



รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

การประเมินความสามารถการต้านออกซิเดชันในผลไม้พื้นบ้านไทย
บางชนิดในจังหวัดเชียงใหม่

Evaluation of antioxidant capacity in some local Thai fruits
in Chiang Mai Province

โดย

อดิศักดิ์ งามวงษ์ และคณะ

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

2556

รหัสโครงการวิจัย มจ.1-55-068

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่องการประเมินความสามารถการต้านออกซิเดชันในผลไม้พื้นบ้านไทยบางชนิดในจังหวัดเชียงใหม่ (Evaluation of antioxidant capacity in some local Thai fruits in Chiang Mai Province) ได้สำเร็จลุล่วงโดยการได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2555 ผู้วิจัยขอขอบคุณหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน ทั้งภายในและภายนอกพื้นที่ และขอขอบคุณคณาจารย์ ข้าราชการ เจ้าหน้าที่ และผู้ช่วยวิจัยทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือทำให้การวิจัยครั้งนี้จนเสร็จสิ้นสมบูรณ์

ผู้วิจัย





รายงานผลการวิจัย

เรื่อง การประเมินความสามารถการต้านออกซิเดชันในผลไม้พื้นบ้านไทย
บางชนิดในจังหวัดเชียงใหม่
**Evaluation of antioxidant capacity in some local Thai fruits in Chiang Mai
Province**

ได้รับการจัดสรรงบประมาณการวิจัย ประจำปี 2555
จำนวน 200,000 บาท

หัวหน้าโครงการ นายอดิศักดิ์ จูมวงษ์
ผู้ร่วมโครงการ นางจินตนา จูมวงษ์
นางสาวปาริชาติ เทียนจุมพล

รายงานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์
29/สิงหาคม/2556

สารบัญกราฟ

	หน้า
กราฟที่ 1	ค่าน้ำหนักของผลไม้
กราฟที่ 2	ค่าความกว้างของผลไม้
กราฟที่ 3	ค่าความยาวของผลไม้
กราฟที่ 4	ค่าความสว่างของผลไม้
กราฟที่ 5	ค่าสีเขียว-แดงของผลไม้
กราฟที่ 6	ค่าสีเหลือง-น้ำเงินของผลไม้
กราฟที่ 7	ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้
กราฟที่ 8	ค่าความเป็นกรดเบสของผลไม้
กราฟที่ 9	ค่าปริมาณกรดซิตริก
กราฟที่ 10	ค่าปริมาณกรดมาลิก
กราฟที่ 11	ค่าปริมาณกรดทาร์ทาริก
กราฟที่ 12	ค่าปริมาณกรดสคอร์บิก
กราฟที่ 13	ค่าปริมาณฟีนอลิก
กราฟที่ 14	ค่าปริมาณฟลาโวนอยด์
กราฟที่ 15	ค่าร้อยละ radial scavenging

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1	สตาร์แอปเปิลสีม่วง	8
ภาพที่ 2	สตาร์แอปเปิลสีเขียว	9
ภาพที่ 3	มะเฟือง	9
ภาพที่ 4	ตะขบ	10
ภาพที่ 5	กระเจียว	10
ภาพที่ 6	พุทรา	11
ภาพที่ 7	มะกอกไทย	11
ภาพที่ 8	มะขามป้อม	12
ภาพที่ 9	สมอไทย	13
ภาพที่ 10	มะหาด	14
ภาพที่ 11	ละมุด	14

สารบัญเรื่อง

หน้า

สารบัญกราฟ	๗
สารบัญภาพ	ค
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	2
วัตถุประสงค์การทดลอง	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	15
ผลการวิจัย	18
การอภิปรายผลการทดลอง	33
สรุปผลการทดลอง	36
เอกสารอ้างอิง	36

การประเมินความสามารถต้านออกซิเดชันในผลไม้พื้นบ้านไทย
บางชนิดในจังหวัดเชียงใหม่

Evaluation of antioxidant capacity in some local Thai fruits
in Chiang Mai Province

อดิศักดิ์ จูมวงษ์^{*1} จินตนา จูมวงษ์² และ ปาริชาติ เทียนจุมพล³

Adisak Joomwong^{*1}, Jintana Joomwong² and Parichat Theanjumpol³

¹สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290

²สาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290

³สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และการประเมินความสามารถต้านออกซิเดชันในผลไม้พื้นบ้านไทยในจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 11 ชนิด คือ กระจับปี่ ตะขบไทย พุทรา มะกอกไทย มะขามป้อม มะเฟือง สตาร์แอปเปิลพันธุ์สีเขียว สตาร์แอปเปิลพันธุ์สีม่วง ละมุด มะพลูด และสมอไทย พบว่า น้ำหนักผลของผลไม้ตัวอย่างในการวิจัยมีความสัมพันธ์กับขนาดของผล(ความกว้างและยาว) ผลไม้ที่มีน้ำหนักมากที่สุดคือ สตาร์แอปเปิลพันธุ์สีเขียว ผลไม้ที่มีค่าความสว่างของผลสูงสุด คือ มะพลูด ผลไม้ที่มีค่าสีเขียวของผลสูงสุดคือ สมอไทย ผลไม้ที่มีค่าสีแดงสูงสุด คือ มะพลูด ผลไม้ตัวอย่างทุกชนิดมีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ มีค่าเป็นกรด มีกรดซิตริก กรดมาลิก และกรดทาร์ทาริก ปริมาณแอสคอบิก ปริมาณฟีนอลิก ปริมาณฟลาโวนอยด์ และร้อยละของ radical scavenging แตกต่างกัน มะพลูดมีค่าปริมาณแอสคอบิก ปริมาณฟีนอลิก ปริมาณฟลาโวนอยด์ และ ร้อยละ radical scavenging สูงกว่าผลไม้ชนิดอื่นๆ

คำสำคัญ: ผลไม้ คุณภาพ ฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์

Abstract

The study on physical quality, chemical quality and evaluation percentage of radical scavenging of local Thai fruits 11 kinds: Roselle, Myrabolan wood, Calabura, Indian gooseberry, Corambora, Jew's plum, Sapodilla, Star apple, Jujube and *Elaeagnus latifolia*. The results found that star apple was highest fruit weight. The *Elaeagnus latifolia* was highest L* value. The Myrabolan wood was a* value higher than other fruits. The *Elaeagnus latifolia* was ascorbic acid, total phenolic, total flavonoid and percentage radical scavenging higher than others fruits.

Key words: fruits, quality, phenolic, flavonoid.

คำนำ

ผลไม้พื้นบ้านไทยหลากหลายชนิดมีการนำมาใช้ประโยชน์ในการบริโภคตามฤดูกาล และคาดว่าผลไม้พื้นบ้านไทยหลายชนิดที่มีสารที่ออกฤทธิ์ด้านการเกิดออกซิเดชันได้ ซึ่งจะเห็นผลไม้พื้นบ้านไทยอีกหลากหลายชนิดเป็นที่น่าสนใจมาก นอกจากนี้คุณค่าทางโภชนาการแล้วยังมีสารประกอบเคมีสำคัญที่มีประโยชน์ในการออกฤทธิ์การเกิดออกซิเดชัน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภคในการใช้ผลไม้พื้นบ้านไทยเป็นอาหารและเป็นเครื่องดื่ม หรือการบริโภคผลิตภัณฑ์อื่นๆ จากผลไม้พื้นบ้านไทย ดังนั้นการศึกษาความสามารถด้านการเกิดออกซิเดชันในผลไม้พื้นบ้านบางชนิด จะช่วยให้ทราบจำนวนชนิดของผลไม้พื้นบ้านไทยที่มีความสามารถด้านการเกิดออกซิเดชัน รวมถึงสารเคมีออกฤทธิ์ที่มีประโยชน์ทางการแพทย์ ทราบถึงวิธีการจัดการผลิตที่เป็นประโยชน์และตรงกับความต้องการของผู้บริโภค และเพื่อเป็นแนวทางในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประเมินความสามารถด้านการเกิดออกซิเดชันในผลไม้พื้นบ้านไทยบางชนิดในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่
2. เพื่อศึกษาองค์ประกอบสารเคมีของผลไม้พื้นบ้านไทยบางชนิด และแนวทางการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบจำนวนชนิดผลไม้พื้นบ้านไทยในจังหวัดเชียงใหม่ที่มีความสามารถด้านออกซิเดชัน
2. ได้แนวทางสำหรับการแปรรูปผลิตภัณฑ์ผลไม้พื้นบ้านไทยเพื่อใช้ในการอุปโภคและบริโภค
3. การตีพิมพ์ในวารสารวิทยาศาสตร์เกษตร และการนำเสนอในการประชุมพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 12 หรือ การประชุมวิชาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 12

ขอบเขตของการวิจัย

วิธีการทดลอง

การวิจัยทำการศึกษาผลไม้พื้นบ้านไทย จากตลาดสดอำเภอสันทรายและสารภี จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 11 ชนิด คือ มะหาดด กระเจี๊ยบ ตะขบไทย พุทรา มะกอกไทย มะขามป้อม มะเฟือง สตาร์แอปเปิลสีเขียว สตาร์แอปเปิลสีม่วง ละมุด และสมอไทย ในแต่ละฤดูกาลเก็บเกี่ยว นำผลไม้พื้นบ้านที่กำหนดมาศึกษาองค์ประกอบทางเคมี และประเมินความสามารถในการต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH scavenging assay

การตรวจเอกสาร

องค์ประกอบของผักและผลไม้ (दनय, 2540)

ผักและผลไม้เป็นพืชที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งอาจสูงร้อยละ 70 ของน้ำหนักทั้งหมด ความแตกต่างของปริมาณน้ำในเซลล์ขึ้นกับ ชนิด พันธุ์ ความแก่อ่อน เช่น ผักประเภทหัว มีแป้งเป็นองค์ประกอบสูง เช่น มันเทศ มันฝรั่ง เผือก มีน้ำเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 10 - 75 ผักประเภทใบมีน้ำเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 85 และผลไม้ประเภทแตงอาจมีน้ำสูงถึงร้อยละ 95 เป็นต้น การที่ผักและผลไม้อ่อนยังน้ำมากจะทำให้เซลล์เต่ง(turgid) มากจึงมีความกรอบสูงกว่า ผักและผลไม้ที่แก่(mature) หรือสุก(ripe) นอกจากนั้นปริมาณน้ำในเซลล์ยังขึ้นกับปัจจัยภายนอก เช่น อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศ หากอุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษาสูงและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกต่ำจะเร่งให้พืชคายน้ำเร็วขึ้น เซลล์จะเหี่ยวและทำให้ผักและผลไม้สูญเสียความกรอบ

ในผักและผลไม้มีคาร์โบไฮเดรตประมาณร้อยละ 2 - 40 ของน้ำหนัก ซึ่งขึ้นกับชนิดของผักและผลไม้ ปริมาณของคาร์โบไฮเดรตจะแตกต่างกันตามชนิดของพืชพันธุ์และความแก่อ่อนของพืช นั้นๆคาร์โบไฮเดรตที่พบมีหลายประเภทคือ น้ำตาล เช่น ซูโครส (sucrose) กลูโคส (glucose) และฟรุคโตส (fructose) พบมากในผลไม้สุก ผักและผลไม้ที่ยังไม่สุกมีแป้ง (starch) เป็นส่วนใหญ่ ผักและผลไม้ยังเป็นแหล่งของใยอาหาร (dietary fiber) ซึ่งอยู่ที่ผนังเซลล์ ได้แก่ เซลลูโลส (cellulose) สารในกลุ่มของเพคติน (pectin substances) และเฮมิเซลลูโลส (hemicellulose)

กรดอินทรีย์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งในผักและผลไม้ ปริมาณของกรดจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิด พันธุ์ และแหล่งปลูก ผลไม้ส่วนใหญ่มีกรดอินทรีย์มากกว่าผัก กรดอินทรีย์ในผักและผลไม้ได้แก่ กรดซิตริก(citric acid) หรือกรดมะนาว มีในพืชทั่วไปและพบมากในพืชตระกูลส้ม ผักและผลไม้ที่มีกรดซิตริกมาก ได้แก่ ส้ม ฝรั่ง สับปะรด มะเขือเทศ แอปเปิ้ล ฝรั่ง กรดมาลิก(malic acid) พบในพืชเขตอบอุ่น เช่นแอปเปิ้ล พลัม แครอท เซอร์รี่ นอกจากนั้นยังมีในกล้วย แดง กรดทาร์ทาริก(tartaric acid) พบมากในผลไม้เช่น องุ่น มะขาม ชนิดและปริมาณของน้ำตาลและกรดที่มีมากน้อยต่างกันจะมีผลทำให้ผักและผลไม้มีรสชาติแตกต่างกัน ผักและผลไม้โดยทั่วไปมีโปรตีนและไขมันในปริมาณต่ำ โปรตีนส่วนใหญ่ในผักและผลไม้อยู่ในรูปของเอนไซม์ (enzymes) ที่จำเป็นในการดำเนินกิจกรรมของสิ่งที่มีชีวิต ไขมันในผักและผลไม้เป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) เป็นส่วนใหญ่

ผักและผลไม้เป็นแหล่งของวิตามินและเกลือแร่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิตามินซีและวิตามินเอ ผักและผลไม้ที่อ่อนจะมีวิตามินสูงกว่าผลไม้ที่แก่หรือสุก แต่ในระหว่างการแปรรูปด้วยความร้อน วิตามินซีอาจถูกทำลายถึงร้อยละ 40-80 ของที่มีอยู่ วิตามินเอพบในรูปของเบต้าแคโรทีนซึ่งเป็นรงควัตถุให้สีในพืชและมีคุณสมบัติเป็น โพรวิตามินเอ (provitamin A) คิวบ คือสามารถเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้ในร่างกาย นอกจากนี้ผักและผลไม้ยังเป็นแหล่งของวิตามินอื่นๆ เช่น วิตามินบีหนึ่ง (thiamin) วิตามินบีสอง (riboflavin) ไนอะซิน (niacin) กรดโฟลิก (folic acid) เป็นต้น เกลือแร่ที่มีมากในผักและผลไม้คือโปแตสเซียม

รงควัตถุหรือเม็ดสีเป็นสารอินทรีย์ที่ทำให้ผักและผลไม้มีสีสวยงาม สีที่พบในผักและผลไม้แบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ 2 กลุ่ม คือ สีที่ละลายน้ำได้ ได้แก่สีในกลุ่มของฟลาโวนอยด์ (flavonoids) เช่น แอนโทไซยานิน (anthocyanin) พบใน กะหล่ำปลี กระเจี๊ยบ ลูกหว้า มีสีแดงจนถึงม่วงแดงหรือสีน้ำเงิน ซึ่งขึ้นอยู่กับการเป็น กรด - ด่าง (p-H) ในเซลล์ของผักและผลไม้ สีเขียวในกลุ่มของคลอโรฟิลล์ (chlorophyll)) จะมีมากในพืชที่ยังอ่อน ใบผักและผลไม้ที่ยังไม่สุก สีอีกกลุ่มหนึ่งเป็นสีที่ไม่ละลายน้ำและอยู่ในกลุ่มของสารประกอบแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ให้สีแดงตั้งแต่สีเหลือง ส้ม

จนถึงแดง พบมากในมะละกอ ฟักทอง มะเขือเทศ พริก ในปัจจุบันรณรงค์ในผักและผลไม้จัดเป็นไฟโตเคมีคอล (phytochemicals) คือ สารเคมีในพืชที่ไม่ใช่สารอาหารแต่ให้ประโยชน์แก่ร่างกายด้านอื่น เช่น การจับอนุมูลอิสระ (free radicals) ที่เกิดขึ้นในร่างกาย ซึ่งอนุมูลอิสระเหล่านี้อาจทำให้เกิดมะเร็ง โรคข้อเสื่อม หรือโรคอื่นๆ จึงมีการรณรงค์ให้มีการบริโภคผักและผลไม้สดให้มากในแต่ละวัน หรือนำผักและผลไม้มาเพิ่มสีสันของอาหารแทนการใช้สีสังเคราะห์

สารต้านอนุมูลอิสระ (ธวัชชัย, 2541)

สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) คือ สารประกอบที่สามารถป้องกันหรือชะลอกระบวนการเกิดออกซิเดชัน กระบวนการออกซิเดชันมีได้หลายรูปแบบ เช่น กระบวนการออกซิเดชันที่ทำให้เหล็กการเป็นสนิม ทำให้แอปเปิลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหรือทำให้น้ำมันพืชเหม็นหืน หรือกระบวนการออกซิเดชันที่เกิดในร่างกาย เช่น การย่อยสลายโปรตีน และไขมันจากอาหารที่กินเข้าไป มลพิษทางอากาศ การหายใจ คาร์บอนหรี รังสียูวี ล้วนทำให้เกิดอนุมูลอิสระขึ้นในร่างกายของเราซึ่งสร้างความเสียหายต่อร่างกายได้ ในความจริงไม่มีสารประกอบสารใดสารหนึ่งสามารถป้องกันการเกิดออกซิเดชันได้ทั้งหมด แต่ละกลไกอาจต้องใช้สารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกันในการหยุดกระบวนการออกซิเดชัน

ในอีกทางหนึ่ง กระบวนการออกซิเดชันเป็นกระบวนการที่สำคัญต่อร่างกาย เช่น เราใช้ออกซิเจนจากอากาศที่หายใจเข้าไปเผาผลาญอาหารที่ร่างกายได้รับให้เป็นพลังงาน สำหรับการทำงานของเซลล์ต่างๆ แต่ก็ทำให้เกิดอนุมูลอิสระเป็นผลพลอยได้ อนุมูลอิสระต่างๆที่เกิดขึ้นจะทำปฏิกิริยากับโมเลกุลที่สำคัญในร่างกาย เช่น ไขมัน โปรตีน ดีเอ็นเอ ทำให้เกิดความเสียหายต่อโมเลกุลดังกล่าว ตัวอย่างเช่น เมื่ออนุมูลอิสระทำปฏิกิริยากับแอลดีแอล (LDL: low – density lipoprotein) ซึ่งเป็นโคเลสเตอรอลตัวเลว ทำให้เกิดออกซิไดซ์แอลดีแอล (oxidized LDL) ซึ่งมีหลักฐานยืนยันว่า ออกซิไดซ์ แอลดีแอล เป็นสาเหตุของการเกิดภาวะหลอดเลือดแดงแข็ง ทำให้เกิดการอุดตันของหลอดเลือดและเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคหัวใจ

บทบาทของสารต้านอนุมูลอิสระ (ธวัชชัย, 2541)

สารต้านอนุมูลอิสระสามารถป้องกันหรือกำจัดอนุมูลอิสระได้จึงมีความสำคัญ มีงานวิจัยมากมายบ่งชี้ว่า สารต้านอนุมูลอิสระสามารถลดความเสี่ยงต่อโรคโดยเฉพาะโรคเรื้อรังที่สัมพันธ์กับอาหาร เช่น โรคมะเร็ง โรคหัวใจ โรคสมอง (เช่น อัลไซเมอร์) เป็นต้น รวมทั้งช่วยชะลอกระบวนการบางขั้นตอนที่ทำให้เกิดความแก่ โดยปรกติร่างกายสามารถกำจัดอนุมูลอิสระ

ก่อนที่มันจะทำอันตราย แต่ถ้ามีการสร้างอนุมูลอิสระเร็ว หรือ มากเกินกว่าร่างกายจะกำจัดทัน อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นจะสร้างความเสียหายต่อเซลล์และเนื้อเยื่อได้ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพ

สารต้านอนุมูลอิสระลดความเสียหายที่เกิดจากอนุมูลอิสระได้ 2 ทางคือ

1. ลดการสร้างอนุมูลอิสระในร่างกาย
2. ลดอันตรายที่เกิดจากอนุมูลอิสระ

แหล่งอาหารที่สำคัญของการต้านอนุมูลอิสระ

1. วิตามินซี เช่น ฝรั่ง ส้ม มะขามป้อม มะละกอสุก พริกชี้ฟ้า บร็อกโคลี ผักคะน้า ยอดสะเดา ใบปอ ผักหวาน และผัก
2. วิตามินเอ เช่น น้ำมันจากจมูกข้าวสาลี น้ำมันดอกทานตะวัน น้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันดอกคำฝอย เมล็ดทานตะวัน เมล็ดอัลมอนด์ และจมูกข้าวสาลี
3. ซีลีเนียม เช่น อาหารทะเล ปลาทูน่า เนื้อสัตว์และตับ บะหมี่ ไข่ ปลา และขนมปังโฮลวีต
4. วิตามินเอ เช่น ตับหมู ตับไก่ ไข่โดยเฉพาะไข่แดง นำนม และพืชผักที่มีสีเขียวเข้ม
5. แคลโรทีนอยด์ (เบตาแคโรทีน ลูทีน และไลโคปีน) เช่น ผักที่มีสีเขียวเข้ม และผลไม้ที่มีสีเหลือง ส้ม เช่น ผักตำลึง ผักกวางตุ้ง ผักบุ้ง ฟักทอง มะม่วงสุก มะละกอสุก และมะเขือเทศ

สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compound หรือ phenolics) (ธวัชชัย, 2541)

สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compound หรือ phenolics) ได้แก่ สารประกอบที่มี aromatic ring และอย่างน้อย 1 hydroxyl group และรวมไปถึงอนุพันธ์ของสารประกอบฟีนอลซึ่งมีการแทนที่ด้วยหมู่เคมีต่างๆ ตัวอย่างสารประกอบฟีนอล ได้แก่ flavonoids, lignin, สอร์โมน adseisic acid, cinnamic acid, caffeic acid, chlorogenic acid, กรดอะมิโน tyrosine, phenylalanine และ dihydroxy-phenylalanine (DOPA), coenzyme Q และผลผลิตจากเมแทบอลิซึมอีกหลายชนิด

สารประกอบฟีนอลเป็นตัวแทนของสารในธรรมชาติที่นับว่ามีปริมาณมากชนิดหนึ่งและมีความสำคัญต่อสรีรวิทยาหลังจากการเก็บเกี่ยว เนื่องจากหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับสีและกลิ่นรส ความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลแตกต่างกันไปอย่างมากภายในผลิตภัณฑ์หลังจากการเก็บเกี่ยว เช่น ในผลไม้สุกอาจมีปริมาณตั้งแต่ต่ำไปจนถึงกับโมเลกุลอื่นอย่างรวดเร็ว และพบบ่อยที่ทำการปฏิบัติที่เกิดขึ้นมักทำให้เอนไซม์หมดสภาพ ซึ่งมักเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเอนไซม์ในพืช โดยรวมแล้วสารประกอบฟีนอลจะไวต่อการเกิดออกซิเดชัน โดยเอนไซม์ phenolases ไปเป็น diphenols และเปลี่ยนต่อไปเป็น quinines นอกจากนี้สารประกอบฟีนอลบางตัวยังสามารถ chelate กับโลหะ

สารประกอบฟีนอลภายในเซลล์ที่อยู่ในรูปอิสระนั้นพบน้อยมาก ส่วนใหญ่มักพบรวมอยู่กับโมเลกุลอื่น หลายชนิดพบในรูป glycosides โดยเชื่อมต่อกับมอโนแซคคาไรด์ หรือ โดแซคคาไรด์ โดยเฉพาะกลุ่มของ flavonoids ซึ่งมักรวมกับน้ำตาล นอกจากนี้สารประกอบฟีนอลยังอาจรวมกับสารประกอบอื่นอีกหลายชนิด เช่น hydroxycinnamic acid อาจพบรวมกับ organic acids, amino groups, lipids, terpenoids, phenolics และกลุ่มอื่นๆ นอกจากนี้สารประกอบฟีนอลยังอาจรวมกับสารประกอบอื่นอีกหลายชนิด เช่น hydroxycinnamic acid อาจพบรวมกับ organic acids, amino groups, lipids, terpenoids, phenolics และกลุ่มอื่นๆ นอกเหนือจากน้ำตาล การรวมตัวในลักษณะนี้ภายในเซลล์ เป็น monophenols และ diphenols ทำให้เกิดความเป็นพิษกับพืช (phytotoxic) น้อยกว่าในรูปอิสระ

การแบ่งชนิดของสารประกอบฟีนอล แบ่งเป็น 3 ชนิด ตามจำนวน phenol rings ที่มีอยู่

1. Monocyclic phenols มี 1 phenol ring ที่พบทั่วไปในพืชได้แก่ phenol, catechol, hydro – quinine และ p –hydroxycinnamic acid
2. Dicyclic phenols มี 2 phenol rings ได้แก่ flavonoids และ lignans
3. Polycyclic phenols หรือ polyphenol ได้แก่ lignins, catechol melanins, flavolans (condensed tannins)

ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) (จิรา, 2531)

ฟลาโวนอยด์ เป็นสารประกอบฟีนอล ซึ่งประกอบด้วยวงอะโรมาติกตั้งแต่ 2 วงขึ้นไป โดยมีการจับกับคาร์บอนและ aromatic hydroxyl สารประกอบฟลาโวนอยด์ สามารถแบ่งออกเป็น กลุ่มย่อยตามระดับการออกซิเดชันและหมู่ฟังก์ชันของ C ring คือ Flavonoids, flavones, isoflavones, flavonols และ anthocyanidins

สารประกอบฟลาโวนอยด์อาจเรียกได้ว่าเป็นสาร nutraceutical ซึ่งหมายถึง อาหารหรือองค์ประกอบของสารอาหาร ที่สามารถนำมาใช้เป็นยาหรือมีประโยชน์ต่อสุขภาพ ทั้งในด้านการป้องกัน และการรักษาโรค โดยมีประโยชน์ดังนี้

สาร Antioxidant พบว่ากลุ่มของสารประกอบฟลาโวนอยด์ ส่วนใหญ่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น สาร Flavones และ catechin สามารถช่วยป้องกันการถูกทำลายของเซลล์และเนื้อเยื่อร่างกายจากอนุมูลอิสระและออกซิเจนอิสระ (reactive oxygen species, Ros)

สาร anti-inflammtory เช่น สาร Kaempferol , quercetin , myricetin และ fisetin

สาร antidiabetic ได้แก่ สาร Quercetin โดยพบว่าช่วยกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมนอินซูลินและเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซึมแคลเซียมซึ่งมีประโยชน์ ต่อผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 มีผลต่อ

ระบบไหลเวียนโลหิต พบว่าการได้รับสารฟลาโวนอยด์ จะช่วยป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง ภาวะการมีไขมันในเลือดสูง และหลอดเลือดแข็งตัว

ในการวิจัยนี้ทำการศึกษาคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีและ ประเมินความสามารถในการต้านออกซิเดชันของผล สตาร์แอปเปิล มะเฟือง ตะขบ กระเจี๊ยบ พุทรา มะกอกไทย มะลอคละมุก มะขามป้อม และสมอไทย ซึ่งมีข้อมูลเบื้องต้น ดังต่อไปนี้

1. สตาร์แอปเปิล (*Chrysophyllum cainito* L) ไม้ยืนต้นสูง 5 - 15 เมตร เรือนยอดแผ่กว้าง เปลือกลำต้นเรียบ สีน้ำตาล ใบเดี่ยวเรียงสลับ แผ่นใบรูปไข่แกมขอบขนาน ขนาด 5 - 7 x 12 - 15 เซนติเมตร ขอบใบเรียบ ปลายใบแหลม โคนใบรูปกลม ผิวใบมีขนอ่อนสีน้ำตาลปกคลุม ดอกออกเป็นกระจุกที่ซอกใบ ดอกย่อยสีเขียวแกมเหลือง กลีบดอกและก้านดอกมีขนสีน้ำตาลปกคลุม ผลแบบ berry รูปร่างกลม มียางขาว เมื่อสุกสีม่วงดำ มีกลิ่นหอม เมล็ดสีดำ เป็นมันวาว มี 1-5 เมล็ด สตาร์แอปเปิล เป็นพันธุ์ไม้จากทวีปอเมริกาใต้



ภาพที่ 1 สตาร์แอปเปิลพันธุ์สีม่วง



ภาพที่ 2 สตาร์แอปเปิ้ลพันธุ์สีเขียว

2. มะเฟือง (*Averrhoa carambola* L) มะเฟืองเป็น ไม้ผลยืนต้นขนาดกลาง ลักษณะเป็นทรงพุ่ม ซึ่งมีทั้งลักษณะตั้งตรง และกิ่งเลื้อย ลำต้นและกิ่งเป็นไม้เนื้ออ่อน แก่นกลางมีไส้คล้ายฟองน้ำมีสีแดงอ่อน ใบประกอบสีเขียว ประกอบด้วยใบย่อย 5 - 11 ใบ ออกดอกเป็นช่อที่ปลายกิ่ง และตาข้างตามกิ่งและลำต้น มีดอกสีชมพูอ่อนไปจนถึงเกือบแดง ผลมีก้านแหลมเป็นเหลี่ยมมีร่องลักษณะเป็นพูประมาณ 4 - 6 พู



ภาพที่ 3 มะเฟือง

3. ตะขบ (*Flacourtia cataphrata* Roxb.) เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก ตามลำต้นมีหนามอ่อน ใบอ่อนมีสีน้ำตาลหรือสีแดง ดอกสีเหลืองปนเขียว ไม่มีกลิ่น เวลาออกดอกออกดอกเป็นช่อ ช่อละ 2 - 3 ดอก ผลกลมสีเขียวจนถึงชมพูอมเขียว หรือแดงเข้ม เนื้อข้างในเป็นสีขาว



ภาพที่ 4 ตะขบไทย

4. กระจับแดง (*Hibiscus sabdariffa* L) เป็นพืชสมุนไพรที่เป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก สูงประมาณ 3 - 6 ศอก ลำต้นและกิ่งก้านมีสีม่วงแดง ใบมีหลายแบบด้วยกัน ขอบใบเรียบ บางทีก็มีรอยหยักเว้า 3 หยัก สีของดอกเป็นสีชมพู ตรงกลางดอกมีสีแดงเข้มมากกว่าขอบนอกของกลีบ กลีบดอกร่วงโรยไป กลีบรองดอกและกลีบเลี้ยงก็จะเจริญเติบโตขึ้นอีกเกิดเป็นสีม่วงแดงเข้มหุ้ม เมล็ดเอาไว้ภายใน



ภาพที่ 5 กระจับ

5. พุทรา (*Zizyphus mauritiana* Lamk.) เป็นไม้ยืนต้น สูง 5 - 10 เมตร ใบเดี่ยว เรียงสลับ รูปไข่แกมวงรี กว้าง 2 - 6 ซม. ยาว 3 - 8 ซม. ท้องใบจะมีขนสีน้ำตาลหรือขาว หลังใบสีเขียวเข้ม ดอกช่อ ออกเป็นกระจุกที่ซอกใบ กลีบดอกสีเขียวอ่อนหรือเหลืองอ่อน ผลเป็นผลสด รูปทรงกลม หรือรูปกระสวย เมื่อสุกสีเหลือง กินได้



ภาพที่ 6 พุทรา

6. มะกอกไทย (Hog Plum, *Spondias pinnata* (Linn. f.) Kurz) เป็นไม้ยืนต้น ขนาดกลาง สูงถึง 25 เมตร ลำต้นและกิ่งก้านเลียงไม่มีขน เปลือกเรียบสีเทาแตกเป็นร่องเล็กน้อย เปลือกข้างในมีริ้วสีชมพูสลับขาว ใบประกอบ มีใบย่อย 3 - 5 คู่ ปลายสุดเป็นใบเดี่ยว ลักษณะใบรูปขอบขนาน หรือรูปหอก ปลายใบเป็นติ่งแหลม โคนใบแหลมหรือเบี้ยว ดอกออกเป็นช่อสีขาวตามปลายกิ่ง แต่ละดอกมีขนาดเล็ก มี 5 กลีบเกสรมีตัวเมียแยกเป็นสีแฉก ผลสดมีเนื้อฉ่ำน้ำ ลักษณะรูปไข่หรือรูปรี เมื่อสุกผลสีเหลืองหม่น มีรอยแต้มสีน้ำตาลทั่วผล



ภาพที่ 7 มะกอกไทย

7. มะขามป้อม (*Phyllanthus emblica* L) เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก-กลาง สูง 8 - 12 เมตร ลำต้นมักคดงอ เปลือกนอกสีน้ำตาลอมเทา ผิวเรียบหรือค่อนข้างเรียบ เปลือกในสีชมพูสด ใบเดี่ยว มีลักษณะคล้ายใบ ประกอบคล้ายใบมะขาม รูปขอบขนานติดยาวสลับ กว้าง 0.25 - 0.5 ซม. ยาว 0.8 - 12 ซม. สีเขียวอ่อนเรียงชิดกัน ใบสั้นมาก เส้นแขนงใบไม่ชัดเจน ดอกขนาดเล็กแยกเพศ แต่อยู่บนกิ่งหรือต้นเดียวกัน ออกตามง่ามใบ 3 - 5 ดอกแน่น ตามปลายกิ่ง กลีบเลี้ยง 6 กลีบ ดอกสีขาวหรือขาวนวล ผลทรงกลมมีเนื้อหนา 1.2 - 2 ซม. ผลอ่อนมีสีเขียวอ่อน ผลแก่มีเขียวอ่อนค่อนข้างใส มีเส้นริ้วๆ ตามยาว สังเกตได้ 6 เส้น เนื้อผลรับประทานได้มีรสฝาดเปรี้ยว ขมและอมหวาน เปลือกหุ้มเมล็ดแข็งมี 6 เส้น เมล็ดมี 6 เมล็ด



ภาพที่ 8 มะขามป้อม

8. สมอไทย (*Terminalia chebula* Retz.) เป็นไม้ต้น ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ผลัดใบ สูง 15 - 25 ม. ลำต้นเปลาตรง เรือนยอด เป็นพุ่มกลม เปลือกนอก หนา สีน้ำตาลค่อนข้างดำ เปลือกใน สีน้ำตาลแดง ใบเดี่ยว ติดตรงข้ามหรือเยื้องกันเล็กน้อย ขนาดใบกว้าง 10 - 13 ซม. ยาว 18 - 28 ซม. เนื้อใบค่อนข้างหนา ขอบใบเรียบ ก้านใบยาว 2 - 2.5 ซม. ใบอ่อน ขอบใบอ่อนมีขนสีน้ำตาลอ่อนหนาแน่น เรียงเป็นระเบียบ ใบแก่หลังใบสีเขียวเข้ม มีขนสีขาวคลุม ท้องใบสีจางกว่า มีขนสีน้ำตาลอ่อนนุ่ม เมื่อใบแก่ ขนทั้ง 2 ด้านจะหลุดร่วงหมดไป ดอกออกเป็นช่อ แต่ละช่อจะมีช่อแขนง 4 - 7 ช่อ ปลายช่อจะห้อยลงสู่พื้นดินหรือตั้งขึ้น ดอกบานเต็มที่กว้างประมาณ 3 - 4 มม. เป็นดอกสมบูรณ์เพศสีขาวหรือสีเหลืองอ่อน กลิ่นหอม ผล เป็นพวงผลสด รูปไข่กลับ รูปไข่ รูปกระสวย หรือรูปรี ยาว 3 - 4 ซม. กว้าง 2 - 3 ซม. ผิวเรียบมี 5 เหลี่ยมหรือพู จำนวนเมล็ด มี 1 เมล็ด มีเนื้อเยื่อหนาหุ้ม ผลแก่ สีเขียวอมเหลือง แต่เมื่อแห้งจะออกสีดำ



ภาพที่ 9 สมอไทย

9. มะหลออด (*Elaeagnus latifolia* Linn.) เป็นไม้พุ่มแกมเถา ลำต้นและกิ่งมีเกล็ดสีเงินหรือสีเทา ความสูงขึ้นอยู่กับความสูงของต้นไม้ที่อาศัยอยู่ด้วย ให้ผลผลิตเมื่อต้นอายุประมาณ 2-3 ปี ปีละหนึ่งครั้งช่วงเดือน ธันวาคม-มีนาคม

ใบเป็นใบเดี่ยว เรียงสลับกัน ใบเป็นใบรีหรือใบหอกกลับ ด้านบนใบสีเขียวเข้ม ผิวเรียบ ด้านล่างใบมีสีน้ำตาลอ่อน มีเกล็ดเล็กๆ สีเงินติดอยู่ มีหลายขนาดตั้งแต่เล็กจนใหญ่ โคนใบมีลักษณะป้าน มน หรือสอบเรียว ปลายใบมีลักษณะเป็นติ่งแหลมอ่อน หรือแหลมติ่ง

ลักษณะดอก เป็นดอกช่อ กลีบดอกมีสีเหลืองอ่อนเชื่อมติดกันเป็นหลอด ปลายแยกเป็น 4 กลีบ ดอกออกเป็นกระจุกที่ซอกใบ มีดอกย่อยหลายดอก ดอกมีทั้งดอกสมบูรณ์เพศและดอกเพศผู้ ลักษณะผล ผลที่พบจากการสำรวจมีหลายรูปทรง อาทิ รูปรี รูปลูกแพร์ รูปกรวย รูปไข่ และรูปทรงกระบอก ผลอ่อนมีสีเขียว ผลสุกมีสีแดงเข้ม แดง ส้มแดง หรือเหลือง ขึ้นอยู่กับลักษณะประจำพันธุ์ ผลมีจุดสีขาวหรือสีเงินซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของผลมะหลออด จำนวนผลต่อช่อขึ้นกับจำนวนดอก อาจมีได้ตั้งแต่ 1-8 ผล มีทั้งรสเปรี้ยว ฝาดจนถึงรสหวาน มีขนาดตั้งแต่เล็กจนถึงใหญ่



ภาพที่ 10 มะหลอด

10. ละมุด (*Manikaro zapota* L.) ละมุดเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง เป็นพุ่มทึบ กิ่งก้าน แตกออกรอบลำต้นเป็นชั้น ๆ ใบเดี่ยว ท้องใบมีสีน้ำตาลอมเขียว มักออกเป็นกระจุก ตามปลายกิ่ง ดอกเดี่ยว ออกตามง่ามกิ่ง กลีบรองดอกเรียงกัน เป็น 2 ชั้น กลีบดอกเชื่อมกันและยกตั้งขึ้น มี 6 กลีบ มีสีเหลืองนวล ผลรูปไข่ หรือรูปปลายข้างหนึ่งแหลมเล็กน้อย มีสีน้ำตาล ผลยังไม่สุกมียางสีขาว รสฝาด แข็ง เมื่อสุกจะนิ่ม หวาน ไม่มียาง มีเมล็ดรูปยาวรี ผิวสีดำฝังอยู่ในเนื้อ ผลละ 2-6 เมล็ด



ภาพที่ 11 ละมุด

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. ผลไม้ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

เลือกผลไม้ที่มีจำหน่ายในตลาดอำเภอสามพรานและอำเภอสรรคิ จำนวน 11 ชนิด คือ กระจับปี่ ตะขบไทย พุทรา มะกอกไทย มะขามป้อม มะเฟือง สตาร์แอปเปิลพันธุ์สีเขียว และสีม่วง ละมุด มะพลูด และสมอไทย

2. สารเคมีและอุปกรณ์ในการวิจัย

2.1 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ฟีนอลิก

- Folin-Cioealteu Reagent
- โซเดียมคาร์บอเนต (NaCO_3) เข้มข้น 5g/L

2.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ฟลาโวนอยด์

- โซเดียมไนเตรท (NaNO_2) เข้มข้น 0.5g/L
- อลูมิเนียมคลอไรด์ (AlCl_3) 1g/L
- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 1 mol/L

2.3 อุปกรณ์/เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

- เครื่องวัดความกว้างยาว (High accuracy electronic caliper)
- เครื่องวัดสี (color meter)
- เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Digital refractometer)
- เครื่องวัดปริมาณกรดในน้ำผลไม้ (HANA HI 84432)
- เครื่องชั่งแบบละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง
- เครื่องวัดดูดกลืนแสง (Spectronic Genessey 5)
- เครื่องปั่นเนื้อผลไม้
- ตู้แช่
- ปิเปต ขนาด 1 5 และ 10 มิลลิลิตร
- ขวดปรับปริมาตร 50 100 500 และ 1000 มิลลิลิตร
- หลอดทดลอง
- หลอดเก็บตัวอย่าง
- ลูกยาง
- บีกเกอร์

- กระดาษกรอง
- กระดาษทิชชู
- ขวดพ่นน้ำ

3. วิธีการทดลอง

ในการทดลองศึกษาคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมีและความสามารถในการต้านออกซิเดชันของผลไม้ตัวอย่าง จำนวน 11 ชนิด โดยทำการศึกษาตามลำดับ ดังต่อไปนี้

3.1 การศึกษาคุณภาพทางกายภาพ

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพของผลไม้ตัวอย่างจำนวน 10 ชนิด ทำโดยการชั่งน้ำหนักผล การวัดขนาดผล ความกว้างและยาวของผล การวัดสีผล การวัดความแน่นเนื้อ และการวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 การชั่งน้ำหนัก

นำผลไม้ตัวอย่างทั้ง 11 ชนิด มาทำการชั่งน้ำหนักผล โดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักแบบทศนิยม 2 ตำแหน่ง แล้วทำการจดบันทึก

3.1.2 การวัดขนาดของผล

นำผลไม้ตัวอย่างทั้ง 11 ชนิด มาทำการวัดขนาดของผล โดยใช้เครื่องวัดกว้างยาว (High Accuracy Electronic Caliper) วัดความกว้าง และยาวของผล บันทึกค่าเป็นมิลลิเมตร

3.1.3 การวัดสีเปลือกของผล

นำผลไม้ตัวอย่างทั้ง 11 ชนิด มาทำการวัดสีเปลือกของผล โดยใช้เครื่องวัดสี (Colorimeter, Konica Minolta Model CR-10) รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ของค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีเขียว-แดง (a^*) ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b^*) ค่าความเข้มสี (Chroma) และค่า Hue angle

3.2 การศึกษาคุณภาพทางเคมี

การศึกษาคุณภาพทางเคมีของผลไม้ตัวอย่างจำนวน 11 ชนิด ทำโดยการหาปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไตรเอตร์ได้ ปริมาณฟีนอลิก ปริมาณฟลาโวนอยด์ และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และบี โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ (Total soluble solids: TSS)

นำผลไม้ตัวอย่างทั้ง 11 ชนิด มาคั้นเอาน้ำ นำน้ำตัวอย่างไปวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้โดยใช้ Digital refractometer, ATAGO model PAL-1 รายงานผลเป็น % Brix (Silvia *et. al.*, 2008)

3.2.2 การวัดปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (Titratable ability: TA)

นำผลไม้ตัวอย่างทั้ง 11 ชนิด มาคั้นเอาน้ำ นำน้ำตัวอย่างปริมาณ 2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 50 มิลลิลิตรนำไปวัดค่าปริมาณของกรดโดยใช้เครื่องวัดปริมาณกรดในน้ำผลไม้ (HANNA HI 84432) มี Titrant solution H 84432-50 เป็น titrant solution รายงานผลเป็น % ของกรดซิตริก กรดมาลิก และกรดทาร์ทาริก

3.2.3 การตรวจสอบหาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic content)

นำผลไม้ตัวอย่างทั้ง 11 ชนิด มาคั้นเอาน้ำ นำน้ำตัวอย่างมาเปิดให้ได้ปริมาณ 1 มิลลิลิตร เจือจางในน้ำกลั่น 9 มิลลิลิตร เติม Folin-Cioealteu Reagent 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้ 3 นาที จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 0.5 g/L 1.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำไปแช่ในน้ำอุ่น 30 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที แล้วนำไปแช่ในน้ำแข็งที่ 0 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที นำมาพักไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร โดยใช้ น้ำกลั่นเป็น Blank ใช้กรดแกลลิกเป็นสารละลายมาตรฐาน (0-100 mg/L) รายงานผลเป็นมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด (GAE/100g Fw) (Ivanova *et.al.*, 2009)

3.2.4 การตรวจสอบหาปริมาณฟลาโวนอยด์ (Determination of flavonoids)

นำผลไม้ตัวอย่างทั้ง 11 ชนิด มาคั้นเอาน้ำ นำน้ำตัวอย่างมาเปิดให้ได้ปริมาณ 1 มิลลิลิตร แล้วเติมโซเดียมไนเตรท (NaNO_2 0.5 g/L) เขย่าให้เข้ากัน พักไว้ 5 นาที เติมด้วยอลูมิเนียมคลอไรด์ (AlCl_3 , 1g/L) 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน พักไว้ 5 นาที เติมด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH , 1mol/L) 2 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรสุดท้ายให้เป็น 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน พักไว้ 15 นาที ก่อนนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 510 นาโนเมตร โดยใช้ น้ำกลั่นเป็น Blank ใช้กรดรูทีนเป็นสารละลายมาตรฐาน (0-100 mg/L) รายงานผลเป็นมิลลิกรัมสมมูลของกรดรูทีนต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด (GAE/100g Fw) (Znu *et.al.*, 2010)

3.2.5 การวัดปริมาณ radical scavenging

ใช้วิธีการทดลอง 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH radical scavenging activity) (Hou *et al.*, 2001) ตามลำดับ ดังนี้

1. เตรียมตัวอย่างสารสกัดของผลไม้ตัวอย่างทั้ง 11 ชนิด ในความเข้มข้นต่างๆ ปริมาตร 1.2 มิลลิลิตร ในหลอดทดลอง ใช้น้ำกลั่นเป็นชุดควบคุม
2. เติม 1M Tris-HCL buffer (pH=7.9) ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร
3. เติม 5 mM DPPH ในเมทานอลปริมาตร 1.2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน เก็บไว้ในที่มืด 20 นาที แล้วนำมาทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร
4. นำค่าที่ได้ไปคำนวณหา % Inhibition = $[(A_{517\text{control}} - A_{517\text{sample}}) / A_{517\text{control}}] \times 100$

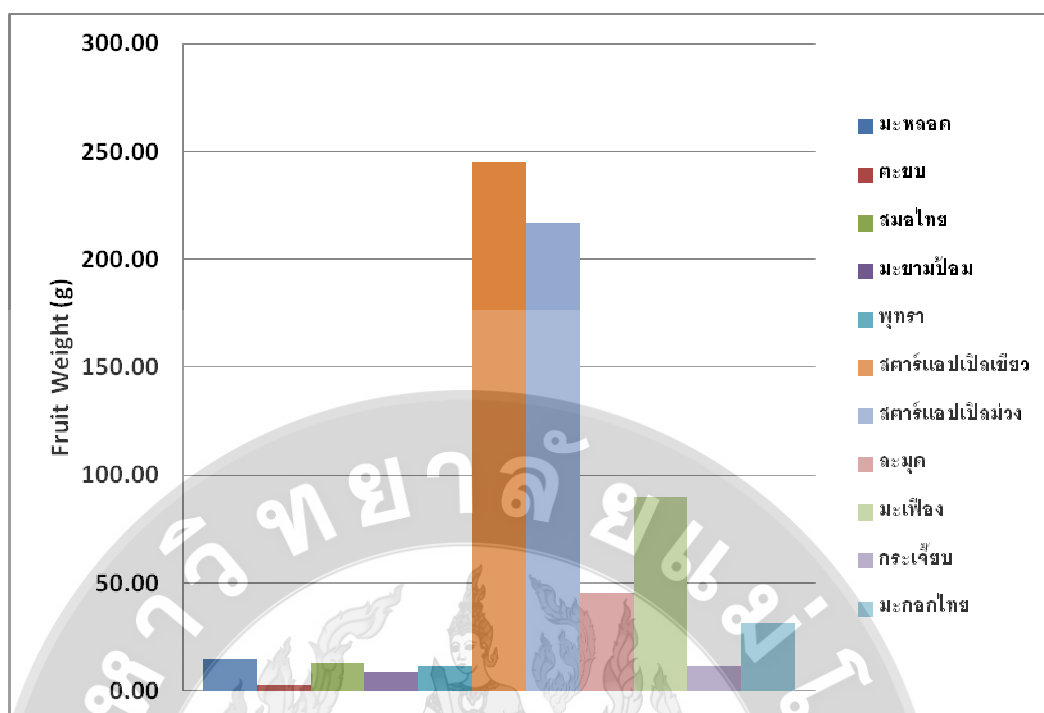
ผลการวิจัย

ผลการวิจัยการศึกษาคูณภาพทางกายภาพ

ในการศึกษาคูณภาพทางกายภาพของผลไม้ตัวอย่างจำนวน 11 ชนิด ในด้านน้ำหนักของผล ขนาดของผล และสีผิวของผล มีรายละเอียด ดังนี้

น้ำหนักผล

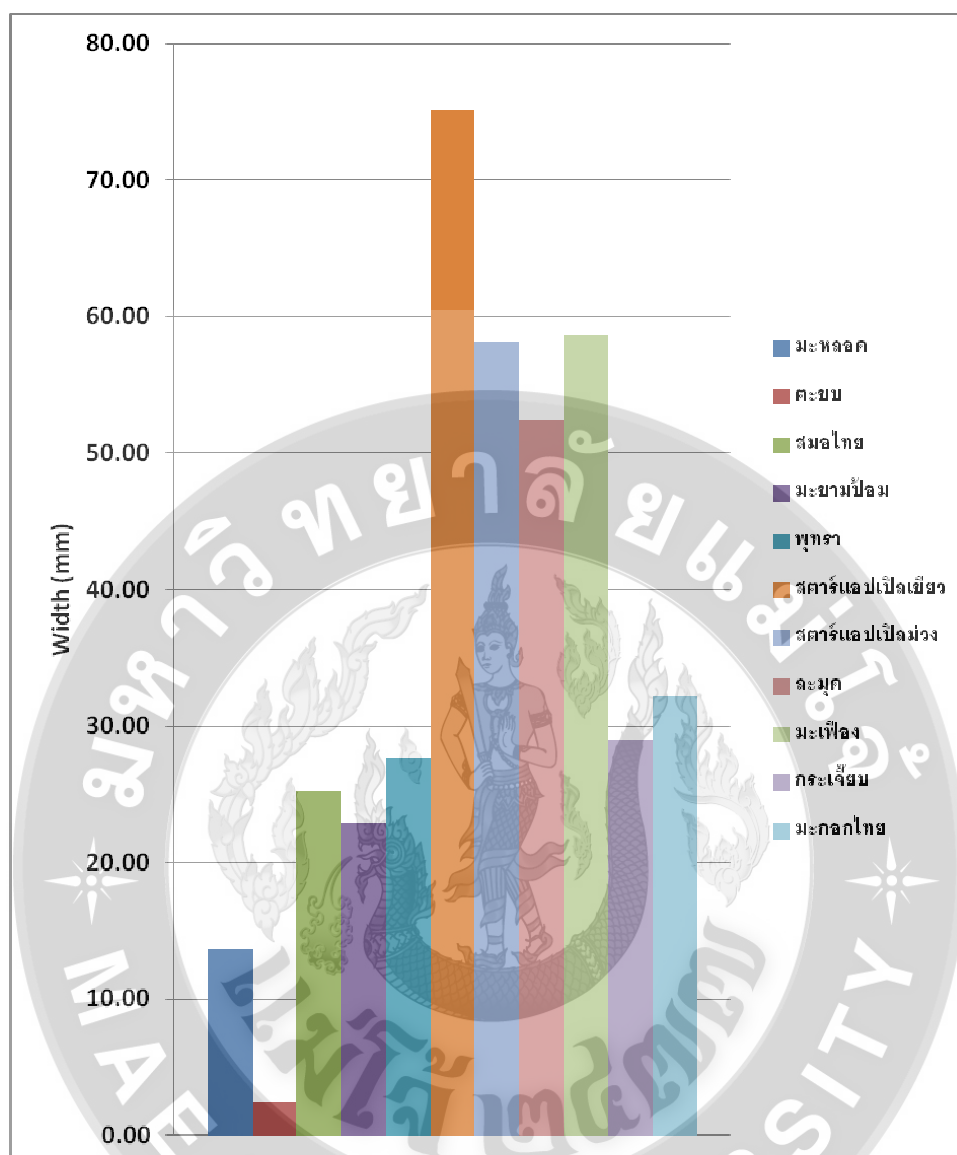
น้ำหนักของผลของผลไม้ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา พบว่า สตาร์แอปเปิลสีเขียวมีน้ำหนักผลมากที่สุด คือ 245.13 กรัม ผลไม้ที่มีน้ำหนักผลรองลงมาตามลำดับ ดังนี้ คือ สตาร์แอปเปิลสีม่วง 217.23 กรัม มะเฟือง 89.86 กรัม ละมุด 45.6 กรัม มะกอกไทย 31.12 กรัม มะลอบ 14.95 กรัม สโมไทย 12.89 กรัม กระเจี๊ยบ 11.91 กรัม พุทรา 11.65 กรัม มะขามป้อม 8.91 กรัม และ ตะขบ 2.54 กรัม ดังกราฟที่ 1



กราฟที่ 1 น้ำหนักผลของผลไม้ (กรัม)

ขนาดของผล: ความกว้างของผล

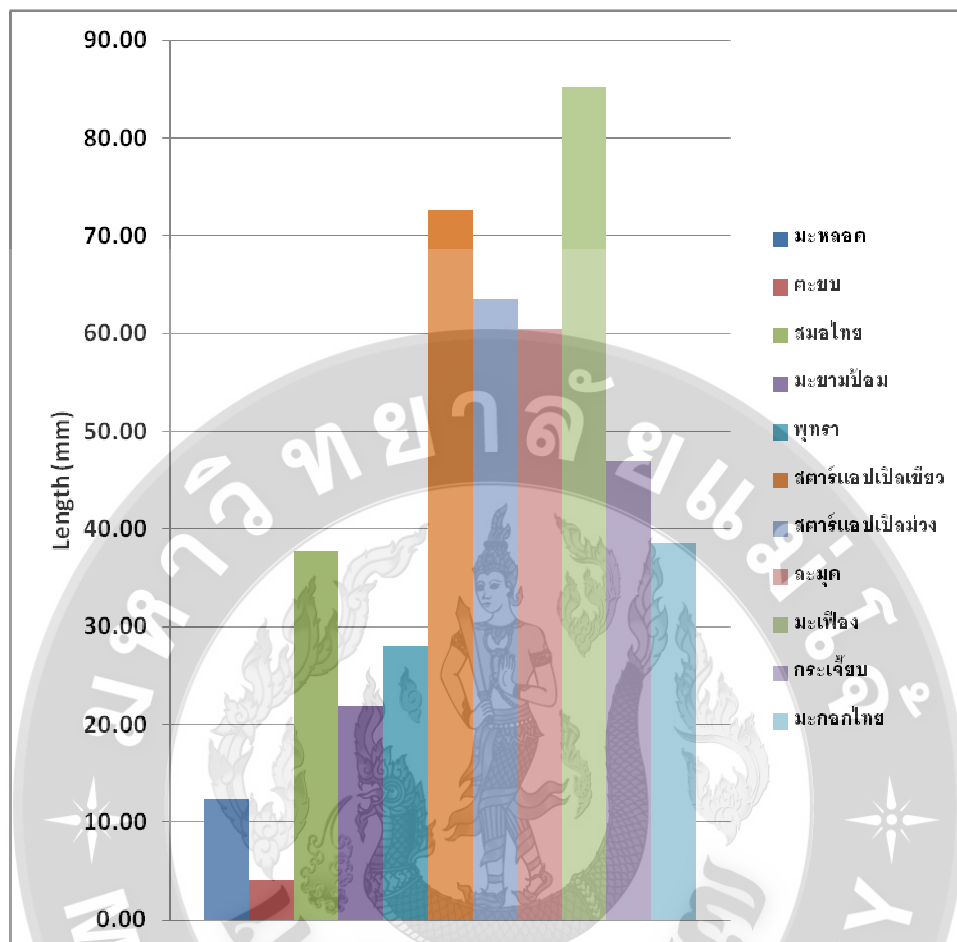
ขนาดของผลในด้านของความกว้างของผลไม้ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา พบว่า สตาร์แอปเปิ้ลสีเขียวมีความกว้างของผลมากที่สุด คือ 75.16 มิลลิเมตร และผลไม้ชนิดอื่นๆ มีความกว้างของผลรองลงมาตามลำดับ ดังนี้ คือ มะเฟือง 58.66 มิลลิเมตร สตาร์แอปเปิ้ลสีม่วง 58.13 มิลลิเมตร ละมุด 52.39 มิลลิเมตร มะกอกไทย 32.18 มิลลิเมตร กระเจี๊ยบ 28.97 มิลลิเมตร พุทรา 27.61 มิลลิเมตร สมอไทย 25.19 มิลลิเมตร มะขามป้อม 22.84 มิลลิเมตร มะพลอด 13.69 มิลลิเมตร และ ตะขบ 2.42 มิลลิเมตร ดังกราฟที่ 2



กราฟที่ 2 ความกว้างของผลไม้ (มิลลิเมตร)

ขนาดของผล: ความยาวของผล

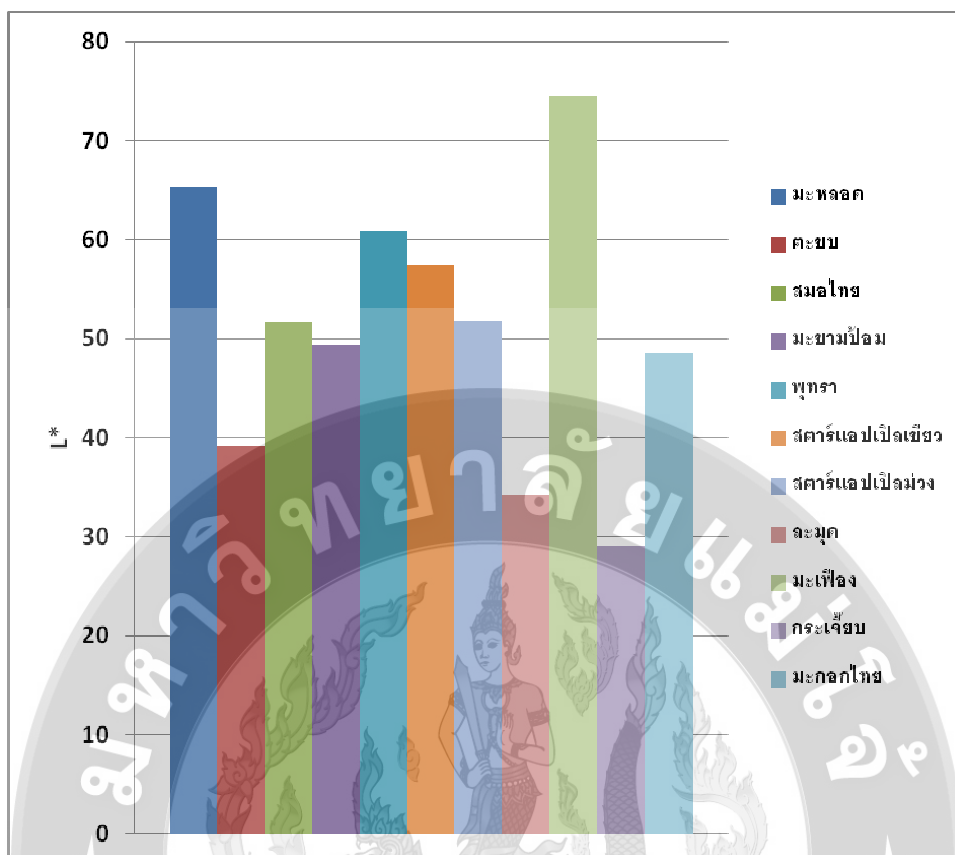
ขนาดของผลในด้านความยาวของผลไม้ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา พบว่า มะเฟืองมีความยาวของผลมากที่สุด คือ 85.15 มิลลิเมตร และผลไม้ที่มีความยาวผลรองลงมาตามลำดับ ดังนี้ คือ สตาร์แอปเปิลสีเขียว 72.62 มิลลิเมตร สตาร์แอปเปิลสีม่วง 63.56 มิลลิเมตร ละมุด 60.4 มิลลิเมตร กระเจี๊ยบ 46.95 มิลลิเมตร มะกอกไทย 38.53 มิลลิเมตร สมอไทย 37.76 มิลลิเมตร พุทรา 28.01 มิลลิเมตร มะขามป้อม 21.92 มิลลิเมตร มะพลูด 12.31 มิลลิเมตร และตะขบ 4.07 มิลลิเมตร ดังกราฟที่ 3



กราฟที่ 3 ความยาวของผลไม้ (มิลลิเมตร)

ค่าความสว่างของผล (L* value)

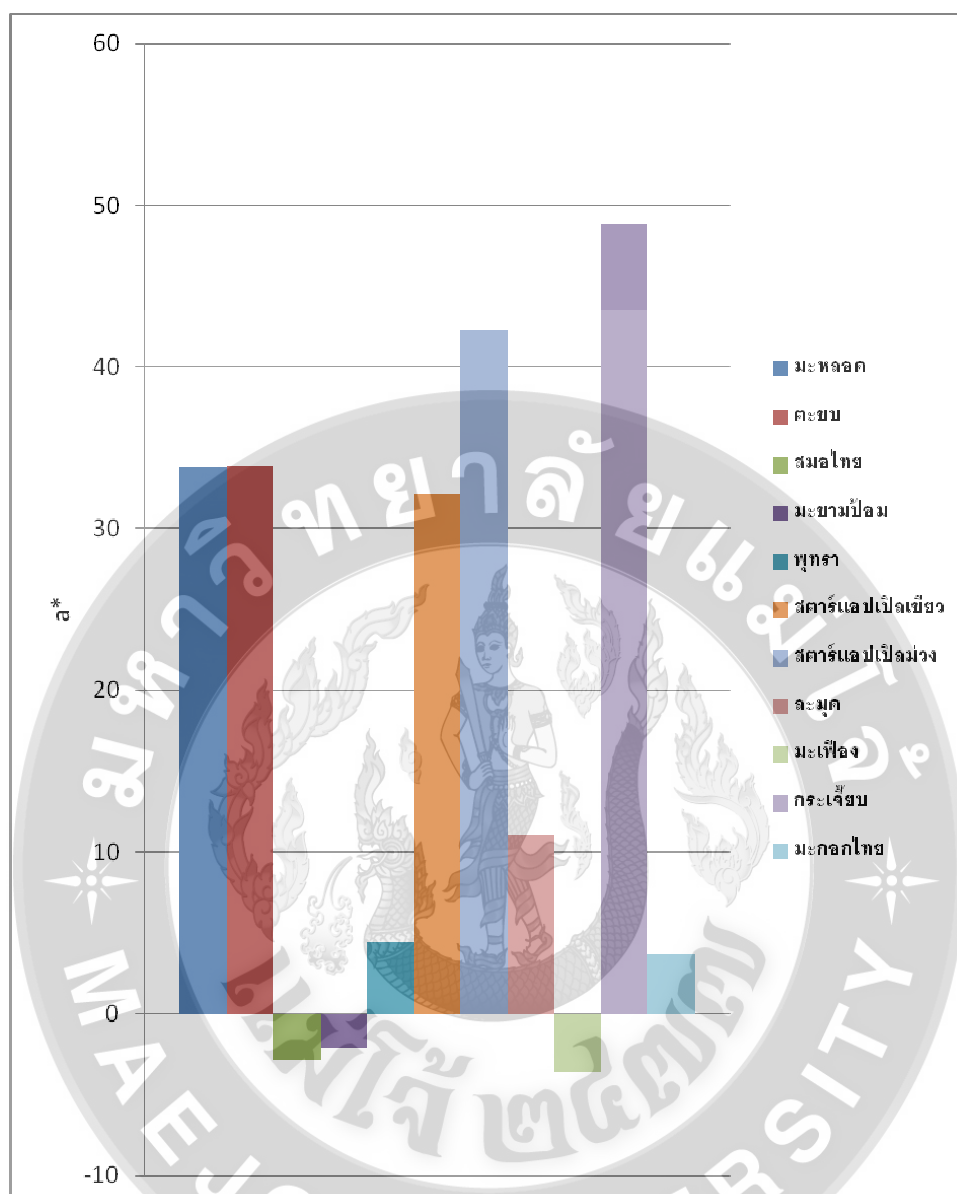
ค่าความสว่างของผลในผลไม้ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา พบว่า มะเฟืองมีความสว่างของผลมากที่สุด คือ 74.42 และผลไม้ที่มีค่าความสว่างของผลรองลงมาตามลำดับ ดังนี้ คือ มะหาดอก 65.27 พุทรา 60.85 สตาร์แอปเปิ้ลสีเขียว 57.44 สตาร์แอปเปิ้ลสีม่วง 51.81 สมอไทย 51.75 มะขามป้อม 49.35 มะกอกไทย 48.55 ตะขบ 39.1 ละมุด 34.18 และกระจับ 29.07 ดังกราฟที่ 4



กราฟที่ 4 ค่าความสว่าง (L*) ของผลไม้

ค่าสีเขียว-แดงของผล (a* value)

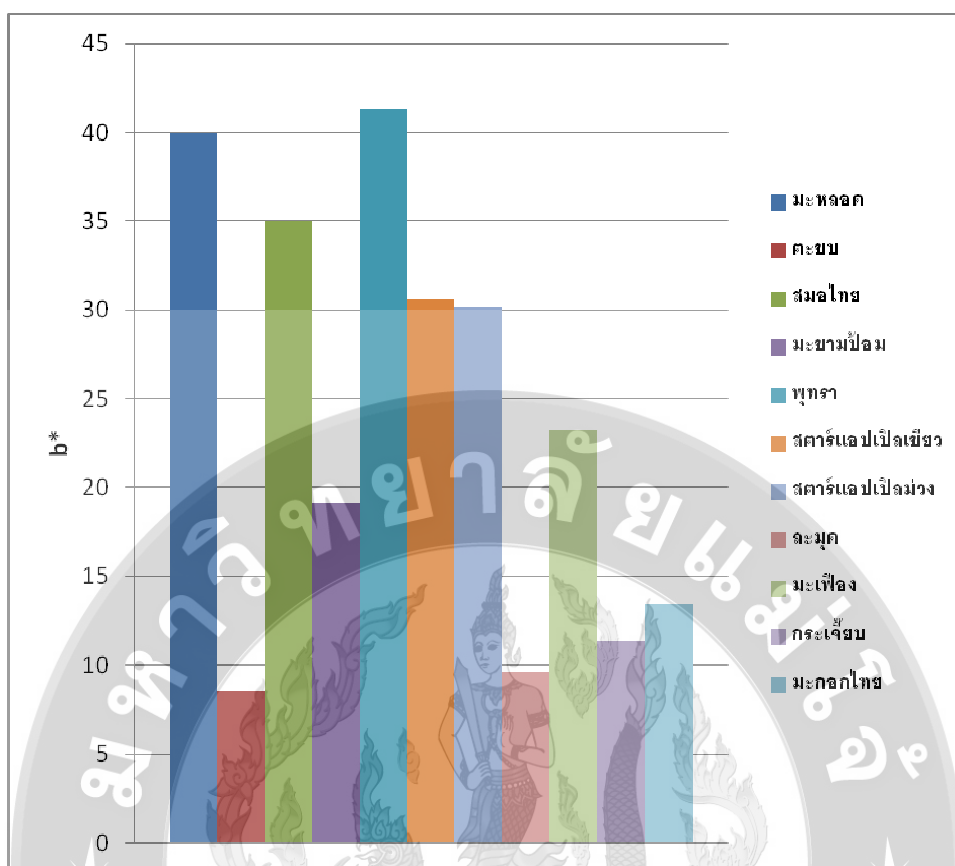
ค่าสีเขียว-แดง (a* value) ของผลในผลไม้ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา พบว่า มะเฟือง มะขามป้อม และ สมอไทย มีค่า a* (-) เป็นสีเขียว ดังนี้ -3.57 -2.58 และ -2.17 ตามลำดับ ส่วนผลไม้ชนิดอื่นๆ มีค่า a* (+) เป็นสีแดง ดังนี้ คือ กระจับ 48.85 สตาร์แอปเปิ้ลสีม่วง 42.26 ตะขบ 33.9 มะพลูด 33.83 สตาร์แอปเปิ้ลสีเขียว 32.1 ละมุด 11.09 พุทรา 4.39 และ มะกอกไทย 3.75 ตามลำดับ ดังกราฟที่ 5



กราฟที่ 5 ค่าสีเขียว-แดง (a*) ของผลไม้

ค่าสีเหลือง-น้ำเงินของผล (b* value)

ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b* value) ของผลในผลไม้ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา พบว่า พุทรา มีค่า b* ของผลมากที่สุด คือ 41.36 กรัม และผลไม้ชนิดอื่นมีค่า b* รองลงมา ดังนี้ คือ มะหลอสด 39.94 สมอไทย 34.96 สตาร์แอปเปิ้ลเขียว 30.59 สตาร์แอปเปิ้ลม่วง 30.19 มะเฟือง 23.21 มะขามป้อม 19.15 มะกอกไทย 13.42 กระจับ 11.31 ละมุด 9.65 และตะขบ 8.55 ตามลำดับดังกราฟที่ 6



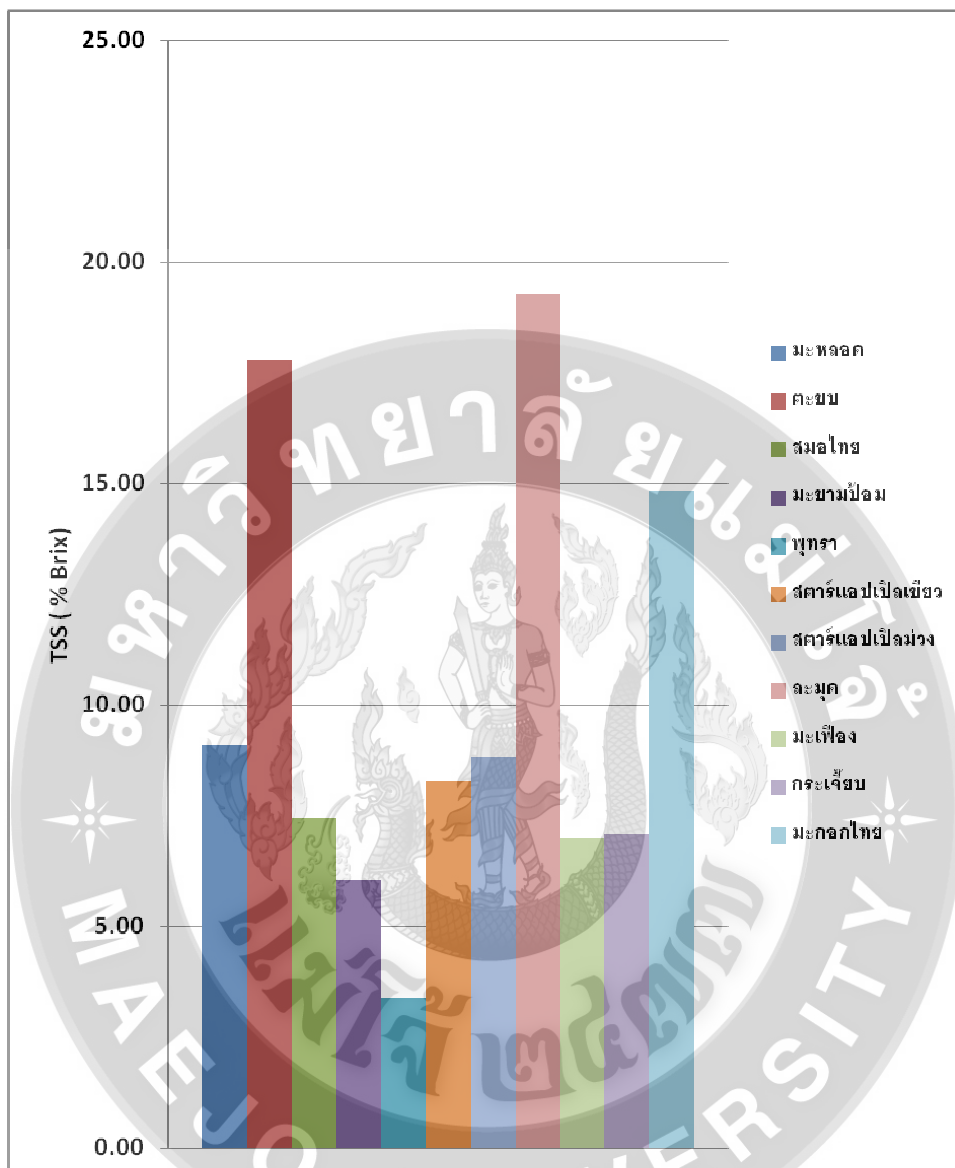
กราฟที่ 6 ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) ของผลไม้

ผลการวิจัยการศึกษาคุณภาพทางเคมี

ในการศึกษาคุณภาพทางเคมีของผลไม้ตัวอย่างจำนวน 11 ชนิด ในด้านปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ ปริมาณกรด-เบส และการวัดร้อยละของปริมาณ Radical scavenging มีรายละเอียดดังนี้

ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ของผลไม้ (Total soluble solid: TSS)

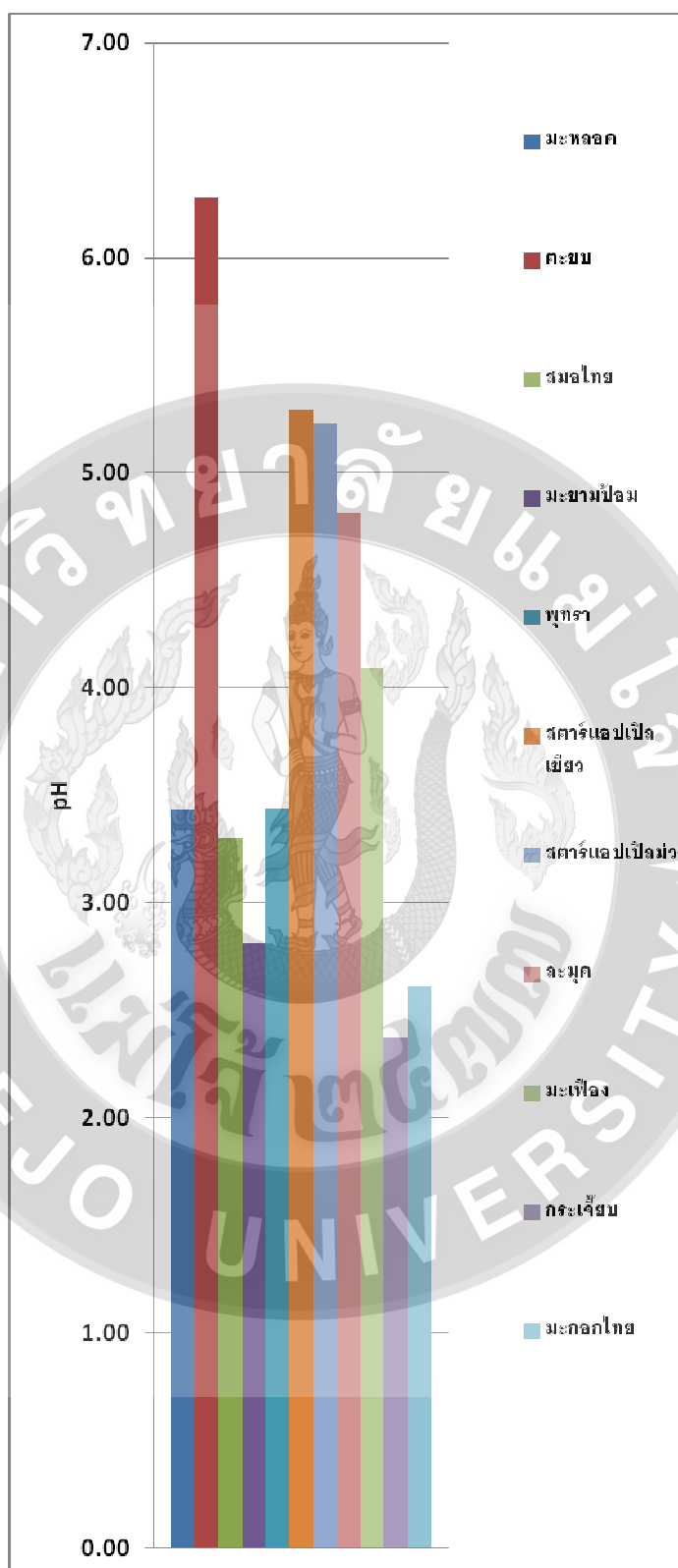
ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ของผลไม้ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา พบว่า ผลไม้ที่ใช้ในการศึกษามีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้เรียงจากมากไปน้อย ตามลำดับมีค่าดังนี้ คือ ละมุด 19.28 ตะขบ 17.77 มะกอกไทย 14.84 มะหลอด 9.09 สตาร์แอปเปิ้ลสีม่วง 8.83 สตาร์แอปเปิ้ลสีเขียว 8.26 สมอไทย 7.42 กระเจี๊ยบ 7.07 มะเฟือง 7.01 มะขามป้อม 6.03 และ พุทรา 3.39 ดังกราฟที่ 7



กราฟที่ 7 ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ (TSS) ของผลไม้

ค่าความเป็นกรด-เบสของผลไม้ (pH value)

ค่าความเป็นกรด-เบสของผลไม้ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา มีค่าได้เรียงจากมากไปน้อยตามลำดับมีค่าดังนี้ คือ ตะขบ 6.28 สตาร์แอปเปิ้ลสีเขียว 5.29 สตาร์แอปเปิ้ลสีม่วง 5.23 ละมุด 4.81 มะเฟือง 4.09 พุทรา 3.44 มะหลอด 3.43 สมอไทย 3.3 มะขามป้อม 2.81 มะกอกไทย 2.61 และกระจับ 2.37 ตามลำดับดังกราฟที่ 8



กราฟที่ 8 ค่าความเป็นกรด-เบสของผลไม้

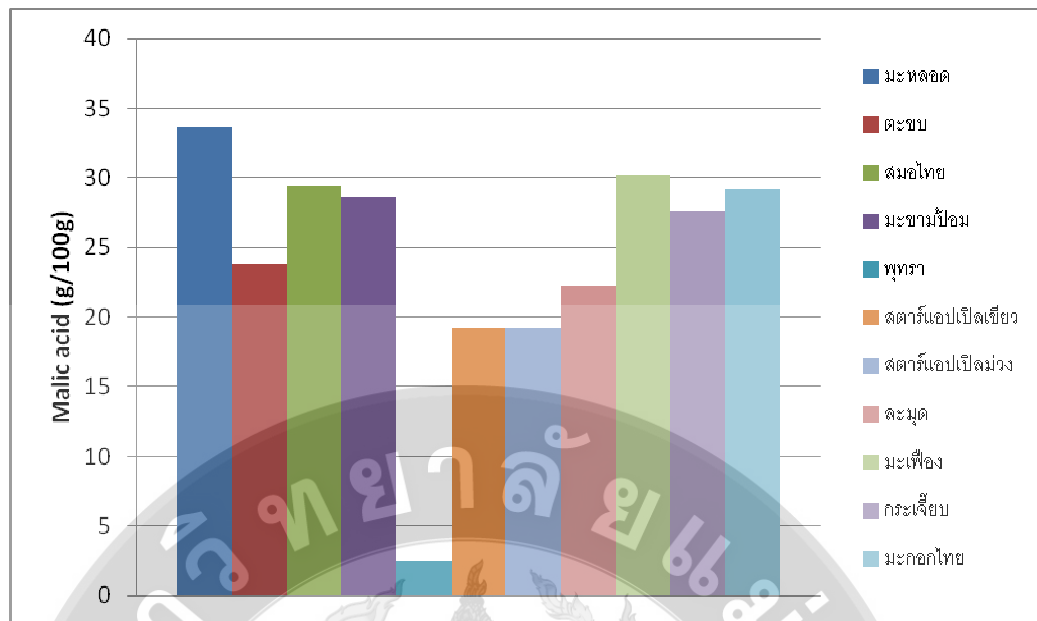
ค่าความเป็นกรดที่ไตเตรทได้ของผลไม้ (Titratable ability)

ค่าความเป็นกรดที่ไตเตรทได้ของผลไม้ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ในการคำนวณปริมาณกรดซิตริกที่มีค่าได้เรียงจากมากไปน้อย ตามลำดับมีค่าดังนี้ คือ มะพลอด 30.16 g/100g มะเฟือง 28.84 g/100g มะกอกไทย 27.61 g/100g ส้มอไทย 27.38 g/100g มะขามป้อม 26.43 g/100g กระเจี๊ยบ 25.20 g/100g ตะขบ 21.11 g/100g พุทรา 20.12 g/100g ละมุด 19.48 g/100g สตาร์แอปเปิลสีเขียว 17.31 g/100g และสตาร์แอปเปิลสีม่วง 16.46 g/100g ตามลำดับ ดังกราฟที่ 9



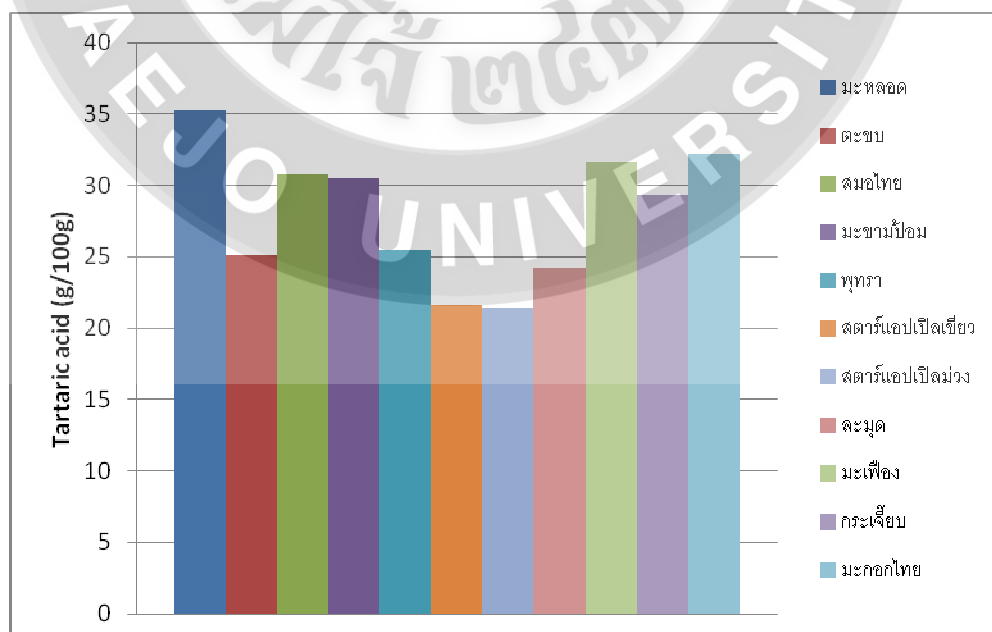
กราฟที่ 9 ค่าปริมาณกรดซิตริก

ในการคำนวณปริมาณกรดมาลิกที่มีค่าได้เรียงจากมากไปน้อย ตามลำดับมีค่าดังนี้ คือ มะพลอด 33.71 g/100g มะเฟือง 30.17 g/100g ส้มอไทย 29.34 g/100g มะกอกไทย 29.13 g/100g มะขามป้อม 28.62 g/100g กระเจี๊ยบ 27.63 g/100g ตะขบ 23.82 g/100g พุทรา 23.47 g/100g ละมุด 22.30 g/100g สตาร์แอปเปิลสีเขียว 19.24 g/100g และสตาร์แอปเปิลสีม่วง 19.20 g/100g ตามลำดับ ดังกราฟที่ 10



กราฟที่ 10 ค่าปริมาณกรดมาลิก

ในการคำนวณปริมาณกรดทาร์ทาริกที่มีค่าได้เรียงจากมากไปน้อย ตามลำดับมีค่าดังนี้ คือ มะหลอสด 35.23 g/100g มะกอกไทย 32.17 g/100g มะเฟือง 31.71 g/100g สมอไทย 30.79 g/100g มะขามป้อม 30.46 g/100g พุทรา 25.51 g/100g กระเจี๊ยบ 27.63 g/100g ตะขบ 25.15 g/100g ละมุด 24.22 g/100g สตาร์แอปเปิ้ลสีเขียว 21.62 g/100g และสตาร์แอปเปิ้ลสีม่วง 21.40 g/100g ตามลำดับ ดังกราฟที่ 11

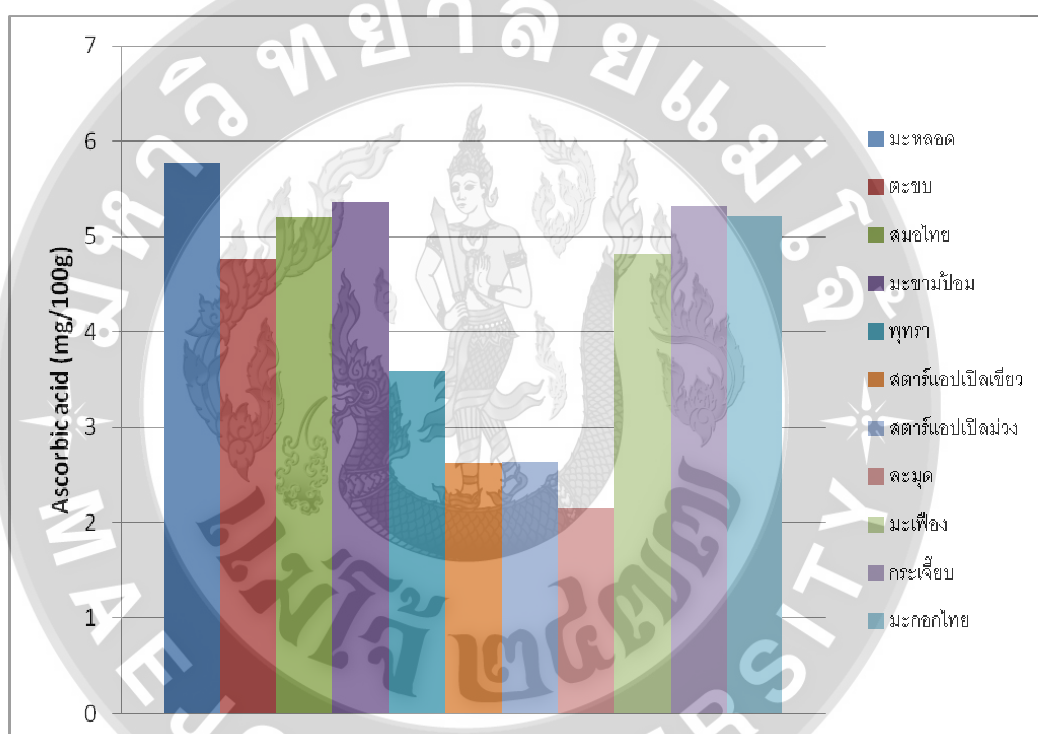


กราฟที่ 11 ค่าปริมาณกรดทาร์ทาริก

ค่าปริมาณวิตามินซีของผลไม้ (Ascorbic acid)

ค่าปริมาณวิตามินซีของผลไม้ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ในการคำนวณปริมาณกรดแอสคอร์บิกที่มีค่าได้เรียงจากมากไปน้อย ตามลำดับ มีค่าดังนี้ คือ มะหาด 5.76 mg/100g มะขามป้อม 5.37 mg/100g กระเจี๊ยบ 5.32 mg/100g มะกอกไทย 5.21 mg/100g สมอไทย 5.20 mg/100g มะเฟือง 4.81 mg/100g ตะขบ 4.76 mg/100g พุทรา 3.59 mg/100g ละมุด 2.16 mg/100g สตาร์แอปเปิลสีม่วง 2.64 mg/100g และสตาร์แอปเปิลสีเขียว 2.63 mg/100g ตามลำดับ ดังกราฟที่

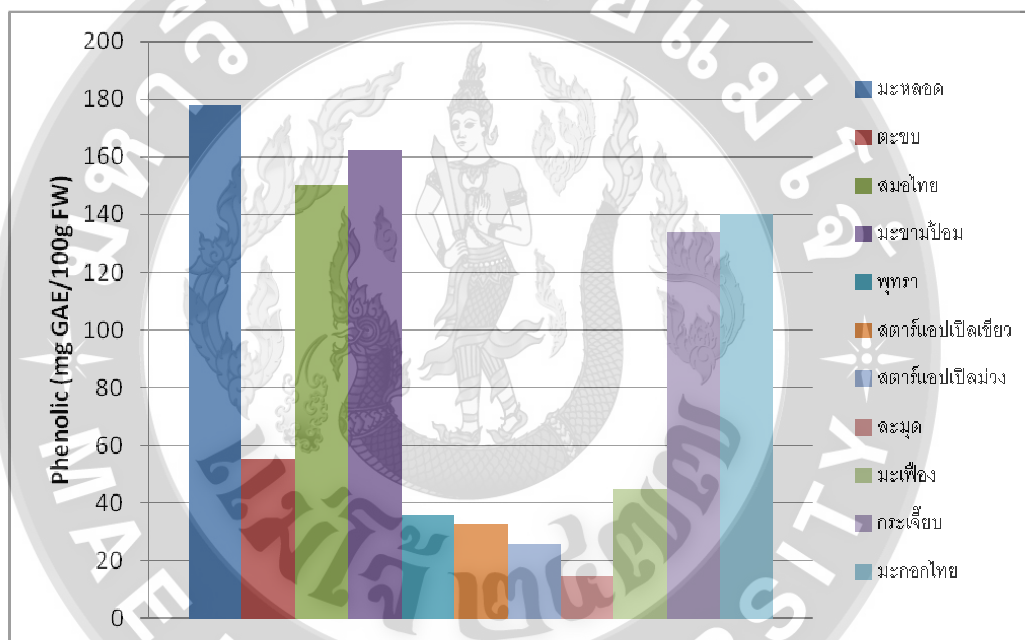
12



กราฟที่ 12 ค่าปริมาณกรดแอสคอร์บิก

ค่าปริมาณฟีนอลิกของผลไม้ (Phenolic acid)

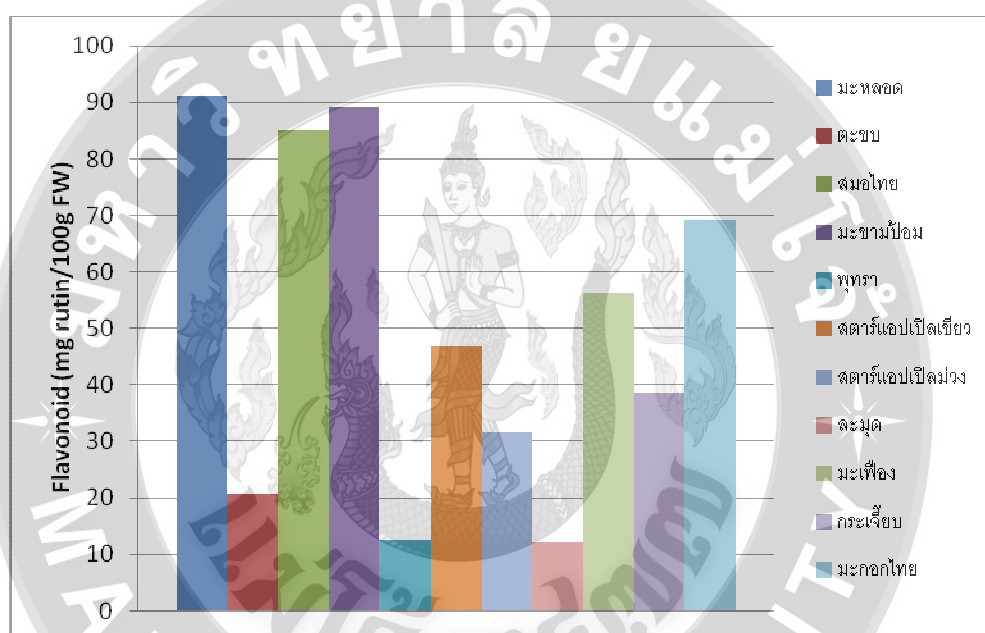
ค่าปริมาณฟีนอลิกของผลไม้ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ที่มีค่าได้เรียงจากมากไปน้อยตามลำดับ มีค่าดังนี้ คือ มะหาด 177.82 mg GAE/100gFW มะขามป้อม 162.49 mg GAE/100gFW สมอไทย 150.56 mg GAE/100gFW มะกอกไทย 139.95 mg GAE/100gFW กระเจี๊ยบ 134.11 mg GAE/100gFW ตะขบ 55.41 mg GAE/100gFW มะเฟือง 44.74 mg GAE/100gFW พุทรา 35.74 mg GAE/100gFW สตาร์แอปเปิลสีเขียว 32.55 mg GAE/100gFW สตาร์แอปเปิลสีม่วง 25.82 mg GAE/100gFW และละมุด 14.42 mg GAE/100gFW ตามลำดับ ดังกราฟที่ 13



กราฟที่ 13 ค่าปริมาณกรดฟีนอลิก

ค่าปริมาณฟลาโวนอยด์ของผลไม้ (Flavonoid)

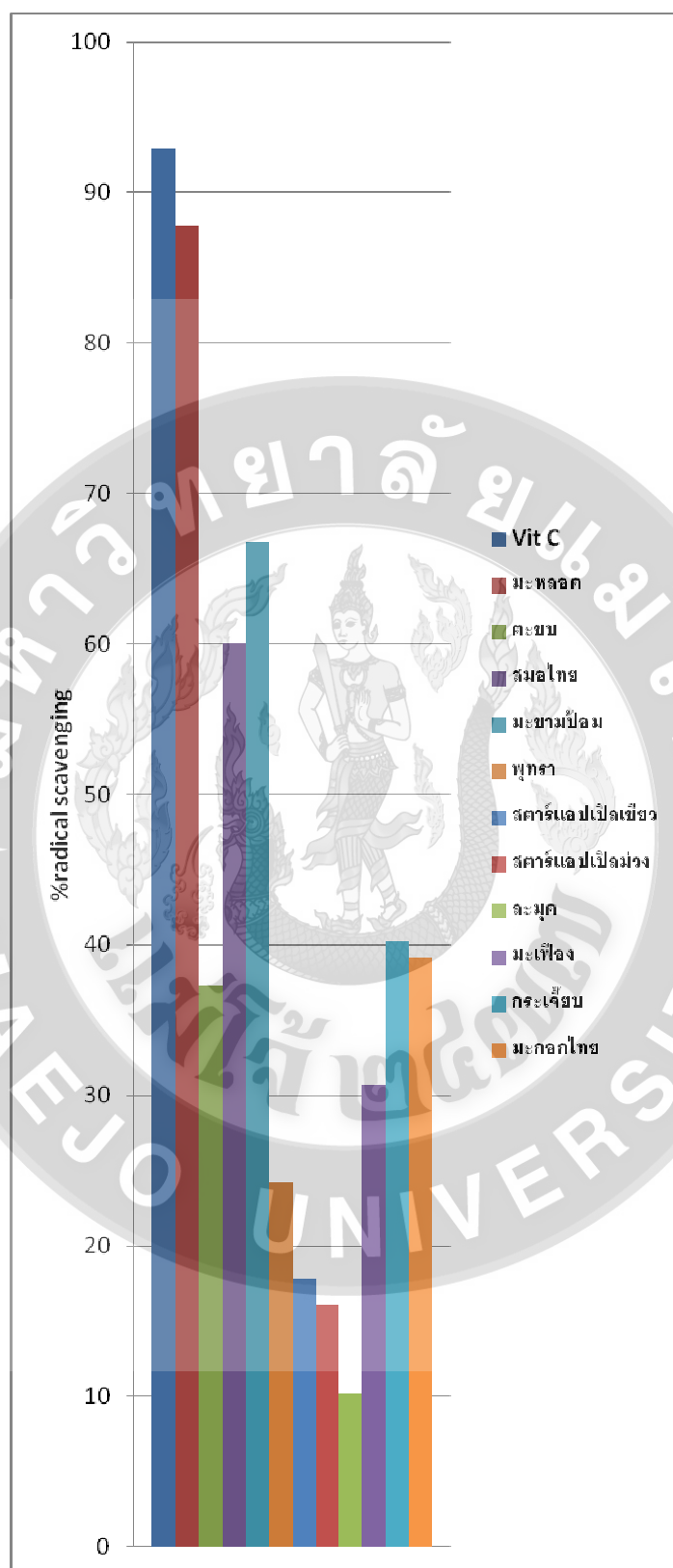
ค่าปริมาณฟลาโวนอยด์ของผลไม้ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ที่มีค่าได้เรียงจากมากไปน้อยตามลำดับ มีค่าดังนี้ คือ มะพลอด 91.08 mg rutin/100gFW มะขามป้อม 89.07 mg rutin/100gFW สมอไทย 84.98 mg rutin/100gFW มะกอกไทย 69.26 mg rutin/100gFW มะเฟือง 56.40 mg rutin/100gFW สตาร์แอปเปิลสีเขียว 46.81 mg rutin/100gFW กระเจี๊ยบ 38.51 mg rutin/100gFW สตาร์แอปเปิลสีม่วง 31.54 mg rutin/100gFW ตะขบ 20.73 mg rutin/100gFW พุทรา 12.56 mg rutin/100gFW และละมุด 12.17 mg rutin/100gFW ตามลำดับ ดังกราฟที่ 14



กราฟที่ 14 ค่าปริมาณฟลาโวนอยด์

ค่าร้อยละของปริมาณ Radial scavenging ของผลไม้

ค่าร้อยละของปริมาณ Radial scavenging ของผลไม้ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา พบว่า มะพลอด มีค่ามากที่สุด ร้อยละ 87.76 ส่วนผลไม้ชนิดอื่นๆ มีค่ารองลงมาตามลำดับ คือ มะขามป้อม ร้อยละ 66.76 สมอไทยร้อยละ 60.04 กระเจี๊ยบร้อยละ 40.29 มะกอกไทยร้อยละ 39.1 ตะขบร้อยละ 37.3 มะเฟืองร้อยละ 30.66 พุทราร้อยละ 24.22 สตาร์แอปเปิลสีเขียวร้อยละ 17.83 สตาร์แอปเปิลสีม่วงร้อยละ 16.03 และละมุดร้อยละ 10.18 ตามลำดับ ดังกราฟที่ 15



กราฟที่ 15 ค่าร้อยละของปริมาณ Radial scavenging ของผลไม้

อภิปรายผลการทดลอง

ผลการวิจัยการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ

น้ำหนักผล ขนาดผล (กว้างและยาวของผล)

การศึกษาด้านน้ำหนักผลและขนาดของผลในผลไม้ตัวอย่าง จำนวน 11 ชนิด พบว่า มีความแตกต่างกันในด้านน้ำหนักผลและความกว้างยาวของผล เนื่องจากลักษณะของผลในผลไม้แต่ละชนิดจะมีรูปทรง ขนาด น้ำหนักของผลแตกต่างกัน ซึ่งจะเป็นลักษณะเฉพาะตรงตามชนิดและพันธุ์ของผลไม้ (สัมฤทธิ์, 2537) ในตัวอย่างของผลไม้ที่ศึกษาจะพบความสัมพันธ์ของน้ำหนักผลกับขนาดของผลโดยตรง คือ ผลไม้ชนิดที่มีน้ำหนักผลมากจะมีขนาดของผลด้านความกว้างและยาวมาก เช่น สตาร์แอปเปิลสีเขียว สตาร์แอปเปิลสีม่วง และ มะเฟืองที่มีน้ำหนักผล 245.13 กรัม 217.23 กรัม และ 89.96 กรัมตามลำดับ มีขนาดของผลด้านความกว้างของผลมากกว่าชนิดอื่น คือ 75.16 มิลลิเมตร 58.13 มิลลิเมตร และ 58.66 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนขนาดของผลด้านความยาวของผลมากกว่าชนิดอื่น คือ 72.62 มิลลิเมตร 63.56 มิลลิเมตร และ 85.15 มิลลิเมตร ตามลำดับ

ค่าความสว่างของผล (L^* value)

ค่าความสว่างของผลในผลไม้ตัวอย่างที่ศึกษา พบว่าสามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มมีค่าความสว่าง (L^* value) ตั้งแต่ 50 ขึ้นไป ได้แก่ มะหาดสด สมอไทย มะขามป้อม พุทรา สตาร์แอปเปิลสีเขียว สตาร์แอปเปิลสีม่วง มะเฟือง และมะกอกไทย ผลไม้กลุ่มนี้จะมีลักษณะของเปลือกผลผิวเรียบ และสีชัดเจน ส่วนอีกกลุ่มมีค่าความสว่างของผลต่ำกว่า 50 ได้แก่ ตะขบ ละมุด และกระเจี๊ยบ ผลไม้กลุ่มนี้จะมีลักษณะของเปลือกผลขรุขระ ผิวไม่เรียบ และสีไม่ชัดเจน

ค่าสีเขียว-แดงของผล (a^* value)

ค่าสีเขียว-แดงของผลในผลไม้ตัวอย่างที่ศึกษา พบว่าสามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่มตามลักษณะของสีผล คือ กลุ่มผลมีสีเขียว (a^* value มีค่า ติดลบหรือค่าน้อย) ได้แก่ สมอไทย มะขามป้อม มะเฟือง พุทรา มะกอกไทย และ ละมุด และกลุ่มผลมีสีแดง (a^* value มีค่า บวกหรือค่ามาก) ได้แก่ มะหาดสด ตะขบ สตาร์แอปเปิลสีเขียว สตาร์แอปเปิลสีม่วง และกระเจี๊ยบ

ค่าสีเหลือง-น้ำเงินของผล (b* value)

ค่าสีเหลือง-น้ำเงินของผลในผลไม้ตัวอย่างที่ศึกษา พบว่า สามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มค่า b* value สูงกว่า 20 ได้แก่ มะลอลด สมอไทย พุทรา สตาร์แอปเปิลสีเขียว สตาร์แอปเปิลสีม่วง และมะเฟือง กลุ่มค่า b* value ต่ำกว่า 20 ได้แก่ ตะขบ มะขามป้อม ละมุด กระเจี๊ยบ และมะกอกไทย

ผลการวิจัยการศึกษาคุณภาพทางเคมี

ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ของผลไม้

ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ พบว่า ผลไม้ที่มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้สูงมี 3 ชนิด คือ ละมุด (19.28%Brix) ตะขบ (17.77%Brix) และมะกอกไทย (14.84 %Brix) ส่วนผลไม้ชนิดอื่นๆ มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ทุกชนิดและมีค่าอยู่ระหว่าง 3.39 – 9.09 %Brix

ค่าความเป็นกรด-เบสของผลไม้

ค่าความเป็นกรด-เบสของผลไม้ตัวอย่างที่ศึกษา พบว่า ผลไม้ทุกชนิดมีค่าความเป็นกรด สามารถแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มมีค่า pH ต่ำ (pH ระหว่าง 2 - 4) แสดงว่ามีความเป็นกรดสูง ได้แก่ มะลอลด สมอไทย มะขามป้อม พุทรา กระเจี๊ยบ และมะกอกไทย ส่วนอีกกลุ่มคือมีค่า pH ต่ำ (pH ระหว่าง 4 - 6) แสดงว่ามีค่าความเป็นกรดต่ำ ได้แก่ สตาร์แอปเปิลสีเขียว สตาร์แอปเปิลสีม่วง ละมุด มะเฟือง และ ตะขบ

ค่าปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ของผลไม้ (Titratable ability)

ค่าความเป็นกรดที่ไตเตรทได้ของผลไม้ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ในการคำนวณปริมาณกรดซิตริก กรดมาลิก และกรดทาร์ทาริก พบว่าผลไม้ทุกชนิดมีกรดทั้ง 3 ชนิด ในปริมาณที่แตกต่างกัน ผลไม้ที่มีปริมาณกรดทั้ง 3 ชนิดในปริมาณสูง มี 6 ชนิด ดังนี้ คือ มะลอลด มะเฟือง มะกอกไทย สมอไทย มะขามป้อม และกระเจี๊ยบ

ค่าปริมาณวิตามินซีของผลไม้ (Ascorbic acid)

ค่าปริมาณวิตามินซีของผลไม้ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ในการคำนวณปริมาณกรดแอสคอร์บิก พบว่า ผลไม้ทุกชนิดมีกรดแอสคอร์บิกในปริมาณที่แตกต่างกัน โดยผลไม้ที่มีปริมาณกรดแอสคอร์บิกสูง ได้แก่ มะลอลุด สมอไทย มะขามป้อม กระเจี๊ยบและ มะกอกไทย

ค่าปริมาณฟีนอลิกของผลไม้ (Phenolic acid)

ค่าปริมาณฟีนอลิกของผลไม้ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา พบว่า ผลไม้ทุกชนิดมีฟีนอลิกในปริมาณที่แตกต่างกัน โดยผลไม้ที่มีปริมาณฟีนอลิกสูงได้แก่ มะลอลุด สมอไทย มะขามป้อม กระเจี๊ยบและ มะกอกไทย

ค่าปริมาณฟลาโวนอยด์ของผลไม้ (Phenolic acid)

ค่าปริมาณฟลาโวนอยด์ของผลไม้ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา พบว่า ผลไม้ทุกชนิดมีฟลาโวนอยด์ในปริมาณที่แตกต่างกัน โดยผลไม้ที่มีปริมาณฟีนอลิกสูงได้แก่ มะลอลุด สมอไทย มะขามป้อม กระเจี๊ยบและ มะกอกไทย

ค่าร้อยละของปริมาณ Radial scavenging ของผลไม้

ค่าร้อยละของปริมาณ Radial scavenging ของผลไม้ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา พบว่า ผลไม้ทุกชนิดมี radial scavenging ในปริมาณที่แตกต่างกัน โดยเรียงจากปริมาณมากไปน้อยได้ดังนี้ คือ มะลอลุด ร้อยละ 87.76 มะขามป้อม ร้อยละ 66.76 สมอไทยร้อยละ 60.04 กระเจี๊ยบร้อยละ 40.29 มะกอกไทยร้อยละ 39.1 ตะขบร้อยละ 37.3 มะเฟืองร้อยละ 30.66 พุทราร้อยละ 24.22 สตาร์แอปเปิ้ลสีเขียวร้อยละ 17.83 สตาร์แอปเปิ้ลสีม่วงร้อยละ 16.03 และละมุดร้อยละ 10.18 ตามลำดับ

จากการศึกษาพบว่า ปริมาณวิตามินซี (แอสคอร์บิก) ปริมาณฟีนอลิก และ ปริมาณฟลาโวนอยด์ในผลไม้ตัวอย่างมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณร้อยละของ Radial scavenging กล่าวคือ ผลไม้ที่มีปริมาณของวิตามินซี และ/หรือ ปริมาณฟีนอลิก และ/หรือ ปริมาณฟลาโวนอยด์สูง จะมีค่าร้อยละของ Radial scavenging สูงด้วยเสมอ เช่น มะลอลุด มีค่าวิตามินซี ปริมาณฟีนอลิก และ ปริมาณฟลาโวนอยด์ สูงกว่าผลไม้ชนิดอื่นๆ มีค่าร้อยละ Radial scavenging สูงกว่าผลไม้ชนิดอื่นๆ เช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ Jittawan *et. all.*, 2011. ที่รายงานว่า ปริมาณฟีนอลิก ปริมาณฟลาโวนอยด์ และ ร้อยละ Radial scavenging ในผลสตาร์แอปเปิ้ล และ มะกอกไทย มีความสัมพันธ์กันโดยตรง

สรุปผลการทดลอง

1. สตาร์แอปเปิลพันธุ์สีเขียวมีน้ำหนักผล และขนาดของผล (ความกว้างและยาว) สูงกว่าผลไม้ชนิดอื่นๆ
2. มะหลอดมีค่าความสว่างของผล (L^* value) และ ค่าสีแดง (a^* value) สูงกว่าผลไม้ชนิดอื่นๆ
3. สมอไทยมีค่าสีเขียวของผล (b^* value) สูงกว่าผลไม้ชนิดอื่นๆ
4. มะหลอดมีค่ากรดแอสคอบิก ปริมาณฟีนอลิก ปริมาณฟลาโวนอยด์ และ ร้อยละของ radical scavenging สูงกว่าผลไม้ชนิดอื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

- กนกมณฑล ศรศรีวิชัย. 2527. การเก็บรักษาผลผลิตทางการเกษตรหลังจากเก็บเกี่ยวเทคโนโลยี และสรีรวิทยา. เชียงใหม่: ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 166 น.
- กระยาทิพย์ เรือนใจ. 2537. ผลไม้ คุณค่านานาเพื่อสุขภาพ. กรุงเทพฯ : ยูโรปา เพรส กองบรรณาธิการ. “น้ำมะเฟือง.” ครั้ว, 7,74 (สิงหาคม 2543) : หน้า 52-53
- คณะกรรมการเอกลักษณ์ของชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี. ผลไม้ไทยๆ. กรุงเทพฯ : สำนักงานเสริมเอกลักษณ์ของชาติ. 2545.
- จิรา ณ หนองคาย. 2531. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผัก ผลไม้และดอกไม้. สำนักพิมพ์ แมสพับลิช ชิ่ง. กรุงเทพฯ
- จิ่งแท้ ศิริพานิช. 2546. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิษฐาน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ดนัย บุญเกียรติ. 2551. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ดนัย บุญเกียรติ. 2540. องค์ประกอบของผักและผลไม้. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ดนัย บุญเกียรติ, นิธิยา รัตนพานนท์. 2548. การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- เต็ม สมิตินันท์. 2549. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย. สำนักงานหอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

- รัชชัย ชินวงศ์. 2541. วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตสดทางพืชสวน. ภาควิชา
เกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี. สถาบันราชภัฏสุรินทร์. สุรินทร์
- นิตดา หงส์วิวัฒน์ และ ทวีทอง หงส์วิวัฒน์. 2550. มะหลอด: ผลไม้ไทย 111 ชนิด: คุณค่าอาหาร
และการกิน. กรุงเทพฯ. หน้า 184.
- นิตย์ ศกุนรักษ์. 2542. สรีรวิทยาของพืช. เชียงใหม่: ภาควิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 218 น.
- พรพิมล ม่วงไทย นฤมล จินดาเมธี และกิริมา หวังรักไพบูลย์. 2551. การประเมินปริมาณ
เอทิลแอลกอฮอล์ในน้ำหมักชีวภาพจากผลมะหลอดระหว่างการเก็บรักษา.การประชุม
วิชาการนเรศวรวิจัยครั้งที่ 4 ระหว่างวันที่ 28 – 29 กรกฎาคม 2551 มหาวิทยาลัยนเรศวร
สัณฤทธิ์ เพื่องจันทร์. 2537. สรีรวิทยาไม้ผล. ภาควิชาพืชสวน. คณะเกษตรศาสตร์.
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- เศรษฐมนต์ กาญจนกุล. 2555. มะหลอด ใน ผลไม้ในเมืองไทย. กทม. เศรษฐศิลป์. หน้า 57
- ศิริ อำพันสวัสดิ์. 2540. ไม้ผลเศรษฐกิจ. ม.ป.ท.: ม.ป.พ. 160 น.
- Hou, W. C., M. H. Lee., H. J. Chen., W. L. Liang., C. H. Han., Y. W. Liu. & Y. H. Lin. 2001.
Antioxidant activities of dioscorin, the storage protein of yam (*Dioscorea batatas* Decne)
tuber. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49, 4956-4960.
- Ivanova, V., S. Marina. F. Chinnici. 2010. Determination of the polyphenol contents in
Macedonian grapes and wines by standardized spectrophotometric methods. (Eds.)
Journal of the Serbian Chemical Society. pp. 45-59.
- Jittiwan k., S. Siriamornpun., & N. Meeso. 2011. Phytochemical, vitamin C and sugar content of
Thai wild fruits. Food chemistry. 126: 972-981.
- Mark N. M., S.E. Alexei., G.A. Anatoly. 2003. Reflectance spectral features and non-destructive
estimation of chlorophyll, carotenoid and anthocyanin content in apple fruit. Postharvest
Biology and Technology, 27, 197 – 211.
- Nakasone H.Y. and R.E. Paull. 1998. **Tropical fruits Crop production science in
horticulture.** New York: Cab International. 445 p.