

ผลของพันธุ์ข้าวโพด ชั้นเปลือกข้าวโพด และวิธีการแยกเส้นใยต่อผลผลิตและสมบัติทางกายภาพของเส้นใยเปลือกข้าวโพด

The Effects of Corn Varieties, Layers of Corn Husks, and Fiber Extraction Methods on Yields and Physical Properties of Corn Husk Fibers

วัลภา แท้มทอง^{1*} สุตลักษณ์ ไกรสุวรรณ¹ และขจีจรัส ภิรมย์ธรรมศิริ¹

Walapa Tamthong^{1*} Suteeluk Kraisuwan¹ and Kajijarus Piromthamsiri¹

Received: October 2, 2019; Revised: November 19, 2019; Accepted: November 20, 2019

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของพันธุ์ข้าวโพด ชั้นเปลือกข้าวโพด และวิธีการแยกเส้นใยต่อผลผลิตและสมบัติทางกายภาพของเส้นใยจากเปลือกข้าวโพด โดยทดลองใช้ข้าวโพด 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์อินทรี 2 พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3 และพันธุ์เอทีเอส 12 ชั้นเปลือกข้าวโพด 2 ชั้น ได้แก่ เปลือกชั้นนอกและเปลือกชั้นใน และวิธีการแยกเส้นใย 6 วิธี ได้แก่ วิธีที่ 1 การใช้สารละลายต่างความเข้มข้น 2.5 กรัมต่อลิตร วิธีที่ 2 การใช้สารละลายต่างความเข้มข้น 5.0 กรัมต่อลิตร วิธีที่ 3 การใช้สารละลายต่างความเข้มข้น 2.5 กรัมต่อลิตร และสารละลายเอนไซม์ 0.5 % วิธีที่ 4 การใช้สารละลายต่างความเข้มข้น 2.5 กรัมต่อลิตร และสารละลายเอนไซม์ 1.0 % วิธีที่ 5 การใช้สารละลายต่างความเข้มข้น 5.0 กรัมต่อลิตร และสารละลายเอนไซม์ 0.5 % และวิธีที่ 6 การใช้สารละลายต่างความเข้มข้น 5.0 กรัมต่อลิตร และสารละลายเอนไซม์ 1.0 % จัดสิ่งทดลองแบบ $3 \times 2 \times 6$ แฟคทอเรียล ในแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ผลการวิจัย พบว่าพันธุ์ข้าวโพดมีผลต่อผลผลิตและขนาดเส้นใย ($p \leq 0.01$) ชั้นเปลือกข้าวโพดมีผลต่อความยาวและความหยิกงอของเส้นใย ($p \leq 0.01$ และ 0.05 ตามลำดับ) วิธีการแยกเส้นใยมีผลต่อผลผลิต ความยาวและขนาดของเส้นใย ($p \leq 0.01$) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวโพดกับชั้นเปลือกข้าวโพดมีผลต่อผลผลิต ความยาว ขนาดและความหยิกงอของเส้นใย ($p \leq 0.01$ 0.01 0.05 และ 0.05 ตามลำดับ) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวโพดกับวิธีการแยกเส้นใยมีผลต่อผลผลิต ความยาวและความหยิกงอของเส้นใย ($p \leq 0.01$ 0.01 และ 0.05 ตามลำดับ) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชั้นเปลือกข้าวโพดกับวิธีการแยกเส้นใยมีผลต่อผลผลิตเส้นใย ($p \leq 0.01$) และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวโพด ชั้นเปลือกข้าวโพดกับวิธีการแยกเส้นใยมีผลต่อผลผลิตและความยาวเส้นใย ($p \leq 0.01$)

คำสำคัญ : พันธุ์ข้าวโพด; ชั้นเปลือกข้าวโพด; วิธีการแยกเส้นใย; ผลผลิตเส้นใย; สมบัติทางกายภาพของเส้นใย

¹ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

¹ Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok

* Corresponding Author E - mail Address: agrwpt@ku.ac.th

Abstract

The objective of this research was to study the effects of corn varieties, layers of corn husks, and fiber extraction methods on yields and physical properties of corn husk fibers. Three corn varieties: Insee 2, Hi-brix 3, and ATS 12, two layers of corn husks: outer and inner corn husks and six fiber extraction methods: method 1 using 2.5 g/l alkaline solution, method 2 using 5.0 g/l alkaline solution, method 3 using 2.5 g/l alkaline and 0.5 % enzyme solution, method 4 using 2.5 g/l alkaline and 1.0 % enzyme solution, method 5 using 5.0 g/l alkaline and 0.5 % enzyme solution, and method 6 using 5.0 g/l alkaline and 1.0 % enzyme solution were utilized. The experimental design used was $3 \times 2 \times 6$ factorial experiments in randomized complete block design with three replications. The results showed that corn varieties significantly affected fiber yield and fiber fineness ($p \leq 0.01$). The layers of corn husks significantly affected fiber length and fiber crimp ($p \leq 0.01$ and 0.05 respectively). The fiber extraction methods significantly affected fiber yield, fiber length, and fiber fineness ($p \leq 0.01$). The interaction between the corn varieties and layers of corn husks significantly affected fiber yield, fiber length, fiber fineness, and fiber crimp ($p \leq 0.01$, 0.01 , 0.05 and 0.05 respectively). The interaction between the corn varieties and fiber extraction method significantly affected fiber yield, fiber length, and fiber crimp ($p \leq 0.01$, 0.01 , and 0.05 respectively). The interaction between the layers of corn husks and fiber extraction method significantly affected fiber yield ($p \leq 0.01$). The interaction between corn varieties, layers of corn husks, and fiber extraction method significantly affected fiber yield and fiber length ($p \leq 0.01$).

Keywords: Corn Varieties; Layers of Corn Husk; Fiber Extraction Methods; Fiber Yield; Fiber Physical Properties

บทนำ

ข้าวโพดหวาน (Sweet Corn) ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Zea mays L. var. saccharata* วงศ์ Poaceae เป็นสินค้าเกษตรที่ประเทศไทยมีศักยภาพในการผลิตเพื่อจำหน่ายทั้งในประเทศและต่างประเทศ [1] มีจำหน่ายทั้งแบบฝักสดและแบบแปรรูป ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ประเทศไทยส่งออกสินค้าข้าวโพดหวานแปรรูปจำนวน 17,029 ตัน คิดเป็นเงิน 478.19 ล้านบาท ซึ่งมีอัตราการขยายตัวร้อยละ 28.66 [2] จากการบริโภคข้าวโพดหวานปริมาณมาก ทำให้มีเปลือกข้าวโพดซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก ปัจจุบันมีการนำเปลือกข้าวโพดไปใช้ประโยชน์หลายอย่าง เช่น ทำเชื้อเพลิงอัดแท่ง ทำกระดาษและทำวัสดุผสม ในขณะที่เดียวกันอุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่ต้องการพัฒนาเส้นใยธรรมชาติ

จากวัตถุประสงค์การเกษตร เพื่อสร้างนวัตกรรมและเทคโนโลยีใหม่ ๆ ในกระบวนการผลิตสิ่งที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยมีภารกิจถึงความเป็นไปได้ในการใช้ประโยชน์จากเส้นใยธรรมชาติอย่างต่อเนื่อง ได้แก่ การพัฒนาเส้นใยธรรมชาติจากไฟ กัลวย ต้นข้าวและบัวหลวง เป็นต้น

เปลือกข้าวโพดหวานมีลักษณะเป็นแผ่นยาวรี ขนาดค่อนข้างใหญ่ ความยาวประมาณ 14 - 32.5 เซนติเมตร ความกว้างประมาณ 5 - 10 เซนติเมตร ประกอบด้วยเส้นใยที่เกาะกลุ่มกันมีส่วนที่เป็นเส้นหนาเรียงท่งกันและคั่นด้วยส่วนที่เป็นแผ่นบาง ซึ่งส่วนของเส้นหนาสถาปัตยกรรมแยกเป็นเส้นใยเดี่ยวได้ การแยกเส้นใยจากใบพืชนิยมใช้วิธีการหมักในน้ำ การใช้สารเคมีและการใช้เอนไซม์ การแยกเส้นใยด้วยการหมักในน้ำเป็นการกำจัดเพกทินออกจากผนังเซลล์ มักทำร่วมกับกระบวนการทางเชิงกล เช่น การขัดเส้นใย การทุบเส้นใย เพื่อแยกเนื้อเยื่อพืชที่เปื่อยยุ่ยออกจากเส้นใย เป็นวิธีที่ทำได้ง่าย แต่ใช้เวลานานประมาณ 2 - 5 เดือน และขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ เส้นใยที่ได้จะมีลักษณะหยาบ [3] การแยกเส้นใยด้วยสารเคมี เช่น การใช้สารละลายด่าง ต้องเลือกใช้ระดับความเข้มข้นและอุณหภูมิในการแยกเส้นใยให้เหมาะสม เส้นใยที่ได้จะละเอียดกว่าการหมักในน้ำ แต่จะมีลักษณะแข็ง กระด้างและเปราะ [4] การแยกเส้นใยด้วยการใช้เอนไซม์ เป็นวิธีการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพราะเอนไซม์สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้ในน้ำทั้ง [5] แต่ต้องใช้วิธีแยกเส้นใยแบบอื่นร่วมด้วย เอนไซม์ที่ใช้ได้มีหลายกลุ่ม เช่น เซลลูเลส เพกทิเนส เอมิเซลลูเลส ขึ้นอยู่กับลักษณะและสมบัติของเส้นใยที่ต้องการ และต้องควบคุมสภาวะให้เหมาะสมสำหรับการทำงานของเอนไซม์อย่างมีประสิทธิภาพ จึงจะทำให้ได้เส้นใยที่มีคุณภาพดี

ดังนั้น การศึกษาสมบัติทางกายภาพของเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์ต่าง ๆ จะเป็นแนวทางการพัฒนาเส้นใยที่มีคุณภาพดีและเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์ด้านสิ่งทอ และเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการพัฒนาเส้นใยธรรมชาติให้หลากหลายขึ้น นอกจากเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร และช่วยลดปริมาณขยะที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมแล้ว ผลการวิจัยจะเป็นข้อมูลในการพัฒนาเส้นใยธรรมชาติอื่น ๆ เพื่อใช้ประโยชน์ด้านสิ่งทอต่อไป การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เฉพาะเพื่อศึกษาผลของพันธุ์ข้าวโพด ชั้นเปลือกข้าวโพดและวิธีการแยกเส้นใยต่อผลผลิตและสมบัติทางกายภาพของเส้นใยจากเปลือกข้าวโพด

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

1. วัสดุและอุปกรณ์

1.1 เปลือกของฝักข้าวโพดหวานจำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์อินทรี 2 จากศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ (ไร่สุวรรณ) อำเภอบางบาล จังหวัดนครราชสีมา พันธุ์ไฮบริด 3 และพันธุ์เอทีเอส 12 จากตลาดสี่มุมเมือง อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี โดยคัดเลือกจากข้าวโพดหวานฝักสดที่มีน้ำหนักทั้งฝักประมาณ 300 - 400 กรัม

1.2 สารเคมีที่ใช้ คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide; $NaOH$) ชนิดเม็ด น้ำหนักเม็ดละ 0.1 กรัม ผลิตโดย Ajax Finechem Pty Limited ประเทศออสเตรเลีย เอนไซม์เซลลูเลส (Cellulase) ค่ากิจกรรม (Activity) ของเอนไซม์ประมาณ 31,000 หน่วยต่อกรัม ผลิตโดย Tokyo Chemical Industry Limited ประเทศญี่ปุ่น และกรดแอซิติก (Acetic Acid) ความเข้มข้น 100 % ผลิตโดย Merck KGaA ประเทศเยอรมนี

1.3 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล METTLER TOLEDO รุ่น PL 403 น้ำหนักสูงสุด 140 กรัม ความละเอียด 0.001 กรัม

1.4 ตู้อบลมร้อน BINDER รุ่น FD 260

1.5 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ Memmert รุ่น WNE 29

2. วิธีการ

การวิจัยนี้ใช้ข้าวโพด 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์อินทรี 2 พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3 และพันธุ์เอทีเอส 12 ชั้นเปลือกข้าวโพดแบ่งเป็น 2 ชั้น ได้แก่ เปลือกชั้นนอกและเปลือกชั้นใน และวิธีการแยกเส้นใย 6 วิธี ได้แก่ วิธีที่ 1 การใช้สารละลายต่างความเข้มข้น 2.5 กรัมต่อลิตร วิธีที่ 2 การใช้สารละลายต่างความเข้มข้น 5.0 กรัมต่อลิตร วิธีที่ 3 การใช้สารละลายต่างความเข้มข้น 2.5 กรัมต่อลิตร และสารละลายเอนไซม์ 0.5 % วิธีที่ 4 การใช้สารละลายต่างความเข้มข้น 2.5 กรัมต่อลิตร และสารละลายเอนไซม์ 1.0 % วิธีที่ 5 การใช้สารละลายต่างความเข้มข้น 5.0 กรัมต่อลิตร และสารละลายเอนไซม์ 0.5 % และวิธีที่ 6 การใช้สารละลายต่างความเข้มข้น 5.0 กรัมต่อลิตร และสารละลายเอนไซม์ 1.0 % จัดสิ่งทดลองแบบ $3 \times 2 \times 6$ แฟคทอเรียล ในแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ ($3 \times 2 \times 6$ Factorial Experiment in Randomized Complete Block Design) รวมทั้งสิ้น 36 สิ่งทดลอง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

2.1 การเตรียมเปลือกข้าวโพด

แยกเปลือกข้าวโพด 2 ชั้นในสุดและ 2 ชั้นนอกสุดออก แบ่งเปลือกข้าวโพดที่เหลือออกเป็น 2 กลุ่มเท่า ๆ กัน กลุ่มที่อยู่ด้านในจัดเป็นเปลือกชั้นใน และกลุ่มที่อยู่ด้านนอกจัดเป็นเปลือกชั้นนอก นำเปลือกข้าวโพดตากแห้งในสภาพแวดล้อมปกติเป็นเวลา 72 ชั่วโมง และอบแห้งด้วยเครื่องอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 ± 2 °C ระยะเวลา 90 นาที แล้วผึ่งในตู้ดูดความชื้น และชั่งน้ำหนัก ทำซ้ำขั้นตอนการอบแห้งและการผึ่งในตู้ดูดความชื้น จนกระทั่งน้ำหนักของเปลือกข้าวโพดคงที่ ตัดส่วนล่าง (ส่วนที่ติดกับก้านฝัก) และส่วนบนของเปลือกข้าวโพดแต่ละใบออกข้างละ 1 นิ้ว

2.2 การแยกกลุ่มเส้นหนาของเปลือกข้าวโพด

แช่เปลือกข้าวโพดในน้ำที่อุณหภูมิห้อง โดยใช้อัตราส่วนเปลือกข้าวโพดต่อน้ำเท่ากับ 1 : 50 ใช้ลวดค้อนกรีดตัวหนอนทับเปลือกข้าวโพดให้จมน้ำเป็นเวลา 30 วัน นำเปลือกข้าวโพดขึ้นจากน้ำ ใช้มือสาแหรกบางที่เปื่อยยุ่ยออก เพื่อเอาเฉพาะส่วนที่เป็นเส้นหนามาใช้ในการทดลองต่อไป แล้วล้างกลุ่มเส้นหนาด้วยน้ำประปาและตากแห้งในสภาพแวดล้อมปกติเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นอบแห้งด้วยเครื่องอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 ± 2 °C ระยะเวลา 90 นาที แล้วผึ่งในตู้ดูดความชื้นและชั่งน้ำหนัก ทำซ้ำขั้นตอนการอบแห้งและการผึ่งในตู้ดูดความชื้น จนกระทั่งน้ำหนักของกลุ่มเส้นหนาคงที่

2.3 การแยกเส้นใยเปลือกข้าวโพด

2.3.1 การแยกเส้นใยโดยการใช้สารละลายต่าง (วิธีที่ 1 - 2) เตรียมสารละลายต่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 2.5 กรัมต่อลิตร และ 5.0 กรัมต่อลิตร และใช้อัตราส่วนกลุ่มเส้นหนาของเปลือกข้าวโพดต่อสารละลายเท่ากับ 1 : 100 ต้มกลุ่มเส้นหนาของเปลือกข้าวโพดในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่อุณหภูมิ 100 °C ระยะเวลา 60 นาที กรองแยกเส้นใยออกจากสารละลาย แล้วล้างเส้นใยด้วยน้ำประปามันน้ำใสไม่มีสี และมีค่า pH 6 - 7 นำเส้นใยตากแห้งและอบแห้งตามขั้นตอนในข้อ 2.2 และเก็บเส้นใยในถุงพลาสติกปิดสนิท

2.3.2 การแยกเส้นใยโดยใช้สารละลายต่างและสารละลายเอนไซม์ (วิธีที่ 3 - 6) เตรียมสารละลายต่าง คัมกลุ่มเส้นหนาของเปลือกข้าวโพด ทำความสะอาดเส้นใย ตากแห้งและอบแห้งเส้นใยตามขั้นตอนในข้อ 2.3.1 เตรียมสารละลายเอนไซม์โดยใช้ปริมาณเอนไซม์เซลลูเลส 0.5 % และ 1.0 % ของน้ำหนักเส้นใยแห้งที่ได้จากการแยกเบื้องต้นด้วยสารละลายต่าง และใช้อัตราส่วนเส้นใยเปลือกข้าวโพดต่อสารละลายเท่ากับ 1 : 30 จากนั้นแช่เส้นใยในสารละลายเอนไซม์ที่อุณหภูมิ 55 °C เวลา 60 นาที กรองแยกเส้นใยออกจากสารละลาย แล้วล้างเส้นใยด้วยน้ำประปาจนน้ำใสไม่มีสีและมีค่า pH 6 - 7 นำเส้นใยตากและอบแห้งตามขั้นตอนในข้อ 2 และเก็บเส้นใยในถุงพลาสติกปิดสนิท

2.4 การหาผลผลิตเส้นใย ทำโดยชั่งน้ำหนักเส้นใยด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัลทศนิยม 3 ตำแหน่ง และคำนวณผลผลิตเส้นใยดังนี้

$$\text{ผลผลิตเส้นใย (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักเส้นใย (กรัม)}}{\text{น้ำหนักเปลือกข้าวโพด (กรัม)}} \times 100 \quad (1)$$

2.5 การทดสอบเส้นใย

ควบคุมสภาวะมาตรฐานที่อุณหภูมิเท่ากับ 27 ± 2 °C และความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ 65 ± 2 % ทดสอบความยาวเส้นใยตามมาตรฐาน ASTM Designation: D 5103 - 01 Standard Test Method for Length and Length Distribution of Manufactured Staple Fibers (Single - Fiber Test) ทดสอบขนาดเส้นใยตามมาตรฐาน ASTM Designation: D 1577 - 01 Standard Test Methods for Linear Density of Textile Fibers (Option B Single - Fiber Weighing) และทดสอบความหยิกงอของเส้นใยตามวิธีการของ Udomkijdech, V. [6]

2.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตเส้นใย ความยาวเส้นใย ขนาดเส้นใยและความหยิกงอของเส้นใยโดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยแบบจำแนกสามทาง (Three - Way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยใช้ Bonferroni

ผลการวิจัยและวิจารณ์

1. ผลผลิตเส้นใยจากเปลือกข้าวโพด

จากตารางที่ 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยผลผลิตเส้นใยอยู่ระหว่างร้อยละ 15.90 - 27.49 โดยเปลือกข้าวโพดพันธุ์อื่นที่ 2 ขึ้นนอก แยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 1 ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตเส้นใยมากที่สุด และเปลือกข้าวโพดพันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3 ขึ้นใน แยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 6 ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตเส้นใยน้อยที่สุด ข้าวโพดแต่ละพันธุ์และวิธีการแยกเส้นใยต่างกันให้ผลผลิตเส้นใยต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่เปลือกชั้นนอกและเปลือกชั้นในให้ผลผลิตเส้นใยใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยผลผลิตเส้นใยเปลือกข้าวโพดที่ได้จากพันธุ์ข้าวโพด ชั้นเปลือกข้าวโพด และวิธีการแยกเส้นใยที่แตกต่างกัน

ปัจจัยการทดลอง			ผลผลิต (ร้อยละ)	
พันธุ์ข้าวโพด	ชั้นเปลือกข้าวโพด	วิธีการแยกเส้นใย	($\bar{X}$)	S.D.
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 1	27.49	0.29
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 2	23.14	0.36
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 3	23.90	0.99
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 4	23.89	0.74
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 5	19.61	1.23
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 6	20.78	0.85
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 1	24.62	0.39
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 2	20.98	0.52
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 3	21.70	0.34
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 4	19.60	0.18
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 5	18.57	0.51
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 6	15.96	0.83
พันธุ์ไฮ-บรிகซ์ 3	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 1	25.16	0.19
พันธุ์ไฮ-บรிகซ์ 3	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 2	23.00	0.55
พันธุ์ไฮ-บริกซ์ 3	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 3	21.63	0.34
พันธุ์ไฮ-บริกซ์ 3	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 4	16.70	1.13
พันธุ์ไฮ-บริกซ์ 3	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 5	17.24	0.42
พันธุ์ไฮ-บริกซ์ 3	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 6	16.67	1.65
พันธุ์ไฮ-บริกซ์ 3	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 1	23.99	0.27
พันธุ์ไฮ-บริกซ์ 3	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 2	22.85	1.27
พันธุ์ไฮ-บริกซ์ 3	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 3	20.07	0.28
พันธุ์ไฮ-บริกซ์ 3	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 4	19.84	0.20
พันธุ์ไฮ-บริกซ์ 3	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 5	17.20	0.65
พันธุ์ไฮ-บริกซ์ 3	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 6	15.90	0.58
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 1	23.23	0.14
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 2	20.14	0.69
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 3	17.14	0.41
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 4	20.67	0.25
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 5	17.31	0.79
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 6	16.46	0.97
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 1	26.66	0.86
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 2	21.81	0.71

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยผลผลิตเส้นใยเปลือกข้าวโพดที่ได้จากพันธุ์ข้าวโพด ชั้นเปลือกข้าวโพด และวิธีการแยกเส้นใยที่แตกต่างกัน (ต่อ)

พันธุ์ข้าวโพด	ปัจจัยการทดลอง		ผลผลิต (ร้อยละ)	
	ชั้นเปลือกข้าวโพด	วิธีการแยกเส้นใย	($\bar{X}$)	S.D.
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 3	22.31	0.24
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 4	22.42	0.80
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 5	19.20	0.13
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 6	17.89	1.03

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยผลผลิตเส้นใยเปลือกข้าวโพดพบว่า พันธุ์ข้าวโพดมีผลต่อผลผลิตเส้นใยอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) เปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตเส้นใยมากที่สุด (ร้อยละ 21.69) รองลงมาคือ เปลือกข้าวโพดพันธุ์เอทีเอส 12 (ร้อยละ 20.44) และเปลือกข้าวโพดพันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3 (ร้อยละ 20.02) ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ Bonferroni พบว่า เปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 ให้ผลผลิตเส้นใยมากกว่าเปลือกข้าวโพดพันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3 และเปลือกข้าวโพดพันธุ์เอทีเอส 12 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) จากการสังเกตพบว่า เปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 มีผิวค่อนข้างหยาบและหนามีกุ่มเส้นใยหนาวยาว (Long Thick Stands) จำนวนมากสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจนโดยเฉพาะเปลือกชั้นนอกสุด จึงทำให้มีผลผลิตเส้นใยมากที่สุด เปลือกข้าวโพดพันธุ์เอทีเอส 12 ให้ผลผลิตเส้นใยมากกว่าเปลือกข้าวโพดพันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เปลือกข้าวโพดพันธุ์เอทีเอส 12 ประกอบด้วยส่วนที่เป็นหนาจำนวนมากเรียงตัวชิดกัน จึงทำให้ได้ผลผลิตเส้นใยมากกว่า

วิธีการแยกเส้นใย มีผลต่อผลผลิตเส้นใยอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) การแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 1 - 6 ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตเส้นใยร้อยละ 25.19 21.99 21.13 20.52 18.19 และ 17.28 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ Bonferroni พบว่า การแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 1 ให้ผลผลิตเส้นใยมากกว่าวิธีอื่นทุกวิธีอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) การแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 2 ให้ผลผลิตเส้นใยมากกว่าวิธีที่ 3 - 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) การแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 3 และ 4 ให้ผลผลิตเส้นใยมากกว่าวิธีที่ 5 และ 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) และการแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 5 ให้ผลผลิตเส้นใยมากกว่าวิธีที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) จากผลการวิจัยจะเห็นว่า การแยกเส้นใยด้วยการใช้สารละลายต่าง และการใช้สารละลายต่างกับสารละลายเอนไซม์ที่มีความเข้มข้นมากขึ้น จะทำให้ได้ผลผลิตเส้นใยน้อยลง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะลิกนิน เฮมิเซลลูโลส เพกทินและเส้นใยสั้น ๆ ที่ยึดเกาะเส้นใยจะถูกกำจัดออกไปมากขึ้น ซึ่งทำให้เส้นใยมีพื้นผิวเรียบ สะอาดและมีความละเอียดขึ้น สอดคล้องกับผลการตรวจสอบลักษณะเส้นใยเปลือกข้าวโพดด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 200 เท่า ซึ่งพบว่า การแยกเส้นใยด้วยการใช้สารละลายต่าง และการใช้สารละลายต่างกับสารละลายเอนไซม์ที่มีระดับความเข้มข้นมากขึ้น ทำให้พื้นผิวเส้นใยเรียบและสะอาดขึ้น ผลที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Yilmaz, N. D. [7] ที่ศึกษาผลของการแยกเส้นใยเปลือกข้าวโพดด้วยการใช้สารละลายต่างต่อลักษณะของเส้นใยพบว่า การแยกเส้นใยด้วยสารละลายต่างที่มีระดับความเข้มข้นมากขึ้น ทำให้ได้ผลผลิตเส้นใยลดลง

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวโพดกับชั้นเปลือกข้าวโพด มีผลต่อผลผลิตเส้นใยอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) เปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 ชั้นนอกและชั้นในให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตเส้นใยร้อยละ 23.14 และ 20.24 ตามลำดับ เปลือกข้าวโพดพันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3 ชั้นนอกและชั้นในให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตเส้นใยร้อยละ 20.07 และ 19.97 ตามลำดับ และเปลือกข้าวโพดพันธุ์เอทีเอส 12 ชั้นนอกและชั้นในให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตเส้นใยร้อยละ 19.16 และ 21.72 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ Bonferroni พบว่าเปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 ชั้นนอกให้ผลผลิตเส้นใยมากกว่าเปลือกชั้นในอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) ในขณะที่เปลือกข้าวโพดพันธุ์เอทีเอส 12 ชั้นในให้ผลผลิตเส้นใยมากกว่าเปลือกชั้นนอกอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) และเปลือกข้าวโพดพันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3 ชั้นนอกและชั้นในให้ผลผลิตเส้นใยไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวโพดกับวิธีการแยกเส้นใย มีผลต่อผลผลิตเส้นใยอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$)

- เปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 แยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 1 - 6 ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตเส้นใยร้อยละ 26.06 22.06 22.80 21.75 19.09 และ 18.37 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ Bonferroni พบว่าเปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 แยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 1 ให้ผลผลิตเส้นใยมากกว่าการแยกเส้นใยด้วยวิธีอื่นทุกวิธีอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) และการแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 2 - 4 ให้ผลผลิตเส้นใยมากกว่าการแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 5 และ 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$)

- เปลือกข้าวโพดพันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3 แยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 1 - 6 ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตเส้นใยร้อยละ 24.57 22.93 20.85 18.27 17.22 และ 16.28 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ Bonferroni พบว่าเปลือกข้าวโพดพันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3 แยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 1 ให้ผลผลิตเส้นใยมากกว่าการแยกเส้นใยด้วยวิธีอื่นทุกวิธีอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) การแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 2 ให้ผลผลิตเส้นใยมากกว่าการแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 3 - 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) การแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 3 ให้ผลผลิตเส้นใยมากกว่าการแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 4 - 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) และการแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 4 ให้ผลผลิตเส้นใยมากกว่าการแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$)

- เปลือกข้าวโพดพันธุ์เอทีเอส 12 แยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 1 - 6 ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตเส้นใยร้อยละ 24.95 20.97 19.73 21.55 18.26 และ 17.18 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ Bonferroni พบว่าเปลือกข้าวโพดพันธุ์เอทีเอส 12 แยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 1 ให้ผลผลิตเส้นใยมากกว่าการแยกเส้นใยด้วยวิธีอื่นทุกวิธีอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) การแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 2 ให้ผลผลิตเส้นใยมากกว่าการแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 3 5 และ 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$ 0.01 และ 0.01 ตามลำดับ) การแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 3 ให้ผลผลิตเส้นใยน้อยกว่าการแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) แต่ให้ผลผลิตเส้นใยมากกว่าการแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 5 และ 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) และการแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 4 ให้ผลผลิตเส้นใยมากกว่าการแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 5 และ 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$)

จากผลการวิจัยจะเห็นว่า วิธีการแยกเส้นใยมีผลต่อผลผลิตเส้นใยต่างกัน ขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าวโพดที่ใช้

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชั้นเปลือกข้าวโพดกับวิธีการแยกเส้นใย มีผลต่อผลผลิตเส้นใยอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$)

- เปลือกชั้นนอกที่แยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 1 - 6 ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตเส้นใยร้อยละ 25.29 22.09 20.89 20.42 18.05 และ 17.97 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ Bonferroni พบว่า เปลือกชั้นนอกที่แยกเส้นใย

การแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 4 ให้ผลผลิตเส้นใยมากกว่าการแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 5 และ 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) สำหรับเปลือกข้าวโพดพันธุ์เอทีเอส 12 ชั้นในพบว่า การแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 1 ให้ผลผลิตเส้นใยมากกว่าการแยกเส้นใยด้วยวิธีอื่นทุกวิธีอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) การแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 2 - 4 ให้ผลผลิตเส้นใยมากกว่าการแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 5 และ 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) และการแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 5 ให้ผลผลิตเส้นใยมากกว่าการแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากผลการวิจัยจะเห็นว่า วิธีการแยกเส้นใยเปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 และพันธุ์เอทีเอส 12 ทั้งเปลือกชั้นนอกและเปลือกชั้นใน และวิธีการแยกเส้นใยเปลือกข้าวโพดพันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3 เปลือกชั้นนอก ที่ให้ผลผลิตเส้นใยมากที่สุดคือ วิธีที่ 1 คือการใช้สารละลายด่างความเข้มข้น 2.5 กรัมต่อลิตร และวิธีการแยกเส้นใยเปลือกข้าวโพดพันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3 เปลือกชั้นใน ที่ให้ผลผลิตเส้นใยมากที่สุดคือวิธีที่ 1 และ 2 คือการใช้สารละลายด่างความเข้มข้น 2.5 กรัมต่อลิตร และการใช้สารละลายด่างความเข้มข้น 5.0 กรัมต่อลิตร โดยสรุปพบว่า ผลของวิธีการแยกเส้นใยขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าวโพดและชั้นเปลือกข้าวโพด ทั้งนี้วิธีการแยกเส้นใยที่ให้ผลผลิตเส้นใยสูงอาจจะไม่ใช่วิธีที่ดีที่สุด เพราะเส้นใยยังคงมีลิกนิน เฮมิเซลลูโลสและเพกทินตกค้างอยู่มาก ส่วนชั้นเปลือกข้าวโพด ไม่ให้ผลต่อผลผลิตเส้นใยอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

2. ความยาวเส้นใย

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยความยาวเส้นใยเปลือกข้าวโพดที่ได้จากพันธุ์ข้าวโพด ชั้นเปลือกข้าวโพด และวิธีการแยกเส้นใยที่แตกต่างกัน

ปัจจัยการทดลอง			ความยาว (มิลลิเมตร)	
พันธุ์ข้าวโพด	ชั้นเปลือกข้าวโพด	วิธีการแยกเส้นใย	($\bar{X}$)	S.D.
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 1	190.93	3.52
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 2	178.33	7.26
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 3	186.30	5.37
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 4	178.90	5.12
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 5	172.33	6.61
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 6	153.40	13.01
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 1	179.07	7.25
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 2	163.53	2.80
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 3	178.40	4.68
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 4	179.73	3.95
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 5	168.93	4.08
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 6	168.67	4.23
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 1	209.47	2.19
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 2	206.00	7.08
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 3	203.10	5.94
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 4	186.53	5.92

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยความยาวเส้นใยเปลือกข้าวโพดที่ได้จากพันธุ์ข้าวโพด ชั้นเปลือกข้าวโพด และวิธีการแยกเส้นใยที่แตกต่างกัน (ต่อ)

พันธุ์ข้าวโพด	ปัจจัยการทดลอง		ความยาว (มิลลิเมตร)	
	ชั้นเปลือกข้าวโพด	วิธีการแยกเส้นใย	($\bar{X}$)	S.D.
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 5	173.13	8.03
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 6	169.73	11.99
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 1	182.67	5.33
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 2	171.37	14.76
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 3	167.87	8.05
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 4	130.90	9.54
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 5	138.30	27.96
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 6	104.47	22.89
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 1	182.07	4.53
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 2	178.03	6.70
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 3	178.63	1.42
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 4	173.93	5.61
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 5	174.63	4.18
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 6	169.40	3.86
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 1	176.80	12.47
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 2	172.53	1.79
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 3	172.00	8.68
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 4	168.53	4.38
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 5	162.37	2.27
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 6	155.60	5.80

จากตารางที่ 2 พบว่าเส้นใยเปลือกข้าวโพดมีค่าเฉลี่ยความยาวอยู่ระหว่าง 104.47 - 209.47 มิลลิเมตร จัดเป็นเส้นใยสันแบบยาว (Long Staple Fibers) ซึ่งมีความยาวตั้งแต่ 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ขึ้นไป ตามเกณฑ์การแบ่งประเภทเส้นใยสันของ Goswami, B. C., Anandjiwala, R. D., and Hall, D. M. [8] โดยเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3 ชั้นนอกแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความยาวมากที่สุด และเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3 ชั้นในแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 6 มีค่าเฉลี่ยความยาวน้อยที่สุด เปลือกข้าวโพดชั้นนอกและเปลือกชั้นในและวิธีการแยกเส้นใยต่างกันให้ความยาวเส้นใยต่างกันอย่างเห็นได้ชัดในขณะที่ข้าวโพดแต่ละพันธุ์ให้ความยาวเส้นใยใกล้เคียงกัน

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความยาวเส้นใยเปลือกข้าวโพดพบว่า ชั้นเปลือกข้าวโพดมีผลต่อความยาวเส้นใยอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) โดยพบว่า เส้นใยจากเปลือกข้าวโพดชั้นนอกมีความยาวมากกว่าเส้นใยจากเปลือกชั้นใน (ค่าเฉลี่ย 181.38 และ 163.43 มิลลิเมตร ตามลำดับ)

วิธีการแยกเส้นใยมีผลต่อความยาวเส้นใยอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) เส้นใยเปลือกข้าวโพดที่แยกด้วยวิธีที่ 1 - 6 มีค่าเฉลี่ยความยาว 186.83 178.30 181.05 169.76 164.95 และ 153.54 มิลลิเมตร ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ Bonferroni พบว่าเส้นใยเปลือกข้าวโพดที่แยกด้วยวิธีที่ 1 และ 3 มีความยาวมากกว่าเส้นใยที่แยกด้วยวิธีที่ 4 - 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) เส้นใยเปลือกข้าวโพดที่แยกด้วยวิธีที่ 2 มีความยาวมากกว่าเส้นใยที่แยกด้วยวิธีที่ 5 และ 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) และเส้นใยเปลือกข้าวโพดที่แยกด้วยวิธีที่ 4 และ 5 มีความยาวมากกว่าเส้นใยที่แยกด้วยวิธีที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) จากผลการวิจัยจะเห็นว่า การแยกเส้นใยโดยใช้สารละลายต่างและสารละลายเอนไซม์ที่มีระดับความเข้มข้นมากขึ้นจะทำให้เส้นใยมีความยาวลดลง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเส้นใยแยกออกเป็นกลุ่มเล็กลง จึงมีความยาวลดลง

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวโพดกับขั้นตอนเปลือกข้าวโพด มีผลต่อความยาวเส้นใยอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) เส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 ขึ้นนอกและชั้นใน มีค่าเฉลี่ยความยาว 176.70 และ 173.06 มิลลิเมตร ตามลำดับ เส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์ไฮ-บริกซ์ 3 ขึ้นนอกและชั้นใน มีค่าเฉลี่ยความยาว 191.33 และ 149.26 มิลลิเมตร ตามลำดับ และเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์เอทีเอส 12 ขึ้นนอกและชั้นในมีค่าเฉลี่ยความยาว 176.12 และ 167.97 มิลลิเมตร ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ Bonferroni พบว่าเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดชั้นนอกพันธุ์ไฮ-บริกซ์ 3 และพันธุ์เอทีเอส 12 มีความยาวมากกว่าเส้นใยจากเปลือกชั้นใน ($p \leq 0.01$) สำหรับเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 พบว่า เส้นใยจากเปลือกชั้นนอกและเปลือกชั้นในมีความยาวไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวโพดกับวิธีการแยกเส้นใย มีผลต่อความยาวเส้นใย ($p \leq 0.01$)

- เส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 ที่แยกด้วยวิธีที่ 1-6 มีค่าเฉลี่ยความยาว 185.00 170.93 182.35 179.32 170.63 และ 161.03 มิลลิเมตร ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ Bonferroni พบว่า เส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 ที่แยกด้วยวิธีที่ 1 3 และ 4 มีความยาวมากกว่าเส้นใยที่แยกด้วยวิธีที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$ 0.01 และ 0.05 ตามลำดับ)

- เส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์ไฮ-บริกซ์ 3 ที่แยกด้วยวิธีที่ 1 - 6 มีค่าเฉลี่ยความยาว 196.07 188.68 185.48 158.72 155.72 และ 137.10 มิลลิเมตร ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ Bonferroni พบว่าเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์ไฮ-บริกซ์ 3 ที่แยกด้วยวิธีที่ 1 2 และ 3 มีความยาวมากกว่าเส้นใยที่แยกด้วยวิธีที่ 4 - 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$)

- เส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์เอทีเอส 12 ที่แยกด้วยวิธีที่ 1 - 6 มีค่าเฉลี่ยความยาว 179.43 175.28 175.32 171.23 168.50 และ 162.50 มิลลิเมตร ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ Bonferroni พบว่าเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์เอทีเอส 12 ที่แยกด้วยวิธีที่ 1 มีความยาวมากกว่าเส้นใยที่แยกด้วยวิธีที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากผลการวิจัยจะเห็นว่า การแยกเส้นใยเปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 ทำให้เส้นใยที่มีความยาวมากที่สุดไม่แตกต่างกันคือ วิธีที่ 1 - 5 และการแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 6 จะได้เส้นใยสั้นที่สุด การแยกเส้นใยเปลือกข้าวโพดพันธุ์ไฮ-บริกซ์ 3 ทำให้เส้นใยที่มีความยาวมากที่สุดไม่แตกต่างกันคือ วิธีที่ 1 - 3 และการแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 6 จะได้เส้นใยสั้นที่สุด และการแยกเส้นใยเปลือกข้าวโพดพันธุ์เอทีเอส 12 ทุกวิธีให้ความยาวเส้นใยไม่แตกต่างกัน นอกจากวิธีที่ 1 กับวิธีที่ 6

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวโพด ชั้นเปลือกข้าวโพดกับวิธีการแยกเส้นใย มีผลต่อความยาวเส้นใย ($p \leq 0.01$) ซึ่งค่าเฉลี่ยความยาวเส้นใยแสดงในตารางที่ 2 และผลการวิเคราะห์ Bonferroni มีดังนี้

- เส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 ชั้นนอกพบว่า เส้นใยที่แยกด้วยวิธีที่ 1 มีความยาวมากกว่าเส้นใยที่แยกด้วยวิธีที่ 5 และ 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$ และ 0.01 ตามลำดับ) และเส้นใยที่แยกด้วยวิธีที่ 2 - 5 มีความยาวมากกว่าเส้นใยที่แยกด้วยวิธีที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$ 0.01 และ 0.05 ตามลำดับ) สำหรับเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 ชั้นในพบว่า เส้นใยที่แยกด้วยวิธีที่ 1 3 และ 4 มีความยาวมากกว่าเส้นใยที่แยกด้วยวิธีที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

- เส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3 ชั้นนอกพบว่า เส้นใยที่แยกด้วยวิธีที่ 1 และ 2 มีความยาวมากกว่าเส้นใยที่แยกด้วยวิธีที่ 4 - 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) เส้นใยที่แยกด้วยวิธีที่ 3 มีความยาวมากกว่าเส้นใยที่แยกด้วยวิธีที่ 4 - 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$ 0.01 และ 0.01 ตามลำดับ) และเส้นใยที่แยกด้วยวิธีที่ 4 มีความยาวมากกว่าเส้นใยที่แยกด้วยวิธีที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) สำหรับเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3 ชั้นในพบว่าเส้นใยที่แยกด้วยวิธีที่ 1 มีความยาวมากกว่าเส้นใยที่แยกด้วยวิธีที่ 3 - 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$ 0.01 0.01 และ 0.01 ตามลำดับ) เส้นใยที่แยกด้วยวิธีที่ 2 และ 3 มีความยาวมากกว่าเส้นใยที่แยกด้วยวิธีที่ 4 - 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) และเส้นใยที่แยกด้วยวิธีที่ 4 และ 5 มีความยาวมากกว่าเส้นใยที่แยกด้วยวิธีที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$)

- เส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์เอทีเอส 12 ชั้นนอกพบว่า การแยกเส้นใยทุกวิธีให้ความยาวเส้นใยไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) และเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์เอทีเอส 12 ชั้นในพบว่า เส้นใยที่แยกด้วยวิธีที่ 1 - 3 มีความยาวมากกว่าเส้นใยที่แยกด้วยวิธีที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$ 0.05 และ 0.05 ตามลำดับ)

โดยสรุปพบว่า วิธีการแยกเส้นใยมีผลต่อความยาวเส้นใยทุกกรณี ยกเว้นกรณีของเปลือกข้าวโพดพันธุ์เอทีเอส 12 ชั้นนอก การใช้สารละลายต่างและสารละลายเอนไซม์ที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้นจะได้เส้นใยที่มีความยาวลดลง นอกจากนี้ยังพบว่า วิธีการแยกเส้นใยมีผลต่อความยาวเส้นใยแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าวโพด และชั้นเปลือกข้าวโพดที่ใช้ ส่วนพันธุ์ข้าวโพดและปฏิสัมพันธ์ระหว่างชั้นเปลือกข้าวโพดกับวิธีการแยกเส้นใยไม่มีผลต่อความยาวเส้นใยอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

3. ขนาดเส้นใย

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยขนาดเส้นใยเปลือกข้าวโพดที่ได้จากพันธุ์ข้าวโพด ชั้นเปลือกข้าวโพด และวิธีการแยกเส้นใยที่แตกต่างกัน

พันธุ์ข้าวโพด	ปัจจัยการทดลอง		ขนาด (เท็กซ์)	
	ชั้นเปลือกข้าวโพด	วิธีการแยกเส้นใย	($\bar{X}$)	S.D.
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 1	33.78	3.40
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 2	30.11	8.61
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 3	32.55	5.30
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 4	29.27	1.82
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 5	29.56	4.42

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยขนาดเส้นใยเปลือกข้าวโพดที่ได้จากพันธุ์ข้าวโพด ชั้นเปลือกข้าวโพด และวิธีการแยกเส้นใยที่แตกต่างกัน (ต่อ)

ปัจจัยการทดลอง			ขนาด (เท็กซ์)	
พันธุ์ข้าวโพด	ชั้นเปลือกข้าวโพด	วิธีการแยกเส้นใย	($\bar{X}$)	S.D.
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 6	28.44	3.86
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 1	35.01	2.88
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 2	30.30	1.83
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 3	32.17	3.57
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 4	32.85	3.72
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 5	29.94	2.70
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 6	31.13	3.23
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 1	30.87	0.87
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 2	28.24	1.91
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 3	25.77	0.24
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 4	25.41	1.02
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 5	18.23	2.41
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 6	18.96	1.03
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 1	26.59	1.39
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 2	23.44	2.76
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 3	23.33	1.76
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 4	21.72	3.10
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 5	21.21	3.80
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 6	20.00	2.72
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 1	23.54	1.84
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 2	20.97	2.29
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 3	24.05	3.12
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 4	20.69	1.77
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 5	20.53	2.72
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 6	17.14	2.32
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 1	20.81	0.92
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 2	21.41	1.60
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 3	18.63	0.77
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 4	17.15	1.37
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 5	21.03	3.06
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 6	15.36	1.04

จากตารางที่ 3 พบว่าเส้นใยเปลือกข้าวโพดมีค่าเฉลี่ยขนาดเส้นใยอยู่ระหว่าง 15.36 - 35.01 เทกซ์ จัดเป็นเส้นใยหยาบมาก ตามเกณฑ์การจำแนกขนาดเส้นใยฝ้ายซึ่งเป็นเส้นใยเซลลูโลสที่ได้จากเมล็ดของ Cook, J. G. [9] ที่กำหนดว่าเส้นใยหยาบจะมีขนาด 1.5 - 2.9 เทกซ์ โดยเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 ชั้นในแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 1 มีค่าเฉลี่ยขนาดเส้นใยใหญ่ที่สุด และเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์เอทีเอส 12 ชั้นใน แยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 6 มีค่าเฉลี่ยขนาดเส้นใยเล็กที่สุด ข้าวโพดแต่ละพันธุ์และวิธีการแยกเส้นใยต่างกันให้ขนาดเส้นใยต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่เปลือกชั้นนอกและเปลือกชั้นในให้ขนาดเส้นใยใกล้เคียงกัน

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยขนาดเส้นใยเปลือกข้าวโพดพบว่า พันธุ์ข้าวโพดมีผลต่อขนาดเส้นใยอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) เส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 มีค่าเฉลี่ยขนาดเส้นใยใหญ่ที่สุด (31.26 เทกซ์) รองลงมาคือ เส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3 (23.65 เทกซ์) และเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์เอทีเอส 12 (20.11 เทกซ์) ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ Bonferroni พบว่าเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 มีขนาดใหญ่กว่าเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3 และเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์เอทีเอส 12 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) และเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3 มีขนาดใหญ่กว่าเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์เอทีเอส 12 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$)

วิธีการแยกเส้นใยมีผลต่อขนาดเส้นใยอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) เส้นใยที่แยกด้วยวิธีที่ 1 - 6 มีค่าเฉลี่ยขนาดเส้นใย 28.43 25.74 26.08 24.52 23.42 และ 21.84 เทกซ์ ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ Bonferroni พบว่าเส้นใยเปลือกข้าวโพดที่แยกด้วยวิธีที่ 1 มีขนาดใหญ่กว่าที่แยกด้วยวิธีที่ 4 - 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) และเส้นใยที่แยกด้วยวิธีที่ 2 และ 3 มีขนาดใหญ่กว่าที่แยกด้วยวิธีที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) จากผลการวิจัยจะเห็นว่าการแยกเส้นใยด้วยการใช้สารละลายด่างกับสารละลายเอนไซม์มีแนวโน้มทำให้เส้นใยมีขนาดเล็กลง ทั้งนี้เพราะเอนไซม์เซลลูเลสจะย่อยสลายเซลลูโลสส่วนอสัณฐานที่ผนังเซลล์ชั้นนอกออก ทำให้เส้นใยสั้น ๆ หลุดออกจากกลุ่มเส้นใย [4] - [5] จึงทำให้เส้นใยมีขนาดเล็กลง

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวโพดกับชั้นเปลือกข้าวโพด มีผลต่อขนาดเส้นใย ($p \leq 0.05$) เส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 ชั้นนอกและชั้นในมีค่าเฉลี่ยขนาด 30.62 และ 31.90 เทกซ์ ตามลำดับ เส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3 ชั้นนอกและชั้นในมีค่าเฉลี่ยขนาด 24.58 และ 22.71 เทกซ์ ตามลำดับ และเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์เอทีเอส 12 ชั้นนอกและชั้นในมีค่าเฉลี่ยขนาด 21.15 และ 19.07 เทกซ์ ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ Bonferroni พบว่าเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 และพันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3 ชั้นนอกและชั้นใน มีขนาดเส้นใยไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) และเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์เอทีเอส 12 ชั้นนอกมีขนาดใหญ่กว่าเส้นใยจากเปลือกชั้นในอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้จากการแบ่งเปลือกชั้นนอกและเปลือกชั้นในของเปลือกหุ้มฝักข้าวโพดพันธุ์เอทีเอส 12 พบว่ามีเปลือกหุ้มฝักจำนวนมากสูงสุดถึง 19 ใบ ทำให้เปลือกชั้นนอกและเปลือกชั้นในมีความหยาบและความหนาแตกต่างกันค่อนข้างมาก จึงมีผลต่อขนาดเส้นใย

ส่วนชั้นเปลือกข้าวโพด ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวโพดกับวิธีการแยกเส้นใย ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชั้นเปลือกข้าวโพดกับวิธีการแยกเส้นใย และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวโพด ชั้นเปลือกข้าวโพด กับวิธีการแยกเส้นใย ไม่มีผลต่อขนาดเส้นใยอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

4. ความหยิกงอของเส้นใย

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยความหยิกงอของเส้นใยเปลือกข้าวโพดที่ได้จากพันธุ์ข้าวโพด ชั้นเปลือกข้าวโพด และวิธีการแยกเส้นใยที่แตกต่างกัน

ปัจจัยการทดลอง			ความหยิกงอ (ร้อยละ)	
พันธุ์ข้าวโพด	ชั้นเปลือกข้าวโพด	วิธีการแยกเส้นใย	($\bar{X}$)	S.D.
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 1	5.57	0.80
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 2	6.28	1.36
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 3	6.76	0.90
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 4	5.89	1.28
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 5	5.78	0.95
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 6	7.22	0.70
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 1	3.96	0.39
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 2	5.96	1.22
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 3	4.70	0.95
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 4	5.41	0.67
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 5	4.89	1.54
พันธุ์อินทรี 2	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 6	6.22	0.22
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 1	6.67	1.56
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 2	5.15	0.64
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 3	5.97	1.65
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 4	4.45	0.40
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 5	5.85	0.84
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 6	5.00	0.40
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 1	6.26	0.72
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 2	6.93	1.03
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 3	5.56	1.28
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 4	5.48	0.55
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 5	4.96	1.25
พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 6	4.56	0.58
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 1	5.78	1.15
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 2	5.93	1.71
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 3	5.70	1.05
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 4	5.44	0.95
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 5	4.70	0.55
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นนอก	วิธีที่ 6	5.26	0.74

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยความหยิกงอของเส้นใยเปลือกข้าวโพดที่ได้จากพันธุ์ข้าวโพด ชั้นเปลือกข้าวโพด และวิธีการแยกเส้นใยที่แตกต่างกัน (ต่อ)

พันธุ์ข้าวโพด	ปัจจัยการทดลอง		ความหยิกงอ (ร้อยละ)	
	ชั้นเปลือกข้าวโพด	วิธีการแยกเส้นใย	($\bar{X}$)	S.D.
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 1	5.04	0.79
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 2	4.96	0.35
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 3	5.85	1.03
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 4	5.30	0.39
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 5	5.00	0.40
พันธุ์เอทีเอส 12	เปลือกชั้นใน	วิธีที่ 6	5.19	0.95

จากตารางที่ 4 พบว่า เส้นใยเปลือกข้าวโพดมีค่าเฉลี่ยความหยิกงออยู่ระหว่างร้อยละ 3.96 – 7.22 โดยเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 ชั้นนอกแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 6 มีค่าเฉลี่ยความหยิกงอมากที่สุด และเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 ชั้นในแยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความหยิกงอน้อยที่สุด ข้าวโพดแต่ละพันธุ์และวิธีการแยกเส้นใยต่างกันให้ความหยิกงอใกล้เคียงกัน ในขณะที่เปลือกข้าวโพดชั้นนอก และเปลือกข้าวโพดชั้นในให้ความหยิกงอต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ความหยิกงอของเส้นใยเป็นลักษณะที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ซึ่งมีผลต่อการยึดเกาะกันของเส้นใยในขณะปั่นเป็นเส้นด้ายและการทอผ้าไม่ทอ เส้นใยที่มีความหยิกงอมากจะยึดเกาะกันได้ดี [9] ดังนั้น เส้นใยเปลือกข้าวโพดจึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำไปปั่นเป็นเส้นด้าย จากการศึกษาของ Haruthaithanasan, V., Noiiaiboon, V., Ujjin, S., Senatham, S., Kwandee, T., Tulpijit, P., Chollakup, R., Pasookdee, W., and Pochanakul, V. [10] พบว่า เส้นใยสับปะรด 100 % ไม่สามารถปั่นเป็นเส้นด้ายได้ เพราะเส้นใยไม่มีรอยหยัก

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความหยิกงอของเส้นใยเปลือกข้าวโพดพบว่า ชั้นเปลือกข้าวโพด มีผลต่อความหยิกงอของเส้นใยอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ผลการวิเคราะห์ Bonferroni พบว่าเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดชั้นนอกมีความหยิกงอมากกว่าเส้นใยจากเปลือกชั้นใน (ร้อยละ 5.74 และ 5.35 ตามลำดับ) จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยเปลือกข้าวโพด พบว่า เส้นใยจากเปลือกชั้นนอกมีปริมาณเซลลูโลสน้อยกว่าเส้นใยจากเปลือกชั้นใน (ร้อยละ 67.00 และ 70.42 ตามลำดับ) จึงทำให้เส้นใยอ่อนตัวและบิดตัวได้มากกว่า ส่งผลต่อความหยิกงอของเส้นใย

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวโพดกับชั้นเปลือกข้าวโพด มีผลต่อความหยิกงอของเส้นใยอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 ชั้นนอกและชั้นในมีค่าเฉลี่ยความหยิกงอ ร้อยละ 6.25 และ 5.19 ตามลำดับ เส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3 ชั้นนอกและชั้นในมีค่าเฉลี่ยความหยิกงอร้อยละ 5.51 และ 5.62 ตามลำดับ และเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์เอทีเอส 12 ชั้นนอก และชั้นใน มีค่าเฉลี่ยความหยิกงอร้อยละ 5.47 และ 5.22 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ Bonferroni พบว่า เส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 ชั้นนอกมีความหยิกงอมากกว่าเส้นใยจากเปลือกชั้นในอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) สำหรับเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์ไฮ-บริดจ์ 3 และพันธุ์เอทีเอส 12 พบว่า เส้นใยจากเปลือกชั้นนอกและเปลือกชั้นในมีความหยิกงอไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยเปลือกข้าวโพดพบว่า เส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 ชั้นนอกมีปริมาณเซลลูโลส

น้อยกว่าเปลือกชั้นใน (ร้อยละ 66.56 และ 69.74 ตามลำดับ) จึงทำให้เส้นใยอ่อนตัวและบิดตัวได้มากกว่า ส่งผลต่อความหยิกงอของเส้นใย

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวโพดกับวิธีการแยกเส้นใย มีผลต่อความหยิกงอของเส้นใยอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 แยกด้วยวิธีที่ 1 - 6 มีค่าเฉลี่ยความหยิกงอ ร้อยละ 4.77 6.12 5.73 5.65 5.34 และ 6.72 ตามลำดับ เส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์ไฮ-บริกซ์ 3 แยกด้วยวิธีที่ 1 - 6 มีค่าเฉลี่ยความหยิกงอร้อยละ 6.46 6.04 5.76 4.96 5.41 และ 4.78 ตามลำดับ และเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์เอทีเอส 12 แยกด้วยวิธีที่ 1 - 6 มีค่าเฉลี่ยความหยิกงอร้อยละ 5.41 5.45 5.78 5.37 4.85 และ 5.35 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ Bonferroni พบว่าเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดทั้ง 3 พันธุ์ ที่แยกด้วยวิธีการแตกต่างกัน มีความหยิกงอของเส้นใยใกล้เคียงกัน นอกจากกรณีของเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 ที่แยกด้วยวิธีที่ 1 ที่มีความหยิกงอน้อยกว่าเส้นใยที่แยกด้วยวิธีที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่า เส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 แยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 1 มีปริมาณลิกนินมากกว่าเส้นใยที่แยกด้วยวิธีที่ 6 เกือบ 2 เท่า (ร้อยละ 4.51 และ 2.70 ตามลำดับ) ทำให้เส้นใยที่แยกด้วยวิธีที่ 1 อ่อนตัวได้ยากกว่าและมีความแข็งกระด้างมากกว่า จึงส่งผลต่อความหยิกงอของเส้นใยดังที่ Kawruang, W. and Limmanee, S. [11] กล่าวว่า ลิกนินที่มีอยู่ในปริมาณมากจะทำให้เส้นใยแข็งและอ่อนตัวได้ยาก

ส่วนพันธุ์ข้าวโพด วิธีการแยกเส้นใย ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชั้นเปลือกข้าวโพดกับวิธีการแยกเส้นใย และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวโพด ชั้นเปลือกข้าวโพดกับวิธีการแยกเส้นใย ไม่มีผลต่อความหยิกงอของเส้นใยอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

สรุปผล

จากการศึกษาผลของพันธุ์ข้าวโพด ชั้นเปลือกข้าวโพดและวิธีการแยกเส้นใยต่อผลผลิตและสมบัติทางกายภาพของเส้นใยจากเปลือกข้าวโพด สรุปผลได้ดังนี้ 1) ผลต่อผลผลิตเส้นใยพบว่า เปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 ชั้นนอก แยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 1 ให้ผลผลิตเส้นใยมากที่สุด และเปลือกข้าวโพดพันธุ์ไฮ-บริกซ์ 3 ชั้นใน แยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 6 ให้ผลผลิตเส้นใยน้อยที่สุด พันธุ์ข้าวโพด วิธีการแยกเส้นใย ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวโพดกับชั้นเปลือกข้าวโพด ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวโพดกับวิธีการแยกเส้นใย ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชั้นเปลือกข้าวโพดกับวิธีการแยกเส้นใย และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวโพด ชั้นเปลือกข้าวโพดกับวิธีการแยกเส้นใย มีผลต่อผลผลิตเส้นใย 2) ผลต่อความยาวเส้นใยพบว่า เส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์ไฮ-บริกซ์ 3 ชั้นนอก แยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 1 มีความยาวมากที่สุด และเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์ไฮ-บริกซ์ 3 ชั้นใน แยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 6 มีความยาวน้อยที่สุด ชั้นเปลือกข้าวโพด วิธีการแยกเส้นใย ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวโพดกับชั้นเปลือกข้าวโพด ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวโพดกับวิธีการแยกเส้นใย และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวโพด ชั้นเปลือกข้าวโพดกับวิธีการแยกเส้นใย มีผลต่อความยาวเส้นใย 3) ผลต่อขนาดเส้นใยพบว่า เส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 ชั้นใน แยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 1 มีขนาดใหญ่ที่สุด และเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์เอทีเอส 12 ชั้นใน แยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 6 มีขนาดเล็กที่สุด พันธุ์ข้าวโพด วิธีการแยกเส้นใยและปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวโพดกับชั้นเปลือกข้าวโพด มีผลต่อขนาดเส้นใย และ 4) ผลต่อความหยิกงอของเส้นใยพบว่า เส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 ชั้นนอก แยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 6 มีความหยิกงอมากที่สุด และเส้นใยจากเปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 ชั้นใน

แยกเส้นใยด้วยวิธีที่ 1 มีความหยาบง่อนนุ้ยที่สุด ชั้นเปลือกข้าวโพด ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวโพดกับชั้นเปลือกข้าวโพด และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวโพดกับวิธีการแยกเส้นใย มีผลต่อความหยาบของเส้นใย โดยสรุป วิธีการแยกเส้นใยที่ใช้สารละลายเอนไซม์มีแนวโน้มที่จะให้เส้นใยเปลือกข้าวโพดที่มีสมบัติทางกายภาพดี ทั้งนี้อาจศึกษาทดลองใช้สารละลายเอนไซม์ที่มีระดับความเข้มข้นสูงขึ้นต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนการวิจัยภายใต้แผนงานเสริมสร้างศักยภาพและพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ตามทิศทางการยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรม ประเภทบัณฑิตศึกษา จากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี พ.ศ. 2562

References

- [1] Boonrueang, S. and Chankroot, A. (2008). **Handbook of Agricultural Extensionist: Corn (Animal Feed Corn and Sweet Corn)**. Bangkok: Bureau of Agricultural Commodities Promotion and Management, Department of Agricultural Extension
- [2] Suteerapoj, W. (2019). **Canned Vegetables and Fruits: 2019 Export Target, Export in January 2019**. Access (7 September 2019). Available (https://ditp.go.th/ewt_news_ditp2.php?content=539767&cate=751&d=)
- [3] Yilmaz, N. D., Sulak, M., Yilmaz, K., and Kalin, F. (2016). Physical and Chemical Properties of Water-Retted Fibers Extracted from Different Locations in Corn Husks. **Journal of Natural Fibers**. Vol. 13, No. 4, pp. 397-409
- [4] Sricharassin, W. (2009). Story of Pineapple Fabric (Not Pineapple). **Colourway**. Vol. 15, No. 85, pp. 21-25
- [5] Konczewicz, W. and Kozlowski, R. M. (2012). **Handbook of Natural Fibres Volume 2: Processing and Applications**. Cornwall, UK: TJ International Ltd., Padstow
- [6] Udomkijdech, V. (1999). **Fiber Science**. Bangkok: Chulalongkorn University Printing House
- [7] Yilmaz, N. D. (2013). Effect of Chemical Extraction Parameters on Corn Husk Fibres Characteristics. **Indian Journal of Fibres and Textile Research**. No. 38, pp. 29-34
- [8] Goswami, B. C., Anandjiwala, R. D., and Hall, D. M. (2004). **Textile Sizing**. New York: Marcel Dekker, Inc.
- [9] Cook, J. G. (2001). **Handbook of Textile Fibers Vol. 1 Natural Fibres**. 6th ed. Delhi: Replika Press Pvt Ltd.
- [10] Haruthaithanasan, V., Noiiaiboon, V., Ujjin, S., Senatham, S., Kwuandee, T., Tulpijit, P., Chollakup, R., Pasookdee, W., and Pochanakul, V. (2004). **Pilot Project of Pineapple Leaf Fiber Utilization for Textile Industry**. Final Report, The Thailand Research Fund.
- [11] Kawruang, W. and Limmanee, S. (2013). Lotus: Fiber from Furrent to Green Textile Innovation. **Colourway**. Vol. 18, No. 105, pp. 4-52