รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

การศึกษาการผลิตชาใบบัวบกผงชนิดซอง

Study on Production of Indian Pennywort Tea

โดย

สุจินดา ศรีวัฒนะ

อิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุล

เสนอต่อ

คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง "การศึกษาการผลิตชาใบบัวบกผงชนิดซอง" ได้รับทุนอุดหนุนโครงการวิจัยเป็นเงินสามหมื่นสี่พันเจ็ดร้อยสิบห้าบาทถ้วนจากคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และได้รับความอนุเคราะห์ในการใช้อุปกรณ์เครื่องมือสำหรับการทดลองจากภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ นอกจากนี้ขอขอบคุณผู้บริโภคทุกท่านที่ได้สละเวลาในการทดสอบทางประสาทสัมผัส

คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ให้แก่ผู้สนใจ รวมทั้งสามารถนำผลงานวิจัยไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

คณะผู้วิจัย
มิถุนายน 2547

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทคัดย่อ

การศึกษาวิธีการเตรียมใบบัวบกก่อนการอบแห้งโดย (1) ลวกน้ำร้อน 90 องศาเซลเซียส 60 วินาที แช่น้ำเย็น สะเด็ดน้ำ (2) ลวกด้วย 0.1% $NaHCO_3$ ในน้ำร้อน 90 องศาเซลเซียส 60 วินาที แช่น้ำเย็น สะเด็ดน้ำ และ (3) ตัวอย่างควบคุม คือ ไม่ผ่านการลวก จากนั้นนำไปอบแห้ง บดเป็นผงแล้วนำไปวัดค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ ค่าความชื้น จากนั้นนำไปชงเป็นชาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค (n=60) พบว่าวิธีเตรียมที่เหมาะสมคือ นำใบบัวบกมาล้างน้ำนวด 5 นาที ลวกด้วย 0.1 %$NaHCO_3$ ในน้ำร้อน 90 องศาเซลเซียส 60 วินาที แช่น้ำเย็นทันที 5 นาที สะเด็ดน้ำ แล้วนำไปอบ โดยมีคะแนนความชอบมากที่สุดเท่ากับ 7.0 จากการศึกษาอุณหภูมิและเวลาการอบที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ใบบัวบกที่มีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 7 พบว่าที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสใช้เวลา 50 นาที ที่ 60 องศาเซลเซียสใช้เวลา 45 นาที และที่ 70 องศาเซลเซียสใช้เวลา 25 นาที

Abstract

Pretreated Pennywort leaves using (1) water blanching 90 °C 60 sec, cooling, draining, (2) 0.1% $NaHCO_3$ in hot water blanching 90 °C 60 sec, cooling, draining, and (3) control, no blanching, were studied. They were then dried, ground into powder and measured their water activity and their moisture content. Consumers acceptability (n=60) on Pennywort tea samples were investigated. The optimal pretreatment method with the highest overall liking score (7) was washing, kneading 5 min, blanching with 0.1% $NaHCO_3$ in hot water 90 °C 60 sec, cooling 5 min, draining and then drying. In order to obtain moisture content less than 7%, the optimum temperature and time for drying Pennywort leaves were at 50 °C 50 min, 60 °C 45 min, and 70°C 25 min.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ
ความสำคัญที่มาของปัญหา และทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง	1
วัตถุประสงค์	11
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	11
อุปกรณ์และวิธีการ	12
ผลการทดลอง และวิจารณ์	15
สรุปผลการทดลอง	22
เอกสารอ้างอิง	23
ภาคผนวก	24
- แบบทดสอบแบบให้คะแนนความชอบ	
ประวัติหัวหน้าโครงการวิจัยและผู้ร่วมวิจัย	25

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (aw) เฉลี่ย* ของใบบัวบกที่ผ่านการเตรียมก่อนการอบแห้งแบบต่างๆ แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง	15
2	ค่าร้อยละความชื้นเฉลี่ย* ของใบบัวบกที่ผ่านการเตรียมก่อนการอบแห้งแบบต่างๆ แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง	16
3	ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำชาใบบัวบกที่ผ่านการเตรียมก่อนการอบแห้งแบบต่างๆ	17
4	ค่าคะแนนความชอบเฉลี่ย* ของน้ำชาใบบัวบกที่ผ่านการเตรียมก่อนการอบแห้งแบบต่างๆ	17
5	ค่าร้อยละความชื้นเฉลี่ย* ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์เฉลี่ย* (aw) และค่าสีเฉลี่ย* ของใบบัวบกที่อบแห้งที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ	20

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	สีของน้ำชาและประเภทของชา	4
2	การผลิตชาจีนแบบไม่ผ่านการหมัก	5
3	สูตรโครงสร้างโมเลกุลของคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และไฟทอล	8
4	แผนภูมิการสลายตัวของคลอโรฟิลล์	8
5	วิธีการเตรียมใบบัวบกก่อนการอบแห้ง	13
6	วิธีการเตรียมใบบัวบกก่อนการอบแห้ง	14
7	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบกับปริมาณความชื้นของใบบัวบก เมื่ออบที่ 50 องศาเซลเซียส	18
8	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบกับปริมาณความชื้นของใบบัวบก เมื่ออบที่ 60 องศาเซลเซียส	19
9	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบกับปริมาณความชื้นของใบบัวบก เมื่ออบที่ 70 องศาเซลเซียส	19
10	ชาใบบัวบกผงบรรจุซอง	21
11	ชาใบบัวบก	21

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความสำคัญ ที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย และการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ผู้บริโภคทั่วโลกในปัจจุบันต่างให้ความสนใจในสุขภาพกันมากขึ้น ความเร่งรีบในการดำรงชีพทำให้เป็นการยากที่จะรับประทานอาหารได้ครบ 5 หมู่ หรือแม้แต่รับประทานอาหารให้ครบทั้ง 3 มื้อในแต่ละวัน ทำให้สุขภาพของคนเมืองมีปัญหามากขึ้นตามลำดับ หลายโรคมีสาเหตุมาจากการบริโภคอาหารที่ไม่ถูกสัดส่วน อาทิเช่น โรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง โรคภูมิแพ้ เหล่านี้เป็นต้น ดังนั้นจึงมีผู้คิดอาหารแนวใหม่ เช่น แม็คโครไบโอติกส์ พืชสมุนไพร และอาหารเสริมสุขภาพต่างๆ สำหรับประเทศไทยเรามูลค่าของตลาดรวมส่วนของธุรกิจอาหารเสริมสุขภาพ ประมาณ 300 – 400 ล้านบาท/ปี ซึ่งยังไม่ได้รวมส่วนของวิตามินเข้าไป หากรวมทั้งหมดจะมีมูลค่าถึง 700 – 800ล้านบาท/ปี

หนึ่งในบรรดาอาหารแนวใหม่ที่กำลังได้รับความนิยมและกล่าวถึงมากขึ้นคือ Function Food ซึ่งเป็นอาหารทั่ว ๆ ไปที่ให้ผลดีต่อสุขภาพร่างกายและจิตใจนอกเหนือไปจากคุณค่าทางโภชนาการ อาทิเช่น พืชชนิดหนึ่งที่ปัจจุบันมีงานวิจัยหลายเรื่องสนับสนุนว่ามีคุณสมบัติทำให้มีความจำดี มีสมาธิที่มั่นคง และเป็นที่นิยมอย่างมากในสหรัฐอเมริกา คือ Ginkgo biloba (วัฒนา, 2539) หรือที่คนไทยเราเรียกว่า "แปะก๊วย" นอกจากนี้ยังมีพืชสมุนไพรที่นำมาทำเป็นชาชงดื่ม เรียกว่า "เจี่ยวกู้หลาน" ไมตรี(มป) กล่าวถึงคุณสมบัติของเจียวกู้หลานว่า เป็นสมุนไพรที่มีความปลอดภัยในการใช้ สามารถลดไตรกลีเซอร์ไรด์ในเลือดที่มีไขมันสูงได้ เพิ่มกำลังของหัวใจขาดเลือด ชะลอความชรา ยืดอายุของเซล และเพิ่มจำนวนอสุจิ

อย่างไรก็ตาม พืชสมุนไพรที่กล่าวข้างต้นยังมีราคาค่อนข้างแพง ซึ่งประเทศไทยเรายังไม่มีพืชสมุนไพรอีกลายชนิดที่มีคุณสมบัติเป็น Funtional Food ได้ แต่มีราคาถูกว่า อาทิเช่น บัวบก มีฤทธิ์ในการลดความดันเลือด ลดไข้ ลดอาการอักเสบ ยับยั้งเซลมะเร็ง ฆ่าเชื้อราและแบคทีเรีย นอกจากนี้มีฤทธิ์ต่อในการักษาแผลในกระเพาะอาหาร และกระตุ้นให้ร่างกายสามารถสร้างภูมิต้านทานโรค

กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ (2532) ได้แนะนำใบบัวบกในคู่มือการแนะนำพืชสมุนไพรและเครื่องเทศที่มีศักยภาพในการส่งออกดังนี้

ใบบัวบก

ชื่อภาษาอังกฤษ	Indian Pennywort
ชื่อวิทยาศาสตร์	*Centella asiatica* (Linn.) urban
ชื่อวงศ์	UMBELLIFERAE

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลักษณะทั่วไป

เป็นพืชเลื้อยสูงประมาณ 1 ฝ่ามือ พบตามพื้นดินชื้นแฉะทั่วไป ขึ้นง่ายตามร่องสวน ใบมีลักษณะรวมเป็นช่อกระจุก ขอบใบแตกเป็นคลื่น ก้านใบสั้นมีแขนงทอดเลื้อยบนดิน แตกใบตรงข้อ การปลูกและการเก็บเกี่ยว

ยังไม่มีการเพาะปลูกจริงจังแต่อย่างใด ผลผลิตที่เกษตรกรนำมาจำหน่ายนั้น นำมาจากภายในบริเวณสวนของตนที่ปลูกเป็นพืชแซม และเก็บขายเป็นผลพลอยได้เท่านั้น

ประโยชน์หรือสรรพคุณ

ส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์คือทั้งต้นมีประโยชน์หรือสรรพคุณ ดังนี้

- ประโยชน์ทางเภสัชวิทยา เป็นวัตถุดิบในการสกัดสาร asiaticoside ซึ่งมีฤทธิ์รักษาแผลและแผลเป็น อาจใช้ในรูปครีม ยารับประทาน หรือผงโรยแผล ใบบัวบกสด สามารถใช้รักษาแผลเรื้อรังจากการกดทับแผลที่เกิดจากอุบัติเหตุ และแผลติดเชื้อได้ผล นอกจากนี้น้ำคั้นจากใบบัวบกยังช่วยบำรุงความจำแก้อาหารเหนื่อย เมื่อยล้า อ่อนเพลีย แก้ร้อนใน การหายน้ำ ชุ่มคอ แก้ช้ำภายใน
- ประโยชน์ทางเครื่องเทศ สามารถนำมารับประทานสด ๆ กับอาหารบางอย่าง ทำให้รสชาติของอาหารดีขึ้น

นอกจากนี้อุตสาหกรรมยาบางแห่งที่มีการใช้ใบบัวบกเป็นวัตถุดิบจำนวนมากก็ได้นำเข้าบัวบกมาใช้โดยตรง เช่น

1. HEPNER UND ESCHENBRE BEIDER
LUTHERBUCHE 9
2,000 HAMBARG 54

2. SCHERING AG
MULLERSTRASSE 170 – 172
1,000 BERLIN 65

ตลาดและผู้รับซื้อภายในประเทศ

- ตลาดสี่มุมเมืองรังสิต กิโลเมตรที่ 29 ถนนพหลโยธิน อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี
- ตลาดบางขุนเทียน อำเภอบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร
- ร้านเจ้ากรมเป๋อ 229 ถนนจักรวรรดิ เขตสัมพันธ์วงศ์ กรุงเทพมหานคร
- ห้างหุ้นส่วนจำกัด เวชพงศ์โอสถ 145 – 149 สี่แยกวัดตึก ถนนจักรวรรดิ เขตสัมพันธ์วงศ์ กรุงเทพมหานคร
- ตลาดยอดพิมาน ปากคลองตลาด กรุงเทพมหานคร
- ตลาดส่งเสริมเกษตรไทย ปากคลองตลาด กรุงเทพมหานคร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

- ตลาดองค์การตลาด ปากคลองตลาด กรุงเทพมหานคร

รูปแบบการบริโภค

ปัจจุบันยังไม่มีการนำใบบัวบกแปรรูปเพื่อรับประทานเป็นเครื่องดื่มในรูปแบบอื่นๆ นอกจากการคั้นและต้มกับน้ำตาลจำหน่ายวันต่อวัน จะเห็นได้ว่าอายุการเก็บค่อนข้างสั้น นอกจากนี้เนื่องจากความใส่ใจเกี่ยวกับสุขภาพมากขึ้น ผู้บริโภคโดยทั่วไปมีแนวโน้มที่จะลดการบริโภคน้ำตาลลง ดังนั้นหากสามารถนำใบบัวบกมาแปรรูปในรูปแบบบรรจุซองชงคล้ายชา ให้ผู้บริโภคเลือกที่จะเติมหรือไม่เติมน้ำตาลเอง น่าจะเป็นแนวทางเพื่อพัฒนาไปสู่อุตสาหกรรมส่งออกตามศักยภาพที่มีอยู่ได้

กระบวนการผลิตเครื่องดื่มสมุนไพร

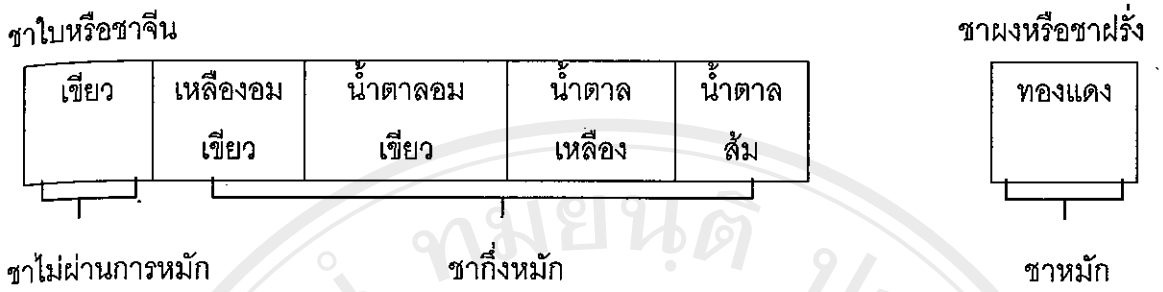
เนื่องจาก ยังไม่มีงานวิจัยใดอ้างอิงถึงการผลิตเครื่องดื่มสมุนไพร ดังนั้น การศึกษากระบวนการผลิตน้ำใบบัวบกชนิดชงพร้อมดื่ม จึงยึดตามหลักการผลิตของ "ชาใบ" เป็นหลัก โดยไพโรจน์ (2532) ได้รวบรวมกระบวนการผลิตชาไว้

ชาใบหรือชาจีน

ชาใบหรือชาจีน มีสีของน้ำชาตั้งแต่เขียวอ่อน เช่น ชาใบแบบชาเขียว ส่วนชาใบแบบชากึ่งหมกมีสีชาตั้งแต่เหลืองอมเขียว เหลืองน้ำตาลอมเขียว เหลืองน้ำตาล น้ำตาลส้ม ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพการหมักมากหรือน้อย สีเหล่านี้ประกอบด้วยสารพวก chlorophyllide ซึ่งเกิดจาก chlorophyll ที่สลายโดยเอนไซม์ในใบชา สารสีน้ำตาล (brown substances) สาร high – polymerized ที่ละลายน้ำได้ สารประกอบสีแดง thearubigins สำหรับน้ำชาฝรั่ง น้ำชาจะออกสีทองแดง ไม่มีสีอื่นเจือปน ถ้ามีสีเขียวบนจะทำให้ราคาตกลงสีเขียวที่ผสมอยู่ในน้ำชาคือ chlorophyllide ซึ่งเกิดเนื่องจากเอนไซม์ทำลาย Chlorophyll ของใบลง ดังที่กล่าวมาแล้ว ส่วนที่เป็นสีทองแดงคือ สาร theaflavin ที่ได้จากการ oxidize สาร polyphenols และส่วนประกอบสีแดง thearubigins

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากภาพที่ 1 จะเห็นว่า การผลิตชาแบบไม่ผ่านการหมัก ทำให้ได้น้ำชาสีเขียว ซึ่งจากการเปรียบเทียบสีของน้ำชา โดยการผลิตทั้ง 3 แบบที่กล่าวมา ทำให้เลือกใช้การทดลองผลิตน้ำใบบัวบกชนิดชงพร้อมดื่ม โดยอิงวิธีการผลิตของชาชนิดที่ไม่ผ่านการหมักเป็นหลัก เพื่อให้ได้น้ำใบบัวบกที่มีสีใกล้เคียงสีของน้ำใบบัวบกที่ผู้บริโภคคุ้นเคย คือ สีเขียว



ภาพที่ 1 สีของน้ำชาและประเภทของชา

การผลิตชาใบแบบเขียว (ชาไม่ผ่านการหมัก)

หลักใหญ่และสำคัญของการทำชาใบหรือชาจีนแบบชาเขียวคือ การหลีกเลี่ยงและป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเคมีออกซิเดชั่นของ polyphenol กับเอนไซม์ polyphenoloxidase หรือหลีกเลี่ยงการเกิดการหมักในใบชานั่นเอง จึงเรียกชาใบชนิดนี้ว่าชาไม่ผ่านการหมัก (non–fermented tea) การหยุดยั้งปฏิกิริยาเคมีของเอนไซม์นั้นทำได้โดยการคั่วด้วยกะทะร้อนแบบของจีน หรือลวกด้วยไอน้ำร้อนแบบของญี่ปุ่นน้ำชาที่ได้ออกจะมีสีหนักไปทางเขียว จึงเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ชาเขียว (green tea) รายละเอียดที่จะกล่าวต่อไป จะเป็นเทคนิคกรรมวิธีการผลิตชาเขียวแบบจีนทั้งหมด

ในระหว่าง การขนส่งยอดชา จากไร่ชามาเข้าโรงงานนั้น อุณหภูมิของใบชาจะสูงขึ้นเนื่องจากการอัดแน่นของใบชา กระสอบ หรือถุงใส่ชา จึงต้องรีบนำลงเกลี่ยกระจายบนพื้นห้องในบริเวณโรงงานที่มี อุณหภูมิต่ำ เพื่อลดอุณหภูมิของใบชา และป้องกันการกองทับถมของใบชา ซึ่งจะทำให้ใบชาช้ำและร้อนขึ้น ทำให้คุณภาพของใบชาสดเปลี่ยนและเสียไป สำหรับใบชาสดที่ไม่สามารถคั่วได้ทันทีอาจเนื่องมาจาก ข้อจำกัดของความสามารถของเครื่องจักร อุปกรณ์ในโรงงานจะต้องควบคุมรักษาความสดของยอดชาตลอดเวลา มิฉะนั้นแล้วจะไม่สามารถผลิตชาใบที่ดีได้

โดยหลักการทั่วไปแล้ว ยอดชาหลังจากเก็บมาจากไร่ชาจะต้องรีบเข้าเครื่องคั่วทันที น้ำชาที่ได้ออกมาจะมีสีเขียวอมฟ้า อย่างไรก็ดี น้ำชาที่ได้นี้จะมีกลิ่นเหม็นเขียว และรสค่อนข้างขม ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยง รสขม และเพิ่มรสชาติ ตลอดจนเพื่อให้ถูกปากของนักดื่มชา จึงมีการผึ่งเบาก่อนที่จะนำไปคั่วชาในเตา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 2 การผลิตชาจีนแบบไม่ผ่านการหมัก
ที่มา : ไพโรจน์ , (2532)

การผึ่งชา

ความมุ่งหมายในการผึ่งชา ประการแรกเพื่อที่จะลดความชื้นในใบชา ใบชาสดจะมีน้ำประมาณ 70 – 80% น้ำที่มีจำนวนมากนี้ จะเป็นตัวขัดขวางการทำปฏิกิริยาเคมีของสารต่าง ๆ ในใบชา ประการที่สอง ระหว่างการผึ่งชาจะมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีต่าง ๆ ในใบชา การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีจะเกิดขึ้นและสิ้นสุดลงภายใน 6 – 10 ชั่วโมงแรก เช่น สารประกอบ polyphenols เข้มข้นขึ้นเช่นเดียวกับโปรตีน ซึ่งเปลี่ยนเป็นกรดอะมิโนเพิ่มขึ้น กรดอะมิโนนี้เป็นตัวสำคัญต่อสี กลิ่น รสชาติ ของน้ำชา คาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้น ขณะเดียวกับผนังเซลมีสภาพความซึมเพิ่มขึ้นหากได้รับการเขย่า กระตุ้นในขบวนการผลิตชาจีนแบบชากึ่งหมักจะเกิดการผสมกัน ระหว่างสารประกอบต่าง ๆ ในระหว่างผนังเซลซึ่งต้องการให้เกิดการหมักก่อนในช่วงระยะเวลาผึ่งชา ประการสุดท้ายของการผึ่งชา คือ สามารถประหยัดพลังงานในการอบแห้งชา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การคั่วชา

เป็นขั้นตอนที่สำคัญในการผลิตชาจีนเท่านั้น ยอดชาสดหลังจากผ่านการส่งตลอดจนการกระตุ้นโดยการสางและเขย่าชาเพื่อเร่งให้เกิดปฏิกิริยาเคมี การคั่วชาจะเป็นขั้นตอนที่จะหยุดปฏิกิริยาการหมักทันที การคั่วจะทำลายเอนไซม์ polyphenoloxidase ที่อยู่ที่ชั้นผิวใบ และทำให้ใบเหี่ยวอ่อนนุ่มเหมาะสำหรับการนวดชาให้ใบม้วนตัวสวยงามได้ง่ายในขั้นตอนต่อไป

การนวดชา

วัตถุประสงค์ในการอบแห้งชามีอยู่สองประการ คือ การหยุดยั้งปฏิกิริยาเคมีของสารประกอบต่าง ๆ ในใบชา โดยความร้อนที่ใช้การอบแห้ง และการไล่น้ำที่เหลือในใบชาออกจนแห้ง เพื่อการเก็บรักษาต่อไป

การคัดและบรรจุ

สำหรับชาจีน ชาแห้งที่จะนำมาคัดเอาส่วนก้าน ยอดและใบแก่ออกเป็นเกรดต่าง ๆ แล้วอบแห้งครั้งท้ายก่อนการบรรจุ

รงควัตถุ

สีของอาหารที่เกิดขึ้นเนื่องจากในอาหาร มีสารที่เรียกว่า เม็ดสี หรือ รงควัตถุ ซึ่งมีอยู่ในอาหารตามธรรมชาติ สีเขียวของผักใบเขียวเนื่องจากมีคลอโรฟิลล์ หรือสีเหลือง สีส้ม และสีแดงเนื่องจากสีของแคโรทีนอยด์ เป็นต้น ดังนั้นสีของอาหารส่วนใหญ่จึงเป็นสีที่ได้จากธรรมชาติ แต่มีอาหารบางชนิดมีการเติมสีสังเคราะห์ลงไป สีที่เติมลงไปนี้จัดเป็นวัตถุเจือปนอาหารชนิดหนึ่ง

สีเป็นสมบัติทางกายภาพอย่างหนึ่งของอาหาร ทั้งอาหารที่ได้จากธรรมชาติและอาหารที่แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพราะสีเป็นปัจจัยสำคัญที่ผู้บริโภคใช้ในการตัดสินใจเลือกซื้ออาหารร่วมกับลักษณะปรากฏอื่น ๆ นอกจากนั้นสีของอาหารยังบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่อาจเกิดขึ้น ในอาหารได้ด้วย เช่น ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล เป็นต้น

สำหรับอาหารประเภทของเหลวใส เช่น น้ำมันพืชและเครื่องดื่มบางชนิด สีที่ละลายอยู่มีสมบัติยอมให้แสงผ่านได้ แต่อาหารที่มีสีขาวขุ่นหรือทึบแสง สีอาหารที่เกิดขึ้นเนื่องจากการสะท้อนแสง

อาหารที่ได้จากธรรมชาติทั้งที่มาจากพืชและสัตว์ จะมีชนิดของรงควัตถุแตกต่างกัน นอกจากนี้ รงควัตถุในอาหารที่ได้จากพืชแต่ละชนิดยังมีสมบัติแตกต่างกันอีกด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รงควัตถุในอาหารจากพืช

รงควัตถุที่มีอยู่ในอาหารตามธรรมชาติที่ได้จากพืชสามารถจำแนกออกตามสมบัติของการละลายได้ 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มที่ละลายได้ในน้ำมันและตัวทำละลายอินทรีย์ได้แก่ คลอโรฟิลล์ และแคโรทีนอยด์
2. กลุ่มที่ละลายได้ในน้ำ ได้แก่ แอนโธไซยานินและฟลาโวนอยด์

- คลอโรฟิลล์

คลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุสีเขียวที่พบอยู่ในพืช โดยเฉพาะผักใบเขียว และผลไม้บางชนิด คลอโรฟิลล์มีหน้าที่สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งเป็นกระบวนการที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช

คลอโรฟิลล์ที่พบในพืชมี 2 ชนิด คือ คลอโรฟิลล์เอและคลอโรฟิลล์บี และยังมีคลอโรฟิลล์อีก 3 ชนิด ที่พบในในแบคทีเรียและสาหร่าย สำหรับคลอโรฟิลล์ที่พบในพืชสีเขียวชั้นสูงจะมีอัตราส่วนของคลอโรฟิลล์เอต่อคลอโรฟิลล์บี ประมาณ 3 : 1 และพบอยู่ในพลาสติด เรียกว่า คลอโรพลาสต์ ซึ่งประกอบด้วยหน่วยย่อยเล็ก ๆ เรียกว่า grana และโครงสร้างของ grana จะประกอบด้วย lamellae โดยมีคลอโรฟิลล์โมเลกุลฝังตัวอยู่ที่ lamellae และเกาะตัวอยู่กับลิปิด โปรตีน และ ไลโพโปรตีน

คลอโรฟิลล์เอมีสูตรโครงสร้างเป็น tetrapyrole ซึ่งวงแหวนพอร์ไฟรินอยู่ในรูปไดไฮโดร และมีแมกสีเซียมอะตอมอยู่ตรงกลาง มีหมู่เมธิลที่ตำแหน่ง 1, 3, 5 และ 8 มีหมู่ vinyl ที่ตำแหน่ง 2 หมู่เอธิลที่ตำแหน่ง 4 หมู่ propionate ที่ตำแหน่ง 7 ถูกเอสเตอริไฟด์ด้วยไฟทิลแอลกอฮอล์ (phytyl alcohol) มีหมู่ keto ที่ตำแหน่ง 9 และมีหมู่ carbomethoxy ที่ตำแหน่ง 10 ทำให้คลอโรฟิลล์เอมีสูตรโมเลกุล $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$

คลอโรฟิลล์บีมีโครงสร้างโมเลกุลคล้ายคลอโรฟิลล์เอมาก ยกเว้นที่ตำแหน่ง 3 ซึ่งในคลอโรฟิลล์เอเป็นหมู่เมธิล แต่คลอโรฟิลล์บีเป็นหมู่ฟอร์มิล (formyl) และมีสูตรโมเลกุลเป็น $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$

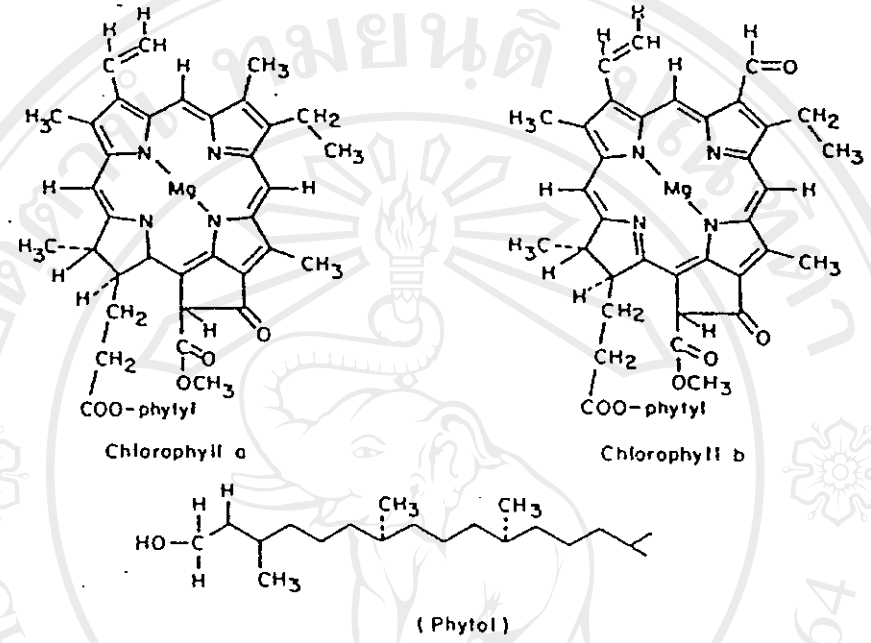
สำหรับไฟทิลแอลกอฮอล์หรือไฟทอล (phytol) เป็นแอลกอฮอล์ชนิดหนึ่งที่มีจำนวนคาร์บอน 20 อะตอม มีโครงสร้างเป็นไอโซพรีนอยด์

สูตรโครงสร้างของคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และไฟทอลดังภาพที่ 3

ในระหว่างกระบวนการแปรรูปพืชผักที่มีสีเขียวโดยใช้ความร้อน จะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเนื่องจากปฏิกิริยา pheophytinization คือแมกนีเซียมอิออนจะถูกแทนที่ด้วยไฮโดรเจนอะตอม ทำให้คลอโรฟิลล์ถูกเปลี่ยนเป็นฟีโอไฟติน (pheophytin) จึงเป็นการสูญเสียแร่ธาตุแมกนีเซียมออกไปจาก

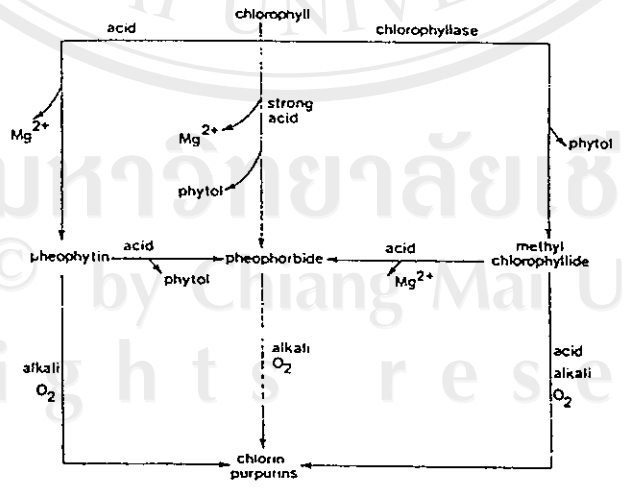
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โมเลกุลของคลอโรฟิลล์ สีเขียวของพืชจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (olive – brown) ได้โดยอาศัยเอนไซม์คลอโรฟิลเลส เกิดการสูญเสียหมู่ไฟทิลออกไปจากโมเลกุลของคอลโรฟิลล์ทำให้คลอโรฟิลไลด์ละลายในน้ำได้ดีกว่าคอลโรฟิลล์



ภาพที่ 3 สูตรโครงสร้างโมเลกุลของคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และไฟทอล

ที่มา : FENNEMA (1976)

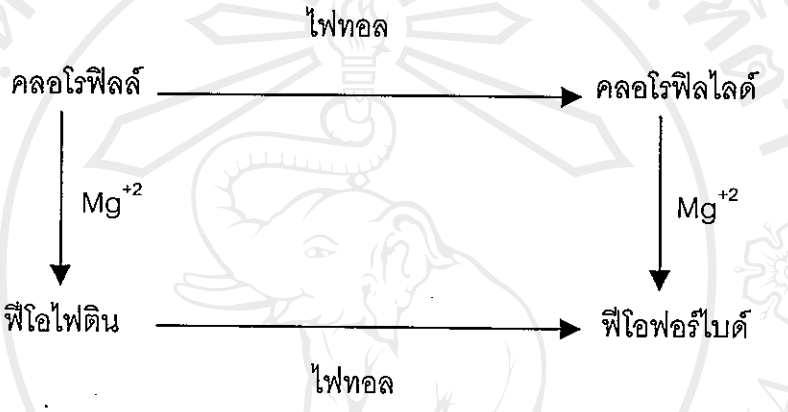


ภาพที่ 4 แผนภูมิการสลายตัวของคลอโรฟิลล์

ที่มา : deMAN (1990)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ฟีโอไฟตินเอ คือ คลอโรฟิลล์เอที่ไม่มีแมกนีเซียม
ฟีโอไฟตินบี คือ คลอโรฟิลล์บีที่ไม่มีแมกนีเซียม
คลอโรฟิลไลด์เอ คือ คลอโรฟิลล์เอที่ไม่มีหมู่ไฟทอล
คลอโรฟิลไลด์บี คือ คลอโรฟิลล์บีที่ไม่มีหมู่ไฟทอล
ฟีโอฟอร์ไบด์เอ คือ คลอโรฟิลไลด์เอที่ไม่มีแมกนีเซียม
ฟีโอฟอร์ไบด์บี คือ คลอโรฟิลไลด์บีที่ไม่มีแมกนีเซียม



คลอโรฟิลล์เอและฟีโอไฟตินเอไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ดีในแอลกอฮอล์ อีเธอร์ เบนซิน และอะซิโตน ถ้าสารทั้งสองเป็นสารบริสุทธิ์จะละลายได้เล็กน้อยในปิโตเลียมอีเธอร์

คลอโรฟิลล์บีและฟีโอไฟตินบี ละลายในแอลกอฮอล์ อะซิโตน และเบนซิน ถ้าเป็นสารบริสุทธิ์จะไม่ละลายในน้ำและปิโตรเลียมอีเธอร์

สำหรับคลอโรฟิลล์จะสลายตัวหายไปเมื่อใบไม้แก่และเริ่มร่วงหล่น ทำให้ใบไม้เปลี่ยนเป็นสีเหลือง เช่นเดียวกับผลไม้บางชนิดขณะที่ผลดิบมีสีเขียว และเมื่อผลไม้เริ่มสุกสีเขียวของคลอโรฟิลล์จะค่อย ๆ สลายตัวจางหายไปและมีการสังเคราะห์สีเหลืองและสีแดงของแคโรทีนอยด์ หรือแอนโธไซยานินขึ้นมาแทนที่

action ของกรดต่อคลอโรฟิลล์ก็มีความสำคัญมาก โดยเฉพาะในผลไม้ที่มีความเป็นกรดสูง อย่างไรก็ดีคลอโรฟิลล์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติในเนื้อเยื่อพืชจะรวมอยู่กับไลโพโปรตีน ทำให้ช่วยป้องกันการถูกทำลายด้วยกรดได้ แต่การใช้ความร้อนจะทำให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพธรรมชาติและความสามารถในการป้องกัน action ของกรดจะลดลงด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลของกระบวนการแปรรูปและการเก็บรักษา

ผักและผลไม้ที่มีสีเขียวเมื่อผ่านกระบวนการแปรรูปด้วยความร้อนสีเขียวสดของคลอโรฟิลล์จะเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมน้ำตาลของฟีโอไฟตินอย่างรวดเร็ว และเมื่อนำไปเก็บรักษาสีจะเปลี่ยนไปมากขึ้น อัตราเร็วของการเปลี่ยนสีนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณกรดที่เกิดขึ้นในกระบวนการแปรรูปอาหารด้วย และคลอโรฟิลล์เอจะเปลี่ยนไปเป็นฟีโอไฟตินเอได้รวดเร็วกว่าคลอโรฟิลล์บีเปลี่ยนไปเป็นฟีโอไฟตินบีประมาณ 5 – 10 เท่า

การแช่แข็ง ก็มีผลต่อการเปลี่ยนสีของพืชผักที่มีสีเขียว ปัจจัยที่สำคัญคือ ระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการลวก (blanching)

ในระหว่างกระบวนการทำผักแห้ง จะมีการเปลี่ยนคลอโรฟิลล์ไปเป็นฟีโอไฟตินได้เช่นเดียวกัน และการเปลี่ยนแปลงนี้ยังขึ้นอยู่กับ degree of blanching ก่อนที่จะนำผักไปทำแห้งด้วย

การเก็บรักษาก็มีผลทำให้เกิดการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ตัวอย่างเช่น ผักแห้งที่บรรจุในภาชนะใสจะเกิด Photooxidation และมีการสูญเสียรงควัตถุทำให้สีเปลี่ยนไปได้ ถ้าผักแห้งมีค่า a_w ต่ำกว่า 0.32 จะทำให้คลอโรฟิลล์ไม่สามารถเปลี่ยนเป็นฟีโอไฟตินได้

การรักษาสีเขียวของพืชผัก

เนื่องจากคลอโรฟิลล์มีความคงตัวในด่าง การเติมเกลือของด่างลงในน้ำที่ใช้ลวกผักเพื่อปรับไม่ให้ค่าพีเอชของน้ำที่ใช้ลวกผักลดลง จะช่วยรักษาสีเขียวของผักไว้ได้ เพราะการเติมด่างหรือการใช้ alkalizing agent จะช่วยปรับค่าพีเอชของน้ำให้สูงขึ้นสามารถยับยั้งการเกิดฟีโอไฟตินได้ เกลือของด่างที่นิยมใช้ คือ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ หรือแมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ เรียกกระบวนการที่ใช้ด่างนี้ว่า blair process ผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังจากผ่านกระบวนการแปรรูปจะยังคงมีสีเขียวอยู่ แต่จะไม่คงตัวในระหว่างการเก็บรักษา และการเติมด่างเพื่อเพิ่มพีเอชของน้ำจะมีผลเสียต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารด้วย

การใช้อุณหภูมิสูงและระยะเวลาสั้น (high temperature short time) ในการลวกผักก็ได้ผลดีเช่นเดียวกัน แต่จะสูญเสียสีเขียวเมื่อนำไปเก็บรักษา

การเปลี่ยนคลอโรฟิลล์ให้เป็นคลอโรฟิลไลด์ โดยอาศัยเอนไซม์คลอโรฟิลเลส หรือเอสเตอเรส ซึ่งมีอยู่ในพืชตามธรรมชาติจะเกิดการไฮโดรไลซีสแยกเอาหมู่ไฟทอลออก ส่วนที่เหลือคือเมธิลคลอโรฟิลไลด์ซึ่งจะละลายได้ในน้ำ และจะมีความคงตัวมากกว่าคลอโรฟิลล์ เอนไซม์คลอโรฟิลเลสจะทำงานได้ดีในภาวะที่ตัวกลางเป็นน้ำและต้องมีอุณหภูมิระหว่าง 65 – 75 องศาเซลเซียส

ทองแดงอิออน (Cu^{+2}) หรือสังกะสีอิออน (Zn^{+2}) สามารถเข้าไปแทนที่แมกนีเซียมอิออนในโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ ได้เป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีความคงตัวมาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาวิธีการเตรียมใบบัวบกก่อนการอบแห้ง
2. เพื่อศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบแห้งใบบัวบก

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถใช้เป็นต้นแบบในการผลิตเครื่องดื่มใบบัวบกชนิดซองระดับอุตสาหกรรมต่อไป
2. สามารถผลิต Functional Food จากวัตถุดิบที่หาง่าย ราคาถูกของประเทศไทย
3. เป็นการเพิ่มรูปแบบการใช้ประโยชน์จากใบบัวบกจากรูปแบบเดิม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุและอุปกรณ์

- ใบบัวบก
- 0.1% $NaHCO_3$
- ตู้อบลมร้อน (Memmert, Germany)
- เครื่องวัดค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (Novasina Ltd., Switzerland)
- เครื่องชั่งไฟฟ้า (Mettler-toledo: Model aB 54, Switzerland)
- เครื่องวัดสี (Hunter Lab, Color Quest II)
- ห้องปฏิบัติการทดสอบทางประสาทสัมผัส
- เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (Orion:520A, USA))
- เตาไมโครเวฟ (National, Thailand)
- Hand Refractometer (Atago, Japan)
- เครื่องบดปั่น (National, Thailand)
- เครื่องแก้ว
- แบบสอบถามแบบให้คะแนนความชอบ (ดังภาคผนวก)
- ไมโครคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
- โปรแกรมสำเร็จรูป Statistix 7.0

วิธีการ

แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การศึกษาวิธีการเตรียมใบบัวบกก่อนการอบแห้ง

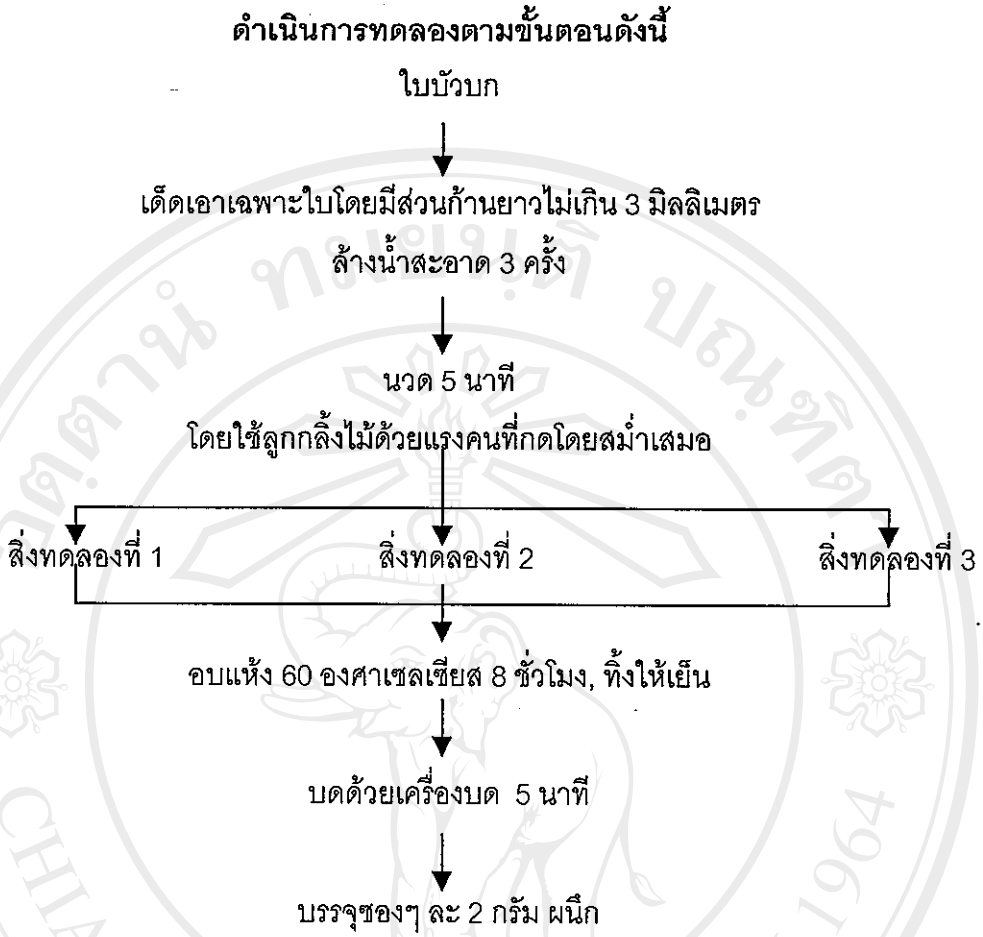
วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) 2 ซ้ำ

สิ่งทดลองที่ 1 : ลวกโดยน้ำร้อน 90 องศาเซลเซียส 60 วินาที, แช่น้ำเย็นทันที 5 นาที สะเด็ดน้ำ

สิ่งทดลองที่ 2 : ลวกด้วย 0.1% $NaHCO_3$ ในน้ำร้อน 90 องศาเซลเซียส 60 วินาที แช่น้ำเย็นทันที 5 นาที สะเด็ดน้ำ

สิ่งทดลองที่ 3 : ตัวควบคุม (ล้างน้ำธรรมดา สะเด็ดน้ำ)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 5 วิธีการเตรียมใบบัวบกก่อนการอบแห้ง

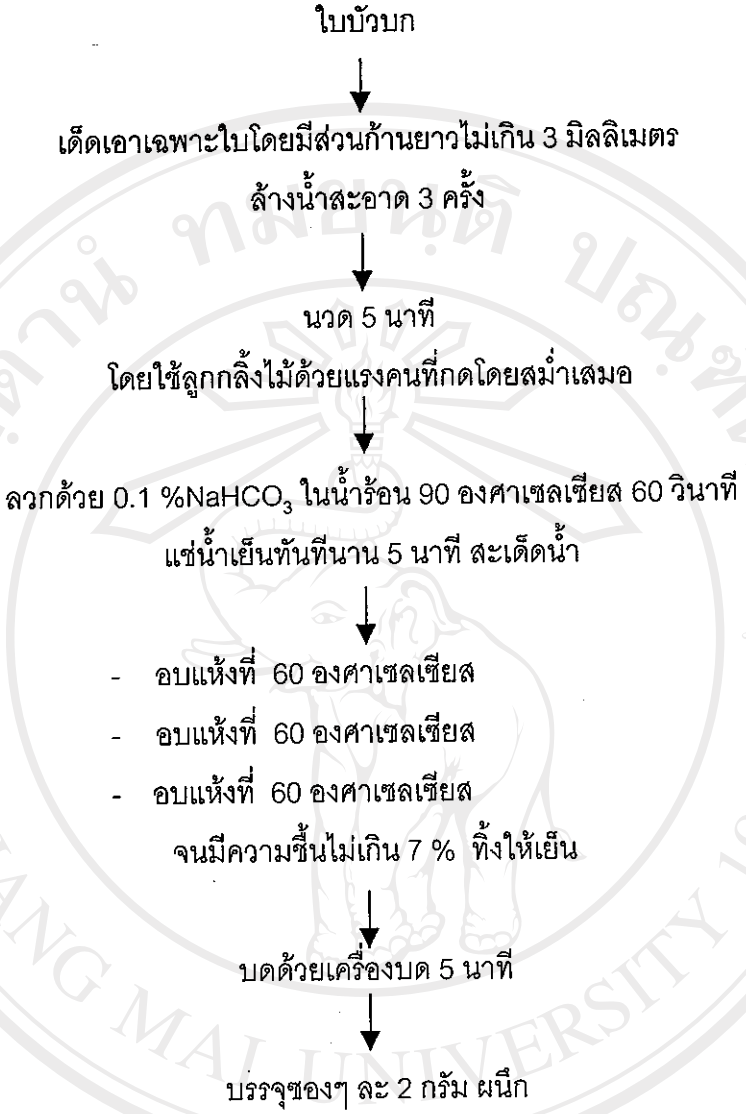
ตอนที่ 2 การศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบแห้งใบบัวบก

ในการศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบแห้งใบบัวบก ใช้ใบบัวบกน้ำหนักเริ่มต้น 35 กรัม ในการทดสอบการทำแห้งใช้เครื่องอบลมร้อนแบบถาด เรียงใบบัวบกแบบชั้นเดียว ใช้ความเร็วลม 1.2 เมตรต่อวินาที ดำเนินการเตรียมใบบัวบกตามวิธีในภาพที่ 6 โดยเลือกวิธีการเตรียมที่เหมาะสมที่สุดที่ได้จากการทดลองที่ 1 ทำการศึกษาระยะเวลาการอบแห้งใบบัวบกเพื่อให้ได้ความชื้นสุดท้ายของใบบัวบกต่ำกว่าร้อยละ 7 ทำการทดลอง 2 ซ้ำ โดยศึกษาการอบที่

- อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส
- อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส
- อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

ทำการจดบันทึกน้ำหนักที่เหลืออยู่ทุกๆ 5 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 6 วิธีการเตรียมใบบัวบกก่อนการอบแห้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการทดลองและวิจารณ์

ตอนที่ 1 : การศึกษาวิธีการเตรียมใบบัวบกก่อนการอบแห้ง

จากการทดลองเตรียมใบบัวบกก่อนการอบแห้งด้วยวิธีต่างๆ ดังนี้คือ (1) ลวกด้วยน้ำร้อน 90 องศาเซลเซียส 60 วินาที, แช่น้ำเย็นทันที 5 นาที สะเด็ดน้ำ (2) ลวกด้วย 0.1% $NaHCO_3$ ในน้ำร้อน 90 องศาเซลเซียส 60 วินาที แช่น้ำเย็นทันที 5 นาที สะเด็ดน้ำ และ (3) ตัวอย่างควบคุม คือ ไม่ผ่านการลวก จากนั้นทำการอบแห้งที่ 60 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมง, ทิ้งให้เย็น นำมาบดนาน 5 นาที เมื่อนำไปวัดค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (aw) และค่าความชื้นได้ผลดังตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (aw) เฉลี่ย* ของใบบัวบกที่ผ่านการเตรียมก่อนการอบแห้งแบบต่างๆ แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง

ใบบัวบก	aw
ลวกน้ำร้อน	0.625[a]
ลวกด้วย 0.1% $NaHCO_3$ ในน้ำร้อน	0.628[a]
ไม่ผ่านการลวก (ตัวอย่างควบคุม)	0.270[b]

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันตามแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ $P < 0.05$

* 2 ซ้ำ

จากตารางที่ 1 พบว่า ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (aw) เฉลี่ยของตัวอย่างใบบัวบกอบแห้งที่ผ่านการลวกน้ำร้อนและลวกด้วย 0.1% $NaHCO_3$ ในน้ำร้อน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 0.625 และ 0.628 ตามลำดับ แต่มีค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (aw) เฉลี่ยของตัวอย่างใบบัวบกอบแห้งที่ไม่ผ่านการลวกมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (aw) เฉลี่ยของตัวอย่างใบบัวบกอบแห้งที่ไม่ผ่านการลวกมีค่าเท่ากับ 0.270 อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์จะมีความคงตัวหากมีค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่า 0.65

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2 : ค่าร้อยละความชื้นเฉลี่ย* ของใบบัวบกที่ผ่านการเตรียมก่อนการอบแห้งแบบต่างๆ แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง

ใบบัวบก	ความชื้น (%)
ลวกน้ำร้อน	11.63[a]
ลวกด้วย 0.1% $NaHCO_3$ ในน้ำร้อน	11.42[a]
ไม่ผ่านการลวก (ตัวอย่างควบคุม)	8.68[b]

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันตามแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ $P < 0.05$

* 2 ซ้ำ

สำหรับค่าร้อยละความชื้นเฉลี่ยของใบบัวบกที่ผ่านการเตรียมก่อนการอบแห้งแบบต่างๆ พบว่า ให้ผลเป็นไปในแนวเดียวกับค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (aw) กล่าวคือ ค่าร้อยละความชื้นเฉลี่ยของตัวอย่างใบบัวบกอบแห้งที่ผ่านการลวกน้ำร้อนและลวกด้วย 0.1% $NaHCO_3$ ในน้ำร้อน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 11.63 % และ 11.42 % ตามลำดับ แต่มีค่ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากค่าร้อยละความชื้นเฉลี่ยของตัวอย่างใบบัวบกอบแห้งที่ไม่ผ่านการลวก โดยค่าร้อยละความชื้นเฉลี่ยของตัวอย่างใบบัวบกอบแห้งที่ไม่ผ่านการลวกมีค่าเท่ากับ 8.68 % อย่างไรก็ตาม ความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่ได้ทั้ง 3 มีค่ามากกว่า 7 % ซึ่งตาม มอก. 460-2526 เล่มที่ 100 ตอนที่ 93 ได้กำหนดให้ชาจีนต้องมีความชื้นต่ำกว่า 7 % ดังนั้นจึงต้องทำการศึกษาหาอุณหภูมิและเวลาสำหรับการอบแห้งใบบัวบกในการทดลองตอนที่ 2 ต่อไป

เมื่อนำใบบัวบกที่เตรียมก่อนการอบแห้งด้วยวิธีต่างๆดังกล่าวไปอบแห้งที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง บดนาน 5 นาที จากนั้นใช้น้ำร้อนเดือดจากกาต้มน้ำไฟฟ้า ปริมาตร 75 มิลลิลิตร ชงกับใบบัวบก 1 ซอง ทิ้งไว้ 5 นาที แล้วยกซองออก วัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ จากนั้นเสิร์ฟให้ผู้ทดสอบชิมตัวอย่างละ 20 มิลลิลิตร ในแก้วทดสอบชิมชนิดใส โดยใช้รหัสเลขสุ่ม 3 ตัว ก่อนให้ผู้ทดสอบชิมทำการทดสอบให้นำตัวอย่างอุ่นโดยเตาไมโครเวฟ 10 วินาที ทดสอบโดยวิธีให้คะแนนความชอบโดยรวม ได้ผลดังตารางที่ 3 และตารางที่ 4 ตามลำดับ

จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำชาใบบัวบกที่ผ่านการเตรียมก่อนการอบแห้งแบบต่างๆทั้ง 3 ตัวอย่าง ไม่มีความความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 1.0 สำหรับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบโดยรวมจากตารางที่ 4 พบว่า ชาใบบัวบกที่ผ่านการเตรียมโดยวิธีต่างๆ ข้างต้น มีคะแนนความชอบโดยรวมแตกต่างกันทางสถิติ โดยชาใบบัวบกที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผ่านการลวกด้วย 0.1% $NaHCO_3$ ในน้ำร้อน มีคะแนนความชอบมากที่สุดเท่ากับ 7.0 คะแนน รองลงมาได้แก่ชาใบบัวบกที่ผ่านการลวกน้ำร้อน มีคะแนนความชอบมากที่สุดเท่ากับ 6.5 คะแนน และ ชาใบบัวบกที่ไม่ผ่านการลวกมีคะแนนความชอบน้อยที่สุดเท่ากับ 5.3 คะแนน

ตารางที่ 3 : ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำชาใบบัวบกที่ผ่านการเตรียมก่อนการอบแห้งแบบต่างๆ

ใบบัวบก	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (^{0}Brix)
ลวกน้ำร้อน	1.0[a]
ลวกด้วย 0.1% $NaHCO_3$ ในน้ำร้อน	1.0[a]
ไม่ผ่านการลวก (ตัวอย่างควบคุม)	1.0[a]

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันตามแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ $P < 0.05$

* 2 ซ้ำ

ตารางที่ 4 : ค่าคะแนนความชอบเฉลี่ย* ของน้ำชาใบบัวบกที่ผ่านการเตรียมก่อนการอบแห้งแบบต่างๆ

ใบบัวบก	**คะแนนความชอบเฉลี่ย**
ลวกน้ำร้อน	6.5[b]
ลวกด้วย 0.1% $NaHCO_3$ ในน้ำร้อน	7.0[a]
ไม่ผ่านการลวก (ตัวอย่างควบคุม)	5.3[c]

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันตามแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ $P < 0.05$

* ผู้ทดสอบชิม 60 คน

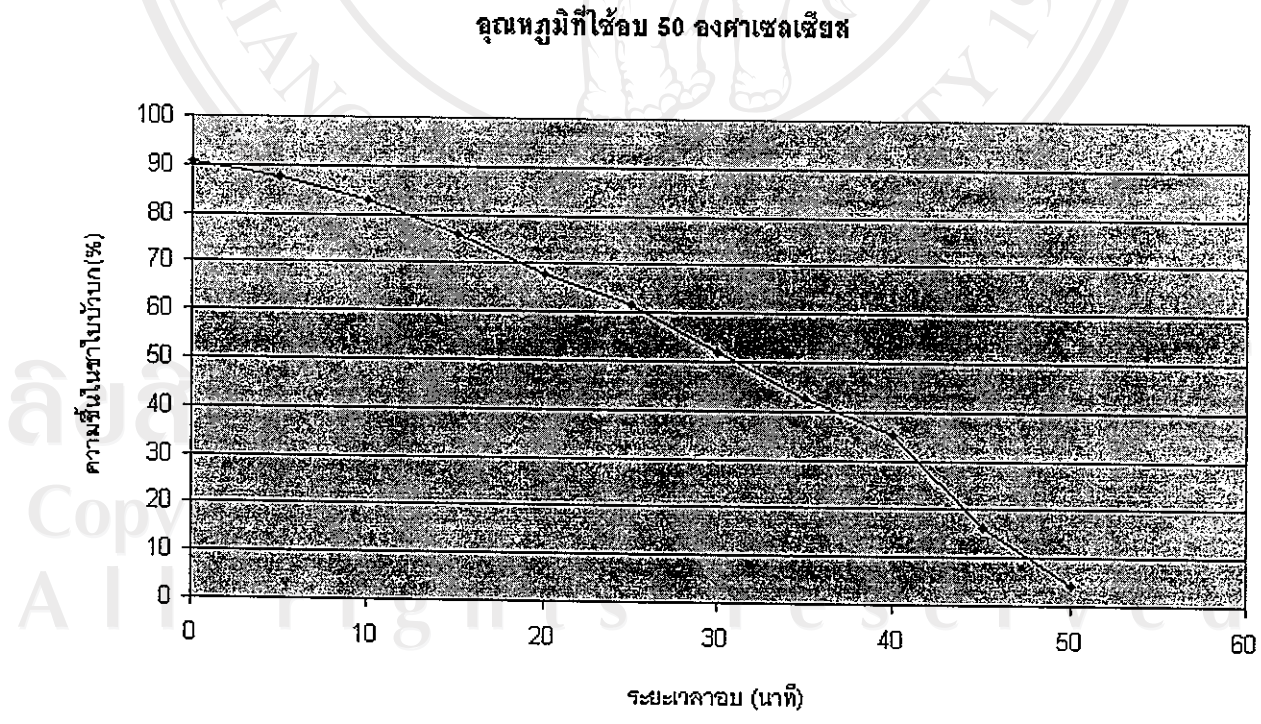
ดังนั้นในการทดลองต่อไปตอนที่ 2 จึงเลือกสิ่งทดลองที่ 2 คือ ลวกด้วย 0.1% $NaHCO_3$ ในน้ำร้อน เป็นวิธีการเตรียมใบบัวบกก่อนการอบแห้งเนื่องจากเป็นวิธีที่ให้น้ำชาใบบัวบกที่มีคะแนนความชอบสูงที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตอนที่ 2 : การศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบแห้งใบบัวบก

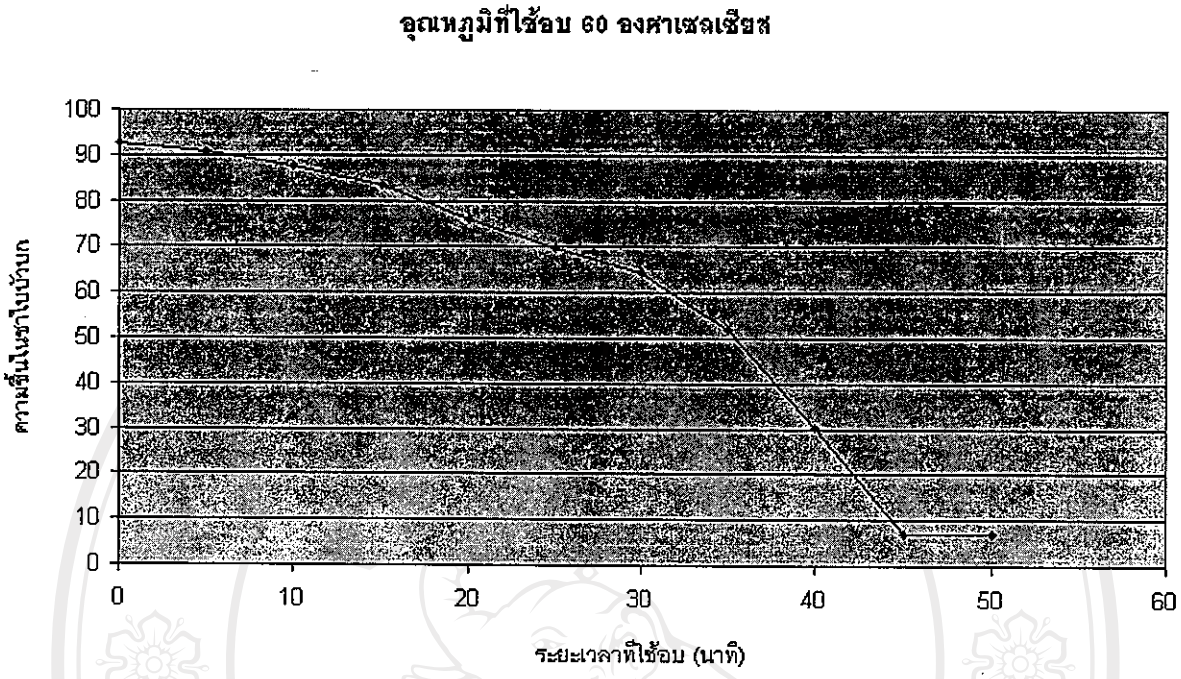
ในการศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบแห้งใบบัวบก โดยใช้น้ำหนักใบบัวบกเริ่มต้น 35 กรัม ในการทดสอบการทำแห้งโดยใช้เครื่องอบลมร้อนแบบถาด โดยเรียงใบบัวบกแบบชั้นเดียว ใช้ความเร็วลม 1.2 เมตรต่อวินาที ในการอบแห้งใบบัวบกที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 60 องศาเซลเซียส และ 70 องศาเซลเซียส เพื่อให้ความชื้นของชาใบบัวบกต่ำกว่า 7 % ทำการจดบันทึกทุกๆ 5 นาที ได้ผลดังภาพที่ 7 ภาพที่ 8 และภาพที่ 9 ตามลำดับ

จากภาพที่ 7 พบว่า ในการอบแห้งใบบัวบกที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาการอบเพิ่มขึ้น ปริมาณความชื้นในใบบัวบกลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งเมื่อเวลาผ่านไป 50 นาที จะมีความชื้นเฉลี่ยเท่ากับ 4.11 % ส่วนภาพที่ 8 การอบแห้งใบบัวบกที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ต้องใช้เวลาในการอบแห้งประมาณ 45 นาที เพื่อให้ความชื้นของชาใบบัวบกต่ำกว่า 7 % คือ เหลือความชื้นเฉลี่ย 6.80 % และสำหรับการอบแห้งใบบัวบกที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ดังภาพที่ 9 ต้องใช้เวลาในการอบแห้งประมาณ 25 นาที เพื่อให้ความชื้นของชาใบบัวบกต่ำกว่า 7 % คือ เหลือความชื้นเฉลี่ย 3.13 %

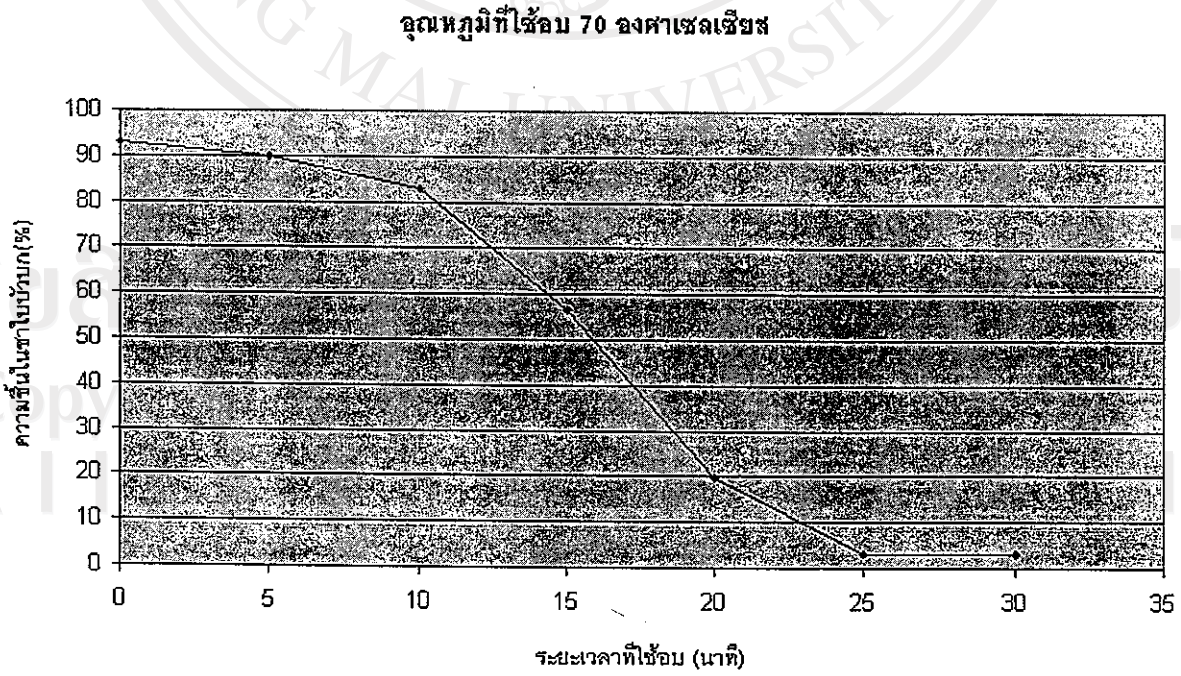


ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบกับปริมาณความชื้นของใบบัวบกเมื่ออบที่ 50 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบกับปริมาณความชื้นของใบบัวบกเมื่ออบที่ 60 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาอบกับปริมาณความชื้นของใบบัวบกเมื่ออบที่ 70 องศาเซลเซียส

เมื่อนำใบบัวบกที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 60 องศาเซลเซียส และ 70 องศาเซลเซียส นาน 50 นาที 45 นาที และ 25 นาที ตามลำดับ ไปตรวจสอบคุณภาพได้ผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 : ค่าร้อยละความชื้นเฉลี่ย* ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์เฉลี่ย* (aw) และค่าสีเฉลี่ย* ของใบบัวบกที่อบแห้งที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ

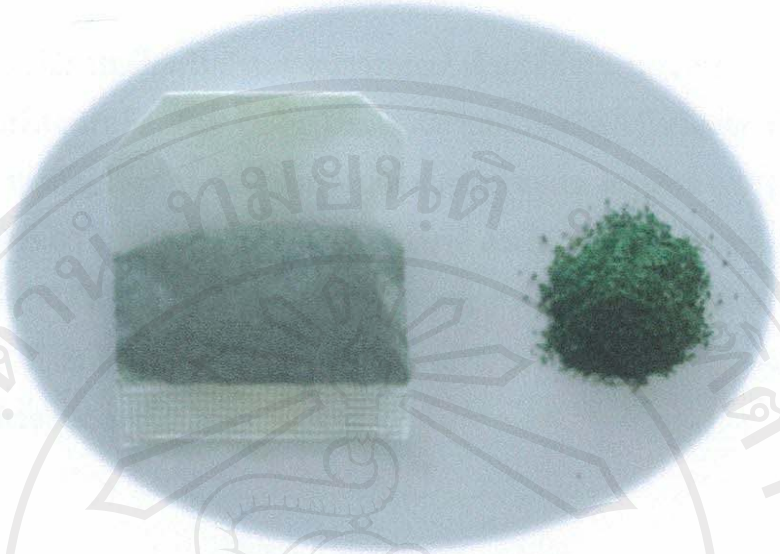
ใบบัวบกอบแห้ง	ความชื้น (%)	aw	ค่าสีวัดที่ D65 10 °		
			L	a	b
50 °C 50 นาที	4.11	0.519	38.880	-2.860	6.835
6 °C 45 นาที	6.80	0.530	38.735	-3.030	6.980
70°C 25 นาที	3.13	0.425	39.295	-3.680	7.340

จากตารางที่ 5 พบว่า เมื่ออบแห้งใบบัวบกที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 50 นาที จะมีความชื้นเฉลี่ยเท่ากับ 4.11 % ค่า aw เฉลี่ยเท่ากับ 0.519 และ มีค่าสี L เท่ากับ 38.880 ค่าสี a เท่ากับ –2.860 ค่าสี b เท่ากับ 6.835

เมื่ออบแห้งใบบัวบกที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที จะมีความชื้นเฉลี่ยเท่ากับ 6.80 % ค่า aw เฉลี่ยเท่ากับ 0.530 และ มีค่าสี L เท่ากับ 38.735 ค่าสี a เท่ากับ –3.03 ค่าสี b เท่ากับ 6.980 และเมื่ออบแห้งใบบัวบกที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 นาที จะมีความชื้นเฉลี่ยเท่ากับ 3.19 % ค่า aw เฉลี่ยเท่ากับ 0.425 และ มีค่าสี L เท่ากับ 39.295 ค่าสี a เท่ากับ –3.680 ค่าสี b เท่ากับ 7.340 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิและเวลาดังกล่าวทั้งสามจะให้ใบบัวบกที่มีค่าความชื้นต่ำกว่า 7 % ตาม มอก. 460-2526 เล่มที่ 100 ตอนที่ 93 ที่กำหนดให้ชาจีนต้องมีความชื้นต่ำกว่า 7 % นอกจากนี้ยังมีค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (aw) ที่ต่ำกว่า 0.65 ซึ่งถือว่าผลิตภัณฑ์จะมีความคงตัวดี

ใบบัวบกที่ผ่านการอบแห้ง และบดนาน 5 นาที บรรจุซองๆละ 2 กรัม เป็นชาใบบัวบกผงบรรจุซองดังแสดงในภาพที่ 10 เมื่อใช้น้ำร้อนเดือดจากกาต้มน้ำไฟฟ้า ปริมาตร 75 มิลลิลิตร ชงกับใบบัวบก 1 ซอง ทิ้งไว้ 5 นาที แล้วยกซองออก จะได้ผลิตภัณฑ์ชาใบบัวบกสีเขียวอ่อน มีกลิ่นหอมของใบบัวบกน่าดื่ม ดังแสดงในภาพที่ 11

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 10 ชาใบบัวบกผงบรรจุซอง

ภาพที่ 11 ชาใบบัวบก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาวิธีการเตรียมใบบัวบกก่อนการอบแห้งด้วยวิธีต่างๆ พบว่าวิธีการเตรียมใบบัวบกที่เหมาะสมคือ นำใบบัวบกมาเด็ดเอาเฉพาะใบ โดยมีส่วนก้านยาวไม่เกิน 3 มิลลิเมตร ล้างน้ำสะอาด 3 ครั้ง จากนั้นนวด 5 นาทีโดยใช้ลูกกลิ้งไม้ด้วยแรงคนที่กดโดยสม่ำเสมอ ลวกด้วย 0.1 %$NaHCO_3$ ในน้ำร้อน 90 องศาเซลเซียส 60 วินาที แช่น้ำเย็นทันทีนาน 5 นาที สะเด็ดน้ำ แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิและในเวลาที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ใบบัวบกที่มีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 7 ซึ่งถ้าอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสจะใช้เวลา 50 นาที ถ้าอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจะใช้เวลา 45 นาที และถ้าอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสจะใช้เวลา 25 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เอกสารอ้างอิง

กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ . 2532 . คู่มือการแนะนำพืชสมุนไพรและเครื่องเทศที่มีศักยภาพในการส่งออก . กระทรวงพาณิชย์ . กรุงเทพฯ . 250 น.

เกร็ดความรู้ . 2541 . น้ำใบบัวบก . ข่าวสารเกษตร มช. 15 (2) : 10 .

ไพโรจน์ พงศ์ศุภสมินทร์ . 2532 . เทคโนโลยีการผลิตชา . ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคเหนือ . กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม , กระทรวงอุตสาหกรรม . กรุงเทพฯ . 87 น.

ไมตรี สุทธจิตต์ . มป . เจี่ยวกู้หลานหรือชาปัญจขันธ์ "โสมคน" สมุนไพรที่น่าจับตามอง . คณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ .

วัฒนา วิริวุฒิกร . 2539 . อาหารเสริมสุขภาพสำคัญไฉน . อาหาร 26(3) : 201 – 202

A.O.A.C. 1984 . Official Methods of Analysis . 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. 1018 P.

DeMan, J.M. 1990 . Principles of Food Chemistry . 2 nd ed., Van Nostrand Reinhold, New York . 468 P.

Fennema, O.R. 1976 . Priciples of Science . Part I : Food Chemistry . Marcel Dekker, Inc., New York . 792 P.

Harry T.L. and H. Heymann . Sensory Evaluation of Food Principle and Practices Chapman & Hall . New York . 819 P.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก

แบบทดสอบแบบให้คะแนนความชอบ ผลิตภัณฑ์ชาใบบัวบก

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนความชอบโดยรวมที่ท่านมีต่อผลิตภัณฑ์ตามความรู้สึกของท่าน โดย

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

รหัสตัวอย่าง	คะแนนความชอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติหัวหน้าโครงการวิจัยและผู้ร่วมวิจัย

1. **หัวหน้าโครงการวิจัย**

1.1 ชื่อ

นางสุจินดา ศรีวัฒนะ

Mrs. Sujinda Sriwattana

1.2 รหัสประจำตัว

-

1.3 ตำแหน่งปัจจุบัน

อาจารย์

1.4 ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อและชื่อเต็ม	สาขาวิชา	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2529	ตรี	วท.บ. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร)	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	ไทย
2534	โท	วท.ม. (พัฒนาผลิตภัณฑ์-อุตสาหกรรมเกษตร)	พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
2546	เอก	วท.ด. (พัฒนาผลิตภัณฑ์-อุตสาหกรรมเกษตร)	พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย

1.5 สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

การทดสอบทางประสาทสัมผัสและการทดสอบผู้บริโภค

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.6 ผลงานทางวิชาการ

สุจินดา ศรีวัฒนะ และอิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุล. 2543. การใช้ *Rhizopus oligosporous* ในผลิตเทมเป้ถั่วลิสง. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

อิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุลและ**สุจินดา ศรีวัฒนะ**. 2543. การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำพลัมธรรมชาติพร้อมดื่มจากพลัมสายพันธุ์ Gulf Ruby. รายงานการประชุมวิชาการผลงานวิจัยของมูลนิธิโครงการหลวง ประจำปี 2543. มูลนิธิโครงการหลวง.

Suwannakij, S., Chompreeda, P., Haruthaithanasan, V., Effect of Incubation Time And Type of Peanut Tempeh Quality. 1991. The 29th Kasetsart University Annual Conference. Kasetsart University. Thailand.

Wiriyacharee, P., Srisakul, T., and **Sriwattana, S.** (1996). Optimal drying time for intermediate moisture persimmon production. J. of Agriculture. 12(2):175-186. (in Thai).

Wiriyacharee, P., Srisakul, T., and **Sriwattana, S.** (1996). Using Sulfurdioxide for intermediate moisture persimmon production. J. of Agriculture. 12(2):187-202. (in Thai).

Wiriyacharee, P., Srisakul, T., and **Sriwattana, S.** (1997). Process Development and Storage of Intermediate Moisture Persimmon (*Diospyros kaki linn.*, Variety Angsai and Niuscin). Chiang Mai Universtity Research Abstracts.(1997).

Wiriyacharee, P., **Sriwattana, S.,** Phongsirikul, I., Wattanatchariya, W., Surawang, S., Jaison, P., Klinhom, J., (1997). Study on Effect of Aspartame on Intermediate Moisture Gulfruby Plum Product. Chiang Mai Universtity Research Abtracts. (1997).

Wiriyacharee, P., **Sriwattana, S.,** Phongsirikul, I., Wattanatchariya, W., Jaison, P., Klinhom, J. (1997). Study on Suitable Process Parameter of IM-Apricot Product. Chiang Mai Universtity Research Abtracts. (1997).

Sriwattana, S., Phongsirikul, I.. Study on Preparative and Storage Conditions of Starter Cultures for Tempeh Fermentation., The 2ncd Joint Seminar on Development of Thermotolerant Microbial Resources and their Applications., 21-25 November 2000., Yamaguchi, Japan.

Teramoto, Y., Kanlayakrit, W., Khanongnuch, C., Utama-ang, N., **Sriwattana, S.,** and Chavanich S. (2000). Alcoholic Beverages in Thailand. J. Ferment. June/July 2000. Pp. 57-61.

Sriwattana, S., Haruthaithanasan, V., Chompreeda P., and Resurreccion A. V. A. (2002). Development of Dehydrated Tom Yum Kung. The 2002 IFT Annual Meeting Technical Program. Anaheim, California, U.S.A.

Sriwattana, S., Resurreccion A. V. A., Haruthaithanasan, V., and Chompreeda P. (2002). Development of Thai Cuisine for Western Consumers: Product Idea Generation and Screening. The Kasetsart Journal. 23(2): 2002.

Sriwattana, S., Resurreccion A. V. A., Haruthaithanasan, V., and Chompreeda P. (2003). A Strategic Approach to Formulating Dehydrated Tom Yum Kung Using Trained Panel and U. S. Consumers. The 12th Biennial International Congress of Asian Regional Association for Home Economics (ARAHE). August 8, 2003.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. ผู้ร่วมวิจัย

2.1 ชื่อ

นายอิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุล

Mr. Issrapong Pongsirikul

2.2 รหัสประจำตัว

-

2.3 ตำแหน่งปัจจุบัน

อาจารย์

2.4 ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษาที่จบ	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชา	วิชาเอก	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2530	ตรี	วท.บ. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร) วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร)	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร	-	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	ไทย

2.5 สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

- การแปรรูปอาหารบรรจุกระป๋อง

2.6 ผลงานทางวิชาการ

อิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุล. 2544. การวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับอุตสาหกรรมเกษตร. ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 168 หน้า.

ภัทรวรา ปฐมรังษิยังกุล **อิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุล** และสุรินพร ศรีไพสนธิ์. 2546.การศึกษาความเป็นไปได้ของการทำน้ำมะนาวผงโดยใช้การอบแห้งแบบพ่นฝอย. รายงานฉบับสมบูรณ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุลและสุจินดา ศรีวัฒนะ. 2543. การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำพลัมธรรมชาติพร้อมดื่มจากพลัมสายพันธุ์ Gulf Ruby. รายงานการประชุมวิชาการผลงานวิจัยของมูลนิธิโครงการหลวงประจำปี 2543. มูลนิธิโครงการหลวง.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สุจินดา ศรีวัฒนะ และ**อิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุล**. 2543. การใช้ *Rhizopus oligosporous* ในผลิตเทมเป้ถั่วลิสง. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่

ไพโรจน์ วิริยจารี. ลักขณา รุจนะไกรกานต์. สมพิศ ชูแสงจันทร์. **อิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุล**. สุทัศน์ สุระวัง. และจิตรา กลิ่นหอม. 2539. การพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม: 15.การทดสอบผู้บริโภคของแหนมที่ทำการพัฒนา. รายงานศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ.

ไพโรจน์ วิริยจารี. ลักขณา รุจนะไกรกานต์. **อิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุล**. สุทัศน์ สุระวัง. สุธยา บุญถนอม. และจิตรา กลิ่นหอม. 2538. การพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม : 14. การออกแบบการบรรจุผลิตภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์. รายงานศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ.

ไพโรจน์ วิริยจารี. ลักขณา รุจนะไกรกานต์. วิวรรธน์ วรรธนัจฉริยา. **อิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุล**. สุธยา บุญถนอม. สุทัศน์ สุระวัง. และจิตรา กลิ่นหอม. 2538. การพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม : 13. ผลของเส้นผ่าศูนย์กลางของภาชนะบรรจุแหนมต่อการหมักแหนม. รายงานศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ.

ไพโรจน์ วิริยจารี. ลักขณา รุจนะไกรกานต์. วิวรรธน์ วรรธนัจฉริยา. **อิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุล**. สุธยา บุญถนอม. สุทัศน์ สุระวัง. และจิตรา กลิ่นหอม. 2538. การพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม : 12. ผลของเชื้ออุณหภูมิต่อการหมักแหนม. รายงานศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ.

ไพโรจน์ วิริยจารี. ลักขณา รุจนะไกรกานต์. วิวรรธน์ วรรธนัจฉริยา. **อิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุล**. สุธยา บุญถนอม. สุทัศน์ สุระวัง. และจิตรา กลิ่นหอม. 2538. การพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม : 11. ผลของเนื้อหมูสดและเนื้อหมูแช่แข็งต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แหนม. รายงานศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ.

ไพโรจน์ วิริยจารี. ลักขณา รุจนะไกรกานต์. วิวรรธน์ วรรธนัจฉริยา. **อิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุล**. สุธยา บุญถนอม. สุทัศน์ สุระวัง. และจิตรา กลิ่นหอม. 2538. การพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม : 10. ผลของโซเดียมอิริโธเบทและกรดแอสคอร์บิคต่อการผลิตแหนม. รายงานศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ.

ไพโรจน์ วิริยจารี. ลักขณา รุจนะไกรกานต์. วิวรรธน์ วรรธนัจฉริยา. **อิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุล**. และสุธยา บุญถนอม. 2537. การพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม :

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

9. ผลของสารประกอบฟอสเฟตต่อการผลิตแหนม. รายงานศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ.

ไพโรจน์ วิริยจารี. ลักขณา รุจนะไกรกานต์. วิวรรธน์ วรรธนัจฉริยา. **อิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุล**.และสุธยา บุญถนอม. 2537. การพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม : 8. ผลของสารประกอบฟอสเฟตต่อการเจริญเติบโตของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นที่ใช้ในการผลิตแหนม. รายงานศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ.

ไพโรจน์ วิริยจารี. ลักขณา รุจนะไกรกานต์. วิวรรธน์ วรรธนัจฉริยา. **อิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุล**.และสุธยา บุญถนอม. 2537. การพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม : 7.การพัฒนาสีชมพูแดงในผลิตภัณฑ์. รายงานศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ.

ไพโรจน์ วิริยจารี. ลักขณา รุจนะไกรกานต์. วิวรรธน์ วรรธนัจฉริยา. **อิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุล**. และสุธยา บุญถนอม. 2537. น้ำตาลที่เหมาะสมต่อการผลิตแหนมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม. วารสารเกษตร. 10(1) : 92-102

Y. Kasinubol, C. Onumpai, **I. Pongsirikul** , S. Lumyong and C. Khanongnuch. (2002). Optimization of Solid State Medium Composition for Xylanse Production by Thermalphilic Fungus *Thermoascus aurantiacus* SL16W using Respnse Surface Methodology. Abstracts. 3rd Asia-Pacific Mycological Congress on Biodiversity and Biotechnology. Yunnan University, Kunming, Yunnan, China.

Sriwattana, S., Phongsirikul, I.. Study on Preparative and Storage Conditions of Starter Cultures for Tempeh Fermentation., The 2nd Joint Seminar on Development of Thermotolerant Microbial Resources and their Applications., 21-25 November 2000., Yamaguchi, Japan.

Wiriyacharee, P., Wattanachariya, W., **Pongsirikul, I.** and Rujanakraikarn, L. (1998). Formulation and process development of fabricate sausage. Institute for Science and Technology Research and Development abstracts. Chiang Mai University.

Wiriyacharee, P., Sriwattana, S., **Pongsirikul, I.**, Wattanatchariya, W., Surawang, S., Jaison, P.and Klinhom, J. (1997). Study on Effect of Aspartame on Intermediate Moisture Gulfruby Plum Product. Chiang Mai University Research Abstracts.

Wiriyacharee, P., Sriwattana, S., **Pongsirikul, I.**, Wattanatchariya, W., Surawang, S., Jaison, P.and Klinhom, J. (1997). Study on Suitable Process Parameter of IM-Apricot Product. Chiang Mai University Research Abstracts.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved