TETA-01

ต้นแบบเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์เนื้อยาง

* ปรีดาวรรณ ไชยศรีชลธาร[1], อนุชิต ฉ่ำสิงห์[1], สุภัทร หนูสวัสดิ์[1] และ ชูศักดิ์ ชวประดิษฐ์[1],
[1]กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร
ถนนพหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

ผู้เขียนติดต่อ: ปรีดาวรรณ ไชยศรีชลธาร E-mail: jasmine.1100@hotmail.com

บทคัดย่อ

การซื้อขายน้ำยางสดคิดราคาจากปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยาง โดยเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งจะมีค่าผกผันเชิงเส้นตรงกับค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำยาง การใช้หลักการวัดความถ่วงจำเพาะได้แก่อัตราส่วนของน้ำหนักน้ำยางกับน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากันเพื่อออกแบบ สร้าง ทดสอบต้นแบบเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์เนื้อยาง โดยใช้หลอดแก้วจำกัดปริมาณ ขนาด 16 x 100 มิลลิเมตร เพื่อกำหนดปริมาตรคงที่ มีฝาปิดทำจากเรซิ่นที่มีรูเปิดเพื่อให้น้ำยางส่วนเกินล้นออกได้ ทำให้ปริมาณน้ำยางภายในหลอดแก้วคงที่ความแปรปรวนของหลอดจำกัดปริมาณเท่ากับ 0.005 กรัม น้ำหนักตัวอย่างวัดด้วยโหลดเซลแบบ single point ขนาด 1 กิโลกรัม ขยายสัญญาณเอาต์พุตจากโหลดเซลด้วย Instrumentation Amplifier เบอร์ INA114 เพื่อให้ค่าแรงดันผิดเพี้ยนน้อยที่สุด แล้วแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลความละเอียดสูง ด้วย MCP3551 ต่อแบบ Delta-sigma เพื่อรับสัญญาณความแตกต่างระหว่าง 2 อินพุต สัญญาณอินพุตจะถูก Oversample โดยตัว Modulator และถูกกรองด้วย Digital Filter เพื่อให้ได้ค่าที่มีความถูกต้อง มีความละเอียดสูงที่อัตราการการสุ่มต่ำ ได้สัญญาณที่เรียบ เหมาะกับงานที่เกี่ยวข้องกับการวัด ประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และแสดงผลด้วยจอ LCD การวัดน้ำยางด้วยหลักการวัดความถ่วงจำเพาะเมื่อทำการทดลองกับยางช่วง 37–43 เปอร์เซ็นต์ปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยาง พบว่ามีความสัมพันธ์ผกผันเชิงเส้นตรงมีค่า R^2 = 0.93

คำสำคัญ: เนื้อยางแห้ง; น้ำยางสด; ความถ่วงจำเพาะ; เครื่องวัด

บทนำ

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีศักยภาพการส่งออกสูง ประเทศไทยส่งออกผลผลิตยางพาราในรูปต่างๆ เช่น น้ำยางธรรมชาติ น้ำยางข้น ยางแผ่นดิบ ยางแผ่นรมควัน ยางแท่ง ยางคอมปาวด์ ยางเครพ และยางบาลาตา ในปี พ.ศ. 2555 มีมูลค่าการส่งออกรวม 336,287 ล้านบาท น้ำยางธรรมชาติมีมูลค่าการส่งออก 1,372 ล้านบาท และมีราคาเฉลี่ย 96 บาท/กิโลกรัม [1] มูลค่าและราคาที่สูงนี้ส่งผลให้การซื้อขายน้ำยางสดจำเป็นต้องมีความยุติธรรมและสามารถตรวจวัดได้อย่างรวดเร็ว

ปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางสด (DRC) เป็นดัชนีชี้วัดในการซื้อขายน้ำยางสดจากต้นยางพารา ปริมาณเนื้อยางในน้ำยางธรรมชาติอาจมีความแปรปรวนตั้งแต่ 25 – 45 เปอร์เซ็นต์ วิธีตรวจวัดเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง โดยทั่วไปได้แก่ วิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ โดยผู้รับซื้อจะนำน้ำยางสดจากเกษตรกรไปตรวจสอบและจ่ายเงินให้เกษตรกรในวันถัดไป ใช้เวลานานในการตรวจสอบ และต้องอาศัยความเชื่อใจเป็นหลัก

วิธีตรวจวัดเปอร์เซ็นต์เนื้อยางด้วยเมโทรแลคซึ่งต้องผสมน้ำก่อนการวัดและอ่านผลด้วยสายตามนุษย์ ทำให้ค่าที่ได้คลาดเคลื่อน อีกทั้งเป็นการทำงานที่ไม่ต่อเนื่อง เมื่อใช้เมโทรแลคแล้วต้องทำการล้างเมโทรแลคก่อนทำการวัดในตัวอย่างต่อไป วิธีตรวจวัดเปอร์เซ็นต์เนื้อยางโดยการระเหยน้ำด้วยไมโครเวฟ เป็นวิธีทดสอบต่อหน้าผู้ซื้อและผู้ขายที่ได้ผลรวดเร็วแต่เป็นวิธีที่ได้ผลคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูง เนื่องจากความไม่สม่ำเสมอในการให้พลังงานของไมโครเวฟ ไม่สามารถระเหยน้ำจากน้ำยางสดได้หมด เกิดการเปลี่ยน

สภาพของน้ำยางสด และผลการวัดคลาดเคลื่อนจากการสูญเสียเนื้อยางตัวอย่างเนื่องจากการกระเด็นออกนอกภาชนะเพราะการเดือดในไมโครเวฟ

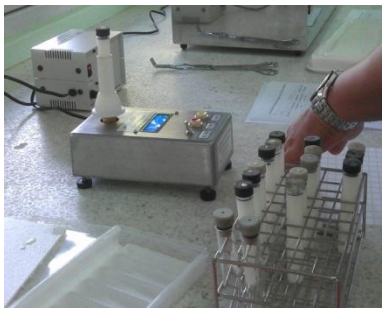
ปรีดาวรรณ และคณะ [2] รายงานการใช้หลักการวัดความถ่วงจำเพาะในการหาเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง พบว่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งจะมีค่าผกผันเชิงเส้นตรงกับค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำยาง โดยความถ่วงจำเพาะของน้ำยางมีค่าเท่ากับอัตราส่วนของน้ำหนักน้ำยางเทียบกับน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากัน การหาเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งด้วยวิธีความถ่วงจำเพาะเป็นการทดสอบแบบไม่ทำลาย (Non-Destructive) และใช้เวลาทดสอบไม่เกินตัวอย่างละ 10 นาที งานวิจัยชิ้นนี้เป็นการต่อยอดหลักการข้างต้นเพื่อสร้างต้นแบบเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์เนื้อยาง

อุปกรณ์และวิธีการ

น้ำยางสด จำนวน 50 ตัวอย่าง จากพื้นที่ผลิตในจังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งเก็บเกี่ยวมาแล้วไม่เกิน 5 ชั่วโมง เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง

<u>การหาค่าความถ่วงจำเพาะด้วยเครื่องวัดต้นแบบ</u>

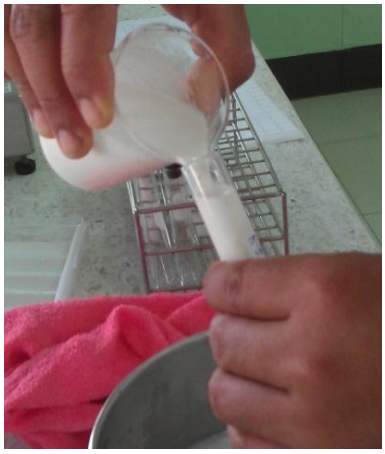
ต้นแบบเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์เนื้อยางด้วยค่าความถ่วงจำเพาะ(รูปที่ 1) โดยอาศัยหลักการของความถ่วงจำเพาะเท่ากับอัตราส่วนน้ำหนักของน้ำยางกับน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากัน ดังนั้นในการกำหนดปริมาตรคงที่ ได้มีการศึกษา ออกแบบ สร้าง ทดสอบ และพัฒนาการใช้หลอดแก้วจำกัดปริมาณ ขนาด 16 x 100 มิลลิเมตร มีฝาปิดที่มีรูเปิดเพื่อให้น้ำยางส่วนเกินล้นออกได้และมีขนาดคงที่เพื่อจำกัดปริมาณน้ำยางภายในหลอดแก้ว โดยฝาปิดทำจากเรซิ่น ส่วนชั่งน้ำหนักได้มีการศึกษา ออกแบบ สร้าง ทดสอบ และพัฒนาด้วยใช้โหลดเซลแบบ single point ขนาด 1 กิโลกรัม ขยายสัญญาณเอาต์พุตจากโหลดเซลด้วย Instrumentation Amplifier เบอร์ INA114 เพื่อให้ค่าแรงดันผิดเพี้ยนน้อยที่สุด แล้วแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลความละเอียดสูงด้วย MCP3551 ต่อแบบ Delta-sigma [3] เพื่อรับสัญญาณความแตกต่างระหว่าง 2 อินพุต สัญญาณอินพุตจะถูก Oversample โดยตัว Modulator และถูกกรองด้วย Digital Filter เพื่อให้ได้ค่าที่มีความถูกต้อง มีความละเอียดสูงที่อัตราการการสุ่มต่ำ ได้สัญญาณที่เรียบเหมาะกับงานที่เกี่ยวข้องกับการวัด ประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และแสดงผลด้วยจอ LCD



รูปที่ 1 ต้นแบบเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์เนื้อยาง

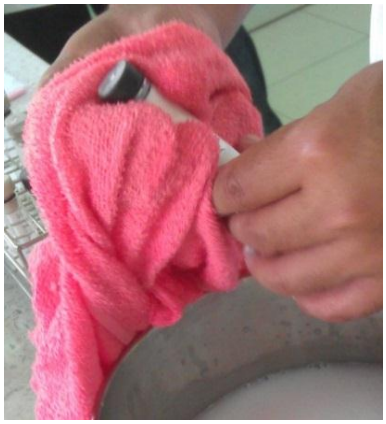
ทดสอบปริมาตรคงที่โดยการบรรจุน้ำลงในหลอดแก้วให้เต็ม ปิดฝา เช็ดทำความสะอาดภายนอก และทำการตรวจวัดน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล ทำซ้ำจำนวน 50 ตัวอย่าง

การหาค่าความถ่วงจำเพาะด้วยต้นแบบเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์เนื้อยางพัฒนามาจากวิธีวัดความถ่วงจำเพาะของ Mohsenin [4] ทำการวัดน้ำหนักหลอดแก้วเปล่าและฝาปิดด้วยต้นแบบเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์เนื้อยาง บันทึกผล แล้วเทน้ำยางใส่ในหลองแก้วให้เต็มแล้วปิดฝา ทำความสะอาดภายนอก (รูปที่ 2 - 4) แล้วทำการวัดน้ำหนักด้วยต้นแบบเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์เนื้อยาง บันทึกผล นำค่าที่ได้มาคำนวณความถ่วงจำเพาะของน้ำยางตัวอย่าง แล้วนำไปวัดเปอร์เซ็นต์เนื้อยางด้วยวิธีมาตราฐานต่อไป



รูปที่ 2 เทน้ำยาง

รูปที่ 3 ปิดฝา

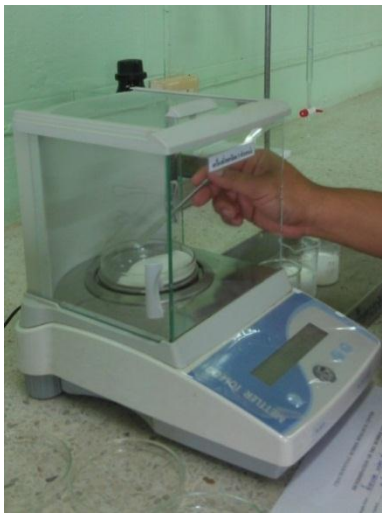


รูปที่ 4 เช็ดทำความสะอาด

<u>การหาเปอร์เซ็นต์เนื้อยางด้วยวิธีมาตรฐาน</u>

สุ่มตักตัวอย่างน้ำยาง แล้วนำมาชั่งจำนวน 10 กรัม เติมน้ำกลั่นจำนวน 6 มิลลิลิตร ลงไปผสมให้เข้ากันแล้วเติมกรดอะซิติค 2 เปอร์เซ็นต์ลงไป จำนวน 4 มิลลิลิตร โดยมีเทคนิคคือ การเติมกรดที่ละหยดด้วย Burette และแกว่งน้ำยางตลอดเพื่อทำให้เนื้อยางจับกรดเข้ากัน (รูปที่ 5 - 6) ทิ้งไว้ให้น้ำยางจับตัวประมาณ 30 นาที เกิดก้อนยางคล้ายเต้าหู้และมีน้ำใสแสดงว่าเนื้อยางจับตัวดีแล้ว นำไปรีดเป็นแผ่นบาง ๆ (หนาไม่เกิน 2 มิล) (โดยรีดเรียบ 2-3 รอบ รีดดอก 1 รอบ) โดยใช้น้ำไหลผ่านลูกกลิ้งและแผ่นยางเสมอ นำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชม. จากนั้นนำออกไปเข้าโหลดูดความชื้นประมาณ 1 ชม. นำไปชั่งน้ำหนักยางทันที (รูปที่ 7) จดบันทึกน้ำหนักยางที่ชั่งได้ แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งจากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์เนื้อยาง} = \frac{\text{น้ำหนักแผ่นยางแห้ง}}{\text{น้ำหนักน้ำยางสด}} \times 100$$



รูปที่ 5 การชั่งน้ำยางตัวอย่างในการหาเปอร์เซ็นต์เนื้อยางด้วยวิธีมาตรฐาน

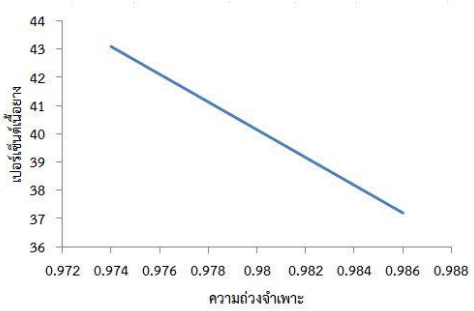
รูปที่ 6 การเติมกรด

รูปที่ 7 ชั่งน้ำหนักยางหลังอบ

ผล

ผลการทดสอบปริมาตรคงที่โดยการบรรจุน้ำ พบว่าหลอดแก้วและฝาปิดเรซิ่นที่ออกแบบสามารถจุน้ำได้ 12.689 กรัม มีความแปรปรวนที่0.005 กรัม

ผลการทดสอบการวัดน้ำยางด้วยหลักการวัดความถ่วงจำเพาะเมื่อทำการทดลองกับยางช่วง 37 – 43 เปอร์เซ็นต์ปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางเพื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เนื้อยางและความถ่วงจำเพาะของน้ำยาง พบว่าความถ่วงจำเพาะของน้ำยางมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงผกผันกับเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง และมีค่า R^2 เท่ากับ 0.93 (รูปที่ 8) ใช้เวลาในการวัดตัวอย่างละ 5 นาที



รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์เนื้อยางและความถ่วงจำเพาะของน้ำยาง

วิจารณ์ผล

ต้นแบบเครื่องเปอร์เซ็นต์เนื้อยางด้วยคุณสมบัติความถ่วงจำเพาะซึ่งมีความสัมพันธ์เปอร์เซ็นต์เนื้อยางที่หาได้จากวิธีมาตรฐาน เมื่อทำการโปรแกรมสมการความสัมพันธ์ดังกล่าวจะได้เครื่องวัดเปอร์เซ็นต์เนื้อยาง ซึ่งใช้เวลาการวัดไม่เกินตัวอย่างละ 5 นาที โดยในการทดสอบครั้งนี้มีความผิดพลาดในการวัดไม่เกิน ±2 เปอร์เซ็นต์ และมีความสามารถในการผลิตซ้ำของต้นแบบ

สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมอยู่ในระหว่างดำเนินการพัฒนาต้นแบบเครื่องเปอร์เซ็นต์เนื้อยางด้วยคุณสมบัติความถ่วงจำเพาะ ในส่วนของวงจรไฟฟ้า ซอฟแวร์ อุปกรณ์วัดปริมาตรคงที่ และส่วนประกอบอื่นๆ เพื่อให้ได้ผลการวัดที่มีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น

สรุป

ต้นแบบเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์เนื้อยางด้วยคุณสมบัติความถ่วงจำเพาะ ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์เนื้อยางและความถ่วงจำเพาะของน้ำยางที่วัดด้วยต้นแบบเครื่องดังกล่าว มีความสัมพันธ์กันสูงในทางสถิติ มีความเป็นไปได้ในการพัฒนาเครื่องวัดปริมาณเนื้อยางด้วยความถ่วงจำเพาะให้ได้ค่าการวัดที่ถูกต้อง แม่นยำ ใช้เวลาในการวัดน้อยและมีราคาย่อมเยาว์ ทำให้การซื้อขายน้ำยางมีความเป็นธรรม และเกษตรกรได้รับเงินเร็ว

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยยางฉะเชิงเทรา สำหรับการอำนวยความสะดวกการทดสอบวัดเปอร์เซ็นต์เนื้อยางด้วยวิธีมาตรฐาน

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ประเทศไทย (2553) ข้อมูลการผลิตยางพารา, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา http://www.oae.go.th/oae_report-/export_import/export_result.php, เข้าดูเมื่อวันที่ 1/3/2556.

[2] ปรีดาวรรณ ไชยศรีชลธาร, ชูศักดิ์ ชวประดิษฐ์, สุภัทร หนูสวัสดิ์ และสันติ โพธิทอง (2554). การศึกษาหาปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางพาราด้วยวิธี Platform Scale Method, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, ฉบับที่ 3 (พิเศษ) กันยายน – ธันวาคม 2554, หน้า 753 – 756.

[3] Microchip Technology, Inc. (2005) MCP3550-/1/3 Data Sheet, “Low-Power, Single-Channel 22 Bit Delta-Sigma ADCs” DS21950, 2005,

[4] Mohsenin, N. N. (1970). Volume and Density. In Physical properties of plant and animal materials. Gordon and Breach Science. New York, USA