การพัฒนาคุณสมบัติของกระดาษจากตอซังข้าวโพด เพื่อชะลอการสุกของผลไม้

Development of Paper Properties from Corn Stubble for Delayed Fruit Ripening

สุประภาดา วาดวงษ์ศรี

กุลภัส แสงพลาย

อัมพร นิตตะ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2564

การพัฒนาคุณสมบัติของกระดาษจากตอซังข้าวโพด เพื่อชะลอการสุกของผลไม้

Development of Paper Properties from Corn Stubble for Delayed Fruit Ripening

สุประภาดา วาดวงษ์ศรี

กุลภัส แสงพลาย

อัมพร นิตตะ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2564

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อปริญญานิพนธ์ การพัฒนาคุณภาพของกระดาษจากตอซังข้าวโพด
เพื่อชะลอการสุกของผลไม้

ชื่อ นามสกุล สุประภาดา วาดวงษ์ศรี
กุลภัส แสงพลาย
อัมพร นิตตะ

ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม

คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.วรินธร บุญยะโรจน์

คณะกรรมการสอบได้ให้ความเห็นชอบปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว

.....ประธานกรรมการ
(ดร.คณาวุฒิ อินทร์แก้ว)

.....กรรมการ
(ผศ.ณัฐชมัย ลักษณ์อำนวยพร)

.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา
(ผศ.ดร.วรินธร บุญยะโรจน์)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อนุมัติให้นับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม
วันที่..... เดือน..... พ.ศ. .....

ชื่อปริญญานิพนธ์ การพัฒนาคุณสมบัติของกระดาษจากตอซังข้าวโพด
เพื่อชะลอการสุกของผลไม้

ชื่อ นามสกุล สุประภาดา วาดวงษ์ศรี
กุลภัส แสงพลาย
อัมพร นิตตะ

ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม

คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ปีการศึกษา 2564

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาและผลิตกระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของผลไม้โดยการนำตอซังข้าวโพดซึ่งมีส่วนประกอบ คือ เปลือก ต้น และใบ มาปรับสภาพเส้นใย มีการปรับปรุงคุณภาพเยื่อที่นำมาใช้โดยการแช่สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaOCl) ความเข้มข้นร้อยละ 6 สารละลายกรดอะซิติก (CH_3COOH) ความเข้มข้นร้อยละ 5 และสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ($NaHCO_3$) นำเยื่อจากเปลือก ต้น ใบ และรวม (เปลือก ต้น และใบ) ที่ได้ผสมแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ขนาด 20×30 เซนติเมตร เมื่อทำการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ การศึกษาการต้านแรงฉีกขาด การศึกษาระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพด พบว่า กระดาษจากตอซังข้าวโพดแบบรวมมีคุณภาพดีที่สุด จึงนำมาพัฒนาเป็นกระดาษเพื่อชะลอการสุกของผลไม้ โดยกระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงถ่านกัมมันต์ให้ผลการวิเคราะห์ที่ดีที่สุด เมื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพซึ่งพิจารณาจากการศึกษาการต้านแรงฉีกขาด สามารถรับน้ำหนักได้มากที่สุด 100 กรัม ผลการศึกษาระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3 นาที 43 วินาที และผลการศึกษาการชะลอการสุกของกล้วยหอมทอง เมื่อครบ 15 วัน ผลของกล้วยหอมทองมีลักษณะของการสุกช้า เนื่องจากสีของเปลือกเปลี่ยนแปลงช้า เกิดการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นหอมเล็กน้อย และมีการสูญเสียน้ำหนัก มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด 0.3 กรัม เมื่อเทียบกับไม่มีการห่อผลกล้วยหอมทอง

คำสำคัญ : ตอซังข้าวโพด, กระดาษจากตอซังข้าวโพด, ผงถ่านกัมมันต์, กล้วยหอมทอง

Thesis title Development of Paper Properties from Corn Stubble for Delayed Fruit Ripening

Author Supraphada Watwoungsri

Kunlapat Saengplay

Amporn Nitta

Degree Bachelor of Science

Major Program Environmental Science and Technology

Faculty of Science and Technology

Academic Year 2021

ABSTRACT

This research aims to develop and produce paper from corn stubble to delayed the ripening of fruits by using corn stubble, which consists of the corn husks, stalks, and leaves to make the pulps. This process of improving the pulps by soaking the fibers in sodium hypochlorite (NaOCl) with 6% concentration, then soaked in acetic acid (CH_3COOH) with 5% concentration, and then soaked in sodium hydrogen carbonate ($NaHCO_3$). After that, bring the soaked pulps of corn husks, stalks, leaves, and all-corn stubble (husks, stalks, and leaves) mixed with modified tapioca starch. Form the paper pulps into a paper with a wooden block in size of 20 x 30 cm. The study of physical tested in terms of tear resistance and water absorption through a surface of corn stubble paper. The results showed that the sample of the all-corn stubble papers provides the best result. This sample is used to make a fruit delay paper. The results of corn stubble paper mixed with activated carbon provided the best analysis results. For a physical test, the paper could endure a tear resistance weight was reach 100 grams. Times of absorption through a paper surface was

3 minutes 43 seconds. The result of paper for delayed the ripening of fruits test, which testing with Cavendish banana in 15 days appears that the Cavendish banana has to ripen delayed, refer to the slower change of banana peel's color, a little change of ascent, and the weight loss is on average 0.3 grams per day compare to non-wrapped Cavendish banana.

Keywords : Corn stubble, Corn stubble paper, Activated charcoal powder, Cavendish banana

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือจากคณาจารย์หลายท่านในการวางแผนงานวิจัย การให้คำแนะนำปรึกษา การตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่อง ตลอดจนเป็นผู้ให้กำลังใจแก่คณะผู้วิจัยเสมอมา ซึ่งผู้มีพระคุณทั้งสามท่านแรกที่คณะผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ ดังนี้

1. ดร.คณาวุฒิ อินทร์แก้ว ประธานกรรมการการสอบปริญญานิพนธ์

2. ผศ.ณัฐชมัย ลักษณ์อำนวยพร กรรมการการสอบปริญญานิพนธ์

3. ผศ.ดร.วรินธร บุญยะโรจน์ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์และเจ้าหน้าที่สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ตลอดจนให้ความรู้ความเข้าใจทางวิชาการ และวิชาชีพแก่คณะผู้วิจัย

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนงบประมาณจากกองทุนเพื่อการวิจัยภายใต้โครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

สุดท้ายนี้คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่อบรมสั่งสอนและสนับสนุนในทุก ๆ ด้านรวมถึงพี่และเพื่อนสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมที่เป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลือให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

สุประภาดา วาดวงษ์ศรี

กุลภัส แสงพลาย

อัมพร นิตตะ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ก)

Abstract (ข)

กิตติกรรมประกาศ (ง)

สารบัญ (จ)

สารบัญตาราง (ซ)

สารบัญภาพ (ฌ)

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ขอบเขตการศึกษา 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.5 คำนิยามศัพท์ 3

1.6 คำสำคัญ 3

1.7 ตารางแผนการดำเนินการ 4

1.8 กรอบแนวคิด 5

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 ลักษณะพฤกษศาสตร์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 6

2.2 แนวทางการกำจัดตอซังข้าวโพด 9

2.3 กลไกการสุกของผลไม้ 10

2.4 ผงใบเตย 11

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 14

3.1 วัสดุอุปกรณ์ 14

3.2 ขั้นตอนการศึกษา 15

3.3 การผลิตกระดาษจากตอซังข้าวโพด 15

3.4 การศึกษาลักษณะทางกายภาพของกระดาษจากตอซังข้าวโพด 18

3.5 การศึกษาประสิทธิภาพกระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของผลไม้ 20

บทที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูลและอภิปราย 22

4.1 ผลการศึกษาขึ้นรูปกระดาษจากตอซังข้าวโพด 22

4.2 ลักษณะโครงสร้างเส้นใยของกระดาษจากตอซังข้าวโพด 25

4.3 ผลการศึกษาการต้านแรงฉีกขาดของกระดาษจากตอซังข้าวโพด 26

4.4 ผลการศึกษาระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพด 28

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.5 ผลการศึกษาการเคลือบกระดาษจากตอซังข้าวโพด 32

4.6 ผลการศึกษากระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของกล้วยหอมทอง 33

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 39

5.1 ผลการศึกษาการขึ้นรูปของกระดาษจากตอซังข้าวโพด 39

5.2 ผลการศึกษาโครงสร้างเส้นใยของกระดาษจากตอซังข้าวโพด 39

5.3 ผลการศึกษาการต้านแรงฉีกขาดของกระดาษจากตอซังข้าวโพด 40

5.4 ผลการศึกษาระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพด 40

5.5 ผลการศึกษาการเคลือบกระดาษจากตอซังข้าวโพด 41

5.6 ผลการศึกษากระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของผลไม้ 41

5.7 ข้อเสนอแนะ 41

เอกสารอ้างอิง 43

ภาคผนวก 46

ภาคผนวก ก ภาพประกอบการทดสอบ 47

ภาคผนวก ข ตัวอย่างกระดาษจากตอซังข้าวโพด 52

ภาคผนวก ค การเผยแพร่ผลงาน 55

ประวัติผู้วิจัย 60

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

4.1 ผลการศึกษาการต้านแรงฉีกขาดของกระดาษจากตอซังข้าวโพด 27

4.2 ผลการศึกษาการต้านแรงฉีกขาดของกระดาษจากตอซังข้าวโพด เพื่อชะลอการสุกของผลไม้ 28

4.3 ผลการศึกษาระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพด 29

4.4 ผลการศึกษาระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพด เพื่อชะลอการสุกของผลไม้ 31

4.5 ผลการศึกษากระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของกล้วยหอมทอง 34

4.6 ผลการสังเกตลักษณะสีของเปลือกกล้วยหอมทองที่ห่อด้วยกระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของกล้วยหอมทอง 35

4.7 ผลการศึกษากลิ่นของกล้วยหอมทองที่ห่อด้วยกระดาษชนิดต่าง ๆ 36

4.8 ผลการศึกษาน้ำหนักกระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของกล้วยหอมทอง 37

สารบัญภาพ

ภาพ **หน้า**

2.1 แสดงส่วนต่าง ๆ ของต้นข้าวโพด 6

2.2 แสดงส่วนรากของข้าวโพด 7

2.3 แสดงส่วนใบของข้าวโพด 8

2.4 แสดงส่วนลำต้นของข้าวโพด 8

2.5 แสดงส่วนของดอกตัวผู้ และดอกตัวเมียของข้าวโพด 9

3.1 ขั้นตอนการผลิตกระดาษจากตอซังข้าวโพด 16

3.2 ขั้นตอนการผลิตกระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงใบเตย 17

3.3 ขั้นตอนการผลิตกระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงถ่านกัมมันต์ 17

3.4 เครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM) ยี่ห้อ Thermo Scientific รุ่น Phenom Pharos 18

3.5 การทดสอบความต้านแรงฉีกขาดด้วยน้ำหนัก 25 50 75 และ 100 กรัม ตามลำดับ 19

3.6 การทดสอบระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพด 19

3.7 การเคลือบกระดาษด้วยไขปาล์ม (Palm Wax) 20

3.8 การวางกล้วยหอมทองบนกระดาษจากตอซังข้าวโพด 20

3.9 การห่อกล้วยหอมทองด้วยกระดาษจากตอซังข้าวโพด 21

4.1 แสดงผลการศึกษาทำกระดาษจากตอซังข้าวโพดแบบไม่ผ่านการต้ม 23

4.2 แสดงผลการศึกษาทำกระดาษจากตอซังข้าวโพดแบบผ่านการต้ม 24

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ **หน้า**

4.3 แสดงลักษณะกระดาษจากตอซังข้าวโพดที่ใช้ในการห่อเพื่อชะลอการสุกของผลไม้ 25

4.4 ลักษณะโครงสร้างเส้นใยของกระดาษจากตอซังข้าวโพด 26

4.5 การศึกษาค่าการศึกษาระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพดแบบไม่ผ่านการต้ม และผ่านการต้ม 30

4.6 การศึกษาค่าการทดสอบระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของผลไม้ 32

4.7 ลักษณะของกระดาษจากตอซังข้าวโพดที่เคลือบผิวด้วยไขปาล์ม (Palm Wax) 33

4.8 การศึกษาค่าน้ำหนักที่ลดลงของกล้วยหอมทอง 38

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งที่มีการเพาะปลูกกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นพืชที่สร้างรายได้ให้เกษตรกรเป็นจำนวนมาก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตรแล้วยังคงเหลือตอซังข้าวโพดในที่ดินการเพาะปลูกเป็นจำนวนมาก เกษตรกรจึงต้องมีการหาวิธีการทำลายตอซังข้าวโพดเหล่านี้ด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ที่ดินมีความพร้อมที่จะเพาะปลูกพืชชนิดต่อไป เนื่องจากตอซังข้าวโพดที่เหลือในที่ดินมีจำนวนมากยากต่อการกำจัด เกษตรกรจึงใช้วิธีการไถกลบโดยตรงซึ่งอาจจะทำให้หน้าดินไม่สม่ำเสมอ หรือไม่ละเอียดเพียงพอต่อพืชบางชนิดส่งผลให้การเพาะปลูกพืชชนิดอื่นได้ผลที่ไม่ดีอย่างที่คาดหวังไว้ เกษตรกรจึงเลือกใช้วิธีการทำลายที่สะดวก ทำได้ง่าย และรวดเร็ว คือ ใช้วิธีการเผาเนื่องจากการขาดความรู้ในเรื่องการรักษาคุณภาพดิน ทำให้เกษตรกรเลือกวิธีการทำลายนี้เป็นหลักในการกำจัดตอซังข้าวโพดให้พ้นจากพื้นที่ที่จะใช้เพาะปลูกต่อ เนื่องจากต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชทางการเกษตรที่เกษตรกรนิยมปลูกเป็นจำนวนมากใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ ซึ่งสาเหตุมาจากภายในประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกปี พ.ศ.2563 ประมาณ 7.024 ล้านไร่ รวมผลผลิต 4.535 ล้านตัน ผลผลิตเฉลี่ย 695 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562)

ในประเทศไทยได้มีการส่งออกผลไม้ปี 2563 ประมาณ 2.417 ล้านกิโลกรัม มูลค่าเฉลี่ย 141.130 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) การส่งออกผลไม้อยู่ในรูปผลสดจึงมีข้อจำกัดสาเหตุมาจากการเปลี่ยนสภาพทางกายภาพของผลไม้ และกระบวนการหายใจซึ่งยังเกิดขึ้นหลังเก็บเกี่ยวไปแล้ว เกิดการปลดปล่อยแก๊สเอทิลีนออกมาระหว่างการขนส่ง เอทิลีน (C_2H_4) นั้นเป็นฮอร์โมนของพืชที่ทำให้เกิดการสุกของผลไม้ (ศักยะ, 2555)

จากข้อมูลข้างต้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะผลิตกระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของผลไม้โดยมีการพัฒนาเยื่อกระดาษจากตอซังข้าวโพด เพื่อใช้ในการดูดซับเอทิลีนในผลไม้ ซึ่งวัตถุดิบสามารถหาได้ง่ายในพื้นที่ทำเกษตรที่เหลือทิ้งจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตและต้นทุนต่ำ ดังนั้น

คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำเยื่อตอซังข้าวโพดมานำมาผลิตเป็นกระดาษเพื่อชะลอการสุกของผลไม้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อผลิตกระดาษจากตอซังข้าวโพด

1.2.2 เพื่อพัฒนาคุณสมบัติของกระดาษจากตอซังข้าวโพดที่ชะลอการสุกของผลไม้

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 วัสดุที่ใช้ในการศึกษา คือ ตอซังข้าวโพด

1.3.2 การศึกษาคุณสมบัติของกระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของผลไม้

1.3.3 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของกระดาษจากตอซังข้าวโพด

1.3.3.1 ศึกษาโครงสร้างเส้นใยของกระดาษจากตอซังข้าวโพด

1.3.3.2 ศึกษาการต้านแรงฉีกขาดของกระดาษจากตอซังข้าวโพด

1.3.3.3 ศึกษาระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพด

1.3.3.4 ศึกษาการชะลอการสุกผลไม้

1.3.4 ตัวอย่างผลไม้ที่นำมาทดสอบชะลอการสุก คือ กล้วยหอมทอง (Cavendish banana)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบคุณสมบัติทางกายภาพของกระดาษจากตอซังข้าวโพด

1.4.2 ได้กระดาษจากตอซังข้าวโพดที่ชะลอการสุกของผลไม้

1.4.3 ส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

1.5 คำนิยามศัพท์

1.5.1 ตอซังข้าวโพด หมายถึง วัสดุเศษซากต้นข้าวโพดในไร่ หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตฝักข้าวโพด

1.5.2 ผงถ่านกัมมันต์ หมายถึง ถ่านกัมมันต์ที่มีความละเอียดมีรูพรุนจำนวนมากมีความสามารถในการดูดซับไอน้ำ กลิ่น และก๊าซต่าง ๆ

1.5.3 แป้งมันสำปะหลังดัดแปร หมายถึง แป้งที่ใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ ช่วยในส่วนของการเคลือบป้องกันการเกิดรา และผสานแป้งตัวของเยื่อช่วยเพิ่มความเรียบเนียนให้กับผิวหน้ากระดาษ

1.5.4 กระดาษจากตอซังข้าวโพด หมายถึง กระดาษที่ได้จากการรวมเยื่อจากเปลือกข้าวโพด ต้นข้าวโพด และใบข้าวโพด นำมาขึ้นรูปเป็นกระดาษ

1.6 คำสำคัญ

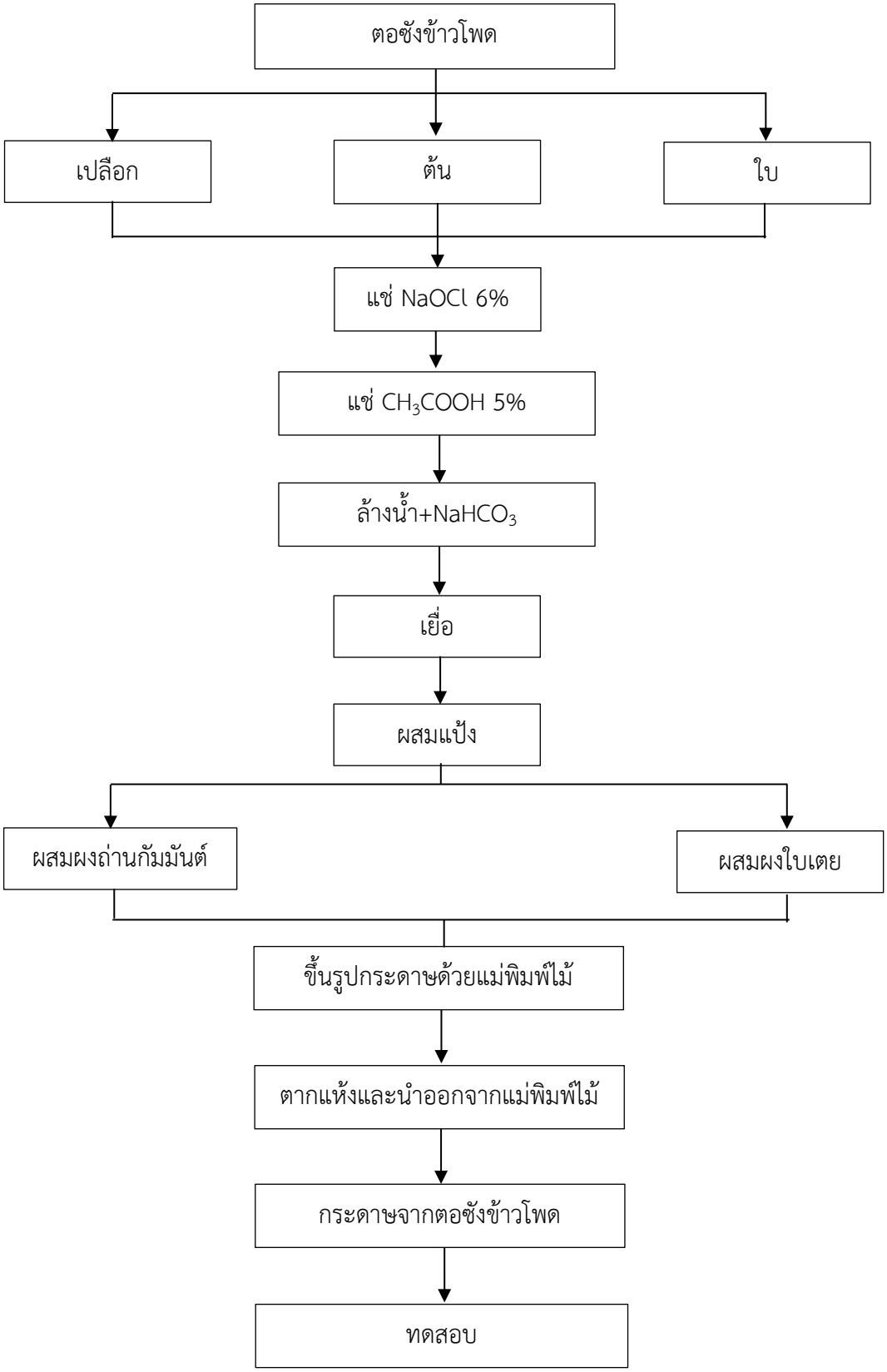
ภาษาไทย : ตอซังข้าวโพด, กระดาษจากตอซังข้าวโพด, ผงถ่านกัมมันต์, กล้วยหอมทอง

1.7 ตารางแผนการดำเนินการ

ตาราง 1.1 ระยะเวลาดำเนินการวิจัยระหว่างวันที่ 23 พฤศจิกายน พ.ศ.2563 ถึงวันที่ 30 กันยายน พ.ศ.2564

กิจกรรม	ปีงบประมาณ พ.ศ.2564											
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1.ศึกษาวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง												
2.วางแผนการดำเนินโครงการ กิจกรรม ระยะเวลา กำหนดขอบเขตการทดลอง												
3.เตรียมวัสดุอุปกรณ์/เครื่องมือ												
4.ขั้นตอนการดำเนินงาน												
5.ทดสอบการใช้งาน ศึกษาประสิทธิภาพ ปรับปรุง และพัฒนา												
6.เก็บรวบรวมและบันทึกข้อมูลการดำเนินโครงการ ผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง												
7.การเผยแพร่												
8.จัดทำรูปเล่มรายงานฉบับสมบูรณ์												

1.8 กรอบแนวคิดของงานวิจัย



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาคุณสมบัติของกระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของผลไม้ คณะผู้จัดทำได้ศึกษาข้อมูล และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีดังต่อไปนี้

2.1 ลักษณะพฤกษศาสตร์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

2.2 แนวทางการกำจัดตอซังข้าวโพด

2.3 กลไกการสุกของผลไม้

2.4 ผงใบเตย

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะพฤกษศาสตร์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

วงศ์ (Family) : Gramineae

ชื่อสามัญ (Common name) : Maize, corn

ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name) : *Zea Mays* L .

ภาพ 2.1 แสดงส่วนต่าง ๆ ของต้นข้าวโพด

ราก จะเป็นส่วนที่งอกออกมาก่อนส่วนอื่น รากขั้นต้นจะงอกมาจากต้นอ่อนหลังจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เจริญได้ 1 สัปดาห์ ถึง 10 วัน รากถาวรจะมีการงอกขึ้นรอบข้อละต้น ในระดับใต้ผิวดินประมาณ 3- 5 เซนติเมตร เมื่อโตเต็มที่จะเจริญแผ่ออกไปโดยรอบประมาณ 100 เซนติเมตร และหยั่งลึกลงไปในแนวดิ่งยาวมาก อาจยาวถึง 300 เซนติเมตรในระยะแรก ๆ การเจริญเติบโตแผ่สาขาของรากถาวรเป็นไปอย่างรวดเร็ว เมื่อข้าวโพดเริ่มออกดอก และติดฝัก รากจะลดการขยายตัว รากของข้าวโพดมีระบบที่เรียกว่า ระบบรากฝอย (Fibrous Root System) ซึ่งแบ่งออกเป็นหลายชนิด เช่น รากขั้นต้น (Primary Root) รากยึดเหนี่ยว (Brace Root) รากด้านข้าง (Lateral Root) และรากฝอย (Root Hair) แต่ไม่มีรากแก้ว (Tap Root) รากขั้นต้นที่งอกออกมาครั้งแรกจะมีจำนวน 20-30 ราก ส่วนรากยึดเหนี่ยวนั้นมีจำนวนไม่จำกัด และอาจแยกออกเป็นรากยึดเหนี่ยวย่อย ๆ อีกเป็นจำนวนมากก็ได้ อาจจะมีจำนวนถึงร้อย และยาว 30-60 เซนติเมตร ส่วนรากฝอยมีขนาดเล็ก และมีอายุสั้น

ภาพ 2.2 แสดงส่วนรากของข้าวโพด

ใบ ประกอบด้วย ตัวใบ กาบใบ และหูใบ (Ligule) ลักษณะของใบข้าวโพดแผ่นใบเรียวยาว มีเส้นกลางใบ ปลายใบแหลม จำนวนใบมีตั้งแต่ 12-20 ใบ

ภาพ 2.3 แสดงส่วนใบของข้าวโพด

ลำต้น ข้าวโพดมีลำต้นแข็ง ไส้แน่นไม่กลวงเหมือนพืชอื่น ความสูงของลำต้นมีตั้งแต่ 60 เซนติเมตร จนถึง 6 เมตร ปล้องเหนือพื้นดินมีตั้งแต่ 8-20 ปล้อง ภายในเปลือกเป็นเซลล์สีขาวของไส้ (Pith) และมีท่อน้ำ ท่ออาหาร (Vascular Bundles) กระจายอยู่ทั่วไป

ภาพ 2.4 แสดงส่วนลำต้นของข้าวโพด

ดอก ข้าวโพดมีดอกตัวผู้ และดอกตัวเมียอยู่แยกกัน แต่อยู่ในต้นเดียวกัน (Monoecious) ดอกตัวผู้รวมกันอยู่เป็นช่อ เรียกว่าช่อดอกตัวผู้ (Tassel) และอยู่ตอนบนสุดของต้น เกษตรกรมักจะเรียก “ดอกหัว” ดอกตัวผู้ดอกหนึ่งจะมีอับเกสร (Anther) 3 อับ แต่ละอับยาวประมาณ 6 มิลลิเมตร และมีละอองเกสร (Pollen Grain) ประมาณอับละ 2,500 เกสร ช่อดอกตัวผู้ของข้าวโพดธรรมดา 1 ต้น

อาจจะผลิตละอองเกสรได้ถึง 25,000,000 เกสร หรือเฉลี่ยแล้วมีละอองเกสรมากกว่า 25,000 เกสร ที่จะไปผสมเมล็ดบนฝักซึ่งมีเมล็ดประมาณ 800 – 1,000 เมล็ด การสลัดละอองเกสรเกิดขึ้นก่อนการออกไหม 1-3 วัน บนข้าวโพดต้นเดียวกัน การบานของดอกตัวผู้จะบานติดต่อกันหลายวัน ส่วนดอกตัวเมียนั้น อยู่รวมกันเป็นช่อหรือฝักที่ข้อกลาง ๆ ลำต้น ดอกตัวเมียแต่ละดอกประกอบด้วยรังไข่ (Ovary) และเส้นไหม (Silk หรือ Style) ซึ่งมีความยาวประมาณ 5-15 เซนติเมตร และยื่นปลายโผล่ออกไปรวมกันเป็นกระจุกอยู่ตรงปลายช่อดอก ซึ่งมีเปลือกหุ้มอยู่ และพร้อมที่จะผสมพันธุ์ทันทีที่งอกพ้นเปลือกเส้นไหมมีลักษณะเป็นยางเหนียว ๆ สำหรับคอยรับละอองเกสรที่ปลิวมาสัมผัสเพื่อเข้าผสมกับไข่ และจับละอองเกสรได้ตลอดความยาวของเส้นไหม เมื่อรังไข่ได้รับการผสมจากละอองเกสร รังไข่ก็จะเติบโตเป็นเมล็ดช่อดอกตัวเมียที่รับการผสมแล้วนี้ เรียกว่าฝัก (Ear) ข้าวโพดต้นหนึ่งอาจมีมากกว่า 1 ฝักขึ้นไป และฝักหนึ่งอาจมีมาก ถึง 1,000 เมล็ด หรือมากกว่านั้น แกนกลางของฝักเรียกว่า ซัง (Cob)

ภาพ 2.5 แสดงส่วนของดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย

2.2 แนวทางการกำจัดตอซังข้าวโพด

ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจกระจายทั่วทุกภูมิภาคของประเทศ เกษตรกรส่วนหนึ่งมุ่งเน้นการเพิ่มปริมาณผลผลิตจึงเร่งการผลิตพืชเศรษฐกิจเพื่อให้ได้หลายรอบต่อปี โดยขาดการจัดการที่ดี และเลือกใช้วิธีการเผาตอซังข้าวโพดแทนวิธีการอื่น ๆ เพราะ สะดวก รวดเร็ว และต้นทุนต่ำ การเผาตอซังข้าวโพดในพื้นที่การเกษตร คิดเป็นร้อยละ 35 ซึ่งการเผาในพื้นที่ทำการเกษตรนี้เป็นแหล่งที่มาของฝุ่นควันที่เห็นได้ชัดมักเห็นเปลวไฟลามในทุ่งกว้าง เกิดฝุ่นควันเขม่ากระจายทั่วบริเวณ การเผาในพื้นที่เกษตรก่อให้เกิดฝุ่นละออง PM2.5 คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 5 ของปริมาณ PM2.5 ทั้งหมดที่เกิดขึ้น (วิลาวรรณ และวาสิฐี, 2564)

ตอซังข้าวโพดที่เหลือทิ้งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้โดยตรง โดยนำมาคลุมต้นไม้ คลุมแปลงผัก เพื่อเก็บรักษาความชื้น และเมื่อตอซังข้าวโพดย่อยสลายจะกลายเป็นปุ๋ยให้พืช นอกจากนี้การไถกลบตอซังข้าวโพดเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินต้องใช้เครื่องจักร หรือรถไถขนาดใหญ่ที่มีประสิทธิภาพ ในการไถกลบตอซังข้าวโพดลงดินจะทำให้หน้าดินมีความสม่ำเสมอ และทำให้พืชชนิดอื่นที่นำมาเพาะปลูกในพื้นที่มีการเจริญเติบโตได้ดีขึ้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2562)

2.3 กลไกการสุกของผลไม้

กลไกลการสุกของผลไม้ เป็นระยะที่ผลไม้มีการเจริญเติบโตเต็มที่ มีการเปลี่ยนแปลงหลายอย่าง ทั้งทางสรีรวิทยา และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ผลการผลิตเอทิลีนมากขึ้นอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นการแสดงถึงการเริ่มต้นของกระบวนการสุกการผลไม้

2.3.1 ผลไม้จะมีการหายใจในช่วงที่ผลสุก และพบว่า ช่วงนี้จะมีการสร้างเอทิลีนเป็นจำนวนมาก ดังนั้นอัตราการหายใจ และปริมาณเอทิลีนจึงมีความสัมพันธ์กัน เมื่อมีปริมาณเอทิลีนสูงจะเร่งให้มีการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสุกของผลไม้ ซึ่งปัจจัยใดที่มีผลต่อการยับยั้งการสร้างเอทิลีนหรือมีผลทำลายเอทิลีน ก็จะชะลอการสุกของผลได้ จากหลักการนี้จึงนำมาใช้ประโยชน์ในการควบคุมการสุกให้เกิดหรือไม่ให้เกิดขึ้นได้ตามที่ต้องการ จุดเริ่มแรกของการเปลี่ยนแปลง คือ เกิดการสร้างเอทิลีนขึ้นมาเป็นจำนวนมาก หลังจากนั้นกระบวนการอื่น ๆ จึงเกิดตามมา การสุกจะเกิดขึ้นอย่างปกติเมื่อผลไม้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม เช่น ผลแก่จัดเต็มที่ อุณหภูมิพอเหมาะ ความชื้นสัมพัทธ์พอเหมาะ มีออกซิเจนเพียงพอ ในทางตรงกันข้ามถ้าผลยังไม่แก่จัด อุณหภูมิต่ำหรือสูงไป หรือมีคาร์บอนไดออกไซด์สูง จะมีผลทำให้ผลสุกช้าลง และอาจเกิดการสุกอย่างผิดปกติมีการสร้างเอทิลีนน้อยลง และการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ภายในผลอาจเกิดไม่สมบูรณ์ เช่น ผิวไม่เปลี่ยนสี ผลเหี่ยว (พีรเดช, 2557)

2.3.2 ระยะการสุกของกล้วยหอมทอง

หลังจากการปลูกกล้วยหอมแล้วประมาณ 10 - 11 เดือน จะเริ่มเก็บเครือได้ โดยมีระยะหลังปลูกถึงแทงปลี 7 - 8 เดือน และหลังจากแทงปลีจนเก็บเครือได้ 70 - 80 วัน โดย 1 เครือ จะมีหวีประมาณ 6 - 10 หวี และ 1 หวี มีประมาณ 10 – 16 ผล หรือมากกว่า

กล้วยหอม มีระยะการสุก 8 ระยะ ดังนี้

- ระยะที่ 1 เปลือกเขียว ผลแข็ง
- ระยะที่ 2 เปลือกเขียว เริ่มสุก
- ระยะที่ 3 และระยะที่ 4 เปลือกเขียว เริ่มสุก และเปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากขึ้น
- ระยะที่ 5 เปลือกเหลือง มีการสุกมากแต่ปลายยังเป็นสีเขียว
- ระยะที่ 6 ทั้งผลมีสีเหลือง มีการสุกเต็มที่
- ระยะที่ 7 ผิวสีเหลือง และเริ่มมีจุดสีน้ำตาล (สุกเต็มที่)
- ระยะที่ 8 ผิวสีเหลือง และมีจุดสีน้ำตาลมากขึ้น (เบญจมาศ, 2545)

2.4 ผงใบเตย

ผงใบเตยทำมาจากเตยหอม เป็นไม้ยืนต้นพุ่มเล็ก ขึ้นเป็นกอ ใบเป็นใบเดี่ยว เรียงสลับเวียนเป็นเกลียวขึ้นไปจนถึงยอด ใบเป็นทางยาว สีเข้ม เป็นมัน ขอบใบเรียบ แต่ใบบางต้นอาจมีหนาม ในใบมีกลิ่นหอมจากน้ำมันหอมระเหย สีเขียวจากใบเป็นสีของคลอโรฟิลล์ และกลิ่นหอมของใบเตยเกิดจากสารเคมีที่เรียกว่า 2-acetyl-1-pyrroline ซึ่งนำมาใช้ประโยชน์เป็นสารปรุงแต่งสีและกลิ่นในผลิตภัณฑ์อาหาร ขั้นตอนในการนำใบเตยมาใช้ประโยชน์มีความยุ่งยากไม่สามารถเก็บไว้ได้นานหากเก็บไว้นานจะแห้งและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล จึงทำให้เป็นผงเพื่อให้สามารถเก็บรักษาคงสภาพสีและกลิ่นได้ยาวนาน (กลอยใจ, 2556)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภัทราวดี ปิยะนุช และวันชัยยุทธ (ม.ป.ป) ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการทำกระดาษเปลือกข้าวโพดทำมือจากส่วนต้น และใบข้าวโพด (*Zea mays* L.) ที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรชนิดหนึ่งที่มีจำนวนมาก และสามารถหาได้ง่ายมีการปลูกทั่วไปในการทำเกษตร จึงนำมาแปรรูปเป็นบรรจุภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อมโดยการแช่วัตถุดิบในน้ำสะอาด และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ให้อ่อนตัว หลังจากนั้นนำไปต้มเพื่อให้ได้เยื่อจากทำการขึ้นรูปกระดาษ และนำไปทำเป็นบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ

วุฒินันท์ (2545) ได้ศึกษาพืชที่มีความสำคัญต่อการทำกระดาษด้วยมือ โดยศึกษาเส้นใย 2 ชนิด คือ เส้นใยสั้น และเส้นใยยาว กระดาษที่ทำด้วยมือส่วนใหญ่จะนำไปใช้ในงานหัตถกรรมเป็นหลัก ดังนั้น เส้นใยที่จะใช้จะเป็นเส้นใยยาว ซึ่งมีคุณสมบัติเฉพาะตัว คือ อ่อนนุ่ม เหนียว เมื่อฟอกขาว และจะมีความขาวเป็นมัน เงางาม และสามารถย้อมติดสีได้ดี

ปริญญา ศุภกิจ และอชิรญา (2563) ได้ศึกษาการผลิตกระดาษดูดซับเอทิลีนผสมถ่านกัมมันต์จากไม้ไผ่ และซังข้าวโพด เพื่อศึกษาผลของถ่านกัมมันต์ต่อการชะลอการสุก และคุณภาพของกล้วยหอมทอง โดยวางแผนการศึกษาเป็น 6 ระดับ โดยศึกษาอัตราส่วนของผงถ่านกัมมันต์ต่อปริมาณเยื่อกระดาษร้อยละ 0, 10, 20, 30, 40, และ 50 จากผลการศึกษาพบว่า กระดาษผสมถ่านกัมมันต์สามารถยืดอายุการเก็บรักษา และการเปลี่ยนสีของกล้วยหอมทองได้ โดยกระดาษผสมถ่านกัมมันต์จากไม้ไผ่ และซังข้าวโพดร้อยละ 30 และ 40 สามารถยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมทองได้ยาวนานกว่าชุดควบคุมโดยสามารถเก็บได้ถึง 12 วัน โดยสภาพเปลือกกล้วยยังมีสีเหลือง ขณะที่กล้วยในชุดควบคุมสามารถเก็บรักษาได้เพียง 6 วัน โดยมีคุณภาพที่ไม่ดี และสภาพเปลือกกล้วยมีสีดำ

ศักยะ (2555) ได้ศึกษาการชะลอการสุกของมะม่วงน้ำดอกไม้โดยถ่านกัมมันต์ดูดซับเอทิลีน จากการศึกษาพฤติกรรมการสุกของมะม่วงน้ำดอกไม้ ใช้มะม่วงอายุ 110 วันหลังดอกบาน และเก็บรักษาเป็นเวลา 12 วัน พบว่า เมื่อผลมะม่วงมีการสุกเพิ่มขึ้นค่าความแน่นเนื้อ และปริมาณกรดที่สามารถไทเทรตได้มีค่าลดลงส่วนปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ pH และความถ่วงจำเพาะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลง สี เปลือก และเนื้อ พบว่ามีค่ามากขึ้นก่อนที่ผลจะเน่าเสีย ดังนั้น Ethylene Absorber สามารถชะลอการสุกของมะม่วงน้ำดอกไม้ได้

ศิริพร และคณะ (2561) ได้ศึกษาการผลิตกระดาษดูดซับเอทิลีน (Ethylene Absorber Paper) จากเปลือกทุเรียน เพื่อใช้ยืดอายุการเก็บรักษาผัก และผลไม้ โดยเลือกใช้เปลือกทุเรียนเนื่องจากมีเส้นใยเป็นองค์ประกอบสามารถนำมาทำกระดาษได้ เริ่มโดยสกัด และฟอกขาวเส้นใยจากนั้นขึ้นรูปเป็นแผ่นกระดาษจากนั้นนำมาเตรียมกระดาษดูดซับเอทิลีนโดยใช้ถ่านกัมมันต์เป็นวัตถุดูดซับมี 3 ชนิด ในปริมาณที่เท่ากัน คือ ชนิดผง เม็ด และแท่ง พบว่า กระดาษดูดซับเอทิลีนที่ใช้ถ่านกัมมันต์ชนิดผงมีประสิทธิภาพในการยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงที่อุณหภูมิห้องได้ดีที่สุด คือ สามารถเก็บรักษามะม่วงได้นาน 10 วันจากนั้นศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมของถ่านกัมมันต์ชนิดผงประสิทธิภาพการดูดซับก๊าซเอทิลีนมากกว่า 95% ในชั่วโมงแรกของการดูดซับใกล้เคียงกับสารดูดซับเอทิลีนทางการค้าที่มีน้ำหนักสารดูดซับเท่ากันโดยกระดาษเติมผงถ่านกัมมันต์ 5% มีประสิทธิภาพในการยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงที่อุณหภูมิห้องดีที่สุด คือ สามารถเก็บรักษามะม่วงได้นาน 15 วัน

สิริวรรณ (ม.ป.ป.) ศึกษาสมบัติของเส้นใยจากใบสับปะรดที่ผ่านการปรับสภาพด้วยวิธีทางเคมี โดยใช้วิธีสกัดด้วยสารละลายผสมระหว่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ และเอทานอลที่อัตราส่วนต่าง ๆ พบว่า เส้นใยมีความเป็นผลึกสูงขึ้นเมื่อเทียบกับเส้นใยที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ และภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนได้แสดงให้เห็นว่า เส้นใยที่ได้มีการกระจายตัวแยกออกจากมัดเส้นใย

ศิวัฒน์ และสิรินาฎ (2555) ศึกษาผลของการนำสมุนไพรไทย 2 ชนิด ได้แก่ ตะไคร้สด และใบเตยหอม มาปรับปรุงกลิ่นรสของไอศกรีมที่มีโปรตีน และน้ำจากถั่วเหลืองโดยใช้การยอมรับทางประสาทสัมผัส และการยืนยันปริมาณสารที่ให้กลิ่น และรสด้วยวิธีการ Headspace-Solid Phase microextraction-Gas Chromatography-Mass Spectrophotometry (HS-SPME-GC-MS) สารสกัดที่ให้กลิ่นรสของสมุนไพรไทย 2 แบบ ได้แก่ สารสกัดที่ให้กลิ่นรสที่ได้จากการสกัดสดด้วยน้ำ และสารสกัดที่ให้กลิ่นรสที่ผ่านการแปรรูปให้อยู่ในรูปผงด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นกระจายโดยทดสอบการเรียงลำดับความชอบ ใช้ผู้ประเมินผลทางประสาทสัมผัสจำนวน 30 คน ปริมาณสารที่ให้กลิ่นรสของใบเตยหอมผง และตะไคร้ผง สามารถกลบกลิ่นรสถั่วได้ทั้งสองอย่างโดยเมื่อยืนยันสารที่ให้กลิ่นรสด้วยวิธี HS-SPME-GC-MS พบว่า สารหลักที่ให้กลิ่นรส Beany ได้แก่ Hexanal,Pentanal,Benzaldehyde, 2-pentyl-furan และ 1-octen-3-ol สารหลักที่ให้กลิ่นรสในใบเตยหอม ได้แก่ 2-acetyl-1-pyroline และ 3-methyl-2(5H)-furanone ส่วนสารที่ให้กลิ่นรสในตะไคร้ ได้แก่ β-myrcene, α-pinene, 3-carene, neral, geranial และ geraniol

Loh (2005) ศึกษากระบวนการที่มีความเหมาะสมในการผลิตใบเตยผง โดยใช้วิธีการทำให้แห้งแบบพ่นฝอยโดยมีการใช้วิธี response surface methodology โดยตัวแปรคืออุณหภูมิขาเข้า 170–200 องศาเซลเซียส อัตราการป้อนอยู่ที่ 6-12 รอบต่อนาที และอุณหภูมิขาออก 90 องศาเซลเซียส ผลการทดลอง พบว่าสำหรับกายภาพทางเคมีลักษณะของผง และทางด้านประสาทสัมผัสค่าการตอบสนองของผงใบเตยมากกว่า และเท่ากับ 0.800 ยกเว้นการยอมรับโดยรวม กระบวนการอบแห้งที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งโดยใช้วิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอย เป็นเงื่อนไขที่จะทำให้ดัชนีการยอมรับด้านสีมีค่าสูง โดยสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตใบจะใช้อุณหภูมิขาเข้า 170 องศาเซลเซียส อัตราการป้อน 6 รอบต่อนาที และใช้อุณหภูมิขาออกคงที่ คือ 90 องศาเซลเซียส จะผลิตใบเตยผงที่มีค่าสี กลิ่นรสได้ดีที่สุดที่ใช้วิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรเพื่อนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์กระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของผลไม้ มีขั้นตอนดำเนินการดังต่อไปนี้

3.1 วัสดุอุปกรณ์

3.2 ขั้นตอนการศึกษา

3.3 การผลิตกระดาษจากตอซังข้าวโพด

3.4 การศึกษาลักษณะทางกายภาพของกระดาษจากตอซังข้าวโพด

3.5 การศึกษาประสิทธิภาพของกระดาษจากตอซังข้าวโพดในการชะลอการสุกของผลไม้

3.1 วัสดุอุปกรณ์

3.1.1 เปลือก ต้น และใบข้าวโพด

3.1.2 แป้งมันสำปะหลังดัดแปร

3.1.3 โซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaOCl) ความเข้มข้น 6%

3.1.4 กรดอะซิติก ความเข้มข้น (CH_3COOH) ความเข้มข้น 5%

3.1.5 โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ($NaHCO_3$)

3.1.6 ผงใบเตย

3.1.7 ผงถ่านกัมมันต์

3.1.8 ไขปาล์ม (Palm Wax)

3.1.9 แม่พิมพ์ไม้ ขนาด 20×30 เซนติเมตร

3.1.10 เครื่องปั่น Tefal รุ่น DPA130

3.1.11 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope ; SEM Thermo Scientific รุ่น Phenom Pharos)

3.2 ขั้นตอนการศึกษา

3.2.1 การผลิตกระดาษจากตอซังข้าวโพด

3.2.2 การศึกษาลักษณะทางกายภาพของกระดาษจากตอซังข้าวโพด

3.2.3 การศึกษาประสิทธิภาพของกระดาษจากตอซังข้าวโพดในการชะลอการสุกของผลไม้

3.3 การผลิตกระดาษจากตอซังข้าวโพด

การผลิตกระดาษตากตอซังข้าวโพด มีปริมาณของสารที่ใช้ และขั้นตอนการผลิต ดังต่อไปนี้

3.3.1 ปริมาณของสารตัวอย่างที่ใช้

3.3.1.1 เปลือก ต้น และใบข้าวโพด อย่างละ 100 กรัม

3.3.1.2 โซเดียมไฮโปคลอไรท์ (Sodium Hypochlorite : NaOCl) 1,500 มิลลิลิตร

3.3.1.3 กรดอะซิติก (Acetic Acid : CH_3COOH) 1,500 มิลลิลิตร

3.3.1.4 โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (Sodium Hydrogen Carbonate : $NaHCO_3$) 30 กรัม

3.3.1.5 ผงถ่านกัมมันต์ 2 กรัม

3.3.1.6 ผงใบเตย 2 กรัม

3.3.1.7 แป้งมันสำปะหลังดัดแปร 10 กรัม

3.3.2 วิธีทำกระดาษจากตอซังข้าวโพด

3.3.2.1 ตัดเปลือก ต้น และใบข้าวโพดเป็นชิ้นความยาวประมาณ 5 เซนติเมตร

3.3.2.2 ปั่นเปลือก ต้น และใบข้าวโพดให้มีลักษณะเป็นเส้นใยละเอียด

3.3.2.3 ต้มเปลือก ต้น และใบข้าวโพดอย่างละ 100 กรัม ในน้ำสะอาดนาน 45 นาที

3.3.2.4 ล้างเปลือก ต้น และใบข้าวโพดด้วยน้ำสะอาด

3.3.2.5 นำเปลือก ต้น และใบข้าวโพดแช่ใน NaOCl นาน 40 นาที ล้างด้วยน้ำสะอาด

3.3.2.6 นำเปลือก ต้น และใบข้าวโพดแช่ใน CH_3COOH นาน 15 นาที ล้างด้วยน้ำสะอาด

3.3.2.7 นำเปลือก ต้น และใบข้าวโพดแช่ใน $NaHCO_3$ นาน 5 นาที ล้างด้วยน้ำสะอาด

3.3.2.8 นำเยื่อกระดาษที่ได้ผสมในน้ำสะอาด 2,500 มิลลิลิตร

3.3.2.9 ผสมแป้งมันสำปะหลังดัดแปรลงในน้ำเยื่อคนให้เข้ากัน

3.3.2.10 นำแม่พิมพ์ไม้ซ้อนเยื่อเขย่าแม่พิมพ์ให้เยื่อเสมอกัน (ภาพ 3.1)

3.3.2.11 นำแม่พิมพ์ไปผึ่งให้แห้ง และลอกกระดาษที่ได้ออกจากแม่พิมพ์

ภาพ 3.1 ขั้นตอนการผลิตกระดาษจากตอซังข้าวโพด

3.3.3 วิธีทำกระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงใบเตย

3.3.3.1 ปฏิบัติตามข้อ 3.3.2 วิธีทำกระดาษจากตอซังข้าวโพด ข้อ 3.3.2.1-3.3.2.9

3.3.3.2 ผสมผงใบเตยในน้ำเยื่อ จากนั้นคนให้เข้ากัน

3.3.3.3 นำแม่พิมพ์ไม้ช้อนเยื่อแล้วเขย่าแม่พิมพ์ให้เยื่อเสมอกัน (ภาพ 3.2)

3.3.3.4 นำแม่พิมพ์ไปผึ่งให้แห้ง และลอกกระดาษออกจากแม่พิมพ์

ภาพ 3.2 ขั้นตอนการผลิตกระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงใบเตย

3.3.4 วิธีทำกระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมถ่านกัมมันต์

3.3.4.1 ปฏิบัติตามข้อ 3.3.2 วิธีทำกระดาษจากตอซังข้าวโพด ข้อ 3.3.2.1-3.3.2.9

3.3.4.2 ผสมผงถ่านกัมมันต์ในน้ำเยื่อ จากนั้นคนให้เข้ากัน

3.3.4.3 นำแม่พิมพ์ไม้ช้อนเยื่อแล้วเขย่าแม่พิมพ์ให้เยื่อเสมอกัน (ภาพ 3.3)

3.3.4.4 นำแม่พิมพ์ไปผึ่งให้แห้ง และลอกกระดาษออกจากแม่พิมพ์

ภาพ 3.3 ขั้นตอนการผลิตกระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงถ่านกัมมันต์

3.4 การศึกษาลักษณะทางกายภาพของกระดาษจากตอซังข้าวโพด

ขั้นตอนในการศึกษาลักษณะทางกายภาพของกระดาษจากตอซังข้าวโพดที่ผลิตเพื่อพัฒนาเป็นกระดาษจากตอซังข้าวโพดที่ใช้ชะลอการสุกของผลไม้

3.4.1 ศึกษาโครงสร้างเส้นใยกระดาษ

3.4.1.1 นำกระดาษมาตัดให้ได้ขนาด 1×1 เซนติเมตร

3.4.1.2 นำเข้าเครื่อง Scanning Electron Microscope ปรับกำลังขยายที่ 300 เท่า และบันทึกภาพถ่าย

ภาพ 3.4 เครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM)

ยี่ห้อ Thermo Scientific รุ่น Phenom Pharos

3.4.2 ทดสอบความต้านแรงฉีกขาด

3.4.2.1 นำกระดาษมาตัดให้ได้ขนาด 1×3 นิ้ว

3.4.2.2 หนีบปลายด้านบนติดกับตัวหนีบ และปลายด้านล่างใช้ตัวหนีบยึดติดในแนวดิ่ง จากนั้นถ่วงน้ำหนัก 25 50 75 และ 100 กรัม ตามลำดับ บันทึกผล ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง

ภาพ 3.5 การทดสอบความต้านแรงฉีกขาดด้วยน้ำหนัก 25 50 75 และ 100 กรัม ตามลำดับ

3.4.3 ทดสอบระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพด

3.4.3.1 นำกระดาษมาตัดให้ได้ขนาด 2×2 นิ้ว

3.4.3.2 ทำการผสมสีกับน้ำแล้วหยดน้ำสีจำนวน 1 หยด ลงบนกระดาษแล้วนำนาฬิกาจับเวลาตั้งแต่เริ่มหยดรอจนสีซึมไปในกระดาษจนหมด บันทึกผล ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง ดังภาพ 3.6

ภาพ 3.6 การทดสอบระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพด

3.4.4 ทดสอบการเคลือบกระดาษจากตอซังข้าวโพด

3.4.4.1 นำกระดาษมาตัดให้ได้ขนาด 1×3 นิ้ว

3.4.4.2 นำไขปาล์ม (Palm Wax) 50 กรัม ต้มให้ละลาย

3.4.4.3 นำไขปาล์ม (Palm Wax) เคลือบกระดาษให้ทั่วทั้งแผ่น แบบละ 3 แผ่น

3.4.4.4 นำกระดาษผึ่งให้แห้ง

ภาพ 3.7 การเคลือบกระดาษด้วยไขปาล์ม (Palm Wax)

3.5 การศึกษาประสิทธิภาพกระดาษจากตอซังข้าวโพดในการชะลอการสุกของผลไม้

ขั้นตอนการศึกษาประสิทธิภาพกระดาษจากตอซังข้าวโพดในการชะลอการสุกของผลไม้

3.5.1 นำกล้วยหอมทองที่มีอายุประมาณ 70-80 วัน ตัดแยกเป็น 1 ผล เช็ดทำความสะอาดผลกล้วยหอมทอง

3.5.2 นำกระดาษจากตอซังข้าวโพด และกระดาษธรรมดาทั่วไป ขนาด 20×30 นิ้ว ทำการห่อกล้วยหอมทอง ดังภาพ 3.8 และ 3.9

ภาพ 3.8 การวางกล้วยหอมทองบนกระดาษจากตอซังข้าวโพด

ภาพ 3.9 การห่อกล้วยหอมทองด้วยกระดาษจากตอซังข้าวโพด

3.5.3 นำกล้วยหอมทองวางลงบนกระดาษจากตอซังข้าวโพดโดยพับปลายลงเพื่อไม่ให้กระดาษจากตอซังข้าวโพดเปิดออก และวางเก็บที่อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน บันทึกผลการศึกษาสีของกล้วยหอมทอง กลิ่นของกล้วยหอมทอง และน้ำหนักที่ลดลงของกล้วยหอมทอง โดยกระดาษที่ใช้ทดสอบ ได้แก่ การทดลองที่ 1 ไม่ห่อกระดาษ การทดลองที่ 2 ตัวควบคุมกระดาษทั่วไป การทดลองที่ 3 กระดาษจากตอซังข้าวโพด การทดลองที่ 4 กระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงใบเตย และการทดลองที่ 5 กระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงถ่านกัมมันต์

บทที่ 4

วิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

การศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาคุณสมบัติของกระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของผลไม้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการผลิตกระดาษจากตอซังข้าวโพด และเพื่อพัฒนาคุณสมบัติของกระดาษจากตอซังข้าวโพดที่ชะลอการสุกของผลไม้ ผลการศึกษาแบ่งเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

4.1 ผลการศึกษาการขึ้นรูปของกระดาษจากตอซังข้าวโพด

4.2 ผลการศึกษาโครงสร้างเส้นใยของกระดาษจากตอซังข้าวโพด

4.3 ผลการศึกษาการต้านแรงฉีกขาดของกระดาษจากตอซังข้าวโพด

4.4 ผลการศึกษาระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพด

4.5 ผลการศึกษาการเคลือบกระดาษจากตอซังข้าวโพด

4.6 ผลการศึกษากระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของกล้วยหอมทอง

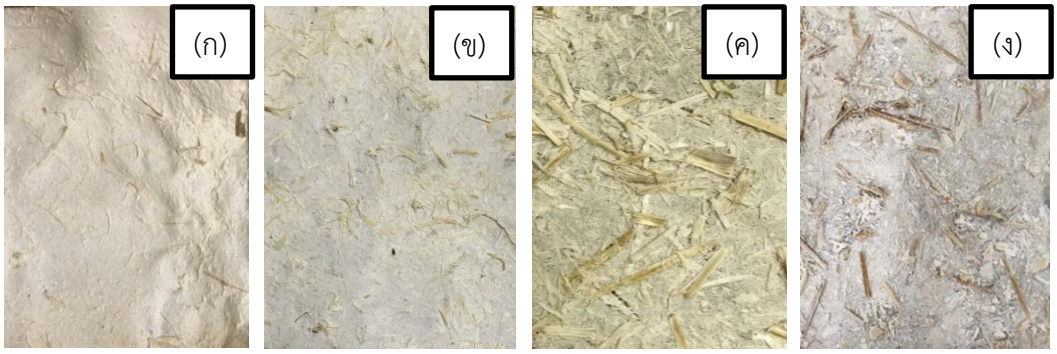
4.1 ผลการศึกษาการขึ้นรูปของกระดาษจากตอซังข้าวโพด

จากการศึกษาการนำเยื่อจากส่วนต่าง ๆ ของตอซังข้าวโพด ได้แก่ เปลือก ต้น และใบมาขึ้นรูปเป็นกระดาษ เพื่อศึกษาส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการขึ้นรูปกระดาษ มีดังต่อไปนี้

4.1.1 การศึกษาการขึ้นรูปกระดาษจากตอซังข้าวโพดแบบไม่ผ่านการต้ม

ผลจากการศึกษาการนำเยื่อจากตอซังข้าวโพดขึ้นรูปเป็นกระดาษจากตอซังข้าวโพด พบว่า กระดาษจากเปลือกข้าวโพด มีความเรียบของกระดาษแสดงดังภาพ 4.1 (ก) กระดาษจากต้นข้าวโพด แผ่นกระดาษมีความไม่สม่ำเสมอ และขึ้นรูปยากแสดงดังภาพ 4.1 (ข) กระดาษจากใบข้าวโพด แผ่นกระดาษมีความไม่สม่ำเสมอขึ้นรูปยากแสดงดังภาพ 4.1 (ค) กระดาษแบบรวม เปลือก ต้น และใบ (กระดาษจากตอซังข้าวโพด) เนื่องจากมีการรวมเยื่อจากทั้งสามรูปแบบจึงทำให้มีความเรียบของกระดาษมากกว่าแบบขึ้นรูปแยกส่วน เปลือก ต้น และใบ แสดงดังภาพ 4.1 (ง) และ

กระดาษที่ขึ้นรูปแบบไม่ผ่านการต้ม และแบบผ่านการต้มมีความใกล้เคียงกัน เพื่อเป็นการลดขั้นตอนการผลิตคณะผู้วิจัยจึงเลือกกระดาษรูปแบบรวมเปลือก ต้น และใบ (กระดาษจากตอซังข้าวโพด) แบบไม่ผ่านการต้ม นำมาผลิตเป็นกระดาษจากตอซังข้าวโพด และพัฒนาเป็นกระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของผลไม้



ภาพ 4.1 แสดงผลการทดลองผลิตกระดาษจากตอซังข้าวโพดแบบไม่ผ่านการต้ม

ก) กระดาษจากเปลือกข้าวโพด
ข) กระดาษจากต้นข้าวโพด
ค) กระดาษจากใบข้าวโพด
ง) กระดาษรวม เปลือก ต้น และใบ

4.1.2 การศึกษาขึ้นรูปกระดาษจากตอซังข้าวโพดที่ผ่านการต้ม

ผลจากการศึกษาการนำเยื่อจากตอซังข้าวโพดขึ้นรูปเป็นกระดาษจากตอซังข้าวโพด พบว่า กระดาษจากเปลือกข้าวโพด มีความเรียบของกระดาษแสดงดังภาพ 4.2 (ก) กระดาษจากต้นข้าวโพด แผ่นกระดาษมีความไม่สม่ำเสมอขึ้นรูปยากแสดงดังภาพ 4.2 (ข) กระดาษจากใบข้าวโพด แผ่นกระดาษมีความไม่สม่ำเสมอขึ้นรูปยากแสดงดังภาพ 4.2 (ค) และกระดาษรวม เปลือก ต้น และใบ (กระดาษจากตอซังข้าวโพด) เนื่องจากมีการรวมเยื่อจากทั้งสามรูปแบบจึงทำให้มีความเรียบของกระดาษจากตอซังข้าวโพดมากกว่าแบบขึ้นรูปแยกส่วน เปลือก ต้น และใบ แสดงดังภาพ 4.2 (ง)

ภาพ 4.2 แสดงผลการทดลองผลิตกระดาษจากตอซังข้าวโพดแบบผ่านการต้ม

ก) กระดาษจากเปลือกข้าวโพด

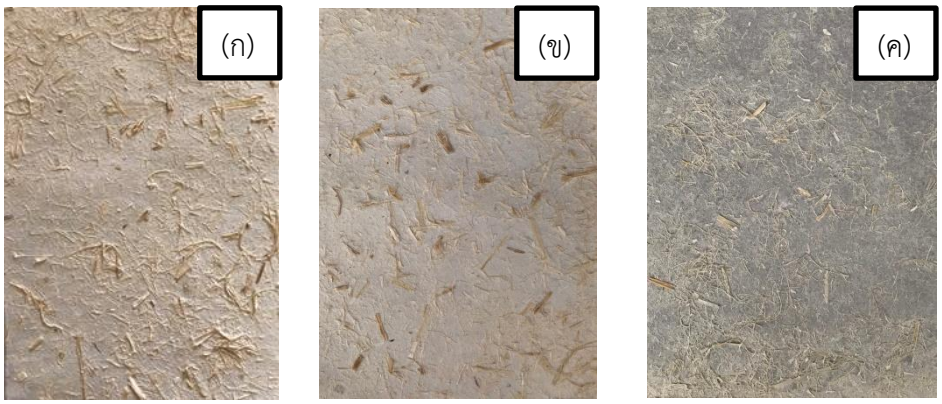
ข) กระดาษจากต้นข้าวโพด

ค) กระดาษจากใบข้าวโพด

ง) กระดาษรวม เปลือก ต้น และใบ

4.1.3 การศึกษากระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อใช้ในการชะลอการสุกของผลไม้

ผลจากการศึกษาการนำเยื่อจากตอซังข้าวโพดขึ้นรูปเป็นกระดาษจากตอซังข้าวโพด แสดงดังภาพ 4.3 นำกระดาษจากตอซังข้าวโพด (รวม เปลือก ต้น และใบ) มาผสมผงใบเตย และผงถ่านกัมมันต์ โดยเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพผลจากการศึกษาพบว่า กระดาษจากตอซังข้าวโพดทั้งสามประเภทที่ผลิตขึ้นมาพื้นผิวกระดาษมีความเรียบสม่ำเสมอ และมีความสวยงาม คณะผู้วิจัยจึงนำกระดาษจากตอซังข้าวโพดทั้งสามประเภทไปใช้ในการชะลอการสุกของผลไม้



ภาพ 4.3 แสดงลักษณะกระดาษจากตอซังข้าวโพดที่ใช้ในการห่อเพื่อชะลอการสุกของผลไม้

ก) กระดาษจากตอซังข้าวโพด

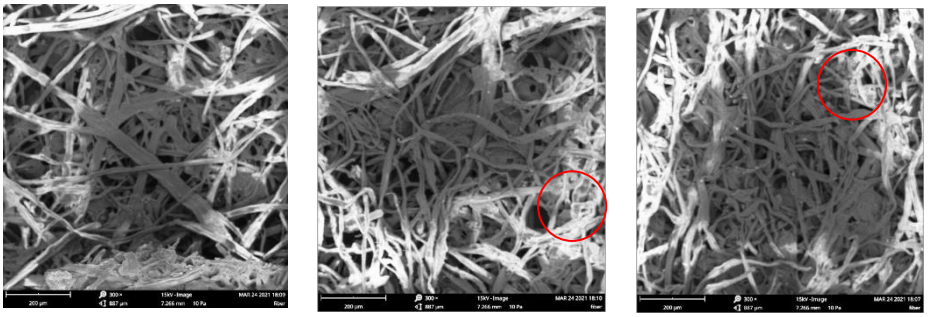
ข) กระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงใบเตย

ค) กระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงถ่านกัมมันต์

4.2 ลักษณะโครงสร้างเส้นใยของกระดาษจากตอซังข้าวโพด

ผลการศึกษาโครงสร้างเส้นใยของกระดาษจากตอซังข้าวโพดที่ใช้ในการห่อชะลอการสุกของผลไม้ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope; SEM) ยี่ห้อ Thermo Scientific รุ่น Phenom Pharos ที่กำลังขยาย 300 เท่า แสดงดังภาพที่ 4.4 พบว่า กระดาษจากตอซังข้าวโพด เยื่อที่ได้จากตอซังข้าวโพดให้เส้นใยจำนวนมาก มีลักษณะของเส้นใยที่ชัดเจน กระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงใบเตย เยื่อที่ได้จากตอซังข้าวโพดให้เส้นใยจำนวนมาก มีลักษณะของเส้นใยที่ชัดเจน และมีอนุภาคของผงใบเตยอยู่บนเส้นใย แสดงดังวงสีแดงในภาพ 4.4 (ข) และกระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงถ่านกัมมันต์ เยื่อที่ได้จากตอซังข้าวโพดให้เส้นใยจำนวนมาก มีลักษณะของเส้นใยที่ชัดเจน และมีอนุภาคของผงถ่านกัมมันต์อยู่บนเส้นใย แสดงดังวงสีแดงในภาพ 4.4 (ค) ซึ่งผงถ่านกัมมันต์นั้นมีคุณสมบัติเฉพาะตัว คือ มีรูพรุน และพื้นที่ผิวภายในจำนวนมาก จึงทำให้สามารถดูดซับกลิ่น ไอน้ำ ก๊าซต่าง ๆ และรวมถึงก๊าซเอทิลีนได้อย่างดี สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องประสิทธิภาพของกระดาษดูดซับเอทิลีนจากกาบกล้วย ที่นำเส้นใยกาบกล้วยไปขึ้นรูปกระดาษโดยเติมผงถ่านกัมมันต์ พบว่ากระดาษที่มีอนุภาคของผงถ่านกัมมันต์บนเส้นใยจากกาบกล้วยที่ความเข้มข้นต่างกันสามารถชะละการสุกของกล้วยหอมทองได้ในระยะเวลาที่ต่างกัน ซึ่งมีความสอดคล้องกัน

คือ อนุภาคผงถ่านกัมมันต์ที่อยู่บนเส้นใยกระดาษจากตอซังข้าวโพดสามารถชะลอการสุกของผลไม้ได้ (จิตตา และคณะ, 2562)



(ก) (ข) (ค)

ภาพ 4.4 ลักษณะโครงสร้างเส้นใยของกระดาษจากตอซังข้าวโพด

ก) ลักษณะโครงสร้างเส้นใยของกระดาษจากตอซังข้าวโพด
ข) ลักษณะโครงสร้างเส้นใยของกระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงใบเตย
ค) ลักษณะโครงสร้างเส้นใยของกระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงถ่านกัมมันต์

4.3 ผลการศึกษาการต้านแรงฉีกขาดของกระดาษจากตอซังข้าวโพด

ผลการศึกษาการต้านแรงฉีกขาดของกระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อนำไปพัฒนาให้เป็นกระดาษชะลอการสุกของผลไม้ มีดังต่อไปนี้

4.3.1 การศึกษาการต้านแรงฉีกขาดของกระดาษจากตอซังข้าวโพดแบบไม่ผ่านการต้ม และแบบผ่านการต้ม

ผลการศึกษาการต้านแรงฉีกขาดของกระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อใช้ในการชะลอการสุกของผลไม้ แสดงดังตารางที่ 4.1 ซึ่งมีการดำเนินการทำ 3 ซ้ำ โดยเปรียบเทียบการต้านแรงฉีกขาดด้วยการให้รับน้ำหนักที่แตกต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า กระดาษแบบไม่ผ่านการต้ม และแบบผ่านการต้มที่ผลิตขึ้นมา กระดาษจากเปลือกข้าวโพด สามารถรับน้ำหนักได้ตั้งแต่ 25 กรัม จนถึงน้ำหนักสูงสุด 75 กรัม กระดาษจากต้นข้าวโพด สามารถรับน้ำหนักได้ตั้งแต่ 25 กรัม จนถึงน้ำหนักสูงสุด 50 กรัม กระดาษจากใบข้าวโพด สามารถรับน้ำหนักได้ตั้งแต่ 25 กรัม จนถึงน้ำหนักสูงสุด 50 กรัม และกระดาษรวม เปลือก ต้น และใบ (กระดาษจากตอซังข้าวโพด) สามารถรับน้ำหนักได้ตั้งแต่ 25 กรัม จนถึงน้ำหนักสูงสุด 100 กรัม คณะผู้วิจัยจึงเลือกกระดาษรูปแบบรวมเปลือก ต้น และใบ (กระดาษจากตอซังข้าวโพด) นำมาพัฒนาเป็นกระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของผลไม้

ตาราง 4.1 ผลการศึกษาการต้านแรงฉีกขาดของกระดาษจากตอซังข้าวโพดแบบไม่ผ่านการต้ม และผ่านการต้ม

ตัวอย่าง		การต้านแรงฉีกขาดด้วยน้ำหนัก (กรัม)			
		25	50	75	100
ไม่ผ่านการต้ม	เปลือก	√	√	√	×
	ต้น	√	√	×	×
	ใบ	√	√	×	×
	รวม (เปลือก ต้น ใบ)	√	√	√	√
ผ่านการต้ม	เปลือก	√	√	√	×
	ต้น	√	√	×	×
	ใบ	√	√	×	×
	รวม (เปลือก ต้น ใบ)	√	√	√	√

หมายเหตุ ผลที่แสดงดังตารางได้จากการทดสอบ 3 ซ้ำ √ หมายถึง สามารถต้านแรงฉีกขาดได้
× หมายถึง ไม่สามารถต้านแรงฉีกขาดได้

4.3.2 การศึกษาการต้านแรงฉีกขาดของกระดาษจากตอซังข้าวโพดที่พัฒนาเพื่อใช้ในการชะลอการสุกของผลไม้

ผลการศึกษาการต้านแรงฉีกขาดของกระดาษจากตอซังข้าวโพดใช้ในการชะลอการสุกของผลไม้ แสดงดังตารางที่ 4.2 ซึ่งมีการดำเนินการทำ 3 ซ้ำ โดยเปรียบเทียบการต้านแรงฉีกขาดด้วยการให้รับน้ำหนักที่ระดับแตกต่างกัน ผลจากการศึกษาพบว่า กระดาษทุกประเภทที่ผลิตขึ้นมาสามารถรับน้ำหนักได้ตั้งแต่ 25 กรัม จนถึงน้ำหนักสูงสุด 100 กรัม แสดงให้เห็นว่ากระดาษที่ผลิตทั้งในรูปแบบของกระดาษจากตอซังข้าวโพด กระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงใบเตย และกระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงถ่านกัมมันต์ สามารถที่จะนำไปใช้เพื่อชะลอการสุกของผลไม้โดยสามารถต้านแรงฉีกขาดจากการดึงของน้ำหนักได้ถึงประมาณ 100 กรัม คณะผู้วิจัยจึงนำกระดาษทั้งสามประเภทไปใช้ในการชะลอการสุกของผลไม้

ตาราง 4.2 ผลการศึกษาการต้านแรงฉีกขาดของกระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อใช้ในการชะลอการสุกของผลไม้

ตัวอย่าง	การต้านแรงฉีกขาดด้วยน้ำหนัก (กรัม)			
	25	50	75	100
กระดาษจากตอซังข้าวโพด	√	√	√	√
กระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงใบเตย	√	√	√	√
กระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงถ่านกัมมันต์	√	√	√	√

หมายเหตุ ผลที่แสดงดังตารางได้จากการทดสอบ 3 ซ้ำ √ หมายถึง สามารถต้านแรงฉีกขาดได้
× หมายถึง ไม่สามารถต้านแรงฉีกขาดได้

4.4 ผลการศึกษาระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพด

ผลการศึกษาระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อนำไปพัฒนาให้เป็นกระดาษชะลอการสุกของผลไม้ มีดังต่อไปนี้

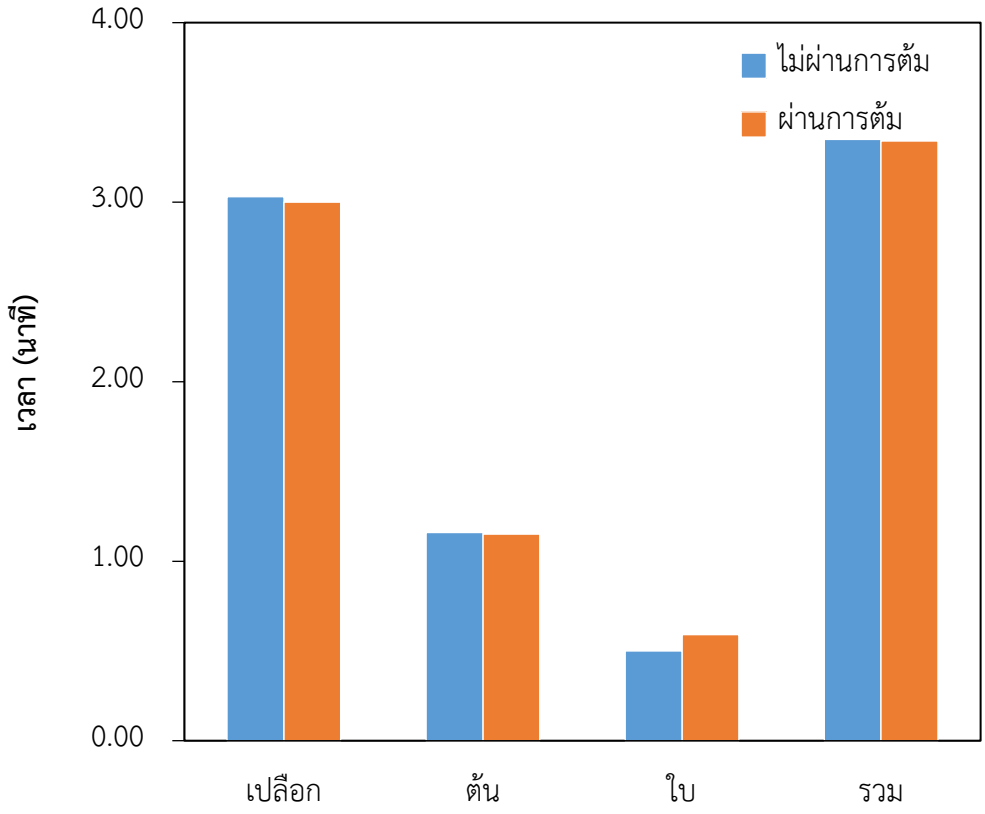
4.4.1 ผลการศึกษาระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพดแบบไม่ผ่านการต้ม และแบบผ่านการต้ม

จากตารางการศึกษาระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพด โดยมีการทำ 3 ซ้ำ พบว่า ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวกระดาษแบบไม่ผ่านการต้ม เปลือกมีค่าเท่ากับ 3 นาที 3 วินาที ต้นมีค่าเท่ากับ 1 นาที 16 วินาที ใบมีค่าเท่ากับ 50 วินาที และรวม (เปลือก ต้น และใบ) มีค่าเท่ากับ 3 นาที 35 วินาที ส่วนค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวกระดาษแบบผ่านการต้ม เปลือกมีค่าเท่ากับ 3 นาที ต้นมีค่าเท่ากับ 1 นาที 15 วินาที ใบมีค่าเท่ากับ 59 วินาที และรวม (เปลือก ต้น และใบ) มีค่าเท่ากับ 3 นาที 34 วินาที ซึ่งกระดาษจากตอซังข้าวโพดแบบไม่ผ่านการต้ม และแบบผ่านการต้มมีระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพดมีความใกล้เคียงกัน แสดงดังตารางที่ 4.3 และแสดงดังภาพ 4.5 ดังนั้นจึงเลือกใช้กระดาษแบบรวม และแบบไม่ผ่านการต้มในการพัฒนาคุณภาพกระดาษเพื่อชะลอการสุกของผลไม้

ตาราง 4.3 ผลการศึกษาระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพดแบบไม่ผ่านการต้ม และแบบผ่านการต้ม

ตัวอย่าง		ระยะเวลาการดูดซึมน้ำ เวลา (นาที : วินาที)			ค่าเฉลี่ย
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
ไม่ผ่านการต้ม	เปลือก	3:03	2:59	3:08	3:03
	ต้น	1:13	1:15	1:21	1:16
	ใบ	0:44	0:51	0:54	0:50
	รวม (เปลือก ต้น ใบ)	3:37	3:35	3:34	3:35
ผ่านการต้ม	เปลือก	2:59	3:01	2:59	3:00
	ต้น	1:14	1:19	1:13	1:15
	ใบ	0:45	0:59	0:51	0:59
	รวม (เปลือก ต้น ใบ)	3:33	3:36	3:34	3:34

หมายเหตุ x:xx หมายถึง x นาที xx วินาที



ภาพ 4.5 แสดงระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพด

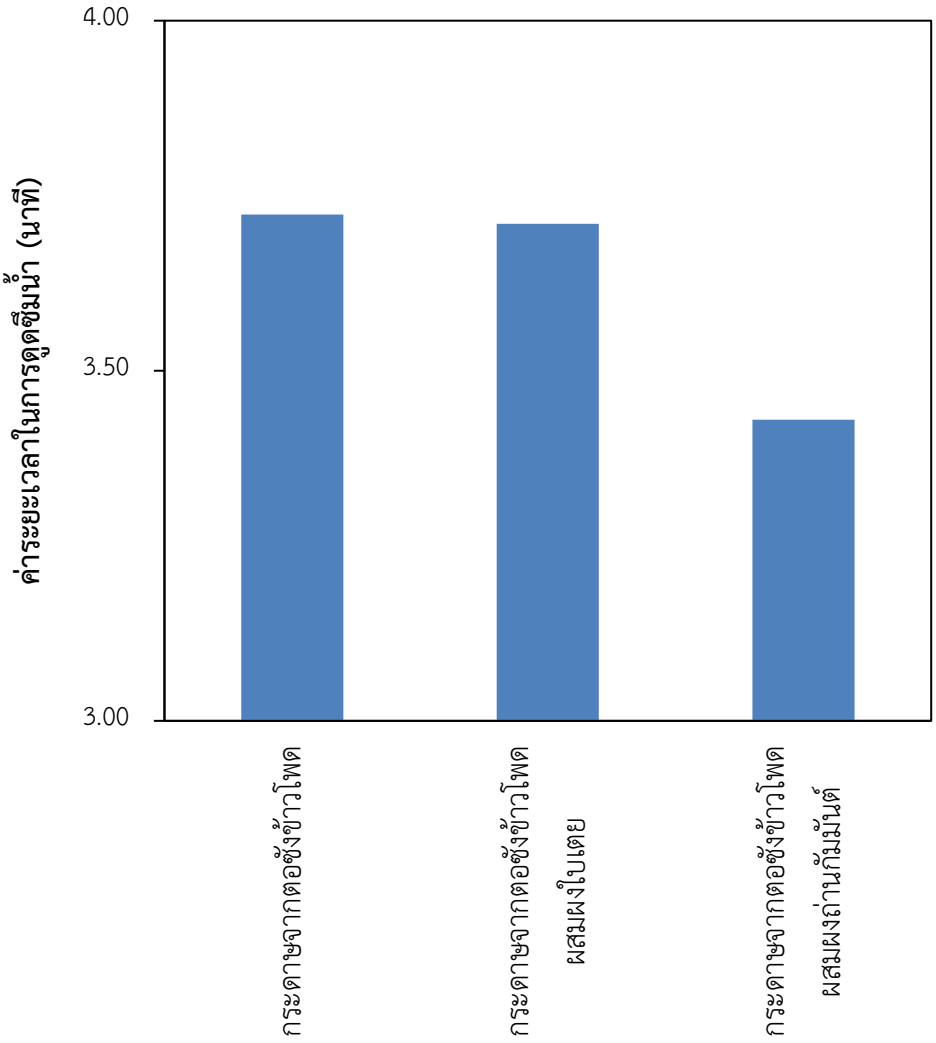
4.4.2 ผลการศึกษาระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพดที่พัฒนาเพื่อใช้ในการชะลอการสุกของผลไม้

จากตารางการศึกษาระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพด โดยมีการทำ 3 ซ้ำ พบว่า ค่าเฉลี่ยจากกระดาษผลิตจากตอซังข้าวโพดตัวอย่าง ได้แก่ กระดาษจากตอซังข้าวโพด มีค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการดูดซึมน้ำเท่ากับ 3 นาที 59 วินาที กระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงใบเตย มีค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการดูดซึมน้ำเท่ากับ 3 นาที 58 วินาที และกระดาษผสมผงถ่านกัมมันต์ มีค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการดูดซึมน้ำเท่ากับ 3 นาที 43 วินาที ดังแสดงตารางที่ 4.4

ตาราง 4.4 ผลการศึกษาระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพดที่พัฒนาเพื่อใช้ในการชะลอการสุกของผลไม้

ตัวอย่าง	**ระยะเวลาการดูดซึมน้ำ เวลา (นาที : วินาที)**			**ค่าเฉลี่ย**
	ครั้งที่ 1	**ครั้งที่ 2**	**ครั้งที่ 3**	
กระดาษจากตอซังข้าวโพด	4:02	3:58	3:57	3:59
กระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงใบเตย	4:02	3:58	3:53	3:58
กระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงถ่านกัมมันต์	3:30	3:52	3:48	3:43

หมายเหตุ x:xx หมายถึง x นาที xx วินาที



ภาพ 4.6 การศึกษาค่าการทดสอบระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของผลไม้

4.5 ผลการศึกษาการเคลือบกระดาษจากตอซังข้าวโพด

ผลการศึกษาการเคลือบกระดาษจากตอซังข้าวโพด แสดงดังภาพ 4.7 พบว่า กระดาษจากตอซังข้าวโพดทุกประเภทที่ผลิตขึ้นมาเมื่อทำการเคลือบด้วยไขปาล์ม (Palm Wax) กระดาษจากตอซังข้าวโพดไม่สามารถพับได้เนื่องจากการเคลือบด้วยไขปาล์ม (Palm Wax) ทำให้กระดาษจากตอซังข้าวโพดมีความแข็งเมื่อพับแล้วมีความเปราะแตกจึงไม่เหมาะสมต่อการนำมาเคลือบกระดาษ และ

มีความเหมาะสมต่อการนำไปเคลือบภาชนะมากกว่าการนำมาเคลือบกระดาษ (บัณฑิต ไพเราะ และปิยะพร, 2558)

ภาพ 4.7 ลักษณะของกระดาษจากตอซังข้าวโพดที่เคลือบผิวด้วยไขปาล์ม (Palm Wax)

4.6 ผลการศึกษากระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของกล้วยหอมทอง

ผลการศึกษาการชะลอการสุกของกล้วยหอมทองด้วยกระดาษจากตอซังข้าวโพด มีดังต่อไปนี้

4.6.1 ผลการศึกษากระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของกล้วยหอมทอง

ผลการศึกษากระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของกล้วยหอมทองแสดงในตารางที่ 4.5 พบว่า การทดลองที่ 1 ไม่ห่อกระดาษ ผลของกล้วยหอมทองที่มีลักษณะของการสุกเร็ว เนื่องจากสีของเปลือกเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว มีความเปลี่ยนแปลงของกลิ่นหอมออกมาอย่างรวดเร็ว และมีน้ำหนักลดลงมากที่สุด เฉลี่ยวันละ 0.8 กรัม และการทดลองที่ 5 กระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงถ่านกัมมันต์ ผลของกล้วยหอมทองที่มีลักษณะของการสุกช้า เนื่องจากสีของเปลือกเปลี่ยนแปลงช้า เกิดการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นหอมเล็กน้อย และมีน้ำหนักลดลงน้อยที่สุด เฉลี่ยวันละ 0.3 กรัม

ตาราง 4.5 ผลการศึกษากระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของกล้วยหอมทอง

อายุการเก็บรักษา (วัน)	การทดลองที่ 1	การทดลองที่ 2	การทดลองที่ 3	การทดลองที่ 4	การทดลองที่ 5
0					
3					
6					
9					
12					
15					

4.6.2 ผลการศึกษาสีของผลกล้วยหอมทอง

ผลการศึกษาสีของผลกล้วยหอมทองแสดงผลจากตารางที่ 4.6 มีการดำเนินการทดสอบเก็บรักษาในอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 25±2 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 วัน ผลโดยเปรียบเทียบการชะลอการสุกกล้วยหอมทองด้วย กล้วยหอมทองที่ไม่ห่อกระดาษ กระดาษธรรมดาทั่วไป กระดาษจากตอซังข้าวโพด กระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงใบเตย และกระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงถ่านกัมมันต์ จากการศึกษาพบว่า การกล้วยหอมทองมีการเป็นแปลงตั้งแต่วันที่ 0 จนถึงวันที่ 15 แสดงให้เห็นว่า การทดลองที่ 1 ไม่ห่อกระดาษ มีสีเขียวอ่อนจนถึง สีมีเหลืองทั้งผลมีรอยช้ำดำ การทดลองที่ 2 ตัวควบคุมกระดาษทั่วไป การทดลองที่ 3 กระดาษจากตอซังข้าวโพด และการทดลองที่ 4 กระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงใบเตย มีสีเขียวอ่อน จนถึงมีสีเหลืองทั้งผล และการทดลองที่ 5 กระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงถ่านกัมมันต์ มีสีเขียวอ่อน จนถึงมีสีเหลืองเกือบทั้งผล

ตาราง 4.6 ผลการสังเกตลักษณะสีของเปลือกกล้วยหอมที่ห่อด้วยกระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของกล้วยหอมทอง

อายุการเก็บรักษา (วัน)	สีของผลกล้วย				
	การทดลองที่ 1	**การทดลองที่ 2**	**การทดลองที่ 3**	**การทดลองที่ 4**	**การทดลองที่ 5**
0	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน
3	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน
6	เขียวอ่อน ไม่สม่ำเสมอ ,ผลเหี่ยว	เขียวอ่อน ไม่สม่ำเสมอ	เขียวอ่อน ไม่สม่ำเสมอ	เขียวอ่อน ไม่สม่ำเสมอ	เขียวอ่อน
9	เหลืองอ่อน ,ผลเหี่ยว	ตรงกลางผล เหลืองอ่อน	ตรงกลางผล เหลืองอ่อน	ตรงกลางผล เหลืองอ่อน	เขียวอ่อน ไม่สม่ำเสมอ
12	เหลือง เกือบทั้งผล ผลเหี่ยว	เหลือง เกือบทั้งผล	เหลือง เกือบทั้งผล	เหลือง เกือบทั้งผล	ตรงกลางผล เหลืองอ่อน
15	เหลืองทั้งผล ,รอยช้ำดำ	เหลืองทั้งผล	เหลืองทั้งผล	เหลืองทั้งผล	เหลือง เกือบทั้งผล

<u>หมายเหตุ</u> ผลที่แสดงดังตารางได้จากการทดสอบกล้วยหอมทอง 3 ผลต่อการทดลอง 1 ตัวอย่าง เขียวอ่อน หมายถึง ดิบ 100%, เขียวอ่อนไม่สม่ำเสมอ หมายถึง ดิบ 95% และ สุก 5%, เหลืองอ่อน หมายถึง ดิบ 70% และ สุก 30%, ตรงกลางผลเหลืองอ่อน หมายถึง ดิบ 30% และสุก 70%, เหลือง เกือบทั้งผล หมายถึง สุก 95% และ ดิบ 5%, เหลืองทั้งผล หมายถึง สุก 100%

4.6.3 ผลการศึกษากลิ่นของผลกล้วยหอมทอง

ผลการศึกษากลิ่นของผลกล้วยหอมทองแสดงดังตารางที่ 4.7 พบว่า การที่กล้วยหอมทองมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ วันที่ 0 จนถึงวันที่ 15 แสดงให้เห็นว่า การทดลองที่ 1 ไม่ห่อกระดาษ ไม่มีกลิ่น จนถึง มีกลิ่นหอมมาก การทดลองที่ 2 ตัวควบคุมกระดาษทั่วไป การทดลองที่ 3 กระดาษจากตอซังข้าวโพด และการทดลองที่ 4 กระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงใบเตย ไม่มีกลิ่น จนถึงมีกลิ่นหอมมาก และการทดลองที่ 5 กระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงถ่านกัมมันต์ ไม่มีกลิ่น จนถึง มีกลิ่นหอม

ตาราง 4.7 ผลการศึกษากลิ่นของกล้วยหอมทองที่ห่อด้วยกระดาษชนิดต่าง ๆ

อายุการเก็บรักษา (วัน)	กลิ่น				
	การทดลองที่ 1	**การทดลองที่ 2**	**การทดลองที่ 3**	**การทดลองที่ 4**	**การทดลองที่ 5**
0	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น
3	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น
6	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น
9	มีกลิ่นเล็กน้อย	มีกลิ่นเล็กน้อย	มีกลิ่นเล็กน้อย	มีกลิ่นเล็กน้อย	ไม่มีกลิ่น
12	มีกลิ่นหอม	มีกลิ่นหอม	มีกลิ่นหอม	มีกลิ่นหอม	มีกลิ่นเล็กน้อย
15	มีกลิ่นหอมมาก	มีกลิ่นหอมมาก	มีกลิ่นหอมมาก	มีกลิ่นหอมมาก	มีกลิ่นหอม

หมายเหตุ ผลที่แสดงดังตารางได้จากการทดสอบกล้วยหอมทอง 3 ผลต่อการทดลอง 1 ตัวอย่าง ไม่มีกลิ่น หมายถึง ดิบ 100%, มีกลิ่นเล็กน้อย หมายถึง ดิบ 30% และ สุก 70%,มีกลิ่นหอม หมายถึง สุก 95% และ ดิบ 5% มีกลิ่นหอมมาก หมายถึง สุก 100%

4.6.4 ผลการศึกษาน้ำหนักที่ลดลงของกล้วยหอมทอง

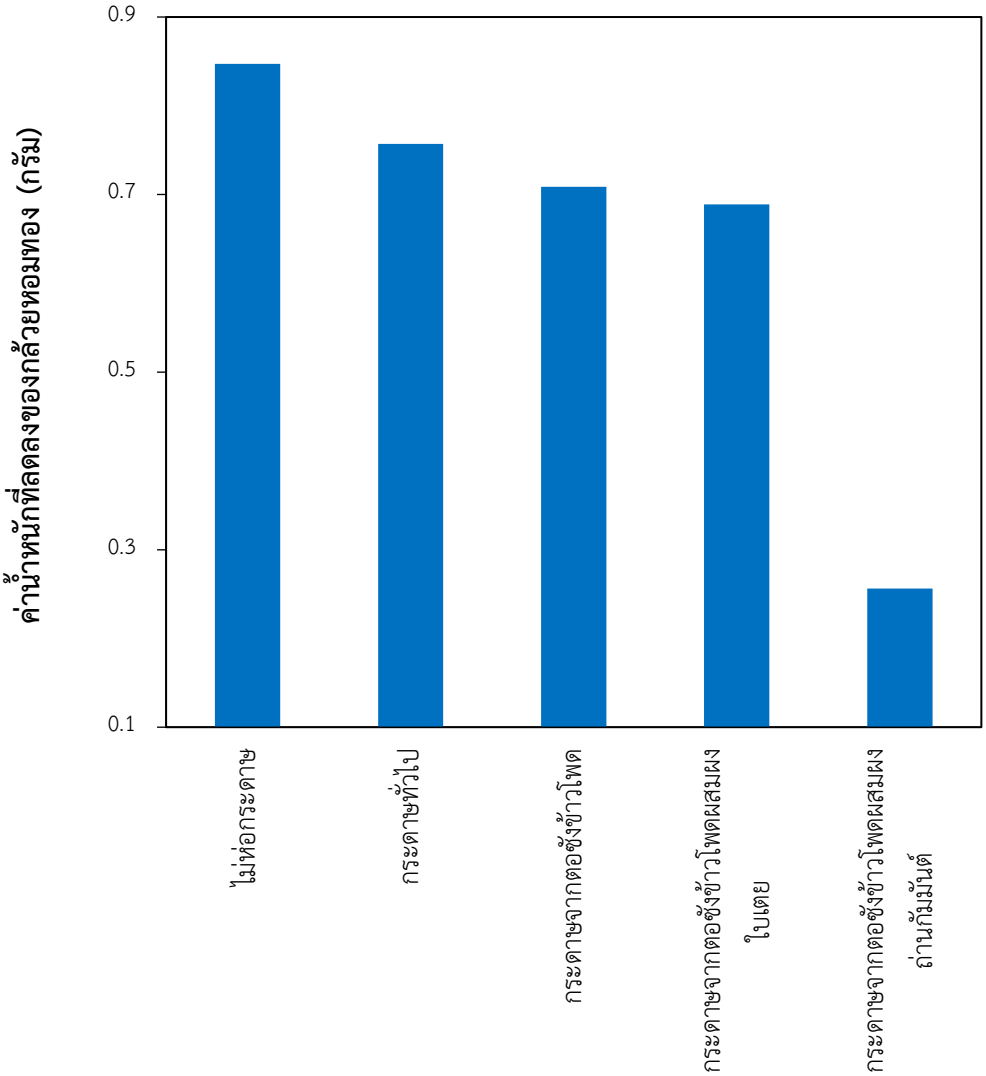
ผลการศึกษาน้ำหนักที่ลดลงของผลกล้วยหอมทองแสดงดังตารางที่ 4.8 มีการดำเนินการทดสอบเก็บรักษาในอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน ผลการเปรียบเทียบการชะลอการสุกกล้วยหอมทองด้วย กล้วยหอมทองที่ไม่ห่อกระดาษ กระดาษธรรมดาทั่วไป กระดาษจากตอซังข้าวโพด กระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงใบเตย และกระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงถ่านกัมมันต์ จากการศึกษาพบว่า กล้วยหอมทองมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่วันที่ 0 จนถึงวันที่ 15 แสดงให้เห็นว่าการทดลองที่ 1 ไม่ห่อกระดาษ มีน้ำหนักที่ลดลงประมาณ 0.8 กรัม การทดลองที่ 2 ตัวควบคุมกระดาษทั่วไป มีน้ำหนักที่ลดลงประมาณ 0.8 กรัม การทดลองที่ 3 กระดาษจากตอซังข้าวโพด มีน้ำหนักที่ลดลงประมาณ 0.7 กรัม การทดลองที่ 4 กระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงใบเตย มีน้ำหนักที่ลดลงประมาณ 0.7 กรัม และการทดลองที่ 5 กระดาษจากตอซังข้าวโพด

ผสมผงถ่านกัมมันต์ มีน้ำหนักที่ลดลงประมาณ 0.3 กรัม เนื่องจากผงถ่านกัมมันต์มีคุณสมบัติเฉพาะตัว คือ มีรูพรุน และพื้นที่ผิวภายในจำนวนมากจึงทำให้สามารถดูดซับกลิ่น ไอน้ำ ก๊าซต่าง ๆ และรวมถึงก๊าซเอทิลีนได้อย่างดี มีความสอดคล้องกับเรื่องงานวิจัยและพัฒนากระดาษดูดซับเอทิลีนจากเปลือกทุเรียน ซึ่งมีการนำเส้นใยจากเปลือกทุเรียนขึ้นรูปเป็นกระดาษผสมถ่านกัมมันต์ 3 ชนิดในปริมาณเท่ากันคือ ชนิดผง เม็ด และแท่งพบว่า กระดาษดูดซับเอทิลีนที่ใช้ถ่านกัมมันต์ชนิดผงมีประสิทธิภาพ ในการยืดอายุการเก็บรักษามะม่วง และมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักที่อุณหภูมิห้องได้น้อยที่สุด ซึ่งมีความสอดคล้องกันคือ การผสมผงถ่านกัมมันต์ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักในผลไม้ได้ (ศิริพร และคณะ, 2556)

ตาราง 4.8 ผลการศึกษาน้ำหนักกระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของกล้วยหอมทอง

อายุการเก็บรักษา (วัน)	**น้ำหนัก (กรัม)**				
	การทดลองที่ 1	**การทดลองที่ 2**	**การทดลองที่ 3**	**การทดลองที่ 4**	**การทดลองที่ 5**
0	29.2	26.9	24.8	26.2	25.9
3	29.1	26.6	24.2	25.8	25.7
6	27.9	25.9	23.7	25.4	25.9
9	27.6	25.5	23.4	24.9	25.7
12	27.3	25.1	23	24.6	25.4
15	27.0	24.8	22.7	24.2	25.2
ค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่ลดลง	0.8	0.8	0.7	0.7	0.3

<u>หมายเหตุ</u> ค่าที่แสดงดังตารางได้จากการทดสอบกล้วยหอมทอง 3 ผลต่อการทดลอง 1 ตัวอย่าง



ภาพ 4.8 การศึกษาค่าน้ำหนักที่ลดลงของกล้วยหอมทอง

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 ผลการศึกษาการขึ้นรูปของกระดาษจากตอซังข้าวโพด

ผลจากการศึกษาการนำเยื่อจากตอซังข้าวโพดขึ้นรูปเป็นกระดาษแบบไม่ผ่านการต้ม และแบบผ่านการต้ม ซึ่งวัสดุที่นำมาใช้ ได้แก่ เปลือก ต้น และใบ โดยทำการขึ้นรูปกระดาษในรูปแบบ กระดาษจากเปลือกข้าวโพด กระดาษจากต้นข้าวโพด กระดาษจากใบข้าวโพด และกระดาษแบบรวม เปลือก ต้น และใบ (กระดาษจากตอซังข้าวโพด) พบว่า กระดาษจากเปลือกข้าวโพด มีความเรียบของกระดาษกระดาษจากต้นข้าวโพด แผ่นกระดาษมีความไม่สม่ำเสมอ และขึ้นรูปยาก กระดาษจากใบข้าวโพดให้แผ่นกระดาษมีความไม่สม่ำเสมอขึ้นรูปยาก และกระดาษรวม เปลือก ต้น และใบ (กระดาษจากตอซังข้าวโพด) เนื่องจากมีการรวมเยื่อจากทั้งสามรูปแบบมีความเรียบของกระดาษมากกว่าแบบขึ้นรูปแยกส่วน เปลือก ต้น และใบ กระดาษที่ขึ้นรูปแบบผ่านการต้ม และแบบไม่ผ่านการต้มมีความใกล้เคียงกัน ดังนั้น เพื่อเป็นการลดขั้นตอนในการผลิตคณะผู้วิจัยจึงเลือกกระดาษรูปแบบรวมเปลือก ต้น และใบ (กระดาษจากตอซังข้าวโพด) แบบไม่ผ่านการต้มนำมาผลิตเป็นกระดาษจากตอซังข้าวโพด และพัฒนาเป็นกระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของผลไม้ โดยทำการผสมผงใบเตย และผงถ่านกัมมันต์เพื่อเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพผลจากการศึกษาพบว่า กระดาษจากตอซังข้าวโพดทั้งสามประเภทที่ผลิตขึ้นมาพื้นผิวกระดาษมีความเรียบสม่ำเสมอ และมีความสวยงามทางคณะผู้วิจัยจึงนำกระดาษจากตอซังข้าวโพดทั้งสามประเภทมาใช้ในการชะลอการสุกของผลไม้

5.2 ผลการศึกษาโครงสร้างเส้นใยของกระดาษจากตอซังข้าวโพด

ผลจากการศึกษาโครงสร้างเส้นใยของกระดาษจากตอซังข้าวโพดพบว่า กระดาษจากตอซังข้าวโพดเยื่อที่ได้จากตอซังข้าวโพดให้เส้นใยจำนวนมาก มีลักษณะของเส้นใยที่ชัดเจน กระดาษจาก

ตอซังข้าวโพดผสมผงใบเตยเยื่อที่ได้จากตอซังข้าวโพดให้เส้นใยจำนวนมากมีลักษณะของเส้นใยที่ชัดเจน ซึ่งมีอนุภาคของผงใบเตยอยู่บนเส้นใย และกระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงถ่านกัมมันต์เยื่อที่ได้จากตอซังข้าวโพดให้เส้นใยจำนวนมากมีลักษณะของเส้นใยที่ชัดเจน และอนุภาคของผงถ่านกัมมันต์อยู่บนเส้นใย ซึ่งผงถ่านกัมมันต์นั้นมีคุณสมบัติเฉพาะตัว คือ มีรูพรุน และพื้นที่ผิวภายในจำนวนมากจึงทำให้สามารถดูดซับกลิ่น ไอน้ำ ก๊าซต่าง ๆ รวมถึงก๊าซเอทิลีนได้อย่างดี

5.3 ผลการศึกษาการต้านแรงฉีกขาดของกระดาษจากตอซังข้าวโพด

ผลการศึกษาการต้านแรงฉีกขาดของกระดาษจากตอซังข้าวโพดพบว่า กระดาษแบบไม่ผ่านการต้ม และแบบผ่านการต้มที่ผลิตขึ้นมากระดาษจากเปลือกข้าวโพดสามารถรับน้ำหนักได้ตั้งแต่ 25 กรัม จนถึงน้ำหนักสูงสุด 75 กรัม กระดาษจากต้นข้าวโพดสามารถรับน้ำหนักได้ตั้งแต่ 25 กรัม จนถึงน้ำหนักสูงสุด 50 กรัม กระดาษจากใบข้าวโพดสามารถรับน้ำหนักได้ตั้งแต่ 25 กรัม จนถึงน้ำหนักสูงสุด 50 กรัม และกระดาษกระดาษรวม เปลือก ต้น และใบ (กระดาษจากตอซังข้าวโพด) สามารถรับน้ำหนักได้ตั้งแต่ 25 กรัม จนถึงน้ำหนักสูงสุด 100 กรัม คณะผู้วิจัยจึงเลือกกระดาษรูปแบบรวม เปลือก ต้น และใบ (กระดาษจากตอซังข้าวโพด) นำมาพัฒนาเป็นกระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของผลไม้พบว่า กระดาษทุกประเภทที่ผลิตขึ้นมาสามารถรับน้ำหนักได้ตั้งแต่ 25 กรัม จนถึงน้ำหนักสูงสุด 100 กรัม แสดงให้เห็นว่ากระดาษที่ผลิตทั้งในรูปแบบของกระดาษจากตอซังข้าวโพด กระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงใบเตย และกระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงถ่านกัมมันต์สามารถที่จะนำไปใช้เพื่อชะลอการสุกของผลไม้โดยสามารถต้านแรงฉีกขาดจากการดึงของน้ำหนักได้ถึงประมาณ 100 กรัม

5.4 ผลการศึกษาระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพด

ผลการศึกษาระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพดพบว่า ค่าเฉลี่ยจากกระดาษแบบไม่ผ่านการต้มมีระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพดเรียงระยะเวลาจากมากไปน้อย ได้แก่ เปลือก ต้น และใบ ตามลำดับ ดังนั้นจึงเลือกใช้กระดาษแบบรวม และแบบไม่ผ่านการต้ม ในการพัฒนาคุณภาพกระดาษเพื่อชะลอการสุกของผลไม้ กระดาษจากตอซังข้าวโพด มีค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการดูดซึมน้ำเท่ากับ 3 นาที 59 วินาที กระดาษจากตอซัง

ข้าวโพดผสมผงใบเตย มีค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการดูดซึมน้ำเท่ากับ 3 นาที 58 วินาที และกระดาษผสมผงถ่านกัมมันต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3 นาที 43 วินาที

5.5 ผลการศึกษาการเคลือบกระดาษจากตอซังข้าวโพด

ผลการศึกษาการเคลือบกระดาษจากตอซังข้าวโพดพบว่า กระดาษจากตอซังข้าวโพดทุกประเภทที่ผลิตขึ้นมาเมื่อทำการเคลือบด้วยไขปาล์ม (Palm Wax) กระดาษจากตอซังข้าวโพดไม่สามารถพับได้ เนื่องจากการเคลือบด้วยไขปาล์ม (Palm Wax) ทำให้กระดาษจากตอซังข้าวโพดมีความแข็งเมื่อพับแล้วมีความเปราะแตกง่ายจึงไม่เหมาะสมต่อการนำมาเคลือบกระดาษ

5.6 ผลการศึกษากระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของกล้วยหอมทอง

ผลการศึกษากระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของกล้วยหอมทองพบว่า กล้วยหอมทองที่ไม่ห่อกระดาษ ห่อกระดาษทั่วไป ห่อกระดาษจากตอซังข้าวโพด ห่อกระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงใบเตย และห่อกระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงถ่านกัมมันต์ จากการศึกษาพบว่า การทดลองที่ 1 ไม่ห่อกระดาษ ผลของกล้วยหอมทองมีลักษณะของการสุกเร็ว เนื่องจากสีของเปลือกเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว มีความเปลี่ยนแปลงของกลิ่นหอมออกมาอย่างรวดเร็ว และมีน้ำหนักลดลงมากที่สุดเฉลี่ยวันละ 0.8 กรัม และการทดลองที่ 5 กระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงถ่านกัมมันต์ ผลของกล้วยหอมทอง มีลักษณะของการสุกช้า เนื่องจากสีของเปลือกเปลี่ยนแปลงช้า มีการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นหอมออกมาช้า และมีน้ำหนักลดลงน้อยที่สุดเฉลี่ยวันละ 0.3 กรัม

5.7 ข้อเสนอแนะ

สำหรับข้อเสนอแนะในงานวิจัยในครั้งนี้ เพื่อนำไปปรับปรุง และพัฒนางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ครั้งต่อไป

5.7.1 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของสัดส่วนเยื่อกระดาษจากส่วนต่าง ๆ ของตอซังข้าวโพด คือ เปลือก ต้น และใบ ที่นำมาขึ้นรูปกระดาษจากตอซังข้าวโพด

5.7.2 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของวัตถุดิบ และวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตกระดาษ เพื่อเพิ่มทางเลือกในการใช้งาน

5.7.3 ควรมีการศึกษาใช้งานกระดาษกับผลไม้ชนิดอื่นเนื่องจากผลไม้แต่ละชนิดมีอัตราการปลดปล่อยก๊าซเอทิลีนไม่เท่ากัน

เอกสารอ้างอิง

กลอยใจ เชยกลิ่นเทศ. (2556). การผลิตสีผงสำหรับผสมอาหารจากวัสดุธรรมชาติด้วยวิธีการทำแห้งแบบฉีดพ่นฝอย. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.agr.rmutt.ac.th/wp-content/uploads/2014/05/thesis, 25 มีนาคม 2564

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2564). โครงการลดพื้นที่การเผาและลดปัญหาหมอกควันประเทศไทย [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : https://www.doae.go.th/km_list.Cat=REd4ckh2WmsxTnhYY1lhcG9EWTU0Zz09

จิตตา สาตร์เพ็ชร์ มยุรี ล้านไชย และ ประชุมพร แสนรักษ์. (2562). ประสิทธิภาพของกระดาษดูดซับเอทิลีนจากกาบกล้วยที่มีถ่านกัมมันต์ในการยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมทอง. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : https://li01.tcithaijo.org/index.php/tjst/article/download/247494, 10 เมษายน2564

ฉวีวรรณ เพ็งพิทักษ์. (2562). ถ่านกัมมันต์. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://lib3.dss.go.th/fulltext/dss/chem-2-62-charcoal.pdf, 22 มกราคม 2564

ฐานข้อมูลส่งเสริมและยกระดับคุณภาพสินค้า OTOP. (ม.ป.ป). ข้าวโพด. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://otop.dss.go.th/index.php/en/knowledge/informationrepack/319corn, 22 มกราคม 2564

เบญจมาศ ศิลาย้อย. (2545). กล้วย. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://ku- press.ku.ac.th/newweb/index.php?option=com content iew= article&Itemid =24&id=848, 10 เมษายน2564

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ปริญญา ไกรวุฒินันท์ ศุภกิจ ยินดี และ อชิรญา ศิริภาพ. (2563). การพัฒนากระดาษดูดซับเอทิลีนจากถ่านกัมมันต์(ไม้ไผ่และซังข้าวโพด)สำหรับการชะลอการสุกของกล้วยหอมทอง. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.ajsas.uru.ac.th/files_complete/1592842455_1656.pdf, 17 มีนาคม 2564

พิเชษฐ์ กรุดลอยมา และ สุรพงษ์ ประสิทธิ์วัฒนเสวี. (ม.ป.ป). ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : https://www.arda.or.th/kasetinfo/nort/plant/fcorn.html, 10 เมษายน 2564

พีรเดช ทองอำไพ. (2557). กลไกการสุกของผลไม้. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : https://kasettumkinpeeradeath/article_3286, 28 มีนาคม 2564

ภัทราวดี ธงงาม ปิยะนุช เจดีย์ยอด และ วันชัยยุทธ วงษ์เทพ. (ม.ป.ป). กระดาษเปลือกข้าวโพดทำมือ. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : https://kaewpanya.rmutl.ac.th/kb/HR-Blog/mediafiles /1537168456.pdf, 10 มีนาคม 2564

วุฒินันท์ คงทัด. (2545). กระดาษทำด้วยมือ. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://posaa.kapi.ku.ac.th/Document/PDF/HandPaper/ISBN1564.pdf. 10 มีนาคม 2564

วิลาวรรณ น้อยภา และ วาสิฐี ภักดีลุน. (2564). การจัดการและลดการเผาในพื้นที่เกษตรของประเทศไทย. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.tei.or.th/th/blog_detail.php?blog_id=70, 25 พฤษภาคม 2564

ศักยะ สมบัติไพรวัลย์. (2555). การศึกษาการชะลอการสุกของมะม่วงน้ำดอกไม้ด้วยถ่านกัมมันต์. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก :.http://sutir.sut.ac.th:8080/sutir/bitstream/123456789/4124/2/fulltext.pdf, 17 มีนาคม 2564

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ศิริพร เต็งรัง และคณะ. (2561). วิจัยและพัฒนากระดาษดูดซับเอทิลีนจากเปลือกทุเรียน [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : https://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid, 17 มีนาคม 2564

ศิวัฒ ไทยอุดม และ สิรินาฎ เนติสิริ. (2555). การปรับปรุงกลิ่นรสของไอศกรีมที่มีโปรตีนและน้ำมันจากถั่วเหลืองด้วยสมุนไพรไทย. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://sutir.sut.ac.th8080/sutir/bitstream//1/fulltextSUT3-305-50-12-26.pdf, 30 เมษายน 2564

สิริวรรณ ลี้ศิริสรรพ์. (ม.ป.ป). ประสิทธิภาพของการดูดซับเอทิลีนจากกาบกล้วยที่มีถ่านกัมมันต์ในการยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมทอง. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://lib3.dss.go.th/fulfulltext/bulletin_science/BAS_8_2561_3.pdf, 19 มีนาคม 2564

สุชาดา ใจงาม. (2557). สรรพคุณของข้าวโพด. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : https://health.mthai.com/howto/healthcare/7112.?fbclid=IwAR0lvYV6jz-iVjbtNMx-5X8r0YOyhYywXxnC4, 22 มกราคม 2564

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2562). สถิติการส่งออกผลไม้. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://impexp.oae.go.th/service/export.php?S_YEAR=2563, 10 เมษายน 2564

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2563). ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.oaeoae.go.th/view/1/ตารางแสดงรายละเอียดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/TH-TH, 28 มีนาคม 2564

Loh SK. (2005). Process optimisation of encapsulated pandan(Pandanusamaryllifolius) powder usingspray-drying method. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://lib3.dss.go.th/fulltext/Journal/J.Sci.Food%20and%20Agri/2005 v85/no.12/v85no12p1999-2004.pdf, 30 เมษายน 2564

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ภาพประกอบการทดสอบ

ภาคผนวก ข ตัวอย่างกระดาษจากตอซังข้าวโพด

ภาคผนวก ค การเผยแพร่ผลงาน

ภาคผนวก ก

ภาพประกอบการทดสอบ

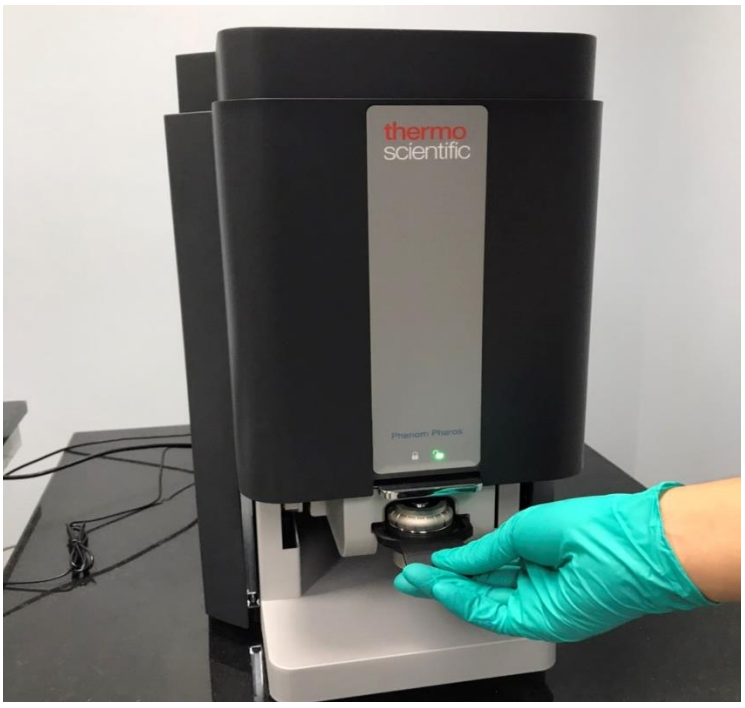
ภาคผนวก ก

ภาพประกอบการทดสอบ

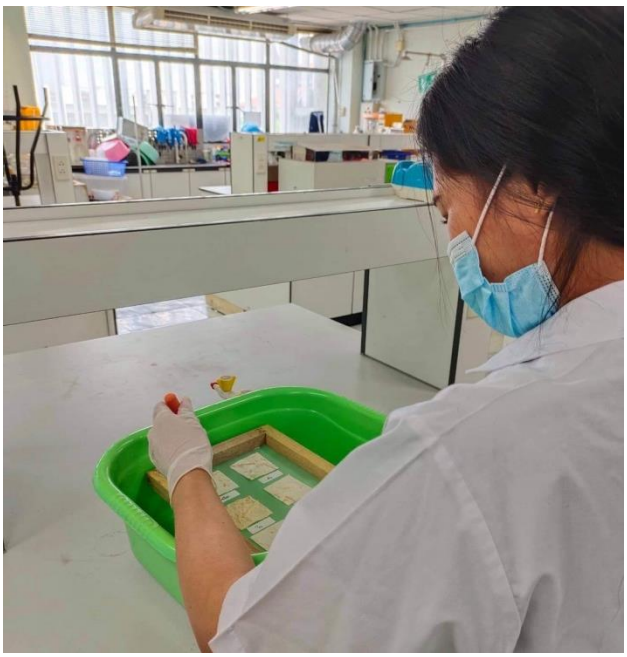
ภาพภาคผนวก ก1 เครื่อง Scanning Electron Microscope; SEM

ยี่ห้อ Thermo Scientific รุ่น Phenom Pharos

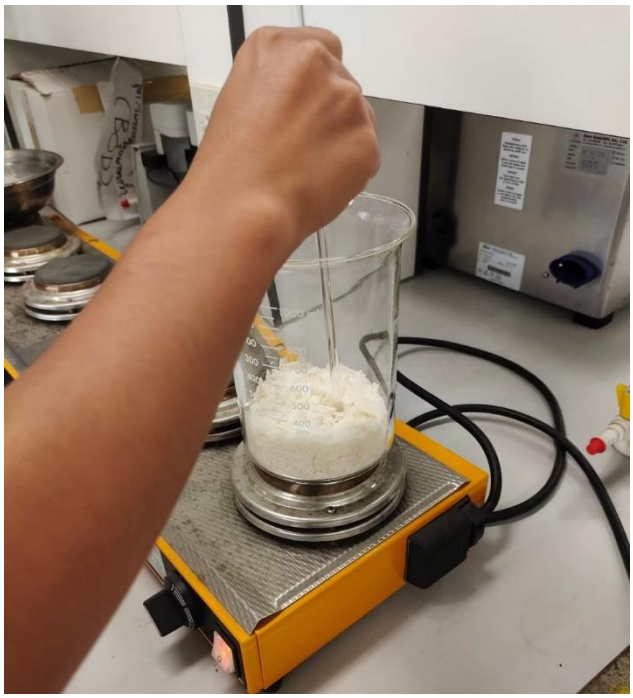
ภาพภาคผนวก ก2 การเตรียมตัวอย่างกระดาษจากตอซังข้าวโพดเข้าเครื่อง Scanning Electron Microscope



ภาพภาคผนวก ก3 การนำตัวอย่างกระดาษจากตอซังข้าวโพดเข้าเครื่อง Scanning Electron Microscope



ภาพภาคผนวก ก4 การหยดน้ำสี และการทดสอบระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพด



ภาพภาคผนวก ก5 ขั้นตอนการตรียมไขปาล์ม (Palm Wax)

ภาพภาคผนวก ก6 ทดสอบการเคลือบกระดาษจากตอซังข้าวโพด

ด้วยไขปาล์ม (Palm Wax)

ภาพภาคผนวก ก7 การเตรียมกล้วยหอมทองเพื่อทดสอบการชะลอการสุก

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างกระดาษจากตอซังข้าวโพด

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างกระดาษจากตอซังข้าวโพด

ภาพภาคผนวก ข1 กระดาษจากตอซังข้าวโพด

ภาพภาคผนวก ข2 กระดาษจากตอซังข้าวโพดแบบผสมผงใบเตย

ภาพภาคผนวก ข3 กระดาษจากตอซังข้าวโพดแบบผสมผงถ่านกัมมันต์

ภาคผนวก ค

การเผยแพร่ผลงาน

ภาคผนวก ค

การเผยแพร่ผลงาน

ภาพภาคผนวก ค1 โปสเตอร์ประชาสัมพันธ์การประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม 2564 ณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วันที่ 30 สิงหาคม 2564

การประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ครั้งที่ 4
"วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมสร้างสรรค์ เพื่อก้าวผ่านสถานการณ์ COVID-19"
The 4th National Conference on Science, Technology and Innovation:
science, Technology and Innovation Creation for Conquering COVID-19
วันจันทร์ที่ 30 สิงหาคม 2564
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

การพัฒนาคุณสมบัติของกระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของผลไม้

Development of Paper Properties from Corn Stubble for Delayed Fruit Ripening

สุประภาดา วาดวงษ์ศรี[1] กุลภัส แสงพลาย[1] อัมพร นิตตะ[1] และ วรินธร บุญยะโรจน์[1*]
[1] สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
*E-mail : varinthorn.b@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

กระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของผลไม้ ผลิตจาก เปลือก ต้น และใบของตอซังข้าวโพด นำมาทำการปรับสภาพเส้นใยขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ ขนาด 20×30 เซนติเมตร และเปรียบเทียบคุณสมบัติ ได้แก่ กระดาษจากตอซังข้าวโพด กระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงใบเตย และกระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงถ่านกัมมันต์ เมื่อศึกษาทางกายภาพโดยจะพิจารณาจากการทดสอบด้านแรงฉีกขาด การทดสอบระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพด และการทดสอบการชะลอการสุกของกล้วยหอมทองเมื่อครบระยะเวลา 15 วัน ผลการทดสอบพบว่า กระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงถ่านกัมมันต์ให้ผลการวิเคราะห์ที่ดีที่สุด กล้วยหอมทองมีการสุกช้าและมีน้ำหนักลดลงน้อยที่สุด เปรียบเทียบกับการทดลองที่ไม่มีการห่อผลกล้วย

บทนำ

ในปัจจุบันข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งที่มีการเพาะปลูกกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นพืชที่สร้างรายได้ให้เกษตรกรเป็นจำนวนมากหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต ทางการเกษตรแล้วยังคงเหลือตอซังข้าวโพด เกษตรกรจึงเลือกใช้วิธีการทำลายโดยการเผา เนื่องจากการขาดความรู้ในเรื่องการรักษาคุณภาพดิน ทำให้เกษตรกรเลือกวิธีการเผาในการกำจัดตอซังข้าวโพด นอกจากนี้ประเทศไทยได้มีการส่งออกผลไม้เป็นจำนวนมากผลไม้ในรูปผลสดจึงมีข้อจำกัดจากการเปลี่ยนสภาพทางกายภาพของผลไม้ระหว่างการขนส่ง ทำให้ผลไม้สุกเร็ว จากข้อมูลข้างต้น ผู้ทำวิจัยจึงมีแนวคิดที่จะผลิตกระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของผลไม้ โดยมีการพัฒนาเยื่อกระดาษจากตอซังข้าวโพด เพื่อช่วยชะลอการสุกของผลไม้ซึ่งวัตถุดิบสามารถหาได้ง่ายในพื้นที่ทำเกษตรที่เหลือทิ้งจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต และเป็นการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

วิธีการวิจัย

นำ เปลือก ต้น และ ใบ ของตอซังข้าวโพดปรับสภาพเส้นใยด้วยการแช่สารละลาย NaOCl สารละลาย CH_3COOH และ สารละลาย $NaHCO_3$

↓

นำเยื่อที่ได้ผสมแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ผสมผงใบเตย และ ผสมผงถ่านกัมมันต์

↓

ขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ขนาด 20×30 เซนติเมตร

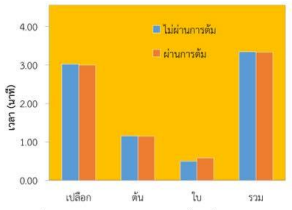
ภาพที่ 1 แสดงลักษณะกระดาษจากตอซังข้าวโพดที่ใช้ในการห่อเพื่อชะลอการสุกของผลไม้ (ก) กระดาษจากตอซังข้าวโพด (ข) กระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงใบเตย (ค) กระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงถ่านกัมมันต์

ผลการวิจัย

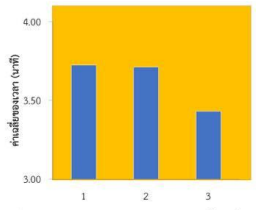
ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการต้านทานแรงฉีกขาดของกระดาษจากตอซังข้าวโพดแบบไม่ผ่านการต้ม และผ่านการต้ม

ตัวอย่าง		การต้านแรงฉีกขาด น้ำหนัก (กรัม) 25	50	75	100
ไม่ผ่านการต้ม	เปลือก	√	√	√	X
	ต้น	√	√	x	X
	ใบ	√	√	x	X
	รวม (เปลือก ต้น ใบ)	√	√	√	√
ผ่านการต้ม	เปลือก	√	√	√	X
	ต้น	√	√	x	X
	ใบ	√	√	x	X
	รวม (เปลือก ต้น ใบ)	√	√	√	√

หมายเหตุ ผลที่แสดงดังตารางได้จากการทดสอบ 3 ซ้ำ √ = สามารถต้านแรงฉีกขาดได้ x = ไม่สามารถต้านแรงฉีกขาดได้



ภาพที่ 2 ผลการทดสอบระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพดแบบไม่ผ่านการต้ม และ ผ่านการต้ม



ภาพที่ 3 กราฟแสดงค่าการทดสอบระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของผลไม้
หมายเหตุ 1 = กระดาษจากตอซังข้าวโพด, 2 = กระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงใบเตย, 3 = กระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงถ่านกัมมันต์

สรุป

จากการศึกษานำเยื่อจากต่อซังข้าวโพดที่ไม่ผ่านการต้ม นำมาพัฒนาขึ้นรูปเป็นกระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของผลไม้ โดยผสม ผงใบเตย และ ผงถ่านกัมมันต์ ตามลำดับ จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพแล้ว พบว่า กระดาษจากตอซังข้าวโพดผสมผงถ่านกัมมันต์ ให้ผลการวิเคราะห์ที่ดีที่สุด โดยสามารถต้านทานแรงฉีกขาด และรับน้ำหนักได้มากที่สุด 100 กรัม การทดสอบระยะเวลาในการดูดซึมน้ำผ่านพื้นผิวของกระดาษจากตอซังข้าวโพด 3 นาที 43 วินาที และการทดสอบการชะลอการสุกของกล้วยหอมทองเมื่อครบระยะเวลา 15 วัน ผลการทดสอบพบว่า กล้วยหอมทองมีการสุกช้าและมีน้ำหนักลดลง มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด 0.3 กรัม เมื่อเทียบกับการทดลองที่ไม่มีการห่อผลกล้วย

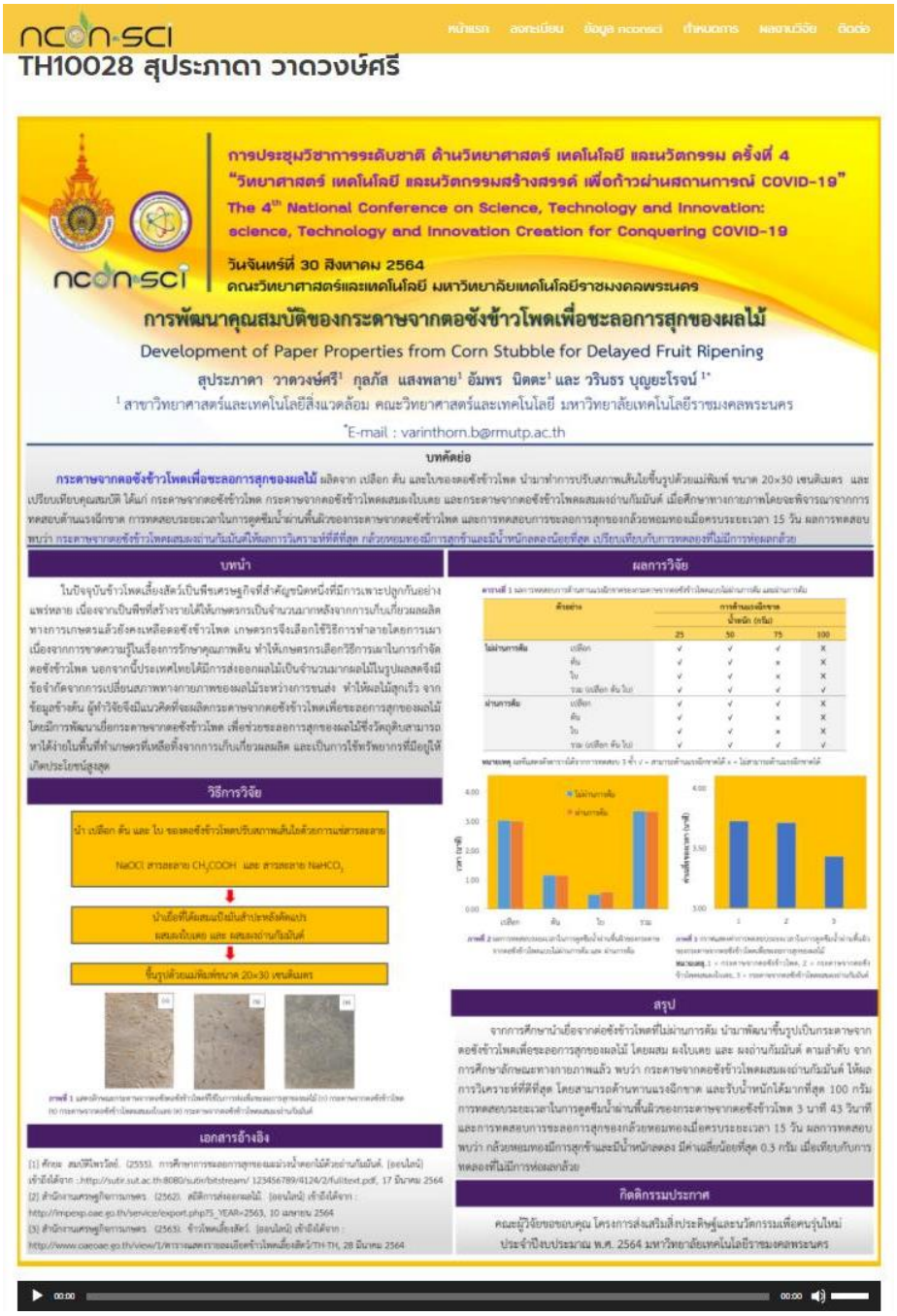
เอกสารอ้างอิง

[1] ศักยะ สมบัติไพรวัลย์. (2555). การศึกษาการชะลอการสุกของมะม่วงน้ำดอกไม้ด้วยถ่านกัมมันต์. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก :.http://sutir.sut.ac.th:8080/sutir/bitstream/ 123456789/4124/2/fulltext.pdf, 17 มีนาคม 2564
[2] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2562). สถิติการส่งออกผลไม้. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://impexp.oae.go.th/service/export.php?S_YEAR=2563, 10 เมษายน 2564
[3] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2563). ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.oaeoae.go.th/view/1/ตารางแสดงรายละเอียดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/TH-TH, 28 มีนาคม 2564

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ โครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ภาพภาคผนวก ค2 โปสเตอร์การพัฒนาคุณสมบัติของกระดาษจากตอซังข้าวโพด
เพื่อชะลอการสุกของผลไม้



ภาพภาคผนวก ค3 การเผยแพร่โปสเตอร์การพัฒนาคุณสมบัติของกระดาษจากตอซังข้าวโพดเพื่อชะลอการสุกของผลไม้หน้าเว็บไซต์ ncon-sci เว็บไซต์ผลงาน : https://sci.rmutp.ac.th/nconsci4/th10028

ภาพภาคผนวก ค4 การประกาศผลรางวัลการนำเสนอผลงานวิจัยดีเด่น ได้รับรางวัลการนำเสนอผลงานวิจัยดีเด่น ภาคโปสเตอร์ อันดับ 2 เว็บไซต์ประกาศผลรางวัล :

https://sci.rmutp.ac.th/nconsci4/%e0%b8%9c%e0%b8%a5%e0%b8%87%e0%b8%b2%e0%b8%99%e0%b8%a7%e0%b8%b4%e0%b8%88%e0%b8%b1%e0%b8%a2/

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล นางสาวสุประภาดา วาดวงษ์ศรี

วัน เดือน ปี เกิด วันที่ 30 เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2542

ภูมิลำเนา อำเภอเทพสถิต จังหวัดชัยภูมิ

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีการศึกษา
วท.บ.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2564
มัธยมศึกษาปีที่ 6	โรงเรียนชัยบาดาลวิทยา	2561

ทุนการศึกษา

โครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล นางสาวกุลภัส แสงพลาย

วัน เดือน ปี เกิด วันที่ 28 เดือนเมษายน พ.ศ. 2543

ภูมิลำเนา อำเภอสอง จังหวัดแพร่

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีการศึกษา
วท.บ.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2564
มัธยมศึกษาปีที่ 6	โรงเรียนมัธยมวัดมกุฏกษัตริย์	2561

ทุนการศึกษา

โครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล นางสาวอัมพร นิตตะ

วัน เดือน ปี เกิด วันที่ 10 เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2542

ภูมิลำเนา อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีการศึกษา
วท.บ.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2564
มัธยมศึกษาปีที่ 6	โรงเรียนราชวินิต นนทบุรี	2561

ทุนการศึกษา

โครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร