หน้าสรุปโครงการ (Executive Summary)

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

สำหรับประเทศไทยแล้ว มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญมากที่สุดชนิดหนึ่ง ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1959 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากมันสำปะหลังเป็นสิ้นค่าส่งออกที่สำคัญมากสำหรับประเทศไทย ทั้งนี้เนื่องจากสามารถส่งไปยังตลาดของสหภาพยุโรปได้ค่อนข้างง่าย และเมื่อเร็ว ๆ นี้ยังสามารถส่งออกไปยังตลาดของประเทศจีนได้อีกด้วย หัวมันสำปะหลังถูกนำมาใช้สำหรับการทำชิปแห้ง (dry chip), แป้งเม็ด (pellets), แป้งดัดแปร (native starch), ผงชูรส (monosodium glutamate), กลูโคส (glucose), ฟรุคโตส (fructose), ซอร์บิทอ (sorbitol), สาคู (sago) และ กรดซิตริก (citric acid) ที่ใช้เป็นส่วนประกอบของอาหาร, เครื่องดื่ม, อาหารสัตว์, กระดาษ, สิ่งทอ และอุตสาหกรรมไม้อัด นอกจากนี้มันสำปะหลังยังเป็นวัตถุดิบที่สำคัญสำหรับการนำไปใช้ผลิตเป็นเอทานอล และเชื้อเพลิงชีวภาพทางเลือกที่จะนำไปผสมกับน้ำมันเบนซินและปิโตรเลียม

ปัจจุบันประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกมันสำปะหลังรายใหญ่ที่สุดของโลก โดยมีมูลค่าการส่งออกหลายพันล้านบาทต่อปี ในปี ค.ศ. 2010 ประเทศไทยส่งออกกากมันสำปะหลังประมาณ 1.4 พันล้านบาท, ชิปมันสำปะหลังประมาณ 25.2 พันล้านบาท, มันสำปะหลังเม็ดประมาณ 0.785 พันล้านบาท, สาคูประมาณ 0.56 พันล้านบาท และแป้งมันสำปะหลังประมาณ 40.1 พันล้านบาท โดยมีตลาดหลักในการส่งออก คือ ญี่ปุ่น, ไต้หวัน, จีน, อินโดนีเซีย, สหรัฐอเมริกาและยุโรป

ตัวบ่งชี้คุณภาพที่สำคัญของหัวมันสำปะหลังสด คือเปอร์เซ็นต์แป้ง หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าเปอร์เซ็นต์เชื้อแป้ง มันสำปะหลังเป็นพืชที่เก็บสะสมอาหารไว้ที่รากในรูปของคาร์โบไฮเดรต นั้นก็คือแป้ง ความสามารถในการสะสมแป้งในรากมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ อายุการเก็บเกี่ยว การตัดต้นก่อนเก็บเกี่ยว ระยะเวลาหลังเก็บเกี่ยว ปริมาณน้ำฝน และปัจจัยอื่นๆ จากปัจจัยดังกล่าวจึงทำให้หัวมันสำปะหลังอาจจะแตกต่างกันไป โดยทั่วไปแล้วหัวมันสำปะหลังที่มีอายุ 12 เดือน ซึ่งได้รับปริมาณน้ำฝนเพียงพอ และไม่มีฝนตกชุกขณะเก็บเกี่ยว จะมีแป้งประมาณ 70 – 80% โดยน้ำหนักแห้ง มันสำปะหลังมีหลายสายพันธ์ อาทิเช่น ระยอง 1, ระยอง 2, ระยอง 3, ระยอง 5, ระยอง 7, ระยอง 9, ระยอง 60, ระยอง 72, ระยอง 90, ห้วยบง 60, เกษตรศาสตร์ 50 และห้านาที เป็นต้น

ในการซื้อขายหัวมันสำปะหลังสดที่ลานมันนั้น จะต้องมีการวิเคราะห์ปริมาณแป้งที่มีอยู่ในหัวมัน ซึ่งเป็นวัตถุดิบต้นทางของการนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลังในโรงงานอุตสาหกรรม ไม่ว่าจะเป็นด้วยวิธีการสกัดแป้งมันสำปะหลังดิบ หรือกระบวนการทำแป้งมันสำปะหลังแปรรูป การหาเปอร์เซ็นต์ของแป้งในหัวมันสำปะหลังสดด้วยเครื่องมือที่มีความถูกต้องและแม่นยำเทียบเท่าวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการนั้นเป็นสิ่งที่มีความต้องการมากในปัจจุบัน โดยต้องสามารถวัดได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ แสดงผลได้ทันที ใช้ง่าย และที่สำคัญราคาต้องไม่แพง ทั้งนี้เพื่อที่จะสามารถนำมาใช้ในการซื้อขายหัวมันสำปะหลังสดที่หน้าลานมันได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ซึ่งจะทำให้ผู้ซื้อและผู้ขายสามารถหาค่าเปอร์เซ็นต์แป้งและคิดราคาซื้อขายได้ทันที ตลอดจนเป็นการเพิ่มความมั่นใจในการซื้อขายหัวมันสำปะหลังสดระหว่างผู้ซื้อ และผู้ขาย ซึ่งจะช่วยทำให้เกษตรกรไม่ถูกเอารัดเอาเปรียบโดยการถูกหักค่าเปอร์เซ็นต์แป้ง ความชื้น และสิ่งเจือปน ต่างๆ ซึ่งจะทำให้เกษตรกรสามารถขายหัวมันสำปะหลังสดได้ในราคาที่ดีและยุติธรรม ในขณะที่ผู้ซื้อก็ได้หัวมันสำปะหลังที่ดีและมีคุณภาพ อย่างไรก็ตาม เครื่องมือที่ใช้ในการวัดปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังสดในปัจจุบันมีเพียงวิธีเดียวเท่านั้น คือการวัดโดยใช้ Riemann scale ซึ่งเป็นการวัดที่อาศัยความถ่วงจำเพาะของหัวมันสำปะหลังเป็นเกณฑ์ในการคำนวณปริมาณแป้ง ซึ่งผลการวัดมีความแม่นยำน้อย ดังนั้นในโครงการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์

เพื่อที่จะทำการวิจัยและพัฒนาเทคนิคใหม่ในการวัดปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังสด โดยอาศัยคุณสมบัติความเป็นฉนวนในการวัด

2. วัตถุประสงค์

เพื่อวิจัยและพัฒนาเทคนิคใหม่ในการวัดปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังสด โดยอาศัยคุณสมบัติความเป็นฉนวน

3. ระเบียบวิธีวิจัย

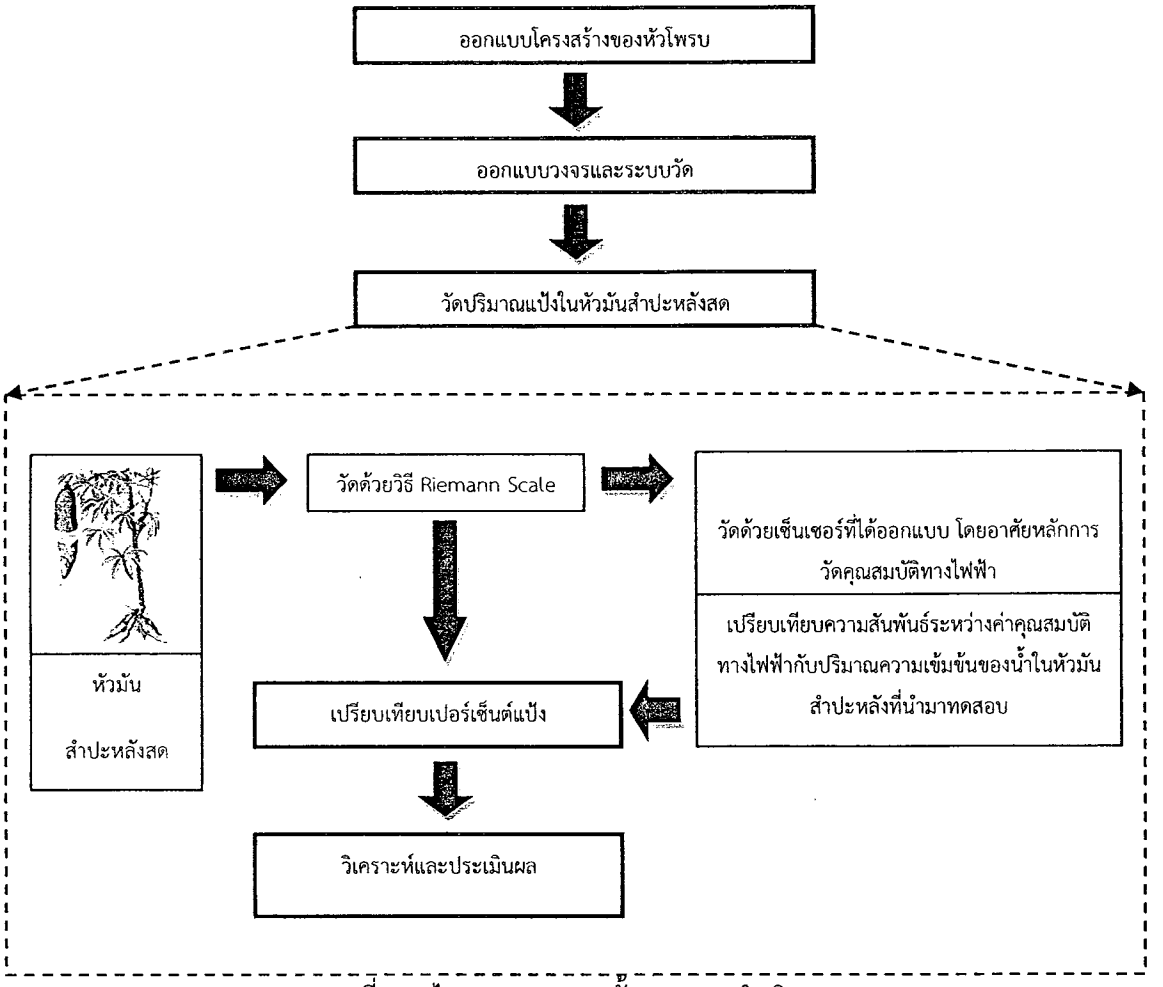
วิธีดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 ออกแบบโครงสร้างของหัวโพรบ

ส่วนที่ 2 ออกแบบวงจรและระบบวัด

ส่วนที่ 3 ทดสอบวัดความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังสดกับค่าไดอิเล็กทริก

- ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสัณฐานของหัวมันสำปะหลังสดกับปริมาณแป้ง ปริมาณน้ำ และคุณสมบัติทางไฟฟ้า
- ทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าและการดูดกลืนแสงของแป้งมันสำปะหลังและหัวมันสำปะหลังสด

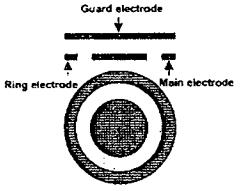
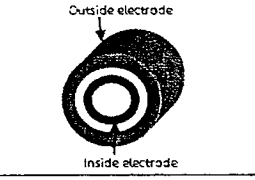
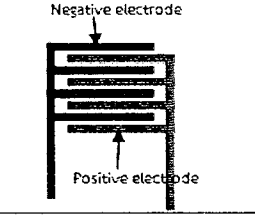
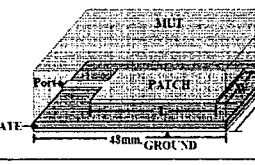


ภาพที่ 1.1 ไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน

ส่วนที่ 1 ออกแบบหัวโพรบ

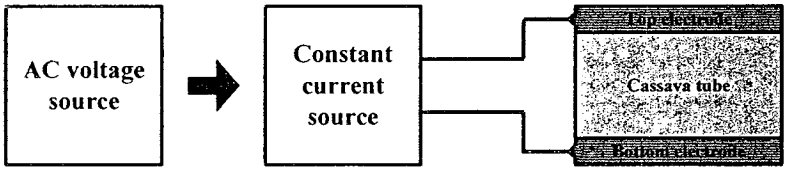
ออกแบบหัวโพรบโดยใช้โมเดลทางคณิตศาสตร์และกระบวนการทางไฟไนเอลิเมนในการจำลอง เพื่อศึกษาลักษณะโครงสร้างและการตอบสนองทางไฟฟ้าของหัวโพรบ โดยในการศึกษาครั้งนี้จะทำการออกแบบหัวโพรบที่โครงสร้างต่างๆ ประกอบด้วย หัวโพรบแบบแผ่นขนานวงกลม (Parallel circle) ขนานวงแหวน (Parallel ring plate) หัวโพรบแบบแผ่นขนานทรงกระบอกกลม (Parallel cylindrical plate), หัวโพรบแบบแผ่นขนานทรงกระบอกสี่เหลี่ยม (Parallel rectangle plate), หัวโพรบแบบอินเตอร์ดิจิตอล (Planar interdigital) และหัวโพรบแบบไมโครสตริป (Microstrip patch sensor) แสดงในตารางที่ 1.1 โดยในการออกแบบหาโครงสร้างที่เหมาะสมของหัวโพรบนั้น ออกแบบโดยใช้โปรแกรม CST MWS (CST MICROWAVE STUDIO) และ COMSOL

ตารางที่ 1.1 ชนิดของเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการออกแบบ

ชนิด	โครงสร้าง
แผ่นขนานวงกลม	
แผ่นขนานวงแหวน	
แผ่นขนานทรงกระบอกกลม	
แผ่นขนานทรงกระบอกสี่เหลี่ยม	
พลานาอินเตอร์ดิจิตอล	
ไมโครสตริป	

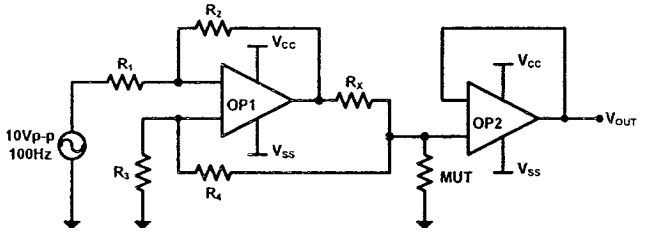
ส่วนที่ 2 ออกแบบวงจรและระบบวัด

วงจรที่ใช้สำหรับทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าของหัวมันสำปะหลังสด เป็นวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ประกอบด้วยเครื่องกำเนิดสัญญาณไซน์ วงจรจ่ายกระแสคงที่ และโพรบแบบ 2 ขั้วที่ได้ทำการออกแบบ แสดงได้ดังภาพที่ 1.2 โดยมีวงจรจ่ายกระแสคงที่แสดงได้ดังภาพที่ 1.3

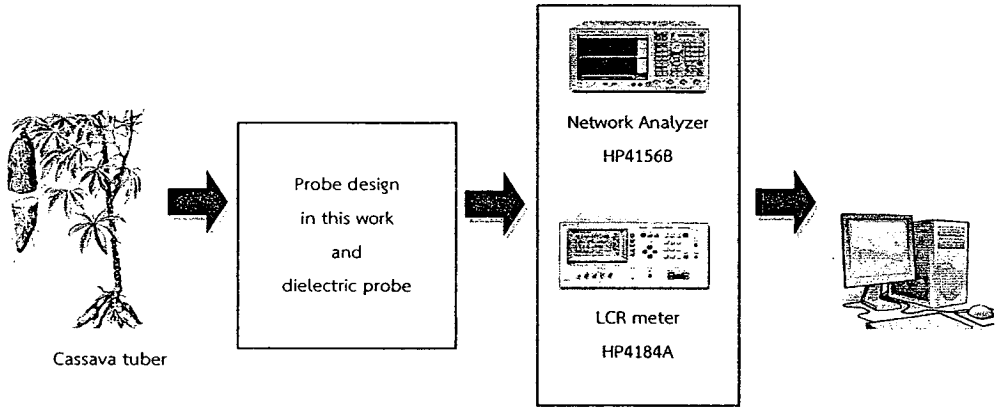


ภาพที่ 1.2 วงจรและระบบทดสอบค่าความต้านทานของหัวมันสำปะหลัง

ก่อนจะทำการทดสอบวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าของหัวมันสำปะหลังสดมีความจำเป็นที่จะต้องหาเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบ ประกอบด้วย ระดับแรงดันอินพุตที่เหมาะสม ความถี่ และค่าความต้านทานโหลดที่เหมาะสม เมื่อได้วงจรและหัวโพรบที่เหมาะสมแล้วจะทำการทดสอบโดยใช้วงจรในภาพที่ 1.2 ซึ่งเป็นการทดสอบภายใต้ความถี่คงที่ แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้จะได้ทำการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าของหัวมันสำปะหลังสดที่ค่าความถี่ต่าง ๆ ดังแสดงในภาพที่ 1.4



ภาพที่ 1.3 วงจรจ่ายกระแสคงที่แบบ Howland

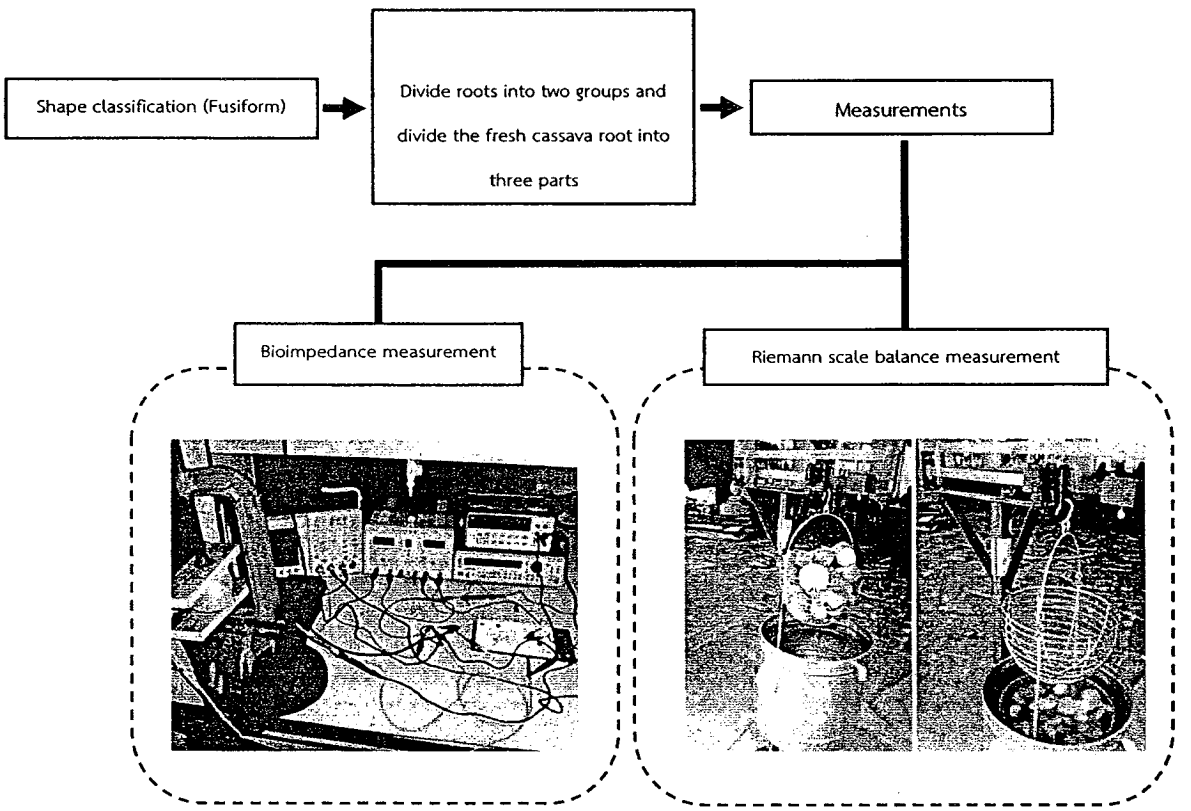


ภาพที่ 1.4 ระบบการวัดปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังโดยใช้หัวโพรบที่ได้ทำการพัฒนา

ส่วนที่ 3 ทดสอบวัดความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังสดกับค่าไดอิเล็กทริก

- ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสัณฐานของหัวมันสำปะหลังสดกับปริมาณแป้ง ปริมาณน้ำ และคุณสมบัติทางไฟฟ้า
- ทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าและการดูดกลืนแสงของแป้งมันสำปะหลังและหัวมันสำปะหลังสด

ในการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังสดกับค่าไดอิเล็กทริกนั้นจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสัณฐานของหัวมันสำปะหลังสดกับปริมาณแป้ง ปริมาณน้ำ และคุณสมบัติทางไฟฟ้า และการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติทางไฟฟ้าและการดูดกลืนแสงของแป้งมันสำปะหลังและหัวมันสำปะหลังสด โดยกระบวนการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสัณฐานของหัวมันสำปะหลังสดกับปริมาณแป้ง ปริมาณน้ำ และคุณสมบัติทางไฟฟ้านั้นแสดงได้ดังภาพที่ 1.5 เริ่มดำเนินการจากการสุ่มหัวมันสำปะหลังสดมาทำการวัด โดยทำการแบ่งหัวมันออกเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนหัว กลาง และปลายหัว โดยเลือกหัวที่มีขนาดใหญ่กว่าเซ็นเซอร์ จากนั้นหั่นในแต่ละส่วนของหัวที่ได้ทำการแบ่งออกไปวัดด้วยระบบที่ทำการออกแบบไว้ ทำการบันทึกค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้า เมื่อได้ค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าต่างๆ ครบแล้ว ก็นำมาเปรียบเทียบกับค่าเปอร์เซ็นต์แป้งที่ได้จากการวัดด้วยวิธี Riemann scale ดังแสดงในภาพที่ 1.6 โดยกระบวนการในการทดสอบความ กระบวนการวัดที่ได้ออกแบบไว้แสดงได้ดังรูปที่ 1.3



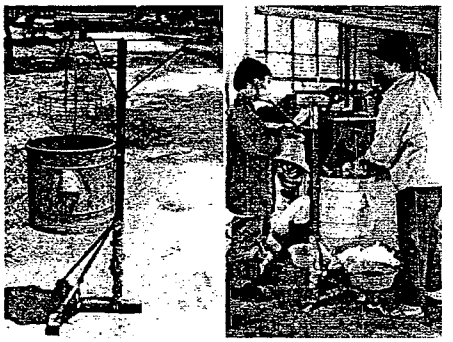
ภาพที่ 1.5 กระบวนการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสัณฐานของหัวมันสำปะหลังสดกับปริมาณแป้ง ปริมาณน้ำ และคุณสมบัติทางไฟฟ้า

การวัดด้วยวิธี Riemann scale balance

เป็นหลักการที่มีพื้นฐานมาจากแรงโน้มถ่วงของโลกสามารถคำนวณโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ดังต่อไปนี้

Specific gravity = Weight in air/ (weight in air – weight in water) (1.1)

การวัดด้วยวิธี Riemann scale balanceแสดงได้ดังภาพที่ 1.6



ภาพที่ 1.6 การวัดแบบ Riemann scale balance

ขั้นตอนในการวัดประกอบด้วย

สุ่มหัวมันมา 5 กิโลกรัม

นำหัวมันชั่งน้ำหนักในน้ำ

นำค่าที่ได้ไปคำนวณตามสมการที่ 1.1

คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของแป้งในหัวมัน

4. แผนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	ปีที่ 1		ปีที่ 2	
ออกแบบหัวโพรบ	↔			
สร้างและทดสอบหัวโพรบ		↔		
หาโครงสร้างและเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการวัดโดยใช้หัวโพรบที่ได้ทำการพัฒนาพร้อมทั้งทำการติดตั้งระบบสำหรับการวัดปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลัง		↔	↔	
วัดปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลัง - Riemann scale - เทคนิคที่นำเสนอ		↔	↔	↔
สรุปและเขียนบทความวิจัย				↔

5. Output ที่ได้จากโครงการวิจัย (Acknowledge the Thailand Research Fund: MRG5580009)

5.1 S. Harnsoongnoen, S. Ritjareonwattu, U. Charoen-IN and A. Siritaratiwat. Electrical Properties of Material Characteristics Using a Microstrip Patch Sensor, Advanced Materials Research, 931 - 932(2014), pp. 1275-1279. (Scopus Databases)

5.2 S. Harnsoongnoen and A. Siritaratiwat. Correcorrelation between Morphology and Starch Content, Water Content and Electrical Properties of Fresh Cassava Root. Submitted to ASABE (Impact factor (2012) = 0.974).

5.3 S. Harnsoongnoen and A. Siritaratiwat. Electrical and Absorption Properties of Fresh Cassava Tubers and Cassava Starch. Submitted to Chiang Mai J. Sci. (Impact factor (2012) = 0.516).