ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
246779

การปรับปรุงวิธีการผลิตอิฐมอญ กรณีศึกษาที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง จ. เชียงใหม่

นางสาวธิรพร ชื่นตน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรน้ำภาค
คณะทรัพยากรน้ำภาคและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
พ.ศ. 2553

b00251

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
246779

การปรับปรุงวิธีการบ่มฝักวานิลลา

กรณีศึกษาที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง จ. เชียงใหม่

นางสาวสิริพร สีแดง วท.บ. (ชีววิทยา)

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรชีวภาพ

คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

พ.ศ. 2553

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

(ดร.ชนะ พรหมทอง) ประธานคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

(ดร.ธิติมา วงษ์ชีรี) กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

.....

(ผศ.ดร.เฉลิมชัย วงษ์อารี) กรรมการ

.....

(ผศ.ดร.ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์) กรรมการ

.....

(ผศ.ดร.วาริช ศรีละออง) กรรมการ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การปรับปรุงวิธีการบ่มฝักวานิลลา กรณีศึกษาที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง จ. เชียงใหม่

หน่วยกิต 12

ผู้เขียน นางสาวสิริพร สีแดง

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ธิติมา วงษ์ชีรี

หลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา การจัดการทรัพยากรชีวภาพ

สายวิชา การจัดการทรัพยากรชีวภาพ

คณะ ทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี

พ.ศ. 2553

246779

บทคัดย่อ

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง เป็นแหล่งเพาะปลูกวานิลลา (*Vanilla planifolia* Andrews) และแปรรูปในเชิงการค้ารายใหญ่ที่สุดของประเทศ วิธีการบ่มฝักให้เกิดกลิ่นหอมนั้น ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ ขั้นตอนการหยุดการเจริญของฝัก (Killing) การทำให้เกิดเหงื่อ (Sweating) การทำให้แห้ง (Slow drying) และการปรับสภาพ (Conditioning) โดยเลียนแบบวิธีเบอร์บอน (Bourbon method) ในขั้นตอนการทำให้เกิดเหงื่อ ต้องอาศัยแสงแดดเพื่อเพิ่มอุณหภูมิของฝักให้มีความเหมาะสมต่อการพัฒนากลิ่น แต่ประสบปัญหาเรื่องแสงไม่สม่ำเสมอ และในขั้นตอนการทำให้แห้ง ต้องมีการนวดฝักด้วยนิ้วมือ ซึ่งคาดว่าทำให้ฝักวานิลลามีคุณภาพและกลิ่นหอมเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ในการระบุคุณภาพที่เหมาะสมของฝักในแต่ละขั้นตอนจำเป็นต้องใช้ผู้ชำนาญในการบ่มซึ่งมีจำนวนน้อยมาก ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาผลของการบ่มฝักวานิลลาด้วยตู้อบลมร้อน เปรียบเทียบการใช้แสงแดด (วิธีการบ่มของศูนย์ฯ ขุนวาง) (2) ศึกษาผลของการนวดฝักที่มีต่อคุณภาพฝักวานิลลาและสารประกอบให้กลิ่น (3) วิเคราะห์ต้นทุนการบ่มและการนวดฝัก (4) การแปลงขั้นตอนในการบ่มของเจ้าหน้าที่ผู้ชำนาญให้เป็นหน่วยวัดทางคณิตศาสตร์ โดยเก็บเกี่ยวฝักวานิลลาอายุ 11 เดือนหลังผสมเกสรมาบ่มฝักตามขั้นตอน ในระหว่างขั้นตอนการบ่ม ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสีฝัก ความชื้น น้ำหนักฝัก และหลังผ่านขั้นตอนการปรับสภาพนาน 3 เดือน ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในฝักวานิลลาได้แก่ คุณภาพสี ความมันวาว การเกิดผลึก และคะแนนคุณภาพฝักโดยรวม วิเคราะห์ปริมาณสารกลูโควานิลลิน (glucovanillin) และสารวานิลลิน (vanillin) ของฝักวานิลลาบ่ม ด้วยเครื่อง HPLC ผลการศึกษา พบว่า ฝักวานิลลาที่ทำให้เกิดเหงื่อด้วยตู้อบ มีสีเปลือกฝักที่สม่ำเสมอ

246779

มีการลดลงของความชื้นฝัก และคะแนนคุณภาพกลิ่นรสมากกว่าฝักที่ทำให้เกิดเหงื่อด้วยแสงแดด โดยฝักที่ทำให้เกิดเหงื่อ ด้วยตู้อบมีปริมาณสาร glucovanillin เฉลี่ย 160.47 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และ vanillin เฉลี่ย 851.01 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่งมีปริมาณมากกว่าฝักที่ทำให้เกิดเหงื่อด้วยแสงแดดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีต้นทุนการทำให้เกิดเหงื่อด้วยตู้อบ (รวมค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยว) เท่ากับ 3,366.84 บาทต่อกิโลกรัมฝักบ่ม ซึ่งมากกว่าการใช้แสงแดด (นวดฝักด้วยนิ้วมือ) ที่มีต้นทุนเท่ากับ 3,286.66 บาทต่อกิโลกรัมฝักบ่ม สำหรับผลการนวดฝัก พบว่าฝักที่นวดด้วยนิ้วมือหรือไม้นวดและฝักที่ไม่นวด มีคะแนนคุณภาพกลิ่นรสไม่แตกต่างกัน แต่ฝักที่ผ่านการนวดมีปริมาณสาร glucovanillin เฉลี่ย 136.08 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และสาร vanillin เฉลี่ย 230.64 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่งมีปริมาณมากกว่าฝักที่ไม่นวดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการนวดฝักด้วยไม้ทำให้ฝักมีความชื้นลดลงถึงระดับที่เหมาะสม (25-30%) ภายใน 7 วัน ในขณะที่การไม่นวดฝักใช้เวลานาน 13 วัน เปรียบเทียบต้นทุนการนวดฝัก พบว่าการนวดฝักด้วยนิ้วมือมีต้นทุนสูงที่สุด มีต้นทุนเท่ากับ 3,286.66 บาทต่อกิโลกรัมฝักบ่ม รองลงมา ได้แก่ การนวดฝักด้วยไม้และการไม่นวดฝัก มีต้นทุนเท่ากับ 1,603.70 และ 1,528.26 บาทต่อกิโลกรัมฝักบ่ม ตามลำดับ สำหรับการแปลงขั้นตอนในการบ่มของเจ้าหน้าที่ผู้ชำนาญให้เป็นหน่วยวัดทางคณิตศาสตร์ พบว่าค่าของ สีแดง (R) สีเขียว (G) สีฟ้า (B) จากแผ่นเทียบสีมาตรฐาน อุณหภูมิในการลวกฝัก เปอร์เซ็นต์ความชื้นและน้ำหนักฝัก สามารถนำมาใช้ทดแทนความชำนาญของเจ้าหน้าที่สำหรับระบุลักษณะฝักที่เหมาะสมในบางขั้นตอนได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: วานิลลา/ วิธีการบ่ม/ คุณภาพฝัก

Thesis Title	Modifications of A Traditional Curing Procedure of Vanilla Beans: A Case Study at The 'Khunwang' Royal Project Development Center in Chiang Mai Province
Thesis Credits	12
Candidate	Miss Siriporn Sidang
Thesis Advisors	Dr.Thitima Wongsheree
Program	Master of Science
Field of study	Natural Resource Management
Department	Natural Resource Management
Faculty	School of Bioresources and Technology
B.E.	2553

Abstract

246779

The 'Khunwang' Royal project development center in Chiang Mai is the biggest producing and processing area for cured vanilla beans (*Vanilla planifolia* Andrews) for selling in Thai markets. Curing process has been done according to the Burborn method, composing 4 steps killing, sweating, slow drying and conditioning. In the sweating step, the beans were killed by exposing to sunlight for inducing a production of vanillin, the major flavor compound of vanilla bean. However, sweating was generally obstructed by unsuitable climate during curing process. In addition, during the slow drying step, beans are massaged by hand that the expected effect of this massage was to improve the quality of cured beans and enhance the aromatic volatiles. Moreover, lack of the expertise in vanilla curing process will be a limit of vanilla expanding plan in the future. Therefore, the aims of this study were (1) to study the effect of hot air oven curing on bean physiology and vanillin quantity compare with sun sweating (Khunwang curing method) (2) to study the effect of rolling/massaging on the qualities and aromatic compound contents in cured vanilla beans (3) to determine the cost of curing methods and (4) to converse the expertise curing practical to a mathematics manual. The vanilla beans, 11-months old after pollination were cured following the above described procedure except the step of sweating, that beans were sweating either by hot oven or by sunlight exposure as the control. Another experiment, the slow drying step, sweated bean

216779

with and without massaged by wood roller, or hand as the control. Analysis of glucovanillin and vanillin compounds was done by HPLC, bean peel color was determined by colorimeter, the moisture content by oven method and bean quality evaluation by training test panels. The results showed that after conditioning beans for 3 months, the oven-sweating beans had glucovanillin content about 160.47 mg/g DW and vanillin content about 851.01 mg/g DW which were significantly higher than sun-sweating beans. The costs of bean sweating process (including the price of harvesting process) by hot air oven and by the sunlight were 3,366.84 and 3,286.66 baht per kg of cured beans, respectively. Furthermore, the oven-sweating cured beans had a better appearance. The beans massaged by hand and roller accerelated the decrease of moisture content. The moisture content (MC) of massaged/rolled beans was rapidly decreased to 25-30% (optimal %MC for further step) within 7 days whereas the non-massaged took 13 days and their peel color and glossiness were better than non-massaged beans. However, average contents of glucovanillin and vanillin contents 136.08 and 230.64 mg/g DW, respectively. Furthermore, the massaged process by hand was the highest cost about 3,286.66 baht per kilogram of cured beans whereas roller and non-massaged were approximately 1,603.70 and 1,528.26 baht per kilogram of cured beans, respectively. In addition, conversion curing process of the expertise could be replaced by using color chart by red (R), green (G), blue (B) color, water temperature in the killing step, moisture content and weight of bean for identify the appropriate commercial bean quality.

Keywords: Vanilla / Curing / Bean Quality

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดีจากความกรุณาและความอนุเคราะห์ของ ดร. ธิติมา วงษ์ชีรี อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. เฉลิมชัย วงษ์อารี ผศ.ดร ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ และผศ.ดร. วาริช ศรีละออง กรรมการวิทยานิพนธ์ และขอบคุณ ดร. ชนะ พรหมทอง ประธานสอบวิทยานิพนธ์ และผศ.ดร. ศศิธร สุวรรณเทพ ที่ให้คำปรึกษาด้านวิชาการต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัย ขอขอบคุณวัชระ พันธ์ทอง ที่ให้ความรู้และคำปรึกษา และขอขอบคุณทีมงานวานิลลาและเจ้าหน้าที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวางทุกท่านที่ให้การต้อนรับ และการดูแลเป็นอย่างดี ขอขอบคุณเพื่อน ๆ และพี่ ๆ CRM ทุกรุ่นที่คอยเป็นกำลังใจ และให้คำปรึกษาตลอดมา สุดท้ายนี้ขอขอบคุณสมาชิกครอบครัวสีแดงที่คอยให้การสนับสนุนทั้งกำลังใจ กำลังเงินตลอดมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ช
สารบัญ	ซ
รายการตาราง	ญ
รายการรูปประกอบ	ฐ
ประมวลศัพท์คำย่อ	ด
บทที่	
1.บทนำ	**1**
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ในการศึกษา	4
1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน	4
1.4 ระยะเวลาในการดำเนินงาน	5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
2. ตรวจเอกสาร	**6**
2.1 วานิลลา	6
2.2 การบ่มฝักวานิลลา	13
2.3 วานิลลาในประเทศไทย	24
2.4 ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง จ. เชียงใหม่	25
2.5 การประยุกต์ใช้ตู้อบในการบ่มวานิลลา	27
2.6 ต้นทุนการผลิต	30
3. วิธีการดำเนินงานวิจัย	**35**
3.1 การศึกษาผลของการบ่มฝักด้วยตู้อบลมร้อนในขั้นตอน Sweating ที่มีต่อคุณภาพของฝักวานิลลา	35
3.2 การศึกษาผลของการนวดฝักในขั้นตอน Slow drying ที่มีต่อคุณภาพฝักวานิลลา	39
3.3 ศึกษาเทคนิคการบ่มฝักวานิลลาที่ปฏิบัติในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง	41

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4 วิเคราะห์ต้นทุนในการบ่มฝักวานิลลา	42
4. ผลการทดลอง	**43**
4.1ผลของการบ่มฝักด้วยตู้อบลมร้อนในขั้นตอน sweating ที่มีต่อคุณภาพของฝักวานิลลา	44
4.2 ผลของการนวดฝักวานิลลาในขั้นตอน slow drying ที่มีต่อคุณภาพฝักวานิลลา	50
4.3 การแปลงขั้นตอนการบ่มฝักวานิลลาแบบดั้งเดิมของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง์ให้เป็นหน่วยวัดทางคณิตศาสตร์	59
4.4 การวิเคราะห์ต้นทุนในการบ่มฝักวานิลลา	79
	99
5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	99
5.1 อภิปรายผลการทดลอง	108
5.2 สรุปผลการทดลอง	109
5.3 ข้อเสนอแนะ	
เอกสารอ้างอิง	**110**
ภาคผนวก	**119**
ก. ภาพการบ่มฝักวานิลลา	119
ข. ตารางปริมาณสารให้กลิ่นรสในฝักวานิลลาบ่ม	125
ประวัติผู้วิจัย	**133**

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การคัดขนาดและคุณภาพฝักวานิลลาสด	16
2.2 ระยะเวลาที่ทำให้ฝักเหี่ยวโดยน้ำร้อนของฝักวานิลลาสด	17
2.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการทำแห้งฝักวานิลลาสดโดยใช้แสงแดด	18
2.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการทำแห้งอย่างช้าของฝักวานิลลา	18
2.5 มาตรฐานการคัดเกรดฝักวานิลลาที่ผ่านการบ่ม	20
2.6 คุณค่าทางอาหารของฝักวานิลลาแห้งหนัก 100 กรัม	21
2.7 องค์ประกอบที่สำคัญในฝักวานิลลา	22
3.1 แผนการดำเนินงาน	43
4.1 การเปลี่ยนแปลงของสาร 4-hydroxybenzoic acid, 4-hydroxybenzaldehyde และสาร vanillic acid ในฝักวานิลลาที่ทำการไม่นวดฝัก (Non-massage) นวดฝักด้วยไม้ (Roller) และนวดฝักด้วยนิ้วมือ (Hand) ระหว่างขั้นตอน slow drying แล้วผ่านการปรับสภาพที่ระยะเวลา	58
4.2 การจำแนกชั้นมาตรฐานฝักวานิลลาสดตามความยาวฝักของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง	60
4.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการลวกฝักและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของฝักวานิลลาในขั้นตอน killing	61
4.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการทำให้แห้งอย่างช้าและปริมาณความชื้นฝักวานิลลาบ่มจำแนกตามเกรดของฝักวานิลลาที่ปฏิบัติ ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง	63
4.5 เปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการบ่มฝักวานิลลาแต่ละเกรดในขั้นตอนต่างๆ	71
4.6 หน่วยวัดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ระบุลักษณะฝักที่เหมาะสมในแต่ละขั้นตอนการบ่ม	75
4.7 วิธีการสังเกตลักษณะทางกายภาพของฝักวานิลลาที่เหมาะสมหลังผ่านขั้นตอนต่างๆ ของผู้ชำนาญที่ปฏิบัติ ณ ศูนย์ฯ ขุนวาง	77

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.8 ลักษณะทางกายภาพของฝักวานิลลาที่เหมาะสมหลังจากผ่านขั้นตอนต่างๆ	78
4.9 ค่าใช้จ่ายเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการบ่มฝักวานิลลาด้วยตู้อบลมร้อนในขั้นตอน sweatimg	81
4.10 ตารางแสดงจำนวนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานในการบ่มฝักวานิลลาด้วยตู้อบลมร้อนในขั้นตอน sweating	83
4.11 อุปกรณ์ที่ใช้ในการบ่มฝักวานิลลาแบบดั้งเดิมของศูนย์ฯ ขุนวาง	84
4.12 ตารางแสดงจำนวนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานเพื่อบ่มฝักวานิลลาแบบดั้งเดิมของศูนย์ฯ ขุนวาง	86
4.13 แสดงประสิทธิภาพในการอบฝักด้วยตู้อบในขั้นตอน sweating	87
4.14 อุปกรณ์ที่ใช้ในการบ่มฝักวานิลลาแบบนวดฝักด้วยนิ้วมือในขั้นตอน slow drying	90
4.15 ตารางแสดงจำนวนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานในการบ่มฝักวานิลลาแบบนวดฝักด้วยนิ้วมือในขั้นตอน slow drying	92
4.16 ตารางค่าใช้จ่ายรวมในการบ่มฝักวานิลลาด้วยวิธีต่างๆ	96
4.17 เปรียบเทียบคุณภาพฝัก เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก และราคาฝักบ่มต่อกิโลกรัมของฝักที่ sweating ด้วยแสงแดดและตู้อบ หลังผ่านการปรับสภาพนาน 3 เดือน	97
4.18 เปรียบเทียบคุณภาพฝัก เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก และระยะเวลาการปฏิบัติงานในการ นวดฝักด้วยนิ้วมือ นวดฝักด้วยไม้ และไม่นวดฝักในขั้นตอน slow drying หลังผ่านการปรับสภาพนาน 3 เดือน	98
5.1 เปรียบเทียบวิธีการคัดเกรดฝักวานิลลาของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวางกับ การแบ่งเกรดฝักของประเทศมาดากัสการ์	103

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ข. 1 เปรียบเทียบปริมาณสารตั้งต้นและสารให้กลิ่นในฝักวานิลลาที่บ่มด้วยตู้อบลมร้อนในขั้นตอน sweating ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส (OENSW 65) 55 องศาเซลเซียส (OENSW 55) และ sweating ด้วยแสงแดด (SUNSW) หลังปรับสภาพ 3 เดือน (3M)	126
ข. 2 ปริมาณสารตั้งต้นและสารให้กลิ่นในฝักวานิลลาที่ไม่นวดฝัก (Non-massage) นวดฝักด้วยไม้นวด (Roller) และนวดฝักด้วยนิ้วมือ (Hand) ในขั้นตอน slow drying หลังปรับสภาพ 1 2 และ 3 เดือน (1M, 2M และ 3M)	127
ข. 3 ปริมาณสารตั้งต้นและสารให้กลิ่นในฝักวานิลลาที่บ่มด้วยวิธีดั้งเดิมของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง หลังปรับสภาพ 1 2 และ 3 เดือน (1M, 2M และ 3M) ในฝักเกรด A B และ C (KW A, KW B, KW C)	128
ข. 4 คะแนนประเมินคุณภาพกลิ่นรสของฝักวานิลลาที่บ่มด้วยตู้อบลมร้อนในขั้นตอน sweating ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส (OENSW 65) 55 องศาเซลเซียส (OENSW 55) และ sweating ด้วยแสงแดด (SUNSW) หลังปรับสภาพ 3 เดือน (3M)	129
ข. 5 คะแนนประเมินคุณภาพกลิ่นรสของฝักวานิลลาที่ไม่นวดฝัก (Non-massage) นวดฝักด้วยไม้นวด (Roller) และนวดฝักด้วยนิ้วมือ (Hand) ในขั้นตอน slow drying หลังปรับสภาพ 1 2 และ 3 เดือน (1M, 2M และ 3M)	130

รายการรูปประกอบ

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างทางเคมีของวานิลลิน	22
2.2 วิถีการสังเคราะห์สาร vanillin	24
2.3 แผนที่ตั้งศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง	26
2.4 องค์ประกอบพื้นฐานของตู้อบลมร้อน	30
2.5 การต่อวงจรชดเชยอุณหภูมิภายในตู้อบ	31
3.1 วิธีการศึกษาผลของการบ่มฝักวานิลลาด้วยตู้อบลมร้อนในขั้นตอน sweating	37
3.2 ขั้นตอนการสกัดสารจากฝักวานิลลาเพื่อตรวจวัดปริมาณสารให้กลิ่นด้วยเครื่อง HPLC	38
3.3 การศึกษาผลของการนวดในขั้นตอน slow drying ที่มีต่อคุณภาพฝักวานิลลา	40
4.1 การเปลี่ยนแปลงของสีแดง (A) สีเขียว (B) และสีฟ้า (C) บริเวณเปลือกฝักวานิลลาที่ทำการ sweating ด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส (OVENSW 55) และตู้อบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส (OVENSW 65) เปรียบเทียบกับฝักวานิลลาที่ทำการ sweating ด้วยแสงแดด (SUNSW)	44
4.2 การเปลี่ยนแปลงความชื้นของฝักวานิลลาที่ทำการ sweating ด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส (OVENSW 55) และตู้อบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส (OVENSW 65) เปรียบเทียบกับฝักวานิลลาที่ทำการ sweating ด้วยแสงแดด (SUNSW)	45
4.3 การประเมินคุณภาพกลิ่นรสของฝักวานิลลาที่ทำการ sweating ด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส (OVENSW 55) และตู้อบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส (OVENSW 65) เปรียบเทียบกับฝัก วานิลลาที่ทำการ sweating ด้วยแสงแดด (SUNSW) หลังจากผ่านการปรับสภาพ 3 เดือน	47

รายการรูปประกอบ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสาร glucovanillin และสาร vanillin ในฝักวานิลลาที่ทำการ sweating ด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส (OVENSW 55) และตู้อบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส(OVENSW 65) เปรียบเทียบกับฝักวานิลลาที่ทำการ sweating ด้วยแสงแดด (SUNSW) หลังจากทำการปรับสภาพ 3 เดือน	48
4.5 การเปลี่ยนแปลงของสาร 4-hydroxybenzaldehyde (A), 4-hydroxybenzoic acid และสาร vanillic acid (B) ในฝักวานิลลาที่ทำการ sweating ด้วยวิธีการตากแดด (SUNSW) ตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส (OVENSW 55) และ ใช้ตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส (OVENSW 65) หลังจากทำการปรับสภาพนาน 3 เดือน (3M)	49
4.6 การเปลี่ยนแปลงของสีแดง (A) สีเขียว (B) และสีฟ้า (C) บริเวณเปลือกฝักวานิลลาที่ทำการไม่นวดฝัก (Non-massage) นวดฝักด้วยไม้ (Roller) และนวดฝักด้วยนิ้วมือ (Hand) ระหว่างขั้นตอน slow drying	51
4.7 การเปลี่ยนแปลงความชื้น (A) และน้ำหนัก (B) ของฝักวานิลลาที่ทำการไม่นวดฝัก (Non-massage) นวดฝักด้วยไม้ (Roller) และนวดฝักด้วยนิ้วมือ (Hand) ระหว่างขั้นตอน slow drying	53
4.8 การประเมินคุณภาพสีเปลือกฝักวานิลลาที่ทำการไม่นวดฝัก (Non-massage) นวดฝักด้วยไม้ (Roller) และนวดฝักด้วยนิ้วมือ (Hand) ระหว่างขั้นตอน slow drying แล้วผ่านการปรับสภาพที่ระยะเวลา 1, 2 และ 3 เดือน (1, 2, 3M)	55
4.9 การเปลี่ยนแปลงของสาร glucovanillin (A) และสารvanillin (B) ในฝักวานิลลาที่ทำการไม่นวดฝัก (Non-massage) นวดฝักด้วยไม้ (Roller) และนวดฝักด้วยนิ้วมือ (Hand) ระหว่างขั้นตอน slow drying แล้วผ่านการปรับสภาพที่ระยะเวลา 1, 2 และ 3 เดือน (1, 2, 3M)	57
4.10อุณหภูมิภายในฝักวานิลลาก่อนผึ่งแดด (BF exposure) และหลังการผึ่งแดด (AF exposure) ในขั้นตอน sweating ในฝักเกรด A (A) เกรด B (B) และเกรด C (C)	59

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.11 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยที่ผิว (surface) ฝักวานิลลา กับอุณหภูมิภายในฝักหลังจากนำฝักผึ่งแดดในขั้นตอน sweating ของฝักเกรด A, B และ C (KWA, KWB, KWC)	65
4.12 อุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนระหว่างวันที่ 1-31 เดือนมีนาคม 2553 ที่ทำการทดลองการบ่มกรรมวิธีที่ปฏิบัติของศูนย์ฯ ขุนวาง	65
4.13 การเปลี่ยนแปลงความชื้นของฝักวานิลลาในการบ่มของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง เกรด A, B และ C (KW A, KW B, KW C) ในขั้นตอนการบ่มต่างๆ	66
4.14 การเปลี่ยนแปลงของสีแดง (A) สีเขียว (B) และสีฟ้า (C) บริเวณเปลือกฝักวานิลลาในการบ่มแบบดั้งเดิมของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวางแยกแต่ละเกรด (KW A, KW B, KW C) ในขั้นตอนการบ่มต่างๆ	68
4.15 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของฝักวานิลลาที่บ่มด้วยวิธีของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง เกรด A, B, และ C (KW A, KW B, KW C) หลังผ่านขั้นตอนต่างๆ	69
4.16 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของฝักวานิลลา เกรด A, B, และ C (KW A, KW B, KW C) หลังผ่านขั้นตอนต่างๆ ในการบ่มด้วยวิธีดั้งเดิมของศูนย์ฯ ขุนวาง	70
4.17 การเปลี่ยนแปลงของสาร glucovanillin (A) และสาร vanillin (B) ในฝักวานิลลาเกรด A, B และ C ที่บ่มด้วยวิธีการบ่มของศูนย์ฯ ขุนวาง (KW A, KW B, KW C) หลังจากทำการปรับสภาพที่ 1, 2 และ 3 เดือน (1M, 2M, 3M)	73
4.18 การเปลี่ยนแปลงของสาร 4-hydroxybenzaldehyde (A), 4-hydroxybenzoic acid (B) และสารvanillic acid (C) ในฝักวานิลลาเกรด A, B และ C ที่บ่มด้วยวิธีการบ่มของศูนย์ฯ ขุนวาง (KW A, KW B, KW C) หลังจากทำการปรับสภาพที่ 1, 2 และ 3 เดือน (1M, 2M, 3M)	74
4.19 ขั้นตอนการบ่มฝักของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง	93
ก. 1 ลักษณะฝักวานิลลาสด	120

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ก. 2 ลักษณะฝักวานิลลาที่ผ่านการบ่มและพร้อมจำหน่าย	120
ก. 3 การเทียบสีฝักวานิลลาสด (A) และฝักวานิลลาบ่ม (B) ด้วยแผ่น color chat	121
ก. 4 การแบ่งเกรดฝักวานิลลา	122
ก. 5 ลักษณะสีฝักวานิลลาในขั้นตอน sweating	122
ก. 6 ขั้นตอนการบ่มฝักวานิลลาแบบดั้งเดิมของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง	123
ก. 7 คุณวัชระ พันธ์ทอง เจ้าหน้าที่ผู้ชำนาญในการบ่มฝักวานิลลา	124
ข. 1 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของฝักวานิลลาด้วยวิธี Typical Hedonic Line scale	131
ข. 2 แผ่นเทียบสีมาตรฐานในระบบ R, G, B	132

ประมวลศัพท์คำย่อ

Fresh	=	Fresh vanilla bean
AFkilling	=	After killing step
AFSW	=	After sweating step
AFSL	=	After slow drying step
AFcond. 1M	=	vanilla bean after conditioning step 1 month
AFcond. 2M	=	vanilla bean after conditioning step 2 months
AFcond. 3M	=	vanilla bean after conditioning step 3 months
1M, 2M, 3M	=	After conditioning 1, 2, 3 months
SUNSW	=	Sweating vanilla bean by sunlight
OVENSW 55	=	Oven sweating at 55 ^{o}C
OVENSW 65	=	Oven sweating at 65 ^{o}C
Roller	=	massage vanilla beans by roller
Hand	=	massage vanilla beans by finger
Non-massage	=	non- massage vanilla beans