ตารางที่ 10 ขนาดอนุภาคเฉลี่ย ค่าการกระจายตัวและศักย์ไฟฟ้าของอนุภาคเซริซินที่เตรียมได้จากห้องปฏิบัติการและทางการค้า ด้วยเครื่องบดผสมภายใต้แรงดันสูง

ตัวอย่างผงเซริซิน	วิธีทำแห้ง	ขนาดอนุภาคเฉลี่ย (nm)	ค่าการกระจายตัว (PI)	ศักย์ไฟฟ้า (mV)
ต้มด้วยน้ำร้อน 9.0 ชม.	Lyophilization	199.67±0.58	0.166±0.017	-19.93±0.55
ต้มด้วยน้ำร้อน 9.0 ชม.	Spray drying	277.33±1.15	0.295±0.014	-19.17±1.16
ผงเซริซิน จากบริษัทจุลไหมไทย		176.00±0.00	0.216±0.009	-24.77±0.40

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาการเตรียมเซริซินจากรังไหมพันธุ์ UB1xUB5 โดยวิธีการต้มด้วยสารละลายต่างหรือสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตเข้มข้นร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ได้ปริมาณผงเซริซินร้อยละ 12.13 โดยน้ำหนัก ส่วนการสกัดเซริซินจากรังไหมโดยการต้มด้วยน้ำร้อนที่เวลาต่างๆ พบว่าต้มรังไหมที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสนาน 9.0 ชั่วโมง แล้วนำไปทำแห้งด้วยวิธีทำแห้งที่จุดเยือกแข็ง จะให้ปริมาณผงเซริซินมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 21.67 โดยน้ำหนัก และเมื่อเปรียบเทียบเทคนิคการทำให้แห้ง โดยการนำรังไหมมาต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 9.0 ชั่วโมง ทำให้เป็นผงเซริซินด้วยวิธีทำให้แห้งที่จุดเยือกแข็งและวิธีพ่นแห้ง พบว่าเทคนิคทำให้แห้งด้วยวิธีทำแห้งที่จุดเยือกแข็งให้ปริมาณผงเซรินมากกว่าเทคนิคทำให้แห้งด้วยวิธีพ่นแห้ง แต่วิธีการทำแห้งแบบพ่นแห้งจะให้ผงที่ละเอียดกว่าใช้เวลาในการทำให้แห้งเร็วกว่า

การหาน้ำหนักโมเลกุลของผงเซริซินที่เตรียมได้จากห้องปฏิบัติการและผงเซริซินที่ได้จากการค้า (บริษัท จุลไหมไทย) โดยวิธี SDS-PAGE (12% Gel Acrylamide) พบว่าเซริซินที่สกัดได้จากรังไหมโดยวิธีการต้มด้วยด่างจะให้น้ำหนักโมเลกุลต่ำกว่า 37 kDa มวลโมเลกุลของผงเซริซินที่สกัดได้จากวิธีการต้มด้วยน้ำร้อน พบขนาดมวลโมเลกุลอยู่ระหว่าง 37 kDa ถึง 250 kDa มวลโมเลกุลของผงเซริซินที่สกัดได้จากการต้มด้วยน้ำร้อนจะลดลงเมื่อเพิ่มเวลาในการต้มรังไหม ส่วนมวลโมเลกุลของผงเซริซินที่ได้จากบริษัทจุลไหมไทยพบมวลโมเลกุลขนาดเดียวกับผงเซริซินที่เตรียมได้จากการต้มด้วยน้ำร้อน แต่ไฮโดรไลซ์เซริซินพบมวลโมเลกุลน้อยกว่า 10 kDa ดังนั้นวิธีการทำให้ผงเซริซินแห้งที่แตกต่างกันนั้นไม่มีผลต่อขนาดมวลโมเลกุลของเซริซิน

การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนที่มีอยู่จริงในผงเซริซิน ด้วยวิธี Bradford Protein Assay (Microtiter Plate Protocols) พบว่า ผงเซริซินที่สกัดโดยการต้มด้วยด่าง (0.5% Na_2CO_3) มีปริมาณโปรตีนอยู่จริงมากที่สุด เมื่อเทียบกับผงเซริซินที่สกัดได้โดยการต้มด้วยน้ำร้อนและผงเซริซินที่ได้จากการค้า ซึ่งมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 15.14 โดยน้ำหนัก ส่วนปริมาณโปรตีนที่อยู่ในผงเซริซินที่ถูกสกัด

ด้วยการต้มน้ำร้อนที่เวลาต่างๆ และผงเซริซินที่ได้จากการค้าพบว่ามีปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วงร้อยละ 2 ถึง 5 โดยน้ำหนัก

การศึกษาถึงคุณสมบัติของโปรตีนเซริซินที่เตรียมได้ ด้วยเทคนิคทางสเปกโทรโฟโตรเมทรี (Spectrophotometry) คือ UV และ IR พบว่า ผงเซริซินที่เตรียมได้จากห้องปฏิบัติการและผงเซริซินที่ได้จากการค้าให้ผลเหมือนกัน คือ สามารถดูดกลืนคลื่นแสงในช่วง UV สูงสุดที่ความยาวคลื่น 206 และ 275 นาโนเมตร และการวัดการดูดกลืนแสงด้วย IR spectroscopy พบว่ามี พีกอยู่ในช่วง 3402-3294 cm^{-1} และพบพีกที่ 1656 cm^{-1}, 1541 cm^{-1}, 1398 cm^{-1} และ 1071 cm^{-1} จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคดังกล่าว ทำให้ยืนยันได้ว่าผงเซริซินที่เตรียมได้จากห้องปฏิบัติการและผง เซริซินทางการค้าเป็นผงโปรตีนเซริซินจริง

ผงเซริซินที่สกัดเตรียมได้จากห้องปฏิบัติการและทางการค้านั้นมีขนาดอนุภาคอยู่ในช่วงระดับนาโนเมตรถึงไมโครเมตร มีการกระจายตัวที่กว้างและขนาดอนุภาคมีขนาดที่แตกต่างกันมาก เมื่อนำผงเซริซินมาละลายในน้ำกลั่นจะได้สารละลายเซริซินพบศักย์ไฟฟ้ามีประจุเป็นลบ และนำตัวอย่างผงเซริซินไปตรวจสอบลักษณะรูปร่างด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) พบว่าผงเซริซินมีรูปร่างแตกต่างกันเมื่อทำการสกัดต่างวิธี คือผงเซริซินที่ถูกสกัดโดยการต้มด้วยด่างและผงเซริซินที่ได้จากการต้มด้วยน้ำร้อนแล้วทำแห้งด้วยวิธีทำแห้งที่จุดเยือกแข็งมีรูปร่างเป็นแผ่นคล้ายเกร็ดขนมปัง ซ้อนทับกันอยู่ ส่วนผงเซริซินที่ได้จากการต้มด้วยน้ำร้อน แล้วทำแห้งด้วยวิธีพ่นแห้งและผงเซริซินที่ได้จากบริษัทจุลไหมไทยพบว่ามีลักษณะเป็นทรงกลม ขนาดค่อนข้างสม่ำเสมอ

สำหรับการเตรียมอนุภาคนาโนเซริซินด้วยเทคนิคแขวนลอยนั้นพบว่ามีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อการลดขนาดอนุภาคเซริซิน ซึ่งได้แก่ ชนิดและความเข้มข้นของตัวช่วยทำละลาย, ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิว (Span 60), ความเข้มข้นของเซริซิน, เวลาและระดับความเร็วในการปั่นสารตัวอย่างของเครื่องปั่นของเหลวความเร็วสูง และความดันและจำนวนรอบในการพาสารผ่านเข้าเครื่องบดผสมภายใต้แรงดันสูง จากการทดลองนี้พบว่าสภาวะที่เตรียมอนุภาคนาโนเซริซินให้มีขนาดอนุภาคเล็กที่สุดและมีการกระจายตัวที่แคบที่สุดคือ เซริซินเข้มข้นร้อยละ 0.25 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร Span 60 เข้มข้นร้อยละ 0.09 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เอทานอลเข้มข้นร้อยละ 6 โดยปริมาตร นำสารละลายผสมมาปั่นด้วยเครื่องปั่นของเหลวความเร็วสูง ใช้เวลาในการปั่นสารตัวอย่าง 5 นาที ที่ระดับความเร็ว 5000 รอบต่อนาที และนำสารละลายผสมมาผ่านเข้าเครื่องบดผสมภายใต้แรงดันสูง จำนวน 7 รอบ ระดับความดันเท่ากับ 15,000 psi ซึ่งให้ขนาดอนุภาคเฉลี่ยของเซริซินเท่ากับ 185.33±2.08 นาโนเมตร ค่าการกระจายตัวเท่ากับ 0.181±0.011 ศักย์ไฟฟ้าที่พื้นผิวของอนุภาคเซริซินมีประจุเป็นลบ และค่าศักย์ไฟฟ้าที่ได้เท่ากับ -20.13±0.40

เมื่อนำเอาตัวอย่างเซริซินที่เตรียมได้จากห้องปฏิบัติการและทางการค้ามาลดขนาดด้วยเครื่องปั่นของเหลวความเร็วสูง และนำสารละลายผสมมาผ่านเครื่องบดผสมภายใต้แรงดันสูง พบว่าผงเซริซินมีขนาดอนุภาคอยู่ในระดับนาโนเมตร คือ 100 ถึง 300 นาโนเมตร และมีการกระจายตัวของอนุภาคแคบหรือมีขนาดอนุภาคค่อนข้างสม่ำเสมอ

ในการวิจัยครั้งนี้พบวิธีการผลิตผงเซริซินจากรังไหมที่ง่าย สะดวก ประหยัด และได้ปริมาณค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของผงเซริซินที่ผลิตได้จากห้องปฏิบัติการและผงเซริซินที่ได้จากการค้าพบว่ามีคุณสมบัติคล้ายกัน เช่น น้ำหนักโมเลกุล, ปริมาณโปรตีน, ผลของ UV และ IR และรูปทรงของอนุภาคผงเซริซินซึ่งมีลักษณะเป็นทรงกลม เมื่อส่องดูด้วยกล้อง SEM สำหรับการเตรียมอนุภาคนาโนพบว่าการเตรียมอนุภาคนาโนเซริซินโดยวิธีแขวนลอย โดยมีสารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุคือ Span 60 และเอทานอล มาเป็นตัวช่วยในการกระจายตัวของอนุภาค อนุภาค เซริซินจะถูกลดขนาดด้วยเครื่องปั่นของเหลวความเร็วสูง และเครื่องบดผสมภายใต้แรงดันสูง ซึ่งวิธีการดังกล่าวเป็นการเตรียมอนุภาคเซริซินที่มีกระบวนการในการผลิตไม่ซับซ้อน และเป็นวิธีการที่ยังไม่เคยมีใครรายงานมาก่อน และทำให้ได้ขนาดอนุภาคเซริซินอยู่ในระดับนาโนเมตร มีขนาดอนุภาคค่อนข้างสม่ำเสมอ อนุภาคนาโนเซริซินที่เตรียมได้น่าจะเหมาะที่จะนำไปทำการพัฒนาและใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอาง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้ดียิ่งขึ้น

6. ข้อเสนอแนะ

1) การเตรียมอนุภาคนาโนเซริซินด้วยวิธีแขวนลอยนั้น เปรียบเทียบการใช้สารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุตัวอื่นที่มีลักษณะเป็นของแข็งด้วย เพื่อให้สามารถเตรียมอนุภาคนาโนเซริซินให้อยู่ในรูปของแข็งได้
2) ศึกษาปัจจัยอื่นๆที่มีผลต่อการลดขนาดอนุภาคเซริซิน ได้แก่ pH, อุณหภูมิ และอัตราการเติมเอทานอล (ปริมาตรต่อเวลา) เป็นต้น
3) ศึกษาคุณสมบัติต่างๆ ของอนุภาคนาโนเซริซินที่เตรียมได้ ในสถานะของแข็ง
4) ศึกษาความคงตัวของอนุภาคนาโนเซริซิน เมื่ออยู่ในสถานะของเหลวโดยพิจารณาจากค่าศักย์ไฟฟ้าที่ผิวอนุภาค
5) นำเซริซินที่เตรียมเป็นอนุภาคนาโนมาตั้งตำรับเปรียบเทียบกับผงเซริซินที่ไม่ได้เตรียมเป็นอนุภาค
6) ศึกษาฤทธิ์ทางด้านเภสัชวิทยา ได้แก่ การต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส และการยับยั้งแบคทีเรีย เชื้อรา ของอนุภาคนาโนเซริซิน และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการตั้งตำรับแล้ว เป็นต้น