

การศึกษาลักษณะทางเคมีและกายภาพของ รากแฝกหอมในท้องตลาด

Chemical and Physical Studies of Commercial Faek-hom Roots

ภ.ญ.เย็นจิตร เตชะดำรงสิน*

Yenchit Techadamrongsin

นายดรณ เพ็ชรพลาญ**

Daroon Pecharaply

บทคัดย่อ

การศึกษารวบรวมองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของรากแฝกหอมในท้องตลาด โดยตรวจสอบลักษณะจำเพาะของสมุนไพรรากแฝกหอมทางเคมี ปริมาณเถ้า ปริมาณความชื้น ปริมาณสารสกัดด้วยตัวทำละลาย และปริมาณน้ำมันหอมระเหย พบว่า รากแฝกหอมจากท้องตลาดไม่ใช่รากที่ได้จากต้นแฝกหอมที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Vetiveria zizanioides* Nash วงศ์ Gramineae แต่เป็นรากที่ได้จากต้นหญ้าแพรกที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ophiopogon intermedius* Don. วงศ์ Liliaceae รากทั้งสองชนิดนี้มีลักษณะภายนอกแตกต่างกันมาก รากแฝกหอมอ้างอิง (authentic) มีสีน้ำตาลเหลืองหรือสีน้ำตาล เมื่อหักจะขาดจากกัน มีกลิ่นหอมอ่อนๆ ส่วนรากแฝกหอมจากท้องตลาดมีสีน้ำตาลแดง เมื่อหักจะขาดจากกันได้ยากและมีเส้นแกนกลางสีขาวนวลเหลืออยู่ มีกลิ่นหอมแรงกว่า ผลการพิสูจน์เอกลักษณ์ทางเคมีโดยวิธีโครมาโทกราฟี ชนิดผิวบางและวิธีแก๊สโครมาโทกราฟี พบว่า รากแฝกหอมจากท้องตลาดมีองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยแตกต่างจากน้ำมันเวทิวเอร์มาตรฐาน (standard vetiver oil) ซึ่งได้จากรากของต้น *Vetiveria zizanioides* Nash นอกจากนี้รากแฝกหอมจากท้องตลาดมีปริมาณน้ำมันหอมระเหย ปริมาณสารสกัดด้วยน้ำ และปริมาณสารสกัดด้วยเอธานอลเจือยร้อยละ 1.56, 50.82 และ 8.23 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากรากแฝกหอมอ้างอิงโดยมีค่าดังกล่าวร้อยละ 0.29,

* สถาบันการแพทย์ไทย-จีน เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก

** ผู้ทรงคุณวุฒิ สถาบันวิจัยสมุนไพรรวมวิทยาลัยการแพทย์



2.53 และ 3.13 ตามลำดับ ผลการศึกษาทำให้ทราบว่า รากแฝกหอมจากท้องตลาดมีการปนปลอมโดยใช้รากหญ้าแพรกหินแทนทั้งหมด

ABSTRACT

Chemical and physical characteristics of commercial Faek-hom roots were reported. The morphological characters, chemical identification, ash content, moisture content, extractives content and volatile oil content were carried out. It was found that commercial crude drug was not derived from the root of *Vetiveria zizanioides* Nash (Family Gramineae) or Faek-hom, but it was derived from the root of *Ophiopogon intermedius* Don. (Family Liliaceae) or Yaa-phraek-hin. Both kinds of root had quite different morphological characters. Authentic Faek-hom root is yellowish brown or whitish yellow in color with weak odor and after broken will be separated from each other while the commercial one is reddish brown in color with strong odor and after broken the whitish pith remains unseparately. Thin-layer and gas chromatographic analysis showed that the essential oil from commercial Faek-hom roots were different from standard vetiver oil obtained from the roots of *Vetiveria zizanioides* Nash. Besides, the average percentage of essential oil content, water extractive and ethanol extractive of commercial Faek-hom were 1.56, 50.82 and 8.23 respectively, while the authentic ones were 0.29, 2.53 and 3.13 respectively. The results of this study showed that the commercial crude drug was entirely supply of Yaa-phraek-hin root as Faek-hom root.

KEY WORDS : Faek-hom, *Vetiveria zizanioides* Nash, vetiver oil, quality specification.

บทนำ

สมุนไพรแฝกหอม หรือแฝก หมายถึง รากที่ทำให้แห้งของพืชที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Vetiveria zizanioides* Nash วงศ์ Gramineae⁽¹⁾ (รูปที่ 1) มีชื่อเรียกภาษาอังกฤษว่า เวทิวเวอร์ (Vetiver)⁽²⁻⁶⁾ ตำรายาไทยใช้เป็นยาขับลมในลำไส้ แก้ปวดท้องจุกเสียด ท้องอืด ลดไข้ และขับปัสสาวะ⁽⁷⁻¹¹⁾ ในประเทศฟิลิปปินส์ใช้น้ำต้มจากรากแฝกหอมเป็นยาละลายนิ่วในกระเพาะปัสสาวะ⁽¹²⁾ ในประเทศอินเดียใช้ยาขจร รากแฝกหอมเป็นยาแก้กระหายน้ำ ลดไข้ ยาขับเหงื่อ ยาธาตุ และเป็นยาขับระดู⁽¹³⁾ น้ำมันเวทิวเวอร์ (vetiver oil) ใช้เป็นวัตถุดิบในการทำน้ำหอม เครื่องสำอาง และแต่งกลิ่นสบู่ รากแฝกหอมแห้งใช้อบเสื้อผ้าให้หอม ใช้สานทำพัด กระเช้าและม่านบังตาตามประตูหน้าต่าง เมื่อลมพัดจะทำให้มีกลิ่นหอม⁽¹⁴⁾

นอกจากนี้ ต้นแฝกหอมยังสามารถนำมาใช้ยึดดินและป้องกันการพังทลายของดิน โดยเฉพาะดินที่เปิดใหม่ในพื้นที่ลาดชัน⁽¹⁵⁾

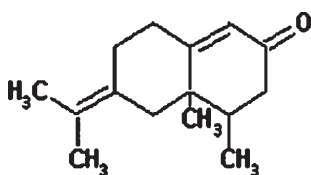
แฝกหอม เป็นพันธุ์ไม้ที่มีการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติ พบมากในทวีปเอเชียตอนกลางและตะวันออกเฉียงใต้ ต้นกำเนิดดั้งเดิมสันนิษฐานว่าอยู่ในประเทศอินเดีย ซึ่งเป็นหญ้าที่ชาวพื้นบ้านของประเทศอินเดียรู้จักกันมานานเป็นร้อยๆ ปี คำว่า Vetiver นั้น รากศัพท์เป็นคำที่แผลงมาจาก คำว่า Vetivern เป็นภาษาทมิฬ (Tamil) ซึ่งเป็นชนกลุ่มน้อยอาศัยอยู่ในตอนเหนือของประเทศอินเดีย แปลว่า รากหอม ส่วนคำว่า zizanioides มีความหมายถึง ริมแม่น้ำ หรือริมตลิ่ง ซึ่งได้มาจากการที่พืชนี้เดิมพบว่าปลุกมากบริเวณริมแม่น้ำในประเทศอินเดีย⁽¹⁶⁾ ต้นแฝกหอมชอบดินร่วนปนทรายที่อุดมสมบูรณ์ มีการระบายน้ำดี ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยปีละ 100-200 เซนติเมตร และอุณหภูมิระหว่าง 21-43.5 องศาเซลเซียส ขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ดหรือหน่อ การปลูกด้วยเมล็ดเติบโตช้าจึงไม่ค่อยนิยมกัน โดยทั่วไปจะปลูกต้นฤดูฝนหรือประมาณเดือนพฤษภาคม น้ำมันหอมระเหยในรากและเหง้าแฝกหอมจะมีปริมาณสูงสุดเมื่อพืชมีอายุปลูก 15-18 เดือน ในหมู่เกาะชวาจะเก็บเกี่ยวเมื่อพืชมีอายุปลูก 12 เดือน และในที่อื่นๆ บางครั้งอาจเก็บเกี่ยวเมื่อพืชมีอายุปลูกถึง 24 เดือน ซึ่งทำให้ได้ผลผลิตน้ำมันหอมระเหยลดลงแต่มีคุณภาพดีขึ้น มีน้ำหนักมากขึ้นและสีคล้ำขึ้น⁽¹⁷⁾

แฝกหอม เป็นพืชตระกูลหญ้า เจริญเติบโตเป็นกอขนาดใหญ่ กอแน่น หยาบ เหง้ามีลักษณะเป็นกระจุก แน่น มีกลิ่นหอม ระบบรากฝอยหยั่งลึกลงไปในดินได้ถึง 4 เมตร ลำต้นตั้งตรง สูง 1-1.5 เมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-8 มิลลิเมตร ลักษณะคล้ายทรงกระบอกตัน ผิวเกลี้ยง กาบใบแบนข้าง ยาว 10-20 เซนติเมตร เป็นสัน ใบยาว 45-100 เซนติเมตร กว้าง 0.6-1.2 เซนติเมตร มีหลังใบโค้ง ปลายแบนสีเขียวเข้มเนื้อใบค่อนข้างเหนียวมีไขเคลือบ (wax) มากทำให้ดูมัน ท้องใบออกขาวซีดกว่าด้านหลังใบ และเมื่อนำใบไปส่องดูกับแดด จะเห็นรอยกันขวางในเนื้อใบ (septum) ค่อนข้างชัดเจน โดยเฉพาะพื้นที่ใบบริเวณส่วนโคนและกลางใบ เส้นกลางใบ (midrib) ฝังอยู่ในตัวแผ่นใบ ไม่โตหรือเด่นชัดเจน เช่น กลุ่มพันธุ์ศรีลังกา กลุ่มพันธุ์สุราษฎร์ธานี กลุ่มพันธุ์กำแพงเพชร 2 กลุ่มพันธุ์สงขลา 3 เป็นต้น^(15,17) รากแฝกหอมมีสารสำคัญคือ น้ำมันหอมระเหย มีรายงานว่ารากแฝกหอมแห้งมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยร้อยละ 0.2-1.8⁽¹³⁾ ซึ่งมีองค์ประกอบหลักคือ อัลฟา-เวทิวโนน, เบต้า-เวทิวโนน (รูปที่ 2) และ เวทิวเอริลเวทิวิน⁽¹⁸⁾ นอกจากนี้ยังพบ เวทิวไดออล⁽¹⁹⁾, อัลฟา-เวทิสไปริน, เบต้า-เวทิสไปริน, เวทิวินีน⁽²⁰⁾, เวทิวิลีนอล⁽²¹⁾, ไทรไซโคลเวทิวิน⁽²²⁾, ไฮซานอล⁽²¹⁾, ไฮซานัล, อีพี-ไฮซานัล⁽²³⁾, กรดไฮซานอิก⁽²⁴⁾, ไฮโคลโคปาแคมฟินอล, อีพี-ไฮโคล โคปาแคมฟินอล⁽²¹⁾, คูซิโมล (รูปที่ 2)⁽²⁵⁾ ไอโซคูซิโมล⁽²⁶⁾, อีพิกูซิโมล⁽²⁷⁾, คูซิเลน⁽²⁸⁾ และเลเวจูนินอล⁽²⁹⁾

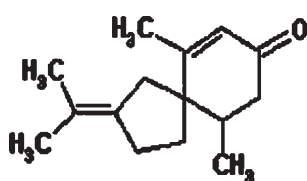


รูปที่ 1 แฝกหอม (*Vetiveria zizanioides* Nash)

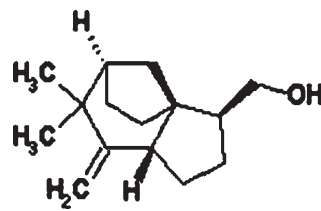
จากการเก็บรวบรวมตัวอย่างรากแฝกหอมที่ซื้อจากร้านขายสมุนไพรในกรุงเทพฯ พบว่า ลักษณะของสมุนไพรดังกล่าวแตกต่างจากรากที่ได้จากต้นแฝกหอมที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Vetiveria zizanioides* Nash วงศ์ Gramineae จากแหล่งปลูกที่สวนสมุนไพรจีนทุนบุรีของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์อย่างเห็นได้ชัด รากแฝกหอมอ้างอิง (authentic) มีสีน้ำตาลเหลืองหรือสีนวล เมื่อหักจะขาดจากกัน มีกลิ่นหอมอ่อนๆ ส่วนรากแฝกหอมจากท้องตลาดมีสีน้ำตาลแดง เมื่อหักจะขาดจากกันได้ยากและมีเส้นแกนกลางสีขาวนวลเหลืออยู่ มีกลิ่นหอมแรงกว่า คณะผู้วิจัยจึงเห็นควรศึกษาลักษณะทางเคมีและกายภาพของรากแฝกหอมในท้องตลาด โดยศึกษาเปรียบเทียบกับรากแฝกหอมอ้างอิง เพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบความถูกต้องของชนิดสมุนไพร



อัลฟา-เวทิวโนน



เบต้า-เวทิวโนน



คูซิโมล

รูปที่ 2 สูตรโครงสร้างทางเคมีของสารสำคัญบางชนิดในน้ำมันหอมระเหยจากรากแฝกหอม

วัสดุและวิธีการ สมุนไพร

1. รากเผือกหอมอ้างอิง (authentic samples) : รากเผือกหอมจากแหล่งปลูกที่สวนสมุนไพรจีนบุรีของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์จำนวน 6 ตัวอย่าง ซึ่งได้ตรวจสอบชื่อที่ถูกต้องตามหลักพฤกษศาสตร์โดยมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Vetiveria zizanioides* Nash อยู่ในวงศ์ Gramineae (DMSc. Herbarium No. 792) หลังจากรวบรวมสมุนไพรมาแล้ว แยกสิ่งอื่นที่ปะปนออก ล้างสมุนไพรด้วยน้ำสะอาด ตัดหรือหั่นให้เป็นท่อนเล็กๆ ผึ่งให้สะเด็ดน้ำแล้ว นำมาเกลี่ยบนภาชนะที่สะอาดคลุมภาชนะด้วยผ้าขาวบาง เพื่อป้องกันฝุ่นละอองและกันการปลิวของสมุนไพร ตากในที่ร่มจนแห้งสนิท หมั่นกลับบ่อยๆ แยกบดสมุนไพรแต่ละตัวอย่าง ผ่านร่อนเบอร์ 80 แล้วบรรจุในขวดที่สะอาดมีฝาปิดสนิท ปิดฉลากระบุรายละเอียดของตัวอย่าง

2. รากเผือกหอมจากท้องตลาด (commercial samples) : รากเผือกหอมที่ซื้อจากร้านขายสมุนไพรต่างๆ ในกรุงเทพฯ จำนวน 10 ตัวอย่าง ซึ่งได้ตรวจสอบชื่อชนิดโดยศึกษาลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์เปรียบเทียบกับรากเผือกหอม อ้างอิง (authentic Faek-hom root) ซึ่งมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Vetiveria zizanioides* Nash วงศ์ Gramineae และรากหญ้าแพรกหินอ้างอิง (authentic Yaa-phraek-hin root) ซึ่งมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ophiopogon intermedius* Don. วงศ์ Liliaceae พบว่า รากเผือกหอมจากท้องตลาดตรงกับรากหญ้าแพรกหินอ้างอิง สมุนไพรที่ซื้อมาแต่ละตัวอย่าง นำมาคัดแยกเอาสิ่งอื่นที่ปะปนออก ตัดหรือหั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆ แยกบดสมุนไพรแต่ละตัวอย่าง ผ่านร่อนเบอร์ 80 แล้วบรรจุในขวดที่สะอาดมีฝาปิดสนิท ปิดฉลากระบุรายละเอียดของตัวอย่าง

เครื่องมือ

1. ตู้อบร้อนไฟฟ้า รุ่น VLE-400 ของบริษัท Mammert ประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี
2. เตาเผาอุณหภูมิสูง รุ่น 6000 ยี่ห้อ Thermolyne® ของบริษัท Barnstead International ประเทศสหรัฐอเมริกา
3. ชุดกลั่นหาน้ำมันหอมระเหยและชุดกลั่นหาปริมาณน้ำ ตามวิธีของ Thai Herbal Pharmacopoeia
4. เครื่องระเหยภายใต้สุญญากาศ ประกอบด้วย Rotavapor รุ่น R-114 และอ่างน้ำแบบควบคุมอุณหภูมิ รุ่น B-140 ของบริษัท Buchi Labortechnik ประเทศญี่ปุ่น เครื่องทำสุญญากาศรุ่น WJ-20 ยี่ห้อ Sibata® ประเทศญี่ปุ่นและเครื่องทำน้ำเย็นหมุนเวียน รุ่น CA-101 ยี่ห้อ Eyela® ของบริษัท Tokyo Rikakikai ประเทศญี่ปุ่น
5. เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (GC) ของบริษัท Hewlett Packard รุ่น 5890 A ประเทศสหรัฐอเมริกา ประกอบด้วย ซีปรอนคอลัมน์ที่มีรูเล็ก (Zebron capillary column) ชนิด ZB-5 (ส่วนประกอบ 5% phenyl - 95% dimethyl polysiloxane) ยี่ห้อ Phenomenex® ขนาด 30 ม. x 0.25 มม. x 0.25 มม. และเครื่องตรวจวัดชนิด FID



6. เครื่องแรง รุ่น AS 200 Basic ของบริษัท Retsch ประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี และแรงเบอร์ 80 ของบริษัท Endocotts ประเทศอังกฤษ
7. เครื่องบดป่น รุ่น RT-34 ของบริษัท Chyun Tseh Industrial ประเทศไต้หวัน
8. เครื่องเขย่า รุ่น KS 501 ของบริษัท IKA Labortechnik ประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี
9. ตู้ตรวจวัดแสงอัลตราไวโอเล็ต ของบริษัท Camag ประเทศสวิตเซอร์แลนด์

สารเคมี

1. สารมาตรฐาน (standard substance) : น้ำมันเวทิวเวอร์ (vetiver oil) เป็นน้ำมันหอมระเหยที่มีความบริสุทธิ์ 100 % ได้จาก *Vetiveria zizanioides* Nash ของบริษัท Takasago Perfumery ประเทศญี่ปุ่น

2. แผ่นกระจกฉาบสารดูดซับ : ใช้แผ่นกระจกขนาด 20 x 20 เซนติเมตร ฉาบด้วยซิลิกาเจล จี เอฟ (silica gel GF254) หนา 0.25 มิลลิเมตร ของบริษัท E. Merck ประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี

3. สารเคมี : ตัวทำละลาย (solvent) และสารเคมี (chemicals) ที่ใช้เป็นชนิดที่ใช้กับงานวิเคราะห์ (analytical grade)

4. นํ้ายาทดสอบ :

4.1 สารละลายนินไฮดริน (Ninhydrin TS) เตรียมโดยละลาย Ninhydrin 0.3 กรัม ในบิวทานอล 100 มิลลิลิตร และ กรดน้ำส้ม 3 มิลลิลิตร⁽³⁰⁾

4.2 สารละลายอะนิซาลดีไฮด์-กรดกำมะถัน (Anisaldehyde-Sulfuric acid TS) เตรียมโดยละลาย Anisaldehyde 0.5 มิลลิลิตร ในสารละลายผสมของกรดน้ำส้มชนิดเข้มข้น 10 มิลลิลิตร และเมทานอล 85 มิลลิลิตร เติมกรดกำมะถัน 5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน โดยเตรียมทันทีที่ก่อนใช้⁽³⁰⁾

4.3 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide TS) เตรียมโดยละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ 4.5 กรัม ในน้ำ 950 มิลลิลิตร เติมสารละลายอิ่มตัวของแบเรียมไฮดรอกไซด์ที่เตรียมใหม่ๆ จนกระทั่งไม่มีตะกอนเพิ่มขึ้นอีก จากนั้นเขย่าของผสมให้ทั่ว ตั้งทิ้งไว้ข้ามคืนในขวดที่มีฝาปิด กรอง เก็บสารละลายที่ได้ในขวดทนต่างที่มีฝาปิดสนิท⁽³⁰⁾

วิธีการ

การศึกษาลักษณะทางเคมีและกายภาพของรากผักหอมทำตามหลักสากล ดังนี้

1. ลักษณะจำเพาะของสมุนไพร : ศึกษาลักษณะภายนอกของสมุนไพรที่สามารถสังเกตได้ง่าย เช่น สี กลิ่น รส และรูปร่างลักษณะ เป็นต้น

2. เอกลักษณะทางเคมี : ตรวจสอบเอกลักษณ์ทางเคมีโดยการตรวจสอบเบื้องต้นและการตรวจสอบเพื่อยืนยันผล

2.1 การตรวจสอบเบื้องต้น

ต้มผงสมุนไพร 5 กรัม ด้วยเอธานอล 25 มิลลิลิตร บนเครื่องอังไอน้ำนาน 15 นาที กรอง นำสารละลายที่กรองได้ไปทดสอบดังนี้

- หยดสารละลายนินไฮดรินจำนวน 2-3 หยด ลงในน้ำยาตัวอย่างที่เตรียมไว้จำนวน 2 มิลลิลิตร นำไปอุ่นในเครื่องอังไอน้ำนาน 2-3 นาที สังเกตผลที่เกิดขึ้น
- ระบายน้ำยาตัวอย่างที่เตรียมไว้จำนวน 2 มิลลิลิตร จนแห้งด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ สารที่ได้จากการระเหยนำไปละลายด้วยอะซิติกแอนไฮไดรด์จำนวน 2 มิลลิลิตร แล้วค่อยๆ เติมกรดกำมะถันเข้มข้นจำนวน 1 มิลลิลิตร สังเกตผลที่เกิดขึ้น
- หยดสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จำนวน 2-3 หยด ลงในน้ำยาตัวอย่างที่เตรียมไว้จำนวน 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน สังเกตผลที่เกิดขึ้น

2.2 การตรวจสอบเพื่อยืนยันผล

2.2.1 วิธีโครมาโทกราฟีชนิดผิวบาง

- การเตรียมน้ำยาตัวอย่าง : สกัดตัวอย่าง 1.0 กรัม ด้วยคลอโรฟอร์มจำนวน 25 มิลลิลิตร โดยวิธีรีฟลักซ์ (reflux) บนเครื่องอังไอน้ำนาน 15 นาที กรองขณะร้อน นำสารละลายที่กรองได้ไประเหยจนแห้งด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ละลายสารที่ได้จากการระเหยด้วยคลอโรฟอร์มจำนวน 2.0 มิลลิลิตร
- การเตรียมน้ำยาน้ำมันหอมระเหย : ละลายน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้จากตัวอย่าง ในคลอโรฟอร์มให้ได้ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัม/1.0 มิลลิลิตร
- การเตรียมน้ำยามาตรฐาน : ละลายสารมาตรฐาน vetiver oil จำนวน 3.0 มิลลิกรัม ในคลอโรฟอร์มจำนวน 1.0 มิลลิลิตร
- การเตรียมน้ำยาแยก : (ก) ผสมเฮกเซน: เอธิลอะซิเตต: กรดน้ำส้ม ในอัตราส่วน 19: 1: 0.5 (ข) เฮกเซน
- วิธีการ : ใช้หลอดรูเล็ก (capillary tube) นำน้ำยาตัวอย่าง หรือน้ำมันหอมระเหย และน้ำยามาตรฐานชนิดละ 5 ไมโครลิตร มาแต้มบนแผ่นกระดาษสารดูดซับในแนวระดับเดียวกันให้ห่างจากขอบล่างของกระดาษประมาณ 2 เซนติเมตร และให้มีระยะห่างระหว่างหยดน้ำยาแต่ละชนิดไม่น้อยกว่า 1 เซนติเมตร ผึ่งให้แห้ง นำไปตั้งในถังทำโครมาโทกราฟีที่เตรียมไว้ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ให้น้ำยาแยกซึมขึ้นไปตามผิวที่ฉาบสูง (ก) 12 เซนติเมตร (ข) 10 เซนติเมตร จำนวน 2 ครั้ง นำแผ่นกระดาษออกจากถัง ทิ้งไว้ให้แห้งแล้วนำไปตรวจสอบโดยพ่นด้วยน้ำยาสารละลายอะนิซาไลต์ไฮดรอกไซด์-กรดกำมะถัน นำไปอบที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที

2.2.2 วิธีแก๊สโครมาโทกราฟี

- การเตรียมน้ำยาตัวอย่าง : ละลายน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้จากตัวอย่างในเอธานอลชนิดแอ็บโซลูตให้ได้ความเข้มข้น 1.0 มิลลิลิตร/100.0 มิลลิลิตร

- การเตรียมน้ำยามาตรฐาน : ละลายสารมาตรฐาน vetiver oil จำนวน 0.1 มิลลิกรัม ในเอธานอลชนิดแอ็บโซลูต จำนวน 10.0 มิลลิกรัม

- วิธีการ : แยกฉีดน้ำยาตัวอย่างและน้ำยามาตรฐานชนิดละ 1 ไมโครลิตร ที่อุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของตัวตรวจวัดเท่ากับ 220 องศาเซลเซียส โดยเตา มีอุณหภูมิเริ่มต้นที่ 80 องศาเซลเซียส แล้วค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิถึง 230 องศาเซลเซียส อัตราการเพิ่มของอุณหภูมิเท่ากับ 5 องศาเซลเซียสต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที และอัตราเร็วของแก๊สฮีเลียม 13.5 มิลลิกรัมต่อวินาที

3. ปริมาณความชื้น : ทำตามวิธีที่กำหนดไว้ในตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย⁽³¹⁾ โดยใช้ตัวอย่างจำนวน 20 กรัม (ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน)

4. ปริมาณเถ้ารวมและปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด : ทำตามวิธีที่กำหนดไว้ในตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย⁽³¹⁾ โดยใช้ตัวอย่างจำนวน 2 กรัม (ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน)

5. ปริมาณสารสกัดด้วยน้ำและปริมาณสารสกัดด้วยเอธานอล: ทำตามวิธีที่กำหนดไว้ในตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย⁽³¹⁾ โดยใช้ตัวอย่างจำนวน 5 กรัม (ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน)

6. ปริมาณน้ำมันหอมระเหย : ทำตามวิธีที่กำหนดไว้ในตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย⁽³¹⁾ โดยใช้ตัวอย่างจำนวน 50 กรัม (ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน)

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาลักษณะทางเคมีและกายภาพของรากแฝกหอมจากท้องตลาดเปรียบเทียบกับรากแฝกหอมอ้างอิง

1. ลักษณะจำเพาะของสมุนไพร :



รากแฝกหอมอ้างอิง (*Vetiveria zizanioides* Nash)



รากแฝกหอมจากท้องตลาด

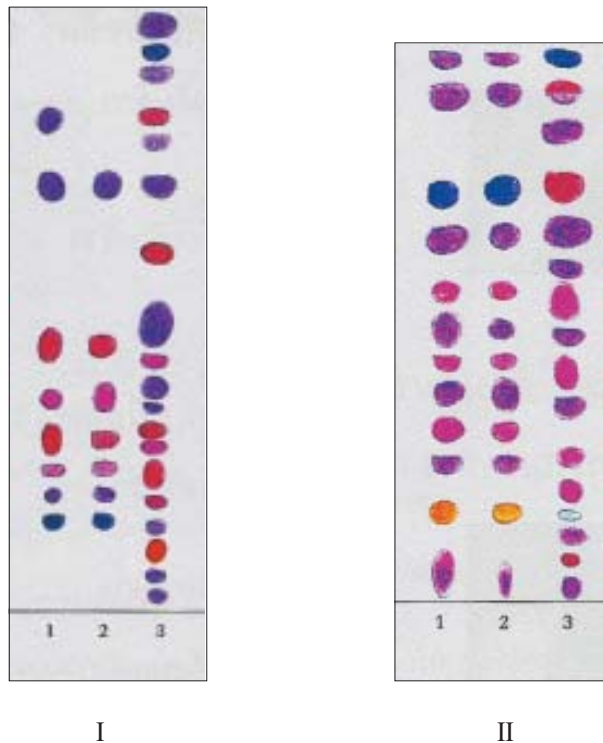
รูปที่ 3 ลักษณะภายนอกของรากแฝกหอม

1.1 รากแฝกหอมอ้างอิง (*Vetiveria zizanioides* Nash) : ลักษณะภายนอก เป็นรากที่มีขนาดเล็ก และมักพบส่วนโคนของลำต้นติดอยู่ด้วย เส้นผ่าศูนย์กลางของราก 0.5-1.5 มิลลิเมตร

ลักษณะอ่อนโค้งงอได้ง่าย ทุกส่วนของรากจะมีรากฝอยเล็กๆ แตกแขนงออกไปมากมาย รากมีสีน้ำตาลเหลืองหรือสีเหลืองนวล เพราะ หักจากกันได้ง่าย มีกลิ่นหอมอ่อนๆ เมื่อพิจารณาตามภาคตัดขวางจะเห็นเป็น 2 ชั้น ชั้นนอกสีน้ำตาลเหลืองและยุ่ง่าย ส่วนชั้นในเป็นสีขาวนวล (รูปที่ 3)

1.2 รากแฝกหอมจากท้องตลาด : ลักษณะภายนอก เป็นรากที่มีขนาดเล็ก และมักพบส่วนโคนของลำต้นติดอยู่ด้วยเส้นผ่าศูนย์กลางของราก 0.5-1.5 มิลลิเมตร ลักษณะค่อนข้างแข็ง ไม่มีรากฝอย รากมีสีน้ำตาล เพราะ หักจะขาดจากกันยาก เพราะมีเส้นแกนกลางเหลืออยู่ มีกลิ่นหอมแรง เมื่อพิจารณาตามภาคตัดขวางจะเห็นเป็น 2 ชั้น ชั้นนอกสีน้ำตาลแดง เนื้อแน่น ส่วนชั้นในเป็นสีขาวนวล (รูปที่ 3)

2. เอกลักษณะทางเคมี : ผลการตรวจสอบเบื้องต้นโดยปฏิกิริยาการเกิดสีและการตรวจสอบเพื่อยืนยันผลโดยวิธีโครมาโทกราฟีชนิดผิวบางและวิธีแก๊สโครมาโทกราฟี แสดงในรูปที่ 4, 5 และตารางที่ 2

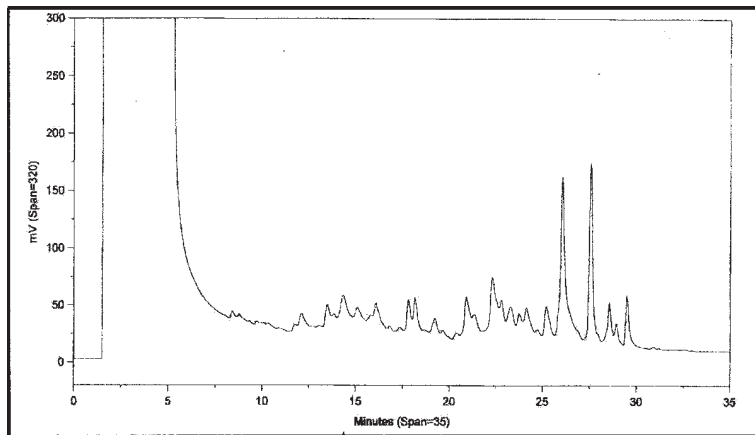


รูปที่ 4 ผลการตรวจสอบเอกลักษณ์ทางเคมีโดยวิธีโครมาโทกราฟีชนิดผิวบางของสารสกัดด้วยคลอโรฟอร์มและน้ำมันหอมระเหยจากรากแฝกหอมอ้างอิง (2) และรากแฝกหอมจากท้องตลาด (3) เปรียบเทียบกับน้ำมันเวทิวเออร์⁽¹⁾

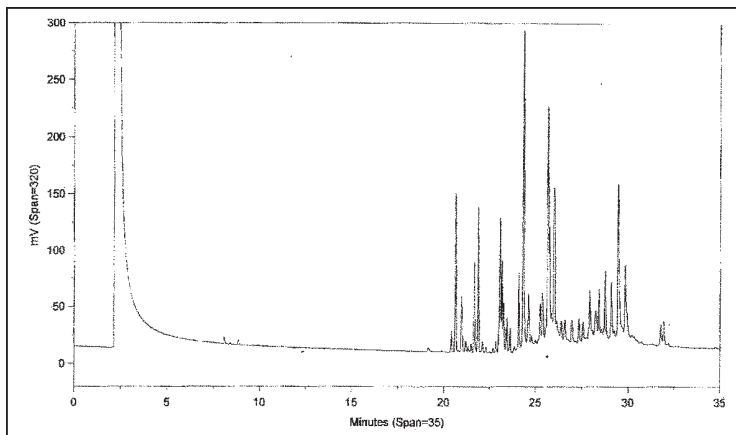
(I) สารสกัดตัวอย่างด้วยคลอโรฟอร์มเปรียบเทียบกับน้ำมันเวทิวเออร์ เมื่อใช้สารละลายผสมของ เฮกเซน:เอทิลอะซิเตต: กรดน้ำส้ม ในอัตราส่วน 19: 1: 0.5 เป็นน้ำยาแยก

โดยให้น้ำยาแยกซึมขึ้นไปตามผิวฉาบสูง 12 เซนติเมตร ตรวจสอบด้วยน้ำยาสารละลายอะนิซาลดีไฮด์-กรดกำมะถัน เมื่อได้รับความร้อน

(II) น้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้จากตัวอย่างเปรียบเทียบกับน้ำมันเวทิวเอร์เมื่อใช้เฮกเซนเป็นน้ำยาแยกโดยให้น้ำยาแยกซึมขึ้นไปตามผิวฉาบสูง 10 เซนติเมตร (ทำ 2 ครั้ง) ตรวจสอบด้วยน้ำยาสารละลายอะนิซาลดีไฮด์-กรดกำมะถัน เมื่อได้รับความร้อน



น้ำมันหอมระเหยจากรากเผือกหอมอ้างอิง และน้ำมันเวทิวเอร์



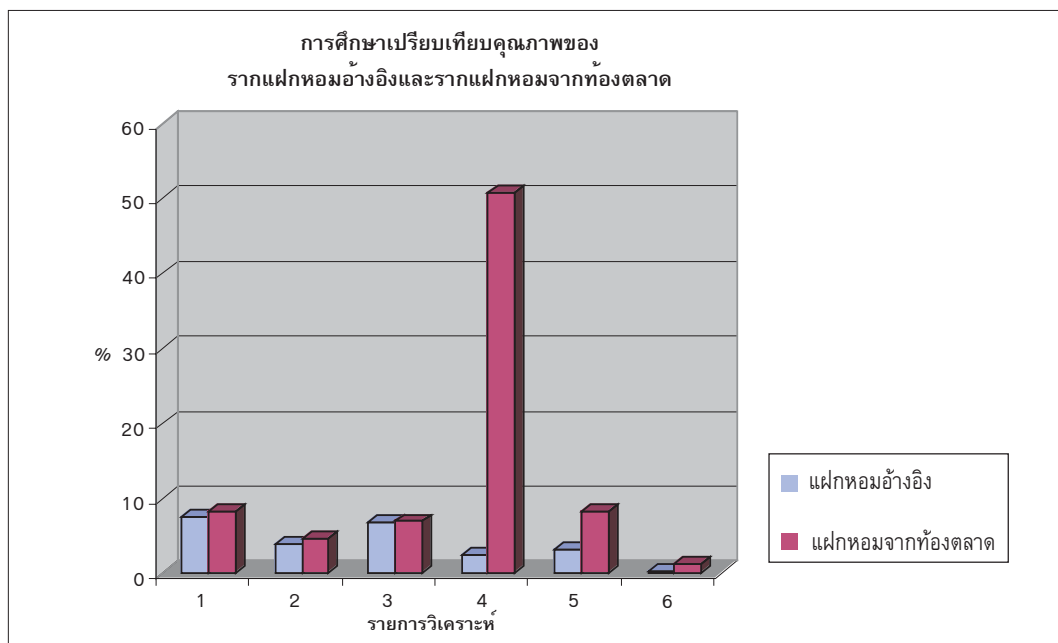
น้ำมันหอมระเหยจากรากเผือกหอมจากท้องตลาด

รูปที่ 5 ผลการตรวจสอบเอกลักษณ์ทางเคมีโดยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟีของน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้จากรากเผือกหอมอ้างอิงและรากเผือกหอมจากท้องตลาดเปรียบเทียบกับน้ำมันเวทิวเอร์

ตารางที่ 1 ผลการตรวจสอบเอกลักษณ์ทางเคมีของรากผักหอมอ้างอิงและรากผักหอมจากท้องตลาด

ตัวอย่าง	การตรวจสอบเบื้องต้น			การตรวจสอบเพื่อยืนยันผล	
	Ninhydrin TS	Liebermann-Buechard	NaOH TS	สารสกัดคลอโรฟอร์ม	น้ำมันหอมระเหย
รากผักหอมอ้างอิง	สีม่วง	วงแหวนสีน้ำตาลตรงรอยต่อและสารละลายชั้นบนมีสีเขียวมะกอก	สีเหลืองปนน้ำตาล	สารสำคัญเหมือนที่พบในน้ำมันเวททิเวอร์	สารสำคัญเหมือนที่พบในน้ำมันเวททิเวอร์
รากผักหอมจากท้องตลาด	สีม่วง	วงแหวนสีน้ำตาลตรงรอยต่อและสารละลายชั้นบนมีสีม่วงแดง	สีน้ำตาล	สารสำคัญส่วนใหญ่แตกต่างจากที่พบในน้ำมันเวททิเวอร์	สารสำคัญส่วนใหญ่แตกต่างจากที่พบในน้ำมันเวททิเวอร์

3. การประเมินคุณภาพของสมุนไพร : ผลการประเมินคุณภาพทางเคมีและกายภาพของรากผักหอมอ้างอิงและรากผักหอมจากท้องตลาด แสดงในรูปที่ 6 และตารางที่ 2



รูปที่ 6 ผลการประเมินคุณภาพทางเคมีและกายภาพของรากผักหอมอ้างอิงและรากผักหอมจากท้องตลาด

1 = ปริมาณโดยรวม

2 = ปริมาณแก้วที่ไม่ละลายในกรด

- 3 = ปริมาณความชื้น
 4 = ปริมาณสารสกัดด้วยน้ำ
 5 = ปริมาณสารสกัดด้วยเอทานอล
 6 = ปริมาณน้ำมันหอมระเหย

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพทางเคมีและกายภาพของรากแฝกหอมอ้างอิงและรากแฝกหอมจากท้องตลาด

รายการวิเคราะห์	รากแฝกหอมอ้างอิง (n = 6)	รากแฝกหอมจากท้องตลาด (n = 10)
ปริมาณเอทานอล(%)	7.48 ± 1.13	8.35 ± 1.62
ปริมาณเอทานอลที่ไม่ละลายในกรด(%)	3.93 ± 0.84	4.56 ± 1.39
ปริมาณความชื้น(%)	6.90 ± 0.41	6.92 ± 1.63
ปริมาณสารสกัดด้วยน้ำ(%)	2.53 ± 0.10	50.82 ± 14.12
ปริมาณสารสกัดด้วยเอทานอล(%)	3.13 ± 0.20	8.23 ± 5.14
ปริมาณน้ำมันหอมระเหย(%)	0.29 ± 0.05	1.56 ± 0.85

วิจารณ์

จากการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะภายนอกของรากแฝกหอมจากท้องตลาดจำนวน 10 ตัวอย่าง กับรากจากต้นแฝกหอมที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Vetiveria zizanioides* Nash (รากแฝกหอมอ้างอิง) จำนวน 6 ตัวอย่าง พบว่า รากทั้งสองชนิดมีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยรากแฝกหอมอ้างอิงมีลักษณะเป็นสีน้ำตาลเหลืองหรือสีเหลืองนวล เปราะ เปลือกนอกนุ่มง่าย และมีกลิ่นหอมอ่อนๆ ส่วนรากแฝกหอมจากท้องตลาดมีลักษณะเป็นสีน้ำตาลแดง เปราะ เมื่อหักจะขาดจากกันยาก เพราะมีเส้นแกนสีขาวนวลเหลืองอยู่ และมีกลิ่นหอมรุนแรงกว่า ความแตกต่างของรากทั้งสองชนิดนี้ชี้ให้เห็นว่า รากแฝกหอมจากท้องตลาดไม่ใช่รากที่ได้จากต้นแฝกหอมที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Vetiveria zizanioides* Nash วงศ์ Gramineae

รากแฝกหอมมีสารสำคัญ คือ น้ำมันหอมระเหย (vetiver oil) มีปริมาณร้อยละ 0.2-1.8⁽¹³⁾ โดยมีองค์ประกอบหลักคือ อัลฟา-เวทิวโนน และ เบต้า-เวทิวโนน (รูปที่ 2) การตรวจสอบเอกลักษณ์ทางเคมีของรากทั้งสองชนิด โดยการตรวจสอบเบื้องต้นด้วยปฏิกิริยาการเกิดสี พบว่า รากทั้งสองชนิดให้ผลกับ Liebermann-Burchard Test แตกต่างกัน รากแฝกหอมอ้างอิงให้วงแหวนสีน้ำตาลตรงรอยต่อและสารละลายชั้นบนมีสีเขียวมะกอก แต่รากแฝกหอมจากท้องตลาดให้วงแหวนสีน้ำตาลตรงรอยต่อและสารละลายชั้นบนมีสีม่วงแดง ดังแสดงในตารางที่ 1 การตรวจสอบเพื่อยืนยันผลการ

ตรวจหาองค์ประกอบของกลุ่มสารสำคัญที่ตรวจพบในเบื้องต้นด้วยวิธีโครมาโทกราฟีชนิดผิวบาง ตรวจสอบโดยพ่นด้วยน้ำยาสารละลายอะนิซาลดีไฮด์กับกรดกำมะถัน นำไปอบให้ร้อนที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที แล้วดูภายใต้แสงธรรมชาติพบว่า องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันเวทิกิเวอร์ รากแฝกหอมอ้างอิง และรากแฝกหอมจากท้องตลาดเท่ากับ 8, 7 และ 19 ชนิด ตามลำดับ ดังแสดงใน รูปที่ 4 ผลการตรวจสอบน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้จากรากทั้งสองชนิดด้วยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟี พบว่า สารสำคัญที่พบในน้ำมันหอมระเหยจากรากแฝกหอมอ้างอิงเหมือนสารสำคัญที่พบในน้ำมันเวทิกิเวอร์ แต่แตกต่างจากสารสำคัญที่พบในน้ำมันหอมระเหยจากรากแฝกหอมจากท้องตลาด ดังแสดงรูปที่ 5

การประเมินคุณภาพทำตามหลักสากล การทดสอบความบริสุทธิ์ของสมุนไพรว่ามีสาร เจือปนอยู่มากน้อยเพียงใด ทำโดยการหาปริมาณเถ้า ซึ่งเป็นสิ่งที่คงเหลืออยู่หลังจากการเผาไหม้ อย่างสมบูรณ์ เถ้าของพืชมีลักษณะเฉพาะ สามารถละลายได้ดีในกรดเกลือ สิ่งที่ไม่ละลายในกรดเกลือ คือ ทรายซึ่งมาจากดิน ปริมาณเถ้าที่ใช้ควบคุมคุณภาพจำแนกได้เป็น 4 ชนิด คือ เถ้ารวม เถ้าที่ไม่ ละลายในกรด เถ้าที่ละลายในน้ำ และเถ้าซิลเฟต แต่ที่นิยมใช้คือสองชนิดแรก เนื่องจากวิธีตรวจไม่ ยุ่งยากมากนัก จึงพบว่าตำรายาแทบทุกเล่มจะกำหนดหัวข้อดังกล่าวนี้ ปริมาณเถ้ารวมเป็นปริมาณ เถ้าที่เกิดจากเนื้อเยื่อของสมุนไพร (physiological ash) และอาจเกิดจากสิ่งเจือปนต่างๆ (non physiological ash) เช่น ดิน ทราย เป็นต้น โดยทั่วไปปริมาณเถ้ารวมจะมีค่าระหว่าง 1-20% ส่วน ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด เป็นปริมาณเถ้าที่เกิดจากสิ่งเจือปนต่างๆ โดยทั่วไปปริมาณเถ้าที่ไม่ ละลายในกรดจะมีค่าระหว่าง 1-10% สำหรับปริมาณความชื้นของสมุนไพรไม่ควรเกิน 10% ยกเว้น สมุนไพรบางชนิดจะมีการกำหนดไว้ตามความเหมาะสม หากสมุนไพรมีความชื้นสูง จะเป็นผลให้ สมุนไพรมีคุณภาพต่ำและเสื่อมคุณภาพเร็ว ซึ่งเป็นผลจากการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีของสารประกอบ เคมีในตัวสมุนไพรเอง เช่น การสลายตัวด้วยน้ำ (hydrolysis) หรือความเสี่ยงจากการปนเปื้อนด้วย เชื้อจุลินทรีย์ เชื้อราหรือแมลงในสมุนไพรจะเกิดขึ้นได้ง่าย⁽³²⁾ การตรวจหาปริมาณสารสกัดด้วยตัวทำ ละลายต่างๆ ที่เหมาะสม เป็นการตรวจหาปริมาณสารสำคัญเพื่อควบคุมคุณภาพของสมุนไพรวิธีหนึ่ง ใช้ในกรณีที่หาวิธีเฉพาะไม่ได้ โดยทั่วไปการใช้สมุนไพรตามภูมิปัญญาดั้งเดิม มักใช้ต้มเอาน้ำดื่มหรือ ใช้ต้องเหล้ารับประทาน ดังนั้น ในการศึกษาวิจัยนี้ จึงตรวจหาปริมาณสารสกัดด้วยน้ำและปริมาณ สารสกัดด้วยเอธานอล นอกจากนี้ยังตรวจหาปริมาณน้ำมันหอมระเหยซึ่งเป็นกลุ่มสารสำคัญที่พบใน สมุนไพรชนิดนี้ ผลการประเมินคุณภาพของรากแฝกหอมแสดงในตารางที่ 2

การทดแทนหรือการปนปลอมสมุนไพร (substitution and adulteration) มักเกิดกับ สมุนไพรที่มีราคาแพง โดยนำสมุนไพรชนิดอื่นที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันแต่ราคาถูกกว่ามาใช้แทน หรือนำมาผสมเพื่อทำให้ราคาถูกลง เป็นเหตุให้สมุนไพรมีคุณภาพต่ำลง แต่ในกรณีนี้ไม่น่าจะมาจาก เหตุผลดังกล่าว เพราะต้นแฝกหอมเป็นวัชพืช สามารถขึ้นตามริมแม่น้ำ ข้างถนน คันท้าว จนถึง ระดับความสูง 1,200 เมตร จึงเป็นสมุนไพรที่หาได้ไม่ยากนัก ผลการศึกษานี้พบว่ รากแฝกหอมที่มีขายในท้องตลาดไม่ใช่รากจากต้นแฝกหอม แต่เป็นรากจากต้นหญ้าแพรกหินทั้งหมด

ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในประเทศไทยยังไม่มีมีการปลูกต้นแฝกหอมเพื่อการค้าในระดับอุตสาหกรรม ส่วนมากจะหาเก็บจากป่ามาขาย ซึ่งมักเป็นปัญหาว่าผู้เก็บสมุนไพรมาขายนั้นไม่รู้จักพันธุ์ไม้ที่เก็บอย่างแท้จริงทำให้เก็บผิดต้น ซึ่งแตกต่างจากในอดีตแพทย์แผนโบราณมักจะเก็บสมุนไพรมาใช้เอง โดยดูจากลักษณะภายนอก ดอกกลิ่น ชิมรส หรือโดยวิธีการอื่นๆ ตามประสบการณ์ของภูมิปัญญาดั้งเดิม ทำให้ได้สมุนไพรชนิดที่ถูกต้อง จึงเป็นปัญหาที่เราควรต้องตระหนักให้มาก มิฉะนั้นการใช้สมุนไพรจะไม่ได้ผลตามสรรพคุณที่กล่าวอ้างในการแพทย์แผนโบราณ

สรุป

ผลการศึกษาลักษณะทางเคมีและกายภาพของรากแฝกหอมจากท้องตลาดแสดงให้เห็นว่า รากแฝกหอมในท้องตลาดไม่ใช่รากจากต้นแฝกหอมที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Vetiveria zizanioides* Nash (รากแฝกหอมอ้างอิง) แม้ว่ารากดังกล่าวมีสารสำคัญประเภทน้ำมันหอมระเหยเช่นเดียวกับ รากแฝกหอมอ้างอิง แต่จากการพิสูจน์เอกลักษณ์ทางเคมีโดยวิธีโครมาโทกราฟีชนิดผิวบางและ วิธีแก๊สโครมาโทกราฟี พบว่า องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากรากดังกล่าวแตกต่างจาก น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากรากแฝกหอมอ้างอิง (vetiver oil) ค่อนข้างมาก เมื่อเปรียบเทียบผลการ ประเมินคุณภาพของรากทั้งสองชนิดพบว่า ปริมาณสารสกัดด้วยน้ำ ปริมาณสารสกัดด้วยเอทานอล และปริมาณน้ำมันหอมระเหยของรากแฝกหอมจากท้องตลาดสูงกว่ารากแฝกหอมอ้างอิงอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณสารสกัดด้วยน้ำ ดังนั้นเพื่อประโยชน์ในการควบคุม คุณภาพของสมุนไพรรากแฝกหอม จึงได้จัดทำข้อกำหนดคุณภาพของสมุนไพรรากแฝกหอม (*Vetiveria zizanioides* Nash) โดยกำหนดเกณฑ์สูงสุดจากค่าเฉลี่ยบวกด้วย 10% สำหรับปริมาณที่ระบุว่า “ไม่เกิน” และเกณฑ์ต่ำสุดจากค่าเฉลี่ยลบด้วย 10% สำหรับปริมาณที่ระบุว่า “ไม่น้อยกว่า” ดังแสดง ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ข้อกำหนดคุณภาพของแฝกหอม (*Vetiveria zizanioides* Nash)

รายการ	ไม่เกิน	ไม่น้อยกว่า
ปริมาณเถ้า (%w/w)	9.0	
ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด(%w/w)	5.0	
ปริมาณความชื้น (%v/w)	8.0	
ปริมาณสารสกัดด้วยน้ำ (%w/w)		2.0
ปริมาณสารสกัดด้วยเอทานอล (%w/w)		2.0
ปริมาณน้ำมันหอมระเหย (%v/w)		0.25

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้อำนวยการสถาบันวิจัยสมุนไพรกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ที่อำนวยความสะดวกในการศึกษาวิจัย และขอขอบคุณเภสัชกรหญิง นฤมล มงคลชัยภักดิ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบชื่อชนิดของตัวอย่างรากแผลกหอมจากท้องตลาด และ ว่าที่ ร.ต.ธนวัฒน์ ทองจั่น ที่ให้ความอนุเคราะห์วาดภาพลายเส้นของต้นแผลกหอม รวมทั้งผู้ร่วมงานทุกท่านในห้องปฏิบัติการพฤกษเคมี สถาบันวิจัยสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

เอกสารอ้างอิง

1. เต็ม สมิตินันท์. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (ชื่อพฤกษศาสตร์ - ชื่อพื้นเมือง). กรุงเทพมหานคร: พันธุ์พืชบลิซซิง, 2523: 345.
2. Audichya TD, Trivedi GK, Bhattacharyya SC, Srivastava HC, Chaudhari AS. Carbohydrates of North Indian vetiver roots. Indian J Chem 1971; 9(2): 188-9.
3. Ng TT. Growth performance and production potential of some aromatic grasses in Sarawak. Preliminary assessment. Trop. Sci. 1972; 14(1): 47-58.
4. Bondareva TA, Bohrov AI, Mutovina MG, Malyshkina YK. Manufacture of pulp from vetiver stems. Chim Drev. 1982; 2: 74-5.
5. Nair EVG, Rajan KC, Chinnamma NP, Kurian A. Screening of different vetiver hybrids under Kerala conditions. Indian Perfum. 1983; 27(2): 88-90.
6. Shaligram AM, Rao AS, Bhattacharyya SC. Terpenoids. XXXII. Absolute configuration of junenol and laevojunenol and synthesis of junenol from costunolide. Tetrahedron. 1962; 18(8):969-77.
7. พร้อมจิต ศรีลัมพ์, รุ่งระวี เต็มศิริฤกษ์กุล, วงศ์สถิต จั่วกุล, อาทรร ร้วไพบูลย์, สมภาพ ประธานธรรารักษ์ และคณะ. สมุนไพร สวนสิริรัฐกษชาติ. กรุงเทพมหานคร: บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งกรุ๊ป จำกัด, 2535: 206.
8. พระยาพิษณุประสาทเวช. เวชศึกษา. ธนบุรี: โรงพิมพ์พาณิชย์เจริญ, 2496: 43-52,154-55.
9. ดรุณ เพ็ชรพลาย. สมุนไพรรากแผลกหอม. ว. กรมวิทย์. พ. 2531; 30(4) : 275-81.
10. เสี่ยม พงษ์บุญรอด. ไม้เทศเมืองไทย. ธนบุรี: โรงพิมพ์เทอดธรรม, 2508: 359-60.
11. สมาคมโรงเรียนแพทย์แผนโบราณ. ประมวลสรรพคุณยาไทย (ภาคสอง) ว่าด้วยพฤกษชาติวัตถุธาตุ และสัตววัตถุนานาชาติ. กรุงเทพมหานคร: พิษัยการพิมพ์, 2510: 297.
12. Perry LM. Medicinal Plants of East and Southeast Asia: Attributed Properties and Uses. Cambridge, Massachusetts, and London: The MIT Press, 1980: 173.

13. Chopra RN, Nayer SL, Chopra IC. Glossary of Indian Medicinal Plants. New Delhi: Council of Scientific and Industrial Research, 1956: 254.
14. จเร สดากร. แฝก, แฝกหอม. ข่าวพฤกษศาสตร์และวัชพืช. 2535; 5(1): 5-6.
15. สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์. องค์การสวนพฤกษศาสตร์. หญ้าแฝกพืชอนุรักษ์ดินและน้ำ: โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ
16. วีระชัย ณ นคร. หญ้าแฝกหอม *Vetiveria zizanioides* Nash (2). เอกสารเผยแพร่หอพรรณไม้ กองบำรุง กรมป่าไม้. กรุงเทพมหานคร: 2535; 1-22 .
17. พีรศักดิ์ วรสุนทรโรสถ, สุนทร ดุริยะประพันธ์, ทักษิณ อาชวาคม, สายันต์ ดันพานิช, ชลธิชา นิवासประกฤติ, ปรียานันท์ ศรสูงเนิน. ทรัพยากรพืชในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ลำดับที่ 19 พืชที่ให้น้ำมันหอม.นนทบุรี: สหมิตรพรินต์ติ้ง, 2544; 236-44.
18. Retamar JM, Elder HV. Resinoid and essential oil of Vetiver. *Essenze Deriv.Agrum.* 1989; 59(1): 44-50.
19. Kalsi PS, Talwar KK. Stereostructure of vetodiols, a new antipodal sesquiterpene diol from vetiver oil; a novel role of biological activity of predict the position and stereochemistry of one of the hydroxyl groups. *Tetrahedron* 1987; 43(13): 2985-8.
20. Anderson NH, Falcone MS, Syrdal DD. Vetiver oil constituents. III. Structures of vetivenenes and vetispirenes. *Tetrahedron Lett.* 1970; 21: 1759-62.
21. Homma A, Kato M, Wu MD, Yoshikoshi A. Minor sesquiterpene alcohols of vetiver oil. *Tetrahedron Lett.* 1970; 3: 231-4.
22. Chiurdoglu G, Tullen P. Sesquiterpenes. I. Structural study of tricyclovetivene from Belgian Congo vetiver oil. *Bull. Soc. Chim. Belges.* 1957; 66: 169-91.
23. Jain SC, Nowicki S, Eisner T, Meinwald J. Insect repellents from vetiver oil: Zizanal and epizizanal. *Tetrahedron Lett.* 1982; 23(45): 4639-42.
24. Fusao K, Hisashi U, Akira Y. Structure of zizanoic acid, a novel sesquiterpene in vetiver oil. *Tetrahedron Lett.* 1967; 29: 2815-20.
25. Umarani DC, Gore KG, Chakravarti KK. Terpenoids. CXXXVI. Khusimol - a new sesquiterpene primary alcohol from vetiver oil. *Perfum. Essent. Oil Rec.* 1969; 60(9-10): 307-13.
26. Umarani DC, Gore KG, Chakravarti KK. Terpenoids. CXVII. Isokhusimol - a sesquiterpene primary alcohol from vetiver oil. *Perfum. Essent. Oil Rec.* 1969; 60(9-10): 314-5.

27. Kalsi PS, Kohli JC, Wadia MS. Structure and absolute configuration of epikhusinol, a new sesquiterpene alcohol from vetiver oil. *Indian J. Chem.* 1972; 10(12): 1127-9.
28. Kalsi PS. Isolation of a new C₁₄ hydrocarbon from North Indian vetiver oil. *Experientia.* 1970; 26(6): 590.
29. Anderson NH. Vetiver oil constituents. V. Cooccurrence of levojunenol and zizanene [(+)- α -amorphene]. *Tetrahedron Lett.* 1970; 53: 4651-2.
30. Dechatiwongse T, Techadamrongsin Y, Jirawattanapong W. Chemical Specification of Thai Herbal Drugs, Volume 1. Nonthaburi : Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health, 1993; 171-6.
31. Thai Herbal Pharmacopoeia. Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health. 2000; 2: 136-42.
32. World Health Organization. Quality control methods for medicinal plant materials. 1998; 31-3.

