

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย

1. การสกัด วิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญของสารสกัดพืช และน้ำมันหอมระเหย

1.1 การสกัดสารจากพืช

1.1.1 สารสกัดฉั้วเหลือง

ในการศึกษาได้ทำการสกัดฉั้วเหลืองโดยใช้ตัวทำละลายชนิดต่างๆ ด้วย Soxhlet extractor ซึ่งมีลำดับขั้วของตัวทำละลายแตกต่างกัน เพื่อให้ได้ปริมาณไฟโตเอสโตรเจนสูงสุดจากสารสกัดของตัวทำละลายแต่ละชนิด ภายหลังกการระเหยตัวทำละลายออกด้วย rotary evaporator ได้สารสกัดจากตัวทำละลายต่างๆ ดังนี้ สารสกัดจากตัวทำละลาย hexane มีลักษณะเป็นของเหลวหนืดสีเหลืองอ่อน มีปริมาณ คิดเป็น 21.89% ของน้ำหนักผงแห้ง ส่วนสารสกัดจากตัวทำละลายชนิดอื่นๆ ได้แก่ dichloromethane, ethyl acetate และ 95% ethanol มีลักษณะเป็นของเหลวชั้นหนืดสีเหลืองเข้มมีปริมาณ คิดเป็น 1.16%, 0.55% และ 2.66% ของน้ำหนักผงแห้งตามลำดับ

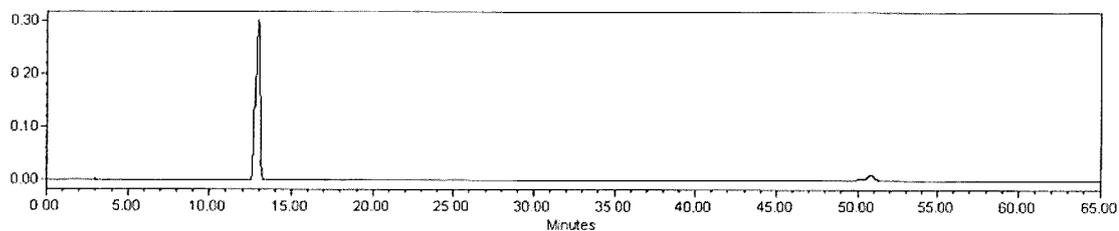
1.1.2 สารสกัดกวาวเครือขาว

สารสกัดกวาวเครือขาวที่ได้จากการสกัดด้วย 95% ethanol แล้วระเหยตัวทำละลายออกจะได้สารสกัดที่มีลักษณะชั้นหนืดสีน้ำตาลเข้ม คิดเป็น 14.03% ของน้ำหนักผงแห้ง

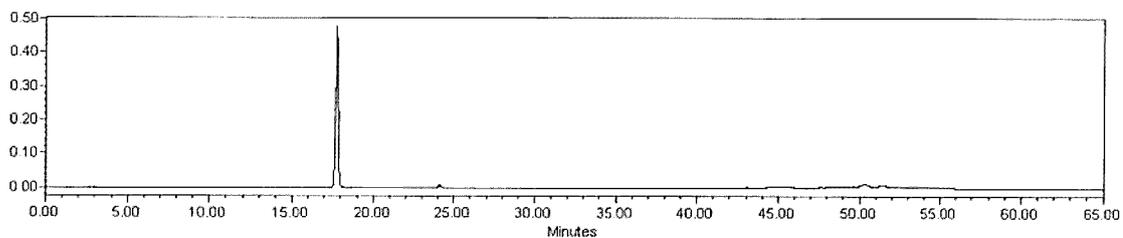
1.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญของสารสกัดพืช

สารมาตรฐานในการวิเคราะห์หาปริมาณสารไอโซฟลาโวนจากสารสกัดพืชด้วยเครื่อง HPLC ที่ความยาวคลื่น 255 nm ในครั้งนี้ ได้แก่ puerarin, daidzin, genistin, daidzein และ genistein ซึ่งได้โครมาโตแกรมดังรูปที่ 1

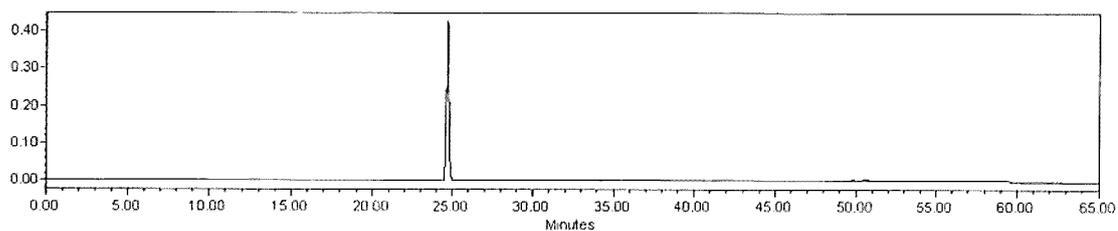
(ก)



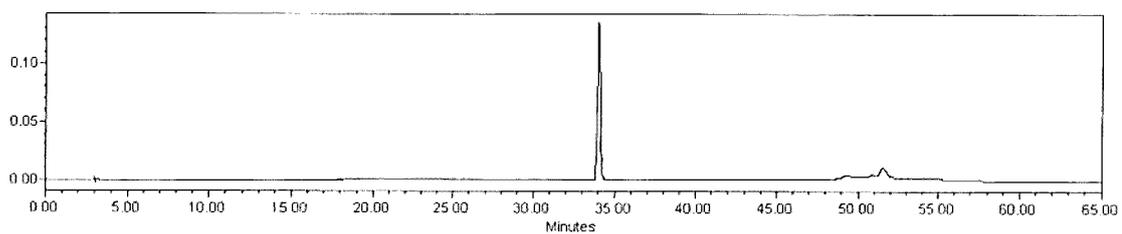
(ข)



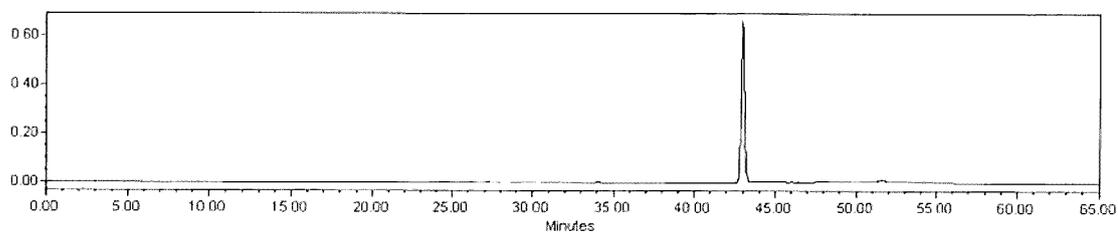
(ค)



(ง)



(จ)



รูปที่ 1 โครมาโตแกรมสารมาตรฐานไอโซฟลาโวน (ก) puerarin (ข) daidzin (ค) genistin (ง) daidzein และ (จ) genistein วิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC ที่ความยาวคลื่น 255 nm

1.2.1 สารสกัดถั่วเหลือง

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญไอโซฟลาโวนจากสารสกัดถั่วเหลืองจากตัวทำละลายชนิดต่างๆ ด้วยเครื่อง HPLC พบว่าสารสกัดถั่วเหลืองจากตัวทำละลายชนิดต่างๆ มีปริมาณสารไอโซฟลาโวนแตกต่างกันเมื่อเทียบกับน้ำหนักผงแห้ง 100 g และพบปริมาณสารไอโซฟลาโวนมากที่สุดในการสกัดถั่วเหลืองจากตัวทำละลาย ethyl acetate และพบปริมาณสารรองลงมาในการสกัดจากตัวทำละลาย 95% ethanol และพบปริมาณสารไอโซฟลาโวนน้อยที่สุดในสารสกัดจากตัวทำละลาย dichloromethane ในขณะที่สารสกัดจากตัวทำละลาย hexane ไม่พบปริมาณสารไอโซฟลาโวน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณสารไอโซฟลาโวนของสารสกัดถั่วเหลืองจากตัวทำละลายชนิดต่างๆ

สารสกัดจาก ตัวทำละลาย	ปริมาณสารไอโซฟลาโวนจากผงถั่วเหลืองแห้ง 100 g (mg)				
	กลุ่ม Glucoside		กลุ่ม Aglycone		ปริมาณสาร ทั้งหมด
	Daidzin	Genistin	Daidzein	Genistein	
Hexane	ND	ND	ND	ND	ND
Dichloromethane	ND	0.09 ± 0.01	0.12 ± 0.01	0.25 ± 0.02	0.46 ± 0.03
Ethyl acetate	3.26 ± 0.00	10.25 ± 0.04	17.31 ± 0.06	20.03 ± 0.04	50.85 ± 0.14
95 % Ethanol	14.75 ± 0.04	17.69 ± 0.05	4.36 ± 0.06	7.06 ± 0.88	43.86 ± 1.03

หมายเหตุ ND คือ ไม่สามารถวัดค่าได้

1.2.2 สารสกัดกวาวเครือขาว

ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญไอโซฟลาโวนจากสารสกัดกวาวเครือขาวด้วยตัวทำละลาย 95% ethanol ด้วยเครื่อง HPLC ได้ปริมาณสารไอโซฟลาโวนทั้งหมด 152.73 ± 3.17 mg ต่อน้ำหนักผงกวาวเครือแห้ง 100 g แบ่งออกชนิดต่างๆ ได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณสารไอโซฟลาโวนของสารสกัดกวาวเครือขาวในตัวทำละลาย 95% ethanol

สารสกัดจาก ตัวทำละลาย	ปริมาณสารไอโซฟลาโวนจากผงกวาวเครือขาวแห้ง 100 g (mg)				
	Puerarin	Daidzin	Genistin	Daidzein	Genistein
95 % Ethanol	88.59 ± 0.12	37.64 ± 2.72	18.21 ± 0.02	6.87 ± 0.27	1.42 ± 0.04

1.3 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันหอมระเหย

การวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญในน้ำมันหอมระเหย ซึ่งคัดเลือกน้ำมันหอมระเหยจากผลการทดลองฤทธิ์ด้านเชื้อจุลชีพที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อจุลชีพที่ความเข้มข้นต่ำสุด 4 ชนิด ทำการวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญด้วยเครื่อง GC ดังนี้

1.3.1 น้ำมันโหระพา (Sweet basil oil)

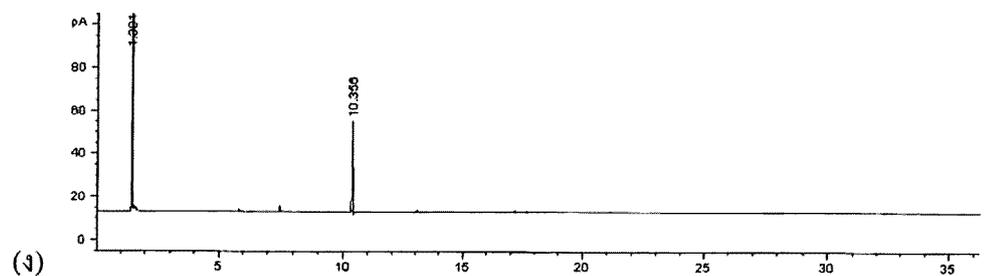
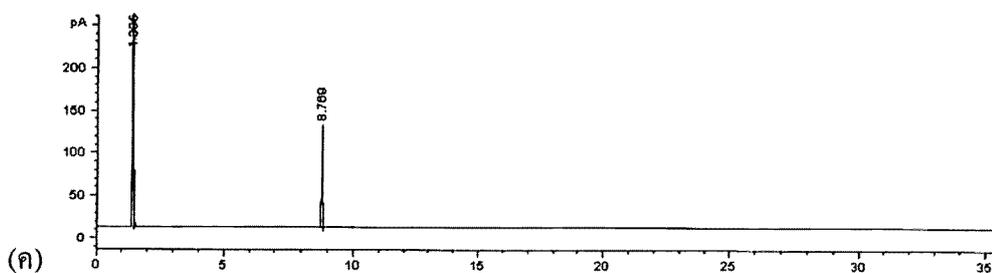
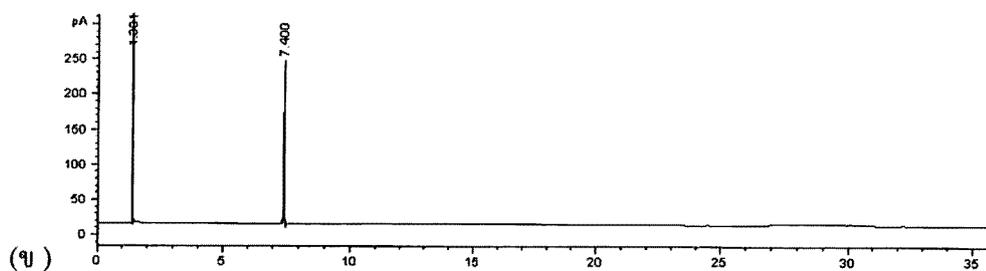
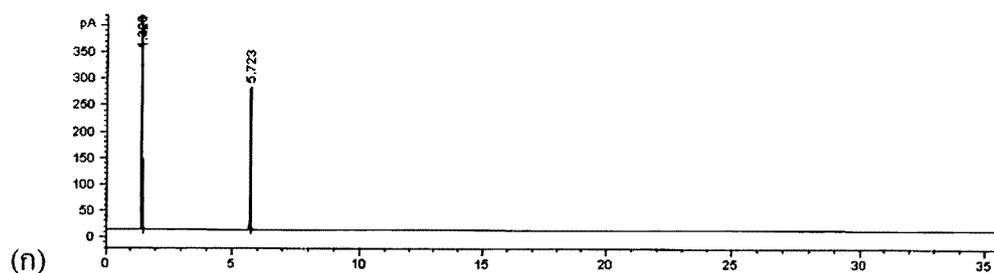
การวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญของน้ำมันโหระพา ด้วยเครื่อง GC-FID โดยเทียบกับโครมาโตแกรมสารมาตรฐานดังนี้ 4-allylanisole, 1,8-cineole, linalool และ camphor (รูปที่ 2) พบว่าน้ำมันโหระพาประกอบไปด้วยสารสำคัญต่างๆ ดังนี้ 4-allylanisole 90.12%, 1,8-cineole 1.24%, linalool 0.33, camphor 0.85% และองค์ประกอบอื่นๆ อีกหลายชนิดในปริมาณ 7.46% ของปริมาณทั้งหมด

1.3.2 น้ำมันตะไคร้ (Lemongrass oil) และ น้ำมันตะไคร้หอม (Citronella oil)

การวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญของพืชในตระกูล *Cymbopogon* sp. คือ น้ำมันตะไคร้และน้ำมันตะไคร้หอม ด้วยเครื่อง GC-FID เทียบกับโครมาโตแกรมสารมาตรฐานดังนี้ คือ citral (neral+geranial), citronellal และ geraniol (รูปที่ 3) พบว่าน้ำมันตะไคร้ประกอบด้วยสาร citral 82.85% สารชนิดนี้อยู่ในรูปสารผสมกันระหว่าง neral และ geranial ซึ่งแบ่งออกเป็น 36.15% และ 46.71% ของปริมาณน้ำมันทั้งหมด นอกจากนี้ ยังพบสาร geraniol 7.78% ของปริมาณสารทั้งหมด และองค์ประกอบอื่นๆ อีกหลายชนิดในน้ำมันดังกล่าวคิดเป็น 9.37% ของปริมาณทั้งหมด ส่วนน้ำมันตะไคร้หอมประกอบด้วยสาร citronellal, geraniol เป็นองค์ประกอบหลัก คิดเป็นร้อยละ 36.85% และ 23.16% ของปริมาณน้ำมันทั้งหมดตามลำดับ และองค์ประกอบอื่นๆ อีกหลายชนิด ซึ่งคิดเป็น 39.99% ของปริมาณน้ำมันทั้งหมด

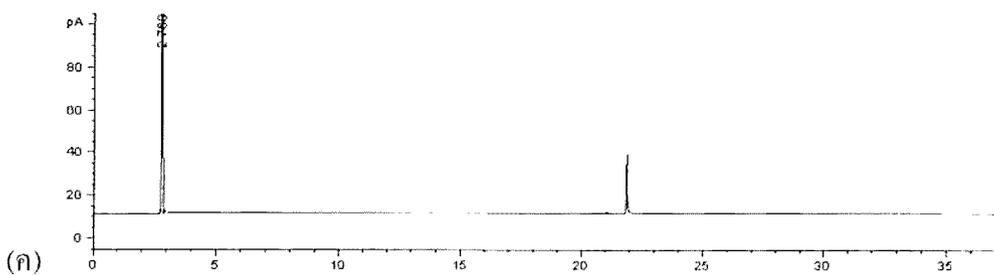
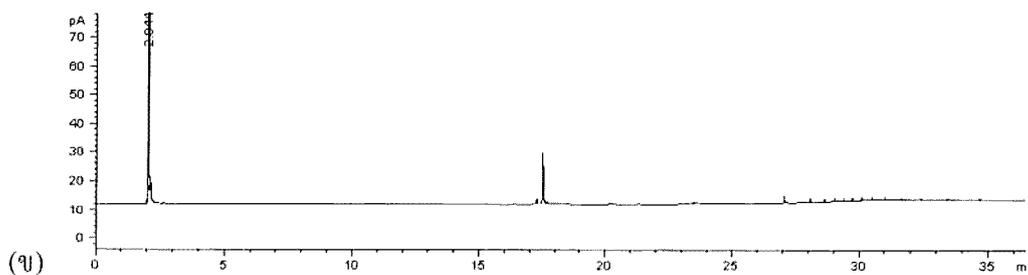
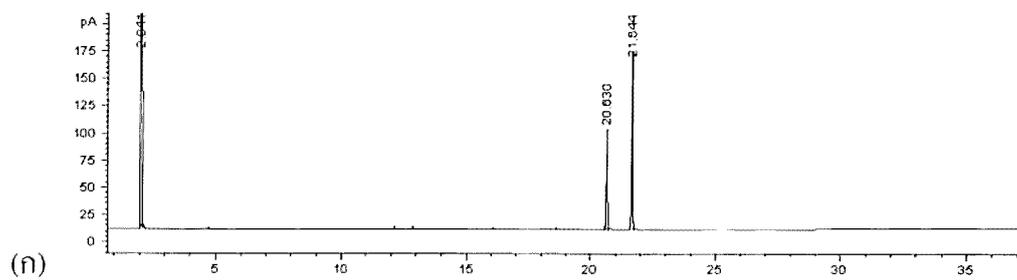
1.3.3 น้ำมันสะระแหน่ (Peppermint oil)

การวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญของน้ำมันสะระแหน่ ด้วยเครื่อง GC-FID เทียบกับโครมาโตแกรมสารมาตรฐาน menthol (รูปที่ 4) พบว่า น้ำมันสะระแหน่มี menthol เป็นองค์ประกอบ 43.03% ของปริมาณทั้งหมด นอกจากนั้นเป็นองค์ประกอบอื่นๆ อีกหลายชนิด คิดเป็น 56.97% ของปริมาณทั้งหมด

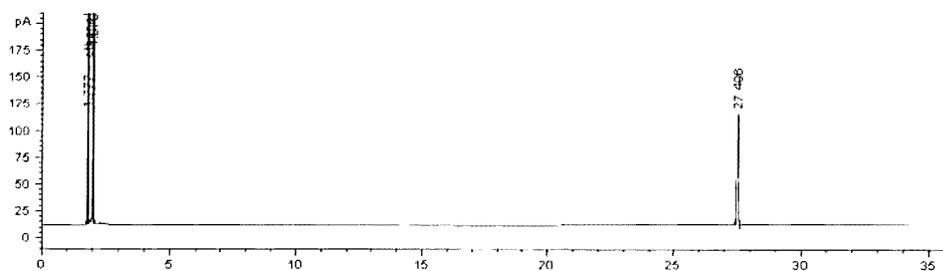


รูปที่ 2 โครมาโตแกรมมาตรฐานของน้ำมันโหระพา (ก) 1,8-cincolc (ข) linalool (ค) camphor (ง) 4-allylanisole





รูปที่ 3 โครมาโตแกรมสารมาตรฐานของน้ำมันตะไคร้และน้ำมันตะไคร้หอม (ก) citral
(neral+geranial) (ข) citronellal (ค) geraniol



รูปที่ 4 โครมาโตแกรมสารมาตรฐานของน้ำมันสะระแหน่ (menthol)

2. การเตรียมระบบนำส่งนีโอโซม

2.1 การเตรียมตำรับนีโอโซม

2.1.1 การเตรียมตำรับนีโอโซมเปล่า (blank niosome)

จากผลการเตรียมนีโอโซมเปล่า ที่ความเข้มข้นของนีโอโซม 20 mM ในอัตราส่วนของ span 20 : cholesterol เป็น 1 : 1 นั้น นีโอโซมที่เตรียมได้มีลักษณะเป็นของเหลวสีขาวขุ่น ไม่มีกลิ่น มีขนาดอนุภาค ค่าการกระจายขนาดอนุภาค และค่าความเป็นกรดต่างของนีโอโซมเปล่า ดังตารางที่ 5

2.1.2 การเตรียมตำรับนีโอโซมกักเก็บสารสกัดกวางเครือขาวและถั่วเหลือง

จากผลการเตรียมนีโอโซมกักเก็บสารสกัดกวางเครือขาวและถั่วเหลือง ที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน คือ 5, 10 และ 15 mg/ml ในนีโอโซมความเข้มข้น 20 mM พบว่า นีโอโซมสามารถกักเก็บสารสกัดได้ในความเข้มข้น 5 และ 10 mg/ml ในขณะที่ ความเข้มข้นสารสกัด 15 mg/ml ไม่สามารถเตรียมให้อยู่ในรูปแบบของนีโอโซมได้ เนื่องจากเกิดการตกตะกอนแยกชั้นทันทีเมื่อเตรียมเสร็จ นีโอโซมกักเก็บสารสกัดกวางเครือขาวที่เตรียมได้มีลักษณะเป็นของเหลวขุ่นสีเหลืองเข้ม ไม่มีกลิ่น ส่วนนีโอโซมกักเก็บสารสกัดถั่วเหลืองที่เตรียมได้มีลักษณะเป็นของเหลวขุ่นสีเหลืองอ่อน มีขนาดอนุภาค ค่าการกระจายขนาดอนุภาค และค่าความเป็นกรดต่างของนีโอโซมกักเก็บสารสกัดกวางเครือขาวและสารสกัดถั่วเหลือง ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ขนาดอนุภาค และค่าความเป็นกรดต่างของนีโอโซมกักเก็บสารสกัด ที่ความเข้มข้น 5 และ 10 mg/ml (N=3)

ชนิดของนีโอโซม	ขนาดอนุภาค (nm)	ค่าการกระจาย (PDI)	ค่าความเป็นกรดต่าง (pH)
นีโอโซมเปล่า	180.20 ± 11.47	0.36 ± 0.05	4.16 ± 0.35
นีโอโซมสารสกัดกวางเครือขาว			
5 mg/ml	198.33 ± 2.08	0.19 ± 0.00	
10 mg/ml	208.67 ± 1.53*	0.19 ± 0.01	4.09 ± 0.24
นีโอโซมสารสกัดถั่วเหลือง			
5 mg/ml	170.00 ± 2.65	0.20 ± 0.02	
10 mg/ml	197.33 ± 4.04*	0.25 ± 0.07	3.40 ± 0.10

* p -value < 0.05 เมื่อเทียบกับนีโอโซมเปล่า

2.1.3 การเตรียมตำรับนีโอโซมกักเก็บน้ำมันหอมระเหย

จากผลการเตรียมนีโอโซมกักเก็บน้ำมันหอมระเหยที่คัดเลือกจากน้ำมันหอมระเหยที่มีฤทธิ์ด้านเชื้อจุลินทรีย์สูงสุดคือ น้ำมันตะไคร้ ที่ความเข้มข้นต่างๆ พบว่า นีโอโซมความเข้มข้น 20 mM สามารถกักเก็บน้ำมันตะไคร้ได้ในความเข้มข้น 5 และ 10 mg/ml เช่นเดียวกับการเตรียมนีโอโซมกักเก็บสารสกัดกวาวเครือขาวและถั่วเหลือง และน้ำมันตะไคร้ที่ความเข้มข้น 15 mg/ml พบว่าไม่สามารถเตรียมให้อยู่ในรูปนีโอโซมได้ มีการแยกชั้นของน้ำมันหอมระเหยอยู่บนคัสบนเมื่อเตรียมเสร็จ นีโอโซมที่เตรียมได้ทั้ง 2 ความเข้มข้น เป็นนีโอโซมที่มีลักษณะเป็นของเหลวสีขาวขุ่นมีกลิ่นน้ำมันตะไคร้ มีขนาดอนุภาค ค่าการกระจายขนาด และค่าความเป็นกรดต่างของนีโอโซมกักเก็บน้ำมันตะไคร้ ดังตารางที่ 4

นอกจากนี้ คัดเลือกน้ำมันหอมระเหยที่มีฤทธิ์ด้านเชื้อจุลินทรีย์รองลงมา 3 ชนิด คือ น้ำมันตะไคร้หอม น้ำมันโหระพา และน้ำมันสะระแหน่ นำมาเตรียมให้อยู่ในรูปแบบนีโอโซมความเข้มข้น 10 mg/ml เช่นเดียวกับน้ำมันตะไคร้ นีโอโซมที่เตรียมได้มีลักษณะเป็นของเหลวสีขาวขุ่น มีกลิ่นเฉพาะของน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด และมีขนาดอนุภาค ค่าการกระจายขนาด และค่าความเป็นกรดต่างของนีโอโซมกักเก็บน้ำมันตะไคร้ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ขนาดอนุภาค และค่าความเป็นกรดต่าง ของนีโอโซมกักเก็บน้ำมันหอมระเหย ที่ความเข้มข้น 10 mg/ml (N=3)

ชนิดของนีโอโซม	ขนาดอนุภาค (nm)	ค่าการกระจาย (PDI)	ค่าความเป็นกรดต่าง (pH)
นีโอโซมเปล่า	180.20 ± 11.47	0.36 ± 0.05	4.16 ± 0.35
นีโอโซมน้ำมันตะไคร้			
5 mg/ml	130.00 ± 1.56*	0.18 ± 0.02	
10 mg/ml	134.33 ± 2.08*	0.21 ± 0.02	3.81 ± 0.13
นีโอโซมน้ำมันตะไคร้หอม	152.00 ± 5.29*	0.02 ± 0.04	4.15 ± 0.13
นีโอโซมน้ำมันโหระพา	131.67 ± 1.15*	0.18 ± 0.03	4.28 ± 0.15
นีโอโซมน้ำมันสะระแหน่	137.33 ± 1.53*	0.16 ± 0.03	3.90 ± 0.14

* *p-value* < 0.05 เมื่อเทียบกับนีโอโซมเปล่า

2.2 การศึกษาความคงตัวทางกายภาพของนีโอโซม

2.2.1 นีโอโซมกักเก็บสารสกัดกวางเครือขาวและสารสกัดถั่วเหลือง

1) ลักษณะทางกายภาพ

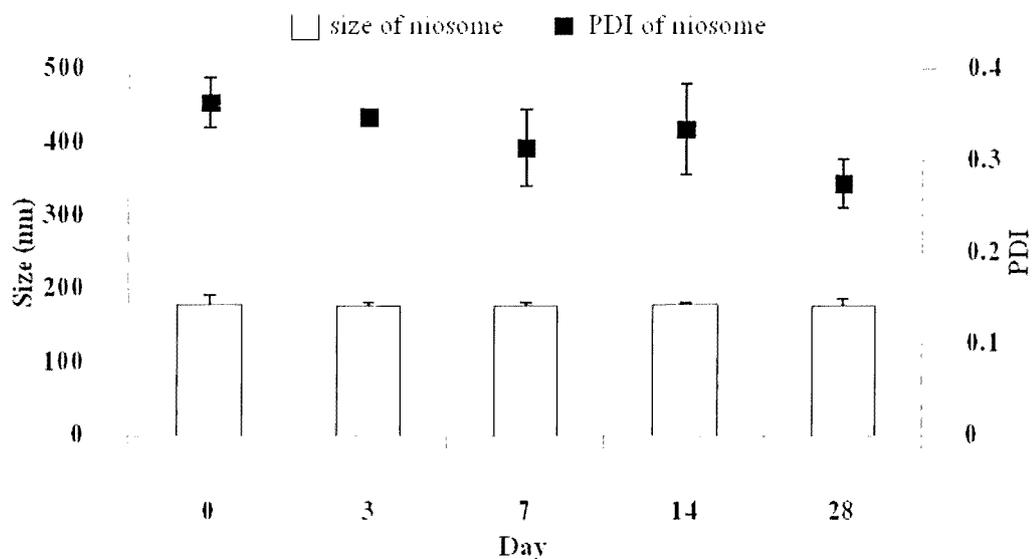
จากการประเมินลักษณะทางกายภาพของนีโอโซมกักเก็บสารสกัดกวางเครือขาว และสารสกัดถั่วเหลืองที่ปริมาณสารสกัดความเข้มข้น 5 และ 10 mg/ml เป็นระยะเวลา 28 วัน ที่อุณหภูมิ 25 °C พบว่า นีโอโซมสารสกัดกวางเครือขาว และถั่วเหลืองทั้ง 2 ความเข้มข้น ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสีและกลิ่น ตลอดระยะเวลา 28 วัน

2) ขนาดอนุภาค

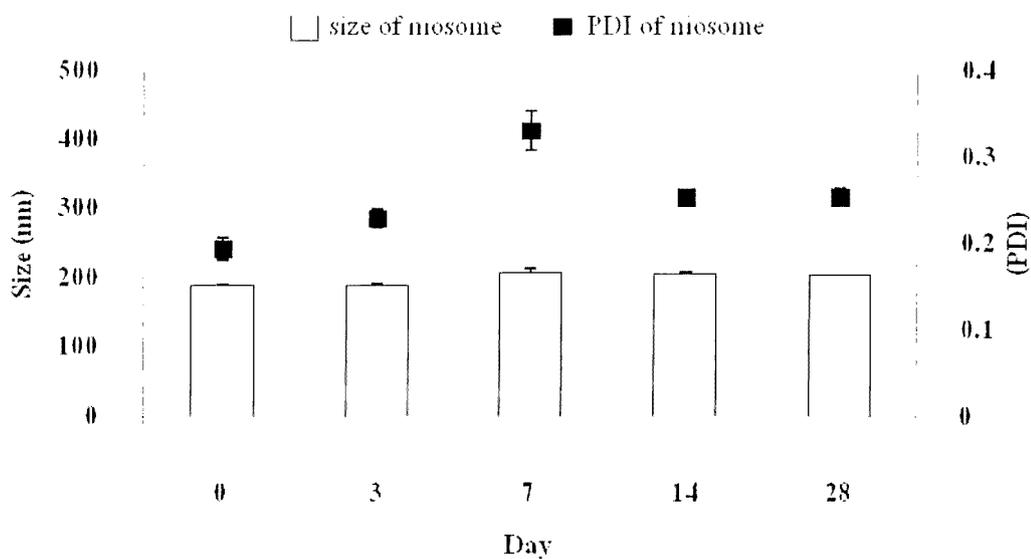
จากการวัดขนาดของอนุภาคนีโอโซมเปล่าและนีโอโซมกักเก็บสารสกัดกวางเครือขาวและสารสกัดถั่วเหลืองที่ความเข้มข้น 5 และ 10 mg/ml เป็นระยะเวลา 28 วัน ที่อุณหภูมิ 25 °C พบว่า ขนาดอนุภาคของนีโอโซมเปล่า มีการเปลี่ยนแปลงทั้งขนาดอนุภาคและค่าการกระจาย (รูปที่ 5) นอกจากนี้ พบว่า นีโอโซมกักเก็บสารสกัดกวางเครือขาว และสารสกัดถั่วเหลือง ที่ความเข้มข้น 5 และ 10 mg/ml มีการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับนีโอโซมเปล่า (รูปที่ 6-9) แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p\text{-value} < 0.05$

3) ค่าประจุไฟฟ้าที่ผิว (Zeta potential)

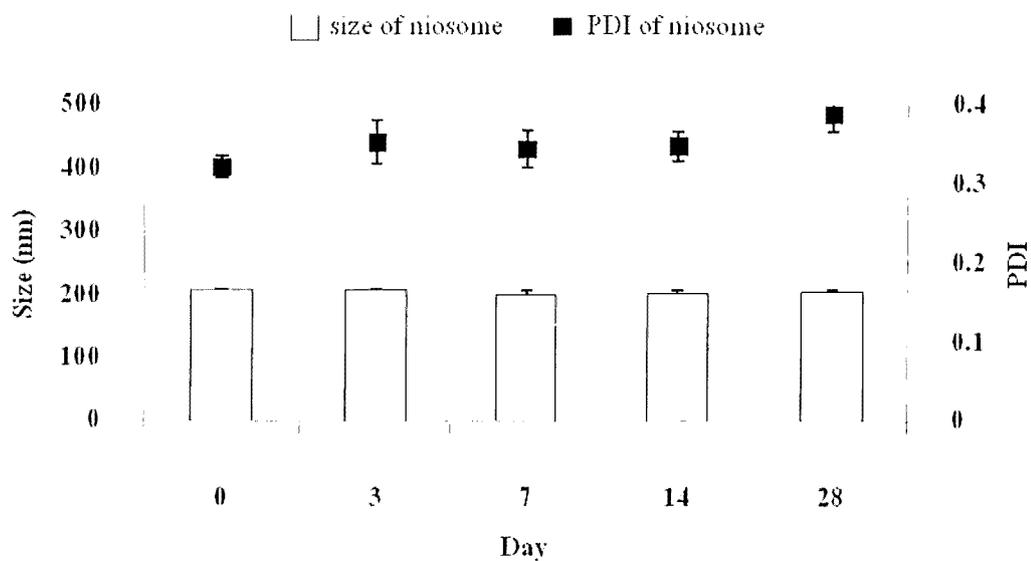
จากการวัดประจุที่ผิวของอนุภาคนีโอโซมเปล่าและนีโอโซมกักเก็บสารสกัดกวางเครือขาวและสารสกัดถั่วเหลืองที่ความเข้มข้น 5 และ 10 mg/ml เป็นระยะเวลา 28 วัน ที่อุณหภูมิ 25 °C พบว่า ประจุที่ผิวของอนุภาคนีโอโซม มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p\text{-value} < 0.05$ (รูปที่ 10)



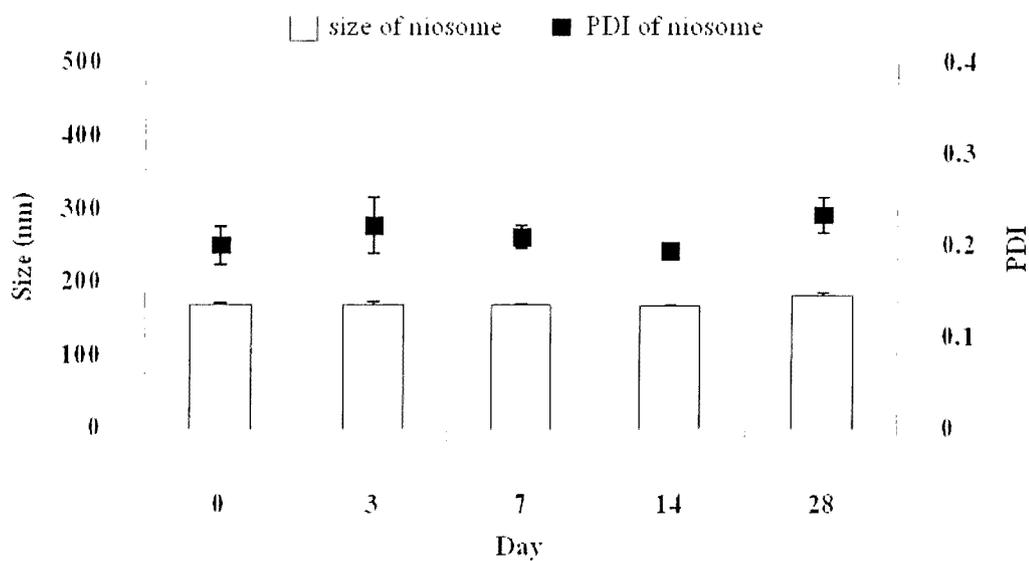
รูปที่ 5 ขนาดอนุภาคเฉลี่ยและการกระจายของอนุภาคนีโอโซมเปปต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน ที่อุณหภูมิ 25 °C (N=3)



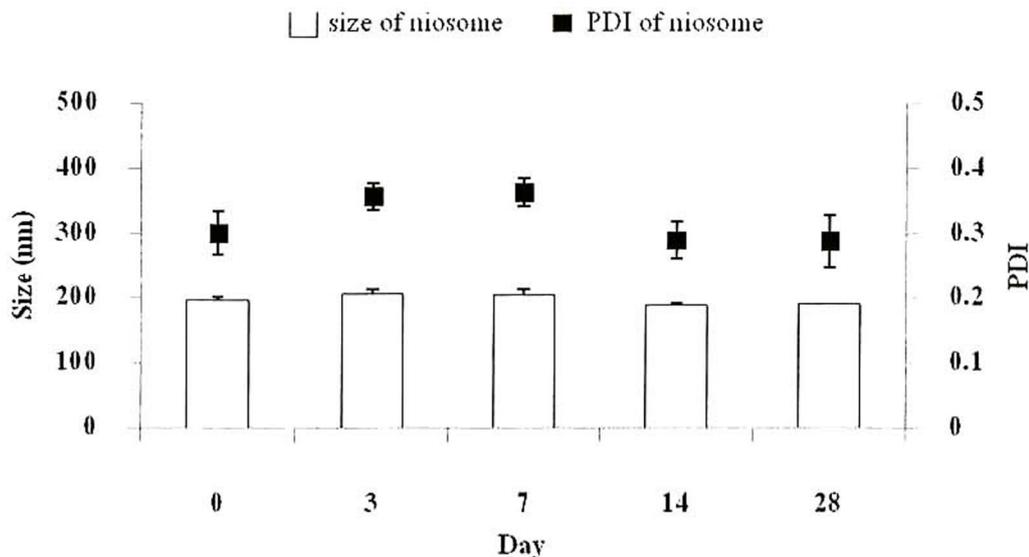
รูปที่ 6 ขนาดอนุภาคเฉลี่ยและการกระจายของอนุภาคนีโอโซมสารสกัดกวาวเครือขาวความเข้มข้น 5 mg/ml เป็นระยะเวลา 28 วัน ที่อุณหภูมิ 25 °C ณ เวลาต่างๆ (N=3)



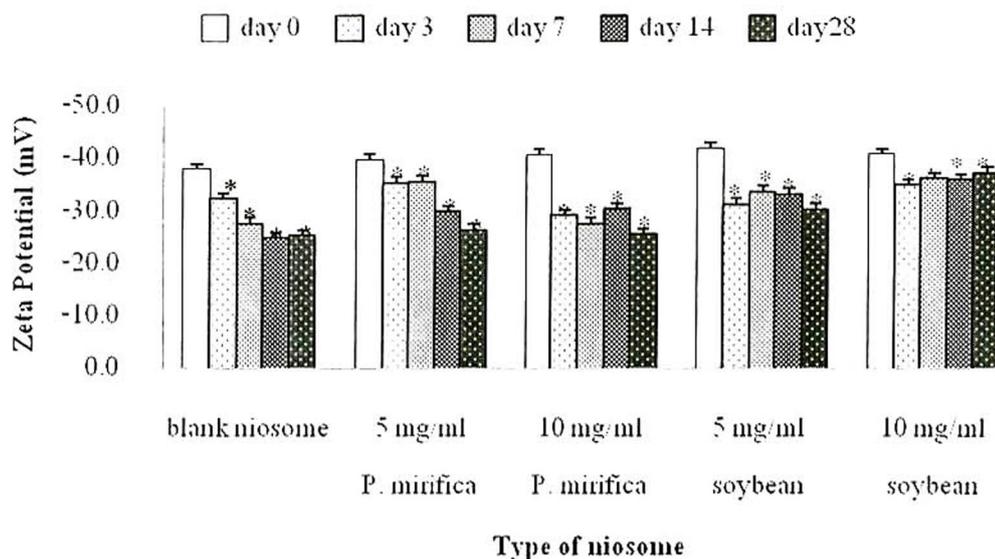
รูปที่ 7 ขนาดอนุภาคเฉลี่ยและการกระจายของอนุภาคนีโอโซมสารสกัดกวาวเครือขาวความเข้มข้น 10 mg/ml เป็นระยะเวลา 28 วัน ที่อุณหภูมิ 25 °C ณ เวลาต่างๆ (N=3)



รูปที่ 8 ขนาดอนุภาคเฉลี่ยและการกระจายของอนุภาคนีโอโซมสารสกัดถั่วเหลืองความเข้มข้น 5 mg/ml เป็นระยะเวลา 28 วัน ที่อุณหภูมิ 25 °C ณ เวลาต่างๆ (N=3)



รูปที่ 9 ขนาดอนุภาคเฉลี่ยและการกระจายของอนุภาคนีโอโซมสารสกัดหัวเหลืองความเข้มข้น 10 mg/ml เป็นระยะเวลา 28 วัน ที่อุณหภูมิ 25 °C ณ เวลาต่างๆ (N=3)



รูปที่ 10 ค่าประจุที่ผิวของนีโอโซมสกัดเก็บสารสกัดพืช ที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นระยะเวลา 28 วัน * *p-value* < 0.05 เมื่อเทียบกับนีโอโซมในวันแรก (day 0)

4) ค่าความเป็นกรดต่าง

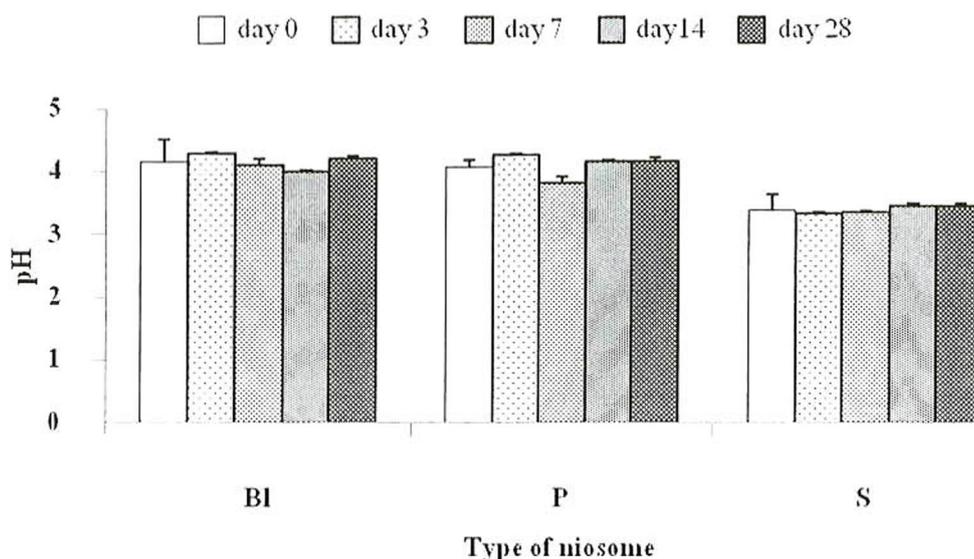
จากการวัดค่าความเป็นกรดต่างของนีโอโซมเปล่า และนีโอโซมสกัดเก็บสารสกัดควาเครือขาวและสารสกัดหัวเหลืองที่ความเข้มข้น 10 mg/ml เป็นระยะเวลา 28 วัน ที่

อุณหภูมิ 25°C พบว่า นีโอโซมเปล่า และละนีโอโซมกักเก็บสารสกัดควาเครือขาวและสารสกัดหัวเหลืองมีการเปลี่ยนแปลง แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p\text{-value} < 0.05$ (รูปที่ 11)

2.2.2 นีโอโซมกักเก็บน้ำมันหอมระเหย

1) ลักษณะทางกายภาพ

จากการประเมินลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหอมระเหยชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 10 mg/ml เป็นระยะเวลา 28 วัน ที่อุณหภูมิ 25°C พบว่า นีโอโซมกักเก็บน้ำมันหอมระเหยทั้ง 4 ชนิด ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสีและกลิ่น ตลอดระยะเวลา 28 วัน



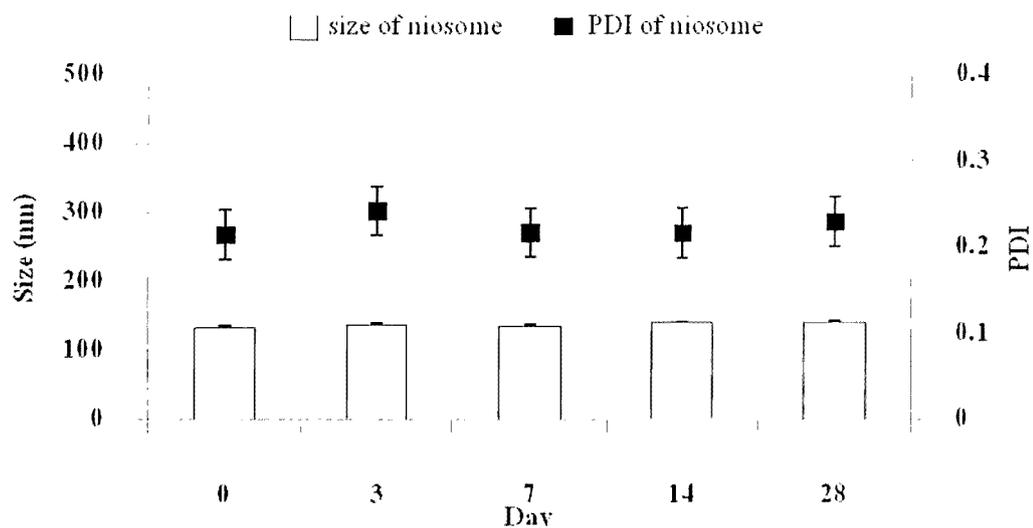
รูปที่ 11 ค่าความเป็นกรดต่างของนีโอโซมกักเก็บสารสกัดพืชความเข้มข้น 10 mg/ml ที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นระยะเวลา 28 วัน (N=3); (bi) นีโอโซมเปล่า (P) สารสกัดควาเครือขาว (S) สารสกัดหัวเหลือง

2) ขนาดอนุภาค

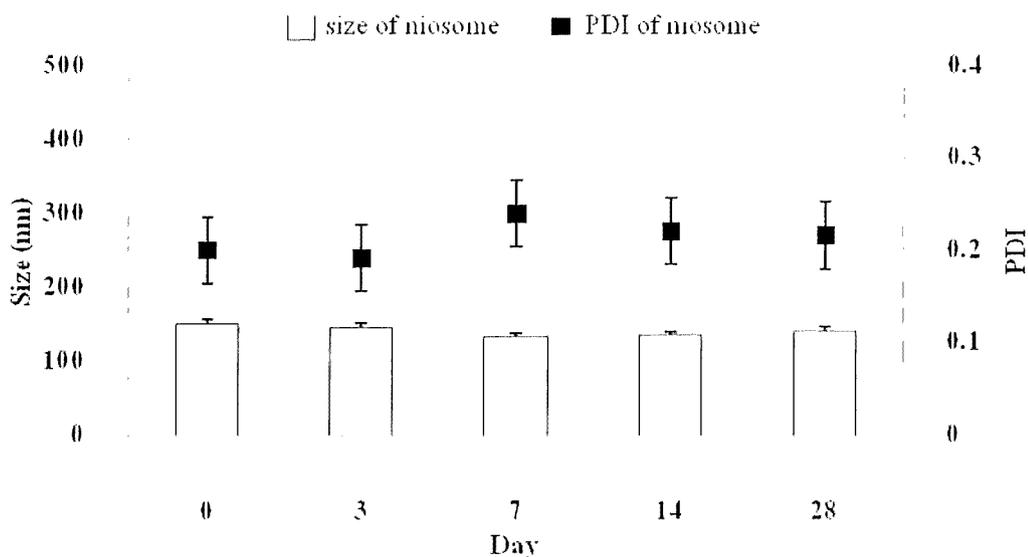
จากการประเมินความคงตัวของนีโอโซมกักเก็บน้ำมันตะไคร้ และน้ำมันตะไคร้หอม เป็นระยะเวลา 28 วัน ที่อุณหภูมิ 25 °C พบว่า ในวันที่ 3 หลังจากการเตรียม มีการเปลี่ยนแปลงขนาดอนุภาค และค่าการกระจายของนีโอโซมกักเก็บน้ำมันตะไคร้ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (รูปที่ 12) ในขณะที่นีโอโซมกักเก็บน้ำมันตะไคร้หอม มีแนวโน้มลดลง (รูปที่ 13) แต่การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p\text{-value} < 0.5$

นอกจากนี้ นีโอโซมกักเก็บน้ำมันโหระพา และน้ำมันสะระแหน่ มีการเปลี่ยนแปลงของขนาดอนุภาคและค่าการกระจาย (รูปที่ 14-15) เช่นเดียวกับเดียวกับนีโอโซมกักเก็บ

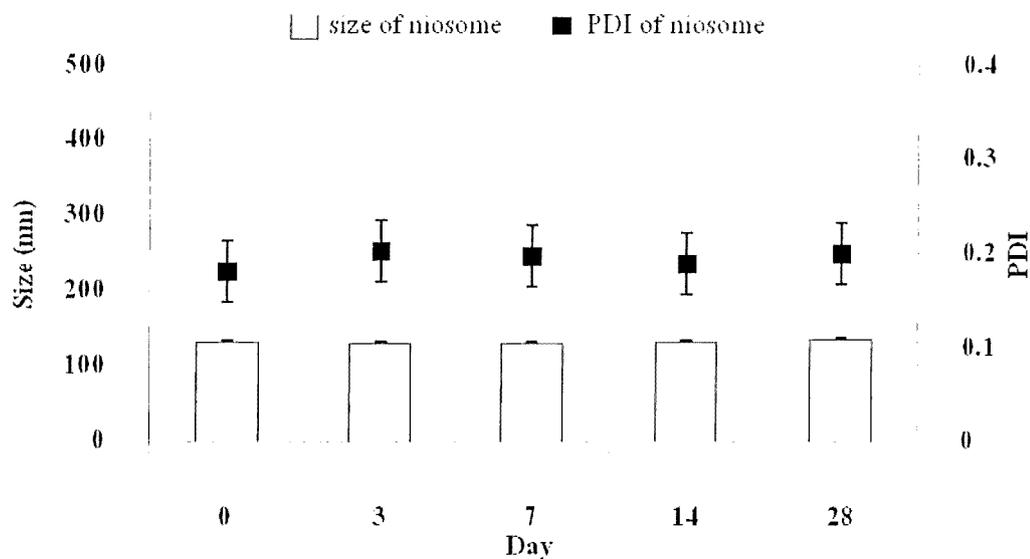
น้ำมันตะไคร้ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับวันแรก (day 0) แต่การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p\text{-value} < 0.5$



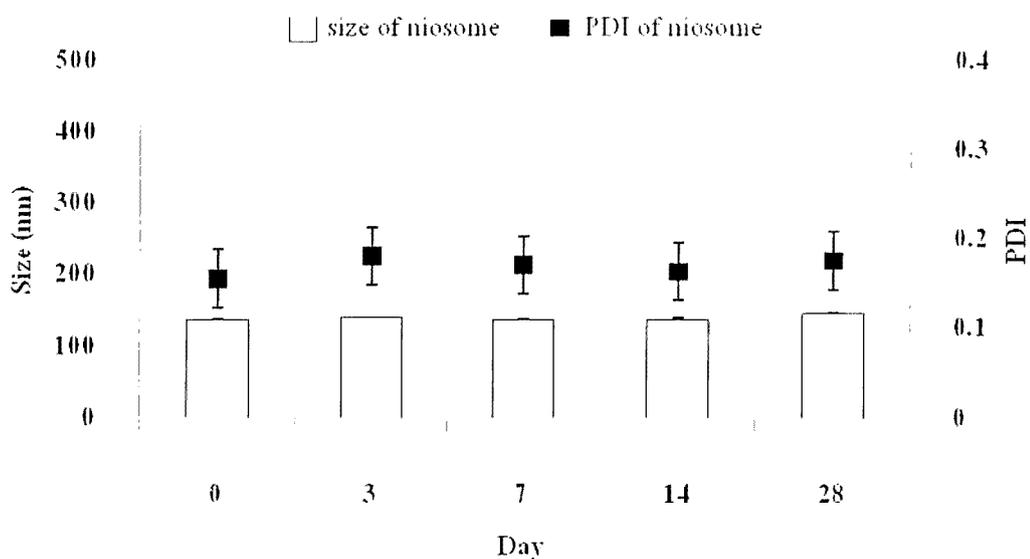
รูปที่ 12 ขนาดอนุภาคเฉลี่ยและการกระจายของอนุภาคนี้โอโซมน้ำมันตะไคร้ ที่อุณหภูมิ 25 °C ณ เวลาต่างๆ (N=3)



รูปที่ 13 ขนาดอนุภาคเฉลี่ยและการกระจายของอนุภาคนี้โอโซมน้ำมันตะไคร้หอม ที่อุณหภูมิ 25 °C ณ เวลาต่างๆ (N=3)



รูปที่ 14 ขนาดอนุภาคเฉลี่ยและการกระจายของอนุภาคนีโอโซมน้ำมันโหระพา ที่อุณหภูมิ 25 °C ณ เวลาต่างๆ (N=3)

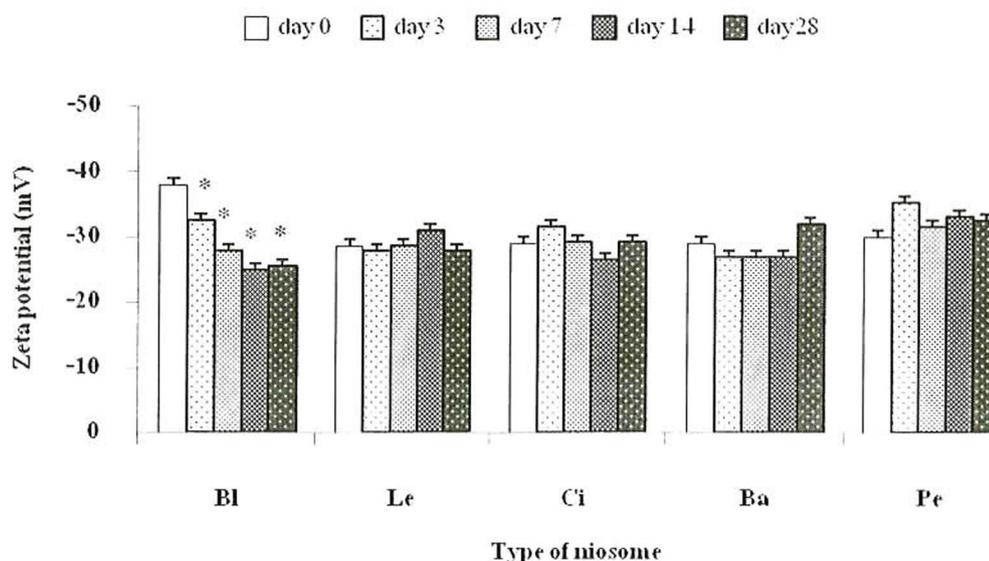


รูปที่ 15 ขนาดอนุภาคเฉลี่ยและการกระจายของอนุภาคนีโอโซมน้ำมันสะระแหน่ ที่อุณหภูมิ 25 °C ณ เวลาต่างๆ (N=3)

3) ค่าประจุไฟฟ้าที่ผิว (Zeta potential)

จากการประเมินค่าประจุที่ผิวของนีโอโซมน้ำมันหอมระเหยเป็นระยะเวลา 28 วัน ที่อุณหภูมิ 25 °C พบว่า ค่าประจุที่ผิวของนีโอโซมโดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยในช่วง

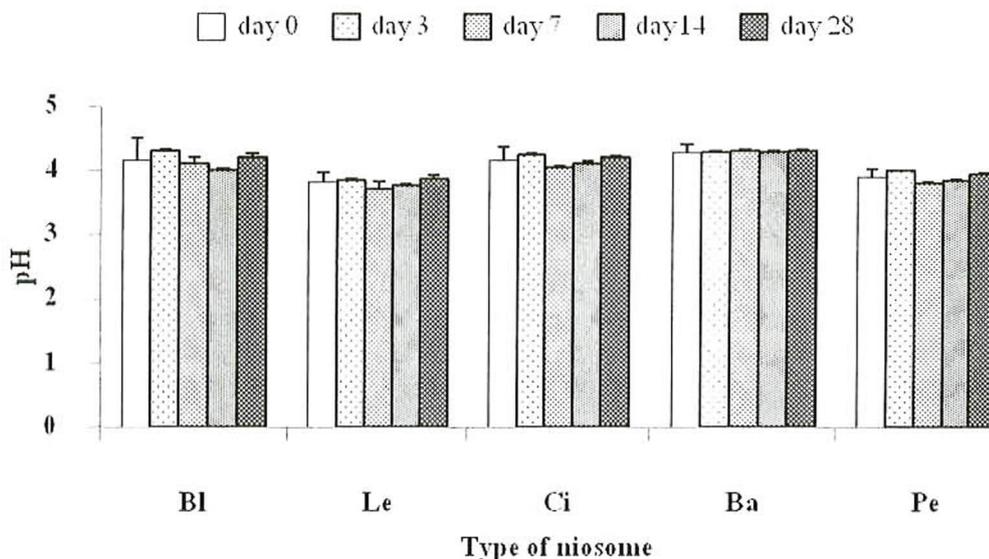
-30 mV ถึง -35 mV (รูปที่ 16) นีโอโซมกักเก็บน้ำมันตะไคร้ และน้ำมันโหระพา มีค่าประจุลดลงในวันที่ 3 หลังจากการเตรียมและมีประจุเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเวลาผ่านไป ส่วนนีโอโซมกักเก็บน้ำมันตะไคร้หอมและนีโอโซมน้ำมันสะระแหน่ พบว่าการเปลี่ยนแปลงค่าประจุของนีโอโซมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงสัปดาห์แรก (7 วัน) จากนั้นจึงลดลง การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอยู่ในช่วงระหว่าง -25 mV ถึง -35 mV ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของค่าประจุที่เกิดขึ้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p\text{-value} < 0.05$ เมื่อเทียบกับค่าประจุที่ผิวของนีโอโซมน้ำมันหอมระเหยชนิดต่างๆ วันแรก (day 0)



รูปที่ 16 ค่าประจุที่ผิวของนีโอโซมกักเก็บน้ำมันหอมระเหย ที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นระยะเวลา 28 วัน (N=3); (Le) น้ำมันตะไคร้ (Ci) น้ำมันตะไคร้หอม (Ba) น้ำมันโหระพา (Pe) น้ำมันสะระแหน่, * $p\text{-value} < 0.05$ เมื่อเทียบกับนีโอโซมในวันแรก (day 0)

4) ค่าความเป็นกรดต่าง

จากการวัดค่าความเป็นกรดต่างของนีโอโซมน้ำมันหอมระเหยชนิดต่างๆ ความเข้มข้น 10 mg/ml นั้น พบว่า นีโอโซมแต่ละชนิดมีค่าความเป็นกรดต่างแตกต่างกันในแต่ละชนิด (รูป ที่ 17) และมีการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดต่างที่เกิดขึ้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p\text{-value} < 0.05$ เมื่อเทียบกับค่าความเป็นกรดต่างของนีโอโซมในวันแรก (day 0)

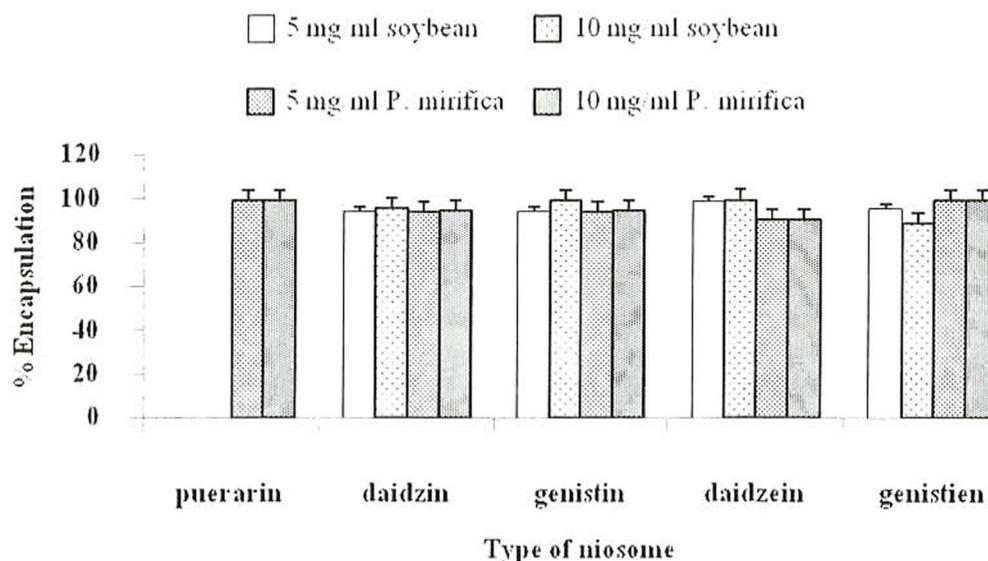


รูปที่ 17 ค่าความเป็นกรดต่างของนีโอโซมกักเก็บน้ำมันหอมระเหย ที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นระยะเวลา 28 วัน (N=3); (Bl) นีโอโซมเปล่า (Le) น้ำมันตะไคร้ (Ci) น้ำมันตะไคร้หอม (Ba) น้ำมันโหระพา (Pe) น้ำมันสะระแหน่

2.3 การวิเคราะห์ปริมาณสารที่กักเก็บในนีโอโซม

2.3.1 ปริมาณสารสกัดที่กักเก็บในนีโอโซม

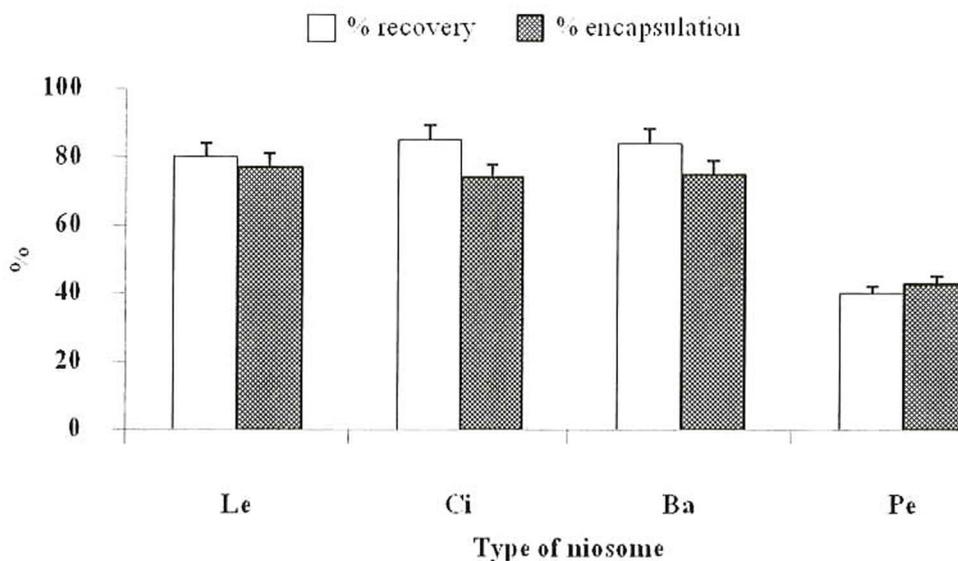
การวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญ puerarin, daidzin, genistin, daidzein และ genistein ของสารสกัดกวาวเครือขาวและสารสกัดถั่วเหลืองในนีโอโซมความเข้มข้น 5 และ 10 mg/ml ด้วยเครื่อง HPLC พบว่า นีโอโซมที่เตรียมขึ้นเพื่อกักเก็บสารสำคัญของสารสกัดกวาวเครือขาวและสารสกัดถั่วเหลือง มี % recovery ของสารสำคัญประมาณ 80% และมีอัตราการกักเก็บสารสำคัญภายในนีโอโซมอยู่ระหว่าง 94.32%-99.61% (รูปที่ 18)



รูปที่ 18 ปริมาณสารสำคัญที่กักเก็บในนีโอโซมกักเก็บสารสกัดพืช (N=3)

2.3.2 ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่กักเก็บในนีโอโซม

การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำมันหอมระเหยทั้งหมดของน้ำมันหอมระเหยชนิดต่างๆ ด้วยเครื่อง UV-spectrophotometer พบว่า %recovery ของน้ำมันหอมระเหยชนิดต่างๆ อยู่ประมาณ 80% ยกเว้น นีโอโซมน้ำมันสะระแหน่ที่พบประมาณ 40% (รูปที่ 19) และมีอัตราการกักเก็บน้ำมันหอมระเหยทั้งหมดของนีโอโซมน้ำมันตะไคร้ นีโอโซมน้ำมันตะไคร้หอม นีโอโซมน้ำมันโหระพา และนีโอโซมน้ำมันสะระแหน่ เป็น 77.27%, 74%, 75% และ 43% ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในน้ำมันหอมระเหยด้วยเครื่อง GC-FID พบว่า ในน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดมีปริมาณสารสำคัญ ดังตารางที่ 7



รูปที่ 19 ปริมาณน้ำมันหอมระเหยทั้งหมดที่กักเก็บในนีโอโซม (N=3); (Le) น้ำมันตะไคร้ (Ci) น้ำมันตะไคร้หอม (Ba) น้ำมันโหระพา (Pe) น้ำมันสะระแหน่

ตารางที่ 7 ปริมาณสารสำคัญที่กักเก็บนีโอโซมของน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด

ชนิดของน้ำมัน ในนีโอโซม	ชนิดสารสำคัญและปริมาณการกักเก็บ (%)
น้ำมันตะไคร้	citral (74.56), geraniol (52.14)
น้ำมันตะไคร้หอม	citronellal (73.47), geraniol (59.46)
น้ำมันโหระพา	4-allylanisole (77.27), 1,8-cineole (50.35) , linalool (56.39), camphor (55.35)
น้ำมันสะระแหน่	Menthol (26.00)

2.4 การปลดปล่อยสารสำคัญของนีโอโซม

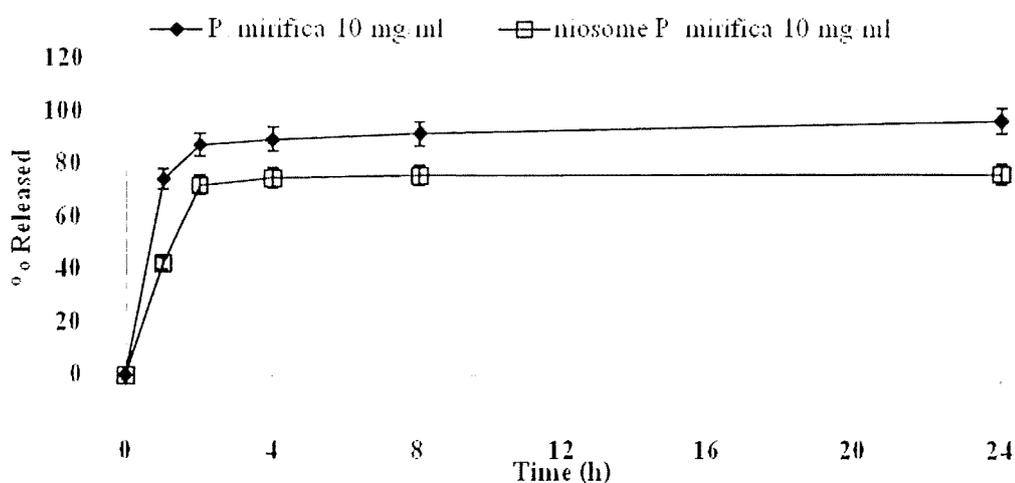
2.4.1 สารสกัดพืชและนีโอโซม

จากการศึกษาการปลดปล่อยสารไฟโตเอสโตรเจนซึ่งเป็นสารสำคัญของสารสกัดกวาวเครือขาวและสารสกัดถั่วเหลืองจากนีโอโซม (release medium: 80% ethanol: PBS pH 7.4 = 20:80) ที่อุณหภูมิ 32°C ความเร็วในการเขย่า 120 rpm โดยเปรียบเทียบกับสารสกัดความเข้มข้น 10 mg/ml ได้ผลการศึกษาดังนี้

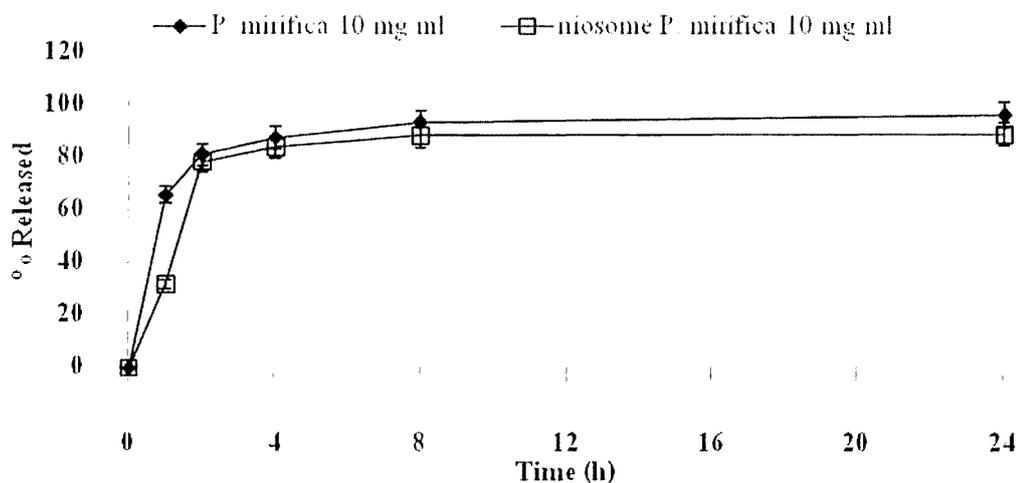
1) สารสกัดกวางเครือขาวและนีโอโซม

จากการศึกษาการปลดปล่อยสารไฟโตเอสโตรเจนจากสารสกัดกวางเครือขาวพบว่า ในชั่วโมงที่ 1 ของการทดสอบพบว่าการปลดปล่อยสารสำคัญทั้ง 5 ชนิด คือ puerarin, daidzin, genistin, daidzein และ genistein อย่างรวดเร็วในปริมาณมาก ซึ่งมีปริมาณสารสำคัญมากกว่า 60% ของปริมาณสารทั้งหมด (รูปที่ 20-24) และจะเริ่มลดลงในชั่วโมงที่ 2 จนกระทั่งชั่วโมงที่ 8 ปริมาณสารสำคัญที่ถูกปลดปล่อยจะเริ่มคงที่ แล้วเข้าใกล้ 100% ในชั่วโมงที่ 24

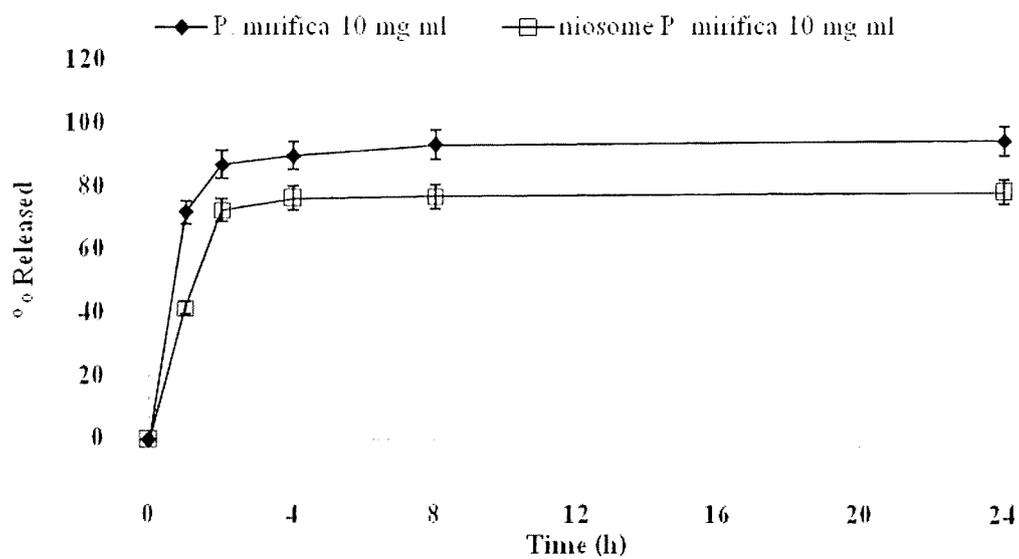
ส่วนการปลดปล่อยสารสำคัญของสารสกัดกวางเครือขาวในนีโอโซม จะเริ่มมีการปลดปล่อยสารสำคัญในอัตราเร็วที่ช้ากว่าสารสกัดกวางเครือขาว การปลดปล่อยสารสำคัญทั้ง 5 ชนิดของกวางเครือขาวในนีโอโซม ในชั่วโมงที่ 1 ปริมาณสารที่ถูกปลดปล่อยประมาณ 20-40% ของปริมาณสารทั้งหมด และจะมีปริมาณสารสำคัญเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อระยะเวลาผ่านไปเช่นเดียวกับสารสกัดกวางเครือขาว แต่อย่างไรก็ตามการปลดปล่อยสารสำคัญของสารสกัดกวางเครือขาวในนีโอโซมจะมีปริมาณเพิ่มขึ้น แต่ยังมีปริมาณสารน้อยกว่าสารสกัดกวางเครือขาว



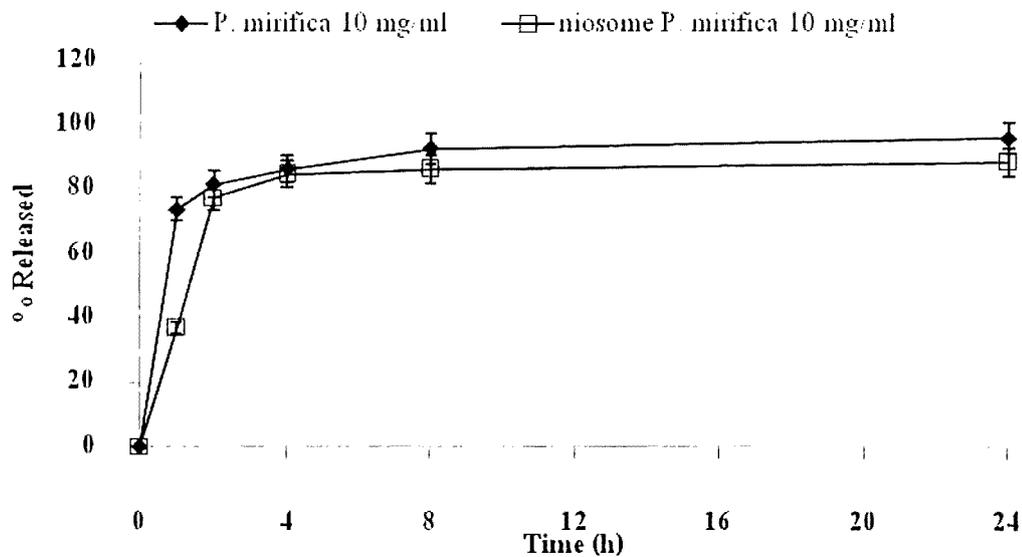
รูปที่ 20 การปลดปล่อยสาร Puerarin จากสารสกัดกวางเครือขาว และนีโอโซม (N=3)
(Release medium: 80% ethanol: PBS pH 7.4 = 20:80, 120 rpm, 32°C)



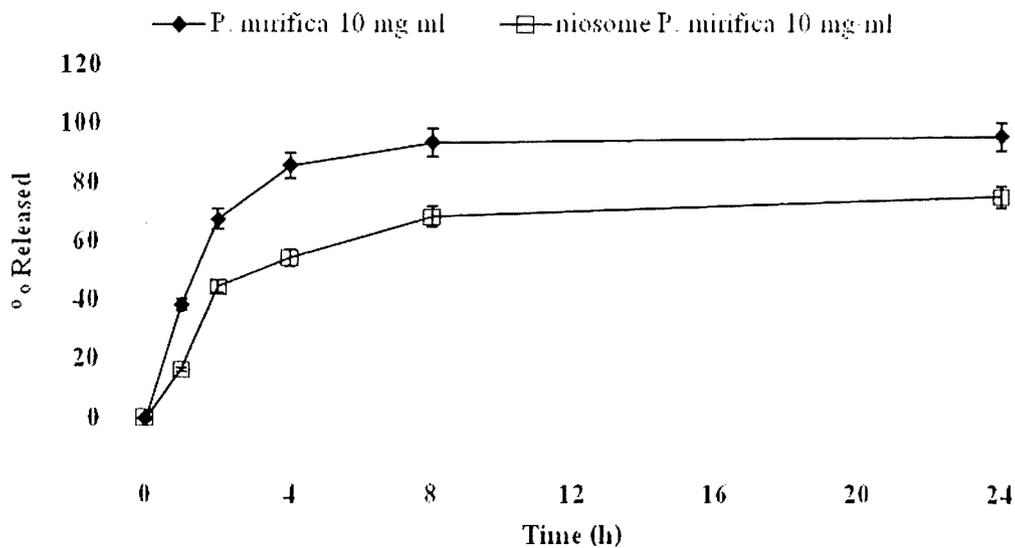
รูปที่ 21 การปลดปล่อยสาร Daidzin จากสารสกัดกวางเครือขาว และนีโอโซม (N=3)
(Release medium: 80% ethanol: PBS pH 7.4 = 20:80, 120 rpm, 32°C)



รูปที่ 22 การปลดปล่อยสาร Genistin จากสารสกัดกวางเครือขาว และนีโอโซม (N=3)
(Release medium: 80% ethanol: PBS pH 7.4 = 20:80, 120 rpm, 32°C)



รูปที่ 23 การปลดปล่อยสาร Daidzein จากสารสกัดกวางเครือขาว และนีโอโซม (N=3)
(Release medium: 80% ethanol: PBS pH 7.4 = 20:80, 120 rpm, 32°C)

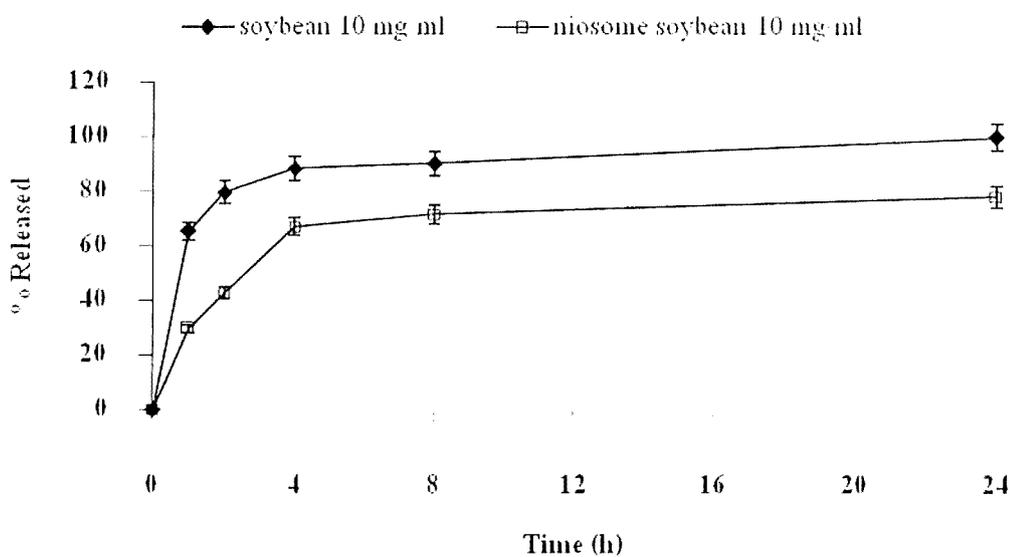


รูปที่ 24 การปลดปล่อยสาร Genistein จากสารสกัดกวางเครือขาว และนีโอโซม (N=3)
(Release medium: 80% ethanol: PBS pH 7.4 = 20:80, 120 rpm, 32°C)

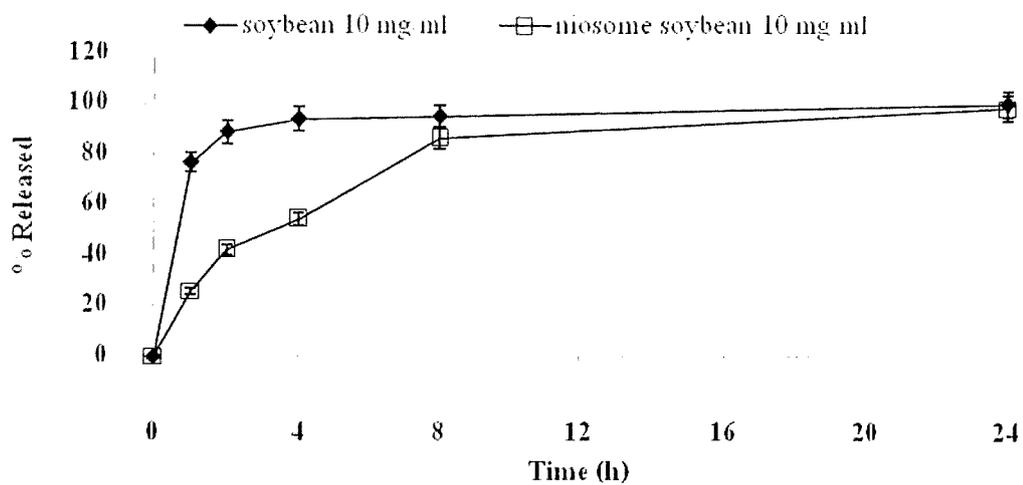
2) สารสกัดหัวเหลืองและนีโอโซม

จากการศึกษาการปลดปล่อยสารไฟโตเอสโตรเจนจากสารสกัดหัวเหลือง พบว่า ในชั่วโมงที่ 1 ของการทดสอบจะมีการปลดปล่อยปริมาณสารสำคัญ ทั้ง 4 ชนิด คือ daidzin, genistin, daidzein และ genistein ออกจาก dialysis bag ในปริมาณมากอย่างรวดเร็ว (รูปที่ 25-28) และมีปริมาณสารสำคัญเข้าใกล้ 100% ของปริมาณทั้งหมดในชั่วโมงที่ 24 เช่นเดียวกับสารสกัดกวางเครือขาว

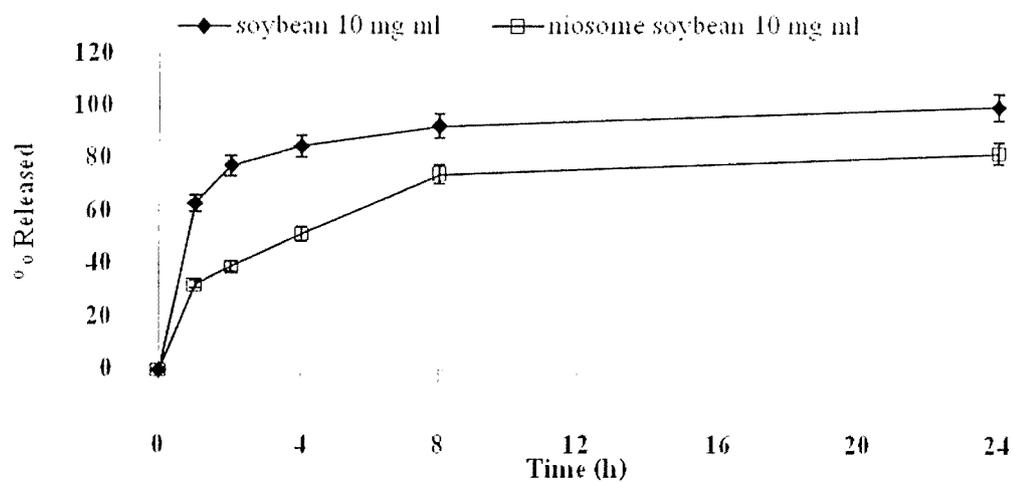
ส่วนนีโอโซมสารสกัดหัวเหลืองจะมีการปลดปล่อยสารอย่างช้าๆ และจะมีปริมาณสารสำคัญทั้ง 4 ชนิด มากกว่า 75% ในชั่วโมงที่ 8 และจะมีปริมาณสารสำคัญที่ปลดปล่อยใกล้เคียงกับสารสกัดหัวเหลืองมากที่สุดในชั่วโมงที่ 24



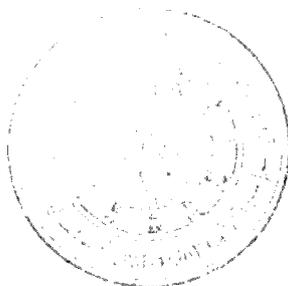
รูปที่ 25 การปลดปล่อยสาร Daidzin จากสารสกัดหัวเหลือง และนีโอโซม (N=3)
(Release medium: 80% ethanol: PBS pH 7.4 – 20:80, 120 rpm, 32°C)

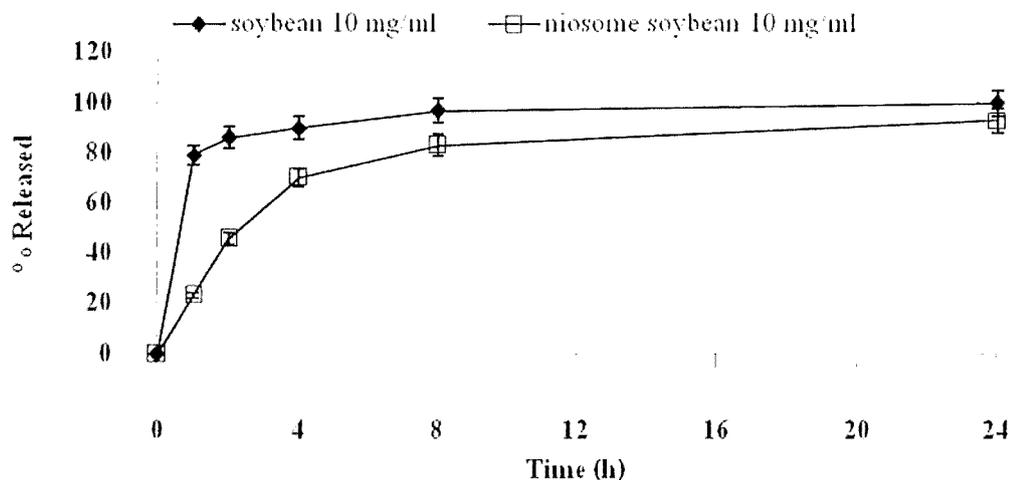


รูปที่ 26 การปลดปล่อยสาร Genistin จากสารสกัดถั่วเหลือง และนีโอโซม (N=3)
(Release medium: 80% ethanol: PBS pH 7.4 = 20:80, 120 rpm, 32°C)



รูปที่ 27 การปลดปล่อยสาร Daidzein จากสารสกัดถั่วเหลือง และนีโอโซม (N=3)
(Release medium: 80% ethanol: PBS pH 7.4 = 20:80, 120 rpm, 32°C)





รูปที่ 28 การปลดปล่อยสาร Genistin จากสารสกัดถั่วเหลือง และนีโอโซม (N=3)

(Release medium: 80% ethanol: PBS pH 7.4 = 20:80; 120 rpm; 32°C)

2.4.2 น้ำมันหอมระเหยและนีโอโซม

จากการศึกษาการปลดปล่อยปริมาณสารสำคัญของน้ำมันหอมระเหยจากนีโอโซม (Release medium: 60% ethanol) ความเร็วในการเขย่า 120 rpm ที่อุณหภูมิ 32°C โดยเปรียบเทียบกับน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้น 10 mg/ml ได้ผลการศึกษาดังนี้

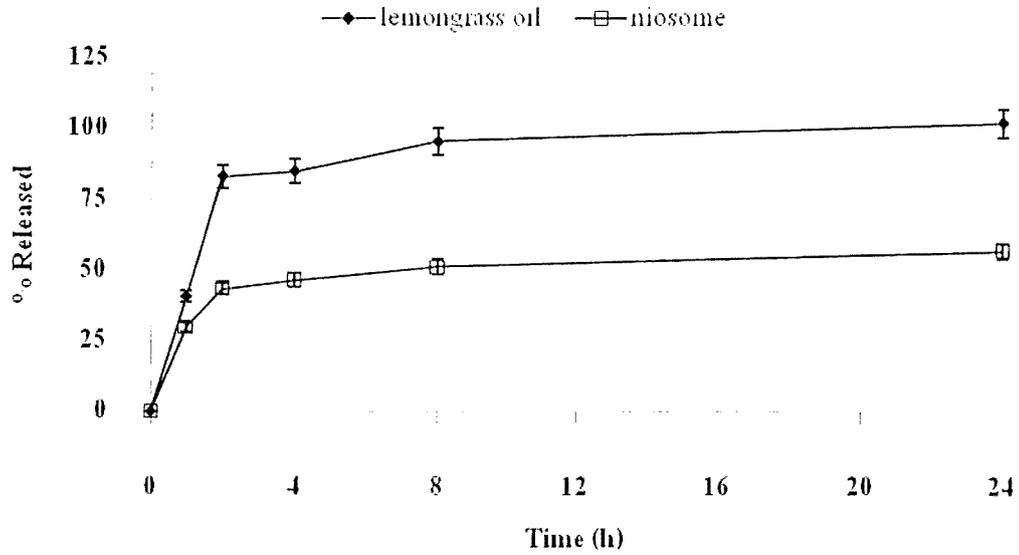
1) น้ำมันตะไคร้และนีโอโซม

จากผลการศึกษาการปลดปล่อยน้ำมันตะไคร้ทั้งหมด พบว่า ปริมาณน้ำมันตะไคร้ทั้งหมดจะมีการปลดปล่อยอย่างรวดเร็วใน 2 ชั่วโมงแรกของการทดสอบ และเริ่มมีการปลดปล่อยน้ำมันตะไคร้ช้าลง และปลดปล่อยน้ำมันตะไคร้ทั้งหมดครบ 100% .ในชั่วโมงที่ 24 ในขณะที่น้ำมันตะไคร้ในรูปแบบนีโอโซมจะมีการปลดปล่อยน้ำมัน มีปริมาณน้ำมันใกล้เคียงกับน้ำมันตะไคร้ในรูปแบบน้ำมันหอมระเหยปกติในชั่วโมงที่ 1 และมีอัตราการปลดปล่อยน้ำมันทั้งหมดลดลง จนกระทั่งในชั่วโมงที่ 24 มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยทั้งหมดประมาณ 50% ของปริมาณน้ำมันทั้งหมดในนีโอโซม (รูปที่ 29) และเมื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญแต่ละชนิด พบว่า ปริมาณสาร citral (neral+geranial) จะมีการปลดปล่อยจากน้ำมันตะไคร้เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และจะเริ่มคงที่ในชั่วโมงที่ 8 ของการทดสอบ แต่ปริมาณสารสำคัญ citral ของน้ำมันตะไคร้ในนีโอโซมจะมีการปลดปล่อยเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ช้าตลอดระยะเวลา 24 ชั่วโมงและมีแนวโน้มจะมีการปลดปล่อยปริมาณสารสำคัญเพิ่มขึ้น (รูปที่ 30)

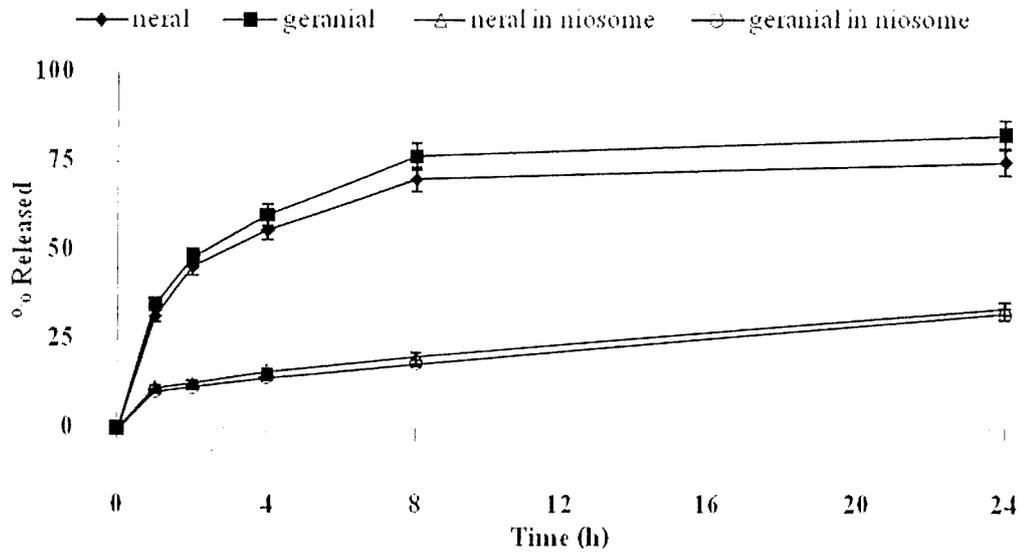
2) น้ำมันตะไคร้หอมและนีโอโชม

จากการศึกษาการปลดปล่อยปริมาณน้ำมันตะไคร้หอมทั้งหมด พบว่า ปริมาณน้ำมันทั้งหมดของน้ำมันตะไคร้หอมมีการปลดปล่อย อย่างรวดเร็วในระยะเวลา 2 ชั่วโมงแรก ของการทดสอบ และมีการปลดปล่อยช้าลงเมื่อเวลาผ่านไป จนกระทั่งชั่วโมงที่ 24 มีอัตราการปลดปล่อยน้ำมันทั้งหมดประมาณ 75% ของปริมาณน้ำมันทั้งหมด ส่วนของน้ำมันตะไคร้หอมในรูปแบบนีโอโชนั้น ในชั่วโมงแรกจะมีการปลดปล่อยน้ำมันในอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกับน้ำมันตะไคร้หอมในรูปแบบน้ำมันปกติ และมีอัตราการปลดปล่อยลดลงอย่างช้าๆ จนกระทั่งชั่วโมงที่ 24 มีปริมาณน้ำมันทั้งหมดที่ปลดปล่อย ประมาณ 50% ของน้ำมันตะไคร้หอมในรูปแบบนีโอโชม อย่างไรก็ตาม ทั้งน้ำมันในรูปแบบปกติ และในรูปแบบนีโอโชมยังมีแนวโน้มที่สามารถเพิ่มปริมาณการปลดปล่อยน้ำมัน ได้อีก เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการทดสอบ (รูปที่ 31)

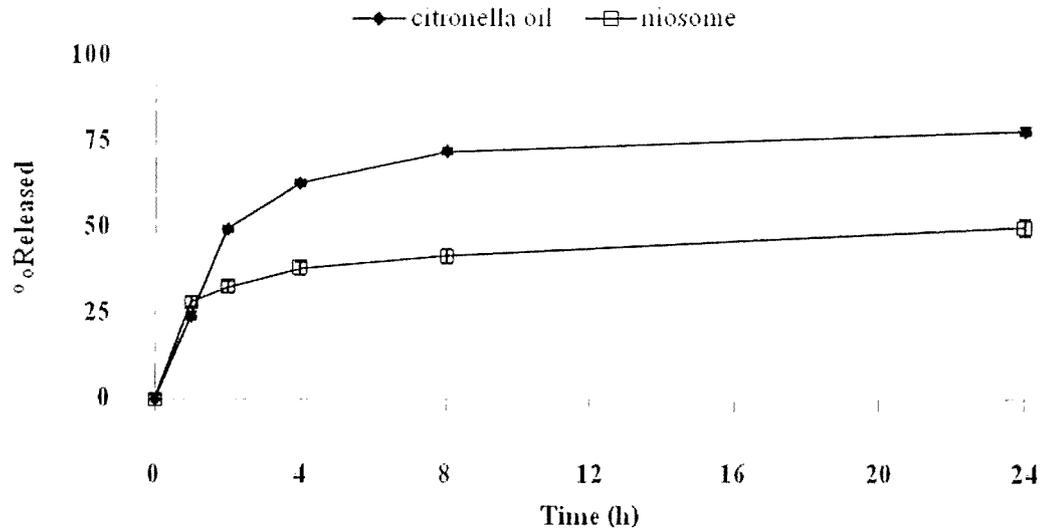
นอกจากนี้เมื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญของน้ำมันหอมระเหยที่ปลดปล่อย พบว่า ปริมาณสารสำคัญของน้ำมันตะไคร้หอมคือ citronellal และ geraniol จะมีการปลดปล่อยผ่านในปริมาณมากในช่วงระยะเวลา 4 ชั่วโมง แรกของการทดสอบ และจะมีอัตราการปลดปล่อยช้าลงเรื่อยๆ จนกระทั่งที่เวลา 24 ชั่วโมง จะมีปริมาณสารสำคัญ citronellal และ geraniol ประมาณ 50% ของปริมาณสารทั้งหมด ในขณะที่ สารสำคัญ citronellal และ geraniol ภายในนีโอโชม จะมีการปลดปล่อยสารทั้งสองอย่างรวดเร็วในชั่วโมงแรกของการทดสอบ และมีการปลดปล่อยสารสำคัญอย่างช้าๆ จนกระทั่งที่เวลา 24 ชั่วโมง จะมีปริมาณสารสำคัญทั้งสองชนิดประมาณ 40% ของสารสำคัญในนีโอโชม (รูปที่ 32)



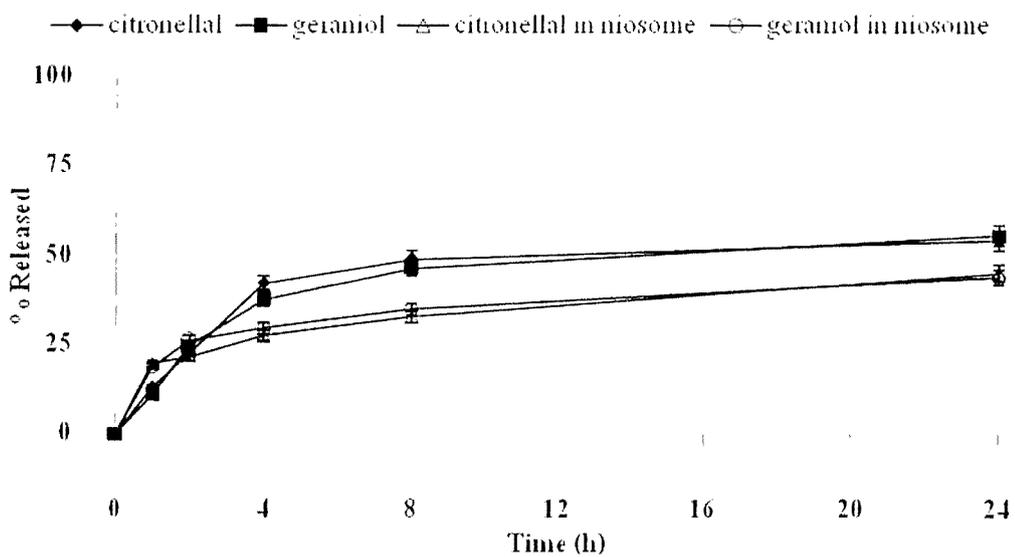
รูปที่ 29 การปลดปล่อยน้ำมันทั้งหมดของน้ำมันตะไคร้และนีโอโซม วิเคราะห์ด้วย UV-spectrophotometer (N=3) (Release medium: 60% ethanol; 120 rpm; 32°C)



รูปที่ 30 การปลดปล่อยสารสำคัญของน้ำมันตะไคร้และนีโอโซม วิเคราะห์ด้วย GC-FID (N=3) (Release medium: 60% ethanol; 120 rpm; 32°C)



รูปที่ 31 การปลดปล่อยน้ำมันทั้งหมดของน้ำมันตะไคร้หอมและนีโอโซม วิเคราะห์ด้วย UV-spectrophotometer (N=3) (Release medium: 60% ethanol; 120 rpm; 32°C)



รูปที่ 32 การปลดปล่อยสารสำคัญของน้ำมันตะไคร้หอมและนีโอโซม วิเคราะห์ด้วย GC-FID (N=3) (Release medium: 60% ethanol; 120 rpm; 32°C)

3) น้ำมันโหระพาและนีโอโซม

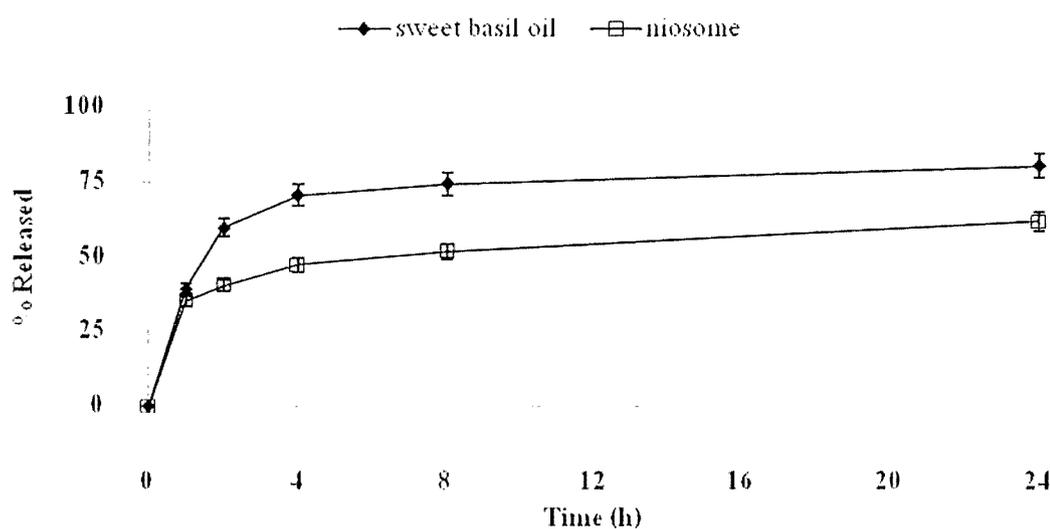
จากการศึกษาการปลดปล่อยน้ำมันโหระพาทั้งหมดด้วย พบว่า ปริมาณของน้ำมันทั้งหมดของน้ำมันโหระพาที่ปลดปล่อยมีอัตราการปลดปล่อยอย่างรวดเร็วในระยะเวลา 2 ชั่วโมงแรกของการทดสอบ และมีอัตราเร็วในการปลดปล่อยปริมาณน้ำมันน้อยลงเมื่อเวลาผ่านไป จนกระทั่งเวลาชั่วโมงที่ 24 จะมีอัตราการปลดปล่อยปริมาณทั้งหมดของน้ำมันโหระพาประมาณ 80% ของน้ำมันทั้งหมด ส่วนปริมาณน้ำมันในรูปแบบของนีโอโซมจะมีอัตราการปลดปล่อยน้ำมันในอัตราเร็วที่ใกล้เคียงกันในช่วงชั่วโมงแรกของการทดสอบ และมีการปลดปล่อยปริมาณน้ำมันทั้งหมดลดลง จนกระทั่งชั่วโมงที่ 24 ของการทดสอบปริมาณน้ำมันทั้งหมดที่ปลดปล่อยจากนีโอโซมมีปริมาณน้ำมันประมาณ 60% ของปริมาณน้ำมันทั้งหมดในนีโอโซม (รูปที่ 33)

นอกจากนี้เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญของน้ำมันโหระพาที่ปลดปล่อยในช่วงระยะเวลาต่างๆ พบว่า ในชั่วโมงแรกของการทดสอบมีปริมาณสารสำคัญต่างๆ คือ 4-allylanisole, 1,8-cineole, linalool และ camphor ประมาณ 40-50% ของปริมาณสารทั้งหมด และจะมีอัตราการปลดปล่อยสารสำคัญลดลงอย่างช้าๆ จนกระทั่งชั่วโมงที่ 24 ของการทดสอบ จะมีปริมาณสารสำคัญประมาณ 75-80% ของปริมาณสารสำคัญทั้งหมด ส่วนสารสำคัญในน้ำมันโหระพาที่ปลดปล่อยจากนีโอโซมนั้น จะมีการปลดปล่อยปริมาณสารสำคัญอย่างช้าๆ ตั้งแต่ชั่วโมงของการทดสอบ และมีปริมาณสารสำคัญของชั่วโมงที่ 24 ประมาณ 20-35% ของปริมาณสารสำคัญในนีโอโซม ซึ่งแนวโน้มของการปลดปล่อยสารสำคัญของน้ำมันโหระพาทั้งในรูปแบบน้ำมันที่ไม่ได้กักเก็บในนีโอโซมและในรูปแบบนีโอโซมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระยะเวลาการทดสอบ (รูปที่ 34)

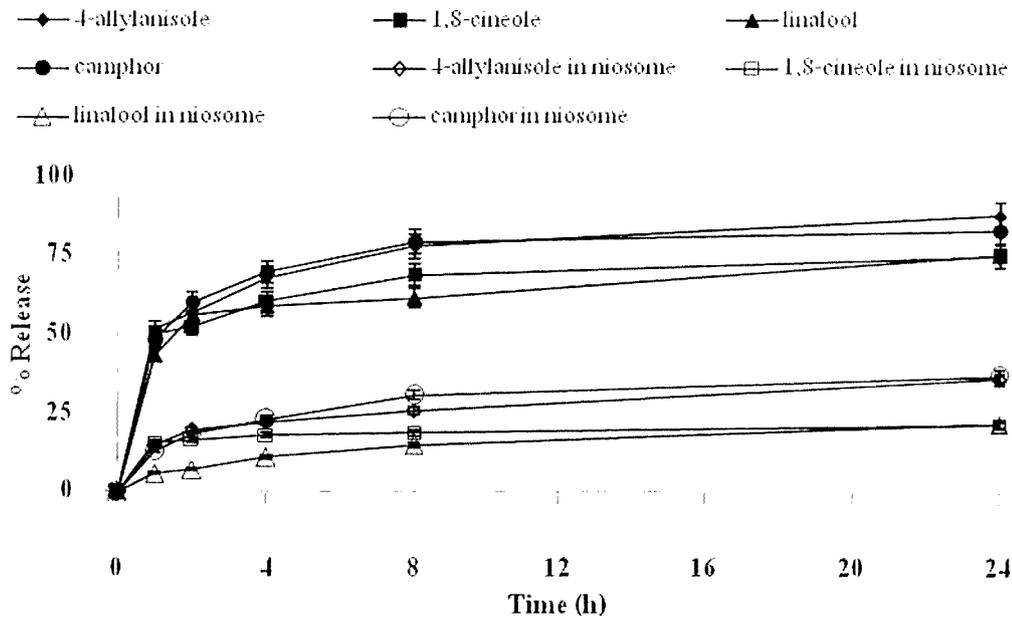
4) น้ำมันสะระแหน่และนีโอโซม

จากการศึกษาการปลดปล่อยน้ำมันสะระแหน่ทั้งหมด พบว่า ปริมาณของน้ำมันทั้งหมดของน้ำมันสะระแหน่ที่ปลดปล่อย มีอัตราการปลดปล่อยอย่างรวดเร็วในช่วง 2 ชั่วโมงแรกของการทดสอบ และมีอัตราการปลดปล่อยน้ำมันทั้งหมดลดลงอย่างช้าๆ จนกระทั่งชั่วโมงที่ 24 จะมีการปลดปล่อยน้ำมันทั้งหมดประมาณ 60% ของน้ำมันทั้งหมด ส่วนน้ำมันในรูปแบบนีโอโซมจะมีอัตราการปลดปล่อยน้ำมันอย่างช้าๆ ตั้งแต่ชั่วโมงแรกของการทดสอบ และชั่วโมงที่ 24 ของการทดสอบจะมีปริมาณของน้ำมันทั้งหมดประมาณ 26% ของน้ำมันทั้งหมดในนีโอโซม (รูปที่ 35)

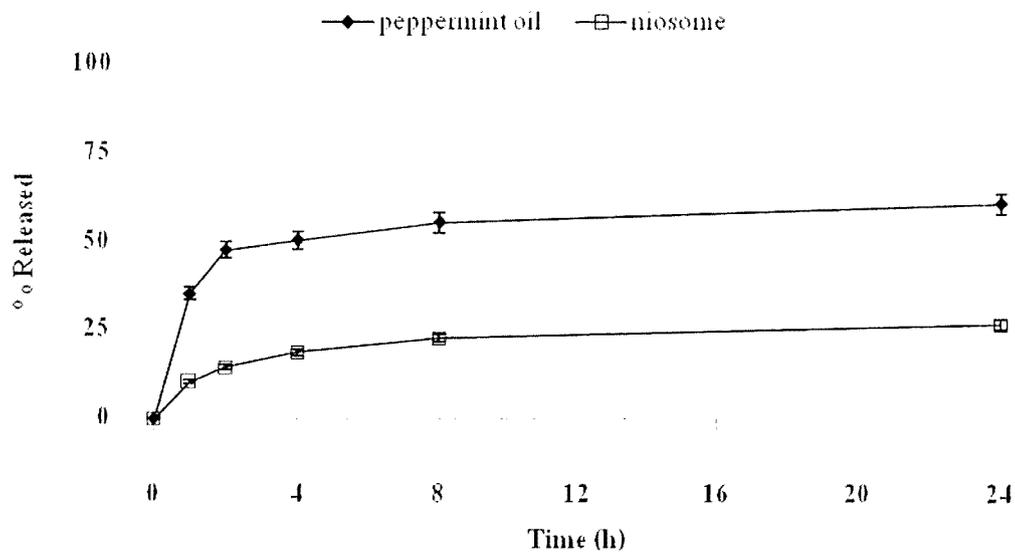
นอกจากนี้เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญของน้ำมันสะระแหน่ที่ปลดปล่อยในช่วงระยะเวลาต่างๆ พบว่า ในชั่วโมงแรกของการทดสอบมีสารสำคัญ menthol ปลดปล่อย มากกว่า 48% ของปริมาณทั้งหมด และเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ จนกระทั่งชั่วโมงที่ 24 มีปริมาณสาร menthol ประมาณ 86% ของปริมาณทั้งหมด ในขณะที่ ปริมาณสารสำคัญ menthol อย่างช้าๆ และมีปริมาณสารสำคัญของชั่วโมงที่ 24 ประมาณ 36% ของปริมาณสารสำคัญทั้งหมดในนีโอโซม และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยเมื่อเพิ่มระยะเวลาของการทดสอบ (รูปที่ 36)



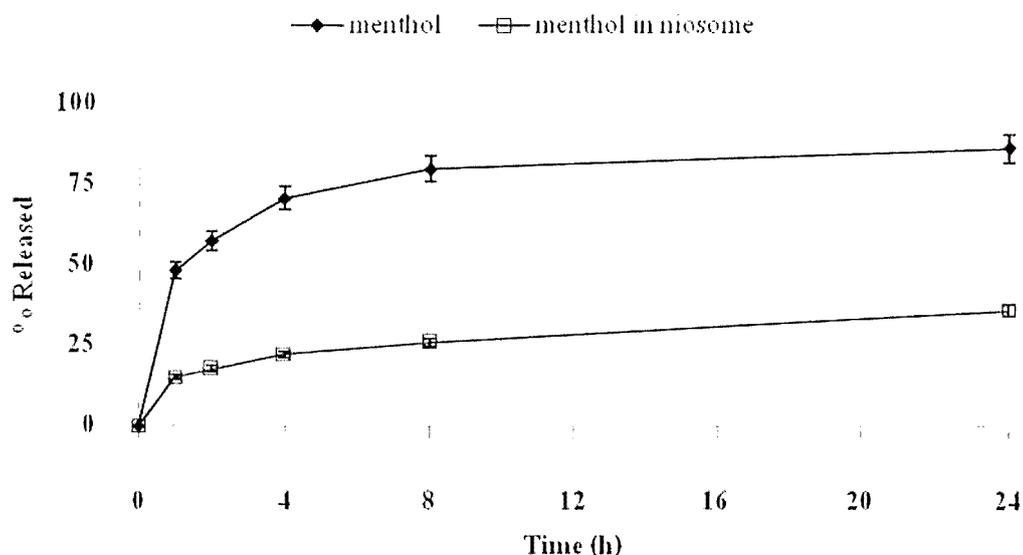
รูปที่ 33 การปลดปล่อยน้ำมันทั้งหมด ของน้ำมันโหระพาและนีโอโซม วิเคราะห์ด้วย UV-spectrophotometer (N=3) (Release medium: 60% ethanol; 120 rpm; 32°C)



รูปที่ 34 การปลดปล่อยสารสำคัญของน้ำมันโหระพาและนีโอโซม วิเคราะห์ด้วย GC-FID (N=3)
(Release medium: 60% ethanol; 120 rpm; 32 °C)



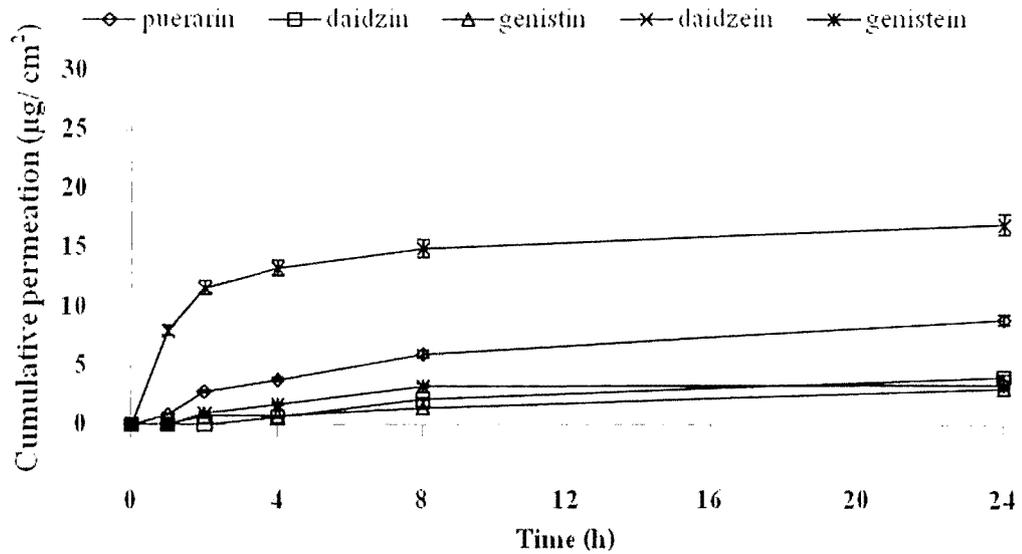
รูปที่ 35 การปลดปล่อยน้ำมันทั้งหมดผ่านของน้ำมันสะระแหน่และนีโอโซมที่กักเก็บน้ำมันสะระแหน่ (Release medium: 60% ethanol; 120 rpm; 32°C) ที่เวลาต่างๆ วิเคราะห์ด้วย UV-spectrophctometer ที่ความยาวคลื่น 239 nm (N=3)



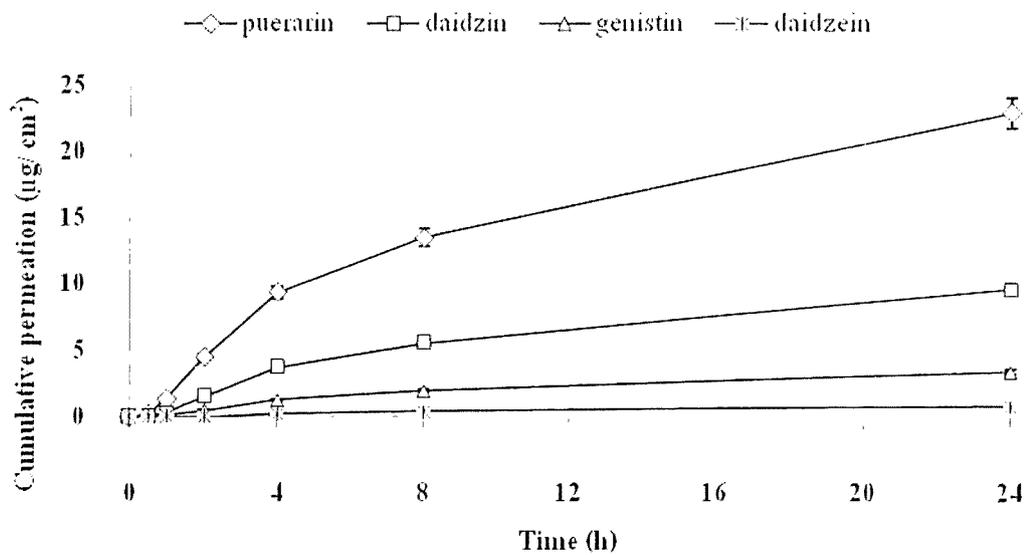
รูปที่ 36 การปลดปล่อยสารสำคัญ ของน้ำมันสะระแหน่และนีโอโซมที่กักเก็บน้ำมันสะระแหน่ (Release medium: 60% ethanol; 120 rpm; 32°C) ที่เวลาต่างๆ วิเคราะห์ด้วย GC-FID ที่ detector temperature 250°C (N=3)

2.5 การทดสอบซึมผ่านผิวหนังของนีโอโซมสารสกัดกวาวเครือขาว

จากการศึกษาการซึมผ่านผิวหนังหนูแรกเกิดของสารสกัดกวาวเครือขาวและนีโอโซมสารสกัดกวาวเครือขาว ความเข้มข้น 10 mg/ml พบว่า สารสำคัญทุกชนิดในสารสกัดกวาวเครือขาวสามารถซึมผ่านผิวหนังได้ แต่มีปริมาณในการซึมผ่านแตกต่างกัน สารที่พบมากที่สุดในการซึมผ่านผิวหนังคือ daidzein ที่เวลา 24 ชั่วโมง สามารถซึมผ่านผิวได้ประมาณ 17 µg และสารที่มีการซึมผ่านรองลงมาคือ puerarin ประมาณ 8.9 µg ในขณะที่สารสำคัญ daidzin, genistin และ genistein ซึมผ่านผิวหนังได้เพียง 3-4 µg (รูปที่ 37) ส่วนนีโอโซมสารกักเก็บสกัดกวาวเครือขาว พบว่า ที่เวลา 24 ชั่วโมง มีสารสำคัญซึมผ่านผิวหนังได้ 4 ชนิด คือ puerarin daidzin, genistin และ daidzein ในปริมาณ 23, 9, 3 และ 0.8 µg ตามลำดับ (รูปที่ 38)



รูปที่ 37 ปริมาณสารไฟโตเอสโตรเจนที่ซึมผ่านชั้นผิวหนังของสารสกัดควาวเครือขาว ความเข้มข้น 10 mg/ml ด้วยวิธี Franz diffusion cell (N=3)



(ข)

รูปที่ 38 ปริมาณสารไฟโตเอสโตรเจนที่ซึมผ่านชั้นผิวหนังของนีโอโซมกักเก็บสารสกัดควาวเครือขาว ความเข้มข้น 10 mg/ml ด้วยวิธี Franz diffusion cell (N=3)

อภิปรายผลการวิจัย

1. การสกัดสารไอโซฟลาโวนจากพืชไฟโตเอสโตรเจน

สารสกัดถั่วเหลืองและสารสกัดถั่วเขียวเป็นสารสกัดที่มีสารสำคัญหลายกลุ่ม ที่มีฤทธิ์คล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจน ซึ่งสามารถแบ่งสารสำคัญที่ใช้ในการศึกษาออกเป็น 2 กลุ่มหลักๆ คือ กลุ่ม glucoside ได้แก่ puerarin, daidzin genistin และกลุ่ม aglycone ได้แก่ daidzein และ genistein สารทั้งสองกลุ่มนั้นเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการออกฤทธิ์หลายอย่าง โดยเฉพาะกลุ่ม aglycone ที่มีฤทธิ์สูงกว่ากลุ่ม glucoside การสกัดสารไอโซฟลาโวนจากถั่วเหลืองและถั่วเขียวสามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งในการศึกษาวิจัยนี้เลือกใช้วิธีการสกัดด้วย Soxhlet extractor ที่เป็นการสกัดสารสำคัญจากพืชสมุนไพรที่ต้องการอย่างต่อเนื่องและเหมาะสมสำหรับสารสำคัญที่มีคุณสมบัติทนความร้อนได้ในระดับหนึ่ง ถึงแม้ว่าสารไอโซฟลาโวนที่ได้จากการสกัดถั่วเหลืองและถั่วเขียวจะมีโอกาสสลายตัวจากการสกัดสารสำคัญในปริมาณเล็กน้อยเนื่องจากสารไอโซฟลาโวนจะสลายตัวที่อุณหภูมิมากกว่า 100°C (Chien et al., 2005) ถึงแม้ว่าที่อุณหภูมิ 70-90 °C สาร genistein และ daidzein มีอัตราการสลายตัวคงที่เป็นปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง (Ungar et al., 2003) แต่วิธีนี้มีข้อดีว่าการสกัดแบบวิธีอื่นคือ ใช้เวลาในการสกัดที่น้อยกว่าการสกัดแบบ maceration และใช้ตัวทำละลายน้อยกว่าการสกัดแบบ percolation ในการศึกษาการสกัดสารไฟโตเอสโตรเจนจากถั่วเหลืองในตัวทำละลายชนิดต่างๆ ที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน ได้ปริมาณสารสกัดจากตัวทำละลาย hexane สูงที่สุด คิดเป็น 21.89% ของน้ำหนักผงแห้ง แต่ไม่พบปริมาณสารสำคัญไอโซฟลาโวนในสารสกัดจากการวิเคราะห์หาปริมาณสารด้วย HPLC ของสารสกัดจากตัวทำละลาย hexane ซึ่งอาจจะเกิดจากในสารสกัดมีปริมาณสารไอโซฟลาโวนน้อยมากจนกระทั่งไม่สามารถวิเคราะห์ได้ ดังนั้นสารสกัดที่ได้จากตัวทำละลายดังกล่าวจึงมีความน่าจะเป็นกรดไขมัน เนื่องจากในตัวเหลืองมีองค์ประกอบประเภทกรดไขมันจำนวนมาก คิดเป็น 19-22% ของปริมาณทั้งหมด และส่วนมากเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว (Smith et al., 1987) และส่วนมากใช้ตัวทำละลาย hexane ในการสกัดน้ำมันจากถั่วเหลืองซึ่งจะทำให้ได้น้ำมันถั่วเหลืองในปริมาณมาก (Bhagya et al., 1992) ส่วนสารสกัดจากตัวทำละลายชนิดอื่นๆ คือ 95% ethanol, dichloromethane และ ethyl acetate พบว่า ได้ปริมาณสารสกัดที่มีปริมาณรองลงจากสารสกัดตัวทำละลาย hexane ตามลำดับ ลักษณะของสารสกัดจากตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิดที่ได้มีลักษณะเป็นของเหลวหนืดสีเหลืองเข้ม และสารสกัดที่ได้จากตัวทำละลาย 95% ethanol ที่มีปริมาณมากกว่าสารสกัดจากตัวทำละลาย dichloromethane และ ethyl acetate นั้นเป็นผลมาจากตัวทำละลาย 95% ethanol นี้เป็นตัวทำละลายที่สามารถสกัดสารสำคัญได้ทั้งสารที่มีคุณสมบัติมีขี้และไม่ขี้ ทำให้สารสกัดที่ได้มีปริมาณมาก ในขณะที่ตัวทำละลาย dichloromethane และ ethyl acetate มีคุณสมบัติที่มีขี้้นน้อยกว่าทำให้ได้ปริมาณสารสกัดน้อยกว่า เมื่อนำสารสกัดจากตัวทำละลายชนิดต่างๆ ไปวิเคราะห์หาปริมาณ

สารสำคัญไอโซฟลาโวนด้วยเครื่อง HPLC โดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน พบว่า สารสกัดจากตัวทำละลาย ethyl acetate เป็นสารสกัดที่มีปริมาณสารสำคัญ ไอโซฟลาโวนมากที่สุด คือ 50.85 ± 0.14 mg ต่อน้ำหนักผงแห้ง 100 g และอยู่ในรูปของสาร aglycone มากกว่า glucoside ในขณะที่สารสกัดจากตัวทำละลาย 95% ethanol มีปริมาณสารสำคัญไอโซฟลาโวน เป็น 43.86 ± 1.03 mg ต่อน้ำหนักผงแห้ง 100 g และอยู่ในรูปของ glucoside มากกว่า aglycone และสารสกัดจากตัวทำละลาย dichloromethane ปริมาณสารสำคัญไอโซฟลาโวนน้อยที่สุด คือมีปริมาณ 0.46 ± 0.03 mg ต่อน้ำหนักผงแห้ง 100 g จากผลการศึกษานี้ให้ผลคล้ายกับการศึกษาของ Chukeatirote และคณะ ในการสกัดสารสำคัญไฟโตเอสโตรเจนจากสารสกัดกวาวเครือขาวซึ่งพบว่า สารสำคัญที่ได้จากตัวทำละลาย ethyl acetate มีปริมาณมากกว่าสารสกัดจากตัวทำละลาย methanol และ hexane ซึ่งเป็นตัวทำละลายที่มีคุณสมบัติความเป็นขี้มากกว่าและน้อยกว่าตัวทำละลาย ethyl acetate ตามลำดับ (Chukeatirote et al., 2009) ส่วนการสกัดสารไฟโตเอสโตรเจนจากสารสกัดกวาวเครือขาว ซึ่งมีสารในกลุ่ม glucoside คือ puerarin ซึ่งมีฤทธิ์ estrogenic เทียบกับ 17- β estradiol เป็น 8.1% (Zhang et al., 2005) มีคุณสมบัติละลายได้ดีในตัวทำละลายมีขี้ จากการสกัดสารสำคัญด้วย 95% ethanol ทำให้ได้ปริมาณสารสกัดในปริมาณมาก คิดเป็น 14% ของน้ำหนักผงแห้ง และมีปริมาณไอโซฟลาโวนปริมาณทั้งหมด 152.729 ± 3.178 mg ต่อน้ำหนักผงแห้ง 100 g คิดเป็นสาร puerarin 88.592 ± 0.123 mg และมีปริมาณสูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณสารสำคัญไอโซฟลาโวนจากสารสกัดกวาวเครือขาวด้วยตัวทำละลาย 95% ethanol ด้วยวิธี maceration แต่ปริมาณสารสำคัญที่ได้จากการสกัดอาจมีปริมาณที่แตกต่างกันได้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของพืชที่นำมาใช้ (Yingngam et al., 2008)

2. การวิเคราะห์หาปริมาณของน้ำมันหอมระเหย

จากการวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญในน้ำมันหอมระเหยที่มีฤทธิ์ด้านเชื้อจุลชีพ 4 ชนิดคือ น้ำมันตะไคร้ น้ำมันตะไคร้หอม น้ำมันโหระพา และน้ำมันสะระแหน่ พบว่าปริมาณน้ำมันตะไคร้ มีองค์ประกอบส่วนมากเป็น citral และอาจพบปริมาณสาร geraniol ได้ในปริมาณเล็กน้อย ในขณะที่ น้ำมันตะไคร้หอม ซึ่งมีปริมาณสาร citronellal และ geraniol ในปริมาณสูงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณสารสำคัญของน้ำมันตะไคร้และน้ำมันตะไคร้หอมจากประเทศโตโก (Koba et al., 2009) แต่มีปริมาณสารแตกต่างจากการศึกษาของ Nakahara และคณะ ที่พบปริมาณสาร geraniol (35.7%), trans-citral (22.7%), cis-citral (14.2%) and geranyl acetate (9.7%) เป็นสารหลักในน้ำมันตะไคร้หอม (Nakahara et al., 2003) ซึ่งอาจจะเป็นผลจากสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันจึงทำให้มีปริมาณสารสำคัญชนิดต่างๆ ในน้ำมันหอมระเหยแตกต่างกัน ดังเช่นน้ำมันโหระพามีปริมาณสารสำคัญดังนี้ 4-allylanisole 90.12%, 1,8-cineole 1.24%, linalool 0.33, camphor 0.85% ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Hussain และคณะ ที่มีปริมาณสารแตกต่างต่างกันไปเพราะการเก็บในฤดูกาลที่

แตกต่างกัน (Hussain et al., 2008) นอกจากนี้ น้ำมันสะระแห่น มีองค์ประกอบเป็น menthol 43.03% ซึ่งมีปริมาณแตกต่างจากการศึกษาของ Dolzhenko และคณะ ซึ่งเป็นผลจากการสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการเพาะปลูกเช่นเดียวกัน(Dolzhenko et al., 2010)

3. การพัฒนาตำรับนีโอโซม

เป้าหมายของการพัฒนาตำรับนีโอโซมก็เก็บสารสกัดพืช และน้ำมันหอมระเหย คือการนำส่งสารสำคัญที่มีฤทธิ์กระตุ้นการงอกยวของต่อมรากผมและกระตุ้นการเจริญของเซลล์รากผมผ่านชั้นผิวหนังทางรูเปิดบนผิว (รูขุมขน) รวมทั้งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่ผิวหนัง เนื่องจากสารสกัดกวาวเครือขาวและถั่วเหลืองมีสารสำคัญเป็นสารกลุ่มไฟโตเอสโตรเจนซึ่งมีโครงสร้างโมเลกุลขนาดใหญ่ และมีความคงตัวต่ำทำให้การซึมผ่านชั้นผิวหนังได้น้อย ส่วนน้ำมันหอมระเหยเป็นสารที่อาจทำให้เกิดระคายเคืองผิวหนังได้ และมีความคงตัวต่ำ มีการระเหยได้ในอุณหภูมิห้อง จึงพัฒนาสารสกัดพืช และน้ำมันหอมระเหยให้อยู่ในรูปแบบระบบนำส่งนีโอโซมขนาดอนุภาคนาโนเมตร เพื่อช่วยในการซึมผ่านชั้นผิวหนังได้ในปริมาณมากขึ้น และลดการระคายเคืองผิวหนังบริเวณที่สัมผัสสารดังกล่าว

การพัฒนาตำรับนีโอโซมก็เก็บสารสกัดกวาวเครือขาวและสารสกัดถั่วเหลือง ในการศึกษาที่เลือกใช้ความเข้มข้นของนีโอโซมที่ 20 mM ก็เก็บสารสกัดกวาวเครือขาวและถั่วเหลือง ความเข้มข้น 0.5, 1 และ 1.5 mg/ml จากผลการทดลองพบว่านีโอโซมก็เก็บสารสกัดกวาวเครือขาว มีลักษณะเป็นของเหลวขุ่นสีน้ำตาลอ่อน ส่วนนีโอโซมก็เก็บสารสกัดถั่วเหลืองเป็นของเหลวขุ่นสีเหลืองอ่อน สามารถก็เก็บสารสกัดได้ในความเข้มข้น 5 และ 10 mg/ml และเป็นนีโอโซมที่มีประจุลบซึ่งมีขนาดอนุภาคอยู่ในช่วงระหว่าง 180-220 nm และพบว่าเมื่อเตรียมนีโอโซมที่ก็เก็บสารสกัดในปริมาณเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ขนาดอนุภาคนีโอโซมมีขนาดใหญ่ขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับนีโอโซมเปล่า อาจเป็นเพราะสารสำคัญของสารสกัดเข้าไปอยู่ใน นีโอโซม ค่าการกระจายขนาดของอนุภาคนีโอโซม (PDI) ที่ได้มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.2-0.4 ซึ่งแสดงว่านีโอโซมที่เตรียมขึ้นมานั้นมีขนาดใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามปริมาณสารสกัดที่เพิ่มใน นีโอโซมจะส่งผลให้การกระจายขนาดของอนุภาคเพิ่มขึ้นด้วย ในขณะที่นีโอโซมก็เก็บน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 10 mg/ml เป็นนีโอโซมที่มีประจุลบเช่นเดียวกับนีโอโซมก็เก็บสารสกัด มีขนาดอนุภาคโดยเฉลี่ยอยู่ช่วงระหว่าง 130-170 nm และมีการกระจายขนาดอยู่ช่วงไม่เกิน 0.25 โดยนีโอโซมทั้ง 2 ชนิด มีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) อยู่ที่ประมาณ 3-4 แต่อย่างไรก็ตามขนาดอนุภาคของนีโอโซมที่เตรียมขึ้นมานั้น ยังอยู่ในช่วงที่สามารถซึมผ่านผิวหนังทางรูขุมขนได้ในการศึกษาของ Toll และคณะ ที่ใช้อนุภาคขนาด 750 nm ในการซึมผ่านทางรูขุมขน ไปยังเซลล์รากผม ที่อยู่ลึกประมาณ 2,000-4,000 μm จากชั้นผิวหนัง ได้ในปริมาณเล็กน้อย ในขณะที่อนุภาคของสารที่มีขนาดใหญ่กว่า 750 nm จะสะสมอยู่ใน

ผิวหนังที่ความลึกประมาณ 1,000-1,400 μm (Toll et al., 2004) และจะพบว่าขนาดอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 750 นาโนเมตรจะสามารถซึมผ่านถึง dermal papilla ทางรูขุมขนได้มากกว่า (Vogt et al., 2006) ส่วนนี้ไอโซมที่เตรียมขึ้นจากปริมาณสารสกัดความเข้มข้น 15 mg/ml พบว่าเมื่อเตรียมเป็นไอโซม มีความไม่คงตัวสูง เนื่องจากเกิดการตกตะกอนของอนุภาคนี้ไอโซมทันทีเมื่อตั้งทิ้งไว้ซึ่งอาจเกิดจากปริมาณสารสกัดที่สูงขึ้น ในขณะที่นี้ไอโซมของน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้นเดียวกัน เกิดการแยกชั้นของน้ำมันทันทีเมื่อเตรียมเสร็จ ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากปริมาณของสารที่ต้องการกักเก็บในไอโซมมีมากเกินไป ทำให้กักเก็บในไอโซมได้ไม่หมด จึงเกิดการแยกชั้นขึ้น

จากการประเมินความคงตัวทางกายภาพของไอโซมกักเก็บสารสกัดพืชและน้ำมันหอมระเหยเป็นระยะเวลา 28 วัน พบว่า ไอโซมที่เตรียมขึ้นมาทั้ง 2 ชนิดนั้นมีขนาดอนุภาคและการกระจายขนาดอนุภาค และค่าความเป็นกรดต่างเปลี่ยนแปลงจากเดิมเล็กน้อย แต่ในไอโซมกักเก็บสารสกัดพืชมีการเปลี่ยนแปลงของประจุผิวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p\text{-value} < 0.5$ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ขนาดอนุภาคของไอโซมกักเก็บสารสกัดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่อย่างไรก็ตามขนาดอนุภาคไอโซมกักเก็บสารสกัดพืชที่เปลี่ยนแปลงนั้นไม่ได้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับขนาดของอนุภาคในวันแรก (day 0) ส่วนไอโซมกักเก็บน้ำมันหอมระเหยพบว่าประจุผิวของไอโซมมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งอาจจะสรุปได้ว่าในระยะเวลา 28 วันของการทดสอบ ไอโซมที่เตรียมขึ้นมาที่มีความคงตัวทางกายภาพ

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในไอโซมกักเก็บสารสกัดกวาวเครือขาวและสารสกัดถั่วเหลืองพบว่า สารสำคัญที่พบในไอโซมมีปริมาณ 80% เมื่อเทียบกับปริมาณสารสำคัญในรูปแบบสารสกัด และมีการกักเก็บในไอโซมมากกว่า 90% ของปริมาณสารทั้งหมด ในขณะที่ไอโซมกักเก็บน้ำมันหอมระเหย ทั้ง 3 ชนิดคือ น้ำมันตะไคร้ น้ำมันตะไคร้หอม และน้ำมันโหระพา มีปริมาณน้ำมันคงเหลือในไอโซมคิดเป็น 80% ของปริมาณทั้งหมดเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้นเดียวกัน และมีการกักเก็บในไอโซม ประมาณ 75% ของปริมาณน้ำมันหอมระเหยทั้งหมดยกเว้นน้ำมันสะระแหน่ มีปริมาณน้ำมันคงเหลือในไอโซมคิดเป็น 40% ของปริมาณทั้งหมดเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้นเดียวกันและมีการกักเก็บในไอโซม ประมาณ 43% ของปริมาณน้ำมันหอมระเหยทั้งหมด ซึ่งอาจเป็นผลจากการเตรียมไอโซมที่มีกระบวนการผ่านความร้อนในการลดขนาดอนุภาคไอโซม

จากผลการศึกษาการปลดปล่อยสารสำคัญจากสารสกัดพืช และน้ำมันหอมระเหยในรูปแบบระบบนำส่งไอโซม โดยใช้ dialysis bag พบว่า การปลดปล่อยของสารสกัดกวาวเครือขาวและถั่วเหลือง และน้ำมันหอมระเหยทั้ง 4 ชนิด ในรูปแบบสารสกัดและน้ำมันหอมระเหยปกติจะมีการปลดปล่อยอย่างรวดเร็วในระยะเวลา 2 ชั่วโมงแรกของการทดสอบ จะมีปริมาณการปลดปล่อยใกล้เคียง 100% ในเวลาที่ 24 ชั่วโมง ในขณะที่ไอโซมกักเก็บสารสกัดกวาวเครือขาวและสารสกัด

ถั่วเหลือง จะมีการปลดปล่อยอย่างช้าๆ และจะมีปริมาณสารสำคัญใกล้เคียงกันกับสารสำคัญในรูปแบบสารสกัดธรรมดาในเวลา 24 ชั่วโมง แต่น้ำมันหอมระเหยจะมีอัตราการปลดปล่อยสารสำคัญที่ช้ากว่าซึ่งพบว่า ณ เวลาชั่วโมงที่ 24 ของการทดสอบนี้ ไอโซมกักเก็บน้ำมันหอมระเหยจะมีอัตราการปลดปล่อยสารสำคัญประมาณ 25-50% ของปริมาณน้ำมันทั้งหมด ซึ่งอาจเกิดเนื่องจากคุณสมบัติความมีขี้ของน้ำมันหอมระเหยที่มีความชอบกับไขมันที่เป็นสูงทำให้การปลดปล่อยสารจะถูกเก็บไว้บนผิวนี้ ไอโซมมากกว่าละลายออกมาใน release medium ทำให้ปริมาณการแพร่ผ่าน dialysis bag มีปริมาณน้อย แต่อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาพบว่า การปลดปล่อยสารสำคัญของน้ำมันหอมระเหยนี้ ไอโซมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งถ้าเพิ่มระยะเวลาในการทดสอบอาจจะพบว่าปริมาณของสารสำคัญที่ปลดปล่อยจากนี้ ไอโซมมีอัตราการปลดปล่อยใกล้เคียงกับน้ำมันหอมระเหยในรูปแบบปกติ

จากการทดสอบการซึมผ่านชั้นผิวหนังด้วยวิธี Franz diffusion cell ของสารสกัดกวาวเครือขาวและนี้ ไอโซมกักเก็บสารสกัดกวาวเครือขาวพบว่า สารสำคัญของสารสกัดกวาวเครือขาวในรูปแบบของ aglycone ซึ่งมีคุณสมบัติความเป็นขี้้นน้อยกว่าสารสำคัญในรูปแบบ glucoside จะมีการซึมผ่านชั้นผิวหนังในปริมาณมากกว่า ดังเช่นสาร daidzein แต่เนื่องจากสารสำคัญ genistein ของสารสกัดกวาวเครือขาวมีปริมาณน้อยมากทำให้การซึมผ่านผิวมีปริมาณน้อยกว่าเมื่อเทียบกับสารสำคัญ daidzein และมีปริมาณใกล้เคียงกับสารสำคัญในกลุ่ม glucoside ส่วนการซึมผ่านผิวหนังของสารสกัดกวาวเครือขาวในรูปแบบของนี้ ไอโซมพบว่า สารสำคัญในกลุ่ม glucoside มีการซึมผ่านชั้นผิวหนังมากขึ้นเมื่อเทียบกับรูปแบบสารสกัดปกติซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากนี้ ไอโซมที่ช่วยในการซึมผ่านผิวหนัง