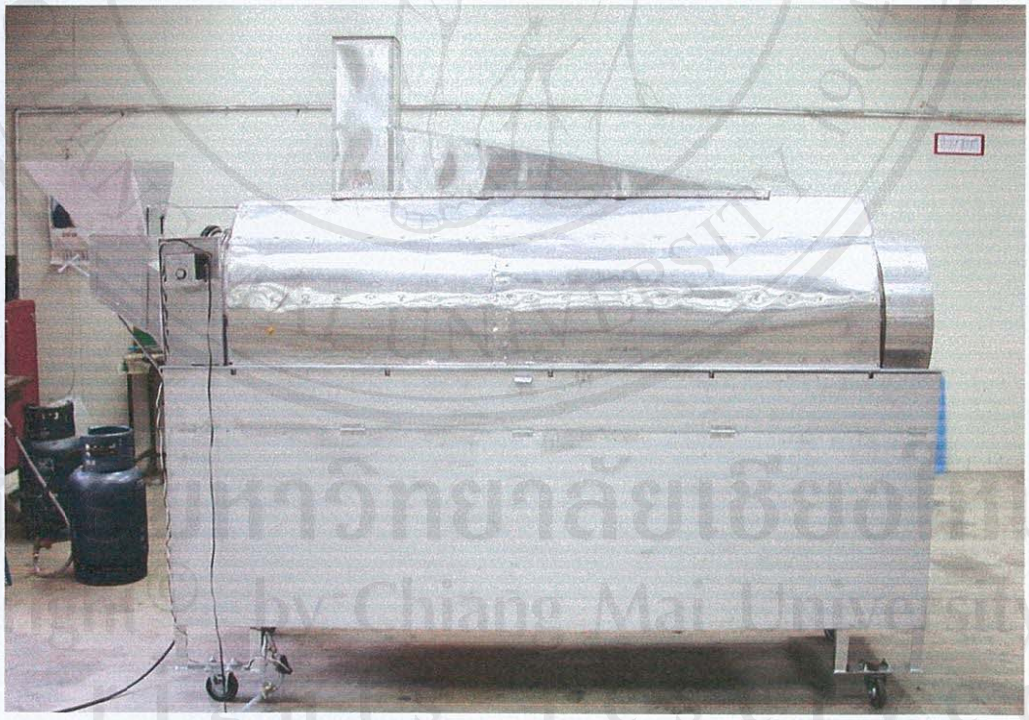
บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การออกแบบและสร้างเครื่องคั่วและนวดม้วนใบชาจีน

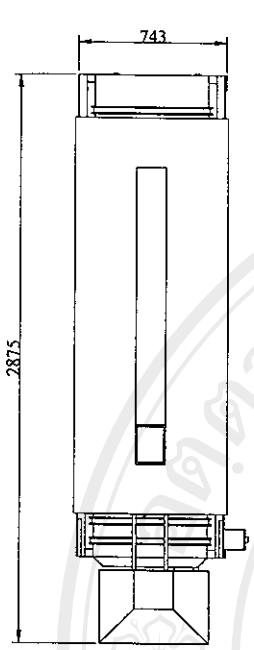
3.1.1 เครื่องคั่วใบชา

เครื่องคั่วใบชาที่ออกแบบมีขนาดกว้าง 0.74 เมตร ยาว 2.89 เมตร สูง 2.10 เมตร เพื่อให้สามารถคั่วได้อย่างต่อเนื่อง โครงสร้างเครื่องประกอบขึ้นจากเหล็กฉากขนาด 38.1×38.1 มิลลิเมตร หนา 5 มิลลิเมตร ตัวถังคั่วและฉนวนวางอยู่บนโครงสร้างที่ติดตั้งล้อยางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 101.6 มิลลิเมตร เพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย ภายในโครงสร้างของฐานรองรับเครื่องติดตั้งระบบส่งกำลังของถังคั่วและห้องเผาไหม้ ดังแสดงในรูปที่ 3.1 และ รูปที่ 3.2

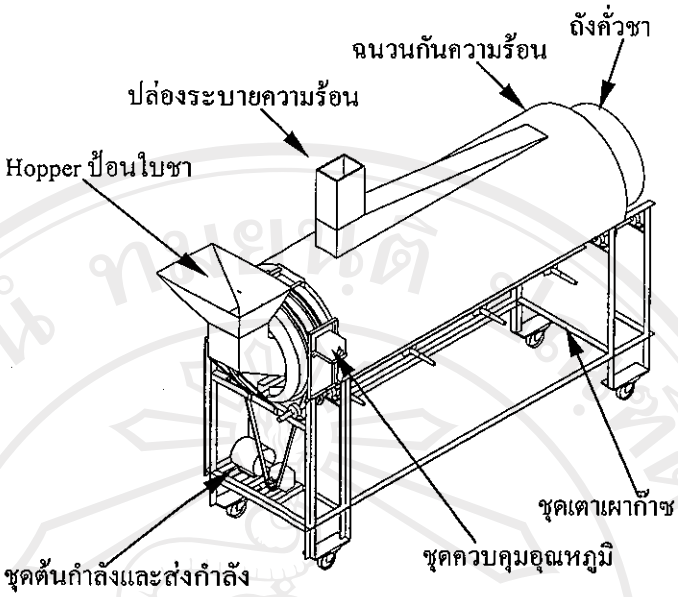


รูปที่ 3.1 เครื่องคั่วใบชา

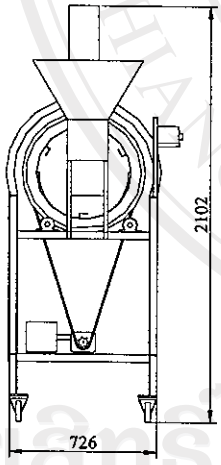
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



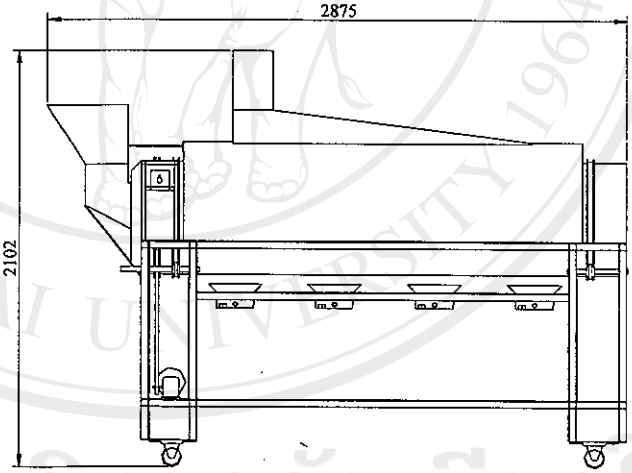
รูปด้านบน



รูปไอโซเมตริก



รูปด้านหน้า

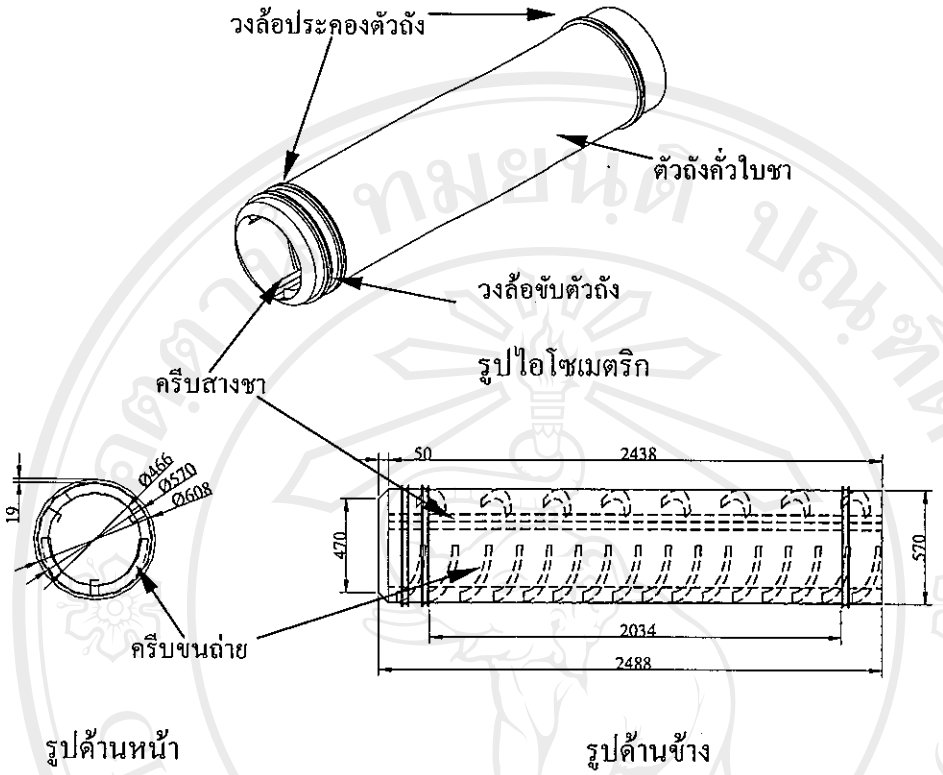


รูปด้านข้าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หมายเหตุ หน่วยที่ใช้ในรูปเป็นหน่วยมิลลิเมตร

รูปที่ 3.2 รูปไอโซเมตริกและรูปออร์โธกราฟฟิกของเครื่องคั่วใบชา



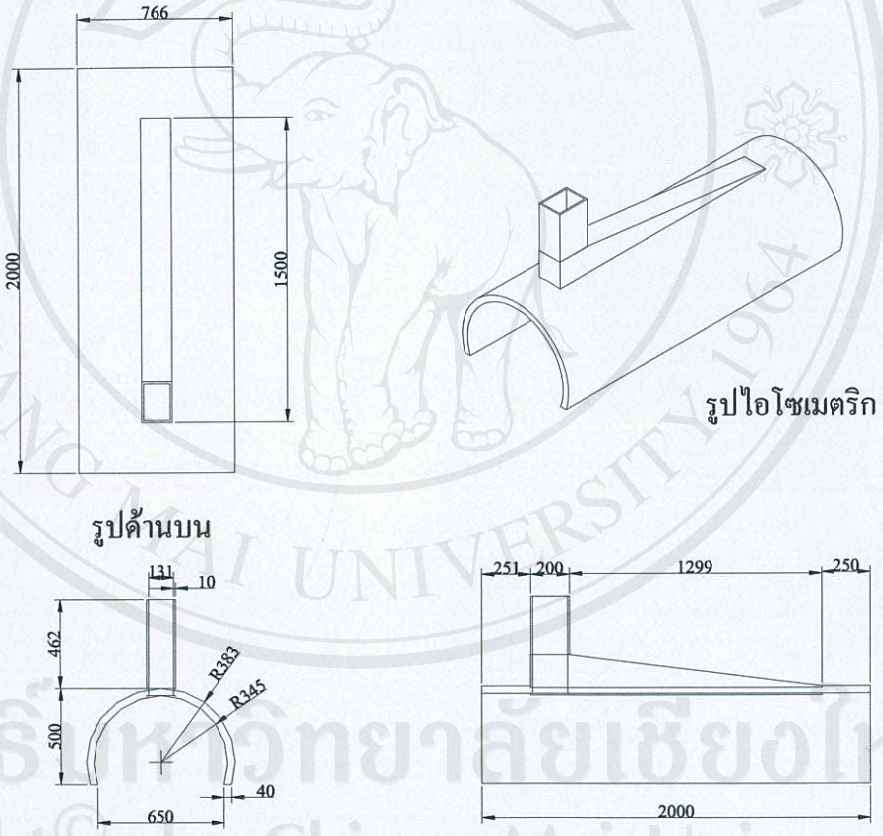
หมายเหตุ หน่วยที่ใช้ในรูปเป็นหน่วยมิลลิเมตร

รูปที่ 3.3 รูปไอโซเมตริกและรูปออร์โธกราฟฟิกของถังคั่วใบชา

รูปที่ 3.3 แสดงตัวถังคั่วใบชาออกแบบและสร้างจากอลูมิเนียมซึ่งมีคุณสมบัติการนำความร้อนที่ดี ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนจากตัวถังคั่วให้กับใบชาได้ดีขึ้น ตัวถังมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 56 เซนติเมตร ยาว 2.44 เมตร หนา 2 มิลลิเมตร ภายในประกอบด้วยครีบสางชาสร้างจากอลูมิเนียมรูปพรรณภาคตัด C ขนาด 76.2 มิลลิเมตร จำนวน 3 ชุด ช่วยให้ใบชาไม่จับตัวกันแน่น ทำให้ใบชากระจายตัวได้ดีและได้รับความร้อนอย่างสม่ำเสมอ ครีบขนถ่ายสร้างจากอลูมิเนียมแบน กว้าง 50.8 มิลลิเมตร ยาว 300 มิลลิเมตร หนา 2 มิลลิเมตร จำนวน 3 ชุด ช่วยลำเลียงใบชาระหว่างการคั่ว และเพิ่มประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนจากแหล่งความร้อนให้ใบชาได้ดีขึ้น ภายนอกตัวถังใช้วงล้อ 2 วงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวงใน 57 เซนติเมตร เป็นตัวประคอง และวงล้อขับตัวถังอีกหนึ่งวง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 3.4 ลักษณะภายในของถังคั่วใบชา

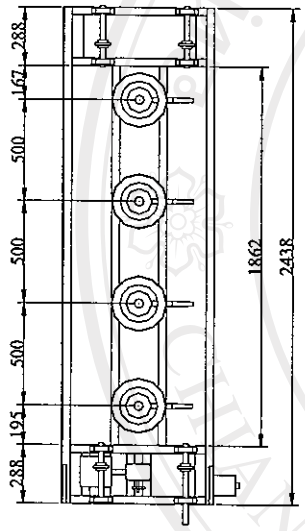


หมายเหตุ หน่วยที่ใช้ในรูปเป็นหน่วยมิลลิเมตร

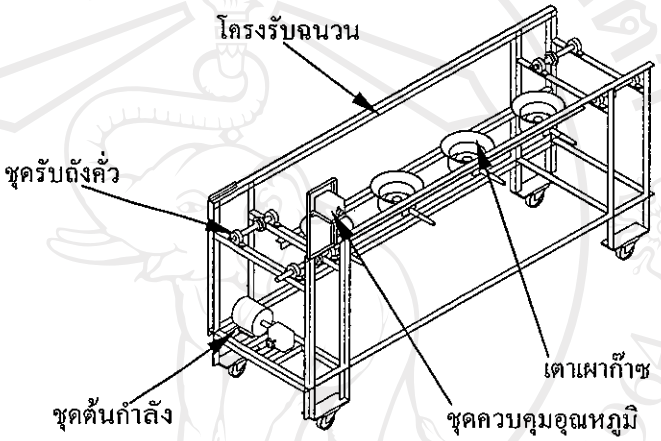
ที่ 3.5 รูปไอโซเมตริกและรูปออร์โธกราฟฟิกของกาบฉนวนและปล่อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

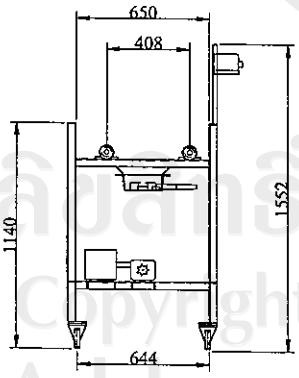
รูปที่ 3.5 แสดงกาบฉนวนของเครื่องคั่วเป็นลักษณะครึ่งวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.76 เมตร ตรงกลางเจาะช่องระบายอากาศร้อนขนาดกว้าง 120 มิลลิเมตร ยาว 2,000 มิลลิเมตร ตัวโครงสร้างเป็นเหล็กฉากและเหล็กแบน ภายนอกหุ้มอลูมิเนียมแผ่นหนา 0.5 มิลลิเมตร ภายในหุ้มด้วยสังกะสีแผ่นหนา 0.8 มิลลิเมตร ข้างในกาบฉนวนใช้ไมโครไฟเบอร์ขนาด 38.1 มิลลิเมตร เป็นฉนวนป้องกันการสูญเสียความร้อน ปล่องระบายความร้อนสร้างจากเหล็กฉากขนาด 19.05 มิลลิเมตร และเหล็กรูปหน้าตัดสี่เหลี่ยมขนาด 19.05 มิลลิเมตร และหุ้มด้วยอลูมิเนียมแผ่นหนา 0.5 มิลลิเมตร



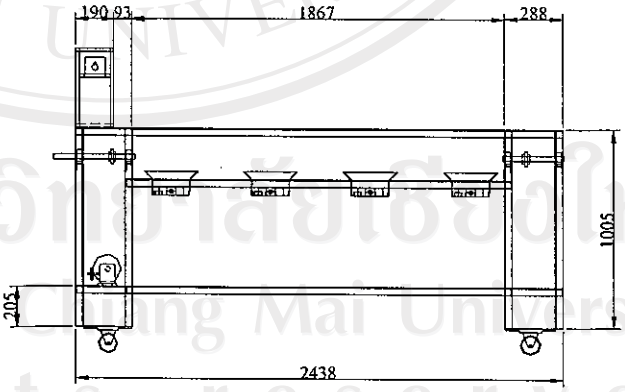
รูปด้านบน



รูปไอโซเมตริก



รูปด้านหน้า



รูปด้านข้าง

หมายเหตุ หน่วยที่ใช้ในรูปเป็นหน่วยมิลลิเมตร

ที่ 3.6 รูปไอโซเมตริกและรูปออร์โธกราฟฟิกของโครงรับเครื่องคั่ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

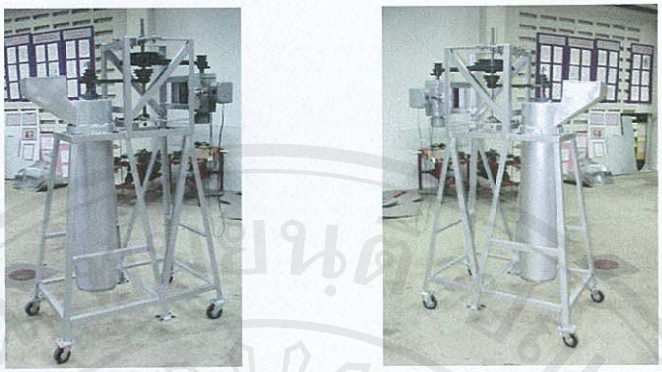
รูปที่ 3.7 ลักษณะของโครงรับเครื่องคั่ว

รูปที่ 3.6 แสดงรูปโครงสร้างรับตัวถังคั่วและกาบฉนวน สร้างจากเหล็กฉากขนาด 38.1×38.1 มิลลิเมตร หนา 5 มิลลิเมตร ประกอบด้วยชุดแบริ่งรับถังคั่ว 4 ชุด โดยออกแบบให้เข้ากับวงล้อประคองตัวถัง ชุดเตาเผาก๊าซประกอบด้วยหัวเผาก๊าซ 4 หัว เป็นเตาที่ใช้ในครัวเรือน ซึ่งสามารถหาซื้อได้ตามท้องตลาด โดยสามารถควบคุมการเผาก๊าซด้วยชุดควบคุมอุณหภูมิ ประกอบด้วยเทอร์โมสแตทควบคุมอุณหภูมิในช่วง 30 ถึง 400°C และใช้โซลินอยด์วาล์วเป็นตัวควบคุมการเปิดปิดก๊าซ ฝากั้นห้องเผาไหม้ทำจากไม้อัดหนา 5 มิลลิเมตร บุสังกะสีด้านใน ชุดต้นกำลังใช้มอเตอร์ขนาด 373 วัตต์ ขับเกียร์ทดมาตราส่วนหนึ่งต่อสิบ และใช้โซ่อุตสาหกรรมเบอร์ 50 เป็นตัวส่งกำลังจากเกียร์ทดไปขับถังคั่วใบชา

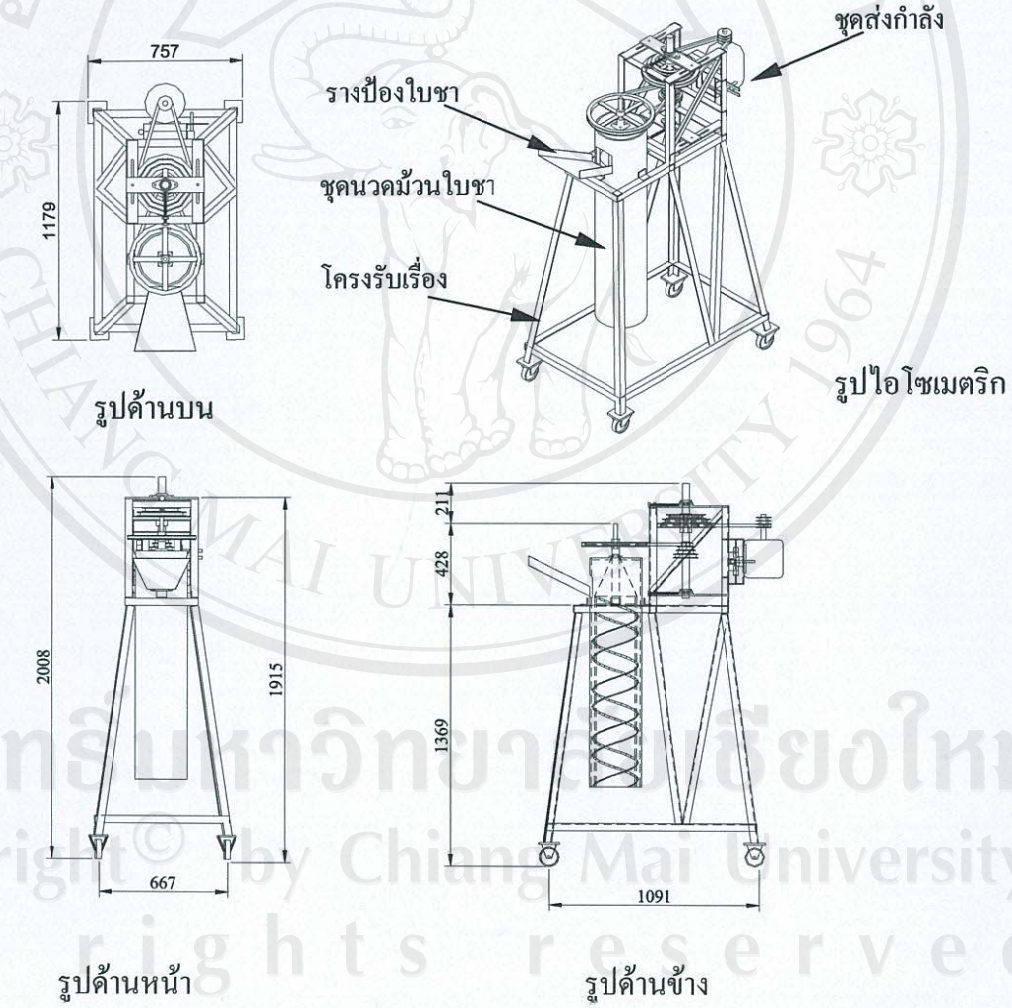
3.2.2 เครื่องนวดใบชา

เครื่องนวดใบชาที่ออกแบบมีขนาดกว้าง 0.76 เมตร ยาว 1.19 เมตร สูง 2 เมตร โครงสร้างประกอบขึ้นจากเหล็กฉากขนาด 38.1×38.1 มิลลิเมตร หนา 5 มิลลิเมตร ตัวนวดและระบบส่งกำลังวางอยู่บนโครงสร้างที่ติดตั้งล้อยางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 101.6 มิลลิเมตร เพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้ายแสดงในรูปที่ 3.8 และ 3.9

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



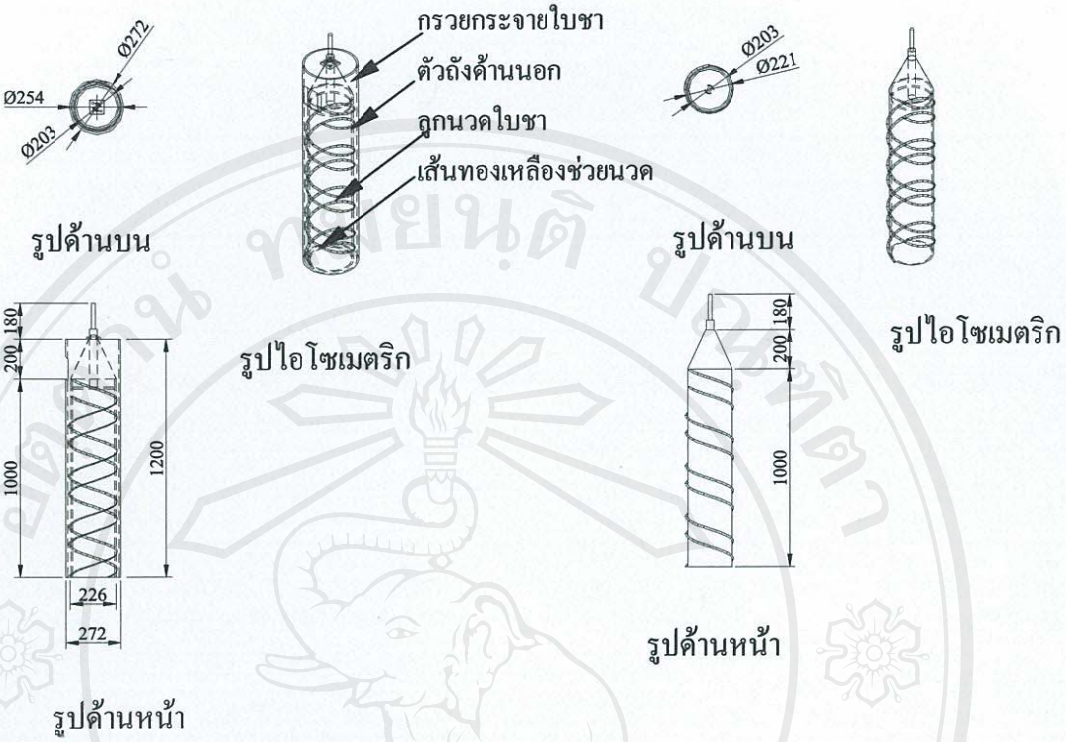
รูปที่ 3.8 เครื่องนวดม้วนใบชาจีน



หมายเหตุ หน่วยที่ใช้ในรูปเป็นหน่วยมิลลิเมตร

รูปที่ 3.9 รูปไอโซเมตริกและรูปออร์โธกราฟฟิกของโครงรับเครื่องนวดม้วนใบชา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



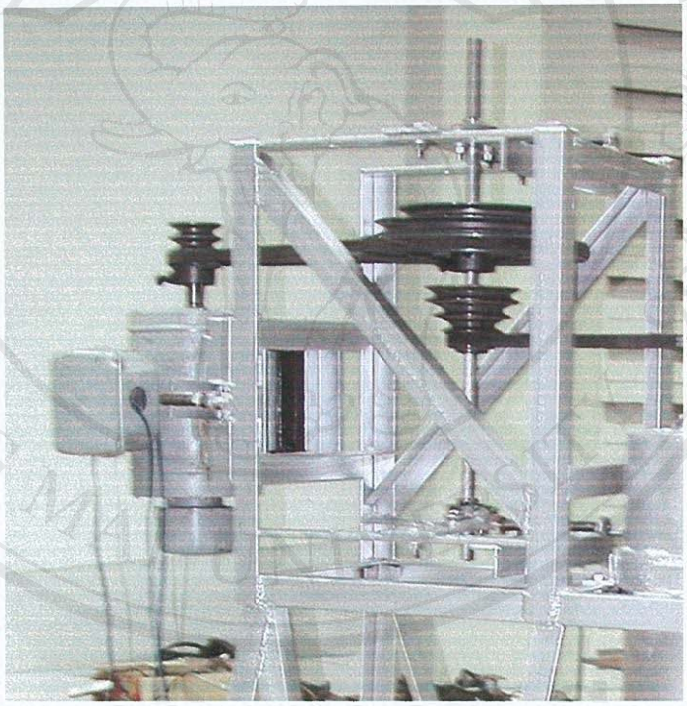
หมายเหตุ หน่วยที่ใช้ในรูปเป็นหน่วยมิลลิเมตร

รูปที่ 3.10 รูปไอโซเมตริกและรูปออร์โธกราฟฟิกของชุดนวดม้วนใบชาและลูกนวดใบชา

รูปที่ 3.11 ลักษณะของลูกนวดใบชา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

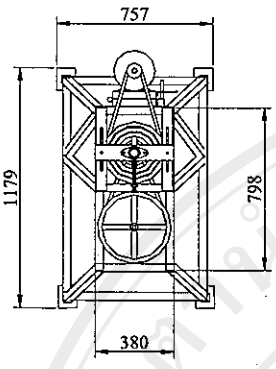
รูปที่ 3.10 และ 3.11 แสดงชุดนวดม้วนใบชาโดยออกแบบและสร้างขึ้นจากเหล็กท่อทรงกระบอกกลวงหนา 10 มิลลิเมตร ซ้อนกัน 2 ชั้น โดยมีระยะห่างระหว่างถังทั้งสอง 25.4 มิลลิเมตร ตัวถังด้านนอกทำหน้าทีเป็นตัวรับลูกนวดและยึดกับโครงสร้าง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.27 เมตร ที่ผิวด้านในของตัวถังด้านนอกใช้สแตนเลส 304 หนา 0.5 มิลลิเมตรม้วนขึ้นรูปสวมอัดอยู่ภายในตัวลูกนวดหมุนอยู่ภายในตัวถังด้านนอก มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.20 เมตร ใช้สแตนเลส 304 หนา 0.5 มิลลิเมตร ม้วนขึ้นรูปหุ้มลูกนวด ใช้เส้นทองเหลืองหน้าตัดครึ่งวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12.7 มิลลิเมตร ขึ้นรูปให้เป็นลักษณะเกลียวคาดทับแผ่นสแตนเลสจำนวน 2 เส้น เพื่อช่วยการนวดม้วนและลำเลียงใบชาออกจากเครื่องนวดอย่างต่อเนื่อง ด้านบนลูกนวดติดตั้งกรวยสร้างจากสแตนเลส 304 ช่วยให้การกระจายของใบชาจากที่ป้อนได้สม่ำเสมอ



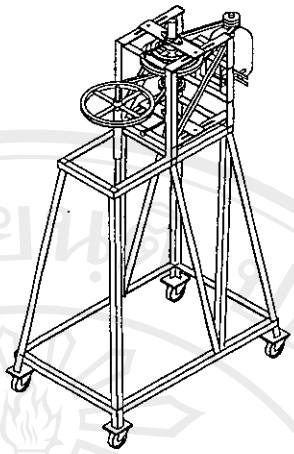
รูปที่ 3.12 ชุดส่งกำลังเครื่องนวดม้วนใบชา

รูปที่ 3.12 และ 3.13 แสดงชุดส่งกำลังและโครงสร้างของเครื่องนวดม้วนใบชา ใช้มอเตอร์ขนาด 1,492 วัตต์ เป็นต้นกำลังส่งไปยังพู่เล่ย์ซึ่งสามารถปรับความเร็วรอบได้ โครงสร้างรับเครื่องสร้างประกอบขึ้นจากเหล็กฉากขนาด 38.1×38.1 มิลลิเมตร หนา 5 มิลลิเมตร ติดตั้งล้อยางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 101.6 มิลลิเมตร เพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย

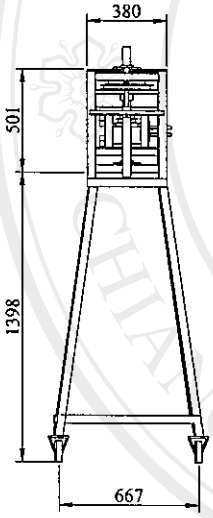
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



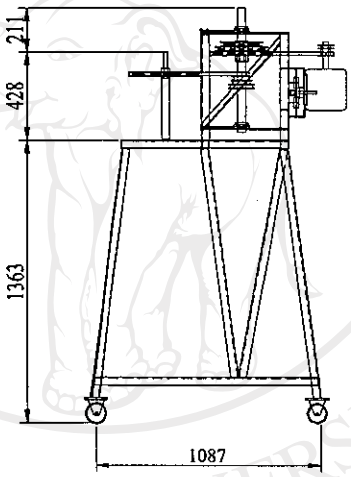
รูปด้านบน



รูปไอโซเมตริก



รูปด้านหน้า



รูปด้านข้าง

หมายเหตุ หน่วยที่ใช้ในรูปเป็นหน่วยมิลลิเมตร

รูปที่ 3.13 รูปไอโซเมตริกและรูปออร์โธกราฟฟิกของโครงสร้างและชุดส่งกำลัง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 เครื่องปรับความเร็วรอบมอเตอร์ (Inverter) ยี่ห้อ Omron รุ่น Sysdrive 3G3MV สามารถทำการปรับความเร็วรอบมอเตอร์ด้วยความถี่ 0 ถึง 60 เฮิร์ต ใช้แรงดันไฟฟ้าสูงสุด 400 โวลต์ 3 เฟส ขนาดมอเตอร์สูงสุด 3.7 กิโลวัตต์ สามารถวัดแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าได้

รูปที่ 3.14 เครื่องปรับความเร็วรอบมอเตอร์ (Inverter)

3.2.2 เครื่องบันทึกอุณหภูมิ (Data logger) ยี่ห้อ Comark รุ่น C8510 สำหรับใช้วัดและบันทึกอุณหภูมิกระเปาะแห้งได้ 10 ช่องสัญญาณ สามารถแสดงผลได้ทั้งหน้าจอและการพิมพ์ ใช้ร่วมกับสายเทอร์โมคัปเปิลชนิดเค (Chromel-alumel type K) ที่มีช่วงความสามารถในการวัด $-100^{\circ}C$ ถึง $1,300^{\circ}C$ มีความแม่นยำ $\pm 0.2\%$ ใช้วัดอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในเครื่องคั่วใบชา

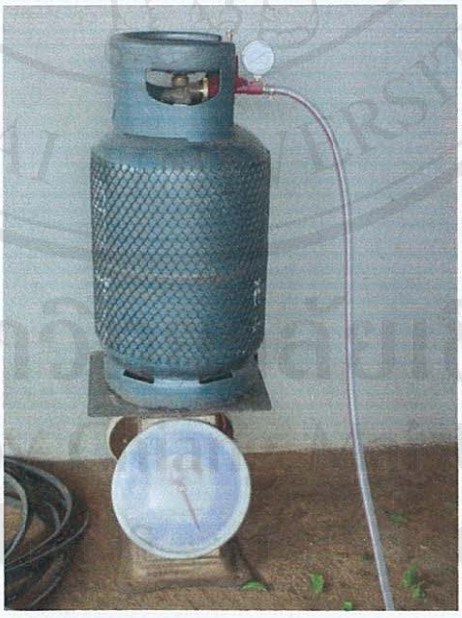
รูปที่ 3.15 เครื่องบันทึกอุณหภูมิ (Data logger)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.3 เครื่องชั่งน้ำหนักทางกล ยี่ห้อ สิงห์คู่ สามารถชั่งน้ำหนักสูงสุด 12 กิโลกรัม ความละเอียดในการวัด 0.1 กิโลกรัม ใช้ชั่งน้ำหนักใบระหว่างการทดลอง

รูปที่ 3.16 เครื่องชั่งน้ำหนักทางกล (12 กิโลกรัม)

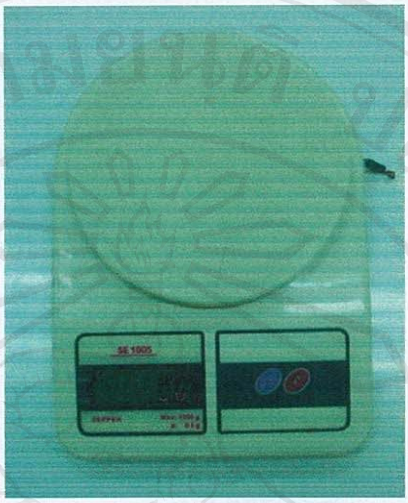
3.2.4 เครื่องชั่งน้ำหนักทางกล ยี่ห้อ สิงห์คู่ สามารถชั่งน้ำหนักสูงสุด 60 กิโลกรัม ความละเอียดในการวัด 0.2 กิโลกรัม ใช้ชั่งน้ำหนักก๊าซที่ใช้ไประหว่างการคั่วใบชา



รูปที่ 3.17 เครื่องชั่งน้ำหนักทางกล (60 กิโลกรัม)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.5 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล ยี่ห้อ Zapper รุ่น SE1005 สามารถชั่งน้ำหนักสูงสุด 1 กิโลกรัม ความละเอียดในการวัด 0.5 กรัม ใช้ชั่งน้ำหนักใบชาแห้งระหว่างการทดลองหาเปอร์เซ็นต์การม้วนตัวของใบชา



รูปที่ 3.18 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล (1 กิโลกรัม)

3.2.6 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล ยี่ห้อ Mettler-Toledo รุ่น PB3002-S สามารถชั่งน้ำหนักสูงสุด 3,100 กรัม ความละเอียดในการวัด 0.01 กรัม ใช้ชั่งน้ำหนักใบชาแห้งระหว่างการทดลองหาความชื้นในใบชาแห้ง

รูปที่ 3.19 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล (3,100 กรัม)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.7 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล ยี่ห้อ Mettler-Toledo รุ่น PB204-S สามารถชั่งน้ำหนักสูงสุด 220 กรัม ความละเอียดในการวัด 0.0001 กรัม ใช้ชั่งน้ำหนักใบชาแห้งและเถ้าระหว่างการทดลองหาปริมาณเถ้าทั้งหมด และปริมารณเถ้าที่ละลายน้ำได้

รูปที่ 3.20 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล (220 กรัม)

3.2.8 ตู้อบแห้งแบบลมร้อน (Hot-air oven) ยี่ห้อ MMM รุ่น Venticell 111 สามารถอบอุณหภูมิสูงสุด 300°C ความละเอียด ±5°C ใช้สำหรับอบตัวอย่างใบชาในการทดลองหาความชื้นใบชา

รูปที่ 3.21 ตู้อบแห้งแบบลมร้อน (Hot-air oven)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.9 เครื่องวัด Water activity (a_w data logger) ยี่ห้อ Novasina รุ่น MS1-AW ใช้ในการทดลองวัดปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ (a_w)

รูปที่ 3.22 เครื่องวัด Water activity (ก) เครื่องวัด a_w (ข) จอแสดงผล

3.2.10 ตะเกียงบุนเซน ใช้เผาตัวอย่างใบชาระหว่างการทดลองหาปริมาณเถ้า

รูปที่ 3.23 ตะเกียงบุนเซน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.11 เตาเผา Muffle furnace ยี่ห้อ Carbolite รุ่น CWF 1100 สามารถเผาอุณหภูมิสูงสุด 1,500°C ใช้ในการทดลองหาปริมาณเถ้าในใบชา

รูปที่ 3.24 เตาเผา Muffle furnace

3.2.12 นาฬิกาจับเวลา ยี่ห้อ Casico ใช้ในการทดลองคั่วและนวดม้วนใบชา

รูปที่ 3.25 นาฬิกาจับเวลา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3 การดำเนินการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD, Completely randomized design) ทั้งนี้เนื่องจากมีปัจจัยการทดลอง 2 ปัจจัยคือ ความเร็วรอบของเครื่องคั่วใบชา และความเร็วรอบของเครื่องนวดม้วนใบชา จึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Factorial in CRD โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

3.3.1 การทดสอบเบื้องต้น

ทำการทดสอบการทำงานของเครื่องต้นแบบเบื้องต้น โดยนำใบชาสดมาคั่วและนวดที่ความเร็วรอบต่าง ๆ เพื่อหาช่วงความเร็วรอบที่เหมาะสมต่อการทดลอง

3.3.2 การทดลองหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องคั่วใบชา

นำใบชาสดพันธุ์อัสสัมที่ผ่านการผึ่งแล้วจำนวน 2 กิโลกรัมสด มาคั่วที่ความเร็วรอบ7.2 – 14.4 รอบต่อนาที ความเร็วรอบละ 3 ซ้ำ ทำการหาความชื้นใบชาก่อนและหลังคั่ว บันทึกอุณหภูมิ ความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าและปริมาณก๊าซที่ใช้ ระหว่างการคั่ว ทำการทดลองทั้งหมด 15 การทดลอง นำผลที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องคั่วใบชาดังแสดงในสมการที่ 2.5 2.6 และ 2.7

3.3.3 การทดลองคั่วและนวดม้วนใบชาจีน

นำใบชาสดพันธ์อัสสัมที่ผ่านการผึ่งแล้ว 6 – 10 ชั่วโมง จำนวน 2 กิโลกรัม มาคั่วที่อุณหภูมิคงที่ 200°C ที่ความดันก๊าซคงที่ 0.2 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และที่อัตราการป้อนใบชาสดคงที่ที่ 180 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ทำการอุ่นเครื่องคั่วใบชาเป็นเวลา 6 นาที เพื่อให้ได้อุณหภูมิที่ใช้ทดลองและเริ่มป้อนใบชาสดแล้วสิ้นสุดการคั่วในนาทีที่ 12 โดยกำหนดให้มี 2 ปัจจัยในการทดลอง คือ ความเร็วรอบของเครื่องคั่วใบชา และความเร็วรอบของเครื่องนวดใบชา ซึ่งแต่ละปัจจัยแบ่งเป็นหน่วยทดลองย่อย ๆ และวิธีการทดลองดังนี้

3.3.3.1. นำใบชาที่เตรียมไว้มาคั่วที่ความเร็วรอบ 7.2 รอบต่อนาที

3.3.3.2. นำใบชาที่ผ่านการคั่วแล้วมานวดที่ความเร็วรอบลูกนวด 34.43 รอบต่อนาที ทำการนวดทั้งหมด 3 ครั้ง

3.3.3.3. นำใบชาที่นวดแล้วไปตากแห้ง

3.3.3.4. ทำซ้ำข้อ 1 ถึง 3 โดยเปลี่ยนความเร็วรอบลูกนวดเป็น 42.56 51.72 59.58 และ 68.1 รอบต่อนาที ตามลำดับ

3.3.3.5. ทำซ้ำข้อ 1 ถึง 4 โดยเปลี่ยนความเร็วรอบของเครื่องคั่วเป็น 9 10.8 12.6 และ 14.4 รอบต่อนาที ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3.4 การทดลองหาการกระจายของอุณหภูมิของเครื่องคั่วใบชา

ระหว่างการทดลองคั่วใบชา ทำการวัดและบันทึกอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในเครื่องคั่วใบชาด้วยเครื่องบันทึกอุณหภูมิ โดยการสุ่มวัดที่ความเร็วรอบคั่วใบชาละ 5 ซ้ำ

3.3.5 การจัดเก็บ บันทึกข้อมูลระหว่างการทดลอง

3.3.5.1 อุณหภูมิ ทำการบันทึกอุณหภูมิของเครื่องคั่วด้วยเครื่องบันทึกอุณหภูมิ

3.3.5.2 ปริมาณกระแสไฟฟ้า อ่านค่ากระแสไฟจากเครื่องปรับความเร็วรอบมอเตอร์

3.3.5.3 น้ำหนักใบชาสด นำใบชาที่เตรียมไว้ชั่งด้วยเครื่องชั่งทางกลขนาด 6 กิโลกรัม

3.4 การตรวจสอบคุณภาพชาในห้องปฏิบัติการ

3.4.1 ความชื้น หาความชื้นด้วยวิธีทำแห้งแบบ Hot-Air Oven method โดยมีวิธีดังนี้

3.4.1.1 หาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของใบชาก่อนคั่วและหลังจากตากแห้งแล้ว โดยสุ่มตัวอย่างใบชาประมาณ 3 – 5 กรัม นำตัวอย่างไปชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอน แล้วใส่ถ้วยอลูมิเนียม นำเข้าตู้อบลมร้อน ใช้อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 72 – 96 ชั่วโมง (Hall, 1980)

3.4.1.2 นำตัวอย่างออกจากตู้อบ ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccator) แล้วชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหาความชื้นจากสมการ (พันทิพา, 2546)

ความชื้น = น้ำหนักเริ่มต้นของตัวอย่าง–น้ำหนักตัวอย่างหลังการระเหยน้ำออกไปแล้ว (3.1)

3.4.2 เปอร์เซ็นต์การม้วนตัว

สุ่มตัวอย่างใบชาที่ตากแห้งแล้วประมาณ 300 – 500 กรัม มาคัดแยกใบชาที่ม้วนตัวและที่ไม่ม้วนตัวออกจากกัน ชั่งและบันทึกน้ำหนักไว้ แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การม้วนตัวของใบชาจากสมการที่ 2.3

3.4.3 วัดค่าปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ (Water activity, a_w)

ใช้เครื่องวัด a_w (a_w data logger) โดยมีวิธีการวัดดังนี้คือ

3.4.3.1 เปิดเครื่องวัด a_w เพื่ออุ่นเครื่อง 30 – 60 นาที

3.4.3.2 ทำการปรับตั้งเครื่องโดยใช้ตัวอย่างมาตรฐาน

3.4.3.3 นำใบชาที่ผ่านการบดด้วยเครื่องบดแล้วใส่ในถ้วยพลาสติก ปริมาณ 2 ใน 3 ของปริมาตรถ้วยพลาสติก ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.4.3.4 นำตัวอย่างเข้าเครื่องวัด a_w โดยจะต้องสังเกตการสมดุลของค่า a_w แล้วบันทึกผล ทำการวัดตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

3.4.4 ปริมาณเถ้าทั้งหมด (Total ash)

ชั่งตัวอย่างชาที่บดแล้วให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2 – 3 กรัม ใส่ลงในถ้วยกระเบื้องเคลือบที่ผ่านการเผาและทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว นำไปเผาโดยใช้ตะเกียงบุนเซนจนไม่มีควัน จากนั้นนำไปเผาต่อในเตาเผา (Muffle furnace) อุณหภูมิประมาณ 500 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้เถ้าสีขาว นำไปทำให้เย็นลงในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักเถ้าและบันทึกผลลงตาราง ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ คำนวณหาปริมาณเถ้า แล้วหาค่าเฉลี่ย ดังสมการที่ 3.2 (ลักขณา และ นิธิยา, 2533)

$$\text{ปริมาณเถ้าทั้งหมด} = [\text{น้ำหนักเถ้า} \times 100] \div \text{น้ำหนักตัวอย่าง} \qquad (3.2)$$

3.4.5 เถ้าที่ละลายน้ำได้ (Water soluble ash)

นำตัวอย่างปริมาณเถ้าทั้งหมดมาละลายด้วยน้ำร้อน จากนั้นนำมากรองด้วยกระดาษกรองเถ้า (Ashless) จากนั้นนำกระดาษกรองเถ้าไปเผาในเตาเผา (Muffle furnace) อุณหภูมิประมาณ 500 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้เถ้าสีขาว นำไปทำให้เย็นลงในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักจะได้เถ้าที่ไม่ละลายน้ำและบันทึกผลลงตาราง ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ แล้วคำนวณหาปริมาณเถ้าที่ละลายน้ำ และหาค่าเฉลี่ย ดังสมการที่ 3.3 (ลักขณา และ นิธิยา, 2533)

$$\text{ปริมาณเถ้าที่ละลายน้ำ} = \text{ปริมาณเถ้าทั้งหมด} - \text{ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายน้ำ} \qquad (3.3)$$

3.5 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลอง

เมื่อทำการทดลองและเก็บข้อมูลครบขั้นตอนในหัวข้อตามที่กล่าวข้างต้นแล้ว ในการวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลองมีดังต่อไปนี้

3.5.1 วิเคราะห์การกระจายของอุณหภูมิของเครื่องคั่วใบชา

3.5.2 คำนวณหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องคั่วใบชา

3.5.3 วิเคราะห์ผลของการทดลองคั่วและนวดม้วนใบชา คำนวณหาอัตราการผลิตของเครื่อง ระยะเวลาที่ใช้ ปริมาณความสิ้นเปลืองพลังงานความร้อนและไฟฟ้าของเครื่อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.5.4 วิเคราะห์ผลคุณภาพของใบชาที่ได้จากห้องปฏิบัติการ โดยแบ่งเป็นเปอร์เซ็นต์การม้วนตัว ความชื้นในใบชา ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ ปริมาณเถ้าทั้งหมด ปริมาณเถ้าที่ละลายน้ำได้

3.5.5 วิเคราะห์ต้นทุนเชิงเศรษฐศาสตร์ เพื่อหาความเป็นไปได้ในการนำเครื่องที่สร้างไปใช้ใน อุตสาหกรรมระดับกลุ่มเกษตรกรต่อไป

3.5.6 ใช้โปรแกรมทางสถิติ SX 7 ในการวิเคราะห์ทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved