



การเปรียบเทียบความสามารถในการป้องกันและศึกษารูปแบบการจัดเรียงภายในบรรจุภัณฑ์สำหรับการขนส่งใบพลู

## A Comparison of Protective Performance and Arrangements Pattern Study of Betel Leaf Packaging for Transporting

อาทิตย ศิริสุข<sup>1</sup>, ศุภกิตต์ สายสุนทร<sup>1\*</sup>, สูดสายสิน แก้วเรือง<sup>1</sup>  
Artit Sirisuk<sup>1</sup>, Supakit Sayasoonthorn<sup>1\*</sup>, Sudsaisin Kaewrueng<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน, กรุงเทพฯ, 10900

<sup>1</sup>Department of Farm Mechanics, Faculty of Engineering at Kamphaengsaen, Kasetsart University - Bangkhen Campus, Bangkok, 10900

\*Corresponding author: Tel: +66-81-922-4525, E-mail: agrspks@ku.ac.th

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เพื่อเปรียบเทียบความสามารถและศึกษารูปแบบการจัดเรียงภายในบรรจุภัณฑ์สำหรับการขนส่งใบพลู เพื่อการป้องกันความเสียหายเชิงกลที่เกิดขึ้นกับใบพลูพันธุ์พลูเขียว สำหรับการจำหน่ายส่งด้วยวิธีการขนส่งทางบกโดยใบพลูถูกบรรจุในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด ได้แก่ ตะกร้าพลาสติก กล่องโฟม และกล่องกระดาษลูกฟูก โดยบรรจุเต็มทั้ง 3 บรรจุภัณฑ์ ซึ่งมีน้ำหนักรวม 10 12 และ 15 kg ตามลำดับ และมีการจัดเรียง 3 รูปแบบ จากนั้นเปรียบเทียบความสามารถของบรรจุภัณฑ์โดยการขนส่งใบพลูจาก อ.สามพราน จ.นครปฐม ไปยังมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ เป็นระยะทาง 70 km จากนั้นประเมินความเสียหายทางกายภาพของใบพลูเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยกำหนดเป็นอัตราความเสียหาย 4 ระดับ ได้แก่ เสียหายมาก ปานกลาง น้อย และไม่เสียหาย ผลการทดสอบ พบว่าใบพลูที่บรรจุในตะกร้าพลาสติกมีความเสียหายระดับ มาก ปานกลาง และน้อย มีค่าเท่ากับ 9.17 22.02 และ 39.45% ตามลำดับ และไม่พบความเสียหาย 29.36% ใบพลูที่บรรจุในกล่องโฟมมีความเสียหายมีค่าเท่ากับ 4.14 11.03 และ 29.66% ตามลำดับ และไม่พบความเสียหาย 55.17% และใบพลูที่บรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูกมีความเสียหายมีค่าเท่ากับ 5.05 11.11 และ 26.77% ตามลำดับ และไม่พบความเสียหาย 57.07% เมื่อเปรียบเทียบกับทั้ง 3 บรรจุภัณฑ์แล้วพบว่า กล่องโฟมมีความเหมาะสมในการทำหน้าที่เป็นบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่งใบพลู

คำสำคัญ: บรรจุภัณฑ์, ใบพลู, ขนส่ง

### Abstract

This research was to compare the capabilities and study the arrangement patterns in packaging betel leaf for the land transport in order to prevent mechanical damage to the green betel leaf (*Piper betel* Linn.). The betel leaf was packed in three types of packaging such as plastic basket, foam box with interior space and corrugated boxes. These three packages contained betel leaf weighed 10, 12 and 15 kg, respectively and there were three patterns of betel leaf arrangement. The packages were transferred from Sampran District, Nakhon Pathom Province to Kasetsart University, Bangkok and it was about 70 kilometers long. Then comparing the packaging capabilities by assessing the physical damage of the betel leaf and the damage levels were divided into 3 levels such as completely damaged, moderate damaged, low damaged and no damage. The results showed that plastic baskets caused betel leaf damaged at the high, medium and low levels of 9.17, 22.02 and 39.45% without damage, respectively, and 29.36% of them were not damaged. While the betel leaf in foam boxes were damaged at high, moderate and low levels of 4.14, 11.03 and 29.6%, respectively, and 55.17% were not damaged. Corrugated cardboard was significantly damaged at high, medium and low levels of 5.05, 11.11 and 26.77% respectively, and 57.07% without damage. Comparing the damaged levels of these three packages showed that foam box was suitable for serving as a transport packaging for betel leaf.

Received: August 20, 2019

Revised: November 8, 2019

Accepted: November 13, 2019

Available online: August 21, 2020

## 1 บทนำ

ในปัจจุบันใบพลูเขียว (*Piper betel* Linn.) ได้มีการใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย ในอดีตใบพลูสามารถเคี้ยวเพื่อดับกลิ่นปาก ทั้งยังทำให้เหงือกและฟันแข็งแรง แก้อักเสบจากอาการท้องผูก ลดอาการปวดท้อง ลดอาการไอและหอบหืด จากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์พบว่าใบพลูสด มีฤทธิ์เป็นยาชา และช่วยกระตุ้นในการไหลเวียนของโลหิต สามารถยับยั้งการเติบโตรวมถึงฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของวัณโรคและหนอง และมีสารป้องกันการก่อมะเร็ง Rai et al. (2011) น้ำมันหอมระเหยมีฤทธิ์ลดการปวดบวมของกล้ามเนื้อ เคล็ดขัดยอก นอกจากนี้สารที่สกัดจากใบพลูสามารถยับยั้งจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางได้ด้วย อาทิตยาและคณะ (2558) จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ใบพลูมีเปอร์เซ็นต์ความชื้น 85.4% โปรตีนร้อยละ 3.1 ไขมันร้อยละ 0.8 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 6.1 เส้นใยร้อยละ 2.3 แคลเซียม 230 mg ฟอสฟอรัส 40 mg เหล็ก 7 mg เหล็กไอออนิก 3.5 mg ไอโอดีน 3.4  $\mu\text{g}$  และมีปริมาณโพแทสเซียมในเคอร์สูง 0.26-0.42% ต่อ 100 g น้ำตาลที่อยู่ในใบพลูได้แก่ กลูโคส ฟรุคโตส มอลโตสและ ซูโครส ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดยเฉลี่ยของแต่ละใบแตกต่างกัน 0.38-1.46% นอกจากนี้ยังมีเอนไซม์ Diastase และ Catalase Periyanaayagam et al. (2012) ทำให้ปัจจุบันใบพลูเขียวเป็นที่นิยมในท้องตลาด และราคาขายค่อนข้างสูง กิโลกรัมละ 70-350 บาท และใบพลูจิบ (ก่า) กิโลกรัมละ 50-80 บาท (ตลาดไท, 2017) แล้วแต่ความต้องการในแต่ละช่วง ทั้งนี้ใบพลูนั้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายรูปแบบมากขึ้น เพราะเทคโนโลยีในยุคปัจจุบันสูงขึ้น ความต้องการที่มากยิ่งขึ้น ทำให้ต้นพลูนิยมปลูกและส่งออกในหลายประเทศ แต่ใบพลูนั้นมีความเปราะบาง เกิดการความเสียหายได้ง่าย จึงทำให้กระบวนการขนส่งใบพลูที่มีคุณภาพนั้นเป็นเรื่องยาก ทั้งในด้านบรรจุภัณฑ์ การจัดเรียง และกระบวนการขนส่ง ส่งผลให้ใบพลูนั้นเสียหายได้ในทุกขั้นตอนของระบบการจัดการต่างๆ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบบรรจุภัณฑ์ที่มีอยู่จริงตามตลาดกับบรรจุภัณฑ์ที่เป็นทางเลือก (กล่องกระดาษลูกฟูกเคลือบไข (Wax) และศึกษารูปแบบการจัดเรียงใบพลูลงในบรรจุภัณฑ์แบบต่างๆ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาในกระบวนการบรรจุผลผลิตใบพลู

## 2 อุปกรณ์และวิธีการ

### 2.1 ใบพลูและบรรจุภัณฑ์

ใบพลูพันธุ์พลูเขียว (*Piper betel* Linn.) ช่วงกว้างมากที่สุดเฉลี่ย  $12 \pm 1$  cm ความยาวมากที่สุดเฉลี่ย  $15 \pm 1$  cm (Figure 1) ซึ่งเป็นขนาดของใบพลูที่ใช้ในการส่งออกและนำมาเป็นตัวอย่างสำหรับการทดสอบ โดยบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด ดังนี้ 1) ตะกร้าพลาสติกทรงกรวยตัดยอด ขนาด  $32.3 \times 36.5 \times 40.5$  cm (เส้นผ่านศูนย์กลางด้านล่าง  $\times$  เส้นผ่านศูนย์กลางด้านบน  $\times$  สูง)

หนา 2 mm 2) กล่องโฟมซึ่งมีพื้นที่ภายใน ขนาด  $40.5 \times 55.5 \times 24.8$  cm (กว้าง  $\times$  ยาว  $\times$  สูง) 3) กล่องกระดาษลูกฟูกที่เคลือบไข (Wax) ซึ่งมีพื้นที่ภายในขนาด  $37.1 \times 77.7 \times 35.2$  cm (กว้าง  $\times$  ยาว  $\times$  สูง) โดยจะบรรจุลงไปเต็มทั้ง 3 บรรจุภัณฑ์ ซึ่งได้น้ำหนักของแต่ละชนิดเท่ากับ 10 12 และ 15 kg ตามลำดับ

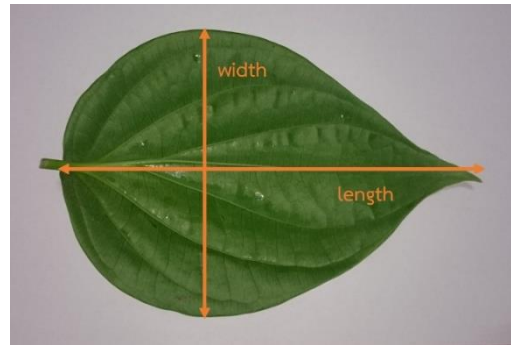


Figure 1 Dimension of betel leaf.

### 2.2 การจัดเรียงใบพลูในบรรจุภัณฑ์

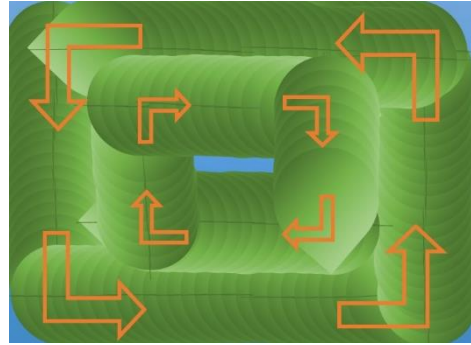
การจัดเรียงใบพลูลงในตะกร้าพลาสติก เริ่มจากการใช้กระดาษหนังสือพิมพ์รองกันและวางรอบๆ ตะกร้า จากนั้นบรรจุใบพลูโดยการวางใบพลูในลักษณะคว่ำใบลง เรียงกันไปในทิศทางเดียวกันและซ้อนกัน (Figure 2(a)) การเรียงลงตะกร้าจะเรียงจากซ้ายไปขวา ทำ 3 แถว แถวละ 35-40 ใบ และเรียงให้เสร็จทีละแถว โดยเรียงลักษณะเอาก้านใบชี้ขึ้นไปในตำแหน่ง 12 นาฬิกา เมื่อครบทั้ง 3 แถว (Figure 2(b)) หมุนตั้งฉากโดยหันให้ก้านใบชี้ไปในตำแหน่ง 3 นาฬิกา และทำแบบเดียวกันโดยหมุนไปในตำแหน่ง 6 และ 9 นาฬิกาตามลำดับ เรียงซ้อนขึ้นไปจนเต็มตะกร้า โดยความสูงเฉลี่ยของในแต่ละแถวจะอยู่ที่ 3-3.5 cm จำนวนชั้นเฉลี่ย 12-13 ชั้นต่อตะกร้า และนำกระดาษลูกฟูกตัดเป็นวงกลม 2 แผ่น ปิดด้านบนโดยใช้เทปพลาสติกปิดรอบตะกร้า และตามมุมของตะกร้าเพื่อความแน่นหนาในการจัดส่ง (Figure 2(c))



(a) Betel leaf in plastic crate.



(b) Arrangement pattern of betel leaf in plastic crate.



(b) Arrangement pattern of Betel leaf in foam box.



(c) Sealing of plastic crate ready to ship.

Figure 2 Packing of betel leaf in plastic crate.



(c) Sealing of foam box ready to ship.

Figure 3 Packing of betel leaf in foam box.

สำหรับการจัดเรียงใบพลูลงในกล่องโฟมจะรองด้วยแผ่นพลาสติก โดยจะเหลือพื้นที่ด้านบนไว้สำหรับคลุมพลาสติกปิดด้านบนอีกครั้ง การบรรจุใบพลูจะวางใบพลูในลักษณะคว่ำใบลง เรียงกันไปทิศทางเดียวกัน และซ้อนกัน (Figure 3(a)) การเรียงลงในกล่องโฟมจะเรียงขนานด้านในตัวของกล่อง มีลักษณะวางวนชั้นนอกและชั้นใน (Figure 3(b)) โดยการเรียงของชั้นนอกและชั้นในจะมีทิศตรงกันข้ามกันเพื่อให้เกิดความสมดุลในการจัดเรียงในแต่ละชั้น และมีจำนวนใบด้านกว้างของกล่องเฉลี่ย 55-60 ใบ และด้านยาวต่อกล่องเฉลี่ย 70-75 ใบ ความสูงในแต่ละชั้นเฉลี่ย 3-3.5 cm สามารถเรียงได้ 7-8 ชั้น เรียงซ้อนกันจนเต็มกล่อง โดยเหลือช่องตรงกลางเอาไว้ใส่ขวดน้ำแข็งเพื่อให้ใบพลูนั้นสดอยู่ตลอด ทำการปิดโดยพลาสติกที่เหลือไว้มาคลุมเพื่อปิดบริเวณด้านบนของกล่อง ปิดฝากล่องแล้วปิดด้วยเทปพลาสติกบริเวณรอบๆ ฝากล่องให้หนาแน่นพร้อมจัดส่ง (Figure 3(c))

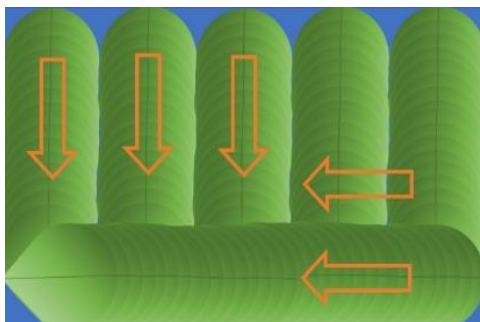


(a) Betel leaf in foam box.

สำหรับกล่องกระดาษลูกฟูก จะรองด้วยแผ่นพลาสติก โดยจะเพื่อให้เหลือไว้ปิดด้านบนเป็นแบบเดียวกับกล่องโฟม โดยการบรรจุใบพลูจะวางใบพลูในลักษณะคว่ำใบลง เรียงกันไปทิศทางเดียวกันและซ้อนกัน (Figure 4(a)) จากบนลงล่างในชั้นที่ 1 และเรียงจากซ้ายไปขวาในชั้นที่ 2 ทำสลับกัน (Figure 4(b)) โดยด้านกว้างของกล่องจะมีจำนวนใบเฉลี่ย 47-50 ใบ และด้านยาวของกล่องเฉลี่ย 85-90 ใบ ในแต่ละชั้นสูงเฉลี่ย 3-3.5 cm ไม่รวมกันสามารถเรียงได้ 9-10 ชั้นต่อกล่อง เรียงจนเต็มกล่องโดยไม่เหลือพื้นที่ตรงกลาง เนื่องจากจะไม่ใส่ขวดน้ำแข็ง เพราะขวดน้ำแข็งจะทำให้กล่องนั้นทะลุได้ ทำการปิดโดยพลาสติกที่เหลือไว้มาคลุมเพื่อปิด ปิดฝากล่องแล้วปิดด้วยเทปพลาสติกบริเวณบนตัวของกล่อง ทั้งตามกว้างและตามยาวให้พร้อมสำหรับจัดส่ง (Figure 4(c)) การเปรียบเทียบการจัดเรียงใบพลูในแต่ละบรรจุภัณฑ์ แสดงดัง Table1



(a) Betel leaf in corrugated paper box.



(b) Arrangement pattern of betel leaf in corrugated paper box.



(c) Sealing of corrugated paper box ready to ship.

Figure 4 Packing of Betel leaf in corrugated paper box.

Table1 Comparison of betel leaf arrangement pattern in various packaging.

Arrangement pattern	Plastic crate	Foam box	Corrugated paper box
Number of layers (layer)	12-13	7-8	9-10
Average high of layer (cm)	3-3.5	3-3.5	3-3.5
Weight (kg)	10	12	15
Leaf/layer (leaf)	35-40	55-60, 70-75	47-50, 85-90

### 3 การประเมินความเสียหาย

เมื่อบรรจุใบพลูลงในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด แล้วทำการขนย้ายขึ้นรถกระบะ 4 ล้อ ซึ่งมีระบบรับน้ำหนักแบบแหนบทั้ง 3 บรรจุภัณฑ์ โดยนำบรรจุภัณฑ์ไว้ในตำแหน่งท้ายกระบะเนื่องจากเป็นตำแหน่งที่มีความสั่นสะเทือนมากที่สุด (Vanee et al., 2011) ซึ่งส่งผลทำให้ใบพลูเกิดความเสียหายมากที่สุด จากนั้นขนส่งจากสวนพลู ซ.สายเพชร อ.สามพราน จ.นครปฐม(พิกัด 13.656432, 100.116241) ไปยังมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน (พิกัด 13.849128, 100.571594) ระยะทาง 70 km ช่วงเวลาขนส่ง 13:00-14:30 น. ระยะเวลาประมาณ 1 h 30 min ใช้ความเร็วสูงสุดที่ 110 km h<sup>-1</sup> มีความเร็วโดยเฉลี่ยประมาณ 80 km h<sup>-1</sup> จากนั้นทิ้งใบพลูไว้ 1 h เพื่อให้ร่องรอย

ความเสียหายปรากฏชัดเจนขึ้น เปรียบเทียบความสามารถของบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด โดยประเมินจากความเสียหายของใบเป็น 4 ระดับ มาก กลาง น้อย และไม่มีความเสียหาย โดยสุ่มหยิบมา 5% ของน้ำหนักใบพลูทั้ง 3 ภาชนะ ได้แก่ ตะกร้าพลาสติก กล่องโฟม และกล่องกระดาษลูกฟูก โดยสุ่มหยิบ 0.5 0.6 และ 0.75 kg ตามลำดับ จากนั้นคำนวณหาเป็นเปอร์เซ็นต์ความเสียหายต่อไป

### 4 วิธีการทดสอบ

หลังจากการขนส่งเสร็จจะทิ้งใบพลูเป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อให้ความเสียหายทางกายภาพปรากฏชัดเจน โดยการประเมินความเสียหายทางกายภาพของใบพลูตามลักษณะความเสียหายแบ่งออกเป็น 4 ระดับได้แก่ 1) ใบพลูที่มีความเสียหายมาก 2) ใบพลูที่มีความเสียหายระดับปานกลาง 3) ใบพลูที่มีความเสียหายน้อย และ 4) ใบพลูที่ไม่มีความเสียหาย

สำหรับใบพลูที่มีความเสียหายมาก จะพบใบแตกฉีกขาดมีลักษณะแหงนทะลุขนาดมากกว่า 0.5 cm (Figure 5(a)) หรือพบใบแตกฉีกขาดขนาดไม่ถึง 0.5 cm หลายตำแหน่ง หรือพบรอยชำมากกว่า 50% ของพื้นที่ใบก็จัดเป็นความเสียหายมากเช่นกัน

ระดับความเสียหายปานกลาง จะมีร่องรอยความเสียหายโดยจะพบรอยชำตามใบแต่น้อยกว่า 50% ของพื้นที่ใบ (Figure 5(b)) และไม่พบการฉีกขาดของใบหรือแหงนทะลุบริเวณตัวใบและปลายใบ

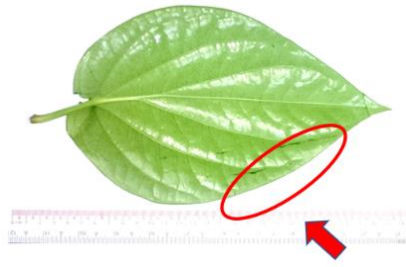
ระดับความเสียหายน้อย จะมีร่องรอยความเสียหายโดยจะพบบริเวณปลายใบมีการพับหรือชำ (Figure 5(c)) และไม่พบการฉีกขาดหรือแหงนทะลุบริเวณตัวใบและปลายใบ ไม่พบความเสียหาย ไม่เกิดรอยชำหรือฉีกขาดใดๆบนใบพลู (Figure 5(d))



(a) Severe damage of betel leaf.



(b) Moderate damage of betel leaf.



(c) Light damage of betel leaf.



(d) No damage betel leaf.

Figure 5 Damage levels of betel leaf.

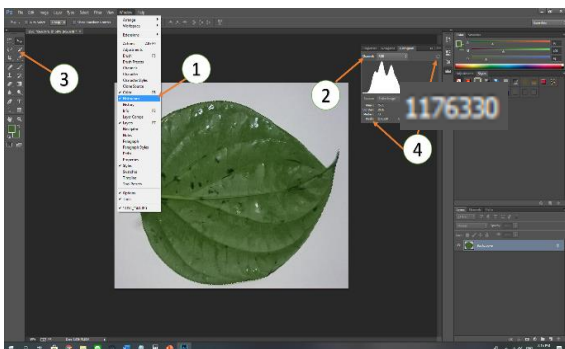
การคำนวณหารอยช้ำบนใบพลูโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป มีขั้นตอนโดยสังเขป (Figure 6) ดังนี้

1. เปิด file ภาพที่ต้องการ ตั้งแถบเมนูให้แสดง Histogram
2. ไปยัง Channel บนหน้าต่าง Histogram เลือก RGB
3. ใช้คำสั่ง Quick selection tool แล้วทำการครอบบริเวณใบพลูทั้งหมด
4. ที่ Histogram คลิก Uncached refresh แล้วทำการอ่านค่า Pixel ซึ่งจะได้ค่าพื้นที่ใบทั้งหมด
5. ไปที่คำสั่ง Select เลือก Color range
6. ที่ Color range เลือก Selection preview เปลี่ยนเป็น Black matte เพื่อทำการปรับความเข้มของใบโดยเลื่อน Fuzziness
7. ที่ Histogram เลือก RGB ทำการคลิก Uncached refresh แล้วทำการอ่านค่า Pixel

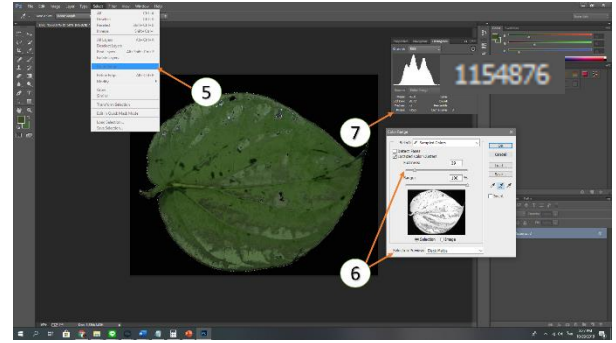
8. คำนวณเปอร์เซ็นต์ความเสียหายจากสมการ (1) และ (2)

$$\frac{\text{ขนาดพื้นที่ใบพลู}}{\text{ขนาดพื้นที่ใบพลูทั้งหมด}} = \frac{x}{100} \quad (1)$$

$$\therefore 100 - x = \% \text{ความเสียหายของใบพลู} \quad (2)$$



(a) Betal leaf damage evaluation (step 1-4).



(b) Betal leaf damage evaluation (step 5-7).

Figure 6 Betal leaf damage evaluation.

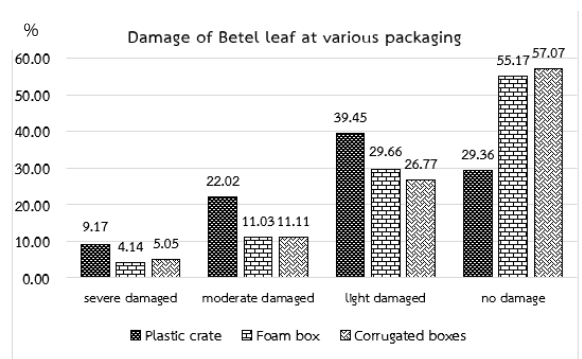
จากตัวอย่างใน Figure 6 นำมาคำนวณตามสมการที่ 1 และ 2  
จะได้

$$\frac{1154876}{1176330} = \frac{x}{100}$$

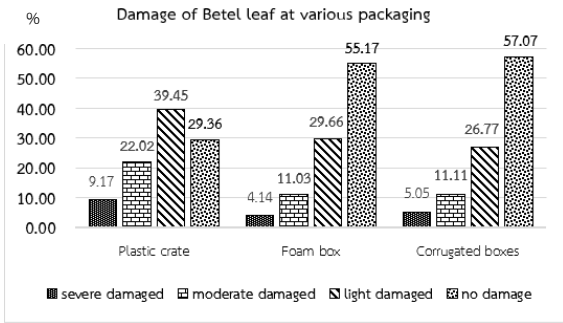
$$\therefore \text{พื้นที่ใบพลูที่เสียหาย} 100 - 98.17 = 1.82\%$$

## 5 ผลการทดลอง

หลังจากขนส่งใบพลูมายังมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และทำการประเมินความเสียหาย (Figure 7(a)) พบว่าตะกร้าพลาสติกมีความเสียหายของใบพลูที่ระดับมาก ปานกลาง และน้อยเป็น 9.17 22.02 และ 39.45% ตามลำดับ และไม่พบความเสียหาย 29.36% กล่องโฟมมีความเสียหายของใบพลูที่ระดับมาก ปานกลาง และน้อยเป็น 4.14 11.03 และ 29.66% ตามลำดับ และไม่พบความเสียหาย 55.17% และกล่องกระดาษลูกฟูกมีความเสียหายของใบพลูที่ระดับมาก ปานกลาง และน้อยเป็น 5.05, 11.11 และ 26.77% ตามลำดับ และไม่พบความเสียหาย 57.07%



a. Damage of betel leaf classified by physical damage.



(b) Damage of betel leaf classifieds by packaging type. Figure 7 Damaging of betel leaf after shipment.

จากนั้นคำนวณเปอร์เซ็นต์ความเสียหายโดยพิจารณาระดับความเสียหายของทั้ง 3 บรรจุภัณฑ์ ได้แก่ ตะกร้าพลาสติก กล่องโฟม และกระดาษลูกฟูก (Figure 7(b)) พบว่ามีความเสียหายที่ระดับมากที่สุดเท่ากับ 9.17 4.14 และ 5.05% ตามลำดับ ที่ระดับความเสียหายปานกลางเท่ากับ 22.02 11.03 และ 11.11% ตามลำดับ ที่ระดับความเสียหายน้อยเท่ากับ 39.45 29.66 และ 26.77% ตามลำดับ และไม่มีพบความเสียหายเท่ากับ 29.36 55.17 และ 57.07% ตามลำดับ

Table 2 Acceptable damage of various packaging after shipment.

Packaging	Unacceptable damage (%)	Acceptable damage (%)
Plastic crate	9.17	90.83
Foam box	4.14	95.86
Corrugated paper box	5.05	94.95

Table 2 แสดงความเสียหายของใบพลูหลังการขนส่งพบว่า ตะกร้าพลาสติก กล่องโฟม และกระดาษลูกฟูกมีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายที่ไม่สามารถยอมรับได้ (เสียหายมาก) มีค่าเท่ากับ 9.17 4.14 และ 5.05% ตามลำดับ และระดับความเสียหายที่ยอมรับได้ (ความเสียหายน้อย ปานกลาง และไม่มีมีความเสียหายมีค่าเท่ากับ 90.83, 95.86 และ 94.95% ตามลำดับ

6 วิจัยรณผล

จากผลการทดสอบพบว่า ปริมาณความเสียหายสูงสุดได้แก่ ตะกร้าพลาสติก โดยมีความเสียหายสูงสุดที่ 9.17% เป็นผลเนื่องมาจากการกดทับของใบพลูในแต่ละชั้นซึ่งตะกร้าพลาสติกนั้นมีจำนวนชั้นการเรียง 12-13 ชั้น และการใช้กระดาษลูกฟูกตัดเป็นวงกลมทับด้านบนยิ่งส่งผลให้ภายในตะกร้านั้นแน่นยิ่งขึ้นเมื่อทำการขนส่งเกิดแรงกระแทกจากการสั่นสะเทือนทำให้ก้านใบพลูของในแต่ละชั้นมีการทิ่มทะลุระหว่างชั้นจึงทำให้เกิดความ

เสียหายมากที่สุด รวมไปถึงด้านการจัดเรียงใบพลูลงในตะกร้าพลาสติกชั้นบนเมื่อทำการพับกระดาษหนังสือพิมพ์ลงมามีการกดทับลงไปจึงทำให้เกิดความเสียหายในส่วนนั้น และเมื่อทำการเปรียบเทียบกับกล่องโฟมกับกล่องกระดาษลูกฟูกมีความเสียหายอยู่ที่ 4.14 และ 5.05% ตามลำดับ เนื่องจากการจัดเรียงชั้นของทั้ง 2 บรรจุภัณฑ์ มีจำนวนที่น้อยกว่าตะกร้าพลาสติกจึงเกิดการทิ่มทะลุระหว่างชั้นที่น้อยกว่าทำให้เกิดความเสียหายน้อยกว่าเช่นกัน

ด้านตำแหน่งที่เกิดความเสียหายของบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 บรรจุภัณฑ์ ตะกร้าพลาสติกจะมีความเสียหายในแต่ละชั้น โดยชั้นบนจะมีความเสียหาย ณ ตำแหน่งปลายใบ เนื่องจากในขณะที่พับหนังสือพิมพ์มีการพับไปไปด้วยจึงเพิ่มความเสียหายให้มากยิ่งขึ้น อีกทั้งมีการจัดเรียงชั้นที่สูงทำให้แรงกดทับลงไปชั้นล่าง ทำให้มีความเสียหายกับใบเป็นจำนวนมาก สำหรับกล่องโฟมชั้นบนมีความเสียหายน้อย เนื่องจากตัวกล่องเป็นแบบฝาปิดทำให้ด้านบนไม่มีการกดทับและความเสียหายด้านล่างจะมากกว่าตัวกล่องโฟม เนื่องจากการจัดเรียงจำนวนชั้นที่น้อยช่วยทำให้แรงกดทับที่จะทำตัวใบมีความเสียหายที่น้อยด้วยเช่นกัน ส่วนขวดน้ำที่อยู่ในกล่องโฟมนั้นไม่ทำให้เกิดความเสียหาย เนื่องจากมีแค่บริเวณขอบใบที่สัมผัสกับตัวขวดซึ่งไม่ได้ทำให้เกิดความเสียหายทางกายภาพ และกล่องกระดาษลูกฟูกชั้นบนมีความเสียหายที่น้อยเช่นเดียวกับกล่องโฟม เนื่องจากกล่องกระดาษลูกฟูกเป็นแบบฝาพับทำให้ด้านบนไม่มีการกดทับและความเสียหายด้านล่างจะมากกว่าตัวกล่องโฟม เนื่องจากกล่องกระดาษลูกฟูกมีจำนวนชั้นที่มากกว่าจึงทำให้มีความเสียหายที่เพิ่มขึ้น

ด้านผู้ซื้อนั้นจะประเมินความเสียหายของใบพลูเป็น 2 แบบคือเสียหายบ้างแต่ยอมรับได้ และเสียหายมากไม่สามารถยอมรับได้ โดยจะแยก 2 แบบนี้ได้จากค่าเปอร์เซ็นต์ความเสียหายที่ยอมรับได้ คือมีความเสียหายของใบพลูที่ระดับน้อย ปานกลาง และไม่มีมีความเสียหาย ส่วนค่าเปอร์เซ็นต์ความเสียหายที่ยอมรับไม่ได้ คือมีความเสียหายของใบพลูระดับมาก นอกจากนี้แล้วรูปแบบการจัดเรียงใบพลูในบรรจุภัณฑ์ส่งผลต่อความเสียหายของใบพลูด้วยเช่นกัน โดยในการทดลองทั้ง 3 บรรจุภัณฑ์ มีความเสียหายที่แตกต่างกัน ได้แก่ ในตะกร้าพลาสติกมีการเรียงแบบเรียง 3 แถว และหมุนตั้งฉากซ้อนทับกันทำให้เกิดช่องว่างระหว่างชั้นเป็นจำนวนมาก เมื่อเรียงซ้อนขึ้นไปในแต่ละชั้นทำให้ ชั้นด้านบนมากกดทับด้านล่างทำให้มีความเสียหาย โดยมีลักษณะหักงอของตัวใบ การกดทับ และการแทงทะลุของก้านในแต่ละชั้นกล่องโฟมมีการจัดเรียงขนานด้านในตัวกล่องทั้งด้านนอกและด้านใน โดยเรียงสวนทางกันเพื่อทำให้เกิดช่องว่างระหว่างชั้นให้น้อยที่สุดและได้มีการใส่ขวดน้ำแข็งเพื่อให้ใบพลูนั้นสดอยู่ขณะทำการขนส่ง การเรียงของกล่องโฟมนั้นมีช่องว่างน้อยและการซ้อนทับกันของตัวใบที่น้อยจึงทำให้ใบพลูเกิดความเสียหายน้อย กล่องกระดาษลูกฟูกจะเรียงไปในทิศทางเดียวกันให้เต็มในชั้นแรกและเรียงขวางในชั้นถัดไป โดยจะเกิดพื้นที่ว่างด้านในจำนวนน้อยมาก เพราะเป็นการเรียงแบบเต็มกล่อง และจะไม่มีขวดน้ำแข็งใส่

เนื่องจากจะทำให้กล่องกระดาษลูกฟูกนั้นเกิดความเสียหายจาก น้ำแข็งที่ละลายทำให้กล่องเปียกได้ ส่งผลให้เกิดความเสียหาย น้อย โดยความเสียหายที่เกิดขึ้นเกิดจากการเรียงของแต่ละชั้นจะ เกิดการแทงทะลุในตัวชั้น แต่ก็น้อยกว่าตะกร้าพลาสติก อย่างไรก็ตาม หากสามารถปรับปรุงกล่องกระดาษลูกฟูกให้มีความต้านทาน ความชื้นได้มาก ความคงทนของตัวกล่องในการซ้อนให้ได้จำนวน มากและต้นทุนต่ำจะเป็นทางเลือกของบรรจุภัณฑ์ในการขนส่งใบ พลุ เนื่องการไม่เกิดขยะหลังการขนส่งและกล่องกระดาษลูกฟูกมี ต้นทุนการผลิตที่ต่ำและสามารถใช้แทนกล่องโฟมได้

## 7 สรุป

บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับการขนส่งใบพลู เมื่อพิจารณาจาก ปริมาณความสูญเสียทางกายภาพของใบพลูได้แก่ กล่องโฟม ซึ่งมี อัตราใบพลูที่ยอมรับได้ 95.86% การจัดเรียงที่เหมาะสมกับการ ขนส่งใบพลู เมื่อพิจารณาจากปริมาณความเสียหายทางกายภาพ ของใบพลูได้แก่ การเรียงของชั้นนอกและชั้นในที่มีทิศตรงกันข้าม กัน ซึ่งอัตราการสูญเสียทางกายภาพ 4.14%

## 8 กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณอานัติ มีชัย ห้างหุ้นส่วนจำกัด มงคลฟู๊ดส์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เข้าศึกษาดูงานกระบวนการผลิตใบ พลุเพื่อการส่งออก และขอขอบคุณ คุณสุรดา ยิ้มถนอม เกษตรกรชาวสวนใบพลู จ.นครปฐม ผู้ให้ความอนุเคราะห์ใบพลูที่ ใช้ในการทดสอบ

## 9 เอกสารอ้างอิง

อาทิตยา วงศ์ตระกูลแก้ว, สมจิตร เป็นอยู่สุข. 2558. การใช้สาร สกัดพลูเพื่อยับยั้งจุลินทรีย์ในการผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง สมุนไพรไทยบางชนิด. รายงานการประชุมวิชาการเสนอ ผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 34, 648-653. ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 27 มีนาคม 2558, เมือง, ขอนแก่น. ตลาดไท. 2560. ราคาใบพลูเมื่อวันที่ 10 กันยายน พ.ศ. 2560. แหล่งข้อมูล: [http://talaadthai.com/price\\_page/thai?keywords=พลู&limit=100](http://talaadthai.com/price_page/thai?keywords=พลู&limit=100). เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน 2561 Chonhenchob, V., Singh, S.P., Singh, J.J., Stallings, J., Grewal, G. 2011. Measurement and Analysis of Vehicle Vibration for Delivering Packages in Small-Sized and Medium-Sized Trucks and Automobiles. Packaging Technology and Science 25, 31-38. Periyannayagam, K., Jagadeesan, M., Kavimani, Vetriselvan, S.T. 2012. Pharmacognostical and phytophysicochemical profile of the leaf of *Piper betel* L. var *pachikodi* (Piperaceae) - valuable assessment of its quality. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine 2(2), S506-S510.

Rai, M.P., Thilakchand, K.R., Palatty, P.L., Rao, P., Rao, S., Bhat, H.P., Baliga, M.S. 2011. Piper betel Linn (betel vine, the maligned Southeast Asian medicinal plant possesses cancer preventive effects: time to reconsider the wronged opinion. Asian Pacific Journal of Cancer Prevention 12(9), 2149-2156.