

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

การวิเคราะห์การเกิดสีน้ำตาลและคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของแป้งมันเทศสีม่วง
ภาคผนวก-1 การวิเคราะห์กิจกรรมของโพลีฟีนอลออกซิเดส (ดัดแปลงวิธีของ Palou et al., 1999)

อุปกรณ์

1. เครื่องตัดแต่งผลไม้ และ ใบมีดที่มีความหนา 4.5 มิลลิเมตร
2. หม้อต้มน้ำ และหม้อนึ่ง
3. เครื่องบดละเอียด
4. เครื่องผสม
5. เครื่องหมุนปั่นเหวี่ยง
6. ขวดปรับปริมาตร
7. หลอดทดลอง
8. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง

สารเคมี

1. ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต
2. กรดซิตริก
3. แคทีคอล

การเตรียมสาร

1. สารละลายบัฟเฟอร์ (pH 6.5) โดยผสมสารละลายไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟตเข้มข้น 0.2 โมลาร์ และสารละลายกรดซิตริกเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปรับพีเอชจนถึง 6.5 ± 0.1
 - สารละลายไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟตเข้มข้น 0.2 โมลาร์ โดยชั่งไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟตปริมาณ 28.392 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนได้ 1000 มิลลิลิตร
 - สารละลายกรดซิตริกเข้มข้น 0.1 โมลาร์ โดยชั่งกรดซิตริกในปริมาณ 21.014 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนได้ 1000 มิลลิลิตร
2. สารละลายแคทีคอลเข้มข้น 0.175 โมลาร์โดยชั่ง Catechol ปริมาณ 1.93 กรัม และละลายด้วยบัฟเฟอร์ ปรับปริมาตรจนได้ 100 มิลลิลิตร

การสกัดตัวอย่าง ทำการสกัดเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (Polyphenoloxylase, PPO) โดยนำมันเทศสีม่วงที่สไลด์มีความหนา 4.5 มิลลิเมตร มาให้ความร้อนเป็นเวลา 0 2 4 6 8 และ 10 นาที แล้วนำชิ้นตัวอย่างที่ได้มาบดละเอียดทันทีโดยใช้เครื่องบดละเอียด และชั่งมันเทศบดละเอียดปริมาณ 10 กรัม ผสมกับสารละลายบัฟเฟอร์ (pH 6.5) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เป็นเวลา 1 นาที ด้วยเครื่อง Vortex mixer นำมาหมุนปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) ที่ 6000 rpm อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ได้สารสกัดเอนไซม์ PPO นำเก็บไว้ในตู้เย็น

การวิเคราะห์ ทำโดยใช้สารละลายแคทีคอลเข้มข้น 0.175 โมลาร์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร และเติมสารละลายบัฟเฟอร์ (pH 6.5) ปริมาตร 4 มิลลิลิตร หลังจากนั้นเติมสารสกัด PPO ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันและวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 nm โดยทันที (ที่ 0 นาที) และวัดค่าการดูดกลืนแสงทุก ๆ 1 นาที จนถึง 4 นาที ซึ่งสามารถคำนวณค่ากิจกรรมของ PPO ส่วนที่เหลือ (Residual PPO activity) ได้จากค่าอัตราส่วนระหว่างค่ากิจกรรมของ PPO (PPO activity) ของมันเทศที่ให้ความร้อนกับตัวอย่างควบคุมที่ไม่ได้รับความร้อน ดังสมการ

$$\text{PPO activity} = 0.001 \times \Delta A_{420} \text{ min}^{-1} (\text{ml of PPO extract})^{-1}$$

$$\text{Residual PPO activity (\%)} = \frac{\text{PPO activity ของตัวอย่างที่ให้ความร้อน} \times 100}{\text{PPO activity ของตัวอย่างที่ไม่ให้ความร้อน (0 นาที)}}$$

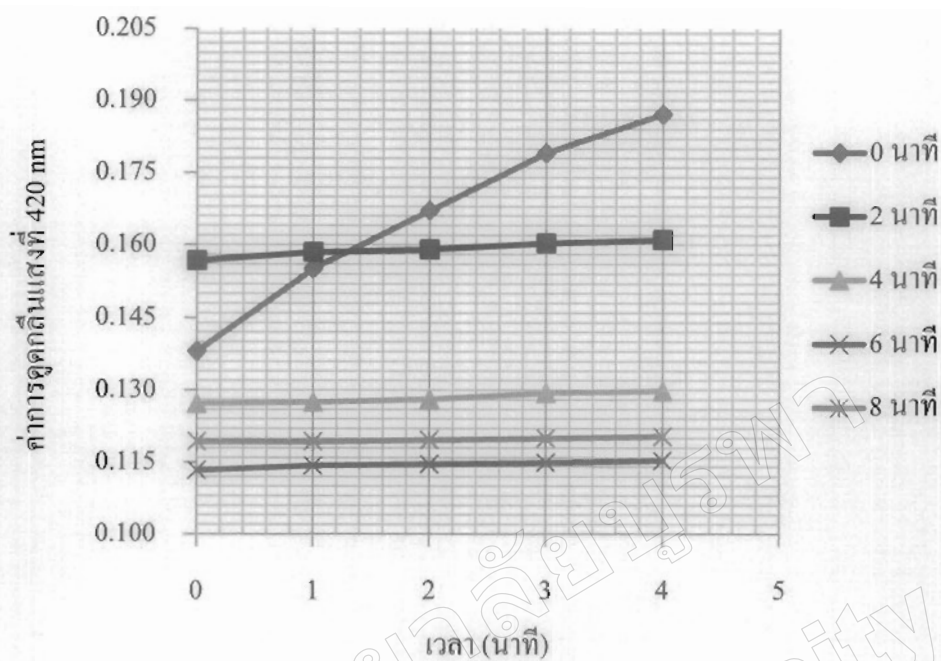
$$\text{โดย } \Delta A_{420} = (\text{ค่าการดูดกลืนแสงที่ 0 นาที} - \text{ค่าการดูดกลืนแสงที่ 4 นาที}) / \text{เวลา (4 นาที)}$$

ตารางภาคผนวก-1 แสดงการวิเคราะห์กิจกรรมของ PPO ในชิ้นมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อน ในการทดลองซ้ำที่ 1

ค่าการวิเคราะห์	0 นาที	2 นาที	4 นาที	6 นาที	8 นาที
PPO activity slope	0.0122	0.0011	0.0007	0.0005	0.0003
Residual PPO activity (%)	100	8.84	5.25	4.08	2.04
R ²	0.983	0.970	0.948	0.923	0.941

ตารางภาคผนวก-2 แสดงการวิเคราะห์กิจกรรมของ PPO ในชิ้นมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำ ในการทดลองซ้ำที่ 1

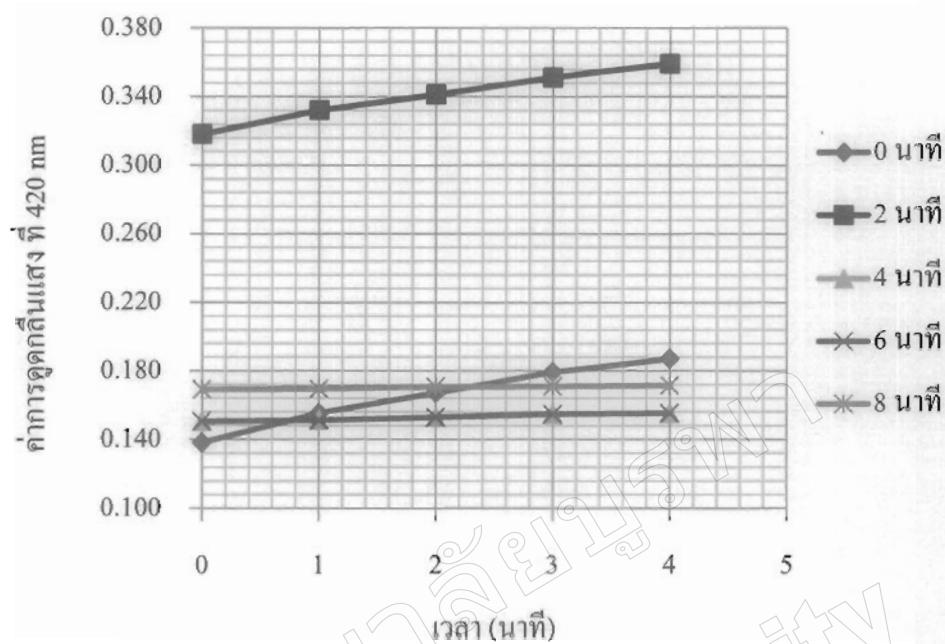
ค่าการวิเคราะห์	0 นาที	2 นาที	4 นาที	6 นาที	8 นาที
PPO activity slope	0.0122	0.0101	0.0012	0.0009	0.0006
Residual PPO activity (%)	100	83.67	9.52	6.39	4.76
R ²	0.983	0.989	0.969	0.969	0.978



ภาพภาคผนวก-1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของเวลาและค่าการดูดกลืนแสงที่ได้จากการวัดกิจกรรมของ PPO ในชั้นมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อน

ตารางภาคผนวก-3 สมการเส้นตรงของกิจกรรมของ PPO ในชั้นมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อน

เวลาในการลวกด้วยน้ำร้อน	สมการเส้นตรง	R ²
0 นาที	$Y = 0.0122x + 0.1408$	0.9839
2 นาที	$Y = 0.0011x + 0.1570$	0.9704
4 นาที	$Y = 0.0007x + 0.1270$	0.9483
6 นาที	$Y = 0.0005x + 0.1136$	0.9232
8 นาที	$Y = 0.0003x + 0.1192$	0.9412



ภาพภาคผนวก-2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของเวลาและค่าการดูดกลืนแสงที่ได้จากการวัดกิจกรรมของ PPO ในชั้นมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำ

ตารางภาคผนวก-4 สมการเส้นตรงของกิจกรรมของ PPO ในชั้นมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำ

เวลาในการลวกด้วยไอน้ำ	สมการเส้นตรง	R ²
0 นาที	$Y = 0.0122x + 0.1408$	0.9839
2 นาที	$Y = 0.0101x + 0.3200$	0.9896
4 นาที	$Y = 0.0013x + 0.1501$	0.9693
6 นาที	$Y = 0.0013x + 0.1501$	0.9693
8 นาที	$Y = 0.0006x + 0.1689$	0.9783

ภาคผนวก-2 การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิก (Hun et al., 2003)

อุปกรณ์

1. เครื่องวอแท็กซ์
2. บีกเกอร์และหลอดทดลอง
3. ขวดปรับปริมาตร
4. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง

สารเคมี

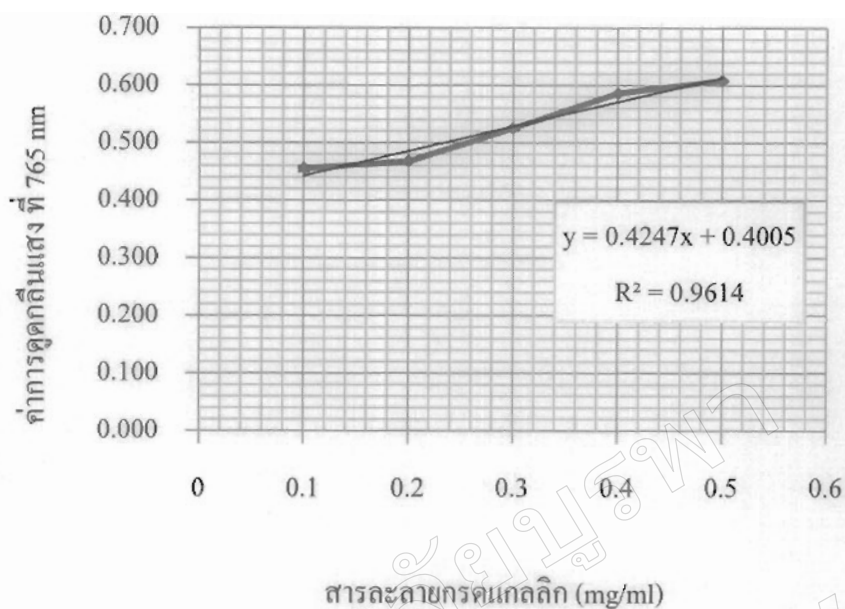
1. โซเดียมคาร์บอเนต
2. สารละลายฟอลินซิโอแคลตูรีเอเจนต์
3. สารละลายกรดแกลลิกมาตรฐาน (10 – 100 ppm)
4. เมทานอล

การเตรียมสาร

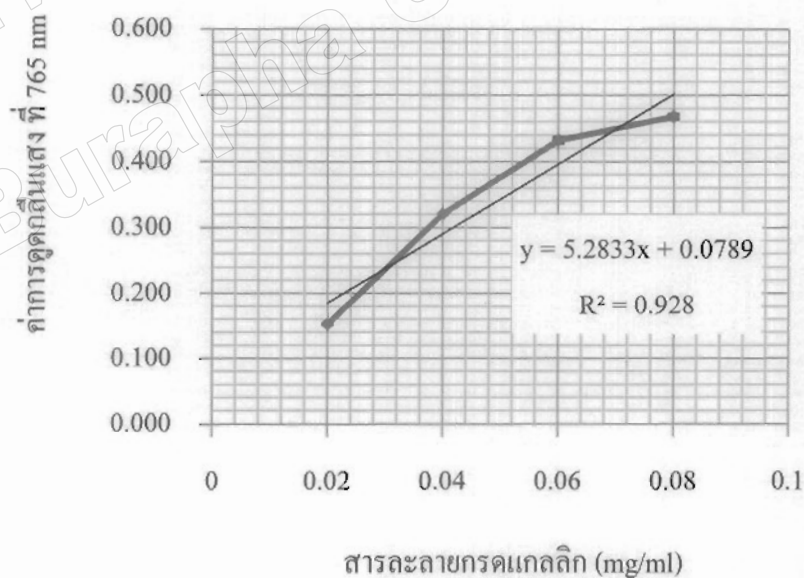
1. สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต เข้มข้นร้อยละ 20 โดยชั่งโซเดียมคาร์บอเนตในปริมาณ 20 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรจนได้ 100 มิลลิลิตร
2. สารละลายฟอลิน ซีโอแคลตูรีเอเจนต์ เตรียมโดยใช้ฟอลินซิโอแคลตูรีเอเจนต์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตรผสมกับน้ำกลั่นในปริมาตร 10 มิลลิลิตร
3. สารละลายกรดแกลลิกมาตรฐาน (10 – 100 ppm) สำหรับเตรียมกราฟมาตรฐาน โดยชั่งกรดแกลลิกมาตรฐานในปริมาณ 0.1 กรัมละลายด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรจนได้ 100 มิลลิลิตรซึ่งมีความเข้มข้นเท่ากับ 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรแล้วทำการเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.02 – 0.10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

การสกัดตัวอย่าง โดยชั่งแป้งมันเทศสีม่วงปริมาณ 5 กรัม ผสมกับเมทานอลปริมาตร 80 มิลลิลิตรในขวดชมพู เท็บไว้เป็นเวลา 1 คืน นำสารละลายที่ได้มากรองด้วยกระดาษกรอง No.1 และเจือจางด้วยเมทานอล จนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร (ความเข้มข้นเริ่มต้น 50 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) เท็บสารละลายในขวดสีชาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (Stock solution)

การวิเคราะห์ โดยดัดแปลงวิธีของ Slinkard and Singleton (1997) โดยเปิดสารละลายตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมน้ำกลั่น 7 มิลลิลิตร และเติมสารละลายฟอลินซิโอแคลตูรีเอเจนต์ ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร วางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที (ไม่เกิน 8 นาที) หลังจากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตเข้มข้นร้อยละ 20 ในปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร วางทิ้งไว้ให้ทำปฏิกิริยาเป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร แสดงในหน่วยมิลลิกรัม GAE ต่อกรัมตัวอย่างแป้ง (โดยน้ำหนักฐานแห้ง) คำนวณได้จากกราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแกลลิก



ภาพภาคผนวก-3 กราฟมาตรฐานกรดแกลลิกที่มีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.1 – 0.5 mg/ml
ใช้สำหรับตัวอย่างแป้งมันเทศสีม่วง



ภาพภาคผนวก-4 กราฟมาตรฐานกรดแกลลิกที่มีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.01 – 0.1 mg/ml
ใช้สำหรับตัวอย่างหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วง

ภาคผนวก-3 การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน (Yang & Gadi, 2008)

อุปกรณ์

1. เครื่องหมุนปั่นเหวี่ยง
2. เครื่องผสม
3. หลอดทดลอง
4. ขวดปรับปริมาตร
5. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง

สารเคมี

1. กรดไฮโดรคลอริก
2. โพแทสเซียมคลอไรด์
3. โซเดียมอะซิเตท

การเตรียมสาร

1. สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นร้อยละ 1 โดยใช้กรดไฮโดรคลอริกปริมาตร 28.25 มิลลิลิตรละลายในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรจนได้ 1000 มิลลิลิตร
2. สารละลายบัฟเฟอร์ (pH 1.0) เตรียมโดยการผสมสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์กับสารละลายไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.2 โมลาร์ ปรับพีเอชให้เท่ากับ 1.0 ± 0.1 ด้วยสารละลายไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.2 โมลาร์
 - สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ซึ่งโพแทสเซียมคลอไรด์ในปริมาณ 7.45 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรจนได้ 500 มิลลิลิตร
 - สารละลายไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.2 โมลาร์โดยใช้ไฮโดรคลอริก ในปริมาตร 17.46 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรจนได้ 1000 มิลลิลิตร

การสกัดตัวอย่าง โดยชั่งแป้งมันเทศสีม่วงปริมาณ 2 กรัมแล้วเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นร้อยละ 1 ปริมาตร 20 มิลลิลิตร นำมาเขย่าเป็นเวลา 90 นาที หมุนปั่นเหวี่ยงที่ 13000 rpm เป็นเวลา 30 นาที นำสารละลายส่วนใสที่ได้เก็บในขวดสีชาและเก็บในตู้เย็น หลังจากนั้นนำตะกอนของแข็งส่วนที่เหลือมาสกัดอีก 2 รอบ เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นร้อยละ 1 ปริมาตร 20 มิลลิลิตรและทำการสกัดตามขั้นตอนเดิม นำสารละลายส่วนใสทั้งหมดที่ได้ในแต่ละรอบมารวมกันปรับปริมาตรจนได้ 100 มิลลิลิตรด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นร้อยละ 1 เพื่อใช้ในกาวิเคราะห์

การวิเคราะห์ โดยดัดแปลงวิธีของ Furuta et al. (1998) นำสารละลายส่วนใสที่ได้จากการสกัดปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ pH 1.0 ในอัตราส่วน 1:4 วางให้ทำปฏิกิริยา

ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 นาที (ไม่เกิน 60 นาที) หลังจากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 525 นาโนเมตร (ใช้น้ำกลั่นเป็น blank) คำนวณปริมาณแอนโทไซยานิน (มิลลิกรัมต่อกรัม) จากสูตร

$$\text{ปริมาณแอนโทไซยานิน} = (A \times MW \times DF) / (\epsilon \times l)$$

โดยที่ MW คือ มวลโมเลกุลของ Cyanidin-3-glucoside เท่ากับ 449.2

DF คือ Dilution factor ใช้ตัวอย่าง 1 ml เจือจางด้วยบัฟเฟอร์จนได้ 5 ml ใช้ค่า DF เท่ากับ 5

ϵ คือ Molar absorptivity เท่ากับ $2.69 \times 10^4 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ใช้ค่าของแอนโทไซยานินอยู่ในสารละลายบัฟเฟอร์ pH 1.0

ภาคผนวก-4 การวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity (Huang et al., 2005)

อุปกรณ์

1. เครื่องผสม
2. หลอดทดลอง
3. ขวดปรับปริมาตร
4. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง

สารเคมี

1. DPPH
2. เมทานอล

การเตรียมสาร

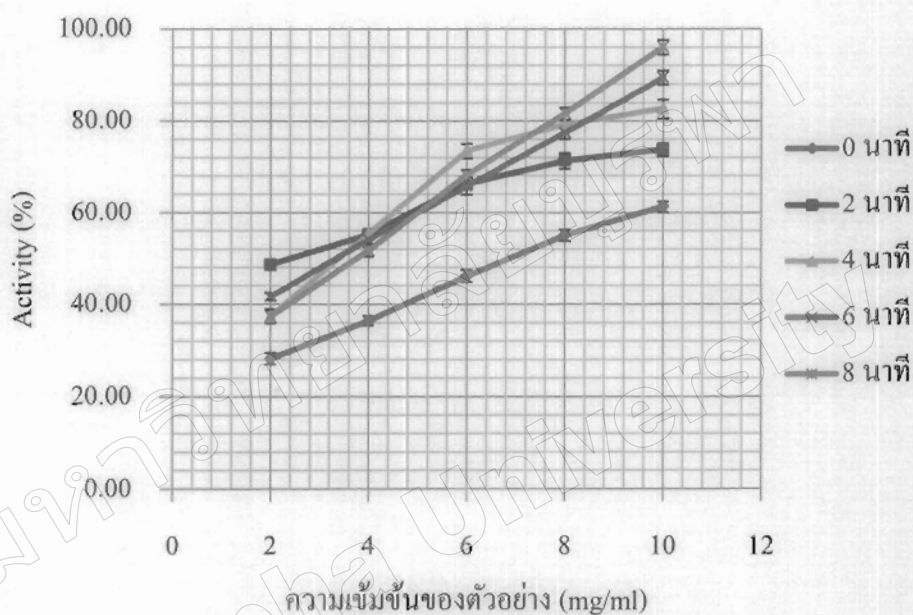
1. สารละลาย DPPH เข้มข้น 80 ppm (80 มิลลิกรัมต่อลิตร) โดยชั่ง DPPH ในปริมาณ 0.0032 กรัม ละลายด้วยเมทานอลในปริมาตร 100 มิลลิลิตร (เตรียมก่อนใช้เท่านั้น)

การสกัดตัวอย่าง โดยชั่งแป้งมันเทศสีม่วงปริมาณ 5 กรัม ผสมกับเมทานอลปริมาตร 80 มิลลิลิตรในขวดชมพู เก็บไว้เป็นเวลา 1 คืน นำสารละลายที่ได้มากรองด้วยกระดาษกรอง No.1 และเจือจางด้วยเมทานอล จนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร (ความเข้มข้นเริ่มต้น 50 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) เก็บสารละลายในขวดสีชาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (Stock solution)

การวิเคราะห์

2. เตรียมสารละลายตัวอย่างจาก Stock solution ให้มีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0 – 10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ปิเปิดสารละลายตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย DPPH เข้มข้น 80 ppm ในปริมาตร 3 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

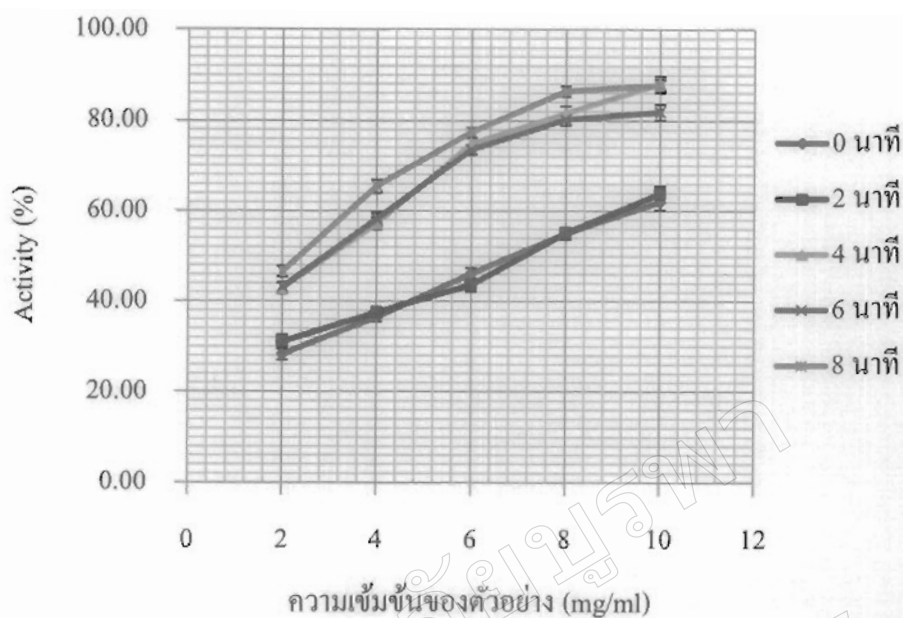
3. วางทิ้งไว้ที่มีดเป็นเวลานาน 30 นาที และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 517 นาโนเมตร
 คำนวณค่ากิจกรรมการต้านอนุมูล DPPH ของตัวอย่างแต่ละความเข้มข้น ที่แสดงในหน่วยร้อยละ
 ได้จากสูตร $\text{Activity (\%)} = (1 - (A_{\text{Sample}} / A_{\text{Blank}})) \times 100$ และสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง
 ค่ากิจกรรมการต้านอนุมูล DPPH กับความเข้มข้นของตัวอย่าง เพื่อนำสมการเส้นตรงที่ได้จากกราฟ
 มาคำนวณค่า EC_{50} ซึ่งแสดงความเข้มข้นของตัวอย่างที่สามารถยับยั้งอนุมูล DPPH ได้ถึงร้อยละ 50



ภาพภาคผนวก-5 กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อน

ตารางภาคผนวก-5 สมการเส้นตรงของกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของแป้งมันเทศสีม่วง
 ที่ลวกด้วยน้ำร้อน

เวลาในการลวกด้วยน้ำร้อน	สมการเส้นตรง	R ²
0 นาที	Y= 4.2318x + 20.036	0.9955
2 นาที	Y= 3.3090x + 43.185	0.9517
4 นาที	Y= 5.1780x + 31.306	0.9094
6 นาที	Y= 5.9389x + 30.045	0.9999
8 นาที	Y= 7.3532x + 22.867	0.9992



ภาพภาคผนวกก-6 กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำ

ตารางภาคผนวกก-6 สมการเส้นตรงของกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำ

เวลาในการลวกด้วยน้ำร้อน	สมการเส้นตรง	R ²
0 นาที	$Y = 4.2932x + 19.790$	0.9972
2 นาที	$Y = 4.1633x + 21.244$	0.9854
4 นาที	$Y = 5.7391x + 34.451$	0.9554
6 นาที	$Y = 4.9739x + 37.545$	0.9125
8 นาที	$Y = 5.1473x + 41.789$	0.9097

ตัวอย่างการคำนวณค่า EC_{50} ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำ 0 นาที

จากสมการเส้นตรง $Y = 4.2932x + 19.790$

จะได้ว่า $50 = 4.2932x + 19.790$

ดังนั้น $X = (50 - 19.790) / 4.2930 = 7.04$

สรุปได้ว่า แป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำ 0 นาที มีค่า EC_{50} เท่ากับ 7.04 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ภาคผนวก-5 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 1990)

อุปกรณ์

1. ตู้อบลมร้อน
2. โทดูดความชื้น
3. ภาชนะอลูมิเนียมสำหรับหาความชื้น
4. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

การวิเคราะห์

1. อบภาชนะอลูมิเนียมสำหรับหาความชื้นในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำออกจากตู้อบ ทิ้งให้เย็นจนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องใน โทดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)
2. นำภาชนะอลูมิเนียมไปอบซ้ำ ชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอน (แตกต่างไม่เกิน 0.05 กรัม)
3. ชั่งตัวอย่างอาหารที่ต้องการหาความชื้น ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 5 กรัม บันทึกน้ำหนักของตัวอย่างอาหารที่ชั่งได้ ใส่ตัวอย่างอาหารลงในภาชนะอลูมิเนียม จนได้น้ำหนักที่คงที่แล้ว นำไปอบในตู้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5–6 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบ และทิ้งไว้ให้เย็นใน โทดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักของภาชนะพร้อมตัวอย่าง จากนั้นนำไปอบซ้ำในตู้อบลมร้อนจนได้น้ำหนักคงที่ โดยผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งไม่เกิน 0.05 กรัม (ทำการทดลอง 3 ซ้ำ) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)}}$$

ภาคผนวก-6 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC method 923.03, 1990)

อุปกรณ์

1. ตู้อบลมร้อน
2. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง
3. โถดูดความชื้น
4. เตาเผา
5. เตาไฟฟ้า
6. ถ้วยครุชีเบล

การวิเคราะห์

1. อบตัวอย่างด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น
2. เตาถ้วยครุชีเบลที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง รอประมาณ 30 – 45 นาที เพื่อให้อุณหภูมิในเตาเผาตกลงก่อน แล้วนำออกจากเตาเผาใส่ลงในโถดูดความชื้นปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก
3. เตาซ้ำอีกครั้ง ครั้งละประมาณ 30 นาที แล้วนำออกจากเตาเผา และนำไปใส่ลงในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก ให้ผลต่างของน้ำหนักทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 0.05 กรัม
4. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2 – 3 กรัม ใส่ลงในถ้วยครุชีเบลที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน นำไปเผาบนเตาไฟฟ้าจนกระทั่งควันสีดำหมด แล้วจึงนำไปเข้าเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้เถ้าสีขาวทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งหาน้ำหนักเถ้าคำนวณหาร้อยละของเถ้าทั้งหมดในตัวอย่างอาหาร โดยน้ำหนักแห้ง

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)} = \frac{(\text{น้ำหนักถ้วยและตัวอย่างหลังเผา}) - (\text{น้ำหนักถ้วย}) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)}}$$

ภาคผนวก-7 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดย Kjeldahl method (AOAC method 920.57, 1990)

อุปกรณ์

1. หลอดย่อยสำหรับวิเคราะห์โปรตีน
2. เครื่องชั่งไฟฟ้าชนิดละเอียด
3. ขวดรูปกรวย
4. บิวเรต
5. เครื่องกลั่นสำหรับวิเคราะห์โปรตีน
6. เครื่องย่อยสำหรับวิเคราะห์โปรตีน
7. ตู้อบลมร้อน

สารเคมี

1. นิกซอินดิเคเตอร์
2. สารเร่งปฏิกิริยาในการย่อยโปรตีน
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1N
4. กรดซัลฟูริก
5. สารละลายกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4

ขั้นตอนการย่อยสลาย ชั่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ใส่ในหลอดย่อย เติมตัวแคทาลิสต์ผสม 10 กรัม เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร วางหลอดย่อยบนเตาย่อย แล้วประกอบสายยางระหว่างฝาครอบ ขวดใส่ค้าง (บรรจุสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 20 ปริมาตร 500 – 600 มิลลิลิตร) และเครื่องจับไอกรดให้เรียบร้อย เปิดเครื่องจับไอกรดและเตาย่อย แล้วตั้งอุณหภูมิเป็น 350 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง จนสารละลายใส เพื่อแน่ใจว่าปฏิกิริยาสมบูรณ์ทั้งไวจันเย็น

ขั้นตอนการกลั่น เปิดสวิตช์ชุดกลั่นโปรตีน และเครื่องทำความเย็นให้มีอุณหภูมิในช่วงประมาณ 15 องศาเซลเซียส กลั่นล้างด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง เมื่อตัวอย่างที่ผ่านการย่อยอุณหภูมิลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้ว นำหลอดย่อยต่อกับชุดกลั่นโปรตีน เติมอินดิเคเตอร์ในขวดรูปชมพู่ 2 – 3 หยด แล้วนำขวดรูปชมพู่ไปรองรับของเหลวที่กลั่นออกมา โดยให้ส่วนปลายของอุปกรณ์จมแน่นจุ่มในสารละลาย ตั้งค่าเครื่องโดยให้เติมน้ำ 100 มิลลิลิตร สารละลายกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 ในปริมาตร 60 มิลลิลิตร เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 40 ปริมาตร 80 มิลลิลิตร กลั่นเป็นเวลา 3 นาที

ขั้นตอนการไทเทรต โดยไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1N และคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและโปรตีน ได้โดยใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้

$$\text{ไนโตรเจน (ร้อยละ)} = [(a-b) \times N \times 1.4007] / W$$

$$\text{โปรตีน (ร้อยละ)} = [(a-b) \times N \times 1.4007 \times F] / W$$

โดยที่ a คือ ปริมาตรของสารละลายเกลือที่ใช้ไทเทรตกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

b คือ ปริมาตรของสารละลายเกลือที่ใช้ไทเทรตกับแบลงค์ (มิลลิลิตร)

N คือ ความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือ (นอร์มัล)

W คือ น้ำหนักหรือปริมาตรของตัวอย่างเริ่มต้น (กรัมหรือมิลลิลิตร)

F คือ แฟกเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณโปรตีนเท่ากับ 5.30

ภาคผนวก-8 การวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารรวม (AOAC, 1990)

อุปกรณ์

1. ตู้อบลมร้อน
2. โถดูดความชื้น
3. บีกเกอร์
4. ถ้วยครุฑเบ็ด
5. เตาเผา

สารเคมี

1. เอทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 (v/v)
2. เอทานอลเข้มข้นร้อยละ 78 (v/v)
3. อะซีโตน
4. สารละลายบัพเฟอร์ฟอสเฟต
5. เทอร์นามิล
6. เอนไซม์โปรตีเอส
7. เอนไซม์อะไมโลกลูโคซิเดส
8. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.275 N
9. สารละลายไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.325 N
10. ซีไลท์

การวิเคราะห์

1. การเตรียมตัวอย่างโดยอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง (อบค้างคืน) บดให้ละเอียดแล้วทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ถ้าตัวอย่างมีไขมันมากกว่าร้อยละ 10 ต้องสกัดไขมันออกโดยใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์ในอัตราส่วน 25 มิลลิลิตรต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัม
2. ชั่งตัวอย่างแห้ง 1 กรัม ให้น้ำหนักที่แน่นอน (ชั่งละเอียดถึง 0.1 มิลลิกรัม) โดยน้ำหนักของตัวอย่าง 2 ช้า ต้องไม่ต่างกันเกิน 20 มิลลิกรัม และทำแบบลงค์ควบคู่ไปด้วย
3. ใส่ตัวอย่างในบีกเกอร์ขนาด 400 มิลลิลิตร เติมน้ำฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 50 มิลลิลิตร แล้วเติมนอร์มามิล 0.1 มิลลิลิตร ปิดบีกเกอร์ด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์แล้วต้มในอ่างน้ำร้อนอุณหภูมิ 95 ถึง 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที เขย่าบีกเกอร์ทุก ๆ 5 นาที
4. ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้องปรับความเป็นกรด-ด่างเป็น 7.5 ± 0.2 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.275N ในปริมาตร 10 มิลลิลิตร แล้วเติมโปรตีนเอส 0.1 มิลลิลิตร ปิดบีกเกอร์ด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์ แช่ในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 30 นาที เขย่าบีกเกอร์ทุก ๆ 5 นาที
5. ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับความเป็นกรด-ด่างเป็น 4.0 – 4.6 ด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.325N ในปริมาตร 10 มิลลิลิตร แล้วเติมเอนไซม์อะไมโลกลูโคซิเดส 0.3 มิลลิลิตร ปิดบีกเกอร์ด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์แช่ในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 30 นาที เขย่าบีกเกอร์ทุก ๆ 5 นาที
6. เติมนอร์มอลเข้มข้นร้อยละ 95 ในปริมาตร 225 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ลงในบีกเกอร์ตัวอย่างที่ย่อยด้วยเอนไซม์แล้ว เพื่อตกตะกอนส่วนที่เป็นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 60 นาที
7. ชั่งครุชิลที่เคลือบด้วยซิลิกาให้น้ำหนักที่แน่นอน แล้วล้างด้วยเอทานอล 78 เปอร์เซนต์ปริมาตร 15 มิลลิลิตรต่อครุชิลกับเครื่องปั่น (Section) แล้วถ่ายสารที่ย่อยได้จากข้อ 6 ลงกรองเป็นเวลา 30 นาที
8. ล้างส่วนที่เหลือ (Residue) ด้วยเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 78 ปริมาตร 15 มิลลิลิตร จำนวน 2 ครั้ง ตามด้วยเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 ในปริมาตร 10 มิลลิลิตร จำนวน 2 ครั้ง และเติมอะซิโตน ในปริมาตร 10 มิลลิลิตร จำนวน 2 ครั้ง
9. อบส่วนที่เหลือ ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็นในเครื่องเดซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักให้น้ำหนักที่แน่นอนห้กลับน้ำหนักครุชิลและซิลิกาออก เพื่อนำมาคำนวณน้ำหนักส่วนที่เหลือ

10. หาน้ำหนักปริมาณโปรตีน และปริมาณเถ้าจากตัวอย่าง เพื่อนำมาหักลบออกจาก น้ำหนักส่วนที่เหลือได้ปริมาณใยอาหารรวม ซึ่งสามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$\text{ปริมาณใยอาหารรวม (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักส่วนที่เหลือ} - P - A - B}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (มิลลิกรัม)}}$$

โดย B คือ แบลงค์ (มิลลิกรัม)

น้ำหนักส่วนที่เหลือ คือ ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักส่วนที่เหลือจากแบลงค์ (มิลลิกรัม)

P คือ น้ำหนักโปรตีน (มิลลิกรัม)

A คือ น้ำหนักเถ้า (มิลลิกรัม)

ภาคผนวก-9 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC method 920.39, 1990)

อุปกรณ์

1. เครื่องสกัดไขมัน
2. เครื่องไฮโดรไลซิส
3. ทิมเบิ้ล
4. ตู้อบลมร้อน
5. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง
6. โอดูคความชื้น
7. กระดาษกรองปราศจากไขมัน

สารเคมี

1. บีโครเลียมอีเทอร์ จุดเดือด 40 องศาเซลเซียส
2. สารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 4N
3. ซีไลท์
4. ซีแซนค์

การวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในโอดูคความชื้น
2. อบขูดสกัดไขมันที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ให้เย็นในโอดูคความชื้น นำมาชั่งน้ำหนักจนกระทั่งน้ำหนักคงที่ แตกต่างกันไม่เกิน 0.05 (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) (a)

3. ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการอบแห้งให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 5 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) และซีไลท์ปริมาณ 5 กรัม ใส่ตัวอย่างและซีไลท์ลงในบีกเกอร์ไฮโดรไลซิส

4. เติมกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 4N ปริมาตร 50 มิลลิลิตร เพื่อละลายตัวอย่าง และซีไลท์และเขย่าบีกเกอร์ เติมกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 4N ปริมาตร 50 มิลลิลิตร อีกครั้ง เพื่อชะล้างตัวอย่างและซีไลท์ ที่ติดอยู่บริเวณข้างบีกเกอร์ไฮโดรไลซิส

5. นำบีกเกอร์ไฮโดรไลซิสวางบนเตาไฟฟ้าของเครื่องไฮโดรไลซิส ให้ความร้อน เบอร์ 2 จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มให้หยุดให้ความร้อน

6. กรองสารละลายขณะร้อนผ่านกระดาษกรองที่มีซีแซนด์ประมาณ 5 กรัม ในตู้ควัน

7. ล้างตะกอนที่ติดอยู่ข้างบีกเกอร์ด้วยน้ำกลั่นร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ผ่านกระดาษกรอง โดยให้สารละลายที่กรองได้มีปริมาตรรวมประมาณ 250 มิลลิลิตร

8. ร่อนตะกอนบนกระดาษกรองแห้ง ห่อกระดาษกรองที่มีตะกอนใส่ทิมเบล และใส่ลงไปในขวดสกัดที่มีปิโตรเลียมอีเทอร์ 140 มิลลิลิตร และต่อเข้ากับชุดเครื่องสกัดไขมัน ใช้เวลาในการสกัดประมาณ 4 ชั่วโมง

9. ให้ความร้อนประมาณ 200 องศาเซลเซียส เพื่อระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์เป็นเวลาครึ่งชั่วโมง

10. เมื่อปิโตรเลียมอีเทอร์ระเหยออกหมดแล้ว อบขวดสกัดด้วยตู้อบลมร้อน ทั้งขวดสกัดให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก (b) นำมาคำนวณได้ดังสมการ

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = (W_1/W_2) \times 100$$

โดย W_1 คือ น้ำหนักน้ำมันที่สกัดได้ คิดเป็น $b - a$ (กรัม)

W_2 คือ น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

ภาคผนวก-10 การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (AOAC, 1990)

เมื่อทราบปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ และเถ้า สามารถหาปริมาณคาร์โบไฮเดรต ได้โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้

$$\text{คาร์โบไฮเดรต} = 100 - (\text{โปรตีน} + \text{ไขมัน} + \text{เส้นใย} + \text{เถ้า})$$

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของแป้งมันเทศสีม่วง

ภาคผนวก-1 การตรวจสอบลักษณะและรูปร่างของสตาร์ช (Pearson, 1976)

1. เตรียมแผ่นสไลด์ โดยหยดน้ำกลั่นลงบนแผ่นสไลด์ 1 หยด นำตัวอย่างสตาร์ชใส่ลงบนหยดน้ำ และเกลี่ยให้ตัวอย่างแป้งกระจายอย่างสม่ำเสมอเล็กน้อย ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ ใช้กระดาษทิชชูซับของเหลวส่วนเกินออกให้หมด และระวังอย่าให้มีฟองอากาศ นำไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 20X และ 40X แล้วสังเกตลักษณะและรูปร่างของสตาร์ช

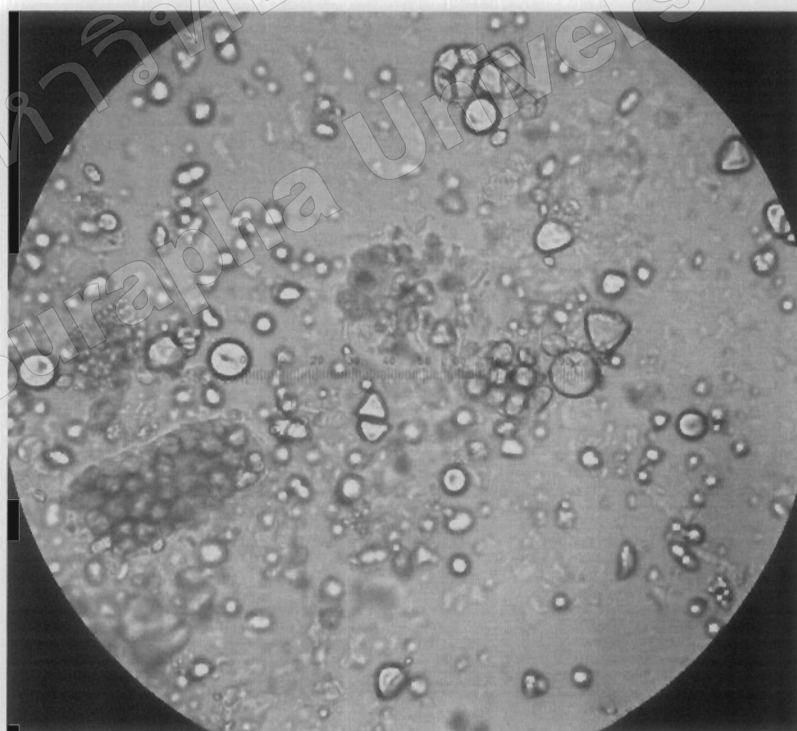
2. วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดสตาร์ช โดยใช้ State micrometer โดยสู่วัดตัวอย่างเม็ดสตาร์ชที่มองเห็นจากกล้องจุลทรรศน์ และสังเกตความสม่ำเสมอของเม็ดสตาร์ช

3. สังเกตลักษณะเม็ดสตาร์ชในด้านต่างๆ ดังนี้

ลักษณะเม็ดสตาร์ช: อยู่เป็นเม็ดเดี่ยวหรืออยู่รวมกันเป็นกลุ่ม

ขนาดของเม็ดสตาร์ช: สม่ำเสมอหรือไม่สม่ำเสมอ

รูปร่างของเม็ดสตาร์ช: กลม รูปไข่ หรือหลายเหลี่ยม



ภาพภาคผนวก-1 ตัวอย่างภาพลักษณะและรูปร่างของสตาร์ชที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์

ภาคผนวก-2 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความหนืดด้วยเครื่องบราเบนเดอร์วิสโคไซโมโลกราฟ ของน้ำแป้ง (กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ, 2546)

การเตรียมตัวอย่าง นำตัวอย่างแป้งมันเทศสีม่วง 50 กรัม (น้ำหนักแห้ง) โดยต้องทราบปริมาณความชื้นที่แน่นอน เพื่อนำมาคำนวณหาน้ำหนักตัวอย่างแป้งที่ใช้ผสมน้ำในปริมาตร 500 มิลลิลิตร (ความเข้มข้นร้อยละ 10 (w/v)) ซึ่งคำนวณหาน้ำหนักได้ดังนี้

$$\text{น้ำหนักตัวอย่างแป้ง (กรัม)} = (50 \times 100) / (100 - \text{ร้อยละความชื้น})$$

ขั้นตอนการวิเคราะห์ความหนืด เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องควบคุม และเครื่องทำความเย็น นำตัวอย่างที่เตรียมไว้ใส่ลงในถ้วยใส่ตัวอย่าง จากนั้นกดคันโยกเพื่อยกส่วนบนของเครื่องขึ้น แล้วหันส่วนบนออกทางขวา แล้วจึงใส่ถ้วยตัวอย่าง หันส่วนบนกลับมาโดยยกคันโยกขึ้น เลื่อนส่วนทำความเย็นให้จุ่มลงในสารละลาย แล้วเปิดเครื่องให้มอเตอร์หมุน และตั้งโปรแกรมการทำงานของเครื่องเริ่มวิเคราะห์ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส แล้วให้ความร้อนแก่ตัวอย่างในอัตรา 1.5 องศาเซลเซียสต่อนาที และคงอุณหภูมิไว้ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที และลดอุณหภูมิด้วยอัตราเร็วเดียวกันจนมีอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และรักษาอุณหภูมิให้คงที่เป็นเวลา 30 นาที

การวิเคราะห์ความหนืดของแป้งมันเทศสีม่วง แสดงผลเป็นค่าต่าง ๆ ดังนี้

Pasting temperature: อุณหภูมิการเกิดเจลลาห์ในซัน มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

Peak viscosity: ค่าความหนืดสูงสุด ซึ่งเป็นความหนืดสูงสุดในช่วงให้ความร้อนเป็นจุดที่เม็ดแป้งพองตัวเต็มที่ มีหน่วยเป็น BU

Breakdown: ผลต่างค่าความหนืดสูงสุด กับค่าความหนืดสุดท้ายที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส มีหน่วยเป็น BU

Setback: ผลต่างของค่าความหนืดเริ่มต้นที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส กับค่าความหนืดสุดท้ายที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส มีหน่วยเป็น BU

วิธีการใช้เครื่องบราเบนเดอร์วิสโคไซโมโลกราฟ เครื่องมือที่ใช้จะต้องต่อเข้าเครื่องกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ในขณะที่ทำงานต้องเปิดสวิชต์ทั้งหมด เพื่อป้องกันการสูญหายของข้อมูล เริ่มต้นโปรแกรมทำงาน ดังนี้

1. เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์หน้าเครื่องจะปรากฏ Viscograph Program
2. กด ESC
3. เลือก Viscograph 1 จากหน้าจอ
4. เลือก config → instrument → visco PT100 → เลือก compose visco E →

Con 2 → TEST เพื่อเป็นการทดสอบว่ามีการต่อระบบครบวงจรหรือไม่ ถ้าระบบครบวงจร หน้าจอจะปรากฏเป็นไฟสีแดง ต้องตรวจสอบระบบของเครื่องมือ

5. เลือก file → New จะแสดงตาราง

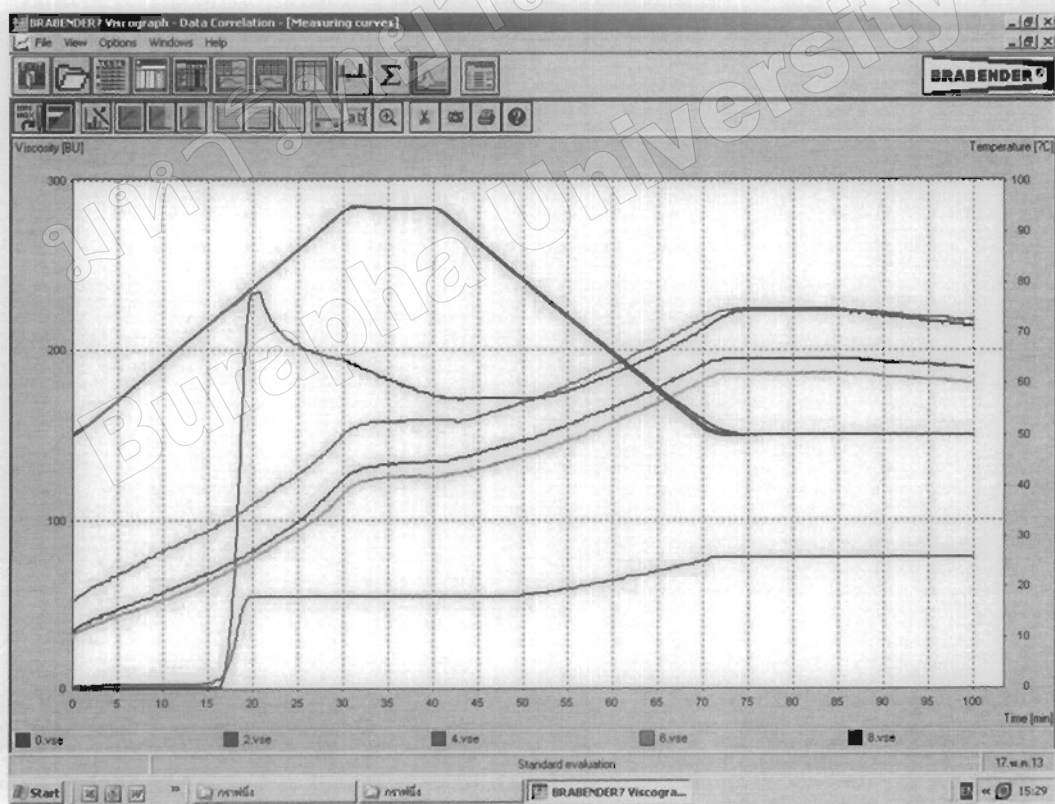
6. กรอกข้อมูล ได้แก่ ชื่อผู้ปฏิบัติงาน ชื่อตัวอย่าง ปริมาณความชื้นของตัวอย่าง โดยซึ่งแป้นตามทีกด Enter โปรแกรมจะคำนวณปริมาณสตาร์ชที่ใช้ (Corr. To 0%) เตรียมตัวอย่าง โดยซึ่งแป้นตามทีเครื่องคำนวณให้ และปริมาตรให้เป็น 500 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

7. ในภาชนะใส่ตัวอย่างใส่ลงในเครื่องบราเบนเดอร์วิสโคอะไมโลกราฟ เทตัวอย่างลงในภาชนะ ใส่ตัวอย่างพร้อมทั้งใส่ที่กวน เปิดสวิตช์เครื่องมือ

8. เมื่อตั้งอุณหภูมิและเวลาการใช้ความร้อน และคลิกที่เครื่องหมาย / (OK)

9. เลือก Test → automatic start เครื่องจะทำการวัดโดยอัตโนมัติ

10. เมื่อวิเคราะห์เสร็จให้บันทึกกราฟและข้อมูล โดยคลิกที่ file → save บันทึกข้อมูล



ภาพภาคผนวก-2 กราฟการเปลี่ยนแปลงความหนืดของน้ำแป้งด้วยเครื่องบราเบนเดอร์

ภาคผนวก-3 การวิเคราะห์การละลาย การดูดซับน้ำและกำลังการพองตัว (Anderson et al., 1969)

อุปกรณ์

1. หลอดหมุนเหวี่ยงพร้อมฝาปิด
2. เครื่องหมุนเหวี่ยงชนิดตั้งโต๊ะ
3. ตู้อบลมร้อน
4. โดดูลความชื้น
5. แท่งแก้ว

การเตรียมตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่างแป้งมันเทศสีม่วงในปริมาณ 2.5 กรัม และผสมน้ำปริมาตร 30 มิลลิลิตร ในหลอด Centrifuge ขนาด 50 มิลลิลิตร แขนในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 30 55 65 75 85 และ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และนำไปหมุนปั่นเหวี่ยงที่ 2200 rpm เป็นเวลา 15 นาที นำส่วนใสที่ได้ (Supernatant) ใส่ในจานเพาะเชื้อ (Petri dish) ที่ทราบน้ำหนัก นำมาทำแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 คืน และชั่งน้ำหนักหลังทำแห้ง ซึ่งสามารถคำนวณค่าการละลายได้จากน้ำหนักของส่วนใสหลังทำแห้ง และค่าการดูดซับน้ำได้จากน้ำหนักตะกอนแป้งหลังปั่นเหวี่ยง และกำลังการพองตัวของตัวอย่างแป้งมันเทศสีม่วงสามารถคำนวณค่าได้จากสมการ

$$\text{ค่าการละลาย (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักของส่วนใสหลังทำแห้ง} \times 100}{\text{น้ำหนักเริ่มต้นของตัวอย่าง}}$$

$$\text{ค่าการดูดซับน้ำ (กรัม/กรัม)} = \frac{\text{น้ำหนักตะกอนหลังปั่นเหวี่ยง}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้นของตัวอย่าง}}$$

$$\text{กำลังการพองตัว} = \frac{\text{น้ำหนักของตะกอนหลังปั่นเหวี่ยง} \times 100}{(\text{น้ำหนักเริ่มต้นของตัวอย่าง} \times (100 - \text{ค่าการละลาย}))}$$

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของโด้และหมั้นโด้

ภาคผนวก-4 การวิเคราะห์ปริมาตรจำเพาะ (Sangnark & Noomhorm, 2003)

1. หาความหนาแน่นของเมล็ดงา โดยนำเมล็ดงาใส่กระบอกตวงและให้เมล็ดงาเรียงซ้อนกันแน่นจนมีปริมาตร 500 มิลลิลิตร จากนั้นนำเมล็ดงาปริมาตร 500 มิลลิลิตร ไปชั่งน้ำหนัก และคำนวณค่าความหนาแน่นของเมล็ดงา จากสูตร

$$D = M/V$$

เมื่อ D คือ ความหนาแน่นของเมล็ดงา(กรัม/มิลลิลิตร)

M คือ น้ำหนักของเมล็ดงา (กรัม)

V คือ ปริมาตรของเมล็ดงา (มิลลิลิตร)

2. หาน้ำหนักของตัวอย่างหมั้นโด้ โดยการชั่งน้ำหนักหมั้นโด้ และบันทึกน้ำหนักที่ได้

3. หาปริมาตรของภาชนะ (บีกเกอร์) โดยการเติมเมล็ดงาลงไปให้เต็มบีกเกอร์ เคาให้เมล็ดงาเรียงซ้อนกันแน่นปริมาตร 500 มิลลิลิตร ทำการชั่งน้ำหนักเมล็ดงาทั้งหมดที่ใช้ จากนั้นหาปริมาตรของภาชนะ จากสูตร

$$V = M/D$$

4. นำตัวอย่างหมั้นโด้ 1 ชิ้น ใส่ลงในบีกเกอร์ปริมาตร 500 มิลลิลิตร เติมเมล็ดงาลงไปให้เต็มบีกเกอร์ เคาให้เมล็ดงาเรียงซ้อนกันแน่น จากนั้นนำตัวอย่างหมั้นโด้ออกแล้วนำเมล็ดงาที่เหลืออยู่ในบีกเกอร์ไปชั่งน้ำหนัก

ปริมาตรหมั้นโด้ = น้ำหนักของเมล็ดงาที่เหลือ/ความหนาแน่นของเมล็ดงา (ลบ.ซม.)

ปริมาตรจำเพาะ = ปริมาตรของหมั้นโด้ / น้ำหนักของขนมปัง (ลบ.ซม./กรัม)

ภาคผนวกข-5 การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่อง Texture analyzer (รุ่น TA-XT2)
(AACC, 1986)

การเตรียมตัวอย่าง นำชิ้นหมั่น โดวมาวัดลักษณะเนื้อสัมผัสโดยใช้หัววัด Cylindrical probe ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 มิลลิเมตร (P/35) กดลงบนตัวอย่าง โดยกำหนดให้ค่าระยะทางที่หัววัดกดลงบนเนื้อหมั่น โดว (Strain) เท่ากับร้อยละ 25 ของความสูงของตัวอย่าง

วิธีการใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer; TA-XT2)

1. เริ่มการทำงาน

- เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่อง Texture Analyzer
- เลือกโปรแกรม Texture Expert U.S. English ซึ่งปรากฏอยู่ที่ desktop
- เลือก User name เป็น Food จากนั้นให้คลิก O.K.
- จากนั้นไปที่ File >> New Project >> Restart จะปรากฏหน้าต่างของกราฟ

2. การเทียบมาตรฐาน (Calibration)

2.1 Calibrate Force (ต้องทำทุกครั้งก่อนการวัด) มีขั้นตอนดังนี้

- ไปที่ T.A. บน Menu Bar >> Calibrate Force จะปรากฏหน้าต่างของ Force Calibrate ตรวจสอบให้แน่ใจว่าไม่มีหัววัด (Probe) ติดอยู่ที่ Calibrate Platform คลิก O.K.
- จะปรากฏหน้าต่าง Force Calibrate ให้วางตุ้มน้ำหนัก (Load cell) 5 กิโลกรัม บน Calibrate Platform จากนั้นให้คลิก O.K.

- เมื่อปรากฏข้อความว่า Calibrate Successful ให้ยกตุ้มน้ำหนักลงแล้วคลิก O.K.

2.2 Calibrate Probe มีขั้นตอนดังนี้

- ไปที่ T.A. บน Menu Bar >> Calibrate Probe จะปรากฏหน้าต่างของ Probe Calibrate แล้วกำหนดระยะทางให้ Probe เคลื่อนที่ขึ้นหลังจากสัมผัสตัวอย่าง คลิก O.K.

3. เริ่มต้นการวัด

เลือก T.A. Setting บน Menu Bar จะปรากฏหน้าต่างของ Texture Analyzer Setting โดยมีการตั้งค่าพารามิเตอร์ หลังจากนั้นให้คลิก Update โดยวัดค่า Dough Stickiness, Bread Firmness และ Bread Springiness ดังนี้

- ค่าพารามิเตอร์สำหรับวัดค่า Dough Stickiness

Mode	Adhesive test
Pre-test speed	2.0 mm/s
Test speed	2.0 mm/s
Post-test speed	10.0 mm/s

Distance	4 mm.
Force	40 g.
Time	0.1 s
Trigger Type	Auto-5 g.
Data Acquisition	400 pps.

- ค่าพารามิเตอร์สำหรับวัดค่า Bread Firmness

Mode	Measure Force in Compression
Option	Return to start
Pre-test speed	2.0 mm/s
Test speed	1.7 mm/s
Post-test speed	10.0 mm/s
stance	25%
Trigger Type	Auto-5 g.
Data Acquisition	250 pps.

- ค่าพารามิเตอร์สำหรับวัดค่า Bread Springiness

Mode	Measure Force in Compression
Option	Hold Unit Time (60 s.)
Pre-test speed	2.0 mm/s
Test speed	1.7 mm/s
Post-test speed	10.0 mm/s
stance	25%
Trigger Type	Auto-5 g.
Data Acquisition	250 pps.

4. การทำ Run a Test

- เมื่อวางตัวอย่างบนแผ่นทดสอบหรือใส่ Probe เรียบร้อยแล้ว ให้เลือก T.A. บน Menu Bar >> Run a Test จะปรากฏหน้าต่าง Run a Test
- เลือก Auto Save เพื่อบันทึกข้อมูลโดยอัตโนมัติตาม drive หรือ path ที่ตั้งไว้ แล้วเลือกชนิด Probe ที่วัดได้ ในช่อง Probe and Product Data
- คลิก O.K. เครื่องจะเริ่มทำงานวัดตัวอย่างอาหาร และเกิดเส้นกราฟขึ้น

กรณีอ่านค่า Dough Stickiness และค่า Firmness

- เลือก Go to บน Menu Bar >> Min Time >> Max Force >> Process Data >> Make Force เครื่องจะอ่านค่าที่ได้จากกราฟ

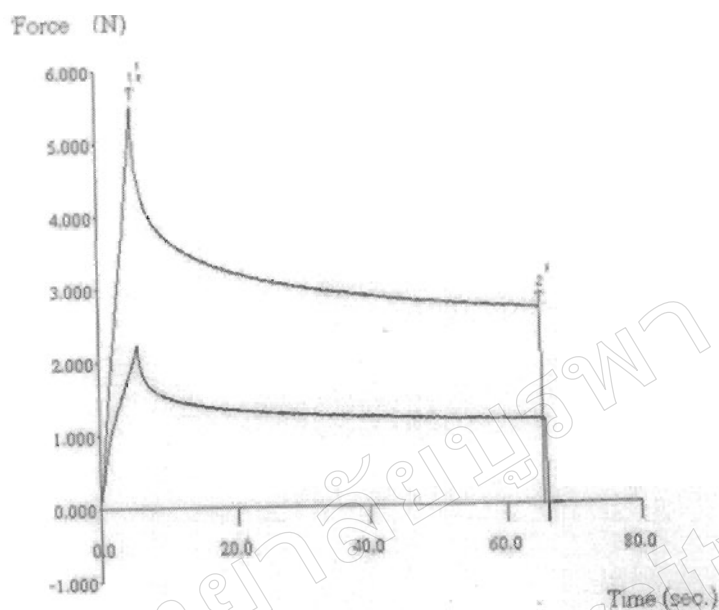
กรณีอ่านค่า Springiness

- เลือก Go to บน Menu Bar >> Min Time >> Max Force >> Process Data >> Make Force เครื่องจะอ่านค่า Max Force ที่ได้จากกราฟ

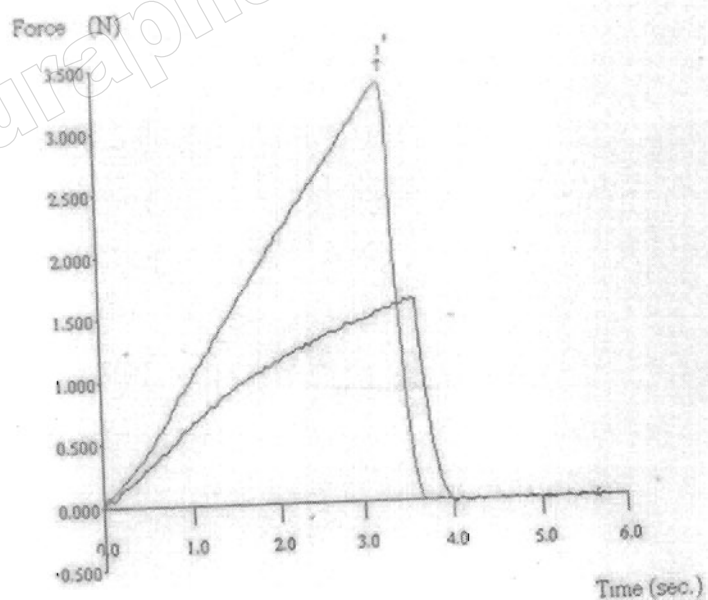
- เลือก Go to บน Menu Bar >> Specific Time >> พิมพ์ 60s. >> Process Data >> Make Force เครื่องจะอ่านค่าแรงที่เวลา 60s. ที่ได้จากกราฟ



ภาพภาคผนวก ข-3 ตัวอย่างการวัดเนื้อสัมผัสหมั่นโถวด้วยเครื่อง Texture analyzer



ภาพภาคผนวก ข-4 ตัวอย่างกราฟการวัดความแน่นเนื้อของหมั่น ไถ่ด้วยเครื่อง Texture analyzer



ภาพภาคผนวก ข-5 ตัวอย่างกราฟการวัดความยืดหยุ่นของหมั่น ไถ่ด้วยเครื่อง Texture analyzer

ภาคผนวก-6 การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคทางภาพถ่าย Image Analysis (คัดแปลงวิธีของ ชูสิทธิ์ บุ่งทอง, 2552)

ขั้นตอนการปรับแต่งโปรแกรม

1. เปิดโปรแกรม Image Tool
2. ตั้งค่าที่ต้องการวิเคราะห์ เช่น พื้นที่ภาพ (Area) หรือความยาวรอบวัตถุ (Perimeter) Perimeter Setting/ Preferences/ Object Analysis/ เลือกตัวแปรที่ต้องการวิเคราะห์
3. ตั้งค่าขอบเขตขนาดวัตถุที่ต้องการวิเคราะห์
Setting/ Preferences/ Find Objects

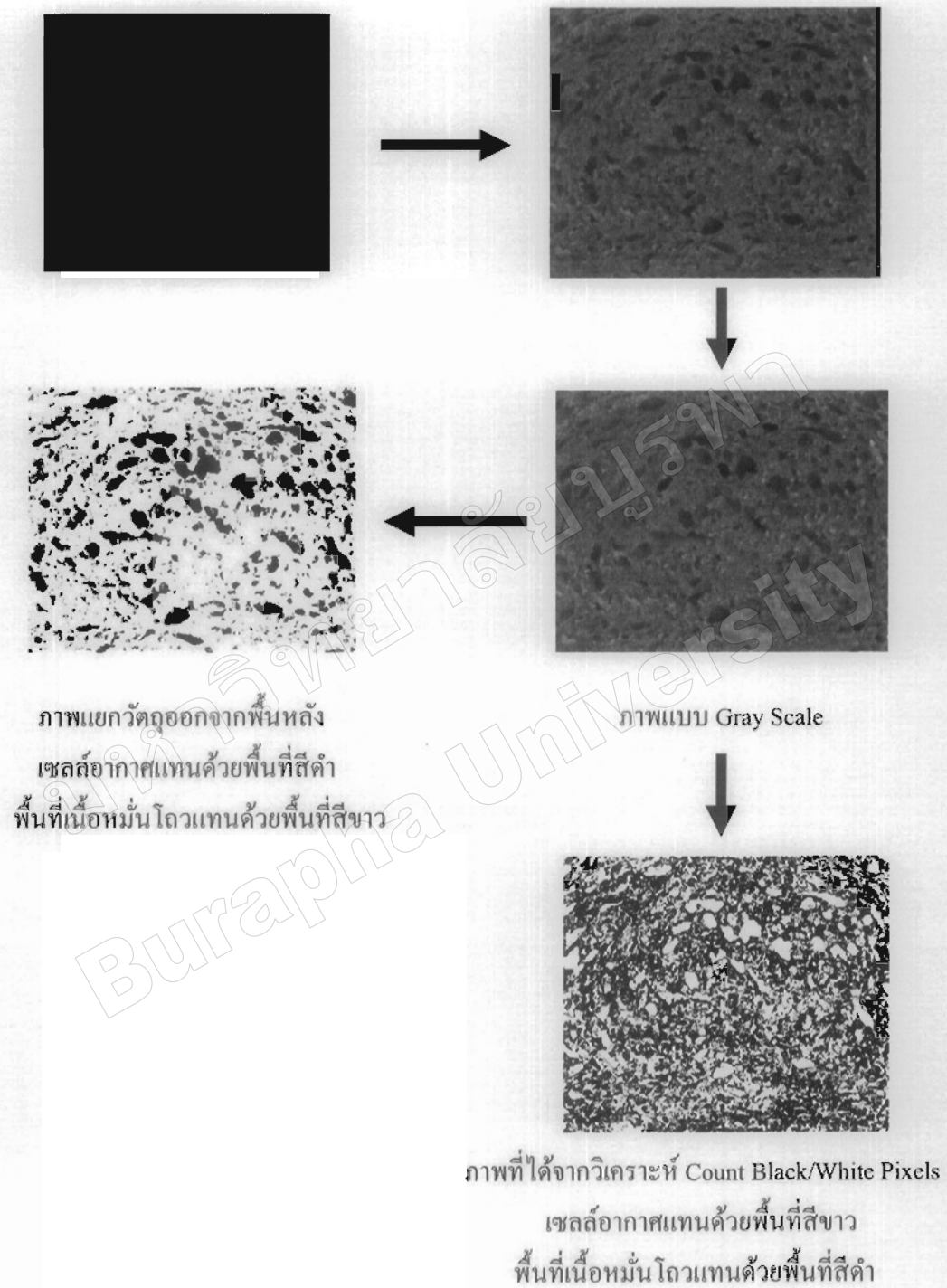
ขั้นตอนการ Calibration

1. เปิดโปรแกรม Image Tool
2. เปิดไฟล์รูปภาพสำหรับการ Calibration (เป็นรูปวัตถุที่ทราบความยาวมาตรฐาน)
File/ Open Image/ เลือกไฟล์รูปภาพสำหรับการ Calibration/ Open
3. Setting/ Calibration Spatial Measurement/
โปรแกรมแสดงคำสั่ง Draw a Line of Know Length ให้คลิกเมาส์ที่จุดเริ่มต้นบนรูปภาพวัตถุที่ทราบความยาวแล้วลากไปจุดสิ้นสุด และให้ใส่ขนาดความยาวที่ถูกต้อง พร้อมทั้งหน่วยของการวัด Length : ความยาวที่ถูกต้อง และ Unit : หน่วยของการวัด
4. บันทึกค่าของการ Calibration
Setting/ Calibration Save Spatial Calibration/ ตั้งชื่อไฟล์ Calibration ชนิดไฟล์ (.itc)

ขั้นตอนการวิเคราะห์รูปภาพ

1. เปิดโปรแกรม Image Tool
2. โหลดไฟล์ Calibration ที่บันทึกไว้ในขั้นตอนของการ Calibration
Setting/ Load Spatial Calibration/ เลือกไฟล์ Calibration (.itc)/ Open
3. เปิดไฟล์รูปภาพสำหรับการวิเคราะห์ที่ตัดและ Save ชนิดไฟล์ (.bmp)
File/ Open Image/ เลือกรูปภาพสำหรับการ Calibration/ Open
4. เปลี่ยนไฟล์รูปภาพให้เป็นภาพแบบ Gray Scale โดยเลือก
Processing/ Color-to-Grayscale
5. หาขอบเขตของวัตถุในภาพที่ต้องการวิเคราะห์ โดยแยกวัตถุออกจากพื้นหลัง
Analysis/ Object Analysis/ Find Objects/ Manual/ Threshold/ เลื่อนแถบจนกระทั่งได้ขอบเขตวัตถุที่ต้องการวิเคราะห์/ OK

6. วิเคราะห์หาจำนวนเซลล์อากาศทั้งหมด จำนวนเซลล์อากาศต่อพื้นที่ และขนาดพื้นที่เฉลี่ยของเซลล์อากาศ โดยเลือก Analysis/ Object Analysis/ Analyze
7. โปรแกรมจะแสดงผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ เช่น พื้นที่ของเซลล์อากาศ พื้นที่ภาพ หรือความยาวรอบวัตถุ
8. บันทึกผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ ไฟล์ที่บันทึกเป็นไฟล์ชนิด Text และสามารถเปิดได้ด้วยโปรแกรม Excel File/ Save Result as/ ตั้งชื่อไฟล์/ Save
9. นำข้อมูลที่มาคำนวณค่าจำนวนเซลล์อากาศทั้งหมด จำนวนเซลล์อากาศต่อพื้นที่ และขนาดพื้นที่เฉลี่ยของเซลล์อากาศ โดยใช้โปรแกรม Excel
10. วิเคราะห์หาอัตราส่วนของพื้นที่เซลล์อากาศต่อพื้นที่เนื้อหมันโถว โดยเปลี่ยนไฟล์รูปภาพให้เป็นภาพแบบ Gray Scale อีกครั้ง Processing/ Color-to-Grayscale ตามด้วย Processing/ Threshold/ Density slice ได้ภาพที่ใช้ในการวิเคราะห์
11. วิเคราะห์ค่าสัดส่วนของพื้นที่เซลล์อากาศต่อพื้นที่เนื้อหมันโถว แสดงในหน่วยร้อยละ โดยเลือก Analysis/ Count Black/White Pixels
12. โปรแกรมจะแสดงผลจากการวิเคราะห์ภาพ Count Black/White Pixels โดยเซลล์อากาศแทนด้วยพื้นที่สีขาว ส่วนพื้นที่เนื้อหมันโถวแทนด้วยพื้นที่สีดำ



ภาพภาคผนวก ข-6 ตัวอย่างภาพการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคทางภาพถ่าย

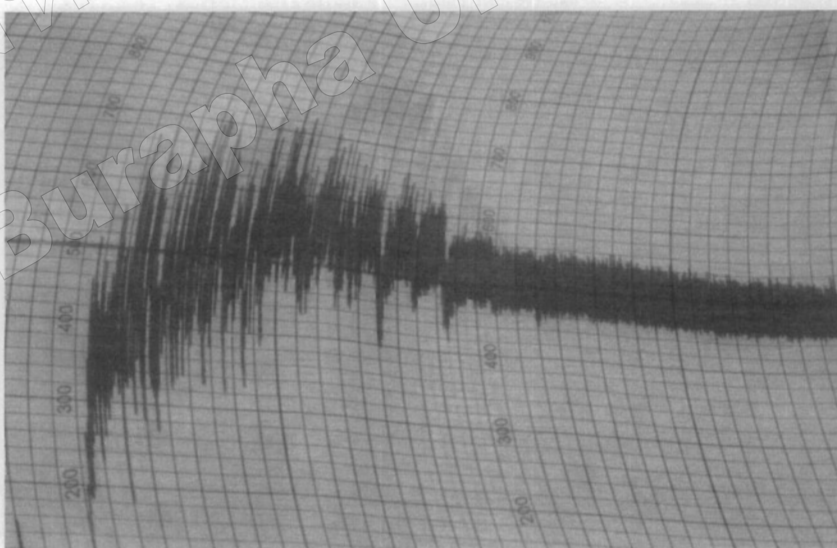
ภาคผนวกข-7 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำด้วยเครื่องฟาริโนกราฟ (AACC method 54-21, 1990)

ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างแป้ง

1. หาปริมาณความชื้นของตัวอย่างแป้ง
2. คำนวณหาปริมาณตัวอย่างแป้ง (ความชื้นพื้นฐาน 14% โดยน้ำหนักแป้งแห้ง)
3. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างแป้งในปริมาณ 300 กรัม โดยน้ำหนักแป้งแห้ง

ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. เปิดอ่างน้ำร้อนตั้งอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที
2. ตรวจสอบกระดาศกราฟและปากกาให้อยู่ในสภาพพร้อม
3. กดปุ่ม power on (สีเขียว) 2 ปุ่ม พร้อมกัน
4. ตั้งความเร็วในการผสมที่ speed 1 เท่ากับ 63 rpm
5. เทแป้ง 300 กรัม ลงในเครื่องผสม เปิดให้เครื่องผสมนาน 1 นาที
6. ใช้น้ำจากบิวเรตให้ได้ปริมาตรใกล้เคียงที่สุด (สังเกตความขึ้นหนืดที่ 500 B.U.)
7. อ่านปริมาณน้ำการดูดซับน้ำของแป้ง (%)
8. ให้เครื่องผสมต่ออีกประมาณ 2 – 3 นาที และหยุดการทำงานของเครื่อง



ภาพภาคผนวก ข-7 ตัวอย่างกราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องฟาริโนกราฟ

ภาศผนวก ค

แบบประเมินคุณลักษณะทางประสาทสันผัส

การทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของหมั่นโถว

ภาคผนวกก-1 แบบทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส โดยวิธี 9- point hedonic scale

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....

คำแนะนำ: ทดสอบตัวอย่างหมั่นโถวแล้วให้คะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ตามคำอธิบายคะแนนความชอบด้านล่างนี้

- 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

2 = ไม่ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

5 = เฉยๆ

6 = ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก

9 = ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง	_____	_____	_____	_____
ลักษณะปรากฏ	_____	_____	_____	_____
สี	_____	_____	_____	_____
กลิ่น	_____	_____	_____	_____
รสชาติ	_____	_____	_____	_____
เนื้อสัมผัส	_____	_____	_____	_____
ความชอบโดยรวม	_____	_____	_____	_____

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

ภาคผนวก ง

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ



ตารางภาคผนวก-1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่ากิจกรรมของโพลีฟีนอลออกซิเดสส่วนที่เหลือ
ของมັນเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	20648.225	4	5162.056	1718.104	0.000*
Error	30.045	10	3.005		
Total	20678.270	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟีนอลิกของแป้งมັນเทศสีม่วงที่ลวก
ด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	11.823	4	2.956	350.471	0.000*
Error	0.084	10	0.008		
Total	11.907	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณแอนโทไซยานินของแป้งมັນเทศสีม่วง
ที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	1.693	4	0.423	1303.563	0.000*
Error	0.003	10	0.000		
Total	1.696	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการกำจัดอนุมูล DPPH ของแป้งมันเทศสีม่วง
ที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	42.620	4	10.655	15367.899	0.000*
Error	0.007	10	0.001		
Total	42.627	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความสว่าง (L*) ของแป้งมันเทศสีม่วง
ที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	97.037	4	24.259	60.901	0.000*
Error	3.983	10	0.398		
Total	101.020	14			

หมายเหตุ*หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นสีแดง (a*) ของแป้งมันเทศสีม่วง
ที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	212.448	4	53.112	580.079	0.000*
Error	0.916	10	0.092		
Total	213.364	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ของแป้งมันเทศสีม่วง
ที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	$P_{0.05}$
Treatment	487.711	4	121.928	6717.554	0.000*
Error	0.182	10	0.018		
Total	487.893	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่ามุม (a^*) ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วย
น้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	$P_{0.05}$
Treatment	223631.778	4	55907.944	216289.471	0.000*
Error	2.585	10	0.258		
Total	223634.363	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเข้มสี (C^*) ของแป้งมันเทศสีม่วง
ที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	$P_{0.05}$
Treatment	195.270	4	48.818	579.002	0.000*
Error	0.843	10	0.084		
Total	196.113	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดเริ่มต้นของแป้งมันเทศสีม่วง
ที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	33238.933	4	83109.733	23973.962	0.000*
Error	34.667	10	3.467		
Total	332473.600	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดสูงสุดของแป้งมันเทศสีม่วง
ที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	337308.400	4	84327.100	14212.433	0.000*
Error	59.333	10	5.933		
Total	337367.733	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดลดลงของแป้งมันเทศสีม่วง
ที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	94265.600	4	23566.400	10712.000	0.000*
Error	22.000	10	2.200		
Total	94287.600	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดกิ้นตัวของแป้งมันเทศสีม่วง
ที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	73188.933	4	18297.233	7623.847	0.000*
Error	24.000	10	2.400		
Total	73212.933	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดสุดท้ายของแป้งมันเทศสีม่วง
ที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	792701.733	4	198175.433	39635.087	0.000*
Error	50.000	10	5.000		
Total	792751.733	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการละลายที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	343.678	4	85.919	385.070	0.000*
Error	2.231	10	0.223		
Total	345.909	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการละลายที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	228.453	4	57.113	259.275	0.000*
Error	2.203	10	0.220		
Total	230.655	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการละลายที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	166.073	4	41.518	71.974	0.000*
Error	5.769	10	0.577		
Total	171.841	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการละลายที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	163.899	4	40.975	149.375	0.000*
Error	2.743	10	0.274		
Total	166.642	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการละลายที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	146.554	4	36.638	110.929	0.000*
Error	3.303	10	0.330		
Total	149.857	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการละลายที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	82.152	4	20.538	35.283	0.000*
Error	5.821	10	0.582		
Total	87.972	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการดูดซึมน้ำที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	26.002	4	6.500	131.642	0.000*
Error	0.494	10	0.049		
Total	26.496	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการดูดซับน้ำที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	28.263	4	7.066	424.447	0.000*
Error	0.166	10	0.017		
Total	28.429	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการดูดซับน้ำที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	27.189	4	6.797	201.701	0.000*
Error	0.337	10	0.034		
Total	27.526	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการดูดซับน้ำที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	3.528	4	0.882	11.395	0.000*
Error	0.774	10	0.077		
Total	4.302	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการดูดซับน้ำที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	18.777	4	4.694	83.084	0.000*
Error	0.565	10	0.056		
Total	19.342	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการดูดซับน้ำที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	51.106	4	12.776	63.377	0.000*
Error	2.016	10	0.202		
Total	53.122	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการพองตัวที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	46.019	4	11.505	189.286	0.000*
Error	0.608	10	0.061		
Total	46.627	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-29 การวิเคราะห์ความแปรปรวนกำลังการพองตัวที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	51.643	4	12.911	1427.136	0.000*
Error	0.090	10	0.009		
Total	51.734	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-30 การวิเคราะห์ความแปรปรวนกำลังการพองตัวที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	52.730	4	13.183	298.202	0.000*
Error	0.442	10	0.044		
Total	53.172	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-31 การวิเคราะห์ความแปรปรวนกำลังการพองตัวที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	2.943	4	0.736	6.875	0.000*
Error	1.070	10	0.107		
Total	4.013	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-32 การวิเคราะห์ความแปรปรวนกำลังการพองตัวที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	13.874	4	3.468	40.577	0.000*
Error	0.855	10	0.085		
Total	14.729	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-33 การวิเคราะห์ความแปรปรวนกำลังการพองตัวที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	29.789	4	7.449	27.765	0.000*
Error	2.683	10	0.268		
Total	32.481	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-34 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าปริมาตรของโคที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วง
ที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกันทดแทนแป้งสาลี ที่เวลา 120 นาที

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	304.000	5	60.800	7.600	0.002*
Error	96.000	12	8.000		
Total	400.000	17			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการแผ่ขยายของโคที่ทำจากแป้งมันเทศ
สีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกันทดแทนแป้งสาลี

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	0.021	5	0.004	7.451	0.002*
Error	0.007	12	0.001		
Total	0.028	17			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-36 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความสว่าง (L*) ของหมั่นโถวที่ทำจากแป้ง
มันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกันทดแทนแป้งสาลี

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	15533.760	5	3106.752	7835.916	0.000*
Error	21.410	54	0.398		
Total	15555.170	59			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-37 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นสีแดง (a*) ของหมั่นโถวที่ทำจาก
แป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกันทดแทนแป้งสาลี

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	2494.786	5	498.957	9154.400	0.000*
Error	2.943	54	0.055		
Total	2497.729	59			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-38 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกันทดแทนแป้งสาลี

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	3901.167	5	780.233	13159.735	0.000*
Error	3.202	54	0.059		
Total	3904.368	59			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-39 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่ามุม (h°) ของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกันทดแทนแป้งสาลี

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	1091312.993	5	218262.599	517395.44	0.000*
Error	22.780	54	0.422		
Total	1091335.772	59			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-40 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความแข็งสี (C*) ของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกันทดแทนแป้งสาลี

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	262.811	5	52.562	723.248	0.000*
Error	3.924	54	0.073		
Total	266.736	59			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-41 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าปริมาตรจำเพาะของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกันทดแทนแป้งสาลี

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	0.312	5	0.062	31.943	0.000*
Error	0.106	54	0.002		
Total	0.418	59			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-42 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความแน่นเนื้อของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกันทดแทนแป้งสาลี

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	267.940	5	53.588	501.444	0.000*
Error	5.771	54	0.107		
Total	273.711	59			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-43 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความยืดหยุ่นของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกันทดแทนแป้งสาลี

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	1287.392	5	257.478	1095.122	0.000*
Error	12.696	54	0.235		
Total	1300.089	59			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-44 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน
ลักษณะปรากฏของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อน
ที่เวลาแตกต่างกันทดแทนแป้งสาลี

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	60.050	5	12.010	25.196	0.000*
Block	39.383	29	1.358	2.849	0.000*
Error	69.117	145	0.477		
Total	8451.000	180			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ตารางภาคผนวก-45 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี
ของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน
ทดแทนแป้งสาลี

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	51.378	5	10.276	23.176	0.000*
Block	29.644	29	1.022	2.306	0.001*
Error	64.289	145	0.443		
Total	8172.000	180			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ตารางภาคผนวก-46 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น
ของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน
ทดแทนแป้งสาลี

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	25.561	5	5.112	10.499	0.000*
Block	43.228	29	1.491	3.061	0.000*
Error	70.606	145	0.487		
Total	7525.000	180			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-47 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ
ของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลาแตกต่างกัน
ทดแทนแป้งสาลี

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	26.383	5	5.277	12.519	0.000*
Block	43.050	29	1.484	3.522	0.000*
Error	61.117	145	0.421		
Total	7853.000	180			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-48 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน
เนื้อสัมผัสของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อนที่เวลา
แตกต่างกันทดแทนแป้งสาลี

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	31.933	5	6.387	15.857	0.000*
Block	51.867	29	1.789	4.441	0.000*
Error	58.400	145	0.403		
Total	8384.000	180			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ตารางภาคผนวก-49 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน
ความชอบรวมของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อน
ที่เวลาแตกต่างกันทดแทนแป้งสาลี

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	40.644	5	8.129	19.529	0.000*
Block	44.111	29	1.521	3.654	0.000*
Error	60.356	145	0.416		
Total	8414.000	180			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ตารางภาคผนวก-50 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่ากิจกรรมของโพลีฟีนอลออกซิเดสส่วนที่
เหลือของมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	25504.535	4	6376.134	1405.314	0.000*
Error	45.372	10	4.537		
Total	25549.906	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ตารางภาคผนวก-51 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟีนอลิกของแป้งมันเทศสีม่วง
ที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	12.122	4	3.031	912.814	0.000*
Error	0.033	10	0.003		
Total	12.155	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-52 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณแอนโทไซยานินของแป้งมันเทศสีม่วง
ที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	3.461	4	0.865	4466.705	0.000*
Error	0.002	10	0.000		
Total	3.463	14			

หมายเหตุ: *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-53 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการกำจัดอนุมูล DPPH ของแป้งมันเทศสีม่วง
ที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	82.755	4	20.689	1716.427	0.000*
Error	0.121	10	0.012		
Total	82.875	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-54 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความสว่าง (L*) ของแป้งมันเทศสีม่วง
ที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	63.950	4	17.747	264.878	0.000*
Error	1.354	10	0.067		
Total	65.303	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-55 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นสีแดง (a*) ของแป้งมันเทศสีม่วง
ที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	281.330	4	70.333	429.643	0.000*
Error	1.637	10	0.164		
Total	282.967	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-56 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ของแป้งมันเทศสีม่วง
ที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	664.949	4	166.237	5344.100	0.000*
Error	0.311	10	0.031		
Total	665.260	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-57 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่ามุม (h°) ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วย
ไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	346735.708	4	86683.927	312750.188	0.000*
Error	2.772	10	0.277		
Total	346738.480	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-58 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความชื้นสี (C*) ของแป้งมันเทศสีม่วง
ที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	266.599	4	66.650	406.815	0.000*
Error	1.683	10	0.164		
Total	268.238	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-59 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดเริ่มต้นของแป้งมันเทศสีม่วง
ที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	178973.60	4	44743.400	10325.400	0.000*
Error	43.333	10	4.333		
Total	179016.933	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-60 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดสูงสุดของแป้งมันเทศสีม่วง
ที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	423521.733	4	105880.433	17646.739	0.000*
Error	60.000	10	6.000		
Total	423581.733	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-61 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดลดลงของแป้งมันเทศสีม่วง
ที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	100231.600	4	25057.900	3512.790	0.000*
Error	71.333	10	7.133		
Total	100302.933	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-62 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดกึ่งตัวของแป้งมันเทศสีม่วง
ที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	33009.067	4	8252.267	4951.360	0.000*
Error	16.667	10	1.667		
Total	33025.733	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-63 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดสุดท้ายของแป้งมันเทศสีม่วง
ที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	456814.267	4	114230.567	15716.087	0.000*
Error	72.667	10	7.267		
Total	456886.933	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-64 การวิเคราะห์ความแปรปรวนดัชนีการละลายที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	391.358	4	97.839	324.308	0.000*
Error	3.017	10	0.302		
Total	394.375	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-65 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการละลายที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ผ่านการลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	357.810	4	89.453	349.142	0.000*
Error	2.562	10	0.256		
Total	360.372	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-66 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการละลายที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	206.638	4	51.660	137.417	0.000*
Error	3.759	10	0.376		
Total	210.398	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-67 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการละลายที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	269.824	4	67.456	249.976	0.000*
Error	2.699	10	0.270		
Total	272.522	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-68 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการละลายที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	328.674	4	82.168	328.149	0.000*
Error	2.504	10	0.250		
Total	331.178	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-69 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการละลายที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	237.270	4	59.317	575.079	0.000*
Error	1.031	10	0.103		
Total	238.301	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-70 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการดูดซับน้ำที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	28.995	4	7.249	168.442	0.000*
Error	0.430	10	0.043		
Total	29.425	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-71 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการดูดซับน้ำที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	29.260	4	7.315	382.178	0.000*
Error	0.191	10	0.019		
Total	29.451	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-72 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการดูดซับน้ำที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	26.764	4	6.691	321.791	0.000*
Error	0.208	10	0.021		
Total	26.972	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-73 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการดูดซับน้ำที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	6.935	4	1.734	15.642	0.000*
Error	1.108	10	0.111		
Total	8.044	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-74 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการดูดซับน้ำที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	29.889	4	7.472	112.807	0.000*
Error	0.662	10	0.066		
Total	30.552	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-75 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการดูดซับน้ำที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	49.507	4	12.377	545.555	0.000*
Error	0.227	10	0.023		
Total	49.734	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-76 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการพองตัวที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	55.027	4	13.757	401.693	0.000*
Error	0.342	10	0.034		
Total	55.369	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-77 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการพองตัวที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	57.425	4	14.356	277.185	0.000*
Error	0.518	10	0.052		
Total	57.943	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-78 การวิเคราะห์ความแปรปรวนกำลังการพองตัวที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	49.481	4	12.370	113.461	0.000*
Error	1.090	10	0.109		
Total	50.572	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-79 การวิเคราะห์ความแปรปรวนกำลังการพองตัวที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	8.017	4	2.004	20.784	0.000*
Error	0.964	10	0.096		
Total	8.982	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-80 การวิเคราะห์ความแปรปรวนกำลังการพองตัวที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	24.382	4	6.096	99.643	0.000*
Error	0.612	10	0.061		
Total	24.994	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-81 การวิเคราะห์ความแปรปรวนกำลังการพองตัวที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส
ของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	37.081	4	9.270	344.619	0.000*
Error	0.269	10	0.027		
Total	37.350	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-82 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าปริมาตรของโคที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงที่
ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกันทดแทนแป้งสาลี ที่เวลา 120 นาที

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	498.000	5	99.600	8.300	0.001*
Error	144.000	12	12.000		
Total	642.000	17			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-83 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการแผ่ขยายของโคที่ทำจากแป้งมันเทศ
สีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกันทดแทนแป้งสาลี

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	0.035	5	0.007	7.930	0.002*
Error	0.010	12	0.001		
Total	0.045	17			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-84 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความสว่าง (L*) ของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกันทดแทนแป้งสาลี

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	16288.856	5	3257.771	7616.849	0.000*
Error	21.813	54	0.428		
Total	16310.669	59			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-85 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นสีแดง (a*) ของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกันทดแทนแป้งสาลี

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	2253.722	5	450.744	6776.985	0.000*
Error	3.392	54	0.067		
Total	2257.114	59			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-86 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกันทดแทนแป้งสาลี

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	3146.656	5	629.331	10532.377	0.000*
Error	3.047	54	0.060		
Total	3149.703	59			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-87 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่ามุม (h°) ของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศ
สีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกันทดแทนแป้งสาลี

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	1244973.155	5	248994.631	505204.819	0.000*
Error	25.136	54	0.493		
Total	1244998.290	59			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-88 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความชื้นสี (C*) ของหมั่นโถวที่ทำจาก
แป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกันทดแทนแป้งสาลี

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	185.942	5	37.188	443.778	0.000*
Error	4.274	54	0.084		
Total	190.216	59			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-89 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าปริมาตรจำเพาะของหมั่นโถวที่ทำจาก
แป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกันทดแทนแป้งสาลี

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	0.236	5	0.047	21.971	0.000*
Error	0.116	54	0.002		
Total	0.353	59			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-90 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความแน่นเนื้อของหมั่นโถวที่ทำจากแป้ง
มันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกันทดแทนแป้งสาลี

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	283.093	5	56.619	584.544	0.000*
Error	5.230	54	0.097		
Total	288.323	59			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-91 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความยืดหยุ่นของหมั่นโถวที่ทำจากแป้ง
มันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกันทดแทนแป้งสาลี

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	1104.511	5	220.902	764.561	0.000*
Error	15.602	54	0.289		
Total	1120.113	59			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-92 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน
ลักษณะปรากฏของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำ
ที่เวลาแตกต่างกันทดแทนแป้งสาลี

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	73.733	5	14.747	43.402	0.000*
Block	43.000	29	1.483	4.364	0.000*
Error	49.267	145	0.340		
Total	8166.000	180			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-93 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี
ของหมัน โถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน
ทดแทนแป้งสาลี

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	67.911	5	13.582	37.097	0.000*
Block	51.644	29	1.781	4.864	0.000*
Error	53.089	145	0.366		
Total	7882.000	180			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-94 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น
ของหมัน โถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกัน
ทดแทนแป้งสาลี

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	36.378	5	7.276	19.197	0.000*
Block	37.911	29	1.307	3.449	0.000*
Error	54.956	145	0.379		
Total	7148.000	180			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-95 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกันทดแทนแป้งสาลี

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	27.383	5	5.477	12.385	0.000*
Block	31.050	29	1.071	2.421	0.000*
Error	64.117	145	0.442		
Total	7611.000	180			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-96 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำที่เวลาแตกต่างกันทดแทนแป้งสาลี

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	55.244	5	11.049	28.563	0.000*
Block	33.644	29	1.160	2.999	0.000*
Error	56.089	145	0.387		
Total	8252.000	180			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-97 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน
ความชอบรวมของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำ
ที่เวลา แตกต่างกันทดแทนแป้งสาลี

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	59.778	5	11.956	28.011	0.000*
Block	35.644	29	1.229	2.880	0.000*
Error	61.889	145	0.427		
Total	8184.000	180			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ตารางภาคผนวก-98 การวิเคราะห์ T-test ของปริมาณฟีนอลิกของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วย
น้ำร้อนและไอน้ำ

	t	df	Sig. (2-tailed)
การลวกด้วยน้ำร้อนและการลวกด้วยไอน้ำ	-5.904	2	0.028*

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ตารางภาคผนวก-99 การวิเคราะห์ T-test ของปริมาณแอนโทไซยานินของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวก
ด้วยน้ำร้อนและไอน้ำ

	t	df	Sig. (2-tailed)
การลวกด้วยน้ำร้อนและการลวกด้วยไอน้ำ	-203.345	2	0.000*

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ตารางภาคผนวก-100 การวิเคราะห์ T-test ของการกำจัดอนุมูล DPPH ของแป้งมันเทศสีม่วง
ที่ลวกด้วยน้ำร้อนและไอน้ำ

	t	df	Sig. (2-tailed)
การลวกด้วยน้ำร้อนและการลวกด้วยไอน้ำ	80.224	2	.000

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-101 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าปริมาตรของโคที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วง
ทดแทนแป้งสาลีในปริมาณต่าง ๆ ที่เวลา 120 นาที

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	5774.400	4	1443.600	164.045	0.000*
Error	88.000	10	8.800		
Total	5862.400	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-102 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการแผ่ขยายของโคที่ทำจาก
แป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งสาลีในปริมาณต่าง ๆ ที่เวลา 120 นาที

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	0.401	4	0.100	167.083	0.000*
Error	0.006	10	0.001		
Total	0.407	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-103 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความสว่าง (L*) ของหมั่นโถวที่ทำจาก
แป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งสาลีในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	24307.438	4	6076.859	31099.906	0.000*
Error	8.793	45	0.195		
Total	24316.231	49			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-104 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นสีแดง (a*) ของหมั่นโถวที่ทำจาก
แป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งสาลีในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	2422.415	4	605.604	5650.366	0.000*
Error	4.823	45	0.107		
Total	2427.238	49			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-105 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ของหมั่นโถวที่ทำ
จากแป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งสาลีในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	2994.972	4	748.743	11862.382	0.000*
Error	2.840	45	0.063		
Total	2997.812	49			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-106 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่ามุม (h°) ของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศ
สีม่วงทดแทนแป้งสาลีในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	522794.244	4	130698.561	474316.179	0.000*
Error	12.400	45	0.276		
Total	522806.643	49			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางภาคผนวก-107 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความชื้น (C^*) ของหมั่นโถวที่ทำจาก
แป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งสาลีในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	265.265	4	66.316	415.039	0.000*
Error	7.190	45	0.160		
Total	272.56	49			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางภาคผนวก-108 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าปริมาตรจำเพาะของหมั่นโถวที่ทำจากแป้ง
มันเทศสีม่วงทดแทนแป้งสาลีในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	3.437	4	0.859	1128.698	0.000*
Error	0.034	45	0.001		
Total	3.472	49			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางภาคผนวก-109 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความแน่นเนื้อของหมั่นโถวที่ทำจาก
แป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งสาลีในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	70.704	4	17.676	174.931	0.000*
Error	4.547	45	0.101		
Total	75.251	49			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-110 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความยืดหยุ่นของหมั่นโถวที่ทำจาก
แป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งสาลีในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	847.585	4	211.896	1106.138	0.000*
Error	8.620	45	0.192		
Total	856.205	49			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-111 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าจำนวนเซลล์อากาศต่อพื้นที่ของหมั่นโถว
ที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งสาลีในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	812.345	4	203.086	12.794	0.000*
Error	238.095	15	15.873		
Total	1050.440	19			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-112 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าพื้นที่เฉลี่ยของเซลล์อากาศของหมัน ไถว
ที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งสาลีในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	0.053	4	0.013	19.926	0.000*
Error	0.010	15	0.001		
Total	0.063	19			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-113 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสัดส่วนของพื้นที่เซลล์อากาศต่อพื้นที่ของ
เนื้อหมัน ไถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งสาลีในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	125.230	4	31.308	63.990	0.000*
Error	7.339	15	0.489		
Total	132.569	19			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-114 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟีนอลิกของหมัน ไถวที่ทำจาก
แป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งสาลีในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	77.384	4	19.346	198.108	0.000*
Error	0.977	10	0.098		
Total	78.360	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-115 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณแอนโทไซยานินของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งสาลีในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	2.492	4	0.623	1004.747	0.000*
Error	0.006	10	0.001		
Total	2.498	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-116 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการกำจัดอนุมูล DPPH ของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งสาลีในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	367111.925	4	91777.981	4969.887	0.000*
Error	185.040	10	18.504		
Total	367296.966	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-117 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งสาลีในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	83.707	4	20.927	37.293	0.000*
Block	39.740	29	1.370	2.442	0.000*
Error	65.093	116	0.561		
Total	6683.000	150			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-118 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี
ของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งสาลีในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	94.173	4	23.543	35.091	0.000*
Block	25.073	29	0.865	1.289	0.173 ^{ns}
Error	77.827	116	0.671		
Total	6431.000	150			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตารางภาคผนวก-119 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น
ของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งสาลีในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	51.973	4	12.993	18.740	0.000*
Block	33.873	29	1.168	1.685	0.028*
Error	80.427	116	0.693		
Total	6221.000	150			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-120 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ
ของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งสาลีในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	60.693	4	15.173	25.396	0.000*
Block	30.960	29	1.068	1.787	0.016*
Error	69.307	116	0.597		
Total	6616.000	150			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-121 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้าน
เนื้อสัมผัสของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งสาลีใน
ปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	74.467	4	18.617	37.798	0.000*
Block	31.233	29	1.077	2.187	0.002*
Error	57.133	116	0.493		
Total	6763.000	150			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-122 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้าน
ความชอบรวมของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งสาลี
ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	58.707	4	14.677	26.563	0.000*
Block	31.840	29	1.098	1.987	0.006*
Error	64.093	116	0.553		
Total	6848.000	150			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-123 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าปริมาตรของโคที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วง
และเติมเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส ในปริมาณต่าง ๆ ที่เวลา 120 นาที

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	1785.600	4	446.400	111.600	0.000*
Error	40.000	10	4.000		
Total	1825.600	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-124 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการแผ่ขยายของโคที่ทำจาก
แป้งมันเทศสีม่วงและเติมเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	0.124	4	0.031	132.857	0.000*
Error	0.002	10	0.000		
Total	0.126	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-125 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความสว่าง (L*) ของหมั่นโถวที่ทำจาก
แป้งมันเทศสีม่วงและเติมเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	99.298	4	24.825	83.528	0.000*
Error	13.374	45	0.297		
Total	112.672	49			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-126 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นสีแดง (a*) ของหมั่นโถวที่ทำจาก
แป้งมันเทศสีม่วงและเติมเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	1.885	4	0.471	6.627	0.000*
Error	3.200	45	0.071		
Total	5.086	49			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-127 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงและเติมเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	52.534	4	13.133	612.367	0.000*
Error	0.965	45	0.021		
Total	53.499	49			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ตารางภาคผนวก-128 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่ามุม (h°) ของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงและเติมเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	457.310	4	114.328	564.639	0.000*
Error	9.112	45	0.202		
Total	466.422	49			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ตารางภาคผนวก-129 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเข้มสี (C*) ของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงและเติมเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	7.432	4	1.858	25.054	0.000*
Error	3.337	45	0.074		
Total	10.769	49			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ตารางภาคผนวก-130 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าปริมาตรจำเพาะของหมัน ไถวที่ทำจาก
แป้งมันเทศสีม่วงและเติมเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	0.098	4	0.025	33.027	0.000*
Error	0.033	45	0.001		
Total	0.132	49			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-131 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความแน่นเนื้อของหมัน ไถวที่ทำจาก
แป้งมันเทศสีม่วงและเติมเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	38.391	4	9.598	223.480	0.000*
Error	1.933	45	0.043		
Total	40.323	49			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-132 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความชื้นหุ่่นของหมัน ไถวที่ทำจาก
แป้งมันเทศสีม่วงและเติมเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	422.820	4	105.705	357.125	0.000*
Error	13.319	45	0.296		
Total	436.139	49			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-133 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าจำนวนเซลล์อากาศต่อพื้นที่หมันไถวที่ทำ
จากแป้งมันเทศสีม่วงและเติมเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	146.066	4	36.516	5.024	0.009*
Error	109.027	15	7.268		
Total	255.093	19			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-134 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าพื้นที่เฉลี่ยของเซลล์อากาศหมันไถวที่ทำ
จากแป้งมันเทศสีม่วงและเติมเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	0.048	4	0.012	8.286	0.001*
Error	0.022	15	0.001		
Total	0.069	19			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-135 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสัดส่วนของพื้นที่เซลล์อากาศต่อพื้นที่ของ
เนื้อหมันไถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงและเติมเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส
ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	131.250	4	32.812	108.979	0.000*
Error	4.516	15	0.301		
Total	135.766	19			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-136 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้าน
ลักษณะปรากฏของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงและเติมเอนไซม์
แอลฟา-อะไมเลส ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	0.840	4	0.210	0.432	0.785 ^{ns}
Block	46.276	29	1.596	3.284	0.000*
Error	56.360	116	0.486		
Total	8271.000	150			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตารางภาคผนวก-137 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี
ของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงและเติมเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส
ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	0.160	4	0.040	0.098	0.983 ^{ns}
Block	53.893	29	1.858	4.544	0.000*
Error	47.440	116	0.409		
Total	8524.000	150			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตารางภาคผนวก-138 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น
ของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงและเดิมเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส
ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	1.827	4	0.457	1.293	0.277 ^{ns}
Block	55.260	29	1.906	5.395	0.000*
Error	40.973	116	0.353		
Total	7745.000	150			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตารางภาคผนวก-139 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้าน
รสชาติของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงและเดิมเอนไซม์แอลฟา-
อะไมเลส ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	1.093	4	0.273	0.638	0.637 ^{ns}
Block	54.160	29	1.868	4.358	0.000*
Error	49.707	116	0.429		
Total	8408.000	150			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตารางภาคผนวก-140 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้าน
เนื้อสัมผัสของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงและเติมเอนไซม์แอลฟา-
อะไมเลส ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	7.773	4	1.943	4.188	0.003*
Block	55.073	29	1.899	4.093	0.000*
Error	53.827	116	0.464		
Total	8081.000	150			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-141 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้าน
ความชอบรวมของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงและเติมเอนไซม์
แอลฟา-อะไมเลส ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	5.293	4	1.323	2.651	0.037*
Block	47.493	29	1.638	3.281	0.000*
Error	57.907	116	0.499		
Total	8384.000	150			

หมายเหตุ: *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-142 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าปริมาตรของโคที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วง
และเติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ในปริมาณต่าง ๆ ที่เวลา 120 นาที

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	254.400	4	63.600	9.938	0.002*
Error	64.000	10	6.400		
Total	318.400	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-143 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการแผ่ขยายของโคที่ทำจาก
แป้งมันเทศสีม่วงและเติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	0.018	4	0.004	10.192	0.001*
Error	0.004	10	0.000		
Total	0.022	14			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-144 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความสว่าง (L*) ของหมั่นโถวที่ทำจาก
แป้งมันเทศสีม่วงและเติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	1.349	4	0.337	1.290	0.288 ^{ns}
Error	11.763	45	0.261		
Total	13.112	49			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตารางภาคผนวก-145 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นสีแดง (a*) ของหมั่นโถวที่ทำจาก
แป้งมันเทศสีม่วงและเติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	5.754	4	1.439	16.380	0.000*
Error	3.952	45	0.088		
Total	9.706	49			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-146 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงและเติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	0.599	4	0.150	1.570	0.199 ^{ns}
Error	4.296	45	0.095		
Total	4.895	49			

หมายเหตุ^{ns} หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตารางภาคผนวก-147 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่ามุม (h°) ของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงและเติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	1.525	4	0.381	1.472	0.227 ^{ns}
Error	11.657	45			
Total	13.182	49			

หมายเหตุ^{ns} หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตารางภาคผนวก-148 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความแข็งสี (C*) ของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงและเติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	6.705	4	1.676	27.802	0.000*
Error	2.713	45	0.060		
Total	9.418	49			

หมายเหตุ * หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-149 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าปริมาตรจำเพาะของหมั่นโถวที่ทำจาก
แป้งมันเทศสีม่วงและเติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	0.413	4	0.103	120.327	0.000*
Error	0.039	45	0.001		
Total	0.451	49			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-150 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความแน่นเนื้อของหมั่นโถวที่ทำจาก
แป้งมันเทศสีม่วงและเติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	0.267	4	0.067	1.717	0.163 ^{ns}
Error	1.747	45	0.039		
Total	2.014	49			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตารางภาคผนวก-151 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความยืดหยุ่นของหมั่นโถวที่ทำจาก
แป้งมันเทศสีม่วงและเติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	21.647	4	5.412	17.916	0.000*
Error	13.593	45	0.302		
Total	35.239	49			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-152 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าจำนวนเซลล์อากาศต่อพื้นที่ของหมันโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงและเติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	265.320	4	66.330	4.340	0.016*
Error	229.262	15	15.284		
Total	494.582	19			

หมายเหตุ * หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-153 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าพื้นที่เฉลี่ยของเซลล์อากาศของหมันโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงและเติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	0.007	4	0.002	0.900	0.489 ^{ns}
Error	0.028	15	0.002		
Total	0.035	19			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตารางภาคผนวก-154 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสัดส่วนของพื้นที่เซลล์อากาศต่อพื้นที่เนื้อหมันโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงและเติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	2.945	4	0.736	1.347	0.299 ^{ns}
Error	8.199	15	0.547		
Total	11.143	19			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตารางภาคผนวก-155 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้าน
ลักษณะปรากฏของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงและเติมคาร์บอกซี
เมทิลเซลลูโลส ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	1.040	4	0.260	0.561	0.691 ^{ns}
Block	35.573	29	1.227	2.647	0.000*
Error	53.760	116	0.463		
Total	7982.000	150			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตารางภาคผนวก-156 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี
ของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงและเติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส
ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	1.573	4	0.393	0.832	0.507 ^{ns}
Block	41.973	29	1.447	3.062	0.000*
Error	54.827	116	0.473		
Total	7990.000	150			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตารางภาคผนวก-157 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงและเติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	1.827	4	0.457	0.710	0.586 ^{ns}
Block	28.060	29	0.968	1.505	0.067 ^{ns}
Error	74.573	116	0.643		
Total	7329.000	150			

หมายเหตุ^{ns} หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตารางภาคผนวก-158 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านรสชาติของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงและเติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	0.707	4	0.177	0.260	0.903 ^{ns}
Block	31.073	29	1.071	1.575	0.048*
Error	78.893	116	0.680		
Total	7559.000	150			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

^{ns} หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตารางภาคผนวก-159 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน
เนื้อสัมผัสของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงและเติมคาร์บอกซีเมทิล
เซลลูโลส ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	1.027	4	0.257	0.467	0.760 ^{ns}
Block	29.260	29	1.009	1.835	0.013*
Error	63.773	116	0.550		
Total	7741.000	150			

หมายเหตุ * หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

^{ns} หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตารางภาคผนวก-160 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน
ความชอบรวมของหมั่นโถวที่ทำจากแป้งมันเทศสีม่วงและเติมคาร์บอกซี
เมทิลเซลลูโลส ในปริมาณต่าง ๆ

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	0.627	4	0.157	0.312	0.869 ^{ns}
Block	26.993	29	0.931	1.856	0.011*
Error	58.173	116	0.501		
Total	8021.000	150			

หมายเหตุ * หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

^{ns} หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตารางภาคผนวก-161 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าปริมาณความชื้นของหมั่นโถว

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	557.389	3	185.796	11226.355	0.000*
Error	0.066	4	0.017		
Total	557.455	7			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-162 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าปริมาณโปรตีนของหมั่นโถว

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	17.267	3	5.766	229.648	0.000*
Error	0.100	4	0.025		
Total	17.367	7			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-163 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าปริมาณไขมันของหมั่นโถว

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	8.643	3	2.881	124.520	0.006*
Error	0.093	4	0.023		
Total	8.736	7			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-164 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตของหมั่นโถว

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	21.068	3	7.023	276.263	0.000*
Error	0.102	4	0.026		
Total	21.170	7			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-165 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าปริมาณเถ้าของหมั่นโถว

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	1.245	3	0.415	1328.147	0.000*
Error	0.001	4	0.000		
Total	1.246	7			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-166 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าปริมาณเส้นใยอาหารของหมั่นโถว

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	30.831	3	10.277	80.101	0.003*
Error	0.513	4	0.128		
Total	31.344	7			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-167 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟีนอลิกของหมั่นโถว

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	55.297	3	18.432	143.164	0.000*
Error	1.030	8	0.129		
Total	56.327	11			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-168 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณแอนโทไซยานินของหมั่นโถว

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	0.706	3	0.235	324.444	0.000*
Error	0.006	8	0.001		
Total	0.711	11			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวก-169 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการกำจัดอนุมูล DPPH ของหมั่นโถว

SOV	SS	df	MS	F	P _{0.05}
Treatment	348974.624	3	116324.875	7409.416	0.000*
Error	125.597	8	15.700		
Total	349100.221	11			

หมายเหตุ *หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ภาคผนวก จ
ภาพประกอบการทดลอง



ภาพภาคผนวกจ-1 มันทะสไลด์



ภาพภาคผนวกจ-2 มันทะอบแห้ง



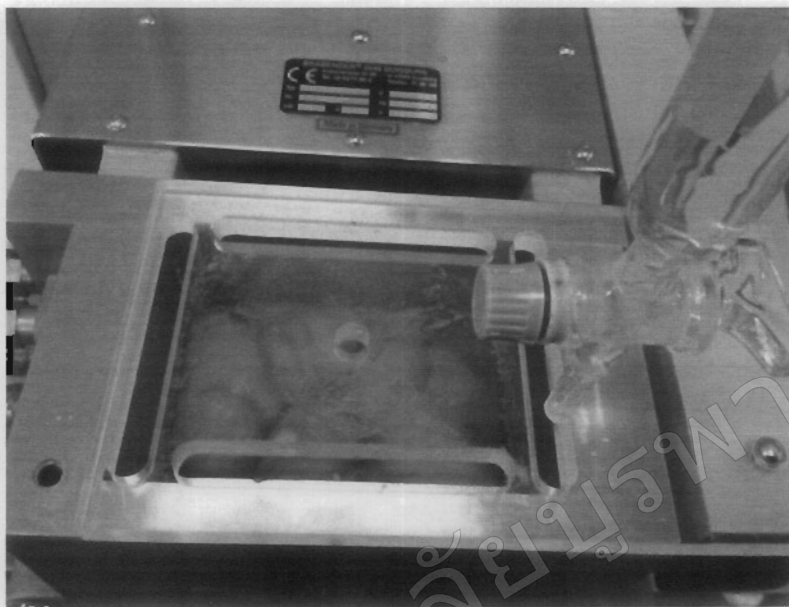
ภาพภาคผนวกจ-3 มันทะสบดละเอียด



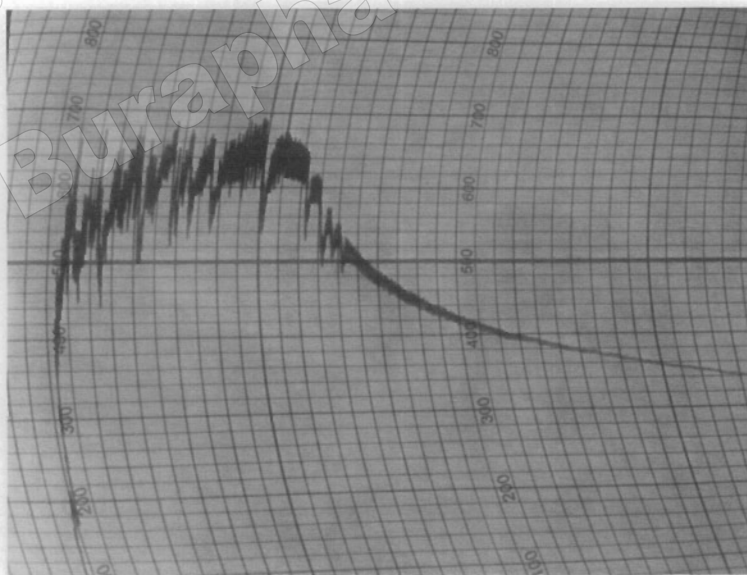
ภาพภาคผนวก-4 เครื่องบดละเอียดความเร็วสูง



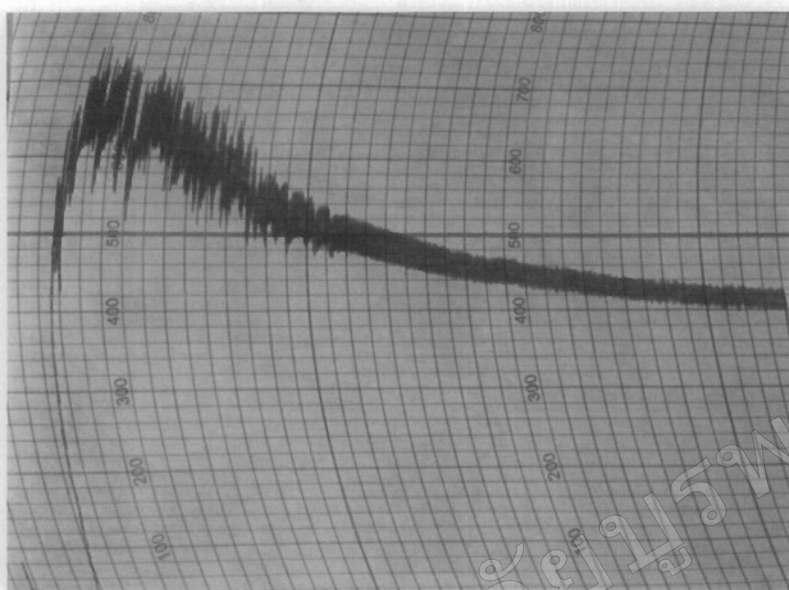
ภาพภาคผนวก-5 เครื่องฟาริโนกราฟ (Farinograph)



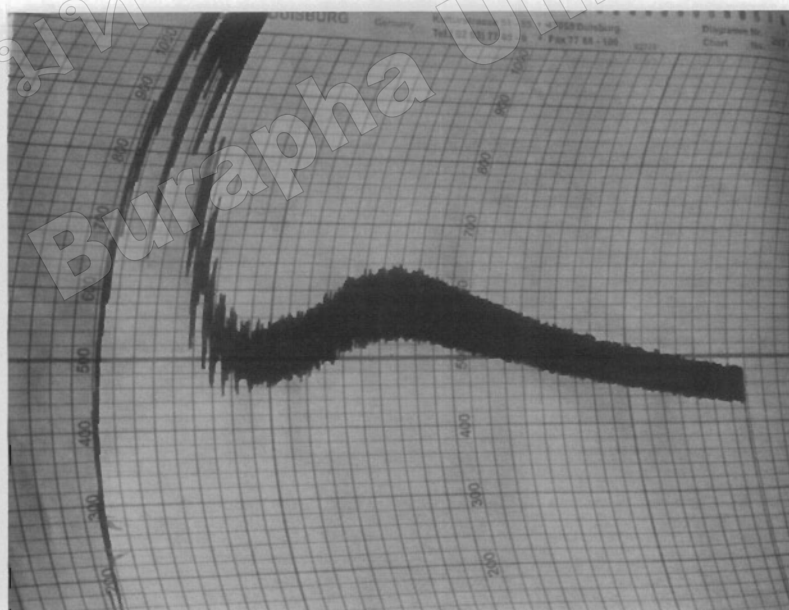
ภาพภาคผนวก-6 การวัดผสมแป้งของเครื่องฟาริโนกราฟ (Farinograph)



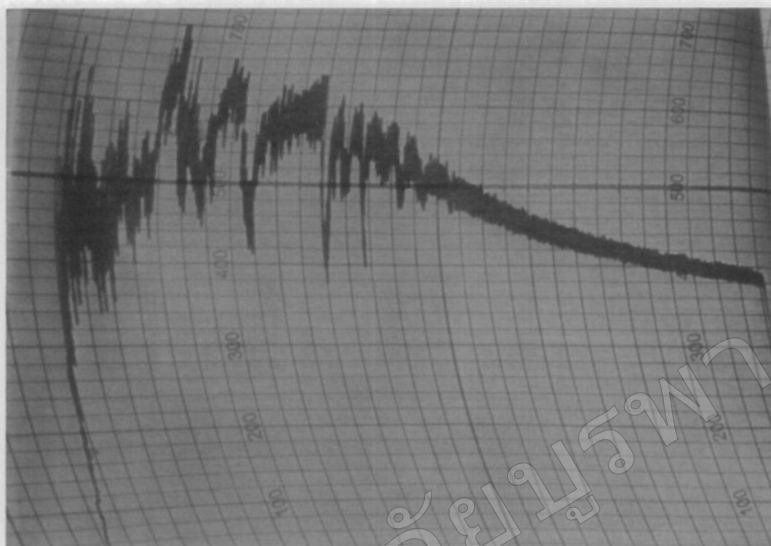
ภาพภาคผนวก-7 ภาพจากเครื่องฟาริโนกราฟของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยน้ำร้อน



ภาพภาคผนวก-8 ภาพจากเครื่องฟาริโนกราฟของแป้งมันเทศสีม่วงที่ลวกด้วยไอน้ำ



ภาพภาคผนวก-9 ภาพจากเครื่องฟาริโนกราฟของแป้งมันเทศสีม่วงที่เติมเอนไซม์
แอลฟา-อะไมเลส



ภาพภาคผนวก-10 ภาพจากเครื่องฟาริโนกราฟของแป้งมันเทศสีม่วงที่เติมคาร์บอกซีเมทิล
เซตูลอต



ภาพภาคผนวก-11 ลักษณะที่ไม่ดีของหมั่นโถวจากแป้งมันเทศสีม่วง