



โครงการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อุปโภค-บริโภค  
จากวัสดุเหลือใช้ที่ได้จากการผลิต  
ของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กถึงขนาดกลาง  
(Research and Development Products  
from By-products in Small- Scale  
Industries and Medium-Scale Industries)

โดย ชมภูษุช เพื่อนพิภพ, ปรัชญา แพมงคล, มานิตย์ แก้ววงษ์ศิริ  
และบุษรา สร้อยระย้า

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

งบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555

การวิจัยและพัฒนาเครื่องดื่มผสมผลไม้พาสเจอร์ไรส์จากนมรีโพรเซสและน้ำผลไม้ไทยแท้  
(*Research and Development of Pasteurized Smoothies from Reprocessed Milk and  
Thai Fruit Juices*)

ช่มกฤษณ์ เฟือนพิภพ และ บุษรา ศรีอริยะธา  
*Chompoonuch Phuenpipob and Bussara Soiraya*

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร  
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร  
พ.ศ. 2555

## บทคัดย่อ

ผลการศึกษพบว่า สูตรที่เหมาะสมของเครื่องตีผสมผลไม้แช่แข็ง 100% พาสเจอร์ไรส์ ประกอบด้วย นมรีโพเรซ 10% น้ำสับปรตและน้ำคั้นจืดชนิดละ 45 % เพคตินชนิด High-methoxy 0.55% และน้ำตาล 1% ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าสี 2.5Y-5Y 9/2-4 ค่า pH 3.5±0.5 ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด 13.5±1 องศาปริกซ์ พาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที เก็บที่อุณหภูมิ 6±1 องศาเซลเซียสได้เป็นเวลา 8 วัน มีโปรตีน 2.8กรัม ไขมัน 2.1กรัม คาร์โบไฮเดรต 8.8 กรัม แคลเซียม 21 มิลลิกรัม และให้พลังงาน 65.3 กิโลแคลอรี/100 มิลลิลิตร นอกจากนี้ยังพบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ด้วยคะแนนในระดับมากกว่า 7 (ชอบปานกลาง)

คำสำคัญ นมรีโพเรซ สมูทตี้ น้ำผลไม้แช่



## สารบัญ

	หน้า
<b>โครงการที่ 1</b> การวิจัยและพัฒนาเครื่องตีผสมสุรตีพาสเจอร์ไรส์จากนมรีโพรเซสและน้ำผลไม้ไทยแท้	
<b>บทที่ 1</b> บทนำ	1
<b>บทที่ 2</b> วัตถุประสงค์	2
น่านม	2
สุรตี	8
น้ำผลไม้สด	9
สับปะรด	10
ดินจิ	11
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
<b>บทที่ 3</b> วิธีการทดลอง	14
วัตถุดิบและอุปกรณ์ในการผลิต	14
อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพ	14
การเตรียมน่านมตีบคุณภาพต่ำ	15
ศึกษาสูตรผลิตลักษณะใหม่จากน่านมตีบคุณภาพต่ำ	16
สถานที่และระยะเวลาดำเนินการทดลอง	16
<b>บทที่ 4</b> ผลการทดลองและวิจารณ์ผล	17
ผลการเตรียมน่านมตีบคุณภาพต่ำ	17
ผลการศึกษาสูตรผลิตลักษณะใหม่จากน่านมตีบคุณภาพต่ำ	17
ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ	19
ผลการตรวจสอบคุณภาพทางเคมี	20
ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์	20
ผลการวิเคราะห์อายุการเก็บ	21
<b>บทที่ 5</b> สรุปผลการวิจัย	22
<b>บรรณานุกรม</b>	23

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>โครงการที่ 3</b> การพัฒนาผลิตภัณฑ์แคโรทีนเสริมจากแครอทอบแห้ง	

<b>มทที่ 1 มทนำ</b>	<b>25</b>
ที่มาและความสำคัญของปัญหา	25
วัตถุประสงค์	25
ขอบเขตการวิจัย	25
นิยามศัพท์	26
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	26
<b>มทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>27</b>
แคตริกเกอร์	27
แครอท	27
การอบแห้ง	32
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	34
<b>มทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการทดลอง</b>	<b>36</b>
วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง	36
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	36
อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพ	36
วิธีการดำเนินการทดลอง	37
สถานที่ทำการวิจัย	38
<b>มทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล</b>	<b>39</b>
ผลการศึกษาระบบการผลิตกากแครอทอบแห้งในผลิตภัณฑ์แคตริกเกอร์	39
ผลการศึกษารับพื้นฐานผลิตภัณฑ์แคตริกเกอร์	39
ผลการศึกษาอัตราส่วนกากแครอทอบแห้งในผลิตภัณฑ์แคตริกเกอร์	40
ผลการตรวจสอบคุณภาพทางเคมี	41
<b>มทที่ 5 สรุปผลการวิจัย</b>	<b>43</b>
<b>บรรณานุกรม</b>	<b>44</b>

## สารบัญ (ต่อ)

<b>โครงการที่ 2</b> การนำวัสดุเหลือใช้จากการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กถึงขนาดกลาง มาประดิษฐ์เป็นวัสดุตกแต่งบรรจุภัณฑ์	<b>หน้า</b>
<b>มทที่ 1 มทนำ</b>	<b>45</b>
๑.๑ ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	45

๑.๒	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	45
๑.๓	ขอบเขตของการวิจัย	45
๑.๔	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	45
๑.๕	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	46
<b>มทที่ 2</b>	<b>เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>47</b>
๒.๑	ข้อมูลเกี่ยวกับเชิงกระสอม่ป่าน	47
๒.๒	ข้อมูลเกี่ยวกับงานประดิษฐ์	48
<b>มทที่ 3</b>	<b>วิธีดำเนินการวิจัย</b>	<b>50</b>
๓.๑	รูปแบบและขั้นตอนการดำเนินงานประดิษฐ์	50
๓.๒	เครื่องมือในการเก็บรวบรวมเครื่องมือ	58
๓.๓	ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล	58
<b>มทที่ 4</b>	<b>ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</b>	<b>59</b>
๔.๑	การวิเคราะห์ข้อมูล	59
๔.๒	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	59
<b>มทที่ ๕</b>	<b>สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ</b>	<b>60</b>
๕.๑	สรุปผลการวิจัย	60
๕.๒	อภิปรายผลการวิจัย	60
๕.๓	ข้อเสนอแนะในการวิจัย	60
<b>บรรณานุกรม</b>		<b>61</b>



# บทที่ 1

## บทนำ

นี่เองด้วยในปัจจุบันกระบวนการผลิตนมต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นกระบวนการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ นมสเตอริไลซ์ และนมยูเอชที จะได้ผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่านมพร้อมดื่ม โดยนมพร้อมดื่ม สามารถแบ่งได้หลายชนิดขึ้นอยู่กับความร้อนที่ใช้ในการคงคุณค่าทางอาหารและการเก็บรักษา ซึ่งนม (milk) เป็นอาหารเหลว ที่มีโครงสร้างเป็นอิมัลชัน (emulsion) ประเภทน้ำมันในน้ำ (oil in water emulsion) ไขมันนม (butter fat) จะแขวนตัวเป็นหยดน้ำมันกระจายตัวอยู่ในน้ำ ซึ่งธาดาน้ำนม (Milk solid not fat) เช่น โปรตีน น้ำตาลแลคโตส (lactose) แคลเซียม โฟสเฟอรัส วิตามินบี 2 วิตามินเอ วิตามินดี วิตามินบี 12 ซึ่งแคลเซียมนับว่าเป็นแร่ธาตุที่มีมากในนม มีประโยชน์ต่อความแข็งแรงของกระดูก และช่วยให้ระบบเลือดมีความสมดุล (1-2) นมทั้งหมดจะมีแคลเซียมอยู่ประมาณ 290 มิลลิกรัม ต่อ 1 แก้ว (ประมาณ 200 มิลลิลิตร) (3)

นอกจากจะได้ผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่มชนิดต่างๆ แล้ว ในกระบวนการผลิตยังมีนมอีกประเภทที่ได้ขณะผลิต ซึ่งโรงงานอุตสาหกรรมไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ย่อมประสบปัญหาเหล่านี้ในทุกระยะที่ทำการผลิต ซึ่งก็จะมีนมส่วนหนึ่งที่ไต่จากการผลิต โดยจะได้มาจากวงเดินเครื่องเพื่อการผลิตนมในช่วงแรกที่มีการปล่อยนมจากเครื่องพาสเจอร์ไรส์ หรือสเตอริไลซ์เข้าสู่กระบวนการบรรจุ นอกจากนี้ยังได้นมรีโพรเซสส์มาจากวงสุดท้ายของการเดินเครื่องเพื่อการผลิตนมที่มีการใช้น้ำผ่านเครื่องแล้วไปทำการเดินนมที่พาสเจอร์ไรส์ หรือสเตอริไลซ์ที่คงค้างเครื่องออกให้หมด ด้วยเหตุนี้ในกระบวนการผลิตนมจึงมีนมที่มีมาตรฐาน คุณภาพทางเคมีที่ไม่ตรงตามเกณฑ์ทางโภชนาการของนมที่เหมาะสมต่อการบริโภค จึงกลายมาเป็นวัตถุดิบเหลือใช้จากการผลิตที่เรียกว่านมรีโพรเซสส์ (reprocessed milk) โดยปริมาณที่รวบรวมได้ในแต่ละครั้งของการเดินเครื่องผลิตนั้น มีปริมาณแตกต่างกันในแต่ละครั้ง จะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปริมาณที่ผลิตในแต่ละครั้ง เมื่อดำเนินการเป็นร้อยละของการสูญเสีย (% loss) มีมากถึงร้อยละ 3 ของปริมาณนมทั้งหมดที่ผลิต

เมื่อรวบรวมนมรีโพรเซสส์ที่ได้มาทำการตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี พบว่าจากผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับคุณลักษณะทางกายภาพและทางจุลินทรีย์ของนมรีโพรเซสส์ไม่แตกต่างจากนมพาสเจอร์ไรส์ หรือนมยูเอชที เว้นแต่คุณภาพทางเคมีบางตัวที่มีค่าไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพเล็กน้อย เช่น ค่าปริมาณไขมัน และค่าปริมาณโปรตีน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ประโยชน์จากนมรีโพรเซสส์ด้วยการผสมกับน้ำผลไม้แท้และส่วนผสมอื่น เพื่อผลิตเป็นเครื่องดื่มนมผสมน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ การผลิตเครื่องดื่มที่ไม่มีการใช้หัวเชื้อ หรือไซรัป ลงไปผสม จะช่วยให้ผู้บริโภคได้รับรสชาติของน้ำผลไม้สดแท้ๆ และได้รับประโยชน์จากส่วนผสมต่างๆ อย่างแท้จริง

## บทที่ 2

### ตรวจเอกสาร

#### 1. นํ้านม

##### 1.1 นิยาม

นํ้านมในตอนแรกที่ได้จากธรรมชาติ คือ จากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมต่างๆ เช่น คน วัว ควาย แพะ เป็นต้น จะเป็นนมดิบที่รีดจากแม่โค หลังคลอดลูกแล้ว 3 วันแล้วนำมาผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนเพื่อทำให้เป็นนมที่สะอาดและปลอดภัย จึงกลายเป็นนมสดพร้อมดื่ม ซึ่งต้องมีสีขาว หรือสีครีม ปราศจากกลิ่น รส ที่น่ารังเกียจ ปราศจากวัตถุกันเสีย สิ่งแปลกปลอม เช่น ฝุ่น ผง ขน สารพิษ นมสดเป็นอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายและเป็นที่ยอมรับกันทุกเพศทุกวัย ส่วนใหญ่

##### 1.2 ประเภทของนํ้านมพร้อมดื่ม

แบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

- 1.2.1 นมสดพาสเจอร์ไรซ์ คือนมดิบที่ทำให้เป็นเนื้อเดียวกันหรือไม่ก็ได้ ผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนไม่ต่ำกว่า 63 องศาเซลเซียส และคงที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 30 นาที หรือทำให้ร้อนไม่ต่ำกว่า 72 องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 16 นาที แล้วทำให้เย็นลงทันทีถึงอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่า ก่อนบรรจุในภาชนะบรรจุในภาชนะที่สะอาด ปิดสนิท ต้องเก็บรักษาไว้ในที่เย็นไม่เกิน 7 องศาเซลเซียส ตลอดเวลาจนกว่าจะบริโภค และถ้าเก็บนานเกินกว่า 3 วัน ให้สังเกตว่ามีการแยกตัวหรือตกตะกอน หรือมีรสเปลี่ยนไปไม่ควรบริโภค
- 1.2.2 นมสดสเตอริไลซ์ คือนมดิบที่ทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน ผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนไม่ต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาที่เหมาะสม ก่อนบรรจุในภาชนะที่สะอาด ปิดสนิท อากาศเข้าออกมิได้ เก็บไว้ได้ที่อุณหภูมิห้องแต่ไม่ควรเก็บนานเกินกว่าที่ระบุไว้บนฉลาก
- 1.2.3 นมสดยูเอชที คือนมดิบที่ทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน ผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนไม่ต่ำกว่า 133 องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า 1 วินาที ก่อนบรรจุในภาชนะ และภาชนะที่สะอาด ปราศจากเชื้อ และปิดสนิท อากาศผ่านเข้าออกไม่ได้ เช่น บรรจุกล่องกระดาษลามิเนท เก็บไว้ได้ที่อุณหภูมิห้องแต่ไม่ควรเก็บไว้นานเกินกว่าวันหมดอายุที่ระบุไว้บนฉลาก

##### 1.3 คุณลักษณะทางกายภาพ-เคมี

1.3.1 องค์ประกอบทางเคมีของนํ้านม องค์ประกอบทางเคมีของนํ้านมค่อนข้างสลับซับซ้อน องค์ประกอบทางเคมีหลักของนํ้านมได้แก่ โปรตีน น้ำตาลแล็กโทส วิตามิน แร่ธาตุ และน้ำ องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของนํ้านมมีค่าโดยประมาณ แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของนํ้านมโดยประมาณ

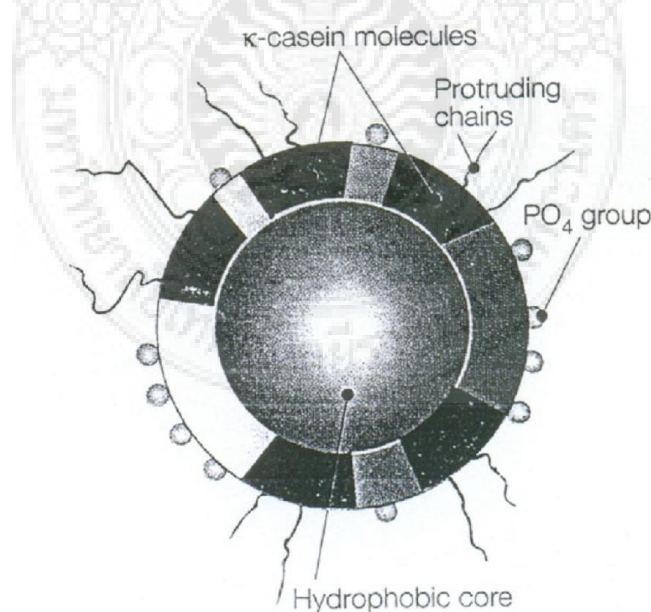
ส่วนประกอบ ปริมาณ	(ร้อยละ)
โปรตีน	3.50
ไขมัน	3.70
น้ำตาลแล็กโทส	4.90
เถ้า	0.70
นํ้า	87.20

ที่มา (นรินทร์ ทองศิริ, 2531)

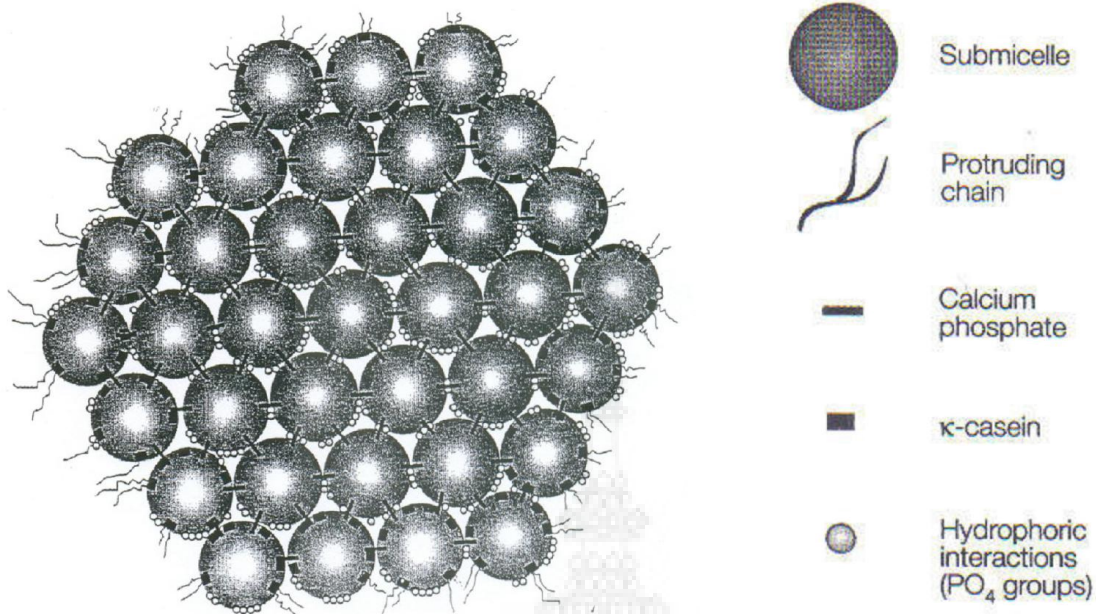
1.3.1.1 นํ้า นํ้าเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของนํ้านม คือ นํ้านม 1 ลิตร จะมีนํ้าอยู่ระหว่าง 860 – 880 มิลลิลิตรหรือประมาณร้อยละ 86 – 88 แม้ว่าจะมีนํ้าในปริมาณที่สูงมาก แต่นํ้านมก็ยังคงเป็นอาหารเหลวที่มีสารอาหารเข้มข้นที่สุดในบรรดาอาหารเหลวทั้งหมดของทารก นํ้าเป็นตัวนำองค์ประกอบทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของนํ้านมสารอาหารที่สำคัญที่ทำให้สะดวกต่อการบริโภคสำหรับทารกหรือเด็กอ่อนที่ยังไม่มีฟันเคี้ยวอาหารและเป็นสื่อกลางให้สารอาหารหลายชนิดละลายอยู่ และหลายชนิดอยู่ในสภาพแขวนลอย

1.3.1.2 โปรตีน ในนํ้านมประกอบด้วยโปรตีนมากกว่า 100 ชนิด สามารถแยกชนิดของโปรตีนได้ด้วยคุณสมบัติของเคมีและกายภาพ รวมถึงบทบาทและหน้าที่ของโปรตีนแต่ละชนิด (1-2) โปรตีนในนํ้านมแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ เคซีนและโปรตีนเวย์ โดยมีปริมาณของเคซีน ประมาณร้อยละ 80

- เคซีนอยู่ในสภาพไมเซลล์ แสดงดังภาพที่ 2.2 ประกอบด้วยไมเซลล์ย่อย (submicelle) ซึ่งมีโครงสร้างดังภาพที่ 1 มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10 – 15 นาโนเมตร (1) เคซีนไมเซลล์จะประกอบด้วยเคซีนกลุ่มย่อย ๆ ได้แก่ แอลฟา - เอส - เคซีน แคปปา - เคซีน บีตา - เคซีน และ แกมมา - เคซีน ในจำนวนที่แตกต่างกันทำให้ขนาดของเคซีนไมเซลล์แตกต่างกัน



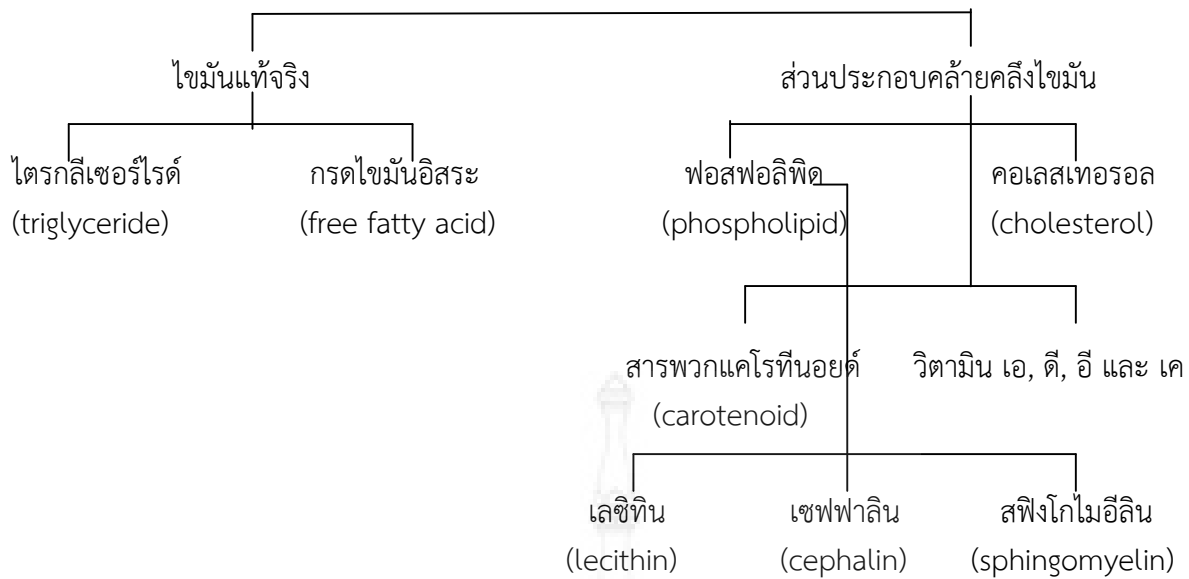
ภาพที่ 1 โครงสร้างของเคซีนสับไมเซลล์  
ที่มา (Bylund, 1995)



ภาพที่ 2 โครงสร้างเสถียรของเคซีนไมเซลล์  
ที่มา (Bylund, 1995)

- โปรตีนเวย์ เวย์เป็นของเหลือจากกระบวนการผลิตชีสและเคซีน แบ่งออกเป็นชนิด ได้แก่ เวย์ที่ได้จากการตกตะกอนโปรตีนเคซีนด้วยเอนไซม์เรนินที่พีเอช 5.6 – 6.3 เรียกเวย์ชนิดนี้ว่า สวีตเวย์ (sweet whey) และเวย์ที่ได้จากการตกตะกอนโปรตีนเคซีนด้วยกรดที่ พีเอช 4.3 – 4.6 เรียกเวย์ชนิดนี้ว่า แอซิดเวย์ (acid whey) เวย์มีองค์ประกอบหลักได้แก่ โปรตีนน้ำตาลแล็กโทส และเกลือแร่

1.3.1.3 ไขมัน ไขมันจากน้ำนมมักเรียกว่า ไขมันเนย (milk fat ; butter fat) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของน้ำนมทั้งในด้านโภชนาการและในด้านเศรษฐกิจ ไขมันเนยเป็นแหล่งสำคัญของพลังงาน ไขมันเนย 1 กรัม ให้พลังงาน 9 แคลอรี นอกจากนั้นยังมีสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายละลายในไขมัน สารพวกแคโรทีน ซึ่งเป็นแหล่งของวิตามินเอ และวิตามินอื่น ๆ เอ ดี อี และ เค ส่วนในแง่ความสำคัญทางเศรษฐกิจนั้น ได้แก่ การใช้ปริมาณไขมันเนยเป็นตัวกำหนดราคาซื้อขาย ไขมันเนยประกอบด้วย ไขมันแท้จริง (true fat) และส่วนประกอบคล้ายคลึงไขมัน (associated substance) แสดงส่วนประกอบไขมันเนยดังภาพที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของน้ำนม



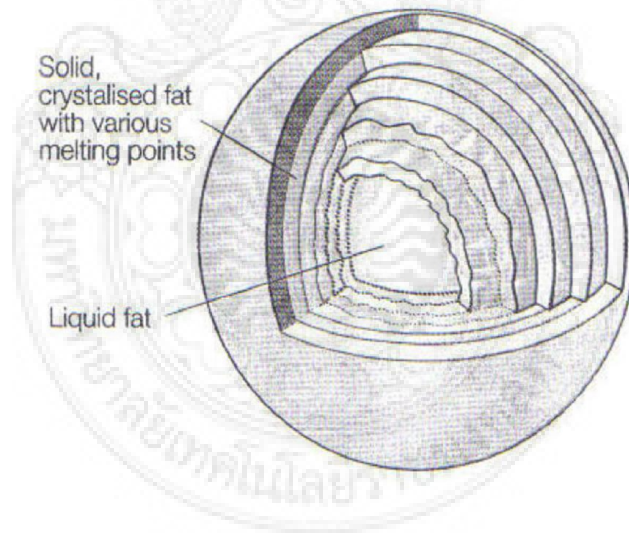
ภาพที่ 3 ส่วนประกอบของไขมัน  
ที่มา (นรินทร์ ทองศิริ)

ขนาดของเม็ดไขมัน มีความสัมพันธ์กับพันธุ์โคนม พันธุ์เจอร์ซีจะให้ไขมันที่มีเม็ดไขมันขนาดใหญ่กว่าโคนมพันธุ์อื่น ๆ ขนาดของเม็ดไขมันจะโตที่สุดที่ช่วง 1 - 2 สัปดาห์ของระยะการให้นม และต่อจากนั้นจะมีขนาดลดลงไปในช่วงสองเดือน เม็ดไขมันนมจะแขวนลอยอยู่ในส่วนที่เป็นของเหลว (น้ำ) แขนงลอยอยู่แบบระบบอิมัลชัน น้ำมันในน้ำ เม็ดไขมันจะทำหน้าที่เป็นเฟสกระจายตัว (dispersing phase) และของเหลวทำหน้าที่เป็นตัวกลาง (medium) หรือ เฟสคงที่ (stationary phase) เม็ดไขมันแต่ละเม็ดจะมีสภาพเป็นประจุไฟฟ้าลบผลึกซึ่งกันและกัน ถ้าสามารถทำลายคอลลอยด์ที่ล้อมรอบไขมันให้หลุดออกไปได้ เม็ดไขมันขนาดเล็ก ๆ เหล่านี้จะสามารถรวมตัวเป็นเม็ดไขมันขนาดใหญ่

ความคงตัว (stability) ของระบบเม็ดไขมันนมมีความสัมพันธ์กับพื้นผิว และสารประกอบที่ล้อมรอบเม็ดไขมัน คอลลอยด์ที่ล้อมรอบเม็ดไขมันนั้นเรียกว่า เยื่อหุ้มเม็ดไขมัน (fat globule membrane ซึ่งประกอบด้วย ฟอสโฟลิพิด ลิโปโปรตีน ซีรีโบไซด์ (cerebroside) โปรตีน กรดนิวคลีอิก แร่ธาตุต่างๆ รวมถึงน้ำที่ยึดเกาะกับเม็ดไขมัน แสดงดัง ภาพที่ 4 สารประกอบที่ล้อมรอบเม็ดไขมัน และความหนาของเม็ดไขมันจะไม่คงที่ขึ้นอยู่กับกระบวนการแลกเปลี่ยนสารต่างๆในซีรัม มีผู้ทำการศึกษาถึงลักษณะโครงสร้างของเยื่อหุ้มเม็ดไขมันพบว่าประกอบด้วยไตรกลีเซอไรด์ที่มีจุดหลอมเหลวสูงจำนวนหลายชั้น ตามมาด้วยชั้นของฟอสโฟลิพิดหนึ่งชั้น ต่อจากนั้นเป็นโปรตีนจำนวนหลายชั้นด้วยกัน ชั้นในสุดของเม็ดไขมันจะเป็นไขมันเหลว แสดงดัง ภาพที่ 5

Triglycerides  
Diglycerides  
Fatty Acids  
Sterols  
Carotenoids  
Vitamins: A, D, E, K

ภาพที่ 4 สารประกอบต่างๆในเม็ดไขมัน  
ทีมา (Bylund, 1995)



ภาพที่ 5 ภาคตัดขวางของเม็ดไขมัน  
ทีมา (Bylund, 1995)

1.3.1.4 น้ำตาลแล็กโทส น้ำตาลแล็กโทส (lactose) เป็นคาร์โบไฮเดรตหลักในนํ้านม และ

ยังพบสารประกอบอื่น ๆ เช่น ซีรีโบไซด์ (cerebroside) กลูโคส กาแล็กโทส และซูโครส ในปริมาณเล็กน้อย นอกจากนี้ยังพบ น้ำตาลอะมิโน (amino sugar) เช่น เฮกโซซามีน (hexosamine) แอซิทิล-แล็กโทซามีน (o-acetyl-lactosamine) และโอลิโกแซ็กคาไรด์ (oligosaccharide) สารประกอบเหล่านี้แม้จะพบในปริมาณเล็กน้อยแต่มีบทบาทสำคัญต่อน้ำนม เช่นในกระบวนการที่ใช้ความร้อน สารประกอบเหล่านี้มีผลต่อกลิ่นน้ำนม

1.3.1.5 แร่ธาตุ น้ำนมประกอบด้วยแร่ธาตุหลักอยู่ 7 ชนิด นอกนั้นเป็นธาตุที่พบในปริมาณเพียงเล็กน้อย แร่ธาตุสำคัญที่ตรวจพบ แร่ธาตุที่พบในปริมาณเล็กน้อย ได้แก่ สังกะสี ทองแดง เหล็ก และอื่นๆ ส่วนเกลือแร่ หรือสารประกอบเกลือที่พบในน้ำนม ได้แก่ เกลือคลอไรด์ ฟอสเฟต และซิเตรตของธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม และโพแทสเซียม

ความสำคัญของสารประกอบเกลือแร่ในน้ำนมมีดังนี้ คือ

(1) น้ำนมเป็นแหล่งสำคัญของแคลเซียม ความสมดุลของแคลเซียมและฟอสฟอรัสในน้ำนม คล้ายกับที่พบในระบบโครงกระดูกของคนในวัยเจริญเติบโต

(2) แคลเซียมและแมกนีเซียม มีบทบาทสำคัญในการดีสเทบิลไลซ์ (destabilize) ระบบองค์ประกอบทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของน้ำนม โปรตีน ในขณะที่ฟอสฟอรัสและกรดซิตริกมีคุณสมบัติในการสเทบิลไลซ์โปรตีน ความสมดุลของเกลือทั้งสองคู่เรียกว่า salt balance

(3) น้ำนมที่รีดได้จากแม่โคที่เป็นโรคเต้านมอักเสบจะมีปริมาณคลอไรด์สูงอย่างผิดปกติ จึงสามารถใช้เกลือคลอไรด์เพื่อตรวจสอบโรคเต้านมอักเสบ

(4) ในทางโภชนาการแล้วถือว่า แคลเซียมและฟอสฟอรัสมีความสำคัญมากที่สุดที่จำนวนแร่ธาตุทั้งหมดในน้ำนม และมักจะพบในสภาพสารประกอบเกลือแคลเซียม หรือสารประกอบเชิงซ้อน (complex) กับฟอสฟอรัส (วรรณ ตังเจริญชัยและวิบูลย์ศักดิ์ กาวิลละ, 2531)

#### 1.4 คุณค่าทางอาหารของนมเพื่อบริโภค

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบสารอาหารในนมเพื่อบริโภคชนิดต่างๆ ในปริมาณที่รับประทานได้ 100 กรัม

	แคลอรี (หน่วย)	ไขมัน (กรัม)	คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	ไฟเบอร์ (กรัม)	โปรตีน (มก.)	แคลเซียม (มก.)	ฟอสฟอรัส (มก.)	เหล็ก (iu)	วิตามิน (มก.)
นมแม่	62	3.2	7.0	0	1.5	47	20	0.2	183
นมถั่วเหลือง ไม่หวาน	37	1.5	3.6	0.1	2.8	18	36	1.2	50
นมวัว	64	3.2	4.9	0	3.4	118	99	0.1	144
ไข่ไก่	163	11.5	0.8	0	12.9	61	222	3.2	1,950
ไข่ไก่	114	8	0.65	0	9	43	155	2.2	1,365

ที่มา: นรินาม, 2555

แคลอรีในนมวัวจะสูงกว่านมถั่วเหลืองเหตุเพราะมาจากไขมัน ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ ภาวะไขมันใน

เลือดสูงในเด็กและผู้ใหญ่ยุคนี้พุ่งสูงขึ้นมาก โปรตีนในนมถั่วเหลืองแทบไม่ต่างกับนมวัว อีกทั้งโปรตีนในนมถั่วเหลืองยังดูดซึมได้ง่ายกว่าเพราะคนเอเชียดื่มนมกันอยู่ประจำ นมวัวเสียอีกที่อาจจะดูดซึมไปใช้งานได้ยาก เพราะชาวเอเชียมักมีอาการท้องเสีย แต่จากงานวิจัยของ นายแพทย์ สุขสวัสดิ์ ที่เคยทำงานวิจัยร่วมกับอาสาสมัครที่เป็นพลทหาร โดยให้พวกเขาดื่มนมแล้วส่องกล้องดูเยื่อลำไส้ ผลปรากฏว่าทั้ง 100% มีเยื่อลำไส้บวมทั้งสั้น ซึ่งแสดงถึงภาวะภูมิแพ้ของคนร้อยทั้งร้อย ทั้งที่แสดงอาการและไม่แสดงอาการ ส่วนร่างกายของผู้วิจัย พบว่าไม่ถึงกับขึ้นท้องเสียแต่คลื่นไส้เป็นประจำหลังรับประทานนมวัว ทำให้ปกติแล้วจะไม่นิยมดื่มนมเท่าไรนัก

แคลเซียมในนมถั่วเหลืองมีอยู่ปริมาณน้อย แต่ผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง เช่น เต้าหู้ เป็นแหล่งแคลเซียมที่ดี เต้าหู้ 1 แผ่น (100 กรัม) ให้แคลเซียม 250 มก. สูงกว่านมวัวถึง 2 เท่า ในปริมาณที่เท่ากัน และเท่ากับนมวัว 1 แก้วเลยทีเดียว ข้ออ้างเรื่องแคลเซียมจะเป็นตัวปกป้องการปฏิเสธนมวัวได้เป็นอย่างดี แต่เอาเข้าจริงแล้ว แคลเซียมที่ฝรั่งกินกันในนมวัวกลับไม่ได้ช่วยปกป้องพวกเขาจากโรคระดูพูนได้ เมื่อเทียบกับคนไทยแล้วคนไทยเป็นโรคนี้น้อยกว่ามากถึง 9 เท่า เพราะอาการขาดแคลเซียมไม่ใช่เหตุผลเดียวของโรคนี้

## 2. สมุดตัด

### 2.1 นิยาม

ลักษณะของเนื้อสมุดตัดจะเนียนเป็นเนื้อเดียวกันทั้งแก้ว สามารถทานได้หมดไม่เหลือเป็นกาก น้ำแข็ง ขณะที่ถ้าเป็นน้ำผลไม้ปั่นจะรู้สึกได้ว่ามีกากน้ำแข็งแยกออกจากเนื้อผลไม้ บางครั้งอาจจะสัมผัสเจอก้อนน้ำแข็งก้อนใหญ่ๆ ที่ปั่นไม่ละเอียด และถ้าทิ้งไว้สักระยะจะเห็นกากน้ำแข็งเหล่านี้แยกตัวลอยอยู่ด้านบน ส่วนที่เป็นน้ำและเนื้อผลไม้จะจมอยู่ข้างล่าง ซึ่งต่างจากเครื่องดื่มที่เป็นสมุดตัดอย่างเห็นได้ชัด และเครื่องมือที่ใช้ในการปั่นเครื่องดื่มสมุดตัดนั้นก็ต่างจากเครื่องปั่นน้ำผลไม้ คือ เครื่องปั่นสมุดตัดจะมีความเร็วในการปั่นถึง 15,000 – 20,000 รอบต่อนาที เพื่อให้ปั่นได้ละเอียดจนเนียนเป็นเนื้อเดียวกัน สำหรับส่วนผสมของเครื่องดื่มที่เรียกว่าสมุดตัด ก็แตกต่างกันไปตามสูตรที่คิดสร้างสรรค์ขึ้นมา มีทั้งการนำเอาผลไม้ล้วนๆ มาปั่นกับน้ำผึ้งและเกล็ดน้ำแข็ง ให้กลิ่นและรสชาติฉ่ำขึ้นจากผลไม้สดๆ และการนำเอาผลไม้มาปั่นกับนมและโยเกิร์ต เป็นการเพิ่มคุณค่าโดยไม่สูญเสียความอร่อย

### 2.2 คุณประโยชน์และโทษที่ได้รับ

น้ำผลไม้ปั่นไม่แยกกาก หรือที่เรียกว่าสมุดตัด จะทำให้ผู้บริโภคได้รับคุณค่าจากผลไม้มากขึ้น แต่ข้อเสีย คือ น้ำผลไม้ปั่นมีน้ำตาลและกรดจากผลไม้สูง ยิ่งเติมน้ำตาลเข้าไปด้วย จะยิ่งทำให้ปริมาณน้ำตาลสูงขึ้นไปอีก ผลเสียคืออาจทำให้เสี่ยงต่อภาวะฟันสึกกร่อนในระยะยาว รู้สึกเสียวฟัน และฟันผุเพิ่มขึ้น วิธีป้องกันฟันผุสำหรับผู้ดื่มน้ำผลไม้ปั่นเป็นประจำ คือ แปรงฟันด้วยยาสีฟันที่มีฟลูออไรด์ก่อนดื่มน้ำผลไม้ หรือน้ำอัดลม หรือบ้วนปากหลังดื่มน้ำผลไม้ จนผ่านไป 1 ชั่วโมงแล้วค่อยแปรงฟัน ไม่ควรแปรงฟันทันที เพราะกรดซตริกจากน้ำผลไม้จะไปละลายแคลเซียมในผิวเคลือบฟัน ทำให้เคลือบฟันชั้นนอกอ่อนลงและหลุดออกง่ายขึ้น

## 3. น้ำผลไม้สด

### 3.1 นิยาม

หมายถึง เครื่องดื่มที่ได้จากการคั้น สกัด บีบอัด เพื่อแยกเอาส่วนที่เป็นน้ำ และเนื้อของผัก ผลไม้ ออกมา เพื่อการบริโภค อาจมีการผสมผัก ผลไม้ได้หลากหลายชนิด โดยที่ไม่มีการกำหนดชนิดของผัก ผลไม้ อย่างตายตัว น้ำผลไม้คั้นสด นับว่าเป็นเครื่องดื่มที่มีคุณค่าสารอาหารสูงกว่าเครื่องดื่มชนิดอื่น ๆ และยังช่วย สร้างภูมิคุ้มกันโรคต่าง ๆ ให้กับร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

### 3.2 คุณประโยชน์ที่ได้รับ

คุณประโยชน์ของคุณทำทางโภชนาการในสารอาหารที่ได้จากเนื้อ น้ำ เมล็ด และเปลือกของ ผลไม้สดๆ ผสมกับน้ำปรุงมาจากส่วนผสมของสารอาหารและสารประกอบทางเคมีที่รวมตัวกันเป็นพหุเคมีชั้น ดี คือ วิตามิน เช่น เอ บี1 บี2 บี3 บี5 บี6 ซี ดี อี เค ฯลฯ แร่ธาตุ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก แมกนีเซียมเซเลเนียม แมงกานีส ทองแดง โคบอล ไบโอดีน ฟลูออรีน ซัลเฟอร์ ไอโอดีน กรดโฟลิก กรด กำมะถัน กรดอินทรีย์ต่าง ๆ สารแอนตีออกซิเดนต์ เช่น ฟลาโวนอยด์ แอนโทไซยานิน ฟลาโวน ฟลาโวนอล แคนทีนอยด์ เบต้าแคโรทีน อัลฟาแคโรทีน ไลโคพีน ลูทีน ครีปโทแซนทีน ซีแซนทีน กรดฟีโนลิก แทนนิน แคปไซซิน คูมาริน และอื่นๆ ที่ดีต่อสุขภาพร่างกายแล้วยังช่วยให้ร่างกายได้รับคุณค่าทางโภชนาการในสารอาหาร ได้อย่างเพียงพอ เพราะการดื่มน้ำผลไม้สดบ่อยครั้ง หรือการดื่มน้ำผลไม้สดได้หลากหลายชนิด จะเป็นการเติม สารอาหารหรือสารประกอบทางเคมีที่จำเป็นต่อร่างกายให้มีอยู่เสมอไม่ขาดจึงไปช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน อันเป็นเกราะป้องกันโรคร้ายได้เป็นอย่างดี เช่นโรคหัดธรรมดา โรคไข้หวัดใหญ่ โรคไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ 2009 โรคหัวใจ โรคปอด โรคความดันโลหิต โรคอัมพฤกษ์ อัมพาต โรคอัลไซเมอร์ โรคเบาหวาน หรือ โรคมะเร็ง ฯลฯ

นอกจากนี้สารอาหารหรือสารประกอบทางเคมีต่าง ๆ ที่ได้จากการดื่มน้ำผลไม้สด ๆ ยังมี หน้าที่สำคัญต่อการชะลอความเสื่อมของเซลล์เนื้อเยื่อต่าง เช่น สมอ กล้ามเนื้อ ผิวหนัง ผนังหลอดเลือด ผนัง เส้นเลือดฝอย กระดูก ฟัน ดวงตา และอวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกาย เช่น หัวใจ ปอด ตับ ม้าม กระจกตา ลำไส้ และอื่นๆ อีกมากมาย ให้สมบูรณ์แข็งแรงและทำงานได้เป็นปกติอย่างยาวนาน เพราะเครื่องดื่มน้ำผลไม้สดทุก สูตร ทุกชนิดที่ปรุงออกมาไม่มีสารพิษต่อร่างกาย และยังเป็นเคล็ดลับสูตรลับสำหรับการลดน้ำหนัก ลดความ อ้วน ลดไขมันได้เป็นอย่างดี สามารถช่วยบำรุงรักษาร่างกาย เครื่องดื่มน้ำผลไม้สดดื่มบ่อย ๆ เพื่อการรักษา สุขภาพร่างกายของเราอย่างต่อเนื่อง (Jotymeetung, 2012)

### 3.3 พฤติกรรมการบริโภค

"น้ำผลไม้คั้นสด" ควรเป็นสิ่งแรกที่เข้าสู่ร่างกายในตอนเช้า เพราะจะช่วยทำความสะอาด ระบบต่าง ๆ ภายในร่างกาย รวมถึงการอุ่นเครื่องให้ร่างกายรู้สึกตื่นตัว กระฉับกระเฉง อีกทั้งร่างกายสามารถ ดูดซึมคุณค่าจากผลไม้สดได้ง่ายกว่าน้ำผลไม้ชนิดอื่นๆ ด้วย ดังนั้นควรดื่มก่อนกินมื้อเช้าประมาณ 10 นาที หรือหากดื่มหลังมื้ออาหารในแต่ละวัน ควรค่อย ๆ จิบน้ำผลไม้และกลั้วไปรอบ ๆ ปากเพื่อเพิ่มเอนไซม์ใน อาหารช่วยให้กระเพาะอาหารย่อยได้ดีขึ้น

จากผลการวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสาร American Journal of Medicines กล่าวถึงเรื่องการดื่ม

น้ำผลไม้คั้นสดช่วยถนอมสุขภาพสมองให้แข็งแรง ซึ่งมีผลสรุปทางการวิจัยว่าผู้ที่ดื่มน้ำผลไม้คั้นสดมากกว่า 3 แก้วใน 1 สัปดาห์มีแนวโน้มความเสี่ยง 76% ห่างไกลจากโรคอัลไซเมอร์ แต่ก็ถือว่าอยู่ในอัตราเสี่ยงระดับต่ำ เมื่อเทียบกับผู้ที่ดื่มน้ำผลไม้คั้น สดเพียงอาทิตย์ละ 1 แก้ว หรือไม่ดื่มเลย นับว่างานวิจัยนี้มีเหตุผลที่ดีพอในการ โน้มน้าวใจให้คนหันมาสนใจเรื่องการ ดื่มน้ำผลไม้คั้นสดมากขึ้น เพื่อช่วยดูแลอวัยวะภายในให้สุขภาพ

#### 4. สับปะรด

##### 4.1 นิยาม

สับปะรด (ชื่อทางวิทยาศาสตร์: *Ananas comosus*) เป็นพืชล้มลุกชนิดหนึ่งที่มีต้นกำเนิดมาจาก บริเวณทวีปอเมริกาใต้ ลำต้นมีขนาดสูงประมาณ 80-100 เซนติเมตร การปลูกสามารถปลูกได้ง่ายโดยการฝัง กลบหน่อหรือส่วนยอดของผลที่เรียกว่า จุก เปลือกของผลสับปะรดภายนอกมีลักษณะคล้ายตาล้อมรอบผล

ในสับปะรดมีเอนไซม์ย่อยโปรตีนชื่อบรอมีลิน (Bromelin) ช่วยย่อยโปรตีนไม่ให้ตกค้างในลำไส้ และมีเกลือแร่ วิตามินซีจำนวนมาก (7)



ภาพที่ 6 สับปะรดพันธุ์ศรีราชาที่ปอกเปลือกและหั่นเป็นชิ้น

##### 4.2 ประโยชน์ที่ได้รับ

จากผลการวิจัยที่ถูกตีพิมพ์เป็นบทความในหัวข้อ "Cellular and Molecular Life Sciences" กล่าวไว้ว่า เอนไซม์บรอมีเลน (Bromelain) ช่วยบำรุงข้อต่อในอวัยวะต่างๆ และมีฤทธิ์บรรเทา อาการของโรคไซนัสอักเสบ (Sinusitis) โรคหลอดลมอักเสบ (Bronchitis) โรคไขข้ออักเสบ (Rheumatoid arthritis) และลดอาการเบอร์ไซติส (Bursitis) หรืออาการบวมอักเสบของข้อต่อที่หัวไหล่ได้ โดยจะช่วยยับยั้ง การเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ทำให้อาการไม่เรื้อรัง (6)

นอกจากนี้วิตามินซีที่มีในสับปะรด ช่วยลดความเสี่ยงเป็นโรคเหงือกอักเสบ (Gingivitis) โรคปริทันต์ หรือร่าเมนาด (Periodontal disease) อันเป็นโรคที่ส่งผลให้เกิดโรคหัวใจ และโรคหลอดเลือด หรืออาการเส้น

เลือดในสมองแตก(Stroke)

## 5. ลิ้นจี่

### 5.1 นิยาม

ลิ้นจี่ เป็นชื่อของผลไม้ประเภทผลเดี่ยว *L. chinensis* ซึ่งมีลักษณะเปลือกสีแดงชนิดหนึ่งที่อยู่ในวงศ์ SAPINDACEAE (ซึ่งก็คือวงศ์เดียวกับเงาะและลำไย) ลิ้นจี่นั้นเป็นผลไม้ที่มีรสชาติอร่อยให้ผลผลิตคุ้มค่ากับการลงทุนจึงถือว่าเป็นผลไม้ทางเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยที่สามารถนำผลผลิตที่ได้มาจำหน่ายในภาพของผลไม้สดและผลไม้แปรรูป ปัจจุบันนี้ลิ้นจี่ได้รับการพัฒนาสายพันธุ์ให้มีความหลากหลายขึ้นเรื่อยๆ จากสายพันธุ์ดั้งเดิมที่มีอยู่



ภาพที่ 7 ลักษณะผลลิ้นจี่ที่มีการแกะเปลือกออกแล้ว

### 5.2 คุณค่าทางโภชนาการ

คุณค่าทางโภชนาการของลิ้นจี่ (ต่อ ๑๐๐ กรัม)	
น้ำ	๘๑.๗๖ กรัม
พลังงาน	๖๖ แคลอรี



ภาพที่ 8 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของถั่วลิสงในสัดส่วนที่กินได้ 100 กรัม

### 5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อลึนจีและเปลือกลึนจีมีสารฟลาโวนอยด์หลายชนิด งานวิจัยจากประเทศจีน 2 ชิ้นงาน พบว่า ส่วนเพอริคาร์พ (เปลือกและเนื้อผล) ของลึนจีมีสารกลุ่มฟลาโวนอลที่สำคัญคือ โพรไซยาโนดอินปี 4 โพรไซยาโนดอินปี 2 และ อีพิคาเทชิน ส่วนแอนโทไซยานินที่สำคัญคือ ไซยาโนดอิน 3- รุติโนไซด์ ไซยาโนดอิน-3- กลูโคไซด์ เควอเซทิน-3- รุติโนไซด์ และเควอเซทิน-3-กลูโคไซด์ สารเหล่านี้แสดงฤทธิ์ต้านออกซิเดชันที่ดี โดยในกลุ่มฟลาโวนอลพบว่าโพรไซยาโนดอินปี 2 กำจัดไฮดรอกซีเรดิคัลและซูเปอร์-ออกไซด์แอนไอออนได้ดีที่สุด

ส่วนโพรไซยาโนดอินปี 4 โพรไซยาโนดอินปี 2 และอีพิคาเทชินมีฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งชนิดอื่นๆ อีก และมีพิษต่อเซลล์ปกติน้อยกว่ายาพาคีทาเซลที่ใช้ในปัจจุบัน

มีรายงานว่าสารสกัดเพอริคาร์พของลึนจีมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเซลล์ มะเร็งเต้านม ทั้งในห้องทดลองและในสัตว์ทดลอง โดยยับยั้งการขยายจำนวนเซลล์ การควบคุมการสื่อสารระหว่างเซลล์มะเร็ง การสร้าง mRNA และเหนี่ยวนำให้เกิดการตายของเซลล์มะเร็งดังกล่าวแบบอะปอโทซิสในระดับยีน และยับยั้งผลต่อเนื่องในการแทรกตัว การยึดเกาะพื้นผิวของเซลล์มะเร็ง พบว่า ขนาดของก้อนมะเร็งเต้านมในหนูทดลองลดลงร้อยละ 41 เมื่อได้รับสารสกัดเอทานอล ของเพอริคาร์พของลึนจี ปัจจุบันอยู่ในระหว่างการศึกษาผลิตเป็นอาหารเสริมให้กับผู้ป่วยมะเร็ง

งานวิจัยอีกชิ้นจากประเทศจีนรายงานว่า สารสกัดจากลึนจียับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งของผู้ป่วยที่เมืองเฉิงตู มณฑลเสฉวน สาธารณรัฐประชาชนจีน รายงานจากสหรัฐอเมริกาพบว่าสารสกัดลึนจีลดขนาดเนื้องอกในสัตว์ทดลอง

มีรายงานว่าสารสำคัญในลึนจีดูดซึมได้ยาก ที่ประเทศญี่ปุ่นจึงผลิตสารสำคัญให้มีขนาดเล็กลง เพื่อจำหน่ายเป็นผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพ แต่วันนี้จะขอแนะนำรายการเพิ่มการดูดซึมของสารสำคัญ ทำได้ง่ายๆ คือนำลึนจีไปปรุงอาหารกับอะไรที่มีไขมันนิดหน่อยจะทำให้ดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้ดี



## บทที่ 3 วิธีการทดลอง

### 3.1 วัสดุ อุปกรณ์ในการผลิต

#### 3.1.1 วัสดุ

- 1) น้ำนมดิบคุณภาพต่ำ
- 2) น้ำดื่มประจํา
- 3) น้ำดื่มจืดเข้มข้น

#### 3.1.2 อุปกรณ์

- 1) เครื่องโฮมจิโนเซอร์
- 2) เครื่องพาสเจอร์ไรส์
- 3) ขวดพลาสติก ขนาด 150-200 มล.
- 4) เทอร์มิเตอร์
- 5) เครื่องชั่งละเอียด
- 6) ถ้วยตวง

### 3.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพ

#### 3.2.1 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1) เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลาย *Pocket Refractometer Model Pal-3* ยี่ห้อ ATAGO รุ่น ATA-1 3830

2) *Munsell Book*

#### 3.2.2 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพเคมี

- 1) เครื่องวัด pH ยี่ห้อ METTLER TOLEDO รุ่น Seven Easy s-20k
- 2) วิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ด้วยวิธีการ (*Analysis for Nutrition Labeling*)
- 3) วิเคราะห์ปริมาณไขมัน ด้วยวิธีการ (AOAC, 2005)
- 4) วิเคราะห์ปริมาณเถ้า ด้วยวิธีการ (AOAC, 2005)
- 5) วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ด้วยวิธีการ (AOAC, 2005)

#### 3.2.3 อุปกรณ์สำหรับไทเทรต

- 1) บิวเรต
- 2) ขวดชมพู Flask 150 ml
- 3) ฟีนอล์ฟทาโรน phenol 1%
- 4) Sodium hydroxide solution (NaOH) 0.1N
- 5) น้ำกลั่น

#### 3.2.4 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

- 1) หม้อนึ่งความดัน (Autoclave) ยี่ห้อ Tommy รุ่น SS-325
- 2) ตู้ปลอดเชื้อ (Vertical Laminar Air Flow) ยี่ห้อ Faster รุ่น B.H.G.2003

- 3) ตู้อบลมร้อนสำหรับปิ้งเนื้อและฆ่าเชื้อ (hot air oven) ยี่ห้อ Memmert รุ่น UFB 500
  - 4) ปีกเกอร์
  - 5) ปีเปตขนาด 1 มิลลิเมตร ที่ปิดตเชื้อ
  - 6) จานเพาะเชื้อที่ปิดตเชื้อ
  - 7) แอลกอฮอล์
  - 8) ตะเกียงแอลกอฮอล์
- 3.2.5 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพ
- 1) อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส
  - 2) แบบประเมินผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส
- 3.2.6 อุปกรณ์ประมวลผลข้อมูล
- เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จทางสถิติ

### 3.3 การเตรียมนํ้านมดิบคุณภาพต่ำ

นำนํ้านมดิบคุณภาพต่ำที่ได้ รับมาจากกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม จ. ประจวบคีรีขันธ์ มีเกณฑ์พิจารณา กำหนด แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่ามาตรฐานนํ้านมดิบ และค่านํ้านมดิบคุณภาพต่ำ

เกณฑ์พิจารณา	นํ้านมดิบมาตรฐาน(มกอช.2542)	นํ้านมดิบคุณภาพต่ำ
ไขมัน	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 3.2	น้อยกว่าร้อยละ 3.2
โปรตีน	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 2.8	น้อยกว่าร้อยละ 2.8
ธาตุนํ้ามันไม่รวมไขมัน	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 8.25	น้อยกว่าร้อยละ 8.25
ธาตุนํ้ามันทั้งหมด	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 12	น้อยกว่าร้อยละ 12
การตรวจนับจำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาวในนํ้านมดิบ	ไม่มากกว่า 500,000 เซลล์ / มิลลิลิตร	
จุดเยือกแข็ง	ควรมีค่าจุดเยือกแข็งระหว่าง -0.520 ถึง 0.525 องศาเซลเซียส	มีค่าจุดเยือกแข็งน้อยกว่า -0.520 หรือมากกว่า 0.525 องศาเซลเซียส
ค่า pH	pH 6.6 - 6.8	

ที่มา : ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2549

นํ้านมดิบที่ได้รับมาพาสเจอร์ไรด์ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส คงที่ เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 30 นาที จากนั้นนํ้านมที่ได้ไปทำการวิจัยต่อ

### 3.4 ศึกษาสูตรผลิตภัณฑ์นมจากนํ้านมดิบคุณภาพต่ำ

การทดลองในครั้งนี้ได้ทำการศึกษานํ้านมดิบคุณภาพต่ำ ปริมาณนํ้าดิบปะระต และปริมาณนํ้าดื่มจีเอ็มซัน โดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Points Hedonic Scale) (เพ็ญขวัญ, 2550) โดยผู้ชิมเป็นบุคลากรของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จำนวน 30 คน ที่ไม่ผ่านการฝึกฝน

### 3.5 สถานที่และระยะเวลาดำเนินการทดลอง

#### 3.7.1 สถานที่ทำการทดลอง

- 1) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

#### 3.7.2 ระยะเวลาดำเนินการทดลอง

การทดลองนี้เริ่มตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2554 – 30 กันยายน 2555



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

#### 4.1 ผลการเตรียมน้ำนมดิบคุณภาพต่ำ

น้ำนมดิบคุณภาพต่ำที่ได้รับมาจากกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม จ.ประจวบคีรีขันธ์ ปริมาณ 1000 กรัม นำมาทำการพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จะได้นมพาสเจอร์ไรส์ปริมาณ 990 กรัม ตีตเป็นร้อยละ ปริมาณของนมพาสเจอร์ไรส์ 99 และร้อยละปริมาณที่สูญเสีย 1

#### 4.2 ผลการศึกษาสูตรผลิตภัณฑ์นมจากน้ำนมดิบคุณภาพต่ำ

##### 4.2.1 ผลการศึกษาปริมาณน้ำนมดิบคุณภาพต่ำ น้ำสับปรืด และน้ำลินจีเข้มข้นที่เหมาะสม

จากการทดลองปริมาณของน้ำนมดิบคุณภาพต่ำ น้ำสับปรืด และน้ำลินจีเข้มข้นที่ระดับต่างๆ โดยการใช้วิธีคำนวณแบบ Mixture Design ผลปรากฏว่า 5 สูตรทดลองที่จะนำมาใช้ในการศึกษา คือ 60:20:20, 40:20:20, 47.5:22.5:30, 55:25:20 และ 35:25:40

เมื่อทำการทดลองทั้ง 5 สูตรทดลอง คุณลักษณะทางกายภาพที่พบแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คุณลักษณะทางกายภาพของทั้ง 5 สูตรทดลอง ในการทดสอบแบบ Scanning test (n=15)

สูตรที่	อัตราส่วน			ลักษณะทางกายภาพ			
	น้ำนมดิบ	น้ำสับปรืด	น้ำลินจี	สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะปรากฏ
1	60	20	20	ขาว ม่น เหลือง	2 กลิ่น หอม ชัดเจน	เปรี้ยวและขม	เกิดเคิร์ด
2	40	20	20		2 กลิ่น หอม ชัดเจน	หวานอมเปรี้ยว	
3	47.5	22.5	30		2 กลิ่น หอม ชัดเจน	หวานอมเปรี้ยว	
4	55	25	20		กลิ่นสับปรืด ชัดเจน	เปรี้ยวและขม	
5	35	25	40		กลิ่นลินจี ชัดเจน	เปรี้ยวและ ขมเล็กน้อย	

จากตารางที่ 4 พบว่าผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 สูตรทดลองมีลักษณะเคิร์ดเกิดขึ้น เนื่องจากจากการตกตะกอนของโปรตีนในน้ำนม ซึ่งการตกตะกอนของโปรตีนในน้ำนม ที่เรียกว่า เคซีน (casein) เกิดเป็นคัสเนม หรือเคิร์ด (curd) มีลักษณะคล้ายเต้าหู้อ่อน ทำให้เครื่องดื่มที่ได้มีลักษณะเหนียวข้น ไม่เหมาะต่อการนำมาบริโภคด้วยการดูดผ่านหลอดหรือดื่ม

และน้ำสับปรืด ซึ่งเป็นพืชในเขตร้อนที่มีเอนไซม์โบรมิเลน (bromelain) ที่มีคุณสมบัติเป็นเอนไซม์ย่อยสลายโปรตีน สามารถพบเอนไซม์นี้ได้ในผล เม และ ลำต้น ของสับปรืด ซึ่งช่วยในการเกิดเคิร์ดได้ ทำให้พบข้อสังเกตที่ว่าหากปริมาณน้ำ

สับปรตมีมาก จะทำให้โปรตีนในน้ำมันตกตะกอนออกมามาก

ดังนั้นจึงทำการปรับลดปริมาณของส่วนผสมทั้ง 3 ส่วนลงจากสูตรทดลองทั้ง 5 สูตรเดิม แสดงดังตารางที่ 5 โดยปริมาณของน้ำมันดิบคุณภาพต่ำ น้ำสับปรต และน้ำด้นจีเข้มข้นที่ระดับต่างๆ จำนวน 6 สูตรทดลอง ที่จะนำมาใช้ในการศึกษา คือ 15:42.5:42.5, 14:43:43, 13:43.5:43.5, 12:44:44, 11:44.5:44.5 และ 10:45:45

ตารางที่ 5 คุณลักษณะทางกายภาพของทั้ง 5 สูตรทดลอง ในการทดสอบแบบ Scanning test (n=15)

สูตรที่	อัตราส่วน			ลักษณะทางกายภาพ			
	น้ำมันดิบ	น้ำสับปรต	น้ำด้นจี	สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะปรากฏ
1	15	42	42	ขาว ม่น เหลือง	กลิ่นหอม สับปรตและ ด้นจีชัดเจน	หวานอมเปรี้ยว	เกิดเคิร์ด
2	14	43	43				
3	13	43.5	43.5				
4	12	44	44				
5	11	44.5	44.5				
6	10	45	45				ไม่เกิดเคิร์ด

จากตารางที่ 5 พบว่า สูตรทดลองที่มีสัดส่วนของน้ำมันดิบคุณภาพต่ำ น้ำสับปรต และน้ำด้นจีเข้มข้นที่ 10:45:45 ไม่มีการเกิดเคิร์ด แต่เนื้อสัมผัสที่ได้ไม่มีความชัดเจน จึงทำการเติมเพคตินเพื่อช่วยประนีเนื้อสัมผัสของเครื่องดื่มให้เป็นเนื้อเดียวกันมากขึ้น และจึงทำการศึกษาต่อถึงคุณลักษณะทางเคมี ทดสอบทางประสาทสัมผัส และคุณลักษณะทางจุลินทรีย์ต่อไป

ปริมาณเพคตินที่ศึกษามี 5 ระดับ คือร้อยละ 0.25, 0.35, 0.45, 0.55 และ 0.65 แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการศึกษูปริมาณเพคตินและการทดสอบทางประสาทสัมผัส ที่ระดับต่าง ๆ 5 ระดับ ต่อการผลิตเครื่องดื่มผสมน้ำผลไม้แพสเจอร์ไรส์ (n=30)

ปริมาณเพคติน (ร้อยละ)	คุณลักษณะก่อนพาสเจอร์ไรส์		คุณลักษณะหลังพาสเจอร์ไรส์			
	ลักษณะปรากฏ	สี	รสชาติ	กลิ่น	ความขุ่นหนืด	ลักษณะโดยรวม
0.25	6.90 <sup>a</sup> (1.00)	7.20 <sup>a</sup> (0.68)	7.03 <sup>b</sup> (0.64)	6.65 <sup>a</sup> (1.02)	6.53 <sup>a</sup> (0.52)	7.22 <sup>a</sup> (0.68)
0.35	6.98 <sup>a</sup> (1.02)	6.95 <sup>a</sup> (0.64)	7.32 <sup>b</sup> (0.68)	6.82 <sup>a</sup> (0.52)	7.20 <sup>a</sup> (0.68)	7.06 <sup>a</sup> (1.02)
0.45	7.35 <sup>a</sup> (1.03)	6.88 <sup>a</sup> (0.52)	7.88 <sup>c</sup> (1.02)	6.35 <sup>a</sup> (0.62)	7.82 <sup>b</sup> (0.52)	7.85 <sup>b</sup> (0.52)
0.55	7.06 <sup>a</sup>	6.92 <sup>a</sup>	7.95 <sup>c</sup>	6.78 <sup>a</sup>	7.86 <sup>b</sup>	7.95 <sup>b</sup>

	(0.68)	(0.32)	(1.02)	(0.52)	(0.52)	(0.52)
0.65	6.98 <sup>a</sup>	7.12 <sup>a</sup>	6.04 <sup>a</sup>	6.51 <sup>a</sup>	7.02 <sup>a</sup>	6.80 <sup>a</sup>
	(0.55)	(0.64)	(0.50)	(0.81)	(1.02)	(0.52)

จากตารางที่ 6 พบว่า สูตรทดลองทั้ง 5 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทางด้านลักษณะปรากฏ สี และ กลิ่น ส่วนคุณลักษณะทางด้านรสชาติ ความขื่นหนืด และลักษณะโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

โดยสูตรทดลองที่มีเพศตินร้อยละ 0.45 และ 0.55 มีรสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวมที่คะแนนสูงกว่า 7 (ชอบปานกลางถึงชอบมาก) จึงนำสูตรนี้ไปทำการศึกษาต่อไป

#### 4.2.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ค่าสีของเครื่องตีนมผสมน้ำผลไม้ (n=5)

เครื่องตีนมผสมน้ำผลไม้	Hue	Value	Chroma
	2.5Y-5Y	9	2-4

#### 4.2.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ตารางที่ 8 แสดงแสดงคุณค่าทางโภชนาการต่อสัดส่วนที่บริโภคได้ 100 มิลลิลิตร (n=2)

คุณภาพ	ผลการวิเคราะห์
ทางเคมี	
ค่าปริมาณความชื้น(กรัม)	85.5
ค่าปริมาณไขมัน(กรัม)	2.1
ค่าปริมาณโปรตีน(กรัม)	2.8
ค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรต(กรัม)	8.8
ค่าปริมาณเถ้า(กรัม)	0.8
ค่าปริมาณแคลเซียม(มิลลิกรัม)	21.0
พลังงานที่ได้รับ (กิโลแคลอรี/100 มิลลิลิตร)	65.3

จากตารางที่ 8 พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณแคลเซียมเหมาะสมต่อการนำมาบริโภคได้ และยังเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค

#### 4.2.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

ตารางที่ 9 คุณลักษณะทางจุลินทรีย์ของเครื่องตีนมผสมน้ำผลไม้ที่พาสเจอร์ไรด์ภายหลังจากผลิตเสร็จในทันที (n=5)

คุณภาพ	ผลการวิเคราะห์
ทางจุลินทรีย์	
Total Plate count (cfu/g)	ไม่พบ
Coliforms MPN/g	
negative	
<i>E. coli</i>	ไม่พบ
พบ	

จากตารางที่ 9 พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีความปลอดภัยต่อการได้รับอันตรายจากจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียและจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคได้

#### 4.3 ผลการวิเคราะห์อายุการเก็บ

ตารางที่ 10 ผลการศึกษายอายุการเก็บเครื่องตีนมผสมน้ำผลไม้แช่ในสภาวะอุณหภูมิ 4-10 องศา-เซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน (n=2)

วันที่	Total Plate count (cfu/g)	Coliforms MPN/g	<i>E. coli</i>
0	ไม่พบ	negative	ไม่พบ
1	ไม่พบ	negative	ไม่พบ
2	3	negative	ไม่พบ
3	5	negative	ไม่พบ
4	17	negative	ไม่พบ
5	30	negative	ไม่พบ
6	35	negative	ไม่พบ
7	52	negative	ไม่พบ
8	80	negative	ไม่พบ
9	> 100	negative	ไม่พบ
10	> 100	negative	ไม่พบ

จากตารางที่ 10 แสดงว่า ผลิตภัณฑ์ที่สามารถเก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิที่ 4-10 องศา-เซลเซียส ได้ นานถึง 10 วัน โดยที่ยังคงคุณภาพ มาตรฐาน และความปลอดภัย ต่อผู้บริโภคได้

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย

สูตรที่เหมาะสมของเครื่องตีนมผสมน้ำผลไม้แท้ 100% พาสเจอร์ไรส์ ประกอบด้วย น้ํานมตีคุณภาพต่ำ (เหลือทิ้ง) 10 % น้ําส้มแปรรูปและน้ำดื่มจืดชนิดละ 45 % เพคตินชนิด High-methoxy 0.55% และน้ำตาล 1%

ผลิตภัณฑ์มีค่าสี 2.5Y-5Y 9/2-4 ค่า pH  $3.5 \pm 0.5$  ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด  $13.5 \pm 1$  องศาบริกซ์ พาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที เก็บที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียสได้เป็นเวลา 10 วัน โดยที่ไม่เกิดจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียและจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคได้

ผลิตภัณฑ์มีโปรตีน 2.8 กรัม ไขมัน 2.1 กรัม คาร์โบไฮเดรต 8.8 กรัม แคลเซียม 21 มิลลิกรัม และให้พลังงาน 65.3 กิโลแคลอรี/100 มิลลิลิตร



## บรรณานุกรม

1. Kimberlee J. Burrington. *Value-added milk*. 2004 Jan 05 (Accessed 2010 May 15)
2. Mireille P.E. Mooij. *Dairy Handbook. Alfa-laval*. Food Engineering AB.P.O. Box 64. Sweden, 155-159, 2000.
3. Prapasri puwastien, Monthip Raroengwichit, Pongtorn Sungpuag, Kunchit Judprasong. *Thai Food Composition Tables*. 1<sup>st</sup> edition. Institute of Nutrition Mahidol University (INMU) Thailand, 1999.
4. นีรนาม. 2555. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <http://www.cocktailthai.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=538681981&Ntype=3>
6. นีรนาม. 2555. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก [http://myshapeslim.blogspot.com/2011/09/blog-post\\_19.html](http://myshapeslim.blogspot.com/2011/09/blog-post_19.html)
7. ศุภารัชฎ์ รัตนารามิก. 2555. *น้ำตาลไม่คั้นสด นำร่องอวัยวะภายในที่ร่างกาย (สุขภาพสบายใจ)*
8. นีรนาม. 2555. *คีบูประต*. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <http://th.wikipedia.org/wiki/>
9. นีรนาม. 2555. *ลินจี*. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <http://www.vcharkarn.com/varticle/39873>



การพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เสริมกากแครอทอบแห้ง  
*Development of crackers from dried carrots pomace*

ปรีชญา แพมมงคล และบุษรา สร้อยระย้า  
*Prachya paemongkol and Bussara Soiraya*

สาขาวิชาอุตสาหกรรมบริการอาหาร  
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร  
พ.ศ. 2555

## บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เสริมกากแครอทอบแห้ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตกากแครอทอบแห้งในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ และอัตราส่วนกากแครอทอบแห้งในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์

จากการศึกษากระบวนการผลิตโดยการอบแห้งกากแครอทโดยใช้อุณหภูมิที่  $60^{\circ}\text{C}$  ต้องใช้ระยะเวลา 2.5 ชั่วโมง จึงจะมีปริมาณความชื้นที่คงที่ร้อยละ 5 จากนั้นนำไปเสริมในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ที่ระดับร้อยละ 5 10 และ 15 ต่อปริมาณน้ำหนักของแห้งทั้งหมด พบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับที่ระดับร้อยละ 5 ซึ่งอยู่ในระดับความชอบปานกลาง โดยคะแนนค่าเฉลี่ยความชอบในด้านสี รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยมีคะแนนเฉลี่ย 6.47 5.42 และ 6.00 ตามลำดับ และเมื่อนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ด้านการวิเคราะห์ทางเคมี พบว่าผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เสริมกากแครอทอบแห้งใช้พลังงาน 496.00 กิโลแคลอรี ปริมาณไขมัน 24.20 กรัม ปริมาณโปรตีน 9.67 กรัม ปริมาณคาร์โบไฮเดรต 60.0 กรัม ปริมาณเส้นใยอาหาร 5.71 กรัม ปริมาณความชื้น 4.95 กรัม และปริมาณเถ้า 1.23 กรัม และสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์กากแครอทอบแห้งประกอบด้วย แป้งสาลีร้อยละ 51.02 ผงฟูร้อยละ 0.51 เนยขาวร้อยละ 17.86 นมสดร้อยละ 28.06 และกากแครอทอบแห้งร้อยละ 2.55

คำสำคัญ : แครกเกอร์ กากแครอท อบแห้ง



# บทที่ 1

## บทนำ

### ที่มาและความสำคัญของปัญหา

แครกเกอร์ จัดเป็นขนมปังกรอบประเภทหนึ่งที่แตกต่างกันจากบิสกิต และคุกกี้ ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้ ขนมปังกรอบและแครกเกอร์มีการขยายตัวทางการตลาดเพิ่มมากขึ้น สำหรับในประเทศไทยมีมูลค่ากว่า 1 หมื่นล้านบาท และมีส่วนแบ่งทางการตลาดประมาณร้อยละ 5 ซึ่งตลอด 3 ปีที่ผ่านมา มีการเติบโตขึ้นมากกว่าร้อยละ 15 โดยแนวโน้มของผู้บริโภคจะให้ความสำคัญกับผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลิตภัณฑ์ต่อสุขภาพ แต่ถ้าเมื่อพิจารณาแล้วจะพบว่าแครกเกอร์มีส่วนผสมหลักคือแป้งสาลี ดังนั้นเมื่อมีการบริโภคแครกเกอร์มากขึ้น จึงส่งผลกระทบต่อการใช้แป้งสาลีเพิ่มมากขึ้นทำให้ต้นทุนการผลิตสูงตามไปด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าแครกเกอร์ที่ผลิตจากแป้งสาลีอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพในกลุ่มผู้แพ้อาหาร ซึ่งโปรตีนหลักในแป้งสาลี กล่าวคือ ผู้ที่ป่วยเป็นโรคระบบภูมิคุ้มกันทำงานผิดปกติ ร่างกายจะผลิตสารต่อต้านการทำงานของเนื้อเยื่อของลำไส้เล็ก ดังนั้นเมื่อร่างกายได้รับกลูเตนเข้าไปเนื้อเยื่อที่ผนังลำไส้เล็กจะทำให้พื้นที่ในการดูดซับจะน้อยลงจนมีผลข้างเคียงคือ อาการท้องร่วง เป็นต้น(ประมุข, มปป)

ปัจจุบันมีกากแครอทเหลือทิ้งจากการทำเครื่องดื่มประมาณ วันละ 100 กิโลกรัม และเป็นปัญหาต่อการนำไปกำจัด เพราะกากอาหารเหล่านี้จะมีสารอาหารอยู่มากทำให้เกิดจุลินทรีย์ได้ง่าย และเมื่อเน่าเสียจะส่งกลิ่นเหม็นมาก ทำให้หาที่กำจัดได้ยาก และจากปริมาณสารอาหารที่อยู่เป็นจำนวนมากน่าจะนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในรูปของอาหาร ซึ่งจะได้อาหารที่มีคุณค่าต่อร่างกาย และเป็นการลดต้นทุนด้านการกำจัดของเสีย รวมถึงไม่ต้องลงทุนด้าน สำหรับในขั้นตอนการผลิตจะใช้กากแครอท เพียง 15% ที่เหลือจะเป็นส่วนผสม วัสดุผลทำให้สีสนัที่นำมารับประทานของไส้กรอกเจ็ดมาจากสีของแครอท ซึ่งไม่จำเป็นต้องปรุงแต่งสีเหมือนกับไส้กรอกทั่วไป ด้านการยืดอายุของไส้กรอกให้สามารถเก็บได้นานกว่าเดิมมากขึ้นโดยพัฒนาเรื่องของบรรจุภัณฑ์ ปัจจุบันบรรจุในซองที่แวกอาหารแบบสุญญากาศ สามารถเก็บได้นาน 14 วัน(สำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ, มปป)

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัย จึงมีแนวคิดพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เสริมกากแครอทอบแห้งที่เหลือจากการผลิตน้ำแครอทมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ เพื่อให้ได้ปริมาณเส้นใยในแครกเกอร์ และเป็นการช่วยส่งเสริมการใช้วัตถุดิบที่เหลือทิ้งมากที่สุด

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษากระบวนการผลิตกากแครอทอบแห้งในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์
2. เพื่อศึกษาอัตราส่วนกากแครอทอบแห้งในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์
3. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เสริมกากแครอทอบแห้ง

### ขอบเขตการวิจัย

แครอท เลือกใช้แครอทอายุประมาณ 80 - 100 วัน ขนาดของหัวเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว

**นิยามศัพท์เฉพาะ**

กากแครอท หมายถึง แครอทที่ถูกแยกน้ำและเส้นใยอาหารออกจากกัน ซึ่งมีรังค์วัตถุสีส้ม  
แครกเกอร์ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ขนมปังอบกรอบที่มีส่วนผสมของแป้งสาลีเป็นหลัก และนำไปขึ้นรูป  
ต่างๆ

**ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1. ผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เสริมกากแครอทอบแห้งซึ่งเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและมีคุณค่าทางโภชนาการ
2. เป็นแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เสริมกากแครอทอบแห้ง



## บทที่ 2

### ตรวจเอกสาร

#### 1. แครกเกอร์

แครกเกอร์เป็นขนมขบเคี้ยวชนิดหนึ่งที่มีนิยมนับประทานกันในกลุ่มเด็ก และวัยรุ่น มีลักษณะเป็นแผ่นบาง กรอบ และผลิตจากแป้งธัญพืชโดยอาจผ่านกรรมวิธีอบ หรือทอด ซึ่งแครกเกอร์ ส่วนใหญ่เป็นขนมที่มีไขมัน น้ำตาล และเกลือสูง จนก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพซึ่งสัมพันธ์กับพฤติกรรมบริโภค หรือปริมาณการบริโภค การบริโภคขนมขบเคี้ยวมากเกินไป อาจทำให้เป็นโรคอ้วนซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหาสุขภาพ เช่น โรคทางเดินหายใจปิดกั้น และหยุดหายใจขณะหลับ โรคกระดูกและข้อเสื่อมโรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง ดังนั้นแครกเกอร์ส่วนใหญ่จึงมีส่วนผสมของเกลือสูง ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับไต และความดันโลหิตสูงตามมา นอกจากนี้ในกลุ่มเยาวชนมักมีการบริโภคขนมตามกระแสนิยมจนไม่สนใจการรับประทานอาหารจานหลัก ทำให้เกิดภาวะขาดสารอาหารต่างๆ ที่จำเป็นต่อร่างกาย(สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, 2553)

#### 2. แครอท

แครอทเป็นพืชกินหัวชนิดหนึ่ง มีลักษณะยาว หัวแครอทมีหลายสี เช่น เหลือง ม่วง ส้ม แต่ที่นิยมนับประทานในปัจจุบันคือ สีส้มเป็นพืชแถบเอเชียตะวันออก และเอเชียกลาง มีหลายขนาดตั้งแต่ขนาดเล็กเท่าแห่งดินสอหรือที่เรียกว่าเบบี้แครอท ไปจนถึงขนาดใหญ่

##### 2.1 คุณสมบัติและประโยชน์ของแครอทต่อสุขภาพ

แครอท จะมีลักษณะเป็นหัวยาวๆ สีส้มขึ้นอยู่ใต้ดิน ในประเทศไทยมักนิยมปลูกในภาคเหนือซึ่งมีอากาศเย็น เช่น จังหวัดเชียงใหม่ ใช้เวลาประมาณ 3 เดือน ก็เก็บมารับประทานได้ หัวแครอทจะอยู่ใต้ผิวดินเช่นเดียวกับหัวไชเท้า จะมีใบสีเขียวโผล่ขึ้นมา สังเกตว่าถ้าใบมีลักษณะกลมรี นั่นคือ หัวแครอทพร้อมบริโภคได้ สาเหตุที่ตาม ท้องตลาดต้องเด็ดใบที่หัวแครอททิ้ง เพราะใบมีการคายน้ำ ซึ่งจะทำให้หัวแครอทไม่สด อยู่ได้ไม่นาน และไม่หอม แครอทที่ดีจะปลูกที่ประเทศออสเตรเลีย จะมีรสชาติหอม หวาน และกรอบ แต่จะมีราคาสูง

นอกจากแครอทจะเป็นผักสุขภาพที่มีประโยชน์ต่อร่างกายใช้ประกอบอาหาร เช่น สลัด ยำ ซุป หรือ ตกแต่งจานอาหาร ยังสามารถคั้นหรือปั่นเป็นน้ำแครอทสดได้ (โสภณ, 2553) โดยปกติกรรมวิธีในการทำอาหารที่มีแครอทเป็นส่วนประกอบนั้นจะต้องหั่นแครอทเป็นชิ้น ซึ่งน้อยครั้งที่เห็นการปรุงอาหารแบบใช้แครอททั้งหัว แต่งานวิจัยทางด้านโภชนาการอันล้ำสุด พบว่าการหั่นแครอทหลังจากปรุงสุกแล้ว จะช่วยเพิ่มปริมาณสารต้านการเกิดมะเร็งได้ถึงร้อยละ 25 และยังพบว่าการต้มแครอทก่อนที่จะนำมาหั่นนั้น ตัวแครอทจะมีปริมาณสาร falcarinol ที่เป็นสารประกอบในแครอทและมีคุณสมบัติในการต่อต้านมะเร็งมากขึ้นกว่าร้อยละ 25 และมากกว่าแครอทที่ถูกหั่นก่อนจะนำไปต้ม โดยปกติแล้วแครอทจะมีส่วนที่เป็นน้ำตาลอยู่ และทำให้แครอทมีรสหวาน และเมื่อเปรียบเทียบรสชาติของแครอทที่ถูกต้มทั้งหัวกับแครอทที่ถูกหั่นก่อนต้ม นั้น แครอทประเภทแรกจะมีรสหวาน และรสชาติอร่อยกว่า ดังนั้นการรับประทานแครอทที่ต้มก่อนหั่นจะได้รับทั้งสารอาหารและมีรสชาติที่อร่อยกว่า แครอทที่ถูกหั่นก่อนต้ม การหั่นแครอทเป็นชิ้นเล็กๆ จะทำให้เพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสของแครอท และถ้ายิ่งหั่นชิ้นเล็กมากเท่าใด ปริมาณสารอาหารก็จะลดลงไปอีก เพราะ

สารอาหารในแครอทจะออกมาอยู่ในน้ำ ซึ่งการต้มแครอททั้งหัวก่อนนั้นจะช่วยลดพื้นที่ผิวสัมผัสของแครอท และทำให้สารอาหารถูกเก็บกักไว้ภายในแครอท ดังนั้นรสชาติ และสารอาหารที่ได้จึงอร่อย และมีมากกว่า

## 2.2 แครอทินอยด์

แครอทินอยด์เป็นรงควัตถุที่ให้สีเหลืองส้มและแดง ได้แก่ เบต้าแคโรทีน แอลฟาแคโรทีน และไลโคพีน ซึ่งจัดเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ดีในน้ำมัน และตัวทำละลายอินทรีย์ โมเลกุลประกอบด้วยหมู่ไอโซพรีน เชื่อมต่อกันเกิดเป็น conjugated double bond สีของแครอทินอยด์จะผันแปรไปตามจำนวนพันธะคู่ในโมเลกุล ถ้ามีจำนวนพันธะคู่มากจะทำให้มีสีแดงเข้มขึ้น แครอทินอยด์ที่มีพันธะคู่ที่น้อยที่สุดคือ 7 พันธะ จะให้สีเหลือง พันธะคู่ในโมเลกุลของแครอทินอยด์ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูป trans ทั้งหมด อาจพบในรูปของ cis บ้างแต่น้อยมาก ซึ่งจะมีสีอ่อนกว่าในรูป trans ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนจาก trans เป็น cis คือ แสง ความร้อน และกรด แครอทินอยด์สลายตัวได้ง่ายเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยเฉพาะเมื่อละลายอยู่ในน้ำมัน จึงถูกทำลายได้ง่ายเมื่อน้ำมันเกิดการออกซิเดชัน (Fennema, 1996) แครอทินอยด์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มคือ

2.1 กลุ่มที่เป็นไฮโดรคาร์บอน แครอทินอยด์กลุ่มที่มีโครงสร้างหลักประกอบด้วยหน่วยไอโซพรีนซึ่งเป็น diene มาเรียงต่อกัน 8 หน่วย จึงมีจำนวนคาร์บอนในโมเลกุล 40 อะตอม มีสูตรเป็น  $C_{40}H_{56}$  ซึ่งเป็นกลุ่มของแครอทิน เช่น เบต้าแคโรทีน แอลฟาแคโรทีน แกมมาแคโรทีน และไลโคพีน แต่ละชนิดมีลักษณะโมเลกุลที่แตกต่างกัน จึงแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยได้อีก 3 กลุ่ม คือ

2.1.1 Acyclic คือ ไฮโดรคาร์บอนที่ไม่มีวงแหวนอยู่ในโมเลกุล เช่น ไลโคพีน

2.1.2 Monocyclic คือ ไฮโดรคาร์บอนที่มีวงแหวนอยู่ในโมเลกุลที่ปลายด้านหนึ่ง เช่น แกมมาแคโรทีน ทำให้ครึ่งหนึ่งของโครงสร้างโมเลกุลของแกมมาแคโรทีนเหมือนกับไลโคพีน และอีกครึ่งหนึ่งเหมือนกับเบต้าแคโรทีน

2.1.3 Bicyclic คือ ไฮโดรคาร์บอนที่มีวงแหวนอยู่ในโมเลกุลที่ปลายทั้งสองด้าน เช่น แอลฟาแคโรทีน และเบต้าแคโรทีน

2.2 กลุ่มที่มีออกซิเจนในโมเลกุล กลุ่มของอนุพันธะไฮโดรคาร์บอนที่หมู่ไฮดรอกซิล เมธอกซิล คาร์บอกซิล คีโต หรือ อีพอกซี รวมเรียกว่า แซนโทฟิลล์ (xanthophylls) ตัวอย่างของสารที่อยู่ในกลุ่มแซนโทฟิลล์ คือ คริปโตแซนธิน โครงสร้างของแครอทินอยด์กลุ่มที่เป็นไฮโดรคาร์บอนและกลุ่มที่เป็นอนุพันธะของไฮโดรคาร์บอนได้แก่ ไลโคพีน แกมมาแคโรทีน แอลฟาแคโรทีน เบต้าแคโรทีน และคริปโตแซนธิน

ประโยชน์ของเบต้าแคโรทีน

1. สารเบต้าแคโรทีน (Beta Carotene) ที่ร่างกายสามารถเปลี่ยนเป็น วิตามิน A ซึ่งช่วยบำรุงสายตา ทำให้มองเห็นชัดในเวลากลางคืน ซึ่งมีประโยชน์ต่อทหารในยามสงคราม และ Anti-Oxidant ซึ่งเป็นสารต้านมะเร็ง นอกจากนี้ได้แก่ วิตามินซี วิตามินบี วิตามินบี1 และวิตามินบี2 โปแทสเซียม มีแร่ธาตุสำคัญคือ แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็ก ช่วยในการบำรุงสายตา ช่วยในการมองเห็นในตอนกลางคืนหรือที่มืด ช่วยแก้โรคตาฟาง ช่วยลดการเกิดโรคหัวใจ และภาวะหัวใจล้มเหลว ช่วยลดคอเลสเตอรอล ใช้เป็นยาช่วยขับปัสสาวะ และขับสารพิษออกจากร่างกาย บำรุงเลือดให้ไหลเวียนสะดวก และช่วยขับของเสียออกจากร่างกาย(<https://sites.google.com/site/enzymebiotic/products/2>)

2. แอนติออกซิแดนท์ เบต้าแคโรทีนมีคุณสมบัติเป็นสารแอนติออกซิแดนท์ เนื่องจากสามารถรวมตัวกับอนุมูลอิสระรวมถึงออกซิเจนอิสระ (singlet oxygen) ในร่างกายที่มีสาเหตุจากมลพิษทางอากาศ การสูบบุหรี่ การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ รวมไปถึงการบริโภคอาหารประเภทเนื้อสัตว์มากเกินไปออกซิเจนนี้จะเข้าไปทำลายโมเลกุลที่จำเป็นต่อการดำเนินชีวิตได้แก่ ไขมัน โปรตีน กรดนิวคลีอิก

เนื่องจากในร่างกายประกอบไปด้วยเซลล์จำนวนมากนับไม่ถ้วน แต่ละเซลล์จะถูกห่อหุ้มด้วยเยื่อเซลล์ โดยเยื่อเซลล์จะถูกสร้างขึ้นมาจากโปรตีนและไขมัน ทำหน้าที่ปกป้องเซลล์ที่อยู่ภายใน แต่เนื่องจากเยื่อเซลล์ประกอบไปด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันจากออกซิเจนอิสระได้ง่าย และเกิดเป็นอนุมูลอิสระที่สามารถทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้ใหม่ ทำให้เยื่อเซลล์เสื่อมสภาพ ความสามารถในการแบ่งเซลล์ต่ำลง ภูมิคุ้มกัน และสภาพร่างกายจึงอ่อนแอลงเรื่อย ๆ ส่งผลให้เกิดโรคร้ายต่าง ๆ เช่น โรคมะเร็ง และการแก่ชรา เป็นต้น เบต้าแคโรทีนยังสามารถป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของเซลล์ได้ โดยจะเข้าร่วมตัวกับออกซิเจนอิสระ และอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน แต่ในสภาวะที่มีปริมาณออกซิเจนสูง เบต้าแคโรทีนจะสูญเสียคุณสมบัติการเป็นแอนติออกซิแดนซ์

การเปลี่ยนแปลงของเบต้าแคโรทีน

การเปลี่ยนแปลงของเบต้าแคโรทีนมีสาเหตุมาจาก 2 ลักษณะ คือ

1. การเกิดออกซิเดชัน เบต้าแคโรทีนมีพันธะคู่แบบคอนจูเกต (conjugated double bond) อยู่ในโมเลกุล ซึ่งถูกทำลายได้ง่ายด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชัน เมื่อมีออกซิเจนและตัวเร่งเช่น ความร้อน แสง รังสีที่มีพลังงานสูง และโลหะ (Bauernfeind, 1981) โดยปฏิกิริยาเริ่มต้น (initiation) เกิดจากไฮโดรคาร์บอนตรงตำแหน่งพันธะคู่ของโมเลกุลเบต้าแคโรทีนทำปฏิกิริยากับออกซิเจน หรือสูญเสียไฮโดรเจนอะตอมจากไฮโดรคาร์บอน เกิดเป็นอนุมูลอิสระ ปฏิกิริยาขั้นที่ 2 (propagation) ออกซิเจนจะทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น เกิดเป็นอนุมูลของเปอร์ออกซี ซึ่งอนุมูลของเปอร์ออกซีที่เกิดขึ้นจะทำปฏิกิริยากับไฮโดรคาร์บอน เกิดเป็นอนุมูลของไฮโดรคาร์บอน และสารไฮโดรเปอร์ออกไซด์ ซึ่งเป็นสารที่ไม่คงตัวสามารถสลายตัวเกิดเป็นสารอื่นเช่น คีโตน แอลกอฮอล์ หรืออัลดีไฮด์ เป็นต้น ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้สูญเสียสารอาหาร และกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง ส่วนอนุมูลไฮโดรคาร์บอนจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนใหม่ และปฏิกิริยาจะเกิดวนเวียนซ้ำไปเรื่อยๆ และเมื่อใดที่อนุมูลอิสระมาทำปฏิกิริยากันเอง (termination) จะเกิดเป็นสารประกอบใหม่ที่ไม่เป็นอนุมูลอิสระปฏิกิริยาก็จะหยุดลง เมื่อไม่มีอนุมูลอิสระเหลือสำหรับทำปฏิกิริยาต่อเนื่องกับออกซิเจน หากยังมีออกซิเจนมากพออยู่ก็จะเริ่มต้นเกิดปฏิกิริยาขั้นที่ 1 เพื่อให้เกิดเป็นอนุมูลอิสระได้ใหม่ (Fennema, 1996)

นอกจากนี้เบต้าแคโรทีนสูญเสียได้จากเอนไซม์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในผักและผลไม้ เช่น เปอร์ออกซิเดส และไลพอกซิจีเนส ซึ่งเป็นเอนไซม์เร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของเบต้าแคโรทีน โดยเอนไซม์จะจับกับเบต้าแคโรทีนในลักษณะจำเพาะขึ้นอยู่กับชนิดของเอนไซม์ เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน เอนไซม์จะดึงอิเล็กตรอนหรืออะตอมของไฮโดรเจน ทำให้เกิดอนุมูลอิสระของเบต้าแคโรทีน จากนั้นออกซิเจนจะทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระ ทำให้เกิดเป็นสารไฮโดรเปอร์ออกไซด์ เช่นเดียวกับการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเนื่องจากปฏิกิริยาเคมีหรือเกิดสารประกอบอีพอกไซด์

การยับยั้งเอนไซม์ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการสูญเสียเบต้าแคโรทีนทำได้โดยการลวก เอนไซม์ที่มีความสำคัญต่อการลวก และใช้เป็นตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพของการลวกผักคือ เปอร์ออกซิเดส เนื่องจากเป็นเอนไซม์ที่ทนความร้อนสูงมากที่สุด และสามารถตรวจสอบได้ง่าย ภายหลังจากตรวจสอบไม่พบเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสแสดงว่า เอนไซม์ตัวอื่นๆ ถูกยับยั้งด้วยเช่นเดียวกัน ในการตรวจสอบเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสจะอาศัยตามปฏิกิริยาหลักคือ peroxidatic reaction โดยใช้กัวไอคอล (guaiacol) เป็นซับสเตรต และใช้ออกซิเจนจาก hydrogenperoxide เมื่อทำปฏิกิริยากันจะเกิดเป็นเตตระกัวไอคอล (tetraguaiacol) ที่มสีน้ำตาล

2. การเกิดไอโซเมอร์เซชัน โดยทั่วไป conjugated double bond ในโมเลกุลของเบต้าแคโรทีนจะอยู่ในรูปของ trans ทั้งหมด อาจพบในรูปของ cis บ้างเล็กน้อย ไอโซเมอร์ไรเซชันเกิดจาก

การที่โมเลกุลของเบต้าแคโรทีนเกิดการบิดตัว 180 องศา จาก trans-form เป็น cis-form ซึ่งมีสาเหตุมาจากความร้อนตัวทำละลายในการสกัด กรด แสง การมีไอโอดีนในสารละลาย และจำนวนของพันธะคู่ในโมเลกุลมากทำให้โอกาสในการเกิดไอโซเมอร์ไรเซชันสูง กลไกการเกิดไอโซเมอร์ไรเซชัน การเกิดไอโซเมอร์ไรเซชัน ทำให้เบต้าแคโรทีนดูดซึมแสงที่ความยาวคลื่นต่ำกว่าทำให้สีอ่อนลง และเสียสมบัติการเป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอ

ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเบต้าแคโรทีนและการป้องกัน

1. เอนไซม์ในผักใบเขียว เบต้าแคโรทีนจะอยู่ในรูป chlorophyll-carotene-lipoprotein complexes โดยอยู่ในคลอโรพลาสต์ ทำให้เบต้าแคโรทีนไม่ถูกทำลายในสภาพธรรมชาติ หลังจากการเก็บเกี่ยวหรือการแปรรูปอาจทำให้เนื้อเยื่อและชั้น lipoprotein ของคลอโรพลาสต์ถูกทำลาย เอนไซม์ที่มีอยู่ในเซลล์ตามธรรมชาติของผัก และผลไม้ เช่น เพอร์ออกซิเดสและไลพอกซิเจเนส จับกับเบต้าแคโรทีนได้ ทำให้เบต้าแคโรทีนสูญเสียเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ดังนั้นในการเตรียมวัตถุดิบจึงต้องมีขั้นตอนการลวกเพื่อทำลายเอนไซม์ Nutting et al. (1970) ได้ศึกษาผลของการลวกต่อปริมาณเบต้าแคโรทีนในใบผักซีฝรั่ง พบว่าปริมาณเบต้าแคโรทีนของผักซีฝรั่งก่อนการแช่แข็งจำนวน 3 ซ้ำ ที่ไม่ผ่านการลวกเท่ากับ 371 354 และ 425 และที่ผ่านการลวกเท่ากับ 420 389 และ 483 เนื่องจากการลวกทำให้เอนไซม์ถูกทำลาย และเมื่อนำผักซีฝรั่งที่ไม่ผ่านการลวกและที่ผ่านการลวกมาอบแห้งด้วย cabinet dryer จำนวน 3 ซ้ำ ปริมาณเบต้าแคโรทีนของผักซีฝรั่งที่ไม่ผ่านการลวกเท่ากับ 458 397 และ 527 ส่วนที่ผ่านการลวกเท่ากับ 423 330 และ 454 ส่วนปริมาณเบต้าแคโรทีนของผักซีฝรั่งที่ไม่ผ่านการลวกสูงกว่า เนื่องจากการลวกถึงแม้จะยับยั้งเอนไซม์ได้ แต่มีผลทำให้แอนติออกซิแดนซ์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติถูกทำลายไป เมื่อผักซีฝรั่งได้รับความร้อนในการอบแห้งและสัมผัสกับอากาศเป็นเวลานานเบต้าแคโรทีนจึงสูญเสียไป

2. ความร้อน การใช้กระบวนการผลิตหรือความร้อนในระหว่างการรักษาผลผลิตผักอบแห้งจะมีผลต่อเบต้าแคโรทีน เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นปฏิกิริยาออกซิเดชันจะเพิ่มขึ้นทำให้สูญเสียเบต้าแคโรทีน นอกจากนี้ความร้อนยังทำให้เกิดไอโซเมอร์ไรเซชันซึ่ง ทำให้โมเลกุลสูญเสียคุณสมบัติการเป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอ และทำให้สีอ่อนลงเนื่องจากการดูดซึมแสงที่ความยาวคลื่นต่ำกว่าเดิม Negi and Roy (2000) ได้ศึกษาผลของการลวกต่อปริมาณเบต้าแคโรทีนในผัก savoy beet amaranth และ fenugreek โดยนำมาลวกในสภาวะต่างๆ คือ การลวกในน้ำเปล่า สารละลายเกลือ NaCl (20 กรัม/ลิตร) และสารละลายผสมโซเดียมไบคาร์บอเนต แมกนีเซียมออกไซด์และโปตัสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (KMS) ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลาต่างๆ พบว่า การลวกที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที เพียงพอในการยับยั้งเอนไซม์เพอร์ออกซิเดสโดยผัก savoy beet amaranth และ fenugreek สดมีปริมาณเบต้าแคโรทีนเท่ากับ 84.1 59.4 และ 36.3 มิลลิกรัม/100 กรัม ส่วนที่ผ่านการลวกในน้ำเปล่ามีปริมาณเบต้าแคโรทีนเท่ากับ 41.0 54.9 และ 29.9 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ ที่ผ่านการลวกในสารละลายเกลือมีปริมาณเบต้าแคโรทีนเท่ากับ 39.4 57.2 และ 27.4 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ และที่ผ่านการลวกในสารละลายผสมมีปริมาณเบต้า แคโรทีนเท่ากับ 41.1 56.8 และ 31.8 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ การลวกทำให้ผัก savoy beet amaranth และ fenugreek มีเบต้าแคโรทีนลดลงเนื่องจากความร้อนจากการลวกทำให้สูญเสียเบต้า แคโรทีนจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน และการเกิดไอโซเมอร์ไรเซชัน ความร้อนที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิตจะแตกต่างกันไปตามวิธีการอบแห้ง

3. ออกซิเจน เมื่อเบต้าแคโรทีนสัมผัสกับอากาศ พันธะคู่แบบ คอนจูเกตจะจับตัวกับออกซิเจนในอากาศได้เป็นสารประกอบไฮดรอปเปอร์ออกไซด์ สารประกอบคาร์บอนิล และแอลกอฮอล์การเก็บเบต้าแคโรทีนในที่ที่มีออกซิเจนจะเกิดการสูญเสียอย่างรวดเร็ว การป้องกันโดยการปิดผนึก

ภาชนะบรรจุ ต้องคำนึงถึงช่องว่างให้มีอากาศอยู่น้อยที่สุด การบรรจุสุญญากาศหรือมีการใช้สารแอนติออกซิแดนท์จะช่วยยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ ซึ่งอัตราการสูญเสียเบต้าแคโรทีนไม่ได้ขึ้นอยู่กับออกซิเจนเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นกับอุณหภูมิและความเข้มของแสง ซึ่งเป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วย Negi and Roy (2000) ได้ศึกษาผลของสภาวะการเก็บรักษาต่อคุณภาพของผัก savoy beet และ amaranth ออบแห้งในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 9 เดือนพบว่า หลังจากการลวก savoy beet และ amaranth ที่ 95 องศาเซลเซียส 1 นาที แล้วแช่ในสารละลายไปตัสเซียม เมตาไบซัลไฟต์ แล้วอบแห้งด้วย cabinet dryer พบว่าปริมาณเบต้าแคโรทีนของ savoy beet ออบแห้งที่บรรจุในถุง high density polyethylene (HDPE) 1 และ 2 ชั้น ลดลงจาก 43.47 มิลลิกรัม/100 กรัม เป็น 19.90 และ 21.81 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ และปริมาณเบต้าแคโรทีนของ amaranth ลดลงจาก 32.45 มิลลิกรัม/100 กรัม เป็น 5.28 และ 8.73 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ การบรรจุถุง 2 ชั้นทำให้การซึมผ่านของออกซิเจนน้อยลง ช่วยลดการสูญเสียเบต้าแคโรทีนดีกว่าเมื่อเทียบกับการบรรจุถุง 1 ชั้น

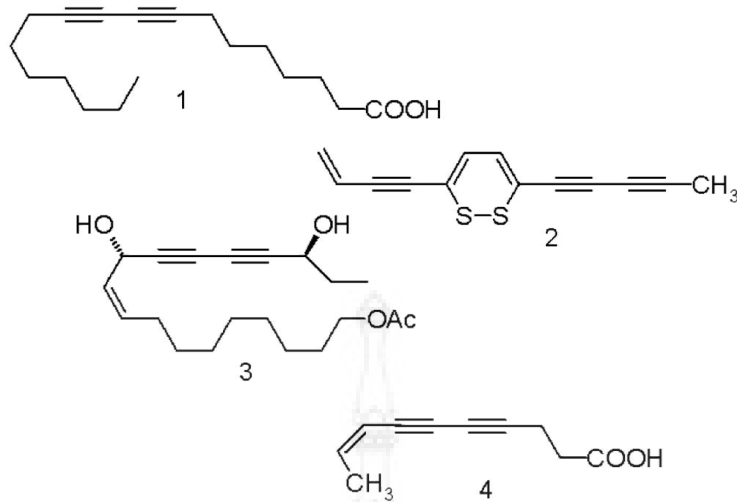
4. แสงสว่าง แสงเป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน แต่ถ้าไม่มีออกซิเจน เบต้าแคโรทีนจะเกิดการสูญเสียเพียงเล็กน้อยเท่านั้น Tang and Chen (2000) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงแคโรทีนอยด์ในระหว่างการเก็บรักษา freeze - dried carotenoid powder เก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่า การเก็บในที่ที่มีแสงสว่างมีการสูญเสียมากกว่าการเก็บในที่มืด คือลดลงจาก 103.14 ไมโครกรัม/กรัม เป็น 54.96 และ 73.54 ไมโครกรัม/กรัม หลังการเก็บ 12 สัปดาห์ หรืออัตราการลดลง 0.043 และ 0.024 ต่อวัน ตามลำดับ การเก็บในที่มืดแสงทำให้การเกิดไอโซเมอร์ไรเซชันและปฏิกิริยาออกซิเดชันได้เร็วขึ้นด้วย

5. สารแอนติออกซิแดนท์ หมายถึง สารที่สามารถชะลอหรือป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันหรือสารอาหาร ปฏิกิริยาออกซิเดชันจะเกิดขึ้นเมื่ออนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในขั้นตอนแรก (initiation) ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเกิดเป็นอนุมูลเปอร์ออกซี และอนุมูลเปอร์ออกซี ทำปฏิกิริยากับไฮโดรคาร์บอน เกิดเป็นอนุมูลไฮโดรคาร์บอนและสารไฮโดรเปอร์ออกไซด์ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอะตอมหรือกลุ่มของอะตอมมีการสูญเสียอิเล็กตรอน ในขณะที่เดียวกันก็มีการรับอิเล็กตรอนของอะตอม หรือกลุ่มของอะตอมที่ต่างชนิดกันซึ่งจะเกิดขึ้นในขั้นที่ 2 (propagation) ของกลไกในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ดังนั้น สารแอนติออกซิแดนท์จึงต้องมีคุณสมบัติในการจับกับอนุมูลเปอร์ออกซี และอนุมูลอิสระที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน สารในกลุ่มนี้ได้แก่สารประกอบฟีนอลหรือวงแหวนเอมีน ซึ่งสามารถจับกับอนุมูลของเปอร์ออกซี โดยที่สารประกอบฟีนอลจะให้ฟีนอลิกไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระอย่างรวดเร็วเกิดเป็นอนุมูลฟีนอกซิล (ArO) ที่คงตัว ไม่สามารถทำปฏิกิริยากับโมเลกุลของไฮโดรคาร์บอน(RH) และออกซิเจน ทำให้ปฏิกิริยาลูกโซ่ไม่เกิดต่อไป

### 2.3 สาร Falcarinol

Falcarinol คือ ยาฆ่าแมลงโดยธรรมชาติ และพบ fatty alcohol ซึ่ง fatty alcohol เป็นสารได้จากไขมันและน้ำมันธรรมชาติ ซึ่งพบในหลายแหล่งทั้งจากพืชและสัตว์ และเป็นสารประกอบที่อยู่ในแคโรทีน Falcarinol ยังช่วยป้องกันโรคราที่รากพืช เช่น เชื้อราที่ก่อให้เกิดจุดดำบนราก ในระหว่างการเก็บ Falcarinol คือ กลุ่มสารอินทรีย์กับพันธะโคเวเลนต์เดี่ยวและสามสลับและพันธะสองคู่

กราฟที่ 2.1 โครงสร้าง Falcarinol พันธะโคเวเลนต์เดี่ยว และพันธะสองคู่



ที่มา : <http://en.wikipedia.org/wiki/Falcarinol>

Falcarinol อาจทำให้เกิดโรคผิวหนังโรคติดต่อหรือแพ้ และระคายเคืองได้ สาร Falcarinol เป็นความคิดเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งจากที่วิจัยจากมหาวิทยาลัยนิวคาสเซิลและมหาวิทยาลัยเดนมาร์กพบสาร Falcarinol เพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งในหนูนักวิทยาศาสตร์ได้ทำการทดลองกับหนู และหนูที่รับประทานแครอทเป็นประจำจะมีอัตราความเสี่ยงในการเกิดเนื้องอกหรือการเป็นมะเร็งน้อยกว่า 1 ใน 3 ของหนูในกลุ่มควบคุม โดยการทดลองส่วนนี้ใช้แครอทดิบเป็นอาหารให้หนูทาน นักวิจัยได้ทำการตรวจสอบลักษณะ และปริมาณของสารอาหาร หรือสารประกอบภายในแครอทที่มีการเปลี่ยนแปลงเช่นใดเมื่อถูกความร้อน ความร้อนจะทำลายเซลล์ในแครอทจึงทำให้ไม่สามารถเก็บกักน้ำไว้ได้ และปริมาณของสาร falcarinol น้ำในแครอทจะลดลง

ส่วนการให้คนทดลองชิมแครอทที่หั่นก่อนต้มประมาณ 100 คน พบว่า แครอทที่ต้มก่อนหั่น เพื่อเปรียบเทียบรสชาติของแครอทผลที่ได้รับการยอมรับด้านรสชาติมากกว่าร้อยละ 80 ของกลุ่มทดลอง

### 3. การอบแห้ง

การทำให้อาหารแห้งทำได้หลายวิธี จึงมีชื่อเรียกต่างๆ กันตามลักษณะของการทำให้แห้งนั้น เช่น การตากแห้ง การอบแห้ง การผึ่งแห้ง และการดึงน้ำออก (dehydration) เป็นต้น โดยความหมายแล้ว การทำให้แห้งคือกรรมวิธีที่ทำให้น้ำที่มีอยู่ในอาหารระเหยออกจนมีความชื้นต่ำในระดับที่จุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียหรือปฏิกิริยาเคมี และปฏิกิริยาเอนไซม์ไม่สามารถดำเนินกิจกรรมได้ เป็นผลให้สามารถถนอมรักษาอาหารไว้ได้นานขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถลดน้ำหนักและหรือปริมาตรของอาหาร ซึ่งกระบวนการผลิตผักอบแห้งโดยทั่วไปมี 3 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ

3.1 การเตรียมวัตถุดิบก่อนการอบแห้ง ผัก และผลไม้หลังการเก็บเกี่ยวส่วนใหญ่มักมีสิ่งปะปนหรือสิ่งสกปรก ก่อนการแปรรูปจึงต้องมีการล้างทำความสะอาดเพื่อแยกสิ่งสกปรกออกไป และตัดแต่งให้มีขนาดที่ตรงตามความต้องการอาจจะมีการลวกเพื่อยับยั้งเอนไซม์ที่ทำให้เกิดการสูญเสียสารอาหาร สี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัสเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น การลวกเพื่อยับยั้งเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส และไลพอกซิจีเนสที่เป็นสาเหตุของการสูญเสียเบต้าแคโรทีน เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน การลวกอาจทำได้หลายวิธีได้แก่ การลวกด้วยน้ำ

ร้อน การลวกด้วยไอน้ำ และการลวกด้วยรังสีไมโครเวฟ การลวกกระทำโดยการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70-100 องศาเซลเซียส ในช่วงระยะเวลาสั้นๆ ที่เหมาะสมแล้วทำให้เย็นทันที การลวกด้วยน้ำร้อนใช้น้ำเป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนความร้อนมีราคาการลงทุนไม่มากนัก แต่การลวกด้วยวิธีนี้จะมีการสูญเสียคุณค่าทางอาหาร และของแข็งที่ละลายน้ำมากกว่าการลวกด้วยไอน้ำ ส่วนการลวกด้วยไอน้ำใช้ไอน้ำเป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนความร้อนมีการสูญเสียของแข็งที่ละลายน้ำน้อย มีรายงานว่า การลวกบรอกโคลีในน้ำเดือดทำให้สูญเสียของแข็งที่ละลายได้ร้อยละ 8-9 ส่วนการลวกโดยใช้ไอน้ำมีการสูญเสียเพียงร้อยละ 2 ซึ่งมีรายงานว่า การลวกบรอกโคลีด้วยน้ำร้อนมีการสูญเสียกรดแอสคอร์บิกร้อยละ 38.7 ส่วนการลวกด้วยไอน้ำมีการสูญเสียร้อยละ 22.2 สำหรับการลวกโดยใช้ไมโครเวฟ ความร้อนเกิดจากน้ำสามารถดูดซับพลังงานคลื่นไมโครเวฟได้ดี ทำให้การส่งถ่ายความร้อนได้ดี และไม่เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิในแต่ละความลึกของอาหาร แต่มีต้นทุนสูงและต้องออกแบบเครื่องมือให้เหมาะสมกับการปฏิบัติงานในแต่ละกระบวนการผลิต จึงทำให้ไม่ค่อยเป็นที่นิยม

3.2. การอบแห้ง การทำให้แห้งเป็นวิธีการที่ลดความชื้นในอาหาร ซึ่งสมัยโบราณการทำให้แห้งนิยมใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ แต่ปัจจุบันได้มีการพัฒนากรรมวิธีการทำให้แห้งมีประสิทธิภาพโดยการสร้างเครื่องอบแห้งแบบต่างๆ ขึ้นมาตัวอย่างเช่น เครื่องอบแห้งแบบถาด เครื่องอบแห้งแบบสุญญากาศ และเครื่องอบแห้งแบบระเหิด เป็นต้น ซึ่งขั้นตอนการทำแห้งโดยเครื่องอบแห้งแต่ละชนิดก็ส่งผลต่อคุณค่าทางอาหารแตกต่างกัน การอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบถาดเป็นวิธีที่นิยมใช้ชนิดหนึ่ง วิธีนี้จะนำวัตถุดิบวางบนถาดภายในห้องอบ เมื่ออากาศหรือลมร้อนพัดผ่านผิวหน้าที่เปียก ความร้อนจะถูกถ่ายเทไปยังผิวของอาหาร และน้ำในอาหารจะระเหยออกมาด้วยความร้อนแฝงของการเกิดไอ ซึ่งไอน้ำจะถูกพัดพาไปโดยลมร้อน ในช่วงแรกน้ำจะเคลื่อนที่จากด้านในของอาหารออกมาด้วยอัตราเร็วมากกว่าหรือเท่ากับน้ำที่ระเหยออกมาจากผิว ทำให้การระเหยน้ำเกิดขึ้นได้โดยอิสระ เรียกช่วงนี้ว่าช่วงอัตราคงที่ (constant rate period) เมื่อผิวหน้าแห้ง การเคลื่อนที่ของน้ำเกิดได้ช้าลง ความชื้นลดลงอย่างช้าๆ ทำให้อัตราการทำแห้งลดลง จนเข้าสู่ความชื้นสมดุล เรียกช่วงนี้ว่า ช่วงอัตราลดลง (falling rate period) ได้มีศึกษาการเปลี่ยนแปลงความชื้นระหว่างการอบแห้งใบสะระแหนด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาดที่อุณหภูมิ 35 45 55 และ 65 องศาเซลเซียส พบว่า การอบแห้งที่อุณหภูมิสูงมีอัตราการทำให้แห้งสูงกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ โดยเวลาที่เปลี่ยนจากช่วงอัตราการทำแห้งคงที่เป็นช่วงอัตราการทำแห้งลดลงตามอุณหภูมิที่สูงขึ้นคือที่ 90 23 22 และ 7 ชั่วโมง ตามลำดับ และใช้เวลาในการอบแห้งน้อยลงคือ 95 25 24 และ 9 ชั่วโมง ได้ใบสะระแหนที่ความชื้นร้อยละ 7.3 3.2 2.9 และ 1.4 ตามลำดับ

3.3 การเก็บรักษา การเก็บรักษาผักอบแห้งต้องใช้ภาชนะบรรจุที่สามารถป้องกันความชื้น ออกซิเจน และแสงได้ ตัวอย่างเช่น กระป๋องโลหะ ฟลามิพลาสติกบางชนิด หรือฟลามิพลาสติก ซึ่งลามิเนทกับอะลูมิเนียมฟอยล์ การเสื่อมเสียส่วนใหญ่ของผักอบแห้งเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นหืน สูญเสียวิตามินซีและไทอามีน สีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง นอกจากนั้นการเก็บในที่อุณหภูมิสูง และมีแสงสว่างทำให้ปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดได้เร็วขึ้น Hamid et al.(1987) ได้รายงานว่าเมื่อเก็บรักษาผัก amaranth อบแห้งที่บรรจุ และไม่บรรจุสูง high density polyethylene(HDPE) เป็นเวลา 5 วัน มีปริมาณเบต้าแคโรทีนลดลงจาก 20.87 ไมโครกรัม เป็น 12.93 และ 9.50 ไมโครกรัม ตามลำดับ

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เต็มสิริ ไชยเดช (มปป.) ได้ทำการศึกษาการสกัดโยอาหาร และแคโรทีนอยด์จากกากแครอตที่เป็นส่วนเหลือทิ้งจากการผลิตน้ำแครอต พบว่ากากแครอตที่เป็นส่วนเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำแครอต โดยปกติมักจะถูกทิ้งเป็นขยะหรือนำไปทำอาหารสัตว์หรือปุ๋ย โดยที่ในกากแครอตนั้น ยังมีสารประกอบที่มีประโยชน์เช่น โยอาหาร และแคโรทีนอยด์ในปริมาณมาก จึงได้ศึกษาการสกัดโยอาหารและแคโรทีนอยด์จากกากแครอตที่เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำแครอต วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมี และทดสอบความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร การสกัดกากแครอตใช้วิธีสกัดด้วยเอทานอล ได้ผลผลิตโยอาหารจากกากแครอตประมาณร้อยละ 7 โดยมีปริมาณโยอาหารทั้งหมดร้อยละ 84 จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของโยอาหาร พบว่าโยอาหารจากกากแครอตมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ 12.92 กรัมต่อกรัมตัวอย่าง ความสามารถในการอุ้มน้ำมัน 3.52 กรัมต่อกรัมตัวอย่าง ค่า emulsifying activity ร้อยละ 3.83 แต่ไม่มีสมบัติ emulsion stability ค่า water activity ( $A_w$ ) 0.45 ปริมาณความชื้นร้อยละ 11.37 และค่าความเป็นกรด-ด่าง เป็นกลาง (6.03) โยอาหารที่สกัดมีสีขาวครีม เมื่อนำโยอาหารจากกากแครอตไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารคือไส้กรอกหมู และคุกกี้ พบว่าระดับที่เหมาะสมในการเสริมโยอาหารในไส้กรอกหมูคือที่ร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก โดยไม่มีความแตกต่าง ทางด้านสมบัติทางกายภาพและทางเคมี ยกเว้นค่าสี และเนื้อสัมผัส สีของไส้กรอกเสริมโยอาหารเข้มกว่าและมีเนื้อสัมผัสนิ่มกว่าสูตรควบคุม ในขณะที่การยอมรับทางประสาทสัมผัสไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

มาริสา จาตุพรพิพัฒน์ กมล จันธิมา ภาณุวัฒน์ จริ่งจามิกร และวิภู อากาศ(มปป.) ได้ศึกษาการใช้ประโยชน์จากกากแครอตเพื่อผลิตกุนเชียงสุขภาพ พบว่าเป็นที่ทราบกันว่าสูตรที่เหมาะสมสำหรับผลิตกุนเชียงสุขภาพโดยการผสมโยอาหารจากกากแครอตเพื่อทดแทนเนื้อสัตว์ โดยใช้กากแครอตร้อยละ 0, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 พบว่าสัดส่วนกากแครอตที่เหมาะสม คือร้อยละ 2.5 ผลผลิตกุนให้ค่าสีในระบบ  $CIE L^* a^* b^*$  ได้แก่  $L(30.30)$ ,  $a(8.77)$  และ  $b(11.39)$  องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยร้อยละของโปรตีน 23.86 ไขมัน 18.05 โยอาหาร 5.16 เกลือ 2.12 และความชื้น 26.01 ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์โดยให้คะแนนความชอบในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวมเท่ากับ 6.80, 6.72, 6.96, 5.92 และ 6.84 ตามลำดับ

ชุตติภา สุวรรณนิษฐ์ บุหลัน บัวสี และจันทิรา โกเมศ(2550) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กุนเชียงเสริมเส้นใยธรรมชาติ พบว่าศึกษาการทดแทนกากข้าวโพด และกากแครอตในผลิตภัณฑ์ ใช้อัตราส่วนกากข้าวโพดต่อกากแครอตเท่ากับ 1 ต่อ 1 โดยศึกษาการเสริมกากที่ 2 ระดับ คือ ร้อยละ 45 และ 60 เปรียบเทียบกับสูตรควบคุม (ร้อยละ 30) คุณภาพทางประสาทสัมผัสของสิ่งทดลองที่มีการเสริมกากร้อยละ 45 ส่งผลให้ค่าคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงสุด จากนั้นเสริมบุกเส้นที่ 3 ระดับ คือ ร้อยละ 20 40 และ 60 ของปริมาณกากทั้งหมด ผลที่ได้คือ ปริมาณบุกที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 40 ให้รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมดีที่สุดในเมื่อพัฒนาส่วนไส้เรียบร้อยแล้ว จึงศึกษาแผ่นที่ใช้ห่อหุ้มไส้กุนเชียง 2 ชนิด ใช้แผ่นโปะเปี้ยะเวียดนาม และแผ่นสาหร่าย เปรียบเทียบกับสูตรควบคุม (แผ่นเต้าหู้) พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบแผ่นสาหร่ายที่ใช้ห่อไส้กุนเชียงสูงที่สุด ผลิตภัณฑ์ไส้กุนเชียงเสริมเส้นใยธรรมชาติมีส่วนผสม ดังนั้นโปรตีนเกษตร กากข้าวโพด กากแครอต บุกเส้น ผีอก สมหวัง (แห้ว) แป้งมันสำปะหลัง แป้งสาลี รากผักชี พริกไทย น้ำตาลทราย ผงปรุงรส (เจ) และเกลือ เท่ากับร้อยละ 16.95 19.07 19.07 15.25 8.47 8.47 2.54 2.54 1.69 1.69 1.69 1.69 และ 0.85 ตามลำดับ ผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดยอมรับผลิตภัณฑ์ โดยให้คะแนนความชอบรวมในระดับชอบมาก (7.50) และต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีขนาดบรรจุ 200 กรัม จำหน่ายในราคา 50 บาท

เบ็ญจรัก วายุภาพ วราพร ลักษณะลม้าย ธนัสดา จิระตราชู สกุนตลา นิติรสสุนทร์ และยุทธการ ธนานุ ภาพพันธ์ (มปป.) ได้ศึกษาคุณสมบัติของเส้นใยอาหารสกัดจากผัก และผลไม้ที่เหลือทิ้งจากโรงงานแปรรูป พบว่าปริมาณผลผลิต (Yield) ที่สกัดจากวัสดุดังกล่าวเท่ากับร้อยละ 58.23, 78.68, 55.66 และ 80.99 ตามลำดับ เมื่อนำมาหาปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมด (TDF) ได้เท่ากับร้อยละ 63.31, 56.96, 76.72 และ 50.95 ตามลำดับ คุณสมบัติทางกายภาพของเส้นใยที่สกัดได้มีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 10 ค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 5-7 ความหนาแน่น (Bulk Density และ Pack Density) ของเส้นใยอยู่ระหว่าง 0.3 – 0.4 g/ml ความสามารถในการอุ้มน้ำ และการดูดซับน้ำมันของเส้นใยที่สกัดจากโคนหน่อไม้ฝรั่งมีค่าสูงสุด เท่ากับ 7.25 g water/g fiber และ 7.46 g oil/g fiber ตามลำดับ ผลจากกล้องจุลทรรศน์แบบ scanning electron พบความแตกต่างของการเรียงตัวของเส้นใยอาหารโดยเส้นใยที่สกัดจากโคนหน่อไม้ฝรั่งจะเรียงตัวกันเป็นชั้นแบบหลวมๆ มีรูปร่างเป็นสายยาว ส่วนกากใบชาและเปลือกกล้วยมีลักษณะการเรียงตัวเป็นชั้นแบบอัดแน่น และมีรูปร่างหลากหลายความสว่าง (ค่า L) ของกากแครอต กากใบชา และโคนหน่อไม้ฝรั่ง หลังจากการสกัดเส้นใยอาหารจะมีความสว่างมากกว่าก่อนการสกัดยกเว้นเปลือกกล้วย ที่หลังการสกัดเส้นใยอาหารจะมีความสว่างน้อยกว่าก่อนการสกัดเส้นใยอาหาร เนื่องจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลระหว่างการสกัด จากการศึกษาสรุปได้ว่า โคนหน่อไม้ฝรั่งมีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีฟิสิกส์ที่ดีกว่าเส้นใยที่สกัดจากแครอต กากใบชา และเปลือกกล้วย

อธิศ กัลพงษ์ (2549) ได้ทำแห้งกากแครอตอย่างรวดเร็วโดยการใช้เครื่องทำแห้งแบบไมโครเวฟสุญญากาศ โดยศึกษาผลของกำลังของไมโครเวฟ (390, 270 และ 170 วัตต์) และความดันสุญญากาศ (1, 4, 12 และ 31 กิโลปาสกาล) ต่อลักษณะปรากฏและสมบัติทางกายภาพของกากแครอต ทั้งนี้เครื่องทำแห้งด้วยระบบ ไมโครเวฟสุญญากาศต้นแบบถูกสร้างขึ้นเพื่อที่ลดความชื้นของกากแครอตสดจนเหลือประมาณร้อยละ 10 โดยน้ำหนักแห้ง นอกจากนี้ยังทำการศึกษาอัตราเร็วในการทำแห้งกากแครอตรวมทั้งสี และสมบัติในการบวมน้ำของแครอตอบแห้ง พบว่าค่าสีของกากแครอตอบแห้ง และกาก แครอตอบแห้งหลังคืนรูป พบว่าเมื่อกำลังของไมโครเวฟและความดันเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าองค์ประกอบของสีลดลง นอกจากนี้เมื่อความดัน และกำลังของไมโครเวฟเพิ่มขึ้น ค่าการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวม รวมถึงสัดส่วนของดัชนีการเกิดสีน้ำตาลและ ความสามารถในการพองตัวของแครอตอบแห้งหลังคืนรูปจะมีค่าลดลงด้วย

## บทที่ 3

### วิธีการทดลอง

#### 3.1 วัสดุ

- 3.1.1 แครอท(Daucus carota) จากการสกัดน้ำแครอทออกไปแล้ว
- 3.1.2 แป้งสาลีอเนกประสงค์
- 3.1.3 ผงฟู
- 3.1.4 เนยขาว
- 3.1.5 นมสด
- 3.1.6 ไข่ไก่
- 3.1.7 เกลือ
- 3.1.8 เนยสด

#### 3.2 อุปกรณ์

- 3.2.1 เครื่องชั่งดิจิตอล (ทศนิยม 3 ตำแหน่ง)
- 3.2.2 เครื่องทำแห้งแบบถาด
- 3.2.3 เครื่องผสมอาหาร
- 3.2.4 เครื่องปิดผนึกสุญญากาศ
- 3.2.5 เครื่องแยกกากไฟฟ้า ยี่ห้อ CHAMP

#### 3.3 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพ

##### 3.3.1 อุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

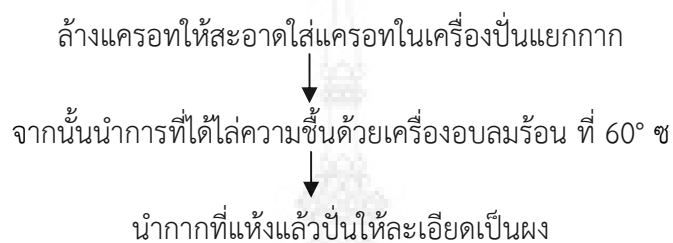
- 3.3.2.1 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
- 3.3.2.2 เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Dragon รุ่น 204
- 3.3.2.3 เตาเผา CARBOLTTE CWF 1100
- 3.3.2.4 เครื่องวิเคราะห์คาร์โบไฮเดรต Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993)
- 3.3.2.5 เครื่องวิเคราะห์โปรตีน Based on AOAC (2010)
- 3.3.2.6 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณไขมัน Based on AOAC (2005)
- 3.3.2.7 เครื่องวิเคราะห์เยื่อใย AOAC (2010)
- 3.3.2.8 เครื่องวิเคราะห์เถ้า AOAC (2010)
- 3.3.2.9 Desiccators
- 3.3.2.10 อื่นๆ ได้แก่ แคนพร้อมฝาปิดสำหรับหาปริมาณความชื้น ด้วยกระเบื้อง ซ้อนตักสารเคมีและครุชชีเบลแก้วสำหรับวิเคราะห์เยื่อใย

## วิธีการดำเนินการทดลอง

### 1. เพื่อศึกษากระบวนการผลิตกากแครทอปแห้งในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์

ผู้วิจัยได้ศึกษากระบวนการผลิตจากงานวิจัยของณัฐกานต์ เกียรติเมธาและคณะ(2553) ซึ่งพบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งแครทอปที่  $60^{\circ}\text{C}$  และผลิตภัณฑ์อบแห้งที่ได้จะมีความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 5 และผู้ศึกษานำมาประยุกต์โดยใช้กากแครทอปที่เหลือใช้ในการทำน้ำแครทอป และทำการบันทึกระยะเวลาต่ออุณหภูมิที่เหมาะสม

#### การเตรียมเครื่องผง



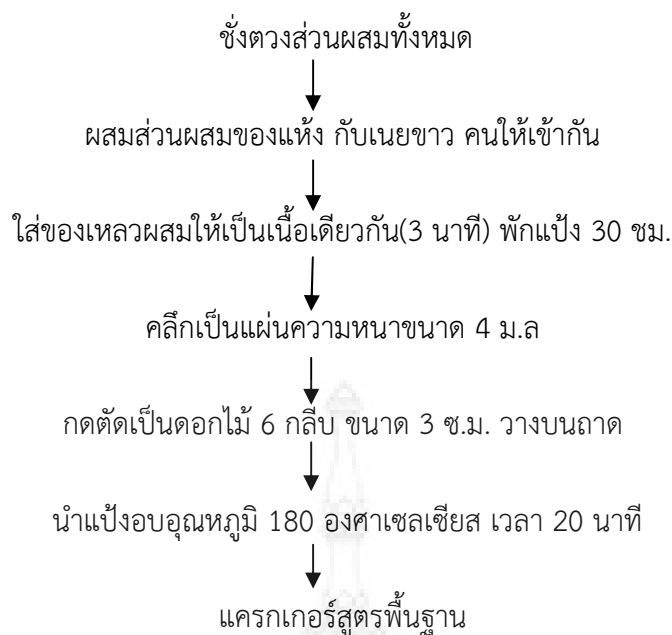
#### แผนภูมิที่ 1.1 ขั้นตอนการเตรียมกากแครทอป

### 2. เพื่อศึกษาดำรับพื้นฐานในการทำแครกเกอร์

โดยใช้สูตรพื้นฐานแครกเกอร์ 3 ตำรับ นำมาประเมินคุณภาพทางลักษณะประสาทสัมผัส ความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี ลักษณะเนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบ ด้วยวิธี 9-point Hedonic Scaling (1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด) เพื่อคัดเลือกสิ่งทดลองที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด จำนวน 60 คน เพื่อคัดเลือกตำรับพื้นฐานแครกเกอร์ ดังตารางที่ 3.1

#### ตารางที่ 3.1 แสดงปริมาณตำรับพื้นฐานในการทำแครกเกอร์

ส่วนผสม	ปริมาณ(ร้อยละ)		
	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2	ตำรับที่ 3
แป้งสาลี	4 ถ้วยตวง	2 ถ้วยตวง	2 ถ้วยตวง
ผงฟู	1 ช้อนโต๊ะ	1/2 ช้อนโต๊ะ	-
เนยขาว	3/4 ถ้วยตวง	-	-
นมสด	1 1/3 ถ้วยตวง	1/2 ถ้วยตวง	1 ถ้วยตวง
เกลือ	-	1 ช้อนโต๊ะ	1/4 ช้อนโต๊ะ
เนยสด	-	1/4 ถ้วยตวง	2 ช้อนโต๊ะ
ไข่ไก่	-	1 ฟอง	-



แผนภูมิที่ 3.2 ขั้นตอนการทำขนมแครกเกอร์สูตรพื้นฐาน

### 3. เพื่อศึกษาอัตราส่วนกากแครอทอบแห้งในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์

นำผงแครอทใส่ในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 5 10 และ 10 ต่อปริมาณน้ำหนักของแห้งทั้งหมด โดยวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) และนำผลที่ได้ตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส จำนวน 60 คน เพื่อทดสอบความชอบด้านลักษณะปรากฏสี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส(กรอบ) รสชาติ และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9-point Hedonic Scaling (1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด) เพื่อคัดเลือกสิ่งทดลองที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด จากนั้นนำสิ่งทดลองไปตรวจสอบคุณภาพ และเคมี ได้แก่ ปริมาณพลังงาน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยอาหารและความชื้น

#### การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวัดคุณภาพกายภาพ เคมี และการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยการวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) โดยใช้ โปรแกรมสำเร็จรูปทาง และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

#### สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการอาหาร 612 สาขาวิชาอุตสาหกรรมบริการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

#### ระยะเวลาในการทดลอง

การทดลองเริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2554 และสิ้นสุดในเดือนกันยายน 2555

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

#### 1. ผลการศึกษากระบวนการผลิตกากแครอตอบแห้งในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์

ผู้วิจัยได้ศึกษากระบวนการผลิตระหว่างระยะเวลาที่มีผลต่ออุณหภูมิในการอบแห้งแครอทที่ 60 °ซ และต้องมีความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 5 ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงปริมาณน้ำหนักต่ออุณหภูมิของกากแครอตอบแห้ง

น้ำหนัก(กรัม)	อุณหภูมิ 60° C /ชั่วโมง							
	ระยะเวลา(นาที)	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5
250		179.5	137.0	102.5	64.5	42.0	35.5	35.0
250		168.0	114.5	75.5	43.5	35.5	35.0	35.4

จากตาราง พบว่า ระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งแครอทที่อุณหภูมิ 60° C ทั้งใช้ระยะเวลา 2.5 ชั่วโมง ซึ่งพบว่าปริมาณของน้ำหนักจะคงที่ร้อยละ 5 ซึ่งอิศ กัลพงษ์ (2549) ได้ทำแห้งกากแครอทอย่างรวดเร็วโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบไมโครเวฟสุญญากาศ ต่อลักษณะปรากฏ และสมบัติทางกายภาพของกากแครอท ทั้งนี้เครื่องทำแห้งด้วยระบบไมโครเวฟสุญญากาศต้นแบบถูกสร้างขึ้นเพื่อที่ลดความชื้นของกากแครอทสดจนเหลือประมาณร้อยละ10 โดยน้ำหนักแห้ง นอกจากนี้ยังทำการศึกษาอัตราเร็วในการทำแห้งกากแครอทรวมทั้งสี และสมบัติในการบวมตัวของแครอทอบแห้ง พบว่าค่าสีของกากแครอทอบแห้ง และกากแครอทอบแห้งหลังคั้นรูปรวมถึงสัดส่วนของดัชนีการเกิดสีน้ำตาลและความสามารถในการฟองตัวของแครอทอบแห้งหลังคั้นรูปจะมีค่าลดลงด้วย และนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ต่อไป

#### 2. ผลการศึกษาดำรับพื้นฐานผลิตภัณฑ์แครกเกอร์

จากสูตรพื้นฐานแครกเกอร์ 3 ตำรับ นำมาประเมินคุณภาพทางลักษณะประสาทสัมผัส ความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบ ด้วยวิธี 9-point Hedonic Scaling (1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด) เพื่อคัดเลือกสิ่งทดลองที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด จำนวน 60 คน ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยผลสูตรพื้นฐานผลิตภัณฑ์แครกเกอร์

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบ		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
สี	7.50 <sup>a</sup>	7.22 <sup>a</sup>	7.32 <sup>a</sup>
กลิ่น	7.90 <sup>a</sup>	6.20 <sup>b</sup>	6.07 <sup>bc</sup>
รสชาติ	7.90 <sup>a</sup>	6.17 <sup>b</sup>	6.00 <sup>c</sup>
ความกรอบ	7.17 <sup>a</sup>	6.93 <sup>b</sup>	6.00 <sup>c</sup>
ความชอบโดยรวม	7.13 <sup>a</sup>	6.10 <sup>b</sup>	6.23 <sup>b</sup>

จากตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของแครกเกอร์ พบว่า ผู้ชิมให้การยอมรับในสูตรที่ 1 ในด้านกลิ่น และรสชาติ โดยมีคะแนนเฉลี่ย 7.90 อยู่ในระดับความชอบปานกลาง ส่วนในด้านเนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวม อยู่ในระดับความชอบปานกลาง เมื่อนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ พบว่าคุณลักษณะด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังนั้นผู้ทำการทดลองจึงเลือกสูตรที่ 1 มาทำการศึกษาแครกเกอร์เสริมกากแครอทอบแห้ง

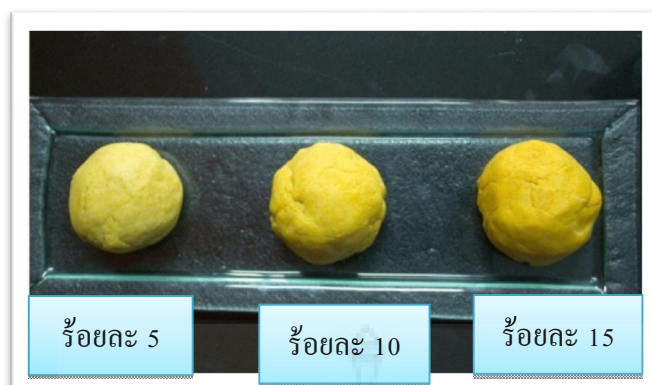
### 3. ผลการศึกษาอัตราส่วนกากแครอทอบแห้งในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์

นำผงแครอทใส่ในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์แตกต่างกัน 3 ระดับ คือร้อยละ 5 10 และ 15 ของน้ำหนัก และนำผลที่ได้ตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส จำนวน 60 คน เพื่อทดสอบความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี ลักษณะเนื้อสัมผัส(กรอบ) รสชาติ และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9-point Hedonic Scaling (1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด) เพื่อคัดเลือกสิ่งทดลองที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เสริมกากแครอทอบแห้ง

ปริมาณกาก แครอทอบแห้ง (ร้อยละ)	คุณภาพทางประสาทสัมผัส				
	สี <sup>ns</sup>	กลิ่น <sup>ns</sup>	ความกรอบ <sup>ns</sup>	รสชาติ	โดยรวม
0	6.37±1.28	<b>5.98±1.65</b>	<b>5.75±1.61</b>	5.05±1.58 <sup>a</sup>	5.95±1.52 <sup>a</sup>
5	<b>6.47±1.28</b>	5.82±1.40	5.43±1.24	<b>5.42±1.36<sup>a</sup></b>	<b>6.00±1.11<sup>a</sup></b>
10	6.12±1.35	5.79±1.49	4.48±2.07	4.90±1.80 <sup>b</sup>	5.32±1.83 <sup>b</sup>
15	6.22±1.21	5.73±1.66	5.57±1.76	5.32±1.81 <sup>a</sup>	5.95±1.75 <sup>a</sup>

จากตารางที่ 4.3 ผลคะแนนค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสูตรผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ เสริมกากแครอทอบแห้ง จำนวน 3 สูตร ซึ่งผู้ชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เสริมกากแครอทอบแห้งร้อยละ 5 อยู่ในระดับความชอบปานกลาง โดยผลคะแนนค่าเฉลี่ยความชอบในด้านสี รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยมีคะแนนเฉลี่ย 6.47 5.42 และ 6.00 ตามลำดับ ส่วนในด้านกลิ่น และความกรอบ ผู้ชิมให้การยอมรับในสูตรผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เสริมกากแครอทอบแห้งร้อยละ 0 โดยมีคะแนนค่าเฉลี่ย 5.98 และ 5.75 เมื่อนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวน และวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ พบว่าคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ และความกรอบ ไม่มีค่าความแตกต่างกัน แต่ส่วนด้านรสชาติ และความชอบโดยรวม มีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งมีความสอดคล้องไปทางเดียวกับการศึกษาของมาริสา จาตุพรพิพัฒน์ และคณะ(มปป.) ได้ศึกษาการใช้ประโยชน์จากกากแครอทเพื่อผลิตคุกกี้สุขภาพ พบว่าเป็นที่ทราบกันว่าสูตรที่เหมาะสมสำหรับผลิตคุกกี้สุขภาพโดยการผสมโยอาอาหารจากกากแครอทเพื่อทดแทนเนื้อสัตว์ โดยใช้กากแครอทร้อยละ 0 1.0 1.5 2.0 และ 2.5 พบว่าสัดส่วนกากแครอทที่เหมาะสม คือร้อยละ 2.5 ได้แก่ ไข่กรอกหมู และคุกกี้ พบว่าระดับที่เหมาะสมในการเสริมโยอาอาหารในไข่กรอกหมูคือที่ร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก และไม่มีความแตกต่างทางด้านสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี ยกเว้นค่าสี และเนื้อสัมผัส ซึ่งสีของไข่กรอกเสริมโยอาอาหารเข้มกว่า และมีเนื้อสัมผัสนุ่มกว่าสูตรควบคุม ในขณะที่การยอมรับทางประสาทสัมผัสไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพที่ 2 อัตราส่วนกากแครอทอบแห้งที่ระดับร้อยละ 5 10 และ 15 ในแครกเกอร์

#### 4. ผลการตรวจสอบคุณภาพเคมี

โดยนำสิ่งทดลองมาวัดคุณภาพกายภาพ และเคมี โดยตรวจสอบ ปริมาณพลังงาน และคาร์โบไฮเดรตด้วยวิธี Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993) ปริมาณโปรตีนด้วยวิธี Based on AOAC method number 981.10 (AOAC, 2010) ปริมาณเถ้าด้วยวิธี AOAC method number 923.03 (AOAC, 2000) ปริมาณเยื่อใยด้วยวิธี AOAC (2010) และปริมาณความชื้นด้วยวิธี method number 926.05 (AOAC, 2010) ตามตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางเคมี

องค์ประกอบทางเคมี	พื้นฐาน (100 กรัม)	เสริมร้อยละ 5 (100 กรัม)
1. พลังงาน	519.00	496.00
2. คาร์โบไฮเดรต	57.50	60.00
3. ไขมัน	27.60	24.20
4. โปรตีน	10.10	9.67
5. เส้นใยอาหาร	3.91	5.71
6. ความชื้น	3.82	4.95
7. เถ้า	1.02	1.23

จากตารางที่ 4.4 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ที่ระดับร้อยละ 5 พบว่ามีพลังงาน 496.00 กิโลแคลอรี ปริมาณไขมัน 24.20 กรัม ปริมาณโปรตีน 9.67 กรัม ปริมาณเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรต 60.0 กรัม ปริมาณเส้นใยอาหาร 5.71 กรัม ปริมาณความชื้น 4.95 กรัม และปริมาณเถ้า 1.23 กรัม นั้นมีปริมาณน้อยลง ซึ่งเต็มสิริ ไชยเดช (มปป.) ได้ทำการศึกษาการสกัดใยอาหาร และแคโรทีนอยด์จากกากแครอทที่เป็นส่วนเหลือทิ้งจากการผลิตน้ำแครอท พบว่าการสกัดกากแครอทใช้วิธีสกัดด้วยเอทานอล ได้ผลผลิตใยอาหารจากกากแครอทประมาณร้อยละ 7 โดยมีปริมาณใยอาหารทั้งหมดร้อยละ 84 จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของใยอาหาร พบว่าใยอาหารจากกากแครอทมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ 12.92 กรัมต่อกรัมตัวอย่าง ความสามารถในการอุ้มน้ำมัน 3.52 กรัมต่อกรัมตัวอย่าง ค่า emulsifying

activity ร้อยละ 3.83 แต่ไม่มีสมบัติ emulsion stability ค่า water activity ( $A_w$ ) 0.45 ปริมาณความชื้น ร้อยละ 11.37 และค่าความเป็นกรด-ด่าง เป็นกลาง (6.03) ไอศกรีมที่สกัดมีสีขาวครีม เมื่อนำไอศกรีมจาก กากแครอทไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 2 ลักษณะผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เสริมกากแครอทอบแห้งที่ระดับร้อยละ 5



## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย

สูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์กากแครทอบแห้งประกอบด้วย แป้งสาลีร้อยละ 51.02 ผงฟูร้อยละ 0.51 เนยขาร้อยละ 17.86 นมสดร้อยละ 28.06 และกากแครทอบแห้งร้อยละ 2.55

จากการศึกษากระบวนการกากแครทอบแห้งในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์กากแครทอบแห้ง พบว่า ปริมาณปีตา-แคโรทีนที่สูญเสียในกระบวนการอบแห้งที่อุณหภูมิที่  $60^{\circ}\text{C}$  ต้องใช้ระยะเวลา 2.5 ชั่วโมง จึงจะมีปริมาณความชื้นที่คงที่ร้อยละ 5 จากนั้นนำไปใส่ในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ เพื่อทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เสริมกากแครทอบแห้ง พบว่าสามารถเสริมในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ร้อยละ 5 ต่อปริมาณน้ำหนักของแป้ง ซึ่งอยู่ในระดับความชอบปานกลาง โดยผลคะแนนค่าเฉลี่ยความชอบในด้านสี รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยมีคะแนนเฉลี่ย 6.47 5.42 และ 6.00 ตามลำดับ เมื่อนำไปวิเคราะห์ ความแปรปรวนพบว่าหาความแตกต่างทางสถิติ พบว่า คุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ และความกรอบ ไม่มีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้านเคมีพบว่ามีพลังงาน 496.00 กิโลแคลอรี ปริมาณไขมัน 24.20 กรัม ปริมาณโปรตีน 9.67 กรัม ปริมาณเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรต 60.0 กรัม ปริมาณเส้นใยอาหาร 5.71 กรัม ปริมาณความชื้น 4.95 กรัม และปริมาณเถ้า 1.23 กรัม



## บรรณานุกรม

- เต็มสิริ ไชยเดช. มปป. การศึกษาการสกัดใยอาหารและแคโรทีนอยด์จากกากแครอทที่เป็นส่วนเหลือทิ้งจากการผลิตน้ำแครอท. วท.ม. (อาหารและโภชนาการเพื่อการพัฒนา) มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ชุติภา สุวรรณนิษฐ์ บุหลัน บัวสี และจันทิรา โกเมศ. 2550. การพัฒนาผลิตภัณฑ์แฮกิ้งเจเสริมเส้นใยธรรมชาติ. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.
- เบ็ญจรัก วายุภาพ วราพร ลักษณะม้าย ธนัสดา จิระตราชู สกุนตลา นิตริสสุคนธ์ และยุทธการ ธนานุภาพ พันธุ์. มปป. คุณสมบัติของเส้นใยอาหารสกัดจากผักและผลไม้ที่เหลือทิ้งจากโรงงานแปรรูป. คณะเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยรังสิต.
- ประมุข ภาวะกุลสุขสถิต. มปป. 2 Gluten Free ขนมปังกรอบ ปลอดภัย. ประชาคมวิจัย ฉบับที่: 103 หน้าที่: 15.
- แปรรูปกากข้าวโพดแครอทสู่ผลิตภัณฑ์ไส้กรอก. มปป. ออนไลน์ แหล่งที่มา <http://www.manager.co.th/SMEs/ViewNews.aspx> (11 ม.ค. 55)
- มาริสา จาตุพรพิพัฒน์ กมล จันธิมา ภาณุวัฒน์ จริงจามิกร และวิภู อากาศ. มปป. การใช้ประโยชน์จากกากแครอทเพื่อผลิตกุนเชียงสุขภาพ. ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. ออนไลน์ แหล่งที่มา <http://www.manager.co.th/SMEs/ViewNews.aspx> (11 ม.ค. 55)
- โสภณ แดงโสภณ. 2553. ประโยชน์จากแครอท. MMP Magazine ฉบับที่ 2.
- อติศ กัลพงษ์. 2549. การทำแห้งกากแครอทอย่างรวดเร็วโดยการใช้เครื่องทำแห้งแบบไมโครเวฟสุญญากาศ. สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- เอ็นไซม์ ไบโอดีค. ออนไลน์ แหล่งที่มา <https://sites.google.com/site/enzymebiotic/products/2>.
- Bauernfeind, J. Christopher. 1981. Carotenoids as colorants and vitamin A precursors: Technological and nutritional applications. Academic Press (New York, N.Y.).
- Fennema, Owen R. 1996. Food chemistry. Marcel Dekker (New York).
- Negi, P. S., & Roy, S. K. 2000. Effect of blanching and drying methods on  $\beta$ -carotene, ascorbic acid and chlorophyll retention of leafy vegetables. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 33, 295–298.
- Hamid, Naved, Thomas C. Pinckney, Susanne Gnaegy, and Alberto Valdes. 1987. The Wheat economy of Pakistan: Settin and prospects. International food Policy Research Institute, Washington, D.C. Mimeo.

การนำวัสดุเหลือใช้จากการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กถึงขนาดกลาง  
มาประดิษฐ์เป็นวัสดุตกแต่งบรรจุภัณฑ์

*(Utilization from By-products in Small- Scale Industries and  
Medium-Scale Industries which Invented to Decorate Food Packages)*

มานิตย์ แก้ววงษ์ศิริ และ บุษรา ศรีอริยะ  
*Manit Kaewwongsiri and Bussara Soiraya*

สาขาวิชาการบริหารธุรกิจคหกรรมศาสตร์  
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร  
พ.ศ. 2555

# บทที่ 1

## บทนำ

### ๑.๑ ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมเกษตรในแต่ละปีภายในประเทศไทยมีเป็นจำนวนมาก และหากจะนำไปทิ้งก็เป็นการสูญเสียที่นับวันมูลค่ายิ่งเพิ่มขึ้นเป็นเท่าตัว หรือหากจะนำไปขาย ก็ขายได้ในราคาที่ถูกลงไป วัสดุเหลือใช้เหล่านี้จึงไม่ได้รับความสนใจและสุดท้ายก็ถูกละเลย

ในการนี้คณะผู้วิจัย จึงมีแนวความคิดที่จะนำเอาเศษวัสดุเหลือใช้ อาทิเช่น เศษเชือกกระสอบป่านที่ใช้สำหรับมัดสิ่งของ และมัดหัววัตถุดิบต่างๆ มาประดิษฐ์เพื่อประโยชน์ทางการตกแต่ง การใช้สอย และลดวัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้อย่างถาวร

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเชือกกระสอบป่านครนารายณ์ที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการมัดห่อแก๊กฮวย มะตูมแห้ง มาสร้างมูลค่าเพิ่ม โดยนำมาทำงานประดิษฐ์สำหรับตกแต่งบรรจุภัณฑ์ ซึ่งนับเป็นวิธีการหนึ่งที่น่ามาทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้

### ๑.๒ วัตถุประสงค์ของการวิจัย

๑.๒.๑ เพื่อศึกษารวมวิธีการนำเศษวัสดุเหลือใช้มาประดิษฐ์เป็นของประดิษฐ์ตกแต่งบรรจุภัณฑ์

๑.๒.๒ เพื่อศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่องานประดิษฐ์จากการนำวัสดุเหลือใช้จากการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กถึงขนาดกลางมาประดิษฐ์เป็นวัสดุตกแต่งบรรจุภัณฑ์

### ๑.๓ ขอบเขตของการวิจัย

เป็นการศึกษาการนำเชือกกระสอบที่เป็นวัสดุเหลือใช้จากการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กถึงขนาดกลางมาประดิษฐ์เป็นวัสดุตกแต่งบรรจุภัณฑ์เพื่อลดปริมาณการสูญเสียต้นทุนการผลิต

### ๑.๔ ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

๑.๔.๑ ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

๑.๔.๒ ศึกษาขั้นตอนการทำงานประดิษฐ์จากการนำวัสดุเหลือใช้จากการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กถึงขนาดกลางมาประดิษฐ์เป็นวัสดุตกแต่งบรรจุภัณฑ์

๑.๔.๓ จัดทำงานประดิษฐ์จากการนำวัสดุเหลือใช้จากการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กถึงขนาดกลางมาประดิษฐ์เป็นวัสดุตกแต่งบรรจุภัณฑ์

๑.๔.๔ ทดสอบเพื่อหาความพึงพอใจของผู้บริโภค

๑.๔.๕ วิเคราะห์ข้อมูล

๑.๔.๖ สรุปผลและเสนอแนะความพึงพอใจของผู้บริโภคต่องานประดิษฐ์จากการนำวัสดุเหลือใช้จากการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กถึงขนาดกลางมาประดิษฐ์เป็นวัสดุตกแต่งบรรจุภัณฑ์

## ๑.๕ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- ๑.๕.๑ ทราบกรรมวิธีการนำเศษวัสดุเหลือใช้มาประดิษฐ์เป็นของประดิษฐ์ตกแต่งบรรจุภัณฑ์
- ๑.๕.๒ ลดปริมาณการสูญเสียต้นทุนของการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดย่อมและขนาดกลาง



## บทที่ 2

### ตรวจเอกสาร

จากการศึกษาในครั้งนี้จะทำการศึกษาเพื่อนำวัสดุเหลือใช้จากการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กถึงขนาดกลางมาประดิษฐ์เป็นวัสดุตกแต่งบรรจุภัณฑ์ จึงมีประเด็นในการศึกษาและทบทวนนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวัสดุ กรรมวิธีการผลิต ดังนี้

#### ๒.๑ ข้อมูลเกี่ยวกับเชือกกระสอบป่าน

เชือกกระสอบป่าน ทำจากต้นเฮมมี สีเหลือง เส้นใยหยาบ แข็ง ผูกง่าย แต่ไม่เหมาะสำหรับงานเกี่ยวกับน้ำ ถ้าใช้ในที่แห้งจะมีความทนทาน แต่ถ้าเปียกน้ำบ่อย ๆ จะทำให้ขึ้นรา และเปื่อยขาดง่าย

เชือกกระสอบป่าน เป็นเชือกธรรมชาติอีกชนิดหนึ่งที่มีความนิยมนำมาใช้ เพราะความสวยงามจากวัสดุธรรมชาติ หาง่าย ราคาถูก นำไปใช้ในงานตกแต่ง

เชือกกระสอบป่าน มีลักษณะที่ดีหลายประการ เช่น ใช้ผูกมัดได้ง่าย ไม่เสียรูปทรง ย่อยสลาย ได้เองตามธรรมชาติ ไม่มีสารตกค้างและไม่เกิดการปนเปื้อนกับอาหาร

##### ๒.๑.๑ การเก็บรักษาเชือก

- ต้องระวังรักษาเชือกให้แห้งเสมอ เพราะถ้าเปียกชื้นจะทำให้เชือกเกิดราและผูกได้ง่าย
- ควรทำความสะอาดและนำออกผึ่งแดดให้แห้งอยู่เสมอ
- การเก็บเชือกควรเก็บโดยขดให้เป็นวงมัดให้เรียบร้อย ก่อนนำไปแขวนไว้ ไม่ควรวางกับพื้น

เชือกที่ใช้งานเสร็จแล้ว จะต้องระวังรักษา ดังนี้

๑) เชือกที่เลอะโคลนเลน หรือถูกน้ำเค็ม เมื่อเสร็จงานแล้วควรชำระล้างด้วยน้ำจืด ให้สะอาดแล้วจึงนำไปผึ่งแดดให้แห้งก่อนนำไปเก็บ

๒) การนำไปใช้งานขณะใช้งานต้องระวังอย่าให้เชือกลากครูด และเสียดสีกับของแข็ง เพราะอาจจะทำให้เกลียวเชือกสึกกร่อนและขาดง่าย

๓) ก่อนนำเชือกผูกมัดต้นไม้ กิ่งไม้ หรือของแข็ง ควรนำกระสอบพันรอบที่ต้นไม้หรือ กิ่งไม้

๔) ปลายเชือกจะต้องเอาเชือกเส้นเล็กๆ พันหัวเชือกหรือถักแทงให้เรียบร้อยเพื่อเป็นการป้องกันการคลายเกลียวของเชือก

๕) อย่าใช้เชือกผูกรั้วหรือรากคูดของหนักเกินกำลังของเชือก

##### ๒.๒.๒ ประโยชน์ของงานเชือก

- ใช้ในงานบุกเบิกผจญภัย
- ใช้ช่วยชีวิตคน
- ใช้ผูกมัดสิ่งของต่างๆ
- ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น ผูกสายรองเท้า ถักเปีย ปั่นต้นไม้ ห่อของขวัญ
- เป็นการรักษาภูมิปัญญา และใช้ประกอบเป็นอาชีพได้

- สามารถถักเป็นปlok ถักเป็นเปีย ถักภาชนะ กระเป๋า และงานประดิษฐ์ต่าง ๆ ได้

## ๒.๒ ข้อมูลเกี่ยวกับงานประดิษฐ์

### ๒.๒.๑ ความหมายของงานประดิษฐ์

ประดิษฐ์ หมายถึง จัดทำขึ้น คิดทำขึ้น

งานประดิษฐ์ หมายถึง การนำเอาวัสดุต่าง ๆ มาจัดทำเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อประโยชน์ใช้สอยด้านต่างๆ เช่น เป็นของเล่น ของใช้ หรือเพื่อความสวยงาม

### ๒.๒.๒ ประโยชน์ของงานประดิษฐ์

- ช่วยให้เกิดความรัก ความสามัคคีในหมู่คณะ
- เป็นการใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์
- เกิดความภาคภูมิใจในผลงานของตน
- สร้างรายได้จากผลงาน
- มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ผลงานใหม่ ๆ
- ช่วยให้การทำงานของสมองและประสาทสัมผัสประสานสัมพันธ์กัน
- เป็นการฝึกให้รู้จักสังเกตสิ่งรอบๆ ตัว และนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์

### ๒.๒.๓ ลักษณะของงานประดิษฐ์

งานประดิษฐ์ทั่วไป เป็นงานที่บุคคลสร้างขึ้นมาจากความคิดของตนเองโดยอาศัยการเรียนรู้จากสิ่งรอบ ๆ ตัว นำมาดัดแปลง หรือเรียนรู้จากตำรา เช่น การประดิษฐ์ของใช้จากเศษวัสดุ การประดิษฐ์ดอกไม้

งานประดิษฐ์ที่เป็นเอกลักษณ์ไทย เป็นงานที่ได้รับการสืบทอดมาจากบรรพบุรุษในครอบครัว หรือในท้องถิ่น หรือทำขึ้นเพื่อใช้งานหรือเทศกาลเฉพาะอย่าง เช่น มาลัย บายศรี งานแกะสลัก

### ๒.๒.๔ ประเภทของงานประดิษฐ์

งานประดิษฐ์ต่าง ๆ สามารถเลือกทำได้ตามความต้องการและประโยชน์ใช้สอย ซึ่งอาจแบ่งประเภทของงานประดิษฐ์ตามโอกาสใช้สอย ดังนี้

- ประเภทใช้เป็นของเล่น เป็นของเล่นที่ผู้ใหญ่ในครอบครัวประดิษฐ์ให้ลูกหลานเล่นเพื่อความเพลิดเพลินและประเทืองปัญญา ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการเรียนรู้และฝึกฝนจากผู้ใหญ่มายังลูกหลาน เช่น งานปั้นดินเป็นตุ๊กตา สัตว์ สิ่งของ งานจักสานใบลานเป็นโมบาย งานพับกระดาษ งานทำวุ้น และรถลาก เป็นต้น

- ประเภทของใช้ ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อเป็นของใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น การสานกระบุง ตะกร้า การทำเครื่องใช้จากดินเผา จากผ้าและเศษวัสดุ

- ประเภทงานตกแต่ง ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อความสวยงามโดยใช้ตกแต่งสถานที่ บ้านเรือน เช่น งานแกะสลักไม้ การทำกรอบรูป โคมไฟ และดอกไม้ประดิษฐ์ เป็นต้น

- ประเภทเครื่องใช้ในงานพิธี ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อใช้ในงานเทศกาลหรือประเพณีต่างๆ เช่น การทำกระทงลอย ทำพานพุ่ม มาลัย บายศรี ดอกไม้จันทร์ (<http://krusomma.net/pradid๑.pdf>)

### ๒.๒.๕ วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานประดิษฐ์

การเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ในการประดิษฐ์ชิ้นงานต้องเลือกให้เหมาะสมจึงจะได้ผลงานที่ออกมามีคุณภาพ ประณีตสวยงาม รวมทั้งต้องดูแลรักษาอุปกรณ์เครื่องใช้เหล่านี้ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานได้ตลอดเวลา และสามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ดังนี้

- ประเภทของเล่น วัสดุที่ใช้ เช่น กระดาษ ใบลาน กะลามะพร้าว ผ้า เชือก พลาสติก กระจก อุปกรณ์ที่ใช้ เช่น กรรไกร มีดคัตเตอร์ เข็ม ด้าย กาว มีด ตะปู ค้อน แปรงทาสี

- ประเภทของใช้ วัสดุที่ใช้ เช่น กระดาษ กะลามะพร้าว ไม้ โลหะ ดิน ผ้า พลาสติก อุปกรณ์ที่ใช้ เช่น เลื่อย สี จักรเย็บผ้า กรรไกร มีดคัตเตอร์ เครื่องขัด เจาะ

- ประเภทของประดับตกแต่ง วัสดุที่ใช้ เช่น เปลือกหอย ผ้า กระจก กระดาษ ดินเผา อุปกรณ์ เช่น เลื่อย ค้อน มีด กรรไกร สี แปรงทาสี เครื่องตอก

- ประเภทเครื่องใช้ในงานพิธี วัสดุที่ใช้ เช่น ใบตอง ดอกไม้สด ใบเตย ผ้า ด้าย ริบบิ้น ต้นโสน อุปกรณ์ที่ใช้ เช่น เข็มเย็บผ้า เข็มร้อยมาลัย คีม เข็มหมุด

### ๒.๒.๖ การเลือกใช้และบำรุงรักษาอุปกรณ์ มีหลักการดังนี้

- ควรเลือกใช้ให้ถูกประเภทของวัสดุและอุปกรณ์
- ควรศึกษาวิธีการใช้ก่อนลงมือปฏิบัติงาน
- เมื่อใช้แล้วควรเก็บให้เป็นระเบียบเรียบร้อย เพื่อความสะดวกในการใช้ครั้งต่อไป
- ควรดูแลและซ่อมแซมเครื่องมือที่ชำรุดให้พร้อมใช้เสมอ (<http://blog.eduzones.com/jade/3237>)



## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยในหัวข้อการวัสดุเหลือใช้จากการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กถึงขนาดกลางมาประดิษฐ์เป็นวัสดุตกแต่งบรรจุภัณฑ์นั้น ได้มีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยอยู่ ๓ ขั้นตอน ดังนี้

#### ๓.๑ รูปแบบและขั้นตอนการดำเนินงานประดิษฐ์งานประดิษฐ์แบบที่ ๑ โบว์ประดิษฐ์จากเศษเชือกกระสอบวัสดุ

๑. เชือกกระสอบสีน้ำตาล
๒. ฝ้ายลูกไม้
๓. ด้ายเย็บผ้า
๔. ดอกไม้กระดาษ
๕. กาว



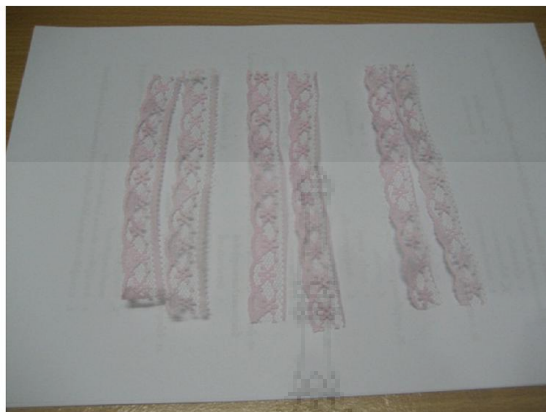
ภาพที่ ๑ วัสดุของงานประดิษฐ์แบบที่ ๑

#### อุปกรณ์

๑. เข็มเย็บผ้า
๒. กรรไกร
๓. ไม้บรรทัด

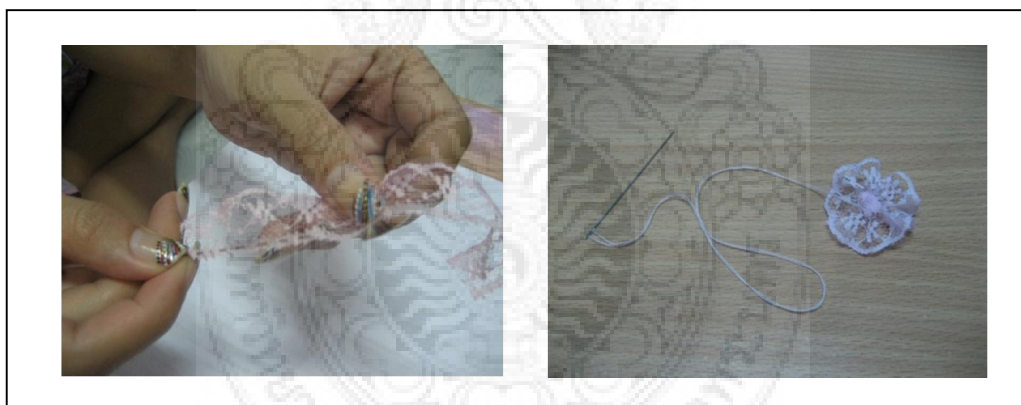
### ขั้นตอนการดำเนินงาน

๑. ตัดผ้าลูกไม้ให้ได้ความยาว ๑๕ เซ็นติเมตร และตัดเล็มริมผ้าลูกไม้ให้มีความกว้างลดหลั่นกัน เล็กน้อย ๓ ขนาด ๆ ละ ๒ ชั้น



ภาพที่ ๒ ผ้าลูกไม้ที่ตัดให้มีขนาดลดหลั่นกันเรียบร้อยแล้ว

๒. เย็บเนาที่ริมด้านล่างของผ้าลูกไม้แล้วรูตให้มีลักษณะเป็นวงกลม ขนาดใหญ่ ๒ อัน ขนาดกลาง ๒ อัน และ ขนาดเล็ก ๒ อัน



ภาพที่ ๓ เย็บเนารูตผ้าลูกไม้ให้มีลักษณะเป็นวงกลม

๓. ตัดเชือกให้ได้ความยาวประมาณ ๔๕ เซ็นติเมตร จำนวน ๑ เส้น นำผ้าลูกไม้ที่เนารูตเรียบร้อยแล้ว (จากข้อ ๒) มาเย็บติดกับเชือก โดยวัดจากปลายขึ้นมา ๑.๕ เซ็นติเมตร เย็บผ้าลูกไม้วงใหญ่ติดลงไป เว้นระยะห่างขึ้นมาประมาณ ๓ เซ็นติเมตร เย็บผ้าลูกไม้ขนาดกลางติดลงไป และเว้นระยะห่างขึ้นมาอีก ๓ เซ็นติเมตร เย็บผ้าลูกไม้ขนาดเล็กติดลงไป จากนั้นให้ทำแบบเดียวกันที่ปลายเชือกอีกข้างหนึ่ง เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ผูกเชือกให้มีลักษณะเป็นโบว์ และนำดอกไม้กระดาษติดลงไปตรงกึ่งกลางโบว์



ภาพที่ ๔ เย็บผ้าลูกไม้ติดกับเชือกกระสอบและผูกให้เป็นโบว์

๔. ตัดเชือกให้ได้ความยาว ๑๒ เซ็นติเมตร ทากาวที่ปลายเชือกข้างหนึ่ง แล้วนำปลายเชือกอีกข้างหนึ่งมาประกบติดกัน จากนั้นให้ทากาวแล้วนำไปติดที่ด้านหลังของโบว์ (จากข้อ ๓)



ภาพที่ ๕ ทำห่วงติดกับโบว์สำหรับเป็นที่แขวนกับคอขวดเครื่องดื่ม

## งานประดิษฐ์แบบที่ ๒ ห่วงไม้ประดิษฐ์จากเศษเชือกกระสอบ

### วัสดุ

๑. เชือกกระสอบสีน้ำตาลและสีขาว
๒. ลูกปัดเม็ดกลม ๔ เม็ด
๓. แท่งไม้เล็ก ๒ อัน
๔. ห่วงไม้ 1 อัน
๕. ผีเสื้อประดิษฐ์
๖. ดอกไม้กระดาษ
๗. ด้ายเย็บผ้า
๘. กาว



ภาพที่ ๖ วัสดุของงานประดิษฐ์แบบที่ ๒

### อุปกรณ์

๑. กรรไกร
๒. ไม้บรรทัด

### ขั้นตอนการดำเนินงาน

๑. นำเชือกทั้ง ๒ สี พันโดยรอบห่วงไม้ให้สีสลับกันแล้วทากาวเก็บหลายเชือกให้เรียบร้อย



ภาพที่ ๗ พันเชือกกระสอบรอบห่วงไม้

๒. ตัดเชือกสีน้ำตาลให้ได้ความยาว ๓๐ เซ็นติเมตร นำลูกปัดร้อยเข้าไปบนเชือก โดยเรียงลำดับ ลูกปัดเม็ดกลม แท่งไม้ ลูกปัดเม็ดกลม แล้วผูกปมที่ปลายเชือก จากนั้นให้ทำเช่นเดียวกันที่ปลายเชือกอีกข้างหนึ่ง



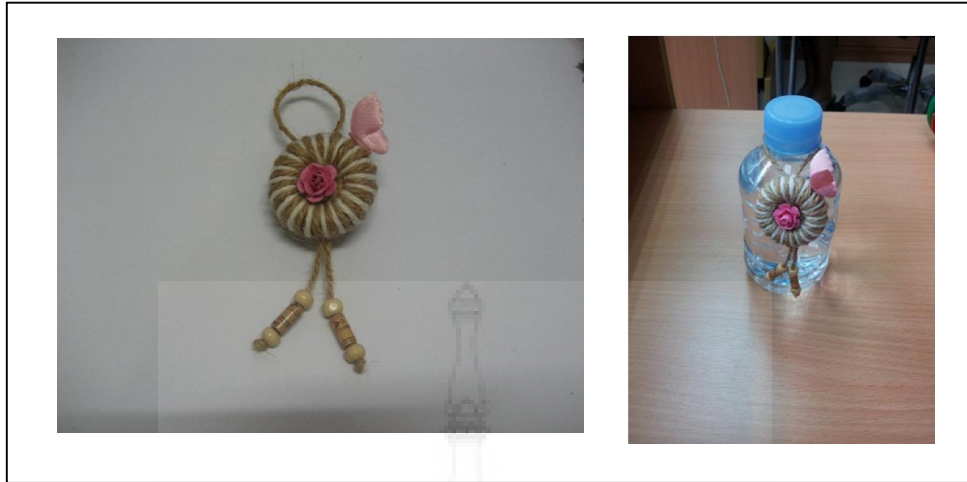
ภาพที่ ๘ ร้อยลูกปัดด้วยเชือกกระสอบ

๓. นำเชือก (จากข้อ ๒) พับครึ่งให้ปลายเชือกเสมอกันทั้ง ๒ ข้าง แล้ววัดจากกึ่งกลางลงมาประมาณ ๔.๕ เซ็นติเมตร ทากาวแล้วนำไปติดไว้ที่ด้านหลังของห่วง (จากข้อ ๑)



ภาพที่ ๙ ติดเชือกที่ด้านหลังของห่วง

๔. ตกแต่งด้วยดอกไม้กระดาษและผีเสื้อประดิษฐ์ให้สวยงาม



ภาพที่ ๑๐ ตกแต่งขึ้นด้วยดอกไม้และผีเสื้อ และการนำไปใช้ตกแต่งบรรจุภัณฑ์

งานประดิษฐ์แบบที่ 3 ดอกไม้ประดิษฐ์จากเศษเชือกกระสอบ  
วัสดุ

๑. เศือกกระสอบ
๒. ตัวผึ้งประดิษฐ์
๓. กาว



ภาพที่ ๑๑ วัสดุของงานประดิษฐ์แบบที่ ๓

อุปกรณ์

๑. กรรไกร
๒. ไม้บรรทัด

### ขั้นตอนการดำเนินงาน

๑. ตัดเชือกให้ได้ความยาว ๔.๕ เซนติเมตร จำนวน ๙ เส้น ทากาวที่ปลายเชือกด้านใดด้านหนึ่งแล้ว จับปลายอีกด้านหนึ่งมาประกบติดกัน (เหมือนกลีบดอกไม้) ทำเช่นนี้จนครบ ๙ กลีบ



ภาพที่ ๑๒ ทำกลีบดอกไม้

๒. ทากาวที่ส่วนล่างด้านข้างของกลีบแล้วนำกลีบที่เหลือจับมาประกบติดกันจนเป็นวงกลม (ลักษณะเหมือนดอกไม้)



ภาพที่ ๑๓ จัดเรียงกลีบดอกไม้ให้มีลักษณะเหมือนดอกไม้

๓. ตัดเชือกกระสอบให้ได้ความยาวประมาณ ๖ เซ็นติเมตร จำนวน ๕ เส้น ทากาวที่ปลายเชือกแล้ว พับลงมาให้ปลายเชือกติดกับเส้นเชือก ทำเช่นนี้จนครบ ๕ เส้น จึงนำมาทากาวเรียงกันให้มีลักษณะเหมือนใบไม้เล็ก ๆ



ภาพที่ ๑๔ ทำใบไม้

๔. นำดอกไม้ (จากข้อ ๓) มาประกอบติดกับใบไม้ (จากข้อ ๕) ด้วยการติดกาว เสร็จแล้วจึงนำตัวผึ้ง มาติดที่ดอกไม้



ภาพที่ ๑๕ ประกอบส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน



ภาพที่ ๑๖ นำไปใช้ตกแต่งบรรจุภัณฑ์

### ๓.๒ เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบสอบถามเพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการนำวัสดุเหลือใช้จากการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กถึงขนาดกลางมาประดิษฐ์เป็นวัสดุตกแต่งบรรจุภัณฑ์ สำหรับสอบถามบุคคลทั่วไปจำนวน ๕๐ คน

### ๓.๓ ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

๑. จัดทำแบบสอบถาม
๒. นำแบบสอบถามและงานประดิษฐ์ ๓ แบบ ให้กลุ่มตัวอย่างได้พิจารณาเพื่อสอบถามถึงความพึงพอใจที่มีต่อการนำวัสดุเหลือใช้จากการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กถึงขนาดกลางมาประดิษฐ์เป็นวัสดุตกแต่งบรรจุภัณฑ์
๓. นำมาวิเคราะห์ข้อมูลในโปรแกรมสำเร็จรูป (Program SPSS) เพื่อศึกษาถึงความพึงพอใจของผู้บริโภค

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยคณะผู้วิจัยได้สอบถามความคิดเห็นของกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ บุคคลทั่วไป ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

#### ๔.๑ การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น ๓ ตอนดังนี้

ตอนที่ ๑ การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างโดยหาค่าร้อยละ

ตอนที่ ๒ การศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการนำวัสดุเหลือใช้จากการผลิตของโรงงาน

อุตสาหกรรมขนาดเล็กลงถึงขนาดกลางมาประดิษฐ์เป็นวัสดุตกแต่งบรรจุภัณฑ์ โดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตอนที่ ๓ ข้อเสนอแนะของกลุ่มเป้าหมาย

#### ๔.๒ ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ ๑ การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างโดยหาค่าร้อยละ ดังแสดงในตารางที่ ๔.๑ - ๔.๕

ตารางที่ ๔.๑ ค่าร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศ

เพศ	ร้อยละ
ชาย	22
หญิง	78
รวม	100

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นหญิงคิดเป็นร้อยละ 78 และเป็นชายร้อยละ 22

ตารางที่ ๔.๒ ค่าร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอายุ

อายุ	ร้อยละ
ต่ำกว่า ๒๐ ปี	9.76
๒๐-๒๙ ปี	53.65
๓๐-๓๙ ปี	17.07
๔๐-๔๙ ปี	9.76
๕๐ ปีขึ้นไป	9.76
<b>รวม</b>	<b>100.00</b>

จากตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วงอายุ 20-29 ปี คิดเป็นร้อยละ 53.65 รองลงมาอยู่ในช่วง 30-39 ปี ร้อยละ 17.07

ตารางที่ ๔.๓ ค่าร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามระดับการศึกษา

ระดับการศึกษา	ร้อยละ
ต่ำกว่าปริญญาตรี	9.76
ปริญญาตรี	63.41
สูงกว่าปริญญาตรี	26.83
<b>รวม</b>	<b>100.00</b>

จากตารางที่ ๔.๓ แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีการศึกษาระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 63.41 รองลงมาคือระดับสูงกว่าปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 26.83

ตารางที่ ๔.๔ ค่าร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอาชีพ

อาชีพ	ร้อยละ
ข้าราชการ	31.70
พนักงานรัฐวิสาหกิจ	2.43
พนักงานบริษัท	9.76
ประกอบธุรกิจส่วนตัว	2.43
อื่น ๆ	53.68
<b>รวม</b>	<b>100.00</b>

จากตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอาชีพอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 53.68 (ซึ่งประกอบด้วยอาชีพรับจ้าง ทำการเกษตร แม่บ้าน และนักศึกษา) รองลงมาคือ อาชีพข้าราชการ คิดเป็นร้อยละ 31.70

ตารางที่ ๔.๕ ค่าร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามรายได้

รายได้	ร้อยละ
ต่ำกว่า ๑๐,๐๐๐ บาท	46.34
๑๐,๐๐๐-๒๐,๐๐๐ บาท	34.15
๒๐,๐๐๑-๓๐,๐๐๐ บาท	12.19
มากกว่า ๓๐,๐๐๐ บาท	7.32
<b>รวม</b>	<b>100.00</b>

จากตารางที่ 4.5 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีรายได้ต่ำกว่า 10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 46.34 รองลงมาคือ 10,000-20,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 34.15

**ตอนที่ ๒** การศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการนำวัสดุเหลือใช้จากการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กถึงขนาดกลางมาประดิษฐ์เป็นวัสดุตกแต่งบรรจุภัณฑ์ โดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ ๔.๖

ตารางที่ ๔.๖ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการนำวัสดุเหลือใช้จากการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กถึงขนาดกลางมาประดิษฐ์เป็นวัสดุตกแต่งบรรจุภัณฑ์

ลำดับ	รายการ	แบบที่ 1		แบบที่ 2		แบบที่ 3	
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
1	ความเหมาะสมของวัตถุดิบ	3.12	0.78	4.18	0.89	3.61	1.02
2	รูปแบบของงานประดิษฐ์	3.05	0.81	4.07	0.93	3.71	0.78
3	ขนาดสัดส่วนของงานประดิษฐ์	2.98	0.94	4.10	0.74	3.66	0.86
4	ความน่าสนใจของงานประดิษฐ์	2.98	1.04	4.32	0.91	3.66	0.97
5	ความสวยงามของงานประดิษฐ์	3.10	0.89	4.17	1.08	3.68	0.79
6	ความคิดสร้างสรรค์	3.39	0.97	4.37	0.97	3.93	0.91
7	การนำไปใช้ประโยชน์	3.42	1.00	4.12	1.01	3.83	0.89
8	การเพิ่มมูลค่าให้แก่วัสดุเหลือใช้	3.61	1.12	4.15	1.06	3.73	0.90
<b>รวม</b>		<b>3.20</b>	<b>0.24</b>	<b>4.18</b>	<b>0.10</b>	<b>3.73</b>	<b>0.11</b>

จากตารางที่ ๔.๖ แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นต่อการนำวัสดุเหลือใช้จากการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กถึงขนาดกลางมาประดิษฐ์เป็นวัสดุตกแต่งบรรจุภัณฑ์ โดยรวมของแบบที่ 2 สูงที่สุดอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.18 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.10 ในหัวข้อความคิดสร้างสรรค์มีค่าเฉลี่ยสูงสุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.37 และผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นในหัวข้อรูปแบบของงานประดิษฐ์ต่ำสุด มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.07

### ตอนที่ ๓ ข้อเสนอแนะ

๑. งานประดิษฐ์น่ารักทุกแบบ ขึ้นอยู่กับว่าจะนำไประดับกับสิ่งใด
๒. ไม่ควรใช้สิ่งยึดติดที่เป็นกาวเพราะถ้าเป็นบรรจุภัณฑ์อาหารจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

## สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่องานประดิษฐ์จากการนำวัสดุเหลือใช้จากการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กลงขนาดกลางมาประดิษฐ์เป็นวัสดุตกแต่งบรรจุภัณฑ์ ซึ่งผู้วิจัยได้ข้อสรุปดังนี้

### ๕.๑ สรุปผลการวิจัย

การสอบถามกลุ่มเป้าหมาย พบว่ากลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 78 อยู่ในช่วงอายุระหว่าง 20-29 ปี ร้อยละ 53.65 มีการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี ร้อยละ 63.41 ประกอบอาชีพอื่น ๆ ร้อยละ 53.68 (ซึ่งประกอบด้วยอาชีพรับจ้าง ทำการเกษตร แม่บ้าน และนักศึกษา) และมีรายได้ในช่วง ต่ำกว่า 10,000 บาท ร้อยละ 46.34 ซึ่งความคิดเห็นของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่องานประดิษฐ์จากการนำวัสดุเหลือใช้จากการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กลงขนาดกลางมาประดิษฐ์เป็นวัสดุตกแต่งบรรจุภัณฑ์ มีความพึงพอใจในงานประดิษฐ์แบบที่ 2 สูงที่สุดทุกหัวข้อมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ได้แก่ ความเหมาะสมของวัสดุ วัสดุ รูปแบบของงานประดิษฐ์ ขนาดสัดส่วนของงานประดิษฐ์ ความน่าสนใจของงานประดิษฐ์ ความสวยงามของงานประดิษฐ์ ความคิดสร้างสรรค์ การนำไปใช้ประโยชน์

### ๕.๒ อภิปรายผลการวิจัย

การนำวัสดุเหลือใช้จากการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กลงขนาดกลางมาประดิษฐ์เป็นวัสดุตกแต่งบรรจุภัณฑ์ เป็นงานประดิษฐ์ที่กลุ่มเป้าหมายมีความพึงพอใจแบบที่ 2 แต่สิ่งที่ควรพิจารณาคือ การดำเนินงานควรหลีกเลี่ยงสิ่งยั่วยุที่เป็นการก้าวอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคหากนำมาตกแต่งบรรจุภัณฑ์ที่เป็นอาหาร ควรประดิษฐ์รูปแบบอื่น ๆ เพื่อให้มีความหลากหลาย และนำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ เช่น ทำเป็นของที่ระลึก พวงกุญแจ เป็นต้น

### ๕.๓ ข้อเสนอแนะในการวิจัย

๕.๓.๑ วัสดุที่ใช้ตกแต่งชิ้นงานควรเป็นวัสดุธรรมชาติ เพราะวัสดุที่ใช้ในการประดิษฐ์คือเชือกกระสอบ ซึ่งเป็นวัสดุที่ได้จากธรรมชาติ

๕.๓.๒ ควรประดิษฐ์ชิ้นงานให้มีรูปแบบที่หลากหลาย

๕.๓.๓ ควรนำเทคนิคในการทำงานประดิษฐ์เข้ามาช่วย เช่น เทคนิคมาคราเม่ เทคนิคการสาน เป็นต้น

## บรรณานุกรม

- ฉวีวรรณ ชัยระดม. ม.ป.ป. **ดอกไม้ประดิษฐ์จากเก็ดตปดา**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แม่บ้าน.  
บุปผินศรี สายทอง. ๒๕๕๖. **หัตถกรรมจากเชือก**. กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์.  
ลาเพา มานะ. ๒๕๓๔. **ผักตบชวา** ชุดที่ ๑. กรุงเทพมหานคร : อรุณการพิมพ์.  
เสาวลักษณ์ ตุงคาอุยฉาย. ๒๕๔๘. **ศิลปะการมัดเชือกแบบมาคราเม่**. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.  
สวนผักภูฟ้าสิ่งแวดล้อม (มูลนิธิ). เชือก. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : [http://www.pcamping.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=19&Itemid=15](http://www.pcamping.com/index.php?option=com_content&view=article&id=19&Itemid=15),  
๑ มีนาคม ๒๕๕๕.  
สมหมาย พิทักษา. **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับงานประดิษฐ์**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://krusomma.net/pradid1.pdf>, ๕ มีนาคม ๒๕๕๕.  
นรินาม. ๒๕๕๑. **งานประดิษฐ์**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://blog.eduzones.com/jade/3237>, ๘ มีนาคม ๒๕๕๕.  
ETD guide. **Water Library ห้องสมุดน้ำขนาดใหญ่**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : [http://review.edtguide.com/5069\\_ร้านน้ำแร่-water-library-จามจุรี](http://review.edtguide.com/5069_ร้านน้ำแร่-water-library-จามจุรี), ๓๐ มีนาคม ๒๕๕๕.  
Tamagift (ธามาgift). **กล่องของขวัญผ้าไหม**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.tamagift.com/product/กล่องของขวัญผ้าไหม-1>, ๑๗ เมษายน ๒๕๕๕.

