

รายงานการวิจัย

เรื่อง

ผลของกระบวนการแปรรูปที่มีต่อคุณภาพของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ

(Effect of Processing on the Properties of Sweet Potato French Fry)

นายรัชชัย สุภวิทพัฒนา

วท.ม. (วิทยาศาสตร์การอาหาร)

พ.ศ. 2544

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม

ปีการศึกษา 2544

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม

หัวข้อวิจัย	ผลของกระบวนการแปรรูปที่มีต่อคุณภาพของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ
ชื่อผู้วิจัย	นายธวัชชัย สุภวิทิตพัฒนา
โปรแกรมวิชา	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะ	เทคโนโลยีการเกษตร
สถาบัน	สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม
ปีที่ทำการวิจัย	2544

จากการศึกษาผลของการลวกและไม่ลวกที่มีต่อคุณภาพของมันเทศ พบว่ามันเทศที่ผ่านการลวกมีปริมาณความชื้นที่สูงกว่าแต่มีปริมาณเถ้าที่ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากการศึกษาผลของกรรมวิธีการแปรรูปที่มีต่อคุณภาพของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ โดยศึกษา 2 ปัจจัย ปัจจัยแรกมี 2 ระดับ คือ การลวกและไม่ลวก ปัจจัยที่สองมี 2 ระดับ คือ การทอด 1 ครั้ง และการทอด 2 ครั้ง (แช่เยือกแข็งก่อนจึงนำมาทอดครั้งที่ 2) พบว่าเฟรนช์ฟรายจากมันเทศที่ผ่านการลวกและทอด 2 ครั้ง มีปริมาณไขมันสูงที่สุดและคะแนนการยอมรับจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่นรส รสชาติและการยอมรับรวมสูงที่สุด

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

Research Title Effect of Processing on the Properties of Sweet Potato French Fry
Name Thawatchai Supavititpatana
Program Food Science and Technology
Faculty Agricultural Technology
Institute Rajabhat Institute Pibulsongkram
Year 2001

Abstract

Effect of blanching and non-blanching on qualities of sweet potato found that blanching and non-blanching sweet potato was significant, blanching sweet potatoes was higher moisture content but lower total ash. Effect of processing on qualities of french fry from sweet potato. Studied 2 factors, the first factor had 2 levels, blanching and non-blanching, and the second factor had 2 levels, frying 1 time and frying 2 times (freezing before frying the second time). French fry from blanching sweet potato and frying 2 times was the highest fat content and the score of acceptance test about colour, flavour, taste and overall acceptance was the highest too.

ประกาศคุณูปการ

งานวิจัยเรื่องผลของกระบวนการแปรรูปที่มีต่อคุณภาพของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ ได้รับ
ทุนสนับสนุนจาก สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม ซึ่งดำเนินการคัดเลือกจัดสรรการให้ทุนอุดหนุนงาน
วิจัยโดยสำนักวิจัยและบริการวิชาการ ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณสำนักวิจัยและบริการวิชาการและ
สถาบันราชภัฏพิบูลสงครามที่เล็งเห็นถึงคุณค่าและประโยชน์ที่จะได้รับจากการทำวิจัยเรื่องนี้ และ
ขอขอบคุณทุกท่านที่ได้มีส่วนช่วยเหลือสนับสนุนให้งานวิจัยเรื่องนี้ได้ดำเนินการสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ธวัชชัย สุภวิทิตพัฒนา

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
ประกาศศุณูปการ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	13
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	18
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	30
บรรณานุกรม	31
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ทางเคมี	33
ภาคผนวก ข แบบรายงานผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ	37

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ทางสถิติ	38
ประวัติผู้วิจัย	42

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ผลของพันธู์และการหุงต้มที่มีต่อคุณค่าสารอาหารของมันเทศและมันฝรั่ง	5
2 คุณสมบัติที่แตกต่างระหว่างอะไมโลสและอะไมโลเพคติน	6
3 ความแตกต่างของ bound water และ free water	7
4 ปริมาณความชื้นในมันเทศแห้งที่ผ่านการลวกและไม่ผ่านการลวก	18
5 ปริมาณเ้าในมันเทศแห้งที่ผ่านการลวกและไม่ผ่านการลวก	19
6 ปริมาณไขมันในเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ (ร้อยละ)	20
7 คะแนนเฉลี่ยของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศทั้ง 4 ตัวอย่าง	21
8 คะแนนเฉลี่ยของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศทั้ง 4 ตัวอย่าง	22
9 คะแนนเฉลี่ยของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศทั้ง 4 ตัวอย่าง	23
10 คะแนนเฉลี่ยของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศทั้ง 4 ตัวอย่าง	24
11 คะแนนเฉลี่ยของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศทั้ง 4 ตัวอย่าง	25

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นของมันเทศที่ผ่านการลวกและไม่ผ่านการลวก	38
2	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเถ้าของมันเทศที่ผ่านการลวกและไม่ผ่านการลวก	38
3	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไขมันของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ	39
4	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการยอมรับด้านสีของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ	39
5	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นรสของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ	40
6	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการยอมรับด้านรสชาติของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ	40
7	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ	41
8	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการยอมรับด้านการยอมรับรวมของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ	41

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ขั้นตอนทั่วไปในกระบวนการผลิตเฟรนช์ฟราย	3
2	ขั้นตอนการเตรียมมันเทศหั่นแท่งเพื่อผลิตเฟรนช์ฟราย	14
3	ขั้นตอนการผลิตเฟรนช์ฟราย	15
4	หัวมันเทศดิบก่อนปอกเปลือก	26
5	หัวมันเทศดิบหลังปอกเปลือก	26
6	มันเทศหั่นแท่งที่ไม่ผ่านการลวก	27
7	มันเทศหั่นแท่งที่ผ่านการลวก	27
8	มันเทศหั่นแท่งที่ไม่ผ่านการลวกทอดครั้งที่ 1 และผ่านการลวกทอดครั้งที่ 1 ก่อนแช่แข็ง	28
9	มันเทศหั่นแท่งที่ไม่ผ่านการลวกทอดครั้งที่ 1 และผ่านการลวกทอดครั้งที่ 1 หลังแช่แข็ง	28
10	เฟรนช์ฟรายจากมันเทศที่เตรียมจากมันเทศที่ผ่านการลวกและไม่ลวกทอด 1 ครั้ง	29
11	เฟรนช์ฟรายจากมันเทศที่เตรียมจากมันเทศที่ผ่านการลวกและไม่ลวกทอด 2 ครั้ง	29

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์เฟรนช์ฟรายจัดเป็นอาหารประเภทขบเคี้ยว (Snack Foods) ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย โดยได้รับอิทธิพลมาจากชาวตะวันตกเข้ามาเกี่ยวข้องกับชีวิตมากขึ้น เนื่องจากเป็นแหล่งอาหารที่ให้พลังงานสูงและเป็นอาหารประเภท Fast food ทำให้เกิดความรวดเร็วและง่ายต่อการบริโภค โดยเฟรนช์ฟรายเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากมันฝรั่งซึ่งประเทศไทยได้มีการนำเข้าน้ำมันฝรั่งแช่เยือกแข็งปีละหลายล้านบาท ฉะนั้นเพื่อลดการเสียดุลการค้าจากการนำเข้าน้ำมันฝรั่ง โดยใช้วัตถุดิบทดแทนที่มีลักษณะใกล้เคียงกันและผลิตได้ภายในประเทศ จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจในการศึกษาถึงการนำมันเทศซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจอันดับที่ 5 ของโลก (ไทย, 2534) มาผลิตเป็นเฟรนช์ฟรายแทนหัวมันฝรั่งที่จัดเป็นอาหารที่มีโครงสร้างของแป้งสูงในปริมาณใกล้เคียงกันและเป็นการเพิ่มมูลค่าแก่ผลิตภัณฑ์มันเทศอีกทางหนึ่งด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาผลของการลวกและไม้อลวกที่มีต่อคุณภาพของของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ
2. ศึกษาผลของกรรมวิธีการแปรรูปที่มีต่อคุณภาพของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ
3. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

ขอบเขตของการวิจัย

ทำการศึกษาผลของกรรมวิธีการแปรรูปซึ่งมี 2 ปัจจัย ปัจจัยแรกมี 2 ระดับ คือ การลวกและไม้อลวก ปัจจัยที่สองมี 2 ระดับ คือ การทอด 1 ครั้งและการทอด 2 ครั้ง (แช่เยือกแข็งก่อนจึงนำมาทอดครั้งที่ 2)

นิยามศัพท์ที่เกี่ยวข้อง

มันเทศ (Sweet Potato) เฟรนช์ฟราย (French Fry) การลวก (Blanching)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบผลของการลวกและไม่ลวกที่มีต่อคุณภาพของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ
2. ทราบผลของกรรมวิธีการแปรรูปที่มีต่อคุณภาพของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ
3. ทราบผลการยอมรับของผู้บริโภค
4. ทราบแนวทางในการนำมันเทศมาผลิตเฟรนช์ฟรายแทนมันฝรั่ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

บทที่ 2

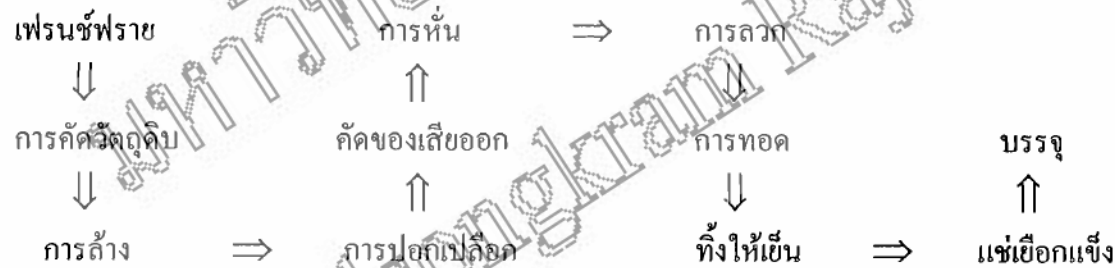
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เฟรนช์ฟราย (French Fry)

เฟรนช์ฟรายจัดเป็นอาหารว่างจำพวกขบเคี้ยว (Snack Foods) ที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน ที่มีกระบวนการแปรรูปคล้ายมันฝรั่งทอด (potato chips) แต่แตกต่างกัน คือ ขนาด รูปร่างเป็นแท่ง อุณหภูมิ เวลาที่ใช้ทอด และมีการแช่เยือกแข็งเพื่อเก็บรักษาต่อไป เมื่อต้องการบริโภคจะนำมาคืนรูป (thawing) ก่อนที่จะนำไปทอดอีกครั้งหนึ่งจึงจัดได้ว่าเป็นอาหารกึ่งสำเร็จรูป

ในปัจจุบันได้มีการศึกษาโดยนำวัตถุดิบชนิดอื่นมาทดแทนหัวมันฝรั่งที่มีราคาแพง เช่น มันสำปะหลังบดผสมมันฝรั่งเพื่อลดปริมาณไขมันในเฟรนช์ฟราย (ศรายุทธและอมรรัตน์, 2541) ในอัตราส่วนมันสำปะหลัง ต่อมันฝรั่ง 70:30 จะได้เฟรนช์ฟรายที่ไม่แตกต่างกับเฟรนช์ฟรายมันฝรั่งส่วน แต่ในอัตราส่วน 100:0 จะได้เฟรนช์ฟรายที่กรอบนานกว่ามันฝรั่งและลดต้นทุนในการผลิตอีกด้วย

เฟรนช์ฟรายมีองค์ประกอบของแป้งเป็น โครงสร้างที่สำคัญนิยมทำจากมันฝรั่งที่มีกระบวนการผลิตโดยทั่วไปดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนทั่วไปในกระบวนการผลิตเฟรนช์ฟราย
ที่มา : Audrey(1944)

มันเทศ (Sweet potato)

มันเทศมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Ipomoea batatas* (L.) Poir อยู่ในวงศ์ *Convolvulaceae* เป็นพืชหัวที่เกิดจากการขยายตัวของ adventitious root ของลำต้นที่ใช้ปลูกหรือเลื้อยไปตามดิน โดยมีระบบรากแบบ Fibrous root systems บางทีจะมีขนาดใหญ่และเป็นທີ່สะสมอาหาร หัวมีขนาดรูปร่างและสี แตกต่างกันไปตามพันธุ์ ผิวของหัวมันเทศมีสีแตกต่างกันไปเช่น สีขาว ชมพู ม่วงหรือน้ำตาลแดงขึ้นอยู่กับพันธุ์ โดยมี parenchyma ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อที่มีการสะสมแป้ง

มันเทศเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง สามารถปลูกขึ้นได้ง่าย จึงจัดมันเทศเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอันดับที่ 5 ของโลก รองจาก ข้าวสาลี ข้าวเจ้า ข้าวโพดและมันฝรั่ง หัวมันเทศต่อไร่ 100 จะมีส่วนที่สามารถบริโภคได้ร้อยละ 82.1 (ศิริลักษณ์ ,2522) แต่จะให้ปริมาณสารอาหารแตกต่างกันไป โดยมีปัจจัยในเรื่องอายุในการเก็บผลผลิตซึ่งจะมีผลต่อปริมาณสารอาหาร ฉะนั้นจึงแบ่งพันธุ์มันเทศออกได้เป็น 3 พวกตามอายุของมันเทศดังนี้

1. พันธุ์เบา อายุประมาณ 90 วัน หลังจากปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว
2. พันธุ์กลาง อายุประมาณ 120 วัน หลังจากปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว
3. พันธุ์หนัก อายุประมาณ 150 วัน หลังจากปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว

คุณค่าทางโภชนาการของหัวมันเทศแตกต่างกันไปตามพันธุ์และการหุงต้ม (ดังตารางที่ 1) โดยความชื้นในหัวมันเทศสดจะอยู่ในช่วงกว้างคือ ร้อยละ 50-81 ที่มีผลมาจากความอ่อน-แก่ของหัวมันเทศเองและการหุงต้มที่เป็นการเพิ่มความชื้นจะทำให้มีผลต่อปริมาณสารอาหารได้เช่นกันทั้งนี้คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่สตาร์ชที่มีอยู่ร้อยละ 0.5-7.5 โดยมีอะไมโลส ร้อยละ 18 เป็นสารประเภทเพคติน สตางิโอสและเวอรับิลโคส

ตารางที่ 1 ผลของพันธุ์และการหุงต้มที่มีต่อคุณค่าสารอาหารของมันเทศและมันฝรั่ง

Name of foods	M.C. gm.	Cal. Unit.	Fat. gm.	CHO gm.	Fibre gm.	Protein gm.	Ca. mg.	P. mg.	Fe. mg.	Vitamins			
										A I.U.	B1 mg.	B2 mg.	Niacin mg.
มันเทศ, หัว, ขาว	72.3	108	0.3	25.6	0.8	1.0	21	50	0.9	58	0.14	0.05	0.7
มันเทศ, หัว, ขาว, ต้ม	62.2	149	0.4	35.8	0.6	0.6	72	51	0.7	10	0.06	0.03	0.5
มันเทศ, หัว, ลือ่ง	70.7	115	0.3	27.1	0.8	1.2	36	56	0.9	2,800	0.12	0.05	0.6
มันเทศ, หัว, ลือ่ง, ต้ม	68.1	126	0.6	29.4	0.6	1.0	66	58	0.8	1,025	0.09	0.04	0.6
มันเทศ, แป้ง	13.2	339	0.9	80.8	3.0	2.2	50	95	2.0	0	0.24	0.09	1.5
มันฝรั่ง	78.3	82	0.1	18.7	0.4	2.0	9	52	0.8	-	0.10	0.04	1.6
มันฝรั่ง, เผือกทั้ง เปลือก	75.1	93	0.1	21.1	0.6	2.6	9	65	0.7	tr.	0.10	0.04	1.7
มันฝรั่ง, ต้มทั้ง เปลือก	79.8	76	0.1	17.1	0.5	2.1	7	53	0.6	tr.	0.09	0.04	1.5
มันฝรั่ง, ต้ม, ไม่ เปลือก	81.0	72	0.1	16.3	0.3	1.9	7	44	0.8	-	0.06	0.02	1.3
มันฝรั่ง, จีน, สด	4.2	562	43.8	45.9	0.9	3.6	18	74	1.6	-	-	0.02	0.5
มันฝรั่ง, แป้ง	17.5	332	0.1	82.1	0	0.1	10	38	1.5	-	0	0	0

ที่มา: ครุณี (2532)

สำหรับโปรตีนที่มีในหัวมันเทศจะมีน้อยกว่าพวกธัญชาติ แต่คุณภาพโปรตีนดีกว่าคือมีกรดอะมิโนไลซีนอยู่สูงกว่าธัญชาติและส่วนประกอบของแร่ธาตุหลายชนิดเช่น โพแทสเซียม โซเดียม กลอไรด์ ฟอสฟอรัสและแคลเซียมเป็นต้น นอกจากนี้หัวมันเทศจะเป็นแหล่งพลังงานที่ดีแล้วยังเป็นแหล่งของวิตามิน โดยเฉพาะแคโรทีนที่เป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอโดยจะมีมากน้อยตามแต่สีของหัวมันเทศโดยพันธุ์ที่มีสีเหลืองเข้มหรือสีส้มก็จะมีแคโรทีนในปริมาณสูง

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของเฟรนช์ฟราย

1. แป้ง

หัวมันเทศจัดว่าเป็นพวกรากพืชที่มีปริมาณแป้ง (starch) เป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญที่เป็นแหล่งอาหารคาร์โบไฮเดรตประเภทพอลิแซคคาไรด์ที่มนุษย์เลือกเป็นอาหารหลัก คุณสมบัติของสตาร์ชในหัวมันเทศจะแตกต่างกันตามสัดส่วนของโครงสร้าง 2 ชนิดคือ อะไมโลส (amylose) และ อะไมโลเพคติน (amylopectin) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณสมบัติที่แตกต่างระหว่างอะไมโลสและอะไมโลเพคติน

อะไมโลส	อะไมโลเพคติน
- รสหวาน	- รสไม่หวาน
- ไม่ละลายในน้ำแต่กระจายตัวในน้ำเป็นไมเซลล์	- ละลายน้ำให้สารแขวนลอยให้สีแดงม่วงหรือสีน้ำตาล
- ให้สีน้ำเงินแก่ไอโอดีน	- โมเลกุลต่อกันเป็นกิ่งไม้
- ประกอบด้วยโมเลกุลต่อกันเป็นเส้นตรง	

ที่มา : ดัดแปลงจาก ศิริลักษณ์ (2522)

2. น้ำ

โมเลกุลของน้ำประกอบด้วยไฮโดรเจน 2 อะตอมกับออกซิเจน 1 อะตอมที่ต่อกันแบบไม่เป็นเส้นตรงมีลักษณะที่มีขั้วบวกและขั้วลบ ซึ่งสามารถดึงดูดสารอื่นให้เป็นสารละลายได้ดี (อรอนงค์, 2540) โดยน้ำในอาหารแบ่งได้ 3 ลักษณะคือ Bound water, Adsorbed water และ free water ซึ่งมีคุณสมบัติดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความแตกต่างของ bound water และ free water

Bound water	Free water
1. รวมโดยแทรกซึมอยู่กับอนุภาคของอาหาร เช่น โปรตีน น้ำตาลหลายชั้นไขมันซึ่งอยู่ในเซลล์สิ่งมีชีวิต	1. ไม่ได้รวมอยู่กับในส่วนประกอบของเนื้อเยื่อ
2. บีบคั้นออกมาไม่ได้หรือได้ก็ยากมาก	2. แยกออกจากเซลล์โดยแรงกดคั้นได้
3. ทนต่อการแช่แข็งหรือการทำให้แห้ง ตัวอย่างเช่น การแช่แข็งไข่ขาว	3. สามารถทำให้สารที่เป็นของแข็งในเซลล์ละลายหรือแขวนลอยอยู่ได้

ที่มา : ศิริลักษณ์ (2522)

3.น้ำมัน

การใช้น้ำมันเป็นสื่อในการพาความร้อน (convection) โดยการทอดในน้ำมันมากจนท่วมอาหารซึ่งจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำในอาหารที่มาจากความร้อนของน้ำมัน โดยการที่ความร้อนไหลจากกระทะที่ได้รับความร้อนจากเปลวไฟผ่านเข้าสู่ไขมันที่เป็นสื่อความร้อนจากที่มีความหนาแน่นมากไปสู่ที่ความหนาแน่นต่ำ

การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของกระบวนการผลิตเฟรนช์ฟราย

1. เจลาติไนเซชัน (Gelatinization)

เจลาติไนเซชันเป็นกระบวนการที่เกิดจากการเติมน้ำลงไปในสตาร์ชทำให้เกิดสารแขวนลอยยังไม่หนืดขึ้น เมื่อสตาร์ชที่คงรูปจะแตกตัวแล้วดูดซึมน้ำเอาไว้ทำให้เกิดการพองตัว เมื่อเพิ่มอุณหภูมิสตาร์ชจะพองตัวมากขึ้นในที่สุดจะมีสีขาวขุ่นแล้วเปลี่ยนไปเป็นใส โดยกระบวนการนี้มีกลไกการเกิดปฏิกิริยา 4 ขั้นตอน คือ

1.1 โครงสร้างของโซล (sol) เม็ดแป้งที่พองตัวขึ้นใสเต็มที่จะมองคล้ายถุงเหมือนวุ้นภายในเต็มไปด้วยสารละลายแป้งสตาร์ชที่มีน้ำอยู่ เมื่อต้มต่อเม็ดแป้งจะหดตัวจนในที่สุดเม็ดแป้งจะหายไปโดยมีกลไกการเกิดปฏิกิริยา คือ เมื่อต้มแป้งสตาร์ชในน้ำ โมเลกุลต่ำจะละลายออกจากพื้นผิวหน้าของเม็ดแป้งเหลือแต่ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงอยู่ในร่างแหที่พองตัวนั้น น้ำจะแทรกซึมเม็ดแป้งผ่านทางร่างแหและไปละลายโมเลกุลอะไมโลสที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำภายในเม็ดแป้งทำให้แป้งเปียกในระยะนี้

มีความขุ่นหนืดสูงและเมื่อโมเลกุลละลายแพร่ออกมามากขึ้นเม็ดแป้งจึงหดตัวเพราะแรงดันออสโมติกของมันลดลง

1.2 โครงสร้างของเจล (gel) เป็นร่างแหของโมเลกุลอะไมโลสและอะไมโลเพกตินกับน้ำประสานเข้าด้วยกันด้วยพันธะ intermolecular bonds ที่อ่อนลงเมื่ออุณหภูมิของแป้งเปียกลดลงแต่เมื่อเย็นจะมีกำลังเพิ่มขึ้น

1.3 ความใสของแป้งเปียก จะยอมให้แสงผ่านได้โดยใช้เครื่อง photoelectric cell

1.4 ความหนืดของแป้งเปียก จะเพิ่มขึ้นเมื่อสตาร์ชพองตัวขึ้นใสแล้วจะลดความหนืดลงอีกเมื่อเย็นลง

2. รีโทรกราเดชัน (Retrogradation)

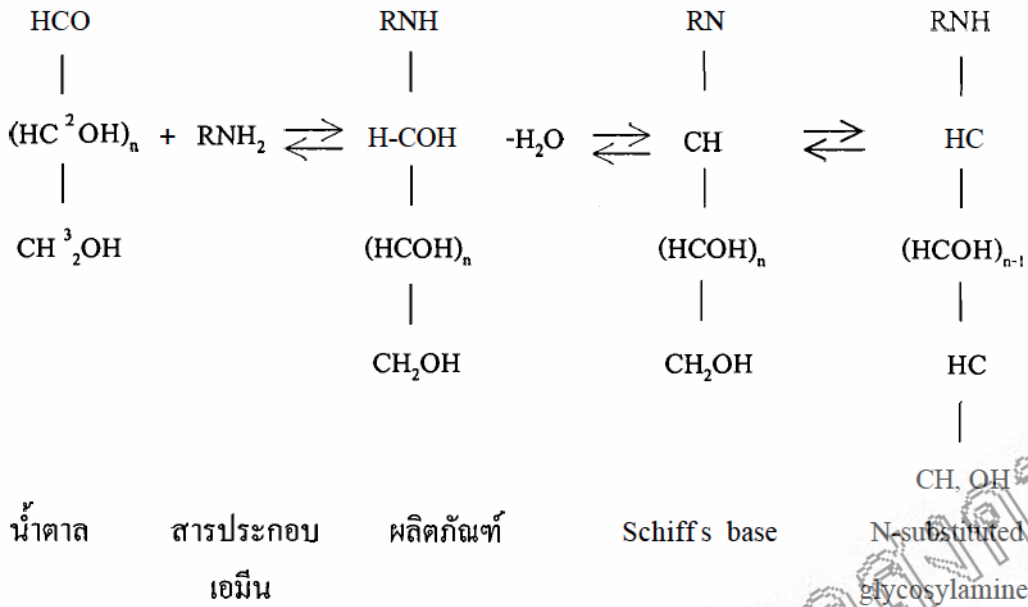
รีโทรกราเดชัน คือการคืนตัวของเม็ดแป้งเนื่องจากเม็ดแป้งจะกลับสู่สภาพที่ไม่ละลายในน้ำ เช่นเหมือนเดิมก่อนที่แป้งจะตกตะกอน สารละลายจะกลับมีสีเหลือง ขุ่นมากกว่า ทนต่อฤทธิ์ของเอนไซม์ยิ่งขึ้นและจะขุ่นหนืดน้อยลง การคืนตัวนี้เกี่ยวข้องกับหน้าที่โมเลกุลที่เป็นโซ่ตรงมารวมกันโดยพันธะระหว่างโมเลกุลอะไมโลสด้วยกันที่มีลักษณะเป็นเส้นตรง

3. เมคการีเอคชัน (Maillard reaction)

เป็นปฏิกิริยาที่สำคัญอย่างยิ่งในทางอุตสาหกรรมอาหาร เพราะมีผลต่อความต้องการและไม่ต้องการของผู้บริโภค ปฏิกิริยานี้เริ่มจาก amino group ของกรดอะมิโนในมันเทศทำปฏิกิริยากับ Carbonyl group ของ reducing sugar ในมันเทศ โดยมีกลไกการเกิดปฏิกิริยา 3 ขั้นตอนดังนี้

3.1 ขั้นตอนแรก อาหารยังไม่มีสี ไม่คุดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ต

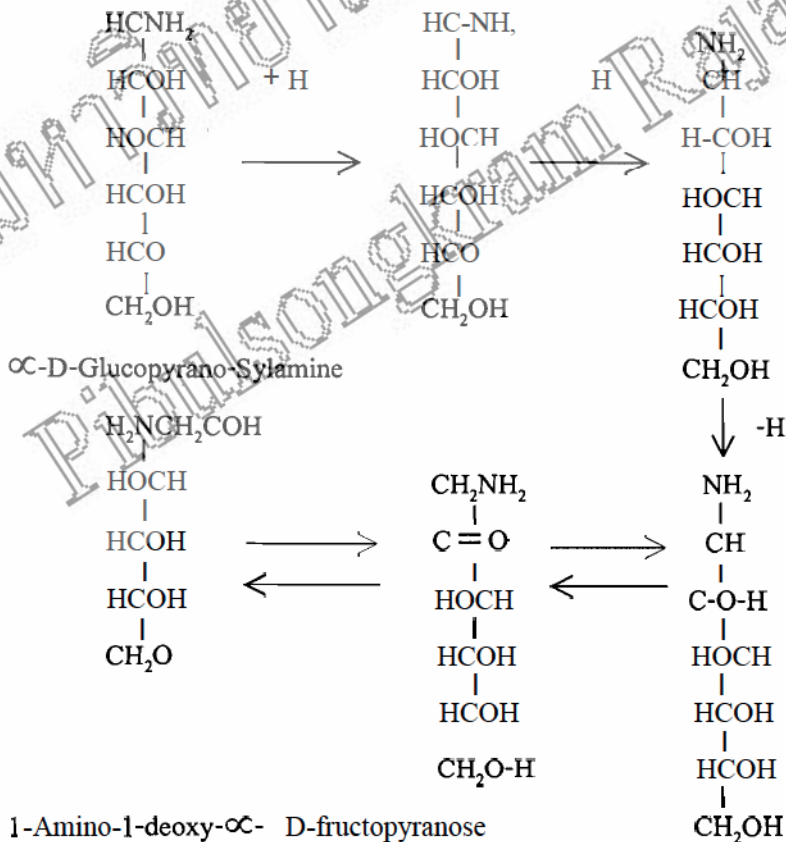
3.1.1 คอนเดนเซชันของน้ำตาล-เอมีน (sugar – amin condensation) เป็นปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาล aldose หรือ ketose กับ 1,2 เอมีนหรือกรดอะมิโน ซึ่งจะให้ Schiff's base ก่อนแล้วจึงเกิดเป็น N-Substituted glucosylamine



3.1.2 Amadori rearrangement ปฏิกิริยาการจัดตัวใหม่ของ glucosylamine เกิดเป็น

1-amino-1-deoxy- α -ketose

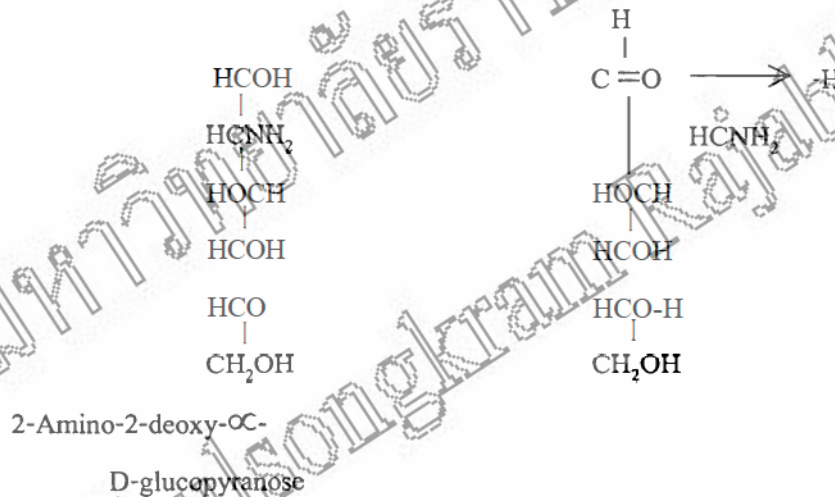
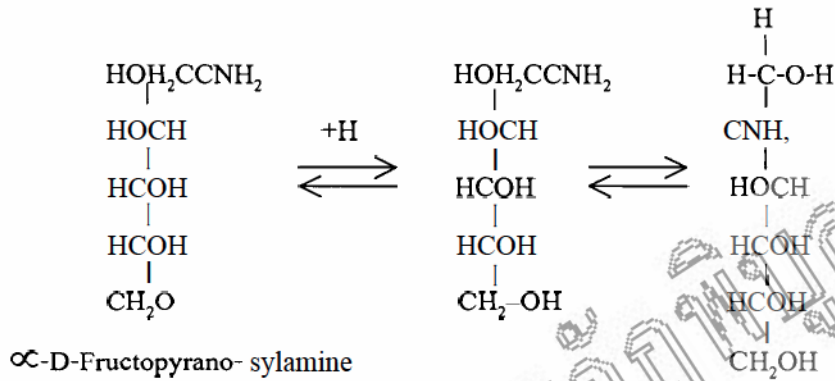
Amadori Rearrangement



กลไกที่สำคัญของ Amadori rearrangement เกี่ยวข้องกับการเกิด protonation ของ nitrogen atom ที่ C ตำแหน่งที่ 1

อีกแบบหนึ่งของการเกิด rearrangement คือ Heyns rearrangement จะให้ 2-amino-2-deoxy- α -D-glucopyranose เกี่ยวข้องกับการ protonation ของ Oxygen atom ที่ C ที่ตำแหน่งที่ 6

Heyns Rearrangement



3.2 ขั้นตอนที่สองมีสีเหลืองอ่อนถึงปานกลางดูคล้ายรังสีอัลตราไวโอเล็ตมี 3 กระบวนการ
คือ

3.2.1 การกำจัดน้ำออกจากน้ำตาล (sugar dehydration)

เกิดจาก 1, 2-enediol ของสารประกอบอะมาโดรี นำไปสู่การเกิด 5-hydroxymethyl-2-furfural (HMF) ปฏิกิริยาแรกนี้กรดอะมิโนอาจจะยังคงติดอยู่ใน โมเลกุลบางส่วนตลอดปฏิกิริยาการกำจัดน้ำออก ซึ่งมักเกี่ยวข้องกับการเกิดสีน้ำตาล

นอกจากนี้ยังอาจเกิดจาก 2, 3-enediol ของสารประกอบอะมาโดรี ปฏิกิริยาหลังนี้กรดอะมิโนจะถูกกำจัดออกจาก โมเลกุล โดยสิ้นเชิง ซึ่งมักจะเกี่ยวข้องกับการเกิดกลิ่น

3.2.2 การแตกหักของน้ำตาล (sugar fragmentation)

3.2.3 การแตกหักของกรดอะมิโน (amino acid degradation) เรียกว่า strecker degradation ซึ่งจะให้อัลดีไฮด์ที่มีคาร์บอนน้อยกว่ากรดอะมิโนเดิม I ตัว พร้อมกับปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ 1 โมเลกุลออกมา เป็นปฏิกิริยาที่สำคัญของการเกิดสารให้กลิ่น ปฏิกิริยาทั่วไปของ Strecker degradation ซึ่งแสดงถึงบทบาทของสารประกอบไดคาร์บอนิลที่มีต่อปฏิกิริยานี้



3.3 ขั้นตอนสุดท้าย อาหารมีสีเข้มเป็นสีน้ำตาลแดงและสีน้ำตาลเข้ม

3.3.1 แอลดอลคอนเดนเซชัน (Aldolcondensation)

3.3.2 โพลีเมโรเซชันของแอลดีไฮด์-เอมีน (Aldehyde-amine condensation) และ

การเกิดสารประกอบเฮเทอโรไซคลิกไนโตรเจน (heterocyclic nitrogen compounds)

จากการเกิด 1, 2-enol form ของ aldose และ ketose amines แล้วจึงติดตามมาด้วยการ degradation และ condensation เป็นผลให้เกิดสาร melanoidines ทีมสนาตาลซึ่ง polymer เหล่านี้มักมีส่วนประกอบของไนโตรเจนในปริมาณต่างๆ กัน สัดส่วนก็จะแปรไปตามธรรมชาติของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นตลอดจนค่าความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิและสภาพอื่นๆ ที่ประกอบอยู่ขณะนั้น

นอกจากนี้ชนิดของกรดอะมิโนก็มีความว่องไวในปฏิกิริยา browning reaction นี้ต่างกัน ไป ในพวก α -amino acids พบว่า glycine ว่องไวที่สุด กรดอะมิโนที่โมเลกุลใหญ่และขาวมักเกิดปฏิกิริยา browning ซ้ำกว่า กรดอะมิโนที่จำเป็นที่มักเกิดปฏิกิริยานี้ได้แก่ threonine, phenylalanine, tryptophan และ lysine โดยที่ lysine เป็นกรดที่โปรตีนของอาหารมักขาดจึงมักนับว่ามีความสำคัญมาก

4. การรวมตัวของน้ำมันกับน้ำ

กระบวนการรวมตัวของน้ำมันกับน้ำ มีผลต่อความนุ่มของเฟรนช์ฟราย ดังทฤษฎีหนึ่งที่ ศิริลักษณ์, (2522) กล่าวว่า " ไขมันที่คลุมพื้นที่ผิวหน้าได้มากที่สุดจะมีกำลังในการช่วยให้นุ่มได้มากที่สุด " โดยมีปัจจัยที่มีผลต่อพื้นที่ผิวหน้าที่ถูกคลุมด้วยไขมันได้แก่

4.1 ธรรมชาติของไขมัน คือการรวมกัน แรงดึงดูดระหว่างผิว แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของ น้ำในโมเลกุลของผิวหน้าอาหารกับของเหลวที่เป็นอินทรีย์สาร ทั้งนี้ใน โมเลกุลของอินทรีย์สารจะมี ทั้งหมู่ polar และ nonpolar อยู่ในโมเลกุลของสารอินทรีย์ทั้ง 2 หมู่เมื่อเทน้ำมันลงบนน้ำ น้ำมันจะ กระจายอย่างรวดเร็วเนื่องจากแรงดึงดูดของหมู่ polar ในน้ำมันกับน้ำที่อยู่ในโมเลกุลบริเวณผิวมัน เทศโดยจะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับแรงดึงดูดของพันธะคู่

4.2 ความเข้มข้นของไขมัน ยังมีปริมาณไขมันมากก็ทำให้เนื้อของอาหารนุ่มลงเนื่องจาก โมเลกุลของน้ำมันที่แทรกอยู่ในเนื้ออาหารนั่นเอง

4.3 อุณหภูมิ ที่อุณหภูมิสูงไขมันจะมีความหยุ่นเพิ่มขึ้น จึงแผ่ออกไปได้มากกว่าเดิมทำให้ กำลังในการควบคุมพื้นที่ผิวของแป้งและส่วนประกอบจะถูกคลุมได้มากกว่าที่อุณหภูมิต่ำกว่า ทั้งนี้ การที่อุณหภูมิสูงขึ้นยังมีผลต่อกลูเตนที่จะดูดซึมน้ำได้มากขึ้นและง่ายกว่าซึ่งจะมีผลต่อ ความนุ่มได้

4.4 วิธีการผสมหรือวิธีการทอด ที่จะสามารถทำให้น้ำมันแทรกอยู่ในเนื้ออาหารอยู่ได้มากและ นานตามลักษณะเฉพาะของอาหารประเภทนั้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วัตถุดิบ

1. หัวมันเทศชนิดเปลือกแดงเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.5 – 2 นิ้ว
2. น้ำมันปาล์มตราแวว
3. เคมีภัณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน

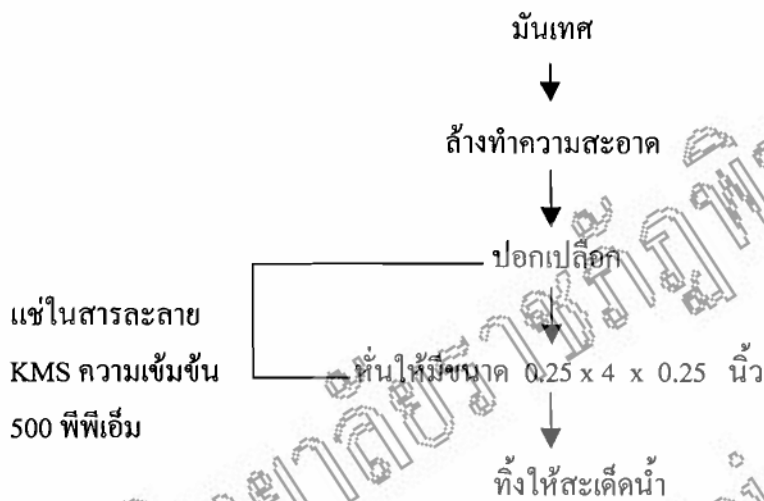
อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (Sartorius BP 300S)
2. ตู้แช่เยือกแข็ง
3. ตู้อบลมร้อน รุ่น UM 100
4. เตาเผา รุ่น Type 4800 Furnace
5. เตาทอดน้ำมันตัก
5. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น
6. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ปริมาณเถ้า
7. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมมันเทศ

นำมันเทศมาล้างให้สะอาด ปอกเปลือกแล้วหั่นเป็นแท่งสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง x ยาว x หนา เท่ากับ $0.25 \times 4 \times 0.25$ นิ้ว จากนั้นแช่ในสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟด์ (KMS) ความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม ทิ้งให้สะเด็ดน้ำ เพื่อใช้ในการวิจัยต่อไป โดยกรรมวิธีการเตรียมมันเทศ แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการเตรียมมันเทศหั่นแท่งเพื่อผลิตเฟรนช์ฟราย

2. การศึกษาผลของการลวกและไม่ลวกที่มีต่อคุณภาพเฟรนช์ฟราย

2.1 นำมันเทศที่หั่นเป็นชิ้นแล้วมาแบ่งเป็น 2 ส่วน โดยส่วนที่ 1 ไม่ลวก ส่วนที่ 2 นำไปลวก ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 180 วินาที ทำให้สะเด็ดน้ำ

2.2 วิเคราะห์หาปริมาณความชื้นและปริมาณเถ้า ตามวิธีของ AOAC (1990)

3. การศึกษาผลของการทอดครั้งเดียวและการทอด 2 ครั้งที่มีผลต่อคุณภาพเฟรนช์ฟราย

3.1 นำมันเทศที่ไม่ผ่านการลวกมาแบ่งเป็น 2 ส่วน (ส่วนที่ 1 และ ส่วนที่ 2) และนำมันเทศที่ผ่านการลวกมาแบ่งเป็น 2 ส่วน เช่นกัน(ส่วนที่ 3 และ ส่วนที่ 4)

3.2 นำส่วนที่ 1 และส่วนที่ 3 มาทอดที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ครั้งเดียวจนสุกมีสีเหลืองทองทิ้งให้เย็นและสะเด็ดน้ำมัน

3.3 นำส่วนที่ 2 และส่วนที่ 4 มาทอดพอสุกที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส นาน 30 วินาที จากนั้นนำไปแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยบรรจุในถุงพลาสติก ก่อนแล้วจึงนำมาทอดที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส จนมีสีเหลืองทองทิ้งให้เย็นและสะเด็ดน้ำมัน



ภาพที่ 3 ขั้นตอนผลิตเฟรนช์ฟราย

4. วิเคราะห์หาปริมาณไขมันในเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ

นำเฟรนช์ฟรายที่ผลิตได้จากการวิจัยในข้อที่ 3 มาทำการวิเคราะห์หาปริมาณไขมันโดยวิธีสกัดตรง (Direct Extraction Method) ตามวิธีของ AOAC (1990)

5. ศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ

นำผลิตภัณฑ์เฟรนช์ฟรายจากมันเทศที่ผลิตได้จากการวิจัยในข้อ 3 มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนมาแล้วจำนวน 10 คน เพื่อคัดเลือกวิธีการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ โดยประเมินปัจจัยคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส (กรอบนอกนุ่มใน) และการยอมรับรวม โดยวิธีการให้คะแนนแบบ Hedonic scale 9 ระดับคือ

- 9 = ชอบรับมากที่สุด
- 8 = ชอบรับมาก
- 7 = ชอบรับปานกลาง
- 6 = ชอบรับ
- 5 = เฉย ๆ
- 4 = ไม่ชอบรับเล็กน้อย
- 3 = ไม่ชอบรับปานกลาง
- 2 = ไม่ชอบรับมาก
- 1 = ไม่ชอบรับมากที่สุด

6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

6.1 การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นและปริมาณเถ้าในมันเทศที่ผ่านการสวกและไม่ผ่านการสวกในการวิจัยข้อ 2.2 วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completed Design,RCB) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และนำผลการวิจัยมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (Least Significant Difference,LSD)

6.2 วิเคราะห์หาปริมาณไขมันในเฟรนช์ฟรายจากมันเทศในการวิจัยข้อ 4 วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completed Design,RCB) โดยจัดสิ่งทดลองแบบ Factorial ซึ่งมี 2 ปัจจัย ปัจจัยแรกมี 2 ระดับ คือ การลวกและไม่ลวก ปัจจัยที่สองมี 2 ระดับ คือ การทอด 1 ครั้งและการทอด 2 ครั้ง (แช่เยือกแข็งก่อนจึงนำมาทอดครั้งที่ 2) ดังภาพที่ 3 ทำการวิจัย 3 ซ้ำ และนำผลการวิจัยมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of varience, ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (Least significant Difference,LSD)

6.3 ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเฟรนช์ฟรายจากมันเทศวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completed Design,RCB) โดยจัดสิ่งทดลองแบบ Factorial ซึ่งมี 2 ปัจจัย ปัจจัยแรกมี 2 ระดับ คือ การลวกและไม่ลวก ปัจจัยที่สองมี 2 ระดับ คือ การ non 1 ครั้งและการทอด 2 ครั้ง (แช่เยือกแข็งก่อนจึงนำมาทอดครั้งที่ 2) ดังภาพที่ 3 ทำการวิจัย 3 ซ้ำ แล้ววิเคราะห์ข้อมูลโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of varience, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (Least Significant Difference,LSD)

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลของการลวกและไม่ลวกที่มีต่อคุณภาพของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ

จากการศึกษาปัจจัยเกี่ยวกับการลวกและไม่ลวกมันเทศหั่นแท่งก่อนแปรรูปที่มีต่อคุณภาพของเฟรนช์ฟราย โดยนำมันเทศหั่นแท่งขนาด $0.25 \times 4 \times 0.25$ นิ้ว แบ่งเป็น 2 dau นำส่วนที่หนึ่งไปลวกที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส นาน 180 วินาที แล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นและปริมาณแฉ่ำทั้งหมดเปรียบเทียบกับมันเทศหั่นแท่งอีกส่วนหนึ่งที่ไม่ผ่านการลวกได้ผลดังนี้

1.1 ผลของการลวกและไม่ลวกที่มีต่อปริมาณความชื้นในมันเทศหั่นแท่งก่อนแปรรูป

ผลจากการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นในมันเทศหั่นแท่ง ที่ผ่านการลวกที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส นาน 180 วินาที และมันเทศที่ไม่ได้ลวกแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณความชื้นในมันเทศหั่นแท่งที่ผ่านการลวกและไม่ผ่านการลวก

ผลของการลวก	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)
ไม่ลวก	74.9480 ^b
ลวก	80.3826 ^a

ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < .05$)

จากตารางที่ 4 พบว่าปริมาณความชื้นของมันเทศที่ผ่านการลวกและไม่ลวกมีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมันเทศที่ผ่านการลวกจะมีปริมาณความชื้นที่สูงกว่าซึ่งเกิดเนื่องจากเมื่อสตาร์ชมีการดูดซึมน้ำโดยมีความร้อนเป็นตัวเหนี่ยวนำจนเกิดเป็นเจล ทำให้มีการดูดซึมน้ำเข้าไปในเนื้อเยื่อของมันเทศ

1.2 ผลของการลวกและไม่ลวกที่มีต่อปริมาณเถ้าในมันเทศหั่นแท่งก่อนแปรรูป

ผลจากการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าในมันเทศหั่นแท่ง ที่ผ่านการลวกที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส นาน 180 วินาที และมันเทศที่ไม่ได้ลวกแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณเถ้าในมันเทศหั่นแท่งที่ผ่านการลวกและไม่ผ่านการลวก

ผลของการลวก	ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)
ไม่ลวก	0.5785 ^b
ลวก	0.3739 ^a

ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < .05$)

จากตารางที่ 5 พบว่าปริมาณเถ้าของมันเทศที่ผ่านการลวกและไม่ลวกมีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมันเทศที่ไม่ผ่านการลวกจะมีปริมาณเถ้าสูงกว่า เนื่องจากมันเทศที่ผ่านการลวกมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น ทำให้มันหนักมันเทศโดยรวมที่จะนำไปคิดปริมาณเถ้าเทียบเป็นร้อยละมีค่าสูงขึ้นในขณะที่มันเทศมีปริมาณเถ้าคงเดิม จึงทำให้ปริมาณเถ้าของมันเทศที่ผ่านการลวกเมื่อเทียบเป็นร้อยละมีค่าน้อยกว่ามันเทศที่ไม่ได้ผ่านการลวก

2. ผลของกรรมวิธีการแปรรูปที่มีต่อคุณภาพของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ

จากการนำเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ ซึ่งมีขั้นตอนการผลิตดังภาพที่ 3 มาวิเคราะห์หาปริมาณไขมันและคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ได้ผลการวิจัยดังนี้

2.1 ผลของกรรมวิธีการแปรรูปที่มีผลต่อปริมาณไขมันในเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ

เมื่อนำเฟรนช์ฟรายจากมันเทศที่ผ่านกรรมวิธีการแปรรูปทั้ง 4 วิธี มาวิเคราะห์หาปริมาณไขมันได้ผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ปริมาณไขมันในเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ (ร้อยละ)

ผลของการลวก	จำนวนครั้งของการทอด		ค่าเฉลี่ยของไขมันจากผลของการลวก
	ทอด 1 ครั้ง	ทอด 2 ครั้ง	
ไม่ลวก	16.5322 ^d	30.1633 ^b	23.3477 ^B
ลวก	22.6615 ^c	41.7406 ^a	32.2011 ^A
ค่าเฉลี่ยของไขมันจากจำนวนครั้งของการทอด	19.5968 ^v	35.9519 ⁿ	

ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < .05$)

ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < .05$)

จากตารางที่ 6 พบว่าปริมาณไขมันในเฟรนช์ฟรายจากมันเทศทั้ง 4 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฟรนช์ฟรายที่ผ่านการลวกและทอด 2 ครั้ง มีปริมาณไขมันสูงที่สุด รองลงมาคือเฟรนช์ฟรายซึ่ไม่ผ่านการลวกและทอด 2 ครั้ง เฟรนช์ฟรายที่ผ่านการลวกและทอด 1 ครั้ง และเฟรนช์ฟรายซึ่ไม่ผ่านการลวกและทอด 1 ครั้ง ตามลำดับ

การลวกมีผลต่อปริมาณ ไขมันในเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ โดยการลวกมีผลทำให้ปริมาณไขมันในเฟรนช์ฟรายสูงขึ้น เนื่องจากการลวกมีผลให้เมล็ดมันเทศในมันเทศเกิดเจลและสามารถดูดซับน้ำมันไว้ได้มากกว่ามันเทศที่ไม่ผ่านการลวก

นอกจากนี้ยังพบว่า จำนวนครั้งของการทอดมีผลต่อปริมาณ ไขมันในเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ โดยการทอด 2 ครั้ง จะทำให้ปริมาณไขมันในเฟรนช์ฟรายสูงขึ้น

2.2 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศทั้ง 4 ตัวอย่าง ได้ผลการประเมินดังนี้

2.2.1 สี

จากการประเมินคุณภาพทางด้านสีของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศทั้ง 4 ตัวอย่าง แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 คะแนนเฉลี่ยของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศทั้ง 4 ตัวอย่าง

ผลของการลวก	จำนวนครั้งของการทอด		คะแนนเฉลี่ยจากผลของการลวก
	ทอด 1 ครั้ง	ทอด 2 ครั้ง	
ไม่ลวก	6.14 ^b	6.75 ^a	6.44 ^a
ลวก	6.46 ^{ab}	6.68 ^a	6.57 ^a
คะแนนเฉลี่ยจากผลของจำนวนครั้งของการทอด	6.30 ^b	6.71 ^a	

ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < .05$)

ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < .05$)

จากตารางที่ 7 พบว่าคะแนนการยอมรับเฉลี่ยทางด้านสีของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศทั้ง 4 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฟรนช์ฟรายที่ผ่านการลวกและทอด 2 ครั้ง เฟรนช์ฟรายที่ไม่ผ่านการลวกและทอด 2 ครั้ง กับเฟรนช์ฟรายที่ผ่านการลวกและทอด 1 ครั้ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (มีระดับคะแนนอยู่ในช่วงการยอมรับปานกลาง) และมีคะแนนสูงกว่าเฟรนช์ฟรายที่ไม่ผ่านการลวกและทอด 1 ครั้ง (มีระดับคะแนนอยู่ในช่วงยอมรับ) ซึ่งพบว่าระดับคะแนนที่แตกต่างกันมีผลมาจากจำนวนครั้งของการทอด โดยพบว่าการทอด 2 ครั้ง มีผลให้เฟรนช์ฟรายได้รับคะแนนการยอมรับทางด้านสีสูงกว่าการทอด 1 ครั้ง

2.2.2 กลิ่นรส

จากการประเมินคุณภาพทางด้านกลิ่นรสของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศทั้ง 4 ตัวอย่าง แสดงดังตารางที่ 8

136575

๖
๖๖๔.๙๐๕๘1
๖1๙11๗
๙.1

ตารางที่ 8 คะแนนเฉลี่ยของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสของเฟรนช์ฟรายจาก
มันเทศทั้ง 4 ตัวอย่าง

ผลของการลวก	จำนวนครั้งของการทอด		คะแนนเฉลี่ย จากผลของการลวก
	wan 1 ครั้ง	wan 2 ครั้ง	
ไม่ลวก	6.14 ^b	6.33 ^{ab}	6.23 ^A
ลวก	5.96 ^b	6.56 ^a	6.26 ^A
คะแนนเฉลี่ยจากผลของ จำนวนครั้งของการทอด	6.05 ^b	6.45 ⁿ	

ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < .05$)

ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < .05$)

จากตารางที่ 8 พบว่าคะแนนการยอมรับเฉลี่ยทางด้านกลิ่นรสของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศทั้ง 4 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฟรนช์ฟรายที่ผ่านการลวกและทอด 2 ครั้ง ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุดและระดับคะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเฟรนช์ฟรายที่ไม่ผ่านการลวกและทอด 2 ครั้ง (มีระดับคะแนนอยู่ในช่วงการยอมรับปานกลาง) แต่มีระดับคะแนนการยอมรับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเฟรนช์ฟรายที่ไม่ผ่านการลวกและทอด 1 ครั้ง กับเฟรนช์ฟรายที่ผ่านการลวกและทอด 1 ครั้ง ซึ่งมีระดับคะแนนการยอมรับต่ำที่สุด (มีระดับคะแนนอยู่ในช่วงยอมรับ) ซึ่งพบว่าระดับคะแนนที่แตกต่างกันมีผลมาจากจำนวนครั้งของการทอด โดยพบว่าการทอด 2 ครั้ง มีผลให้เฟรนช์ฟรายได้รับคะแนนการยอมรับทางด้านกลิ่นรสสูงกว่าการทอด 1 ครั้ง

2.2.3 รสชาติ

จากการประเมินคุณภาพทางด้านรสชาติของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศทั้ง 4 ตัวอย่าง แสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 คะแนนเฉลี่ยของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของเฟรนช์ฟรายจาก
มันเทศทั้ง 4 ตัวอย่าง

ผลของการลวก	จำนวนครั้งของการทอด		คะแนนเฉลี่ย จากผลของการลวก
	ทอด 1 ครั้ง	won 2 ครั้ง	
ไม่ลวก	5.54 ^c	6.90 ^a	6.22 ^B
ลวก	5.97 ^b	7.07 ^a	6.52 ^A
คะแนนเฉลี่ยจากผลของ จำนวนครั้งของการทอด	5.76 ^u	6.98 ⁿ	

ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < .05$)

ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < .05$)

จากตารางที่ 9 พบว่าคะแนนการยอมรับเฉลี่ยทางด้านรสชาติของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศทั้ง 4 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฟรนช์ฟรายที่ผ่านการลวกและทอด 2 ครั้ง เฟรนช์ฟรายที่ไม่ผ่านการลวกและทอด 2 ครั้ง มีระดับคะแนนการยอมรับสูงสุดและไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (มีระดับคะแนนอยู่ในช่วงการยอมรับปานกลาง) ส่วนเฟรนช์ฟรายที่ผ่านการลวกและทอด 1 ครั้ง มีระดับคะแนนการยอมรับรองลงมา (มีระดับคะแนนอยู่ในช่วงยอมรับ) และเฟรนช์ฟรายที่ไม่ผ่านการลวกและทอด 1 ครั้ง มีระดับคะแนนการยอมรับต่ำที่สุด (มีระดับคะแนนอยู่ในช่วงเฉย ๆ) ซึ่งพบว่าระดับคะแนนที่แตกต่างกันมีผลมาจากผลของการลวกและจำนวนครั้งของการทอด โดยพบว่า การลวกและการทอด 2 ครั้ง มีผลให้เฟรนช์ฟรายได้รับคะแนนการยอมรับสูงกว่าการไม่ลวกและการทอด 1 ครั้ง

2.2.4 เนื้อสัมผัส (กรอบนอกนุ่มใน)

จากการประเมินคุณภาพทางด้านกลิ่นรสของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศทั้ง 4 ตัวอย่าง แสดงดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 คะแนนเฉลี่ยของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศทั้ง 4 ตัวอย่าง

ผลของการลวก	จำนวนครั้งของการทอด		คะแนนเฉลี่ย จากผลของการลวก
	won 1 ครั้ง	wen 2 ครั้ง	
ไม่ลวก	4.78 ^c	8.07 ^a	6.43 ^A
ลวก	5.46 ^c	6.87 ^b	6.17 ^A
คะแนนเฉลี่ยจากผลของ จำนวนครั้งของการทอด	5.12 ^u	7.47 ^v	

ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < .05$)

ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < .05$)

จากตารางที่ 10 พบว่าคะแนนการยอมรับเฉลี่ยทางด้านเนื้อสัมผัสของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศทั้ง 4 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฟรนช์ฟรายที่ไม่ผ่านการลวกและทอด 2 ครั้ง มีระดับคะแนนการยอมรับสูงสุด (มีระดับคะแนนอยู่ในช่วงมีการยอมรับมาก) รองลงมาคือเฟรนช์ฟรายที่ผ่านการลวกและทอด 2 ครั้ง (มีระดับคะแนนอยู่ในช่วงการยอมรับปานกลาง) ส่วนเฟรนช์ฟรายที่ไม่ผ่านการลวกและทอด 1 ครั้ง และเฟรนช์ฟรายที่ผ่านการลวกและทอด 1 ครั้ง มีระดับคะแนนการยอมรับต่ำที่สุด (มีระดับคะแนนอยู่ในช่วงเฉย ๆ) ซึ่งพบว่าระดับคะแนนที่แตกต่างกันมีผลมาจากจำนวนครั้งของการทอด โดยพบว่าการทอด 2 ครั้ง มีผลให้เฟรนช์ฟรายได้รับคะแนนการยอมรับสูงกว่าการทอด 1 ครั้ง

2.2.5 การยอมรับรวม

จากการประเมินคุณภาพทางด้านการยอมรับรวมของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศทั้ง 4

ตัวอย่าง แสดงดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 คะแนนเฉลี่ยของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมของ
เฟรนช์ฟรายจากมันเทศทั้ง 4 ตัวอย่าง

ผลของการลวก	จำนวนครั้งของการทอด		คะแนนเฉลี่ย จากผลของการลวก
	ทอด 1 ครั้ง	ทอด 2 ครั้ง	
ไม่ลวก	5.58 ^b	7.03 ^a	6.31 ^A
ลวก	6.06 ^b	7.57 ^a	6.81 ^A
คะแนนเฉลี่ยจากผลของ จำนวนครั้งของการทอด	5.82 ^b	7.30 ^a	

ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < .05$)

ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < .05$)

จากตารางที่ 11 พบว่าคะแนนการยอมรับเฉลี่ยทางด้านการยอมรับรวมของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศทั้ง 4 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฟรนช์ฟรายที่ผ่านการลวกและทอด 2 ครั้ง กับเฟรนช์ฟรายที่ไม่ผ่านการลวกและทอด 2 ครั้ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (มีระดับคะแนนอยู่ในช่วงมีการยอมรับมาก) เฟรนช์ฟรายที่ได้รับคะแนนการยอมรับรวมรองลงมาคือเฟรนช์ฟรายที่ผ่านการลวกและทอด 1 ครั้ง กับเฟรนช์ฟรายที่ไม่ผ่านการลวกและทอด 1 ครั้ง ซึ่งมีระดับคะแนนที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่าระดับคะแนนที่แตกต่างกันมีผลมาจากจำนวนครั้งของการทอด โดยพบว่าการทอด 2 ครั้ง มีผลให้เฟรนช์ฟรายได้รับคะแนนการยอมรับทางด้านการยอมรับรวมสูงกว่าการทอด 1 ครั้ง



ภาพที่ 4 หัวมันเทศดิบก่อนปอกเปลือก



ภาพที่ 5 หัวมันเทศดิบหลังปอกเปลือก



ภาพที่ 6 มันเทศหั่นแท่งที่ไม่ผ่านการลวก



ภาพที่ 7 มันเทศหั่นแท่งที่ผ่านการลวก



ภาพที่ 8 มันเทศหั่นแท่งที่ไม่ผ่านการลวกทอดครั้งที่ 1 และผ่านการลวกทอดครั้งที่ 1 ก่อนแช่แข็ง



ภาพที่ 9 มันเทศหั่นแท่งที่ไม่ผ่านการลวกทอดครั้งที่ 1 และผ่านการลวกทอดครั้งที่ 1 หลังแช่แข็ง



ภาพที่ 10 เฟรนช์ฟรายจากน้ำมันเทศที่เตรียมจากน้ำมันเทศที่ผ่านการลวกและไม่ลวก ทอด 1 ครั้ง



ภาพที่ 11 เฟรนช์ฟรายจากน้ำมันเทศที่เตรียมจากน้ำมันเทศที่ผ่านการลวกและไม่ลวก ทอด 2 ครั้ง

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. ผลของการลวกและไม่ลวกที่มีต่อคุณภาพของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศพบว่า มันเทศที่ผ่านการลวกและไม่ลวก มีปริมาณความชื้นและปริมาณเถ้าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมันเทศที่ผ่านการลวกมีปริมาณความชื้นที่สูงกว่า แต่มีปริมาณเถ้าต่ำกว่าซึ่งเป็นผลมาจากมันเทศที่ผ่านการลวกเมื่อคั่วจะเกิดการดูดซึมน้ำ โดยมีความร้อนเป็นตัวเหนี่ยวนำทำให้ที่บริเวณผิวหน้าเกิดเป็นเจลขณะนั้นเมื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าจึงทำให้ปริมาณเถ้าน้อยกว่ามันเทศที่ไม่ผ่านการลวก

2. ผลของกรรมวิธีการแปรรูปที่มีต่อคุณภาพของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศพบว่าเฟรนช์ฟรายที่ผลิตจากมันเทศที่มีต่อกรรมวิธีแปรรูปต่างกันทั้ง 4 สิ่งทดสอบคือมันเทศที่ไม่ผ่านการลวก ทอด 1 ครั้ง , มันเทศที่ไม่ผ่านการลวก ทอด 2 ครั้ง (แช่เยือกแข็งก่อนจึงนำมาทอดครั้งที่ 2) , มันเทศที่ผ่านการลวก ทอด 1 ครั้ง และมันเทศที่ผ่านการลวก ทอด 2 ครั้ง (แช่เยือกแข็งก่อนจึงนำมาทอดครั้งที่ 2) มีปริมาณการดูดซึมน้ำมันและคะแนนการยอมรับจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี, กลิ่นรสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและการยอมรับรวมที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมันเทศที่ผ่านการลวกและทอด 2 ครั้ง มีปริมาณการดูดซึมน้ำมันสูงที่สุดและมีคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสทั้ง 4 ด้านสูงที่สุด ยกเว้นด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ซึ่งเฟรนช์ฟรายที่ผลิตจากมันเทศที่ไม่ผ่านการลวก ทอด 2 ครั้ง มีคะแนนสูงกว่า แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาคะแนนรวมเปรียบเทียบจึงสรุปได้ว่ามันเทศที่ผ่านการลวกและทอด 2 ครั้งจะทำให้เฟรนช์ฟรายที่ผลิตได้มีคุณภาพดีที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเฟรนช์ฟรายจากมันฝรั่งเปรียบเทียบกับเฟรนช์ฟรายจากมันเทศก่อนแปรรูป
2. ควรมีการศึกษามันชนิดอื่นที่ปลูกได้ภายในประเทศเพื่อนำมาผลิตเฟรนช์ฟราย

บรรณานุกรม

คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2540. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 540 น.

ศรายุทธ คิดเกื้อการุณ และ อมรรัตน์ ปิติเหมินทร์. 2541. ผลิตภัณฑ์เฟรนช์ฟรายจากมันสำปะหลัง. การเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร 3. สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม, พิษณุโลก.

ศิริลักษณ์ สิ้นชวาลย์. 2522. ทฤษฎีอาหาร เล่ม 1 หลักการประกอบอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 261 น.

_____. 2522. ทฤษฎีอาหาร เล่ม 3 หลักการทอดอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 270 น.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2540. ข้าวสาลี : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 290 น.

ครุณี เอ็ดเวิร์ดส. 2532. เทคโนโลยีการผลิตอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 7. ฝ่ายตำราและอุปกรณ์การศึกษา มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ. 115 น.

สุรพล อุปติสสกุล. 2528. สถิติการวางแผนการทดลองเบื้องต้น . พิมพ์ครั้งที่ 3. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 145 น.

สายสนม ประดิษฐ์ดวง. 2539. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 503 น.

ไสว พงษ์เก่า. 2534. พืชเศรษฐกิจ เล่ม 2 ภาควิชาพืชไร่. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 904 น.

A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists.

16th ed., Association of Chemists, Inc.

Edmond, J.B. and G.R., Ammerman . 1971. Sweet Potatoes : Production , Processing ,

Marketing. The AVI Publishing Company , Inc,connecticut.

Onwueme ,I.C. 1978. The Tropical Tuber crops:Yams,Cassava,Sweet Potato,Co Coyams.

John wiley and Sons, New York.

Villareal ,R.L. and T.D.,Griggs. 1982. Sweet Potato:Proceeding of the first International

Symposium.Asian Vegetable Research and Development Center ,Hong Wan Printing

Works,Taiwan.

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
Pibulsongkram Rajabhat University

ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ทางเคมี

การหาปริมาณความชื้นโดยวิธีตู้อบลมร้อน (Air Oven Method) (AOAC, 1990)

อุปกรณ์

1. ถ้วยหาความชื้น (moisture can)
2. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) Memmert รุ่น UM 100
3. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (Sartorius BP 300)

วิธีการ

1. นำภาชนะสำหรับหาความชื้นไปอบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำมาทำให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้องในโถดูดความชื้นแล้วจึงนำไปชั่งน้ำหนัก

2. กระทำเช่นข้อ 1 ซ้ำ จนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้ง 2 ครั้ง ติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

3. ชั่งตัวอย่างอาหารให้ได้น้ำหนักแน่นอน 2 กรัม ใส่ลงในภาชนะหาความชื้นนำไปอบอุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เปิดฝาขณะอบ

4. หลังจากอบครบกำหนดเวลาแล้วนำออกจากตู้อบ และปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desicator) นำมาชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำกลับไปเข้าตู้อบอีก และกระทำเช่นนี้จนได้ ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งที่ลดลงครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม หากที่เหลือเป็นของแข็งทั้งหมด ส่วนน้ำที่หายไปคือปริมาณความชื้น

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ โดยน้ำหนัก)} = \frac{\text{ผลต่างน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}}$$

การหาปริมาณเถ้าโดยวิธีตรง (Direct Method) (AOAC, 1990)

อุปกรณ์

1. ถ้วยเผาหาเถ้า (Crusible)
2. เตาเผา (Muffle Furnace)
3. โถดูดความชื้น (Desiccator)
4. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง Sartorius รุ่น AC 210S

วิธีการ

1. นำถ้วยเผาหาเถ้าไปอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง นำไปทำให้เย็นในโถดูดความชื้น นำไปชั่งน้ำหนัก

2. ชั่งตัวอย่างอาหารให้ทราบน้ำหนักแน่นอนจำนวน 3 กรัม นำตัวอย่างไปเผาด้วยตะเกียงเบนเซนจนหมดควันจากนั้นนำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิประมาณ 550 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้เถ้าสีเทา

3. นำไปทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักเถ้า

$$\text{ร้อยละของเถ้าทั้งหมด} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่หายไป}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้}} \times 100$$

การหาปริมาณไขมัน โดยวิธีสกัดตรง (Direct Extraction Methods)

อุปกรณ์

1. ทิมเบิล (Thimble)
2. กระดาษกรอง
3. ปีโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum ether) (จุดเดือด 40 – 60 องศาเซลเซียส)
4. ซอกเลท (Soxhlet apparatus)
5. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง Sartorius รุ่น AC 210S

วิธีการ

1. นำขวดก้นกลม (Round bottomed flask) ไปอบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง แล้วนำมาใส่ในโถดูดความชื้นจนอุณหภูมิลดลงถึงอุณหภูมิห้อง นำมาชั่งน้ำหนัก แล้วนำไปอบต่อจนกระทั่งได้ผลต่างของน้ำหนักซึ่งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1 – 3 มิลลิกรัม
2. ชั่งตัวอย่างอาหารให้ได้น้ำหนักแน่นอนมา 5 กรัม ห่อด้วยกระดาษกรองแล้วนำไปใส่ในทิมเบิล แล้วปิดด้วยสำลี
3. บรรจุทิมเบิลใส่ในชุดกลั่น Soxhlet
4. เติมปีโตรเลียมอีเทอร์ประมาณ 300 มิลลิลิตร โดยแบ่งเติมทั้งในขวดก้นกลมและใน Soxhlet ต่อชุดกลั่นแล้วทำการกลั่น
5. ทำการ reflux ประมาณ 15 ครั้ง
6. นำขวดก้นกลมจากข้อ 5 ไปทำการแยกปีโตรเลียมอีเทอร์ออกจากไขมัน โดยนำไปประเหยบนเครื่องอังไอน้ำที่อุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส
7. นำขวดก้นกลมที่ระเหยเอาปีโตรเลียมอีเทอร์ออกจากข้อ 6 แล้วไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 45 นาที

8. นำไปทำให้เย็นใน desicator แล้วชั่งน้ำหนักและคำนวณหาร้อยละไขมัน

$$\text{ร้อยละไขมัน} = \frac{\text{น้ำหนักขวดก้นกลมและไขมัน} - \text{น้ำหนักขวดก้นกลม}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

ภาคผนวก ข

แบบรายงานผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ

ชื่อผู้ตัดสิน.....วันที่.....

ผลิตภัณฑ์ เฟรนช์ฟรายจากมันเทศ

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่าง 4 ตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับ แล้วให้คะแนนความชอบ 1 – 9 ดังนี้ และ
กรณียบัวนปากระหว่างตัวอย่าง

- 9 = ชอบรับมากที่สุด
- 8 = ชอบรับมาก
- 7 = ชอบรับปานกลาง
- 6 = ชอบรับ
- 5 = เฉย ๆ
- 4 = ไม่ชอบรับเล็กน้อย
- 3 = ไม่ชอบรับปานกลาง
- 2 = ไม่ชอบรับมาก
- 1 = ไม่ชอบรับมากที่สุด

คุณลักษณะ	รหัส	รหัส	รหัส	รหัส
น รส				
ชาติ				
อสัมผัส (กรอบนอกนุ่มใน)				
รชอบรับรวม				

ข้อเสนอแนะ.....
.....
.....

ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นของมันเทศที่ผ่านการลวกและไม่ผ่านการลวก

แหล่งความแปรปรวน	d.f.	SS	MS	F
จำนวนซ้ำ	2	18.36	9.18	18.0 ^{ns}
สิ่งทดลอง	1	16.07	16.07	31.5 [*]
ความคลาดเคลื่อน	2	1.02	0.51	
ผลรวม	5	35.45		

^{*} หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < .05$)

^{ns} หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < .05$)

$LSD_{.05} = 2.51$

ตารางภาคผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเถ้าของมันเทศที่ผ่านการลวกและไม่ผ่านการลวก

แหล่งความแปรปรวน	d.f.	SS	MS	F
จำนวนซ้ำ	2	0.0024	0.0012	7.45 ^{ns}
สิ่งทดลอง	1	0.0336	0.0336	21.02 [*]
ความคลาดเคลื่อน	2	0.0032	0.0016	
ผลรวม	5	0.0392		

^{*} หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < .05$)

^{ns} หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < .05$)

$LSD_{.05} = 0.14$

ตารางภาคผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไขมันของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
จำนวนซ้ำ	2	49.92	24.96	4.26 ^{ns}
สิ่งทดลอง	3	121.14	40.38	6.89 [*]
การlovak	1	36.74	36.74	6.27 [*]
กรรมวิธีการแปรรูป	1	46.06	46.06	7.86 [*]
การlovak x กรรมวิธีการแปรรูป	1	38.34	38.34	6.54 [*]
ความคลาดเคลื่อน	6	35.16	5.86	
ผลรวม	11	206.22		

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < .05$)

^{ns} หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < .05$)

LSD_{ns}, สิ่งทดลอง = 4.84

LSD_{ns}, การlovak = 3.42

LSD_{ns}, กรรมวิธีการแปรรูป = 3.42

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการยอมรับด้านสีของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
จำนวนซ้ำ	2	0.38	0.19	3.8 ^{ns}
สิ่งทดลอง	3	0.72	0.24	4.8 [*]
การlovak	1	0.04	0.04	0.8 ^{ns}
กรรมวิธีการแปรรูป	1	0.50	0.50	10 [*]
การlovak x กรรมวิธีการแปรรูป	1	0.18	0.18	3.6 ^{ns}
ความคลาดเคลื่อน	6	0.31	0.05	
ผลรวม	11	1.33		

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < .05$)

^{ns} หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < .05$)

LSD_{ns}, สิ่งทดลอง = 0.40

LSD₀₅, การlovak = 0.28

LSD_{ns}, กรรมวิธีการแปรรูป = 0.28

ตารางภาคผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นรสของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
จำนวนซ้ำ	2	0.23	0.11	2.75 ^{ns}
สิ่งทดลอง	3	0.61	0.20	5 [*]
การlovak	1	0.002	0.002	0.05 ^{ns}
กรรมวิธีการแปรรูป	1	0.48	0.48	12 [*]
การlovak x กรรมวิธีการแปรรูป	1	0.13	0.13	3.25 ^{ns}
ความคลาดเคลื่อน	6	0.23	0.04	
ผลรวม	11	1.07		

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < .05$)

^{ns} หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < .05$)

LSD_{..} สิ่งทดลอง = 0.40

LSD_{..} กรรมวิธีการแปรรูป = 0.28

ตารางภาคผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการยอมรับด้านรสชาติของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
จำนวนซ้ำ	2	0.18	0.09	2.25 ^{ns}
สิ่งทดลอง	3	4.86	1.62	40.5 [*]
การlovak	1	0.27	0.27	6.75 [*]
กรรมวิธีการแปรรูป	1	4.54	4.54	113.5 [*]
การlovak x กรรมวิธีการแปรรูป	1	9.13	9.13	228.25 [*]
ความคลาดเคลื่อน	6	0.22	0.04	
ผลรวม	11	5.26		

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < .05$)

^{ns} หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < .05$)

LSD_{..} สิ่งทดลอง = 0.45

LSD_{..} กรรมวิธีการแปรรูป = 0.32

ตารางภาคผนวกที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
จำนวนซ้ำ	2	5.93	2.97	11.00 [*]
สิ่งทดลอง	3	19.42	6.47	23.96 [*]
การlovak	1	0.20	0.20	0.05 ^{ns}
กรรมวิธีการแปรรูป	1	16.57	16.57	61.37 [*]
การlovak x กรรมวิธีการแปรรูป	1	2.65	2.65	9.81 [*]
ความคลาดเคลื่อน	6	1.64	0.27	
ผลรวม	11	26.99		

^{*} หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < .05$)

^{ns} หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < .05$)

LSD_{.05} สิ่งทดลอง = 1.04

LSD_{.05} กรรมวิธีการแปรรูป = 0.73

ตารางภาคผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการยอมรับด้านความกรอบของเฟรนช์ฟรายจากมันเทศ

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
จำนวนซ้ำ	2	1.15	0.57	2.71 ^{ns}
สิ่งทดลอง	3	7.34	2.45	10.2 [*]
การlovak	1	0.77	0.77	3.67 ^{ns}
กรรมวิธีการแปรรูป	1	6.75	6.57	31.28 [*]
การlovak x กรรมวิธีการแปรรูป	1	0	0	0 ^{ns}
ความคลาดเคลื่อน	6	1.24	0.24	
ผลรวม	11	9.73		

^{*} หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < .05$)

^{ns} หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < .05$)

LSD_{.05} สิ่งทดลอง = 0.98

LSD_{.05} กรรมวิธีการแปรรูป = 0.69

ประวัติผู้วิจัย

ผู้วิจัย นายธวัชชัย สุภวิทิตพัฒนา

(Mr. Thawatchai Supavititpatana)

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ 2 ระดับ 6

ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อและชื่อเต็ม	สาขาวิชา	ชื่อสถาบัน	ประเทศ
2531	ตรี	วท.บ. วิทยาศาสตร บัณฑิต	วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี การอาหาร	มหาวิทยาลัย เชียงใหม่	ไทย
2537	โท	วท.ม. วิทยาศาสตร มหาบัณฑิต	วิทยาศาสตร การอาหาร	มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์	ไทย

สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ อุตสาหกรรมเกษตร ด้านเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์รัฐพืช เทคโนโลยี
ผลิตภัณฑ์เนื้อ การแปรรูปผักและผลไม้

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

งานวิจัยที่เสร็จแล้ว

1. ชื่อเรื่อง การปรับปรุงคุณภาพน้ำส้มพร้อมดื่ม

ปีที่พิมพ์ 2539

สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

2. ชื่อเรื่อง การผลิตแทนมไคโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์
ปีที่พิมพ์ 2542
สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

3. ชื่อเรื่อง การใช้แป้งข้าวกล้องแทนที่แป้งสาลีบางส่วนในการทำขนมปัง
ปีที่พิมพ์ 2543
สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

งานวิจัยที่กำลังทำ

1. ชื่อเรื่อง การศึกษาผลของอุณหภูมิในการอบและความแก่-อ่อนของไบกะเพราต่อ
คุณภาพของชาไบกะเพรา
สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University