



รายงานการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและคุณสมบัติ
การต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในชาเขียว
**The Study of Total Polyphenolic Compounds and
antioxidant of Green Tea**

ผู้วิจัย

รุ่งทิwa วงศ์ไพศาลฤทธิ

RMUTK - CARIT



3 2000 00095627 8

โครงการวิจัยทุนสนับสนุนงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
งบประมาณผลประโยชน์ ปี พ.ศ. 2550
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

บทคัดย่อ

เลขที่.....
เลขทะเบียน 088 ๖
วัน เดือน ปี 15/11/53

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในสารสกัดจากชาเขียว 7 ชนิดเมื่อสกัดด้วยน้ำกลั่นและเอทานอล 95 % พบว่าสารสกัดชาเขียวที่ห่อหุ้มที่สกัดด้วยน้ำกลั่นมีสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงที่สุดคือ 791.86 มิลลิกรัมของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักของสารสกัด 1 กรัม นอกจากนี้ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างสารสกัดชาเขียวเมื่อสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีขั้วมากจะมีแนวโน้มสูงกว่าเมื่อสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ที่ไม่มีขั้วหรือมีขั้วน้อย เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยการวัดความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระDPPHและไฮดรอกซิล พบว่า ชาเขียวที่สกัดด้วยน้ำและแอลกอฮอล์ทั้งสองชนิดกับสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันแต่ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างชัดเจน ซึ่งมีแนวโน้มว่าชาเขียวทั้ง 7 ชนิด ที่สกัดด้วยตัวทำละลายแอลกอฮอล์ จะมีความสามารถต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดีกว่าการสกัดด้วยน้ำ จากการเปรียบเทียบความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน ที่ระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากเปลือกและเมล็ดส้มเขียวหวานในรูปของสารประกอบโพลีฟีนอลเท่า ๆ กันคือในช่วง 30 - 40 มิลลิกรัมของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัดพบว่าสารสกัดจากชาเขียวที่สกัดด้วยตัวทำละลายแอลกอฮอล์ จะมีความสามารถต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดีกว่าการสกัดด้วยน้ำ



ABSTRACT

Total polyphenol contents in 7 kinds of green tea extracts using distilled water and ethanol 95 % were quantified. The extracts from Hana green tea showed higher levels of total polyphenol content equal 791.86 mg of gallic / 1 g of the extract. In addition, higher contents of total polyphenols in 7 kinds of green tea extracts were potentially observed when the more polar solvents were used. Antioxidant properties of the 7 kinds of green tea extracts were then evaluated using ABTS^{•+} and hydroxy radical scavenging methods. The extracts from distilled water and ethanol 95 % r exhibited greater inhibition of the free radicals. But the correlation between total polyphenol contents and antiradical (ABTS^{•+} and OH) capacities was noted for the extracts. When antiradical capacities of 7 kinds of green tea extracts were compared at the same level of total polyphenol content (30- 40 mg gallic acid / g extract), the green tea extracts from ethanol 95 % potentially showed greater antiradical properties over the distilled water extracts.



กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
งบผลประโยชน์ปี 2550

ผู้วิจัย



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญภาพ.....	V
สารบัญตาราง.....	VI
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ชาเขียว.....	3
2.2 อนุมูลอิสระและผลเสียต่อสุขภาพ.....	7
2.3 การป้องกันหรือควบคุมอนุมูลอิสระ.....	9
2.4 สารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน.....	9
2.5 สารประกอบฟีนอล.....	11
2.6 สารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันจากเครื่องเทศและสมุนไพร.....	22
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....	23
3.1 วัสดุดิบ.....	23
3.2 สารเคมี.....	23
3.3 สถานที่ดำเนินงาน.....	24
3.4 วิธีการทดลอง.....	24
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	27
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	34
บรรณานุกรม.....	36

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
4.1 กราฟมาตรฐานของกรดเกลติกสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบ โพลีฟีนอลทั้งหมดในสารสกัดจากชาเขียว.....	27
4.2 ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด ในสารสกัดจากชาเขียวที่สกัดได้จากน้ำกลั่น.....	28
4.3 ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด ในสารสกัดจากชาเขียวที่สกัดได้จากแอลกอฮอล์.....	28
4.4 สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยวิธี DPPH ของสารสกัดจากชาเขียวชนิดต่าง ๆ ที่สกัดด้วยน้ำกลั่น.....	30
4.5 สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยวิธี DPPH ของสารสกัดจากชาเขียวชนิดต่าง ๆ ที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์.....	30
4.6 สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยวิธี ไฮดรอกซิล ของสารสกัดจากชาเขียว ที่สกัดด้วยน้ำกลั่น.....	31
4.7 สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยวิธี ไฮดรอกซิล ของสารสกัดจากชาเขียว ที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์.....	32



สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

2.1	ปริมาณสารประกอบฟีนอลในอาหารและเครื่องคั่วชนิดต่างๆ ที่ได้จากพืช.....	13
2.2	ชนิดและปริมาณของสารประกอบฟีนอลในส่วนต่าง ๆ ของพืช.....	16
2.3	บทบาทของสารประกอบฟีนอลต่อการเกิดโรคมะเร็ง.....	19
4.1	เปรียบเทียบปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดและความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในสารสกัดชาเขียวที่สกัดด้วยน้ำกลั่น.....	33
4.2	เปรียบเทียบปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดและความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในสารสกัดชาเขียวที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์.....	33



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันมนุษย์เราให้ความสำคัญใส่ใจต่อสุขภาพมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของการบริโภคซึ่งมีการแนะนำให้บริโภคพืชผักสมุนไพรและผลไม้ให้มากขึ้นแทนการบริโภคเนื้อสัตว์ วิทยาการใหม่ๆ ได้ค้นพบว่าโรคหลายชนิดเกิดขึ้นเนื่องจากกระบวนการเสื่อมสลายของเซลล์และอวัยวะต่างๆ อันเนื่องมาจากปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระ (free radical) ซึ่งอนุมูลอิสระนี้สามารถเกิดขึ้นได้เองจากการบวนการออกซิเดชันของสารประกอบอินทรีย์หลายชนิด

ภาวะเหล่านี้เราสามารถควบคุมได้โดยอาศัยสารต้านอนุมูลอิสระ หรือสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน หรือสารแอนติออกซิแดนท์ (antioxidant) ซึ่งเป็นสารที่ทำหน้าที่ป้องกันการเกิดกระบวนการออกซิเดชันซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระ สารแอนติออกซิแดนท์มีทั้งที่เป็นสารจากธรรมชาติและสารสังเคราะห์ ตัวอย่างเช่น สารประกอบฟีนอลิก (phenolic) แคโรทีนอยด์ (carotenoids) วิตามิน เอนไซม์ (enzyme) และโคเอนไซม์ (co-enzyme) บางชนิด โดยในอาหารจำพวกผักและผลไม้มักพบสารประกอบฟีนอลิก สารในกลุ่มแคโรทีนอยด์และวิตามิน ส่วนในเครื่องดื่มต่างๆ ประเภทชา ไวน์และน้ำผลไม้จะพบสารประกอบฟีนอลิกเป็นส่วนใหญ่

กระแสความนิยมที่พุ่งอยู่ในปัจจุบันนี้ คงหนีไม่พ้น "ชาเขียว (green tea)" ที่คนไทยหันมาบริโภคกันมากขึ้น สินค้าานาประเภทต่างมีส่วนผสมของชาเขียว อาจเป็นเพราะคนเราหันมาใส่ใจกับสุขภาพมากขึ้น เนื่องจากชาเขียวมีคุณประโยชน์มากกว่าชาชนิดอื่นๆ แต่บางครั้งมาจากการโฆษณา การดื่มชาที่มีมานานหลายชั่วอายุคน โดยเฉพาะคนจีน ถือเป็นเครื่องดื่มที่คนนิยมมากที่สุดรองจากน้ำเปล่า ในอดีตการดื่มชาถือเป็นศิลปะอย่างหนึ่ง มีความละเอียดละไมในการดื่ม แต่ปัจจุบันศาสตร์แห่งการดื่มชาถูกละเลยไป เพราะแค่เข้าร้านสะดวกซื้อก็ได้ชาสารพัดชนิดมาดื่ม ขณะที่พฤติกรรมบริโภคชาเขียวในไทย มีลักษณะของการโฆษณาประชาสัมพันธ์ สร้างค่านิยมกล่าวอ้างสรรพคุณเกินจริงโดยหยิบยกเพียงประโยชน์แค่บางส่วนมาพูดถึงเท่านั้นแล้วตัดปัจจัยอย่างอื่นทิ้ง ให้คนดื่มเข้าใจผิด ทำให้เมืองไทยมองการดื่มชาเขียวเป็นแค่แฟชั่นเท่านั้น ดังนั้นข้อเสนอแนะในการบริโภคชาเขียว เพื่อมุ่งหวังประโยชน์ด้านสุขภาพควรตระหนักในเรื่องปริมาณคาเฟอีน (Caffeine) ในชาเขียวเพราะคาเฟอีนมีฤทธิ์ในการกระตุ้นการทำงานของประสาท เพิ่มการเผาผลาญเพิ่มการทำงานของหัวใจและไต โดยเฉพาะเด็ก สตรีมีครรภ์ หรือผู้ป่วยหัวใจก็ไม่ควรดื่มชา การที่ได้มีการกล่าวอ้างว่าชาเขียวมีสาร polyphenol ที่เป็นแอนติออกซิแดนท์ มีคุณสมบัติช่วยป้องกันอนุมูลอิสระ ช่วยกำจัดอนุมูลอิสระ และโคเลสเตอรอล ป้องกันการเกิดเส้นเลือดอุดตัน ความดันโลหิตสูง

ให้สุขภาพที่ดีต่อหัวใจหรือร่างกาย การดื่มเป็นประจำทำให้มีประโยชน์ต่อสุขภาพนั้น ผู้บริโภคต้องทราบเกี่ยวกับข้อเท็จจริงว่าปริมาณของสารสำคัญที่กล่าวอ้างที่จะมีผลดังกล่าวต้องบริโภคมากกว่าที่บริโภคปกติหลายเท่า สรุปคือการบริโภคเครื่องดื่มชาเขียวทั่วไปเป็นเพียงเพื่อดับกระหายให้ความสดชื่น จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในชาเขียว

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา :

1. ศึกษาการเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดจากชาเขียว
2. ศึกษาคุณสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสกัดชาเขียว

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดชาเขียว
2. เป็นการส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างคุ้มค่า
3. เพื่อให้สามารถนำสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันที่สกัดได้จากชาเขียวมาใช้ทดแทนสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันสังเคราะห์ ทำให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้บริโภคได้

บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ชาเขียว

กระแสความนิยมที่พุ่งอยู่ในปัจจุบันนี้ คงหนีไม่พ้น "ชาเขียว(green tea)" ที่คนไทยหันมาบริโภคกันมากขึ้น สินค้าานาประเภทต่างมีส่วนผสมของชาเขียว อาจเป็นเพราะคนเราหันมาใส่ใจกับสุขภาพมากขึ้น เนื่องจากชาเขียวมีคุณประโยชน์มากกว่าชาชนิดอื่นๆ แต่บางครั้งมาจากการโฆษณา

การดื่มชามีมานานหลายชั่วอายุคน โดยเฉพาะคนจีน ถือเป็นเครื่องดื่มที่คนนิยมมากที่สุดรองจากน้ำเปล่า ในอดีตการดื่มชาถือเป็นศิลปะอย่างหนึ่ง มีความละเอียดละไมในการดื่ม แต่ปัจจุบันศาสตร์แห่งการดื่มชาถูกละเลยไป เพราะแค่เข้าร้านสะดวกซื้อก็ได้ชาสารพัดชนิดมาดื่ม

ชามีต้นกำเนิดมาจากประเทศจีน ใบชาแต่ละสายพันธุ์นำมาผลิตเป็นชาเขียว ชาดำ ชาอูหลง ซึ่งขึ้นอยู่กับกรรมวิธีการผลิต หลังเก็บเกี่ยวจะนำใบชาไปตากแดด จึงเกิดกระบวนการหมักตัวขึ้น ทำให้ใบชามีสีน้ำตาล เมื่อชงน้ำจะมีรสเข้มข้นและมีกลิ่นหอมฉุน โดยชาดำจะหมักนานกว่าชาอูหลง ส่วนชาเขียว ที่เรานิยมกันมากนั้น เมื่อเก็บเกี่ยวเสร็จแล้วจะนำยอดใบชาไปอบไอน้ำทันที เพื่อให้ใบชาแห้งโดยใช้อุณหภูมิสูงอย่างรวดเร็วและใบชาที่ได้ ยังคงมีสีเขียว มีคุณภาพเช่นเดียวกับใบชาสด ทำให้ไม่สูญเสียสารที่เป็นองค์ประกอบสำคัญไปมากนัก

ชาเป็นเครื่องดื่มที่มีกลิ่นหอม คนจึงนิยมดื่มกันอย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็นชาวเอเชีย เช่น จีน ญี่ปุ่น หรือชาวยุโรป ชาที่นิยมดื่มในปัจจุบันอาจแบ่งได้เป็น 3 ชนิดใหญ่ๆ คือ ชาจีน ชาเขียว และชาฝรั่ง ซึ่งชาแต่ละชนิดจะต่างกันตรงกรรมวิธีในการผลิต แต่ชาที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพมากคือ ชาเขียว

ชาทั้งหลายล้วนมีฤทธิ์ต้านมะเร็งได้ เพราะในชามีสารคาเทชิน(Catechins หรือ EGCG) ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากกว่าวิตามินอี 20 เท่า และสามารถยับยั้งการสร้างสารไนโตรซามีน ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งที่เกิดจากดินปะสิวในอาหารที่เกิดขึ้นเมื่อเจอกับสารอะมีนในอาหารทะเล เป็นตัวก่อมะเร็งได้หลายชนิด ซึ่งสารคาเทชินนี้จะพบในชาเขียวมากที่สุด ในชาเขียวยังมีสารสำคัญคือ สารโพลีฟีนอล ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ สารแทนนิน ช่วยบรรเทาอาการท้องเสีย แต่หากคนปกติดื่มชาแบบเข้มข้นมากเกินไปก็ทำให้ท้องผูก และสารกาเฟอีน ซึ่งในชาจะมีคาเฟอีน 30-40% ของกาแฟ คนจีนใช้ชาเขียว เป็นยารักษาโรคมานานไม่ต่ำกว่า 4,000 ปีแล้ว ช่วยชะลอภาวะแก่ก่อนวัย ช่วยรักษาระดับความดันเลือดให้เป็นปกติ สกัดกั้นการทำงานของเอ็นไซม์ที่เปลี่ยนแปลงความเครียดในหลอดเลือด ซึ่งเป็นปัจจัยก่อให้เกิดหลอดเลือดตีบ ลดปัจจัยเสี่ยงของโรคหัวใจ ช่วยลดระดับไขมันอิ่มตัว ซึ่งจะยับยั้งไม่ให้เกิดลิ้มเลือดและการก่อตัวของตะกอนไขมันที่ผนังหลอดเลือดชาเขียวยังมีฤทธิ์ในการล้างพิษออกจากร่างกายได้ แต่ไม่มีสิ่งใดบนโลกที่มีแต่ประโยชน์แล้วไม่มีโทษ การดื่มชาที่มีโทษแอบแฝงอยู่

เช่นกัน เพราะในใบชายังมี กรดแทนนิก(Tannic Acid) ประกอบอยู่ ซึ่งจะพบในชาแดงมากกว่าชาเขียว ยิ่งใบชาเกรดต่ำก็ยิ่งมีกรดแทนนิกสูง เพราะจะเกิดอันตรายต่อระบบทางเดินอาหาร

ชาเขียว ซึ่งเป็นชาที่ไม่ผ่านการหมัก ทำให้ไม่สูญเสียองค์ประกอบ ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ไปในระหว่างการหมักเหมือนชาฝรั่ง ชาเขียวได้จากการทำใบชาให้แห้งที่อุณหภูมิสูงอย่างรวดเร็ว จึงทำให้ใบชาแห้งยังคงมีสีเขียวและมีคุณภาพเช่นเดียวกับใบชาสด ซึ่งเมื่อชงน้ำร้อนแล้วจะได้น้ำชาสีเขียวหรือเหลืองอมเขียวไม่มีกลิ่นมีรสฝาดกว่าชาจีนนิยมแต่งกลิ่นด้วยพืชหอม เช่น มะลิ บัวหลวง เป็นต้น ชาเขียวมี 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ชาเขียวแบบญี่ปุ่นและชาเขียวแบบจีน ซึ่งแตกต่างกันตรงที่ ชาเขียวแบบจีนจะมีการคั่วด้วยกระทะร้อน แต่ชาเขียวแบบญี่ปุ่นไม่ต้องคั่ว ใบชาเขียวมีสารอาหารพวกโปรตีน, น้ำตาลเล็กน้อยและมีวิตามินอีสูง แต่อย่างไรก็ตามก็มีรายงานว่า วิตามินเอและวิตามินอีที่มีอยู่ในใบชา จะสูญเสียไปเกือบหมดถ้าใช้ระยะเวลาในการชงนานจนเกินไป ส่วนปริมาณของ แคลเซียม เหล็กและวิตามินซี จะสูญเสียไปประมาณครึ่งหนึ่ง แต่ก็มีรายงานจากประเทศญี่ปุ่นว่า ถ้าเราสามารถรับประทาน ใบชาเขียวแห้ง 6 กรัมต่อวัน จะทำให้ร่างกายได้รับวิตามินอีและวิตามินเอ ถึงร้อยละ 50 และ 20 ของปริมาณที่ร่างกายต้องการในแต่ละวันตามลำดับ ในประเทศญี่ปุ่นจึงมีการผลิต ชาเขียวในรูปผงสำเร็จบริโภคขึ้น ซึ่งสามารถเติมลงในอาหารหลายชนิด ตั้งแต่อาหารญี่ปุ่นจนถึงสเต็ก แฮมเบอร์เกอร์ สปาเกตตี้ และสลัด ใบชาเขียวมีสารสำคัญ 2 ชนิดชนิดแรกคือ คาเฟอีน (cafein) ซึ่งมีอยู่ในชาเขียวประมาณร้อยละ 2.5 โดยน้ำหนัก ซึ่งสารชนิดนี้เองที่ทำให้หน้าชาสามารถกระตุ้น ให้สมองสดชื่น แจ่มใส หายง่วง เนื่องจากคาเฟอีนมีฤทธิ์กระตุ้นประสาท เพิ่มการเผาผลาญ เพิ่มการทำงานของหัวใจและไต แต่อย่างไรก็ตามเด็ก ๆ และผู้ป่วยโรคหัวใจก็ไม่ควรดื่มชา เนื่องจากคาเฟอีนมีคุณสมบัติในการกระตุ้นประสาทและบีบหัวใจ ถ้าต้องการดื่มจริง ๆ ควรดื่มชาที่สกัดคาเฟอีนออกแล้ว ในการชงชานั้นพบว่า 3 นาทีแรกจะได้คาเฟอีนออกมาในปริมาณสูง โดยทั่วไปในชาเขียว 1 ถ้วย (ประมาณ 6 ออนซ์) จะมีคาเฟอีนอยู่ 10-50 มิลลิกรัม สารที่อยู่ในกลุ่มเดียวกับคาเฟอีนชนิดอื่น ๆ ยังช่วยในการขับปัสสาวะ โดยไปกระตุ้นไตให้ขับน้ำปัสสาวะมากขึ้น และช่วยขยายหลอดเลือดอีกด้วย

ชนิดที่สองคือ แทนนิน หรือ ฝาดชา (tea tannin) ซึ่งมีอยู่หลายชนิด พบในใบชาแห้งประมาณร้อยละ 20-30 โดยน้ำหนัก เป็นสารที่มีรสฝาดที่ใช้บรรเทาอาการท้องเสียได้ ดังนั้นหากต้องการดื่มชาเขียวให้ได้รสชาติที่ดีจึงไม่ควรทิ้งใบชาค้างไว้ ในกานานเกินไป เพราะแทนนินจะละลายออกมามาก ทำให้ชาเขียวมีรสขม แต่ถ้าหากดื่มชาเขียวเพื่อจุดประสงค์ ในการบรรเทาอาการท้องเสียก็ควรดื่มใบชานาน ๆ เพื่อให้มีปริมาณแทนนินออกมามากแทนนินยังช่วยเพิ่มความยืดหยุ่น ของกล้ามเนื้อหัวใจและขยายผนังหลอดเลือด จึงทำให้ชาเขียวเหมาะสำหรับผู้ที่มีความดันโลหิตสูงด้วย นอกจากนี้ยังพบว่า สารแคเทคิน (catechins)ซึ่งเป็นสารแทนนินชนิดหนึ่งในชาเขียว มีฤทธิ์เป็นสารต้านการเกิดมะเร็ง โดยมีรายงานว่า แคเทคินมีส่วนช่วย ในการป้องกันมะเร็งในกระเพาะอาหาร โดยป้องกันการสร้างสารก่อมะเร็งโดยทีมนักวิทยาศาสตร์จากศูนย์กลางการวิจัยโรคมะเร็ง ในบริติชโคลัมเบีย รายงานว่า ชา

สามารถยับยั้งการสร้างไนโตรซามีน ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งรุนแรงได้ ซึ่งไนโตรซามีนนั้นเป็นสารที่เกิดจาก สารพวกดินประสิวในอาหารทำปฏิกิริยากับสารจำพวกโปรตีน ที่มีในเนื้อสัตว์และอาหารทะเล กลายเป็นไนโตรซามีนซึ่งก่อมะเร็งได้หลายชนิด ดังนั้นถ้านิยมบริโภคอาหารจำพวกเนื้อสัตว์มากก็ควรดื่มน้ำชาไปพร้อมๆ กันด้วย ก็จะช่วยลดการสร้างสารก่อมะเร็งลง มีรายงานการแพทย์ทั่วประเทศญี่ปุ่น ในปี ค.ศ.1982 และ 1987 พบว่าในแถบจังหวัดชิซุโอกะ ซึ่งเป็นท้องถิ่นที่มีการดื่มชาเขียวกันมาก มีอัตราการเกิดมะเร็งในกระเพาะอาหารอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์เฉลี่ย นอกจากนี้นักวิจัยชาวญี่ปุ่นยังได้รายงานไว้ว่า สารแคเทชินในชา ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดของหนูได้ โดยทำให้หนูจับถ่ายไขมัน และคอเลสเตอรอลออกจากทางอุจจาระเพิ่มขึ้นแต่กลไกยังไม่ทราบแน่ชัด จากผลการวิจัยนี้ จึงเชื่อว่า สารชนิดนี้น่าจะช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเส้นเลือดได้ โดยสรุปแล้วฤทธิ์ของชา นั้นจะขึ้นกับสารสำคัญทั้งสองชนิด ดังที่กล่าวมาแล้ว ข้างต้นสารเหล่านี้จะถูกดูดซึมสู่ทางเดินอาหารได้ถึงร้อยละ 90 แล้วแผ่กระจายไปยังเนื้อเยื่อต่างๆ ภายใน 5 นาทีและยังคงออกฤทธิ์อยู่ในช่วงเวลา 6-14 ชั่วโมง นอกจากนี้ในใบชายังมีปริมาณแร่ธาตุฟลูออไรด์สูง ซึ่งแร่ธาตุชนิดนี้เป็นส่วนในการเสริมสร้างกระดูกและฟันให้แข็งแรง นักวิจัยจากศูนย์ทันตกรรมฟลอริดาในบอสตัน ยังได้แนะนำว่า การดื่มชาตอนเช้าช่วยในการป้องกันฟันผุได้โดยถ้าคุณแช่ถุงชาหรือใบชาไว้นาน 3 นาที ก่อนดื่ม ชาจะสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียซึ่งทำให้ฟันผุได้ถึงร้อยละ 95 จะเห็นได้ว่าการดื่มชาเขียวจึงน่าจะมีส่วนช่วยในการป้องกันฟันผุได้ แต่ทั้งนี้การดื่มชาเขียวมีข้อควรระมัดระวัง คือ การดื่มชาเขียวในปริมาณสูงอาจมีผลในการลดการดูดซึมวิตามิน B1 และธาตุเหล็กได้

2.1.1 ข้อเสนอแนะในการบริโภคชาเขียว

หากเทียบปริมาณคุณค่าของสารที่อยู่ในชาเขียวระหว่างชาเขียวแบบชงกับชาเขียวแบบพร้อมดื่มในปัจจุบัน พบว่าปริมาณสารที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพในชาเขียวพร้อมดื่มมีน้อยกว่า ทั้งมีปริมาณความเข้มข้นที่ต่ำกว่า เจือจางกว่าและยังเติมน้ำตาล เมื่อเทียบพฤติกรรมกรรมการบริโภคพบว่าพฤติกรรมกรรมการบริโภคของชาวญี่ปุ่นที่นิยมดื่มชาเขียว ดื่มชาเขียวเสมือนน้ำและดื่มขณะที่ยังร้อน ทำให้ปริมาณสารที่ออกมาจากชาเขียวมีความเข้มข้นสูง และชาวญี่ปุ่นมีโอกาเสี่ยงในการรับประทานอาหารที่ก่อให้เกิดมะเร็งต่ำ ซึ่งปัจจัยการบริโภคชาเขียวถือเป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยลดมะเร็งได้

ขณะที่พฤติกรรมกรรมการบริโภคชาเขียวในไทย มีลักษณะของการโฆษณาประชาสัมพันธ์ สร้างค่านิยม กล่าวอ้างสรรพคุณเกินจริงโดยหยิบยกเพียงประโยชน์แค่บางส่วนมาพูดถึงเท่านั้นแล้วตัดปัจจัยอย่างอื่นทิ้ง ให้คนดื่มเข้าใจผิด ทำให้เมืองไทยมองการดื่มชาเขียวเป็นแค่แฟชั่นเท่านั้น ดังนั้นข้อเสนอแนะในการบริโภคชาเขียว เพื่อมุ่งหวังประโยชน์ด้านสุขภาพควรตระหนักในเรื่องปริมาณคาเฟอีน (Caffeine) ในชาเขียวเพราะกาเฟอีนมีฤทธิ์ในการกระตุ้นการทำงานของประสาท เพิ่มการเผาผลาญ เพิ่มการทำงานของหัวใจและไต โดยเฉพาะเด็ก สตรีมีครรภ์ หรือผู้ป่วยหัวใจก็ไม่ควรดื่มชา

ปัจจุบันเครื่องดื่มชาเขียวที่จำหน่ายตามท้องตลาดมีปริมาณคาเฟอีนในชาประมาณ 14 -15 mg/100 ml ดังนั้นหากบริโภคชาเขียว 1 ขวด (500 ml) ก็จะได้รับ caffeine ในชาเขียว 70-75 mg/kg และที่สำคัญ การดื่มชาเขียวในปริมาณสูงอาจมีผลในการลดการดูดซึมวิตามิน B1 และ ธาตุเหล็กได้ เครื่องดื่มชาเขียวมีสารอาหารสำคัญได้แก่ น้ำตาล วิตามินซี และโซเดียม การที่ได้มีการกล่าวอ้างว่าชาเขียวมีสาร polyphenol ที่เป็นแอนติออกซิแดนท์ มีคุณสมบัติช่วยป้องกันอนุมูลอิสระ ช่วยกำจัดอนุมูลอิสระ และ โคลเลสเตอรอล ป้องกันการเกิดเส้นเลือดอุดตัน ความดันโลหิตสูง ให้สุขภาพที่ดีต่อหัวใจหรือร่างกาย การดื่มเป็นประจำทำให้มีประโยชน์ต่อสุขภาพนั้น ผู้บริโภคต้องทราบเกี่ยวกับข้อเท็จจริงว่าปริมาณของสารสำคัญที่กล่าวอ้างที่จะมีผลดังกล่าวต้องบริโภคมากกว่าที่บริโภคปกติหลายเท่า สรุปคือการบริโภคเครื่องดื่มชาเขียวทั่วไปเป็นเพียงเพื่อดับกระหายให้ความสดชื่น

ในเชิงโภชนาการ ชาพร้อมดื่มมีคุณค่าพอๆ กับน้ำเปล่า สารอาหารที่มีอยู่ในชาพร้อมดื่ม เมื่อเทียบกันแล้วไม่ต่างจากน้ำเปล่าเท่าไร และยังมีการเติมน้ำตาลทำให้เพิ่มแคลอรีโดยไม่จำเป็น การดื่มชาเขียวจึงไม่ต่างกับการดื่มน้ำอัดลม ซึ่งให้พลังงานสูงเปล่า เพราะพลังงานที่ได้จากน้ำตาลเป็นคาร์โบไฮเดรตเชิงเดี่ยว ไม่มีสารอาหารอย่างอื่น ซึ่งเป็นสิ่งที่ร่างกายไม่จำเป็นต้องได้รับพลังงานจากน้ำตาล ปีหนึ่งคนไทยก็กินน้ำตาลเกินปริมาณที่องค์การอนามัยโลกกำหนดอยู่แล้ว โดยกำหนดไว้ที่ปริมาณ 6 ช้อนชาต่อวัน แต่คนไทยกินมากกว่าถึง 4-5 เท่าประมาณ 18-20 ช้อนชาต่อวัน นอกจากนั้นยังมีข้อห้ามในการดื่มชาที่สำคัญ ได้แก่

- ไม่ควรดื่มชาขณะกินยา เพราะสารต่างๆ ในน้ำชาอาจทำปฏิกิริยาไม่พึงประสงค์ต่อยาที่กินเข้าไป อาจทำให้คุณสมบัติของยาเจือจางหรือเสื่อมสภาพลงหรือขึ้นร้ายแรงอาจกลายเป็นสารพิษได้ ถ้าหากอยากดื่มควร ดื่มน้ำก่อนหรือหลังทานยาประมาณ 2 ชั่วโมง
- ไม่ควรดื่มชาก่อนนอน โดยเฉพาะผู้ที่ที่เป็นโรคเบาหวาน สตรีมีครรภ์ คนชรา และเด็กเล็ก
- ไม่ควรดื่มชาร้อนจัดเพราะการดื่มของร้อนจัดมีผลข้างเคียงต่อช่องปาก ลำคอ ถ้าใส่ได้ อาจทำให้เนื้อบางส่วนในช่องปากตาย และอาจเป็นต้นเหตุกระตุ้นเซลล์มะเร็งได้
- ผู้ที่ไตทำงานบกพร่องหรือมีอาการไตวายไม่ควรดื่มน้ำชามาก จะทำให้ปัสสาวะบ่อยและไตต้องทำงานหนักขึ้น ขณะที่ประสิทธิภาพของไตยังทำงานได้ไม่เต็มที่
- เด็กอายุต่ำกว่า 3 ขวบ ไม่ควรดื่มน้ำชา เพราะกรดแทนนิก เมื่อรวมตัวกับธาตุเหล็กในกระเพาะอาหารและลำไส้จะกลายเป็นสารที่ไม่สามารถละลายได้ ทำให้เด็กเล็กไม่เติบโต มีอาการขาดธาตุเหล็กและเป็นโรคโลหิตจางได้
- ผู้ที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงหรือโรคหัวใจ ผู้ป่วยที่หลอดเลือดแดงใหญ่ในหัวใจอุดตันไม่ควรดื่มน้ำชาเข้มข้น เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้อวัยวะถูกกระตุ้นมากเกินไป หากความดันโลหิตขึ้นสูงมาก หรือหัวใจถูกกระตุ้นมากเกินไปจะเป็นอันตรายถึงชีวิตอย่างรวดเร็วฉับพลัน

- ผู้ที่มีไข้สูง ไม่ควรดื่มน้ำชา เพราะด่างในน้ำชาจะทำให้ความดันโลหิตเพิ่มขึ้น กระตุ้นให้หัวใจเต้นเร็วขึ้น จึงยิ่งทำให้อุณหภูมิของร่างกายเพิ่มสูงขึ้น กรณีเทคนิคในน้ำชายังส่งผลให้ร่างกายขับเหงื่อออกมาได้น้อยกว่าปกติ ทำให้ระบบการขับเหงื่อของร่างกายทำงานบกพร่อง

จากที่กล่าวมาทั้งหมดแล้วจะเห็นได้ว่า ชาเขียวมีคุณสมบัติประโยชน์มากมายต่อสุขภาพ ดังนั้นถ้าคิดจะดื่มเครื่องดื่มสักชนิดหนึ่ง ชาเขียวก็น่าจะเป็นทางเลือกหนึ่ง ซึ่งคุ้มค่ากับการลงทุนเพื่อสุขภาพที่ดีของคุณตลอดไปแต่ทั้งนี้ การดื่มชาเขียวก็ควรดื่มในปริมาณที่เหมาะสมจึงจะได้คุณประโยชน์อย่างเต็มที่ สำหรับผู้ที่ไม่ชื่นชอบในการดื่มชาเขียว อาจบริโภคผลิตภัณฑ์อาหารชนิดอื่นๆ ที่ใช้ชาเขียวเป็นส่วนผสมในการปรุงแต่งกลิ่น รส ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ไอศกรีม หมากรฝรั่ง และลูกอม เป็นต้น(กองพัฒนาศักยภาพผู้บริโภค สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข จ.นนทบุรี fdanews@fda.moph.go.th เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 ธันวาคม 2550)

2.2 อนุมูลอิสระและผลเสียต่อสุขภาพ

ปัจจุบันมนุษย์เราให้ความสนใจใส่ใจต่อสุขภาพมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของการบริโภคซึ่งมีการแนะนำให้บริโภคพืชผักสมุนไพรและผลไม้ให้มากขึ้นแทนการบริโภคเนื้อสัตว์ วิทยาการใหม่ๆ ได้ค้นพบว่าโรคหลายชนิดเกิดขึ้นเนื่องจากกระบวนการเสื่อมสลายของเซลล์และอวัยวะต่างๆ อันเนื่องมาจากปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระ (free radical) ซึ่งอนุมูลอิสระนี้สามารถเกิดขึ้นได้เองจากการบวนการออกซิเดชันของสารประกอบอินทรีย์หลายชนิด เรียกว่า ออกซิเดชัน (autoxidation) ซึ่งกระบวนการดังกล่าวที่เกิดขึ้นกับโมเลกุลของไขมันจะเรียกกระบวนการออกซิเดชันนี้ว่า ลิพิด เปอร์ออกซิเดชัน (lipid peroxidation) การเกิดอนุมูลอิสระเริ่มต้นจากโมเลกุลที่เป็นสารตั้งต้นอาจได้รับความร้อนหรือแสง หรือได้รับอิเล็กตรอนจากโมเลกุลที่เป็นสารรีดิวซิง (reducing agent) เช่น ไอออนของเหล็ก (Fe^{2+}) หรืออาจเกิดจากปฏิกิริยาของเอนไซม์บางชนิดที่กระตุ้นให้สารตั้งต้นเปลี่ยนเป็นอนุมูลอิสระเนื่องจากอนุมูลอิสระเป็นโมเลกุลที่ไม่คงตัวเมื่อเกิดขึ้นแล้วอนุมูลอิสระจะดึงอิเล็กตรอนจากโมเลกุลอื่นเพื่อให้เกิดความเสถียรมากขึ้น

อนุมูลอิสระ คือ กลุ่มของสารที่มีอิเล็กตรอนวงนอกที่ไม่ครบคู่มากกว่า หรือเท่ากับหนึ่งอิเล็กตรอน ทำให้โมเลกุลดังกล่าวมีความไวสูงต่อปฏิกิริยา โดยมีความสามารถในการเข้าทำปฏิกิริยากับสารชีวโมเลกุลในเซลล์ของร่างกาย โดยทั่วไปอนุมูลอิสระจะเกิดขึ้นระหว่างการถ่ายทอดอิเล็กตรอนจากโมเลกุลของออกซิเจนหรืออนุพันธุ์ของออกซิเจนที่ไวต่อปฏิกิริยาไปยังโมเลกุลของน้ำ (reactive oxygen species, ROS) สารกลุ่ม ROS ที่สำคัญ ได้แก่ ไฮดรอกซิลแรดิคัล (hydroxyl radical, $O^{\bullet}H$) , ซุปเปอร์ออกไซด์แอนไอออน (superoxide anion, $O_2^{\bullet-}$) , ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide, H_2O_2) , ไฮโปคลอรัส (hypochlorous, HOCL) เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีกลุ่มของ

สารที่เป็นอนุพันธ์ของไนโตรเจนที่ไวต่อปฏิกิริยา (reactive nitrogenspecies ,RNS) ที่สำคัญได้แก่ ไนตริกออกไซด์ (nitric oxide ,NO[•]) และ เปอร์ออกซีไนไตรท์ (peroxynitrite ,ONOO⁻) เป็นต้น ทั้งกลุ่มของ ROS และ RNS จัดเป็นแหล่งของอนุมูลอิสระที่สำคัญในเซลล์ของร่างกาย (นวลศรี รักอริยะธรรม และอัญญา เจนวิถีสุข. 2545 และลลิตา ชีระศิริ . 2543)

ดังนั้นอนุมูลอิสระจึงมีความไวในการเข้าทำปฏิกิริยากับสารชีวโมเลกุลต่างๆที่เป็นองค์ประกอบของเซลล์ เช่น ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และกรดนิวคลีอิก เป็นต้น ซึ่งสารประกอบดังกล่าวมีหน้าที่สำคัญในกระบวนการเมตาบอลิซึม (metabolism) ของเซลล์เมื่อทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระจะทำให้โมเลกุลนั้นสูญเสียหน้าที่ไปดังนั้นปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระจึงมีผลทำลายสมดุลของระบบต่างๆในร่างกาย เช่นทำลายหน้าที่ของเยื่อหุ้มเซลล์ทำให้โปรตีนต่างๆในร่างกายไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ และที่สำคัญที่สุดคือ การที่อนุมูลอิสระดึงอิเล็กตรอนจากดีเอ็นเอ (DNA) ซึ่งเป็นสารพันธุกรรมที่สำคัญโดยเป็นศูนย์กลางของกิจกรรมทุกอย่างในเซลล์เมื่อดีเอ็นเอถูกทำลายหรือสูญเสียหน้าที่ไป จะส่งผลทำให้เกิดเซลล์มะเร็งและเกิดพยาธิสภาพของโรคเรื้อรังต่างๆได้

โดยปกติร่างกายของคนเราจะมีระบบกำจัดหรือทำลายอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นได้ แต่ในสภาวะที่ร่างกายขาดความสมดุลระหว่างปริมาณอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นและการกำจัดอนุมูลอิสระ หรือในสภาวะที่ร่างกายไม่สามารถรักษาระดับของอนุมูลอิสระให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพร่างกายได้ซึ่งเรียกสภาวะดังกล่าวว่า ออกซิเดทีฟ สเตรส (oxidative stress) ก็จะเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดโรคภัยไข้เจ็บต่างๆได้ โรคต่างๆที่เกิดจากร่างกายมีปริมาณอนุมูลอิสระสะสมอยู่ในระดับสูง เช่น โรคมะเร็ง หลอดเลือดหัวใจ ระบบภูมิคุ้มกันทำงานผิดปกติ ข้ออักเสบ แก่ก่อนวัย ต้อกระจก อัลไซเมอร์ พาร์กินสัน ฯลฯ ภาวะเหล่านี้เราสามารถควบคุมได้โดยอาศัยสารต้านอนุมูลอิสระ หรือสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน (antioxidant) ซึ่งเป็นสารที่ทำหน้าที่ป้องกันการเกิดกระบวนการออกซิเดชันซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระ

แหล่งที่มาของอนุมูลอิสระ

โดยทั่วไปอนุมูลอิสระสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 2 ทาง ได้แก่ ทางอาหารและทางอากาศ

1. อนุมูลอิสระในอาหาร พบมากในอาหารประเภทอาหารปิ้งย่าง ทอดที่เกรียมจัด กล่าวคือเมื่อใดที่มีการรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศหรือเกิดการเผาไหม้ขึ้น เมื่อนั้นจะมีการรวมตัวกับออกซิเจน และทำให้เกิดอนุมูลอิสระขึ้น ดังนั้นอาหารที่ปิ้งย่าง ทอดที่ไหม้เกรียมจึงเป็นแหล่งอุดมด้วยอนุมูลอิสระ อาหารที่ทอดในน้ำมันที่ใช้ซ้ำหลายครั้ง ก็จะทำให้เกิดอนุมูลอิสระมากขึ้น ดังนั้นการใช้น้ำมันที่สมควรใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้งเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำมันเกิดอนุมูลอิสระมากเกินไป นอกจากนี้ยังมีอาหารที่ปนเปื้อนสารเคมี ส่วนใหญ่จะเป็นพืชผักที่ใช้ยาฆ่าแมลงเกินขนาด เปื้อนยาฆ่าหญ้า

รวมทั้งอาหารสำเร็จรูป และอาหารขยะ ซึ่งอาหารกลุ่มนี้เป็นอาหารที่ผลิตจากโรงงานอุตสาหกรรม มักจะมีสารกันบูด สารกันเชื้อรา เพื่อให้อาหารมีอายุการเก็บรักษาได้นาน นอกจากนี้กลุ่มอาหารผสมสี ซึ่งเป็นสารเคมีก็เป็นแหล่งของอนุมูลอิสระด้วยเช่นกัน

2. อนุมูลอิสระในอากาศ ได้แก่มลพิษในอากาศ คาร์บอนที่พ่นออกมาจากโรงงาน ท่อไอเสียที่พ่นออกมาจากรถยนต์ ทำให้ผู้ที่สูดควันเข้าไปมากเกิดเป็นโรคทางเดินหายใจ แสดงว่าอนุมูลอิสระในท้องถนนสามารถทำลายเนื้อเยื่อในโพรงจมูก หลอดลม และเยื่อตาจนอักเสบได้ คาร์บอนหริ่ ผุ่น ซิเมนต์จากการก่อสร้างตึกสูง โลหะหนักต่างๆ เช่นตะกั่วปรอท แคดเมียม (ลลิตา วีระศิริ . 2543)

2.3 การป้องกันหรือควบคุมอนุมูลอิสระ

โดยปกติร่างกายจะมีระบบควบคุมป้องกันอนุมูลอิสระที่เรียกว่า ระบบแอนติออกซิแดนซ์ (antioxidant defense system) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 วิธี วิธีแรกคือใช้เอนไซม์ต่างๆในร่างกาย เช่น คาตาเลส (catalase) , ซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส (superoxide dismutase, SOD) และ กลูตาไธโอน เปอร์ออกซิเดส (glutathione peroxidase) เป็นต้น และวิธีที่ 2 คือไม่ใช้เอนไซม์ ซึ่งเป็นกลุ่มของสารประกอบต่างๆ และโปรตีนบางชนิดได้แก่ วิตามินซี วิตามินอี เบตาแคโรทีน กลูตาไธโอน (glutathione) , ยูเรต (urate) , ไบลิรูบิน (bilirubin) , ไบควินอล (ubiquinol) , อัลบูมิน (albumin) , คาอีโรพลาสมีน (caeroloplasmin) และทรานส์เฟอริน (transferrin) เป็นต้น การป้องกันหรือควบคุมอนุมูลอิสระสามารถทำได้โดยการใช้สารที่มีคุณสมบัติเป็นแอนติออกซิแดนซ์ซึ่งจะช่วยยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระเหล่านี้ไม่ให้ทำลายองค์ประกอบของเซลล์ สารแอนติออกซิแดนซ์ที่มีสมบัติในการต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดจากอนุมูลอิสระ สารแอนติออกซิแดนซ์มีทั้งสารที่ได้จากธรรมชาติและสารสังเคราะห์ เช่น สารประกอบฟีนอลิก (phenolic) แคโรทีนอยด์ (carotenoid) วิตามินเอนไซม์ และโคเอนไซม์ (co-enzyme) บางชนิด เป็นต้น (นวลศรีและอัญญา , 2545)

2.4 สารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน

สารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน หรือสารแอนติออกซิแดนซ์ (antioxidant) หมายถึง สารที่ทำหน้าที่ป้องกันการเกิดกระบวนการออกซิเดชัน ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระ ทั้งนี้สารแอนติออกซิแดนซ์จะช่วยยับยั้งอนุมูลอิสระไม่ให้มีผลทำลายเซลล์ โดยทำหน้าที่เป็นผู้เสียสละให้อิเล็กตรอนแก่อนุมูลอิสระ จับไออนุมูลอิสระ จับตัวกับโลหะที่ส่งเสริมให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน หรือลดการก่อตัวของซิงเกิ้ลออกซิเจน หรือออกซิเจนพลังงานสูง (singlet oxygen) ซึ่งเป็นออกซิเจนที่อยู่ในสภาพที่พร้อมจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (นวลศรี รักษิณธรรม และอัญญา เณรวิธิตุข. 2545)

สารแอนติออกซิแดนที่ช่วยป้องกันการเกิดกระบวนการออกซิเดชัน ได้โดยช่วยไม่ให้พวกอนุมูลอิสระก่อตัวขึ้น โดยสารแอนติออกซิแดนที่จะนำออกซิเจนซึ่งเป็นตัวที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันไปอยู่ในที่ที่ควรอยู่ นอกจากนี้สารแอนติออกซิแดนที่ยับยั้งพวกโลหะ เช่น เหล็ก ซึ่งเป็นตัวเริ่มต้นในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้อนุมูลอิสระไม่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ และสารแอนติออกซิแดนที่ยังช่วยหยุดยั้งปฏิกิริยาถูกโซ่ของอนุมูลอิสระ โดยทำให้อนุมูลอิสระคงตัว และเป็นการหยุดการก่อตัวใหม่ของอนุมูลอิสระ และช่วยซ่อมแซมความเสียหายที่เกิดจากตัวอนุมูลอิสระที่ทำลายเซลล์ต่างๆ ในร่างกาย รวมทั้งยังช่วยกำจัดและแทนที่โมเลกุลที่ถูกทำลาย เพราะสารเหล่านี้อาจเป็นพิษต่อร่างกายได้

สารแอนติออกซิแดนที่มีสมบัติในการต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดจากอนุมูลอิสระทำหน้าที่ดูดซับอิเล็กตรอนเดี่ยวจากสารอนุมูลอิสระ ทำให้อนุมูลอิสระหมดคุณสมบัติที่จะออกซิไดซ์ต่อไปทำให้หยุดปฏิกิริยาถูกโซ่ในการทำลายชีวโมเลกุลได้แก่โปรตีน ไขมันและดีเอ็นเอในเซลล์ของร่างกายและในอาหารและผลิตภัณฑ์ ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ได้ให้ความสนใจสารแอนติแดนที่กลุ่มหนึ่งที่เรียกว่า สารพฤกษเคมี(phytochemical) ซึ่งส่วนใหญ่ได้จากพืชผัก ผลไม้ เมล็ดและธัญพืช จัดเป็นสารเคมีจากธรรมชาติ เช่น เบตาแคโรทีน แคโรทีนอยด์ วิตามินอี วิตามินซี ฟีนอลิก ตัวอย่างเช่น แคเทชิน , อีจีซีอี) ไบโอฟลโวนอยด์ (ตัวอย่างเช่น เคอร์ซีทิน , รูทีน และโปรแอนโทไซยานิดิน) มีแร่ธาตุบางชนิด เช่น เซเลเนียมและสังกะสี เป็นสารที่ช่วยปฏิกิริยาของเอนไซม์ซึ่งทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระด้วย นอกจากนี้ยังมีการใช้สารสังเคราะห์ที่มีคุณสมบัติในการเป็นสารแอนติออกซิแดนที่เช่น บีเอชเอ (BHA; butylated hydroxy anisole) บีเอชที(BHT; butylated hydroxy toluene) ที่ใช้เป็นสารกันหืนในผลิตภัณฑ์น้ำมันปรุงอาหาร

ในอาหารและสิ่งแวดล้อมมีสารอนุมูลอิสระหรือสิ่งก่ออนุมูลอิสระค่อนข้างมาก เช่น อาหารทอด ปิ้งย่าง อาหารที่ปนเปื้อนด้วยสารเคมี สารฆ่าหญ้า ยาต้านมะเร็ง สารฟอกสี สารโลหะบางชนิด และรังสีอัลตราไวโอเล็ต เป็นต้น อนุมูลอิสระหรือปฏิกิริยาออกซิเดชันทำให้มนุษย์และสัตว์มีการแก่เนื่องจากการเสื่อมสภาพทางชีวภาพ ภาวะเจ็บป่วยและโรคเรื้อรังทั้งหลายดังที่กล่าวมาข้างต้นซึ่งสารแอนติออกซิแดนที่มีความสามารถในการต้านทานอนุมูลอิสระ แอนติออกซิแดนที่จึงมีประโยชน์ในการป้องกันหรือชะลอความชรา การต้านทานภาวะผิดปกติจากสารพิษในสิ่งแวดล้อมและการหยุดยั้งการเกิดโรคเนื่องจากสารเคมีที่ก่อให้เกิดอนุมูลอิสระได้

ในปัจจุบันมนุษย์ให้ความสนใจในเรื่องสุขภาพมากขึ้นจึงแสวงหาซื้อผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพซึ่งมีราคาสูงกว่าอาหารและมีการจำหน่ายอย่างแพร่หลายและมีการแข่งขันทางการตลาดสูง ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารให้มีคุณค่าทางโภชนาการ เพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้เป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารหรือสารกึ่งยาถึงอาหารหรือเภสัชโภชนาภัณฑ์ (nutraceuticals) อย่างสมบูรณ์ซึ่งนักวิชาการควรจะมีเป้าหมายและทิศทางในการศึกษาวิจัย การวิเคราะห์ การควบคุมปริมาณ

คุณค่าทางสารอาหารและสารแอนติออกซิแดนท์ที่เหมาะสม อาจมีการสกัดสารแอนติออกซิแดนท์แล้วเติมลงในอาหารเพื่อการถนอมอาหารและแปรรูปอาหารให้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีคุณภาพมากขึ้น รวมทั้งอาจใช้เป็นเครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์สุขภาพอื่นๆ โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะเพิ่มมูลค่าและขยายตลาดจำหน่ายและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและนักส่งเสริมสุขภาพ (ไมตรี และ ศิริวรรณ , 2546)

สารที่มีสมบัติเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยทั่วไปจะมีสมบัติดังนี้

1. แอนติแรดดิคัล (antiradical)
2. แอนติไลโปเปอร์ออกซิแดนท์ (antilipoperoxidant)
3. แอนติออกซิเจน (antioxigen)
4. คีเลติง เอเจนต์ (chelating agent)

กรณีของปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบสูงนั้นสามารถป้องกันหรือควบคุมได้โดยใช้สารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยอาจใช้สารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันสังเคราะห์ เช่น หรือสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันจากธรรมชาติ เช่น วิตามินอี วิตามินซี และสารสกัดจากพืชที่มีองค์ประกอบของสารฟีนอลิก เป็นต้น

2.5 สารประกอบฟีนอล (phenolic compounds)

สารประกอบฟีนอล (phenolic compounds) เป็นสารในกลุ่ม secondary metabolite ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ในกระบวนการเจริญเติบโต และการขยายพันธุ์ของพืชแต่ละชนิด ดังนั้นรูปแบบของสารประกอบฟีนอลในพืช จึงมีความแตกต่างกันออกไปในปัจจุบันพบว่ามีการพบสารประกอบฟีนอลที่ทราบโครงสร้างแน่นอนแล้วมากกว่า 8,000 ชนิด ตั้งแต่กลุ่มที่มีโครงสร้างอย่างง่าย เช่น กรดฟีนอลิก (phenolic acids) ไปจนถึงกลุ่มที่มีโครงสร้างเป็นโพลีเมอร์ เช่น แทนนิน (tannins) โครงสร้างพื้นฐานของสารประกอบฟีนอลเกิดจากการรวมตัวของโมเลกุลน้ำตาลตั้งแต่ 1 โมเลกุลกับหมู่ไฮดรอกซิล (OH-group) โดยน้ำตาลดังกล่าวอาจจะเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (monosaccharides) น้ำตาลโมเลกุลคู่ (disaccharides) หรือโอลิโกแซคคาไรด์ (oligosaccharides) ก็ได้แต่น้ำตาลชนิดที่พบมากที่สุด โมเลกุลของสารประกอบฟีนอลคือกลูโคส (glucose) ส่วนน้ำตาลชนิดอื่นที่พบ ได้แก่ กาแลคโตส (galactose) แรมโนส (rhamnose) ไคโรส (xylose) อะราบินโนส (arabinose) และอนุพันธ์ของน้ำตาลเหล่านี้ เช่น กรดกลูโคโรนิก (glucuronic acid) กรดกาแลคทูโรนิก (galacturonic acid) และอื่นๆ นอกจากนี้ยังพบว่าการรวมตัวกันระหว่างสารประกอบฟีนอลกับสารประกอบฟีนอลด้วยกันเอง หรือสารประกอบฟีนอลกับสารประกอบอื่นๆ เช่น กรดคาร์บอกซิลิก (carboxylic acids) กรดอินทรีย์ (organic acids) อะมีน (amines) และไขมันอีกด้วย

ความสนใจของนักวิทยาศาสตร์ต่อการศึกษาเกี่ยวกับสารประกอบฟีนอลจากพืชมีมานานตั้งแต่เห็นได้จากการนำสารประกอบฟีนอลประเภทต่างๆมาใช้ประโยชน์ในลักษณะของสารฟอกสี (tanning agents) ในกระบวนการผลิตกระดาษ สี และเครื่องสำอาง ตลอดจนการใช้ในลักษณะของสีธรรมชาติ (natural colorants) หรือสารป้องกันการเสื่อมเสีย (preservatives) ในอุตสาหกรรมอาหาร แต่ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่กำลังหันมาให้ความสนใจกับคุณสมบัติในการเป็นสารต้านออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลมากเป็นพิเศษ

สารประกอบฟีนอลที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำซึ่งสามารถพบได้โดยทั่วไป และมีความสำคัญประกอบด้วยฟีนอล (phenols, C_6) กรดฟีนอลิก (phenolic acids, C_6-C_1) ฟีนิลโพรพานอยด์ (phenylpropanoids, C_6-C_3) และฟเลโวนอยด์ (flavonoids) ตัวอย่างของฟีนอล ได้แก่ ฟีนอล (phenol), ครีซอล (cresol), ไทมอล (thymol), เรโซซินอล (resocinol), ออซินอล (orcinol) และอื่นๆซึ่งสามารถพบได้ทั่วไปในพืชที่ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องเทศ รวมทั้งไฮโดรควิโนน (hydroquinone) และอนุพันธ์ (เช่นเออร์บูทีน (arbutine) และเซซามอล (sesamol)) และฟลอโรกลูซินอล (phloroglucinol) ด้วย สำหรับตัวอย่างของกรดฟีนอลิก ได้แก่ กรดแกลลิก (gallic acid), กรดวานิลลิก (vanillic acid), กรดไซริงจิก (syringic acid), กรดไฮดรอกซีเบนโซอิก (p-hydroxy benzoic acid) และอัลดีไฮด์ของกรดฟีนอลิก (เช่นวานิลลิน (vanillin), ไฮดรอกซีเบนซัลดีไฮด์ ไซริงกัลดีไฮด์ (p-hydroxybenzaldehyde syringaldehyde)) ซึ่งสามารถพบได้ทั่วไปในพืชชั้นสูงและเฟิร์น

2.5.1 สารประกอบฟีนอลในอาหาร

สารประกอบฟีนอลสามารถถูกพบได้ในอาหารและเครื่องดื่มที่ได้มาจากพืช เช่น ผัก ผลไม้ ธัญชาติต่างๆ น้ำผลไม้ ไวน์ เบียร์ ชา และกาแฟ เป็นต้น แต่จะพบในปริมาณที่แตกต่างกันออกไปในพืชต่างชนิดกันหรือแม้แต่ในพืชชนิดเดียวกันแต่มาจากสถานที่ผลิตที่แตกต่างกัน เนื่องจากการสร้างสารประกอบฟีนอลของพืชจะมีทั้งปัจจัยทางด้านพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง นอกจากนี้ยังพบว่า วิธีการเพาะปลูก ระดับความสุก กระบวนการแปรรูป หรือแม้แต่วิธีการเก็บรักษาก็ล้วนมีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งสิ้น

สารประกอบฟีนอลมีบทบาททั้งต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณค่าทางโภชนาการของอาหารจากพืช เนื่องจากเป็นสารประกอบที่มีรสฝาดและขม และมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในระหว่างกระบวนการแปรรูปและการเก็บรักษาโดยจะทำให้อาหารเกิดสีน้ำตาล เกิดการพัฒนากลิ่นและมีการสูญเสียสารอาหารบางชนิดได้ ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้ อาจเป็นสิ่งที่ต้องการในบางกรณี เช่นการผลิตชาดำหรือโกโก้ แต่อาจเป็นลักษณะที่ไม่ต้องการในบางกรณี เช่น การแปรรูปผักผลไม้ เป็นต้น

การรายงานปริมาณของสารประกอบฟีนอลในอาหารและเครื่องดื่มมีอยู่มากมายแต่ไม่สามารถที่จะนำข้อมูลดังกล่าวมาเปรียบเทียบกันได้ เนื่องจากวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์ และความแตกต่างของสารประกอบฟีนอลในอาหารซึ่งมีความหลากหลายและแตกต่างกันออกไปตามปัจจัยต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว อีกทั้งยังมีสารประกอบฟีนอลอีกมากที่ยังไม่ถูกบ่งชี้อย่างชัดเจน ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณสารประกอบฟีนอลในอาหารยังไม่มี ความสมบูรณ์เพียงพอและในบางครั้งยังสามารถพบว่า มีความขัดแย้งกันเองเกิดขึ้นได้อีกด้วยอย่างไรก็ตามในที่นี้จะขอแสดงตัวอย่างของผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลในอาหารและเครื่องดื่มชนิดต่างๆ ที่ได้มาจากพืชไว้ใน ตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ปริมาณสารประกอบฟีนอลในอาหารและเครื่องดื่มชนิดต่างๆ ที่ได้จากพืช

Food/ Beverage	Total Polyphenols	Food/ Beverage	Total Polyphenols
Cereals (mg/100 g dm)		Fruits (mg 100g fm)	
Barley	1200-1500	Blackcurrant	140-1200
Corn	30.9	Blueberry	135-280
Millet	590-1060	Cherry	60-90
Oats	8.7	Cowberry	128
Rice	8.6	Cranberry	77-247
Sorghum	170-10)260	Gooseberry	22-75
Wheat	22-40	Grape	50-490
		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
Nut (% dm)		Fruit juices (mg/L)	
Betel nuts	26-33	Apple juice	2-16
Cashew nuts	33.7	Orange juice	370-7100
Peanuts	0.04		660-1000
Pecan nuts	8-14		
Vegetables (mg 100g fm)		Beverages	
Brussels sprouts	6-15	Tea leaves (% dm)	20-35
Cabbage	25	Green	22-33
Leek	20-40	Black	150-210
Onion	100-2025	Tea cup (mg/200 mL)	0.2-10
Parsley	55-180	Coffee beans (% dm)	200-550
Celery	94	Coffee cup (mg/150 mL)	12-18
Fruits (mg 100g fm)		Cacao beans (% dm)	200-300
Apple	27-298	Wine (mg/L)	1000-4000 (6500)
Apricot	30-43	White	60-100
		Red	
		Beer (mg/L)	

ที่มา : Bravo (1998) อ้างโดยวิวัฒน์ (2545)

2.5.2 เมตาบอลิซึมของสารประกอบฟีนอล

มีผลงานวิจัยหลายชิ้นยืนยันอย่างแน่ชัดว่า สารประกอบฟีนอลที่ละลายได้จะสามารถถูกเมตาบอลิซึมได้ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ โดยสารประกอบฟีนอลอย่างง่ายที่อยู่ในรูปอิสระ (เช่น กรดซินนามิก(cinnamic acid) กรดคูมาริก(p-coumaric acid), กรดเฟอร์ูลิก(ferulic acid) , กรดคาเฟอิก(caffeic acid) และอื่นๆ) และ อะกลัยโคน(aglycónes) จะสามารถถูกดูดซึมได้โดยตรงที่บริเวณผนังลำไส้เล็ก ในขณะที่ไกลโคไซด์จะต้องถูกย่อยออกเป็น อะกลัยโคนและน้ำตาลก่อนจึงจะสามารถถูกดูดซึมได้ แต่เนื่องจากในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ไม่มีเอนไซม์เบตา-ไกลโคซิเดส (β -glucosidases) เหมาะสมจึงมักไม่มีการดูดซึมที่บริเวณลำไส้เล็ก ไกลโคไซด์จึงต้องผ่านมาถึงบริเวณลำไส้ใหญ่ ซึ่งมีจุลินทรีย์ต่างๆ ช่วยย่อยสลายในอยู่ในรูปของ อะกลัยโคน ก่อนจึงจะมีการดูดซึมที่บริเวณส่วนปลายของลำไส้ใหญ่(colon)ได้ แต่อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ไม่สามารถที่จะย่อยสารประกอบฟีนอลได้ทุกชนิดและตัวอย่างของสารประกอบฟีนอลที่จุลินทรีย์ไม่สามารถย่อยได้ คือ insoluble condensed tannins ซึ่งสารประกอบเหล่านี้จะถูกขับออกมาพร้อมกับอุจจาระทั้งหมด

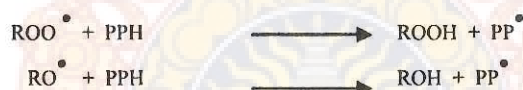
2.5.3 อิทธิพลของสารประกอบฟีนอลต่อการใช้ประโยชน์สารอาหารของร่างกาย

คุณสมบัติที่เป็นที่ทราบกันดีของสารประกอบฟีนอลประการหนึ่ง คือ ความสามารถในการรวมตัวและตกตะกอนโปรตีน ซึ่งความสามารถในการรวมตัวกับโปรตีนนั้นเป็นสมบัติของสารประกอบฟีนอลทั่วไป และไม่ก่อให้เกิดปัญหาใดๆ ต่อการย่อยโปรตีนของร่างกายมนุษย์ แต่สารประกอบฟีนอลที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ คือ ประกอบด้วยฟลาโวนอยด์อย่างน้อย 3 หน่วยขึ้นไปจะสามารถตกตะกอนโปรตีนได้ ทำให้โปรตีนที่ร่างกายได้รับจากอาหารอยู่ในสภาพที่ไม่ละลาย การย่อยสลายโปรตีนจึงไม่สามารถเกิดขึ้นได้และสารประกอบฟีนอลโมเลกุลใหญ่เหล่านี้ยังสามารถรวมตัวกับเอนไซม์ต่างๆ ทำให้เอนไซม์สามารถทำงานได้น้อยลง ซึ่งจะมีผลกระทบต่อการทำงานของโปรตีนคาร์โบไฮเดรตและไขมัน นอกจากนี้ยังพบว่าสารประกอบฟีนอลโมเลกุลใหญ่เหล่านี้ยังสามารถรวมตัวกับโพลีแซคคาไรด์เป็นสารประกอบเชิงซ้อนซึ่งจะมีผลทำให้ร่างกายสามารถนำคาร์โบไฮเดรตไปใช้ประโยชน์ได้น้อยลง ส่วนผลกระทบของสารประกอบฟีนอลต่อเมตาบอลิซึมของไขมันนั้น จะเป็นประโยชน์ต่อร่างกายมากที่สุด เนื่องจากพบว่าสารประกอบฟีนอลมีผลทำให้มีการขับไขมันออกมาพร้อมกับอุจจาระในปริมาณมากขึ้น และมีการศึกษาถึงบทบาทในการลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือดของสัตว์ทดลองที่ถูกเลี้ยงด้วยอาหารที่มี tannin tannin acid และ tea catechin ซึ่งผลการทดลองพบว่าสามารถเพิ่มปริมาณ high-density lipoprotein (HDL) cholesterol ซึ่งเป็น โคเลสเตอรอลชนิดดี และลดปริมาณ low-density lipoprotein (LDL) cholesterol ซึ่งเป็น โคเลสเตอรอลชนิดเลวลงได้ สาเหตุที่เป็นเช่นนี้น่าจะมีผลมาจากการลดการดูดซึมโคเลสเตอรอลและเพิ่มการขับกรดน้ำดีออกจาก

ร่างกาย ทำให้ร่างกายจำเป็นต้องใช้โคเลสเตอรอลที่มีอยู่ในการสร้างกรดน้ำดีมากขึ้น ในกรณีของเกลือแร่ มีรายงานว่าสารประกอบฟีนอลสามารถรวมตัวกับโลหะประจุบวกเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของธาตุเหล็กซึ่งเป็นผลมาจาก galloyl group และ catechol groups ในโมเลกุลของสารประกอบฟีนอล จึงพบว่าสารประกอบฟีนอลในชาเขียว ชาสมุนไพร ชาดำ กาแฟ โกโก้ และไวน์ ล้วนมีผลในการลดการดูดซึมธาตุเหล็กของร่างกายทั้งสิ้น แต่อย่างไรก็ตาม มีรายงานว่าสารประกอบฟีนอลจากถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วแดงไม่มีผลต่อการดูดซึมธาตุเหล็กของร่างกาย ส่วนเกลือแร่ชนิดอื่นที่มีรายงานว่าสารประกอบฟีนอลมีบทบาทต่อการลดการดูดซึมได้แก่ ทองแดง สังกะสี โซเดียมและอะลูมิเนียมในขณะที่มีรายงานว่าสารประกอบฟีนอลไม่มีผลต่อการดูดซึมแมกนีเซียม แคลเซียม และแมงกานีส

2.5.4 คุณสมบัติการเป็นสารต้านออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอล

คุณสมบัติที่ได้รับความสนใจอย่างมากในปัจจุบันของสารประกอบฟีนอล คือเป็นสารต้านออกซิเดชันและสารต้านการกลายพันธุ์ (antimutagens) ซึ่งเกิดจากอนุมูลอิสระ (free radicals) และการใช้สารประกอบฟีนอลในการป้องกันโรคต่างๆ โดยเฉพาะโรคหัวใจขาดเลือดและมะเร็ง โดยสารประกอบฟีนอลจะทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระและไอออนของโลหะที่สามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและโมเลกุลอื่นๆ ด้วย การให้อะตอมไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระอย่างรวดเร็ว ดังปฏิกิริยาต่อไปนี้



เมื่อสารประกอบฟีนอลให้อะตอมไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระไปแล้ว อนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลจะค่อนข้างมีเสถียรภาพ ดังนั้นจึงไม่ทำปฏิกิริยากับโมเลกุลอื่นต่อไปอีกกว่านั้นอนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลบางชนิดยังคงสามารถรวมตัวกับอนุมูลอิสระอื่นได้อีกด้วยจึงทำให้สารประกอบฟีนอลเหล่านั้นสามารถลดจำนวนอนุมูลอิสระลงได้ถึง 2 เท่า ดังปฏิกิริยา



แต่ความสามารถในการเป็นสารต้านออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลยังขึ้นอยู่กับระบบด้วยดังนั้นการศึกษาหรือเปรียบเทียบคุณสมบัติดังกล่าวจึงจำเป็นต้องระบุรายละเอียดของระบบให้ชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสปีสเตรทที่เป็นเป้าหมายของระบบ นอกจากนี้ยังพบว่าในภาวะที่มีสารประกอบฟีนอลความเข้มข้นสูง พิเอชสูงและมีเหล็กอยู่ด้วยนั้นสารประกอบฟีนอลอาจจะเป็นตัวเริ่มต้นของกระบวนการออกซิเดชันเสียเองได้ (Bravo(1998) อ้างโดยวิวัฒน์ , 2545)

สารประกอบฟีนอลที่ถูกพบว่ามีคุณสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชันนั้นสามารถพบได้ในส่วนต่างๆ ของพืช เช่น เมล็ด (ได้แก่ ถั่วเหลือง ถั่วลิสง เมล็ดฝ้าย มัสตาร์ด ข้าว และงา) ผล (ได้แก่ องุ่น ส้ม พริกไทยดำ และโอลิฟ) ใบ (ได้แก่ ชา และเครื่องเทศต่างๆ) และส่วนอื่นๆ (ได้แก่ มันเทศ และหัวหอม) และหนึ่งในสารประกอบฟีนอลซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชันที่เป็นที่รู้จักกันดีอยู่แล้ว คือ วิตามินอี ส่วนสารประกอบฟีนอลอื่นๆ ที่กำลังได้รับความสนใจอย่างมาก คือเฟลโวนอยด์(flavonoids) (ได้แก่ ฟลาโวน(flavones), ฟลาโวนอล(flavonols), ไอโซฟลาโวน(isoflavones), แคทิจิน(catechins), ฟลาโวนอน(flavonones) และ คาลโคน(chalcones)) และอนุพันธ์ของกรดซินนามิก (cinnamic acid derivatives) (ได้แก่กรดคาเฟอิก(caffeic acid), กรดเฟอร์ูลิก(ferulic acid), กรดคาโรจิินิก(chalorgenic acid) และอื่นๆ) โดยจะสามารถพบทั้งเฟลโวนอยด์และอนุพันธ์กรดซินนามิกได้ในเกือบทุกส่วนของพืช แต่จะมีความแตกต่างกัน ออกไปในด้านของชนิดและปริมาณ ซึ่งอาจสรุปเป็นแนวโน้มได้ดังตารางที่ 2.2 (Pratt (1992) อ้างโดยวิวัฒน์ , 2545)

ตารางที่ 2.2 ชนิดและปริมาณของสารประกอบฟีนอลในส่วนต่างๆ ของพืช

ส่วนของพืช	ชนิดและปริมาณของสารประกอบฟีนอล
ผล	Cinnamic acids > catechins ≈ leucoanthocyanins (flavan3,4-diols) > flavonols
ใบ	Flavonols ≈ cinnamic acids > catechins ≈ leucoanthocyanins
เนื้อไม้	Catechins ≈ leucoanthocyanins > flavonols > cinnamic acids
เปลือกไม้	เหมือนในเนื้อไม้แต่จะปริมาณสูงกว่า

ที่มา : Pratt (1992) อ้างโดย วิวัฒน์ (2545)

จากผลการทดลองมากมายพบว่าทั้งเฟลโวนอยด์และอนุพันธ์กรดซินนามิกมีสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชันที่ดีมากในอาหารที่เป็นไขมันและไขมันผสมกับน้ำและปัจจัยที่ส่งเสริมคุณสมบัติดังกล่าว คือ ตำแหน่งและจำนวนของหมู่ไฮดรอกซิลและโครงสร้างอื่นๆ ของโมเลกุล ตัวอย่างเช่น หมู่ไฮดรอกซิลของวงแหวน B ซึ่งถือเป็นปัจจัยหลักที่ใช้ในการพิจารณาความสามารถในการเป็นสารต้านออกซิเดชัน ในกรณีของเฟลโวนอยด์นั้นพบว่าหมู่ไฮดรอกซิลที่ตำแหน่ง para (C4) จะมีผลให้มีสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชันมากกว่าหมู่ไฮดรอกซิลที่ตำแหน่งออร์โธ(ortho) (C2' และ C6) ในขณะที่หมู่ไฮดรอกซิลที่ตำแหน่งเมทา(meta)จะไม่มีผลต่อสมบัติดังกล่าว นอกจากนี้ หมู่ไฮดรอกซิลที่ C3 (วงแหวน A) และ 4-keto group (C=O ที่คาร์บอนตัวที่ 4 ของวงแหวน C) และ/หรือ หมู่ไฮดรอกซิลที่ C5 (วงแหวน A) และ 4-keto group ในโมเลกุลของ flavonoids จะเป็นกลุ่มที่ไวต่อการทำปฏิกิริยากับ โลหะซึ่งเป็นการช่วยลดการเกิดออกซิเดชันได้อีกทางหนึ่ง

ส่วนหมู่ไฮดรอกซิลของวงแหวน A ที่ตำแหน่งเมทา (C5 และ C7) และหมู่ไฮดรอกซิลที่ตำแหน่ง C3 และพันธะคู่ระหว่าง C2 และ C3 ในวงแหวน C อาจมีผลเล็กน้อยต่อคุณสมบัติการเป็นสารต้านออกซิเดชันของเฟลโวนอยด์

จากการเปรียบเทียบคุณสมบัติในการเป็นสารต้านออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลบริสุทธิ์ พบว่า catechin > myricetin = epicatechin = rutin > gallic acid > quercetin > cyaniding (Frankle (1999) อ้างโดย วิวัฒน์ , 2545)

2.5.5 ความคงตัวของสารประกอบฟีนอลในการเป็นสารต้านออกซิเดชัน

ความคงตัวของสารประกอบฟีนอลในการเป็นสารต้านออกซิเดชันจะขึ้นอยู่กับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโมเลกุลสารประกอบฟีนอล ดังตัวอย่างต่อไปนี้คือ

1. ค่าความเป็นกรดค่า (pH)
2. อุณหภูมิ
3. แสง
4. เอนไซม์
5. การรวมตัวกับโมเลกุลอื่นๆ

เนื่องจากOH-groupในแต่ละตำแหน่งของสารประกอบฟีนอล มีบทบาทต่อคุณสมบัติของการเป็นสารต้านออกซิเดชันดังนั้นการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดค่าซึ่งจะมีผลให้OH-group เกิดการเปลี่ยนแปลงจึงน่าจะมีผลต่อสมบัติของการเป็นสารต้านออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลด้วยเช่นกัน (Jackman and Smith(1996) อ้างโดยวิวัฒน์ , 2545)

อุณหภูมิสูงในระหว่างการแปรรูปจะมีผลทำให้สารประกอบฟีนอลโมเลกุลเล็กๆ ระเหยกลายเป็นไอไปได้ ในขณะที่เฟลโวนอยด์ ซึ่งเป็นสารประกอบฟีนอลที่มีโครงสร้างแบบ C6-C3-C6 โดยมีลักษณะเป็นวงแหวน 3 วงต่อกันจะเกิดการแตกของวงแหวน C และสลายตัวต่อไปโดยวงแหวน B จะเปลี่ยนเป็นกรดคาร์บอกซิลิกและวงแหวน A จะเปลี่ยนเป็นคาร์บอกซิลอัลดีไฮด์ตามลำดับ (Jackman and Smith (1996) อ้างโดยวิวัฒน์,2545) และระเหยไปพร้อมกับไอน้ำ (Kim and Smith(1992) อ้างโดยวิวัฒน์,2545)

แสงแดดเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่เร่งการสลายตัวหรือการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารประกอบฟีนอล เช่น OH-group ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 5 ในโมเลกุลของแอนโทไซยานินจะสามารถเรืองแสงและไวต่อการสลายตัวเมื่อโดนแสงแดด นอกจากนี้แสงแดดยังเป็นปัจจัยเร่งให้เกิดการสลายตัวเนื่องจากความร้อนให้เกิดเร็วขึ้นด้วย (Jackman and Smith (1996) อ้างโดยวิวัฒน์,2545)

ในสภาพที่มีเอนไซม์ polyphenoloxidase อยู่ด้วยจะเป็นการเร่งการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบฟีนอลบางชนิดให้เกิดได้เร็วขึ้นแต่อัตราเร่งปฏิกิริยาจะแตกต่างกันออกไปเช่น Fu และคณะ (1992) อ้างโดยวิวัฒน์ , 2545) พบว่า polyphenoloxidase สามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของ(-)เอพิแคทีชิน ((-)-epicatechin) ได้ดีกว่า (+) แคทีชิน ((+)-catechin)

สารประกอบฟีนอลสามารถเกิดการรวมตัวกับโมเลกุลอื่นๆ เช่น โปรตีน โพลีแซคคาไรด์ อัลคาลอยด์และแอนโทไซยานินได้ง่ายและปฏิกิริยาอาจจะเป็นแบบสามารถผันกลับได้หรือไม่ได้นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ในขณะที่เกิดปฏิกิริยา เช่น ออกซิเจน ไอออนโลหะ เอนไซม์ และกรด เป็นต้น ซึ่งจะเป็นตัวการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมดุลของปฏิกิริยา เช่น ทำให้สารประกอบในภาวะสมดุลรวมตัวกันและตกตะกอนแยกออกมา หรือเกิดพันธะโควาเลนต์ร่วมกันเป็นสารใหม่ ทำให้ปฏิกิริยาไม่สามารถผันกลับได้ (Haslam *et al.* ,1992 อ้างโดยวิวัฒน์ ,2545) หากปรากฏการณ์เหล่านี้มีผลทำให้สารประกอบฟีนอลมีการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างไปจะทำให้สารประกอบฟีนอลสูญเสียสมบัติในการเป็นสารต้านออกซิเดชันไปได้

2.5.6 บทบาทของสารประกอบฟีนอลกับการป้องกันโรคมะเร็ง

โรคมะเร็งสามารถเกิดขึ้นได้จากการที่ร่างกายได้รับสารเคมี รังสี หรือไวรัสจากสิ่งแวดล้อม สิ่งแปลกปลอมเหล่านี้จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระดับของดีเอ็นเอ ส่งผลให้เกิดความผิดปกติของเซลล์และเนื้อเยื่อขึ้นตามลำดับ และมีรายงานว่า สารประกอบฟีนอลบางชนิดมีบทบาททั้งในด้านส่งเสริมและป้องกันมะเร็งได้ดังตัวอย่างในตารางที่ 2.3 โดยกลุ่มที่มีบทบาททั้ง 2 ด้านดังกล่าวนี้ คือสารในกลุ่มของฟีนอลและแคทีกอล (catechol) เนื่องจากในสภาพปกติสารดังกล่าวจะเข้าทำปฏิกิริยากับไนโตรที่ ทำให้ไนโตรที่หมดสภาพในการเป็นสารก่อมะเร็ง และส่วนที่เหลือจะถูกเปลี่ยนเป็นควิโนน(quinones) ซึ่งสามารถถูกกำจัดออกจากร่างกายได้ด้วยเอนไซม์กลูตาไธโอน ทรานส์เฟอเรส(glutathione transferase) ในกระบวนการทางกำจัดสารเคมีแปลกปลอมที่เข้ามาในร่างกาย (xenobiotic metabolism) แต่หากร่างกายได้รับฟีนอลและแคทีกอล ในปริมาณสูงมากจนระบบดังกล่าวไม่สามารถกำจัดได้หมด ควิโนน(quinines) จะเข้าทำปฏิกิริยากับโปรตีนและก่อให้เกิดอนุมูลอิสระต่างๆ ซึ่งเท่ากับมีผลในการส่งเสริมให้เกิดโรคมะเร็งขึ้นได้ในขณะที่สารในกลุ่มฟีนอลิก จะมีแต่บทบาทในด้านที่เป็นประโยชน์เท่านั้น คือ จะทำหน้าที่ในการกำจัดอนุมูลอิสระไนโตรที่และโลหะ นอกจากนี้ยังมีบทบาทในการต่อต้านไวรัส และช่วยส่งเสริมระบบเอนไซม์ต่างๆ ในกระบวนการทางกำจัดสารเคมีแปลกปลอมด้วย

ตารางที่ 2.3 บทบาทของสารประกอบฟีนอลต่อการเกิดโรคมะเร็ง

บทบาท	ตัวอย่างของสารประกอบฟีนอล
Carcinogenic	Catechol, sesamol, caffeic acid, hydroquinone, BHA
Co-carcinogenic	Catechol, caffeic acid, hydroquinone, BHA
Promoting	Phenols, BHA, BHT
Anticarcinogenic	Catechol, quercetin, ellagic acid, chlorogenic acid, BHT, BHA, caffeic acid, tannins, flavanols, other polyphenol

ที่มา : Weisburger (1992) อ้างโดย วิวัฒน์ (2545)

สำหรับกลไกในการป้องกันการเกิดโรคมะเร็งของสารประกอบฟีนอลมีลักษณะเช่นเดียวกันกับ phytochemical อื่นๆ ในพืช ซึ่ง Wattenberg (1995) และวรรณิ (1999) รายงานว่าสามารถแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. การป้องกันการเกิดสารก่อมะเร็งและการป้องกันการดูดซับสารก่อมะเร็ง
2. การป้องกันไม่ให้สารก่อมะเร็งทำปฏิกิริยากับ โมเลกุลเป้าหมาย (blocking agents)
3. การยับยั้งหรือกีดการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ที่ได้รับสารก่อมะเร็งไม่ให้เปลี่ยนเป็นเซลล์มะเร็ง (suppressing agents)

สารประกอบฟีนอลซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชันเป็นสารประกอบที่สามารถพบได้ตามธรรมชาติในพืช การนำพืชที่มีสารประกอบฟีนอลมาใช้เป็นอาหารจึงเท่ากับเป็นการเพิ่มสารต้านออกซิเดชันให้กับร่างกายด้วยวิธีหนึ่ง แต่เนื่องจากข้อมูลในด้านต่างๆ เกี่ยวกับสารประกอบฟีนอลในผักผลไม้ของไทยยังมีอยู่น้อย จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติม เพื่อส่งเสริมให้มีการใช้ประโยชน์จากผักผลไม้ของไทยในรูปแบบต่างๆ ให้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น (วิวัฒน์ ,2545)

ACM 663.94 ร242ก

รุ่งทิพา วงศ์ไพศาลฤทธิ์

การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอล

คหังหมดและคุณสมบัติการต้าน

32000000956278

0887

2.5.7 การสกัดสารประกอบพวกฟีนอล

การสกัดสารประกอบพวกฟีนอลต้องคำนึงถึงส่วนประกอบทั้งหมดเพราะพืชยังประกอบด้วยเซลลูลอสและลิกนินซึ่งเป็นสารที่ไม่ละลายและถ้าเป็นพืชสดจะมีน้ำอยู่ร้อยละ 70-80 นอกจากนี้ยังอาจมีคลอโรฟิลล์(chlorophyll) ,ไข(waxes) ,ไขมัน(fats) , เทอร์ปีน(terpenes) , เอสเทอร์(esters) , เกลือที่ละลายน้ำได้(water - soluble salt) , เฮมิเซลลูโลส(hemicellulose) , น้ำตาล(sugar) และ กรดอะมิโน(amino acid) ร่วมด้วย ดังนั้นจึงต้องทำการสกัดพวกไม่ใช่ฟีนอล(non - phenolic) , สารที่ไม่มีขั้ว(non - polar substance) ออกจากพืชก่อนด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ที่ไม่มีขั้ว(non - polar organic solvent) เช่น ปีโตรเลียมอีเทอร์(petroleum ether) , เฮกเซน(hexane) , เบนซีน(benzene) , คลอโรฟอร์ม(chloroform) หรือ อีเทอร์(ether) หลังจากนั้นจึงสกัดฟีนอลด้วยอะซิโตน(acetone) , เอทานอล(ethanol) , เมทานอล(methanol) หรือน้ำ การเลือกตัวทำละลาย(solvent) ใด ขึ้นอยู่กับจำนวนหมู่ไฮดรอกซิล(hydroxyl group) และน้ำตาลในโมเลกุลของสารนั้นๆ

ในบางกรณีอาจสกัดพืชด้วยต่างซึ่งมักไม่ค่อยนิยมเพราะต้องทำให้บริสุทธิ์ด้วยการสกัดและตกผลึกอีกหลายขั้นตอน เมื่อได้สารละลายต่างแล้วนำมาสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ที่ไม่สามารถเข้ากันได้(non-miscible organic solvent) เช่นอีเทอร์, บิวทานอล(butanol) หรือเอทิลอะซิเตต(ethyl acetate) แล้วนำมาสกัดด้วยเบสแก่(stronger base) : ขั้นแรกใช้โซเดียมอะซิเตต(sodium acetate) เพื่อขจัดกรดแก่(stronger acid) แล้วจึงใช้โซเดียมไบคาร์บอเนต(sodium bicarbonate) , โซเดียมคาร์บอเนต(sodium carbonate) และ โซเดียมไฮดรอกไซด์(sodium hydroxide) ตามลำดับแล้วนำสารละลายที่สกัดได้(aques extract) ที่ต้องการมาทำให้เป็นกรดสกัดด้วยบิวทานอล,อีเทอร์หรือเอทิลอะซิเตต ในการสกัดต้องทำซ้ำจนกว่าจะได้ผลึกที่บริสุทธิ์ (ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2526 ; พรรณีภาและอ้อมบุญ , 2530)

2.5.8 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด(Peter and Simon,1994)

มีรายงานหลายๆฉบับที่ได้ทำการตรวจวัดปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด โดยมีหลักการเหมือนกันคือวัดปริมาณความเข้มข้นของสารประกอบทั้งหมดที่มีหมู่ไฮดรอกซิลอยู่ในโมเลกุลและไม่คำนึงถึงน้ำหนักโมเลกุลของสารประกอบฟีนอลิกนั้น ๆ ดังนั้นการวิเคราะห์ในรูปแบบนี้จึงไม่มีการระบุชนิดของสารประกอบฟีนอลิกที่มีอยู่ในตัวอย่าง ซึ่งวิธีการวิเคราะห์แบบนี้ยังใช้กันอยู่ในปัจจุบันและยังเป็นต้นแบบของวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณของฟีนอลิกทั้งหมดในรูปของกรดอะมิโนไทโรซีน

การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดโดยทั่วไปมี 3 วิธี ซึ่งแต่ละวิธีจะมีข้อดีและให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกันไป และเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวาง การที่จะเลือกใช้วิธีการใดนั้น ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการ

วิธีที่ 1 Folin - Denis method

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยารีดักชัน-ออกซิเดชัน (reduction-oxidation) โดยที่สารประกอบฟีนอลถูกออกซิไดซ์ในสถานะที่เป็นค่า จากนั้นผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจะปรีดิคัลสารประกอบเชิงซ้อนทั้งสติก - ฟอสโฟโมลิบดีค (phosphotungstic – phosphomolybdic complex) ได้ ผลิตภัณฑ์เชิงซ้อนที่มีสีน้ำเงินและสามารถวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร

วิธีที่ 2 Folin - Cioaltea method

เป็นวิธีที่ปรับปรุงและพัฒนาจาก Folin - Denis method ซึ่งมีหลักการของการเกิดปฏิกิริยาเช่นเดียวกับ Folin - Denis method แต่จะเพิ่มอัตราส่วนของโมลิบดีนัมและทังสเตนให้มีปริมาณมากขึ้นแล้วใช้สารละลายเกลือ(liquid bromine) ไปออกซิไดซ์ตะกอนของสารประกอบเชิงซ้อนทั้งสติก - ฟอสโฟโมลิบดีคจึงทำให้ผลิตภัณฑ์เชิงซ้อนมีสีน้ำเงินที่สว่างขึ้น

วิธีที่ 3 Price - Butler method

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยารีดักชัน-ออกซิเดชัน (reduction-oxidation) โดยที่สารประกอบฟีนอลถูกออกซิไดซ์ในสถานะที่เป็นค่า จากนั้นผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจะปรีดิคัลสารประกอบเชิงซ้อนได้ผลิตภัณฑ์เชิงซ้อนที่มีสีน้ำเงินและสามารถวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตรซึ่งวิธีการนี้มีวิธีการที่ง่าย สะดวกและรวดเร็วกว่าวิธีการที่ 1 และ 2

2.6 สารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันจากเครื่องเทศและสมุนไพร

โดยทั่วไปสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน (antioxidant) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ สารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ได้ตามธรรมชาติ (natural antioxidant) และสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ได้จากการสังเคราะห์ (synthetic antioxidant) ซึ่งในปัจจุบันนี้มีคนหันมาสนใจใช้สารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ได้ตามธรรมชาติมากขึ้น โดยนำไปใช้ในอาหารหรือใช้เป็นวัตถุเติมในการผลิตยาแทนการใช้สารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ได้จากการสังเคราะห์ โดยเฉพาะสมุนไพรต่างๆ ได้ถูกนำมาใช้เพื่อจุดมุ่งหมายในด้านต่างๆ เช่น ทางเภสัชวิทยา ทางโภชนาการ ใช้เป็นสารให้กลิ่นรส ใช้ในเครื่องสำอาง ใช้เป็นสารให้สี ยาฆ่าแมลง เครื่องหอม เครื่องสำอาง และใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ นอกจากนี้สมุนไพรหลายชนิดรวมทั้งผักและผลไม้ต่างๆ มีสารพฤกษเคมี (phytochemical) พวกสารประกอบฟีนอลิกต่างๆ เช่น สารประกอบในโตรีเจน แคโทีนอยด์ และกรดแอสคอร์บิก ซึ่งสารพฤกษเคมีต่างๆ เหล่านี้หลายชนิดมีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันอีกด้วย (Veliloglu et al. 1998) ในพืชเครื่องเทศและสมุนไพรต่างๆ มักพบสารประกอบฟีนอลิกในการเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน (นวลศรี รักอริยะธรรม และอัญญาเจนวิสิสุข. 2545 ; Donald 2001) ส่วนมากเป็นพวกที่ให้กลิ่นรสและเป็นสารกันหืน ได้แก่ กานพลู เฉากโรสแมรี่ อบเชย ดอกจันทน์ ออริกานัม ลูกจันทน์ ออลสไปซ์ ซึ่งแสดงปฏิกิริยากันหืนและเสริมฤทธิ์สารกันหืนเมื่อใช้ร่วมกับ บิวทิลไฮดรอกซีโทลูอีน (butylated hydroxytoluene หรือ BHT) และ Joe A. Vinson et al. (1998) ศึกษาหาปริมาณและคุณภาพของสารประกอบฟีนอลในอาหารชนิดต่างๆ โดยเฉพาะในผักต่างๆ จำนวน 23 ชนิด ซึ่งปริมาณสารประกอบฟีนอลวัดโดยใช้ Folin-Ciocalteu reagent และใช้ catechin เป็นสารละลายมาตรฐาน (standard) พบว่า ผักชนิดต่างๆ จะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดแตกต่างกัน โดยที่หัวบีท (beet) จะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดสูงที่สุดโดยน้ำหนักของผักแห้ง มีค่าเท่ากับ 53.4 ± 7.6 ไมโครโมลต่อกรัมของน้ำหนักผักแห้ง และมันฝรั่งจะมีปริมาณต่ำที่สุดโดยน้ำหนักของผักแห้ง มีค่าเท่ากับ 5.9 ± 3.9 ไมโครโมลต่อกรัมของน้ำหนักผักแห้ง เนื่องจากผลการวิเคราะห์โดยวิธี HPLC ในมันฝรั่งจะไม่พบสารฟลาโวนอยด์ ซึ่งเป็นสารประกอบโพลีฟีนอลที่สำคัญ และมีสมบัติเป็นสารต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และสารต้านการเกิดอนุมูลอิสระ สำหรับกระเทียมนั้นจะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดเท่ากับ 34.3 ± 11.0 ไมโครโมลต่อกรัมของน้ำหนักผักแห้ง ซึ่งมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดอยู่ในอันดับที่ 7 จากผักทั้งหมด 23 ชนิด ในขณะที่ kidney bean และ pinto bean จะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดสูงที่สุดและมีค่าใกล้เคียงกันโดยน้ำหนักของผักสด มีค่าเท่ากับ 31.6 ± 5.2 และ 28.6 ± 5.6 ไมโครโมลต่อกรัมของน้ำหนักผักสด ตามลำดับ ตามด้วยกระเทียม จะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดเท่ากับ 12.9 ± 2.2 ไมโครโมลต่อกรัมของน้ำหนักผักสด และมีสารประกอบฟีนอลอิสระ เท่ากับ 5.2 ± 3.1 ไมโครโมลต่อกรัมของน้ำหนักผักแห้ง

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 ซาไบหม่อน	กาญจนา	ไทย
3.1.2 ซาไบหม่อน	บ้านสมุนไพร	ไทย
3.1.3 ซาเขียวญี่ปุ่น	บันชา	ญี่ปุ่น
3.1.4 ซาเขียวญี่ปุ่น	เซนฉา	ไทย
3.1.5 ซาจีน	ฟูเจียน	จีน
3.1.6 ซาเขียวญี่ปุ่น	ฮานา	ไทย
3.1.7 ซาเขียวญี่ปุ่น	จินซัน	ไทย

3.2 สารเคมี

3.2.1 โซเดียมคาร์บอเนต	Merck	เยอรมันนี
3.2.2 โพลินรีเอเจนต์	Merck	เยอรมันนี
3.2.3 กรดแกลลิก	Fluka	สวิตเซอร์แลนด์
3.2.4 DPPH (1,1-Diphenyl -2- pycrrylhydrazyl)	Sigma	-
3.2.5 โพแทสเซียมเพอริกไซยาไนด์	Fluka	สวิตเซอร์แลนด์
3.2.6 กรดแอสคอร์บิก	Fluka	สวิตเซอร์แลนด์
3.2.7 ไทรอกซ์	Merck	เยอรมันนี
3.2.8 ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	Merck	เยอรมันนี
3.2.9 TCA/TBA Solution	-	-
3.2.10 Deoxyribose	Fluka	เยอรมนี
3.2.11 เอทิลแอลกอฮอล์ ร้อยละ 95	องค์การสุรา	ไทย
3.2.12 EDTA – FeCl ₃	-	-
3.2.13 BHT	-	-
3.2.14 Buffer phosphate	-	-

3.3 สถานที่ดำเนินงาน

- คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 ศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในชาเขียว

โดยเลือกชาเขียวจากท้องตลาด มาทั้งหมด 7 ชนิดทำการการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในสารสกัดที่ได้จากชาเขียว

3.4.1.1 การเตรียมสารสกัดจากชาเขียว

ชั่งชาเขียวบดละเอียด 2 กรัม ใส่ในหลอดทดลองเดิมตัวทำละลายอินทรีย์ที่ใช้ชนิดต่างกัน 2 ชนิด คือ น้ำกลั่น และ เอทานอล ปริมาตร 20 มิลลิลิตร สกัดใน water bath นาน 5 ชั่วโมง กรองสารสกัดที่ได้ด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 1 โดยใช้กรวยบุชเนอร์ ชั่งน้ำหนักสารสกัดที่ได้และเก็บไว้ในขวดสีชาที่อุณหภูมิ -15 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

3.4.1.2 วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในสารที่สกัดได้จากชาเขียว

ชั่งสารสกัดจากชาเขียวที่สกัด มาตัวอย่างละ 0.1 กรัม จากนั้นละลายในเอทานอล 95% ปรับปริมาตรให้ครบ 10 มิลลิลิตร ด้วยเอทานอล 95% สำหรับสารสกัดจากเปลือกและเมล็ดส้มเขียวหวานที่สกัดด้วยน้ำกลั่นจะละลายในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรให้ครบ 10 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น จากนั้นเก็บสารละลายตัวอย่างที่เตรียมได้ไว้ในขวดสีชา

ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่เตรียมไว้มาตัวอย่างละ 0.5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองแล้วเติมน้ำกลั่น 9.5 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลาย Folin – Ciocalteu 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้อง 5 นาทีเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 10% ลงไป 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ให้อุณหภูมิห้อง 10 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ส่วน Blank เตรียมได้โดยใช้เอทานอล 95% 0.5 มิลลิลิตร หรือ น้ำกลั่น 0.5 มิลลิลิตร แทนตัวอย่างสารสกัดแล้วแต่กรณี

3.4.1.3 เตรียมกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก

ชั่งกรดแกลลิกมา 0.02 กรัมละลายในเอทานอล 95% แล้วปรับปริมาตรด้วยเอทานอล 95% ให้ครบ 50 มิลลิลิตร จากนั้นปิเปตสารละลายกรดแกลลิกที่เตรียมไว้ใส่ในหลอดทดลองหลอดละ 0, 0.10, 0.20, 0.30, 0.40 และ 0.50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 10 มิลลิลิตร ซึ่งในแต่ละหลอดทดลองจะมีปริมาณกรดแกลลิกอยู่เท่ากับ 0, 40, 80, 120, 160 และ 200 ไมโครกรัมตามลำดับ

นำหลอดทดลองทั้งหมดมาเติมสารละลาย Folin – Ciocalten หลอดละ 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 10% ลงไป 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงดังกล่าวกับปริมาณกรดแกลลิกเป็นไมโครกรัม

3.4.2 ศึกษาการวิเคราะห์สมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในชาเขียว

โดยนำชาเขียวทั้ง 7 ชนิด จากการทดลองในข้อ 3.4.1 มาวัดสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากชาเขียวโดยใช้อนุมูลอิสระ Hydroxy Radical และวัดสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากชาเขียวโดยใช้อนุมูลอิสระ DPPH นำผลที่ได้มาเปรียบเทียบความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันเมื่อกำหนดให้ปริมาณของสารประกอบโพลีฟีนอลเท่า ๆ กัน

3.4.2.1 ตรวจวัดสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันจากสารสกัดชาเขียวโดยใช้

อนุมูลอิสระ DPPH

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากชาเขียวโดยวิธีนี้จะอาศัยการติดตามความสามารถของตัวอย่างสารสกัดในการทำลายอนุมูลอิสระของ DPPH ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระที่ทำให้สารละลายมีสีม่วงและสามารถดูดกลืนแสงที่ 517 นาโนเมตร

เตรียมสารละลายปฏิกิริยาที่มีปริมาตรรวมสุดท้ายเท่ากับ 6 มิลลิลิตร โดยปิเปตสารละลายต่าง ๆ ต่อไปนี้ใส่ในหลอดทดลอง คือ สารละลาย DPPH (1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl) ความเข้มข้น 0.188% โดยน้ำหนักต่อปริมาตรใน 95% เอทานอล 0.72 มิลลิลิตร, สารละลายสารสกัดจากชาเขียวความเข้มข้น 10% 0.1 มิลลิลิตร เอทานอล 5.18 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วย vortex mixer พร้อมกับจับเวลาทันที เมื่อครบ 30 นาที แล้วถ่ายสารละลายปฏิกิริยาใส่คิวเวตนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 517 นาโนเมตร

สำหรับปฏิกิริยาควบคุม (control) จะใช้เอทานอล 95% และน้ำกลั่น 0.1 มิลลิลิตร แทนสารละลายตัวอย่างสารสกัด และหลอดที่เป็น Blank จะเตรียมเหมือนกับปฏิกิริยาควบคุมแต่เติม 95% เอทานอล 0.72 มิลลิลิตร ลงไปแทนสารละลาย DPPH

3.4.2.2 ตรวจวัดสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันจากสารสกัดชาเขียวโดยใช้ อนุมูลอิสระ ไฮดรอกซิล

ปีเปตสารละลาย EDTA-FeCl₃ ปริมาตร 60 ไมโครลิตร เติมสารละลาย Deoxyribose-Ascorbic acid ปริมาตร 50 ไมโครลิตร เติม H₂O₂ ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 120 ไมโครลิตร เติมตัวอย่างสารสกัด ปริมาตร 25 ไมโครลิตร เติมฟอสเฟสบัฟเฟอร์ pH 7.4 ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 945 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม (vortex mixer) นำไปบ่มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อครบ 1 ชั่วโมง ปีเปตสารละลาย ปฏิกิริยาข้างต้น 0.6 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย TCA/TBA ปริมาตร 0.6 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม (vortex mixer) และนำไปบ่มในอ่างน้ำเดือด เป็นเวลา 10 นาที ทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง วัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร โดยที่หลอดควบคุม (Control) จะใช้ฟอสเฟสบัฟเฟอร์แทนตัวอย่าง สำหรับ Blank ให้ใช้ HCl ความเข้มข้น 0.25 นอร์มอล แทนสารละลาย TCA/TBA

3.4.2.3 เปรียบเทียบความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันจากสารสกัด ชาเขียวเมื่อกำหนดให้ปริมาณของสารประกอบโพลีฟีนอลเท่า ๆ กัน

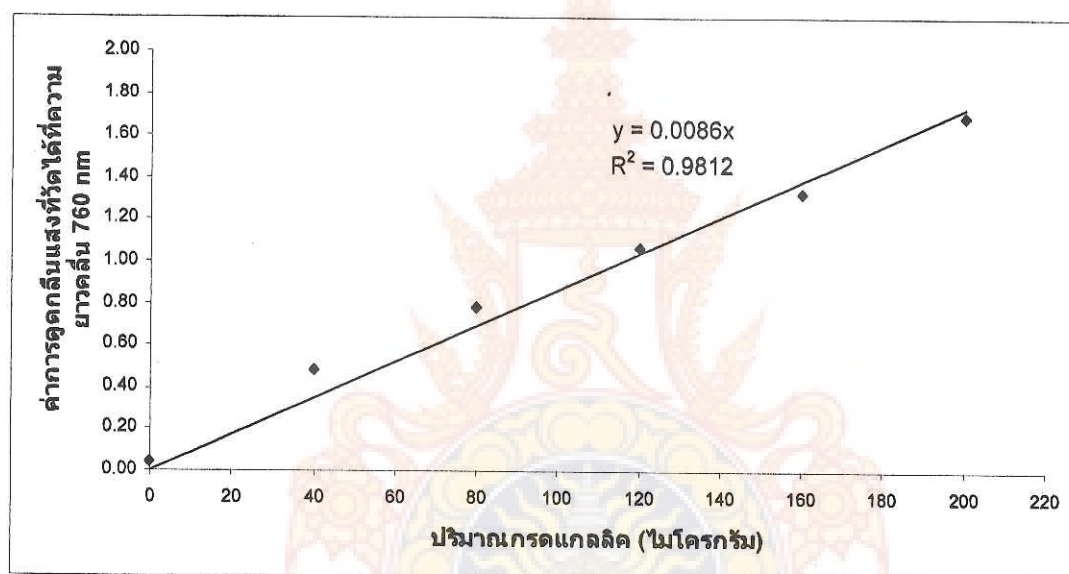
โดยการนำสารสกัดจากชาเขียว มาศึกษาความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ระดับความเข้มข้นของสารสกัดในรูปของปริมาณของสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดเท่า ๆ กันคือ อยู่ในช่วง 30-40 มิลลิกรัมของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด โดยใช้วิธีทดสอบอนุมูลอิสระ DPPH และ ไฮดรอกซิล

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

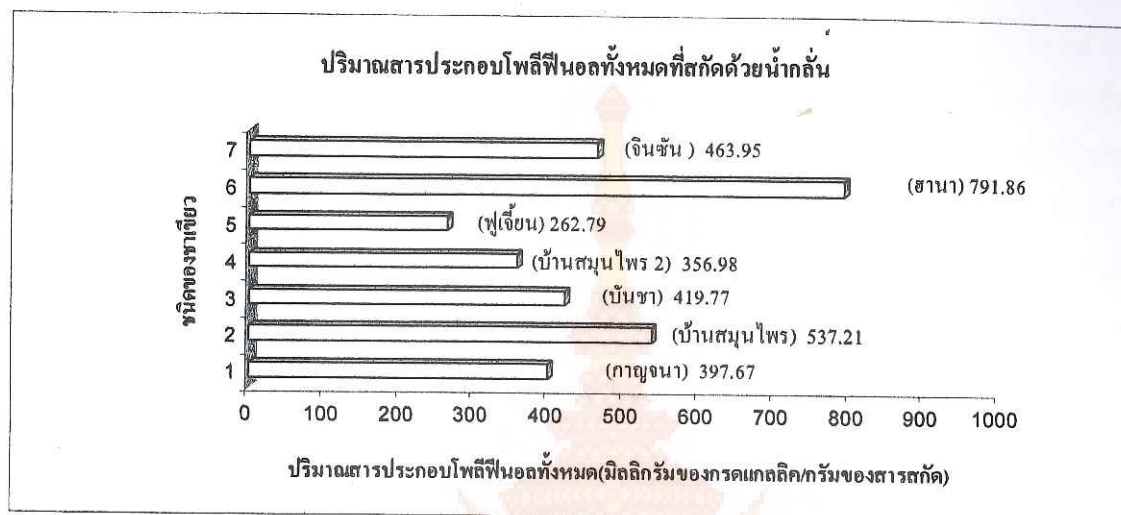
4.1 ผลการศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในชาเขียว

จากการเตรียมกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก ในการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในสารสกัดจากชาเขียวที่สกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ กราฟมาตรฐานที่ได้เป็นเส้นตรงและมีสมการเส้นตรง คือ $y = 0.0086x$ โดยมีค่า $R = 0.9812$ ดังแสดงในภาพที่ 4.1

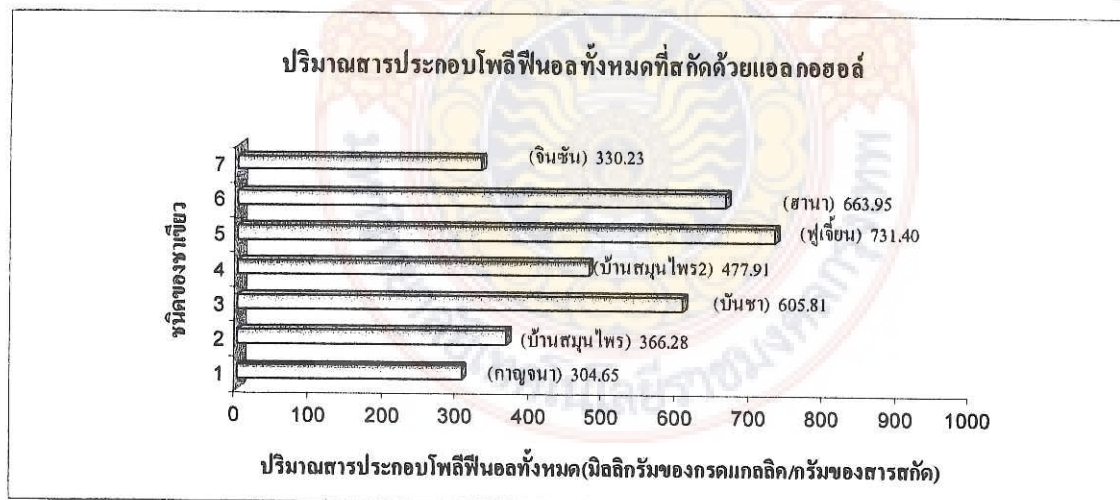


ภาพที่ 4.1 กราฟมาตรฐานของกรดแกลลิกสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในสารสกัดจากชาเขียว

จากการทดลองวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด ในสารสกัดชาเขียวที่สกัดได้จากน้ำกลั่น และสารสกัดชาเขียวที่สกัดได้จากแอลกอฮอล์ ผลการทดลองแสดงในภาพ 4.2 และ 4.3 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.2 ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด ในสารสกัดชาเขียวที่สกัดได้จากน้ำกลั่น



ภาพที่ 4.3 ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด ในสารสกัดจากชาเขียวที่สกัดได้จากแอลกอฮอล์

จากภาพที่ 4.2 และ 4.3 จะเห็นว่าชาเขียวที่สกัดด้วยตัวทำละลายที่ต่างกันจะมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดต่างกัน โดยสารสกัดชาเขียวยี่ห้อฮานา ที่สกัดด้วยน้ำกลั่นมีสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงที่สุดคือ 791.86 มิลลิกรัมของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักของสารสกัด 1 กรัม รองลงมาคือ ยี่ห้อชาเขียวบ้านสมุนไพร,ชาเขียวบ้านสมุนไพร 2, ชาเขียวจินชั้น, ชาเขียวบันชา, ชาเขียวกาญจนา,ชาเขียว ฟุเจียน โดยมีปริมาณเท่ากับ 537.21,463.95,419.77,397.67,356.98 และ 262.79 มิลลิกรัมของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักของสารสกัด 1 กรัม ตามลำดับ และสารสกัดชาเขียวยี่ห้อ ฟุเจียน ที่สกัดด้วยเอทานอลจากมีสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงที่สุดคือ 731.40 มิลลิกรัมของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักของสารสกัด 1 กรัม รองลงมาคือ ยี่ห้อชาเขียวฮานา,ชาเขียวบันชา, ชาเขียวบ้านสมุนไพร 2,ชาเขียวบ้านสมุนไพร,ชาเขียวจินชั้น,ชาเขียวกาญจนา โดยมีปริมาณเท่ากับ 663.95,605.81,477.91,366.28,330.23 และ304.65 มิลลิกรัมของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักของสารสกัด 1 กรัม ซึ่งจากผลการทดลองมีแนวโน้มว่าสารสกัดจากชาเขียวที่สกัดด้วยตัวทำละลายที่มีขั้วมากจะมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงกว่าสารสกัดที่สกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีขั้วน้อย

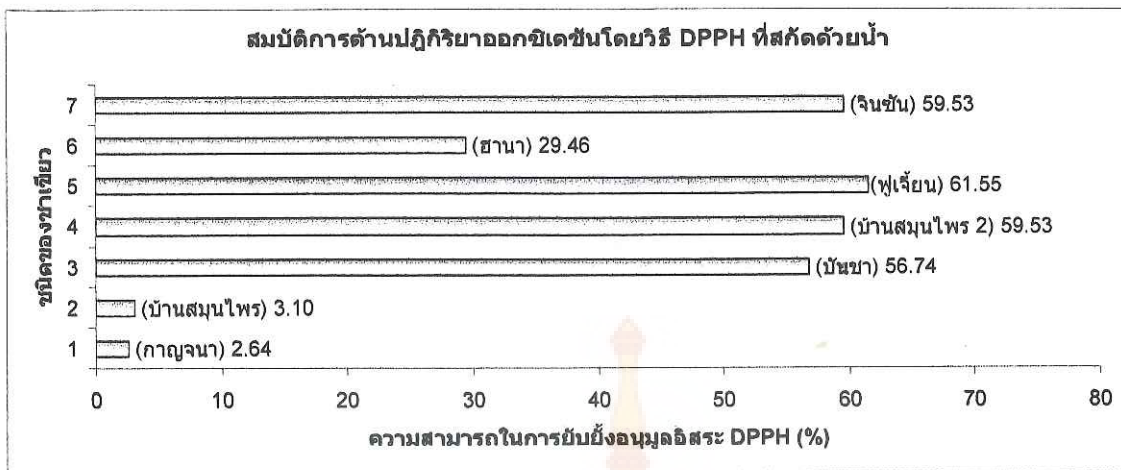
4.2 ผลการศึกษาการวิเคราะห์สมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในชาเขียว

4.2.1 ผลการวัดคุณสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากชาเขียวโดยใช้ อนุมูลอิสระ DPPH

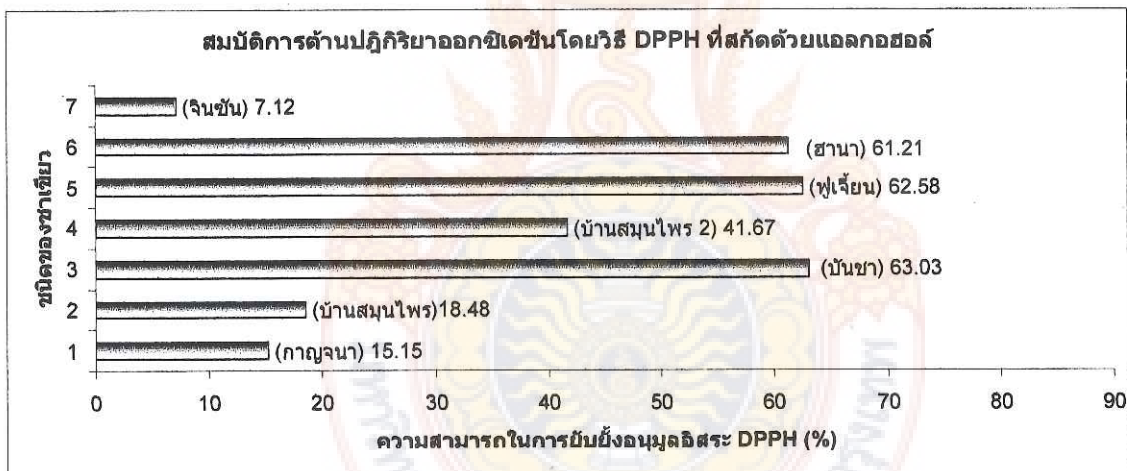
จากการทดลองศึกษาสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันจากสารสกัดชาเขียวที่สกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ 2 ชนิด โดยใช้อนุมูลอิสระ DPPH คำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH โดยใช้สูตรดังนี้

$$\% \text{ การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH} = 100 \times \left[1 - \frac{(\text{ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง})}{(\text{ค่าการดูดกลืนแสงของปฏิกิริยาควบคุม})} \right]$$

ผลการทดลองที่ได้ดังแสดงในภาพที่ 4.4 และ 4.5



ภาพที่ 4.4 สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยวิธี DPPH ของสารสกัดจากชาเขียวที่สกัดด้วยน้ำกลั่น



ภาพที่ 4.5 สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยวิธี DPPH ของสารสกัดจากชาเขียวชนิดต่างๆ ที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์

จากภาพที่ 4.4 และ 4.5 จะเห็นได้ว่าสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยใช้วิธี DPPH ที่สกัดด้วยน้ำในชาเขียว 7 ชนิด เมื่อตรวจวิเคราะห์แล้วพบว่า ชาเขียวที่มีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมากที่สุด คือ ชาเขียวญี่ปุ่น ฟูเจียน เท่ากับ 61.55% รองลงมาคือ ชาเขียวญี่ปุ่น บ้านสมุนไพรม 2 เท่ากับ 59.53% , ชาเขียวญี่ปุ่นจินชัน เท่ากับ 59.53%, ชาเขียวญี่ปุ่นบ้านชา เท่ากับ 56.74%, ชาใบหม่อนชานาเท่ากับ 29.46%, ชาใบหม่อนบ้านสมุนไพรม เท่ากับ 3.10% และ ชาใบหม่อนกาญจนา เท่ากับ 2.64% ตามลำดับ

จากการศึกษาสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยใช้วิธี DPPH ที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ในชาเขียว 7 ชนิด เมื่อตรวจวิเคราะห์แล้วพบว่า ชาเขียวที่มีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมากที่สุด คือ ชาเขียวญี่ปุ่นบันชา เท่ากับ 63.03% รองลงมาคือ ชาเขียวญี่ปุ่น ฟุเจียน เท่ากับ 62.58%, ชาใบหม่อนฮาน่าเท่ากับ 61.21%, ชาเขียวญี่ปุ่น บ้านสมุนไพร์ 2 เท่ากับ 41.67%, ชาใบหม่อนบ้านสมุนไพร์ เท่ากับ 18.48%, ชาใบหม่อน กาญจนา เท่ากับ 15.15%, และ ชาเขียวญี่ปุ่นจินชัน เท่ากับ 7.12% ตามลำดับ

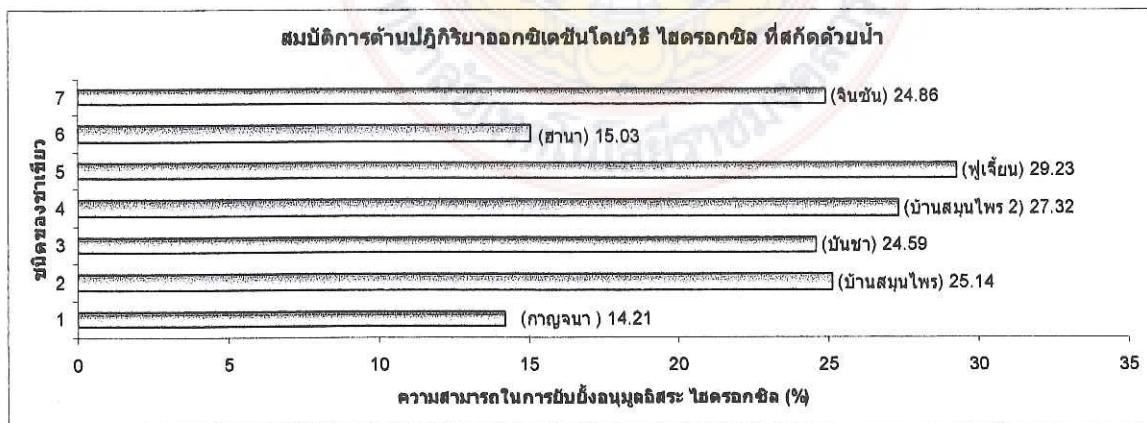
เมื่อสรุปเปรียบเทียบชาเขียวที่สกัดด้วยน้ำและแอลกอฮอล์ทั้งสองชนิดกับสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน พบว่า มีความสัมพันธ์กันค่อนข้างชัดเจน แต่มีแนวโน้มว่าชาเขียวทั้ง 7 ชนิด ที่สกัดด้วยตัวทำละลายแอลกอฮอล์ จะมีความสามารถต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดีกว่าการสกัดด้วยน้ำ

4.2.2 ผลการวัดคุณสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากชาเขียวโดยใช้ อนุมูลอิสระ ไฮดรอกซิล

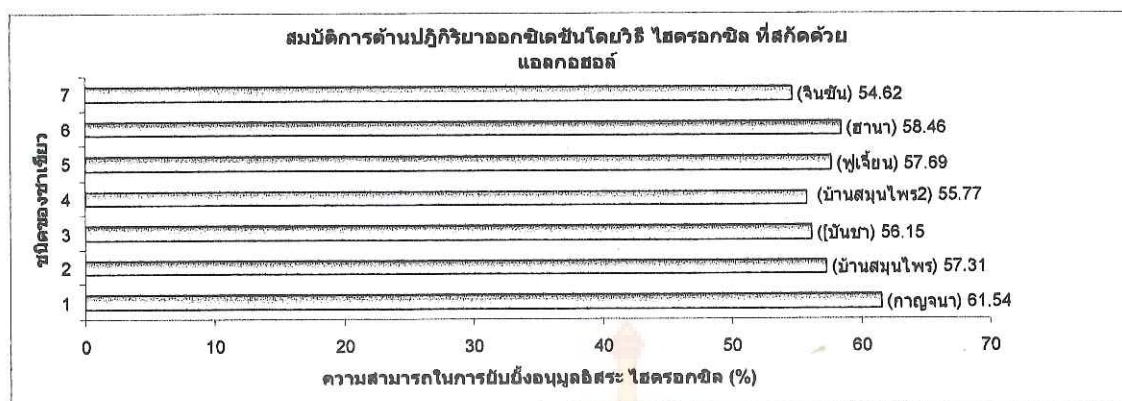
จากการทดลองศึกษาสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันจากสารสกัดชาเขียวที่สกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ 2 ชนิด โดยใช้อนุมูลอิสระ ไฮดรอกซิล คำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระไฮดรอกซิล โดยใช้สูตรดังนี้

$$\% \text{ การยับยั้งอนุมูลอิสระไฮดรอกซิล} = 100 \times \left[1 - \frac{(\text{ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง})}{(\text{ค่าการดูดกลืนแสงของปฏิกิริยาควบคุม})} \right]$$

ผลการทดลองที่ได้ดังแสดงในภาพที่ 4.6 และ 4.7



ภาพที่ 4.6 สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยวิธี ไฮดรอกซิล ของสารสกัดจากชาเขียว ที่สกัดด้วยน้ำกลั่น



ภาพที่ 4.7 สมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยวิธี ไฮดรอกซิล ของสารสกัดจากชาเจียว ที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์

จากภาพที่ 4.6 และ จะเห็นได้ว่าสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยใช้วิธีไฮดรอกซิล ที่สกัดด้วยน้ำในชาเจียว 7 ชนิด เมื่อตรวจวิเคราะห์แล้วพบว่า ชาเจียวที่มีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมากที่สุด คือ ชาเจียวญี่ปุ่น ฟูเจี้ยน เท่ากับ 29.23% รองลงมาคือ ชาเจียวญี่ปุ่น บ้านสมุนไพร 2 เท่ากับ 27.32%, ชาใบหม่อนบ้านสมุนไพร เท่ากับ 25.14% , ชาเจียวญี่ปุ่นจินชัน เท่ากับ 24.86%, ชาเจียวญี่ปุ่นบันชา เท่ากับ 24.59%, ชาใบหม่อน ฮานาเท่ากับ 15.03%, และ ชาใบหม่อน กาญจนา เท่ากับ 14.21% ตามลำดับ

จากการศึกษาสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยใช้วิธีไฮดรอกซิลที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ ในชาเจียว 7 ชนิด เมื่อตรวจวิเคราะห์แล้วพบว่า ชาเจียวที่มีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมากที่สุด คือ ชาใบหม่อน กาญจนา เท่ากับ 61.54% รองลงมาคือ ชาใบหม่อนฮานาเท่ากับ 58.46%, ชาเจียวญี่ปุ่น ฟูเจี้ยน เท่ากับ 57.69%, ชาใบหม่อนบ้านสมุนไพร เท่ากับ 57.31%, ชาเจียวญี่ปุ่นบันชา เท่ากับ 56.13% , ชาเจียวญี่ปุ่น บ้านสมุนไพร 2 เท่ากับ 55.77%, และ ชาเจียวญี่ปุ่นจินชัน เท่ากับ 54.62% ตามลำดับ

เมื่อสรุปเปรียบเทียบชาเจียวที่สกัดด้วยน้ำและแอลกอฮอล์ทั้งสองชนิดกับสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างชัดเจน แต่มีแนวโน้มว่าชาเจียวทั้ง 7 ชนิด ที่สกัดด้วยตัวทำละลายแอลกอฮอล์ จะมีความสามารถต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดีกว่าการสกัดด้วยน้ำ

4.2.3 เปรียบเทียบความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันจากสารสกัดชาเขียว

เมื่อกำหนดให้ปริมาณของสารประกอบโพลีฟีนอลเท่า ๆ กัน

โดยการนำสารสกัดจากชาเขียวมาศึกษาความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ระดับความเข้มข้นของสารสกัดในรูปของปริมาณของสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดเท่า ๆ กันคือ อยู่ในช่วง 30-40 มิลลิกรัมของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด โดยใช้วิธีทดสอบอนุมูลอิสระ DPPHและไฮดรอกซิล ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดและความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในสารสกัดชาเขียวที่สกัดด้วยน้ำกลั่น

ตัวอย่าง	ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด (มิลลิกรัมของกรดแกลลิก/กรัมของสารสกัด)	ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (ร้อยละ)	
		DPPH	OH
กาญจนาชาเขียวใบม่อน	397.67	2.64	14.21
บ้านสมุนไพรรชาเขียวใบม่อน	537.21	3.10	25.14
บ้านชาเขียวญี่ปุ่น	419.77	56.74	24.59
บ้านสมุนไพรรชาเขียวญี่ปุ่น	356.98	59.53	27.32
ฟูจิเอ็นชาเขียวญี่ปุ่น	262.79	61.55	29.23
ชาน้ำ ชาเขียวใบม่อน	791.86	22.46	15.03
จินชันชาเขียวญี่ปุ่น	463.95	59.53	24.86

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดและความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในสารสกัดชาเขียวที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์

ตัวอย่าง	ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด (มิลลิกรัมของกรดแกลลิก/กรัมของสารสกัด)	ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (ร้อยละ)	
		DPPH	OH
กาญจนาชาเขียวใบม่อน	304.65	15.15	61.54
บ้านสมุนไพรรชาเขียวใบม่อน	366.28	18.48	57.31
บ้านชาเขียวญี่ปุ่น	605.81	63.03	56.15
บ้านสมุนไพรรชาเขียวญี่ปุ่น	477.91	41.17	55.77
ฟูจิเอ็นชาเขียวญี่ปุ่น	731.40	62.58	57.69
ชาน้ำ ชาเขียวใบม่อน	663.95	61.21	58.46
จินชันชาเขียวญี่ปุ่น	330.23	7.12	54.62

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. ชาเขียวที่สกัดด้วยตัวทำละลายที่ต่างกันจะมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดต่างกัน โดยสารสกัดชาเขียวยี่ห้อฮานา ที่สกัดด้วยน้ำกลั่นมีสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงที่สุดคือ 791.86 มิลลิกรัมของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักของสารสกัด 1 กรัม และมีแนวโน้มว่าสารสกัดจากชาเขียวที่สกัดด้วยตัวทำละลายที่มีขั้วมากจะมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงกว่าสารสกัดที่สกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีขั้วน้อย

2. จากการศึกษาสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยใช้วิธี DPPH ที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ในชาเขียว 7 ชนิด เมื่อตรวจวิเคราะห์แล้วพบว่า ชาเขียวที่มีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมากที่สุด คือ ชาเขียวญี่ปุ่นบันชา เท่ากับ 63.03% รองลงมาคือ ชาเขียวญี่ปุ่น ฟุเจียน เท่ากับ 62.58%, ชาใบหม่อนฮานาเท่ากับ 61.21%, ชาเขียวญี่ปุ่น บ้านสมุนไพโร 2 เท่ากับ 41.67%, ชาใบหม่อนบ้านสมุนไพโร เท่ากับ 18.48%, ชาใบหม่อน กาญจนา เท่ากับ 15.15%, และ ชาเขียวญี่ปุ่นจินชัน เท่ากับ 7.12% ตามลำดับ ส่วนชาเขียวที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ในชาเขียว 7 ชนิด เมื่อตรวจวิเคราะห์แล้วพบว่า ชาเขียวที่มีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมากที่สุด คือ ชาเขียวญี่ปุ่นบันชา เท่ากับ 63.03% รองลงมาคือ ชาเขียวญี่ปุ่น ฟุเจียน เท่ากับ 62.58%, ชาใบหม่อนฮานาเท่ากับ 61.21%, ชาเขียวญี่ปุ่น บ้านสมุนไพโร 2 เท่ากับ 41.67%, ชาใบหม่อนบ้านสมุนไพโร เท่ากับ 18.48%, ชาใบหม่อน กาญจนา เท่ากับ 15.15%, และ ชาเขียวญี่ปุ่นจินชัน เท่ากับ 7.12% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบชาเขียวที่สกัดด้วยน้ำและแอลกอฮอล์ทั้งสองชนิดกับสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างชัดเจน แต่มีแนวโน้มว่าชาเขียวทั้ง 7 ชนิด ที่สกัดด้วยตัวทำละลายแอลกอฮอล์ จะมีความสามารถต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดีกว่าการสกัดด้วยน้ำ

3. สมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยใช้วิธีไฮดรอกซิล ที่สกัดด้วยน้ำในชาเขียว 7 ชนิด เมื่อตรวจวิเคราะห์แล้วพบว่า ชาเขียวที่มีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมากที่สุด คือ ชาเขียวญี่ปุ่น ฟูเจียน เท่ากับ 29.23% รองลงมาคือ ชาเขียวญี่ปุ่น บ้านสมุนไพร 2 เท่ากับ 27.32%, ชาใบหม่อน บ้านสมุนไพร เท่ากับ 25.14% , ชาเขียวญี่ปุ่นจินชั่น เท่ากับ 24.86%, ชาเขียวญี่ปุ่นบันชา เท่ากับ 24.59%, ชาใบหม่อน ฮาน่าเท่ากับ 15.03%, และ ชาใบหม่อน กาญจนา เท่ากับ 14.21% ตามลำดับ ส่วนชาเขียวทั้ง 7 ชนิดที่สกัดที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ในชาเขียว 7 ชนิด เมื่อตรวจวิเคราะห์แล้วพบว่า ชาเขียวที่มีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมากที่สุด คือ ชาใบหม่อน กาญจนา เท่ากับ 61.54% รองลงมาคือ ชาใบหม่อนฮาน่าเท่ากับ 58.46%, ชาเขียวญี่ปุ่น ฟูเจียน เท่ากับ 57.69%, ชาใบหม่อนบ้านสมุนไพร เท่ากับ 57.31%, ชาเขียวญี่ปุ่นบันชา เท่ากับ 56.13% , ชาเขียวญี่ปุ่น บ้านสมุนไพร 2 เท่ากับ 55.77%, และ ชาเขียวญี่ปุ่นจินชั่น เท่ากับ 54.62% ตามลำดับ เมื่อสรุปเปรียบเทียบชาเขียวที่สกัดด้วยน้ำและแอลกอฮอล์ทั้งสองชนิดกับสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างชัดเจน แต่มีแนวโน้มว่าชาเขียวทั้ง 7 ชนิด ที่สกัดด้วยตัวทำละลายแอลกอฮอล์ จะมีความสามารถต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดีกว่าการสกัดด้วยน้ำ

4. สารสกัดจากชาเขียวมาศึกษาความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ระดับความเข้มข้นของสารสกัดในรูปของปริมาณของสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดเท่า ๆ กันคือ อยู่ในช่วง 30-40 มิลลิกรัมของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด โดยใช้วิธีทดสอบอนุมูลอิสระ DPPH และไฮดรอกซิล

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาโดยใช้สารสกัดที่มีความเข้มข้นในระดับต่างๆ และวัดความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน ซึ่งจะช่วยให้เราทราบว่าสารสกัดจากชาเขียวมี จะใช้ความเข้มข้นในระดับใดจึงจะเหมาะสมในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน

2. สารสำคัญแต่ละชนิดจะไวต่อน้ำยาตรวจสอบไม่เท่ากัน จึงต้องระมัดระวังเรื่องปริมาณน้ำยาตรวจสอบที่ใช้ อีกทั้งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นต้องใช้สภาวะที่เหมาะสม หากใส่น้ำยามากหรือน้อยเกินไปอาจจะได้ผล ต้องอาศัยข้อมูลจากการทดลองอื่นร่วมด้วย

บรรณานุกรม

- คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2539 . วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพฯ . 504 น.
- นวลศรี รักจริยะธรรม และอัญญา เจนวิถีสุข. 2545. แอนติออกซิแดนท์ : สารต้านมะเร็งในผัก-สมุนไพรไทย. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- นิต ชากังราว .2544. สัมปloedโรคในศตวรรษที่ 21. มติชน , กรุงเทพฯ .95 น.
- นิริยา รัตนูปนันท . 2545. เคมีอาหาร . โอ. เอส. พริ้นติ้ง เฮาส์ , กรุงเทพฯ . 487 น.
- เพียว เหมือนวงษ์ญาติ. 2537. สมุนไพรแก้วใหม่. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์เมดิคัล มีเดีย, กรุงเทพฯ.
- พรรณีภา ชุมศรีและอ้อมบุญ ล้วนรัตน์ .2530. เกษษวินิจฉัยเล่ม 2 . ภาควิชาเกษตรวินิจฉัยมหาวิทยาลัยมหิดล , กรุงเทพฯ . 231 น.
- รัตนา อินทรานุปกรณ์. 2545. การตรวจสอบและการยกสารสำคัญจากพืชสมุนไพร . คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ , กรุงเทพฯ. 196 น.
- รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2535. พืชเครื่องเทศและสมุนไพร. ตำรา-เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 5-9 ภาควิชาพัฒนาตำราและเอกสารวิชาการ หน่วยศึกษานิเทศน์ กรมการฝึกหัดครู
- วุฒิ วุฒิธรรมเวช. 2540. สารานุกรมสมุนไพร รวมหลักเกษตรกรรมไทย. กรุงเทพฯ ; โอเคียนสโตร์
- วันดี กฤษณพันธ์ เอมอร โสมนะพันธุ์และเสาวณี สุริยาภณานนท์. 2541. สมุนไพรในสวนครัว. กรุงเทพฯ : เมดิคัล มีเดีย
- วิฑูรย์ พลาจุฑ. 2542. พืชสมุนไพรและยาไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2 คณะเกษตรศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล นครศรีธรรมราช
- ศักดิ์ บวร. 2542. จิง สมุนไพรเพื่อการบำบัด. นนทบุรี : สมิต.
- ศิวาพร ศิวเวช .2546 . วัตถุเจือปนอาหาร เล่ม 1 . ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน , นครปฐม . 380 น.
- สุทธิชัย ปทุมทองทอง. 2545. เคล็ดลับสมุนไพรไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2, สำนักพิมพ์ธารบัวแก้ว นนทบุรี.
- อ้อมบุญ ล้วนรัตน์ . 2529. เกษษวินิจฉัยเล่ม 2. ภาควิชาเกษตรวินิจฉัยมหาวิทยาลัยมหิดล , กรุงเทพฯ .

- Alonso, M. A., Guillen, D. A. , Barroso, C. G. , Puertas, B. and Garcia, A. 2002.
Determination of Antioxidant Activity of Wine Byproducts and Its Correlation with Polyphenolic Contents. J. Agric.Food Chem. 50: 5832 - 5836 .
- AOAC. Official Method of Analysis. 1995. 16th ed. **The Association of Analysis Chemists.** Arlington, Virginia.
- Donald E Pszczola. 2001. **Antioxidants : From preserving food quality to quality of life.** Food Technology. 55 (6) : 51-52, 54, 56, 58-59.
- Joe A. Vinson., Yong Hao, Xuehui Su, and Ligia Zubik. 1998. **Phenol Antioxidant Quantity and Quality in Foods : Vegetables.** J. Agric. Food Chem. 46 : 3630 – 3634.
- Landrault, N., Poucheret, P., Ravel, P., Gasc, F., Cros, G. and Teissedre P. L. 2001.
Antioxidant capacities and phenolic levels of French wines from different varieties and vintages. J. Agric. Food Chem . 49: 3341-3348 .
- Madsen, H.L. and Bertelsen, G. 1995. **Spices as antioxidants.** Trends in Food Science & Technology. 6 : 271-276.
- Madhavi D.L., Deshpande S.S. and Salunkhe D.K. 1996 . **Food Antioxidant :Technological Toxicological and Health Perspective.** New York : Marcel Dekker Inc. 490 pp.
- Parejo et al., 2002. **Comparison between the Radical Scavenging Activity and Antioxidant Activity of Six Distilled and Nondistilled Mediterranean Herbs and Aromatic Plants .** J. Agric. Food Chem . 50: 6882-6890 .
- Velioglu, Y. S., Mazza, G., Gao, L. and Oomah, B. D. 1998. **Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits vegetables and grain products.** J. Agric. Food Chem. 46 : 4113 – 4117.
- Wei Zheng and Shiow Y. Wang. 2001. **Antioxidant Activity and Phenolic Compounds in Selected Herbs.** J. Agric. Food Chem. 49 : 5165-5170.