การพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็ง

พรมพร ปั๋นอุทัย

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ตุลาคม 2555

การพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็ง

พรมพร ปั้นอุทัย

การค้นคว้าแบบอิสระนี้เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยเพื่อเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ตุลาคม 2555

การพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็ง

พรมพร ปั้นอุทัย

การค้นคว้าแบบอิสระนี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าแบบอิสระ

....ประธานกรรมการ
อาจารย์ ดร.ธเนศ แก้วกำเนิด

....กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทัศน์ สุระวัง

....กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย จอมดวง

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าแบบอิสระ

....
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย จอมดวง

17 ตุลาคม 2555

© ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าแบบอิสระฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์ และความกรุณาอย่างสูงจากอาจารย์ ดร. ธเนศ แก้วกำเนิด ประธานกรรมการสอบการค้นคว้าแบบอิสระ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุทัศน์ สุระวัง กรรมการสอบ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย จอมดวง ผู้เป็นทั้งอาจารย์ที่ปรึกษา และกรรมการสอบที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนการค้นคว้าฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ นอกจากนี้อาจารย์ยังกรุณาให้ความเมตตา และความปรารถนาดี ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ บริษัท ลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด คุณโชติโรจน์ วงศ์วรรณ กรรมการผู้จัดการ คุณกรกช วงศ์วรรณ รองกรรมการผู้จัดการ คุณอนุชา หิริวิริยกุล ผู้ช่วยกรรมการผู้จัดการสายการตลาด และการผลิต ที่ได้ให้ความกรุณาสนับสนุนทุนในการศึกษาวิจัย รวมไปถึงเจ้าหน้าที่แผนกวิจัย และพัฒนาผลิตภัณฑ์ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการแผนกประกันคุณภาพในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา เจ้าหน้าที่แผนกผลิต เจ้าหน้าที่แผนกจัดซื้อที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อน้อย คุณแม่สำลี และคุณอาทิตย์ ชัยอมฤต ผู้เป็นที่รักที่ได้ให้ความรัก ความห่วงใยมาโดยตลอด ให้การสนับสนุน และความช่วยเหลือในทุกๆ เรื่อง รวมถึงให้กำลังใจที่ดี และให้ความอนุเคราะห์ในด้านต่างๆ เสมอมา

ขอขอบคุณ คุณสาริกา สุระนาถ พนักงานปฏิบัติงาน คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เพื่อนๆ รุ่นพี่นักศึกษาปริญญาโท และคณะอาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ทุกท่านที่ได้ให้คำปรึกษา และเป็นกำลังใจให้มาโดยตลอด

ท้ายที่สุดนี้ หากมีสิ่งขาดตกบกพร่องหรือผิดพลาดประการใด ผู้เขียนขออภัยเป็นอย่างสูงในข้อบกพร่องและความผิดพลาดนั้น และผู้เขียนหวังว่าการค้นคว้าแบบอิสระนี้คงมีประโยชน์บ้างไม่มากก็น้อยสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนผู้ที่สนใจจะศึกษาการพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งต่อไป

พรมพร ปั้นอุทัย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่องการค้นคว้าแบบอิสระ การพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็ง

ผู้เขียน นางสาวพรมพร ปั้นอุทัย

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าแบบอิสระ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย จอมดวง

บทคัดย่อ

การค้นคว้าแบบอิสระนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตของนักเก็ตผักแช่เยือกแข็ง วิธีการผลิตเดิมของนักเก็ตผัก เริ่มจากการละลายผักรวมหั่นแช่เยือกแข็งซึ่งประกอบด้วย แครอท ถั่วแขก บรอกโคลี พริกหยวกสีเขียว และหอมหัวใหญ่ บีบคั้นด้วยมือเอาน้ำส่วนเกินออกจากผัก รวนไล่ความชื้น นำผักรวมหั่นไปผสมกับมันฝรั่งนึ่งสุกบด และส่วนผสมอื่นๆ บรรจุถุงพลาสติก นำไปนึ่งสุก แช่เยือกแข็งข้ามคืน ตัดเป็นแว่น ทอดในน้ำมันร้อน แล้วนำไปแช่เยือกแข็ง ก่อนบรรจุถุงและกล่องรอจำหน่าย จากการศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการกำจัดน้ำส่วนเกินออกจากผักรวมหั่น พบว่าการคั้นด้วยเครื่องคั้นแบบไฮดรอลิกบีบค้างไว้เป็นเวลา 30 ถึง 60 วินาที สามารถใช้แทนการคั้นด้วยมือได้ จากสูตรนักเก็ตผักเดิมที่ใช้ไข่ไก่ทั้งฟองสดได้ศึกษาการทดแทนด้วยไข่ไก่ทั้งฟองผง และปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยการเติมคาร์ราจีแนน พบว่าส่วนผสมที่ประกอบด้วย มันฝรั่งนึ่งสุกบด ร้อยละ 43.42 ส่วนผสมอื่นๆ (แป้งสาลีเอนกประสงค์ นมยูเอชที และเครื่องปรุงรส) ร้อยละ 19.30 แครอท ร้อยละ 10.00 ถั่วแขก ร้อยละ 9.00 น้ำ ร้อยละ 6.72 พริกหยวกสีเขียว ร้อยละ 3.00 บรอกโคลี ร้อยละ 3.00 หอมหัวใหญ่ ร้อยละ 3.00 ไข่ไก่ทั้งฟองผง ร้อยละ 2.24 และคาร์ราจีแนน ร้อยละ 0.32 เป็นสูตรนักเก็ตผักที่เหมาะสม เมื่อศึกษาปรับปรุงขั้นตอนการผลิต พบว่าขั้นตอนการผลิตที่เหมาะสมเริ่มจากการผสมส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกัน ใส่ในถาด นำไปนึ่งสุก 40 นาที แบ่งเป็นก้อน อัดในพิมพ์ให้เป็นแว่น ทอดในน้ำมันร้อน แช่เยือกแข็งแล้วบรรจุถุงและกล่องรอจำหน่าย ผลิตภัณฑ์นักเก็ตผักที่ได้เมื่อเก็บแช่เยือกแข็งไว้เป็นเวลา 2 เดือน ยังคงมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบชิม ขั้นตอนการผลิตใหม่นี้สามารถลดต้นทุนการผลิตใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนของค่าวัตถุดิบ ค่าแรงงานที่ใช้ในการผลิต ค่าใช้จ่ายในการแช่เยือกแข็ง และค่าภาชนะบรรจุ ลงได้จากเดิมร้อยละ 13.05

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Independent Study Title Formula and Process Development of Frozen Vegetable Nugget

Author Miss Promporn Punuthai

Degree Master of Science (Food Science and Technology)

Independent Study Advisor Asst. Prof. Dr. Somchai Jomduang

ABSTRACT

This independent study aimed to develop formula and processing steps of frozen vegetable nugget. A conventional process of vegetable nugget started from thawing of mixed vegetable which consisted of carrot, green bean, broccoli, green bell pepper and onion. Then excess water was separated from mixed vegetable by manual pressing and roasting. After that, it was mixed with cooked mash potato and other ingredients, packed in plastic bag, steamed, frozen overnight, sliced, fried in hot oil, frozen, packed in bag and carton before distribution. From the study of the optimal method for excessed water separation from mixed vegetable, it was found that pressing with hydraulic press for 30 to 60 second holding time was able to apply for getting rid of excessed water instead of manual pressing. After the study of the substitution of fresh whole egg with whole egg powder and texture improvement by carrageenan addition, it was found that the optimal formula was consisted of 43.42% mashed potato, 19.30% other ingredients (all-purpose wheat flour, UHT milk and seasoning), 10.00% carrot, 9.00% green bean, 6.72% water, 3.00% green bell pepper, 3.00% broccoli, 3.00% onion, 2.24% whole egg powder and 0.32% carrageenan was the optimal nugget formula. After optimal process improvement studying, processing steps consisted of mixing whole ingredients, pouring into tray, steaming for 40 minutes, dividing into small portions, pressing in round mold, frying in hot oil, freezing and packing before distribution. After 2 months frozen storage of this nugget product, its qualities

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

were still accepted by test panelists. These novel processing steps were able to decreased 13.05% production cost which were included of raw material, labor, freezing and packaging cost.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		ค
บทคัดย่อภาษาไทย		ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ฉ
สารบาญตาราง		ญ
สารบาญภาพ		ฎ
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 ที่มา และความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	3
	1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
	1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
บทที่ 2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
	2.1 การใช้สารปรับปรุงเนื้อสัมผัสในอาหาร	4
	2.2 นักเก็ตและกระบวนการแปรรูปที่เกี่ยวข้องกับการผลิตนักเก็ตแช่เยือกแข็ง	10
	2.3 การผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งของบริษัท ลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด	12
	2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
บทที่ 3	วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	16
	3.1 วัสดุ อุปกรณ์	16
	3.2 วิธีการทดลอง	18
	3.2.1 ศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการกำจัดน้ำส่วนเกินออกจากวัตถุดิบเฉพาะที่เป็นผัก	18
	3.2.2 ศึกษาสูตรนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งที่เหมาะสม	19
	3.2.3 ศึกษาปรับปรุงวิธีการที่เหมาะสมในการผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็ง	20

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญ (ต่อ)

		หน้า
	3.2.4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งในระหว่างเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 เดือน	21
	3.2.5 ศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งจากสูตรและกระบวนการผลิตที่พัฒนาขึ้นใหม่กับแบบเดิม	23
บทที่ 4	ผลการทดลองและวิจารณ์	24
	4.1 วิธีการที่เหมาะสมในการกำจัดน้ำส่วนเกินออกจากวัตถุดิบเฉพาะที่เป็นผัก	24
	4.2 สูตรนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งที่เหมาะสม	28
	4.3 วิธีการที่เหมาะสมในการผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็ง	33
	4.4 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งในระหว่างเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 เดือน	35
	4.5 เปรียบเทียบต้นทุนการผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งจากสูตร และกระบวนการผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งที่พัฒนาขึ้นกับแบบเดิม	37
บทที่ 5	สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ	39
บรรณานุกรม		41
ภาคผนวก		44
	ภาคผนวก ก ภาพประกอบการทดลอง	45
	ภาคผนวก ข ผลการศึกษาเบื้องต้นในการคัดเลือกคาร์ราจีแนนไปใช้ในการวิจัย	49
	ภาคผนวก ค แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	51
	ภาคผนวก ง มาตรฐานผลิตภัณฑ์นักเก็ตผักแช่เยือกแข็ง	53
	ภาคผนวก จ การคำนวณต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการผลิต	55
ประวัติผู้เขียน		62

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญตาราง

ตาราง		หน้า
3.1	ขั้นตอนการผลิตที่ออกแบบเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็ง	22
4.1	ปริมาณความชื้นที่เหลือของวัตถุดิบเฉพาะที่เป็นผักหลังการกำจัดน้ำส่วนเกิน	24
4.2	ปริมาณผลผลิตที่ได้จากการกำจัดน้ำส่วนเกินด้วยวิธีต่างๆ	26
4.3	ความสามารถในการผลิตของการกำจัดน้ำส่วนเกินด้วยวิธีต่างๆ	26
4.4	คุณภาพทางประสาทผัสของนักเก็ตที่ได้จากวัตถุดิบเฉพาะที่เป็นผักที่ผ่านการกำจัดน้ำส่วนเกินด้วยวิธีการต่างๆ	27
4.5	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของนักเก็ตผักที่ผลิตจากสูตรต่างๆ	30
4.6	สมการถดถอยถอดรหัสคุณภาพทางประสาทสัมผัสของนักเก็ตผัก	31
4.7	สูตรนักเก็ตผักที่เหมาะสมที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรมสำเร็จรูปและต้นทุนเฉพาะวัตถุดิบ	32
4.8	คะแนนความชอบของนักเก็ตผักที่ผลิตด้วยสูตรที่เหมาะสมที่สุด	32
4.9	เปรียบเทียบการสูญเสียระหว่างผลิตและคุณภาพด้านความแข็งของผลิตภัณฑ์ที่ได้ในแต่ละวิธีการผลิต	34
4.10	ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสของนักเก็ตผักที่มีวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน	34
4.11	ผลวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในระหว่างเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 เดือน	36
4.12	คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของนักเก็ตในระหว่างเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 เดือน	37
4.13	การเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตที่ได้แต่ละขั้นตอนของวิธีการผลิตที่พัฒนาขึ้นกับวิธีการผลิตเดิม	38
ข.1	ผลการศึกษาเบื้องต้นในการคัดเลือกคาร์ราจีแนนไปใช้ในการวิจัย	50
ค.1	แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	52
ง.1	มาตรฐานผลิตภัณฑ์นักเก็ตผักแช่เยือกแข็ง	54

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
จ.1	ราคาวัตถุดิบและภาชนะบรรจุที่ใช้ในการผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็ง	56
จ.2	การคำนวณต้นทุนเฉพาะวัตถุดิบของนักเก็ตผักสูตรต่างๆที่ได้จากโปรแกรมสำเร็จรูปและสูตรเดิม	57
จ.3	การเปรียบเทียบค่าแรงงานในการผลิตระหว่างวิธีเดิมกับวิธีที่พัฒนาขึ้น	58
จ.4	การเปรียบเทียบค่าภาชนะบรรจุในการผลิตระหว่างวิธีเดิมกับวิธีที่พัฒนาขึ้น	59
จ.5	การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการแช่เยือกแข็งระหว่างวิธีเดิมกับวิธีที่พัฒนาขึ้น	60
จ.6	การเปรียบเทียบต้นทุนในการผลิตระหว่างวิธีเดิมกับวิธีที่พัฒนาขึ้น	61

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญภาพ

ภาพ		หน้า
2.1	ขั้นตอนการผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งก่อนการปรับปรุงของ บริษัท ลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด	14
4.1	พื้นที่ตอบสนองของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไข่ไก่ทั้งฟองผงและคาร์ราจีแนนที่มีผลต่อคะแนนความชอบทางด้านเนื้อสัมผัส	31
ก.1	ลักษณะการกำจัดน้ำส่วนเกินออกจากวัตถุดิบเฉพาะที่เป็นผักโดยการคั้นด้วยมือและการรวนไล่ความชื้น	46
ก.2	ลักษณะการกำจัดน้ำส่วนเกินออกจากวัตถุดิบเฉพาะที่เป็นผักโดยเครื่องหมุนเหวี่ยงและการคั้นด้วยเครื่องคั้นไฮดรอลิก	46
ก.3	ลักษณะการบรรจุในถุงพลาสติกเพื่อขึ้นรูปโดยการแช่เยือกแข็งและนักเก็ตผักหลังตัดเป็นแว่น	47
ก.4	ลักษณะของนักเก็ตผักที่แบ่งเป็นก้อน และการอัดในพิมพ์ให้เป็นแว่น	47
ก.5	เปรียบเทียบลักษณะของนักเก็ตผักที่ยังคงเป็นที่ยอมรับหลังการอุ่นพร้อมบริโภค	48

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มา และความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันพฤติกรรมการบริโภคได้เปลี่ยนแปลงไป ส่งผลทางด้านบวกต่ออุตสาหกรรมอาหารพร้อมปรุง-อาหารพร้อมรับประทานทั้งแบบแช่เย็นและแช่เยือกแข็ง ตลาดอาหารและเครื่องดื่มของโลกกำลังเผชิญหน้ากับการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านการผลิต และการจำหน่าย ซึ่งเป็นผลมาจากพฤติกรรมการบริโภคของคนที่มุ่งเน้นในเรื่องสุขภาพมากขึ้น อันเนื่องจากอัตราการเพิ่มขึ้นของโรคภัยต่างๆ ที่มาจากการบริโภคอาหาร เช่น โรคอ้วน โรคเบาหวาน โรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด เป็นต้น ผู้บริโภคให้ความสำคัญในเรื่องคุณภาพ และความปลอดภัยของอาหารจากปัญหาโรคระบาดที่เกิดขึ้นกับพืชและสัตว์ เช่น โรคไข้หวัดนก โรควัวบ้า และการปนเปื้อนเชื้อ *Escherichia coli* ในอาหาร สิ่งเหล่านี้ส่งผลให้ผู้บริโภคเกิดความกลัว ความหวาดระแวงเป็นอย่างมากต่อคุณภาพและความปลอดภัยในแหล่งที่มาของวัตถุดิบ และส่วนผสมที่นำมาใช้ผลิตอาหารสำเร็จรูปต่างๆ นอกจากนี้พฤติกรรมการบริโภคที่เปลี่ยนแปลงไป เกิดจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของประชากร และวิถีการดำเนินชีวิตประจำวัน เช่น อัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้สูงอายุ วิถีชีวิตของประชากรในเมืองที่เร่งรีบและวุ่นวาย สิ่งเหล่านี้ล้วนส่งผลให้ผู้บริโภคส่วนใหญ่หันไปบริโภคอาหารพร้อมปรุง-อาหารพร้อมรับประทานทั้งแบบแช่เย็นและแช่เยือกแข็งกันมากขึ้น ซึ่งสามารถหาซื้อได้ง่ายจากร้านสะดวกซื้อต่างๆ (สถาบันอาหาร, 2552 ระบบออนไลน์)

นักเก็ตเป็นผลิตภัณฑ์ขึ้นรูปที่ผลิตจากเนื้อสัตว์มาตัดเป็นชิ้น หรือบดผสมกับส่วนผสมต่างๆ เช่น พริกไทย พริกป่น เพื่อเพิ่มกลิ่นรสให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จากนั้นนำไปชุบกับน้ำแป้งและขนมปังป่น นำไปผ่านการแช่เยือกแข็ง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ก่อนบริโภคต้องนำไปทอดในน้ำมัน (อังคณา, 2546) นักเก็ตที่จำหน่ายในท้องตลาดส่วนใหญ่จะผลิตจากเนื้อไก่ การพัฒนาผลิตภัณฑ์นักเก็ตผักจึงเป็นการนำผักมาทดแทนเนื้อสัตว์ เพื่อเป็นทางเลือกใหม่ให้กับผู้ที่ต้องการบริโภคนักเก็ตที่ไม่มีเนื้อสัตว์เป็นส่วนผสม และกลุ่มผู้บริโภคที่ไม่บริโภคอาหารที่ทำจากเนื้อสัตว์ หรือผู้ที่รับประทานอาหารมังสวิรัติจำพวกผักและผลไม้ ซึ่งช่วยในการขับถ่ายกากอาหารออกจากร่างกายได้ดี อาหารมังสวิรัตินั้นได้รับความนิยมในคนวัยผู้ใหญ่และผู้สูงอายุ เนื่องจากมักจะมีปัญหาเกี่ยวกับอาการท้องผูก ไขมันในเส้นเลือดสูง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุทำให้ปริมาณคอเลสเตอรอลเพิ่มขึ้น และอาจเป็นสาเหตุของโรคต่างๆ เช่น โรคหัวใจ โรคเบาหวาน เป็นต้น (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2554 ระบบออนไลน์)

บริษัท ลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด เป็นโรงงานแปรรูปผักและผลไม้แห่งหนึ่ง ตั้งอยู่ในอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ มีพนักงานประมาณ 900 คน ผลิตภัณฑ์ของบริษัทฯ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้แช่เยือกแข็ง กับผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้ในน้ำเชื่อมเข้มข้น (ผลิตภัณฑ์เพสต์) ในกลุ่มของผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้แช่เยือกแข็ง บริษัทฯ ทำการผลิตผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็งจากถั่วแระญี่ปุ่น ถั่วแขก และนักเก็ตผัก ตลาดที่สำคัญ ได้แก่ ญี่ปุ่น และอเมริกา ส่วนการผลิตผลิตภัณฑ์เพสต์นั้น บริษัทฯ ใช้วัตถุดิบหลักในการผลิต ได้แก่ สตรอเบอร์รี่ มะม่วง มะละกอ ถั่วแดงหลวง และข้าวโพดหวาน เป็นต้น สำหรับผลิตภัณฑ์นักเก็ตผักแช่เยือกแข็งทางบริษัทฯ มีกำลังการผลิตประมาณ 20,000 กิโลกรัมต่อปี คิดเป็นเงินมูลค่ามากกว่า 3 ล้านบาท ปัจจุบันได้ส่งจำหน่ายให้กับลูกค้าเฉพาะที่ให้บริการกับผู้โดยสารบนเครื่องบินเท่านั้น เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านกำลังการผลิต ทางบริษัทฯ มีนโยบายที่จะขยายกลุ่มของลูกค้าออกไปยังต่างประเทศ เช่น กลุ่มประเทศยุโรป เยอรมัน และอินเดีย เป็นต้น

จากการที่บริษัทฯ มีข้อจำกัดทางด้านกระบวนการผลิตที่มีความยุ่งยาก ซ้ำซ้อน ใช้เวลาและแรงงานในการผลิตเป็นจำนวนมาก ปัจจุบันนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งใช้มันฝรั่งนึ่งสุกบดเป็นวัตถุดิบหลัก ร้อยละ 40.7 ส่วนวัตถุดิบที่เป็นผักชนิดอื่นๆ ได้แก่ แครอท ถั่วแขก บรอกโคลี พริกหยวกสีเขียว และหอมหัวใหญ่เป็นผักที่เก็บรักษาโดยการแช่เยือกแข็งไว้ เนื่องจากเป็นผักที่มีผลผลิตตามฤดูกาล วัตถุดิบที่ใช้มีปริมาณน้ำมากเกินความต้องการทำให้ส่วนผสมเหลว ไม่สามารถขึ้นรูปได้จึงต้องมีขั้นตอนการกำจัดน้ำส่วนเกินออกจากผักผสม นำส่วนผสมไปอัดบรรจุในถุงพลาสติก นึ่งสุกแช่เยือกแข็งเพื่อให้คงรูปร่าง ก่อนที่จะตัดเป็นแว่น แล้วทอดในน้ำมันร้อนให้ได้คุณภาพตามที่ต้องการก่อนนำไปแช่เยือกแข็งอีกครั้งให้เป็นผลิตภัณฑ์นักเก็ตแช่เยือกแข็ง ซึ่งขั้นตอนการผลิตที่มีอยู่เดิมนี้มีผลกระทบต่อต้นทุนการผลิต อีกทั้งการใช้ไข่ไก่ทั้งฟองสดเป็นวัตถุดิบมีราคาไม่แน่นอนผันแปรตามราคาตลาด และมีความยุ่งยากในการเตรียมไข่

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะปรับปรุงวิธีการที่เหมาะสมในการกำจัดน้ำส่วนเกินออกจากผักผสม พัฒนาสูตรในการผลิตโดยใช้ไข่ไก่ทั้งฟองผง และคาร์ราจีแนนเป็นส่วนผสม รวมทั้งการลดขั้นตอนการผลิตบางขั้นตอนลง เพื่อให้มีต้นทุนในการผลิตลดลง และสามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้มากยิ่งขึ้น โดยใช้ทรัพยากรต่างๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการกำจัดน้ำส่วนเกินออกจากวัตถุดิบเฉพาะที่เป็นผัก
2. เพื่อศึกษาสูตรนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งที่เหมาะสม
3. เพื่อศึกษาปรับปรุงวิธีการที่เหมาะสมในการผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็ง
4. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งในระหว่างการเก็บรักษา
5. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งจากสูตร และกระบวนการผลิตที่พัฒนาขึ้นใหม่กับแบบเดิม

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้วิธีการที่เหมาะสมในการกำจัดน้ำส่วนเกินออกจากวัตถุดิบเฉพาะที่เป็นผัก
2. ได้สูตรนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งที่เหมาะสม
3. ได้วิธีการผลิตนักเก็ตผักที่เหมาะสม
4. ทราบการเปลี่ยนแปลงของนักเก็ตผักแช่เยือกแข็ง
5. ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อื่นได้

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้สูตรนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งของบริษัท ลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด เป็นสูตรเริ่มต้น ปรับปรุงสูตรการผลิตด้วยการใช้ไข่ไก่ทั้งฟองผงทดแทนไข่ไก่ทั้งฟองสด และพัฒนาลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยการเติมคาร์ราจีแนน ศึกษาวิธีการผลิตนักเก็ตผักเพื่อลดขั้นตอนการผลิต ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งในระหว่างการเก็บรักษา จากนั้นทำการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตระหว่างนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งที่ใช้สูตร และกระบวนการผลิตที่พัฒนาขึ้นใหม่กับแบบเดิม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเรื่อง การพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็ง ผู้ศึกษาได้ศึกษาค้นคว้ารวบรวมทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษา โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 การใช้สารปรับปรุงเนื้อสัมผัสในอาหาร

ในอุตสาหกรรมอาหารได้มีการนำไฮโดรคอลลอยด์มาใช้ประโยชน์ เพื่อปรับปรุงคุณภาพของอาหารตามสมบัติของไฮโดรคอลลอยด์แต่ละชนิด ซึ่งจะทำหน้าที่ได้แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของไฮโดรคอลลอยด์ที่นิยมใช้กันมาก คือ ทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความคงตัว สารเพิ่มความข้นหนืดอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ และสารที่ทำให้เกิดฟิล์ม (film-forming agent) การทำหน้าที่ดังกล่าวของไฮโดรคอลลอยด์จะสัมพันธ์กับความหนืดของสารละลายที่ใช้ด้วย สารเหล่านี้ ได้แก่

2.1.1 คาร์ราจีแนน (carrageenan)

คาร์ราจีแนนเป็นพอลิแซ็กคาไรด์ซัลเฟตที่สกัดจากสาหร่ายทะเลสีแดง ประกอบด้วยสายหลักของกาแลคโตสที่เชื่อมกันด้วยพันธะไกลโคซิดิก คาร์ราจีแนนมีหลายชนิดซึ่งแตกต่างกันไปตามจำนวนและตำแหน่งของกลุ่มเอสเทอร์ซัลเฟต (ester sulphate group) และจำนวนของ 3,6-anhydro-D-galactose ที่อยู่บนสาย (Imeson, 1997) โดยคาร์ราจีแนนจะแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ แคปปา (kappa) ไอโอตา (iota) และแลมบ์ดา (lambda) คาร์ราจีแนนชนิดแคปปา และไอโอตาจะเกิดเจลได้เมื่อมีโพแทสเซียมไอออนอยู่ แต่ชนิดแลมบ์ดานั้นเกิดเจลไม่ได้ (นิธิยา, 2551) คาร์ราจีแนนมีคุณสมบัติที่ละลายน้ำและเกิดเจลได้ที่อุณหภูมิสูง โดยเจลที่ได้สามารถคงตัวอยู่ได้ที่อุณหภูมิห้อง โดยส่วนมากจะใช้คาร์ราจีแนนเป็นสารเพิ่มความหนืด สารให้ความคงตัว และสารที่ก่อให้เกิดเจลในอาหาร (Imeson, 1997)

Tziboula และ Horne (1999) ได้ศึกษาผลของโปรตีนนม พบว่าการสร้างเจลที่เกิดขึ้นในระบบเป็นผลมาจาก carrageenan-carrageenan cross-linkages ไม่ใช่ carrageenan-protein linkages ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Langendorff *et al.* (2000) ที่พบว่าขณะลดอุณหภูมินมที่ใช้ไอโอตา-คาร์ราจีแนนจะเกิดการสร้างโครงร่างตาข่ายแบบ carrageenan/csein micelle crosslinks และเมื่อมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คาร์ราจีแนนมากเกินพอจะเกิดแบบ carrageenan/carrageenan crosslinks ซึ่งจะช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้โครงร่างตาข่ายมากขึ้น การใช้คาร์ราจีแนนผสมลงในอาหารที่มีโปรตีนหมู่ซัลเฟตโมเลกุลของคาร์ราจีแนนจะทำปฏิกิริยากับหมู่ที่มีประจุในโมเลกุลของโปรตีนได้ จากงานวิจัยของ Thaiudom และ Goff (2003) ที่พบว่าแคปปา-คาร์ราจีแนน สามารถช่วยยับยั้งการแยกส่วนของโปรตีนในนมจากส่วนประกอบที่เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ได้ และจากการศึกษาของ Yanes *et al.* (2002) พบว่าเมื่อใช้แคปปา-คาร์ราจีแนนที่ร้อยละ 0.03 ขึ้นไปในผลิตภัณฑ์นมช็อกโกแลตจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะ pseudoplastic และมีความหนืดเพิ่มขึ้น

Ayadi *et al.* (2009) ได้ศึกษาการผลิตไส้กรอกเนื้อไก่งวงที่มีการใช้คาร์ราจีแนนเป็นส่วนผสม พบว่าคาร์ราจีแนนมีผลทำให้ความคงตัวของอีมัลชั่นลดลง แต่เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ เพิ่มความแข็ง และความเกาะติดกันของไส้กรอกเนื้อไก่งวง การเติมคาร์ราจีแนนที่ระดับต่ำ (ร้อยละ 0.2 และ ร้อยละ 0.5) สามารถเพิ่มความยืดหยุ่นของเจล และการเกาะติดกัน

2.1.2 กลูโคแมนแนน (glucomannan)

กลูโคแมนแนนพบมากในหัวบุก *Amorphophallus konjac* K.Koch ซึ่งเป็นสารประกอบที่เกิดจากการรวมตัวกันของน้ำตาลกลูโคส (glucose) และน้ำตาลแมนโนส (mannose) จัดเป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดเฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) ที่มีลักษณะเป็นใยอาหาร (dietary fiber) ซึ่งมีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำได้ดีมาก น้ำหนักโมเลกุลสูง มีความหนืดมากที่สุดในกลุ่มใยอาหารและสามารถทำให้เกิดเจลที่คงตัวต่อความร้อนได้

คุณสมบัติกลูโคแมนแนน

1) ความข้นหนืด กลูโคแมนแนนสามารถละลายได้ทั้งน้ำร้อน และน้ำเย็น เมื่อนำมาละลายน้ำอนุภาคของกลูโคแมนแนนจะดูดซับน้ำเอาไว้ แล้วเกิดการพองตัว สามารถดูดซับน้ำได้ 100 -200 เท่า ถ้ากลูโคแมนแนนมีความบริสุทธิ์สูงจะละลาย และเกิดการพองตัวได้มากซึ่งจะได้สารละลายที่มีความข้นหนืดลักษณะแบบซูโดพลาสติก และการดูดซับน้ำจะเพิ่มขึ้นเมื่อใช้อุณหภูมิสูงและเวลานานขึ้น การเพิ่มแรงเฉือนก็จะมีผลให้มีการดูดซับน้ำเพิ่มขึ้นด้วย (จิราภรณ์, 2543)

2) การเกิดฟิล์ม เมื่อละลายน้ำแล้วจะได้สารละลายที่ข้นหนืด การทำให้แห้งจะได้ฟิล์มที่มีลักษณะเหนียว ซึ่งฟิล์มที่เกิดขึ้นนี้จะมีความคงตัวสูงมาก มีเสถียรภาพได้ดีทั้งในน้ำร้อน และน้ำเย็น และในสภาวะที่เป็นกรดหรือด่าง (นิธิยา, 2551) และพบว่าการเกิดฟิล์มของแป้งบุกร่วมกับแซนแทนกัมหรือแคปปา-คาร์ราจีแนน มีผลทำให้ค่าการต้านทานแรงดึงของฟิล์มลดลง การซึมผ่านของไอน้ำเพิ่มขึ้น และการแพร่ผ่านของก๊าซออกซิเจนเพิ่มขึ้นตามปริมาณแป้งบุก (อดิศักดิ์, 2543)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3) การเกิดเจลโดยใช้ด่าง ด่างที่นิยมใช้ คือ NaOH หรือ KCO_3 เจลที่ได้จะทนต่อการหลอมละลายด้วยความร้อน หรือไม่ผันกลับด้วยความร้อน แต่การเกิดเจลด้วยวิธีนี้มีข้อเสีย คือ เจลจะมีกลิ่นด่างตกค้าง มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูง สูญเสียน้ำได้ง่าย (นิธิยา, 2551)

การใช้แป้งบุกร่วมกับแคปปา-คาร์ราจีแนน จะช่วยให้เจลที่เกิดขึ้นมีความแข็งแรงและยืดหยุ่นมากกว่าการใช้แคปปา-คาร์ราจีแนนเพียงอย่างเดียว (Charalambous และ Doxastakis, 1989) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Iida *et al.* (1993) ที่พบว่าเจลที่เตรียมจากแป้งบุกผสมกับแคปปา-คาร์ราจีแนนมีความแน่นเนื้อ และความยืดหยุ่นสูงกว่าเจลที่เกิดจากแคปปา-คาร์ราจีแนนผสมกับโลคัสบีนกัม และมีความต้านทานต่อความร้อนมากกว่าเจลที่เตรียมจากคาร์ราจีแนนเพียงอย่างเดียว โดยทั่วไปสามารถนำกลูโคแมนแนนไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ใช้เป็นสารทำให้เกิดเจล สารที่ทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน สารให้ความข้นหนืด สารทำให้เกิดฟิล์ม สารทำให้คงตัว และเป็นแหล่งของใยอาหารที่ละลายน้ำได้ ซึ่งมีประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ผลิตภัณฑ์ขนมอบ เครื่องดื่ม ผลิตภัณฑ์นม ลูกกวาด และขนมหวาน เครื่องปรุง น้ำสลัด ซุป และน้ำเกรวี ขนมขบเคี้ยว อาหารแช่เยือกแข็ง และผลิตภัณฑ์อื่นๆ พบว่าในประเทศญี่ปุ่นมีการนำกลูโคแมนแนนไปใช้ร่วมกับแคปปา-คาร์ราจีแนนในอุตสาหกรรมผลิตผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่ เนื่องจากให้เจลที่มีความยืดหยุ่นสูง (Iida *et al.*, 1993)

นอกจากนี้จันทร์จิรา และนิสานารถ (2552) ได้ศึกษาผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลา ซึ่งผลิตจากปลาสีกุนข้างเหลือง พบว่าการใช้แป้งบุก ร้อยละ 2 และไข่ขาวผง ร้อยละ 8 โดยน้ำหนักของเนื้อปลา ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็ง ความเกาะติดกัน ความยืดหยุ่น ความแข็งแรงของเจล และความขาวเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

2.1.3 แซนแทนกัม (xanthangum)

แซนแทนกัมเป็นพอลิแซ็กคาร์ไรด์ชนิดหนึ่ง ผลิตจากกระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพโดยเกิดจากกระบวนการหมักของ *Xanthomnas campestris* NRRL B-1459 แซนแทนกัมประกอบด้วยสาย 1,4-linked β-D-glucose ซึ่งต่อกันด้วยแมนโนส 2 โมเลกุล และกรดกลูโคโรนิก (glucoronic acid) 1 โมเลกุล (Imeson, 1997) แซนแทนกัมมีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดี สามารถละลายในช่วงค่าความเป็นกรด-ด่างที่กว้าง (2.5-11) และสารละลายสามารถคงความหนืดไว้ได้ในช่วง 10-90 องศาเซลเซียส (Imeson, 1997) ในอาหารหลายชนิดจะใช้แซนแทนกัมเป็นสารเพิ่มความหนืดและสารเพิ่มความคงตัว (นิธิยา, 2551) แซนแทนกัมยังมีสมบัติเป็นซูโดพลาสติก คือเมื่อมีการเพิ่มแรงในการกวนจะทำให้ความหนืดของสารละลายนั้นลดลง ซึ่งจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์นั้นสามารถผสม เท หรือปั๊มได้ง่าย ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบ แซนแทนกัมจะช่วยนวดโด และขึ้นรูปโดง่ายขึ้น อีกทั้งยัง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ช่วยในการปรับปรุงคุณภาพของแป้ง โดยช่วยป้องกันการเกิดรีโทรเกรเดชั่น และการสูญเสียน้ำภายในแป้งเพราะแซนแทนกัมมีคุณสมบัติกักเก็บน้ำได้ดี จึงช่วยในการป้องกันการสูญเสียในระหว่างปรุงอาหาร (Imeson, 1997) ซึ่งพบว่าการเติมแซนแทนกัมเพียงร้อยละ 2 สามารถช่วยยับยั้งการเกิดการแยกชั้นของน้ำได้ (Glicksman, 1982) นอกจากนี้แซนแทนกัมยังช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขนมอบมีการกระจายตัวของฟองอากาศได้ดีขึ้น (Imeson, 1997)

2.1.4 สตาร์ช (starch)

สตาร์ชเป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคส และเป็นโฮโมพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดหนึ่งที่พบมากในพืชที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสง พืชเก็บสะสมสตาร์ชไว้ตามส่วนต่างๆ เช่น หัว ราก เมล็ด ลำต้น และผล โดยรวมตัวกันอยู่ในเม็ดสตาร์ช

สตาร์ช แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) สตาร์ชธรรมชาติ ส่วนใหญ่ได้มาจากเมล็ดของธัญพืช เช่น ข้าวเจ้า ข้าวโพด ข้าวสาลี และบางส่วนได้มาจากหัวเช่นมันฝรั่ง และมันสำปะหลัง มีบทบาทสำคัญในกระบวนการแปรรูปอาหารเพราะสามารถทำหน้าที่เป็น adhesive binding gelling stabilizing และ thickening เป็นต้น

2) สตาร์ชดัดแปร หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำแป้ง เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง แป้งสาลี ไปเปลี่ยนคุณสมบัติทางเคมี และ/หรือทางฟิสิกส์โดยการใช้ความร้อน และ/หรือเอนไซม์ และ/หรือสารเคมีชนิดต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารต่างๆ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2535) เนื่องจากการใช้ประโยชน์ของสตาร์ชที่ได้จากธรรมชาติในอุตสาหกรรมอาหารมีข้อจำกัด และในกระบวนการแปรรูปอาหารสตาร์ชอาจมีผลกระทบจากค่าความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ และแรงเฉือน ถึงแม้ผลิตภัณฑ์จากสตาร์ชบางชนิดจะมีการแปรรูปเพียงเล็กน้อยก็ตาม นอกจากนี้สตาร์ชที่ได้จากธรรมชาติยังไม่ละลายน้ำที่อุณหภูมิห้อง มีความคงตัวต่อการไฮโดรลิซิสด้วยเอนไซม์ และไม่มีคุณสมบัติที่เฉพาะเจาะจงจึงมีการนำเอาสตาร์ชที่ได้จากธรรมชาติมาดัดแปร โดยการทำลายโครงสร้างตามธรรมชาติของเม็ดสตาร์ช ทำให้สตาร์ชที่ได้จากธรรมชาติมีสมบัติเปลี่ยนไปสตาร์ชดัดแปรที่เกิดขึ้นใหม่ จะมีคุณสมบัติตามที่ต้องการ เช่น ทำให้ความหนืดลดลงคงตัวต่อความร้อน กรด และแรงเฉือน (นิธิยา, 2551)

แป้งพรีเจลาติไนซ์ หรือแป้งพรีเจล ทางการค้าเรียกว่า alpha starch เป็นแป้งดัดแปรทางกายภาพที่ทำโดยให้ความร้อนแก่แป้งทำให้แป้งสุกเกิดเจลาติไนซ์ ด้วยการให้ความร้อนแก่แป้งในสภาพที่มีน้ำ แล้วทำให้แห้งโดยเครื่องทำแห้ง เช่น เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง ความร้อนจากผิวหน้าของลูกกลิ้งที่ได้จากไอน้ำ ทำให้เกิดการระเหยน้ำออกไป แป้งที่ได้มีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ ฉาบบน

Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ผิวหน้าลูกกลิ้งและถูกขูดออกด้วยใบมีด แล้วนำไปทำแห้งทันทีและบดให้ละเอียด (Powell, 1967) นอกจากนี้การผลิตแป้งพรีเจลาติไนซ์อีกวิธีคือ เตรียมน้ำแป้งที่มีความเข้มข้นที่เหมาะสมประมาณร้อยละ 40-50 แล้วส่งเข้าเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง ความร้อนจะทำให้แป้งเกิดเจลาติไนซ์ และทำให้แห้งพร้อมกัน (Kerr, 1950) ซึ่งทั้งสองวิธีจะได้สตาร์ชดัดแปรที่สามารถละลาย กระจายตัวได้ในน้ำเย็น ให้ความหนืดได้ทันที และไม่เกิดเจลเหมาะสำหรับใช้กับอาหารที่ไม่ต้องให้ความร้อน เช่น ซอส พุดดิ้ง น้ำเกรวี ไส้กึ่งสำเร็จรูป พาย ครีมหน้าขนมต่างๆ ใช้เป็นส่วนผสมของซุปผง ใช้เป็นสารยึดเกาะในอาหารประเภทเนื้อเพื่อช่วยรักษาความชุ่มชื้น และอุ้มน้ำในผลิตภัณฑ์ ใช้ในขนมเค้กเพื่อช่วยดูดซับน้ำ และเก็บฟองอากาศได้ดีขึ้น ทำให้เค้กมีความชุ่มชื้น และมีปริมาตรเพิ่มขึ้น ได้ลักษณะเค้กที่มีความสม่ำเสมอ (Boettger, 1963) ใช้เป็นสารเพิ่มความคงตัวสำหรับส่วนผสมของอาหารแช่เยือกแข็ง เช่น milk shake (Senda, 1970)

นอกจากสารประเภทไฮโดรคอลลอยด์แล้ว สารที่ถูกนำมาใช้เพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสของอาหาร เป็นส่วนผสมของขนม และผลิตภัณฑ์ต่างๆที่ใช้กันมากอีกอย่างหนึ่ง คือ ไข่

2.1.5 ไข่ (egg)

ไข่เป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมบริโภค ได้แก่ ไข่ไก่ ไข่เป็ด ไข่ห่าน และไข่นกกระทา โดยนำไปบริโภคสด ทำขนมและผลิตภัณฑ์ต่างๆ หรือทำเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น ไข่เค็ม ไข่เยี่ยวม้า หรือทำเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อนำไปผสมกับอาหารอื่นๆ เช่น ไข่แช่เยือกแข็ง และไข่ผง เป็นต้น

ไข่แช่เยือกแข็งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการเปลี่ยนสภาพของไข่แดงเป็นลิ่มแข็ง ที่เรียกว่าการเกิดเจเลชัน (gelation) คือ น้ำในไข่เกิดการแยกตัวจากโปรตีน และลิพอโปรตีนมาเกาะกันเป็นผลึกน้ำแข็งทำให้โปรตีน และลิพอโปรตีนมารวมตัวกันเกิดเป็นก้อนแข็ง แต่ถ้านำไข่สุกไปแช่เยือกแข็ง ส่วนที่เกิดการเปลี่ยนแปลงคือ ไข่ขาวสุกโดยจะเกิดลักษณะเหนียวเป็นยาง ลอกไข่ขาวได้เป็นชั้นๆ จึงจำเป็นต้องใช้สารพวกแคลเซียมคาร์บอเนตผงเข้าช่วย

ไข่ผงเป็นผลิตภัณฑ์จากไข่ ซึ่งมีการดึงน้ำออกเพื่อให้เก็บได้นานมีหลายแบบ คือ ไข่ขาวผง ไข่แดงผง และไข่ขาวผสมไข่แดงผง (ไข่ทั้งฟองผง) ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีคุณสมบัติใกล้เคียงไข่ดิบ ข้อดีของไข่ผงคือ เก็บรักษาง่าย ไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย ให้ความสะดวกในการขนย้าย และสามารถนำไปใช้ได้ง่าย กรรมวิธีการผลิตไข่ผงมีดังนี้ คือ

1. นำไข่สดจากฟาร์มมาเก็บรักษาในห้องเย็น เพื่อรอการนำไปแปรรูป

2. ทำการคัดขนาด และเลือกไข่ที่มีตำหนิ ไม่ได้คุณภาพออก ไข่ที่ผ่านการคัดเลือกจะนำไปล้างด้วยน้ำอุ่น แล้วปัดด้วยแปรงขนอ่อนๆพร้อมทั้งเป่าด้วยลมอุ่นๆ เพื่อให้น้ำที่ผิวเปลือกไข่แห้ง จากนั้นนำเข้าสู่ห้องตอกไข่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. ใช้เครื่องตอกไข่อัตโนมัติ ตอกแยกเนื้อไข่ออกเป็นไข่แดง ไข่ขาว แยกจากกัน แล้วกรองทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน หรืออาจเติมส่วนผสมอื่น เช่น เกลือ น้ำตาล แล้วเคลื่อนเข้าสู่ถังเก็บ

4. นำไปฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรซ์ เช่น ทำให้ร้อนที่ 57 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที

5. กระบวนการดึงน้ำตาลออกจากเนื้อไข่ (desugarization) ไข่มีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบในปริมาณเล็กน้อย แต่น้ำตาลเมื่อทำปฏิกิริยากับโปรตีนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงให้สี กลิ่น รสที่ผิดปกติ และทำให้ไข่ผงสูญเสียคุณสมบัติในการละลาย

6. แยกน้ำจากเนื้อไข่โดยใช้กระบวนการรีเวอร์สออสโมซิส (reverse osmosis) หรืออัลทราฟิลเทรชัน (ultrafiltration)

7. ทำให้แห้งโดยใช้เครื่องมืออย่างใดอย่างหนึ่งตามความเหมาะสม คือ เครื่องทำแห้งแบบใช้หัวฉีดพ่นเป็นฝอย (spray dryer) เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (drum dryer) เป็นต้น ซึ่งการทำแห้งโดยวิธีต่างกันจะให้ลักษณะของไข่ผงที่ต่างกันรวมทั้งคุณสมบัติอื่นๆ จะต่างกันไปด้วย ผลิตภัณฑ์ไข่ผงซึ่งได้จากการทำแห้งแบบใช้หัวฉีดพ่นเป็นฝอย จะให้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นผงละเอียดสม่ำเสมอ และมีคุณสมบัติใกล้เคียงไข่สดมากที่สุดคือ มีความสามารถที่จะให้โครงสร้างที่แข็งอยู่ตัวเมื่อถูกความร้อน ให้ฟองที่คงตัว และเกิดฟองได้ง่าย เป็นตัวทำละลายไขมันที่ดี และมีกลิ่นรสเหมือนธรรมชาติรวมทั้งประกอบด้วยคุณค่าทางอาหารที่ครบถ้วนเช่นเดียวกับไข่สด

เมื่อเติมไข่ลงในอาหาร ไข่มีหน้าที่ช่วยให้เกิดโครงสร้าง กลิ่น รส สี ความชื้น และคุณค่าอาหารแก่ขนมเค้ก โครงสร้างที่เกิดขึ้นจากการรวมตัวของโปรตีนในไข่ในระหว่างการอบ และไข่จะเป็นตัวช่วยเก็บอากาศในระหว่างตี ทำให้ขนมขึ้นฟูในเค้ก เช่น สปองจ์เค้ก (คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, 2540)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 นักเก็ต และกระบวนการแปรรูปที่เกี่ยวข้องกับการผลิตนักเก็ตแช่เยือกแข็ง

นักเก็ต เป็นอาหารประเภทอาหารจานด่วน (fast food) เป็นคำที่ชาวอเมริกันคิดค้นขึ้นมาสำหรับเรียกอาหาร หรือขนมทั้งประเภทกิน หรือกินเล่น หรือเป็นอาหารว่างโดยมีการเตรียม และปรุงรสไว้จนสำเร็จ หรือเกือบสำเร็จรูป แล้วสามารถรับประทานได้เลยทันที หรือใช้เวลาสำหรับกรรมวิธีขั้นตอนสุดท้ายรับประทานอาหารเพียงไม่กี่นาที (อังคณา, 2546)

อาหารจานด่วนมี 2 ประเภท

1. อาหารจานด่วนเต็มมื้อ (full meal fast food) เป็นประเภทกินอิ่ม ซึ่งประกอบไปด้วยอาหารประเภทแป้ง เนื้อสัตว์ และผัก
2. อาหารจานด่วนอาหารว่าง (snack fast food) เป็นอาหารประเภทกึ่งขนม เช่น ไอศกรีม ขนมเค้ก โดนัท เป็นต้น

นักเก็ตเป็นอาหารประเภทอาหารจานด่วนเต็มมื้อ นักเก็ตมาจากคำภาษาอังกฤษ nugget หมายถึงก้อน หรือชิ้นที่ถูกนำไปใช้เรียกชิ้นเนื้อไก่ล้วนว่า chicken nugget (ต้นดาว และวิกาญดา, 2546) ส่วนใหญ่นักเก็ตจะผลิตจากเนื้อสัตว์มาตัดเป็นชิ้น หรือบดผสมกับส่วนผสมต่างๆ เช่น พริกไทย พริกป่นเพื่อเพิ่มกลิ่นรสให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคจากนั้นนำไปชุบกับน้ำแป้ง และขนมปังป่น นำไปแช่เยือกแข็ง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ก่อนบริโภคต้องนำไปทอดในน้ำมัน (อังคณา, 2546)

การแปรรูปนักเก็ตแช่เยือกแข็งมีกระบวนการสำคัญที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.2.1 การกำจัดน้ำส่วนเกินออกจากผัก

สุรัตน์ และคณะ (2554) ได้ศึกษาการสลัดน้ำออกจากผักปวยเหล็งโดยใช้เครื่องปั่นเหวี่ยงที่มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษา พบว่าการปั่นเหวี่ยงโดยใช้ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที และใช้เวลาในการปั่นเหวี่ยง 20 วินาที สามารถเก็บรักษาผักปวยเหล็งได้เป็นเวลา 8-9 วัน จากการศึกษาของวิบูลย์ และคณะ (2542) พบว่าผลิตผลที่ผ่านการล้างทำความสะอาดแล้ว มีปริมาณน้ำตกค้างบนผลิตผลมากจะทำให้เกิดการเน่าเสียเร็วทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นลง การสลัดน้ำที่ใช้ล้างขิงออกจากแง่งขิง ทำให้ขิงแห้งแบบหมาดๆ โดยใช้เครื่องที่มีลักษณะเป็นถังหมุนใช้แรงเหวี่ยงให้น้ำหลุดออก การใช้ความเร็วรอบ 115 รอบต่อนาที และเวลาที่ใช้ในการสลัดน้ำ 1.0-1.5 นาที สามารถสลัดน้ำออกจากขิงได้ร้อยละ 43-50 ทำให้อายุการเก็บรักษายาวนานขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.2 การทำให้ผลิตภัณฑ์คงตัวโดยการแช่เยือกแข็ง

ในผลิตภัณฑ์ที่มีแป้งและน้ำเป็นส่วนผสม ถ้ามีน้ำมากเกินไปทำให้ไม่สามารถขึ้นรูป หรือทำให้รูปร่างคงตัวได้ ถึงแม้ว่าส่วนผสมนั้นจะผ่านการให้ความร้อนจนแป้งเกิดการเจลาติไนซ์และโปรตีนเกิดการเสียสภาพธรรมชาติ (denaturation) แล้วก็ตาม วิธีการที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวในรูปร่างจึงต้องใช้วิธีการใส่ หรืออัดลงไปในแบบพิมพ์ตามรูปร่างที่ต้องการ แล้วนำไปแช่เยือกแข็งเพื่อให้มีรูปร่างที่คงตัว จากนั้นนำไปตัด หรือหั่นให้มีขนาดชิ้นตามที่ต้องการ วิธีการนี้มีการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ประเภทพายและนักเก็ต ซึ่งมีการนำไปแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส (ต้นดาว และวิกาญดา, 2545)

2.2.3 การทอด

เป็นการทำอาหารให้สุกโดยใช้น้ำมันพืช หรือไขมันเป็นตัวกลางแลกเปลี่ยนความร้อนแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1) Shallow (หรือ contact) frying วิธีนี้มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่มีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรสูง เช่น เบคอน ไข่ ความร้อนจะเคลื่อนที่ไปสู่อาหารด้วยตัวนำความร้อนจากผิวหน้าของกระทะที่ร้อนผ่านไปยังชั้นของน้ำมันซึ่งมีปริมาณน้อย และไม่ท่วมชิ้นอาหาร อาหารจึงได้รับความร้อนไม่สม่ำเสมอ ทำให้เกิดสีน้ำตาลที่ไม่สม่ำเสมอในผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการทอดนี้ (Fellow, 1990)

2) Deep-fat frying เป็นวิธีทอดแบบน้ำมันท่วม ซึ่งเหมาะกับการทอดนักเก็ต น้ำมันที่ใช้ทอดจะเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนให้แก่ชิ้นอาหาร โดยที่ทุกๆ ผิวหน้าของอาหารจะได้รับความร้อนเท่าๆ กันทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสี และลักษณะปรากฏเหมือนกันจึงเหมาะสมกับการทอดอาหารที่มีรูปร่างต่างๆ รวมถึงอาหารชุบแป้งทอดซึ่งจะใช้อุณหภูมิสูงในการทอดประมาณ 150-220 องศาเซลเซียส (Thorner, 1973) ดังนั้นจึงต้องเลือกใช้น้ำมันที่มีความเหมาะสมด้วยคือ มีจุดเกิดควันสูงเพราะต้องใช้ทอดอาหารที่อุณหภูมิสูง ก่อนที่น้ำมันจะเกิดการสลายตัวเป็นควันและให้สารพิษ (ศศิเกษม และพรรณี, 2530) นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงคุณค่าทางโภชนาการด้วย น้ำมันปาล์มมีความคงทนต่อการเกิดออกซิเดชันได้ดี มีกรดโอเลอิกสูงและเกิดฟองเวลาทอดน้อย (Faur, 1975)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.4 การแช่เยือกแข็ง

เป็นกระบวนการแปรรูปและถนอมอาหารให้สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน กระบวนการแช่เยือกแข็งจะประกอบด้วยขั้นตอนที่ทำให้น้ำเกือบทั้งหมดกลายเป็นน้ำแข็ง และทำให้สารถูกละลายบางส่วนกลายเป็นผลึก โดยการลดอุณหภูมิของอาหารให้ต่ำลงถึง -18 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่า ประโยชน์ของการแช่เยือกแข็งที่มีต่อการเก็บรักษาอาหาร ได้จากการลดอัตราการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี ชีวเคมี และทางชีววิทยาในอาหาร หรือถูกระงับไปที่อุณหภูมิแช่เยือกแข็ง ถ้าใช้วิธีแช่เยือกแข็งและเก็บรักษาที่ถูกต้องเหมาะสม อาหารจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านโภชนาการ และประสาทสัมผัสน้อยมาก (วิไล, 2543) การแช่เยือกแข็งอย่างรวดเร็ว จะทำให้น้ำเกิดเป็นผลึกขนาดเล็กซึ่งไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อเนื้อเยื่อของอาหาร และสูญเสียน้ำของอาหารหลังจากการคืนรูป (ไพบูลย์, 2532) เมื่อพิจารณาถึงวิธีการแช่เยือกแข็ง พบว่าเครื่องแช่เยือกแข็งแบบรวดเร็วด้วยไนโตรเจนเหลว (cryogenic freezer) จะมีสัมประสิทธิ์ในการดึงความร้อนออกจากผิวหน้าอาหารได้ดีที่สุด (100-140 วัตต์ต่อตารางเมตร.องศาเควิน) รองลงมาคือ เครื่องแช่เยือกแข็งแบบฟลูอิไดซ์-เบด (fluidized-bed freezer) มีสัมประสิทธิ์ในการดึงความร้อนออกจากผิวหน้าของอาหาร 80-120 วัตต์ต่อตารางเมตร.องศาเควิน เครื่องแช่เยือกแข็งแบบสัมผัสพื้นผิวเย็นเยือกแข็งมีสัมประสิทธิ์ในการดึงความร้อนออกจากผิวหน้าอาหาร 50-120 วัตต์ต่อตารางเมตร.องศาเควิน และเครื่องแช่เยือกแข็งประเภทเป่าลมเย็นเยือกแข็ง (air blast freezer) มีความเร็วลมประมาณ 2.5-5 เมตรต่อวินาทีจะมีสัมประสิทธิ์ในการดึงความร้อนออกจากผิวหน้าอาหาร 17-30 วัตต์ต่อตารางเมตร.องศาเควิน ตามลำดับ ซึ่งวิธีการแช่เยือกแข็งที่มีสัมประสิทธิ์การดึงความร้อนออกจากผิวหน้าของอาหารสูง จะแช่เยือกแข็งอาหารได้อย่างรวดเร็ว และเกิดผลึกขนาดเล็กในอาหาร (วิไล, 2543)

2.3 การผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งของบริษัท ลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด

บริษัท ลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด ได้ดำเนินการผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งเป็นเวลามากกว่า 10 ปี ปัจจุบันนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งใช้วัตถุดิบซึ่งประกอบด้วย มันฝรั่งนึ่งสุกบด ร้อยละ 40.7 ไข่ไก่ทั้งฟองสด ร้อยละ 12.0 แป้งสาลีเอนกประสงค์ ร้อยละ 12.0 แครอท ร้อยละ 10.0 ถั่วแขก ร้อยละ 8.0 นมยูเอชที ร้อยละ 6.0 บรอกโคลี ร้อยละ 3.0 หยวกสีเขียว ร้อยละ 3.0 หอมหัวใหญ่ ร้อยละ 3.0 และเครื่องปรุงรส ร้อยละ 1.3 โดยมันฝรั่งสด จะถูกล้าง ทำความสะอาด ปอกเปลือก หั่นให้มีขนาดเล็กลง นึ่งสุก บดละเอียด แล้วนำไปแช่เยือกแข็งเก็บไว้จนกว่าจะนำมาผลิต ส่วนวัตถุดิบเฉพาะที่เป็นผัก จะถูกล้าง หั่นให้มีขนาดเล็กลง ลวก แช่เยือกแข็ง และเก็บรักษาแบบแช่เยือกแข็งไว้จนกว่าจะนำมาผลิตเป็นนักเก็ตผักแช่เยือกแข็ง

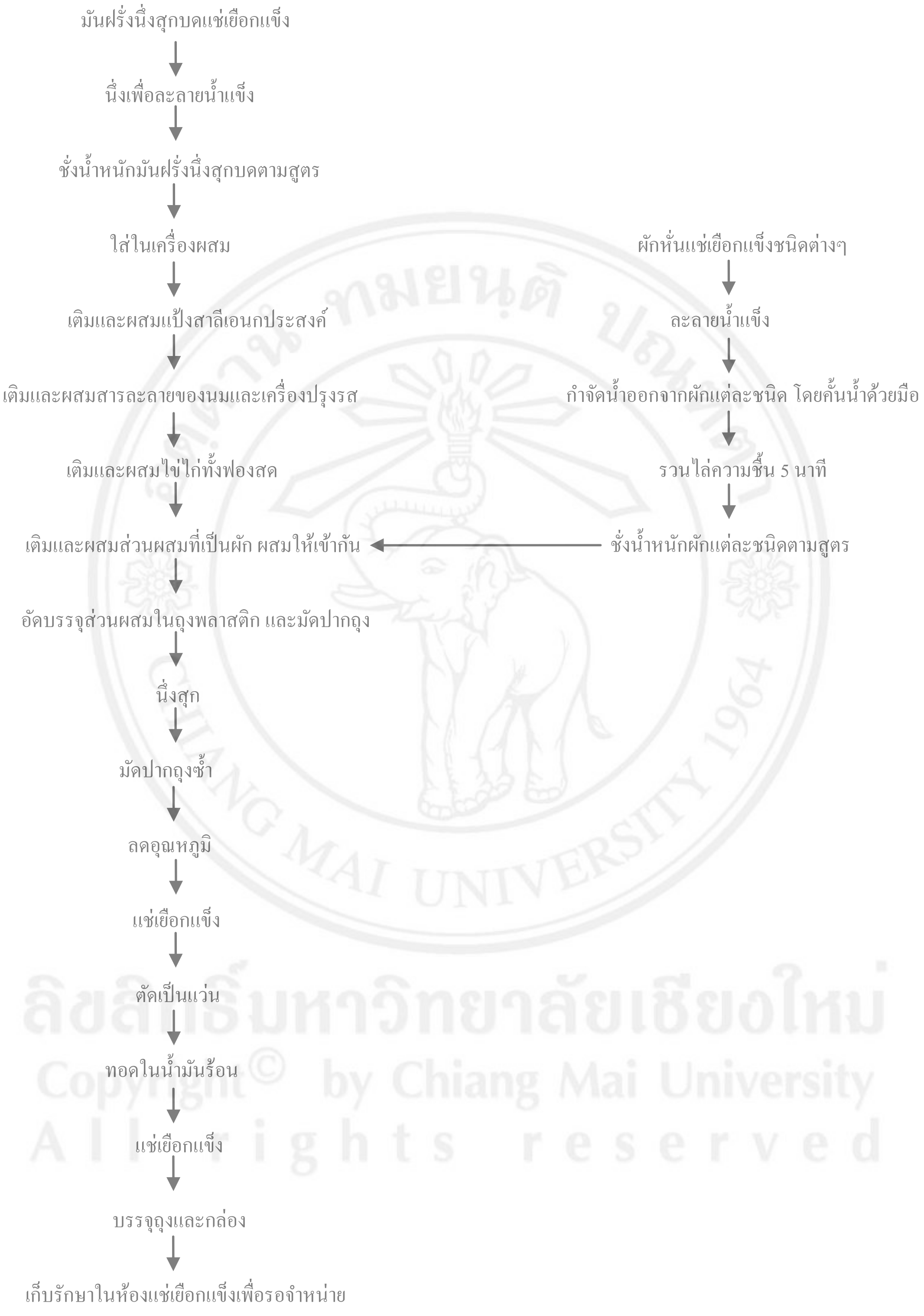
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กระบวนการผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งมีขั้นตอน ดังนี้

1) เตรียมผักรวม โดยนำวัตถุดิบเฉพาะที่เป็นผักแต่ละชนิดไปวางไว้ที่อุณหภูมิ 2-15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-36 ชั่วโมง เพื่อละลายน้ำแข็ง แล้วคั้นน้ำออกจากผักด้วยมือ และรวนไล่ความชื้น 5 นาที
2) เตรียมมันฝรั่งนึ่งสุกบด โดยนำมันฝรั่งนึ่งสุกบดแช่เยือกแข็งไปนึ่งที่อุณหภูมิ 96-98 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที เพื่อละลายน้ำแข็ง
3) เตรียมไข่ไก่ทั้งฟองสด โดยการนำไข่ไก่ทั้งฟอง ล้างน้ำ และทำความสะอาดเปลือกไข่ ตอกไข่ และตีผสมให้เข้ากัน
4) ชั่งส่วนผสมทั้งหมดตามสูตร
5) ผสมส่วนผสม โดยเติมมันฝรั่งนึ่งสุกบดลงในเครื่องผสม เติมและผสมแป้งสาลีเอนกประสงค์ เติมและผสมสารละลายของนมยูเอชทีและเครื่องปรุงรส แล้วเติมและผสมไข่ไก่ทั้งฟองสด จากนั้นเติมผักรวมผสมให้เข้ากัน
6) อัดบรรจุส่วนผสมในถุงพลาสติก และมัดปากถุง
7) นึ่งสุกที่อุณหภูมิ 96-98 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที
8) มัดปากถุงซ้ำ เนื่องจากเกิดการหดตัวของนักเก็ตผัก
9) ลดอุณหภูมิ
10) แช่เยือกแข็งใน air blast freezer (-31 องศาเซลเซียส) ข้ามคืนเพื่อให้คงรูปร่าง
11) ตัดเป็นแว่น และเอาถุงพลาสติกออก
12) ทอดในน้ำมันร้อนอุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที
13) วางเรียงในถาด
14) แช่เยือกแข็งใน air blast freezer (-31 องศาเซลเซียส) จนผลิตภัณฑ์มีอุณหภูมิ -18 ถึง -20 องศาเซลเซียส
15) บรรจุถุงและกล่อง
16) เก็บรักษาในห้องแช่เยือกแข็งเพื่อรอจำหน่าย

สำหรับวิธีการรับประทานนั้น นักเก็ตผักแช่เยือกแข็งจะถูกนำไปอุ่นในตู้อบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ก่อนการบริโภค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งก่อนการปรับปรุงของ
บริษัท ลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในประเทศไทยมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการผลิตผลิตภัณฑ์นักเก็ตหลากหลายชนิด จากการรวบรวมเรียบเรียงทั้งนักเก็ตที่ผลิตจากเนื้อสัตว์ และนักเก็ตผัก มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

ดวงเดือน (2543) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์นักเก็ตที่ผลิตจากหอยแมลงภู่ชุบแป้ง และขนมปังป่น บรรจุในถุงพลาสติกโพลิเอทิลีน และใส่กล่องเคลือบไข เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส พบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บรักษานานกว่า 28 สัปดาห์

อังคณา (2546) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์นักเก็ตแช่เยือกแข็งจากปลาโอลาย โดยการผสมกับซูริมิ และเนื้อปลาดุกอุยเทศ เพื่อลดปริมาณของเนื้อปลาโอลาย เนื่องจากปลาโอลายมีกลิ่นค่อนข้างคาว มีเนื้อสีดำไม่ค่อยน่ารับประทาน พบว่านักเก็ตที่มีอัตราส่วนของเนื้อปลาโอลาย : ซูริมิเป็น 2 : 1 มีคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส และความชอบรวม สูงกว่านักเก็ตที่ผลิตจากเนื้อปลาโอลายล้วน และนักเก็ตจากเนื้อปลาโอลายผสมเนื้อปลาดุกอุยเทศ นักเก็ตปลาโอลายที่ทอดแบบน้ำมันท่วมที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที มีคะแนนความชอบด้านความกรอบของแป้งและความชอบรวมสูงกว่าการทอดที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 และ 6 นาที นักเก็ตแช่เยือกแข็งจากปลาโอลายที่เก็บในถุง PET12/PE25/LLDPE40 ในสภาวะบรรยากาศปกติ และในถุง PA/LDPE ในสภาวะสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส มีอายุเก็บรักษาไม่น้อยกว่า 4 เดือน

นอกจากนี้ได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์นักเก็ตผัก ซึ่งมีส่วนผสมของมันฝรั่งบด ร้อยละ 46.1 ผักรวม ร้อยละ 46.1 เกลือป่น ร้อยละ 0.43 พริกไทยป่น ร้อยละ 1.06 ซีอิ๊วขาว ร้อยละ 1.78 เนยสด ร้อยละ 1.11 แป้งสาลีเอนกประสงค์ ร้อยละ 1.20 ส่วนผสมของน้ำแป้งชุบทอด ประกอบด้วย แป้งสาลีเอนกประสงค์ ร้อยละ 48.54 แป้งข้าวเจ้า ร้อยละ 26.38 แป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 13.34 กระเทียมผง ร้อยละ 0.70 พริกไทยป่น ร้อยละ 1.32 ลูกผักชี ร้อยละ 0.44 ไข่ขาวผง ร้อยละ 1.77 น้ำตาลทราย ร้อยละ 1.77 ผงฟู ร้อยละ 2.65 และเกลือ ร้อยละ 3.09 (อุทุมพร, 2551) ซึ่งสูตรดังกล่าว เมื่อนำไปผลิตเป็นนักเก็ตผักเป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค กรรมวิธีการผลิตเริ่มจากการผสมส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกัน นำส่วนผสมที่ได้อัดลงในแม่พิมพ์ ห่อด้วยพลาสติก นำไปแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส จากนั้นตัดเป็นชิ้นความหนา 1 เซนติเมตร ใช้พายพลาสติกแซะจุ่มลงในน้ำแป้งชุบทอด และนำไปคลุกในเกล็ดขนมปัง นำไปทอดในน้ำมันอุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส ประมาณ 4 นาที แล้วแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส นำไปทอดนาน 2 นาทีก่อนบริโภค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 3
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุ และอุปกรณ์

1. มันฝรั่งพันธุ์สปุนตานิ่งสุกบดแช่เยือกแข็ง (บริษัท ลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด)
2. ผักหั่นแช่เยือกแข็ง ได้แก่ แครอท ถั่วแขก หอมหัวใหญ่ บรอกโคลี และพริกหยวกสีเขียว (บริษัท ลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด)
3. ไข่ไก่ทั้งฟองสด (บริษัท RPM Farm & Feed จำกัด ประเทศไทย)
4. แป้งสาลีเอนกประสงค์ (บริษัท บัวทิพย์ จำกัด ประเทศไทย)
5. นมยูเอชที (บริษัท ฟรีสแลนด์คัมพิน่า เฟรช จำกัด ประเทศไทย)
6. เครื่องปรุงรส (บริษัท ไทยซีเรียลส์เวิลด์ จำกัด ประเทศไทย)
7. คาร์ราจีแนน (บริษัท สามดี ควอลิตี้ โปรดักส์ จำกัด ประเทศไทย)
8. ไข่ไก่ทั้งฟองผง (บริษัท เคแอลเอสเอส บิสซิเนส จำกัด ประเทศไทย)
9. น้ำมันปาล์ม (บริษัท มรกต อินดัสตรี้ส์ จำกัด ประเทศไทย)
10. แป้งพรีเจลทางการค้า (บริษัท เนชันแนลสตาร์ช จำกัด ประเทศไทย)
11. แซนแทนกัม (บริษัท แกรนด์ เคมีเคิล จำกัด ประเทศไทย)
12. 3M Petrifilm™ Aerobic Count Plates (บริษัท 3เอ็ม ประเทศไทย)
13. 3M Petrifilm™ Coliform Count Plates (บริษัท 3เอ็ม ประเทศไทย)
14. 3M Petrifilm™ *E. coli* Count Plates (บริษัท 3เอ็ม ประเทศไทย)
15. 3M Petrifilm™ Staph Express Count Plates (บริษัท 3เอ็ม ประเทศไทย)
16. อาหารสำหรับเลี้ยงเชื้อ *Salmonella* spp. ได้แก่ EEM broth Tetrathionate broth (TT) DHL Agar TSI Agar SIM Medium MIL Medium SIMMONS Citrate Agar และ Malonate Broth (Merck Labolatories, Darmstadt, Germany)
17. เครื่องผสม (บริษัท กิตติวัฒนา จำกัด ประเทศไทย)
18. ชุดพิมพ์กดขึ้นรูปนักเก็ตผัก (บริษัท ฟิตส์ จำกัด ประเทศไทย)
19. ตู้นึ่งใช้ไอน้ำ (บริษัท เจ วี อินดัสเตรียล จำกัด ประเทศไทย)
20. เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล (Testo, Germany)
21. เครื่องหมุนเหวี่ยง (basket centrifuge) ความเร็วในการหมุนเหวี่ยง 1,450 รอบต่อนาที (บริษัท มาร์ช คูล อินดัสตรี้ จำกัด ประเทศไทย)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

22. เครื่องคั้นแบบไฮดรอลิก 2 จังหวะ มอเตอร์ขนาด 1.5 แรงม้า (บริษัท ซากาย่าออโต้เมท จำกัด ประเทศไทย)
23. ถุงคั้นน้ำออกจากวัตถุดิบ (บริษัท ซากาย่าออโต้เมท จำกัด ประเทศไทย)
24. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Shinko, Japan)
25. ถุงบรรจุนักเก็ต (บริษัท โปรเฟสชันเนล พลาสติก จำกัด ประเทศไทย)
26. นาฬิกาจับเวลา (บริษัท บางกอก วิทช์ คอนเนอร์ จำกัด ประเทศไทย)
27. ตู้อุ่นผลิตภัณฑ์ใช้ไฟฟ้า (SMEG, Italy)
28. เครื่องทอดนักเก็ตไฟฟ้า (บริษัท เบทเตอร์แพค จำกัด ประเทศไทย)
29. เครื่องครัวที่จำเป็น เช่น มีดสแตนเลส เขียงพลาสติก ตะแกรง ถาด เป็นต้น
30. อุปกรณ์เครื่องแก้ว เช่น บีกเกอร์ กระบอกตวง จานเลี้ยงเชื้อ ปิเปต เป็นต้น
31. ตู้บ่มเชื้อ (Binder, Germany)
32. เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) แรงดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (Nuve, Turkey)
33. เครื่องมือวิเคราะห์ความชื้น (DSH-50-10 Baltec Halogen Lamp, China)
34. เครื่องมือวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Analyser TA-X Plus, England)
35. ห้องเย็นระบบลมเย็น (air blast freezer) อุณหภูมิ -31 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 4 เมตรต่อวินาที (บริษัท ลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด)
36. ห้องแช่เยือกแข็งเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ อุณหภูมิ -18 ถึง -20 องศาเซลเซียส (บริษัท ลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 ศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการกำจัดน้ำส่วนเกินออกจากวัตถุดิบเฉพาะที่เป็นผัก

วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตนักเก็ตผักมี 2 ส่วนคือ มันฝรั่งนึ่งสุกบด และผักรวมหั่น (แครอท ถั่วแขก บรอกโคลี พริกหยวกสีเขียว และหอมหัวใหญ่) วัตถุดิบที่เป็นผักเหล่านี้ถูกเตรียมจากผักที่ผ่านการล้าง หั่นให้มีขนาดเล็กลงด้วยเครื่องหั่น ลวกตามชนิดของผัก ทำให้เย็น หั่นซ้ำให้มีขนาด <0.5 เซนติเมตร บรรจุถุงพลาสติก แล้วนำไปแช่เยือกแข็งเก็บไว้จนกว่าจะนำไปใช้ผลิต ส่วนมันฝรั่งนึ่งสุกบดถูกเตรียมจากหัวมันฝรั่งสด ผ่านการล้าง ปอกเปลือก นึ่งสุก บดละเอียด บรรจุถุงพลาสติก แล้วนำไปแช่เยือกแข็งเก็บไว้จนกว่าจะนำไปใช้ผลิต

วัตถุดิบเฉพาะที่เป็นผักแช่เยือกแข็งหลังจากนำไปละลายน้ำแข็งแล้ว นำไปศึกษาวิธีการกำจัดน้ำส่วนเกินออกจากวัตถุดิบเฉพาะที่เป็นผักแบบต่างๆ 5 วิธี ได้แก่

1) ใช้เครื่องหมุนเหวี่ยง (basket centrifuge) โดยนำผักแช่เยือกแข็งที่ละลายแล้วใส่ในถุงคั้น ครั้งละประมาณ 3 กิโลกรัม ใส่ลงในเครื่อง และจับเวลาในการหมุนเหวี่ยงเป็นเวลา 30 วินาที

2) ใช้เครื่องหมุนเหวี่ยง (basket centrifuge) โดยนำผักแช่เยือกแข็งที่ละลายแล้วใส่ในถุงคั้น ครั้งละประมาณ 3 กิโลกรัม ใส่ลงในเครื่อง และจับเวลาในการหมุนเหวี่ยงเป็นเวลา 60 วินาที

3) ใช้เครื่องคั้นแบบไฮดรอลิก (hydraulic press) โดยนำผักแช่เยือกแข็งที่ละลายแล้วใส่ในถุงคั้นครั้งละประมาณ 4 กิโลกรัม แล้วใส่ในเครื่อง จับเวลาบีบอัดค้างไว้เป็นเวลา 30 วินาที

4) ใช้เครื่องคั้นแบบไฮดรอลิก (hydraulic press) โดยนำผักแช่เยือกแข็งที่ละลายแล้วใส่ในถุงคั้นครั้งละประมาณ 4 กิโลกรัม แล้วใส่ในเครื่อง จับเวลาบีบอัดค้างไว้เป็นเวลา 60 วินาที

5) การคั้นด้วยมือร่วมกับการรวนไล่ความชื้น 5 นาที ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้อยู่เดิมของบริษัทฯ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) โดยนำวัตถุดิบเฉพาะที่เป็นผักที่ได้จากการกำจัดน้ำส่วนเกินในแต่ละวิธี (ภาคผนวก ก.1 และ ก.2) ไปตรวจสอบหาค่าความชื้น แล้วนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Varian: ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s Multiple Range Test

นำวัตถุดิบเฉพาะที่เป็นผักที่ได้จากการกำจัดน้ำส่วนเกินทั้ง 5 วิธี ไปผลิตเป็นนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งโดยใช้สูตรและกระบวนผลิตเดิม นำไปแช่เยือกแข็งข้ามคืน จากนั้นนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) ประเมินคุณภาพทางด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวมใช้วิธีทดสอบแบบ 9 - Point hedonic scale โดยให้ 1 เป็นคะแนนที่ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 เป็นคะแนนที่ชอบมากที่สุด โดยการนำนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งไปอุ่นในตู้อบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เป็นเวลา 15 นาที ใช้ผู้ทดสอบชิมที่มีความเชี่ยวชาญจำนวน 15 คน ซึ่งเป็นพนักงานที่มีหน้าที่ประจำในการทดสอบชิมนักเก็ตผักของบริษัทฯ มีประสบการณ์การทำงานมากกว่า 5 ปี เป็นผู้ที่มีบทบาทในการพิจารณาด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และการปรับปรุงกระบวนการผลิต แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ทำการอภิปรายกลุ่มคัดเลือกวิธีการกำจัดน้ำส่วนเกินออกจากผัก ที่ให้ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ดี มีความสะดวก และรวดเร็วในการปฏิบัติงาน

3.2.2 ศึกษาสูตรนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งที่เหมาะสม

จากสูตรนักเก็ตผักเดิมของบริษัทฯ ซึ่งประกอบด้วย มันฝรั่งนึ่งสุกบดร้อยละ 40.7 ไข่ไก่ทั้งฟองสด ร้อยละ 12.0 แป้งสาลีเอนกประสงค์ ร้อยละ 12.0 แครอท ร้อยละ 10.0 ถั่วแขก ร้อยละ 9.0 นมยูเอชที ร้อยละ 6.0 หอมหัวใหญ่ ร้อยละ 3.0 บรอกโคลี ร้อยละ 3.0 พริกหยวกสีเขียว ร้อยละ 3 และเครื่องปรุงรสร้อยละ 1.3 เนื่องจากการใช้ไข่ไก่ทั้งฟองสดมีความยุ่งยากในการปฏิบัติงาน จึงต้องการทดแทนไข่ไก่ทั้งฟองสดด้วยไข่ไก่ทั้งฟองผง และปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยคาร์ราจีแนน ซึ่งเป็นผลจากการศึกษาเบื้องต้นในการคัดเลือกสารปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสนักเก็ตผัก โดยใช้ผู้ทดสอบชิมของบริษัทฯ (ตารางภาคผนวก ข.1) ดังนั้นมีปัจจัยที่ศึกษา 2 ปัจจัย และมีการกำหนดปริมาณสูงสุด และต่ำสุดดังนี้ ปริมาณไข่ไก่ทั้งฟองผงกำหนดช่วงร้อยละ 2.0 ถึงร้อยละ 4.0 (ตัวเลขอ้างอิงจากปริมาณไข่ไก่ทั้งฟองสดที่ใช้ในสูตรนักเก็ตผักเดิม คำนวณเป็นปริมาณไข่ไก่ทั้งฟองผงและผู้ผลิตแนะนำให้ใช้ไข่ไก่ทั้งฟองผงด้วยการเติมน้ำสะอาดลงไปเพิ่มในส่วนผสม โดยใช้อัตราส่วนไข่ไก่ทั้งฟองผง 1 ส่วนต่อน้ำสะอาด 3 ส่วน) ปริมาณคาร์ราจีแนนกำหนดช่วงร้อยละ 0.2 ถึงร้อยละ 0.5 (Ayadi *et al.*, 2009) กำหนดให้เติมน้ำในส่วนผสมตามอัตราส่วนของไข่ไก่ทั้งฟองผงและให้ส่วนผสมอื่นๆ ในสูตรยังคงที่ แล้วปรับส่วนผสมให้ครบเป็นร้อยละ 100 ด้วยมันฝรั่งนึ่งสุกบด วางแผนการทดลองแบบ 2^2 Factorial Experiment in Central Composite Design (ทำซ้ำที่จุดกึ่งกลางจำนวน 5 ซ้ำ) ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert 6.0 กำหนดสูตรที่ใช้ในการทดลองนำสูตรที่ได้ทั้งหมดไปผลิตตามกรรมวิธีเดิมของบริษัทฯ ได้เป็นนักเก็ตผักแช่เยือกแข็ง

จากนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งที่ได้ในแต่ละสูตร นำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสใช้วิธีการเดียวกันกับข้อ 3.2.1 นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert 6.0 หาสมการถดถอยถอดรหัส (decoded regression equation) และเลือกสมการถดถอยถอดรหัสที่มีค่า R^2 มากกว่าหรือเท่ากับ 0.90 นำไปสร้างกราฟพื้นที่ตอบสนอง (Respond Surface Graph) และใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert 6.0 คำนวณหาสูตรนักเก็ตที่เหมาะสม คัดเลือกสูตรที่เหมาะสมเพียงสูตรเดียว เพื่อใช้ศึกษาวิธีการผลิตนักเก็ตแช่เยือกแข็งต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.3 ศึกษาปรับปรุงวิธีการที่เหมาะสมในการผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็ง

จากสูตรนักเก็ตผักที่เลือกได้จากข้อ 3.2.2 นำไปผลิตเป็นนักเก็ตผัก โดยมีการปรับปรุงวิธีการใหม่เปรียบเทียบกับวิธีการเดิมได้วิธีการผลิต 3 วิธี ดังนี้ (ตารางที่ 3.1)

1) วิธีการผลิตที่ 1 เป็นวิธีการผลิตเดิม โดยผสมส่วนผสมนักเก็ตทั้งหมดเข้าด้วยกัน (ใช้ไข่ไก่ทั้งฟองผงและคาร์ราจีแนน) นำไปอัดบรรจุในถุงพลาสติก นึ่งสุก แช่เยือกแข็ง ตัดเป็นแว่น ทอดในน้ำมันร้อน แล้วนำไปแช่เยือกแข็ง

2) วิธีการผลิตที่ 2 เป็นวิธีการที่แบ่งมันฝรั่งนึ่งสุกบดออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆ กัน (วัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณของมันฝรั่งนึ่งสุกบดที่จะต้องนำไปผสม และนึ่งพร้อมกับส่วนผสมอื่นๆ เป็นการลดการใช้พลังงาน) โดยเติมและผสมมันฝรั่งบดส่วนที่ 1 ในเครื่องผสม เติมแป้งสาลีเอนกประสงค์ เติมไข่ไก่ทั้งฟองผง และคาร์ราจีแนน จากนั้นเติมส่วนผสมที่เป็นของเหลว และเครื่องปรุงรส ผสมให้เข้ากันเทใส่ในถาด นำไปนึ่งสุก แล้วนำไปผสมในเครื่องผสม เติมมันฝรั่งบดส่วนที่ 2 และผักรวมหั่นผสมให้เข้ากัน แบ่งเป็นก้อน อัดในพิมพ์ให้เป็นแว่น (ภาคผนวก ก.4) ทอดในน้ำมันร้อน แล้วนำไปแช่เยือกแข็ง

3) วิธีการผลิตที่ 3 เป็นวิธีการที่ผสมมันฝรั่งนึ่งสุกบดร้อยละ 100 (วัตถุประสงค์เพื่อความสะดวก และลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในขั้นตอนการผสมครั้งที่ 2) ในเครื่องผสม เติมแป้งสาลีเอนกประสงค์ เติมไข่ไก่ทั้งฟองผง และคาร์ราจีแนน เติมส่วนผสมที่เป็นของเหลว และเครื่องปรุงรส เติมผักรวมหั่นผสมให้เข้ากันเทใส่ในถาด แล้วนำไปนึ่งสุก แบ่งเป็นก้อน อัดในพิมพ์ให้เป็นแว่น ทอด แล้วนำไปแช่เยือกแข็ง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ทำ 3 ซ้ำ นำผลิตภัณฑ์นักเก็ตผักแช่เยือกแข็ง ที่ได้จากวิธีการผลิตทั้ง 3 วิธี ไปตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพต่างๆ ดังนี้

1) การสูญเสียน้ำหนักหลังการทอด ใช้ตัวอย่างนักเก็ตผักจากขั้นตอนตัดเป็นแว่น หรืออัดในพิมพ์ให้เป็นแว่น ชั่งน้ำหนักเริ่มต้น นำไปทอด แล้วชั่งน้ำหนักที่เหลือจากการทอด จากนั้นคำนวณหาค่าร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักหลังทอด

2) การสูญเสียน้ำ (drip loss) หลังการทำละลาย นำตัวอย่างนักเก็ตผักที่ทอดแล้ว ไปแช่เยือกแข็งใน air blast freezer (-31 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 4 เมตรต่อวินาที) เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นชั่งน้ำหนักเริ่มต้น แล้วนำไปวางทิ้งไว้ให้ละลายที่อุณหภูมิห้องจนอุณหภูมิของตัวอย่างเท่ากับอุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักที่เหลือจากการทำละลาย แล้วคำนวณหาค่าร้อยละของการสูญเสียน้ำหลังการทำละลาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3) การสูญเสียน้ำหนักหลังการอุ่น นำตัวอย่างนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งไปชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำไปอุ่นในตู้อบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที (ภาคผนวก ก.5) ชั่งน้ำหนักที่ได้หลังการอบ แล้วคำนวณหาร้อยละของน้ำหนักที่สูญเสียไป

4) ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ นำตัวอย่างนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งมาวางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนอุณหภูมิของตัวอย่างเท่ากับอุณหภูมิห้อง นำไปทดสอบการเจาะทะลุด้วยเครื่องมือวิเคราะห์เนื้อสัมผัส โดยใช้หัวกดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร กำหนดความเร็ว (speed) 0.1 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะทางที่กด (distance) 10 มิลลิเมตร ศึกษาค่าแรงสูงสุด (maximum force) ที่กดตัวอย่าง (นิวตัน) ประยุกต์ตามวิธีของเผด็จ (2547)

จากข้อมูลคุณภาพที่ได้นำไปวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test หลังจากนั้นนำผลิตภัณฑ์นักเก็ตผักแช่เยือกแข็งที่ได้ไปทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีการเดียวกันกับข้อ 3.2.1 นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test เลือกวิธีการผลิตที่มีความสะดวก ลดขั้นตอนการผลิต และคุณภาพเป็นที่ยอมรับ

3.2.4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งในระหว่างเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 เดือน

ผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งตามสูตรและวิธีการที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองที่ผ่านมา นำผลิตภัณฑ์ที่ได้กับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตด้วยสูตรและวิธีการเดิม บรรจุในถุงพลาสติกและกล่อง แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 ถึง -20 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างตรวจวิเคราะห์คุณภาพหลังการเก็บที่ 0 1 และ 2 เดือน (เนื่องจากผลิตภัณฑ์นักเก็ตผักแช่เยือกแข็งจะถูกผลิตขึ้น และส่งออกจำหน่ายภายในระยะเวลา 2 เดือน) ทำการตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ Total Plate Count Coliform *E. coli* และ *Staphylococcus aureus* โดยใช้ชุดอาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จของ 3M ส่วน *Salmonella* spp. ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ ได้แก่ EEM broth Tetrathionate broth (TT) DHL Agar TSI Agar SIM Medium MIL Medium SIMMONS Citrate Agar และ Malonate Broth จากผลิตภัณฑ์นักเก็ตแช่เยือกแข็งทุกๆ เดือน นอกจากนี้นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์นักเก็ตผักแช่เยือกแข็งหลังการเก็บที่ 0 1 และ 2 เดือน ไปทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีเดียวกันกับข้อ 3.2.1 นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนการผลิตที่ออกแบบเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็ง

ขั้นตอนการผลิตนักเก็ตผัก	ลำดับขั้นตอนการผลิต		
	วิธีการผลิตที่ 1 (วิธีเดิม)	วิธีการผลิตที่ 2	วิธีการผลิตที่ 3
1) เตรียมไข่ไก่ทั้งฟองสด	1	-	-
2) กำจัดน้ำส่วนเกินออกจากผักรวมหั่น (แครอท ถั่วแขก บรอกโคลี พริกหยวกสีเขียว และหอมหัวใหญ่)	2	1	1
3) นึ่งมันฝรั่งสุกบด (เริ่มต้นจากมันฝรั่งนึ่งสุกบดแช่เยือกแข็ง)	3	2	2
4) ชั่งส่วนผสม	4	3	3
5) เติมมันฝรั่งนึ่งสุกบดทั้งหมดในเครื่องผสม	5	-	4
6) เติมและผสมแป้งสาลีเอนกประสงค์	6	-	-
7) เติมและผสมส่วนผสมที่เป็นของเหลว เครื่องปรุงรส	7	6	6
8) เติมและผสมไข่ไก่ทั้งฟองสด	8	-	-
9) เติมและผสมผักรวมหั่น	9	11	7
10) เติมและผสมแป้งสาลีเอนกประสงค์ ไข่ไก่ทั้งฟองผง และคาร์ราจีแนน	-	5	5
11) เติมและผสมมันฝรั่งบดส่วนที่ 1	-	4	-
12) เติมและผสมมันฝรั่งบดส่วนที่ 2	-	10	-
13) บรรจุในถาด	-	7	8
14) แบ่งเป็นก้อน และอัดในพิมพ์ให้เป็นแว่น	-	12	11
15) อัดบรรจุถุงพลาสติก และมัดปากถุง	10	-	-
16) นึ่งสุกนาน 40 นาที	11	8	9
17) มัดปากถุงซ้ำ	12	-	-
18) ลดอุณหภูมิ	13	9	10
19) ทำให้คงรูปโดยการแช่เยือกแข็งใน air blast freezer (-31 องศาเซลเซียส) ข้ามคืน	14	-	-
20) ตัดให้เป็นแว่น	15	-	-
21) ทอดในน้ำมันร้อน	16	13	12
22) แช่เยือกแข็ง	17	14	13
23) บรรจุถุง และกล่องรอจำหน่าย	18	15	14

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.5 ศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งจากสูตร และกระบวนการผลิตที่พัฒนาขึ้นใหม่กับแบบเดิม

จากสูตรและกระบวนการผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งที่พัฒนาขึ้น ไปทำการขยายกำลังการผลิตเป็น 100 กิโลกรัม โดยใช้เครื่องจักร อุปกรณ์ของโรงงานที่มีอยู่ เก็บข้อมูลการผลิต ได้แก่

1) ปริมาณผลผลิต (ร้อยละ) ในการผลิต เก็บข้อมูลน้ำหนักของวัตถุดิบก่อน และหลังการผลิต

2) ต้นทุนในการผลิต เก็บข้อมูลปัจจัยการผลิตที่สามารถรวบรวมข้อมูลได้ ซึ่งได้แก่ ต้นทุนในการผลิตเฉพาะวัตถุดิบ ค่าแรงงานที่ใช้ในการผลิต ค่าใช้จ่ายในการแช่เยือกแข็ง (ทางบริษัทฯ กำหนดไว้เป็น 2.05 บาทต่อกิโลกรัม) และค่าภาชนะบรรจุ ส่วนค่าอื่นๆ สำหรับการผลิต เช่น ค่าดอกเบี้ย ค่าเสียโอกาส ค่าความเสี่ยง ฯลฯ มีความยุ่งยากในการเก็บข้อมูลจึงไม่ได้ใช้ในการคำนวณต้นทุนในการผลิตของการวิจัยนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 4
ผลการทดลอง และวิจารณ์

4.1 วิธีการที่เหมาะสมในการกำจัดน้ำส่วนเกินออกจากวัตถุดิบเฉพาะที่เป็นผัก

จากการศึกษาการกำจัดน้ำส่วนเกินออกจากวัตถุดิบเฉพาะที่เป็นผักด้วยวิธีคั้นด้วยมือ และรวนไล่ความชื้น 5 นาที (วิธีเดิม) พบว่าวัตถุดิบเฉพาะที่เป็นผักมีความชื้นที่เหลืออยู่ในช่วงร้อยละ 89-92 (ตารางที่ 4.1) ซึ่งเป็นช่วงความชื้นที่ต้องการสำหรับผักที่จะนำไปใช้ผลิตเป็นนักเก็ตผัก (ผักก่อนกำจัดน้ำส่วนเกินมีความชื้นเริ่มต้น ร้อยละ 93-94 หลังจากผ่านกระบวนการกำจัดน้ำส่วนเกินความชื้นลดลงประมาณร้อยละ 5) เมื่อทำการศึกษาอีก 4 วิธีเปรียบเทียบกัน การกำจัดน้ำส่วนเกินด้วยการหมุนเหวี่ยง 30 วินาที ผักมีปริมาณความชื้นที่เหลืออยู่ในช่วงที่ต้องการเป็นส่วนใหญ่ มีเพียงพริกหยวกเขียว ที่มีปริมาณความชื้นที่เหลือสูงกว่าที่ต้องการเล็กน้อยคือ ร้อยละ 92.1 ในทำนองเดียวกันกับการบีบอัด 60 วินาที ส่วนใหญ่ผักมีปริมาณความชื้นที่เหลืออยู่ในช่วงที่ต้องการ มีเพียงหอมหัวใหญ่เท่านั้น ที่มีปริมาณความชื้นต่ำกว่าที่ต้องการเล็กน้อย คือ ร้อยละ 87.6 ส่วนการหมุนเหวี่ยง 60 วินาที การบีบอัด 30 วินาที และการคั้นด้วยมือ และรวนไล่ความชื้น 5 นาที ผักมีปริมาณความชื้นที่เหลืออยู่ในช่วงที่ต้องการทั้งหมด

ตารางที่ 4.1 ปริมาณความชื้นที่เหลือของวัตถุดิบเฉพาะที่เป็นผักหลังการกำจัดน้ำส่วนเกิน

วิธีการกำจัดน้ำส่วนเกิน	ปริมาณความชื้นที่เหลือ (ร้อยละ)				
	บรอกโคลี	แครอท	พริกหยวกเขียว	ถั่วแขก	หอมหัวใหญ่
1) หมุนเหวี่ยง 30 วินาที	90.9 ± 0.3^{a}	91.4 ± 0.4^{ab}	92.1 ± 0.3^{a}	91.6 ± 0.1^{a}	90.5 ± 0.1^{a}
2) หมุนเหวี่ยง 60 วินาที	89.9 ± 0.7^{ab}	90.8 ± 0.5^{bc}	90.6 ± 0.1^{c}	90.2 ± 0.6^{cd}	88.5 ± 0.3^{c}
3) บีบอัด 30 วินาที	90.3 ± 0.5^{ab}	91.2 ± 0.6^{ab}	91.3 ± 0.3^{b}	91.4 ± 0.2^{ab}	90.0 ± 0.3^{a}
4) บีบอัด 60 วินาที	89.2 ± 0.6^{b}	90.4 ± 0.2^{c}	89.7 ± 0.4^{d}	89.8 ± 0.4^{d}	87.6 ± 0.4^{d}
5) คั้นด้วยมือ และรวนไล่ความชื้น 5 นาที (วิธีเดิม)	91.0 ± 0.4^{a}	91.5 ± 0.2^{a}	91.0 ± 0.2^{bc}	90.6 ± 0.6^{bc}	89.1 ± 0.1^{b}

หมายเหตุ: เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งตัวอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับปริมาณผลผลิตที่ได้จากการกำจัดน้ำส่วนเกินด้วยวิธีต่างๆ พบว่าการคั้นด้วยมือ และรวนไล่ความชื้น 5 นาที ในบรอกโคลี ได้ 50.1±0.2 (ตารางที่ 4.2) ใกล้เคียงกับการบีบอัด 30 วินาที ได้ 50.3±0.4 และการหมุนเหวี่ยง 60 วินาที ได้ 49.8±0.2 ซึ่งทั้ง 3 วิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) การคั้นด้วยมือ และรวนไล่ความชื้น 5 นาที ในถั่วแขก ได้ 68.1±0.9 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับการบีบอัด 30 วินาที บีบอัด 60 วินาที หมุนเหวี่ยง 30 วินาที และหมุนเหวี่ยง 60 วินาที (68.4±0.5 67.7±0.2 67.8±0.2 และ 67.8±0.2 ตามลำดับ) ในทำนองเดียวกันกับหอมหัวใหญ่ที่การคั้นด้วยมือ และรวนไล่ความชื้น 5 นาที ได้ 42.2±1.1 ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับการบีบอัด 30 วินาที บีบอัด 60 วินาที หมุนเหวี่ยง 30 วินาที และหมุนเหวี่ยง 60 วินาที (42.7±0.3 41.2±0.2 42.7±0.5 และ 41.8±0.4 ตามลำดับ) สำหรับแครอท และพริกหยวกเขียวนั้นทั้ง 5 วิธี มีปริมาณผลผลิตที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

เมื่อพิจารณาความสามารถในการผลิตของการกำจัดน้ำส่วนเกินออกจากวัตถุดิบเฉพาะที่เป็นผักด้วยวิธีต่างๆ พบว่าในบรอกโคลี การบีบอัด 30 วินาที ได้ 157.5±1.0 (ตารางที่ 4.3) ซึ่งมากกว่าวิธีบีบอัด 60 วินาที หมุนเหวี่ยง 30 วินาที หมุนเหวี่ยง 60 วินาที และการคั้นด้วยมือร่วมกับการรวนไล่ความชื้น 5 นาที (94.4±1.1 75.3±0.8 50.1±0.7 และ 19.6±0.8 ตามลำดับ) ทั้ง 5 วิธี แตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq0.05$) ซึ่งปริมาณผลผลิตที่ได้ในผักอีก 4 ชนิด ก็เป็นไปในทำนองเดียวกัน การบีบอัดแครอท 30 วินาที ได้ปริมาณผลผลิตสูงที่สุด เนื่องจากใช้เวลาบีบอัดน้อย และมีความสะดวกในการใส่ถุงผักเข้า และออกจากเครื่อง ในขณะที่การหมุนเหวี่ยงเป็นเวลา 30 วินาที ใช้เวลาน้อย แต่จะเสียเวลาไปกับแรงเฉื่อยหลังจากการหมุนเหวี่ยง การใส่ถุงผักเข้าเครื่อง และการเอาถุงผักออกจากเครื่อง เพราะช่องสำหรับใส่ถุงผักค่อนข้างแคบ (ภาคผนวก ก.2) ส่วนการคั้นด้วยมือ และรวนไล่ความชื้น 5 นาที ในหอมหัวใหญ่ ได้ปริมาณผลผลิตต่ำที่สุด

การพัฒนาผลิตภัณฑ์นักเก็ตผักโดยอุทุมพร (2551) ใช้ผักที่ประกอบด้วย ถั่วลันเตา แครอท และเห็ดหอม ซึ่งไม่มีการกำจัดน้ำส่วนเกินออกจากวัตถุดิบ และชิ้นของนักเก็ตผักมีการห่อหุ้มด้วยแป้งชุบทอด ส่วนนักเก็ตผักของบริษัทฯ มีแครอท ถั่วแขก พริกหยวกสีเขียว บรอกโคลี และหอมหัวใหญ่ เป็นส่วนผสม แต่นักเก็ตผักไม่ได้ถูกห่อหุ้มด้วยแป้งชุบทอด จึงต้องมีขั้นตอนการกำจัดน้ำส่วนเกินที่จะไปทำให้ส่วนผสมไม่เกาะตัวกัน เกิดปัญหาชิ้นนักเก็ตผักแตกในระหว่างการทอด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.2 ปริมาณผลผลิตที่ได้จากการกำจัดน้ำส่วนเกินด้วยวิธีต่างๆ

วิธีการกำจัดน้ำส่วนเกิน	**ปริมาณผลผลิตที่ได้ (ร้อยละ)**				
	บรอกโคลี	**แครอท**^{ns}	**พริกหยวกเขียว**^{ns}	**ถั่วแขก**	**หอมหัวใหญ่**
1) หมุนเหวี่ยง 30 วินาที	49.3±0.2^{c}	77.7±0.3	54.8±0.9	68.6±0.2^{a}	42.7±0.5^{a}
2) หมุนเหวี่ยง 60 วินาที	49.8±0.2^{ab}	77.0±0.2	54.0±0.3	67.8±0.2^{ab}	41.8±0.4^{ab}
3) บีบอัด 30 วินาที	50.3±0.4^{a}	77.6±0.3	54.6±0.2	68.4±0.5^{ab}	42.7±0.3^{a}
4) บีบอัด 60 วินาที	49.4±0.4^{bc}	76.9±0.4	54.0±0.7	67.7±0.2^{b}	41.2±0.2^{b}
5) คั้นด้วยมือ และรวนไล่ความชื้น 5 นาที (วิธีเดิม)	50.1±0.2^{a}	77.2±0.9	54.10±1.1	68.1±0.9^{ab}	42.2±1.1^{ab}

หมายเหตุ: [1 a-c] เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

[2 ns] ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.3 ความสามารถในการผลิตของการกำจัดน้ำส่วนเกินด้วยวิธีต่างๆ

วิธีการกำจัดน้ำส่วนเกิน	**ผลผลิตหลังผ่านกระบวนการ (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)**				
	บรอกโคลี	**แครอท**	**พริกหยวกเขียว**	**ถั่วแขก**	**หอมหัวใหญ่**
1) หมุนเหวี่ยง 30 วินาที	75.3±0.8^{c}	116.2±0.6^{c}	71.7±0.7^{c}	103.0±0.8^{c}	64.7±0.8^{c}
2) หมุนเหวี่ยง 60 วินาที	50.1±0.7^{d}	77.2±1.0^{d}	48.0±1.0^{d}	67.9±1.1^{d}	42.8±0.7^{d}
3) บีบอัด 30 วินาที	157.5±1.0^{a}	248.1±1.1^{a}	152.6±1.1^{a}	218.6±0.8^{a}	136.2±1.0^{a}
4) บีบอัด 60 วินาที	94.4±1.1^{b}	147.5±1.3^{b}	90.5±1.0^{b}	130.0±0.8^{b}	81.5±0.8^{b}
5) คั้นด้วยมือ และรวนไล่ความชื้น 5 นาที (วิธีเดิม)	19.6±0.8^{c}	47.4±1.0^{e}	19.6±0.8^{c}	35.5±0.7^{e}	19.3±0.8^{e}

หมายเหตุ: เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หลังจากนำผักที่ผ่านกระบวนการกำจัดน้ำส่วนเกินด้วยวิธีต่างๆ ไปผลิตเป็นนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งแล้ว นำนักเก็ตผักไปทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าผู้ทดสอบชิมที่มีความเชี่ยวชาญให้คะแนนความชอบเฉลี่ยต่อคุณภาพทางด้านสีของนักเก็ตผักจากผักที่ผ่านการคั้นด้วยมือ และรวนไล่ความชื้น 5 นาที เป็น 7.20±0.77 (ตารางที่ 4.4) คะแนนความชอบเฉลี่ยทางด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม เป็น 6.47±0.74 6.60±0.72 6.87±0.74 และ 6.80±0.77 ตามลำดับ ซึ่งคะแนนความชอบเฉลี่ยต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 ด้านของนักเก็ตผักที่ผลิตจากผักที่ผ่านกระบวนการกำจัดน้ำส่วนเกินออกแต่ละวิธี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่จากการอภิปรายกลุ่มได้พิจารณาถึงวิธีการกำจัดน้ำส่วนเกินออกจากวัตถุดิบที่เป็นผัก ที่ให้ความสะดวกและรวดเร็วในการปฏิบัติงานรวมถึงคุณภาพทางประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบชิมที่มีความเชี่ยวชาญมีมติเป็นเอกฉันท์ว่า การใช้เครื่องคั้นแบบไฮดรอลิกบีบค้างไว้เป็นเวลา 30-60 วินาที เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด ดังนั้นจึงเลือกใช้วิธีนี้ในการกำจัดน้ำส่วนเกินออกจากผักในการผลิตต่อไป

ตารางที่ 4.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของนักเก็ตที่ได้จากวัตถุดิบเฉพาะที่เป็นผักที่ผ่านการกำจัดน้ำส่วนเกินด้วยวิธีการต่างๆ

วิธีการกำจัดน้ำส่วนเกิน	**คะแนนความชอบ**^{ns}				
	สี	**กลิ่น**	**รสชาติ**	**เนื้อสัมผัส**	**ความชอบรวม**
1) หมุนเหวี่ยง 30 วินาที	6.93±0.74	6.53±0.72	6.60±0.63	6.93±0.70	6.73±0.77
2) หมุนเหวี่ยง 60 วินาที	7.13±0.96	6.60±0.63	6.67±0.72	6.80±0.77	6.70±0.76
3) บีบอัด 30 วินาที	7.27±0.86	6.33±0.83	6.67±0.88	6.67±0.72	6.93±0.83
4) บีบอัด 60 วินาที	6.73±0.77	6.53±0.52	6.47±0.63	6.53±0.64	6.85±0.63
5) คั้นด้วยมือ และรวนไล่ความชื้น 5 นาที (วิธีเดิม)	7.20±0.77	6.47±0.74	6.60±0.72	6.87±0.74	6.80±0.77

หมายเหตุ: ^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2 สูตรนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งที่เหมาะสม

จากสูตรเดิมของบริษัทฯ ที่มีการใช้ไข่ไก่ทั้งฟองสดในการผลิต ศึกษาการทดแทนไข่ไก่ทั้งฟองสดด้วยไข่ไก่ทั้งฟองผง ซึ่งมีปัจจัยสำคัญ 2 ปัจจัย และมีปริมาณสูงสุด และต่ำสุดดังนี้ ไข่ไก่ทั้งฟองผง ร้อยละ 2.0 ถึง 4.0 คาร์ราจีแนน ร้อยละ 0.2 ถึง ร้อยละ 0.5 นำไปใช้ในโปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert 6.0 วางแผนการทดลองแบบ 2^2 Factorial Experiment in Central Composite Design (ทำซ้ำที่จุดกึ่งกลางจำนวน 5 ซ้ำ) ได้สูตรนักเก็ตผัก 13 สูตร (ตารางที่ 4.5) จากการทดลองผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งในแต่ละสูตรด้วยกรรมวิธีการผลิตเดิม และนำนักเก็ตผักไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าผู้ทดสอบชิมที่มีความเชี่ยวชาญให้คะแนนความชอบเฉลี่ยทางด้านรสชาติมากที่สุดต่อนักเก็ตผักสูตรที่ 13 เป็น 7.47 (ตารางที่ 4.5) ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับสูตรที่ 1 6 11 และ 12 มีนักเก็ตผัก 4 สูตรที่ได้คะแนนความชอบเฉลี่ยทางด้านเนื้อสัมผัสมากที่สุดคือ สูตรที่ 1 3 4 และ 13 (7.47) ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับสูตรที่ 6 และ 12 ส่วนสูตรที่ได้คะแนนความชอบเฉลี่ยทางด้านความชอบรวมมากที่สุดคือ สูตรที่ 13 (7.87) ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับสูตรที่ 3 4 10 และ 11 คะแนนความชอบเฉลี่ยทางด้านสีและกลิ่นของนักเก็ตผักแต่ละสูตรไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) สูตรที่ 13 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงสุดในทุกๆ ด้าน

เมื่อนำคะแนนความชอบเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้ ไปหาสมการถดถอยถอดรหัสโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert 6.0 ได้สมการถดถอยถอดรหัสของคุณภาพทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 ด้าน (ตารางที่ 4.6) จากการพิจารณาค่านัยสำคัญทางสถิติ พบว่าปัจจัยทั้ง 2 ปัจจัย มีผลต่อคุณภาพทั้ง 4 ด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ยกเว้นคุณภาพทางด้านกลิ่นเท่านั้น แสดงว่าปัจจัยทั้ง 2 ปัจจัย มีผลน้อยมากต่อคะแนนความชอบด้านกลิ่น เมื่อพิจารณาสมการที่มีค่า R^2 เข้าใกล้ 1 ซึ่งแสดงถึงว่าสมการนั้นสามารถใช้ในการทำนายผลได้ค่าที่ใกล้เคียงความจริง ในการศึกษานี้ได้เลือกเฉพาะสมการที่มีค่า R^2 มากกว่าหรือเท่ากับ 0.90 พบว่ามีเพียงสมการเดียวคือ สมการถดถอยถอดรหัสคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสซึ่งมีค่า R^2 เป็น 0.95 เมื่อนำสมการนี้ไปสร้างกราฟพื้นที่ตอบสนอง พบว่าเมื่อปริมาณของไข่ไก่ทั้งฟองผงลดลง และปริมาณคาร์ราจีแนนลดลง ส่งผลให้คะแนนความชอบเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4.1)

จากนั้นเมื่อใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert 6.0 คำนวณหาสูตรนักเก็ตผักที่เหมาะสม พบว่าได้สูตรนักเก็ตที่เหมาะสมทั้งหมด 10 สูตร โดยที่แต่ละสูตรมีต้นทุนเฉพาะวัตถุดิบที่แตกต่างกัน (ตารางภาคผนวก จ.1 จ.2 และตารางที่ 4.7) เมื่อพิจารณาจากต้นทุนเฉพาะวัตถุดิบที่ต่ำที่สุด พบว่าสูตรที่ 9 มีต้นทุนต่ำที่สุดอยู่ที่ 40.62 บาท/กิโลกรัม ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ 9 เป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งประกอบด้วยมันฝรั่งนึ่งสุกบด ร้อยละ 43.42 ผักรวมหั่น ร้อยละ 28.00 ส่วนผสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อื่นๆ (แป้งสาลีเอนกประสงค์ นมยูเอชที เครื่องปรุงรส) ร้อยละ 19.30 น้ำ ร้อยละ 6.72 ไข่ไก่ทั้งฟองผง ร้อยละ 2.24 และ คาร์ราจีแนน ร้อยละ 0.32 จากนั้นนำสูตรนี้ไปทดลองผลิตเป็นนักเก็ตผักโดยใช้กรรมวิธีเดิม เมื่อทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับสูตรเดิมของบริษัทฯ พบว่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสแต่ละด้านของทั้ง 2 สูตร มีคะแนนความชอบเฉลี่ยใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.8) และเมื่อพิจารณาคะแนนความชอบที่ได้จากการทำนายของโปรแกรมสำเร็จรูป พบว่าค่าคุณภาพแต่ละด้านของสูตรที่เหมาะสมที่เลือกนั้นมีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นคุณภาพทางด้านกลิ่น ซึ่งคะแนนความชอบที่ได้จากการทำนายต่ำกว่าคะแนนจากการทดสอบชิม เนื่องจากว่าสมการถดถอยถอดรหัสที่ใช้ในการคำนวณมีค่า R^2 ค่อนข้างต่ำ (R^2 = 0.66) (ตารางที่ 4.6) ดังนั้นนำสูตรที่ 9 ไปใช้ศึกษาการผลิตนักเก็ตแช่เยือกแข็งต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.5 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของนักเก็ตผักที่ผลิตจากสูตรต่างๆ

สูตรนักเก็ต	ส่วนผสมนักเก็ตผัก						คะแนนความชอบ				
	มันฝรั่งนึ่งสุกบด (ร้อยละ)	ผักรวม (ร้อยละ)	ส่วนผสมอื่นๆ (ร้อยละ)	น้ำ (ร้อยละ)	ไข่ไก่ทั้งฟองผง (ร้อยละ)	คาร์ราจีแนน (ร้อยละ)	สี^{ns}	กลิ่น^{ns}	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
1	36.50	28.00	19.30	12.00	4.00	0.20	6.53	6.47	6.47^{c}	7.47^{abc}	6.80^{d}
2	40.35	28.00	19.30	9.00	3.00	0.35	7.20	6.33	7.40^{a}	7.07^{ab}	7.07^{cd}
3	44.20	28.00	19.30	6.00	2.00	0.50	7.20	6.47	7.40^{a}	7.47^{a}	7.60^{abc}
4	44.50	28.00	19.30	6.00	2.00	0.20	7.07	6.67	7.40^{a}	7.47^{a}	7.73^{ab}
5	40.35	28.00	19.30	9.00	3.00	0.35	7.13	6.60	7.00^{abc}	7.00^{ab}	7.07^{cd}
6	36.20	28.00	19.30	12.00	4.00	0.50	6.60	6.13	6.60^{bc}	6.20^{c}	6.80^{d}
7	40.35	28.00	19.30	9.00	3.00	0.35	7.07	6.53	7.27^{ab}	7.13^{ab}	7.13^{cd}
8	40.35	28.00	19.30	9.00	3.00	0.35	6.93	6.53	7.13^{abc}	7.00^{ab}	7.27^{bcd}
9	40.35	28.00	19.30	9.00	3.00	0.35	6.93	6.40	7.27^{ab}	7.07^{ab}	7.07^{cd}
10	40.56	28.00	19.30	9.00	3.00	0.14	7.00	6.60	7.40^{a}	7.27^{ab}	7.47^{abc}
11	40.14	28.00	19.30	9.00	3.00	0.56	7.00	6.40	6.60^{b}	6.73^{a}	7.53^{abc}
12	34.71	28.00	19.30	13.23	4.41	0.35	6.60	6.53	6.60^{bc}	6.60^{bc}	7.07^{cd}
13	45.99	28.00	19.30	4.77	1.59	0.35	7.20	6.73	7.47^{a}	7.47^{a}	7.87^{a}
p							0.315	0.952	0.003	0.002	0.000

หมายเหตุ: [1 a-d] เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

[2 ns] ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

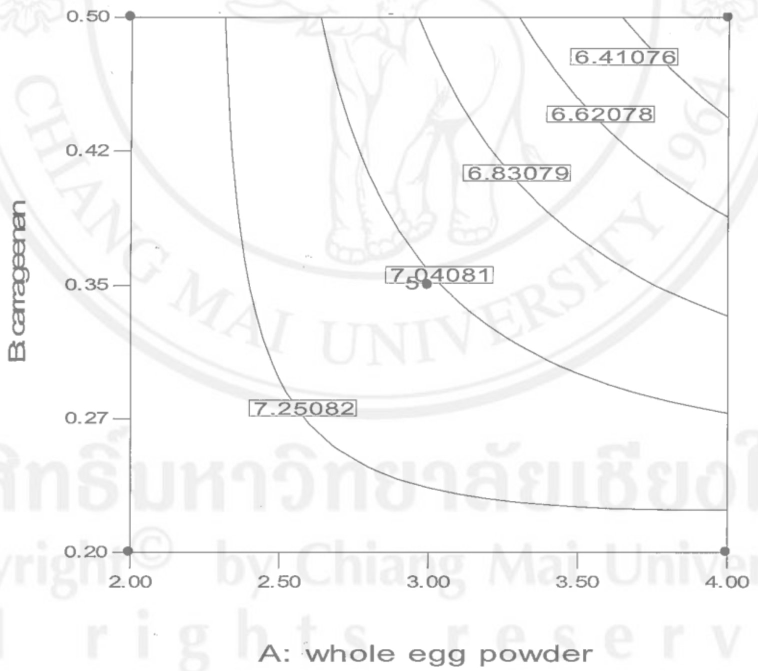
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.6 สมการถดถอยถอดรหัสคุณภาพทางประสาทสัมผัสของนักเก็ตผัก

ลักษณะคุณภาพ	สมการถดถอยถอดรหัส	p	R^2
1) สี	$= 7.05 - 0.25*A + 0.025*B - 0.10*A^2 - 0.051*B^2 - 0.015*A*B$	0.0065	0.86
2) กลิ่น	$= 6.48 - 0.10*A - 0.10*B + 0.044*A^2 - 0.021*B^2 - 0.035*A*B$	0.1112	0.66
3) รสชาติ	$= 7.21 - 0.37*A - 0.13*B - 0.10*A^2 - 0.12*B^2 + 0.033*A*B$	0.0019	0.88
4) เนื้อสัมผัส	$= 7.05 - 0.31*A - 0.25*B + 0.024*A^2 + 6.75x10^{-3}*B^2 - 0.32*A*B$	0.0001	0.95
5) ความชอบรวม	$= 7.12 - 0.36*A + 5.64x10^{-3}*B + 0.11*A^2 + 0.13*B^2 + 0.033*A*B$	0.0080	0.85

หมายเหตุ: A หมายถึง ไข่ไก่ทั้งฟองผง (ร้อยละ)

B หมายถึง คาร์ราจีแนน (ร้อยละ)



ภาพที่ 4.1 พื้นที่ตอบสนองของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไข่ไก่ทั้งฟองผง และคาร์ราจีแนนที่มีผลต่อคะแนนความชอบทางด้านเนื้อสัมผัสของนักเก็ตผัก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.7 สูตรนักเก็ตผักที่เหมาะสมที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรมสำเร็จรูป และต้นทุนเฉพาะวัตถุดิบ

สูตรที่เหมาะสม	ส่วนผสมนักเก็ตผัก						ต้นทุนเฉพาะวัตถุดิบ (บาท/กิโลกรัม)
	มันฝรั่งนึ่งสุกบด (ร้อยละ)	ผักรวมหั่น (ร้อยละ)	ส่วนผสมอื่นๆ (ร้อยละ)	น้ำ (ร้อยละ)	ไข่ไก่ทั้งฟองผง (ร้อยละ)	คาร์ราจีแนน (ร้อยละ)	
1	44.08	28.00	19.30	6.15	2.05	0.42	40.91
2	39.00	28.00	19.30	10.05	3.35	0.30	43.20
3	42.73	28.00	19.30	7.26	2.42	0.29	41.00
4	39.48	28.00	19.30	9.60	3.20	0.42	43.56
5	40.68	28.00	19.30	8.70	2.90	0.42	42.87
6	38.55	28.00	19.30	10.38	3.46	0.31	43.51
7	39.97	28.00	19.30	9.30	3.10	0.33	42.80
8	36.52	28.00	19.30	11.79	3.93	0.46	45.47
9	43.42	28.00	19.30	6.72	2.24	0.32	40.62
10	43.55	28.00	19.30	6.60	2.20	0.35	40.66

ตารางที่ 4.8 คะแนนความชอบของนักเก็ตผักที่ผลิตด้วยสูตรที่เหมาะสมที่สุด

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ ^{ns}		คะแนนความชอบที่ได้จากการทำนายของโปรแกรมสำเร็จรูป
	สูตรเดิมของบริษัท	สูตรที่เหมาะสมที่สุด	
1) สี	7.07±0.80	6.93±0.70	7.05
2) กลิ่น	6.93±0.70	6.87±0.83	6.48
3) รสชาติ	7.20±0.77	7.07±0.59	7.21
4) เนื้อสัมผัส	7.00±0.85	7.13±0.74	7.05
5) ความชอบรวม	7.07±0.80	7.13±0.64	7.12

หมายเหตุ: ^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3 วิธีการที่เหมาะสมในการผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็ง

จากการนำสูตรที่ 9 ซึ่งเป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุดไปทำการผลิตเป็นนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งด้วยวิธีต่างๆ 3 วิธีการ ตามที่กำหนดไว้ เมื่อพิจารณาความสูญเสียในแต่ละขั้นตอนการผลิตที่สำคัญ พบว่า วิธีการผลิตที่ 1 (วิธีเดิม) มีการสูญเสียน้ำหนักหลังทอดน้อยที่สุด ร้อยละ 8.12±0.10 (ตารางที่ 4.9) รองลงไปเป็นวิธีการผลิตที่ 3 และวิธีการผลิตที่ 2 ตามลำดับ ส่วนนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งหลังจากละลายน้ำแข็ง และอุ่น ซึ่งในทางปฏิบัติแล้ว ความสูญเสียในขั้นตอนละลายน้ำแข็งและอุ่น ในแต่ละขั้นตอนใกล้เคียงกัน วิธีการผลิตทั้ง 3 วิธี มีการสูญเสียไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) สำหรับค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ทุกวิธีมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq0.05$) แต่จากการทดสอบชิม พบว่าค่านี้ไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาผลวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของนักเก็ตผักจากวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน พบว่าผู้ทดสอบชิมได้ให้คะแนนความชอบเฉลี่ยมากที่สุดทางด้านสีต่อวิธีการผลิตที่ 2 (7.47±0.52) รองลงไปเป็นวิธีการผลิตที่ 3 (6.87±0.74) และ วิธีการผลิตที่ 1 (6.80±0.56) ตามลำดับ (ตารางที่ 4.10) ซึ่งวิธีการผลิตที่ 2 มีความแตกต่างจากอีก 2 วิธีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) เนื่องจากผักยังคงมีสีที่ดี (ผักไม่ได้นึ่งรวมกับส่วนผสมอื่นๆ) ส่วนคุณภาพทางด้านกลิ่น วิธีการผลิตที่ 2 (6.13±0.48) มีคะแนนความชอบเฉลี่ยต่ำที่สุด และมีความแตกต่างทางสถิติ ($p\leq0.05$) จากอีก 2 วิธี เนื่องจากนักเก็ตผักยังมีกลิ่นเหม็นเขียวของผักอยู่ คุณภาพทางด้านรสชาติ วิธีการผลิตที่ 2 (6.47±0.63) มีคะแนนความชอบเฉลี่ยต่ำที่สุด และมีความแตกต่างจากอีก 2 วิธี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) นอกจากนี้คุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัส และความชอบรวมของนักเก็ตผัก ทั้ง 3 วิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อพิจารณาถึงคุณภาพเป็นที่ยอมรับ และขั้นตอนการผลิตที่ลดลงซึ่งจะทำให้ต้นทุนในการผลิตลดลงจากเดิม วิธีการผลิตที่ 3 มีขั้นตอนการผลิตเพียง 14 ขั้นตอนซึ่งน้อยที่สุด (วิธีการผลิตที่ 2 มี 15 ขั้นตอน และวิธีการผลิตที่ 1 มี 18 ขั้นตอน) ดังนั้นจึงเลือกวิธีการผลิตที่ 3 เป็นวิธีการผลิตที่มีความเหมาะสมที่สุด และใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบการสูญเสียระหว่างการผลิตและคุณภาพด้านความแข็งของผลิตภัณฑ์ที่ได้ในแต่ละวิธีการผลิต

คุณภาพของนักเก็ตผัก	วิธีการผลิตนักเก็ตผัก		
	วิธีการ ผลิตที่ 1 (วิธีเดิม)	วิธีการ ผลิตที่ 2	วิธีการ ผลิตที่ 3
การสูญเสียน้ำหนักหลังทอด (ร้อยละ)	8.12 ± 0.10^{b}	9.30 ± 0.17^{a}	9.12 ± 0.15^{a}
การสูญเสียน้ำหลังการละลาย^{ns} (ร้อยละ)	8.65 ± 0.09	9.84 ± 0.10	9.66 ± 0.08
การสูญเสียน้ำหนักหลังการอุ่น^{ns} (ร้อยละ)	10.12 ± 0.05	11.26 ± 0.04	11.10 ± 0.03
ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ (นิวตัน)	1.36 ± 0.06^{c}	1.82 ± 0.08^{a}	1.62 ± 0.10^{b}

หมายเหตุ: $^{1\ a\text{-}c}$ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันตามแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

$^{2\ ns}$ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 4.10 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสของนักเก็ตผักที่มีวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน

วิธีการผลิต	คะแนนความชอบ				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส^{ns}	ความชอบรวม^{ns}
1	6.80 ± 0.56^{b}	6.93 ± 0.70^{a}	7.20 ± 0.77^{a}	6.87 ± 0.83	7.07 ± 0.80
2	7.47 ± 0.52^{a}	6.13 ± 0.48^{b}	6.47 ± 0.63^{b}	7.00 ± 0.65	7.00 ± 0.53
3	6.87 ± 0.74^{b}	6.87 ± 0.83^{a}	7.13 ± 0.58^{a}	7.13 ± 0.74	7.13 ± 0.64

หมายเหตุ: $^{1\ a\text{-}c}$ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

$^{2\ ns}$ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งในระหว่างเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 เดือน

จากการผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งด้วยสูตรและวิธีการผลิตที่เหมาะสมที่สุด ที่ได้จากการทดลองที่ 4.3 เปรียบเทียบกับสูตรและวิธีการผลิตเดิม แล้วนำนักเก็ตผักไปวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาที่ระยะเวลาเก็บรักษา 0 1 และ 2 เดือน พบว่าวิธีการผลิตแบบเดิม มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) เป็น 2.1×10^{3} 1.7×10^{3} และ 1.5×10^{3} cfu/g ตามลำดับ (ตารางที่ 4.11) และวิธีการผลิตใหม่มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเป็น 1.4×10^{3} 1.1×10^{3} และ 1.0×10^{3} cfu/g ตามลำดับ ที่ระยะเวลาเก็บรักษา 0 1 และ 2 เดือน ทั้ง 2 วิธีการผลิต ตรวจไม่พบเชื้อ *Staphylococcus aureus* *Salmonella* spp. และ *E. coli*

เมื่อพิจารณาถึงมาตรฐานที่กำหนดเกี่ยวกับเชื้อจุลินทรีย์ นักเก็ตผักจัดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปแช่เยือกแข็ง ในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีประกาศข้อกำหนดมาตรฐานอาหารสำเร็จรูปแช่เยือกแข็ง ดังนั้นทางบริษัทฯ จึงกำหนดมาตรฐานทางด้านจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์นักเก็ตผักแช่เยือกแข็ง โดยอ้างอิงข้อกำหนด และมาตรฐานอาหารประเทศญี่ปุ่น (JETRO, 2010 ระบบออนไลน์) ซึ่งกำหนดให้อาหารแช่เยือกแข็งที่ต้องทำให้ร้อนก่อนบริโภค (อาหารต้องผ่านความร้อนก่อนการแช่เยือกแข็ง) ต้องมีจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 10^{5} cfu/g และต้องไม่พบ coliform และอ้างอิงถึงประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 210 เรื่องมาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค บัญชีหมายเลข 2 ข้อ 19 (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2552 ระบบออนไลน์) กำหนดให้ต้องไม่พบเชื้อ *Salmonella* spp. ใน ตัวอย่าง 25 กรัม และ ต้องไม่พบ *Staphylococcus aureus* ในตัวอย่าง 0.1 กรัม นอกจากนี้ทางบริษัทฯ ได้กำหนดเพิ่มเติมว่าต้องไม่พบเชื้อ *E. coli* ในตัวอย่าง 0.1 กรัม ด้วย (ภาคผนวก ง.1)

เมื่อพิจารณาผลวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาของนักเก็ตผักในระหว่างการเก็บรักษาเปรียบเทียบกับมาตรฐานดังกล่าว พบว่าวิธีการผลิตทั้ง 2 วิธี มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และ coliform อยู่ในเกณฑ์ตามข้อกำหนด และมาตรฐานอาหารของประเทศญี่ปุ่น (JETRO, 2010 ระบบออนไลน์) นักเก็ตที่ผลิตจากทั้ง 2 วิธีตรวจไม่พบเชื้อ *Staphylococcus aureus* และ *Salmonella* spp. ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2552 ระบบออนไลน์) นอกจากนี้นักเก็ตผักที่ได้จากการผลิตทั้ง 2 วิธี ตรวจไม่พบเชื้อ *E. coli* ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานของบริษัทฯ

จากการนำนักเก็ตผักที่ผลิตด้วยสูตรและวิธีการผลิตที่เหมาะสมที่สุด ที่ได้จากการทดลองที่ 4.3 เปรียบเทียบกับสูตรและวิธีการผลิตเดิม โดยเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 0 1 และ 2 เดือน แล้วนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบเฉลี่ยทางด้านสีต่อนักเก็ตผักที่ผลิตจากสูตร และวิธีการเดิมเป็น 6.93 ± 0.70 6.87 ± 0.64 และ 6.93 ± 0.70 ที่ระยะเวลาเก็บรักษา 0 1

และ 2 เดือน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.12) ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) กับสูตรและวิธีที่พัฒนาขึ้น คะแนนความชอบเฉลี่ยทางด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ของนักเก็ตผักที่ผลิตจากวิธีการผลิตทั้ง 2 วิธี ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ทั้งระยะเวลาเก็บรักษาที่ 0 1 และ 2 เดือน

ดังนั้นวิธีการผลิตที่พัฒนาขึ้นใหม่นี้สามารถใช้ในการผลิตได้โดยที่คุณภาพของนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งใกล้เคียงกับวิธีการผลิตเดิม

ตารางที่ 4.11 ผลวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในระหว่างเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 เดือน

ระยะเวลาการเก็บรักษา	**เชื้อจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษา**	**วิธีการผลิตเดิม**	**วิธีการผลิตที่พัฒนาขึ้น**
0 เดือน	Total Plate Count (cfu/g)	2.1×10^{3}	1.4×10^{3}
	Coliform (colonies/0.01g)	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
	Staphylococcus aureus (colonies/0.1g)	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
	Salmonella spp. (colonies/25g)	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
	E. coli (colonies/0.1g)	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
1 เดือน	Total Plate Count (cfu/g)	1.7×10^{3}	1.1×10^{3}
	Coliform (colonies/0.01g)	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
	Staphylococcus aureus (colonies/0.1g)	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
	Salmonella spp. (colonies/25g)	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
	E. coli (colonies/0.1g)	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
2 เดือน	Total Plate Count (cfu/g)	1.5×10^{3}	1.0×10^{3}
	Coliform (colonies/0.01g)	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
	Staphylococcus aureus (colonies/0.1g)	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
	Salmonella spp. (colonies/25g)	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
	E. coli (colonies/0.1g)	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.12 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของนักเก็ตผักในระหว่างเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 เดือน

ระยะเวลาการเก็บรักษา	คุณภาพระหว่างการเก็บรักษา^{ns}	วิธีการผลิตเดิม	วิธีการผลิตที่พัฒนาขึ้น
0 เดือน	สี (คะแนนความชอบ)	6.93±0.70	7.00±0.65
	กลิ่น (คะแนนความชอบ)	6.93±0.80	6.93±0.70
	รสชาติ (คะแนนความชอบ)	7.07±0.59	7.10±0.74
	เนื้อสัมผัส (คะแนนความชอบ)	7.00±0.65	6.87±0.83
	ความชอบรวม (คะแนนความชอบ)	7.00±0.53	6.93±0.59
1 เดือน	สี (คะแนนความชอบ)	6.87±0.64	6.93±0.59
	กลิ่น (คะแนนความชอบ)	7.00±0.85	6.93±0.70
	รสชาติ (คะแนนความชอบ)	7.00±0.65	7.13±0.74
	เนื้อสัมผัส (คะแนนความชอบ)	6.87±0.64	6.73±0.80
	ความชอบรวม (คะแนนความชอบ)	7.07±0.59	7.00±0.65
2 เดือน	สี (คะแนนความชอบ)	6.93±0.70	6.93±0.45
	กลิ่น (คะแนนความชอบ)	6.87±0.83	7.00±0.65
	รสชาติ (คะแนนความชอบ)	6.93±0.59	7.07±0.80
	เนื้อสัมผัส (คะแนนความชอบ)	6.93±0.59	6.80±0.86
	ความชอบรวม (คะแนนความชอบ)	6.93±0.46	6.87±0.64

หมายเหตุ: ^{ns} ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5 เปรียบเทียบต้นทุนการผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งจากสูตร และกระบวนการผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็งที่พัฒนาขึ้นกับแบบเดิม

เมื่อนำวิธีการที่พัฒนาขึ้นไปทำการผลิตระดับเชิงพาณิชย์เปรียบเทียบกับสูตรและวิธีการผลิตเดิม ซึ่งทำการผลิตครั้งละ 100 กิโลกรัม พบว่าหลังนึ่งสุกทั้ง 2 วิธี ได้ผลผลิตเท่ากันคือ ร้อยละ 92.00 (ตารางที่ 4.13) ผลผลิตเริ่มแตกต่างกันที่ขั้นตอนการตัดเป็นชิ้นวิธีการผลิตแบบเดิมได้ผลผลิตร้อยละ 82.80 เนื่องจากมีการอัดบรรจุในถุงพลาสติกก่อน แล้วจึงนำไปตัดเป็นชิ้นทำให้เกิดความสูญเสียไปกับการตัดส่วนหัวและท้ายของแท่ง โดยในทางปฏิบัติส่วนหัวและท้ายเหล่านี้จะถูกนำกลับไปผสมกับส่วนผสมอื่นๆ ในการผลิตครั้งต่อไป ซึ่งต้องเสียค่าแรงงาน และค่าจัดการในการผลิตเพิ่มมากขึ้น

แต่วิธีการผลิตที่พัฒนาขึ้น เมื่อทำการอัดในพิมพ์ให้เป็นแว่นได้ผลผลิตสูงกว่าเป็น ร้อยละ 90.00 เนื่องจากในการแบ่งเป็นก้อน แล้วอัดลงในพิมพ์มีการสูญเสีย และเมื่อผ่านขั้นตอนการทอด แช่เยือกแข็ง และบรรจุ ปริมาณผลผลิตซึ่งในทางปฏิบัติแล้ว ขั้นตอนการทอด แช่เยือกแข็ง และบรรจุนั้นมีการสูญเสียในแต่ละขั้นตอนใกล้เคียงกัน ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงผลิตภัณฑ์หลังการบรรจุแล้ว วิธีการที่พัฒนาขึ้นจึงได้ผลผลิตสูงกว่าเป็นร้อยละ 79.46 ซึ่งวิธีเดิมได้ผลผลิตเพียงร้อยละ 73.91 วิธีการผลิตที่พัฒนาขึ้นสามารถเพิ่มผลผลิตได้พิ่มขึ้นถึงร้อยละ 7.51

ตารางที่ 4.13 การเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตที่ได้แต่ละขั้นตอนของวิธีการผลิตที่พัฒนาขึ้นกับวิธีการผลิตเดิม

ขั้นตอนการผลิต	ปริมาณผลผลิตที่ได้ (ร้อยละ)	
	วิธีการผลิตแบบเดิม	วิธีการผลิตที่พัฒนาขึ้น
1. วัตถุดิบก่อนผสม	100.00	100.00
2. นึ่งสุก	92.00	92.00
3. การตัดเป็นชิ้น หรืออัดในพิมพ์ให้เป็นแว่น	82.80	90.00
3. ทอด	76.18	81.90
4. แช่เยือกแข็ง	74.65	80.26
5. บรรจุ	73.91	79.46

เมื่อพิจารณาปัจจัยการผลิตที่สามารถรวบรวมข้อมูลได้ ซึ่งได้แก่ ค่าวัตถุดิบ ต้นทุนเฉพาะวัตถุดิบ ค่าแรงงาน ค่าใช้จ่ายในการแช่เยือกแข็ง และค่าภาชนะบรรจุ จากการคำนวณต้นทุนของการผลิตนักเก็ตผักกับสูตรเดิม พบว่าสูตรที่พัฒนาขึ้นมีต้นทุนของปัจจัยการผลิตดังกล่าวข้างต้นทุกปัจจัยมีค่าต่ำกว่าสูตรและวิธีการผลิตเดิม โดยที่สูตรที่พัฒนาขึ้นมีต้นทุนการผลิตของปัจจัยเหล่านั้นเป็น 57.76 บาท/กิโลกรัม ส่วนวิธีการผลิตเดิม มีต้นทุนเป็น 66.43 บาท/กิโลกรัม (ตารางภาคผนวก จ.2 จ.3 จ.4 จ.5 และ จ.6) ซึ่งสูตรและวิธีการที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถลดต้นทุนปัจจัยการผลิตข้างต้นลงได้ร้อยละ 13.05 แสดงว่าสูตรและวิธีการผลิตที่พัฒนาขึ้นมานี้ นอกจากจะมีคุณภาพใกล้เคียงกับสูตรและวิธีการเดิมแล้ว ยังมีต้นทุนการผลิตที่ลดลงอีกด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง และ ข้อเสนอแนะ

1. วิธีการที่เหมาะสมในการกำจัดน้ำส่วนเกินออกจากผักรวม คือ การใส่ผักแต่ละชนิดในถุง แล้วบีบคั้นด้วยเครื่องคั้นแบบไฮดรอลิก (hydraulic press) อัดค้างไว้นาน 30 ถึง 60 วินาที

2. สูตรนักเก็ตผักที่ได้จากการปรับปรุง ประกอบด้วย มันฝรั่งบด ร้อยละ 43.42 ส่วนผสมอื่นๆ (แป้งสาลีเอนกประสงค์ นมยูเอชที และเครื่องปรุงรส) ร้อยละ 19.30 แครอท ร้อยละ 10.00 ถั่วแขก ร้อยละ 9.00 น้ำ ร้อยละ 6.72 พริกหยวกสีเขียว ร้อยละ 3.00 บรอกโคลี ร้อยละ 3.00 และหอมหัวใหญ่ ร้อยละ 3.00 ไข่ไก่ทั้งฟองผง ร้อยละ 2.24 และคาร์ราจีแนนร้อยละ 0.32

3. ขั้นตอนในการผลิตที่เหมาะสมของนักเก็ตผักแช่เยือกแข็ง เริ่มจากการผสมส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกัน ใส่ในถาด นำไปนึ่งสุก 40 นาที แบ่งเป็นก้อน อัดในพิมพ์ให้เป็นแว่น นำไปทอดในน้ำมันร้อน แช่เยือกแข็ง แล้วบรรจุถุงและกล่องรอจำหน่ายต่อไป

4. นักเก็ตผักแช่เยือกแข็งที่ผลิตขึ้นจากสูตรและกระบวนการผลิตใหม่นี้ เมื่อเก็บรักษาไว้ที่ -18 ถึง -20 องศาเซลเซียส สามารถเก็บไว้ได้เป็นเวลา 2 เดือน ผลิตภัณฑ์ยังคงมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับเช่นเดียวกับสูตรและวิธีการผลิตเดิม

5. สูตรและวิธีการผลิตนักเก็ตผักที่พัฒนาขึ้น สามารถลดต้นทุนการผลิตในส่วนของค่าวัตถุดิบ ค่าแรงงานที่ใช้ในการผลิต ค่าใช้จ่ายในการแช่เยือกแข็ง และค่าภาชนะบรรจุ ลงได้จากเดิมร้อยละ 13.05 โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังคงมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบชิม และสามารถผลิตได้ในเชิงพาณิชย์

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากผักชนิดต่างๆ ที่ใช้เป็นวัตถุดิบ มีการลวกก่อนการแช่เยือกแข็ง ถ้าหากสามารถใช้วิธีการบีบคั้นที่ได้จากการศึกษานี้ทำการบีบคั้นแยกน้ำส่วนเกินออกก่อนประมาณร้อยละ 40 ของน้ำหนักวัตถุดิบเริ่มต้น แล้วจึงนำไปแช่เยือกแข็ง ก็น่าจะช่วยลดต้นทุนในการแช่เยือกแข็งลงได้ เนื่องจากไม่จำเป็นต้องแช่เยือกแข็งน้ำส่วนเกิน ที่ต้องบีบแยกออกก่อนนำไปผลิตเป็นนักเก็ตผัก

2. กระบวนการผลิตที่ได้จากการปรับปรุงนี้ ยังต้องมีการใช้แรงงานจำนวนมากในการอัดลงในพิมพ์ให้เป็นแว่น และการทำงานมีความล่าช้า ดังนั้นถ้ามีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับเครื่องอัดขึ้นรูปอัตโนมัติ จะทำให้ใช้แรงงานน้อยลง ลดโอกาสการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์เนื่องจากพนักงานในการผลิต และสามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้มากขึ้นอีกด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. การเก็บข้อมูลต้นทุนในการผลิตที่ได้รายงานไว้ในงานวิจัยนี้ เป็นการเก็บข้อมูลเฉพาะส่วนที่สามารถเก็บได้ แต่ยังมีข้อมูลอื่นโดยเฉพาะอย่างยิ่งเกี่ยวกับค่าพลังงานที่ใช้ในการผลิตซึ่งถ้าสามารถเก็บได้ก็จะยิ่งได้ค่าการประหยัดลงได้มากกว่าร้อยละ 13.05 ตามที่ได้รายงานไว้

4. ในกระบวนการผลิตใหม่นี้ยังคงใช้สภาวะในการนึ่งสุก เป็นเวลา 40 นาที ซึ่งเวลานี้อาจจะน้อยหรือมากเกินไป น่าจะมีการศึกษาในเชิงลึกโดยมีการวัดอุณหภูมิจุดที่ร้อนช้าที่สุดของก้อนอาหารอาจจะสามารถลดต้นทุนลงได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บรรณานุกรม

คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. *วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร.* กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชัน จำกัด, 2540.

จันทร์จิรา ชาวสวน และ นิสานารถ กระแสร์ชล. *ผลของการใช้แป้งบุกและไข่ขาวผงต่อคุณภาพของลูกชิ้นปลาสีกุนข้างเหลือง.* วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 40 (1), 437-440, 2552.

จิราภรณ์ สอนจิตร์. *กลูโคแมนแนนใยอาหารจากบุก.* แม่โจ้ปริทัศน์ 5 (1), 79-84, 2543.

ดวงเดือน วารีวะนิช. *การผลิตและการเก็บรักษาหอยแมลงภู่ชุบแป้งและขนมปังป่น.* วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สาขาผลิตภัณฑ์ประมง ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2543.

ต้นดาว จ้อยโทน และ วิกาญดา น้อยศิริ. *การผลิตนักเก็ตผสมเครื่องแกง.* ปัญหาพิเศษ. คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชินูปถัมภ์, 2546.

นิธิยา รัตนาปนนท์. *เคมีอาหาร*, กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2551.

เผด็จ ฉั่วตระกูล. *ผลของโปรตีนถั่วเหลืองสกัด กลูเตนและสารโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตต่อสมบัติรีโอโลยีของเบอร์เกอร์เศษเนื้อนกกระจอกเทศ.* วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2547.

ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก. *กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร.* กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2532.

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. *อาหารมังสวิรัติ.* [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา อาหารมังสวิรัติ - วิกิพีเดีย (12 พฤศจิกายน 2554).

วิบูลย์ เทเพนทร์, ไมตรี แนวพนิช, สุภัทร หนูสวัสดิ์, อุทิศ แสงวงษา และเวียง อากรชี. *วิจัยออกแบบเครื่องทำความสะอาดขิง.* วารสารวิชาการเกษตร, 17 (13), 284-293, 2542.

วิไล รังสาดทอง. *เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร.* พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ, เทกซ์แอนด์เจอร์นัล, 2543.

ศศิเกษม ทองยงค์ และ พรรณี เดชคำแหง. *เคมีอาหารเบื้องต้น.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2542.

สถาบันอาหาร. *แนวโน้มอุตสาหกรรมอาหาร พร้อมปรุง-พร้อมรับประทานในตลาดโลกกับอนาคตที่สดใส.* [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา แนวโน้มอุตสาหกรรมอาหาร (12 มิถุนายน 2552).

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สุรัตน์ นักหล่อ, จุไรรัตน์ อิมินา, พรสุดา คุณมั่ง, จักรพงษ์ พิมพ์พิมล, ยงยุทธ ข้ามสี, พีรพันธุ์ อนันตพงศ์, ธนากาญจน์ ชุ่มผวน และทองลา ภูคำวงศ์. *การสลัดน้ำออกจากผักปวยเหล็งโดยใช้เครื่องปั่นเหวี่ยงที่มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผัก*. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 42 (3), 165-168, 2554.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. *ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องมาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค*. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.teainstitutemfu.com/ducument/d10.pdf (23 มีนาคม 2552).

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. *มาตรฐานแป้งดัดแปรสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร*. เอกสาร มอก. ที่ 1073-2535. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ, 2535.

อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ. *ฟิล์มแป้งบุกชนิดบริโภคได้: การเตรียม สมบัติบางประการและการนำไปใช้*. อาหาร 1(3): 44-51, 2543.

อังคณา ผ่องภักดี. *การพัฒนาผลิตภัณฑ์นักเก็ตแช่เยือกแข็งจากปลาโอลาย* (*Euthynnus affinis*). วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546.

อุทุมพร บูรณะพงศ์พันธ์. *การพัฒนาผลิตภัณฑ์นักเก็ตผัก*. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท, สาขาคหกรรมศาสตร์ ภาควิชาคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2551.

Ayadi, M.A., Kechaou, A., Makni, I., Attia, H. *Influence of Carrageenan Addition on Turkey Meat Sausages Properties*. Food Engineering: 278-283, 2009.

Boettger, M. *Recent Study Show The Effect of Pregelatinized Starchs on Cake Quality.* Cereal Sci. Today, 8: 106-108, 1963.

Charalambous, G. and Doxastakis, G. *Food Emulsifiers Chemistry Technology Functional Properties and Applications.* Elsevier Science Publishing Company, Inc., New York, 549 p, 1989.

Faur, L. *Palm Oil in Deep Frying: Comparative Performance.* Revue Francaide Des Corps Gras 22(2): 77-83, 1975.

Fellow, P.J. *Food Processing Technology Principle and Practice.* New York: Ellis Horwood, 1990.

Glicksman, Martin. *Food Hydrocolloid Volume I.* CRC Press, Inc., United State, 1982.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Iida, H., Ochi, T., Ohashi, S., Kohyama, K., Nishinari, K., Williams, P.A., and Phillips, G.O. *Large Deformation Rheology of Mixed Gels of Konjac-Kappa-Carrageenan.* In: Nishinari, K., and Doi, E., ed. *Food Hydrocolloids Structure, Properties and Function.* Plenum Press, New York, 451-456, 1993.

Imeson, A. *Thickening and Gelling Agent for Food.* 2nd ed. St Edmundsbury Press, Great Britain, 1997.

Japan External Trade Organization. *Specifications and Standards for Foods, Food Additives, etc. Under the Food Sanitation Act (Abstract) 2010.* [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.jetro.go.jp/en/reports/regulations/pdf/foodext2010e.pdf (26 กรกฎาคม 2012).

Kerr, P.W. *Chemistry and Industry of Starch.* 2nd New York: Academic Press, 1950.

Langendorff, V., Cuvelier, G., Launay, B., Michon, C., Parker, A., and Kruif, C.G.D. *Effect of Carrageenan Type on The Behaviour of Carrageenan/Milk Mixtures.* Food Hydrocolloids 14: 273-280, 2000.

Powell, E.L. *Production and Use of Pregelatinized Starch.* Starch Chemistry and Technology, New York, Academic Press, P523-535, 1967.

Senda, A. *Premix Preparation for Ice Foods.* United-States-Patent., 5006 359, 1970.

Thaiudom, S., and Goff, H. D. *Effect of K-Carrageenan on Milk Protein Polysaccharide Mixtures.* International Dairy Journal 13: 763-771, 2003.

Thorner, M.E. *Deep Frying in Convenience and Fast Food Handbook.* Westport, Connecticut: The AVI Publishing, 1973.

Tzibola, A., and Home, D.S. *Influence of Milk Proteins on K-Carrageenan Gelation.* International Dairy Journal 9: 359-364, 1999.

Yanes, M., Duran, L., and Costell, E. *Effect of Hydrocolloid Type and Concentration on Flow Behaviour and Sensory Properties of Milk Beverages Model Systems.* Food Hydrocolloids 16: 605-611, 2002.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

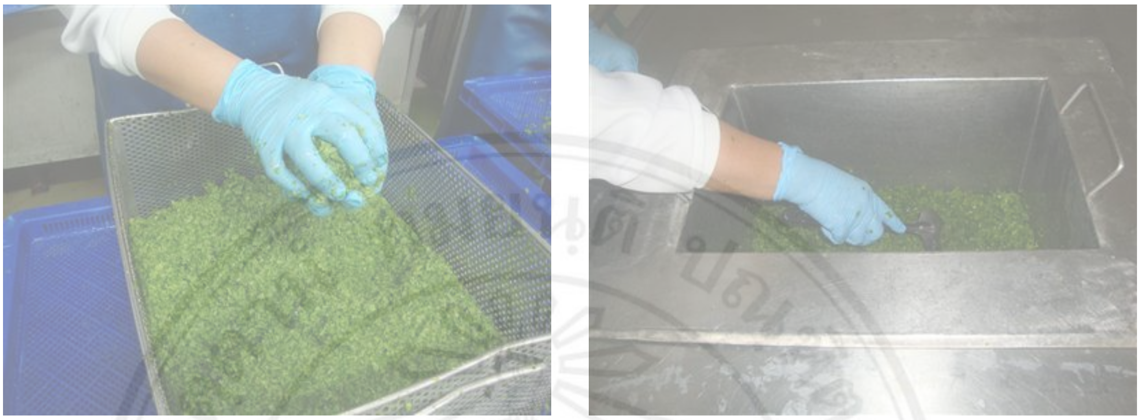
ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

ภาพประกอบการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

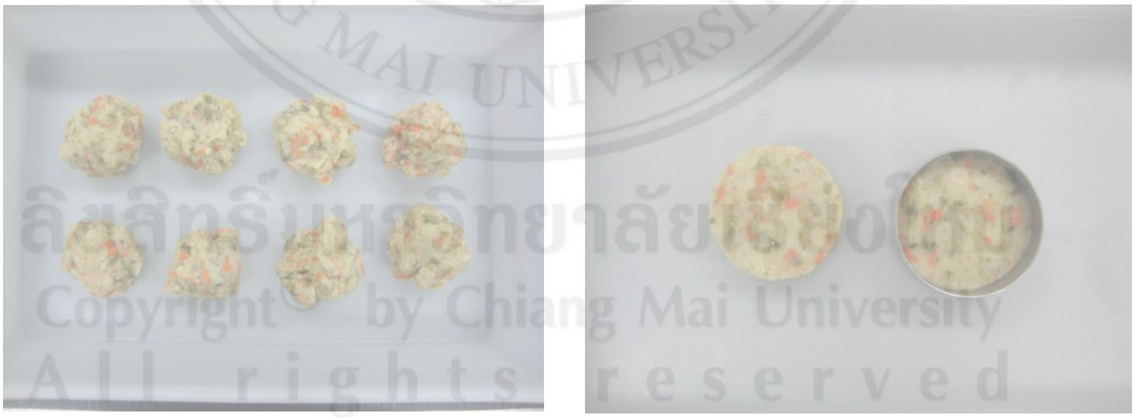


ภาคผนวก ก.1 ลักษณะการกำจัดน้ำส่วนเกินออกจากวัตถุดิบเฉพาะที่เป็นผัก โดยการคั้นด้วยมือและการรวนไล่ความชื้น

ภาคผนวก ก.2 ลักษณะการกำจัดน้ำส่วนเกินออกจากวัตถุดิบเฉพาะที่เป็นผักโดยเครื่องหมุนเหวี่ยง และการคั้นด้วยเครื่องคั้นแบบไฮดรอลิก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก.3 ลักษณะการบรรจุในถุงพลาสติกเพื่อขึ้นรูปโดยการแช่เยือกแข็ง
และนักเก็ตผักหลังตัดเป็นแว่น



ภาคผนวก ก.4 ลักษณะของนักเก็ตผักที่แบ่งเป็นก้อน และการอัดในพิมพ์ให้เป็นแว่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก.5 เปรียบเทียบลักษณะของนักเก็ตผักที่ยังคงเป็นที่ยอมรับหลังการอุ่นพร้อมบริโภค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

ผลการศึกษาเบื้องต้นในการคัดเลือกคาร์ราจีแนนไปใช้ในการวิจัย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก ข. 1 ผลการศึกษาเบื้องต้นในการคัดเลือกคาร์ราจีแนนไปใช้ในการวิจัย

สารปรับปรุงเนื้อสัมผัส	คะแนนความชอบ					หมายเหตุ
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม	
1. สูตรเดิม (ไม่มีสารปรับปรุงเนื้อสัมผัส)	7.20±0.3	7.07±0.2	7.20±0.2	7.20±0.1	7.27±0.2	นักเก็ตผักโดยรวมมีสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นผักเล็กน้อย มีรสมัน เนื้อสัมผัสนุ่มพอดี มีความยืดหยุ่นเล็กน้อย ควมชอบรวมอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง
2. เติมคาร์ราจีแนน ร้อยละ 0.2	7.13±0.2	6.90±0.3	7.00±0.3	7.13±0.3	7.00±0.4	ลักษณะคุณภาพทุกด้านใกล้เคียงกับสูตรเดิม มีความเป็นไปได้ในการพัฒนา
3. เติมคาร์ราจีแนน ร้อยละ 0.5	6.93±0.5	6.84±0.5	7.13±0.4	7.00±0.2	6.97±0.5	ลักษณะคุณภาพทุกด้านใกล้เคียงกับสูตรเดิม มีความเป็นไปได้ในการพัฒนา
4. เติมแซนแทนกัม ร้อยละ 0.2	7.00±0.3	7.00±0.3	7.07±0.3	6.10±0.2	6.87±0.3	คะแนนความชอบทางด้านเนื้อสัมผัส ได้น้อยกว่าสูตรเดิม เนื้อนิ่มกว่ามาก
5. เติมแซนแทนกัม ร้อยละ 0.5	6.95± 0.2	6.90±0.4	7.13±0.3	6.24±0.3	6.92±0.2	คะแนนความชอบทางด้านเนื้อสัมผัส ได้น้อยกว่าสูตรเดิม เนื้อสัมผัสนิ่มกว่าสูตรเดิม
6. เติมแป้งพรีเจล ร้อยละ 0.2	7.10±0.5	7.07±0.2	6.95±0.2	6.00±0.3	6.75±0.2	คะแนนความชอบทางด้านเนื้อสัมผัสได้น้อยกว่าสูตรเดิม มีเนื้อสัมผัสที่ค่อนข้างเหนียว มีความกรอบแข็งบริเวณภายนอกชิ้น
7. เติมแป้งพรีเจล ร้อยละ 0.5	7.00±0.6	7.00±0.3	7.07±0.1	5.78±0.4	6.70±0.2	คะแนนความชอบทางด้านเนื้อสัมผัสได้น้อยกว่าสูตรเดิม โดยนักเก็ตมีเนื้อสัมผัสที่ค่อนข้างเหนียว มีความแข็งภายนอกชิ้นโดยเฉพาะบริเวณขอบๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

โดยวิธี 9 – Point Hedonic Scale

ชื่อผลิตภัณฑ์ **นักเก็ตผักแช่เยือกแข็ง**

ผู้ทดสอบ...วันที่.................................

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่างแล้วให้คะแนนตามระดับความชอบต่อคุณลักษณะและคุณภาพที่ตรงกับความรู้สึกโดยให้ระดับคะแนนดังนี้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด
2 = ไม่ชอบมาก
3 = ไม่ชอบปานกลาง
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
5 = เฉย ๆ
6 = ชอบเล็กน้อย
7 = ชอบปานกลาง
8 = ชอบมาก
9 = ชอบมากที่สุด

ลักษณะตัวอย่าง …………...

รหัส	....	....	....	....	....
สี	....	....	....	....	....
กลิ่น	....	....	....	....	....
รสชาติ	....	....	....	....	....
เนื้อสัมผัส	....	....	....	....	....
ความชอบรวม	....	....	....	....	....

ข้อแนะนำ..

....

....

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์นักเก็ตผักแช่เยือกแข็ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก ง. 1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์นักเก็ตผักแช่เยือกแข็ง

เชื้อจุลินทรีย์	ปริมาณตามมาตรฐานกำหนด	ปริมาณตามข้อกำหนดของบริษัทฯ
Total Plate Count (cfu/g)	<100,000[1]	<100,000
Coliform (colonies/0.01g)	ตรวจไม่พบ[1]	ตรวจไม่พบ
Staphylococcus aureus (colonies/0.1g)	ตรวจไม่พบ[2]	ตรวจไม่พบ
Salmonella spp. (colonies/25g)	ตรวจไม่พบ[2]	ตรวจไม่พบ
E. coli (colonies/0.1g)	-	ตรวจไม่พบ

[1] (JETRO, 2010 ระบบออนไลน์)

[2] (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2552 ระบบออนไลน์)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก จ

การคำนวณต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการผลิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก จ. 1 ราคาวัตถุดิบ และภาชนะบรรจุที่ใช้ในการผลิตนักเก็ตผักแช่เยือกแข็ง

ต้นทุน	ราคา	(บาท/หน่วย)
วัตถุดิบ		
1) แครอทหั่นแช่เยือกแข็ง	22.45	บาท/กิโลกรัม
2) ถั่วแขกหั่นแช่เยือกแข็ง	13.88	บาท/กิโลกรัม
3) บรอกโคลีหั่นแช่เยือกแข็ง	41.17	บาท/กิโลกรัม
4) พริกหยวกสีเขียวหั่นแช่เยือกแข็ง	46.88	บาท/กิโลกรัม
5) หอมหัวใหญ่หั่นแช่เยือกแข็ง	23.44	บาท/กิโลกรัม
6) มันฝรั่งนึ่งสุกบดแช่เยือกแข็ง	31.77	บาท/กิโลกรัม
7) แป้งสาลีเอนกประสงค์	23.26	บาท/กิโลกรัม
8) นมยูเอชที	29.42	บาท/กิโลกรัม
9) ไข่ไก่ทั้งฟองสด	54.18	บาท/กิโลกรัม
10) ไข่ไก่ทั้งฟองผง	290.00	บาท/กิโลกรัม
11) คาร์ราจีแนน	500.00	บาท/กิโลกรัม
12) เครื่องปรุงรส	44.13	บาท/กิโลกรัม
ภาชนะบรรจุ		
1) ถุงพลาสติก 12x18 นิ้ว	2.24	บาท/ใบ
2) ถุงพลาสติก 36x36 นิ้ว	2.21	บาท/ใบ
3) ถุง 7x45 ซม.	1.45	บาท/ถุง
4) กล่อง L20	6.88	บาท/กล่อง
5) ถุงบรรจุสินค้าสำเร็จรูป (20x27 นิ้ว)	5.07	บาท/ถุง
6) กล่องบรรจุสินค้าสำเร็จรูป	9.86	บาท/กล่อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก จ. 2 การคำนวณต้นทุนเฉพาะวัตถุดิบของนักเก็ตผักสูตรต่างๆที่ได้จากโปรแกรมสำเร็จรูปและสูตรเดิม

สูตรที่เหมาะสม	ส่วนผสมนักเก็ตผัก													ต้นทุนเฉพาะวัตถุดิบ (บาท/กิโลกรัม)
	มันฝรั่งนึ่งสุกบด (กรัม)	แครอท (กรัม)	ถั่วแขก (กรัม)	บรอกโคลี (กรัม)	พริกหยวกสีเขียว (กรัม)	หอมหัวใหญ่ (กรัม)	แป้งสาลีเอนกประสงค์ (กรัม)	นมยูเอชที (กรัม)	เครื่องปรุงรส (กรัม)	น้ำ (กรัม)	ไข่ไก่ทั้งฟองสด (กรัม)	ไข่ไก่ทั้งฟองผง (กรัม)	คาร์ราจีแนน (กรัม)	
1	440.80	100.00	90.00	30.00	30.00	30.00	120.00	60.00	13.00	61.50	0.00	20.50	4.20	40.91
2	390.00	100.00	90.00	30.00	30.00	30.00	120.00	60.00	13.00	100.50	0.00	33.50	3.00	43.20
3	427.00	100.00	90.00	30.00	30.00	30.00	120.00	60.00	13.00	72.60	0.00	24.20	2.90	41.00
4	394.80	100.00	90.00	30.00	30.00	30.00	120.00	60.00	13.00	96.00	0.00	32.00	4.20	43.56
5	406.80	100.00	90.00	30.00	30.00	30.00	120.00	60.00	13.00	87.00	0.00	29.00	4.20	42.87
6	385.50	100.00	90.00	30.00	30.00	30.00	120.00	60.00	13.00	103.80	0.00	34.60	3.10	43.51
7	399.70	100.00	90.00	30.00	30.00	30.00	120.00	60.00	13.00	93.00	0.00	31.00	3.30	42.80
8	365.20	100.00	90.00	30.00	30.00	30.00	120.00	60.00	13.00	117.90	0.00	39.30	4.60	44.47
9	434.20	100.00	90.00	30.00	30.00	30.00	120.00	60.00	13.00	67.20	0.00	22.40	3.20	40.62
10	435.50	100.00	90.00	30.00	30.00	30.00	120.00	60.00	13.00	66.00	0.00	22.00	3.50	40.66
สูตรเดิม	407.00	100.00	90.00	30.00	30.00	30.00	120.00	60.00	13.00	0.00	120.00	0.00	0.00	42.00

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก จ. 3 การเปรียบเทียบค่าแรงงานในการผลิตระหว่างวิธีเดิมกับวิธีที่พัฒนาขึ้น

ขั้นตอนการผลิตนักเก็ตผัก	ต้นทุนการผลิต (บาท/กิโลกรัม) ในแต่ละขั้นตอนการผลิต	
	วิธีเดิม	วิธีที่พัฒนาขึ้น
1) เตรียมไข่ไก่ทั้งฟองสด	0.21	-
2) กำจัดน้ำส่วนเกินออกจากผักรวมหั่น (แครอท ถั่วแขก บรอกโคลี พริกหยวกสีเขียว และหอมหัวใหญ่)	0.79	0.11
3) นึ่งมันฝรั่งสุกบด (เริ่มต้นจากมันฝรั่งนึ่งสุกบดแช่เยือกแข็ง)	0.17	0.16
4) ชั่งส่วนผสม	0.51	0.55
5) เติมมันฝรั่งนึ่งสุกบดทั้งหมดในเครื่องผสม	0.10	0.10
6) เติมและผสมแป้งสาลีเอนกประสงค์	0.10	0.10
7) เติมและผสมส่วนผสมที่เป็นของเหลว เครื่องปรุงรส	0.10	0.10
8) เติมและผสมไข่ไก่ทั้งฟองสด	0.10	-
9) เติมและผสมผักรวมหั่น	0.23	0.23
10) เติมและผสมแป้งสาลีเอนกประสงค์ ไข่ไก่ทั้งฟองผง และคาร์ราจีแนน	-	0.10
11) บรรจุในถาด	-	0.08
12) แบ่งเป็นก้อน และอัดในพิมพ์ให้เป็นแว่น	-	4.29
13) อัดบรรจุถุงพลาสติกทรงกระบอก และมัดปากถุง	1.47	-
14) นึ่งสุกนาน 40 นาที	0.21	0.21
15) มัดปากถุงซ้ำ	0.85	-
16) ลดอุณหภูมิ	0.08	0.08
17) ทำให้คงรูปโดยการแช่เยือกแข็งใน air blast freezer (-31 องศาเซลเซียส) ข้ามคืน	1.10	-
18) ตัดให้เป็นแว่น	0.84	-
19) ทอดในน้ำมันร้อน	4.33	4.33
20) ทำการแช่เยือกแข็ง	0.89	0.89
21) บรรจุถุง และกล่องรอจำหน่าย	1.56	1.56
รวม	13.64	12.89

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก จ. 4 การเปรียบเทียบค่าภาชนะบรรจุในการผลิตระหว่างวิธีเดิมกับวิธีที่พัฒนาขึ้น

ขั้นตอนการผลิตนักเก็ตผัก	ต้นทุนการผลิต (บาท/กิโลกรัม) ในแต่ละขั้นตอนการผลิต	
	วิธีเดิม	วิธีที่พัฒนาขึ้น
1) เตรียมไข่ไก่ทั้งฟองสด	-	-
2) กำจัดน้ำส่วนเกินออกจากผักรวมหั่น (แครอท ถั่วแขก บรอกโคลี พริกหยวกสีเขียว และหอมหัวใหญ่)	-	-
3) นึ่งมันฝรั่งสุกบด (เริ่มต้นจากมันฝรั่งนึ่งสุกบดแช่เยือกแข็ง)	-	-
4) ชั่งส่วนผสม	-	-
5) เติมมันฝรั่งนึ่งสุกบดทั้งหมดในเครื่องผสม	-	-
6) เติมและผสมแป้งสาลีเอนกประสงค์	-	-
7) เติมและผสมส่วนผสมที่เป็นของเหลว เครื่องปรุงรส	-	-
8) เติมและผสมไข่ไก่ทั้งฟองสด	-	-
9) เติมและผสมผักรวมหั่น	-	-
10) เติมและผสมแป้งสาลีเอนกประสงค์ ไข่ไก่ทั้งฟองผง และคาร์ราจีแนน	-	-
11) บรรจุในถาด	-	-
12) แบ่งเป็นก้อน และอัดในพิมพ์ให้เป็นแว่น	-	-
13) อัดบรรจุถุงพลาสติกทรงกระบอก และมัดปากถุง	3.61	-
14) นึ่งสุกนาน 40 นาที	-	-
15) มัดปากถุงซ้ำ	-	-
16) ลดอุณหภูมิ	-	-
17) ทำให้คงรูปโดยการแช่เยือกแข็งใน air blast freezer (-31 องศาเซลเซียส) ข้ามคืน	0.38	-
18) ตัดให้เป็นแว่น	-	-
19) ทอดในน้ำมันร้อน	-	-
20) ทำการแช่เยือกแข็ง	0.31	0.31
21) บรรจุถุง และกล่องรอจำหน่าย	1.87	1.87
รวม	6.17	2.18

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก จ. 5 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการแช่เยือกแข็งระหว่างวิธีเดิมกับวิธีที่พัฒนาขึ้น

ขั้นตอนการผลิตนักเก็ตผัก	ต้นทุนการผลิต (บาท/กิโลกรัม) ในแต่ละขั้นตอนการผลิต	
	วิธีเดิม	วิธีที่พัฒนาขึ้น
1) เตรียมไข่ไก่ทั้งฟองสด	-	-
2) กำจัดน้ำส่วนเกินออกจากผักรวมหั่น (แครอท ถั่วแขก บรอกโคลี พริกหยวกสีเขียว และหอมหัวใหญ่)	-	-
3) นึ่งมันฝรั่งสุกบด (เริ่มต้นจากมันฝรั่งนึ่งสุกบดแช่เยือกแข็ง)	-	-
4) ชั่งส่วนผสม	-	-
5) เติมมันฝรั่งนึ่งสุกบดทั้งหมดในเครื่องผสม	-	-
6) เติมและผสมแป้งสาลีเอนกประสงค์	-	-
7) เติมและผสมส่วนผสมที่เป็นของเหลว เครื่องปรุงรส	-	-
8) เติมและผสมไข่ไก่ทั้งฟองสด	-	-
9) เติมและผสมผักรวมหั่น	-	-
10) เติมและผสมแป้งสาลีเอนกประสงค์ ไข่ไก่ทั้งฟองผง และคาร์ราจีแนน	-	-
11) บรรจุในถาด	-	-
12) แบ่งเป็นก้อน และอัดในพิมพ์ให้เป็นแว่น	-	-
13) อัดบรรจุถุงพลาสติกทรงกระบอก และมัดปากถุง	-	-
14) นึ่งสุกนาน 40 นาที	-	-
15) มัดปากถุงซ้ำ	-	-
16) ลดอุณหภูมิ	-	-
17) ทำให้คงรูปโดยการแช่เยือกแข็งใน air blast freezer (-31 องศาเซลเซียส) ข้ามคืน	2.55	-
18) ตัดให้เป็นแว่น	-	-
19) ทอดในน้ำมันร้อน	-	-
20) ทำการแช่เยือกแข็ง	2.07	2.07
21) บรรจุถุง และกล่องรอจำหน่าย	-	-
รวม	4.62	2.07

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวก จ. 6 การเปรียบเทียบต้นทุนในการผลิตระหว่างวิธีเดิมกับวิธีที่พัฒนาขึ้น

ปัจจัยในการผลิตที่ศึกษา	ต้นทุนการผลิต (บาท/กิโลกรัม)	
	วิธีเดิม	วิธีที่พัฒนาขึ้น
1) ค่าวัตถุดิบ	42.00	40.62
2) ค่าแรงงานในการผลิต	13.64	12.89
3) ค่าใช้จ่ายในการแช่เยือกแข็ง	4.62	2.07
4) ค่าภาชนะบรรจุ	6.17	2.18
รวม	66.43	57.76

ดังนั้น วิธีที่พัฒนาขึ้นสามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้ร้อยละ

$$= \frac{(66.43 - 57.76) \times 100}{66.43}$$

$$= 13.05$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นางสาวพรมพร ปั้นอุทัย

วัน เดือน ปีเกิด 11 ธันวาคม 2521

ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2540 มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนบ้านตากประชาวิทยาคาร อ. บ้านตาก จ. ตาก
พ.ศ. 2544 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

ประสบการณ์ พ.ศ. 2544 – พ.ศ. 2549 ทำงานในตำแหน่งหัวหน้าแผนกวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริษัท ลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด
พ.ศ. 2549 – พ.ศ. 2554 ทำงานในตำแหน่งผู้ช่วยผู้จัดการแผนกวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริษัท ลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด
พ.ศ. 2554 – ปัจจุบัน ทำงานในตำแหน่งหัวหน้าทีมวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริษัท ลานนาเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved