ผลของกลีเซอรีนต่อคุณภาพทางเคมีและกายภาพของพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุน

Effect of Glycerin on Physical and Chemical Properties of Bioplastic from Jackfruit Seed Starch

ผู้วิจัย นางสาวโสภิดา วิศาลศักดิ์กุล[1], ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรวัลภ์ อุปถัมภานนท์,[1] ดร.กุลวดี สังข์สนิท[2]

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

[2]ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณกลีเซอรีนที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุน โดยแปรปริมาณกลีเซอรีนเป็น 5 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 ของน้ำหนักแป้งเมล็ดขนุน ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จะได้สูตรทั้งหมด 5 สูตร ทำการอัดขึ้นรูปพลาสติกชีวภาพด้วยเครื่อง Compression Molding ที่อุณหภูมิ 150 °ซ ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพของแผ่นพลาสติกชีวภาพที่ได้ พบว่า ค่าความชื้นและค่าร้อยละการยืดตัวที่จุดขาดของแผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุนเพิ่มมากขึ้นเมื่อปริมาณกลีเซอรีนมากขึ้น สำหรับค่าความแข็ง ค่าความต้านทานแรงดึง และค่าความยืดหยุ่น ลดลงเมื่อปริมาณกลีเซอรีนมากขึ้น สูตรที่มีปริมาณกลีเซอรีนร้อยละ 0 ของน้ำหนักแป้งเมล็ดขนุนมีค่าความแข็ง ค่าความต้านทานแรงดึง และค่าความยืดหยุ่นสูงสุด แต่มีความเปราะและแตกหักได้ง่าย เมื่อพิจารณาที่ค่าร้อยละการยืดตัวที่จุดขาดของสิ่งทดลอง พบว่า สิ่งทดลองที่มีปริมาณกลีเซอรีนร้อยละ 50 ของน้ำหนักแป้งเมล็ดขนุนมีค่าความแข็ง ค่าความต้านทานแรงดึง และค่าความยืดหยุ่นรองลงมา แต่จะมีความเปราะและแตกหักต่ำซึ่งมีความเหมาะสมในการนำมาผลิตเป็นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุนต่อไป

คำสำคัญ : พลาสติกชีวภาพ, แป้งเมล็ดขนุน, กลีเซอรีน

Abstract

The aim of this research was to study the optimum glycerin content to produce the bioplastic from jackfruit seed starch. The glycerin contents were varied in 5 levels as 0, 25, 50, 75 and 100 percent by weight of jackfruit seed starch. The experimental design was Completely Randomized Design (CRD) with 5 treatment samples. The temperature for extrusion the bioplastic by compression Molding was 150 ^{o}C. The bioplastic was examined for its physical and chemical properties. The result showed that the moisture content and percentage of strain at break of jackfruit seed bioplastic were increased with increasing glycerin content. For hardness, tensile strength and Young's modulus were decreased with increasing glycerin content. The

treatment with 0 percent glycerin by weight of jackfruit seed starch produce the bioplastic with maximum hardness, tensile strength and Young's modulus but easily brittle and fracture. For the percentage of strain at break, the treatment with 50 percent glycerin by weight of jackfruit seed starch has hardness, tensile strength and Young's modulus in the seconds order but low level of brittle and fracture. So this treatment was suitable to produce the bioplastic.

Key Word (s): Bioplastic, Jackfruit Seed Starch, Glycerin

บทนำ

ขนุนเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญในเขตร้อนและมีการปลูกมากในประเทศแถบเอเชีย ในประเทศไทยขนุนนิยมปลูกกระจายอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศ คิดเป็นพื้นที่ 297,245 ไร่ มีผลผลิตรวม 564,382.43 ตัน จังหวัดที่ปลูกขนุนมากที่สุดคือ จังหวัดชลบุรี โดยมีผลผลิตเฉลี่ย 3,920 กิโลกรัมต่อไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2542) จากการสำรวจที่พบว่าขนุนมีการปลูกมากในประเทศและคนไทยส่วนใหญ่นิยมบริโภคเฉพาะส่วนของเนื้อขนุนทำให้เมล็ดขนุนมีการเหลือทิ้งเป็นปริมาณมากถึง 1,000 – 24,000 กิโลกรัมต่อปี (หทัยรัตน์, 2554) ทั่งนี้เมล็ดขนุนมีแป้งเป็นองค์ประกอบหลัก ดังนั่นควรมีการนำเมล็ดขนุนมาผลิตเป็นแป้งเพื่อช่วยเพิ่มมูลค่าและลดการสูญเสียผลิตผลทางการเกษตร (อมรรัตน์, 2546) ซึ่งเมล็ดขนุนสามารถนำมาสกัดเป็นแป้งสตาร์ชที่สกัดสิ่งเจือปนอันหมายถึงโปรตีน ไขมัน เกลือแร่อื่น ๆ ออกไป จนเหลือแป้งบริสุทธิ์ได้ เพื่อนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการประกอบอาหารหรือเพื่อประดิษฐ์เป็นชิ่นงานต่างๆ ได้ (กล้าณรงค์, 2550) เนื่องจากแป้งเมล็ดขนุนมีปริมาณอะมิโลสอยู่ร้อยละ 27.00 – 28.10 และมีค่าความหนืดสูงสุด (Peak Viscosity) ที่ 293 RVU (ยุทธนา, 2542) ซึ่งมีความเหมาะสมในการนำมาผลิตเป็นพลาสติกชีวภาพชนิดเทอร์โมพลาสติกสตาร์ช (Themoplastic Starch) สืบเนื่องกับปัจจุบันโลกได้ให้ความสนใจบรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก จึงส่งผลให้ตลาดพลาสติกชีวภาพมีโอกาสเติบโตได้อีกมากในอนาคต (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2558) ซึ่งผลิตภัณฑ์พลาสติกชีวภาพจะเริ่มจากการนำวัตถุดิบธรรมชาติที่เป็นผลิตผลทางการเกษตร เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด แป้งอ้อย เป็นต้น มาผลิตเป็นพลาสติกชีวภาพเพื่อช่วยแก้ไขปัญหาการทิ้งของผลิตผลทางการเกษตรพร้อมทั่งเป็นการลดใช้และทิ้งผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาสภาวะโลกร้อนในปัจจุบัน ในกระบวนการผลิตพลาสติกมีปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพพลาสติกหลายปัจจัย ปัจจัยหนึ่งที่สำคัญ คือ สารพลาสติกไซเซอร์เป็นสารเติมแต่งในการผลิตพลาสติกชีวภาพที่มีคุณสมบัติช่วยให้แผ่นพลาสติกชีวภาพสามารถยึดเกาะรวมตัวกันเป็นแผ่นได้ดีขึ้น เช่น กลีเซอรีน เนื่องจากกลีเซอรีนมีหมู่ไฮดรอกซิลอยู่ในโครงสร้างจำนวน 3 หมู่ จึงทำให้กลีเซอรีนมีความเป็น Hydrophilic (นัฐพร, 2549) ดังนั่นเมื่อนำไปผสมกับแป้งจากเมล็ดขนุนจึงทำให้แผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุนมีความเป็นผลึกและเกาะตัวกันเป็นแผ่นได้ดีขึ้น ช่วยสร้างความแข็งแรงและความยืดหยุ่นให้กับแผ่นพลาสติกชีวภาพได้เป็นอย่างดี

จากข้อมูลดังกล่าวจะพบว่าเมล็ดขนุนมีคุณสมบัติในการนำมาสกัดเป็นแป้งเพื่อผลิตเป็นพลาสติกชีวภาพได้ อีกทั้งยังเป็นการช่วยลดปริมาณผลิตผลทางการเกษตรที่มีเหลือทิ้งอยู่เป็นจำนวนมาก และช่วยสร้างผลิตภัณฑ์พลาสติกชีวภาพที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมรูปแบบใหม่ขึ้น และการใช้กลีเซอรีนเป็นสารเสริมในการผลิตพลาสติกชีวภาพก็จะช่วยให้แผ่นพลาสติกชีวภาพมีความแข็งแรงและยืดหยุ่นได้ดีขึ้น ดังนั้นการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของกลีเซอรีนในการผลิตแผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุนเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตบรรจุภัณฑ์หรือผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาปริมาณกลีเซอรีนที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุน

วิธีการวิจัย

1. การเตรียมแป้งเมล็ดขนุน

การเตรียมแป้งเมล็ดขนุนทำโดยนำเมล็ดขนุนจากผลขนุนพันธ์มาเลย์ที่สุกแล้ว มีลักษณะสด ใหม่ เมล็ดไม่เหี่ยว ไม่เน่าหรือมีกลิ่นบูด นำมาล้างทำความสะอาด ต้มในน้ำเดือด ในอัตราส่วนเมล็ดขนุน 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 4 ลิตร เป็นเวลา 30 นาที (ดารารัตน์, 2554) ลอกเปลือกหุ้มเมล็ดขนุนสีขาวครีมและสีน้ำตาลออกให้หมด นำมาล้างให้สะอาดอีกครั้ง พักไว้ให้สะเด็ดน้ำ หั่นให้เป็นแผ่นบาง ความหนาประมาณ 1 มิลลิเมตร แล้วนำไปอบในเครื่องตู้อบลมร้อนให้แห้ง ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง จากนั้นบดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นละเอียด ความเร็ว 23,000 รอบต่อนาที ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมซ เมื่อได้แป้งเมล็ดขนุนแล้วให้นำมาคำนวณหาค่าร้อยละผลผลิตที่ได้ (% yield) และวิเคราะห์ค่าความชื้น ตามมาตรฐาน AOAC, 2000

2. ศึกษาปริมาณกลีเซอรีนที่เหมาะสมในการผลิตพลาสติกชีวภาพ

2.1 การผลิตพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุน

การศึกษาปริมาณกลีเซอรีนที่เหมาะสมในการผลิตพลาสติกชีวภาพ ปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ ปริมาณของกลีเซอรีน ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มสภาพพลาสติกให้กับแป้งเมล็ดขนุน โดยแปรเป็น 5 ระดับ คือ ร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 ของน้ำหนักแป้งเมล็ดขนุน ทำการวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จะได้สูตรทั้งหมด 5 สูตร ทำการเตรียมของผสมระหว่างแป้งเมล็ดขนุนกับกลีเซอรีนตามกระบวนการ (ดังแสดงในภาพที่ 1)

ผสมแป้งเมล็ดขนุนกับน้ำกลัน ในอัตราส่วน 1 : 12 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

↓

นำไปตั้งไฟพร้อมกับเติมกลีเซอรีนลงไปตามปริมาณที่กำหนดไว้

↓

คนจนสารละลายทั้งหมดเข้ากัน เป็นเวลา 15 นาที

↓

เทสารละลายลงบนถาดที่รองด้วยแผ่นอลูมิเนียมฟอยส์

↓

นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ปรับค่าความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 20 – 25

↓

บดของผสมระหว่างแป้งเมล็ดขนุนกับกลีเซอรีนที่ผ่านการอบแล้วให้เป็นผง

↓

นำส่วนผสมทั้ง 5 สูตร ไปอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดขึ้นรูป Compression Molding ด้วยอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส

↓

แผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุน

ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตแผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุน

2.2 วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพของแผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุน

2.2.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี โดยการวัดค่าความชื้นของแผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุน ตามมาตรฐาน AOAC, 2000 เป็นวิธีการชั่งน้ำหนักตัวอย่าง บันทึกน้ำหนักก่อนการอบ และจดน้ำหนักที่น้อยที่สุดของถ้วยอลูมิเนียมและน้ำหนักตัวอย่างหลังจากอบแห้ง

การคำนวณหาร้อยละความชื้นจากสูตร

$$\text{ร้อยละความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักที่หายไป (กรัม)}\ X\,100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

2.2.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ

ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุนที่ได้จากกระบวนการอัดขึ้นรูปทั้ง 5 สูตร ดังนี้

2.2.2.1 ลักษณะที่ปรากฏ

เป็นการศึกษาลักษณะที่ปรากฏของแผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุนที่ได้หลังจากการอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดขึ้นรูป Compression Molding แล้วด้วยวิธีการสังเกต

2.2.2.2 การทดสอบความแข็ง (ตามมาตรฐาน ASTM D 2240)

เป็นวิธีการวัดความแข็งแบบ Shore A ซึ่งวิธีนี้เป็นที่นิยมใช้ในการทดสอบความแข็งของพลาสติกและยาง โดยทำการเตรียมตัวอย่างของแผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุนทั้ง 5 สูตร ให้มีขนาด 3 X 5 เซนติเมตร เพื่อนำมาทดสอบความแข็งของสิ่งทดลอง ด้วยเครื่อง Durometer Model 473 โดยการกดวัดความแข็งของสิ่งทดลองตัวอย่างละ 3 จุด ซึ่งการทดสอบนี้จะวัดความลึกของหัวกดที่จมลงไปในเนื้อวัสดุ ภายในระยะเวลา 10 วินาที แล้วทำการบันทึกค่าความแข็งที่ได้

2.1.2.3 การทดสอบความต้านทานแรงดึง (ตามมาตรฐาน ASTM D 638)

ในการทดสอบความต้านทานแรงดึงต้องทำการเตรียมชิ้นงานแผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุนเพื่อทดสอบให้มีรูปทรง Dumbbell ขนาด 6.10 X 2.86 มิลลิเมตร กำหนดค่าความเร็วในการทดสอบ 5 มิลลิเมตรต่อนาที วัดช่วงความยาวประมาณ 65 มิลลิเมตร แล้วทำการยึดชิ้นงานด้วยอัตราการดึงที่คงที่ ทำการบันทึกการเปลี่ยนแปลงของแรงและระยะยืดของชิ้นงานบริเวณตรงกลางลงในโปรแกรมเพื่อใช้รายงานผลต่อไป

ทำการคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากค่าความชื้น ค่าความแข็ง และค่าความต้านทางแรงดึงของแผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุน โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance : ANOVA) ถ้าพบนัยสำคัญทางสถิติจะคำนวณค่าความแตกต่าง เพื่อทดสอบหาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) แล้วนำมาคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมในการนำมาศึกษาวิจัยต่อไป

ผล/ สรุปผลการวิจัย

1. การเตรียมแป้งเมล็ดขนุน

การศึกษาเตรียมแป้งจากเมล็ดขนุนที่ได้ มีลักษณะสีเหลืองนวล เป็นผงละเอียดไม่จับตัวเป็นก้อน มีกลิ่นตามธรรมชาติของเมล็ดขนุน ไม่มีกลิ่นอับ หรือมีกลิ่นไม่พึงประสงค์อื่นๆ และปราศจากสิ่งแปลกปลอม จากการคำนวณหาค่าร้อยละผลผลิตที่ได้ (% yield) พบว่า ได้ผลผลิตร้อยละ 21.25 ของน้ำหนักเมล็ดขนุนสด และผลการวิเคราะห์ค่าความชื้น พบว่า แป้งจากเมล็ดขนุน มีค่าความชื้นร้อยละ 5.75 แสดงให้เห็นว่าแป้งเมล็ดขนุนที่ได้มีค่าความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแป้งจาก มอก. 375-2524 ที่กำหนดค่าความชื้นของแป้งไม่ควรเกินร้อยละ 14 เพื่อเป็นการหยุดการทำงานของเอนไซม์ และชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียของอาหาร และจุลินทรีย์ก่อโรค ซึ่งทำให้สามารถเก็บรักษาแป้งไว้ได้นาน

2. ศึกษาปริมาณกลีเซอรีนที่เหมาะสมในการผลิตพลาสติกชีวภาพ

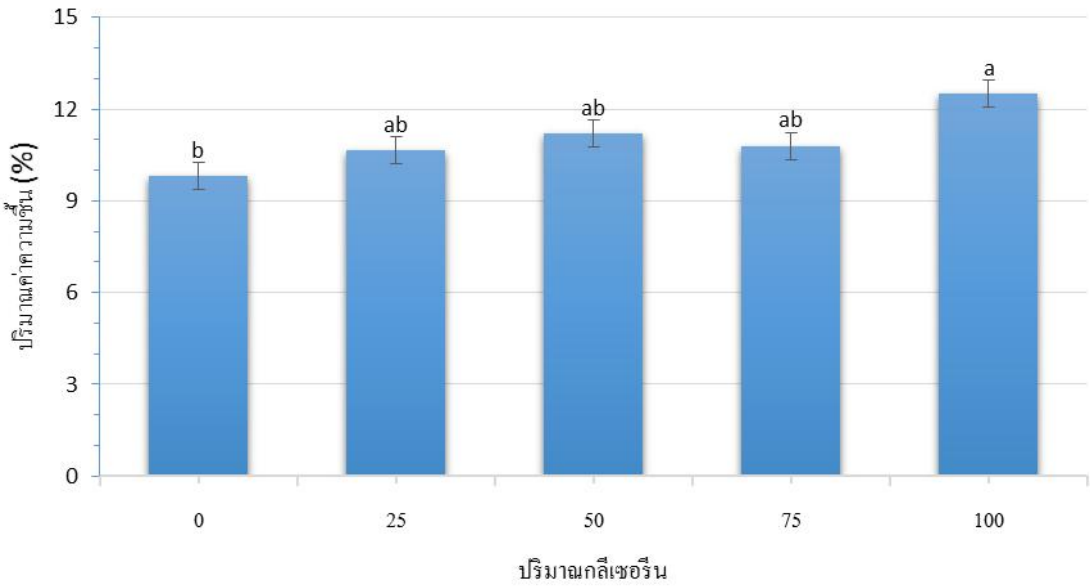
2.1 การผลิตพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุน

จากการศึกษาปริมาณกลีเซอรีนที่เหมาะสมในการผลิตพลาสติกชีวภาพ โดยปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ ปริมาณของกลีเซอรีน แปรเป็น 5 ระดับ คือ ร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 ของน้ำหนักแป้งเมล็ดขนุน เมื่อดำเนินการเตรียมของผสมระหว่างแป้งเมล็ดขนุนกับกลีเซอรีนตามกระบวนการ ทำการอบสิ่งทดลองในตู้อบลมร้อนเพื่อปรับความชื้นให้มีความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 20 – 25 แล้วทำการอัดขึ้นรูปของผสมระหว่างแป้งเมล็ดขนุนกับกลีเซอรีนทั้ง 5 สูตร ด้วยเครื่องอัดขึ้นรูป Compression Molding ในอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลาในการอัดผสมเป็นแผ่น 15 นาที เวลาในการหล่อเย็น 4 นาที และใช้แผ่นแม่แบบ (Mold) สำหรับอัดขึ้นรูปที่มีขนาด (กว้าง x ยาว) 20 x 20 เซนติเมตร ความหนา 3 มิลลิเมตร ซึ่งสามารถผลิตแผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุนได้ทั้ง 5 สูตร

2.2 วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพของแผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุน

2.2.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี

ในการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี โดยการวัดค่าความชื้น ตามมาตรฐาน AOAC, 2000 ของแผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุนที่ได้จากกระบวนการอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดขึ้นรูป Compression Molding ทั้ง 5 สูตร ได้ผลการทดลอง (ดังแสดงในภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ผลการศึกษาค่าความชื้นของแผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุน

จากภาพที่ 2 พบว่า เมื่อปริมาณกลีเซอรีนที่แปรเป็น 5 ระดับ ของน้ำหนักแป้งเมล็ดขนุนเพิ่มมากขึ้น ค่าความชื้นของแผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุนก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งมีสาเหตุมาจากกลีเซอรีนที่ใช้เป็นพลาสติกไซเซอร์นั้นมีหมู่ไฮดรอกซิลอยู่ในโครงสร้างจึงทำให้กลีเซอรีนมีความเป็น

Hydrophilic ดังนั้นเมื่อนำไปผสมกับแป้งจากเมล็ดขนุนในปริมาณที่มากขึ้นจึงทำให้แผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุน มีความเป็น Hydrophilic สูงขึ้น ดังนั้นจึงทำให้มีค่าความชื้นสูงขึ้นด้วย (นัฐพร, 2549)

2.2.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ

2.2.2.1 ลักษณะที่ปรากฏ

การศึกษาลักษณะที่ปรากฏของแผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุน ที่ได้จากการอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดขึ้นรูป Compression Molding ทั้ง 5 สิ่งทดลอง ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาลักษณะที่ปรากฏของแผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุน

ปริมาณกลีเซอรีน	สิ่งทดลอง	ลักษณะของสิ่งทดลอง
ร้อยละ 0 ของปริมาณแป้งเมล็ดขนุน		แผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุน มีความแข็งไม่ยืดหยุ่น เปราะแตกได้ง่าย
ร้อยละ 25 ของปริมาณแป้งเมล็ดขนุน		แผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุน สามารถเกาะตัวกันได้ดีขึ้น และมีความแข็งยืดหยุ่นได้เล็กน้อย
ร้อยละ 50 ของปริมาณแป้งเมล็ดขนุน		แผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุน สามารถเกาะตัวเป็นแผ่นได้ดี มีความยืดหยุ่นได้ดีขึ้น มีความมันเงาของกลีเซอรีนติดที่แผ่นพลาสติกชีวภาพเล็กน้อย
ร้อยละ 75 ของปริมาณแป้งเมล็ดขนุน		แผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุน สามารถเกาะตัวเป็นแผ่นได้ดี มีความอ่อนนุ่มและยืดหยุ่นได้ดี แต่มีความมันเงาของกลีเซอรีนขึ้นมาเคลือบที่ผิวของแผ่นพลาสติกชีวภาพมากขึ้น

ปริมาณกลีเซอรีน	สิ่งทดลอง	ลักษณะของสิ่งทดลอง
ร้อยละ 100 ของปริมาณแป้งเมล็ดขนุน		แผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุนเกาะตัวกันได้ดี แต่มีความอ่อนนุ่มมากเกินไป เนื่องจากมีส่วนผสมของกลีเซอรีนอยู่ในระดับมาก ทำให้แผ่นพลาสติกชีวภาพมีผิวทีมันลืนมากขึ้น

จากผลการศึกษาลักษณะของผลิตภัณฑ์พลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุนทั้ง 5 สูตร (ตารางที 2) พบว่าแผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุนทีมีปริมาณกลีเซอรีนเป็นส่วนผสมอยู่ร้อยละ 0 มีลักษณะแข็งและไม่มีความยืดหยุ่น เนื่องจากมีปริมาณกลีเซอรีนเป็นส่วนผสมอยู่น้อยไม่สามารถทำหน้าทีเป็นตัวเพิมสภาพพลาสติกได้ สำหรับแผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุนทีมีปริมาณกลีเซอรีนอยู่ร้อยละ 25 ร้อยละ 50 และร้อยละ 75 ของน่ำหนักแป้งเมล็ดขนุนมีความแข็งและยืดหยุ่นได้ดีขึ้นตามปริมาณกลีเซอรีนทีเพิมมากขึ้น และในส่วนของแผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุนทีมีปริมาณกลีเซอรีนเป็นส่วนผสมอยู่ร้อยละ 100 มีลักษณะเป็นแผ่นอ่อนนุ่ม ขาดง่าย และมีลักษณะผิวมันลืนจากปริมาณกลีเซอรีนทีมากเกินไป ทั่งนี่เนื่องจากกลีเซอรีนเป็นสารจำพวกสารดูดความชื้น (Hydroscopic) จากการทีมีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลเป็นพันธะไฮโดรเจนจึงสามารถเข้าไปทำปฏิกิริยากับโมเลกุลของแป้งเมล็ดขนุนได้ จึงทำให้สามารถทำหน้าทีเป็นสารเพิมสภาพพลาสติกได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความยืดหยุ่นได้ดี

2.2.2.2 การทดสอบความแข็ง และการทดสอบความต้านทานแรงดึง

ในการวิเคราะห์คุณภาพโดยการทดสอบความแข็ง และการทดสอบความต้านทานแรงดึงของแผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุนที ได้จากกระบวนการอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดขึ้นรูป Compression Molding ทั่ง 5 สูตร ได้ผลการทดลอง (ดังแสดงในตารางที 3)

ตารางที 3 ผลการทดสอบความแข็ง และความต้านทานแรงดึงของแผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุน

ปริมาณกลีเซอรีน	Shore Hardness Type A	Tensile Strength (MPa)	Young's Modulus (MPa)	Percentage Strain at Break
ร้อยละ 0	$81.50^{a} \pm 6.95$	$1.79^{a} \pm 0.09$	$2659.87^{a} \pm 153.48$	$0.57^{d} \pm 0.47$
ร้อยละ 25	$73.30^{b} \pm 2.41$	$0.59^{b} \pm 0.12$	$58.39^{b} \pm 0.42$	$3.18^{cd} \pm 0.01$
ร้อยละ 50	$55.10^{c} \pm 3.48$	$0.57^{b} \pm 0.05$	$14.92^{b} \pm 0.77$	$8.72^{bc} \pm 1.23$
ร้อยละ 75	$32.40^{d} \pm 6.50$	$0.23^{c} \pm 0.09$	$3.03^{b} \pm 0.63$	$13.16^{ab} \pm 2.95$
ร้อยละ 100	$7.10^{e} \pm 0.99$	$0.11^{c} \pm 0.04$	$0.74^{b} \pm 0.04$	$17.31^{a} \pm 3.99$

* ตัวอักษรทีต่างกันในแนวดิงแสดงว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทีระดับความเชือมันร้อยละ 95

จากตารางที 3 พบว่า ค่าความแข็ง ค่าความต้านทานแรงดึง และค่าความยืดหยุ่น ลดลงเมือปริมาณกลีเซอรีนสูงขึ้น เนื่องจากกลีเซอรีนเป็นสารจำพวกสารดูดความชื่น (Hydroscopic) จากการทีมีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลเป็นพันธะไฮโดรเจนจึงสามารถเข้าไปทำปฏิกิริยากับโมเลกุลของแป้งเมล็ดขนุนให้โมเลกุลของแป้งจากเมล็ดขนุนอยู่ห่างกันมากขึ้น ซึ่งเมือปริมาณกลีเซอรีนเพิมมากขึ้นก็ยิงทำให้สูตรนั่นมีความอ่อนนุ่มมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งจากตารางจะพบว่าสูตรทีมีปริมาณกลีเซอรีนอยู่ร้อยละ 0 มีค่าความแข็ง ค่าความต้านทานแรงดึง และค่าความยืดหยุ่นอยู่ในระดับสูงทีสุด เนื่องจากไม่มีกลีเซอรีนเป็นส่วนผสมอยู่ในสูตรนั่น นอกจากนี่ยังพบว่าสูตรดังกล่าวไม่มีกลีเซอรีนเป็นส่วนผสมก็จะมีความเปราะและแตกหักได้ง่าย ไม่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ในการศึกษาทำผลิตภัณฑ์อืน ๆ ต่อไป และในทางตรงกันข้ามพบว่าค่าร้อยละการยืดตัวทีจุดขาดของสูตรทีมีปริมาณกลีเซอรีนอยู่ร้อยละ 100 มีค่าอยู่ในระดับทีสูงทีสุด โดยจะพบว่าเมือเติมปริมาณกลีเซอรีนในระดับทีมากขึ้นจะส่งผลให้มีความความชื่นสูงขึ้น จึงทำให้โมเลกุลของน่ำแทรกเข้าไปทำหน้าทีเป็นพลาสติกไซเซอร์เพิมขึ่นให้กับสูตรดังกล่าว จึงทำให้สูตรทีมีปริมาณกลีเซอรีนมากมีค่าร้อยละการยืดตัวทีจุดขาดมากขึ่นตามลำดับ

อภิปรายผล

จากการศึกษาการวัตถุดิบแป้งจากเมล็ดขนุนทีได้มีคุณลักษณะเป็นสีเหลืองนวล เป็นผงละเอียดไม่จับตัวเป็นก้อน มีกลินตามธรรมชาติของเมล็ดขนุน ได้ผลผลิตร้อยละ 21.25 ของน่ำหนักเมล็ดขนุนสด ซึ่งได้ผลตำกว่าการศึกษาของ ดารารัตน์ (2554) ทีได้รายงานว่า ผลผลิตแป้งเมล็ดขนุนจากวิธีการต้มเมล็ดขนุนทั่งเมล็ดในน่ำเดือด มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 36.5 – 37.9 ซึ่งปริมาณผลผลิตทีแตกต่างกันนี่ อาจเป็นผลเนืองมาจากความแตกต่างของสายพันธุ์ความแก่อ่อนของขนุน รวมถึงส่วนประกอบของเมล็ดขนุน เช่น เยือหุ้มสีขาวครีมและเยือสีน่ำตาล เป็นต้น (ดารารัตน์, 2554) สำหรับผลการวิเคราะห์ค่าความชื่นพบว่า แป้งจากเมล็ดขนุน มีค่าความชื่นร้อยละ 5.75 แสดงให้เห็นว่าแป้งเมล็ดขนุนทีได้มีค่าความชื่นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแป้งจาก มอก. 375-2524 ทีกำหนดค่าความชื่นของแป้งไม่ควรเกินร้อยละ 14 เพือเป็นการหยุดการทำงานของเอนไซม์ และชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ทีเป็นสาเหตุของการเสือมเสียของอาหารและจุลินทรีย์ก่อโรค ซึ่งทำให้สามารถเก็บรักษาแป้งไว้ได้นาน สอดคล้องกับรายงานของ ดารารัตน์ (2554) ได้กล่าวว่าแป้งจากเมล็ดขนุนทีได้ควรมีความชื่นสุดท้ายไม่เกินร้อยละ 8

จากการศึกษาปริมาณกลีเซอรีนทีเหมาะสมในการผลิตพลาสติกชีวภาพ ได้นำแป้งจากเมล็ดขนุนมาทำการศึกษา โดยแปรปริมาณของกลีเซอรีนทีเหมาะสมเป็น 5 ระดับ คือ ร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 ของน่ำหนักแป้งเมล็ดขนุน ทำให้ได้ของผสมระหว่างแป้งเมล็ดขนุนกับกลีเซอรีนจำนวน 5 สูตร เพือนำมาใช้ในการอัดขึ่นรูปเป็นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุน ด้วยเครืองอัดขึ่นรูป Compression Molding เมือทำการอัดขึ่นรูปของผสมระหว่างแป้งเมล็ดขนุนกับกลีเซอรีนเสร็จเรียบร้อยแล้วทำให้ได้แผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุนทีมีขนาด (กว้าง x ยาว) 20 x 20 เซนติเมตร ความหนา 3 มิลลิเมตร เมือนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ พบว่า ค่าความชื่นของแผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุน

จะเพิ่มขึ้นตามปริมาณกลีเซอรีนที่เพิ่มขึ้น ซึ่งมีสาเหตุมาจากกลีเซอรีนที่ใช้เป็นพลาสติกไซเซอร์นั้นมีหมู่ไฮดรอกซิลอยู่ในโครงสร้างจึงทำให้กลีเซอรีนมีความเป็น Hydrophilic สูงจึงทำให้มีค่าความชื้นสูงขึ้นด้วย (นัฐพร, 2549) และเมื่อทำการศึกษาค่าความแข็ง ตามมาตรฐาน ASTM D 2240 ด้วยวิธีการวัดความแข็งแบบ Shore A ซึ่งรอยกดบนชิ้นงานที่ได้จากการทดสอบความแข็งนั้นจะเป็นตัวบ่งบอกความแข็งแรงความยืดหยุ่น ลักษณะโครงสร้างหรือองค์ประกอบของวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ได้เป็นอย่างดี ในกระบวนการทดสอบดังกล่าวจะวัดความลึกของหัวกดทิ่มลงไปในเนื้อวัสดุ ภายใต้แรงกดและระยะเวลาที่กำหนด (พรรณทิพย์, 2559) พบว่า ค่าความแข็งลดลงเมื่อปริมาณกลีเซอรีนสูงขึ้น เนื่องจากกลีเซอรีนเป็นสารจำพวกสารดูดความชื้น (Hydroscopic) จากการที่มีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลเป็นพันธะไฮโดรเจนจึงสามารถเข้าไปทำปฏิกิริยากับโมเลกุลของแป้งเมล็ดขนุน และพบว่าสูตรที่มีปริมาณกลีเซอรีนอยู่ร้อยละ 0 มีค่าความแข็งอยู่ในระดับสูงที่สุด แต่มีความเปราะ แตกหักได้ง่าย ไม่มีความยืดหยุ่น ไม่สามารถนำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์อื่นๆ ต่อไปได้ และนอกจากนี้ยังพบว่าผลการวัดค่าความแข็งดังกล่าวมีความสอดคล้องกับผลการทดสอบความต้านทางแรงดึง ซึ่งพบว่าค่าความต้านทานแรงดึงและค่าความยืดหยุ่นของทุกสูตรจะลดลงเมื่อมีปริมาณกลีเซอรีนมากขึ้น เนื่องจากโมเลกุลของกลีเซอรีนจะเกิดพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลของแป้งจากเมล็ดขนุน ทำให้โมเลกุลของแป้งจากเมล็ดขนุนอยู่ห่างกันมากขึ้น (นัฐพร, 2549) เมื่อวัสดุได้รับแรงดึงก็จะเคลื่อนตัวออกจากแรงดึงได้ง่าย โดยการทดสอบแรงดึงนั้นกระทำได้โดยค่อยๆ เพิ่มแรงดึงที่กระทำต่อวัสดุทีละน้อยจนกระทั่งวัสดุเกิดการแตกหัก ในระหว่างที่ออกแรงดึงวัสดุจะค่อยๆ ยืดตัวออก ส่งผลให้ขนาดหน้าตัดของวัสดุเล็กลงเรื่อยๆ จนกระทั่งไม่สามารถต้านทานแรงดึงที่เพิ่มขึ้นต่อไปได้ วัสดุจึงขาดออกจากกัน และจากการทดสอบดังกล่าวยังพบว่าค่าร้อยละการยืดตัวที่จุดขาดของสูตรที่ได้มีค่าสูงขึ้นเมื่อปริมาณกลีเซอรีนมากขึ้น เนื่องจากการเติมปริมาณกลีเซอรีนมากขึ้นส่งผลให้มีความความชื้นสูงขึ้น จึงทำให้โมเลกุลของน้ำแทรกเข้าไปทำหน้าที่เป็นพลาสติกไซเซอร์เพิ่มขึ้นให้กับสิ่งทดลอง ทำให้มีค่าร้อยละการยืดตัวที่จุดขาดของสิ่งทดลองมากขึ้นตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาวิจัยการผลิตแผ่นพลาสติกชีวภาพจากแป้งเมล็ดขนุนให้มีความใส
2. ควรศึกษาการใช้สารในการเคลือบแผ่นพลาสติกชีวภาพให้มีความเงางามและแข็งแรงมากยิ่งขึ้น
3. ควรศึกษาการใช้สารพลาสติกไซเซอร์ชนิดอื่นแทนการใช้กลีเซอรีน

รายการอ้างอิง

กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. (2550). **เทคโนโลยีของแป้ง.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดารารัตน์ นาคลอ, อาภัสรา แสงนาค และกุลยา สิ่มรุ่งเรืองรัตน์. (2554). “การปรับปรุงคุณภาพของแป้งเมล็ดขนุนโดยวิธีการพรีเจลาทิไนซ์,” **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา.** 16, 1 (มกราคม – เมษายน): 12-21.

นัฐพร สุรพัฒน์. (2549). “อิทธิพลของ Clay ที่มีต่อสมบัติและความว่องไวต่อความชื้นของเทอร์โมพลาสติกสตาร์ช.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการและวิศวกรรมพอลิเมอร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ฝ่ายข้อมูลส่งเสริมการเกษตร กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร. (2542). **สถิติการปลูกไม้ผลไม้ยืนต้น ปี 2538.** กรุงเทพมหานคร: กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร.

พรรณทิพย์ ห่อศรีสัมพันธ์. (2559). **การวัดค่าความแข็งของวัสดุ.** เข้าถึงเมื่อ 21 เมษายน 2559. เข้าถึงได้จาก: http://www.thaiscience.com/lab_vol/p22/p22%20การวัดค่าความแข็งของวัสดุ.html.

ยุทธนา พิมลศิริผล. (2542). “การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ของสตาร์ชจากเมล็ดขนุนที่สกัดด้วยวิธีปอกเปลือกและไม่ปอกเปลือก.” ปริญญานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2558). **พลาสติกชีวภาพ...โอกาสการลงทุนของไทย.** เข้าถึงเมื่อ 9 พฤศจิกายน 2558. เข้าถึงได้จาก: http://www.nstda.or.th/news/17716-bioplastic.

หทัยรัตน์ ศรีสุภะ. (2554). **บทวิทยุ รายการ “จากแฟ้มงานวิจัย มก.” ออกอากาศวันที่ 11 มิถุนายน พ.ศ. 2554 เรื่อง “สร้างมูลค่าจากผลิตขนุน”.** เข้าถึงเมื่อ 2 มีนาคม 2558. เข้าถึงได้จาก: http://www2.rdi.ku.ac.th/newweb/?p=2053.

อมรรัตน์ มุขประเสริฐ. (2546). “สมบัติของสตาร์ชจากเมล็ดขนุนและการนำไปใช้เป็นสารให้ความข้นหนืดในผลิตภัณฑ์อาหาร.” ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.