

ออกแบบและพัฒนาเครื่องมือเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.)
ระบบนิวแมติกส์

Design and Development of a Pneumatic Harvesting Tool for Oil Palm
(*Elaeis guineensis* Jacq.)

ยุทธนา เครือหาญชาญพงศ์^{1/}

สุภาษิต เสงี่ยมพงศ์^{1/}

อัคคพล เสนาณรงค์^{1/}

พัทตร์วิภา สุทธิวารี^{1/}

Yuttana Khaehanchanpong^{1/}

Suphasit Sngiamphongse^{1/}

Akkapol Senanarong^{1/}

Pakwipa Sutthiwaree^{1/}

ABSTRACT

The pneumatic harvesting tool for oil palm harvesting were tested and developed. The experiment was carried out at Khao Saming district, Trat province in July 2009 with 5 steps of testing namely tool design, primary test, first improvement, secondary test, second improvement and tertiary test. After being designed the tests had been made and developed until the fifth step. The result of final step showed that pneumatic harvesting tool was able to harvest both leaves and bunches of oil palm that were greatly easier than the traditional tool. This tool was designed by using air pressure that made from engine pass compressor, direction control valve, throttle valve, pressure control valve, line connection to chisel instead of human force. Pneumatic harvesting tool had been able to work with 3 chisels together. The average field capacity was 8.17 ± 0.21 second per fresh fruit bunch or the average production was 12.282 ± 0.25 kg per minute.

Key words: oil palm, pneumatic harvester, harvest

บทคัดย่อ

การทดสอบเครื่องมือเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันระบบนิวแมติกส์ที่ได้ออกแบบ กับต้นปาล์มน้ำมันอายุ 3.5 ปี ที่ อ.เขาสมิง จ. ตราด ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 โดยแบ่งการดำเนินการเป็น 5 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย การออกแบบเครื่องมือ การทดสอบเบื้องต้น การแก้ไขต้นแบบที่ 1 ทดสอบต้นแบบที่ 2

^{1/} สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กทม. 10900

^{1/} Agricultural Engineering Research Institute, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900

ทดสอบต้นแบบที่ 3 และแก้ไขต้นแบบอีกครั้ง ในการออกแบบใช้หลักการทำงานของระบบแรงดันอากาศ ส่งแรงดันในการขับเคลื่อนลมไปยังปลายเสียม โดยมีต้นกำลังคือ เครื่องยนต์เบนซินขนาดเล็ก เครื่องยนต์จะส่งกำลังไปยังเครื่องอัดอากาศ (compressor) ผ่านวาล์วควบคุมทิศทาง ผ่านวาล์วปรับอัตราการไหล ผ่านวาล์วควบคุมความดัน และผ่านท่อลมไปยังกระบอกสูบ เพื่อส่งกำลังไปยังปลายเสียม ให้เกิดแรงกระทบไปยังทะลายปาล์มน้ำมัน แทนการใช้แรงงานคนส่งแรงกระแทก ผลการทดสอบขั้นสุดท้าย พบว่า เครื่องมือเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันระบบนิวแมติกส์ สามารถตัดทางปาล์มน้ำมัน และทะลายปาล์ม น้ำมัน แทนการใช้เสียมด้ามเหล็กแบบเดิม และสามารถทำงานพร้อมกันได้ถึง 3 เสียม โดยมีความสามารถในการเก็บเกี่ยวเป็น 8.17 ± 0.21 วินาที/ทะลาย หรือผลผลิตที่เก็บได้เป็น 12.28 ± 0.25 กก./นาที่

คำหลัก: ปาล์มน้ำมัน นิวแมติกส์ การเก็บเกี่ยว

คำนำ

ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) เป็นพืชที่มีศักยภาพในการผลิตน้ำมันต่อพื้นที่สูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันอื่น เช่น ถั่วเหลือง rapeseed และทานตะวัน นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำมันปาล์ม (crude palm oil) มีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุดคือ 10-11.50 บาท/กก. ในขณะที่น้ำมันถั่วเหลืองมีต้นทุนการผลิต กก. ละ 18 บาท (ชาย, 2547)

พื้นที่เหมาะสมในการปลูกปาล์มน้ำมันในโลกมีค่อนข้างจำกัด ปลูกได้เฉพาะในแอฟริกา เอเชียตะวันออกเฉียงใต้และอเมริกา (Hartley, 1988) ประเทศไทยอยู่ในภูมิภาคที่ได้เปรียบและสามารถปลูกปาล์มน้ำมันได้ดี และยังมีโอกาสขยายพื้นที่ปลูกได้อีกไม่ต่ำกว่า 5 ล้านไร่ เนื่องจากมีพื้นที่ ๆ ไม่ได้ใช้ประโยชน์ เช่น พื้นที่นาร้างและพื้นที่รกร้างว่างเปล่า ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่อนุรักษ์สภาพแวดล้อม เมื่อปลูกปาล์มน้ำมันจะทำให้สภาพนิเวศที่เสียหายไปกลับคืนสู่สภาพธรรมชาติ (ชาย, 2547)

ปาล์มน้ำมันมีผลเป็นทะลาย ทะลายหนึ่งมีน้ำหนักประมาณ 20-30 กก. ในการปลูกปาล์มน้ำมันจะมีต้นทุนการผลิตประมาณ 274.11 บาท/ไร่ หรือ 1,520 บาท/ตัน ในขณะที่มีค่าจ้างในการเก็บเกี่ยวประมาณ 300 บาท/ตัน ซึ่งค่าจ้างในการเก็บเกี่ยวคิดเป็น 20% ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด ปาล์มน้ำมันทยอยให้ผลผลิตและเก็บเกี่ยวได้ตลอดปี โดยผลปาล์มน้ำมันจะแก่หลังจากที่เกสรได้รับการผสมแล้วประมาณ 5-6 เดือน ปาล์มน้ำมันต้นหนึ่งๆ เก็บเกี่ยวได้ทุกๆ 7-10 วัน เมื่อผลแก่เต็มที่แล้วต้องรีบเก็บเกี่ยวให้เร็วที่สุด มิฉะนั้นจะเกิดการครดไขมันขึ้นภายในผลปาล์ม ซึ่งจะมีผลให้ผลปาล์มน้ำมันคุณภาพต่ำลงและขายได้ราคาลดลง ในขณะที่เก็บเกี่ยวจะต้องระวังมิให้ผลปาล์มน้ำมันเกิดการช้ำ หรือเกิดการรอยแผลขึ้นกับผลปาล์มน้ำมัน มิฉะนั้นจะเกิดการครดไขมันอีกเช่นกัน (วิชา, 2546)

การเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมัน เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ นอกจากปัจจัยด้านการ

ผลิตแล้ว เครื่องมือที่ใช้เก็บเกี่ยวก็เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่สำคัญในประเทศไทยไม่ว่าจะเป็นสวนขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่ ปัจจุบันเครื่องมือที่ใช้เก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันต้นอายุไม่เกิน 8 ปี ยังคงเป็นเสียมตามหลักซึ่งมีน้ำหนักประมาณ 4 กก. ต้องใช้ความชำนาญของผู้เก็บเกี่ยวและใช้แรงในการเก็บเกี่ยวมาก (สุรเวทย์, 2536) นอกจากนี้ในการเก็บเกี่ยว เกษตรกรไม่ได้คำนึงถึงความเสียหายของผลผลิตและต้นปาล์มน้ำมัน เช่น การเกิดบาดแผลซึ่งเป็นสาเหตุที่สำคัญต่อต้นพืช คือ เมื่อบาดแผลเกิดมากขึ้นเท่าใด จะทำให้เกิดสภาวะเครียดมากขึ้น และเกิดกระบวนการหายใจที่สูงขึ้น ส่งผลให้พืชชะงักการเจริญเติบโตหรือตายไปในที่สุด (สัมฤทธิ์, 2544) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของสุรกิตติ (2547) ที่พบว่า การเก็บเกี่ยวควรระมัดระวังอย่าให้มีการกระแทกที่รุนแรง หรือให้ทะลายปาล์มบอบช้ำน้อยที่สุด

การเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันเกษตรกรส่วนใหญ่ยังใช้แรงงานคน เครื่องมือที่ใช้โดยทั่วไป ได้แก่ เสียมและเคียว การเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันขนาดเล็ก ใช้เสียมแทงขั้วทะลายปาล์มน้ำมันให้ขาดออกจากต้น โดยหน้ากว้างของเสียมที่นิยมใช้มืออยู่ระหว่าง 7.5-12.5 ซม. ซึ่งเหมาะสมกับต้นปาล์มน้ำมันอายุ 3-5 ปี และขนาดเสียมหน้ากว้าง 11.2 ซม. เหมาะกับต้นปาล์มอายุ 5-8 ปี (สุรเวทย์, 2536) และการเก็บเกี่ยวโดยใช้เสียมมีผลให้ผลปาล์มบางส่วนเกิดการชอกช้ำ ทำให้เกิดแผลขึ้น ส่งผลให้ผลปาล์มน้ำมันมีคุณภาพต่ำลง ไม่เป็นที่ต้องการสำหรับผู้รับซื้อปาล์มน้ำมัน

และยังพบอีกว่าการเก็บเกี่ยวโดยใช้เสียมใช้แรงกระทำสูง ซึ่งประมาณแรงกระทำในการออกแรงแต่ละครั้งประมาณ 30-50 กก. การเก็บเกี่ยวต้องใช้คนที่แข็งแรง เพราะต้องออกแรงกระทำมาก ทำให้ผู้เก็บเกี่ยวทำงานได้ลำบาก และเหน็ดเหนื่อยมาก (วิชา, 2546) การเก็บเกี่ยวโดยใช้เสียม (Figure 1) สำหรับปาล์มน้ำมันที่มีอายุเกิน 8 ปี ใช้เคียวด้ามยาว (Figure 2) โดยปรับด้ามให้ยาวตามความสูงของต้น วิธีการเก็บเกี่ยวโดยใช้เคียวกระชากทะลายลงมา ทำให้ผลปาล์มช้ำ

วิชา (2546) จึงได้ออกแบบเครื่องมือเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันแบบเลื่อย โดยสามารถตัดทางและทะลายปาล์มน้ำมันที่อยู่สูงจากพื้นดินไม่เกิน 5 ม. และใช้ผู้ปฏิบัติเพียงคนเดียว การพัฒนาเพื่อลดความยากลำบากในการตัดทางและทะลายปาล์มน้ำมันที่กระทำกันอยู่ในปัจจุบัน กลไกและส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้ ส่วนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ขนาดกำลัง 500-600 วัตต์ เป็นต้นกำลังขับเคลื่อนระบบ ด้ามจับยาว 2 ม. หรือ 4 ม. ห้องเกียร์ลูมีเนียม เพื่องดออกขนาดเล็กที่แกนเพลาชับและแกนเพลาดำตามทำมุม 90° ประกอบกับชุดกลไกชักใบเลื่อยชนิดเพลายึดศูนย์และร่องเลื่อน และใบเลื่อยสำหรับตัดทางปาล์มน้ำมันและตัดทะลายปาล์มน้ำมัน การทำงานของใบเลื่อยจะเคลื่อนที่ชักกลับไปกลับมา มีช่วงชัก 2 ซม. และมีความถี่การชัก 2,200 ครั้ง/นาที ผลการทดสอบเครื่องมือ พบว่ามีอัตราการตัดทางปาล์มน้ำมันเฉลี่ย 40.82 ทางปาล์ม/ชม. และมีอัตรา



Figure 1. Conventional chisel for young oil palm

การตัดทะลายปาล์มน้ำมัน 12.43 ทะลายปาล์ม น้ำมัน/ชม. โดยมีค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการตัด ทะลายปาล์มน้ำมัน 1.61 บาท/ทะลายปาล์ม น้ำมัน

การใช้เสียมในการเก็บเกี่ยวทะลาย ปาล์มน้ำมันทำงานได้ช้า เพราะยังต้องใช้ แรงงานคนในการส่งแรงกระทุ้งไปที่ทะลายปาล์ม น้ำมัน อันจะก่อให้เกิดความเมื่อยล้าในการปฏิบัติงาน (สุรเวทย์, 2536) จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัย จึงนำระบบนิวแมติกส์มาประกอบติดกับเสียม เพื่อช่วยลดความเมื่อยล้าในการปฏิบัติงาน โดย ระบบนิวแมติกส์อาศัยหลักการทำงานของแรง ดันลม ส่งแรงกระทุ้งไปยังปลายเสียม ทดแทน การส่งแรงกระแทกของคน ซึ่งแรงลมช่วยลด ความเมื่อยล้า ทำให้สามารถทำงานได้สะดวก รวดเร็ว

ระบบนิวแมติกส์ ทำงานโดยใช้อากาศ เป็นตัวส่งกำลังในการขับเคลื่อนอุปกรณ์ทำงาน โดยมีต้นกำลังคือ เครื่องอัดอากาศหรือ คอมเพรสเซอร์ (compressor) มีอุปกรณ์ ควบคุมของระบบนิวแมติกส์คือ วาล์วควบคุม



Figure 2. Conventional sickle for 8 years old of oil palm

ทิศทาง วาล์วรับอัตราการไหลและวาล์ว ควบคุมความดัน มีอุปกรณ์ทำงานของระบบ นิวแมติกส์คือ กระจบอกสูบ มอเตอร์ลม มีท่อลม เป็นตัวส่งกำลังของระบบนิวแมติกส์ งานในระบบ นิวแมติกส์ โดยลมอัดมีการยุบตัวเมื่ออุณหภูมิ เปลี่ยนหรือถูกแรงกด ลมอัดเป็นลมที่สะอาด สามารถปล่อยสู่บรรยากาศได้เลย ระบบนิวแมติกส์ เป็นระบบที่อุปกรณ์มีขนาดเล็ก ราคาถูกกว่า ระบบไฮดรอลิกส์ (ฐิตารีย์, 2548) ดังนั้น วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ เพื่อพัฒนาเครื่อง มือเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันให้ทำงานได้สะดวก รวดเร็ว สามารถเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันที่อยู่สูง จากพื้นดินตั้งแต่ 1-4 ม. ได้โดยใช้แรงงานปฏิบัติ งาน 1-2 คน

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ออกแบบเครื่องมือเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมัน ระบบนิวแมติกส์

การออกแบบใช้หลักการของการใช้แรง

ต้นอากาศ เป็นตัวส่งแรงดันในการขับเคลื่อนลม ไปยังปลายเสียม โดยมีต้นกำลังคือเครื่องยนต์ เบนซินขนาดเล็ก เครื่องยนต์จะส่งกำลังไปยัง เครื่องอัดอากาศ (compressor) เครื่องอัด อากาศซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานจากเครื่องยนต์ ให้เป็นพลังงานลมอัด มีความดันสูงขึ้น และมี ปริมาณตามที่ต้องการ เครื่องอัดอากาศเป็นตัว สร้างแรงดันอากาศ ผ่านวาล์วควบคุมทิศทางซึ่ง มีหน้าที่ควบคุมให้ลูกสูบเคลื่อนที่เข้า หรือ เคลื่อนที่ออกผ่านวาล์วปรับอัตราการไหล ผ่าน วาล์วควบคุมความดัน ซึ่งทำหน้าที่รักษาความ ดันใช้งานให้อยู่คงที่ ถึงแม้ความดันต้นทางมีการ เปลี่ยนแปลง ผ่านวาล์วผสมน้ำมันหล่อลื่นซึ่งทำ หน้าที่หล่อลื่นอุปกรณ์ทำงานของวงจรมีการ เคลื่อนที่ตลอดเวลา น้ำมันหล่อลื่นที่ปนไปกับลม อัดจะช่วยลดการเสียดสี ผ่านท่อลมไปยัง กระบอกสูบ เพื่อส่งกำลังไปยังปลายเสียม ส่ง

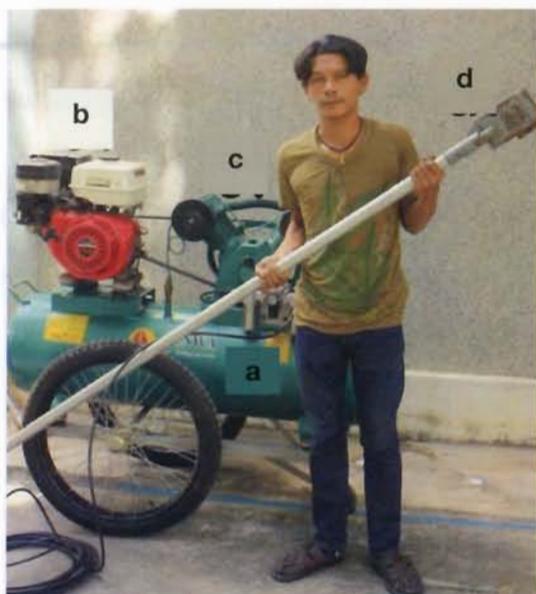


Figure 3. Prototype I accumulator (a), engine (b), compressor (c) and chisel (d)

แรงกระทำไปยังทะลายน้ำมัน แทนการใช้ แรงงานคนส่งแรงกระทำ ต้นแบบของเครื่อง มือเก็บเกี่ยวพาล์มน้ำมันระบบนิวแมติกส์ (Figure 3)

2. ทดสอบต้นแบบเบื้องต้น

ในแปลงพาล์มน้ำมันของเกษตรกร อ. ปลวกแดง จ. ระยอง ซึ่งเป็นพาล์มน้ำมัน ขนาดเล็กอายุประมาณ 30 เดือน ผลการทดสอบ ต้นแบบพบว่าไม่สามารถตัดทางใบได้ ต้องเพิ่ม ตะขอเหล็กที่ปลายเสียม เพื่อลื้อคทางใบที่ด้าน ปลาย (Figure 4) จึงสามารถตัดทางใบได้ แต่ไม่ สามารถตัดทะลายน้ำมันได้ เพราะก้าน

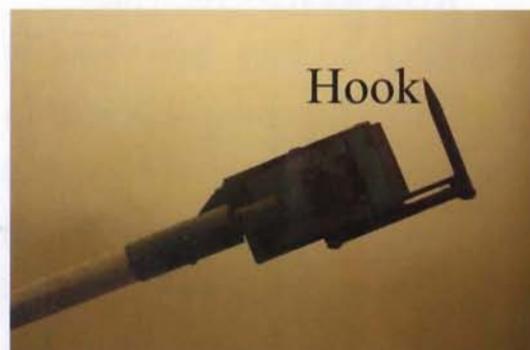


Figure 4. The limitation of prototype I : hooker was not practical for harvesting



Figure 5. The limitation of prototype I was to accompany for bunch cutting

ทะลายอยู่ลึก จึงให้แรงงานช่วยดึงทะลายปาล์มออกมาเพื่อให้เห็นก้านทะลายแล้วทดลองเอาเสียมเข้าไปตัด (Figure 5) พบว่าสามารถตัดทะลายปาล์มน้ำมันได้ แต่ต้องใช้เวลาในการตัดนาน

3. การปรับปรุงต้นแบบที่ 1

ทำการแก้ไขต้นแบบโดยนำเกี่ยวตะขอเหล็กออก เพื่อให้ปลายเสียมแทรกเข้าไปตัดขั้วทะลายได้เหมือนเสียมตามเหล็ก นอกจากนี้ยังมีแนวคิดที่จะเพิ่มความเร็วของเสียมนิวแมติกส์ เพื่อให้ใบมีดสามารถเคลื่อนที่ได้เร็ว และช่วยเพิ่มแรงปะทะให้สามารถตัดทะลายได้เร็วขึ้น ต้นแบบที่ 2 ได้ติดตั้งวาล์วบังคับความดัน (pressure control valves) เพื่อเพิ่มแรงดันของระบบนิวแมติกส์ ให้มีแรงดันลมมากขึ้นที่ปลายใบมีด (Figure 6) ให้สามารถตัดทะลายปาล์มน้ำมันได้

4. ทดสอบต้นแบบที่ 2 และปรับปรุงแก้ไขต้นแบบ



Figure 6. Pressure control valve

หลังจากติดตั้งวาล์วบังคับความดันที่ปลายใบมีด และนำไปทดสอบพบว่ายังไม่สามารถตัดทะลายปาล์มน้ำมันได้ดี ถึงแม้ว่าใบมีดจะมีการเคลื่อนที่เร็วและแรงขึ้น แต่ก็ยังพบปัญหาคือ ใบมีดแค่กระแทกทางใบ หรือทะลายปาล์มน้ำมันเร็วขึ้นเท่านั้น แต่ไม่สามารถตัดทั้งทางใบและทะลายปาล์มน้ำมันได้ จึงได้ทำการศึกษาถึงความเป็นไปได้ของระบบนิวแมติกส์ระบบใหม่ พบว่าระบบนิวแมติกส์ที่ทำงานแบบกระแทก เช่น ระบบค้อนลมจะมีแรงกระแทกมากกว่า จึงนำมาทดสอบตัดปาล์มน้ำมันพบว่าได้ดังนั้นในต้นแบบที่ 3 จึงทำการดัดแปลงระบบนิวแมติกส์แบบค้อนลม โดยทำการเปลี่ยนตัวหัวจากค้อนเป็นเสียมเพื่อที่จะใช้เก็บเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมันได้ (Figure 7)

5. ทดสอบต้นแบบที่ 3 และปรับปรุงแก้ไขต้นแบบ

เมื่อนำต้นแบบที่แก้ไขมาใช้งานจริงพบว่าไม่สามารถตัดทางใบ และทะลายปาล์มน้ำมันได้เพราะยังเคลื่อนที่ช้า แต่มีแนวโน้มที่จะ



Figure 7. The pneumatic harvesting tool was developed by modifying from hammer pneumatic to chisel for increasing the impact.

ตัดทางใบและทะลายปาล์มน้ำมันได้ จึงเปลี่ยนระบบนิวแมติกส์มาใช้ ระบบนิวแมติกส์ของส่วนลม ที่มีการทำงานแบบลูกสูบที่เคลื่อนที่ไปมาอย่างรวดเร็วแทนระบบค้อนลม พบว่าสามารถตัดทางใบและทะลายปาล์มน้ำมันได้ดี สามารถทำงานได้รวดเร็ว ผลปาล์มไม่ช้ำมาก แต่ในการออกแบบก็ยังมีข้อจำกัดที่ว่าอุปกรณ์ที่จะนำมาประกอบกับชุดนิวแมติกส์ ไม่สามารถหาขนาดลูกสูบที่มีขนาดใหญ่มาๆได้ เพราะจะทำให้ชุดนิวแมติกส์มีน้ำหนักมาก นอกจากนี้เวลานำมาประกอบกับชุดใบมีดยังประกอบได้ยาก ชุดนิวแมติกส์ต้นแบบที่ 4 (Figures 8, 9)

การทดสอบการทำงานของต้นแบบของเสียมด้ามเหล็กและเสียมระบบนิวแมติกส์ โดยทำการบันทึกข้อมูลแบบ purposive sampling เครื่องมือละ 5 ซ้ำ พื้นที่เก็บข้อมูลซ้ำละ 1 ไร่ ทดสอบที่ อ. เขาสมิง จ. ตราด ในเดือน

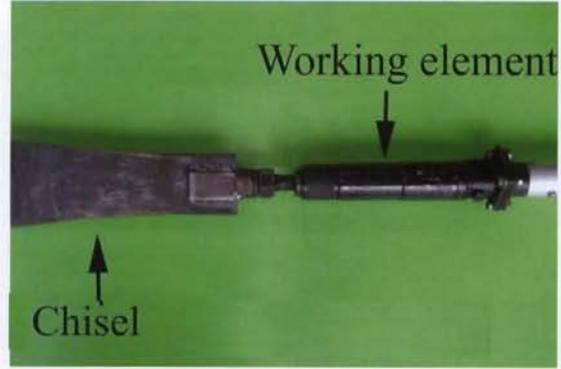


Figure 8. Prototype IV showed working element, chisel with a modified part of chisel

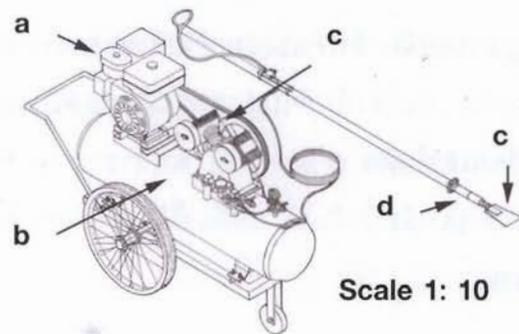


Figure 9. Complete set of pneumatic harvesting tool: engine (a), accumulator (b), compressor (c), working element (d) and chisel (e)

กรกฎาคม พ.ศ. 2552 ในแปลงปลูกปาล์มน้ำมันอายุ 30 เดือน พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ใช้ทดสอบเป็นพันธุ์ลูกผสมอูติ

ผลการทดลองและวิจารณ์

การเก็บเกี่ยวโดยใช้เสียมระบบนิวแมติกส์สามารถทำงานได้ใกล้เคียงเมื่อเปรียบเทียบกับการทำงานด้วยเสียมด้ามเหล็ก ซึ่งเป็นเครื่องมือเก็บเกี่ยวแบบเดิม (Table 1)

เมื่อเปรียบเทียบเวลาการเก็บเกี่ยว พบว่าเสียมด้ามเหล็กสามารถทำงานได้โดยมีค่าเฉลี่ย

ในการเก็บเกี่ยวเป็น 6.30±0.28 (วินาที/ทะลาย) ในขณะที่ค่าเฉลี่ยในการเก็บเกี่ยวของเสียมนิวแมติกส์เป็น 6.741±0.35 วินาที/ทะลาย ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่เปรียบเทียบผลผลิตที่เก็บได้ พบว่าเสียมด้ามเหล็กสามารถเก็บเกี่ยวได้โดยเฉลี่ย 18.64±0.19 กก./นาที่ ในขณะที่เสียมนิวแมติกส์สามารถเก็บเกี่ยวได้ 17.48±0.31 กก./นาที่ (Table 1)

Table 1. Time comparison of conventional and pneumatic harvesting tool for harvesting (sec/bunch) and product (kg/min)

Treatment	Harvesting (sec/bunch)	Product (kg/min)
Conventional	6.30±0.28	18.64±0.19
Pneumatic	6.742±0.35	17.48±0.31
t-test	-3 ^{NS}	0.50 ^{NS}

± = standard deviation
NS = non significant

เครื่องมือเก็บเกี่ยวพาล์มน้ำมันระบบนิวแมติกส์ สามารถทำการเก็บเกี่ยวพาล์มน้ำมันอายุ 30 เดือนได้ดี แต่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพจึงทำการเพิ่มใบมีดตัดจาก 1 ใบมีดเป็น 3 ใบมีดซึ่งใบมีดทั้งสามใบมีดสามารถทำงานพร้อมกันได้โดยไม่มีปัญหาแรงดันลมในถังลมมีไม่เพียงพอผลการทดสอบการเพิ่มจำนวนเสียมนิวแมติกส์เป็น 3 เสียม เปรียบเทียบกับเสียมด้ามเหล็ก 3 เสียมเสียมนิวแมติกส์ใช้เวลาในการเก็บเกี่ยวต่อทะลายน้อยกว่าคือ เสียมนิวแมติกส์ใช้เวลาเก็บเกี่ยวต่อทะลาย 8.17±0.21 วินาที/ทะลาย ในขณะที่เสียมด้ามเหล็กใช้เวลาในการเก็บเกี่ยวต่อทะลายเป็น 12.04±0.34 วินาที/ทะลาย ซึ่งเสียม

Table 2. Time for comparison of conventional and pneumatic harvesting tool for harvesting (sec/bunch) and product (kg/min)

Treatment	Harvesting (sec/bunch)	Product (kg/min)
Normal	12.04±0.34	10.82±0.27
Pneumatic	8.17±0.21	12.28±0.25
t-test	2.64 [*]	-0.64 ^{NS}

± = standard deviation
NS = non significant
* = significant

นิวแมติกส์ทำงานได้เร็วกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังสามารถเก็บเกี่ยวได้ 12.28±0.25 วินาที/ทะลาย ในขณะที่เสียมด้ามเหล็กสามารถเก็บเกี่ยวได้ 10.82±0.27 วินาที/ทะลาย (Table 2)

สรุปผลการทดลอง

เครื่องมือเก็บเกี่ยวพาล์มน้ำมันระบบนิวแมติกส์ ออกแบบให้ใช้สำหรับเก็บเกี่ยวพาล์มน้ำมันแทนการเก็บเกี่ยวพาล์มน้ำมันแบบเสียมด้ามเหล็กแบบเดิม การเก็บเกี่ยวอาศัยหลักการทำงานของระบบแรงดันอากาศ เป็นตัวส่งแรงดันในการขับเคลื่อนลมไปยังปลายเสียม โดยมีต้นกำลังคือเครื่องยนต์เบนซินขนาดเล็ก โดยที่เครื่องยนต์จะส่งกำลังไปยังเครื่องอัดอากาศ ซึ่งเป็นตัวสร้างแรงดันอากาศผ่านวาล์วควบคุมทิศทาง วาล์วปรับอัตราการไหล วาล์วควบคุมความดัน วาล์วผสมน้ำมันหล่อลื่น และท่อลมไปยังกระบอกสูบ เพื่อส่งกำลังไปยังปลายเสียม ส่งแรงกระทำไปยังทะลายพาล์มน้ำมัน แทนการใช้แรงงานคนส่งแรงกระทำ การทดสอบทำการ

ทดสอบในต้นปาล์มน้ำมันอายุ 30 เดือนที่
อ. เขาสมิง จ. ตราด พบว่าเครื่องมือเก็บเกี่ยว
ปาล์มน้ำมันแบบนิวแมติกส์สามารถทำงานพร้อม
กันได้ทั้ง 3 เสียม โดยมีความสามารถในการเก็บ
เกี่ยวเป็น 8.17 ± 0.21 วินาที/ทะลาย หรือผลผลิต
ที่เก็บได้เป็น 12.28 ± 0.25 กก./นาที่

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ นายพงษ์กิติ
ธวัชชานนท์ บริษัทตะวันออกปาล์ม ที่ให้ความ
ช่วยเหลือในการทดสอบตลอดจนให้คำแนะนำที่
เป็นประโยชน์ในการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณ
นายวินัย ช่างทองคลองสี่ บริษัทจักรวาลคาร์
เซนเตอร์ ที่ให้การสนับสนุนการวิจัย โดยให้คำ
ปรึกษาในการสร้างต้นแบบ พร้อมทั้งอำนวยความสะดวกในการสร้างต้นแบบเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

ชาย ไชรวิส สุรกิตติ ศรีกุล. 2547. *ประวัติและ
ความสำคัญ*. เอกสารวิชาการปาล์ม
น้ำมัน กรมวิชาการเกษตร กระทรวง
เกษตรและสหกรณ์. 188 หน้า.
จิฑารีย์ ถมยา. 2548. *นิวแมติกส์และนิวแมติกส์
ไฟฟ้าเบื้องต้น*. สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 351 หน้า.
วิชา หมั่นทำการ. 2546. *การวิจัยและพัฒนา*

เครื่องมือเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมัน. รายงาน
ผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ สถาบันวิจัยและ
พัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต-
กำแพงแสน. 85 หน้า.

สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. 2544. *สรীরวิทยาการ
พัฒนาการของพืช*. โรงพิมพ์คลังนา
วิทยา ขอนแก่น. 665 หน้า.

สุรกิตติ ศรีกุล. 2547. *วิทยาการก่อนและหลัง
การเก็บเกี่ยว การเก็บเกี่ยว มาตรฐาน
และคุณภาพปาล์มน้ำมัน*. เอกสารวิชา
การปาล์มน้ำมัน กรมวิชาการเกษตร
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 188 หน้า.

สุรเวทย์ กฤษณะเศรษฐี สุภาจิต เสงี่ยมพงศ์
พินัย ทองสวัสดิ์วงศ์ และไพรัช หุต
ราชภักดี. 2536. *การออกแบบและ
พัฒนาเครื่องมือเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมัน*.
รายงานผลการค้นคว้าวิจัย 2536 กอง
เกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร.
(อัดสำเนา)

Hartley, C.W.S. 1988. *The Oil Palm*.
3rd edition, Longman, Singapore
Publishers Ltd., Singapore. 761 p.

Table 8. Microbiological of products from mangosteen puree at various storages

Item	Week(s) after storage				
	0	1	2	3	4
Total plate count at 35 °C (CFU/g)	<10	<10	<10	<10	-
Total yeasts and moulds (CFU/g)	< 10	< 10	< 10	< 10	-
<i>E. coli</i> (MPN/g)	< 3.0	< 3.0	< 3.0	< 3.0	-
<i>Clostridium perfringens</i> in 0.1 g	ND	ND	ND	ND	-
<i>Staphylococcus aureus</i> (MPN/g)	< 3.0	< 3.0	< 3.0	< 3.0	-
<i>Salmonella</i> in 25 g	ND	ND	ND	ND	-

ND = not detected

- = not tested because the products were destroyed

Table 9. Microbiological of products from mangosteen juice at various storages

Item	Week(s) after storage				
	0	1	2	3	4
Total plate count at 35 °C (CFU/g)	<10	<10	<10	<10	-
Total yeasts and moulds (CFU/g)	< 10	< 10	< 10	15	-
<i>E. coli</i> (MPN/g)	< 3.0	< 3.0	< 3.0	< 3.0	-
<i>Clostridium perfringens</i> in 0.1 g	ND	ND	ND	ND	-
<i>Staphylococcus aureus</i> (MPN/g)	< 3.0	< 3.0	< 3.0	< 3.0	-
<i>Salmonella</i> in 25 g	ND	ND	ND	ND	-

ND = not detected

- = not tested because the products were destroyed

Table 10. Physical properties of products at 0 1 2 3 and 4 weeks of storage times

Physical properties	Week(s) after storage				
	0	1	2	3	4
Visual defects	ND	ND	ND	ND	ND
Appearance	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
Colour	Normal	Normal	Normal	Abnormal	Abnormal
Odour	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal

ND = not detected

Table 11. Quality of products from puree and juice 0 1 2 weeks of at various storage times

Time (week(s))	L*	a*	b*	pH	Brix	Viscosity (cP)
Puree						
0	35.50±0.41	4.26±0.39	-4.12±0.12	3.27±0.10	18.0±0.71	1142±88.64
1	-	-	-	-	-	-
2	36.70±0.24	4.06±0.12	-3.90±0.45	3.30±0.11	18.4±0.28	1166±36.00
Juice						
0	35.04±0.51	4.25±0.17	3.79±0.14	3.36±0.07	19.8±0.20	574±24.84
1	30.67±0.73	3.63±0.15	-4.48±0.35	3.28±0.06	18.2±0.17	266±50.17
2	30.42±0.63	3.33±0.21	-4.71±0.24	3.25±0.07	18.0±0.14	214±12.38

± = standard deviation

* = colour value: L* = lightness (100 = light, 0 = dark)

a* = + red, - green

b* = + yellow, - blue

จากส่วนเนื้อ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น หลังจากเก็บไว้นาน 2 สัปดาห์ (Table 11) ส่วนค่าความสว่างค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ และความหนืดของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มมังคุดพร้อมดื่มที่ผลิตจากส่วนน้ำ มีแนวโน้มลดลงหลังจากเก็บไว้นาน 2 สัปดาห์ (Table 11) ซึ่งน้ำผลไม้ หรือผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ใช้น้ำผลไม้แท้ในการผลิต หลังจากเก็บไว้นานมีสีคล้ำขึ้น แสดงว่ามีความสว่างลดลงและมีความหนืดลดลงด้วย ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไป

สรุปผลการทดลอง

1. คุณภาพของมังคุดที่ใช้ในการทดลอง มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด 0.0024 มก./ก. ของเนื้อมังคุด ส่วนเนื้อมีความหนืดสูงส่วนน้ำมี

ความหนืดน้อย แต่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกัน

2. สูตรเครื่องดื่มมังคุดพร้อมดื่มแบบเนื้อที่แนะนำประกอบด้วยเนื้อมังคุด น้ำตาล กรดซิตริก ผงวุ้นและน้ำ 500 100 1.30 3.0 และ 500 ก. ตามลำดับ ส่วนสูตรเครื่องดื่มมังคุดพร้อมดื่มแบบน้ำที่แนะนำประกอบด้วย น้ำมังคุด น้ำตาล กรดซิตริก ผงวุ้นและน้ำ 500 100 1 3.0 และ 500 ก. ตามลำดับ

3. ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มมังคุดพร้อมดื่มแบบน้ำที่ผลิตได้ มีคุณค่าทางโภชนาการพวก แคลเซียม เหล็ก วิตามินบี 1 และใยอาหาร 5.96 0.07 0.03 มก./100 ก. และ 0.5 ก./100 ก. ตามลำดับ

4. คุณภาพของเครื่องดื่มมังคุดพร้อม

ตีพิมพ์ทั้งสองแบบที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ 4° - 10°ซ ไม่เกิน 3 สัปดาห์ มีคุณภาพผลิตภัณฑ์ยังคงเดิม และไม่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ จึงควรบริโภคในช่วงนั้น

เอกสารอ้างอิง

- นิรนาม. 2535. ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย. กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 97 หน้า.
- ปราณี อ่านเป็รื่อง. 2547. หลักการวิเคราะห์อาหารด้วยประสาทสัมผัส. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ. 323 หน้า.
- ปรียา วิบูลย์เศรษฐ์. 2539. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 504 หน้า.
- พัชรี ลิ้มพิษเสีयर. 2551. แปรรูปมังคุด เพื่อพัฒนาสู่อุตสาหกรรม. *จดหมายข่าวผลไม้* 11(11): 10-13.
- รัชฎา ตั้งวงศ์ไชย และชัชวาลย์ อรรถพลไพศาล. 2553. ผลของการใช้ความดันสูงและอุณหภูมิต่อกิจกรรมของเอนไซม์ PME ในน้ำผลไม้แบบขุ่น. *อาหาร* 40(2): 42-46.
- ศิวาพร ศิวเวชช. 2535. วัตถุประสงค์อาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม. 328 หน้า.
- สิรินาด ดันทเกษม. 2548. สมบัติทางกายภาพและทางประสามสัมผัสของวุ้นชาเขียว. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย* 25(3): 126-137.

- เสริมสุข สลักเพ็ชร. 2551. การผลิตพืชมังคุดพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากพืชมังคุด และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค. ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี กรมวิชาการ เกษตร. 64 หน้า.
- หฤทัย แก่นลา. 2551. การผลิตมังคุดคุณภาพจระยอง. *จดหมายข่าวผลไม้* 11: 2-4.
- Anon. 1990. *Official Methods of Analysis* 15th edition, The Association of Official Analytical Chemists (AOAC), Washington DC. 1074 p.
- Anon. 1992. *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*. 3rd edition, Washington DC. 1100 p.
- Anon. 2001. *Bacteriological Analytical Manual (Chapter 3, Chapter 4, Chapter 12 and Chapter 16)*. <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/default.htm>, 18 /2/ 2010.
- Anon. 2002. *Microbiology of Food and Animal Feeding Stuffs-Horizontal Method for the Detection of Salmonella spp.* 4th edition, Washington DC. 27 p.
- Oszmianski, J., Wolniak M., Wojdylo, A. and, I Wawer. 2007. Comparative study of polyphenolic content and antiradical activity of cloudy and clear apple juices. *J. Sci. of Food and Agric.* 87(4):573-579.