ส่วน 3-hydroxy-2-butanone, *1H*-indene, 2,3-butanediol, 1,3-butanediol, benzyl alcohol, ethylhexanoic acid, 2-phenoxyethanol, *p-tert*-butylphenol และ 2,4-*di-tert*-butylphenol เป็นสารระเหยที่ยังไม่มีรายงานการตรวจพบในมะพร้าวและผลิตภัณฑ์มาก่อน อาจเป็นเพราะสภาวะในการสกัดสารระเหยต่างกัน (Health, 1981) ทำให้สารระเหยที่สกัดได้ต่างกัน

จากตารางที่ 15 จะเห็นว่า dodecanoic acid และ decanoic acid เป็นสารระเหยที่พบในปริมาณมากคือ 1,915.0 และ 1,401.1 นาโนกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่ง dodecanoic acid และ decanoic acid นั้นเป็นกรดไขมันที่พบมากในเนื้อมะพร้าวและน้ำมันมะพร้าว (Salunkhe *et al*.,1992) กรดทั้งสองให้ลักษณะกลิ่นไขมันและกลิ่นไข สารประกอบที่พบในปริมาณที่รองลงมาคือ acetic acid 399.0 นาโนกรัม/มิลลิลิตร ethyl *sec*-butyl ether 326.6 นาโนกรัม/มิลลิลิตร octanoic acid 254.6 นาโนกรัม/มิลลิลิตร และ heptanoic acid 233.1 นาโนกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ

สารระเหยในกะทิสดที่มีค่า Odor Activity Value (OAV) สูงที่สุดคือ ethyl octanoate (OAV= 35.7) นั่นคือมีสัดส่วนของปริมาณสารต่อค่า threshold สูง จึงเป็นสารระเหยให้กลิ่นที่สำคัญ และมีผลต่อกลิ่นโดยรวม (Abbott *et al*., 1993) ซึ่งให้ลักษณะกลิ่นผลไม้ และกลิ่นหอมหวาน รองลงมาคือ ethyl decanoate (OAV= 17.8) ให้กลิ่นหอมหวาน ไขมันและกลิ่นคล้ายไวน์-คอนยัค ethyl acetate (OAV= 3.4) ซึ่งให้กลิ่นแหลม และกลิ่นคล้ายไวน์-บรั่นดี 3-hydroxy-2-butanone (OAV= 1.8) ให้กลิ่นครีมและเนย และ decanoic acid (OAV= 1.4) ให้กลิ่นไขมัน ไขและกลิ่นชีส (ตารางที่ 15) ทำให้ลักษณะกลิ่นโดยรวมของกะทิสด คือ กลิ่นหอมหวาน กลิ่นครีม ไขมัน ไขและกลิ่นไวน์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการดมโดยผู้ทดสอบ (ตารางที่ 14)

ส่วนสารระเหยชนิดอื่นๆ มีค่า OAV น้อยกว่า 1 ได้แก่ ethyl dodecanoate, benzyl alcohol, heptanoic acid, 1-undecanol, benzothiazole, octanoic acid และ dodecanoic acid เมื่อพิจารณาค่า OVA แล้วสารเหล่านี้มีความสำคัญน้อยต่อกลิ่นกะทิสด นอกจากนี้ เนื่องจากพบ *n*-octanol, δ-octalactone และ δ-decalactone ในปริมาณความเข้มข้นที่ต่ำจึงส่งผลให้ค่า OAV ของสารทั้งสามมีค่าน้อยกว่า 1 แต่อย่างไรก็ตามมีการรายงานว่า δ-octalactone, δ-decalactone และ *n*-octanol เป็นสารอันให้ลักษณะกลิ่นคล้ายเนื้อมะพร้าวสด (Lin and Wilkens, 1970)

เนื่องจากไม่มีการใช้ความร้อนในการเตรียมตัวอย่างกะทิสด ดังนั้นแลกโทนที่พบในตัวอย่างนี้น่าจะเกิดจากการสังเคราะห์ทางชีวภาพหรือการทำงานของจุลินทรีย์ (Reineccius,

1994) หรือเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของ linoleic acid เนื่องจากเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสซึ่งจะเกิด 4-,5-hydroxy acids ในระหว่างการออกซิเดชันและได้แลกโทนในที่สุด (Allen, 1965; Takeoka, 1999)

แอลกอฮอล์ที่พบเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่างโมเลกุลของออกซิเจนกับกรดไขมันไม่อิ่มตัวในฟอสโฟลิปิดที่บริเวณรอยต่อ (interface) ของเม็ดไขมัน (Shipe *et al*., 1978) และยังเกิดขึ้นในระหว่างการสร้างกรดไขมัน เช่น *n*-octanol ให้กลิ่นดอกไม้และผลไม้เป็นสารระเหยที่ให้กลิ่นสำคัญของเนื้อมะพร้าวสด *n*-octanol เป็นสารมัธยันตร์ (intermediate) ที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการสร้างกรดไขมันและแลกโทนในเนื้อมะพร้าว (Lin and Wilkens, 1970) ทั้งนี้สามารถเตรียม *n*-octanol ได้จากกรดไขมันจากน้ำมันมะพร้าวโดยอาศัยความดันและอุณหภูมิสูงได้เช่นกัน (Kohashi *et al*., 1950)

เอสเทอร์ซึ่งให้กลิ่นหอมหวาน ให้กลิ่นผลไม้และกลิ่นหอมหวานของมะพร้าว (Saittagaroon *et al*., 1984) เกิดจากปฏิกิริยา esterification ระหว่างแอลกอฮอล์และกรด สารประกอบในกลุ่มเอทิลเอสเทอร์ที่พบในกะทิสดได้แก่ ethyl acetate, ethyl octanoate, ethyl decanoate, ethyl dodecanoate เป็นต้น ซึ่งสารระเหยในกลุ่มนี้เป็นสารตั้งต้นปฐมภูมิที่เกิดขึ้นในกระบวนการสร้างแลกโทนในเนื้อมะพร้าว (Saittagaroon *et al*., 1984) สารเอทิลเอสเทอร์ส่วนใหญ่จะให้คุณลักษณะกลิ่นคล้ายผลไม้ (Shaikh, 2002)

อัลดีไฮด์และคีโทน เป็นผลผลิตขั้นที่สอง (secondary product) ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยการเหนี่ยวนำด้วยแสง (light-induce) (Badings, 1991; Moio *et al*., 1993) สารประกอบคาร์บอนิลที่ระเหยได้ที่เกิดขึ้นจะคล้ายคลึงกับสารประกอบจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน โดย aldehyde และ ketone ที่มีสายตรง (straight chain) เป็นผลผลิตที่เกิดจากการแตกตัวของ hydroperoxide ที่ได้จากกรดไขมัน ส่วนเมทิลคีโทนได้แก่ 2-tridecanone เกิดจากการสลายตัว (decomposition) ของกรดไขมันในมะพร้าว (Allen, 1965) นอกจากนี้ 3-hydroxy-2-butanone หรือ acetoin ซึ่งให้กลิ่นครีมและกลิ่นเนยนั้นเกิด ขึ้นจาก diacetyl ถูกรีดิวซ์ไปเป็น acetoin โดยเอนไซม์ acetoin dehydrogenase (Adda, 1993)

ส่วน benzothiazole ซึ่งให้กลิ่นถั่วและกลิ่นโกโก้ อาจเกิดจากการที่กรดอะมิโนที่มีซัลเฟอร์สลายตัวในสภาพที่มีกลูโคส หรือมีไพรูวัลดีไฮด์ (pyruvaldehyde) (Heath, 1981; Reineccius, 1994)

นอกจากนี้กรดไขมันที่พบในกะทินั้น มีผลสำคัญต่อการสร้างสารระเหยที่เป็นอนุพันธ์ของลิปิด เช่น แอลิแพทิก-อัลดีไฮด์ แอลกอฮอล์ โดยเฉพาะแลกโทนและเอสเทอร์ซึ่งให้กลิ่นหอมหวานของเนื้อมะพร้าวเป็นสำคัญ (Saittagaroon *et al*., 1984)

กล่าวโดยสรุป กลิ่นหอมหวานของกะทิสดเกิดจาก *n*-octanol และสารระเหยในกลุ่มเอทิลเอสเทอร์ ได้แก่ ethyl acetate, ethyl octanoate, ethyl decanoate และ ethyl dodecanoate ส่วนการที่กะทิสดมีกลิ่นหวานมันของมะพร้าวนั้น เกิดจากเดลต้าแลกโทน ได้แก่ δ-octalactone และ δ-decalactone ร่วมกับกลิ่นครีมและกลิ่นเนยจาก 3-hydroxy-2-butanone โดยที่ 3-hydroxy-2-butanone ไม่เคยพบการรายงานในมะพร้าวหรือผลิตภัณฑ์มาก่อน

1.2 สารระเหยในกะทิที่ผ่านการให้ความร้อน

สารระเหยในกะทิสดนั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ง่ายเนื่องจากความร้อน แสง ออกซิเจน การทำงานของเอนไซม์และกิจกรรมของจุลินทรีย์ (Parliment and McGorrin, 2000) ในการทดลองนี้ได้ให้ความร้อนกะทิสดที่อุณหภูมิ 80, 90 และ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงของสารระเหยในกะทิ

<u>อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส</u>

การให้ความร้อนแก่ตัวอย่างกะทิที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 20 นาที จะพบสารระเหยในกลุ่มกรด 8 ชนิด แอลกอฮอล์และเอสเทอร์กลุ่มละ 7 ชนิด รองลงมาคือแลกโทน 3 ชนิด ฟีนอล 2 ชนิด และไทอะโซล 2 ชนิด นอกจากนั้นเป็นอัลดีไฮด์ คีโทน ซัลเฟอร์และสารประกอบอื่นๆ (ตารางที่ 15)

สารระเหยที่พบในตัวอย่างเป็นปริมาณมากคือ decanoic acid 1,400.6 นาโนกรัม/มิลลิลิตร acetic acid ในปริมาณ 491.8 นาโนกรัม/มิลลิลิตร และ octanoic acid ปริมาณ 272.1 นาโนกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ แต่ปริมาณของกรดดังกล่าวแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับที่พบในตัวอย่างกะทิสด ส่วนสารระเหยที่พบรองลงมาคือ ethyl sec-butyl ether 346.9 นาโนกรัม/มิลลิลิตร และสารในกลุ่มเอทิลเอสเทอร์ได้แก่ ethyl dodecanoate 213.4 นาโนกรัม/มิลลิลิตร ethyl octanoate 204.8 นาโนกรัม/มิลลิลิตร และ ethyl decanoate 191.5 นาโนกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 15) พบว่าการให้ความร้อน 80 องศาเซลเซียส นาน 20 นาทีแก่ตัวอย่างกะทิสดทำให้ dodecanoic acid มีปริมาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เป็น 1,010.8 นาโนกรัม/มิลลิลิตร อีกทั้งตัวอย่างกะทิที่

ผ่านความร้อนพบ 3-hydroxy-2-butanone, benzyl alcohol และ δ-octalactone ในปริมาณ 124.9, 73.3 และ 127.5 นาโนกรัม/มิลลิลิตร โดยสารดังกล่าวมีปริมาณเพิ่มขึ้นจากที่พบในตัวอย่างกะทิสดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

นอกจากนี้พบ 2-undecanone (กลิ่นผลไม้), hexyl hexanoate (กลิ่นผลไม้ ไวน์ หวานและกลิ่นไข), methyl dodecanoate (กลิ่นไขและครีม), butyl decanoate (กลิ่นผลไม้ หวาน วิสกี้ และกลิ่นคล้ายไวน์-บรั่นดี), δ-hexalactone (กลิ่นมะพร้าวและครีม), 2-heptadecanol, hexanoic acid (กลิ่นไขมันและชีส), nonanal (กลิ่นดอกไม้และไข), 5-methylthiazole (กลิ่นคั่วและถั่ว) และ 2-tridecanol ซึ่งสารระเหยทั้ง 10 ชนิดนี้เริ่มพบหลังจากให้ความร้อน 80 องศาเซลเซียสแก่ตัวอย่างกะทิ (ตารางที่ 15) โดย 2-heptadecanol, nonanal, 2-undecanone, hexanoic acid และ methyl dodecanoate นั้นมีการรายงานพบสารระเหยดังกล่าวในเนื้อมะพร้าวคั่ว (Saittagaroon *et al*., 1984; Jayalekshymy *et al*., 1991) โดยสารระเหย 3 ชนิดหลังพบในน้ำมันมะพร้าวด้วย (Pai *et al*., 1979)

ในตัวอย่างนี้สารระเหยที่มีค่า OAV สูงที่สุดคือ ethyl octanoate (OAV= 40.9) รองลงมาคือ ethyl decanoate (OAV= 22.3), nonanal ให้กลิ่นไขและดอกไม้ (OAV= 7.9), ethyl acetate (OAV= 2.8), 3-hydroxy-2-butanone (OAV= 2.3) และ 2-undecanone ให้กลิ่นผลไม้ (OAV= 1.6) ส่วนสารระเหยชนิดอื่นๆ ที่มีค่า OAV น้อยกว่า 1 (ตารางที่ 15) ซึ่งทำให้กลิ่นโดยรวมของตัวอย่างนี้ คือ กลิ่นหอมหวาน กลิ่นครีม ไขมัน ไขและกลิ่นไวน์ รวมถึงกลิ่นสุก และกลิ่นถั่วของ benzothiazole ซึ่งสอดคล้องกับผลจากดมโดยผู้ทดสอบ ดังตารางที่ 14 ว่ากะทิที่ผ่านการให้ความร้อนที่ 80 องศาเซลเซียส 20 นาที จะมีลักษณะกลิ่นสุก

สารระเหย 5-methylthiazole ในกลุ่มไทอะโซลนั้น เกิดขึ้นจากการสลายตัวของน้ำตาลรีดิวซ์เนื่องจากความร้อนในสภาพที่มีไฮโดรเจนซัลไฟด์ หรือแอมโมเนีย (Heath, 1981; Reineccius, 1994) ส่วนเมทิลคีโทน คือ 2-undecanone นั้นเกิดจากการเหนี่ยวนำโดยความร้อน (Shipe *et al*., 1978) คือเกิด thermal decarboxylation ของ β-keto acids (Pai *et al*., 1979; Badings, 1991) หรือเบต้า-ออกซิเดชันของกรดไขมันอิ่มตัวตามด้วย decarboxylation (Grosch, 1982; Contarini *et al*., 1997) โดยเฉพาะ dodecanoic acid ในมะพร้าวเมื่อได้รับความร้อนจะทำให้เกิด 2-undecanone (Pai *et al*., 1979) ส่วน nonanal ที่เริ่มพบในตัวอย่างนี้นั้นอาจเป็นผลจากการให้ความร้อนที่ระดับปานกลางจะทำให้เกิดอัลดีไฮด์โดย Strecker degradation ของกรดอะมิโน (Stogberg, 1986)

acetic acid, octanoic acid, decanoic acid และ hexanoic acid ที่พบในตัวอย่างกะทิที่ผ่านความร้อนมีแนวโน้มเพิ่มปริมาณมากขึ้น เป็นผลเนื่องจากกะทิสดได้รับความร้อน ทำให้กลีเซอไรด์ถูกไฮโดรไลซิส ส่งผลให้เกิดกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้น (Shibamoto, 1980; Jayalekshymy *et al*., 1991) เช่นเดียวกับ 3-hydroxy-2-butanone ที่พบในกะทิสดซึ่งมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเมื่อกะทิได้รับความร้อน (Shibamoto, 1980)

δ-hexalactone ที่พบในตัวอย่างกะทิที่ผ่านความร้อน เกิดจากความร้อนเร่งให้เกิดการออกซิเดชันของกรดไขมันมากขึ้น อีกทั้งยังพบ δ-octalactone ปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นด้วย (Maga, 1976; Pai *et al*., 1979) ส่งผลให้กลิ่นโดยหวานมันและกลิ่นมะพร้าวเด่นชัดขึ้นในตัวอย่างนี้ ซึ่งแลกโทนเกิดจากการออกซิเดชันของกรดไขมัน โดยเริ่มจากไตรเอซิลกลีเซอรอลรวมกับน้ำแล้วเกิดไฮโดรไลซิสเมื่อมีความร้อน ได้เป็นกรดไฮดรอกซีซึ่งไม่เสถียร จึงเกิดไฮโดร-ไลซิสที่ทำให้เกิด cyclization เป็น δ-lactone ในที่สุด (Reineccius, 1994)

<u>อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส</u>

การให้ความร้อนแก่ตัวอย่างกะทิที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 20 นาที จะพบสารระเหยส่วนใหญ่ในกลุ่มเอสเทอร์ 10 ชนิด กรด 8 ชนิด และแอลกอฮอล์ 7 ชนิด รองลงมาคือแลกโทน 3 ชนิด ไทอะโซล คีโทนและฟีนอล กลุ่มละ 2 ชนิด และอัลดีไฮด์ 1 ชนิด (ดังตารางที่ 15)

สารที่พบในปริมาณมากที่สุดคือ decanoic acid 1,480.3 นาโนกรัม/มิลลิลิตร ซึ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับที่พบในตัวอย่างกะทิสดและกะทิที่ผ่านอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที ส่วนสารที่พบในปริมาณรองลงมาคือ acetic acidและ octanoic acid ซึ่งมีปริมาณ 559.5 และ 301.0 นาโนกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณกรดทั้งสองที่พบในตัวอย่างกะทิที่ผ่านการให้ความร้อน 90 องศาเซลเซียส กับที่พบในตัวอย่างกะทิสดและกะทิที่ผ่านอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส พบว่ากรดมีปริมาณเปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) การให้ความร้อนแก่ตัวอย่างกะทิที่ระดับอุณหภูมิสูงกว่า 90 องศา-เซลเซียส คาดว่าจะมีผลให้ความเข้มข้นหรือปริมาณของ acetic acid, butyric acid, heptanoic acid, octanoic acid และ decanoic acid มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น (Shibamoto, 1980)

นอกจากนี้พบว่าระดับอุณหภูมิการให้ความร้อนที่เพิ่มขึ้นจาก 80 เป็น 90 องศาเซลเซียสนั้นทำให้ benzyl alcohol, heptanoic acid และ hexanoic acid มีปริมาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

สารระเหยที่เกิดขึ้นเมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ได้แก่ butyric acid (กลิ่นเปรี้ยวและกลิ่นหืน), benzyl butanoate (กลิ่นดอกไม้และผลไม้), phenethyl alcohol (กลิ่นน้ำผึ้งและกลิ่นดอกไม้), methyl hexadecanoate (กลิ่นหวานและกลิ่นไข) และ amyl hexanoate (กลิ่นผลไม้และกลิ่นแอปเปิ้ล) ซึ่งสารระเหยเหล่านี้ไม่พบในตัวอย่างกะทิสดและกะทิที่ผ่านความร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

การใช้อุณหภูมิสูงขึ้นมีผลให้สารระเหยในกลุ่มเอทิลเอสเทอร์มีปริมาณลดลง เช่น ethyl dodecanoate (158.8 นาโนกรัม/มิลลิลิตร), ethyl octanoate (158.7 นาโนกรัม/มิลลิลิตร) และ ethyl decanoate (203.5 นาโนกรัม/มิลลิลิตร) เมื่อเปรียบเทียบกับที่พบในตัวอย่างกะทิสดและกะทิผ่านความร้อน 80 องศาเซลเซียส ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าสารในกลุ่มนี้เป็นสารตั้งต้นในการสร้างแลกโทน

สารที่พบในปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างกะทิสดและกะทิผ่านความร้อน 80 องศาเซลเซียส คือ δ-octalactone มีปริมาณ 226.2 นาโนกรัม/มิลลิลิตร ส่วน δ-hexalactone, δ-decalactone และ 3-hydroxy-2-butanone มีปริมาณเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

เมื่อพิจารณาค่า OAV ของสารระเหยในกะทิที่ผ่านความความร้อน 90 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที พบว่าสารระเหยที่มีค่า OAV สูงที่สุดยังคงเป็น ethyl octanoate (OAV= 31.7) ลำดับถัดมาคือ ethyl decanoate (OAV= 18.5), nonanal (OAV= 7.0), 3-hydroxy-2-butanone (OAV= 2.5), ethyl acetate (OAV= 1.6), 2-undecanone (OAV= 1.6) และ decanoic acid ให้กลิ่นไขมัน กลิ่นชีสและกลิ่นนม (OAV= 1.5) ตามลำดับ δ-octalactone ให้กลิ่นมะพร้าวและกลิ่นครีม และ δ-decalactone ให้กลิ่นครีม หวานมัน กลิ่นนมและกลิ่นคล้ายพีช ส่วนสารระเหยชนิดอื่นๆ ที่มีค่า OAV น้อยกว่า 1 (ตารางที่ 15) ทำให้กลิ่นโดยรวมของตัวอย่างนี้ใกล้เคียงกับกลิ่นกะทิที่ผ่านความร้อน 80 ซึ่งสอดคล้องกับผลจากดมโดยผู้ทดสอบ ดังตารางที่ 14 โดยคาดว่ากลิ่นสุกอาจมาจาก 5-methylthiazole

<u>อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส</u>

การให้ความร้อนแก่ตัวอย่างกะทิที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 20 นาที จะพบสารระเหยส่วนใหญ่ในกลุ่มเอสเทอร์ 9 ชนิด กรด 8 ชนิด และแอลกอฮอล์ 7 ชนิด รองลงมาคือแลกโทนและอัลดีไฮด์กลุ่มละ 3 ชนิด นอกจากนั้นเป็นไทอะโซล คีโทนและ ฟีนอล กลุ่มละ 2 ชนิด (ดังตารางที่ 15) โดยพบสารระเหยในกลุ่มอัลดีไฮด์เพิ่มขึ้นจากกะทิที่ผ่านความ

ร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส 2 ชนิด คือ 2-decenal และ tetradecanal ซึ่งสารทั้งสองให้ลักษณะกลิ่นไขและกลิ่นไขมัน

สารที่พบในปริมาณมากที่สุดคือ decanoic acid ที่ 1,910.3 นาโนกรัม/มิลลิลิตร ซึ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับที่พบในตัวอย่างกะทิสดและกะทิที่ผ่านอุณหภูมิ 80 และ 90 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที รองลงมาคือ acetic acid และ octanoic acid มีปริมาณ 563.2 และ 366.7 นาโนกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ หากเปรียบ เทียบปริมาณกรดทั้งสองที่พบในตัวอย่างกะทิสดและกะทิที่ผ่านอุณหภูมิ 80 และ 90 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณกรดเปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) (ตารางที่ 15)

การให้ความร้อนกะทิที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จะทำให้ 3-hydroxy-2-butanone ปริมาณ 0.20 นาโนกรัม/มิลลิลิตร ซึ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับในตัวอย่างกะทิสดและกะทิที่ผ่านความร้อนที่ระดับอุณหภูมิต่ำกว่า สารในกลุ่มเอทิลเอสเทอร์และแอลกอฮอล์จะมีปริมาณลดลงเมื่ออุณหภูมิการให้ความร้อนสูงขึ้น เช่น ethyl dodecanoate, ethyl octanoate, ethyl decanoate, benzyl alcohol, 1-undecanol และ 2-phenoxyethanol โดยเฉพาะ δ-octalactone ที่มีปริมาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อความร้อนที่ให้แก่กะทิเพิ่มขึ้นจาก 90 เป็น 100 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที

สารระเหยที่ไม่พบในตัวอย่างกะทิสดและกะทิที่ผ่านอุณหภูมิ 80 และ 90 องศา-เซลเซียส นาน 20 นาที แต่พบเมื่อตัวอย่างกะทิผ่านอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที ได้แก่ 2-decenal และ methyl octanoate มีรายงานการพบในน้ำมันมะพร้าว (Pai *et al.*, 1979) โดย 2-decenal และ nonanal เกิดขึ้นจากการออกซิเดชันของ oleic acid (Shipe, 1980) ส่วน tetradecanal และ 1-hexadecanol ไม่เคยมีการตรวจพบในตัวอย่างมะพร้าวและผลิตภัณฑ์มาก่อน

ค่า OAV ในตัวอย่างกะทิที่ผ่านความความร้อน 100 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที นั้นมีโน้มแนวไปในทางเดียวกันกับกะทิที่ผ่านความร้อนนาน 80 และ 90 องศาเซลเซียสนาน 20 นาที คือสารระเหยที่มีค่า OAV สูงที่สุดยังคงเป็น ethyl octanoate (OAV= 29.1) ลำดับถัดมาคือ ethyl decanoate (OAV= 15.8), nonanal (OAV= 8.6), 3-hydroxy-2-butanone (OAV= 3.6), ethyl acetate (OAV= 2.3), decanoic acid (OAV= 1.9) และ 2-undecanone (OAV= 1.6) ส่วน δ-octalactone ให้กลิ่นมะพร้าวและกลิ่นครีม, δ-decalactone ให้กลิ่นครีมหวานมัน กลิ่นนมและกลิ่นคล้ายพีช และ octanoic acid ให้กลิ่นไขมัน ตามลำดับ มีค่า OAV น้อยกว่า 1 (ตารางที่ 15) ทำให้กลิ่นโดยรวมของตัวอย่างนี้ เป็นกลิ่นหอมหวานมัน กลิ่นครีม ไขมัน กลิ่นผลไม้ รวมถึงกลิ่นสุกซึ่งสอดคล้องกับผลจากดมโดยผู้ทดสอบ ดังตารางที่ 14

สารระเหยที่วิเคราะห์พบเป็นปริมาณสูงในตัวอย่างกะทิสดคือกรดไขมัน กรดไขมันนั้นนับว่าเป็นสารตั้งต้นสำคัญในปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ทำให้เกิดสารระเหยให้กลิ่นซึ่งเป็นอนุพันธ์ของลิปิด เช่น เอทิลเอสเทอร์และแลกโทน เป็นต้น สารระเหยที่พบรองลงมาคือเอสเทอร์ โดยเฉพาะเอทิลเอสเทอร์ซึ่งให้หวาน กลิ่นผลไม้เป็นหลัก เอทิลเอสเทอร์เป็นสารตั้งต้นสำคัญสำหรับการสร้างแลกโทนในกระบวนการสังเคราะห์ทางชีวภาพนั่งเอง ทั้งนี้ยังพบ δ-lactone ได้แก่ δ-octalactone และ δ-decalactone ที่ให้ลักษณะเฉพาะของกลิ่นมะพร้าวและกลิ่นครีม ซึ่งเป็นกลิ่นที่ดีของมะพร้าว รวมถึง *n*-octanol ที่ให้กลิ่นหวานและกลิ่นสด โดยสารระเหยทั้งหมดต่างก็ส่งผลต่อกลิ่นโดยรวมของกะทิสด นอกจากนี้สารระเหยที่พบในกะทิสดส่วนใหญ่เป็นสารที่เคยมีการตรวจพบในส่วน acidic และ neutral fraction ในสารสกัดจากเนื้อมะพร้าวสด (Saittagaroon *et al.*, 1984; Jayalekshymy *et al.*, 1991) กล่าวสรุปได้ว่าสารประกอบที่น่าจะมีผลมากต่อกลิ่นกะทิสดโดยพิจารณาจากสารที่ให้ค่า OAV สูง คือ สารในกลุ่มเอสเทอร์ สารประกอบคาร์บอนิลและแลกโทน

การให้ความร้อนแก่ตัวอย่างกะทิสดที่ระดับอุณหภูมิ 80 90 และ 100 องศาเซลเซียสนานเป็นเวลา 20 นาทีนั้น พบว่าโดยรวมจะพบสารระเหยมากชนิดกว่าที่พบในตัวอย่างกะทิสด หากพิจารณาถึงปริมาณสารระเหยชนิดต่าง ๆ ที่พบเมื่อเปรียบเทียบกันในแต่ละตัวอย่างระดับความร้อนที่ต่างกัน พบว่าการเปลี่ยนแปลงของสารแต่ละชนิดโดยส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ทั้งนี้มีการรายงานว่าสารในกลุ่มแอลกอฮอล์ เอสเทอร์ อัลดีไฮด์ คีโทนและแลกโทนจะมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณชัดเจนเมื่อได้รับอุณหภูมิสูงกว่า 120 องศาเซลเซียส (Jayalekshymy *et al.*,1991) และสารระเหยสำคัญที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการให้ความร้อนในเนื้อมะพร้าวเป็นสารประกอบในกลุ่มเฮเทอโรไซคลิก เช่น ไพราซีนนั้นจะพบอยู่ในส่วน basic fraction (Saittagaroon *et al.*, 1984; Jayalekshymy *et al.*, 1991) ซึ่งสารสกัดจากการทดลองครั้งนี้มิได้แยกเป็นส่วน basic fraction จึงพบสารในกลุ่มกลุ่มเฮเทอโรไซคลิกน้อย

สำหรับ δ-octalactone มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อให้ความร้อนแก่กะทิ (ตารางที่ 15) และมีปริมาณสูงที่สุดเมื่อให้ความร้อนแก่ตัวอย่างกะทิ 90 องศา-เซลเซียส แต่จะมีปริมาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเพิ่มระดับอุณหภูมิที่ให้ความร้อนแก่กะทิเป็น 100 องศาเซลเซียส ส่วน δ-hexalactone จะพบในตัวอย่างกะทิที่ให้ความร้อนเท่านั้น โดยจะเริ่มพบเมื่อให้ความร้อนแก่ตัวอย่างกะทิสด 80 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที อีกทั้งพบ δ-decalactone ในตัวอย่างกะทิสดและกะทิที่ผ่านความร้อนทุกระดับอุณหภูมิ

ทั้งนี้แลกโทนจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเกิด thermal breakdown ของ δ-hydroxyacid เมื่อได้รับความร้อน (Dimick *et al.*, 1969)

เมทิลคีโทนที่เกิดขึ้นโดยเฉพาะ 2-undecanone จะพบในตัวอย่างกะทิที่ผ่านการให้ความร้อนเท่านั้น เมทิลคีโทนเกิดจากเบต้า-ออกซิเดชันของกรดไขมันอิ่มตัวตามด้วย decarboxylation (Grosch, 1982; Contarini *et al.*, 1997) ในกรณีนี้ 2-undecanone เกิดจากกรดลอริกในมะพร้าวได้รับความร้อน ทั้งนี้ระดับอุณหภูมิที่แตกต่างกันในช่วง 80-100 องศาเซลเซียส ไม่มีผลต่อปริมาณ 2-undecanone ที่พบ ($p>0.05$) นอกจากนี้ 5-methylthiazole นั้นจะเริ่มพบในตัวอย่างกะทิที่ผ่านความร้อนตั้งแต่ 80 องศาเซลเซียส นาน 20 นาทีเป็นต้นไปเช่นกัน

การให้ความร้อนแก่ตัวอย่างกะทิมีทำให้เกิด thermal hydrolysis ของกลีเซอไรด์ จึงทำให้กรดไขมันมีปริมาณเพิ่มเมื่อตัวอย่างได้รับอุณหภูมิสูง (Shibamoto, 1980) จากตารางที่ 15 พบว่าปริมาณ acetic acid, octanoic acid และ decanoic acid มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นจาก 80 เป็น 100 องศาเซลเซียส ส่วน butyric acid และ heptanoic acid จะพบเฉพาะในตัวอย่างกะทิที่ผ่านการให้ความร้อนเท่านั้น (ตารางที่ 15) ซึ่งกรดไขมันที่เกิดขึ้นนั้นจะให้กลิ่นครีม กลิ่นสารเคมี และกลิ่นคล้ายเหงื่อเป็นสำคัญ

สำหรับสารระเหยในกลุ่มแอลกอฮอล์ได้แก่ benzyl alcohol และ 1-undecanol ซึ่งให้กลิ่นผลไม้และกลิ่นดอกไม้ จะมีปริมาณลงลดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อระดับอุณหภูมิสูงขึ้น (Jayalekshymy *et al.*, 1991)

สารอื่น ๆ ที่เปลี่ยนแปลงเมื่อกะทิได้รับความร้อน ได้แก่ 3-hydroxy-2-butanone ที่จะมีแนวโน้มเพิ่มปริมาณสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อระดับอุณหภูมิที่ให้ความร้อนแก่กะทิเพิ่มขึ้น

กล่าวโดยสรุปว่า การให้ความร้อนแก่ตัวอย่างกะทิที่ระดับอุณหภูมิ 80 90 และ 100 องศาเซลเซียส นานเป็นเวลา 20 นาทีพบสารระเหยส่วนใหญ่ในกลุ่มเดียวกับที่พบในกะทิสด เช่นเดียวกับที่เคยมีการรายงานก่อนหน้า (Saittagaroon *et al.*, 1984; Jayalekshymy *et al.*, 1991) อย่างไรก็ตามความร้อนที่ให้แก่กะทิส่งผลให้ δ-lactone และ 3-hydroxy-2-butanone ซึ่งให้กลิ่นหวานมันและกลิ่นครีมของมะพร้าวมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อระดับอุณหภูมิที่ให้ความร้อนแก่กะทิเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) นอกจากนี้พบ 2-undecanone ซึ่งให้กลิ่นผลไม้ butyric acid และ heptanoic acid ที่ให้กลิ่นครีม กลิ่นสารเคมี และกลิ่นคล้ายเหงื่อ และพบ 5-methylthiazole ซึ่งให้กลิ่นถั่วและกลิ่นคั่ว โดยสารระเหยทั้ง 4 ชนิดหลังนี้จะพบในตัวอย่างกะทิที่ผ่านการให้ความ

ร้อนเท่านั้น ทั้งนี้สารระเหยทั้งหมดที่พบในตัวกะทิที่ผ่านความร้อนต่างมีกลิ่นโดยรวมใกล้เคียงกันคือ กลิ่นครีมไขมัน กลิ่นหอมหวานมันของมะพร้าวที่กว่าแรงกว่ากะทิสด รวมถึงมีกลิ่นสุกของกะทิด้วย อย่างไรก็ตาม ถือว่าการให้ความร้อนในช่วง 80–100 องศาเซลเซียสแก่กะทิสด ที่เวลานาน 20 นาทีนั้น ยังคงให้ลักษณะกลิ่นโดยรวมของกะทิในทางที่ดีอยู่