สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะการลวกต่อกิจกรรมของเอนไซม์ Lipoxygenase และ Peroxidase ในน้ำนมถั่วเขียว

(Relationship between blanching conditions and peroxidase and lipoxygenase activities in mung bean milk)

จัดทำโดย

นางสาวรัชดาพร ทองจันทร์ รหัสนักศึกษา 47040882

นายรามธรรม พันธุ์ดี รหัสนักศึกษา 47040883

นายฤทธิรงค์ สุภาพันธ์ รหัสนักศึกษา 47040884

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

คณะ อุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

ฮท
ธ 33/ค
๒๕๕๐

เลขหมู่..........
เลขทะเบียน 85389
วัน,เดือน,ปี 11 พ.ย. 2551

b 12010364
i..........

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ได้รับไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะการลวกต่อกิจกรรมของเอนไซม์ Lipoxygenase และ Peroxidase ในน้ำนมถั่วเขียว

(Relationship between blanching conditions and peroxidase and lipoxygenase activities in mung bean milk)

จัดทำโดย

นางสาวรัชดาพร	ทองจันทร์	รหัสนักศึกษา 47040882
นายรามธรรม	พันธุ์ดี	รหัสนักศึกษา 47040883
นายฤทธิรงค์	สุภาพันธ์	รหัสนักศึกษา 47040884

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.... 21 / มี.ค. / 51

( )

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวรัชดาพร ทองจันทร์, นายรามธรรม พันธุ์ดี และนายฤทธิรงค์ สุภาพันธ์.2550. ความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะการลวกต่อกิจกรรมของเอนไซม์ peroxidase และเอนไซม์ lipoxygenase ในน้ำนมถั่วเขียว (Relationship between blanching conditions and peroxidase and lipoxygenase activities in mung bean milk) สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร

บทคัดย่อ

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะการลวกต่อกิจกรรมของเอนไซม์เพอร์ออกซิเดส และ ไลพอกซีเจนเนส ในน้ำนมถั่วเขียว โดยมีสภาวะการยับยั้งเอนไซม์ด้วยการลวก 6 สภาวะ คือ 75, 85 และ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 และ 4 นาที ตามลำดับ จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงของเอนไซม์ทั้ง 2 ทั้งก่อนการลวกถั่วเขียวและหลังการลวกถั่วเขียวเพื่อหาสภาวะที่สามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ทั้ง 2 ได้ดีที่สุดพบว่ากระบวนการแช่ถั่วเขียวก่อนนำไปลวกมีแนวโน้มของค่าการดูดกลืนแสงน้อยกว่ากระบวกการลวกถั่วเขียวก่อนนำไปแช่ จากนั้นนำถั่วเขียวที่ผ่านกระบวนการแช่ถั่วเขียวก่อนนำไปลวกทั้ง 6 สภาวะไปผลิตน้ำนมนมถั่วเขียว เพื่อทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภค ใช้การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสแบบ scoring จำนวนผู้ทดสอบ 30 คน พบว่าผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำนมถั่วเขียวที่ผ่านการยับยั้งเอนไซม์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับอีก 5 สภาวะที่เหลือ กล่าวคือ มีผลการยอมรับของผู้บริโภคในด้านกลิ่นรสที่ดีกว่า และเมื่อนำผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับค่าการดูดกลืนแสงของเอนไซม์ทั้ง 2 พบว่ามีความสัมพันธ์กันทางลบ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมื่อค่าการดูดกลืนแสงมากหรือมีแนวโน้มของปริมาณเอนไซม์มาก ทำให้การยอมรับของผู้บริโภคโดยรวมลดลง นำไปวัดปริมาณขององค์ประกอบต่าง ๆ ของน้ำนมถั่วเขียว มีปริมาณโปรตีน 2.38 % ปริมาณไขมัน 4.2 % และปริมาณของแข็งทั้งหมด 9.03 %

....

....

....

ลายมือชื่อนักศึกษา

....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

21 มี.ค.51

....

วัน/เดือน/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษเรื่องนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีเป็นเพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผศ.ดร. พอใจ ถามากร ที่ท่านได้เสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษาแนะนำในการจัดทำปัญหาพิเศษนี้ทุกขั้นตอน อีกทั้งทำให้ผู้ศึกษาได้รับประสบการณ์และรู้คุณค่าของการทำหัวข้อพิเศษนี้ และท่านยังเป็นแบบฉบับของอาจารย์ที่ทุ่มเทให้กับศิษย์อย่างไม่เหน็ดเหนื่อย ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

นอกจากนี้ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้แก่ผู้ศึกษาตามรายวิชาหัวข้อพิเศษ ท้ายสุดผู้วิจัยขอขอบพระคุณ พ่อ แม่ พี่ น้อง และเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้ทั้งกำลังกายและกำลังใจที่ดีเยี่ยมตลอดระยะเวลาที่ศึกษา

นางสาวรัชดาพร ทองจันทร์
นายรามธรรม พันธุ์ดี
นายฤทธิรงค์ สุภาพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1ที่มาและความสำคัญของปัญหาพิเศษ	1
1.2วัตถุประสงค์	1
1.3ขอบเขตของปัญหาพิเศษ	1
1.4ขั้นตอนการวิจัยและวิธีการดำเนินงาน	1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษีและหลักการ	
2.1 ถั่วเขียว	3
2.2องค์ประกอบของสารอาหารในถั่วชนิดต่าง ๆ	5
2.3 เอนไซม์	7
2.3.1 เอนไซม์เพอร์ออกซิเดส	7
2.3.2 เอนไซม์ไลพอกซิเจนเนส	8
2.4 การลวก	10
2.5 Spectrophotometry	12
2.5.1 ความรู้เบื้องต้นเรื่อง เทคนิคทาง Spectrophotometer	13
2.5.2 กฎของเบียร์ และแลมเบิร์ต (Beer and Lambert's Law)	13
2.5.3 Spectrophotometer	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์และสารเคมี 14

3.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย 14

3.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย 15

3.2 วิธีการทดลอง 16

3.2.1 การยับยั้งเอนไซม์ Peroxidase และ เอนไซม์ Lipaxigenase 16

3.2.2 การหาปริมาณเอนไซม์ Peroxidase และ เอนไซม์ Lipaxigenase 16

3.2.3 ผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเขียว 16

3.3 การทดสอบผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเขียวทางประสาทสัมผัส 16

3.4 วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของน้ำนมถั่วเขียว 16

3.5 วิเคราะห์ผลการทดสอบทางสถิติ 16

บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล

4.1 การศึกษาผลของการลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆต่อการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนส 17

4.1.1 การศึกษาผลของการลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆต่อการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสจากกระบวนการแช่ถั่วเขียวก่อนนำไปลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ 17

4.1.2 การศึกษาผลของการลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆต่อการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสจากกระบวนการลวกถั่วเขียวที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆก่อนนำถั่วเขียวไปแช่ 18

4.2 การศึกษาผลของการลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆต่อการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์เพอร์ออกซิเดส 18

4.2.1 การศึกษาผลของการลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆต่อการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์เพอร์ออกซิเดสจากกระบวนการแช่ถั่วเขียวก่อนนำไปลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.2.2 การศึกษาผลของการลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆต่อการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์เพอร์ออกซิเดสจากกระบวนการลวกถั่วเขียวที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆก่อนนำถั่วเขียวไปแช่ 19

4.3 ศึกษาการเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงของเอนไซม์ไลพอกซิเจเนสและเอนไซม์เพอร์ออกซิเดส 20

4.3.1 การเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงของเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสจาก 2 กระบวนการที่แตกต่างกัน 20

4.3.2 การเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงของเอนไซม์เพอร์ออกซิเดสจาก 2 กระบวนการที่แตกต่างกัน 21

4.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสของน้ำนมถั่วเขียว 22

4.5 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสและกิจกรรมของเอนไซม์เพอร์ออกซิเดสกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรส 24

4.6 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของน้ำนมถั่วเขียว 24

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 26

บรรณานุกรม 27

ภาคผนวก ก เครื่อง Spectrophotometer Shimadzu ฎ

ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ โปรตีน ฐ

การวิเคราะห์ไขมัน ฌ

การวิเคราะห์ของแข็งทั้งหมด ค

ภาคผนวก ค วิธีการวิเคราะห์เอนไซม์ไลปอกซิเจนเนส ต

วิธีการวิเคราะห์เอนไซม์เพอร์ออกซิเดส ถ

กระบวนการผลิตน้ำนมถั่วเขียว ถ

วิธีการวิเคราะห์ของแข็งทั้งหมด ท

วิธีการวิเคราะห์ไขมัน Gerber method ท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

		หน้า
	วิธีการวิเคราะห์ โปรตีนด้วยเครื่อง Gerhardt	ธ
ภาคผนวก ง	ตารางการวิเคราะห์ทางสถิติ	น
	แบบรายงานการทดสอบทางประสาทสัมผัส	ผ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงการจำแนกชั้นทางวิทยาศาสตร์ของถั่วเขียว 4

2.2 แสดงองค์ประกอบของสารอาหารในถั่วชนิดต่างๆ 5

2.3 แสดงองค์ประกอบของสารอาหารในถั่วชนิดต่างๆ 5

2.4 แสดงปริมาณ LOX ในพืชต่าง ๆ 8

4.1 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนส ที่ความยาวคลื่น 234 nm สภาวะการลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ จากกระบวนการแช่ถั่วเขียวก่อนนำไปลวก 17

4.2 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนส ที่ความยาวคลื่น 234 nm สภาวะการลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ จากกระบวนการลวกถั่วเขียวก่อนนำถั่วเขียวไปแช่ 18

4.3 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของเอนไซม์เพอร์ออกซิเดส ที่ความยาวคลื่น 420 nm สภาวะการลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ จากกระบวนการแช่ถั่วเขียวก่อนนำไปลวก 19

4.4 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของเอนไซม์เพอร์ออกซิเดส ที่ความยาวคลื่น 420 nm สภาวะการลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ จากกระบวนการลวกถั่วเขียวก่อนนำไปแช่ 20

4.5 แสดงคะแนนทดสอบเฉลี่ยที่สภาวะต่างๆ 23

4.6 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับเอนไซม์ทั้งสองชนิด 24

4.7 แสดงปริมาณเปอร์เซ็นต์ของคุณค่าทางอาหารของน้ำนมถั่วเขียว 24

4.8 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณเปอร์เซ็นต์คุณค่าทางโภชนาการของน้ำนมถั่วเขียว กับน้ำนมถั่วเหลือง (ไวตามิ้ล) 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงเนื้อที่เพาะปลูกถั่วเขียว	6
2.2 การทำงานของเอนไซม์ ไลพอกซิเจนเนสในปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมัน	9
4.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงของเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนส จาก 2 กระบวนการที่แตกต่างกัน	21
4.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงของเอนไซม์เพอร์ออกซิเดส จาก 2 กระบวนการที่แตกต่างกัน	22
4.3 แสดงแบบทดสอบ scoring เพื่อทดสอบประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นรส	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหาพิเศษ

ในยุคปัจจุบันที่ผู้คนต่างคำนึงถึงสุขภาพของตนเอง โดยเฉพาะผู้ที่อาศัยอยู่ในเขตเมือง ทำให้โรคที่เกิดความเสื่อมจากการเพิ่มขึ้นของอายุได้แก่โรคอ้วน โรคความดันเลือดสูง และโรคเบาหวาน เป็นปัญหาที่ผู้คนในปัจจุบันต้องเผชิญ โรคเหล่านี้มีสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากพฤติกรรมการบริโภคที่ไม่เหมาะสม เช่น การกินอาหารไม่เหมาะสม เป็นต้น เมื่อหันมามองพืชเศรษฐกิจที่ทำรายได้ให้กับประเทศอย่างถั่วเขียว ซึ่งมีการเพาะปลูกมาเป็นเวลานาน และกำลังการผลิตก็เพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี อีกทั้งในมุมมองของอาหาร และโภชนาการแล้วถั่วเขียวน่าจะถูกหยิบยกขึ้นมาพิจารณาเพื่อให้สอดคล้องกับกระแสความตื่นตัวในเรื่องสุขภาพของคนเมืองในขณะนี้เป็นอย่างยิ่ง

ถั่วเขียวมีองค์ประกอบที่สำคัญคือแป้งร้อยละ 62.7 โปรตีนร้อยละ 21.7 ความชื้นร้อยละ 10.2 และไขมันร้อยละ 1.5 ซึ่งโปรตีนจากถั่วเขียวมีราคาถูกเมื่อเทียบกับเนื้อสัตว์ และการเลือกกินอาหารโปรตีนจากพืชแทนเนื้อสัตว์จะสามารถหลีกเลี่ยงการรับไขมันเกินความจำเป็นได้ ถั่วเขียวเมื่อบริโภคร่วมกับธัญพืชจะให้กรดอะมิโนที่จำเป็นครบตามความต้องการของร่างกาย นอกจากนี้ยังให้วิตามินและแร่ธาตุบางชนิดที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 แคลเซียม ฟอสฟอรัส ธาตุเหล็ก และใยอาหาร

น้ำนมถั่วเขียวได้แนวความคิดจากน้ำนมถั่วเหลืองหรือน้ำเต้าหู้ที่คนไทยรู้จักกันมานาน มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ๆเพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งให้แก่ผู้บริโภค โดยยังคงมีคุณค่าทางสารอาหารเทียบได้กับน้ำเต้าหู้ ซึ่งในขณะนี้เมืองเซียะเหมิน สาธารณรัฐประชาชนจีน ได้หันมาบริโภคน้ำนมถั่วเขียวเนื่องจากมีรสชาติอร่อยกว่าน้ำนมถั่วเหลือง

แต่ผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเขียวที่ได้ทำการศึกษาจะเกิดกลิ่นเหม็นเขียวซึ่งสามารถยับยั้งได้โดยใช้ความร้อน เป็นผลให้ผู้บริโภคยอมรับมากขึ้น

ดังนั้นปัญหาพิเศษนี้จึงสนใจที่จะศึกษาวิเคราะห์หาปริมาณของเอนไซม์ peroxidase และ lipoxygenase ที่เหลืออยู่หลังจากทำการลวกแล้วที่สภาวะอุณหภูมิและเวลาต่างๆ ซึ่งจะมีผลต่อคุณสมบัติทางด้านรสชาติและกลิ่นเหม็นขียวที่จะเกิดขึ้นกับตัวผลิตภัณฑ์

1.2 วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ

1.2.1 เพื่อศึกษาการลวกในสภาวะต่างๆที่มีผลต่อการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ peroxidase และ lipoxygenase ที่ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเขียวในน้ำนมถั่วเขียว

1.2.2 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งแก่ผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปัญหาพิเศษ

ศึกษาการยับยั้งเอนไซม์ Peroxidase และเอนไซม์ Lipoxygenase ด้วยกระบวนการลวก โดยใช้อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสม ในระหว่างกระบวนการผลิตน้ำนมถั่วเขียวเพื่อยับยั้งปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเขียวและเพื่อกลิ่นรสที่ดีของผลิตภัณฑ์

1.4 ขั้นตอนการวิจัยและวิธีการดำเนินงาน

1.4.1 เปรียบเทียบการยับยั้งเอนไซม์จากกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันระหว่าง

- การลวกถั่วเขียวที่สภาวะต่างๆ ก่อนแล้วนำไปแช่
- การแช่ถั่วเขียวก่อนแล้วนำไปลวกที่สภาวะต่างๆ

1.4.2 การยับยั้งเอนไซม์ Peroxidase และเอนไซม์ Lipoxygenase ด้วยการลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ คือ

ลวกที่อุณหภูมิ	75 องศาเซลเซียส 2 นาที
	75 องศาเซลเซียส 4 นาที
	85 องศาเซลเซียส 2 นาที
	85 องศาเซลเซียส 4 นาที
	95 องศาเซลเซียส 2 นาที
	95 องศาเซลเซียส 4 นาที

1.4.3 การหาปริมาณเอนไซม์ Peroxidase และเอนไซม์ Lipoxygenase ที่เหลืออยู่หลังจากกระบวนการลวก

1.4.4 ผลิตน้ำนมถั่วเขียวจากถั่วเขียวที่ได้รับการยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์ทุกสภาวะ

1.4.5 การทดสอบผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเขียวทางประสาทสัมผัสแล้วนำผลที่ผู้บริโภคยอมรับไปหาความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของเอนไซม์ทั้งสองกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

1.4.6 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของน้ำนมถั่วเขียว

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 สามารถผลิตน้ำนมถั่วเขียวเพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งให้แก่ผู้บริโภคที่รักสุขภาพ

1.5.2 ทำให้ทราบถึงสภาวะในการลวกต่างๆที่เหมาะสมต่อการยับยั้งเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสและเอนไซม์เพอร์ออกซิเดสเพื่อใช้เป็นแนวทางศึกษาและพัฒนาสู่ระดับอุตสาหกรรมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ถั่วเขียว

ความสำคัญ

ถั่วเขียวเป็นพืชที่มีอายุสั้น หรือวงจรชีวิตของถั่วเขียวมันสั้น จึงใช้น้ำน้อยกว่าพืชไร่อื่นหลายชนิด และงอกได้เร็ว สามารถใช้ในระบบปลูกพืช เช่น ทดแทนข้าวนาปรัง ปลูกก่อนข้าวโพดในพื้นที่ประสพภัยแล้ง ใช้ปลูกก่อนหรือหลังการทำนาหรือทำไร เพื่อตัดวงจรการระบาดของศัตรูพืช ช่วยบำรุงรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน ตรึงไนโตรเจนได้ดี สามารถใช้เป็นปุ๋ยพืชสดให้ปริมาณไนโตรเจนสูง ถั่วเขียวใช้เป็นวัตถุดิบ ในการผลิตแป้งวุ้นเส้น เพาะถั่วงอก และประกอบอาหารอื่นๆ ถั่วเขียวมีสองชนิด ได้แก่ ถั่วเขียวผิวมัน และถั่วเขียวผิวดำ

รสชาติและสรรพคุณ

รสหวาน ช่วยขับร้อน ถอนพิษ ขับของเหลวในร่างกาย บำรุงสายตา ลดความดันโลหิต มีประโยชน์ต่อลำคอและผิวหนัง รักษาอาการกระหายน้ำ ไตอักเสบ หรือลำไส้อักเสบ ไข้หวัด ผื่นคันเบาหวาน พิษจากพืชและสารหนู

คุณค่า

ช่วยกระตุ้นประสาท เจริญอาหาร มีแคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก และแคโรทีน

ข้อพึงสังเกต

ถั่วเขียวได้รับสมญาว่า "ธัญพืชพิทักษ์โลก" มักทำเป็นเครื่องดื่มแก้ร้อนในและแก้พิษในฤดูร้อน ผู้ที่ร่างกายเย็น-พร่องไม่ควรกิน ผู้ที่ม้ามและกระเพาะอาหารอ่อนแอ ถ่ายอุจจาระบ่อยหรือท้องเดินควรกินแต่น้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 องค์ประกอบของสารอาหารในถั่วชนิดต่าง ๆ

ตารางที่2.1 แสดงองค์ประกอบของสารอาหารในถั่วชนิดต่างๆ

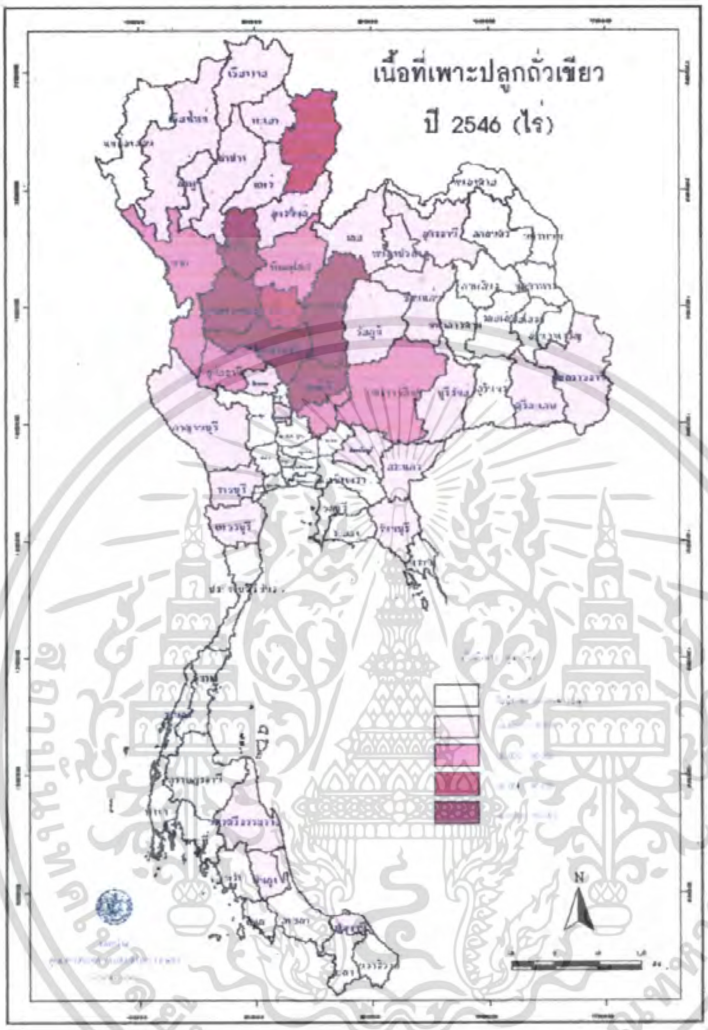
อาหาร	โปรตีน (Grams)	วิตามินA (Mg)	วิตามินB1 (I.U.)	วิตามินB2 (Mg)	วิตามินC (Mg)	ไขมัน (Grams)	คาร์บอไฮเดรต (Grams)	ธาตุเหล็ก (Mg)	โปรตัสเซียม (Mg)
ถั่วเขียว	3.8	80	0.38	0.21		0.2	6.6	7.5	1028
ถั่วเหลือง	10.9	690	0.44	0.16	29	0.2	7.1	1.3	223
ถั่วลันเตา	26	600	0.08	0.11	19	47.5	18.6	0.8	243
ถั่วลิสง(ดิบ)	24.2		1.14	0.13	0	1.3	60.3	2.1	674
ถั่วงอก	1.9	20	0.13	0.13	19	5.1	13.2	2.8	

ที่มา : http://www.goodhealth.co.th/new_page_44.html

จากตารางที่ 2.1 แสดงให้เห็นว่าถั่วเขียวมีปริมาณโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต น้อยกว่าที่มีอยู่ในถั่วเหลือง แต่ถั่วเขียวอุดมไปด้วย ธาตุเหล็ก และโปรตัสเซียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อที่เพาะปลูกถั่วเขียว



รูปที่ 2.1 แสดงเนื้อที่เพาะปลูกถั่วเขียว

ที่มา : ศูนย์สารสนเทศ กรมส่งเสริมการเกษตร ปี 2546

จากรูปที่ 2.1 แสดงให้เห็นว่าถั่วเขียวปลูกมากในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างและภาคกลางตอนบนของประเทศไทย คือจังหวัดละประมาณ 60,000 – 90,000 ไร่ ปลูกมากที่สุดใน จังหวัดพิจิตร และน่าน เนื่องจากมีความเหมาะสมด้านสภาพอากาศและภูมิประเทศ ในพื้นที่ส่วนอื่น ๆ ของประเทศมีการปลูกกระจายทั่วไป คือน้อยกว่า 30,000 ไร่ ต่อจังหวัด หรือไม่มีการปลูกเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 เอนไซม์

2.3.1 เอนไซม์เพอร์ออกซิเดส

เอนไซม์เพอร์ออกซิเดส (POD: EC 1. 11. 1. 7) เป็นเอนไซม์ที่มี heme เป็นองค์ประกอบ โดยทั่วไปจะเกิดปฏิกิริยาเมื่อผ่านกระบวนการที่ทำลายเนื้อเยื่อ เอนไซม์เพอร์ออกซิเดสจะทำงานเมื่อสารประกอบ phenolics อยู่ในรูป single-electron oxidation และมี hydrogen peroxide โดยเอนไซม์เพอร์ออกซิเดส มีบทบาทในผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพทางด้าน กลิ่นรส สี เนื้อสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการในระหว่างกระบวนการผลิตและเก็บรักษา จากการศึกษาของ (Bolanos and Silva 2004) พบว่าเอนไซม์เพอร์ออกซิเดสจะมีกิจกรรมสูงขึ้นเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 °C ซึ่งสัมพันธ์กับความเข้มของสีที่เพิ่มขึ้นในมันแกว

มีลักษณะปฏิกิริยาหลัก : ปฏิกิริยาเปอร์ออกซิเดติก (Peroxidatic reastion)

$$H_2O_2 + AH_2 \longrightarrow 2H_2O + A \text{ หรือ } HAAH$$

ปี ค.ศ. 1855 เชินไบน์ (Schoenbein) พบปฏิกิริยาที่สกัดจากเห็ด และเนื้อเยื่อของสัตว์ (animal tissues) ว่าเป็นเหตุให้เกิดสีน้ำตาลจากสารละลายไกวแอก (guaiac) เมื่อมีอากาศ และสารละลาย H_2O_2 เจือจาง ซึ่งต่อมาพบว่าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นนี้เป็นบทบาทของแคทาเลสและเปอร์ออกซิเดส

เพอร์ออกซิเดสเป็นเอนไซม์ที่มีอยู่ทั่วไปในพืชชั้นสูงทุกชนิด โดยเฉพาะ fig sap และ horseradish จะพบมาก นอกจากนี้ยังพบในเนื้อเยื่อสัตว์บางชนิด และจุลินทรีย์

ชนิดของเพอร์ออกซิเดสแบ่งได้ดังนี้

2.3.1.1 เพอร์ออกซิเดสที่มีเหล็ก (Iron – containing peroxidase)

2.3.1.1.1 เพอร์ออกซิเดสที่มีหมู่เฟอร์ริโพรโทพอร์ไฟริน (Ferriprotoporphyrin peroxidase)

ในพืชชั้นสูง เช่น horseradish, turnip, Japaniese radish, fig sap, พบในสัตว์ เช่น tryptophan pyrrolase, iodine peroxidase of thyroid พบในจุลินทรีย์ เช่น cytochrom c-peroxidase ใน yeast เป็นต้น prosthetic group ถูกแยกออกจากส่วนของโปรตีนได้ด้วย acidic acetone

2.3.1.1.2 Veroperoxidase

มีลักษณะที่แตกต่างไปจากกลุ่มที่ 1 คือ หมู่โพรสเทติกเป็นสารประกอบอื่นที่ไม่ใช่เฟอร์ริโทพอร์ไฟริน- III และแยกออกจากส่วนของโปรตีนด้วยอะซีโตนกรด หรือซิลเวอร์ซัลเฟต (silver sulfate) ไม่ได้ และเอนไซม์บริสุทธิ์จะมีสีเขียว มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ 570-690 นาโนเมตร ตัวอย่างได้แก่ เปอร์ออกซิเดส ที่พบในไมเยโลไซต์ (myelocytes) เรียกว่า myeloperoxidase, นม (lactoperoxidase)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.2 Fravoprotein peroidase

ได้แก่ เพอร์ออกซิเดสที่มีปมู่โพรสเทติก เป็น FAD (FRavin Adenine Dinucletide) เช่น เพอร์ออกซิเดสที่สกัดจากรา *Streptococci* sp. (*Streptococcus feaculis*) และเนื้อเยื่อสัตว์หลายชนิด

2.3.2 เอนไซม์ไลพอกซิเจนเนส

ไลพอกซีเจนเนส (LOX lionate : oxygen oxidoreductase; EC 1.13.1.13) พบครั้งแรกเมื่อ Bohn และ Haas (1928) ได้รายงานถึงเอนไซม์ในถั่วเหลืองที่สามารถทำลาย carotene ซึ่งเขาเรียกว่า carotene oxidase ต่อมาในปี 1932 มีรายงานว่าถั่วเหลืองมีเอนไซม์ซึ่งต่อมาได้ให้ชื่อว่า lipoxidase ซึ่งสามารถออกซิไดซ์ไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ต่อมาปี 1940 พบว่า carotene oxidase และ lipoxygenase เป็นเอนไซม์ตัวเดียวกัน พบว่า LOX ที่ทำให้บริสุทธิ์กลับมี activity ในการออกซิไดซ์ carotene มากกว่า crude enzyme ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าที่เป็นเช่นนั้นเนื่องจากอาจมีเอนไซม์อีกตัวหนึ่งที่ช่วยในการออกซิไดซ์ carotene

พบ LOX ได้ในพืชเกือบทุกชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชตระกูลถั่ว มีใน alfalfa, pea, bean, peanut, ผักกาด, มันฝรั่ง โดยจะพบมากในถั่วเหลือง, ถั่วเขียว, ถั่วลันเตา

ในสัตว์มี oxygenase แต่ไม่เหมือนกับ LOX การเกิดออกซิเดชันของไขมันชนิดไม่อิ่มตัวในสัตว์ส่วนใหญ่เกิดจากการเร่งปฏิกิริยาโดย hemin

ตารางที่2.2 แสดงปริมาณ LOX ในพืชต่าง ๆ

ชนิดพืช	Relative activity(%)
ถั่วเหลือง	100
ถั่วเขียว	47
ถั่วลันเตา	35
ถั่วลิสง	1
urd bean	60
ข้าวสาลี	2

ที่มา : http://doc.clib.psu.ac.th/public7/thesis7/full/241434/241434_ch1.pdf

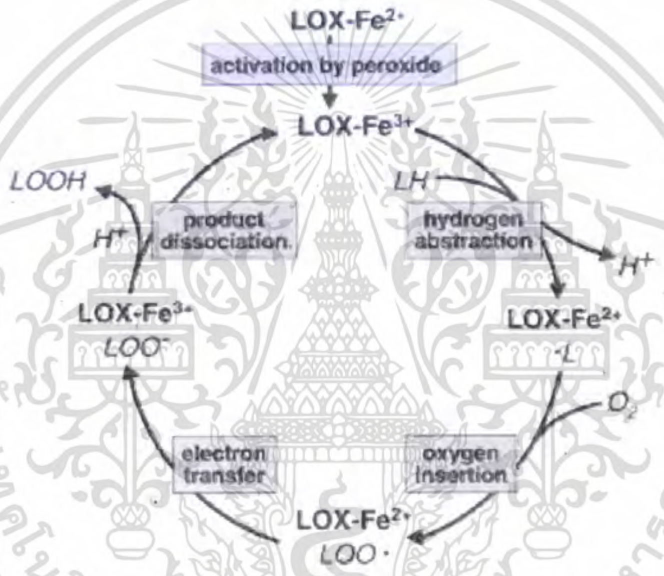
จากตารางที่ 2.2 ปริมาณ LOX ในพืชเรียงตามลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ ถั่วเหลือง, urd bean, ถั่วเขียว, ถั่วลันเตา, ข้าวสาลี และถั่วลิสง

ซึ่งหากพืชมี LOX ปริมาณมากแสดงว่ามีแนวโน้มที่จะเกิดกลิ่นรสไม่พึงประสงค์มากกว่าพืชที่มีปริมาณ LOX น้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิกิริยาของ LOX ในอาหารทำให้เกิดผลเสีย คือ

1. LOX จะทำลายกรดไขมันที่จำเป็น, ไลโนเลอิก, linolenic และ arachinodic acid ในอาหาร
2. ปฏิกิริยาของ LOX ทำให้เกิดอนุมูลอิสระไปทำลายสารอาหารต่าง ๆ รวมถึง วิตามิน และโปรตีน
3. ทำให้กลิ่นและรสของอาหารเสียไป ในถั่วจะเกิดรสคล้ายรสฟาง ซึ่งมักเป็นปัญหากับถั่วแช่แข็งที่ไม่ได้ผ่านการลวกมาก่อน เนื่องจาก LOX ยับคงสามารถมีปฏิกิริยาอยู่ได้ที่อุณหภูมิแช่แข็ง
4. LOX ทำให้สีของ carotene และ chlorophyll จางลง เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน



รูปที่2.2 การทำงานของเอนไซม์ lipoxygenase ในปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมัน

ที่มา : http://doc.clib.psu.ac.th/public7/thesis7/full/241434/241434_ch1.pdf

จากรูปที่ 2.2 เอนไซม์ไลพอกซิเจนเนส (LOX) ทำหน้าที่เร่งการออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (polyunsaturated fatty acid) โมเลกุลของเอนไซม์นี้มีเหล็ก (Fe^{2+}) เป็นส่วนประกอบอยู่ทำหน้าที่ดึงอะตอมไฮโดรเจนจากกรดไขมันและเติมออกซิเจนให้กับกรดไขมันเป็น hydroperoxide ซึ่งจะสลายตัวเป็นอนุมูลของกรดไขมันต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การลวก

การลวกเป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตผักแช่เยือกแข็งคุณภาพสูง การลวกทำได้โดยให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์เพื่อทำลายระบบเอนไซม์ที่มีอยู่ สำหรับวัตถุประสงค์ของการลวกได้แก่ การลดจำนวนจุลินทรีย์ การทำความสะอาด การไล่ก๊าซออกจากเนื้อเยื่อของผัก (มีความสำคัญต่อการบรรจุกระป๋องมากกว่าการแช่เยือกแข็ง) และการตรึงสีของผักรวมทั้งทำลายเอนไซม์ซึ่งทำให้เกิดการเสื่อมคุณภาพด้านรสชาติ และเนื้อสัมผัสในระหว่างการเก็บระยะยาว ผักส่วนใหญ่ต้องการการลวก

อย่างไรก็ตามก็มีข้อยกเว้นสำหรับผักบางชนิดซึ่งสามารถรักษาคุณภาพที่ดีไว้ได้โดยไม่ต้องลวกโดยเก็บที่อุณหภูมิไม่เกิน -18 องศาเซลเซียส เช่น แตงกวา หัวหอม พืชสมุนไพร เป็นต้น เอนไซม์ที่มีความสำคัญสำหรับการลวก และใช้เป็นดัชนีบอกประสิทธิภาพของการลวก คือ เปอร์ออกซิเดส (peroxidase) คาตาเลส (catalase) และไลพอกซิจิเนส (lipoxygenase) ในกระบวนการแปรรูปผัก การทำลายเปอร์ออกซิเดสเป็นวิธีที่นิยมใช้เพราะง่ายต่อการวัดกิจกรรมของเอนไซม์ และเอนไซม์ชนิดนี้ทนความร้อนที่สุด ถ้าหลังจากการลวกแล้วตรวจไม่พบเปอร์ออกซิเดสก็แสดงว่า เอนไซม์ชนิดอื่นๆ ก็ถูกทำลายเช่นกัน การวัดกิจกรรมของเอนไซม์คาทาเลสก็นำมาใช้วัดความเพียงพอของการลวกในผักบางชนิดได้ และเอนไซม์ไลพอกซิจิเนส ก็เหมาะเป็นพิเศษสำหรับตรวจวัดจุดยุติ (end point) ของการลวกในถั่วเขียว (green bean)

การตรวจสอบเอนไซม์หลัก 3 ชนิด ซึ่งใช้สำหรับหาจุดยุติของการลวกสามารถนำมาใช้ได้ในภาวะทางการค้า การทดสอบกิจกรรมของเปอร์ออกซิเดสจะใช้ของผสมระหว่าง ไกวเอคอล (guaiacoll) และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogenperoxide) สารละลายทั้งสองจะเตรียมแยกกันและจะผสมรวมกันทันทีก่อนที่การทดสอบจะเริ่มขึ้น ของผสมจำนวนที่เพียงพอจะถูกเติมลงในตัวอย่างแล้วคอยสังเกตผลภายใน 60 วินาที การเกิดสีน้ำตาลแดง (red-brown) ขึ้นแสดงว่ายังมีเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสอยู่ ปัญหาของวิธีนี้คือการจำแนกปริมาณสีที่แน่นอนที่เกิดขึ้นในนาทีแรก ซึ่งจะบ่งชี้ถึงระดับการลวกที่ไม่เพียงพออย่างถูกต้อง และการจำแนกปริมาณสีที่เกิดขึ้นนี้จะขึ้นกับความชำนาญของผู้จัดการฝ่ายควบคุมคุณภาพ ปัจจัยอื่นๆ ที่เป็นสาเหตุของความสับสนที่มักเกิดขึ้นในการทดสอบนี้คือ ความเข้ม (strength) ของสารที่ใช้ วิธีที่ผสมสาร วิธีใช้สารกับตัวอย่าง เวลาที่อนุญาตให้เกิดสีน้ำตาลแดง และการแปรผล

การทดสอบสำหรับเอนไซม์ไลพอกซิจิเนส ทำได้โดยใช้แผ่นกระดาษทดสอบที่เตรียมเป็นพิเศษ ในการตรวจสอบจะบดถั่วสีเขียว (green bean) ที่ลวกและทำให้เย็นแล้วกับน้ำในโกร่งบดยา (mortar) จากนั้นจะหยดของผสมที่เป็นเนื้อเดียวกัน (ที่ได้จากการบดตัวอย่างกับน้ำ) บนแผ่นกระดาษทดสอบ 1 หยด และหลังจากนั้น 2 นาทีให้เติมโปตัสเซี่ยมไอโอไดด์อิ่มตัว การเกิดสีน้ำตาลม่วง (purple-brown) ในระหว่าง 60 วินาทีต่อมาจะบ่งบอกว่าการลวกยังไม่เพียงพอ และต้องเพิ่มเวลาในเครื่องลวกให้สูงขึ้น การทดสอบสำหรับเอนไซม์คาทาเลสทำได้โดยการประยุกต์ใช้ไฮโดรเจนเปอร์-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกไซด์กับผักที่ลวก และทำให้เย็นแล้ว และตรวจดูการผลิตฟองก๊าซ บางครั้งการสังเกตฟองก๊าซอย่างง่ายๆ ก็เพียงพอที่จะบ่งว่ามีเอนไซม์คาทาเลสเหลืออยู่ แต่ถ้าจำเป็นต้องทดสอบเชิงปริมาณจะต้องบดผักก่อนและเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ลงในของผสม เก็บก๊าซออกซิเจนที่เกิดขึ้น และนำไปวัดค่าต่อไป การลวกที่ง่ายที่สุดทำได้โดยผ่านผักเข้าไปในไอน้ำหรือน้ำร้อน ซึ่งจะทำให้

(1) การกระทำของความร้อนต่อหน่วยของตัวอย่างแต่ละหน่วยเหมือนกัน

(2) เวลาในการลวกทุกๆ หน่วยของผลิตภัณฑ์เท่ากัน

(3) ไม่มีความเสียหายในระหว่างกระบวนการลวกและทำให้เย็น

(4) ผลผลิตที่ได้สูงและผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดี

(5) ใช้พลังงานและน้ำต่ำ นอกจากนี้อุปกรณ์ในการลวกต้องทนทานและทำงานอย่างไม่มีปัญหา สามารถทำความสะอาดง่าย และไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อสภาพแวดล้อมของการทำงาน น้ำเป็นตัวกลางในการลวกที่ใช้มากที่สุด สำหรับอุปกรณ์ในการลวกด้วยน้ำมี 4 แบบหลักๆ ด้วยกัน คือ

- เครื่องลวกแบบท่อ (tubular blanche)
- เครื่องลวกแบบสกรูหมุน (rotary screw blancher)
- เครื่องลวกแบบหมุนวน (rotary blancher)
- เครื่องลวกแบบเทอร์มาสกรู (thermascrew blancher)

การลวกด้วยน้ำร้อนจะทำให้เกิดการสูญเสียไปกับน้ำที่ใช้ลวก (leaching) เป็นจำนวนมาก และมีปัญหาจากน้ำที่ใช้ลวก การลวกด้วยน้ำร้อนโดยทั่วไปจะกระทำในระหว่างอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส และ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ถึง 10 นาที ขึ้นกับขนาดของชิ้นผักแต่ละชิ้น เช่น ถั่วสีเขียว และบรอคโคลี่ จะลวกในน้ำที่มีอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 นาที และใช้เวลา 4-5 นาทีสำหรับกะหล่ำปลี ชนิดออกหัวตามลำต้น (Brussels sprout) ที่อุณหภูมิเดียวกันในการลวกด้วยน้ำร้อนอาจเติมสารเจือปนลงไปเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะที่แน่นอน เช่น โซเดียมแอซิดไพโรฟอสเฟต (sodium acid pyrophosphate) ใช้เพื่อป้องกันการเปลี่ยนสีในกะหล่ำดอก (cauliflower) และมันฝรั่ง ส่วนการเติมเกลือแคลเซี่ยม (calcium salts) ช่วยทำให้เนื้อของผักแข็งขึ้น การลวกอาจมีผลดีต่อมันฝรั่งที่จะใช้ผลิตแผ่นมันฝรั่งทอด เนื่องจากมีการสูญเสียน้ำตาลรีดิวส์ไปกับน้ำที่ใช้ลวก ซึ่งน้ำตาลกลุ่มนี้จะทำผลิตภัณฑ์ที่ทอดมีสีคล้ำเกินไป การลวกด้วยไอน้ำจะช่วยลดปัญหาการสูญเสียไปกับน้ำที่ใช้ลวกได้ ซึ่งวิธีนี้ได้แนะนำให้ใช้กับบรอคโคลี เพราะผลิตภัณฑ์จะเคลื่อนผ่านไอน้ำบนสายพานที่เคลื่อนที่ การลวกด้วยไอน้ำได้รับการพัฒนาให้เป็นแบบระบบการลวกทีละหน่วยอย่างรวดเร็ว (individual quick blanch : IQB) ซึ่งผลิตภัณฑ์ชั้นบางๆ (thin layer of product) จะสัมผัสกับไอน้ำ 25 วินาที แล้วตามด้วย 50 วินาทีใน deepbed เพื่อให้ได้อุณหภูมิที่สม่ำเสมอตลอดทั้งมวลผัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 Spectrophotometry

สเปกโทรโฟโตเมตรีของการดูดกลืนแสงเป็นการเปรียบเทียบสีที่เกิดขึ้นจากตัวอย่างส่งตรวจกับสีของสารมาตรฐาน สีที่เปรียบเทียบนี้อาจเป็นสีของตัวอย่างส่งตรวจเอง หรือสีที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาทางเคมีก็ได้ โดยความเข้มของสีที่เกิดขึ้นนั้น จะเป็นปฏิภาคกับปริมาณของสารนั้น ๆ ที่มีอยู่ในตัวอย่างส่งตรวจ

การเปรียบเทียบตามความเข้มของสีนั้น อาศัยหลักของการดูดกลืนแสง (absorbition) ในช่วงคลื่นบางขนาด อาทิเช่น การที่เราเห็นสารละลายบางชนิดมีสีน้ำเงินก็เพราะสารละลายนั้นดูดกลืนเอาแสงที่มีความยาวคลื่นในช่วยของแสงสีเหลือง ส้ม แดง ไปและยอมให้แสงที่มีสีน้ำเงินลอดผ่านไปได้เราจึงเห็นสารละลายนั้นมีสีน้ำเงิน ยิ่งสารละลายนั้นดูดกลืนแสงสีเหลืองและแดงไปมากเท่าใด เราก็จะเห็นสารละลายนั้นมีสีน้ำเงินเข้มยิ่งขึ้น ปริมาณการดูดกลืนแสงดังกล่าวนี้จึงขึ้นกับความเข้มของสีที่ปรากฏในสารละลายนั้นๆ กล่าวคือ ยิ่งมีสารที่มีสีมาก ก็จะดูดกลืนแสงในบางช่วงคลื่นได้มากด้วย

ดังนั้น เมื่อให้ลำแสงผ่านเข้าไปในสารละลายที่มีสี จำนวนแสงที่ถูกดูดกลืนไปจะแสดงถึงปริมาณของสารที่มีสีในสารละลายนั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อใช้ลำแสงที่มีความยาวคลื่นแสงในช่วงที่สารมีสีนั้นดูดกลืนได้มากที่สุด

เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่อาศัยหลักการเปรียบเทียบสีดอยอาศัยการดูดกลืนแสงที่ใช้บ่อยในการวิเคราะห์สารเคมีในร่างกาย คือ โฟโตมิเตอร์ที่ใช้กระจกกรองแสง (filter photometer) สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) และฟลูออโรมิเตอร์ (flourometer)

นอกจากเครื่องมือที่กล่าวมานี้ ยังมีเครื่องมืออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์สารเคมีในร่างกายอีกมากมายหลายชนิด แต่ละชนิดมีหลักการวิเคราะห์แตกต่างกันมากมายจนไม่อาจกล่าวได้หมด เช่น อะตอมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (automic absorption spectrophotometer) อินฟราเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (IR spectrophotometer) เนฟีโลมิเตอร์ (nephelometer) โครมาโตกราฟี (chromatography) อิเล็กโทรโฟรีซีส (electrophoresis) ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 ความรู้เบื้องต้นเรื่อง เทคนิคทาง Spectrophotometer

เป็นการศึกษาด้านการกระทำร่วม (Interaction)ระหว่างคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือคลื่นแสงกับสสาร(atom),(molecule)

Interaction ระหว่างคลื่นแสงกับสสาร

1. การดูดกลืนคลื่นแสง (Absorbtion) สสารสามารถดูดกลื่นคลื่นแสงในช่วงคลื่นเฉพาะ
2. การคายคลื่นแสง (emission) การที่ส่วนหนึ่งของพลังงานภายในของสสารถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานแสง
3. การกระจาย (Scatter) หรือการสะท้อนกลับ (Reflection)

2.5.2 กฎของเบียร์ และแลมเบิร์ต (Beer and Lambert's Law)

กฎของเบียร์ และแลมเบิร์ต เกี่ยวกับการดูดกลืน ของแสงกับความหนาของเหลวที่มีสี กล่าวว่า ที่แต่ละชั้นของความหนาที่เท่ากันจะดูดกลืนแสงที่ผ่านในเศษส่วนที่เท่ากัน นั่นคือ เมื่อลำแสงของแสงโมโนโครมาติก (Monocromatic Light) ฉายผ่านตัวกลางที่ดูดกลืน (Absorb medium) ซึ่งก็คือสารละลายที่มีสี ความเข้มข้นของแสงจะลดลงในรูปของฟังค์ชั่นเอกซโพแนนเชียล ในขณะที่ความยาวของตัวกลางมากขึ้น

"อัตราของแสงที่ถูกดูดกลืนไว้ จะผันแปรเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้น และระยะทางที่แสงนั้นส่องผ่าน"

เมื่อใดที่สารละลายที่มีสีเป็นไปตามกฎนี้ ก็ถือว่าเป็นไปตามกฎของแลมเบิร์ต มีข้อควรสังเกต คือ สารละลายที่ใช้กฎข้อนี้ได้ ต้องเป็นสารละลายที่มีเนื้อเดียวกันตลอด

ความรู้นี้มีประโยชน์มากในการใช้ปรับความหนาของชั้นที่ดูดกลืนแสง หรือความหนาแน่นของตัวอย่าง ซึ่งอยู่ในหลอดแก้วใส เรียกว่าเซลล์ (cell) หรือ คิวเรตต์ (curette) เพื่อลดสีให้ถึงระดับในช่วงที่สามารถใช้เตรียมอนุกรมของสารละลายมาตรฐาน เพื่อใช้ทำโค้งมาตรฐาน (standard curve) หรือเพื่อที่จะใช้กับสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ได้

2.5.3 Spectrophotometer

หลักการ เครื่องชนิดนี้มี photoelectric cell เป็น sensing element กระแสที่เกิดโดย photoelectric cell จะถูกเปลี่ยนไปเป็นเปอร์เซนต์ทรานสมิชชั่น หรือค่าแอบสอบแบนซ์ โดยเครื่องกัลวานอมิเตอร์ (Galvanometer) แหล่งกำเนิดแสงเป็นหลอดไฟธรรมดา คือหลอดทังสเตน (tungsten lamp) และแสงโมโนโครมาติก (Monocromatic Light) ที่ได้จากการ ให้ลำแสงส่องผ่านแก้วปริซึมหรือดิฟแฟรกชั่นเกรตติง (Diffraction grating) อย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อให้ได้ แสงโมโนโครมาติก (Monocromatic Light) ที่มีความยาวคลื่นในช่วงแสงที่มองเห็นได้ นอกจากนี้เครื่องมือชนิดนี้ยังสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้แสงในช่วงอัลตราไวโอเลต(Ultraviolet) และช่วงใกล้อินฟาเรด(near infrared) ได้อีกด้วย หลักการอื่น ๆ มีดังนี้

- วิธีวัดความเข้มข้นของธาตุหรือสารประกอบ เช่น cation anion รวมทั้งธาตุอาหารพืช โดยการเติมชุดของสารเคมีวงในสารละลายสกัด เพื่อทำให้เกิดสีที่เฉพาะ
- สีเข้มมาก – ความเข้มข้นของสารมาก
- วัดค่าความเข้มข้นได้ด้วยเครื่อง Spectrophotometer

2.5.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วย Spectrophotometer

- เตรียมสารละลายตัวอย่าง และสารละลายมาตรฐาน
- เลือกความยาวคลื่นที่ต้องการ
- วัดค่าดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐาน และสารละลายตัวอย่าง
- สร้างกราฟมาตรฐานระหว่างค่าการดูดกลืนคลื่นแสงกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน
- อ่านค่าความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างจาก กราฟมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการ

3.1 อุปกรณ์และสารเคมี

3.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

- เครื่อง UV spectrophotometer
- เครื่อง centrifuge
- เครื่องวัดพีเอช
- เครื่อง vortex
- water bath
- เครื่องชั่งสี่ตำแหน่ง
- นาฬิกาจับเวลา
- เครื่องปั่นน้ำ (blender)
- เครื่องปั่นแห้ง (blender)
- เครื่องกรองสุญญากาศ
- เทอร์โมมิเตอร์
- กระบอกตวง
- กระชอนเหล็ก
- ผ้าขาวบาง
- กระดาษกรองเบอร์ 5
- กระดาษกรองไนลอน
- slink
- volumetric flask
- ถั่วเขียวผ่าซีกตราไร่ทิพย์
- น้ำตาล
- ถ้วยหาความชื้นชนิดก้นเรียบ เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 6-8 ซม. ฝาถ้วยสูงประมาณ 2 เซนติเมตร (สามารถเลือกใช้ถ้วย aluminium, nickel, platinum หรือ stainless steel)
- ไปเปตขนาด 3 มิลลิลิตร Drying oven (102 ± 2 °C)
- Desciccator ซึ่งมี silica gel ซึ่งมีสีบ่งบอกความชื้น
- Standard Gerber butyrometer สำหรับน้ำนม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Standard double ended stopper หรือ lock stopper
- Standard milk pipette ขนาด 10.75 มิลลิลิตร
- Standard pipette หรือ automatic measure สำหรับกรด H_2SO_4 ขนาด 10 มิลลิลิตร
- Standard pipette หรือ automatic measure สำหรับ amyl alcohol ขนาด 2 มิลลิลิตร
- Shaking stand สำหรับ butyrometer
- Kjeldahl flask
- เครื่องย่อยและเครื่องกลั่นไนโตรเจน
- บิวเรตขนาด 50 มิลลิลิตร
- Erlenmeyer flask ขนาด 250-500 มิลลิลิตร
- boiling chip จำนวน 2 เม็ด

3.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

- linoleic acid
- borate buffer (pH 9 ,5mM)
- 5mM NaOH
- Tween 20
- absolute ethanol
- guiacol
- alcohol 95 %
- Acetate buffer 0.1 M pH 5.5
- ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
- กรด H_2SO_4 ความหนาแน่น 1.815 ± 0.002 gm/ml ที่อุณหภูมิ 20°C ไม่มีสี หรือไม่เข้มกว่าไฟ paleamber
- Amyl alcohol
- กรดซัลฟูริกเข้มข้น
- กรดบอริก 2%
- สารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก 0.1 หรือ 0.01 N
- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 32 %
- ตัวเร่ง (catalyst) (เตรียมจาก 1:8 ของ $CuSO_4/K_2SO_4$)
- สารละลายอินดิเคเตอร์

  เตรียม 0.1 % Bromocresol green ใน alcohol 95 %

  เตรียม 0.1 % Methyl red ใน alcohol 95 %

- 1 % Bromocresol green จำนวน 10 ml ผสมกับ 0.1% Methyl red จำนวน 1 ml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การยับยั้งเอนไซม์ Peroxidase และเอนไซม์ Lipoxygenase ด้วยการลวกที่อุณหภูมิ และเวลาต่าง ๆ คือ

ลวกที่อุณหภูมิ 75 °C 2 นาที , 75 °C 4 นาที

85 °C 2 นาที , 85 °C 4 นาที

95 °C 2 นาที , 95 °C 4 นาที

ทำ treatment ละ 2 ซ้ำ

3.2.2 การหาปริมาณเอนไซม์ Peroxidase และ Lipoxygenase ที่เหลืออยู่หลังจากกระบวนการลวก

3.2.2.1 เอนไซม์ Peroxidase (ภาคผนวก ค)

3.2.2.2 เอนไซม์ Lipoxygenase (ภาคผนวก ค)

3.2.3 ผลิตน้ำนมถั่วเขียวจากถั่วเขียวที่ได้รับการยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์ทุกสภาวะ (ภาคผนวก ค)

3.3 การทดสอบผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเขียวทางประสาทสัมผัส

โดยใช้แบบทดสอบ Scoring (ภาคผนวก ง)

3.4 วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของน้ำนมถั่วเขียว

3.4.1 หาปริมาณไขมันในน้ำนม โดย Gerber method (ภาคผนวก ค)

3.4.2 หาปริมาณโปรตีนด้วยวิธี kjeldahl ด้วยเครื่อง Gerhardt (ภาคผนวก ค)

3.4.3 หาปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำนม (Total solid) ด้วยวิธี gravimetric method (ภาคผนวก ค)

3.5 วิเคราะห์ผลการทดสอบทางสถิติ

3.5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะการลวกกับค่าการดูดกลืนแสงของเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสและเอนไซม์เพอร์ออกซิเดสโดยใช้การวิเคราะห์แบบ RCBD

3.5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสและกิจกรรมของเอนไซม์เพอร์ออกซิเดสกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสโดยใช้การวิเคราะห์แบบ CRD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การศึกษาผลของการลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆต่อการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนส

4.1.1 การศึกษาผลของการลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆต่อการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสจากกระบวนการแช่ถั่วเขียวก่อนนำไปลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ

จากการวิเคราะห์เอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสพบว่า สภาวะการลวกที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที มีค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยที่ความยาวคลื่น 234 นาโนเมตรมากที่สุดคือ 0.4370 รองลงมาเป็นสภาวะการลวกที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที มีค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยเท่ากับ 0.4343 ในขณะที่สภาวะการลวกที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 และ 4 นาที มีค่าการดูดกลืนแสงเท่ากับ 0.4073 และ 0.3905 ตามลำดับ สภาวะการลวกที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที มีค่าการดูดกลืนแสงเท่ากับ 0.2700 และที่สภาวะการลวกที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที ได้ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 0.2499 ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสที่ความยาวคลื่น 234 nm สภาวะการลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆจากกระบวนการแช่ถั่วเขียวก่อนนำไปลวก

อุณหภูมิ(^{o}C) / เวลา (นาที)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 234 nm		ค่าเฉลี่ย
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	
75 , 2	0.4348	0.4392	0.4370[a]
75 , 4	0.4260	0.4426	0.4343[a]
85 , 2	0.4080	0.4067	0.4073[b]
85 , 4	0.3936	0.3874	0.3905[c]
95 , 2	0.2650	0.2751	0.2700[d]
95 , 4	0.2477	0.2422	0.2499[e]

ค่าเฉลี่ยกำกับด้วยอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

85389

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การศึกษาผลของการลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆต่อการยับยั้งกิจกรรมของ
เอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสจากกระบวนการลวกถั่วเขียวที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆก่อนนำถั่วเขียวไปแช่

จากการวิเคราะห์เอนไซม์ไลพอกซิเจนเนส พบว่า สภาวะการลวกที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที มีค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยที่ความยาวคลื่น 234 นาโนเมตร มากที่สุดคือ 0.5248 รองลงมาเป็นสภาวะการลวกที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที มีค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยเท่ากับ 0.5214 ในขณะที่สภาวะการลวกที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 และ 4 นาที มีค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยเท่ากับ 0.5155 และ 0.5180 ตามลำดับ สภาวะการลวกที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที มีค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยเท่ากับ 0.5137 และที่สภาวะการลวกที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที ได้ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 0.5083 ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสที่ความยาวคลื่น 234 nm สภาวะการลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆจากกระบวนการลวกถั่วเขียวก่อนนำถั่วเขียวไปแช่

อุณหภูมิ(^{o}C) / เวลา (นาที)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 234 nm		ค่าเฉลี่ย
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	
75 , 2	0.5232	0.5264	0.5248^{a}
75 , 4	0.5210	0.5219	0.5214^{b}
85 , 2	0.5161	0.5150	0.5155^{cd}
85 , 4	0.5177	0.5183	0.5180^{c}
95 , 2	0.5143	0.5131	0.5137^{d}
95 , 4	0.5090	0.5076	0.5083^{e}

ค่าเฉลี่ยกำกับด้วยอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

4.2 การศึกษาผลของการลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆต่อการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์เพอร์ออกซิเดส

4.2.1 การศึกษาผลของการลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆต่อการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์
เพอร์ออกซิเดสจากกระบวนการแช่ถั่วเขียวก่อนนำไปลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ

จากการวิเคราะห์เอนไซม์เพอร์ออกซิเดสพบว่า สภาวะการลวกที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที มีค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตรมากที่สุดคือ 0.1958 รองลงมาเป็นสภาวะการลวกที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที มีค่าการดูดกลืน-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงเฉลี่ยเท่ากับ 0.1757 ในขณะที่สภาวะการลวกที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 และ 4 นาที มีค่าการดูดกลืนแสงเท่ากับ 0.1770 และ 0.1566 ตามลำดับ สภาวะการลวกที่อุณหภูมิ 95 องศา-เซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที มีค่าการดูดกลืนแสงเท่ากับ 0.1516 และที่สภาวะการลวกที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที ได้ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 0.1479 ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของเอนไซม์เพอร์ออกซิเดสที่ความยาวคลื่น 420 nm สภาวะการลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆจากกระบวนการแช่ถั่วเขียวก่อนนำไปลวก

อุณหภูมิ(^{o}C) / เวลา (นาที)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 nm		ค่าเฉลี่ย
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	
75 , 2	0.1925	0.1992	0.1958^{a}
75 , 4	0.1734	0.1780	0.1757^{b}
85 , 2	0.1721	0.1820	0.1770^{b}
85 , 4	0.1585	0.1547	0.1566^{c}
95 , 2	0.1521	0.1511	0.1516^{c}
95 , 4	0.1485	0.1473	0.1479^{c}

ค่าเฉลี่ยกำกับด้วยอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

4.2.2 การศึกษาผลของการลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆต่อการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์เพอร์ออกซิเดสจากกระบวนการลวกถั่วเขียวที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆก่อนนำถั่วเขียวไปแช่

จากการวิเคราะห์เอนไซม์เพอร์ออกซิเดสพบว่า สภาวะการลวกที่อุณหภูมิ 75 องศา-เซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที มีค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตรมากที่สุดคือ 0.2325 รองลงมาเป็นสภาวะการลวกที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที มีค่าการดูดกลืน-แสงเฉลี่ยเท่ากับ 0.1975 ในขณะที่สภาวะการลวกที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 และ 4 นาที มีค่าการดูดกลืนแสงเท่ากับ 0.1863 และ 0.1815 ตามลำดับ สภาวะการลวกที่อุณหภูมิ 95 องศา-เซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที มีค่าการดูดกลืนแสงเท่ากับ 0.1714 และที่สภาวะการลวกที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เวลา 4 นาทีได้ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 0.1656 ดังตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของเอนไซม์เพอร์ออกซิเดสที่ความยาวคลื่น 420 nm สภาวะการลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆจากกระบวนการลวกถั่วเขียวก่อนนำไปแช่

อุณหภูมิ(^{o}C) / เวลา (นาที)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 nm		ค่าเฉลี่ย
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	
75 , 2	0.2298	0.2352	0.2325[a]
75 , 4	0.1996	0.1954	0.1975[b]
85 , 2	0.1881	0.1846	0.1863[c]
85 , 4	0.1819	0.1811	0.1815[c]
95 , 2	0.1714	0.1714	0.1714[d]
95 , 4	0.1651	0.1662	0.1656[d]

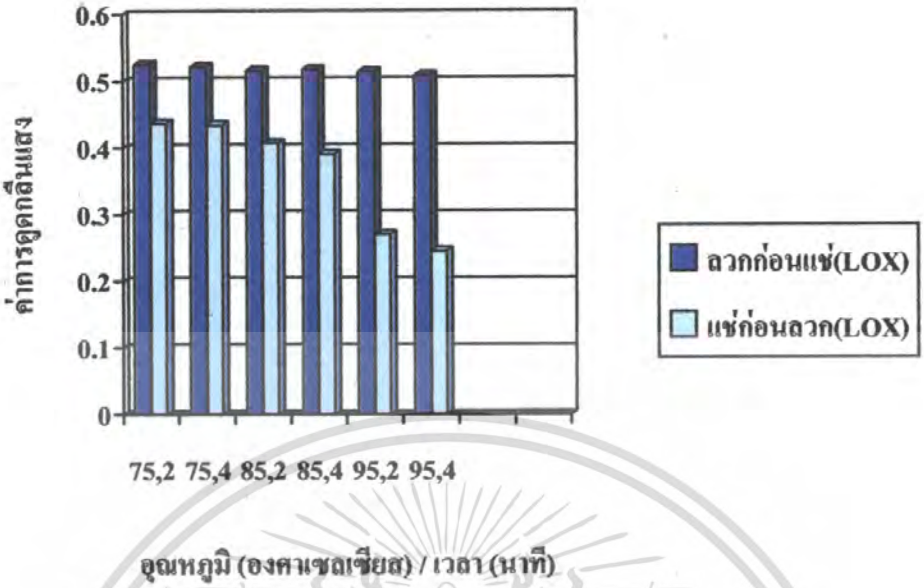
ค่าเฉลี่ยกำกับด้วยอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

4.3 ศึกษาการเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงของเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสและเอนไซม์เพอร์ออกซิเดส

4.3.1 การเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงของเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสจาก 2 กระบวนการที่แตกต่างกัน

จากผลการวิเคราะห์หาค่าการดูดกลืนแสงของเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสจากทั้ง 2 กระบวนการที่แตกต่างกันพบว่า กระบวนการแช่ถั่วเขียวก่อนนำไปลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆมีแนวโน้มของค่าการดูดกลืนแสงลดลงมากกว่ากระบวนการลวกถั่วเขียวที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆก่อนนำถั่วเขียวไปแช่ซึ่งมีแนวโน้มของค่าการดูดกลืนแสงไม่มีความแตกต่างกัน และกระบวนการแช่ถั่วเขียวก่อนนำไปลวกสามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสได้ดีกว่าเนื่องจากกระบวนการลวกถั่วเขียวก่อนนำไปแช่ การลวกนั้นไม่สามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้หมด เมื่อนำถั่วเขียวมาแช่น้ำจะทำให้สภาวะแวดล้อมต่างๆ เช่น อุณหภูมิ , น้ำ เหมาะสมต่อกิจกรรมของเอนไซม์ดังรูปที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

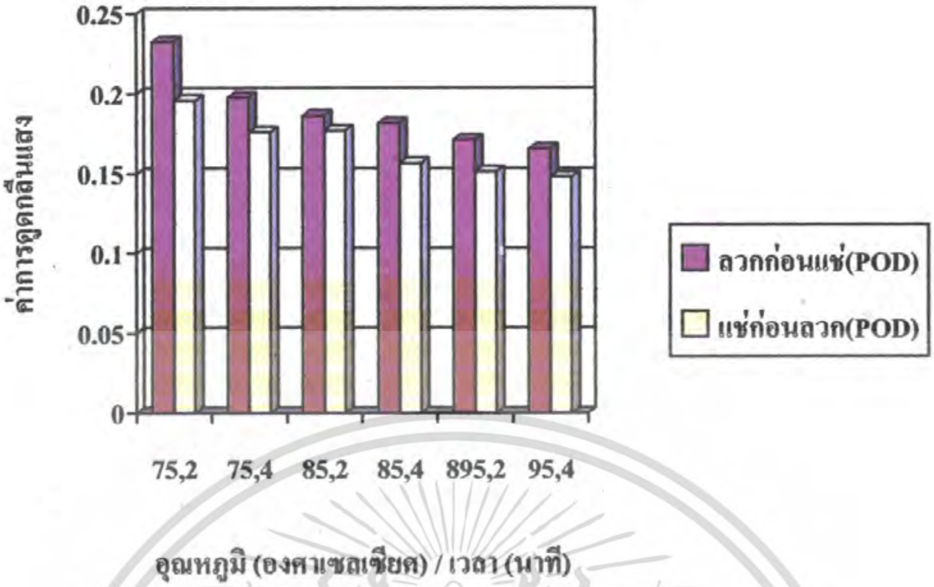


รูปที่ 4.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงของเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสจาก 2 กระบวนการที่แตกต่างกัน

4.3.2 การเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงของเอนไซม์เพอร์ออกซิเดสจาก 2 กระบวนการที่แตกต่างกัน

จากผลการวิเคราะห์หาค่าการดูดกลืนแสงของเอนไซม์เพอร์ออกซิเดสจากทั้ง 2 กระบวนการที่แตกต่างกันพบว่า ทั้งกระบวนการแช่ถั่วเขียวก่อนลวกและกระบวนการลวกถั่วเขียวก่อนแช่มีแนวโน้มของค่าการดูดกลืนแสงลดลงแต่กระบวนการแช่ถั่วเขียวก่อนลวกมีค่าการดูดกลืนน้อยกว่า เนื่องจากกระบวนการลวกถั่วเขียวก่อนแช่นั้นการลวกไม่สามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้หมด เมื่อนำถั่วเขียวมาแช่น้ำจะทำให้สภาวะแวดล้อมต่างๆ เช่น อุณหภูมิ , น้ำ เหมาะสมต่อกิจกรรมของเอนไซม์ดังรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



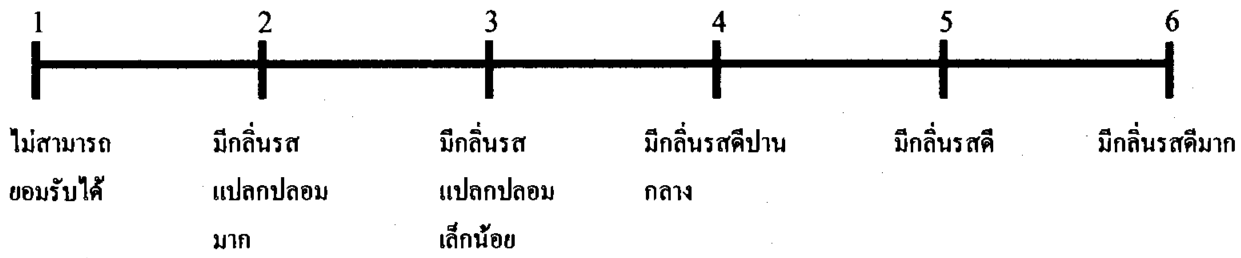
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงของเอนไซม์เพอร์ออกซิเดสจาก 2 กระบวนการที่แตกต่างกัน

จากการเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงของทั้งเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสและเอนไซม์เพอร์ออกซิเดสพบว่า ค่าการดูดกลืนแสงทั้งสองเอนไซม์ที่ได้จากกระบวนการลวกถั่วเขียวก่อนแช่จะมีค่ามากกว่าค่าการดูดกลืนแสงจากกระบวนการแช่ถั่วเขียวก่อนลวก เราจึงนำกระบวนการแช่ถั่วเขียวก่อนลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ ไปผลิตน้ำนมถั่วเขียวเพื่อทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสต่อไป

4.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสของน้ำนมถั่วเขียว

ทำการผลิตน้ำนมถั่วเขียวจากกระบวนการแช่ถั่วเขียวก่อนแล้วนำไปลวกที่สภาวะต่างๆ 6 สภาวะ หลังจากนั้นนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรส จำนวนผู้ทดสอบ 30 คน โดยใช้การทดสอบแบบ scoring ซึ่งมีลักษณะดังนี้รูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แสดงแบบทดสอบ scoring เพื่อทดสอบประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นรส

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นรสมาวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางโดยใช้โปรแกรม SPSS แผนการทดสอบแบบ RCBD ด้วยวิธีวิเคราะห์ของ Duncan ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 พบว่า สภาวะการลวกที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที , 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที , 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที , 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที และ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่สภาวะการลวกที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาทีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทั้ง 5 สภาวะ และมีค่าคะแนนทดสอบเฉลี่ยเท่ากับ 4.1333 ดังตารางที่ 4.5 เมื่อเทียบกับแบบทดสอบ scoring จะให้ระดับกลิ่นรสที่ดีปานกลางซึ่งเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ตารางที่ 4.5 แสดงคะแนนทดสอบเฉลี่ยที่สภาวะต่างๆ

สภาวะการลวกที่อุณหภูมิ (^{o}C) , เวลา (นาที) ต่างๆ	คะแนนทดสอบเฉลี่ย
75 , 2	3.4000^{a}
75 , 4	3.2667^{a}
85 , 2	3.1333^{a}
85 , 4	2.9000^{a}
95 , 2	3.3333^{a}
95 , 4	4.1333^{b}

ค่าเฉลี่ยกำกับด้วยอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสและกิจกรรมของเอนไซม์เพอร์ออกซิเดสกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรส

เมื่อนำค่าคะแนนการทดสอบเฉลี่ยจากตารางที่ 4.4 และค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยของทั้งเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสและเอนไซม์เพอร์ออกซิเดสมาวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) เพื่อหาความสัมพันธ์ ได้ผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการทดสอบด้านกลิ่นรส กับเอนไซม์ทั้งสองชนิด

เอนไซม์	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
เอนไซม์ไลพอกซิเจนเนส	-0.640
เอนไซม์เพอร์ออกซิเดส	-0.298

จากตารางค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ของทั้งเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสและเอนไซม์เพอร์ออกซิเดสมีค่าเท่ากับ -0.640และ-0.298 แสดงว่า กิจกรรมของเอนไซม์ ไลพอกซิเจนเนสและกิจกรรมของเอนไซม์เพอร์ออกซิเดสกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสมีสหสัมพันธ์กันทางลบ กล่าวคือเมื่อกิจกรรมของเอนไซม์สูงขึ้นจะทำให้ประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นรสแย่ลงนั่นเองโดยเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสมีความสัมพันธ์ด้วยค่าที่สูงกว่าแสดงว่าค่าการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสในด้านกลิ่นรสมีความสัมพันธ์กับเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสมากกว่าเอนไซม์เพอร์ออกซิเดส

4.6 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของน้ำนมถั่วเขียว

ทำการผลิตน้ำนมถั่วเขียวที่สภาวะการลวกที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที (เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค) เมื่อได้น้ำนมถั่วเขียวแล้ว ทำการวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน , โปรตีน และของแข็งทั้งหมด(Total Solid) โดยวิธี Gerber method , kjeldahlและgravimetric method ตามลำดับได้ผลดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงคุณค่าทางอาหารของน้ำนมถั่วเขียว

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณเปอร์เซ็นต์ (%)
ปริมาณไขมัน	4.20
ปริมาณโปรตีน	2.38
ปริมาณของแข็งทั้งหมด	9.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของน้ำนมถั่วเขียวกับน้ำนมถั่วเหลืองที่ขายตามท้องตลาด (ไวตามิ้ล) ได้ข้อมูลดังตารางที่ 4.5 จึงเห็นได้ว่าน้ำนมถั่วเขียวมีปริมาณไขมันมากกว่าน้ำนมถั่วเหลือง ส่วนปริมาณโปรตีนมีค่าใกล้เคียงกันจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งให้แก่ผู้บริโภคที่รักสุขภาพ

ตารางที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณเปอร์เซ็นต์คุณค่าทางโภชนาการของน้ำนมถั่วเขียวกับน้ำนมถั่วเหลือง (ไวตามิ้ล)

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณเปอร์เซ็นต์ (%)	
	น้ำนมถั่วเขียว	น้ำนมถั่วเหลือง (ไวตามิ้ล)
ปริมาณไขมัน	4.20	3.60
ปริมาณโปรตีน	2.38	2.80
ปริมาณของแข็งทั้งหมด	9.03	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 กระบวนการแช่ถั่วเขียวก่อนแล้วนำไปลวกจะสามารถยับยั้งเอนไซม์ทั้งไลพอกซิเจนเนส และเพอร์ออกซิเดสได้ดีกว่ากระบวนการลวกถั่วเขียวก่อนแล้วนำไปแช่

5.2 เมื่อทำการเพิ่มอุณหภูมิและเวลาในการลวกถั่วเขียวทั้งในการแช่ก่อนลวก และลวกก่อนแช่จะทำให้แนวโน้มของปริมาณเอนไซม์เพอร์ออกซิเดสลดลง และมีผลต่อค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสส่วนเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสทั้งในการแช่ก่อนลวก และลวกก่อนแช่มีแนวโน้มลดลง แต่ส่งผลต่อค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสเฉพาะกระบวนการแช่ก่อนลวก

5.3 การวิเคราะห์กลิ่นรสทางประสาทสัมผัสพบว่า

สภาวะการลวก 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที
75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที
85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที
85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที
และ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที

ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่สภาวะการลวกที่ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที จะมีความแตกต่างจาสภาวะอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

5.4 กิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสและกิจกรรมของเอนไซม์เพอร์ออกซิเดสกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสมีสหสัมพันธ์กันทางลบ กล่าวคือเมื่อกิจกรรมของเอนไซม์สูงขึ้นจะทำให้ค่าของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสน้อยลง หรือเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคน้อยลงนั่นเอง

5.5 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของน้ำนมถั่วเขียว

น้ำนมถั่วเขียวมีปริมาณไขมันเท่ากับ 4.2 % , ปริมาณโปรตีน 2.38 % และปริมาณของแข็งทั้งหมด 9.03 % ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับน้ำนมถั่วเหลือง (ไวตามิลค์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2545. ปฏิบัติการกระบวนการแปรรูปอาหาร. โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ปราณี อ่านเปรื่อง. 2547. **เอนไซม์ทางอาหาร**. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร. คณะวิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 174-180.

ยุพร พืชกมุทร และ วันทนีย์ ช้างน้อย และ ธงชัย พุฒิทองศิริ. 2547. คู่มือปฏิบัติการวิชาเคมีอาหาร. โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วรรณา ตั้งเจริญชัย. 2538. ปฏิบัติการตรวจสอบคุณภาพนมและผลิตภัณฑ์นม. ครั้งที่ 3.โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

Bolanos, Elia N. Aquino and Silva, E. Mercado. 2004. Effects of polyphenol oxidase and peroxidase activity, phenolics and lignin content on the browning of cut jicama. Postharvest Biology and Technology. 33, 275-283.

Kong Xiangzxen, Li Xianghong, Wang Hongjing, Hua Yufei, Huang Youru. 2008. Effect of lipoxygenase activity in defatted soybean flour on the gelling properties of soybean protein isolate. Food Chemistry. 1093-1099.

Liu, x., Gao, y.x., Peng, x.p., Yang,b., Xu,h.g., Zxao,j. 2008. Inactivation of peroxidase and polyphenol oxidase in red beet(Beta vulgaris L.) extract with high pressure carbon dioxide. Innovative Food Science and Emerging Technologies,9,24-31.

Lipoxygenase [Online] Available : http://www.212cafe.com/boardvip/view.php?user=rongkot&id=32 [17 ก.พ.2551]

การลวก. [Online] Available : http://www.oknation.net/blog/Aduel/2007/07/04/entry-4. [12 ก.พ.2551]

ถั่วเขียว. [Online] Available : http://th.wikipedia.org [26 ก.ย.2550]

องค์ประกอบของสารอาหารในถั่ว. [Online] Available : http://www.goodhealth.co.th/new_page_44.html.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เครื่อง Spectrophotometer ผลิตภัณฑ์ Shimadzu รุ่น UV-2450 จากประเทศญี่ปุ่น

เป็นเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์หาปริมาณสารองค์ประกอบเคมี โดยการวัดค่า การดูดกลืนแสงได้ในช่วงความยาวคลื่น 190-900 nm ควบคุมการทำงาน และประมวลผลด้วยระบบคอมพิวเตอร์ สามารถแสดง Calibration curve และ Scan หาลักษณะ และรูปร่างของ Spectrum พร้อมบันทึกเก็บข้อมูล ใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของการดูดกลืนแสงเกี่ยวกับเวลา ทำการวิเคราะห์ทาง Time Drive สามารถวิเคราะห์แบบ Wave length program ได้ พร้อมทั้งมีโปรแกรมการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่อง (Validation Software) โดยมีส่วนประกอบ สำคัญ และรายละเอียด ดังนี้

- มีระบบแสงเป็นระบบลำแสงคู่ (Double beam) ควบคุม และประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์
- มีแหล่งกำเนิดแสง 2 แบบ คือ หลอดดิวทีเรียม (Deuterium Lamp) และหลอดฮาโลเจน (Halogen Lamp) โดยสามารถตั้งการเปลี่ยนการใช้งานในแต่ละ หลอดได้โดยอัตโนมัติได้ในช่วง 282-393 nm
- ช่วงการวัด (Photometric Range) -4 ถึง 5Abs และ 0-999.9%T
- มีความถูกต้องในการวัดแสง (Photometric Accuracy) +-0.002Abs ที่ 0-0.5Abs , +-0.004Abs ที่ 0.5-1Abs และ +-0.3%T (0-100%T) โดยใช้ NIST Standard 930D Filter
- มีความผิดพลาดในการวัดซ้ำ (Photometric Repeatability) +-0.001Abs ที่ 0-0.5Abs , +-0.002Abs ที่ 0.5-1Abs และ +-0.1%T
- สามารถวัดการดูดกลืนแสงได้ในช่วงความยาวคลื่น 190-900 nm
- มีค่าความถูกต้องของความยาวคลื่น (Wavelength Accuracy) +-0.3 nm พร้อมมีระบบแก้ไขความยาวคลื่น (Wavelength Correction) โดยอัตโนมัติ
- มีค่าความผิดพลาดในการทำซ้ำของการวัดความยาวคลื่น (Wavelength Repeatability) +-0.1 nm
- ระบบแยกคลื่นแสงเป็นแบบ Single Monochromator ชนิด High performance Blazed Holographic Grating in Aberration-corrected Czerny turner mounting
- สามารถให้ความกว้างของลำแสงได้ 6 แบบ โดยสามารถเลือกได้ดังนี้ 0.1 , 0.2 , 0.5 , 1 , 2 และ 5 nm
- มีค่า Baseline Flatness +-0.001Abs
- มี Detector เป็น Photomultiplier R-928

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีความเร็วในการวิเคราะห์พร้อมทั้งมีระบบประมวลผลการวิเคราะห์ได้หลายลักษณะ ดังนี้ Spectrum Measurement สำหรับการ Scan ตลอดความยาวคลื่น และสามารถทำ Data Preocessing ได้ดังนี้

- Normalization , Point Pick , Peak / Valley Detection , Area Calculation
- Transformations 1st-4th Derivatives , Smoothing , Reciprocal , Square Root , Natural Log , Logarithm Power , Abs To %T Conversion , and Exponential , Kubelka-Munk Conversion
- Ensemble Averaging , Interpolation , Data Set and Constants Arithmetic (Between Spectra , Between Spectra and Constants)

Photometric (Quantitative) Mode สำหรับคำนวณความเข้มข้นของสารโดยอัตโนมัติ โดยมีโปรแกรม ดังนี้

- สามารถตั้งค่าความยาวคลื่นในการวัดได้ 1 , 2 และ 3 Wavelength
- สามารถตั้งค่าการวัดปริมาณโดยใช้การ Scan ได้ (Spectrum Quantitative)
- สามารถทำ Calibration Curves แบบ Single Point , Multi Point และ K-Factor
- สามารถทำ Photometric Processing ได้ และใส่ค่าคงที่ต่างๆ ในการคำนวณได้ เช่น Weight Correction , Dilution Factor เป็นต้น

Kinetics (Time Course) Mode สำหรับดูการเปลี่ยนแปลงของ Abs หรือ %T เมื่อเวลาเปลี่ยนไป โดยมีโปรแกรม ดังนี้

- สามารถตั้งค่าความยาวคลื่นในการวัดได้ 1 , 2 Wavelength
- สามารถคำนวณหา Enzyme Kinetics ได้
- สามารถทำ Spectrum Data Processing ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

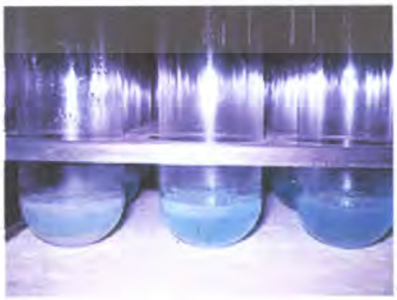
การวิเคราะห์โปรตีน (Crude Protein)

โปรตีนเป็นโภชนะหมู่หนึ่งมีความสำคัญมากในการเลี้ยงสัตว์ การทำงานของสัตว์ การเจริญเติบโต และการสร้างเนื้อเยื่อต่างๆของสัตว์ และพืชล้วนต้องอาศัยโปรตีนทั้งสิ้น โปรตีนเป็นสารประกอบที่ซับซ้อน ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน และอาจมีธาตุอื่นเป็นองค์ประกอบเพิ่มขึ้นอีก เช่น ซัลเฟอร์ ฟอสฟอรัส และเหล็ก แต่ละโมเลกุลของโปรตีน ประกอบด้วยสารประกอบไนโตรเจน ที่เรียกว่า กรดอะมิโน จำนวนมากมายหลายชนิด

การวิเคราะห์หาโปรตีนทางเคมีค้นพบโดย Dane Johan Kjeldahl เป็นชาวเดนมาร์ก ได้ทำการวิเคราะห์โปรตีน โดยวิธีที่เรียกว่า Kjeldahl Method ซึ่งการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้ ค่าไนโตรเจนที่ได้เป็นไนโตรเจนจากโปรตีน และสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (ยกเว้นไนเตรต) เมื่อนำมาคำนวณค่าที่ได้จึงเป็นค่าโปรตีนหยาบ

การวิเคราะห์หาโปรตีนด้วยวิธี Kjeldahl ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลักคือ

(1) การย่อยตัวอย่าง(Digestion) เป็นการย่อยตัวอย่างด้วยกรดซัลฟูริกเข้มข้น โดยมีสารเร่งปฏิกิริยา ภายใต้สภาวะอุณหภูมิสูงไนโตรเจนในตัวอย่างจะเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียมซัลเฟต



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) การกลั่นแอมโมเนีย(Distillation) เมื่อนำโซเดียมไฮดรอกไซด์ มาทำปฏิกิริยากับเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ได้จากการย่อยตัวอย่างแล้ว จะได้ก๊าซแอมโมเนีย ซึ่งจับก๊าซนี้ได้ด้วยสารละลายบอริค

(3) การไตเตรตเพื่อหาปริมาณไนโตรเจน(Titration) เป็นการนำสารละลายกรดบอริค ซึ่งจับก๊าซแอมโมเนียไว้ มาไตเตรต กับสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริค

(4) การคำนวณ นำปริมาณสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริค ที่ใช้ในการไตเตรต ไปคำนวณหาปริมาณไนโตรเจน แล้วคูณกับ Kjeldahl factor ได้เป็นค่าโปรตีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

%ไนโตรเจน (total Nitrogen) $= \frac{(A - B) \times C \times 0.014 \times 100}{D}$

%โปรตีน Crude protein) = $\% N \times 6.25$

A = มล.ของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริค 0.1นอร์มอล ที่ใช้ไตเตรตกับตัวอย่าง

B = มล.ของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริค 0.1นอร์มอล ที่ใช้ไตเตรตกับ blank

C = ความเข้มข้น ของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริค

D = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

วิธีการ

- ชั่งตัวอย่าง 0.25 กรัม ใส่หลอดย่อยขนาด 250 ml
- ใส่ตัวเร่งปฏิกิริยา(Kjelblet) จำนวน 1 เม็ด และกรดซัลฟูริคเข้มข้น 10 ml.
- นำตัวอย่างไปย่อยด้วยเครื่อง 2020 Digestion System ที่อุณหภูมิ 420 องศาเซลเซียล นาน 45 นาที
- ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
- นำตัวอย่างที่ผ่านการย่อยเข้าเครื่องกลั่น Kjeltec System 1026 Distilling Unit ใช้กรดบอริก 2%ปริมาตร 25 ml และหยดอินดิเคเตอร์ 2- 3 หยด ลงใน flask ขนาด 250 ml.
- กลั่นด้วยระบบ Auto ใช้เวลา 3.5 นาที
- นำตัวอย่างที่ผ่านการกลั่น มาไตเตรตด้วยสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริคความเข้มข้น 0.1นอร์มอล
- คำนวณหาปริมาณโปรตีนหยาบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ไขมัน

หลักการของ Gerber Method

1. ใช้กรดซัลฟูริกเข้มข้น 90- 91% ทำลายอินทรีย์สารที่อยู่ในนมปฏิกิริยานี้จะทำให้เกิดความร้อนขึ้น และการเติมน้ำนมลงในกรดซัลฟูริกเร็วๆ จะทำให้เกิดความร้อนสูงขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้เกิดไหม้ (burn)จนอ่านผลไม่ได้

2. ไขมันที่ถูกปล่อยออกมาจากการที่เยื่อหุ้มเม็ดไขมันถูกทำลายในข้อ 1 จะถูกแยกโดยใช้เครื่องเหวี่ยง (Centrifuge) ประมาณ 1,300 + 100 รอบต่อนาที โดยมี Amyl Alcohol (Pentanol) ทำให้การแยกชั้นของไขมันชัดเจนขึ้นทำให้อ่านง่าย

วิธีการตรวจสอบ

1) อุปกรณ์และสารเคมี

1.1. ขวดตรวจวัดไขมัน (Butyrometer) พร้อมจุกยาง

1.2. Butyrometer Rack

1.3. Milk pipet ขนาด 10.725 มล.

1.4. Pipet ขนาด 10 มล. และ 2 มล. และ Ball Syringe

1.5. Automatic dispenser ขนาด 10 และ 2 มล.

1.6. กรดซัลฟูริกเข้มข้น 90- 91%

1.7. Amyl alcohol หรือ Pentanal

1.8. เครื่องเหวี่ยง (Centrifuge) สำหรับ Gerber ความเร็ว 1,300 + 100 รอบต่อนาที มีขนาดตั้งแต่ 8 - 36 ช่อง มี heater ในตัว

2) ขั้นตอนการตรวจสอบ

2.1. pipet (หรือใช้ Automatic dispeser) กรดซัลฟูริก จำนวน 10 มล. ใส่ใน Butyrometerระวังอย่าให้เปื้อนบริเวณปากขวด ด้วย Ball syringe

2.2. ใช้ milk pipet ดูดตัวอย่างนม (ใช้ Ball Syringe) จำนวน 10.725 มล. ค่อยๆ ปล่อยนมลงบนกรดใน Butyrometer ระวังจะเกิดความร้อนสูงมาก อย่าปล่อยเร็ว เพราะจะทำให้ burn อ่านผลไม่ได้ และอันตรายต่อผู้ปฏิบัติ

2.3. เติม Amyl Alcohol จำนวน 2 มล.

2.4. ใช้จุกยางสำหรับ Butyrometer ปิดให้แน่น หันปากหลอดไปด้านที่ไม่มีคนหรือสิ่งของค่อยๆ แกว่งให้ particle สีขาวใน Butyrometer หายไป ของเหลวจะเป็นสีน้ำตาลไหม้

2.5. กลับให้ของเหลวใน Butyrometer เข้ากันทั่วหลอด

2.6. นำเข้า Centrifuge โดยหันด้านจุกยางเข้าข้างในก้านกระเปาะอยู่ข้างนอก และเรียงแนวตรงข้ามให้สมดุลย์กัน ตั้งเวลา 5 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7. เมื่อหมดเวลาและเครื่องหยุดหมุนแล้วนำออกมาอ่านเปอร์เซ็นต์ไขมันนมที่ก้านของButyrometer

การหาค่าของแข็งทั้งหมดในน้ำนม (Total Solid) ทำได้ 2 วิธี คือ

1. วิธีตรง (Direct Method) คือการชั่งตัวอย่างน้ำนมดิบอบแห้งในอุณหภูมิและเวลาที่กำหนด เพื่อระเหยน้ำออกไปจนหมดนำส่วนที่เหลือ คือ Total Solid ในน้ำนม วิธีการนี้โรงงานแปรรูปนมทั่วไปมักจะไม่ค่อยใช้กัน เนื่องจากต้องใช้เวลานานและความแม่นยำขึ้นอยู่กับผู้ปฏิบัติและอุปกรณ์ที่ใช้ ส่วนใหญ่มักใช้วิธีที่ 2

2. วิธีอ้อม (Indirect Method) สามารถทำได้หลายวิธี เช่น

1) การคำนวณโดยใช้สูตร

$$\% TS = 0.25 L + 1.2 F$$

เมื่อ L = ค่า Lactometer Reading ที่ 20°ซ

F = % ไขมันนม

2) การคำนวณโดยใช้สูตรหาค่า SNF

$$SNF = 0.25L + (0.2 \times F)$$

$$TS = F + SNF$$

3) การคำนวณโดยใช้ Dry Matter Scale

โดยทราบค่า 1) ถพ.ที่ $20^{\circ}C$

2) %ไขมันนม

หมุนแผ่น Dry matter Scale ให้ขีดของ ถ.พ. และ % ไขมันนมตรงกันอ่านว่า TS ที่ปลายลูกศรชี้

4) การหาค่า Solid not Fat (SNF)

โดยใช้การคำนวณจากสูตร

$$SNF = TS - \%F$$

เมื่อ TS = %Total Solid

F = %ไขมันนม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์เอนไซม์ไลพอกซิเจนเนส

<u>เตรียมตัวอย่าง</u>

1. ชั่งถั่วเขียวสภาวะละ 5 กรัม
2. กระบวนการที่ 1 ลวกที่สภาวะต่างๆ คือ 75°C 2 นาที , 75°C 4 นาที , 85°C 2 นาที , 85°C 4นาที , 95°C 2 นาที, 95°C 4 นาที แล้วนำไปแช่น้ำเป็นเวลา 2 ชั่วโมง 30 นาที3. กระบวนการที่ 2 แช่น้ำเป็นเวลา 2.30 ชั่วโมงแล้วนำไปลวกที่สภาวะต่างๆ คือ 75°C 2 นาที, 75°C 4 นาที, 85°C 2 นาที, 85°C 4 นาที, 95°C 2 นาที, 95°C 4 นาที
3. นำถั่วเขียวจากทั้งสองกระบวนการมาปั่นกับน้ำปริมาตร 50 มิลลิลิตร
4. นำน้ำนมกรองด้วยผ้าขาวบาง
5. ชั่ง 30 กรัม แล้วเข้าเครื่อง centrifuge 2000 g เวลา 15 นาที
6. นำ crude enzyme มากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5 (ตัวอย่างที่ได้ต้องใส)

<u>เตรียม substrate</u>

1. ใส่ borate buffer (50 mM, pH 9) ลงใน linoleic acid
2. ทำให้เป็นกลางโดยหยด NaOH 5 mM แล้วเขย่า
3. หยด tween 20 จำนวน 2 หยด
4. ทำให้เจือจางเป็น 2.24 mM ด้วย borate buffer

<u>วัดค่าการดูดกลืนแสง</u>

1. ใส่ตัวอย่าง 0.3 มิลลิลิตร และsubstrate 2 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง
2. เขย่าอย่างรวดเร็วด้วยเครื่อง vortex
3. ให้ความร้อนใน water bath 30 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที
4. ใส่ absolute ethanol 5 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร
5. วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ความยาวคลื่น 234 นาโนเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์เอนไซม์เพอร์ออกซิเดส

<u>เตรียมตัวอย่าง</u>

1. ชั่งถั่วเขียวสภาวะละ 30 กรัม
2. กระบวนการที่ 1 ลวกที่สภาวะต่างๆ คือ 75°C 2 นาที , 75°C 4 นาที ,85°C 2 นาที, 85°C 4 นาที, 95°C 2 นาที, 95°C 4 นาที แล้วนำไปแช่น้ำเป็นเวลา 2 ชั่วโมง 30 นาที
3. กระบวนการที่ 2 แช่น้ำเป็นเวลา 2.30 ชั่วโมงแล้วนำไปลวกที่สภาวะต่างๆ คือ 75°C 2 นาที, 75°C 4 นาที, 85°C 2 นาที, 85°C 4 นาที, 95°C 2 นาที, 95°C 4 นาที
4. นำถั่วเขียวจากทั้งสองกระบวนการ มาปั่นแห้งด้วยเครื่อง blender
5. ผสมน้ำ 90 มิลลิลิตร แล้วคนเล็กน้อย
6. กรองด้วยผ้าขาวบาง
7. ชั่ง 30 กรัม แล้วเข้าเครื่อง centrifuge 10000 g เวลา 30 นาที
8. นำ crude enzyme มากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5
9. กรองด้วยกระดาษกรองไนลอนอีกครั้งหนึ่ง (ตัวอย่างที่ได้ต้องใส)

<u>เตรียม substrate</u>

ผสม guiacol 2 มิลลิลิตร และ alcohol 95 % เข้าด้วยกัน และเขย่า แล้ว ปรับปริมาตรให้เป็น 50 มิลลิลิตรด้วย Acetate buffer 0.1 M pH 5.5

<u>วัดค่าการดูดกลืนแสง</u>

1. ใส่ตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร และ substrate 3 มิลลิลิตร แล้วตามด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 1 มิลลิลิตร
2. วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร

กระบวนการผลิตน้ำนมถั่วเขียว

1. ล้างถั่วเขียวและแช่เป็นเวลา 2.30 ชั่วโมง
2. ลวกถั่วเขียวที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียสนาน 4 นาที
3. ผสมน้ำในอัตราส่วน ถั่วเขียว 1 กิโลกรัม : น้ำ 2 ลิตร
4. ปั่นในเครื่อง blender ให้ละเอียด
5. คั้นน้ำนมออกด้วยผ้าขาวบาง
6. ต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส
7. ผสมน้ำตามปริมาณ 6% โดยน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. บรรจุภายในภาชนะที่ฆ่าเชื้อแล้ว

วิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำนม

1. อบถ้วยหาความชื้นพร้อมฝาที่อุณหภูมิ 102 ± 2 ° C นาน 1 ชั่วโมง
2. ปิดฝาถ้วยแล้วนำไปทำให้เย็นใน desiccator เวลา 30 นาที
3. ชั่งน้ำหนักของถ้วยหาความชื้นพร้อมฝาได้น้ำหนักที่มีความละเอียดทศนิยมสี่ตำแหน่ง
4. ไปเปตตัวอย่างน้ำนมที่ผสมเข้ากันดี 3 มิลลิลิตร ปิดฝาและชั่งน้ำหนัก
5. นำถ้วยหาความชื้นที่ไม่มีฝาวางบน water bath นาน 30 นาที
6. เช็ดก้นถ้วยหาความชื้นให้แห้ง นำไปอบในตู้อบลมร้อนโดยไม่ต้องปิดฝา
7. เมื่ออบนาน 2 ชั่วโมง ปิดฝาก่อนนำไปทำให้ถ้วยหาความชื้นเย็นใน desiccator
8. ชั่งน้ำหนักถ้วยหาความชื้นพร้อมฝาปิด
9. นำถ้วยหาความชื้นกลับไปอบร้อนโดยไม่ต้องปิดฝาต่อนานอีก 1 ชั่วโมง
10. ปิดฝาและนำไปทำให้ถ้วยหาความชื้นเย็นใน desiccator
11. ชั่งน้ำหนักเช่นเดียวกับข้อ 8 น้ำหนักที่หายไปจากเมื่อชั่งครั้งแรกไม่ควรมากกว่า 0.5 มิลลิกรัม
12. คำนวณเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมด ดังนี้

$$\% \text{ ของแข็งทั้งหมด} = \frac{\text{น้ำหนักของกากแห้ง} \times 100}{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง}}$$

วิเคราะห์ไขมันโดย Gerber method

1. ไปเปตกรด 10 มิลลิลิตร ปล่อยลงใน butyrometer โดยไม่ให้เลอะผนังหลอด
2. เตรียมตัวอย่าง ผสมน้ำนมให้เข้ากันดีโดยเทกลับไปมาระหว่างภาชนะ อุณหภูมิของตัวอย่างควรไม่เกิน 20 °C ถ้าพบการแยกชั้นของครีมในตัวอย่างต้องอุ่นให้มีอุณหภูมิในระหว่าง 25-30°C ช่วยการผสมให้ง่ายขึ้น หลังการผสมตัวอย่างตั้งทิ้งไว้ 3-4 นาที เพื่อให้ฟองอากาศลอยขึ้นมาตอนบน กลับขวดเก็บตัวอย่าง 3-4 ครั้งทันทีก่อนจะไปเปต ไปเปตตัวอย่าง 10.75 มิลลิลิตร ค่อยๆปล่อยลงใน butyrometer ช้าๆ โดยไม่ให้เลอะผนังหลอดเป่าไปเปตไล่ตัวอย่างหยดสุดท้าย
3. ไปเปต amy alcohol 2 มิลลิลิตร โดยไม่ให้เลอะคอขวดปิดจุกให้แน่นและพยายามไม่ให้ของเหลวผสมกัน
4. เขย่าหลอด butyrometer จนไม่มีส่วนของสีขาวในหลอดหลงเหลืออยู่ คว่ำหลอด 1-2 ครั้ง หลังจากย่อยโปรตีนนมหมดแล้ว
5. นำไปหมุนเหวี่ยงโดยรักษาความสมดุลของน้ำหนักในเครื่อง centrifuge 1100 rpm นาน 4 นาที หากมีจำนวนตัวอย่างไม่เพียงพอในการสมดุลน้ำหนักให้ใช้หลอด butyrometer บรรจุน้ำ 10 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. แช่หลอด butyrometer โดยให้จุกอยู่ตอนล่างใน water bath นานอย่างน้อย 3 นาที ให้ระดับของน้ำร้อนอยู่สูงกว่าระดับของไขมัน
7. อ่านปริมาณไขมันที่ก้านหลอด ก่อนอ่านควรปรับให้ขีดล่างของไขมันเลื่อนไปอยู่ในระดับสายตา
8. นำหลอด butyrometer กลับไปแช่ใน water bath นาน 3 นาที ก่อนนำมาอ่านไขมันทันทีเป็นครั้งที่สอง

การวิเคราะห์โปรตีนด้วยเครื่อง Gerhardt

1. ชั่งตัวอย่าง 1 ml เติมตัวเร่ง 7-10 กรัม เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 15-25 ml ใส่ boiling chip 2-3 ลูก ใส่ในหลอดย่อยโปรตีน
2. นำหลอดย่อยโปรตีนไปประกอบเข้ากับเครื่องย่อย จนได้สารละลายใสหรือสีฟ้าใส ปล่อยให้เครื่องดูดควันจนหมด ทิ้งไว้ให้เย็น
3. นำหลอดตัวอย่างที่ย่อยแล้วมาต่อเข้ากับเครื่องกลั่นโปรตีน เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 32 % กับน้ำกลั่นในปริมาณที่เครื่องกลั่นแต่ละเครื่องกำหนด ใช้กรดบอริกเข้มข้น 2 % เป็นตัวจับแอมโมเนีย ตวงกรดบอริก 2 % ปริมาณ 60 มิลลิลิตร ใส่ใน Erlenmeyer flask ขนาด 500 มิลลิลิตร หยด mixed indicator 2-3 หยดจะได้สารสีส้มแดงใส รอจนกลั่นเสร็จ
4. นำ Erlenmeyer flask หลังจากกลั่นเสร็จที่มีสารละลายกรดบอริกกับแอมโมเนียซึ่งมีสีฟ้าใสมาไตเตรตกับกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 หรือ 0.01 N จนสารละลายเปลี่ยนเป็นใสไม่มีสี บันทึกปริมาณกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้
5. การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในตัวอย่าง

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน} = \frac{(A-B) \times N\ HCl \times 14}{Wt.\ sample \times 1000} \times 100$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์โปรตีน} = \text{เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน} \times 6.38$$

เมื่อ

A = ปริมาณของสารละลายไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรตกับตัวอย่าง

B = ปริมาณของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรตกับ blank

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ตาราง ANOVA แสดงค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสของน้ำนมถั่วเขียวจากสภาวะการลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ 6 สภาวะจากกระบวนการแช่ถั่วเขียวก่อนนำไปลวก

		N	Subset for alpha = .05	
	BLANCE		1	2
Duncan	4.00	30	2.9000	
	3.00	30	3.1333	
	2.00	30	3.2667	
	5.00	30	3.3333	
	1.00	30	3.4000	
	6.00	30		4.1333
	Sig.		.192	1.000

ตาราง ANOVA แสดงค่าเฉลี่ยของผลการวัดค่าการดูดกลืนแสงของเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสที่ความยาวคลื่น 234 nm สภาวะการลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ 6 สภาวะจากกระบวนการแช่ถั่วเขียวก่อนนำไปลวก

ENZYME

		N	Subset				
	TEMP		1	2	3	4	5
Duncan	6	2	.244950				
	5	2		.270050			
	4	2			.390500		
	3	2				.407350	
	2	2					.434300
	1	2					.437000
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	.692

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ANOVA แสดงค่าเฉลี่ยของผลการวัดค่าการดูดกลืนแสงของเอนไซม์ไลพอกซิเจนเนสที่ความยาวคลื่น 234 nm สภาวะการลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ 6 สภาวะจากกระบวนการลวกถั่วเขียวก่อนนำไปแช่

ENZYME

		N	Subset				
	TEMP		1	2	3	4	5
Duncan	6	2	.508300				
	5	2		.513700			
	3	2		.515550	.515550		
	4	2			.518000		
	2	2				.521450	
	1	2					.524800
	Sig.		1.000	.202	.109	1.000	1.000

ตาราง ANOVA แสดงค่าเฉลี่ยของผลการวัดค่าการดูดกลืนแสงของเอนไซม์เพอร์ออกซิเดสที่ความยาวคลื่น 420 nm สภาวะการลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ 6 สภาวะจากกระบวนการแช่ถั่วเขียวก่อนนำไปลวก

ENZYME

		N	Subset		
	TEMP		1	2	3
Duncan	6	2	.147900		
	5	2	.151600		
	4	2	.156600		
	2	2		.175700	
	3	2		.177050	
	1	2			.195850
	Sig.		.075	.735	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ANOVA แสดงค่าเฉลี่ยของผลการวัดค่าการดูดกลืนแสงของเอนไซม์เพอร์ออกซิเดสที่ความยาวคลื่น 420 nm สภาวะการลวกที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ 6 สภาวะจากกระบวนการลวกถั่วเขียวก่อนนำไปแช่

ENZYME

		N	Subset			
	TEMP		1	2	3	4
Duncan	6	2	.165650			
	5	2	.171400			
	4	2		.181500		
	3	2		.186350		
	2	2			.197500	
	1	2				.232500
	Sig.		.066	.105	1.000	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบรายงานการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อ..วันที่..................................

ผลิตภัณฑ์ น้ำนมถั่วเขียว

กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวาและให้คะแนนกลิ่นและรสตามสเกลที่ให้มาให้ตรงกับรหัสตัวอย่าง

1= ไม่สามารถยอมรับได้
2= มีกลิ่นรสแปลกปลอมมาก
3= มีกลิ่นรสแปลกปลอมเล็กน้อย
4= มีกลิ่นรสดีปานกลาง
5= มีกลิ่นรสดี
6= กลิ่นรสดีมาก

รหัส ....
คะแนน ....

ข้อเสนอแนะ..

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายฤทธิรงค์ สุภาพันธ์ เกิดเมื่อวันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2529 จังหวัดศรีสะเกษ สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อปี พ.ศ. 2546 จากโรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย จังหวัดศรีสะเกษ และจบการศึกษาระดับปริญญาตรีหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อปี พ.ศ. 2551

นายรามธรรม พันธุ์ดี เกิดเมื่อวันที่ 6 สิงหาคม พ.ศ. 2527 จังหวัดเพชรบุรี สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อปี พ.ศ. 2545 จากโรงเรียนพรหมานุสรณ์ จังหวัดเพชรบุรี และจบการศึกษาระดับปริญญาตรีหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อปี พ.ศ. 2551

นางสาวรัชดาพร ทองจันทร์ เกิดเมื่อวันที่ 26 มกราคม พ.ศ. 2528 กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อปี พ.ศ. 2545 จากโรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม กรุงเทพมหานคร และจบการศึกษาระดับปริญญาตรีหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อปี พ.ศ. 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้