Agricultural Sci. J. 37 : 5 (Suppl.) : 172-175 (2006) ว. วิทย. กษ. 37 : 5 (พิเศษ) : 172-175 (2549)

สารประกอบระเหยที่ให้กลิ่นรสในมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์สุกและที่ผ่านการอบแห้ง

Volatile compounds in ripe mango cv. Chok Anan and in dried product

พิริยาอร วรรณปิยะรัตน์[1] **บุศรากรณ์ มหาโยธี**[1] **เสริม จันทร์ฉาย**[2] **เมธินี เหว่ซึ่งเจริญ**[3] **และ** Joachim Mueller[4]

Piriyaon Wanpiyarat[1], Busarakorn Mahayothee[1], Serm Janjai[2], Methinee Heawsungcharern[3] and Joachim Mueller[4]

Abstract

Mango flavor is one of important quality factors influencing customers' acceptance for both fresh and processed product. In this study, major volatile compounds in fresh and dried mango cv. Chok Anan were investigated. Total soluble solids values of the fruits studied were in the range of 16.5 – 18.5 °Brix. Mango slices were dried at 70 °C using tray dryer with overflow-mode until water activity was below 0.65. Solid phase microextraction (SPME) together with gas chromatography – mass spectrometry (GC–MS) was applied for the determination of volatile compounds. The principal volatile compounds found in both fresh and dried mango were terpene namely 4-carene and 3-carene. In dried products, more volatile compounds were detected. These included acid and alcohol namely butanoic acid, octanoic acid and ethanol

Keyword: aroma, mango, drying

บทคัดย่อ

กลิ่นรสของมะม่วงเป็นปัจจัยคุณภาพที่สำคัญชนิดหนึ่งที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคต่อมะม่วงสดและมะม่วงแปรรูป งานวิจัยนี้ทำการศึกษาสารประกอบระเหยที่ให้กลิ่นรสในมะม่วงสุกเปรียบเทียบกับมะม่วงที่ผ่านการอบแห้ง โดยเลือกศึกษาในมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ มะม่วงสดที่มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 16.5 – 18.5 °Brix ถูกนำมาหั่นเป็นชิ้น และอบแห้งที่อุณหภูมิ 70°C จนกระทั่งมีค่า a_w ต่ำกว่า 0.65 ในการวิเคราะห์สารประกอบระเหยใช้ Solid phase microextraction (SPME) ร่วมกับ gas chromatography - mass spectrometry (GC-MS) จากการทดลองพบว่าสารประกอบระเหยที่ให้กลิ่นหลักทั้งในมะม่วงสุกและมะม่วงอบแห้งคือ สารประกอบประเภท terpene ได้แก่ 4-carene และ 3-carene นอกจากนี้ยังพบว่าในมะม่วงอบแห้งมีชนิดของสารประกอบระเหยที่ให้กลิ่นรสมากกว่าที่พบในมะม่วงสุก ซึ่งได้แก่ สารประกอบประเภทกรด และแอลกอฮอล์ เช่น butanoic acid, octanoic acid และ ethanol

คำสำคัญ: กลิ่นรส, มะม่วง, การอบแห้ง

คำนำ

มะม่วง *(Mangifera indica* L.) จัดเป็นหนึ่งในผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจต่อประเทศในภูมิภาคเขตร้อน โดยมีปริมาณการผลิตรวมระดับโลกสูงถึง 26 ล้านตันต่อปี โดยอินเดียเป็นประเทศที่มีการผลิตมะม่วงมากที่สุดเป็นอันดับหนึ่งของโลก รองลงมาคือ จีน ประเทศไทย ปากีสถาน เมกซิโก และอินโดนีเซีย ในช่วง 12 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ.2536-2548) ประเทศไทยมีปริมาณการผลิตมะม่วงเพิ่มขึ้นเกือบเท่าตัว โดยเพิ่มจาก 1 ล้านตันต่อปี เป็น 1.8 ล้านตันต่อปี ในขณะที่มีพื้นที่การเพาะปลูกเพิ่มขึ้นจาก 170,000 ha เป็น 285,000 ha (FAOSTAT Data, 2006) นอกจากนี้ประเทศไทยถือเป็นหนึ่งในผู้ผลิตและส่งออกผลไม้อบแห้งรายหลักของโลก โดยในกระบวนการอบแห้งจะมีทั้งที่อบชิ้นผลไม้แบบธรรมชาติและที่มีการนำชิ้นผลไม้ไปแช่ในสารละลายออสโมติกก่อนนำไปอบแห้ง Torres และคณะ (2006) ได้ทำการศึกษาผลของการแช่ชิ้นมะม่วงพันธุ์ Kent ในสารละลายออสโมติกต่อการเปลี่ยนแปลงสารประกอบระเหยที่ให้กลิ่นรส โดยพบว่าการใช้สารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้นสูงจะทำให้มะม่วงมีการสูญเสียสารประกอบระเหยที่ให้กลิ่นรสไปจากมะม่วงสด Boudhrioua (2003) พบว่า การอบแห้งกล้วยที่อุณหภูมิแตกต่างกันทำให้สารประกอบระเหยที่ให้กลิ่นรสมีการเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งจะเห็นได้ว่ากระบวนการอบแห้งมีผลต่อการ

[1] คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม 73000

[1] Department of Food Technology, Faculty of Engineering and Industrial Technology, Silpakorn University, Nakorn Pathom 73000

[2] ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม 73000

[2] Department of Physics, Faculty of Science, Silpakorn University, Nakorn Pathom 73000

[3] ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50100

[3] Department of Food Engineering, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai 50100

[4] Institute of Agricultural Engineering, University of Hohenheim, 70599 Germany

เปลี่ยนแปลงของสารประกอบระเหยที่ให้กลิ่นรสของผลไม้ แต่งานวิจัยส่วนใหญ่ได้ทำการศึกษาถึงชนิดและปริมาณของสารประกอบระเหยที่ให้กลิ่นรสในมะม่วงสดพันธุ์ต่างๆ ที่ระดับความสุกต่างๆกัน (Lalel et al., 2003) ยังไม่มีการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบระเหยที่ให้กลิ่นรสในมะม่วงภายหลังการอบแห้ง ซึ่ง Lalel et al. (2003) และ Mahayothee (2005) พบว่า คุณลักษณะของกลิ่นรส (flavor) เป็นคุณลักษณะที่มีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคทั้งต่อมะม่วงสดและมะม่วงอบแห้ง ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จูงใจให้ผู้บริโภคยอมรับในผลิตภัณฑ์ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบระเหยที่ให้กลิ่นรสในมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เมื่อผ่านกระบวนการอบแห้ง โดยเลือกอุณหภูมิอบแห้งที่ 70 °C ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปในการผลิตมะม่วงอบแห้ง

อุปกรณ์และวิธีการ

มะม่วงพันธุ์โชคอนันต์แก่ซื้อจากสวน ที่จังหวัดชลบุรี คัดความแก่ด้วยการจมน้ำ โดยเลือกมะม่วงที่จม ซึ่งจะมีค่าความถ่วงจำเพาะมากกว่า 1 จากนั้นนำมะม่วงดิบที่ผ่านการคัดเลือกมาบ่มที่อุณหภูมิห้อง (33 – 35°C) เป็นเวลา 3 – 4 วัน มะม่วงที่บ่มสุกแล้วนำมาวัดหาค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่สามารถละลายได้ (total soluble solids, TSS) โดยใช้ hand held refractometer (Atago Co.Ltd., Japan) โดยระดับการสุกของมะม่วงที่จะนำมาใช้ในการทดลองนี้พิจารณาจากค่า TSS ซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วง 17.5 ± 1 °Brix จากนั้นนำมะม่วงที่ได้ไปปอกเปลือกและตัดเป็นชิ้นหนา 8 mm โดยมีความกว้าง×ยาวเท่ากับ 30×45 mm^2 นำไปอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด โดยอากาศร้อนไหลเวียนผ่านชิ้นผลไม้แบบ overflow mode ที่ความเร็วลม 1 เมตร/วินาที ที่อุณหภูมิ 70°C อบจนกระทั่งชิ้นผลไม้มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w) อยู่ในช่วง 0.55 – 0.60 ซึ่งถือว่าปลอดภัยต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ทำการวิเคราะห์สารประกอบระเหยในตัวอย่างสดและที่ผ่านการอบแห้ง โดยตัวอย่างจะถูกเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20°C เพื่อรอการวิเคราะห์ การเตรียมตัวอย่างสำหรับสกัดสารประกอบระเหยที่ให้กลิ่นรส จะนำชิ้นมะม่วงสดและมะม่วงแห้งมาตัดเป็นชิ้นขนาด 3 × 3 mm^2 จากนั้นนำไปสกัดด้วยวิธีต่างๆ 4 วิธี คือ วิธีที่ 1 ชั่งตัวอย่างใส่ vial (มะม่วงอบแห้งใช้ 5 g และมะม่วงสดใช้ 14 g) วิธีที่ 2 บดให้ละเอียดด้วยโกร่งบดยา โดยใช้ไนโตรเจนเหลวในการควบคุมอุณหภูมิต่ำ เพื่อป้องกันการสูญเสียสารประกอบระเหยที่ให้กลิ่นรสและช่วยให้ชิ้นตัวอย่างแข็งและบดง่าย แล้วจึงชั่งตัวอย่างใส่ vial วิธีที่ 3 มะม่วงเป็นชิ้น ใส่ลงในหลอดทดลอง เติมน้ำ deionized water (DI) ลงในหลอดทดลอง สำหรับมะม่วงแห้งใช้น้ำ DI 20 g และมะม่วงสดใช้น้ำ DI 10 g จากนั้น นำไปโฮโมจีไนส์ 5 ครั้งครั้งละ 10 วินาที ควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่างโดยการแช่หลอดทดลองในไนโตรเจนเหลว 10 วินาทีต่อการโฮโมจีไนส์ในแต่ละครั้ง แล้วจึงนำไปปั่นหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) ที่อุณหภูมิ 2°C ที่ความเร็วรอบ 12,000 rpm เป็นเวลา 35 นาที ดูดเฉพาะสารละลายส่วนใส (supernatant) ลงใน vial ซึ่งมีโซเดียมคลอไรด์อยู่ 4 g วิธีที่ 4 บดตัวอย่างให้ละเอียดด้วยโกร่งบดยา เติมไนโตรเจนเหลว ใส่ตัวอย่างในหลอดทดลอง จากนั้นเติมสารละลายอิ่มตัว NaCl ที่ความเข้มข้นร้อยละ 40 ลงในหลอดทดลอง สำหรับตัวอย่างแห้งใช้สารละลายอิ่มตัวโซเดียมคลอไรด์ 10 g และตัวอย่างสดใช้สารละลายอิ่มตัวโซเดียมคลอไรด์ 20 g นำไปโฮโมจีไนส์ 5 ครั้งครั้งละ 10 วินาที ควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่างโดยการแช่หลอดทดลองลงในไนโตรเจนเหลว 10 วินาทีต่อการทำโฮโมจีไนส์ในแต่ละครั้ง แล้วจึงตักสารละลายใส่ vial ปิดฝา vial ของตัวอย่างที่ได้จากการเตรียมทั้ง 4 วิธีข้างต้นจะถูกแช่ในอ่างน้ำร้อน 35°C ซึ่งเป็นตัวแทนของอุณหภูมิห้องของประเทศในภูมิภาคเขตร้อน จากนั้นใช้ SPME (polydimethylsiloxane: PDMS) ทำการดูดซับสารประกอบระเหยที่ให้กลิ่นรสจากบรรยากาศ (headspace) เป็นเวลา 45 นาที แล้วจึงนำไปวิเคราะห์สารประกอบระเหยที่ให้กลิ่นรส GC - MS (Model No: Agilent 19091s-433 350°C Max HP-5MS) โดยจะทำการปล่อยสาร (desorb) ที่ injection port ด้วยอุณหภูมิ 250 °C เป็นเวลานาน 3 นาที ด้วยระบบ splitless mode อุณหภูมิที่ oven จะคงที่ที่ 38°C นาน 3 นาที และจะเพิ่มขึ้นเป็น 180 °C ด้วยอัตรา 5 °C ต่อนาที จะใช้เวลาทั้งสิ้น 31.40 นาที การศึกษาและการวิเคราะห์ทำซ้ำ 3 ซ้ำ

ผลและวิจารณ์

จากการทดลองเตรียมตัวอย่าง 4 วิธี พบว่าการเตรียมตัวอย่างด้วยวิธีที่ 2 ซึ่งนำตัวอย่างมาบดให้ละเอียดโดยใช้ไนโตรเจนเหลว แล้วใส่ใน vial ปิดฝา แล้วจึงนำไปดูดซับสารประกอบระเหยที่ให้กลิ่นรสด้วย SPME เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการทดลองครั้งนี้ เนื่องจากพบชนิดและปริมาณของสารประกอบระเหยมากที่สุด (Table 1) อีกทั้งในการทำซ้ำแต่ละครั้งให้ผลการทดลองที่มีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งนี้การบดตัวอย่างให้ละเอียดทำให้เซลล์แตก พื้นที่ผิวเยอะขึ้น สารประกอบระเหยจึงสามารถระเหยออกมาได้มากขึ้น ในกรณีของวิธีที่ 3 และ 4 ที่มีการเติมน้ำ DI นั้น สารประกอบระเหยที่ให้กลิ่นรสที่ถูกสกัดได้จะเป็นเฉพาะประเภทที่สามารถละลายน้ำได้และเนื่องจากขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างมีการโฮโมจีไนส์หลายครั้งซึ่งยากต่อการควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำ ทำให้เกิดการสูญเสียสารประกอบระเหยที่ให้กลิ่นรสในการเตรียมตัวอย่าง

Table 1: Volatile constituents identified in the aromas of dried mango fruit

No	compound	Percent corrected area			
		1	2	3	4
1	ethanol	29.03±4.04	21.74 ± 0.17	38.36 ± 13.92	79.59 ± 5.85
2	Ethyl acetate	2.64±1.64	3.08 ± 1.41	-	-
3	Butanoic acid	20.6 ± 1.93	18.46 ± 2.49	-	-
4	α-pinene	0.43 ± 0.06	0.24 ± 0.066	-	-
5	3-carene	23.23 ± 1.32	28.11 ± 4.93	-	-
6	1,3-Cyclohexadiene	0.82 ± 0.30	0.31 ± 0.03	-	-
7	4-carene	12.24 ± 6.00	3.34 ± 0.93	7.18 ± 4.09	8.68 ± 3.96
8	1,3,5,8-undecatetraene	-	0.43 ± 0.029	-	-
9	3-hexenyl ester	-	1.00 ± 0.75	-	-
10	Octanoic acid	7.33 ± 2.12	9.73 ± 0.80	25.57 ± 6.99	-
11	2(3H)-furanone	-	1.53 ± 0.76	-	-
12	decanoic acid	-	2.19 ± 0.30	-	-
13	Caryophyllene	0.45 ± 0.11	-	-	-
14	β-Humulene	0.65 ± 0.10	0.68 ± 0.56	-	-

มะม่วงสดที่ใช้ในการทดลองมีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.98 และมีค่าปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 83 พบว่าสารประกอบระเหยในมะม่วงสดพันธุ์โชคอนันต์มี 6 ชนิด (Figure 1) ชนิดที่พบมากที่สุดได้แก่ 4-carene และ 3-carene ตามลำดับ ซึ่งจัดเป็นสารประกอบในกลุ่ม terpene ซึ่งเป็นสารประกอบที่ให้กลิ่นรสที่เกิดจากการสังเคราะห์ภายในเนื้อเยื่อของผลไม้ซึ่งเกิดขณะผลไม้มีการพัฒนาความสุก โดยเกิดจากการสังเคราะห์สารชีวโมเลกุลประเภทคาร์โบไฮเดรต (carbohydrate pathway) (Reineccius, 1994) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Lalel et al. (2003) พบว่าสารประกอบส่วนใหญ่ที่พบในมะม่วงพันธุ์ Kensington Pride นั้นจะเป็นสารประกอบประเภท terpene สำหรับในมะม่วงอบแห้ง พบว่ามีชนิดของสารประกอบระเหยที่ให้กลิ่นรสเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงสด โดยจะตรวจพบสารประกอบประเภทแอลกอฮอล์ กรด และเอสเทอร์ ได้แก่ ethanol, butanoic acid และ octanoic acid เมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงสดแล้วปริมาณ 4-carene จะลดลงในขณะที่ 3-carene มีปริมาณเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการทดลองครั้งนี้เป็นการศึกษาเบื้องต้นของการทำแห้งต่อการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบระเหยที่ให้กลิ่นรสในมะม่วง ซึ่งยังต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงผลของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบแห้งต่อการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบระเหย ที่ให้กลิ่นรสหลักที่ผู้บริโภคสามารถรับรู้ได้และใช้สารประกอบใดเป็นดัชนี บ่งชี้ถึงความชอบและการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ โดยการศึกษาเพิ่มเติมที่ได้กล่าวข้างต้นกำลังอยู่ในระหว่างดำเนินการทดลอง

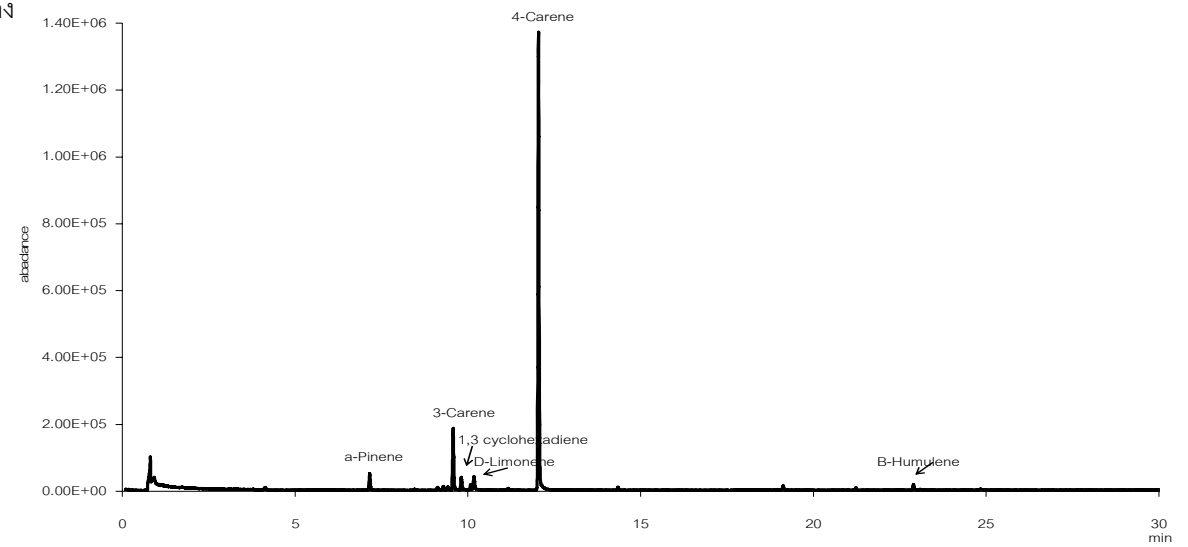

Figure 1 GC chromatogram of volatile compounds extract from fresh mango by method 2 used 100 μm PDMS fiber. (dry basis)

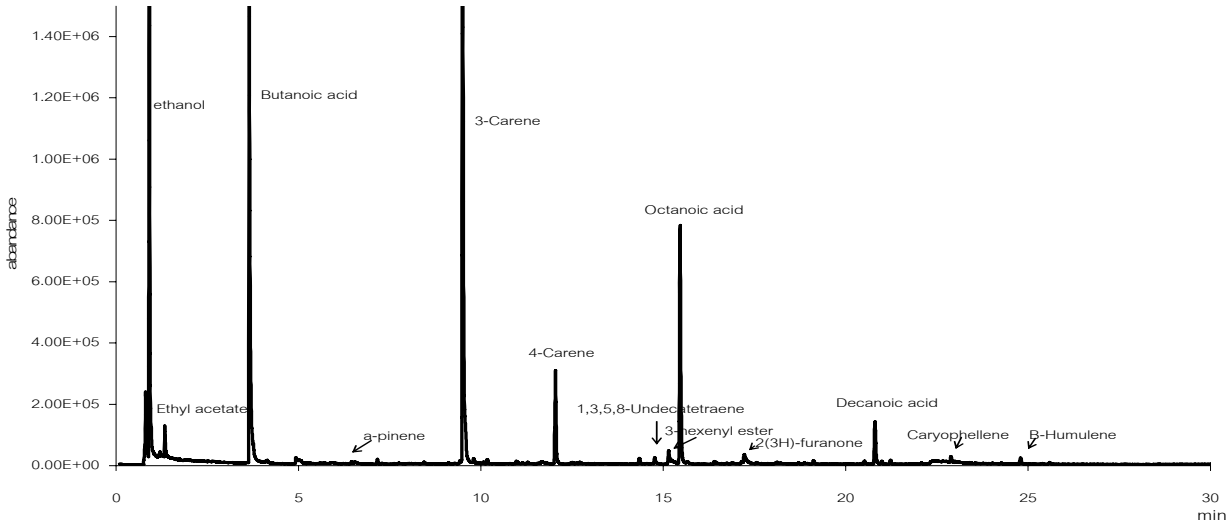

Figure 2 GC chromatogram of volatile compounds extract from dried mango at 70°C by method 2 used 100 μm PDMS fiber. (dry basis)

สรุป

จากการศึกษาพบว่าวิธีการที่เหมาะสมที่ใช้สำหรับเตรียมตัวอย่างด้วย SPME ก่อนนำไปหาสารประกอบระเหยที่ให้กลิ่นรสด้วย GC-MS คือการตัดมะม่วงเป็นชิ้นขนาด 3×3 mm^2 ควบคุมอุณหภูมิด้วยไนโตรเจนเหลว บดให้ละเอียดก่อนนำไปใส่ใน vial แล้วนำไปดูดซับสารประกอบระเหยที่ให้กลิ่นรสด้วย SPME ที่อุณหภูมิ 35°C เป็นเวลา 45 นาที หลังจากนั้นนำไปฉีดเข้า GC-MS พบว่าสารประกอบระเหยที่ให้กลิ่นรสที่พบมากทั้งในมะม่วงสุกและมะม่วงอบแห้งคือ สารประกอบประเภท terpene ได้แก่ 4-carene และ 3-carene นอกจากนี้ยังพบว่าในมะม่วงอบแห้งมีชนิดของสารประกอบระเหยที่ให้กลิ่นรสมากกว่าที่พบในมะม่วงสุก ซึ่งได้แก่สารประกอบประเภทกรด เอสเทอร์ และแอลกอฮอล์ เช่น butanoic acid, octanoic acid และ ethanol

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของ Research Project SFB 564 (“Research for Sustainable Land Use and Rural Development in Mountainous Regions of Southeast Asia”) สนับสนุนทุนวิจัยโดย Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), ประเทศเยอรมัน ซึ่งผู้แต่งขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

Boudhrioua, N., P. Giampaoli. and C. Bonazzi. 2003. Changes in aromatic components of banana during ripening and air-drying. Journal of Technology. 36: 633-642.

FAOSTAT data. 2006. http://faostat.fao.org last updated April.

Lalel, H.J.D., Z. Singh. and S.C Tan. 2003. Aroma volatiles production during fruit ripening of ‘Kensington Pride’ mango. Journal of Postharvest Biology and Technology. 27: 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.

Gary R. 1994. Source Book of Flavors. Chapman & Hall. The United States of America. 928 pp.

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. Journal of Food Chemistry.