Ar-turmerone และ 1,8-cineole ในน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อย จากจังหวัดเชียงราย พิษณุโลก เลย และ สุราษฎร์ธานี

Ar-turmerone and 1,8-cineole in Essential Oils of *Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe from Chiang Rai Pitsanuloke Lei and Surathani Provinces

ทรรศนีย์ พัฒนเสรี[1] ชานนท์ วงศ์จำปา[1] และ วรินทร ชวศิริ[2]

Tasanee Pattanaseree[1] Chanon Wongchampa[1] and Warinthorn Chavasiri[2]

[1]สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900

[2]ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

[1]Forest Research and Development Bureau, Royal Forest Department, Bangkok, Thailand 10900

[2]Department of Chemistry, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand 10330

Corresponding author: tasaneepat@yahoo.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาสารสำคัญในน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยจากจังหวัดเชียงราย พิษณุโลก เลย และสุราษฎร์ธานี โดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ ได้น้ำมันหอมระเหยที่มีลักษณะใส สีเหลืองอ่อน มีค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 0.9332, 0.9446, 0.9302, 0.9288 และมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยเท่ากับ 2.61%, 6.07%, 4.80% และ 4.19% วิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันโดยวิธีแกสโครมาโตกราฟพบว่าองค์ประกอบที่สำคัญคือ Ar-turmerone มีเท่ากับ 16.02%, 30.13%, 18.04%, 13.26% และ 1,8-cineole มีเท่ากับ 4.50%, 31.18%, 29.25%, 68.50% ตามลำดับ ข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรในการเลือกแหล่งพันธุ์ในการปลูกเชิงพาณิชย์ต่อไป

คำหลัก : Ar-turmerone 1,8-cineole น้ำมันหอมระเหย ขมิ้นอ้อย

ABSTRACT

Essential oils of *Curcuma zedoaria* from Chiang Rai , Pitsanuloke , Lei and Surathani provinces by steam distillation were yellow color and clear. Specific gravity were 0.9332, 0.9446, 0.9302, 0.9288 and oils contents were 2.61%, 6.07% , 4.80% and 4.19% respectively. Studying major components by Gas Chromagraph found that there were Ar-turmerone 16.02%, 30.13%, 18.04%, 13.26% and 1,8-cineole 4.50%, 31.18%, 29.25%, 68.50% respectively. These results will beneficial for comercial planting of *Curcuma zedoaria*.

Key words : Ar-turmerone, 1,8-cineole , essential oils , *Curcuma zedoaria*

คำนำ

ขมิ้นอ้อย มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe ชื่อสามัญคือ Zedoary และเรียกกันอย่างหลากหลายตามแต่ละท้องที่ เช่น ขมิ้นขึ้น (เหนือ) ละเมียด (เขมร) แฮ้วดำ (เชียงใหม่) ว่านเหลือง (กลาง) สากกะเบือ (ละว้า) เป็นพืชล้มลุกขนาดเล็ก มีลักษณะโดยทั่วไปคล้ายขมิ้นชันมาก แต่ต้นสูงกว่า ขนาดเหง้าและใบใหญ่กว่า เหง้ามักโผล่ขึ้นมาเหนือดินเล็กน้อยและมีเนื้อในสีเหลือง ใบเป็นใบเดี่ยว แทงขึ้นจากเหง้า เรียงเป็นวงซ้อนทับกัน แผ่นใบเป็นรูปขอบขนาน ปลายใบแหลม โคนใบมน ด้านท้องใบจะมีขนนิ่ม ๆ ดอกออกเป็นช่อรูปทรงกระบอก ก้านดอกจะยาวและพุ่งออกจากเหง้าที่อยู่ใต้ดิน ดอกมีสีขาว กลีบดอกสีนวล ใบประดับที่อยู่ส่วนล่างของช่อมีสีเขียวปลายแกมชมพู ที่อยู่ส่วนบนรูปใบหอก สีแดงเข้ม(ไชยยง, 2548)

การใช้ประโยชน์เหง้าของขมิ้นอ้อยเป็นสมุนไพร ใช้ได้ทั้งเหง้าสดและเหง้าแห้ง มีการใช้เป็นยาภายนอกและเป็นยารับประทาน ตัวอย่างของการใช้เป็นยาภายนอก เช่น ใช้หุงกับน้ำมันมะพร้าว นำมาใส่แผล ช่วยให้แผลหายเร็วขึ้น เพราะหัวของขมิ้นอ้อยมีแทนนินเป็นองค์ประกอบอยู่ ใช้รักษาอาการปวดบวมฟกช้ำได้ โดยตำเหง้าสด ๆ พอกบริเวณที่บวม เป็นต้น ตัวอย่างของการใช้เป็นยารับประทาน เช่น รักษาอาการเป็นหวัด โดยนำหัวขมิ้นอ้อยต้มกับอบเชยเทศ ผสมน้ำผึ้งรับประทาน เหง้าสดบดกับน้ำปูนใส ดื่มแก้ท้องร่วง แก้ริดสีดวงทวารโดยเอาเข้าเครื่องยาปั้นเป็นลูกกลอนรับประทานเช้า-เย็น ผสมในยาระบายเพื่อให้มีฤทธิ์ระบายน้อยลง (วิทย์, 2542) มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อราและหยุดการเจริญเติบโตของเชื้อรา เชื้อราที่ฆ่าได้ส่วนใหญ่เป็นเชื้อราที่ทำให้เกิดโรคผิวหนัง เช่น ขี้กลากบนหนังศีรษะ ชันนะตุ เชื้อราที่เล็บ ผิวหนัง เชื้อราที่ทำให้เกิดฝ้าขาวและเกิดแผลปากเปื่อยภายในปาก เป็นต้น นอกจากนี้ เหง้าของขมิ้นอ้อยยังให้สีเหลือง ใช้เป็นสีแต่งอาหารให้สีเหลืองดอกบวบ ใช้กับขนมเบื้องญวน ข้าวเหนียวเหลือง และยังนำมาย้อมผ้าให้เป็นสีเหลืองได้

น้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมีหลายชนิด เช่น 1,8-cineole, α -terpinolene, α- humulene, ar-curcumene, ar-turmerones, turmerone, curlone เป็นต้น สารเคมีที่น่าสนใจในน้ำมันหอมระเหย คือ ar-turmerone และ1,8-cineole ซึ่งการจะใช้สารเคมีตัวใดเป็นตัวกำหนดคุณภาพของขมิ้นอ้อยจะขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการใช้ประโยชน์จากน้ำมันหอมระเหยเป็นสำคัญ

Ar-turmerone หรือ 2-methyl-6-(4-methylphenyl)-2-hepten-4-one มีสูตรโมเลกุลเป็น $C_{15}H_{26}O$ เป็น sesquiterpene ketone มีฤทธิ์ในการป้องกันและรักษาแผลในกระเพาะอาหาร (วุฒิชัย, 2537) มีฤทธิ์ในการยับยั้งเซลล์มะเร็ง (Baik *et al*., 1993 และ สาลิกา, 2546) ต้านการอักเสบ ต้านแบคทีเรีย (Raina *et al*., 2005) และยังมีฤทธิ์ทำลายเชื้อราโรคพืชหลายชนิด(Lee *et al*., 2003)

1,8-cineole หรือ 1,3,3-trimethyl-2-oxabicyclo[2.2.2]octane มีสูตรโมเลกุลเป็น $C_{10}H_{18}O$ เป็น monoterpenoid กลุ่ม terpene ether มีประโยชน์ในอุตสาหกรรมยา เช่น ใช้เป็นส่วนประกอบในยาแก้ไอ ขับเสมหะ ทำน้ำยาบ้วนฆ่าเชื้อในช่องปาก มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อและแก้ปวด เป็นต้น (Santos and Rao, 2000) ใช้แต่งกลิ่นและใช้ในอุตสาหกรรมน้ำหอม ใช้ไล่และกำจัดยุงและแมลง (Klocke *et al*., 1987 และ Sfara *et al*.,2009)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ชุดกลั่นน้ำมันหอมระเหยแบบแก้ว
2. เครื่องหาความถ่วงจำเพาะของน้ำมันหอมระเหย
3. เครื่องแกสโครมาโตกราฟฟี

วัตถุดิบ

1. ขมิ้นอ้อยจากอำเภอป่าแดด จังหวัดเชียงราย
2. ขมิ้นอ้อยจากอำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก
3. ขมิ้นอ้อยจากอำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย
4. ขมิ้นอ้อยจากอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี

วิธีการ

1. ล้างหัวขมิ้นอ้อยให้สะอาด ปอกเปลือก และหั่นเป็นแว่นบาง ๆ
2. นำขมิ้นอ้อยจากข้อ 1 ชั่งหาความชื้น ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ และชั่งตัวอย่างสำหรับกลั่นน้ำมันหอมระเหยจังหวัดละ 3 ซ้ำ ตัวอย่างละ 1 กิโลกรัมในขณะเดียวกัน
3. กลั่นน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยจากข้อ 2 ด้วยชุดกลั่นน้ำมันหอมระเหย
4. เก็บน้ำมันหอมระเหยที่ได้ แยกเอาน้ำที่ปนอยู่ออกด้วยคอลัมน์ของโซเดียมซัลเฟตแอนไฮดรัส แล้วล้างคอลัมน์ด้วยเพนเทน
5. ชั่งหาน้ำหนักคงที่ของน้ำมันหอมระเหยที่ได้ของแต่ละตัวอย่าง โดยคิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักต่อน้ำหนักอบแห้งของแต่ละตัวอย่าง แล้วหาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ของน้ำมันหอมระเหยของแต่ละจังหวัด
6. ทำการศึกษาหาลักษณะทางกายภาพ และหาความถ่วงจำเพาะของน้ำมันหอมระเหย
7. วิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่ได้ด้วยเครื่องแกสโครมาโตกราฟโดยเจือจางน้ำมันหอมระเหยด้วยไดเอทธิลอีเทอร์ให้เป็น 1 เปอร์เซ็นต์ ฉีดเข้าเครื่องแกสโครมาโตกราฟฟีตัวอย่างละ 1 µl โดยใช้คอลัมน์ CP-sil 5

   อุณหภูมิส่วนเตาเริ่มต้นที่ 80 $^{\circ}$ ซ เป็นเวลา 0 นาที เพิ่มอุณหภูมิ 3 $^{\circ}$ ซ / นาที
   อุณหภูมิระยะที่สองเป็น 100 $^{\circ}$ ซ เป็นเวลา 0 นาที เพิ่มอุณหภูมิ 5 $^{\circ}$ ซ / นาที
   อุณหภูมิระยะที่สามเป็น 150 $^{\circ}$ ซ เป็นเวลา 3 นาที เพิ่มอุณหภูมิ 15 $^{\circ}$ ซ / นาที
   อุณหภูมิสุดท้ายเป็น 280 $^{\circ}$ ซ

   บันทึกผลเป็นโครมาโตแกรม ตรวจพิสูจน์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยโดยการเปรียบเทียบ retention times ของสารที่ได้กับค่ามาตรฐานที่มีการบันทึกไว้

ผลการทดลองและวิจารณ์

ลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยจากแต่ละพื้นที่ไม่แตกต่างกัน คือ มีลักษณะใสและมีสีเหลืองอ่อน ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยจากอำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก มีค่าความถ่วงจำเพาะมากที่สุด คือ 0.9446 น้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยจากอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานีมีค่าความถ่วงจำเพาะน้อยที่สุด คือ 0.9288 ส่วนน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยจากอำเภอป่าแดด จังหวัดเชียงรายและจากอำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย มีค่าความถ่วงจำเพาะเป็น 0.9332 และ 0.9302 ซึ่งค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันหอมระเหยจะมีผลต่อการนำน้ำมันหอมระเหยไปใช้เป็นส่วนประกอบในครีมโลชั่น ผลิตภัณฑ์สำหรับบำรุงผิวพรรณ โดยน้ำมันหอมระเหยที่มีค่าความถ่วงจำเพาะมาก จะทำให้เกิดความรู้สึกเหนอะหนะมากกว่าน้ำมันหอมระเหยที่มีค่าความถ่วงจำเพาะน้อย

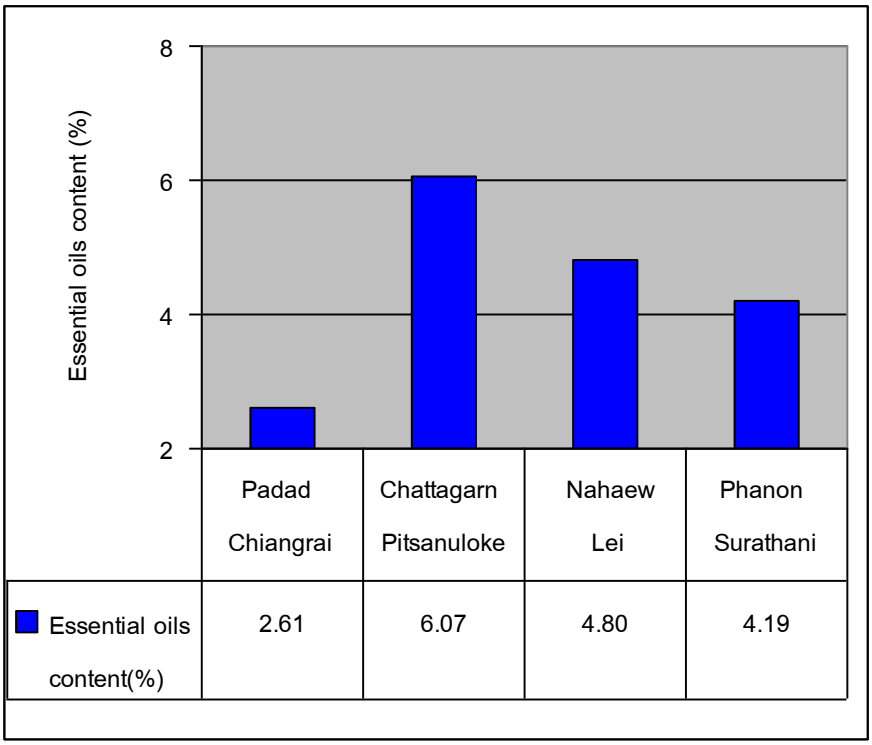

Fig : 1 Essential oils content of *Curcuma zedoaria* at various sites

ปริมาณน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยแสดงไว้ใน Figure 1 จะเห็นว่าน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยจากอำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลกให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากที่สุด 6.07% รองลงมาคือขมิ้นอ้อยจากอำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย และ อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยเป็น 4.80% และ 4.19% ส่วนขมิ้นอ้อยจากอำเภอป่าแดด จังหวัดเชียงรายให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยน้อยที่สุด 2.61% ถ้าพิจารณาจากข้อมูลเพียงเท่านี้จะเห็นว่า น้ำมันหอมระเหยจากอำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลกมีความน่าสนใจมากที่สุด เนื่องจากให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากที่สุด แต่การจะนำไปใช้งาน

จะต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบทางเคมีที่มีอยู่ด้วย เนื่องจากคุณสมบัติของสารเคมีที่มีอยู่จะมีผลต่อการใช้ประโยชน์ของน้ำมันหอมระเหย

ใน Table 1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยจากแหล่งต่าง ๆ ที่ทำการทดลอง จะเห็นว่าน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยจากทุกพื้นที่มี Turmerones และ 1,8-cineoleเป็นองค์ประกอบ โดย turmerone จะมีอยู่ทั้งในรูป Ar-turmerone และ β- turmerone แต่เนื่องจาก Ar-turmerone และ 1,8-cineole เป็นองค์ประกอบทางเคมีที่มีผลต่อการใช้ประโยชน์น้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อย เราจึงสามารถใช้ Ar-turmerones หรือ 1,8-cineole เป็นตัวกำหนดคุณภาพทางเคมีของขมิ้นอ้อยได้ ขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ประโยชน์ กล่าวคือ หากนำไปใช้ในด้านการป้องกันและรักษาโรคในกระเพาะอาหาร หรือป้องกันโรคมะเร็ง จะใช้ Ar-turmerone เป็นตัวกำหนดคุณภาพของขมิ้นอ้อย แต่หากต้องการนำน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยไปใช้ประโยชน์ด้านการใช้เป็นยาแก้ไอ ขับเสมหะ ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง กำจัดแมลง จะใช้ 1,8-cineole เป็นตัวกำหนดคุณภาพของขมิ้นอ้อย

Table 1 Chemical compositions of essential oils from *Curcuma zedoaria* at various sites

Chemicals / Site	1,8-cineole	α-terpino-lene	Ar-curcu-mene	Zingi-berene	β-sesqui-phellan drene	Ar-turmerone	β-turmerone	Cur-lone
Padad Chiangrai	4.50	0.00	3.99	16.83	11.83	16.02	35.84	11.44
Chattagarn Pitsanuloke	31.18	0.00	6.03	0.00	6.23	30.13	17.09	9.34
Nahaew Lei	29.25	0.00	0.00	10.55	8.04	18.04	25.47	8.65
Phanon Surathani	68.50	7.31	0.00	0.00	0.00	13.26	10.93	0.00

พิจารณาปริมาณ Ar-turmerone พบว่ามีมากที่สุดในน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยจากอำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลกคือ 30.13% ดังแสดงไว้ใน Figure 2 ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากอำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย อำเภอป่าแดด จังหวัดเชียงราย และ อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีปริมาณ Ar-turmerone น้อยกว่ามาก คือ มีค่าเป็น 18.04% ,16.02% และ13.26% ตามลำดับ จากที่กล่าวมาจะเห็นว่าน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยจากอำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลกให้ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยมากที่สุด และมีปริมาณ Ar-turmerone มากที่สุดจากขมิ้นอ้อยทั้ง 4 แหล่งที่ทำการทดลอง จึงเหมาะที่จะส่งเสริมให้ปลูกขมิ้นอ้อยในพื้นที่นี้เพื่อใช้เป็นอาหารเสริมป้องกันและรักษาโรคกระเพาะอาหารและโรคมะเร็ง

ในกรณีของ 1,8-cineole ได้แสดงไว้ใน Figure 3 จะเห็นว่า น้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยจากอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี มี 1,8-cineole มากที่สุด คือ 68.50% ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับที่พบในน้ำมันยูคาลิปตัส น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากขมิ้นอ้อยในพื้นที่นี้จะมีศักยภาพอย่างมากในการนำไปใช้ประโยชน์ใน

เชิงพาณิชย์เช่นเดียวกับน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส เช่น ใช้เป็นส่วนประกอบในการทำยาสูดดมแก้หวัด คัดจมูก ยาทาแก้แมลงกัดต่อย สเปร์ย หรือ โลชั่นกันยุง เป็นต้น (ทรรศนีย์และวรินทร, 2550) ส่วนขมิ้นอ้อยจากแหล่งอื่น ๆ จะมี 1,8-cineole น้อยกว่ามาก คือ น้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยจากอำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก มีค่าเป็น 31.18% อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย มีค่าเป็น 29.25% และอำเภอป่าแดด จังหวัดเชียงราย มีค่าเป็น 4.50%

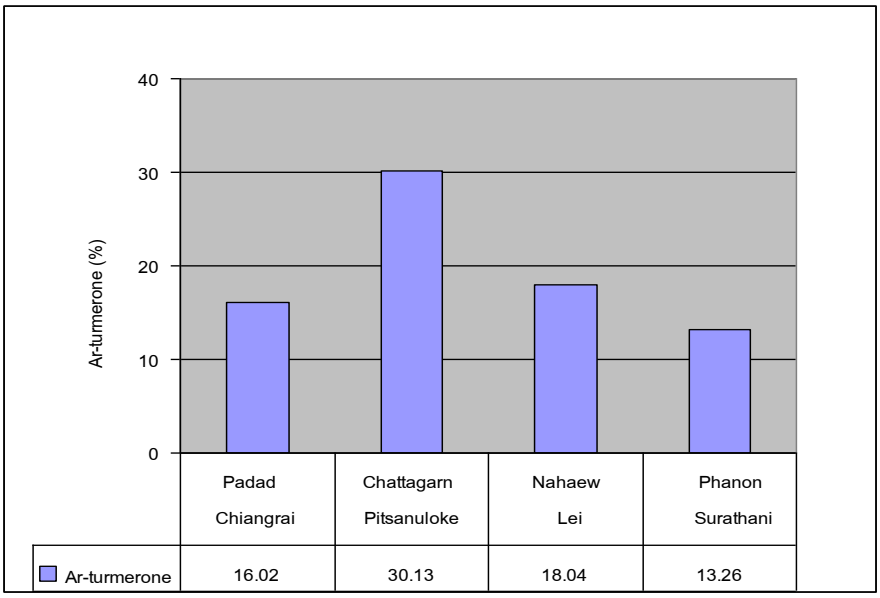

Fig : 2 Ar- turmerones in essential oils from *Curcuma zedoaria* at various sites

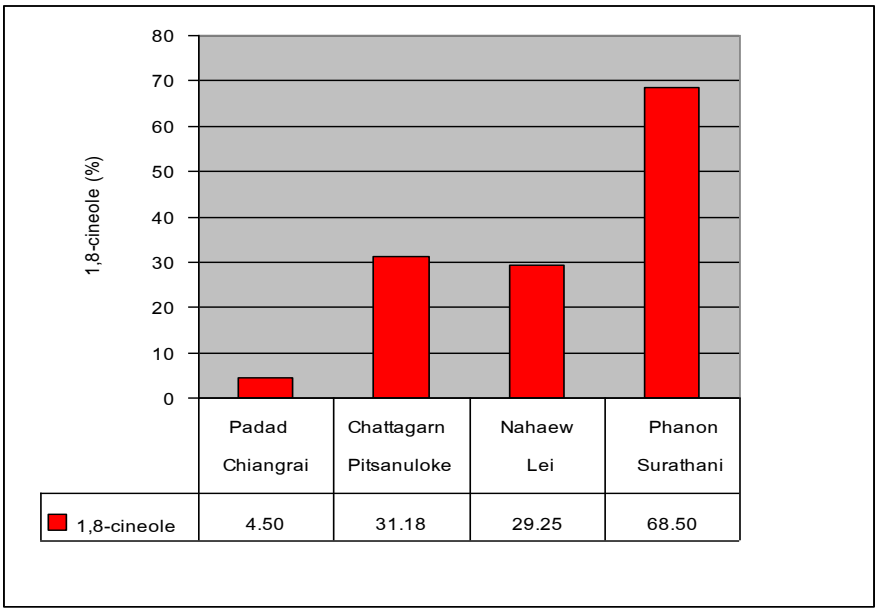

Fig : 3: 1,8-cineole in essential oils from *Curcuma zedoaria* at various sites

องค์ประกอบทางเคมีอื่น ๆ ที่พบในขมิ้นอ้อยตามที่แสดงไว้ใน Table 1 พบว่ามี β-turmerone , curlone , β-sesquiphellandrene , zingiberene , ar- curcumene และ α-terpinilene โดยพบ β-turmerone ในทุกตัวอย่างของขมิ้นอ้อยที่ทำการทดลอง ไม่พบ curlone , β-sesquiphellandrene , zingiberene และ Ar-curcumene ในน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยจากอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบ zingiberene เฉพาะในน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยจากอำเภอป่าแดด จังหวัดเชียงราย และอำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย พบ ar- curcumene เฉพาะในน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยจากอำเภอป่าแดด จังหวัดเชียงราย และอำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก พบ α - terpinolene เฉพาะในน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยจากอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี

สรุป

จากที่กล่าวมาทั้งหมด ทำให้ทราบว่า องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญและมีศักยภาพในขมิ้นอ้อย คือ Ar-turmerone และ 1,8-cineole เนื่องจากมีบทบาทอย่างมากต่อการใช้ประโยชน์ เราจึงสามารถใช้ Ar-turmerone และ 1,8-cineole เป็นตัวกำหนดคุณภาพของขมิ้นอ้อยได้ กล่าวคือหากวัตถุประสงค์เพื่อใช้ขมิ้นอ้อยเป็นยารักษาโรคกระเพาะอาหารและป้องกันโรคมะเร็งควรเลือกใช้ขมิ้นอ้อยจากอำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก เนื่องจากมีปริมาณ Ar-turmerone ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์อยู่มากกว่าพื้นที่อื่น ๆ แต่หากต้องการใช้เพื่อกำจัดแมลง ป้องกันโรคหวัด ใช้นวดแก้ปวดเมื่อย ควรเลือกใช้ขมิ้นอ้อยจากอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี เพราะว่ามี 1,8-cineole ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์อยู่มากกว่าพื้นที่อื่น ๆ นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้ยังใช้ประกอบการส่งเสริมให้มีการปลูกขมิ้นอ้อยเชิงพาณิชย์ โดยเลือกพื้นที่ปลูกให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการใช้งานได้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

ไชยยง รุจนเวท บรรณาธิการ. 2548. **20 ปี สวนสมุนไพรสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา สยามบรมราชกุมารี.** บริษัท เลิฟเสิร์ช จำกัด: กรุงเทพ ฯ. 308 หน้า.

ทรรศนีย์ พัฒนเสรี และ วรินทร ชวศิริ. 2550. **น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส.** รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2550. สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้: กรุงเทพฯ.

วิทย์ เที่ยงบูรณธรรม. 2542. **พจนานุกรมสมุนไพรไทย.** บริษัทอักษรพิทยา: กรุงเทพฯ. 880 หน้า.

วุฒิชัย นุตกุล. 2537. สารป้องกันและรักษาแผลในกระเพาะอาหารจากขมิ้นชัน. **ว.กรมวิทย.พ.** 36: 211-218.

สาลิกา แซ่อึ้ง. 2546. **ฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งและต้านอนุมูลอิสระของเหง้าพืชวงศ์ขิงที่ใช้เป็นเครื่องเทศ.** วิทยานิพนธ์คณะเภสัชศาสตร์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์: สงขลา.

Baik, K.U., S.H. Jung and B.Z. Ahn.1993. Recognition of pharmacophore of ar-turmerone for its anticancer activity. **Arch. Pharm. Res.** 16(3): 254-256.

Klocke, J.A., M.V. Darlington and M.F. Balandrinll. 1987. 1,8-cineole (Eucalyptol), a mosquito feeding and ovipositional repellent from volatile oil of *Hemizonia fitchii* (Asteraceae). **Journal of Chemical Ecology**. 13(12): 2131-2141.

Lee, H.S., K.J. Choi., K.Y. Cho and Y.J. Ahn. 2003. Fungicidal activity of ar-turmerone identified in *Curcuma longa* rhizome against six phytophathogenic fungi. **Agric. Chem. Biotechnol.** 46(1): 25-28.

Raina, V.K., S.K, Srivastava and K.V. Syamsundar. 2005. **Rhizome and leaf oil composition of *Curcuma longa* from the lower Himalayan region of Northern India**. Available from: http://findarticle.com.[2009 September 11].

Santos, F.A. and V.S.N. Rao, 2000. Anti-inflammatory and abtinociceptive effects of 1,8-cineole, a terpenoid oxide present in many plants essential oils. **Phytotherapy research.** 14(4): 240-244.

Sfara, V., E.N. Zebra and R.A. Alzogaray. 2009. Fumigant Insecticidal Activity and Repellent Effect of Five Essential Oils and Seven Monoterpenes on First- Instar Nymphs of *Rhodnius prolixus*. **Journal of Medical Entomology,** 46(3): 511-515.