คุณสมบัติของน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยที่ปลูกแทรกในสวนป่า

Properties of Volatile Oil in *Curcuma zedoaria* Grow between Rows in Plantation Forests

ทรรศนีย์ พัฒนเสรี[1*] และ ฉวีวรรณ ปั้นบุญมี[1]

Tasanee Pattanaseree[1*] and Chaweewan Panboonmee[1]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาคุณสมบัติของน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยที่ปลูกแทรกแถวไม้แดง สถานีวนวัฒนวิจัยจังหวัดพิษณุโลก ปลูกแทรกแถวไม้สนสามใบ สถานีวนวัฒนวิจัยอินทขิลและสถานีวนวัฒนวิจัยแม่สะนาม จังหวัดเชียงใหม่ และปลูกแทรกแถวไม้สัก สถานีวนวัฒนวิจัยจังหวัดเชียงราย โดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ ได้น้ำมันที่มีลักษณะใส สีเหลืองอ่อนเหมือนกันหมด ความถ่วงจำเพาะและค่าดัชนีหักมีค่าเป็น 0.9186-0.9285 และ 1.4951-1.4972 ตามลำดับ

ปริมาณน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยจากพิษณุโลกมีค่ามากที่สุด ร้อยละ 3.27 รองลงมาคือน้ำมันจากเชียงราย แม่สะนามและอินทขิล มีค่าร้อยละ 2.19 1.87 และ 1.86 ตามลำดับ องค์ประกอบหลักทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยเป็น 1,8-cineole, Zingiberene, Ar-turmeronr และ β-termerone ขมิ้นอ้อยจากพิษณุโลกมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด ค่า EC_{50} เป็น 0.067 มก/มล รองลงมาคือขมิ้นอ้อยจากแม่สะนาม เชียงราย และอินทขิล มีค่า 0.292 0.230 และ 0.437 มก/มล ตามลำดับ ข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ในการปลูกขมิ้นอ้อยแทรกในสวนป่าเพื่อเพิ่มรายได้อีกช่องทางหนึ่ง

ABSTRACT

This research was study on properties of volatile oil of *Curcuma zedoaria* grew between rows of *Xylia xylocarpa* in Phitsanuloke Silviculture Research Station, grew between rows of *Pinus kesiya* in Intakhin and Mae Sanam Silviculture Research Station in Chiang Mai and grew between rows of *Tectona grandi*s in Phitsanulok Silviculture Research Station by water distillation. The oil was yellow color and clear. Specific gravity and refractive index were 0.9186-0.9285 and 1.4951-1.4972 respectively.

Volatile oil's yield form Phitsanulok was the highest 3.27%, followed with Chiang Rai, Mae Sanam and Intakhin were 2.19 1.87 and 1.86. The major chemical composition were 1,8-cineol, zingiberene, Ar- turmerone and β-termerone. The oil from Phitsanulok showed the highest antioxidant activity, the EC_{50} was 0.067 mg/ml and EC_{50} of Mae Sanam, Chiang Rai and Intakhin were 0.292, 0.230 and 0.437 respectively. These results will beneficial for commercial planting of *Curcuma zedoarial* in plantation forests.

Key Words: Properties, volatile oil, *Curcuma zedoaria*, between rows, *Xylia xylocarpa*, *Pinus kesiya, Tectona grandi*s .

*Corresponding author, email address: tasaneepat@yahoo.com

[1]สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900

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

บทนำ

ขมิ้นอ้อย มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า *Curcuma zedoaria* (Berg) Roscoe ชื่อสามัญคือ Zedoary และเรียกกันอย่างหลากหลายตามแต่ละท้องที่ เช่น ขมิ้นขึ้น(เหนือ) ละเมียด(เขมร) แฮ้วดำ(เชียงใหม่) ว่านเหลือง (กลาง) สากกะเบือ(ละว้า)) เป็นพืชล้มลุกขนาดเล็ก มีลักษณะโดยทั่วไปคล้ายขมิ้นชันมาก แต่ต้นสูงกว่า ขนาดเหง้าและใบใหญ่กว่า เหง้ามักโผล่ขึ้นมาเหนือดินเล็กน้อยและมีเนื้อในสีเหลือง ใบเป็นใบเดี่ยวแทงขึ้นจากเหง้าเรียงเป็นวงซ้อนทับกัน แผ่นใบเป็นรูปขอบขนาน ปลายใบแหลม โคนใบมน ด้านท้องใบจะมีขนนิ่ม ๆ ดอกออกเป็นช่อรูปทรงกระบอก ก้านดอกจะยาวและพุ่งออกจากเหง้าที่อยู่ใต้ดิน ดอกมีสีขาว กลีบดอกสีนวลใบประดับที่อยู่ส่วนล่างของช่อมีสีเขียวปลายแกมชมพู ที่อยู่ส่วนบนรูปใบหอกสีแดงเข้ม (ไชยยง, 2548)

การใช้ประโยชน์เหง้าของขมิ้นอ้อยเป็นสมุนไพร ใช้ได้ทั้งเหง้าสดและเหง้าแห้ง มีการใช้เป็นยาภายนอกและเป็นยารับประทาน ตัวอย่างของการใช้เป็นยาภายนอก เช่น ใช้หุงกับน้ำมันมะพร้าว นำมาใส่แผล ช่วยให้แผลหายเร็วขึ้น ใช้รักษาอาการปวดบวม ฟกช้ำได้ โดยตำเหง้าขมิ้นอ้อยสด ๆ พอกบริเวณที่บวม เป็นต้น ตัวอย่างของการใช้เป็นยารับประทาน เช่น รักษาอาการเป็นหวัด โดยนำหัวขมิ้นอ้อยต้มกับอบเชยเทศ ผสมน้ำผึ้งรับประทาน เหง้าสดบดกับน้ำปูนใส ดื่มแก้ท้องร่วง แก้ริดสีดวงทวารโดยเอาขมิ้นอ้อยเข้าเครื่องยาปั้นเป็นลูกกลอน รับประทานเช้า-เย็น ผสมในยาระบายเพื่อให้มีฤทธิ์ระบายน้อยลง (วิทย์, 2542) มีรายงานว่าขมิ้นอ้อยมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อราได้ 11 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นเชื้อราที่ทำให้เกิดโรคผิวหนัง เช่น ขี้กลากบนหนังศีรษะ ชันนะตุ เชื้อราที่เล็บ ผิวหนัง เชื้อราที่ทำให้เกิดฝ้าขาวและเกิดแผลปากเปื่อยภายในปาก เป็นต้น (Lobo *et al.*, 2009) นอกจากนี้เหง้าของขมิ้นอ้อยยังให้สีเหลือง ใช้เป็นสีแต่งอาหารให้สีเหลืองดอกบวบ ใช้กับขนมเบื้องญวน ข้าวเหนียวเหลืองและยังนำมาย้อมผ้าให้เป็นสีเหลืองได้

น้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมีหลายชนิด เช่น 1,8-cineole, α - terpinolene, α- humulene, Zingiberene, Ar-curcumene, Ar-turmerones, Turmerone, Curlone เป็นต้น สารเคมีที่น่าสนใจในน้ำมันหอมระเหย คือ Ar-turmerone, β-turmerome, Zingiberene และ1,8-cineole เนื่องจาก Ar-turmerone และ β-turmerone มีสรรพคุณในการป้องกันและรักษาแผลในกระเพาะอาหาร (วุฒิชัย, 2537) มีฤทธิ์ในการยับยั้งเซลล์มะเร็ง (สาลิกา, 2546; Baik *et al.*, 1993) มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ ต้านแบคทีเรีย และยังมีฤทธิ์ทำลายเชื้อราโรคพืชหลายชนิด (Lee *et al.*, 2003) ส่วน 1,8-cineole มีประโยชน์ในอุตสาหกรรมยา เช่น ใช้เป็นส่วนประกอบในยาแก้ไอ ขับเสมหะ ทำน้ำยาบ้วนฆ่าเชื้อในช่องปาก มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อและแก้ปวด เป็นต้น (Santos and Rao, 2000) ใช้แต่งกลิ่นและใช้ในอุตสาหกรรมน้ำหอม ใช้ไล่และกำจัดยุงและแมลง (Klocke *et al.*, 1987; Sfara *et al.*, 2009) นอกจากนี้ ขมิ้นอ้อยยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอีกด้วย เนื่องจากสารกลุ่ม terpeniods และ zingiberene ที่มีอยู่ในน้ำมัน (วทันยาและคณะ, 2557) ดังนั้น การนำขมิ้นอ้อยมาใช้ประโยชน์จะต้องคำนึงถึงสารสำคัญที่มีอยู่ด้วย ซึ่งพื้นที่ปลูกจะเป็นตัวแปรอันหนึ่งที่ทำให้ขมิ้นอ้อยมีคุณภาพแตกต่างกันไปแม้จะเก็บเกี่ยวที่ช่วงอายุเดียวกัน ในการศึกษาวิจัยนี้จึงทำการทดลองกับตัวอย่างขมิ้นอ้อยที่ปลูกแทรกระหว่างแถวของไม้ใหญ่ที่แตกต่างกันในสถานีวนวัฒนวิจัย กรมป่าไม้ ได้แก่ ขมิ้นอ้อยที่ปลูกแทรกระหว่างแถวของไม้ไม้แดง สถานีวนวัฒนวิจัยจังหวัดพิษณุโลก ปลูกแทรกระหว่างแถวของไม้สนสามใบ สถานีวนวัฒนวิจัยอินทขิล และสถานีวนวัฒนวิจัยแม่สะนาม จังหวัดเชียงใหม่ ปลูกแทรกระหว่างแถวของไม้สัก สถานีวนวัฒนวิจัยเชียงราย เพื่อศึกษาเปรียบเทียบถึงปริมาณสารสำคัญและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยที่ปลูกแทรก

ระหว่างแถวของไม้ใหญ่ชนิดต่าง ๆ นำมาเป็นข้อมูลสนับสนุนการปลูกขมิ้นอ้อยเป็นพืชพื้นล่างในสวนป่า เพื่อให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มในระหว่างการรอใช้ประโยชน์จากไม้ในสวนป่า

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ชุดกลั่นน้ำมันหอมระเหยแบบแก้ว
2. เครื่องหาความถ่วงจำเพาะของน้ำมัน (Anton Parr)
3. เครื่องหาดัชนีหักเหของน้ำมัน (ATAGO)
4. เครื่อง UV spectrophotometer (Shimadzu UV 1601)
5. เครื่องวิเคราะห์สาร GC-MS (Agilent 6890 N-Agilent 5973) ใช้คอลัมน์แบบ Capillary column model Agilent 19091s-433 HP-5MS, 0.25 มิลลิเมตร x 30 เมตร x 0.25 ไมโครเมตร และ Capillary column model Altech 300 ไมโครเมตร 60.0 เมตร x 0.25 ไมโครเมตร

การเก็บตัวอย่าง

1. เหง้าขมิ้นอ้อยอายุ 1 ปี ที่ปลูกแทรกในสวนป่าไม้แดงจากสถานีวนวัฒนวิจัยพิษณุโลก
2. เหง้าขมิ้นอ้อยอายุ 1 ปี ที่ปลูกแทรกในสวนป่าสักจากสถานีวนวัฒนวิจัยเชียงราย จังหวัดเชียงราย
2. เหง้าขมิ้นอ้อยอายุ 1 ปี ที่ปลูกแทรกในสวนป่าไม้สนสามใบจากสถานีวนวัฒนวิจัยอินทขิลและสถานีวนวัฒนวิจัยแม่สะนาม จังหวัดเชียงใหม่

การสกัดน้ำมันหอมระเหยและการหาคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันหอมระเหย

1. ล้างเหง้าขมิ้นอ้อยให้สะอาด ปอกเปลือกและหั่นเป็นแว่นบาง ๆ แล้วนำไปกลั่นน้ำมันหอมระเหยโดยการกลั่นด้วยน้ำ กลั่นตัวอย่างละ 3 ซ้ำเพื่อหาค่าเฉลี่ยของผลผลิตน้ำมัน
2. เก็บน้ำมันหอมระเหยที่ได้ แยกเอาน้ำที่ปนอยู่ออกด้วยคอลัมน์ของโซเดียมซัลเฟตแอนไฮดรัส ชั่งหาน้ำหนักคงที่ของน้ำมันหอมระเหย โดยคิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักต่อน้ำหนักอบแห้ง
3. ทำการศึกษาค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันหอมระเหยที่ 20 $^{\circ}$ ซ ด้วยเครื่องหาความถ่วงจำเพาะ วัดตัวอย่างละ 4 ซ้ำเพื่อหาค่าเฉลี่ย
4. ทำการศึกษาค่าดัชนีหักเหของน้ำมันหอมระเหย ด้วยเครื่อง Refractometer วัดตัวอย่างละ 4 ซ้ำเพื่อหาค่าเฉลี่ย

การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย

1. วิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่ได้ด้วยเครื่อง GC-MS โดยละลายตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยด้วย Hexane ให้มีความเข้มข้นเป็น 0.05 มก./มล. ฉีดเข้าเครื่อง GC-MS ตัวอย่างละ 2 ไมโครลิตร กำหนดอุณหภูมิของเตา (Oven) ดังนี้

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

2. ตรวจพิสูจน์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยจากโครมาโตแกรม โดยการเปรียบเทียบ retention time และ mass spectra ของสารที่ได้เทียบกับ retention time และ mass spectra ของค่ามาตรฐานที่มีการบันทึกไว้ใน Wiley's library

การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันหอมระเหย Hosteitmann *et al* (1997)

1. เตรียมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 2.4 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร ใน absolute ethanol

2. เตรียมสารละลายแต่ละตัวอย่างที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 0.625-40 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ใน absolute ethanol

3. นำสารละลาย DPPH ในข้อ 1 ปริมาณ 2 มิลลิลิตร และสารละลายตัวอย่างในข้อ 2 ปริมาณ 2 มิลลิลิตรมาผสมกัน ปล่อยทิ้งไว้ 30 นาที แล้วนำไปวัดการดูดกลืนแสง (Absorbance) ด้วยเครื่อง UV spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร วัดตัวอย่างละ 3 ซ้ำเพื่อหาค่าเฉลี่ย แล้วนำไปพล็อตกราฟระหว่าง Percent radical scavenging กับความเข้มข้นของน้ำมันที่ใช้ หาค่าการยับยั้งอนุมูลอิสระของน้ำมันขมิ้นอ้อยที่ร้อยละ 50 ในรูปของ EC 50 (50 % Effective Concentration) (สันติ และ วรวรรณ, 2541)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การสกัดน้ำมันหอมระเหยและการหาคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันหอมระเหย

ผลการศึกษาปริมาณน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อย อายุ 1 ปี ที่ปลูกแทรกระหว่างแถวของไม้ใหญ่ในสถานีวนวัฒนวิจัย แสดงไว้ใน Table 1 และ Figure 1 จะเห็นว่า ขมิ้นอ้อยที่ปลูกภายใต้ไม้แดง สถานีวนวัฒนวิจัยพิษณุโลก ให้ปริมาณน้ำมันมากที่สุด ร้อยละ 3.77 ขมิ้นอ้อยที่ปลูกภายใต้ไม้สัก สถานีวนวัฒนวิจัยเชียงราย มีค่ามากรองลงมา ร้อยละ 2.19 ส่วนขมิ้นอ้อยที่ปลูกภายใต้ไม้สนสามใบ สถานีวนวัฒนวิจัยแม่สะนามและสถานีวนวัฒนวิจัยอินทขิล จังหวัดเชียงใหม่ มีปริมาณน้ำมันใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 1.87 และ 1.86 คุณสมบัติทางกายภาพของขมิ้นอ้อยที่ปลูกในแต่ละสภาพพื้นที่มีค่าไม่แตกต่างกันมาก กล่าวคือ น้ำมันที่ได้มีสีเหลืองใสเหมือนกันหมด ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันเบากว่าน้ำเล็กน้อยและมีค่าใกล้เคียงกันระหว่าง 0.9186-0.9285 และมีค่าดัชนีหักเหของน้ำมันมีค่าใกล้เคียงกันด้วย อยู่ในช่วง 1.4951-1.4972 ดังแสดงใน Table 1 ดังนั้น น้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยจากแต่ละสภาพพื้นที่จึงมีสี ความถ่วงจำเพาะ และ ความใสของน้ำมันหอมระเหยใกล้เคียงกัน

Table 1 Percent yields and properties of *Curcuma zedoaria*'s volatile oils in plantation forests

Site	Yield (%)	Color	Specific gravity	Refractive index
Mae Sanam, Chiang Mai	1.87	Clear yellow	0.9285	1.4965
Intakhin , Chiang Mai	1.86	Clear yellow	0.9238	1.4960
Chiang Rai	2.19	Clear yellow	0.9279	1.4972
Phitsanulok	3.77	Clear yellow	0.9186	1.4951

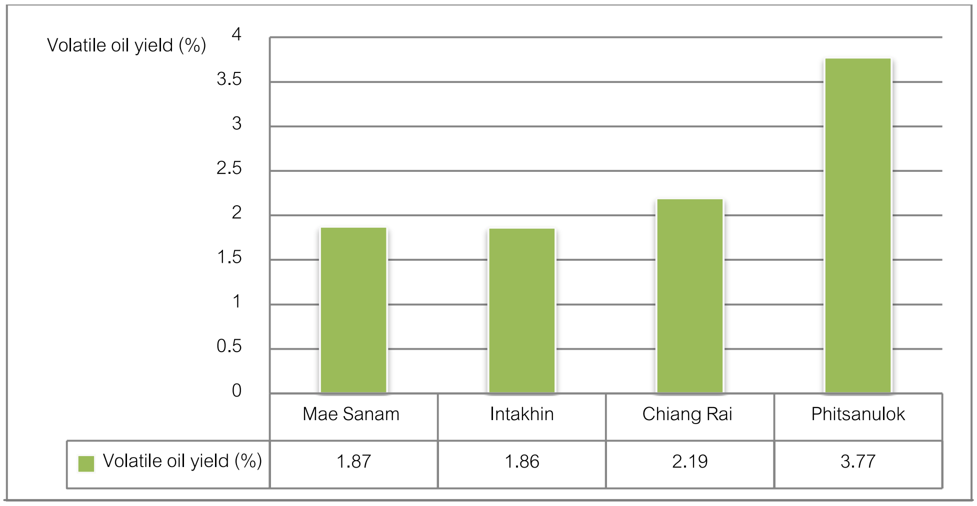


Figure 1 Volatile oil yields in *Curcuma zedoaria* from plantation forests

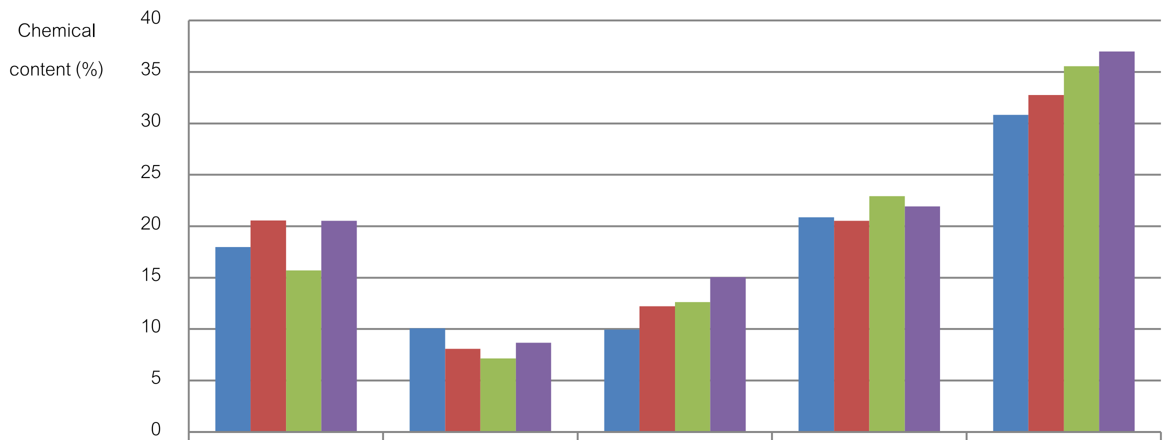
การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย

การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อย พบว่าองค์ประกอบหลักคือ 1,8-cineole, Zingiberine, Ar-turmerone และ β-turmerone นอกจากนี้ยังพบสารอื่น ๆ ได้แก่ α-terpineol, α-caryophyllene, α-humulene, α-curcumene, β-bisabolene และ β-sesquiphellandrene ดังได้แสดงไว้ใน Table 2

Table 2 Chemical compositions of *Curcuma zedoaria*'s volatile oils from plantation forests

Chemicals' Name	Retention time	Chemical content (%)			
		Mae Sanam, Chiang Mai	Intakhin, Chiang Mai	Chiang Rai	Phitsanuloke
1,8-cineole	7.35	17.98	20.57	15.71	20.52
α-terpineol	9.25	0.94	4.37	3.05	1.84
α-caryophyllene	17.90	3.37	-	2.30	1.02
α-humulene	18.55	3.25	4.06	3.13	4.10
α-curcumene	19.08	1.77	2.20	1.86	2.09
Zingiberene	19.35	10.07	8.07	7.15	8.68
β-bisabolene	19.64	1.70	1.14	1.37	-
β-sesquiphellandrene	20.00	4.63	4.90	4.14	4.71
Ar-turmerone	24.49	9.96	12.22	12.64	15.05
β-Turmerone	24.67	20.86	20.53	22.92	21.93
Curlone	26.11	4.24	5.46	6.02	6.46
Total turmerone		30.82	32.75	35.56	36.98

ใน Figure 2 เปรียบเทียบปริมาณสารสำคัญในน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยจากแหล่งต่าง ๆ พบว่า ขมิ้นอ้อยจากอินทขิลและพิษณุโลกมี 1,8-cineole ปริมาณใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 20.57 และ 20.52 รองลงมาคือ แม่สะนาม ร้อยละ 17.98 และ เชียงรายมีน้อยที่สุด 15.71 Zingiberene พบมากที่สุดในขมิ้นอ้อยจากแม่สะนาม ร้อยละ 10.07 ส่วนอีก 3 พื้นที่มีปริมาณใกล้เคียงกัน ในส่วนของ β-Turmerone พบมากที่สุดเชียงราย ร้อยละ 22.92 รองลงมาคือพิษณุโลก มีค่าร้อยละ 21.93 ส่วนแม่สะนามและอินทขิลทั้ง 2 สภาพพื้นที่มีค่าเกือบเท่ากันคือ ร้อยละ 20.86 และ 20.53 พบ Ar-turmerone มากที่สุดในขมิ้นอ้อยจากพิษณุโลก ร้อยละ 15.05 พบน้อยที่สุดที่แม่สะนาม ร้อยละ 9.96 ส่วนขมิ้นอ้อยเชียงรายและอินทขิลมีปริมาณใกล้เคียงกันคือร้อยละ 12.64 และ 12.22 เมื่อรวมปริมาณ Turmerone ทั้งหมด จะเห็นว่า ขมิ้นอ้อยจากพิษณุโลกมีปริมาณมากที่สุด ร้อยละ 36.98 รองลงมาคือขมิ้นอ้อยจากเชียงราย อินทขิล และ แม่สะนาม ร้อยละ 35.56 32.75 และ 30.08 ตามลำดับ จากรายงานการของ Lobo,*et al* (2009) พบว่าขมิ้นอ้อยที่ใช้ในอายุรเวชมีปริมาณของβ-Turmerone ร้อยละ 19.88 มี 1,8-cineol ร้อยละ 8.93 และมี Zingiberene ร้อยละ 7.84 จึงกล่าวได้ว่า ขมิ้นอ้อยที่ปลูกแทรกระหว่างแถวของไม้แดง ไม้สนสามใบ และไม้สัก ในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก เชียงใหม่ และเชียงราย มีคุณภาพเพียงพอที่จะปลูกเพื่อการค้า และควรมีการศึกษาคุณสมบัติของขมิ้นอ้อยที่อายุ 2 ปี และ 3 ปี ว่าจะมีองค์ประกอบหลักที่สำคัญเพิ่มขึ้นตามอายุหรือไม่



	1,8-cineole	Zingiberene	Ar-turmerone	Beta-Turmerone	Total tumerone
Mae Sanam	17.98	10.07	9.96	20.86	30.82
Intakhin	20.57	8.07	12.22	20.53	32.75
Chiang Rai	15.71	7.15	12.64	22.92	35.56
Phitsanulok	20.52	8.68	15.05	21.93	36.98

Figure 2 Major chemical compositions in volatile oil of *Curcuma zedoaria* from plantation forests

การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันหอมระเหย

ผลของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยได้แสดงไว้ใน Table 3 ค่า Coefficient of determination (R^2) แสดงว่า ค่าที่ได้เชื่อถือได้ตามหลักสถิติ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจะแปรผันตามความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยที่ใช้ในการทดลอง และเมื่อคำนวณหาปริมาณน้ำมันที่ทำให้ปริมาณของอนุมูลอิสระลดลงร้อยละ 50 (EC_{50}) จากสมการ Regression พบว่าน้ำมันขมิ้นอ้อยจากพิษณุโลกมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด

มีค่า EC_{50} เป็น 0.067 มก/มล รองลงมาเป็นขมิ้นอ้อยจากแม่สะนาม เชียงรายและ อินทขิล มีค่า EC_{50} เป็น 0.292 0.230 และ 0.437 มก/มล ตามลำดับ ดังแสดงใน Figure 3

Table 3 Antioxidant activity of *Curcuma zedoaria*'s volatile oils from plantation forests

Site	Regression equation	EC_{50} (mg/ml)
Mae Sanam, Chiang Mai Province	$Y = 24.072X + 42.977$ $R^2 = 0.9610$	0.292
Intakhin, Chiang Ma Province	$Y = 0.0099X + 45.678$ $R^2 = 0.9598$	0.437
Chiang Rai, Chiang Rai Province	$Y = 22.335X + 44.867$ $R^2 = 0.9946$	0.230
Phitsanulok, Phitsanulok Province	$Y = 0.0151X + 48.993$ $R^2 = 0.9724$	0.067

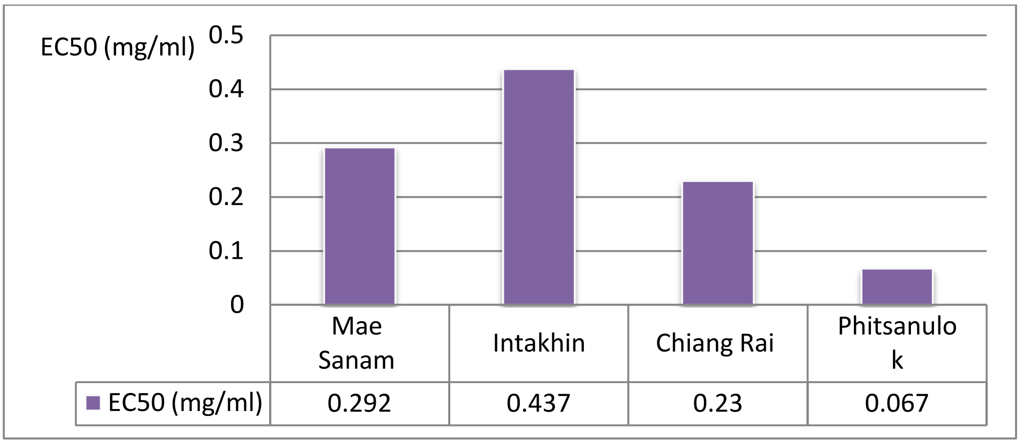


Figure 3 Antioxidant activity of *Curcuma zedoaria*'s volatile oil from plantation forests

สรุป

ขมิ้นอ้อยสามารถปลูกแทรกเป็นไม้พื้นล่างในสวนป่าไม้แดง ไม้สนสามใบ และไม้สักในสถานีวนวัฒนวิจัยจังหวัดพิษณุโลก สถานีวนวัฒนวิจัยอินทขิลและสถานีวนวัฒนวิจัยแม่สะนาม จังหวัดเชียงใหม่ และ สถานีวนวัฒนวิจัยจังหวัดเชียงราย ได้ขมิ้นอ้อยที่มีสารสำคัญและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์ โดยขมิ้นอ้อยได้ที่ปลูกภายใต้ไม้แดง สถานีวนวัฒวิจัยจังหวัดพิษณุโลก เป็นขมิ้นอ้อยที่มีคุณภาพดีที่สุด เนื่องจากมีปริมาณของTurmerone สูง และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด ข้อมูลที่ได้สามารถใช้ประกอบการส่งเสริมให้มีการปลูกขมิ้นอ้อยในสวนป่าเพื่อเพิ่มรายได้ของเกษตรกรได้ด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณสมชาย นองเนือง หัวหน้าสถานีวนวัฒนวิจัยอินทขิล จังหวัดเชียงใหม่ คุณพงษ์ศักดิ์ ฉัตรเตชะ หัวหน้าสถานีวนวัฒนวิจัยแม่สะนาม จังหวัดเชียงใหม่ คุณสัญญา สิริบุญยะพร หัวหน้าสถานีวนวัฒนวิจัยจังหวัดเชียงราย คุณจรัส ช่วยนะ หัวหน้าสถานีวนวัฒนวิจัยจังหวัดพิษณุโลก ที่เอื้อเฟื้อตัวอย่างขมิ้นอ้อยเพื่อการวิจัย ขอขอบคุณ คุณจันไท จิตรจักร คุณชานนท์ วงศ์จำปา คุณทองทิพย์ ศักดิ์สุวรรณ ที่มีส่วนช่วยในงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

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

วทันยา มปพะยอม, ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์, ภรณ์ทิพย์ ดุษฎีลาวัณย์ และ เกษรา วามะศิริง. 2557. องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันหอมระเหยขิง. **วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ.** 37(3): 297-312.

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

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

สาลิกา แซ่อึ้ง. 2546. **ฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งและต้านอนุมูลอิสระของเหง้าพืชวงศ์ขิงที่ใช้เป็นเครื่องเทศ.** วิทยานิพนธ์คณะเภสัชศาสตร์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สันติ ทิพยางค์ และ วรวรรณ พันทุมนาวิน. 2541. การฝึกอบรม. คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)

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.

Lobo, R., S.P. Kirti, Annie Shirwaikar and Arun Shirwaika. 2009. *Curcuma zedoaria* Rosc. (white turmeric): a review of its chemical, Pharmacological and ethnomedicinal properties. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**. 61: 13-21.

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.