

เนื้อในเมล็ดมะม่วง ของดีที่ถูกมองข้าม

ปราณี อินประโคน

ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

บทคัดย่อ

ในแต่ละปี การบริโภคและการแปรรูปมะม่วงในประเทศไทย ก่อให้เกิดขยะเนื้อในเมล็ดมะม่วงที่ถูกทิ้งและทำให้เกิดปัญหาแก๊สภาวะแวดล้อมในปริมาณที่สูงถึง 57,200 ตัน ขยะเมล็ดมะม่วงเหล่านี้เป็นของดีที่ถูกมองข้ามจากสังคมไทย อย่างน่าเสียดาย ผลงานวิจัยที่ทันสมัยในปัจจุบันได้ชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ของเมล็ดมะม่วง ซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่ให้คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีนที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไขมันทดแทนเนยโกโก้และเนยขาวปราศจากไขมันทรานส์ซึ่งมีมูลค่าสูงและไม่สามารถผลิตได้ในประเทศเขตร้อนชื้น นอกจากนี้ เนื้อในเมล็ดมะม่วงยังอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลเสรีที่มีฤทธิ์สูง การรับประทานเนื้อในเมล็ดมะม่วงเป็นอาหารเสริมจะช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน และป้องกันร่างกายจากพยาธิสภาพต่างๆ ที่เกิดจากอนุมูลเสรี เช่น โรคความจำเสื่อม โรคหัวใจ และมะเร็ง เนื้อในเมล็ดมะม่วงมีคุณสมบัติทางเครื่องสำอางเพราะช่วยให้ความชุ่มชื้นและชะลอการแก่ของเซลล์ผิวหนังและสามารถใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ที่มีราคาถูกได้อีกด้วย

คำสำคัญ: เนื้อในเมล็ดมะม่วง; สารต้านอนุมูลเสรี; สารกันเสียชีวภาพ; เครื่องสำอาง

Abstract

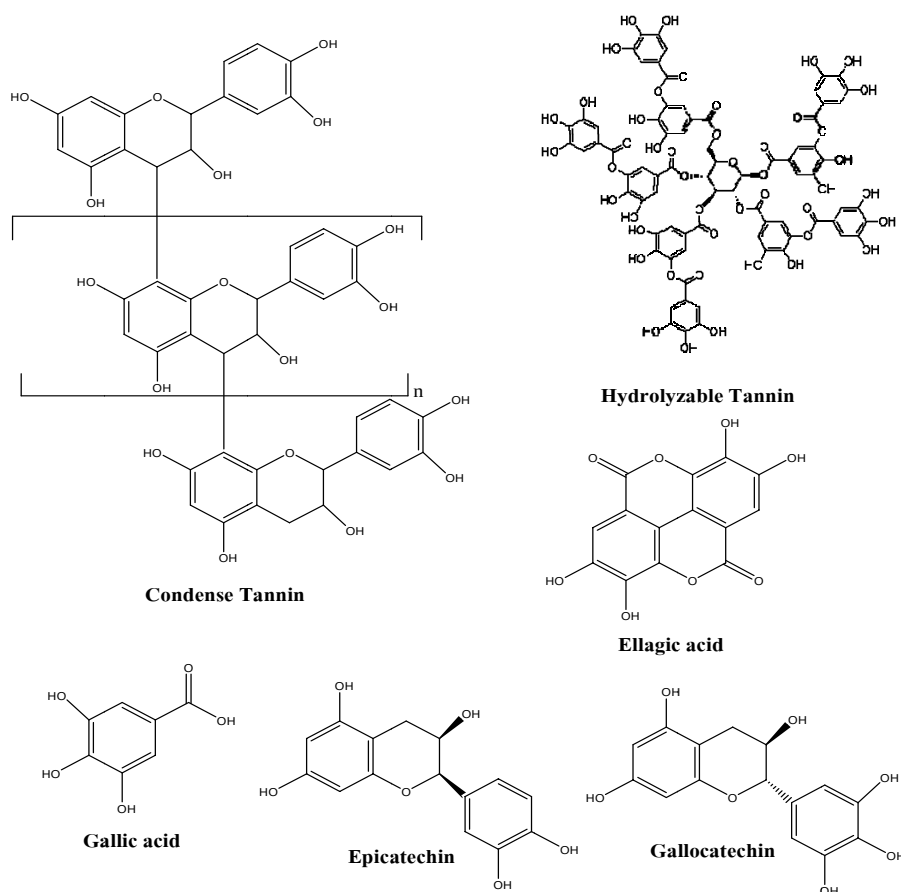
In Thailand, at least 57,200 tonnes of mango kernels are discarded annually as waste from consumption and industrial processing of mango and thus have become a source of environmental pollution. Unfortunately, high value-added use of this mango seed waste has not realized. Recent research has indicated the usefulness of mango seed as a potential food source which contains high nutritional carbohydrate, fat and protein. The fat portion can be used as a cocoa-butter substitute as well as raw material for the production of *trans*-fatty acid-free shortenings which are not available in tropical countries. Moreover, mango seed kernel is a rich source of potent antioxidants. Food supplementation with mango kernel extract, therefore, helps to increase our immunity as well as preventing free radical induced-diseases such as loss of memory, atherosclerosis and cancer. Due to its emollient and anti-ageing properties, mango seed kernel is suitable for cosmetics. In addition, mango seed kernel can also be utilized as alternative source of animal feed stuff.

Keywords: mango seed kernel; antioxidants; biopreservative; cosmetics

บทนำ

“มะม่วง” นอกจากเป็นผลไม้ที่คนไทยรู้จักกันแพร่หลายแล้ว ยังเป็นที่รู้จักเป็นอย่างดีสำหรับนักวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับสารต้านอนุมูลเสรีว่า มีคุณค่าสูงมาก ทุกส่วนของมะม่วง ไม่ว่าจะเป็นใบ เปลือกของต้น ดอก ผล และเมล็ด มีสารกลุ่มแทนนิน (tannin) ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) พอลิฟีนอล (polyphenols) และฟีนอลิก (phenolics) (รูปที่ 1) ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลเสรีในปริมาณที่สูงมาก⁽²⁶⁻²⁷⁾ มะม่วงเป็นผลไม้ที่อยู่คู่กับคนไทยมาช้านาน

และเป็นผลไม้ที่มีผู้นิยมบริโภคมากที่สุดชนิดหนึ่งในประเทศ มีพันธุ์ให้เลือกรับประทานหลากหลาย ทั้งแบบผลดิบ เช่น เขียวเสวย แรด หนองแซง พิมเสนมัน และรับประทานผลสุก เช่น อกร่อง น้ำดอกไม้ หนั่งกลางวัน หรือในรูปของมะม่วงแปรรูป เช่น น้ำมะม่วง มะม่วงกวน มะม่วงแช่อิ่ม มะม่วงดอง โดยเฉพาะมะม่วงพันธุ์ที่นิยมนำมาดองนั้น คือ แก้ว สามปี และตลับนาค มะม่วงนับเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งที่ประเทศไทยมีปริมาณการผลิตมากเป็นอันดับที่ 4 ของโลกรองจากอินเดีย จีนและเม็กซิโก โดยมีปริมาณการผลิตประมาณ 572,000



รูปที่ 1 สารต้านอนุมูลเสรี ประเภทฟอลิฟีนอล และ สารฟีนอลิก ที่พบในเนื้อในเมล็ดมะม่วง

เมตริกต้นต่อปี มะม่วงทั่วโลกมีอยู่ประมาณ 793 พันธุ์ โดยชนิด (species) ที่พบในประเทศไทยคือ มะม่วงกะล่อนหรือมะม่วงป่า (*Mangifera duperrana* Chochinchina), *M. indica*, *M. caloneura*, *M. siamensis*, *M. oblongifolia* Malaca, *M. camptosperma* และ *M. lagenifera* การบริโภคและการแปรรูปมะม่วงในระดับอุตสาหกรรมได้ก่อให้เกิดปัญหาทางสภาพแวดล้อมที่สูงมาก ทั้งนี้เป็นผลมาจากการใช้เฉพาะส่วนเนื้อมะม่วงเท่านั้น ส่วนอื่นๆ ของผลมะม่วงจะถูกทิ้งเป็นขยะสูงถึง 40-60% โดยไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์ ทั้งนี้แบ่งเป็นเปลือก 12-15% เศษเนื้อมะม่วง 5-10% และเป็นเมล็ดมะม่วง 15-20% ในประเทศอินเดียประเทศเดี่ยมีเมล็ดมะม่วงที่ถูกทิ้งจากการบริโภคและอุตสาหกรรมการแปรรูปมะม่วงสูงถึง 300,000 ตัน/ปี เพื่อลดปัญหาของขยะเมล็ดมะม่วงจำนวนมากนี้ จึงมีการวิจัยเพื่อนำเอาเมล็ดมะม่วงมาใช้ประโยชน์ทั้งเป็นอาหารอาหารเสริม เครื่องสำอาง ยา และอาหารสัตว์⁽¹⁷⁾ ในขณะที่ประเทศไทยซึ่งมีขยะเมล็ดมะม่วงในปริมาณสูงถึง 95,000 ตัน/ปี โดยคิดเป็นเนื้อในเมล็ดมะม่วงที่มีคุณค่าที่ถูกทิ้งสูง

ถึง 57,200 ตัน/ปีนั้น ยังไม่มีการทำวิจัยหรือการให้ข้อมูลถึงคุณค่าของเมล็ดมะม่วงอันจะเป็นการกระตุ้นให้วงการวิจัยเกิดความสนใจในการนำเอาขยะเมล็ดมะม่วงกลับมาใช้ประโยชน์แต่อย่างใด ขยะเมล็ดมะม่วงจึงเป็นของดีที่ถูกมองข้ามอย่างน่าเสียดายและกลับถูกทิ้งให้กลายเป็นปัญหาคอสมอสแวดล้อม จึงสมควรที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะต้องให้ความรู้ที่เกี่ยวกับคุณค่าและประโยชน์ของเมล็ดมะม่วงเพื่อกระตุ้นให้นักวิจัยหันมาสนใจศึกษาอย่างจริงจังและเพื่อกระตุ้นให้คนไทยได้หันมาให้ความสนใจต่อของดีใกล้ตัวและนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุดต่อไป

องค์ประกอบของเนื้อในเมล็ดมะม่วง

การวิจัยในปัจจุบันยังคงจำกัดอยู่ที่เนื้อในเมล็ดของมะม่วงสายพันธุ์ *M. indica* จากประเทศอินเดีย อียิปต์ และไนจีเรียเท่านั้น ส่วนมะม่วงสายพันธุ์อื่นๆ ยังไม่มีรายงานการศึกษาวิจัย ทั้งนี้ ผลการวิจัยให้ความรู้ว่างค์ประกอบของเนื้อในเมล็ดมะม่วงจะแตกต่างกันเล็กน้อย ขึ้นอยู่กับแหล่งภูมิศาสตร์ที่เพาะปลูกและสภาพ

ภูมิอากาศ เมื่อกะเทาะเปลือกเมล็ดออกจะเห็นเนื้อในสีขาว เนื้อในของเมล็ดมะม่วงสดนั้นมีความชื้นประมาณ 51% มีรสขม เมื่อนำไปละลายน้ำประมาณ 50 เท่าจะมีความเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5) และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอย่างรวดเร็ว เมื่อสัมผัสอากาศ แสดงถึงปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารฟีนอลิกด้วยเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase)⁽⁴⁾ เมื่อทำให้แห้งด้วยวิธีต่างๆ เช่น ตากแดด หรือ อบด้วยความร้อน จะเหลือความชื้นประมาณ 9-12% นอกจากนี้ เนื้อในเมล็ดมะม่วงแห้งยังประกอบด้วยโปรตีน 5-6% ไขมัน 9-16% คาร์โบไฮเดรต 73-80% เส้นใย 2-3% เถ้า 2-3% และแทนนิน 1%^(7,20,29)

การประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร

เนื้อในเมล็ดมะม่วงมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เพราะอุดมไปด้วยโปรตีน ไขมัน แป้ง และเส้นใย และมีความปลอดภัยสูงหากใช้บริโภค ชนพื้นเมืองและคนยากจนของอินเดียและทวีปแอฟริกาบริโภคเนื้อในเมล็ดมะม่วงโดยนำมาคั่วหรือต้ม เพื่อทดแทนอาหารจำพวกแป้ง มาแต่สมัยโบราณ และอาหารอินเดีย เช่น จาปาตีและสุพารี ในบางท้องถิ่นมีแป้งเนื้อในเมล็ดมะม่วงเป็นส่วนผสมสำคัญ แป้งที่ได้จากเนื้อในเมล็ดมะม่วงเป็นแป้งจากผลไม้ที่มีปริมาณของแป้งซึ่งไม่ถูกย่อย (resistance starch) ในปริมาณที่สูงมาก (75-80%) ดังนั้นหลังจากการรับประทาน แป้งชนิดนี้จึงทำให้ค่าดัชนีน้ำตาล (glycemic index) ต่ำ⁽²⁴⁾

โดยองค์ประกอบของแป้งนี้มีปริมาณเอมิโลส (amylose) 40% และปริมาณเอมิโลเพกทิน (amylopectin) 61% คุณสมบัติของเม็ดแป้ง คุณสมบัติในการละลาย ความหนืด และการขึ้นรูปคล้ายคลึงกับแป้งจากธัญพืชที่นิยมบริโภคกันทั่วไป เช่น แป้งมันฝรั่ง แป้งข้าวเจ้า และแป้งสาลี จึงสามารถนำแป้งเมล็ดมะม่วงมาใช้ทดแทนหรือผสมกับแป้งเหล่านี้ได้⁽¹⁵⁾ โดยเฉพาะแป้งสาลีซึ่งเป็นส่วนประกอบของขนมหลายประเภทนั้น ต้องพึ่งพาการนำเข้าและมีราคาแพง

การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งที่มีราคาถูกกว่า เช่น แป้งเมล็ดมะม่วงนับว่าน่าสนใจอย่างยิ่งเพราะแป้งเมล็ดมะม่วงมีความสามารถในการดูดน้ำสูง จึงเหมาะที่จะนำมาใช้ในการทำไอศกรีมและขนมอบ จากการศึกษาผลกระทบต่อคุณภาพของขนมปังกรอบเมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดมะม่วงบางส่วน พบว่าแป้งเมล็ดมะม่วงสามารถใช้แทนแป้งสาลีในสูตรการผลิตขนมปังกรอบได้สูงถึง 50% โดยที่ผู้บริโภคไม่สามารถบอกรายละเอียดแตกต่างจากขนมปังกรอบสูตรที่ใช้แป้งสาลี 100% ได้ ทั้งในด้านรสชาติ ความกรอบ สี และกลิ่น จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของแป้งเมล็ดมะม่วง แป้งสาลี แป้งผสมเมล็ดมะม่วงกับแป้งสาลี และขนมปังกรอบที่ผลิตจากแป้งผสม พบว่ามีองค์ประกอบและคุณค่าทางโภชนาการที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญดังแสดงในตารางที่ 1⁽⁵⁾

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของแป้งเมล็ดมะม่วง แป้งสาลี แป้งผสม เมล็ดมะม่วง:แป้งสาลี (50:50) และขนมปังกรอบที่ผลิตจากแป้งผสม⁽⁵⁾

องค์ประกอบ(กรัม/กิโลกรัม)	ชนิดของแป้ง			ขนมปังกรอบที่ผลิตจากแป้งผสม
	เนื้อในมะม่วง	สาลี	แป้งผสม	
ความชื้น	91.0	136.8	122.9	77.1
โปรตีน	66.1	134.0	93.0	68.1
ไขมัน	94.0	10.0	65.1	182.0
เส้นใย	28.0	3.8	13.8	10.3
คาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำ (ในรูปน้ำตาลซูโครส)	27.5	31.9	57.0	179.0
แป้ง	500.0	657.0	594.7	336.1
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด	182.6	20.4	46.3	136.5
แคลอรี (kJ/กิโลกรัม)	16.6	14.5	15.4	18.9
pH	4.5	4.4	4.4	4.4
ความเป็นกรด (เทียบกับกรดซิตริก)	17.5	7	10.5	10.5
กรดแอสคอร์บิก	0.17	0.08	0.09	0.00
แทนนิน (เทียบกับ แคทเทชิน)	23.4	0.6	15.1	1.3

สำหรับแป้งบางชนิดที่มีคุณค่าทางโภชนาการต่ำ เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด แป้งข้าวฟ่าง การผสมกับแป้งเมล็ดมะม่วงจะทำให้ปริมาณไขมันและโปรตีนของแป้งเหล่านี้สูงขึ้น⁽³⁾ ปริมาณของคาร์โบไฮเดรตที่สูงทำให้แป้งชนิดนี้เหมาะที่จะนำมาใช้เป็นสารตั้งต้นในการย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาเอมิเลส (α -amylase) และกลูโคเอมิเลส (glucoamylase) เพื่อผลิตน้ำเชื่อมกลูโคส⁽²⁸⁾

แป้งเนื้อในเมล็ดมะม่วงนี้ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณโปรตีนค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณโปรตีนในแป้งที่ใช้บริโภคทั่วไป (ตารางที่ 1) แต่นับว่าเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญเนื่องจากมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายเป็นส่วนประกอบในอัตราส่วนสูงถึง 32% ของกรดอะมิโนทั้งหมด และกรดอะมิโนจำเป็นที่พบในเนื้อในเมล็ดมะม่วงนี้มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดโดย FAO/WHO

(ตารางที่ 2)⁽¹⁾ ยกเว้น methionine, threonine และ tyrosine

เมื่อพิจารณาในแง่ปริมาณและคุณค่าเชิงพาณิชย์ เพื่อการผลิตน้ำมันสำหรับบริโภค น้ำมันจากเนื้อในเมล็ดมะม่วงมีศักยภาพในการนำมาผลิตในระดับอุตสาหกรรม เพราะมีปริมาณไขมันในระดับ 11-18% ซึ่งนับว่าเป็นปริมาณที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่นๆ ที่มีการผลิตอยู่ในปัจจุบัน เช่น ข้าวโพดมี 5% ถั่วเหลือง 18% เมล็ดฝ้าย 15%⁽¹⁰⁾ ส่วนกระบวนการผลิตและการทำให้น้ำมันบริสุทธิ์นั้นไม่ยุ่งยากและมีต้นทุนต่ำ เพราะน้ำมันเมล็ดมะม่วงทนต่อการเกิดออกซิเดชัน และมีปริมาณของเอนไซม์ลิเพส (lipase) ค่อนข้างน้อย ทำให้น้ำมันมีความเป็นกรดต่ำ น้ำมันพืชที่ผลิตจากประเทศเขตร้อนชื้นทั่วไปนั้นประกอบด้วยกรดไขมันสายโซ่ยาวปานกลางและอิ่มตัว เช่น กรดลอริก (lauric acid) ที่มีปริมาณมากในน้ำมันมะพร้าว หรือกรดปาล์มติก (palmitic acid) ในน้ำมันปาล์ม

ตารางที่ 2 องค์ประกอบของกรดอะมิโนของแป้งเมล็ดมะม่วง (mean $\pm$ SD, n=4) เปรียบเทียบกับ โปรตีนมาตรฐานที่กำหนดโดย FAO/WHO (กรัมของกรดอะมิโน/100 กรัมของโปรตีน)⁽¹⁾

กรดอะมิโน	เนื้อในเมล็ดมะม่วง	มาตรฐาน FAO/WHO
Leucine	6.9 $\pm$ 0.2	4.8
Isoleucine	4.4 $\pm$ 0.2	4.2
Methionine	1.2 $\pm$ 0.1	2.2
Phenylalanine	3.4 $\pm$ 0.1	2.8
Lysine	4.3 $\pm$ 0.2	4.2
Threonine	3.4 $\pm$ 0.2	4.0
Tyrosine	2.7 $\pm$ 0.1	4.1
Valine	5.8 $\pm$ 0.3	4.2
กรดอะมิโนที่จำเป็นทั้งหมด	32.1 $\pm$ 2.2	
Aspartic acid	6.5 $\pm$ 0.4	
Glutamic acid	18.2 $\pm$ 0.8	
Serine	3.3 $\pm$ 0.1	
Proline	3.5 $\pm$ 0.2	
Glycine	4.0 $\pm$ 0.4	
Alanine	4.2 $\pm$ 0.4	
Histidine	5.5 $\pm$ 0.6	
Arginine	7.3 $\pm$ 0.8	
กรดอะมิโนที่ไม่จำเป็นทั้งหมด	52.2 $\pm$ 2.1	

แต่น้ำมันเมล็ดมะม่วงมีคุณค่าทางโภชนาการสูง และแตกต่างจากน้ำมันพืชทั่วไปในเขตร้อนชื้นเนื่องจากมีปริมาณกรดไขมันจำเป็น คือ กรดโอเลอิก (oleic acid) และกรดลิโนเลอิก (linoleic acid) ในปริมาณที่สูงคล้ายคลึงกับน้ำมันมะกอก (ตารางที่ 3) มีสารต้านอนุมูลเสรีกลุ่มที่ละลายในน้ำมัน คือ ฟอสโฟลิพิด (phospholipids) และกลุ่มไฟโทสเตอรอล (phytosterol) เช่น สควาลีนสเตอรอล (squalene sterol) และโทโคฟีรอล (tocopherol) ถึง 0.34 % นับเป็นปริมาณที่สูงเมื่อเทียบกับน้ำมันที่บริโภคทั่วไปซึ่งมีปริมาณของไฟโทสเตอรอล 0.1-0.5%⁽¹⁶⁾

เมื่อพิจารณาถึงชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบของไตรกลีเซอไรด์ในน้ำมันเมล็ดมะม่วงนั้น พบว่ามีลักษณะพิเศษมากเพราะมีความคล้ายคลึงกับน้ำมันที่หายาก คือ เนยโกโก้ ทั้งชนิดของกรดไขมัน และตำแหน่งของกรดไขมันบนไตรกลีเซอไรด์ ดังแสดงในตารางที่ 3⁽¹¹⁾

ตารางที่ 3 ปริมาณของกรดไขมัน (%) ของน้ำมันเนื้อมะม่วง เนยโกโก้ และ น้ำมันมะกอก⁽¹¹⁾

ชนิดของกรดไขมัน	ปริมาณของกรดไขมัน (%) ของน้ำมัน		
	เนื้อมะม่วง	เนยโกโก้	มะกอก
กรดไมริสติก (C14:0)	0.5 ± 0.1	-	0.0-1.5
กรดปาล์มมิก (C16:0)	5.8 ± 0.3	23-26	7.5-20
กรดสเตอริก (C18:0)	38.3 ± 1.2	35-37	0.5-5.0
กรดโอเลอิก (C18:1)	46.1 ± 2.3	34-37	55.0-83.0
กรดไลโนเลอิก (C18:2)	8.2 ± 2.3	1-3	3.5-21.0
กรดไลโนเลนิก (C18:3)	1.2 ± 0.2	-	0.0-1.5

เนยโกโก้มีลักษณะพิเศษมากและเป็นองค์ประกอบหลักของช็อกโกแลต มีน้ำมันเพียงไม่กี่ชนิดที่มีคุณสมบัติเช่นนี้ คือ มีจุดหลอมเหลวที่ 35°C ใกล้เคียงกับอุณหภูมิของร่างกายมนุษย์ จึงทำให้หลอมละลายอย่างรวดเร็วในปากขณะที่กำลังเคี้ยว คุณสมบัติเช่นนี้เป็นเพราะเนยโกโก้มีส่วนประกอบของกรดปาล์มมิก กรดสเตอริก และกรดโอเลอิกในอัตราส่วนที่เหมาะสม และกรดโอเลอิกจะต้องอยู่ที่ตำแหน่ง sn-2 ของไตรกลีเซอไรด์ ฉะนั้นน้ำมันเมล็ดมะม่วงนับว่าเป็นน้ำมันเพียงไม่กี่ชนิดที่มีปริมาณของกรดปาล์มมิก กรดสเตอริก และกรดโอเลอิกที่ตำแหน่ง sn-2 ซึ่งคล้ายคลึงกับเนยโกโก้มากจนถึงขนาดที่หากมีการปลอมแปลงเนยโกโก้ โดยการเติมน้ำมันเมล็ดมะม่วงก็จะเป็นสิ่งที่ตรวจสอบได้ยากมาก⁽⁸⁾ ในปัจจุบันทวีปแอฟริกาผูกขาดการผลิตเนยโกโก้ และปริมาณที่ผลิต

ได้ก็ไม่น้อยอนขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ จึงทำให้เนยโกโก้มีราคาค่อนข้างแพง ดังนั้น ในประเทศที่ไม่สามารถผลิตเนยโกโก้ได้ เช่น ประเทศไทย การผลิตน้ำมันเมล็ดมะม่วงมาทดแทนเนยโกโก้จึงน่าสนใจ เป็นความท้าทาย และจะทำให้การผลิตช็อกโกแลตมีราคาถูกลง ในแถบเอเชีย ปัจจุบันมีการผลิตน้ำมันเมล็ดมะม่วงในระดับอุตสาหกรรมในประเทศอินเดียเท่านั้น

เนยขาว (shortening) เป็นส่วนผสมที่สำคัญของขนมปัง ขนมปังกรอบ และเค้ก ซึ่งเนยขาวนั้นมีไขมันที่มีกรดไขมันสายโซ่ยาวและอิ่มตัว เช่น กรดปาล์มมิก และกรดสเตอริกเป็นองค์ประกอบ เนยขาวทางการค้าผลิตโดยกระบวนการเติมไฮโดรเจน (hydrogenation) ซึ่งมีข้อเสียคือกระบวนการนี้จะก่อให้เกิดกรดไขมันทรานส์ (trans-fatty acid) สูงถึง 20-40% ปัจจุบันมีรายงานทางการแพทย์ว่ากรดไขมันทรานส์เป็นอันตรายที่สำคัญที่ก่อให้เกิดโรคหัวใจ ทำให้ปริมาณของไขมัน HDL ในเลือดลดลงในขณะที่

ที่ปริมาณของไขมัน LDL สูงขึ้น การบริโภคกรดไขมันทรานส์ในอัตราส่วนที่สูงกว่า 4% ของแคลอรีทั้งหมดจะเพิ่มปริมาณไขมันชนิดเลวในเลือดให้สูงขึ้น ดังนั้น จึงได้มีความพยายามที่จะผลิตเนยขาวที่ปราศจากกรดไขมันทรานส์ขึ้น และน้ำมันเมล็ดมะม่วงมีองค์ประกอบที่เหมาะสมเพราะมีกรดสเตอริกในปริมาณสูง การผลิตเนยขาวนั้นจะต้องสกัดน้ำมันเมล็ดมะม่วงเพื่อแยกเอาส่วนที่มีกรดสเตอริกสูงด้วยตัวทำละลาย และพบว่าส่วนดังกล่าวนี้ซึ่งปราศจากกรดไขมันทรานส์ มีปริมาณสูงถึง 55% ที่สามารถใช้ทดแทนเนยขาวทางการค้าในการผลิตขนมปังเค้กและขนมปังกรอบได้ ถึงแม้เนยขาวจากเนื้อมะม่วงจะมีราคาแพงกว่าเนยขาวที่ผลิตโดยกระบวนการเติมไฮโดรเจน แต่มีข้อดีที่ประมาณค่ามิได้คือความปลอดภัยและสุขภาพของผู้บริโภค⁽²²⁾ นอกจากนี้คุณสมบัติ

เป็นสารต้านอนุมูลเสรีแล้ว ในหลายประเทศยังใช้สารสกัดจากเนื้อในเมล็ดมะม่วงเป็นสารกันเสียอีกด้วย ในประเทศญี่ปุ่นได้อนุญาตให้ใช้กรดเอลลาจิกเป็นสารกันเสียในอาหาร ในขณะที่แคลโลแทนนินถูกจัดให้เป็นสารเติมแต่งอาหารที่ค่อนข้างปลอดภัย (GRAS; generally recognized as safe) เนื่องจากในร่างกายของสิ่งมีชีวิต แคลโลแทนนินถูกย่อยง่ายได้เป็นกรดแกลลิกหรือกรดเอลลาจิก การศึกษาโดยสกัดสารพอลิฟีนอลด้วยแอลกอฮอล์ 95% ได้สารสกัดที่มีปริมาณของสาร พอลิฟีนอลเป็นส่วนประกอบสูงถึง 80% สารสกัดนี้มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรคในอาหารทั้งกลุ่มแกรมบวกและลบที่ทำการทดสอบรวม 43 สายพันธุ์⁽¹⁴⁾ โดยมีค่า MIC (minimum inhibitory concentrations) ตั้งแต่น้อยกว่า 50 ถึง 2500 ppm แต่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าแบคทีเรียแกรมลบ ดังนั้น การใช้สารสกัดเนื้อในเมล็ดมะม่วงเป็นสารกันเสียจึงจำเป็นต้องใช้ร่วมกับสารกันเสียชนิดอื่นเพื่อให้มีความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบสูงขึ้น

เครื่องสำอาง

เนื้อในเมล็ดมะม่วงใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่องสำอางที่ช่วยชะลอความแก่ได้ เพราะประกอบด้วยน้ำมันที่ให้ความชุ่มชื้นพิเศษต่อผิวหนัง และสารพอลิฟีนอล และสารฟีนอลิก ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลเสรีที่มีฤทธิ์แรงดังที่กล่าวข้างต้น น้ำมันเมล็ดมะม่วงมีกรดโอเลอิกเป็นองค์ประกอบ เมื่อผสมในเครื่องสำอางจะทำหน้าที่เป็นสารให้ความชุ่มชื้นเช่นเดียวกับเนยโกโก้และน้ำมันมะกอก นอกจากนี้ การที่น้ำมันชนิดนี้มีกรดสเตอรอลในปริมาณสูง จึงทำให้เหมาะที่จะใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสบู่ก้อนที่มีเนื้อสัมผัสแข็ง มีความนุ่มนวลเหมือนกับน้ำมันปาล์ม แต่มีข้อดีกว่าน้ำมันปาล์มคือสบู่ที่ผลิตจากน้ำมันเมล็ดมะม่วงที่มีกรดโอเลอิกเป็นส่วนประกอบหลักนั้นจะให้ฟองสบู่ที่มีขนาดเล็กกว่า ทนต่อการฟอก และมีลักษณะเป็นครีมนุ่ม ทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังน้อยกว่าสบู่จากกรดปาล์มมิก

การใช้เนื้อในเมล็ดมะม่วงเป็นอาหารจะต้องคำนึงถึงรสชาติและความปลอดภัยควบคู่กันไป ตามปกติเนื้อในเมล็ดมะม่วงมีรสฝาดเนื่องจากมีสารแทนนินเป็นส่วนประกอบในปริมาณสูง แต่สารแทนนินละลายน้ำได้ดี ดังนั้นการลดปริมาณแทนนินจึงทำได้ง่ายโดยแช่เนื้อในเมล็ดมะม่วงในน้ำหรือนำไปอบหรือต้มที่อุณหภูมิสูง วิธีการเหล่านี้สามารถลดปริมาณของแทนนินได้ถึง 48% เชื่อว่าการบริโภคเนื้อในเมล็ดมะม่วงนั้นน่าจะมีคาม

ปลอดภัยสูง เพราะมีการรับประทานมาตั้งแต่สมัยโบราณ ส่วนการศึกษาทางวิทยาศาสตร์นั้นพบว่าคนที่น้ำหนักตัว 70 กิโลกรัมสามารถรับประทานเนื้อในเมล็ดมะม่วง 400 กรัม หรือแบ่งของเนื้อในเมล็ดมะม่วงที่ผ่านกระบวนการ 800 กรัมได้โดยไม่ก่อให้เกิดอันตราย⁽²³⁾

การประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช่อาหาร

สารกันเสีย และสารกันหืนธรรมชาติ

เนื้อในของเมล็ดมะม่วงนั้นอุดมไปด้วยสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลเสรีสูง ประเภทพอลิฟีนอล เช่น แทนนินที่ละลายได้เมื่อทำการแยกสลายด้วยน้ำ (hydrolyzable tannin) และแคลโลแทนนิน (gallotannin) แทนนินที่แตกตัวหรือสลายด้วยน้ำได้ยาก (condensed tannin) หรืออีกนัยหนึ่งคือโปรแอนโทไซยานิดิน (proanthocyanidin) และสารฟีนอลิก เช่น กรดแกลลิก (gallic acid) กรดเอลลาจิก (ellagic acid) และเอพิแคเทชิน (epicatechin) (รูปที่ 1)^(6, 20) กรดแกลลิกที่พบในเมล็ดมะม่วงมีจำนวนประมาณ 23-838 มิลลิกรัม/100 กรัมของน้ำหนักแห้ง ส่วนกรดเอลลาจิกมีปริมาณตั้งแต่ 3-126 มิลลิกรัม/100 กรัม ขึ้นกับวิธีการสกัด สายพันธุ์มะม่วงและแหล่งที่ปลูก กรดแกลลิกและกรดเอลลาจิกอาจอยู่ในรูปสารอิสระหรือสารประกอบโดยการสร้างพันธะเอสเทอร์ (ester bond) กับน้ำตาลในรูปของแคลโลแทนนิน⁽¹⁷⁾

เป็นที่ทราบกันว่า สารพอลิฟีนอลและสารฟีนอลิกเป็นสารที่มีฤทธิ์แรงทั้งในการต้านอนุมูลเสรีและยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์⁽²⁾ ดังนั้น สารสกัดจากเนื้อในเมล็ดมะม่วงจึงเป็นทั้งสารกันหืนและสารกันเสียชีวภาพที่ช่วยยืดอายุผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้ นอกจากนี้ในน้ำมันของเนื้อในเมล็ดมะม่วงยังพบสารกลุ่มฟอสโฟลิปิดอีก 8 ชนิดได้แก่ phosphatidyl serine, lyso-phosphatidyl choline, phosphatidyl inositol, sphingomyelin, phosphatidyl choline, phosphatidyl ethanolamine, phosphatidic acid และสารประกอบของ glycerophosphatidyl ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลเสรีด้วย ในประเทศอินเดีย มีการทดลองนำสารสกัดจากเนื้อในเมล็ดมะม่วงที่มีทั้งสารฟีนอลิกและฟอสโฟลิปิดเป็นส่วนประกอบมาใช้เป็นสารกันหืนในเนยกี (buffalo ghee) ซึ่งเป็นอาหารที่บริโภคกันมากในประเทศ จากการศึกษพบว่า ปริมาณของสารสกัด 5% มีคุณสมบัติต้านการหืนในเนยกีได้ดีกว่า butylated hydroxyanisole (BHA) ซึ่งเป็นสารกันหืนสังเคราะห์ในปริมาณที่อนุญาตให้เติมได้ 0.02% โดยน้ำหนัก/ปริมาตร สารสกัดจากเนื้อในเมล็ดมะม่วง 5% ยืดอายุการเก็บเนยกีได้นานถึง 928 ชั่วโมงใน

ขณะที่ BHA 0.02% ยืดอายุการเก็บเนยก็ได้เพียง 210.6 ชั่วโมงเท่านั้น⁽²⁰⁾

โดยปกติ อนุมูลเสริมในร่างกายเกิดขึ้นตลอดเวลาทั้งจากมลภาวะภายนอกและความเครียดภายในร่างกาย อนุมูลเสริมที่เกิดขึ้นมีผลในการทำลายเซลล์ เปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีและหน้าที่ทางชีวภาพของสารชีวโมเลกุลต่างๆ เช่น โปรตีน ไขมัน กรดนิวคลีอิก ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพและการทำลายเซลล์ต่างๆ เกิดเป็นพิษเรื้อรังต่อเนื้อเยื่อและพยาธิสภาพต่อร่างกาย เช่น ทำให้ความจำเสื่อม หลอดเลือดหัวใจอุดตัน ผิวหนังเหี่ยวแห้ง สูญเสียน้ำและความยืดหยุ่นเป็นต้น⁽¹²⁾ สารต้านอนุมูลเสริมในเมล็ดมะม่วงมีฤทธิ์แรงและจับกับอนุมูลเสริมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น ผลิตภัณฑ์ที่มีสารสกัดจากเนื้อในเมล็ดมะม่วงเป็นส่วนผสมจึงสามารถใช้เป็นเครื่องสำอางชะลอความแก่ เป็นสารบำรุงผิว⁽⁹⁾ และใช้เป็นอาหารเสริมที่ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันและป้องกันร่างกายจากพยาธิสภาพต่างๆ ที่เกิดจากอนุมูลเสริม เช่น โรคความจำเสื่อม โรคหัวใจ มะเร็ง เป็นต้น⁽²⁷⁾ บริษัท Snow Brand Milk Products ประเทศญี่ปุ่น มีลิขสิทธิ์การใช้สารสกัดเนื้อในเมล็ดมะม่วงเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ต่างๆ ซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Propionibacterium acnes* ที่ทำให้เกิดสิว และ *Streptococcus sanguinis* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ประจำถิ่นในคราบฟัน ดังนั้นสบู่ แชมพู ครีม และยาทาผิวที่มีสารสกัดเนื้อในเมล็ดมะม่วงเป็นส่วนประกอบจึงอาจจะช่วยป้องกันหรือรักษาสิวได้ ในขณะที่อาหารเสริมยาสีฟันและน้ำยาบ้วนปากที่มีสารสกัดเนื้อในเมล็ดมะม่วงเป็นส่วนประกอบน่าจะช่วยป้องกันการเกิดคราบหินปูนได้ โดยปริมาณที่แนะนำให้เติมในผลิตภัณฑ์คือ 0.001-5%⁽¹⁸⁾

การใช้สารสกัดในผลิตภัณฑ์ต่างๆ จะต้องคำนึงถึงความเสี่ยงของสารสกัดนั้นเมื่อผ่านกระบวนการผลิตหรือเมื่อนำไปเติมในผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติทางฟิสิกส์/เคมีที่อาจจะทำให้สารสกัดเสียสภาพ เช่น ที่อุณหภูมิ หรือ pH สูงหรือต่ำมาก จากการศึกษาความเสี่ยงของสารสกัดเนื้อในเมล็ดมะม่วง พบว่าเป็นสารที่เสถียรต่อทั้งกระบวนการผลิตและต่อคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องสำอางทั่วไป (pH 3-9 อุณหภูมิ -20 ถึง 121°C) ทำให้สามารถเติมสารสกัดเนื้อในเมล็ดมะม่วงในอาหารและเครื่องสำอางทั่วไปได้

อาหารสัตว์

เนื้อในเมล็ดมะม่วงซึ่งประกอบด้วยแป้ง โปรตีน ไขมัน และสารพอลิฟีนอล ทำให้สามารถใช้เป็นทั้งแหล่ง

อาหารหลักเพื่อการเจริญเติบโต และเสริมสร้างภูมิคุ้มกันของปลาสัตว์ได้ ได้มีการทดลองใช้เนื้อในเมล็ดมะม่วงเป็นอาหารทดแทนอาหารของลูกปลานิล (*Oreochromis niloticus*)⁽¹⁹⁾ หรือใช้แทนข้าวโพดในการเลี้ยงไก่เนื้อ⁽¹³⁾ พบว่าเนื้อในเมล็ดมะม่วงดิบใช้ทดแทนอาหารหลักได้ในปริมาณไม่เกิน 10% แต่ถ้าใช้เนื้อในเมล็ดมะม่วงที่ต้มสุกแล้วจะใช้ได้ในปริมาณที่สูงขึ้นถึง 20% โดยไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของสัตว์เลี้ยง ได้มีการศึกษาการเติมเนื้อในเมล็ดมะม่วงในอาหารหลักเพื่อเสริมสร้างภูมิคุ้มกันต้านทานในระบบฟาร์มที่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างหนาแน่นในบ่อ ซึ่งเป็นวิธีการเลี้ยงที่ประสบปัญหามาก เนื่องจากการเลี้ยงอย่างหนาแน่นจะทำให้สัตว์น้ำตายง่ายเนื่องจากการติดเชื้อ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องใช้สารเคมีและยาปฏิชีวนะเพื่อป้องกันโรคติดเชื้อในปริมาณมากก่อให้เกิดการตกค้างของยาปฏิชีวนะทั้งในร่างกายของผู้บริโภคและในสภาพแวดล้อม และอันตรายเนื่องจากยาปฏิชีวนะที่ตกค้างอาจจะก่อให้เกิดการคัดเลือกเชื้อดื้อยาเป็นอันตรายต่อสุขภาพและไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ปัจจุบันจึงมีความพยายามทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะด้วยวิธีทางธรรมชาติ เช่น การใช้ สารเสริมชีวนะ (probiotics) สารเคมีจากพืชหรือพืชสมุนไพร⁽²¹⁾ ซึ่งมีฤทธิ์ช่วยกระตุ้นและเพิ่มภูมิต้านทานทำให้สัตว์น้ำมีสุขภาพแข็งแรง

เนื้อในเมล็ดมะม่วงให้สารที่เป็นประโยชน์มากมายจึงเป็นที่สนใจอย่างมากเนื่องจากเป็นของเหลือและทิ้งไป หากคิดเป็นมูลค่าจึงมีราคาถูก ทั้งยังมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย รา ไวรัส สามารถใช้รักษาอาการอักเสบ รักษาโรคอหิวาตกโรค เป็นสารต้านอนุมูลเสริมป้องกันการเกิดเนื้องอก จากการทดลองผสมผงเนื้อในเมล็ดมะม่วง 0.5% ในอาหารเลี้ยงลูกปลาชี่สกเทศ (*Labeo rohita*) และใช้เป็นเวลา 60 วัน จากการวิเคราะห์เลือดปลาพบว่าภูมิต้านทานแบบไม่จำเพาะ (innate response) สูงขึ้น โดยการสร้าง superoxide anion และ ไลโซไซม์ ซึ่งมีฤทธิ์ในการทำลายเชื้อโรคที่เข้ามาในตัวปลาได้ดีขึ้น นอกจากนี้พบว่าระดับของโปรตีนแอลบูมินและโกลบูลินในเซรัมสูงขึ้นด้วย เมื่อนำปลาชี่สกเทศทดสอบโดยการให้เชื้อ *Aeromonas hydrophila* ซึ่งปกติแล้วจะทำให้ปลาตายด้วยโรค motile aeromonas แต่พบว่าหลังจากปลาได้รับเชื้อ 10 วัน ปลาซึ่งได้กินอาหารที่มีส่วนผสมเนื้อในเมล็ดมะม่วง 0.5% มีอัตราการรอดชีวิตจากโรคดังกล่าวถึง 98% เมื่อเปรียบเทียบกับปลาชี่สกเทศกลุ่มควบคุม ดังนั้น เนื้อในเมล็ดมะม่วงจึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้ผสมในอาหารปลาเพื่อเพิ่มภูมิต้านทานในการเลี้ยงปลาชี่สกเทศแทนยาปฏิชีวนะโดยไม่มีผลกระทบต่อ

การเจริญเติบโต ข้อดีของเนื้อในเมล็ดมะม่วงนั้นนอกจากจะเป็นสารจากธรรมชาติที่ย่อยสลายได้ ไม่ตกค้างและปลอดภัยทั้งต่อสภาพแวดล้อมและผู้บริโภคแล้วยังเป็นสารที่มีราคาถูก⁽²⁵⁾

สรุป

ประโยชน์ของเมล็ดมะม่วงไม่ควรมองข้ามอีกต่อไป ในยุคที่อาหารกำลังมีจำนวนจำกัด พลังงานกำลังขาดแคลน ขณะที่สารจากธรรมชาติกำลังเป็นผลิตภัณฑ์มูลค่าสูงเป็นที่ต้องการของสังคมโลกเป็นอย่างมาก นอกจากขยะเนื้อในเมล็ดมะม่วงที่เกิดจากการบริโภคและการแปรรูปในระดับอุตสาหกรรมแล้ว ในประเทศไทยเรายังมีชุมชนที่มีประโยชน์ของเนื้อในเมล็ดมะม่วงจำนวนมากที่ยังไม่ได้มีการศึกษาวิจัยเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ให้ครบถ้วน เช่นเนื้อในของเมล็ดมะม่วงอีกหลายสายพันธุ์ที่ไม่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค เพราะมีเนื้อน้อย รสชาติไม่อร่อย และมีเมล็ดขนาดใหญ่เกินไป เช่น มะม่วงป่าและมะม่วงกะล่อน นักวิจัยไทยจึงควรจะทำให้ความสนใจศึกษาวิจัยเนื้อในเมล็ดมะม่วงและประยุกต์ใช้อย่างครบถ้วน อันจะเป็นประโยชน์ในการเพิ่มมูลค่าวัตถุดิบและลดปัญหาสภาพแวดล้อมของประเทศจากขยะเมล็ดมะม่วงต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Abdalla AEM, Darwish SM, Ayad EHE, El-Hamamy RM. Egyptian mango by-product 1. Compositional quality of mango seed kernel. Food Chem 2007;103:1134-40.
2. Ahmed I, Aquil F, Owais M. Modern phytomedicine; turning medicinal plants into drugs. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH&co KGaA; 2006.
3. Arogba SS. Physical, chemical and functional properties of nigerian mango (*Mangifera indica*) kernel and its processed Flour. J Sci Food Agric 1997;73: 321-8.
4. Arogba SS, Ajiboye OL, Ugboko LA, Essiennette SY, Afolabi PO. Properties of polyphenol oxidase in mango (*Mangifera indica*) kernel. J Sci Food Agric 1998;77:459-62.
5. Arogba SS. The performance of processed mango (*Mangifera indica*) kernel flour in a model food system. Bioresource Technol 1999;70:277-81.
6. Arogba SS. Mango kernel: chromatographic analysis of the tannin and stability study of the associated polyphenols oxidase activity. J Food Compos Anal 2000;13:149-56.
7. Bhatnagar HC, Subramanyam H. Some aspects of preservation, processing and export of mango and its products. Expert group Meeting; Vienna; UNIDO, ID/WG 88/15;1971.
8. Crews C. Authentication of cocoa butter; in oils and fats authentication. Michael J, editor. New York: Blackwell Publishing Ltd; 2002. p.66-89.
9. Fox C. Advance in the cosmetics science and technology of topical bioactive materials. Cosmet Toilet Magazine 1997;112:67-84.
10. Gunstone FD. Production and trade of vegetable oil. In: Vegetable oils in food technology, composition, properties and uses. Oxford: Blackwell Publishing Ltd; 2002. p.1-17.
11. Gunstone FD, Padley FB. Lipid technologies and applications. New York: Marcel Dekker Inc; 1997.
12. Gutteridge JMC, Halliwell B. Antioxidants in nutrition, health, and disease. Oxford: Oxford University Press; 1996.
13. Joseph JK, Abolaji J. Effect of replacing maize with graded levels of cooked Nigerian mango seed kernels (*Mangifera indica*) on the performance, carcass yield and meat quality of broiler chickens. Bioresource Technol 1997;61:99-102.
14. Kabuki T, Nakajima H, Arai M, Ueda S, Kuwabara Y, Dosako S. Characterization of novel antimicrobial compounds from mango (*Mangifera indica* L.) kernel seeds. Food Chem 2000;71:61-6.
15. Kaur M, Singh N, Sandhu KS, Guraya HS. Physicochemical, morphological, thermal and rheological properties of starches separated from kernels of some Indian mango cultivars (*Mangifera indica* L.). Food Chem 2004;85:131-40.
16. Lercker G, Rodriguez-Estrada MT. Chromatographic analysis of unsaponifiable compound of olive oils and fat-containing foods. J Chromat A 2000;881: 105-29.
17. Masibo M, He Q. Major mango polyphenols and their potential significance to human health. Comp Rev Food Sci Food Safety 2008;7:309-19.
18. Nakajima H, Tadokoro H, Hashiba H, Ito F, Furuya H, Kabuki T et al. Bacteriostatic and antibacterial agent containing mango kernel component. US patent 2009 [cited Feb 2009]. Available from: URL: <http://www.patentstorm.us/patents/6063382.html>
19. Omoregie E, Ufodike EBC, Umara MS. Growth and feed utilization of *Oreochromis niloticus* fingerlings fed diets containing cassava peeling and mango seeds. Aquabute 1991;4:6-7.
20. Puravankara D, Boghra V, Sharma RS. Effect of antioxidant principles isolated from mango (*Mangifera indica* L) seed kernels on oxidative stability of buffalo gee (butter-fat). J Sci food Agric 2000;80:522-6.
21. Rao YV, Das BK, Pradhan, J, Chakrabarti R. Effect of *achyranthes aspera* on the immunity and survival

- of labeo rohita infected with *Aeromonas hydrophila*. *Fish Shellfish Immunol* 2006;20:263-73.
22. Reddy SY, Jeyarani T. Trans-free bakery shortening from mango kernel and mahua fats and blending. *J Am Oil Chem Soc* 2001;78:635-40.
23. Rukmini C, Vijayaraghavan M. Nutritional and toxicological evaluation of mango kernel oil. *J Am Oil Chem Soc* 1984;61:780-92.
24. Sandhu KS, Lim S-T. Structural characteristic and in vitro digestibility of mango kernel starches (*Mangifera indica* L.). *Food Chem* 2008;107:92-7.
25. Sahu S, Kumar Das B, Pradhan J, Mohapatra BC, Mishra BK, Sarangi N. Effect of *Mangifera indica* kernel as feed additive on immunity and resistance to *Aeromonas hydrophila* in *Labeo rohita* fingerlings. *Fish Shellfish Immunol* 2007;23:109-18.
26. Schieber A, Ullrich W, Carle R. Characterization of polyphenols in mango puree concentrate by HPLC with diode array and mass spectrometric detection. *Innovat Food Sci Emerg Tech* 2000;1:161-6.
27. Shahidi F, Naczk M. Phenolics in food and nutraceuticals. Florida: CRC press; 1991.
28. Velan M, Krishanan RV, Lakshmanan CM. Conversion of mango kernel starch to glucose syrups by enzymatic hydrolysis. *Bioprocess Bioeng* 1995; 12:323-6.
29. Zein RE, El-Bagoury AA, Kassab HE. Chemical and nutritional studies on mango seed kernels. *J Agric Sci Mansoura University* 2005;30:3285-99.