Agricultural Sci. J. 43 : 3 (Suppl.) : 232-235 (2012) ว. วิทย. กษ. 43 : 3 (พิเศษ) : 232-235 (2555)

# ผลของการให้ความร้อนแบบไดอิเล็กทริกต่อปริมาณและคุณภาพของน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

## Effects of Dielectric Heating on Quantity and Quality of Oil from *Perilla frutescens* Seeds

ปกรณ์ สุวรรณโสภณ[1, 2] วิบูลย์ ช่างเรือ[1, 2, 3] สงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์[1, 2, 4] เพ็ญศิริ ศรีบุรี[1, 2, 5] และ จิรวัสส์ เจียตระกูล[1, 2]
Pakorn Suwannasopon[1, 2], Viboon Changrue[1, 2, 3], Sanguansak Thanapornpoonpong[1, 2, 4], Pensiri Sriburi[1, 2, 5] and Jirawat Chiatrakul[1, 2]

### Abstract

The project was to study the effects of dielectric heating by using controllable temperature microwave oven on quantity and quality of sesame seed (*Perilla frutescens*) and oil in comparison with hot air. The temperatures of 40, 50 and 60°C were investigated in this study. The process of heating reduced the moisture content from 23 to 7% (wb). The extracted oil from dried product was analyzed. Experimental result has shown that the technique of dielectric heating can reduce drying time of extracted oil and increased oil content. The dielectric heating technique provided less effect of physical properties and quality of oil. Dielectric heating at temperature 60°C has drying time 29.33 min, water activity ($a_w$) 0.447, extraction oil content 34.57%, viscosity 57.13 cP, specific gravity 0.904, iodine number 207.43, saponification value 193.18 mgKOH/g, acidity value 2.61 mgNaOH/g, peroxide value 3.7 Meq.$O_2$/kg and beta-carotene 0.304 ppm. Benefit of this study is able to reduce process time of oil extraction by using dielectric heating.

**Keywords**: *Perilla frutescens* seeds, drying, dielectric heating

### บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของโครงการนี้คือ ศึกษาการให้ความร้อนแบบไดอิเล็กทริก โดยใช้เครื่องอบไมโครเวฟที่มีการดัดแปลงให้สามารถควบคุมอุณหภูมิ เปรียบเทียบกับการให้ความร้อนแบบลมร้อนที่ระดับอุณหภูมิที่เท่ากัน ที่มีผลต่อปริมาณ และคุณภาพของน้ำมันเมล็ดงาขี้ม้อน ทำการทดสอบที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส ทดลองกับเมล็ดงาขี้ม้อน ซึ่งมีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 23 (มาตรฐานเปียก) ระเหยน้ำจนมีความชื้นสุดท้ายร้อยละ 7 (มาตรฐานเปียก) ผลิตภัณฑ์แห้งถูกนำไปสกัดน้ำมันและวิเคราะห์ผล พบว่าเทคนิคการให้ความร้อนแบบไดอิเล็กทริก สามารถลดระยะเวลาของการให้ความร้อนของการสกัดน้ำมันเมล็ดงาขี้ม้อน และยังส่งทำให้ได้ปริมาณน้ำมันเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งยังส่งผลต่อคุณสมบัติ และคุณภาพของน้ำมันน้อยกว่าการให้ความร้อนแบบลมร้อน โดยการให้ความร้อนแบบไดอิเล็กทริกที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการลดความชื้น 29.33 นาที ปริมาณน้ำอิสระ 0.447 ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้ 34.57% ความหนืด 53.17 cP ความถ่วงจำเพาะ 0.904 ไอโอดีน 207.43 ซาปอนนิฟิเคชัน 193.18 mgKOH/g ค่าของกรด 2.61 mgNaOH/g ค่าเปอร์ออกไซด์ 3.7 Meq.$O_2$/kg ปริมาณเบตา-แคโรทีน 0.304 ppm ประโยชน์ที่ได้จากการศึกษานี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกระบวนการสกัดน้ำมันโดยให้ความร้อนแบบไดอิเล็กทริก

**คำสำคัญ**: เมล็ดงาขี้ม้อน การลดความชื้น การให้ความร้อนแบบไดอิเล็กทริก

### คำนำ

งาขี้ม้อนเป็นพืชที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการโดยประกอบด้วยน้ำมันงาที่เป็นไขมันชนิดไม่อิ่มตัวประมาณร้อยละ 82 และยังมีไขมันชนิดกลุ่มโอเมก้า 3 ถึงร้อยละ 55-60 (Asif and Kumar, 2010) นับว่าเป็นน้ำมันที่มีคุณประโยชน์ทางโภชนาการและทางยาในกลุ่ม nutraceutical และ functional foods ที่สำคัญ

[1] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50200
[1] Postharvest Technology Research Institute, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา, กรุงเทพ 10400
[2] Postharvest Technology Innovation Center, Commission on Higher Education, Bangkok 10400
[3] ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
[3] Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University, Muang, Chiang Mai, 50200
[4] ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
[4] Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Muang, Chiang Mai, 50200
[5] ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
[5] Department of Chemistry, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang, Chiang Mai, 50200

กระบวนการยืดอายุการเก็บรักษาเมล็ดงาที่เป็นวัตถุดิบทางการเกษตรให้ยาวนานที่นิยมคือ การให้ความร้อนเพื่อระเหยน้ำหรือการลดความชื้น (วันชัย, 2542) วิธีการให้ความร้อนแบบไดอิเล็กทริกเป็นวิธีที่ทำให้วัตถุได้รับความร้อนพร้อมกันทั้งปริมาตรภายในและภายนอก ซึ่งแตกต่างจากการให้ความร้อนโดยทั่วไปที่วัสดุจะเริ่มร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายใน (Mujumdar, 2000) ความร้อนที่เกิดขึ้นในวัตถุจากการให้ความร้อนแบบไดอิเล็กทริกเกิดจากการสั่นของโมเลกุลแบบมีขั้วเมื่อได้รับพลังงานจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ทั้งนี้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะดวกและนิยมใช้ในการให้ความร้อนดังกล่าวนี้ ในปัจจุบันคือ คลื่นไมโครเวฟ และคลื่นวิทยุ สำหรับการศึกษานี้เลือกใช้คลื่นไมโครเวฟ ซึ่งหาได้ง่ายตามท้องตลาด อย่างไรก็ตาม การศึกษาโดยการให้ความร้อนแบบไดอิเล็กทริกส่วนใหญ่ยังไม่ครอบคลุมในด้านอุณหภูมิของวัสดุและการให้ความร้อนกับพืชน้ำมัน ทั้งนี้ยังไม่มีความชัดเจนในด้านผลกระทบในด้านปริมาณและคุณภาพของน้ำมันพืชที่สกัดได้ ซึ่งมีเพียงการศึกษาของกาญจนา (2552) พบว่า การให้ความร้อนแบบไดอิเล็กทริกมีผลต่อการสูญเสียปริมาณน้ำมันหอมระเหยของตะไคร้มากกว่าการให้ความร้อนกับตะไคร้ด้วยเทคนิคแบบลมร้อน ด้วยเหตุนี้จึงควรศึกษาว่า กระบวนการให้ความร้อนแบบไดอิเล็กทริกเพื่อลดความชื้นมีผลกระทบต่อน้ำมันพืชมากน้อยเพียงใด

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของให้ความร้อนแบบไดอิเล็กทริกที่มีต่อน้ำมันในเมล็ดงาขี้ม้อน โดยเปรียบเทียบระหว่างการให้ความร้อนด้วยเทคนิคการให้ความร้อนแบบไดอิเล็กทริกที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้และแบบลมร้อน

## อุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมเมล็ดงาขี้ม้อน 200 กรัม (ต่อหนึ่งตัวอย่างทดลอง) ทำการให้ความร้อนด้วยเตาอบไมโครเวฟที่อุณหภูมิ 40°C (MW40), 50°C (MW50) และ 60°C (MW60) และตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 40°C (HA40), 50°C (HA50) และ 60°C (HA60) ลดความชื้นจาก 23% จนเหลือความชื้นประมาณ 7% มาตรฐานเปียก ทำการวิเคราะห์ระยะเวลาให้ความร้อน การเปลี่ยนแปลงค่าสี และปริมาณน้ำอิสระของเมล็ดงาขี้ม้อน จากนั้นนำเมล็ดงาขี้ม้อนที่ผ่านการให้ความร้อนแล้วไปสกัดน้ำมันด้วยเฮกเซน

ทำการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของน้ำมัน ได้แก่ ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้ ,ความถ่วงจำเพาะ ,ความแตกต่างสี ค่าความหนืด ค่าไอโอดีน ค่าซาปอนนิฟิเคชัน ค่าความเป็นกรด ปริมาณสารที่ระเหยได้ ค่าเปอร์ออกไซด์ และปริมาณเบตา-แคโรทีน

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของเมล็ดและน้ำมันงาขี้ม้อนหลังทำการให้ความร้อนที่ต่างกันโดยใช้ตู้อบลมร้อนเทียบกับเตาอบไมโครเวฟที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60°C เสนอใน Table 1

Table 1 Effect of temperature and duration of drying techniques with *Perilla frutescens* Seeds.

| Method | HA40 | HA50 | HA60 | MW40 | MW50 | MW60 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Time (min) | 421.67$^{a}$±5.77 | 253.33$^{b}$±2.89 | 230.00$^{c}$±3.61 | 212.33$^{d}$±4.95 | 63.33$^{e}$±5.51 | 29.33$^{f}$±1.16 |

Note: Number showed mean±SE. Letter a,b,c,d,e,f in row mean significance different (p=0.05)

Table 2 Physical properties of *Perilla frutescens* Seeds.

| Treatment | control | HA40 | HA50 | HA60 | MW40 | MW50 | MW60 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Color Value ($\Delta$E) | - | 1.74$^{a}$±0.01 | 1.29$^{c}$±0.18 | 1.58$^{b}$±0.02 | 0.98$^{d}$±0.17 | 0.44$^{f}$±0.13 | 0.90$^{e}$±0.03 |
| Water activity ($a_w$) | 0.956$^{a}$±0.03 | 0.459$^{b}$±0.04 | 0.451$^{b}$±0.02 | 0.452$^{b}$±0.02 | 0.445$^{b}$±0.03 | 0.454$^{b}$±0.02 | 0.447$^{b}$±0.03 |
| Moisture content (%w.b) | 22.69$^{a}$±0.92 | 6.75$^{b}$±0.09 | 6.73$^{b}$±0.12 | 6.74$^{b}$±0.17 | 6.68$^{b}$±0.20 | 6.79$^{b}$±0.14 | 6.77$^{b}$±0.11 |

Note: Number showed mean±SE. Letter a,b,c,d,e,f in row mean significance different (p=0.05)

ระยะเวลาในการให้ความร้อน (Table 1) ที่ MW 60 ใช้ระยะเวลาน้อยที่สุดคือ 29.33 นาที ค่าความแตกต่างของค่าสี ($\Delta$E) ค่า Water activity และค่าความชื้นสุดท้าย (Table 2) ของเมล็ดงาขี้ม้อน สามารถสรุปได้ว่า เทคนิคการให้ความร้อนแบบไดอิเล็กทริก มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าสีของเมล็ดงาขี้ม้อนน้อยกว่าการให้ความร้อนด้วยเทคนิคแบบลมร้อน (Inchuen

*et al*., 2008) และค่าความชื้นสุดท้ายหลังการอบในแต่ละหน่วยการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกัน เมื่อวิเคราะห์ค่า $a_w$ พบมีค่าอยู่ประมาณ 0.45 ซึ่งอยู่ในระดับที่สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ส่วนมากไม่ให้เกิดการเจริญเติบโตได้ (วิไล, 2543)

Table 3 Physical properties of *Perilla frutescens* Oil.

| Treament | control | HA 40 | HA 50 | HA 60 | MW 40 | MW 50 | MW 60 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Oil Volume (%) | 30.07$^{e}$±2.70 | 31.07$^{d}$±0.70 | 31.63$^{cd}$±0.52 | 33.57$^{b}$±0.70 | 32.50$^{c}$±0.63 | 33.60$^{b}$±0.71 | 34.57$^{a}$±0.78 |
| Color Value ($\Delta$E) | - | 5.66$^{a}$±0.26 | 4.30$^{c}$±0.08 | 5.01$^{b}$±0.14 | 2.45$^{f}$±0.38 | 3.18$^{d}$±0.10 | 2.87$^{e}$±0.84 |
| Specific Gravity | 0.901$^{c}$±0.03 | 0.912$^{a}$±0.05 | 0.911$^{a}$±0.06 | 0.912$^{a}$±0.03 | 0.909$^{ab}$±0.04 | 0.910$^{ab}$±0.03 | 0.904$^{ab}$±0.30 |
| Viscosity (cP) | 51.73$^{f}$±0.59 | 55.80$^{c}$±0.94 | 54.47$^{d}$±0.64 | 57.73$^{a}$±0.59 | 52.87$^{e}$±0.64 | 55.60$^{c}$±0.83 | 57.13$^{b}$±1.06 |

Note: Number showed mean±SE. Letter a,b,c,d,e,f in row mean significance different (p=0.05)

การให้ความร้อนเมล็ดงาขี้ม้อนที่ต่างกันส่งผลให้ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้ ค่าสี ($\Delta$E) ค่าความถ่วงจำเพาะและค่าความหนืดต่างกัน (Table 3) โดยการอบด้วย MW60 ให้ปริมาณมากที่สุดคือ 34.57% ค่าความแตกต่างของสีเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ($\Delta$E) พบว่า การอบด้วย HA50 ให้ค่า ($\Delta$E) ใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุมมากที่สุด ในขณะที่ MW60 ให้ค่าความถ่วงจำเพาะและค่าความหนืด คือ 0.904 และ 57.13 cP ตามลำดับ

Table 4 Chemical properties of *Perilla frutescens* Oil.

| Treatment | control | HA40 | HA50 | HA60 | MW40 | MW50 | MW60 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Acidity Value (mgNaOH/g) | 2.34$^{e}$±0.08 | 2.40$^{de}$±0.12 | 2.61$^{a}$±0.10 | 2.52$^{bc}$±0.11 | 2.46$^{cd}$±0.11 | 2.55$^{ab}$±0.10 | 2.61$^{a}$±.0.09 |
| Saponification (mgKOH/g) | 171.89$^{d}$±3.58 | 180.15$^{c}$±2.23 | 195.54$^{a}$±1.67 | 173.51$^{d}$±3.31 | 181.66$^{c}$±2.84 | 173.73$^{d}$±3.79 | 193.18$^{d}$±2.59 |
| Peroxide Value(Meq.$O_2$/kg) | 2.62$^{d}$±0.35 | 3.21$^{c}$±0.36 | 3.81$^{a}$±0.30 | 3.06$^{c}$±0.37 | 3.24$^{bc}$±0.25 | 3.47$^{b}$±0.37 | 3.71$^{a}$±0.31 |
| Iodine | 212.69$^{a}$±2.20 | 202.61$^{c}$±2.67 | 207.90$^{b}$±3.22 | 204.45$^{c}$±3.36 | 206.89$^{b}$±2.85 | 206.68$^{b}$±1.88 | 207.43$^{b}$±1.35 |
| Beta-Carotene(ppm) | 0.263$^{b}$±0.35 | 0.276$^{ab}$±0.26 | 0.283$^{ab}$±0.28 | 0.301$^{ab}$±0.18 | 0.324$^{a}$±0.21 | 0.312$^{ab}$±0.37 | 0.304$^{ab}$±0.16 |
| Volatile (%) | 2.76$^{f}$±0.07 | 4.92$^{a}$±0.06 | 4.19$^{c}$±0.18 | 4.10$^{d}$±0.28 | 3.70$^{e}$±0.24 | 4.54$^{c}$±0.21 | 4.75$^{b}$±0.34 |

Note: Number showed mean±SE. Letter a,b,c,d,e,f in row mean significance different (p=0.05)

สมบัติทางเคมีของน้ำมันงาขี้ม้อน (Table 4) เทคนิคการให้ความร้อนด้วย MW60 มีค่าความเป็นกรด 2.61 mgNaOH/g ค่าซาปอนนิฟิเคชันคือ 193.18 mgKOH/g ค่าเปอร์ออกไซด์ คือ 3.71 meq.$O_2$/kg ค่าไอโอดีนคือ 207.43 ปริมาณของ เบตา -แคโรทีน 0.304 ppm และสารที่ระเหยได้ คือ 4.75%

ผลการเปรียบเทียบระหว่างการใช้ลมร้อนและการให้ความร้อนแบบไดอิเล็กทริกโดยใช้เตาอบไมโครเวฟในการลดความชื้นเมล็ดงาขี้ม้อนจาก 23% เหลือ 7% (มาตรฐานเปียก) แสดงให้เห็นว่าการอบโดยใช้เทคนิคแบบไดอิเล็คตริก โดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าส่งผ่านเข้าไปในเนื้อวัสดุเกิดเป็นสนามของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าส่งผลให้เกิดการเคลื่อนที่ของไอออนอิสระในสารละลาย และเกิดการเสียดสีกันของไอออนมีผลทำให้เกิดความร้อนขึ้นทั่วทั้งปริมาตรของเมล็ดงาขี้ม้อน มีผลทำให้เกิดการระเหยของน้ำเร็วกว่าวิธีการใช้ลมร้อนซึ่งอาศัยหลักการพาและนำความร้อน ทั้งนี้เนื่องมาจากความร้อนที่สูงขึ้นมีผลทำให้พันธะระหว่างโมเลกุลของน้ำที่ยึดกับโมเลกุลอื่นๆสลายไป ดังนั้นจึงได้ปริมาณน้ำมันเพิ่มสูงขึ้น จากการลดความชื้นที่รวดเร็วยังส่งผลทำให้การให้ความร้อนด้วยเทคนิคแบบไดอิเล็กทริก ทำให้สมบัติทางกายภาพด้านสีของเมล็ดงาขี้ม้อน ใกล้เคียงกับเมล็ดงาขี้ม้อนในกลุ่มที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน การใช้เทคนิค และระดับของอุณหภูมิในการให้ความร้อนมีผลทำให้น้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน เสื่อมสภาพ เนื่องจากปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆ ได้แก่ 1) ปฏิกิริยาไฮโดรไล 2) ปฏิกิริยาออกซิเดชันที่อุณหภูมิสูง 3) ปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน (Serjouie *et al*., 2010; Rocha *et al*., 2011)

## สรุป

ผลการวิเคราะห์สามารถสรุปได้ว่า การอบด้วย MW60 เป็นวิธีการให้ความร้อนที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากมีสมบัติทางกายภาพของเมล็ดงาขี้ม้อนหลังอบลดความชื้นทั้ง ค่าความแตกต่างของสี ($\Delta$E) ปริมาณความชื้นสุดท้ายรวมถึงค่า $a_w$ อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด และมีค่าความแตกต่างของสีน้ำมัน ($\Delta$E) ค่าความถ่วงจำเพาะน้อยกว่ากลุ่มอื่นๆ แม้ว่าจะมีค่าความหนืดที่สูง

แต่ก็ไม่สูงมากเท่ากับการอบด้วย HA60 ประเด็นที่สำคัญคือระยะเวลาลดความชื้นจาก 23 % เป็น 7 % (มาตรฐานเปียก) ที่ใช้เวลาเพียง 30 นาที กับปริมาณน้ำมันที่สกัดได้มากกว่ากลุ่มทดลองอื่นๆคือ 34.57% ทั้งนี้จึงสรุปได้ว่า MW60 เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการให้ความร้อนกับเมล็ดงาขี้ม้อน

## คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ สถาบันเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนทุนในการทำวิจัยนี้ และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ที่สนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ในการทำงานวิจัย

## เอกสารอ้างอิง

กาญจนา ขยัน. 2552. การอบแห้งตะไคร้ด้วยเทคนิคการให้ความร้อนแบบไดอิเล็กทริกโดยใช้เครื่องอบไมโครเวฟที่ควบคุมอุณหภูมิได้. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 69 หน้า.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2542. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชไร่. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 276 หน้า.

วิไล รังสาดทอง. 2543. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพฯ. 401 หน้า.

Asif, M. and A. Kumar. 2010. Nutritional and functional characterizations of Perilla frutescens seed oil and evaluation of its effect on gastrointestinal motility. Malaysian Journal of Pharmaceutical Sciences 8(1): 1-12.

Inchuen, S., W. Narkrugsa, P. Pornchaloempong, P. Chanasinchana and T. Swing. 2008. Effect of drying methods on chemical composition, color and antioxidant properties of Thai red curry powder. Maejo International Journal of Science and Technology 1(Special Issue): 38-49.

Mujumdar, S. A. 2000. Drying Technology in Agriculture and Food Sciences. Science Publishers, Inc. Enfield (NH). U.S.A. 313 pp.

Rocha, R. P., E. C. Melo, L. C. A. Barbosa and L. L. Radünz. 2011. Effect of drying air temperature upon the essential oil content of Mikania glometa. African Journal of Food Science and Technology 2(8): 184-188.

Serjouie, A., C. P. Tan, H. Mirhosseini and Y. B. C. Man. 2010. Effect of vegetable-based oil blends on physicochemical properties of oil during deep-fat frying. American Journal of Food Technology 5(5): 310-323.