

สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาทดลองทำการแปรรูปดอกคำฝอยแห้ง ให้เป็นผลิตภัณฑ์ผงแห้ง เพื่อจะพัฒนายาสมุนไพรมันให้อยู่ในรูปยาแผนปัจจุบัน ในการสกัดยาสมุนไพรมัน จำเป็นต้องกำหนดสารสำคัญ สำหรับเป็นสารหลักของการสกัด อาจเป็นสารที่มีมากที่สุด คือสารที่มีฤทธิ์ทางยาที่ชัดเจนของสมุนไพรมันนั้น ๆ สำหรับดอกคำฝอย กรดไลโนเลอิก เป็นสารที่มีฤทธิ์ในการลดไขมันในเส้นเลือด ซึ่งเป็นสรรพคุณที่ให้ความสนใจ จึงเลือกกรดไลโนเลอิกเป็นสารสำคัญในการสกัด โดยศึกษาชนิดตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดกรดไลโนเลอิก วิธีการสกัดทำการสกัดในเครื่องสกัดแบบ batch ระดับปฏิบัติการ โดยศึกษาตัวแปร และภาวะที่เหมาะสมในการสกัด ตัวแปรที่ศึกษา คือ ระบบการกวน อุณหภูมิ ระยะเวลา และอัตราส่วนของน้ำหนักดอกคำฝอยต่อปริมาตรตัวทำละลาย จากนั้นทำการทดลองสกัดในเครื่องขนาดนําร่อง เพื่อเป็นการขยายส่วนให้สกัดได้ปริมาณครั้งละมาก ๆ โดยใช้ภาวะการสกัดจากที่ศึกษาแล้ว ในเครื่องสกัดแบบ batch ระดับปฏิบัติการ และทดลองทำแห้งสารละลายสกัดดอกคำฝอย ให้เป็นผลิตภัณฑ์ผงแห้ง ด้วยเครื่องอบแห้งแบบหิวฉุดกระจาย โดยศึกษาปริมาณสารปรุงแต่งที่เติมลงในสารละลายสกัด กับปริมาณผงแห้งที่เก็บได้จากเครื่องอบแห้ง และดูปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ผงแห้ง เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการเก็บบรรจุผลิตภัณฑ์

การศึกษาชนิดตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดกรดไลโนเลอิก

ดอกคำฝอยเป็นยาสมุนไพรมัน การเลือกชนิดของตัวทำละลาย ต้องคำนึงถึงเรื่องความปลอดภัยต่อการบริโภค ตัวทำละลายที่เลือกใช้ในการทดลอง มี 4 ชนิด ได้แก่ น้ำ เพราะการนำดอกคำฝอยไปใช้เป็นยาสมุนไพรมัน ปัจจุบันใช้ในรูปแบบชาชงดื่มกับน้ำ แต่จากผลการทดลอง น้ำไม่สามารถสกัดกรดไลโนเลอิก ตัวทำละลายเฮกเซนมีการนำมาใช้มากในการสกัดน้ำมันจากการทดลอง เฮกเซนสกัดสารพวกไขมัน และน้ำมันได้ดี จึงสกัดกรดไลโนเลอิกได้ แต่เฮกเซนมีช่วงการสกัดสารแคบ สารสกัดได้มีปริมาณน้อยเกินไป และเฮกเซนมีพิษในการบริโภค ฉะนั้นเฮกเซนจึงไม่เหมาะสม ส่วนเอธานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 และ 95 โดยน้ำหนัก จากผลการทดลองได้ปริมาณสารสกัดสูง แต่เอธานอลร้อยละ 95 ได้ปริมาณกรดไขมัน และกรด

ไลน์เล็กลงกว่า อีกทั้งการแยกเอธานอลออกจากสารสกัด ทำได้ง่าย และเอธานอลสามารถนำกลับมาใช้สกัดได้อีก ลดความสิ้นเปลือง ในการทดลองนี้ จึงเลือกเอธานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 โดยน้ำหนัก เป็นตัวทำละลายที่เหมาะสม

#### การศึกษาตัวแปรและภาวะในการสกัดด้วยเครื่องแบบ batch ระดับปฏิบัติการ

การสกัดในเครื่องสกัดแบบ batch ระดับปฏิบัติการ ใช้ตัวอย่างดอกคำฝอยเพียงเล็กน้อย จึงไม่สิ้นเปลืองวัตถุดิบ และตัวทำละลาย การควบคุมตัวแปร และภาวะการสกัดไม่ยุ่งยาก จึงง่ายต่อการปฏิบัติ ตัวแปรในการศึกษา คือ ภาวะการกวนสกัด เมื่อเปรียบกับภาวะที่ไม่กวน อัตราเร็วในการสกัดจะสูงกว่า ใช้ระยะเวลาสกัดสั้นกว่ามาก ดังนั้นภาวะการกวนมีความจำเป็นในการสกัดมาก เพราะทำให้สามารถตัดปัจจัยของการแพร่ในสารละลายออกไปได้ ตัวแปรอุณหภูมิ เมื่อเพิ่มอุณหภูมิผลการสกัดเพิ่มสูงขึ้น จากผลการทดลอง อุณหภูมิที่สามารถสกัดกรดไลโนเลอิกได้มากที่สุด คืออุณหภูมิใกล้จุดเดือดเอธานอล ที่ประมาณ 78 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัดยิ่งมาก ผลการสกัดเพิ่ม แต่ระยะเวลาที่เหมาะสมคือ 30 นาที แม้ว่าสกัดต่อไป จะได้ผลการสกัดเพิ่มขึ้น แต่ก็เพิ่มไม่สูงนัก ไม่คุ้มกับเวลา และพลังงานที่สูญเสียในการสกัด ส่วนตัวแปรอัตราส่วนดอกคำฝอยต่อปริมาตรตัวทำละลายที่เหมาะสมอยู่ที่ ดอกคำฝอย 1 กรัมต่อเอธานอล 60 มิลลิลิตร

#### การทดลองสกัดในเครื่องสกัดขนาดนํารอง

เป็นการทดลองขยายส่วน เพื่อสกัดวัตถุดิบจำนวนมาก การสกัดด้วยวิธีตัวถูกละลายสัมผัสโดยตรงกับตัวทำละลาย จะให้ผลการสกัดระหว่างการทดลองสกัดในเครื่องมือขนาดเล็ก กับเครื่องมือขนาดใหญ่ ที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงนำภาวะการสกัดที่ได้จากการทดลองสกัดในเครื่องแบบ batch ระดับปฏิบัติการมาใช้ได้ คือ อุณหภูมิสกัดประมาณ 78 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2 ชั่วโมง อัตราส่วนน้ำหนัkdอกคำฝอยต่อปริมาตรเอธานอล 500 กรัมต่อ 5 ลิตร จากการทดลองได้ปริมาณกรดไลโนเลอิกต่อ 100 กรัมดอกคำฝอย เท่ากับ 3.48 แม้จะเป็นปริมาณที่น้อยกว่า ค่าที่ได้จากเครื่องระดับปฏิบัติการ ก็เนื่องจากเครื่องขนาดนํารอง ควบคุมภาวะการสกัด และการปฏิบัติยากกว่า และมีปัญหาสูญเสียตัวทำละลายจากการรั่วซึมจากเครื่องมือ

### การทำแห้งสารสกัดด้วยเครื่องอบแห้งแบบหัวฉีดกระจายให้เป็นผงแห้ง

การทำแห้ง ใช้เด็กซ์ตรินเป็นสารปรุงแต่งที่ทำหน้าที่เป็นสารกันติด ซึ่งเด็กซ์ตรินมีความปลอดภัย และนิยมใช้มากในการทำแห้ง ผลิตภัณฑ์อาหารผงต่าง ๆ จากการทดลองปริมาณเด็กซ์ตรินที่เหมาะสมคือ ร้อยละ 100 ปริมาณผลิตภัณฑ์ผงแห้งได้ ร้อยละ 52.33 ซึ่งมีการสูญเสียมากจากการติดเครื่องอบ และหลุดออกไปกับลมร้อน ฆ่าออกจากเครื่อง ซึ่งควรจะมี cyclone อีก 1 ชุด คอยดักผลิตภัณฑ์ได้ ส่วนผลิตภัณฑ์ผงแห้งที่ได้จากการทดลองจะดูความชื้นได้ดี จึงต้องเก็บและบรรจุภาชนะที่มิดชิดกันความชื้นอย่างดี จึงจะเก็บรักษาได้นาน

### การหาค่า diffusion coefficient

พิจารณาผลการทดลองที่มีระบบกวน ทำการคำนวณค่า diffusion coefficient ( D ) โดยใช้ diffusion model ได้ค่า D ที่อุณหภูมิ 40, 60 และ 78 องศาเซลเซียส มีค่า  $0.8 \cdot 10^{-12}$ ,  $2.0 \cdot 10^{-12}$  และ  $5.0 \cdot 10^{-12}$  m<sup>2</sup>/s ตามลำดับ ซึ่งค่า D มีค่าเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ เป็นไปตามทฤษฎีและความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของกรดไลโนเลอิกในสารละลาย กับเวลา จากการคำนวณ เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการทดลอง มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน

### ข้อเสนอแนะ

1. การสกัดในเครื่องสกัดขนาดนำร่องขั้นตอนเดียวเป็นการสกัดที่ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากดอกคำฝอยมีราคาแพง ควรหาเครื่องมือที่สกัดได้สมบูรณ์มาใช้สกัด เช่น เครื่องสกัดคอลลัมน์แบบพัลส์ประเภทวงแหวนกับจาน
2. การสกัดใช้อุณหภูมิสูง ทำให้การควบคุมเครื่องมือสกัดมีความยุ่งยาก และอุณหภูมิสูง อาจทำลายสารบางชนิดได้ อาจเปลี่ยนมาทำการสกัดที่อุณหภูมิต่ำ โดยการสกัดแบบหลายขั้นตอน แทนการไหลเวียนตัวทำละลายด้วยการกลั่นโดยตัวควบแน่น
3. การทำผลิตภัณฑ์ผงแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบหัวฉีดกระจายมีปัญหาที่ผลิตภัณฑ์ติดเครื่องอบ ทำให้ต้องเติมสารปรุงแต่ง ช่วยกันติดในปริมาณมาก ควรปรับปรุงเครื่องอบแห้งแบบหัวฉีดกระจาย ให้มีผนังหล่อเย็นเครื่องอบ จะช่วยไม่ให้ผลิตภัณฑ์ผงเกาะติดผนัง หรืออาจทำการศึกษาการทำแห้งในเครื่องมือทำแห้งชนิดอื่น ๆ เพื่อให้ได้วิธีที่ดีที่สุด