



คาเทชินในชาเขียวและความคงตัวระหว่างเก็บรักษา Green Tea Catechins and Storage Stability

ธีรพงษ์ เทพกรณ์¹

บทคัดย่อ

ใบชาสดเมื่อผ่านกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันทำให้ได้ชาเขียว ชาอู่หลง และชาดำ ชาเขียวเป็นชาที่ไม่ผ่านการหมัก ชาอู่หลงเป็นชากึ่งหมัก และชาดำเป็นชาที่หมักอย่างสมบูรณ์ ในบรรดาชาทั้ง 3 ชนิดนี้มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นว่าการบริโภคชาเขียวมีประโยชน์ต่อสุขภาพ เนื่องจากชาเขียวมีสารคาเทชินที่มีสมบัติต้านออกซิเดชัน ต้านมะเร็ง ต้านเชื้อจุลินทรีย์ ต้านไวรัส ต้านการอักเสบ และต้านโรคอ้วน ทำให้ปัจจุบันการบริโภคชาเขียวมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น อย่างไรก็ตามคาเทชินมีแนวโน้มลดลงระหว่างการเก็บรักษาเพราะเกิดปฏิกิริยาการสลายตัว อีพิมอร์ไรเซชัน ออกซิเดชัน และพอลิเมอร์ไรเซชันเนื่องจากผลของพีเอช อุณหภูมิ ออกซิเจน ไอออนของโลหะหนัก และส่วนผสมอื่น ๆ ในผลิตภัณฑ์ ความเข้าใจในผลของการเก็บรักษาต่อความคงตัวของคาเทชินเป็นสิ่งสำคัญในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูง ซึ่งจะส่งผลประโยชน์สูงสุดต่อสุขภาพของผู้บริโภค บทความวิชาการนี้ได้ทบทวนเอกสารโดยนำเสนอคาเทชินและความคงตัวของคาเทชินในระหว่างเก็บรักษา

¹สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย 57100

ABSTRACT

Fresh tea leaves are processed differently to produce green, oolong, and black teas. Green tea is a non-fermented tea. Oolong tea is semi-fermented to permit a partially enzymatic oxidation, whereas black tea is a completely enzymatic oxidation. Among 3 types of teas, scientific evidences to support the health benefits of green tea consumption begin to appear. This might be due to the fact that green tea contains catechins which have anti-oxidative, anti-carcinogenic, anti-microbial, anti-viral, anti-inflammatory and anti-diabetic properties. Owing to the health benefits, green tea consumption is increasing, which is reflected by the increasing annual growth of its consumption. Unfortunately, the level of green tea catechins can be reduced as a result of degradation, epimerization, oxidation and polymerization during long-term storage as influenced by pH, temperature, oxygen availability, the presence of metal ions, and also other ingredients in products. A better understanding of storage effect on catechin stability of commercial products is important. It would suggest good preservation methods for maintenance of high quality products as of high health benefits to consumers. The present review summarizes the finding of catechins and its storage stability.

คำสำคัญ: คาเทชิน ชาเขียว ความคงตัว การเก็บรักษา

Keywords: Catechins, Green tea, Stability, Storage

บทนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสนใจและมีแนวโน้มบริโภคชาเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีผลการวิจัยที่แสดงถึงคุณประโยชน์ของสารพฤกษเคมีในชา ซึ่งมีสารโพลีฟีนอล (polyphenols) ที่มีสมบัติการต้านออกซิเดชันต้านอนุมูลอิสระ ป้องกันโรคมะเร็ง ยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็ง ลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจ และยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เป็นต้น ชา เป็นเครื่องดื่มที่นิยมบริโภคในทุกภูมิภาคของโลกในรูปของชาเขียว (green tea) ชาอู่หลง (oolong tea) และชาดำ (black tea) ชาเขียวเป็นชาที่ไม่ผ่านการหมัก ชาอู่หลงเป็นชาที่หมักบางส่วน และชาดำเป็นชาหมักอย่างสมบูรณ์ ในบรรดาชาทั่วโลก ชาดำมีปริมาณการผลิตและบริโภคมากที่สุด (คิดเป็น

78% ของชาทั้งหมด) นิยมบริโภคในประเทศแถบตะวันตก อินเดีย ศรีลังกา แอฟริกา และอินโดนีเซีย การผลิตชาเขียวคิดเป็น 20% ของชาทั้งหมด และนิยมบริโภคกันมากในประเทศญี่ปุ่น และจีน ส่วนอีก 2% ที่เหลือเป็นชาอู่หลงซึ่งผลิตและบริโภคกันมากในจีนตอนใต้และไต้หวัน (FAO, 2008)

ชาเขียว ชาอู่หลง และชาดำล้วนผลิตมาจากยอดอ่อนของต้นชา (*Camellia sinensis* L.) แต่เนื่องจากยอดใบชาสดผ่านกระบวนการหมักในระดับที่ต่างกัน ทำให้มีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันไป ส่งผลให้ชาแต่ละชนิดมีสี กลิ่น และรสชาติที่แตกต่างกัน ชาเขียวเป็นชาที่ไม่ผ่านการหมัก องค์ประกอบทางเคมีส่วนใหญ่จะคล้ายยอดใบชาสด โดยมีสารโพลีฟีนอลในกลุ่มคาเทชินอยู่ (catechins) มากที่สุด ชาอู่หลงมี

การหมักบางส่วน และชาดำมีการหมักอย่างสมบูรณ์ การหมักทำให้เอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (polyphenoloxidase) เร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของคาเทชิน และเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันเป็นสารในกลุ่มทีเอฟลาวิน (theaflavins, TFs) และทีอะรูบิจิน (thearubigins, TRs)

ในการเก็บรักษาชาเขียว และผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของชาเขียว ไม่ว่าจะเป็นการเก็บในคลังสินค้า ร้านค้า ภัตตาคาร ร้านอาหาร หรือที่บ้าน ล้วนแต่ส่งผลต่อความคงตัวของคาเทชินทั้งสิ้น สภาวะการเก็บรักษาตลอดจนส่วนผสมอื่น ๆ ในผลิตภัณฑ์ เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้คาเทชินไม่คงตัว คาเทชินเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและมีแนวโน้มลดลงไป ในระหว่างการเก็บรักษาชาเขียวและผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของชาเขียว คาเทชินอาจเกิดการสลายตัว (degradation) ออกซิเดชัน (oxidation) อีพิเมอไรเซชัน (epimerization) และพอลิเมอร์ไรเซชัน (polymerization) ดังนั้นการที่จะแน่ใจได้ว่าผู้บริโภคจะได้รับประโยชน์จากคาเทชินอย่างแท้จริง สิ่งสำคัญที่ควรคำนึงถึงคือสภาวะการเก็บรักษา ความเข้าใจในความคงตัวของคาเทชินระหว่างการเก็บรักษาของผู้ผลิต ผู้ค้า และผู้บริโภค เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้มั่นใจได้ว่าได้เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ชาเขียวในสภาวะที่เหมาะสมที่สุด และยังคงมีคาเทชินอยู่ในปริมาณสูง ซึ่งจะส่งผลประโยชน์โดยตรงต่อผู้บริโภค บทความวิชาการนี้ได้ทบทวนเอกสารพร้อมทั้งนำเสนอคาเทชินและความคงตัวของคาเทชินระหว่างการเก็บรักษาชาเขียวและผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของชาเขียว

ประเภทของชา

ชา เมื่อแบ่งตามกระบวนการผลิตสามารถแบ่งได้ 3 ประเภท คือ ชาเขียว ชาอู่หลง และชาดำ ชาเขียวเป็นชาที่ไม่ผ่านการหมัก ชาอู่หลงเป็นชาที่หมัก

บางส่วน และชาดำเป็นชาหมักอย่างสมบูรณ์ ระดับการหมักที่ต่างกันทำให้ชาแต่ละชนิดมีองค์ประกอบทางเคมีที่ต่างกัน ส่งผลให้ชามีสี กลิ่น และรสชาติที่แตกต่างกัน ในการผลิตชาเขียว ยอดใบชาสดที่เก็บมาจะถูกนำไปนึ่งหรือคั่วด้วยเตาไฟเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดกระบวนการหมัก ผลิตภัณฑ์ชาเขียวจึงมีปริมาณคาเทชินอยู่สูงในระดับใกล้เคียงกับยอดใบชาสด (Chen et al., 2003) ในการผลิตชาอู่หลงและชาดำจะมีขั้นตอนการหมัก การหมักเป็นขั้นตอนที่ปล่อยให้เอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของคาเทชิน ทำให้เกิดสารประกอบใหม่ที่มีสี กลิ่น และรสชาติที่ต่างไปจากเดิม ปฏิกิริยาออกซิเดชันทำให้เกิดควิโนน (quinone) ที่สามารถเกิดปฏิกิริยาทางเคมีต่อได้เป็นสารในกลุ่มของทีเอฟลาวิน (theaflavins, TFs) และทีอะรูบิจิน (thearubigins, TRs) (Graham, 1992) การผลิตชาอู่หลงจะปล่อยให้เกิดการหมักบางส่วน ดังนั้นชาอู่หลงจึงประกอบไปด้วยโพลิฟีนอลหลายชนิดผสมกันตามระดับของการหมัก ได้แก่ คาเทชิน ทีเอฟลาวิน และทีอะรูบิจิน (Wheeler and Wheeler, 2004) ส่วนการผลิตชาดำใบชาจะถูกนำมาตีป่น และปล่อยให้เกิดการหมักอย่างสมบูรณ์ ทำให้ชาดำมีปริมาณทีเอฟลาวิน และทีอะรูบิจินอยู่มากกว่าคาเทชิน การศึกษาของ Lee et al. (2002) พบว่าชาดำมีปริมาณทีเอฟลาวิน 2-6% มีสารในกลุ่มทีอะรูบิจินมีปริมาณมากกว่า 20% ในขณะที่ชาเขียวมีปริมาณคาเทชินมากที่สุด Yen and Chen (1995) พบว่าชาเขียวมีปริมาณคาเทชินมากที่สุด (26.7%) ตามด้วยชาอู่หลง (23.2%) และชาดำ (4.3%) สอดคล้องกับรายงานของ Cabrera et al. (2003) ที่พบว่าปริมาณคาเทชินมีมากที่สุดในการศึกษาชาเขียว ตามด้วยชาอู่หลง และชาดำ ตามลำดับ

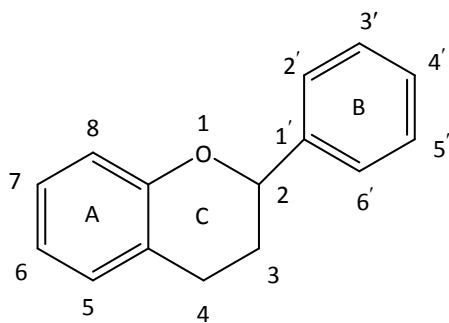
ฟลาโวนอยด์ (flavonoids)

ยอดใบชาประกอบด้วยสารพฤกษเคมีในกลุ่มโพลีฟีนอล (polyphenols) ประมาณ 10-30% โดยน้ำหนักแห้ง สารประกอบโพลีฟีนอลนี้ส่วนใหญ่เป็นสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ฟลาโวนอยด์มีโครงสร้างหลักเป็นไดฟีนิลโพรเพน (diphenylpropane) ประกอบด้วยคาร์บอนทั้งหมด 15 อะตอม จัดเรียงตัวเป็นวงเบนซีน 2 วง และเชื่อมต่อกันด้วยออกซิเจน 1 อะตอมและคาร์บอน 3 อะตอม กลายเป็นวงแหวน 3 วงเรียงต่อกัน (C6-C3-C6) เรียกว่า วงแหวน A, วงแหวน B และวงแหวน C (รูปที่ 1) โครงสร้างของฟลาโวนอยด์แตกต่างกันไปตามรูปแบบของพันธะคู่ และหมู่แทนที่ ทำให้ได้ฟลาโวนอยด์ชนิดต่าง ๆ หลายชนิด ฟลาโวนอยด์ในผักและผลไม้ประกอบด้วย 6 กลุ่ม คือ ฟลาโวนอล (flavonols) ฟลาวานอล หรือฟลาวาน-3-อล (flavanols หรือ flavan-3-ols) ฟลาวาโนน (flavanones) แอนโทไซยานิดิน (anthocyanidins) ฟลาโวน (flavones) และไอโซฟลาโวน (isoflavones)

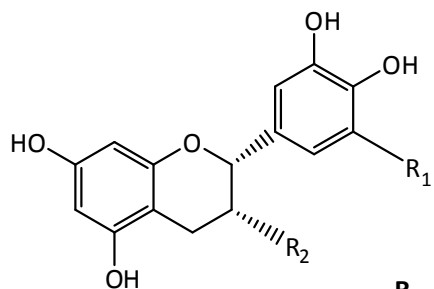
คาเทชิน (catechins)

ฟลาโวนอยด์ที่พบมากในยอดใบชาสด และชาเขียวเป็นกลุ่ม ฟลาวานอล หรือฟลาวาน-3-อล (flavanols หรือ flavan-3-ols) ฟลาวานอลในชาที่มีชื่อเรียกเฉพาะว่าคาเทชิน (catechins) ซึ่งมีประมาณ 75% ของโพลีฟีนอลทั้งหมด คาเทชินเป็นสารไม่มีสี ละลายน้ำได้ดี ให้รสขชาติฝาด คาเทชินที่พบมากในยอดใบชาสดและชาเขียวได้แก่ (-)-epigallocatechin-gallate (EGCG), (-)-epigallocatechin (EGC), (-)-epicatechin-gallate (ECG) และ (-)-epicatechin

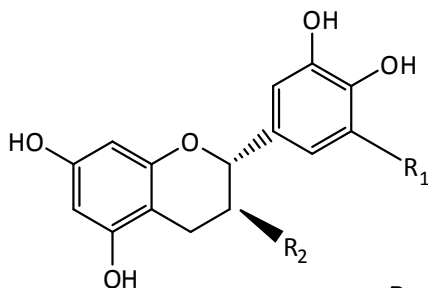
(EC) โดย catechins เหล่านี้มีอยู่ประมาณ 90% ของคาเทชินทั้งหมด กลุ่มของคาเทชินที่พบในปริมาณน้อยลงมา ได้แก่ (+)-gallocatechin (GC), (+)-catechin (C) (-)-gallocatechin gallate (GCG) และ (-)-catechin gallate (CG) (Balentine et al., 1997) โครงสร้างของคาเทชินในชาแสดงดังรูปที่ 2 คาเทชิน (catechins) เป็นสารพฤกษเคมีที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ คาเทชินมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant capacity) ซึ่งเป็นประโยชน์สำคัญที่ผู้บริโภคจะได้รับจากการบริโภคชา สมบัติการต้านอนุมูลอิสระทำให้คาเทชินมีประโยชน์ต่อสุขภาพหลายอย่าง ได้แก่ ช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็ง (Yuan et al., 2011) ลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและโรคหลอดเลือด (Hirano et al., 2002) ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของโรคเบาหวาน (Kao et al., 2006) และช่วยลดความอ้วน (Rain et al., 2011) เป็นต้น อย่างไรก็ตามการบริโภคชาเพื่อให้ได้ประโยชน์ต่อสุขภาพนั้นขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณคาเทชิน รวมทั้งชีวปริมาณสารออกฤทธิ์ หรือชีวประสิทธิผล (bioavailability) (Mukhtar and Ahmad, 2000) จากการศึกษา Erba et al. (2005) พบว่าการดื่มชาเขียวมีส่วนช่วยลดสภาวะ oxidative stress และเป็น การป้องกันการเกิดออกซิเดชันในคน เนื่องจากคาเทชินในชามีความสามารถในการจับอนุมูลอิสระ (Reactive oxygen species: ROS) จำพวก superoxide radical, singlet oxygen, hydroxyl radical, peroxy radical, nitric oxide, nitrogen dioxide และ peroxy nitrite ซึ่งจะช่วยลดการถูกทำลายในเนื้อเยื่อไขมัน โปรตีน และกรดนิวคลีอิกในเซลล์



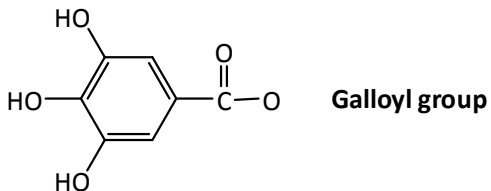
รูปที่ 1 โครงสร้างพื้นฐานของฟลาโวนอยด์



	R ₁	R ₂
(-)-Epicatechin (EC)	H	H
(-)-Epicatechin-gallate (ECG)	H	Galloyl
(-)-Epigallocatechin (EGC)	OH	H
(-)-Epigallocatechin-gallate(EGCG)	OH	Galloyl



	R ₁	R ₂
(+)-Catechin (C)	H	H
(-)-Catechin-gallate (CG)	H	Galloyl
(+)-Gallocatechin (GC)	OH	H
(-)-Gallocatechin-gallate(GCG)	H	Galloyl



รูปที่ 2 โครงสร้างของคาเทชิน

ความคงตัวของคาเทชินระหว่างการเก็บรักษา

การบริโภคชาเขียวให้ได้ประโยชน์จากสารคาเทชิน สิ่งสำคัญที่ควรตระหนักคือความคงตัวของคาเทชินระหว่างการเก็บรักษา ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าผู้บริโภคจะได้รับประโยชน์จากคาเทชินในชาเขียวอย่างแท้จริง ปริมาณคาเทชินมีแนวโน้มลดลงระหว่างการเก็บรักษา เนื่องจากปัจจัยหลายอย่างส่งผลต่อความคงตัวของคาเทชิน ได้แก่ พีเอช อุณหภูมิ ออกซิเจน ไอออนของโลหะหนัก ตลอดจนความเข้มข้นของส่วนผสมอื่น ๆ ที่เติมลงไปในการผลิต (Kumamoto, et al., 2001; Sang, et al., 2005)

1. ความคงตัวของคาเทชินในชาเขียว

ชาเขียวมีคาเทชินประมาณ 75% ของปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด ขั้นตอนการผลิตชาเขียวเริ่มตั้งแต่การเก็บยอดใบชาสด อบใบชาสดด้วยไอน้ำ (steaming) หรือคั่วบนกระทะร้อน (pan-roasting) การนวด (rolling) การอบแห้ง (drying) ตามด้วยการคัดเกรด (sorting) และบรรจุ (packaging) ในบรรดาขั้นตอนการผลิตทั้งหมดนี้ คาเทชินค่อนข้างมีความคงตัว โดยมีการสลายตัวไปประมาณ 14.3% ของคาเทชินเริ่มต้นในใบชาสด (Friedman et al., 2006) ชนิดและปริมาณของคาเทชินแตกต่างกันไปตามพื้นที่ปลูก สภาพภูมิอากาศ สายพันธุ์ การเก็บเกี่ยว ช่วงเวลาการเก็บเกี่ยว การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว และกระบวนการผลิต (Rusak et al., 2008; Sultana et al., 2008) Friedman et al. (2009) พบว่า ชาเขียวมีคาเทชินทั้งหมด 3.65-16.97% โดยพบ EGCG ในปริมาณมากที่สุด (1.33-11.30%) ตามด้วย ECG (0.57-5.05%), EC (0.19-2.11%), CG (0.05-0.4%), GCG (0.02-0.2%) พบ EGC และ C ในปริมาณเพียงเล็กน้อย งานวิจัยส่วนใหญ่เป็นการศึกษาชนิด และปริมาณคาเทชินในชาเขียวที่ผลิตจากชาสายพันธุ์จีน

จากรายงานการวิจัยที่ศึกษาชนิดและปริมาณของคาเทชินในชาเขียว ที่ผลิตจากชาสายพันธุ์จีนและอัสสัมของไทย (ธีรพงษ์, 2550) พบว่าชาต่างสายพันธุ์กันมีชนิดและปริมาณคาเทชินในใบชาสดเริ่มต้นที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ชาเขียวที่ผลิตจากชาต่างสายพันธุ์กันมีชนิด และปริมาณคาเทชินต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่าคาเทชินค่อนข้างมีความคงตัวระหว่างกระบวนการผลิตชาเขียวของไทย

Friedman et al. (2009) ได้ศึกษาความคงตัวของผลิตภัณฑ์ชาเขียวเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 เดือน พบว่าปริมาณคาเทชินทั้งหมด (total catechins) ลดลง 32% การลดลงของ ECG (51%) มากกว่า EGCG (28%) เนื่องจาก ECG เกิดการสลายตัวได้มากกว่า EGCG สาเหตุหลักของการลดลงของ EGCG เพราะการเกิดออกซิเดชันระหว่างกระบวนการผลิตชาเขียว ไม่ได้เกิดจากอีพิมเมอร์ไรเซชันในระหว่างการเก็บรักษาเพราะไม่มีการเพิ่มขึ้นของคู่อิพิมเมอร์ (GCG) อย่างไรก็ตาม Sang et al. (2005) รายงานว่า EGCG เกิดการสลายตัวโดยเกิดอีพิมเมอร์ไรเซชันเปลี่ยนเป็น GCG และเกิดการรวมตัวเป็น EGCG ไดเมอร์ (dimer)

2. ความคงตัวของคาเทชินในผลิตภัณฑ์ชาผง

Ortiz et al. (2008) ศึกษาความคงตัวในเครื่องตีชาเขียวพบว่าคาเทชินมีความคงตัวสูงเมื่อเก็บภายใต้อุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว (T_g) การเก็บที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 43% เป็นเวลา 3 เดือน ช่วยรักษาให้คาเทชินมีความคงตัวดี อย่างไรก็ตามเมื่อเก็บในสภาวะที่มีความชื้นสูง จะทำให้เกิดการสลายตัวได้ง่าย เนื่องจากการเคลื่อนที่ของสาร และการละลายของกรดอินทรีย์ Corey et al. (2011) พบว่าภายใต้สภาวะความชื้นสูง คาเทชินจะ

สลายตัวอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ค่าเพนค่อนข้างมีความคงตัว การสลายตัวของคาเทชินเพิ่มขึ้นเมื่อค่าวอเตอร์แอกติวิตี (a_w) และอุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว (T_g) เพิ่มขึ้น การเก็บเครื่องดื่มผงในสภาวะวอเตอร์แอกติวิตี 0.75 เป็นเวลา 45 วัน ทำให้คาเทชินลดลงไป 39%

3. ความคงตัวของคาเทชินในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

อุณหภูมิในการเก็บรักษาส่งผลต่อความคงตัวของคาเทชิน ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่ผสมสารสกัดคาเทชิน เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือนที่อุณหภูมิห้อง คาเทชินสลายตัวไป 70% ที่ในขณะที่เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จะเหลือคาเทชินเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (Frauen et al., 2000)

4. ความคงตัวของคาเทชินในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่มีการเติมสารสกัดคาเทชินลงไปเพื่อเพิ่มมูลค่า และให้ประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค Wang et al. (2008) พบว่าปฏิกริยาอ็อกซิเดชัน และการสลายตัวเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้คาเทชินไม่มีความคงตัวในขนมปังแรรธาตุในแป้งสาลี ได้แก่ เหล็ก แคลเซียม โพแทสเซียม โซเดียม แมงกานีส และซิงค์ ยังส่งผลสำคัญต่อความคงตัวของคาเทชิน (Rosell, 2003) Wang and Zhou (2004) ได้ศึกษาความคงตัวของคาเทชินในผลิตภัณฑ์ขนมปัง พบว่า เมื่อเก็บที่อุณหภูมิปกติเป็นเวลา 4 วัน จะไม่พบการลดลงของคาเทชิน ในโดขนมปัง (bread dough) ที่เก็บแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 9 เดือน คาเทชินมีความคงตัวดี มีรายงานการเติมสารสกัดคาเทชินในบิสกิต (0.15-0.3%) พบว่าคาเทชินมีความคงตัวดีในโด อย่างไรก็ตามความเป็นต่างในโด และอุณหภูมิส่งผลอย่างมากต่อการสลายตัว

ของคาเทชิน ความคงตัวของคาเทชินในบิสกิตเป็นไปตามลำดับดังนี้ $CG > GCG > ECG > EGCG$ (Sharma and Zhou 2011)

5. ความคงตัวของคาเทชินในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม

รายงานการวิจัยหลายชิ้นพบว่า พีเอช อุณหภูมิ ออกซิเจน ไอออนของโลหะหนัก ตลอดจนส่วนผสมอื่น ๆ ส่งผลต่อความคงตัวของคาเทชินในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม (Chen et al., 2001; Sang et al., 2005; Wang et al., 2006) คาเทชินมีความคงตัวสูงเมื่ออยู่ในสภาวะกรด ($pH < 4$) และไม่คงตัวเมื่ออยู่ในสภาวะด่าง ($pH > 8$) (Zhu et al., 1997; Su et al., 2003) การศึกษาความคงตัวของคาเทชินระหว่างการเก็บรักษาพร้อมดื่มเป็นระยะเวลา 6 เดือน (Chen et al., 2001) พบว่าความคงตัวขึ้นอยู่กับพีเอชของน้ำชา การเก็บรักษาที่พีเอช 3.23 ทำให้ปริมาณคาเทชินลดลง 45% ในขณะที่พีเอช 6 ทำให้คาเทชินสลายตัวไปทั้งหมด Sang et al. (2005) พบว่าหากเพิ่มความเข้มข้นของน้ำชา (ซึ่งเป็นการเพิ่มความเข้มข้นของคาเทชิน) ช่วยเพิ่มความคงตัวของคาเทชินระหว่างการเก็บรักษาได้ คาเทชินไม่มีการสลายตัวไปอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเก็บชาพร้อมดื่มไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 เดือน

การศึกษาความคงตัวในน้ำแอปเปิ้ลเมื่อเก็บอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่าคาเทชินสลายตัวไปทั้งหมด เมื่อเก็บเป็นเวลา 9 เดือน (Sponas et al., 1990) ส่วนผสมต่าง ๆ ที่เติมลงในการผลิตเครื่องดื่มอาจช่วยชะลอหรือเร่งการสลายตัวของคาเทชินได้ (Chen et al., 2001) Su et al. (2003) พบว่าน้ำตาล ซูโครส กรดซิตริก และวิตามินซี เร่งการสลายตัวของคาเทชิน การทำปฏิกริยาระหว่างคาเทชินและส่วนผสมอื่น ๆ เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความคงตัว วิตามินซี

ในเครื่องดื่มชาเขียวช่วยป้องกันออกซิเดชันของคาเทชินได้ในเวลา 1 เดือน หลังจากนั้นวิตามินซีมีส่วนเร่งการสลายตัวของคาเทชินเนื่องจากเกิดออกซิเดชันของวิตามินซีเอง (Chen et al., 2001) อย่างไรก็ตามระดับความเข้มข้นของคาเทชินที่สูงขึ้นช่วยทำให้ความคงตัวของคาเทชินเพิ่มขึ้น (Sang et al., 2005)

บทสรุป

สภาวะการเก็บรักษา ตลอดจนส่วนผสมอื่น ๆ ในชาเขียวและผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของชาเขียว เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้คาเทชินไม่คงตัว คาเทชินเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและมีแนวโน้มลดลงไป ในระหว่างการเก็บรักษา คาเทชินอาจเกิดการสลายตัวออกซิเดชัน อีพิมอร์ไรเซชัน และพอลิเมอร์ไรเซชัน ดังนั้นการที่จะแน่ใจได้ว่าผู้บริโภคจะได้รับประโยชน์จากคาเทชินอย่างแท้จริง สิ่งสำคัญที่ควรคำนึงถึงคือ สภาวะการเก็บรักษา ความเข้าใจในความคงตัวของคาเทชินระหว่างการเก็บรักษาเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้มั่นใจได้ว่าได้เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ชาเขียวในสภาวะที่เหมาะสมที่สุด และยังคงมีคาเทชินอยู่สูง ซึ่งจะส่งผลประโยชน์โดยตรงต่อสุขภาพผู้บริโภค

เอกสารอ้างอิง

- ธีรพงษ์ เทพกรณ์ (2550) การศึกษาการเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ(โพลีฟีนอล)ในระหว่างกระบวนการผลิตชาเขียวและชาอู่หลงของจังหวัดเชียงราย รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง 50 หน้า
- Balentine, D. A., Wiseman, S. A. and Bouwens, L. C. M. (1997). The chemistry of tea flavonoids. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 37: 693–704.
- Cabrera, C., Gimenez, R. and Lopez, M. C. (2003). Determination of tea components with antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 4427–4435.
- Chen, C. N., Liang, C. M., Lai, J. R., Tsai, Y. J., Tsay, J. S. and Lin, J. K. (2003). Capillary electrophoretic determination of theanine, caffeine, and catechins in fresh tea leaves and oolong tea and their effects on rat neurosphere adhesion and migration. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 7495–7503.
- Chen, Z. Y., Zhu, Q. Y., Tsang, D. and Huang, Y. (2001). Degradation of green tea catechins in tea drinks. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49: 477–482.
- Corey, M. E., Kerr, W. L., Mulligan, J. H. and Lavelli, V. (2011). Phytochemical stability in dried apple and green tea functional products as related to moisture properties. *LWT Food Science and Technology* 44: 67–74.
- Erba, D., Riso, P., Bordonni, A., Foti, P., Biagini, P.L. and Testolin, G. (2005). Effectiveness of moderate green tea consumption on antioxidative status and plasma lipid profile in humans. *Journal of Nutritional Biochemistry* 16: 144–149.
- FAO (2008). Internationally coordinated action for the promotion of tea consumption. Committee on Commodity Problems—Intergovernmental Group on Tea, 18th Session. Hangzhou, China, 14–16 May 2008.
- Frauen, M., Rode, T., Steinhart, H. and Rapp, C. (2000). Determination of green tea catechins by HPLC/ESI-MS—A method for stability analysis of green tea extracts in cosmetic formulations. *Lebensmittelchemie* 54: 141–142.
- Friedman, M., Levin, C. E., Choi, S. H., Kozukue, E. and Kozukue, N. (2006). HPLC analysis of

- catechins, theaflavins, and alkaloids in commercial teas and green tea dietary supplements: Comparison of water and 80% ethanol/water extracts. *Journal of Food Science* 71: C328-C337.
- Friedman, M., Levin, C. E., Choi, S. H., Lee, S. U. and Kozukue, N. (2009). Changes in the composition of raw tea leaves from the Korean Yabukida plant during high temperature processing to pan-fried Kamairi-Cha green tea. *Journal of Food Science* 74: C406-C412.
- Graham, H. N. (1992). Green tea composition, consumption and polyphenol chemistry. *Preventive Medicine* 21: 334–350.
- Hirano, R., Momiyama, Y., Takahashi, R., Taniguchi, H., Kondo, K., Nakamura, H. and Ohusuzu, F. (2002). Comparison of green tea intake in Japanese patients with and without angiographic coronary artery disease. *American Journal of Cardiology* 90: 1150–1153.
- Kao, Y. H., Chang, H. H., Lee, M. J. and Chen, C. L. (2006). Tea, obesity, and diabetes. *Molecular Nutrition and Food Research* 50: 188–210.
- Kumamoto, M., Sonda, T., Nagayama, K. and Tabata, M. (2001). Effects of pH and metal ions on antioxidative activities of catechins. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry* 65: 126-132.
- Lee, K. W., Lee, H. J. and Lee, C. Y. (2002). Antioxidant activity of black tea vs. green tea. *Journal of Nutrition* 132: 785.
- Mukhtar, H. and Ahmad, N. (2000). Tea polyphenols: prevention of cancer and optimizing health. *American Journal of Clinical Nutrition* 71: 1698S–1702S.
- Ortiz, J., Ferruzzi, M. G., Taylor, L. S. and Mauer, L. J. (2008). Interaction of environmental moisture with powdered green tea formulations: Effect on catechin chemical stability. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56: 4068–4077.
- Rains, T. M., Agarwal, S. and Maki, K. C. (2011). Antiobesity effects of green tea catechins: a mechanistic review. *The Journal of Nutritional Biochemistry* 22: 1-7.
- Rosell, C. M. (2003). The nutritional enhancement of wheat flour. In S. Cauvain (Ed.), *Bread making* pp. 253–270. Cambridge, England: Woodhead Publishers Limited.
- Rusak G, Komes D, Likic S, Horžic, D. and Kovac, M. (2008). Phenolic content and antioxidative capacity of green and white tea extracts depending on extraction conditions and the solvent used. *Food Chemistry* 110: 852–858.
- Sang, S., Lee, M. J., Hou, Z., Ho, C. T. and Yang, C. S. (2005). Stability of tea polyphenol (-)-epigallocatechin-3-gallate and formation of dimmers and epimers under common experimental conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 9478-9484.
- Sharma, A. and Zhou, W. (2011). A stability study of green tea catechins during the biscuit making process. *Food Chemistry* 126: 568–573.
- Spanos, G. A., Wrolstad, R. E. and Heatherbell, D. A. (1990). Influence of processing and storage on the storage on the phenolic composition of apple juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38: 1572–1579.
- Su, Y. L., Leung, L. K., Huang, Y. and Chen, Z. Y. (2003). Stability of tea theaflavins and catechins. *Food Chemistry* 83: 189-195.

- Sultana, T., Stecher, G., Mayer, R., Trojer, L., Qureshi, M. N., Abel, G., Popp, M. and Bonn, G. K. (2008). Quality assessment and quantitative analysis of flavonoids from tea samples of different origins by HPLC-DAD-ESI-MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56: 3444–3453.
- Wang, R. and Zhou, W. (2004). Stability of tea catechins in bread making process. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52: 8224–8229.
- Wang, R., Zhou, W. and Wen, R. A. H. (2006). Kinetic study of the thermal stability of tea catechins in aqueous systems using a microwave reactor. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54: 5924-5932.
- Wang, R., Zhou, W. and Jiang, X. (2008). Mathematical modeling of the stability of green tea catechin epigallocatechin gallate (EGCG) during bread baking. *Journal of Food Engineering* 87: 505–513.
- Wheeler, D. S. and Wheeler, W. J. (2004). The medicinal chemistry of tea. *Drug Development Research* 61: 45–65.
- Yen, G. C. and Chen, H. Y. (1995). Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 43: 27-32.
- Yuan, J. M., Sun, C. and Butler, L. M. (2011). Tea and cancer prevention: Epidemiological studies. *Pharmacological Research* 64: 123-135.
- Zhu, Q. Y., Zhang, A., Tsang, D., Huang, Y. and Chen, Z. Y. (1997). Stability of green tea catechins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45: 4624–4628.

