ผลของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่อค่าดัชนีความขาวและความแข็งแรงของเปลือกข้าวโพด

EFFECT OF HYDROGEN PEROXIDE ON WHITENESS INDEX AND STRENGTH OF CORN HUSK

วัลภา แต้มทอง*, *สุธีลักษณ์ ไกรสุวรรณ*

Walapa Tamthong*, *Suteeluk Kraisuwan*

ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Department of Home Economics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University.

****Corresponding author, E-mail:*** *agrwpt@ku.ac.th*

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่อค่าดัชนีความขาวและความแข็งแรงของเปลือกข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ปัจจัยในการทดลองคือความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 4 ระดับ คือ 2% 3% 4% และการไม่ฟอกขาว ดำเนินการทดลอง 10 ซ้ำ ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completed Randomized Design หรือ CRD) วิเคราะห์ค่าดัชนีความขาวและความแข็งแรงของ เปลือกข้าวโพดฟอกขาวโดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test ผลการวิจัย พบว่าการฟอกขาวเปลือกข้าวโพดด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ทุกระดับความเข้มข้น ทำให้ค่าดัชนีความขาวของเปลือกข้าวโพดเพิ่มขึ้น โดยเปลือกข้าวโพดที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 4% มีค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวมากที่สุด รองลงมาคือความเข้มข้น 3% และ 2% ตามลำดับ และความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีผลต่อค่าดัชนีความขาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq .05$) สำหรับผลต่อความแข็งแรง พบว่าเปลือกข้าวโพดที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 2% 3% และ 4% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: ดัชนีความขาว ความแข็งแรง เปลือกข้าวโพด ข้าวโพดหวาน

Abstract

The objective of this research was to study the effect of hydrogen peroxide concentration on whiteness index and tensile strength of sweet corn husks, Insee 2. The factor was the concentration of hydrogen peroxide which consisted at four levels; 2%, 3%, 4% and unbleaching. The experiment was repeated ten times according to the completed randomized design. The whiteness index and tensile strength of bleached corn husks were analyzed by mean, standard deviation, one-way analysis of variance and Duncan's multiple range test. The results showed that the bleaching corn husks with all levels of hydrogen peroxide concentration increased the whiteness index which 4% of hydrogen peroxide concentration had the highest mean of whiteness index and followed by 3% and

2%. Furthermore, the hydrogen peroxide concentration had significantly affected to whiteness index (p £ .05). The tensile strength of corn husks bleached with 2%, 3% and 4% hydrogen peroxide was not significantly different.

Keywords: Whiteness Index, Strength, Corn Husk, Sweet Corn

บทนำ

ข้าวโพด เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย สามารถปลูกได้ดีในทุกภาค ได้แก่ ภาคกลาง เช่น จังหวัดเพชรบูรณ์ ลพบุรี ปราจีนบุรี ภาคเหนือ เช่น จังหวัดแพร่ น่าน เชียงราย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น จังหวัดนครราชสีมา ศรีสะเกษ อุบลราชธานี และภาคใต้ เช่น จังหวัดสงขลา สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช [1] ข้าวโพดที่นิยมปลูกกันมีหลายชนิด เช่น ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดสำหรับบริโภคฝักสด เช่น ข้าวโพดอ่อน ข้าวโพดข้าวเหนียว ข้าวโพดเทียน รวมถึงข้าวโพดหวาน ซึ่งใช้บริโภคฝักสดและแปรรูปบรรจุกระป๋อง แบบบรรจุเมล็ด แบบบรรจุทั้งฝักและแบบแช่แข็งทั้งเมล็ด ทั้งฝัก นอกจากนี้ยังมีการแปรรูปเป็นข้าวโพดครีมและผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพด ประเทศไทยมีผู้ผลิตข้าวโพดหวานเพื่อการส่งออกกว่า 30 โรงงาน ผลผลิตประมาณปีละ 4-5 แสนตัน สร้างรายได้เข้าประเทศกว่า 6,000 ล้านบาท และมีแนวโน้มที่จะสูงมากขึ้นในอนาคต [2]

การจำหน่ายผลิตภัณฑ์จากข้าวโพดฝักสดทำให้มีเปลือกข้าวโพดเหลือทิ้งจำนวนมาก ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่ยังสามารถนำมาทำประโยชน์ได้มากมาย เช่น ลำต้นนำไปทำกระดาษ ซังข้าวโพดนำไปทำเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าหรือถ่านอัดแท่ง เปลือกข้าวโพดใช้เพาะเห็ด ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมผลิตอาหารสัตว์และทำกระทงลอยน้ำ ในต่างประเทศมีการนำเปลือกข้าวโพดที่ผ่านขั้นตอนการทำแห้งแล้ว มาบรรจุถุงจำหน่ายในซูเปอร์มาร์เก็ต สำหรับนำไปทำงานประดิษฐ์หรืองานหัตถกรรมต่างๆ เช่น ดอกไม้ประดิษฐ์ เครื่องแขวน หรีด โมบาย กระเป๋าและตุ๊กตา เปลือกข้าวโพดที่สามารถนำมาใช้ในงานประดิษฐ์ได้ดีที่สุด คือเปลือกข้าวโพดหวาน เพราะมีขนาดใหญ่ ขณะเก็บฝักมารับประทานเปลือกยังไม่แก่เกินไป เปลือกข้าวโพดมีผิวสัมผัสที่สวยงาม คล้ายกระดาษย่นที่ใช้ในงานประดิษฐ์ทั่วไป มีลักษณะเป็นแผ่นใหญ่เพียงพอที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้ นอกจากนี้เปลือกข้าวโพดยังมีส่วนประกอบทางเคมีคล้ายกับใยฝ้าย สามารถฟอกให้ขาวและย้อมให้มีสีสันสวยงามได้ง่ายด้วยสีย้อมผ้าฝ้าย จึงนำเปลือกข้าวโพดไปใช้ประดิษฐ์สิ่งต่างๆ ที่สวยงามได้หลายอย่าง [3] ซึ่งขจีจรัส ภิรมย์ธรรมศิริ [4] ได้ทดลองนำเปลือกข้าวโพดไปฟอกขาว ย้อมสี และประดิษฐ์เป็นสิ่งของต่างๆ พบว่าสามารถใช้ได้ดี สิ่งประดิษฐ์ที่ได้มีความสวยงาม

จากการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเปลือกข้าวโพดของวัลภา ทองเนียม และคณะ [5] โดยใช้เปลือกข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ซึ่งพัฒนาโดยศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา มาทดลองฟอกขาวตามวิธีการของชุติมณฑ์ เกตุบุญเนตร [6] ที่ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการฟอกขาวเปลือกข้าวโพด โดยคัดเลือกเปลือกข้าวโพดหวานที่มีจำหน่ายทั่วไปในท้องตลาด ได้แก่ พันธุ์ไฮบริกซ์ พันธุ์ A5 พันธุ์ศรทองและพันธุ์ขาว-ดำ [7] ฟอกขาวเปลือกข้าวโพดหวานด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์คุณภาพระดับการค้า พบว่าการฟอกขาวเปลือกข้าวโพดด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 4% อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที มีค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวเท่ากับ 50.14 ซึ่งเปลือกข้าวโพดมีความ

ขาวเพียงพอที่จะนำไปย้อมสีอ่อนทั้งสีเคมีและสีธรรมชาติได้ จึงใช้วิธีการดังกล่าวในการฟอกเปลือกข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 และพบว่าเปลือกข้าวโพดที่ได้มีสีค่อนข้างเหลือง ไม่สามารถฟอกเปลือกข้าวโพดให้ขาวได้เหมือนกับเปลือกข้าวโพดหวานที่จำหน่ายทั่วไปในท้องตลาดซึ่งมีลักษณะเปลือกบางและมีสีเขียวอ่อนกว่าเปลือกข้าวโพดพันธุ์อินทรี 2 จึงทำให้ไม่สามารถนำไปย้อมสีอ่อนเพื่อใช้ในงานประดิษฐ์บางอย่างได้ ซึ่งเปลือกข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 จะมีลักษณะเปลือกหนา ขนาดค่อนข้างใหญ่ เหมาะสำหรับการนำไปใช้ในงานประดิษฐ์ งานหัตถกรรมและของตกแต่งบ้านได้เป็นอย่างดี หากสามารถฟอกขาวและย้อมสีได้ตามความต้องการของงานหัตถกรรมแต่ละประเภท จะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเปลือกข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ได้เป็นอย่างดี

ดังนั้น การศึกษาผลของความเข้มข้นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ จะทำให้ได้เปลือกข้าวโพดที่สามารถนำไปย้อมสีต่างๆ ทั้งสีเคมีและสีธรรมชาติได้ง่าย ได้สีตรงตามความต้องการและสม่ำเสมอ นอกจากนี้ ผลต่อความแข็งแรงจะทำให้สามารถเลือกใช้เปลือกข้าวโพดได้เหมาะสมกับลักษณะการนำไปใช้งาน เช่น การทำโคมไฟจากเปลือกข้าวโพด ซึ่งจำเป็นต้องใช้เปลือกข้าวโพดที่มีความแข็งแรง ผลการวิจัยจะทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากเปลือกข้าวโพดได้มากขึ้น ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดปริมาณและสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่อค่าดัชนีความขาวของเปลือกข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2
2. เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่อความแข็งแรงของเปลือกข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completed randomized design หรือ CRD) ปัจจัยที่ใช้ในการทดลองคือความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 4 ระดับ คือ 2% 3% 4% และการไม่ฟอกขาว ระดับละ 105 ตัวอย่าง ทำการทดลอง 10 ซ้ำ

วัสดุ

1. เปลือกข้าวโพดที่ใช้ในการวิจัย คือ เปลือกข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Zea mays* L. var.saccharata อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 90 วัน ของศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ (ไร่สุวรรณ) อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา โดยคัดเลือกเปลือกจากข้าวโพดฝักสดที่มีน้ำหนักทั้งฝักประมาณ 300 กรัม

2. สารเคมีที่ใช้ในการฟอกขาว คือ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogenperoxide; H_2O_2) ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ ยี่ห้อ chem-supply (UN 2014) เกลือไดโซเดียมอีดีทีเอ (EDTA disodium salt) ยี่ห้อ CARLO ERBA (BN V3B556263B) โซเดียมซิลิเกต (sodium silicate; Na_2SiO_3) ยี่ห้อ Panreac (CE 215-687-4) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide; *NaOH*) ยี่ห้อ UNIVAR (UN 1823) และสารช่วยเปียก (wetting agent)

การฟอกขาวเปลือกข้าวโพด

1. การเตรียมเปลือกข้าวโพด

1.1 ใช้มีดตัดรอบโคนเปลือกข้าวโพดส่วนที่ติดกับก้านฝัก ลอกเปลือกข้าวโพดออกทีละชั้น

1.2 คัดเลือกเฉพาะเปลือกชั้นกลางซึ่งเป็นเปลือกชั้นที่ 3-6 โดยนับจากเปลือกชั้นนอกสุด

1.3 นำเปลือกข้าวโพดตากแห้งที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน (144 ชั่วโมง) ซึ่งน้ำหนักของเปลือกข้าวโพดไม่เปลี่ยนแปลง (ไม่ลดลง) ดังนั้นเปลือกข้าวโพดที่ได้จึงมีความชื้นต่ำ

1.4 ตัดส่วนหัวของเปลือกข้าวโพดแต่ละใบออก 1 นิ้ว และตัดส่วนท้ายออก 3 นิ้ว ใช้เฉพาะส่วนกลางเปลือก

1.5 เตรียมเปลือกข้าวโพดจำนวน 40 ชุด ชุดละ 30 ± 2 กรัม แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม จำนวน 10 ชุด และกลุ่มทดลอง จำนวน 30 ชุด

2. เตรียมสารละลาย H_2O_2 จากความเข้มข้น 30% เป็นความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 2% 3% และ 4% ใช้อัตราส่วนสารละลายต่อวัสดุ = 30 : 1 โดยเรียงลำดับการเติมสารเคมีดังนี้ [8] น้ำกลั่น EDTA disodium salt 1 กรัมต่อลิตร Na_2SiO_3 1 กรัมต่อลิตร NaOH (ปรับ pH ของสารละลายเป็น 11-12) wetting agent 1 กรัมต่อลิตร และ H_2O_2 (ปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย H_2O_2 ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 1)

ปรับอุณหภูมิของสารละลาย H_2O_2 เป็น 70 ± 2 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่องทดสอบการซักฟอก Launder-O-Meter รุ่น LEF ใส่เปลือกข้าวโพดในสารละลาย H_2O_2 ฟอกขาวที่อุณหภูมิ 70 ± 2 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 45 นาที (กระบอกสารละลายจะหมุนตลอดระยะเวลาการฟอกขาว) จากนั้นล้างเปลือกข้าวโพดด้วย น้ำกลั่น (pH 6.5-7.5) จำนวน 5 ครั้ง และตากเปลือกข้าวโพดโดยแขวนในแนวตั้งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง

ตารางที่ 1 ปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย H_2O_2 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้นสารละลาย H_2O_2	H_2O (ml)	EDTA disodium salt (g)	Na_2SiO_3 (g)	NaOH (g)	Wetting agent (ml)	H_2O_2 (ml)
2%	882	0.9	0.9	0.4	0.9	60
3%	873	0.9	0.9	0.6	0.9	90
4%	864	0.9	0.9	0.8	0.9	120

3. วิเคราะห์ลักษณะพื้นผิวของเปลือกข้าวโพดฟอกขาวและไม่ฟอกขาวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scan Electron Microscope, SEM) กำลังขยาย 80 เท่า ยี่ห้อ PHILIPS รุ่น XL30

4. ประเมินค่าดัชนีความขาวและความแข็งแรงของเปลือกข้าวโพด ดังนี้

4.1 ประเมินค่าดัชนีความขาวของเปลือกข้าวโพด โดยการวัดค่าสี CIE L* a* b* ด้วยเครื่องวัด ความเข้มของแสง spectrophotometer ยี่ห้อ Datacolor รุ่น 550TM จำนวนทดสอบซ้ำ 4 ครั้ง แล้วคำนวณค่าดัชนีความขาวโดยใช้สูตรตามสมการความแตกต่างของสี L, a, b ของฮันเตอร์ (Hunter's L, a, b color Difference Equation) [9] ดังนี้

$$WI = 100 - [(100 - L)^2 + a^2 + b^2]^{1/2}$$

โดย WI คือ ค่าดัชนีความขาว (whiteness index)

L คือ ค่าความสว่าง (lightness)
- L = 0 = ชิ้นตัวอย่างมีสีดำสมบูรณ์
- L = 100 = ชิ้นตัวอย่างมีสีขาวสมบูรณ์

a คือ ค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (red-green)
- a เป็น + สีจะไปในทิศทางของสีแดง
- a เป็น – สีจะไปในทิศทางของสีเขียว

b คือ ค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (yellow-blue)

b เป็น + สีจะไปในทิศทางของสีเหลือง

b เป็น - สีจะไปในทิศทางของสีน้ำเงิน

4.2 ประเมินค่าความแข็งแรงของเปลือกข้าวโพดโดยการประยุกต์ใช้มาตรฐาน ASTM D 5034:2009 standard test method for breaking strength and elongation of textile fabrics (grab test) ด้วยเครื่องทดสอบความทนแรงดึงขาด (Tensile Testing Machine) ยี่ห้อ Instron รุ่น 5566 โดยเตรียมชิ้นทดสอบกว้าง 50 มิลลิเมตร ระยะทดสอบ 50 มิลลิเมตร อัตราเร็วในการทดสอบ 300 มิลลิเมตรต่อนาที ทดสอบในสภาวะอุณหภูมิ 21 ± 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65 ± 2% ความแข็งแรงมีหน่วยเป็นกรัมแรง (Gram Force)

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS Statistics 17.0 ดังนี้

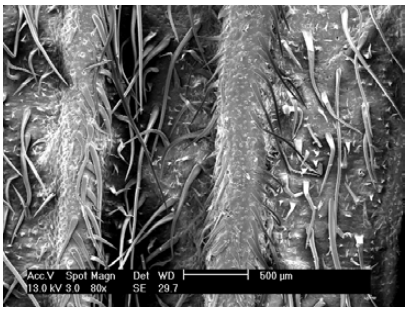
1. วิเคราะห์ค่าดัชนีความขาวและความแข็งแรงของเปลือกข้าวโพดฟอกขาว โดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวและความแข็งแรงของเปลือกข้าวโพดฟอกขาวด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way Analysis of Variance) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq .05$) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวและความแข็งแรงด้วยวิธี Duncan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq .05$)

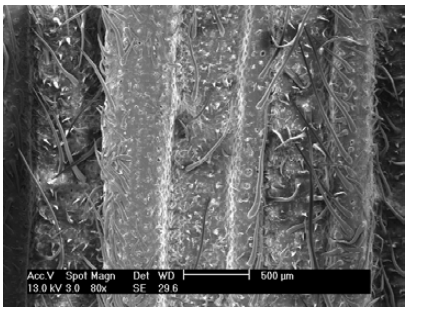
ผลการวิจัย

ลักษณะพื้นผิวของเปลือกข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรีย์ 2

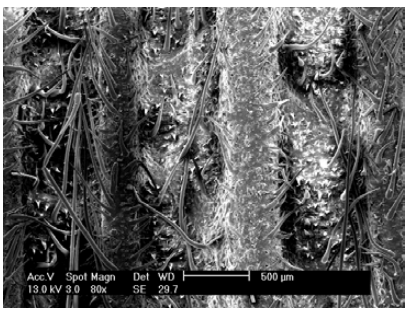
จากภาพที่ 1 แสดงลักษณะพื้นผิวของเปลือกข้าวโพดไม่ฟอกขาวและใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 2% 3% และ 4% ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) กำลังขยาย 80 เท่า พบว่าพื้นผิวของเปลือกข้าวโพดไม่ฟอกขาวมีลักษณะเป็นร่องลึกและเป็นสันนูนอย่างเห็นได้ชัด มีขนยาวกระจายอยู่ทั่วพื้นผิว พื้นผิวของเปลือกข้าวโพดที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 2% จะเห็นว่าส่วนที่เป็นร่องตื้นขึ้น มีขนยาวกระจายอยู่ทั่วพื้นผิว สำหรับพื้นผิวของเปลือกข้าวโพดที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 3% มีลักษณะค่อนข้างเรียบ ไม่เห็นเป็นร่องและสันนูน มีขนสั้นๆ กระจายอยู่ และพื้นผิวของเปลือกข้าวโพดที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 4% พบว่ามีลักษณะค่อนข้างเรียบ เห็นร่องและสันนูนขนาดเล็กสลับกับพื้นผิวเปลือกข้าวโพดที่มีลักษณะเรียบ ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่มีระดับความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้น ทำให้พื้นผิวของเปลือกข้าวโพดหดตัวตามแนวยาว มีขนสั้นๆ กระจายอยู่ที่พื้นผิว จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า การฟอกขาวช่วยทำให้ขนที่พื้นผิวเปลือกข้าวโพดสั้นลง มีปริมาณขนน้อยลง และทำให้พื้นผิวของเปลือกข้าวโพดเรียบขึ้น ทั้งนี้เพราะโซเดียมไฮดรอกไซด์ในสารละลายช่วยกัดกร่อนและย่อยสลายเส้นใยเปลือกข้าวโพดบางส่วน จึงทำให้ปริมาณขนน้อยและสั้นลง ดังที่ Sun and Cheng [10] กล่าวว่า โซเดียมไฮดรอกไซด์นิยมใช้ในกระบวนการปรับสภาพวัตถุดิบเพื่อกำจัดลิกนินที่เคลือบโครงสร้างเซลลูโลสอยู่ เพราะสามารถแตกโครงสร้างของลิกนินและลดการเกิดผลึกของเซลลูโลสได้ ทำให้เซลลูโลสถูกย่อยสลายไปบางส่วน



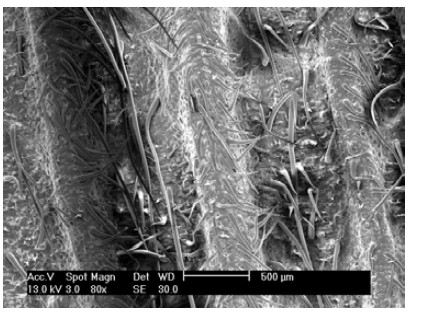
ก. เปลือกข้าวโพดไม่ฟอกขาว (ด้านหน้าใบ)



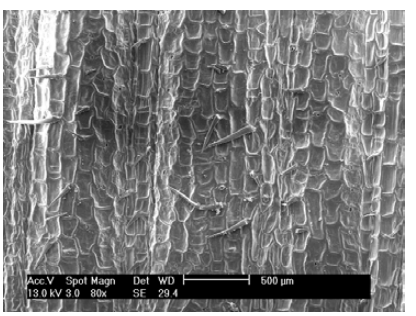
ข. เปลือกข้าวโพดไม่ฟอกขาว (ด้านหลังใบ)



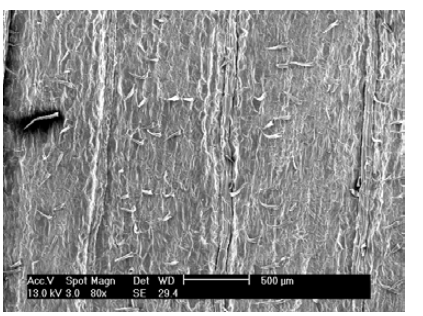
ค. เปลือกข้าวโพดใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 2% (ด้านหน้าใบ)



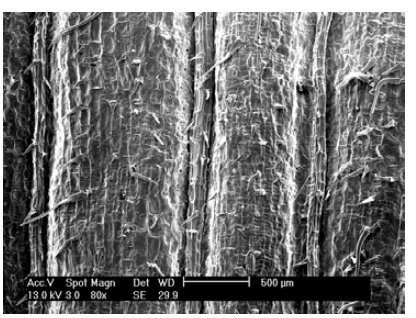
ง. เปลือกข้าวโพดใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 2% (ด้านหลังใบ)



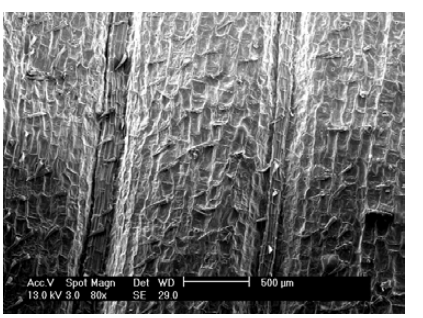
จ. เปลือกข้าวโพดใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3% (ด้านหน้าใบ)



ฉ. เปลือกข้าวโพดใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3% (ด้านหลังใบ)



ช. เปลือกข้าวโพดใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 4% (ด้านหน้าใบ)



ซ. เปลือกข้าวโพดใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 4% (ด้านหลังใบ)

ภาพที่ 1 ลักษณะพื้นผิวของเปลือกข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่ไม่ฟอกขาวและใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 2% 3% และ 4% ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) กำลังขยาย 80 เท่า

ผลของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่อค่าดัชนีความขาวของเปลือกข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่าดัชนีความขาวของเปลือกข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2

ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	ดัชนีความขาว		
	$\bar{X}$	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด
ไม่ฟอกขาว	66.81 ± 2.71[c]	72.76	57.42
2%	75.37 ± 1.63[b]	79.09	70.93
3%	76.36 ± 1.53[a]	79.50	71.64
4%	76.47 ± 1.65[a]	80.68	71.06

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq .05$)

จากตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวของเปลือกข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 พบว่าเปลือกข้าวโพดที่ฟอกขาวด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 4% มีค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวเท่ากับ 76.47 ความเข้มข้น 3% มีค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวเท่ากับ 76.36 ความเข้มข้น 2% มีค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวเท่ากับ 75.37 และเปลือกข้าวโพดที่ไม่ฟอกขาวมีค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวเท่ากับ 66.81 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวของเปลือกข้าวโพด พบว่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีผลต่อค่าดัชนีความขาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq .05$) โดยเปลือกข้าวโพดฟอกขาวด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ทุกระดับ มีค่าดัชนีความขาวมากกว่าเปลือกข้าวโพดไม่ฟอกขาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq .05$) เปลือกข้าวโพดฟอกขาวด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 3% และ 4% มีค่าดัชนีความขาวมากกว่าเปลือกข้าวโพดฟอกขาว ความเข้มข้น 2% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq .05$)

ผลของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่อความแข็งแรงของเปลือกข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความแข็งแรงของเปลือกข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2

ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	ความแข็งแรง (กรัมแรง)		
	$\bar{X}$	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด
ไม่ฟอกขาว	28,412.89 ± 4,542.27	34,183.55	23,094.52
2%	36,138.15 ± 3,830.99	39,817.68	30,885.47
3%	31,136.63 ± 3,463.59	35,265.65	27,302.96
4%	31,805.13 ± 6,571.12	39,093.63	22,228.16

จากตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของเปลือกข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 พบว่าเปลือกข้าวโพดที่ฟอกขาวด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 4% มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงเท่ากับ 31,805.13 กรัมแรง ความเข้มข้น 3% มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงเท่ากับ 31,136.63 กรัมแรง ความเข้มข้น 2% มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงเท่ากับ 36,138.15 กรัมแรง และเปลือกข้าวโพดที่ไม่ฟอกขาวมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงเท่ากับ 28,412.89 กรัมแรง ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของเปลือกข้าวโพด พบว่าความเข้มข้นของไฮโดรเจน เปอร์ออกไซด์ไม่มีผลต่อความแข็งแรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษาผลของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่อค่าดัชนีความขาวและความแข็งแรงของเปลือกข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 พบว่าการฟอกขาวเปลือกข้าวโพดด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 2% 3% และ 4% ทำให้ค่าดัชนีความขาวของเปลือกข้าวโพดมีค่าสูงกว่าการไม่ฟอกขาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq .05$) ส่วนความแข็งแรงของเปลือกข้าวโพด พบว่าเปลือกข้าวโพดที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 2% 3% และ 4% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลต่อค่าดัชนีความขาว พบว่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีผลต่อค่าดัชนีความขาวอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq .05$) โดยเปลือกข้าวโพดที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 2% 3% และ 4% มีค่าดัชนีความขาวมากกว่าเปลือกข้าวโพดไม่ฟอกขาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq .05$) เปลือกข้าวโพดที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 3% และ 4% มีค่าดัชนีความขาวมากกว่าเปลือกข้าวโพดที่ใช้ไฮโดรเจน เปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 2% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq .05$) ซึ่งสอดคล้องกับที่ Baipai [11] กล่าวว่า การใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่มีความเข้มข้นมากขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพในการฟอกเพิ่มขึ้น กล่าวคือวัสดุจะมีความขาวมากขึ้น และสอดคล้องกับการวิจัยของ Salam, Reddy and Yang [12] ที่พบว่าการฟอกขาวเส้นใยเปลือกข้าวโพดโดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นสูงขึ้น ทำให้ค่าดัชนีความขาวเพิ่มขึ้น

ผลต่อความแข็งแรง พบว่าเปลือกข้าวโพดที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 2% 3% และ 4% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบค่าดัชนีความขาวและความแข็งแรงของเปลือกข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 กับการกำหนดค่าความขาวและค่าความแข็งแรงของกระดาษพิมพ์และกระดาษเขียนของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม [13] ที่กำหนดความขาวของกระดาษพิมพ์และกระดาษเขียนที่ใช้สำหรับการพิมพ์ การเขียนและสิ่งพิมพ์เชิงพาณิชย์ทั่วไป ว่าต้องมีค่าความขาวไม่น้อยกว่า 75% และมีค่าความแข็งแรงไม่น้อยกว่า 6 กิโลนิวตันต่อเมตร (หรือ 30,591.49 กรัมแรง) นั้น จะเห็นว่าเปลือกข้าวโพดที่ฟอกขาวด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 2% 3% และ 4% มีค่าเฉลี่ยดัชนีความขาวมากกว่ามาตรฐานคือ ร้อยละ 75.37 76.36 และ 76.47 ตามลำดับ จึงเหมาะสำหรับการนำไปใช้ในงานหัตถกรรมทั่วไป โดยผลการวิจัยเสนอแนะว่า หากต้องการฟอกขาวเปลือกข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 เพื่อให้มีความขาวเพิ่มขึ้นสำหรับนำไปย้อมสีอ่อน ควรใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 3% เนื่องจากมีค่าดัชนีความขาวมากกว่าการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 2% และไม่ต่างกับการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 4%

สำหรับความแข็งแรงของเปลือกข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 จะเห็นว่า เปลือกข้าวโพดที่ฟอกขาวด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 2% 3% และ 4% มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงมากกว่ามาตรฐานคือ 36,138.15 31,136.63 และ 31,805.13 กรัมแรง ตามลำดับ จึงเหมาะสำหรับ

การนำไปใช้ในงานหัตถกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์สร้างสรรค์ต่างๆ ที่ต้องการความแข็งแรง เช่น โคมไฟ ตะกร้าและเสื่อ นอกจากนี้ยังสามารถนำผลการวิจัยไปปรับใช้กับการฟอกขาวเปลือกข้าวโพดพันธุ์อื่นๆ ได้เช่นเดียวกัน

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

[1] โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. (ม.ป.ป.). *แหล่งปลูกข้าวโพด.* สืบค้นเมื่อ 19 มกราคม 2558, จาก http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=3&chap=2&page=t3-2-infodetail02.html

[2] นิวัตร ธาตุอินจันทร์; และ พิมพ์ใจ ทรงประโคน. (2555). *ข้าวโพดหวานสายพันธุ์ไฮ-บริกซ์ 53 ให้ผลผลิตสูง ฝักใหญ่ ต้านทานโรค ตลาดต้องการ.* สืบค้นเมื่อ 21 สิงหาคม 2558, จาก www.banmuang.co.th/oldweb/2012/06/ข้าวโพดหวานสายพันธุ์ไฮ

[3] มาลี จันทจรูญพงษ์. (2531). การฟอกขาวและการย้อมสี. ใน *ผลิตภัณฑ์จากเปลือกข้าวโพด*. ขจีจรัส ภิรมย์ธรรมศิริ. หน้า 1. กรุงเทพฯ: ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[4] ขจีจรัส ภิรมย์ธรรมศิริ. (2531). *ผลิตภัณฑ์จากเปลือกข้าวโพด.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[5] วัลภา ทองเนียม; สุธีลักษณ์ ไกรสุวรรณ; และ รัตน์ระวี ชเลิศเพ็ชร์. (2557). *รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการบริการวิชาการและถ่ายทอดเทคโนโลยีทางด้านการเกษตรเชิงบูรณาการ คณะเกษตร ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557: โครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเปลือกข้าวโพด.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[6] ชุติมณฑ์ เกตุบุญเนตร. (2557). *การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการฟอกขาวเปลือกข้าวโพดหวาน.* ปัญหาพิเศษ วท.บ. (คหกรรมศาสตร์). กรุงเทพฯ: ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[7] นิรนาม ก. (ม.ป.ป.). *ราคาพืชไร่ ตลาดสี่มุมเมือง.* สืบค้นเมื่อ 1 เมษายน 2559, จาก http://www.taladsimummuang.com/dmma/Portals/PriceListYear.aspx?cate=03&year=2558

[8] เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล. (2537). *การควบคุมคุณภาพงานเตรียมสิ่งทอเพื่อการย้อมพิมพ์.* พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

[9] Gooch, J. W. (2010). *Encyclopedic Dictionary of Polymers.* 2nd ed. New York: Springer.

[10] Sun, Ye; & Cheng, Jiayang. (2002, May). Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: A review. *Bioresource Technology.* 83: (1-11). Retrieved September 2, 2015, from http://stl.bee.oregonstate.edu/courses/ethanol/restricted/suncheng2002.pdf

[11] Baipai, p. (2012). *Environmenatally Benign Appoaches for Pulp Bleaching (Second Edition): Hydrogen Peroxide Bleaching.* Retrieved July 10, 2015, from http://www.sciencedirect.com/science/book/9780444594211

[12] Salam, Abdus; Reddy, Narendra; & and Yang, Yiqi. (2007). Bleaching of Kenaf and Cornhusk Fibers. *Industrial and Engineering Chemistry Research*. 46(1452-1458). Retrieved January 30, 2015, from pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ie061371c

[13] สำนักงานเลขานุการโครงการฉลากเขียว สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2554). ข้อกำหนดฉลากเขียวผลิตภัณฑ์กระดาษ (Paper). สืบค้นเมื่อ 7 เมษายน 2559, จาก http://www.tei.or.th/greenlabel/pdf/TGL-8-R2-11.pdf