



รายงานผลวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ในผลไม้ท้องถิ่นที่สำคัญของประเทศไทย
**Analysis of Bioactive Compound Contents in Commercial Fruits Locally Cultivated in
Thailand**

โดย เนติมชัย วงษ์อารี และคณะ

มกราคม 2554

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ในผลไม้ท้องถิ่นที่สำคัญของประเทศไทย

Analysis of Bioactive Compound Contents in Commercial Fruits Locally Cultivated in Thailand

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. เฉลิมชัย วงษ์อารี	คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
2. มัณฑนา บัวหนอง	คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
3. พนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย	คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
4. ชัยรัตน์ เตชะวุฒิพร	คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
5. อินทิรา ลิจันทรพร	คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ชุดโครงการ Thai fruits – functional fruits Phase II

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

ชื่อโครงการ	การวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ในผลไม้ท้องถิ่นที่สำคัญของประเทศไทย
หัวหน้าโครงการ	ผศ.ดร. เฉลิมชัย วงษ์อารี
ผู้ร่วมโครงการ	ดร. มณฑนา บัวหนอง ดร. ชัยรัตน์ เตชะอุมิพร ดร. พนิดา บุญญฤทธิ์ธงไชย ดร. อินทิรา ลิจันทรพร
ปีงบประมาณ	2552

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ที่สำคัญในส่วนที่ใช้บริโภคของผลไม้ท้องถิ่นของประเทศไทย 5 ชนิด ได้แก่ ฝรั่ง (พันธุ์ ‘แป้นสีทอง’ ‘กิมจู’ และ ‘ไทยไส้แดง’) ชมพู่ (พันธุ์ ‘ทับทิมจันทร์’ ‘เพชรสายรุ้ง’ และ ‘มะเหมี่ยว’) ลิ้นจี่ (พันธุ์ ‘ล่อม’ ‘จิน’ และ ‘กะโหลก’) พุทรา (พันธุ์ ‘นมสด’ จากแหล่งปลูกทางภาคเหนือ และภาคกลาง) และลองกอง (จากแหล่งปลูกทางภาคตะวันออกและภาคใต้) โดยใช้เครื่อง HPLC/PDA เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน พบว่าผลไม้ที่มีเบต้าแคโรทีนมากคือ ชมพู่พันธุ์ ‘เพชรสายรุ้ง’ และพุทราพันธุ์ ‘นมสด’ จากแหล่งปลูกในภาคกลางมีปริมาณ 222.68 และ 211.43 $\mu\text{g}/100\text{g}$ FW ตามลำดับ สารไลโคปีนมีเฉพาะในฝรั่งพันธุ์ ‘ไทยไส้แดง’ (8.26 $\mu\text{g}/100\text{g}$ FW) และชมพู่พันธุ์ ‘มะเหมี่ยว’ (1.36 $\mu\text{g}/100\text{g}$ FW) เท่านั้น ในขณะที่ผลฝรั่งและลิ้นจี่เท่านั้นที่ตรวจพบสารอัลฟาโทโคเฟอรอล และมีเพียงเนื้อชมพู่ทั้ง 3 พันธุ์เท่านั้นที่มีการสะสมสารสีแอนโทไซยานินโดยอยู่ในช่วง 4 – 95 $\mu\text{g}/100\text{g}$ FW อย่างไรก็ตามจากการตรวจสอบเปลือก ลิ้นจี่พบแอนโทไซยานินสะสมอยู่จำนวนมาก นอกจากนี้ในเนื้อชมพู่พันธุ์ ‘มะเหมี่ยว’ มีปริมาณสารฟลาโวนอยด์ในเนื้อมากที่สุด (8.02 $\mu\text{g}/\text{g}$ FW) รองลงมาเป็นเนื้อลิ้นจี่พันธุ์ ‘ล่อม’ และ ‘จิน’ และพุทราพันธุ์ ‘นมสด’ ในขณะที่ฝรั่งทั้ง 3 สายพันธุ์คือ ‘ไทยไส้แดง’ ‘กิมจู’ และ ‘แป้นสีทอง’ มีปริมาณใยอาหารมากกว่า 3.84, 3.32 และ 3.25 $\text{g}/100\text{g}$ FW ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้พบว่าเนื้อลองกองนั้นตรวจพบเฉพาะสารฟลาโวนอยด์และใยอาหารเท่านั้น โดยผลไม้ที่มีปริมาณสารออกฤทธิ์ต่าง ๆ ในปริมาณมากคือ ชมพู่พันธุ์ ‘มะเหมี่ยว’ และฝรั่งพันธุ์ ‘ไทยไส้แดง’ ส่วนการเปรียบเทียบด้านความแตกต่างของแหล่งปลูกพบว่า ผลพุทราพันธุ์ ‘นมสด’ จากแหล่งปลูกในภาคกลางมีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนมากกว่าแต่ใยอาหารน้อยกว่าผลพุทราที่ปลูกทางภาคเหนืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: สารออกฤทธิ์, ผลไม้ท้องถิ่น, ผลไม้ที่มีประโยชน์, การวิเคราะห์ปริมาณ

Title Analysis of Bioactive Compound Contents in Commercial Fruits Locally Cultivated in Thailand
Project Leader Assist. Prof. Dr. Chalermchai WONGS-AREE
Co-Worker Dr. Mantana BUANONG
 Dr. Chairat TECHAVUTTIPORN
 Dr. Panida BOONYARITTHONGCHAI
 Dr. Intira LICHANPORN
Fiscal Year 2009

Abstract

Various bioactive compounds were quantitatively investigated in edible parts of 5 Thai local fruits including guava (cv. ‘Pan Srithong’, ‘Kimju’, and ‘Thai Sai Deang’), rose apple (cv. ‘Tubtim Jun’, ‘Pet Sairung’, and ‘Ma-Meaw’), lychee (cv. ‘Kom’, ‘Chin’, and ‘Kalok’) and jujube (cv. ‘Nom Sod’ cultivated in the North and the Centre) and longkong (cultivated in the East and the South) using HPLC/PDA analysis, compared to the corresponding authentic standards. ‘Pet Sairung’ rose apple and southern cultivated ‘Nom Sod’ jujube containing contained high β -carotene contents of 222.68 and 211.43 $\mu\text{g}/100\text{g}$ FW respectively. Lycopene was found merely in ‘Thai Sai Deang’ guava (8.26 $\mu\text{g}/100\text{g}$ FW) and ‘Ma-Meaw’ rose apple (1.36 $\mu\text{g}/100\text{g}$ FW) whereas α -tocopherol was found in edible parts of guavas and lychees. Only flesh from all 3 cultivars of rose apple contained anthocyanin compounds ranging between 4 and 95 $\mu\text{g}/100\text{g}$ FW. However, peel (the pericarp – as non edible part) of 3 cultivars of lychee accumulated very high contents of anthocyanins. Furthermore flavonoids were highest in ‘Ma-Meaw’ rose apple (8.02 $\mu\text{g}/\text{g}$ FW) followed by ‘Kom’ and ‘Chin’ lychee and ‘Nom Sod’ jujube. All 3 cultivars of guava, ‘Thai Sai Daeng’, ‘Kimju’, and ‘Pan Srithong’, exposed high levels of total dietary fibres of 3.84, 3.32, and 3.25 $\text{g}/100\text{g}$ FW. Two compounds of flavonoids and total dietary fibres along with five bioactive compounds could be measured in longkong. Consequently, potential fruits containing high levels of bioactive compounds were ‘Ma-Meaw’ rose apple and ‘Thai Sai Daeng’ guava. On the other hand, in term of production areas ‘Nom Sod’ jujube cultivated in central Thailand contained higher β -carotene but less total dietary fibres, compared to the jujube grown in the North.

Key words: Bioactive compounds, local fruits, functional fruits, quantitative analysis

สารบัญ

	หน้า
แบบสรุปโครงการวิจัย	I
บทคัดย่อ	III
สารบัญ	V
บทที่ 1 บทนำ	1
- ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	
- วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร	2
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	7
- การเตรียมวัสดุทดลอง	
- การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ทางสถิติ	
- การบันทึกผลการทดลอง	
- สถานที่ทำการทดลอง	
บทที่ 4 ผลการทดลอง	19
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง	27
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง	30
เอกสารอ้างอิง	31
ภาคผนวก	34
- รูปการดูดกลืนแสงของสารสกัดแอนโทไซยานินจากเปลือกลิ้นจี่เนื้อชมพูที่บ่มในบัฟเฟอร์ pH 1.0 และ 4.5	
- รูป standard curve ของสารสำคัญต่าง ๆ	
- งานที่นำเสนอ International Conference: 'Thai Fruits-Functional Fruits' ในงาน Thaifex World of Food Asia 2010	
- ตารางเปรียบเทียบ Output	

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ผลไม้สดมีคุณค่าทางอาหารจากธรรมชาติอยู่มาก รวมทั้งมีปริมาณไขมันและแคลอรีต่ำ การรับประทานผลไม้ยังช่วยลดความเสี่ยงในการเป็นโรคเรื้อรัง ประเทศไทยสามารถผลิตผลไม้ได้หลากหลายชนิดตลอดทั้งปี และมีการส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศเป็นจำนวนมากในแต่ละปี แต่ยังมีข้อจำกัดอยู่ในกลุ่มพืชเศรษฐกิจเพียงไม่กี่ชนิด ผลไม้ท้องถิ่นในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทยบางชนิดมีศักยภาพในการส่งเสริมทางการค้า แต่ทั้งนี้ยังขาดข้อมูลทางด้านคุณค่าทางอาหารที่เป็นองค์ประกอบสำคัญในผลไม้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสารออกฤทธิ์บางชนิดในผลไม้เช่น ใยอาหาร (dietary fibres) ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) แอนโทไซยานิน (anthocyanins) เบต้าแคโรทีน (β -carotene) ไลโคปีน (lycopene) และอัลฟาโทโคเฟอรอล (α -tocopherol; วิตามินอี) กับผลไม้ไทยท้องถิ่น 5 ชนิด คือ ลิ้นจี่ (ภาคตะวันตก) ชมพู (ภาคตะวันตก) ฝรั่ง (ภาคตะวันตก) พุทรา (ภาคตะวันตกและภาคเหนือ) และลองกอง (ภาคตะวันออกและภาคใต้) โดยจัดแบ่งการเก็บเกี่ยวและทำการทดลองตามฤดูกาลให้ผลผลิตของผลไม้แต่ละชนิดตลอดทั้งปี ซึ่งข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาวิจัยนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อส่งเสริมการบริโภคและการขายผลไม้ไทยทั้งภายในประเทศในส่วนของผู้ท้องถิ่นอื่น ๆ และใช้ในการประชาสัมพันธ์เพื่อทำการตลาดในต่างประเทศ นอกจากจะเป็นการเพิ่มมูลค่าของสินค้าเกษตรและขยายโอกาสในการส่งออกสู่ระดับสากลแล้ว ยังช่วยกระตุ้นให้ผู้บริโภคเล็งเห็นความสำคัญของการบริโภคผลไม้มากขึ้น ซึ่งเป็นผลดีทั้งในด้านการลดค่าใช้จ่ายในการดูแลสุขภาพ รวมถึงลดการนำเข้าผลิตภัณฑ์อาหารเสริมบำรุงสุขภาพ ซึ่งเป็นของปรุงแต่งที่มีราคาแพงและนิยมกันมากในปัจจุบัน

1.2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาปริมาณสารออกฤทธิ์สำคัญในผลลิ้นจี่ (พันธุ์คอมพิวเตอร์ กะโหลก และจิน) ชมพู (พันธุ์ทับทิมจันทร์ เพชรสายรุ้งและมะเหมี่ยว) และฝรั่ง (พันธุ์แป้นสีทอง กิมจู และไทยไส้แดง) พันธุ์ท้องถิ่นที่แตกต่างกัน
- 1.2.2 เพื่อศึกษาปริมาณสารออกฤทธิ์สำคัญและในผลพุทราพันธุ์นวมสด(จากแหล่งปลูกจังหวัดนครปฐม และเชียงใหม่) และลองกอง (จากแหล่งปลูกในจังหวัดจันทบุรีและนราธิวาส) โดยเปรียบเทียบจากแหล่งปลูกที่แตกต่างกัน

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

ผลไม้ นอกจากมีรสชาติอร่อยและมีคุณค่าทางอาหารสูงแล้ว ผลไม้ยังช่วยลดภาวะความเสี่ยงในการเป็นโรคของคนหลายชนิด ภายในผลไม้ยังประกอบไปด้วยสารออกฤทธิ์ที่สำคัญหลายชนิด เช่น รงควัตถุ (pigments) วิตามิน (vitamins) ใยอาหารสูง (dietary fibres) สารฟลาโวนอยด์ สารประกอบฟีนอล (phenolic compounds) และอื่น ๆ รงควัตถุ ที่สำคัญในผลไม้ เช่น เบต้าแคโรทีน ไลโคพีน และแอนโทไซยานิน นอกจากจะให้สีสันทันในพืชแล้วยังมีประโยชน์มากต่อผู้บริโภค ยังทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญอีกด้วย สารต้านอนุมูลอิสระช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของเซลล์ ลดความเสียหายของ DNA ลด lipid peroxidation และยับยั้งการแบ่งเซลล์แบบผิดปกติ (Halliwell 1996; Dillard and German, 2000; Kaur and Kapoor 2001) ผลไม้จึงเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระ ทั้งในกลุ่มละลายในไขมัน เช่น เบต้าแคโรทีน ไลโคพีน วิตามินซี วิตามินอี (อัลฟาโทเคอเฟอรอล) หรือกลุ่มที่ละลายน้ำ เช่น สารในกลุ่มสารประกอบฟีนอล แอนโทไซยานิน และฟลาโวนอยด์ (สิริพันธุ์, 2545) มีงานวิจัยชี้ชัดว่าวิตามิน รงควัตถุ และสารต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้มีคุณสมบัติในการต้านทานการอักเสบ สามารถลดความเสี่ยงต่อโรคหลายโรค โดยเฉพาะโรคเรื้อรังที่สัมพันธ์กับอาหาร เช่น โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน โรคหัวใจ (Loft et al., 2008; Pascual-Teresa and Sanchez-Ballesta, 2008) รวมทั้งช่วยชะลอกระบวนการที่ทำให้เกิดความแก่ โดยมีคุณสมบัติในการเป็น antiviral และ antimicrobial ซึ่งเกี่ยวข้องกับความสามารถในการดักจับอนุมูลอิสระ (Tsuda, 2000) นอกจากนี้ เบต้าแคโรทีนยังเป็นสาร provitamin A ซึ่งช่วยในเรื่องกระบวนการรับภาพทางสายตาของมนุษย์อีกด้วย นอกจากนี้ผลไม้ยังเป็นแหล่งของใยอาหารสูง ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (insoluble dietary fibres) ประกอบด้วย เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสและลิกนิน ซึ่งเป็นใยอาหารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ มีบทบาทต่อต้านการป้องกันโรคมะเร็งทั้งทางตรงและทางอ้อม และใยอาหารที่ละลายน้ำได้ (soluble dietary fibres) ประกอบด้วย เพกทิน ยางไม้ เมือก โดยใยอาหารจะจับตัวรวมกับอาหารในกระเพาะทำให้การดูดซึมอาหารไปสู่กระแสเลือดช้าลง มีบทบาทช่วยควบคุมน้ำตาลในเลือด มะเร็งทวารหนัก และโรคหัวใจ (สุรินทร์, 2542; Burkitt and Trowell, 1975)

ผลไม้ท้องถิ่นในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทยหลายชนิดมีศักยภาพในการส่งเสริมทางการค้าทั้งภายในประเทศและรวมไปถึงการส่งออก แต่ยังขาดข้อมูลคุณค่าทางอาหารสำหรับสนับสนุนการขาย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นทำการศึกษาสารออกฤทธิ์ในผลไม้ไทยท้องถิ่น โดยเฉพาะในเขตตอนกลางของประเทศไทยที่มีปริมาณการปลูกกันมากจำนวน 5 ชนิด คือ ฝรั่ง ชมพู ลิ้นจี่ พุทรา และลองกอง ซึ่งมีข้อมูลดังนี้

ฝรั่ง

ฝรั่ง (*Psidium guajava* L.) อยู่ในวงศ์ Myrtaceae เป็นไม้ผลเขตร้อนที่ทนต่อสภาพความแห้งแล้งได้ดี สามารถขึ้นได้ในดินทุกชนิดและในทั่วทุกภาคของประเทศไทย ให้ผลผลิตเกือบตลอดทั้งปีแต่จะให้ผลผลิตสูงในช่วงเดือนมีนาคม-พฤษภาคม แหล่งผลิตที่สำคัญในประเทศไทยได้แก่จังหวัดนครปฐม ราชบุรี สมุทรสาคร และชลบุรี (กรมวิชาการเกษตร, 2550) พันธุ์ฝรั่งรับประทานผลสดที่ได้รับการส่งเสริมคือ พันธุ์กลมสาเล่ พันธุ์แป้นสีทอง พันธุ์กิมจู และพันธุ์ไร่เมล็ด ฝรั่งพันธุ์กลมสาเล่เป็นฝรั่งที่ผลกลม ขนาดใหญ่ ผิวสีเขียวอ่อน เนื้อหนาแน่นและกรอบ รสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย ส่วนฝรั่งพันธุ์แป้นสีทอง เป็นฝรั่งที่ได้จากการผสมระหว่างพันธุ์บางกอกแอปเปิ้ลและพันธุ์กลมสาเล่ ผลมีขนาดใหญ่ ขั้วผลนุ่มสววย เมล็ดมีบ้างแต่น้อยกว่าพันธุ์กลมสาเล่ เนื้อหนากรอบนุ่มแบบพันธุ์บางกอกแอปเปิ้ล (กรมวิชาการเกษตร, 2550)

ฝรั่งจัดเป็นไม้ผลที่มีคุณค่าทางอาหารสูง โดยมีปริมาณวิตามินซี 160 mg/100g FW วิตามินเอ 89 หน่วยสากล และฟอสฟอรัส 25 mg/100g FW (Jimenez-Escrig et al., 2001) ฝรั่งจัดอยู่ใน 10 อันดับแรกของผลไม้ที่มีวิตามินซีสูง คือ ฝรั่งกลมสาเล่ ฝรั่งไร่เมล็ด มะขามป้อม มะขามเทศ เงาะโรงเรียน ลูกพลับ สตรอเบอรี่ มะละกอสุก ส้มโอขาวแตงกวา และพุทราแอปเปิ้ล (กองโภชนาการ, 2549) ฝรั่งพันธุ์แป้นสีทอง ประกอบด้วยเบต้าแคโรทีน 13.8 $\mu\text{g}/100\text{g}$ FW และอัลฟาเทอโคฟลอโรลเป็น และ 0.22 mg/100g FW (Charoensiri et al., 2009) ผลฝรั่งที่ปลูกในประเทศมาเลเซียมีอัลฟาเทอโคฟลอโรล 0.88 mg/100g FW (Ching and Mohamed, 2001) เปลือกของฝรั่งขาว (white guava) และฝรั่งแดง (red guava) มีปริมาณสารประกอบฟีนอลและวิตามินซีมากกว่าในส่วนเนื้อ โดยผลฝรั่งขาวมีปริมาณวิตามินซีมากกว่าผลฝรั่งแดง (Mariko et al., 2005) สอดคล้องกับรายงานของ Lim et al. (2007) ที่พบว่าสารสกัดฝรั่งพันธุ์ Kampuchea GU8 ที่เปลือกเปลือกออกมีสารต้านอนุมูลอิสระจำพวกสารประกอบฟีนอลและวิตามินซีลดลง

ชมพู

ชมพู (*Eugenia jambos*) จัดอยู่ในวงศ์ Syzygium มีถิ่นกำเนิดในประเทศอินเดีย (เปรมปรี, 2538) พืชในวงศ์ Syzygium กระจายตัวหลากหลายพันธุ์ในเขตร้อน (tropical fruit) โดยเฉพาะชมพูก็มีมากมายหลายสายพันธุ์ในประเทศไทย ทั้งพันธุ์ที่เกิดตามธรรมชาติ พันธุ์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ และพันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ขึ้นมาใหม่ ชมพูเป็นผลไม้ที่มีรูปทรงสะดุดตา สีต้นสวยงาม รสชาติหวานกรอบ สามารถปลูกได้ทุกพื้นที่ในประเทศไทย พันธุ์ชมพูที่ใช้ปลูกในเชิงการค้ามีอยู่มากมายหลายพันธุ์ เช่น พันธุ์ทุลเกล้า พันธุ์ทับทิมจันทร์ พันธุ์เพชรสายรุ้ง พันธุ์เพชรน้ำผึ้ง พันธุ์นมเบอร์วัน พันธุ์เพชรชมพู พันธุ์เพชรจินดา พันธุ์เพชร

สามพรานหรือเพชรสุวรรณ พันธุ์เพชรบ้านแพ้ว เป็นต้น (เปรมปรี, 2538) พันธุ์ชมพูที่ปลูกกันแพร่หลายเพื่อการค้าในปัจจุบันก็คือ

พันธุ์ทับทิมจันทร์สี เป็นพันธุ์ที่กำลังเป็นที่นิยมและมีการขยายพื้นที่แทนชมพู่พันธุ์เดิม ๆ อย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีลักษณะผลสีแดงสดใส รูปร่างดี เนื้อแน่น กรอบ ไม่มีเมล็ดและรสชาติดี ปัญหาของพันธุ์นี้ คือเป็นพันธุ์ที่ออกดอกติดผลช้ากว่าพันธุ์อื่น ๆ และออกดอกค่อนข้างยาก ผลประกอบด้วยเบต้าแคโรทีน ไลโคพิน เป็น 22.1 และ 17.1 $\mu\text{g}/100\text{g}$ FW และอัลฟาโทโคฟลอโรล 0.19 $\text{mg}/100\text{g}$ FW (Charoensiri et al., 2009)

พันธุ์เพชรสายรุ้ง แม้ว่าจะเป็นพันธุ์ดั้งเดิมของ จ. เพชรบุรี และมีพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ที่เพชรบุรี แต่ชมพู่พันธุ์นี้ก็มีลักษณะเด่นเฉพาะตัว ไม่ว่าจะเป็นสี รูปร่าง รสชาติ ความแน่นเนื้อ (ความกรอบ) (เคหเกษตร, 2543)

ชมพูเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางอาหาร โดยในเนื้อชมพู 100 กรัม ประกอบด้วยคุณค่าทางอาหาร ได้แก่ พลังงาน 24 กิโลแคลอรี โปรตีน 0.5 กรัม คาร์โบไฮเดรต 5.5 กรัม แคลเซียม 2 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 18 มิลลิกรัม เหล็ก 0.3 มิลลิกรัม วิตามิน 32 มิลลิกรัม (เปรมปรี, 2538) มีเบต้าแคโรทีนและวิตามินอีสูง (Charoensiri et al., 2009) และผิวผลสีชมพู – แดงยังประกอบไปด้วยสารสีในกลุ่มแอนโทไซยานิน (ข้อมูลจากการทดลองเบื้องต้น) นอกจากนี้มีรายงานว่าเนื้อชมพู Wax Jambu (*Syzygium samarangense*) ประกอบด้วยสารประกอบฟีนอล 460 mg of gallic acid / 100g FW และสารฟลาโวนอยด์ 294 mg of quercetin / 100g FW (Simirgiotis et al., 2008) ส่วนชมพู pink wax apple (*Syzygium samarangense* Merr.&Perry) มีสารประกอบฟีนอล 0.1 - 0.2 mg/g DW (Pan and Shü, 2007)

ลิ้นจี่

ลิ้นจี่ (*Litchi chinensis* Sonn.) เป็นไม้ผลเขตร้อน (sub-tropical fruit) อยู่ในวงศ์ Sapindaceae ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกลิ้นจี่ส่วนใหญ่อยู่ในแถบภาคเหนือ เช่น จังหวัดเชียงใหม่ และเชียงราย ซึ่งเป็นพันธุ์ที่นำเข้ามาจากประเทศจีน อย่างไรก็ตามยังมีการปลูกลิ้นจี่ในพื้นที่ภาคตะวันตกด้วย เช่น แหล่งปลูกในที่ราบต่ำแถวอำเภออัมพวา และอำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ต้องการความเย็นต่ำและระยะเวลาในการได้รับความเย็นในการออกดอกน้อย (low chilling hours) โดยคาดกันว่าเป็นพันธุ์ที่มีการกลายพันธุ์มาจากลิ้นจี่จากประเทศจีนตั้งแต่สมัยที่มีการค้าขายกับกรุงศรีอยุธยาในอดีต นอกจากจะเป็นพันธุ์ที่ต้องการความเย็นต่ำแล้ว ลิ้นจี่ในแถบภาคตะวันตกยังมีฤดูกาลเก็บเกี่ยว (มี.ค. - พ.ค.) ก่อนลิ้นจี่จากทางภาคเหนือ (มี.ย. - ก.ค.) ทำให้มีราคาจำหน่ายค่อนข้างสูง โดยพันธุ์ที่นิยมปลูกเพื่อการค้าได้แก่ พันธุ์ค่อมและกะโหลก ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีปริมาณการส่งออกไปยังแถบยุโรป (ข้อมูลตรงจากเกษตรกรในอำเภอบางคนที

จังหวัดสมุทรสงคราม) นอกจากนี้ยังมีลิ้นจี่ท้องถิ่นพันธุ์อื่น ๆ อีก เช่น พันธุ์จีน พันธุ์ไทย พันธุ์เขียวหวาน พันธุ์ช่อละกา พันธุ์สำเภาแก้ว เป็นต้น จากความหลากหลายของพันธุ์ลิ้นจี่ซึ่งก่อให้เกิดความหลากหลายของรสชาติของเนื้อผล ถึงแม้ลิ้นจี่ในแถบภาคตะวันตกหลายพันธุ์จะมีขนาดผลเล็กกว่าทางภาคเหนือและมีรสชาติฝาดปนบ้างในผลที่ไม่แก่เต็มที่ แต่เนื้อสัมผัสของเนื้อผลหลังการปอกเปลือกค่อนข้างแห้งเมื่อเปรียบเทียบกับลิ้นจี่ทางเหนือซึ่งมีลักษณะฉ่ำน้ำ โดยลิ้นจี่เหล่านี้มีการนำไปขยายการผลิตในเขตจังหวัดกาญจนบุรี และบางจังหวัดชายทะเลในภาคตะวันออก

ลิ้นจี่เป็นผลไม้ที่มีสารออกฤทธิ์ทั้งในส่วนของเปลือก ส่วนเนื้อ หรือแม้กระทั่งเมล็ดก็ตาม โดยเปลือกมีสีแดง ประกอบไปด้วยแอนโทไซยานินชนิด glycoside cyanidins (Rivera-LoA pez et al., 1999; Zhang et al., 2001) นอกจากนี้เมล็ดลิ้นจี่ยังอุดมไปด้วยสารกลุ่มแทนนินและฟลาโวนอยด์ชนิดต่าง ๆ เช่น แอนโทไซยานิน และลิวโคไซยานิน (leucocyanidins) ส่วนเนื้อผลลิ้นจี่มีแร่ธาตุและสารอาหารหลายชนิด เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก โดยเนื้อลิ้นจี่พันธุ์ซึ่งมีสารอัลฟาเทอโคฟลออรอล 0.49 mg/100g FW แต่ตรวจไม่พบสารเบต้าแคโรทีนและไลโคพีน ส่วนเนื้อพันธุ์จักรพรรดิตรวจไม่พบสารทั้ง 3 ชนิดนี้เลย (Charoensiri et al., 2009) นอกจากนี้ในเปลือกลิ้นจี่พันธุ์ Kwai Mi มีสารประกอบฟีนอลหลักคือ epicatechin (1.720 mg/100g FW) cyanidin 3-rutinoside (0.429 mg/100g FW) และ quercetin 3-rutinoside (0.223 mg/100g FW) (Sarni-Manchado et al., 2000)

พุทรา

พุทรา (*Zizyphus mauritiana* Lamk.) เป็นไม้ผลยืนต้นเขตร้อนขนาดกลางที่ปลูกง่ายในดินทุกชนิด มีความทนทานต่อความแห้งแล้งและบริเวณฝนตกชุกได้ดี ให้ผลเร็วกว่าไม้ผลชนิดอื่นหลายชนิด และให้ผลผลิตสูง ในประเทศไทยปลูกกันมากในแถบอำเภอดำเนินสะดวก อำเภอสวนผึ้ง อำเภอจอมบึง จังหวัดราชบุรี และอำเภอบ้านแพ้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ผลผลิตที่ได้นอกจากบริโภคภายในประเทศแล้วยังมีการส่งไปจำหน่ายในต่างประเทศคือ มาเลเซีย สิงคโปร์ แคนาดา ซาอุดีอาระเบีย สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และประเทศในแถบยุโรป โดยพุทราพันธุ์นมสดซึ่งเป็นพันธุ์ที่นำเข้ามาจากประเทศไต้หวันเป็นพันธุ์ที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน โดยปลูกกระจายในเขตภาคตะวันตกและภาคเหนือของไทย

พุทราจีน (*Zizyphus jujuba* Mill. var. *inermis* (Bunge) Rehd) มีปริมาณวิตามินซีสูงมากคือมีประมาณ 350 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด (Li et al., 2009) และมีสารโพลีฟีนอล 32 กรัม ต่อ กิโลกรัมของน้ำหนักแห้ง WSCC (water-soluble carbohydrate concentrate) (Huang et al., 2008) นอกจากนี้พุทราที่ปลูกในอิตาลี *Zizyphus jujuba* L. และ *Zizyphus spina-christi* (L.) Willd Rhamnaceae ประกอบด้วยฟลาโวนอยด์ 214.4

และ 65.1 mg/10g DW ซึ่งส่วนใหญ่ประกอบเป็นชนิด glycoside quercetin และ glycoside kaempferol (Pawlowska et al., 2009) Li et al. (2007) วิเคราะห์สารอาหารในพุทราจีน 5 สายพันธุ์ โดยพบว่าพันธุ์ Jinsixiaoza มีปริมาณวิตามินซี (359 mg/100g DW) และ soluble fibre (2.79% ของน้ำหนักแห้ง) สูงสุด ส่วนพันธุ์ Yazao มีปริมาณสารฟีนอล (8.53 mg/g DW) และ insoluble fibre (7.18% ของน้ำหนักแห้ง) สูงสุด

ลองกอง

ลองกอง (*Aglaia dookoo* Griff) จัดเป็นผลไม้เขตร้อนสกุลเดียวกับยางสด และเครือ ซึ่งอยู่ในวงศ์ Meliales ตระกูล Meliaceae ลองกองเป็นไม้ผลที่ได้รับความนิยมในการบริโภคเป็นอย่างมากภายในประเทศ เนื่องจากมีรสชาติดี มีกลิ่นหอมหวาน เปลือกบาง เมล็ดน้อย และยางที่เปลือกไม่เหนียวติดมือ ถิ่นกำเนิดของลองกองอยู่ในแถบหมู่เกาะมลายู อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ และประเทศไทย สำหรับประเทศไทยได้มีการกระจายพันธุ์ไปอย่างกว้างขวางในหลายจังหวัดทางภาคใต้ที่มีสภาพอากาศค่อนข้างชื้น เริ่มตั้งแต่จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช ยะลา ปัตตานี และนราธิวาส นอกจากนี้ยังได้กระจายไปสู่จังหวัดอื่น ๆ ที่มีอากาศชุ่มชื้นอีกหลายจังหวัดในตอนเหนือ เช่น อุตรดิตถ์ และภาคตะวันออกเฉียงใต้ จันทบุรี ระยอง ตรัง และปราจีนบุรี (ไพโรจน์, 2522; มงคล และคณะ, 2523)

เนื้อของลองกองประกอบไปด้วยคุณค่าทางอาหารมากมาย เช่น วิตามินซี โปรตีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก ไทอามิน ไรโบฟลาวิน ไนอะซิน รวมทั้งมีพลังงานสูง (นพรัตน์, 2528) อย่างไรก็ตาม Charoensiri et al. (2009) ตรวจไม่พบทั้งสารเบต้าแคโรทีน โลโคพินและอัลฟาโทโคเฟอรอลจากเนื้อของลองกอง มีรายงานถึงผลไม้ในกลุ่มเดียวกับลองกองคือยางสดพันธุ์ manis (*Lansium domesticum* L. cv. manis) ประกอบไปด้วยสารประกอบฟีนอล 100 mg/100g FW และวิตามินซี 3.9 mg/100g FW (Lim et al., 2007)

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 การเตรียมวัสดุทดลอง

ทำการรวบรวมผลไม้ที่เก็บเกี่ยวตามดัชนีการเก็บเกี่ยวทางการค้า (commercial maturity index) คัดเลือกตามสายพันธุ์ /หรือจากแต่ละพื้นที่การผลิต ทำการคัดเลือกผลที่สมบูรณ์ ปราศจากบาดแผล ดำหนิที่เกิดจากโรคและแมลงเข้าทำลาย มีขนาดผล รูปร่างและความบริบูรณ์ใกล้เคียงกัน โดยมีผลไม้ท้องถิ่น 5 ชนิด (รวม 13 ชุดทดลอง) ดังนี้

- ฝรั่ง 3 พันธุ์ คือ ‘แป้นสีทอง’ ‘กิมจู’ ‘ไทยไร้แดง’ จากจังหวัดนครปฐม และสมุทรสาคร
- ชมพู 3 พันธุ์ คือ ‘ทับทิมจันทร์’ ‘เพชรสายรุ้ง’ และ ‘มะเหมี่ยว’ จากจังหวัดนครปฐม และราชบุรี
- ลิ้นจี่ 3 พันธุ์ คือ ‘ก่อม’ ‘จิน’ และ ‘กะโหลก’ จากจังหวัดสมุทรสงคราม
- พุทราพันธุ์ ‘นมสด’ จาก 2 แหล่งผลิต คือ ภาคเหนือ (เชียงใหม่) และภาคกลาง (นครปฐม)
- ลองกอง จาก 2 แหล่งผลิต คือ ภาคตะวันออก (จันทบุรี) และภาคใต้ (นราธิวาส)

3.2 การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ในแต่ละวิธีการใช้ผลไม้ 3-5 ผล ต่อ 1 ซ้ำ และทำการวิเคราะห์ 6 ซ้ำ เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติในด้านสารออกฤทธิ์สำคัญของผลิตผลแต่ละพันธุ์ แต่ละชนิด และแต่ละพื้นที่การผลิตโดยตาราง analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3.3 การบันทึกผลการทดลอง

ทำการตรวจหาปริมาณสารออกฤทธิ์สำคัญในลิ้นจี่ ชมพู และฝรั่งพันธุ์ต่างๆ ที่ผลิตเพื่อทางการค้าในภาคตะวันตกของประเทศไทย และตรวจหาปริมาณและสารออกฤทธิ์สำคัญในลองกอง และพุทรา นมสดจากแหล่งที่แตกต่างกันที่ผลิตในแต่ละพื้นที่ของประเทศไทย (ตารางที่ 3.1) โดยมีขั้นตอนการเตรียมและการวิเคราะห์ผลทางเคมีดังนี้

ตารางที่ 3.1 แผนการวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ในผลไม้ต่างๆ

ผลผลิต	lycopene	α -tocopherol	Dietary fibres	β -carotene	flavonoids	anthocyanins
ฝรั่ง		✓	✓	✓	✓	
ชมพู่	✓	✓	✓			✓
ลิ้นจี่		✓	✓		✓	✓
พุทรา		✓	✓	✓	✓	
ลองกอง		✓	✓	✓	✓	

3.3.1 วิธีการวิเคราะห์สารออกฤทธิ์

การวิเคราะห์ β -carotene, lycopene และ α -tocopherol

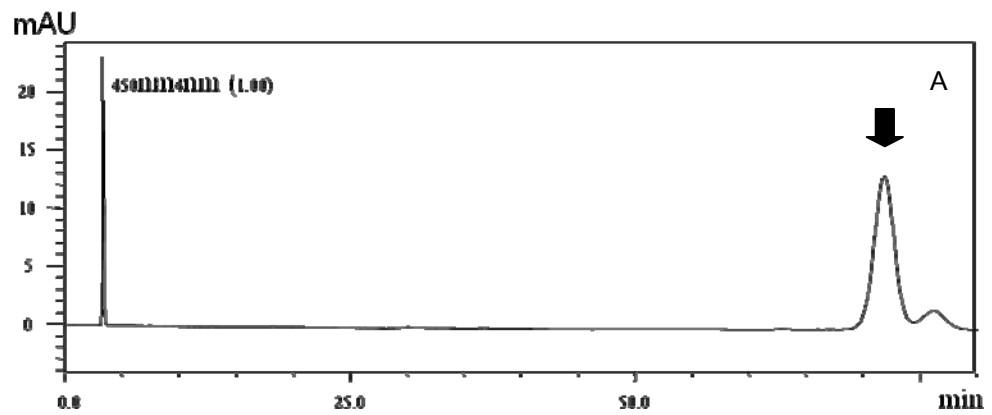
การสกัดสาร (Wright and Kader, 1997)

ปั่นตัวอย่างผลผลิต 5 กรัม ในสารละลายกรดแอสคอร์บิก เข้มข้น 10% ปริมาตร 10 มิลลิลิตร และเอทานอล 10 มิลลิลิตร นาน 3 นาที หลังจากนั้นเติมเฮกเซนปริมาตร 8 มิลลิลิตร และ homogenized ต่ออีก 2 นาที และนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 7,000xg ที่ 4 °C นาน 4 นาที โดยสารจะแยกเป็น 2 ชั้นหลังจากปั่นเหวี่ยง นำสารละลายชั้นล่างมาทำการสกัดแยกสาร 2 ครั้งด้วยเฮกเซนปริมาตร 8 มิลลิลิตร และ homogenized นาน 1 นาที และนำไปปั่นเหวี่ยง ที่ 7,000 xg ที่ 4 °C นาน 4 นาที นำสารละลายชั้นบนที่ได้ เติม 10% Potassium hydroxide (KOH) ปริมาตร 15 มิลลิลิตร ทำการเขย่าต่อเนื่องนาน 16 ชั่วโมง (100 rpm ที่ 4 °C) (ทุกขั้นตอนทำให้ขวดสีชาหรือภาชนะหุ้มฟอลล์) ต่อมาล้างเฮกเซนออกจากสารสกัดด้วย 10% Sodium chloride ปริมาตร 50 มิลลิลิตร และล้างตะกอนด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร เพื่อล้าง alkali ออกจากนั้นนำสารละลายตัวอย่างที่ได้มาทำการระเหยสารสกัดออกด้วยเครื่อง rotary evaporator (Buchi, USA) ภายใต้ความดัน 200 mbar ที่อุณหภูมิ 37 °C ละลายสารสกัดที่ได้ด้วย methylene chloride: methanol ในอัตราส่วน 45:55 มิลลิลิตร ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร

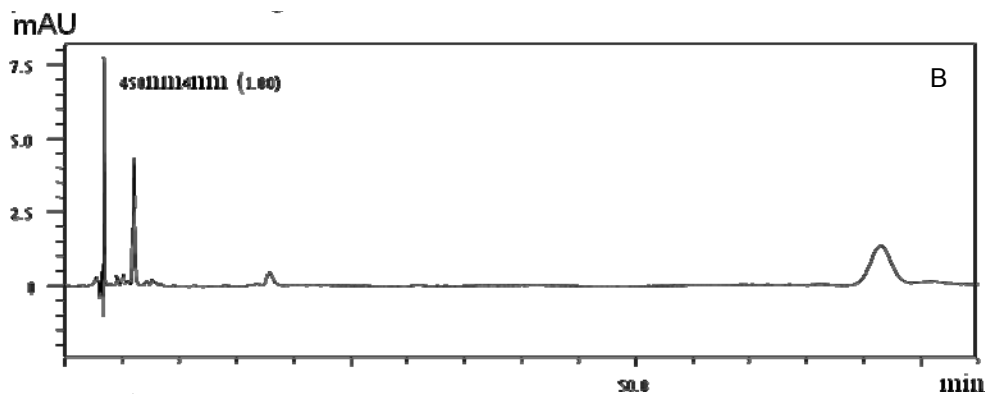
การตรวจวัดปริมาณ (ดัดแปลงจาก Wright and Kader, 1997; Charoensiri et al., 2009)

นำสารละลายที่ผ่านการกรองด้วยกระดาษกรอง ขนาด 0.45 μ m นำไปวิเคราะห์โดยเครื่อง PDA (photodiode array detector)- HPLC (Shimadzu) เปรียบเทียบกับสารเคมีมาตรฐาน β -carotene, lycopene และ α -tocopherol โดยใช้คอลัมน์ C₁₈ (Inersil[®] ODS-3; 4.6 x 250 mm, 5 μ m) ตั้งอัตราส่วนของตัวทำละลายดังนี้ methanol:methylene chloride(99:1): acetonitrile เข้มข้น 100% อัตราส่วน 100:0, 77:23, 77:23, 100:0 ในนาทีที่ 1, 25, 29, 29.01 ใช้เวลา 80 นาที ต่อ 1 ตัวอย่าง ชนิดของปั๊มเป็นแบบ low pressure gradient (900 – 1000 psi) วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรม LC solution สำหรับสาร β -carotene และ lycopene ตรวจวัดที่ความยาวคลื่น 450 nm และสาร α -tocopherol ตรวจวัดที่ความยาวคลื่น 292 nm

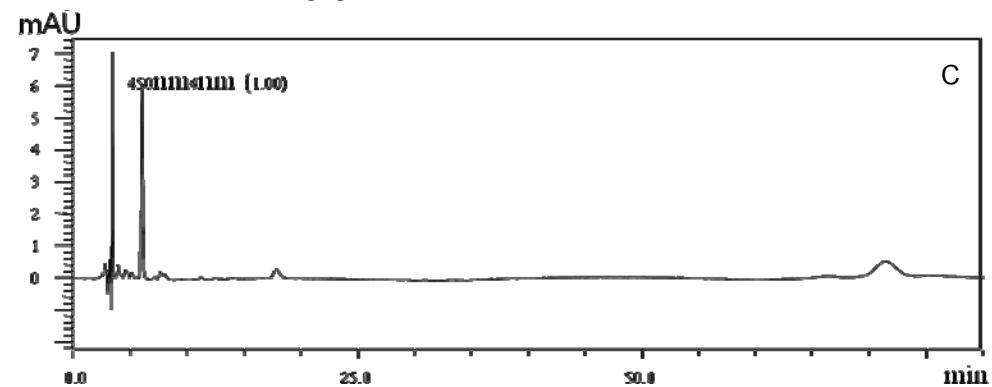
1 ppm β -carotene standard



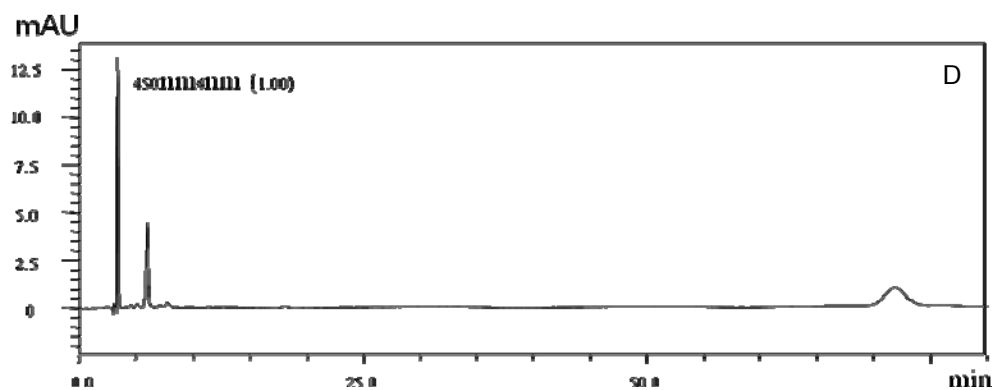
Extract from flesh of 'Pet Sairung' rose apple



Extract from flesh of 'Thai Sai Daeng' guava

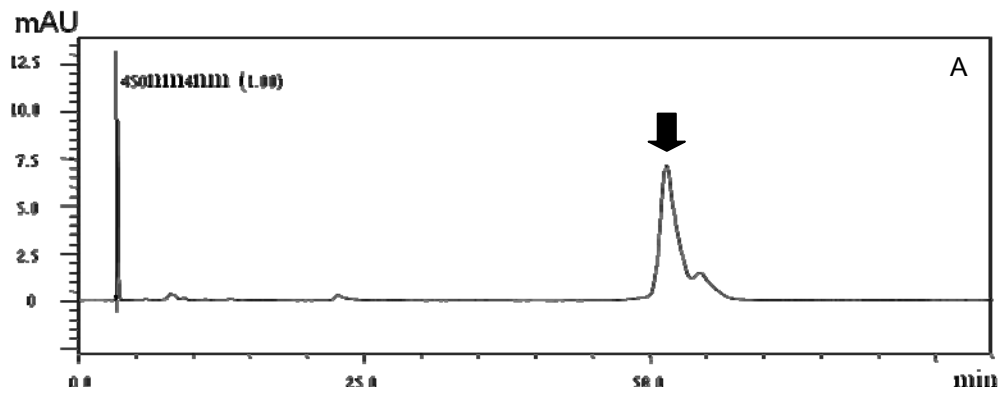


Extract from flesh of 'Nom Sod' jujube (Central Part)

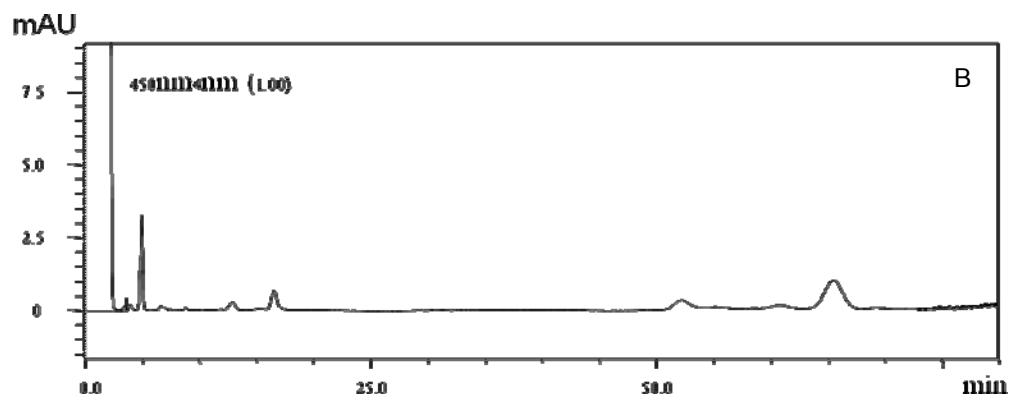


รูปที่ 3.1 Chromatograms ของสารมาตรฐาน β -carotene ความเข้มข้น 1 ppm (A) และสารสกัดจากเนื้อชมพูพันธุ์เพชรสายรุ้ง (B) จากเนื้อฝรั่งพันธุ์กิมจู (C) จากเนื้อพุทราพันธุ์นวมสด (D) ที่วิเคราะห์โดยเครื่อง HPLC-PDA

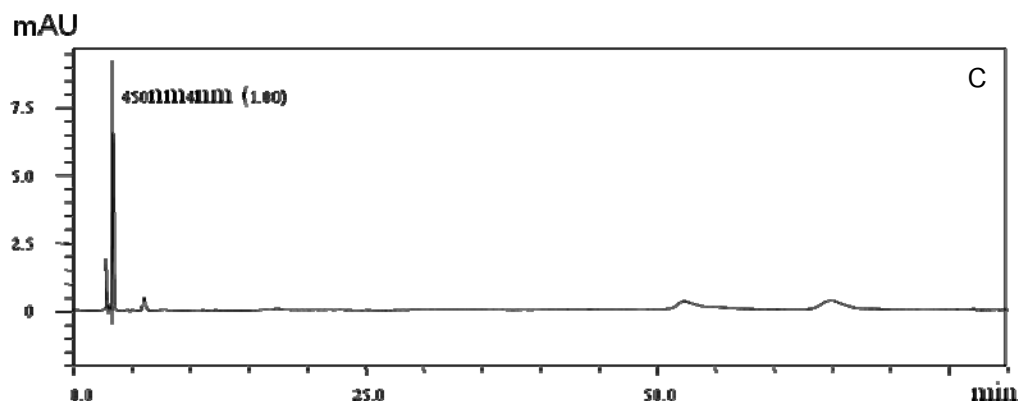
1 ppm lycopene standard



Extract from flesh of 'Thai Sai Daeng' guava

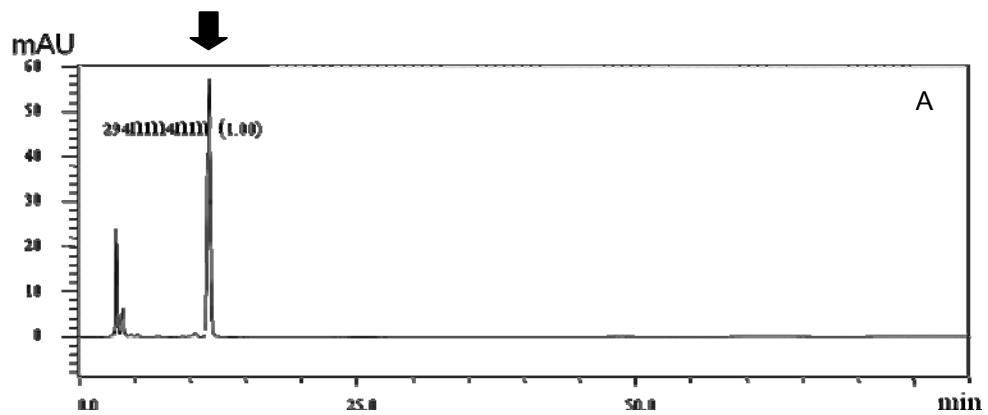


Extract from flesh of 'Ma-Meaw' rose apple

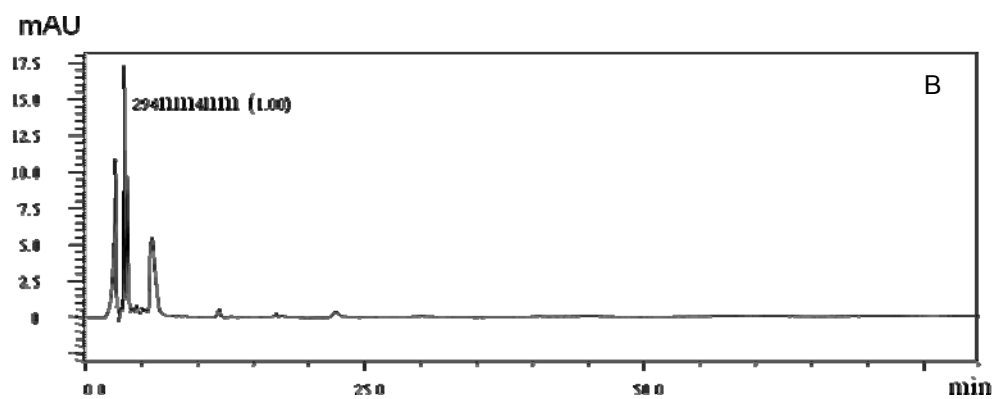


รูปที่ 3.2 Chromatograms ของสารมาตรฐาน lycopene ความเข้มข้น 1 ppm (A) และสารสกัดจากเนื้อฝรั่งพันธุ์ไทยสีแดง (B) และจากเนื้อชมพูพันธุ์มะเหมี่ยว (C) ที่วิเคราะห์โดยเครื่อง HPLC-PDA

1 ppm α -tocopherol standard



Extract from flesh of 'Kom' lychee



รูปที่ 3.3 Chromatograms ของสารมาตรฐานอัลฟาโทโคเฟอรอลความเข้มข้น 1 ppm (A) และสารสกัดจากเนื้อลิ้นจี่พันธุ์ค่อม (B) ที่วิเคราะห์โดยเครื่อง HPLC-PDA

3.3.2 การวิเคราะห์ปริมาณของแอนโทไซยานิน

การสกัดแอนโทไซยานิน (ดัดแปลงจาก Rodriguez-Saona and Wrolstad, 2005)

Methanol solvent extraction

ป่นตัวอย่างผลิตภัณฑ์จำนวน 20 กรัม ด้วย acidified methanol (ที่มี hydrochloric acid เข้มข้น 0.01%) ปริมาตร 60 มิลลิลิตร แล้วกรองด้วยกระดาษ Whatman เบอร์ 1 จากนั้นนำกากที่เหลือมาสกัดด้วย acidified methanol แล้วกรองอีกสามครั้ง นำไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่อง rotary evaporator (Buchi; Rotavapor R-205, Vacuum controller V-800, Vacuum pump V-500) ที่อุณหภูมิ 40 °C ภายใต้ความดัน 180 mbar ในช่วงแรก แล้วค่อยๆ ลดลงมาถึง 60 mbar แล้วปรับปริมาตรด้วย Acidified water

Anthocyanin purification

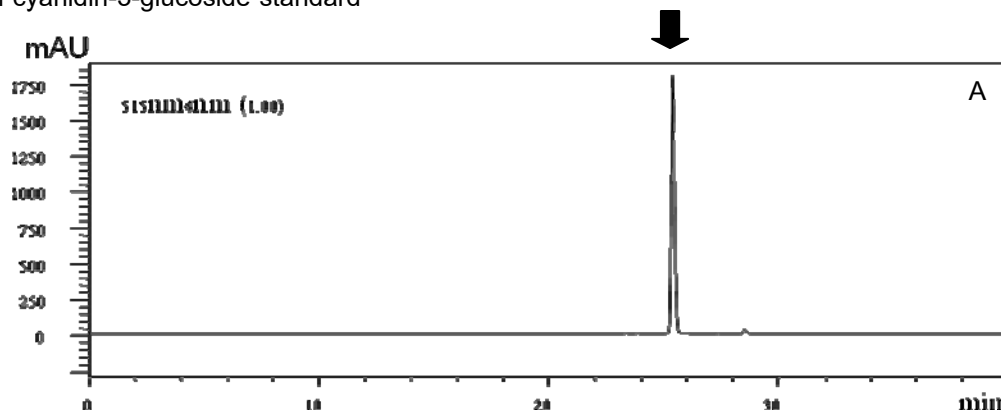
นำ C₁₈ cartridge (Water Sep-Pak[®]) มาล้างด้วย methanol 2 ครั้ง จากนั้นล้างด้วย acidified water 3 ครั้ง จัดสารสกัดแอนโทไซยานินผ่านใน C₁₈ cartridge ล้างด้วย acidified water 2 ครั้ง ล้างด้วย ethyl acetate จำนวน 2 ครั้ง จะแอนโทไซยานินด้วย acidified methanol แล้วระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่อง rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 40 °C ภายใต้ความดัน 150 mbar

การตรวจวัดปริมาณของแอนโทไซยานิน (Junka et al., 2007)

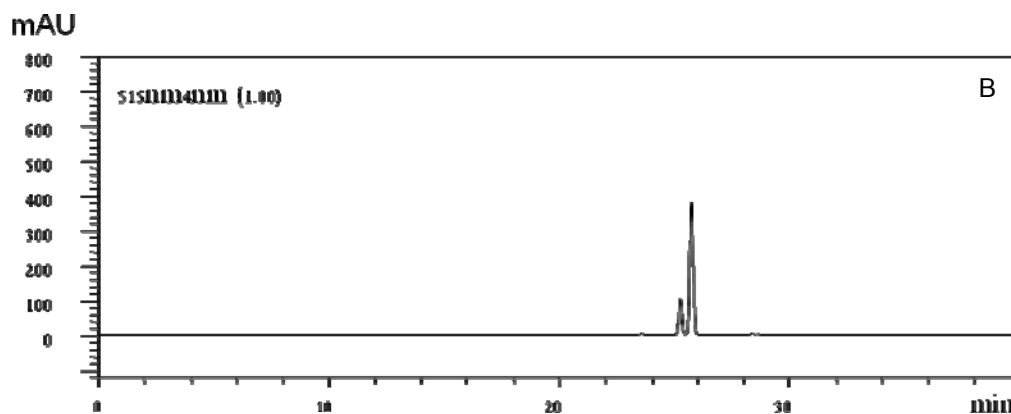
นำตัวอย่างที่ได้ มาละลายใน phosphoric acid เข้มข้น 4% ปริมาตร 2-5 มิลลิลิตร แล้วนำไปวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง PDA (photodiode array detector)- HPLC (Shimadzu) เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน cyanidin-3-glucoside โดยใช้คอลัมน์ C₁₈ (Inersil[®] ODS-3; 4.6 x 250 mm, 5μm) ตั้งอัตราส่วนของตัวทำละลายดังนี้ phosphoric acid เข้มข้น 4%: acetonitrile เข้มข้น 100% อัตราส่วน 95:5, 77:23, 77:23, 95:5 ในเวลาที่ 1, 25, 29, 29.01 ใช้เวลา 40 นาที ต่อ 1 ตัวอย่าง ชนิดของปั๊มเป็นแบบ low pressure gradient วัดการดูดกลืนแสงที่ 515 nM วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรม LC solution

ทุกพีคของสารที่ดูดกลืนแสงที่ 515 nM จะจัดเป็นสารแอนโทไซยานิน (ยืนยันโดยการทำ pH differential method โดยปั๊มที่ pH 1.0 และ 4.5; ภาคผนวกหน้า 34 -36) โดยนำผลรวมของพื้นที่ใต้กราฟของแต่ละพีคมาเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน cyanidin-3-glucoside แล้วคำนวณออกมาเป็นปริมาณสาร anthocyanins ทั้งหมด

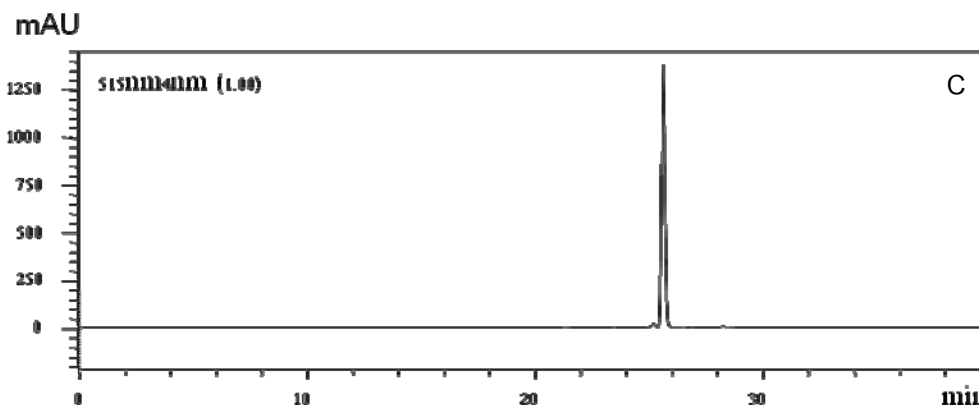
20 ppm cyanidin-3-glucoside standard



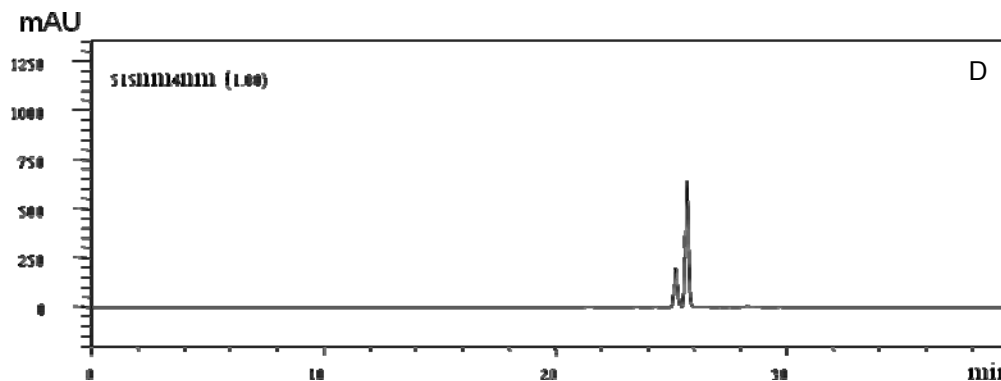
Extract from peel of 'Chin' lychee



Extract from peel of 'Kom' lychee

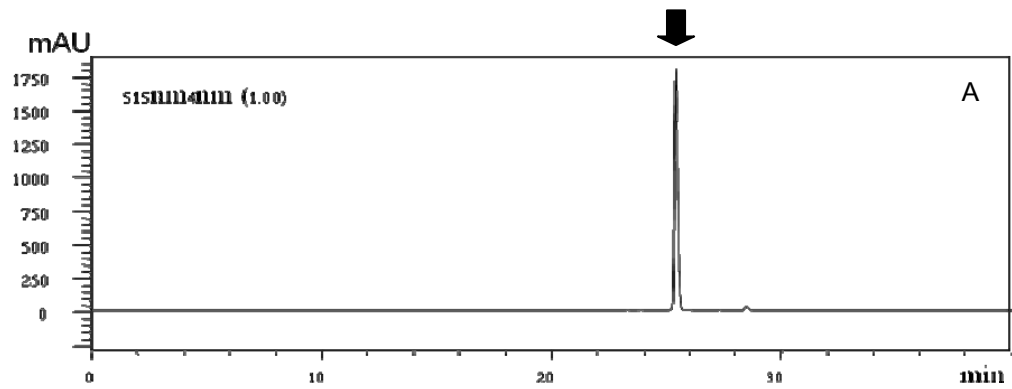


Extract from peel of 'Kalok' lychee

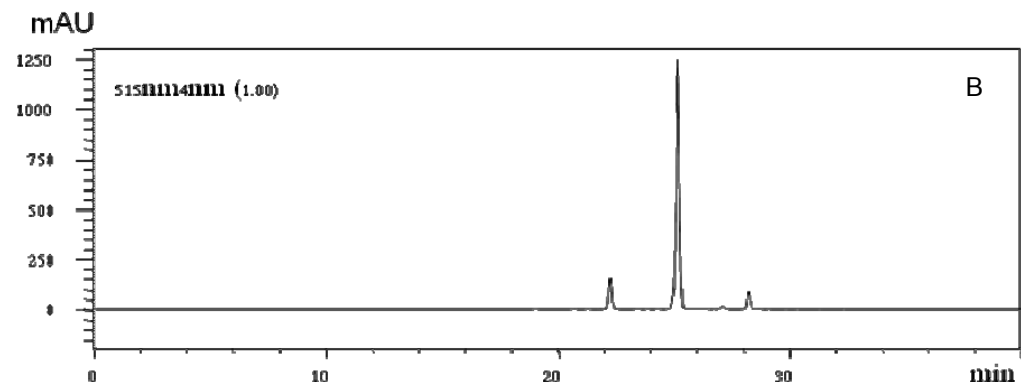


รูปที่ 3.4 Chromatograms ของสารมาตรฐาน cyanidin-3-glucoside ความเข้มข้น 20 ppm (A) และสารสกัดจากเปลือกลิ้นจี่พันธุ์จีน (B) พันธุ์คอม (C) และพันธุ์กะโหลก (D) ที่วิเคราะห์โดยเครื่อง HPLC-PDA

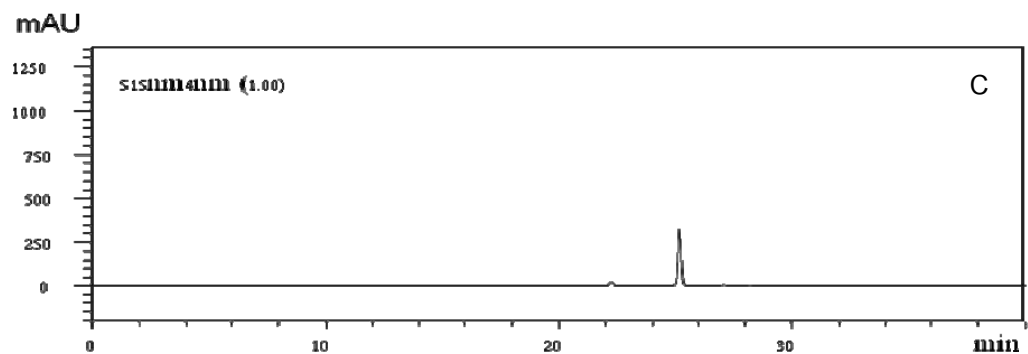
20 ppm cyanidin-3-glucoside standard



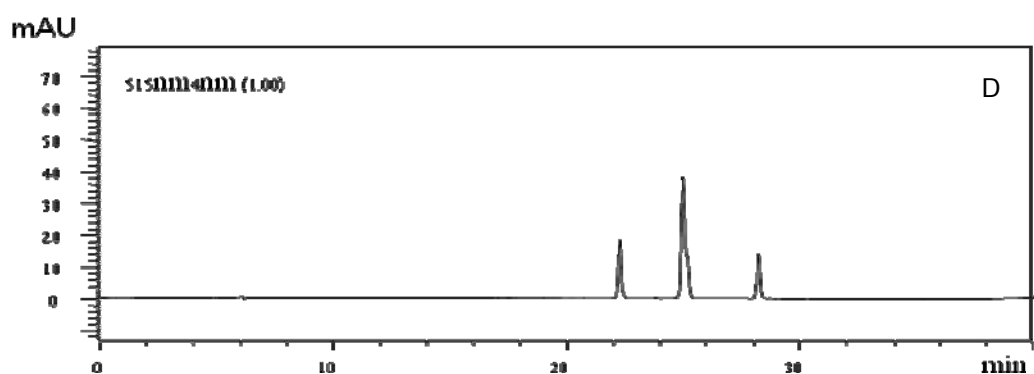
Extract from flesh of 'Mameaw' rose apple



Extract from flesh of 'Tubtim Chan' rose apple



Extract from flesh of 'Pet Sairung' rose apple



รูปที่ 3.5 Chromatograms ของสารมาตรฐาน cyanidin-3-glucoside ความเข้มข้น 20 ppm (A) และสารสกัดจากเนื้อชมพูพันธุ์มะเหมี่ยว (B) พันธุ์ทับทิมจันทร์ (C) และพันธุ์เพชรสายรุ้ง (D) ที่วิเคราะห์โดยเครื่อง HPLC-PDA

3.3.3 การวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์

การสกัดสาร(ดัดแปลงจาก Cristea et al., 2003)

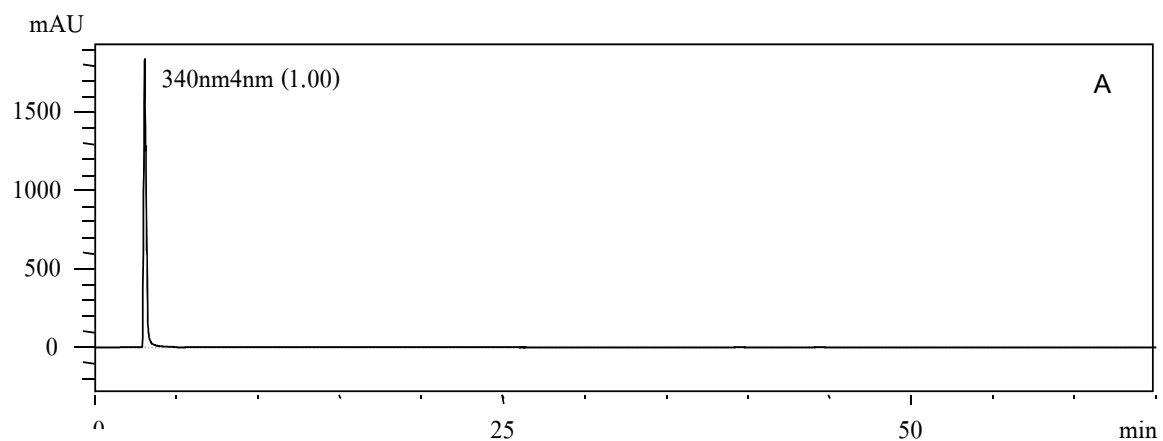
ป่นตัวอย่างผลิตภัณฑ์จำนวน 20 กรัม ด้วย methanol ปริมาตร 40 มิลลิลิตร นำนํ้าปิดฝาแล้วนำมาแช่ที่มืดที่ 4 °C นาน 1 ชั่วโมง นำมาปั่นเหวี่ยงที่ 10,000 xg นาน 20 นาที ที่ 4°C นำส่วนใสไปทำการวิเคราะห์

การวิเคราะห์สาร(Cristea et al., 2003)

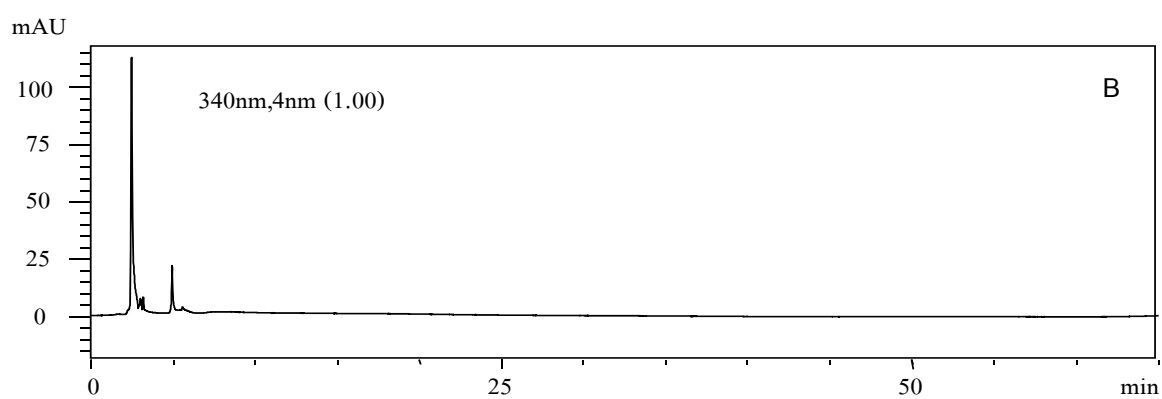
นำตัวอย่างที่ได้ มาวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง PDA (photodiode array detector)- HPLC (Shimadzu) เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Kaempferol โดยใช้คอลัมน์ C₁₈ (Inersil® ODS-3; 4.6 x 250 mm, 5µm) ตั้งอัตราส่วนของตัวทำละลายดังนี้ methanol: water/acetic acid mixture (100/1 v/v) อัตราส่วน 5:95, 40:60, 90:10, 90:10 ในเวลาที่ 1, 25, 40, 50 วัดการดูดกลืนแสงที่ 340 nM วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรม LC solution

ทุกพีคของสารที่ดูดกลืนแสงที่ 340 nM จะจัดเป็นสารฟลาโวนอยด์ โดยนำผลรวมของพื้นที่ใต้กราฟของแต่ละพีคมาเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Kaempferol แล้วคำนวณออกมาแล้วนำมารวมกันเป็นปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

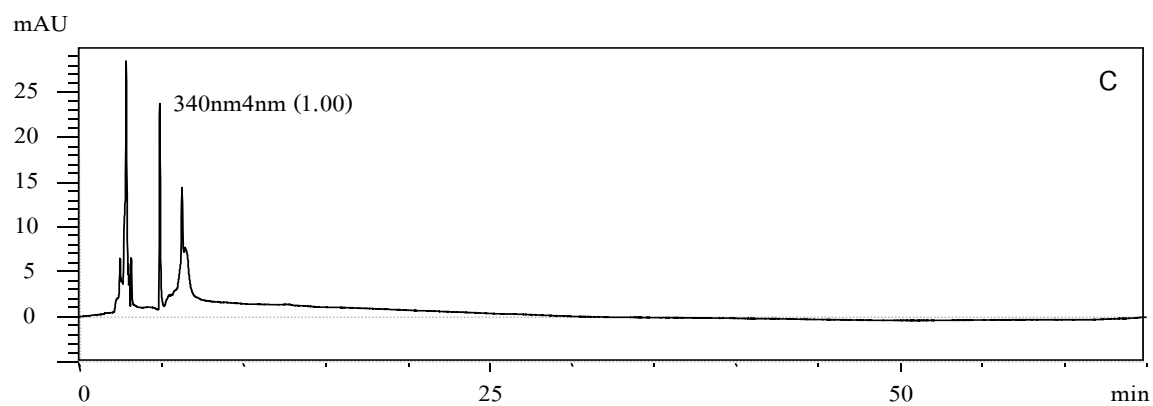
10 ppm Kaempferol



Extract from flesh of 'Kom' lychee

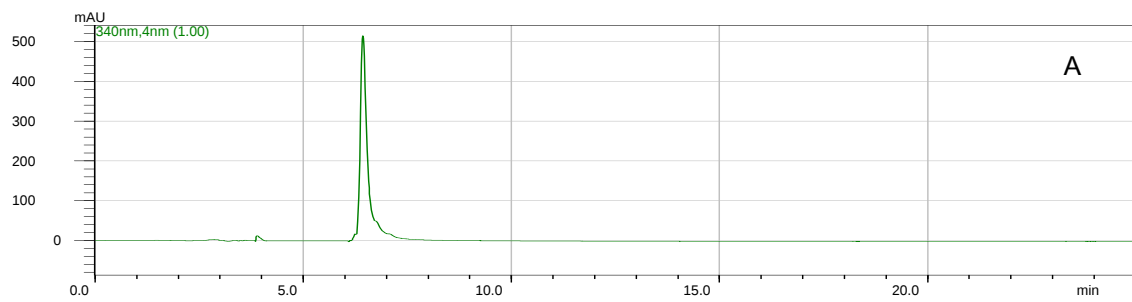


Extract from flesh of longkong (Southern part)

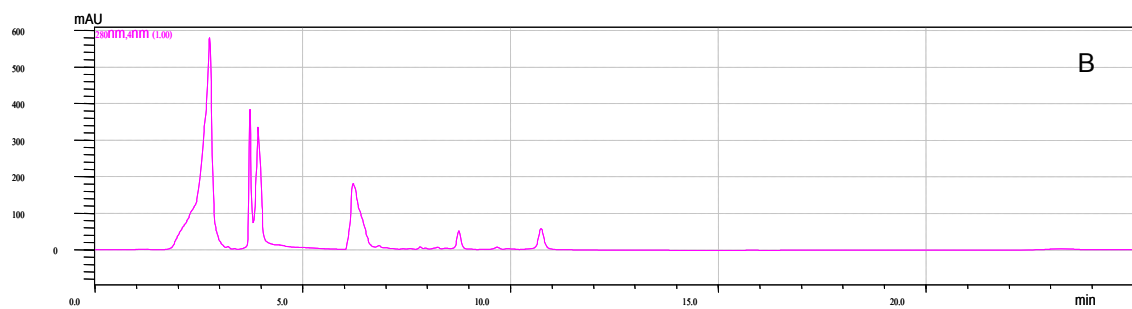


รูปที่ 3.6 Chromatograms ของสารมาตรฐาน kaempferol ความเข้มข้น 10 ppm (A) และสารสกัดจากเนื้อลิ้นจี่ (B) เนื้อลองกอง (C) ที่วิเคราะห์โดยเครื่อง HPLC-PDA

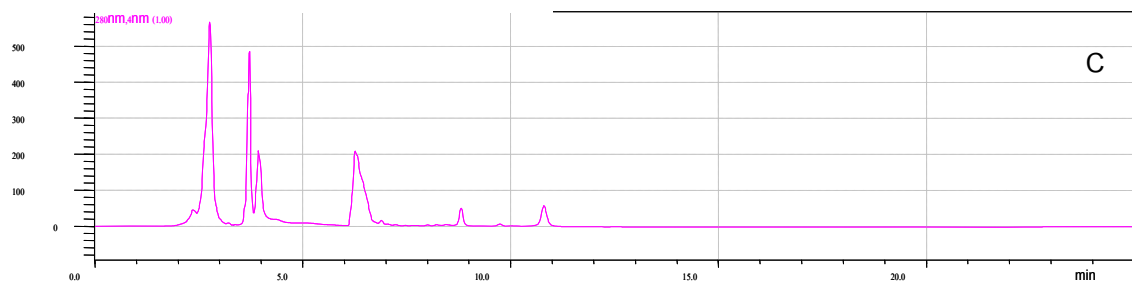
5 ppm Kaempferol



Extract from flesh of 'Tubtim Jun' rose apple



Extract from flesh of 'Kimju' guava



รูปที่ 3.7 Chromatograms ของสารมาตรฐาน kaempferol ความเข้มข้น 5 ppm (A) และสารสกัดจากเนื้อชมพูพันธุ์ 'ทับทิมจันทร์' (B) และเนื้อฝรั่งพันธุ์ 'กิมจู' (C) ที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC-PDA

3.3.4 การวิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร (Total Dietary Fibres)

การสกัด Total Dietary Fibres ของผลไม้ทำโดยใช้ชุดสกัดจากชุดสกัด K-TDFR (Magazyme®), Ireland) (K-TDFR 03/2009, AACC Method 32-05, 1995; AOAC Method 985.29, 1995) โดยนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่แห้งแล้ว จำนวน 0.5 กรัม มา gelatinized ด้วยเอนไซม์ trammel (heat stable α -amylase) จากนั้นนำไปย่อยด้วยเอนไซม์ protease และ amyloglucosidase ตามลำดับ เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายสารในกลุ่มโปรตีนและแป้ง ใช้เอทานอลในการตกตะกอน soluble dietary fibres ล้างตะกอนที่กรองได้ด้วยเอทานอลเข้มข้น 78% ethanol, 95% และอะซิโตน (ตามลำดับ) ชั่งน้ำหนักตะกอนที่ได้หลังทำการอบแห้ง ช้าแรก นำไปวิเคราะห์โปรตีน ช้าที่สองนำไปวิเคราะห์เถ้า โดยนำไปเผาที่อุณหภูมิ 525°C และค่า Total dietary fibres ทั้งหมด จะเท่ากับ

$$\text{Total dietary fibres} = \text{weight residue} - \text{weight (protein + ash)}$$

3.4 สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว อาคารคณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี ชั้น 3 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 เขตบางขุนเทียน แขวงท่าข้าม กรุงเทพฯ 10150

บทที่ 4

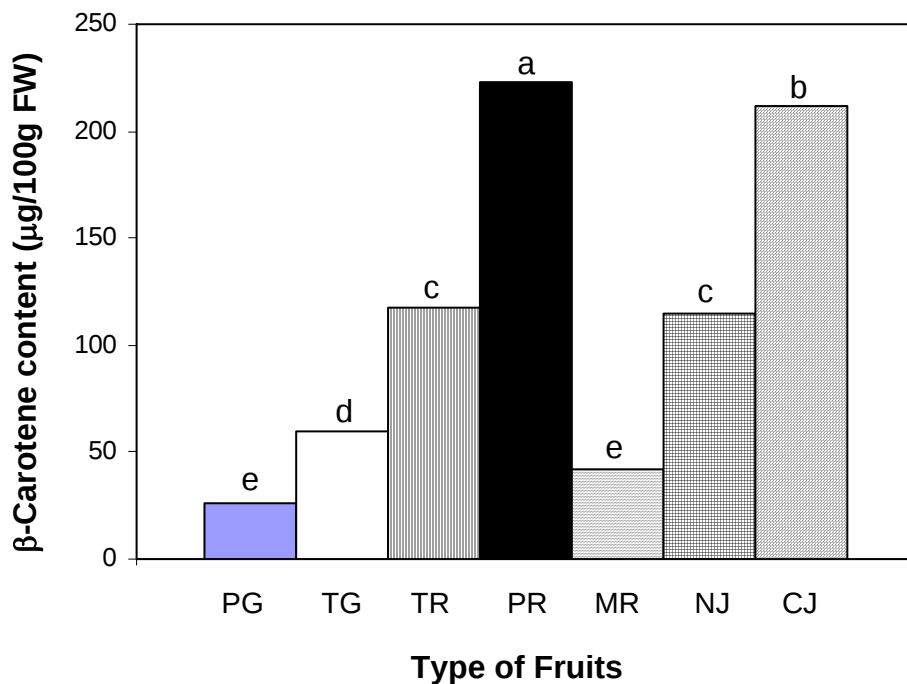
ผลการทดลอง

การศึกษานี้เป็นการวิเคราะห์หาสารออกฤทธิ์ 5 ชนิดคือ เบต้าแคโรทีน ไลโคปีน อัลฟาเทอโคฟลอโรล แอนโทไซยานิน ฟลาโวนอยด์ และใยอาหาร (dietary fibres) จากผลไม้ท้องถิ่น 5 ชนิด ดังนี้

4.1 ปริมาณสารเบต้าแคโรทีน

ผลไม้แต่ละชนิดมีปริมาณเบต้าแคโรทีนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \leq 0.01$) (รูปที่ 4.1) โดยผลชมพู่และพุทรามีเบต้าแคโรทีนอยู่สูง ชมพู่พันธุ์ ‘เพชรสายรุ้ง’ มีเบต้าแคโรทีนสูงสุดคือ 222.68 $\mu\text{g}/100\text{g}$ FW พุทราพันธุ์ ‘นมสด’ และชมพู่พันธุ์ ‘ทับทิมจันทร์’ มีปริมาณเบต้าแคโรทีนรองลงมา ส่วนชมพู่พันธุ์ ‘มะเหมี่ยว’ และฝรั่งพันธุ์ ‘แป้นสีทอง’ มีน้อยที่สุดคือ 41.58 และ 26.19 $\mu\text{g}/100\text{g}$ FW ตามลำดับ ส่วนในเนื้อลิ้นจี่ทั้ง 3 สายพันธุ์ และลองกองตรวจไม่พบสารเบต้าแคโรทีน (ตารางที่ 4.1)

ผลพุทราพันธุ์ ‘นมสด’ จากแหล่งปลูกในภาคกลาง (จ. นครปฐม) มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนมากกว่าผลพุทราที่ปลูกทางภาคเหนือ (จ. เชียงราย) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.1)

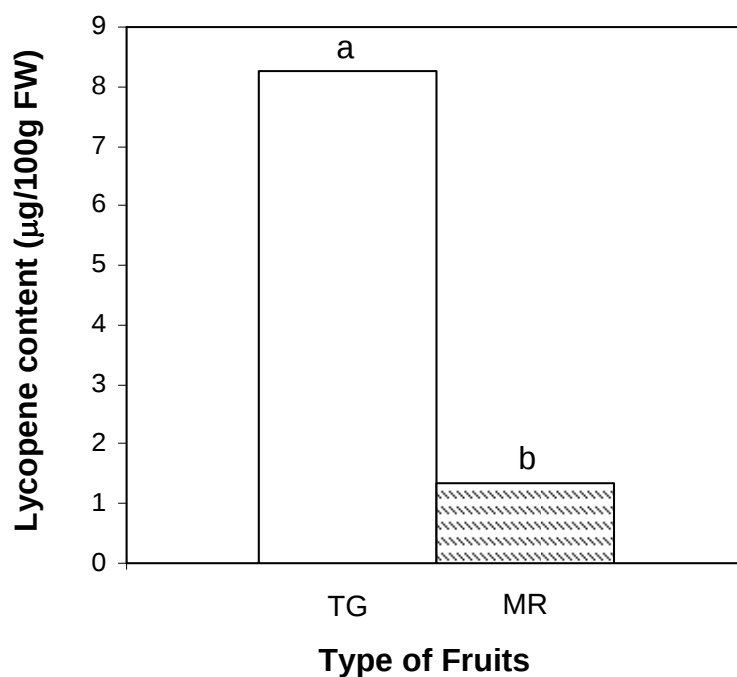


รูปที่ 4.1 ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในเนื้อฝรั่ง ชมพู่ และพุทรา (PG = ฝรั่งพันธุ์ ‘แป้นสีทอง’, TG = ฝรั่งพันธุ์ ‘ไทยไร้แดง’, TR = ชมพู่พันธุ์ ‘ทับทิมจันทร์’, PR = ชมพู่พันธุ์ ‘เพชรสายรุ้ง’, MR = ชมพู่พันธุ์ ‘มะเหมี่ยว’, NJ = พุทราพันธุ์ ‘นมสด’ จากภาคเหนือ, CJ = พุทราพันธุ์ ‘นมสด’ จากภาคกลาง)

- ตัวอักษรอังกฤษบนกราฟแท่งที่แตกต่างกันแสดงถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันที่ความเชื่อมั่นมากกว่า 95% ($P \leq 0.05$) เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

4.2 ปริมาณสารไลโคปีน

พบสารไลโคปีนในเนื้อผลไม้เพียง 2 ชนิดเท่านั้น คือ ฝรั่งและชมพู (รูปที่ 4.2) โดยทั้งฝรั่งและชมพูก็พบเพียงชนิดละ 1 พันธุ์ คือฝรั่งพันธุ์ ‘ไทยไส้แดง’ ซึ่งมีปริมาณมากถึง 8.26 $\mu\text{g}/100\text{g}$ และชมพูพันธุ์ ‘มะเหมี่ยว’ มีปริมาณ 1.36 $\mu\text{g}/100\text{g}$ (ตารางที่ 4.1)

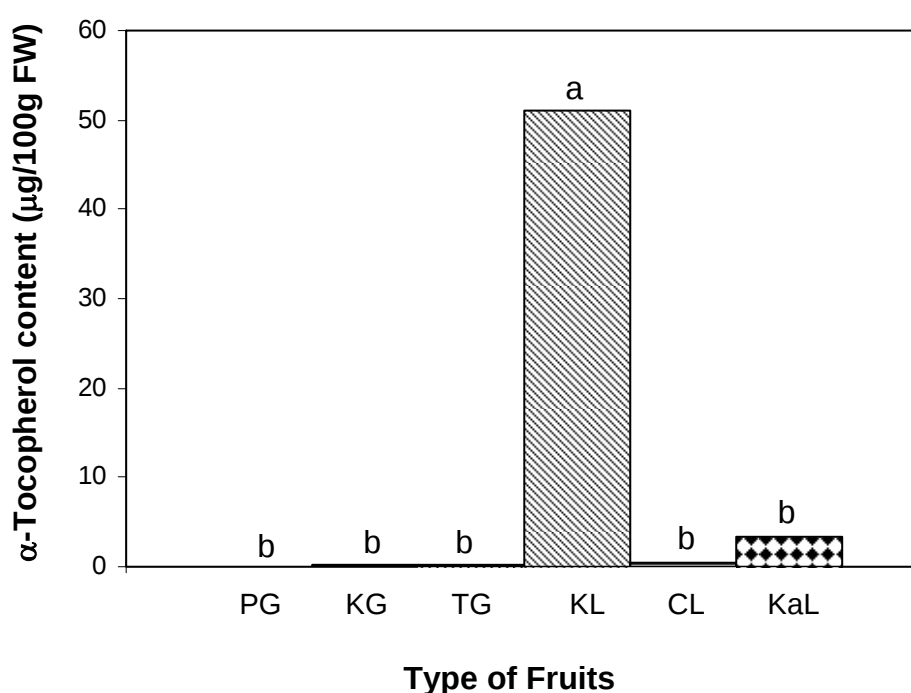


รูปที่ 4.2 ปริมาณสารไลโคปีนในเนื้อฝรั่ง และชมพู (TG = ฝรั่งพันธุ์ ‘ไทยไส้แดง’, MR = ชมพูพันธุ์ ‘มะเหมี่ยว’)

- ตัวอักษรอังกฤษบนกราฟแท่งที่แตกต่างกันแสดงถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันที่ความเชื่อมั่นมากกว่า 95% ($P \leq 0.05$) เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

4.3 ปริมาณสารอัลฟาโทโคเฟอรอล

การวิเคราะห์หาปริมาณอัลฟาโทโคเฟอรอลหรือวิตามินอีในผลไม้แต่ละชนิดแสดงให้เห็นว่า ปริมาณสารดังกล่าวมีขึ้นอยู่กัชนิดของผลไม้ โดยพบว่า มีผลไม้เพียง 2 ชนิดเท่านั้นที่มีสารอัลฟาโทโคเฟอรอล คือฝรั่งและลิ้นจี่ (รูปที่ 4.3) เป็นที่น่าสนใจอย่างยิ่งว่าเนื้อลิ้นจี่มีปริมาณอัลฟาโทโคเฟอรอลค่อนข้างสูง โดยเฉพาะพันธุ์ ‘ค่อม’ ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีความนิยมสูงจากแหล่งปลูกใน จ. สมุทรสงคราม มีปริมาณอัลฟาโทโคเฟอรอลในเนื้อสูงถึง 50.99 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ส่วนฝรั่งทั้ง 3 พันธุ์ปริมาณอัลฟาโทโคเฟอรอลอยู่ในช่วง 0.10-0.14 $\mu\text{g}/100\text{g}$ (ตารางที่ 4.1)



รูปที่ 4.3 ปริมาณสารอัลฟาโทโคเฟอรอลในเนื้อฝรั่ง และลิ้นจี่ (PG = ฝรั่งพันธุ์ ‘แป้นสีทอง’, KG = ฝรั่งพันธุ์ ‘กิมจู’, TG = ฝรั่งพันธุ์ ‘ไทยไร้แดง’, KL = ลิ้นจี่พันธุ์ ‘ค่อม’, CL = ลิ้นจี่พันธุ์ ‘จิน’, KaL = ลิ้นจี่พันธุ์ ‘กะโหลก’)

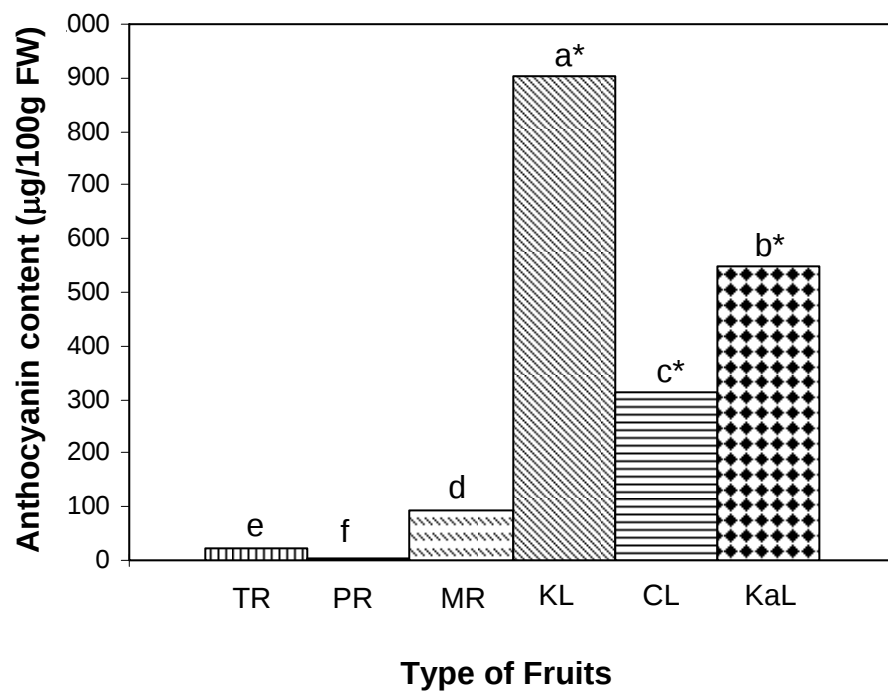
- ตัวอักษรอังกฤษบนกราฟแท่งที่แตกต่างกันแสดงถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันที่ความเชื่อมั่นมากกว่า 95% ($P \leq 0.05$) เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

4.4 ปริมาณสารแอนโทไซยานิน

การวิเคราะห์สารแอนโทไซยานินโดยใช้ cyanidin-3-glucoside เป็นสารมาตรฐาน พบว่า มีเพียงเนื้อชมพูทั้ง 3 พันธุ์เท่านั้นที่มีการสะสมสารสีแอนโทไซยานิน โดยในเนื้อชมพูพันธุ์ ‘มะเหมี่ยว’ มีมากที่สุด 95.00 $\mu\text{g}/100\text{g FW}$ รองลงมาคือชมพูพันธุ์ ‘ทับทิมจันทร์’ และ ‘เพชรสายรุ้ง’ (23.17 และ 4.62 $\mu\text{g}/100\text{g FW}$) (ตารางที่ 4.1) อย่างไรก็ตามจากการตรวจสอบเปลือกลิ้นจี่ซึ่งมีสีแดงพบว่า สารสกัดทั้งจากเปลือกลิ้นจี่ทั้ง 3 พันธุ์มีแอนโทไซยานินสะสมอยู่จำนวนมาก (รูปที่ 4.4) โดยเปลือกลิ้นจี่พันธุ์ ‘ค่อม’ มีแอนโทไซยานินสูงถึง 901.34 $\mu\text{g}/100\text{g FW}$ รองลงมาคือเปลือกลิ้นจี่พันธุ์ ‘กะโหลก’ และ ‘จิน’ ตามลำดับ

จากโครมาโตแกรมการดูดกลืนแสงที่ 515 nm ของสารสกัดจากเปลือกลิ้นจี่ (รูปที่ 3.4) และเนื้อชมพู (รูปที่ 3.5) พบแอนโทไซยานินมากกว่า 1 ชนิด ทั้งที่มี retention time ตรงและไม่ตรงกับ cyanidin-3-glucoside ในกรณีนี้จะคำนวณพื้นที่ใต้กราฟจากพีคทั้งหมดที่ดูดกลืนที่ 515 nm ทั้งหมดเปรียบเทียบกับ cyanidin-3-glucoside

พีคทั้งหมดของสารสกัดจากเปลือกลิ้นจี่และเนื้อชมพูนี้ที่วิเคราะห์โดยเครื่อง HPLC/PDA ที่ดูดกลืนที่ 515 nm เป็นสารในกลุ่มแอนโทไซยานิน โดยเมื่อนำสารสกัดมาทำการทดสอบโดยบ่มในบัฟเฟอร์ pH 1.0 และ 4.5 และวัดรูปแบบการดูดกลืนแสงโดยการสแกนจากความยาวคลื่น 320 – 700 nm ด้วยเครื่อง spectrophotometer (รูปภาคผนวก 1 – 6) พบว่าแอนโทไซยานินของสารสกัดที่บ่มที่บัฟเฟอร์ pH 1.0 ดูดกลืนแสง ที่ 510 - 519 nm และแทบจะไม่มีดูดกลืนแสงในช่วงนี้เลยเมื่อบ่มในบัฟเฟอร์ pH 4.5 นั่นคือสารเกือบทั้งหมดที่ดูดกลืนแสงที่ 510 - 519 nm เป็นสารแอนโทไซยานินตามคุณสมบัติของสาร เพราะสารแอนโทไซยานินจะมีการดูดกลืนแสงในช่วง 500 - 550 nm ได้ดีที่สุดเมื่อบ่มในสารละลาย pH 1.0 และโมเลกุลในส่วน of flavinium ของแอนโทไซยานินจะถูกทำลายเมื่อบ่มในบัฟเฟอร์ pH 4.5 วิธีนี้เป็นการทดสอบแอนโทไซยานินด้วยวิธี pH differential method และรูปแบบการดูดกลืนแสงของแอนโทไซยานินจากสารสกัดจากเปลือกลิ้นจี่และเนื้อชมพูในบัฟเฟอร์ pH 1.0 และ 4.5 แสดงให้เห็นว่าเป็นแอนโทไซยานินที่พบโดยทั่วไป (typical anthocyanins) (Rodriguez-Saona and Wrolstad, 2005)



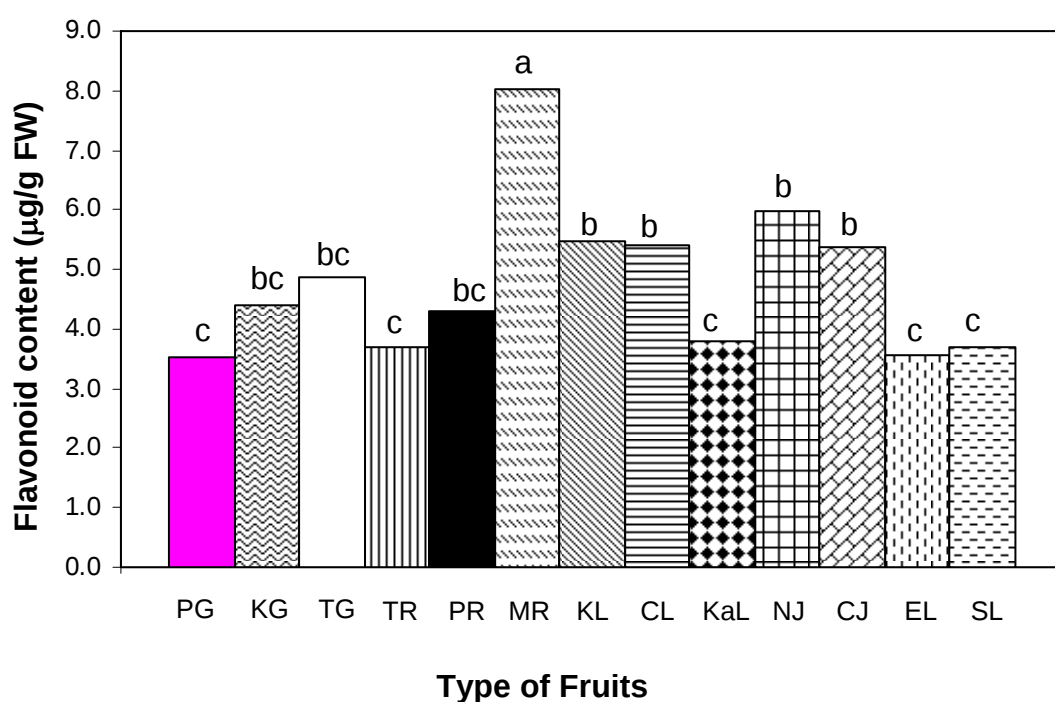
รูปที่ 4.4 ปริมาณสารแอนโทไซยานินในเนื้อชมพูและเปลือกลิ้นจี่ (TR = ชมพูพันธุ์ ‘ทับทิมจันทร์’ , PR = ชมพูพันธุ์ ‘เพชรสายรุ้ง’, MR = ชมพูพันธุ์ ‘มะเหมี่ยว’, KL = ลิ้นจี่พันธุ์ ‘ค่อม’, CL = ลิ้นจี่พันธุ์ ‘จิน’, KaL = ลิ้นจี่พันธุ์ ‘กะโหลก’)

- ตัวอักษรอังกฤษบนกราฟแท่งที่แตกต่างกันแสดงถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันที่ความเชื่อมั่นมากกว่า 95% ($P \leq 0.05$) เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

4.5 ปริมาณสารฟลาโวนอยด์

การวิเคราะห์หาปริมาณฟลาโวนอยด์ในผลไม้แต่ละชนิดโดยใช้ kaempferol เป็นสารมาตรฐาน (คำนวณพื้นที่ใต้กราฟของสารทั้งหมดที่ดูดกลืนที่ 340 nm แล้วมารวมกันเป็นปริมาณสารฟลาโวนอยด์) พบว่า ผลไม้แต่ละชนิดมีการสะสมฟลาโวนอยด์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \leq 0.01$) โดยในชมพูพันธุ์ ‘มะเหมี่ยว’ มีปริมาณสารฟลาโวนอยด์ในเนื้อมากที่สุด (8.02 $\mu\text{g/gFW}$) รองลงมาเป็นเนื้อเนื้อลิ้นจี่ พันธุ์ ‘ค่อม’ และ ‘จิ้น’ และพุทราพันธุ์ ‘นมสด’ และฝรั่งพันธุ์ ‘กิมจู’ และ ‘ไทยไส้แดง’ ก็มีปริมาณสารฟลาโวนอยด์ค่อนข้างมาก ในขณะที่ฝรั่งพันธุ์ ‘แป้นสีทอง’ ชมพูพันธุ์ ‘ทับทิมจันทร์’ ลิ้นจี่พันธุ์ ‘กระโหลก’ และลองกอง จากทั้ง 2 แหล่งปลูกใน จ. จันทบุรี และ จ. นราธิวาส มีปริมาณฟลาโวนอยด์น้อยที่สุด (รูปที่ 4.5 และตารางที่ 4.1)

พุทราพันธุ์ ‘นมสด’ ปลูกในภาคเหนือ และภาคกลาง มีปริมาณสารฟลาโวนอยด์ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ลองกองที่ปลูกทางภาคตะวันออกก็มีสารฟลาโวนอยด์ไม่แตกต่างกับลองกองที่ปลูกที่ภาคใต้



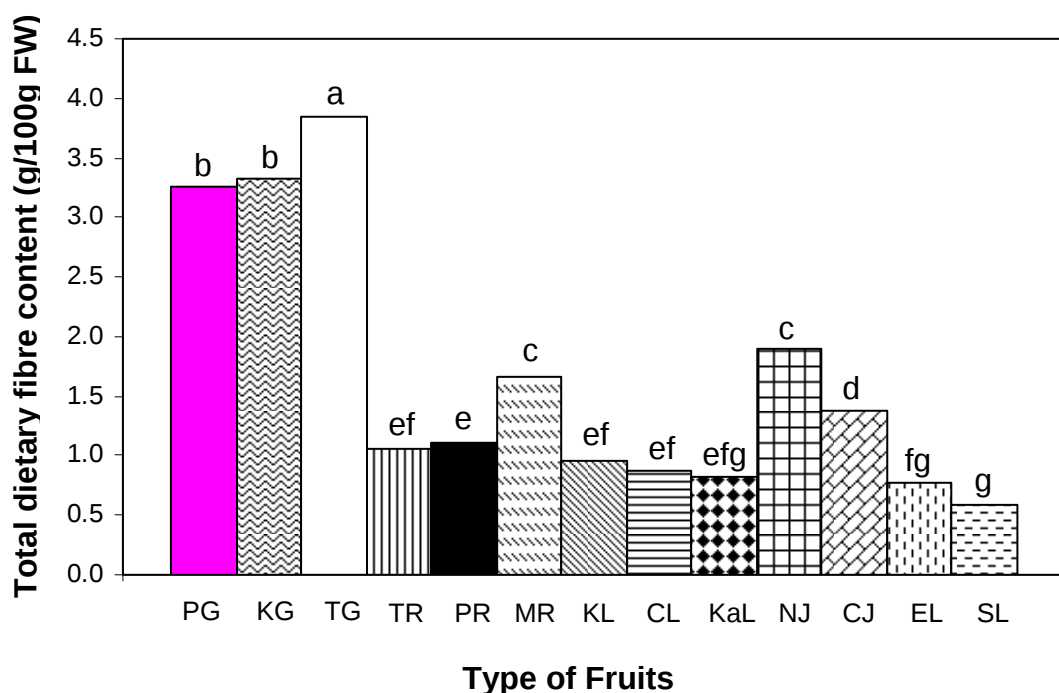
รูปที่ 4.5 ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ในเนื้อฝรั่ง ชมพู ลิ้นจี่ พุทรา และลองกอง (PG = ฝรั่งพันธุ์ ‘แป้นสีทอง’, KG = ฝรั่งพันธุ์ ‘กิมจู’, TG = ฝรั่งพันธุ์ ‘ไทยไส้แดง’, TR = ชมพูพันธุ์ ‘ทับทิมจันทร์’, PR = ชมพูพันธุ์ ‘เพชรสายรุ้ง’, MR = ชมพูพันธุ์ ‘มะเหมี่ยว’, KL = ลิ้นจี่พันธุ์ ‘ค่อม’, CL = ลิ้นจี่พันธุ์ ‘จิ้น’, KaL = ลิ้นจี่พันธุ์ ‘กระโหลก’, NJ = พุทราพันธุ์ ‘นมสด’ จากภาคเหนือ, NJ = พุทราพันธุ์ ‘นมสด’ จากภาคกลาง, EL = ลองกองจากภาคตะวันออก, SL = ลองกองจากภาคใต้)

- ตัวอักษรอังกฤษบนกราฟแท่งที่แตกต่างกันแสดงถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันที่ความเชื่อมั่นมากกว่า 95% ($P \leq 0.05$) เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

4.6 ปริมาณใยอาหารทั้งหมด (Total dietary fibre)

โดยทั่วไปแล้วนั้นผลไม้ประกอบไปด้วยปริมาณเส้นใยอยู่ในปริมาณที่สูง โดยฝรั่งทั้ง 3 สายพันธุ์ ('ไทยไส้แดง' 'กิมจู' และ 'แป้นสีทอง') มีปริมาณใยอาหารสูง เท่ากับ 3.84, 3.32 และ 3.25 g/ 100gFW ตามลำดับ ในขณะที่พุทราพันธุ์ 'นมสด' จากแหล่งเพาะปลูกในดอยดง จ. เชียงราย และชมพูพันธุ์ 'มะเหมี่ยว' มีปริมาณใยอาหารอยู่ในระดับปานกลาง นอกจากนี้ยังพบว่า เนื้อลิ้นจี่และเนื้อลองกองนั้นมีปริมาณใยอาหารน้อยที่สุด (รูปที่ 4.6 และตารางที่ 4.1)

พุทราพันธุ์ 'นมสด' ปลูกในภาคเหนือ ใยอาหารมากกว่าพุทราพันธุ์ 'นมสด' ปลูกในภาคกลาง



รูปที่ 4.6 ปริมาณเส้นใยทั้งหมดในเนื้อฝรั่ง ชมพู ลิ้นจี่ พุทรา และลองกอง (PG = ฝรั่งพันธุ์ 'แป้นสีทอง', KG = ฝรั่งพันธุ์ 'กิมจู', TG = ฝรั่งพันธุ์ 'ไทยไส้แดง', TR = ชมพูพันธุ์ 'ทับทิมจันทร์', PR = ชมพูพันธุ์ 'เพชรสายรุ้ง', MR = ชมพูพันธุ์ 'มะเหมี่ยว', KL = ลิ้นจี่พันธุ์ 'ก่อม', CL = ลิ้นจี่พันธุ์ 'จิน', KaL = ลิ้นจี่พันธุ์ 'กะโหลก', NJ = พุทราพันธุ์ 'นมสด' จากภาคเหนือ, NJ = พุทราพันธุ์ 'นมสด' จากภาคกลาง, EL = ลองกองจากภาคตะวันออก, SL = ลองกองจากภาคใต้)

- ตัวอักษรอังกฤษบนกราฟแท่งที่แตกต่างกันแสดงถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันที่ความเชื่อมั่นมากกว่า 95% ($P \leq 0.05$) เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 4.1 ปริมาณสารออกฤทธิ์สำคัญ 5 ชนิดในเนื้อฝรั่ง ชมพู ลิ้นจี่พันธุ์ต่าง ๆ และจากเนื้อพุทรา และลองกองใน 2 แหล่งปลูก

Types of fruit ^{1/}	Bioactive compound ^{2/}					Total dietary fibres (g/ 100g FW)
	β-Carotene (µg/100g FW)	Lycopene (µg/100g FW)	α-Tocopherol (µg/100g FW)	Anthocyanins (µg/100g FW)	Flavonoids (µg/g FW)	
Guava						
‘Pan Srithong’ (PG)	26.19 ^c ±4.52	ND	0.10 ^b ±0.02	ND	3.52 ^c ±0.82	3.25 ^b ±0.07
‘Kimju’ (KG)	ND	ND	0.14 ^b ±0.02	ND	4.40 ^{bc} ±0.35	3.32 ^b ± 0.05
‘Thai Sai Deang’ (TG)	60.03 ^d ±11.36	8.26 ^a ±0.09	0.12 ^b ±0.02	ND	4.87 ^{bc} ±0.13	3.84 ^a ± 0.33
Rose apple						
‘Tubtim Jun’ (TR)	117.54 ^C ± 8.69	ND	ND	23.17 ^e ±1.93	3.68 ^c ±1.06	1.06 ^{ef} ±0.06
‘Pet Sairung’ (PR)	222.68 ^a ±15.87	ND	ND	4.62 ^f ±1.01	4.31 ^{bc} ±0.12	1.10 ^c ±0.01
‘Ma-Meaw’ (MR)	41.58 ^c ±2.81	1.36 ^b ±0.19	ND	95.00 ^d ±0.71	8.02 ^a ±1.03	1.66 ^c ±0.09
Lychee						
‘Kom’ (KL)	ND	ND	50.99 ^a ±9.62	901.34 ^a ±12.19 [⊥]	5.46 ^b ±0.55	0.96 ^{ef} ±0.01
‘Chin’ (CL)	ND	ND	0.45 ^b ±0.25	312.98 ^c ±1.47 [⊥]	5.41 ^b ±0.42	0.88 ^{ef} ±0.04
‘Kalok’ (KaL)	ND	ND	3.28 ^b ±1.56	550.10 ^b ±0.99 [⊥]	3.81 ^c ±0.66	0.83 ^{efg} ±0.07
‘Nom Sod’ Jujube						
Northern part (NJ)	114.97 ^C ± 7.96	ND	ND	ND	5.99 ^b ±0.61	1.89 ^c ±0.09
Center part (CJ)	211.43 ^b ±59.28	ND	ND	ND	5.38 ^b ±1.36	1.37 ^d ±0.20
Longkong						
Eastern part (EL)	ND	ND	ND	ND	3.56 ^c ±0.02	0.78 ^{fg} ±0.04
Southern part (SL)	ND	ND	ND	ND	3.70 ^c ±1.07	0.58 ^g ±0.04
F-test	**	**	**	**	*	**
CV (%)	18.17	3.10	35.07	6.01	11.88	7.28

^{1/} Measurement in edible parts of the fruit

^{2/} Value is mean $\pm$ SD. Means (n=6) with different letters within the same column are significantly different by Duncan's Multiple Range Test

* Significant difference at $P \leq 0.05$

** Significant difference at $P \leq 0.01$

ND: Not detectable

[⊥] : measured from the peel (only in lychee)

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลไม้ไทยมีสีส้มมากมายซึ่งเกิดมาจากการดูดกลืนแสงของรงควัตถุภายในเซลล์ สีแดงที่เห็นในผลไม้ นั้นมาจากรงควัตถุหลัก 2 ชนิด คือไลโคพิน และแอนโทไซยานิน (Britton, 1996; Jackman and Smith, 1996) จากข้อมูลของการวิจัยครั้งนี้พบว่าสีแดงของเนื้อและไส้ของฝรั่งพันธุ์ ‘ไทยไส้แดง’ นั้นมาจากรงควัตถุไลโคพินเพียงอย่างเดียว ในขณะที่สีแดงของผิวและเนื้อของชมพูพันธุ์ ‘ทับทิมจันทร์’ และ ‘เพชรสายรุ้ง’ นั้นก็มาจากรงควัตถุแอนโทไซยานินเพียงอย่างเดียว ส่วนสีแดงของชมพูพันธุ์ ‘มะเหมี่ยว’ นั้นมาจากทั้ง 2 รงควัตถุ คือไลโคพินและแอนโทไซยานิน (ตารางที่ 4.1) ส่วนผลไม้ที่มีสีเขียวและเหลืองก็จะมีแคโรทีนอยด์จำพวก เบต้าแคโรทีนอยู่มาก (Britton, 1996) ซึ่งตรวจพบสารเบต้าแคโรทีนในผลไม้ที่มีสีเขียว เช่น ฝรั่งและพุทรา และตรวจพบในผลไม้ที่มีสีแดงด้วยเช่น ชมพูทั้ง 3 พันธุ์ อย่างไรก็ตามลองกอง และลิ้นจี่ตรวจไม่พบทั้งสารเบต้าแคโรทีน ไลโคพิน และแอนโทไซยานิน เนื่องจากเนื้อหรือส่วนที่บริโภคได้ของผลไม้ทั้ง 2 ชนิดนี้ใส ไม่มีสี ซึ่งอาจจะไม่มีการผลิตรงควัตถุสีขึ้นหรือผลิตน้อยมากในเซลล์ จึงเป็นเหตุผลหลักที่ตรวจไม่พบสารออกฤทธิ์กลุ่มนี้

สารเบต้าแคโรทีนพบมากในชมพูพันธุ์ ‘เพชรสายรุ้ง’ ($222.68 \mu\text{g}/100\text{g FW}$) และ ‘ทับทิมจันทร์’ ($117.54 \mu\text{g}/100\text{g FW}$) และพุทราพันธุ์ ‘นมสด’ ($211.43 \mu\text{g}/100\text{g FW}$) ซึ่งจัดว่าปริมาณค่อนข้างมาก โดย Charoensiri et al. (2009) รายงานผลไม้ที่มีปริมาณเบต้าแคโรทีนมากคือ แดงโมพันธุ์ ‘จินตหลา’ ($616 \mu\text{g}/100\text{g FW}$) มะละกอพันธุ์ ‘แขกดำ’ ($471 \mu\text{g}/100\text{g FW}$) มะม่วงพันธุ์ ‘น้ำดอกไม้’ ($308 \mu\text{g}/100\text{g FW}$) ส้มพันธุ์ ‘สายน้ำผึ้ง’ ($173 \mu\text{g}/100\text{g FW}$) มากกว่าผลไม้ต่างประเทศ เช่น แอปเปิ้ล ($26.8\text{--}31.6 \mu\text{g}/100\text{g FW}$) หรือสาลี่หอมจีน ($8.5 \mu\text{g}/100\text{g FW}$)

สารไลโคพินพบในผลไม้แค่ 2 พันธุ์ คือ ฝรั่งพันธุ์ ‘ไทยไส้แดง’ ($8.26 \mu\text{g}/100\text{g FW}$) และ ชมพูพันธุ์ ‘มะเหมี่ยว’ ($1.36 \mu\text{g}/100\text{g FW}$) ในงานวิเคราะห์ในผลไทยหลายชนิดของ Charoensiri et al. (2009) พบสารไลโคพิน เพียง 8 พันธุ์ จาก 37 พันธุ์ของผลไม้ที่นำมาวิเคราะห์ โดยส่วนที่ใช้บริโภคส่วนใหญ่มีสีส้มแดง เช่น แดงโมพันธุ์ ‘จินตหลา’ ($6,693 \mu\text{g}/100\text{g FW}$) ส้มพันธุ์ ‘สายน้ำผึ้ง’ ($2,886 \mu\text{g}/100\text{g FW}$) อย่างไรก็ตามตรวจพบไลโคพินในชมพูพันธุ์ ‘ทับทิมจันทร์’ สูงกว่าในการวิจัยครั้งนี้ คือ $17.1 \mu\text{g}/100\text{g FW}$

สารอัลฟาโทโคเฟอรอลหรือวิตามินอี ซึ่งเป็นสารที่เป็น lipid soluble compounds เช่นเดียวกับ สารเบต้าแคโรทีน และสารไลโคพิน การสกัดสารกลุ่มนี้จึงทำพร้อมกันโดยนำไปทำปฏิกิริยา saponification กับ potassium hydroxide เพื่อตัดการเชื่อมต่อหรือการยึดกับโมเลกุลของกรดอินทรีย์ออกก่อน แล้วจึงทำการ

สกัดขึ้นต่อไป การทดลองนี้พบในผลไม้ทั้ง 3 พันธุ์ของฝรั่งและลิ้นจี่ โคนเฉพาะลิ้นจี่พันธุ์ ‘ค่อม’ (50.99 $\mu\text{g}/100\text{g FW}$)

สารแอนโทไซยานินอยู่ในกลุ่มฟลาโวนอยด์เป็นสารสีกลุ่มที่มีขั้วที่ให้ช่วงสีแดง – น้ำเงิน ดังนั้นสารนี้จึงพบเฉพาะในเนื้อผลชมพูทั้ง 3 พันธุ์ แต่มีปริมาณมากในส่วนเปลือกลิ้นจี่ (non edible part) นอกจากนี้เปลือกลิ้นจี่ที่เป็นของที่ไม่ได้ใช้บริโภคมีรายงานถึงสารประกอบฟีนอลหลักคือ epicatechin (Sarni-Manchado et al., 2000) แอนโทไซยานินหลักในเนื้อชมพูและเปลือกลิ้นจี่ทั้ง 6 สายพันธุ์ น่าจะเป็น cyanidin -3-glucoside เนื่องจากมีพีคหลักออกใน retention time เดียวกับสารมาตรฐาน cyanidin -3-glucoside (รูปที่ 3.4 และ 3.5) แต่ในการทดลองนี้ยังเป็นการแยกจากคอลัมน์และสถานะของตัวระบบเดียว ดังนั้นจะต้องทำการยืนยันโดยการวิจัยเชิงลึกต่อไป ซึ่งจากรายงานพบว่าในเปลือกลิ้นจี่พันธุ์ Kwai Mi มี cyanidin 3-rutinoside (Sarni-Manchado et al., 2000) อย่างไรก็ตามจากข้อมูลโครมาโตแกรมพบว่าโดยเนื้อชมพูพันธุ์ ‘มะเหมี่ยว’ มีแอนโทไซยานิน 3 ชนิด ‘ทับทิมจันทร์’ 1 ชนิด และ ‘เพชรสายรุ้ง’ 3 ชนิด ส่วนเปลือกลิ้นจี่พันธุ์ ‘จิน’ มี 2 ชนิด ‘ค่อม’ 1 ชนิด ‘กะโหลก’ 2 ชนิด

สารฟลาโวนอยด์โดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน kaempferol มีในชมพูพันธุ์ ‘มะเหมี่ยว’ สูงสุด (8.02 $\mu\text{g}/\text{g FW}$) ลิ้นจี่และพุทราที่มีการสะสมสารฟลาโวนอยด์ในปริมาณมาก ส่วนใยอาหารมีมากในผลฝรั่ง (3.25-3.84 $\text{g}/100\text{g FW}$) ผลไม้ที่ส่วนบริโภคประกอบด้วยน้ำจำนวนมากเช่นลิ้นจี่และลองกองจะมีปริมาณใยอาหารน้อย (0.58-0.96 $\text{g}/100\text{g FW}$)

สำหรับความแตกต่างของพื้นที่ปลูกนั้นพบว่าลองกองที่ปลูกที่ภาคใต้ (นราธิวาส) และที่ภาคตะวันออก (จันทบุรี) มีปริมาณสารออกฤทธิ์ที่ตรวจพบคือฟลาโวนอยด์และใยอาหารไม่แตกต่างกัน แต่สำหรับพุทราพันธุ์ ‘นมสด’ นั้น ผลผลิตที่ปลูกที่ภาคกลาง (นครปฐม) นั้นมีปริมาณเบต้าแคโรทีนมากกว่าแต่มีใยอาหารน้อยกว่าผลผลิตจากภาคเหนือ (เชียงใหม่) (ตารางที่ 4.1) อาจเนื่องมาจากพื้นที่ผลิตในภาคกลางที่นครปฐมนั้นปลูกเป็นแปลงกว้าง ดันเดี่ยว ทำให้มีแสงแดดส่องผ่านได้ดีตลอดปี ซึ่งยับยั้ง phytoene synthase (PYS) ในกระบวนการสร้างเบต้าแคโรทีนต้องการการกระตุ้นโดยแสง (Giuliano et al., 1993; Steinbrenner and Linden, 2001) ทำให้มีการสร้างสารเบต้าแคโรทีนได้มากกว่า อย่างไรก็ตามการที่มีใยอาหารนั้นน้อยกว่าอาจเนื่องมาจากผลที่ปลูกที่นครปฐมนั้นได้รับและมีปริมาณน้ำมากกว่า จึงทำให้การเจริญของเซลล์นั้นมีใยอาหารในปริมาณน้อย จากข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาพบว่าน้ำฝนเฉลี่ยในเขตจังหวัดนครปฐมมีมากกว่าคือ 144.46 มม. (http://www.tmd.go.th/province_stat.php?StationNumber=48451) ในขณะที่เชียงใหม่อยู่ที่ 84.67 มม. (http://www.tmd.go.th/province_stat.php?StationNumber=48303)

จากการวิจัยนี้สามารถจัดผลไม้ท้องถิ่นที่เป็น Functional fruits ที่น่าสนใจคือ 2 พันธุ์คือ ชมพูพันธุ์ ‘มะเหมี่ยว’ (41.58 $\mu\text{g } \beta\text{-carotene}/100\text{g FW}$, 1.36 $\mu\text{g lycopene}/100\text{g FW}$, 95.00 $\mu\text{g anthocyanins}/100\text{g FW}$, 8.02 $\mu\text{g flavonoids}/\text{g FW}$ และ 1.66 $\text{g dietary fibres}/100\text{g FW}$) และฝรั่งพันธุ์ ‘ไทยใต้แดง’ (60.03 $\mu\text{g } \beta\text{-carotene}$

/100g FW, 8.26 µg lycopne /100g FW, 0.12 µg α-tocopherol /100g FW, 4.87 µg flavonoids /g FW and 3.84 g dietary fibres /100g FW)

บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ที่สำคัญในผลไม้ท้องถิ่น 5 สรุปได้ว่า

1. - ผลไม้ที่มีสารเบต้าแคโรทีนมากคือ ชมพูพันธุ์ ‘เพชรสายรุ้ง’ ‘ทับทิมจันทร์’ และพุทราพันธุ์ ‘นมสด’
 - ผลไม้ที่มีสารไลโคปีนมากคือ ฝรั่งพันธุ์ ‘ไทยไส้แดง’ และชมพูพันธุ์ ‘มะเหมี่ยว’
 - ผลไม้ที่มีสารอัลฟาเทอโคฟลอโรลมากคือ ลิ้นจี่ทั้ง 3 พันธุ์ (‘ค่อม’ ‘จิน’ และ ‘กะโหลก’) โดยเฉพาะพันธุ์ ‘ค่อม’
 - ผลไม้ที่มีสารแอนโทไซยานินมากคือ ชมพูพันธุ์ ‘มะเหมี่ยว’ และ ‘ทับทิมจันทร์’
 - ผลไม้ที่มีสารฟลาโวนอยด์มากคือ ชมพูพันธุ์ ‘มะเหมี่ยว’ พุทราพันธุ์ ‘นมสด’ และลิ้นจี่พันธุ์ ‘ค่อม’ และ ‘จิน’
 - ผลไม้ที่มีใยอาหารมากคือฝรั่งทั้ง 3 พันธุ์ (‘ไทยไส้แดง’ ‘กิมจู’ และ ‘เป็นสีทอง’)
2. ผลไม้ที่มีปริมาณสารออกฤทธิ์ที่สำคัญโดยรวมมากคือ
 - ชมพูพันธุ์ ‘มะเหมี่ยว’ (41.58 μg β -carotene /100g FW, 1.36 μg lycopne /100g FW, 95.00 μg anthocyanins /100g FW, 8.02 μg flavonoids /g FW และ 1.66 g dietary fibres /100g FW)
 - ฝรั่งพันธุ์ ‘ไทยไส้แดง’ (60.03 μg β -carotene /100g FW, 8.26 μg lycopne /100g FW, 0.12 μg α -tocopherol /100g FW, 4.87 μg flavonoids /g FW และ 3.84 g dietary fibres /100g FW)
3. ผลไม้ที่มีปริมาณสารออกฤทธิ์ที่สำคัญโดยรวมน้อยที่สุดคือ ลองกอง
4. พุทราพันธุ์ ‘นมสด’ ที่ปลูกในภาคกลางมีสารเบต้าแคโรทีนมากกว่าที่ปลูกในภาคเหนือ ในขณะที่ลองกองที่ปลูกในภาคตะวันออกและภาคใต้มีสารฟลาโวนอยด์และใยอาหารไม่แตกต่างกัน

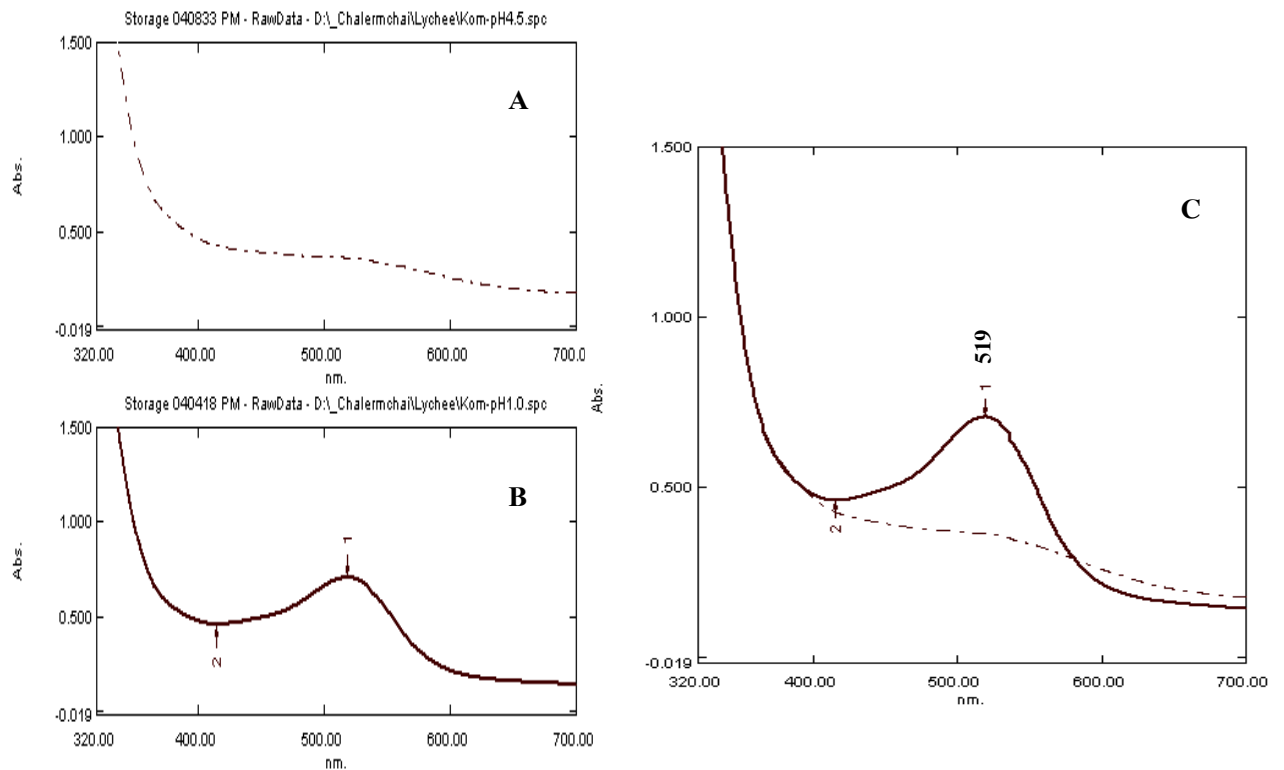
เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. สถาบันวิจัยพืชสวน. 2550. เอกสารวิชาการมาตรฐานพันธุ์พืชสวน, 346 หน้า.
- กองโภชนาการ. 2549. องค์ความรู้เรื่องปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในผลไม้เพื่อส่งเสริมสุขภาพ (วิตามินซี วิตามินอี และ เบต้าแคโรทีน) ในผลไม้. รายงานผลการสำรวจเมื่อเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549.
- เคหเกษตร. 2543. ชมพูนอกฤดู. ตลาดยังไม่ตาย. เคหเกษตร. ปีที่ 24(12): 106-112.
- เปรมปรีณ สงขลา. 2538. รวมกลยุทธ์ชมพู่. เจริญรัฐการพิมพ์, กรุงเทพมหานคร. 166 หน้า.
- ไพโรจน์ มาศผล. 2522. ลองกอง. วิทยาศาสตร์กองพืชสวน. ปีที่ 3(3): 70-79.
- มงคล ศรีวัฒนวรชัย, พิมพ์รณ ตันสกุล และไพรัตน์ นาควิโรจน์. 2523. รายงานการวิจัยเรื่องการศึกษาสภาวะการออกดอกติดผล และคุณภาพของลองกองบางพันธุ์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 45 หน้า.
- นพรัตน์ พันธุนิช. 2528. การเจริญเติบโตของผลดัชนีการเก็บเกี่ยว และการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวของผลลองกอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 98 หน้า.
- สุรินทร์ แสงเงิน. 2542. การควบคุมโรคเบาหวานด้วยอาหารเส้นใย. น. 158-162, ใน วิถีสุขภาพแห่งชีวิต, สหพันธ์มังสวัชิตแห่งประเทศไทย, กรุงเทพมหานคร.
- สิริพันธุ์ จุลกรังคะ. 2545. โภชนศาสตร์เบื้องต้น, พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 290 น.
- AACC Method 32-05. 1995. Total dietary fiber. In: Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, (9th ed.) The Association, St. Paul, MN.
- AOAC Official Method 985.29. 1995. Total dietary fiber in foods-enzymatic-gravimetric method. In: Official Methods of Analysis 16th Ed., AOAC INTERNATIONAL, Arlington, VA.
- Britton, G. 1996. Carotenoids. pp. 197-243. In: Natural Food Colorants (2nd). Hendry, G.A.F. and Houghton, J.D. (Eds.). Chapman & Hall, Glasgow.
- Burkitt, D.P., Trowell, H. 1975. Refine carbohydrate foods and diseases. Academic Press, New York
- Charoensiri, R., Kongkachuichai, R., Suknicom, S., Sungpuag, P. 2009. Beta-carotene, lycopene, and alpha-tocopherol contents of selected Thai fruits. Food Chemistry 113: 202-207.
- Ching, L.S, Mohamed, S. 2001. Alpha-tocopherol content in 62 edible tropical plants. Journal of Agricultural and Food Chemistry 49: 3101-3105.
- Cristea, D., Barea, I. Vilarem, G. 2003. Identification and quantitative HPLC analysis of the main flavonoids present in weld (*Reseda luteola* L.). Dyes and Pigments 57: 267-272.
- Dillard, C.J., German, J.B. 2000. Phytochemicals: Nutraceuticals and human health. Journal of The Science of Food and Agriculture 80: 1744-1756.

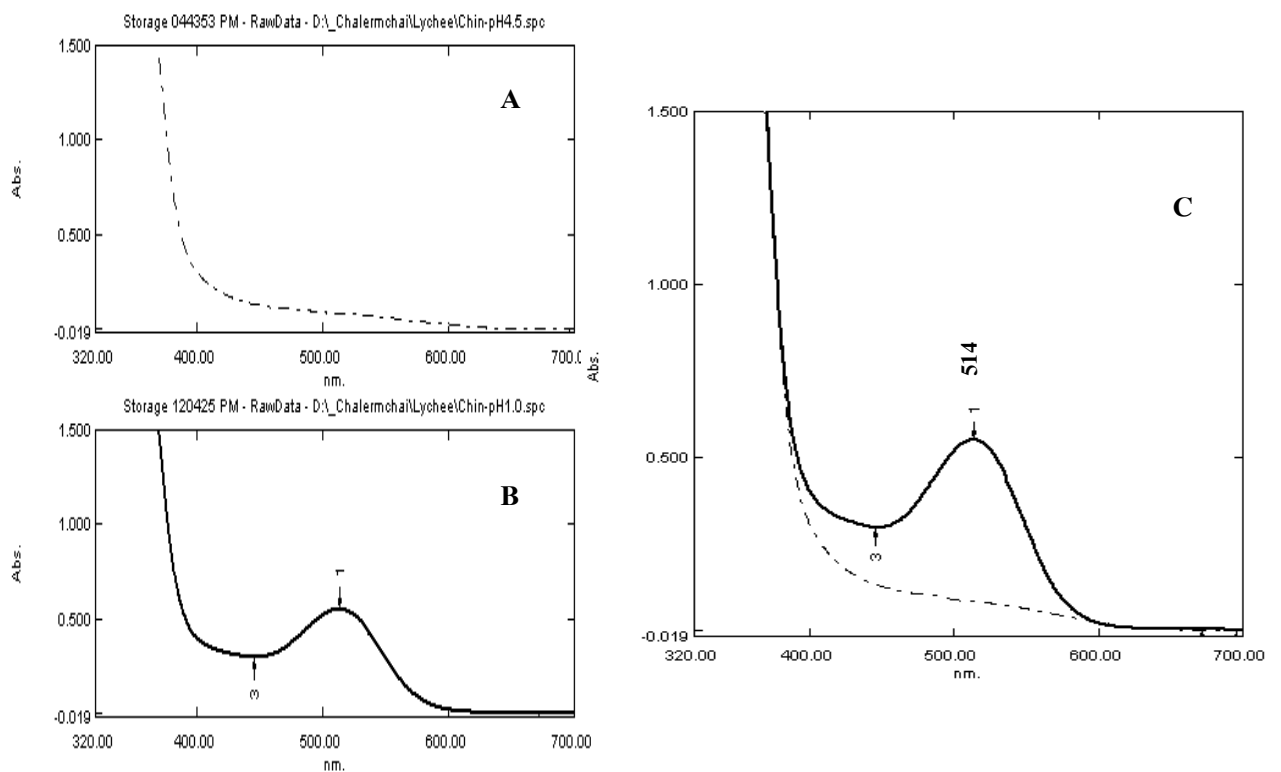
- Giuliano, G., Bartley, G.E., Scolnik, P.A. 1993. Regulation of carotenoid biosynthesis during tomato development. *Plant Cell* 5: 379–387.
- Halliwell, B. 1996. Antioxidants in human health and diseases. *Annual Review of Nutrition* 16: 33-50.
- Huang, Y.-L., Yen, G.-C., Sheu, F., Chau, C.-F. 2008. Effects of water-soluble carbohydrate concentrate from Chinese jujube on different intestinal and fecal indices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56: 1734–1739.
- Jackman, R.L., Smith, J.L. 1996. Anthocyanins and betalains. pp. 244-309. In: *Natural Food Colorants* (2nd). Hendry, G.A.F. and Houghton, J.D. (Eds.). Chapman & Hall, Glasgow.
- Junka, N., Wongs-Aree, C., Kanlayanarat, S., Thanomchit, K. 2007. Predominance of cyanidin found in flower from two species of *Aerides* orchids. *Acta Horticulturae* 755: 549-556.
- Jimenez-Escrig, A., Rincon, M., Pulid, R., Saura-Calixto, F. 2001. Guava fruit (*Psidium guajava* L.) as a new source of antioxidant dietary fiber. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49: 5489-5493.
- K-TDFR 03/2009. 2009. Total Dietary Fibre Assay Procedure: The factory instruction. Magozyme co. Ltd., Ireland.
- Kaur, C., Kapoor, H.C. 2001. Antioxidants in fruits and vegetables - The millennium's health. *Journal of Food Science & Technology* 36: 703-725.
- Li, H., Li, F., Wang, L., Sheng, J., Xin, Z., Zhao, L., Xiao, H., Zheng, Y., Hu, Q. 2009. Effect of nano-packing on preservation quality of Chinese jujube (*Ziziphus jujuba* Mill. var. *inermis* (Bunge) Rehd). *Food Chemistry* 114: 547–552.
- Li, J.-W., Fan, L.-P., Ding, S.-D., Ding, X.-L. 2007. Nutritional composition of five cultivars of chinese jujube. *Food Chemistry* 103: 454–460.
- Lim, Y.Y., Lim, T.T., Tee, J.J. 2007. Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study. *Food Chemistry* 103: 1003–1008.
- Loft, S., Møller, P., Cooke, M.S., Rozalski, R., Olinski, R. 2008. Antioxidant vitamins and cancer risk: is oxidative damage to DNA a relevant biomarker? *European Journal of Nutrition* 47 (Suppl 2):19–28
- Mariko, N., Hassimotto, A., Genovese, M.I., Lajolo, F.M. 2005. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 2928-2935.
- Pan, H.-H., Shü, Z.-H. 2007. Temperature affects color and quality characteristics of 'Pink' wax apple fruit discs. *Scientia Horticulturae* 112: 290–296.
- Pascual-Teresa, S., Sanchez-Ballesta, M.T. 2008. Anthocyanins: from plant to health. *Phytochemistry Reviews* 7:281–299.

- Pawlowska, A.M., Camangi, F., Bader, A., Braca, A. 2009. Flavonoids of *Zizyphus jujuba* L. and *Zizyphus spina-christi* (L.) Willd (Rhamnaceae) fruits. Food Chemistry 112: 858–862.
- Rivera-LoÂpez, J., Ordorica-Falomir, C., Wesche-Ebeling, P. 1999. Changes in anthocyanin concentration in Lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) pericarp during maturation. Food Chemistry 65: 195-200.
- Rodriguez-Saona, L.E. and Wrolstad, R.E., 2005, Extraction, Isolation, and Purification of Anthocyanins, pp. 7-17. In: Handbook of Food Analytical Chemistry (Vol2):Pigments, Colorants, Flavors, Texture, and Bioactive Food Components, Wrolstad, R.E., Acree, T.E., Decker, E.A., Penner, M.H., Reid, D.S., Schwartz, S.J., Shoemaker, C.F., Smith, D. and Sporns, P. (Eds). John Wiley & Sons, Inc., New Jersey.
- Sarni-Manchado, P., Le Roux, E., Le Guerneve, C., Lozano, Y., Cheynier, V. 2000. Phenolic composition of litchi fruit pericarp. Journal of Agricultural and Food Chemistry 48, 5995-6002.
- Simirgiotis, M.J., Adachi, S., To, S., Yang, H., Reynertson, K.A., Basile, M.J., Gil, R.R., Weinstein, I.B., Kennelly, E.J. 2008. Cytotoxic chalcones and antioxidants from the fruits of *Syzygium samarangense* (Wax Jambu). Food Chemistry 107: 813–819.
- Speek, A.J., Schrijver, J., Schreurs, W.H.P. 1985. Vitamin E composition of some seed oils as determined high-performance liquid chromatography with flurometric detection. Journal of Food Science 50: 121-124.
- Steinbrenner, J., Linden, H. 2001. Regulation of two carotenoid biosynthesis genes coding for phytoene synthase and carotenoid hydroxylase during stress-induced astaxanthin formation in the green alga *Haematococcus pluvialis*. Plant Physiology 125: 810–817
- Tsuda, T. 2000. The role of anthocyanins as an antioxidant under oxidative stress in rats. Biofactors 13: 133-139.
- Wang, C.Y., Chena C.-T., Wang S.Y. 2009. Changes of flavonoid content and antioxidant capacity in blueberries after illumination with UV-C. Food Chemistry 117: 426-431.
- Wright, K.P. and Kader, A.A., 1997, Effect of controlled-atmosphere storage on the quality and carotenoid content of sliced persimmons and peaches, Postharvest Biology and Technology, 10: 89-97.
- Zhang, Z., Pang, X., Ji, Z., Jiang, Y. 2001. Role of anthocyanin degradation in litchi pericarp browning. Food Chemistry 75: 217-221.

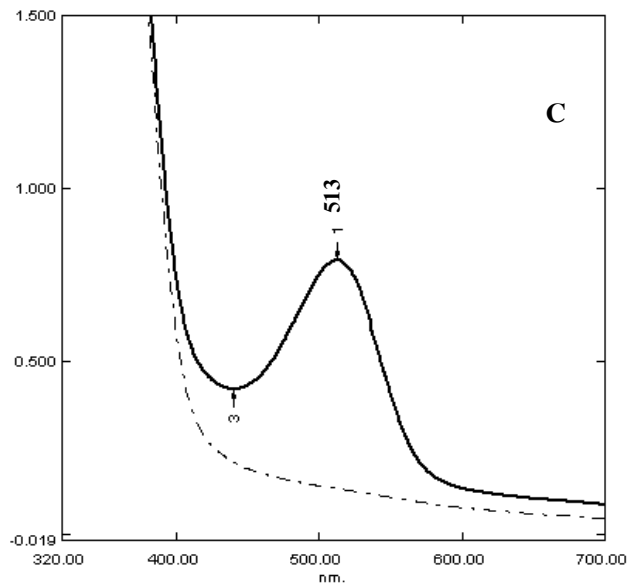
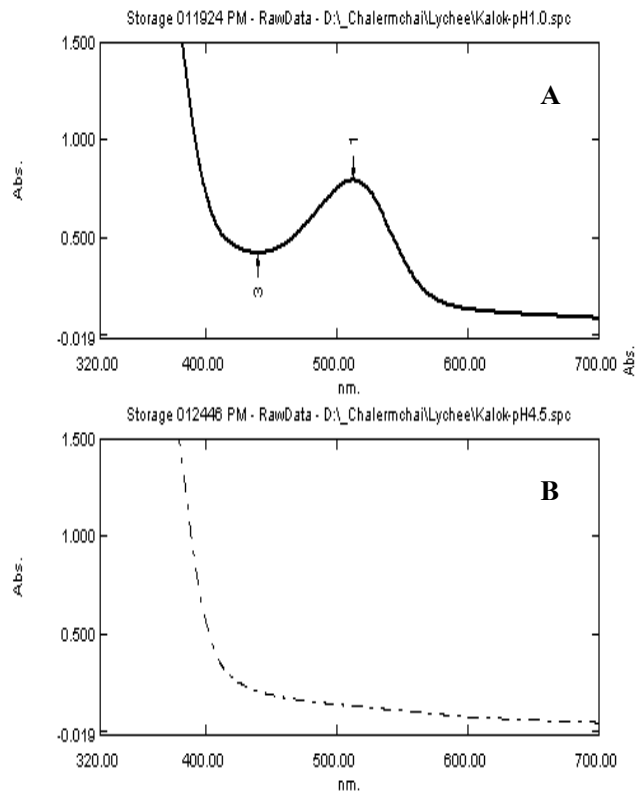
ภาคผนวก



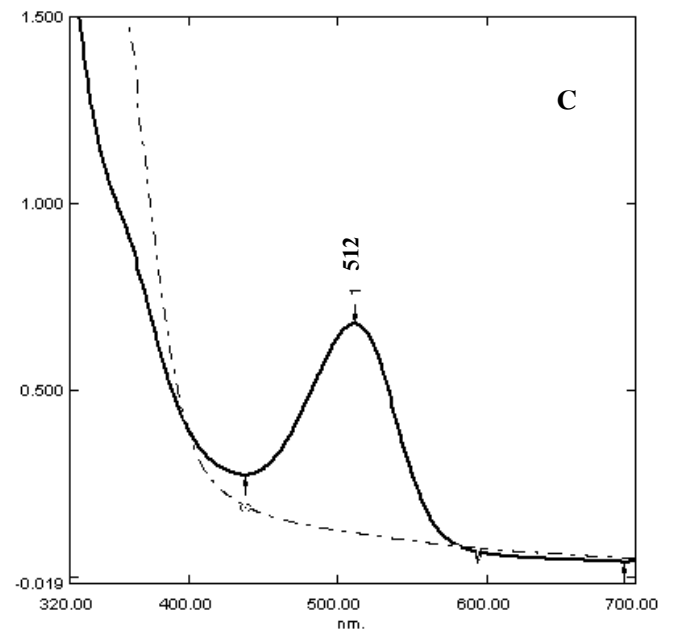
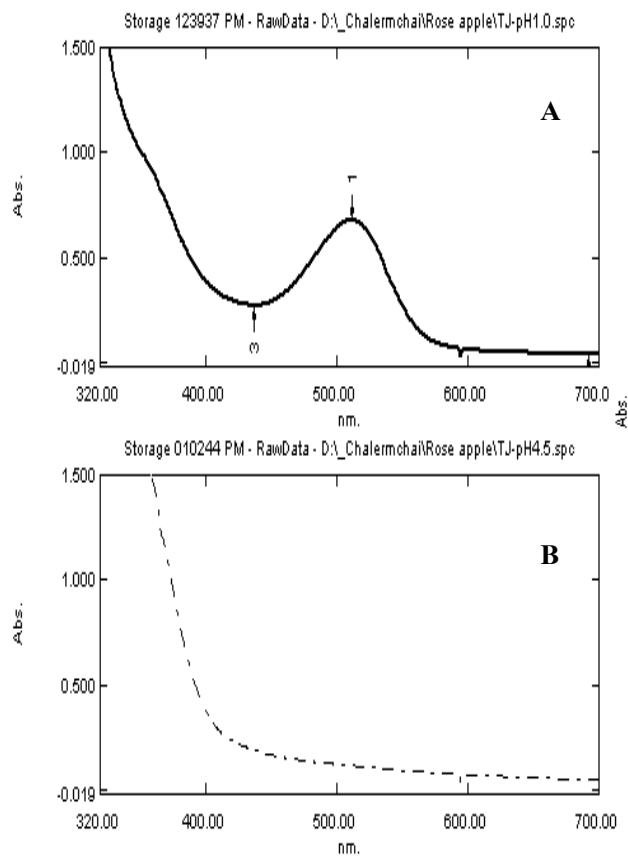
รูปภาคผนวก 1 รูปการดูดกลืนแสงของสารสกัดแอนโทไซยานินจากเปลือกลิ้นจี่พันธุ์ ‘ค่อม’ ที่ผ่านการแยกโดยคอลัมน์ C_{18} cartridge (Water Sep-Pak[®]) และบ่มในบัฟเฟอร์ pH 4.5 (A) pH 1.0 (B) และนำมาซ้อนทับกัน (C)



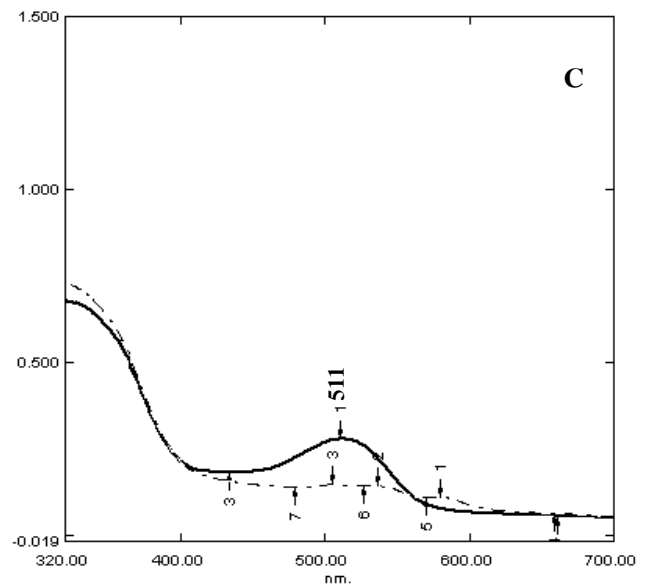
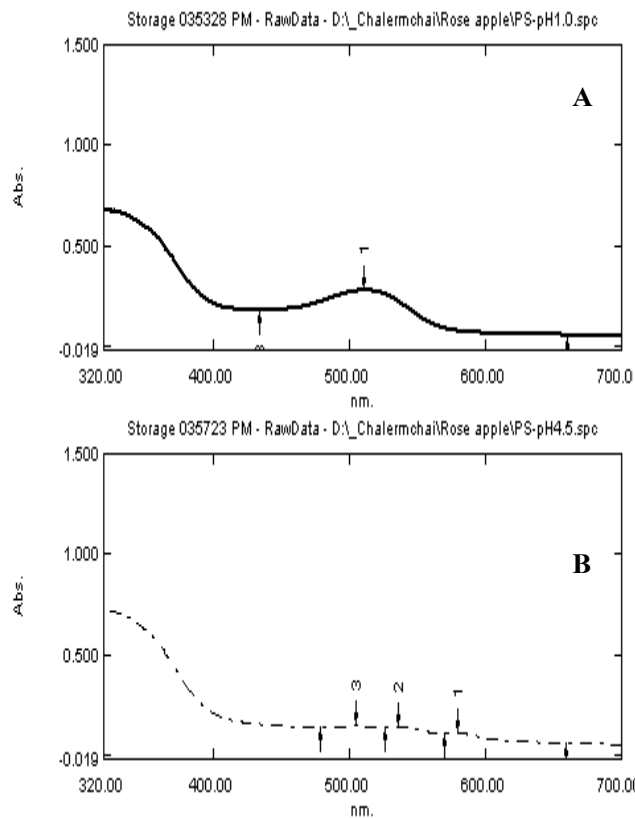
รูปภาคผนวก 2 รูปการดูดกลืนแสงของสารสกัดแอนโทไซยานินจากเปลือกลิ้นจี่พันธุ์ ‘จิน’ ที่ผ่านการแยกโดยคอลัมน์ C_{18} cartridge (Water Sep-Pak[®]) และบ่มในบัฟเฟอร์ pH 4.5 (A) pH 1.0 (B) และนำมาซ้อนทับกัน (C)



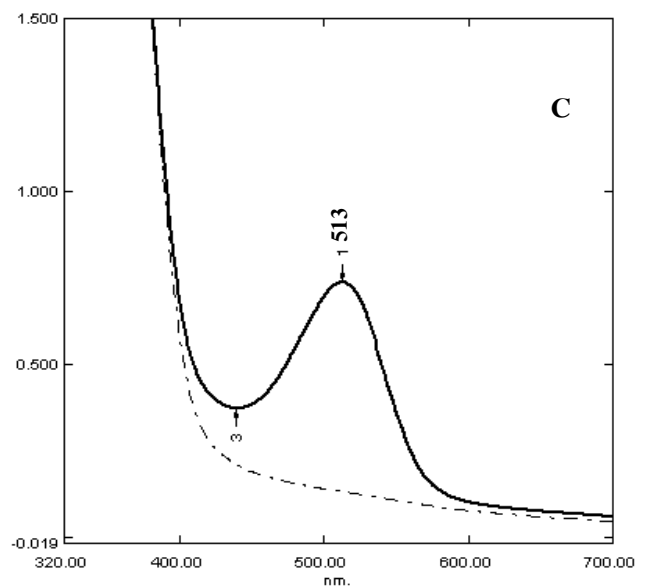
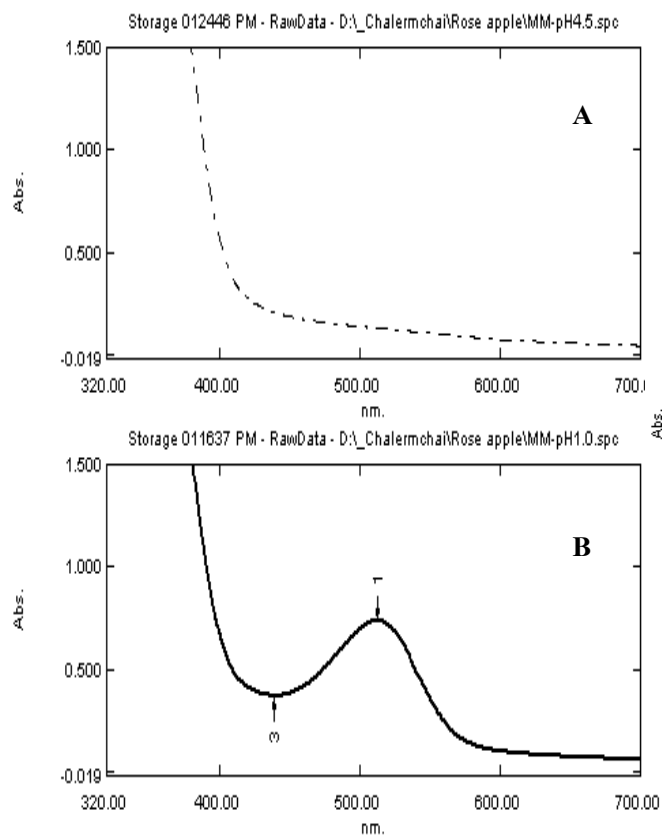
รูปภาคผนวก 3 รูปการดูดกลืนแสงของสารสกัดแอนโทไซยานินจากเปลือกลิ้นจี่พันธุ์ ‘กะโหลก’ ที่ผ่านการแยกโดยคอลัมน์ C_{18} cartridge (Water Sep-Pak[®]) และบ่มในบัฟเฟอร์ pH 1.0 (A) pH 4.5 (B) และนำมาซ้อนทับกัน (C)



รูปภาคผนวก 4 รูปการดูดกลืนแสงของสารสกัดแอนโทไซยานินจากเนื้อชมพูพันธุ์ ‘ทับทิมจันทร์’ ที่ผ่านการแยกโดยคอลัมน์ C_{18} cartridge (Water Sep-Pak[®]) และบ่มในบัฟเฟอร์ pH 1.0 (A) pH 4.5 (B) และนำมาซ้อนทับกัน (C)

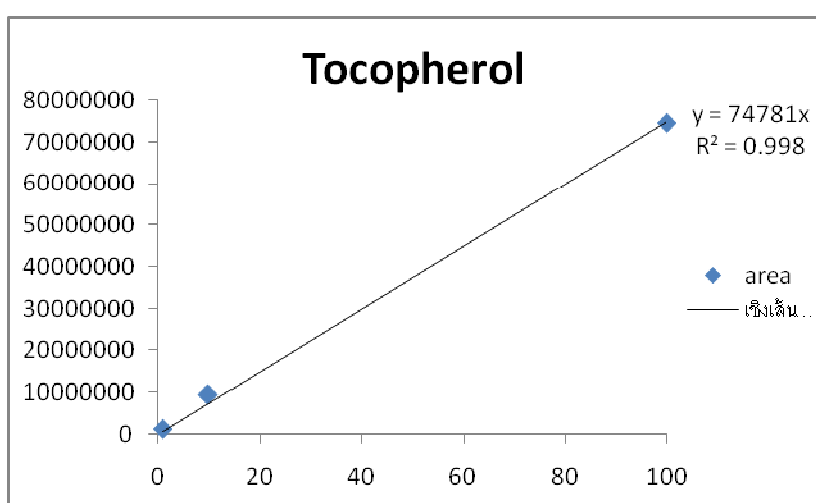
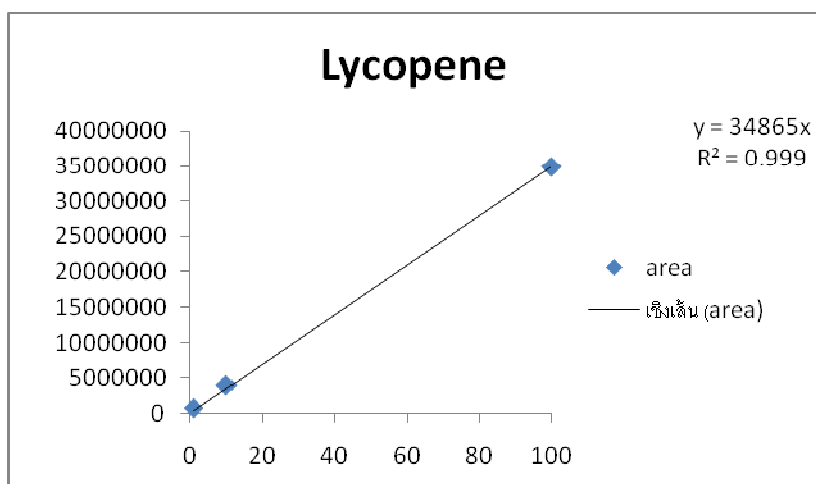
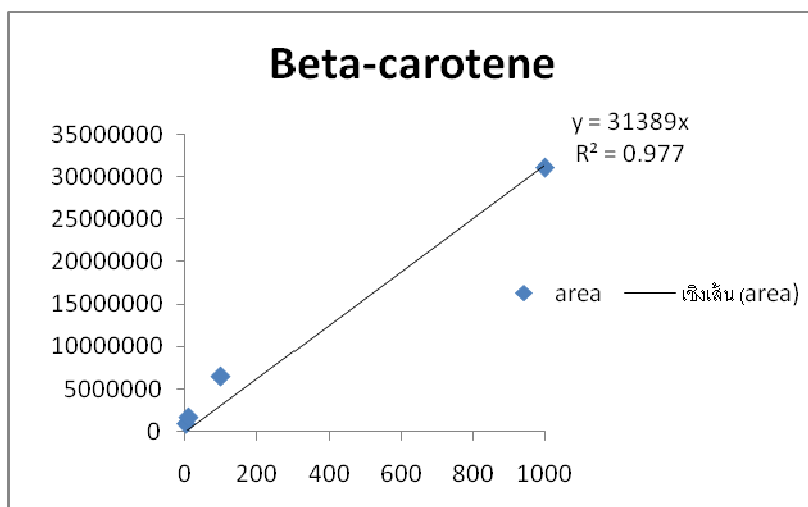


รูปภาพผนวก 5 รูปการดูดกลืนแสงของสารสกัดแอนโทไซยานินจากเนื้อชมพูพันธุ์ ‘เพชรสายรุ้ง’ ที่ผ่านการแยกโดยคอลัมน์ C_{18} cartridge (Water Sep-Pak®) และบ่มในบัฟเฟอร์ pH 1.0 (A) pH 4.5 (B) และนำมาซ้อนทับกัน (C)

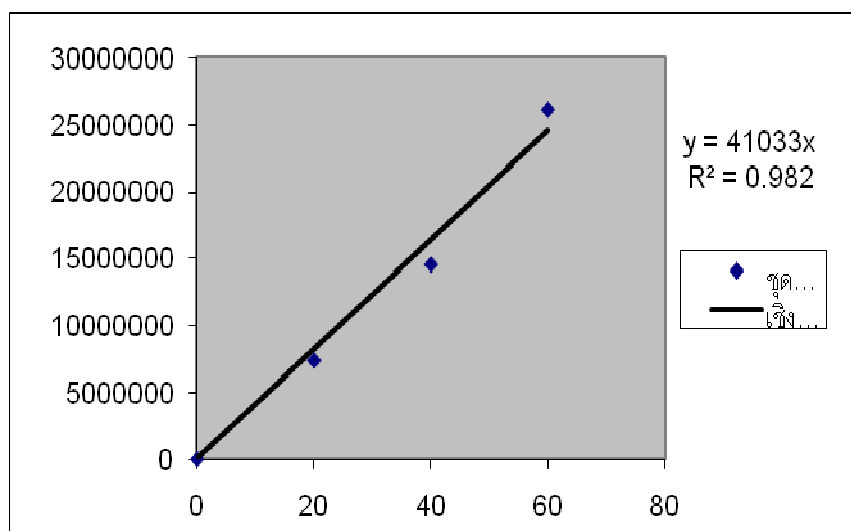


รูปภาพผนวก 6 รูปการดูดกลืนแสงของสารสกัดแอนโทไซยานินจากเนื้อชมพูพันธุ์ ‘มะเหมี่ยว’ ที่ผ่านการแยกโดยคอลัมน์ C_{18} cartridge (Water Sep-Pak®) และบ่มในบัฟเฟอร์ pH 4.5 (A) pH 1.0 (B) และนำมาซ้อนทับกัน (C)

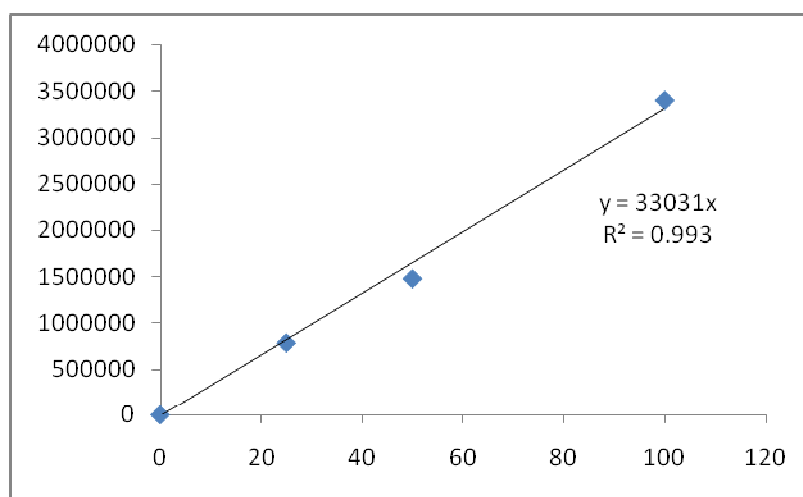
รูปภาคผนวก 7 standard curve ของสารต่าง ๆ



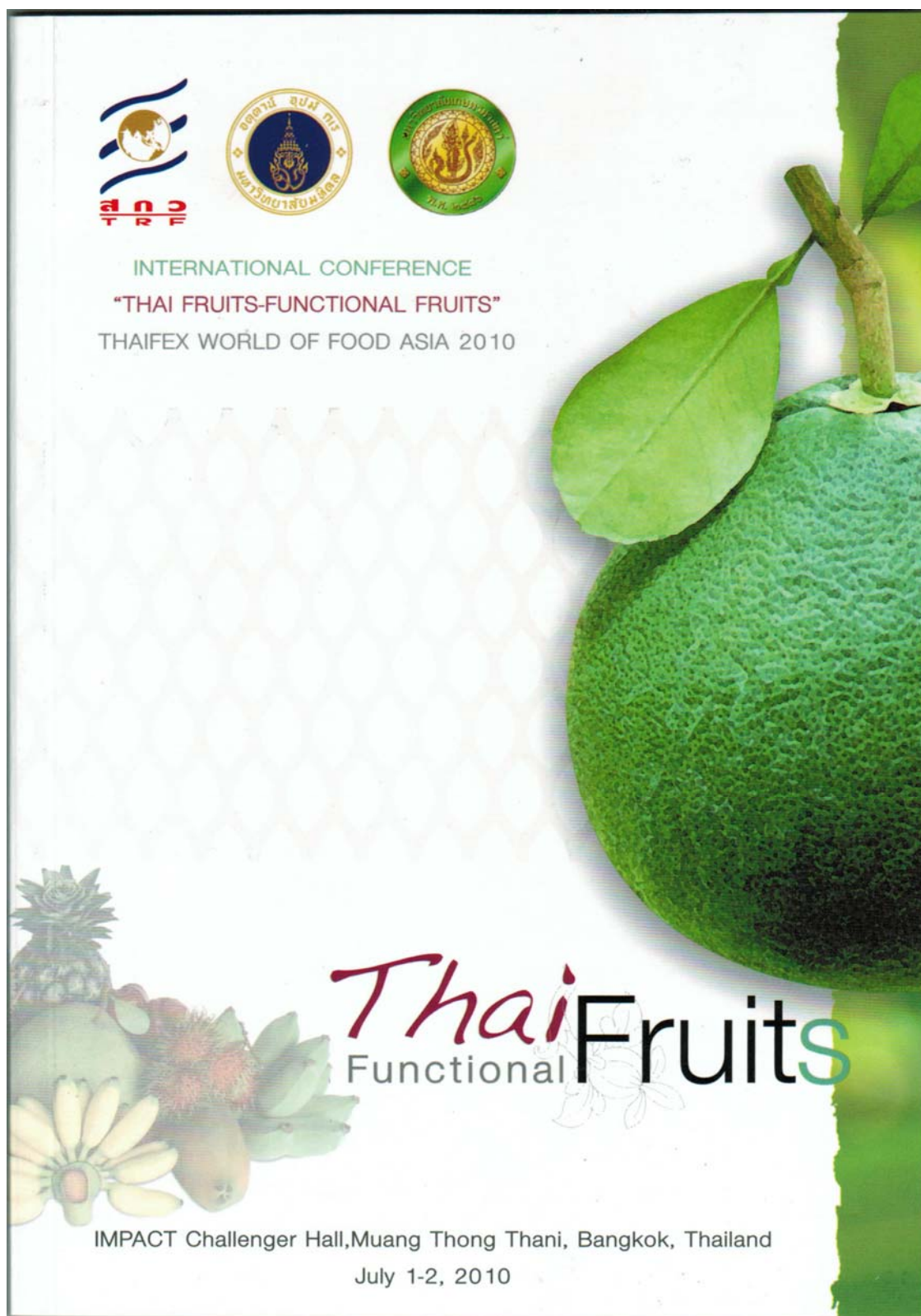
Cyanidin 3- glucoside



Krempherol



นำเสนองานวิจัยในภาคบรรยายเรื่อง “Bioactive Compound Contents in Some Commercial Fruits Locally Cultivated in Thailand”ในงาน International Conference: ‘Thai Fruits-Functional Fruits’ ในงาน Thaifex World of Food Asia 2010 ระหว่างวันที่ 1- 2 กรกฎาคม 2553 ที่ศูนย์ประชุมอิมแพค เมืองทองธานี กรุงเทพฯ



Bioactive compound contents in some commercial fruits locally cultivated in Thailand

Chalermchai Wongs-Aree¹, Mantana Buanong¹,
Panida Boonyariththongchai¹, Chairat Techavuthiporn¹, Intira Lichanporn²

¹ Postharvest Technology Program, School of Bioresources and Technology,
King Mongkut's University of Technology Thonburi

² Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala
University of Technology Thanyaburi

Abstract

Various bioactive compounds were quantitatively investigated in edible parts of rose apple (cv. 'Tabtim Jun', 'Pet Sairung', and 'Mameaw'), guava (cv. 'Pan Srithong', 'Kimju', and 'Thai Sai Deang'), lychee (cv. 'Kom', 'Jean', and 'Kalok') and jujube (cv. 'Nomsod' cultivated in Chiangrai and Nakorn Pathom provinces) and longkong (cultivated in Chantaburi and Naratiwas provinces) using HPLC/PDA analysis. β -carotene was found to be a compound, ordinarily accommodating in flesh of the local Thai fruits except lychee and longkong. Rose apple, guava and jujube fruits contain high levels of β -carotene, in particular 'Pet Sairung' rose apple (22.27 $\mu\text{g/g}$ FW) and 'Nomsod' jujube cultivated in Nakorn Pratom province (21.13 $\mu\text{g/g}$ FW). Lycopene and anthocyanins, which also perform as plant pigments, could be detected in fruits showing red flesh and/or skin. Consequently, lycopene was found merely in 'Mameaw' rose apple (5.45 $\mu\text{g/g}$ FW) and 'Thai Sai Deang' guava (33.03 $\mu\text{g/g}$ FW) while only flesh from all 3 cultivars of rose apple contains anthocyanin compounds ranging about 4 - 95 $\mu\text{g/g}$ FW. However peel (non edible part) of 3 cultivars of lychee accumulates very high content of anthocyanins especially in 'Kom' cultivar (901.34 $\mu\text{g/g}$ FW). Furthermore α -tocopherol was exposed in guava and lychee pulp of which 'Kom' lychee contains the highest amount of 5.10 $\mu\text{g/g}$ FW.

Keywords: bioactive compounds, guava, jujube, longkong, lychee, rose apple



ตารางภาคผนวกที่ 1 ตารางเปรียบเทียบ Output

Output		ในกรณีล่าช้า (ผลสำเร็จไม่ถึง 100%) ให้ระบุสาเหตุและการแก้ไขที่ท่านดำเนินการ
กิจกรรมในวางแผน	ผลสำเร็จ (%)	
1. เก็บเกี่ยว และรวบรวมผลผลิตในระยะความแก่ทางการค้าจากแหล่งผลิต	100%	เปลี่ยนชนิดชมพูพันธุ์ทูลเกล้าและฝรั่งจากพันธุ์กลมสาลีซึ่งแทบจะไม่มีการปลูกกันแล้ว มาเป็นชมพูพันธุ์มะเหมี่ยวและฝรั่งพันธุ์ไทยไส้แดง (ติดต่อและได้รับการอนุญาตจากสกว. แล้วเมื่อ 19 ต.ค. 2552)
2. วิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์สำคัญของลองกอง ลิ้นจี่ ชมพู และฝรั่งและพุทรา ตามพันธุ์และแหล่งผลิต ที่กำหนดในโครงการวิจัย (ระยะที่ 1)	100%	เกิดความล่าช้าขึ้น เนื่องจากเครื่อง HPLC เกิดขัดข้องในช่วงปลายเดือนเดือน พ.ย. 2552 ต้องรออะไหล่จากต่างประเทศ และทำการแก้ไขเสร็จสิ้นในช่วงกลางเดือน ม.ค. 2553 โดยยังคงเหลือการวิเคราะห์ฟลาโวนอยด์และ dietary fibre ซึ่งจะเป็นการวิเคราะห์ในระยะที่ 2
3.รายงานความก้าวหน้า (6 เดือน)	100%	
4. เสนอผลงานในภาคบรรยายในงาน International Conference: 'Thai Fruits-Functional Fruits' ในงาน Thaifex World of Food Asia 2010 ระหว่างวันที่ 1- 2 กรกฎาคม 2553	100%	
5.วิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์และปริมาณ dietary fibre ของลองกอง ลิ้นจี่ ชมพู และฝรั่ง และพุทรา (ระยะที่ 2)	100%	
6. วิเคราะห์สารออกฤทธิ์สำคัญเพิ่มเติมบางสาร และกิจกรรมการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เพื่อนำไปประกอบในเนื้อหาเพื่อการตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติ	100%	ใช้การวิเคราะห์โดย spectrophotometer
7. ร่างรายงานฉบับสมบูรณ์	100%	
8. รายงานฉบับสมบูรณ์	-	รอการแก้ไขร่างรายงานฉบับสมบูรณ์
9.เขียนงานวิจัยเพื่อนำไปตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติ	90%	ยังรอการแก้ไขเพิ่มเติม และการตรวจภาษา คาดว่าจะ submit เพื่อจะตีพิมพ์กุมภาพันธ์ 2554