



อุทสาหกรรมเกษตร

สจล.



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาหาปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์ในชา

(Comparison Antioxidant in Tea)

โดย

น.ส. วริษฐา วีระจริยะ รหัส 43040270

น.ส. สุพัตรา มหาสุวรรณ รหัส 43040286

ได้รับพิจารณาเห็นชอบจาก

[Signature]

(รศ.ดร วุฒิชัย นาครักษา)

8 มี.ค. ๕๖ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

(ผศ.ระติพร หานเรืองกิจ)

รักษาการคณบดีโครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำใช่

การศึกษาหาปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์ในชา
(Comparison Antioxidant in Tea)



T096816

น.ส. วริฏฐา วีระจริยะ รหัส 43040270

น.ส. สุพัตรา มหาสุวรรณ รหัส 43040286

ปพ.

กชช ๗ก

๒546

ลงทะเบียน.....

เลขทะเบียน 96816

วัน เดือน ปี 4 JUN 2008

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วริฎฐา วีระจริยะ และ สุพัตรา มหาสุวรรณ 2546 : การศึกษาหาปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์
 ในชา (Comparison Antioxidant in Tea). ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง
 อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร วุฒิชัย นาครักษา

จากการศึกษาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอล ปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์และปริมาณ
 แทนนินในใบชาอบแห้ง ทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ชาดำ ชาแดง ชาเขียว ชาใบหม่อน โดยภาพรวมแล้ว
 พบว่าชาเขียวมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลมากที่สุด คือ $2,203 \pm 13.43$ มิลลิกรัมของกรดแกล
 ลิกต่อ 100 กรัม น้ำหนักใบชาอบแห้ง รองลงมา คือ ชาแดง $2,013 \pm 8.48$ ชาดำ $1,858 \pm 9.89$
 ชาใบหม่อน $1,275 \pm 14.14$ มิลลิกรัมของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัม น้ำหนักใบชาอบแห้ง เมื่อ
 เปรียบเทียบปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์ในชา พบว่า ชาเขียวมีปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์
 มากที่สุด คือ 489.87 ± 13.02 มิลลิกรัมของสาร BHA ต่อ 100 กรัม น้ำหนักใบชาอบแห้ง รองลง
 มา คือ ชาแดง, ชาดำ และชาใบหม่อนที่มีปริมาณ 375.69 ± 7.81 , 273.86 ± 5.20 , 115.1 ± 6.51
 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักใบชาอบแห้ง และจากการทดลองหาปริมาณแทนนิน พบว่า ชาดำมี
 ปริมาณตะกอนแทนนินมากที่สุด คือ 2.86 ± 0.51 รองลงมาคือ ชาแดง 2.26 ± 0.96 ชาเขียว
 0.49 ± 0.20 และชาใบหม่อน 0.006 ± 0.002 % น้ำหนักตะกอนต่อน้ำหนักใบชาอบแห้ง

.....

 ลายมือชื่อนักศึกษา

.....

 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

.....

 วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษในข้อเรื่อง การศึกษาหาปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์ในชาฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณอาจารย์วุฒิชัย นาครักษา อาจารย์ที่ปรึกษาของข้าพเจ้าที่กรุณาสละเวลาอันมีค่ามาคอยแนะนำ ให้คำปรึกษา ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการจัดทำรวมทั้งตรวจแก้ไขรายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นและขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำและช่วยให้ปัญหาพิเศษสำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณทางบ้านที่คอยเป็นกำลังใจและสนับสนุนด้านงบประมาณทำให้ปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ที่อำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลรวมทั้งคุณวิรัชกรณ คุณศกถาวรณ คุณสุพัตรา คุณกรรณิการ์และคุณวราภรณ์ ที่ช่วยเหลือในการทำทดลองและเพื่อน ๆ ที่ช่วยเหลือคอยให้กำลังใจและช่วยแก้ปัญหามาโดยตลอด

วริฎฐา วีระจริยะ

สุพัตรา มหาสุวรรณ

3 มีนาคม 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 บทนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 ชา	
2.1 ชา	2
2.2 หม่อน	3
2.3 ประวัติการดื่มชา	3
2.4 วัฒนธรรมการดื่มชา	4
2.5 ชนิดของชา	6
2.6 องค์ประกอบของการทำน้ำชา	8
2.7 เทคนิคการชงและดื่มชา	9
2.8 สารประกอบสำคัญในชา	10
2.9 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ, ชนิดและสมบัติของฟลาโวนอยด์	18
2.10 ประโยชน์ของสารประกอบฟีนอล	19
2.11 ประโยชน์ของแทนนิน	24
2.12 โทษของชาพิษสูงแบบแฝง	26
2.13 ข้อห้ามที่สำคัญในการดื่มชา	27
2.14 งานวิจัย	30
2.15 วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอล	31
2.16 วิเคราะห์ปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์	31
2.17 วิเคราะห์ปริมาณแทนนิน	31
บทที่ 3 วัตถุประสงค์และอุปกรณ์	
3.1 วัตถุประสงค์และอุปกรณ์	32
3.2 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิจารณ์	
4.1 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลในใบชาอบแห้ง	37
4.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์ในใบชาอบแห้ง	39
4.3 การวิเคราะห์ปริมาณแทนนินในใบชาอบแห้ง	41
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	
5.1 สรุปผลการทดลอง	42
5.2 ข้อเสนอแนะ	42
เอกสารอ้างอิง	43
ภาคผนวก	45



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลในอาหารและเครื่องดื่มนชนิดต่าง ๆ ที่ได้จากพืช	11
2.2 แสดงโครงสร้างพื้นฐานของสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้ง 13 กลุ่ม	13
4.1 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลในใบชาอบแห้ง	37
4.2 แสดงการเปรียบเทียบสารแอนติออกซิแดนซ์ในใบชาอบแห้ง	39
4.3 แสดงการเปรียบเทียบแทนนินในใบชาอบแห้ง	41



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปลภาพ

รูปที่	หน้า
2.1	12
2.2	14
2.3	15
2.4	16
2.5	17
2.6	18



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำ

การดื่มชานั้นมีวัฒนธรรมที่สืบทอดกันมานานเกือบ 5,000 ปีมาแล้ว เนื่องมาจากในอดีตคนสมัยก่อนนิยมบริโภคเพราะน้ำชามีกลิ่นหอมและมีรสชาติดี จึงนิยมดื่มชาสืบทอดกันมา ความนิยมการดื่มชาค่อยๆ ขยายตัวขึ้นเรื่อยๆ จนปัจจุบันชาจัดเป็นเครื่องดื่มยอดนิยมที่สุดอย่างหนึ่งของโลก ชามาจากพืชตระกูลคามเลีย ไชแนนซิส (*Camellia sinensis* Ktze.) ต้นชาเจริญเติบโตได้ดีบนพื้นที่สูงที่มีอากาศหนาวเย็น มีความชื้นและอุณหภูมิพอเหมาะ จึงจะให้ใบชาที่มีคุณภาพดี ซึ่งชนิดของชาแบ่งได้เป็น 3 ชนิด ตามลักษณะการผลิตก็คือ ชาดำ ชาแดง ชาเขียว ชาดำ คือ ชาที่เด็ดออกมาจากต้นแล้วมาทำให้เหี่ยวจนอ่อนนุ่มแล้วใช้เครื่องกลิ้งทับเพื่อปลดปล่อยเอ็นไซม์ที่ช่วยให้เกิดการหมักชาเป็นการนวด ซึ่งเป็นการทำให้เกิดออกซิเจนเติมลงในชา แล้วนำไปหมักต่อในห้องหมัก ชาแดงเป็นชาที่หมักที่เมื่อเด็ดออกมาจากต้นแล้ว จะนำไปนวดเล็กน้อยผ่านกระบวนการหมักเพียงเล็กน้อย เพื่อให้ผิวภายนอกชาช้ำเท่านั้นแล้วจึงนำไปอบให้แห้ง ชาเขียว คือ ชาที่เด็ดออกมาจากต้น แล้วมาปล่อยให้เหี่ยวแล้วทับด้วยเครื่องเป็นการนวดและตากแห้ง โดยไม่ต้องหมัก จะถูกนำไปอบให้แห้งทันที กระบวนการผลิตจะต่างกันตรงที่กระบวนการหมัก จากการศึกษาพบว่า จากกระบวนการหมักที่แตกต่างกันนี้มีผลทำให้สารสำคัญที่อยู่ในชา เช่น สารประกอบโพลีฟีนอล ซึ่งมีสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชันและสารต้านอนุมูลอิสระทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเกิดกระบวนการออกซิเดชัน ทำให้สารประกอบโพลีฟีนอลเปลี่ยนไปเป็นสารอื่น ทำให้ชาที่หมักจะมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระลดลง นอกจากสารประกอบโพลีฟีนอลที่มีความสำคัญต่อสุขภาพแล้ว ยังมีแทนนินซึ่งเป็นอนุพันธ์ของกรดแกลลิกและคาเทชิน ซึ่งมีส่วนสำคัญส่งผลถึงรสชาติของชาเป็นตัวทำให้ชามีรสฝาด กระบวนการหมักจะทำให้แทนนินเปลี่ยนไปเป็นสารอื่นที่หารสของชานั้นมีรสเข้มและมีกลิ่นหอมมากขึ้น เนื่องด้วยในปัจจุบันเครื่องดื่มชาจัดเป็นเครื่องดื่มยอดนิยมและในประเทศไทยกำลังเป็นที่นิยม ดังนั้นจึงน่าสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอล สมบัติการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณแทนนินของชาในแต่ละชนิดต่างๆ ที่ปลูกในประเทศไทย

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.1 ศึกษาหาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลในชาดำ ชาแดง ชาเขียวและชาใหม่
- 1.2 ศึกษาหาปริมาณสารแอนตีออกซิเดนท์ในชาดำ ชาแดง ชาเขียวและชาใหม่
- 1.3 ศึกษาหาปริมาณแทนนินในชาดำ ชาแดง ชาเขียวและชาใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

2.1 ชา (Tea, Thea)

2.1.1 ลักษณะทั่วไปของชา

ชา มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Camellia sinensis* Ktze. ชื่ออื่น ๆ เมียง (ชื่อทางภาคเหนือ) , เต้ (ชื่อจีน) , เต้ล่า (ชื่อญี่ปุ่น) ชา มาจากพืชตระกูลคามเลีย ไชเนนซิส ตระกูลเดียวกับดอกไม้ดอกคาเมเลีย มีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมอยู่ในทวีปเอเชีย โดยเฉพาะที่ราบสูงของประเทศจีนและประเทศอินเดีย โดยถือกันว่าชาที่มาจากแหล่งดังกล่าวจะเป็นชาที่มีคุณภาพดีที่สุดในโลก การปลูกไร่ชาใช้นิยมตัดต้นชาให้มีลักษณะเป็นพุ่มเตี้ย ๆ เพื่อให้เก็บยอดอ่อนได้สะดวก ต้นชาจะสูงประมาณ 1.2 - 5 เมตร ใบเดี่ยวออกสลับกันใบกว้าง 3 - 5 เซนติเมตร ยาว 6 - 12 เซนติเมตร ใบหนาเหนียวเหมือนหนังรูปไข่ เส้นใบชัดเจนขอบใบหยักเล็กๆเหมือนฟันเลื่อย ใบเขียวตลอดปี ดอกเดี่ยวหรือเป็นกระจุก 2 - 3 ดอก หากปล่อยให้เจริญเติบโตเองในป่า จะให้ดอกใหญ่สีขาวส่งกลิ่นหอมในฤดูใบไม้ผลิ เมื่อดอกชาเติบโตเต็มที่ จะให้ผลชาเป็น capsule ที่ภายในมีเมล็ดเล็ก ๆ 1 - 3 เมล็ด เมล็ดชามีอายุสั้น ถ้าเก็บไว้เกิน 2 อาทิตย์จะเพาะไม่ขึ้น ในการแพร่พันธุ์ ต้นชาต้องได้รับการผสมละอองเกสรกับต้นชาอื่น ๆ เพื่อแลกเปลี่ยนยีนและโครโมโซมซึ่งกันและกัน เมื่อชาต้นใหม่เจริญงอกงาม จะคงคุณลักษณะที่แข็งแรงบางส่วนของพ่อแม่ และด้วยวิธีเช่นนี้ต้นชาจึงเป็นพืชที่มีลักษณะเด่นเฉพาะตัวของมันเอง ต้นชาเจริญเติบโตได้ดีบนพื้นที่สูงมีอากาศเย็น มีความชื้นและอุณหภูมิมิพอเหมาะจึงจะให้ใบชาที่มีคุณภาพดี

การเก็บต้นชาที่ปลูกพอปีที่ 3 เริ่มเก็บใบได้บ้าง จะให้ผลผลิตเต็มที่ เมื่อต้นชามีอายุ 5 ปีแล้ว ผลผลิตจะสูงสุดจนถึงปีที่ 8 สามารถเก็บไปได้จนอายุได้ 50 ปี ส่วนของต้นชาที่นำมาทำเป็นเครื่องดื่มจะอยู่ส่วนบนสุดของต้น อันเป็นตำแหน่งของการผลิใบอ่อนและการแตกหน่อซึ่งเป็นตำแหน่งของการผลิใบอ่อนและการแตกหน่อ ใบที่ค่อนข้างอ่อนจนถึงใบเพสลาด เมล็ด ซึ่งเป็นส่วนที่มีคุณภาพดีที่สุด นั่นก็คือ ชาที่มีคุณภาพดีที่สุด คือชาใบอ่อนและตานั้นเอง ใบชาคุณภาพดีที่เหมาะสมเอามาทำชา นั้นจะเด็ดเฉพาะตรงยอดที่เป็นหน่ออ่อนและใบอ่อน 2 ใบเท่านั้นถ้าเด็ดใบที่แก่กว่านั้น เช่นใบที่ 3 ที่ 4 ลงไปจะถือว่าเป็นใบชาที่คุณภาพด้อยลงไป ใบที่ 5 - 7 เป็นชาชั้นเลว การเก็บวันละ 7 - 10 วันต่อครั้ง ยิ่งเด็ดยอดชายิ่งแตกใบอ่อนมากขึ้น บางครั้งต้องช่วยเสริมกิ่งก้านกิ่งเพื่อให้ชาผลิยอดใหม่อยู่ตลอดเวลาการเก็บชาไม่นิยมเก็บหมดทุกใบ เก็บบ้างวันบ้าง เชื่อกันว่าการเก็บวิธีนี้จะได้ใบชาที่มีคุณภาพดีแต่ถ้าเก็บหมดทุกๆใบ ใบชาที่ได้จะมีคุณภาพต่ำกว่าชนิดที่เก็บบ้างวันบ้าง และเครื่องมือในการเก็บใบและหน่ออ่อนของชาที่ดีที่สุดคือมือของมนุษย์ ซึ่งปฏิบัติสืบต่อกันมาอย่างนี้เป็นเวลายาวนานนับหลายพันปีแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 หม่อน (Mulberry)

2.2.1 ลักษณะทั่วไปของหม่อน

หม่อนเป็นพืชยืนต้นในตระกูล Moraceae เจริญเติบโตได้ดีทั้งในเขตหนาวที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าศูนย์องศาเซลเซียสขึ้นไปจนถึงเขตร้อน แต่อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหม่อนอยู่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส หม่อนที่ปลูกในเขตหนาวจะหยุดพักตัวไม่เจริญเติบโตตั้งแต่ปลายฤดูใบไม้ร่วงไปจนถึงฤดูใบไม้ผลิ จึงเริ่มแตกกิ่งเจริญเติบโตต่ออีกครั้ง ส่วนหม่อนที่ปลูกในเขตร้อนจะเจริญเติบโตโดยไม่มีระยะพักตัว หม่อนแต่ละพันธุ์จะเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามหม่อนจะค่อยๆ ปรับตัวเองไปตามสภาพแวดล้อม หม่อนมีหลายสายพันธุ์ แต่นิยมปลูกมี 3 พันธุ์ ซึ่งมีถิ่นกำเนิดจากประเทศจีน คือ *Morus latifolia* Poriet เป็นพันธุ์ที่ปลูกในเขตร้อน *Morus bombycis* Koidi เป็นพันธุ์ที่ปลูกในเขตอบอุ่น *Morus alba* Linn เป็นพันธุ์ที่ปลูกในเขตร้อน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2543) หม่อนสามารถขึ้นได้ดีในดินแทบทุกชนิด ยกเว้นในที่ที่น้ำท่วม และในดินที่มีการระบายน้ำไม่ดี (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2532)

การเจริญเติบโตของหม่อนมีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น แสงแดด อุณหภูมิ น้ำ อากาศ แร่ธาตุ ซึ่งสภาพแวดล้อมต่างๆ เหล่านี้ จะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เช่น ในสภาพที่มีอุณหภูมิพอเหมาะ มีน้ำเพียงพอ ดินอุดมสมบูรณ์ ต้นหม่อนจะสามารถเติบโตได้ดี หรือในสภาพที่ต้นหม่อนขาดแสงแดด ทำให้ไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ จะมีผลต่อการเจริญเติบโตได้ดีหรือในสภาพที่ต้นหม่อนขาดแสงแดด ทำให้ไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของหม่อน จึงจำเป็นต้องอาศัยพื้นฐานจากความต้องการของหม่อนในการเจริญเติบโต

หม่อนที่ปลูกในประเทศไทยมีหลายพันธุ์ แต่ละพันธุ์แตกต่างกันตามลักษณะของลำต้น ใบ และดอก หม่อนที่มีคุณสมบัติเหมาะสมแก่การเลี้ยงไหม จะต้องสามารถเจริญเติบโตได้ดี มีผลตอบสนองต่อปุ๋ยสูง มีกิ่งแขนงมาก กิ่งแข็งแรง ลำต้นตั้งตรง เมื่อตัดแต่งกิ่งในแต่ละปีแล้วให้กิ่งแขนงที่พอเหมาะ สะดวกในการเก็บเกี่ยว ปล้องที่ถี่เพราะจะให้ผลผลิตสูง ขนาดของใบพอเหมาะ ใบไม่หนาหรือบางจนเกินไป มีความต้านทานต่อโรคและแมลง จากลักษณะดังกล่าวจึงควรคัดเลือกพันธุ์หม่อนที่มีลักษณะดีไปปลูก เพื่อให้ได้ผลผลิตสูง คุณภาพใบดี (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2543)

2.3 ประวัติการดื่มชา

ว่ากันว่าการดื่มชานั้นมีมานานเกือบ 5,000 ปีมาแล้ว ตามตำนานของจีนเล่าว่า ประมาณ 219 ปีก่อนปีพุทธกาล จักรพรรดิ เซน นุง จะดื่มน้ำดื่มเสมอ เพราะเห็นว่าคนที่ดื่มน้ำดื่มจะมีสุขภาพดี บ่ายวันหนึ่งขณะที่จักรพรรดิ เซน นุง กำลังดื่มน้ำดื่ม พอดีมีใบไม้จากต้นไม้ใกล้ๆ ปลิวมาตกลงในหม้อน้ำ ท่านสังเกตเห็นว่าน้ำดื่มที่มีใบไม้นั้นมีกลิ่นหอม และมีรสชาติดี ท่านจึงกล่าวว่าใบไม้นั้นเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบไม้ที่สัตว์ส่งมาให้ ชาวจีนจึงดื่มชาตั้งแต่บัดนั้นเป็นต้นมา ต่อมาไม่นานวัฒนธรรมการดื่มชาของชาวจีนได้แพร่ขยายเข้าไปในประเทศญี่ปุ่น โดยพระรูปหนึ่ง ชาวญี่ปุ่น จึงมีวัฒนธรรมการดื่มชา โดยเฉพาะการดื่มชาเขียวในปัจจุบัน เพราะเห็นว่าการดื่มชาเขียวทำให้มีอายุยืนยาว วัฒนธรรมการดื่มยังได้แพร่กระจายไปยังตะวันออกไกล อย่างชาว ตุรกี อิรัก อียิปต์ ก็ดื่มชาเป็นประจำเช่นกัน

ในปีคศ. 1650 หรือ พศ. 2193 ชาวดัตช์เป็นชาวตะวันตกชาติแรกที่นำใบชาจากจีนไปยังยุโรปและอเมริกา ในปีคศ. 1669 หรือพศ. 2212 บริษัทอีสต์อินเดียเริ่มนำใบชาเข้าไปในประเทศอังกฤษ และผูกขาดการนำเข้าใบชาไปยังสหราชอาณาจักรทั้งหมด โดยบริษัท อินเดียตะวันออกของอังกฤษ ได้เป็นผู้ผูกขาดการนำเข้าชา ในช่วงแรกใบชาจากจีนจึงมีราคาแพงมาก มีการดื่มชาในวงจำกัดเฉพาะราชวงศ์และคนชั้นสูง แต่ต่อมาอังกฤษนำต้นชาไปส่งเสริมให้ปลูกในประเทศอาณานิคมของตน เช่น ศรีลังกา ราคาของใบชาจึงถูกลงและแพร่กระจายไปยังคนส่วนต่าง ๆ ทั้งสังคมอังกฤษ จนทำให้การดื่มชากลายเป็นวัฒนธรรมอย่างหนึ่งของชาวอังกฤษ แต่ชาวอังกฤษไม่นิยมดื่มชาเขียว จะนิยมดื่มชาดำ ซึ่งก็คือใบชาที่ผ่านการหมักซึ่งจะทำให้มีน้ำชาสีเข้มและรสชาติเข้มข้นกว่าเหมาะกับรสนิยมของชาวอังกฤษ อีกทั้งยังนิยมเติมน้ำตาลและนมเพื่อเพิ่มรสชาติของชา เซอร์โทมัส การ์ราจเป็นผู้อุทิศอุตสาหกรรมการผลิตชาของอังกฤษต่อมานาย ทอมมี ลิปตันและนายคาเนียล ทวินนิง ได้จัดตั้งโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตชา ยี่ห้อ ลิปตันหรือทวินนิง ที่มีชื่อเสียงมาจนถึงปัจจุบันนี้

ถึงแม้ว่าคนอเมริกันจะดื่มชาไม่เท่ากับคนอังกฤษ เพราะคนอเมริกันนิยมดื่มกาแฟมากกว่าชา แต่ชาก็มีบทบาทในสังคมอเมริกาไม่น้อยเพราะในช่วงที่สหรัฐอเมริกายังเป็นเมืองขึ้นของอังกฤษ ใบชาที่ถูกนำเข้าไปยังอเมริกาและจะถูกเก็บภาษี จนทำให้เกิดการประท้วงอย่างรุนแรง จนเป็นประเด็นหนึ่งที่นำไปสู่การประกาศอิสรภาพของสหรัฐอเมริกาต่ออังกฤษ นอกจากนั้นยังกล่าวได้ว่าคนอเมริกันเป็นผู้ที่ปฏิวัติรูปแบบการดื่มชาจนเป็นที่แพร่หลายไปทั่วโลกจนถึงปัจจุบัน นั่นคือ ชาบรรจุถุง และชาใส่น้ำแข็งหรือชาเย็น อย่างไรก็ตามคนอเมริกันก็ยังนิยมดื่มชาดำเช่นเดียวกับคนอังกฤษความนิยมดื่มชาค่อยขยายตัวขึ้นเรื่อย ๆ จนเป็นที่กล่าวกันว่า ปัจจุบันชาเป็นเครื่องดื่มยอดนิยมที่สุดของชาวโลกจะเป็นรองก็เพียงแต่น้ำเปล่าเท่านั้น

2.4 วัฒนธรรมการดื่มชา

การดื่มชาของคนในเอเชีย ถือเป็นศิลปะอย่างหนึ่งเพราะการคัดเลือกการผลิต การชิม และวัฒนธรรมที่เกิดขึ้นจากการดื่มชา นั้น ซับซ้อนไม่น้อยไปกว่าการดื่มไวน์ของคนชาติตะวันตกเลย ในวัฒนธรรม การดื่มชาของจีน ชาเป็นสัญลักษณ์ของมิตรไมตรีจิต และการต้อนรับด้วยความยินดี เมื่อมีแขกมาเยือนถึงที่บ้าน ด้วยชาร้อนหนึ่งถ้วย ซึ่งถือเป็นมิตรไมตรีอันอบอุ่น จากเจ้าของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บ้านที่จะขาดเสียมิได้ในอดีตเรามีร้านอาหาร และร้านค้ามากมายที่แสดงไมตรีต่อลูกค้าโดยการเสิร์ฟชาให้ดื่ม แต่ปัจจุบันธรรมเนียมปฏิบัติเหล่านี้ แทบจะหาได้ยาก

นอกจากชาวจีน ญี่ปุ่นและเกาหลี ซึ่งดื่มชาต่างน้ำแล้ว ประเทศทางตะวันออกกลางอย่าง ตุรกี อิรัก อียิปต์ ซีเรีย จอร์แดน เป็นต้น ก็ดื่มชากันอย่างเหมือนกัน

2.4.1 ชากับชาวจีน

ธรรมเนียมการดื่มชาของจีน อาจแบ่งออกได้เป็น 3 ยุค สำคัญ

2.4.1.1 สมัยราชวงศ์ถัง (พศ. 1161 - 1450) เดิมชาเป็นที่รู้จักกันเฉพาะในภาคใต้ของ ประเทศจีนมาในสมัยราชวงศ์ถังนี้เองที่คนจีนนิยมดื่มชาทั้งภาคเหนือและภาคใต้ แต่กรรมวิธีชงชาในสมัยราชวงศ์ถังผิดแผกแตกต่างจากชาที่เรารู้จัก สมัยนั้นเขาจะเอาใบชาไปนึ่งกับข้าวเดิมน้ำคั้น จึงเปลือกส้มและเครื่องเทศ แล้วปั่นเป็นก้อนไว้ละลายน้ำดื่ม

2.4.1.2 สมัยราชวงศ์ซ่ง (พศ. 1503 - 1823) การชงชาได้เปลี่ยนจากก้อนชาหนึ่งมาเป็นใบชาแห้งนำมา โม่จนเป็นผง แล้วชงกับน้ำร้อน ในยุคนี้เองที่คนจีนเริ่มวัฒนธรรมจิบน้ำชา พรางรายกวีอย่างเพลิตเพินพระสงฆ์ก็หันมาใช้ชงชาเพื่อช่วยสร้างศีลสมาธิและปัญญาญี่ปุ่นได้เรียนวิธีชงชาผงจากจีนแล้วพัฒนา เป็นศิลปะการชงน้ำชาของตนขึ้น ในขณะเดียวกับที่คน จีนลี้มวิธีทำ และชงชาผงไปหลังจากที่พวกตาดรุกรานจีน และอารยธรรมจีน ของราชวงศ์ซ่งก็ถูกทำลายไปสิ้น

2.4.1.3 สมัยราชวงศ์หยวน (พศ. 1823 - 1911) คนจีนจึงหันมาชงชาด้วยใบชาซึ่งต้องชงในป้าน ป้านชาช่วยกรองเศษชาไม่ให้หล่นลงจอกขณะริน ผิดกับชาผงที่ชงดื่มในถ้วยได้ไม่ต้องรินจากป้านเครื่องเคลือบชั้นดีมีเนื้อ บางเสียบ ก็เกิดขึ้นเพื่อใช้ดื่มชา ชาเริ่ม แพร่หลายออกไปนอกแผ่นดินจีนทำให้ชาเป็นที่รู้จักในหมู่อาหรับ ซึ่งติดต่อค้าขายกับจีนมาก่อน ชาวยุโรป

2.4.2 ชากับชาวญี่ปุ่น

ญี่ปุ่นเป็นประเทศหนึ่งที่ผู้คนนิยมดื่มชากันอย่างแพร่หลาย แม้ว่าชาวญี่ปุ่นยุคใหม่จะหันมาสนใจเครื่องดื่มใหม่ๆ อย่างกาแฟ น้ำอัดลมและเครื่องดื่มอื่นๆ แต่ชาวญี่ปุ่นส่วนใหญ่ก็จะยังคงดื่มน้ำชา ชาที่ชาวญี่ปุ่นนิยมดื่มทั้งในชีวิตประจำวันและที่ใช้ในพิธีชงชา คือ ชาเขียว ญี่ปุ่นเป็นประเทศดื่มชา เมื่อมีแขกมาเยี่ยมเยือนถึงเรือนชาน เป็นธรรมเนียมที่เจ้าบ้านจะยกน้ำชามาต้อนรับเมื่ออยู่ในสถานที่ทำงาน ชาวญี่ปุ่นจะพักดื่มน้ำชาวันละอย่างน้อย 2 ครั้ง คือ ช่วงสาย และช่วงบ่าย ประเทศญี่ปุ่นในช่วงคริสต์วรรษที่ 12 การชงชาเป็นส่วนหนึ่งของพิธีสงฆ์นิคายมหายาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พระสงฆ์จะดื่มน้ำชาแก้ว ๆ แก้วระหว่างการนั่งวิปัสสนากรรมฐานเป็นเวลานาน ๆ หลังจากนั้น 300 ปี น้ำชาจึงค่อย ๆ ย้ายจากวัดเข้ามาในวัง ในคริสตวรรษที่ 15 การดื่มน้ำชาในราชสำนักกลายเป็นวาระของการสมาคมในหมู่ชนชั้นสูง เพื่อร่วมสำนึกกลายเป็นวาระของการสมาคมในหมู่ชนชั้นสูง เพื่อร่วมพบปะสนทนา ร่วมเสพความสวยงามจาก ลายพู่กันอักษรจีนขึ้นชมในความงาม ของ เครื่องใช้และภาชนะในการชงชา พิธีชงชาที่มีชื่อเรียกเป็นภาษาญี่ปุ่นว่า “ชาโนยู”

2.4.3 ชากับชาวตะวันตก

ส่วนทางตะวันตกประเทศที่นิยมดื่มชากันมากที่สุด คือ อังกฤษ และไอร์แลนด์ ขณะที่ ชาวอเมริกันและฝรั่งเศสดื่มชากันน้อยมาก แต่ดื่มกาแฟเป็นหลัก สำหรับชาวอังกฤษไม่นิยมดื่มชาเขียว จะนิยมดื่มชาดำซึ่งก็คือใบชาที่เข้มข้นกว่าเหมาะับรสนิยมของชาวอังกฤษอีกทั้งยังนิยมเติมน้ำตาลและนมเพื่อเพิ่มรสชาติของชา ถึงแม้ว่าคนอเมริกันจะดื่มชาไม่มากเท่ากับคนอังกฤษเพราะคนอเมริกันนิยมดื่มกาแฟมากกว่าชา อย่างไรก็ตามคนอเมริกันก็ยังนิยมดื่มชาดำเช่นเดียวกับอังกฤษ

2.4.4 ชากับคนไทย

วัฒนธรรมการดื่มชาในประเทศไทยนั้นเรียกได้ว่า คนไทยรู้จักการดื่มชามาตั้งแต่สมัยสุโขทัย ซึ่งมีการแลกเปลี่ยนวัฒนธรรมกับจีน และจากจดหมายของท่าน ลา ลูแบร์ ที่กล่าวว่า ในสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช (ปีพ.ศ. 2230) คนไทยได้รู้จักการดื่มชา โดยนิยมชงชาเพื่อรับแขกการดื่มชาของคนไทยสมัยนั้นดื่มแบบชาจีนไม่ได้ใส่น้ำตาล ความนิยมการดื่มชาค่อย ๆ ขยายตัวขึ้นเรื่อย ๆ จนปัจจุบันชาจัดเป็นเครื่องดื่มยอดนิยมที่สุด อย่างหนึ่งของโลก

2.5. ชนิดของชา

ชนิดของชาแบ่งได้เป็น 3 ชนิดใหญ่ ตามลักษณะการผลิตก็คือ ชาดำ ชาแดงและชาเขียว ในแต่ละปีมีการผลิตชารวมกันทั่วโลกมากกว่า 2.75 เมตริกตัน ในจำนวนนี้เป็นการผลิตชาดำประมาณ 73% ชาเขียว 23% และชาอื่น ๆ เพียง 4% ซึ่งชา นั้นแบ่งออกเป็น 3 ชนิดตามลักษณะการผลิต คือ

2.5.1 ชาดำ (Black tea)

ได้มาจากการนำใบชาที่เด็ดออกมาจากต้นแล้วมาทำให้เหี่ยวจนอ่อนนุ่มแล้วใช้เครื่องกลิ้งทับเพื่อปลดปล่อยเอนไซม์ที่ช่วยให้เกิดการหมักใบชาเป็นการนวด ซึ่งเป็นการทำให้เกิดออกซิเจนเติมลงในใบชา ไม่ใช่ออกซิเจนที่เกิดจากแบคทีเรีย แล้วนำไปหมักต่อในห้องหมัก ซึ่งจะต้องเกลี่ยใบชาออกเพื่อจะดูดซึมออกซิเจนได้มากและทั่วถึง ออกซิเจนจะทำปฏิกิริยากับแทนนินในใบชา ทำให้ใบชามีสีดำคล้ำ จึงเรียกว่า ชาดำ แล้วจึงนำไปอบให้ร้อนหรือตากแห้งเพื่อหยุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเติมออกซิเจน กลิ่นของใบชาจะหอมรุนแรงขึ้นและรสชาติจะเข้มข้นกว่าชาเขียว ชาดำที่ทำในอินเดีย ชีลอนและอินโดนีเซีย แบ่งเกรดกันด้วยขนาดของใบชา บางทีมีการเติมสีแต่งกลิ่นต่าง ๆ เช่น ดอกมะลิ ใบสะระแหน่ ส้มและเครื่องเทศประเภทต่าง ๆ ขณะหมัก กลิ่นใบชาจะระเหยและแทนนินจะถูกทำลายไปบ้าง ทำให้ชาดำมีกลิ่นหอมน้อยกว่าและมีรสชาติฝาดกว่าชาเขียว เพราะรสฝาดของแทนนินเพิ่มขึ้น แต่น้ำชาจะมีสีน้ำตาลสวย เนื่องจากใบชาจะผ่านกระบวนการออกซิเดชัน ทำให้ใบชาสูญเสียสารอาหารที่สำคัญไป คุณประโยชน์ในการป้องกันและบำบัดโรคของชาดำจึงไม่ดีเท่ากับชาเขียว

2.5.2 ชาแดง (Rad tea)

เป็นใบชาที่หมักที่เมื่อเต็ดออกมาจากต้นแล้ว จะนำไปนวดเล็กน้อย ผ่านกระบวนการหมักเพียงเล็กน้อย เพื่อให้ผิวภายนอกใบชาช้ำเท่านั้นแล้วจึงนำไปอบให้แห้ง สีของใบชาจึงออกแดงไม่ดำเหมือนชาดำ กลิ่นหอม รสชาติอยู่ระหว่างชาเขียวและชาดำทำให้กลมกล่อมกว่าชาดำ สารอาหารและคุณประโยชน์ของชาแดงยังคงอยู่ มากกว่าชาดำแต่ไม่ดีเท่ากับชาเขียว ส่วนใหญ่นิยมดื่มเปล่า ๆ แทนน้ำ โดยทั่วไปจะรู้จักกันในนาม ชาอู่หลง แบ่ง 3 ชนิดคือ

2.5.2.1 หมักอ่อน คือ ผ่านการหมัก 10-15 % เช่น ชาเป่าจิ้ง

2.5.2.2 หมักปานกลาง คือ ผ่านการหมัก 20 % เช่น ชาตุงติง

2.5.2.3 หมักแก่ คือ ผ่านการหมัก 30 % เช่น ชาแมนคารินอู่หลง

2.5.3 ชาเขียว (Green tea)

ได้จากการนำใบชาที่เมื่อเต็ดออกมาจากต้นแล้วมาปล่อยให้แห้งให้เหี่ยวแล้วทับด้วยเครื่องเป็นการนวดและตากแห้งโดยไม่ต้องหมัก จะถูกนำไปอบให้แห้งทันที เพื่อไม่ให้ใบชาเกิดกระบวนการออกซิเดชัน (ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน) ซึ่งจะทำให้ใบชายังคงมีสีเขียวอยู่ กระบวนการผลิตชาเขียวที่ไม่ผ่านการหมักนี้แหละเป็นเคล็ดลับที่สำคัญในการทำให้ชาเขียวมีความแตกต่างจากชาดำหรือชาแดง น้ำชาจากใบชาชนิดนี้จึงมีสีจางกว่าชาดำแต่มีกลิ่นหอมของใบชามากกว่า เช่น ชาเขียวญี่ปุ่น ซึ่งมีรสขมและสีอ่อน ทำนองเดียวกับชาจีน ให้สีเขียวอ่อนรสขมและรสผลไม้ผสม ใบมีวนคล้ายดินปืน ชาเขียวที่ดีที่สุด ยังไซชั่น ไม่เพียงแต่สี กลิ่น หรือรสชาติเท่านั้น แต่ที่สำคัญยังทำให้สารอาหารสำคัญที่มีคุณประโยชน์ในการป้องกันและบำบัดโรคยังคงอยู่ ไม่สูญเสียไปในกระบวนการหมัก ชาเขียวแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

2.5.3.1 แบบจีน มีลักษณะพิเศษคือ ทำแห้งโดยการคว่ำด้วยกะทะร้อน และแบ่งออกเป็น 2 แบบได้อีก คือ - มีการหมักอ่อน
- ไม่มีการหมัก

2.5.3.2 แบบญี่ปุ่น มีลักษณะพิเศษคือ ทำแห้งโดยการนึ่งด้วยไอน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการผลิตจะต่างกันตรงที่กระบวนการหมัก จากการศึกษาพบว่า จากกระบวนการหมักที่แตกต่างกันนี้มีผลทำให้สารสำคัญที่อยู่ในชา เช่น สารประกอบโพลีฟีนอล ซึ่งมีสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชันและสารต้านอนุมูลอิสระทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเกิดกระบวนการออกซิเดชัน ทำให้สารประกอบโพลีฟีนอลเปลี่ยนไปเป็นสารอื่น ทำให้ชาที่หมักจะมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระลดลง เกิดกระบวนการหมักเกิดจากทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอล ออกซิเดส (polyphenol oxidase) และเอนไซม์ย่อยไขมัน ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเปลี่ยนสารประกอบ โพลีฟีนอล ไปเป็นสารที่มีชื่อว่า Theaflavin, Thearubigin ทำให้ชามีรสชาติและกลิ่นรสเข้มขึ้น แต่สมบัติในการต้านอนุมูลอิสระลดลง

นอกจากสารประกอบโพลีฟีนอลที่มีความสำคัญต่อสุขภาพแล้ว ยังมีแทนนินซึ่งเป็นอนุพันธ์ของกรดแกลลิกและคาเทชิน ซึ่งมีส่วนสำคัญส่งผลถึงรสชาติของชาเป็นตัวทำให้ชามีรสฝาด เนื่องด้วยในปัจจุบันเครื่องดื่มชาจัดเป็นเครื่องดื่มยอดนิยม นอกจากใบชาแล้วยังได้มีการนำส่วนของพืชชนิดอื่นๆที่มีสารที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมาทำเป็นเครื่องดื่มคล้ายชา เราเรียกว่า ชาสมุนไพร เช่น ชาใบหม่อนที่กำลังเป็นที่นิยม ดังนั้นจึงน่าสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอล สมบัติการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณแทนนินของชาในแต่ละชนิดต่าง ๆ ที่ปลูกในประเทศไทย

2.5.4 ชาใบหม่อน

จัดอยู่ในกลุ่มชาเขียว มีลักษณะน้ำชาสีเขียวย่อนปนน้ำตาล มีปริมาณคาเฟอีนน้อยกว่าในใบชาทั่วไปถึง 200 เท่า โดยพบปริมาณคาเฟอีนตั้งแต่ 0 - 0.01 % เท่านั้น จึงเหมาะสำหรับผู้ที่ไม่นิยมดื่มชาที่ไม่มีคาเฟอีน นอกจากนี้ในใบหม่อนมีสารที่มีชื่อว่า gamma amino butyric acid มีคุณสมบัติในการลดความดันในเส้นเลือด มีสาร phycosterol ที่ออกฤทธิ์ในการลดปริมาณคอเลสเตอรอลในเส้นเลือด และมีสาร deoxy - nojirimycin มีผลต่อการลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ จึงเหมาะสำหรับผู้ป่วยโรคความดันสูงและโรคเบาหวาน สารสำคัญที่มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันในใบหม่อนคือ ฟลาโวนอยด์โดยเฉพาะในกลุ่มย่อยฟลาโวนอยด์ เช่น เควอซิทิน (quercetin) เควอซิทิน-3-โอ-เบตา-ดี-กลูโคไพราโนซิล-(1-6)-เบตา-ดี-กลูโคไพราโนไซด์ (quercetin-3-O-beta-D-galcopyranoside) และเคมเฟอร์อล (kaempferol) (kim, 1999)

2.6 องค์ประกอบของการทำน้ำชา

การทำน้ำชา เรียกว่า การชง มีองค์ประกอบที่สำคัญคือน้ำ ภาชนะที่ใช้และช่วงเวลาการใช้ ความร้อนดังนี้

2.6.1 การชง หมายถึง การใช้ความร้อนจัดที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดของน้ำ เทราดบนชิ้นส่วนของใบชาที่ต้องการให้สกัดสารประกอบในใบชาละลายลงมาอยู่ในน้ำชาที่จะนำไปเป็นเครื่องดื่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 น้ำที่ใช้ต้องเป็นน้ำอ่อนตามธรรมชาติหรือน้ำกลั่น จึงจะได้สารละลายที่ดี ถ้าใช้น้ำกระด้างหรือน้ำอ่อนที่ทำขึ้นจะมีเกลือแร่ ทำปฏิกิริยากับสารที่ละลายออกมา ทำให้ตกตะกอนหรือเป็นฝ้าลอยบนผิวน้ำได้ การเติมกรดหรือน้ำมะนาวเล็กน้อยจะช่วยละลายตะกอนและฝ้าดังกล่าวได้ แต่ทำให้น้ำขามีสีจางลง

2.6.3 ภาชนะที่ใช้ต้องไม่เป็นโลหะหรือเกลือแร่ละลายออกมาหลุดออกมาเจือปนในสารละลายจากซาได้ จึงควรใช้ภาชนะเคลือบหรือเซรามิกที่มีฝาปิด ซึ่งจะรักษาความร้อนเอาไว้ได้ดี

2.6.4 วิธีชงชา ใช้ใบชา ประมาณ 1 ช้อนชาต่อน้ำ 1 ถ้วยตวง โดยวางใบชาลงในภาชนะเคลือบแล้วเทน้ำต้มเดือดใหม่ๆ ลงไป ปิดฝาทิ้งไว้ 2–4 นาที ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่จะสามารถสกัดกลิ่นรสและสีของใบชาได้มากที่สุด และอาจละลายสารที่มีรสขมออกมาได้น้อยที่สุด

2.6.5 กรณีที่ต้องการน้ำชาที่มีความเข้มข้นมาก ให้เพิ่มปริมาณใบชาตามต้องการได้ แต่ไม่ควรแช่ทิ้งไว้หรือคั้นน้ำชาที่ชงแล้วให้ร้อนเพิ่มขึ้นอีก หรือใช้น้ำต้มเดือดนานเกินไป จะทำให้ออกซิเจนในน้ำถูกขับออกไปด้วย เพราะออกซิเจนในน้ำจะช่วยเพิ่มรสชาติความกลมกล่อมของน้ำชา จึงนิยมใช้น้ำต้มพอเดือดใหม่ๆ เทราดลงบนใบชาทันที

2.6.6 กรณีน้ำชาเย็น อาจเตรียมได้โดยใบชาแช่ไว้ในน้ำเย็นในเหยือกแก้วปิดฝาเก็บไว้ในตู้เย็นประมาณ 24 ชั่วโมงหรือตากแดดไว้หลาย ๆ ชั่วโมง จนได้น้ำชาที่มีสีและความเข้มข้นตามต้องการจึงกรองใบชาออกทิ้ง แล้วนำน้ำชาไปดื่มได้

2.7 เทคนิคการชงและคั้นน้ำชา

น้ำชาเป็นเครื่องดื่มที่มีวิธีการชงและคั้นในโอกาสที่แตกต่างกันตามภูมิภาคต่าง ๆ หลักการชงน้ำชา ถึงแม้ประเพณีการคั้นน้ำชาของแต่ละภูมิภาคจะแตกต่างกัน แต่จะมีหลักการที่สำคัญในการชงน้ำชาดังนี้

2.7.1 ภาชนะที่ใช้เตรียมมักเป็นภาชนะที่เคลือบอุณหภูมิความร้อนไว้เป็นรูปภา โดยการเริ่มด้วยการใช้น้ำร้อนที่เดือดลวกล้างภา

2.7.2 ใส่ใบชาใหม่ประมาณ 1 ช้อนชาพูน ลงในภาที่กรอกล้างใหม่ๆ

2.7.3 เติมน้ำร้อนเดือดใหม่ๆ ใช้น้ำร้อนที่ไม่ปล่อยให้เดือดนานเพราะจะทำให้แก๊ซออกซิเจนที่มีอยู่ในน้ำระเหยออกไปหมด ทำให้เสียรสชาติของชา

2.7.4 ปิดฝาทิ้งไว้ 3–5 นาที แล้วรินน้ำชาหรือกรองใบชาออกให้หมด เพื่อป้องกันไม่ให้แทนนินในใบชาละลายออกมาในน้ำชามากไปจะทำให้ น้ำชาฝาดมาก และช่วงเวลานี้ยังเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมที่คาเฟอีนในใบชาจะละลายออกมาในน้ำชาได้มาก

2.8. สารประกอบสำคัญในชา

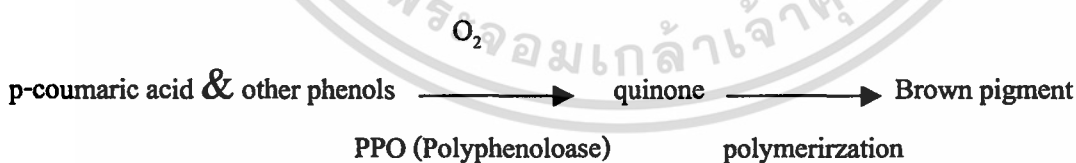
2.8.1 สารประกอบโพลีฟีนอล

เป็นสารในกลุ่ม secondary metabolite ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ในกระบวนการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ของพืชแต่ละชนิด ดังนั้นรูปแบบของสารประกอบฟีนอลในพืชแต่ละชนิดจึงมีความแตกต่างกันออกไป ในปัจจุบันพบว่ามีสารประกอบฟีนอลที่ทราบโครงสร้างแน่นอนแล้วมากกว่า 8,000 ชนิด ตั้งแต่กลุ่มที่มีโครงสร้างอย่างง่าย เช่น กรดฟีนอลิก (phenolic acids) ไปจนถึงกลุ่มที่มีโครงสร้างเป็นโพลีเมอร์ เช่น แทนนิน (tannin)

สารประกอบฟีนอลสามารถถูกพบได้ในอาหารและเครื่องดื่มที่ได้มาจากพืช เช่น ผลไม้ ธัญชาติต่างๆ ชา ไวน์ เบียร์ เป็นต้น แต่จะพบในปริมาณที่แตกต่างกันออกไปในพืชต่างชนิดกันหรือแม้แต่ในพืชชนิดเดียวกันแต่มาจากสถานที่ผลิตที่ต่างกัน เนื่องจากการสร้างสารประกอบฟีนอลของพืชจะมีทั้งปัจจัยทางด้านพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง นอกจากนี้ยังพบว่า วิธีการเพาะปลูก ระดับความสูง กระบวนการแปรรูปหรือแม้แต่วิธีการเก็บรักษาก็ล้วนมีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งสิ้น

สารประกอบฟีนอลมีบทบาททั้งต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณค่าทางโภชนาการของอาหารจากพืช เนื่องจากเป็นสารประกอบที่มีรสฝาดและขม และมีความเกี่ยวข้องกับโดยตรงกับการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในระหว่างกระบวนการแปรรูปและการเก็บรักษา โดยจะทำให้อาหารเกิดสีน้ำตาล เกิดการพัฒนากลิ่น และมีการสูญเสียสารอาหารบางชนิดได้ ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้อาจเป็นสิ่งที่ต้องการในบางกรณี เช่น การผลิตชาดำหรือ โกโก้ แต่อาจเป็นลักษณะที่ไม่ต้องการในบางกรณี เช่น การแปรรูปผัก ผลไม้ เป็นต้น

การเกิดสีน้ำตาลของสารประกอบ โพลีฟีนอล



การรายงานปริมาณของสารประกอบฟีนอลในอาหารและเครื่องดื่มมีอยู่มากมาย แต่ไม่สามารถที่จะนำข้อมูลดังกล่าวมาเปรียบเทียบกันได้ เนื่องจากวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์ และความแตกต่างของสารประกอบฟีนอลในอาหาร ซึ่งมีความหลากหลายและแตกต่างกันออกไปตามปัจจัยต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว อีกทั้งยังมีสารประกอบฟีนอลอีกมากที่ยังไม่ถูกบ่งชี้อย่างชัดเจน ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณสารประกอบฟีนอลในอาหารยังไม่มีความสมบูรณ์เพียงพอ และในบางครั้งยังสามารถพบว่ามีผลขัดแย้งกันเองเกิดขึ้นได้อีกด้วย อย่างไรก็ตามในที่นี้จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอแสดงตัวอย่างของผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลในอาหารและเครื่องดื่มชนิดต่าง ๆ ที่ได้มาจากพืชไว้ในตารางที่ 2.1

Food / Beverage	Total Polyphenols	Food / Beverage	Total Polyphenols
Cereals (mg/100 g dm)		Fruits (mg/100 g fm)	
Barley	1200-1500	Blackcurrant	140-1200
Corn	30.9	Blueberry	135-280
Millet	590-1060	Cherry	60-60
Oats	8.7	Cowberry	128
Rice	8.6	Cranberry	77-247
Sorghum	170-10,250	Gooseberry	22-75
Wheat	22-40	Grape	50-190
		Grapefruit	50
Legumes (mg/100 g dm)		Orange	50-100
Black gram	540-1200	Peach	10-150
Chickpeas	78-230	Pear	2-25
Cowpeas	175-590	Plum	4-225
Common beans	34-280	Raspberry	37-429
Green gram	440-800	Red currant	17-20
Pigeon peas	380-1710	Strawberry	38-218
		Tomato	85-130
Nuts (% dm)		Fruit juices (mg/L)	
Betel nuts	26-33	Apple juice	2-16
Cashew nuts	33.7	Orange juice ^a	370-7100
Peanuts	0.04		660-1000
Pecan nuts	8-14	Beverages	
Vegetables (mg/100 g fm)		Tea leaves (% dm)	
Brussels sprouts	6-15	Green	20-35
Cabbage	25	Black	22-33
Leek	20-40	Tea, cup (mg/200 mL)	150-210
Onion	100-2025	Coffee beans (% dm)	0.2-10
Parsley	55-180	Coffee, cup (mg/150 mL)	200-550
Celery	94	Cacao beans (% dm)	12-18
Fruits (mg/100 g fm)		Wine (mg/L)	
Apple	27-298	White	200-300
Apricot	30-43	Red	1000-4000 (6500)
		Beer (mg/L)	60-100

^adm=dry matter, fm=fresh matter.

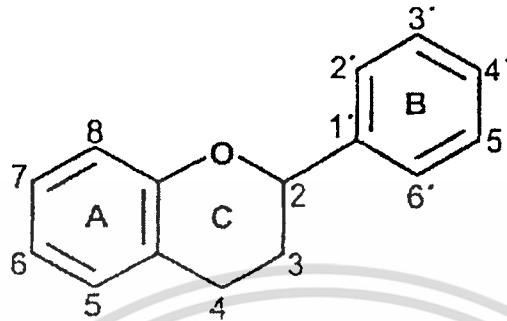
^aValues for different orange varieties.

ตารางที่ 2.1 : แสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลในอาหารและเครื่องดื่มชนิดต่าง ๆ ที่ได้จากพืช
ที่มา : (Bravo, 1998)

สารประกอบโพลีฟีนอลแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ ฟลาโวนอยด์และนอนฟลาโวนอยด์ (Burns et al.; 2000)

2.8.1.1 ฟลาโวนอยด์ (flavonoid) เป็นสารประกอบฟีนอลที่กำลังได้รับความสนใจมากที่สุด ในขณะนี้ จัดเป็นกลุ่มของสารประกอบฟีนอลที่ถูกรับพบมากที่สุดในบรรดาสารประกอบฟีนอลจากพืชทั้งหมด เนื่องจากมีการค้นพบฟลาโวนอยด์ แล้วมากกว่า 5,000 ชนิด โดยมีโครงสร้างพื้นฐานแบบ Diphenylpropanes (C₆-C₃-C₆) ประกอบด้วยวงแหวน 2 วงที่เชื่อมกันด้วยคาร์บอนสามอะตอมซึ่งมักจะอยู่ในลักษณะของ Oxygenated heterocycle และมีระบบที่ใช้ในการระบุตำแหน่งของคาร์บอนอะตอมใน โมเลกุลของฟลาโวนอยด์ดังรูปที่ 2.. (Bravo, 1998)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 : โครงสร้างพื้นฐานและการระบุตำแหน่งคาร์บอนอะตอมในโมเลกุลฟลาโวนอยด์
ที่มา : (Bravo, 1998)

สารประกอบฟลาโวนอยด์อาจเรียกว่า plant pigments ก็ได้ ที่พบอยู่ในต้นพืชมักเกิดอยู่ในลักษณะ combined form หรือ protected form เนื่องจากว่าฟลาโวนอยด์ส่วนมากจะเป็นพวกสารประกอบฟีนอล ซึ่งก็เป็นที่น่าทึ่งกันว่า สารประกอบฟีนอลจะมีความเป็นพิษต่อเซลล์ที่มีชีวิตทั้งหลาย ฉะนั้น protected form ที่พบบ่อยๆโดยทั่วไปในลักษณะของอนุพันธ์ของไกลโคไซด์ โดยอยู่ในส่วนของ aglycone ในโมเลกุลกลัยโคไซด์ ซึ่งละลายน้ำได้ดีขึ้น เรามักพบว่าฟลาโวนอยด์ กลัยโคไซด์เกิดอยู่ในส่วนของ cell vacuole เป็นส่วนใหญ่ protected form อีกลักษณะหนึ่งคือการเกิดอยู่ในสภาพที่ถูก methylation ถ้าเป็นฟลาโวนอยด์ลักษณะนี้จะละลายในน้ำได้ไม่ดียิ่ง มักพบว่ามีสารสะสมอยู่ในส่วนของไซโทโครพลาสซึมของเซลล์

สารประกอบในกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่ถูกพบมากที่สุดในขณะนี้ คือ ฟลาโวน (flavones เช่น apigenin, luteolin, diosmetin) และฟลาโวนอล (flavonols เช่น quercetin, myricetin, kaempferol) สำหรับฟลาโวนอยด์ในกลุ่มอื่น ๆ ที่น่าสนใจ ได้แก่ ฟลาโวนอน (flavonones เช่น naringenin, hesperidin) ฟลาโวนอล (flavanols เช่น catechin, epicatechin, gallic catechin) และมีจำแนกออกเป็นกลุ่มตามลักษณะโครงสร้างได้ถึง 13 กลุ่มย่อย ดังตารางที่ 2.2

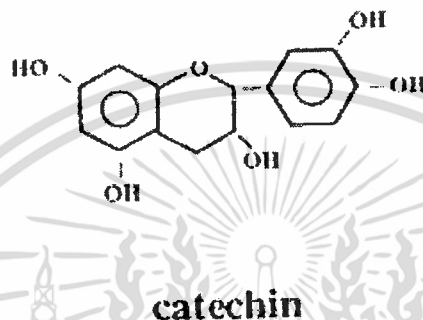
Flavonoid	Basic Structure
Chalcones	
Dihydrochalcones	
Aurones	
Flavones	
Flavonols	
Dihydroflavonol	
Flavanones	
Flavanol	
Flavandiol or leucoanthocyanidin	
Anthocyanidin	
Isoflavonoids	
Biflavonoids	
Proanthocyanidins or condensed tannins	

ตารางที่ 2.2 : แสดงโครงสร้างพื้นฐานของสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้ง 13 กลุ่ม
ที่มา : (Bravo, 1998)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1.2 catechins เป็นสารประกอบฟลาโวนอยด์ที่คล้ายคลึงกันกับสารประกอบ

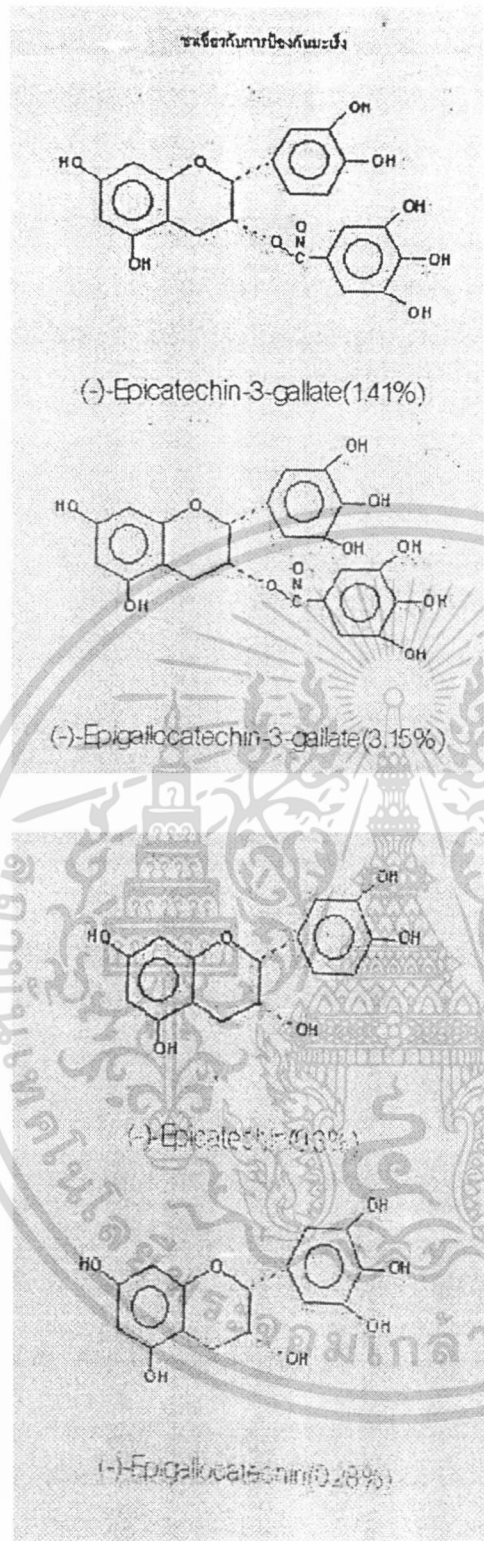
leucoanthocyanidins คือไม่มีสีและพบทั่วไปในพืชชั้นสูงทั้งหลายโดยเฉพาะไม้ยืนต้น มักพบอยู่ในส่วนเนื้อไม้มากอาจพบอยู่ในส่วนของใบด้วย สารประกอบ catechins ถือว่าเป็น precursor อีกชนิดหนึ่งของการชีวสังเคราะห์พวก tannin ชนิด condenser tannins เช่นเดียวกับสารประกอบ leucoanthocyanidins โครงสร้างทางเคมีจะเกิดจากนิวเคลียสของ benzo- γ -pyrone ตรงตำแหน่งคาร์บอนิล (ตำแหน่งที่ 4) ถูกรีดิวซ์ไปเป็นราตุไฮโดรเจนจึงเรียกชื่ออีกอย่างว่า flavan-3-ol และมีสูตรโครงสร้างพื้นฐานหลักคือ



รูปที่ 2.2 : ลักษณะโครงสร้างพื้นฐาน catechins

ที่มา : สรศักดิ์ (2541)

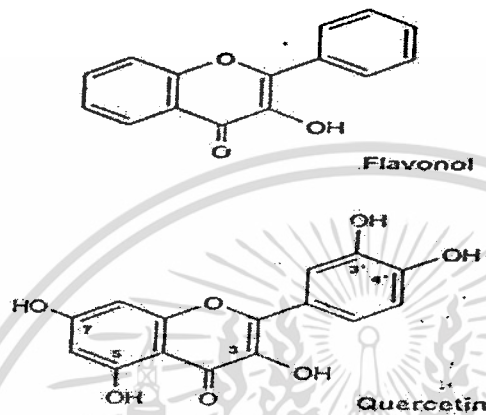
สารประกอบ Catechins ที่พบว่าเป็นสารประกอบหลักในชาเขียว มี 4 ชนิด คือ epicatechin (EC), (-)-epicatechin-3-gallate (ECG), (-)-epigallocatechin (EGC), (-)-epigallocatechin-3-gallate (EGCG) สาร EGCG เป็นสารที่พบในปริมาณมากที่สุดคือ ประมาณ 40 % ของสาร polyphenolic ทั้งหมด ส่วนชาดำนั้นหลังจากผ่านกระบวนการหมักแล้ว สารจำพวก catechins บางส่วนจะถูกเปลี่ยนเป็น theaflavin และ thearubigins ซึ่งเป็นสารโพลีเมอร์ของสาร polyphenolic แต่ก็ยังคงมีคุณสมบัติของการเป็น polyphenolic อยู่ น้ำชาที่ได้จากใบชาดำจึงมักประกอบด้วย catechins 3-10 % theaflavin 3-6 % thearubigins 12-18% (อรนุช ,2540)



รูปที่ 2.3 : ลักษณะโครงสร้างสารประกอบ Catechins ที่เป็นสารประกอบหลักในชาเขียว
ที่มา : นันทวัน (2539)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1.3 quercetin เป็นสารฟลาโวนอยด์ชนิดหนึ่งซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือที่รู้จักกันในชื่อไบโอเฟลโวนอยด์ (bioflavonoids) ในช่วงแรก ๆ มีการศึกษาว่าสารนี้อาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดมะเร็ง แต่ภายหลังของการวิจัย ปรากฏว่าการได้รับสารนี้เป็นปริมาณมาก อาจลดความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งและโรคหัวใจได้ เพราะมีประสิทธิภาพการเป็นสารต้านออกซิเดชัน โดยจับกับทองแดง



รูปที่ 2.4 : ลักษณะโครงสร้าง quercetin

ที่มา : Rice – Evan (1999)

2.8.1.4 tannin เป็นสารประกอบเชิงซ้อนเป็นส่วนมาก เป็นสารประกอบที่สำคัญของใบชาเป็นสารประกอบเชิงซ้อนฟีนอลิก (complex phenolic compound) ประกอบด้วยคาร์บอนไฮโดรเจนและออกซิเจน มีรูปผลึกไม่แน่นอนและไม่สามารถตกผลึกได้ มีลักษณะเฉพาะตัว มีรสฝาด และสามารถตกตะกอนได้ด้วยเจลาตินและสารอื่น ๆ บางชนิด เป็นสารประกอบจำพวกโพลีฟีนอล ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของกรดแกลลิกและคาเทชิน แทนนินของใบชาที่เก็บจากต้นใหม่ ๆ ประกอบด้วยสารประกอบ 5 ชนิด คือ *epi-gallocatechin gallate*, *epigallocatechin*, *epicatechin gallate*, *epicatechin*, *Gallatecatechin* และ *Catechin* (Nierenstein, 1934) ในสัดส่วนที่แตกต่างกันตามแหล่งที่ปลูก กลุ่มของสารประกอบที่ได้มาจากส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น เปลือก ใบ ผล เปลือกผล ซึ่งมีคุณสมบัติละลายได้ดีในน้ำ สามารถรวมตัวกับโปรตีนในหนังสือ (Wilson, 1941) ในปัจจุบัน

ได้มีการนิยามว่า แทนนิน คือ สารประกอบฟีนอลิกที่ได้จากธรรมชาติที่มีน้ำหนักโมเลกุลระหว่าง 500 และ 3,000 ทั้งยังมีหมู่ฟีนอลิกไฮดรอกซี (phenolic hydroxy) อิสระอยู่จำนวนหนึ่ง (1-2 ต่อ 100 หน่วยน้ำหนักโมเลกุล) ที่สามารถเกิดการเชื่อมโยงได้กับสารโปรตีนและไบโอโพลีเมอร์ (biopolymer) เช่น เซลลูโลส (cellulose) และเพคติน (pectin) ได้สารใหม่ที่มีคุณสมบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

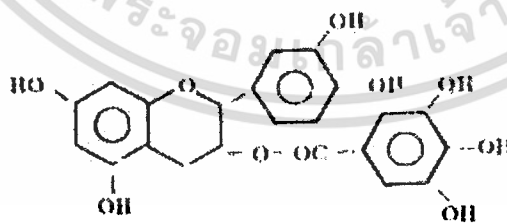
สมบัติคงตัว (Gustavson, 1954) ยากที่จะสกัดออกมาได้อย่างบริสุทธิ์ ดังนั้นจึงไม่ค่อยเข้าใจในเรื่องของโครงสร้างของแทนนินเป็นสาเหตุที่ทำให้การแบ่งชนิดของแทนนินไม่ค่อยชัดเจน

ในปัจจุบันการแบ่งชนิดของแทนนินขึ้นอยู่กับ ส่วนประกอบ โครงสร้างของ โมเลกุลการแยกสลายด้วยน้ำ ด้วยกรด ค่าง เอ็นไซม์ ดังนั้นเราจึงสามารถแบ่งแทนนินออกเป็น 2 ประเภท คือ 1. ไฮโดรไลซ์เซเบิลแทนนิน (hydrolyzable tannin)

2. คอนเดนซ์แทนนิน (condensed tannin)

คอนเดนซ์แทนนิน เป็นตัวที่พบในชา เป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างของ โมเลกุลซับซ้อนมากกว่ารวมตัวกันแน่น จัดอยู่ในประเภทโพลีฟีนอล มีน้ำหนักโมเลกุลระหว่าง 500 - 3,000 ขึ้นไป ถูกย่อยสลายได้ยาก ประกอบด้วยโพลีไฮดรอกซีฟีนอล ซึ่งเชื่อมกันเป็นโมเลกุลใหญ่ด้วย C-C linkage ไม่สามารถไฮโดรไลซ์ได้ด้วยกรดหรือค่าง แต่ละลายได้ดีในน้ำร้อน แอลกอฮอล์ และอะซิโตน (Robinson, 1967) พบมากในพืชชั้นสูงกว่าพืชที่มีไฮโดรไลซ์เซเบิลแทนนิน รายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างของแทนนินและการแบ่งชนิดของแทนนินชนิดนี้ยังไม่แน่นอน จากการศึกษพบว่า คอนเดนซ์แทนนินทุกตัวถูกสร้างขึ้นมาจากสารตั้งต้น (precursor) คือ Catechin เป็นโครงสร้างหลักโดยจะรวมตัวกับกรดหรือสารอินทรีย์ต่าง ๆ ทำให้น้ำหนักโมเลกุลสูงขึ้น เมื่อนำคอนเดนซ์แทนนินไปต้มกับกรดจะเกิดโพลีเมอร์ไลเซชัน (polymerization) ได้ตะกอนสีแดง เรียกแทนนินชนิดนี้ว่า tannin red หรือ insoluble amorphous phlophenone แทนนินชนิดนี้ ได้แก่ 3-galloylcatechin พบในใบชา

แม้ว่าแทนนินจะทำหน้าที่เป็นตัวให้รสแก่อ่อนและให้น้ำหนักเมื่อต้ม แต่ไม่ควรดื่มชานานเกินไป เพราะแทนนินจะละลายออกมาจนทำให้ชามีรสฝาดมากเกินไป หากเติมครีมหรือนมสดลงไปในน้ำชา รสฝาดจะลดลง เนื่องจากโปรตีนชนิดเคซีนในนมเข้าไปรวมกับแทนนิน แทนนินในน้ำชามีผลทำให้การเคลื่อนไหวของลำไส้ลดลงจึงช่วยลดอาการท้องเดินในคนที่ท้องเสียรุนแรงได้



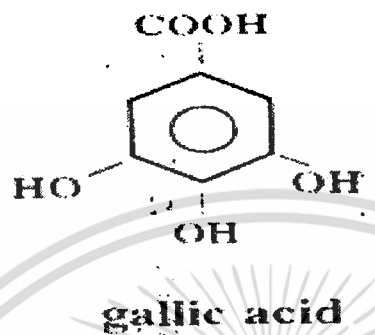
3-galloyl catechin

รูปที่ 2.5 : ลักษณะโครงสร้างพื้นฐานของคอนเดนซ์แทนนินบางชนิด

ที่มา : Robinson (1967)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2 นอนฟลาโวนอยด์ (non-flavonoid) เช่น กรดแกลลิก (gallic acid) ไฮดรอกซีซินนามेट (hydroxycinnamate) สติลบินเนส (stilbinase) (Burns et al.; 2000)



รูปที่ 2.6 : ลักษณะโครงสร้างของกรดแกลลิก

ที่มา : Robinson (1967)

2.9 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ, ชนิด, และสมบัติของฟลาโวนอยด์

2.9.1 พันธุ์ พืชแต่ละชนิดมีปริมาณและชนิดของฟลาโวนอยด์ แตกต่างกัน แม้ว่าจะเป็นพืชชนิดเดียวกันแต่ต่างสายพันธุ์ก็มีปริมาณและชนิดของฟลาโวนอยด์ต่างกัน

2.9.2 ความแก่-อ่อน ผลไม้ที่สุกจะมีปริมาณฟลาโวนอยด์ลดลงเมื่อปริมาณฟลาโวนอยด์ลดลงสารประกอบฟลาโวนอยด์ตัวหลักอื่น ๆ ก็ลดลงด้วยเช่นกัน ชาที่มีคุณภาพดีที่สุด คือชาใบอ่อนและदानตนเอง ใบชาคุณภาพดีที่เหมาะสมเอามาทำชานั้นจะเคี้ยวเฉพาะตรงยอดที่เป็นหน่ออ่อนและใบอ่อน 2 ใบเท่านั้นถ้าเด็ดใบที่แก่กว่านั้น เช่นใบที่ 3 ที่ 4 ลงไปจะถือว่าเป็นใบชาที่คุณภาพด้อยลงไปใบที่ 5 - 7 เป็นชาชั้นเลว

2.9.3 กระบวนการแปรรูป Spanos และคณะ , (1990) ได้ศึกษาผลการบีบอัดจะมีผลทำให้ได้ปริมาณของ cinnamics น้อยที่สุด เนื่องจากการทำงานของเอนไซม์ polyphenol oxidase การใช้ความร้อนสูงเวลาสั้นจะช่วยป้องกันสารประกอบโพลีฟีนอล ไม่ให้สูญเสียไป เนื่องจากการทำงานของเอนไซม์ polyphenol oxidase การใช้เอนไซม์เพื่อทำให้น้ำแอมเปิลโลส จะทำให้ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลบางตัวเช่น cinnamics, conjugated coumarics และ coumarics ลดลง แต่ทำให้ caffeic และ coumaric acid เพิ่มขึ้น โดยพบว่าทุก ๆ 1 มิลลิกรัมที่ chlorogenic acid ถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฮโดรไลซ์จะทำให้มี caffeic acid เพิ่มขึ้น 0.5 มิลลิกรัม นอกจากนี้การกรอง โดยใช้ bentonite, gelatin, silica sol หลังจากใช้เอนไซม์ในการทำให้ใสแล้ว จะช่วยยับยั้งปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของสารประกอบฟีนอลที่เกิดจากเอนไซม์ได้ การเก็บรักษาน้ำแอปเปิ้ลที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 เดือน จะทำให้ cinnamics ลดลงประมาณ 36 %

2.9.4 ความแตกต่างของอากาศ - อุณหภูมิ Rouse และคณะ (19..) และ Maraulja และคณะ (19..) พบว่า ปริมาณ hesperidin ใน Florida orange มีปริมาณสูงขึ้นในฤดูหนาว นอกจากนี้ Dougherty และ Fisher (19..) ยังพบว่า naringin ใน grapefruit ที่ปลูกในแถบภูมิอากาศอบอุ่น จะมีปริมาณ naringin ต่ำกว่า grapefruit ที่ปลูกในภูมิอากาศเย็น

แต่ทั้งนี้คุณภาพและรสชาติของใบชาซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมอีกหลายอย่าง เช่น ความชื้น อุณหภูมิ สายลม แสงแดด รวมไปถึงคุณภาพของดิน สรุปได้ว่าชาเป็นพืชที่อ่อนไหวและกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ง่ายที่สุด ต้นชาที่นิยมปลูกกันมีหลายพันธุ์ ที่นิยมปลูกในประเทศจีน ญี่ปุ่นและไต้หวัน เป็นพันธุ์ Bohea ส่วนพันธุ์ที่ขึ้นดีในเมืองร้อน เช่น อินเดีย หมู่เกาะอินเดียตะวันออก และศรีลังกา เป็นพันธุ์ Viridis ประเทศไทยมีการปลูกและการผลิตใบชาจำนวนมากโดยเฉพาะทางภาคเหนือ เช่น เชียงใหม่ ชัยนาท นุรีรัมย์ เป็นต้น

2.10 ประโยชน์ของสารประกอบฟีนอล (Bravo, 1998)

ผลงานวิจัยหลายชิ้นยืนยันอย่างแน่ชัดว่า สารประกอบฟีนอลที่ละลายได้จะสามารถถูกเมตาบอลิซ์ได้ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ โดยสารประกอบฟีนอลอย่างง่ายที่อยู่ในรูปอิสระ เช่น caffeic acid, cinnamic acid และ aglycones จะสามารถถูกดูดซึมได้โดยตรงที่บริเวณผนังลำไส้เล็ก ในขณะที่กลัยโคไซด์จะถูกย่อยออกเป็น aglycone และน้ำตาลก่อนจึงจะสามารถถูกดูดซึมได้ แต่เนื่องจากในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ไม่มีเอนไซม์ β -glycosidases ที่เหมาะสม จึงมักไม่มีการดูดซึมที่บริเวณลำไส้เล็กกลัยโคไซด์ จึงต้องผ่านมาที่บริเวณลำไส้ใหญ่ ซึ่งมีจุลินทรีย์ต่าง ๆ ช่วยย่อยสลายให้อยู่ในรูปของ aglycone ก่อนจึงจะมีการดูดซึมที่บริเวณส่วนปลายของลำไส้ใหญ่ได้ แต่อย่างไรก็ตามมีรายงานว่า จุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ไม่สามารถที่จะย่อยสารประกอบฟีนอลได้ทุกชนิด และตัวอย่างของสารประกอบฟีนอลที่จุลินทรีย์ไม่สามารถย่อยได้ คือ insoluble condenser tannins ซึ่งสารประกอบเหล่านี้จะถูกขับออกมาพร้อมกับอุจจาระทั้งหมด

2.10.1 บทบาทของสารประกอบฟีนอลต่อการใช้ประโยชน์สารอาหารของร่างกาย

คุณสมบัติที่เป็นที่ทราบกันดีของสารประกอบฟีนอลประการหนึ่ง คือ ความสามารถในการรวมตัวและตกตะกอนโปรตีน ซึ่งความสามารถในการรวมตัวกับโปรตีนนั้นเป็นสมบัติของสารประกอบฟีนอลทั่วไปและไม่ก่อให้เกิดปัญหาใด ๆ ต่อการย่อยโปรตีนของร่างกายมนุษย์ แต่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารประกอบฟีนอลที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ คือ ประกอบด้วยฟลาโวนอลอย่างน้อย 3 หน่วยขึ้นไป จะสามารถตกตะกอนโปรตีนได้ ทำให้โปรตีนที่ร่างกายได้รับจากอาหารอยู่ในรูปที่ไม่ละลาย การย่อยสลายโปรตีนจึงไม่สามารถเกิดขึ้นได้และสารประกอบเอ็นไซม์ต่าง ๆ ทำให้เอ็นไซม์สามารถทำงานได้น้อยลง จึงจะมีผลกระทบต่อการทำงานของโปรตีน คาร์โบไฮเดรตและไขมัน นอกจากนี้ยังพบว่าสารประกอบฟีนอลโมเลกุลใหญ่นี้ยังสามารถรวมตัวกับโพลีแซคคาไรด์เป็นสารประกอบเชิงซ้อน ซึ่งจะมีผลทำให้ร่างกายสามารถนำคาร์โบไฮเดรตไปใช้ประโยชน์ได้น้อยลง

ส่วนผลกระทบของสารประกอบฟีนอลต่อเมตาบอลิซึมของไขมันนั้นจะเป็นประโยชน์ต่อร่างกายมากที่สุด เนื่องจากพบว่าสารประกอบฟีนอลมีผลทำให้มีการขับไขมันออกมาพร้อมกับอุจจาระในปริมาณมากขึ้นและมีการศึกษาถึงบทบาทในการลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือดของสัตว์ทดลองที่ถูกเลี้ยงด้วยอาหารที่มี tannin, tannic acid และ tea catechin ซึ่งผลการทดลองพบว่าสามารถเพิ่มปริมาณ High-density lipoprotein (HDL) cholesterol ซึ่งเป็นโคเลสเตอรอลชนิดดี และลดปริมาณ low-density lipoprotein (LDL) cholesterol ซึ่งเป็นโคเลสเตอรอลชนิดเลวลงได้ สาเหตุที่เป็นเช่นนี้น่าจะมีผลมาจากการลดการดูดซึมโคเลสเตอรอลและเพิ่มการขับกรดน้ำดีออกจากร่างกาย ทำให้ร่างกายจำเป็นต้องใช้โคเลสเตอรอล ที่มีอยู่ในการสร้างกรดน้ำดีมากขึ้น

ในกรณีของเกลือแร่ มีรายงานว่าสารประกอบฟีนอลสามารถรวมตัวกับโลหะประจุบวก เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของธาตุเหล็ก ซึ่งเป็นผลมาจาก galloyl group และ catechol groups ในโมเลกุลของสารประกอบฟีนอล จึงพบว่าสารประกอบฟีนอลในชาเขียว ชาดำ ชาสมุนไพร กาแฟ โกโก้และไวน์ ล้วนมีผลในการลดการดูดซึมธาตุเหล็กของร่างกายทั้งสิ้น แต่อย่างไรก็ตาม มีรายงานว่าสารประกอบฟีนอลจากถั่วเหลือง ถั่วเขียวและถั่วแดงไม่มีผลต่อการดูดซึมธาตุเหล็กของร่างกาย ส่วนเกลือแร่ชนิดอื่นที่มีรายงานว่าสารประกอบฟีนอลมีบทบาทต่อการลดการดูดซึม ได้แก่ ทองแดง สังกะสี โซเดียมและอะลูมิเนียม ในขณะที่มีรายงานว่าสารประกอบฟีนอลไม่มีผลต่อการดูดซึมแมกนีเซียม แคลเซียมและแมงกานีส

2.10.2 มีคุณสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอล

คุณสมบัติที่ได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบันของสารประกอบฟีนอล คือ การเป็นสารต้านออกซิเดชันและสารต้านกลายพันธุ์ ซึ่งเกิดจากอนุมูลอิสระและการใช้สารประกอบฟีนอลในการป้องกันโรคต่าง ๆ โดยเฉพาะโรคหัวใจ ขาดเลือดและมะเร็ง โดยสารประกอบฟีนอลจะทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระและไอออนของโลหะที่สามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและโมเลกุลอื่น ๆ ด้วยการให้อะตอมไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระอย่างรวดเร็ว แต่ความสามารถในการเป็นสารต้านออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลยังขึ้นอยู่กับระบบด้วย ดังนั้นการศึกษาหรือเปรียบเทียบคุณสมบัติดังกล่าวจึงจำเป็นต้องระบุรายละเอียดให้ชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสับเซตที่เป็นเป้าหมายของระบบ (Feanker, 1999) นอกจากนี้ยังพบว่า ในภาวะที่มีสารเอกสารถูกเป็นเอกสารถูกส่งไปสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบพืชนอลความเข้มข้นสูง พืชสูงและมีเหล็กอยู่ด้วยนั้น สารประกอบพืชนอลจะเป็นตัวเริ่มต้นของกระบวนการออกซิเดชันเสียเองได้ (Bravo, 1998)

โดยปรกติแล้วโมเลกุลของสารทุกชนิดจะประกอบไปด้วยนิวตรอน โปรตรอนและอิเล็กตรอน ซึ่งเป็นอนุภาคที่โคจรอยู่ส่วนนอกสุดและเป็นประจุไฟฟ้าที่ว่องไวมาก โมเลกุลจึงสูญเสียอิเล็กตรอนได้ง่าย ซึ่งเมื่อโมเลกุลเหล่านี้สูญเสียอิเล็กตรอนที่เคยมีอยู่ไป มันก็จะเสียองค์ประกอบที่ทำให้โมเลกุลหรืออะตอมเหล่านี้มีความเสถียร โมเลกุลนั้น ๆ ก็จะไปดึงเอาอิเล็กตรอนของโมเลกุลข้างเคียงมาคู่กับตัวเอง เพื่อให้ตัวมันเองเสถียรดังเดิม โดยลักษณะธรรมชาติของโมเลกุล อนุมูลอิสระและปฏิกิริยาแลกเปลี่ยนประจุอิเล็กตรอนก็จะเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา

อนุมูลอิสระ คือ อะตอมหรือโมเลกุลของสารที่มีอิเล็กตรอนโคเดเดี่ยว 1 หรือมากกว่า เนื่องจากการสูญเสียอิเล็กตรอน โคเดเดี่ยว หรือมีอิเล็กตรอน โคเดเดี่ยวเพิ่มขึ้น อาจเป็นประจุลบ ประจุบวกหรือเป็นกลางก็ได้ ปกติอิเล็กตรอนจะอยู่เป็นคู่ หากอิเล็กตรอนขาดคู่จะทำให้สารนั้นมีปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ว่องไวมากโดยการไปดึงอิเล็กตรอนจากสารอื่นมาไว้ให้เป็นคู่ หรือให้อิเล็กตรอนโคเดเดี่ยวแก่สารอื่น เพื่อให้อะตอมหรือโมเลกุลมีความเสถียรอยู่ได้ หรืออาจรวมกับโมเลกุลที่ไม่มีอนุมูล ถ้าอนุมูลให้ 1 อิเล็กตรอนหรือรับ 1 อิเล็กตรอนหรือรวมกับโมเลกุลที่ไม่มีอนุมูลจะกลายเป็นอนุมูลอิสระซึ่งว่องไวมาก มีอายุสั้นและทำปฏิกิริยาแบบไม่เฉพาะเจาะจง ตัวอย่างของอนุมูลอิสระ คือ ซูเปอร์ออกไซด์ ไฮดรอกซิล ไนตรัสออกไซด์ เปอร์ออกซิไนไตรท์ เป็นต้น อนุมูลอิสระเกิดปฏิกิริยาแบบลูกโซ่ซึ่ง 1 อนุมูลจะก่อให้เกิดอนุมูลอื่นต่อไปอีก อนุมูลอิสระเกิดได้ภายในและภายนอกร่างกาย เช่น เกิดที่ไมโทคอนเดรีย ไมโครโซม เพอร์ออกไซโซม ซึ่งเกิดจากระบบขนส่งอิเล็กตรอน การเกิดเมตาบอลิซึม ฟาโกไซโตซิสหรือเกิดจากสารเคมี รังสี ยาบางชนิดและความร้อน (Punchard and Kelly, 1996) โมเลกุลที่มีความว่องไวต่อการทำปฏิกิริยาสูงและอาจก่อให้เกิดอนุมูลอิสระและปฏิกิริยาลูกโซ่ในร่างกายได้ ตัวอย่างโมเลกุลเหล่านี้เช่น โมเลกุลออกซิเจนพลังงานสูง (O_2) และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)

การเปรียบเทียบคุณสมบัติในการเป็นสารต้านออกซิเดชันของสารประกอบพืชนอลบริสุทธิ์ พบว่า catechin > mtricetin = epicatechin = rutin > gallic acid > quercetin > cyandin (Feanker, 1999)

2.10.3 บทบาทของสารประกอบพืชนอลกับการป้องกันโรคมะเร็ง

โรคมะเร็งสามารถเกิดขึ้นได้จากการที่ร่างกายได้รับสารเคมี รังสี หรือไวรัสจากสิ่งแวดล้อม สิ่งแปลกปลอมเหล่านี้จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระดับของดีเอ็นเอ ส่งผลให้เกิดความผิดปกติ ของเซลล์และเนื้อเยื่อขึ้นตามลำดับ กระบวนการออกฤทธิ์พบว่า มีกระบวนการหลายอย่างที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

2.10.3.1 สารสกัดโพลีฟีนอลและสารพวก catechin จะไปยับยั้ง Cytochrome P-
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

40 ทำให้สารก่อมะเร็งไม่สามารถรวมกับ DNA และเกิดมะเร็งได้ไม่ว่าจะให้สารด้วยการป้อนหรือ

2.10.3.2 การให้สารสกัดโพลีฟีนอล แก่หนูเป็นเวลานานจะไปกระตุ้นเอนไซม์ซึ่งช่วยลดพิษของสารก่อมะเร็ง ได้แก่ เอนไซม์ glutathione peroxidase, catalase, NADPH-quinone oxidoreductase และ glutathione-S-transferase ในลำไส้เล็ก ปอด และตับ

2.10.3.3 สารสกัดโพลีฟีนอล มี nucleophilic center ถึง 2 แห่ง จึงสามารถจับกับสารก่อมะเร็งชนิดที่มี electrophilic เช่น Benzopyrene-7 β -diol,9,16-epoxide-2

2.10.3.4 ยับยั้งเอนไซม์ ornithine decarboxylase, cyclooxygenase และ lipoxigase ซึ่งเป็นผลยับยั้งการเกิดมะเร็งที่ผิวหนัง

2.10.3.5 เนื่องจากคุณสมบัติในการเป็น antioxidant ของสารกลุ่มนี้จึงทำให้สารจากชาเขียวสามารถยับยั้งการเกิดมะเร็งเนื่องจากสารกระตุ้นการเกิดมะเร็ง

2.10.4 บทบาทของสารประกอบฟีนอลต่อการบำรุงกระดูก

ชา นอกจากมีสารฟลาโวนอลด์ ที่มีคุณสมบัติคล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจนแล้วยังมีฟลูออไรด์ ซึ่งต่างเป็นสารบำรุงกระดูกด้วยกันทั้งคู่ นักวิจัยได้ค้นพบว่า ยิ่งชดน้ำชาตั้งแต่หนุ่มจนแก่แล้ว ยิ่งเป็นประโยชน์ จะช่วยบำรุงกระดูกให้แข็งแรงขึ้น นักวิจัยของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเซ็งกุง ที่เมืองไต้หวันของไต้หวัน เปิดเผยว่า ได้ศึกษาวิจัยพบว่า ผู้ที่ดื่มชาดำ ชาเขียว หรือชาแดง วันละ 2 ถ้วยเป็นประจำ นานติดต่อกันไม่ต่ำกว่า 6 ปี จะได้ประโยชน์เป็นคนที่มีกระดูกแข็งแรง เขาเชื่อว่า การค้นพบครั้งนี้ จะมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะโรคกระดูกพรุน รวมทั้งโรคข้ออักเสบได้กลายเป็นโรคที่ทรมาณคนทั่วโลกจำนวนมาก (หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ ปีที่ 53 ฉบับที่ 16186) การบริโภคชาสัมพันธ์กับการเพิ่มปริมาณเกลือแร่ในกระดูก ซึ่งมีผลป้องกันการเกิดกระดูกสะโพกแตก จากข้อมูลต่าง ๆ แนะนำว่าส่วนประกอบอื่นในชานอกจากโพลีฟีนอล เช่น phytoestrogen หรือ fluoride อาจส่งผลต่อความหนาแน่นของเกลือแร่ในมวลกระดูกและ fluoride ในชาช่วยเพิ่มความแข็งแรงของสารเคลือบฟันและรักษาสุขภาพ (วันเพ็ญ, 2544)

2.10.5 บทบาทของสารประกอบฟีนอลต่อโรคหลอดเลือดหัวใจ

มีการศึกษาทางระบบทางระบาดวิทยาหลายเรื่องถึงผลของการบริโภคชาต่อหัวใจ พบว่าการดื่มชาปริมาณสูงสัมพันธ์กับการลดอัตราเสี่ยงต่อการตายจากโรคหัวใจขาดเลือดและโรคหัวใจวาย เช่น การศึกษาระยะยาวที่ประเทศเนเธอร์แลนด์ พบว่า การบริโภคชาสัมพันธ์กับการลดอัตราเสี่ยงของการตายจากโรคหัวใจขาดเลือดและโรคหัวใจวาย การศึกษาที่เมืองบอสตันพบว่า ผู้ที่ดื่มชาดำ 1 (200-250 มิลลิลิตร) หรือ 2 ถ้วยต่อวัน จะลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจวายได้ครึ่งหนึ่ง เมื่อเปรียบเทียบกับผู้ที่ไม่ได้ดื่มชาเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติในการลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือดเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดโรคหัวใจจากการศึกษาในสัตว์ทดลองพบว่า การให้สัตว์กินไขมันและคอเลสเตอรอลสูง ร่วมกับกิน ชาเขียว ชาดำ ชาแดง สามารถป้องกันการเกิดไขมันสูงในเลือดและตับ และลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด พร้อมกับเพิ่มปริมาณการขับถ่ายไขมันและโคเลสเตอรอลทั้งหมดในอุจจาระ แต่ในคนไม่ประสบความสำเร็จ จากการศึกษาวิจัยทางระบาดวิทยาในคน 13 เรื่อง มีเพียง 4 เรื่องที่รายงานว่า การบริโภคชาสามารถลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือดอย่างมีนัยสำคัญได้

2.10.6 บทบาทของชาการลดความอ้วน

โรคอ้วนเป็นโรคที่เกิดจากภาวะไม่สมดุลระหว่างการได้รับพลังงานและการใช้พลังงาน ซึ่งมาสาเหตุต่าง ๆ ได้แก่ กรรมพันธุ์ การเผาผลาญพลังงาน ระบบต่อมไร้ท่อผิดปกติหรือผลรวม ๆ หรืออาจจะเกิดจากรับประทานมากเกินไป การรักษาโรคอ้วน โดยวิธีการจำกัดปริมาณอาหารไม่ค่อยประสบความสำเร็จ จึงมีการศึกษาเพื่อหาการรักษา ผู้วิจัยกลุ่มนี้ได้ทดลองนำเอา สารสกัดชาเขียวด้วยเอทานอล ซึ่งมี คาเทชินอยู่ 25 % โดยทดลองในหลอดทดลอง พบว่ายับยั้ง gastric และ pancreatic lipase และกระตุ้น การสร้างความร้อน และได้ทดลองผู้ที่เป็นโรคอ้วนไม่มากนัก โดยทดลองกับชายอายุ 18 ปีขึ้นไป โดยให้รับประทานสารสกัด วันละ 2 ครั้ง เข้ากลางวัน ครั้งละ 2 แคปซูล พบว่าหลังจาก 3 เดือน น้ำหนักลดลง 4.0% และรอบเอวลดลง 4.48 % จะเห็นได้ว่าสารสกัดชาเขียวมีผลลดความอ้วน โดยออกฤทธิ์ยับยั้ง lipase และกระตุ้นการเกิดความร้อน มีรายงานอาการ ไม่พึงประสงค์ 5 ราย จาก 70 ราย คือ ปวดท้อง 2 ราย ท้องเสีย 2 ราย และ 1 ราย เพิ่ม transaminase (หน่วยบริการฐานข้อมูลสมุนไพร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์)

2.10.7 ประโยชน์ทางยา ใบชามีฤทธิ์กระตุ้น ทำให้กระตุ้นกระเพาะเมื่อเคี้ยว ไม่่วงนอน มีฤทธิ์ฝาดสมานจึงใช้แก้อาการท้องเดิน กากชาใช้พอกแผลน้ำร้อนลวก จะทำให้สารฝาดไป ตกตะกอนโปรตีนที่เป็นพิษ มีฤทธิ์ขับปัสสาวะ และช่วยให้กล้ามเนื้อเรียบคลายตัว

2.10.8 ประโยชน์อื่นๆ กากชาใช้ดูดกลิ่น ภูมิที่รับประทานของมีกลิ่นติดมือมา จะช่วยให้กลิ่นจางหาย คนโบราณสมัยก่อนไม่มีน้ำยาฟอรัมาลินที่ใช้ฉีดศพกันศพเน่าเปื่อย ถ้าทิ้งไว้เกิน 1 วัน ศพจะมีกลิ่น นิยมใส่ใบชาลงในโลงศพ เพื่อดูดกลิ่น คนทางภาคเหนือนิยมเคี้ยวและอมใบเมี่ยง (ใบเมี่ยงทำจากใบชาที่เพาะลาดนำไปหมัก) แทนการกินหมากของคนภาคกลาง ใบอ่อนของชาใช้ย้อมสีผ้า หวาน หอม อร่อยนำรับประทาน น้ำมันจากเมล็ดชา (fixed oil) ใช้ทำเนยเทียม กากเมล็ดชามีสารซาโปนิน มีคุณสมบัติล้างสิ่งต่างๆ ได้สะอาดดีมาก หญิงจีนนิยมใช้กากเมล็ดชาซึ่งเรียกว่า “แต่ไค่” สระผม เพราะมีสารซาโปนินจะช่วยชะล้างสิ่งสกปรกออกจากผม นอกจากนั้นแล้วน้ำมันที่ติดอยู่ที่กากเมล็ดชาช่วยทำให้เส้นผมชุ่มชื้นเป็นมันอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 ประโยชน์ของแทนนิน

2.11.1 มีผลต่อรสฝาดอาหาร

ปริมาณและชนิดของแทนนินในพืชนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ความแก่-อ่อน สภาพอากาศฤดูกาล แดดร้อน แห้งเพาะปลูกและช่วงการเจริญเติบโต (Hagerman, 1988) โดยทั่วไปแทนนินเป็นสารประกอบที่ทำให้เกิดความฝาด สารที่ทำให้เกิดความฝาด สารที่ทำให้เกิดความฝาด คือ โพลีเมอร์ริค (polymeric) ของสารประกอบกลุ่มฟีนอลและคาเทชิน ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลสูง ๆ เนื่องจากสามารถเกิดปฏิกิริยาเชื่อมพันธะข้ามระหว่างไกลโคโปรตีน กับโปรตีนที่อยู่ในน้ำคกตะกอนกับแทนนิน ทำให้เกิดการห่อหุ้มในช่องปากลดลง ความเข้มข้นของความฝาดที่ยอมรับได้ คือ 20 mg/100ml. สามารถตรวจสอบได้เมื่อนำมาละลายน้ำ

ส่วนของคอนแดนซ์เซอร์แทนนินชนิด ลิวโคแอนโธไซยานิน ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ๆ จะไม่เกิดพันธะข้ามระหว่างไกลโคโปรตีนกับโปรตีน ทำให้ผลไม้ไม่เกิดรสฝาด ในผลไม้จะมีสารประกอบพวกฟลาโวนอยด์ สามารถเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชัน เป็นลิวโคแอนโธไซยานิน และมีน้ำหนักโมเลกุลเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงจุดหนึ่ง เมื่อผลไม้สุก ลิวโคแอนโธไซยานิน จะเปลี่ยนเป็นตะกอนแข็ง ไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาเชื่อมพันธะข้ามระหว่างไกลโคโปรตีนกับโปรตีนได้ต่อไป ดังนั้นผลไม้สุกจึงมีรสฝาดน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย

ทั้งนี้อาจจะเป็นผลเนื่องมาจากแทนนินอยู่ในรูปเดี่ยว สามารถรวมตัวกับสารประกอบประเภทโปรตีนหลาย ๆ ชนิดหรือคาร์โบไฮเดรตหรือแทนนิน อาจรวมตัวกันเอง เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงและขนาดใหญ่ และมีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสรีรวิทยาของผลไม้และเมล็ด สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงที่เป็นไปได้นั้น คือ ปฏิกิริยานั้นอาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรืออาจเกิดการจากทำงานของเอ็นไซม์ (joslyn and Goldstein, 1964) แทนนินที่มีการเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันสูง ๆ จะเกิดปฏิกิริยาเชื่อมพันธะข้ามมากไป ซึ่งเกิดเป็นตะกอนแข็งและไม่มรสฝาด เพราะฉะนั้นความฝาดที่มากที่สุดควรมีขนาดของโมเลกุลพอสมควรไม่เล็กไม่ใหญ่จนเกินไป (ferudenberg และ Weinges, 1962)

2.11.2 ก่อให้เกิดการตกตะกอนในไวน์น้ำผลไม้และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ

ความสามารถของแทนนินในการรวมตัวเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับโปรตีนที่พบในอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์และไม่มีแอลกอฮอล์ เช่น ไวน์ น้ำผลไม้ เครื่องดื่มและผลิตภัณฑ์อื่น ๆ อาศัยหลักการนี้ในการทำให้เครื่องดื่มบางชนิด เช่น ไวน์ น้ำผลไม้ที่ได้นั้นใสขึ้นใสขึ้นกว่าเดิม โดยทั่วไปการเติมสารเคมีโปรตีนบางชนิด เช่น การเติมเจลาตินลงในน้ำผลไม้ เจลาตินสามารถรวมตัวกับแทนนินที่มีอยู่ในน้ำผลไม้แล้วเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่ไม่ละลายน้ำในรูปของตะกอนพร้อมกับดึงเอาตะกอนและสารประกอบอื่น ๆ ลงมา ทำให้ใสในน้ำผลไม้ เจลาตินสามารถรวมตัวกับแทนนินที่มีอยู่ในน้ำผลไม้แล้วเกิดเป็นสารประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.6 ใช้ป้องกันการหืน

ได้มีการสกัดแทนนินที่ได้จากของเสียจากผลิตผลทางหัวหอมแดง และได้ทดลองนำมาเติมลงในน้ำมันปาล์มที่ความเข้มข้นมากกว่า 0.3 % พบว่าสามารถป้องกันการหืนหืนได้ และมีคุณภาพดีเมื่อเปรียบเทียบกับสารกันหืนทางการค้าที่ใช้กันทั่วไปที่ความเข้มข้น 0.1 % (Akaranta และ Odozi, 1988)

2.11.7 สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียบางชนิดในอาหาร

ทางด้านจุลชีววิทยาได้มีการนำแทนนิน มาทดสอบผลการยับยั้งแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษได้โดยใช้วิธีการทางจุลชีววิทยา พบว่า กรดแทนนินมีผลต่อการยับยั้งแบคทีเรียบางชนิด (Chung et al., 1993)

2.12 โทษของชา พืชสองแฉง

จะต้องดื่มชาเขียววันละกี่ถ้วยจึงจะได้ผลกับสุขภาพ เรื่องนี้ยังสรุปได้ชัดขาดลงไปไม่ได้ แต่กินมากจะทำให้เกิดผลเสียอย่างกาแฟหรือไม่ ตอบได้ว่าไม่เหมือนกันทีเดียวนัก แม้ชาจะมีสาร theophylline ซึ่งช่วยกระตุ้นให้ประสาทตื่นตัวคล้ายคาเฟอีนในกาแฟ แต่ปริมาณสารทีโอฟีลโลนในชามีน้อยกว่าคาเฟอีนในกาแฟประมาณแก้วต่อแก้วถึง 2-3 เท่าตัว นอกจากนั้น ชาเขียวยังมีสารทีโอฟีลโลนน้อยกว่าชาดำอีก เห็นได้ชัดว่าชาเขียวมีรสอ่อนกว่าชาดำมาก

การบริโภคน้ำชาก็มีข้อเสียเช่นกัน คือ ทำให้ร่างกายดูดซึมธาตุเหล็กได้น้อยลง ฉะนั้นหากรักจะดื่มชา ก็คงต้องรับประทานอาหารที่มีธาตุเหล็กมาก ๆ เพื่อชดเชย ซึ่งอาหารเหล่านี้ได้แก่ มะเขือเทศ ผักสีเขียว ตับ เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมีรายงานบางฉบับที่บ่งชี้ว่าการเกิดมะเร็งหลอดอาหารมีความสัมพันธ์กับการบริโภคชา เนื่อง จากพบว่า คนที่นิยมรับประทานชาดื่ม ที่ดื่มผสมใบชา มีอัตราการตายจากมะเร็งหลอดอาหารสูงกว่าปกติ มีความเป็นไปได้ว่าการดื่มใบชาเป็นเวลานานอาจทำให้เกิดข้อเสียนี้ ซึ่งกรรมวิธีในการชงชาไทยเฉพาะการชงชาแบบจีนนั้นจะใช้วิธีที่เรียกว่า ชงผ่าน คือ การเทน้ำร้อนลงในกาน้ำชาใบเล็ก ๆ ที่มีใบชาบรรจุอยู่ทิ้งไว้สักครู่แล้วจึงเทน้ำชาที่ได้ออกมาดื่ม จะเห็นได้ว่า การชงชาในลักษณะนี้สารสำคัญในใบชาจะถูกสกัดด้วยน้ำร้อนในชวงเวลาสั้น ๆ เท่านั้น ซึ่งนอกจากจะได้น้ำชาที่มีความหอมน่าดื่มแล้ว ยังช่วยไม่ให้สารไม่พึงประสงค์บางชนิดถูกสกัดตามออกมาด้วย นอกจากนี้ยังมีข้อควรระวังอีกข้อหนึ่งคือ ไม่ควรดื่มน้ำชาขณะร้อนจัด เพราะการรับประทานชาร้อน ๆ ก็อาจทำให้เกิดความเสียหายต่อเซลล์เยื่อภายในช่องปากและหลอดอาหารอันอาจทำให้เกิดโรคอื่น ๆ ตามมา (อรนุช, 2540)

ในใบชานั้นมีกรดแทนนิน (Tannic Acid) หรือ Tannin ประกอบอยู่ กรดแทนนินหรือแทนนินนี้มีอยู่ในชาแดงมากกว่าชาเขียว ใบชาเกรดยิ่งต่ำก็ยิ่งมีกรดแทนนินสูง กรดชนิดนี้มีผลต่อ Trace

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

element ในกระเพาะอาหารและลำไส้ เมื่อรวมตัวกับสารโปรตีนแล้วจะย่อยได้ยาก ทำให้ผู้ดื่มชาที่เป็นเด็กเล็ก ย่อยและดูดซึมอาหารได้ไม่เต็มที่ ซึ่งเท่ากับเป็นอุปสรรคในการเจริญเติบโต Trace element ประกอบด้วย ธาตุเหล็ก แคลเซียม แมกนีเซียม สังกะสี เป็นอาทิ กรดแทนนินรวมตัวกับธาตุเหล็กแล้วจะจับตัวกลายเป็นก้อนแข็งเม็ดเล็กๆ ได้ง่าย และย่อยละลายได้น้อย หากเด็กดื่มน้ำชาติดต่อกันเป็นระยะเวลานานๆ ย่อมต้องพบปฏิกิริยาเหล่านี้ไปด้วย ซึ่งอาจนำไปสู่การเจ็บป่วยด้วยอาการขาดธาตุเหล็กในเลือด ทั้งอาจทำให้ร่างกายเจริญเติบโตไม่สมวัยได้ด้วย

สารแทนนิน (tannin) ซึ่งทำให้ชามีรสขม และทำให้กระป๋องฟันเหลือง ทั้งนี้สารแทนนินยังช่วยขัดขวางการดูดซึมธาตุเหล็กของร่างกาย จึงไม่ควรให้เด็กดื่มน้ำชา เพราะระบบการย่อยอาหารของเด็กยังไม่สมบูรณ์ ไม่สามารถทนต่อสารกระตุ้นในชาได้ และอาจทำให้เด็กเป็นโรคโลหิตจางได้อีกด้วย ผู้ที่เป็นโรคกระเพาะ ไม่ควรดื่มน้ำชาดำหรือชาฝรั่งแก่ๆ ที่ไม่ใส่นม เพราะจะกระตุ้นให้กระเพาะอาหารหลั่งกรดออกมามากขึ้น ทำให้เกิดการระคายเคือง ควรดื่มน้ำชาอ่อนๆ ใส่นมดีกว่า ทั้งนี้คนที่ดื่มน้ำชาอาจปวดศีรษะเหมือนไมเกรน แต่ยังไม่มีการศึกษาพบว่าเป็นผลมาจากไบโอเฟลวอนอยด์หรือกาเฟอีน

การดื่มน้ำชาที่เข้มข้นมากๆ ใกล้ช่วงเวลาอาหาร ก็มีผลทำให้กระเพาะสามารถดูดซับสารอาหารได้น้อยลง นอกจากนี้ น้ำชาที่เข้มข้นมากๆ ยังทำให้ท้องผูก ซึ่งส่งผลในแง่ลบต่อผู้ที่มีอาการริดสีดวงทวาร การดื่มน้ำชาเข้มข้นมากๆ ในขณะที่ท้องว่าง มีผลทำให้ระบบย่อยอาหารผิดปกติ ถ้ายังดื่มน้ำชาเข้มข้นยามท้องว่างติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน อาจทำให้เป็นโรคกระเพาะได้ด้วย ผู้รู้สอนว่า ควรดื่มน้ำชาหลังรับประทานอาหารแล้ว ๒ - ๓ ชั่วโมง

ในใบชาเกรดต่ำ (อย่างที่เรามักเจอในร้านก๋วยเตี๋ยวที่เขาให้เติมน้ำแข็งเปล่า) มักจะมีแคสซี กลิ่นไม่หอม และคุณสมบัติในแง่ไอสตมมีอยู่น้อยมาก ชาเกรดต่ำมากๆ บางชนิดมีสิ่งปลอมปนที่ละลายมาในน้ำชาอีกด้วย

2.13 ข้อห้ามที่สำคัญในการดื่มน้ำชา

2.13.1 ไม่ควรดื่มน้ำชาขณะกินยา ในที่นี้หมายถึงรวมถึงยาฝรั่ง ยาจีน และยาไทย ทั้งนี้เพราะสารต่างๆ ในน้ำชาอาจไปทำปฏิกิริยาที่ไม่พึงประสงค์ต่อยาที่กินเข้าไป ขึ้นมาคือ ไปทำให้คุณสมบัติของยาที่กินเจือจางหรือเสื่อมสภาพลง ขึ้นร้ายแรงคือ ยาบางตัวเมื่อทำปฏิกิริยากับสารต่างๆ ในน้ำชา อาจกลายเป็นสารพิษได้

หากอยากดื่มน้ำชาในยามป่วยไข้ ควรเลือกเวลาก่อนหรือหลังรับประทานอาหาร ๒ ชั่วโมง และในระหว่างต้องกินยาอยู่นั้น ให้ดื่มน้ำชาบางๆ ห้ามดื่มน้ำชาที่ขมอย่างเข้มข้น

2.13.2 ไม่ควรดื่มน้ำชาก่อนนอนสำหรับผู้ที่ไม่นอนหลับยากหรือเป็นโรคนอนไม่หลับ เพราะน้ำชาจะไปกระตุ้นร่างกายให้นอนหลับยากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ไม่ควรดื่มน้ำชาเข้มข้น หรือน้ำชาใส่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำแข็งหรือน้ำชาแช่เย็น ทั้งนี้เพราะน้ำชาเย็นๆ จะไปกระตุ้นลำไส้และกระเพาะปัสสาวะ ทำให้ต้องตื่นกลางดึกเพื่อเข้าห้องน้ำบ่อยๆ

ผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน สตรีมีครรภ์ คนชรา และเด็กเล็ก ซึ่งมักหลับยากอยู่แล้วเป็นปกติ วิสัย ควรหลีกเลี่ยงการดื่มชาในช่วงก่อนนอน แต่หากว่าดื่มชาจนเป็นนิสัยและไม่ส่งผลต่อการนอนหลับแล้วก็เป็นข้อยกเว้น แต่ถึงอย่างไรก็ไม่ควรดื่มชาเข้มๆ ในช่วงก่อนนอนมากนัก โดยเฉพาะในสตรีมีครรภ์ ผู้ป่วยโรคเบาหวาน และคนชรา

2.13.3 ไม่ควรดื่มชาที่ร้อนจัด เพราะอาจถูกหลอดลมทำให้เกิดอันตรายในช่องปาก ลำคอ ลำไส้ หากเกิดผลข้างเคียงบางอย่าง เช่น ทำให้เนื้อบางส่วนในช่องปากตาย หรือเป็นต้นเหตุให้เกิดเซลล์มะเร็งขึ้นมา จะยังไม่คุ้ม

2.13.4 ไม่ควรดื่มน้ำชาที่ชงค้างคืนหรือชงไว้นานหลายชั่วโมงแล้ว ทั้งนี้เพราะน้ำชาอาจบูดได้ และน้ำชาที่ชงทิ้งค้างไว้นานๆ สารต่างๆ ในน้ำชาก็จะทำปฏิกิริยากัน บ้างเสื่อมคุณภาพ บ้างแปรเป็นสารพิษไป

ในเมืองไทย บางครอบครัวชอบเอาน้ำชาใส่ขวดหรือใส่กระป๋องไปแช่ตู้เย็นไว้ดื่มหลายๆ วัน วิธีนี้เป็นสิ่งที่ไม่ควรทำ หากอยากดื่มชาเย็นๆ ให้ชงชาใหม่แล้วใส่น้ำแข็งจะดีกว่า ในต่างประเทศอย่างฮ่องกง ได้หวั่น สิงคโปร์ เห็นมีน้ำชาพาสเจอไรซ์ใส่ขวด กระป๋อง หรือบรรจุกล่องนม กล่องสาเกขาย ซึ่งก็ขายดีมากในสังคมชาวจีน น้ำชาพาสเจอไรซ์นั้น ไม่รู้ว่ามิโทษไหม แต่ที่รู้แน่ๆ ก็คือ อร่อยสู้น้ำชาชงเองไม่ได้ และราคาก็แพงอย่างน้ำอัดลม

ไหนๆ อยากดื่มชาทั้งที ลงทุนซื้อกระติกน้ำร้อน ก่อนออกจากบ้านก็ชงน้ำชากรอกใส่ขวดพกพาหรือกระติกน้ำร้อนไว้ จะคุ้มค่าและได้น้ำชาที่ดื่มอร่อยกว่าเป็นไหนๆ หรือถ้าจะซื้อชุดน้ำชาเอาไว้ชงดื่มในที่ทำงานก็สะดวกสบาย ไม่มีอะไรยุ่งยาก ทีกาแฟยังมีอุปกรณ์ประจำสำนักงานทั่วไปเลย ทำไมจะมีชุดน้ำชาส่วนตัวหรือส่วนกลางประจำที่ทำงานบ้างไม่ได้ ทั้งยังใช้เงินเพียงไม่กี่ร้อยบาท ก็ได้ชุดน้ำชาสวยๆ ไว้รอดผู้มาเยี่ยมเยือนสำนักงานได้ด้วย

แม้ว่าน้ำชาจะมีคุณสมบัติด้านดีหลายประการ เช่น ช่วยให้จิตใจชุ่มชื้น กระปรี้กระเปร่า ช่วยดับกระหาย ช่วยระงับยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ช่วยระงับยับยั้งการแข็งตัวของหลอดเลือด ช่วยละลายไขมันและคอเลสเตอรอล แต่สำหรับบางคน น้ำชาไม่ใช่เครื่องดื่มที่เหมาะสม เพราะการดื่มน้ำชาอาจก่อให้เกิดโทษสำหรับบุคคลนั้นได้ เช่น

1. ผู้ที่ไตทำงานบกพร่องหรือมีอาการไตวาย ไม่ควรดื่มน้ำชามาก ยิ่งในกรณีไตวายนั้น ยังต้องปฏิบัติตามเคร่งครัดตามคำแนะนำของแพทย์ (ไม่ว่าจะดื่มน้ำประเภทใดก็ตาม) เพราะร่างกายของผู้มีอาการไตวายไม่สามารถขับน้ำออกทางปัสสาวะได้อย่างปกติ ในกรณีที่ประสิทธิภาพการทำงานของไตบกพร่องเพียงเล็กน้อยและเป็นการชั่วคราว การดื่มน้ำชามากก็จะทำให้ปัสสาวะบ่อย หากดื่มน้ำชาปริมาณมากในเวลากลางคืน ก็จะทำให้นอนหลับไม่สนิท เพราะต้องลุกขึ้นมาเข้าห้องน้ำ

2. ผู้ที่มีปัญหาเกี่ยวกับกระเพาะอาหารและลำไส้ โดยเฉพาะผู้ที่มีอาการอย่างที่ศัพท์แสงทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแพทย์จีนเรียกว่า "กระเพาะเย็น" ซึ่งมักจะมีอาการอืดอืด และอาเจียนออกมาเป็นน้ำใสๆ กรณีนี้ห้ามดื่มน้ำชาเวลาท้องว่างตอนเช้า เพราะจะมีผลต่อสมรรถภาพของกระเพาะอาหารและลำไส้ ทำให้ร่างกายไม่สามารถดูดซับวิตามิน B12 และธาตุเหล็กได้เต็มที่ ซึ่งจะส่งผลสืบเนื่องทำให้เกิดอาการปวดกระเพาะอาหาร และทำให้ไตต้องทำงานหนักมากขึ้น จึงแนะนำว่าหากอยากดื่มน้ำชาในตอนเช้า อย่างน้อยควรหาอะไรรับประทานก่อนพอไม่ให้ท้องว่างจึงจะดี

3. เด็กอายุต่ำกว่า ๓ ขวบ ไม่ควรดื่มน้ำชา เพราะว่าการตกแทนนิกในน้ำชาเมื่อรวมตัวกับธาตุเหล็กในกระเพาะอาหารและลำไส้แล้วจะกลายเป็นสารที่ไม่สามารถละลายได้ ทำให้เด็กเล็ก ไม่เติบโตมีอาการขาดธาตุเหล็กและเป็นโรคโลหิตจางได้

4. สตรีที่รับประทานยาคุมกำเนิด ไม่ควรดื่มน้ำชาเข้มข้น โดยเฉพาะก่อนและหลังรับประทานยาคุมกำเนิด ๔ ชั่วโมง เพราะการตกแทนนิกในน้ำชาจะทำให้ประสิทธิภาพของยาคุมกำเนิดลดลง ทั้งนี้ น้ำชายังมีผลทำให้สารต่างๆ ในยาคุมกำเนิดละลายตัวยากและถูกดูดซึมได้น้อยลง

5. สตรีระหว่างมีประจำเดือน สตรีระยะตั้งครรภ์ และแม่ลูกอ่อนที่ให้ลูกดื่มนมแม่ ไม่ควรดื่มน้ำชา โดยเฉพาะน้ำชาเข้มข้น เพราะทารกที่ดื่มนมแม่ซึ่งดื่มน้ำชาเข้มข้นอย่างต่อเนื่อง จะได้รับผลเช่นเดียวกับเด็กอายุต่ำกว่า ๓ ขวบ สารต่างๆ ในน้ำชาจะผ่านป้อนนมของแม่ ทำให้ทารกขาดธาตุเหล็กและเป็นโรคโลหิตจางได้ นอกจากนี้ น้ำชายังทำให้ความสามารถในการขับน้ำนมของแม่ลดลงกระทันหันอาจเป็นอุปสรรคต่อการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่

6. ผู้ที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงหรือเป็นโรคหัวใจ ไม่ควรดื่มน้ำชาเข้มข้น เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้อารมณ์ถูกกระตุ้นมากเกินไป หากความดันโลหิตขึ้นสูงมาก หรือหัวใจถูกกระตุ้นมากเกินไปจะเป็นอันตรายถึงชีวิตอย่างรวดเร็วฉับพลันเลยทีเดียว

ข้อห้ามทั้งหลายข้อนี้ควรถือปฏิบัติอย่างเคร่งครัด เพราะสามารถส่งผลลบให้เห็นได้ในเวลาอันรวดเร็ว และผลเสียต่อร่างกายนั้นอาจสืบเนื่องยาวนานและร้ายแรง นอกจากนี้ยังมีข้อห้ามอื่นๆ เกี่ยวกับการดื่มน้ำชาที่มีได้ส่งผลร้ายแรงดังข้อข้างต้น เช่น ผู้ที่มีอาการประสาทอ่อนแอ โดยเฉพาะผู้ที่นอนหลับยากนั้น ไม่ควรดื่มน้ำชาในเวลากลางคืน แต่ในกรณีของผู้ที่ดื่มน้ำชาจนเคยชินแล้ว ข้อห้ามนี้อาจไม่ต้องถือเคร่งครัด เพราะบางคนก็สามารถนอนหลับได้ดีทั้งๆ ที่ดื่มน้ำชาตอนกลางคืน แต่ทั้งนี้ทั้งนั้น ช่วงก่อนนอนก็ไม่ควรดื่มน้ำชาที่เข้มข้นจนเกินไป เพราะแม้ระบบประสาทจะไม่เป็นไร แต่กระเพาะปัสสาวะก็ยังถูกกระตุ้นอยู่ดี

ข้อที่วางดิ่งอีกอย่างคือ ไม่ควรดื่มน้ำชาเพื่อแก้แค้น หรือใช้น้ำชากระตุ้นให้ตาสว่างมากเกินไป ความจริงข้อที่วางดิ่งนี้ครอบคลุมถึงเครื่องดื่มกระตุ้นร่างกายทุกประเภท การดื่มน้ำชาเพื่อกระตุ้นร่างกายมากเกินไป ไม่เพียงแต่จะเป็นอันตรายต่อกระเพาะอาหารและลำไส้แต่ยังทำให้ร่างกายอ่อนเพลียมากขึ้นทันทีที่สารกระตุ้นหมดฤทธิ์ หากปฏิบัติเช่นนี้บ่อยๆ ร่างกายจะทรุดโทรมลงอย่างรวดเร็ว ผู้ที่มีไข้สูงก็ไม่ควรดื่มน้ำชา เพราะว่าจะต่างในน้ำชาจะทำให้ความดันโลหิตเพิ่มขึ้น กระตุ้นให้หัวใจเต้นเร็วขึ้น จึงยิ่งทำให้อุณหภูมิของร่างกายเพิ่มสูงขึ้นไปอีก การตกแทนนิกในน้ำชายังส่งผลให้ร่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กายขับเหงื่อออกมาได้น้อยกว่าปกติ ดังนั้นเวลาמיใช้สูงแทนที่น้ำชาร้อนๆ ที่ดื่มเข้าไปจะช่วยขับเหงื่อออกมา เพื่อให้อุณหภูมิร่างกายลดลงกลายเป็นว่ายิ่งทำให้ระบบการขับเหงื่อของร่างกายทำงานบกพร่อง

ในระหว่างรับประทานยาบำรุงโลหิต ก็ไม่ควรดื่มน้ำชา เพราะกรดแทนนิกในน้ำชาจะทำปฏิกิริยาต่อธาตุเหล็ก (สารสำคัญในยาบำรุงโลหิต) ทำให้ร่างกายดูดซึมตัวยายาไปใช้ประโยชน์ได้น้อย หรือผู้ที่กินยาบำรุงแบบจีน จำพวก โสมและเขากวาง ก็ห้ามดื่มน้ำชาเช่นกัน เพราะฤทธิ์ของน้ำชากับฤทธิ์ของยาจะไปแก้กัน

ส่วนผู้ป่วยที่หลอดเลือดแดงใหญ่ในหัวใจอุดตันนั้น ห้ามดื่มน้ำชาที่เข้มข้น เพราะค่างในน้ำชามีฤทธิ์กระตุ้นหัวใจ อาจทำให้โรคกำเริบอย่างเฉียบพลันได้ หากอยากดื่มชา ให้ดื่มเพียงน้ำชาบางๆ เป็นอันว่า แม้ น้ำชาจะเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่มีคุณประโยชน์ต่อร่างกายไม่น้อย แต่ก็อาจส่งผลเสียต่อบุคคลบางคน ได้จึงควรดื่มน้ำชาอย่างผู้ไม่มั่งมาย

2.14 งานวิจัย

2.14.1 Yong และคณะ (1992) ได้ศึกษาผลของฟลาโวนอยด์ในชาเขียวในการยับยั้งการเกิดเนื้องอกของปอดหนูที่ได้รับสารก่อมะเร็ง NNK จากใบยาสูบ พบว่าฟลาโวนอยด์ในชาเขียวลดการเพิ่มระดับ 8-ไฮดรอกซีดีออกซีกัวโนซีนในปอดหนู ฟลาโวนอยด์ในชาเขียวมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชั่นสามารถทำลายไฮดรเจนเปอร์ออกไซด์และซูเปอร์ออกไซด์ ดังนั้นจึงป้องกันการเกิดความเป็นพิษต่อเซลล์ และการเกิดเนื้องอกเนื่องจากไฮดรเจนเปอร์ออกไซด์และอนุมูลอิสระออกซิเจน จึงถือได้ว่า ฟลาโวนอยด์เป็นสารเคมีที่มีฤทธิ์ป้องกันมะเร็ง

2.14.2 Khan และคณะ (1992) ได้ศึกษาการเพิ่มขึ้นของเอนไซม์ต้านออกซิเดชั่น โดยโพลีฟีนอลจากชาเขียวที่ผสมในน้ำให้หนูดื่มเป็นเวลา 30 วัน พบว่าเอนไซม์กลูตาไรโอนเปอร์ออกซิเดส คาทาลาส กลูตาไรโอน เอส ทรานสเฟอร์เรส คิวโนน ริดักเตส กลูตาไรโอน ริดักเตส เพิ่มขึ้นในหลายอวัยวะของหนู เช่น ลำไส้เล็ก ตับ และปอด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเพิ่มฤทธิ์ของเอนไซม์ต้านออกซิเดชั่นในอวัยวะของหนูที่ได้โพลีฟีนอลเป็นกลไกหนึ่งของการป้องกันมะเร็งของชาเขียวในสัตว์ทดลอง

2.14.3 ศาสตราจารย์ปวิณ ปุณศรี (2545) หลังจากดื่มน้ำชาประมาณ 30-50 นาที antioxidant activity ในเลือดจะพุ่งพรวดขึ้นไป 41-48% และคงอยู่นั้นนานประมาณ 80 นาที การที่เลือดมี antioxidant activity สูงขึ้นนี้ ย่อมทำให้อนุมูลอิสระถูกขจัดไปเป็นจำนวนมากซึ่งหมายถึงว่าสุขภาพจะดีขึ้นนั่นเอง นอกจากจะกำจัด free radicals แล้วชายังช่วยลดคอเลสเตอรอล และช่วยป้องกันการอุดตันของเส้นเลือด การศึกษาายังแสดงด้วยว่าช่วย ป้องกันการเกิดมะเร็งและหยุดยั้งการแพร่กระจายของมะเร็งอีกด้วย คุณสมบัติที่ชัดเจนอีกอย่างหนึ่งของชาก็คือช่วยรักษาโรคเหงือกและห้องกันฟันผุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14.4 กล้า อิศราภิรมย์ (2533) ได้ศึกษาปริมาณแทนนินในใบชาโดยสุมตัวอย่างชาจีนและชาฝรั่งจากตลาดในประเทศไทยเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแทนนินกับปริมาณสารในใบชาที่สกัดได้ด้วยน้ำร้อน พบว่า ปริมาณแทนนินในใบชาทั้ง 2 ชนิด มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารที่สกัดได้ด้วยน้ำร้อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นอาจไม่จำเป็นต้องวิเคราะห์ปริมาณแทนนินเพื่อควบคุมคุณภาพในงานประจำ

2.14.5 Joslyn และคณะ (1964) ได้ศึกษาที่มาของรสฝาดที่เกิดจากแทนนิน พบว่า สารประกอบที่ทำให้เกิดความฝาด คือ โพลีเมอร์ริค (polymeric) ของสารประกอบกลุ่มฟีนอลและคาเทชิน เนื่องจากสามารถเกิดปฏิกิริยาเชื่อมพันธะข้าม ระหว่างไกลโคโปรตีนกับโปรตีนที่อยู่ในน้ำลายตกตะกอนกับแทนนิน ทำให้เกิดการหล่อลื่น

2.15 วิธีวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอล (Total polyphenols)

การตรวจวัดปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลโดยรวม มีสารเฉพาะสำหรับทำปฏิกิริยากับสารประกอบโพลีฟีนอล คือ Folin-Ciocalteu Phenol TS. เป็นการวิเคราะห์ปฏิกิริยาการเกิดสีของสารประกอบโพลีฟีนอลโดยรวมกับสารเฉพาะ โดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงของสีที่เกิดขึ้น สีฟ้าที่เกิดขึ้นแสดงถึงการมีสารประกอบโพลีฟีนอล การวิจัยส่วนใหญ่จะใช้กรดแกลลิกเป็นสารมาตรฐาน แสดงค่าเป็นมิลลิกรัมต่อ 100 กรัมเทียบกับแกลลิก (Gallic acid equivalents, GAE)

2.16 วิธีวิเคราะห์ปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์ (Antioxidant activity)

ตรวจวัดฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของพืชตัวอย่าง เพื่อให้ทราบว่าพืชตัวอย่างมีความสามารถต่อต้านอนุมูลอิสระได้ เป็นการวิเคราะห์การฟอกจางสีของ β -carotene โดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงของสีในช่วงเวลาหนึ่ง โดยใช้สาร BHA ซึ่งมีคุณสมบัติด้านปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ดีเป็นสารมาตรฐาน แสดงค่าเป็น มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมเทียบเท่ากับสาร BHA

2.17 วิธีวิเคราะห์ปริมาณแทนนินนินเฟอร์มัลดีไฮด์โดยวิธี Stiasny

แทนนินที่พบในใบชาที่มีโครงสร้างเป็นแบบคอนเดนเซอร์แทนนิน คือ แทนนินชนิดรวมตัวกันแน่น เป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างของโมเลกุลซับซ้อนมากจัดอยู่ในประเภทโพลีฟีนอลที่มีน้ำหนักโมเลกุล ตั้งแต่ 500-3,000 ขึ้นไป ถูกย่อยสลายได้ยาก ประกอบด้วยโพลีไฮดรอกซีฟีนอลซึ่งเชื่อมกันเป็นโมเลกุลใหญ่ ไม่สามารถไฮโดรไลซ์ได้ด้วยกรดหรือด่าง แต่ละลายได้ดีในน้ำร้อน แอลกอฮอล์และอะซิโตน พบมากในพืชชั้นสูงกว่าพืชที่มีไฮโดรไลเซเบิลแทนนิน รายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างของแทนนินและการแบ่งชนิดของแทนนินชนิดนี้ยังไม่แน่นอน เมื่อนำคอนเดนซ์แทนนินไปต้มกับกรดจะเกิด โพลีเมอร์ไรเซชันได้ตะกอนสีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุดิบและอุปกรณ์

3.1.1 วัสดุดิบ

- ชาดำ ตรา ชาระมิงค์ ผลิตวันที่ 07/08/03
- ชาดำ ตรา ใบชาสามม้า ผลิตวันที่ 12/01/04
- ชาแดง ตรา ชุมชน ผลิตวันที่ 01/09/03
- ชาแดง ตรา นกยูง ผลิตวันที่ 02/12/03
- ชาเขียวญี่ปุ่น ตรา บ้านสมุนไพโร ผลิตวันที่ 19/09/03
- ชาเขียวญี่ปุ่น ตรา จีนซัน ผลิตวันที่ 05/01/04
- ชาใบหม่อน ตรา ฮาน่า ผลิตวันที่ 11/10/03
- ชาเขียวใบหม่อน ตรา ทีเวย์ ผลิตวันที่ 13/01/03

3.1.2 อุปกรณ์

- UV spectrophotometer ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น UV-1601 ผลิตโดย Shimadzu corporation ประเทศออสเตรเลีย
- เครื่องชั่งชนิดละเอียด ยี่ห้อ Metter รุ่น AE 3000 ผลิตในประเทศ สวิตเซอร์แลนด์
- เครื่องบดละเอียด (Blender)
- นาฬิกาจับเวลา
- votex mixer
- เทอร์โมมิเตอร์
- water bath
- เครื่องเหยียงแยก
- ถ้วยกระเบื้อง
- ปิเปต
- ขวดวัดปริมาตร
- บีกเกอร์
- ขวดรูปชมพู่
- หลอดทดลอง
- แงแก้วคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ก๊าซไนโตรเจน
- กระดาษกรอง What man เบอร์ 4
- กระบอกตวง
- ช้อนตักสาร
- bucher funnel

3.1.3 สารเคมี

- กรดแกลลิก
- เมธานอล
- โซเดียมคาร์บอเนต
- อะซีโตน
- กรดไขมัน โนเลอิก
- Teen 40
- คลอโรฟอร์ม
- สารละลายโซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์
- BHA
- น้ำกลั่น
- Folin-Ciocalteu Phenol
- β -carotene
- HCl
- ฟอรั่มลดีไฮด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.2.1 ศึกษาหาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอล (Burn et al.; 2000; Zielnski and Koztowska.; 2000; Lakenbrink et al.; 2000; Simonetti et al.; 1997; Pellegrin et al.;2000)

3.2.1.1 ทำกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก

1. เตรียมสารละลายกรดแกลลิกในเมทานอล 80%
2. ปิ่เปิดสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก ปริมาตร 10, 8, 6, 5, 4, 3, 2, 1

มิลลิลิตรเจือจางและปรับปริมาตรให้ครบ 10 มิลลิลิตร

3. เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu Phenol 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที
4. เติมสารละลาย Na_2CO_3 ความเข้มข้น 10% ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และน้ำ 8 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที
5. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 725 นาโนเมตรด้วยเครื่องสเปกโตรมิเตอร์
6. นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง ดังกล่าวกับปริมาตรกรดแกลลิกเป็นไมโครกรัม เพื่อหาสมการกราฟมาตรฐาน

3.2.1.2 หาสารประกอบโพลีฟีนอล

1. นำตัวอย่างชามาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดละเอียด
2. ชั่งตัวอย่างมาแต่ละตัวอย่างมาตัวอย่างละ 1 กรัม นำไปสกัดด้วยเมทานอล 80:20 โดยปรับปริมาตรสุดท้ายให้เป็น 10 มิลลิลิตร ในขวดวัดปริมาตร
3. ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จะได้สารละลายของสารสกัดสำหรับใช้ตรวจวัด
4. เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu Phenol 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที
5. เติมสารละลาย Na_2CO_3 ความเข้มข้น 10% ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และน้ำ 8 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที
6. นำสารละลายที่ได้ไปหมุนเหวี่ยง 3,000 รอบ/นาที
7. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 725 นาโนเมตรด้วยเครื่องสเปกโตรมิเตอร์ ทำ 2 ซ้ำ โดยใช้เมทานอล 95 % 0.5 มิลลิลิตรแทนตัวอย่างสกัดสำหรับเตรียม blank
8. นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอล โดยแทนค่าการดูดกลืนที่ได้ลงในสมการกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก แล้วคำนวณหาค่าจะได้ค่าปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอล เป็นมิลลิกรัมของกรดแกลลิก/0.5 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ศึกษาหาปริมาณสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant activity) (เกศศิณี,2543)

3.2.2.1 ทำกราฟมาตรฐาน BHA

1. เตรียมสาร BHA ในเมทานอล 80% ที่ความเข้มข้น 0, 0.25, 0.5, 1.0 mg./100ml.
2. บีบสาร BHA ที่เตรียมไว้ 0.1 ml. ลงในหลอดทดลอง เติมสาร β -carotene-linolate 4.9 ml.
3. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ 470 nm. ณ.เวลา 0 นาทีและทุกๆ 10 นาทีเป็นเวลา 1 ชั่วโมงควบคุมการเกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส
4. นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปสร้างกราฟมาตรฐาน BHA

3.2.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

1. นำตัวอย่างขามาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดละเอียด
2. ชั่งตัวอย่างขาแต่ละตัวอย่างมาตัวอย่างละ 1 กรัม
3. นำไปสกัดด้วยเมทานอล 80:20 โดยปรับปริมาตรสุดท้ายให้เป็น 10 มิลลิลิตร ในขวดวัดปริมาตร ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที
4. ชั่งสารสกัดที่ได้มา 0.1 กรัม บีบสารตัวอย่างที่เตรียมไว้ 0.1 ml. ลงในหลอดทดลอง
5. เติมสาร β -carotene-linolate 4.9 ml. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ 470 nm. ณ.เวลา 10 นาทีและ 40 นาที ควบคุมการเกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส
6. นำค่าผลต่างของค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

3.2.3 ศึกษาหาปริมาณแทนนินโดยการตรวจหาปริมาณตะกอนแทนนินฟอร์มัลดีไฮด์โดยวิธี

Stiasny

1. นำตัวอย่างขามาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดละเอียด
2. ชั่งตัวอย่างขาแต่ละตัวอย่างมาตัวอย่างละ 2.5 กรัม
3. นำมาละลายน้ำ 250 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส
4. กรองส่วนที่ไม่ละลายน้ำออก
5. นำส่วนที่กรองได้มา 50 มิลลิลิตร ใส่ในขวดแก้วรูปกรวยขนาด 250 มิลลิลิตร
6. เติมกรดเกลือเข้มข้น 5 มิลลิลิตร และฟอร์มัลดีไฮด์เข้มข้น 37 % 10 มิลลิลิตร นำเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปต้มจนเดือดประมาณ 30 นาที โดยควบคุมระดับสารละลายในขวดให้คงที่อยู่เสมอ

7. กรองตะกอนที่เกิดขึ้น ล้างตะกอนด้วยน้ำร้อนประมาณ 200 มิลลิลิตร
8. แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่
9. น้ำหนักที่ได้คำนวณเป็นน้ำหนักตะกอนแทนนินฟอร์มัลดีไฮด์ของสารสกัดที่ได้ทั้ง

หมดแสดงผลตะกอนแทนนินฟอร์มัลดีไฮด์ทั้งหมดเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและการวิจารณ์

4.1 การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลในใบชาอบแห้ง

จากการเตรียมกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก ซึ่งใช้เป็นสารประกอบโพลีฟีนอลมาตรฐานในการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลในใบชาอบแห้งชนิดต่าง ๆ ได้กราฟมาตรฐานที่มีสมการเส้นตรงคือ $Y = 0.006x + 0.0478$ โดยมีค่า $R^2 = 0.9969$

จากการทดลองวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลในใบชาอบแห้ง 4 ชนิด คือ ชาดำ ชาแดง ชาเขียว ชาใบหม่อน โดยให้สารประกอบโพลีฟีนอลทำปฏิกิริยากับสารละลาย Folin-Ciocalteu Phenol TS. และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 725 นาโนเมตร โดยใช้กรดแกลลิกเป็นสารประกอบโพลีฟีนอลมาตรฐาน ให้ผลการทดลอง ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอล

ใบชาอบแห้ง	ตัวอย่างที่	ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอล* ($\bar{X} \pm S$)
ชาดำ	ตัวอย่างที่ 1.	$1,915 \pm 21.12^c$
ชาดำ	ตัวอย่างที่ 2.	$1,865 \pm 2.1^c$
ชาแดง	ตัวอย่างที่ 1.	$1,938 \pm 26.16^b$
ชาแดง	ตัวอย่างที่ 2.	$2,168 \pm 7.07^a$
ชาเขียว	ตัวอย่างที่ 1.	$2,340 \pm 9.19^a$
ชาเขียว	ตัวอย่างที่ 2.	$2,194 \pm 9.19^a$
ชาใบหม่อน	ตัวอย่างที่ 1.	$1,345 \pm 7.07^d$
ชาใบหม่อน	ตัวอย่างที่ 2.	$1,285 \pm 12^d$

* ตัวเลข \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดลอง 2 ซ้ำ

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่า ใบชาอบแห้งแต่ละชนิดจะมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลแตกต่างกันไป โดยพบว่า ชาเขียว ตัวอย่างที่ 1 มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลมากที่สุด คือ $2,340 \pm 9.19$ mg ของกรดแกลลิก/ 100 กรัมใบชาอบแห้ง รองลงมาคือ ชาเขียว ตัวอย่างที่ 2. มี $2,194 \pm 9.19$, ชาแดง ตัวอย่างที่ 2. มี $2,168 \pm 7.07$, ชาแดง ตัวอย่างที่ 1. มี $1,938 \pm 26.16$, ชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดำ ตัวอย่างที่ 1 มี $1,915 \pm 21.12$, ซาดำ ตัวอย่างที่ 2 มี $1,865 \pm 2.1$, ซาใบหม่อน ตัวอย่างที่ 1. มี $1,345 \pm 7.07$, ซาใบหม่อน ตัวอย่างที่ 2. มี $1,285 \pm 12$ mg ของกรดแกลลิก/ 100 กรัมใบชาอบแห้ง ตามลำดับ ความแตกต่างของปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลของชาในชนิดเดียวกันแต่ต่างยี่ห้อ นั้น เกิดจากปัจจัยหลายประการ เช่น พันธุ์ สภาพของดิน ภูมิอากาศ ฤดูในการเก็บความแก่-อ่อนของใบชา เป็นต้น ที่ส่งผลต่อปริมาณปริมาณโพลีฟีนอลในใบชา ทำให้ชนิดชนิดเดียวกันแต่ปัจจัยแวดล้อมต่างกัน มีผลต่อปริมาณโพลีฟีนอลในใบชา

แต่โดยภาพรวมแล้ว ชาเขียวมีปริมาณโพลีฟีนอลมากที่สุด รองลงมาคือ ชาแดง ซาดำและซาใบหม่อน ชาต่างชนิดกันมีปริมาณสารประกอบฟีนอลต่างกัน นอกจากนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยภายนอกที่กล่าวมาแล้ว ยังขึ้นอยู่กับวิธีการผลิต ชาเขียวมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลมากกว่าซาดำและชาแดง เนื่องจาก ชาเขียวไม่ผ่านกระบวนการหมัก ดังนั้น สารประกอบโพลีฟีนอลจึงเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอไรเซชันน้อยมาก สารประกอบโพลีฟีนอลจึงไม่เปลี่ยนโครงสร้างไปอยู่ในรูปของสารอื่นมากนัก ชาเขียวมีปริมาณของสารประกอบโพลีฟีนอลมากกว่าของซาใบหม่อน เนื่องจากปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลในใบหม่อนมีน้อยกว่าในชาเขียว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การวิเคราะห์หาปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์ในใบชาอบแห้ง

จากการเตรียมกราฟมาตรฐานของสาร BHA โดยวิเคราะห์การฟอกจางสีของเบต้าแคโรทีน วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 400 นาโนเมตร ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เพื่อหาค่าผลต่างการดูดกลืนแสงที่เวลา 10 นาทีและ 40 นาที นำมาสร้างกราฟ ได้กราฟมาตรฐานที่มีสมการเส้นตรงคือ $Y = -0.1086x + 0.384$ โดยมีค่า $R^2 = 0.9431$

จากการทดลองวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลในใบชาอบแห้ง 4 ชนิด คือ ชาดำ ชาแดง ชาเขียว ชาใบหม่อน วิเคราะห์การฟอกจางสีของเบต้าแคโรทีน ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์ในใบชาอบแห้ง

ใบชาอบแห้ง		ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ* ($\bar{X} \pm S$)
ชาดำ	ตัวอย่างที่ 1.	223.75 ± 3.9^c
ชาดำ	ตัวอย่างที่ 2.	282.04 ± 25.65^c
ชาแดง	ตัวอย่างที่ 1.	420.16 ± 13.41^b
ชาแดง	ตัวอย่างที่ 2.	381.21 ± 10.42^b
ชาเขียว	ตัวอย่างที่ 1.	536.83 ± 29.95^a
ชาเขียว	ตัวอย่างที่ 2.	496.15 ± 24.74^a
ชาใบหม่อน	ตัวอย่างที่ 1.	205.07 ± 10.58^d
ชาใบหม่อน	ตัวอย่างที่ 2.	118.78 ± 6.5^d

* ตัวเลข \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดลอง 2 ซ้ำ

จากตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่า ใบชาอบแห้งแต่ละชนิดจะมีปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์แตกต่างกันไป โดยพบว่า ชาเขียว ตัวอย่างที่ 1 มีปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์มากที่สุด คือ 536.83 ± 29.95 mg ของสารBHA/ 100 กรัมใบชาอบแห้ง รองลงมาคือ ชาเขียว ตัวอย่างที่ 2. มี 496.15 ± 24.74 , ชาแดง ตัวอย่างที่ 1. มี 420.16 ± 13.41 , ชาแดง ตัวอย่างที่ 2. มี 381.21 ± 10.42 , ชาดำ ตัวอย่างที่ 2 มี 282.04 ± 25.65 , ชาดำ ตัวอย่างที่ 1 มี 223.75 ± 3.9 , ชาใบหม่อน ตัวอย่างที่ 1. มี 205.07 ± 10.58 , ชาใบหม่อน ตัวอย่างที่ 2. มี 118.78 ± 6.5 mg ของสารBHA/ 100 กรัมใบชาอบแห้ง ตามลำดับ โดยภาพรวมแล้ว ชาเขียวมีปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รองลงมาคือ ชาแดง ชาดำและชาใบหม่อน ชาต่างชนิดกันมีปริมาณสารประกอบสารแอนตี้ออกซิแดนซ์ต่างกันนี้ เนื่องจาก สาร catanchin ซึ่งมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระในชาเขียวมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างไปน้อยมากในขณะที่ผ่านกระบวนการผลิต เนื่องจากไม่เกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไลเซชัน ทำให้มีปริมาณสารแอนตี้ออกซิแดนซ์มากที่สุด ส่วนในกรณีของชาใบหม่อน ในใบหม่อนมีสารเคซีติน มากจึงเป็นสารประกอบโพลีฟีนอลชนิดหนึ่ง มีคุณสมบัติในการเป็นสารแอนตี้ออกซิแดนซ์น้อยกว่าคาเทชินท์ อ้างอิงจากการทดลองของนาย Frankel และคณะ ที่ทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติในการเป็นสารแอนตี้ออกซิแดนซ์ของสารประกอบฟีนอลบริสุทธิ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การวิเคราะห์หาปริมาณแทนนินในใบชาอบแห้ง

วิเคราะห์ปริมาณแทนนิน โดย นำใบชาอบแห้งมาต้มกับกรดเกลือเพื่อให้แทนนินตกตะกอน วัดค่าน้ำหนักตะกอนแทนนินที่ได้ คิดเป็น % เทียบกับน้ำหนักใบชาอบแห้ง ผลการทดลองเป็นดัง ตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณแทนนินของสารสกัดจากใบชาอบแห้งชนิดต่างๆ

ใบชาอบแห้ง		ปริมาณตะกอนแทนนิน * ($\bar{X} \pm S$)
ชาดำ	ตัวอย่างที่ 1.	3.23 ± 0.0007^a
ชาดำ	ตัวอย่างที่ 2.	2.5 ± 0.0039^a
ชาแดง	ตัวอย่างที่ 1.	3 ± 0.0167^a
ชาแดง	ตัวอย่างที่ 2.	1.58 ± 0.0011^b
ชาเขียว	ตัวอย่างที่ 1.	0.58 ± 0.0025^c
ชาเขียว	ตัวอย่างที่ 2.	0.41 ± 0.0013^c
ชาใบหม่อน	ตัวอย่างที่ 1.	0.16 ± 0.0131^d
ชาใบหม่อน	ตัวอย่างที่ 2.	0.32 ± 0.0226^d

* ตัวเลข \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดลอง 2 ซ้ำ

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่า ใบชาอบแห้งแต่ละชนิดจะมีปริมาณแทนนินแตกต่างกันไป พบปริมาณแทนนินในปริมาณที่น้อยมาก โดยพบว่า ชาดำ ตัวอย่างที่ 1 มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลมากที่สุด คือ 3.23 ± 0.0007 กรัม รองลงมาคือ ชาแดง ตัวอย่างที่ 1. มี 3 ± 0.0167 , ชาดำ ตัวอย่างที่ 2. มี 2.5 ± 0.0039 ., ชาแดง ตัวอย่างที่ 2. มี 1.58 ± 0.00113 , ชาเขียว ตัวอย่างที่ 1 มี 0.58 ± 0.0025 , ชาเขียว ตัวอย่างที่ 2 มี 0.41 ± 0.0013 , ชาใบหม่อน ตัวอย่างที่ 2. มี 0.32 ± 0.0226 , ชาใบหม่อน ตัวอย่างที่ 1. มี 0.16 ± 0.013 กรัม ตามลำดับ โดยภาพรวมแล้ว แห่ง การวิเคราะห์ปริมาณแทนนินที่มีในใบชาพบว่าชาดำมีปริมาณแทนนินมากที่สุด รองลงมาคือ ชาแดง ชาเขียวและชาใบหม่อนน้อยที่สุด ตามลำดับ

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลในใบชาอบแห้ง พบว่า ตัวอย่างใบชาอบแห้งทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ชาดำ ชาแดง ชาเขียวและชาใบหม่อน ชนิดละ 2 ตัวอย่าง มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลแตกต่างกันในช่วง $1,285 \pm 12$ ถึง $2,340 \pm 9.19$ mg ของกรดแกลลิก/ 100 กรัม ใบชาอบแห้ง โดยที่ชาเขียวมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลสูงที่สุด รองลงมาคือ ชาแดง ชาดำ และชาใบหม่อน ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์หาปริมาณสารแอนตี้ออกซิแดนซ์ พบว่า ชาเขียวมีปริมาณสารแอนตี้ออกซิแดนซ์สูงที่สุด รองลงมาคือ ชาแดง ชาดำและชาใบหม่อน ตามลำดับ โดยอยู่ในช่วง 118.78 ± 6.5 ถึง 536.83 ± 29.95 mg ของสารBHA/ 100 กรัมใบชาอบแห้ง ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลและปริมาณสารแอนตี้ออกซิแดนซ์ที่แตกต่างกันนี้ มีผลมาจากปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลและปริมาณสารแอนตี้ออกซิแดนซ์ และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารโพลีฟีนอลและโครงสร้างสารแอนตี้ออกซิแดนซ์ การวิเคราะห์ปริมาณแทนนินที่มีในใบชาพบว่าชาดำมีปริมาณแทนนินมากที่สุด รองลงมาคือ ชาแดง ชาเขียวและชาใบหม่อนน้อยที่สุด ตามลำดับ จากผลการทดลองนี้สามารถบอกได้คร่าว ๆ ว่า ชาดำ จะมีรสชาติเข้มขึ้นและฝาดที่สุด รองลงมา คือ ชาแดง ชาเขียวและชาใบหม่อนที่มีกลิ่นรสอ่อนที่สุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การสกัดสาร โพลีฟีนอลและสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระควรทำการสกัดด้วยน้ำจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าการสกัดด้วยเมทานอล
1. การเตรียมสารผสมเบต้าแคโรทีน-กรดลินโนอิกควรได้สารละลายใส ไม่ขุ่น เมื่อเตรียมเสร็จควรทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงทันที
2. เมื่อทำการสกัดแล้วควรทำการทดลองต่อทันที ไม่ควรปล่อยทิ้งไว้เพราะจะเกิดการปฏิกิริยาออกซิเดชันการอากาศ ทำให้ได้ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลและปริมาณสารแอนตี้ออกซิแดนซ์ลดลง
4. ในการเตรียมตัวอย่างชา ควรทำการผลิตตัวอย่างชาเองเพื่อควบคุมปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลและปริมาณสารแอนตี้ออกซิแดนซ์และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารโพลีฟีนอลและโครงสร้างสารแอนตี้ออกซิแดนซ์ และควรควบคุมพันธุ์ แหล่งที่ปลูก และช่วงเวลาในการเก็บควรเป็นฤดูเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงสาธารณสุข. 2524. “ชา”. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข 58
 ถั่ว อิศราภิรมย์. 2533. “การศึกษาหาปริมาณแทนนินในใบชา.” อาหาร 20 ; 3 กรกฎาคม-
 กันยายน :173-180.
- ดวงจันทร์ เสงส์สวัสดิ์. 2545. “ชาเขียวมหัศจรรย์แห่งใบไม้.” อาหารและสุขภาพ 32 ; 4 :233-234
 สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- นันทวัน บุญยะประภัสร์. 2539. “ชาเขียวกับการป้องกันมะเร็ง.” จุลสารข้อมูลสมุนไพร 13 ; 4
 กรกฎาคม : 1-3.
- วิญญู มีสมญา. 2544. “ผลของการบริโภคชาต่อสุขภาพ.” อาหารเพื่อสุขภาพ 31 ; 4 :289-292.
- วัฒนา วิรุฒิกิร . 2539. “ความสำคัญของแทนนินที่มีผลต่ออุตสาหกรรมอาหาร.” วารสารอาหาร
 26 ; 3กรกฎาคม-กันยายน : 57-166
- ศิริพรรณ ตั้งศิริกุลชัย และ อัญชุลี ทิมเสถียร. 2544. “การศึกษาด้านอนุมูลอิสระในชาเขียวใบ
 หม่อนพร้อมดื่ม.” วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาด
 กระบัง
- Chan , P. T., Fong , W. P., Cheung , Y. L., Huang , Y., Ho, W. K. and Chen. Z. Y. 1999 .
 “Jasmine green tea epicatechins are hypolipidemic in hamsters (*Mesocricetus auratus*)
 fed a high fat diet .” J. Nutr. 129 : 1094-1101
- Goldbohm , R. A., Hertog , M. G. L., Brants , H. A. M., van Poppel , G. and van den Brandt, P,
 A. 1996. “Consumption of black tea and cancer risk : a prospective cohort study. J. Natl
 Cancer Inst. 88 : 93-100
- Han , L. K. Takaku , T., Li , J., Kimura , Y. and Okuda. H. 1999. “Anti- obesity action of oolong
 Tea.” Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord. 23 : 98-105
- Hergaty , V. M., May , H. M. and Khaw , K. –T. 2000 . “Tea drinking and bone mineral density
 In older women .” Am. J. Clin. Nutr. 71 : 1003-1007
- Kapel . M . and Karunanithy . R . 1974 . “The determination of Tanin with Cerium (IV)
 Sulphate .” Analyst 99 : 661-665.
- Lau , O.W. et . al . 1989 . “Spectrophotometric Determination of Tannins in Tea and Beer Sample
 With Iron (III) and 1 , 10 – Phenanthroline as Reagents .” Analyst 114 : 633.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Matsumoto , N., Okushino , K. and Hara , Y. 1998. "Effect of black tea polyphenols on Plasmalipid in cholesterol – fed rats". J. Nutr. Sci. Vitaminol. 44 : 337-342
- Sesso , H. D., Gaziano , J. M. Buring , J. E. and Henneckens , C. H. 1999. "Coffee and tea intake And the risk of myocardial infraction ." Am. J. Epidemiol. 149 : 162-167
- Thai Pharmacopoeial Commission . 1986 . "Pharmacopoeial ." Medical Sciences I : 340.
- Tijburg , L. B. M., Mattern , T., Folts , J. D., Weisgerber , U. M. and Katan , M. B. 1997. "Tea Flavonoids and cardiovascular diseases." Crit. Rev. Food . Sci. Nutr. 37 : 771-785
- Van het hol , K. H., Wiseman , S. A., Yang C. S. and Tij burg , L. B. M. 1999. "Plasma and Lipoprotien levels of tea catechins following repeated tea consumption ." Proc. Soc. Exp. Biol 220 : 203-209
- Vinson , J. A. and Dabbagh , Y. A. 1998. "Effeect of green and black tea supplementation on Lipids , lipid oxidation and fibrinogen in the hamster for the epidemiological benefits of Tes drinking ." FEBS Lett. 433 : 44-46
- Williams , S. (ed.) . 1984 . "Official Methods of Analysis of The Association ." Official Analytical Chemists . 152 , 275.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

การคำนวณหาปริมาณโพธิ์ฟีนอลในใบชาอบแห้ง 4 ชนิด

จากสมการกราฟมาตรฐาน $Y = 0.006x + 0.0478$ โดยมีค่า $R^2 = 0.9969$ สามารถคำนวณหาปริมาณสารประกอบโพธิ์ฟีนอลได้ โดยแทนค่าการดูดกลืนแสงเป็นตัวแปร Y ในสมการแล้วคำนวณหาค่า x ซึ่งจะได้ปริมาณสารประกอบโพธิ์ฟีนอล ผลการทดลองเป็นดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าการดูดกลืนแสงและค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยของใบชาอบแห้ง

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสง (ครั้งที่ 1)	ค่าการดูดกลืนแสง (ครั้งที่ 2)	ค่าการดูดกลืน แสงเฉลี่ย
ชาดำ ตัวอย่างที่ 1.	0.618	0.627	0.6225
ชาดำ ตัวอย่างที่ 2.	0.608	0.607	0.6075
ชาแดง ตัวอย่างที่ 1.	0.665	0.635	0.6500
ชาแดง ตัวอย่างที่ 2.	0.696	0.653	0.6715
ชาเขียว ตัวอย่างที่ 1.	0.748	0.692	0.7200
ชาเขียว ตัวอย่างที่ 2.	0.708	0.704	0.7060
ชาใบหม่อน ตัวอย่างที่ 1.	0.449	0.452	0.4505
ชาใบหม่อน ตัวอย่างที่ 2.	0.447	0.420	0.4335

ตัวอย่างการคำนวณ

ชาดำ ตัวอย่างที่ 1 ครั้งที่ 1

จากกราฟมาตรฐานกรดแกลลิกจะได้สมการ $y = 0.006x + 0.0478$, $R^2 = 0.9969$

แทนค่าการดูดกลืนแสงชาดำ ตัวอย่างที่ 1 ลงในค่า x หาค่า y ได้เท่ากับ 95.00

ปริมาณสารสกัดจากใบชาอบแห้ง 0.5 มิลลิลิตร มีปริมาณโพธิ์ฟีนอล 95.00 มิลลิกรัม

ปริมาณสารสกัดจากใบชาอบแห้ง 100 มิลลิลิตร มีปริมาณโพธิ์ฟีนอล

$$\frac{95.00 \times 100}{0.5} = 19,000 \text{ มิลลิกรัม}$$

0.5

ใบชาอบแห้ง 10 มิลลิกรัม มีปริมาณโพลีฟีนอล 19,000 มิลลิกรัม

ใบชาอบแห้ง 1 มิลลิกรัม มีปริมาณโพลีฟีนอล $\frac{19,000}{10} = 1,900$ มิลลิกรัม

10

ผลการคำนวณเป็นดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลในใบชาอบแห้ง

ใบชาอบแห้ง	ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอล (mg ของกรดแกลลิก/ 100 กรัมใบชาอบแห้ง)	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
ชาดำ ตัวอย่างที่ 1.	1900	1930
ชาดำ ตัวอย่างที่ 2.	1867	1864
ชาแดง ตัวอย่างที่ 1.	2057	1957
ชาแดง ตัวอย่างที่ 2.	2160	2017
ชาเขียว ตัวอย่างที่ 1.	2334	2147
ชาเขียว ตัวอย่างที่ 2.	2200	2187
ชาใบหม่อน ตัวอย่างที่ 1.	1337	2187
ชาใบหม่อน ตัวอย่างที่ 2.	1349	1352

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

การคำนวณหาปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์ในใบชาอบแห้ง 4 ชนิด

จากสมการกราฟมาตรฐาน $Y = -0.1086x + 0.384$ โดยมีค่า $R^2 = 0.9431$ สามารถคำนวณหาปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์ได้ โดยแทนค่าการดูดกลืนแสงเป็นตัวแปร Y ในสมการแล้วคำนวณค่า x ซึ่งจะได้ปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์ ผลการทดลองเป็นดังตารางที่ 3.

ตารางที่ 3 แสดงค่าการดูดกลืนแสงที่เวลา 10 นาทีและ 40 นาที ผลต่างของค่าการดูดกลืนแสงที่เวลา 10 และ 40 นาที ($\Delta O.D.$) และ $\Delta O.D.$ เฉลี่ยของตัวอย่างใบชาอบแห้ง

ตัวอย่าง	ครั้งที่ 1.			ครั้งที่ 2.			$\Delta O.D.$ เฉลี่ย
	O.D.10'	O.D.40'	$\Delta O.D.$	O.D.10'	O.D.40'	$\Delta O.D.$	
ชาดำ (1)	0.668	0.829	0.161	0.586	0.791	0.205	0.183
ชาดำ (2)	0.582	0.763	0.181	0.591	0.764	0.173	0.177
ชาแดง (1)	0.486	0.747	0.261	0.499	0.763	0.264	0.262
ชาแดง (2)	0.395	0.616	0.221	0.351	0.646	0.295	0.258
ชาเขียว (1)	0.356	0.674	0.318	0.362	0.693	0.331	0.324
ชาเขียว (2)	0.321	0.643	0.322	0.359	0.676	0.317	0.319
ชาใบ หม่อน (1)	0.134	0.215	0.081	0.112	0.278	0.166	0.123
ชาใบ หม่อน (2)	0.203	0.307	0.104	0.191	0.314	0.123	0.113

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณ

ชาดำ ตัวอย่างที่ 1 ครั้งที่ 1

จากกราฟมาตรฐานกรดเกลือจะได้อสมการ $y = -0.1086x + 0.384$, $R^2 = 0.9431$

แทนค่าการดูดกลืนแสงชาดำ ตัวอย่างที่ 1 ลงในค่า x หาค่า y ได้เท่ากับ 1.12

ปริมาณสารสกัดจากใบชาอบแห้ง 0.1 มิลลิลิตร มีปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์ 1.13 มิลลิกรัม

ปริมาณสารสกัดจากใบชาอบแห้ง 100 มิลลิลิตร มีปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์

$$\frac{1.13 \times 100}{0.1} = 1,123 \text{ มิลลิกรัม}$$

ใบชาอบแห้ง 5 มิลลิกรัม มีปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์ 1,132 มิลลิกรัม

ใบชาอบแห้ง 1 มิลลิกรัม มีปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์ $\frac{1,132}{5} = 226.57$ มิลลิกรัม

ผลการคำนวณเป็นดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์ในใบชาอบแห้ง

ใบชาอบแห้ง		ปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์ (mg ของสาร BHA/ 100 กรัมใบชาอบแห้ง)	
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
ชาดำ	ตัวอย่างที่ 1.	226.51	220.99
ชาดำ	ตัวอย่างที่ 2.	300.18	163.9
ชาแดง	ตัวอย่างที่ 1.	410.68	329.65
ชาแดง	ตัวอย่างที่ 2.	373.84	388.58
ชาเขียว	ตัวอย่างที่ 1.	558.01	401.47
ชาเขียว	ตัวอย่างที่ 2.	515.65	480.66
ชาใบหม่อน	ตัวอย่างที่ 1.	121.54	197.6
ชาใบหม่อน	ตัวอย่างที่ 2.	114.18	123.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

การคำนวณหาปริมาณแทนนินในใบชาอบแห้ง 4 ชนิด

นำใบชาอบแห้งมาต้มกับกรดเกลือเพื่อให้แทนนินตกตะกอน วัดค่าน้ำหนักตะกอนแทนนินที่ได้ ผลการทดลองเป็นดังตารางที่ 5.

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณตะกอนแทนนิน

ตัวอย่าง	น้ำหนักตะกอน แทนนิน (ครั้งที่ 1)	น้ำหนักตะกอน แทนนิน (ครั้งที่ 2)	น้ำหนักตะกอน แทนนินเฉลี่ย
ชาดำ ตัวอย่างที่ 1.	0.0798	0.0802	0.08
ชาดำ ตัวอย่างที่ 2.	0.0618	0.0632	0.0625
ชาแดง ตัวอย่างที่ 1.	0.0721	0.075	0.0736
ชาแดง ตัวอย่างที่ 2.	0.0394	0.0398	0.0396
ชาเขียว ตัวอย่างที่ 1.	0.0151	0.0142	0.0146
ชาเขียว ตัวอย่างที่ 2.	0.0105	0.0101	0.0103
ชาใบหม่อน ตัวอย่างที่ 1.	0.006	0.002	0.004
ชาใบหม่อน ตัวอย่างที่ 2.	0.012	0.004	0.008

ตัวอย่างการคำนวณ

ชาดำ ตัวอย่างที่ 1 ครั้งที่ 1

น้ำหนักชาดำ 2.5 กรัม คิดเป็น 100 %

ถ้าน้ำหนักตะกอนแทนนิน 0.0798 กรัม คิดเป็น $0.0798 \times 100 = 3.19 \%$

2.5

ผลการคำนวณเป็นดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดง % ปริมาณตะกอนแทนนินเมื่อเทียบกับน้ำหนักใบชาอบแห้ง

ใบชาอบแห้ง	% ปริมาณตะกอนแทนนิน / น้ำหนักใบชาอบ	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
ชาดำ ตัวอย่างที่ 1.	3.19	3.2
ชาดำ ตัวอย่างที่ 2.	2.47	2.52
ชาแดง ตัวอย่างที่ 1.	2.88	3.12
ชาแดง ตัวอย่างที่ 2.	1.57	1.59
ชาเขียว ตัวอย่างที่ 1.	0.6	0.56
ชาเขียว ตัวอย่างที่ 2.	0.42	0.4
ชาใบหม่อน ตัวอย่างที่ 1.	0.24	0.08
ชาใบหม่อน ตัวอย่างที่ 2.	0.48	0.16

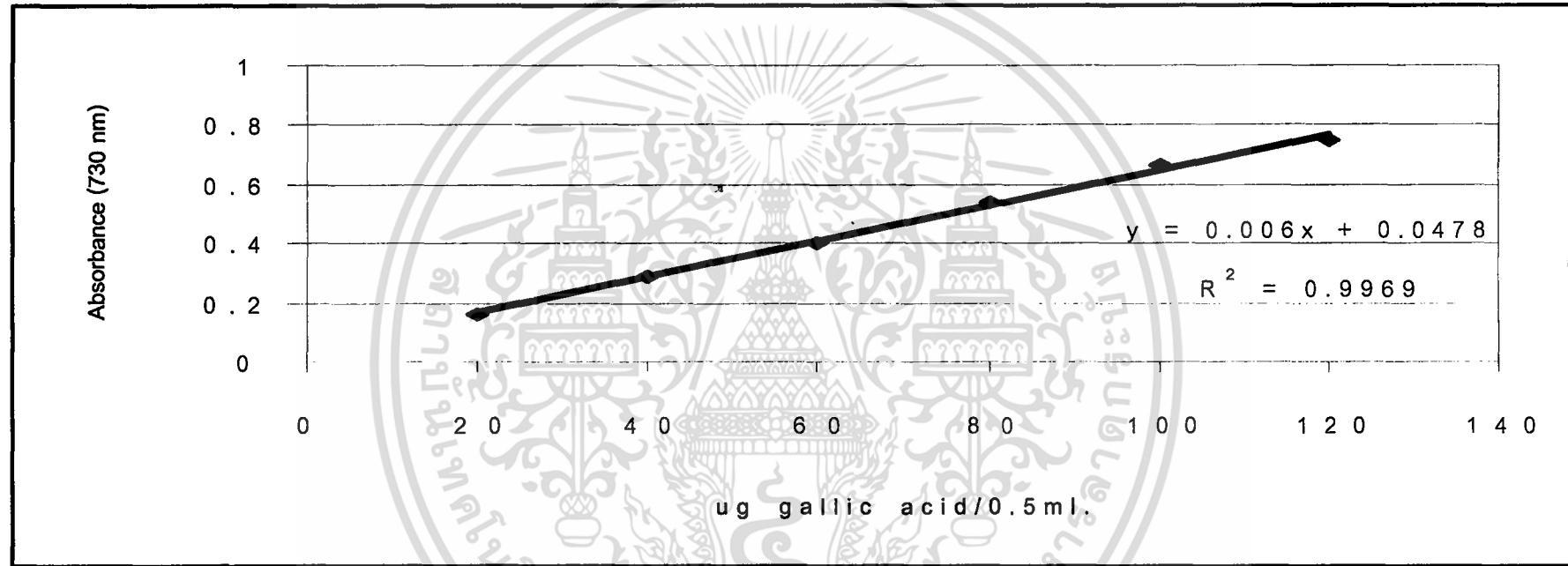
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



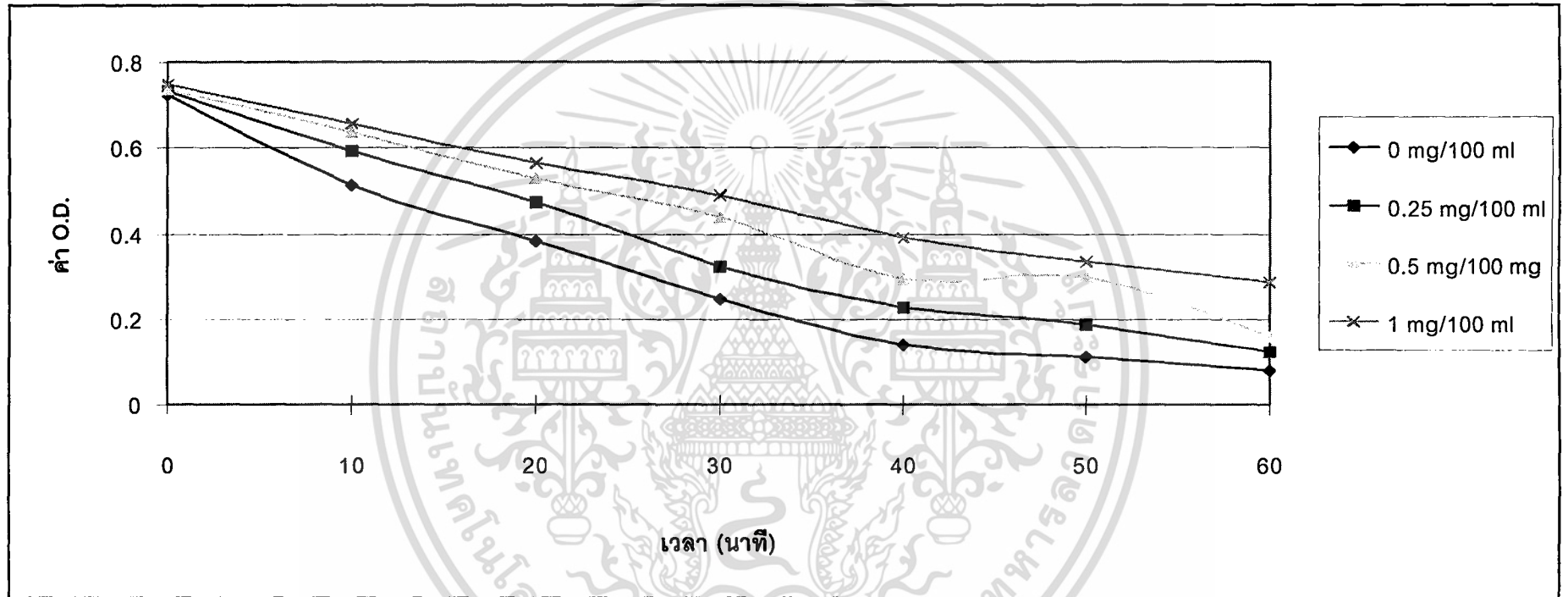
ภาคผนวก ง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

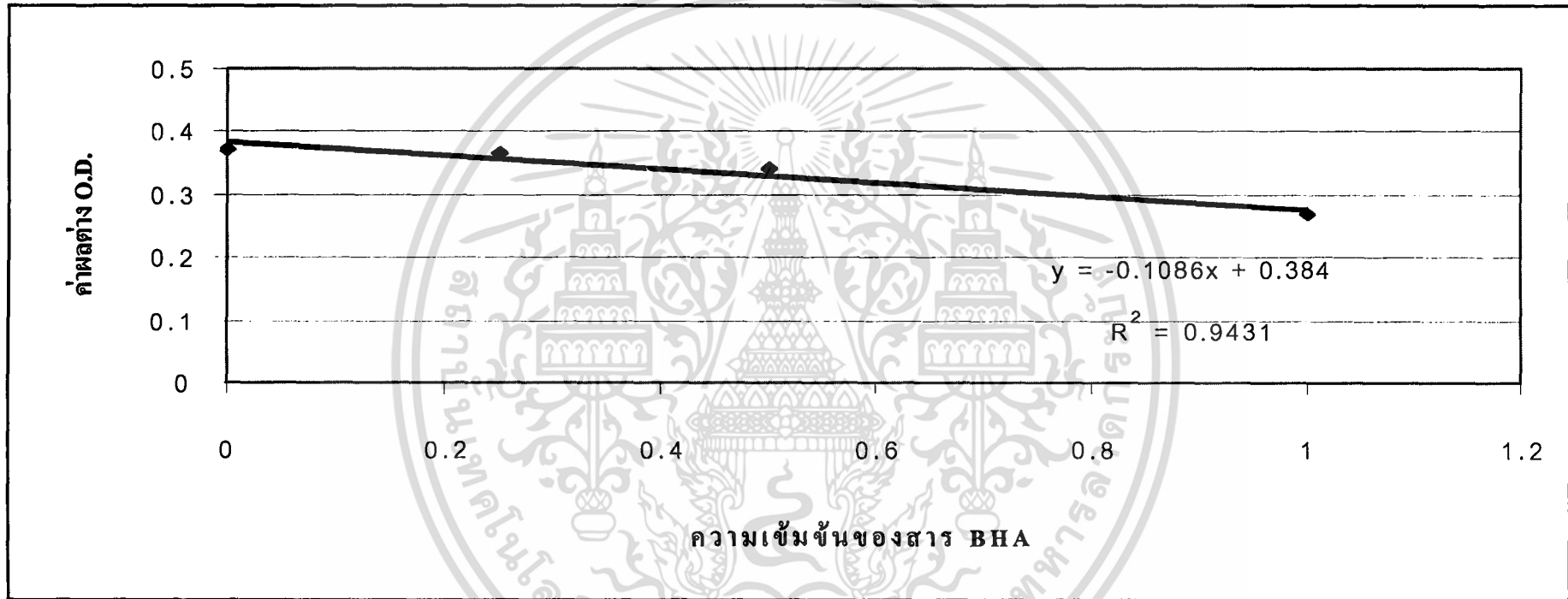
กราฟที่ 1 กราฟมาตรฐานของสารมาตรฐานกรดแกลลิก



กราฟที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับเวลาของแต่ละความเข้มข้นสาร BHA



กราฟที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าผลต่าง O.D. (10' -40') กับความเข้มข้นของสาร BHA



ภาคผนวก จ.

ตารางแสดงการเปรียบเทียบโดยภาพรวม

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลของสารสกัดจากใบชาอบแห้งชนิดต่างๆ

ชนิดใบชาอบแห้ง	จำนวนตัวอย่าง	ปริมาณสารโพลีฟีนอล* ($\bar{X} \pm S$)
ชาดำ	2	1858 \pm 9.89 ^c
ชาแดง	2	2013 \pm 8.48 ^b
ชาเขียว	2	2203 \pm 13.43 ^a
ชาใบหม่อน	2	1275 \pm 14.14 ^d

* ตัวเลข \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดลอง 2 ซ้ำ

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันสัมพัทธ์ของสารสกัดจากใบชาอบแห้งชนิดต่างๆ

ชนิดใบชาอบแห้ง	จำนวนตัวอย่าง	ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ ($\bar{X} \pm S$)
ชาดำ	2	375.69 \pm 7.81 ^b
ชาแดง	2	273.86 \pm 5.20 ^c
ชาเขียว	2	115.1 \pm 6.51 ^d
ชาใบหม่อน	2	489.87 \pm 13.02 ^a

* ตัวเลข \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดลอง 2 ซ้ำ

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณแทนนินของสารสกัดจากใบชาอบแห้งชนิดต่างๆ

ชนิดใบชาอบแห้ง	จำนวนตัวอย่าง	ปริมาณตะกอนแทนนิน ($\bar{X} \pm S$)
ชาดำ	2	2.86 ± 0.5176^a
ชาแดง	2	2.26 ± 0.9617^b
ชาเขียว	2	0.49 ± 0.1201^c
ชาใบหม่อน	2	0.24 ± 0.002^d

* ตัวเลข \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดลอง 2 ซ้ำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้