

## ความแตกต่างกันของเทอร์พีนในมะม่วงน้ำดอกไม้ 3 พันธุ์ปลูก Differences in Terpenes from 3 cultivars of Nam Dok Mai mango

ธมกร ต้นสกุล<sup>1</sup> สมโภชน์ น้อยจินดา<sup>1</sup> กิตติ โพธิ์ปัทมา<sup>1</sup> สุรียา ฤทธาทิพย์<sup>1</sup> และ เฉลิมชัย วงษ์อารี<sup>2</sup>  
Tunsakul, T.<sup>1</sup>, Noichinda, S.<sup>1</sup>, Bodhipadma, K.<sup>1</sup>, Rutatip, S.<sup>1</sup> and Wongs-Aree, C.<sup>2</sup>

### Abstract

Nam Dok Mai (NDM) is the most popular ripe-eaten mango for Thai people, which it contains various kinds of aromatic compounds. It is also known that terpenes are the main odor-active component found in ripe NDM mango flesh. Since cultivars and environmental factors influence the aroma profiles, NDM Sithong has lower fragrance when compared to NDM (in-season) and NDM no.4 (off-season) cultivars. Thus, in this research, compositions of terpenes in 3 NDM cultivars: NDM, NDM no.4 and NDM Sithong were investigated. The slices of fully-ripe NDM flesh from 3 cultivars were placed into glass vial and aroma profile was measured with head space GC-MS. Results showed that monoterpene such as  $\beta$ -ocimene, 2-(acetylmethyl)-3-carene, o-cymene,  $\beta$ -bergamotene and  $\alpha$ -guaiene and sesquiterpene such as caryophyllene, humulene, germacrene D and  $\alpha$ -farnesene were main aroma components in NDM and NDM no.4 while only sesquiterpene components: caryophyllene, humulene, germacrene D were found in NDM Sithong.

**Keywords:** aroma profile, GC-MS, Nam Dok Mai, ripe mango

### บทคัดย่อ

น้ำดอกไม้เป็นมะม่วงสุกที่คนไทยนิยมรับประทานมากที่สุด สำหรับมะม่วงสุกแล้วจะพบสารประกอบที่ให้กลิ่นหลายชนิดเป็นที่ทราบกันว่าเทอร์พีนเป็นส่วนประกอบหลักซึ่งให้กลิ่นในเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สุก เนื่องจากพันธุ์ปลูกและปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อรูปแบบของกลิ่น น้ำดอกไม้สีทองมีกลิ่นหอมน้อยกว่าเมื่อเทียบกับพันธุ์น้ำดอกไม้ (ในฤดูกาล) และน้ำดอกไม้เบอร์ 4 (นอกฤดูกาล) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาองค์ประกอบของเทอร์พีนในมะม่วงน้ำดอกไม้ 3 พันธุ์ปลูก ได้แก่ น้ำดอกไม้ น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และน้ำดอกไม้สีทอง เนื้อของมะม่วงที่สุกเต็มที่จาก 3 พันธุ์ปลูกถูกหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ก่อนใส่ลงในหลอดแก้วแล้วนำไปวิเคราะห์กลิ่นด้วย GC-MS โดยใช้เทคนิคเฮดสเปซ ผลการวิจัยพบว่าสาร monoterpene เช่น  $\beta$ -ocimene, 2-(acetylmethyl)-3-carene, o-cymene,  $\beta$ -bergamotene และ  $\alpha$ -guaiene และ sesquiterpene เช่น caryophyllene, humulene, Germacrene D และ  $\alpha$ -farnesene เป็นส่วนประกอบหลักของกลิ่นในมะม่วงน้ำดอกไม้และน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ในขณะที่น้ำดอกไม้สีทองมีเพียงส่วนประกอบของ sesquiterpene เช่น caryophyllene, humulene, germacrene D เท่านั้น

**คำสำคัญ:** องค์ประกอบของกลิ่น GC-MS น้ำดอกไม้ มะม่วงสุก

### คำนำ

มะม่วง (*Mangifera indica* L.) จัดเป็นผลไม้เขตร้อน (Tropical fruit) ที่มีกลิ่นรสหอมหวานและมีความสำคัญในทางการค้าของประเทศไทย (มณฑลทวาย และคณะ, 2544) และต่างประเทศ โดยเฉพาะประเทศในแถบอาเซียน มะม่วงน้ำดอกไม้เป็นหนึ่งในมะม่วงหลายพันธุ์ที่มีการส่งออกในปริมาณมากและเป็นมะม่วงที่คนไทยนิยมรับประทานเมื่อผลสุก มะม่วงน้ำดอกไม้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 พันธุ์ คือ น้ำดอกไม้ น้ำดอกไม้ (ทวาย) เบอร์ 4 และน้ำดอกไม้สีทอง โดยพันธุ์ที่เรียกว่าน้ำดอกไม้ให้ผลตามฤดูกาล น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ให้ก่อนฤดูกาลแต่ให้ผลผลิตไม่มากนัก และน้ำดอกไม้สีทองจะออกสู่ตลาดล่ากว่าน้ำดอกไม้ (พีระศักดิ์, 2554) เมื่อผลมะม่วงสุกจะมีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากต่อการยอมรับและเลือกบริโภค รวมถึงการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร (Boonbumrung และคณะ, 2001) กลิ่นรสของอาหารส่งผลต่อการรับรู้ของมนุษย์และมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อ ด้วยเหตุนี้อุตสาหกรรมอาหารจึงให้ความสำคัญต่อกลิ่นของอาหาร และมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีกลิ่นให้ตรงตามความ

<sup>1</sup> สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ บางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

Division of Agro-Industrial Technology, Faculty of Applied Science, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok 10800, Thailand

<sup>2</sup> สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี บางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150

Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10150, Thailand

ต้องการของผู้บริโภค โดยมีการใช้เทคนิค Gas chromatograph ร่วมกับวิธีการอื่นๆ เพื่อให้องค์ประกอบของกลิ่นในตัวอย่าง หรืออาหารชนิดนั้นๆ (กาญจนนา, 2552)

จากงานวิจัยที่มีการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของกลิ่นในมะม่วงสายพันธุ์ต่างประเทศ พบว่าสารระเหยที่ให้กลิ่นส่วนใหญ่เป็นสารประกอบเอสเทอร์ ส่วนมะม่วงไทยมีสารประกอบเทอร์พีนเป็นหลัก (มณฑาทิพย์ และคณะ, 2544) อย่างไรก็ตาม มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ทั้ง 3 พันธุ์ปลูกมีที่กลิ่นแตกต่างกัน อีกทั้งยังไม่มีการศึกษาข้อมูลการเปรียบเทียบกลิ่นในมะม่วงน้ำดอกไม้พันธุ์ต่างๆ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาองค์ประกอบของเทอร์พีนในมะม่วงน้ำดอกไม้ 3 พันธุ์ปลูกของไทย คือ น้ำดอกไม้ น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และน้ำดอกไม้สีทอง เพื่อนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในเชิงการค้า และอุตสาหกรรมอาหารได้ในอนาคต

### อุปกรณ์และวิธีการ

ซั่มมะม่วงน้ำดอกไม้ทั้ง 3 สายพันธุ์ คือ น้ำดอกไม้ น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และน้ำดอกไม้สีทอง จากตลาดขายส่งสี่มุมเมือง ทำการบ่มที่อุณหภูมิห้องให้ผลมะม่วงสุกอมและมีกลิ่นหอมเพื่อใช้ในการวิจัย นำเนื้อส่วนกลางผลมาหั่นให้ได้ขนาด 0.5x0.5 เซนติเมตร น้ำหนักเนื้อ 5 กรัม บรรจุลงในขวดแก้วขนาด 20 มิลลิลิตร (20 ml Headspace vial) ซึ่งจำเพาะกับเครื่อง Headspace sampler (HS) ยี่ห้อ Agilent รุ่น 7697A ที่เชื่อมต่อกับเครื่อง Gas chromatograph (GC) ยี่ห้อ Agilent รุ่น 7890B และ mass spectrometer (MS) ยี่ห้อ Agilent รุ่น 5977B

นำสาร Thiophene (Internal standard) ที่มีความเข้มข้น 100 ppm ปริมาตร 20 ไมโครลิตร ที่ได้จากการเจือจาง Thiophene (100%) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ด้วยเอทานอลที่ผ่านการกรองให้บริสุทธิ์ปริมาตร 9 มิลลิลิตร เติมน้ำลงในขวดแก้วที่บรรจุตัวอย่างมะม่วง และขวดแก้วที่ไม่มีตัวอย่างมะม่วง (control) จากนั้นปิดขวดด้วยฝาแบบยาง (septum) แล้วทำการปิดผนึกฝาขวดที่บรรจุตัวอย่างให้สนิทด้วยอุปกรณ์ฝักฝักแบบใช้มือ (Manual crimpers)

นำขวดที่บรรจุตัวอย่างและขวดที่บรรจุสาร Internal standard บรรจุลงในช่องสำหรับวางตัวอย่างของเครื่อง Headspace ที่เชื่อมต่อกับเครื่อง Gas chromatograph – mass spectrometer ตั้งระดับอุณหภูมิภายในส่วนของ Headspace ที่ 40 °C นาน 10 นาที ใช้คอลัมน์ HP-5 ที่มีขนาด 30 เมตร ความยาว x 0.25 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง x 0.25 มิลลิเมตร ความหนา ใช้แก๊สฮีเลียมเป็นแก๊สตัวพา ที่อัตราการไหล 1.7 มิลลิลิตร/นาที ตรงส่วนที่ปล่อยตัวอย่างเข้าเครื่อง GC (Inlet) ตั้งเป็นโหมด Split-less อุณหภูมิตรงส่วนปล่อยสารเข้าเครื่อง GC ตั้งไว้ที่ 250 °C และอุณหภูมิภายในส่วน Oven ตั้งเริ่มต้นไว้ที่ 40°C นาน 2 นาที หลังจากนั้น ตั้งไว้ที่ 160°C โดยเพิ่มระดับอุณหภูมิที่ 4°C/นาที และเพิ่มขึ้นจนอุณหภูมิสุดท้ายอยู่ที่ 280°C ที่ 50°C/นาที จากนั้นสารต่างๆ ภายในตัวอย่างที่แยก จะเคลื่อนที่เข้าสู่ระบบไร้อากาศ หรือ สูญญากาศของเครื่อง Mass spectrometer ซึ่งจะมีการปล่อยอิเล็กตรอนใส่สารที่เคลื่อนที่เข้าไปทำให้เกิดการแตกตัวเป็นค่าไอออน โดยตั้งค่าโหมด electron ionization mode (EI) อยู่ที่ 70 eV อุณหภูมิของแหล่งไอออนอยู่ที่ 230°C ช่วงค่า mass อยู่ที่ m/z 35-450 แล้วค่าอิเล็กตรอนขององค์ประกอบของสารต่างๆ ที่ถูกทำให้แตกตัว สามารถนำมาระบุชนิดของสารแต่ละตัวได้ โดยนำผลที่แสดงการแตกตัวของสารประกอบต่างๆ มาเทียบกับ NIST Library ของเครื่องและโปรแกรม เพื่อหาองค์ประกอบของสารระเหยที่ให้กลิ่นในมะม่วงแต่ละพันธุ์

องค์ประกอบของสารระเหยที่ให้กลิ่นในมะม่วงแต่ละพันธุ์ เมื่อทำการเทียบกับ NIST Library ของเครื่องและโปรแกรมที่ลงไว้ เลือกข้อมูลที่ได้มาศึกษาเฉพาะสารประกอบเทอร์พีนที่พบในแต่ละพันธุ์ เพื่อดูลักษณะของกลิ่น และคำนวณหาความเข้มข้นของสารประกอบเทอร์พีนแต่ละชนิดที่พบ โดยเปรียบเทียบพื้นที่จุดยอด (Peak area) ของสารประกอบเทอร์พีนที่พบแต่ละชนิดกับความเข้มข้นและพื้นที่จุดยอดของสาร Thiophene (Internal standard) แล้วรายงานผลในหน่วยนาโนกรัมต่อกรัม (ng/g) หลังจากนั้น หาค่าจำเพาะของกลิ่น (Odor activity values, OAV) ของสารประกอบเทอร์พีนแต่ละชนิดด้วยการนำความเข้มข้นของสารประกอบเทอร์พีนแต่ละชนิดที่พบในมะม่วงแต่ละพันธุ์ คำนวณเทียบกับค่า Odor threshold ของสารประกอบเทอร์พีนชนิดนั้นๆ ตามสูตรดังนี้

$$\text{Odor activity values (OAV)} = \frac{\text{ความเข้มข้นของสารประกอบเทอร์พีน (ng/g)}}{\text{Odor threshold ของสารประกอบเทอร์พีน (ng/g)}}$$

### ผลการทดลอง

จากการศึกษาและเปรียบเทียบองค์ประกอบของเทอร์พีนในมะม่วงน้ำดอกไม้ทั้ง 3 พันธุ์ (Table 1) คือ น้ำดอกไม้ น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และน้ำดอกไม้สีทองที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง HS-GC-MS พบสารประกอบเทอร์พีนทั้งหมด 9 ชนิด แบ่งออกเป็น สารประกอบประเภท Monoterpene 5 ชนิด ได้แก่  $\beta$ -ocimene, 2-(acetylmethyl) -3-carene, o-cymene,

$\beta$ -bergamotene และ  $\alpha$ -guaiene และสารประกอบประเภท Sesquiterpene 4 ชนิด ได้แก่ caryophyllene, humulene, Germacrene D และ  $\alpha$ -farnesene โดยมะม่วงน้ำดอกไม้ และน้ำดอกไม้เบอร์ 4 พบสารประกอบเทอร์พีนทั้งประเภท Monoterpene และ Sesquiterpene เช่น สาร  $\beta$ -ocimene, caryophyllene, humulene และ Germacrene D ในน้ำดอกไม้ และ สาร 2-(acetylmethyl)-3-carene, o-cymene,  $\beta$ -bergamotene,  $\alpha$ -guaiene, caryophyllene, humulene, Germacrene D และ  $\alpha$ -farnesene ในน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ส่วนมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองพบเพียงสารประกอบเทอร์พีนประเภท Sesquiterpene เช่น caryophyllene, humulene และ Germacrene D โดยมีความเข้มข้นและค่า OAV ของสารประกอบเทอร์พีนแต่ละชนิดที่แตกต่างกันในมะม่วงน้ำดอกไม้ทั้ง 3 พันธุ์ปลูกดังแสดงในตารางที่ 1 (Table 1)

**Table 1** Presenting of terpene components in aroma profile of Nam Dok Mai (NDM) mango cultivars

Compounds	RT (min)	Relative content (ng/gFW) <sup>a</sup>			Odor description <sup>b</sup>	Odor threshold (ng/g)	OAV <sup>f</sup>		
		NDM	NDM # 4	NDM Sithong			NDM	NDM # 4	NDM Sithong
<b>Monoterpene</b>									
$\beta$ -Ocimene	11.699	0.306	Nf	Nf	Citrus, tropical green	34 <sup>c</sup>	0.009	-	-
2-(acetylmethyl)-3-carene	12.314	Nf	0.429	Nf	Citrus, woody	Nv	-	-	-
o-Cymene	13.255	Nf	0.922	Nf	Woody, minty	Nv	-	-	-
$\beta$ -Bergamotene	16.439	Nf	0.108	Nf	Citrus, woody	Nv	-	-	-
$\alpha$ -Guaiene	23.784	Nf	0.628	Nf	Balsam, peppery	Nv	-	-	-
<b>Sesquiterpene</b>									
Caryophyllene	24.616	6.408	7.466	1.752	Sweet woody, clove	64 <sup>d</sup>	0.100	0.117	0.027
Humulene	25.701	0.772	2.471	0.287	Oceanic-watery	39 <sup>e</sup>	0.020	0.063	0.007
Germacrene D	26.534	0.209	3.949	1.007	Woody spice	Nv	-	-	-
$\alpha$ -Farnesene	27.004	Nf	0.800	Nf	Citrus, floral, woody green	Nv	-	-	-

<sup>a</sup>Calculated from internal thiophene

<sup>b</sup>According to the Goodscentscopy web page

<sup>c</sup>Niu, Y., Wang, P., Xiao, Q., Xiao Z., Mao H. and Zhang J., 2020; <sup>d</sup>Cuevas-Glory, L. F., Sauri-Duch, E., Sosa-Moguel, O. and Pino, J. A., 2020; <sup>e</sup>Tamura, H., Boonbumrung, S., Yoshizawa, T. and Varanyanond, W., 2000

<sup>f</sup>Odor activity values were calculated by dividing the concentrations by its odor threshold

Nf = Not found

Nv = Not available odor threshold data

### วิจารณ์ผลการทดลอง

จากองค์ประกอบของเทอร์พีนที่แตกต่างกันในมะม่วงน้ำดอกไม้ทั้ง 3 พันธุ์ จึงทำให้มะม่วงแต่ละพันธุ์มีลักษณะของกลิ่นที่ได้ไม่เหมือนกัน และมีความความเข้มข้นของกลิ่นที่ต่างกัน ถึงแม้ว่า สารประกอบเทอร์พีนบางตัวจะพบในน้ำดอกไม้ทั้ง 3 พันธุ์ เช่น caryophyllene, humulene และ Germacrene D แต่ด้วยความเข้มข้นและค่า OAV ที่ต่างกันตามที่ปรากฏในตารางที่ 1 (Table 1) แสดงให้เห็นว่า มะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 มีความเข้มข้นของสารประกอบเทอร์พีนทั้ง 3 ชนิดมากกว่าพันธุ์น้ำดอกไม้ และน้ำดอกไม้สีทอง และยังมีการตรวจพบองค์ประกอบของเทอร์พีนมากที่สุด รองลงมา คือ น้ำดอกไม้ ซึ่งมีความเข้มข้นและค่า OAV ของสารประกอบเทอร์พีนเช่น Caryophyllene และ Humulene ใกล้เคียงกับน้ำดอกไม้เบอร์ 4 แต่กลับพบองค์ประกอบเทอร์พีนประเภท Monoterpene เพียงชนิดเดียวอย่าง  $\beta$ -ocimene ที่มีการรายงานผลว่า พบในมะม่วงเขียวเสวยของไทย (Tamura et al, 2000) และมะม่วงสายพันธุ์ Ataulfo (Cuevas-Glory et al, 2020) พบสารประกอบ  $\beta$ -ocimene อย่าง trans- $\beta$ -ocimene เป็นปริมาณมากในมะม่วงแรดและสามฤดู (มณฑลทวาย และคณะ, 2544) ส่วนน้ำดอกไม้สีทองมีค่า OAV ขององค์ประกอบเทอร์พีนน้อยที่สุด แสดงให้เห็นว่าสารประกอบเทอร์พีนประเภท Monoterpenes เป็นสารประกอบหลักที่ส่งผลให้มะม่วงน้ำดอกไม้ 3 พันธุ์ปลูกของไทย มีกลิ่นหอมแรงแตกต่างกันไป

### สรุปผล

องค์ประกอบของเทอร์พีนในมะม่วงน้ำดอกไม้ทั้ง 3 พันธุ์ คือ น้ำดอกไม้ น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และน้ำดอกไม้สีทอง เมื่อคำนวณหาความเข้มข้นและค่า OAV ของสารประกอบเทอร์พีนในมะม่วงน้ำดอกไม้แต่ละพันธุ์ สามารถสรุปผลได้ว่า มะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 เป็นมะม่วงที่มีลักษณะกลิ่นที่เด่นชัดที่สุด เนื่องมาจากพบสาร Monoterpene มากที่สุดเช่น 2-(acetylmethyl)-3-carene, o-cymene,  $\beta$ -bergamotene และ  $\alpha$ -guaiene มะม่วงน้ำดอกไม้พบเพียง  $\beta$ -ocimene ขณะที่น้ำดอกไม้สีทองเป็นพันธุ์ที่พบเพียงสาร Sesquiterpene เช่น caryophyllene, humulene และ Germacrene D เท่านั้น จึงทำให้มีกลิ่นหอมน้อยกว่าที่สุดในบรรดามะม่วงน้ำดอกไม้ทั้ง 3 พันธุ์

### คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูง (SICC) กับภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตรอาหาร และสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ สำหรับการอนุญาตให้ใช้สถานที่ในการทำการวิจัยและทดลอง

### เอกสารอ้างอิง

- มณฑาทิพย์ ยุ่นฉลาด วินัย ปิตยนต์ วิภา โรจนะ เมธากุล กาญจนารัตน์ ทวีสุขและ ชิดชม อีรวงษ์, 2544, องค์ประกอบทางชีวเคมีและสารให้กลิ่นรสของพันธุ์มะม่วงในประเทศที่มีศักยภาพในอุตสาหกรรมการแปรรูป, รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39, สาขาอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, หน้า 576- 583.
- พีระศักดิ์ ฉายประสาท, 2554, การปลูกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง, ภารกิจโครงการและประสานงานวิจัย, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, หน้า 1-2.
- กาญจนา มัทธนนที, 2552, ความสำคัญของกลิ่นรสอาหารกับการตรวจวิเคราะห์กลิ่นอาหารโดยเทคนิค Gas Chromatography-Olfactometry (GC-O), วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 มิถุนายน 2552 - พฤษภาคม 2553, หน้า 13-17.
- Cuevas-Glory, L.F., Sauri-Duch, E., Sosa-Moguel, O. and Pino, J.A., 2020, Characterization of Odor-active Compounds in Mango 'Ataulfo' (*Mangifera indica* L.) Fruit, Chemical Papers, 2020, 74:4025–4032.
- Niu, Y., Wang, P., Xiao, Q., Xiao Z., Mao H. and Zhang J., 2020, Characterization of Odor-Active Volatiles and Odor Contribution Based on Binary Interaction: Effects in Mango and Vodka Cocktail, Molecules, 25, 1083.
- Tamura, H., Boonbumrung, S., Yoshizawa, T. and Varanyanond, W., 2000, The Volatile Constituents in the Peel and Pulp of a Green Thai Mango, Khieo Sawoei Cultivar (*Mangifera indica* L.), Food Science and Technology Research, 2001, 7 (1), 72–77.
- Boonbumrung, S., Tamura, H., Mookdasanit, J., Nakamoto, H., Ishihara, M., Yoshizawa, T. and Varanyanond, W., 2001, Characteristic Aroma Components of the Volatile Oil of Yellow Keaw Mango Fruits Determined by Limited Odor Unit Method, Food Science and Technology Research, 2001, 7 (3), 200–206.