รายงานการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้เพื่อสุขภาพ

Salad Dressing with Developing from Tofu for Healthy

พจนีย์ บุญนา

จอมขวัญ สุวรรณรักษ์

วรลักษณ์ ปัญญาธิติพงศ์

ปรัชญา แพมงคล

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงบประมาณแผ่นดิน พ.ศ. 2553

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อเรื่อง : การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้เพื่อสุขภาพ

ผู้วิจัย : พจนีย์ บุญนา, จอมขวัญ สุวรรณรักษ์, วรลักษณ์ ปัญญาธิติพงศ์ และปรัชญา แพมงคล
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

พ.ศ. : 2553

บทคัดย่อ

การพัฒนาน้ำสลัดชนิดข้นโดยการใช้เต้าหู้แทนไข่แดงในการผลิตเพื่ออุตสาหกรรมอาหารสุขภาพ มีการศึกษาชนิดของเต้าหู้ 2 ชนิด คือ เต้าหู้อ่อนและเต้าหู้หลอด โดยปริมาณเต้าหู้ที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความข้นหนืดของน้ำสลัดลดลง โดยผู้บริโภคให้การยอมรับน้ำสลัดชนิดข้นที่ใช้ปริมาณเต้าหู้ร้อยละ 20 และใช้แป้งดัดแปรแทนส่วนผสมที่เป็นน้ำมันทั้งหมดในการผลิต โดยพบว่าเมื่อปริมาณแป้งดัดแปรเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ความข้นหนืดของน้ำสลัดเพิ่มขึ้นด้วย โดยผู้บริโภคให้การยอมรับการใช้แป้งดัดแปรในการผลิตปริมาณร้อยละ 2-3 และเมื่อทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาของน้ำสลัด พบว่ามากกว่า 4 สัปดาห์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 ± 1 องศาเซลเซียส

การถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีการพัฒนาน้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้ ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ส่วนใหญ่ คือ เพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 86.67 อายุระหว่าง 15-24 ปี คิดเป็นร้อยละ 50.00 อาชีพส่วนใหญ่ คือ พนักงานบริษัท คิดเป็นร้อยละ 36.66 และมีรายได้ 10,001–15,000 บาท/เดือน คิดเป็นร้อยละ 36.66 มีความพึงพอใจในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติ อยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.70) คิดเป็นร้อยละ 83.20

คำสำคัญ: น้ำสลัดชนิดข้น เต้าหู้ แป้งดัดแปร

Title : Salad Dressing with Developing from Tofu for Healthy

Author: Pojnee Bunna, Jomkhwun Suwannarak, Woralak Panyathitipong and Prachya Paemongkol

Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

Year : 2010

Abstract

Types of tofu for replacement egg yolk affected the quality of salad dressing were studied with respect for health food industry. Soft and steam tofu could be replaced egg yolk on salad dressing processing. The salad dressing which was obtained from steam tofu was accepted than soft tofu. The steam tofu cause decreased the viscosity of the salad dressing. The salad dressing was obtained from 20% of steam tofu gave a good sensory quality. Modified starch could be used as ingredient for replacement of oil in salad dressing processing. Addition of modified starch also increased the viscosity of the salad dressing. The modified starch could be added as ingredient to 2-3% and could be kept more than 4 weeks at temperature 5 ± 1 °C

The salad dressing which obtained from steam tofu technology was transferred to 30 panels. The trainee majority groups were female 86.67%, 15-24 years old 50%, the occupation were employees 36.66% and income 10,001-15,000 baht. The training process was evaluated by trainee, the satisfaction was the most appropriate (x = 4.7) (83.2%)

Key words: Salad Dressing Tofu Modified Starch

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ ประสบความสำเร็จได้ด้วยดี ซึ่งได้รับความกรุณาจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ในการสนับสนุนงบประมาณการดำเนินงานวิจัย และคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ และอุปกรณ์ในการดำเนินการวิจัย และคณาจารย์หลายๆ ท่าน ที่ให้ความรู้และคำแนะนำ ตลอดจนข้อคิดดี ๆ มากมายหลายประการ ซึ่งเป็นประโยชน์ช่วยในการส่งเสริมงานวิจัยนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า รายงานการวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อสังคม และผู้ที่รักษ์สุขภาพ ซึ่งเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งในการใช้ชีวิตอย่างไม่มีโรค

พจนีย์ บุญนา และคณะ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(๑)
กิตติกรรมประกาศ	(๒)
สารบัญ	(๓)
บทที่ ๑ บทนำ	
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	๑
วัตถุประสงค์	๒
ขอบเขตการวิจัย	๒
กรอบแนวคิดในการวิจัย	๓
นิยามศัพท์	๓
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	๔
บทที่ ๒ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
น้ำสลัด	๕
ผลิตภัณฑ์เต้าหู้จากถั่วเหลือง	๑๕
อิมัลชัน	๑๘
เลซิทิน	๒๒
บทที่ ๓ วิธีการทดลอง	
วัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	๒๙
วิธีการการทดลอง	๓๐
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	๓๔
ระยะเวลาในการทดลอง	๓๔
แผนการดำเนินการวิจัยตลอดโครงการ	๓๔
สถานที่ทำการวิจัย	๓๔
บทที่ ๔ ผลการทดลอง	
ผลศึกษากระบวนการผลิตน้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้	๓๕
ผลการศึกษาอายุการเก็บของน้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้	๔๒
ผลการถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีการพัฒนาน้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้	๕๔
บทที่ ๕ สรุป และข้อเสนอแนะ	
สรุป	๕๗
ข้อเสนอแนะ	๕๘
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก สูตรพื้นฐาน	๖๒
ภาคผนวก ข เอกสารประกอบการฝึกอบรม	๗๘
ภาคผนวก ค ภาพกิจกรรมการฝึกอบรม	๘๒
ภาคผนวก ง ประวัติคณะผู้วิจัย	๘๔

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
๑	เปรียบเทียบความหวานของน้ำตาลชนิดต่าง ๆ	๘
๒	การเปรียบเทียบปริมาณกรดไขมัน ระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันเมล็ดทานตะวันกรดไขมัน	๑๒
๓	แสดงคุณค่าทางโภชนาการในส่วนที่กินได้ของพริกไทย ๑๐๐ กรัม	๑๔
๔	การทดสอบความแตกต่างระหว่าง อิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำหรืออิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมัน	๑๙
๕	ขนาดอนุภาคไขมันในน้ำกะทิเมื่อผ่านเครื่องโฮโมจิไนซ์ในแต่ละรอบ	๒๐
๖	การเลือกใช้สารลดแรงตึงผิวจาก HLB number	๒๑
๗	HLB number ของ emulsifiers ที่นิยมใช้ในอาหาร	๒๑
๘	ความแตกต่างของเลซิทินแต่ละชนิด	๒๔
๙	การยอมรับทางประสาทสัมผัสน้ำสลัดพื้นฐานทั้ง ๓ ตำรับ	๓๕
๑๐	ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดตำรับพื้นฐานกับน้ำสลัดชนิดข้น	๓๗
๑๑	ผลการเปรียบเทียบปริมาณส่วนผสมของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้น	๓๘
๑๒	การยอมรับทางประสาทสัมผัสของน้ำสลัดชนิดข้นทั้ง ๕ ตำรับ	๓๙
๑๓	คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของน้ำสลัดชนิดข้น	๔๑
๑๔	คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านระดับความเข้มสีของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นที่บรรจุในขวดแก้วใสและถุงสุญญากาศ ที่อุณหภูมิห้อง(๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส) ในระยะเวลาการเก็บ ๑ เดือน	๔๔
๑๕	คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านระดับความเข้มกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นที่บรรจุในขวดแก้วใสและถุงสุญญากาศ ที่อุณหภูมิห้อง(๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส) ในระยะเวลาการเก็บ ๑ เดือน	๔๔
๑๖	คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านระดับความเข้มรสเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นที่บรรจุในขวดแก้วใสและถุงสุญญากาศ ที่อุณหภูมิห้อง(๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส) ในระยะเวลาการเก็บ ๑ เดือน	๔๕
๑๗	คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านระดับความเข้มด้านความเนียนละเอียดของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นที่บรรจุในขวดแก้วใสและถุงสุญญากาศที่อุณหภูมิห้อง (๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส) ในระยะเวลาการเก็บ ๑ เดือน	๔๕
๑๘	คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านระดับการยอมรับของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นที่บรรจุในขวดแก้วใสและถุงสุญญากาศ ที่อุณหภูมิห้อง(๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส) ในระยะเวลาการเก็บ ๑ เดือน	๔๖
๑๙	คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความเข้มสี, ความเข้มด้านกลิ่นหืน, ความเข้ม ด้านรสเปรี้ยว,ความเข้มด้านความเนียนละเอียด, ด้านการยอมรับ ของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นที่บรรจุในขวดแก้วใส เปรียบเทียบในวันที่ ๐ กับวันที่ ๓๐ ที่ อุณหภูมิห้อง (๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส) ในระยะเวลาการเก็บ ๑ เดือน	๔๗

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
๒๐	คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความเข้มสี, ความเข้มด้านกลิ่นหืน, ความเข้ม ด้านรสเปรี้ยว,ความเข้มด้านความเนียนละเอียด, ด้านการยอมรับ ของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นที่บรรจุในถุงสุญญากาศ เปรียบเทียบในวันที่ ๐ กับวันที่ ๓๐ ที่อุณหภูมิห้อง (๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส) ในระยะเวลาการเก็บ ๑ เดือน	๔๗
๒๑	คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นในภาชนะบรรจุขวดแก้วใสและถุงสุญญากาศในระหว่างการศึกษาอายุการเก็บ ๑ เดือนที่อุณหภูมิห้อง(๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส)	๔๙
๒๒	คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นในภาชนะบรรจุขวดแก้วใสและถุงสุญญากาศสุญญากาศ เปรียบเทียบในวันที่ ๐ กับวันที่ ๓๐ ระหว่างการศึกษาอายุการเก็บ ๑ เดือนที่อุณหภูมิห้อง (๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส)	๕๐
๒๓	ค่าความเป็นกรด–เบส ของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นที่บรรจุในขวดแก้วใสและถุงสุญญากาศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส)ในระยะเวลาการเก็บ ๑ เดือน	๕๑
๒๔	คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นในภาชนะบรรจุขวดแก้วใสและถุงสุญญากาศสุญญากาศ เปรียบเทียบในวันที่ ๐ กับวันที่ ๓๐ ระหว่างการศึกษาอายุการเก็บ ๑ เดือนที่อุณหภูมิห้อง (๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส)	๕๒
๒๕	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g) ของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นที่บรรจุในขวดแก้วใสและถุงสุญญากาศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส) ในระยะเวลาการเก็บ ๑ เดือน	๕๓
๒๖	ปริมาณโคลิฟอร์ม (CFU/g) ของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นที่บรรจุในขวดแก้วใสและถุงสุญญากาศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส) ในระยะเวลาการเก็บ ๑ เดือน	๕๓
๒๗	ปริมาณยีสต์และรา (CFU/g) ของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นที่บรรจุในขวดแก้วใสและถุงสุญญากาศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส) ในระยะเวลาการเก็บ ๑ เดือน	๕๓
๒๘	การตรวจสอบแล็กโทบาซิลลัสของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นที่บรรจุในขวดแก้วใสและถุงสุญญากาศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส) ในระยะเวลาการเก็บ ๑ เดือน	๕๔
๒๙	ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค	๕๔
๓๐	ความพึงพอใจต่อการจัดโครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้เพื่อสุขภาพ	๕๕

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่		หน้า
๑	ขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์พื้นฐาน	๓๑
๒	ขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้น	๓๒

บทที่ ๑
บทนำ

๑. ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

ทุกวันนี้ไม่ว่าจะไปทานข้าวที่ไหน หรือไม่ว่าจะเดินไปเลือกซื้อผักสด ผลไม้สด ผลิตภัณฑ์อาหาร ตามซูเปอร์มาร์เก็ตที่ใด สิ่งหนึ่งที่มักพบอยู่เสมอคือการโฆษณาในด้านความสะอาด ความสด ความปลอดสารพิษรวมทั้งคุณสมบัติพิเศษของอาหารต่างๆ ที่วางขายอยู่ทั่วไป ทั้งหมดนี้เกิดจากการหันมาให้ความสำคัญกับสุขภาพมากขึ้นของผู้บริโภค โดยทั่วไปแล้วอาหารเพื่อสุขภาพ (Healthy Food) หมายถึงอาหารที่สะอาด สด ใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติในการผลิต และมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ซึ่งกำลังได้รับความนิยมอย่างสูงในหมู่คนที่ใช้ชีวิตอยู่ในเมืองเป็นเพราะคนกลุ่มนี้ต้องใช้ชีวิตในสภาพสังคมที่เร่งรีบ และเต็มไปด้วยมลพิษ ดังนั้นคนเมืองจึงพยายามหาทางออกด้วยการเลือกทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการดูแลสุขภาพมากขึ้น โดยเฉพาะในเรื่องอาหารการทาน ดังคำพูดที่กล่าวว่า “You are what you eat” ยิ่งกลายมาเป็นสิ่งที่คนกลุ่มนี้ให้ความสำคัญ ซึ่งเห็นได้จากความต้องการอาหารปลอดสารพิษ อาหารที่มีไขมันต่ำ รวมทั้งอาหารที่มีโคเลสเตอรอลต่ำหรือไม่มีเลย ที่เพิ่มขึ้นทุกวัน ทั้งนี้รวมไปถึงอาหารที่ปราศจากเนื้อสัตว์ใหญ่ด้วย

ซึ่งรายการอาหารที่เป็นที่นิยมอันดับต้นๆ ของชีวิตคนเมือง คือ สลัด เนื่องด้วยส่วนประกอบหลักคือผัก ผู้บริโภคส่วนใหญ่เชื่อว่าทานผักมาก ๆ จะทำให้สุขภาพดี แต่เมื่อดูส่วนประกอบรองซึ่งได้แก่น้ำสลัด ทั้งน้ำสลัดชนิดใส และน้ำสลัดชนิดข้นหรือก็คือมายองเนส (Mayonnaise) ที่มีขายทั่วๆไปในท้องตลาด ส่วนใหญ่มักทำจากไข่แดงของไข่ไก่กับน้ำมันสลัดหรือน้ำมันพืช และปรุงรสด้วยน้ำตาลทราย น้ำส้มสายชู เกลือ พริกไทย มัสตาร์ด(พันธิพา, ๒๕๔๒) ในไข่ไก่มีสารอาหารที่ให้คุณค่าทางโภชนาการครบถ้วนไม่ว่าจะเป็นโปรตีนไขมันเกลือแร่ต่างๆ แต่ในไข่ไก่มีปริมาณกรดไขมันชนิดอิ่มตัวสูงถึงร้อยละ ๓๑.๙ ทำให้ไข่แดงมีโคเลสเตอรอลสูง ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ไขมันอุดตันในเส้นเลือด (นิลิน,๒๕๓๘) รวมทั้งในน้ำมันพืช ซึ่งมักได้ยินคำกล่าวอ้างจากโฆษณามาโดยตลอดว่าไม่มีโคเลสเตอรอล ซึ่งก็เป็นความจริง แต่ในน้ำมันพืชมีกรดไขมันอิ่มตัวสูง ที่เป็นสาเหตุให้ร่างกายสร้างโคเลสเตอรอลมากขึ้นและขับถ่ายน้ำออกน้อย ผลคือจะมีโคเรสเตอรอลสะสมในเลือด และอาจจะทำให้เส้นเลือดตีบจนอุดตันในที่สุดได้

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นที่มีกรดไขมันชนิดอิ่มตัวให้น้อยลงโดยการนำเต้าหู้จากถั่วเหลือง มาใช้แทนไข่ไก่ในการทำน้ำสลัดชนิดข้น เพราะเต้าหู้ที่ผลิตจากถั่วเหลือง มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว เชิงซ้อนอยู่ร้อยละ ๑๙ กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน ช่วยลดปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือด ช่วยในการทำงานของอวัยวะสำคัญต่างๆ ของร่างกาย และในถั่วเหลืองมีสารเลซีทีน ที่มีกรดไขมันชนิดอิ่มตัวเชิงซ้อนประกอบอยู่ในสารที่ชื่อว่า “ฟอสโฟไลปิด” ซึ่งอยู่ในสภาพที่พร้อมจะนำไปใช้ในระบบเผาผลาญไขมันได้ โดยเฉพาะโคเลสเตอรอลได้ทันที เลซีทีนในถั่วเหลืองช่วยป้องกันบำบัดโรคหัวใจ ช่วยบำรุงประสาท ป้องกันโรคที่เกิดจากตับ และไต(เกษมศรี, ๒๕๓๔) นอกจากนั้น ถั่วเหลืองมีปริมาณโปรตีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส ธาตุเหล็ก และวิตามินอีกด้วย โปรตีนในถั่วเหลืองเป็นโปรตีนที่ได้จากพืช และไฟโตอีสโตรเจน (ฮอร์โมนอีสโตรเจนจากพืช) ซึ่งช่วย

ลดการแปรปรวนต่างๆ ในสตรีวัยทองได้ถั่วเหลืองมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายมนุษย์ คือ อลานีน ไลซีน ลูซีน และไอโซลูซีน ในทางวิทยาศาสตร์พบว่าถั่วเหลืองมีคุณสมบัติเป็นอาหารที่มีคอเลสเตอรอลต่ำ ลดความดันในเลือด รักษาระดับน้ำตาลในเลือด และช่วยในระบบขับถ่าย มีคุณสมบัติในการต่อต้านมะเร็ง ป้องกันโรคหัวใจ ทำให้ประจำเดือนสตรีเป็นปกติ และทำให้กระดูกแข็งแรง จากการวิจัยที่ประเทศสิงค์โปร์ มีการยืนยันว่าอาหารจากถั่วเหลือง สามารถลดอัตราการเป็นมะเร็งเต้านมให้ผู้หญิงได้มาก (อุทัย, ๒๕๔๓) ถั่วเหลืองยังมีสารกลุ่มไบโอฟลาวานอยด์ และไอโซฟลาโวนมีฤทธิ์เป็นไฟโตรเอสโตรเจน พบว่าช่วยทดแทนฮอร์โมน และลดโอกาสเสี่ยงของการเป็นมะเร็งเต้านมของผู้หญิงร้อยละ ๕๐ (วิชัย, ๒๕๔๓) และยังพบว่าถั่วเหลืองมีคุณค่าต่อสุขภาพหลายด้าน อาทิ ช่วยลดโคเลสเตอรอล เนื่องจากถั่วเหลืองมีกรดไลโนเลอิก และกรดไลโนเลนิกสูง ขณะที่มีกรดไขมันอิ่มตัวน้อย มีประโยชน์ต่อภาวะกระดูกโปร่งบาง และยังมีรายงานการวิจัยว่าการบริโภคถั่วเหลืองจะช่วยขับแคลเซียมออกมาในปัสสาวะทำให้แคลเซียมสามารถคงตัวในกระดูกได้มากขึ้น(อรอนงค์, ๒๕๔๓)

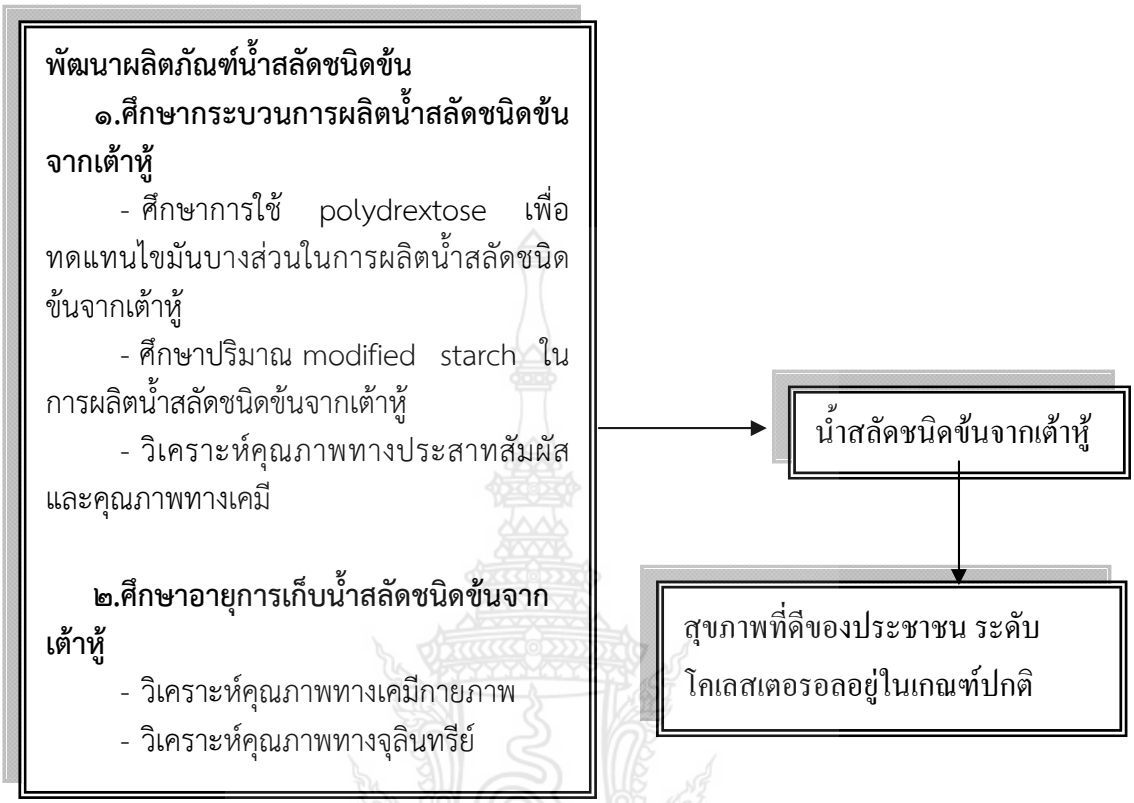
๒. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

๑. เพื่อศึกษาการใช้เต้าหู้หลอดแทนไข่ไก่ในการผลิตน้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้
๒. เพื่อศึกษาอายุการเก็บของน้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้
๓. เพื่อถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีการพัฒนาน้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้

๓. ขอบเขตของการวิจัย

๑. เต้าหู้ที่ใช้ในการทดลองมี ๒ ชนิด คือ เต้าหู้อ่อน และ เต้าหู้หลอด
๒. ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเป็นชนิดข้น โดยมีไข่ไก่เป็นส่วนผสมหลัก

๔. กรอบแนวคิดในการวิจัย



๕. นิยามศัพท์

น้ำสลัดชนิดข้น **หมายถึง** น้ำสลัดชนิดข้นหรือมายองเนส ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบของน้ำมัน มีลักษณะเป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ กึ่งแข็งกึ่งเหลวมีลักษณะค่อนข้างข้นจนรินให้ไหลออกได้ยาก ส่วนใหญ่มีสีเหลืองอ่อนถึงเหลืองปานกลาง

เต้าหู้ **หมายถึง** ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง โดยการนำมาแช่น้ำและล้างน้ำให้สะอาด จากนั้นจึงนำไปบด กรองกากถั่วเหลืองออกจนได้น้ำเต้าหู้ดิบแล้วนำไปต้ม จากนั้นผ่านขั้นตอนการทำเป็นเต้าหู้ชนิดต่างๆ ซึ่งการทำเต้าหู้แต่ละชนิดวิธีการก็จะแตกต่างกัน (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, มปป.)

สุขภาพ **หมายถึง** สุขภาวะที่สมบูรณ์ทั้งทางกาย แข็งแรง ไม่เป็นโรค ไม่พิการ ไม่มีอุบัติเหตุอันตราย และมีสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมสุขภาพ ส่วนด้านทางจิต คือ มีจิตใจที่มีความสุข รื่นเริง ไม่ติดขัด มีเมตตา มีสติ มีสมาธิ และทางสังคมมีการอยู่ร่วมกันด้วยดี มีครอบครัวที่อบอุ่น ชุมชนเข้มแข็ง สังคมมีความยุติธรรม และทางจิตวิญญาณ โดยทั้ง ๔ ด้านนี้ จะต้องเกิดขึ้นจากการจัดการทางสุขภาพในระดับต่างๆทั้งสุขภาพในระดับของปัจเจกบุคคล (Individual Health) สุขภาพของครอบครัว (Family Health) อนามัยชุมชน (Community Health) และสุขภาพของสาธารณะ (Public Health)(all about Healthy, ๒๕๕๑)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ หมายถึง การแสวงหาผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือกระบวนการการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ โดยการกำหนดมาตรฐานคุณภาพผลิตสินค้าให้ได้ตามมาตรฐาน และมีการควบคุมที่เหมาะสม

๖. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

๑. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

๑.๑ ได้กระบวนการผลิตและทราบปริมาณเต้าหู้ที่เหมาะสมในการแทนไข่ไก่ในการผลิตน้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้

๑.๒ เป็นทางเลือกผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพให้ผู้บริโภคได้ทุกเพศ ทุกวัย

๒. ผู้ใช้ประโยชน์ในงานวิจัย

๒.๑ ผู้ใช้ประโยชน์ทางตรง ได้แก่ ผู้ที่รักสุขภาพ ผู้ประกอบการด้านอาหารเพื่อสุขภาพ

๒.๒ ผู้ใช้ประโยชน์ทางอ้อม ได้แก่ นักวิชาการ นักศึกษา เกษตรกรผู้ปลูกถั่วเหลือง และผู้สนใจทั่วไป

บทที่ ๒
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้เพื่อสุขภาพ ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้า จากหนังสือ วารสาร บทความ และงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการวิจัย ครั้งนี้ คือ

๑. ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์น้ำสลัด
๒. วัตถุดิบที่ใช้สำหรับผลิตน้ำสลัด
๓. ผลิตภัณฑ์เต้าหู้จากถั่วเหลือง
๔. ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอิมัลชัน

๑. น้ำสลัด

๑.๑ นิยาม

มายองเนสเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้พัฒนาขึ้นมาตั้งแต่ปี ค.ศ. ๑๗๕๖ ที่ Mediterranean Island มายองเนสเป็นอิมัลชันชนิดหนึ่งที่อยู่ในสภาพกึ่งของแข็ง (semi-solid) ส่วนผสมของมายองเนสประกอบด้วย น้ำมันสลัด ไข่แดง น้ำส้มสายชู น้ำมะนาว เกลือ น้ำตาลทราย มัสตาร์ด เครื่องเทศ ผงชูรส พริก (paprika) และสารปรุงแต่งกลิ่นและรส (food seasoning) มายองเนสที่ผสมเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องมีน้ำมันไม่น้อยกว่า ๖๕ เปอร์เซ็น โดยปกติจะมีประมาณ ๗๐ – ๘๐ เปอร์เซ็น และมีความเป็นกรดไม่น้อยกว่า ๒.๕ เปอร์เซ็น ในรูปกรดแอซีติก (in aqueous phase) ในการทำมายองเนสหากไม่ใช้น้ำมันสลัด อาจใช้น้ำมันพืช เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันข้าวโพด หรือน้ำมันเมล็ดฝ้ายแทนก็ได้

ลักษณะเนื้อของมายองเนสเป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (oil-in-water) มีน้ำมันกระจายอยู่ในส่วนที่เป็นน้ำ (continuous phase) ของน้ำส้มสายชูและน้ำมะนาว มีไข่แดงทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์(พันธิพา, ๒๕๔๒) และเป็น Least protein Complex ชนิดหนึ่งจะทำให้เกิดการเกาะยึดอยู่ตัว(Stabilizing Agent) ทำให้ส่วนผสมรวมตัวกันเป็นเนื้อเดียวกัน(สุวรรณ, ๒๕๓๙) กลิ่นและรสชาติของมายองเนสได้จากน้ำส้มสายชู น้ำตาลทราย เกลือ และเครื่องเทศ มายองเนส มีอายุการเก็บรักษาค่อนข้างนาน น้ำส้มสายชูและเกลือจะช่วยทำหน้าที่เป็น preservative มายองเนสจะเกิดการเสียสภาพเมื่ออิมัลชันถูกทำลาย หรือเกิดจากน้ำมันมีกลิ่นหืนเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน หรือมีกานปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์ มายองเนสที่ใช้น้ำมันสลัดเป็นส่วนผสม อิมัลชันที่เกิดขึ้นจะมีความคงตัวดีที่อุณหภูมิต่ำจึงสามารถเก็บไว้ในตู้เย็นได้นาน(นิธิยา, ๒๕๔๘)

๑.๒ วัตถุดิบที่ใช้สำหรับผลิตน้ำสลัด (นิธิยา, ๒๕๔๘)

โดยทั่วไปส่วนผสมของหลักมายองเนส หรือ เดรสชิง ชนิดต่างๆ จะประกอบด้วย

๑.๒.๑ น้ำตาล น้ำตาลเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึก ละลายได้ดีในน้ำและมีรสหวาน จัดอยู่ในอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต น้ำตาลที่มีจำหน่ายในท้องตลาดนั้นเป็นน้ำตาลทรายขาวที่ผลิตจากอ้อย น้ำตาลนี้เป็นน้ำตาลซูโครสที่บริสุทธิ์ ๙๙.๙ % (จิตธนาและ อรอนงค์, ๒๕๓๙) มีสูตรโมเลกุลว่า $C_{๑๒}H_{๒๒}O_{๑๑}$ เป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ (disaccharide) เกิดจากการจับตัวของน้ำตาลกลูโคสและฟรักโทส มีน้ำหนักโมเลกุล ๓๔๒ หน่วย ในสภาวะที่มีความร้อนสูงหรือมีน้ำย่อย หรือมีสภาพกรด/เบสสูงก็จะมีผลให้เกิดการแตกตัวเป็นน้ำตาลเดี่ยวทั้งสอง (และก็จะดำเนินปฏิกิริยาแตกต่างออกไปจะได้สารประกอบต่าง ๆ หลายชนิด ขึ้นอยู่กับระดับความเป็นกรด/เบส) ปกติน้ำตาลบริสุทธิ์จะอยู่ในรูปผลึกแบบ monoclenic ไม่มีสีและมีลักษณะโปร่งแสง เมื่อพืชสังเคราะห์จะสร้างแป้งเพื่อเก็บไว้เป็นอาหาร แต่ในพืชบางชนิดสามารถสังเคราะห์น้ำตาลซูโครสได้ในปริมาณสูงและเก็บไว้ในลำต้นหรือหัวได้ เช่น อ้อย หรือพืชหัว เมื่อพืชประเภทนี้มาสกัดโดยน้ำ น้ำตาลก็จะละลายออกมาและเมื่อทำการสกัดสิ่งแปลกปลอมออก ก็สามารถตกผลึกน้ำตาลออกมาได้ น้ำตาลจัดได้ว่าเป็นวัตถุดิบที่สำคัญมากในอุตสาหกรรมอาหาร นอกจากจะเป็นสารให้ความหวานแล้ว ยังมีหน้าที่อื่น ๆอีกมากที่หาสารอื่น ๆ ทดแทนไม่ได้ ทั้งนี้เพราะน้ำตาลมีคุณสมบัติเด่นหลายประการ เช่นความหนืด ความแวววัน เป็นต้น ในประเทศไทยมีการใช้น้ำตาลในอุตสาหกรรมอาหารและยาโดยกลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องดื่มเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้มากที่สุด สิ่งที่เกิดขึ้นหลังจากการแตกตัวของน้ำตาลทรายที่อุตสาหกรรมอาหารมักประสบปัญหาเสมอก็คือ สภาพการเกิดสี เช่น สีชมพู, สีแดงหรือสีน้ำตาล ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว การนำน้ำตาลไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อที่จะให้ความหวานนั้น มีความจำเป็นที่จะต้องรู้หลักการหรือคุณสมบัติที่สำคัญ ๆ ของน้ำตาลและผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต เพื่อที่ทำให้สามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้ (กล้าณรงค์, ๒๕๔๒) น้ำตาลซูโครสจะมีคุณสมบัติการให้ความหวานที่ถูกกำหนดให้เป็นค่ามาตรฐาน มีค่าเท่ากับ ๑๐๐ หน่วย (สารละลาย ๒๐%) เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำตาลชนิดอื่น ๆที่ความเข้มข้นและอุณหภูมิเดียวกัน จะได้ผลลัพธ์ ดังตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ เปรียบเทียบความหวานของน้ำตาลชนิดต่าง ๆ

ชนิดของน้ำตาล ความหวาน	หน่วย
น้ำตาลฟรักโทส	๑๔๐-๑๗๕
น้ำตาลฟรักโทสและกลูโคส (Invert sugar)	๑๐๐-๑๓๐
น้ำตาลซูโครส	๑๐๐
น้ำตาลกลูโคส (Anhydrous)	๗๐-๗๕
น้ำตาลกลูโคส (Monohydrate)	๖๐-๗๕
น้ำตาลมอลโทส	๓๐
น้ำตาลแล็กโทส	๑๕

ที่มา: *Eisenberg (๑๙๕๕)*

๑.๒.๒ น้ำส้มสายชู น้ำส้มสายชู(vinegar) หรือกรดแอซีติก (acetic acid) เป็นสารละลายใส มีสีหรือไม่มีสีขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ชาวโรมันและกรีกได้นำน้ำส้มสายชูที่ผลิตได้จากการปล่อยไวน์ทิ้งไว้ให้เกิดการหมักในธรรมชาติ มาทำเจือจางและใช้เป็นเครื่องดื่ม ในปัจจุบันน้ำส้มสายชูเป็นเครื่องปรุงรสที่ผลิตได้จากวัตถุดิบพวกแป้งหรือน้ำตาล โดยกระบวนการหมัก ๒ ระยะ คือการหมักน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์โดยยีสต์สายเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* หลังจากนั้นจึงเป็นการออกซิไดส์แอลกอฮอล์ให้เป็นกรดแอซีติกโดยแบคทีเรีย Acetobacter (Adams, ๑๙๘๕) ซึ่งน้ำส้มสายชูจะต้องประกอบด้วยกรดแอซีติกไม่น้อยกว่า ๔ กรัมต่อ ๑๐๐ มิลลิลิตร หรือ ๔ เปอร์เซ็นต์ และเอทานอลไม่มากกว่า ๐.๕ เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) (Frazier and Westhoff,๑๙๘๘) น้ำส้มสายชูหรือที่ชาวบ้านเรียกว่ากรดน้ำส้มนั้น เป็นเครื่องปรุงรสอาหารที่ใช้เป็นประจำทุกครอบครัว นอกจากจะช่วยปรุงแต่งรสอาหารแล้ว ยังช่วยระบบการย่อย การดูดซึมอาหารของร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพ (จิราภรณ์ และคณะ, ๒๕๒๙ ; ปัญญา, ๒๕๓๐)

น้ำส้มสายชูตามคำจำกัดความของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นของเหลวใส ทำจากวัตถุดิบที่เหมาะสม เช่น ธัญพืช ผลไม้น้ำตาล หรือกากน้ำตาล น้ำส้มสายชูที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมรับรองให้มาตรฐาน มี ๒ ชนิด คือ น้ำส้มสายชูหมัก (fermented vinegar) และน้ำส้มสายชูกลั่น (distilled หรือ spirit vinegar) (จิราภรณ์ และคณะ, ๒๕๒๙)

น้ำส้มสายชูหมัก (fermented vinegar) หมายถึง น้ำส้มสายชูที่ได้จากการหมักธัญพืช ผลไม้ หรือน้ำตาล ด้วยส่าหรือยีสต์เพื่อให้ได้แอลกอฮอล์ แล้วหมักต่อด้วยเชื้อน้ำส้มสายชูน้ำส้มสายชูหมักจัดเป็นน้ำส้มสายชูที่มีกลิ่นหอมและรสชาติดี มีสีต่างกันตามสีของวัตถุดิบ กลิ่นหอมของน้ำส้มสายชูหมักนี้มาจากสารบางชนิดที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมัก และกลิ่นรส จะดียิ่งขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลานาน ๆ

น้ำส้มสายชูกลั่น (distilled vinegar หรือ spirit vinegar หรือ white vinegar) เป็นน้ำส้มสายชูที่ได้จากการนำน้ำสุราขาวเจือจาง หรือแอลกอฮอล์เจือจางมาหมักกับเชื้อน้ำส้มสายชูโดยมีการเติมเกลือแร่และอาหารเสริมที่จำเป็นต่อการเจริญของเชื้อน้ำส้มสายชู น้ำส้มสายชูกลั่น นอกจากจะได้จากกรรมวิธีข้างต้นแล้ว ยังอาจได้จากการนำน้ำส้มสายชูหมักมากลั่นอีกครั้งหนึ่ง น้ำส้มสายชูกลั่นที่ได้มีลักษณะใส ไม่มีสี และขาดกลิ่นรสบางอย่างที่พบในน้ำส้มสายชูหมัก

น้ำส้มสายชูเทียม เป็นสารละลายที่ได้จากการผสมกรดแอซีติก ซึ่งสังเคราะห์ขึ้นทางเคมีในน้ำบริสุทธิ์ ให้มีความเข้มข้นไม่น้อยกว่า ๔ กรัมแต่ไม่เกิน ๗ กรัมต่อ ๑๐๐ มิลลิลิตรที่อุณหภูมิ ๒๗ องศาเซลเซียส น้ำส้มสายชูเทียมเป็นน้ำส้มสายชูที่มีราคาถูก มีความบริสุทธิ์สูง แต่ขาดกลิ่นรสที่ดี นอกจากนี้ยังมีน้ำส้มสายชูอีกชนิดหนึ่งเพิ่มขึ้นมา เรียกว่าน้ำส้มสายชูปลอมซึ่งได้จากกรดอนินทรีย์ที่มีพิษร้ายแรง เช่น กรดกำมะถัน กรดเกลือ ซึ่งมีราคาถูกมาเจือจางกับน้ำแทนที่จะใช้หัวน้ำส้มพวกกรดแอซีติกล้วน (Glacial acetic acid) ซึ่งมีราคาแพงมาผสมน้ำถ้ารับประทานน้ำส้มสายชูปลอมเข้าไปจะทำให้เยื่อบุกระเพาะและลำไส้อักเสบ อาจทำให้เป็นโรคกระเพาะเรื้อรัง และยังบั่นทอนระบบประสาท ตลอดจนระบบการย่อยอาหารอีกด้วยในน้ำส้มสายชูปลอมนอกจากจะมีอันตรายจากความเข้มข้นของกรดแล้ว ยังอาจมีสารปนเปื้อนอื่น ๆ เช่น ปรอท, ตะกั่วและสารหนู ซึ่งล้วนเป็นอันตรายทั้งสิ้น (ปัญญา, ๒๕๓๐; พรพรรณ, ๒๕๓๗)

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชูต้องเป็นวัตถุดิบที่ไม่เป็นพิษ ประกอบด้วยน้ำผลไม้ หรือสารละลายน้ำตาลที่หมักได้สามารถนำมาใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชูได้ วัตถุดิบ ๑๒ หลายชนิดที่นำมาใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชูได้ เช่น แอปเปิล กล้วย เปลือกกล้วย มะม่วงหิมพานต์ยางโกโก้ น้ำมะพร้าว เนื้อเมล็ดกาแฟ อินทผลัม เอทานอล องุ่น เมล็ดธัญพืช น้ำผึ้ง ขนุน ลูกพลับข้าวมอลต์ มะม่วง ผลิตภัณฑ์เมเปิล หางนม กากน้ำตาล ส้ม ปาล์ม ลูกท้อ ลูกแพร์ สับปะรดลูกพลัมแห้ง ข้าว น้ำอ้อย มันเทศ มะขาม ชา มะเขือเทศ แตงโม และไวน์ (Adam, ๑๙๘๕ ; Ghose and Bhadra, ๑๙๘๕)

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตน้ำส้มสายชู เนื่องจากน้ำส้มสายชูเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมัก ๒ ขั้นตอน คือการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นเอทิลแอลกอฮอล์ และการออกซิไดส์เอทิลแอลกอฮอล์ให้เป็นกรดแอซีติก ดังนั้นจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมักน้ำส้มสายชูจึงมี ๒ ชนิด คือ ยีสต์และแบคทีเรีย โดยยีสต์จะเป็นตัวเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน ยีสต์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ *Saccharomyces cerevisiae* ซึ่งให้แอลกอฮอล์ในปริมาณสูง หลังจากนั้นแบคทีเรียจะเปลี่ยนแอลกอฮอล์ให้เป็นกรดแอซีติก ในสภาพที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิระหว่าง ๑๕–๓๔ องศาเซลเซียส โดยแบคทีเรียที่นิยมใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชู คือ Acetobacter sp. (พวงพร, ๒๕๓๐) ยีสต์ที่ใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชูนอกเหนือจาก *S. cerevisiae* แล้วยังอาจใช้ยีสต์ชนิดอื่น ๆ เช่น ในการผลิต wine vinegar จะเลือกใช้ยีสต์ *S.ellipsoideus* การผลิต malt vinegar จะใช้ยีสต์ *S. cerevisiae* ที่ได้จากการผลิตเบียร์และบางครั้งอาจมีการเติม *S.diastaticus* เพื่อช่วยเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตที่เชื้อ *S. cerevisiae* ใช้ไม่หมด นอกจากนี้ยังอาจใช้เชื้อ *S.carlsbergensis* ในการผลิตก็ได้ (อรพิน, ๒๕๒๖) แต่ก็มีแบคทีเรียหลายชนิดสามารถผลิตกรดแอซีติกได้ แต่ก็มีแบคทีเรียเพียงกลุ่มเดียวคือ acetic acid bacteria ที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำส้มสายชู แบคทีเรียในกลุ่ม acetic acid bacteria นี้มี ๒ สกุลด้วยกันคือ Acetobacter และ Gluconobacter (Acetomonas) แบคทีเรีย ๒ สกุล นี้แตกต่างกันคือ Gluconobacter จะออกซิไดส์เอทานอลให้เป็นกรดแอซีติกแต่เพียงอย่างเดียว ในขณะที่ Acetobacter สามารถออกซิไดส์เอทานอลให้เป็น กรดแอซีติกและน้ำเรียกกระบวนการนี้ว่า overoxidation (Frazier and Westhoff, ๑๙๘๘) ซึ่งในการผลิตน้ำส้มสายชูส่วนใหญ่จะใช้เชื้อ Acetobacter โดยจะเลือกใช้เฉพาะสายเชื้อที่ให้กรดแอซีติกสูงกว่า ๔ กรัมต่อ ๑๐๐ มิลลิลิตรเท่านั้น และเรียกแบคทีเรียที่ใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชูว่า เชื้อน้ำส้มสายชู (รสสุคนธ์, ๒๕๒๘)

จุลินทรีย์อีกชนิดหนึ่งที่มีการศึกษากันอย่างกว้างขวางในระบบการเลี้ยงเชื้อแบบผสม(mixed culture system) เพื่อการผลิตกรดแอซีติกคือ Clostridiumthermocellum ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิสูง (thermophile) ไม่ต้องการออกซิเจนในการเจริญ และสร้างสปอร์ได้ อุณหภูมิที่เหมาะต่อการเจริญของเชื้อนี้คือใกล้ ๖๐ องศาเซลเซียส บทบาทสำคัญของเชื้อนี้ในการผลิตกรดแอซีติกคือ สามารถเจริญได้เร็วและเปลี่ยนแหล่งวัตถุดิบพวกคาร์บอนให้เป็นอะซิเตตได้ดีกว่าเอทานอล นอกจากนี้ยังได้มีการคัดเลือกจุลินทรีย์เพื่อนำเลี้ยงร่วมกับ *C. thermocellum* เพื่อช่วยให้เชื้อแบคทีเรียนี้มีประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตที่ต้องการได้ดีขึ้น (Zeikus, ๑๙๘๐) เช่นการใช้เชื้อแบคทีเรีย *Acetogenium kivui* เลี้ยงร่วมกันกับ *C. thermocellum* เพื่อผลิตกรดแอซีติก แต่พบว่า

ผลผลิตที่ได้น้อยมาก และค่าใช้จ่ายในการแยกผลิตภัณฑ์ออกมาก็ค่อนข้างยุ่งยากและเสียค่าใช้จ่ายสูง เมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการผลิตน้ำส้มสายชูทั่ว ๆ ไป (Weimer, ๑๙๙๑)

ปฏิกิริยาการเกิดน้ำส้มสายชู กระบวนการหมักเพื่อให้ได้กรดแอซีติกหรือน้ำส้มสายชูเป็นปฏิกิริยา ๒ ขั้นตอน คือ ขั้นแรกเป็นการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นเอทิลแอลกอฮอล์กับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายใต้สภาวะที่ไม่มีออกซิเจน โดยเชื้อยีสต์ที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติในวัตถุดิบที่ใช้ในการหมัก หรือจากการใส่เชื้อยีสต์ลงไปในกระบวนการหมัก (ปัญญา, ๒๕๓๐ ; Frazier and Westhoff, ๑๙๘๘) ดังสมการที่ ๑

ยีสต์

$C_6H_{12}O_6$ ----------> $2CO_2 + 2C_2H_5OH$ + พลังงาน สมการที่ ๑
น้ำตาล ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เอทิลแอลกอฮอล์

น้ำผลไม้

ขั้นตอนที่สองเป็นปฏิกิริยาการออกซิไดส์เอทิลแอลกอฮอล์ให้เป็นกรดแอซีติกหรือน้ำส้มสายชูโดยการทำงานของเชื้อแบคทีเรียภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน โดยสามารถเขียนเป็นสมการที่ ๒ ดังนี้

Acetobacter sp.

$C_2H_5OH + O_2$ ----------> $CH_3COOH + H_2O$ สมการที่ ๒
เอทิลแอลกอฮอล์ ออกซิเจน กรดแอซีติก น้ำ

ปฏิกิริยาการเปลี่ยนเอทิลแอลกอฮอล์เป็นกรดแอซีติกหรือน้ำส้มสายชูนั้นเป็นปฏิกิริยา ๒ ขั้นตอน โดยสรุปดังนี้

ขั้นตอนที่หนึ่งเป็นการเปลี่ยนเอทิลแอลกอฮอล์ให้เป็นแอซีตัลดีไฮด์ (acetaldehyde) โดยการทำงานของเอนไซม์แอลกอฮอล์ดีไฮโดรจีเนส (alcohol dehydrogenase) ดังสมการที่ ๓ ต่อไปนี้

alcohol

$CH_3CH_2OH + O$ ----------> $CH_3CHO + H_2O$ สมการที่ ๓
เอทานอล แอซีตัลดีไฮด์

ขั้นตอนที่สองเป็นการเปลี่ยนแอซีตัลดีไฮด์ให้เป็นกรดแอซีติกโดยปฏิกิริยาจะแบ่งได้เป็น ๒ ขั้นตอนคือ ขั้นแรกเป็นการเปลี่ยนแอซีตัลดีไฮด์ให้เป็นไฮเดรตแอซีตัลดีไฮด์ (hydrated acetaldehyde) ดังสมการที่ ๔

H

$CH_3CHO + H_2O$ ----------> CH_3-C OH สมการที่ ๔

OH

แอซีตัลดีไฮด์ ไฮเดรตแอซีตัลดีไฮด์

จากนั้นโปรตอน ๒ ตัวของไฮเดรตแอซีตัลดีไฮด์จะถูกกระตุ้นและส่งผ่านไปยังอะตอมของออกซิเจนโดยเอนไซม์แอซีตัลดีไฮด์ดีไฮโดรจีเนส ดังสมการที่ ๕

H acetaldehyde

CH_3-C OH + O_2 ----------> CH_3 COOH + H_2O สมการที่ ๕

OH dehydrogenase

ไฮเดรตแอซีตัลดีไฮด์ กรดแอซีติก

นอกจากนี้การเกิดกรดแอซีติกอาจเกิดขึ้นภายใต้สภาวะที่ไม่มีออกซิเจนโดย แอซีตัลดีไฮด์ ๒ โมเลกุลจะทำปฏิกิริยากัน โดยเรียกปฏิกิริยานี้ว่า Cannizaro dismutation reaction ทำให้ได้กรดแอซิติกและเอทานอลอย่างละ ๑ โมเลกุล (Ghose and Bhadra, ๑๙๘๕) ดังสมการที่ ๖ ต่อไปนี้

๒$CH_3CHO + H_2O$ ----------> $C_2H_5OH + CH_3COOH$ สมการที่ ๖

แอซีตัลดีไฮด์ เอทานอล กรดแอซีติก

เอทานอลที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยานี้จะกลับไปสู่ปฏิกิริยาที่หนึ่งใหม่ได้และเกิดเป็นกรดแอซิติกในที่สุด ในทางทฤษฎีพบว่าเอทานอล ๑ ลิตร สามารถเปลี่ยนเป็นกรดแอซิติกได้ ๑.๐๓๖ กิโลกรัม และน้ำ ๐.๓๑๓ กิโลกรัม (Adams, ๑๙๘๕) และในกระบวนการผลิตจะต้องมีออกซิเจนอยู่เพียงพอ หากออกซิเจนไม่เพียงพอและความเข้มข้นของกรดแอซีติกและเอทานอลสูงจะทำให้เซลล์ แบคทีเรียตายได้ ระดับความเข้มข้นของกรดแอซีติกและเอทานอลสูงสุดไม่ควรเกิน ๕ เปอร์เซ็นต์ ในกระบวนการหมัก ปัจจุบันสายเชื้อแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพ จะผลิตกรดแอซีติกได้สูงสุด ๑๓–๑๔ เปอร์เซ็นต์ (ดุษณี, ๒๕๔๖) น้ำส้มสายชูที่ผลิตได้ปกติจะมีลักษณะขุ่น จึงจำเป็นต้องทำให้ใสโดยการกรองหรือใช้สารทำให้ใส (fining agent) ในการกรองจะใช้ diatomaceus earth หรือ ultrafiltration ซึ่งการกรองจะช่วยกำจัดสารแขวนลอยต่าง ๆ เช่นแบคทีเรียและอื่น ๆ ส่วนการทำน้ำส้มสายชูให้ใสโดยใช้สารทำให้ใสจะใช้เบนโทไนต์ (bentomite) เป็นส่วนใหญ่ โดยจะใช้ในปริมาณ ๕๐๐–๓,๐๐๐ กรัม ต่อน้ำส้มสายชู ๑,๐๐๐ ลิตร ปริมาณที่ใช้มากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับความขุ่นของน้ำส้มสายชูที่ผลิตได้โดยจะใส่เบนโทไนต์ลงไปและตั้งทิ้งไว้เป็นเวลาหลายชั่วโมง จนกระทั่งน้ำส้มสายชูใสและสะดวกต่อการกรอง (อรพิน, ๒๕๒๖ ; Ebner, ๑๙๘๒ ; Ebner and Follmann, ๑๙๘๓) น้ำส้มสายชูที่ได้มีลักษณะใสขึ้น การเก็บน้ำส้มที่ได้ควรใส่ภาชนะปากแคบ เพื่อป้องกันไม่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำส้มลดลง เนื่องจากการ Oxidation (ดุษณี, ๒๕๔๖)กรดอินทรีย์ที่ใส่ในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นคอเลสเตอรอลต่ำเป็นส่วนสำคัญที่ป้องกัน การเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์โดยส่วนใหญ่จะใช้น้ำส้มสายชู

กลั่น น้ำส้มสายชูกลั่นเป็นกรดอินทรีย์ที่มีราคาถูกถ้ามีการเติมกรดน้ำส้ม (acetic acid) จะทำให้ ซาลโมเนลลา ที่ปนเปื้อนมามีความสามารถในการต้านทานความร้อนลดลง แต่จะมีข้อเสียคือทำให้คุณสมบัติในการเป็นอิมัลซิไฟเออร์ของ ๑๖ ไข่แดงเสียไปในระหว่างการฆ่าเชื้อ การใช้น้ำส้มสายชูควรมีการกำจัดโลหะหนักในน้ำส้มสายชู ออก เพราะจะเป็นตัวเร่งการออกซิไดซ์ (oxidised) ของน้ำมัน น้ำสลัดบางยี่ห้อใช้น้ำมะนาว เพื่อให้กลิ่นรสมะนาว หรือบางส่วนเพื่อเหตุผลในการโฆษณา น้ำส้มสายชูไซเดอร์ (cider vineger) น้ำส้มสายชูมอลต์ (malt vinegar) และน้ำส้มสายชูไวน์ มีราคาแพงกว่าน้ำส้มสายชูกลั่นแต่ให้กลิ่นรสที่ดีขึ้น โดยทั่วไปน้ำส้มสายชูเหล่านี้จะมีสีคล้ำ เมื่อทำเป็นผลิตภัณฑ์ก็จะมีสีคล้ำด้วย อาจจะแก้ไขได้โดยใช้ถ่านกรองเพื่อฟอกสี แต่ก็จะทำให้กลิ่นที่ดีถูกดูดไปด้วย (มะลิ, ๒๕๓๔)

๑.๒.๓ น้ำมัน (Oil) น้ำมันและไขมันเป็นอาหารที่ให้พลังงานสูงมาก จึงเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ ไขมัน ๑ กรัม ให้พลังงาน ๙ แคลอรี ไขมันและน้ำมันส่วนใหญ่มีสารอาหารชนิดอื่นและสารอื่นปนอยู่น้อยมาก (อรวินท์ และประชา, ๒๕๒๒) น้ำมันมีกรดไขมันเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ๒ ชนิด คือ กรดไขมันที่อิ่มตัวและกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว แต่กรดไขมันที่มีความสำคัญทางโภชนาการคือ กรดไขมันไม่อิ่มตัว โดยสังเกตดูง่าย ๆ คือ กรดไขมันที่อิ่มตัวจะมีลักษณะเป็นมันแข็ง (FAT) เช่นไขมันที่ได้จากสัตว์ น้ำมันหมู ส่วนกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวจะมีลักษณะเป็นน้ำมัน (Oil) คือ น้ำมันพืชทุกชนิด น้ำมันที่ใช้ควรเป็นน้ำมันสลัด น้ำมันสลัดก็คือน้ำมันที่ใช้ประกอบอาหารนั่นเอง ซึ่งอาจทำจากน้ำมันเมล็ดฝ้าย น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันดอกคำฝอย น้ำมันข้าวโพด น้ำมันเมล็ดทานตะวัน น้ำมันโอลีฟหรือน้ำมันที่ผ่านกรรมวิธีการกำจัดกลิ่นมาแล้วหรือไม่ก็ได้และเป็นน้ำมันที่ไม่แข็งตัวที่อุณหภูมิ ๔–๑๐ องศาเซลเซียส น้ำมันพวกนี้จะไม่ค่อยตกผลึกที่อุณหภูมิต่ำจึงไม่เกิดปัญหาการแตกตัวของน้ำสลัดเมื่อเก็บไว้ในตู้เย็น ในขณะที่น้ำมันที่ใช้ประกอบอาหารอาจแข็งตัวก็ได้ เนื่องจากน้ำสลัดเป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ เม็ดน้ำมันจะกระจัดกระจายอยู่ในสารละลายที่ประกอบด้วยน้ำ น้ำตาล น้ำส้มสายชู ฯลฯ

Woolhn (๑๙๖๙) กล่าวว่า น้ำมันที่ใช้ในการทำน้ำสลัดควรผ่านกระบวนการ winterization ซึ่งเป็นกระบวนการแยกไตรกลีเซอร์ไรด์ที่หลอมเหลวที่อุณหภูมิสูงออกจากน้ำมันที่แช่เย็น ทำให้น้ำมันที่ได้ใสเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิตู้เย็น ทำให้อิมัลชันไม่เสียสภาพเมื่อเก็บไว้ในตู้เย็น น้ำมันเป็นปัจจัยที่สำคัญอันหนึ่งที่ทำให้น้ำสลัดข้นหนืด และยังช่วยให้มีความรู้สึกในปากลื่นขึ้นและดีขึ้นการเติมสารที่เป็นกรดและเครื่องเทศ เพื่อช่วยกลบกลิ่นที่ไม่ดี แต่ถ้าน้ำมันเริ่มหืนแล้วสารที่เติมลงไปจะยิ่งช่วยเสริมให้กลิ่นผิดปกติมากยิ่งขึ้น (Thomas, ๑๙๗๕)สำหรับวิธีการทดสอบว่าน้ำมันสลัดชนิดใดเป็นน้ำมันสลัดหรือไม่นั้นอาจทำได้ง่ายกล่าวคือใส่น้ำมันลงในขวดที่มีความจุ ๔ ออนซ์ (๑๑๕ กรัม) ปิดฝาให้สนิท นำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ ๐ องศาเซลเซียส ถ้าน้ำมันชนิดนั้นยังคงใสหลังจากแช่ไว้ ๕.๕ ชั่วโมง น้ำมันชนิดนั้นเหมาะสำหรับทำน้ำมันสลัด แต่อย่างไรก็ดีน้ำมันหลายชนิดที่เกิดผลึกได้ช้าในระยะแรกและไม่มีลักษณะขุ่น แต่เมื่อตั้งทิ้งไว้นานจะแข็งตัวปัจจุบันน้ำมันที่นิยมนำมาใช้ทำน้ำมันสลัด คือ น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันเมล็ดทานตะวันเนื่องจากมีบทบาทลดระดับคอเลสเตอรอลในไลโปรตีนที่มีความหนาแน่นต่ำ (Low Density Lipoprotein Cholestrol : LDL-C) ในเลือด จากการศึกษาของ Hui (๑๙๙๖) พบว่า น้ำมันเมล็ดทานตะวัน มีปริมาณกรดไขมันไลโนเลอิกสูงกว่าน้ำมันถั่วเหลืองมาก ซึ่งกรดไขมันชนิดนี้สามารถช่วยได้ และน้ำมันแต่ละชนิดมีกรดไขมันจำเป็น (essential fatty acid)

คือ ไลโนเลอิก (linoleic) และไลโนเลนิก (linolenic) ที่ร่างกายสร้างไม่ได้จำเป็นต้องได้รับจากการบริโภค ในปริมาณต่าง ๆ กัน ดังตารางที่ ๒

ตารางที่ ๒ การเปรียบเทียบปริมาณกรดไขมัน ระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันเมล็ดทานตะวัน
กรดไขมัน

ชนิด	น้ำมันถั่วเหลือง	น้ำมันเมล็ดทานตะวัน
ปาล์มมิติก	๑๑.๐	๗.๐
สเตียริก	๔.๐	๕.๐
โอเลอิก	๒๔.๐	๑๙.๐
ไลโนเลอิก	๕๔.๐	๖๙.๐
ไลโนเลนิก	๗.๐	๐.๐

ที่มา : Hui (๑๙๙๖)

๑.๒.๔ มัสตาร์ด (Mustard) มัสตาร์ดมีคุณสมบัติที่จะช่วยให้ไขมันรวมตัวกับน้ำได้ดีขึ้น โดยเฉพาะตำรับที่ใช้ไข่น้อยมัสตาร์ดจะช่วยได้มาก แต่สำหรับตำรับที่ใช้ไข่มากความสำคัญของมัสตาร์ดจะน้อยลง แต่อย่างไรก็ดี มัสตาร์ดก็ให้กลิ่นแรงมากเมื่อสัมผัสน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากมีน้ำมัน allyl isothiocyanate เกิดขึ้นโดยการทำงานของเอนไซม์ glucosidase การเก็บไว้นานจะทำให้กลิ่นลดลง การทำลายเอนไซม์โดยนำมัสตาร์ดไปแช่น้ำส้มสายชูก่อนนำไปใช้จะช่วยให้รักษากลิ่นไว้ได้นานขึ้น นอกจากจะใช้มัสตาร์ดโดยตรงแล้วอาจใช้น้ำมัน allyl isothiocyanate แทนก็ได้ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีกลิ่นมัสตาร์ดแรง และไม่มีจุดดำเกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ สามารถเก็บผลิตภัณฑ์ ได้อย่างน้อย ๓ เดือนโดยไม่ทำให้กลิ่นเสียไปนอกจากส่วนผสมที่ได้กล่าวมาแล้ว ก็มีการใส่เกลือและน้ำตาลลงไปในมายองเนสด้วย แต่ปริมาณไม่มากนัก ทั้งนี้เนื่องจากมีน้ำอยู่ในมายองเนสเพียงร้อยละ ๒๐ เท่านั้น การใส่เกลือและน้ำตาลเพียงเล็กน้อยก็จะทำให้ความเข้มข้นของสารละลายสูงมากและช่วยลดค่า aw ในมายองเนส ให้มีค่าประมาณ ๐.๙๒ เพราะสารทั้งสองนี้ละลายในน้ำเท่านั้น ส่วนเครื่องเทศอื่นๆ ที่ใช้กันคือ กระเทียมผงหอมผง และอบเชยผง (ณรงค์ และ อัญชนีย์, ๒๕๒๘)

๑.๒.๕ นมข้น (Condensd milk) นมข้นหมายถึงนมสดที่ระเหยเอาน้ำบางส่วนออกและอาจทำให้หวานโดยเติมน้ำตาลนมข้นมี ๒ ชนิด ได้แก่

๑.๒.๕.๑ นมข้นไม่หวาน (Unsweeten condensed milk) หรือเรียกว่านมข้นจืด หรือนมระเหยน้ำได้จากการทำให้น้ำระเหยออกจากน้ำนมประมาณร้อยละ ๖๐ ทำให้น้ำนมข้นขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีไขมันนมไม่น้อยกว่าร้อยละ ๗.๕ ธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑๗.๕ และวิตามินดีไม่เกินร้อยละ ๐.๑

๑.๒.๕.๒ นมข้นหวาน (sweeten condensed milk) ได้จากการระเหยน้ำบางส่วนออกจากน้ำนม และทำให้มีรสหวานโดยการเติมน้ำตาล นมข้นหวานมีไขมันเนยไม่น้อยกว่าร้อยละ ๘ และธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยไม่น้อยกว่าร้อยละ ๒๐ ปริมาณน้ำตาลประมาณ ร้อยละ ๔๕-๕๐(อบเชย, ๒๕๔๔)

๑.๒.๖ เกลือ เกลือที่ใช้ในการปรุงอาหารนั้นเป็นเกลือป่นละเอียดที่ใช้ประกอบอาหารทั่วไป ประกอบด้วยโซเดียมคลอโรด์ร้อยละ ๙๙ ส่วนที่เหลือเป็นความชื้น คลอไรด์ และซัลเฟตอื่นๆ (จิตธนา และอรอนงค์, ๒๕๔๙) ซึ่งเกลือมีหน้าที่

๑.๒.๖.๑ ทำให้อาหารมีรสดี

๑.๒.๖.๒ เน้นกลิ่นรสของส่วนผสมอื่น ๆ ความหวานของน้ำตาลจะเด่นชัดขึ้นด้วยรสเค็มของเกลือ

๑.๒.๖.๓ ขจัดความไม่มีรสชาติออกไปในการทำผลิตภัณฑ์ เกลือที่ใส่ลงไปในสูตรจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติดีขึ้น เกลือจะช่วยเน้นรสชาติของส่วนผสมอื่นให้เด่นขึ้น

๑.๒.๗ พริกไทย เป็นพืชสมุนไพรที่ให้รสชาติเผ็ดร้อน มีกลิ่นหอมพริกไทยยังมีประโยชน์ต่อร่างกายเพราะช่วยเพิ่มสารอาหาร และวิตามินอยู่หลายชนิด แสดงดังตารางที่ ๓ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก วิตามินเอ วิตามินบี ๑ และวิตามินบี ๒ รวมอยู่ด้วยประโยชน์ทางด้านอาหาร เป็นเครื่องปรุงในน้ำพริกแกง ใช้เติมในอาหารคาวประเภทต่างๆ และยังใช้เป็นส่วนประกอบของน้ำสลัดน้ำข้น และน้ำสลัดน้ำใส (อบเชย และขนิษฐา, ๒๕๔๗)

ชื่อพฤกษศาสตร์ : *Piper nigrum* Linn

ชื่ออังกฤษ : Pepper , White pepper , Black pepper , Pepper Corn

สรรพคุณของพริกไทย :

ใบ	-	แก้ลมจุกเสียดแน่น แก้ปวดมวนท้อง
ดอก	-	รสร้อน แก้ตาแดงเนื่องจากความดันโลหิตสูง
เมล็ด	-	แก้เผ็ดร้อน แก้ลมอัมพฤกษ์ แก้ลมลั่นในท้องอืดท้องเฟ้อ แก้เสมหะ
ราก	-	รสร้อน ขับลมในลำไส้ แก้ปวดท้อง แก้ลมวิงเวียน

ตารางที่ ๓ แสดงคุณค่าทางโภชนาการในส่วนที่กินได้ของพริกไทย ๑๐๐ กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณ
พลังงาน	๓๘๐.๐ แคลอรี่
โปรตีน	๑๑.๓ กรัม
ไขมัน	๖.๖ กรัม
คาร์โบไฮเดรต	๖๘.๘ กรัม
เส้นใย	๓.๘ กรัม
แคลเซียม	๑๖๔.๐ มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	๑๖๔.๐ มิลลิกรัม
เหล็ก	๓.๒ มิลลิกรัม
วิตามินบี๑	๐.๐๗ มิลลิกรัม
วิตามินบี๒	๐.๐๗ มิลลิกรัม
ไนอะซีน	๐.๒ มิลลิกรัม

ที่มา : กองโภชนาการ, ๒๕๔๔

๑.๒.๘ ไข่ไก่

๑.๒.๘.๑ โครงสร้าง ไข่ที่ออกใหม่ๆ เปลือกไข่จะค่อนข้างโปร่งแสง แล้วค่อย ๆ ขุ่นทึบแสงเปลือกไข่เป็นพวกหินปูน หรือผลึกของแคลเซียมคาร์บอเนตจับอยู่ในเส้นใยของโปรตีนมีลักษณะแข็งเรียบที่เปลือกไข่จะมีรู มีลักษณะเป็นรูเล็กๆ ซึ่งจะทำให้ความชื้น และก๊าซหรืออากาศรอบ ๆ ผ่านเข้าออกได้ ลักษณะอย่างนี้มีประโยชน์ในการเจริญเติบโตของตัวอ่อนในไข่ แต่ทำให้ไข่ที่เก็บไว้เสียง่าย ภายนอกเปลือกไข่มีเยื่อบางๆ เรียก นวล(cuticle) ซึ่งจะป้องกันไม่ให้น้ำระเหยจากภายในมากเกินไป ทั้งยังป้องกันการติดเชื้อของไข่ด้วย ไข่ที่ใหม่อาจมีนวลไข่ปิดรูเปลือกอยู่ช่วยป้องกันการระเหยของน้ำในไข่และป้องกันจุลินทรีย์จากภายนอกเข้าไปทำลายไข่ สีของเปลือกไข่ก็อาจเป็นสีขาวจนถึงออกสีน้ำตาลย่อมขึ้นกับพันธุ์ไก่ ซึ่งไม่เกี่ยวกับสีของไข่แดงหรือไม่เกี่ยวกับคุณค่าทางโภชนาการ หรือคุณภาพของไข่ ระหว่างเปลือกไข่กับไข่ขาวมีเยื่อ ๒ ชั้น ซึ่งจะแยกจากกันเมื่อไข่ที่ออกมานั้นเย็นลง เยื่อข้างในจะหดตัวทำให้เกิดช่องอากาศ(air cell) ที่ปลายไข่ด้านป้านระหว่างเยื่อทั้งสอง ปรากฏว่าเมื่อเก็บไข่ไว้นาน ช่องอากาศจะยิ่งขยายโตขึ้น ในไข่ใหม่แทบจะไม่พบช่องอากาศอยู่เลย ไข่สดมีทั้งไข่ขาวข้น และไข่ขาวใส หรือที่เรียกว่า ไข่น้ำค้าง ไข่ขาวใสนี้จะมีอยู่ ๒ แห่ง ด้วยกันคือที่อยู่รอบไข่แดงและอยู่ส่วนของไข่ด้านป้าน ไข่ขาวที่เหลือเป็นชนิดข้น ไข่ถ้าสดจะมีไข่ขาวไม่ข้นมากและจะทำหน้าที่ยึดไข่แดงไว้ตรงกลางฟองไข่เมื่อตอกออก ไข่ใส่จานไข่ขาวที่ได้จะมีลักษณะตั้งนูน เมื่อนำไปทำไข่ดาวในน้ำมันหรือในน้ำหรือนำไปต้มแข็งก็จะให้ลักษณะดีน่ารับประทานกว่าไข่ที่มีปริมาณไข่ขาวใสมาก ไข่ขาวจะข้นมากหรือน้อยย่อมแตกต่างกันไปในไก่แต่ละตัว ไข่จากแม่ไก่อ่อนมักมีปริมาณไข่ขาวข้นมากกว่าที่ได้จากแม่ไก่แก่ รอบไข่แดงจะมีเยื่อหุ้ม (vityelline membrane) และมีสายยึดไข่แดง ไว้ตรงกลางของไข่ ไข่ที่เก็บไว้นานไข่ขาวจะมีลักษณะเหลวลงจึงไม่สามารถประคอง

ไข่ให้อยู่กลางฟองได้ดีเหมือนไข่สด ไข่แดงจึงลอยเคลื่อนไปมาได้ ไข่ไม่ว่าจะได้ผสมเชื้อหรือไม่ก็ตาม จะมีจุดกำเนิด(germ) อยู่ที่ไข่แดง จุดกำเนิดนี้มีสีอ่อนๆ สีของไข่แดงนั้นย่อมขึ้นกับอาหารที่ไก่ได้รับ ถ้าอาหารไก่มีสารสีเหลือง(carotenoids)สูง สารนี้จะไปตกตะกอนอยู่ในไข่แดงจึงทำให้ไข่แดงของไก่นั้นมีสีเหลืองเข้ม(อบเชย และขนิษฐา, ๒๕๔๔)

๑.๒.๘.๒ ส่วนประกอบทางเคมี ที่สำคัญของไข่ ได้แก่ น้ำ โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต ซึ่งมีปริมาณสัดส่วนแตกต่างกันในไข่ขาว และไข่แดง โปรตีน และไขมันส่วนใหญ่จะอยู่ในไข่แดงในไข่ขาวจะมีไขมันอยู่น้อยมาก น้ำส่วนใหญ่จะอยู่ในไข่ขาวส่วนคาร์โบไฮเดรตจะมีน้อยทั้งในไข่ขาวและไข่แดง โปรตีนที่สำคัญในไข่แดง ได้แก่ ไวเทลลิน (vitellin) ฟอสไวติน (phosvitin) สำหรับโปรตีนที่สำคัญในไข่ขาวได้แก่ โอวอลบูมิน (ovalmin) โอโวโคนาลบูมิน (ovoconalbumin) ไขมันในไข่แดง ประกอบด้วย ไตรกลีเซอไรด์ ฟอสโฟไลปิด และไลโปโปรตีน ฟอสโฟไลปิดที่สำคัญในไข่แดง ได้แก่ เลซิทิน (lecithin) ซึ่งเป็นสารที่มีความสำคัญที่ทำให้ไข่มีคุณสมบัติในการทำให้เกิดอิมัลชัน (emulsion) ได้ไขมันที่สำคัญอีกตัวหนึ่งคือ โคเลสเตอรอลพบในไข่แดง ถ้าบริโภคมากเกินไปเกิดผลเสียต่อร่างกายได้ รงควัตถุในไข่แดงนั้นเนื่องมาจาก แคโรทีนอยด์ (carotenoid) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแซนโธฟิล (xanthophyll) ได้มาจากอาหารที่สัตว์กิน ไก่ที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างกัน สีของไข่แดงจะต่างกันด้วย เกลือแร่ที่สำคัญได้แก่ กำมะถัน ฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียม และเหล็ก

๒. ผลิตภัณฑ์เต้าหู้จากถั่วเหลือง

๒.๑ ประวัติความเป็นมา

ถั่วเหลืองเป็นจัดว่าเป็นอาหารหลัก และเป็นที่นิยมบริโภคในกลุ่มประเทศทางตะวันออก และตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปเอเชีย ซึ่งปัจจุบันกลุ่มประเทศทางตะวันตกได้หันมาให้ความสนใจในการบริโภคถั่วเหลืองมากขึ้น เนื่องจากถั่วเหลืองเป็นแหล่งของโปรตีนที่มีราคาถูก มีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงเนื้อสัตว์ และพบว่าในถั่วเหลืองมีสารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายในการช่วยป้องกันโรคหัวใจ โรคกระดูกพรุน และมะเร็งบางชนิด โดยปัจจุบันได้มีการรณรงค์ให้มีการบริโภคถั่วเหลืองกันมากขึ้น เนื่องจากในปี ๑๙๙๘ FDA (Food and Drug Administration) ได้อนุญาตให้มีการอ้างประโยชน์ของการบริโภคโปรตีนจากถั่วเหลืองในการช่วยป้องกันการเกิดโรคหัวใจ เนื่องจากมีไอโซฟลาโวนส์ที่มีคุณสมเป็นแอนติออกซิแดนท์ช่วยป้องกันการอุดตันของหลอดเลือดได้ (Federal Register, ๑๙๙๘) และช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งปากมดลูก มะเร็งเต้านม มะเร็งต่อมลูกหมาก และมะเร็งลำไส้ได้(Uzzan, ๒๐๐๔) โดยเฉลี่ยคนปกติบริโภคถั่วเหลืองเพียงวันละ ๑๕๐ กรัม ก็เพียงพอต่อความต้องการโปรตีนของร่างกาย(วรลักษณ์ และยุพร, ๒๕๔๕) นอกจากนี้ถั่วเหลืองยังประกอบไปด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวในปริมาณที่สูงถึง ๘๕ % และมีกรดไขมันที่ดี และมีประโยชน์ต่อการบริโภค ได้แก่ ไลโนเลอิก และไลโนเลนิก ในปริมาณสูงถึงร้อยละ ๓๐ – ๔๐ ดังนั้นการแปรรูปถั่วเหลืองเป็นผลิตภัณฑ์จึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจ เพื่อตอบสนองความต้องการรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพของผู้บริโภคในยุคปัจจุบัน

การแปรรูปถั่วเหลืองให้ได้ผลิตภัณฑ์อาหารที่หลากหลายขึ้น และเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองที่จำหน่ายในท้องตลาดแบ่งได้เป็นกลุ่มใหญ่ดังนี้ น้ำมันถั่วเหลือง ถั่วเหลืองเป็นพืชน้ำมันที่สำคัญในหลายประเทศอาหารที่ทำจากถั่วเหลือง ประเทศในแถบเอเชีย เช่น ไทย จีน

ญี่ปุ่น และประเทศอื่นในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แบ่งได้เป็น ๒ ประเภท ได้แก่ ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองที่ไม่ผ่านการหมักและผ่านการหมักก่อน ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองที่ไม่ผ่านการหมัก เช่น น้ำนมถั่วเหลือง เต้าหู้ ถั่วงอกที่เพาะจากถั่วเหลือง เป็นต้น ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักถั่วเหลือง เช่น ถั่วเน่า เทมเป้ ซอสถั่วเหลือง เต้าเจี้ยว เป็นต้นโปรตีนจากถั่วเหลือง หลังจากการสกัดน้ำมันถั่วเหลืองด้วยตัวทำละลายแล้ว ส่วนที่เหลือจะเป็นเนื้อถั่วทีอุดมด้วยโปรตีน สามารถแปรรูปเป็นอาหารหลายชนิด เช่น เนื้อเทียม(โปรตีนเกษตร) แป้ง เบเกอรี่ ทำโปรตีนเข้มข้น หรือผ่านกรรมวิธีเพื่อแยกเอาโปรตีนบริสุทธิ์ ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ได้จากการแปรรูปถั่วเหลือง ปัจจุบันได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ขึ้นเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในหลายๆ ประเทศ เพื่อเป็นการขยายตลาดและเพิ่มความนิยมในการบริโภคถั่วเหลือง ผลิตภัณฑ์ที่มีการพัฒนาขึ้นใหม่ เช่น ไอศกรีม โยเกิร์ตถั่วเหลือง เนยถั่วเหลือง เป็นต้นอาหารเสริมจากถั่วเหลือง เนื่องจากถั่วเหลืองมีสารเคมี ที่เป็นประโยชน์หลายชนิด เช่น เลซิทิน โอลิโกแซคคาไรด์ วิตามินอี สเตอรอล ไฟเตท เป็นต้น สามารถใช้ถั่วเหลืองเพื่อช่วยเพิ่มเยื่อใย และคุณค่าทางอาหาร

ในอุตสาหกรรมอาหารได้มีการนำโปรตีนจากถั่วเหลืองเข้ามาใช้เป็นส่วนผสมของอาหารมากขึ้นโดยเฉพาะอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เนื่องจากโปรตีนถั่วเหลืองสามารถช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัส และช่วยลดต้นทุนการในการผลิตได้ แต่โปรตีนจากถั่วเหลืองส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศ และมีวิธีการผลิตที่ยุ่งยาก วรลักษณ์ และยุพร (๒๕๔๕) ได้ทำการทดลองเตรียมผงเต้าหู้เพื่อใช้ทดแทนการนำเข้าของโปรตีนถั่วเหลืองจากต่างประเทศ โดยการตกตะกอนโปรตีนจากน้ำนมถั่วเหลืองแล้วนำตะกอนที่ได้มาทำการอบแห้ง พบว่า ผงเต้าหู้มีคุณสมบัติเป็นอิมัลชันที่มีความคงตัวที่สูง ไม่พบการแยกชั้นของน้ำมัน และสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้มากกว่า ๓ เดือน โดยไม่มีกลิ่นหืน และมีโปรตีนสูงกว่าเนื้อสัตว์ถึง ๒.๕ เท่า

เต้าหู้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ปราศจากโคเรสเตอรอล และเป็นอาหารที่มีพลังงานต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อสัตว์ โดยถ้าได้รับโปรตีนจากเต้าหู้ ๒๐ กรัมต่อวันแทนโปรตีนจากเนื้อสัตว์ก็เพียงพอในการช่วยลดระดับ คอเรสเตอรอลในกระแสเลือดได้ (Hideo and Kawassaki, ๑๙๙๐) แต่เต้าหู้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณน้ำสูง เกิดการเน่าเสียได้ง่ายจากจุลินทรีย์ จึงมีการปรับปรุง และพัฒนาผลิตผงเต้าหู้ เพื่อลดปัญหาการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ โดยการนำเต้าหู้มาลดความชื้นและบดให้ละเอียด ซึ่งสามารถนำโปรตีนถั่วเหลืองในรูปของเต้าหู้มาใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ได้ เนื่องจากกระบวนการผลิตเต้าหู้มีกระบวนการที่ไม่ยุ่งยาก ไม่ซับซ้อน ราคาถูก สามารถผลิตใช้ได้เองภายในประเทศ (วรลักษณ์ และยุพร ๒๕๔๕)

Xie and Hettiarachchy(๑๙๙๗) ศึกษาการใช้ส่วนผสมระหว่างโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร่วมกับแซนแทนกัม เปรียบเทียบกับโปไวน์ซีรัมอัลบูมิน พบว่า การละลายของไนโตรเจนมากขึ้นในอิมัลชันที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองเข้มขันร่วมกับแซนแทนกัม ส่งผลให้การเกิดอิมัลชันมีค่าสูงขึ้น

สุพรรณิการ์ และมลศิริ (๒๕๔๐) ทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูสูตรที่เติม SPI เปรียบเทียบกับการเติมผงเต้าหู้ พบว่า เมื่อเติมผงเต้าหู้ทดแทนเนื้อหมูร้อยละ ๑๕ ผู้ประเมินไม่สามารถบอกความแตกต่างของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูสูตรปกติได้ และเมื่อทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์โดยใช้ Preference test พบว่า คุณสมบัติด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่เติม SPI และผงเต้าหู้ไม่มีความแตกต่างกัน

Hua et al (๒๐๐๓) ศึกษาคุณสมบัติการเกิดเจลของของผสมระหว่างโปรตีนถั่วเหลืองกับกัม คาราจีแนน แซนแทนกัม โลคอสบีนกัม และโพรพิวลีนไกลคอลอัลจีเนต พบว่า ความแข็งแรงของเจลของผสมระหว่างโปรตีนถั่วเหลืองกับคาราจีแนนมีค่าแรงต้านขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของส่วนผสม แรงต้านของเจลจะเปลี่ยนแปลงตามความเข้มข้นของแซนแทนกัม ส่วนเจลของโปรตีนถั่วเหลืองกับโพรพิวไกคอลอัลจีเนต จะมีค่าความแข็งแรงของเจล และคงตัวสูงกว่ากัมชนิดอื่น ๆ เนื่องจากเกิดพันธะโควาเลนท์ระหว่างโพรพิวลีนไกคอลอัลจีเนตกับโปรตีนถั่วเหลือง

๒.๒ นิยาม

คือ ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองซึ่งให้คุณค่าทางโภชนาการสูงโดยเฉพาะโปรตีน ซึ่งให้โปรตีนมากกว่าเนื้อสัตว์บางชนิดถึง ๒ เท่าในปริมาณที่เท่ากันและมีราคาถูกอีกด้วย ถั่วเหลืองซึ่งนำมาผลิตเป็นเต้าหู้ยังมีเลซิทิน ซึ่งมีผลในการลดไขมันและช่วยสงเสริมการทำงานของระบบประสาทที่เกี่ยวกับความทรงจำ รวมทั้งฮอร์โมนจากพืชที่เรียกว่า ไฟโตเอสโทรเจน ที่มีการวิจัยพบว่ามีผลในการป้องกันมะเร็งและมีผลดีต่อผู้หญิงวัยทองคือช่วยชะลอภาวะหมดประจำเดือนและลดความเสี่ยงในการเป็นมะเร็งเต้านม

สรุปได้ว่า เต้าหู้เหมาะกับทุกคนในครอบครัวโดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ใหญ่วัย ๔๐ ปีขึ้นไปเพราะเต้าหู้จะช่วยให้ระบบการย่อยทำงานได้ดีขึ้น

๒.๓ ชนิดของเต้าหู้

๒.๓.๑ เต้าหู้ชนิดอ่อน

๒.๓.๑.๑ เต้าหู้ชนิดเหลืองนิ่ม วิธีการทำต่างจากเต้าหู้ขาวแข็งเพราะใช้แคลเซียมซัลเฟต (ผงยิปซัม หรือที่เรียกในภาษาจีนแต้จิ๋วว่า"เจียะกอ") ในการทำให้โปรตีนในน้ำนมถั่วเหลืองตกตะกอน ซึ่งเนื้อจะเนียนและไม่แข็งเท่าเต้าหู้ขาวแข็ง เมื่อตกตะกอนแล้วนำมาใส่ผ้าขาวบางห่อในบล็อกให้เป็นก้อนแล้วนำไปต้ม ใส่ขมิ้นให้ได้สีเหลือง คุณสมบัติเด่นของเต้าหู้เหลืองนิ่มคือ เมื่อนำไปทอดแล้วจะทำให้ได้เต้าหู้ที่กรอบนอกนุ่มใน เต้าหู้ชนิดนี้เหมาะที่จะนำไปผัดกับกุยช่ายขาว ทอดจิ้มน้ำจิ้มเปรี้ยวหวาน ทอดกินกับน้ำพริกกะปิหรือทอดจิ้มกับน้ำจิ้มซีฟู้ดก็ได้

๒.๓.๑.๒ เต้าหู้ชนิดขาวอ่อน ลักษณะอ่อนนุ่มกว่าเต้าหู้เหลืองนิ่ม กรรมวิธีการผลิตเหมือนกับเต้าหู้เหลืองนิ่มจะต่างกันเพียงเวลาในการทำน้อยกว่า เต้าหู้ชนิดนี้นิยมนำไปทำเป็นแกงจืด เต้าหู้นึ่ง หรือสเต็กเต้าหู้

๒.๓.๑.๓ เต้าหู้ชนิดห่อผ้า วิธีการทำเหมือนกับเต้าหู้ชนิดขาวอ่อน ต่างกันเพียงการบรรจุหีบห่อที่นำมาห่อผ้าแล้วมัดทำให้แข็งและคงรูปร่างได้ดีมากขึ้นเมื่อนำไปทำอาหาร ส่วนใหญ่จะนำไปทำเต้าหู้ทรงเครื่องหรือแกงจืด

๒.๓.๒ เต้าหู้ชนิดแข็ง

๒.๓.๒.๑ เต้าหู้ชนิดขาวแข็ง ทำจากน้ำเต้าหู้ผสมกับดีเกลือ (แมกนีเซียมซัลเฟต) ที่ช่วยทำให้เกิดการตกตะกอนเมื่อตกตะกอนแล้วจึงนำไปใส่ในผ้าขาวที่ปูอยู่ในบล็อก พอสะเด็ดน้ำแล้วจึงห่อให้เป็นก้อนแล้วทำให้สะเด็ดน้ำอีกครั้งก็จะได้เป็นเต้าหู้ขาวแข็ง

๒.๓.๒.๒ เต้าหู้ชนิดเหลืองแข็ง วิธีการทำนำเต้าหู้ขาวแข็งไปหมักในเกลือแล้วจึงนำไปต้ม พร้อมทั้งใส่ขมิ้นให้เป็นสีเหลืองเคลือบบริเวณผิวของเต้าหู้ทำให้เนื้อเต้าหู้ชนิดนี้แข็งและมีความยืดหยุ่นกว่าชนิดขาวแข็ง ส่วนใหญ่นำไปทำผัดไทย หมี่กะทิ ผัดถั่วงอก ผัดขลุกขลิกน้ำพริกเผา หรือนำไปผสมเป็นเครื่องก๋วยเตี๋ยวหลอด

๒.๓.๒.๓ เต้าหู้ชนิดทอด มีส่วนประกอบคล้ายกับเต้าหู้ขาวแข็งแต่มีสัดส่วนและเทคนิคที่แตกต่างกัน เนื้อสัมผัสที่ได้จากเต้าหู้ชนิดนี้มีความอ่อนนุ่มกว่าเต้าหู้ขาวแข็ง เมื่อนำไปทอดแล้วจะพองตัวมากกว่าและภายในจะมีเนื้อเต้าหู้อยู่ไม่พองหรือกลวง โดยมากจะใส่ในอาหารประเภทต้ม (พะโล้ ต้มผัดจับฉ่าย แกงต่างๆ และลูกชิ้นแคะ)

๒.๓.๒.๔ เต้าหู้ชนิดซีอิ๊วดำ วิธีทำนำเต้าหู้ชนิดเหลืองแข็งไปเคี่ยวกับซีอิ๊วดำและเครื่องเทศสมุนไพรต่างๆ เพื่อให้เกิดกลิ่นหอมและรสชาติที่แตกต่างโดยใส่น้ำตาลทรายแดงทำให้มีรสชาติที่กลมกล่อมสามารถเก็บไว้ได้นานกว่าเต้าหู้ชนิดอื่นๆ เพราะมีความชื้นน้อย ถ้าเก็บใส่ช่องฟรีซจะเก็บไว้ได้นานหลายเดือน นิยมนำไปยำกับเกี้ยมไฉ่ ผัดกับดอกกุยช่าย ใส่ในอาหารเจแทนเนื้อหมูในพะโล้เจหรือทานเป็นอาหารว่างก็ได้

๒.๓.๓ เต้าหู้หลอด เป็นเต้าหู้เนื้อนิ่มมีสองชนิดคือ ชนิดที่ทำมาจากถั่วเหลืองล้วนและชนิดที่ผสมไข่ไก่ (เรียกว่าเต้าหู้ไข่) นิยมนำมาใส่ในแกงจืด สุกียากี้ ทำเต้าหู้อบ เต้าหู้ตุ๋นหรือนำมาคลุกกับแป้งข้าวโพดแล้วทอด

๒.๓.๔ เต้าหู้พวง เป็นเต้าหู้หั่นเป็นชิ้นแล้วทอด ร้อยเชือกขายเป็นพวงใช้ใส่ในก๋วยเตี๋ยวเย็นตาโฟและพะโล้

๒.๓.๕ เต้าหู้โมเมน เป็นการผลิตแบบญี่ปุ่น เต้าหู้ชนิดนี้เนื้อค่อนข้างแข็งแน่น นำไปปรุงเป็นอาหารได้เหมือนเต้าหู้ขาวแข็ง

๒.๓.๖ เต้าหู้คินุ เป็นการผลิตแบบญี่ปุ่นเช่นกัน เนื้อเหมือนเต้าหู้ขาวอ่อนสามารถนำไปประกอบอาหารได้เช่นเดียวกับเต้าหู้ขาวอ่อน

๓. อิมัลชัน

๓.๑ นิยาม

อิมัลชัน (Emulsion) หมายถึง ระบบที่ประกอบด้วยอนุภาคของเหลวชนิดหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า วัฏภาคภายใน หรือวัฏภาคที่กระจายตัว (Internal phase, Disperse phase) เป็นหยอดอนุภาคกระจายตัวอยู่ในของเหลวอีกชนิดหนึ่งเรียกว่า วัฏภาคภายนอก (External phase) หรือวัฏภาคต่อเนื่อง (Continuous phase) ซึ่งของเหลวสองชนิดที่ผสมกันอยู่ในลักษณะที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกันเพียงแต่ไม่ได้แยกจากกันอย่างชัดเจน เช่น น้ำและน้ำมัน (อัมพวัน, ๒๕๕๑)

๓.๒ **ชนิดของอิมัลชัน**

สามารถแบ่งชนิดของอิมัลชันตามชนิดของของเหลวที่เป็นวัฏภาคภายในและวัฏภาคภายนอกได้เป็น

๓.๒.๑ อิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมัน (W/O emulsion) คือ อิมัลชันอนุภาคของน้ำเป็นวัฏภาคภายใน

๓.๒.๒ อิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (O/W emulsion) คือ อิมัลชันที่มีอนุภาคของน้ำมันเป็นวัฏภาคภายใน

วิธีทดสอบว่าอาหารเป็นอิมัลชันน้ำมันในน้ำหรืออิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมัน แสดงในตารางที่ ๔

ตารางที่ ๔ การทดสอบความแตกต่างระหว่าง อิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำหรืออิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมัน

Oil-in-water emulsion	Water-in-oil emulsion
Can be diluted by the addition of water	Can be diluted by the addition of oil
Has a reasonably high electrical conductivity	Has a low electrical conductivity
Will take up water-soluble dyes	Will take up oil-soluble dyes

ที่มา: Lewis (๑๙๘๗)

๓.๓ กลไกการเกิดอิมัลชัน

๓.๓.๑ การใช้พลังงาน การใช้พลังงานกลเป็นการลดขนาดอนุภาค เพื่อนทำให้แรงตึงผิวลดลงโดยใช้แรงกลจากเครื่องโฮโมจิไนซ์ (homogenizer) เครื่องผสม (mixer) และ เครื่องบดคอลลอยด์ (colloid mill) การลดขนาดอนุภาคทำให้วัฏภาคภายในแตกกระจายเป็นหยดเล็กๆ และช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างของเหลว ๒ ชนิด ตัวอย่างเช่นการแปรรูปน้ำกะทิ น้ำกะทิผ่านเครื่องโฮโมจิไนซ์แบบสองขั้นตอน (two-stage homogenizer) ที่ความดัน ๒๕/๓ MPa เพื่อทำให้อนุภาคไขมันในน้ำกะทิมีขนาดเล็กลง ดังแสดงในตารางที่ ๕ และสามารถกระจายตัวอยู่ในน้ำได้ดีขึ้น ทำให้อิมัลชันคงตัว

ตารางที่ ๕ ขนาดอนุภาคไขมันในน้ำกะทิเมื่อผ่านเครื่องโฮโมจิไนซ์ในแต่ละรอบ

No. of passes	Volume weighted mean diameter (mm)
๐	๑๐.๓๕=๐.๐๖
๑	๓.๑๕=๐.๐๙
๒	๒.๙๒=๐.๐๕
๓	๒.๗๕=๐.๐๘

๓.๓.๒ การใช้สารอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) สารอิมัลซิไฟเออร์ทำให้หยดเล็กๆที่กระจายตัวอยู่นั้นคงตัวอยู่ได้ อิมัลชัซิไฟเออร์จะทำหน้าที่ให้วัฏภาคภายในและภายนอกผสมเป็นเนื้อเดียวกัน โดยจะต้องเป็นสารที่ถูกดูดซับได้ที่ผิวสัมผัสระหว่างของเหลว ๒ ชนิด และเกิดฟิล์มที่แข็งแรงหุ้มรอบหยดอนุภาค การเติมสารอิมัลซไฟเออร์ช่วยลดแรงตึงผิวเพื่อให้ของเหลว ๒ ชนิดผสมกันได้ดีขึ้น ทั้งนี้ชนิดของสารอิมัลซไฟเออร์ต้องเป็นสารเคมีที่ได้ผ่านการับรองว่าปลอดภัย (Generally Recognized As Safe, GRAS) และปริมาณของสารอิมัลซไฟเออร์ที่เติมก็ต้องเป็นไปตามที่กำหนดในมาตรฐานอาหาร

Tansakul และChaisawang(๒๐๐๖)เติม ๐.๖% Montanox ๖๐ (Polyox yethylene (๒๐) sorbitan monostearate) ซึ่งเป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ชนิดหนึ่งในน้ำกะทิ ก่อนที่น้ำกะทิผ่านเครื่องโฮโมจิไนซ์แบบสองขั้นตอนที่คาดหวัง ๒๕/๓ MPa เพื่อให้น้ำกะทิมีความเป็นเนื้อเดียวกันและคงตัว

การเลือกใช้สารอิมัลซไฟเออร์เพื่อให้เหมาะสมกับอิมัลชันแต่ละชนิดอาจพิจารณาจากค่า HLB (Hydrophile-Lypophile Balance) ดังแสดงในสูตรที่ ๑ และตารางที่ ๖ และ ๗

$$HLB = \frac{\text{weight percentage of hydrophilic groups}}{\text{weight percentage of hydrophilic groups}} \qquad \text{สูตรที่ ๑}$$

ค่า HLB เป็นค่าที่บอกถึงความสามารถในการละลายน้ำและน้ำมัน สารที่มีค่า HLB สูง แสดงว่ามีสัดส่วนของส่วนที่ชอบน้ำสูง

ตารางที่ ๖ การเลือกใช้สารลดแรงตึงผิวจาก HLB number

ค่า HLB	การนำไปใช้
๐-๓	สารกันการเกิดฟอง (antifoaming agent)
๓-๖	อิมัลซิไฟเออร์ชนิด W/O
๗-๙	สารทำให้เปียก (Wetting agent)
๘-๑๘	อิมัลซิไฟเออร์ชนิด O/W
๑๓-๑๕	สารนำความสะอาด (Detergent)
๑๕-๑๘	สารทำละลาย (Solubilizer)

ที่มา: Becher (๒๐๐๑) และ Whitenurst (๒๐๐๔)

ตารางที่ ๗ HLB number ของ emulsifiers ที่นิยมใช้ในอาหาร

ชื่อทางการค้า	ชื่อทางวิทยาศาสตร์	HLB
Tween ๖๐	Polyoxethylene (๒๐) sorbitan monostearate	๑๔.๙
Tween ๘๐	Polyoxethylene (๒๐) sorbitan monooleate	๑๕
Tween ๘๑	Polyoxethylene (๕) sorbitan monooleate	๑๐
Span ๒๐	Sorbital monolaurate	๘.๖
Span ๔๐	Sorbitan monopalmitate	๖.๗
Span ๖๐	Sorbitan monostearate	๔.๗
Span ๘๐	Soritan monooleate	๔.๓

ที่มา: ดัดแปลงจาก Becher (๒๐๐๑)

๓.๓.๓ ความไม่คงตัวทางกายภาพของอิมัลชัน มักเกิดจากการรวมตัวกันของวัฏภาคภายในแล้วแยกออกวัฏภาคภายนอก โดยจะขึ้นอยู่กับส่วนประกอบและโครงสร้างของอิมัลชัน รวมทั้งสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ สภาวะการเก็บ ความไม่คงตัวทางกายภาพของอิมัลชันมีหลายประเภท

๓.๓.๔ การจับกลุ่ม (Flocculation) หยดอนุภาคในอิมัลชันจะมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา ซึ่งอาจเนื่องมาจากพลังงานความร้อน แรงโน้มถ่วง หรือแรงที่ให้ เช่น ซึ่งการเคลื่อนที่นี้ทำให้อนุภาคเกิดการชนกันแล้วอาจรวมกันเป็นกลุ่มหรืออาจแยกจากกันก็ได้ ทั้งนี้การจับกลุ่ม (flocculation) คือ การที่อนุภาค ๒ อนุภาคขึ้นไปรวมกลุ่มกันเกาะกันด้วยแรงอ่อนๆ โดยไม่ได้รวมตัวเป็นอนุภาคเดียวกัน การจับกลุ่ม (flocculation) เป็นคงไม่คงตัวแบบไม่ถาวรแต่รุนแรงกว่าการแยกชั้นเนื่องจากแรงโน้มถ่วง อาจเกิดก่อน หลัง หรือระหว่างการแยกชั้นจากแรงโน้มถ่วงก็ได้ การจับกลุ่ม (flocculation) จะเร่งให้เกิดการแยกชั้นเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกในอิมัลชันที่เจอจางเกิดเร็วขึ้น แลยังทำให้อิมัลชันมีความหนืดมากขึ้นจนกลายเป็นเจลได้

๓.๓.๕ การรวมกัน (Coalescense) คือการที่หยดอนุภาค ๒ อนุภาคขึ้นไปหลอมรวมตัวเป็นอนุภาคเดียวกันที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เนื่องจากฟิล์มที่ห่อหุ้มวัฏภาคภายในถูกทำลายลง เป็นความไม่คงตัวชนิดถาวร ซึ่งจะทำให้เกิดครีม (creaming) และการตกตะกอน (sedimentation) เร็วขึ้น และยังอาจทำให้เกิดการแยกชั้นของน้ำมัน (oiling off) นั้นคือส่วนของน้ำมันแยกเป็นชั้นบนสำหรับอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ หรือส่วนของน้ำแยกอยู่ชั้นล่างสำหรับอิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมัน

๔. เลซิทิน

๔.๑ นิยาม

เลซิทิน คือ ฟอสฟาติดิลคอลีน ซึ่งเป็นฟอสโฟลิพิดชนิดหนึ่งในโมเลกุลของเลซิทินประกอบด้วย กลีเซอรอล กรดไขมัน กรดฟอสฟอริก และคอลีน เลซิทินที่ผลิตจำหน่ายทางการค้าไม่ใช่เลซิทินบริสุทธิ์ จะมีน้ำมัน และฟอสโฟลิพิดชนิดอื่นๆ ผสมอยู่ด้วย (นิธิยา, ๒๕๔๘) เลซิทินธรรมชาติที่สกัดได้จากถั่วเหลืองมีส่วนประกอบโดยปริมาณดังนี้

น้ำมันถั่วเหลือง	๓๕	เปอร์เซ็นต์
ฟอสฟาติดิลคอลีน	๑๖	เปอร์เซ็นต์
ฟอสฟาติดิลเอทานอลามีน	๑๔	เปอร์เซ็นต์
ฟอสฟาติดิลอิโนซิทอล	๑๐	เปอร์เซ็นต์
ไฟโตไกลโคลิพิด	๗	เปอร์เซ็นต์
คาร์โบไฮเดรต และสารอื่นๆ	๗	เปอร์เซ็นต์
ความชื้น	๑	เปอร์เซ็นต์

เลซิทินที่ผลิตจำหน่ายทางการค้านี้ จะนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารและใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ยาและเครื่องสำอาง

ฟอสโฟลิพิดหรือฟอสฟาไตด์ชนิดที่พบมากที่สุดในเลซิทินธรรมชาติ คือฟอสฟาติดิลคอลีน ฟอสฟาติดิลเอทานอลามีน และฟอสฟาติดิลอิโนซิทอล ฟอสฟาไตด์มีหน้าที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์เมมเบรนของสิ่งที่มีชีวิตทุกชนิด

๔.๒ กรรมวิธีการผลิตเลซิทินในอุตสาหกรรม

ในอดีตได้มีการสกัดแยกเลซิทินออกมาจากไข่แดง ข้าวโพด ถั่วลิสง และเรพสีด แต่ในปัจจุบันเลซิทินเป็นผลพลอยได้จากการผลิตน้ำมันถั่วเหลือง คือได้มาจากขั้นตอนการกำจัดกัม โดยการทำ degumming น้ำมันถั่วเหลืองดิบ(crude oil) ที่สกัดออกมาจากเมล็ดถั่วเหลืองด้วยตัวทำละลายเอกเซน จะมีฟอสฟาไตด์อยู่ประมาณ ๒ – ๓ เปอร์เซ็นต์ เฮกเซนสามรถสกัดฟอสฟาไตด์ออกมาจากเมล็ดถั่วเหลืองได้เพียงครึ่งหนึ่งของที่มีอยู่เท่านั้น ประมาณการผลิตเลซิทินจากน้ำมันถั่วเหลืองทั่วโลกมีประมาณ ๓๗๔,๐๐๐ ตัน แต่ความต้องการมีเพียง ๑๕๐,๐๐๐ ตัน เท่านั้น ส่วนที่มากเกินพอจะนำไปผสมกับน้ำมันในขั้นตอนการรีไฟน์น้ำมันด้วยด่าง เพื่อเปลี่ยนไปเป็น Soapstock สูตรของฟอสฟาไตด์ที่เป็นส่วนประกอบหลักของเลซิทินธรรมชาติ

วิธีการทำ degumming ทำได้โดยนำน้ำมันถั่วเหลืองดิบมาเติมน้ำลงไปประมาณ ๑ – ๒.๕ ปอนด์ต่อน้ำมัน ๑๐๐ ปอนด์ ที่อุณหภูมิประมาณ ๖๐ – ๗๐ องศาเซลเซียส ฟอสฟาไตด์ที่ละลายได้ในน้ำและมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำมันจะตกตะกอนอยู่ด้านล่าง ซึ่งแยกออกจากน้ำมันโดยใช้

เครื่องเหวี่ยงตะกอนฟอสฟาไตด์ที่ได้นี้ เรียกว่า กัม ซึ่งจะมีเลซิทินปนอยู่มาก อาจนำกัมที่ได้ไปทำให้แห้งโดยใช้ film dryer จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะข้นหนืดคล้ายพลาสติก มีสีน้ำตาลแดง มีน้ำมันถั่วเหลืองปนอยู่ประมาณ ๑ ใน ๓ ส่วน และเป็นฟอสฟาไตด์ชนิดต่างๆ รวมกันทั้งหมดประมาณ ๒ ใน ๓ ส่วน บางครั้งอาจมีการเติมไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ หรือเบนโซอิลเพอร์ออกไซด์ลงไปผสมกับเลซิทินที่ละลายอยู่ในน้ำเพื่อฟอกสีให้สีจางลงก่อนที่จะนำไปทำแห้ง และมีการเติมน้ำมันพืชและกรดไขมันลงไปเพื่อเปลี่ยนสถานะของเลซิทินจากที่ข้นหนืด(plastic) ให้เป็นของเหลวที่เทหรือไหลได้ง่าย (fluid) และสามารถละลายในตัวทำละลายชนิดต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว กระบวนการทำเลซิทินให้แห้งเป็นกระบวนการที่สำคัญ เพราะขนาดที่ปริมาณน้ำลดลงต่ำกว่า ๒๐ เปอร์เซ็นต์ ความหนืดจะเพิ่มขึ้นและสีจะคล้ำมากขึ้นเลซิทินจะมีความหนืดสูงสุดเมื่อความชื้นลดลงเหลือ ๘ เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นความหนืดจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงที่ความชื้นลดลงจาก ๗ เป็น ๔ เปอร์เซ็นต์

The National Oilseed Processors Association (NOPA) ได้จำแนก เลซิทินที่ผลิตจำหน่ายเป็นการค้าออกเป็น ๖ ชนิด ตามความข้นหนืดและสีของเลซิทิน โดยแบ่งตามลักษณะความข้นหนืดได้เป็น ๒ กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีความข้นหนืดต่ำหรือมีสภาพเป็นของเหลวกับกลุ่มที่มีความข้นหนืดสูงและมีสภาพเป็นพลาสติก นอกจากนั้นในแต่ละกลุ่มยังแบ่งย่อยออกเป็นกลุ่มละ ๓ ชนิดที่เหมือนกัน คือ เลซิทินธรรมชาติ (natural) เลซิทินที่ฟอกสีครั้งเดียว (single-bleached) และเลซิทินที่ฟอกสี ๒ ครั้ง (double-bleached) แสดงดังตารางที่ ๘

ปริมาณฟอสฟาไตด์ที่มีอยู่ในเลซิทินแต่ละชนิด จะคิดเทียบเป็นปริมาณของสารที่ไม่ละลายในอะซีโตน ส่วนไตรกลีเซอไรด์ กรดไขมัน และสเตอรอล ละลายได้ในอะซีโตน สำหรับสารปนเปื้อนอื่นๆ จะคิดเทียบจากส่วนของสารที่ไม่ละลายในเฮกเซน

ค่า acid value ของเลซิทิน หมายถึง จำนวนมิลลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ทำให้กรดทั้งหมดที่มีอยู่ในเลซิทิน ๑ กรัมเป็นกลางพอดี ซึ่งความเป็นกรด(acidity) ที่วัดได้นี้มาจากฟอสฟาไตด์และกรดไขมันในน้ำมันพืช ตัวอย่างเช่น พลาสติกเลซิทินที่มีความหนืดสูง สามารถเปลี่ยนเป็นชนิดที่มีความหนืดต่ำได้โดยเติมน้ำมันถั่งเหลืองหรือกรดไขมันลงไป ๒ – ๕ เปอร์เซ็นต์

สำหรับสีของเลซิทินวัดโดยใช้ Gardner colour scale และความหนืดใช้วัดด้วย Conventional viscometer ส่วนความแข็งตัวของพลาสติกเลซิทินใช้วัดด้วย Penetrometer

ตารางที่ ๘ ความแตกต่างของเลซิทินแต่ละชนิด

สมบัติของเลซิทิน	ธรรมชาติ		ฟอกสีครั้งเดียว		ฟอกสีสองครั้ง	
	ของเหลว	พลาสติก	ของเหลว	พลาสติก	ของเหลว	พลาสติก
สารที่ไม่ละลายในอะซีโตน (% ค่าต่ำที่สุด)	๖๒.๐๐	๖๕.๐๐	๖๒.๐๐	๖๕.๐๐	๖๒.๐๐	๖๕.๐๐
ความชื้น (% ค่าสูงที่สุด)	๑.๐๐	๑.๐๐	๑.๐๐	๑.๐๐	๑.๐๐	๑.๐๐
สารที่ไม่ละลายในเบนซิล (% ค่าสูงที่สุด)	๐.๓๐	๐.๓๐	๐.๓๐	๐.๓๐	๐.๓๐	๐.๓๐
Acid value (% ค่าสูงที่สุด)	๓๒.๐๐	๓๐.๐๐	๓๒.๐๐	๓๐.๐๐	๓๒.๐๐	๓๐.๐๐
สี (Gardner; ค่าสูงที่สุด) (สารละลายละลายเลซิทิน ๕% ในน้ำมันแร่)	๑๘.๐๐	๑๘.๐๐	๑๙.๐๐	๑๔.๐๐	๑๒.๐๐	๑๒.๐๐
ความหนืด (poises) ที่อุณหภูมิ ๒๕°ซ (ค่าสูงที่สุด)	๑๕๐.๐๐	-	๑๕๐.๐๐	-	๑๕๐.๐๐	-
Penetration (มิลลิเมตร) (๒๔ ชั่วโมงที่อุณหภูมิ ๒๕° ซ)	-	๒๒.๐๐	-	๒๒.๐๐	-	๒๒.๐๐

ที่มา: Wolf and Sessa(๑๙๗๘) และ Perkins(๑๙๙๕) อ้างอิงในนิธิยา รัตนาปนนท์ (๒๕๔๘)

ปัจจุบันการผลิตอุตสาหกรรมเลซิทินจากถั่วเหลืองมีความก้าวหน้ามาก ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เลซิทินชนิดใหม่ๆ ออกมาอีกหลายชนิดใหม่ๆ เช่น รีไฟน์เลซิทินเป็นเลซิทินที่เตรียมได้โดยนำเอาเลซิทินธรรมชาติมาแยกออกเป็นแต่ละส่วน โดยใช้ตัวทำละลายที่แตกต่างกัน เช่น ใช้ตัวทำละลายเป็นอะซีโตนจะได้เลซิทินชนิดปราศจากน้ำมัน (oil-free phosphatide) เนื่องจากกรดไขมันและน้ำมันถั่วเหลืองละลายได้ในอะซีโตนส่วนฟอสฟาไตด์ซึ่งไม่ละลายในอะซีโตนจะตกตะกอนแยกออกมาได้

เมื่อใช้ตัวทำละลายที่เป็นแอลกอฮอล์ จะได้เลซิทินส่วนที่ละลายในแอลกอฮอล์(alcohol-soluble fraction) ซึ่งประกอบด้วยฟอสฟาติดิลคอลีน และบางส่วนของฟอสฟาติดิลเอทานอลามีน ส่วนที่เหลือซึ่งไม่ละลายในแอลกอฮอล์จะเป็นฟอสฟาติดิลอิโนซิทอล และบางส่วของฟอสฟาติดิลเอทานอลามีน นอกจากนั้นยังใช้ปฏิกิริยาทางเคมีสังเคราะห์อนุพันธ์ของเลซิทิน ได้แก่ ไฮดรอกซีเลเตดเลซิทิน และอะซิทิเลเตดเลซิทิน

๔.๓ สมบัติทางกายภาพของเลซิทิน

๔.๓.๑ เลซิทินธรรมชาติที่ได้จากการทำ Degumming น้ำมันถั่วเหลืองดิบ เมื่อนำมากรองและทำให้แห้งจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีน้ำตาลเข้ม เมื่อนำไปฟอกสีจะได้เลซิทินที่มีจางลงเลซิทินที่ได้นี้มีฟอสฟาไตด์ประมาณ ๖๕ เปอร์เซ็นต์ มีลักษณะเป็นพลาสติกที่อุณหภูมิห้อง มีความหนืดสูงที่สุดและมีความชื้น ๒ – ๓ เปอร์เซ็นต์ เมื่อเติมน้ำมันถั่วเหลืองหรือกรดไขมันลงไป จะทำให้มีความหนืดลดลงกลายเป็นของเหลวได้

๔.๓.๒ ฟอสฟาติดิลคอลีนและฟอสฟาติดิลเอทานอลามีน จะอยู่ในรูปของ Zwitterions มีประจุลบอยู่ที่ออกซิเจนอะตอมของหมู่ฟอสเฟต และมีประจุบวกอยู่ที่ไนโตรเจนอะตอม เมื่อนำเอา

ฟอสฟาไตด์ทั้ง ๒ ชนิดนี้ไปละลายในเบนซีน จะเกิดรวมตัวกันเป็น multi-molecular aggregation โดยประจุบวกและประจุลบของแต่ละโมเลกุลจะเชื่อมต่อกันด้วยพันธะไอออนิก (ionic bonding) และปล่อยส่วนที่เป็นสายยาวของกรดไขมันหันเข้าไปละลายอยู่ในตัวทำละลาย

๔.๓.๓ ฟอสโฟลิพิดที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในเลซิทินธรรมชาติ สามารถจะละลายหรือไม่ละลายในตัวทำละลายใดๆ ขึ้นอยู่กับการกระจายตัวของประจุ และการเปลี่ยนแปลงชนิดของประจุ เช่น ตัวทำละลายอะซีโตน จะเปลี่ยนแปลงการกระจายตัวของประจุบนโมเลกุลของฟอสโฟลิพิด ทำให้ฟอสโฟลิพิดตกตะกอนในอะซีโตน หรือละลายได้น้อยมากเพียง ๐.๐๐๓ เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักต่อปริมาตรที่อุณหภูมิ ๕ องศาเซลเซียส ดังนั้น acetone insoluble matter (A.I.) ของเลซิทินซึ่งใช้เป็นตัวชี้บ่งปริมาณของฟอสฟาไตด์ และตะกอนของฟอสโฟลิพิดที่ได้ เมื่อทำให้แห้งจะเป็นของแข็งมีลักษณะเป็นเม็ดๆ (granular solid) ไม่มีกลิ่น แต่มีรสชาติคล้าเนยขาว

๔.๓.๔ เลซิทินทั้งที่อยู่ในรูปปราศจากน้ำมัน(oil-free form) หรือเลซิทินธรรมชาติที่มีค่า A.I. ประมาณ ๖๗ ยังไม่สามารถนำมาใช้เป็น surface active agent ได้ เนื่องจากยังมีการกระจายตัวในน้ำหรือที่เป็นกลางในน้ำได้ยาก ต้องปรับปรุงลักษณะของเลซิทินให้มีสมบัติที่สามารถกระจายตัวในน้ำได้เป็นอย่างดี โดยนำเลซิทินไปทำปฏิกิริยากับ polyhydric alcohol และ epoxy compound หรือทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮดรอกซิเลชั่น (hydroxylation) ที่โมเลกุลของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวหรือรวมตัวกับ dispersing agents อื่นๆ หรือแยกออกเป็นฟอสฟาไตด์ส่วนย่อยๆ ก็ได้ ฟอสฟาไตด์ที่ได้จากถั่วเหลืองมีค่า isoelectric point ๓.๕ และเมื่อทำให้กระจายตัวในน้ำสารละลายที่ได้มีค่าพีเอชประมาณ ๖.๖

๔.๓.๕ ทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ ได้อย่างดี เนื่องจากโครงสร้างโมเลกุลของเลซิทินที่มีทั้งประจุบวกและประจุลบ การที่เลซิทินธรรมชาติมีส่วนประกอบหลักเป็นฟอสฟาไตด์ ๓ ชนิด คือ ฟอสฟาติดิลคอลีน ฟอสฟาติดิลเอทานอลามีน และฟอสฟาติดิลอิโนซิทอล จะทำให้รวมตัวกับ polyhydric alcohol ได้เป็นอย่างดี สัดส่วนของฟอสฟาไตด์ทั้ง ๓ ชนิดนี้ที่มีอยู่ในเลซิทินธรรมชาติ หรือเลซิทินที่ปราศจากน้ำมัน จะเป็นตัวกำหนดลักษณะของอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ว่าจะใช้กับอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (oil-in-water, O/W) หรือในน้ำมัน (water-in-oil, W/O) ตัวอย่างเช่น เมื่อนำเลซิทินไปละลายในเอธานอล จะแยกออกได้เป็น ๒ ส่วน คือ ส่วนที่ละลายได้ในเอธานอลซึ่งจะเป็นส่วนที่มีปริมาณฟอสฟาติดิลคอลีนมากที่สุด รองลงมาเป็นฟอสฟาติดิลเอทานอลามีน และมีฟอสฟาติดิลฟอสฟาติดิลอิโนซิทอลน้อยที่สุด ฟอสฟาไตด์ส่วนนี้จะเป็นอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ที่ดีสำหรับอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ และเลซิทินยังทำหน้าที่ช่วยลดความหนืดของช็อคโกแลต ทำให้เคลือบผิวได้ง่ายขึ้น

สำหรับฟอสฟาไตด์ส่วนที่ไม่ละลายในเอธานอล จะมีฟอสฟาติดิลอิโนซิทอลมากที่สุด รองลงมาเป็นฟอสฟาติดิลเอทานอลามีน และมีฟอสฟาติดิลคอลีนน้อยที่สุด จะทำหน้าที่เป็นอิมัลชันซิไฟอิงเอเจนต์ที่ดีสำหรับอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ และยังหนีที่เป็นสารต้านการกระเด็น(anti-apattering agent) เมื่อทอดอาหารในเนยขาว เพราะเลซิทินจะช่วยให้น้ำกระจายตัวและระเหยออกไปอย่างช้าๆ ระหว่างการทอด น้ำในอาหารจะออกมาในรูปที่เป็นฟองระเหยออกไปมากกว่าที่จะกระเด็นออกมา

การนำเลซิทินเหล่านี้มาผสมรวมกับอิมัลชันซิไฟอิงเอเจนต์สังเคราะห์ชนิดอื่นๆ จะช่วยเสริมฤทธิ์กันทำให้สามารถทำหน้าที่เป็นอิมัลชันซิไฟอิงเอเจนต์ได้ดียิ่งขึ้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร

๔.๓.๕ สมบัติทางเคมีของเลซิทิน เนื่องจากเลซิทินที่ผลิตจำหน่ายทางการค้ามีส่วนประกอบค่อนข้างซับซ้อน เมื่อนำเลซิทินชนิดปราศจากน้ำมันไปแยกโดยใช้ Silicic acid columm และ Thin-layer chomatography พบว่าประกอบด้วยฟอสโฟลิพิดประมาณ ๘๐ เปอร์เซ็นต์ และเป็นสารปรกอบอื่นที่ไม่ใช่ฟอสโฟลิพิด เช่น ไกลโคลิพิดอีกประมาณ ๒๐ เปอร์เซ็นต์ สมบัติของเลซิทินได้แก่

๔.๓.๕.๑ เลซิทินชนิดที่ปราศจากน้ำมันจะมีความไวต่อการเกิด oxidative rancidity ได้ง่ายกว่าเลซิทินธรรมชาติ เพราะเลซิทินที่ได้จากธรรมชาติจะมีวิตามินบีปนอยู่ด้วย จึงทำหน้าที่เป็นสารต้านออกซิเดชันแต่เมื่อนำไปสกัดเอาน้ำมันออกด้วยอะซีโตน วิตามินอีจะละลายออกไปอยู่ในตัวทำละลายด้วย จึงเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ง่าย

สำหรับเลซิทินที่อยู่ในรูปเม็ดเล็กๆ จะมีพื้นที่ผิวมากกำว่าเลซิทินที่อยู่ในรูปของเหลวหรือรูปพลาสติก ทำให้มีโอกาสสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศได้ง่าย หากมีธาตุเหล็กปนอยู่ด้วยเล็กน้อยจะยิ่งเร่งปฏิกิริยาการเสื่อมสลายให้เกิดเร็วขึ้น ทำให้มีกลิ่นหืนและรสขม นอกจากนี้รสขมยังเกิดขึ้นได้เมื่อเลซิทินได้รับความร้อนจนมีอุณหภูมิสูงเกิน ๔๐ องศาเซลเซียส และจะกลายเป็นสีดำเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นไปอีก หรือเมื่อสัมผัสกับกรดแร่ เช่น กรดเกลือ หรือกำมะถัน

๔.๓.๕.๒ เลซิทินสามมารถแปรสภาพโดยอาศัยปฏิกิริยาทางเคมี เพื่อให้มีสมบัติเป็นอิมัลชันซิไฟอิงเอเจนต์ได้ดีขึ้นและเพิ่มการกระจายตัวในน้ำ โดยการไฮโดรไลซิสแยกเอากรดไขมันออกจากโมเลกุลของเลซิทินด้วยกรดหรือด่าง ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นยังผันแปรไปตามอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ด้วย

การไฮโดรไลซิสเลซิทินด้วยกรดจะได้เป็นกรดไขมันอิสระ glycerol phosphorylated bases, glytcerophosphoric aciad อิโนซิทอล และ nitrogenous bases หากไฮโดรไลซิสด้ยด่างจะได้เกลือของกรดไขมันหรือสบู่และเกลือของฟอสเฟตที่แตกต่างจากไฮโดรไลซิสด้วยกรด

การไฮโดรไลซิสด้วยเอนไซด์ไลเพสปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นสามารถควบคุมได้ดีกว่าการใช้กรดหรือด่าง ดังนั้นจึงสามารถไฮโดรไลซ์กรดไขมันออกไปเพียง ๑ โมเลกุล ได้เป็นไลโซเลซิทิน (lysolecitin) ซึ่งจะมีสมบัติเป็นไฮโดรฟิลิก คือ ชอบน้ำมากกว่าเลซิทิน จึงทำหน้าที่เป็นอิมัลชันซิไฟอิงเอเจนต์และอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำได้เป็นอย่างดี

๔.๓.๖ กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่เป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของเลซิทิน เลซิทินที่สกัดได้จากถั่วเหลืองสามารถเกิดปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชันได้ โดยมีนิกเกิล แพลเลเดียม หรือแพลทินัมเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (คะตะลิสต์) การใช้แพลทินัมเป็นคะตะลิสต์ บางครั้งมีสีเขียวเกิดขึ้นระหว่างปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชันและเลซิทินยังคงมีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวอยู่สูง ปัญหานี้แก้ได้โดยการเปลี่ยนมาใช้นิกเกิล หรือแพลเลเดียมเป็นคะตะลิสต์แทนจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ภายหลังการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชั่นมีสีอ่อนทนต่อการเกดออกซิเดชัน มีกลิ่นและรสชาติอ่อนกว่าเลซิทินที่ไม่ได้ไฮโดรจิเนชัน แต่มี

ข้อเสียก็คือเลซิทินที่ผ่านการไฮโดรจิเนชันจะกระจายตัวในตัวทำละลายที่เป็นน้ำได้ยาก และมีสมบัติในการเป็นอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ได้ต่ำกว่าเลซิทินธรรมชาติและรีไฟน์ เลซิทิน

๔.๓.๗ เลซิทินธรรมชาติสามารถนำมาดัดแปลงโดยอาศัยปฏิกิริยาทางเคมีซึ่งทำได้หลายวิธีได้แก่

๔.๓.๗.๑ ปฏิกิริยาไฮดรอกซิเลชัน(hydroxylation) เป็นปฏิกิริยาที่หมู่อะมิโนของฟอสฟาติดิลเอทานอลามีนถูก acetylated ด้วยแอซิติกแอนไฮไดรด์ (acetic anhydride)

๔.๓.๗.๒ ปฏิกิริยาซันโฟเนชัน(sulfonation) เป็นปฏิกิริยาการแทนที่ประจุบวกของ Zwitterion ที่โมเลกุลของฟอสฟาติดิลคอลีนให้กลายเป็นประจุลบ โดยให้เลซิทินทำปฏิกิริยากับซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ในภาวะที่มีแอลดีไฮด์ คีโตน หรือฟีนอล จะได้เป็นอนุพันธ์ซัลโฟเนต ทำให้มีการละลายที่ดีขึ้นมีสมบัติเป็นอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ที่ดีสำหรับอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ และทนต่อการตกตะกอนด้วยกรดหรือเกลือ

๔.๓.๗.๓.ปฏิกิริยาฮาโนจิเนชัน(hanogenation) เป็นปฏิกิริยาที่กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวในโมเลกุลของเลซิทินทำปฏิกิริยากับคลอลีน โบรมีน หรือไอโอดีนที่ตำแหน่งพันธะคู่ได้เป็น halogenated phosphatides ซึ่งมีสมบัติทางเคมีและกายภาพเปลี่ยนไปจากเดิมเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และจะไม่นำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร

๔.๓.๗.๔ ปฏิกิริยาไฮดรอกซิเลชัน(hydroxylation) เป็นปฏิกิริยาระหว่างเลซิทินกับไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ และมี water-soluble aliphatic carboxylic acid หรือเพอร์แอซิด (peracids) ด้วยอนุพันธ์ที่ได้สามารถกระจายตัวได้ดีในน้ำ และมีสมบัติอีกหลายประการที่ดีกว่าเลซิทินธรรมชาติจึงนิยมนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

๔.๓.๘ ประโยชน์ของเลซิทินในอุตสาหกรรมอาหาร เลซิทินถูกนำมาใช้เติมลงในผลิตภัณฑ์อาหารมากมายหลายชนิดที่มีไขมันเป็นส่วนผสมสำหรับเลซิทินที่ใช้เติมลงในอาหาร(food grade) ซึ่งสกัดมาจากถั่วเหลืองมีลักษณะเฉพาะปริมาณที่ใช้เติมในผลิตภัณฑ์อาหารอยู่ในช่วง ๐.๕ – ๓.๐ เปอร์เซ็นต์

เลซิทินจะทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ เนื่องจากในโมเลกุลของเลซิทินมีส่วนที่เป็นกรดไขมันสายยาวซึ่งมีสมบัติเป็นไฮโดรโฟบิกคือไม่ชอบอาบน้ำ และส่วนที่เป็นหมู่ฟอสเฟตซึ่งต่ออยู่กับเบสหรือพอลิออล (polyol) จะมีสมบัติเป็นไฮโดรฟิลิกคือ ชอบน้ำ ดังนั้นใน oil : water system จะมีเลซิทินแทรกตัวอยู่ที่ oil : water interfaces โดยมีส่วนที่เป็นโพลาร์หรือไฮโดรฟิลิกละลายอยู่ในน้ำและส่วนที่เป็นไฮโดรโฟบิกหรือลิโฟฟิลิกละลายอยู่ในน้ำ ดังนั้นโมเลกุลของเลซิทินจึงทำหน้าที่เป็นตัวกั้น (barrier) อยู่ระหว่างผิวของหยดน้ำมันกับน้ำ ป้องกันไม่ให้หยดน้ำมันมีรวมตัวกัน ทำให้อิมัลชันมีความคงตัวดี

นอกจากจะใช้เลซิทินเป็นอิมัลซิไฟอิงเจนต์แล้ว ยังใช้ทำหน้าที่เป็นสารช่วยลดความหนืดช่วยปรับปรุงลักษณะปรากฏของอาหาร ช่วยให้ผิวอนุภาคเปียก (wetting) และต้านการกระเด็นของน้ำมัน หน้าที่ของเลซิทินในอาหารบางชนิด

ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์อาหารที่เติมเลซิทิน มีดังนี้

๑. ขนมอบที่มีแป้งและน้ำมันหรือไขมันเป็นส่วนผสม จะเติมเลซิทินลงไปประมาณ ๐.๑ – ๐.๓ เปอร์เซ็นของน้ำหนักแป้ง เลซิทินจะมีผลต่อสมบัติของโปรตีนกลูเตนในแป้ง ช่วยทำให้ขนมอบมี

รสชาติและลักษณะเนื้อดีขึ้น เก็บความชื้นได้ดี ยืดอายุการวางขาย และอ้างได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่เสริมเลซิทิน

๒. เครื่องดื่มชนิดผงสำเร็จรูป การเติมเลซิทินลงไปในเครื่องดื่มชนิดผงสำเร็จรูปบางชนิดจะช่วยทำให้ส่วนผสมที่เป็นของแข็งและมีไขมันผสมอยู่มี wettability ทำให้กระจายตัวได้ง่ายและรวดเร็วเมื่อเติมน้ำหรือน้ำนมลงไป ปริมาณเลซิทินที่ใช้เติมได้สูงถึง ๑๐ เปอร์เซ็นต์ของไขมันทั้งหมดที่มีอยู่ในเครื่องดื่มชนิดผงนั้น ๆ

๓. ส่วนผสมโดนัทสำเร็จรูปในส่วนผสมของโดนัทสำเร็จรูปจะมีการเติมเลซิทินลงไป ๐.๕ – ๑.๐ เปอร์เซ็นต์เพื่อช่วยให้ผสมเข้ากับน้ำได้ง่ายและรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันได้อย่างรวดเร็ว เพราะหากใช้เวลาในการผสมนาน จะทำให้ส่วนผสมเหนียวเกินไป โดนัทที่ได้จะมีคุณภาพต่ำ

๔. ส่วนผสมเค้กสำเร็จรูป ในส่วนผสมเค้กสำเร็จรูปก็มีการเติมเลซิทินลงไปเช่นเดียวกัน ประมาณ ๐.๐๒๕ – ๐.๕๐ เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะช่วยให้ส่วนผสมของเค้กผสมเข้ากับน้ำนมหรือน้ำได้ง่ายและรวดเร็ว โดยเฉพาะเค้กที่ใช้เฉพาะไข่ขาว หรือ white cake เพราะในไข่ขาวไม่มีเลซิทินเลย และหากเติมไข่แดงลงไปเค้กที่ได้จะมีสี ดังนั้นจึงต้องเติมเลซิทินลงไป และเลซิทินยังช่วยไม่ให้เค้กยุบตัวลงระหว่างการอบด้วย

๕. แคนดี้ (Candy) แคนดี้ที่มีไขมันเป็นส่วนผสม ประมาณ ๐.๒ – ๑.๐ เปอร์เซ็นต์ เพื่อช่วยให้น้ำตาล ไขมัน น้ำ ผสมเข้ากันดี และป้องกันไม่ให้แคนดี้เยิ้มเหนียวเหนอะหนะมีลักษณะเนื้อหยาบเป็นเม็ด ๆ หรือแตกเป็นร่อง

๖. ช็อกโกแลต การเติมเลซิทินลงในช็อกโกแลต ประมาณ ๐.๓ – ๐.๕ เปอร์เซ็นต์ เลซิทินซึ่งมีสมบัติเปียกน้ำได้ง่ายและกระจายตัวได้อย่างรวดเร็ว จะช่วยลดความหนืดของช็อกโกแลต ทำให้เคลือบผิวได้ง่ายและทนความชื้น โดยเฉพาะเมื่อใช้ช็อกโกแลตเคลือบผิวด้านนอกของผลิตภัณฑ์ เช่น เคลือบไอศกรีมแท่งและยังสามารถใช้ช็อกโกแลตในกระบวนการผลิตที่มีอุณหภูมิ เป็นช่วงกว้าง

๗. ไอศกรีม ในส่วนผสมของไอศกรีมจะมีเลซิทินอยู่ประมาณ ๐.๐๐๑ – ๐.๑เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ไอศกรีมที่ได้มีเนื้อเนียน นุ่ม ไม่หยาบเป็นเม็ดทราย เนื่องจากการตกผลึกของน้ำตาลแล็กโทสในไอศกรีมที่มีน้ำนม หรือนมผงผสมอยู่เป็นปริมาณมาก เลซิทินยังช่วยให้ผงช็อกโกแลตกระจายตัวได้ดีในไอศกรีมช็อกโกแลตและลดการใช้ไข่แดงให้น้อยลงด้วย

๘. เนยเทียม การเติมเลซิทินลงในเนยเทียมเริ่มใช้มาตั้งแต่ปี ค.ศ. ๑๙๔๐ เนื่องจากเลซิทินมีสมบัติเป็นอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ที่ดีสำหรับอิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมัน จึงใช้เลซิทินเติมลงในเนยเทียมประมาณ ๐.๑๕ – ๐.๕ เปอร์เซ็นต์เพื่อทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ อาจใช้ร่วมกับโมโนและไดเอซิลกลีเซอรอลก็ได้ เลซิทินยังทำหน้าที่เป็นสารต้านการกระเด็นขณะทอด ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ที่ทอดมีสีน้ำตาลเร็วขึ้น เป็นสารต้านออกซิเดชันได้และช่วยอุ้มน้ำในผลิตภัณฑ์อาหารที่เติมเนยเทียมได้ด้วย

๙. ส่วนผสมแพนเค้กสำเร็จรูป เมื่อเติมเลซิทิน ๐.๒๕ เปอร์เซ็นต์ ลงในส่วนผสมของแพนเค้กสำเร็จรูป จะช่วยทำให้ผสมเข้ากันได้เร็วขึ้น และเวลาทอดจะไม่ติดภาชนะ

๑๐. เนยขาว ในเนยขาวจะมีการผสมเลซิทินลงไป ๐.๕ – ๑.๐ เปอร์เซ็นต์ จะช่วยให้เนยขาวผสมเข้าเป็นเนื้อเดียวกันกับส่วนอื่นในการทำขนมอบได้ง่ายขึ้น

บทที่ ๓
วิธีการทดลอง

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experiment Research) โดยศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้เพื่อสุขภาพและอายุการเก็บ ตลอดจนถ่ายทอดความรู้ และเทคโนโลยีการพัฒนาน้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้ โดย มีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

๑. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทอลอง

๑.๑ วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

๑.๑.๑ เต้าหู้ขาวหลอด
๑.๑.๒ น้ำส้มสายชู
๑.๑.๓ น้ำตาลทราย
๑.๑.๔ เกลือ
๑.๑.๕ มัสตาร์ดครีม
๑.๑.๖ พริกไทยป่น
๑.๑.๗ น้ำมันพืชถั่วเหลือง
๑.๑.๘ แป้งดัดแปร (Modified Starch)
๑.๑.๙ แป้งดัดแปร (Modified Starch)

๑.๒ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

๑.๒.๑ เครื่องปั่นผสม
๑.๒.๒ เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล
๑.๒.๓ กะละมังสแตนเลส
๑.๒.๔ ขวดแก้วใส
๑.๒.๕ ถุงพลาสติก (Polypropylene-PP)
๑.๒.๖ เครื่องชั่งดิจิตอล ตรา Precisa ๒๔๐ A
๑.๒.๗ เครื่องปิดผนึกสุญญากาศ (Vaccuum seal) ตรา Multivac

๑.๓ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบคุณภาพ

- อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

๑.๓.๑ เครื่องวัดค่า aw ด้วยเครื่อง Hygro Lab รุ่น Rotranic
๑.๓.๒ เครื่องวัดค่าสี ด้วยเครื่อง Hunter Lab รุ่น Color Flex
๑.๓.๓ เครื่องวัดความหนืด (Bostwick consistometer) Brookfilde
๑.๓.๔ เครื่องวัดความเป็นกรด-เบส (pH meter) ยี่ห้อ Orion รุ่น model ๔๒๐

- อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

๑.๓.๕ Hot air oven รุ่น WTB binder
๑.๓.๖ ถ้วยอบความชื้น
๑.๓.๗ โถดูดความชื้น

๑.๓.๘ เครื่องย่อยโปรตีน ตรา Gerhardt รุ่น Kjeldatherm
๑.๓.๙ เครื่องกลั่นโปรตีน ตรา Gerhardt รุ่น Vapodest ๒๐
๑.๓.๑๐ เครื่องวิเคราะห์ไขมัน ตรา Velp scientipica รุ่น Model Ser ๑๔๘
๑.๓.๑๑ เครื่องวิเคราะห์เยื่อใย ตรา Velp scientipica รุ่น Fiwe
๑.๓.๑๒ เตาเผา Furnance ตรา Lenton รุ่น EF ๑๑/๘
๑.๓.๑๓ เครื่อง rotary evaparator ตรา Edmund Euhler(TUBINOEN) รุ่น RV๒
๑.๓.๑๔ เครื่องทำความเย็น (coolant) ตรา Tempest C – ๑๘L

- อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

๑.๓.๑๕ ตู้นึ่ง (autoclave) ตรา Velp scientipica รุ่น Smart Clave
๑.๓.๑๖ ตู้บ่มเชื้อ ตรา Memmert
๑.๓.๑๗ จานเพาะเชื้อ
๑.๓.๑๘ ตะเกียงแอลกอฮอล์
๑.๓.๑๙ แผ่นเพาะเลี้ยงเชื้อ Petrifilm Aerobic Count Plate และ Petrifilm Yeast and Mold ตรา ๓M
๑.๓.๒๐ อุปกรณ์เครื่องแก้วต่าง ๆ เช่น หลอดทดลอง ปิเปต เป็นต้น
๑.๓.๒๑ เครื่องเขย่าหลอดทดลอง ตรา Varter qenie ๒

วิธีการทดลอง

๑. เพื่อศึกษากระบวนการผลิตน้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้

๑.๑ การคัดเลือกหาตำรับพื้นฐานของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้น

ทำการค้นคว้าตำรับพื้นฐานในการทำน้ำสลัดชนิดข้น ทำการค้นคว้าตำรับพื้นฐานในการทำน้ำสลัด เพื่อหาตำรับพื้นฐานสำหรับผลิตภัณฑ์ น้ำสลัดชนิดข้น โดยทำการควบคุมวัตถุดิบที่นำมาใช้ปรุงเป็นน้ำสลัดในแต่ละ ตำรับให้เป็นวัตถุดิบชนิดเดียวกันหมดทุกตำรับ คือ น้ำส้มสายชู น้ำตาลทราย นมข้นหวานพริกไทยป่น เกลือ มัสตาร์ด ไข่ทั้งฟอง และน้ำมันพืช ได้ตำรับพื้นฐาน ๓ ตำรับ

๑.๒ การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของน้ำสลัดตำรับพื้นฐานทั้ง ๓ ตำรับ

จากตำรับพื้นฐาน ๓ ตำรับ วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design, RCBD โดยตำรับน้ำสลัดพื้นฐานทั้ง ๓ ตำรับเป็นปัจจัยที่แตกต่างกัน โดยใช้การทดสอบแบบ Central Location Test โดยใช้กลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายจำนวน ๓๐ คน) คือ เป็นบุคคลทั่วไปที่นิยมรับประทานน้ำสลัด โดยวิธีการให้ค่าคะแนนความชอบ (๙–point Hedonic Scaling Test, ๑ = ไม่ชอบมากที่สุด ถึง ๙ = ชอบมากที่สุด) ในคุณลักษณะต่าง ๆ ของน้ำสลัดตำรับพื้นฐานเป็นสิ่งที่ต้องการศึกษา คือ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบรวม ทำ ๒ ซ้ำ สุ่มตัวอย่างแบบง่ายในการเสิร์ฟ (Simple Random Sampling) โดยเปิด ตารางสุ่ม นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำเร็จรูปวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยใช้ ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ ๙๕ % และทดสอบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan’s Multiple Range Test นำตำรับน้ำสลัดที่ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุดนำไปเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ซึ่งกรรมวิธีในการผลิตน้ำสลัด ดังแผนภาพที่ ๑ ผสมส่วนผสมทุกอย่างยกเว้นน้ำมันพืชใส่เครื่องปั่น ได้แก่

น้ำส้มสายชู, น้ำตาลทราย, นมข้นหวาน, พริกไทยป่น, เกลือ, มัสตาร์ด และไข่ทั้งฟอง

↓

ปั่นส่วนผสมให้เข้ากัน

↓

ด้วยความเร็วสูงสุด ๒ นาที

↓

ค่อย ๆ เติมน้ำมันพืชจนหมด

↓

ปั่นด้วยความเร็วสูงสุด(เบอร์ ๓ ของเครื่องปั่น) จนเป็นเนื้อเดียวกัน

↓

น้ำสลัด

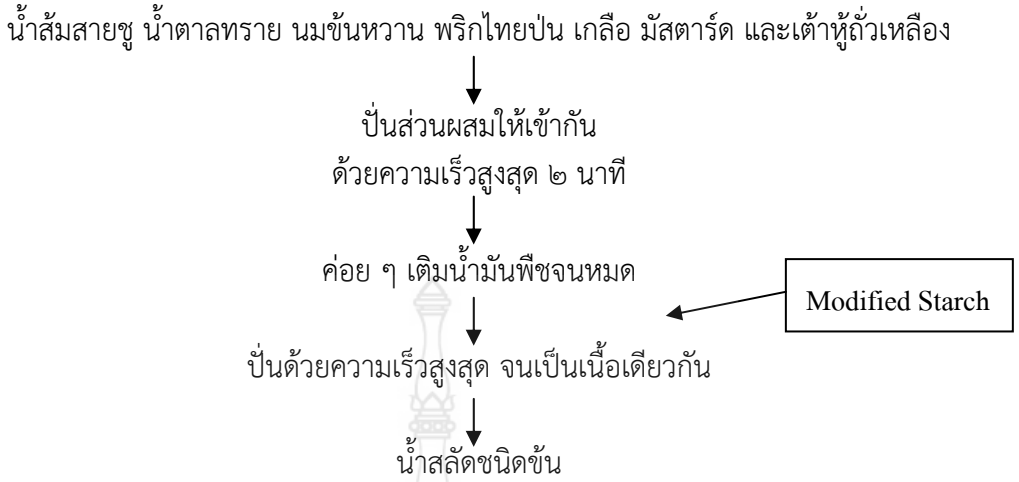
แผนภาพที่ ๑ ขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์พื้นฐาน

๑.๓ ตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำสลัดตำรับพื้นฐานทางกายภาพและทางเคมี

นำน้ำสลัดตำรับต้นแบบที่ผ่านการคัดเลือกโดยได้รับการยอมรับและได้คะแนนความชอบรวมของผลิตภัณฑ์สูงที่สุด มาทำการวัดคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี ได้แก่ ค่าสี ค่าwater activity (Aw) ค่าความเป็นกรด-เบส ค่าความเป็นกรดทั้งหมด ค่าเพอร์ออกไซด์ โปรตีนไขมัน ความชื้น เถ้า เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรต ตามวิธีของ AOAC (๒๐๐๐) และค่าความหนืดโดยการวัดลักษณะทุกหัวข้อทำ ๓ ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย

๑.๔ การทำน้ำสลัดชนิดข้น

ทำน้ำสลัดชนิดข้นตามตำรับน้ำสลัดพื้นฐานที่ผ่านการคัดเลือก แต่เปลี่ยนวัตถุดิบ คือ ไข่ โดยใช้เต้าหู้ถั่วเหลืองแทนผสมส่วนผสมทุกอย่างยกเว้นน้ำมันพืชใส่เครื่องปั่น



แผนภาพที่ ๒ ขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้น

๑.๕ การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของเต้าหู้ถั่วเหลือง: น้ำส้มสายชู: มัสตาร์ด เพื่อทดสอบ

การยอมรับที่มีผลต่อน้ำสลัดชนิดข้นศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของปริมาณ เต้าหู้ถั่วเหลือง : น้ำส้มสายชู : มัสตาร์ดที่เหมาะสม แปรปริมาณของเต้าหู้ถั่วเหลืองในปริมาณ ๕๐, ๗๐, และ ๙๐ กรัม ใช้ปริมาณน้ำส้มสายชูเป็นปริมาณ ๗๕, ๖๕, และ ๕๕ กรัม และใช้มัสตาร์ดในปริมาณร้อยละ ๑๐ ของปริมาณเต้าหู้ถั่วเหลืองคือ ๕, ๗, และ ๙ กรัม ตามลำดับ โดยจะใช้ส่วนผสมและกรรมวิธีตามข้อ ๒.๓ ทำการทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้น โดยใช้วิธี QDA (Quantitative Descriptive Analysis) ให้คะแนนความเข้ม ซึ่งสเกลที่ใช้เป็นลักษณะLine Scale ขนาดยาว ๑๕ เซนติเมตร (๐ = เข้มน้อยที่สุด ถึง ๑๕ = เข้มมากที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน ๑๒ คน (เพ็ญขวัญ, ๒๕๓๖) วิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยใช้ ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ ๙๕ % และทดสอบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test โดยคำนึงถึงคะแนนในด้านความชอบรวม, ความเนียนละเอียด, ความข้นหนืด, กลิ่นน้ำส้มสายชู, กลิ่นถั่วเหลือง, สี, รสเปรี้ยว, รสเค็ม, รสหวาน ตามลำดับ

๑.๖ ตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำสลัดชนิดข้นทางกายภาพและทางเคมี

นำผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นที่ผ่านการพัฒนามาทำการวัดลักษณะที่ได้โดยค่าที่ทำการวัดทางกายภาพ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ โดยพิจารณาด้านลักษณะเนื้อ การแยกชั้นค่าสี และค่าความหนืด คุณภาพทางเคมี ได้แก่ การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น เถ้าเยื่อใยและคาร์โบไฮเดรต ตามวิธีของ AOAC (๒๐๐๐) ค่า water activity(Aw) ค่าความเป็นกรด–เบส(pH) ค่าเพอร์ออกไซด์ และคอเลสเตอรอลตามวิธีของ In house method, Based on AOAC ๙๗๖.๒๖โดยการวัดลักษณะทุกหัวข้อทำ ๓ ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย

๑.๗ ศึกษาการยอมรับน้ำสลัดชนิดข้นของกลุ่มผู้บริโภค

การศึกษาการยอมรับน้ำสลัดชนิดข้นกับบุคคลทั่วไป ที่มีอายุระหว่าง ๑๕ –๖๔ ปี จำนวน ๑๐๐ คน ใช้วิธีการสุ่มแบบบังเอิญ (Accidental Sampling) โดยทดสอบชิมผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นพร้อมผักจิ้มที่เสนอให้และตอบแบบสอบถามเพื่อประเมินความชอบของผลิตภัณฑ์ ใช้แบบทดสอบดัง

แสดงในภาคผนวก ข. รวบรวมแบบสอบถามทั้งหมด ตรวจสอบความถูกต้อง ทำการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

๒. เพื่อศึกษาอายุการเก็บของน้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้

นำน้ำสลัดชนิดข้นที่ได้รับการยอมรับมาทำการศึกษาอายุการเก็บ โดยวิธีการ Hot Filling ที่อุณหภูมิ ๖๐–๗๒ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๓๐ นาที หลังจากนั้นบรรจุผลิตภัณฑ์ภายใต้บรรยากาศปกติทันที ในภาชนะขวดแก้วใสกับถุงสุญญากาศซึ่งจะบรรจุน้ำสลัดชนิดข้น เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เน้นปัจจัยสำคัญซึ่งน่าจะมีการเปลี่ยนแปลงเมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้น ทำการทดสอบโดยการสุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบคุณภาพทางด้านสี กลิ่นหืน รสเปรี้ยวและความเนียนละเอียดของเนื้อสัมผัส ทุกๆ สัปดาห์ใน ๓ สัปดาห์แรก และสุ่มตรวจสอบคุณภาพทุกๆ ๓ วันในสัปดาห์ที่ ๔ ซึ่งในระหว่างการเก็บรักษามีการทดสอบและวิเคราะห์ดังนี้

๒.๑ การตรวจสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

โดยใช้วิธี Modified qualitative descriptive analysis เพื่อทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์ ให้คะแนนความเข้ม ซึ่งสเกลที่ใช้เป็นลักษณะ Line Scale ขนาดยาว ๑๕ เซนติเมตร (๐ = เข้มน้อยที่สุด ถึง ๑๕ = เข้มมากที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน ๑๒ คน (เพ็ญขวัญ ,๒๕๓๖) วิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสี กลิ่นหืน รสเปรี้ยว ความเนียนละเอียดของเนื้อสัมผัส กำหนดความเข้มอ่อนของแต่ละลักษณะไว้ที่ปลาย เส้นตรง จากนั้นทำการกำหนดระดับความเข้มของแต่ละคุณลักษณะเป็นคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ และแบบสอบถามด้านการยอมรับของผลิตภัณฑ์ ใช้วิธี ๙–point Hedonic scale test (๑=ไม่ยอมรับมากที่สุด ถึง ๙=ยอมรับมากที่สุด)

๒.๒ การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ โดยทำการวัดค่าสี ค่า Aw (Water Activity) และค่าความหนืด

๒.๓ การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ โดยทำการวัดค่าความเป็นกรด-เบส (pH) และค่าเพอร์ออกไซด์

๒.๔ การตรวจสอบคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ คือ วิเคราะห์ Total plate count โคลิฟอร์ม, ยีสต์และรา และแล็กโทบาซิลลัส ตามวิธีของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (๒๕๔๐) -มอก. ๑๔๐๒ ในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา

๓. เพื่อถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีการพัฒนาน้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้

๓.๑ ประชุมคณะวิทยากร ผู้ดำเนินงานและผู้ที่เกี่ยวข้อง ชี้แจ้งวัตถุประสงค์ ขั้นตอนต่างๆ โดยคัดเลือกกลุ่มเป้าหมายในการถ่ายทอดเทคโนโลยีจำนวน ๓๐ คน

๓.๒ ถ่ายทอดเทคโนโลยี โดยวิธีการบรรยาย การสาธิต และการฝึกภาคปฏิบัติ

๓.๓ ประเมินผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีโดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจที่สร้างขึ้น ๕ ระดับซึ่งแบ่งออกเป็น ๒ ตอน

ตอนที่ ๑ ข้อมูลทั่วไป

ตอนที่ ๒ ความพอพึงใจเกี่ยวกับการฝึกอบรมการทำผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้

๓.๔ ประเมินผลจากแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดฝึกอบรม ความรู้เทคโนโลยีที่ได้รับหลังการได้รับถ่ายทอดเทคโนโลยี

๓.๕ สรุปผลประเมินของผู้เข้าอบรมหลังจากได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี ซึ่งผู้รับการอบรมต้องมีความพอใจไม่น้อยกว่าร้อยละ ๘๒

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน T - Test

ระยะเวลาในการทดลอง

ระยะเวลาทำการวิจัย ๑ ปี (๑ ตุลาคม ๒๕๕๒ – ๓๐ กันยายน ๒๕๕๓)

แผนการดำเนินการวิจัยตลอดโครงการ

ลำดับที่	เวลา / กิจกรรม	พ.ศ. ๒๕๕๒			พ.ศ. ๒๕๕๓								
		ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ	มี.ค.	เม.ย	พ.ค	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
๑	ศึกษาสูตรพื้นฐานน้ำสลัดชนิดข้น												
๒	ศึกษากระบวนการผลิตน้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้ - ศึกษาการใช้ polydrextose เพื่อทดแทนไขมันบางส่วนในการผลิตน้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้ - ศึกษาปริมาณ modified starch ในการผลิตน้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้ - วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณภาพทางเคมี												
๓	ศึกษาอายุการเก็บน้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้ -วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพ -วิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์												
๔	ถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีการพัฒนาน้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้ -คัดเลือกกลุ่มเป้าหมาย -ดำเนินการถ่ายทอด -ประเมินผลการถ่ายทอด												
๕	จัดทำรายงานการวิจัย												

สถานที่ทำการวิจัย

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
๑๖๘ ถ.ศรีอยุธยา แขวงวชิระพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ ๑๐๓๐๐
โทรศัพท์ ๐ ๒๒๘๑ ๙๒๓๑-๔ โทรสาร ๐ ๒๒๘๒ ๔๔๙๐

บทที่ ๔
ผลการทดลอง

๑. ผลการศึกษากระบวนการผลิตน้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้

๑.๑ ผลการคัดเลือกหาตำรับพื้นฐานน้ำสลัดชนิดข้น

ผลการคัดเลือกตำรับพื้นฐาน ๓ ตำรับ โดยคำนึงถึงชนิดของวัตถุดิบที่ใกล้เคียงกันและการเป็นตำรับที่ได้รับการยอมรับ ได้แก่ พจนีย์ บุญนา (๒๕๕๐) อรอนงค์ ลำดวน (มปป.) และมนตรี สกุลแก้ว (มปป.) ตำรับทั้ง ๓ ตำรับมีความแตกต่างกันทางด้านปริมาณของวัตถุดิบ โดยผู้วิจัยควบคุมตัวแปรด้วยการเลือกซื้อวัตถุดิบยี่ห้อเดียวกัน และใช้ไข่ไก่เบอร์ ๐ น้ำหนัก ประมาณ ๕๐–๖๐ กรัม เพื่อให้เกิดความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์

ตารางที่ ๙ การยอมรับทางประสาทสัมผัสน้ำสลัดพื้นฐานทั้ง ๓ ตำรับ

ปัจจัยคุณภาพ	น้ำสลัดตำรับพื้นฐาน		
	สูตรที่ ๑	สูตรที่ ๒	สูตรที่ ๓
สี ^{ns}	๖.๗๓ ± ๑.๒๕	๖.๕๐ ± ๑.๒๖	๖.๗๘ ± ๑.๑๑
กลิ่น	๖.๓๓ ± ๑.๔๑ ^{a}	๕.๗๓ ± ๑.๒๕ ^{b}	๖.๕๕ ± ๑.๑๕ ^{a}
กลิ่นรส	๖.๕๘ ± ๑.๓๕ ^{a}	๕.๘๘ ± ๑.๒๑ ^{b}	๖.๙๘ ± ๑.๑๙ ^{a}
รสชาติ	๖.๙๘ ± ๑.๒๗ ^{a}	๕.๗๗ ± ๑.๔๕ ^{b}	๗.๔๗ ± ๑.๐๒ ^{a}
เนื้อสัมผัส	๖.๙๕ ± ๑.๐๒ ^{a}	๖.๒๘ ± ๑.๓๙ ^{b}	๗.๒๒ ± ๐.๗๕ ^{a}
ความชอบรวม	๖.๗๘ ± ๑.๑๔ ^{b}	๖.๐๕ ± ๑.๒๖ ^{c}	๗.๕๐ ± ๐.๙๐ ^{a}

หมายเหตุ: สูตรที่ ๑ พจนีย์ บุญนา (๒๕๕๐)
สูตรที่ ๒ อรอนงค์ ลำดวน (มปป.)
สูตรที่ ๓ มนตรี สกุลแก้ว (มปป.)
ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \le ๐.๐๕$)
ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > ๐.๐๕$)

ด้านสี พบว่า น้ำสลัดทั้ง ๓ ตำรับ มีความไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ โดยผลการทดสอบจากตารางที่ ๖ แสดงให้พบว่า น้ำสลัดตำรับพื้นฐานทั้ง ๓ ตำรับ ได้แก่ น้ำสลัดตำรับของมนตรี สกุลแก้ว ได้คะแนนความชอบเฉลี่ย ๖.๗๘ คือ ชอบเล็กน้อยน้ำสลัดตำรับของพจนีย์ บุญนา ได้คะแนนความชอบเฉลี่ย ๖.๗๓ คือ ชอบเล็กน้อย และน้ำสลัดตำรับของอรอนงค์ ลำดวน ได้คะแนนความชอบเฉลี่ย ๖.๕๐ คือ ชอบเล็กน้อย

ด้านกลิ่น พบว่า น้ำสลัดตำรับของอรอนงค์ ลำดวน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ กับน้ำสลัดตำรับของพจนีย์ บุญนา และน้ำสลัดตำรับมนตรี สกุลแก้ว แต่น้ำสลัดตำรับของพจนีย์ บุญนา และน้ำสลัดตำรับมนตรี สกุลแก้ว ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ โดยผลการทดสอบจากแสดงให้พบว่าน้ำสลัดตำรับ

ของมนตรี สกุลแก้ว ได้คะแนนความชอบเฉลี่ย ๖.๕๕ คือ ชอบเล็กน้อย น้ำสลัดตำรับของพจนีย์ บุญนา ได้คะแนนความชอบเฉลี่ย ๖.๓๓ คือ ชอบเล็กน้อย และน้ำสลัดตำรับของอรอนงค์ ลำดวน ได้คะแนนความชอบเฉลี่ย ๕.๗๓ คือ บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ

ด้านกลิ่นรส พบว่า น้ำสลัดตำรับของจริยามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ กับน้ำสลัดตำรับพจนีย์ บุญนา และน้ำสลัดตำรับมนตรี สกุลแก้ว แต่น้ำสลัดตำรับของอภิญญาและน้ำสลัดตำรับมนตรี สกุลแก้ว รี่ มีความไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ โดยผลการทดสอบ แสดงให้พบว่าน้ำสลัดตำรับของมนตรี สกุลแก้ว ได้คะแนนความชอบเฉลี่ย ๖.๙๘ คือ ชอบเล็กน้อย น้ำสลัดตำรับของพจนีย์ บุญนา ได้คะแนนความชอบเฉลี่ย ๖.๕๘ คือ ชอบเล็กน้อย และน้ำสลัดตำรับของอรอนงค์ ลำดวน ได้คะแนนความชอบเฉลี่ย ๕.๘๘ คือ บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ

ด้านรสชาติ พบว่า น้ำสลัดทั้ง ๓ ตำรับ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ โดยน้ำสลัดตำรับของมนตรี สกุลแก้ว ได้คะแนนความชอบเฉลี่ย ๗.๔๗คือ ชอบปานกลาง น้ำสลัดตำรับของพจนีย์ บุญนา ได้คะแนนความชอบเฉลี่ย ๖.๙๘ คือ ชอบเล็กน้อย และน้ำสลัดตำรับของอรอนงค์ ลำดวน ได้คะแนนความชอบเฉลี่ย ๕.๗๗ คือ บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ

ด้านเนื้อสัมผัส พบว่า น้ำสลัดตำรับของอรอนงค์ ลำดวน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ กับน้ำสลัดตำรับของอภิญญา และน้ำสลัดตำรับของมนตรี สกุลแก้ว แต่น้ำสลัดตำรับของพจนีย์ บุญนา และน้ำสลัดตำรับมนตรี สกุลแก้ว มีความไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ โดยน้ำสลัดตำรับของมนตรี สกุลแก้ว ได้คะแนนความชอบเฉลี่ย ๗.๒๒ คือ ชอบปานกลาง น้ำสลัดตำรับของพจนีย์ บุญนา ได้คะแนนความชอบเฉลี่ย ๖.๙๕ คือชอบเล็กน้อยและน้ำสลัดตำรับของอรอนงค์ ลำดวน ได้คะแนนความชอบเฉลี่ย ๖.๒๘ คือ ชอบเล็กน้อย

ด้านความชอบรวม พบว่า น้ำสลัดทั้ง ๓ ตำรับ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ โดยน้ำสลัดตำรับของมนตรี สกุลแก้ว ได้คะแนนความชอบเฉลี่ย ๗.๕๐ คือ ชอบปานกลางน้ำสลัดตำรับของพจนีย์ บุญนา ได้คะแนนความชอบเฉลี่ยคือ ๖.๗๘ คือ ชอบเล็กน้อย และน้ำสลัดตำรับของอรอนงค์ ลำดวน ได้คะแนนความชอบเฉลี่ย ๖.๐๕ คือ ชอบเล็กน้อย

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส แสดงให้พบว่าคะแนนความชอบรวม และคะแนนความชอบด้านรสชาติของทั้ง ๓ ตำรับ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ ส่วนคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส, กลิ่นรส, กลิ่นและสี น้ำสลัดตำรับพจนีย์ บุญนา และน้ำสลัดตำรับมนตรี สกุลแก้ว ได้คะแนนความชอบไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ และได้คะแนนมากกว่าน้ำสลัดตำรับอรอนงค์ ลำดวน ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงสุดในแต่ละปัจจัยคุณภาพ จะพบว่าน้ำสลัดตำรับมนตรี สกุลแก้ว ได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงสุดในทุกปัจจัยคุณภาพ ดังนั้นจึงเลือกน้ำสลัดตำรับมนตรี สกุลแก้ว เป็นน้ำสลัดตำรับพื้นฐานสำหรับการพัฒนาทำน้ำสลัดชนิดข้น

๑.๒ ศึกษากระบวนการผลิตน้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้

จากการทดสอบผู้บริโภคเพื่อคัดเลือกตำรับพื้นฐานสำหรับผลิตน้ำสลัดชนิดข้น แสดงดังตารางที่ ๑๐ แล้วปรากฏว่า ได้ใช้น้ำสลัดตำรับของมนตรี สกุลแก้ว ที่ผ่านการคัดเลือกโดยมีคะแนนการยอมรับของผลิตภัณฑ์สูงที่สุด เป็นผลิตภัณฑ์น้ำสลัดตำรับพื้นฐานทำน้ำสลัดชนิดข้นโดยใช้เต้าหู้ถั่วเหลืองและ modified starch ทดแทนไข่และน้ำมัน ในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดตำรับพื้นฐานในปริมาณ ๑๐๐ เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักส่วนผสมของไข่

ตารางที่ ๑๐ ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดตำรับพื้นฐานกับน้ำสลัดชนิดข้น

วัตถุดิบ	ตำรับน้ำสลัดพื้นฐาน	ตำรับน้ำสลัดชนิดข้น
	ปริมาณ (กรัม)	ปริมาณ (กรัม)
น้ำส้มสายชู	๗๕	๗๕
น้ำตาลทราย	๑๐๐	๑๐๐
นมข้นหวาน	๔๕	๔๕
พริกไทยป่น	๕	๕
เกลือ	๕	๕
มัสตาร์ด	๕	๕
น้ำมันพืช	๒๕๐	-
ไข่	๕๐	-
เต้าหู้ถั่วเหลือง	-	๕๐

๑.๓ การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำสลัดชนิดข้น

จากการทำน้ำสลัดชนิดข้นตำรับพื้นฐานที่ใช้เต้าหู้ถั่วเหลืองและ modified starch ทดแทนไข่และน้ำมันในปริมาณร้อยละ ๑๐๐ ปรากฏว่า คุณภาพของน้ำสลัดชนิดข้นที่ได้ไม่เป็นไปตามที่ต้องการ คือมีการแยกชั้น และมีกลิ่นน้ำส้มสายชูมาก ดังนั้นจึงทำการพัฒนาสูตรน้ำสลัดชนิดข้นโดยเลือกใช้น้ำสลัดตำรับของมนตรี สกุลแก้ว เป็นน้ำสลัดตำรับพื้นฐานแปรปริมาณของเต้าหู้ถั่วเหลือง ๓ ระดับในปริมาณ ๕๐, ๗๐, และ ๙๐ กรัม ใช้ปริมาณน้ำส้มสายชูกลั่น ๓ ระดับเป็น ๕๐, ๗๐, และ ๙๐ กรัม ตามลำดับ และใช้ปริมาณมัสตาร์ด ๓ ระดับเป็น ๕, ๗, และ ๙ กรัม ตามลำดับ ได้สูตรน้ำสลัดทั้งหมด ๕ ตำรับรวมสูตรพื้นฐาน แสดงดังตารางที่ ๑๑ โดยคำนึงถึงคะแนนในด้านความชอบรวม ความเนียนละเอียด, ความข้นหนืด, กลิ่นน้ำส้มสายชู, กลิ่นถั่วเหลือง, สี, รสเปรี้ยว, รสเค็ม, รสหวาน ตามลำดับ

ตารางที่ ๑๑ ผลการเปรียบเทียบปริมาณส่วนผสมของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้น

วัตถุดิบ	ตำรับที่ ๑		ตำรับที่ ๒		ตำรับที่ ๓		ตำรับที่ ๔		ตำรับที่ ๕	
	กรัม	%	กรัม	%	กรัม	%	กรัม	%	กรัม	%
เต้าหู้ถั่วเหลือง	๕๐	๙.๓๕	๗๐	๑๒.๘๐	๗๐	๑๓.๐๔	๙๐	๑๕.๘๒	๙๐	๑๖.๑๐
น้ำส้มสายชู	๗๕	๑๔.๐๓	๖๕	๑๑.๘๙	๕๕	๑๐.๒๔	๖๕	๑๑.๔๒	๕๕	๙.๘๕
มัสตาร์ด	๕	๐.๙๓	๗	๑.๒๘	๗	๑.๓๑	๙	๑.๕๘	๙	๑.๖๑
น้ำตาลทราย	๑๐๐	๑๘.๖๙	๑๐๐	๑๘.๒๘	๑๐๐	๑๘.๖๒	๑๐๐	๑๗.๕๗	๑๐๐	๑๗.๘๙
นมข้นหวาน	๔๕	๘.๔๑	๔๕	๘.๒๓	๔๕	๘.๓๘	๔๕	๗.๙๑	๔๕	๘.๐๕
พริกไทยป่น	๕	๐.๙๓	๕	๐.๙๑	๕	๐.๙๓	๕	๐.๘๘	๕	๐.๘๙
เกลือ	๕	๐.๙๓	๕	๐.๙๑	๕	๐.๙๓	๕	๐.๘๘	๕	๐.๘๙
modified starch	๒๕๐	๔๖.๗๓	๒๕๐	๔๕.๗๐	๒๕๐	๔๖.๕๕	๒๕๐	๔๓.๙๔	๒๕๐	๔๔.๗๒

จากการทดสอบ โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน ๑๕ คน ชิมทดสอบตัวอย่างที่นำเสนอ ๕ ตัวอย่าง ให้คะแนนความเข้ม ซึ่งสเกลที่ใช้เป็นลักษณะ Line Scale ขนาดยาว ๑๕ เซนติเมตร ร่วมอภิปรายเพื่อกำหนดคุณลักษณะเชิงประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นในปัจจัยคุณภาพด้านสี, กลิ่นน้ำส้มสายชู, กลิ่นถั่วเหลือง, รสเปรี้ยว, รสเค็ม, รสหวาน, ความข้นหนืด, ความเนียนละเอียดและด้านความชอบรวมได้ผลการทดลองดังตารางที่ ๑๒

ตารางที่ ๑๒ การยอมรับทางประสาทสัมผัสของน้ำสลัดชนิดข้นทั้ง ๕ ตำรับ

ปัจจัยคุณภาพ	น้ำสลัดชนิดข้นทั้ง ๕ ตำรับ				
	ตำรับที่ ๑	ตำรับที่ ๒	ตำรับที่ ๓	ตำรับที่ ๔	ตำรับที่ ๕
สี	๕.๐๔[b] ±๑.๙๖	๕.๕๒[b] ±๑.๔๙	๕.๗๒[b] ± ๑.๘๒	๘.๑๓[a] ± ๒.๐๒	๘.๑๕[a] ± ๒.๔๓
กลิ่นน้ำส้มสายชู[ns]	๑๐.๗๒ ±๓.๐๕	๙.๖๔ ± ๒.๙๕	๘.๑๓ ± ๒.๔๓	๙.๗๓ ± ๒.๙๔	๘.๒๕ ± ๒.๘๓
กลิ่นถั่วเหลือง[ns]	๓.๓๓ ± ๒.๖๐	๓.๔๓ ± ๑.๙๖	๓.๘๔ ± ๒.๓๒	๓.๘๖ ± ๒.๑๘	๓.๘๓ ± ๒.๕๔
รสเปรี้ยว[ns]	๗.๖๔ ± ๑.๖๘	๗.๕๐ ± ๑.๓๕	๖.๔๓ ± ๑.๒๔	๗.๒๘ ± ๐.๖๑	๖.๕๐ ± ๑.๘๗
รสเค็ม[ns]	๖.๑๓ ± ๑.๙๒	๔.๗๑ ± ๒.๒๙	๔.๗๘ ± ๒.๓๐	๖.๑๘ ± ๑.๕๘	๕.๕๓ ± ๒.๐๘
รสหวาน[ns]	๖.๙๕ ± ๑.๔๓	๖.๔๗ ± ๑.๘๗	๖.๗๑ ± ๑.๓๒	๖.๐๘ ± ๑.๗๐	๖.๕๔ ± ๑.๖๗
ความข้นหนืด[ns]	๗.๗๓ ± ๒.๙๑	๗.๒๖ ± ๒.๔๒	๗.๗๑ ± ๒.๕๘	๗.๒๕ ± ๑.๘๙	๗.๕๘ ± ๒.๓๙
ความเนียนละเอียด[ns]	๗.๗๔ ± ๒.๙๒	๖.๘๗ ± ๑.๙๑	๖.๙๗ ± ๑.๗๘	๗.๓๒ ± ๒.๑๑	๙.๓๑ ± ๒.๙๗

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq ๐.๐๕$)
ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > ๐.๐๕$)

ด้านสี พบว่า น้ำสลัดชนิดข้นในตำรับที่ ๔ และตำรับที่ ๕ ได้คะแนนความเข้มด้านสีแตกต่างจากน้ำสลัดชนิดข้นในตำรับที่ ๑, ตำรับที่ ๒ และตำรับที่ ๓ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ ตำรับน้ำสลัดชนิดข้นตำรับที่ ๔ และตำรับที่ ๕ ได้คะแนนความเข้มด้านสีอยู่ในช่วง ๘.๑๓-๘.๑๕ คือ อยู่ในช่วงเข้มปานกลาง

ด้านกลิ่นน้ำส้มสายชู พบว่า ตำรับผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นทั้ง ๕ ตำรับ ได้คะแนนความเข้มด้านกลิ่นน้ำส้มสายชูไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ โดยได้รับคะแนนความเข้มอยู่ในช่วง ๘.๑๓–๑๐.๗๒ คืออยู่ในช่วงเข้มปานกลาง ถึง เข้มมาก โดยน้ำสลัดชนิดข้นตำรับที่ ๑, ๒ และ ๔ ได้คะแนนความเข้มเฉลี่ย ๑๐.๗๒, ๙.๖๔ และ ๙.๗๓ ตามลำดับ คือมีความเข้มมาก น้ำสลัดชนิดข้นตำรับที่ ๓ และ ๕ ได้คะแนนความเข้มเฉลี่ย ๘.๑๓ และ ๘.๒๕ คือมีความเข้มปานกลาง

ด้านกลิ่นถั่วเหลือง พบว่า ตำรับผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นทั้ง ๕ ตำรับ ได้คะแนนความเข้มด้านกลิ่นถั่วเหลืองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ โดยได้รับคะแนนความเข้มอยู่ในช่วง ๓.๓๓–๓.๘๖ คืออยู่ในช่วงเข้มน้อยโดยน้ำสลัดชนิดข้นตำรับที่ ๑, ๒,

๓, ๔ และ ๕ ได้คะแนนความเข้มเฉลี่ย ๓.๓๓, ๓.๔๓, ๓.๘๔, ๓.๘๖, และ ๓.๘๓ ตามลำดับ คือมีความเข้มน้อย

ด้านรสเปรี้ยว พบว่า ตำรับผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นทั้ง ๕ ตำรับ ได้คะแนนความเข้มด้านรสเปรี้ยวไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ โดยได้รับคะแนนความเข้มอยู่ในช่วง ๖.๔๓–๗.๖๔ คืออยู่ในช่วงเข้มปานกลาง โดยน้ำสลัดชนิดข้นตำรับที่ ๑, ๒, ๓, ๔ และ ๕ ได้คะแนนความเข้มเฉลี่ย ๗.๖๔, ๗.๕๐, ๖.๔๓, ๗.๒๘ และ ๖.๕๐ ตามลำดับ คือมีความเข้มปานกลาง

ด้านรสเค็ม พบว่า ตำรับผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นทั้ง ๕ ตำรับ ได้คะแนนความเข้มด้านรสเค็มไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ โดยได้รับคะแนนความเข้มอยู่ในช่วง ๔.๗๑–๖.๑๘ คืออยู่ในช่วงเข้มน้อย ถึง เข้มปานกลางโดยน้ำสลัดชนิดข้นตำรับที่ ๑ และ ๔ ได้คะแนนความเข้มเฉลี่ย ๖.๑๓ และ ๖.๑๘ คือมีความเข้มปานกลาง น้ำสลัดชนิดข้นตำรับที่ ๒, ๓ และ ๕ ได้คะแนนความเข้มเฉลี่ย ๔.๗๑, ๔.๗๘ และ ๕.๕๓ ตามลำดับ คือมีความเข้มน้อย

ด้านรสหวาน พบว่า ตำรับผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นทั้ง ๕ ตำรับ ได้คะแนนความเข้มด้านรสหวานไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ โดยได้รับคะแนนความเข้มอยู่ในช่วง ๖.๐๘–๖.๙๕ คืออยู่ในช่วงเข้มปานกลางโดยน้ำสลัดชนิดข้นตำรับที่ ๑, ๒, ๓, ๔ และ ๕ ได้คะแนนความเข้มเฉลี่ย ๖.๙๕, ๖.๔๗, ๖.๗๑, ๖.๐๘ และ ๖.๕๔ ตามลำดับ คือ มีความเข้มปานกลาง

ด้านความข้นหนืด พบว่า ตำรับผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นทั้ง ๕ ตำรับ ได้คะแนนความเข้มด้านความข้นหนืดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ โดยได้รับคะแนนความเข้มอยู่ในช่วง ๗.๒๕–๗.๗๓ คืออยู่ในช่วงเข้มปานกลาง โดยน้ำสลัดชนิดข้นตำรับที่ ๑, ๒, ๓, ๔ และ ๕ ได้คะแนนความเข้มเฉลี่ย ๗.๗๓, ๗.๒๖, ๗.๗๑, ๗.๒๕ และ ๗.๕๘ ตามลำดับ คือมีความเข้มปานกลาง

ด้านความเนียนละเอียด พบว่า ตำรับผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นทั้ง ๕ ตำรับ ได้คะแนนความเข้มด้านความเนียนละเอียดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ โดยได้รับคะแนนความเข้มอยู่ในช่วง ๖.๘๗–๙.๓๑ คือ อยู่ในช่วงเข้มปานกลาง ถึง เข้มมาก โดยน้ำสลัดชนิดข้นตำรับที่ ๕ ได้คะแนนความเข้มเฉลี่ย ๙.๓๑ คือ มีความเข้มมาก น้ำสลัดชนิดข้นตำรับที่ ๑, ๒, ๓ และ ๔ ได้คะแนนความเข้มเฉลี่ย ๗.๗๔, ๖.๘๗, ๖.๙๗, และ ๗.๓๒ ตามลำดับ คือ มีความเข้มปานกลาง

จากตารางที่ ๑๒ แสดงให้พบว่าน้ำสลัดชนิดข้นทั้ง ๕ ตำรับ ได้คะแนนความเข้มเฉลี่ยไม่ว่าจะเป็นความเข้มในด้านกลิ่นน้ำส้มสายชู, กลิ่นถั่วเหลือง, รสเปรี้ยว,รสเค็ม, รสหวาน, ความข้นหนืด, ความเนียนละเอียดเฉลี่ยทั้งหมดมีความไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ แต่น้ำสลัดชนิดข้นตำรับที่ ๕ มีคะแนนการยอมรับด้านความเนียนละเอียดสูงกว่าตำรับอื่น และคะแนนความเข้มด้านสีตำรับที่ ๔และตำรับที่ ๕ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ จากตำรับที่ ๑, ๒ และ ๓ ดังนั้น จึงทำการคัดเลือกน้ำสลัดชนิดข้นตำรับที่ ๕ เป็นตำรับที่มีความเหมาะสมที่สุด การที่คะแนนการยอมรับน้ำสลัดชนิดข้นตำรับที่ ๕ ได้รับการคัดเลือกเป็นตำรับที่เหมาะสมที่สุดอาจเนื่องจากการลดปริมาณน้ำส้มสายชูลงทำให้ผลิตภัณฑ์น้ำ

สลัดชนิดข้นมีกลิ่นน้ำส้มสายชูลดลง และการเพิ่มปริมาณเต้าหู้ถั่วเหลืองทำให้เนื้อผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นมีความเนียนละเอียดเพิ่มขึ้นเนื่องจากเต้าหู้ถั่วเหลืองมีปริมาณน้ำมาก

๑.๓ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำสลัดชนิดข้น

นำผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นที่ผ่านการคัดเลือกมาตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ โดยพิจารณาด้านลักษณะเนื้อ การแยกชั้น ค่าสีและค่าความหนืด คุณภาพทางเคมี ได้แก่ การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน, ไขมัน, ความชื้น, เถ้า, เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรต ตามวิธีของ AOAC (๒๐๐๐) ค่า water activity ค่าความเป็นกรด–เบส ค่าเพอร์ออกไซด์ และคอเลสเตอรอล ตามวิธี in house method, ตาม AOAC ๙๗๖.๒๖ โดยการวัดคุณลักษณะทุกข้อทำ ๓ ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย ได้ผลดังนี้

ตารางที่ ๑๓ คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของน้ำสลัดชนิดข้น

คุณลักษณะ	น้ำสลัดชนิดข้น
คุณภาพทางกายภาพ	
ลักษณะปรากฏ	
ลักษณะเนื้อ	เนียนละเอียด
การแยกชั้น	ไม่แยกชั้น
ค่าสี	
ความสว่าง (L*)	๗๐.๑๗ ± ๐.๑๗๑
ค่าสีแดง(a*)	๒.๗๖ ± ๐.๒๙๑
ค่าสีเหลือง(b*)	๒๙.๙๘ ± ๐.๑๐๑
ค่าความหนืด (เซนติปัวส์)	๗๙๒๓๑
ค่า Water Activity (Aw)	๐.๙๑๑
คุณภาพทางเคมี (%)	
ความชื้น	๒๔.๕๗๑
คาร์โบไฮเดรต	๒๘.๘๑๒
โปรตีน	๖.๐๘๑
ไขมัน	๓๒.๔๑๑
เถ้า	๑.๓๖๑
เยื่อใย	๖.๗๗๑
ค่าเพอร์ออกไซด์ (mEq/Kg)	๒.๐๐๑
ความเป็นกรด–เบส	๓.๘๕๑
ค่าความเป็นกรดทั้งหมด(มิลลิกรัม/๑๐๐ กรัม)	๐.๗๐๑

- ลักษณะปรากฏ พบว่า น้ำสลัดชนิดข้นมีเนื้อเนียนละเอียดไม่แยกชั้น
- ค่าสี พบว่า จากผลการวิเคราะห์แสดงให้พบว่าน้ำสลัดชนิดข้น ได้ค่า L* มีค่าเป็นบวก ซึ่งแสดงถึงค่าความสว่าง (lightness) ที่ ๗๐.๑๗±๐.๑๗ ค่า a* ซึ่งมีค่าเป็นลบแสดงถึงสี

เขียวที่ ๒.๗๖ ± ๐.๒๙ ส่วนค่า b* ได้ค่าบวก แสดงถึงสีออกทางสีเหลืองที่ ๒๙.๙๘±๐.๑๐ โดยภาพรวมแล้วน้ำสลัดชนิดข้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีสีเหลืองครีมออกสว่าง (Peley and Baley, ๑๙๘๓)

- ค่าความหนืด พบว่า น้ำสลัดชนิดข้น มีค่าความหนืด ๗,๙๒๓ เซนติปัวส์
- ค่า water activity พบว่า น้ำสลัดชนิดข้น มีค่า Aw = ๐.๙๑
- องค์ประกอบทางเคมี พบว่า น้ำสลัดชนิดข้น มี โปรตีนไขมัน ความชื้น เถ้า เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ ๖.๐๘%, ๓๒.๔๑%, ๒๔.๕๗%, ๑.๓๖%, ๖.๗๗%, ๒๘.๘๑%, ตามลำดับ
- ค่าความเป็นกรด-เบส พบว่า น้ำสลัดชนิดข้น มีค่า pH = ๓.๘๕ซึ่งเป็นอาหารที่มีความเป็นกรด (มัทนา, ๒๕๔๕)
- ค่าความเป็นกรดทั้งหมด พบว่า น้ำสลัดชนิดข้นมีค่าความเป็นกรดทั้งหมด เท่ากับ ๐.๗ มิลลิกรัม/๑๐๐ กรัม
- ค่าเพอร์ออกไซด์ พบว่า น้ำสลัดชนิดข้น มีค่าเพอร์ออกไซด์เท่ากับ ๒ mEq/Kg

๒. ผลการศึกษาอายุการเก็บของน้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้

นำน้ำสลัดชนิดข้นที่ได้รับการยอมรับมาทำการศึกษาอายุการเก็บ โดยวิธีการ Hot Filling โดยนึ่งให้ความร้อนผลิตภัณฑ์จนได้อุณหภูมิ ๖๐–๗๒ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๓๐ นาที เพื่อป้องกันการแยกชั้นของผลิตภัณฑ์หากได้รับความร้อนสูง จากนั้นบรรจุผลิตภัณฑ์ภายใต้บรรยากาศปกติทันทีในภาชนะขวดแก้วใสที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วกับถุงสุญญากาศซึ่งจะบรรจุน้ำสลัดชนิดข้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ทำการทดสอบโดยการสุ่มเก็บตัวอย่างมาตรวจสอบคุณภาพเป็นเวลา ๔ สัปดาห์ โดยใน ๓ สัปดาห์แรก และสุ่มตรวจสอบคุณภาพทุกๆ ๓ วัน ในสัปดาห์สุดท้าย

๒.๑ ผลการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

โดยใช้วิธี Modified qualitative descriptive analysis ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสี กลิ่นหืน รสเปรี้ยว ความเนียนละเอียดของเนื้อสัมผัส และด้านการยอมรับของผลิตภัณฑ์ ใช้วิธี ๙-point Hedonic scale test ผลปรากฏว่า การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านความเข้มสี พบว่า น้ำสลัดชนิดข้นบรรจุในภาชนะบรรจุขวดแก้วใส มีคะแนนความเข้มสีอยู่ในช่วง ๖.๙๒–๘.๕๒ ส่วนน้ำสลัดชนิดข้นบรรจุในถุงสุญญากาศมีคะแนนความเข้มสีอยู่ในช่วง ๖.๙๐–๑๐.๓๖ โดยในวันที่ ๐, ๗, ๑๔ และวันที่ ๒๗ มีค่าคะแนนความเข้มสีไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ แต่ในวันที่ ๒๑, ๒๔ และวันที่ ๓๐ ค่าคะแนนความเข้มสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ ตามตารางที่ ๑๔ จะพบว่าสีของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นมีแนวโน้มที่มีสีเข้มขึ้น ดังที่ Eichner and Wolf (๑๙๘๓) กล่าวว่าปัจจัยที่มีผลต่อการทำปฏิกิริยาเมลลาร์ด คือ อุณหภูมิ และความชื้นในอาหาร ทั้งนี้อาจเนื่องจากในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้น เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและมีค่า water activity สูงจึงทำให้ค่าสีในผลิตภัณฑ์มีความเข้มขึ้น

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านกลิ่นหืน พบว่า น้ำสลัดชนิดข้นบรรจุในภาชนะบรรจุขวดแก้วใส มีคะแนนด้านกลิ่นหืนอยู่ในช่วง ๑.๙๖–๕.๔๘ ส่วนน้ำสลัดชนิดข้นบรรจุในถุงสุญญากาศมีคะแนนด้านกลิ่นหืนอยู่ในช่วง ๒.๑๘–๔.๓๐ โดยในวันที่ ๐, ๗, ๑๔, ๒๑ และวันที่ ๓๐ มีคะแนน

ความหืนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ แต่ในวันที่ ๒๔ และ ๒๗ ค่าคะแนนความหืนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ ตามตารางที่ ๑๕ พบว่า กลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้น มีแนวโน้มที่มีกลิ่นหืนเพิ่มขึ้น แต่เนื่องจากในน้ำมันจากผลิตภัณฑ์ยังไม่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นมากพอที่จะทำให้เกิดกลิ่นหืน เพราะการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในภาชนะบรรจุแบบขวดแก้วใสและถุงบรรจุสุญญากาศสามารถป้องกันออกซิเจนได้เป็นอย่างดีการเปลี่ยนแปลง

คุณภาพทางด้านรสเปรี้ยว พบว่า น้ำสลัดชนิดข้นบรรจุในภาชนะบรรจุขวดแก้วใส มีคะแนนความเข้มด้านรสเปรี้ยวอยู่ในช่วง ๘.๐๙–๘.๖๓ ส่วนน้ำสลัดชนิดข้นบรรจุในถุงสุญญากาศ มีคะแนนความเข้มด้านรสเปรี้ยว อยู่ในช่วง ๗.๑๓–๙.๔๔ โดยในวันที่ ๐, ๗, ๑๔ และวันที่ ๒๗ มีคะแนนความเข้มด้านรสเปรี้ยวไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ แต่ในวันที่ ๒๑, ๒๔ และวันที่ ๓๐ ค่าคะแนนความเข้มด้านรสเปรี้ยวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ แสดงให้พบว่า รสเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นค่อนข้างคงที่ แต่จะมีรสเปรี้ยวเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ ๓๐ ตามตารางที่ ๑๖

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านความเนียนละเอียด พบว่า น้ำสลัดชนิดข้นบรรจุในภาชนะบรรจุขวดแก้วใส มีคะแนนความเนียนละเอียดอยู่ในช่วง ๙.๐๘–๑๑.๘๒ ส่วนน้ำสลัดชนิดข้นบรรจุในถุงสุญญากาศ มีคะแนนความเนียนละเอียด อยู่ในช่วง ๙.๖๓–๑๑.๓๓ ตามตารางที่ ๑๗ โดยในวันที่ ๐, ๑๔, ๒๔ และวันที่ ๓๐ มีค่าคะแนนความเนียนละเอียดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ แสดงให้พบว่าความเนียนละเอียดของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย (หยาบมากขึ้น)

เมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้นการทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา ๑ เดือน ในอุณหภูมิห้อง (๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส) พบว่า ในภาชนะบรรจุขวดแก้วใสมีคะแนนด้านการยอมรับอยู่ในช่วง ๖.๗๕–๗.๗๕ คือยอมรับเล็กน้อยถึงยอมรับปานกลาง ซึ่งคะแนนอยู่ในช่วงที่สามารถยอมรับได้ และที่ภาชนะบรรจุถุงสุญญากาศ มีคะแนนระดับการยอมรับอยู่ในช่วง ๖.๙๒–๗.๙๒ คือยอมรับเล็กน้อยถึงยอมรับปานกลาง โดยในวันที่ ๐, ๗, ๑๔, ๒๔ และวันที่ ๓๐ มีค่าคะแนนระดับการยอมรับไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ แต่ในวันที่ ๒๑ และวันที่ ๒๗ ค่าคะแนนระดับการยอมรับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ โดยในวันที่ ๒๑ และวันที่ ๒๗ ได้ค่าคะแนนระดับการยอมรับ ๗.๔๒ และ ๗.๕๘ ตามลำดับคือยอมรับปานกลาง ตามตารางที่ ๑๘ ซึ่งคะแนนที่ได้สูงกว่าการยอมรับ (๖=ยอมรับเล็กน้อย) แสดงว่าผู้ทดสอบยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้น

การยอมรับของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ ว่ามีค่าด้อยลง คือ สีเริ่มคล้ำขึ้น, เริ่มมีกลิ่นหืน, ความเนียนละเอียดลดลง(หยาบมากขึ้น) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะผลิตภัณฑ์ในทุกๆ ด้านมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย แต่คุณภาพของผลิตภัณฑ์ในทุกๆ ด้านนั้นยังคงอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้

ตารางที่ ๑๔ คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านระดับความเข้มสีของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นที่บรรจุในขวดแก้วใสและถุงสุญญากาศ ที่อุณหภูมิห้อง(๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส) ในระยะเวลาการเก็บ ๑ เดือน

วันที่	การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านระดับความเข้มสี	
	ขวดแก้วใส	ถุงสุญญากาศ
๐ ns	๖.๙๒ ± ๐.๗๐	๖.๙๐ ± ๐.๘๑
๗ ns	๗.๒๘ ± ๐.๙๕	๗.๘๙ ± ๐.๙๙
๑๔ ns	๗.๐๘ ± ๑.๐๓	๗.๐๗ ± ๐.๙๐
๒๑	๗.๖๐ ± ๐.๗๔ b	๙.๑๖ ± ๑.๓๘ a
๒๔	๗.๒๐ ± ๑.๑๖ b	๘.๔๓ ± ๐.๙๑ a
๒๗ ns	๖.๘๑ ± ๐.๘๓	๗.๑๗ ± ๐.๙๙
๓๐	๘.๕๒ ± ๑.๑๙ b	๑๐.๓๖ ± ๑.๓๔ a

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤๐.๐๕)
ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p > ๐.๐๕)

ตารางที่ ๑๕ คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านระดับความเข้มกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นที่บรรจุในขวดแก้วใสและถุงสุญญากาศ ที่อุณหภูมิห้อง(๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส) ในระยะเวลาการเก็บ ๑ เดือน

วันที่	การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านระดับความเข้มกลิ่นหืน	
	ขวดแก้วใส	ถุงสุญญากาศ
๐ ns	๒.๑๑ ± ๐.๘๐	๒.๑๘ ± ๑.๑๐
๗ ns	๑.๙๖ ± ๑.๐๐	๒.๔๘ ± ๑.๔๒
๑๔ ns	๒.๔๒ ± ๑.๕๔	๒.๒๒ ± ๑.๑๔
๒๑ ns	๓.๙๓ ± ๑.๙๙	๔.๑๒ ± ๒.๓๔
๒๔	๓.๙๒ ± ๑.๘๕ a	๓.๐๙ ± ๑.๒๔ b
๒๗	๕.๔๘ ± ๑.๘๕ a	๓.๒๓ ± ๑.๔๖ b
๓๐ ns	๔.๗๘ ± ๑.๗๔	๔.๓๐ ± ๒.๐๕

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤๐.๐๕)
ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p > ๐.๐๕)

ตารางที่ ๑๖ คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านระดับความเข้มรสเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นที่บรรจุในขวดแก้วใสและถุงสุญญากาศ ที่อุณหภูมิห้อง (๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส) ในระยะเวลาการเก็บ ๑ เดือน

วันที่	การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านระดับความเข้มรสเปรี้ยว	
	ขวดแก้วใส	ถุงสุญญากาศ
๐ ns	๘.๖๓ ± ๑.๘๔	๘.๑๓ ± ๒.๐๔
๗ ns	๘.๕๙ ± ๑.๘๒	๘.๐๘ ± ๑.๙๓
๑๔ ns	๘.๐๙ ± ๑.๑๕	๗.๕๕ ± ๑.๐๓
๒๑	๘.๑๓ ± ๑.๕๙ a	๗.๕๕ ± ๑.๘๙ b
๒๔	๘.๑๔ ± ๑.๕๔ a	๗.๑๓ ± ๑.๔๗ b
๒๗ ns	๘.๗๔ ± ๑.๒๐	๘.๓๓ ± ๑.๓๒
๓๐	๘.๓๒ ± ๑.๐๐ b	๙.๔๔ ± ๑.๓๗ a

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤๐.๐๕)
ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p > ๐.๐๕)

ตารางที่ ๑๗ คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านระดับความเข้มด้านความเนียนละเอียดของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นที่บรรจุในขวดแก้วใสและถุงสุญญากาศที่อุณหภูมิห้อง (๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส) ในระยะเวลาการเก็บ ๑ เดือน

วันที่	การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านระดับความเนียนละเอียด	
	ขวดแก้วใส	ถุงสุญญากาศ
๐ ns	๑๑.๕๐ ± ๐.๙๑	๑๑.๓๓ ± ๑.๐๗
๗	๑๑.๘๒ ± ๑.๔๖ a	๑๐.๖๕ ± ๑.๗๘ b
๑๔ ns	๑๐.๔๓ ± ๑.๑๗	๑๐.๐๙ ± ๑.๓๖
๒๑	๙.๓๑ ± ๑.๒๔ b	๑๐.๑๓ ± ๑.๑๑ a
๒๔ ns	๙.๖๖ ± ๑.๘๗	๙.๙๒ ± ๑.๕๓
๒๗	๙.๐๘ ± ๑.๓๔ b	๙.๖๓ ± ๑.๖๒ a
๓๐ ns	๙.๗๘ ± ๑.๔๒	๑๐.๑๖ ± ๑.๕๙

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤๐.๐๕)
ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p > ๐.๐๕)

ตารางที่ ๑๘ คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านระดับการยอมรับของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นที่บรรจุในขวดแก้วใสและถุงสุญญากาศ ที่อุณหภูมิห้อง(๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส) ในระยะเวลาการเก็บ ๑ เดือน

วันที่	การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านระดับการยอมรับ	
	ขวดแก้วใส	ถุงสุญญากาศ
๐ ns	๗.๗๕ ± ๐.๔๓	๗.๙๒ ± ๐.๗๙
๗ ns	๗.๖๗ ± ๐.๔๗	๗.๕๐ ± ๐.๖๗
๑๔ ns	๗.๕๐ ± ๐.๕๐	๗.๗๕ ± ๐.๖๒
๒๑	๖.๗๕ ± ๐.๔๓ b	๗.๔๒ ± ๐.๕๑ a
๒๔ ns	๖.๙๒ ± ๐.๗๖	๗.๑๗ ± ๐.๕๘
๒๗ ns	๖.๗๕ ± ๐.๗๒ b	๗.๕๘ ± ๐.๖๗ a
๓๐	๖.๙๒ ± ๐.๖๔	๖.๙๒ ± ๐.๗๙

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

๒.๒ ผลการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

โดยใช้วิธี Modified qualitative descriptive analysis และด้านการยอมรับของผลิตภัณฑ์ใช้วิธี ๙-point Hedonic scale test เปรียบเทียบในวันที่ ๐ กับวันที่ ๓๐ ผลปรากฏว่าการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านความเข้มสี, ความเข้มด้านกลิ่นหืน, ความเข้มด้านความเนียนละเอียด, ด้านการยอมรับ พบว่า น้ำสลัดชนิดข้นในภาชนะบรรจุขวดแก้วใสและถุงสุญญากาศ ในวันที่ ๐ กับวันที่ ๓๐ มีค่าคะแนนความเข้มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านความเข้มรสเปรี้ยว พบว่า น้ำสลัดชนิดข้น ในภาชนะบรรจุขวดแก้วใสและถุงสุญญากาศ ในวันที่ ๐ กับวันที่ ๓๐ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕

ตารางที่ ๑๙ คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความเข้มสี, ความเข้มด้านกลิ่นหืน, ความเข้มด้านรสเปรี้ยว, ความเข้มด้านความเนียนละเอียด, ด้านการยอมรับ ของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นที่บรรจุในขวดแก้วใส เปรียบเทียบในวันที่ ๐ กับวันที่ ๓๐ ที่อุณหภูมิห้อง (๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส) ในระยะเวลาการเก็บ ๑ เดือน

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	อายุการเก็บน้ำสลัดชนิดข้นในขวดแก้วใส	
	วันที่ ๐	วันที่ ๓๐
ระดับความเข้มสี	๖.๙๒ ± ๐.๗๐ [b]	๘.๕๒ ± ๑.๑๙ [a]
ระดับความเข้มด้านกลิ่นหืน	๒.๑๑ ± ๐.๘๐ [b]	๔.๗๘ ± ๑.๗๔ [a]
ระดับความเข้มด้านรสเปรี้ยว [ns]	๘.๖๓ ± ๑.๘๔	๘.๓๒ ± ๑.๐๐
ความเข้มด้านความเนียนละเอียด	๑๑.๕๐ ± ๐.๙๑ [a]	๙.๗๘ ± ๑.๔๒ [b]
ด้านการยอมรับ	๗.๗๕ ± ๐.๔๓ [a]	๖.๙๒ ± ๐.๖๔ [b]

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ ๒๐ คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความเข้มสี, ความเข้มด้านกลิ่นหืน, ความเข้มด้านรสเปรี้ยว, ความเข้มด้านความเนียนละเอียด, ด้านการยอมรับ ของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นที่บรรจุในถุงสุญญากาศ เปรียบเทียบในวันที่ ๐ กับวันที่ ๓๐ ที่อุณหภูมิห้อง (๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส) ในระยะเวลาการเก็บ ๑ เดือน

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	อายุการเก็บน้ำสลัดชนิดข้นในถุงสุญญากาศ	
	วันที่ ๐	วันที่ ๓๐
ระดับความเข้มสี	๖.๙๐ ± ๐.๘๑ [b]	๑๐.๓๖ ± ๑.๓๔ [a]
ระดับความเข้มด้านกลิ่นหืน	๒.๑๘ ± ๑.๑๐ [b]	๔.๓๐ ± ๒.๐๕ [a]
ระดับความเข้มด้านรสเปรี้ยว	๘.๑๓ ± ๒.๐๔ [b]	๙.๔๔ ± ๑.๓๗ [a]
ความเข้มด้านความเนียนละเอียด	๑๑.๓๓ ± ๑.๐๗ [a]	๑๐.๑๖ ± ๑.๕๙ [b]
ด้านการยอมรับ	๗.๙๒ ± ๐.๗๙ [a]	๖.๙๒ ± ๐.๗๙ [b]

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

๒.๓ การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์

โดยค่าที่ทำการวัด ได้แก่ ค่าสี ค่า Aw (Water Activity) และค่าความหนืด ผลปรากฏว่าเมื่อทำการเก็บผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นคอเลสเตอรอลต่ำ เป็นระยะเวลา ๑ เดือนที่อุณหภูมิห้อง (๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส) ดังตารางที่ ๒๔ พบว่า ในภาชนะบรรจุขวดแก้วใส มีค่าสี คือค่า L* (ความสว่าง), a* (สีแดง-สีเขียว) และ b* (สีเหลือง-น้ำเงิน) อยู่ในช่วง ๕๗.๘๗–๗๐.๑๗,-๐.๐๓–๓.๑๐ และ ๑๙.๑๙–๒๙.๙๘ ตามลำดับ และในภาชนะบรรจุถุงสุญญากาศ มีค่าสี คือค่า L* (ความสว่าง), a* (สี

แดง-สีเขียว) และb* (สีเหลือง-น้ำเงิน) อยู่ในช่วง ๔๘.๔๔–๗๐.๑๗, ๑.๖๖-๓.๕๑ และ ๑๕.๓๗–๓๐.๙๓ ตามลำดับ เมื่อผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บเพิ่มขึ้น ค่า L* (ความสว่าง) มีแนวโน้มที่ลดลงเมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้น ดังที่ Eichner and Wolf (๑๙๘๓) กล่าวว่าปัจจัยที่มีผลต่อการทำปฏิกิริยาเมลลาร์ด คืออุณหภูมิ และความชื้นในอาหาร ทั้งนี้อาจเนื่องจากในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและมีค่า Aw สูงจึงทำให้ค่าสีในผลิตภัณฑ์มีความเข้มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับ ผลของการประเมินคุณภาพทางกายภาพด้วยประสาทสัมผัส และจากการวัดค่า a*(สีแดง-สีเขียว)ในวันที่ ๗ พบว่า ค่าสีที่วัดได้มีความผิดพลาด เนื่องมาจากความผิดปกติของเครื่อง Hunter Lab รุ่นColor Flex ค่า Aw (Water Activity) คือ อัตราส่วนของความดันไอน้ำในอาหารต่อความดันไอน้ำของน้ำบริสุทธิ์ ค่า Aw เป็นตัวควบคุมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหาร โดยจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ไม่สามารถจะเจริญเติบโตเมื่อค่า Aw ต่ำกว่า ๐.๙๐ (Barbosa-C'anovas and Vega-Mercado,๑๙๙๖) ยีสต์และแบคทีเรียส่วนใหญ่จะถูกยับยั้งการเจริญเติบโตเมื่อมีค่า Aw ต่ำกว่า ๐.๘ และ ๐.๙ ตามลำดับ เมื่อทำการเก็บผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้น เป็นระยะเวลา ๑ เดือน ที่อุณหภูมิห้อง (๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส) ดังตารางที่ ๒๗ พบว่า ในภาชนะบรรจุขวดแก้วใส มีค่า Aw อยู่ในช่วง ๐.๙๖–๑.๐๐ และในภาชนะบรรจุถุงสุญญากาศ มีค่า Aw อยู่ในช่วง ๐.๙๕–๑.๐๐ การที่ผลิตภัณฑ์มีค่า Aw ค่อนข้างสูงแต่ยังสามารถคงคุณภาพอยู่ได้ เนื่องจากน้ำสลัดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีความเป็นกรด ซึ่งความเป็นกรด-เบส นี้จะเป็นตัวช่วยควบคุมและป้องกันจุลินทรีย์ที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เสื่อมเสียได้ (ตวงศิริ, ๒๕๔๒)เมื่อทำการเก็บผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิด เป็นระยะเวลา ๑ เดือน ที่อุณหภูมิห้อง (๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส) ดังตารางที่ ๒๔ พบว่า ในภาชนะบรรจุขวดแก้วใสมีค่าความหนืด อยู่ในช่วง ๗,๙๒๓–๖,๑๔๘ เซนติปัวส์ และในภาชนะบรรจุถุงสุญญากาศมีค่าความหนืด อยู่ในช่วง ๖,๙๙๙–๗,๙๒๓ เซนติปัวส์

จากตารางแสดงให้พบว่าความหนืดของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้น มีแนวโน้มที่มีความหนืดลดลง เนื่องจากเมื่อเก็บเป็นเวลานานขึ้น ความข้นจะลดลงจากการที่น้ำมันซึ่งกระจายตัวเป็นอนุภาคขนาดเล็กในอิมัลชันเกิดการรวมตัวและมีขนาดใหญ่ขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเหลว (บูชิตและสมพิศ, ๒๕๔๒)

ตารางที่ ๒๑ คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นในภาชนะบรรจุขวดแก้วใสและถุงสุญญากาศในระหว่างการศึกษาอายุการเก็บ ๑ เดือนที่อุณหภูมิห้อง (๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส)

	คุณภาพทางกายภาพ									
	ขวดแก้วใส					ถุงสุญญากาศ				
วันที่	L*	a*	b*	Aw	ความหนืด (เซนติปัวส์)	L*	a*	b*	Aw	ความหนืด (เซนติปัวส์)
๐	๗๐.๑๗	๒.๗๖	๒๙.๙๘	๐.๙๑	๗,๙๒๓	๗๐.๑๗	๒.๗๖	๒๙.๙๘	๐.๙๑	๗,๙๒๓
๗	๕๙.๒๒	-	๑๙.๑๙	๐.๙๖	๗,๒๓๕	๔๘.๔๔	๑.๖๖	๑๕.๓๗	๐.๙๕	๗,๓๘๑
๑๔	๕๙.๒๗	๐.๐๓	๑๙.๕๗	๐.๙๖	๗,๒๙๒	๕๙.๘๐	๒.๐๕	๑๙.๓๕	๐.๙๕	๗,๓๒๓
๒๑	๕๘.๖๖	๒.๓๖	๑๙.๖๒	๑.๐๐	๖,๙๑๒	๕๗.๘๖	๒.๙๓	๑๘.๙๗	๑.๐๐	๗,๓๗๘
๒๔	๕๘.๔๘	๒.๒๗	๒๐.๓๘	๑.๐๐	๖,๕๓๘	๕๖.๙๑	๒.๗๒	๒๐.๙๒	๑.๐๐	๗,๑๘๗
๒๗	๕๗.๘๗	๓.๐๗	๑๙.๗๒	๑.๐๐	๖,๑๗๒	๕๕.๔๗	๓.๐๓	๑๙.๗๑	๑.๐๐	๗,๑๕๐
๓๐	๕๘.๖๖	๓.๑๐	๒๐.๐๗	๑.๐๐	๖,๑๔๘	๕๓.๑๘	๓.๕๑	๑๘.๖๘	๑.๐๐	๖,๙๙๙

๒.๔ การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์

โดยทำการวัดค่าสี ค่า Aw (Water Activity) และค่าความหนืด เปรียบเทียบในวันที่ ๐ กับวันที่ ๓๐ ผลปรากฏว่า เมื่อทำการเก็บผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้น เป็นระยะเวลา ๑ เดือน ที่อุณหภูมิห้อง (๒๘–๓๒ องศาเซลเซียส) พบว่า น้ำสลัดชนิดข้นในภาชนะบรรจุขวดแก้วใส มีค่า L* (ความสว่าง), b* (สีเหลือง-น้ำเงิน), ค่า Aw (Water Activity) และค่าความหนืดในวันที่ ๐ และวันที่ ๓๐ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ แต่มีค่า a* (สีแดง-สีเขียว) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ ส่วนน้ำสลัดชนิดข้นในภาชนะบรรจุถุงสุญญากาศ มีค่า L* (ความสว่าง), b* (สีเหลือง-น้ำเงิน),และค่า Aw (Water Activity) ในวันที่ ๐ และวันที่ ๓๐ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ แต่มีค่า a* (สีแดง-สีเขียว) และค่าความหนืดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕

ตารางที่ ๒๒ คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นในภาชนะบรรจุขวดแก้วใสและถุงสุญญากาศสุญญากาศ เปรียบเทียบในวันที่ ๐ กับวันที่ ๓๐ ระหว่างการศึกษาอายุการเก็บ ๑ เดือนที่อุณหภูมิห้อง (๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส)

คุณภาพทางกายภาพ	คุณภาพทางกายภาพผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้น เปรียบเทียบในวันที่ ๐ กับวันที่ ๓๐	
	วันที่ ๐	วันที่ ๓๐
ขวดแก้วใส		
L*	๗๐.๑๗ [a]	๗๐.๑๗ [a]
a* [ns]	๒.๗๖	๒.๗๖
b* [ns]	๒๙.๙๘	๒๙.๙๘
Aw [ns]	๐.๙๑	๐.๙๑
ความหนืด [ns] (เซนติปัวส์)	๗,๙๒๓	๗,๙๒๓
ถุงสุญญากาศ		
L*	๕๘.๖๖ [a]	๕๓.๑๘ [b]
a*	๒.๒๘ [b]	๓.๕๑ [a]
b*	๒๐.๐๗ [a]	๑๘.๖๘ [b]
Aw [ns]	๑.๐๐	๑.๐๐
ความหนืด [ns] (เซนติปัวส์)	๖,๑๔๘	๖,๙๙๙

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวตั้งที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

๒.๕ การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์

โดยทำการวัดค่าความเป็นกรด-เบส และค่าเพอร์ออกไซด์ ผลปรากฏว่าหลังจากเก็บผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นระยะเวลา ๑ เดือนที่อุณหภูมิห้อง (๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส) ทำการวัดค่าความเป็นกรด–เบส โดย pH meter พบว่าภาชนะบรรจุขวดแก้วใส มีค่าความเป็นกรด-เบส อยู่ในช่วง ๓.๘๕–๔.๐๙ ซึ่งค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-เบส ของน้ำสลัดชนิดข้นจะลดลงเมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยค่าความเป็นกรด-เบส จะเริ่มลดลงหลังจากการเก็บ ๑ อาทิตย์และในภาชนะบรรจุถุงสุญญากาศ มีค่าความเป็นกรด-เบส อยู่ในช่วง ๓.๘๕–๔.๐๕ ซึ่งค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-เบส ของน้ำสลัดชนิดข้นจะลดลงเมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยค่าความเป็นกรด-เบส จะเริ่มลดลงหลังจากการเก็บ ๑ อาทิตย์ เช่นกัน แต่ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเนื่องจากคุณภาพด้านอื่น ๆ ยังเป็นไปตามมาตรฐาน และด้านรสชาติยังไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ค่า P.V. หมายถึง จำนวนมิลลิสมมูล (mEq) ของเพอร์ออกไซด์ต่อน้ำมันตัวอย่าง ๑ กิโลกรัม โดยปกติแล้วน้ำมันใหม่จะมีค่า PV ไม่เกิน ๑๐ mEq/Kg ค่าการหืนจะเริ่มที่ ๒๐-๔๐ mEq/Kg (กมลวรรณ, ๒๕๔๖) จากตารางที่ ๒๗ พบว่า ในภาชนะบรรจุขวดแก้วใส มีค่าเพอร์ออกไซด์อยู่ในช่วง ๒–๑๔ mEq/Kg และในภาชนะบรรจุถุงสุญญากาศ มีค่าเพอร์ออกไซด์ ๒–๑๖ mEq/Kg จะพบว่าค่าเพอร์ออกไซด์ที่ได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้นการที่ค่าเพอร์ออกไซด์ที่ได้จากผลการ

วิเคราะห์ทางเคมีตลอดอายุการเก็บรักษามีการเพิ่มขึ้นและลดลงนั้น อาจเนื่องจากสารประกอบออกไซด์เป็นสารที่ไม่เสถียรจึงมีการเปลี่ยนเป็น Secondary oxidation product (Gordon, M., ๒๐๐๑) ค่า PV ที่วิเคราะห์ได้ยังอยู่ในช่วงที่ค่อนข้างต่ำซึ่งสอดคล้องกับ กิตติ (๒๕๒๒) ได้รายงานไว้ว่า น้ำมันถั่วเหลืองที่ใส่ เทอร์เทียรี บิวทิล ไฮโดรคิวโนน จะทำให้ค่าเพอร์ออกไซด์ต่ำในระหว่างการเก็บรักษา แต่จะเกิดกลิ่นที่ไม่ต้องการได้ จากการทดลองของ Mihare etal (๑๙๘๓) พบว่า เมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้นค่าเพอร์ออกไซด์ของน้ำสลัดครีมที่แยกชั้นจะมีค่าสูงกว่าน้ำสลัดครีมที่ไม่แยกชั้น และน้ำสลัดครีมที่เก็บในหลอดพลาสติกเป็นเวลา ๖ เดือน ค่าเพอร์ออกไซด์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยมีค่าเพอร์ออกไซด์อยู่ในช่วงเท่ากับ ๐.๘–๖.๖๗ mEq/Kg

ตารางที่ ๒๓ ค่าความเป็นกรด–เบส ของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นที่บรรจุในขวดแก้วใสและถุงสุญญากาศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส) ในระยะเวลาการเก็บ ๑ เดือน

วันที่	ค่าความเป็นกรด – เบส (pH)	
	ขวดแก้วใส	ถุงสุญญากาศ
๐ ns	๓.๘๕ ± ๐.๐๔	๓.๘๕ ± ๐.๐๒
๗ ns	๓.๘๕ ± ๐.๐๓	๓.๙๐ ± ๐.๐๑
๑๔ ns	๓.๙๕ ± ๐.๐๒	๓.๙๕ ± ๐.๐๓
๒๑ ns	๓.๙๘ ± ๐.๐๓	๓.๙๘ ± ๐.๐๒
๒๔ ns	๔.๐๑ ± ๐.๐๒	๔.๐๑ ± ๐.๐๓
๒๗ ns	๔.๐๔ ± ๐.๐๔	๔.๐๔ ± ๐.๐๒
๓๐ ns	๔.๐๙ ± ๐.๐๗	๔.๐๕ ± ๐.๐๒

หมายเหตุ : ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > ๐.๐๕$)

๒.๖ การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์

โดยทำการวัดค่าความเป็นกรด-เบส ค่าเพอร์ออกไซด์ เปรียบเทียบในวันที่ ๐ กับวันที่ ๓๐ ผลปรากฏว่าเมื่อทำการเก็บผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้น พบว่า ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำสลัดชนิดข้นในภาชนะบรรจุขวดแก้วใสในวันที่ ๐ และวันที่ ๓๐ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ แต่น้ำสลัดชนิดข้นในภาชนะบรรจุถุงสุญญากาศ ในวันที่ ๐ และวันที่ ๓๐ มีความไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕ เมื่อทำการเก็บผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้น พบว่า ค่าเพอร์ออกไซด์น้ำสลัดชนิดข้นในภาชนะบรรจุขวดแก้วใสและภาชนะบรรจุถุงสุญญากาศ ในวันที่ ๐ และวันที่ ๓๐ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕

ตารางที่ ๒๔ คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นในภาชนะบรรจุขวดแก้วใสและถุงสุญญากาศสุญญากาศ เปรียบเทียบในวันที่ ๐ กับวันที่ ๓๐ ระหว่างการศึกษาอายุการเก็บ ๑ เดือนที่อุณหภูมิห้อง (๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส)

คุณภาพทางเคมี	คุณภาพทางกายภาพผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้น เปรียบเทียบในวันที่ ๐ กับวันที่ ๓๐	
	วันที่ ๐	วันที่ ๓๐
ขวดแก้วใส		
กรด-เบส	๓.๘๕ ± ๐.๐๔ [b]	๓.๘๕ ± ๐.๐๒ [b]
ค่าเพอร์ออกไซด์	๒ [b]	๒ [b]
ถุงสุญญากาศ		
กรด-เบสทร	๔.๐๙ ± ๐.๐๗ [a]	๔.๐๕ ± ๐.๐๒ [a]
ค่าเพอร์ออกไซด์	๑๔ [a]	๑๖ [a]

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวตั้งที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

๒.๗ การตรวจสอบคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์

เมื่อนำผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นที่บรรจุในขวดแก้วใสและถุงสุญญากาศมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและทำการตรวจสอบคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ ตลอดระยะเวลา ๑ เดือน พบว่าจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน ๑ x ๑๐^{๕} โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม โคลิฟอร์ม น้อยกว่า ๓ ต่อตัวอย่าง ๑ กรัม(ตารางที่ ๒๕), ยีสต์และรา น้อยกว่า ๑๐ ต่อตัวอย่าง ๑ กรัมและไม่พบแล็กโทบาซิลลัส เนื่องจากตรวจไม่พบว่าอาหารเลี้ยงเชื้อเปลี่ยนสีจากสีม่วงเป็นสีเหลือง ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้น มีค่าความเป็นกรด–เบสต่ำทำให้จุลินทรีย์ทั่วไปไม่สามารถเจริญได้ และการให้ความร้อนกับผลิตภัณฑ์ในขั้นบรรจุทำให้จุลินทรีย์ถูกทำลาย เนื่องจากจุลินทรีย์มีความต้านทานความร้อนได้น้อยเมื่ออยู่ในสภาวะที่เป็นกรด นอกจากนี้อาจเนื่องจากผลิตภัณฑ์ชนิดข้นในขวดแก้วปิดสนิทด้วยฝาเกลียวและบรรจุในถุงสุญญากาศที่ปิดผนึกด้วยความร้อน ทำให้การปนเปื้อนระหว่างการศึกษาอายุการเก็บมีโอกาสน้อยอย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ค่อนข้างปลอดภัยโดยคุณสมบัติความเป็นกรดแต่ก็ยังต้องระมัดระวังเรื่องความสะอาดเพราะอาจปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ที่ทนกรด หรือที่ทนสภาวะนี้ได้ (มะลิ, ๒๕๓๔)

ตารางที่ ๒๕ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g) ของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นที่บรรจุในขวดแก้วใสและถุงสุญญากาศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส) ในระยะเวลาการเก็บ ๑ เดือน

วันที่	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	
	ขวดแก้วใส	ถุงสุญญากาศ
๐	< ๑ X ๑๐๔	< ๑ X ๑๐๔
๗	< ๑ X ๑๐๔	< ๑ X ๑๐๔
๑๔	< ๑ X ๑๐๔	< ๑ X ๑๐๔
๒๑	< ๑ X ๑๐๔	< ๑ X ๑๐๔
๒๔	< ๑ X ๑๐๔	< ๑ X ๑๐๔
๒๗	< ๑ X ๑๐๔	< ๑ X ๑๐๔
๓๐	< ๑ X ๑๐๔	< ๑ X ๑๐๔

ตารางที่ ๒๖ ปริมาณโคลิฟอร์ม (CFU/g) ของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นที่บรรจุในขวดแก้วใสและถุงสุญญากาศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส) ในระยะเวลาการเก็บ ๑ เดือน

วันที่	ปริมาณโคลิฟอร์ม (CFU/g)	
	ขวดแก้วใส	ถุงสุญญากาศ
๐	< ๓	< ๓
๗	< ๓	< ๓
๑๔	< ๓	< ๓
๒๑	< ๓	< ๓
๒๔	< ๓	< ๓
๒๗	< ๓	< ๓
๓๐	< ๓	< ๓

ตารางที่ ๒๗ ปริมาณยีสต์และรา (CFU/g) ของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นที่บรรจุในขวดแก้วใสและถุงสุญญากาศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส) ในระยะเวลาการเก็บ ๑ เดือน

วันที่	ปริมาณยีสต์และรา (CFU/g)	
	ขวดแก้วใส	ถุงสุญญากาศ
๐	< ๑๐	< ๑๐
๗	< ๑๐	< ๑๐
๑๔	< ๑๐	< ๑๐
๒๑	< ๑๐	< ๑๐
๒๔	< ๑๐	< ๑๐
๒๗	< ๑๐	< ๑๐
๓๐	< ๑๐	< ๑๐

ตารางที่ ๒๘ การตรวจสอบแล็กโทบาซิลลัสของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นที่บรรจุในขวดแก้วใสและถุงสุญญากาศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส) ในระยะเวลาการเก็บ ๑ เดือน

วันที่	การตรวจสอบแล็กโทบาซิลลัส	
	ขวดแก้วใส	ถุงสุญญากาศ
๐	ไม่เปลี่ยนสีจากสีม่วงเป็นสีเหลือง	ไม่เปลี่ยนสีจากสีม่วงเป็นสีเหลือง
๗	ไม่เปลี่ยนสีจากสีม่วงเป็นสีเหลือง	ไม่เปลี่ยนสีจากสีม่วงเป็นสีเหลือง
๑๔	ไม่เปลี่ยนสีจากสีม่วงเป็นสีเหลือง	ไม่เปลี่ยนสีจากสีม่วงเป็นสีเหลือง
๒๑	ไม่เปลี่ยนสีจากสีม่วงเป็นสีเหลือง	ไม่เปลี่ยนสีจากสีม่วงเป็นสีเหลือง
๒๔	ไม่เปลี่ยนสีจากสีม่วงเป็นสีเหลือง	ไม่เปลี่ยนสีจากสีม่วงเป็นสีเหลือง
๒๗	ไม่เปลี่ยนสีจากสีม่วงเป็นสีเหลือง	ไม่เปลี่ยนสีจากสีม่วงเป็นสีเหลือง
๓๐	ไม่เปลี่ยนสีจากสีม่วงเป็นสีเหลือง	ไม่เปลี่ยนสีจากสีม่วงเป็นสีเหลือง

๓. ผลการถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีการพัฒนาน้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้

ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของผู้อบรมถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีการพัฒนาน้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้ พบว่า ส่วนใหญ่ คือ เพศหญิง คิดเป็นร้อยละ ๘๖.๖๗ อายุระหว่าง ๑๕-๒๔ ปี คิดเป็นร้อยละ ๕๐.๐๐ ระดับการศึกษาปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ ๕๖.๖๖ อาชีพส่วนใหญ่ คือ พนักงานบริษัท คิดเป็นร้อยละ ๓๖.๖๖ และมีรายได้ ๑๐,๐๐๑–๑๕,๐๐๐ บาท/เดือนคิดเป็นร้อยละ ๓๖.๖๖

ตารางที่ ๒๙ ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค

(n = ๓๐)

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	๔	๑๓.๓๓
หญิง	๒๖	๘๖.๖๗
อายุ		
๑๕-๒๔ ปี	๑๕	๕๐.๐๐
๒๕-๓๔ ปี	๘	๒๖.๖๗
๓๕-๔๔ ปี	๗	๒๓.๓๓
ระดับการศึกษา		
มัธยมศึกษา หรือเทียบเท่า	๖	๒๐.๐๐
อนุปริญญา/ ปวส.	๕	๑๖.๖๗
ปริญญาตรี	๑๗	๕๖.๖๖
ปริญญาโท	๒	๖.๖๗

ตารางที่ ๒๙ ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค (ต่อ)

(n = ๓๐)

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	จำนวน	ร้อยละ
อาชีพ		
ธุรกิจส่วนตัว	๒	๖.๖๗
นิสิต/นักศึกษา	๑๑	๓๖.๖๖
พนักงานบริษัท	๓	๑๐.๐๐
ข้าราชการ	๖	๒๐.๐๐
แม่บ้าน	๘	๒๖.๖๗
รายได้ต่อเดือน (บาท)		
น้อยกว่า ๕,๐๐๐ บาท	๕	๑๖.๖๗
๕,๐๐๑-๑๐,๐๐๐ บาท	๙	๓๐.๐๐
๑๐,๐๐๑-๑๕,๐๐๐ บาท	๑๑	๓๖.๖๖
๑๕,๐๐๑-๒๐,๐๐๐ บาท	๓	๑๐.๐๐
มากกว่า ๒๕,๐๐๐ บาท	๒	๖.๖๗

ตารางที่ ๓๐ ความพึงพอใจต่อการจัดโครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้เพื่อสุขภาพ

(n = ๓๐)

หัวข้อประเมิน	$\bar{x}$	แปลผล
ด้านการดำเนินงาน		
๑. การประชาสัมพันธ์ข่าวสารโครงการ	๔.๕๓	มากที่สุด
๒. การกำหนดระยะเวลา/สถานที่/หลักสูตร	๔.๗๓	มากที่สุด
๓. การให้รายละเอียดการอบรม	๔.๘๐	มากที่สุด
๔. การรับสมัคร	๔.๗๓	มากที่สุด
๕. เจ้าหน้าที่ให้บริการด้วยความเป็นมิตรและสุภาพ	๔.๖๐	มากที่สุด
โดยรวมด้านการดำเนินงาน	**๔.๖๘**	**มากที่สุด**
ด้านสิ่งอำนวยความสะดวกในการฝึกอบรม		
๖. สถานที่ฝึกอบรม	๔.๖๐	มากที่สุด
๗. การบริการอาหาร ของว่าง และเครื่องดื่ม	๔.๗๓	มากที่สุด
๘. การบริการห้องน้ำ	๔.๖๓	มากที่สุด
โดยรวมด้านสิ่งอำนวยความสะดวกในการฝึกอบรม	**๔.๖๗**	**มากที่สุด**

ตารางที่ ๓๐ ความพึงพอใจต่อการจัดโครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้เพื่อสุขภาพ (ต่อ)

(n = ๓๐)

หัวข้อประเมิน	$\bar{x}$	แปลผล
ด้านกระบวนการอบรม		
๙. หลักสูตรและเนื้อหาตรงตามความต้องการ	๔.๕๗	มากที่สุด
๑๐. เอกสารและสื่อประกอบการอบรม	๔.๘๗	มากที่สุด
๑๑. วัสดุอุปกรณ์ภายในห้องปฏิบัติการ	๔.๗๓	มากที่สุด
๑๒. ความเชี่ยวชาญของวิทยากร	๔.๗๗	มากที่สุด
๑๓. ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้และทักษะของวิทยากร	๔.๘๓	มากที่สุด
๑๔. ผลงานสำเร็จ (ชิ้นงาน)	๗.๙๐	มากที่สุด
โดยรวมด้านกระบวนการอบรม	**๔.๗๘**	**มากที่สุด**
โดยรวม	**๔.๗๐**	**มากที่สุด**

จากตาราง พบว่า โดยภาพรวมผู้เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติ มีความพึงพอใจในการฝึกอบรมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = ๔.๗๐) ซึ่งคิดเป็นร้อยละ ๘๓.๒๐

บทที่ ๕
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การผลิตผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้น แบ่งตามขั้นตอนการศึกษาได้ดังนี้การคัดเลือกหาตำรับพื้นฐานของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้น การทำผลิตภัณฑ์เต้าหู้ถั่วเหลือง การทำผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้น การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้น ศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้น ซึ่งสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

๑. จากการค้นคว้าเพื่อหาตำรับพื้นฐานของน้ำสลัดชนิดข้นที่จะนำมาใช้เพื่อการวิจัยนี้ ได้ตำรับน้ำสลัดมา ๓ ตำรับ โดยคำนึงถึงชนิดของวัตถุดิบที่ใกล้เคียงกัน และการเป็นตำรับที่ได้รับการยอมรับ ทำการคัดเลือกตำรับน้ำสลัดพื้นฐาน ๓ ตำรับ โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ ๙-point Hedonic Scale Test ผลปรากฏว่า น้ำสลัดทั้ง ๓ ตำรับได้รับคะแนนความชอบใกล้เคียงกัน แต่น้ำสลัดตำรับมนตรี สกุลแก้ว ได้คะแนนความชอบเฉลี่ยสูงสุดทุกปัจจัยคุณภาพ ดังนั้นจึงเลือกน้ำสลัดตำรับมนตรี สกุลแก้ว เป็นน้ำสลัดตำรับพื้นฐานสำหรับการพัฒนาทำผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้น

๒. การทำผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้น โดยใช้เต้าหู้ถั่วเหลืองและ modified starch ทดแทนไข่และน้ำมันในปริมาณ ๑๐๐ เปอร์เซ็นต์ในตำรับพื้นฐาน ใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน โดยผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีให้ผู้ทดสอบกำหนดความยาวLine scale แบบ Unstructured scale เพื่อกำหนดคุณลักษณะเชิงประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ผลปรากฏว่า ส่วนผสมที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้น คือ ใช้น้ำส้มสายชู ๕๕ กรัมน้ำตาลทราย ๑๐๐ กรัม นมข้นหวาน ๔๕ กรัม พริกไทยป่น ๕ กรัม เกลือ ๕ กรัม มัสตาร์ด ๙ กรัม น้ำมันถั่วเหลือง ๒๕๐ กรัม เต้าหู้ถั่วเหลือง ๙๐ กรัม

ดังนั้นน้ำสลัดชนิดข้นที่ได้รับการพัฒนามีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี ผลปรากฏว่า ค่า L* (ความสว่าง), a* (สีแดง-สีเขียว) และ b* (สีเหลือง-สีน้ำเงิน) อยู่ในช่วง๗๐.๑๗±๐.๑๗, ๒.๗๖ ± ๐.๒๙ และ ๒๙.๙๘ ± ๐.๐๙๖ ตามลำดับ

ค่าความหนืด ๗๙๒๓ เซนติปัวส์

ค่าโปรตีน, ไขมัน, ความชื้น, เถ้า, เยื่อใยหยาบ, คาร์โบไฮเดรต เท่ากับ ๖.๐๘%, ๓๒.๔๑%, ๒๔.๕๗%, ๑.๓๖%, ๖.๗๗%, ๒๘.๘๑% ตามลำดับ

ค่า Aw เท่ากับ ๐.๙๑ ความเป็นกรด–เบส เท่ากับ ๓.๘๕ ค่าความเป็นกรดทั้งหมด เท่ากับ ๐.๗๐ มิลลิกรัม/๑๐๐ กรัม

ค่าเพอร์ออกไซด์ เท่ากับ๐.๕๐ มิลลิสมมูลย์/กิโลกรัม

๓. ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นที่เก็บรักษา เป็นระยะเวลา ๑ เดือน ที่อุณหภูมิห้อง (๒๘-๓๒ องศาเซลเซียส) พบว่าในบรรจุภัณฑ์ขวดแก้วใส และถุงสุญญากาศ สามารถเก็บรักษาได้อย่างน้อย ๑ เดือน โดยค่าคุณภาพในด้านต่าง ๆ คือ ค่าสีของน้ำสลัด ค่าAw (Water Activity), ค่าความหนืด, ค่าเพอร์ออกไซด์, ค่าความเป็นกรด–เบสคุณภาพทางจุลินทรีย์และคุณภาพทางประสาทสัมผัส มีค่าไม่เกินจากข้อกำหนดในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา อยู่ในระดับที่มีความ

ปลอดภัยต่อการบริโภค แต่อายุการเก็บรักษาที่มากขึ้นมีผลทำให้คุณภาพในด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้น มีแนวโน้มลดลง โดยที่ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนยังยอมรับในผลิตภัณฑ์

๔. เพื่อถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีการพัฒนาน้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้ จำนวน ๓๐ คน ส่วนใหญ่คือ เพศหญิง คิดเป็นร้อยละ ๘๖.๖๗ อายุระหว่าง ๑๕-๒๔ ปี คิดเป็นร้อยละ ๕๐.๐๐ ระดับการศึกษาปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ ๕๖.๖๖ อาชีพส่วนใหญ่ คือ พนักงานบริษัท คิดเป็นร้อยละ ๓๖.๖๖ และมีรายได้ ๑๐,๐๐๑–๑๕,๐๐๐ บาท/เดือน คิดเป็นร้อยละ ๓๖.๖๖

โดยภาพรวมผู้เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติ มีความพึงพอใจในการฝึกอบรมอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{x}$ = ๔.๗๐) ซึ่งคิดเป็นร้อยละ ๘๓.๒๐

ข้อเสนอแนะ

ควรส่งเสริมการผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นเพื่อการส่งออก และพัฒนาในเชิงอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มมูลค่าของการค้าภายนอกประเทศ

บรรณานุกรม

เกษมศรี(นามแฝง). ๒๕๓๔. **เลซีทีน สารมหัศจรรย์ละลายไขมัน.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สมิต.

กองโภชนาการกรมอนามัยกระทรวงสาธารณสุข. ๒๕๔๔. **ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การทหารผ่านศึก.

จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. ๒๕๔๙. **ผลิตภัณฑ์ขนมอบในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิลิน คูอมรพัฒนะ. ๒๕๓๘. **กับข้าวจานไข่.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แสงแดด.

พันธิพา จันทวัฒน์. ๒๕๔๐. **เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาวิทยาศาสตร์อาหารเบื้องต้น.** นนทบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

มนตรี สกุลแก้ว. ๒๕๔๓. **มายองเนสจากเต้าหู้ถั่วเหลืองชนิดอ่อน.** คหกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. มปป. **เต้าหู้.** ระบบออนไลน์ แหล่งที่มา: http://th.wikipedia.org/wiki. (๑๑ มิถุนายน ๒๕๕๓)

วรลักษณ์ ปัญญาธิติพงศ์ และยุพร พืชสมุทร. ๒๕๔๕. **การศึกษากระบวนการผลิตผงเต้าหู้เพื่อใช้เป็นแหล่งโปรตีนทดแทน.** การประชุมวิชาการเกษตรเพื่อผู้บริโภค.

“ _____”. ๒๕๔๖. “**การใช้ประโยชน์ของผงเต้าหู้ในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู**”การประชุมวิชาการอุตสาหกรรมเกษตรครั้งที่ ๕. นวัตกรรมผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ.

วิชัย ตันไพจิตร. ๒๕๔๓. **หมอชาวบ้าน.** กรุงเทพฯ: มปท.

นิธิยา รัตนาปนนท์. ๒๕๔๘. **วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน.** กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

สันติธรรม โชติประทุม. ๒๕๔๖. **“การศึกษาการเกิดเจลของผลิตภัณฑ์ระหว่างผงเต้าหู้และ เนื้อหมู บด.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุพรรณิการ์ วิลาวรรณ และมลศิริ วีโรทัย. ๒๕๔๐. **“การผลิตเต้าหู้เพื่อใช้เป็นแหล่งโปรตีนจากพืชในผลิตภัณฑ์อาหาร” วิทยาศาสตร์ มศว.**

สุวรรณ เกษตรสุวรรณ. ๒๕๓๙. **ไข่ และเนื้อไก่.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ศิลปะบรรณาการ.

อบเชย วงศ์ทอง และขนิษฐา พูนผลกุล. ๒๕๔๗. **หลักการประกอบอาหาร.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรอนงค์ กังสดาลอำไพ. ๒๕๔๓. **หมอชาวบ้าน.** มปท.

อัมพวัน ตั้นสกุล. ๒๕๕๑. **สมบัติทางวิศวกรรมของอาหารและวัสดุชีวภาพ.** กรุงเทพฯ; ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

all about Healthy. ๒๕๕๑. **สุขภาพคืออะไร.** ระบบออนไลน์ แหล่งที่มา: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:fNl-PFDgJ:we-are-healthy.exteen.com/ ๒๐๐๘๐๒๐๖/ entry. (๑๑ มิถุนายน ๒๕๕๓)

Hideo, O.and Kawassaki, S. ๑๙๙๐. **Processed Soybean Curd Food Having a Texture similar to Meat.** U.S. patent no. ๔๘๙๗๒๘๐, June ๗, ๑๙๙๐.

Hua, Y.,S.W. Cui and Q. Wang. ๒๐๐๓. **"Gelling Property Soy Protein Gum Mixtures" Food Hydrocollids.**

Uzzan, M. and T.P. Labuza. ๒๐๐๔.**"Critical Issues in R&D of Soy Isoflavone enriched Foods and Dietary Supplements"** J. Food Sci. ๖๙ (๓): CRH๗๗-CRH๘๖.

Zayas, J.F. ๑๙๙๗. **Functionality of Proteins in Food**. New York: Spronger-Verlag Berin.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

สูตรพื้นฐานที่

(พจนีย์ บุญนา, ๒๕๕๐)

ส่วนผสม

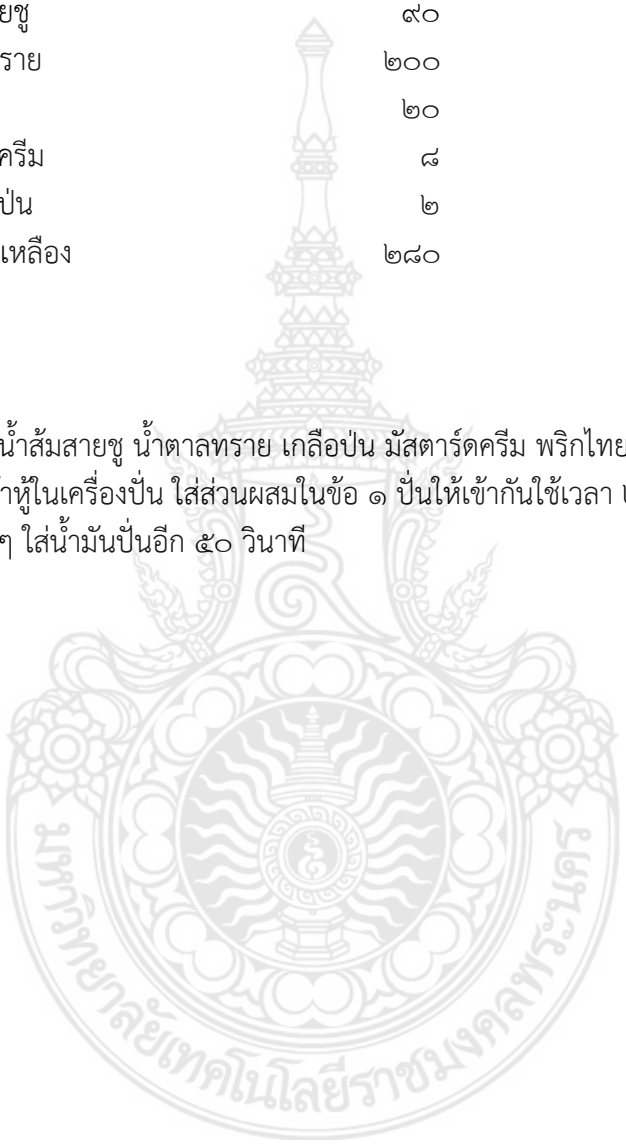
เต้าหู้ขาวชนิดหลอด	๒๐๐	กรัม
น้ำส้มสายชู	๙๐	กรัม
น้ำตาลทราย	๒๐๐	กรัม
เกลือป่น	๒๐	กรัม
มัสตาร์ดครีม	๘	กรัม
พริกไทยป่น	๒	กรัม
น้ำมันถั่วเหลือง	๒๘๐	กรัม

วิธีทำ

๑. ผสมน้ำส้มสายชู น้ำตาลทราย เกลือป่น มัสตาร์ดครีม พริกไทยป่น คนให้เข้ากัน

๒. ใส่เต้าหู้ในเครื่องปั่น ใส่ส่วนผสมในข้อ ๑ ปั่นให้เข้ากันใช้เวลา ๒๐ วินาที

๓. ค่อยๆ ใส่น้ำมันปั่นอีก ๕๐ วินาที



สูตรพื้นฐานที่ ๒

(อรอนงค์ ลำดวน, มปป)

ส่วนผสม

เต้าหู้ขาวชนิดหลอด	๗๐	กรัม
น้ำส้มสายชู	๑๕๐	กรัม
น้ำตาลทราย	๑๐๐	กรัม
เกลือป่น	๑๕	กรัม
มัสตาร์ด	๑๐	กรัม
พริกไทยป่น	๕	กรัม
น้ำมันพืช	๑๕๐	กรัม
นมข้นหวาน	๕๐	กรัม

วิธีทำ

๑. นึ่งเต้าหู้ขาวหลอดให้ร้อน

๒. ใส่เต้าหู้ขาวหลอดในโถปั่นตามด้วยน้ำตาลทราย เกลือ นมข้นหวาน น้ำส้มสายชู พริกไทยป่น มัสตาร์ด เปิดเครื่องใช้ความเร็วสูงค่อยๆ เทน้ำมันพืชที่ละน้อยจนหมดส่วนผสมจนข้น

๓. เทน้ำสลัดที่ได้เก็บในภาชนะที่สะอาด มีฝาปิด เก็บไว้ในตู้เย็น

สูตรพื้นฐานที่ ๓

(มนตรี สกุลแก้ว, มปป.)

ส่วนผสม

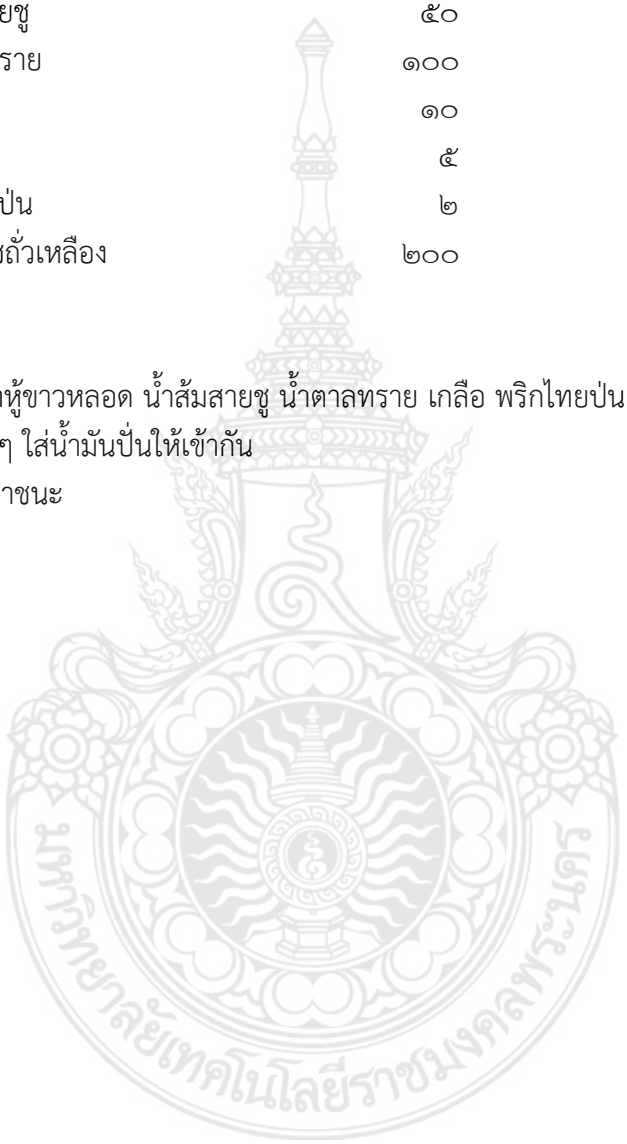
เต้าหู้ขาวชนิดหลอด	๑๑๐	กรัม
น้ำส้มสายชู	๕๐	กรัม
น้ำตาลทราย	๑๐๐	กรัม
เกลือป่น	๑๐	กรัม
มัสตาร์ด	๕	กรัม
พริกไทยป่น	๒	กรัม
น้ำมันพืชถั่วเหลือง	๒๐๐	กรัม

วิธีทำ

๑. ใส่เต้าหู้ขาวหลอด น้ำส้มสายชู น้ำตาลทราย เกลือ พริกไทยป่น ใส่เครื่องปั่น ปั่นให้เข้ากัน

๓. ค่อยๆ ใส่น้ำมันปั่นให้เข้ากัน

๓.เทใส่ภาชนะ



ภาคผนวก ข

โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้เพื่อสุขภาพ
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
ถ่ายทอดเทคโนโลยี โดย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พจนีย์ บุญนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์จอมขวัญ สุวรรณรักษ์
อาจารย์วรลักษณ์ ปัญญาธิติพงศ์
อาจารย์ปรัชญา แพมงคล

น้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้เพื่อสุขภาพ

ส่วนผสม

เต้าหู้ขาวหลอด	๔๘๐	กรัม
น้ำส้มสายชู	๑๘๐	กรัม
น้ำตาลทราย	๔๒๐	กรัม
เกลือ	๔๒	กรัม
มัสตาร์ดครีม	๑๘	กรัม
พริกไทยป่น	๖	กรัม
แป้งดัดแปร	๓๕	กรัม
แป้งดัดแปร	๒๓	กรัม

วิธีทำ

๑. ผสมน้ำส้มสายชู น้ำตาลทราย เกลือป่น มัสตาร์ด พริกไทยป่น คนให้เข้ากัน
๒. นำเต้าหู้ใส่เครื่องปั่นใส่ส่วนผสมในข้อที่ ๑ ปั่นให้เข้ากันใช้เวลา ๒๐ วินาที
๓. ค่อย ๆ ใส่แป้งดัดแปร ปั่น ๕๐ นาที

โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้เพื่อสุขภาพ
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
ถ่ายทอดเทคโนโลยี โดย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พจนีย์ บุญนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์จอมขวัญ สุวรรณรักษ์
อาจารย์วรลักษณ์ ปัญญาธิติพงศ์
อาจารย์ปรัชญา แพมงคล

น้ำสลัดจากเต้าหู้เพื่อสุขภาพ

ส่วนผสม

เต้าหู้ขาวหลอด	๑๖๐	กรัม
น้ำส้มสายชู	๙๐	กรัม
น้ำตาลทราย	๒๐๐	กรัม
เกลือป่น	๒๐	กรัม
มัสตาร์ดครีม	๘	กรัม
พริกไทยป่น	๒	กรัม
น้ำมันถั่วเหลือง	๓๒๐	กรัม

วิธีทำ

๑. ผสมน้ำสายชู น้ำตาลทราย เกลือป่น มัสตารด์ พริกไทยป่น คนให้เข้ากัน
๒. นำเต้าหู้ใส่เครื่องปั่นใส่ส่วนผสมในข้อที่ ๑ ปั่นให้เข้ากันใช้เวลา ๒๐ วินาที
๓. ค่อย ๆ ใส่น้ำมันถั่วเหลืองปั่นให้เข้ากัน ใช้เวลา ๕๐ วินาที

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มทร.พระนคร

ตารางฝึกอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยี

โครงการวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้เพื่อสุขภาพ

วันที่ ๒๔ กันยายน ๒๕๕๓

เวลา วัน	๐๘.๐๐- ๐๙.๐๐	๐๙.๐๐-๑๐.๐๐	๑๐.๐๐- ๑๑.๐๐	๑๑.๐๐- ๑๒.๐๐	๑๒.๐๐- ๑๓.๐๐	๑๓.๐๐- ๑๔.๐๐	๑๔.๐๐- ๑๕.๐๐	๑๕.๐๐- ๑๖.๐๐	๑๖.๐๐- ๑๗.๐๐
๒๔ ก.ย. ๕๓	ลงทะเบียน พิธีเปิด	ทฤษฎีเกี่ยวกับน้ำสลัดวัตถุดิบที่ใช้ในการทำน้ำสลัด ผศ.พจนีย์ บุญนา, ผศ.จอมขวัญ สุวรรณรักษ์ อ.วรลักษณ์ ปัญญาธิติพงศ์, อ.ปรัชญา แพมงคล			พักรับประทานอาหารกลางวัน	ปฏิบัติการทำน้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้ ผศ.พจนีย์ บุญนา, ผศ.จอมขวัญ สุวรรณรักษ์ อ.วรลักษณ์ ปัญญาธิติพงศ์, อ.ปรัชญา แพมงคล			

<u>หมายเหตุ</u> เวลา ๑๐.๐๐-๑๐.๓๐ น.และ ๑๕.๐๐-๑๕.๓๐ น. พักรับประทานอาหารว่าง

ภาคผนวก ค

ภาพการถ่ายทอดเทคโนโลยี การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นจากเต้าหู้เพื่อสุขภาพ
ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มทร. พระนคร

ภาคผนวก ง

ประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

๑. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวพจนีย์ บุญนา

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) MISS PHOTCHANEE BUNNA

๒. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน ๓ ๙๐๙๙ ๐๐๓๘๐ ๔๙๑

๓. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ ๘

๔. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
๑๖๘ ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิระพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ๑๐๓๐๐
โทรศัพท์ ๐ ๒๒๘๑ ๙๒๓๑-๔โทรสาร ๐ ๒๒๘๒ ๔๔๙๐ E-mail :
photchanee_๑@hotmail.com

๕. ประวัติการศึกษา

ปีที่สำเร็จการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชาเอก	สถาบันการศึกษา	ประเทศ
	โท	คศ.บ (คหกรรมศาสตรมหบัณฑิต)	อาหารและโภชนาการ	ม.เกษตรศาสตร์	ไทย
	ตรี	คศ.ม คหกรรมศาสตรบัณฑิต	อาหารและโภชนาการ	มทร.ธัญบุรี	ไทย

๖. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

สาขาการศึกษา กลุ่มวิชา หลักสูตรและการสอน

๗. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัย ในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

๗.๑ ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย –

๗.๒ หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย –

๗.๓ งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน

๑. โครงการวิจัยเรื่อง ยุทธศาสตร์การสร้างผู้ประกอบอาหารไทยในประเทศญี่ปุ่น

๒. โครงการวิจัย เรื่อง เอกลักษณ์และรูปแบบของธุรกิจอาหารไทยประเภทร้านข้าวแกงในเขตจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย

๗.๔ งานวิจัยที่กำลังทำ :

๑. โครงการวิจัยเรื่อง เกณฑ์มาตรฐานอาหารไทยเพื่อการอนุรักษ์และต่อยอดธุรกิจอาหาร งานวิจัยทำได้ ร้อยละ ๙๐

ประวัติคณะผู้วิจัย

ผู้ร่วมวิจัย

๑. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางจอมขวัญ สุวรรณรักษ์

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) MRS. JOMKHWUN SUWANNARAK

๒. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน ๓ ๒๑๐๓ ๐๐๑๕๗ ๒๔ ๒

๓. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ ๘

๔. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
๑๖๘ ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิระพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ๑๐๓๐๐
โทรศัพท์ ๐ ๒๒๘๑ ๙๒๓๑-๔ โทรสาร ๐ ๒๒๘๒ ๔๔๙๐
E-mail : jomkhwun_๔๑๒๗@hotmail.com

๕. ประวัติการศึกษา

ปีที่สำเร็จการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชาเอก	สถาบันการศึกษา	ประเทศ
	โท	M.M (Master in Management)	Management	TUP-RIT	ไทย
	ตรี	คศ.บ (คหกรรมศาสตรบัณฑิต)	อาหารและโภชนาการ	มทร.ธัญบุรี	ไทย

๖. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

สาขาสังคมวิทยา กลุ่มวิชา ภูมิปัญญาท้องถิ่น

๗. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

๗.๑ ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย –

๗.๒ หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัยยุทธศาสตร์การสร้างผู้ประกอบอาหารไทยในประเทศญี่ปุ่น งบประมาณแผ่นดิน ๒๕๕๐-๒๕๕๑

๗.๓ งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน

๑. ผู้ร่วมวิจัย โครงการวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ชุมชนในจังหวัดนนทบุรี ปี พ.ศ. ๒๕๔๙ งบประมาณแผ่นดิน พ.ศ.๒๕๔๗-๒๕๔๙

๒. ผู้ร่วมวิจัย โครงการวิจัยความต้องการศึกษาต่อและคุณลักษณะของผู้สำเร็จการศึกษา สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตโชติเวช งบผลประโยชน์ พ.ศ. ๒๕๔๙

๓. หัวหน้าโครงการวิจัย. โครงการวิจัยยุทธศาสตร์การสร้างผู้ประกอบอาหารไทยในประเทศญี่ปุ่น งบประมาณแผ่นดิน ๒๕๕๐-๒๕๕๑

๗.๔ งานวิจัยที่กำลังทำ :

โครงการวิจัยเรื่อง เกณฑ์มาตรฐานอาหารไทยเพื่อการอนุรักษ์และต่อยอดธุรกิจอาหาร งานวิจัยทำได้ ร้อยละ ๙๐

ประวัติคณะผู้วิจัย

ผู้ร่วมวิจัย

๑. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาววรลักษณ์ ปัญญาธิติพงศ์

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) MISS.WORALAK PANYATHITIPONG

๒. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน ๓ ๖๖๐๑ ๐๐๐๓๘ ๙๒ ๑

๓. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ ระดับ ๕

๔. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
๑๖๘ ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิระพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ๑๐๓๐๐
โทรศัพท์ ๐ ๒๒๘๑ ๙๒๓๑-๔ โทรสาร ๐ ๒๒๘๒ ๔๔๙๐
e-mail woralakpan@yahoo.com

๕. ประวัติการศึกษา

ปีที่สำเร็จการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชาเอก	สถาบันการศึกษา	ประเทศ
๒๕๔๕	โท	M.Sc. (Master of Science)	Food Science	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ไทย
๒๕๔๒	ตรี	B.Sc. (Bachelor of Science)	Food Sci & Tech.	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม	ไทย

๖. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

สาขาสังคมวิทยา กลุ่มวิชา ภูมิปัญญาท้องถิ่น

๗. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน (อาจมากกว่า ๑ เรื่อง)

๑. วรลักษณ์ ปัญญาธิติพงศ์ และยุพร พืชกมุทร. ๒๕๔๕. **การศึกษากระบวนการผลิตผงเต้าหู้เพื่อใช้เป็นแหล่งโปรตีนทดแทน.** การประชุมวิชาการเกษตรเพื่อผู้บริโภค สจล.

๒. วรลักษณ์ ปัญญาธิติพงศ์ และยุพร พืชกมุทร. ๒๕๔๖. **การใช้ประโยชน์ของผงเต้าหู้ในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู.** การประชุมวิชาการอุตสาหกรรมเกษตรครั้งที่ ๕ นวัตกรรมผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ.

๓. วลัย หุตะโกวิท, ศิริมา วรรณรังษี, วรลักษณ์ ปัญญาธิติพงศ์ และนพพร สกุลยืนยงสุข. ๒๕๔๗. **การศึกษาการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำคั้นเปลือกสับปะรด.** สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตโชติเวช.

๔. ดวงแข สุขโข, ชญาภัทร์ สุทธิมิตร, สุพรรณิการ์ โกสุม และวรลักษณ์ ปัญญาธิติพงศ์. ๒๕๔๗. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลไม้กวนจากส่วนเหลือทิ้งของโรงงานผลไม้กระป๋องในระดับอุตสาหกรรมขนาดย่อม.** สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตโชติเวช.

๕. ศิริมา วรรณรังสี และวรลักษณ์ ปัญญาธิติพงศ์. ๒๕๕๐. **กระบวนการผลิตและการใช้ประโยชน์ของผงเต้าหู้ เพื่ออุตสาหกรรมอาหารสุขภาพ**

งานวิจัยที่กำลังทำ : -

ประวัติคณะผู้วิจัย

๑. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายปรัชญา แพมงคล

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) MR. PRACHYA PAEMONGKOL

๒. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน ๓ ๖๖๙๘ ๐๐๐๘๑ ๑๙ ๓

๓. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัย

๔. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

๑๖๘ ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิระพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ๑๐๓๐๐

โทรศัพท์ ๐ ๒๒๘๑ ๙๒๓๑-๔ โทรสาร ๐ ๒๒๘๒ ๔๔๙๐

e-mail : aut_๒๑๑๑@hotmail.com

๕. ประวัติการศึกษา

ปีที่สำเร็จการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชาเอก	สถาบันการศึกษา	ประเทศ
๒๕๔๘	โท	วท.ม (วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต)คศ.บ (คหกรรมศาสตรบัณฑิต)	โภชนศาสตร์ศึกษา	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	ไทย
๒๕๔๖	ตรี		อาหารและโภชนาการ	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตโชติเวช	ไทย

๖. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

สาขาสังคมวิทยา กลุ่มวิชา ภูมิปัญญาท้องถิ่น

๗. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย -

งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

๑. สุมาลี เกียรติชนก, อังคณา จารุพินทุโสภณ, ชุติมา สังคะหะ และปรัชญา แพมงคล. (๒๕๔๙). **การสำรวจความต้องการฝึกอาชีพระยะสั้นของสตรี อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี.** มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.

๒. สุมาลี เกียรติชนก, อังคณา จารุพินทุโสภณ, ชุติมา สังคะหะและปรัชญา แพมงคล. (๒๕๕๐). **ความพึงพอใจการฝึกอบรมหลักสูตรอาหารเพื่อการประกอบอาชีพระยะสั้นของประชาชนกลุ่มผู้สนใจ อำเภอไทรน้อย จ.นนทบุรี.** มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.

๓. เรืองศรี ชีพเป็นสุข, รุจิรัศม์ มุตธิกุล, ปรัชญา แพมงคล, อุมาลี นามดวงและเปมิกา ขำวีระ.(๒๕๔๙). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ห่อหมกบรรจุกระป๋องของศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตร อำเภอบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี.** มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.

งานวิจัยที่กำลังทำ : -