

เทคนิคการทำอะซาดิแรคตินให้เข้มข้นจากสิ่งสกัดโดยวิธีการดูดซับ

นางสาวปทุมทิพย์ คันทับทิมทอง



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาเคมีเทคนิค

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


พ.ศ. 2539

ISBN 974-633-625-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I17377602

CONCENTRATION TECHNIQUE FOR CRUDE AZADIRACHTIN EXTRACT
BY ADSORPTION



Miss Pathumthip Tonthubthimthong

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Chemical Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1996

ISBN 974-633-625-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์

เทคนิคการทำอะซาดิแรคตินให้เข้มข้นจากสิ่งสกัดโดยวิธีการดูดซับ

โดย

นางสาวปทุมทิพย์ ดั้นทับทิมทอง

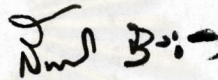
ภาควิชา

เคมีเทคนิค

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ดร.เพียรพรรค ทศคร

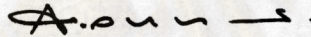
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต



.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

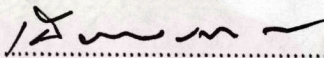
(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ อุสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



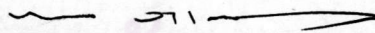
.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ กัญญา บุญเกียรติ)



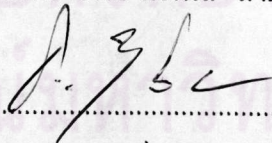
.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ดร.เพียรพรรค ทศคร)



.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.พล สาเกทอง)



.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธราพงษ์ วิทิตสานต์)



พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

ปทุมทิพย์ ดันทับทิมทอง : เทคนิคการทำอะซาดิแรคตินให้เข้มข้นจากสิ่งสกัดโดยวิธี
การดูดซับ (CONCENTRATION TECHNIQUE FOR CRUDE AZADIRACTIN
EXTRACT BY ADSORPTION) อ.ที่ปรึกษา : อ.ดร.เพียรพรอค ทศกร, 112 หน้า.
ISBN 974-633-625-8

งานวิจัยนี้ศึกษาการสกัดสารอะซาดิแรคตินซึ่งเป็นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชจากเนื้อในเมล็ด
สะเดาและเทคนิคในการทำให้เข้มข้น ในขั้นแรกสกัดน้ำมันออกด้วยเฮกเซนในอัตราส่วนผงสะเดา
1 กรัมต่อตัวทำละลาย 10 มิลลิลิตร กวนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง กรองและแยกเก็บออกมาสกัดอะซาดิแรคติน
ต่อด้วยเมทานอลโดยวิธีเดียวกัน ได้สิ่งสกัดเมทานอลซึ่งมีปริมาณอะซาดิแรคติน 0.01 กรัมใน 100 กรัม
ของสิ่งสกัดเมทานอล ในขั้นที่สองเป็นการทำให้ผลิตภัณฑ์อะซาดิแรคตินเข้มข้น 3 วิธี วิธีแรกเป็นการ
ระเหยเมทานอลออกจากสิ่งสกัดภายใต้สุญญากาศได้สิ่งสกัดหยาบมีอะซาดิแรคติน 0.27 กรัมใน 100
กรัมของสิ่งสกัดหยาบ วิธีที่สองนำสิ่งสกัดหยาบมาสกัดน้ำมันที่เหลืออยู่ออกแล้วสกัดอะซาดิแรคตินด้วย
ไดคลอโรมีเทน นำชั้นของไดคลอโรมีเทนไประเหยตัวทำละลายออกได้ผลิตภัณฑ์เป็นของแข็งสีเหลือง
เขียวมีอะซาดิแรคติน 3.99 กรัมใน 100 กรัมของผลิตภัณฑ์ วิธีที่สามดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัด
เมทานอลด้วยถ่านกัมมันต์ในอัตราส่วนถ่านกัมมันต์ 2.33 กรัมต่อสิ่งสกัดเมทานอล 100 มิลลิลิตร ซึ่งมี
อะซาดิแรคตินอยู่ 2 มิลลิกรัม พบว่าสามารถดูดซับอะซาดิแรคตินได้ร้อยละ 97 เก็บถ่านกัมมันต์ดังกล่าว
ในสภาพนี้เป็นเวลา 1 เดือน โดยอะซาดิแรคตินสลายตัวน้อยมาก แต่ถ้าเก็บไว้ 5 เดือน จะเหลือ
อะซาดิแรคตินร้อยละ 65 เมื่อชะล้างอะซาดิแรคตินออกจากถ่านกัมมันต์นี้ด้วยไดคลอโรมีเทนแล้วระเหย
ไดคลอโรมีเทนออกจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นของแข็งกึ่งเหลวสีน้ำตาลมีอะซาดิแรคติน 3.16 กรัมใน 100 กรัม
ผลิตภัณฑ์

การดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอลด้วยถ่านกัมมันต์สามารถแสดงภาวะสมดุลใน
รูปสมการที่แสดงมิลลิกรัมของอะซาดิแรคตินต่อกรัมถ่านกัมมันต์ (C_s) ที่สัมพันธ์กับไมโครกรัมของ
อะซาดิแรคตินในกรัมของเมทานอล (C_1) ดังนี้

$$C_s = C_1^{0.2}$$

อัตราเร็วเริ่มต้นในการดูดซับอะซาดิแรคตินบนถ่านกัมมันต์ ($-R_A$, โมล/ลิตร.นาท.)แสดงใน
รูปสมการดังนี้

$$-R_A = 0.02 C_A^{1.5} W_B^{2.5}$$

C_A คือความเข้มข้นของอะซาดิแรคตินในสิ่งสกัดเมทานอล (โมล/ลิตร) และ W_B คือปริมาณกรัมของ
ถ่านกัมมันต์ที่ใช้ต่อลิตรของสิ่งสกัดเมทานอล

ภาควิชา เคมีเทคนิค
สาขาวิชา เคมีเทคนิค
ปีการศึกษา 2538

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C625667 MAJOR CHEMICAL TECHNOLOGY

KEY WORD: AZADIRACHTIN/ SOLVENT EXTRACT/ ADSORPTION
PATHUMTHIP TONTHUBTHIMTHONG: CONCENTRATION TECHNIQUE
FOR CRUDE AZADIRACHTIN EXTRACT BY ADSORPTION. THESIS
ADVISOR: PIENPAK TASAKORN, Ph.D.
112 pp. ISBN 974-633-625-8

In this study, the extraction of azadirachtin and concentration techniques were investigated. Azadirachtin is a natural insecticide extracted from neem seed kernel. Neem oil was first extracted from the seed using hexane at a ratio of 1 g neem seed to 10 ml of solvent by agitation for 1 h. Azadirachtin in the dried cake was subsequently extracted using methanol using similar method. The methanol extract was found to contain 0.01 g in 100 g of methanol extract. Three methods to produce concentrated azadirachtin products were investigated. The first method is the vacuum evaporation of methanol extract to produce a concentrate containing 0.27 g azadirachtin in 100 g of crude extract. The second method starts from defatting of the crude extract followed by extraction using dichloromethane and evaporation to yield a green-yellow solid product containing 3.99 g azadirachtin in 100 g. The third method involves adsorption of azadirachtin from original methanol extract by activated carbon at a ratio of 2.33 g/100 ml of the methanol extract containing 2 mg azadirachtin. It was found that 97 % of azadirachtin was adsorbed on the dried carbon powder. The adsorbed azadirachtin can be kept in a refrigerator for 1 month with negligible degradation. However, after 5 months, the azadirachtin content remained is only 65 %. The azadirachtin can be removed from the activated carbon by leaching with dichloromethane and then evaporation to yield brown semi-solid product containing 3.16 g azadirachtin in 100 g.

The equilibrium relationship between azadirachtin adsorbed on activated carbon, C_s (mg azadirachtin/g activated carbon), and azadirachtin in the solution, C_1 (μg azadirachtin/g methanol), can be correlated as :

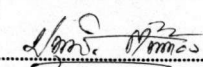
$$C_s = C_1^{0.2}$$

The initial adsorption rate ($-R_A$, mole/liter.min) can be represented by

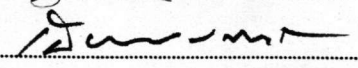
$$-R_A = 0.02 C_A^{1.5} W_B^{2.5}$$

where C_A is the azadirachtin concentration (mole/liter) and W_B is the weight of activated carbon used (g/liter methanol extract).

ภาควิชา.....เคมีเทคนิค

ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา.....เคมีเทคนิค

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา.....2538

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....-

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.เพียรพรรค ทศกร ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและช่วยเหลือให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี รวมทั้งคณาจารย์ทุกท่านในภาควิชาเคมีเทคนิคที่ได้ให้คำแนะนำ

ขอขอบพระคุณโรงงานประณีตอุตสาหกรรม จำกัด ที่กรุณาอนุเคราะห์ให้ฟุ่มซิติก้าเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและศาสตราจารย์ ดร.ประสม สถาปิตานนท์ ที่ให้ทุนอุดหนุนงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณ คุณอารมย์ แสงวนิชย์และคุณชัยพัฒน์ จิระธรรมจारी ที่ได้อำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการ เครื่อง HPLC และให้คำแนะนำ ขอขอบคุณ ดร.สมหมาย ตรีชัยยาพร Dr.Klaus Emmel และอาจารย์ในคณะวิชาเทคนิคเคมี วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ทุกท่านที่ให้คำแนะนำ ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ในภาควิชาเคมีเทคนิค ในกองวัดภูมิพิษกรมวิชาการเกษตรและผู้ที่อยู่เบื้องหลังทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้การทำวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วง

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ขอบคุณพี่และน้องที่ได้ให้กำลังใจ ให้คำแนะนำ ความช่วยเหลือและให้การสนับสนุนเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

| | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | จ |
| กิตติกรรมประกาศ..... | ฉ |
| สารบัญตาราง..... | ฅ |
| สารบัญภาพ..... | ฆ |
| สารบัญรูป..... | ฉ |
| สารบัญแผนภูมิ..... | ค |
| บทที่ | |
| 1. บทนำ..... | 1 |
| 2. วารสารปริทัศน์..... | 3 |
| 2.1 สะเคา..... | 3 |
| 2.2 อะชาติเรคติน..... | 7 |
| 2.3 การสกัดของแข็งตัวของเหลว..... | 10 |
| 2.4 การสกัดของเหลวด้วยของเหลว..... | 11 |
| 2.5 การดูดซับ..... | 13 |
| 2.6 ถ่านกัมมันต์..... | 17 |
| 2.7 งานวิจัยในอดีต..... | 19 |
| 3. เครื่องมือและวิธีการทดลอง..... | 21 |
| 3.1 เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการทดลอง..... | 21 |
| 3.2 ขั้นตอนการทดลอง..... | 24 |
| 3.2.1 การเตรียมสิ่งสกัดเมทานอลสำหรับทำให้อะชาติเรคตินเข้มข้น โดยวิธีการสกัดของแข็งด้วยไดคลอโรมีเทน..... | 24 |
| 3.2.2 การทำอะชาติเรคตินให้มีความเข้มข้นมากขึ้น..... | 26 |
| 3.2.3 การศึกษาการชะล้างอะชาติเรคตินจากถ่านกัมมันต์บด..... | 32 |
| 3.2.4 การทดสอบการนำเมทานอลและถ่านกัมมันต์ที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่..... | 32 |
| 4. ผลการทดลอง การวิเคราะห์และวิจารณ์..... | 34 |
| 4.1 ผลการสกัดอะชาติเรคตินออกจากเนื้อในเมล็ดสะเคาโดยวิธีสกัด ของแข็งด้วยของเหลว..... | 34 |

สารบัญ (ต่อ)

| บทที่ | หน้า |
|--|------|
| 4.2 การทำอะซาดิแรคตินให้เข้มข้น..... | 38 |
| 4.2.1 การระเหยเมทานอลออกจากสิ่งสกัดเมทานอลภายใต้สุญญากาศ..... | 38 |
| 4.2.2 การสกัดอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอลด้วยไคคลอโรมีเทน..... | 38 |
| 4.2.3 การดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอล..... | 38 |
| 4.3 การชะล้างอะซาดิแรคตินออกจากถ่านกัมมันต์บด..... | 51 |
| 4.3.1 การชะล้างอะซาดิแรคตินออกจากถ่านกัมมันต์บดด้วยตัวชะล้างชนิดต่างๆ | 51 |
| 4.3.2 การศึกษาอิทธิพลของปริมาณของตัวชะล้างในการชะล้างอะซาดิแรคติน ออกจากถ่านกัมมันต์บด..... | 52 |
| 4.3.3 การศึกษาอิทธิพลของเวลาในการชะล้างอะซาดิแรคตินออกจาก ถ่านกัมมันต์บด..... | 53 |
| 4.4 การศึกษาอิทธิพลของการนำเมทานอลและถ่านกัมมันต์ที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ | 54 |
| 4.4.1 การนำเมทานอลที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่..... | 54 |
| 4.4.2 การนำถ่านกัมมันต์ที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่..... | 55 |
| 4.5 การศึกษากราฟที่ภาวะสมดุลและจลนพลศาสตร์เบื้องต้นของการดูดซับ อะซาดิแรคตินด้วยถ่านกัมมันต์..... | 56 |
| 5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ..... | 61 |
| รายการอ้างอิง..... | 65 |
| ภาคผนวก..... | 67 |
| ภาคผนวก ก คุณสมบัติของเมล็ดสะเดา ถ่านกัมมันต์..... | 68 |
| ภาคผนวก ข การเตรียมสารละลายสำหรับฉีด HPLC | 71 |
| ภาคผนวก ค การวัดปริมาณสารอะซาดิแรคตินด้วยเครื่อง HPLC | 72 |
| ภาคผนวก ง โครมาโตแกรมแสดงพีคอะซาดิแรคติน..... | 73 |
| ภาคผนวก จ ข้อมูลการทดลอง..... | 88 |
| ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างการคำนวณ | 91 |
| ภาคผนวก ช ข้อมูลและผลวิเคราะห์ที่ใช้ในการศึกษากราฟที่ภาวะสมดุล และหาสมการอัตราเร็วเริ่มต้น..... | 109 |
| ภาคผนวก ซ สภาพขั้วของตัวทำละลาย..... | 110 |
| ประวัติผู้เขียน..... | 112 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|----------|------|
| 2.1 | 4 |
| 2.2 | 6 |
| 3.1 | 31 |
| 4.1 | 35 |
| 4.2 | 35 |
| 4.3 | 39 |
| 4.4 | 40 |
| 4.5 | 42 |
| 4.6 | 44 |
| 4.7 | 47 |
| 4.8 | 48 |
| 4.9 | 50 |
| 4.10 | 51 |
| 4.11 | 52 |

สารบัญตาราง(ต่อ)

| ตารางที่ | หน้า |
|---|------|
| 4.12 ร้อยละของอะซาดิแรคตินที่ถูกชะออกมาตามเวลาที่ใช้ในการชะล้างอะซาดิแรคติน ในสัดส่วนถ่านกัมมันต์ที่ดูดซับอะซาดิแรคติน 3 กรัม ไคลอโรมีเทน 100 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิห้อง..... | 53 |
| 4.13 ปริมาณอะซาดิแรคตินในเมทานอลโดยใช้เมทานอลที่ใช้แล้ว 1, 2 และ 3 รอบ เปรียบเทียบกับการใช้เมทานอลใหม่ในการสกัดอะซาดิแรคติน..... | 54 |
| 4.14 ผลของการใช้ถ่านกัมมันต์ที่ใช้แล้วมาดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอล ในสัดส่วนถ่านกัมมันต์ 46 กรัม สิ่งสกัดเมทานอล 900 มิลลิลิตร แล้วชะล้าง อะซาดิแรคตินด้วยไคลอโรมีเทน 300 มิลลิลิตร 3 ครั้ง ที่อุณหภูมิห้อง..... | 55 |
| 4.15 ปริมาณอะซาดิแรคตินในถ่านกัมมันต์(C ₁)กับปริมาณอะซาดิแรคตินในเมทานอล (C ₂) ที่อุณหภูมิคงที่ จากข้อมูลการทดลองที่จุดสมมูลของการศึกษาอิทธิพลของ ปริมาณถ่านกัมมันต์บดต่างๆ ในการดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอล ที่อุณหภูมิห้องของแต่ละอัตราส่วน | 56 |
| 4.16 ค่า C ₁ จากสมการและค่า C ₂ จากการทดลอง..... | 57 |
| 4.17 ค่า -R _A จากสมการและค่า -R _A จากการทดลอง..... | 59 |
| จ.1 ปริมาณอะซาดิแรคตินที่เหลืออยู่ในเมทานอลจากการดูดซับด้วยสารดูดซับชนิดต่างๆ ในถึงกวนที่อุณหภูมิห้องปริมาณสารดูดซับ 1 กรัม/100 มิลลิลิตรสิ่งสกัดเมทานอล ... | 88 |
| จ.2 ปริมาณอะซาดิแรคตินที่เหลืออยู่ในเมทานอลจากการดูดซับอะซาดิแรคตินจากการ ใช้ถ่านกัมมันต์ปริมาณต่างๆ ที่อุณหภูมิห้อง..... | 88 |
| จ.3 ปริมาณอะซาดิแรคตินที่เหลืออยู่ในเมทานอลจากการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์บด ขนาดต่างๆ | 89 |
| จ.4 ปริมาณอะซาดิแรคตินที่เหลืออยู่ในเมทานอลจากการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์บด จากสิ่งสกัดเมทานอลที่อุณหภูมิต่างๆ ปริมาณถ่านกัมมันต์ 1 กรัม/100 มิลลิลิตร สิ่งสกัดเมทานอล..... | 90 |
| จ.5 ความเข้มข้นอะซาดิแรคตินที่เหลือจากการดูดซับ(Az _A)เมื่อใช้สิ่งสกัดเมทานอล ที่มีความเข้มข้นอะซาดิแรคติน(Az _A)ต่างๆ ตามปริมาณถ่านกัมมันต์บด(PAC)ที่ใช้ใน การดูดซับต่อสิ่งสกัดเมทานอล 100 มิลลิลิตร..... | 90 |
| ฉ.8.1 ปริมาณอะซาดิแรคตินในเมทานอล(C ₁ , ไมโครกรัม/กรัม)และปริมาณอะซาดิแรคติน ในถ่านกัมมันต์(C ₂ , มิลลิกรัม/กรัม)ที่ความเข้มข้นของอะซาดิแรคตินก่อนการดูดซับ 20.0, 42.2, 86.6 และ 111.9 มิลลิกรัมต่อลิตร..... | 97 |


สารบัญตาราง(ต่อ)

| ตารางที่ | หน้า |
|---|------|
| ฉ.8.2 ผลการคำนวณหาจำนวนถ่านกัมมันต์ต่ำสุดที่ดูดซับได้จนถึงจุดสมดุล..... | 97 |
| ฉ.10.1 เปรียบเทียบผลการทดลองและลักษณะของผลิตภัณฑ์จากการสกัดอะซาดิแรคติน จากสิ่งสกัดด้วยไคคลอโรมีเทนและดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดด้วย ถ่านกัมมันต์ คัดจาก 100 กรัม เนื้อในเมล็ดสะเดา..... | 105 |
| ฉ.10.2 เปรียบเทียบระยะเวลาในการสกัดอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดด้วยไคคลอโรมีเทน และดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดด้วยถ่านกัมมันต์ คัดจาก 100 กรัม เนื้อในเมล็ดสะเดา..... | 106 |
| ฉ.10.3 ปริมาณวัตถุดิบและสารเคมีในการผลิตจากการสกัดอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดด้วย ไคคลอโรมีเทนและดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดด้วยถ่านกัมมันต์ คัดจาก 100 กรัม เนื้อในเมล็ดสะเดา | 106 |
| ฉ.10.4 เปรียบเทียบราคาของวัตถุดิบและสารเคมีที่ใช้ในการสกัดอะซาดิแรคตินจาก สิ่งสกัดด้วยไคคลอโรมีเทนและดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดด้วยถ่านกัมมันต์ | 107 |
| ฉ.10.5 เปรียบเทียบค่ากระแสไฟฟ้าและต้นทุนสำหรับการสกัดอะซาดิแรคตินจาก สิ่งสกัดด้วยไคคลอโรมีเทนและดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดด้วยถ่านกัมมันต์ | 107 |
| ช.1 ข้อมูลและผลวิเคราะห์ที่ใช้ในการศึกษากราฟที่ภาวะสมดุล..... | 109 |
| ช.2 ข้อมูลและผลวิเคราะห์ที่ใช้ในการหาสมการอัตราเร็วเริ่มต้นที่จุดแรก ที่ทำการทดลอง | 109 |
| ช.1 สภาพข้อของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดอะซาดิแรคติน..... | 111 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

| ภาพที่ | หน้า |
|--|------|
| 3.1 เครื่องระเหยแห้งแบบหมุน..... | 22 |
| 3.2 เครื่อง HPLC โมเดล 1090..... | 22 |
| 3.3 หน่วยสกัด - คูดซ์แบบกึ่งต่อเนื่อง..... | 23 |
| 3.4 แสดงส่วนประกอบหน่วยคูดซ์..... | 23 |
| 4.1 (1)เม็ล็ดสะเคาแห้ง (2)เนื้อในเม็ล็ดสะเคา (3)เนื้อในเม็ล็ดสะเคาบด..... | 35 |
| 4.2 (1)สิ่งสกัดหยาบ (2)ผลิตภัณฑ์จากการสกัดอะซาดิเรคตินด้วยไดคลอโรโรมีเทน (3)ผลิตภัณฑ์จากการคูดซ์อะซาดิเรคตินด้วยถ่านกัมมันต์..... | 49 |



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

| รูปที่ | หน้า |
|--|------|
| 2.1 สูตรโครงสร้างของอะซาดิแรคติน เอ..... | 8 |
| 2.2 เส้นไอโซเทอมของสารคุดซ์ชนิดต่างๆ..... | 14 |
| 2.3 เส้นไอโซเทอมของถ่านกัมมันต์แบบต่างๆ..... | 18 |
| 3.1 แผนผังขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย..... | 25 |
| 3.2 แผนผังขั้นตอนการเตรียมสิ่งสกัดเมทานอล..... | 27 |
| 3.3 แผนผังขั้นตอนการสกัดอะซาดิแรคตินด้วยไคคลอ โรมีเทน..... | 28 |
| 3.4 แผนผังขั้นตอนการคุดซ์อะซาดิแรคตินด้วยถ่านกัมมันต์จากสิ่งสกัดเมทานอลและ ชะล้างอะซาดิแรคตินออกจากถ่านกัมมันต์บดด้วยไคคลอ โรมีเทน..... | 30 |
| 4.1 การสกัดน้ำมันออกจากเนื้อในเมล็ดสะเดาด้วยเฮกเซน ในสัดส่วนเนื้อในเมล็ดสะเดา 1 กรัม ต่อเฮกเซน 10 มิลลิลิตร..... | 36 |
| 4.2 ปริมาณสะสมของอะซาดิแรคตินที่สกัดได้แก่ของเนื้อในเมล็ดสะเดาด้วยเมทานอลใน สัดส่วนแก่ของเนื้อในเมล็ดสะเดา 68 กรัมต่อเมทานอล 1 ลิตร..... | 37 |
| 4.3 ปริมาณอะซาดิแรคตินที่คุดซ์บนสารคุดซ์ชนิดต่างๆ กวนในถังกวนที่อุณหภูมิห้อง ในสัดส่วนปริมาณสารคุดซ์ 1 กรัม/100 มิลลิลิตรสิ่งสกัด..... | 39 |
| 4.4 ผลของการใช้ถ่านกัมมันต์ปริมาณต่างๆ ในการคุดซ์อะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัด เมทานอล ที่อุณหภูมิห้อง ความเข้มข้นเริ่มต้น 23.64 มิลลิกรัม/ลิตร..... | 41 |
| 4.5 ผลของขนาดของถ่านกัมมันต์บดที่ใช้คุดซ์อะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอล ที่อุณหภูมิห้อง ในสัดส่วนปริมาณสารคุดซ์ 1 กรัม/100 มิลลิลิตรสิ่งสกัดเมทานอล | 43 |
| 4.6 อิทธิพลของอุณหภูมิต่อการคุดซ์อะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอลด้วย ถ่านกัมมันต์บดปริมาณถ่านกัมมันต์บด 1 กรัม/100 มิลลิลิตรสิ่งสกัดเมทานอล..... | 45 |
| 4.7 ปริมาณอะซาดิแรคตินในเมทานอลกับปริมาณอะซาดิแรคตินในถ่านกัมมันต์บด เมื่อใช้ความเข้มข้นเริ่มต้นต่างๆ ที่อุณหภูมิห้อง..... | 46 |
| 4.8 ผลการคำนวณจำนวนถ่านกัมมันต์ต่ำสุดที่สามารถคุดซ์อะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัด เมทานอล 1 ลิตร ได้จนถึงจุดสมดุลที่อุณหภูมิห้อง..... | 47 |
| 4.9 ร้อยละของอะซาดิแรคตินที่เหลืออยู่ในในถ่านกัมมันต์บดเมื่อเก็บไว้ตามเวลาที่กำหนด. | 48 |
| 4.10 อิทธิพลของชนิดของตัวชะล้างในการชะล้างอะซาดิแรคตินออกจากถ่านกัมมันต์บด ในสัดส่วนถ่านกัมมันต์ที่คุดซ์อะซาดิแรคติน 3 กรัมต่อตัวชะล้าง 100 มิลลิลิตร เวลาในการชะล้าง 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง..... | 51 |

สารบัญรูป(ต่อ)

| รูปที่ | หน้า |
|--|------|
| 4.11 อิทธิพลของปริมาตรโคคลอ โรมีเทนในการชะล้างอะซาดิแรคตินออกจาก ถ่านกัมมันต์บด 3 กรัม ใช้เวลาในการชะล้าง 1 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง..... | 52 |
| 4.12 อิทธิพลของเวลาในการชะล้างอะซาดิแรคตินออกจากถ่านกัมมันต์บดในสัดส่วนถ่าน กัมมันต์ที่ดูดซับอะซาดิแรคติน 3 กรัม โคคลอโรมีเทน 100 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิห้อง | 53 |
| 4.13 กราฟของการดูดซับที่ภาวะสมดุลที่อุณหภูมิกึ่งที่..... | 57 |
| 4.14 กราฟเปรียบเทียบค่า C_s จากสมการและค่า C_s จากการทดลอง..... | 58 |
| 4.15 กราฟเปรียบเทียบค่า $-R_A$ จากสมการและค่า $-R_A$ จากการทดลอง..... | 60 |
| ก.1 การกระจายขนาดอนุภาคของถ่านกัมมันต์เม็ดสำหรับเครื่องกรองน้ำ..... | 70 |
| ก.2 การกระจายขนาดอนุภาคของถ่านกัมมันต์สำหรับเครื่องกรองน้ำที่บดเป็นผง..... | 70 |
| ง.1 โครมาโตแกรมแสดงพีคอะซาดิแรคตินในสารละลายมาตรฐาน ด้วยวิธี isocratic elution..... | 73 |
| ง.2 โครมาโตแกรมแสดงพีคอะซาดิแรคตินในสารละลายมาตรฐาน ด้วยวิธี gradient elution..... | 74 |
| ง.3 โครมาโตแกรมแสดงพีคอะซาดิแรคตินในสิ่งสกัดเมทานอล ใช้เวลาในการสกัด 2.5 นาที | 75 |
| ง.4 โครมาโตแกรมแสดงพีคอะซาดิแรคตินในสิ่งสกัดหยาบ..... | 76 |
| ง.5 โครมาโตแกรมแสดงพีคอะซาดิแรคตินในผลิตภัณฑ์จากการสกัดด้วยโคคลอโรมีเทน ด้วยวิธี isocratic elution..... | 77 |
| ง.5 โครมาโตแกรมแสดงพีคอะซาดิแรคตินในผลิตภัณฑ์จากการสกัดด้วยโคคลอโรมีเทน ด้วยวิธี gradient elution..... | 78 |
| ง.7 โครมาโตแกรมแสดงพีคอะซาดิแรคตินในผลิตภัณฑ์จากการดูดซับ ด้วยวิธี isocratic elution..... | 79 |
| ง.8 โครมาโตแกรมแสดงพีคอะซาดิแรคตินในผลิตภัณฑ์จากการดูดซับ ด้วยวิธี gradient elution..... | 80 |
| ง.9 โครมาโตแกรมแสดงพีคอะซาดิแรคตินในสิ่งสกัดเมทานอลก่อนการดูดซับ..... | 81 |
| ง.10 โครมาโตแกรมแสดงพีคอะซาดิแรคตินในสิ่งสกัดเมทานอลหลังการดูดซับ..... | 82 |
| ง.11 โครมาโตแกรมแสดงพีคอะซาดิแรคตินจากการชะล้างอะซาดิแรคตินจากถ่านกัมมันต์บด ด้วยไดเอทิลอีเทอร์..... | 83 |

สารบัญรูป(ต่อ)

| รูปที่ | หน้า |
|---|------|
| ง.12 โครมาโตแกรมแสดงพีคอะซาดิแรคตินจากการชะล้างอะซาดิแรคตินจาก ถ่านกัมมันต์บดด้วยอะซิโตน..... | 84 |
| ง.13 โครมาโตแกรมแสดงพีคอะซาดิแรคตินจากการชะล้างอะซาดิแรคตินจาก ถ่านกัมมันต์บดด้วยเอทิลอะซิเตท..... | 85 |
| ง.14 โครมาโตแกรมของตัวควบคุมในการดูดซับ(ถ่านกัมมันต์ + เมทานอล)..... | 86 |
| ง.15 โครมาโตแกรมของตัวควบคุมในการชะล้าง(ถ่านกัมมันต์ + เมทานอล)..... | 87 |
| ช.1 กราฟอัตราเร็วของการดูดซับอะซาดิแรคตินด้วยถ่านกัมมันต์ เมื่อใช้ถ่านกัมมันต์ ปริมาณต่างๆ | 110 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญแผนภูมิ

| แผนภูมิที่ | หน้า |
|---|------|
| ฉ.10.1 การสกัดน้ำมันออกจากเนื้อในเมล็ดสะเดา..... | 99 |
| ฉ.10.2 การสกัดอะซาดิแรคตินจากเปลือกของเนื้อในเมล็ดสะเดา..... | 100 |
| ฉ.10.3 การสกัดอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดด้วยไดคลอโรมีเทน..... | 101 |
| ฉ.10.4 การดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอลด้วยถ่านกัมมันต์..... | 103 |
| ฉ.10.5 การนำถ่านกัมมันต์ที่ใช้แล้วมาดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอล..... | 104 |



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย