทิน	ขนาด โมเลกุล เฉลี่ย	ความ ยาวสาย เฉลี่ย	จำนวน สายเฉลี่ย	ความยาวสาย ภายนอกเฉลี่ย	ความยาวสาย ภายในเฉลี่ย

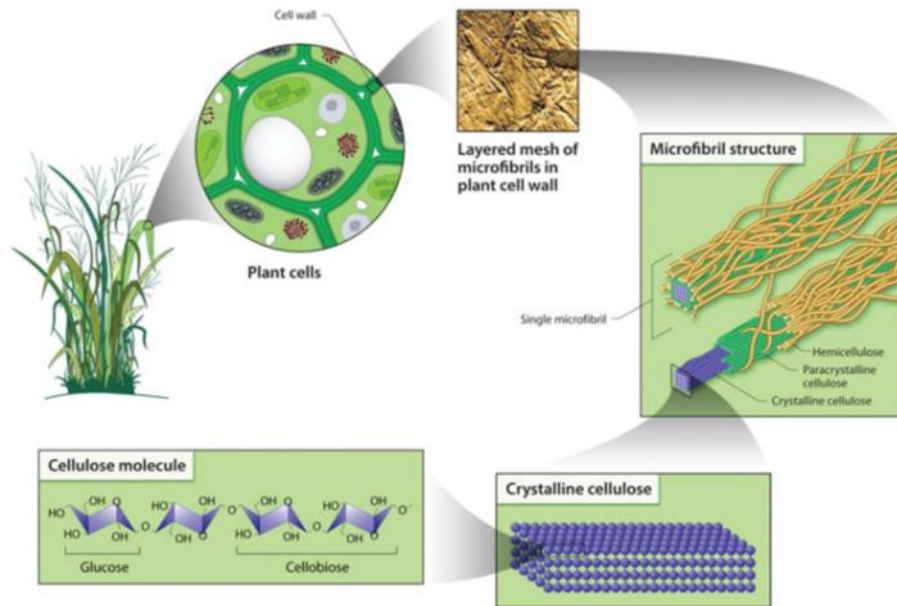
	(%)					
แป้งสาลี	72	4,800	19	250	13	5
แป้งข้าวโพด	72	8,200	22	370	15	6
แป้งข้าวเจ้า	83	-	-	-	-	-
แป้งข้าวเหนียว	-	18,500	18	1,000	12	5
แป้งมันสำปะหลัง	83	-	-	-	-	-
แป้งมันฝรั่ง	79	9,800	24	410	15	8



รูปที่ 8 แบบจำลองโครงสร้างอะไมโลสและอะไมโลเพกตินในแป้งจากธัญพืช
จากรูปที่ 8 จะเห็นแบบจำลองโครงสร้างอะไมโลสและอะไมโลเพกตินในแป้งจากธัญพืช โดยที่อะไมโลเพกตินถือว่ามีความสำคัญมากกว่าอะไมโลสทั้งด้านโครงสร้าง หน้าที่ และการนำไปใช้ ดังนั้น เมื่อมีอะไมโลเพกตินเพียงอย่างเดียวก็สามารถรวมตัวเพื่อสร้างเม็ดแป้งได้ ปริมาณของอะไมโลสและอะไมโลเพกตินที่แตกต่างกันทำให้สมบัติของแป้งแตกต่างกันด้วยเช่นกัน

8.3.2 เซลลูโลส

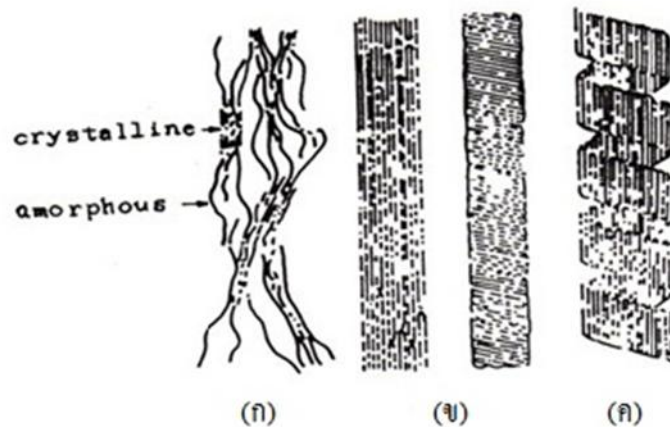
เซลลูโลสเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่พบมากที่สุดประมาณ 45% ของสารอินทรีย์ทั้งหมด ในธรรมชาติส่วนใหญ่สะสมอยู่ที่ผนังเซลล์ในพืชชั้นสูงทุกชนิดซึ่งมีส่วนประกอบของเซลลูโลสมากกว่า 97-99% จัดว่าเป็นเซลลูโลสบริสุทธิ์ประกอบด้วยสายโซ่พอลิเมอร์ (polymer chain) เรียงขนานกันและยึดกันด้วยแรงแผ่กระจาย (dispersion force) และพันธะไฮโดรเจน (hydrogen bond) ภายในโมเลกุล เซลลูโลสจึงยึดติดกันแน่นทำให้เซลลูโลสทำปฏิกิริยากับสารต่างๆ ได้ช้า เซลลูโลสในผนังเซลล์ปฐมภูมิ (primary cell wall) ประกอบด้วยกลูโคสยาวประมาณ 2,000 โมเลกุลและไม่ต่ำกว่า 14,000 โมเลกุลในผนังเซลล์ทุติยภูมิ (secondary cell wall) โดยโมเลกุลของเซลลูโลสจะเกาะกันเป็นคู่ตามยาวและเรียงขนานกันเป็นกลุ่ม 40 คู่เรียกว่าไมโครไฟบริล (microfibril) เพื่อให้ความแข็งแรงกับผนังเซลล์ของพืชแสดงดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 โครงสร้างของเซลลูโลสในผนังเซลล์พืชชั้นสูง

โครงสร้างของเซลลูโลสในผนังเซลล์พืชชั้นสูงมี 3 แบบ (ดังรูปที่ 10) คือ

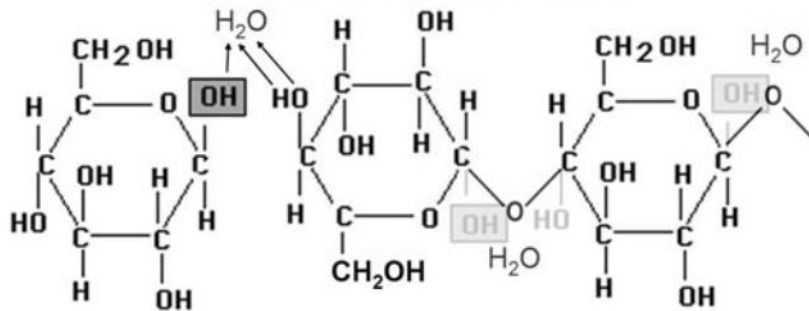
1. Fringe micelle ประกอบด้วยส่วนที่เป็นผลึก (crystalline) และส่วนที่เป็นอสัณฐาน (amorphous)
2. โครงสร้างของเซลลูโลสที่ม้วนหรือพับไปตามแกนของเส้นใยเซลลูโลส
3. โครงสร้างที่มีลักษณะเป็นแบบริบบิ้นและม้วนเป็นเกลียว



รูปที่ 10 เส้นใยเซลลูโลสในผนังเซลล์พืชชั้นสูง (ก) แบบ Fringe micelle (ข) แบบที่ม้วนหรือพับไปตามแกนของเส้นใยเซลลูโลส และ (ค) แบบริบบิ้นและม้วนเป็นเกลียว

โครงสร้างที่แตกต่างกัน 3 แบบก่อให้เกิดช่องว่างระหว่างโมเลกุลทำให้โมเลกุลไม่ต่อเนื่อง ในธรรมชาติจึงไม่พบเซลลูโลสในรูปอิสระแต่มักรวมกับลิกนิน เฮมิเซลลูโลส เพนโตแซน กัมแทนนิน และ ไชมัน เป็นต้นในด้านโครงสร้างทางเคมีเซลลูโลสเป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตที่ประกอบด้วยหน่วยย่อยของน้ำตาลกลูโคส (glucose) จำนวน 1,000-10,000 โมเลกุลต่อกันเป็นโพลีเมอร์ (polymer) เชื่อมกันด้วย β -1, 4-glycosidic bond ระหว่าง alcoholic hydroxyl groups โดยโมเลกุลสายยาวของเซลลูโลสประกอบด้วยกลูโคส 2,000-15,000 โมเลกุลและมีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 20,000-2,400,000 ดาลตัน

(Dalton) การเรียงตัวของโมเลกุลเซลลูโลสมีลักษณะเป็นเส้นตรงไม่มีแขนงย่อยมีสูตรเคมีทั่วไปคือ $(C_6H_{10}O_5)_n$ เมื่อ n คือจำนวนหน่วยกลูโคสทั้งหมดที่ประกอบกันเป็นโครงสร้างแสดงดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 โครงสร้างของเซลลูโลส

ชนิดของเซลลูโลสแบ่งตามความสามารถในการละลายในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ได้เป็น 3 ชนิดคือ

1. แอลฟา-เซลลูโลส (α -cellulose) คือเซลลูโลสที่ไม่ละลายในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 17.5%
2. เบต้า-เซลลูโลส (β -cellulose) คือเซลลูโลสที่ละลายได้ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 17.5% ที่อุณหภูมิห้องแต่สามารถตกตะกอนได้ง่ายในสารละลายที่มีสภาพเป็นกรด
3. แกมมา-เซลลูโลส (γ -cellulose) คือเซลลูโลสที่ละลายได้ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 17.5% และสารละลายกรดแต่สามารถตกตะกอนได้โดยใช้แอลกอฮอล์

ส่วนใหญ่ประชาชนในประเทศไทยประกอบอาชีพเกษตรกรรมทำให้มีผลพลอยได้และวัสดุอินทรีย์ที่เหลือทิ้งเช่น ใบไม้ และเศษวัชพืชจำนวนมากก่อให้เกิดปัญหาขยะมูลฝอยตามมาการคิดหาวิธีนำเศษอินทรีย์เหลือทิ้งเหล่านี้ไปแปรรูปหรือเพิ่มมูลค่าจะช่วยแก้ปัญหาเหล่านี้ได้ส่วนหนึ่งตัวอย่างของเศษวัสดุอินทรีย์ที่มีส่วนประกอบเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณเซลลูโลสในวัสดุอินทรีย์

วัสดุอินทรีย์ ปริมาณเซลลูโลส (%)	ปริมาณเซลลูโลส (%)
ฝ้าย	91
เนื้อไม้	40.0-45.0
กระดาษหนังสือพิมพ์	40.0-48.0
วัสดุเหลือใช้จาก furfural process	40
ฟางข้าว	
ข้าวสาลี	30.5
ข้าวเจ้า	32.1
ข้าวบาร์เลย์	40
ข้าวโอ๊ต	42.8
ข้าวไรน์	34

ชานอ้อย	46
เส้นใยชานอ้อย	56.6
ชานอ้อยส่วนแกน	55.4

ในการย่อยพอลิเมอร์ชีวภาพนั้นสามารถย่อยได้หลายวิธี เช่นเทคนิค high-pressure homogenization (HPH) เทคนิค irradiation และ เทคนิคการใช้อัลตราซาวด์ (ultrasound) ซึ่งในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้เทคนิคอัลตราซาวด์ (ultrasound) เนื่องจากเป็นเทคนิคที่ง่ายและอุปกรณ์ที่ใช้งานมีอยู่อย่างจำกัด

9.การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

วิธีการเตรียม	ข้อมูลการสังเคราะห์สาร	ประสิทธิภาพ	อ้างอิง
ฟิล์มพอลิเมอร์ชีวภาพ	แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวเจ้า ความเข้มข้น 5, 10, 15%(W/V) ผสม พลาสติกไซเซอร์ความเข้มข้น 30 %ทำให้แห้งที่ 50°C เวลา 12 hr	$p \leq 0.05$ ความขุ่น 5.62 ละลายน้ำ 63.75 % การยืดหยุ่น 21.87% ต้านแรงดึง 3.79 MPa	[3]
ฟิล์มพอลิเมอร์ชีวภาพ	ผงมะม่วงพันธุ์ฟ้าลั่น แช่แคลเซียมคลอไรด์ เข้มข้น 0.1 N อบที่ 60°C เวลา 6 hr	ขนาดของผง 45 ไมโครเมตร ความชื้น 3.94% ความหนืด 110 ± 0 RVU การซึมผ่านของฟิล์ม 3.18 g/m ² /วัน $p > 0.05$	[4]
ฟิล์มพอลิเมอร์ชีวภาพ	แป้งมันสำปะหลังละลายในไฮโดรคลอริกความเข้มข้นร้อยละ 4 ที่ 35°C เวลา 1-24 hr	ความเค้นของฟิล์มจากแป้งไม่มีกลีเซอรอล 46 - 56% ความเค้นของฟิล์มจากแป้งไม่มีกลีเซอรอล 46 - 56%	[5]
ฟิล์มพอลิเมอร์ชีวภาพ	แป้งข้าวเจ้าร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก เติมพลาสติกไซเซอร์ ความเข้มข้น 30 %	ความหนาของฟิล์ม 86.33 ไมโครเมตร ค่าซึมผ่านไอน้ำ 3% การละลายน้ำของ	[6]

		ฟิล์มต่ำสุด 59.20 g/m ² ต่อวัน <i>p</i>)0.05	
ฟิล์มพอลิเมอร์ ชีวภาพ	agar, cassava starch and arabinoxylan blends	ความหนา ประมาณ 30-60 ไมโครเมตร	[7]

เอกสารอ้างอิงของโครงการวิจัย

[1] <http://www.foodnetworksolution.com>. การเปลี่ยนแปลงของผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว. ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร (Food Network Solution).

[2] <http://edtech.ipst.ac.th>. แวกซ์ผลไม้อันตรายหรือไม่. สาขาเทคโนโลยีการศึกษา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) กระทรวงศึกษาธิการ

[3] กษิติศ อิมประไพ, อรพิน เกิดชูชื่น และณัฏฐาเลาหกุลจิตต์, 2553, การศึกษาคุณสมบัติทางกลและกายภาพของฟิล์มบริโภาคได้จากแป้งข้าวเจ้าและแป้งมันสำปะหลัง, คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[4] จุฑามาศ พิสมัย, อารยา ยงกสิการณ, ชลลดา สังเวียน และนันท์ชนก นันทะไชย, 2555, การศึกษาแผ่นฟิล์มบริโภาคได้จากผงมะม่วง, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

[5] ปฐมาจาตกานนท์, กุลฤดี แสงสีทอง, รุ่งทิวา วันสุขศรี และกล้าณรงค์ ศรีรอด, 2555, สมบัติของฟิล์มจากแป้งมันสำปะหลังดัดแปรด้วยกรดในน้ำและเอทานอล, สถาบันคั้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[6] ภูริสา ทศวิไล, อรพิน เกิดชูชื่น และณัฏฐาเลาหกุลจิตต์, 2553, คุณสมบัติของฟิล์มประกอบ Biopolymer จากแป้งและเพคติน, คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[7] D. Phan The, F. Debeaufort, A. Voilley, D. Luu. Biopolymer interactions affect the functional properties of edible films based on agar, cassava starch and arabinoxylan blends. Journal of Food Engineering 90 (2009) 548–558.

11. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ เช่น ด้านวิชาการ ด้านนโยบาย ด้านเศรษฐกิจ/พาณิชย์ ด้านสังคมและชุมชน รวมถึงการเผยแพร่ในวารสาร จดลิตธิ์บัตร ฯลฯ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลงาน	ดัชนีชี้วัดความสำเร็จ
1. ฟิล์มพอลิเมอร์ชีวภาพจากเปลือกมันสำปะหลัง	1. ฟิล์มพอลิเมอร์ชีวภาพจากเปลือกมันสำปะหลัง
2. องค์ความรู้	2. 2.1 ความรู้ทางด้านพอลิเมอร์กับความรู้เพิ่มเติมทางด้านชีววิทยามาประยุกต์รวมกัน 2.2 ความรู้พื้นฐานทางฟิสิกส์วัสดุสมบัติ

4.ออกแบบและทดลอง													
5.วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี													
6.ทดสอบประสิทธิภาพ การวัด ค่าสีของฟิล์ม													
7.วิเคราะห์ผลการทดลอง													
8. สรุปผลการทดลอง													
9.นำเสนอผลงานในงานสัมมนา วิชาการ													
10.จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์													

14. ปัจจัยที่เอื้อต่อการวิจัย (อุปกรณ์การวิจัย โครงสร้างพื้นฐาน ฯลฯ) ระบุเฉพาะ
ปัจจัยที่ต้องการเพิ่มเติม ไม่มี

15. งบประมาณของโครงการวิจัย

16.1 รายละเอียดงบประมาณการวิจัย จำแนกตามงบประมาณต่าง ๆ [ปีงบประมาณ
ที่เสนอขอ (ผนวก 5)]

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)
1. งบบุคลากร	
ค่าตอบแทนนักวิจัย	40,000.00
ผู้ช่วยนักวิจัย (ระดับปริญญาตรี 7,630 ×1×6)	45,780.00
2. งบดำเนินงาน	
2.1 ค่าตอบแทน วัสดุ และ วัสดุ	
2.1.1 ค่าใช้สอย	
ค่าใช้จ่ายสำหรับจัดทำชิ้นงานต่างๆ (โครงสร้างและส่วนประกอบ อื่นๆ)เช่นแบบพิมพ์ขึ้นรูปฟิล์ม	45,509.00
ค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์สารสำหรับตรวจวัดคุณสมบัติ ของสารสังเคราะห์ เช่น SEM XRD UV - Visible spectrophotometer	40,000.00
ค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เช่น การทดสอบความ เค้น ความเครียด โมดูลัส ทดสอบแรงดึง(Tensile strength)	30,000.00
ค่าใช้จ่ายในการทดสอบความสามารถในการนำไปใช้งานของฟิล์ม เช่น การวัดปริมาณการแพร่ผ่านของออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ความชื้น กลืน	30,000.00
ค่าใช้จ่ายสำหรับการเผยแพร่ความรู้สู่ชุมชน	10,000.00
ค่าจ้างพิมพ์รายงาน	3,000.00
ค่าถ่ายเอกสารรายงานการวิจัยทำรูปเล่ม 10 เล่ม และดำเนินงาน เอกสารเช่น การรายงานความก้าวหน้างานวิจัย อื่นๆ	5,000.00
2.1.2 ค่าวัสดุ	
ค่าสารเคมีและสารมาตรฐาน(สารประกอบตั้งต้นเพื่อเตรียมตัวอย่าง	30,000.00

เช่น พลาสติกไซเซออร์ ฯ	
ค่าวัสดุที่นำมาสังเคราะห์และทดสอบ เช่น มันสำปะหลัง ผลไม้ที่ใช้ทดสอบ	5,000.00
ค่าอุปกรณ์สำหรับการผลิตและสร้างฟิล์มพอลิเมอร์ชีวภาพ เช่น อุปกรณ์ที่ใช้ในการอบฟิล์ม และชุดอุปกรณ์ที่ในการผสมสารให้เป็นเนื้อเดียวกัน	50,000.00
ค่าวัสดุวิทยาศาสตร์ เช่น เครื่องแก้วทนความร้อนสูงและอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมสาร	40,000.00
ค่าวัสดุสำนักงาน	5,000.00
ค่าวัสดุหนังสือ วารสารและตำรา	5,000.00
2.2 ค่าสาธารณูปโภค	
ค่าไฟฟ้า และ ค่าน้ำประปา	15,711.00
รวมงบประมาณที่เสนอขอ (สี่แสนบาทถ้วน)	400,000.00

16.2 รายละเอียดงบประมาณการวิจัย จำแนกตามงบประมาณต่าง ๆ ที่เสนอขอในแต่ละปี [กรณีเป็นโครงการวิจัยที่มีระยะเวลาดำเนินการวิจัยมากกว่า 1 ปี (ผนวก 8)]

16.3 งบประมาณการวิจัยที่ได้รับจัดสรรในแต่ละปีที่ผ่านมา (กรณีเป็นโครงการวิจัยต่อเนื่องที่ได้รับอนุมัติให้ทำการวิจัยแล้ว)

17 ผลสำเร็จและความคุ้มค่าของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ

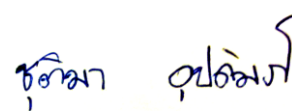
- 17.1 ได้ความรู้ในเรื่องประโยชน์ของส่วนที่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมมันสำปะหลัง
- 17.2 สามารถเป็นวัสดุสำหรับห่อเพื่อรักษาผลไม้ และสามารถบริโภคได้
- 17.3 ได้เทคโนโลยีและวิธีการใหม่สำหรับการถ่ายทอดให้กับชุมชนในท้องถิ่นและยังสามารถนำผลงานที่สำเร็จไปตีพิมพ์เป็นวารสารงานวิจัยในระดับประเทศและต่างประเทศได้

18 โครงการวิจัยต่อเนื่องปีที่ 2 ขึ้นไป

- 18.1 คำรับรองจากหัวหน้าโครงการวิจัยว่าโครงการวิจัยได้รับการจัดสรรงบประมาณจริงในปีงบประมาณที่ผ่านมา
- 18.2 ระบุว่าโครงการวิจัยนี้อยู่ระหว่างเสนอของบประมาณจากแหล่งเงินทุนอื่น หรือเป็นการวิจัยต่อยอดจากโครงการวิจัยอื่น (ถ้ามี)
- 18.3 รายงานความก้าวหน้าของโครงการวิจัย (แบบ ต-1ช/ด)

19 คำชี้แจงอื่น ๆ (ถ้ามี)

20 ลงลายมือชื่อ หัวหน้าโครงการวิจัย พร้อมวัน เดือน ปี



(นายชุตินา อูปัตถ์)

หัวหน้าโครงการวิจัย

วันที่ 7 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2557

ส่วน ค : ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวชุตินา อูปถัมภ์
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Chutima Oopathump

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร 10120 เบอร์

โทรศัพท์: 0-2287-9600, 0-2286-3991-5 โทรสาร: 0-2286-3596 e-mail

5. ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วท.ม.	ฟิสิกส์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ไทย	2543
วท.บ.	ฟิสิกส์อิเล็กทรอนิกส์	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ไทย	2538

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

6.1 สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

6.2 สาขาจุลชีววะ

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย -

a. หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย -

b. งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : -

c. งานวิจัยที่กำลังทำ : -

8. เลขทะเบียนนักวิจัยแห่งชาติของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

8.1 เลขทะเบียน 22733

ประวัติผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวเขมฤทัย ถามะพัฒน์
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss KheamrutaiThamaphat

2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

3. ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์

4. สังกัด ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

126 ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กทม. 10140 โทรศัพท์ 081-582-9944 โทรสาร 02-427-8785 e-mail address: kheamrutai.tha@kmutt.ac.th

5. ประวัติการศึกษา และประสบการณ์วิจัยหลังปริญญาเอก

5.1 ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
ปร.ด.	ฟิสิกส์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	2550
วท.ม.	ฟิสิกส์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2547
วท.บ.(เกียรตินิยม)	ฟิสิกส์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	2543

ศึกษาระดับปริญญาโท

ชื่อวิทยานิพนธ์ที่ทำ Lethal Effect of Low-Voltage Alternating Current on *Bacillus cereus*

ศึกษาระดับปริญญาเอก

ชื่อวิทยานิพนธ์ที่ทำ Application of Electron Spin Resonance Spectroscopy to Analyze the Cane Sugar Quality

5.2 วิจัยหลังปริญญาเอก

หัวข้อ Multifrequency CW and Pulsed electron Paramagnetic Resonance Studies of Nanomaterials

สถานที่ Centre for Magnetic Resonance (CMR), The University of Queensland

ประเทศออสเตรเลีย

5.3 ทูเนการศึกษาและประกาศนียบัตรที่ได้รับ

- รางวัลงานเชิดชูเกียรติคณาจารย์และนักวิจัย (2551-2552) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

- รางวัลผลงานวิจัยระดับดี สาขาวิทยาศาสตร์ ในการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 46 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- UDC Scholarship ในระดับปริญญาโท – เอก

- รางวัลการศึกษายอดเยี่ยมชั้นวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาฟิสิกส์ จากมูลนิธิ ศ.ดร. แถบ นีละนิธิ ประจำปี พ.ศ. 2547

- รางวัลวิทยานิพนธ์ดีเด่น ประจำปีการศึกษา 2546 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. ผลงานทางวิชาการ

6.1 ผลงานตีพิมพ์ระดับนานาชาติ

1) Chutrakulwong, F. and Thamaphat, K., 2014, Durian Peeling Extract Mediated Green Synthesis of Silver Nanoparticles. **Advanced Material Research** 875-877: 18-22.

2) S. Apichart, K. Thamaphat and S. Limsuwan. 2013. Construction of a Cost Effective Current Balance for Physics Teaching. **Advanced Material Research** 770: 374-377.

3) N. Meekaewnoi, K. Thamaphat and S. Limsuwan. 2013. Investigation of Thermal Expansion Coefficient of Metals from Light Diffraction Pattern. **Advanced Materials Research** 770: 362-365.

4) C. Apiputikul, K. Thamaphat, Monrudee Ranusawad and P. Limsuwan. 2013. Uncomplicated Setting Apparatus for Measurement of Fluid Flow Rate using Laser Doppler Technique: Physics Teaching. **Advanced Materials Research** 770: 366-369.

5) Intarasawang, M. and Thamaphat, K., 2013, "Utilization of Aquatic Weed for Environmental and Rapid synthesis of Silver Nanoparticles", **Advanced Materials Research**, Vol. 662, pp. 80-83.

6) Kaewwiset, W., Thamaphat, K., Kaewkhao, J. and Limsuwan, P., 2013, "ESR and Spectral Studies of Er^{3+} Ions in Soda-Lime Silicate Glass", **Physica B**, Vol. 409, pp. 24-29.

7) Kaewwiset, W., Thamaphat, K., Kaewkhao, J. and Limsuwan, P., 2012, " Er^{3+} -Doped Soda-Lime Silicate Glass: Artificial Pink Gemstone", **American Journal of Applied Sciences**, Vol. 9, pp. 1769-1775.

8) Busiri, R., Thamaphat, K. and Limsuwan, P., 2012, "Synthesis and Characterization of Pure Natural Hydroxyapatite from Fish Bones Bio-Waste", **Advanced Materials Research**, Vol. 506, pp. 206-209.

9) Pankaew, P., Hoonvivathana, E., sujinnapram, S., Thamaphat, K., Limsuwan, P. and Naemchanthara, K., 2012, "Characterization of Apatite from Human Teeth via XRD, FT-IR and TGA Techniques", **Advanced Materials Research**, Vol. 506, pp. 90-93.

10) Insiripong, S., Kedkaew, C., Thamaphat, K., Chantima, N., Limsuwan, P. and Kaewkhao, J., 2012, "Irradiation Effect on Natural Quartz from Zombia", **Procedia Engineering**, Vol. 32, pp. 83-89.

11) Taweepong, J., Thamaphat, K. and Limsuwan, P., 2012, "Jumping Ring Experiment: Effects of Temperature, Non-Magnetic Material and Applied Current on the Jump Height", **Procedia Engineering**, Vol. 32, pp. 982-988.

12) Chinpon, A., Thamaphat, K., Hansuparnusorn, M. and Limsuwan, P., 2012, "A Force Measurement Method using the Optical Fibre Beam", **Procedia Engineering**, Vol. 32, pp. 989-993.

13) Thamaphat, K., Limsuwan, P. and Smith, S.M., 2011, "Electron Spin Resonance Investigation of Free Radicals Produced in Pulverized Non-Irradiated Sugar", **International Journal of Modern Physics B**, Vol. 25, pp. 2383-2391.

14) Thamaphat, K., Kaewwiset, W. and Limsuwan, P., 2010, "Application of ESR Technique to Distinguish the Phase and Size of TiO_2 Powders", **Journal of Electronic Science and Technology**, Vol. 8, pp. 31-34.

15) Thamaphat, K., Oopathump, C. and Panacharoensawad, B., 2010, "Non-Thermal Lethal Effects of Low-Voltage Alternating Current on *Bacillus cereus*", **Journal of Applied Sciences**, Vol. 10, pp. 3222-3228.

16) Ruangthaweeep, Y., Kitiauchawal, T., Kaewkhao, J., Thamaphat, K. and Limsuwan, P., 2010, "The Spectroscopic Analysis of Iron-Doped Soda-Lime-Silicate Glass by Spectrophotometer and ESR Spectrometer", **Advanced Materials Research**, Vol. 93-94, pp. 312-315.

17) Srisittipokakun, N., Kedkaew, C., Kaewkhao, J., Kitiauchawal, T., Thamaphat, K. and Limsuwan, P., 2009, "electron Spin Resonance (ESR) and Optical Absorption Spectra of a Manganese Doped Soda-Lime-Silicate Glass System", **Kasetsart Journal (Natural Science)**, Vol. 43, pp. 360-364.

18) Bharmanee, P., Thamaphat, K., Satasuvon, P. and Limsuwan, P., 2008, "Measurement of a Thermal Expansion Coefficient for a Metal by Diffraction Patterns from a Narrow slit", **Kasetsart Journal (Natural Science)**, Vol. 42, pp. 346-350.

19) Limsuwan, P., Meejoo, S., Somdee, A., Thamaphat, K., Kittiauchawal, T., Siripinyanond, A. and Krzystck, J., 2008, "Revelation of Causes of Colour Change in Beryllium-Treated Sapphires", **Chinese Physics Letters**, Vol. 25, pp. 1976-1979.

20) Thamaphat, K., Limsuwan, P. and Meejoo, S., 2007, "ESR Spectrometer as a Possible Tool for Rapid Analysis of Cane Sugar Purity", **Chinese Physics Letters**, Vol. 24, pp. 3524-3527.

21) Thamaphat, K., Bharmanee, P. and Limsuwan, P., 2006, "Measurement of Verdet Constant in Diamagnetic Glass using Faraday Effect", **Kasetsart Journal (Natural Science)**, Vol. 40, pp. 18-23.

22) Thamaphat, K., Bharmanee, P. and Limsuwan, P., 2005, "Measurement of Ozone Concentrations in Gas-Phase using UV Absorption Method", **Kasetsart Journal (Natural Science)**, Vol. 39, pp. 182-187.

6.2 ผลงานตีพิมพ์ระดับชาติและภูมิภาค

1) Saipaopan, C., Thamaphat, K., Oopathump, C., Bharmanee, P. and Kosalathip, V., 2011, "The Centripetal Force Experiment for Introductory Physics Student", **Laos Journal on Applied Science**, Vol. 2, pp. 767-774.

2) Khaophon, T., Thamaphat, K., Oopathump, C. and Bharmanee, P., 2011, "An Exciting Experiment to Drive a Charged Particle in Solutions using the Lorentz Force", **Laos Journal on Applied Science**, Vol. 2, pp. 762-766.

3) Boonbhuan, J., Thamaphat, K., Bharmanee, P. and Limsuwan, P., 2010, "A Demonstration Set for Liquid Refractive Index Measurement with a He-Ne Laser", **Thai Journal of Physics**, Vol. 6, pp. 361-364.

4) Ruangthawee, Y., Kitiauchawal, T., Kaewkhao, J., mungchamnankit, A., Thamaphat, K. and Limsuwan, P., 2010, "Study of ESR Spectra for Fe^{3+} ions in Soda-Lime-Silicate Glass", **Thai Journal of Physics**, Vol. 6, pp. 250-252.

5) Intarasawang, M., Thamaphat, K., Oopathump, C., Bharmanee, P., Kosalathip, V. and Limsuwan, P., 2010, "An Effective Technique to Measure the Earth's Gravity using a Flashing LED", **Thai Journal of Physics**, Vol. 6, pp. 138-140.

6) Tarnrux, P., Thamaphat, K., Bharmanee, P. and Limsuwan, P., 2010, "An Accurate Technique for Rapid Measuring the Refractive Index of a Liquid", **Thai Journal of Physics**, Vol. 5, pp. 139-141.

7) Boonprachom, N., Thamaphat, K., Bharmanee, P. and Limsuwan, P., 2010, "Construction and Demonstration of a Thermal Expansion Coefficient Experimental Set", **Thai Journal of Physics**, Vol. 5, pp. 142-144.

8) Chanthima, N., Kedkaew, C., Kittiauchawal, T., Pokaipisit, A., Thamaphat, K. and Limsuwan, P., 2009, "Dependance of E' Center Characteristic in Natural Amethyst on the Annealing Temperature", **Thai Journal of Physics**, Vol. 4, pp. 57-58.

9) Thamaphat, K., Kedkaew, C., Bharmanee, P. and Limsuwan, P., 2008, "Measurement of Refractive Index using a Diffraction Grating and Laser", **Thai Journal of Physics**, Vol. 3, pp. 163-167.

10) Thamaphat, K., Bharmanee, P. and Limsuwan, P., 2007, "Determination of the Groove Spacing between Tracks on a CD and a DVD by He-Ne Laser", **Thai Journal of Physics**, Vol. 2, pp. 112-116.

11) Thamaphat, K., Limsuwan, P. and Meejoo, S., 2006, "Effect of Pulverization on Free Radical in Sugar Monitored by ESR Spectroscopy", **KMITL Science Journal**, Vol. 6, pp. 40-47.

12) Thamaphat, K., Limsuwan, P. and Meejoo, S., 2006, "The Study of Color in Sugar by ESR Spectrometry", **KMITL Science Journal**, Vol. 6, pp. 185-194.

13) Thamaphat, K., Bharmanee, P. and Limsuwan, P., 2006, "Determination the Viscosity of Liquid using Atwood Machine Interfaced with Microcomputer", **Laos Journal on Applied Science**, Vol. 1, pp. 106-110.

14) Thamaphat, K., Bharmanee, P. and Limsuwan, P., 2006, "The Study of Verdet Constant of Diamagnetic Glass Using Faraday Effect", **Laos Journal on Applied Science**, Vol. 1, pp. 111-117.

15) Thamaphat, K., Panacharoensawad, B. and Oopathump, C., 2006, "The Formation of Hydrogen Peroxide for the Lethality of *Bacillus cereus* During AC-Exposure", **Laos Journal on Applied Science**, Vol. 1, pp. 118-124.

6.3 การนำเสนอผลงานในงานประชุมทางวิชาการระดับนานาชาติ

1) Palakawong Na Aayudhaya¹, T., Viwattana, P., Thamaphat, K. and Lomthaisong, K., 2014, "Green Synthesis of Starch-Capped CdSe Quantum Dots in Aqueous Solution", **The 2nd ASEAN Plus Three Graduate Research Congress (2ndAGRC)**, February 5-7, Bangkok, Thailand, pp. 950-954.

2) Meethom, P., Thamaphat, K., Limsuwan, P. and Rewthong, O., 2013, "Measurement of Sound Speed in Liquid using Optical Approach", **5th International Science, Social Science, Engineering and Energy Conference**, December 18-20, Kanchanaburi, Thailand.

3) Worthong, A., Lorwattanawong, W., Ruttananurak, P., Thamaphat, K. and Limsuwan, P., 2013, "Fabrication of Cassava Peel-Based Edible Film using Ultrasound Reduced Biopolymer Size", **International Conference on environmental and Hazardous Substance Management towards a Green Economy**, May 21-23, Bangkok, Thailand, pp. 283-284.

4) Rodroeng, K., Thamaphat, K., and Boonduang, S., 2013, "Simple Rotational Viscometer for Physics Laboratory Demonstration", **International Conference**

on **Applied Physics and Material Applications**, February 20-22, Nakhon Pathom, Thailand, p. 92.

5) Samakkasewee, K., Tantipaibulvut, S. and Thamaphat, K., 2013, “Lethal Effect of Static Magnetic Field on *Escherichia coli*”, **International Conference on Applied Physics and Material Applications**, February 20-22, Nakhon Pathom, Thailand, p. 6.

6) Jityen, A., Sricharoen, T., Thamaphat, K., and Limsuwan, P., 2013, “Effects of Calcination Temperature and Particle Size on Purity and Crystallinity of Hydroxyapatite Extracted from Animal Bones”, **International Conference on Applied Physics and Material Applications**, February 20-22, Nakhon Pathom, Thailand, p. 75.

7) Saelow, P., Moonla, K., Thamaphat, K., and Limsuwan, P., 2013, “Green Synthesis and Application of Silver Nanoparticles for Colorimetric Detection of Glucose Concentration in Aqueous Solution”, **International Conference on Applied Physics and Material Applications**, February 20-22, Nakhon Pathom, Thailand, p. 79.

8) Sunnu, J., Satsanapitak, S., Thamaphat, K., Oopathump, C., Bharmanee, P. and Limsuwan, P., 2012, “Experimental Set for Measuring the Plank’s Constant using LED”, **15th International Conference on the International Academy of Physical Science**, December 9-13, Thailand, p. 119.

9) Singkam, U., Oopathump, C., Limsuwan, P. and Thamaphat, K., 2012, “Determining the Magnetic Flux Distribution of Paired Coils in the Helmholtz Arrangement”, **1st Asean Plus Three Graduate Research Congress**, March 1-2, Chiang Mai, Thailand, pp. 243-248.

10) Thamaphat, K., Oopathump, C., Limsuwan, S. and Panacharoensawad, B., 2010, “Effect of Microwave Radiation on Bacteria Growth”, **International Conference on Process Engineering and Advanced Materials**, June 15-17, Kuala Lumpur, Malaysia.

11) Kedkaew, C., Kaewkhao, J., Insiripong, S., Chantima, N., Thamaphat, K. and Limsuwan, P., 2010, “High Gamma Radiation-Induced the Aluminum Center in Natural Alpha-Quartz”, **2010 Symposium on Radiation Measurements and Application**, May 24-28, Michigan, USA.

12) Kaewwiset, W., Thamaphat, K. and Limsuwan, P., 2010, “Characterization of the Synthesized TiO₂ Nanopowders using the XED, TEM and ESR Techniques”, **The International Conference on Nanoscience and Nanotechnology**, February 22-26, Sydney, Australia.

13) Onreabroy, W., Thamaphat, K. and Limsuwan, P., 2007, “Characterization of TiO₂ Nanopowders using ESR Spectroscopy”, **The International Conference on Engineering, Applied Sciences, and Technology**, November 21-23, Bangkok, Thailand.

6.4 การนำเสนอผลงานในงานประชุมทางวิชาการระดับชาติ

1) Ketkong, A., Khowamnuychok, K, Thamaphat, K. and Limsuwan, P., 2012, “Measuring Magnetic Field Strength using Current Balance: A Student Project”, **38th**

Congress on Science and Technology of Thailand, October 17-19, Chiang Mai, Thailand.

2) ปิยะพงษ์ศ์ หนูดำ, เขมฤทัย ถามะพัฒน์ และ ปิยะรัตน์ พรหมณี, 2555, “การหาค่าดัชนีของของเหลวโดยใช้เลเซอร์และเลเซอร์ชิวซาน”, การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์วิจัย ครั้งที่ 4, 12-13 มีนาคม, มหาวิทยาลัยนเรศวร, ประเทศไทย.

3) Rodroeng, K., Boonthum, D., Bharmanee, P. and Thamaphat, K., 2012, “Construction of a Simple and Low Cost Rotational Viscometer”, Siam Physics Congress 2012, May 9-12, Phra Nakhon Si Ayutthaya, Thailand.

4) Choejeen, T., Thamaphat, K. and Bharmanee, P., 2011, “Alternating Magnetic Field Measurement using Law of Induction”, Siam Physics Congress 2011, March 23-26, Chonburi, Thailand.

5) Kobkultanachai, K., Chaiyakun, S., Thamaphat, K., Naemchanthara, K. and Limsuwan, P., 2010, “Structural Characterization of DC Magnetron-Sputtered TiO₂ Thin Films”, The 48th Kasetsart University Annual Conference, February 3-6, Kasetsart University, Thailand, pp. 328-335.

6) Naemchanthara, K., Thamaphat, K., Hoonivathana, E. and Limsuwan, P., 2010, “Characterization of Duck Egg Shells by XRD and SEM Techniques”, The 48th Kasetsart University Annual Conference, February 3-6, Kasetsart University, Thailand, pp. 336-342.

7) Thamaphat, K., Bharmanee, P., and P. Limsuwan, 2010, “An Optical Technique for Measuring the Thickness of a Transparent Ring”, Siam Physics Congress 2010, March 25-27, Kanchanaburi, Thailand.

8) Kittiauchawal, T., Thamaphat, K., Hanson, G.R., Noble, C. and Limsuwan, P., 2009, “Application of ESR Spectroscopy to Distinguish the Origin of Natural Ruby”, Siam Physics Congress 2009, March 19-21, Phetchburi, Thailand.

7. ความเชี่ยวชาญพิเศษ Bio-Nanomaterial, Biophysics, Green Innovation, Physics Education, Electron Spin Resonance Spectrometry

ประวัติผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นายอภิชาติ พงษ์พลา
2. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr Aphichard phongphala
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail
เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร 10120
เบอร์โทรศัพท์: 0-2287-9600, 0-2286-3991-5 โทรสาร: 0-2286-3596
e-mail: aphichardack@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วท.ม.	ฟิสิกส์	มหาวิทยาลัยรามคำแหง, ไทย	2552

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

6.1 สาขาวัสดุศาสตร์

6.2 สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

6.3 สาขาดาราศาสตร์

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย: ชื่อโครงการวิจัย นวัตกรรมระบบบำบัดน้ำเสียเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับการกำจัดมลพิษด้วยวัสดุเร่งปฏิกิริยาเชิงแสงช่วงวิชิเบิล

7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว: นวัตกรรมระบบบำบัดน้ำเสียเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับการกำจัดมลพิษด้วยวัสดุเร่งปฏิกิริยาเชิงแสงช่วงวิชิเบิล

7.3 งานวิจัยที่กำลังทำ: -

8. เลขทะเบียนนักวิจัยแห่งชาติของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

8.1 เลขทะเบียน 53952
