21075

หองสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

การหาสมการการสกัดโพลีฟีนอลในชารอยบอสเปรียบเทียบกับชาเขียว

(Rooibos tea: Equilibrium and extraction kinetics of Total Polyphenol compared with Green tea)

T097125

นางสาวนิธิมา สิริพูนหัตถกิจ	รหัสนักศึกษา	45040842
นางสาวนุสรา เจริญประดิษฐ์	รหัสนักศึกษา	45040843
นางสาวสุวิดา อุ่นจิตติ	รหัสนักศึกษา	45040866

ปพ
ท๖๑๔๓
25A8

สขหมู่.....
เลขทะเบียน 97125
วัน,เดือน,ปี 05 JUN 2009

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การหาสมการการสกัดโพลีฟีนอลในชารอยบอสเปรียบเทียบกับชาเขียว

(Rooibos tea: Equilibrium and extraction kinetics of Total Polyphenol compared with Green tea)

จัดทำโดย

นางสาวนิธิมา สิริพูนหัตถกิจ	รหัสนักศึกษา	45040842
นางสาวนุสรา เจริญประดิษฐ์	รหัสนักศึกษา	45040843
นางสาวสุวิดา อุ่นจิตติ	รหัสนักศึกษา	45040866

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 27 / 03 / 49

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(ดร. กิตติชัย บรรจง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษเรื่อง : การหาสมการการสกัดโพลีฟีนอลในชารอยบอสเปรียบเทียบกับชาเขียว (Rooibos : Equilibrium and extraction kinetics of Total Polyphenol compared with Green tea)

โดย นางสาวนิธิมา สิริพูนหัตถกิจ รหัสนักศึกษา 45040842
นางสาวนุสรา เจริญประดิษฐ์ รหัสนักศึกษา 45040843
นางสาวสุวิดา อุ่นจิตติ รหัสนักศึกษา 45040866

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.กิตติชัย บรรจง

บทคัดย่อ

การพิจารณาอัตราการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด(Total Polyphenol) ในน้ำชาวิเคราะห์ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu Phenol TS. โดยใช้เวลาในการชงชารอยบอส (Rooibos) ชายันนี่รอยบอส และชาเขียว 0 - 90 นาที ที่อุณหภูมิ 70, 80 และ 90 องศาเซลเซียส พบว่าชารอยบอสมีค่า k (First order rate constant) เท่ากับ 0.0834, 0.1232 และ 0.1395 ตามลำดับ ชายันนี่รอยบอสเท่ากับ 0.0692 , 0.1170 , และ 0.1335 ตามลำดับ ส่วนชาเขียวมีค่า k เท่ากับ 0.1039, 0.1273 และ 0.1710 ตามลำดับ และเมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง k ของชารอยบอส ชายันนี่รอยบอส และชาเขียว กับอุณหภูมิ ที่ 70, 80 และ 90 องศาเซลเซียส พบว่ามีความสัมพันธ์แทนได้ด้วยสมการ Arrhenius โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.927, 0.9030 และ 0.9851 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแทนนินด้วยวิธี Staisny ที่อุณหภูมิ 70, 80 และ 90 องศาเซลเซียส ชาเขียวมีปริมาณแทนนินเท่ากับ 1.619×10^{-3} , 1.681×10^{-3} และ 2.131×10^{-3} g./ml. ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าชายันนี่รอยบอสที่มีปริมาณแทนนินเท่ากับ 3.980×10^{-4} , 5.230×10^{-4} และ 8.810×10^{-4} g./ml. ตามลำดับ และชารอยบอส ซึ่งมีปริมาณแทนนินเท่ากับ 2.653×10^{-4} , 3.647×10^{-4} และ 5.000×10^{-4} g./ml. ตามลำดับ

นิธิมา สิริพูนหัตถกิจ
นุสรา เจริญประดิษฐ์
สุวิดา อุ่นจิตติ 27-03-49

ลายมือชื่อนักศึกษา **ลายมือชื่ออาจารย์** **วัน/เดือน/ปี**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ จะไม่สามารถประสบผลสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีได้ หากปราศจากความช่วยเหลือของบุคคลหลายๆ ฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ดร. กิตติชัย บรรจง ที่กรุณาสละเวลามาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ให้ข้อคิดเห็น คำแนะนำต่างๆ เพื่อนำมาปรับปรุงเนื้อหา การนำเสนอและการจัดทำรูปเล่มให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากขึ้น คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณอาจารย์มา ณ ที่นี้

ขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษากิตติมศักดิ์หลายๆ ท่านที่กรุณาให้คำปรึกษาและความรู้ต่างๆ ในระหว่างการทดลอง ขอขอบคุณพี่วันทนีย์สำหรับการจัดหาสารเคมีในการทดลอง ขอบพระคุณสมาชิกในครอบครัวทุกคน ที่คอยเป็นกำลังใจ กำลังทรัพย์ และสนับสนุนการทำงานด้วยดีตลอดมา ขอบคุณรุ่นพี่ รุ่นน้องทุกคน สำหรับคำแนะนำดีๆ และกำลังใจ ขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยให้คำปรึกษาและคอยช่วยเหลือ รวมทั้งกำลังใจดีๆ ที่มีให้อยู่เสมอ และขอขอบคุณสำหรับอีกหลายๆ ปัจจัยที่ไม่อาจกล่าวถึงได้หมดในที่นี้ ที่ทำให้การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้เสร็จสิ้นโดยสมบูรณ์

นิธิมา สิริพูนหัตถกิจ
นุสรา เจริญประดิษฐ์
สุวิดา อุ่นจิตติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญภาพ	ง
สารบัญตาราง	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 บทนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	2
2.1 ชา	2
2.2 ชารอยบอส	5
2.3 สารประกอบสำคัญในชา	8
บทที่ 3 การทดลอง	23
3.1 สารเคมีและอุปกรณ์	23
3.2 การทดลอง	25
3.3 วิธีการทดลอง	25
บทที่ 4 ผลการทดลอง	29
4.1 การหาสมการการสกัดปริมาณ โพลีฟีนอลรวม	29
4.2 การหาปริมาณแทนนิน	38
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	39
5.1 สรุปผลการทดลอง	39
5.2 ข้อเสนอแนะ	39
เอกสารอ้างอิง	40
ภาคผนวก ก.	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	ชนิดของชาแบ่งตามกระบวนการผลิต	4
ภาพที่ 2	บริเวณที่ปลูกชารอยบอส	7
ภาพที่ 3	ต้นชารอยบอส	7
ภาพที่ 4	ลักษณะของดอกรอยบอส	7
ภาพที่ 5	ลักษณะของรากรอยบอส	7
ภาพที่ 6	โครงสร้างของฟลาโวนอยด์	10
ภาพที่ 7	ลักษณะโครงสร้างพื้นฐานของคาเตชิน	10
ภาพที่ 8	ลักษณะโครงสร้างสารประกอบคาเตชินที่เป็นสารประกอบหลักในชาเขียว	10
ภาพที่ 9	3,4,5 - hydroxybenzoic (galloyl)	21
ภาพที่ 10	tannic acid	21
ภาพที่ 11	ellagic acid	22
ภาพที่ 12	Pentagalloyl glucose	22
ภาพที่ 13	β - Glugogallin	22
ภาพที่ 14	proanthocyanidin	22
ภาพที่ 15	Ellagitannin	22
ภาพที่ 16	Catechin	22
ภาพที่ 17	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln(C_\infty/(C_\infty - C))$ กับเวลา(นาที) ของชารอยบอสที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส	30
ภาพที่ 18	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln(C_\infty/(C_\infty - C))$ กับเวลา(นาที) ของชารอยบอสที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส	30
ภาพที่ 19	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln(C_\infty/(C_\infty - C))$ กับเวลา(นาที) ของชารอยบอสที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส	31
ภาพที่ 20	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln(C_\infty/(C_\infty - C))$ กับเวลา(นาที) ของชาฮันนี่รอยบอสที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส	31
ภาพที่ 21	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln(C_\infty/(C_\infty - C))$ กับเวลา(นาที) ของชาฮันนี่รอยบอสที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln(C_\infty/(C_\infty - C))$ กับเวลา(นาที) ของชาฮันนี่รอยบอสที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส 32

ภาพที่ 23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln(C_\infty/(C_\infty - C))$ กับเวลา(นาที) ของชาเขียวที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 33

ภาพที่ 24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln(C_\infty/(C_\infty - C))$ กับเวลา(นาที) ของชาเขียวที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 33

ภาพที่ 25 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln(C_\infty/(C_\infty - C))$ กับเวลา(นาที) ของชาเขียวที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส 34

ภาพที่ 26 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln k$ กับ 1/อุณหภูมิ(องศาเคลวิน) ของชารอยบอส ได้ค่าสหสัมพันธ์ (R^2) 35

ภาพที่ 27 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln k$ กับ 1/อุณหภูมิ(องศาเคลวิน) ของชาฮันนี่รอยบอส ได้ค่าสหสัมพันธ์ (R^2) 35

ภาพที่ 28 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln k$ กับ 1/อุณหภูมิ(องศาเคลวิน) ของชาเขียว ได้ค่าสหสัมพันธ์ (R^2) 36

ภาพที่ 29 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณตะกอนแทนนินของชาทั้ง 3 ตัวอย่าง 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ปริมาณฟลาโวนอยด์ที่สกัดได้จากชารอยบอสไม่หมัก	13
ตารางที่ 2 ร้อยละของการยับยั้งอนุมูล DPPH ของสารต้านอนุมูลอิสระในชารอยบอส	13
ตารางที่ 3 แสดงรายชื่อของพืชที่เป็นอาหารมนุษย์และอาหารสัตว์บางส่วนที่มีการรายงานว่ามีสารแทนนิน	21
ตารางที่ 4 ปริมาณของกรดแกลลิคที่ใช้ในการทำกราฟมาตรฐาน	28
ตารางที่ 5 ความเข้มข้นสูงสุดของน้ำชาแต่ละชนิด (C_∞) ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส	29
ตารางที่ 6 ค่าความชันของกราฟเส้นตรงสำหรับชาแต่ละชนิด (First Order Rate Constant ; k) ที่อุณหภูมิ 70 , 80 และ 90 องศาเซลเซียส	34
ตารางที่ 7 ตะกอนแทนนินของชาทั้ง 3 ตัวอย่าง	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 บทนำ

มนุษย์รู้จักชงชาดื่มเมื่อหลายพันปีก่อนจนกลายเป็นอารยะธรรมของแต่ละประเทศขึ้นมา จากการค้นพบได้เองหรือการวิจัยค้นคว้า พบว่าใบชานอกจากจะเป็นเครื่องดื่มที่มีกลิ่นหอม รสชุ่มชื่นคอแล้ว ยังมีคุณประโยชน์ในทางเภสัชกรรม เช่น มีสารต้านมะเร็ง และช่วยให้กล้ามเนื้อทำงานดีขึ้น ฯลฯ ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ปัจจุบันมีการค้นคว้าวิจัยถึงผลกระทบของชาที่มีต่อสุขภาพของมนุษย์มากขึ้น จึงทำให้มีการค้นพบชาที่เป็นประโยชน์มากมายหลายชนิดและ "ชารอยบอส" คือหนึ่งในชาที่มีคุณประโยชน์มากชนิดหนึ่ง ซึ่งประโยชน์ของชารอยบอสจะเกี่ยวเนื่องกับองค์ประกอบฟีนอลิกและการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระที่ชื่อว่า แอสพาราทิน (Aspalathin)

ด้วยเหตุนี้คณะผู้จัดทำจึงได้มีความสนใจถึงสารประกอบหลักในน้ำชา ซึ่งได้แก่ โพลีฟีนอล (Polyphenols) และสารแทนนิน โดยการเปรียบเทียบปริมาณสารดังกล่าว ในชารอยบอสกับชาเขียว เพื่อนำผลการทดลองที่ได้นั้นมาสรุปหาสามการที่คำนวณหาความเข้มข้นของปริมาณโพลีฟีนอลรวม เมื่อสกัดชาด้วยอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ และเปรียบเทียบปริมาณแทนนินระหว่างชาทั้ง 2 ชนิด

1.2 วัตถุประสงค์

1. หาปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดเปรียบเทียบระหว่างชารอยบอส ชาฮันนี่รอยบอส กับชาเขียว และหาสมการการสกัดปริมาณโพลีฟีนอลชาทั้งสองตัวอย่าง ที่อุณหภูมิ 70, 80 และ 90 องศาเซลเซียส
2. เปรียบเทียบปริมาณแทนนินระหว่างชารอยบอส ชาฮันนี่รอยบอสกับชาเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทรรศน์

2.1 ชา (Tea, Thea)

2.1.1 ลักษณะทั่วไปของชา

ชามีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Camellia sinesis* Ktze. ชื่ออื่นๆ เมี่ยง (ชื่อทางภาคเหนือ) , เต๊ (ชื่อจีน) , เต๊ล่า (ชื่อญี่ปุ่น) ชามาจากพืชตระกูล คาเมเลีย ไซเนนซิส ตระกูลเดี่ยวไม้ดอกคาเมเลีย มีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมในทวีปเอเชียโดยเฉพาะที่ราบสูงของประเทศจีนและประเทศอินเดีย โดยถือกันว่าชาที่มาจากแหล่งดังกล่าวเป็นชาที่มีคุณภาพดีที่สุดในโลก การปลูกไร่ชานั้นนิยมตัดต้นชาให้มีลักษณะเป็นพุ่มเตี้ยๆเพื่อให้เก็บยอดชาได้สะดวก ต้นชาจะสูงประมาณ 1.2-5 เมตร ใบเดี่ยวออกสลับกันใบกว้าง 3-5 เมตร ยาว 6-12 เมตร ใบหนาเหนียวเหมือนหนังรูปไข่ เส้นใบชัดเจนขอบใบหยักเล็กๆเหมือนฟันเลื่อย ใบเขียวตลอดปี ดอกเดี่ยวหรือเป็นกระจุก 2-3 ดอก หากปล่อยให้เจริญเติบโตเองในป่าจะให้ดอกใหญ่สีขาวส่งกลิ่นหอมในฤดูใบไม้ผลิ เมื่อดอกชาเจริญเติบโตเต็มที่จะให้ผลชาเป็น Capsule ที่ภายในมีเมล็ดเล็กๆ 1-3 เมล็ด เมล็ดชามีอายุสั้น ถ้าเก็บไว้เกิน 2 อาทิตย์จะเพาะไม่ขึ้น ในการแพร่พันธ์ ต้นชาต้องได้รับการผสมละอองเกสรกับต้นชาอื่นๆ เพื่อแลกเปลี่ยนยีนและโครโมโซมซึ่งกันและกัน เมื่อต้นชาใหม่เจริญงอกงามจะคงคุณลักษณะที่แข็งแรงบางส่วนของพ่อแม่ และด้วยวิถีเช่นนี้ต้นชาจึงเป็นพืชที่มีลักษณะเด่นเฉพาะตัวของมันเอง ต้นชาเจริญเติบโตได้ดีบนพื้นที่สูงมีอากาศเย็น มีความชื้นและอุณหภูมิพอเหมาะจึงจะให้ใบชาที่มีคุณภาพดี

การเก็บต้นชาที่ปลูกพอปีที่ 3 เริ่มเก็บใบได้บ้าง จะให้ผลผลิตเต็มที่เมื่อต้นชามีอายุ 5 ปีแล้วผลผลิตจะสูงสุดปีที่ 8 สามารถเก็บได้จนอายุได้ 50 ปี ส่วนต้นชาที่นำมาที่เป็นเครื่องดื่มจะอยู่ส่วนบนสุดของต้น อันเป็นตำแหน่งของการผลิใบอ่อนและการแตกหน่อ ใบที่ค่อนข้างอ่อนจนถึงใบแพสลาด เมล็ด ซึ่งเป็นส่วนที่มีคุณภาพดีที่สุด นั่นก็คือ ชาที่มีคุณภาพดีที่สุดคือชาใบอ่อนและตานั่นเอง ใบชาคุณภาพดีที่เหมาะมาทำชานั้นจะเด็ดเฉพาะตรงยอดที่เป็นหน่ออ่อนและใบอ่อน 2 ใบเท่านั้น ถ้าเด็ดใบที่แก่กว่านั้นเช่นใบที่ 3 ที่ 4 ลงไปจะถือเป็นใบชาที่คุณภาพด้อยลงไป ใบชาที่ 5-7 เป็นใบชั้นเลว การเก็บเว้นระยะ 7-10 วันต่อครั้ง ยิ่งเด็ดยอดชายิ่งแตกใบอ่อนมาขึ้นบางครั้งต้องช่วยเล็มกิ่งก้านทิ้ง เพื่อให้ชาผลิยอดใหม่อยู่ตลอดเวลา การเก็บชาไม่นิยมเก็บหมดทุกใบ เก็บบ้างเว้นบ้าง เชื่อกันว่าวิธีนี้จะได้ใบชาทีมีคุณภาพดี แต่ถ้าเก็บหมดทุกๆใบ ใบชาที่ได้จะมีคุณภาพต่ำกว่าชนิดที่เก็บบ้างเว้นบ้าง และเครื่องมือในการเก็บใบและหน่ออ่อนของชาที่ดีที่สุดก็คือมือของมนุษย์ ซึ่งปฏิบัติสืบต่อกันมาอย่างนี้เป็นเวลานับหลายพันปีแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ชนิดของชา

ชนิดของชาแบ่งได้เป็น 3 ชนิดใหญ่ ตามลักษณะการผลิตคือ ชาดำ ชาอู่หลงและชาเขียว ในแต่ละปีจะมีการผลิตชารวมกันทั่วโลกมากกว่า 2.75 เมตริกตัน ในจำนวนนี้เป็นการผลิตชาดำประมาณร้อยละ 73 ชาเขียวร้อยละ 23 และชาอื่นๆเพียงร้อยละ 4 ซึ่งชานั้นแบ่งออกเป็น 3 ชนิดตามลักษณะการผลิต คือ

2.1.2.1 ชาดำหรือชาฝรั่ง (Black tea) หรือ fully –fermented tea

ได้มาจากการนำใบชาที่เด็ดออกมาจากต้นแล้วมาทำให้เหี่ยวจนอ่อนนุ่มแล้วใช้เครื่องกลิ้งทับเป็นการนวดเพื่อปลดปล่อยเอนไซม์ที่ช่วยให้เกิดการหมักใบชา ซึ่งเป็นการทำให้เกิดออกซิเจนเติมลงในใบชา ไม่ใช่ออกซิเจนที่เกิดจากแบคทีเรีย แล้วนำไปหมักต่อให้ห้องหมัก ซึ่งจะต้องเกลี่ยใบชาออกเพื่อให้จะดูดซึมออกซิเจนได้มากและทั่วถึง ออกซิเจนจะทำปฏิกิริยากับแทนนินในใบชา ทำให้ใบชามีสีคล้ำ จึงเรียกว่า ชาดำ แล้วจึงนำไปอบให้ร้อนหรือตากแห้งเพื่อหยุดการเติมออกซิเจน ชาดำที่ทำในอินเดีย ซีลอนและอินโดนีเซีย แบ่งเกรดกันด้วยขนาดของใบชา บางทีมีการเติมแต่งกลิ่นต่างๆเช่น ดอกมะลิ ใบสะระแหน่ ส้มและเครื่องเทศประเภทต่างๆ ขณะหมักกลิ่นของใบชาจะระเหยจะถูกทำลายไปบ้าง ทำให้ชาดำมีกลิ่นหอมน้อยกว่าและมีรสชาติฝาดกว่าชาเขียวเพราะรสฝาดของแทนนินเพิ่มขึ้นแต่น้ำชาจะมีสีน้ำตาลสวย เนื่องจากใบชาจะผ่านกระบวนการออกซิเดชันทำให้ใบชาสูญเสียสารอาหารที่สำคัญไป คุณประโยชน์ในการป้องกันโรคของชาดำจึงไม่ดีเท่ากับชาเขียว

2.1.2.2 ชาแดงอู่หลง (Oolong tea) หรือ semi-fermented tea

เป็นใบชาถึงหมักที่เมื่อเด็ดออกมาจากต้นแล้ว จะนำไปนวดและผ่านกระบวนการหมักเพียงเล็กน้อย เพื่อให้ผิวภายนอกใบชาช้ำเท่านั้นแล้วจึงนำไปอบให้แห้ง สีของใบชาจึงออกแดงไม่มีสีดำเหมือนชาดำ มีกลิ่นหอมและรสชาติกลมกล่อมกว่าชาดำ สารอาหารและคุณประโยชน์ของชาแดงยังคงอยู่มากกว่าชาดำแต่ไม่ดีเท่าชาเขียว ส่วนใหญ่นิยมดื่มเปล่าๆแทนน้ำ

2.1.2.3 ชาเขียว (Green tea) หรือ non-fermented tea

ได้จากการนำใบชาที่เมื่อเด็ดออกมาจากต้นแล้วมาปล่อยทิ้งไว้เหี่ยวแล้วทับด้วยเครื่องเป็นการนวดและตากแห้งโดยไม่ต้องหมัก จะถูกนำไปอบแห้งทันทีเพื่อไม่ให้ใบชาเกิดกระบวนการออกซิเดชันซึ่งทำให้ใบชายังคงมีสีเขียวอยู่ กระบวนการผลิตชาเขียวที่ไม่ผ่านการหมักนี้เป็นเคล็ดลับที่สำคัญในการทำให้ชาเขียวมีความแตกต่างจากชาดำหรือชาแดง น้ำชาจากใบชาชนิดนี้จึงมีสีจางกว่าชาดำแต่จะมีกลิ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้ชาเขียวมีความแตกต่างจากชาดำหรือชาแดง น้ำชาจากใบชาชนิดนี้จึงมีสีจางกว่าชาดำแต่จะมีกลิ่นหอมของใบชามากกว่า เช่น ชาเขียวญี่ปุ่นซึ่งมีรสขมและสีอ่อน ทำนองเดียวกับชาจีน ให้สีเขียวอ่อนและรสผลไม้ผสม ใบม้วนคล้ายดินปืน ชาเขียวที่ดีที่สุดคือ ยังไฮซัน ไม่เพียงแต่สี กลิ่น หรือรสชาติเท่านั้น แต่ที่สำคัญยังคงมีสารอาหารสำคัญที่มีคุณประโยชน์ในการป้องกันและบำบัดโรคอยู่ ชาเขียวแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1. ชาเขียวจีน มีลักษณะพิเศษคือ ทำแห้งโดยการคั่วในกระทะร้อน

2. ชาเขียวจีน มีลักษณะพิเศษคือ ทำแห้งโดยการนึ่งด้วยไอน้ำ

จะเห็นได้ว่ากระบวนการผลิตจะแตกต่างกันที่กระบวนการหมัก จากการศึกษาพบว่า จากกระบวนการหมักที่แตกต่างกันนี้เองมีผลทำให้สารอาหารที่สำคัญที่อยู่ในชา เช่น ทำให้สารประกอบโพลีฟีนอลเปลี่ยนไปเป็นสารอื่น ทำให้ชาที่ผ่านกระบวนการหมักจะมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระลดน้อยลง กระบวนการหมักเกิดจากการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอล ออกซิเดส (Polyphenol oxidase) และเอนไซม์ย่อยไขมัน ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเปลี่ยนสารประกอบ โพลีฟีนอลไปเป็นสารที่มีชื่อว่า Theaflavin, Thearubingin ทำให้ชามีรสชาติและกลิ่นรสเข้มขึ้น แต่สมบัติในการต้านอนุมูลอิสระลดลง

ภาพที่ 1 ชนิดของชาแบ่งตามกระบวนการผลิต

ที่มา : http://www2.se-ed.net/2learn/vocation/CHA/karnmak.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ชารอยบอส (Rooibos tea)

รอยบอส (Rooibos) เป็นพืชในตระกูล *Aspalathus linearis* เป็นพืชพื้นเมืองของประเทศแอฟริกา เจริญเติบโตบริเวณเทือกเขาซีดาเบิร์ก(Cedarberg) ทางตะวันตกของแอฟริกาใต้

2.2.1 ลักษณะทางพฤกษาศาสตร์

ต้นรอยบอสเป็นไม้พุ่มประเภทออกฟัก ใบเลี้ยงเดี่ยว มีลักษณะของต้นแตกต่างกันขึ้นอยู่กับโครงสร้างและสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ บางชนิดจะเป็นไม้เลื้อยมีความสูงต่ำกว่า 30 ซม. ในขณะที่บางชนิดลำต้นจะตั้งตรงมีความสูงถึง 2 ม. ต้นรอยบอสที่ขึ้นตามธรรมชาติแล้วนำมาใช้ในการผลิตชานั้นจะเป็นชนิดสีแดง สีดำ สีเทา และสีน้ำตาลแดง ส่วนชนิดที่นำมาปลูกในเชิงการค้า คือ ชนิดสีแดง หรือชนิดร็อกแลนด์ (Rockland) โดยจะมีลักษณะลำต้นตั้งตรงสูงถึง 1.5 ม. ใบแหลมยาวประมาณ 10-40 มม. จะผลิดอกสีเหลืองในฤดูใบไม้ผลิจนถึงช่วงต้นฤดูร้อนและแต่ละดอกจะให้เมล็ดหนึ่งเมล็ดต่อหนึ่งดอก

2.2.2 การเพาะปลูก

รอยบอสสามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นดินเปรี้ยว หยาบกระด้าง ดินที่ขาดสารอาหาร และเจริญได้ในภูมิอากาศที่ร้อนและแห้งแล้ง รากของรอยบอสจะหยั่งลึกลงไปในดินถึง 2 ม. เพื่อหาความชื้นใต้ผิวในช่วงฤดูร้อนและช่วงที่แห้งแล้ง ในลักษณะเดียวกับพืชตระกูลออกฝักทั่วไป รากของรอยบอสจะมีปุ่มปมที่มีแบคทีเรียซึ่งสามารถเปลี่ยน ไนโตรเจนไดออกไซด์ ให้กลายเป็นสารประกอบแอมโมเนีย รวมเรียกกระบวนการนี้ว่า Nitrogen fixation ซึ่งจากความสามารถนี้ ทำให้รอยบอส สามารถเจริญในดินที่ขาดสารอาหารและไม่จำเป็นต้องเติมปุ๋ยที่มีธาตุอาหาร ไนโตรเจน

2.2.3 การเก็บเกี่ยว

การเก็บเกี่ยวใบและลำต้นของรอยบอสมักจะทำในฤดูร้อนซึ่งตรงกับช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคมในแอฟริกาใต้ พืชจะถูกตัดออก 30 ซม. จากพื้นดิน แล้วนำมาผ่านกระบวนการผลิต 2 กระบวนการที่แตกต่างกันคือวิธีที่นำใบและลำต้นสดมาบดให้ละเอียดหรือหมัก และวิธีที่นำใบและลำต้นสดมาทำให้แห้งทันทีเพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน วิธีการหมักชาในปัจจุบันยังใช้วิธีการเดียวกับการหมักชาในอดีตรวมถึงการทำแห้งโดยใช้แสงอาทิตย์ แต่เครื่องมือที่ใช้มีความสลับซับซ้อนมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 ชนิดของชารอยบอส

เช่นเดียวกันกับชาทั่วไป ชนิดของชารอยบอสจะแบ่งออกตามกระบวนการผลิต ซึ่งก็คือ ชารอยบอสชนิดหมัก ชารอยบอสกึ่งหมักและชารอยบอสไม่หมัก

2.2.4.1. ชารอยบอสไม่หมัก

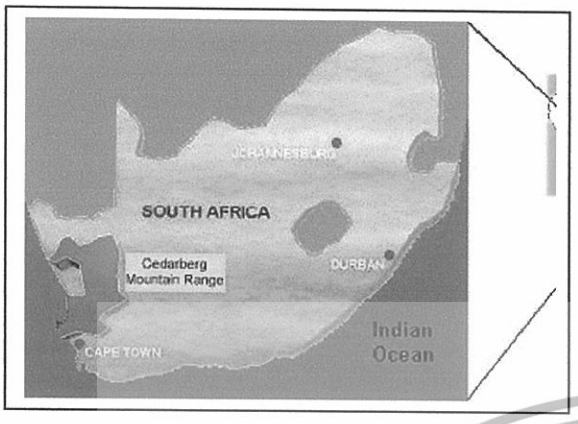
เนื่องจากเป็นชาที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการหมัก ใบชาที่ได้จึงยังมีสีเขียวอยู่จึงเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า "Green rooibos" และจากการที่ไม่ผ่านกระบวนการหมักนี้ทำให้แอสพาลาติน (Aspalathin) ซึ่งเป็นฟลาโวนอยด์หลักในชารอยบอสหลงเหลืออยู่ในปริมาณมาก โดยแอสพาลาตินเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพสูงและในทางธรรมชาติจะพบแอสพาลาตินจากรอยบอสเท่านั้น

2.2.4.2. ชารอยบอสหมัก

ชารอยบอสที่ผ่านกระบวนการหมักจะเรียกว่า ชาแดง เนื่องจากกระบวนการหมักจะทำให้ชาเกิดสีส้มหรือสีแดง และแอสพาลาตินที่หลงเหลืออยู่ในชารอยบอสหมักจะมีปริมาณน้อยกว่า 7 % ของแอสพาลาตินในชารอยบอสไม่หมัก เนื่องกระบวนการหมักจะทำให้แอสพาลาตินเปลี่ยนโครงสร้างกลายเป็นฟลาโวโนนและสารประกอบโพลีเมอร์ลิกที่ไม่ปรากฏชัดเจน

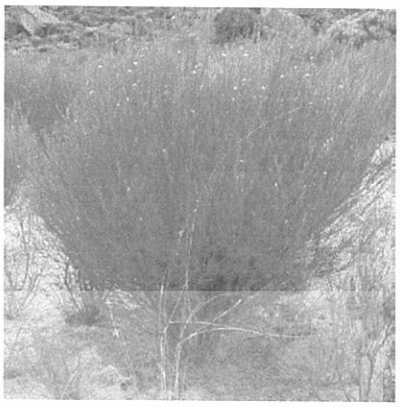
ลักษณะเฉพาะของชารอยบอส คือ มีปริมาณแทนนินต่ำและปราศจากคาเฟอีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 บริเวณที่ปลูกชารอยบอส

ที่มา : www.asnapp.org/resource/plntlist.html



ภาพที่ 3 ต้นชารอยบอส

ที่มา : www.montegotea.com

ภาพที่ 4 ลักษณะของดอกรอยบอส ที่มา : http://www.yerbamate.com

ภาพที่ 5 ลักษณะรากของรอยบอส ที่มา : www.asnapp.org/resource/plntlist.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 สารประกอบสำคัญในชา

2.3.1 สารประกอบโพลีฟีนอล

เป็นสารกลุ่ม Secondary metabolite ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ในกระบวนการเจริญเติบโตและการขยายพันธ์ของพืชแต่ละชนิด ดังนั้นรูปแบบของสารประกอบโพลีฟีนอลในพืชแต่ละชนิดจึงมีความแตกต่างกันออกไป ในปัจจุบันพอว่ามีสารประกอบฟีนอลที่ทราบโครงสร้างแน่นอนแล้วประมาณ 8,000 ชนิด ตั้งแต่กลุ่มที่มีโครงสร้างอย่างง่าย เช่น กรดฟีนอลิก (Phenolic acid) ไปจนถึงกลุ่มที่มีโครงสร้างเป็นโพลีเมอร์ เช่น แทนนิน (Tannin)

สารประกอบฟีนอลสามารถพบได้ในอาหารและเครื่องดื่มที่ได้มาจากพืช เช่น ผัก ผลไม้ ธัญพืชต่างๆ ชา ไวน์ เบียร์ เป็นต้น แต่จะพบในปริมาณที่แตกต่างกันออกไปในพืชต่างชนิดกันหรือแม้แต่พืชชนิดเดียวกันแต่มาจากสถานที่ผลิตแตกต่างกัน เนื่องจากการสร้างสารประกอบฟีนอลของพืชจะมีทั้งปัจจัยทางด้านพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง นอกจากนี้ยังพบว่า วิธีการเพาะปลูก ระดับการสุก กระบวนการแปรรูปหรือแม้แต่วิธีการเก็บรักษาก็ล้วนมีผลต่อปริมาณสารฟีนอลทั้งสิ้น

สารประกอบฟีนอลมีบทบาททั้งต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณค่าทางโภชนาการของอาหารจากพืช เนื่องจากเป็นสารประกอบที่มีรสฝาดและขม และมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในระหว่างกระบวนการแปรรูปและกระบวนการเก็บรักษา โดยจะทำให้อาหารเกิดสีน้ำตาล เกิดการพัฒนากลิ่น และสูญเสียสารอาหารบางชนิดได้ ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้อาจเป็นสิ่งที่ต้องการในบางกรณี เช่น การผลิตชาหรือโกโก้ แต่อาจเป็นลักษณะที่ไม่ต้องการในบางกรณี เช่น การแปรรูปผักและผลไม้ เป็นต้น

สารประกอบฟีนอลแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ฟลาโวนอยด์และนอนฟลาโวนอยด์ (โดยในที่นี้จะขอกล่าวรายละเอียดเฉพาะสารฟลาโวนอยด์)

2.3.1.1 ฟลาโวนอยด์ (Flavonoid)

เป็นสารประกอบฟีนอลที่กำลังได้รับความสนใจมากที่สุดในขณะนี้ จัดเป็นกลุ่มของสารประกอบฟีนอลที่ถูกพบมากที่สุดในบรรดาสารประกอบฟีนอลจากพืชทั้งหมด เนื่องจากมีการค้นพบสารฟลาโวนอยด์แล้วมากกว่า 5,000 ชนิด โดยโครงสร้างพื้นฐานมีลักษณะเป็นแบบDiphenylpropanes (C_6-C_3-C_6) ประกอบด้วยวงแหวน 2 วงที่เชื่อมกันด้วยคาร์บอนสามอะตอมซึ่งมักจะอยู่ในลักษณะของ Oxygenated heterocycle และมีระบบที่ใช้ในการระบุตำแหน่งของคาร์บอนในโมเลกุลของฟลาโวนอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

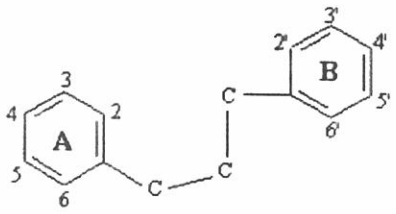
สารประกอบฟลาโวนอยด์อาจเรียกว่า plant pigments ก็ได้ ที่พบอยู่ในต้นพืชมักเกิดอยู่ในลักษณะ combined form หรือ protected form เนื่องจากว่าฟลาโวนอยด์ส่วนมากจะเป็นพวกสารประกอบฟีนอล ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าสารประกอบฟีนอลจะมีความเป็นพิษต่อเซลล์ที่มีชีวิตทั้งหลาย ฉะนั้น protected form ที่พบบ่อยๆ โดยทั่วไปในลักษณะอนุพันธุ์ไกลโคไซด์โดยอยู่ในส่วนของ aglycone ในโมเลกุลของไกลโคไซด์ ซึ่งละลายน้ำได้ดีขึ้น เรามักพบว่ามีฟลาโวนอยด์ไกลโคไซด์เกิดอยู่ในส่วนของ cell vacuole เป็นส่วนใหญ่ของ protected form อีกลักษณะหนึ่งคือการเกิดอยู่ในสภาพที่ถูก methylation ถ้าเป็นฟลาโวนอยด์ลักษณะนี้จะละลายในน้ำได้ไม่ดีจึงมักพบว่ามีการสะสมอยู่ในส่วนของไซโตพลาสซึมของเซลล์

2.3.1.1.1 คาเตชิน

เป็นสารประกอบฟลาโวนอยด์ที่คล้ายคลึงกับสารประกอบ leucoanthocyanidinsคือไม่มีสีพบได้ทั่วไปในพืชชั้นสูงทั้งหลายโดยเฉพาะไม้ยืนต้น มักพบอยู่ในส่วนเนื้อไม้มากอาจพบอยู่ในส่วนของใบด้วย สารประกอบคาเตชินถือว่าเป็น precursor อีกชนิดหนึ่งของการชีวสังเคราะห์พวกแทนนินชนิด condenser tannins เช่นเดียวกับสารประกอบ leucoanthocyanidins โครงสร้างทางเคมีจะเกิดจากนิวเคลียสของ benzo- γ - pyrone ตรงตำแหน่งคาร์บอนิล (ตำแหน่งที่ 4) ถูกรีดิวซ์ไปเป็นธาตุไฮโดรเจนจึงเรียกชื่ออีกอย่างว่า flavan-3-ol และมีสูตรโครงสร้างพื้นฐานหลักคือ

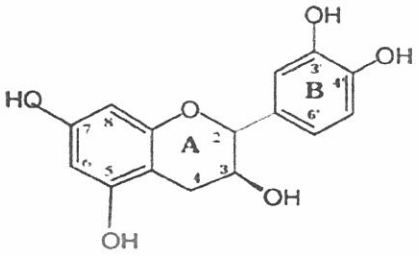
สารประกอบคาเตชินที่พบว่าเป็นสารประกอบหลักในชาเขียว มี 4 ชนิด คือ อีพิคาเตชิน (epicatechin:EC) อีพิคาเตชินแกลเลต (epicatechingallate:ECG) อีพิแกลโลคาเตชิน (epigallocatechin:EGC) อีพิแกลโลคาเตชินแกลเลต(epigallocatechingallate:EGCG) สาร EGCG เป็นสารที่พบในปริมาณมากที่สุดคือ ประมาณ 40 % ของสารโพลีฟีนอลทั้งหมด ส่วนชาดำนั้นหลังจากผ่านกระบวนการหมักแล้ว สารจำพวกคาเตชินบางส่วนจะถูกเปลี่ยนเป็น theaflavin และ thearubigins ซึ่งเป็นสาร โพลีเมอร์ของสารโพบีฟีโนลิก แต่ก็ยังคงมีคุณสมบัติของการเป็นโพลีฟีนอลอยู่ น้ำชาที่ได้จากชาดำจึงมักประกอบด้วยคาเตชิน 3-10 % theaflavin 3-6 % thearubigins 12-18 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



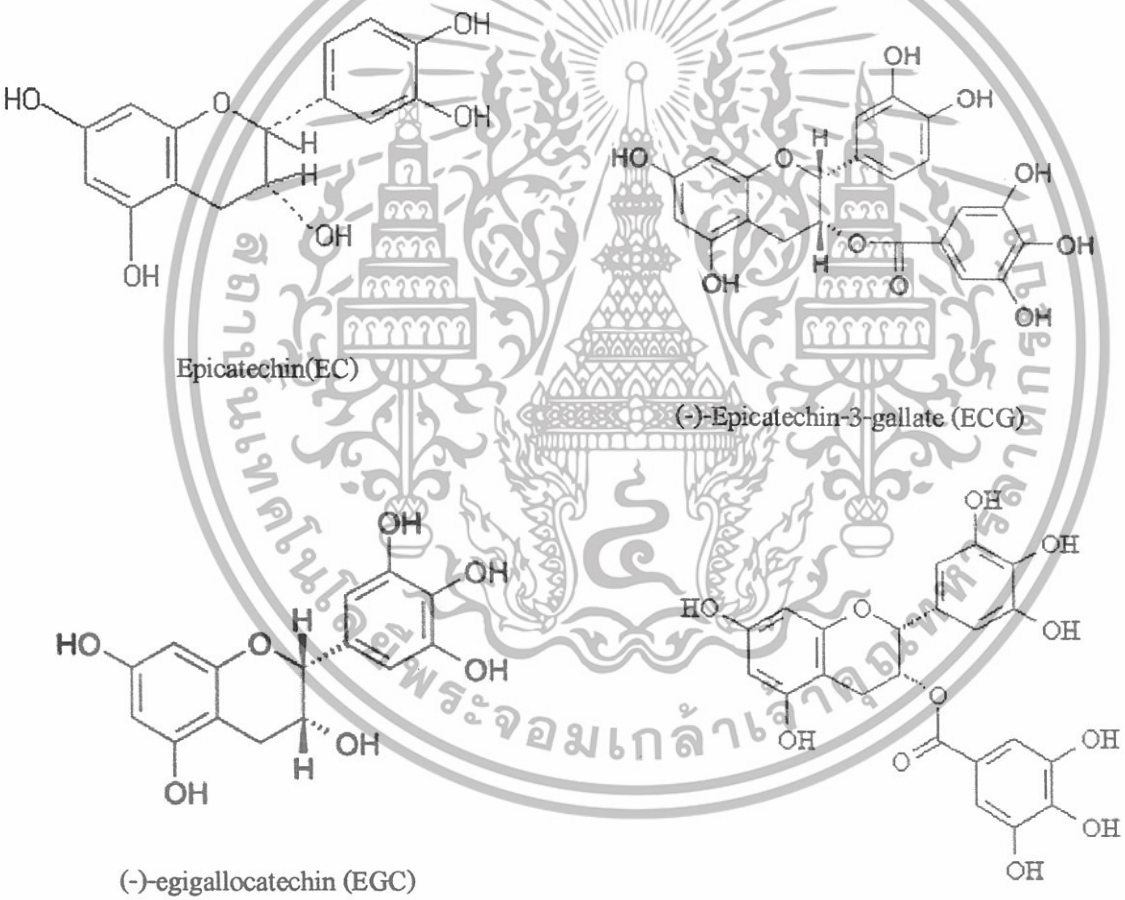
ภาพที่ 6 โครงสร้างของฟลาโวนอยด์

ที่มา : http://www.mobot.orgl



ภาพที่ 7 ลักษณะโครงสร้างพื้นฐานคาเตชิน

ที่มา : www.alexis-corp.com



Epicatechin(EC)

(-)-Epicatechin-3-gallate (ECG)

(-)-egigallocatechin (EGC)

Epigallocatechingallate (EGCG)

ภาพที่ 8 ลักษณะโครงสร้างสารประกอบคาเตชินที่เป็นสารประกอบหลักในชาเขียว

ที่มา : www.diabeticbar.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 สารประกอบสำคัญในชารอยบอส

ฟลาโวนอยด์ในชารอยบอสจะประกอบไปด้วย Monomeric flavonoid ได้แก่ แอสพาลาติน (Aspalathin) โนโทฟาจิน (Nothofagin) เควอร์ซีติน (Quercetin) รูติน (Rutin) ไอโซเควอร์ซิตริน (Isoquercitrin) โอเรียนติน (Orientin) ไอโซโอเรียนติน (isoorientin) ลูทีโอลิน (Luteolin) วีเท็กซิน (Vitexin) ไอโซวีเท็กซิน (Isovitexin) และไคลโซรีออล (Chrysoeriol) ณ. ปัจจุบันจะพบแอสพาลาทินทางธรรมชาติจากรอยบอสเท่านั้น โนโทฟาจินมีโครงสร้างคล้ายคลึงกับแอสพาลาทินมาก และนอกจากจะพบโนโทฟาจินในรอสบอสแล้วยังพบได้ในแก่นใจกลางไม้ของต้น Red bush ซึ่งเป็นไม้พื้นเมืองในประเทศนิวซีแลนด์

ผลของการวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดที่มีอยู่ในชารอยบอสที่ผ่านกระบวนการหมักยกเว้นโนโทฟาจิน แสดงอยู่ในตารางที่ 2 ไม่สามารถหาปริมาณโนโทฟาจินโดยใช้ mass spectrometry ได้เนื่องจากไม่สามารถหาสารมาตรฐานได้ ดังนั้นจึงหาปริมาณโนโทฟาจินจากประมาณโดยปริมาณโนโทฟาจินทั้งในชารอยบอสที่มาผ่านกระบวนการหมักและชารอยบอสที่ผ่านกระบวนการหมักจะมีปริมารโนโทฟาจินน้อยกว่าแอสฟาราทิน 3 เท่า แอสพาราทินและโนโทฟาจินมีปริมาณมากในชาที่ไม่ผ่านกระบวนการหมักบางส่วนจะถูกออกซิไดส์ไปเป็นสารอื่นในระหว่างกระบวนการหมัก ดังนั้นในชาที่ผ่านกระบวนการหมักจึงประกอบไปด้วยแอสพาราทินและโนโทฟาจินน้อยกว่าชาที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการหมัก การเปลี่ยนโครงสร้างโพลีฟีนอลคือเหตุผลที่สีของชาที่ผ่านกระบวนการหมักเปลี่ยนไป

2.3.2.1 กรดฟีโนลิก (Phenolic acid)

เช่นเดียวกันกับฟลาโวนอยด์ชารอยบอสยังประกอบไปด้วยกรดฟีโนลิก ซึ่งมีประสิทธิภาพในการเป็นสารแอนติออกซิแดนท์ได้เหมือนฟลาโวนอยด์ กรดฟีโนลิกเป็นสารประกอบโพลีฟีนอลซึ่งพบได้ทั่วไปในผัก ผลไม้ และธัญพืช กรดฟีโนลิกที่พบในชารอยบอสประกอบไปด้วย กรดคาเฟอิก (Caffeic acid) โฟโตคาเตชูอิก (Photocatechuic acid) กรดวานิลลิก (Vanillic acid) *p*-hydroxybenzoic acid และ *p*-coumaric acid จากการวิเคราะห์โดยใช้วิธี DPPH พบว่ากรดคาเฟอิกเป็นสารแอนติออกซิแดนท์ที่มีศักยภาพภาพสูงที่สุดเมื่อเทียบกับ เควอร์ซีติน ไอโซเควอร์ซีติน และ แอสพาลาติน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.2 ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด

ถึงแม้ว่าจะมีการอ้างอิงว่าปริมาณโพลีฟีนอลในชารอยบอสจะมีน้อยกว่าในชาเขียวและชาดำ โดยใช้ปริมาณในการเปรียบเทียบประมาร 150 มล.ถึง 200 มล. Joubert (2002) รายงานว่าในชารอยบอส 150 มล.ถึง 200 มล. มีปริมาณโพลีฟีนอลมากถึง 60-80 มก. ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ เวลาที่ใช้ในการชงชาและปริมาณของใบชาที่ใช้ ในการศึกษาหนึ่งพบว่าการชงชาดำใช้เวลา 1-3 นาที ที่ปริมาณใบชา 1 ก. ต่อน้ำ 100 มล. ได้ผลการทดลองว่าชาดำมีปริมาณโพลีฟีนอล 128-199 มก.ต่อชาดำ 200มล. แต่เนื่องจากชนิดของโพลีฟีนอลที่พบในชารอยบอสแตกต่างจากชนิดของโพลีฟีนอลที่พบในชาเขียวและชาดำ ดังนั้นจึงไม่สามารถนำประโยชนทางด้านสุขภาพมาเปรียบเทียบกันได้โดยใช้ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดเป็นปัจจัยเดียวในการเปรียบเทียบ ถึงแม้ว่าในชารอยบอสไม่ได้ประกอบด้วย epigallocatechin gallate (EGCG) เช่นเดียวกับชาเขียว แต่โพลีฟีนอลหลายชนิดในรอยบอสก็เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพสูง

2.3.2.3 แอสพาลาตินและโนโทฟาจิน

แอสพาลาตินเป็นโพลีฟีนอลที่มีลักษณะเฉพาะตัวเป็น monomeric flavonoid ที่มีปริมาณมากในชารอยบอส แต่ยังไม่ได้มีการศึกษาถึงคุณสมบัติมากเท่าเควอร์ซิตินและลูทีโอลิน โนโทฟาจินมีโครงสร้างคล้ายคลึงกับแอสพาลาตินและอาจจะมีคุณสมบัติคล้ายแอสพาลาติน

Joubert (2002) ได้ทำการศึกษาพบว่า การหาปริมาณของแอสพาลาตินเปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระตัวอื่นด้วยวิธีการกำจัดอนุมูลของ DPPH (DPPH radical scavenging method) จากการทดลองศึกษาถึงความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของฟลาโวนอยด์และกรดฟีนอลิกหลายชนิดที่พบในชารอยบอส และเปรียบเทียบสารเหล่านี้กับสารอ้างอิงมาตรฐาน เช่น วิตามินอี (alpha-tocopheral) ผลของการกำจัดอนุมูล DPPH แสดงผลตามตารางที่ 3

สารฟลาโวนอยด์ทุกตัวที่ทำการทดลองนั้นแสดงความสามารถในการเป็นตัวให้ไฮโดรเจนกับ DPPH ได้ดี ยกเว้นวิเท็กซินที่มีค่าร้อยละของการยับยั้ง DPPH เพียงร้อยละ 7.26 ที่อัตราส่วนของสารต้านอนุมูลอิสระกับ DPPH 0.5 โมล เท่านั้น นอกจากนี้ในปริมาณการบริโภคที่เท่ากันในใบชาที่ไม่ผ่านกระบวนการหมักจะมีปริมาณของแอสพาลาตินและโนโทฟาจินมากกว่าใบชาที่ผ่านกระบวนการหมักแล้ว เนื่องจากส่วนหนึ่งของสารฟลาโวนอยด์จะออกซิไดส์กลายเป็นสารประกอบอื่นระหว่างกระบวนการหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1: Flavonoids in Aqueous Extract of Fermented Rooibos (mg/g +/- SD)

Flavanoid	(mg/g +/- SD)
isoorientin	0.833 +/- 0.007
orientin	1.003 +/- 0.010
aspalathin	1.234 +/- 0.010
vitexin	0.330 +/- 0.002
rutin	1.269 +/- 0.006
isovitexin	0.265 +/- 0.002
isoquercitrin and hyperoside	0.429 +/- 0.002
luteolin	0.029 +/- 0.001
quercetin	0.107 +/- 0.002
chrysoeriol	0.022 +/- 0.001
total	5.521 +/- 0.003

Note: The extracts were prepared using 1 g of rooibos in 60 ml of hot distilled water, steeped for 10 minutes. After removal of the tea leaves, the solution was cooled and filtered. The table gives the amounts of flavonoids in mg per g of extract.

Source: Bramati L, Minoggio M, Gardana C, Simonetti P, Mauri P, Pietta P. Quantitative characterization of flavonoid compounds in Rooibos tea (Aspalathus linearis) by LC-UV/DAD. *J Agric Food Chem* 2002 Sep 25;50(20):5513-9.

ตารางที่ 1 ปริมาณฟลาโวนอยด์ที่สกัดได้จากชารอยบอสไม่หมัก

ที่มา : Bramati *et al.* (2002)

ฟลาโวนอยด์และกรดฟีนอลิก	% inhibition DPPH
เควอซิติน	98.27
ไอโซเควอซิตริน	91.99
แอสพาลาติน	91.74
รูติน	91.18
ลูทีโอติน	90.85
วิตามินอี	75.1

ตารางที่ 2 ร้อยละของการยับยั้งอนุมูล DPPH ของสารต้านอนุมูลอิสระในชารอยบอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 แทนนิน

สารประกอบพวกแทนนิน (Tannin) เป็นกลุ่มของสารในพวกโพลีฟีนอล (Polyphenol) ซึ่งสามารถทำให้โปรตีนตกตะกอนได้ และมนุษย์รู้จักใช้ประโยชน์ของสารนี้มากกว่า 2,000 ปี ในการฟอกหนัง โดยซีกวิน (Seguin) เป็นผู้บัญญัติคำว่า " แทนนิน " ในปีค.ศ. 1796 เพื่อใช้เรียกสารที่ได้จากพืชเพื่อการฟอกหนังสัตว์

ต่อมาคำว่าแทนนินได้ถูกนำไปใช้เรียกพวกโพลีฟีนอลต่าง ๆ ซึ่งไม่มีสมบัติในการตกตะกอนพวกโปรตีน เพื่อไม่ให้เกิดการสับสน จึงได้มีการให้คำจำกัดความของแทนนินว่า " แทนนิน คือ สารประกอบฟีนอลิคใด ๆ ที่มีน้ำหนักโมเลกุลมากพอและมีหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyls) และหมู่อื่นๆ ที่เหมาะสม เช่น หมู่คาร์บอนิล (carbonyls) มากพอที่จะเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับโปรตีน และสารโมเลกุลใหญ่อื่น ๆ ได้อย่างแข็งแรง ภายใต้สภาวะแวดล้อมขณะศึกษานั้น " (Horvath ,1981)

แทนนินเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่สำคัญของใบชาซึ่งเป็นสารประกอบเชิงซ้อนฟีนอลิก (complex phenolic compound) ประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจน มีรูปผลึกไม่แน่นอนและไม่สามารถตกผลึกได้ มีลักษณะเฉพาะตัว มีรสฝาด และสามารถตกตะกอนได้ด้วยเจลาตินและสารอื่นๆบางชนิด เป็นสารประกอบจำพวกโพลีฟีนอล ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของกรดแกลลิคและคาเตชิน แทนนินของใบชาที่เก็บจากต้นชาใหม่ๆประกอบด้วยสารประกอบ 5 ชนิด คือ อีพิแกลโลคาเตชินแกลเลต อีพิแกลโลคาเตชิน อีพิคาเตชินแกลเลต อีพิคาเตชิน แกลเลตคาเตชินและคาเตชิน ในสัดส่วนที่แตกต่างกันตามแหล่งที่ปลูก กลุ่มของสารประกอบที่ได้มาจากส่วนต่างๆของพืช เช่น เปลือก ใบ ผล เปลือกผล ซึ่งมีคุณสมบัติละลายได้ดีในน้ำ สามารถรวมตัวกับโปรตีนในหนังสัตว์

2.3.3.1 โครงสร้างทางเคมี

แทนนิน เป็นสารประกอบเชิงซ้อนฟีนอลิค (complex phenolic compound) ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของกรดแกลลิค (gallic acid) และคาเทชิน (catechin) ประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจน มีสูตรทางเคมีโดยประมาณว่า $C_{76}H_{52}O_{46}$ และมีหมู่ฟีนอลิคไฮดรอกซีอิสระ (free phenolic hydroxy) อยู่จำนวนหนึ่ง (1 – 2 ต่อ 100 หน่วยน้ำหนักโมเลกุล) ที่สามารถเกิดการเชื่อมโยงได้กับสารโปรตีนและไบโอโพลิเมอร์ (biopolymer) เช่น เซลลูโลส (cellulose) และเพคติน (pectin) ได้สารโมเลกุลใหม่ที่มีคุณสมบัติคงตัว และยากที่จะสกัดออกมาได้อย่างบริสุทธิ์ การแบ่งชนิดของแทนนินขึ้นอยู่กับส่วนประกอบ โครงสร้างของโมเลกุล การแยกและการละลายด้วยน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(hydrolysis) ด้วยความร้อน กรด ด่าง เอนไซม์ และเชื้อราต่างๆ ดังนั้น เราจึงสามารถแบ่งแทนนินออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.3.3.1.1 ไฮโดรไลซ์เซเบิลแทนนิน (Hydrolyzable tannin / HTs)

คือ แทนนินที่มีโครงสร้างเป็นสารประกอบโพลีที่ซับซ้อน ซึ่งสามารถสลายตัวได้ง่ายเมื่อทำการแยกสลายด้วยน้ำ แทนนินชนิดนี้เป็นเอสเทอร์ระหว่างน้ำตาล 1 โมเลกุล กับกรดโพลีคาร์บอกซิลิก (polycarboxilic acid) เช่น กรดแกลลิค (ได้เป็น แกลโลแทนนิน (gallotannins)) กรดแอลลาจิค (ellagic acid) (ได้เป็น แอลลาจิคแทนนิน (ellagitannins)) เป็นต้น อีก 1 หรือมากกว่า 1 โมเลกุล น้ำตาลส่วนใหญ่ที่มักพบเป็นน้ำตาลกลูโคส (polyol , D-glucose) เกิดการเชื่อมโยงแบบเดปไซด์ (depside linkage) ทำให้แทนนินสามารถถูกไฮโดรไลซ์ได้ง่ายด้วยกรด ด่าง และ เอนไซม์บางชนิด แทนนินชนิดนี้มักจะพบในพืชได้ในปริมาณน้อย และไฮโดรไลซ์เซเบิลแทนนินนี้ ยังสามารถแบ่งออกได้ 2 ชนิดคือ

1. แกลโลแทนนิน

มีโครงสร้างของโมเลกุลประกอบด้วยกรดแกลลิค (3, 4, 5- hydroxybenzoic) ตั้งแต่ 2 โมเลกุลขึ้นไป เชื่อมต่อกันกับน้ำตาลกลูโคส

- แต่ละโมเลกุลจะประกอบด้วย น้ำตาลกลูโคส (D-glucose) อยู่กลางโมเลกุล และมีกรดแกลลิคหรือแกลลอล (galloyl) ล้อมรอบ 6 – 9 โมเลกุล
- ในธรรมชาติมีโมโนแกลลอล และไดแกลลอลเอสเทอร์ของกลูโคสอยู่มากมาย ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 900 แต่ยังไม่นับว่าเป็นแทนนิน เนื่องจากแทนนินนั้นต้องมีอย่างน้อย 3 หมู่ไฮดรอกซีของกลูโคสที่เกิดปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน เพื่อให้เกิดเป็นพันธะที่แข็งแรงเพียงพอ จึงจะจัดเป็นแทนนิน
- แหล่งของแกลโลแทนนินที่ดีที่สุดนั้นจะได้มาจากกรดแทนนิค (Tannic acid) ซึ่งได้มาจากน้ำดีในกิ่งไม้ของต้น Rhus semialata ที่มีโครงสร้างเป็น เพนตะแกลลอลดีกลูโคส (penta galloyl - D - glucose) อยู่กลางโมเลกุล โดยแต่ละโมเลกุลจะมี แกลลอลต่ออยู่ 5 ตัว หรือมากกว่านั้น
- ตัวอย่างของแทนนินชนิดนี้ได้แก่ Glucogallin พบในต้นชาจีน 3,6- digalloyl glucose ในลูกสมอ 1,3,6 – trigalloyl glucose acertannin ในใบของเมเปิล และเปลือกของต้นโอ๊ค

2. เอลลาจิคแทนนิน (Ellagitannin) โครงสร้างของโมเลกุลประกอบด้วยกรดเฮกซะไฮดรอกซีไดฟีนิค (hexahydroxydiphenic acid) (ซึ่งต่อมาจะเกิดการคืนน้ำออกตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธรรมชาติกลายเป็นแลคโตน (lactone form) และกรดแอลลาจิค) และน้ำตาลกลูโคส เชื่อมต่อกันด้วยพันธะเอสเทอร์

- มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 2,000 – 5,000
- ตัวอย่างของแทนนินชนิดนี้ได้แก่ คอริจิน (corigin) พบในลูกสมอ

2.3.3.1.2 โพรแอนโทไซยานิดิน (Condense tannin, Proanthocyanidins / PAs)

คือ แทนนินชนิดรวมตัวกันแน่น เป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างของโมเลกุลที่ซับซ้อนมาก จัดอยู่ในประเภท โพลิเมอริกโพลีฟีนอล (Polymeric polyphenols) ที่มีน้ำหนักโมเลกุลตั้งแต่ 500 – 3,000 ขึ้นไป ถูกย่อยสลายได้ยาก ประกอบด้วยโพลีไฮดริกฟีนอล (Polyhydric phenols) ซึ่งเชื่อมกันเป็นโมเลกุลใหญ่ด้วย C-5 linkage ไม่สามารถไฮโดรไลซ์ด้วยกรดหรือด่าง แต่ละลายได้ดีในน้ำร้อน แอลกอฮอล์ และอะซีโตน พบได้มากกว่าไฮโดรไลซ์เซเบิลแทนนิน และพบมากในพืชชั้นสูงกว่าพืชที่เป็นไฮโดรไลซ์เซเบิลแทนนิน คอนเดนซ์แทนนินทุกตัวถูกสร้างขึ้นมาจากสารตั้งต้น (precuser) คือ คาเทชิน (catechin) เป็นโครงสร้างหลัก โดยจะรวมตัวกับกรดหรือสารอินทรีย์ต่างๆ ทำให้น้ำหนักโมเลกุลสูงขึ้น เมื่อนำคอนเดนซ์แทนนินไปไฮโดรไลซ์กับกรดจะเกิดโพลิเมอไรซ์เซชั่น (Polymerlization) ได้ตะกอนสีแดง เรียกแทนนินชนิดนี้ว่าแทนนินเรด (tannin red) แทนนินชนิดนี้ได้แก่ 3- galloyl catechin พบในใบชา, leucoanthocyanin พบในผลไม้สุก

2.3.3.2 ประโยชน์ของแทนนิน

โดยส่วนมากแล้ว แทนนินเป็นสารที่ไม่ก่อให้ประโยชน์ต่อมนุษย์มากนักในแง่ของการบริโภค มนุษย์จึงนำแทนนินไปใช้ประโยชน์ในด้านของอุตสาหกรรม เช่น การฟอกหนัง การแปรรูปอาหาร เป็นต้น และนอกจากนี้ มนุษย์ยังนำคุณสมบัติบางประการของแทนนินมาประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์ได้อีกด้วย ส่วนประโยชน์ของแทนนินในแง่ของการบริโภคนั้นมักพบกับสัตว์ประเภทเคี้ยวเอื้อง

2.3.3.2.1 ประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมอาหาร

1. การเปลี่ยนสีในอาหาร

ปฏิกิริยาของแทนนินในอาหารนั้นเกิดจากปฏิกิริยาการรวมตัวระหว่างแทนนินในอาหารกับเหล็ก ทำให้ได้สารประกอบเชิงซ้อนเหล็กแทนเนท มีลักษณะเป็นจุดรอยด่างสีเขียวคล้ำบนผิวหน้าอาหาร การเปลี่ยนแปลงสีในอาหารจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วย ปฏิกิริยาดังกล่าวพบในอาหารหลายชนิด เช่น ชานม ช็อกโกแลต กาแฟ และไอศกรีม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อนำชา กาแฟ มาชงในน้ำกระด้าง พบว่าเกิดเป็นตะกอนสีน้ำตาลลอยอยู่บนผิวหน้าของของเหลว และถ้าเป็นชาเย็น จะเห็นการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนมาก การเปลี่ยนแปลงนั้นเกิดจาก ปฏิกิริยาของโลหะแคลเซียม แมกนีเซียม จากน้ำกระด้าง เกิดปฏิกิริยากับแทนนินในชา กาแฟ และถ้ามีโลหะเหล็กมาก ยิ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงชัดเจนมากขึ้น (ในรูปสารประกอบเชิงซ้อน) สีจะเข้มคล้ำกว่าเดิม (Meyer, 1961)

2. ก่อให้เกิดการตกตะกอนในไวน์ น้ำผลไม้ และผลิตภัณฑ์อื่นๆ

ความสามารถของแทนนินในการรวมตัวเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับโปรตีนที่พบในอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์และไม่มีแอลกอฮอล์ เช่น ไวน์น้ำผลไม้ เครื่องดื่มและผลิตภัณฑ์อื่นๆ อาศัยหลักการนี้ในการทำให้เครื่องดื่มบางชนิด เช่นไวน์น้ำผลไม้ที่ได้นั้นใสขึ้นกว่าเดิม โดยทั่วไปการเติมสารเคมีโปรตีนบางชนิด เช่น การเติมเจลาตินลงในน้ำผลไม้ เจลาตินสามารถรวมตัวกับแทนนินที่มีอยู่ในน้ำผลไม้แล้วเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่ไม่ละลายน้ำในรูปของตะกอนพร้อมกับดึงเอาตะกอนและสารประกอบอื่นๆ ลงมา ทำให้สีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงได้ และช่วยให้น้ำผลไม้ใสขึ้น เนื่องจากปริมาณแทนนินในผลิตภัณฑ์ลดลง (Van Buren และ Robinson, 1969)

3. ใช้เป็นสารตกตะกอนโปรตีนและจับกับอิออนของโลหะในอุตสาหกรรมเบียร์ ไวน์ และ สาเก

ในกรณีนี้มีตัวกลางบางชนิดที่มีความสามารถในการตรึงโปรตีนและจับกับอิออนของโลหะบางชนิด เช่น aminohexyl cellulose ในการทดลองกับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มบางชนิด เช่น ไวน์ เบียร์ และสาเก การทดลองพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่มีผลต่อรสชาติที่ได้ (Chibata ,1987)

4. ใช้เป็นสารเคลือบอาหารบางชนิด

ในกรณีนี้มีสารบางชนิด เช่น เจลาติน กัมธรรมชาติที่ได้จากการสังเคราะห์โปรตีนวัว โปรตีนนม (โดยเฉพาะเคซีน) โดยทำปฏิกิริยากับแทนนินที่มีอยู่ในอาหารได้เป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่สามารถเคลือบอาหารบางชนิด ทำให้มีอายุการเก็บนานขึ้น เช่น การเก็บรักษาเนื้อ สารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นจากแทนนินและเจลาตินสามารถรวมตัวกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
97125

เป็นผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนื้อ (Meat analogue) และอาหารจำพวกหมากฝรั่งที่มีความเหนียว (Payne, 1981)

5. ใช้ป้องกันการหืน

ได้มีการสกัดแทนนินที่ได้จากของเสียจากผลผลิตทางหัวหอมแดง และได้ทดลองนำมาเติมลงในน้ำมันปาล์มที่ความเข้มข้นมากกว่า 0.3% พบว่าสามารถป้องกันการเหม็นหืนได้ และมีคุณภาพดีเมื่อเปรียบเทียบกับสารกันหืนทางการค้าที่ใช้กันทั่วไปที่ความเข้มข้น 0.1% (Akaranta และ Odozi , 1988)

6. สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียบางชนิดในอาหาร

ทางด้านจุลชีววิทยาได้มีการนำแทนนินมาทดสอบผลการยับยั้งแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษได้โดยใช้วิธีการทางจุลชีววิทยา พบว่า กรดแทนนิคมีผลต่อการยับยั้งแบคทีเรียบางชนิด (Chung และคณะ, 1993)

2.3.3.2.2 ประโยชน์ทางการแพทย์

1. ใช้เป็นยาสมานแผล

เนื่องจากแทนนินมีคุณสมบัติฝาดสมาน สามารถเข้ารวมกับโปรตีน จึงสามารถช่วยในการแข็งตัวของเลือดได้ ส่งผลให้บาดแผลเกิดการสมานกันได้เร็วขึ้น

2. ลดอาการท้องเดิน

เนื่องจากแทนนินมีผลต่อน้ำย่อยต่างๆ ในกระเพาะอาหารที่ส่งผลให้การย่อยอาหารลดลง มีการเคลื่อนไหวของลำไส้น้อยลงจึงเป็นผลดีต่อผู้ที่มีอาการท้องเดิน

3. สามารถยับยั้งแบคทีเรียบางชนิดได้

เนื่องจากแทนนินสามารถเข้ารวมกับโปรตีนได้ จึงทำให้สามารถจับกับเอนไซม์ หรือเยื่อ หุ้มเซลล์ของแบคทีเรีย ส่งผลให้แบคทีเรียถูกยับยั้งการทำงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สามารถลดความดันโลหิตได้

เนื่องจากแทนนินไปจับไขมันภายในร่างกาย ส่งผลให้โอกาสที่ไขมันไปเกาะบริเวณหลอดเลือดมีน้อยลง จึงทำให้ความดันโลหิตลดลงได้

5. แทนนินมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ

เนื่องจากแทนนินเป็นสารโพลีฟีนอลชนิดหนึ่ง ซึ่งสารโพลีฟีนอลทุกชนิดจะมีคุณสมบัติในการต่อต้านอนุมูลอิสระได้ ดังนั้นแทนนินจึงมีคุณสมบัตินี้ด้วย โดยคุณสมบัติในข้อนี้ทำให้แทนนินเป็นสารต้านมะเร็งชนิดหนึ่งเช่นกัน เนื่องจากสารต้านอนุมูลอิสระจะสามารถต่อต้านการผิดปกติของเซลล์ต่างๆ ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคมะเร็ง

2.3.3.3 โทษของแทนนิน

แทนนินนั้นมักจะให้ผลทางด้านลบต่อคนและสัตว์มากกว่าด้านบวก โดยเฉพาะกับสัตว์กินเนื้อจะได้รับผลของแทนนินมากกว่าสัตว์กินพืช (Singleton และ Kratzer , 1969) ในแง่ของการบริโภคเข้าไปในร่างกาย ซึ่งผลที่เกิดขึ้นนั้น มีทั้งผลที่เห็นได้ทันที และผลที่จะค่อยๆ เกิดขึ้นอย่างช้าๆ โดยลักษณะของโทษที่จะเกิดขึ้นนี้ จะขึ้นอยู่กับปริมาณและชนิดของแทนนินที่ได้รับ และยังขึ้นอยู่กับภูมิคุ้มกันภายในร่างกายที่เป็นผลมาจากลักษณะเฉพาะต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น ชนิดของทางเดินอาหาร ลักษณะนิสัยในการรับประทาน ขนาดร่างกาย ระบบการกำจัดสารพิษ เป็น การบริโภคสัตว์ที่บริโภคอาหารที่มีแทนนินในปริมาณต่ำกว่า 1 – 2% เมื่อใช้วิธีวิเคราะห์แบบ Vanillin Reaction (Price และคณะ, 1978) จะทำให้เกิดอาการต่างๆ ดังนี้คือ

- อัตราการเจริญเติบโตลดลง
- นำโปรตีนไปใช้ประโยชน์ได้น้อยลง
- มีเมือกหล่อลื่นลำไส้ลดลง
- ทำลายเยื่อบุผิวชั้นในของทางเดินอาหาร
- การขับถ่ายพวกธาตุที่มีประจุบวกผิดปกติ
- เพิ่มการขับถ่ายของโปรตีน และกรดอะมิโนที่จำเป็น
- ระดับของแทนนินในอาหารที่มากกว่า 5% จะเป็นอันตรายต่อชีวิตได้

สัตว์ปีก ;

- ปริมาณแทนนินที่ 0.1% จะไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปริมาณแทนนินในอาหาร 0.5 – 2% จะทำให้การเจริญเติบโตลดลง (Chanและ Fuller, 1964)

- ปริมาณแทนนิน 3 – 7% จะทำให้เกิดอันตรายถึงชีวิต

- ระดับของแทนนินในอาหารที่มากกว่า 5% จะเป็นอันตรายต่อชีวิตได้ถึง 70%

- ผลผลิตของไข่จะลดลงเมื่อเลี้ยงแม่ไก่ด้วยอาหารที่มีกรดแทนนิน 1% (Potter และคณะ, 1967) และลดลงไปอีกเมื่ออาหารมีกรดแทนนินถึง 2% (Potter และ Fuller, 1968) นอกจากนี้ยังพบว่าไข่แดงจะมีสีผิดไป โดยจะมีจุดสีเขียวมากขึ้น

มนุษย์;

- ในเด็กอายุต่ำกว่า 3 ปี แทนนินจะไปมีผลต่อ แร่ธาตุจำเป็น (ประกอบด้วย ธาตุเหล็ก แคลเซียม แมกนีเซียม สังกะสี) ในกระเพาะอาหารและลำไส้ ซึ่งเมื่อรวมตัวกับสารโปรตีนแล้วจะเกิดการสลายตัวได้ยาก ทำให้เกิดการย่อยและดูดซึมอาหารได้ไม่เต็มที่ ซึ่งเท่ากับเป็นอุปสรรคในการเจริญเติบโต โดยแทนนินจะไปรวมตัวกับธาตุเหล็กแล้วจะจับตัวกลายเป็นก้อนแข็งเม็ดเล็กๆ ได้ง่าย และย่อยสลายได้น้อย จึงอาจเป็นสาเหตุให้เกิดอาการขาดเหล็กในเลือด และเป็นโรคโลหิตจางได้ หากบริโภคแทนนินเป็นเวลานาน

- แทนนินจะไปขัดขวางการดูดซึมธาตุเหล็กของร่างกาย และวิตามินบี

- ทำให้ฟันเหลือง

-ในสตรีที่รับประทานยาคุมกำเนิด หากได้รับแทนนินเข้าไปก่อนและหลังการรับประทานยาคุมกำเนิด 4 ชั่วโมง จะทำให้ประสิทธิภาพของยาคุมกำเนิดลดลง เนื่องจากแทนนินจะทำให้สารต่างๆ ในยาคุมกำเนิดละลายตัวอยากและดูดซึมได้น้อยลง

- สตรีระหว่างมีประจำเดือน สตรีระยะตั้งครรภ์ และแม่ลูกอ่อนที่ให้ลูกดื่มนมแม่ จะส่งผลในลักษณะเดียวกับเด็กที่อายุต่ำกว่า 3 ปี คือ สารแทนนินจะผ่านไปทางน้ำนมของแม่ ทำให้ทารกขาดธาตุเหล็กและเป็นโรคโลหิตจางได้ นอกจากนี้แทนนินยังทำให้ความสามารถในการขับน้ำนมของแม่ลดลง จนกระทั่งอาจเป็นอุปสรรคต่อการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ได้

- ในผู้ที่มีไข้สูง เมื่อได้รับแทนนินจะส่งผลให้ร่างกายขับเหงื่อออกมาได้น้อยกว่าปกติ ทำให้อุณหภูมิในร่างกายลดลงได้ช้า

- ในระหว่างการรับประทานยาบำรุงโลหิต กรดแทนนินจะไปทำปฏิกิริยาต่อธาตุเหล็ก ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญในยาบำรุงโลหิต ทำให้ร่างกายดูดซึมตัวยาไปใช้ประโยชน์ได้น้อย

- แทนนินทำให้ปวดศีรษะ เนื่องจากไปกระตุ้นเกล็ดเลือดให้ผลิตสาร เซโรโทนิน ซึ่งเมื่อร่างกายมีสารเซโรโทนินสูงจะส่งผลให้เกิดอาการปวดศีรษะ (สารเซโรโทนินนี้เป็นฮอร์โมน ช่วยในการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบ และมีผลต่อการควบคุมการทำงานของสมองและเนื้อเยื่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21075

ชนิดของพืช	ปริมาณแทนนิน (มิลลิกรัม /100กรัม)
สตอเบอรี่	100 -150
ราสเบอรี่	100 - 140
แบลกเคอเรนท์	350
ลูกพลับ	800 – 1,700
ไวน์ขาว	1 - 2
ไวน์แดง	4 - 7
ข้าวฟ่าง	100 – 1,000
ข้าวบาร์เลย์	20
ใบชา	15,000
โกโก้	4,500

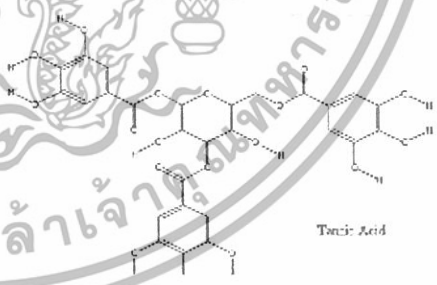
ตารางที่ 3 แสดงรายชื่อของพืชที่เป็นอาหารมนุษย์และอาหารสัตว์บางส่วนที่มีการรายงานว่ามีสารแทนนิน

ที่มา : Encycopedia of food science technology vol. 4 , 1996

ภาพที่ 9 3, 4, 5- hydroxybenzoic (galloyl)

ที่มา : http://www.acdlabs.com

(Advanced Chemistry Development, 1979)



ภาพที่ 10 tannic acid

ที่มา : http://medplant.nmsu.edu/rhus.html

(New Mexico State University)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

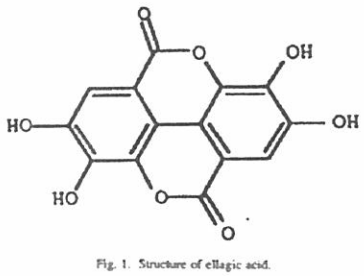
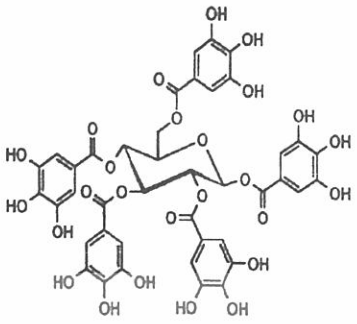


Fig. 1. Structure of ellagic acid.

ภาพที่ 11 ellagic acid

ที่มา http://gr8solutions.com/cancerletters.html

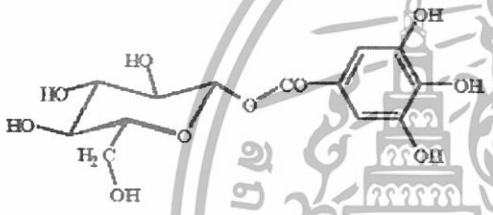
(University of South Carolina)



ภาพที่ 12 Pentagalloyl glucose

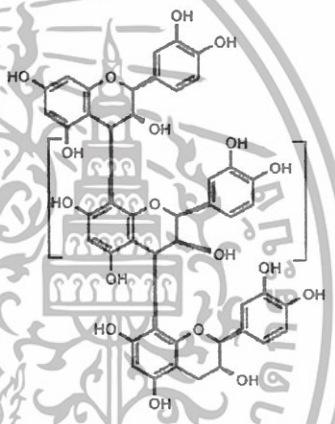
ที่มา http://staff.science.uva.nl/~knierop/research.html

(Universities van Amsterdam)



ภาพที่ 13 β –Glucogallin

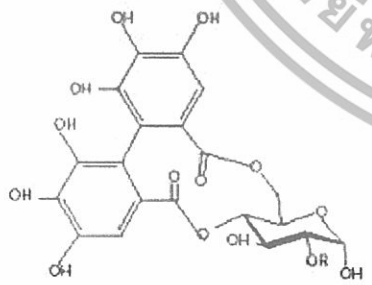
ที่มา International Electronic Conference on Synthetic Organic Chemistry, 1998



ภาพที่ 14 proanthocyanidin

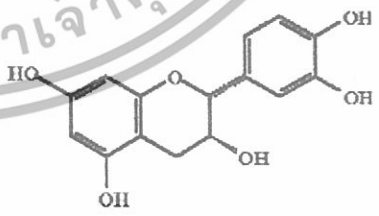
ที่มา http://staff.science.uva.nl/~knierop/research.html

(Universities van Amsterdam)



ภาพที่ 15 Ellagitannin

ที่มา http://taninos.tripod.com



ภาพที่ 16 Catechin

ที่มา International Electronic Conference on Synthetic Organic Chemistry, 1998

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การทดลอง

3.1 สารเคมีและอุปกรณ์

3.1.1 ชาตัวอย่าง

1. ชาเขียว ยี่ห้อ ชาลีฟ
2. ชา Rooibos ยี่ห้อ American Red Tea
3. ชา Honey Rooibos ยี่ห้อ Bodum

3.1.2 สารเคมี

1. กรดแกลลิค
2. เอธานอล 95 %
3. โซเดียมคาร์บอเนต
4. Folin-Ciocalteu Phenol TS.
5. ฟอร์มัลดีไฮด์ 37 %
6. กรดไฮโดรคลอริค 37 %
7. น้ำกลั่น

3.1.3 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ผ้าขาวบาง
2. ตะแกรง
3. Blender
4. Water bath
5. Hot air oven

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. Bucher funnel
7. Hot plate
8. Spectrophotometer
9. Vortex mixer
10. ช้อนตักสาร
11. ปิเปต
12. เครื่องชั่งสาร
13. ขวดปรับปริมาตร
14. บีกเกอร์
15. กระบอกตวง
16. ขวดรูปชมพู่
17. หลอดทดลอง
18. เทอร์โมมิเตอร์
19. กระดาษกรอง What man เบอร์ 4
20. แท่งแก้วคน
21. Plate
22. คิวเวต
23. กระบอกน้ำกลั่น
24. กระจกนาฬิกา
25. กรวยแก้ว
26. นาฬิกาจับเวลา
27. Tong

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การทดลอง

การทดลองนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

3.2.1 การหาปริมาณโพลีฟีนอลรวม (ดัดแปลงจากวิธี Folin-Ciocauteu Phenol TS.)

เป็นการวิเคราะห์ปฏิกิริยาการเกิดสีของสารประกอบโพลีฟีนอลในตัวอย่างอาหารทำปฏิกิริยากับ สาร Folin-Ciocaulteu Phenol TS. ได้เป็นสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงินที่มีค่าการดูดซับแสงได้ดีที่ 730 นาโนเมตร และสีน้ำเงินที่เกิดขึ้นนี้แสดงถึงการมีสารประกอบโพลีฟีนอล โดยใช้กรดแกลลิคเป็นสารมาตรฐาน

3.2.2 การหาปริมาณแทนนิน (Stiasny 's method)

เป็นการวิเคราะห์การเกิดปฏิกิริยา Polymerizationของ Tannin ที่รวมกับ Formaldehyde ในสภาวะที่เป็นกรด โดยเกิดตะกอนสีแดงขึ้น สีแดงที่เกิดขึ้นแสดงถึงปริมาณ Tannin โดยอยู่ในรูปของตะกอน Tannin Formaldehyde

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การหาสมการการสกัดโพลีฟีนอลรวม

3.3.1.1 การทำกราฟมาตรฐานกรดแกลลิค

1. ชั่งกรดแกลลิค 0.02 กรัม ละลายในด้วยเอธานอล 95 % และปรับปริมาตรจนได้ 50 มิลลิลิตรในขวดปรับปริมาตร (ความเข้มข้นที่เท่ากับ 0.4 ไมโครกรัม/ไมโครลิตร ซึ่งจะใช้เป็น working standard)

2. ปิเปต working standard ลงในหลอดขนาด 50 มิลลิลิตร โดยให้มีปริมาณกรดแกลลิคตั้งแต่ 0 ถึง 120 ไมโครกรัม เติมน้ำกลั่นให้ปริมาตรรวมในแต่ละหลอดเป็น 10 มิลลิลิตร ดังแสดงในตารางที่ 4

3. เติมสาร Folin – Ciocalteau Phenol TS. ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เขย่าสารให้เข้ากันโดยใช้ Vortex mixer จากนั้นทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที สารละลายที่ได้จะมีสีเหลืองใส

4. เติมสาร Sodium carbonate 10% ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เขย่าสารให้เข้ากันโดยใช้ Vortex mixer จากนั้นทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที สารละลายที่ได้จะมีสีฟ้าอมน้ำเงิน

5. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. นำผลที่ได้ไปพลอตกราฟระหว่างค่าการดูดกลืนแสง (แกน X) กับความเข้มข้น (แกน Y) ซึ่งกราฟที่ได้นี้คือกราฟมาตรฐานกรดแกลลิค

3.3.1.2 การหาปริมาณโพลีฟีนอลรวมในสารตัวอย่าง (น้ำชา)

1. นำใบชาแห้งมาปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่อง blender ชนิดแห้ง
2. ชั่งชาบดที่ได้จำนวน 2 กรัม
3. ชงชาในน้ำกลั่นปริมาตร 200 มิลลิลิตรที่อุณหภูมิ 70 , 80 และ 90°C (ควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ตลอดการทดลองโดยใช้ water bath)
4. ปิเปตน้ำชาปริมาตร 0.5 มล. ที่เวลา 0 , 1 ,2 ,3 ,4 ,5 ,10 ,15 ,20 ,25 ,30 ,40 ,50 ,60 ,70 80, และ 90 นาที
5. ปรับปริมาตรน้ำชาให้ได้ 10 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น (โดยใช้ขวดปรับปริมาตร)
6. เจือจางน้ำชาโดยใช้อัตราส่วนดังต่อไปนี้
   - ชาเขียว เจือจาง 20 เท่า โดย ปิเปตสารตัวอย่างในข้อ 5 มา 0.5 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 10 มิลลิลิตร)
   - ชาอันนี่รอยบอส เจือจาง 10 เท่า โดย ปิเปตสารตัวอย่างในข้อ 5 มา 1 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 10 มิลลิลิตร)
   - ชารอยบอส เจือจาง 5 เท่า โดย ปิเปตสารตัวอย่างในข้อ 5 มา 2 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 10 มิลลิลิตร)
7. เติมสาร Folin – Ciocalteau Phenol TS. ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เขย่าสารให้เข้ากันโดยใช้ Vortex mixer จากนั้นทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที สารละลายที่ได้จะมีสีเหลืองใส
8. เติมสาร Sodium carbonate 10% ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เขย่าสารให้เข้ากันโดยใช้ Vortex mixer จากนั้นทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที สารละลายที่ได้จะมีสีฟ้าอมน้ำเงิน
9. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร
10. นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาหาค่าความเข้มข้น โดยเทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิค

3.3.1.3 การหาสมการการสกัดโพลีฟีนอลรวมของน้ำชา 3 ชนิด ในช่วงเวลา 0-5 นาที ที่อุณหภูมิ 70, 80 และ 90 องศาเซลเซียส

1. **ใช้ความความเข้มข้นของชาแต่ละชนิดที่เวลา 90 นาที ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (c_∞) และ ความเข้มข้นของชาแต่ละชนิดที่เวลา 0, 1,2,3,4 และ 5 นาที (C) จากตาราง**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ln ($c_\infty/(c_\infty-c)$) กับ เวลา (นาที) ตามสมการการสกัดปริมาณโพลีฟีนอลรวม (Von Gadow, Joubert และ Hansman, 1996)

$$\ln (c_\infty/(c_\infty-c)) = kt \qquad \text{สมการ 1}$$

2. นำค่า First Order Rate Constant (k) ที่ได้จากการทดลอง และ ความความเข้มข้นของชาแต่ละชนิดที่เวลา 90 นาที ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (c_∞) ไปแทนค่าในสมการการสกัดปริมาณ โพลีฟีนอลรวม ln ($c_\infty/(c_\infty-c)) = kt$ จะได้สมการการการสกัดปริมาณโพลีฟีนอลรวมออกมา
3. หาความสัมพันธ์ระหว่างค่า First Order Rate Constant (k) กับอุณหภูมิการสกัด โดยใช้สมการ Arrhenius

$$k = Ae(B/T) \qquad \text{สมการ 2}$$

3.3.2 การหาปริมาณแทนนิน

การหาปริมาณแทนนินในสารตัวอย่าง (น้ำชา)

1. อบ plate และกระดาษกรองให้มีน้ำหนักคงที่ และจดบันทึกน้ำหนักที่ได้
2. นำใบชาแห้งมาปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่อง blender ชนิดแห้ง
3. ชั่งชาบดที่ได้จำนวน 2 กรัม
4. ชงชาในน้ำกลั่นปริมาตร 200 มิลลิลิตรที่อุณหภูมิ 70 , 80 และ 90°C (ควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ตลอดการทดลองโดยใช้ water bath) เป็นเวลา 10 นาที
5. กรองน้ำชาที่ได้ด้วยเครื่อง Bucher funnel จากนั้นนำน้ำชาที่ได้ใส่ขวดรูปชมพู่มา 50 มิลลิลิตร
6. เติม HCl 37% ปริมาตร 5 มิลลิลิตร และ Formaldehyde 37% ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
7. ต้มให้เดือดนาน 30 นาทีจนได้ตะกอนสีแดง
8. กรองตะกอนที่ได้ด้วยเครื่อง Bucher funnel จากนั้นนำตะกอนที่ได้ไปใส่ plate และอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 °C อบจนน้ำหนักที่ได้คงที่
9. ชั่งน้ำหนักของตะกอนที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอดที่	ไมโครลิตรของ working solution	ไมโครกรัมของกรดแกลลิค	มิลลิลิตรน้ำกลั่น
1	0	0	10
2	50	20	9.95
3	100	40	9.90
4	150	60	9.85
5	200	80	9.80
6	250	100	9.75
7	300	120	9.70

ตารางที่ 4 ปริมาตรของกรดแกลลิคที่ใช้ในการทำกราฟมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การหาสมการการสกัดปริมาณโพลีฟีนอลรวม

4.1.1 การหาค่า c_∞ ของชารอยบอส ชาฮันนี่รอยบอส และชาเขียว

ค่า c_∞ คือ ค่าความเข้มข้นสุดท้ายของการสกัดในสมการการสกัดปริมาณโพลีฟีนอลรวม (สมการ 1) พิจารณาจากค่าความเข้มข้นของชาแต่ละชนิดที่เวลา 90 นาที อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส โดยสำหรับชาแต่ละชนิดค่า c_∞ แสดงในตารางที่ 5

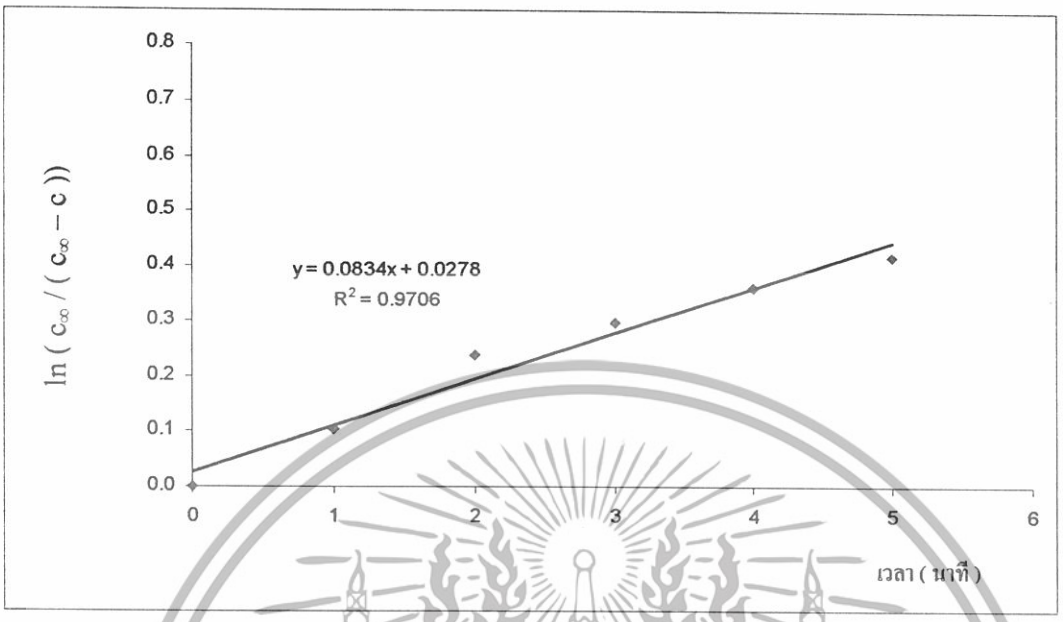
ชนิดของน้ำชา	c_∞
ชารอยบอส	349.81
ชาฮันนี่รอยบอส	374.63
ชาเขียว	1,479.06

ตารางที่ 5 ความเข้มข้นสูงสุดของน้ำชาแต่ละชนิด (c_∞) ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส

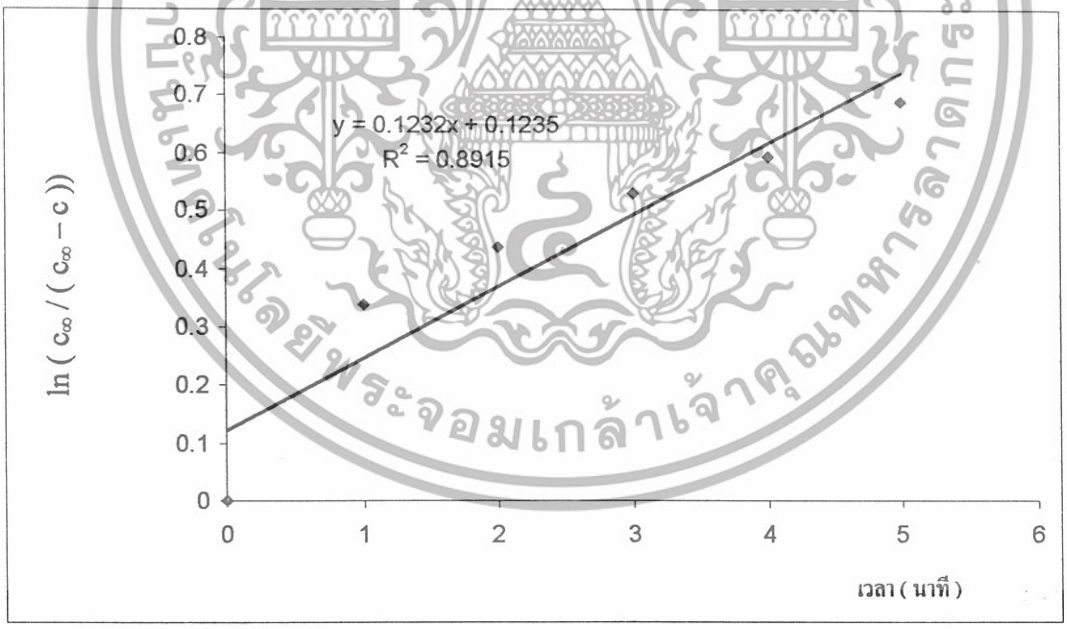
4.1.2 การหาค่า First Order Rate Constant (k) ของสมการการสกัดปริมาณโพลีฟีนอลรวม

เมื่อนำค่า $\ln (c_\infty / (c_\infty - c))$ ในสมการการสกัดปริมาณโพลีฟีนอลไปพลอตกราฟกับระยะเวลาการสกัดระหว่าง 0-5 นาที ของชาแต่ละชนิดที่อุณหภูมิ 70, 80 และ 90 องศาเซลเซียส ได้กราฟเส้นตรง ดังแสดงในภาพที่ 17-25 ค่า k คือ ค่าความชันของกราฟเส้นตรงสำหรับชาแต่ละชนิด ที่อุณหภูมิ 70, 80 และ 90 องศาเซลเซียส มีค่าดังแสดงในตารางที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

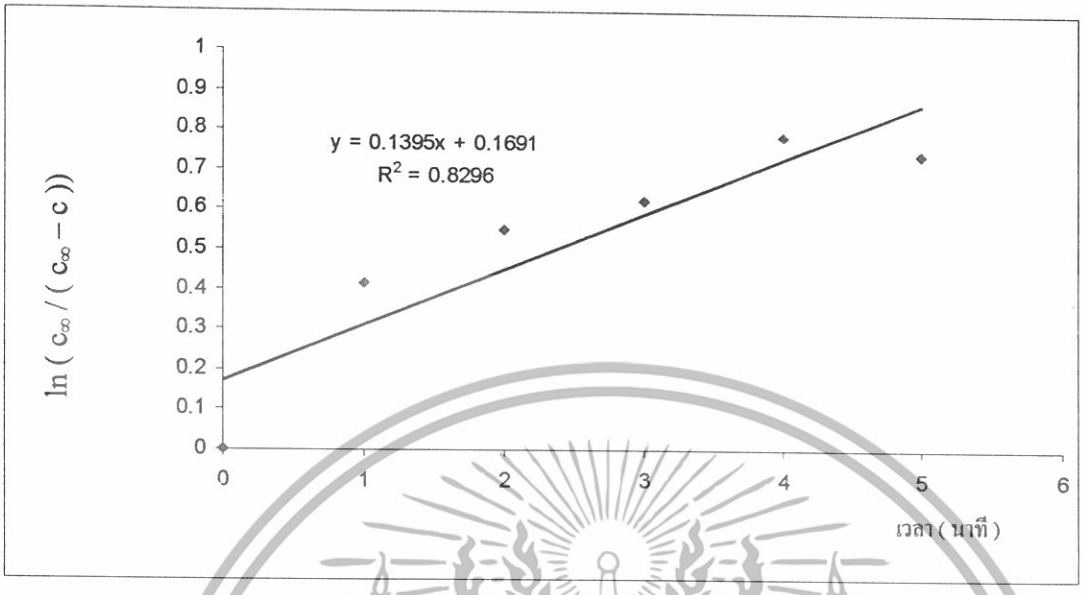


ภาพที่ 17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ln(c∞/(c∞-c)) **กับเวลา(นาที) ของชารอยบอสที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ได้ค่า** First Order Rate Constant **การทดลอง (** $k_{การทดลอง}$ **) เท่ากับ** 0.0834

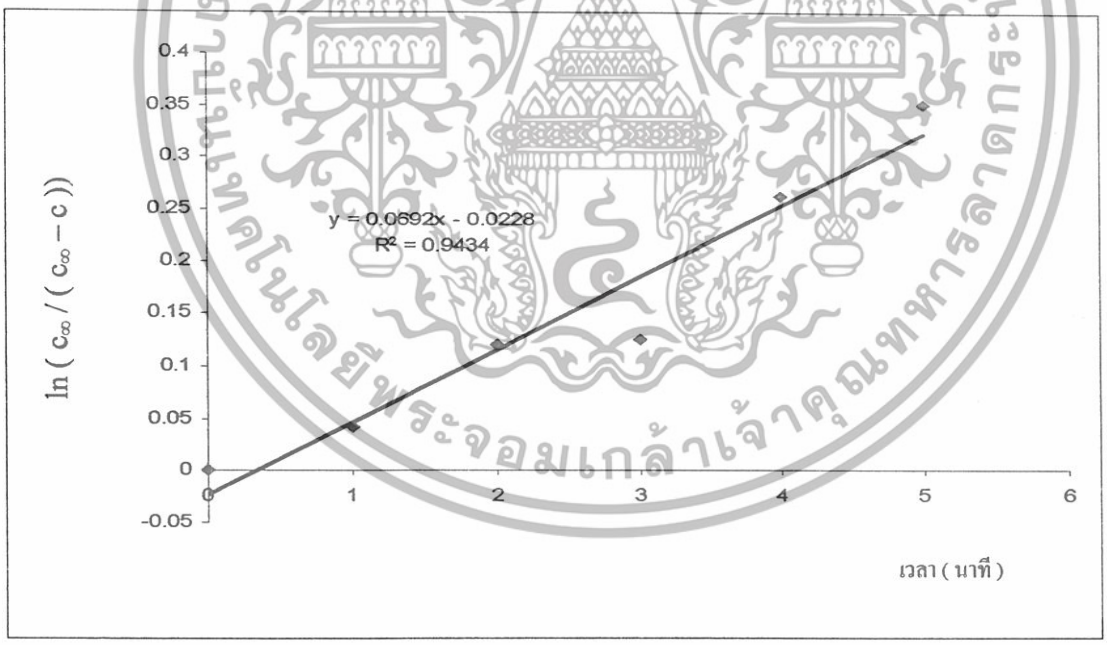


ภาพที่ 18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ln(c∞/(c∞-c)) **กับเวลา(นาที) ของชารอยบอสที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ได้ค่า** First Order Rate Constant **การทดลอง (** $k_{การทดลอง}$ **) เท่ากับ** 0.1232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

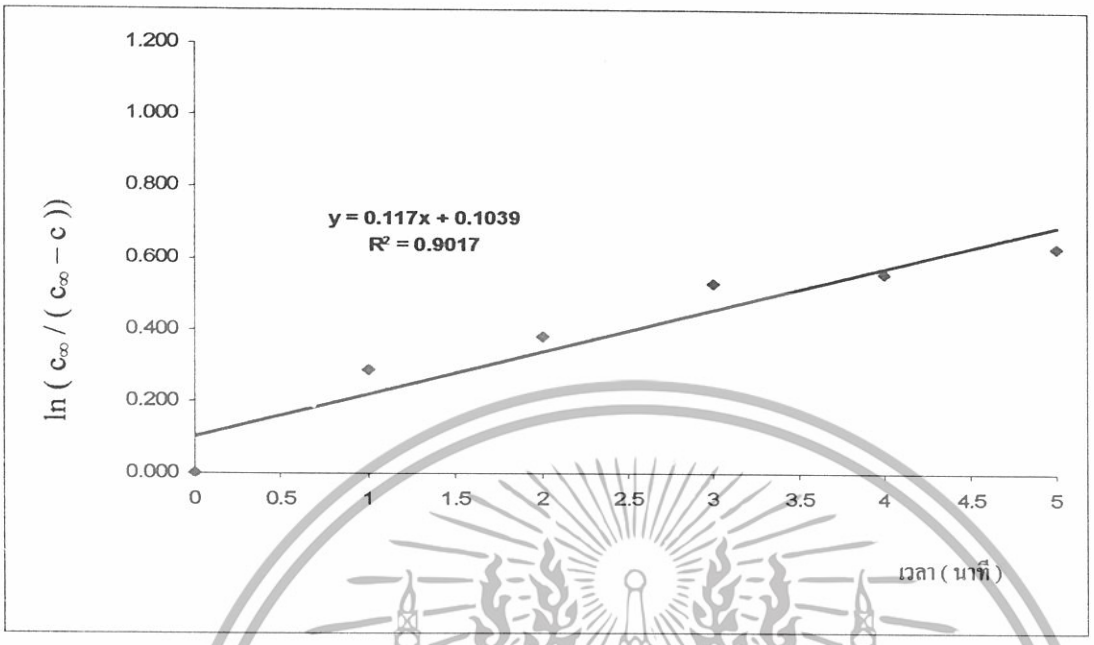


ภาพที่ 19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ln(c∞/(c∞-c)) กับเวลา(นาที) ของชารอยบอสที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ได้ค่า First Order Rate Constant การทดลอง ($k_{การทดลอง}$) เท่ากับ 0.1395

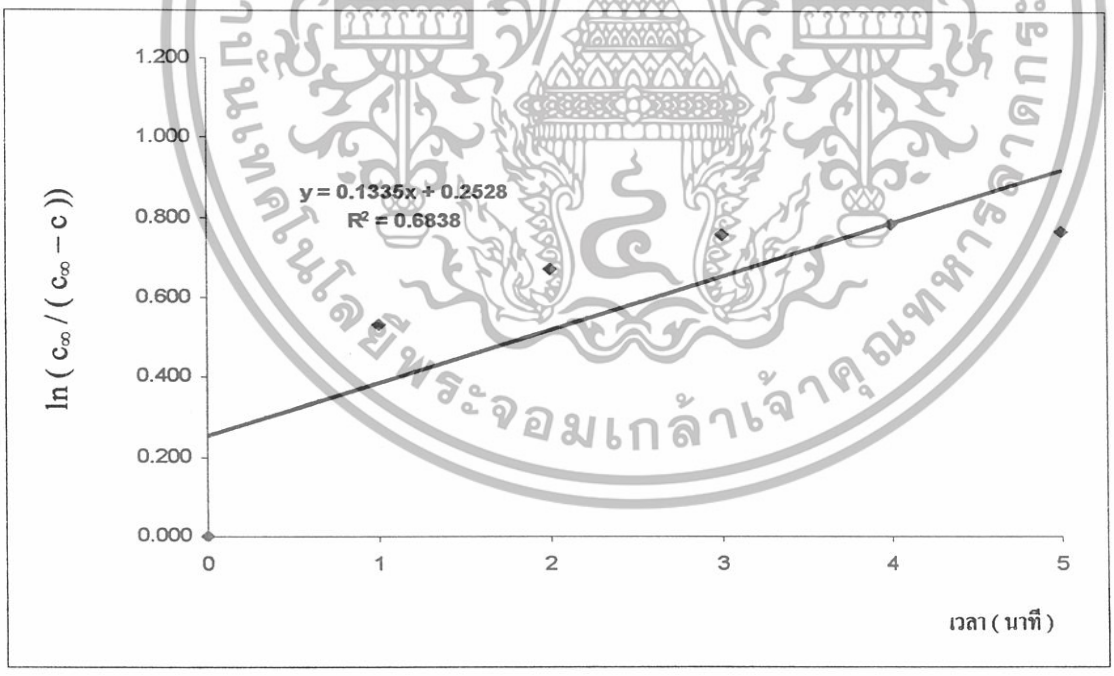


ภาพที่ 20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ln(c∞/(c∞-c)) **กับเวลา(นาที) ของชายันนิ่รอยบอสที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ได้ค่า** First Order Rate Constant **การทดลอง** ($k_{การทดลอง}$) **เท่ากับ** 0.0692

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

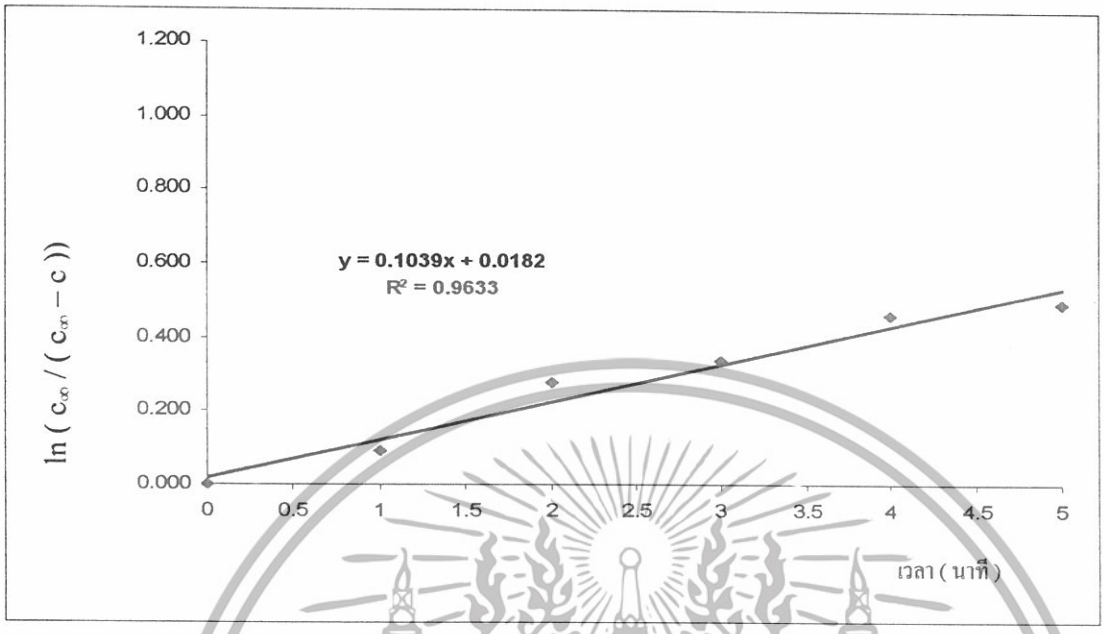


ภาพที่ 21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ln(c∞/(c∞-c)) กับเวลา(นาที) ของชาฮันนี่รอยบอสที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ได้ค่า First Order Rate Constant การทดลอง ($k_{การทดลอง}$) เท่ากับ 0.117

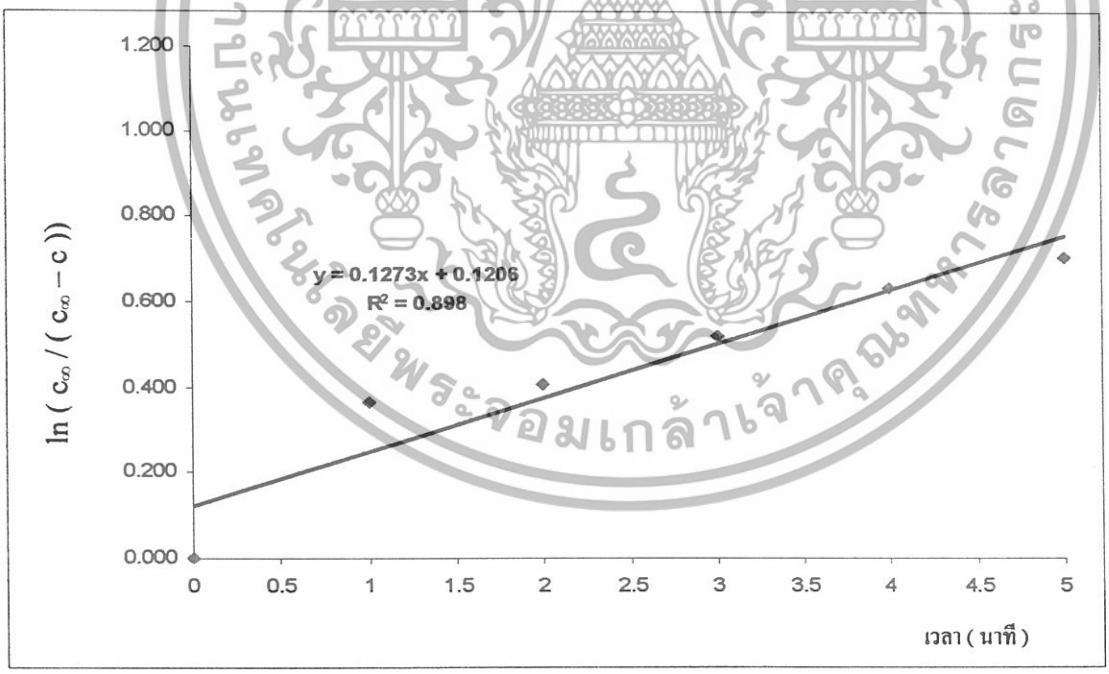


ภาพที่ 22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ln(c∞/(c∞-c)) **กับเวลา(นาที) ของชาฮันนี่รอยบอสที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ได้ค่า** First Order Rate Constant **การทดลอง ($k_{การทดลอง}$) เท่ากับ** 0.1335

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

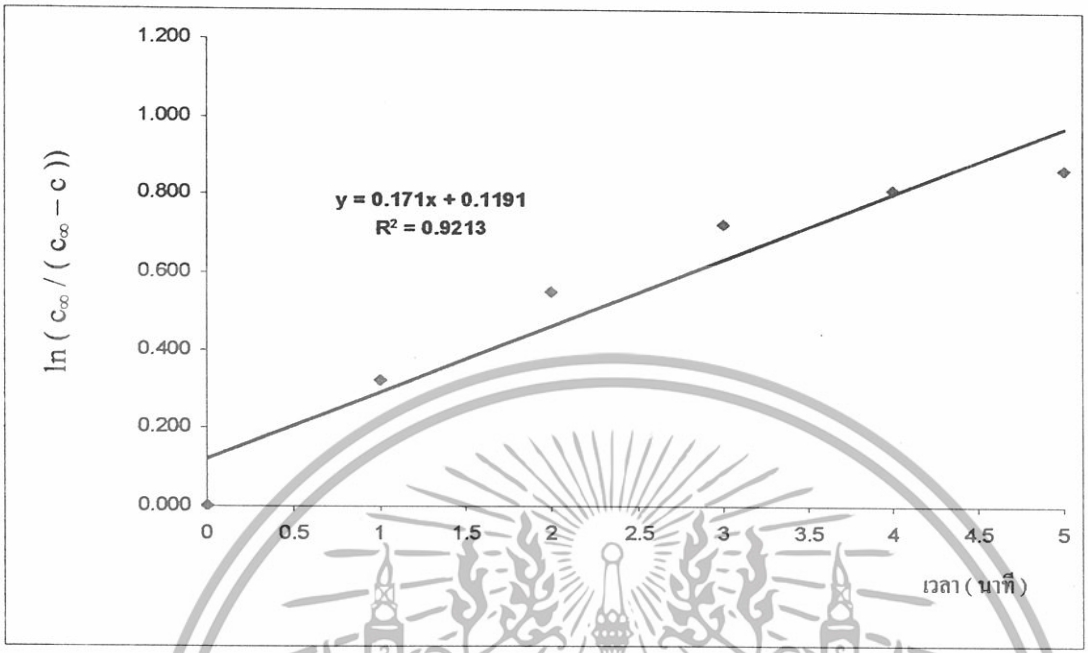


ภาพที่ 23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ln(c∞/(c∞-c)) กับเวลา(นาที) ของชาเขียวที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ได้ค่า First Order Rate Constant การทดลอง ($k_{\text{การทดลอง}}$) เท่ากับ 0.1039



ภาพที่ 24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ln(c∞/(c∞-c)) **กับเวลา(นาที) ของชาเขียวที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ได้ค่า** First Order Rate Constant **การทดลอง** ($k_{\text{การทดลอง}}$) **เท่ากับ** 0.1273

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 25 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln(c_\infty/(c_\infty-c))$ กับเวลา(นาที) ของชาเขียวที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ได้ค่า First Order Rate Constant การทดลอง ($k_{\text{การทดลอง}}$) เท่ากับ 0.171

ค่า k คือ ค่าความชันของกราฟเส้นตรงสำหรับชาแต่ละชนิด ที่อุณหภูมิ 70, 80 และ 90 องศาเซลเซียส มีค่าดังแสดงในตารางที่ 6

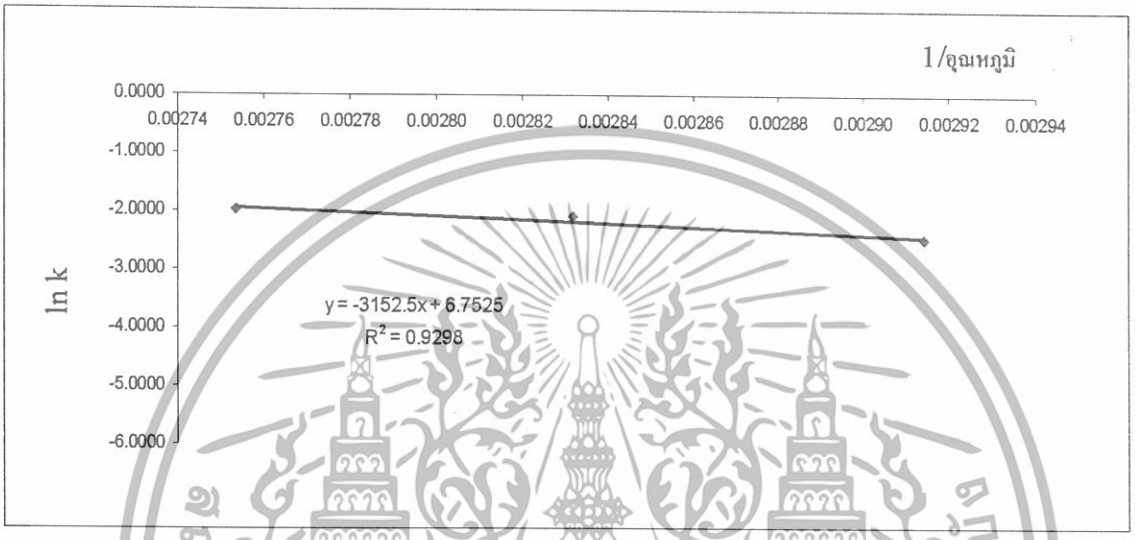
ชนิดของน้ำชา	k		
	70 องศาเซลเซียส	80 องศาเซลเซียส	90 องศาเซลเซียส
ชารอยบอส	0.0834	0.1232	0.1395
ชาฮันนี่รอยบอส	0.0692	0.1170	0.1335
ชาเขียว	0.1039	0.1273	0.1710

ตารางที่ 6 ค่าความชันของกราฟเส้นตรงสำหรับชาแต่ละชนิด (First Order Rate Constant; k) **ที่อุณหภูมิ 70, 80 และ 90 องศาเซลเซียส**

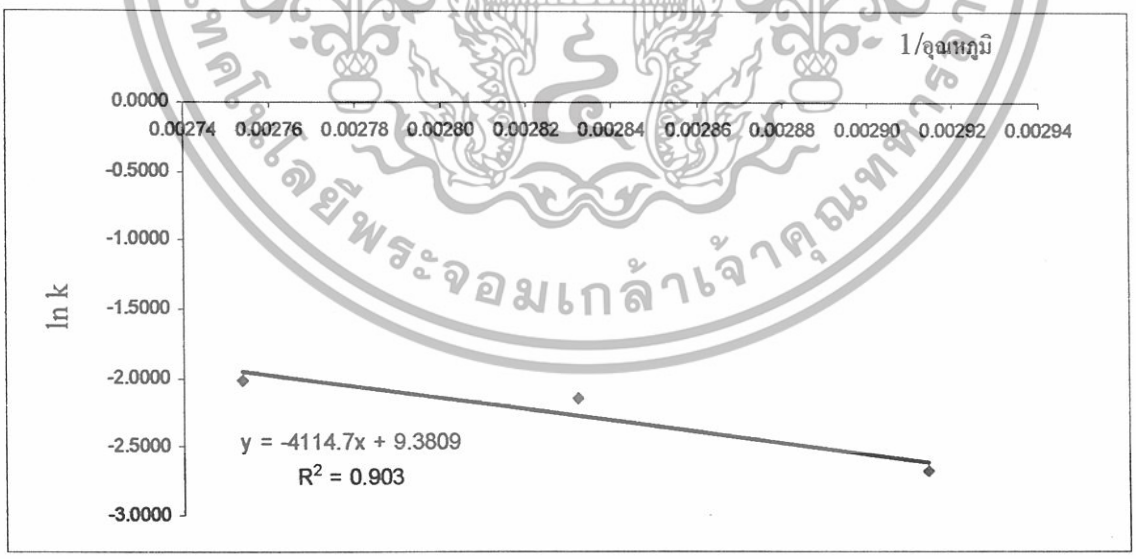
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 การหาความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า First Order Rate Constant (k) กับ อุณหภูมิการสกัด

ค่า First Order Rate Constant (k) กับ อุณหภูมิการสกัดสำหรับชาแต่ละชนิดในช่วงอุณหภูมิ 70, 80 และ 90 องศาเซลเซียส แสดงได้ด้วยสมการ Arrhenius (สมการ 2) โดยนำค่า ln k พลอตกับ 1/T จะได้กราฟเส้นตรง ดังแสดงในภาพที่ 26-28

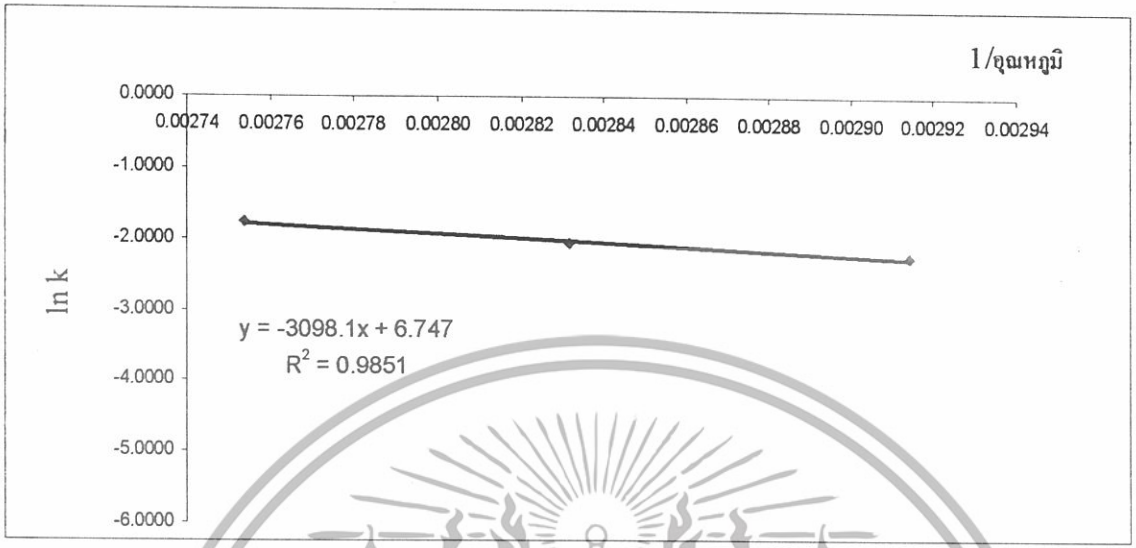


ภาพที่ 26 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ln k กับ 1/อุณหภูมิ (องศาเคลวิน) ของชารอยบอสได้ค่าสหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.9298



ภาพที่ 27 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ln k กับ 1/อุณหภูมิ (องศาเคลวิน) ของชาฮันนี่รอยบอสได้ค่าสหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.903

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 28 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ln k กับ 1/อุณหภูมิ (องศาเคลวิน) ของชาเขียวได้ค่าสหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.9028

4.1.4 สมการการสกัดปริมาณโพลีฟีนอลรวมสำหรับชาแต่ละชนิดในช่วงระยะเวลาการสกัด 0-5 นาที อุณหภูมิ 70, 80 และ 90 องศาเซลเซียส สามารถเขียนได้ ดังนี้

สำหรับชารอยบอส

$$\ln\left[\frac{349.81}{349.81 - c}\right] = kt \qquad \text{สมการ } 3$$

และ

$$k = 1{,}032.98e^{(-3220/T)} \qquad \text{สมการ } 4$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับชาสันนี่รอยบอส

$$\ln\left[\frac{374.63}{374.63 - c}\right] = kt \qquad \text{สมการ 5}$$

และ

$$k = 11{,}743e^{(-4111.08/T)} \qquad \text{สมการ 6}$$

สำหรับชาเขียว

$$\ln\left[\frac{1{,}479.06}{1{,}479.06 - c}\right] = kt \qquad \text{สมการ 7}$$

และ

$$k = 851.5e^{(-3098.1/T)} \qquad \text{สมการ 8}$$

หมายเหตุ ใช้คำนวณการสกัดโพลีฟีนอลรวม เวลา 0-5 นาที อุณหภูมิระหว่าง 70-90 องศาเซลเซียส

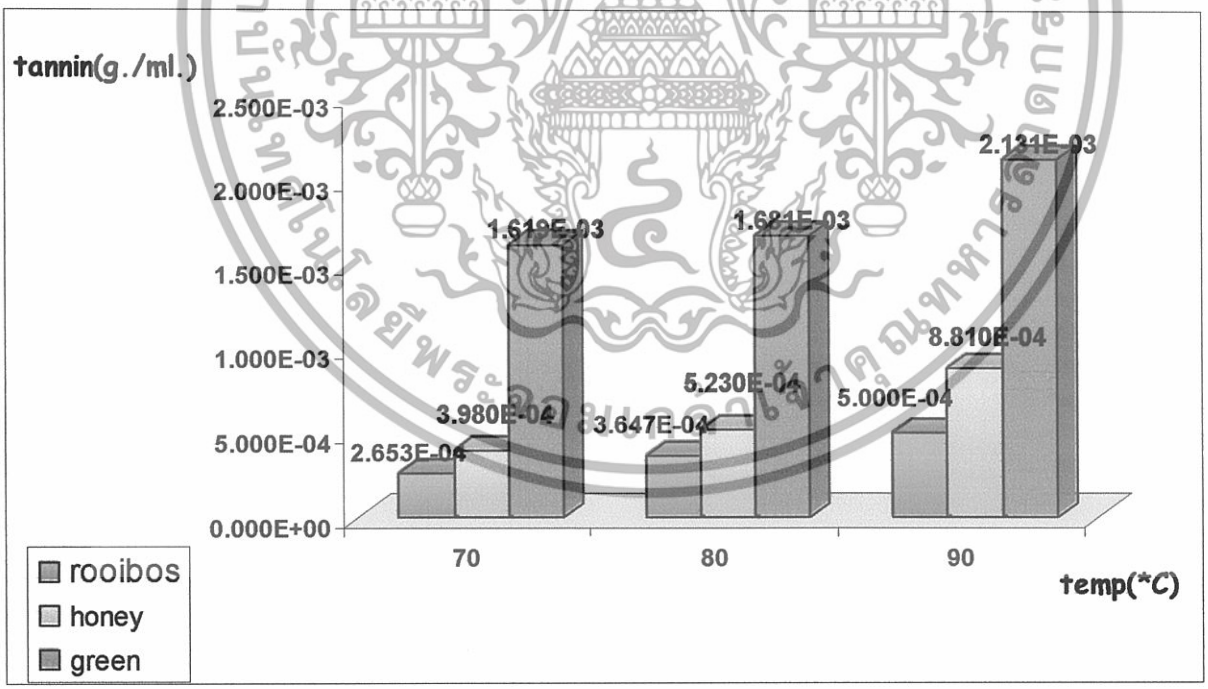
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การหาปริมาณแทนนิน

จากตารางที่ 22 จะเห็นได้ว่าที่เวลาในการชงชานาน 10 นาที เมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการชงชาสูงมากขึ้น ปริมาณตะกอนแทนนินที่ได้ก็จะมีปริมาณสูงขึ้นตาม โดยชาที่มีปริมาณแทนนินมากที่สุดคือ ชาเขียว รองลงมาคือชาฮันนี่รอยบอสและชารอยบอสตามลำดับ

tea	อุณหภูมิ (°C)		
	70	80	90
rooibos	2.653E-04	3.647E-04	5.000E-04
honey	3.980E-04	5.230E-04	8.810E-04
green	1.619E-03	1.681E-03	2.131E-03

ตารางที่ 7 ตะกอนแทนนินของชาทั้ง 3 ตัวอย่าง



ภาพที่ 29 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณตะกอนแทนนินของชาทั้ง 3 ตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 ค่า k ซึ่งเป็นค่า first order rate constant จะมีค่ามากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้ได้ปริมาณสารโพลีฟีนอลในชามากกว่าการชงชาที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าในระยะเวลาเท่ากัน

5.1.2 ที่ทุกๆ อุณหภูมิ ชาเขียวมีปริมาณโพลีฟีนอลรวมสูงที่สุดรองลงมาคือชาฮันนี่รอยบอส และชารอยบอสมีปริมาณโพลีฟีนอลรวมต่ำที่สุด โดยปริมาณโพลีฟีนอลรวมระหว่างชารอยบอสและชาฮันนี่รอยบอสนั้นมีปริมาณแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบชาใน 3 ตัวอย่างนี้

5.1.3 ปริมาณตะกอนแทนนินจะเพิ่มมากขึ้น เมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการชงชาสูงมากขึ้น และชาเขียวมีปริมาณตะกอนแทนนินสูงที่สุดและชารอยบอสมีปริมาณตะกอนแทนนินต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับชาทั้ง 3 ตัวอย่าง ในการทดลอง 10 นาที

5..14 แม้ว่าปริมาณสารโพลีฟีนอลที่สกัดได้จากการชงชาเขียวจะมีมากกว่าชารอยบอสและชาฮันนี่รอยบอส แต่ชาเขียวมีสารแทนนิน (Tannin) ในปริมาณที่มากกว่า โดยแทนนินจะส่งผลเสียต่อระบบต่างๆของร่างกาย และทำให้ชามีรสฝาด ดังนั้น การบริโภคชารอยบอสจึงทำให้ได้รับปริมาณแทนนินต่ำกว่าการบริโภคชาเขียวและยังคงได้รับประโยชน์จากสารโพลีฟีนอล

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในระหว่างการต้มชาที่เติมกรดและฟอร์มัลดีไฮด์เพื่อวิเคราะห์หารปริมาณแทนนิน หากน้ำในขวดแห้งให้เติมน้ำกลั่นเป็นระยะๆ

5.2.2 ขั้นตอนการกรองตะกอนแทนนินที่ได้จากการต้มให้เดือด ควรทำด้วยความระมัดระวังเนื่องจากไอกรดอาจทำให้ระคายเคืองตาและจมูกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. มปป. แทนนินกับคุณค่าของอาหาร. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม. 2545. ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด ในคู่มือปฏิบัติการวิชาเคมีวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์หมัก สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมัก โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ

พิชญ์อร ไหมสุทธิสกุล 2547. "ศักยภาพการต้านอนุมูลอิสระและการตรวจประเมินกิจกรรมการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารจากพืช" วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

วัฒนา วิริวุฒิกร. 2539. " ความสำคัญของแทนนินที่มีผลต่ออุตสาหกรรมอาหาร " อาหาร 26. 3 : 157 – 166

วัลลภ วีระรังสรรค์ และ ประณีต โอปณะโสภิต 2004 "ภาพรวมของอนุมูลอิสระและการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดจากพืชในหลอดทดลอง" SWU J Sci, Vol. 9. No. 1

สุพัตรา มหาสุวรรณ และ วริฎฐา วีระจริยะ. 2546. "การศึกษาหาปริมาณสารแอนตี้ออกซิแดนซ์ในชา" วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Bramati, L., Minoggio, M., Gardana, C., Simonetti, P., Mauri, P. And Pietta, P.2002. Quantitative characterization of flavonoiid compounds in rooibos tea(Aspalathus linearis) by LC-UV/DAD. J Agric Food chem .50(20) : 5513-5519

Erickson, L. 2003. Rooibos Tea: Research Antioxidant and Antimutagenic Properties. The Journal of the American Botanical Council, Issue: 59, Page: 34-45

Ferreira, D., Marais, C., Steenkamp, J.A. and Joubert, E. 1995. Rooibos tea as a likely heaith food supplement. In Proceeding of Recent Development of technologies on Fundamental Foods for Health; Korean Society of Food. Science and Technology: Seoul, Korea: 73-88

Hakim, J.A., Hartz, V., Harris, R.B., Balentine, D., Weisgerber, U.M., Graver, E., Whitacre, R. And Alberts, D. 2001. Reproducibility and relative validity of a questionnaire to assess intake of black tea polyphenols in epidemiological studies. Cancer Epidem Bio & Prev; 10: 667-678

Joubert, E. 1996. HPLC quantification of the dihydrochalcones, aspalathin and nothofagin in rooibos tea(*Aspalathus linearis*) as affected by processing. Food chem. 55(4) : 403-411

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Koeppen, B.H. and Roux, D.G. 1966. C-glycosylflavonoids.The chemistry of aspalathin. Biochem J. 99 : 604-609

Rabe, C., Steenkamp, J.A., Joubert, E., Burger, J.F. and Ferreira D. 1994 .Phenolic metabolites from rooibos tea(*Aspalathus linearis*). Phytochem. 35 :1559-1565

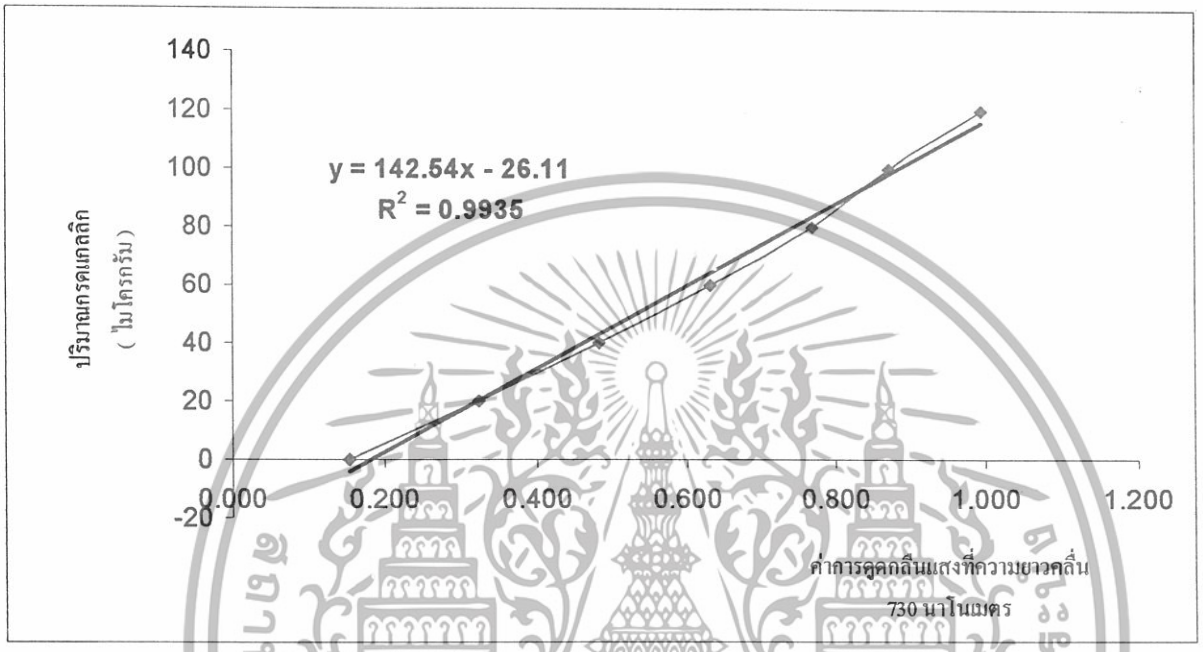
Von Gadow,A.,Joubert, E. And Hansmann, C.F. 1996. Comparison of the Antioxidant Activity of Aspalathin with that of other plant phenol of rooibos tea(*Aspalathus linearis*), Tocopherol, BHT and BHA. J Agric Food Chem; 45: 632-638

Von Gadow,A., Joubert, E., C.F.Hansmann.1996 .Comparison of the antioxidant activity of rooibos tea (*Aspalathus linearis*) with green, oolong and black tea.Food chemisrty,Vol 60.No. 1,73-77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การคำนวณหาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด



จากสมการกราฟสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิค $y = 142.54x - 26.11$ และ $R^2 = 0.9935$

ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลรวมจากน้ำชา ดังนี้

น้ำชารอยบอสเจือจาง 5 เท่าวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ 0.232 นำไปแทนค่า x ในสมการ y = 142.54x -26.11 จะได้ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลรวม เท่ากับ 6.96 เนื่องจากนำไปเจือจางต้องคูณจำนวนเท่าที่เจือจางเข้าไปด้วย ดังนั้นปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลรวมที่แท้จริง เท่ากับ 6.96 × 5 เท่ากับ 34.80 ไมโครกรัม

น้ำชาฮันนี่รอยบอสเจือจาง 10 เท่าวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ 0.292 นำไปแทนค่า x ในสมการ y = 142.54x - 26.11 จะได้ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลรวม เท่ากับ 15.51 เนื่องจากนำไปเจือจางต้องคูณจำนวนเท่าที่เจือจางเข้าไปด้วย ดังนั้นปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลรวมที่แท้จริง เท่ากับ 15.51 × 10 เท่ากับ 155.1 ไมโครกรัม

น้ำชาเขียวเจือจาง 20 เท่าวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ 0.229 นำไปแทนค่า x ในสมการ y = 142.54x -26.11 จะได้ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลรวม เท่ากับ 6.53 เนื่องจากนำไปเจือจางต้องคูณจำนวนเท่าที่เจือจางเข้าไปด้วย ดังนั้นปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลรวมที่แท้จริง เท่ากับ 6.53 × 20 เท่ากับ 130.6 ไมโครกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวนิธิมา สิริพูนหัตถกิจ เกิดเมื่อวันที่ 11 พฤศจิกายน พ.ศ. 2526 บ้านเลขที่ 603 ถ. สามเสน แขวง วชิระ เขต ดุสิต จังหวัด กรุงเทพฯ 10300 ปีพ.ศ. 2545 สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียน เซนต์ฟรังซีสซาเวียร์ คอนแวนต์ จังหวัด กรุงเทพฯ ปีพ.ศ. 2549 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมแปรรูปอาหาร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นางสาวนุสรา เจริญประดิษฐ์ เกิดเมื่อวันที่ 27 กันยายนยน พ.ศ. 2526 บ้านเลขที่ 374/214 ถ. เพชรบุรี เขต ราชเทวี จังหวัด กรุงเทพฯ 10400 ปีพ.ศ. 2545 สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒปทุมวัน จังหวัด กรุงเทพฯ ปีพ.ศ. 2549 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์ บัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมแปรรูปอาหาร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นางสาวสุวิดา อุ่นจิตติ เกิดเมื่อวันที่ 28 มกราคม พ.ศ. 2527 บ้านเลขที่ 502/212 หมู่ที่ 3 แขวง ทุ่งสีกัน เขต คอนเมือง จังหวัด กรุงเทพฯ 10210 ปีพ.ศ. 2545 สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียนบดินทรเดชา 1 (สิงห์ สิงหเสนี) จังหวัด กรุงเทพฯ ปีพ.ศ. 2549 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาสาสตร์บัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมแปรรูปอาหาร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้