abst.

ข้อมูลข่าวสารของกรมวิทยาศาสตร์บริการ
ตาม พ.ร.บ. ข้อมูลข่าวสารของราชการ พ.ศ. 2540

วศ กช
อว 58

เอกสารผลงานที่เสนอประเมิน
เพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 7 ว

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของมะเกี๋ยง

ของ

นางศรีสุดา หร่มระฤก
นักวิทยาศาสตร์ 6 ว

กลุ่มงานคุณค่าทางโภชนาการ
กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

บทคัดย่อ

ในการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของมะเกี๋ยงตั้งแต่ปี พ.ศ.2538-2541 รวมทั้งสิ้น 180 ตัวอย่าง โดยวิเคราะห์เฉพาะส่วนที่รับประทานได้ จากการตรวจวิเคราะห์และหาค่าเฉลี่ยในแต่ละปี พบว่าในปี 2538 มีปริมาณความชื้นร้อยละ 86.7 โปรตีนร้อยละ 0.89 ไขมันร้อยละ 0.31 กากร้อยละ 3.52 เถ้าร้อยละ 0.60 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 7.96 แคลเซียม 55.2 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และให้พลังงาน 38.2 กิโลแคลอรีต่อ100 กรัม ในปี 2539 มีปริมาณความชื้นร้อยละ 87.6 โปรตีนร้อยละ 1.05 ไขมันร้อยละ 0.38 กากร้อยละ 3.12 เถ้าร้อยละ 0.68 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 7.19 แคลเซียม 69.8 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมและให้พลังงาน 36.4 กิโลแคลอรีต่อ100 กรัม ในปี 2540 มีปริมาณความชื้นร้อยละ 86.4 โปรตีนร้อยละ 0.83 ไขมันร้อยละ 0.43 กากร้อยละ 3.20 เถ้าร้อยละ 0.69 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 8.46 แคลเซียม 61.9 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และให้พลังงาน 41.0 กิโลแคลอรีต่อ100 กรัม ในปี 2541 ปริมาณความชื้นร้อยละ 85.8 โปรตีนร้อยละ 0.91 ไขมันร้อยละ 0.35 กากร้อยละ 3.35 เถ้าร้อยละ 0.68 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 8.95 แคลเซียม 63.9 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และให้พลังงาน 42.5 กิโลแคลอรีต่อ100 กรัม เมื่อนำค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของตัวอย่างมะเกี๋ยงในแต่ละปีมาเปรียบเทียบกัน พบว่าปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน กาก เถ้า คาร์โบไฮเดรต ค่าพลังงานความร้อนและแคลเซียม ในแต่ละปีมีค่าใกล้เคียงกัน และจากการนำผลวิเคราะห์ของตัวอย่างทั้งหมดหาค่าเฉลี่ย แล้วคำนวณเป็นร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างแห้ง พบว่ามีโปรตีน 7.18 กรัม ไขมัน 2.80 กรัม กาก 24.8 กรัม เถ้า 5.04 กรัม คาร์โบไฮเดรต 60.2 กรัม พลังงาน 294.6 กิโลแคลอรีและแคลเซียม 475.4 มิลลิกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับผลไม้ไทยชนิดต่าง ๆ ได้แก่ มะไฟ มะเฟือง ละมุดไทย และ มังคุด พบว่า มะเกี๋ยงมีปริมาณโปรตีน กากและแคลเซียมสูงกว่าผลไม้ไทยชนิดต่างๆ โดยเฉพาะแคลเซียมมีปริมาณที่สูงกว่ามาก

จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของมะเกี๋ยงดังกล่าว สามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อประกอบการพิจารณาคัดเลือกพันธุ์มะเกี๋ยงตามโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี และใช้เป็นข้อมูลเผยแพร่เพื่อแสดงคุณค่าทางโภชนาการของมะเกี๋ยงสำหรับผู้บริโภคทั่วไป นับว่ามะเกี๋ยงเป็นพืชที่มีคุณค่าสมควรแก่การอนุรักษ์ไว้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	i
สารบัญ	ii
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์	2
1.2 ระยะเวลาดำเนินการ	2
1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ	2
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	3
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ	5
3.1 ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาทดลอง	5
3.2 การเตรียมตัวอย่างมะเกี๋ยง	5
3.3 วิธีดำเนินการ	5
บทที่ 4 ผลการทดลอง	18
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง	20
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง	22
กิตติกรรมประกาศ	23
เอกสารอ้างอิง	24
ภาคผนวก	
ตารางที่ 1-4 แสดงผลวิเคราะห์มะเกี๋ยงในปี พ.ศ.2538-2541	25
ตารางที่ 5-6 แสดงผลวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของมะเกี๋ยงกับผลไม้ไทยชนิดต่างๆ	34
กราฟรูปที่ 1 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของมะเกี๋ยงระหว่างปี พ.ศ. 2538- 2541	36
กราฟรูปที่ 1-3 ผลการเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการระหว่างมะเกี๋ยงกับผลไม้ไทยชนิดต่าง ๆ	37
กราฟรูปที่ 4 ผลการเปรียบเทียบค่าแคลเซียมระหว่างมะเกี๋ยงกับผลไม้ไทยชนิดต่าง ๆ	39
รูปที่ 5-6 ภาพต้นและผลมะเกี๋ยง	40

เลขหมู่ วศ ดช
ดว 58
เลขทะเบียน 11598
วันที่ 16 ธ.ค. 46

ด้วยอภินันทนาการ
จาก
วศ.

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ปัญหาและที่มา

ตามที่โครงการสวนพระองค์ สวนจิตรลดา มีงานเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เพื่ออนุรักษ์เก็บรักษาพันธุ์พืชที่หายากหรือกำลังจะสูญพันธุ์ ปรากฏผลสำเร็จในพืชสำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น หวาย ขนุน และมีงานวิจัยเกี่ยวกับพืชพรรณอื่นที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ การอนุรักษ์และศึกษาวิจัยล้วนแต่มีความสำคัญต่อการพัฒนาทางการเกษตร และการอนุรักษ์พันธุ์พืชของประเทศอื่นเป็นอย่างมาก จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนางานด้านพันธุ์พืช เพื่อให้สามารถนำวิทยาการใหม่ ๆที่กำลังพัฒนาไปอย่างรวดเร็วมาใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ในการที่จะก่อประโยชน์แก่เกษตรกรไทย โดยเฉพาะเกษตรกรที่ยากจนในชนบท ซึ่งมีแนวโน้มที่จะต้องพึ่งพาเทคโนโลยีทางการเกษตร ในการนี้ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงมีพระราชดำริให้ดำเนินการอนุรักษ์พืชพรรณของประเทศ และดำเนินการเป็นธนาคารพืชพรรณ จัดตั้งเป็นโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี พระองค์ทรงเห็นความสำคัญของพันธุ์ไม้ไทยต่างๆ ซึ่งหลายพันธุ์ได้สูญหายหมดไป และพืชบางชนิดเมื่อได้ศึกษาพันธุกรรม คุณลักษณะต่างๆ ทำให้มองเห็นถึงประโยชน์และควรอนุรักษ์ไว้ก่อนที่จะสูญพันธุ์ไป

มะเกี๋ยงเป็นหนึ่งในรายชื่อพืชอนุรักษ์ ที่มีผู้ศึกษาและปลูกน้อย และยังถูกตัดโค่นทำลายอย่างไร้ค่า ทางโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชฯร่วมกับสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ซึ่งประกอบด้วยสถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง วิทยาเขตลำปาง วิทยาเขตน่าน และพิษณุโลก ได้ทำการสำรวจพืชมะเกี๋ยงที่มีอยู่ตามจังหวัดต่างๆ เนื่องจากเกรงว่าอาจสูญพันธุ์ไปจากประเทศไทยได้ จึงได้มีการสำรวจเบื้องต้น และทำการขึ้นทะเบียนอนุรักษ์ไว้ ทางกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการได้เข้าร่วมโครงการอนุรักษ์พันธุ์พืชอันเนื่องจากพระราชดำริฯ โดยให้ความร่วมมือทางวิชาการในการวิเคราะห์หาส่วนประกอบและคุณค่าทางโภชนาการของผลมะเกี๋ยงสด[4] โดยเริ่มดำเนินการในฤดูกาลออกผล ช่วงเดือนกรกฎาคม- สิงหาคม ตั้งแต่ปี 2538-2541 เป็นเวลา 4 ปี รวมทั้งสิ้น 180 ตัวอย่าง โดยได้ทำการวิเคราะห์ส่วนประกอบและคุณค่าทางโภชนาการที่สำคัญของผลมะเกี๋ยงสดตามความต้องการของโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชฯ ดังนี้

- กลุ่มงานคุณค่าทางโภชนาการ กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ วิเคราะห์ ความชื้น โปรตีน ไขมัน กาก เถ้า คาร์โบไฮเดรต ค่าพลังงานความร้อน น้ำตาลทั้งหมด กรดอะมิโน และ แคลเซียม

- กลุ่มงานชีวเคมี กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ วิเคราะห์ แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี โลหะหนักคือตะกั่วและปรอท วิตามินต่างๆได้แก่ วิตามินบี$_1$ วิตามินบี$_2$ วิตามินซี วิตามินอี และสี(เบต้า-คาโรทีน)

- กลุ่มงานเทคโนโลยีอาหาร1 กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ศึกษาการผลิตมะเกี๋ยงเม็ดสำเร็จรูปชงดื่ม

โดยทางโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชฯเป็นผู้จัดหาตัวอย่างผลมะเกี๋ยงสดตามสถานที่ต่างๆในประเทศไทยและนำส่งกรมวิทยาศาสตร์บริการเพื่อวิเคราะห์ และนำผลวิเคราะห์ไปใช้ในการศึกษาพันธุ์มะเกี๋ยงและทำรหัสประจำต้นต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของมะเกี๋ยงในพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทย
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของมะเกี๋ยงในแต่ละปีที่ดำเนินการวิเคราะห์และเปรียบเทียบกับผลไม้ไทยชนิดต่าง ๆ

1.3 ระยะเวลาการดำเนินงาน

4 ปี (พ.ศ.2538-2541)

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อประกอบการพิจารณาคัดเลือกพันธุ์มะเกี๋ยงตามโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี
2. ใช้เป็นข้อมูลเผยแพร่ เพื่อแสดงคุณค่าทางโภชนาการของมะเกี๋ยงสำหรับผู้บริโภคทั่วไป

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

มะเกี๋ยงหรือหว้าน้ำ เป็นพืชพื้นเมืองชนิดหนึ่งในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Cleistocalyx nervosum* (DC.)Kost.Var.*paniala* (Roxb.) Pam.& chant วงศ์ MYRTACEAE[5] มีการศึกษาสายพันธุ์และสภาพแวดล้อม พบว่ามะเกี๋ยงไม่ใช่พืชพื้นเมืองไทยแท้แต่อาจมาจากประเทศอินเดีย เจ้านายสมัยก่อนนำเข้ามา จึงพบปลูกอยู่ใกล้บ้านเป็นส่วนใหญ่ มะเกี๋ยงเป็นพืชที่คนไทยทางภาคเหนือนำเมล็ดเข้ามาปลูกในเขตหมู่บ้านและนิยมปลูกเป็นพืชข้างรั้ว ที่สามารถนำทุกส่วนมาใช้ประโยชน์ได้ เราไม่ค่อยพบมะเกี๋ยงขึ้นอยู่ในป่าธรรมชาติ พบมากในแถบจังหวัดภาคเหนือตอนบน คือเชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง พะเยา และน่าน เติบโตได้ดีในพื้นที่สูง โดยเฉพาะพื้นที่ริมห้วย หนอง คลอง บึง ที่มีความชุ่มชื้นตลอดปี ไม่มีน้ำท่วมขัง มะเกี๋ยงเป็นไม้ยืนต้นไม่ผลัดใบ หรือผลัดใบระยะสั้น สูงถึง 25 เมตรเปลือกลำต้นสีเทาปนขาว เปลือกกร่อนเป็นแผ่น แตกกิ่งก้านสาขามากมาย ลักษณะใบ เป็นใบเดี่ยว เรียงตัวแบบตรงข้าม กว้าง 6-28 เซนติเมตร ยาว 10-15 เซนติเมตร รูปใบรี รูปไข่กลับ หรือรูปหอก ปลายใบแหลม ฐานใบสอบเข้า ขอบใบเรียบ เส้นกลางใบนูน ผิวใบเกลี้ยง มีเส้นใบข้างละ 10-12คู่ ไม่มีเส้นใบตามแนวของขอบใบ ใบใกล้จะร่วงจะมีสีแดง ดอกเป็นช่อแบบ compound cyme ออกบริเวณกิ่งใหญ่ ดอกจะมีฐานรองดอกเป็นรูปถ้วย ตรงกลางเว้าลึกลงไป ซึ่งจะเจริญเป็นผลต่อไป เกสรตัวผู้มีมากมายอยู่แยกกันจะติดอยู่รอบๆ ขอบของฐานรองดอก เกสรตัวผู้มีสีเหลือง เกสรตัวเมียมี 1 อัน รังไข่จะฝังอยู่ตรงกลางของฐานรองดอก ออกดอกระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน ผลมีลักษณะกลม แบบ berry อ่อนนุ่ม เมื่อสุกจะมีสีแดงออกม่วง ขนาดยาว 1.5-2.0 เซนติเมตร กว้าง 1.0-1.5 เซนติเมตร ในผลหนึ่งมีเมล็ด 1 เมล็ด สีเขียวเข้มหนา เรียงตัวตามขวางของผล มีลักษณะเป็นแบบ polembryony ส่วนที่เป็นเนื้อที่หุ้มเมล็ด(pericarp) รับประทานได้ มีรสเปรี้ยว ออกผลระหว่างเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม

ทางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง[6] ได้ศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากมะเกี๋ยง โดยนำมาทำผลิตภัณฑ์อาหารได้หลายชนิด เช่น น้ำมะเกี๋ยงพร้อมดื่มและเข้มข้น ไวน์มะเกี๋ยง เนคต้าร์มะเกี๋ยง มะเกี๋ยงแช่อิ่มแห้ง ชามะเกี๋ยง เยลลี่มะเกี๋ยง มะเกี๋ยงหยี มะเกี๋ยงดอง โยเกิร์ตมะเกี๋ยง และสีผสมอาหารจาก

มะเกี๋ยง ส่วนต้นมะเกี๋ยงที่ตายแล้วยังสามารถนำมาตัดแต่งเป็นของใช้ได้อีก โดยทำเป็นกล่องใส่เครื่องประดับ เครื่องเรือนเช่น ตู้ โต๊ะ และเก้าอี้ แล้วเศษไม้ที่เหลือก็สามารถนำไปทำไฟเบอร์บอร์ดได้

ผลมะเกี๋ยงนิยมนำมาบริโภคทั้งในรูปผลสดและผลิตภัณฑ์แปรรูปมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เนื่องจากมะเกี๋ยงเป็นพืชวงศ์เดียวกับหว้า ซึ่งมีฤทธิ์ในทางยาหลายๆด้าน โครงการเผยแพร่ความรู้และผลงานทางวิชาการผ่านสื่อหนังสือพิมพ์ของคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่[3] ได้รายงานว่าผลมะเกี๋ยงมีปริมาณน้ำตาลกลูโคส และฟรุกโทสในปริมาณที่สูง ทำให้ร่างกายสามารถดูดซึมเอาน้ำตาลไปใช้ได้อย่างรวดเร็ว จึงนิยมนำผลมะเกี๋ยงมาใช้ในการแปรรูปเป็นน้ำผลไม้พร้อมดื่ม ช่วยให้ร่างกายสดชื่นกระปรี้กระเปร่าได้เร็วขึ้น แต่ประโยชน์ของผลลูกมะเกี๋ยงยังมีมากกว่านั้น จากการทดลองวิเคราะห์สารสกัดที่ได้จากผลมะเกี๋ยงพบว่ามีปริมาณสารในกลุ่ม flavonoids เช่น resveratrol มีฤทธิ์ในการป้องกันโรคหัวใจได้โดยไปกระตุ้นการเพิ่มขึ้นของระดับ HDL (High Density Lipoprotein) ในกระแสเลือด ช่วยลดการตีบตันของไขมันในกระแสเลือดลงได้ (ตัวที่เป็นสาเหตุให้เกิดการตีบตันในกระแสเลือด คือ LDL ; Low Density Lipoprotein) ในส่วนเปลือกของมะเกี๋ยงพบสารในกลุ่ม polyphenols และ tannins เป็นสารกลุ่มเดียวกับที่พบในเปลือกองุ่น ทำหน้าที่จับกับสารกระตุ้นมะเร็ง เช่น อนุมูลอิสระของสารเคมีที่ปนเปื้อนมากับอาหาร ผัก ผลไม้ ทำให้อนุมูลอิสระเหล่านั้นไม่สามารถออกฤทธิ์กระตุ้นการเกิดมะเร็งได้ สารดังกล่าวมีชื่อว่า caffeic acid จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นจะเป็นสิ่งจูงใจให้คนไทยหันมานิยมบริโภคผลไม้พื้นบ้านของไทยกันมากขึ้น

มะเกี๋ยง ส่วนต้นมะเกี๋ยงที่ตายแล้วยังสามารถนำมาตัดแต่งเป็นของใช้ได้อีก โดยทำเป็นกล่องใส่เครื่องประดับ เครื่องเรือนเช่น ตู้ โต๊ะ และเก้าอี้ แล้วเศษไม้ที่เหลือก็สามารถนำไปทำไฟเบอร์บอร์ดได้

ผลมะเกี๋ยงนิยมนำมาบริโภคทั้งในรูปผลสดและผลิตภัณฑ์แปรรูปมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เนื่องจากมะเกี๋ยงเป็นพืชวงศ์เดียวกับหว้า ซึ่งมีฤทธิ์ในทางยาหลายๆด้าน โครงการเผยแพร่ความรู้และผลงานทางวิชาการผ่านสื่อหนังสือพิมพ์ของคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่[3] ได้รายงานว่าผลมะเกี๋ยงมีปริมาณน้ำตาลกลูโคส และฟรุกโทสในปริมาณที่สูง ทำให้ร่างกายสามารถดูดซึมเอาน้ำตาลไปใช้ได้อย่างรวดเร็ว จึงนิยมนำผลมะเกี๋ยงมาใช้ในการแปรรูปเป็นน้ำผลไม้พร้อมดื่ม ช่วยให้ร่างกายสดชื่นกระปรี้กระเปร่าได้เร็วขึ้น แต่ประโยชน์ของผลลูกมะเกี๋ยงยังมีมากกว่านั้น จากการทดลองวิเคราะห์สารสกัดที่ได้จากผลมะเกี๋ยงพบว่ามีปริมาณสารในกลุ่ม flavonoids เช่น resveratrol มีฤทธิ์ในการป้องกันโรคหัวใจได้โดยไปกระตุ้นการเพิ่มขึ้นของระดับ HDL (High Density Lipoprotein) ในกระแสเลือด ช่วยลดการตีบตันของไขมันในกระแสเลือดลงได้ (ตัวที่เป็นสาเหตุให้เกิดการตีบตันในกระแสเลือด คือ LDL ; Low Density Lipoprotein) ในส่วนเปลือกของมะเกี๋ยงพบสารในกลุ่ม polyphenols และ tannins เป็นสารกลุ่มเดียวกับที่พบในเปลือกองุ่น ทำหน้าที่จับกับสารกระตุ้นมะเร็ง เช่น อนุมูลอิสระของสารเคมีที่ปนเปื้อนมากับอาหาร ผัก ผลไม้ ทำให้อนุมูลอิสระเหล่านั้นไม่สามารถออกฤทธิ์กระตุ้นการเกิดมะเร็งได้ สารดังกล่าวมีชื่อว่า caffeic acid จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นจะเป็นสิ่งจูงใจให้คนไทยหันมานิยมบริโภคผลไม้พื้นบ้านของไทยกันมากขึ้น

บทที่ 3
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการ

3.1 ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาทดลอง

เป็นตัวอย่างผลมะเกี๋ยงสดตามสถานที่ต่างๆในประเทศไทย โดยทางโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ได้นำส่งตัวอย่างผลมะเกี๋ยงสดเพื่อใช้ในการศึกษา จำนวน 180 ตัวอย่าง รวมระยะเวลา 4 ปี โดยส่งสัปดาห์ละ 6-8 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 1-2 กิโลกรัม และให้รหัสไว้ทุกตัวอย่าง ในแต่ละตัวอย่างจะเป็นผลมะเกี๋ยงสดที่เก็บมาจากแต่ละต้น ในหนึ่งต้นหรือหนึ่งตัวอย่างที่เก็บมาส่งจะมีลักษณะที่แตกต่างกันบ้างเช่นมีขนาดใหญ่ กลาง เล็กและสีซึ่งปนกันมา แต่ส่วนใหญ่ในตัวอย่างเดียวกันจะมีลักษณะเหมือนกันทั้งถุง บางถุงจะเป็นตัวอย่างที่สุกงอมทั้งหมดมีผลสีม่วงแดงและม่วงดำ บางถุงจะเป็นตัวอย่างที่ยังไม่สุกมีผลสีเหลือง แดง เขียว ในลูกเดียวกันปนมากับผลที่สุกสีน้ำตาลอมแดง บางถุงจะเป็นตัวอย่างที่ยังไม่สุกทั้งหมด

3.2 การเตรียมตัวอย่างมะเกี๋ยง

1. คัดเลือกผลที่เน่าเสียและสิ่งที่ไม่ต้องการออก
2. แกะเมล็ดออก เอาเฉพาะส่วนที่รับประทานได้
3. นำตัวอย่างเข้าเครื่องปั่นตัวอย่าง จนละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน คลุกเคล้าตัวอย่างให้เข้ากันและตักใส่ขวดที่สะอาด เก็บไว้ทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการต่อไป

3.3 วิธีดำเนินการ

ทำการวิเคราะห์ ความชื้น โปรตีน ไขมัน กาก เถ้า แคลเซียม และคำนวณค่าคาร์โบไฮเดรตและค่าพลังงานความร้อน

<u>การวิเคราะห์ความชื้น/น้ำโดยวิธีอบภายใต้ความดัน</u>[7]

1. เครื่องมือและอุปกรณ์

1.1 ถ้วยนิเกิล (nickel basin) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร

1.2 ทรายสะอาด (ล้างทรายละเอียดด้วยกรดไฮโดรคลอริกเจือจาง 1:1 และล้างด้วยน้ำจนหมดกรด นำไปอบให้แห้ง)

1.3 แท่งแก้วขนาดสั้นปลายงอ(ขนาดพอเหมาะกับภาชนะในข้อ 1.1)

1.4 ขวดแก้วมีฝาปิด (weighing bottle) ขนาด 5 มิลลิลิตร หรือบีกเกอร์ขนาด 50มิลลิลิตร

1.5 เดซิกเคเตอร์ที่มีสารดูดความชื้น เช่น ซิลิกาเจล

1.6 เครื่องชั่งไฟฟ้า ชั่งน้ำหนักได้ละเอียด 0.1 มิลลิกรัม

1.7 ตู้อบไฟฟ้าควบคุมอุณหภูมิได้

1.8 ตู้อบสุญญากาศควบคุมอุณหภูมิและความดันได้

1.9 เครื่องอังน้ำ (water bath)

2. สารเคมี

2.1 กรดซัลฟิวริกเข้มข้น

3. วิธีวิเคราะห์

3.1 ชั่งทรายสะอาด (1.2) 15-20 กรัมใส่ในถ้วยนิกเกิล (1.1) ที่มีแท่งแก้วปลายงอ(1.3)

3.2 นำเข้าอบในตู้อบไฟฟ้า (1.7) ที่อุณหภูมิ 100 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทำให้เย็นในเดซิกเคเตอร์ (1.5) ชั่งน้ำหนัก (W_1)

3.3 ชั่งตัวอย่าง(ผลมะเกี๋ยงสดที่เตรียมตามขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง) น้ำหนักแน่นอนประมาณ 3 กรัมใส่ในขวดแก้วมีฝาปิด(1.4) (W_2)

3.4 ถ่ายตัวอย่างในข้อ 3.3 ลงในถ้วยนิกเกิลข้อ 3.2

3.5 ชั่งน้ำหนักขวดแก้วมีฝาปิดที่ถ่ายตัวอย่างออกแล้ว (W_3)

3.6 เติมน้ำร้อนประมาณ 10 มิลลิลิตรลงในถ้วยนิกเกิลที่มีตัวอย่าง คนให้เข้ากันและนำไประเหยให้แห้งบนเครื่องอังน้ำ(1.9)โดยใช้แท่งแก้วคนอย่างสม่ำเสมอและระมัดระวังจนทรายมีลักษณะร่วนแห้ง (ประมาณ 30นาที)

ข้อควรระวัง ก. อย่าให้ทรายกระเด็น

ข. อย่าให้ทรายจับเป็นก้อน ถ้าเป็นก้อนแข็งให้เติมน้ำร้อนจำนวนเล็กน้อยและคนทรายใหม่

ค. ให้ทรายเกาะติดที่แท่งแก้วให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

3.7 นำเข้าอบในตู้อบสุญญากาศ (1.8) ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ความดันน้อยกว่าหรือเท่ากับ 4 นิ้วปรอท โดยอบนาน 5 ชั่วโมง

3.8 นำออกจากตู้อบสุญญากาศ (อากาศที่ผ่านเข้าไปในตู้อบต้องแห้งโดยให้ผ่านกรดซัลฟิวริก) และทำให้เย็นในเดซิกเคเตอร์ ชั่งน้ำหนัก (W_4)

4. วิธีคำนวณ

ปริมาณความชื้น/น้ำ ร้อยละของน้ำหนัก $= \frac{(W_4 - W_1) \times 100}{W_2 - W_3}$

เมื่อ

W_1 = น้ำหนักของถ้วยนิกเกิลที่มีทรายและแท่งแก้ว เป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักของขวดแก้วมีฝาปิดและตัวอย่าง เป็นกรัม

W_3 = น้ำหนักของขวดแก้วมีฝาปิดที่ถ่ายตัวอย่างออกแล้ว เป็นกรัม

W_4 = น้ำหนักของถ้วยนิกเกิลที่มีทรายและแท่งแก้วรวมทั้งตัวอย่างหลังอบ เป็นกรัม

การวิเคราะห์โปรตีน/ไนโตรเจนทั้งหมดโดยวิธีเจลดาห์ล (Kjeldahl Method)

1. เครื่องมือและอุปกรณ์

1.1 ขวดเจลดาห์ล (Kjeldahl flask) ขนาด 300 - 500 มิลลิลิตร

1.2 สคูป(scoop)

1.3 ตะเกียงบุนเสน

1.4 ตู้ดูดควัน

1.5 ชุดกลั่นโปรตีน (distillation apparatus)

1.6 บิวเรตต์ชนิด A(class A) ขนาด 50 มิลลิลิตร

1.7 กระบอกตวงขนาด 50 มิลลิลิตร และ 100 มิลลิลิตร

1.8 ขวดกลั่นขนาด 1000 มิลลิลิตร

1.9 ขวดแก้วรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร

1.10 กระเปาะแก้ว

1.11 เครื่องชั่งไฟฟ้า ชั่งน้ำหนักได้ละเอียด 0.1 มิลลิกรัม

2. สารเคมี

2.1 กรดซัลฟิวริกความเข้มข้นร้อยละ 98 (w/v)

2.2 คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4.5H_2O$) ปราศจากไนโตรเจน

2.3 โพแทสเซียมซัลเฟต ปราศจากไนโตรเจน

2.4 หินพูมิส (pumice stone)

2.5 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 50 (w/v)

2.6 สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริก ความเข้มข้น 0.1 นอร์แมล มีอายุการเก็บรักษา 1 เดือน หากครบกำหนดเวลาแล้วยังมีสารละลายมาตรฐานนี้เหลือมากพอสำหรับการใช้งาน ให้ทำการหาความเข้มข้นใหม่(re-standardize) หรือนำไปใช้งานอื่นที่ไม่ต้องการทราบค่าความเข้มข้นที่แท้จริง

2.7 อินดิเคเตอร์ผสม(mixed indicator): ประกอบด้วยสารละลายเมทิลเรด (methyl red) ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 (w/v) ในแอลกอฮอล์ ผสมกับ สารละลายโบรโมครีซอล กรีน (bromocresol green)ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 (w/v)ในแอลกอฮอล์ อัตราส่วน 1 : 5

2.8 สารละลายกรดบอริก ความเข้มข้นร้อยละ 4 (w/v)

3. วิธีวิเคราะห์

3.1 ชั่งตัวอย่างน้ำหนักแน่นอนโดยชั่งน้ำหนักกระดาษรวมกับสคูป(1.2)ก่อน (W_1) ใช้กระดาษห่อตัวอย่างมะเกี๋ยง 5.0 กรัมวางบนสคูป(1.2) และชั่งน้ำหนัก(W_2)ถ่ายตัวอย่างลงในขวดเจลดาห์ล (1.1)

3.2 เติมคอปเปอร์ซัลเฟต (2.2) จำนวน 0.5 กรัม และ โพแทสเซียมซัลเฟต (2.3) จำนวน 15 กรัม

3.3 เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น (2.1) 25 มิลลิลิตร โดยเอียงขวดและค่อย ๆ รินกรดลงด้านข้างโดยรอบ เพื่อให้กรดชะล้างตัวอย่างที่อาจติดอยู่ด้านข้างลงไปให้หมด เขย่าเบาๆ ปิดปากขวดเจลดาห์ลด้วยกระเปาะแก้ว (1.10)

3.4 นำไปย่อยบนตะเกียงบุนเสน(1.3)ในตู้ดูดควัน(1.4) โดยใช้ไฟอ่อน ๆ หมั่นเขย่าขวดจนกระทั่งสารละลายใสเป็นสีเขียว เพิ่มไฟแรงให้สารละลายเดือดต่อเป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที ปิดไฟ ตั้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

3.5 ถ่ายสารละลายจากข้อ (3.4) ลงในขวดกลั่นขนาด 1000 มิลลิลิตร(1.8) โดยใช้น้ำกลั่นประมาณ 200 มิลลิลิตร เติมหินพูมิสที่บดแล้ว (2.4) เล็กน้อย

3.6 นำขวดกลั่นไปตั้งบนเตา พร้อมต่อเข้ากับชุดกลั่น (1.5) โดยด้านล่างมีขวดแก้วรูปชมพู่(1.9)รองรับ ซึ่งเติมสารละลายกรดบอริก (2.8) 50 มิลลิลิตร โดยใช้กระบอกตวง ขนาด 50 มิลลิลิตร และสารละลายอินดิเกเตอร์ผสม (2.7) 6 - 10 หยด

3.7 เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์(2.5) ให้มีปริมาณมากเกินพอ (ประมาณ 80 มิลลิลิตร) (โดยใช้กระบอกตวงขนาด 100 มิลลิลิตร) ผ่านกรวยที่ปิดเปิดได้ ล้างกรวยด้วยน้ำกลั่นอีกเล็กน้อย

ข้อควรระวัง ขณะเติมด่าง ปล่อยให้ด่างไหลผ่านช้า ๆ และสังเกตสีของสารละลายในขวดกลั่น ถ้าเป็นสีดำแสดงว่าปริมาณด่างที่ใช้เพียงพอแล้ว ถ้าไม่พอให้เติมด่างเพิ่มอีกจนได้สารละลายสีดำ (ใช้อีก 5 - 10 มิลลิลิตร)

3.8 เปิดไฟทำการกลั่นแอมโมเนียจนได้สารละลายสีฟ้าอมเขียวมีปริมาตรทั้งหมดประมาณ 200 มิลลิลิตร

3.9 ปิดไฟ หยุดกลั่น ล้างภายในเครื่องควบแน่นและข้อต่อต่างๆด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อยลงในขวดแก้วรูปชมพู่รวมกับสารละลายที่กลั่นได้(distillate)

3.10 นำสารละลายที่กลั่นได้ไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริก(4.6) จนได้จุดยุติ คือสังเกตเห็นสีชมพูปรากฏขึ้นและสารละลายมีสีเทาอมม่วง

3.11 ทำแบลงก์กระดาษที่ใช้ห่อมะเกี๋ยงแล้วทำเช่นเดียวกับตัวอย่าง

4. วิธีคำนวณ

ปริมาณไนโตรเจน ร้อยละของน้ำหนัก = $[(V_s-V_b)\times N \times 1.4007]/(W_2-W_1)$

เมื่อ

V_s = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริกที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่าง เป็นมิลลิลิตร

V_b = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริกที่ใช้ในการไทเทรตแบลงก์ เป็นมิลลิลิตร

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริก เป็นนอร์แมล

W_1 = น้ำหนักสดูปรวมกับกระดาษ เป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักสดูปรวมกับกระดาษและตัวอย่าง เป็นกรัม

ปริมาณโปรตีน ร้อยละของน้ำหนัก = ปริมาณไนโตรเจน ร้อยละของน้ำหนัก x 6.25

การวิเคราะห์ไขมันโดยวิธีย่อยด้วยกรด(Acid hydrolysis)

1. เครื่องมือและอุปกรณ์

1.1 หลอดแก้วโมจอห์นเนียร์(Mojonnier tube) พร้อมจุก (stopper)

1.2 บีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร

1.3 กระจกนาฬิกา (ขนาดพอเหมาะกับข้อ 1.2)

1.4 แท่งแก้ว (ขนาดพอเหมาะกับข้อ 1.2)

1.5 กระบอกตวงขนาด 10 และ 25 มิลลิลิตร

1.6 ขวดแก้วกลมก้นแบน (round flat bottomed flask) ขนาด 150 มิลลิลิตร

1.7 เครื่องชั่งไฟฟ้า ชั่งน้ำหนักได้ละเอียด 0.1 มิลลิกรัม

1.8 ตู้อบไฟฟ้าควบคุมอุณหภูมิได้

1.9 เครื่องอังน้ำ (water bath)

1.10 เดซิกเคเตอร์ที่มีสารดูดความชื้น เช่น ซิลิกาเจล

1.11 ตู้ดูดควัน

2. สารเคมี

2.1 สารละลายกรดไฮโดรคลอริก อัตราส่วนของกรดไฮโดรคลอริกต่อน้ำกลั่น เท่ากับ 25:11

2.2 เอทิล แอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 (v/v)

2.3 ไดเอทิล อีเทอร์

2.4 ปิโตรเลียม อีเทอร์ จุดเดือด 30 - 60°ซ

2.5 สารละลายผสมข้อ 2.3 และ 2.4 อัตราส่วน 1 : 1

3.วิธีวิเคราะห์

3.1 ชั่งน้ำหนักบีกเกอร์(1.2) (W_1)

3.2 ชั่งตัวอย่างมะเกี๋ยงที่เตรียมไว้ให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 2 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ (ข้อ 3.1) (W_2)

3.3 เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก(2.1) 10 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้ว(1.4)คนให้เข้ากัน ปิดด้วยกระจกนาฬิกา (1.3)

3.4 นำไปตั้งบนเครื่องอังน้ำ (1.9) ซึ่งอยู่ในตู้ดูดควัน(1.11) โดยคนเป็นระยะๆ

3.5 เมื่อครบเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที ยกลง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

3.6 ถ่ายใส่หลอดแก้วโมจอห์นเนียร์ (1.1) ด้วยน้ำอุ่นจำนวนเล็กน้อย

3.7 เติมเอทิล แอลกอฮอล์ (2.2) 10 มิลลิลิตร โดยล้างสิ่งที่เหลืออยู่ในบีกเกอร์ลงไปด้วย

3.8 ล้างบีกเกอร์ด้วยไดเอทิล อีเทอร์ (2.3) 25 มิลลิลิตรโดยแบ่งออกเป็น 3 ครั้ง ถ่ายรวมลงในหลอดแก้วโมจอห์นเนียร์ปิดจุก เขย่าแรงๆ 1 นาที

3.9 ล้างบีกเกอร์ด้วยปิโตรเลียม อีเทอร์ (2.4) 25 มิลลิลิตรโดยแบ่งออกเป็น 3 ครั้ง ถ่ายรวมลงในหลอดแก้วโมจอห์นเนียร์ปิดจุก เขย่าแรงๆ 1 นาที ล้างจุกและปากหลอดแก้วโมจอห์นเนียร์ด้วยสารละลายผสม (2.5) จำนวนเล็กน้อย

3.10 ตั้งทิ้งไว้ให้สารละลายแยกชั้น (ประมาณ 30 นาที) ถ้าเกิดการแยกชั้นไม่ดี ให้เติมเอทิล แอลกอฮอล์ (2.2) โดยฉีดล้างรอบๆหลอดแก้วโมจอห์นเนียร์

3.11 ถ่ายสารละลายส่วนใสข้างบนลงในขวดแก้วกลมก้นแบน (1.6) ล้างปากและข้างหลอดแก้วโมจอห์นเนียร์ด้วยสารละลายผสม (2.5) จำนวนเล็กน้อย รวมสารละลายลงในขวดแก้วใบเดิม นำไปตั้งบนเครื่องอังน้ำ (1.9) ซึ่งอยู่ในตู้ดูดควัน (1.11) เพื่อระเหยสารละลายออกจนแห้ง

3.12 ทำการสกัดอีก 2 ครั้ง โดยใช้สารละลาย (2.3) และ (2.4) อย่างละ 15 มิลลิลิตร เช่นเดียวกับข้อ 3.8 - 3.11

3.13 อบขวดแก้วในข้อ3.11 ที่มีไขมันในตู้อบไฟฟ้า (1.8) ที่ 100 $\pm$ 1 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง

3.14 ทำให้เย็นในเดซิกเคเตอร์(1.10) ชั่งน้ำหนัก (W_3)

3.15 ล้างไขมันออกโดยใช้สารละลาย (2.4) 3 ครั้ง ๆ ละ10 มิลลิลิตร แล้วนำขวดแก้วไปอบเหมือนเดิม 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในเดซิกเคเตอร์ ชั่งน้ำหนัก (W_4)

4. วิธีคำนวณ

ปริมาณไขมัน ร้อยละของน้ำหนัก $= = \dfrac{(W_3-W_4) \times 100}{W_2-W_1}$

เมื่อ

W_1 = น้ำหนักของบีกเกอร์ เป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักของบีกเกอร์และตัวอย่าง เป็นกรัม

W_3 = น้ำหนักของขวดแก้วและไขมัน เป็นกรัม

W_4 = น้ำหนักของขวดแก้วที่ล้างไขมันออกแล้ว เป็นกรัม

การวิเคราะห์กากโดยวิธีย่อยด้วยเครื่องย่อยกาก[8]

1. เครื่องมือและอุปกรณ์

1.1 บีกเกอร์ทรงสูงชนิดไม่มีปาก ขนาด 600 มิลลิลิตร

1.2 บีกเกอร์ ขนาด 250 มิลลิลิตร

1.3 กระบอกตวง ขนาด250 มิลลิลิตร

1.4 ขวดแก้วกลมก้นแบนบรรจุน้ำ

1.5 เครื่องย่อย ประกอบด้วย เครื่องควบแน่นสำหรับควบคุมปริมาตรของสารละลายให้คงที่ ตลอดเวลาการย่อย และเตาไฟฟ้าซึ่งปรับอุณหภูมิได้

1.6 ผ้ากรอง หรือผ้าลินิน (Linen cloth) ขนาด 20 เมช หรือมีเส้นด้าย 18 เส้นต่อ 1 เซนติเมตร

1.7 สแปทูลา(spatula)

1.8 กรวยบุคเนอร์ (büchner funnel)

1.9 ขวดสำหรับกรองดูด (suction flask) ขนาด 500 มิลลิลิตร พร้อมอุปกรณ์

1.10 ขวดแก้วเป่าน้ำ (wash bottle) ขนาด 500 มิลลิลิตร

1.11 กระดาษกรองวัตแมน เบอร์ 541

1.12 ถ้วยอะลันดัม (alundum crucible) ชนิดอาร์-98 พร้อมกรวยแก้วและยางรอง

1.13 กระดาษลิตมัส

1.14 เตาไฟฟ้า

1.15 ตู้อบไฟฟ้าควบคุมอุณหภูมิได้

1.16 เตาเผาไฟฟ้าควบคุมอุณหภูมิได้

1.17 เดซิกเคเตอร์ที่มีสารดูดความชื้น เช่น ซิลิกาเจล

1.18 เครื่องชั่งไฟฟ้า ชั่งน้ำหนักได้ละเอียด 0.1 มิลลิกรัม

1.19 เครื่องอังน้ำ

2. สารเคมี

2.1 กรดซัลฟิวริก ความเข้มข้นร้อยละ 1.25 (0.255 $\pm$ 0.005 นอร์แมล)

2.2 โซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 1.25 (0.313 $\pm$ 0.005 นอร์แมล)

2.3 เอทิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้นร้อยละ 95

3. วิธีวิเคราะห์

3.1 ชั่งตัวอย่างผลมะเกี๋ยงสดให้ได้น้ำหนักแน่นอน โดยใช้ขวดแก้วที่มีฝาปิดใส่ตัวอย่าง 5 กรัมและชั่งน้ำหนัก (W_1) ถ่ายตัวอย่างผลมะเกี๋ยงสดลงในบีกเกอร์ (1.1) แล้วชั่งน้ำหนักขวดแก้วที่ถ่ายตัวอย่างออกแล้ว (W_2) แล้วนำบีกเกอร์ตัวอย่างวางบนเครื่องอังน้ำจนกระทั่งตัวอย่างเกือบแห้ง

3.2 ตวงสารละลายกรดซัลฟิวริก (2.1)จำนวน 200 มิลลิลิตร ด้วยกระบอกตวง(2.3) ถ่ายใส่บีกเกอร์ (1.2) แล้วนำไปต้มบนเตาไฟฟ้า (1.14)โดยปิดปากบีกเกอร์ด้วยขวดแก้วกลมก้นแบนบรรจุน้ำ(1.4)

3.3 เมื่อสารละลายกรดซัลฟิวริกเริ่มเดือด จึงถ่ายลงในบีกเกอร์ในข้อ 3.1 พร้อมกับหมุนบีกเกอร์เพื่อไม่ให้ตัวอย่างเกาะติดกัน

3.4 นำไปต้มบนเตาไฟฟ้า เมื่อเริ่มเดือดจึงนำไปเข้าเครื่องย่อย (1.5) ทันที ต้มให้เดือดต่อไปอีกเป็นเวลา 30 นาที

3.5 กรองทันทีด้วยกรวยบุคเนอร์ (1.8) ที่มีผ้ากรอง (1.6) โดยใช้แรงสุญญากาศจากน้ำผ่านขวดแก้วสำหรับกรองดูด (1.9)

3.6 ฉีดล้างสิ่งที่เหลือในบีกเกอร์ด้วยน้ำร้อนหลายครั้ง ลงในกรวยบุคเนอร์

3.7 ล้างสิ่งที่เหลือบนผ้ากรอง ด้วยน้ำร้อนจนหมดกรด ทดสอบโดยสารละลายที่กรองได้ ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส(1.13)สีน้ำเงินเป็นสีแดง

3.8 ตวงสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (2.2) 200 มิลลิลิตร ถ่ายใส่ขวดแก้วเป่าน้ำ (1.10)ที่ใช้ต้มด่าง นำไปต้มให้เดือดบนเตาไฟฟ้า แล้วฉีดล้างกากบนผ้ากรองลงในบีกเกอร์ใบเดิมให้หมด (ควรตั้งขวดด่างบนเตาไฟฟ้าเมื่อจะเริ่มทำการกรอง)

3.9 นำไปต้มบนเตาไฟฟ้าให้เดือดโดยปิดปากบีกเกอร์ด้วยขวดแก้วกลมก้นแบนบรรจุน้ำ

3.10 นำไปเข้าเครื่องย่อยทันที ต้มให้เดือดต่อไปอีกเป็นเวลา 30 นาที

3.11 กรองทันทีผ่านกรวยบุคเนอร์ซึ่งบุด้วยกระดาษกรอง (1.11) ที่ตัดพอดีและฉีดน้ำให้แนบสนิทกับกรวยบุคเนอร์แล้ว

3.12 ฉีดล้างในบีกเกอร์ด้วยน้ำร้อนให้น้ำนี้ชะล้างกากจนหมดด่าง ทดสอบโดยสารละลายที่กรองได้ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสสีแดงเป็นสีน้ำเงิน

3.13 ถ่ายกากทั้งหมดลงในถ้วยอะลันดัม (1.12) ถ้ามีกากมากให้ใช้สแปทูลาตักกากถ่ายลงถ้วยอะลันดัมก่อน เมื่อเหลือกากจำนวนเล็กน้อยจึงใช้น้ำร้อนฉีดชะส่วนที่ค้างลงในถ้วยอะลันดัม แล้วล้างด้วยเอทิลแอลกอฮอล์(2.3) 5 มิลลิลิตร

3.14 นำไปอบในตู้อบไฟฟ้า (1.15) อุณหภูมิ 100±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทำให้เย็นในเดซิกเคเตอร์ ชั่งน้ำหนัก (W_3)

3.15 เผาถ้วยอะลันดัมพร้อมกากที่อบแห้งแล้วในเตาเผาไฟฟ้า (1.16) อุณหภูมิ 550±25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในเดซิกเคเตอร์ ชั่งน้ำหนัก (W_4)

4. วิธีคำนวณ

$$\text{ปริมาณกาก ร้อยละของน้ำหนัก} = \frac{(W_3 - W_4) \times 100}{(W_1 - W_2)}$$

เมื่อ

W_1 = น้ำหนักของขวดแก้วที่มีฝาปิดและตัวอย่าง เป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักของขวดแก้วมีฝาปิดที่ถ่ายตัวอย่างออกแล้ว เป็นกรัม

W_3 = น้ำหนักถ้วยอะลันดัมและกากหลังจากอบแห้ง เป็นกรัม

W_4 = น้ำหนักถ้วยอะลันดัมและกากหลังจากการเผา เป็นกรัม

การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า

1. เครื่องมือและอุปกรณ์

1.1 ถ้วยทองคำขาว

1.2 เตาเผาไฟฟ้าที่ปรับและควบคุมอุณหภูมิได้

1.3 เตาไฟฟ้า

1.4 ตะเกียงบุนเสน

1.5 ตู้ดูดควัน

1.6 เดซิกเคเตอร์ที่มีสารดูดความชื้น เช่น ซิลิกาเจล

1.7 เครื่องชั่งไฟฟ้า ชั่งน้ำหนักได้ละเอียด 0.1มิลลิกรัม

1.8 เครื่องอังน้ำ

2 วิธีวิเคราะห์

2.1 เผาถ้วยทองคำขาว (1.1) (ใช้ถ้วยทองคำขาวเพราะต้องการนำเถ้าไปใช้ในการวิเคราะห์แคลเซียมโดยเครื่องอะตอมมิคแอบซอร์บชัน สเปคโตรโฟโตมิเตอร์) ใน

เตาเผาไฟฟ้า (1.2)ที่อุณหภูมิ 525 ถึง 550 องศาเซลเซียส(เท่ากับอุณหภูมิที่ใช้เผาตัวอย่าง) นาน 30 นาที ทำให้เย็นในเดซิกเคเตอร์ (1.6) ชั่งน้ำหนัก (W_1) แล้วใส่ตัวอย่างทันทีในถ้วยทองคำขาว ชั่งให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 2-3 กรัม (W_2)

2.2 นำตัวอย่างไประเหยแห้งบนเครื่องอังน้ำ(1.8)ก่อน แล้วนำไปเผาด้วยไฟอ่อนบนเตาไฟฟ้า (1.3) โดยเพิ่มความร้อนขึ้นทีละน้อย จนตัวอย่างไหม้เกรียม และเผาต่อด้วยตะเกียงบุนเสน (1.4) ให้หมดควัน นำไปเผาต่อในเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 525 ถึง 550 องศาเซลเซียส จนได้เถ้าสีขาว (ใช้เวลา 2 - 3 ชั่วโมง)

2.3 ทำให้เย็นในเดซิกเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักไว้

2.4 ถ้าเถ้าที่ได้ไม่ขาว ให้หยดน้ำลงเล็กน้อยพอเปียกชุ่ม (ระวังอย่าให้เถ้าฟุ้งหรือกระเด็น) นำไประเหยให้แห้งบนเครื่องอังน้ำ และทำซ้ำตามข้อ 2.2-2.4 โดยใช้เวลาในเตาเผาไฟฟ้าเพียง 1 ชั่วโมง จนได้น้ำหนักคงที่ (น้ำหนักคงที่หมายถึงผลต่างของการชั่งสองครั้งติดต่อกันมีค่าไม่เกิน 2 มิลลิกรัม) ชั่งน้ำหนักที่ได้ (W_3) (เก็บเถ้าไว้หาแคลเซียมต่อไป)

3. วิธีคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้าทั้งหมด ร้อยละของน้ำหนัก} = \frac{(W_3 - W_1)x100}{W_2 - W_1}$$

เมื่อ

W_1 = น้ำหนักถ้วยทองคำขาว เป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักถ้วยทองคำขาวและตัวอย่าง เป็นกรัม

W_3 = น้ำหนักถ้วยทองคำขาวและเถ้า เป็นกรัม

การวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียม
โดยใช้วิธี Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)

1. เครื่องมือและอุปกรณ์

1.1 เตาไฟฟ้าเตาไฟฟ้า

1.2 ขวดปริมาตรขนาดต่างๆ

1.3 Atomic Absorption Spectrophotometer (GBC 906)

1.4 กระดาษกรองวัตต์แมนเบอร์ 41

2. สารเคมี

2.1 สารละลายมาตรฐานแคลเซียมเข้มข้น 1000 ส่วนในล้านส่วน (ppm)

2.2 น้ำดีไอโอไนซ์

2.3 สารละลายแลนทานัมร้อยละ 4 (แลนทานัมออกไซด์ละลายในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นร้อยละ 20)

3.วิธีวิเคราะห์

3.1 ละลายเถ้า(จากข้อ 2.4ในวิธีการหาเถ้า)โดยการใช้กรดไฮโดรคลอริกความเข้นข้น 1.:3 จำนวน 40 ลูกบาศก์เซนติเมตร และกรดไนตริกเข้มข้น 2-3 หยด

3.2 นำไปต้มให้เดือดประมาณ 5 นาที บนเตาไฟฟ้า

3.3 กรองผ่านกระดาษกรองวัตแมนเบอร์ 41 ลงในขวดแก้วปริมาตร ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร

3.4 ล้างกระดาษกรองด้วยน้ำดีไอโอไนซ์ ที่ต้มให้ร้อนรวมลงในขวดปริมาตรเดิม จนกระทั่งถึงขีดบอกปริมาตร

3.5 ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำดีไอโอไนซ์จนเป็น 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าให้เข้ากัน

3.6 เตรียมสารละลายมาตรฐานแคลเซียม ให้มีความเข้มข้น 2,4,5 และ7 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ (โดยนำสารละลายมาตรฐานแคลเซียมซึ่งมีความเข้มข้น 1000 ส่วนในล้านส่วน มาเจือจาง) ใส่ในขวดปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

3.7 นำไปวัดปริมาณแคลเซียมโดยเครื่องมือ Atomic Absorption Spectrophotometer GBC 906 มีค่าพารามิเตอร์ดังนี้

ความยาวคลื่น 422.7 นาโนเมตร

ความกว้างของช่องแสง 0.5 นาโนเมตร

ชนิดของเปลวไฟ อากาศ-อะเซทิลีน

4. วิธีคำนวณ

$$\text{ปริมาณแคลเซียมร้อยละ} = \frac{Z \times 100 \times 250 \times 100}{10^6 \quad Y \quad X}$$

X คือ น้ำหนักของตัวอย่างหน่วยเป็นกรัม

Y คือ ปริมาตรของสารละลายเถ้าที่นำมาเจือจางเป็น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่ออ่านค่าปริมาณแคลเซียมจากเครื่อง AAS

Z คือ ค่าปริมาณแคลเซียมที่อ่านได้จากเครื่อง หน่วยเป็นไมโครกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

คาร์โบไฮเดรต/คาร์โบไฮเดรตทั้งหมดโดยการคำนวณ[9]

1 วิธีวิเคราะห์

นำผลวิเคราะห์ความชื้น ไขมัน โปรตีน กาก เถ้า ในตัวอย่างมาคำนวณหาปริมาณคาร์โบไฮเดรต

2. วิธีคำนวณ

%คาร์โบไฮเดรต = 100-(%ความชื้น +%ไขมัน+%โปรตีน+%กาก+%เถ้า)

ค่าพลังงานความร้อนโดยการคำนวณ[9]

1. วิธีวิเคราะห์

นำผลวิเคราะห์ไขมัน โปรตีน และการคำนวณหาปริมาณคาร์โบไฮเดรต มาคำนวณหาค่าพลังงานความร้อน

2. วิธีคำนวณ

ค่าพลังงานความร้อน = (%คาร์โบไฮเดรตx 4)+(%ไขมันx 9)+(%โปรตีนx4) (กิโลแคลอรี/100กรัม)

บทที่ 4
ผลการทดลอง

จากผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของตัวอย่างมะเกี๋ยง ในปี พ.ศ.2538 จำนวน 37 ตัวอย่าง พบว่ามีปริมาณความชื้นร้อยละ 78.0-92.5 โปรตีนร้อยละ 1.73-0.56 ไขมันร้อยละ 0.15-0.71 กากร้อยละ 1.56-8.24 เถ้าร้อยละ 0.33-1.19 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 4.77-14.75 ค่าพลังงานความร้อน 23.7-64.5 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม และแคลเซียม 11.7-135.1 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และเมื่อนำผลวิเคราะห์ทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย พบว่ามีปริมาณความชื้นร้อยละ 86.7 โปรตีนร้อยละ 0.89 ไขมัน ร้อยละ 0.31 กากร้อยละ 3.52 เถ้าร้อยละ 0.60 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 7.96 แคลเซียม 55.2 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และให้พลังงาน 38.2 กิโลแคลอรีต่อ100 กรัม (ผลการทดลองดูภาคผนวกตารางที่ 1)

ผลการวิเคราะห์ในปี พ.ศ.2539 จำนวน 58 ตัวอย่าง พบว่ามีปริมาณความชื้นร้อยละ 83.9-90.4 โปรตีนร้อยละ 0.49-2.29 ไขมันร้อยละ 0.02-0.75 กากร้อยละ 2.06-5.88 เถ้าร้อยละ 0.49-1.05 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ4..30-10.54 ค่าพลังงานความร้อน 23.0-49.2 กิโลแคลอรีต่อ 100กรัม และแคลเซียม 24.5-136.4 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และเมื่อนำผลวิเคราะห์ทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย พบว่ามีปริมาณความชื้นร้อยละ 87.6 โปรตีนร้อยละ 1.05 ไขมันร้อยละ 0.38 กากร้อยละ 3.12 เถ้าร้อยละ 0.68 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 7.19 แคลเซียม 69.8 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และให้พลังงาน 36.4 กิโลแคลอรีต่อ100 กรัม (ผลการทดลองดูภาคผนวกตารางที่ 2)

ผลการวิเคราะห์ในปี พ.ศ.2540 จำนวน 38 ตัวอย่าง พบว่ามีปริมาณความชื้นร้อยละ 82.2-90.7 โปรตีนร้อยละ 0.45-1.28 ไขมันร้อยละ 0.19-0.68 กากร้อยละ 1.96-4.72 เถ้าร้อยละ 0.47-1.25 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 5.65-12.67 ค่าพลังงานความร้อน 28.9-58.9 กิโลแคลอรีต่อ 100กรัม และแคลเซียม 24.4-117.1 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และเมื่อนำผลวิเคราะห์ทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย พบว่ามีปริมาณความชื้นร้อยละ 86.4 โปรตีนร้อยละ 0.83 ไขมันร้อยละ 0.43 กากร้อยละ 3.20 เถ้าร้อยละ 0.69 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 8.46 แคลเซียม 61.9 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และให้พลังงาน 41.0 กิโลแคลอรีต่อ100 กรัม (ผลการทดลองดูภาคผนวกตารางที่ 3)

ผลการวิเคราะห์ในปี พ.ศ.2541 จำนวน 47 ตัวอย่าง พบว่ามีปริมาณความชื้นร้อยละ 79.0-89.5 โปรตีนร้อยละ 0.61-1.20 ไขมันร้อยละ 0.03-0.75 กากร้อยละ 2.53-5.24 เถ้าร้อยละ

0.44-1.08 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 5.95-14.96 ค่าพลังงานความร้อน 29.4-66.2 กิโลแคลอรีต่อ 100กรัม และแคลเซียม 13.9-132.0 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และเมื่อนำผลวิเคราะห์ทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย พบว่ามีปริมาณความชื้นร้อยละ 85.8 โปรตีนร้อยละ 0.91 ไขมันร้อยละ 0.35 กากร้อยละ 3.35 เถ้าร้อยละ 0.68 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 8.95 แคลเซียม 63.9 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และให้พลังงาน 42.5 กิโลแคลอรีต่อ100 กรัม (ผลการทดลองดูภาคผนวกตารางที่ 4)

เมื่อนำค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของตัวอย่างมะเกี๋ยงในแต่ละปีมาเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ (ดูภาคผนวกกราฟรูปที่ 1) พบว่าปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน กาก เถ้า คาร์โบไฮเดรต ค่าพลังงานความร้อนและแคลเซียม ในแต่ละปีมีค่าใกล้เคียงกัน

จากผลวิเคราะห์ของมะเกี๋ยงจำนวนทั้งหมด 180 ตัวอย่าง พบว่าในตัวอย่างมะเกี๋ยงจำนวน 100 กรัม มีความชื้น 78.0-92.5 กรัม โปรตีน 0.45-2.29 กรัม ไขมัน 0.02-0.75 กรัม กาก 1.56-8.24 กรัม เถ้า 0.33-1.25 กรัม คาร์โบไฮเดรต 4.30-14.96 กรัม แคลเซียม 11.7-136.4 มิลลิกรัม และ ให้พลังงาน 23.0-66.2 กิโลแคลอรี หาค่าเฉลี่ยผลวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของมะเกี๋ยงจำนวนทั้งหมด 180 ตัวอย่าง รวมทั้งนำผลวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลไม้ไทยชนิดต่างๆ ได้แก่ มะไฟ มะเฟือง ละมุดไทย และมังคุด จากตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข[1] แสดงในภาคผนวกตารางที่ 5

จากนั้นนำผลวิเคราะห์ในตารางที่ 5 มาคำนวณเป็นร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างแห้ง พบว่ามะเกี๋ยงมีโปรตีน 7.18 กรัม ไขมัน 2.80 กรัม กาก 24.8 กรัม เถ้า 5.04 กรัม คาร์โบไฮเดรต 60.2 กรัม พลังงาน 294.6 กิโลแคลอรีและแคลเซียม 475.4 มิลลิกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับผลไม้ไทยชนิดต่าง ๆ (ดูภาคผนวกตารางที่ 6) พบว่ามะเกี๋ยงจะมีค่า โปรตีน กาก และแคลเซียมสูงกว่าผลไม้ที่กล่าวมามาก (ภาคผนวกกราฟรูปที่ 2-4)

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของมะเกี๋ยง ตั้งแต่ปีพ.ศ.2538-2541 พบว่าในตัวอย่างมะเกี๋ยงจำนวน 180 ตัวอย่าง เมื่อคิดค่าเฉลี่ยของคุณค่าทางโภชนาการของแต่ละปีและนำมาเปรียบเทียบกันจะไม่เห็นความแตกต่างกันมากนัก จะมีค่าใกล้เคียงกันจะเห็นได้ชัดเมื่อนำมาแสดงด้วยกราฟ(ภาคผนวกกราฟรูปที่1) แต่เมื่อพิจารณาคุณค่าทางโภชนาการของแต่ละรายการ พบว่ามีความชื้นร้อยละ 78.0-92.5 โปรตีนร้อยละ 0.45-2.29 ไขมันร้อยละ 0.02-0.75 กากร้อยละ 1.56-8.24 เถ้าร้อยละ 0.33-1.25 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 4.30-14.96 แคลเซียม 11.7-136.4 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมและพลังงาน 23.0-66.2 กิโลแคลอรีต่อ100กรัม ในการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของมะเกี๋ยง เราไม่ได้แยกวิเคราะห์แต่ละส่วนของตัวอย่าง แต่ถ้ามีการนำตัวอย่างที่มีลักษณะสุกงอมเหมือนกันไว้ด้วยกัน และคัดผลที่ไม่ยังสุกงอมหรือยังดิบอยู่ไว้ด้วยกัน แล้วแยกวิเคราะห์แต่ละส่วน จะทำให้เราทราบได้ว่าผลมะเกี๋ยงที่สุกงอมและไม่สุกจะมีคุณค่าทางโภชนาการที่แตกต่างกันมากน้อยเพียงใด และถ้ายิ่งทราบว่าตัวอย่างไหนมาจากแหล่งใดบ้าง เราจะสามารถเปรียบเทียบได้ว่าผลมะเกี๋ยงที่มาจากต้นที่อยู่ในแหล่งใดของประเทศไทยจะมีคุณค่าทางโภชนาการมากกว่ากันซึ่งจะได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการอนุรักษ์พันธ์พืชมะเกี๋ยงได้เป็นอย่างดี

ในการเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการระหว่างมะเกี๋ยงกับผลไม้พื้นบ้านไทยชนิดต่างๆ ได้แก่ มะไฟ มะเฟือง ละมุดไทย และมังคุดที่นำผลวิเคราะห์มาจากตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทยกองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข พบว่ามะเกี๋ยงมีค่าโปรตีน กาก และแคลเซียมสูงกว่าผลไม้พื้นบ้านไทยชนิดต่างๆ โดยเฉพาะแคลเซียมมีค่าสูงกว่ามาก แคลเซียมเป็นแร่ธาตุที่มีประโยชน์ช่วยสร้างกระดูกและฟันให้แข็งแรง และแคลเซียมเป็นสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป(Thai RDI) ปริมาณที่แนะนำต่อวันเท่ากับ 800 มิลลิกรัม (จากเอกสารแนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 182 พ.ศ.2541) นอกจากนี้ได้มีการวิจัยพบว่าผลมะเกี๋ยงมีฤทธิ์ในทางยาหลายๆด้าน เมื่อนำมาบริโภคทั้งในรูปผลสดและผลิตภัณฑ์แปรรูปจะให้คุณค่าทางโภชนาการสูง จากข้อมูลดังกล่าวนี้ คงเป็นสิ่งจูงใจให้คนไทยหันมานิยมบริโภคผลไม้พื้นบ้านของไทยที่ให้คุณค่าทางโภชนาการกันมากขึ้น และในปัจจุบันโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ ชาวบ้านในภูมิภาค

ต่างๆของประเทศไทย เริ่มหันมาหาผลผลิตหรือหาวัสดุหาง่ายที่มีอยู่ในท้องถิ่นของตนเอง มาแปรรูปตามวิทยาการสมัยใหม่ บางแห่งก็ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ใหม่ๆเช่น ทำไวน์มะเกี๋ยงและนำออกจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป มะเกี๋ยงจึงกลายเป็นพืชที่น่าสนใจและมีศักยภาพในเชิงอุตสาหกรรมอาหารในกลุ่มเกษตรกรของภาคเหนือ นับว่ามะเกี๋ยงเป็นพืชที่มีคุณค่าอย่างยิ่งสมควรแก่การอนุรักษ์ไว้

บทที่ 6
สรุปผลการทดลอง

จากการตรวจวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของมะเกี๋ยงในพื้นที่ต่างๆของประเทศไทย จำนวนทั้งหมด 180 ตัวอย่าง รวมระยะเวลา 4 ปี ตั้งแต่ปีพ.ศ.2538-2541 พบว่ามีปริมาณความชื้นร้อยละ 78.0-92.5 โปรตีนร้อยละ 0.45-2.29 ไขมันร้อยละ 0.02-0.75 กากร้อยละ 1.56-8.24 เถ้าร้อยละ 0.33-1.25 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 4.30-14.96 แคลเซียม 11.7-136.4 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และพลังงาน 23.0-66.2 กิโลแคลอรีต่อ100กรัม และเมื่อเปรียบเทียบผลวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของมะเกี๋ยงในแต่ละปีพบว่าได้ผลที่ใกล้เคียงกัน จากการหาค่าเฉลี่ยผลวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของมะเกี๋ยงจำนวน 180 ตัวอย่างพบว่ามีปริมาณความชื้นร้อยละ 86.7 โปรตีนร้อยละ 0.93 ไขมันร้อยละ 0.37 กากร้อยละ 3.28 เถ้าร้อยละ 0.67 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 8.08 แคลเซียม 63.6 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมและพลังงาน 39.3 กิโลแคลอรีต่อ100กรัม นำค่าเฉลี่ยของผลวิเคราะห์มะเกี๋ยงเปรียบเทียบกับตัวอย่างผลไม้ไทยชนิดต่างๆ ได้แก่ มะไฟ มะเฟือง ละมุดไทย และมังคุดโดยคำนวณเป็นต่อ 100 กรัมของน้ำหนักตัวอย่างอบแห้ง พบว่าปริมาณโปรตีน กาก และแคลเซียมของมะเกี๋ยงมีค่าสูงกว่าผลไม้ไทยชนิดต่างๆ โดยเฉพาะปริมาณแคลเซียมมีค่าสูงกว่ามาก

จากผลการทดลองดังกล่าวสามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อประกอบการพิจารณาคัดเลือกพันธุ์มะเกี๋ยงตามโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี และใช้เป็นข้อมูลเผยแพร่ เพื่อแสดงคุณค่าทางโภชนาการของมะเกี๋ยงสำหรับผู้บริโภคทั่วไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณสุจินต์ ศรีคงศรี ผู้อำนวยการกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คุณศิริบุญ พูลสวัสดิ์ หัวหน้ากลุ่มงานคุณค่าทางโภชนาการ คุณสุนทรี เปรื่องการ หัวหน้ากลุ่มงานชีวเคมี และคุณอารี ชูวิสิฐกุล หัวหน้ากลุ่มงานเทคโนโลยีอาหาร 1 ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องของรายงานการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของมะเกี๋ยงฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, 2535.
2. คณะอนุกรรมการประสานงานวิจัยและพัฒนา ทรัพยากรป่าไม้และไม้โตเร็วเอนกประสงค์. ไม้เอนกประสงค์กินได้. กรุงเทพมหานคร : เฟื่องฟ้า พริ้นติ้ง , 2540.
3. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. "มะเกี๋ยงกับสารต้านมะเร็งและการเกิดโรคหัวใจ." เดลินิวส์. ฉบับที่ 18,303 วันอังคารที่ 23 พฤศจิกายน 2542. หน้า 12.
4. "คุณค่าทางโภชนาการของมะเกี๋ยง". รายงานกิจกรรมกรม ฉบับที่ 54 ปีงบประมาณ 2539. กรุงเทพฯ : กรมวิทยาศาสตร์บริการ, ม.ป.ป. หน้า 146-169.
5. พินดา สุทธิสุนทร และคณะ. ต้นไม้เมืองเหนือ. กรุงเทพมหานคร : โครงการจัดพิมพ์คบไฟ, 2543
6. "พบมหัศจรรย์พันธุ์มะเกี๋ยง." เทคโนโลยีชาวบ้าน ปีที่ 14 ฉบับที่ 276 : 1 ธันวาคม 2544. หน้า 113.
7. Horwitz, William , edit. Official methods of analysis of AOAC international. 17th ed. Gaithersburg : AOAC, 2000.
8. Kirk, Ronald S.and Sawyer, Ronald. Pearson's composition and analysis of foods. 9th ed. Harlow : Longman Scientific & Technical, 1991, p.26-29.
9. Sullivan , Darryl M. and Carpenter ,Donald E., ed. Method of analysis for nutrition labeling. Arlington : AOAC International, 1993, p 8, 106.

ภาคผนวก

ตารางที่ 2 ผลวิเคราะห์มะเกี๋ยงในปี พ.ศ. 2539 จำนวน 58 ตัวอย่าง (ต่อ)

ลำดับที่	หมายเลขปฏิบัติการ	ความชื้น ร้อยละ	โปรตีน (Nx6.25) ร้อยละ	ไขมัน ร้อยละ	กาก ร้อยละ	เถ้า ร้อยละ	คาร์โบไฮเดรต (โดยการคำนวณ) ร้อยละ	ค่าพลังงานความร้อน กิโลแคลอรี/ 100 กรัม	แคลเซียม มิลลิกรัม/ 100 กรัม
25	SW.286	90.4	0.77	0.64	2.99	0.51	4.69	27.6	70.3
26	SW.287	90.4	0.83	0.27	3.44	0.76	4.30	22.95	107.0
27	SW.288	84.9	1.20	0.31	3.07	1.05	9.47	45.5	85.4
28	SW.289	86.0	2.29	0.75	4.19	0.86	5.91	39.6	99.5
29	SW.393	85.6	0.94	0.25	4.01	0.63	8.57	40.3	72.0
30	SW.394	87.0	0.90	0.27	2.93	0.63	8.27	39.1	62.4
31	SW.615	88.2	1.47	0.33	3.08	0.57	6.35	34.2	51.6
32	SW.616	88.0	1.89	0.40	3.17	0.86	5.68	33.9	98.8
33	SW.617	88.3	1.75	0.34	3.21	0.62	5.78	33.2	86.0
34	SW.618	90.3	1.41	0.22	2.24	0.50	5.33	28.9	68.6
35	SW.619	88.3	1.99	0.36	2.29	0.71	6.35	36.6	115.0
36	SW.620	90.2	1.75	0.34	2.68	0.65	4.38	27.6	63.0
37	SW.621	89.7	1.61	0.33	2.79	0.72	4.85	28.8	65.6
38	SW.622	88.5	1.75	0.44	3.05	0.51	5.75	34.0	38.7
39	SW.623	89.0	1.74	0.29	2.67	0.70	5.60	32.0	24.5
40	SW.921	88.9	0.49	0.33	2.26	0.51	7.51	35.0	58.3
41	SW.922	88.1	0.84	0.44	3.13	0.63	6.86	34.8	50.2
42	SW.923	88.2	0.79	0.39	2.89	0.63	7.10	35.1	73.3
43	SW.924	89.4	0.76	0.27	2.25	0.69	6.63	32.0	44.1
44	SW.925	87.0	0.81	0.36	3.28	0.62	7.93	38.2	62.6
45	SW.926	85.9	0.77	0.49	3.03	0.74	9.07	43.8	77.2
46	SW.927	87.6	1.00	0.45	3.29	0.80	6.86	35.5	99.6
47	SW.928	87.9	1.01	0.71	2.89	0.69	6.80	37.6	51.0

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์มะเกี๋ยงในปี พ.ศ. 2538 จำนวน 37 ตัวอย่าง

ลำดับที่	หมายเลขปฏิบัติการ	ความชื้น ร้อยละ	โปรตีน (Nx6.25) ร้อยละ	ไขมัน ร้อยละ	กาก ร้อยละ	เถ้า ร้อยละ	คาร์โบไฮเดรต (โดยการคำนวณ) ร้อยละ	ค่าพลังงานความร้อน กิโลแคลอรี/100 กรัม	แคลเซียม มิลลิกรัม/100 กรัม
1	SH.420	84.1	1.03	0.24	3.78	0.80	10.05	46.5	103.8
2	SH.421	85.3	0.97	0.25	3.41	0.68	9.39	43.7	47.9
3	SH.422	84.8	1.08	0.22	2.96	0.71	10.23	47.2	47.5
4	SH.423	86.1	0.93	0.23	3.20	0.62	8.92	41.5	46.2
5	SH.424	82.8	1.02	0.21	3.68	0.75	11.54	52.1	103.0
6	SH.425	82.4	1.18	0.30	4.61	0.69	10.82	50.7	52.0
7	SH.426	78.7	0.76	0.27	4.59	0.93	14.75	64.5	135.1
8	SH.427	88.6	0.86	0.33	3.23	0.59	6.39	32.0	41.3
9	SH.428	86.7	0.70	0.32	3.33	0.77	8.18	38.4	39.7
10	SH.429	82.8	1.01	0.48	5.64	0.83	9.24	45.3	11.7
11	SH.430	78.0	1.73	0.71	8.24	1.19	10.13	53.8	80.3
12	SH.431	81.7	1.36	0.48	6.16	0.92	9.28	47.3	100.7
13	SH.432	89.3	0.72	0.23	3.10	0.54	6.11	29.4	46.4
14	SJ.148	86.8	0.79	0.30	2.99	0.57	8.55	40.1	48.5
15	SJ.149	84.4	0.98	0.41	4.40	0.92	8.89	43.2	70.2
16	SJ.150	85.2	0.94	0.33	4.23	0.59	8.71	41.6	78.6
17	SJ.151	88.5	0.93	0.31	2.95	0.44	6.87	34.0	24.5
18	SJ.152	85.0	0.89	0.31	3.7	0.74	9.36	43.8	47.8
19	SJ.153	87.3	1.03	0.27	3.16	0.65	7.59	36.9	55.9
20	SJ.154	89.1	0.70	0.23	2.83	0.46	6.68	31.6	36.7
21	SJ.155	87.5	0.81	0.20	2.91	0.48	8.10	37.4	48.7
22	SJ.156	87.6	1.05	0.33	3.17	0.48	7.37	36.6	49.2
23	SJ.157	89.9	0.67	0.21	2.38	0.49	6.35	30.0	39.6
24	SJ.158	90.2	0.65	0.42	2.45	0.52	5.76	29.4	39.3

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์มะเกี๋ยงในปี พ.ศ. 2538 จำนวน 37 ตัวอย่าง (ต่อ)

ลำดับที่	หมายเลขปฏิบัติการ	ความชื้น ร้อยละ	โปรตีน (Nx6.25) ร้อยละ	ไขมัน ร้อยละ	กาก ร้อยละ	เถ้า ร้อยละ	คาร์โบไฮเดรต (โดยการคำนวณ) ร้อยละ	ค่าพลังงานความร้อน กิโลแคลอรี/100 กรัม	แคลเซียม มิลลิกรัม/100 กรัม
25	SJ.159	86.9	0.71	0.27	4.11	0.46	7.55	35.5	47.3
26	SJ.160	90.4	0.70	0.23	2.43	0.50	5.74	27.8	42.9
27	SJ.161	90.5	0.80	0.25	2.52	0.34	5.59	27.8	18.8
28	SJ.162	87.2	0.65	0.41	3.07	0.41	8.26	39.3	36.6
29	SJ.163	86.4	0.96	0.27	4.07	0.75	7.55	36.5	109.3
30	SJ.164	88.6	0.83	0.36	3.79	0.52	5.90	30.2	65.5
31	SJ.165	91.0	0.72	0.25	2.93	0.33	4.77	24.2	28.0
32	SJ.166	89.0	0.67	0.15	2.69	0.50	6.99	32.0	62.8
33	SJ.167	90.9	0.60	0.24	2.41	0.35	5.50	26.6	42.5
34	SJ.168	86.7	1.00	0.42	3.36	0.54	7.98	39.7	99.2
35	SJ.169	92.5	0.56	0.26	1.56	0.35	4.77	23.7	22.2
36	SJ.170	87.5	1.04	0.50	3.53	0.39	7.04	36.8	31.0
37	SJ.316	88.3	0.74	0.35	2.72	0.45	7.44	35.9	41.3
ค่าเฉลี่ย		86.7	0.89	0.31	3.52	0.60	7.96	38.2	55.2
ค่าต่ำสุด		78.0	0.56	0.15	1.56	0.33	4.77	23.7	11.7
ค่าสูงสุด		92.5	1.73	0.71	8.24	1.19	14.75	64.5	135.1

<u>ตารางที่ 2</u> ผลวิเคราะห์มะเกี๋ยงในปี พ.ศ. 2539 จำนวน 58 ตัวอย่าง

ลำดับที่	หมายเลขปฏิบัติการ	ความชื้น ร้อยละ	โปรตีน (Nx6.25) ร้อยละ	ไขมัน ร้อยละ	กาก ร้อยละ	เถ้า ร้อยละ	คาร์โบไฮเดรต (โดยการคำนวณ) ร้อยละ	ค่าพลังงานความร้อน กิโลแคลอรี/100 กรัม	แคลเซียม มิลลิกรัม/100 กรัม
1	SV.201	87.1	0.86	0.31	2.40	0.66	8.67	40.9	53.5
2	SV.202	88.6	0.57	0.22	2.12	0.55	7.94	36.0	65.8
3	SV.203	86.1	0.81	0.40	2.98	0.69	9.02	42.9	79.8
4	SV.204	85.6	0.82	0.28	3.29	0.67	9.34	43.2	72.8
5	SV.205	87.1	0.84	0.39	3.35	0.72	7.60	37.3	105.0
6	SV.206	87.2	0.64	0.36	2.06	0.52	9.22	42.7	49.1
7	SV.605	88.1	1.24	0.64	3.34	0.69	5.99	34.7	76.8
8	SV.606	87.1	1.02	0.55	3.21	0.74	7.38	38.6	101.1
9	SV.607	87.3	1.05	0.62	3.66	0.65	6.72	36.7	47.8
10	SV.608	87.1	0.91	0.60	3.87	0.72	6.80	36.2	77.1
11	SV.609	86.8	0.95	0.62	4.36	0.82	6.45	35.2	75.6
12	SV.955	87.8	1.23	0.15	2.89	0.76	7.17	35.0	28.4
13	SV.956	89.5	0.89	0.09	2.63	0.52	6.37	29.8	49.6
14	SV.957	89.2	0.64	0.02	2.64	0.70	6.80	29.9	80.7
15	SV.958	86.4	1.08	0.42	3.31	0.87	7.92	39.8	103.4
16	SV.959	87.6	1.00	0.18	3.76	0.67	6.79	32.8	59.7
17	SV.960	87.0	0.90	0.15	3.23	0.67	8.05	37.2	81.8
18	SV.961	87.8	0.94	0.45	3.66	0.68	6.47	33.7	70.8
19	SV.962	86.7	0.74	0.22	3.13	0.61	8.60	39.3	71.7
20	SV.963	86.0	1.24	0.42	4.30	0.72	7.32	38.0	77.0
21	SW.282	88.4	0.99	0.50	2.31	0.66	7.14	37.0	69.0
22	SW.283	86.5	1.24	0.65	3.40	0.91	7.30	40.0	136.4
23	SW.284	86.8	1.06	0.36	3.70	0.72	7.36	36.9	57.8
24	SW.285	85.9	0.91	0.67	2.60	0.89	9.03	45.8	106.3

<u>ตารางที่ 2</u> ผลวิเคราะห์มะเกี๋ยงในปี พ.ศ. 2539 จำนวน 58 ตัวอย่าง (ต่อ)

ลำดับที่	หมายเลขปฏิบัติการ	ความชื้น ร้อยละ	โปรตีน (Nx6.25) ร้อยละ	ไขมัน ร้อยละ	กาก ร้อยละ	เถ้า ร้อยละ	คาร์โบไฮเดรต (โดยการคำนวณ) ร้อยละ	ค่าพลังงานความร้อน กิโลแคลอรี/ 100 กรัม	แคลเซียม มิลลิกรัม/ 100 กรัม
48	SW.929	86.3	1.12	0.36	3.44	0.69	8.09	40.1	47.3
49	SW.930	87.8	1.01	0.37	3.19	0.78	6.85	34.8	136.4
50	SW.931	88.4	1.12	0.37	3.37	0.74	6.00	31.8	38.1
51	SX.192	87.1	0.75	0.32	3.11	0.49	8.23	38.8	30.5
52	SX.193	87.4	0.75	0.27	2.19	0.54	8.85	40.8	58.3
53	SX.194	87.2	1.01	0.33	5.88	0.68	4.90	26.6	43.9
54	SX.195	84.5	0.79	0.33	3.19	0.77	10.42	47.8	82.7
55	SX.196	83.9	0.93	0.37	3.44	0.82	10.54	49.2	63.6
56	SX.197	88.9	0.74	0.22	2.64	0.65	6.85	32.3	32.3
57	SX.198	89.2	0.87	0.33	2.95	0.57	6.08	30.8	43.2
58	SX.199	87.4	0.60	0.30	2.52	0.53	8.65	39.7	51.1
ค่าเฉลี่ย		87.6	1.05	0.38	3.12	0.68	7.19	36.4	69.8
ค่าต่ำสุด		83.9	0.49	0.02	2.06	0.49	4.30	23.0	24.5
ค่าสูงสุด		90.4	2.29	0.75	5.88	1.05	10.54	49.2	136.4

ตารางที่ 3 ผลวิเคราะห์มะเกี๋ยงในปี พ.ศ. 2540 จำนวน 38 ตัวอย่าง

ลำดับที่	หมายเลขปฏิบัติการ	ความชื้น ร้อยละ	โปรตีน (Nx6.25) ร้อยละ	ไขมัน ร้อยละ	กาก ร้อยละ	เถ้า ร้อยละ	คาร์โบไฮเดรต (โดยการคำนวณ) ร้อยละ	ค่าพลังงานความร้อน กิโลแคลอรี/100 กรัม	แคลเซียม มิลลิกรัม/100 กรัม
1	TJ.376	85.5	0.94	0.24	3.31	0.72	9.29	43.1	67.8
2	TJ.377	84.8	0.90	0.42	4.48	0.87	8.53	41.5	109.7
3	TJ.378	85.0	0.98	0.36	4.72	0.85	8.09	39.5	112.4
4	TJ.379	86.8	0.82	0.32	3.20	0.74	8.12	38.6	69.1
5	TJ.380	86.5	0.89	0.19	3.47	0.68	8.27	38.4	85.5
6	TJ.381	83.8	0.96	0.37	3.44	0.70	10.73	50.1	72.6
7	TJ.495	86.8	0.78	0.52	4.20	1.25	6.45	33.6	62.3
8	TJ.496	85.2	0.52	0.39	2.79	0.60	10.50	47.6	78.9
9	TJ.497	87.2	0.99	0.52	2.92	0.81	7.56	38.9	57.2
10	TJ.498	88.4	0.68	0.34	2.89	0.53	7.16	34.4	44.7
11	TJ.499	87.1	0.67	0.36	3.37	0.61	7.89	37.5	70.8
12	TJ.500	88.9	0.54	0.39	2.84	0.50	6.83	33.0	39.5
13	TJ.501	86.9	1.00	0.42	2.99	0.74	7.95	39.6	56.4
14	TJ.502	86.8	0.77	0.40	3.23	0.58	8.22	39.6	50.9
15	TJ.778	87.6	0.88	0.40	3.06	0.54	7.52	37.2	37.6
16	TJ.779	85.4	0.80	0.42	2.48	0.65	10.25	48.0	71.9
17	TJ.780	82.2	1.17	0.62	3.09	0.76	12.16	58.9	52.7
18	TJ.781	88.0	0.90	0.40	3.17	0.69	6.84	34.6	60.7
19	TJ.782	86.0	0.90	0.38	3.26	0.66	8.80	42.2	53.4
20	TJ.783	82.2	0.57	0.60	3.31	0.65	12.67	58.4	67.5
21	TJ.784	86.7	0.80	0.45	3.80	0.72	7.53	37.4	75.7
22	TJ.785	84.0	1.28	0.52	4.17	0.73	9.30	47.0	62.5
23	TJ.862	85.8	0.75	0.42	3.20	0.56	9.27	43.9	47.2

ตารางที่ 3 ผลวิเคราะห์มะเกี๋ยงในปี พ.ศ. 2540 จำนวน 38 ตัวอย่าง (ต่อ)

ลำดับที่	หมายเลขปฏิบัติการ	ความชื้น ร้อยละ	โปรตีน (Nx6.25) ร้อยละ	ไขมัน ร้อยละ	กาก ร้อยละ	เถ้า ร้อยละ	คาร์โบไฮเดรต (โดยการคำนวณ) ร้อยละ	ค่าพลังงานความร้อน กิโลแคลอรี/ 100 กรัม	แคลเซียม มิลลิกรัม/ 100 กรัม
24	TJ.863	83.9	0.86	0.43	3.94	0.73	10.14	47.9	72.5
25	TJ.864	84.9	1.16	0.57	3.62	0.77	8.98	45.7	36.2
26	TJ.865	84.8	1.14	0.48	3.40	0.87	9.31	46.1	45.8
27	TJ.866	84.8	1.05	0.37	3.39	0.91	9.48	45.5	96.5
28	TJ.867	82.2	0.98	0.33	3.15	0.78	12.56	57.1	117.1
29	TJ.868	84.9	0.82	0.39	3.44	0.71	9.74	45.8	55.7
30	TK.149	89.3	0.74	0.48	2.69	0.51	6.28	32.4	26.7
31	TK.150	88.3	0.77	0.59	2.87	0.68	6.79	35.6	71.4
32	TK.151	85.7	0.66	0.68	2.74	0.52	9.70	47.6	38.7
33	TK.152	89.7	0.78	0.34	2.57	0.66	5.95	30.0	24.4
34	TK.153	90.7	0.45	0.51	1.96	0.47	5.91	30.0	46.2
35	TK.154	90.0	0.65	0.40	2.59	0.63	5.73	29.1	59.5
36	TK.155	90.7	0.81	0.34	1.98	0.52	5.65	28.9	38.4
37	TK.156	86.7	0.79	0.56	3.22	0.72	8.01	40.2	54.3
38	TK.157	88.7	0.46	0.27	2.47	0.63	7.47	34.2	63.2
ค่าเฉลี่ย		86.4	0.83	0.43	3.20	0.69	8.46	41.0	61.9
ค่าต่ำสุด		82.2	0.45	0.19	1.96	0.47	5.65	28.9	24.4
ค่าสูงสุด		90.7	1.28	0.68	4.72	1.25	12.67	58.9	117.1

ตารางที่ 4 ผลวิเคราะห์มะเกี๋ยงในปี พ.ศ. 2541 จำนวน 47 ตัวอย่าง

ลำดับที่	หมายเลขปฏิบัติการ	ความชื้น ร้อยละ	โปรตีน (Nx6.25) ร้อยละ	ไขมัน ร้อยละ	กาก ร้อยละ	เถ้า ร้อยละ	คาร์โบไฮเดรต (โดยการคำนวณ) ร้อยละ	ค่าพลังงานความร้อน กิโลแคลอรี/ 100 กรัม	แคลเซียม มิลลิกรัม/ 100 กรัม
1	TU.489	80.5	0.71	0.65	3.99	0.86	13.29	61.8	117.6
2	TU.490	80.5	0.74	0.60	5.24	0.85	12.07	50.6	111.2
3	TU.491	80.5	0.61	0.75	2.95	0.97	14.22	66.1	132.0
4	TU.493	85.2	1.17	0.48	4.11	0.89	8.15	41.6	76.1
5	TU.575	87.5	0.86	0.27	2.79	0.53	8.05	38.1	36.4
6	TU.576	82.9	0.74	0.46	2.59	0.72	12.59	57.5	97.2
7	TU.577	84.6	0.95	0.39	2.86	0.65	10.55	49.5	61.4
8	TU.578	84.0	1.08	0.42	3.12	0.76	10.62	50.6	55.2
9	TU.881	82.2	1.13	0.27	3.77	0.73	11.90	54.6	69.1
10	TU.883	83.1	1.19	0.28	4.16	0.77	10.50	49.3	74.6
11	TU.884	85.4	0.91	0.43	3.21	0.82	9.23	44.4	74.1
12	TU.885	84.6	1.14	0.44	4.68	0.81	8.33	41.8	73.4
13	TU.886	88.0	0.74	0.04	3.06	0.59	7.57	33.6	59.4
14	TU.919	84.3	0.91	0.17	3.26	0.73	10.63	47.7	96.7
15	TU.920	87.2	0.76	0.34	3.12	0.54	8.04	38.3	39.5
16	TU.921	85.6	0.86	0.32	2.60	0.67	9.95	46.1	91.6
17	TU.922	82.4	0.73	0.39	3.22	0.77	12.49	56.4	101.1
18	TU.923	84.4	1.11	0.19	4.47	1.08	8.75	41.2	109.0
19	TV.354	87.6	0.99	0.25	3.52	0.54	7.10	34.6	47.7
20	TV.355	85.4	1.19	0.51	4.13	0.60	8.17	42.0	45.6
21	TV.356	87.8	0.72	0.03	3.40	0.55	7.50	32.2	52.3
22	TV.357	88.1	0.93	0.13	2.95	0.55	7.34	34.2	68.7

ตารางที่ 4 ผลวิเคราะห์มะเกี๋ยงในปี พ.ศ. 2541 จำนวน 47 ตัวอย่าง (ต่อ)

ลำดับที่	หมายเลขปฏิบัติการ	ความชื้น ร้อยละ	โปรตีน (Nx6.25) ร้อยละ	ไขมัน ร้อยละ	กาก ร้อยละ	เถ้า ร้อยละ	คาร์โบไฮเดรต (โดยการคำนวณ) ร้อยละ	ค่าพลังงานความร้อน กิโลแคลอรี/ 100 กรัม	แคลเซียม มิลลิกรัม/ 100 กรัม
23	TV.358	85.8	0.91	0.23	3.44	0.63	8.99	41.7	48.7
24	TV.359	87.9	0.94	0.61	3.27	0.60	6.68	36.0	33.5
25	TV.360	87.8	1.20	0.51	3.01	0.72	6.76	36.4	30.4
26	TV.361	86.4	0.85	0.59	3.08	0.63	8.45	42.5	68.0
27	TV.362	88.3	0.97	0.25	2.53	0.68	7.27	35.2	39.1
28	TV.363	87.7	0.97	0.56	3.01	0.44	7.32	38.2	30.0
29	TV.650	87.3	0.68	0.20	2.61	0.52	8.69	39.3	68.6
30	TV.651	87.0	0.99	0.47	3.73	0.71	7.10	36.6	71.9
31	TV.652	89.2	0.68	0.39	2.76	0.54	6.43	32.0	52.6
32	TV.653	88.0	0.86	0.30	2.92	0.57	7.35	35.5	42.7
33	TV.654	87.2	0.77	0.29	3.27	0.64	7.83	37.0	19.5
34	TV.655	85.0	1.14	0.41	3.83	0.72	8.90	43.9	51.0
35	TV.656	89.0	0.78	0.38	2.75	0.70	6.39	32.1	13.9
36	TV.657	88.6	0.62	0.65	2.63	0.54	6.96	36.2	54.8
37	TV.658	79.0	1.04	0.25	3.84	0.91	14.96	66.2	124.6
38	TV.659	86.4	0.72	0.18	3.06	0.57	9.07	40.8	56.8
39	TV.951	87.8	1.11	0.19	3.31	0.62	6.97	34.0	33.0
40	TV.952	84.4	1.00	0.13	3.00	0.83	10.64	47.7	77.5
41	TV.953	86.6	0.89	0.29	2.84	0.66	8.72	41.0	86.5
42	TV.954	89.5	0.85	0.25	2.89	0.56	5.95	29.4	24.2
43	TV.955	85.4	0.90	0.38	3.86	0.54	8.92	42.7	54.2
44	TV.956	83.7	1.08	0.27	4.35	0.78	9.82	46.0	80.6

ตารางที่ 4 ผลวิเคราะห์มะเกี๋ยงในปี พ.ศ. 2541 จำนวน 47 ตัวอย่าง (ต่อ)

ลำดับที่	หมายเลขปฏิบัติการ	ความชื้น ร้อยละ	โปรตีน (Nx6.25) ร้อยละ	ไขมัน ร้อยละ	กาก ร้อยละ	เถ้า ร้อยละ	คาร์โบไฮเดรต (โดยการคำนวณ) ร้อยละ	ค่าพลังงานความร้อน กิโลแคลอรี/100 กรัม	แคลเซียม มิลลิกรัม/100 กรัม
45	TV.957	86.7	0.71	0.26	3.01	0.65	8.67	39.9	65.0
46	TV.958	85.7	1.09	0.26	4.16	0.70	8.09	39.1	58.9
47	TV.959	88.1	0.95	0.38	3.32	0.58	6.67	33.9	26.2
ค่าเฉลี่ย		85.8	0.91	0.35	3.35	0.68	8.95	42.5	63.9
ค่าต่ำสุด		79.0	0.61	0.03	2.53	0.44	5.95	29.4	13.9
ค่าสูงสุด		89.5	1.20	0.75	5.24	1.08	14.96	66.2	132.0

ตารางที่ 5 ผลวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของมะเกี๋ยงกับผลไม้ไทยชนิดต่าง ๆ

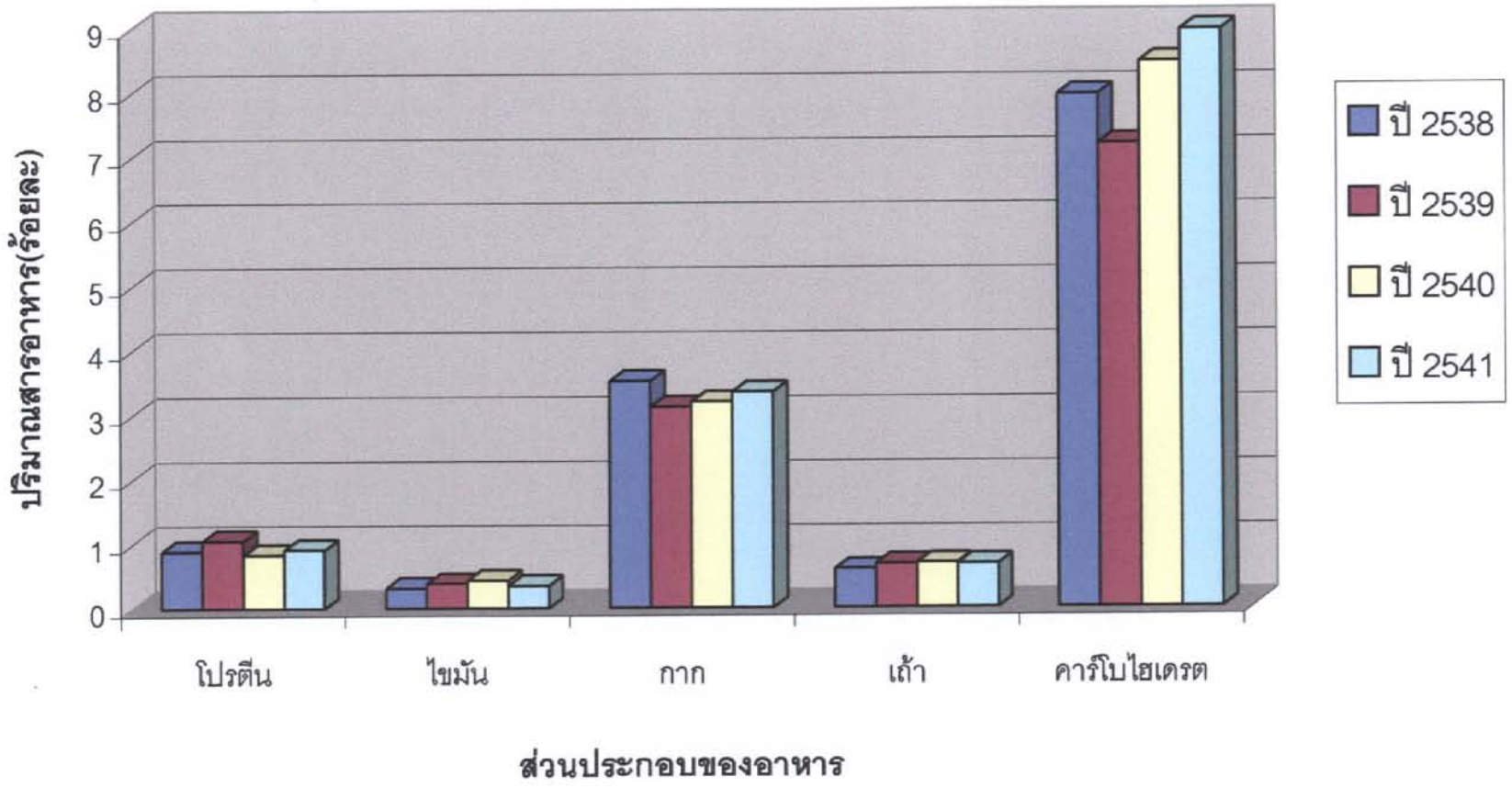
ชื่อตัวอย่าง	ความชื้น ร้อยละ	โปรตีน ร้อยละ	ไขมัน ร้อยละ	กาก ร้อยละ	เถ้า ร้อยละ	คาร์โบไฮเดรต (โดยการคำนวณ) ร้อยละ	ค่าพลังงานความร้อน กิโลแคลอรี/100 กรัม	แคลเซียม มิลลิกรัม/100 กรัม
มะเกี๋ยง	86.7	0.93	0.37	3.28	0.67	8.08	39.3	63.6
มะไฟ	88.2	0.7	0.3	0.9	0.3	9.6	44	2
มะเฟือง	90.0	0.4	0.1	0.9	0.8	7.8	34	9
ละมุดไทย	77.3	0.3	0.8	2.5	0.4	15.6	71	15
มังคุด	79.2	0.5	0	0.3	0.2	18.4	76	11

หมายเหตุ ผลวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของตัวอย่าง มะไฟ มะเฟือง ละมุดไทย และ มังคุด นำมาจากตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

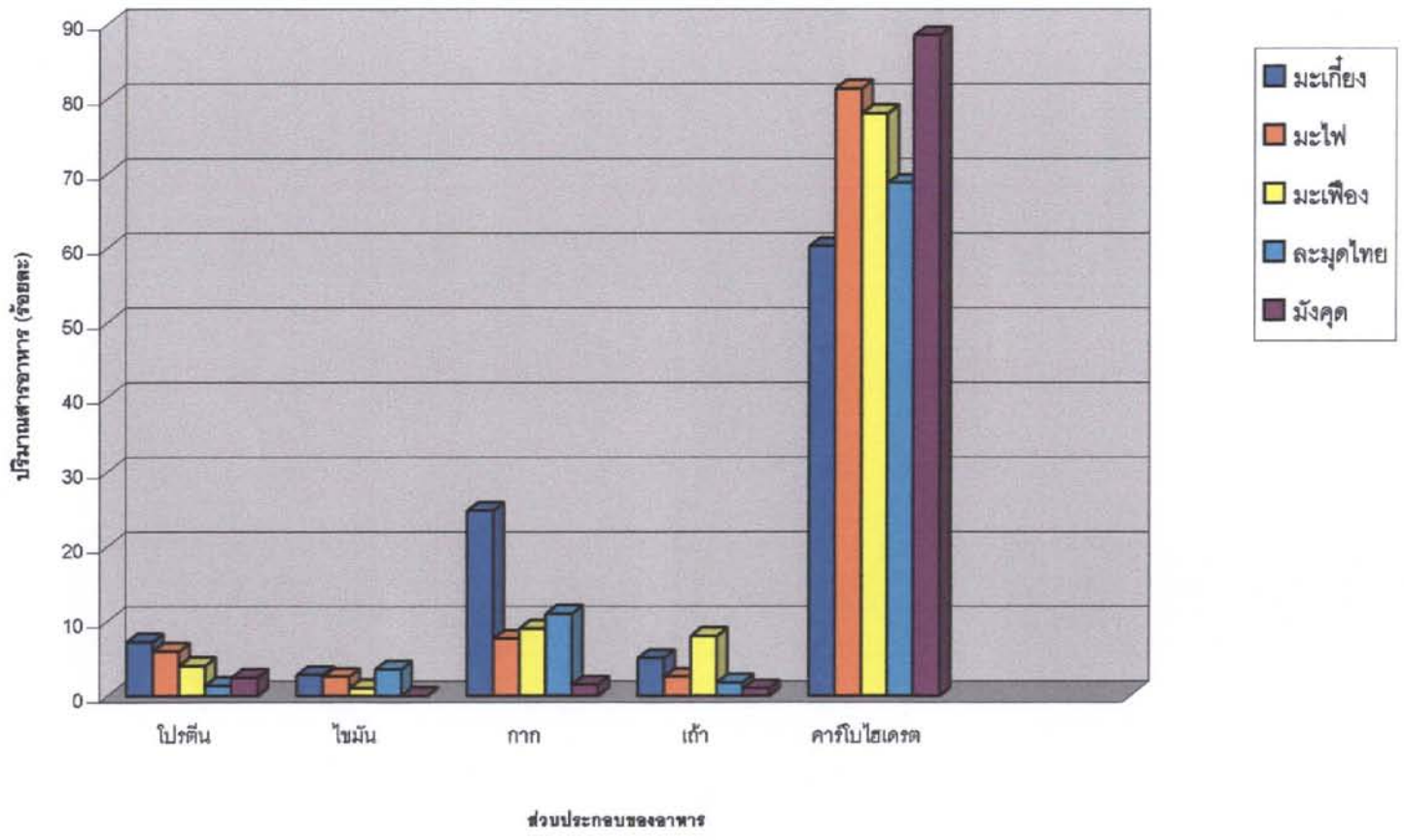
<u>ตารางที่ 6</u> ผลวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของมะเกี๋ยงกับผลไม้ไทยชนิดต่าง ๆ โดยคำนวณ ต่อตัวอย่างแห้ง 100 กรัม

ชื่อตัวอย่าง	โปรตีน	ไขมัน	กาก	เถ้า	คาร์โบไฮเดรต (โดยการคำนวณ)	ค่าพลังงานความร้อน	แคลเซียม
	◄——— กรัม ———►					กิโลแคลอรี	มิลลิกรัม
มะเกี๋ยง	7.18	2.80	24.8	5.04	60.2	294.6	475.4
มะไฟ	5.93	2.54	7.63	2.54	81.4	372.9	16.9
มะเฟือง	4.00	1.00	9.00	8.00	78.0	340.0	90.0
ละมุดไทย	1.32	3.52	11.0	1.76	68.7	312.8	66.1
มังคุด	2.40	0.00	1.44	0.96	88.5	365.4	52.9

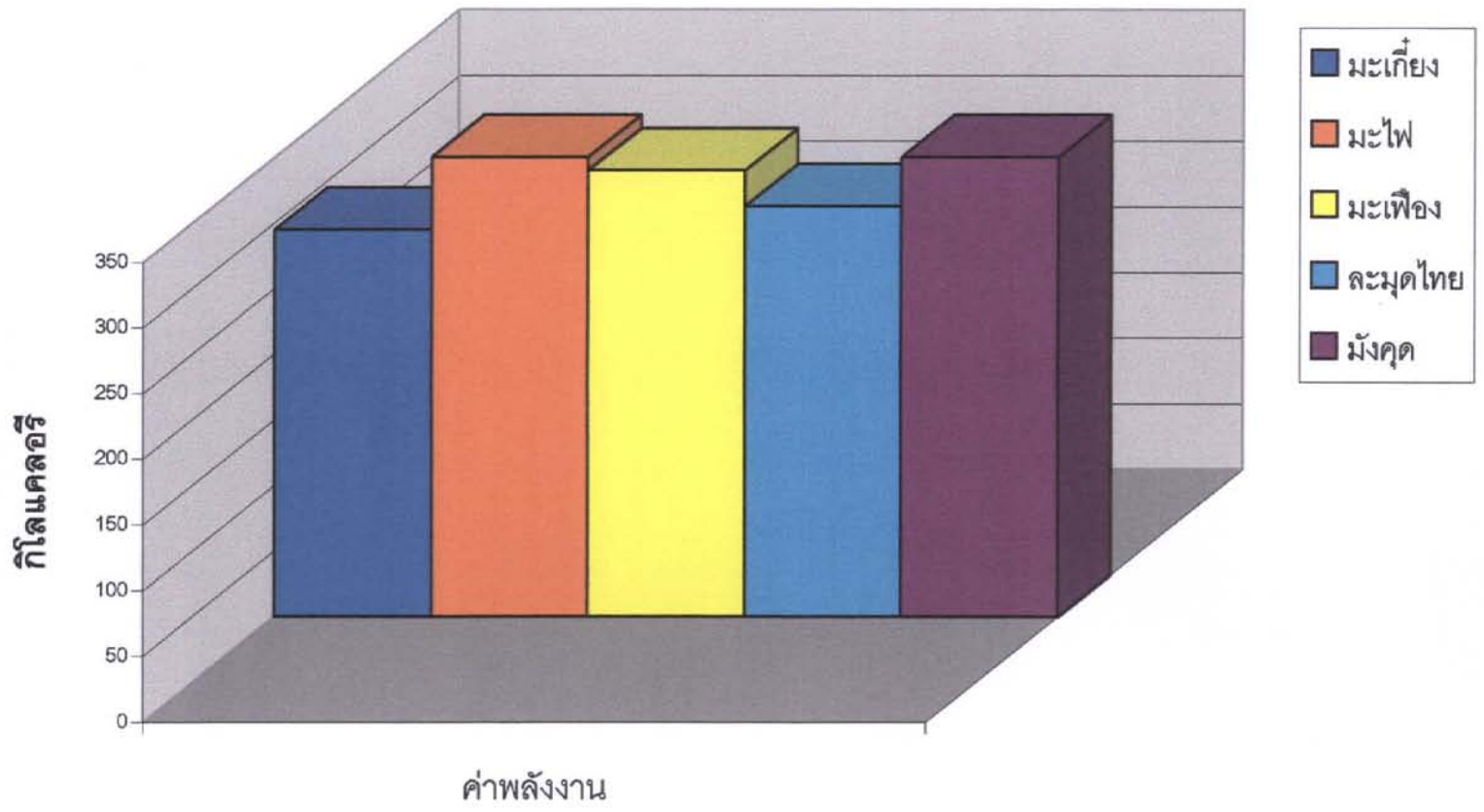
รูปที่ 1 กราฟแสดงคุณค่าทางโภชนาการของมะเกี๋ยงระหว่างปี 2538-2541



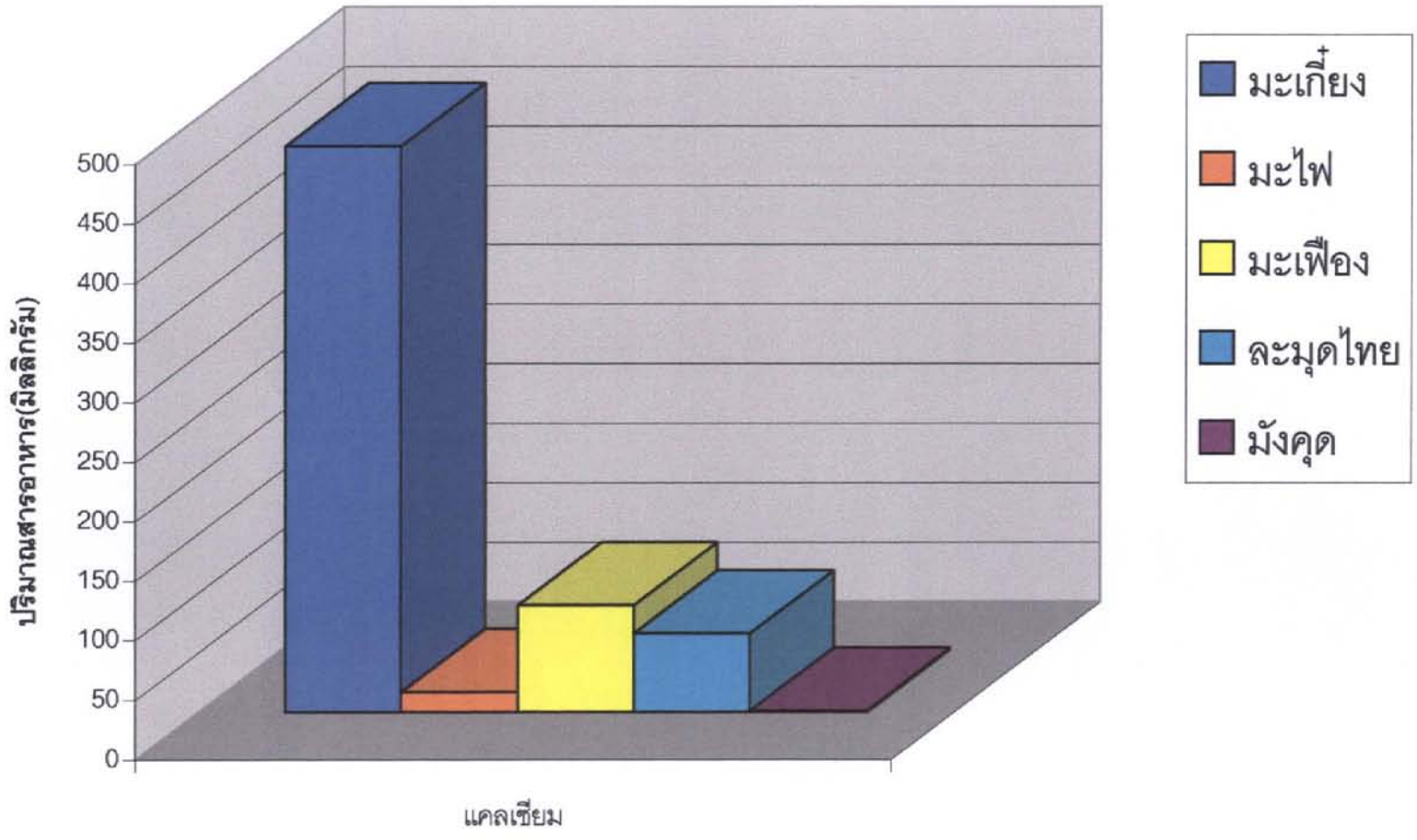
รูปที่ 2 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการระหว่างมะเกี๋ยงกับผลไม้ไทยชนิดต่าง ๆ

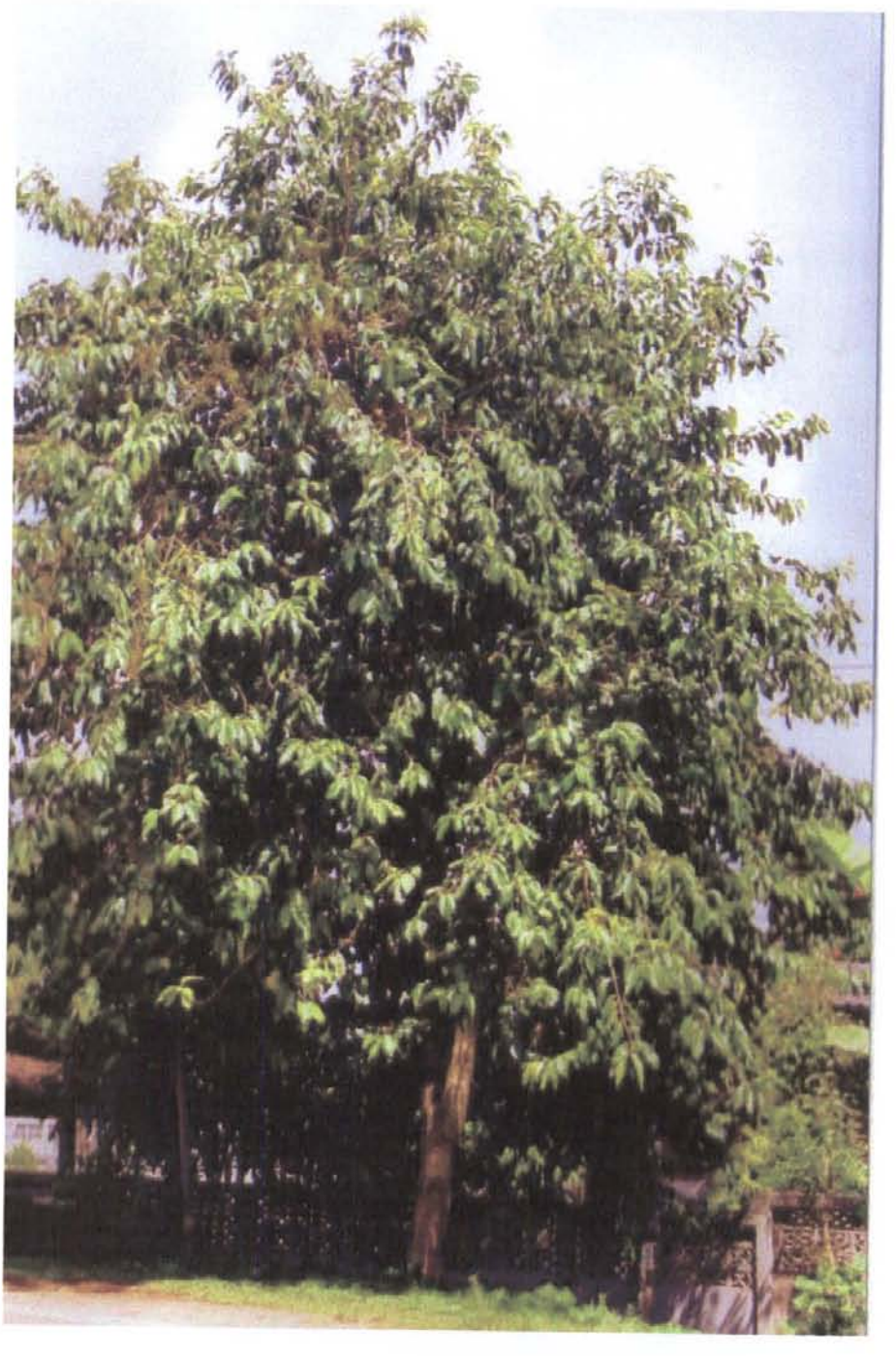


รูปที่ 3 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบค่าพลังงานความร้อนระหว่างมะเกี๋ยงกับผลไม้ไทยชนิดต่าง ๆ



รูปที่ 4 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบค่าแคลเซียมระหว่างมะเกี๋ยงกับผลไม้ไทยชนิดต่าง ๆ





รูปที่ 5 ต้นมะเกี๋ยง

รูปที่ 6 ผลมะเกี๋ยง