รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาการตรวจสอบปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังสด

Research and Development on Determination of Starch Content in Cassava Tuber

หัวหน้าโครงการวิจัย

นายอนุชิต ฉ่ำสิงห์

Mr. Anuchit Chamsing

ปี พ.ศ. 2556

รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาการตรวจสอบปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังสด

Research and Development on Determination of Starch Content in Cassava Tuber

หัวหน้าโครงการวิจัย

นายอนุชิต ฉ่ำสิงห์

Mr. Anuchit Chamsing

ปี พ.ศ. 2556

คำปรารภ

ในการซื้อขายหัวมันสำปะหลังสดที่ลานมันเพื่อการแปรรูปเป็นมันเส้นและผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลังของโรงงานผลิตแป้งมันต้องมีการวิเคราะห์ปริมาณแป้งที่มีในหัวมัน เนื่องจากมีความจำเป็นต่ออุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง ไม่ว่าจะเป็นเป็นกระบวนการสกัดแป้งมันสำปะหลังดิบ (Native Starch) หรือแป้งมันสำปะหลังแปรรูป (Modify Starch) นับเป็นต้นทางของการผลิตผลิตภัณฑ์แปรรูปจากแป้งมันสำปะหลัง การหาค่าเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสดด้วยเครื่องมือที่มีความถูกต้องแม่นยำเทียบเท่าวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการหรือวิธีชั่งด้วยเครื่องชั่งแบบ Reimann scale เป็นที่ต้องการ โดยต้องทำการวัดได้ง่ายสะดวก รู้ผลทันที เพื่อให้สามารถนำมาใช้ในการซื้อขายหัวมันสำปะหลังสด ทำให้ผู้ซื้อและผู้ขายสามารถหาค่าเปอร์เซ็นต์แป้งและคิดราคาซื้อขายได้ทันทีเพื่อเพิ่มความมั่นใจในการซื้อขายหัวมันสำปะหลังสดและเพิ่มคุณภาพผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์แปรรูปจากแป้งมันสำปะหลัง อีกทั้งกรมการค้าภายในมีความประสงค์ให้มีเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังมีความเที่ยงตรงเพื่อดูแลเกษตรกรให้ในการซื้อขาย ตามเกณฑ์มาตรฐาน ไม่ถูกเอารัดเอาเปรียบและขายผลผลิตได้ราคา งานวิจัยด้านนี้จำเป็นต้องได้รับการศึกษาอย่างไรก็ตาม แม้ผลการศึกษายังไม่เสร็จสมบูรณ์ เนื่องจากเป็นเรื่องเกี่ยวกับเครื่องมือวัด และมีผลกระทบในวงกว้าง จำเป็นต้องมีการทดสอบและพัฒนาต่อให้มีความเชื่อมั่นมากขึ้น ซึ่งคณะผู้วิจัยจะพยายามพัฒนาต่อไป

อนุชิต ฉ่ำสิงห์
วิศวกรการเกษตรชำนาญการพิเศษ
สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

สารบัญ

สารบัญ	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ข
ผู้วิจัย	ค
บทนำ	1
บทคัดย่อ	2
ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย	
สรุปและข้อเสนอแนะ	x
บรรณานุกรม	**x**
ภาคผนวก	x

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณนิทัศน์ ตั้งพินิจกุล วิศวกรการเกษตรชานาญการพิเศษ และคุณยงยุทธ คงซ่าน นายช่างเครื่องกลอวุโส ที่ให้คำปรึกษาแนะนำที่เป็นประโยชน์ ขอขอบคุณ คุณกอบชัย ไกรเทพ นายช่างเครื่องกล 2 ที่เป็นแกนหลักในการสร้างชุดทดสอบ การสร้าง และปรับปรุงแก้ไขเครื่องต้นแบบ ตลอดจนขอขอบคุณนายช่างและเจ้าหน้าที่กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมท่านอื่นๆ ที่ให้การสนับสนุนเป็นอย่างดี

ผู้วิจัย

อนุชิต ฉ่ำสิงห์	กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
ชูศักดิ์ ชวประดิษฐ์	กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
ปรีดาวรรณ ไชยศรีชลธาร	กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
ปรีชา อานันท์รัตนกุล	กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
กลวัชร ทิมินกุล	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
พักตร์วิภา สุทธิวารี	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
สนอง อมฤกษ์	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

คำสำคัญ (Keywords):

เครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง มันสำปะหลัง cassava starch, tapioca starch, cassava tuber, fresh root

บทนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ ในปี 2551 มีปริมาณผลผลิตหัวมันสด 25 ล้านตัน มันสำปะหลังถูกแปรรูปส่งขายในรูปมันเส้นมูลค่า 6.5 พันล้านบาท และมันอัดเม็ดมูลค่า 8 พันล้านบาท ไปยังสหภาพยุโรปและจีน เพื่อใช้ทำอาหารสัตว์ นอกจากนี้ได้ส่งออกในรูปของแป้งมันสำปะหลังเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมต่อเนื่องต่าง ๆ มากมาย ทั้งที่เป็นอาหารและไม่ใช่อาหาร เช่น สารให้ความหวาน ผงชูรส อุตสาหกรรมสิ่งทอ กาว กระดาษ แอลกอฮอล์ อะซีโตน ยาฯลฯ ปัจจุบันไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกแป้งมันสำปะหลังรายใหญ่ที่สุดของโลกมูลค่าการส่งออก 29 พันล้านบาท ตลาดหลักที่สำคัญได้แก่ ญี่ปุ่น ไต้หวัน จีน อินโดนีเซีย สหรัฐอเมริกา เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังอื่นๆ เช่น สาคูและกากแป้งมูลค่า 1.9 พันล้านบาท

คุณภาพที่สำคัญของหัวมันสำปะหลังสดคือเปอร์เซ็นต์แป้งหรือเรียกอีกชื่อว่าเปอร์เซ็นต์เชื้อแป้งในหัวมันสด เนื่องจากองค์ประกอบส่วนใหญ่ในหัวมันสำปะหลังคือน้ำและแป้งเป็นส่วนประกอบโดยมีแป้งถึง 70-80 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณเปอร์เซ็นต์แป้ง ได้แก่ พันธุ์ ฤดูการเก็บเกี่ยว อายุ การตัดต้นก่อนเก็บเกี่ยว ระยะเวลาหลังการเก็บเกี่ยว เป็นต้น พันธุ์มันสำปะหลังแต่ละพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวไม่เท่ากัน เช่น พันธุ์ระยอง 90 มีเปอร์เซ็นต์สูงที่สุด รองลงมาคือพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ระยอง 5 ระยอง 72 และระยอง 60 ตามลำดับ การเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน – มีนาคม) ความชื้นในดินเริ่มน้อยลงต้นมันสำปะหลังหยุดการเจริญเติบโต ทิ้งใบ น้ำในหัวมีน้อยเปอร์เซ็นต์แป้งจึงสูง ส่วนการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในช่วงฤดูฝน (เมษายน -ตุลาคม) เดือนเมษายนอากาศร้อนจัดและเริ่มมีฝน มันสำปะหลังใช้พลังงานมากเพื่อการหายใจ และสร้างใบใหม่แป้งที่สะสมไว้ในหัวจึงถูกนำไปใช้ทำให้เปอร์เซ็นต์แป้งลดลง อายุของมันสำปะหลังเมื่อเก็บเกี่ยวในเดือนเดียวกันอายุ 8-12 เดือนจะมีเปอร์เซ็นต์แป้งไม่แตกต่างกันมากนัก แต่ถ้าต้นมันสำปะหลังมีอายุมากขึ้น 16-18 เดือน หัวจะมีขนาดใหญ่ บริเวณตรงกลางของหัวจะฝ่อหรือมีน้ำมากเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวจึงต่ำ การตัดต้นมันสำปะหลังโดยยังไม่เก็บเกี่ยว มันสำปะหลังจะมีการแตกยอดและใบใหม่จึงดึงแป้งที่สะสมในหัวมันไปใช้ทำให้เปอร์เซ็นต์แป้งลดลงอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะในระยะ 2 เดือนแรกหลังการตัดต้นไป ต่อเมื่อเข้าเดือนที่ 3 มีใบมากพอแล้วจะสังเคราะห์แสงและสร้างแป้งไปสะสมที่หัวได้อีกครั้งหนึ่ง ปัจจัยที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์แป้งลำดับสุดท้ายคือระยะเวลาหลังเก็บเกี่ยว หลังจากขุดหัวมันสำปะหลังแล้วควรรีบนำส่งโรงงานทันทีเพราะในระยะ 2 วันแรกหัวมันยังไม่เน่าเสียและเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวยังไม่ลดลงแต่ถ้าปล่อยทิ้งไว้เกิน 4 วัน หัวมันสำปะหลังจะเน่าเสียมากและเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวจะลดลง

ในการซื้อขายหัวมันสำปะหลังสดที่ลานมันเพื่อการแปรรูปเป็นมันเส้นและผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลังของโรงงานผลิตแป้งมันต้องมีการวิเคราะห์ปริมาณแป้งที่มีในหัวมัน เนื่องจากมีความจำเป็นต่ออุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง ไม่ว่าจะเป็นเป็นกระบวนการสกัดแป้งมันสำปะหลังดิบ (Native Starch) หรือแป้งมันสำปะหลังแปรรูป (Modify Starch) นับเป็นต้นทางของการผลิตผลิตภัณฑ์แปร

รูปจากแป้งมันสำปะหลัง การหาค่าเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสดด้วยเครื่องมือที่มีความถูกต้องแม่นยำเทียบเท่าวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการหรือวิธีชั่งด้วยเครื่องชั่งแบบ Reimann scale เป็นที่ต้องการ โดยต้องทำการวัดได้ง่ายสะดวก รู้ผลทันที เพื่อให้สามารถนำมาใช้ในการซื้อขายหัวมันสำปะหลังสด ทำให้ผู้ซื้อและผู้ขายสามารถหาค่าเปอร์เซ็นต์แป้งและคิดราคาซื้อขายได้ทันทีเพื่อเพิ่มความมั่นใจในการซื้อขายหัวมันสำปะหลังสดและเพิ่มคุณภาพผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์แปรรูปจากแป้งมันสำปะหลัง อีกทั้งกรมการค้าภายในมีความประสงค์ให้มีเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังมีความเที่ยงตรงเพื่อดูแลเกษตรกรให้ในการซื้อขาย ตามเกณฑ์มาตรฐาน ไม่ถูกเอารัดเอาเปรียบและขายผลผลิตได้ราคา

บทคัดย่อ

เพื่อให้การวัดเปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลังในการซื้อขายหัวมันสำปะหลังสด เป็นไปด้วยความรวดเร็ว แม่นยำ และยุติธรรม และใช้ปริมาณตัวอย่างน้อย ตลอดจนเพื่อได้เครื่องมือวัดในอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง โดยการวัดค่าความถ่วงจำเพาะจากหัวมันสำปะหลังสด การวิจัยและพัฒนาดำเนินการโดยศึกษาความสัมพันธ์ของค่าความถ่วงจำเพาะของหัวมันสำปะหลังสด กับปริมาณแป้งมันสำปะหลังในหัวมันสำปะหลังที่ตรวจสอบด้วยวิธีการทางกลโดยการปั่น กรอง ตกตะกอน และอบแห้งในห้องปฏิบัติการ โดยศึกษาจากหัวมันสำปะหลังสดจำนวน 8 พันธุ์ ได้แก่พันธุ์ระยอง 4 ระยอง 7 ระยอง 9 ระยอง 11 ห้วยบง 60 ห้วยบง 80 เขียวปลดหนี้ และเกษตรศาสตร์ 50 รวมประมาณ 2,400 ตัวอย่าง แล้วนำสมการความสัมพันธ์ที่ได้ ไปใช้ในการคำนวณ และวัดคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ และแสดงค่าเป็นตัวเลขดิจิตอลทางหน้าจอ LCD การพัฒนาได้เครื่องต้นแบบ เครื่องต้นแบบเครื่องต้นแบบประกอบด้วย 2 ระบบหลัก คือ 1) ระบบกลไกการหมุน และ 2) ระบบการวัดคุม ประมวลผล และแสดงผล โดยระบบกลไกการหมุนขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ควบคุมการหมุนเป็นวงกลม และหยุดเป็นเป็นช่วงๆด้วยกลไกเจนีวา (Geneva mechanism) เพื่อดำเนินกิจกรรมต่างๆ 4 สถานี ประกอบไปด้วย ก) การใส่และเอาตัวอย่างหัวมันสดออก ข) การชั่งน้ำหนักตัวอย่างในอากาศ ค) การเติมน้ำ ง) การชั่งน้ำหนักตัวอย่างในน้ำ ระบบการวัดคุม ประมวลผล และแสดงผลออกแบบให้มีการชั่งคล้ายเครื่องชั่งไฟฟ้าในแต่ละสถานีที่มีการชั่ง โดยออกแบบให้มีกลไกไปกดน้ำหนักลงที่ Weight Transducer ซึ่งออกแบบโดยใช้โหลดเซลแบบ single point ขนาด 10 กิโลกรัม ส่งสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากโหลดเซลออกแบบให้ถูกขยายและลดค่าผิดเพี้ยนด้วย Instrumentation Amplifier เบอร์ INA114 แล้วถูกแปลงให้เป็นสัญญาณดิจิตอลความละเอียดสูงด้วย MCP3551 ที่มีการต่อวงจรแบบ Delta-sigma เพื่อสัญญาณเรียบ มีความละเอียดสูง ถูกต้อง มีอัตราสุ่มต่ำ เหมาะกับงานเครื่องมือวัด แล้วส่งสัญญาณเข้าไปยังชุดประมวลผล โดยใช้ PIC Microcontroller คำนวณเป็นค่าความถ่วงจำเพาะและแปรค่าเป็นค่าเปอร์เซ็นต์แป้ง แสดงผลออกทางหน้าจอ LCD ตามลำดับ ผลการทดสอบการทำงานเครื่องสามารถทำการวัดได้ 24 วินาที/ตัวอย่าง

แต่ผลการวัดยังมีความแปรปรวนเนื่องจากยังคงมีปัญหาขณะทำการชั่งซึ่งระบบกลไกการหมุนและหยุดชั่งยังไม่นิ่งพอ จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาต่อไป

ศึกษาการใช้ค่าความถ่วงจำเพาะของหัวมันสำปะหลังสดในการหาเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสด

Study on Using of Specific Weight of Fresh Cassava Tuber for Determination of Starch Content Percentage in Fresh Cassava Tuber

ชูศักดิ์ ชวประดิษฐ์	**กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว**	**สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม**
อนุชิต ฉ่ำสิงห์	**กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว**	**สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม**
ปรีดาวรรณ ไชยศรีชลธาร	**กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว**	**สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม**
ปรีชา อานันท์รัตนกุล	**กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว**	**สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม**
กลวัชร ทิมินกุล	**ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น**	**สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม**

คำสำคัญ (keywords): เครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง มันสำปะหลัง cassava starch, starch content, starch content measurement

บทคัดย่อ

เพื่อให้ได้ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างค่าความถ่วงจำเพาะของหัวมันสำปะหลังสดกับปริมาณแป้งมันสำปะหลังในหัวมันสำปะหลังสด สำหรับใช้เป็นสมการในการออกแบบต้นแบบเครื่องวัดปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังสด ดำเนินการศึกษาความสัมพันธ์ของค่าความถ่วงจำเพาะของหัวมันสำปะหลังสด กับปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังสดซึ่งทำการตวัดโดยตรงจากการนำมาปั่น กรอง ตกตะกอน และอบแห้ง โดยศึกษาจากหัวมันสำปะหลังสดจำนวน 8 พันธุ์ ได้แก่พันธุ์ระยอง 4 ระยอง 7 ระยอง 9 ระยอง 11 ห้วยบง 60 ห้วยบง 80 เขียวปลดหนี้ และเกษตรศาสตร์ 50 รวมประมาณ 2,400 ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์ได้สมการเส้นตรงที่มีความเชื่อมั่น 95% (R^2= 0.9521) จำเป็นต้องได้รับการศึกษาและวิเคราะห์เพิ่มเติม ในเรื่องของจำนวนตัวอย่าง และครอบคลุมพันธุ์มันสำปะหลังที่ปีการผลิตในปัจจุบันทั้งหมด

บทนำ

ในกระบวนการซื้อขายหัวมันสำปะหลังสด ปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังสดถูกใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดราคาซื้อขาย เครื่องมือวัดที่ใช้ในปัจจุบัน คือ เครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งแบบ Reimann (Reimann scale balance) ซึ่งเป็นเครื่องมือวัดที่ต้องได้รับการรับรองมาตรฐานการชั่ง ตวง วัด จากกระทรวงพาณิชย์ (รูปที่ 1) โดยเครื่องนี้ทำการตรวจวัดหาค่าเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสดโดยการวัดหาค่าความถ่วงจำเพาะของหัวมันสำปะหลังสด แล้วแปลงเป็นค่าปริมาณแป้งมันสำปะหลังด้วยกาใช้หลักการของ Reimann scale แต่การตรวจวัดด้วยเครื่องดังกล่าวในแต่ละครั้งใช้ปริมาณตัวอย่างหัวมันสำปะหลังจำนวนมาก (ครั้งละ 5 กิโลกรัมต่อ 1 ตัวอย่าง) ใช้เวลามากในการดำเนินการและมีโอกาส หรือช่องทางในการทำให้ค่าที่ได้จากการตรวจวัดไม่ตรงกับความเป็นจริงหลายวิธี ซึ่งไม่เป็นธรรมในกระบวนการซื้อขาย

การวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งที่ต้องการใช้ตัวอย่างหัวมันสดในปริมาณน้อย ใช้เวลาในการวัดสั้น ด้วยการประยุกต์ใช้วิธีการวัด คุม ประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ และแสดงผลด้วยตัวเลขดิจิตอลทางจอ LCD แต่ยังคงอาศัยพื้นฐานการตรวจวัดจากค่าความถ่วงจำเพาะในหัวมันสำปะหลังสดเช่นเดียวกัน ดังนั้น เพื่อให้มีข้อมูลพื้นฐานสำหรับการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความถ่วงจำเพาะ และค่าปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังสด สำหรับการสร้างสมการความสัมพันธ์ดังกล่าว เพื่อการใช้ในการออกแบบ ระบบการควบคุม และประมวลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ในการสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์ โดยการวิจัยและพัฒนาในขั้นนี้ มีการดำเนินการดังนี้

รูป 1 เครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลังที่ใช้ในระบบซื้อขายปัจจุบัน

ระเบียบวิธีการดำเนินการวิจัย

อุปกรณ์

- เครื่องจักรพื้นฐานในโรงงงาน เพื่อการสร้างชิ้นส่วน ชุดทดสอบ และเครื่องต้นแบบ
- อุปกรณ์ และเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าในการพัฒนาแผงวงจรไฟฟ้า
- เครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลังแบบ Reimann Scale
- เครื่องปั่น เครื่องชั่งน้ำหนักชนิดละเอียด ตู้อบลมร้อนลดความชื้น และอุปกรณ์เครื่องแก้วในห้องทดลอง
- อุปกรณ์ และเครื่องมือวัดอื่นๆ

วิธีการ

1. ตรวจเอกสารเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการตรวจวัดเปอร์เซ็นต์แป้งทั่วไป เปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลัง และเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัด โดยเฉพาะวิธีการตรวจวัดแบบ ด้วยวิธี Polarimetric
2. หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความถ่วงจำเพาะของหัวมันสำปะหลังสดกับปริมาณแป้งมันสำปะหลังในหัวมันสำปะหลังสด

จากความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) คือ อัตราส่วนระหว่างความหนาแน่น (density) ของวัตถุต่อความหนาแน่นของน้ำ ณ อุณหภูมิหนึ่ง ความถ่วงจำเพาะไม่มีหน่วย และเป็นสมบัติทางกายภาพ (physical properties) ของวัสดุ เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำที่มีความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 1 วัตถุที่มีความถ่วงจำเพาะ มากกว่าน้ำ (>1) จะจมน้ำ ส่วนวัตถุที่มีค่าความถ่วงจำเพาะน้อยกว่า 1 หรือน้อยกว่าน้ำ จะลอยน้ำได้

ความถ่วงจำเพาะ = ความหนาแน่นของวัตถุ (g/cm^2) / ความหนาแน่นของน้ำ (g/cm^2) ..(1)

หรือกรณีที่วัตถุและน้ำมีปริมาตรเท่ากัน

ความถ่วงจำเพาะ = มวลของวัตถุ (g) / มวลของน้ำ (g).....(2)

ความสัมพันธ์ระหว่างความถ่วงจำเพาะกับคุณภาพอาหาร โดยเฉพาะพืชหัว เช่น มันฝรั่ง มันสำปะหลัง ค่าความถ่วงจำเพาะของหัวมีความสัมพันธ์กับปริมาณแป้ง (starch) ในหัวของพืชหัว คือ หัวมันที่มีค่าความถ่วงจำเพาะมีค่าสูงแสดงว่ามีปริมาณแป้งมาก ซึ่งค่าความถ่วงจำเพาะของหัวมันขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ รวมทั้งการบำรุงดูแลรักษาระหว่างการปลูก

ดังนั้นเพื่อให้ได้ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างค่าความถ่วงจำเพาะของหัวมันสำปะหลังสดกับปริมาณแป้งมันสำปะหลังในหัวมันสำปะหลังสด สำหรับใช้เป็นสมการในการออกแบบต้นแบบเครื่องวัดปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังสด ดำเนินการรวบรวมข้อมูลจากมันสำปะหลังจำนวน 8 พันธุ์ และในแต่ละตำแหน่งของหัวมันสำปะหลังที่แตกต่างกัน 3 ตำแหน่ง รวม 2, 400 ตัวอย่าง โดยมีวิธีในการดำเนินการดังนี้

2.1 การหาค่าความถ่วงจำเพาะในหัวมันสำปะหลังสด

เพื่อให้ง่ายต่อการปฏิบัติในการหาค่าความถ่วงจำเพาะหัวมันสำปะหลังสด จึงประยุกต์ใช้สมการ 2 หรือกรณีที่วัตถุและน้ำมีปริมาตรเท่ากัน ดำเนินการโดยนำหัวมันสำปะหลังสดมาชั่งน้ำหนักหัวมันสำปะหลังในอากาศ และชั่งหัวมันสำปะหลังในน้ำ เพื่อหามวลของหัวมันสำปะหลัง และมวลของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับปริมาตรของหัวมันสำปะหลัง (รูปที่ 2) สำหรับการคำนวณหาค่าความถ่วงจำเพาะของหัวมันสำปะหลังสด

รูปที่ 2 ชั่งหัวมันสำปะหลังในน้ำเพื่อหาน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับหัวมันสำปะหลัง

2.2) การหาปริมาณแป้งหัวมันสำปะหลังสด ดำเนินการโดยใช้วิธีทางกล การอบแห้ง และการชั่งน้ำหนักในห้องปฏิบัติการ ด้วยการนำหัวมันสำปะหลังสดตัวอย่าง มาชั่งน้ำหนัก หั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆ แล้วปั่นด้วยเครื่องปั่น (รูปที่ 1) นำไปกรองเอากากออก นำน้ำแป้งเข้าเครื่องแยกตะกอน (รูปที่ 2) แล้วนำไปกรองด้วยกระดาษกรองเอาน้ำออก (รูปที่ 3) ทำการอบแห้ง และชั่งน้ำหนักหลังการอบแห้ง

จากน้ำนำค่าความถ่วงจำเพาะและปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังสดมาหาความสำพันธ์และสร้างสมการความสำพันธ์ดังกล่าว เพื่อใช้เป็นข้อมูล สำหรับการนำไปออกแบบ และสร้างเครื่องต้นแบบวัดเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสดต่อไป

รูปที่ 2 หั่นเป็นชิ้นแล้วนำมาปั่นด้วยเครื่องปั่น

รูปที่ 3 กรองเอากากออก เข้าเครื่องแยกตะกอน แล้วนำไปกรองด้วยกระดาษกรองเอาน้ำออก และนำไปอบให้แห้ง

เวลาดำเนินงาน: ปีงบประมาณ 2555-2555

สถานที่ : การออกแบบ สร้างต้นแบบ และทดสอบศึกษาปัจจัยการทำงาน ดำเนินการ ณ กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ส่วนการทดสอบดำเนินการในแปลงทดลองของเกษตรกร

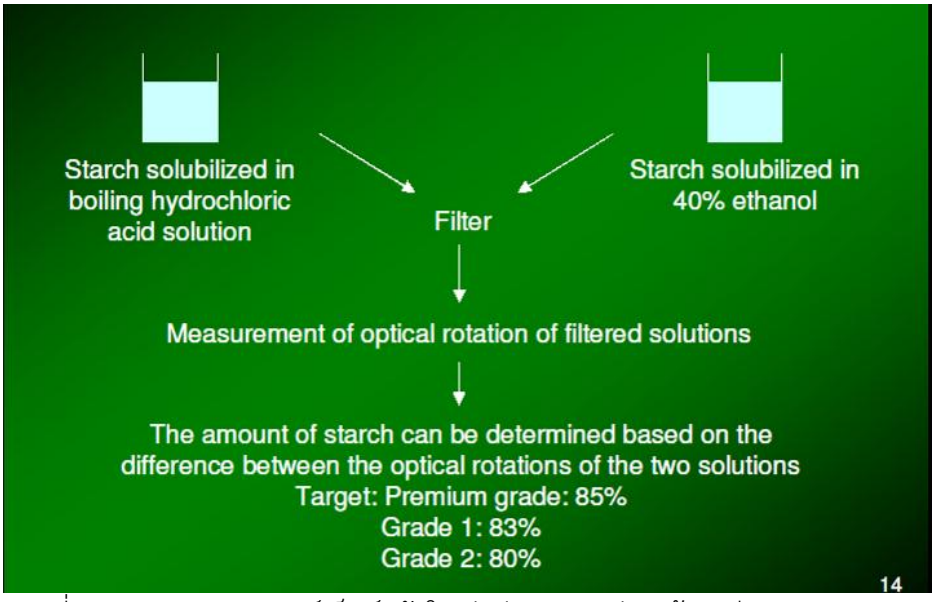
ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ศึกษาการใช้ค่าความถ่วงจำเพาะของหัวมันสำปะหลังสดในการหาเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสด

1.1 การตรวจเอกสาร

จากการศึกษา และประสานงานหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการกำหนดมาตรฐานการชั่ง ตวงวัด และหน่วยงานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีหลายหน่วยงานอยู่ระหว่างดำเนินการ และมีแผนที่จะดำเนินการเพื่อหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพ พัฒนามาตรฐานการตรวจวัด และความเป็นธรรมในการซื้อขาย วิธีการตรวจวัด เครื่องมือวัดเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสดเช่นกัน ทั้งพบว่าประสบปัญหาขาดข้อมูลเปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลังสำหรับประเทศไทยเช่นกัน มีการส่งเจ้าหน้าที่ไปฝึกอบรมเพื่อที่จะรวบรวมข้อมูลเปอร์เซ็นต์แป้งจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ แต่วิธีการที่ใช้ในการหาเปอร์เซ็นต์แป้ง คือ วิธี Polarimetric และบางหน่วยงานได้หยุดพักการวิจัยพัฒนา เนื่องจากข้อจำกัดของบุคลากร และมีพืชอื่นที่มีความสำคัญเร่งด่วนมากกว่า อย่างไรก็ตามได้แจ้งว่าโครงการที่คณะวิจัยกำลังดำเนินการนี้มีความสำคัญและจำเป็น โดยทางหน่วยงานดังกล่าวยินดีให้ความร่วมมือหรือจัดทำโครงการร่วมกัน

จากกตรวจเอกสารวิธีการหาเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสด แบบ Polarimetric ตลอดจนสอบถามหน่วยงานที่เกี่ยวกับห้องปฏิบัติการ คณะวิจัยพิจารณาเห็นว่าไม่เหมาะที่จะนำมาใช้เพื่อหาเปอร์เซ็นต์แป้งมาตรฐานและหาความสัมพันธ์กับค่าความถ่วงจำเพาะในโครงการวิจัยนี้ เนื่องจากยังคงเป็นการวัดโดยอ้อม ค่าคงที่สำหรับการคำนวณยังคงอ้างอิงจากพืชอื่นเช่นเดิม ซึ่งสามารถสรุปวิธีการตรวจวัดปริมาณแห้งในหัวมันสำปะหลังสดด้วยวิธี Polarimetric ดังรูปที่ 7 และ 8 ดังนั้นในโครงการวิจัยนี้จึงจะดำเนินการตรวจวัดปริมาณแห้งในหัวมันสำปะหลังสดด้วยวิธีกล และการอบแห้งในห้องปฏิบัติการ เพื่อหาความสัมพันธ์กับค่าความถ่วงจำเพาะ สำหรับการนำไปพัฒนาเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสดต่อไป



รูปที่ 7 แผนภูมิการหาเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสดด้วยวิธี Polarimetric

1.2 ผลการตรวจวัดปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังสด และการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแป้งกับค่าความถ่วงจำเพาะในหัวมันสำปะหลังสด

ผลการศึกษา และทำการทดลองในห้องปฏิบัติการสามารนำข้อมูลมาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความถ่วงจำเพาะและเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสดเป็นเส้นตรง (รูปที่ 9) และจะนำสมการความสัมพันธ์นี้ไปใช้ในการเขียนโปรแกรมเพื่อการคำนวณ และแสดงผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

6. **Calculation of results**

The starch content (%) is calculated as following:

6.1. *Measurement by polarimeter*

$$\text{Starch content (\%)} = \frac{2000\ (P - P')}{[\alpha]_D^{20^\circ}}$$

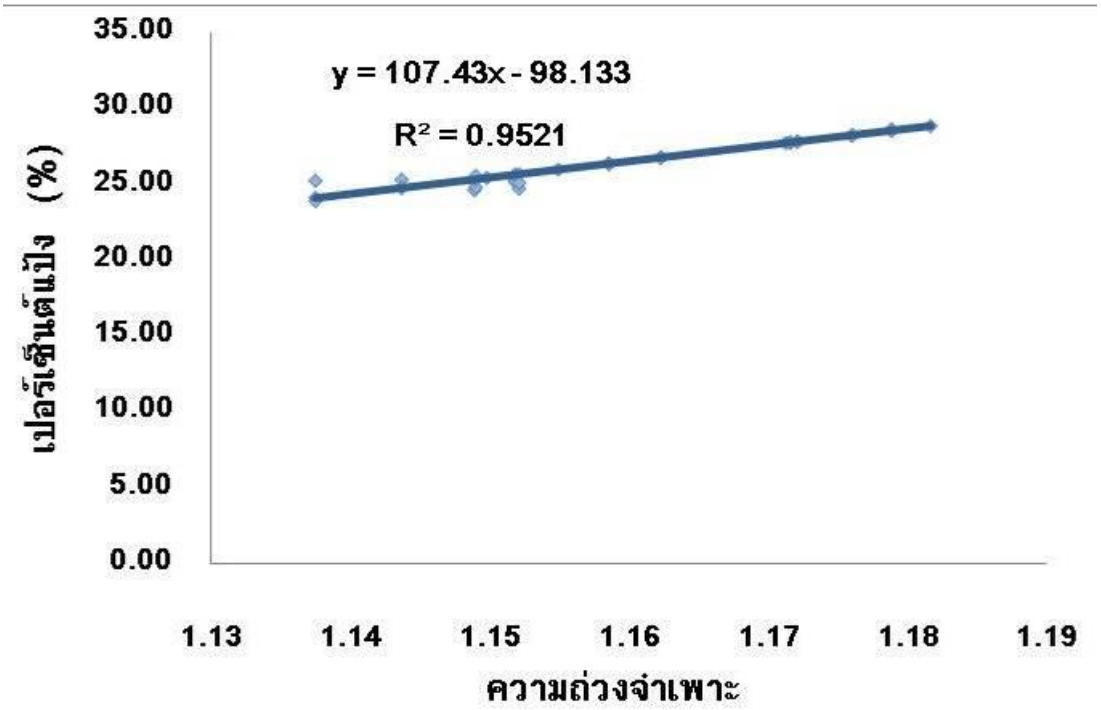
P = total optical rotation in angle degrees

P′ = optical rotation in angle degrees of the substances soluble in 40 % (V/V) ethanol

$[\alpha]_D^{20^\circ}$ = specific optical rotation of pure starch. The numerical values conventionally accepted for factor are the following

+ 185.9°: rice starch
+ 185.4°: potato starch
+ 184.6°: maize starch
+ 182.7°: wheat starch
+ 181.5°: barley starch
+ 181.3°: oat starch
+ 184.0°: other types of starch and starch mixtures in compound feedingstuffs

รูปที่ 8 วิธีคำนวณและค่าคงที่ในใช้ในการคำนวณอ้างอิงจากพืชอื่น ยังไม่มีค่าคงที่สำหรับมันสำปะหลังโดยตรง



รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความถ่วงจำเพาะและเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสด

วิจัยและพัฒนาต้นแบบเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสดโดยใช้วิธีวัดความถ่วงจำเพาะ อย่างแม่นยำและรวดเร็ว โดยการวัด ควบคุม และแสดงผลด้วยอุปกรณ์ไมโครคอนโทรเลอร์

Research and development of prototype of machine for determination of starch content percentage in fresh cassava tuber by using of specific weight which is controlled precision and speed of measurement and display by using of micro controller

อนุชิต ฉ่ำสิงห์	**กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว**	**สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม**
ชูศักดิ์ เชาวประดิษฐ์	**กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว**	**สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม**
ปรีดาวรรณ ไชยศรีชลธาร	**กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว**	**สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม**
ปรีชา อานันท์รัตนกุล	**กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว**	**สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม**
กลวัชร ทิมินกุล	**ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น**	**สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม**

คำสำคัญ (keywords): เครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง มันสำปะหลัง cassava starch, starch content, starch content measurement

บทคัดย่อ

เพื่อให้การวัดเปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลังในการซื้อขายหัวมันสำปะหลังสด เป็นไปด้วยความรวดเร็ว แม่นยำ และยุติธรรม และเพื่อเป็นเครื่องมือวัดในอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง ได้ดำเนินการศึกษา ทดสอบ และพัฒนาเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลังจากหัวมันสำปะหลังสด โดยใช้ค่าความถ่วงจำเพาะของหัวมันสำปะหลังสด เครื่องต้นแบบเครื่องต้นแบบประกอบด้วย 2 ระบบหลัก คือ 1) ระบบกลไกการหมุน และ 2) ระบบการวัดคุม โดยระบบกลไกการหมุนขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ควบคุมการหมุนเป็นวงกลม และหยุดเป็นเป็นช่วงๆด้วยกลไกเจนีวา (Geneva mechanism) เพื่อดำเนินกิจกรรมต่างๆ 4 สถานี ประกอบไปด้วย 1) การใส่และเอาตัวอย่างหัวมันสดออก 2) การชั่งน้ำหนักตัวอย่างในอากาศ 3) การเติมน้ำ 4) การชั่งน้ำหนักตัวอย่างในน้ำ เครื่องต้นแบบประกอบด้วย 2 ระบบหลัก คือกลไกควบคุมการหมุน และระบบควบคุมการชั่ง

ประมวลผล และแสดงผล ระบบการวัดคุม ประกอบด้วยการควบคุมการเติมน้ำ การชั่งน้ำหนัก การประมวลผลและแสดงผล การชั่งในสถานีที่มีการชั่ง ออกแบบให้มีการชั่งคล้ายเครื่องชั่งไฟฟ้า โดยออกแบบให้มีกลไกไปกดน้ำหนักลงที่ Weight Transducer ซึ่งออกแบบโดยใช้โหลดเซลแบบ single point ขนาด 10 กิโลกรัม ส่งสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากโหลดเซลออกแบบให้ถูกขยายและลดค่าผิดเพี้ยนด้วย Instrumentation Amplifier เบอร์ INA114 แล้วถูกแปลงให้เป็นสัญญาณดิจิตอลความละเอียดสูงด้วย MCP3551 ที่มีการต่อวงจรแบบ Delta-sigma เพื่อสัญญาณเรียบ มีความละเอียดสูง ถูกต้อง มีอัตราสุ่มต่ำ เหมาะกับงานเครื่องมือวัด แล้วส่งสัญญาณเข้าไปยังชุดประมวลผล โดยใช้ PIC Microcontroller คำนวณเป็นค่าความถ่วงจำเพาะและแปรค่าเป็นค่าเปอร์เซ็นต์แป้ง แสดงผลออกทางหน้าจอ LCD ตามลำดับ อย่างไรก็ตามในส่วนวงจรไฟฟ้าอิเลคทรอนิคส์ เพื่อการวัด ควบคุม ประมวลผล และแสดงผลด้วยหน้าจอดิจิตอล ได้ทำการทดสอบเบื้องต้นระบบตรวจจับวัสดุ ระบบวัดระดับน้ำ และระบบชั่งน้ำหนัก โดยระบบตรวจจับวัสดุเบื้องต้นพบว่าหลอดไฟอินฟราเรดภาคเบอร์ TOIR-50b94bCEa และ TSAL7400 และ TSOP4838 ยังไม่เหมาะสมสำหรับการใช้งานตรวจจับวัสดุของต้นแบบเครื่องวัดฯ เนื่องจากการตรวจจับวัสดุในระยะไม่เกินระยะ 10 เซ็นติเมตรไม่สามารถรับสัญญาณได้ในบางตำแหน่ง จึงควรทำการศึกษาหาอุปกรณ์อินฟราเรดที่เหมาะสมสำหรับต้นแบบต่อไป การทดสอบระบบตรวจวัดระดับน้ำเบื้องต้นพบว่าสามารถใช้เซ็นเซอร์ตรวจวัดระดับน้ำเพื่อเปิดและปิดปั้มได้ และสามารถใช้ได้กับน้ำประปาและน้ำกรอง การติดตั้งเซ็นเซอร์เพื่อเปิดปิดน้ำระบบจะทำการตัดต่อการทำงานของรีเลย์ทันทีที่น้ำสัมผัสขั้วของเซ็นเซอร์ ระบบตรวจวัดน้ำหนักเบื้องต้นแบบทดสอบกับโหลดเซลตัวเดียวสามารถวัดน้ำหนักได้ละเอียดเป็นหน่วยกรัม

บทนำ

ในกระบวนการซื้อขายหัวมันสำปะหลังสด ปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังสดถูกใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดราคาซื้อขาย เครื่องมือวัดที่ใช้ในปัจจุบัน คือ เครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งแบบ Reimann (Reimann scale balance) ซึ่งเป็นเครื่องมือวัดที่ต้องได้รับการรับรองมาตรฐานการชั่ง ตวง วัด จากกระทรวงพาณิชย์ (รูปที่ 1) โดยเครื่องนี้ทำการตรวจวัดหาค่าเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสดโดยการวัดหาค่าความถ่วงจำเพาะของหัวมันสำปะหลังสด แล้วแปลงเป็นค่าปริมาณแป้งมันสำปะหลังด้วยกาใช้หลักการของ Reimann scale แต่การตรวจวัดด้วยเครื่องดังกล่าวในแต่ละครั้งใช้ปริมาณตัวอย่างหัวมันสำปะหลังจำนวนมาก (ครั้งละ 5 กิโลกรัมต่อ 1 ตัวอย่าง) ใช้เวลามากในการดำเนินการ

และมีโอกาส หรือช่องทางในการทำให้ค่าที่ได้จากการตรวจวัดไม่ตรงกับความเป็นจริงหลายวิธี ซึ่งไม่เป็นธรรมในกระบวนการซื้อขาย

การวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งที่ต้องการใช้ตัวอย่างหัวมันสดในปริมาณน้อย ใช้เวลาในการวัดสั้น ด้วยการประยุกต์ใช้วิธีการวัด คุม ประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ และแสดงผลด้วยตัวเลขดิจิตอลทางจอ LCD แต่ยังคงอาศัยพื้นฐานการตรวจวัดจากค่าความถ่วงจำเพาะในหัวมันสำปะหลังสดเช่นเดียวกัน และได้มีการศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความถ่วงจำเพาะ และค่าปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังสด จากกิจกรรมวิจัยก่อนหน้านี้ จนได้สมการความสัมพันธ์ดังกล่าวแล้ว ดังนั้นวิจัยและพัฒนา ตลอดจนการสร้างต้นแบบต้นแบบเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสดโดยใช้วิธีวัดความถ่วงจำเพาะ อย่างแม่นยำและรวดเร็ว โดยการวัด ควบคุม และแสดงผลด้วยอุปกรณ์ไมโครคอนโทรเลอร์ จำเป็นต้องได้รับการศึกษา

ระเบียบวิธีการดำเนินการวิจัย

อุปกรณ์

- เครื่องจักรพื้นฐานในโรงงงาน เพื่อการสร้างชิ้นส่วน ชุดทดสอบ และเครื่องต้นแบบ
- อุปกรณ์ และเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าในการพัฒนาแผงวงจรไฟฟ้า
- เครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลังแบบ Reimann Scale
- เครื่องปั่น เครื่องชั่งน้ำหนักชนิดละเอียด ตู้อบลมร้อนลดความชื้น และอุปกรณ์เครื่องแก้วในห้องทดลอง
- อุปกรณ์ และเครื่องมือวัดอื่นๆ

วิธีการ

การวิจัยและพัฒนาต้นแบบเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสด ด้วยใช้วิธีวัดความถ่วงจำเพาะ อย่างแม่นยำและรวดเร็ว โดยการวัด ควบคุม และแสดงผลด้วยอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ แบ่งการออกแบบและพัฒนาเป็น 2 ส่วนหลัก คือ 1) ส่วนกระบวนการชั่งน้ำหนัก และ 2) ส่วนวงจรไฟฟ้าอิเลคทรอนิคส์ เพื่อการวัด ควบคุม ประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรเลอร์ และแสดงผลด้วยหน้าจอดิจิตอล มีวิธีการดำเนินงานดังนี้

1. การออกแบบและพัฒนาส่วนกระบวนการชั่งน้ำหนัก
    1) ออกแบบ และสร้างเครื่องต้นแบบ
    2) ทดสอบการทำงานเบื้องต้น

3) เวียนปรับปรุงแก้ไขเครื่องต้นแบบ และทดสอบการทำงาน จนได้เครื่องต้นแบบตามต้องการ

4) ประกอบรวมเข้ากับส่วนวงจรไฟฟ้าอิเลคทรอนิคส์ เพื่อการวัด ควบคุม ประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรเลอร์ และแสดงผลด้วยหน้าจอดิจิตอล

2. การออกแบบส่วนวงจรไฟฟ้าอิเลคทรอนิคส์ เพื่อการวัด ควบคุม ประมวลผล และแสดงผลด้วยหน้าจอดิจิตอล

เพื่อการตรวจวัดหรือชั่ง ควบคุม ประเมินผลและแสดงผล ซึ่งเป็นระบบเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าอิเลคทรอนิคส์ สำหรับการควบคุมให้มีการชั่งน้ำหนัก การควบคุมปริมาตรการเติมน้ำให้มีปริมาตรเท่ากันก่อนทำการชั่งในน้ำ เพื่อให้ได้ข้อมูลน้ำหนักจากการชั่งในอากาศและการชั่งในน้ำ และการนำข้อมูลการชั่งมาประมวลให้ได้ค่าเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสด พร้อมแสดงผลออกทางหน้าจอ LCD การวิจัยและพัฒนาในส่วนนี้ ดำเนินการกับ 3 ระบบหลักคือ 1) ระบบการตรวจจับวัสดุ 2) ระบบการตรวจวัดระดับน้ำ และ 3) ระบบการชั่งน้ำหนัก มีวิธีดำเนินการโดยละเอียดดังนี้

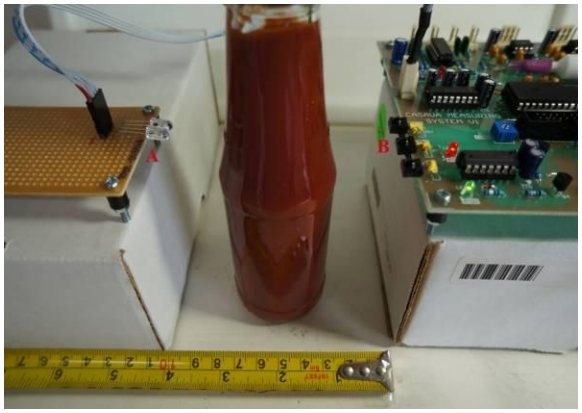
2.1 การศึกษาระบบตรวจจับวัสดุเบื้องต้น

ด้วยสถานีที่สองและสถานีที่สี่ได้ออกแบบให้เป็นสถานีที่จะมีการชั่งน้ำหนักหัวมันสำปะหลังสดในอากาศ และในน้ำตามลำดับ จึงทำการออกแบบให้แต่ละสถานีมีเซ็นเซอร์แสงตรวจจับวัสดุเข้ามายังสถานี เพื่อให้มีสัญญาณทางไฟฟ้าไปสั่งให้วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์รับสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จาก Load cell หรือให้ระบบเริ่มการชั่งน้ำหนักของสถานีนั้นๆ ระบบตรวจจับวัสดุประกอบด้วยภาคส่งและภาครับซึ่งส่งสัญญาณถึงกันโดยตรง (รูปที่ 4) ภาคส่งประกอบด้วยวงจรส่งสัญญาณความถี่ 38 KHz ต่อเข้ากับหลอดไฟอินฟราเรด 2 แบบ คือ TOIR-50b94bCEa และ TSAL7400 ภาครับใช้โมดูลตัวรับอินฟราเรด TSOP4838 ต่อขากับไฟบวกและกราวน์ หากมีวัสดุผ่านเข้ามาทำให้โมดูลตัวรับอินฟราเรดไม่ได้รับสัญญาณอินฟราเรด ทำให้แรงดันขาออกของโมดูลตัวรับอินฟราเรดเป็นแรงดันไฟเลี้ยง (High) เป็นสัญญาณส่งให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำให้สามารถตรวจจับวัสดุได้ ข้อมูลอุปกรณ์ของโมดูลตัวรับอินฟราเรด TSOP4838 ระบุว่าความสามารถสูงสุดในการรับสัญญาณอยู่ในระยะ 35 เมตร โดยในการทดสอบใช้งานของต้นแบบเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งมันระยะห่างของภาคส่งและภาครับเพื่อตรวจจับวัสดุเข้าสถานีไม่เกิน 30 เซนติเมตร

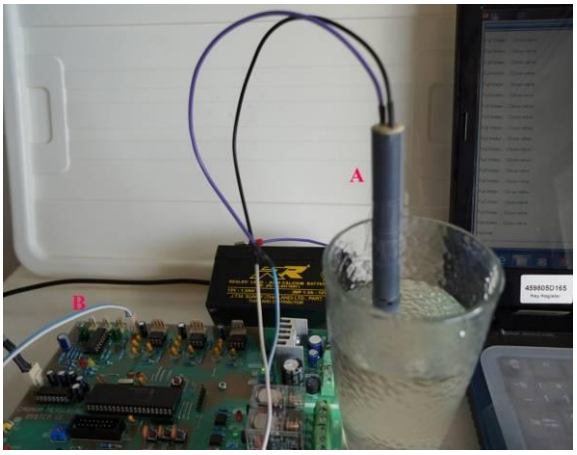
2.2 การศึกษาระบบตรวจวัดระดับน้ำเบื้องต้น

ออกแบบให้ภาชนะที่บรรจุหัวมันสดในสถานีที่ 3 ถูกเติมน้ำโดยใช้โซลินอยวาล์วปล่อยน้ำจากถังวัดระดับน้ำโดยใช้ปั๊มน้ำ ออกแบบให้ควบคุมปริมาตรน้ำคงที่ด้วยเซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ 2 ตัว เพื่อตรวจวัดระดับน้ำที่ต้องเปิดและปิดปั๊มน้ำ เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ (รูปที่ 5) ผลิตจากโลหะแสตนเลสมีลักษณะเป็นแท่ง 2 ขั้ว ทำหน้าที่ตรวจจับการเปลี่ยนแปลงค่าความนำไฟฟ้าชนิดต่อเนื่อง ในสภาวะขั้วทั้งสองไม่ได้สัมผัสน้ำขั้วจะแยกกันทางไฟฟ้า เนื่องจากมีอากาศกั้นกลางเป็นฉนวน ขั้วทั้งสองจึงมีค่าความนำไฟฟ้าต่ำหรือค่าความต้านทานไฟฟ้าสูง แต่เมื่อมีน้ำเพิ่มขึ้นจนถึงขั้วทั้งสอง น้ำจะทำให้ค่าความนำเพิ่มขึ้น และยิ่งระดับน้ำสูงขึ้นก็จะยิ่งเพิ่มการนำไฟฟ้า จึงออกแบบวงจรรับสัญญาณจาก

เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำโดยใช้ออปแอมป์ ชนิด Comparator เบอร์ LM339 โดยแบ่งแรงดันไฟเลี้ยงวงจรให้เหลือเพียงครึ่งหนึ่งเพื่อใช้เป็นแรงดันอ้างอิงให้กับขา Non-Inverting ของออปแอมป์ ขั้วบวกของเซ็นเซอร์วัดระดับน้ำต่อเข้ากับไฟเลี้ยงและขั้วลบของเซ็นเซอร์ต่อเข้ากับขา Inverting ของออปแอมป์ หากที่ขา Inverting ของออปแอมป์ได้มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าแรงดันขา Non-Inverting ของออปแอมป์แรงดันขาออกจะเป็นศูนย์ (Low) แต่หากแรงดันที่ขา Inverting ของออปแอมป์มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่าขา Non-Inverting ของออปแอมป์ แรงดันขาออกจะมีค่าเท่ากับไฟเลี้ยง (High) เป็นสัญญาณจากวงจรตรวจวัดระดับน้ำไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการสั่งงานเปิดปิดปั๊มน้ำด้วยรีเลย์ควบคุมโซลินอยวาล์ว ทำการทดสอบการทำงานของระบบตรวจวัดระดับน้ำเบื้องต้นทั้งเพื่อการเปิดและปิดปั๊ม โดยทำการทดสอบการทำงานกับน้ำ 2 ชนิด คือ น้ำประปาและน้ำกรอง



รูปที่ 4 การทดลองการตรวจวัดวัสดุที่เคลื่อนที่เข้ามายังสถานี เพื่อส่งสัญญาณไปควบคุมการชั่ง

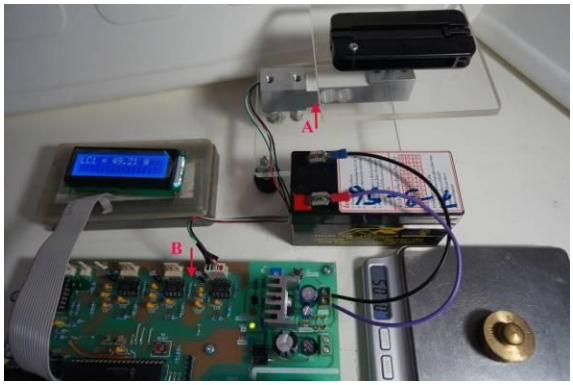


รูปที่ 5 การทดสอบวงจร และอุปกรณ์เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ เพื่อตรวจวัดระดับน้ำที่ต้องเปิดและปิดปั๊มน้ำ

2.3 การศึกษาระบบตรวจวัดน้ำหนักวัสดุเบื้องต้น

สถานีที่สองและสถานีที่สี่ได้ออกแบบให้ทำการวัดน้ำหนักตัวอย่างมันสำปะหลังชั่งในอากาศและน้ำหนักตัวอย่างมันสำปะหลังชั่งในน้ำ ออกแบบระบบดิจิตอลตรวจวัดน้ำหนักให้เริ่มทำงานเมื่อ

ระบบตรวจจับวัสดุตัวอย่างที่เข้ามายังสถานีโดยกำหนดให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตั้งค่าเป็นน้ำหนักเริ่มต้นนี้เป็นศูนย์ เมื่อวัสดุตัวอย่างเลื่อนมากดบนโหลดเซล ไมโครคอนโทรลเลอร์จะอ่านค่าน้ำหนักเก็บไว้เพื่อประมวลผลต่อไป การทดสอบระบบตรวจวัดน้ำหนักเบื้องต้น (รูปที่ 6) ใช้โหลดเซลแบบ single point ขนาด 10 กิโลกรัม จำนวน 1 ตัว ขยายสัญญาณเอาต์พุตจากโหลดเซลเพื่อให้ค่าแรงดันผิดเพี้ยนน้อยที่สุดด้วย Instrumentation Amplifier เบอร์ INA114 แล้วแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลความละเอียดสูง ด้วย MCP3551 ต่อแบบ Delta-sigma การเขียนโปรแกรมรับค่าจาก MCP3551 ติดต่อแบบ SPI โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งสัญญาณให้ MCP3551 ก่อนแล้วรอรับค่าที่ส่งกลับมาเพื่อแปลงค่าที่วัดได้เป็นน้ำหนัก ทำการโปรแกรมค่าแปลงน้ำหนักเพื่อให้ระบบตรวจวัดน้ำหนักเบื้องต้นแสดงผลเป็นค่าน้ำหนักแล้วทำการทดสอบเทียบค่ากับน้ำหนักมาตรฐาน



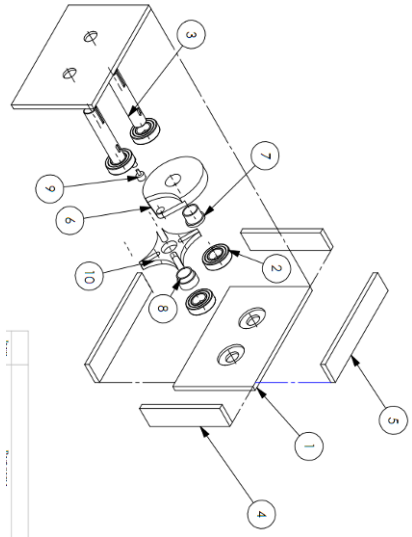
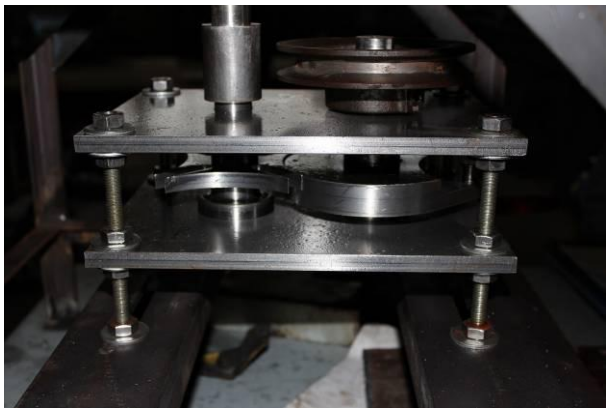
รูปที่ 6 การทดสอบระบบตรวจวัดน้ำหนักเบื้องต้น, load cell (A) and weighing circuit (B)

ผลการทดลองและวิจารณ์

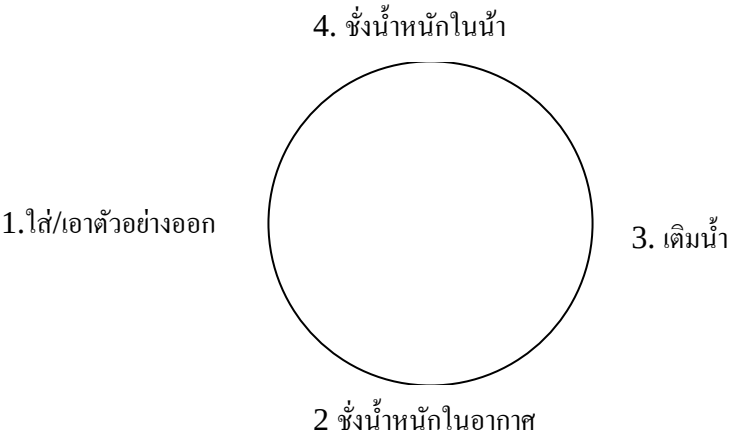
1. ผลการออกแบบและพัฒนาส่วนกระบวนการชั่งน้ำหนัก

ส่วนกระบวนการชั่งเพื่อในไปสู่กระบวนการหาค่าความถ่วงจำเพาะ ได้ดำเนินการออกแบบและสร้างสร้างเป็นแบบ 4 สถานี ที่ควบคุมการหมุน และหยุดด้วยการประยุกต์ใช้หลักการของ Geneva mechanism (รูปที่ 10) การทำงานหมุนเป็นวงกลม และหยุดเป็นช่วงๆ เพื่อดำเนินกิจกรรมการชั่งรวม 4 สถานี รวมใช้เวลาในการหมุน 1 รอบ 24 วินาที หรือตรวจวัดเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสดได้ 1 ตัวอย่าง ในเวลา 24 วินาที (รูปที่ 11) ซึ่งประกอบไปด้วย 1) การใส่และเอาตัวอย่างออก 2) การชั่งน้ำหนักในอากาศ 3) การเติมน้ำ 4) การชั่งตัวอย่างในน้ำ ในแต่ละตำแหน่งการชั่ง ออกแบบให้มีกลไกไปกดน้ำหนักลงที่ Weight Transducer (รูปที่ 12) เพื่อส่งสัญญาณไปชุดประมวลผลคำนวณเป็นค่าความถ่วงจำเพาะและแปรค่าเป็นค่าเปอร์เซ็นต์แป้ง แสดงผลออกทาง

หน้าจอ LCD ตามลำดับ โดยส่วนกระบวนการชั่งเพื่อในไปสู่กระบวนการหาค่าความถ่วงจำเพาะ เมื่อประกอบเข้าด้วยกันจะเป็นดังรูปที่ 13

รูปที่ 10 ส่วนประกอบของกลไกเจนีวา (Geneva mechanism)



รูปที่ 11 ตำแหน่งการหยุดของส่วนกระบวนการชั่งเพื่อในไปสู่กระบวนการหาค่าความถ่วงจำเพาะ

รูปที่ 12 ชุดทดสอบต้นแบบเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลังในส่วนของส่วนกระบวนการชั่ง

รูปที่ 13 ทดสอบหลักการทำงาน และวิเคราะห์ปัญหาการหยุดไม่ตรงตำแหน่งที่ออกแบบ

รูปที่ 14 ล้อเลื่อนรับแขนชั่ง (ซ้ายสุด) และภาชนะสำหรับบรรจุตัวอย่างพร้อมฝาปิด-เปิด

2) ส่วนวงจรไฟฟ้าอิเลคทรอนิคส์ เพื่อการวัด ควบคุม ประมวลผล และแสดงผลด้วยหน้าจอดิจิตอล

2.1) ผลการศึกษาระบบตรวจจับวัสดุเบื้องต้น

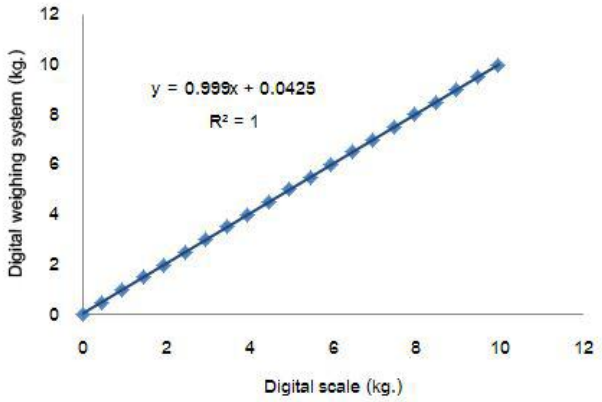
การมอดูเลต (Modulation) หรือการผสมสัญญาณของความถี่ 38 KHz เข้าไปกลับคลื่นอินฟราเรดเพื่อใช้ช่วยป้องกันสัญญาณรบกวนจากภายนอก ระยะรับสัญญาณขึ้นกับความเข้มของแสงอินฟาเรด จากการทดสอบพบว่าหลอดไฟอินฟราเรดทั้งสองแบบให้ผลการวัดไม่ต่างกัน ระยะระหว่างภาคส่งและภาครับช่วงระยะ 10 เซ็นติเมตร ถึง 30 เซ็นติเมตร สามารถทำงานได้ดี แต่เมื่อระยะระหว่างภาคส่งและภาครับน้อยกว่า 10 เซ็นติเมตร จะไม่สามารถรับสัญญาณได้ในบางตำแหน่งทั้งนี้เนื่องจากการแผ่แสงของหลอดไฟอินฟราเรดมีรูปทรงเป็นกรวยกลมและมีมุมความเข้มแสงระหว่างขอบแสงกับแกนกลาง (Angle of half intensity) ที่ 25 องศา โดยที่โมดูลตัวรับอินฟราเรด ต้องการความเข้มแสงไม่น้อยกว่า 0.2 mW/m^2

2.2) ผลการศึกษาระบบตรวจวัดระดับน้ำเบื้องต้น

การทดลองตรวจวัดระดับน้ำเบื้องต้นพบว่าสามารถใช้เซ็นเซอร์ตรวจวัดระดับน้ำเพื่อเปิดและปิดปั้มได้ และสามารถใช้ได้กับน้ำประปาและน้ำกรอง การติดตั้งเซ็นเซอร์เพื่อเปิดปิดน้ำระบบจะทำการตัดต่อการทำงานของรีเลย์ทันทีที่น้ำสัมผัสขั้วของเซ็นเซอร์

2.3) ผลการศึกษาระบบตรวจวัดน้ำหนักวัสดุเบื้องต้น

การทดลองตรวจวัดน้ำหนักวัสดุเบื้องต้นพบว่าระบบตรวจวัดน้ำหนักเบื้องต้นสามารถวัดน้ำหนักได้ละเอียดเป็นหน่วยกรัม ทำการโปรแกรมและวัดเทียบค่ากับน้ำหนักมาตรฐานได้ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างน้ำหนักที่วัดได้จากระบบตรวจวัดน้ำหนักเบื้องต้นและน้ำหนักมาตรฐาน (รูปที่ 15) ความสัมพันธ์ที่ได้สามารถนำไปปรับปรุงต้นแบบต่อไป



รูปที่ 15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ ของน้ำหนักที่ทราบค่า และค่าที่ได้จากการวัดของชุดทดสอบ

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยและพัฒนาต้นแบบเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์เครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสดโดยใช้วิธีวัดความถ่วงจำเพาะ อย่างแม่นยำและรวดเร็ว โดยการวัด ควบคุม และแสดงผลด้วยอุปกรณ์ไมโครคอนโทรเลอร์ในการซื้อขายหัวมันสำปะหลังสด เป็นไปด้วยความรวดเร็ว แม่นยำ และยุติธรรม และเพื่อเป็นเครื่องมือวัดในอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง ได้ดำเนินการศึกษา ทดสอบ และพัฒนาเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลังจากหัวมันสำปะหลังสด โดยใช้ค่าความถ่วงจำเพาะของหัวมันสำปะหลังสด เครื่องต้นแบบเครื่องต้นแบบประกอบด้วย 2 ระบบหลัก คือ 1) ระบบกลไกการหมุน และ 2) ระบบการวัดคุม โดยระบบกลไกการหมุนขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ควบคุมการหมุนเป็นวงกลม และหยุดเป็นเป็นช่วงๆด้วยกลไกเจนีวา (Geneva mechanism) เพื่อดำเนินกิจกรรมต่างๆ 4 สถานี ประกอบไปด้วย 1) การใส่และเอาตัวอย่างหัวมันสดออก 2) การชั่งน้ำหนักตัวอย่างในอากาศ 3) การเติมน้ำ 4) การชั่งน้ำหนักตัวอย่างในน้ำ เครื่องต้นแบบประกอบด้วย 2 ระบบหลัก คือกลไกควบคุมการหมุน และระบบควบคุมการชั่ง ประมวลผล และแสดงผล ระบบการวัดคุม ประกอบด้วย การควบคุมการเติมน้ำ การชั่งน้ำหนัก การประมวลผลและแสดงผล การชั่งในสถานีที่มีการชั่งออกแบบให้มีการชั่งคล้ายเครื่องชั่งไฟฟ้า โดยออกแบบให้มีกลไกไปกดน้ำหนักลงที่ Weight Transducer ซึ่งออกแบบโดยใช้โหลดเซลแบบ single point ขนาด 10 กิโลกรัม ส่งสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากโหลดเซลออกแบบให้ถูกขยายและลดค่าผิดเพี้ยนด้วย Instrumentation Amplifier เบอร์ INA114 แล้วถูกแปลงให้เป็นสัญญาณดิจิตอลความละเอียดสูงด้วย MCP3551 ที่มีการต่อวงจรแบบ Delta-sigma เพื่อสัญญาณเรียบ มีความละเอียดสูง ถูกต้อง มีอัตราสุ่มต่ำ เหมาะกับงานเครื่องมือวัด แล้วส่งสัญญาณเข้าไปยังชุดประมวลผล โดยใช้ PIC Microcontroller คำนวณเป็นค่าความถ่วงจำเพาะและแปรค่าเป็นค่าเปอร์เซ็นต์แป้ง แสดงผลออกทางหน้าจอ LCD ตามลำดับ โดยในส่วนชองจรไฟฟ้าอิเลคทรอนิคส์ เพื่อการวัด ควบคุม ประมวลผล และแสดงผลด้วยหน้าจอดิจิตอล ได้ทำการทดสอบเบื้องต้นระบบตรวจจับวัสดุ ระบบวัดระดับน้ำ และระบบชั่งน้ำหนัก โดยระบบตรวจจับวัสดุเบื้องต้นได้ทดสอบหลอดไฟอินฟราเรดภาคส่งเบอร์ TOIR-50b94bCEa และ TSAL7400 และภาครับใช้โมดูลตัวรับอินฟราเรด TSOP4838 ผลการทดสอบพบว่าไม่เหมาะสมสำหรับการใช้งานตรวจจับวัสดุของต้นแบบเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสดโดยใช้วิธีวัดความถ่วงจำเพาะ เนื่องจากต้นแบบเครื่องวัดฯ ต้องการการตรวจจับวัสดุในระยะไม่เกินระยะ 10 เซ็นติเมตร แต่หลอดไฟอินฟราเรดเบอร์ดังกล่าวเหมาะสำหรับงานตรวจจับวัสดุระยะไกลและในระยะที่ต้องการไม่สามารถรับสัญญาณได้ในบางตำแหน่ง จึงควรทำการศึกษาหาอุปกรณ์อินฟราเรดที่เหมาะสมสำหรับต้นแบบต่อไป การทดสอบระบบตรวจวัดระดับน้ำเบื้องต้นพบว่าสามารถใช้เซ็นเซอร์ตรวจวัดระดับน้ำเพื่อเปิดและปิดปั้มได้ และสามารถใช้ได้กับน้ำประปาและน้ำกรอง การติดตั้งเซ็นเซอร์เพื่อเปิดปิดน้ำระบบจะทำการตัดต่อการทำงานของรีเลย์ทันทีที่น้ำสัมผัสขั้วของเซ็นเซอร์ ระบบตรวจวัดน้ำหนัก

เบื้องต้นแบบทดสอบกับโหลดเซลตัวเดียวสามารถวัดน้ำหนักได้ละเอียดเป็นหน่วยกรัม การทดสอบวัดเทียบค่ากับน้ำหนักมาตรฐานได้ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างน้ำหนักที่วัดได้จากระบบตรวจวัดน้ำหนักเบื้องต้นและน้ำหนักมาตรฐาน เนื่องจากต้นแบบเครื่องวัดฯ จำเป็นต้องใช้โหลดเซลมากกว่าหนึ่งตัว ในการวัดน้ำหนักชั่งในอากาศและน้ำหนักชั่งในน้ำโดยประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวเดียว ดังนั้นจึงควรศึกษาการเขียนโปรแกรมวัดและประมวลผลการชั่งน้ำหนักจากโหลดเซลหลายตัวต่อไป

ทดสอบและพัฒนาการใช้ต้นแบบเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสด โดยใช้วิธีวัดความถ่วงจำเพาะ ในเขตพื้นที่การเพาะปลูกมันสำปะหลังภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคเหนือ

Testing and Evaluation of Machine for Starch Content Measurement in Fresh Cassava Tuber in the Central, the Northeast, the East and the North of Thailand

ปรีดาวรรณ ไชยศรีชลธาร กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

ชูศักดิ์ ชวประดิษฐ์ กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

อนุชิต ฉ่ำสิงห์ กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

ปรีชา อานันท์รัตนกุล กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

กลวัชร ทิมินกุล ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

คำสำคัญ (keywords): เครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง มันสำปะหลัง cassava starch, starch content, starch content measurement

บทคัดย่อ

ต้นแบบเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสดโดยใช้วิธีวัดความถ่วงจำเพาะในกิจกรรมที่ 2 ได้ถูกทดสอบและพัฒนาการใช้ต้นแบบเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งฯ โดยปรับปรุงพัฒนาส่วนประกอบ อุปกรณ์ต่างๆ อาทิเช่น ส่วนตรวจจับวัสดุที่เหมาะสมใช้เซ็นเซอร์เบอร์ TCRT5000 สูตรการคำนวณหาความถ่วงจำเพาะเพื่อใช้กับต้นแบบเครื่องวัดฯ การปรับปรุงคานกดน้ำหนักแบบไม้กระดก การปรับปรุงพัฒนาโปรแกรมของต้นแบบเครื่องวัดฯ ให้ทำงานสอดคล้องกับระบบแมคคานิค การทดสอบใช้งานต้นแบบเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสดสามารถใช้งานได้

บทนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ ในปี 2556 มีปริมาณผลผลิตหัวมันสด 28 ล้านตัน มันสำปะหลังถูกแปรรูปส่งออกในรูปมันเส้น แป้งมัน สาคู และมันอัดเม็ด มูลค่า 39, 34, 0.63 และ 0.41 พันล้านบาท ตามลำดับ ตลาดรับซื้อส่วนใหญ่อยู่ในสหภาพยุโรปและจีน ญี่ปุ่น ไต้หวัน จีน อินโดนีเซีย เพื่อใช้ทำอาหารสัตว์ และแป้งมันสำปะหลังเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมต่อเนื่องต่างๆ มากมาย ทั้งที่เป็นอาหารและไม่ใช่อาหาร เช่น สารให้ความหวาน ผงชูรส อุตสาหกรรมสิ่งทอ กาว กระดาษ แอลกอฮอล์ อะซีโตน ยาฯลฯ

คุณภาพที่สำคัญของหัวมันสำปะหลังสดคือเปอร์เซ็นต์แป้งหรือเรียกอีกชื่อว่าเปอร์เซ็นต์เชื้อแป้งในหัวมันสด เนื่องจากองค์ประกอบส่วนใหญ่ในหัวมันสำปะหลังคือน้ำและแป้งเป็นส่วนประกอบ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณเปอร์เซ็นต์แป้ง ได้แก่ พันธุ์ ฤดูการเก็บเกี่ยว อายุ การตัดต้นก่อนเก็บเกี่ยว ระยะเวลาหลังการเก็บเกี่ยว เป็นต้น

ในการซื้อขายหัวมันสำปะหลังสดที่ลานมันเพื่อการแปรรูปเป็นมันเส้นและผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลังของโรงงานผลิตแป้งมันต้องมีการวิเคราะห์ปริมาณแป้งที่มีในหัวมัน เนื่องจากมีความจำเป็นต่ออุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง ไม่ว่าจะเป็นเป็นกระบวนการสกัดแป้งมันสำปะหลังดิบ (Native Starch) หรือแป้งมันสำปะหลังแปรรูป (Modify Starch) นับเป็นต้นทางของการผลิตผลิตภัณฑ์แปรรูปจากแป้งมันสำปะหลัง การหาค่าเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสดด้วยเครื่องมือที่มีความถูกต้องแม่นยำเทียบเท่าวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการหรือวิธีชั่งด้วยเครื่องชั่งแบบ Reimann scale เป็นที่ต้องการ โดยต้องทำการวัดได้ง่ายสะดวก รู้ผลทันที เพื่อให้สามารถนำมาใช้ในการซื้อขายหัวมันสำปะหลังสด ทำให้ผู้ซื้อและผู้ขายสามารถหาค่าเปอร์เซ็นต์แป้งและคิดราคาซื้อขายได้ทันทีเพื่อเพิ่มความมั่นใจในการซื้อขายหัวมันสำปะหลังสดและเพิ่มคุณภาพผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์แปรรูปจากแป้งมันสำปะหลัง อีกทั้งกรมการค้าภายในมีความประสงค์ให้เครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังมีความเที่ยงตรงเพื่อดูแลเกษตรกรให้มีการหักความชื้น สิ่งเจือปนตามเกณฑ์มาตรฐาน ไม่ถูกเอารัดเอาเปรียบและขายผลผลิตได้ราคา

อุปกรณ์

- เครื่องจักรพื้นฐานในโรงงงาน เพื่อการสร้างชิ้นส่วน ชุดทดสอบ และเครื่องต้นแบบ
- อุปกรณ์ และเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าในการพัฒนาแผงวงจรไฟฟ้า
- เครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลังแบบ Reimann Scale

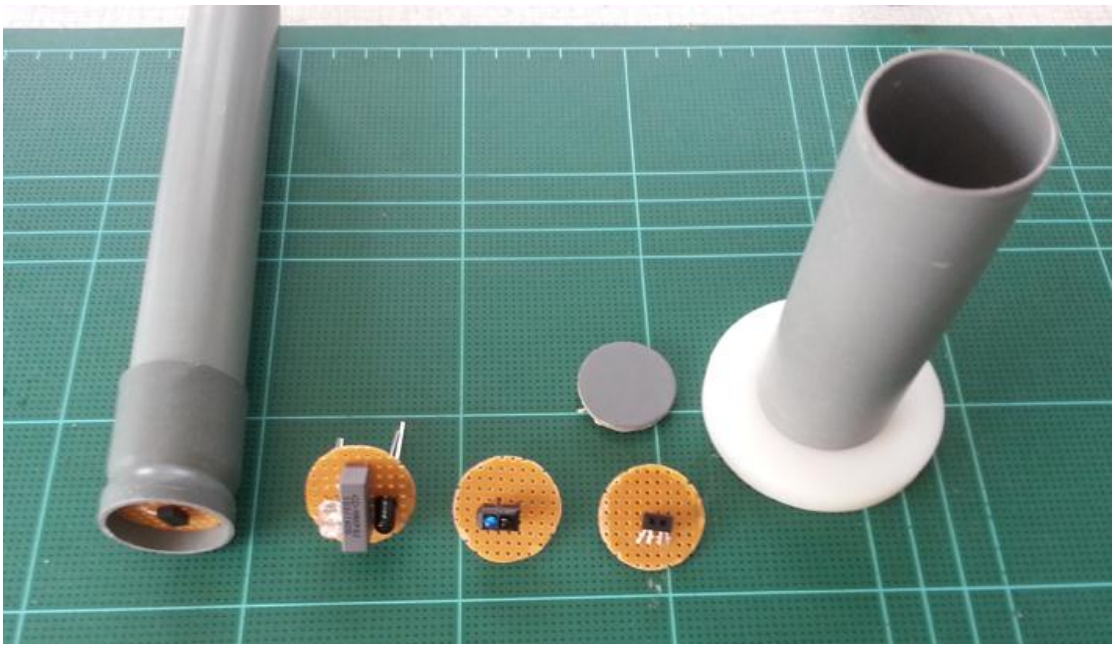
- เครื่องชั่งน้ำหนักชนิดละเอียด ตู้อบลมร้อนลดความชื้น และอุปกรณ์เครื่องแก้วในห้องทดลอง
- อุปกรณ์ และเครื่องมือวัดอื่นๆ

วิธีการ

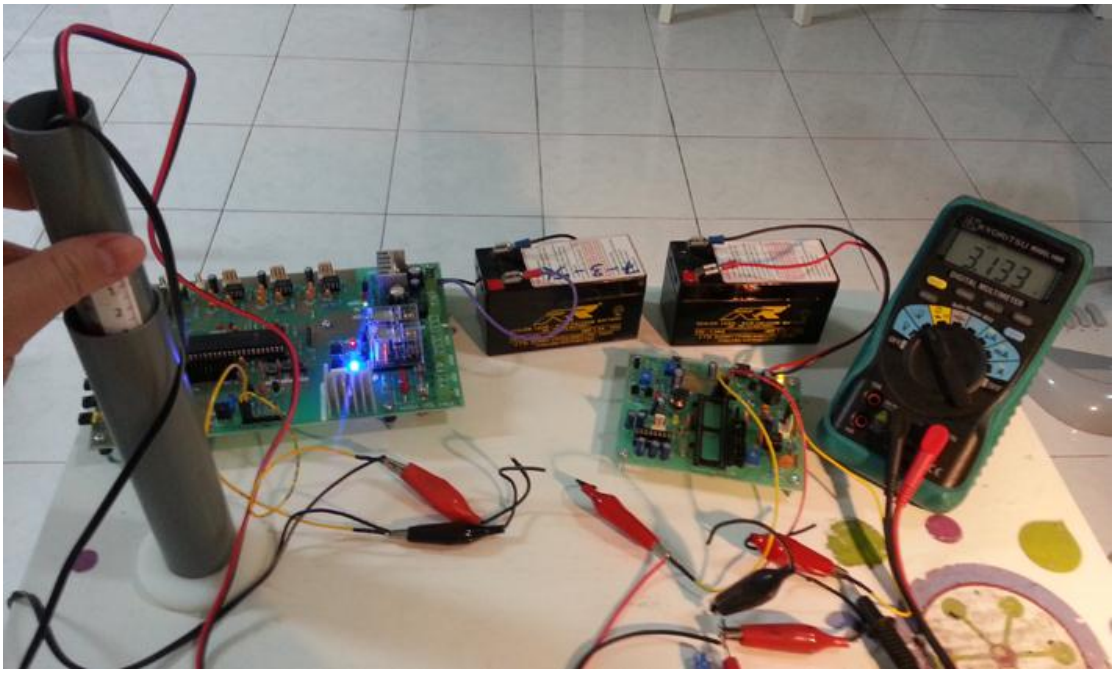
การทดสอบและพัฒนาต้นแบบเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสดด้วยใช้วิธีวัดความถ่วงจำเพาะ ได้ปรับปรุงพัฒนาส่วนตรวจจับวัสดุ อุปกรณ์ส่วนชั่งน้ำหนัก โปรแกรมของต้นแบบเครื่องวัดฯ และทดสอบการใช้งานต้นแบบเครื่องวัดฯ มีวิธีการดำเนินงานดังนี้

1. การปรับปรุงพัฒนาส่วนตรวจจับวัสดุ

การตรวจจับวัสดุของต้นแบบเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสดต้องการระยะการตรวจจับไม่เกิน 10 เซ็นติเมตร ซึ่งจากการทดลองเดิมพบว่าหัวเซ็นเซอร์แสงอินฟราเรดเบอร์ TOIR-50b94bCEa ไม่เหมาะสมสำหรับการตรวจจับวัสดุระยะดังกล่าว ต้องปรับปรุงส่วนตรวจจับวัสดุโดยทดสอบหัวเซ็นเซอร์แสงอินฟราเรดที่มีความเหมาะสมสำหรับการใช้งาน ทำการศึกษาหัวเซ็นเซอร์ทำงานแบบสะท้อน 3 แบบ ได้แก่ แบบที่ 1 หัวส่งเบอร์ TSAL7400 หัวรับเบอร์ TOPS-030TB2 แบบที่ 2 หัวส่งเบอร์ TSAL7400 หัวรับเบอร์ TSKS5400S และแบบที่ 3 หัวส่งรับเบอร์ TCRT5000 หาค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ที่ระยะจากหัวเซ็นเซอร์ถึงแผ่นสะท้อนสีเทามาตรฐาน รูปที่ 16 - 17



รูปที่ 16 หัวเซ็นเซอร์รับส่งแสงอินฟราเรดแบบต่างๆ



รูปที่ 17 การทดสอบหัวเซ็นเซอร์รับส่งแสงอินฟราเรด

2. การปรับปรุงพัฒนาอุปกรณ์ส่วนชั่งน้ำหนัก

อุปกรณ์ส่วนชั่งน้ำหนักของต้นแบบเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสด ประกอบด้วย กระป๋องสแตนเลส คานกดน้ำหนัก ซึ่งมีการวัดน้ำหนักอย่างน้อย 2 สถานี คือ สถานีชั่งน้ำหนักมันสำปะหลังในอากาศ และสถานีชั่งน้ำหนักมันสำปะหลังในน้ำ และเนื่องจากต้นแบบเครื่องวัดฯ ทำงานต่อเนื่อง อุปกรณ์จากทุกสถานีต้องทำการปรับปรุงพัฒนาชดเชยน้ำหนัก

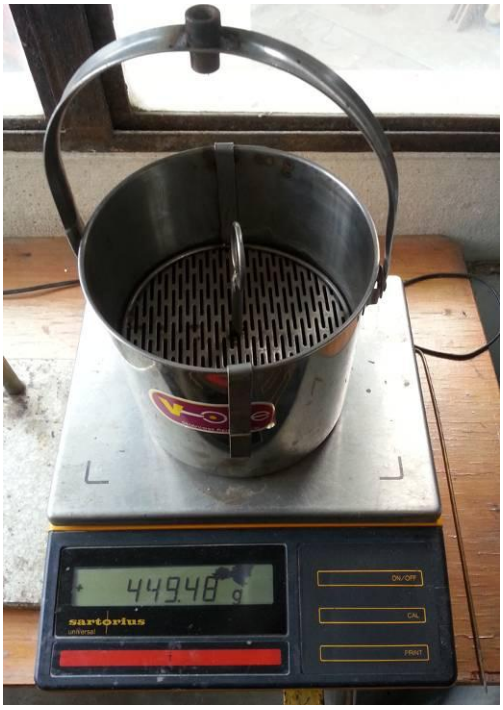
ทดสอบหาความถ่วงจำเพาะของมันสำประหลังโดยการใช้เครื่องชั่งมาตรฐาน (รูปที่ 18) หน่วยเป็นกรัม ทำการชั่งน้ำหนักกระป๋องสแตนเลสและแผ่นกด (A) หั่นมันสำปะหลังยาวประมาณ 10 เซ็นติเมตร จำนวน 3 ท่อน บรรจุมันสำปะหลังในกระป๋องแล้วชั่งน้ำหนัก (B) เติมน้ำจำนวน 840 กรัม แล้วทำการชั่งน้ำหนัก (C) คำนวณหาค่าความถ่วงจำเพาะจากสูตร

ความถ่วงจำเพาะ = น้ำหนักมันสำปะหลังชั่งในอากาศ/น้ำหนักมันสำปะหลังชั่งในน้ำ

= (B – A) / (C- A - 840)

(A)

(B)



(C)

(D)

รูปที่ 18 ขั้นตอนการหาความถ่วงจำเพาะ; (A) บรรจุมันสำปะหลังในกระป๋อง, (B) ใส่แผ่นกด, (C) ชั่งน้ำหนักมันสำปะหลังในอากาศ และ (D) ใส่น้ำปริมาตรคงที่แล้วชั่งมันสำปะหลังในน้ำ

ในส่วนของคานกดน้ำหนักหมุนรอบจุดหมุนตรงกลางซึ่งต่อกับเกียร์ทด เพื่อให้คานหมุนเป็นวงและหยุดที่สถานีต่าง ๆ จำนวน 4 สถานี คานกดน้ำหนักทำหน้าที่รับน้ำหนักจากกระป๋องสแตนเลสที่ปลายคานส่งถ่ายน้ำหนักไปกดเดือยรับน้ำหนักต่อกับโหลดเซลที่ติดตั้งใต้แผ่นจาน (รูปที่ 4) การออกแบบเบื้องต้นคานกดน้ำหนักถูกยึดตายตัวที่จุดหมุนตรงกลางทำให้คานกดน้ำหนักแต่ละตัวไม่

สามารถกดเดือยรับน้ำหนักที่ตำแหน่งเริ่มต้นระยะห่างระหว่างเดือยและคานเดียวกันได้ จึงปรับปรุงคานกดน้ำหนักโดยใช้หลักการไม้กระดก ดังรูปที่ 19- 22 ทำการทดสอบชดเชยน้ำหนักจากคานกดน้ำหนักทั้ง 4

รูปที่ 19 อุปกรณ์ส่งถ่ายน้ำหนัก; (A) คานรับน้ำหนัก, (B) เดือยรับน้ำหนักต่อกับโหลดเซล

รูปที่ 20 ระดมความคิดเพื่อออกแบบปรับปรุงคานกดน้ำหนัก

(A) (B)

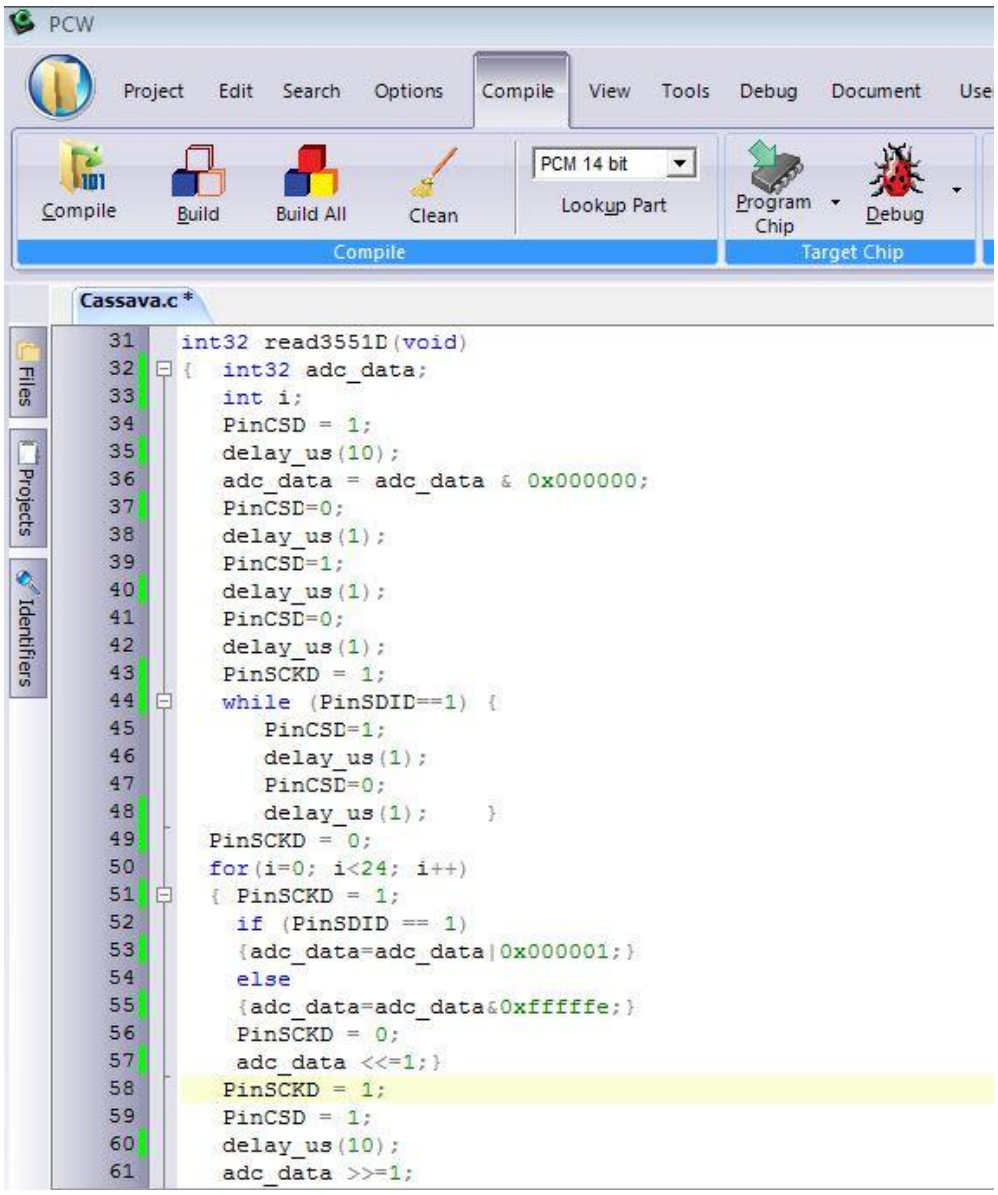
รูปที่ 21 คานกดน้ำหนัก; (A) คานแบบยึดปลายคงที่ และ (B) คานแบบไม้กระดก

รูปที่ 22 ติดตั้งคานกดน้ำหนักแบบไม้กระดก

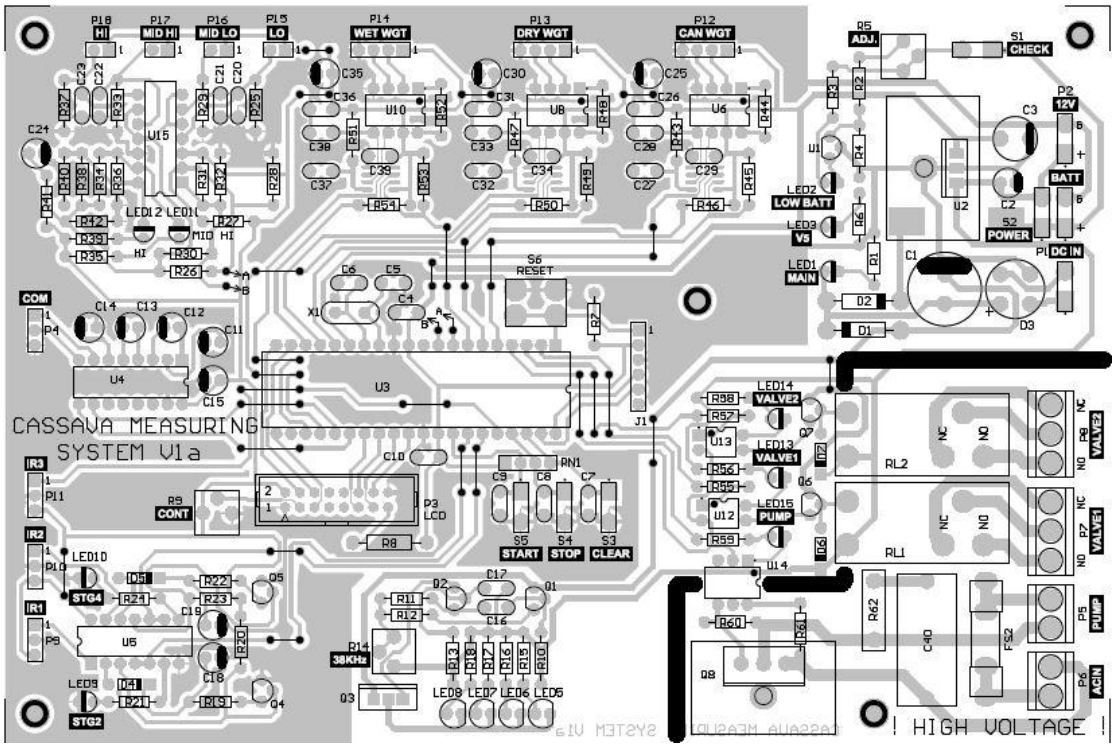
3. การปรับปรุงพัฒนาโปรแกรมของต้นแบบเครื่องวัดฯ

โปรแกรมของต้นแบบเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสด ประกอบด้วย ส่วนวัดน้ำหนักวัสดุจากโหลดเซลหลายตัว ส่วนวัดระดับน้ำคงที่ ส่วนตรวจจับวัสดุ ส่วนประมวลผล และแสดงผล จากการทดสอบตรวจวัดน้ำหนักเบื้องต้นจากโหลดเซลตัวเดียวได้ทำการปรับปรุงพัฒนาส่วนวัดน้ำหนักวัสดุจากโหลดเซลหลายตัว โดยการเขียนโปรแกรมรับค่าจาก MCP3551 ติดต่อแบบ SPI

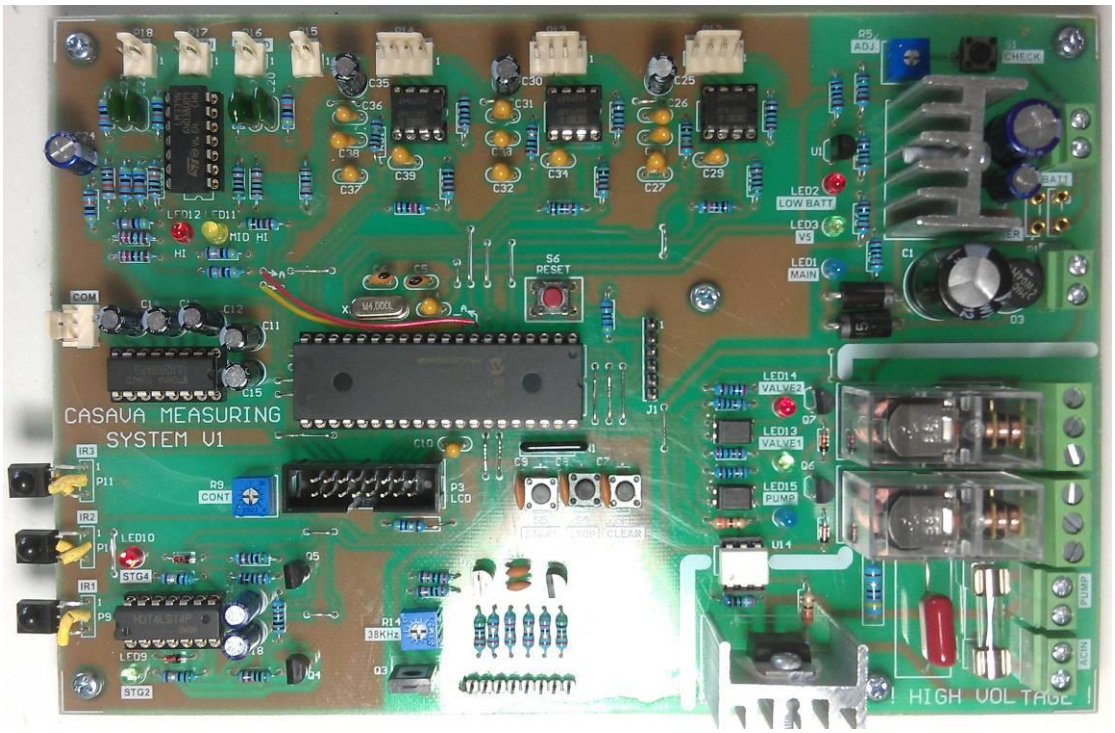
โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งสัญญาณให้ MCP3551 ตัวแรกก่อนแล้วรอรับค่าที่ส่งกลับมาเพื่อแปลงค่าที่วัดได้เป็นน้ำหนัก ทำการปิดการติดต่อกับ MCP3551 ตัวแรก แล้วติดต่อแบบ SPI โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งสัญญาณให้ MCP3551 ตัวที่สองแล้วรอรับค่าที่ส่งกลับมาเพื่อแปลงค่าที่วัดได้เป็นน้ำหนัก ทำการปิดการติดต่อกับ MCP3551 ตัวที่สอง ตามลำดับ ดังรูปที่ 8 ปรับปรุงโปรแกรมส่วนตรวจจับวัสดุให้สอดคล้องกับเซ็นเซอร์รับแสงอินฟราเรดที่เลือกใช้ ทำการออกแบบลายวงจรพิมพ์ (รูปที่ 9) สร้างแผ่นลายวงจรพิมพ์ และประกอบอุปกรณ์ลงบนแผ่นลายวงจรพิมพ์ (รูปที่ 10) ทำการทดสอบการทำงานของวงจรและโปรแกรมต้นแบบเครื่องวัดฯ



รูปที่ 23 โปรแกรมของต้นแบบเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสด



รูปที่ 24 ลายวงจรพิมพ์ของต้นแบบเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสด



รูปที่ 25 แผ่นวงจรพิมพ์ของต้นแบบเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสด

4. ทดสอบการใช้งานต้นแบบเครื่องวัดฯ

ทดสอบการใช้งานต้นแบบเครื่องวัดเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสดเทียบกับการหาเปอร์เซ็นต์แป้งมันในห้องปฏิบัติการ และทดสอบการใช้งานต้นแบบเครื่องวัดฯ เทียบกับเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลังแบบ Reimann Scale ที่ลานรับซื้อหัวมันสำปะหลัง

เวลาและสถานที่

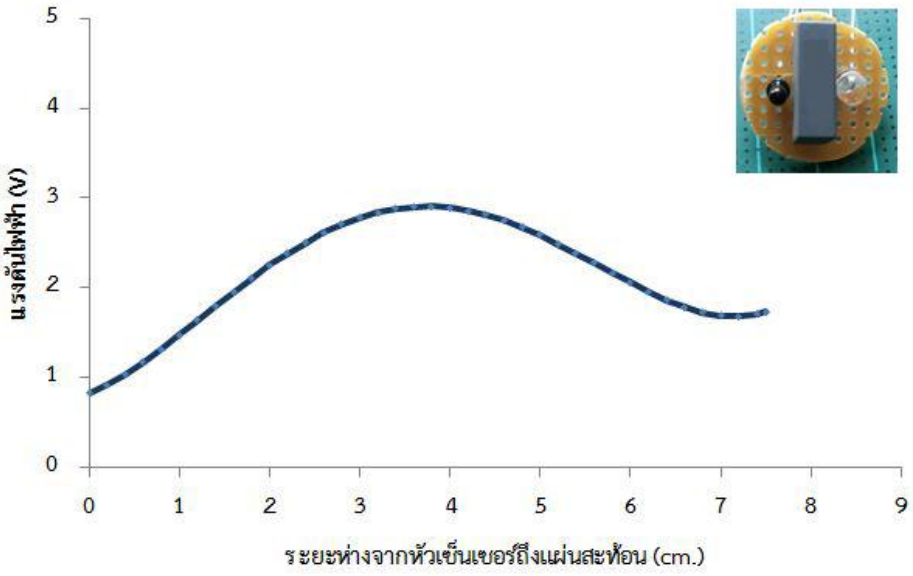
เวลาดำเนินงาน: ปีงบประมาณ 2555-2556

สถานที่ : การออกแบบ สร้างต้นแบบ และทดสอบศึกษาปัจจัยการทำงาน ดำเนินการ ณ กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม และ ลานรับซื้อหัวมันสำปะหลัง

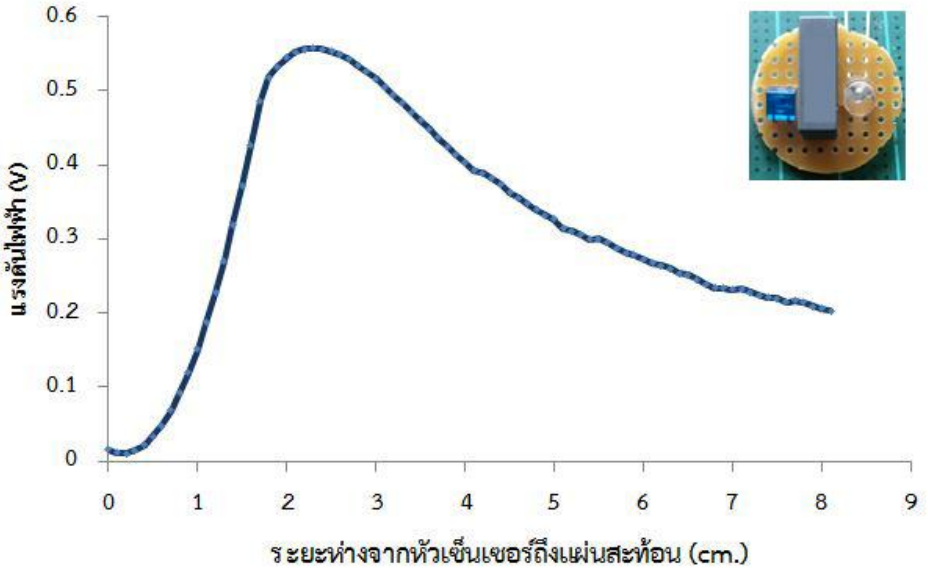
ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการปรับปรุงพัฒนาส่วนตรวจจับวัสดุ

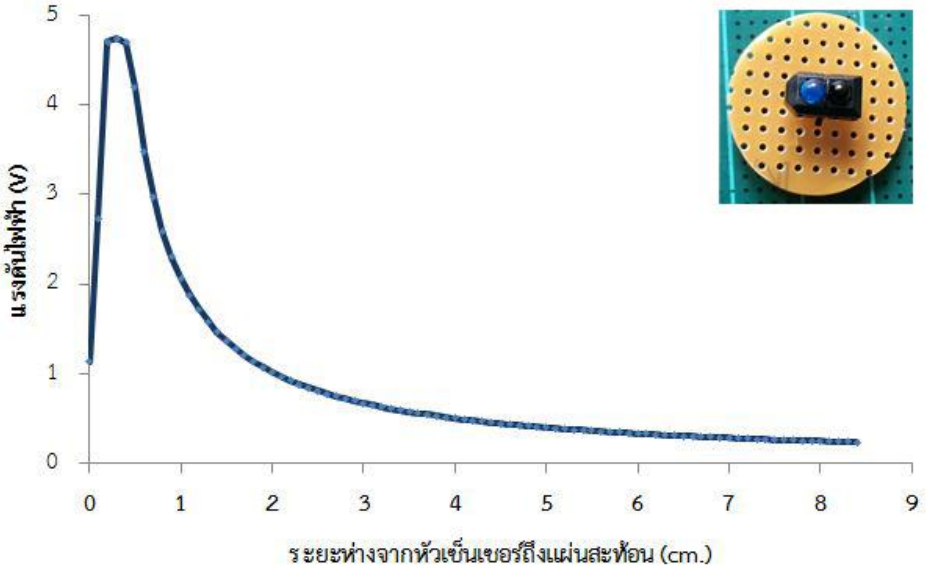
ผลการทดสอบหัวเซ็นเซอร์รับส่งแสงอินฟราเรด 3 แบบ คือ แบบที่ 1 หัวส่งเบอร์ TSAL7400 หัวรับเบอร์ TOPS-030TB2 แบบที่ 2 หัวส่งเบอร์ TSAL7400 หัวรับเบอร์ TSKS5400S และแบบที่ 3 หัวส่งรับเบอร์ TCRT5000 (รูปที่ 26- 28) พบว่า หัวเซ็นเซอร์เบอร์ TCRT5000 เหมาะสมในการออกแบบและสร้างส่วนตรวจจับวัสดุ และได้นำหัวเซ็นเซอร์ดังกล่าวมาปรับปรุงพัฒนาเพื่อตรวจจับกระป๋องสแตนเลส



รูปที่ 26 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับระยะห่างจากหัวเซ็นเซอร์แบบที่ 1 ถึงแผ่นสะท้อน



รูปที่ 27 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับระยะห่างจากหัวเซ็นเซอร์แบบที่ 2 ถึงแผ่นสะท้อน



รูปที่ 28 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับระยะห่างจากหัวเซ็นเซอร์แบบที่ 3 ถึงแผ่นสะท้อน

2. ผลการปรับปรุงพัฒนาอุปกรณ์ส่วนชั่งน้ำหนัก

ผลการทดสอบหาความถ่วงจำเพาะของมันสำประหลังโดยการใช้เครื่องชั่งมาตรฐาน พบว่าสามารถใช้ในการคำนวณหาความถ่วงจำเพาะได้ โดยตัวอย่างการคำนวณ ชั่งน้ำหนักกระป๋องสแตนเลสและแผ่นกด (A) หนัก 437.73 กรัม น้ำหนักกระป๋องสแตนเลส แผ่นกดและมันสำปะหลัง (B)

หนัก 710.60 กรัม เติมน้ำจำนวน 840 กรัม และน้ำหนักกระป๋องสแตนเลส แผ่นกด มันสำปะหลัง และน้ำ (C) หนัก 1510.58 กรัม เมื่อคำนวณตามสูตร

ความถ่วงจำเพาะ = น้ำหนักมันสำปะหลังชั่งในอากาศ/น้ำหนักมันสำปะหลังชั่งในน้ำ

= (B – A) / (C- A - 840)

= (710.60 - 437.73) / (1510.58 - 437.73 – 840)

= 1.172

ความถ่วงจำเพาะมันสำปะหลังที่พบสอดคล้องกับวิธีหาความถ่วงจำเพาะในกิจกรรมที่ 1 ดังนั้นสามารถนำสมการความสัมพันธ์ระหว่างความถ่วงจำเพาะกับเปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลังจากกิจกรรมที่ 1 มาใส่ในโปรแกรมของต้นแบบเครื่องวัดฯ ได้

คานกดน้ำหนักแบบไม้กระดกส่งถ่ายแรงไปยังโหลดเซลได้

3. ผลการปรับปรุงพัฒนาโปรแกรมของต้นแบบเครื่องวัดฯ

โปรแกรมของต้นแบบเครื่องวัดฯ สามารถทำงานได้ตามลำดับขั้นตอนสัมพันธ์กับระบบแมคคานิค แสดงผลต่อเนื่อง โดยเริ่มจากกระป๋องสแตนเลสพร้อมมันสำปะหลังถูกวางที่สถานีที่ 1 และหมุนไปยังสถานีที่ 2 ด้วยระบบแมคคานิค ก่อนกระป๋องเข้าสถานีมีเซ็นเซอร์ตรวจจับวัสดุติดตั้งอยู่ เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์รับทราบว่ามีกระป๋องเข้ามาที่สถานีที่ 2 จะทำการ set ค่าน้ำหนักโหลดเซลตัวที่ 1 เป็นศูนย์ เมื่อกระป๋องหยุดที่สถานีที่ 2 มีการส่งถ่ายแรงไปยังโหลดเซล ไมโครคอนโทรลเลอร์รับค่าจากโหลดเซลตัวที่ 1 มาเก็บไว้เป็นน้ำหนักกระป๋องและมันสำปะหลัง ไมโครคอนโทรลเลอร์สั่งให้โซลินอยด์เปิดน้ำให้ได้ระดับ โดยใช้วงจรส่วนตรวจวัดระดับน้ำควบคุมการหยุดปล่อยน้ำ กระป๋องเลื่อนต่อไปรับน้ำปริมาตรคงที่ที่สถานีที่ 3 ที่ตำแหน่งก่อนถึงสถานีที่ 4 มีเซ็นเซอร์ตรวจจับวัสดุติดตั้งอยู่ เมื่อกระป๋องบรรจุน้ำและมันสำปะหลังถูกตรวจจับว่ากำลังเลื่อนมาที่สถานที่ 4 ไมโครคอนโทรลเลอร์จะ set ค่าน้ำหนักโหลดเซลตัวที่ 2 เป็นศูนย์ เมื่อกระป๋องหยุดที่สถานีที่ 4 มีการส่งถ่ายแรงไปยังโหลดเซลตัวที่ 2 ไมโครคอนโทรลเลอร์เก็บค่าเป็นน้ำหนักกระป๋อง น้ำและมันสำปะหลัง ทำการประมวลผลและแสดงผลต่อไป

4. ผลทดสอบการใช้งานต้นแบบเครื่องวัดฯ

ผลทดสอบการใช้งานต้นแบบเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสดสามารถใช้งานได้

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ทดสอบและพัฒนาการใช้ต้นแบบเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสดโดยหลักการความถ่วงจำเพาะ ได้มีการปรับปรุงพัฒนาส่วนประกอบ อุปกรณ์ต่างๆ อาทิเช่น ส่วนตรวจจับวัสดุที่เหมาะสมใช้เซ็นเซอร์เบอร์ TCRT5000 สูตรการคำนวณหาความถ่วงจำเพาะเพื่อใช้กับต้นแบบเครื่องวัดฯ การปรับปรุงคานกดน้ำหนักแบบไม้กระดก การปรับปรุงพัฒนาโปรแกรมของต้นแบบเครื่องวัดฯ ให้ทำงานสอดคล้องกับระบบแมคคานิค การทดสอบใช้งานต้นแบบเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสดสามารถใช้งานได้

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ยังเป็นเครื่องต้นแบบเบื้องต้น จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาต่อยอด เพื่อให้มีความเที่ยงตรง ก่อนที่จะมีการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำไปใช้งาน ร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องก่อนมีการนำไปใช้ในระบบรับซื้อจริง

เอกสารอ้างอิง

กล้าณรงค์และคณะ (2542) “การแปรรูปและการใช้ประโยชน์มันสำปะหลัง”
http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/other/other13.pdf

กรมการค้าภายใน (2551), “กรมการค้าภายในใส่ใจผู้บริโภค” จุลสารกรมการค้าภายใน ปีที่ 4 ฉบับที่ 48 ประจำเดือนธันวาคม

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2551), “การนำเข้า-ส่งออก มันสำปะหลัง”
http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export_result.php

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2551), “การผลผลิตสำปะหลัง”
http://www2.oae.go.th/Cassava08.xls

FAO “Cassava processing - quality control of cassava products”
http://www.fao.org/docrep/x5032e/x5032E07.htm13.