18397

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลของอุณหภูมิ, ความเป็นกรด-ด่าง, และเกลือสังกะสีคลอไรด์ ต่อความคงตัวของสีเขียวจากน้ำสกัดใบเตย

Effect of temperature, pH, and $ZnCl_2$ on the green color stability of pandan (*Pandanus tectorius*) leaf extract

T096742

นายนพนันท์ ชัยวรพฤกษ์

นางสาวอุบลรัตน์ ทำประโยชน์

ปพ.
น171ผ
2544

เลขหมู่.......................................
เลขทะเบียน......96742......
วัน,เดือน,ปี......- 4 JUN 2003......

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของอุณหภูมิ , ความเป็นกรด – ด่าง และเกลือสังกะสีคลอไรด์ต่อความคงตัว ของสีเขียวจากน้ำสกัดใบเตย

(Effect of temperature , pH and $ZnCl_2$ on green color stability of pandan (*Pandanus tectorius*) leaf extract)

โดย

นายนพนันท์	ชัยวรพฤกษ์	รหัสประจำตัว	41044405
นางสาวอุบลรัตน์	ทำประโยชน์	รหัสประจำตัว	41044445

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.... ๒ / เม.ย. / 45 อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นายนพนันท์ ชัยวรพฤกษ์ และนางสาวอุบลรัตน์ ทำประโยชน์ : ผลของอุณหภูมิ, ความเป็นกรด-ด่าง, และเกลือสังกะสีคลอไรด์ ต่อความคงตัวของสีเขียวจากน้ำสกัดใบเตย(Effect of temperature, pH and $ZnCl_2$ on the green color stability of pandan (*Pandanus tectorius*) leaf extract)
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม

บทคัดย่อ

ในการศึกษาผลของ อุณหภูมิ(50, 75 และ 100^{0}C) ความเป็นกรด-ด่าง(pH 4, 7, 10) และเกลือ $ZnCl_2$ (0, 100, 200 และ 300 ppm) ต่อความคงตัวของสีเขียวจากน้ำสกัดใบเตย โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่า b (ค่า b เป็นบวกมากแสดงว่าตัวอย่างมีสีเหลืองมาก) ในการวัดสีของตัวอย่างด้วยระบบ Hunter color พบว่าที่อุณหภูมิ 100^{0}C สีเขียวจากน้ำสกัดใบเตยมีความคงตัวลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับที่อุณหภูมิ 50 และ 75^{0}C นอกจากนี้ที่อุณหภูมิดังกล่าว การใช้เกลือ $ZnCl_2$ ที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้นมีผลในการเพิ่มความคงตัวของสีเขียวจากน้ำสกัดใบเตย อย่างไรก็ตาม เกลือ $ZnCl_2$ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความคงตัวของสีเขียวจากน้ำสกัดใบเตยที่อุณหภูมิ 50 และ 75^{0}C เมื่อพิจารณาผลของความเป็นกรด-ด่าง พบว่า ความคงตัวของสีเขียวจากน้ำสกัดใบเตย ที่ pH 7 และ 10 จะสูงกว่าที่ pH 4 และ ระดับความเข้มข้นของเกลือ $ZnCl_2$ ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ไม่มีผลต่อความคงตัวของสีเขียวที่ทุกระดับ pH ที่ศึกษา เมื่อนำตะกอนเปียกที่เตรียมได้จากน้ำสกัดใบเตย โดยการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 75^{0}C, pH 7 และความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ 300 ppm มาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 100^{0}C จนมีความชื้นสุดท้ายประมาณ 5% พบว่าสารสกัดใบเตยผงมีสีเขียวอมเหลือง ซึ่งแตกต่างจากสีเขียวเริ่มต้นของน้ำสกัดใบเตย โดยเฉพาะเมื่อใช้อุณหภูมิ 100^{0}C ในการอบตะกอนเปียก

อุบลรัตน์ ทำประโยชน์ นพนันท์ ชัยวรพฤกษ์	[signature]	4 เม.ย. 45
ลายมือชื่อนักศึกษา	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา	วัน / เดือน / ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษเป็นอย่างสูง ที่ได้กรุณาสละเวลาคอยให้คำปรึกษาและแนะนำทางด้านวิชาการและแนวทางในการดำเนินการทดลองมาโดยตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง รวมทั้งช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้รูปเล่มปัญหาพิเศษสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผ.ศ. เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ และอาจารย์ นิตยา พิระภัทรุ่งสุริยา ที่ได้กรุณาชี้แนะแนวทางในการดำเนินปัญหาพิเศษในครั้งนี้ และขอขอบคุณพี่ๆ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ พี่แอ๋ว พี่ธง พี่นุช พี่ฮุงและพี่เล็ก ที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำต่างๆในการทดลองในครั้งนี้ และขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือในการใช้คอมพิวเตอร์มาโดยตลอด ทำให้การทดลองในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นายนพนันท์ ชัยวรพฤกษ์

นางสาวอุบลรัตน์ ทำประโยชน์

20 มีนาคม พ.ศ. 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ฉ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. วารสารปริทัศน์	2
2.1 โครงสร้างของคลอโรฟิลล์	2
2.2 คุณสมบัติทางเคมีของคลอโรฟิลล์	3
2.3 การเปลี่ยนแปลงคลอโรฟิลล์หลังการหุงต้ม	4
2.4 การเปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลล์ในผักที่ผ่านกระบวนการแปรรูปและระหว่างการเก็บรักษา	5
2.5 การวัดสีโดยระบบ Hunter color	6
3. วิธีดำเนินการทดลอง	7
3.1 วัสดุและอุปกรณ์ทดลอง	7
3.2 การศึกษาผลของอุณหภูมิและ $ZnCl_2$ ต่อความคงตัวของสีเขียวจากน้ำสกัดใบเตย	7
3.3 การศึกษาผลของ pH และ $ZnCl_2$ ต่อความคงตัวของสีเขียวจากน้ำสกัดใบเตย	8
3.3.1 การเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์	8
3.3.2 การศึกษาผลของ pH และ $ZnCl_2$ ต่อความคงตัวของสีเขียวจากน้ำสกัดใบเตย	8
3.4 การศึกษาผลของอุณหภูมิในการอบแห้งต่อการเตรียมน้ำสกัดใบเตยผง	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

4. ผลการทดลอง	10
4.1 ผลของอุณหภูมิและ $ZnCl_2$ ต่อความคงตัวของสีเขียวจากน้ำสกัดใบเตย	10
4.2 ผลของ pH และ $ZnCl_2$ ต่อความคงตัวของสีเขียวจากน้ำสกัดใบเตย	12
4.3 ศึกษาผลของการอุณหภูมิในการเตรียมสารสกัดใบเตยผง	14
4.4 ค่า b ของสารสกัดใบเตยอ้างอิง	15
5. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	16
5.1 ผลของอุณหภูมิและ $ZnCl_2$ ต่อความคงตัวของสีเขียวจากน้ำสกัดใบเตย	16
5.2 ผลของ pH และ $ZnCl_2$ ต่อความคงตัวของสีเขียวจากน้ำสกัดใบเตย	17
5.3 ผลของอุณหภูมิต่อการเตรียมน้ำสกัดใบเตยผง	17
5.4 สรุปผลการทดลอง	17
5.5 ข้อเสนอแนะ	18
เอกสารอ้างอิง	19
ภาคผนวก	20
ประวัติผู้เขียน	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	น้ำหนักตะกอนเปียกที่เตรียมได้จากการให้ความร้อนน้ำสกัดใบเตยที่อุณหภูมิต่างๆ	10
4.2	ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยในแอลกอฮอล์ 70%ที่เตรียมได้เมื่อใช้ความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ และอุณหภูมิในการให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆกัน	11
4.3	น้ำหนักตะกอนเปียกที่เตรียมได้จากการเตรียมน้ำสกัดใบเตยที่ pH และความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ ต่างๆ	12
4.4	ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยในแอลกอฮอล์ 70%ทีเตรียมได้เมื่อให้ความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ และควบคุม pH ในการสกัดต่างๆกัน	12
4.5	ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยอ้างอิงในแอลกอฮอล์ 70%	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

		หน้า
รูปที่	2.1 แสดงโครงสร้างของคลอโรฟิลล์	2
รูปที่	2.2 แสดงโครงสร้างของไพทอล	3
รูปที่	2.3 กลไกการเปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลล์	4
รูปที่	4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยในแอลกอฮอล์ 70% กับน้ำสกัดใบเตยที่ให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆกัน	11
รูปที่	4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยในแอลกอฮอล์ 70% กับความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ ที่เติมในน้ำสกัดใบเตยที่มี pH ต่างๆกัน	13
รูปที่	4.3 กราฟเปรียบเทียบค่า b ของตัวอย่างสารละลายใบเตยผงที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 100°C ในแอลกอฮอล์ 70%	14
รูปที่	4.4 ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยอ้างอิงในแอลกอฮอล์ 70% ที่ระยะเวลาการเก็บที่อุณหภูมิห้องต่างๆกัน	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

สีของผลิตภัณฑ์อาหารเป็นคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่สำคัญ ซึ่งมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค โดยทั่วไปกระบวนการแปรรูปต่างๆ ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ไม่ว่าจะเป็นการใช้ความร้อน, การทำให้แห้งหรือการหมักดอง หรือแม้แต่วิธีการปรุงอาหารที่ใช้กันในชีวิตประจำวัน เช่น การผัด การต้ม การนึ่ง การทอด การย่าง มักจะมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีเปลี่ยนแปลงไปจากวัตถุดิบเริ่มต้น ทั้งนี้เนื่องจากรงควัตถุที่ให้สีตามธรรมชาติ เช่น สีเขียวจากคลอโรฟิลล์ สีเหลืองจากเบต้า-แคโรทีน และสีม่วงแดงจากแอนโธไซยานิน เป็นต้น จะมีความเสถียรค่อนข้างต่ำ และโดยมากจะมีผลกระทบมาจากความร้อน ความเป็นกรดด่าง และการสัมผัสอากาศ(ออกซิเจน) ในระหว่างกระบวนการแปรรูป หรือปรุงอาหาร ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้สีที่สกัดได้จากธรรมชาติ ไม่เป็นที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เมื่อเปรียบเทียบกับ สีที่ได้จากการสังเคราะห์ทางเคมี ซึ่งมีความคงตัวสูงกว่า การศึกษาเพื่อหาวิธีเพิ่มความคงตัวของสีจากรงควัตถุที่ได้จากธรรมชาติจึงเป็นหัวข้อที่น่าสนใจ

ปัญหาพิเศษนี้จึงมุ่งศึกษาผลของอุณหภูมิ, ความเป็นกรดด่าง และเกลือ $ZnCl_2$ ต่อความคงตัวของสีเขียวจากน้ำสกัดใบเตย เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตสีเขียวธรรมชาติจากใบเตย ซึ่งเป็นพืชที่นิยมใช้ในการให้สีเขียว และกลิ่นรสเฉพาะในขนมไทยหลายชนิด

วัตถุประสงค์

ศึกษาผลของอุณหภูมิ และ $ZnCl_2$ ต่อความคงตัวของสีเขียวจากน้ำสกัดใบเตย

ศึกษาผลของ pH และ $ZnCl_2$ ต่อความคงตัวของสีเขียวจากน้ำสกัดใบเตย

ศึกษาผลของอุณหภูมิ ในการเตรียมสารสกัดใบเตยผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

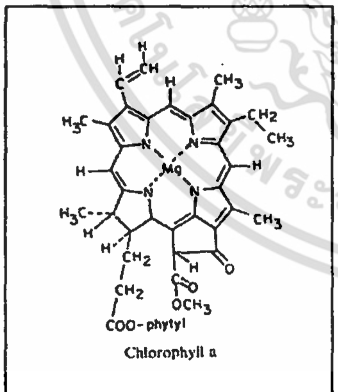
บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

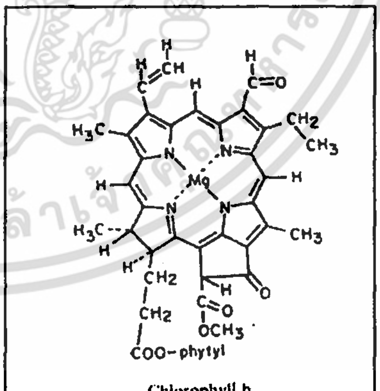
2.1 โครงสร้างของคลอโรฟิลล์ (Chlorophylls)

คลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุสีเขียวที่สำคัญที่สุดในพืชชั้นสูง ในธรรมชาติคลอโรฟิลล์จะอยู่ในรูปสารประกอบเชิงซ้อนกับโมเลกุลของโปรตีน และแคโรทีนอยด์ ซึ่งเรียกว่า คลอโรฟิลล์ – แคโรทีนอยด์โปรตีน (chlorophyll-carotenoid protein) โดยจะพบในส่วนที่เรียกว่าคลอโรพลาสต์ ซึ่งอยู่ใกล้กับผนังเซลล์ พบในทุกส่วนของพืชที่มีสีเขียว เช่น ใบ ก้านและในผลไม้ดิบ ใบเป็นส่วนที่มีคลอโรฟิลล์มากกว่าส่วนอื่น คลอโรฟิลล์จำเป็นต่อการสังเคราะห์แสงของพืช คลอโรฟิลล์ดูดพลังงานจากแสงแดด เพื่อสร้างคาร์โบไฮเดรตจากคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ

คลอโรฟิลล์มีโครงสร้างเหมือนกับ ฮีโมโกลบินในเลือดคน แต่ต่างกันที่อะตอมกลาง โดยในคลอโรฟิลล์เป็นอะตอมของแมกนีเซียมแทนอะตอมของเหล็กในฮีโมโกลบิน คลอโรฟิลล์จัดอยู่ในกลุ่มรงควัตถุที่เรียกว่าพอร์ไฟรีน (porphyrine) เป็นโมเลกุลใหญ่ประกอบด้วยวงไพร์โรล (pyrrole ring) ยึดติดกันโดยเมไธน์คาร์บอน (methine carbon, -CH=) เกิดเป็นโมเลกุลใหญ่ที่แบนราบ คลอโรฟิลล์มีหลายประเภท แต่คลอโรฟิลล์ที่เกี่ยวข้องกับอาหารที่สำคัญมีอยู่ 2 ชนิดคือ คลอโรฟิลล์ เอ และคลอโรฟิลล์ บี โดยมีโครงสร้างดังแสดงรูปที่ 2.1



คลอโรฟิลล์ เอ



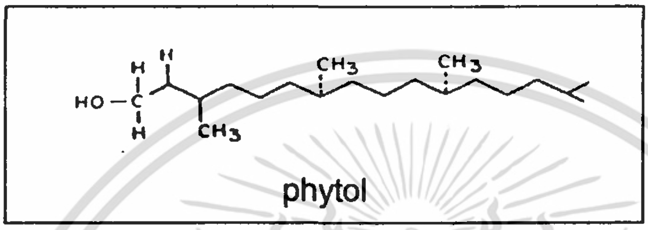
คลอโรฟิลล์ บี

รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของคลอโรฟิลล์ เอ ซึ่งให้สีในช่วงของสีน้ำเงิน – เขียว และโครงสร้างของคลอโรฟิลล์ บี ซึ่งให้สีในช่วงสีเหลือง - เขียว

ที่มา: รัชนี ตัณฑะพานิชกุล , 2532

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในคลอโรฟีลล์มีอะตอมของแมกนีเซียมยึดติดกับอะตอมของไฮโดรเจน 2 อะตอมโดยพันธะโคเวเลนต์ (covalent bonds) ส่วนไนโตรเจนอีก 2 อะตอมต่างแบ่งอิเล็กตรอน 2 ตัวเพื่อใช้ร่วมกับแมกนีเซียมเกิดเป็นพันธะโคออดิเนทโคเวเลนต์ (coordinate covalent bonds) คลอโรฟีลล์ เอ เหมือนกับคลอโรฟีลล์ บี ทุกประการ ยกเว้นตำแหน่งที่ 3 ในคลอโรฟีลล์ เอ จะเป็นหมู่เมธิล ส่วนในคลอโรฟีลล์ บี เป็นหมู่ฟอร์มิล (formyl group) คลอโรฟีลล์มีโครงสร้างบางส่วนเป็นเอสเทอร์โดยโพรพิโอนิกเรซิดิว (propionic residuc) ที่ตำแหน่งที่ 7 ถูกเอสเทอริไฟด์ (esterified) ด้วยไฟทอล (phytol) ส่วนที่เป็นกรดตรงตำแหน่งที่ 6 จะถูกเอสเทอริไฟด์ด้วยเมธานอล



รูปที่ 2.2 แสดงโครงสร้างของไฟทอล (phytol)

ที่มา: รัชนี ตัณฑะพานิชกุล , 2532

ในใบของพืช คลอโรฟีลล์ เอ และ บี อยู่ในคลอโรพลาสต์ใกล้กับผนังเซลล์ ภายในคลอโรพลาสต์มีอนุภาคเล็กๆเรียกว่า กรานา (grana) ซึ่งประกอบด้วยลาเมลา (lamella) ระหว่างกรานาเป็นรูใบ (stroma) คลอโรฟีลล์ฝังตัวอยู่ในลาเมลาและรวมกับลิปิด โปรตีนและไลโพโปรตีน (lipoprotcins)

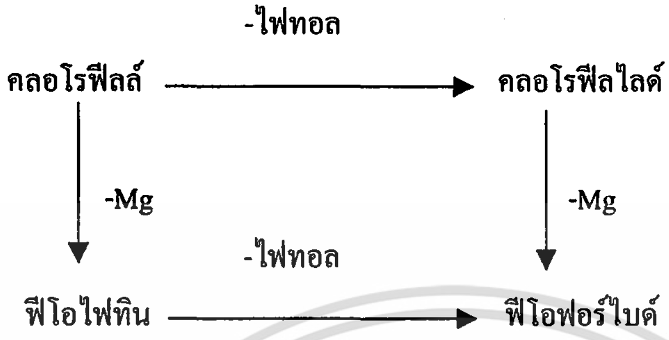
คลอโรฟีลล์ซึ่งมีแมกนีเซียมถูกแทนที่ด้วยไฮโดรเจน เรียกว่า ฟีโอไฟติน (pheophytin) ทั้งคลอโรฟีลล์ เอ และฟีโอไฟติน เอ ละลายได้ในแอลกอฮอล์ อีเธอร์ เบนซีน และอะซีโตน ในรูปของสารบริสุทธิ์ สารประกอบทั้งสองดังกล่าวจะละลายได้เล็กน้อยในปิโตรเลียมอีเธอร์ แต่ไม่ละลายในน้ำ ส่วนคลอโรฟีลล์ บี และฟีโอไฟติน บี ละลายได้ในแอลกอฮอล์ อีเธอร์ อะซิโตนและเบนซีน และถ้าบริสุทธิ์จะละลายได้น้อยมากหรือแทบไม่ละลายในปิโตรเลียมอีเธอร์และน้ำ

2.2 คุณสมบัติทางเคมีของคลอโรฟีลล์

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีของคลอโรฟีลล์อาจเกิดได้หลายทาง แต่ในกระบวนการประกอบทางอาหารการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบ่อยที่สุดคือ ฟีโอไฟทิไนเซชัน (pheophytinization) ซึ่งเป็นการแทนที่แมกนีเซียมในคลอโรฟีลล์ด้วยไฮโดรเจน และทำให้เกิดสีน้ำตาลของฟีโอไฟติน (pheophytin) นอกจากนี้ยังมีการแตกออกของโซ่ไฟทอล (phytol chain) ซึ่งจะเกิดคลอโรฟีลไลด์ (chlorophyllides) คลอโรฟีลไลด์มีสีเขียวเช่นเดียวกับคลอโรฟีลล์ แต่ละลายน้ำได้ดีกว่าคลอโรฟีลล์ ถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แมกนีเซียมในคลอโรฟิลไลด์ถูกแทนที่ด้วยไฮโดรเจนจะได้ฟีโอฟอร์ไบด์ (phcophobides) ซึ่งมีสีเดียวกับฟีโอไฟติน ความสำคัญของสารประกอบทั้งหมดที่กล่าวมานี้อาจแสดงได้ดังนี้



รูปที่ 2.3 กลไกการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของคลอโรฟิลล์
ที่มา: รัชนี ตัณฑะพานิชกุล , 2532

2.3 การเปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลล์ในระหว่างการหุงต้มผัก

เมื่อต้มผักใบเขียว น้ำต้มผักจะมีสีเขียวเพียงเล็กน้อยเพราะคลอโรฟิลล์ไม่ละลายน้ำ ขณะที่ผักใบเขียวอยู่ในน้ำเดือดจะดูเขียวสดอยู่ชั่วขณะหนึ่ง ต่อมาจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลือง การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดขึ้นเพราะว่า ตอนแรกอากาศที่แทรกอยู่ระหว่างเซลล์ร้อนขึ้นจะถูกดันออกมา เราจึงเห็นสีของคลอโรฟิลล์ชัดขึ้น ต่อมาเซลล์ของผักจะแตก สารที่อยู่ภายในแวคิวโอล์ (vacuole) รวมทั้งกรดอินทรีย์จะแพร่ไปทั่วเซลล์และละลายในน้ำต้มผักด้วย กรดเหล่านี้จะเปลี่ยนคลอโรฟิลล์ไปเป็นฟีโอไฟทิน สีเขียวของคลอโรฟิลล์จึงถูกเปลี่ยนไปเป็นสีน้ำตาลของฟีโอไฟทิน และเมื่อรวมกับรงควัตถุสีเหลืองและสีแดงในเซลล์ด้วย จะทำให้ผักมองดูเป็นสีเขียวอมเหลือง ผักสีเขียวบางชนิด เช่น ผักขมหรือกะหล่ำปลีเกิดกรดที่ระเหยได้ในช่วงแรกของการต้มในหม้อที่ปิดฝา ทำให้สีของผักเปลี่ยนจากสีเขียวอมน้ำตาลและเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลือง แต่ถ้าเปิดฝาหม้อระหว่างที่ต้ม กรดจะระเหยออกไปสีของผักจะคงไว้ได้ดีกว่า การต้มผักในสารละลายกรดเจือจาง แมกนีเซียมอะตอมจะถูกแทนที่ด้วยกรดไปเป็นฟีโอไฟทิน สีของผักจะค่อยๆเปลี่ยนจากสีเขียวไปเป็นสีเขียวอมน้ำตาล ถ้าต้มต่อไปหรือต้มในสารละลายกรดเข้มข้นขึ้น ไฟทอลเรซิดิว (phytol residere) จะถูกไฮโดรไลส์ออกจากส่วนที่เหลือของโมเลกุลไปเป็นฟีโอฟอร์ไบด์ซึ่งมีสีน้ำตาล

ถ้าต้มผักในสารละลายด่าง ไฟทอลเรซิดิวจะถูกไฮโดรไลส์ แต่แมกนีเซียมอะตอมยังคงอยู่ จะให้คลอโรฟิลไลด์ซึ่งมีสีเขียวเหมือนกับคลอโรฟิลล์ ถึงแม้ว่าการเติมผงฟู (bakingsoda) หรือโซดา (sodium bicarbonate) ลงในน้ำต้มผักจะช่วยผักคงสีเขียวไว้ได้ แต่การต้มที่ pH สูง โดยเฉพาะถ้ามี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แคทไอออน เช่น โซเดียมหรือโพแทสเซียมอยู่ เซลลูโลสจะถูกไฮโดรไลส์อย่างรวดเร็ว และเนื้อของผักจะเละมาก และวิตามินบางชนิดโดยเฉพาะวิตามินซี และวิตามินบีหนึ่งจะถูกทำลายได้ ไฟทอลเรซิดิวจะถูกไฮโรไลส์ได้โดยเอ็นไซน์คลอโรฟีเลส (chlorophyllase) ที่อยู่ในผักในช่วงที่เก็บผักไว้

2.4 การเปลี่ยนแปลงของคลอโรฟีลล์ในผักที่ผ่านกระบวนการแปรรูปและในระหว่างการเก็บรักษา

ผักใบเขียวที่ผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น การบรรจุกระป๋อง การอบแห้ง การแช่แข็ง การฉายรังสี เป็นต้น และเก็บไว้ สีของผักมักจะเปลี่ยนแปลงไป เช่น ผักแห้งที่ใส่ในภาชนะใสจะเกิดออกซิเดชันโดยแสงแดด (photooxidation) ทำให้ผักมีสีซีดลง ผักใบเขียวดิบที่ไม่ผ่านการลวก (blanching คือการนึ่งหรือลวกเพื่อฆ่าเอ็นไซน์และเชื้อจุลินทรีย์เป็นเวลา 1 ถึง 5 นาที) เมื่อนำไปแช่แข็งเก็บไว้ สีของผักจะเปลี่ยนไป นอกจากนี้ผักยังมีรสชาติที่ไม่พึงประสงค์ แต่รสชาติที่เปลี่ยนไปนี้ไม่ได้เกิดจากฟีโอไฟทิน

ในกระบวนการทำผักกระป๋อง ปกติความร้อนที่ให้กับกระป๋องจะเพียงพอที่จะการทำลายเอ็นไซน์ในผักได้ อย่างไรก็ตาม ในระหว่างช่วงที่บรรจุผักในกระป๋อง ไล่อากาศออกก่อนปิดกระป๋องและนำไปเข้าหม้ออัดความดัน (autoclave) ช่วงระหว่างนั้น เอ็นไซน์บางตัวยังคงแอกทีฟอยู่ อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของผักและผลไม้ และเกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ด้วย ด้วยเหตุนี้ผักบรรจุกระป๋องจะต้องผ่านความร้อน 90°C ถึง 100°C เป็นเวลา 1 ถึง 5 นาที เพื่อทำลายเอ็นไซน์ก่อนแล้วนำไปบรรจุกระป๋อง เพื่อช่วยกำจัดอากาศและเนื้อเยื่อของผักและผลไม้ ผักที่ฉายรังสีแกมม่าแล้วเก็บไว้คลอโรฟีลล์ในผักจะเปลี่ยนเป็นฟีโอไฟทิน และยังมีการทำลายคลอโรฟีลล์และฟีโอไฟทินด้วย

การพยายามหาวิธีเพื่อสงวนสีของคลอโรฟีลล์ในผลิตภัณฑ์อาหารผัก เช่น การเปลี่ยนคลอโรฟีลล์ไปเป็นคลอโรฟีลไลด์ การใช้สารละลายด่างเพื่อป้องกันการเปลี่ยนคลอโรฟีลล์ไปเป็นฟีโอไฟทิน หรือการใช้กระบวนการ HTST (อุณหภูมิสูง ช่วงเวลาสั้น) ในการหุงต้มผัก เป็นต้น ให้ผลเป็นที่น่าพอใจเฉพาะในช่วงที่อาหารเสร็จใหม่ๆ แต่เมื่อเก็บไว้สีของคลอโรฟีลล์มักจะเปลี่ยนแปลงไป การค้นคว้าเกี่ยวกับการถนอมสีของคลอโรฟีลล์จนถึงปัจจุบันยังประสบความสำเร็จน้อย อย่างไรก็ตาม การใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพดี การเตรียมและขนย้ายวัตถุดิบอย่างระมัดระวัง ใช้ในขบวนการผลิตที่ช่วยรักษาคุณภาพของอาหาร เช่น การลวกผักใช้อุณหภูมิสูงแต่ช่วงเวลาสั้นที่สุด และควบคุมสภาวะการเก็บผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น หน่อไม้ฝรั่ง (Asparagus) ที่เก็บในบรรยากาศของคาร์บอนไดออกไซด์จะช่วยสงวนสีของคลอโรฟีลล์ได้ดีขึ้น

นอกจากนี้ ยังมีการใช้เกลือของโลหะต่างๆ เช่น Zn^{2+}, Cu^{2+} ในรูปของเกลือคลอไรด์ และซัลเฟต ในการรักษาความคงตัวของคลอโรฟิลล์ Jone และคณะ(1997) พบว่าระดับความเข้มข้นของ Zn^{2+} 120 ppm และ Cu^{2+} 12 ppm จะช่วยให้ spinach slurry มีสีเขียวหลังจากเติม $ZnCl_2$ และ $CuSO_4$ แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ่านการให้ความร้อนที่ 100 °C นาน 60 และ 20 นาทีตามลำดับ การเข้าทำปฏิกริยากับอนุพันธ์ของคลอโรฟิลล์ของ Cu จะเร็วกว่า Zn แต่อย่างไรก็ตามสารประกอบเชิงซ้อนของ Zn มีความน่าสนใจกว่าเนื่องจากความมีพิษของ Cu LaBorde และคณะ(1990) พบว่าที่ความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ ที่เติมและ pH ในระบบ มีผลต่อการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนระหว่าง Zinc และอนุพันธ์ของคลอโรฟิลล์ (อาจเรียกว่า zinc complex) โดยจะเห็นได้จากการทดลองนำ spinach puree มาผ่านความร้อนที่ 121 °C ที่ pH 4, 5.5, 7, 8.5 และ10 ที่มีความเข้มข้นของ Zinc ion 300 ppm หลังจากผ่านไป 90 นาที ความเข้มข้นของ zinc pyrophcophytin จะเพิ่มตามค่า pH ที่เพิ่มขึ้นและลดลงเมื่อมี pH 10 โดยใช้เหตุผลที่ว่า pH สูงๆอาจทำให้การละลายของ $ZnCl_2$ ลดลง

2.5 การวัดสีโดย ระบบ Hunter Color

มีค่าใช้บอกสีคือ ค่า L , a , b ซึ่งแต่ละค่ามีความหมายดังนี้

L บอกค่าความสว่าง

โดย	L = 0	หมายถึง	สีดำ
	L = 100	หมายถึง	สีขาว

a บอกค่าของสีเขียว-แดง

โดย	a มีค่าเป็น + มากขึ้น	หมายถึง	สีแดงจะเพิ่มขึ้น
	a มีค่าเป็น - มากขึ้น	หมายถึง	สีเขียวจะเพิ่มขึ้น

b บอกค่าของสีเหลือง-น้ำเงิน

โดย	b มีค่าเป็น + มากขึ้น	หมายถึง	สีเหลืองจะเพิ่มขึ้น
	b มีค่าเป็น - มากขึ้น	หมายถึง	สีน้ำเงินจะเพิ่มขึ้น

เมื่อนำไปพลอตกราฟในแกน 3 มิติ ค่ารวมของทั้ง 3 ค่า เป็นค่าของสีผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 วัสดุและอุปกรณ์การทดลอง

3.1.1 วัสดุ

ใบเตยสดใช้ใบเตยหอมชนิดใหญ่ (*Pandanus tectorius*) ซึ่งซื้อจากตลาดหัวตะเข้ ล้างให้ สะอาด และใช้ในการทดลองให้หมดภายใน 7 วัน โดยเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5-8^{o}C

3.1.2 อุปกรณ์

1. เครื่องบดผสม
2. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (waterbath)
3. เครื่อง centrifuge
4. เครื่องปิดผนึกถุงพลาสติก
5. เครื่องวัดสี รุ่น Minortar TR-300
6. เครื่อง magnetic stirror
7. เครื่องวัด pH

3.1.3 สารเคมี

ซิงค์คลอไรด์ ($ZnCl_2$)

น้ำกลั่น

buffer pH 4 , 7 และ 10

- citric acid ยี่ห้อ carlo erba
- $Na_2PO_4 \cdot 12H_2O$ ยี่ห้อ merck
- $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ ยี่ห้อ merck
- Na_2CO_3 ยี่ห้อ merck

3.2 การศึกษาผลของอุณหภูมิ และ $ZnCl_2$ ต่อความคงตัวของสีเขียวจากน้ำสกัดใบเตย

น้ำสกัดใบเตยเตรียมได้โดยหั่นใบเตยสดที่สะอาดให้เป็นท่อนสั้นๆ ปั่นให้ละเอียด ในเครื่องบดผสม โดยใช้อัตราส่วนใบเตยสดต่อน้ำกลั่นเท่ากับ 1:5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร จากนั้นกรองด้วยผ้าขาวบาง ตวงน้ำสกัดใบเตยที่ได้ตัวอย่างละ 200 มิลลิลิตรใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวน 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดๆ ละ 4 ขวด เติม $ZnCl_2$ ในแต่ละขวดให้มีความเข้มข้น 0, 100, 200 และ 300 ppm ตามลำดับ นำขวดชมพู่แต่ละชุดไปให้ความร้อน ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 50, 75 และ 100 ^{0}C ตามลำดับ เป็นเวลา 20 นาที (ช่วงนี้จะทำให้เกิดตะกอนสีเขียวของคลอโรฟิลล์) จากนั้นทำให้เย็นทันทีโดยการแช่ในน้ำเย็น แล้วนำไปหมุนเหวี่ยง(centrifuge) ที่ความเร็ว 10,000 rpm ที่อุณหภูมิ 10 ^{0}C เป็นเวลา 15 นาที รินส่วนใสทิ้งไป ชั่งน้ำหนักตะกอนเปียกทั้งหมดที่ได้ จากนั้นชั่งตะกอนเปียกดังกล่าว 1 กรัม ละลายในแอลกอฮอล์ 70 % โดยปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 100 มิลลิลิตร ในขวดวัดปริมาตร แล้วใช้ magnatic sirrer คนสารละลายตัวอย่างนาน 10 นาที โดยใช้ความเร็วระดับ 3 กรองสารละลายตัวอย่างด้วย Buchner funnel โดยใช้กระดาษกรองWhatman เบอร์ 4 แล้วนำสารละลายที่กรองได้ 50 มิลลิลิตร บรรจุลงในถุงพลาสติกใสโพพิลีน ขนาด 3 X 5 นิ้ว ปิดผนึกถุงพลาสติก ด้วยเครื่องปิดผนึก ก่อนนำไปวัดสีด้วยเครื่องวัดสี บันทึกค่า L, a และ b

3.3 การศึกษาผลของ pH และ $ZnCl_2$ ต่อความคงตัวของสีเขียวจากน้ำสกัดใบเตย

3.3.1 การเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์

1) สารละลายบัฟเฟอร์pH 4 และ 7

ใช้ citric-phosphate buffer ความเข้มข้น 0.05 M โดยมีวิธีการเตรียม ดังนี้

- สารละลาย A : เตรียมสารละลายกรดซิตริก โดยละลาย Citric acid 9.61 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตร ให้ได้ 1 ลิตร จะได้สารละลาย citric ความเข้มข้น 0.05 M
- สารละลาย B : เตรียมสารละลายโซเดียมฟอสเฟส โดยละลาย $Na_2PO_4 \cdot 12H_2O$ 17.90 กรัม น้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร จะได้สารละลายไดโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น0.05 M

เตรียม Citric phosphate buffer ความเข้มข้น 0.05 M โดยค่อยๆ เติมสารละลาย B ลงในสารละลาย A ปรับ pH ให้ได้ 4 และ 7

2) สารละลายบัฟเฟอร์pH 10

ใช้ borax-sodium carbonate buffer ความเข้มข้น 0.05 M โดยมีวิธีการเตรียม ดังนี้

- สารละลาย A : เตรียมสรละลายโบแรกซ์ 0.05 M โดยละลาย $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ 19.07 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร จะได้สารละลายโบแรกซ์ 0.05 M
- สารละลาย B : เตรียมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 0.05 M โดยละลาย Na_2CO_3 5.3 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร จะได้สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 0.05 M

เตรียม สารละลาย buffer pH 10 ความเข้มข้น 0.05 m ได้โดยเติมสารละลาย A ลงในสารละลาย B แล้วปรับ pH ให้ได้ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การศึกษาผลของ pH และ $ZnCl_2$ ต่อความคงตัวของสีเขียวจากน้ำสกัดใบเตย

น้ำสกัดใบเตยเตรียมได้โดยหั่นใบเตยสดที่สะอาดให้เป็นท่อนสั้นๆ ปั่นให้ละเอียด ในเครื่องบดผสม โดยใช้อัตราส่วนใบเตยสดต่อสารละลายบัฟเฟอร์เท่ากับ 1:5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร จากนั้นกรองด้วยผ้าขาวบาง ตวงน้ำสกัดใบเตยที่มี pH ต่างกัน ตัวอย่างละ 200 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร pH ละ 4 ขวด เติม $ZnCl_2$ ในแต่ละขวดให้มีความเข้มข้น 0, 100, 200 และ 300 ppm ตามลำดับ จากนั้นนำขวดชมพู่ไปให้ความร้อน ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 75 ^{0}C เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นทำให้เย็นทันทีโดยการแช่ในน้ำเย็น แล้วนำไปหมุนเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็ว 10,000 rpm ที่อุณหภูมิ 10^{0}C เป็นเวลา 15 นาที รินส่วนใสทิ้งไป ชั่งน้ำหนักตะกอนเปียกทั้งหมดที่ได้ จากนั้นชั่งตะกอนเปียกดังกล่าวมา 1 กรัม ละลายในแอลกอฮอล์ 70 % ก่อนนำไปวัดสีเช่นเดียวกับวิธีการทดลองในข้อ 3.2 ทุกประการ

3.4 การศึกษาผลของอุณหภูมิในการอบแห้ง ต่อการเตรียมน้ำสกัดใบเตยผง

เลือกสภาวะของอุณหภูมิ, ความเป็นกรด-ด่าง และความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ ที่ให้ความคงตัวของสีเขียวดีที่สุด ตามผลการทดลองที่ได้ ในข้อ 3.2 และ 3.3 ในการเตรียมตะกอนของสารสกัดใบเตย ตามวิธีในข้อ 3.2 และ 3.3 แล้วนำตะกอนเปียกที่ได้ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 100^{0}C จนมีความชื้นสุดท้ายประมาณ 5 % จากนั้นชั่งตะกอนแห้งแต่ละตัวอย่างมา 1 กรัม ละลายในแอลกอฮอล์ 70 %โดยปรับปริมาตรสุดท้ายให้เป็น 100 มิลลิลิตร ในขวดวัดปริมาตร จากนั้นบรรจุตัวอย่างลงในถุงพลาสติก เช่นเดียวกับวิธีทดลอง ในข้อ 3.2 และ 3.3 ทุกประการ ก่อนนำไปวัดสีด้วยเครื่องวัดสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลของอุณหภูมิ และ $ZnCl_2$ ต่อความคงตัวของสีเขียวจากน้ำสกัดใบเตย

จากการทดลองนำน้ำสกัดใบเตย (ซึ่งมี pH ตามธรรมชาติ วัดได้เท่ากับ 5.5) ที่เติม $ZnCl_2$ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ คือ 0, 100, 200 และ 300 ppm ไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 50, 75 และ 100°C เป็นเวลา 20 นาที พบว่า ปริมาณตะกอนเปียกที่ได้แตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 4.1 และเมื่อนำตะกอนเปียกที่ได้ไปละลายในแอลกอฮอล์ 70 % ก่อนนำไปวัดสีด้วยเครื่องวัดสี จากผลการทดลองพบว่าการติดตามค่า b ซึ่งบ่งบอกถึงสีเหลือง (ค่าเป็นบวก มาก หมายถึง ตัวอย่างมีสีค่อนไปทางสีเหลืองมาก) สามารถติดตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสีเขียวของน้ำสกัดใบเตยได้ดีกว่าการติดตามค่า a สำหรับค่า b ของตัวอย่างต่างๆ แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 น้ำหนักตะกอนเปียกที่เตรียมได้จากการให้ความร้อนน้ำสกัดใบเตยที่อุณหภูมิต่างๆ

$ZnCl_2$ (ppm)	น้ำหนักตะกอนเปียกที่ได้ทั้งหมด (g)		
	50°C	75°C	100°C
0	1.42	1.71	4.58
100	1.44	1.67	3.25.
200	1.58	1.70	3.43.
300	1.65	1.93.	3.61

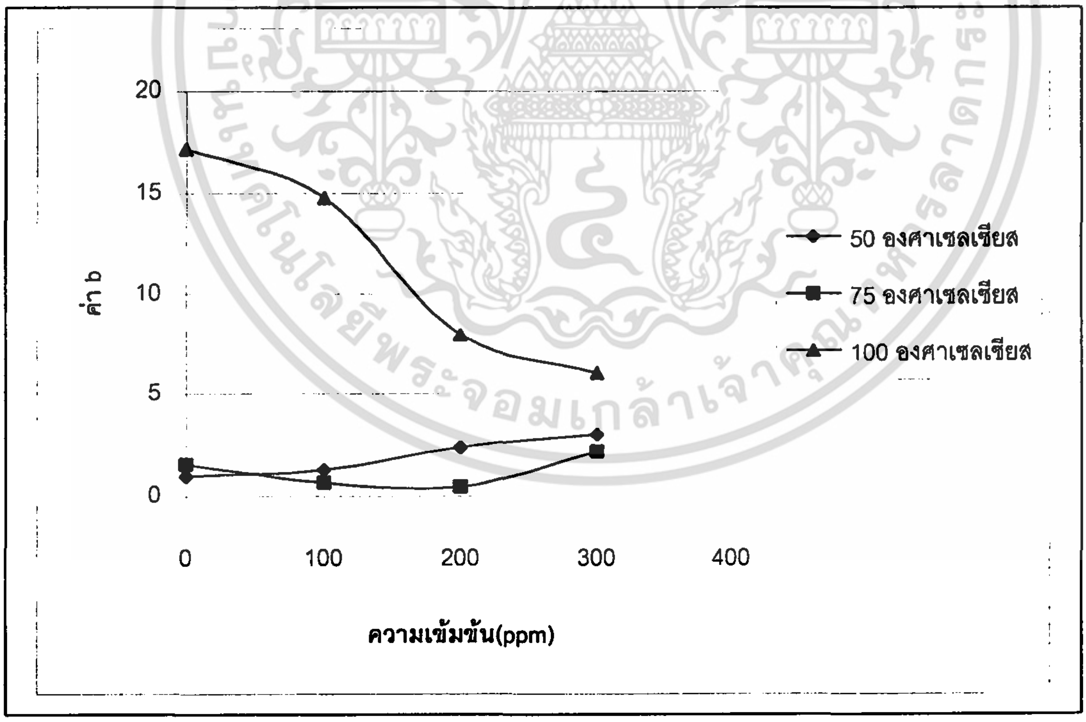
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18397

ตารางที่ 4.2 ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตย ในแอลกอฮอล์ 70 % ที่เตรียมได้เมื่อใช้ความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ และ อุณหภูมิในการให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆกัน

$ZnCl_2$ (ppm)	ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตย ในแอลกอฮอล์ 70 %		
	$50^{0}C$	$75^{0}C$	$100^{0}C$
0	+0.98	+1.55	+17.15
100	+1.31	+0.69	+14.80
200	+2.39	+0.48	+7.98
300	+2.98	+2.18	+6.03

เมื่อนำข้อมูลในตารางที่ 4.2 มาเขียนกราฟความสัมพันธ์ของค่า b ของตัวอย่าง กับความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ ที่อุณหภูมิในการให้ความร้อนน้ำสกัดใบเตย ต่างๆกัน ให้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า b ของสารละลายตะกอนน้ำสกัดใบเตยในแอลกอฮอล์ 70 % น้ำสกัดใบเตยที่ให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลของ pH และ $ZnCl_2$ ต่อความคงตัวของสีเขียวจากน้ำสกัดใบเตย

จากการทดลอง เตรียมน้ำสกัดใบเตยที่ pH ต่างๆกัน คือ 4, 7 และ 10 โดยเติม $ZnCl_2$ ที่ระดับความเข้มข้น ต่างๆ กัน คือ 0, 100, 200 และ 300 ppm และให้ความร้อนกับทุกตัวอย่างที่ 75°C นาน 20 นาที พบว่า ปริมาณตะกอนเปียกที่ได้แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.3 แล้วเมื่อนำตะกอนเปียกที่ได้ไปละลายในแอลกอฮอล์ 70 % ก่อนนำไปวัดสีด้วยเครื่องวัดสี จากผลการทดลอง สามารถติดตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสีเขียว ซึ่งค่า b ของตัวอย่างต่างๆ แสดงดังตารางที่ 4.4

ตาราง 4.3 น้ำหนักตะกอนเปียกที่เตรียมได้ จากการเตรียมน้ำสกัดใบเตย ที่ pH และความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ ต่างๆ กัน

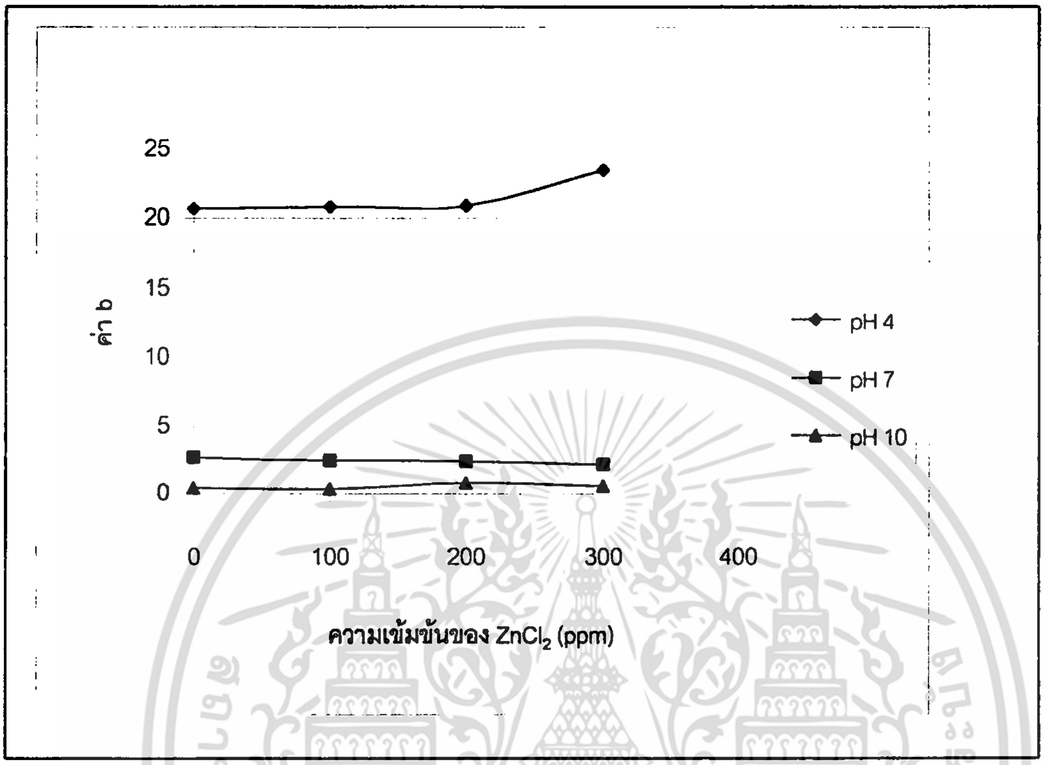
$ZnCl_2$ (ppm)	น้ำหนักตะกอนเปียกที่ได้ทั้งหมด (g)		
	pH 4	pH 7	pH 10
0	1.80	3.83	2.08
100	1.77	4.22	2.10
200	1.78	4.43	2.20
300	1.80	4.25	2.40

ตาราง 4.4 ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตย ในแอลกอฮอล์ 70 % ที่เตรียมได้เมื่อใช้ความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ และ ควบคุม pH ในการสกัดต่างๆกัน

$ZnCl_2$ (ppm)	ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตย ในแอลกอฮอล์ 70 %		
	pH4	pH7	pH10
0	+20.74	+2.72	+0.43
100	+20.90	+2.50	+0.39
200	+20.97	+2.43	+0.87
300	+23.58	+2.24	+0.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

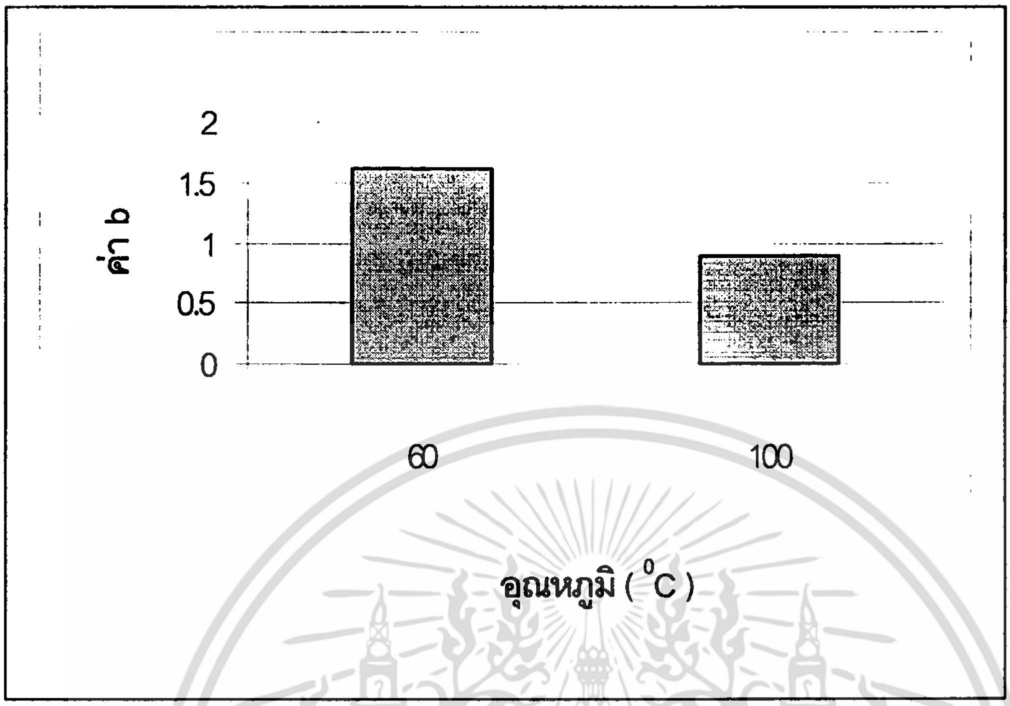
เมื่อนำข้อมูลในตารางที่ 4.4 มาเขียนกราฟความสัมพันธ์ของค่า b ของตัวอย่าง กับความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ ที่ pH ในการสกัดน้ำใบเตย ต่างๆกัน ให้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า b ของสารละลายตะกอนน้ำสกัดใบเตย ในแอลกอฮอล์ 70 % กับความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ ที่เติมในน้ำสกัดใบเตย ที่มี pH ต่างๆกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ศึกษาผลของอุณหภูมิในการเตรียมสารสกัดใบเตยผง



รูปที่ 4.3 กราฟเปรียบเทียบค่า b ของตัวอย่าง สารละลายใบเตยผง ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 100^{0}C ในแอลกอฮอล์ 70 %

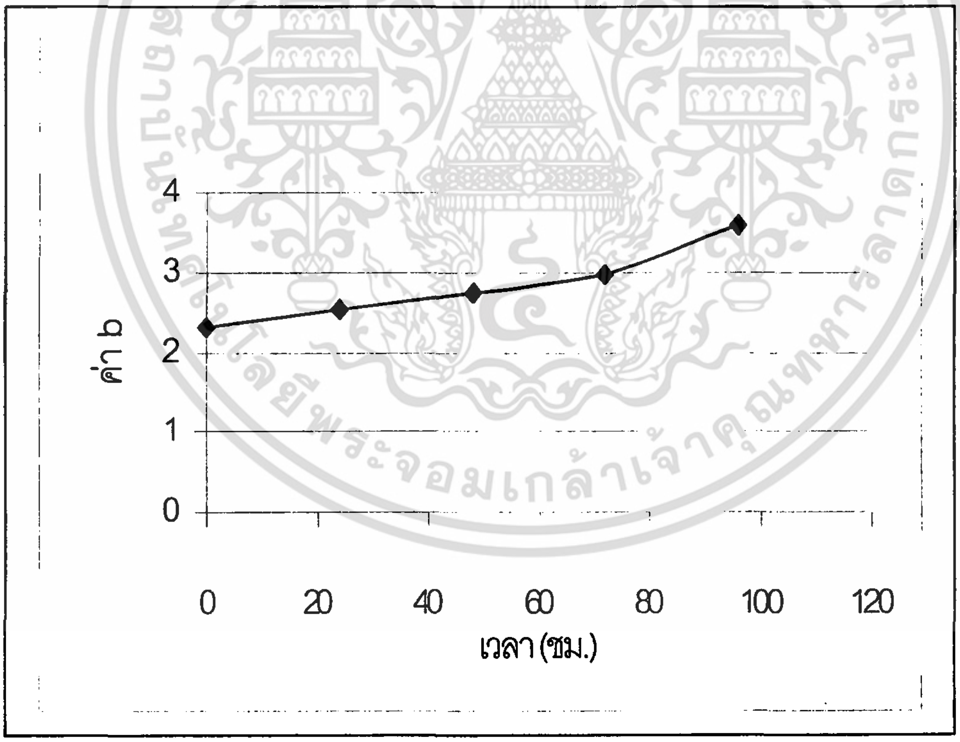
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ค่า b ของสารสกัดใบเตยอ้างอิง

การเตรียมน้ำสกัดใบเตยอ้างอิง ทำเช่นเดียวกับวิธีการในข้อ 3.2 ทุกประการ ยกเว้นไม่มีการเติม $ZnCl_2$ และไม่มีการให้ความร้อน เมื่อนำตะกอนเปียกที่ได้ หลังจากการหมุนเหวี่ยง น้ำสกัดใบเตย มาละลายในแอลกอฮอล์ 70 % ก่อนนำไปวัดสีและบันทึกค่า b ที่ระยะเวลาการเก็บที่อุณหภูมิห้อง ต่างกัน ให้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.4

ตารางที่ 4.5 ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยอ้างอิง ในแอลกอฮอล์ 70 %

เวลา (ชม.)	0	24	48	72	96
ค่า b	2.31	2.54	2.75	2.98	3.58



รูปที่ 4.4 ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยอ้างอิง ในแอลกอฮอล์ 70 % ที่ระยะเวลาการเก็บที่อุณหภูมิห้อง ต่างๆกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 ผลของอุณหภูมิ และ $ZnCl_2$ ต่อความคงตัวของสีเขียวจากน้ำสกัดใบเตย

จากการให้ความร้อนน้ำสกัดใบเตยที่เติม $ZnCl_2$ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กันพบว่า เมื่ออุณหภูมิในการให้ความร้อนสูงขึ้นจาก 50^{o}C เป็น 100^{o}C ตะกอนเปียกของสารสกัดใบเตยที่ได้จะมีปริมาณมากขึ้นที่ทุกระดับความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ (ตารางที่ 4.1) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความร้อนที่สูงขึ้นมีผลในการทำให้โปรตีนที่เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับคลอโรฟิลล์ ในเนื้อเยื่อพืชตามธรรมชาติเกิดการเสียสภาพธรรมชาติ และตกตะกอนได้ดีขึ้น อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ ในน้ำสกัดใบเตยไม่มีผลเด่นชัดต่อปริมาณตะกอนเปียกของสารสกัดใบเตยที่ได้

เมื่อนำตะกอนเปียกที่ได้จากน้ำสกัดใบเตยแต่ละสภาวะมาละลายในแอลกอฮอล์ 70 % เมื่อเปรียบเทียบสีเขียวของสารละลาย โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่า b (ใช้เครื่องวัดสีระบบ Hunter color ที่วัดค่าเป็น L, a และ b) ซึ่งค่า b ที่เป็นบวกมากขึ้น จะหมายถึง ตัวอย่างมีลักษณะของสีเหลืองเพิ่มขึ้น พบว่า การให้ความร้อนกับน้ำสกัดใบเตยที่อุณหภูมิ 50 และ 75^{o}C เมื่อไม่มีการเติม $ZnCl_2$ เป็นเวลา 20 นาที ไม่มีผลต่อการสูญเสียความคงตัวของสีเขียว แต่ที่อุณหภูมิ 100^{o}C พบว่าสีเขียวของตัวอย่างมีความคงตัวต่ำลงอย่างเห็นได้ชัด โดยมีค่า b เท่ากับ + 17.15 (ตารางที่ 4.2)

เมื่อพิจารณาผลของ $ZnCl_2$ จะเห็นว่าการใช้เกลือ $ZnCl_2$ ในระดับความเข้มข้นสูงขึ้นจาก 100 ppm เป็น 300 ppm มีผลในการเพิ่มความคงตัวของสีเขียวจากน้ำสกัดใบเตย ที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100^{o}C แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความคงตัวของสีเขียวจากน้ำสกัดใบเตย เมื่อให้ความร้อนที่ 50 และ 75^{o}C (ตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.1)

ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่อุณหภูมิสูงทำให้ โครงสร้างของคลอโรฟิลล์เปลี่ยนแปลงไปเป็นอนุพันธ์ที่มีสีเหลืองน้ำตาลมากขึ้น และในสภาวะที่มีเกลือ $ZnCl_2$ ความเข้มข้นสูงขึ้น จะทำให้เกิด zinc complex ของอนุพันธ์ของคลอโรฟิลล์ดังกล่าว ซึ่งให้สีเขียวเหมือนคลอโรฟิลล์ (La Borde and von Blbe, 1994)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ผลของ pH และ $ZnCl_2$ ต่อความคงตัวของสีเขียวจากน้ำสกัดใบเตย

จากการให้ความร้อนกับน้ำสกัดใบเตยที่มี pH ต่างๆกัน คือ 4, 7 และ 10 ที่อุณหภูมิ 75 ^{0}Cเป็นเวลา 20 นาที พบว่าที่ pH 7 และ 10 ปริมาณตะกอนเปียกของสารสกัดใบเตยที่ได้ จะมากกว่าที่ pH 4 โดยปริมาณตะกอนเปียกที่ได้ จะสูงสุดที่ pH 7 โดยที่ระดับความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ ไม่มีผลเด่นชัดต่อปริมาณตะกอนเปียกที่ได้ (ตารางที่ 4.3) เมื่อนำตะกอนเปียกที่ได้จากน้ำสกัดใบเตย แต่ละสภาวะมาละลายในแอลกอฮอล์ 70 % เพื่อเปรียบเทียบสีเขียวของสารละลาย โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่า b จะเห็นว่าที่ pH เป็นกรด (pH 4) สีเขียวจากน้ำสกัดใบเตยมีความคงตัวต่ำมากอย่างเห็นได้ชัด (ค่า b มากกว่า + 20) เมื่อเปรียบเทียบกับที่ pH 7 และ 10 (ตารางที่ 4.4 และ รูปที่ 4.2) ทั้งนี้เนื่องจากที่ pH ต่ำ Mg^{2+} จะถูกแทนที่ด้วย H^+ ได้ดีมาก และที่ pH ดังกล่าว การเกิดสารเชิงซ้อนของ Zn^{2+} กับอนุพันธ์ของคลอโรฟิลล์ เกิดได้ไม่ดี (La Borde and von Blbe, 1994) ดังนั้นแม้ว่าจะเพิ่มความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ ในน้ำสกัดใบเตย ก็ไม่ส่งผลให้เกิดความคงตัวของสีเขียวเพิ่มขึ้นแต่อย่างใด

5.3 ผลของของอุณหภูมิในการเตรียมสารสกัดใบเตยผง

จากการทดลอง เตรียมตะกอนเปียกจากน้ำสกัดใบเตยที่มี pH 7 และ $ZnCl_2$ 300 ppm โดยให้ความร้อนที่ 75^{0}C เป็นเวลา 20 นาที ซึ่งเป็นสภาวะที่ให้ปริมาณตะกอนเปียกมาก และสีเขียวที่ได้ยังมีความคงตัวสูง เมื่อเปรียบเทียบกับสีเขียวของตัวอย่างอ้างอิง (ตารางที่ 4.5) จากนั้นนำตะกอนเปียก ที่ได้ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 100^{0}C ในตู้อบลมร้อนจนกระทั่งมีความชื้นสุดท้ายน้อยกว่า 5 % เมื่อนำตะกอนแห้งดังกล่าวมาละลายในแอลกอฮอล์ 70 % เพื่อเปรียบเทียบสีเขียวของสารละลาย พบว่า ที่อุณหภูมิอบแห้ง 100^{0}C จะให้สารสกัดใบเตยผงที่มีความคงตัวของสีเขียวต่ำกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60^{0}C นอกจากนี้สารสกัดใบเตยเมื่อละลายในแอลกอฮอล์แล้ว จะให้สีเขียวที่แตกต่างจากสารละลายของตะกอนเปียกจากน้ำสกัดใบเตยอ้างอิง (รูปที่ 4.3 และตารางที่ 4.5)

5.4 สรุปผลการทดลอง

1) ที่อุณหภูมิสูงขึ้นมีผลทำให้สีเขียวจากน้ำสกัดใบเตยมีความคงตัวลดลง
2) ที่อุณหภูมิ 100^{0}C การใช้เกลือ $ZnCl_2$ ที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้นมีผลในการเพิ่มความคงตัวของสีเขียวจากน้ำสกัดใบเตย
3) ที่ pH เป็นกรด สีเขียวจากน้ำสกัดใบเตย จะมีความคงตัวต่ำมาก และการใช้เกลือ $ZnCl_2$ ไม่มีผลต่อการเพิ่มความคงตัวของสีเขียวจากน้ำสกัดใบเตย ที่ pH ดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
96742

4) **การอบแห้งที่อุณหภูมิสูงมีผลทำให้สารสกัดใบเตยผงที่ได้มีความคงตัวของสีเขียวต่ำกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ**

5.5 ข้อเสนอแนะ

1. ในการทดลองในครั้งนี้จะต้องทำการควบคุมสภาวะในการทดลองให้เหมือนกันทุกครั้ง และวัตถุดิบที่ใช้ก็ต้องเหมือนกัน คือ เป็นใบเตยพันธุ์เดียวกัน มีความสดเหมือนกันหรือใกล้เคียงกัน
2. ในการชั่งน้ำหนักตะกอนเปียกมาละลายแอลกอฮอล์จะต้องชั่งให้มีน้ำหนักเท่ากัน
3. ในการละลายตะกอนในแอลกอฮอล์ 70 % จะต้องมีการควบคุมความเร็วของ magnetic stirrors ละลายตะกอนให้ได้มากที่สุด ไม่ควรมีตะกอนที่ยังจับกันเป็นก้อนอยู่ เพราะจะทำให้ผลที่ได้มีความคลาดเคลื่อนสูงมาก ในการวัดสีควรทำการวัดที่สภาวะเดียวกัน
4. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงความคงตัวของสีเขียวจากน้ำสกัดใบเตย โดยดูผลของเกลือ $ZnCl_2$ เมื่อให้ความร้อนกับนำสกัดใบเตยที่อุณหภูมิ 50 และ 75^{0}C เป็นเวลานานกว่า 20 นาที รวมทั้งผลของ pH และ $ZnCl_2$ เมื่อให้ความร้อนสูงกว่า 75^{0}C นานกว่า 20 นาที
5. ควรมีการศึกษาการใช้ประโยชน์จากสารสกัดใบเตยผงในผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ . 2539 . เทคนิคทางเคมี . ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, หน้า 123

รัชนี ตัณฑะพานิชกุล . 2532 . เคมีอาหาร. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง , หน้า 151 - 154

Tonucci, L. H. and von Elbe, J. H. 1992. Kinetic of the Formation of Zinc Complexs of Chlorophyll Derivatives. J. Agric. Food Chem. 40 (12) : 2341 - 2344.

LaBorde, L. F. and von Elbe, J. H. 1994. Chlorophyll Degradation and Zinc Complexs Formation with Chlorophyll Derivatives in Heated Green Vegetable. J. Agric. Food Chem. 42 (5) :1100 - 1103.

von Elbe, J. H., Huang, A. S., Attoe E.L., and Nank , K. W. 1986. Pigment Composition and Color of Conventional and Veri-Green Canned Beans. J. Agric. Food Chem. 34 (1) : 54 - 58.

Jone,I.D., Wite,R.C., Gidds,E., Stutler,L., and Nelson,L.A. 1977. Experimental formation of zinc and copper complexs of chlorophyll derivatives in vegetable tissue by thermal processing. J. Agric. Food chem. 25(1) :149-153.

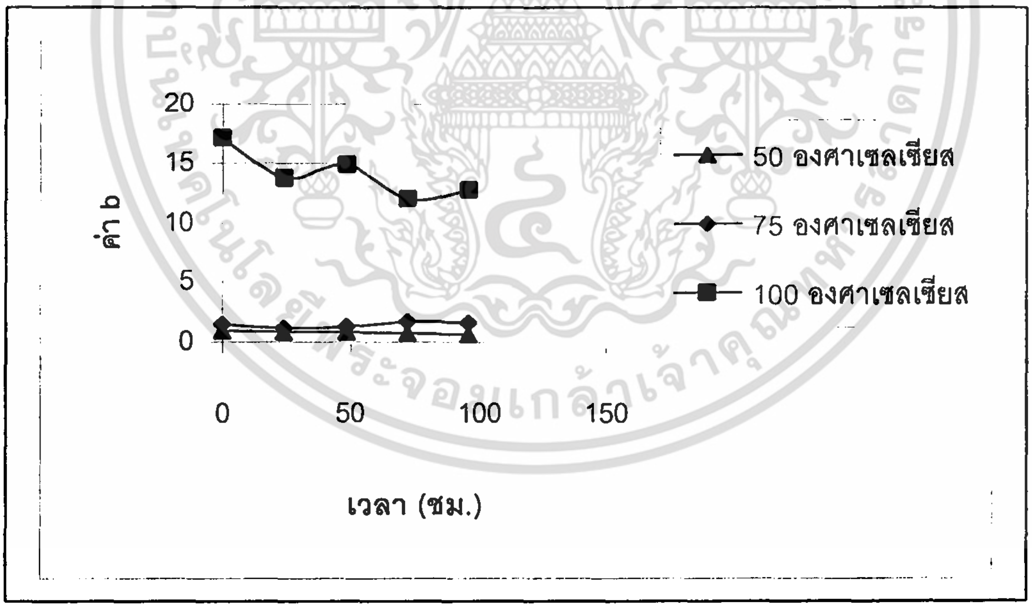
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ1 ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยที่มีปริมาณ$ZnCl_2$ (0 ppm) ในแอลกอฮอล์ 70 % ที่อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บ ที่ต่างๆกัน

ปริมาณ$ZnCl_2$ (0 ppm)	ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยที่มี ปริมาณ $ZnCl_2$ (0 ppm) ในแอลกอฮอล์ 70 % ที่อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บที่ต่างๆกัน		
เวลา (ชม.)	50^0C	75^0C	100^0C
0	+0.98	+1.55	+17.15
24	+0.91	+1.25	+13.78
48	+0.85	+1.32	+14.88
72	+0.72	+1.72	+12.01
96	+0.67	+1.67	+12.76



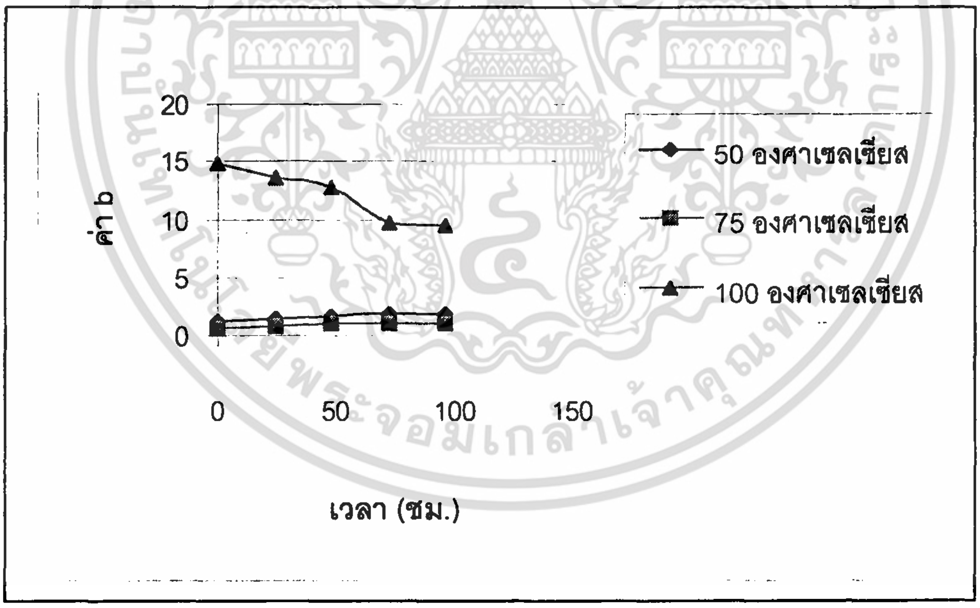
รูปที่ ผ1 ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยที่มี ปริมาณ$ZnCl_2$ (0 ppm) ในแอลกอฮอล์ 70 % ที่อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บที่ต่างๆกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

ตารางที่ ผ2 ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยที่มีปริมาณ$ZnCl_2$(100 ppm) ในแอลกอฮอล์ 70 % ที่อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บ ที่ต่างๆกัน

ปริมาณ$ZnCl_2$ (100 ppm)	ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยที่มี ปริมาณ $ZnCl_2$ (100 ppm) ในแอลกอฮอล์ 70 % ที่อุณหภูมิ และเวลาการเก็บที่อุณหภูมิต่างๆกัน		
เวลา (ชม.)	50^0C	75^0C	100^0C
0	+1.31	+0.69	+14.80
24	+1.39	+0.90	+13.56
48	+1.66	+1.06	+12.88
72	+1.88	+1.08	+9.67
96	+1.90	+1.09	+9.47

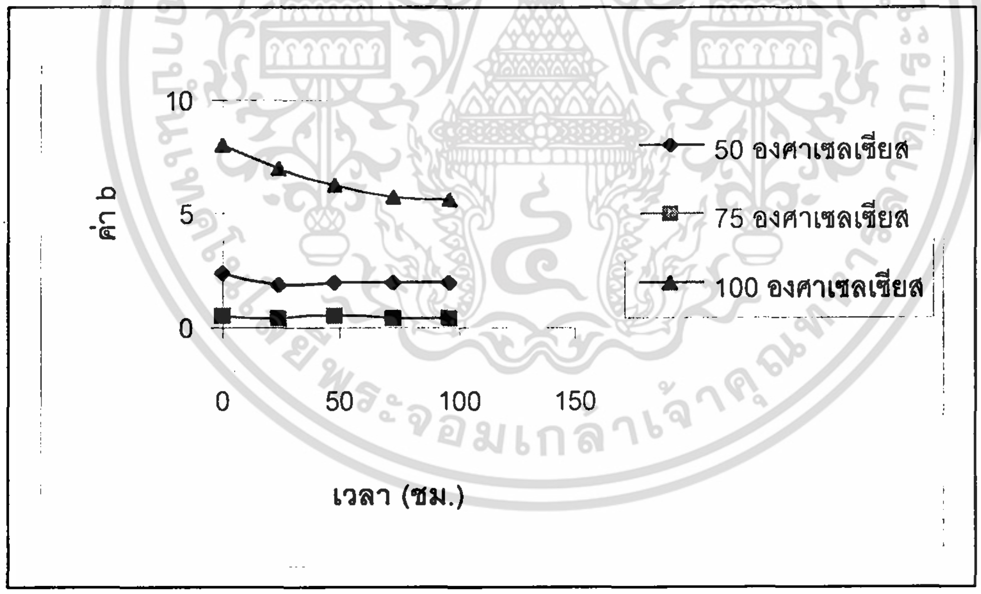


รูปที่ ผ2 ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยที่มี ปริมาณ$ZnCl_2$ (100 ppm) ในแอลกอฮอล์ 70 % ที่อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บที่ต่างๆกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ3 ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยที่มีปริมาณ $ZnCl_2$ (200 ppm) ในแอลกอฮอล์ 70 % ที่อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บที่ต่างๆกัน

ปริมาณ$ZnCl_2$ (200 ppm)	ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยที่มี ปริมาณ $ZnCl_2$ (200 ppm) ในแอลกอฮอล์ 70 % ที่อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บที่ต่างๆกัน		
เวลา (ชม.)	50^oC	75^oC	100^oC
0	+2.39	+0.48	+7.98
24	+1.91	+0.46	+6.95
48	+1.96	+0.48	+6.20
72	+2.02	+0.43	+5.68
96	+2.02	+0.39	+5.61

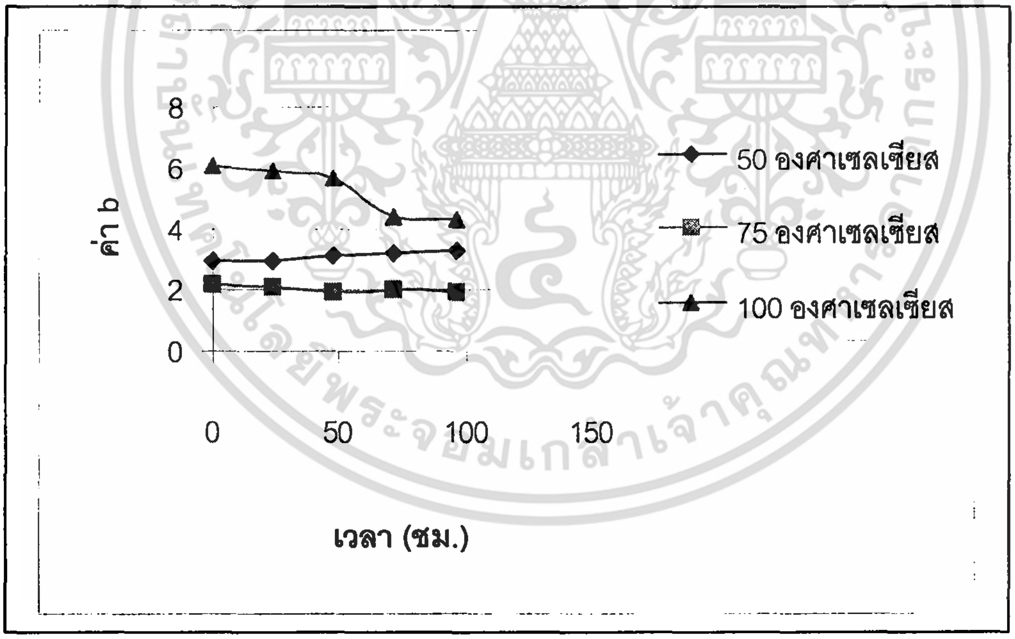


รูปที่ ผ3 ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยที่มี ปริมาณ$ZnCl_2$ (200 ppm) ในแอลกอฮอล์ 70 % ที่อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บที่ต่างๆกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ4 ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยที่มีปริมาณ$ZnCl_2$ (300 ppm) ในแอลกอฮอล์ 70 % ที่อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บ ที่ต่างๆกัน

ปริมาณ $ZnCl_2$ (300 ppm)	ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยที่มี ปริมาณ $ZnCl_2$ (300 ppm) ในแอลกอฮอล์ 70 % ที่อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บที่ต่างๆกัน		
เวลา (ชม.)	50^0C	75^0C	100^0C
0	+2.98	+2.18	+6.03
24	+2.98	+2.09	+5.87
48	+3.13	+1.97	+5.63
72	+3.23	+1.98	+4.35
96	+3.29	+1.95	+4.29

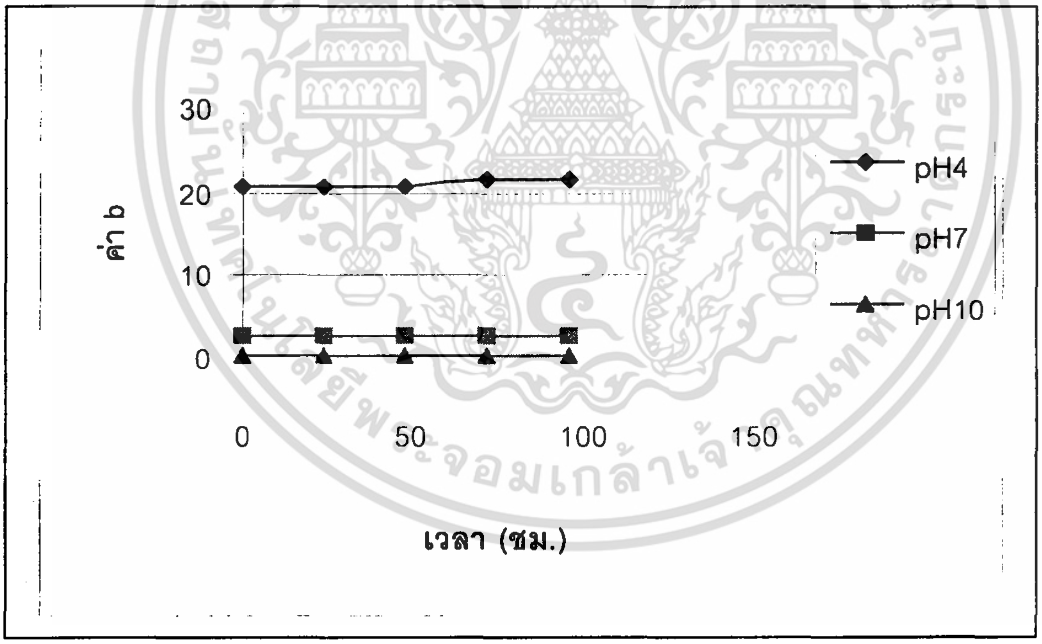


รูปที่ ผ4 ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยที่มี ปริมาณ$ZnCl_2$ (300 ppm) ในแอลกอฮอล์ 70 % ที่อุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บที่ต่างๆกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ5 ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยที่มีปริมาณ$ZnCl_2$ (0 ppm) ในแอลกอฮอล์ 70 % ที่อุณหภูมิ 75 ^{0}C pH และระยะเวลาการเก็บที่ต่างๆกัน

ปริมาณ$ZnCl_2$ (0 ppm)	ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยที่มีปริมาณ$ZnCl_2$ (0ppm)ในแอลกอฮอล์ 70 % ที่อุณหภูมิ 75 ^{0}C pH และระยะเวลาการเก็บ ที่ต่างๆกัน		
เวลา (ชม.)	pH4	PH7	PH10
0	+20.74	+2.72	+0.43
24	+20.84	+2.58	+0.18
48	+20.86	+2.54	+0.15
72	+21.78	+2.59	+0.26
96	+21.79	+2.53	+0.32

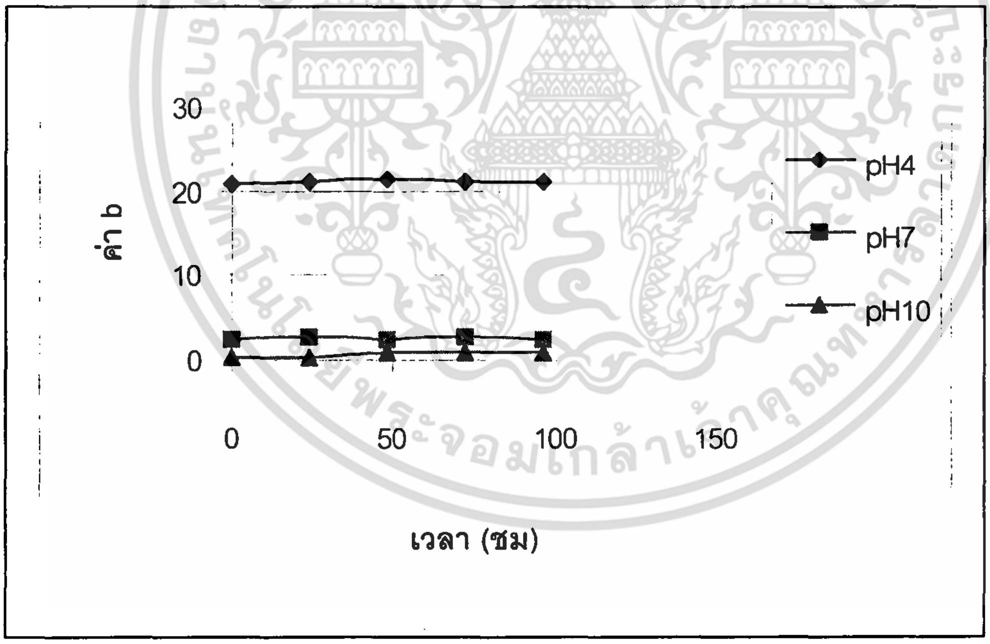


รูปที่ ผ5 ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยที่มี ปริมาณ$ZnCl_2$ (0 ppm) ในแอลกอฮอล์ 70 % ที่อุณหภูมิ 75^{0}C pH และระยะเวลาการเก็บที่ต่างๆกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ6 ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยที่มีปริมาณ$ZnCl_2$ (100 ppm) ในแอลกอฮอล์ 70 % ที่อุณหภูมิ 75 ^{o}C pH และระยะเวลาการเก็บ ที่ต่างๆกัน

ปริมาณ$ZnCl_2$ (100 ppm)	ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยที่มีปริมาณ$ZnCl_2$ (100 ppm)ในแอลกอฮอล์ 70 % ที่อุณหภูมิ 75 ^{o}C pH และระยะเวลาการเก็บ ที่ต่างๆกัน		
เวลา (ชม.)	pH4	pH7	pH10
0	+20.90	+2.50	+0.39
24	+21.01	+2.57	+0.39
48	+21.31	+2.51	+0.76
72	+20.96	+2.69	+0.88
96	+20.97	+2.52	+0.90

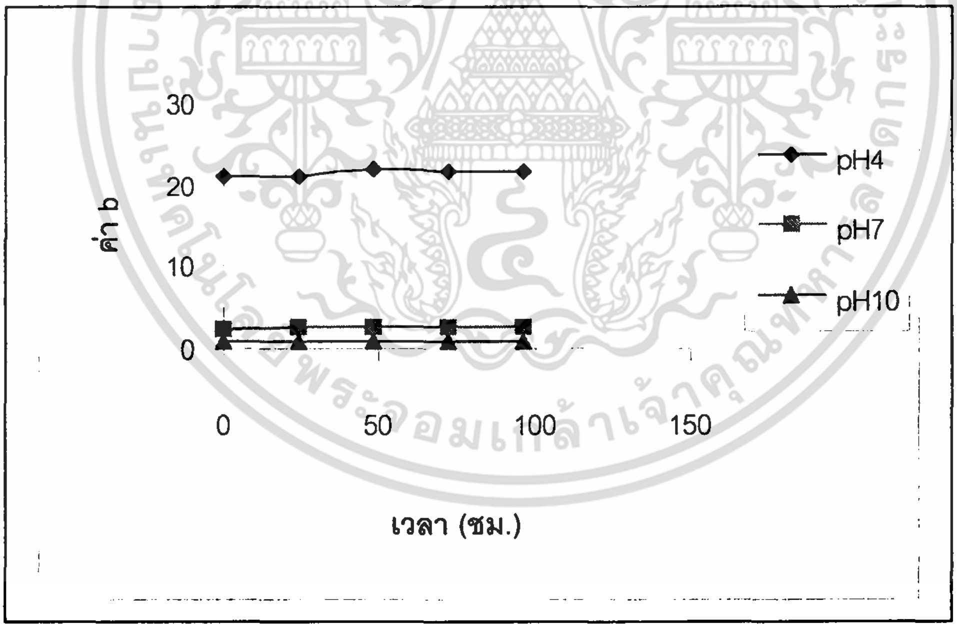


รูปที่ 6 ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยที่มี ปริมาณ$ZnCl_2$ (100 ppm) ในแอลกอฮอล์ 70 % ที่อุณหภูมิ 75^{o}C pH และระยะเวลาการเก็บที่ต่างๆกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยที่มีปริมาณ$ZnCl_2$ (200 ppm) ในแอลกอฮอล์ 70 % ที่อุณหภูมิ 75 ^{0}C pH และระยะเวลาการเก็บ ที่ต่างๆกัน

ปริมาณ$ZnCl_2$ (200 ppm)	ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยที่มีปริมาณ$ZnCl_2$ (200ppm)ในแอลกอฮอล์ 70 % ที่อุณหภูมิ 75 ^{0}C pH และระยะเวลาการเก็บ ที่ต่างๆกัน		
เวลา (ชม.)	pH4	pH7	PH10
0	+20.97	+2.43	+0.87
24	+21.03	+2.68	+0.83
48	+21.89	+2.73	+0.86
72	+21.65	+2.79	+0.90
96	+21.71	+2.71	+0.91

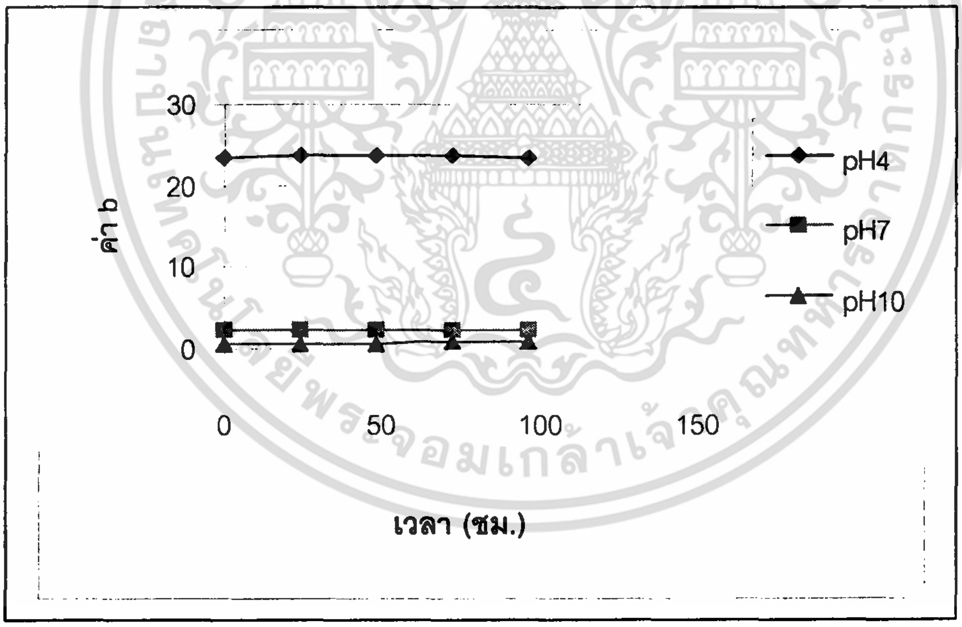


รูปที่ 5 ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยที่มี ปริมาณ$ZnCl_2$ (200 ppm) ในแอลกอฮอล์ 70 % ที่อุณหภูมิ 75^{0}C pH และระยะเวลาการเก็บที่ต่างๆกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยที่มีปริมาณ$ZnCl_2$ (300 ppm) ในแอลกอฮอล์ 70 % ที่อุณหภูมิ 75 ^{0}C pH และระยะเวลาการเก็บ ที่ต่างๆกัน

ปริมาณ$ZnCl_2$ (300 ppm)	ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยที่มีปริมาณ$ZnCl_2$ (300ppm)ในแอลกอฮอล์ 70 % ที่อุณหภูมิ 75 ^{0}C pH และระยะเวลาการเก็บ ที่ต่างๆกัน		
เวลา (ชม.)	pH4	pH7	PH10
0	+23.58	+2.24	+0.58
24	+23.73	+2.36	+0.73
48	+23.68	+2.36	+0.68
72	+23.73	+2.48	+0.84
96	+23.61	+2.51	+0.91



รูปที่ 8 ค่า b ของสารละลายตะกอนของน้ำสกัดใบเตยที่มี ปริมาณ$ZnCl_2$ (300 ppm) ในแอลกอฮอล์ 70 % ที่อุณหภูมิ 75^{0}C pH และระยะเวลาการเก็บที่ต่างๆกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

1. นายนพนันท์ ชัยวรพฤกษ์

เกิดวันที่	15 ตุลาคม 2522
ภูมิลำเนา	บ้านเลขที่ 195 / 23 หมู่ 4 ตำบล จันทนิมิต อำเภอ เมือง จังหวัด จันทบุรี
การศึกษา	จบชั้นมัธยมปลายจาก โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดจันทบุรี
ปัจจุบัน	ศึกษาที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. นางสาวอุบลรัตน์ ทำประโยชน์

เกิดวันที่	22 พฤษภาคม 2522
ภูมิลำเนา	บ้านเลขที่ 63 หมู่ 9 ตำบล ขามใหญ่ อำเภอ เมือง จังหวัด อุบลราชธานี
การศึกษา	จบชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจาก โรงเรียนนารีนุกูล จังหวัดอุบลราชธานี
ปัจจุบัน	ศึกษาที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุรทหารลาดกระบัง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้