

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

การหาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant)
ในเครื่องดื่มชนิดพร้อมชงและเครื่องดื่มสำเร็จรูป

โดย

รศ.ดร.ธารรัตน์ สุขศิริ หัวหน้าโครงการวิจัย
ผศ.รัตนา สัมพันธ์จิต ผู้ร่วมวิจัย

29 ส.ค. 2553

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาหาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ของเครื่องดื่มน้ำผลไม้พร้อมขง และเครื่องดื่มน้ำผลไม้สำเร็จรูป ได้แก่ชาเขียว ชาดำ ชาอูหลง น้ำผลไม้ และเครื่องดื่มน้ำผลไม้ชนิดอื่น ๆ ได้แก่ใบหม่อน เก๊กฮวย น้ำขิง และกระเจี๊ยบ จากการศึกษาการยับยั้ง DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radical พบว่าเครื่องดื่มน้ำผลไม้สำเร็จรูป 5 ยี่ห้อ (โออิชิ เพียวริคิ นมมะชะ ยูนิฟ และเซนชะ) มีความสามารถในการต้านสารอนุมูลอิสระใกล้เคียงกัน โดยมีค่า IC_{50} ของการยับยั้ง DPPH radical ในช่วง $0.16 \pm 0.02 - 0.20 \pm 0.02 \mu L$ (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ $0.19 \pm 0.02 \mu L$) โดยชาสำเร็จรูปยี่ห้อเซนชะมีค่า IC_{50} ต่ำที่สุด ($0.16 \pm 0.02 \mu L$) และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและวิตามินซีสูงสุด คือ $1,154.8 \pm 41.9 \mu g/mL$ และ $574 \pm 1 \mu g/mL$ ตามลำดับ สำหรับเครื่องดื่มน้ำผลไม้พร้อมขง 3 ประเภท (ชาเขียว ชาอูหลง และชาดำ) มีค่า IC_{50} ของการยับยั้ง DPPH radical ในช่วง $1.06 \pm 0.11 - 2.26 \pm 0.55 \mu g/\mu L$ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและวิตามินซีอยู่ในช่วง $65.2 \pm 12.5 - 122.1 \pm 11.6 \mu g/mL$ และ $5.3 \pm 1.7 - 9.3 \pm 0.8 \mu g/mL$ ตามลำดับ และพบว่า ในเครื่องดื่มน้ำผลไม้ 6 ชนิด (น้ำส้มเขียวหวาน น้ำแอปเปิ้ล น้ำองุ่นแดง น้ำฝรั่ง น้ำมะเขือเทศ และน้ำสับปะรด) น้ำฝรั่งเป็นน้ำผลไม้ที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้ดีที่สุด (IC_{50} ของการยับยั้ง DPPH radical เท่ากับ $0.12 \pm 0.03 \mu L$) โดยพบปริมาณวิตามินซีสูงที่สุดด้วย ($804.9 \pm 104.5 \mu g/mL$) สำหรับเครื่องดื่มน้ำผลไม้พร้อมขงอื่น ๆ (ใบหม่อน เก๊กฮวย น้ำขิง และ กระเจี๊ยบ) มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระน้อยกว่าน้ำผลไม้และเครื่องดื่มน้ำผลไม้ประเภทชา และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและวิตามินซีน้อยด้วย คือ $4.8 \pm 0.4 - 29.1 \pm 3.4 \mu g/mg$ และ $1.4 \pm 0.2 - 17.0 \pm 1.7 \mu g/mg$ ตามลำดับ

Abstract

The purpose of this project was to determine the antioxidant property of powder and liquid instant soft drinks; green tea, black tea, U-long tea, fruit juices and other powder instant soft drink; mulberry leaves, Chrysanthemum flower, ginger and Roselle. It was found that the 5 brands of instant tea (Oishi, Pure Riku, Namasa, Unif and Sencha) had the same range of antioxidant property with the 50% inhibition (IC_{50}) of DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radical in the range of $0.16 \pm 0.02 - 0.20 \pm 0.02 \mu L$ (average of $0.19 \pm 0.02 \mu L$). In this group, Sencha got the lowest IC_{50} ($0.16 \pm 0.02 \mu L$) with the highest amount of phenolic compound and vitamin C, $1,154.8 \pm 41.9 \mu g/mL$ and $574 \pm 1 \mu g/mL$, respectively. The IC_{50} of the 3 kinds of powder instant tea were in the range of $1.06 \pm 0.11 - 2.26 \pm 0.55 \mu g/\mu L$ while the amount of phenolic compound and vitamin C were in the range of $65.2 \pm 12.5 - 122.1 \pm 11.6 \mu g/mL$ and $5.3 \pm 1.7 - 9.3 \pm 0.8 \mu g/mL$, respectively. Among the 6 kinds of fruit juice (orange, apple, red grape, guava, tomato and pineapple), guava juice was found to have the highest anti-oxidant property (IC_{50} against DPPH radical was $0.12 \pm 0.03 \mu L$) with the highest amount of vitamin C ($804.9 \pm 104.5 \mu g/mL$). For other powder instant soft drinks, their anti-oxidant property was less than those of fruit juices and tea and the amount of phenolic compound and vitamin C were less too ($4.8 \pm 0.4 - 29.1 \pm 3.4 \mu g/mg$ and $1.4 \pm 0.2 - 17.0 \pm 1.7 \mu g/mg$, respectively).

ประกาศคุณูปการ

งานวิจัยเรื่องนี้ ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากเงินรายได้ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประจำปีงบประมาณ 2549 และใช้ครุภัณฑ์ของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประกอบการทำวิจัย คณะผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชาเคมี และคณะวิทยาศาสตร์ ที่เห็นความสำคัญของงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ โดยให้ทุนสนับสนุนคณาจารย์และบุคลากรทำวิจัย ซึ่งทำให้เกิดบรรยากาศของการวิจัยในหน่วยงาน และได้ผลงานที่สามารถนำไปใช้ในการเรียน การสอน และนำไปสู่การพิมพ์เผยแพร่เพื่อประโยชน์แก่ผู้สนใจอื่นๆ ต่อไป



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	i
ประกาศนุญการ	ii
สารบัญ	iii
บัญชีตาราง	vi
บัญชีภาพประกอบ	vii
บทที่ 1 บทนำ.....	1
อนุโมลอิสระ.....	1
สารต้านอนุโมลอิสระ	3
ชา	5
จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	10
สารเคมีและวัสดุที่ใช้.....	10
อุปกรณ์และเครื่องมือ.....	10
วิธีทดลอง.....	10
เตรียมสารสกัดใบชาหรือเครื่องดื่มพร้อมชนชนิดต่างๆ	10
การวัดสมบัติในการยับยั้ง DPPH radical	11
การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก.....	11
การหาปริมาณวิตามินซี	12
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	13
การวัดสมบัติการเป็นสารต้านอนุโมลอิสระในเครื่องดื่มชาเขียวสำเร็จรูป.....	13
การวัดสมบัติการเป็นสารต้านอนุโมลอิสระในเครื่องดื่มชาพร้อมชง 3 ประเภท.....	13
การวัดสมบัติการเป็นสารต้านอนุโมลอิสระในน้ำผลไม้ 6 ชนิด.....	15
การวัดสมบัติการเป็นสารต้านอนุโมลอิสระในเครื่องดื่มพร้อมชงอื่นๆ.....	16
การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในเครื่องดื่มชาเขียวสำเร็จรูป.....	16
การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในเครื่องดื่มชาพร้อมชง 3 ประเภท.....	17
การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในน้ำผลไม้ 6 ชนิด.....	18

การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในเครื่องดื่มพร้อมขงอื่นๆ.....	19
การหาปริมาณวิตามินซีในเครื่องดื่มชาเขียวสำเร็จรูป	19
การหาปริมาณวิตามินซีในเครื่องดื่มชาพร้อมขง 3 ประเภท.....	20
การหาปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้ 6 ชนิด	21
การหาปริมาณวิตามินซีในเครื่องดื่มพร้อมขงอื่นๆ.....	22
บทที่ 5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย	23
บรรณานุกรม.....	25
ภาคผนวก.....	28
สถิติที่ใช้ในการวิจัย	30
ภาพประกอบการวิเคราะห์หาค่า IC ₅₀ ในเครื่องดื่มชนิดต่างๆ	30
กราฟแสดงการลดลงของ DPPH radical โดยสารต้านอนุมูลอิสระ.....	30
กราฟแสดงการหาค่า IC ₅₀ ของสารต้านอนุมูลอิสระ	30
การวัดสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดยการหาค่า IC ₅₀ ของการยับยั้ง	
DPPH radical	32
IC ₅₀ ของเครื่องดื่มชาเขียวสำเร็จรูป 5 ยี่ห้อ	32
IC ₅₀ ของชาเขียวพร้อมขง 6 ยี่ห้อ	33
IC ₅₀ ของชาอูหลงพร้อมขง 4 ยี่ห้อ	35
IC ₅₀ ของชาดำพร้อมขง 3 ยี่ห้อ	37
IC ₅₀ ของ น้ำผลไม้ 6 ชนิด	38
IC ₅₀ ของเครื่องดื่มพร้อมขงอื่นๆ	40
การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก	42
กราฟมาตรฐานของ gallic acid	42
ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในน้ำผลไม้ 6 ชนิด	42
อภิธานศัพท์	43
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	44

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1. แสดงค่า IC_{50} ของชาสำเร็จรูป 5 ยี่ห้อ.....	13
2. แสดงค่า IC_{50} ของชาเขียวพร้อมซอง 6 ยี่ห้อ.....	14
3. แสดงค่า IC_{50} ของชาอูหลงพร้อมซอง 4 ยี่ห้อ.....	14
4. แสดงค่า IC_{50} ของชาดำพร้อมซอง 3 ยี่ห้อ.....	15
5. แสดงค่า IC_{50} ของน้ำผลไม้ 5 ชนิด.....	15
6. แสดงค่า IC_{50} ของเครื่องดื่มพร้อมซอง 4 ชนิด.....	16
7. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในเครื่องดื่มชาสำเร็จรูป 5 ยี่ห้อ.....	16
8. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในเครื่องดื่มชาเขียวพร้อมซอง 5 ยี่ห้อ.....	17
9. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในเครื่องดื่มชาอูหลงพร้อมซอง 4 ยี่ห้อ.....	17
10. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในเครื่องดื่มชาอูหลงพร้อมซอง 3 ยี่ห้อ.....	18
11. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในน้ำผลไม้ 6 ชนิด.....	18
12. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในเครื่องดื่มพร้อมซอง 4 ชนิด.....	19
13. ปริมาณวิตามินซีในเครื่องดื่มชาสำเร็จรูป 5 ยี่ห้อ.....	19
14. ปริมาณวิตามินซีในเครื่องดื่มชาพร้อมซอง 6 ยี่ห้อ.....	20
15. ปริมาณวิตามินซีในเครื่องดื่มชาอูหลงพร้อมซอง 4 ยี่ห้อ.....	21
16. ปริมาณวิตามินซีในเครื่องดื่มชาดำพร้อมซอง 4 ยี่ห้อ.....	21
17. ปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้พร้อมดื่ม 6 ชนิด.....	22
18. ปริมาณวิตามินซีในเครื่องดื่มพร้อมซอง 4 ชนิด.....	22
19. ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (IC_{50}) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และ ปริมาณวิตามินซีในเครื่องดื่มชนิดต่างๆ ที่ทำการวิจัย.....	25

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1. ปฏิกริยาระหว่างอนุมูลอิสระกับเปปทาไมน.....	1
2. DPPH radical.....	3
3. กราฟแสดงการลดลงของ DPPH radical โดยสารต้านอนุมูลอิสระ	31
4. กราฟแสดงการหาค่า IC_{50} ของสารต้านอนุมูลอิสระ.....	31
5. IC_{50} ของเครื่องคั้นชาเขียวสำเร็จรูป 5 ยี่ห้อ	32
6. IC_{50} ของเครื่องคั้นชาพร้อมชง 6 ยี่ห้อ.....	33
7. IC_{50} ของชาอูหลงพร้อมชง 4 ยี่ห้อ	35
8. IC_{50} ของชาดำพร้อมชง 3 ยี่ห้อ	37
9. IC_{50} ของ น้ำผลไม้ 6 ชนิด	38
10. IC_{50} ของเครื่องคั้นพร้อมชงอื่นๆ	40
11. กราฟเฟรมมาตรฐานของ Gallic acid	42
12. ปริมาณ Phenolic compound ในน้ำผลไม้ 6 ชนิด	42

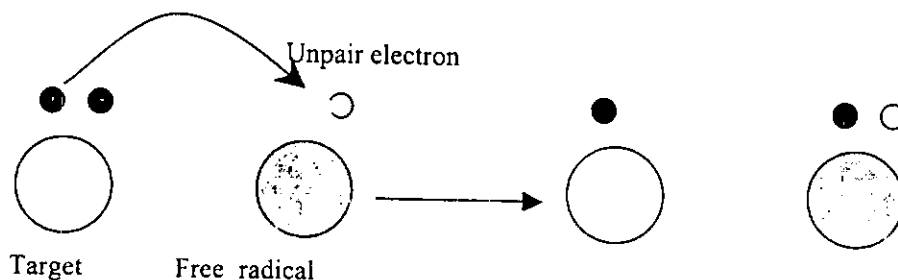
บทที่ 1

บทนำ

ร่างกายของมนุษย์ ประกอบด้วยเซลล์ ซึ่งเป็นหน่วยย่อยที่เล็กที่สุด โดยเซลล์หลายๆ เซลล์จะประกอบกันเป็นเนื้อเยื่อ (tissue) ชนิดต่างๆ และกลุ่มของเนื้อเยื่อจะทำงานร่วมกันเป็นอวัยวะ (organ) ของร่างกาย ผู้ที่มีสุขภาพสมบูรณ์และแข็งแรง จะต้องมีการทำงานของอวัยวะต่างๆ เป็นปกติ หากเซลล์ในเนื้อเยื่อหรือในอวัยวะบางอย่างมีความผิดปกติ ย่อมทำให้เกิดปัญหาสุขภาพได้ การศึกษาทางวิทยาศาสตร์การแพทย์ พบว่า ปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เซลล์เกิดความเสียหายมากที่สุด คือ อนุมูลอิสระ (free radicals)

1. อนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระ คือ อะตอมหรือโมเลกุลที่มีอิเล็กตรอนไม่ครบคู่ (single หรือ unpaired electron) อยู่ในออร์บิทัลวงนอกสุด (outer orbital) เช่น hydrogen radical ($H^\bullet$), hydroxyl radical ($HO^\bullet$) และ superoxide anion radical ($O_2^{\bullet -}$) เป็นต้น (Halliwell, 1991 : 569-605) อนุมูลอิสระเป็นสารที่ไม่เสถียร มีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยา โดยจะเข้าไปดึงอิเล็กตรอนจากอะตอมหรือโมเลกุลใกล้เคียงเพื่อให้มีอิเล็กตรอนครบคู่ (ภาพประกอบ 1) และจะทำให้เกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องเป็นลูกโซ่ สร้างความเสียหายให้กับโมเลกุลอื่นๆ เช่น การจับกันของอนุมูลอิสระกับไขมันชนิด LDL (low density lipoprotein) ที่มีหน้าที่พาโคเลสเตอรอลในเลือดไปใช้ในกิจกรรมต่างๆ เช่น การสร้างเยื่อหุ้มเซลล์ สร้างฮอร์โมนเพศ และสร้างน้ำดี ทำให้ LDL เสื่อมสภาพไม่สามารถพาโคเลสเตอรอลไปใช้ประโยชน์ได้ เกิดภาวะโคเลสเตอรอลในเลือดสูง นอกจากนี้เมื่อก่อนไขมันถูกจับด้วยเซลล์เม็ดเลือดขาว ทำให้เกิดเป็นเซลล์ฟองน้ำ (foam cell) ซึ่งเป็นเซลล์ที่เสื่อมสภาพตกตะกอนในผนังหลอดเลือด เป็นสาเหตุของโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน โรคความดันโลหิตสูง และโรคหัวใจ



ภาพประกอบ 1 ปฏิกิริยาระหว่างอนุมูลอิสระกับเป้าหมาย

นอกจากนี้ อนุมูลอิสระยังทำให้เอนไซม์ สอร์โอมิน และโปรตีนต่างๆ ในร่างกายเสื่อมสภาพ ไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ และหากอนุมูลอิสระจับกับ DNA ซึ่งเป็นรหัสพันธุกรรมที่ใช้ในการแบ่งเซลล์ อาจทำให้เกิดการแบ่งเซลล์ผิดปกติ เกิดเป็นเซลล์มะเร็งได้ในที่สุด (Strain; & Benzie. 1999: 95-105) อย่างไรก็ตาม ร่างกายมีการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) เพื่อทำหน้าที่ยับยั้งอนุมูลอิสระอยู่แล้วในปริมาณหนึ่ง แต่เมื่ออายุมากขึ้น ความสามารถในการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกายจะลดลง ทำให้ขาดความสมดุลระหว่างปริมาณอนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ จึงจำเป็นต้องมีอาหารที่จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการรับประทานอาหารที่เป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระ เช่นอาหารประเภทพืช ผัก และผลไม้ เพื่อปรับสมดุลของสารต้านอนุมูลอิสระภายในร่างกาย และเป็นการป้องกันโรคต่างๆ ที่มีสาเหตุมาจากอนุมูลอิสระ และยังพบว่าสารประกอบฟีนอลิกมีความสัมพันธ์กับสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Velioglu; et al. 1998: 4113-4117)

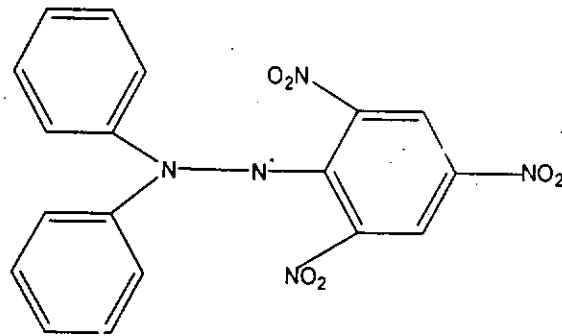
ร่างกายได้รับอนุมูลอิสระจากแหล่งสำคัญ 2 แหล่ง ดังนี้

1. แหล่งภายในร่างกาย ได้จากปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ที่เกิดขึ้นตลอดเวลา (Maxwell. 1995: 345-361) ได้แก่ กระบวนการย่อยสลายอาหาร (metabolism) รวมถึงกระบวนการ lipid peroxidation และการกำจัดเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมในร่างกายโดยเซลล์เม็ดเลือดขาวของระบบภูมิคุ้มกัน (immune system)

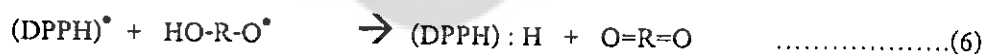
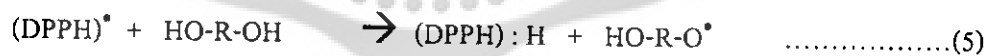
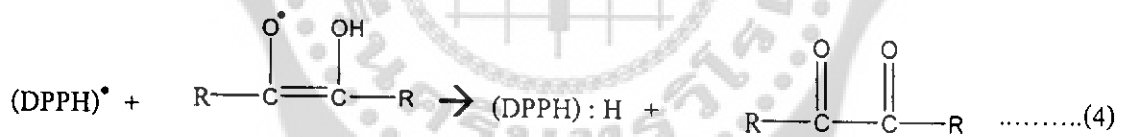
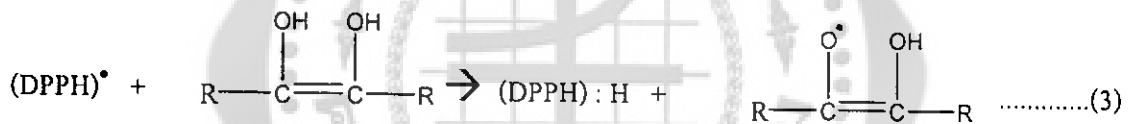
2. แหล่งภายนอกในร่างกาย มาจากการรับประทานอาหารที่มีสารพิษตกค้างประเภทยาฆ่าแมลง ยากำจัดวัชพืช อาหารที่ใช้สารกันบูด สารแต่งสี แต่งกลิ่น สารเพิ่มความกรอบ การปรุงอาหารด้วยการทอดในน้ำมันใช้แล้วหลายๆ ครั้ง อาหารที่ปิ้งย่างจนเกรียมจัด อาหารที่รมควัน ตลอดจนการฉายรังสีหรือเคมีบำบัด การหายใจเอาควันพิษจากท่อไอเสียรถยนต์ หมอกควัน เขม่าจากโรงงาน และควันบุหรี่ เป็นต้น (Borek. 1997: 52-60)

อนุมูลอิสระสร้างความเสียหายต่อชีวโมเลกุลมาก โดยเฉพาะการออกซิไดส์ไขมันซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เสียสภาพ เป็นเหตุให้เกิดภาวะหลอดเลือดแดงแข็งตัวและมีความยืดหยุ่นน้อยลง อีกทั้งยังทำให้โปรตีนรวบตัวเป็นก้อน ทำให้เอนไซม์เสื่อมสภาพ สอร์โอมินทำงานไม่ปกติ นอกจากนี้ ถ้าอนุมูลอิสระเข้าจับกับ DNA ทำให้เกิดการกลายพันธุ์ (mutation) และการแบ่งเซลล์ผิดปกติ (Gladys. 1999: 47) เป็นสาเหตุของโรคหัวใจ โรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน โรคความจำเสื่อม โรคมะเร็ง ต้อกระจก และภาวะความเสื่อมชราของเซลล์ (aging) (Mourc. 2001 145-171)

อนุมูลอิสระที่นิยมนำมาใช้ในการศึกษาความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารตัวอย่าง คือ DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radical ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระที่เสถียร (stable free radical) มีโครงสร้างดังภาพประกอบ 2 สารละลายของ (DPPH)[•] มีสีม่วงในเอทานอล มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 517 nm และเมื่อได้รับ H[•] จะเปลี่ยนเป็นสารละลายสีเหลือง ดังสมการ (1) – (6) (Blois. 1958: 1199-1200)



ภาพประกอบ 2 DPPH radical



2. สารต้านอนุมูลอิสระ

สามารถแบ่งสารต้านอนุมูลอิสระตามกลไกการยับยั้งได้เป็น 3 ชนิด (Strain; & Benzie. 1999: 95-105) ดังนี้

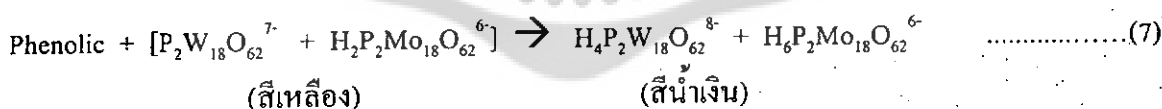
1. Preventive antioxidant ป้องกันการเกิดอนุมูลอิสระ
2. Scavenging antioxidant ทำลายหรือยับยั้งอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น
3. Chain breaking antioxidant ทำให้ลูกโซ่ของการเกิดอนุมูลอิสระสิ้นสุดลง

สารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติในร่างกายมีหลายชนิด มีทั้งที่เป็นเอนไซม์ ได้แก่ superoxide dismutase (SOD) พบในเม็ดเลือดแดง catalase พบในไฮโดรอกซอลของเซลล์ (Michiels; et al.

1. วิตามิน ได้แก่ วิตามินซี วิตามินอี และเบต้าแคโรทีน (Sies; & Stahl. 1995: 1315S-1321S)
2. เกลือแร่ ได้แก่ ทองแดงและสังกะสี ซึ่งเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ SOD และซีลีเนียม

เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ glutathione peroxidase (Michiels; et al. 1994: 235-248) เป็นต้น

การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ทำโดยใช้ปฏิกิริยาระหว่างสารประกอบฟีนอลิกกับ Folin-Ciocalteu reagent และ Na_2CO_3 (Singieton; Orthofer; & Lamuela-Raventos. 1999: 152-178) โดยสารประกอบฟีนอลิกจะทำปฏิกิริยาดังสมการ (7) และวัดค่าการดูดกลืนแสงของผลิตภัณฑ์สีน้ำเงินที่เกิดขึ้นที่ความยาวคลื่น 765 nm เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของ gallic acid ที่ใช้เป็นสารประกอบฟีนอลิกมาตรฐาน



ในปัจจุบัน มีการศึกษาแหล่งอาหารที่สำคัญที่ทำให้สารต้านอนุมูลอิสระและพบว่าพืช ผัก ผลไม้ที่มีสีเข้ม เป็นแหล่งที่มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง นอกจากการบริโภคอาหารดังกล่าวโดยตรงแล้ว ยังพบว่าประชาชนนิยมดื่มเครื่องดื่มประเภทชาชนิดต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งชาเขียว และเครื่องดื่มอื่นๆ เช่น น้ำผลไม้ น้ำเก๊กฮวย น้ำกระเจียบ และ น้ำจิง ซึ่งมีวางจำหน่ายทั้งในรูปเครื่องดื่มพร้อมชงและเครื่องดื่มสำเร็จรูป การทราบปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในเครื่องดื่มชนิดต่างๆ จึงมีประโยชน์ และเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพ ทางโภชนาการต่อผู้บริโภคด้วย

3. ชา

ชา เป็นพืชชนิดหนึ่ง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Camellia sinensis* อยู่ในตระกูล (Family) *Theaceae* และวงศ์ (Genus) *Camellia* สามารถแบ่งสายพันธุ์ออกเป็นสองสายพันธุ์หลักได้แก่ *C. sinensis* var. *sinensi* หรือเรียกอาจเรียกว่าเป็นสายพันธุ์ที่เป็น “ชาจีน” และ *C. sinensis* var. *assamica* ซึ่งมีชื่อเรียกได้หลายชื่อเช่น “ชาอัสสัม” หรือ “ชาพื้นเมือง” หรือ “ชาป่า” (<http://en.wikipedia.org/wiki/Tea>)

ในใบชาสดมีสารเคมีกลุ่มที่เรียกว่าโพลีฟีนอลอยู่ประมาณ 20 - 35% โดยน้ำหนัก ขึ้นกับหลายๆ องค์ประกอบเช่น ความแตกต่างของสายพันธุ์ พื้นที่เพาะปลูก หรือฤดูกาลปลูก โดยค่าจำกัดความของโพลีฟีนอลหมายถึงสารเคมีที่มีสูตรโครงสร้างที่มี phenol เป็นองค์ประกอบตั้งแต่หนึ่งตัวขึ้นไป พบว่าโพลีฟีนอลที่มีมากในใบชาเป็นสารกลุ่ม flavonols ซึ่งมีปริมาณ 60 - 80 % ของโพลีฟีนอลทั้งหมดในใบชา หรือคิดเป็น 18 - 32% ต่อน้ำหนักใบชาสด บางครั้งอาจเรียกสารพวก flavonols ในใบชานี้ว่าเป็นสารพวก catechins

สามารถแบ่งชนิดของชาได้ตามกระบวนการผลิต โดยแบ่งตาม degree of fermentation ซึ่งหมายถึงลักษณะของการผลิตชาชนิดนั้นๆ มีการปล่อยให้เกิดการ fermentation มากน้อยเพียงใด ทำให้สามารถจัดกลุ่มกระบวนการผลิตชาออกเป็น 3 ชนิดใหญ่ดังนี้

1 Fermented tea processing เป็นชาที่มีการหมักอย่างสมบูรณ์ ได้แก่

Black tea (ชาดำ)

2 Semi-fermented tea processing เป็นชากึ่งหมัก ได้แก่

Oolong tea (ชาอูหลง)

White tea (ชาขาว)

3 Non-fermented tea processing เป็นชาที่ไม่เกิดการหมักเลยในกระบวนการผลิต ได้แก่

Green tea (ชาเขียว)

Yellow tea (ชาเหลือง)

Dark green tea (ชาเขียวเข้ม)

กระบวนการ fermentation หรือการหมักที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิตใบชาเหล่านั้น ไม่ได้หมายถึง “กระบวนการหมักโดยจุลินทรีย์” เหมือนกับการหมักที่เราคุ้นเคยทั่วไป แต่ fermentation ในการผลิตชา นั้นมีความหมายเฉพาะถึงการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีโดยเอนไซม์ที่มีอยู่ในใบชา นั้นๆ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางเคมีภายในใบชา ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วคือการเกิดปฏิกิริยาของสารพวกโพลีฟีนอลในใบชา นั่นเอง

ชาดำหรือชาแดง จัดอยู่ในกลุ่มของชาที่มีการผลิตแบบ fermented tea processing เป็นการผลิตชาที่ปล่อยให้เกิด fermentation อย่างเต็มที่ สารโพลีฟีนอลในใบชาสดจะเปลี่ยนไปเป็นผลิตภัณฑ์ ได้แก่ สารพวก Theaflavins และ Thearubigins ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เมื่อชงดื่มแล้วจะได้ชาที่มีกลิ่นหอม

น้ำชาจะมีสีน้ำตาลแดงเข้ม ตัวอย่างเช่น ชาลิปตัน ขั้นตอนในกระบวนการผลิตที่เกิดการ fermentation อยู่ในขั้นตอนของการ ผึ่ง หรือ withering เป็นการเอาใบชาสดมาผึ่ง ก่อนเข้ากระบวนการนวด และในขั้น fermenting ที่มีการปล่อยให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดอย่างเต็มที่ก่อนที่จะมีการอบชาให้แห้งในขั้นตอนสุดท้าย การผลิตชาดำนั้นผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะของใบที่แห้งแตกหัก

ชาอุหลง หรือ ชาจีน มีชื่อที่พ้องกับพันธุ์ชาเช่น “ชาอุหลงเบอร์ 12” หรือ “ชาอุหลงก้านอ่อน” แต่ในที่นี้คำว่า “อุหลง” มาจากกระบวนการผลิตชาที่เป็นแบบ “semi-fermented tea processing” กล่าวคือ ในขั้นตอนการผลิตจะมีการปล่อยให้เกิด fermentation ในบางส่วน การผลิตชาอุหลง จะมีวิธีการที่ค่อนข้างประณีต สะอาดอ่อน และต้องการผู้เชี่ยวชาญในการดูแลการผลิตอย่างใกล้ชิด รวมทั้งต้องการเทคโนโลยีการผลิตที่ค่อนข้างซับซ้อน เพื่อให้ได้ชาที่มีกลิ่นหอม มีรสชาติดี กระบวนการสำคัญที่มีการให้เกิด fermentation ได้แก่การปล่อยให้ใบชาสดไปผึ่ง ทั้งแบบกลางแจ้ง (solar withering) และ การผึ่งในร่ม (indoor withering) การผึ่งในร่มในบางโรงงาน มีการปรับอุณหภูมิให้คงที่ โดยใช้ห้องที่มีเครื่องปรับอากาศปรับอุณหภูมิการผึ่งที่เหมาะสม

ชาเขียวคือชาที่ได้จากกระบวนการผลิตที่เป็น non-fermented tea processing เป็นกระบวนการที่ไม่ปล่อยให้เกิดการ fermentation ขึ้นเลย โดยมีการยับยั้งปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นได้กับโพลีฟีนอลในใบชาสด อาศัยความร้อนสูงไปทำให้เอนไซม์เสียสภาพ ไม่สามารถไปเปลี่ยนแปลงสารในกลุ่มโพลีฟีนอลให้กลายเป็นสารเคมีชนิดอื่น ชาเขียวจึงเป็นชาที่มีการคงอยู่ของปริมาณ catechin สูงเมื่อเทียบกับชาชนิดอื่น การผลิตชาเขียวในจังหวัดเชียงรายนิยมใช้ชาพันธุ์อัสสัม หรือ ชาพันธุ์อุหลงเบอร์ 12 มาผลิต

4. จุดมุ่งหมายของการวิจัย

งานวิจัยนี้ มีจุดประสงค์ที่จะหาปริมาณสารที่มีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระในเครื่องดื่มชงพร้อมชงและเครื่องดื่มสำเร็จรูปชนิดต่างๆที่วางจำหน่ายในท้องตลาด

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เคา, โซฟิค และไพร์เออร์ (Cao; Sofic; & Prior. 1996: 3426-3431) ศึกษาค่าความเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของชาและผักชนิดต่างๆ ได้แก่ ชาเขียว ชาดำ กระเทียม คื่นฉ่าย ผักขม Brussels sprouts, alfalfa sprouts บล็อกโคลี่ บีท red bell pepper หัวหอม ข้าวโพด มะเขือ กะหล่ำดอก มันฝรั่ง มันฝรั่งหวาน กะหล่ำปลี ผักกาดหอม ถั่วฝักยาว แครอท yellow squash iceberg lettuce ขึ้นฉ่าย และแตงกวา โดยศึกษาความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระใน 3 ปฏิกิริยา คือ การต่อต้าน peroxyl radical การต่อต้าน hydroxyl radical และการเข้าจับกับ Cu^{2+} พบว่าเมื่อเทียบตามน้ำหนักสด กระเทียมมีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดในการต่อต้าน peroxyl radical เท่ากับ 19.4 μmol of Trolox equiv/g ตามด้วย คื่นฉ่าย 17.7 μmol of Trolox equiv/g และผักขม 12.6 μmol of Trolox equiv/g สำหรับการต่อต้าน hydroxyl radical นั้น คื่นฉ่ายให้ผลสูงสุด ตามมาด้วย Brussels sprouts, alfalfa sprouts บีท ผักขม และอื่นๆ และพบว่าชาเขียวและชาดำมีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าผักทั้งหมด

ไซลินสกี และ โคลสโลสกา (Zielinsky; & Koslowska. 2000: 2008-2016) ศึกษาความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในธัญพืช โดยทำการสกัดธัญพืช ได้แก่ wheat, barley, rye, oat และ buckwheat ด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ได้แก่ แอซีโตน เอทานอล เมทานอล และ น้ำ พบว่าสารสกัดด้วยน้ำที่ได้จาก buckwheat มีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ แต่สารสกัดด้วยน้ำที่ได้จาก wheat, barley, rye และ oat ไม่มีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ส่วนสารสกัดด้วย 80% เมทานอล ที่ได้จากธัญพืชต่างๆ มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้ตามลำดับคือ buckwheat > barley > oat > wheat $\cong$ rye นอกจากนี้ ยังพบค่าความสัมพันธ์ (correlation coefficient) ระหว่างปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากส่วนต่างๆ ของเมล็ดธัญพืช ได้แก่ ข้าวทั้งเมล็ด รำ เปลือกข้าว และเอนโดสเปิร์มกับเอมบริโอเป็น 0.96 0.99 0.80 และ 0.99 ตามลำดับเซน และนี่ (Yen; & Hsieh. 1998: 3952-3957) ศึกษาสมบัติการยับยั้ง lipid peroxidation ของสารสกัดจากชาคั่วของ โดยใช้ ammonium thiocyanate assay ในการทดสอบ พบว่าที่ความเข้มข้น 1 mg/mL สารสกัดจากใบชา วิตามินซี และ Trolox มีความสามารถในการยับยั้ง lipid peroxidation เป็น 99.92%, 87.45% และ 99.07% ตามลำดับ

อาดัม และ ลิว (Adom; & Liu. 2002: 6182-6187) ศึกษาสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของธัญพืช ได้แก่ ข้าวโพด wheat oats และข้าว โดยวัดปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และหาปริมาณฟลาโวนอยด์ โดยการทำให้เป็นสารประกอบเชิงซ้อนคือ flavonoid-aluminum complex พร้อมทั้งทดสอบสมบัติการ

ต้านอนุมูลอิสระ พบว่า ข้าวโพดมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์สูงสุด รวมทั้งมีสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้ดีที่สุด

ไฮโนเนน, เมเยอร์ และ แฟรงเคิล (Heinonen,; Meyer; & Frankel. 1998: 4107-4112) ศึกษาความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลิกในเบอรี่ชนิดต่างๆ โดยหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและวัดความสามารถในการยับยั้งการออกซิเดชันของ LDL และ liposome พบว่ามีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกระหว่าง 617 - 4350 mg/kg ในเบอรี่สด เมื่อเทียบกับ gallic acid ที่ใช้เป็นสารมาตรฐาน สำหรับผลการทดสอบกับ LDL ที่ความเข้มข้นของสารสกัด 10 μM GAF สามารถยับยั้งการออกซิเดชันได้ตามลำดับดังนี้ แบลคเบอร์รี่ > ราสเบอร์รี่แดง > สวีทเชอร์รี่ > บลูเบอร์รี่ > สตรอเบอร์รี่ และการยับยั้งการออกซิเดชันของ lecithin liposomes เป็นดังนี้คือ สวีทเชอร์รี่ > บลูเบอร์รี่ > ราสเบอร์รี่แดง > แบลคเบอร์รี่ > สตรอเบอร์รี่ เมื่อวิเคราะห์โดยใช้ HPLC พบว่ามีปริมาณของ anthocyanin สูงในแบลคเบอร์รี่ พบ hydroxycinnamic acid ในบลูเบอร์รี่และสวีทเชอร์รี่ พบ flavonols ในบลูเบอร์รี่ และ flavan-3-ol ในราสเบอร์รี่แดง ซึ่งความสามารถในการยับยั้งการออกซิเดชันของ LDL มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณ anthocyanin ส่วนการยับยั้งการออกซิเดชันของ lecithin liposomes มีความสัมพันธ์กับปริมาณ hydroxycinnamic acid

วินสัน และคณะ (Vinson; et al. 2001: 5315-5320) ศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของผลไม้ 20 ชนิด ได้แก่ แอปเปิล อาโวคาโด กล้วย บลูเบอร์รี่ แคนตาลูป เชอร์รี่ แครนเบอร์รี่แช่แข็ง องุ่นแดง องุ่นขาว เกรปฟรุ้ต เลมอน เมลอน (อันนี่คิว) เนคทารีน ส้ม พีช แพร์ สับปะรด พลัม สตรอเบอร์รี่ และแตงโม ทำการหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกโดยทำปฏิกิริยากับ Folin-Ciocalteu reagent โดยใช้ catechin เป็นสารมาตรฐาน พบว่า แครนเบอร์รี่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุด ($158.8 \pm 3.2 \mu\text{mol/g}$ ของน้ำหนักแห้ง) และพบว่าความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากผลไม้เหล่านี้ สูงกว่าการต้านอนุมูลอิสระของวิตามินซีและฟีนอลบริสุทธิ์ (pure phenols) ซึ่งเป็นไปได้ว่าเกิดจากการทำงานเสริมกันของสารต้านอนุมูลอิสระชนิดต่างๆ ในผลไม้ นอกจากนี้ผลไม้ยังมีคุณภาพและปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระดีกว่าผักอีกด้วย

อะลอนโซ และคณะ (Alonso; et al. 2002: 5832-5836) วัดสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของส่วนต่างๆ ที่เหลือจากการผลิตไวน์ และหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบฟีนอลิกกับสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ พบว่าส่วนต่างๆ ที่เหลือจากกระบวนการผลิตไวน์ ได้แก่ กากองุ่น ก้านองุ่น และตะกอนจากไวน์ขาวและไวน์แดง มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่ตรวจวัด

ชิเดมบารา และคณะ (Chidambara; et al. 2002: 5909-5914) ศึกษาสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของกากองุ่น โดยทำการสกัดกากองุ่นด้วย เอทิลเอซิเตต เมทานอล และน้ำ พบว่า เมทานอล เป็นตัวทำละลายที่ดีที่สุด สกัดได้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุด และสารสกัดจากกากองุ่นที่มีความเข้มข้น

100 ppm สามารถยับยั้ง 0.1 mM DPPH radical ได้ 87.1% และสามารถยับยั้งการเกิด lipid peroxidation, LDL oxidation รวมทั้งกำจัด hydroxyl radical ได้ 71.7, 91.2 และ 73.6 % ตามลำดับ

ลี และคณะ (Lee; et al. 2002 : 6490-6496) ศึกษาสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดด้วยเอทานอลของเปลือกเงาะ (Opuntia ficus-indica var. saboten) โดยทำการวัดปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และทดสอบสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ พบว่าสารสกัดด้วยเอทานอลของเปลือกเงาะมีสมบัติเป็น free radical scavenger ต่อ hydroxyl radical, superoxide anion radical และ DPPH radical รวมทั้งป้องกัน plasmid DNA ต่อการเข้าทำปฏิกิริยาของ hydroxyl radical อีกด้วย

ลิม และคณะ (Lim; et al. 2002: 3862-3866) ศึกษาสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากสาหร่ายสีน้ำตาล (Sargassum siliquastrum) โดยวัดปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของสารสกัดจากส่วนต่างๆ ที่แยกได้จากโครมาโทกราฟีแบบคอลัมน์ และศึกษาการยับยั้งการแตกของเซลล์เม็ดเลือดแดงที่ถูกเหนี่ยวนำโดย 2,2'-azobis(2-amidinopropane) dihydrochloride (AAPH) radical, การยับยั้ง lipid peroxidation และการเข้าจับ superoxide radical พบว่าสารสกัดจากสาหร่ายสีน้ำตาลในชั้นของไดคลอโรมีเทนที่แยกได้หลังจากสกัดด้วยเมทานอล แสดงสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุด แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากสาหร่ายสีน้ำตาล

มู, ลิน และเฉิน (Mau; Lin; & Chen. 2002: 6072-6077) ศึกษาสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดด้วยเมทานอลจากเห็ดชนิดต่างๆ ในไต้หวัน โดยวัดการยับยั้ง lipid peroxidation, การเข้าจับ DPPH radical superoxide radical และ hydroxyl radical รวมทั้งหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถในการจับกับเหล็ก พบว่า ที่ความเข้มข้น 0.6 mg/mL สารสกัดจาก *G. lucidum*, *G. lucidum* antler และ *G. tsugae* สามารถยับยั้ง lipid peroxidation ได้ 93.59 – 97.70 % ในขณะที่ *C. versicolor* ยับยั้งได้ 41.44 % การศึกษาการยับยั้ง DPPH radical ที่ความเข้มข้น 0.64 mg/mL สารสกัดจาก *G. lucidum*, *G. lucidum* antler และ *G. tsugae* สามารถยับยั้ง DPPH radical ได้ 67.6 – 74.4 % และ *C. versicolor* ยับยั้งได้ 24.6 % และสารสกัดจาก *G. lucidum* และ *G. lucidum* antler สามารถจับกับ hydroxyl radical ได้ 51.2 – 52.6 % และพบว่า *G. lucidum* antler มีปริมาณสารประกอบ ฟีนอลิกสูงสุด

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

อุปกรณ์และสารเคมี

สารเคมีและวัสดุ

1. Folin-Ciocalteu reagent (Sigma Chemical Co.)
2. Gallic acid (Sigma Chemical Co.)
3. Sodium carbonate
4. DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)
5. L-ascorbic acid (Sigma Chemical Co.)
6. Absolute ethanol
7. Dichlorophenolindophenol (phenol-endo-2:6-dichlorophenol, DCPIP)
8. เครื่องคัมนิคพร้อมขง (ชาเขียว 6 ยี่ห้อ ชาอูหลง 4 ยี่ห้อ และชาดำ 3 ยี่ห้อ)
9. เครื่องคัมนิคสำเร็จรูป (ชาพร้อมคัมนิคยี่ห้อ โออิชิ เฟิซวริคิ นะมะชะ ยูนิฟ และเซนชะ น้ำส้มเขียวหวาน น้ำแอปเปิ้ล น้ำอุนแดง น้ำฝรั่ง น้ำมะเขือเทศ และน้ำสับปะรด)
10. Quartz cuvette ขนาด 1.5 mL

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. UV-VIS spectrophotometer (Shimadzu UV-2401PC)
2. Vortex mixer (Vortex-Genies 2)
3. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Mettler AE200)

วิธีทดลอง

1. การเตรียมสารสกัดใบชาหรือเครื่องคัมนิคพร้อมขงชนิดต่างๆ

- 1.1 ชั่งใบชาหรือเครื่องคัมนิคพร้อมขงชนิดต่างๆ 2 g. ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 mL
- 1.2 เติมน้ำเดือดปริมาตร 150 mL ลงในบีกเกอร์
- 1.3 คนสารสกัดในบีกเกอร์ด้วย magnetic stirrer เป็นเวลา 5 นาที แล้วกรองเอาแต่สารละลาย เรียกสารละลายในขั้นนี้ว่าสารสกัดใบชาหรือสารละลายเครื่องคัมนิคพร้อมขง

2. การวัดสมบัติในการยับยั้ง DPPH radical (ดัดแปลงจากวิธีของลี และคณะ: 2002)

2.1 เจือจางสารสกัดหรือสารละลายเครื่องคั้นในอัตราส่วนที่เหมาะสม (20 30 หรือ 40 เท่า) เพื่อให้ได้ค่าการดูดกลืนแสงอยู่ในช่วงที่เชื่อถือได้ (ไม่เกิน 0.8 หน่วย)

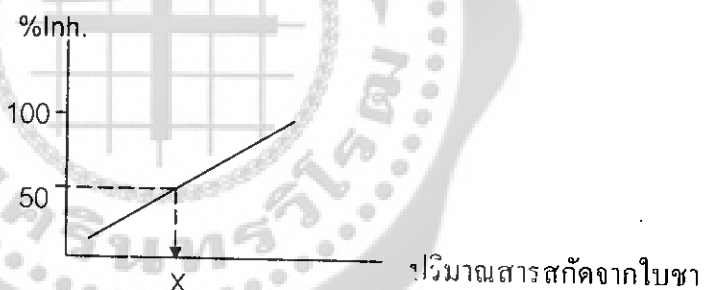
2.2 ปิเปตสารสกัดใบชา สารละลายเครื่องคั้นพร้อมซิง หรือสารละลายเครื่องคั้นสำเร็จรูป เจือจางแต่ละชนิด อย่างละ 100-500 μL ลงในหลอดทดลอง ปรับปริมาตรทุกหลอดให้เป็น 500 μL ด้วย absolute ethanol

2.3 เติม 0.1 mM DPPH ปริมาตร 500 μL ลงไปทุกหลอด ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง vortex mixer ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 nm (ทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ)

2.4 นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณหา % inhibition จากสมการ

$$\% \text{ inhibition} = \frac{\text{OD}_{\text{control}} - \text{OD}_{\text{sample}}}{\text{OD}_{\text{control}}} \times 100$$

2.5 หาค่าการยับยั้งอนุมูลอิสระ 50% (IC_{50}) โดยการ plot กราฟระหว่าง % inhibition และ ปริมาณสารตัวอย่าง อ่านค่าการยับยั้งที่ 50% จะได้ปริมาณสารสกัดใบชา สารละลายเครื่องคั้นพร้อมซิง หรือสารละลายเครื่องคั้นสำเร็จรูปที่ทำให้เกิดการยับยั้งอนุมูลอิสระ 50 % (ค่า X ในรูปกราฟ)



3. การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (ดัดแปลงจากวิธีของซิแดมบารา และคณะ: 2002)

3.1 ชั่ง gallic acid 0.0100 g ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 mL ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลาย gallic acid ที่มีความเข้มข้น 100 $\mu\text{g/mL}$

3.2 ปิเปตสารละลาย gallic acid ที่มีความเข้มข้น 100 $\mu\text{g/mL}$ ปริมาตร 7.50, 10.00, 12.50, 15.00 และ 17.50 mL ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 mL ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลาย gallic acid ที่มีความเข้มข้น 30, 40, 50, 60 และ 70 $\mu\text{g/mL}$ ตามลำดับ

3.3 ปิเปตสารละลาย gallic acid ที่ความเข้มข้นต่างๆ ความเข้มข้นละ 0.4 mL ลงในหลอดทดลอง เติม 10% Folin-Ciocalteu reagent ปริมาตร 2 mL เขย่าให้เข้ากัน ตั้งพักไว้ 5 นาที จากนั้นเติม 7.5% sodium carbonate ปริมาตร 1.6 mL ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 nm

3.4 นำค่าความเข้มข้นของ gallic acid และค่าการดูดกลืนแสง มาสร้างกราฟมาตรฐานของสารละลาย gallic acid ที่ช่วงความเข้มข้น 0 – 70 µg/mL

3.5 ปิเปตสารละลายของสารสกัดใบชา สารละลายเครื่องคัมพร้อมชง หรือสารละลายเครื่องคัมสำเร็จรูปที่เจือจางแล้วปริมาตร 0.4 mL ลงในหลอดทดลอง เติม 10% Folin-Ciocalteu reagent ปริมาตร 2 mL เขย่าให้เข้ากัน ตั้งพักไว้ 5 นาที จากนั้นเติม 7.5% sodium carbonate ปริมาตร 1.6 mL ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที แล้ววัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 nm (หากได้ค่าการดูดกลืนแสงมากกว่า 0.8 หน่วย ต้องเจือจางสารละลายตัวอย่างให้เหมาะสมก่อน)

3.6 หาปริมาณของสารประกอบฟีนอลิก โดยนำค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดใบชาและสารละลายเครื่องคัมสำเร็จรูป เทียบกับกราฟมาตรฐานของ gallic acid เป็น gallic acid equivalents (GAE)

4. การหาปริมาณวิตามินซี (ใช้วิธีของ Smirnoff N., 2000)

4.1 ปิเปตสารสกัดใบชา สารละลายเครื่องคัมพร้อมชง หรือเครื่องคัมสำเร็จรูปที่เจือจางแล้วอย่างละ 1 mL ลงในหลอดทดลอง นำไปไทเทรตกับ 0.1 % Dichlorophenolindophenol (DCPIP) ซึ่งมีสีน้ำเงิน

4.2 บันทึกปริมาตรของ 0.1 % DCPIP ที่ใช้ไป เมื่อมีสีน้ำเงินหยดแรกเกิดขึ้นในหลอดทดลอง คำนวณหาปริมาณวิตามินซีในสารตัวอย่าง โดยสมการ

$$1 \text{ mL } 0.1 \% \text{ DCPIP ที่ใช้ในการไทเทรต} = \text{ปริมาณวิตามินซี } 0.0015 \text{ g}$$

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การวัดสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดยการหาค่า IC_{50} ของการยับยั้ง DPPH radical

4.1.1 IC_{50} ของเครื่องดื่มชาเขียวสำเร็จรูป

จากการนำเครื่องดื่มชาเขียวสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 5 ยี่ห้อ มาวิเคราะห์หาความสามารถในการยับยั้ง DPPH radical โดยทำการเจือจางสารตัวอย่างแต่ละชนิด ให้ได้ค่าการดูดกลืนแสงหลังจากการทำปฏิกิริยากับ DPPH ให้อยู่ในช่วงไม่เกิน 0.8 หน่วย เพื่อให้ได้ค่าการทดลองที่ถูกต้อง และหาค่า IC_{50} จากกราฟ พบว่าเครื่องดื่มชาเขียวสำเร็จรูปทั้ง 5 ยี่ห้อ มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระใกล้เคียงกัน โดยมีค่า IC_{50} อยู่ในช่วง $0.16 \pm 0.02 - 0.20 \pm 0.02 \mu\text{l}$ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $0.19 \pm 0.02 \mu\text{l}$ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงค่า IC_{50} ของเครื่องดื่มชาเขียวสำเร็จรูป 5 ยี่ห้อ

ชาเขียวสำเร็จรูป	IC_{50} (μl)			
	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 3	$X \pm SD$
โออิชิ	0.20	0.20	0.22	0.20 ± 0.01
เพียวริค	0.19	0.20	0.18	0.19 ± 0.01
นะมะชะ	0.18	0.16	0.16	0.17 ± 0.01
ยูนิฟ	0.20	0.18	0.23	0.20 ± 0.02
เซนชะ	0.16	0.15	0.18	0.16 ± 0.02
				0.19 ± 0.02

4.1.2 IC_{50} ของเครื่องดื่มชาพร้อมชง 3 ประเภท

ก. IC_{50} ของเครื่องดื่มชาเขียวพร้อมชง

จากการนำชาเขียวพร้อมชง 6 ยี่ห้อ ยี่ห้อละ 2 g มาผสมน้ำเดือด 150 mL และนำสารละลายมาทำการวิเคราะห์เช่นเดียวกับข้อ 4.1.1 พบว่าชาเขียวพร้อมชงยี่ห้อโอคอน มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระสูงสุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ $0.92 \pm 0.10 \mu\text{g}$ สำหรับเครื่องดื่มชาพร้อมชงอีก 5 ยี่ห้อ มีค่า IC_{50} อยู่ในช่วง $0.98 \pm 0.17 - 1.21 \pm 0.06 \mu\text{g}$ โดย IC_{50} ของเครื่องดื่มชาเขียวพร้อมชงในกลุ่มนี้มีค่าเท่ากับ $1.06 \pm 0.11 \mu\text{g}$ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 แสดงค่า IC_{50} ของเครื่องคั้นชาเขียวพร้อมขง 6 ยี่ห้อ

ชาเขียวพร้อมขง (สายพันธุ์)	IC_{50} (μg)			
	ห่อที่ 1	ห่อที่ 2	ห่อที่ 3	$X \pm SD$
ไคคอน	0.84	0.88	1.03	0.92 ± 0.10
โชคจำเริญ (อุหลง)	1.21	1.15	1.26	1.21 ± 0.06
โชคจำเริญ (อัสสัม)	0.98	1.24	1.25	1.16 ± 0.15
เงินฟง	0.93	1.11	1.21	1.08 ± 0.14
สุวิรุฬห์ (อุหลง)	0.98	1.14	0.81	0.98 ± 0.17
สุวิรุฬห์ (อัสสัม)	0.89	0.95	1.18	1.01 ± 0.15
				1.06 ± 0.11

ข. IC_{50} ของเครื่องคั้นชาอุหลงพร้อมขง

จากการนำเครื่องคั้นชาอุหลงพร้อมขง 4 ยี่ห้อ ยี่ห้อละ 2 g มาผสมน้ำเดือด 150 mL และนำสารละลายมาทำการวิเคราะห์เช่นเดียวกับข้อ 4.1.1 พบว่าเครื่องคั้นชาอุหลงพร้อมขงยี่ห้อระมิงค์ มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระสูงสุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ $0.88 \pm 0.05 \mu g$ สำหรับเครื่องคั้นชาอุหลงพร้อมขงอีก 3 ยี่ห้อ มีค่า IC_{50} อยู่ในช่วง $1.19 \pm 0.16 - 1.54 \pm 0.10 \mu g$ โดย IC_{50} ของเครื่องคั้นชาอุหลงพร้อมขงในกลุ่มนี้มีค่าเท่ากับ $1.24 \pm 0.28 \mu g$ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 แสดงค่า IC_{50} ของเครื่องคั้นชาอุหลงพร้อมขง 4 ยี่ห้อ

ชาอุหลงพร้อมขง (สายพันธุ์)	IC_{50} (μg)			
	ห่อที่ 1	ห่อที่ 2	ห่อที่ 3	$X \pm SD$
เงินฟง (อุหลง)	1.32	1.29	1.48	1.36 ± 0.10
ระมิงค์	0.93	0.83	0.87	0.88 ± 0.05
กลุ่มแม่บ้าน	1.61	1.42	1.58	1.54 ± 0.10
สุวิรุฬห์	1.22	1.33	1.01	1.19 ± 0.16
				1.24 ± 0.28

ก. IC_{50} ของเครื่องคั้นชาดำพร้อมขง

จากการนำเครื่องคั้นชาดำพร้อมขง 3 ยี่ห้อ ยี่ห้อละ 2 g มาผสมน้ำเดือด 150 mL และนำสารละลายมาทำการวิเคราะห์เช่นเดียวกับข้อ 4.1.1 พบว่าชาดำยี่ห้อสามม้า มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระสูงสุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ $1.87 \pm 0.18 \mu g$ สำหรับเครื่องคั้นชาดำพร้อมขงอีก 2 ยี่ห้อ มีค่า IC_{50} อยู่ในช่วง $2.38 \pm 0.91 - 2.53 \pm 0.07 \mu g$ โดย IC_{50} ของเครื่องคั้นชาอูหลงพร้อมขงในกลุ่มนี้มีค่าเท่ากับ $2.26 \pm 0.55 \mu g$ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 แสดงค่า IC_{50} ของเครื่องคั้นชาดำพร้อมขง 3 ยี่ห้อ

ชาดำพร้อมขง	$IC_{50} (\mu g)$			
	ห่อที่ 1	ห่อที่ 2	ห่อที่ 3	$X \pm SD$
ระมิงค์	1.67	2.07	3.40	2.38 ± 0.91
สามม้า	2.07	1.80	1.73	1.87 ± 0.18
ลิปตัน	2.60	2.47	2.53	2.53 ± 0.07
				2.26 ± 0.55

4.1.3 IC_{50} ของน้ำผลไม้ 6 ชนิด

จากการนำน้ำผลไม้ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 6 ชนิด (น้ำส้มเขียวหวาน น้ำแอปเปิ้ล น้ำองุ่นแดง น้ำฝรั่ง น้ำมะเขือเทศ และน้ำสับปะรด) มาวิเคราะห์หาความสามารถในการยับยั้ง DPPH radical โดยทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 4.1.1 พบว่าน้ำฝรั่งและน้ำส้มเขียวหวานมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระสูงสุด โดยมีค่า IC_{50} อยู่ในช่วง $0.12 \pm 0.03 - 0.15 \pm 0.01 \mu l$ รองลงมาคือน้ำมะเขือเทศ น้ำสับปะรด และน้ำองุ่นแดง มีค่า IC_{50} อยู่ในช่วง $0.24 \pm 0.01 - 0.28 \pm 0.06 \mu l$ และน้ำแอปเปิ้ลมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระต่ำที่สุด โดยมีค่า IC_{50} $1.63 \pm 0.44 \mu l$ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 แสดงค่า IC_{50} ของน้ำผลไม้ 5 ชนิด

น้ำผลไม้	$IC_{50} (\mu l)$			
	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 3	$X \pm SD$
น้ำส้มเขียวหวาน	0.15	0.14	0.15	0.15 ± 0.01
น้ำแอปเปิ้ล	1.12	1.88	1.88	1.63 ± 0.44
น้ำองุ่นแดง	0.22	0.32	0.32	0.28 ± 0.06
น้ำฝรั่ง	0.16	0.09	0.11	0.12 ± 0.03
น้ำมะเขือเทศ	0.25	0.24	0.22	0.24 ± 0.01
น้ำสับปะรด	0.22	0.31	0.25	0.26 ± 0.05

4.1.4 IC₅₀ ของเครื่องดื่มพร้อมชงอื่นๆ

จากการนำเครื่องดื่มพร้อมชงอื่นๆ 4 ชนิด (ไบหม่อน เก็กฮวย น้ำจิง และกระเจี๊ยบ) ชนิดละ 2 g มาผสมน้ำเดือด 150 mL และนำสารละลายมาทำการวิเคราะห์เช่นเดียวกับข้อ 4.1.1 พบว่า เก็กฮวยมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระสูงสุด โดยมีค่า IC₅₀ เท่ากับ 5.37 ± 0.91 μg กระเจี๊ยบและไบหม่อนมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระรองลงมา มีค่า IC₅₀ เท่ากับ 8.43 ± 0.65 และ 45.57 ± 1.25 μg ตามลำดับ สำหรับน้ำจิงมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระน้อยที่สุด มีค่า IC₅₀ 453.33 ± 35.64 μg (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 แสดงค่า IC₅₀ ของเครื่องดื่มพร้อมชง 4 ชนิด

เครื่องดื่มพร้อมชง	IC ₅₀ (μg)			
	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 3	X $\pm$ SD
ไบหม่อน	43.30	44.60	45.80	45.57 ± 1.25
เก็กฮวย	6.20	4.40	5.52	5.37 ± 0.91
น้ำจิง	493.30	253.3	443.80	453.33 ± 35.64
กระเจี๊ยบ	9.13	8.41	7.84	8.43 ± 0.65

4.2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

4.2.1 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในเครื่องดื่มชาเขียวสำเร็จรูป

จากการนำเครื่องดื่มชาเขียวสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 5 ยี่ห้อ มาวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก โดยการทำปฏิกิริยากับ Folin-Ciocalteu reagent พบว่าเครื่องดื่มชาเขียวสำเร็จรูปยี่ห้อเซนชะ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุด คือ $1,154.8 \pm 41.9$ $\mu\text{g/ml}$ ส่วนเครื่องดื่มชาเขียวสำเร็จรูปอีก 4 ยี่ห้อ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกอยู่ในช่วง 483.3 ± 18.2 - 574.1 ± 44.6 $\mu\text{g/ml}$ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในเครื่องดื่มชาเขียวสำเร็จรูป 5 ยี่ห้อ

ชาเขียวสำเร็จรูป	สารประกอบฟีนอลิก ($\mu\text{g/ml}$)			
	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 3	X $\pm$ SD
โออิชิ	606.2	523.1	592.9	574.1 ± 44.6
เพียวริคิ	588.6	533.3	548.7	555.6 ± 28.5
นะมะชะ	511.5	560.7	525.9	532.0 ± 25.3
ยูนิฟ	485.0	464.4	500.6	483.3 ± 18.2
เซนชะ	1143.7	1119.6	1201.1	$1,154.8 \pm 41.9$

4.2.2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในเครื่องดื่มชาพร้อมชง 3 ประเภท

ก. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในเครื่องดื่มชาเขียวพร้อมชง

จากการนำเครื่องดื่มชาเขียวพร้อมชงที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 6 ยี่ห้อ มาวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกโดยการทำปฏิกิริยากับ Folin-Ciocalteu reagent พบว่าเครื่องดื่มชาเขียวพร้อมชงทุกยี่ห้อที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกใกล้เคียงกัน ก็อยู่ในช่วง 106.4 ± 11.4 - 135.2 ± 4.9 $\mu\text{g}/\text{mg}$ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 122.1 ± 11.6 $\mu\text{g}/\text{mg}$ (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในเครื่องดื่มชาเขียวพร้อมชง 5 ยี่ห้อ

ชาเขียวพร้อมชง (สายพันธุ์)	สารประกอบฟีนอลิก ($\mu\text{g}/\text{mg}$)			
	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 3	$X \pm \text{SD}$
ไอคอน	134.0	110.5	139.8	128.1 ± 15.5
โซคจำเริญ (อุหลง)	97.0	120.3	109.8	109.0 ± 11.6
โซคจำเริญ (อัสสัม)	119.5	98.5	101.3	106.4 ± 11.4
เงินฟง	130.5	134.8	140.3	135.2 ± 4.9
สุวิรุฬห์ (อุหลง)	120.3	132.0	133.5	128.6 ± 7.3
สุวิรุฬห์ (อัสสัม)	111.8	122.3	142.3	125.4 ± 15.5
				122.1 ± 11.6

ข. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในเครื่องดื่มชาอุหลงพร้อมชง

จากการนำเครื่องดื่มชาอุหลงพร้อมชงที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 4 ยี่ห้อ มาวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกโดยการทำปฏิกิริยากับ Folin-Ciocalteu reagent พบว่าเครื่องดื่มชาพร้อมชงทุกยี่ห้อที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกใกล้เคียงกัน ก็อยู่ในช่วง 95.6 ± 7.5 - 117.0 ± 5.7 $\mu\text{g}/\text{mg}$ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 104.6 ± 10.2 $\mu\text{g}/\text{mg}$ (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในเครื่องดื่มชาอุหลงพร้อมชง 4 ยี่ห้อ

ชาอุหลงพร้อมชง (สายพันธุ์)	สารประกอบฟีนอลิก ($\mu\text{g}/\text{mg}$)			
	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 3	$X \pm \text{SD}$
เงินฟง (อุหลง)	89.1	94.0	103.7	95.6 ± 7.5
ระมิงค์	111.0	117.4	122.5	117.0 ± 5.7
กลุ่มแม่บ้าน	96.7	105.2	89.1	97.0 ± 8.1
สุวิรุฬห์	98.7	110.9	117.4	109.0 ± 9.5
				104.6 ± 10.2

ค. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในเครื่องดื่มชาดำพร้อมชง

จากการนำเครื่องดื่มชาดำพร้อมชงที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 3 ยี่ห้อ มาวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกโดยการทำปฏิกิริยากับ Folin-Ciocalteu reagent พบว่าเครื่องดื่มชาดำพร้อมชงยี่ห้อระมิงค์มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุด คือ $76.1 \pm 7.2 \mu\text{g}/\text{mg}$ สำหรับชาในกลุ่มนี้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเฉลี่ยเท่ากับ $65.2 \pm 12.5 \mu\text{g}/\text{mg}$ (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในเครื่องดื่มชาดำพร้อมชง 3 ยี่ห้อ

ชาดำพร้อมชง	สารประกอบฟีนอลิก ($\mu\text{g}/\text{mg}$)			
	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 3	$X \pm SD$
ระมิงค์	84.0	70.0	74.4	76.1 ± 7.2
สามม้า	69.5	64.2	73.3	69.0 ± 4.5
ลิปตัน	56.6	48.1	47.1	50.6 ± 5.2
				65.2 ± 12.5

4.2.3 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในน้ำผลไม้ 6 ชนิด

จากการนำน้ำผลไม้ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 6 ชนิด มาหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกโดยการทำปฏิกิริยากับ Folin-Ciocalteu reagent พบว่าน้ำองุ่นแดงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุด คือ $725.0 \pm 88.4 \mu\text{g}/\text{ml}$ น้ำแอปเปิ้ลมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกน้อยที่สุดคือ $319.5 \pm 45.1 \mu\text{g}/\text{ml}$ ส่วนน้ำผลไม้ชนิดอื่นอีก 4 ชนิด มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกอยู่ในช่วง $562.9 \pm 27.0 - 693.4 \pm 43.6 \mu\text{g}/\text{ml}$ (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในน้ำผลไม้ 6 ชนิด

น้ำผลไม้	สารประกอบฟีนอลิก ($\mu\text{g}/\text{ml}$)			
	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 3	$X \pm SD$
น้ำส้มเขียวหวาน	557.7	538.9	592.1	562.9 ± 27.0
น้ำแอปเปิ้ล	363.7	273.6	321.1	319.5 ± 45.1
น้ำองุ่นแดง	793.9	755.6	625.3	725.0 ± 88.4
น้ำฝรั่ง	611.0	621.6	573.2	601.9 ± 25.4
น้ำมะเขือเทศ	687.6	691.3	678.0	685.6 ± 6.9
น้ำสับปะรด	662.6	724.3	693.4	693.4 ± 43.6

4.2.4 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในเครื่องคั่วพร้อมซงอื่นๆ

จากการนำเครื่องคั่วพร้อมซงอื่นๆ ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 4 ชนิด มาวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกโดยการทำปฏิกิริยากับ Folin-Ciocalteu reagent พบว่าเก็กฮวยมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุด คือ $29.1 \pm 3.4 \mu\text{g}/\text{mg}$ น้ำจิงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกน้อยที่สุด คือ $4.8 \pm 0.4 \mu\text{g}/\text{mg}$ ส่วนเครื่องคั่วอีก 2 ชนิด คือใบหม่อนและกระเจียบ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกอยู่ในช่วง $14.6 \pm 4.4 - 20.3 \pm 5.4 \mu\text{g}/\text{mg}$ (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในเครื่องคั่วพร้อมซง 4 ชนิด

เครื่องคั่วพร้อมซง	สารประกอบฟีนอลิก ($\mu\text{g}/\text{mg}$)			
	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 3	$X \pm SD$
ใบหม่อน	10.1	13.2	15.0	14.6 ± 4.4
เก็กฮวย	25.7	32.6	28.9	29.1 ± 3.4
น้ำจิง	5.2	4.4	4.9	4.8 ± 0.4
กระเจียบ	14.8	25.6	20.5	20.3 ± 5.4

4.3 ปริมาณวิตามินซี

4.3.1 ปริมาณวิตามินซี ในเครื่องคั่วชาเขียวสำเร็จรูป

จากการนำเครื่องคั่วชาเขียวสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 5 ยี่ห้อ มาวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซีโดยการทำปฏิกิริยากับ Dichlorophenolindophenol พบว่าเครื่องคั่วชาเขียวสำเร็จรูปยี่ห้อเซนชะมีปริมาณวิตามินซีสูงสุด คือ $574.1 \pm 94.0 \mu\text{g}/\text{ml}$ ยี่ห้อยูนิฟมีปริมาณวิตามินซีน้อยที่สุดคือ $34.1 \pm 13.5 \mu\text{g}/\text{ml}$ ส่วนเครื่องคั่วชาเขียวสำเร็จรูปอีก 3 ยี่ห้อ มีปริมาณวิตามินซีอยู่ในช่วง $54.0 \pm 1.2 - 262.1 \pm 7.6 \mu\text{g}/\text{ml}$ (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 ปริมาณวิตามินซีในเครื่องคั่วชาเขียวสำเร็จรูป 5 ยี่ห้อ

ชาสำเร็จรูป	วิตามินซี ($\mu\text{g}/\text{ml}$)			
	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 3	$X \pm SD$
โออิชิ	106.3	132.6	173.1	137.3 ± 33.6
เพียวริค	54.6	52.6	54.6	54.0 ± 1.2
นะมะชะ	261.1	270.2	255.0	262.1 ± 7.6
ยูนิฟ	49.6	27.3	25.3	34.1 ± 13.5
เซนชะ	682.1	510.0	530.3	574.1 ± 94.0

4.3.2 ปริมาณวิตามินซี ในเครื่องดื่มชาพร้อมชง 3 ประเภท

ก. ปริมาณวิตามินซี ในเครื่องดื่มชาเขียวพร้อมชง

จากการนำเครื่องดื่มชาเขียวพร้อมชงที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 6 ยี่ห้อ มาวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซีโดยการทำปฏิกิริยากับ Dichlorophenolindophenol พบว่าเครื่องดื่มชาเขียวพร้อมชงทุกยี่ห้อปริมาณวิตามินซีใกล้เคียงกัน คืออยู่ในช่วง 7.4 ± 0.6 - 9.2 ± 0.5 $\mu\text{g}/\text{mg}$ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.3 ± 0.7 $\mu\text{g}/\text{mg}$ (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 ปริมาณวิตามินซีในเครื่องดื่มชาพร้อมชง 6 ยี่ห้อ

ชาเขียวพร้อมชง (สายพันธุ์)	วิตามินซี ($\mu\text{g}/\text{mg}$)			
	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 3	$\bar{X} \pm \text{SD}$
ไอคอน	9.7	9.1	8.8	9.2 ± 0.5
โชคจำเริญ (อุหลง)	6.9	7.2	8.1	7.4 ± 0.6
โชคจำเริญ (อัสสัม)	8.1	7.5	7.1	7.6 ± 0.5
เงินฟง	9.2	7.8	8.2	8.4 ± 0.7
สุวิรุฬห์ (อุหลง)	8.5	9.5	8.1	8.7 ± 0.7
สุวิรุฬห์ (อัสสัม)	7.9	8.5	9.0	8.5 ± 0.6
				8.3 ± 0.7

ข. ปริมาณวิตามินซีในเครื่องดื่มชาอุหลงพร้อมชง

จากการนำเครื่องดื่มชาอุหลงพร้อมชงที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 4 ยี่ห้อ มาวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซีโดยการทำปฏิกิริยากับ Dichlorophenolindophenol พบว่าเครื่องดื่มชาอุหลงพร้อมชงทุกยี่ห้อปริมาณวิตามินซีใกล้เคียงกัน คืออยู่ในช่วง 8.4 ± 0.7 - 10.3 ± 0.9 $\mu\text{g}/\text{mg}$ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.3 ± 0.8 $\mu\text{g}/\text{mg}$ (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 15 ปริมาณวิตามินซีในเครื่องคั้นชาอูหลงพร้อมชง 4 ยี่ห้อ

ชาอูหลงพร้อมชง (สายพันธุ์)	วิตามินซี ($\mu\text{g}/\text{mg}$)			
	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 3	$X \pm \text{SD}$
เถินฟง (อูหลง)	8.4	9.1	10.4	9.3 ± 1.0
ระมิงค์	11.1	10.5	9.3	10.3 ± 0.9
กลุ่มแม่บ้าน	7.4	9.2	10.5	9.0 ± 1.6
สุวิรุฬห์	9.2	7.8	8.2	8.4 ± 0.7
				9.3 ± 0.8

ค. ปริมาณวิตามินซีในเครื่องคั้นชาดำพร้อมชง

จากการนำเครื่องคั้นชาดำพร้อมชงที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 3 ยี่ห้อ มาวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซีโดยการทำปฏิกิริยากับ Dichlorophenolindophenol พบว่าเครื่องคั้นชาดำพร้อมชงยี่ห้อลิปตันมีปริมาณวิตามินซีสูงสุด คือ $7.3 \pm 0.4 \mu\text{g}/\text{mg}$ และชาระมิงค์มีปริมาณวิตามินซีน้อยที่สุดคือ $3.9 \pm 1.5 \mu\text{g}/\text{mg}$ โดยค่าเฉลี่ยของวิตามินซีในชากลุ่มนี้เท่ากับ $5.3 \pm 1.7 \mu\text{g}/\text{mg}$ (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 ปริมาณวิตามินซีในเครื่องคั้นชาดำพร้อมชง 4 ยี่ห้อ

ชาดำพร้อมชง	วิตามินซี ($\mu\text{g}/\text{mg}$)			
	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 3	$X \pm \text{SD}$
ระมิงค์	4.9	4.6	2.2	3.9 ± 1.5
สามมั่ว	4.3	4.7	5.4	4.8 ± 0.5
ลิปตัน	6.9	7.7	7.2	7.3 ± 0.4
				5.3 ± 1.7

4.3.2 ปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้ 6 ชนิด

จากการนำน้ำผลไม้พร้อมดื่มที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 6 ชนิด มาวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซีโดยการทำปฏิกิริยากับ Dichlorophenolindophenol พบว่าน้ำฝรั่งมีปริมาณวิตามินซีสูงสุด คือ $804.9 \pm 104.5 \mu\text{g}/\text{ml}$ น้ำส้มเขียวหวานมีปริมาณวิตามินซีรองลงมา คือ $709.7 \pm 47.4 \mu\text{g}/\text{ml}$ และน้ำแอปเปิ้ลมีปริมาณวิตามินซีน้อยที่สุดคือ $41.5 \pm 2.7 \mu\text{g}/\text{ml}$ (ตารางที่ 17)

ตารางที่ 17 ปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้พร้อมดื่ม 6 ชนิด

น้ำผลไม้	วิตามินซี ($\mu\text{g/ml}$)			
	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 3	$X \pm SD$
น้ำส้มเขียวหวาน	744.8	655.8	728.6	709.7 ± 47.4
น้ำแอปเปิ้ล	42.5	43.5	38.5	41.5 ± 2.7
น้ำองุ่นแดง	161.9	159.9	174.1	165.3 ± 7.7
น้ำฝรั่ง	690.2	829.8	894.6	804.9 ± 104.5
น้ำมะเขือเทศ	487.8	429.1	398.7	438.5 ± 45.3
น้ำสับปะรด	655.8	617.3	636.4	636.5 ± 19.3

4.3.3 ปริมาณวิตามินซีในเครื่องดื่มพร้อมชงอื่นๆ

จากการนำเครื่องดื่มพร้อมชงชนิดอื่นๆที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 4 ชนิด มาวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซีโดยการทำปฏิกิริยากับ Dichlorophenolindophenol พบว่าน้ำกระเจี๊ยบมีปริมาณวิตามินซีสูงสุด คือ $17.0 \pm 1.7 \mu\text{g/mg}$ และน้ำขิงมีปริมาณวิตามินซีน้อยที่สุดคือ $1.4 \pm 0.2 \mu\text{g/mg}$ (ตารางที่ 18)

ตารางที่ 18 ปริมาณวิตามินซีในเครื่องดื่มพร้อมชง 4 ชนิด

เครื่องดื่มพร้อมชง	วิตามินซี ($\mu\text{g/mg}$)			
	ห่อที่ 1	ห่อที่ 2	ห่อที่ 3	$X \pm SD$
ใบหม่อน	2.6	2.5	2.8	1.7 ± 0.1
เก๊กฮวย	1.6	1.5	1.2	2.6 ± 0.2
น้ำขิง	17.5	15.2	18.4	1.4 ± 0.2
กระเจี๊ยบ	2.6	2.5	2.8	17.0 ± 1.7

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

จากผลการวิจัยที่ชี้ให้เห็นว่าอนุมูลอิสระเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดมะเร็ง ทำให้ประชาชนให้ความสนใจกับการบริโภคอาหารหรือเครื่องดื่มนั้นที่มีสารต้านอนุมูลอิสระมากขึ้น และจากการที่ผู้ประกอบการได้โฆษณาว่าผลิตภัณฑ์ของตนเองมีสารต้านอนุมูลอิสระสูง ทำให้ผู้บริโภคซื้อสินค้านั้นไปรับประทานเพื่อการดูแลสุขภาพของตนเอง

ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะวิเคราะห์หาสารต้านอนุมูลอิสระในเครื่องดื่มชาเขียวสำเร็จรูป และเครื่องดื่มชนิดพร้อมดื่มที่มีจำหน่ายในท้องตลาด โดยซื้อเครื่องดื่มชาเขียวสำเร็จรูป 5 ยี่ห้อ น้ำผลไม้พร้อมดื่ม 6 ชนิด เครื่องดื่มชาพร้อมดื่ม 3 ประเภท (แยกตามกรรมวิธีการผลิตคือชาเขียว ชาอูหลง และชาดำ) ประเภทละ 3-6 ยี่ห้อ มาทำการวิจัย

ในการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ สามารถทำได้หลายวิธี ในการวิจัยนี้ ได้ใช้ DPPH radical เป็นอนุมูลอิสระ ผสมกับเครื่องดื่มที่ต้องการทดสอบ ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระในเครื่องดื่ม จะทำปฏิกิริยากับ DPPH radical ทำให้ปริมาณ DPPH radical ลดลง (ภาพประกอบที่ 3 ในภาคผนวก) เมื่อนำไปคำนวณหาค่าการยับยั้งในรูปของ % inhibition (ภาพประกอบที่ 4 ในภาคผนวก) และเลือกปริมาณเครื่องดื่มที่ต้องใช้สำหรับการยับยั้ง DPPH radical 50% (IC_{50}) เพื่อเปรียบเทียบว่าเครื่องดื่มชนิดใดมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระดีกว่ากัน โดยเครื่องดื่มที่มีค่า IC_{50} น้อยกว่าจะมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่า

จากเครื่องดื่มชาเขียวสำเร็จรูป 5 ยี่ห้อ (โออิชิ เพียวริค นะมะชะ ยูนิฟ และเซนชะ) พบว่าชาเซนชะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ $0.16 \pm 0.02 \mu\text{l}$ และผลจากการหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและวิตามินซี พบว่าชาเซนชะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและวิตามินซีสูงสุด คือ $1,154.8 \pm 41.9 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ และ $574.1 \pm 94.0 \mu\text{g}/\text{ml}$ ตามลำดับ ในขณะที่เครื่องดื่มชาเขียวสำเร็จรูปอีก 4 ยี่ห้อ มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระใกล้เคียงกัน คือมีค่า IC_{50} อยู่ในช่วง $0.17 \pm 0.01 - 0.20 \pm 0.02 \mu\text{l}$ และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและวิตามินซีอยู่ในช่วง $483.3 \pm 18.2 - 574.1 \pm 44.6 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ และ $34.1 \pm 13.5 - 262.1 \pm 7.6 \mu\text{g}/\text{ml}$ ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าสารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในเครื่องดื่มชาเขียวสำเร็จรูป คือสารประกอบฟีนอลิกและวิตามินซี โดยยี่ห้อที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้ดี จะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและวิตามินซีสูง

ในการวิเคราะห์เครื่องดื่มชาพร้อมดื่ม 3 ประเภท (ชาเขียว ชาอูหลง และชาดำ) พบว่าชาเขียว (6 ยี่ห้อ) มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุด มีค่า IC_{50} $1.06 \pm 0.11 \mu\text{g}$ ชาอูหลง (4 ยี่ห้อ) มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระรองลงมา มีค่า IC_{50} $1.24 \pm 0.28 \mu\text{g}$ และชาดำ (3 ยี่ห้อ) มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุด IC_{50} $2.26 \pm 0.55 \mu\text{g}$ ซึ่งความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของชาพร้อมดื่มทั้ง 3

ประเภท ก็มาจากปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและวิตามินซีเช่นเดียวกับเครื่องดื่มชาเขียวสำเร็จรูป โดยชาเขียวมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุด คือ $122.1 \pm 11.6 \mu\text{g}/\text{mg}$ และมีปริมาณวิตามินซี $8.3 \pm 0.7 \mu\text{g}/\text{mg}$ ในขณะที่ชาพร้อมชงอีก 2 ประเภท มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกอยู่ในช่วง $65.2 \pm 12.5 - 104.6 \pm 10.2 \mu\text{g}/\text{mg}$ และมีปริมาณวิตามินซีอยู่ในช่วง $5.3 \pm 1.7 - 9.3 \pm 0.8 \mu\text{g}/\text{mg}$

จากการวิเคราะห์เครื่องดื่มสำเร็จรูปที่เป็นน้ำผลไม้ 6 ชนิด (น้ำส้มเขียวหวาน น้ำแอปเปิ้ล น้ำองุ่นแดง น้ำฝรั่ง น้ำมะเชือกเทศ และน้ำสับปะรด) พบว่า น้ำส้มเขียวหวานและน้ำฝรั่งมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด โดยมีค่า IC_{50} อยู่ในช่วง $0.12 \pm 0.03 - 0.15 \pm 0.01 \mu\text{l}$ และจากการวิเคราะห์พบว่าน้ำฝรั่งมีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุด ($804.9 \pm 104.5 \mu\text{g}/\text{ml}$) และน้ำส้มเขียวหวานมีปริมาณวิตามินซีรองลงมาคือ $709.7 \pm 47.4 \mu\text{g}/\text{ml}$ ซึ่งแสดงว่าสารต้านอนุมูลอิสระที่พบมากในน้ำผลไม้คือวิตามินซี นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในน้ำผลไม้ก็สูงด้วย (ตารางที่ 11) ยกเว้นน้ำแอปเปิ้ลที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกน้อยที่สุด

สำหรับเครื่องดื่มพร้อมชงอื่นๆที่นำมาวิเคราะห์ (ใบหม่อน เก๊กฮวย น้ำจิง และกระเจี๊ยบ) พบว่า เก๊กฮวยและกระเจี๊ยบมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าใบหม่อนและน้ำจิง โดยมีค่า IC_{50} อยู่ในช่วง $5.37 \pm 0.91 - 8.43 \pm 0.65 \mu\text{g}$ ในขณะที่ใบหม่อนและน้ำจิง มีค่า IC_{50} เท่ากับ 45.57 ± 1.25 และ $453.3 \pm 35.64 \mu\text{l}$ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่า IC_{50} ของเก๊กฮวยและกระเจี๊ยบหลายเท่า นอกจากนี้ยังพบว่าเก๊กฮวยและกระเจี๊ยบมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและวิตามินซีสูงกว่าใบหม่อนและน้ำจิง ซึ่งแสดงว่าสารต้านอนุมูลอิสระในเก๊กฮวยและกระเจี๊ยบ เป็นสารประเภทสารประกอบฟีนอลิกและวิตามินซีเป็นส่วนใหญ่

จากการนำเครื่องดื่มชาเขียวสำเร็จรูปและเครื่องดื่มชนิดพร้อมชง ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด มาวิเคราะห์หาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (ตารางที่ 19) พบว่าเครื่องดื่มชาเขียวสำเร็จรูป เครื่องดื่มชาพร้อมชง และน้ำผลไม้สำเร็จรูป มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่าเครื่องดื่มพร้อมชงอื่นๆ (ใบหม่อน เก๊กฮวย น้ำจิง และกระเจี๊ยบ) โดยเครื่องดื่มที่มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง จะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกหรือปริมาณวิตามินซีสูง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Franco (www.florida.co.cr/english/antioxidants.htm) ที่หาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (IC_{50}) กับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและปริมาณวิตามินซีในเครื่องดื่มในประเทศปานามา ทั้งนี้ สารประกอบฟีนอลิกที่พบในชาและเครื่องดื่มต่างๆ น่าจะเป็นสาร catechins เนื่องจากมีรายงานว่า catechins เป็นสารที่มีปริมาณสูงสุดในสารประกอบฟีนอลิกในชา (<http://en.wikipedia.org/wiki/Tea>) สำหรับการหาปริมาณ catechins จำเป็นต้องใช้การวิเคราะห์ด้วยเครื่อง High Pressure Liquid Chromatography (HPLC) ซึ่งน่าจะได้ทำการศึกษาต่อไป

ตารางที่ 19 ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (IC₅₀) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และ ปริมาณวิตามินซีในเครื่องดื่มชนิดต่างๆ ที่ทำการวิจัย

ประเภทเครื่องดื่ม	IC ₅₀	สารประกอบฟีนอลิก	วิตามินซี
	*(μ l.)	*(μ g/ml)	*(μ g/ml)
	**(μ g)	**(μ g/mg)	**(μ g/mg)
*ชาเขียวสำเร็จรูป			
- โออิชิ	0.20 $\pm$ 0.01	574.1 $\pm$ 44.6	137.3 $\pm$ 33.6
- เฟี้ยวริคุ	0.19 $\pm$ 0.01	555.6 $\pm$ 28.5	54.0 $\pm$ 1.2
- นมมะชะ	0.17 $\pm$ 0.01	532.0 $\pm$ 25.3	262.1 $\pm$ 7.6
- ยูนิฟ	0.20 $\pm$ 0.02	483.3 $\pm$ 18.2	34.1 $\pm$ 13.5
- เซนชะ	0.16 $\pm$ 0.02	1154.8 $\pm$ 41.9	574.1 $\pm$ 94.0
**ชาพร้อมชง			
ชาเขียวพร้อมชง (สายพันธุ์)			
- ไอคอน	0.92 $\pm$ 0.10	128.1 $\pm$ 15.5	9.2 $\pm$ 0.5
- โชคจำเริญ (อุหลง)	1.21 $\pm$ 0.06	109.0 $\pm$ 11.6	7.4 $\pm$ 0.6
- โชคจำเริญ (อัสสัม)	1.16 $\pm$ 0.15	106.4 $\pm$ 11.4	7.6 $\pm$ 0.5
- เฉินฟง	1.08 $\pm$ 0.14	135.2 $\pm$ 4.9	8.4 $\pm$ 0.7
- สุวิรุห์ (อุหลง)	0.98 $\pm$ 0.17	128.6 $\pm$ 7.3	8.7 $\pm$ 0.7
- สุวิรุห์ (อัสสัม)	1.01 $\pm$ 0.15	125.4 $\pm$ 15.5	8.5 $\pm$ 0.6
ชาอุหลงพร้อมชง (สายพันธุ์)			
- เฉินฟง (อุหลง)	1.36 $\pm$ 0.10	95.6 $\pm$ 7.5	9.3 $\pm$ 1.0
- ระมิงค์	0.88 $\pm$ 0.05	117.0 $\pm$ 5.7	10.3 $\pm$ 0.9
- กลุ่มแม่บ้าน	1.54 $\pm$ 0.10	97.0 $\pm$ 8.1	9.0 $\pm$ 1.6
- สุวิรุห์	1.19 $\pm$ 0.16	109.0 $\pm$ 9.5	8.4 $\pm$ 0.7
ชาดำพร้อมชง			
- ระมิงค์	2.38 $\pm$ 0.91	76.1 $\pm$ 7.2	3.9 $\pm$ 1.5
- สามม้า	1.87 $\pm$ 0.18	69.0 $\pm$ 4.5	4.8 $\pm$ 0.5
- ลิปตัน	2.53 $\pm$ 0.07	50.6 $\pm$ 5.2	7.3 $\pm$ 0.4

ตารางที่ 19 (ต่อ) ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (IC_{50}) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และ ปริมาณวิตามินซี ในเครื่องดื่มชนิดต่างๆ ที่ทำการวิจัย

ประเภทเครื่องดื่ม	IC_{50}	สารประกอบฟีนอลิก	วิตามินซี
	*(μ l.)	*(μ g/ml)	*(μ g/ml)
	**(μ g)	**(μ g/mg)	**(μ g/mg)
* น้ำผลไม้ (ทิปโก้)			
- น้ำส้มเขียวหวาน	0.15 $\pm$ 0.01	562.9 $\pm$ 27.0	709.7 $\pm$ 47.4
- น้ำแอปเปิ้ล	1.63 $\pm$ 0.44	319.5 $\pm$ 45.1	41.5 $\pm$ 2.7
- น้ำอุนแดง	0.28 $\pm$ 0.06	725.0 $\pm$ 88.4	165.3 $\pm$ 7.7
- น้ำฝรั่ง	0.12 $\pm$ 0.03	601.9 $\pm$ 25.4	804.9 $\pm$ 104.5
- น้ำมะเขือเทศ	0.24 $\pm$ 0.01	685.6 $\pm$ 6.9	438.5 $\pm$ 45.3
- น้ำสับปะรด	0.26 $\pm$ 0.05	693.4 $\pm$ 43.6	636.5 $\pm$ 27.2
** เครื่องดื่มพร้อมชงอื่นๆ			
- ใบหม่อน	45.57 $\pm$ 1.75	14.6 $\pm$ 4.4	1.7 $\pm$ 0.1
- เก๊กฮวย	5.37 $\pm$ 0.91	29.1 $\pm$ 3.4	2.6 $\pm$ 0.2
- น้ำชง	453.3 $\pm$ 35.64	4.8 $\pm$ 0.4	1.4 $\pm$ 0.2
- กระเจี๊ยบ	8.43 $\pm$ 0.65	20.3 $\pm$ 5.4	17.0 $\pm$ 1.7

บรรณานุกรม

- Adom, K.K.; & Liu, H.R. (2002). Antioxidant activity of grains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50: 6182-6187.
- Afanas'ev; et al. (1989). Chelating and free radical scavenging mechanisms of inhibitory action of rutin and quercetin in lipid peroxidation. *Biochemical Pharmacology*. 38: 1753-1769.
- Alonso; et al. (2002). Determination of antioxidant activity of wine byproducts and its correlation with polyphenolic content. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50: 5832-5836.
- Baskin, Steven I.; & Salem, Harry. (1997). *Oxidant, antioxidants, and free radicals*. pp. 56. Maryland: Taylor & Francis.
- Beyer, R.E. (1992). An analysis of role of coenzyme Q in free radical generation and as antioxidant. *Biochemistry and Cell Biology*. 70: 390-403.
- Blois, M.S. (1958). Antioxidant determinations by the use of stable free radical. *Nature*. 26: 1199-1200.
- Borek, C. (1997, Nov/Dec). Antioxidant and cancer. *Science and Medicine*. 52-60.
- Cao, Guohua; Sofic, Emin; & Prior, Ronald L. (1996). Antioxidant capacity of tea and common vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 44: 3426-3431.
- Chidambara Murthy; et al. (2002). Antioxidant activity of grape (*Vitis vinifera*) pomace extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50: 5909-5914.
- Gladys, B. (1999). Nutrition in chronic disease prevention. In *Antioxidant Food Supplements in Human Health*. Lester Packer; Midori Hiromatsu; & Toshikazu Yoshikawa. pp. 46-47. San Diego: Academic Press.
- Halliwell, B. (1991). Drug antioxidant effects : A basis for drug selection. *Drugs*. 42(2): 569-605.
- Halliwell, B. (1993). The biochemistry of oxygen free radicals. In *Free radicals in tropical diseases*. Aruoma, Okezi I. pp. 1-3. Switzerland : Harwood Academic.
- Heinonen; Meyer; & Frankel. (1998). Antioxidant activity of berry phenolics on human Low-Density-Lipoprotein and liposome oxidation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 46: 4107-4112.
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Tea>
- Jayaprakasha, G.K.; Singh, R.P.; & Sakariah, K.K. (2001). Antioxidant activity of grape seed (*Vitis vinifera*) extracts on peroxidation model *in vitro*. *Food Chemistry*. 73: 285-290.

- Lee; et al. (2002). Antioxidant property of ethanol extract of the stem of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50: 6490-6496.
- Lim; et al. (2002). Evaluation of antioxidative activity of extracts from a brown seaweed, *Sargassum siliquastrum*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50: 3862-3866.
- Mau; Lin; & Chen. (2002). Antioxidant properties of several medicinal mushrooms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50: 6072-6077.
- Michiels, C.; et al. (1994). Importance of Se-glutathione peroxidase, catalase, and Cu/Zn-SOD for Cell survival against oxidative stress. *Free Radical Biology and Medicine*. 17: 235-248.
- Moure, A.; et al. (2001) Natural antioxidants from residual sources. *Food Chemistry*, 72 (2): 145-171
- Scott, B.C.; et al. (1994, Feb). Lipoic and dihydrolipoic acid as antioxidants : A critical evaluation. *Free Radical Research*. 20(2): 119-133
- Sies, H.; & Stahl, W. (1995). Vitamin E and C beta-carotene and other carotenoids as antioxidant. *American Journal of Clinical Nutrition*. 62: 1315S-1321S.
- Singleton, V.L.; Orthofer, R.; & Lamuela-Raventos, R.M. (1999). Analysis of total phenolics by means of Folin-Ciocalteu reagent. In *Methods in Enzymology. Oxidants and Antioxidants, Part A*. Packer, Lester. pp. 152-178. San Diego: Academic press.
- Smirnoff N. Ascorbic Acid: (2000) Metabolism and function of a multifaceted molecule. *Current Opinion in Plant Biology*, 3:229-235.)
- Spayd, S.E.; et al. (2002). Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot Berries. *American Journal of Enology and Viticulture*. 53: 171-182.
- Strain, J.J.; & Benzie, I.F.F. (1999). Antioxidants. In *Encyclopedia of Human Nutrition*. Michele, J. Sadler; Strain, J.J.; & Benjamin Caballero. pp. 95-105. San Diego : Academic Press.
- Velioglu, Y.S.; et al. (1998). Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetable and grain products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 46: 4113-4117.
- Vinson; et al. (2001). Phenol antioxidant quantity and quality in foods: fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49: 5315-5321.
- www.florida.co.cr/english/antioxidants.htm
- Yen, Gow-Chin; & Hsieh, Chin-Luan. (1998). Antioxidant activity of extracts from *Du-zhong* (*Eucommia ulmoides*) toward various lipid peroxidation models in vitro. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 46: 3952-3957.

Zielinski; & Kozłowska. (2000). Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and different morphological fraction. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 48: 2008-2016.



ภาคผนวก

1. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. ค่าเฉลี่ย (Mean ; $\bar{X}$) คำนวณได้จากสูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

เมื่อ X_i คือ ค่าที่ได้จากการทดลองในแต่ละครั้ง

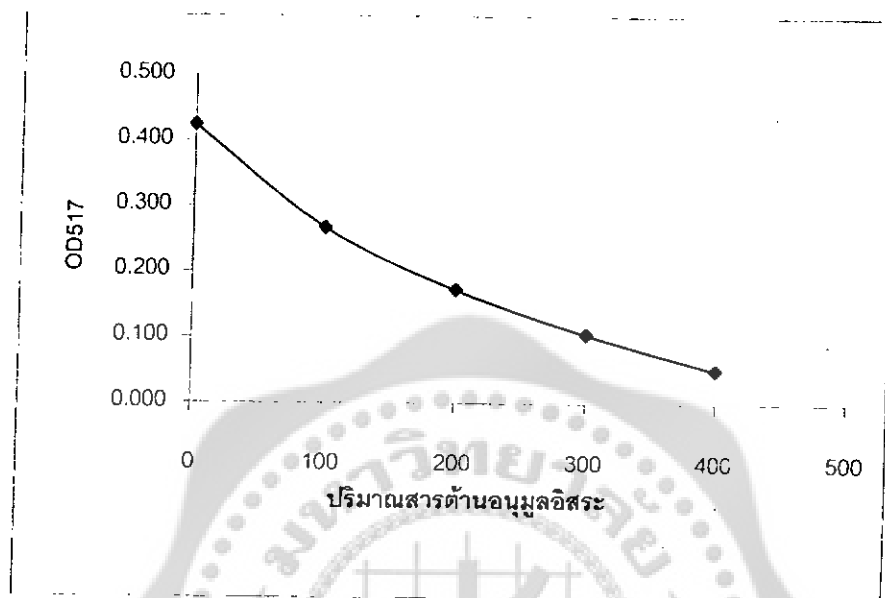
N คือ จำนวนครั้งที่ทำการทดลอง

2. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation ; SD) คำนวณได้จากสูตร

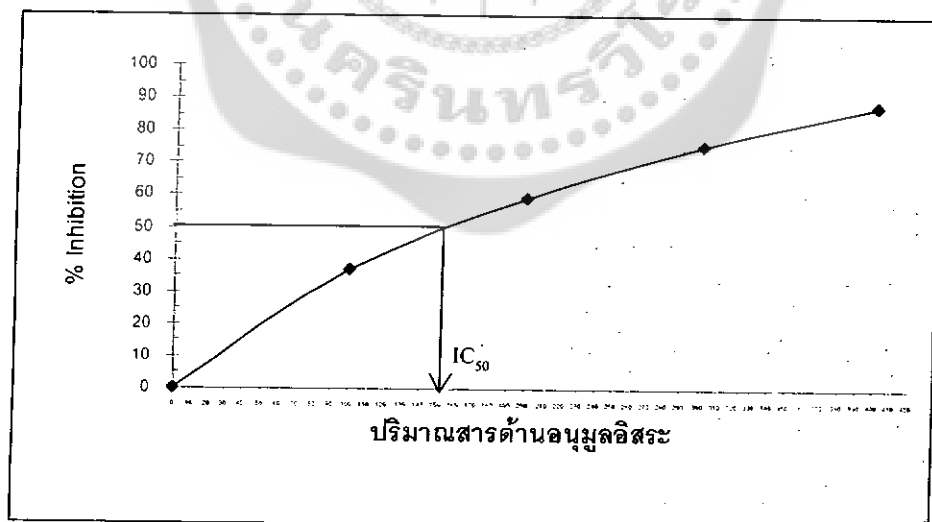
$$SD = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

2. ภาพประกอบการวิเคราะห์หาค่า IC_{50} ในเครื่องดื่มนิตต่างๆ

ภาพประกอบที่ 3 กราฟแสดงการลดลงของ DPPH radical โดยสารต้านอนุมูลอิสระ

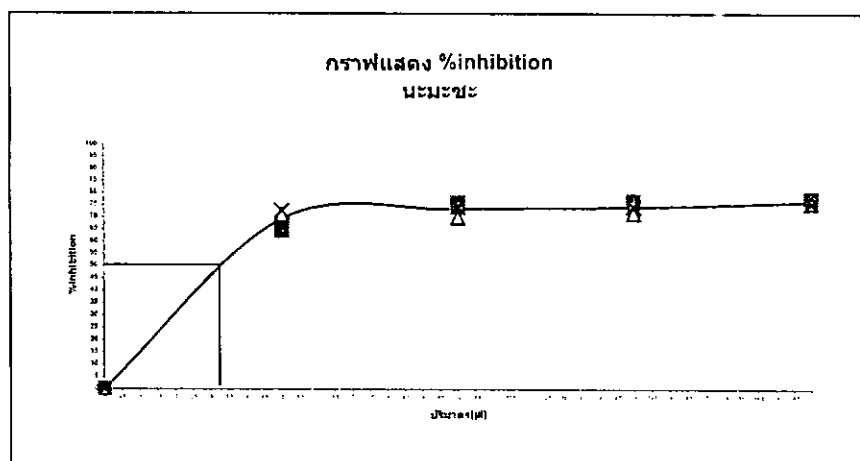
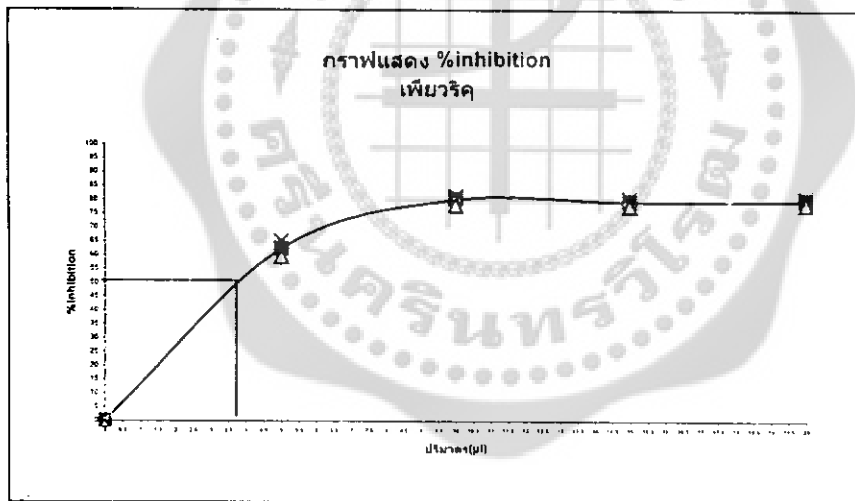
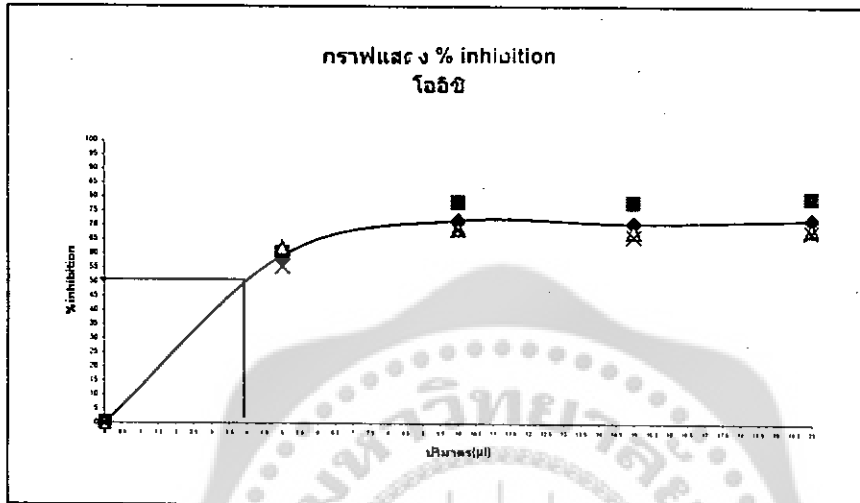


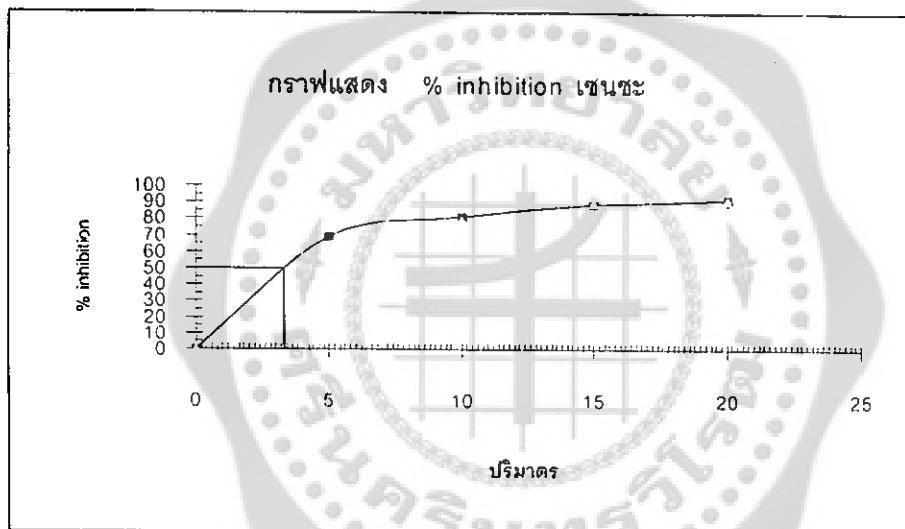
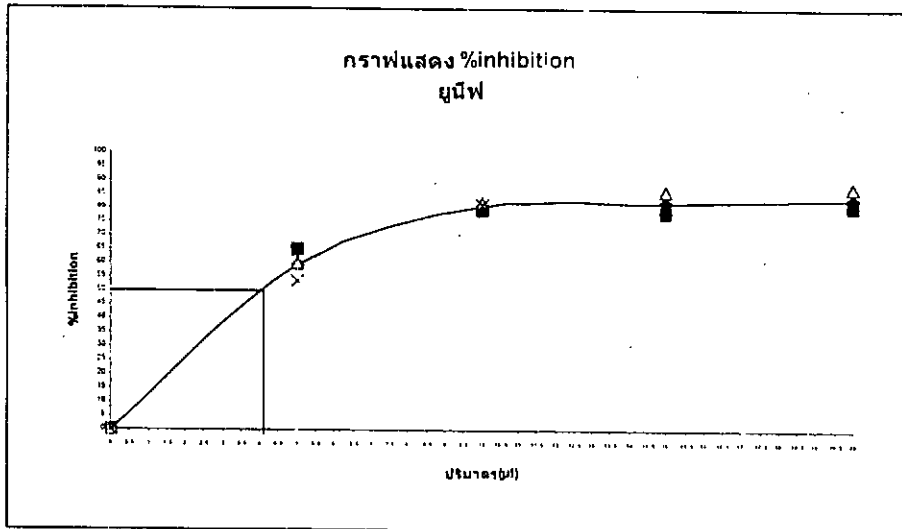
ภาพประกอบที่ 4 กราฟแสดงการหาค่า IC_{50} ของสารต้านอนุมูลอิสระ



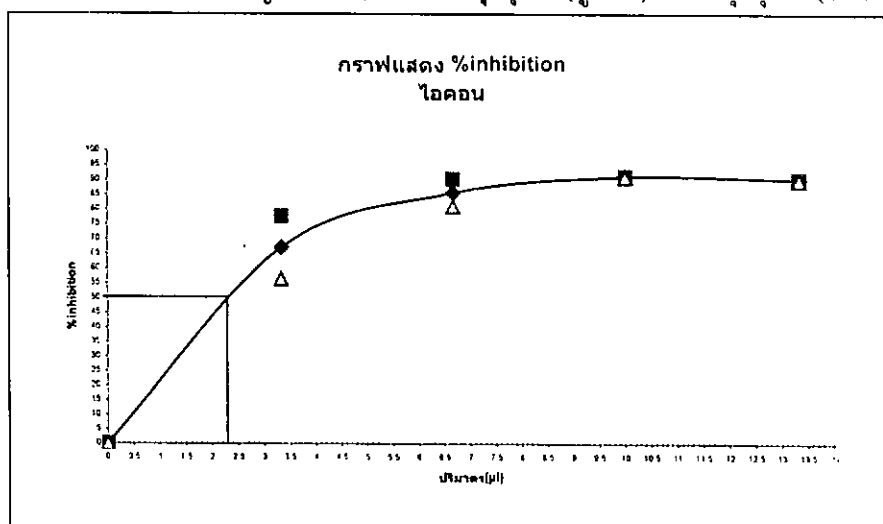
3. การวัดสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดยการหาค่า IC_{50} ของการยับยั้ง DPPH radical

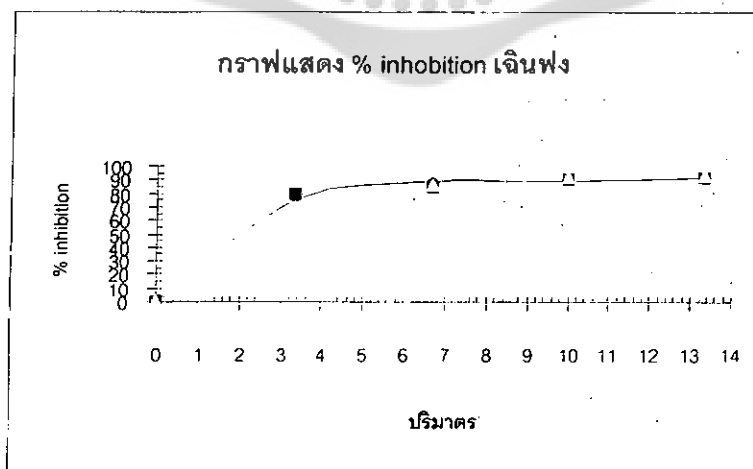
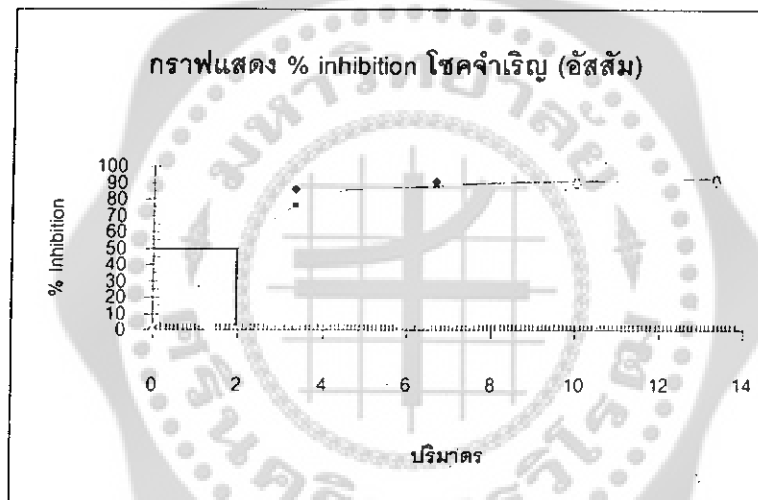
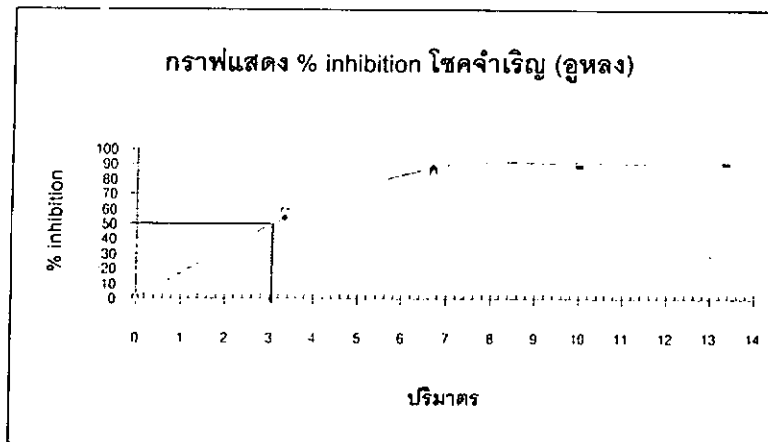
ภาพประกอบที่ 5 IC_{50} ของเครื่องดื่มชาเขียวสำเร็จรูป 5 ยี่ห้อ (โออิชิ เพียวริค นะมะชะ ยูนิฟ และ เซนชะ)

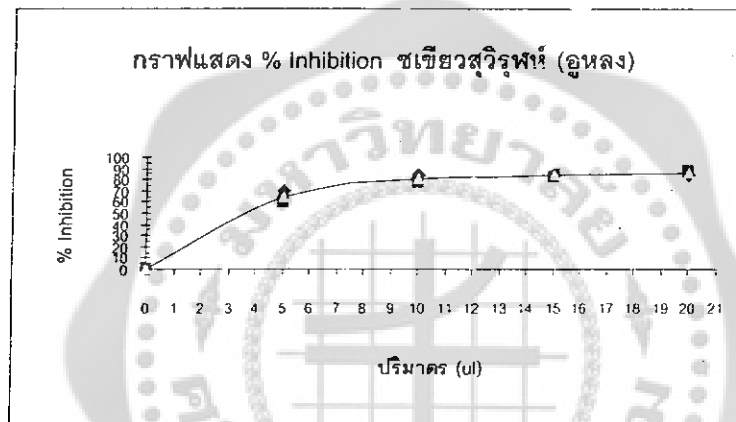
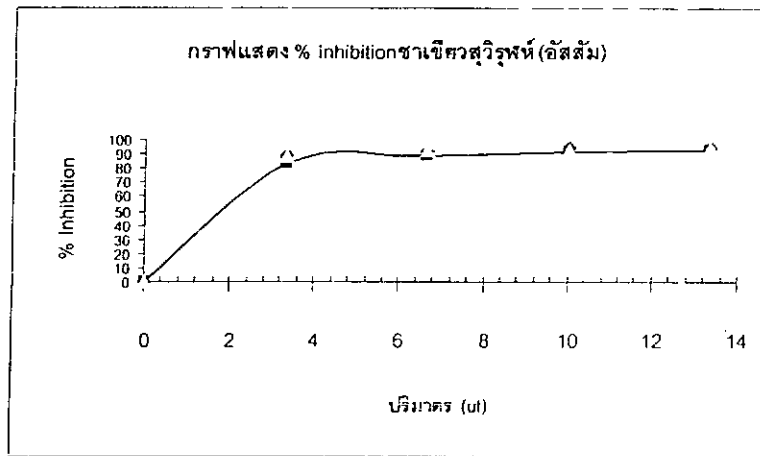




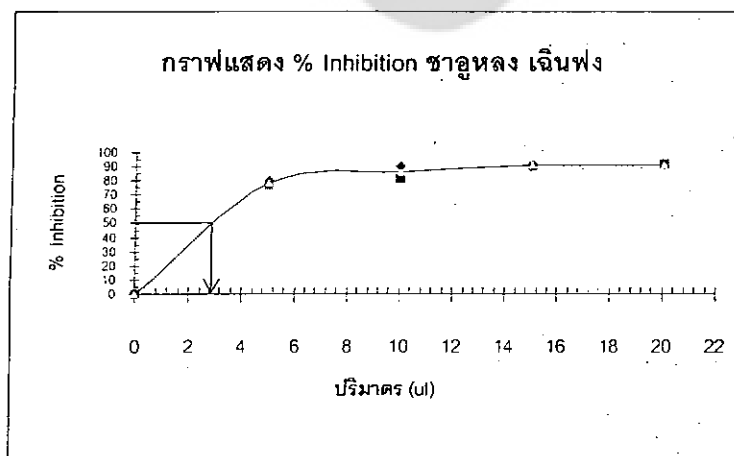
ภาพประกอบที่ 6 IC_{50} ของชาเขียวพร้อมขม 6 ยี่ห้อ (ไวคอน โซดจําเรญ (อุหลง) โซดจําเรญ (ฮัสสัม) เฌนฟง สุวีรุพ (อุหลง) และ สุวีรุพ (ฮัสสัม))

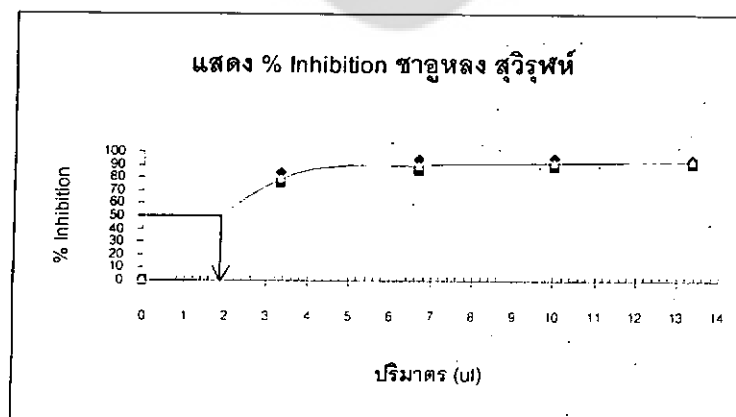
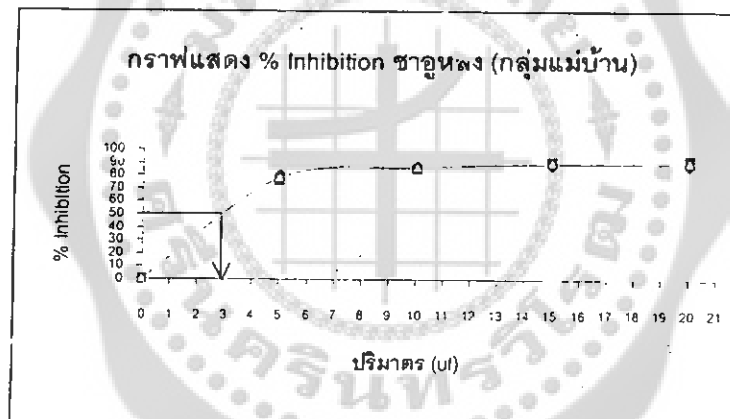
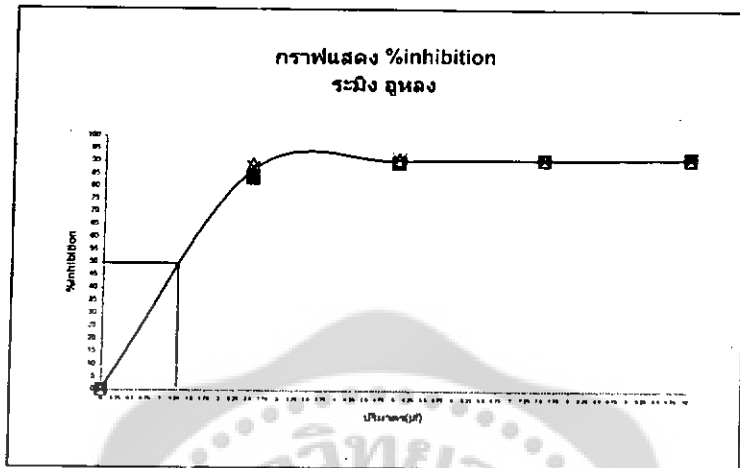




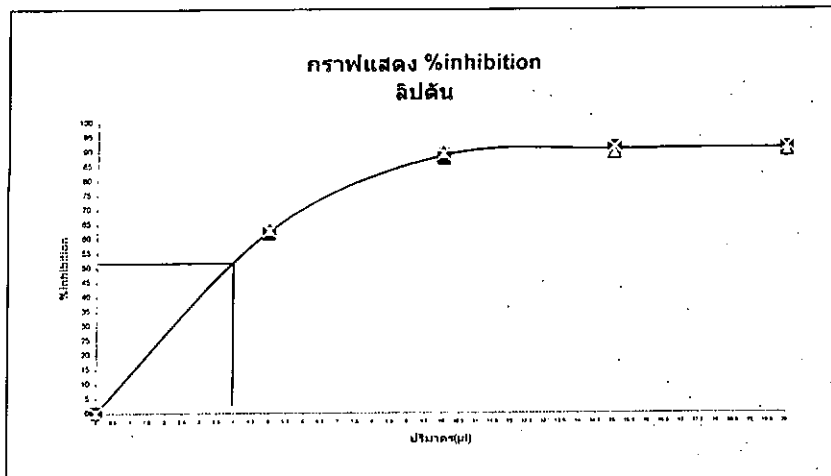
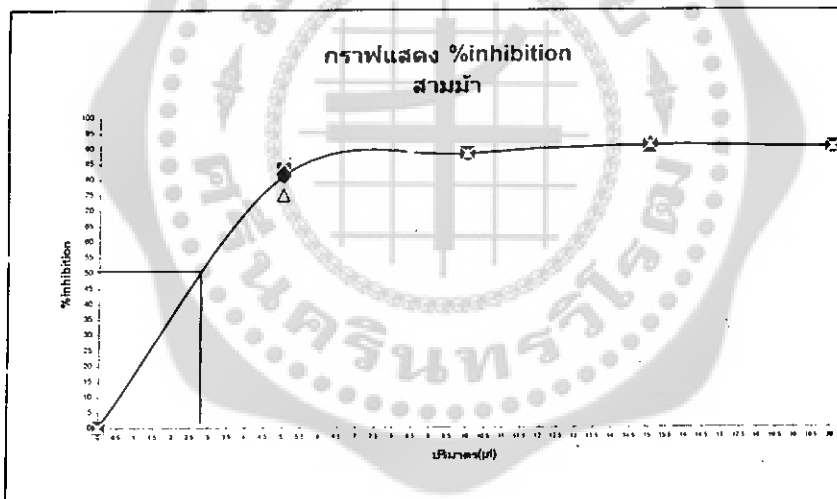
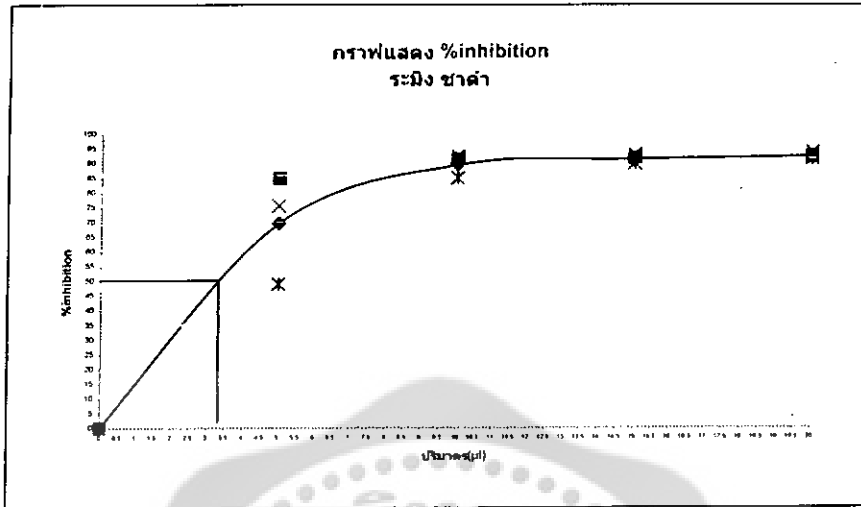


ภาพประกอบที่ 7 IC_{50} ของชาอุหลงพร้อมชง 4 ยี่ห้อ (เงินฟ่ง (อุหลง) ระมิงค์ กลุ่มแม่บ้าน สุวีรุห์)

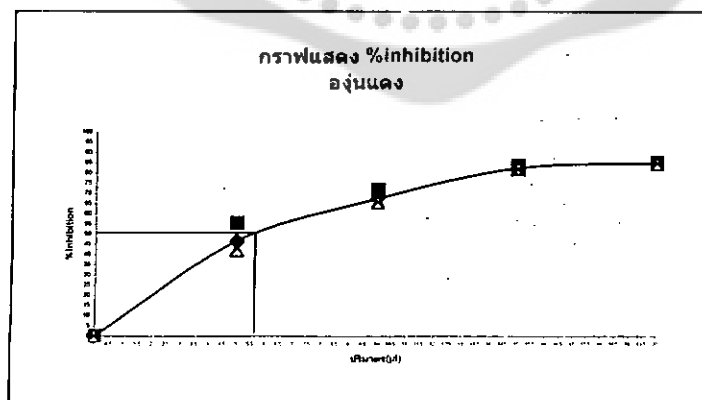
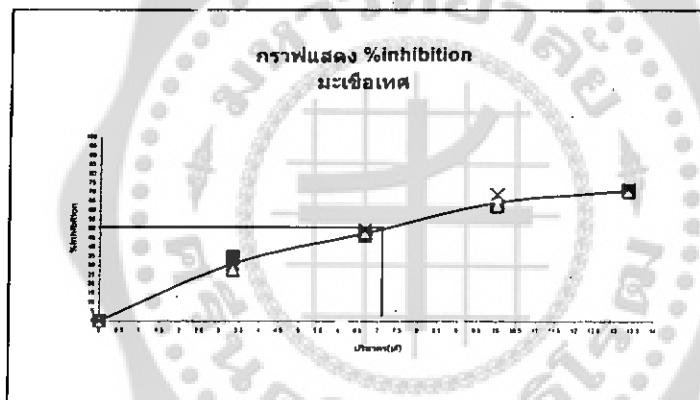
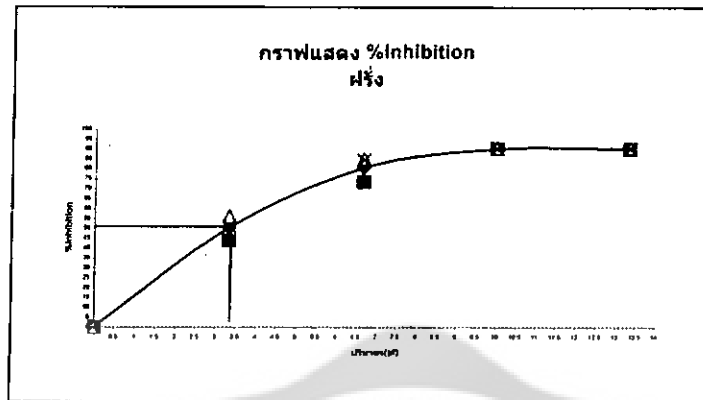


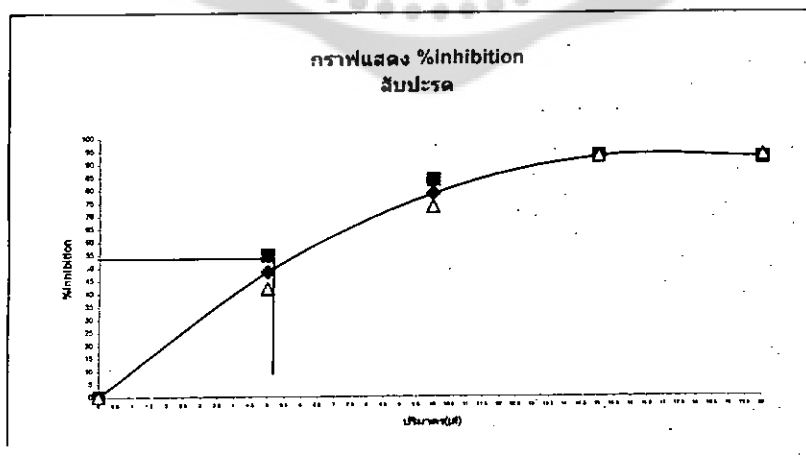
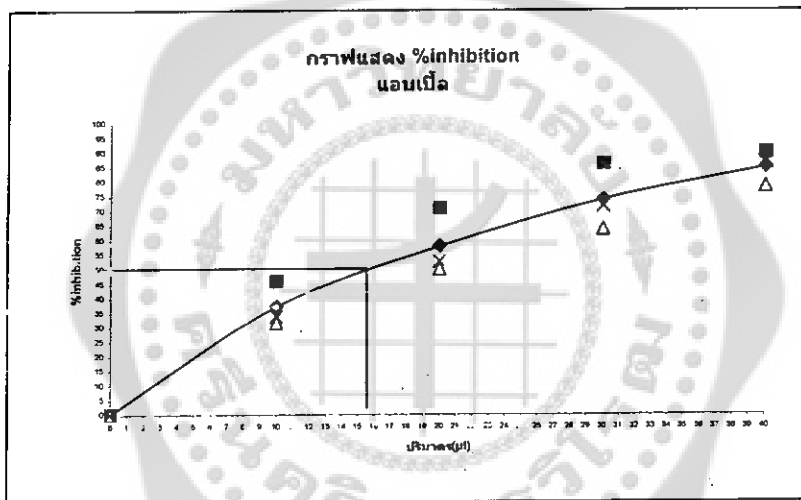
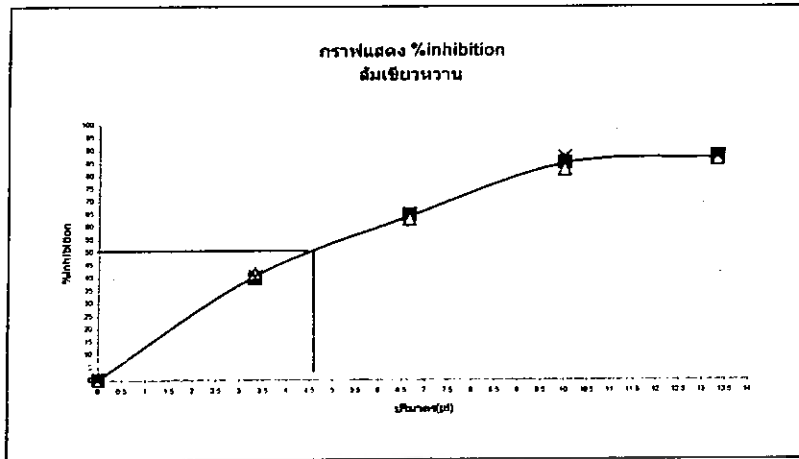


ภาพประกอบที่ 8 IC_{50} ของชาดำพร้อมขง 3 ยี่ห้อ (ระมิงค์ สามม้า ลิปตัน)

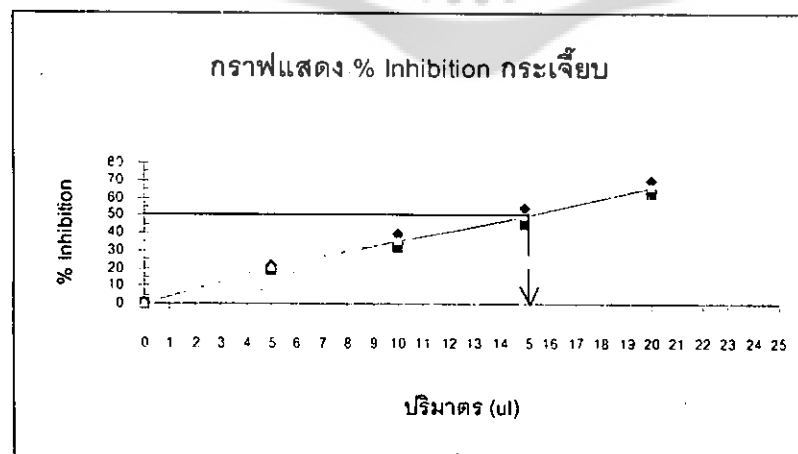
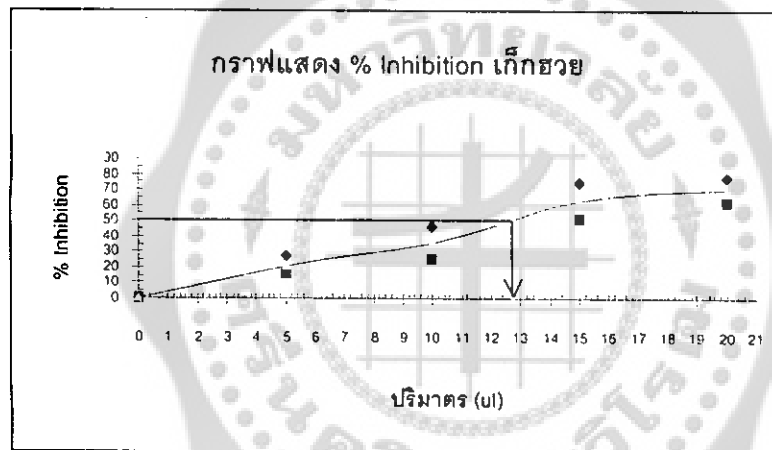
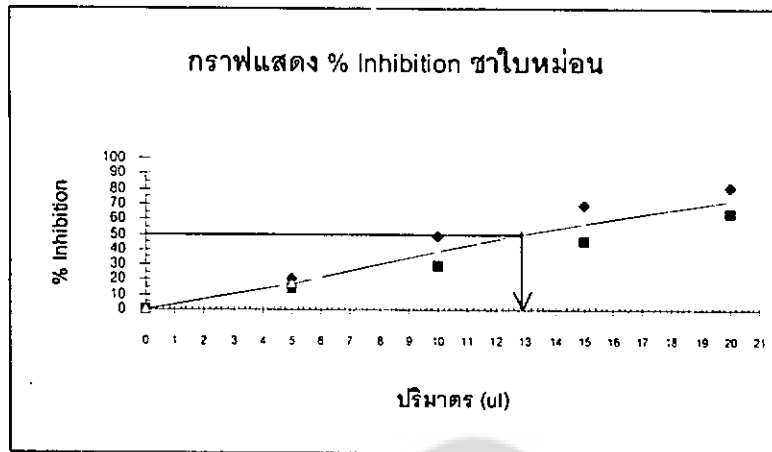


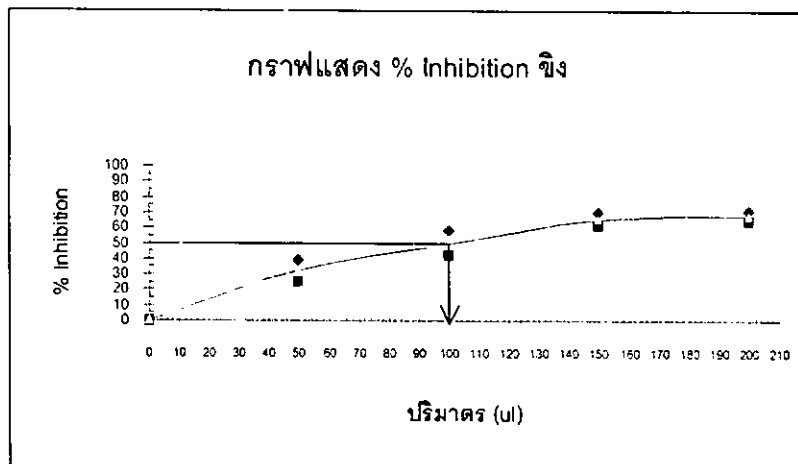
ภาพประกอบที่ 9 IC_{50} ของ น้ำผลไม้ 6 ชนิด (น้ำส้มเขียวหวาน น้ำแอปเปิ้ล น้ำองุ่นแดง น้ำฝรั่ง น้ำมะเขือเทศ และ น้ำสับปะรด)





ภาพประกอบที่ 10 IC_{50} ของเครื่องดื่มพร้อมชงอื่นๆ (ใบหม่อน เก๊กฮวย ชิง และ กระเจี๊ยบ)

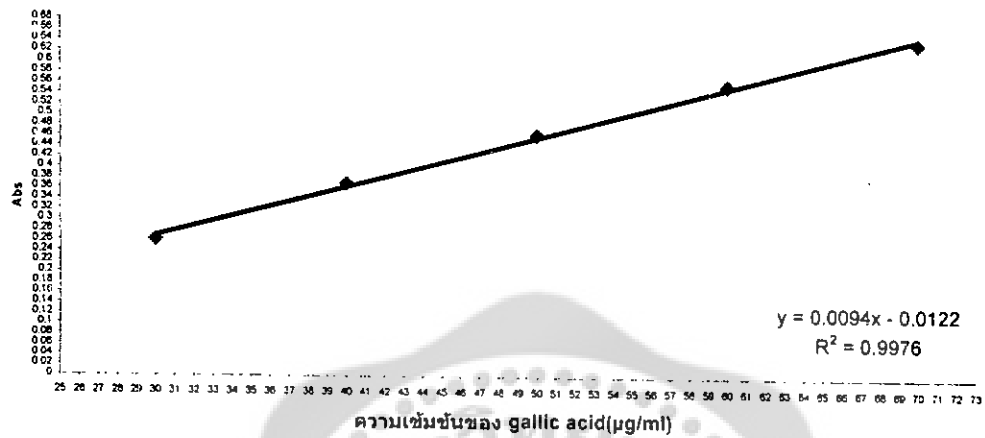




4. การหาปริมาณการประกอบฟีนอลิก

ภาพประกอบที่ 11 กราฟมาตรฐานของ Gallic acid

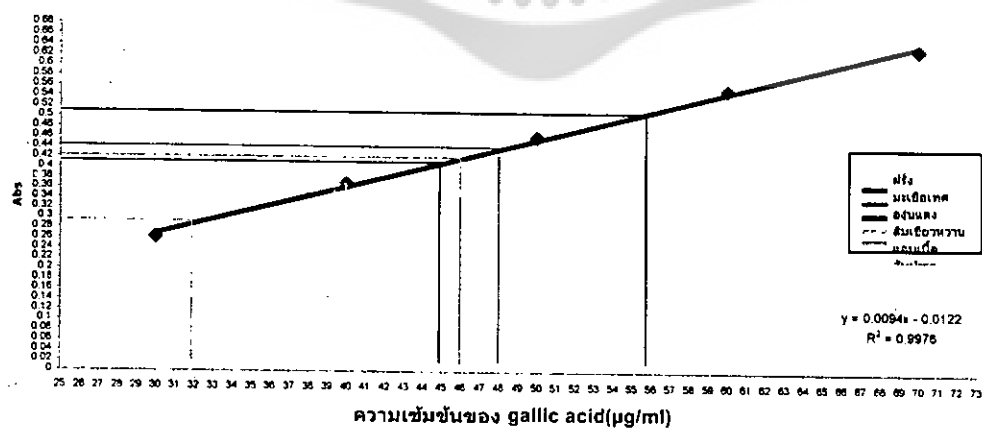
standard curve ของ gallic acid



4.2 ผลการหาปริมาณ Phenolic compound เป็น Gallic acid equivalent (GAE) จากกราฟมาตรฐาน

ภาพประกอบที่ 12 ปริมาณ Phenolic compound ในน้ำผลไม้ 6 ชนิด

การหาปริมาณ Phenolic compound เป็น gallic acid equivalent ในน้ำผลไม้



อภิธานศัพท์

สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) หมายถึง สารต้านอนุมูลอิสระ หรือสารที่สามารถเข้าจับกับอนุมูลอิสระ แล้วยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของโมเลกุลเป้าหมาย ได้แก่ โปรตีน ไขมัน และ DNA



ประวัติย่อผู้วิจัย

1. หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางธารารัตน์ ศุภศิริ
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mrs. Thararat Supasiri
2. เลขหมายประจำตัวประชาชน 3-1009-02973-19-7
3. ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์
4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
โทรศัพท์ ที่ทำงาน 02-664-1000 ต่อ 8203
ที่บ้าน 02-747-7582-4
มือถือ 081-814-7367
โทรสาร 02-259-1151
e-mail : thararat@swu.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

1. ปริญญาตรี : วท.บ. (ชีวเคมี) เกียรตินิยม อันดับ 2 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2516
2. ปริญญาโท : วท.ม. (ชีวเคมี) มหาวิทยาลัยมหิดล ปีการศึกษา 2518
3. ปริญญาเอก : ประ.ด. (ชีวเคมี) มหาวิทยาลัยมหิดล ปีการศึกษา 2525
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย
 - 1.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย
 - 2.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย
 - 3.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน (อาจมากกว่า 1 เรื่อง)

1. Sriratanakamol, W. Supasiri T., Wilantho A., Palittapongarnpim P. and Sonthayanon B. (2007). Comparison of Toll-mediated and apoptosis in intracellular signal transduction pathways between human and 6 invertebrates. Abstract of 33rd Congress on Science and Technology of Thailand, in press

2. Muangpil N., Supasiri T., Wilantho A., Palittapongampim P. and Sonthayanon B. (2007). Comparative study of mitogen-activated protein kinase signaling and cell cycle pathways from 6 sequenced invertebrate genomes by matching to proteins from orthologous human genes. Abstract of 33rd Congress on Science and Technology of Thailand, in press
3. Kohengkul S. and Supasiri T. (2006) Temperature effect on amount and activity of anti-oxidant of flavonoid extracted from Thai chiles. . Abstract of 32nd Congress on Science and Technology of Thailand, p. 136
4. Poolpipat K., Supasiri T., Sawasjirakij N. and Watanapokasin R. (2006) Study of optimum condition for pretreatment of agricultural crop residue for citric acid production by *Aspergillus niger* Yang no. 2. Abstract of 32nd Congress on Science and Technology of Thailand, p. 125
5. Sampantachit R. and Supasiri T. (2006) Study of the anti-oxidant property of four Thai plants. Abstract of 32nd Congress on Science and Technology of Thailand, p. 133
6. Petchaleelaha W., Supasiri T., Thanomsub B. and Arunrattiyakorn P. (2004) Study of the chemical constituents of bio-surfactant produced by bacteria B189. Program and abstract of 17th FAOBMB Symposium/2nd IUBMB Special Meeting/7th A-IMBN Conference, p303
7. Sengpracha P., Supasiri T., Tundulawessa Y. and Sampantachit R. (2004) Study of the antioxidant property of Malabar spinach. Program and abstract of 17th FAOBMB Symposium/2nd IUBMB Special Meeting/7th A-IMBN Conference, 180
8. Chankao S., Supasiri T., Watanpokasin Y. and Sarangbin S. (2004) Study of biodiversity of golder apple snail in central part of Thailand by polymerase chain reaction Program and abstract of 17th FAOBMB Symposium/2nd IUBMB Special Meeting/7th A-IMBN Conference, p201
9. Suwamin M., Supasiri T., Watanpokasin Y. and Sarangbin S. (2004) Effect of carrier for citric acid production by *Aspergillus niger* yang no. 2. Program and abstract of 17th FAOBMB Symposium/2nd IUBMB Special Meeting/7th A-IMBN Conference, p304
10. Pimsec P., Supasiri T., Watanpokasin Y. and Sarangbin S. (2004) Isolation and characterization of PAHs degrading microorganisms. Program and abstract of 17th FAOBMB Symposium/2nd IUBMB Special Meeting/7th A IMBN Conference, p307
11. Tribumrungsuk A., Chandkrachang S., Supasiri T., Wathanaoran P., Chaipongratana P. and Nhungam J. (2004) Study the adsorption capacity for active dyes using activated carbon

powder, chitosan-encapsulated activated carbon and chitosan bead. Abstract of 30th Congress on Science and Technology of Thailand, p. 241

12. Suwamin M., **Supasiri T.**, Watanpokasin Y. and Sarangbin S. (2004) Citric acid production from starch by *Aspergillus niger* yang no. 2. Abstract of 30th Congress on Science and Technology of Thailand, p. 77
13. Pimsee P., **Supasiri T.**, Watanpokasin Y. and Sarangbin S. (2004) Isolation and characterization of phenol degrading microorganisms. Abstract of 30th Congress on Science and Technology of Thailand, p. 78
14. Intarapuk A., Awakairt S., Thammapalerd T., Mahannop P., Pattanawong U. and **Supasiri T.** (2001) Comparison between R-phycoerythrin-labeled and R-phycoerythrin-labeled monoclonal antibody (Mab) probes for the detection of *Entamoeba histolytica* trophozoites. Southeast Asian J Trop Med Public Health, 32: (Suppl 2) 165-170
15. Thammapalerd N., **Supasiri T.**, Awakairt S. and Chandkrachang S. (1996) Application of local products R-phycoerythrin and monoclonal antibody as a fluorescent antibody probe to detect *Entamoeba histolytica* trophozoites. Southeast Asian J Trop Med Public Health, 27: 297-303

2. ผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางรัตนา สัมพันธ์ชิต
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mrs. Ratana Sampantachit
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3-1299-00348-68-4
3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์
4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

โทรศัพท์ ที่ทำงาน 02-664-1000 ต่อ 8211

ที่บ้าน 02-910-0476

มือถือ 089-679-6941

โทรสาร 02-259-2097

e-mail : ratanasu@swu.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

1. ปริญญาตรี : วท.บ. (ชีวเคมี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2516
2. ปริญญาโท : วท.ม. (ชีวเคมี) มหาวิทยาลัยมหิดล ปีการศึกษา 2520
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดย
ระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย
หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย
 - 7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย
 - 7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย
 - 7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน (อาจ
มากกว่า 1 เรื่อง)

1. Sengpracha P., Supasiri T., Tundulawessa Y. and Sampantachit R. (2004) Study of the antioxidant property of Malabar spinach. Program and abstract of 17th FAOBMB Symposium/2nd IUBMB Special Meeting/7th A-IMBN Conference, 180

2. Sampantachit R. and Supasiri T. (2006) Study of the anti-oxidant property of four Thai plants. Abstract of 32th Congress on Science and Technology of Thailand. p. 133