Agricultural Sci. J. 38 : 5 (Suppl.) : 357-360 (2007) ว. วิทย. กษ. 38 : 5 (พิเศษ) : 357-360 (2550)

สภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งมะม่วงแบบธรรมชาติโดยที่ไม่มีการเติมน้ำตาลและสารกลุ่มเมตาไบซัลไฟต์ ที่สามารถรักษากลิ่นรสของผลไม้ได้ดีที่สุด

Optimum drying conditions for drying fresh mango without adding sugar and metabisulfite

พิริยาอร วรรณปิยะรัตน์[1] **และ บุศรากรณ์ มหาโยธี**[1]
Piriyaon Wanpiyarat[1] and Busarakorn Mahayothee[1]

Abstract

In this study, the effect of drying temperature and drying time on volatile compounds and aroma acceptance of dried mango cv. Chok Anan were investigated. Mature green mangoes were ripened for 3-4 days at an ambient temperature until their total soluble solids of pulp were approximately 15-18°Brix. Then, the fruits were peeled, sliced and dried without adding any sugar and metabisulfite. The drying process was carried out at 50, 60 and 70°C using a tray dryer until water activity of product was about 0.55–0.60. The headspace-solid phase microextraction (HS-SPME) coupled with gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS) was applied for determining volatile compounds in fresh and dried mangoes. Sensory evaluation was also performed for an aroma acceptance of dried mangoes by 30 panelists using a 9-point hedonic scale. The principal volatile compounds found in both fresh and dried mangoes were monoterpene (α-terpinolene ~70–90% and 3-carene~5–10%. In dried products, others volatile compounds were detected including acid, alcohol and ester. Dried mango slices obtained from drying temperature at 60°C acquired the highest score for aroma liking (6= like slightly). On the other hand, mangoes which were dried at 70°C received the lowest score (5=neither like nor dislike). Thus, in this study it was found that drying mango at 60°C for 8 hours was an optimum condition. At this condition, the aroma liking score of the dried product was similar to that of fresh mango.

Keywords: volatile compounds, mango, drying, sensory evaluation

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบแห้งต่อการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสและการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของมะม่วงอบแห้งพันธุ์โชคอนันต์ โดยนำมะม่วงดิบที่มีความแก่เหมาะสมมาทำการบ่มเป็นระยะเวลา 3-4 วัน ที่อุณหภูมิห้อง จนมะม่วงมีระดับการสุกซึ่งพิจารณาจากค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ในช่วง 15-18 องศาบริกซ์ จากนั้นนำมะม่วงมาปอกเปลือก หั่นเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมหนา 8 มิลลิเมตรและอบแห้งโดยไม่มีการเติมน้ำตาลและสารกลุ่มเมตาไบซัลไฟต์ ทำการอบแห้งที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 3 ระดับคือ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส จนกระทั่งผลิตภัณฑ์มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้อยู่ประมาณ 0.55-0.60 นำมะม่วงอบแห้งที่ได้มาวิเคราะห์สารประกอบระเหยที่ให้กลิ่นรสด้วยวิธี headspace-solid phase microextraction (HS-SPME) ร่วมกับ gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS) และทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบต่อกลิ่น โดยใช้ผู้ทดสอบชิม 30 คน และทดสอบความชอบแบบ 9-points hedonic scale ผลการทดลองพบว่าสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสที่พบมากที่สุดในมะม่วงสดและมะม่วงที่ผ่านการอบแห้งทั้ง 3 อุณหภูมิ คือสารประกอบประเภทมอโนเทอร์พีน ได้แก่ α-terpinolene (70–90%) และรองลงมาคือ 3–carene (5–10%) นอกจากนี้ในมะม่วงอบแห้งยังพบสารประกอบกลุ่มแอลกอฮอล์ กรด และเอสเตอร์มากกว่าในมะม่วงสด เมื่อเปรียบเทียบความชอบของผู้บริโภคต่อกลิ่นของมะม่วงอบแห้งที่ผ่านการทำแห้งที่สภาวะต่างๆ พบว่ามะม่วงที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60องศาเซลเซียส ได้คะแนนความชอบมากที่สุด (6=ชอบเล็กน้อย) ในขณะที่มะม่วงที่ผ่านการอบแห้งที่ 70 องศาเซลเซียส ได้รับคะแนนความชอบน้อยที่สุด (5=เฉยๆ) ดังนั้นสภาวะที่เหมาะที่สุดในการอบแห้งมะม่วงเพื่อให้มีกลิ่นรสที่ดีในการศึกษานี้คือที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ทำการอบเป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง และที่สภาวะดังกล่าวมะม่วงอบแห้งมีปริมาณ α-terpinolene ใกล้เคียงกับมะม่วงสด ซึ่ง α-terpinolene ให้กลิ่นหอม (floral) น่าจะส่งผลต่อความชอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิม

[1] ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม73000
[1] Department of Food Technology, Faculty of Engineering and Industrial Technology, Silpakorn University, Nakhon Pathom 73000

คำสำคัญ: สารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรส, มะม่วง, การอบแห้ง, การประเมินทางประสาทสัมผัส

คำนำ

ประเทศไทยจัดเป็นผู้ผลิตและส่งออกผลไม้อบแห้งรายหลักของโลก ปัจจุบันมะม่วงอบแห้งแบบธรรมชาติที่ไม่มีการเติมน้ำตาลและสารกลุ่มเมตาไบซัลไฟต์ก็เป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่มีแนวโน้มดีสำหรับการส่งออก การอบแห้งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในหลายๆ ด้านเช่นสี เนื้อสัมผัส รวมทั้งคุณภาพทางด้านกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ซึ่งสัมพันธ์กับคุณภาพของอาหารโดยตรงเนื่องจากกลิ่นรสเป็นสารประกอบที่มีความไวต่อความร้อนและเกิดการสูญเสียขึ้นในระหว่างการอบแห้ง หรืออาจเกิดสารประกอบอื่นๆที่ไม่เป็นที่ต้องการขึ้น (Boudhrioua, Giampaoli and Bonazzi, 2003) Lalel, Singh and Tan (2003) และ Mahayothee (2005) พบว่าคุณลักษณะของกลิ่นรส (flavor) เป็นคุณลักษณะที่มีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคทั้งต่อมะม่วงสดและมะม่วงอบแห้ง ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จูงใจให้ผู้บริโภคยอมรับในผลิตภัณฑ์

ได้มีการศึกษาผลของการอบแห้งต่อสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสในกล้วยสด และกล้วยที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิแตกต่างกันคือ 40, 60 และ 80 องศาเซลเซียส พบว่าสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสในกล้วยอบแห้งมีการเปลี่ยนแปลงไปจากกล้วยสด (Boudhrioua, Giampaoli and Bonazzi, 2003) นอกจากนี้มีการศึกษาผลของการแช่ชิ้นมะม่วงพันธุ์ Kent ในสารละลายออสโมติกต่อสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสก่อนนำไปอบแห้ง พบว่าการใช้สารละลายน้ำตาลที่มีความเข้มข้นสูงจะทำให้มะม่วงเกิดการสูญเสียสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสไปจากมะม่วงสด (Torres et al., 2006) อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับผลของการอบแห้งต่อการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสในมะม่วงอบแห้ง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งมะม่วงแบบธรรมชาติที่ไม่มีการเติมน้ำตาลและสารกลุ่มเมตาไบซัลไฟต์ ที่สามารถรักษากลิ่นรสของผลไม้ที่ผู้บริโภคยังยอมรับได้มากที่สุด

อุปกรณ์และวิธีการ

มะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่นำศึกษามาจากแหล่งเพาะปลูกเดียวกันคือจังหวัดเชียงใหม่ คัดความแก่อ่อนด้วยการจมน้ำ โดยเลือกมะม่วงที่จมน้ำ ซึ่งมีค่าความถ่วงจำเพาะมากกว่า 1 มาทำการศึกษา นำมะม่วงดิบมาล้างและผึ่งแห้ง แล้วบ่มที่อุณหภูมิห้อง (33-35 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 3-4 วัน หรือจนกระทั่งมีระดับความสุกที่ต้องการ โดยพิจารณาระดับความสุกจากค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของเนื้อมะม่วงให้มีค่าในช่วง 15-18 องศาบริกซ์ ดัดแปรจาก Mahayothee (2005) วิเคราะห์คุณภาพของมะม่วงสุกก่อนนำไปทำการอบแห้งได้แก่ปริมาณความชื้นด้วยวิธี Karl Fischer Titration ใช้ KF Titrino (Metrohm, Switzerland) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (total soluble solids, TSS) โดยใช้มาตรดัชนีหักเห (hand held refractometer, Atago Co.Ltd., Japan) และสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสด้วยวิธี headspace-solid phase microextraction (HS-SPME) ร่วมกับ gas chromatography – mass spectrometry (GC – MS) ในการดูดซับสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสด้วยเทคนิค HS-SPME ทำการหั่นตัวอย่างมะม่วงเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาด 3×3 มิลลิเมตร เทไนโตรเจนเหลว จากนั้นบดให้ละเอียดด้วยโกร่งบดยาและจับเวลานาน 5 นาที ชั่งตัวอย่างใส่ขวดเก็บตัวอย่าง (มะม่วงสดใช้ 14 กรัมและมะม่วงอบแห้งใช้ 5 กรัม) ปิดฝาและดูดซับสารประกอบระเหยง่ายด้วยไฟเบอร์ชนิด 100 μm polydimethylsiloxane (PDMS) ที่อุณหภูมิ 36°C เป็นเวลา 45 นาทีจากนั้นวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารประกอบระเหยง่ายโดยใช้เครื่อง GC-MS ของ Hewlett-Packard (HP) รุ่น 5890 ใช้ GC ที่มีคอลัมน์เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.25 มิลลิเมตร ยาว 30 เมตร และความหนาของฟิล์ม 0.25 ไมโครเมตร (HP-5MS, 0.25mm*30m*0.25 μm, Agilent Technology Inc.) ทำการปล่อยสารจาก SPME ไฟเบอร์ ที่ช่องปล่อยสาร (injection port) ของเครื่อง GC ที่อุณหภูมิ 250°C ในระบบ splitless mode อุณหภูมิที่ ovenเริ่มต้นจะคงที่ที่ 38°C นาน 3 นาที และจะเพิ่มขึ้นเป็น 180°C ด้วยอัตรา 5°C ต่อนาที ใช้ก๊าซฮีเลียมเป็นตัวพา (carrier gas) ที่อัตราการไหล 2 มิลลิเมตรต่อนาที ความดัน 15.9 psi การชี้เฉพาะสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสทำโดยเปรียบเทียบกับ spectra ในฐานข้อมูล (NIST98 Library) และยืนยัน retention time โดยใช้สารมาตรฐาน (standard solutions) คือ α-terpinolene, 3-carene, α-pinene และ limonene (ยี่ห้อ ROTICHROM@GC)

ทำการศึกษาผลของอุณหภูมิในการอบแห้งต่อการเปลี่ยนแปลงสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรส วางแผนการทดลองแบบ completely randomize design (CRD) โดยนำมะม่วงสุกมาปอกเปลือกและหั่นเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีขนาดกว้าง 30 มิลลิเมตร ยาว 45 มิลลิเมตรและหนา 8 มิลลิเมตร แล้วนำไปทำการอบแห้งในตู้อบแห้งระดับห้องปฏิบัติการแบบถาด (laboratory tray dryer) แปรค่าอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง 3 ระดับคือ 50, 60 และ 70°C อากาศร้อนไหลเวียนผ่านผิวหน้าชิ้น

ผลไม้แบบ overflow mode ความเร็วลมของอากาศร้อนคงที่ที่ 1.0 เมตรต่อวินาที ทำการอบแห้งจนกระทั่งชิ้นมะม่วงมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w) อยู่ในช่วง 0.55–0.60 ทำการทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์คุณภาพของมะม่วงที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ค่า a_w และสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสด้วย HS-SPME-GC-MS ดังอธิบายรายละเอียดข้างต้น และทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านกลิ่นโดยใช้ 9-points hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ทดสอบ 2 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ Randomize completely block design (RCBD) วิเคราะห์ผลสถิติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SAS Version 8 สำหรับ Windows

ผล

เวลาที่ใช้ในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ต่ำกว่า 0.60 แสดงไว้ดัง Table 1 อัตราการอบแห้งจะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งสูงขึ้น

Table 1 Drying time of mango slices drying at 50, 60 and 70°C

Drying temperature (°C)	Drying time (hours)	Water activity (a_w)	Moisture content (%)
50	13	0.620±0.014	18.81±0.23
60	6.5	0.570±0.989	18.13±0.40
70	6.3	0.610±0.064	16.07±0.21

ชนิดของสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสที่พบในมะม่วงสด พบว่ามีน้อยกว่ามะม่วงที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆโดยสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสที่พบในมะม่วงสดจะเป็นสารประกอบประเภทมอโนเทอร์พีนได้แก่ α-terpinolene, 3-carene, D-limonene, α-terpinene และ α-pinene สารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสที่พบในมะม่วงที่ผ่านการอบแห้งทั้ง 3 อุณหภูมิมี 14 ชนิด ซึ่งสารประกอบที่เพิ่มขึ้นหลังจากผ่านการอบแห้งเป็นสารประกอบประเภทแอลกอฮอล์ กรด และเอสเทอร์ ได้แก่ ethanol, butanoic acid, octanoic acid และ ethyl ester ดังแสดงใน Table 2 สำหรับผลทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นพบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งมีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ต่อคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสโดยมะม่วงที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 60°C ได้คะแนนความชอบระดับชอบเล็กน้อย คือ 5.50±1.73 และ 6.10±1.35 สำหรับมะม่วงอบแห้งที่ 50 และ 60°C ตามลำดับ ในขณะที่มะม่วงที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70°C ได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่นน้อยที่สุดคือเฉยๆ (4.93±1.57)

Table 2 Volatile components (per g dry basis)

Volatile compounds	Retention time (min)	Peak area of volatile compound per g dry basis			
		Fresh mango	dried mango		
			50°C	60°C	70°C
ethanol	0.91	-	4.51E+06	3.42E+06	3.46E+06
ethyl acetate	1.36	-	3.67E+05	3.02E+05	-
butanoic acid	3.61	-	6.04E+06	2.40E+06	7.70E+05
α-pinene	7.18	2.55E+05 -3.20E+05	7.52E+05	1.55E+05	5.22E+05
β-terpinene	9.12	-	3.43E+05	-	-
2-carene	9.29	-	2.66E+05	-	-
α-thujene	9.41	-	2.94E+05	-	-
hexanoic acid	9.50	-	6.40E+06	-	-
3-carene	9.58	9.30E+04 -1.32E+06	5.00E+06	2.40E+06	3.16E+06
α-terpinene	9.81	4.94E+05 -5.34E+04	1.91E+06	2.98E+05	8.06E+05
D-limonene	10.68	4.89E+05 -6.80E+05	1.45E+06	3.36E+05	5.31E+05
α-terpinolene	12.06	4.77E+05 -1.96E+07	6.37E+07	1.68E+07	2.24E+07
octanoic acid	15.90	-	1.59E+06	1.92E+05	-
1H-cyclopropazulene	22.89	-	3.05E+05	1.45E+05	1.45E+05

วิจารณ์ผล

ชนิดของสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสที่พบในการศึกษานี้มีชนิดน้อยกว่าที่มีรายงานไว้ในมะม่วงพันธุ์อื่นๆ ที่ใช้เทคนิค HS–SPME ในการสกัดเช่นเดียวกัน โดย Lalel, Singh and Tan (2003) พบสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรส 49 ชนิด ในมะม่วงพันธุ์ Kensington Pride ที่สกัดด้วยวิธี SPME โดยใช้ไฟเบอร์ชนิด 100 μm PDMS ใช้เวลาในการดูดซับสารประกอบระเหยง่ายนาน 30 นาที โดยสารประกอบหลักที่พบคือ α–terpinolene รองลงมาคือ 3–carene นอกจากนี้ Malundo et al. (1997) ศึกษาสารประกอบในมะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins ซึ่งใช้วิธี Headspace extraction วิเคราะห์สารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสได้ 13 ชนิด โดยมี 3-carene เป็นสารประกอบหลักที่พบมากที่สุด อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าชนิดของสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสในมะม่วงจะแตกต่างกันไปขึ้นกับพันธุ์ ระดับความสุก และแหล่งที่เพาะปลูก

การเกิดสารประกอบแอลกอฮอล์ กรด และเอสเทอร์ ในมะม่วงที่ผ่านการอบแห้งน่าจะเนื่องจากการอบแห้งทำให้ความร้อนภายในชิ้นมะม่วงสูงขึ้น ซึ่งจะไปเร่งเกิดการปฏิกิริยาลิปิดออกซิเดชั่น และปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Belitz, Grosch and Schieberle, 2004) นอกจากนี้จากการที่มะม่วงเป็นผลไม้ที่มีสารแคโรทีนอยด์สูง (Pott et al., 2003; Mahayothee, 2005) ซึ่งเป็นรงควัตถุที่สามารถละลายได้ในไขมัน แคโรทีนอยด์เป็นสารตั้งต้นที่สำคัญและสามารถแตกตัวทำให้เกิดกลิ่นในผลไม้ กระบวนการผลิตต่างๆมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของชนิดและปริมาณสารแคโรทีนอยด์ โดยเกิดจากเส้นทางของเอนไซม์ (β-oxidation โดยการใช้เอนไซม์หรือการให้ความร้อนในกระบวนการผลิตจะเหนี่ยวนำให้เกิดการแตกตัวโดยใช้ออกซิเจน ทำให้เกิดการสูญเสียหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของบีต้าแคโรทีนไป

ในการศึกษานี้ ไม่พบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนของสารประกอบระเหยง่ายแต่ละชนิดกับคะแนนความชอบด้านกลิ่น แต่เมื่อเทียบปริมาณของสารประกอบระเหยง่ายแต่ละชนิดของมะม่วงอบแห้งเทียบกับมะม่วงสด พบว่ามะม่วงที่อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสมีปริมาณของสารประกอบระเหยง่ายที่ใกล้เคียงกับมะม่วงสด เมื่อพิจารณา α-terpinolene ซึ่งเป็นสารประกอบหลักที่พบมากที่สุดในมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่ง α-terpinolene ให้กลิ่นที่หอมของดอกไม้ หวาน และกลิ่นแบบ pine-like

สรุป

สารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสในมะม่วงสดพันธุ์โชคอนันต์คือสารประกอบกลุ่มมอโนเทอร์พีน และกลุ่มของสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสที่เพิ่มขึ้นที่พบในมะม่วงอบแห้งคือ สารประกอบกลุ่มแอลกอฮอล์ กรด และเอสเทอร์ ทั้งนี้สารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสเหล่านี้มีผลต่อความชอบทางด้านกลิ่นของผู้ทดสอบชิม แต่ไม่พบความสัมพันธ์กันอย่างชัดเจนของการเปลี่ยนแปลงสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสกับคะแนนความชอบด้านกลิ่น

สภาวะที่ใช้ในการอบแห้งมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่เหมาะสมที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่นมากที่สุดคือการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ซึ่งผลิตภัณฑ์มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้น้อยกว่า 0.6

เอกสารอ้างอิง

Belitz, H. D., W. Grosch and P. Schieberle. 2004. Food Chemistry. 3rd revised edition. Springer: 1070 pp.

Boudhrioua N., P. Giampaoli and C. Bonazzi. 2003. Changes in aromatic components of banana during ripening and air-drying. Lebensmitted-Wissenschaft and Technology. 36(6): 633 – 642.

Lalel, H. J. D., Z. Singh and S. C. Tan, 2003. Aroma volatiles production during fruit ripening of 'Kensington Pride' mango. Postharvest Biology and Technology 27(3): 323-336.

Mahayothee, B. 2005. The influence of raw material on the quality of dried mango slices (*Mangifera indica* L.) with special reference to postharvest ripening. Dissertation. The University of Hohenheim, Band 2, Shaker Verlag, Germany. ISBN3-8322-3660-0.

Malundo T. M. M., E. A. Baldwin, M. G. Moshonas, R. A. Baker and R. L. Shewfeit. 1997. Method for the rapid headspace analysis of mango (*Magifera indica* L.) homogenate volatile constituents and factors affecting quantitative results. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 45: 2187-2194.

Pott, I., M. Marx, S. Neidhart and W. Mühlbauer. 2003. Quantitative determination of β-carotene stereoisomer in fresh, dried, and solar-Dried mangoes (*Mangifera indica* L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry 51: 4527-4531.

Torres, J. D., P. Talens, J. M. Carot, A. Chiralt and I. Escriche. 2006. Volatile profile of mango (*Mangifera indica* L.), as affected by osmotic dehydration. Food Chemistry 101(1): 219-228.