# บทที่ 3

# ระเบียบวิธีวิจัย

**กลุ่มตัวอย่าง**

1. อินดิเคเตอร์ 3 ชนิด คือ Bromothymol blue, Bromocresol green และ Methyl red

2. ผลกาแฟพันธุ์อาราบิก้าจากขุนช่างเคี่ยน

3. เมล็ดกาแฟพันธุ์อาราบิก้าจากแหล่งต่าง ๆได้แก่ กาแฟลาว กาแฟดอยแม่สลอง และกาแฟดอยอินทนนท์ ทั้งแบบบดและไม่บด โดยแต่ละชนิดแบ่งตามระดับการคั่ว (ดิบ คั่วอ่อน คั่วกลาง และคั่วเข้ม)

4. กล้วยหอม ที่มีระยะการสุก 4 ระยะ ได้แก่ ผลดิบ ผลห่าม ผลสุก และผลงอม

5. มะม่วงหาวมะนาวโห่ ที่มีระยะการสุก 5 ระยะ ได้แก่ ระยะที่1 (สีขาว), ระยะที่2 (สีขาวแดง), ระยะที่3 (สีแดง), ระยะที่4 (สีแดงอมดำ), และระยะที่5 (สีดำ)

**เครื่องมือ วัสดุ – อุปกรณ์ และสารเคมี**

**1. เครื่องมือ**

1.1 โทรศัพท์มือถือ (Mobile phone), Samsung Galaxy Note 2, Korea

1.2 เครื่องชั่งสำหรับงานวิเคราะห์ (Analytical balance), Mettler Toledo, PG203-S, Switzerland

1.3 เครื่องวัดสี (Hunter Lab), Miniscan EZ, Hunter Associates Laboratory Inc., USA

1.4 เครื่องวัดความเป็นกรด-เบส (pH meter), Consort C831 pH Lab meter, Belgium

1.5 เครื่องบดกาแฟ, L-Beans, Taiwan

1.6 เครื่องทำน้ำปราศจากไอออน (DI), Milipore, Mili-Q & Elix 10

1.7 เครื่องเจียรไฟฟ้า (Electric grinder), Maximate, PBAG100, Australia

1.8 ปากกาจับชิ้นงาน (Bench vise)

**2. วัสดุ – อุปกรณ์**

2.1 กาวร้อน

2.2 แผ่นอะคริลิคสีดำแบบทึบแสง ความหนา 3 มิลลิเมตร

2.3 แผ่นอะคริลิคสีดำแบบทึบแสง ความหนา 4 mm

2.4 แผ่นอะคริลิคสีเทาแบบทึบแสง ความหนา 3 mm

2.5 หลอดไฟ LED Macan, Day light 3W, Thailand

2.6 ขั้วรับหลอดไฟ 4A 220 V

2.7 สายไฟ ยาว 350 cm

2.8 สวิตซ์ไฟ

2.9 ปลั๊กไฟ

2.10 กระดาษสติ๊กเกอร์สีขาว

2.11 กาวสองหน้า

2.12 หลอดทดลอง ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 cm ยาว 10 cm

**3. สารเคมี**

3.1 โบรโมไทมอลบลู (Bromothymol blue, $C_{27}H_{28}Br_2O_5S$), Lab Grade, MW 624.41, Ajax Finechem, Australia

3.2 โบรโมคลีซอลกรีน (Bromocresol green, $C_{21}H_{14}Br_4O_5S$), Lab Grade, MW 698.04, Ajax Finechem, Australia

3.3 เมทิลเรด (Methyl red, $C_{15}H_{15}N_3O_2$), MW 269.31, V.S.Chem House, Thailand

3.4 ฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein, $C_{20}H_{14}O_4$), MW 318.32, RCI Labscan, Thailand

3.5 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide, NaOH), MW 40.0, Assay 99.0% Ajax Finechem, Australia

3.6 กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid, HCl), AR Grade, MW 36.46, Density 1.18, Assay 37%, V.S.Chem House, Thailand

3.7 โพแทสเซียมไฮโดรเจนฟทาเลต (Potassium hydrogen phthalate, KHP), MW 204.23, Assay 99.9%, Rankem, India

3.8 โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (Potassium dihydrogen phosphate, $KH_2PO_4$), MW 136.09, Assay 99.5%, Rankem, India

3.9 สารละลายบัฟเฟอร์ pH 4.0 (Buffer solution pH 4.0 +/- 0.02@ 20 °C), Ajax Finechem, Australia

3.10 สารละลายบัฟเฟอร์ pH 7.0 (Buffer solution pH 7.0 +/- 0.02@ 20 °C), Ajax Finechem, Australia

3.11 สารละลายบัฟเฟอร์ pH 10.0 (Buffer solution pH 10.0 +/- 0.02@ 20 °C), Ajax Finechem, Australia

**ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย**

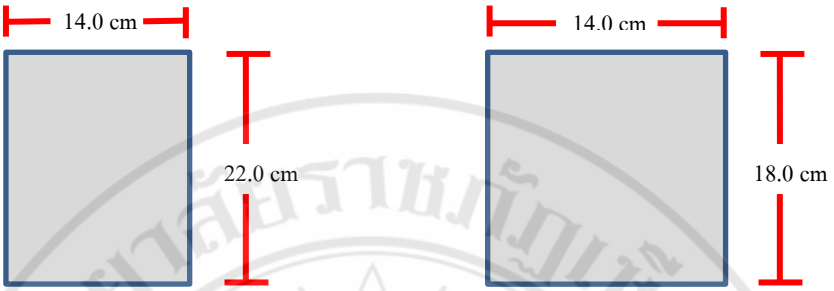
การทำวิจัยครั้งนี้เป็นการออกแบบพัฒนา และสร้างกล่องวัดค่าแม่สี โดยใช้งานร่วมกับโทรศัพท์มือถือและประมวลผลค่าแม่สีด้วยแอพพลิเคชัน RGB color picker โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

**1. การออกแบบและประดิษฐ์กล่องวัดค่าแม่สี**

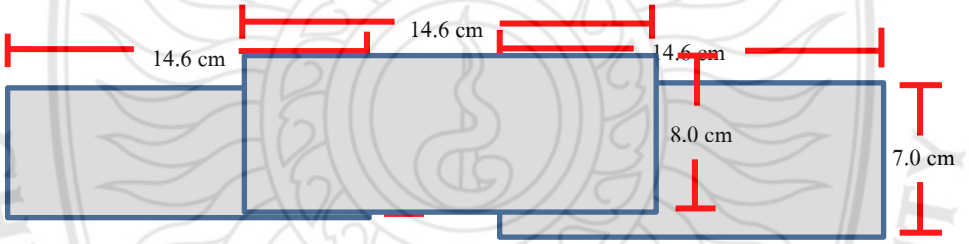
กล่องวัดค่าแม่สี ถูกประดิษฐ์ขึ้นสำหรับใช้งานร่วมกับโทรศัพท์มือถือ โดยสามารถควบคุมสภาวะในการทดลองให้คงที่ ซึ่งได้แก่ แสงสว่าง ระยะโฟกัสภาพ ปริมาณสารเคมีที่ใช้เพื่อให้เกิดความเที่ยงตรงในการอ่านค่าแม่สีของโทรศัพท์มือถือ นอกจากนี้ในการออกแบบนั้นคำนึงถึงขนาดที่กะทัดรัดใช้พื้นที่น้อย ใช้วัสดุที่ทนทานต่อการใช้งานและสารเคมี แต่ราคาประหยัด(ได้เลือกใช้แผ่นอะคริลิคซึ่งมีความหนา 3 mm และ 4 mm ในการประกอบกล่อง) ในส่วนที่บรรจุสารละลายได้ออกแบบให้ สะดวกต่อการนำเข้า - ออกกล่องวัดค่าแม่สี และสามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมต่อการตรวจวัดสารละลายขณะหยุดนิ่ง สำหรับส่วนที่ยึดจับโทรศัพท์มือถือ ได้ถูกออกแบบให้สามารถปรับให้เหมาะสมกับโทรศัพท์มือถือได้หลากหลายขนาดโดยมียึดการจับที่มั่นคง และไม่ทำให้เกิดรอยต่อโทรศัพท์มือถืออีกด้วย โดยมีขั้นตอนการออกแบบและประดิษฐ์กล่องวัดค่าสี ดังนี้

1.1 นำแผ่นอะคริลิคแบบทึบแสง ซึ่งมีความหนา 3 mm และ 4 mm มาตัดด้วยเครื่องเจียรไฟฟ้า ให้มีขนาดและทำมุมดังภาพที่ 3.1 (ก) - (ฉ)

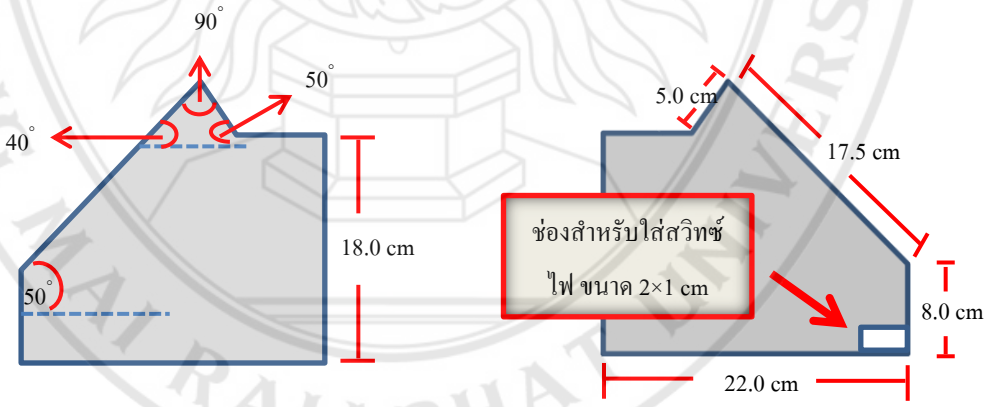
(ก)


14.0 cm
22.0 cm
14.0 cm
18.0 cm

(ข)


14.6 cm
14.6 cm
14.6 cm
8.0 cm
7.0 cm

(ค)


90°
50°
40°
18.0 cm
50°
5.0 cm
17.5 cm
ช่องสำหรับใส่สวิทช์
ไฟ ขนาด 2×1 cm
8.0 cm
22.0 cm

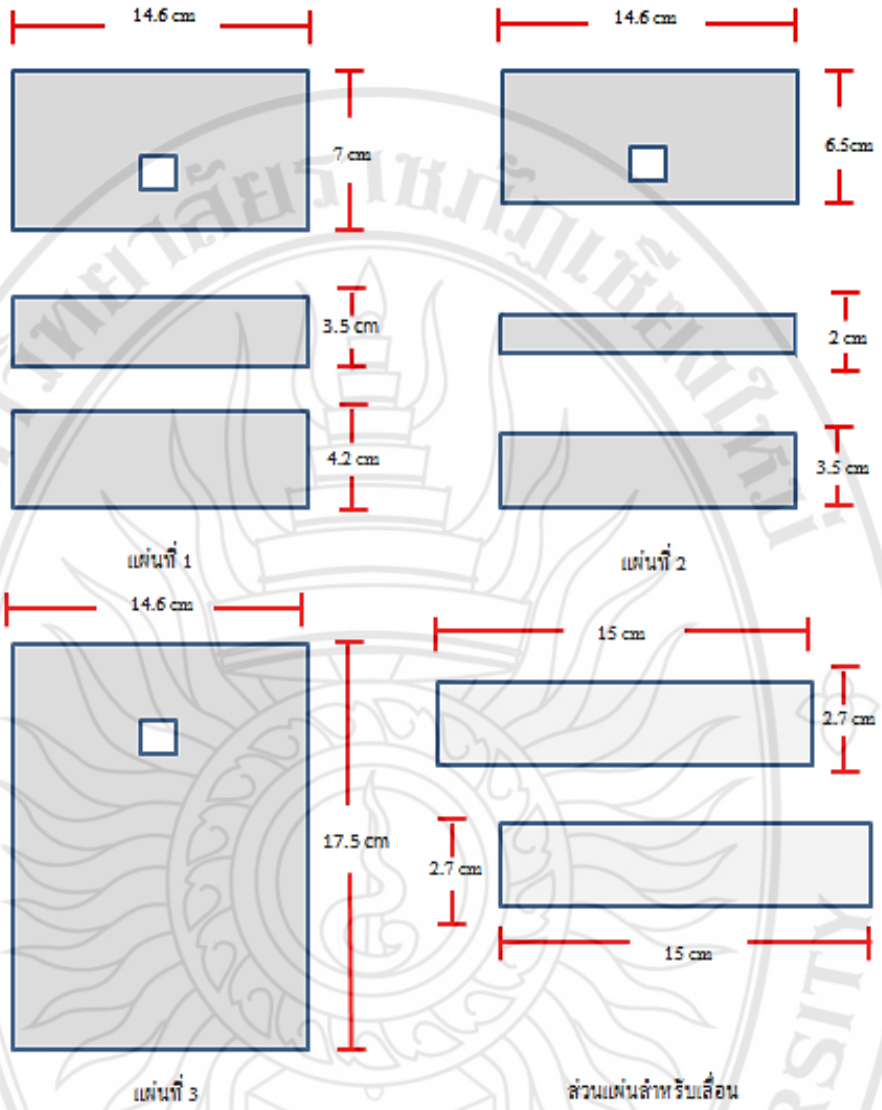
(ง)

(จ)

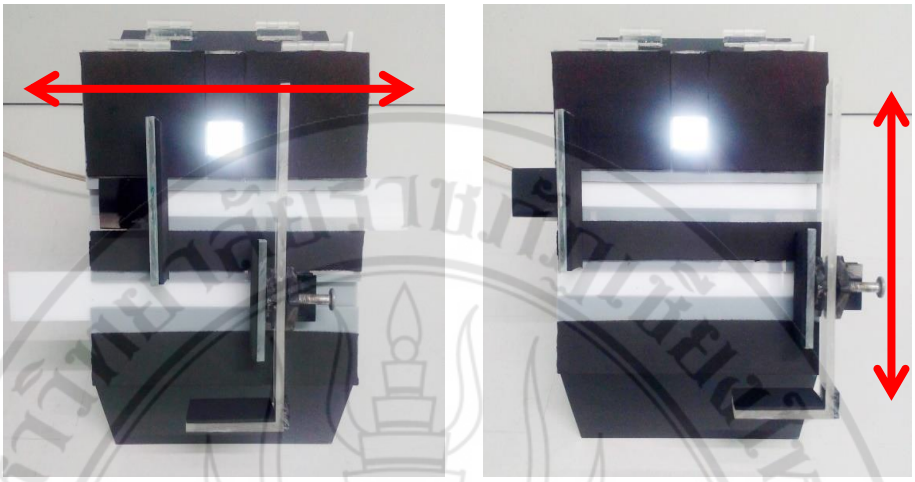
(ฉ)

**ภาพที่ 3.1** โครงสร้างแต่ละส่วนของกล่องวัดค่าแม่สี

(ก) แผ่นอะคริลิคส่วนด้านข้าง ซ้าย - ขวา ของกล่อง (ข) แผ่นอะคริลิคส่วนฐานกล่อง (ค) แผ่นอะคริลิคส่วนด้านหลังกล่อง (ง) แผ่นอะคริลิคส่วนด้านบนกล่อง (จ) แผ่นอะคริลิคส่วนฝาเปิดด้านท้ายของกล่อง (ฉ) แผ่นอะคริลิคส่วนด้านหน้ากล่อง สำหรับส่วนฝาเปิดด้านหน้ากล่องซึ่งเป็นส่วนยึดจับโทรศัพท์ ได้ออกแบบให้เป็นบานพับอะคริลิค และมีการเจาะช่องสี่เหลี่ยมขนาด 1.5×1.5 cm ดังภาพที่ 3.2




**ภาพที่ 3.2** แผ่นอะคริลิคส่วนฝาเปิดด้านหน้ากล่องสำหรับยึดจับโทรศัพท์มือถือเพื่อถ่ายภาพ ลักษณะการยึดจับโทรศัพท์ จะมีชิ้นส่วนยึดจับที่สามารถเลื่อนได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอน เพื่อรองรับการใช้งานโทรศัพท์ที่มีขนาดแตกต่างกัน โดยมีลักษณะดังภาพที่ 3.3



**ภาพที่ 3.3** ชิ้นส่วนยึดจับโทรศัพท์มือถือในแนวตั้งและแนวนอน

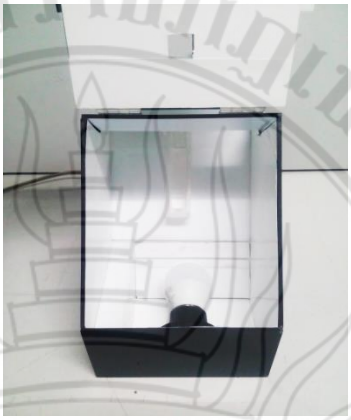
1.2 จากนั้นนำแผ่นอะคริลิคแต่ละส่วนมาประกอบกันด้วยกาวร้อน โดยภายในได้มีการบุด้วยกระดาษสติ๊กเกอร์สีขาว ได้ลักษณะกล่อง ดังภาพที่ 3.4

**ภาพที่ 3.4** แสดงโครงสร้างภายนอกกล่องเมื่อประกอบเสร็จสมบูรณ์

โดยตัวกล่องมีพื้นที่ภายในเท่ากับ 1,778.50 ตารางเซนติเมตร และมีน้ำหนักเท่ากับ 1.50 กิโลกรัม ในส่วนพื้นที่ที่รองรับโทรศัพท์มือถือ บริเวณด้านหน้าได้มีการติดแผ่นผ้า เพื่อป้องกันการเกิดรอยกับโทรศัพท์มือถือ

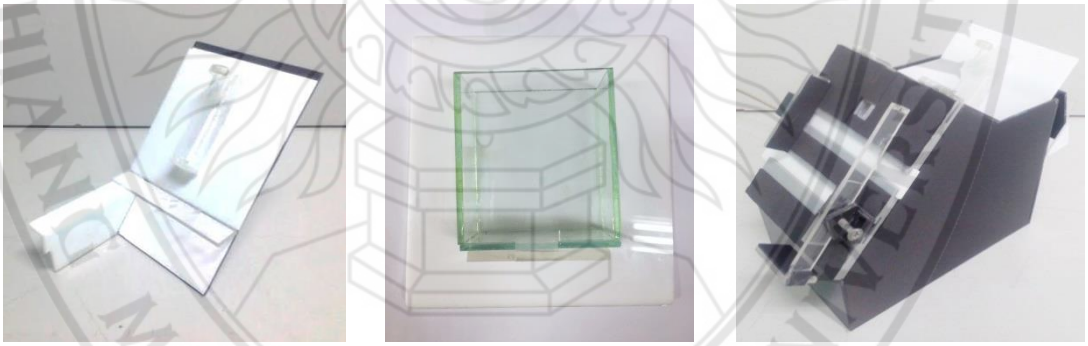
1.3 ภายในกล่องได้มีการติดตั้งหลอดไฟ LED 3W เพื่อช่วยควบคุมแสงสว่างภายในกล่องให้คงที่และป้องกันการรบกวนจากแสงภายนอก และได้ทำที่ครอบสายไฟ และเพื่อ

ความเรียบร้อยและป้องกันในกรณีสารเคมีหก รั่วไหลภายในกล่อง สำหรับสวิทซ์ไฟจะติดตั้งเอาไว้ที่บริเวณข้างกล่องด้านซ้ายและมีปลั๊กไฟซึ่งมีสายไฟยาว 350 cm ถูกโยงออกมาด้านซ้ายของกล่องอย่างเป็นระเบียบ ดังภาพที่ 3.5



**ภาพที่ 3.5** แสดงการติดตั้งส่วนควบคุมแสงสว่างภายในกล่อง

1.4 ในส่วนบรรจุสารละลายได้ทำแผ่นรองรับที่วางหลอดทดลอง และกล่องใส่ตัวอย่างซึ่งแผ่นรองรับนี้สามารถถอดเข้าออกได้ ดังภาพที่ 3.6 (ก) - (ค)

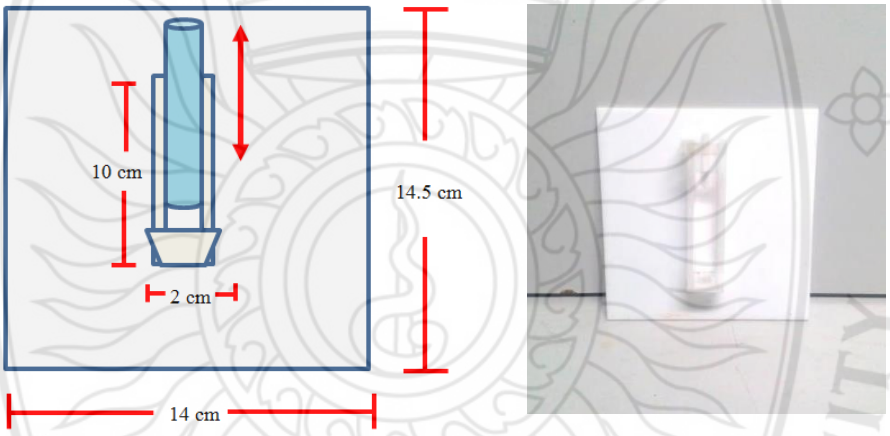


(ก) (ข) (ค)

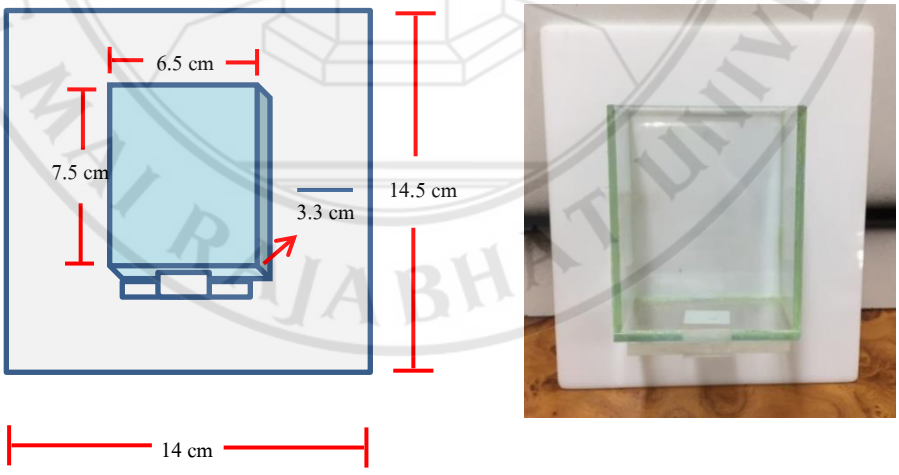
**ภาพที่ 3.6** (ก) ส่วนบรรจุตัวอย่างด้วยหลอดทดลอง (ข) ส่วนบรรจุตัวอย่างแบบกล่อง (ค) แสดงการใส่เข้า - ออกจากกล่องควบคุมสภาวะ

โดยในส่วนบรรจุตัวอย่างได้ติดตั้งให้มีลักษณะเอียง ขนานกับลักษณะการวางของโทรศัพท์มือถือและมีระยะห่างจากกล้องโทรศัพท์มือถือ 8.0 cm เพื่อให้ภาพที่ถ่ายได้ความสมดุลของสัดส่วนภาพ และให้มุมมองที่ชัดเจน โดยลักษณะการวางเป็นการทาบกับแผ่นรองรับที่มีอยู่ด้านหลัง

หลอดทดลองที่ใช้บรรจุตัวอย่างเป็นหลอดแก้ว มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 cm ยาว 10 cm โดยมีที่รองรับหลอดดังภาพที่ 3.7 (ก) - (ข) สำหรับกล่องบรรจุตัวอย่างจะใช้กับตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่เป็นผลเชอร์รี่กาแฟ ผลไม้ ซึ่งทำจากอะคริลิคใสมีขนาดกว้าง×ยาว×สูง เท่ากับ 3.3×6.5×7.5 cm และมีที่รองรับกล่องดังภาพที่ 3.8 (ก) - (ข)




**ภาพที่ 3.7** ส่วนบรรจุตัวอย่างแบบใช้หลอดทดลอง (ก) โครงสร้าง (ข) ภาพอุปกรณ์จริง



**ภาพที่ 3.8** ส่วนบรรจุตัวอย่างแบบใช้กล่อง (ก) โครงสร้าง (ข) ภาพอุปกรณ์จริง

และเพื่อป้องกันการเคลื่อนตัวของส่วนบรรจุสารละลาย ภายใต้ฝาปิดด้านหนังได้ทำที่ค้ำเพื่อค้ำไม่ให้ส่วนบรรจุสารละลายพลิกตัวเมื่อเกิดการกระแทก ดังภาพที่ 3.9

**ภาพที่ 3.9** ที่ค้ำเพื่อป้องกันไม่ให้ส่วนบรรจุสารละลายพลิกตัวเมื่อเกิดการกระแทก

**2. แอพพลิเคชัน Rgb color picker**

แอพพลิเคชัน Rgb color picker เป็นแอพพลิเคชันที่ถูกพัฒนาเพื่อใช้วิเคราะห์สีในโทรศัพท์มือถือซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จากแอพพลิเคชัน Play store ในโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการเป็น Android เนื่องจากโทรศัพท์ที่นำมาใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้เป็นรุ่น Samsung galaxy Note 2 ที่มีระบบปฏิบัติการเป็น Android ซึ่งในการวัดค่าสีจะศึกษาโดยใช้ระบบสี RGB ซึ่งจะมีรายละเอียดของค่าสี RGB โดยสีต่าง ๆ จะเริ่มที่ 0 ทุกค่าสี ในการเริ่มใช้งานวัดค่าสีจะกดที่รูปกล้อง

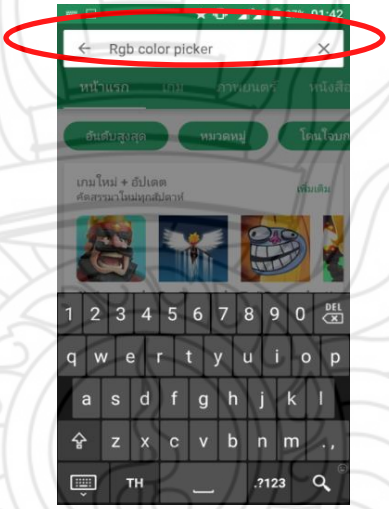
แอพพลิเคชัน RGB color picker เป็นแอพพลิเคชันที่สามารถบอกรายละเอียดค่าแม่สีRGB โดยที่ R (สีแดง), G (สีเขียว), B (สีน้ำเงิน) จากภาพถ่ายที่ถ่ายจากกล้องโทรศัพท์มือถือ

2.1 วิธีการดาวน์โหลด ติดตั้ง และใช้งานดังนี้

2.1.1 เข้าไปที่ไอคอน Play store ของโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการ Android ดังภาพที่ 3.10

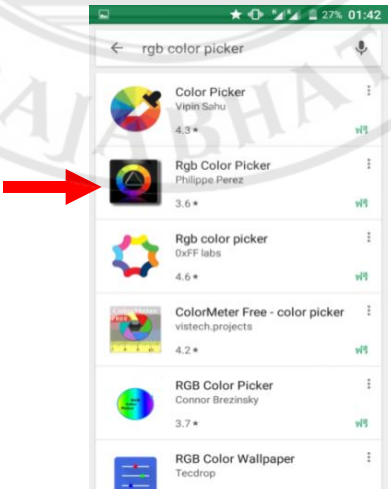
**ภาพที่ 3.10** แอพพลิเคชัน Play store

2.1.2 ทำการพิมพ์ค้นหาแอพพลิเคชัน RGB color picker ดังภาพที่ 3.11



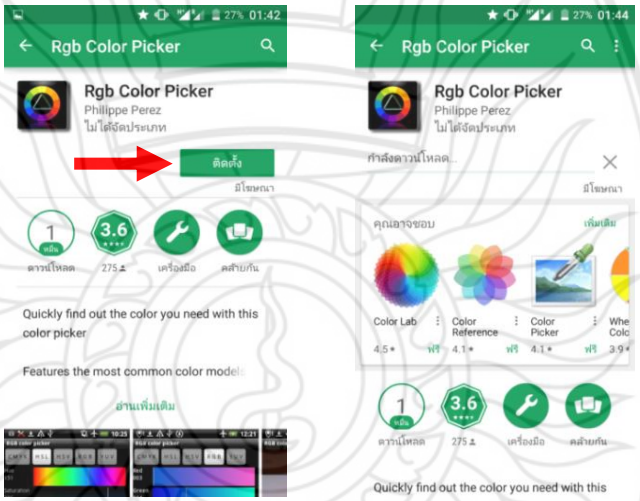

**ภาพที่ 3.11** การค้นหาแอพพลิเคชัน RGB color picker ในแถบค้นหา

2.1.3 หน้าจอจะแสดงรายการแอพพลิเคชันที่มีชื่อคล้าย ๆ กันขึ้นมา ให้เลือกแอพพลิเคชันที่มีชื่อว่า RGB color picker ดังภาพที่ 3.12



**ภาพที่ 3.12** เลือกแอพพลิเคชัน RGB color picker

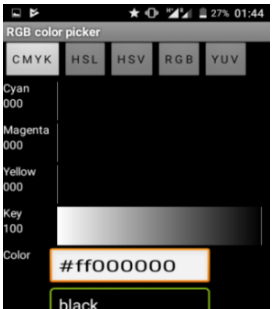
2.1.4 ทำการกดติดตั้งแอพพลิเคชัน RGB color picker โดยการติดตั้งแอพพลิเคชันนี้ไม่มีค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง และรอจนกระทั้งการติดตั้งเสร็จสมบูรณ์ ดังภาพที่ 3.13




**ภาพที่ 3.13** การติดตั้งแอพพลิเคชัน

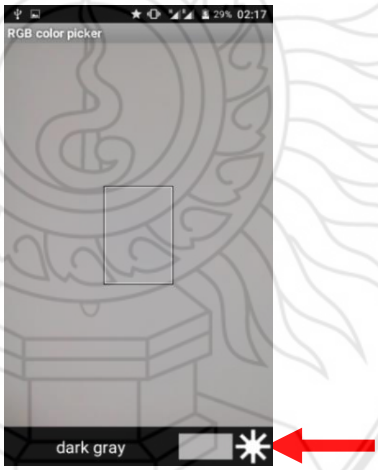
2.2 วิธีการใช้งานแอพพลิเคชัน RGB color picker

2.2.1 เมื่อทำการดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน RGB color picker แล้วจะปรากฏไอคอนที่หน้าจอโทรศัพท์ให้กดที่ไอคอนดังกล่าว จะปรากฏดังภาพ จากนั้นให้กดที่รูปกล้องเพื่อทำการถ่ายภาพสารละลายสี ดังภาพที่ 3.14



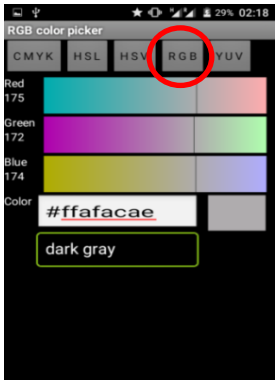
**ภาพที่ 3.14** หน้าแรกของแอพพลิเคชัน

2.2.2 ถ่ายภาพสารละลายโดยกดที่รูปสี่เหลี่ยมด้านขวามือดังภาพที่ 3.15




**ภาพที่ 3.15** การบันทึกค่าแม่สี RGB

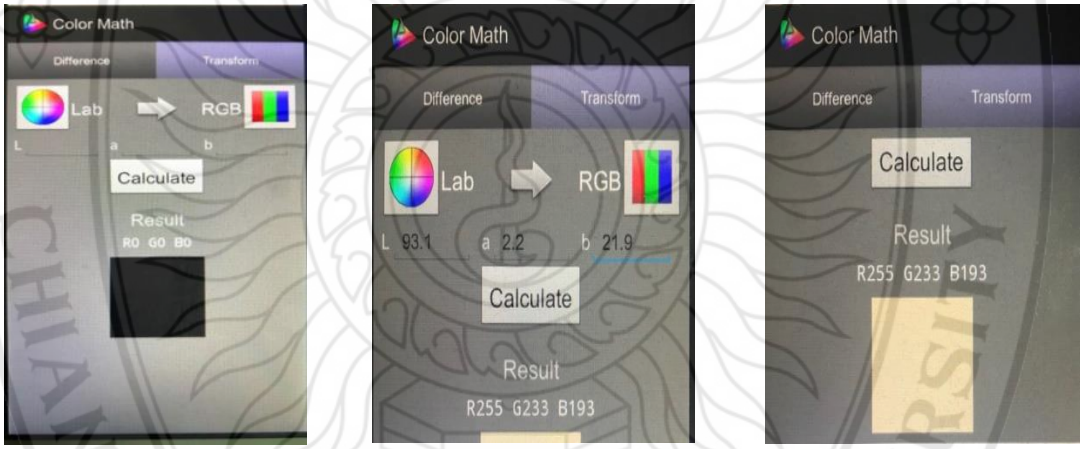
2.2.3 กดดูรายละเอียดค่า RGB ดังภาพที่ 3.16



**ภาพที่ 3.16** รายละเอียดค่า RGB

**3. แอพพลิเคชัน Color match**

แอพพลิเคชัน Color match เป็นแอพพลิเคชันที่สามารถดาวน์โหลดได้จาก Play store บนระบบปฏิบัติการเป็น Android ซึ่งจะนำค่าสีจาก L*a*b* มาแปลงค่าเป็น ค่าแม่สี RGB ดังภาพที่ 3.17




**ภาพที่ 3.17** รูปตัวอย่างการแปลงค่า L*a*b* เป็น RGB โดย Color match

**4. การทดสอบประสิทธิภาพของกล่องวัดค่าแม่สี**

4.1 การศึกษาการใช้โทรศัพท์มือถือหลายยี่ห้อ/รุ่นกับควบคุมสภาวะ

ภายหลังจากการสร้างกล่องวัดค่าแม่สีได้มีการทดสอบการรองรับการใช้งานกับโทรศัพท์มือถือหลายขนาด ประกอบด้วยยี่ห้อและรุ่นต่าง ๆ ทั้งหมด 7 เครื่อง ดังนี้ I-mobile IQ Bi

g 2, I-mobile IQ 5.6, I-mobile IQ 6.8, Wiko rainbow jam, Vivo v5, Samsung galaxy J1 และ Asus T00J โดยทดสอบวางโทรศัพท์มือถือเข้ากับ ตัวยึด

โทรศัพท์มือถือและทดสอบถ่ายภาพสารละลายสีเพื่อสังเกตระยะโฟกัสและวัดค่าแม่สี R, G, B เพื่อดูความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐานโดยได้มีการเตรียมสารละลายมาตรฐานสีจากอินดิเคเตอร์โบรโมไทมอลบลู ในสารละลายบัฟเฟอร์ pH 13 ทั้งหมด 4 ความเข้มข้น คือ 1.6 μM, 3.2 μM, 6.4 μM และ 8.0 μM

4.2 การศึกษาผลจากแสงรบกวนภายนอก

กล่องวัดค่าแม่สีมีหน้าที่ควบคุมแสงภายในกล่องให้คงที่ และป้องกันการรบกวนจากแสงภายนอก ซึ่งสามารถทำให้ค่าแม่สีที่อ่านเกิดความผิดพลาดได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้มีการทดสอบวัดค่าแม่สีของสารละลายสีเมธิลเรดในสารละลายบัฟเฟอร์ pH 3ใน 3 สภาวะแสง ได้แก่

4.2.1 ห้องที่เปิดไฟทั่วห้อง (ทำการทดลอง ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ โดยเปิดไฟ ทั่วห้องทั้งหมด 6 หลอด)

4.2.2 นอกอาคารอาคาร (ทำการทดลอง ณ บริเวณลานหญ้าด้านหลัง ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เวลา 9:00 - 9: 30 น.)

4.2.3 ที่มืดสนิท (ทำการทดลองในตู้ ที่มืดสนิท)

โดยทำการวัดค่าแม่สี สภาวะละ 5 ซ้ำ เพื่อดูความสามารถในการตัดแสงรบกวนและความเที่ยงตรงในการวัดค่าแม่สีของกล่องวัดค่าแม่สีที่ประดิษฐ์ขึ้น

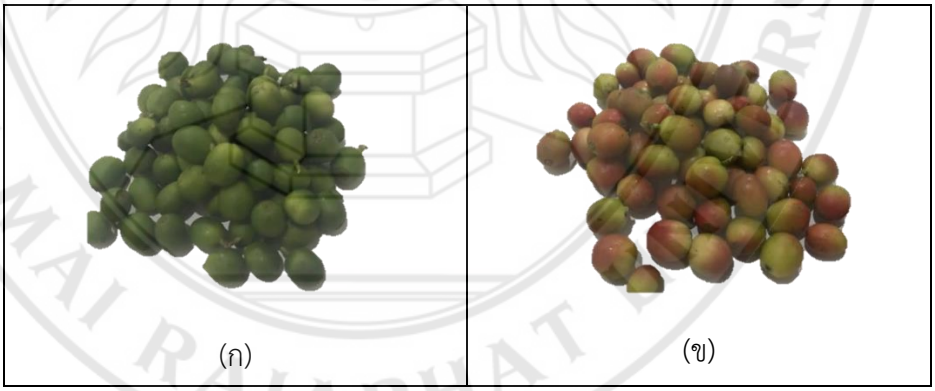
4.3 ศึกษาความสัมพันธ์ของค่าสีอินดิเคเตอร์

ความสัมพันธ์ของค่าสีที่วัดได้จากโทรศัพท์มือถือและเครื่องวัดสี Hunter Lab เปรียบเทียบโดยใช้อินดิเคเตอร์ 3 ชนิด ได้แก่ โบรโมไทมอลบลู (ความเข้มข้น 0.005, 0.01, 0.03, 0.05 และ0.07 M), โบรโมคลีซอลกรีน (ความเข้มข้น 0.005, 0.005, 0.01, 0.03 และ 0.05 M) และเมทิลเรด (ความเข้มข้น 0.005, 0.01, 0.03, 0.05 และ 0.07 M) ซึ่งมีสีน้ำเงิน สีเขียว และสีแดง ตามลำดับ

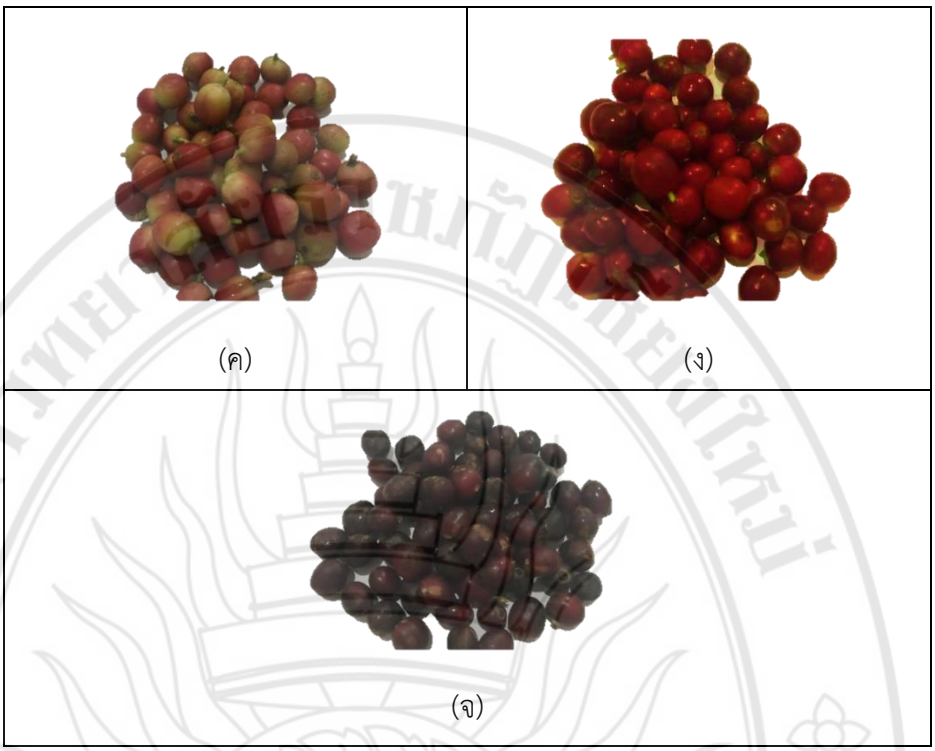
**5. การตรวจสอบความสม่ำเสมอของผลกาแฟสุกจากการเก็บผลผลิต**

5.1 สีมาตรฐานของผลกากาแฟ

เนื่องจากระดับความสุกของผลเชอร์รี่กาแฟจะแสดงถึงปริมาณอาหารและสารต่างๆ ที่กาแฟได้ดูดซับและกักเก็บไว้และจะส่งผลต่อคุณภาพของเมล็ดกาแฟอีกด้วย การเก็บผลเชอร์รี่กาแฟของเกษตรกรหลายราย ได้อาศัยความเร็วและง่าย โดยใช้วิธีรูดกิ่งซึ่งทำให้ได้ผลกาแฟที่ไม่สม่ำเสมอกันเมื่อนำเมล็ดกาแฟไปคั่ว จึงทำให้ระดับการคั่วที่ไม่สม่ำเสมอและคุณภาพกาแฟต่ำลงอีกด้วย ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดระดับความสุกของผลกาแฟไว้ 5 ระดับ ดังภาพที่ 3.18 (ก)-(จ) ตามสีของผลกาแฟ โดยถือว่าผลกาแฟที่มีสีแดงดังภาพที่ 3. 18 (ง) เป็นระดับที่กาแฟสุกพอดี และได้ยึดที่ระดับนี้เป็นระดับมาตรฐาน จากนั้นได้วัดค่าแม่สี RGB ของผลกาแฟแต่ละระดับเพื่อใช้เป็นค่าเปรียบเทียบสำหรับตรวจสอบความสุกของผลกาแฟที่สุ่มตรวจจากการเก็บเกี่ยวของเกษตรกร ซึ่งในการทดลองนี้ได้ลองตรวจวัดผลกาแฟที่เก็บจากขุนช่างเคี่ยน จังหวัดเชียงใหม่ โดยเกษตรกรได้เก็บมาปริมาณ 10 กิโลกรัม สีของผลกาแฟที่เก็บมาจากขุนช่างเคี่ยน ซึ่งแบ่งตามระดับความสุกจากสีดังภาพที่ 3.18



(ก) (ข)




**ภาพที่ 3.18** สีมาตรฐานผลเชอร์รี่กาแฟ (ก) สีเขียว (ข) สีเขียวส้ม (ค) สีแดงส้ม (ง) สีแดง และ (จ) สีแดงเข้ม

5.2 ตรวจสอบความสม่ำเสมอของผลกาแฟสุก

ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ในการสุ่มตรวจผลเชอร์รี่กาแฟ ที่ถูกเก็บมาจากไร่กาแฟโดยกำหนดการชั่งตัวอย่างไว้ที่อัตราส่วนโดยน้ำหนักเท่ากับ 10 : 1 กิโลกรัม ซึ่งผลกาแฟที่สุ่มมาจะถูกแบ่งต่อไปอีกเป็น 10 ส่วนเท่า ๆ กัน เพื่อนำไปตรวจวัดค่าแม่สีเพื่อเทียบกับค่าแม่สีมาตรฐานที่ได้ถ่ายไว้จากผลกาแฟที่ระดับความสุกต่างๆ

**6. การตรวจสอบความสม่ำเสมอในการคั่วเมล็ดกาแฟที่ระดับต่างๆ**

ในการทดลองนี้ ได้นำเมล็ดกาแฟ จาก 3 แหล่ง คือ ลาว แม่สลอง ดอยอินทนนท์ มาคั่วที่ระดับแตกต่างกันคือ คั่วอ่อน คั่วกลาง และคั่วเข้ม (ได้ว่าจ้างผู้ประกอบการเอกชนคั่วให้) จากนั้นนำเมล็ดกาแฟที่คั่วแล้วทั้งแบบบดและไม่บดมาวัดค่าแม่สี

6.1 สภาวะการคั่วเมล็ดกาแฟ

ในงานวิจัยนี้ ได้นำเมล็ดกาแฟดิบที่สีกะลาออกแล้วจาก 3 แหล่ง คือ ลาว แม่สลอง ดอยอินทนนท์ มาคั่วที่ระดับแตกต่างกันคือ คั่วอ่อน คั่วกลาง และคั่วเข้ม (ได้ว่าจ้างผู้ประกอบการเอกชนคั่วให้) ซึ่งสภาวะที่ใช้ในการคั่วแสดงดังตารางที่ 3.1 ส่วนลักษณะกาแฟที่คั่วได้แสดงดังภาพที่ 3.19 จากนั้นนำเมล็ดกาแฟที่คั่วแล้วทั้งแบบบด ไม่บด และชง มาวัดค่าแม่สี เพื่อศึกษาความสัมพันธ์กับค่าแม่สี

ในกรณีเมล็ดกาแฟบด ทำการทดลองโดยการนำกาแฟดิบและกาแฟคั่วแต่ละระดับชั่งน้ำหนักให้ได้ 10 กรัม บดด้วยเครื่องบดกาแฟ (L-beans) ตั้งระดับที่เบอร์ 1 (บดเมล็ดให้ละเอียดที่สุด)

**ตารางที่ 3.1** อุณหภูมิสำหรับคั่วเมล็ดกาแฟลาว แม่สลอง และดอยอินทนนท์

| **ระดับการคั่ว** | **อุณหภูมิในการคั่วเมล็ดกาแฟ ( ̊C )** | | |
|---|---|---|---|
| | **ลาว** | **ดอยแม่สลอง** | **ดอยอินทนนท์** |
| คั่วอ่อน | 183.0 | 183.0 | 183.0 |
| คั่วกลาง | 196.0 | 196.0 | 196.0 |
| คั่วเข้ม | 206.0 | 206.0 | 206.0 |

**ภาพที่ 3.19** ลักษณะของเมล็ดกาแฟดิบและคั่วจากแหล่งต่างๆ

(ก) ลาว (ข) ดอยแม่สลอง และ (ค) ดอยอินทนนท์

6.2 การวัดค่าแม่สีของกาแฟคั่วโดยใช้กล่องวัดค่าแม่สี

ใส่เมล็ดกาแฟดิบและคั่ว (ไม่บด) ลงในกล่องสำหรับใส่ตัวอย่างกาแฟคั่วจนเต็ม ส่วนตัวอย่างกาแฟคั่วแบบบดจะใส่ในหลอดทดลองจนเต็มหลอด ดังภาพที่ 3.20 ตัวอย่างทุกชนิดจะวัดซ้ำ 3 ครั้ง โดยแต่ละครั้งจะหมุนกล่อง ประมาณ 180 องศา

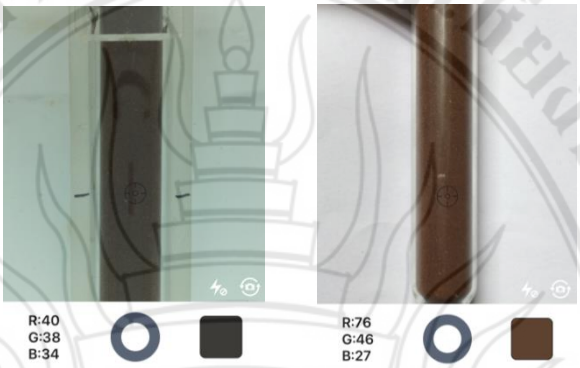
(ก) (ข)

**ภาพที่ 3.20** ขั้นตอนการวัดกาแฟคั่วโดยใช้กล่องวัดค่าแม่สี
(ก)ไม่บด และ (ข)บด ค่าวัดได้ออกมาเป็นค่าแม่สี RGB

6.3 การวัดค่าแม่สีของกาแฟคั่วโดยไม่ใช้กล่องวัดค่าแม่สี

ใส่กาแฟคั่วแบบไม่บดลงในกล่องบรรจุตัวอย่างกาแฟ และใส่กาแฟแบบบดใส่ในหลอดทดลองจนเต็ม แล้ววัดค่าสีโดยไม่ใช้กล่องวัดค่าแม่สี และเป็นการวัดในห้องที่เปิดไฟ วัดแต่ละครั้งจะหมุนกล่องประมาณ 180 องศา เป็นจำนวน 3 ครั้ง ขั้นตอนการศึกษาแสดงดังภาพที่ 3.21

(ก) (ข)




**ภาพที่ 3.21** ขั้นตอนการวัดกาแฟคั่วโดยไม่ใช้กล่องวัดค่าแม่สี (ก) ไม่บด และ (ข)บด

6.4 การตรวจสอบคุณภาพของกาแฟคั่วกลางและคั่วเข้มจากผู้ประกอบการรายย่อย

ใส่กาแฟแบบคั่วกลางและคั่วเข้มที่บดลงในหลอดทดลองจนเต็ม แล้ววัดค่าสีโดยใช้และไม่ใช้กล่องวัดสี ในการวัดแต่ละครั้งจะหมุนหลอดทดลองประมาณ 180 องศา เป็นจำนวน 3 ครั้ง ขั้นตอนการวัดแสดงดังภาพที่ 3.22

(ก) (ข)

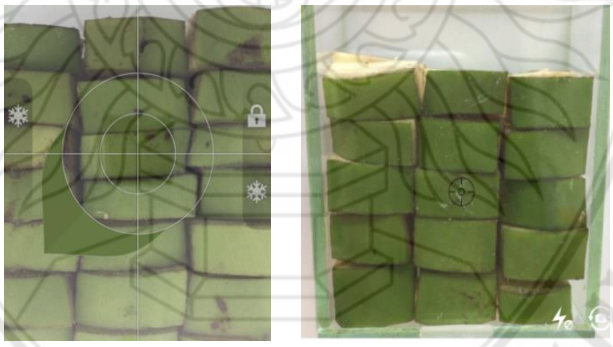
**ภาพที่ 3.22** ขั้นตอนการวัดกาแฟคั่ว (ก) ใช้กล่องวัดค่าแม่สี และ (ข) ไม่ใช้กล่องวัดค่าแม่สี

**7. การวัดการสุกของผลไม้**

การตรวจวัดความสุกของผลไม้ ได้ตรวจวัดค่าแม่สีของผลไม้ เพื่อเป็นค่ามาตรฐานสำหรับใช้ในการตรวจสอบความสม่ำเสมอ การเปลี่ยนแปลงของสีในระหว่างการสุกของผล สามารถใช้เป็นดัชนีชี้ให้ทราบถึงระยะการสุกได้ ผลไม้ที่นำมาตรวจสอบความสุก ได้แก่ กล้วยหอม และมะม่วงหาวมะนาวโห่ โดยวัดค่าสีการสุกของผลไม้โดยใช้และไม่ใช้กล่องวัดค่าแม่สี ใส่ลงในกล่องบรรจุตัวอย่างเดียวกับที่ใช้ใส่กาแฟคั่วแบบไม่บด วัดแต่ละครั้งจะหมุนกล่องประมาณ 180 องศา เป็นจำนวน 3 ครั้ง

7.1 การวัดค่าแม่สีของกล้วยหอม

ในการตรวจสอบความสุกแต่ละระดับของกล้วยหอม จะใช้กล้วยจำนวน 3 ลูกที่มีขนาดใกล้เคียงกัน หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ โดยให้มีขนาด 1.7 × 2 × 1 ซม. (กว้าง x ยาว x สูง) ใส่ลงในกล่องบรรจุตัวอย่างจนเต็ม ในการวัดแต่ละครั้งจะหมุนกล่องประมาณ 180 องศา ขั้นตอนการวัดแสดงดังภาพที่ 3.23



(ก) (ข)

**ภาพที่ 3.23** ขั้นตอนการวัดสีของกล้วยวิเคราะห์โดย
(ก)ใช้กล่องวัดค่าแม่สี และ (ข)ไม่ใช้กล่องวัดค่าแม่สี

7.2 การวัดค่าแม่สีของมะม่วงหาวมะนาวโห่

การตรวจสอบความสุกแต่ละระดับของมะม่วงหาวมะนาวโห่ ทำโดยการเก็บผลจำนวน 25 ลูก ซึ่งเลือกให้มีขนาดใกล้เคียงกัน ใส่ลงในกล่องบรรจุตัวอย่างจนเต็ม ในการวัดแต่ละครั้งจะหมุนกล่องประมาณ 180 องศา ขั้นตอนการวัดแสดงดังภาพที่ 3.24

(ก) (ข)

**ภาพที่ 3.24** การวัดสีของมะม่วงหาวมะนาวโห่ วิเคราะห์
(ก)ใช้กล่องวัดค่าแม่สี และ (ข)ไม่ใช้กล่องวัดค่าแม่สี