

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ขวัญชัย สมบัติศิริ. การใช้สะเคาในการป้องกันและกำจัดแมลง. เอกสารประกอบการฝึกอบรม.

กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2537. (อัดสำเนา)

จิราวรรณ ไตรนามและคณะ. การศึกษาคุณสมบัติการดูดซับของ Activated carbon. ปัญหาพิเศษ
ปริญญาบัณฑิต. ภาควิชาเคมีเทคนิค. คณะวิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

โชคชัย พรหมแพทย์. ไม้สะเคาและการใช้สารสกัดสะเคาป้องกันกำจัดแมลง. กรุงเทพมหานคร:

สำนักพิมพ์โอโกร คอมมิวนิเก้, 2537, 114.

ชัยวัฒน์ จิระธรรมจारी, บงกชรัตน์ ปิทยินต์และอารมย์ แสงวนิชย์. ศึกษาวิธีการสกัดและการสลาย
ตัวของสารออกฤทธิ์จากเมล็ดสะเคา. กลุ่มงานวิจัยวัตถุดิบพืชการเกษตรจากสารธรรมชาติ.

กองวัตถุดิบพืชการเกษตร. ข่าวสารวัตถุดิบพืชปีที่ 21, ฉบับที่ 2, เม.ย.- มิ.ย. 2537.(อัดสำเนา)

ธวัชชัย ศรีวิบูลย์. เคมมีวิเคราะห์ 2. ภาควิชาเคมี. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2534.

466 - 486.

บุญชัย ตระกูลมหาชัย. การผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาตาลโตนคในฟลูอิดไคซ์เบด. วิทยานิพนธ์

ปริญญาโท. ภาควิชาเคมีเทคนิค. คณะวิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

2537.

อารมย์ แสงวนิชย์และชัยวัฒน์ จิระธรรมจारी. สะเคาสารธรรมชาติทางการเกษตร. งานวิจัยวัตถุดิบ

พืชการเกษตรจากสารธรรมชาติ. กองวัตถุดิบพืชการเกษตร, 2536.

ภาษาอังกฤษ

Broughton, H.B., et al. The chemical structure of azadirachtin. Proceeding of the 3rd International
Neem Conference (1986) 103-110.

Ermel, K. Pahlich, E., and Schmutterer, H. Azadirachtin content of neem kernels from different
geographical locations, and its dependence on temperature, relative humidity and
light. Proceeding of the 3rd International Neem Conference (1986) 171-184.

Feuerhake, K.J. Effectiveness and selectivity of techical solvent for the extraction of neem seed
components with insecticidal activity. Proceeding of the 2nd International Neem
Conference (1983) 103-104.

- Kenneth, E. Noll. Adsorption technology for air and water pollution control. Michigan : Lewis Publishers (1992) 21-46.
- Ley, S.V. Insect antifeedants from azadirachtin indica(part 5) : chemical modification and structure-activity relationships of azadirachtin and some related limonoids. Tetrahedron 45 no.16 (1989) : 5175-5192.
- Mantell, C.L. Chemical engineering series adsorption. New York : Mc.Graw-Hill Book Company, (1951) 20-44.
- Mordue(LUNTZ),A.J. ,and Blackwell, A. Azadirachtin: an update. Journal of Insect Physiol 39 no.11 (1993) : 903-924.
- Ruskin, F.R. Neem, A tree for solving global problem. Washington, D.C. : National Academy press (1992) 31-48.
- Stokey, J.B., and Redfern, R. E. Effect of sunlight on azadirachtin:antifeeding potency J. Environ. Sci. Health A17(1) (1982) : 57-65 .
- Sundaram, K.M.S. and Curry, J. High performance liquid chromatographic method for the analysis of azadirachtin in two commercial formulations and neem oil. J. Environ. Sci. Health B8 (2) (1993) : 221-241.
- Walter, J.A. Method to prepare an improve storage neem seed extract. US Patent No 4946681 Aug. 7, (1990)
- Warthen, J.D. Jr. Neem(Azadirachtin Indica A.Juss):organisms affected and reference list update. Proc. Entomol. Soc Wash. 91(3) (1989) : 367-388.
- Yehaskel. A. Activated carbon manufacture and regenerate. New Jersey : Noyes Data Corporation Park Ridge (1987) 100-117.



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

คุณสมบัติของเมล็ดสะเดา ถ่านกัมมันต์

คุณสมบัติของเมล็ดสะเดา

การวิจัยนี้ซื้อเนื้อในเมล็ดสะเดาไทยจากบริษัทพฤษภูมิ จังหวัดนครราชสีมา ในราคา กิโลกรัมละ 40 บาท มีอายุเมล็ดหลังการเก็บเกี่ยว 3 เดือน การทดลองเฉพาะเรื่องการสกัด อะซาดิแรคตินออกจากเมล็ดเนื้อในสะเดาโดยวิธีสกัดของแข็งด้วยของเหลวใช้เมล็ดสะเดาที่มีอายุ เมล็ดหลังการเก็บเกี่ยว 1 ปี ส่วนการทดลองอื่น ๆ ใช้เมล็ดสะเดาที่มีอายุเมล็ดหลังการเก็บเกี่ยว 3 เดือน ความชื้นร้อยละ 9.23 นำมาเก็บในตู้แช่แข็ง ก่อนทำการทดลองได้นำเนื้อในเมล็ดสะเดา ออกจากตู้แช่แข็งมาอบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำมาบดด้วยเครื่อง บดเมล็ดพืชได้ผงเนื้อในเมล็ดสะเดามีขนาดอนุภาคโดยเฉลี่ย 875 ไมโครเมตร



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คุณสมบัติของถ่านกัมมันต์

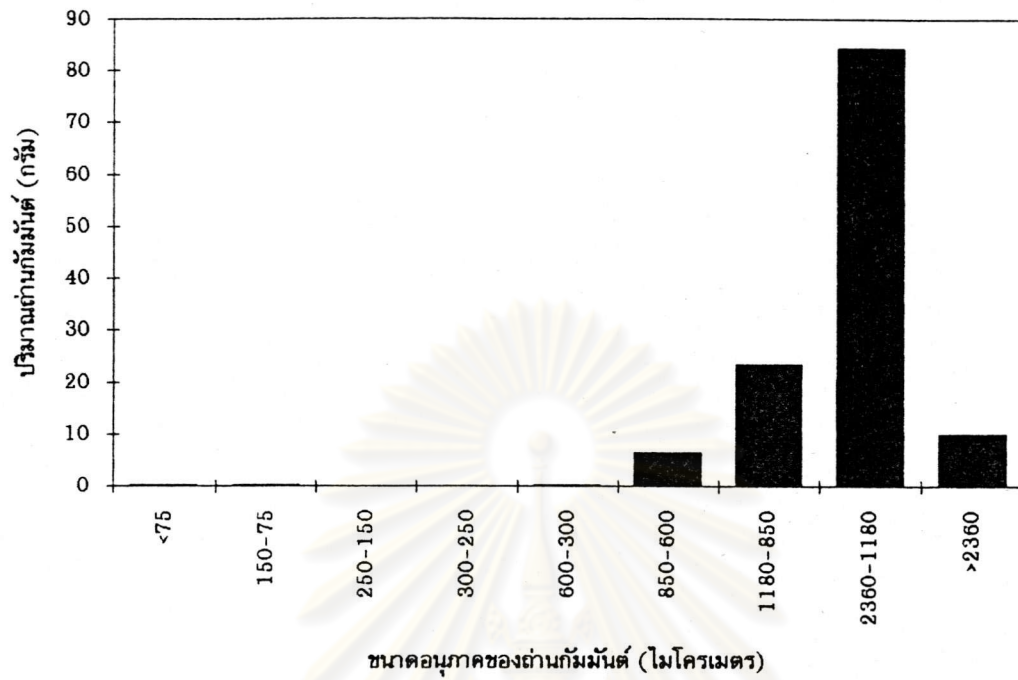
งานวิจัยนี้ใช้ถ่านกัมมันต์ที่เป็นสารกรองน้ำ คาร์บอน ผลิตในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีบริษัท ที.เอ็ม.ดี.จำกัด เป็นผู้แทนจำหน่าย บรรจุถุงละ 400 กรัม ขายในราคาถุงละ 100 บาท มีการกระจายขนาดอนุภาคตามรูปที่ ก.1 แล้วนำมาบดด้วยเครื่องบดอาหารจะได้อนุภาคมีการกระจายขนาดอนุภาคตามรูปที่ ก.2

SPECIFICATION

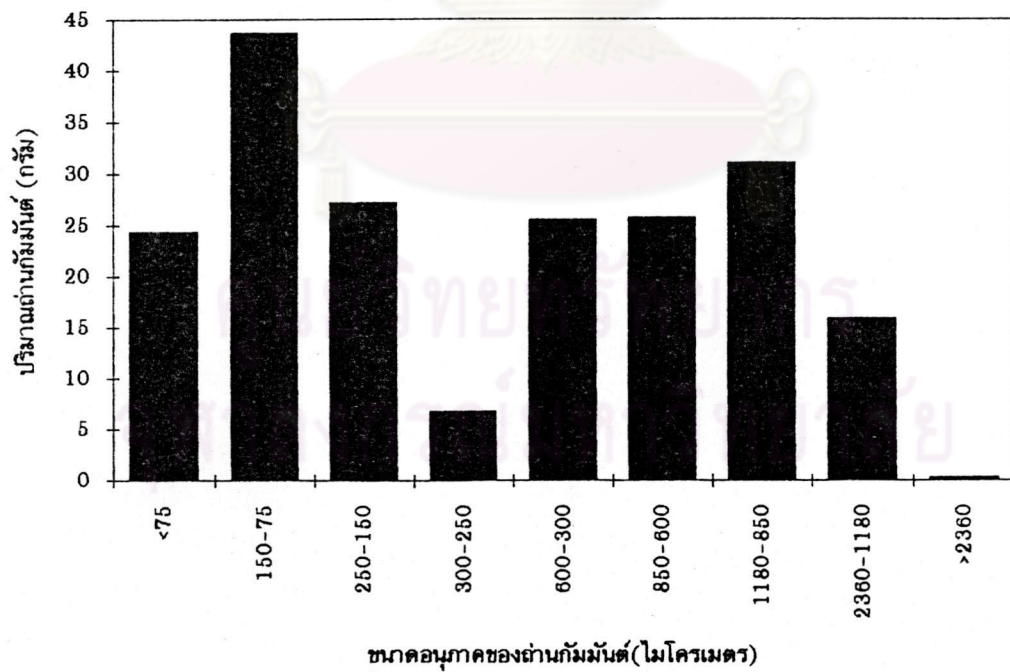
	FILTRASORB	
	Specification value	Typical Analysis
U.S.Standard Series		
Sieve Size		
Large than No. 8	Max 15 %	8 %
Smaller than No.30	max 4 %	2 %
Iodine Number.min	900	950
Abrasion Number.min	75	80
moisture (max.)	2.0 %	0.8 %

PHYSICAL PROPERTIES

	FILTRASORB	
	300	
Total surface (N ₂ , B.E.T. method) m ² /g	900-1000	
Bulk density , lbs/ft ³	28	
Pore volume , cc/g	0.75-0.85	
Effective size , mm.	0.8-1.0	
Uniformity coefficient (max)	2.1	



รูปที่ ก.1 การกระจายขนาดอนุภาคของถ่านกัมมันต์เม็ดสำหรับเครื่องกรองน้ำ



รูปที่ ก.2 การกระจายขนาดอนุภาคของถ่านกัมมันต์สำหรับเครื่องกรองน้ำที่บดเป็นผง

ภาคผนวก ข

การเตรียมสารละลายสำหรับฉีด HPLC

1. สิ่งสกัดเมทานอล

นำสิ่งสกัดเมทานอลที่สกัดได้จากเค้กของเนื้อในเมล็ดสะเดามาเจือจางด้วยเมทานอลสำหรับ HPLC 10 เท่า กรองสารละลายด้วยไมโครฟิลเตอร์โดยเทสารละลายลงในกระบอกฉีดยาขนาด 5 มิลลิลิตร ประมาณ 1 มล. กดลูกสูบในกระบอกฉีดยาให้สารละลายกรองผ่านกระดาษกรองอย่างละเอียดขนาด 0.45 ไมโครเมตร ลงในขวดไวเออล (vial) ขนาด 2 มิลลิลิตร

2. สิ่งสกัดหยาบ

เตรียมสารละลาย 1 กรัมใน 100 มิลลิลิตรสารละลาย โดยชั่งสิ่งสกัดหยาบประมาณ 0.1 กรัม ละลายในเมทานอลสำหรับ HPLC 10.00 มิลลิลิตร แล้วเจือจาง 10 เท่า กรองด้วยไมโครฟิลเตอร์

3. ผลึกภัณฑ์ของแข็งสีเหลืองเขียวจากการสกัดอะซาดิแรคตินด้วยไดคลอโรมีเทน

เตรียมสารละลาย 1 กรัมใน 100 มิลลิลิตรสารละลาย โดยชั่งผลึกภัณฑ์ของแข็งสีเหลืองเขียว ประมาณ 0.1 กรัม ละลายในเมทานอลสำหรับ HPLC 10.00 มิลลิลิตร แล้วเจือจาง 100 เท่า กรองด้วยไมโครฟิลเตอร์จะได้สารละลายพร้อมที่จะฉีดด้วยเครื่อง HPLC

4. ผลึกภัณฑ์จากการชะล้างอะซาดิแรคตินออกจากถ่านกัมมันต์บด

วิธีทำคล้ายข้อ 3 แต่ถ้ามีหยคน้ำมันอยู่บนสารละลายไปแช่ในอ่างกำเนิดคลื่นโมเดล Transsonic 460 ประมาณ 10 นาที จนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

การวัดปริมาณสารอะซาดิแรคตินด้วยเครื่อง HPLC (high performance liquid chromatography)

นำสิ่งสกัดเมทanolมาวิเคราะห์หาปริมาณอะซาดิแรคตินโดยปรับปริมาตรให้เหมาะสม และแน่นอนด้วยเมทanolสำหรับโครมาโตกราฟี จึงฉีดเข้าเครื่อง HPLC

วิเคราะห์ปริมาณอะซาดิแรคตินโดยคัดแปลงวิธี HPLC ของ Warthen et al.(1984) ปรับสภาพเครื่องสำหรับ isocratic elution ดังรายละเอียดต่อไปนี้

Column	:	Spherisorb ODS II , 5 μ m ขนาด 244 x 4 mm
Mobile phase	:	Acetonitrile : water = 40 : 60
Flow rate	:	1 ml/min.
Detector	:	UV 210 nm.
Sample loop	:	20 μ l

การเตรียมสารละลายสำหรับวิเคราะห์และการวิเคราะห์ปริมาณอะซาดิแรคตินในสารตัวอย่าง

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานอะซาดิแรคตินร้อยละ 95 ให้มีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.01- 0.18 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร
2. กรองสารละลายตัวอย่างด้วยไมโครฟิลเตอร์ขนาด 0.45 ไมโครเมตร
3. ผ่านคอลัมน์ด้วยโมบาย เฟส จนกระทั่งเส้นฐานคงที่ ฉีดสารละลายมาตรฐาน 15 ไมโครลิตร จนได้พื้นที่ใต้พีคหรือความสูงของพีคคงที่(ต่างกันน้อยกว่าร้อยละ 1) จึงฉีดสารตัวอย่าง 15 ไมโครลิตร
4. นำค่าที่ได้จากตัวอย่างมาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากสารมาตรฐาน เพื่อคำนวณหาปริมาณอะซาดิแรคตินในสารตัวอย่าง

ส่วน gradient elution ใช้กับเครื่อง Shimadzu CL-6A, column RP-18 Lichrospher 5 μ m 125 x 4 mm. Attenuation : 0.02 AUFS ส่วนรายละเอียดอื่นคล้ายกับวิธีข้างบน

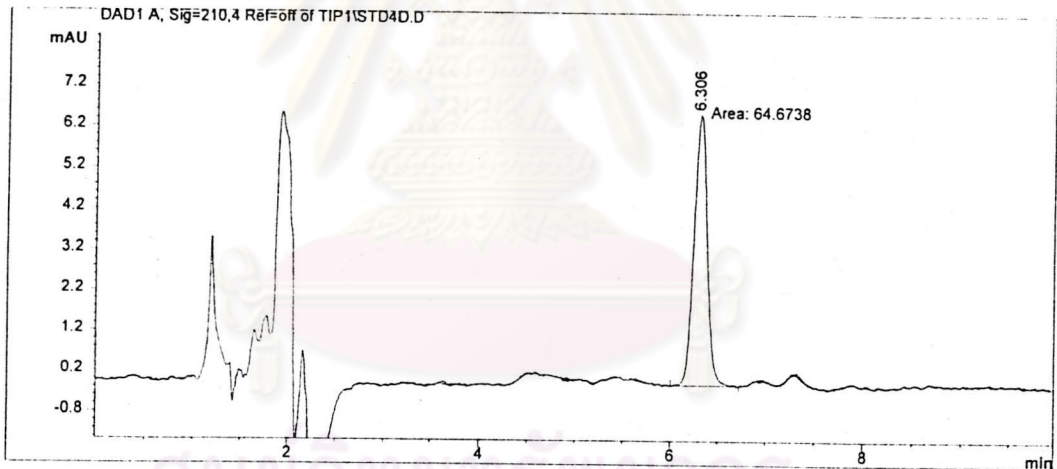
ภาคผนวก ง

โครมาโตแกรมแสดงพีคอะซาดิเรคติน

=====

Acq. Method	: NEEM.M	Seq. Line	: -
Acq. Operator	: PATHUMTHIP	Vial	: 100
Injection Date	: 12/4/95 4:44:29 PM	Inj	: -
Sample Name	: AZA A(sig)10 ppm	Inj Volume	: 15 µl

Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\NEEM.M
(modified after loading)
Azadirachtin determination method



Sorted by Retention Time
Calib. Data Modified : Monday, December 04, 1995 5:00:35 PM
Multiplier : 1.000000
Uncalibrated Peaks : using compound Aza A

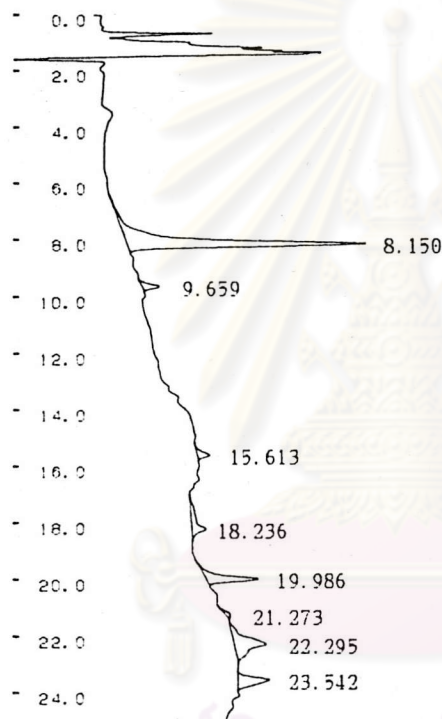
Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RT [min]	Sig	Type	Height [mAU]	Amt/Height	Amount [ppm]	Grp	Name
6.306	1	MM	6.66358	1.50070	10.00000		Aza A

รูปที่ ง.1 โครมาโตแกรมแสดงพีคอะซาดิเรคตินในสารละลายมาตรฐาน

ด้วยวิธี isocratic elution

C-R7A CHROMATOPAC CH=1 REPORT No.=2 DATA=2:101295.C01 95/12/10 11:31:52



** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	1	8.15	88410	4926	1		9.2947	Aza A
	4	9.659	4784	372				
	12	15.613	3829	264	2		0.1559	Nimbin
	15	18.236	9857	300				
	16	19.986	16502	1081				
	18	21.273	2530	123				
	19	22.295	21749	677				
	20	23.542	12424	657				
TOTAL			160083	8399			9.4505	

รูปที่ ง.2 โครมาโตแกรมแสดงพีคอะซาดิแรคตินในสารละลายมาตรฐาน

ด้วยวิธี gradient elution

```

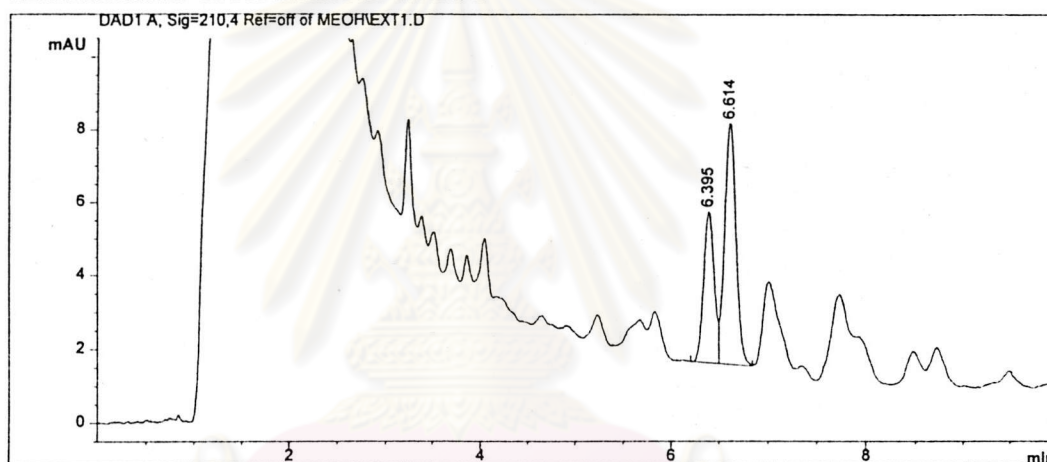
=====
Acq. Method      : NEEM.M                      Seq. Line :   -
Acq. Operator    : chaiyapat                   Vial      : 100
Injection Date   : 4/27/95 10:57:20 AM        Inj       :   -
Sample Name      : meOH extr.1/2              Inj Volume: 5 µl
  
```

```

Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\NEEM.M
                  (modified after loading)
  
```

```

Azadirachtin determination method
  
```



```

=====
External Standard Report
=====
  
```

```

Sorted by Retention Time
  
```

```

Calib. Data Modified : Monday, April 24, 1995 11:50:38 AM
Multiplier           : 1.000000
Uncalibrated Peaks   : using compound Aza A 10ppm
  
```

```

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off
  
```

RT [min]	Sig	Type	Height [mAU]	Amt/Height	Amount [ppm]	Grp	Name
6.395	1	BV	4.12236	1.49116	6.14708		Aza A
6.614	1	VB	6.58703	1.49116	9.82229		?

```

Totals :                               15.96937
=====
  
```

รูปที่ ง.3 โครมาโตแกรมแสดงพีคอะซาดิแรคตินในสิ่งสกัดเมทานอลใช้เวลาในการสกัด 2.5 นาที

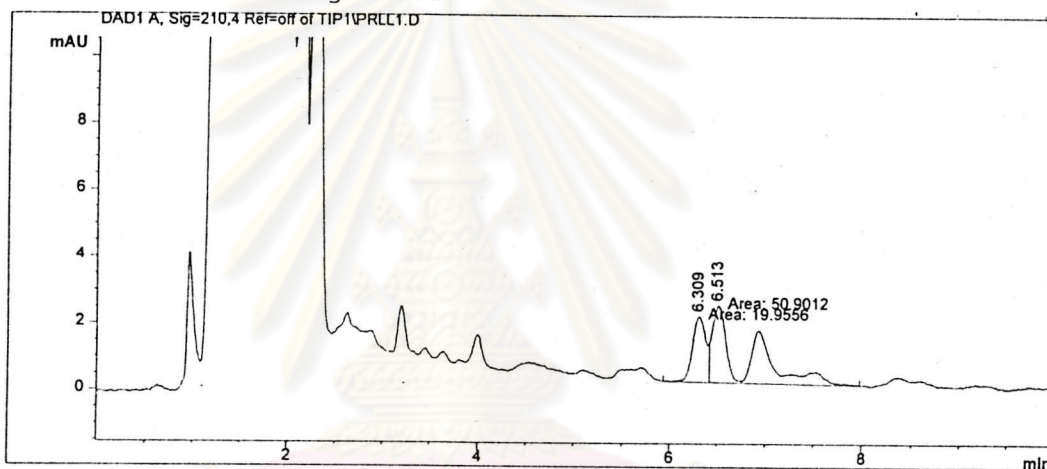
```

=====
Acq. Method      : NEEM.M                      Seq. Line : -
Acq. Operator    : PATHUMTHIP                 Vial      : 12
Injection Date   : 12/18/95 3:46:42 PM        Inj       : -
Sample Name      : before L-L ext 1           Inj Volume: 15 µl
  
```

```

Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\NEEM.M
                  (modified after loading)
  
```

This is column cleaning method



```

=====
External Standard Report
=====
  
```

```

Sorted by Retention Time
Calib. Data Modified :      Monday, December 18, 1995 11:34:43 AM
Multiplier          :      1.000000
Uncalibrated Peaks  :      using compound Aza A
  
```

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RT [min]	Sig	Type	Height [mAU]	Amt/Height	Amount [ppm]	Grp	Name
6.261	1	Fsho	1.58815	1.49862	2.38004	?	
6.309	1	MF	1.98125	1.49862	2.96914		Aza A
6.481	1	Fsho	2.08047	1.49862	3.11782	?	
6.513	1	FM	2.32383	1.49862	3.48253	?	
6.854	1	Rsho	8.30538e-1	1.49862	1.24466	?	

Totals : 13.19419

รูปที่ ๓.4 โครมาโตแกรมแสดงพีคอะซาดินในสิ่งสกัดหยาบ

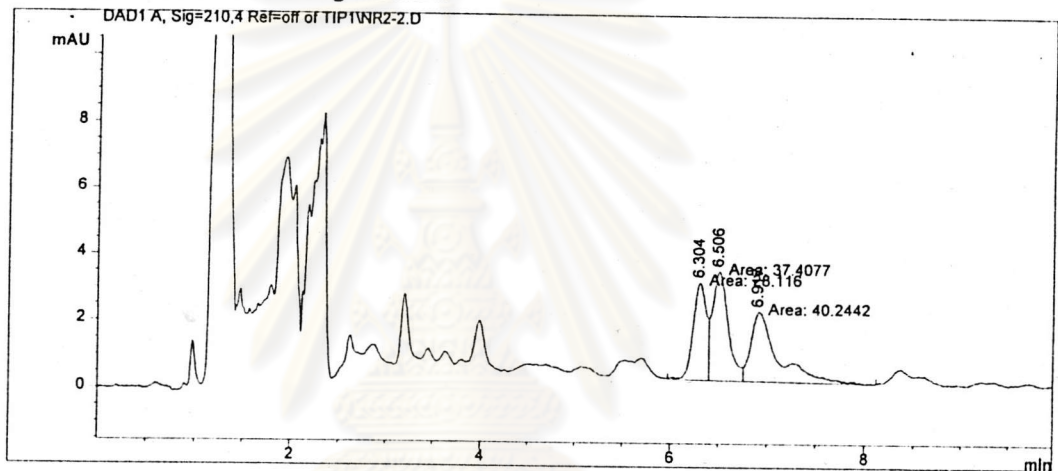
```

=====
Acq. Method      : NEEM.M                      Seq. Line : -
Acq. Operator    : PATHUMTHIP                 Vial      : 17
Injection Date   : 12/18/95 6:10:03 PM       Inj       : -
Sample Name      : NR 2 - 2                   Inj Volume: 15 µl
  
```

```

Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\NEEM.M
                  (modified after loading)
  
```

This is column cleaning method



```

=====
External Standard Report
=====
  
```

Sorted by Retention Time

```

Calib. Data Modified : Monday, December 18, 1995 11:34:43 AM
Multiplier          : 1.000000
Uncalibrated Peaks  : using compound Aza A
  
```

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

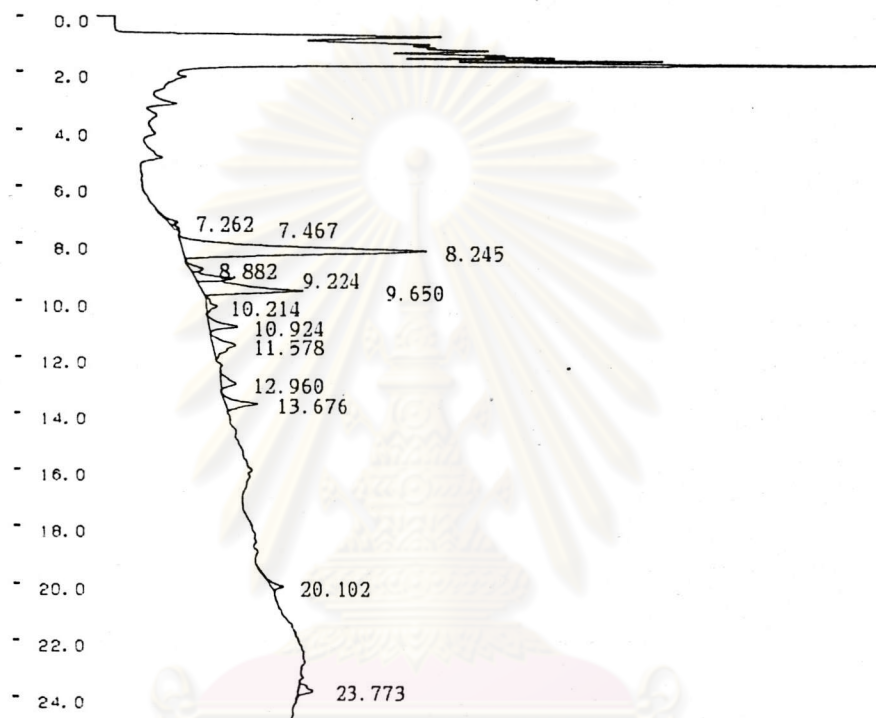
RT [min]	Sig	Type	Height [mAU]	Amt/Height	Amount [ppm]	Grp	Name
6.304	1	MF	2.92683	1.49862	4.38620		Aza A
6.506	1	MF	3.26998	1.49862	4.90045		?
6.917	1	FM	2.07918	1.49862	3.11589		?

```

Totals :                               12.40255
  
```

รูปที่ ๓.5 โครมาโตแกรมแสดงพีคอะชาติเรคตินในผลิตภัณฑ์จากการสกัดด้วยไดคลอโรมีเทน
ด้วยวิธี isocratic elution

C-R7A CHROMATOPAC CH=1 REPORT No.=2 DATA=2:241295.C01 95/12/24 10:54:16



** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	1	7.262	2734	233				
	2	7.467	1284	148	V			
	4	8.245	92176	5021		1	9.4743	Aza A
	5	8.882	3455	288				
	6	9.224	10002	791	V			
	7	9.65	33431	2085	V			
	8	10.214	4008	246				
	9	10.924	8788	618				
	10	11.578	11961	489				
	13	12.96	5921	324				
	14	13.676	10243	687				
	24	20.102	4191	261				
	30	23.773	4939	301				
		TOTAL	193133	11489			9.4743	

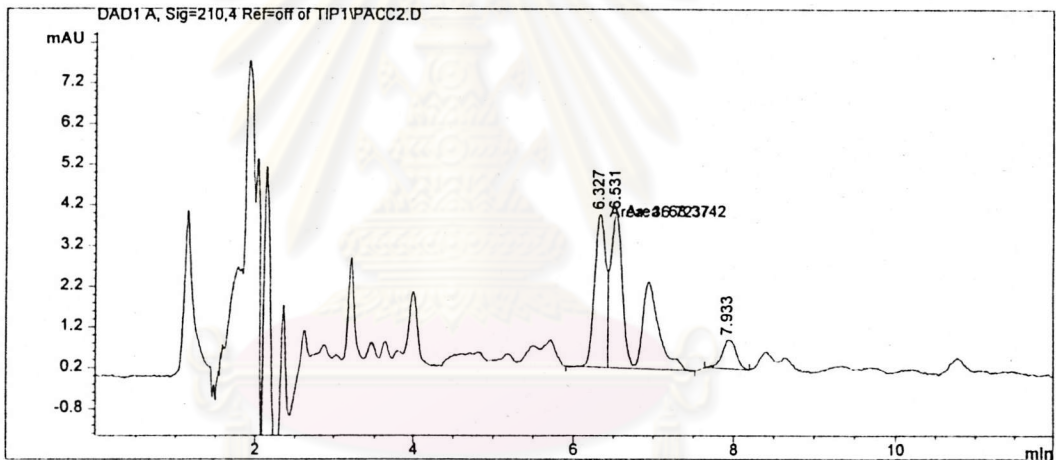
รูปที่ ง.6 โครมาโตแกรมแสดงพีคอะชาติเรคตินในผลิตภัณฑ์จากการสกัดด้วยไดคลอโรมีเทน
ด้วยวิธี gradient elution


```

=====
Acq. Method      : NEEM.M                      Seq. Line : -
Acq. Operator    : pathumthip                  Vial      : 31
Injection Date   : 12/10/95 10:09:51 AM       Inj       : -
Sample Name      : pac crude 2                 Inj Volume: 15 µl
    
```

```

Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\NEEM.M
                  (modified after loading)
This is column cleaning method
    
```



```

=====
External Standard Report
=====
    
```

```

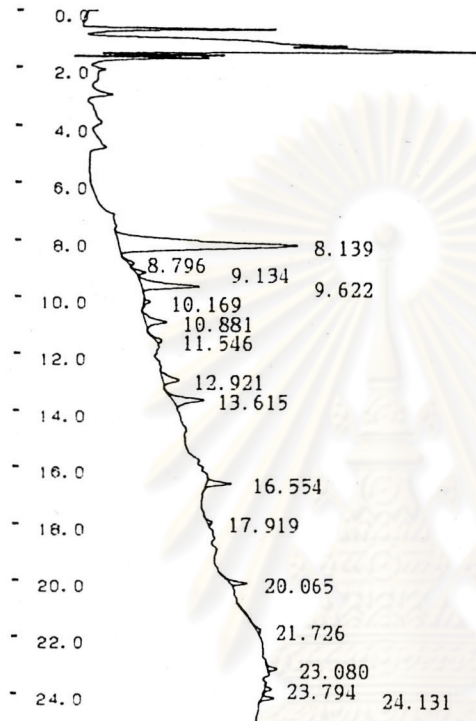
Sorted by Retention Time
Calib. Data Modified : Sunday, December 10, 1995 10:05:15 AM
Multiplier           : 1.000000
Uncalibrated Peaks   : compound name not specified
    
```

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RT [min]	Sig	Type	Height [mAU]	Amt/Height	Amount [ppm]	Grp	Name
6.327	1	MF	3.76793	1.46305	5.51267		Aza a

รูปที่ ๓.๗ โครมาโตแกรมแสดงพีคอะซาดิแรคตินในผลิตภัณฑ์จากการคั่วชั้
ด้วยวิธี isocratic elution

C-R7A CHROMATOPAC CH=1 REPORT No.=4 DATA=2:241295.C03 95/12/24 12:17:32



** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	4	8.139	70810	3676		1	6.9358	Aza A
	5	8.796	1707	152				
	6	9.134	2077	233				
	7	9.622	15044	1210				
	9	10.169	1478	149				
	10	10.881	6649	458				
	11	11.546	2135	156				
	15	12.921	5510	351				
	16	13.615	9562	675				
	23	16.554	4959	517	3		0.3162	Salannin
	25	17.919	1006	112				
	29	20.065	4035	373				
	32	21.726	2451	108				
	36	23.08	1918	195				
	39	23.794	1227	141				
	40	24.131	2165	251				
		TOTAL	132732	8757			7.252	

รูปที่ ง.8 โครมาโตแกรมแสดงพีคอะซาดิแรคตินในผลิตภัณฑ์จากการดูดซับ
ด้วยวิธี gradient elution

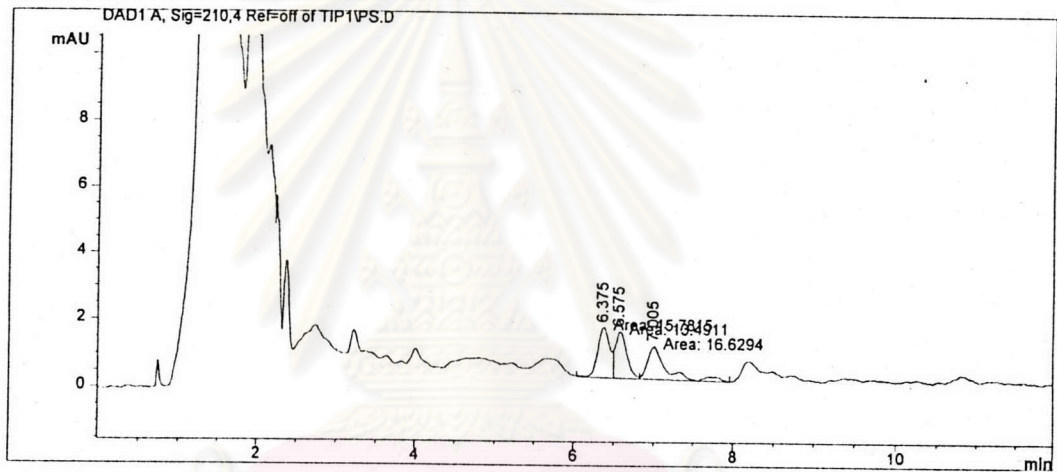
```

=====
Acq. Method      : NEEM.M                      Seq. Line : -
Acq. Operator    : tip                        Vial      : 100
Injection Date   : 10/13/95 2:48:50 PM      Inj       : -
Sample Name      : pre ad size 110c          Inj Volume: 15 µl
  
```

```

Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\NEEM.M
                  (modified after loading)
  
```

Azadirachtin determination method



External Standard Report

```

Sorted by Retention Time
Calib. Data Modified : Friday, October 13, 1995 11:56:09 AM
Multiplier           : 1.000000
Uncalibrated Peaks   : using compound Aza A
  
```

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RT [min]	Sig	Type	Height [mAU]	Amt/Height	Amount [ppm]	Grp	Name
6.375	1	MF	1.50148	1.24749	1.87308		Aza A
6.575	1	MF	1.39219	1.24749	1.73675		?
7.005	1	FM	9.91298e-1	1.24749	1.23663		?

Totals : 4.84646

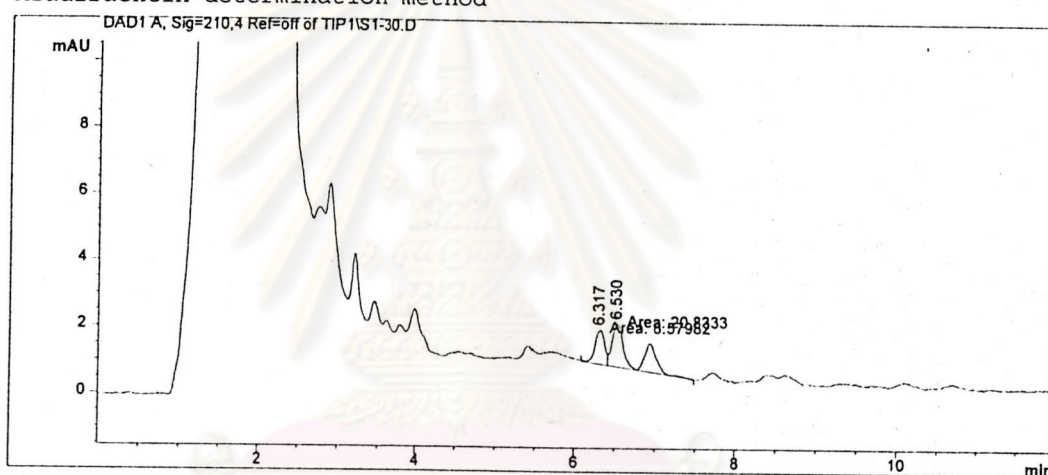
รูปที่ ๙.๙ โครมาโตแกรมแสดงที่คอะชาติแรคตินในสิ่งสกัดเมทานอลก่อนการดูดซับ

```

=====
Acq. Method      : NEEM.M                      Seq. Line : -
Acq. Operator    : tip                        Vial      : 100
Injection Date   : 10/12/95 12:29:43 PM      Inj       : -
Sample Name     : vary size1 30min           Inj Volume: 15 µl
  
```

```

Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\NEEM.M
                  (modified after loading)
Azadirachtin determination method
  
```



```

=====
External Standard Report
=====
  
```

```

Sorted by Retention Time
Calib. Data Modified : Thursday, October 12, 1995 1:28:16 PM
Multiplier           : 1.000000
Uncalibrated Peaks   : using compound Aza A
  
```

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RT [min]	Sig	Type	Height [mAU]	Amt/Height	Amount [ppm]	Grp	Name
6.317	1	MF	1.02734	1.25504	1.28935		Aza A
6.530	1	FM	1.28509	1.25504	1.61283		?

```
Totals :                               2.90219
```

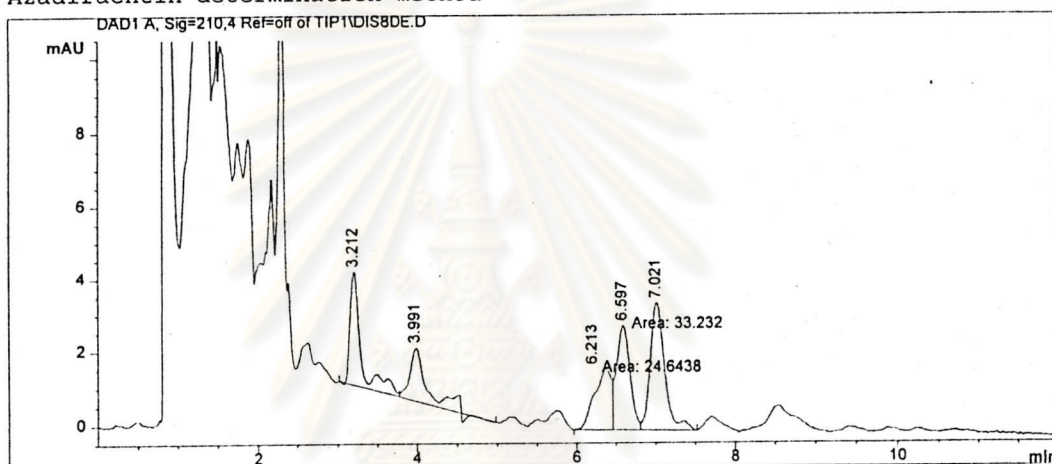
รูปที่ ง.10 โครมาโตแกรมแสดงพีคอะซาดิแรคตินที่เหลือในสิ่งสกัดเมทานอลหลังการดูดซับ


```

=====
Acq. Method      : NEEM.M                      Seq. Line : -
Acq. Operator    : tip                        Vial      : 100
Injection Date   : 9/1/95 4:48:50 PM          Inj       : -
Sample Name      : Desorpt'n 8A DEE           Inj Volume: 15 µl
  
```

Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\NEEM.M
(modified after loading)

Azadirachtin determination method



External Standard Report

Sorted by Retention Time

Calib. Data Modified : Saturday, September 02, 1995 10:33:30 AM
Multiplier : 1.000000
Uncalibrated Peaks : using compound Aza A

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RT [min]	Sig	Type	Height [mAU]	Amt/Height	Amount [ppm]	Grp	Name
3.212	1	BV	3.10011	1.91935	5.95020		?
3.991	1	VB	1.45314	1.91935	2.78909		?
6.213	1	MF	1.63748	1.91935	3.14289		Aza A
6.597	1	FM	2.83296	1.91935	5.43745		?
7.021	1	FV	3.45164	1.91935	6.62491		?

Totals :

23.94454

รูปที่ ง.11 โครมาโตแกรมแสดงพีคอะซาดิแรกตินจากการชะล้างอะซาดิแรกตินจาก
ถ่านกัมมันต์บดด้วยไดเอทิล อีเทอร์

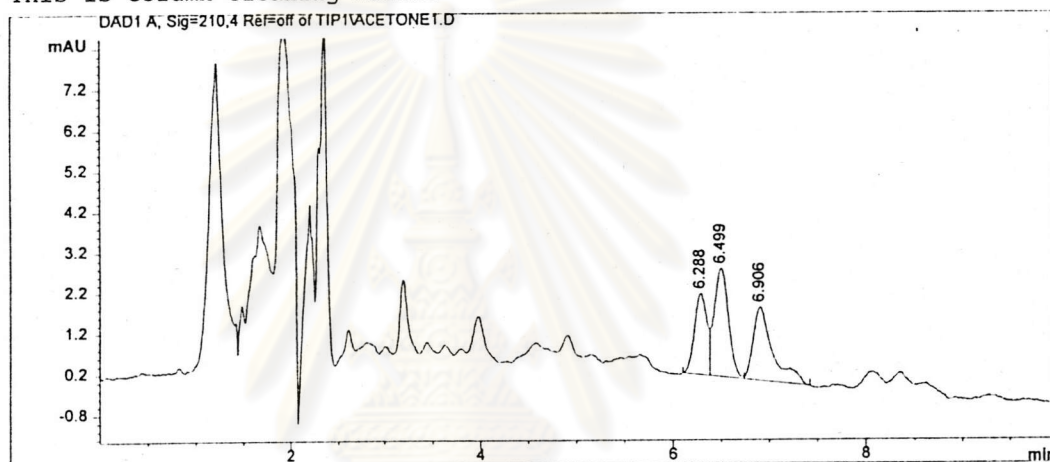

```

=====
Acq. Method      : NEEM.M                      Seq. Line : -
Acq. Operator    : PATHUMTHIP                 Vial      : 100
Injection Date   : 12/5/95 11:29:50 AM       Inj       : -
Sample Name      : acetone                    Inj Volume: 15 µl
  
```

```

Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\NEEM.M
                 (modified after loading)
  
```

This is column cleaning method



```

=====
External Standard Report
=====
  
```

Sorted by Retention Time

```

Calib. Data Modified : Saturday, December 09, 1995 10:35:16 AM
Multiplier           : 1.000000
Uncalibrated Peaks   : using compound Aza A
  
```

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RT [min]	Sig	Type	Height [mAU]	Amt/Height	Amount [ppm]	Grp	Name
6.288	1	BV	1.99885	1.49534	2.98897		Aza A
6.499	1	VV	2.67604	1.49534	4.00160		?
6.906	1	VB	1.81577	1.49534	2.71521		?

```
Totals : 9.70578
```

รูปที่ ง.12 โครมาโตแกรมแสดงพีคอะซาดิแรกตินจากการชะล้างอะซาดิแรกตินจาก
ถ่านกัมมันต์บดด้วยอะซิโตน

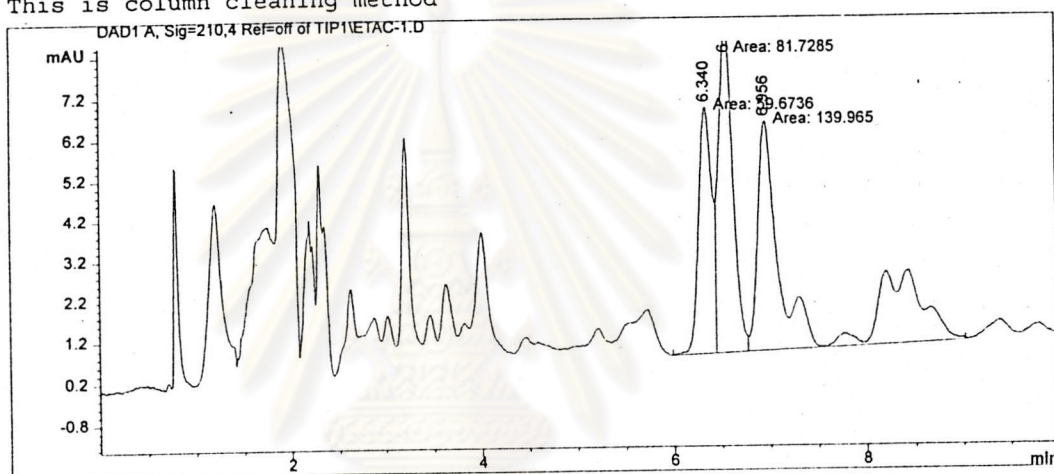
```

=====
Acq. Method      : NEEM.M                      Seq. Line :   -
Acq. Operator    : PATHUMTHIP                 Vial      : 100
Injection Date   : 12/5/95 10:26:25 AM       Inj       :   -
Sample Name      : Ethyl acetate 1            Inj Volume: 15 µl
  
```

```

Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\NEEM.M
                 (modified after loading)
  
```

This is column cleaning method



External Standard Report

Sorted by Retention Time

```

Calib. Data Modified : Saturday, December 09, 1995 10:35:16 AM
Multiplier          : 1.000000
Uncalibrated Peaks  : using compound Aza A
  
```

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RT [min]	Sig	Type	Height [mAU]	Amt/Height	Amount [ppm]	Grp	Name
6.340	1	MF	6.08905	1.49534	9.10523		Aza A
6.551	1	MF	7.95020	1.49534	11.88828		?
6.714	1	Rsho	8.16481e-1	1.49534	1.22092		?
6.956	1	FM	5.66864	1.49534	8.47656		?
7.113	1	Rsho	1.45199	1.49534	2.17123		?

Totals : 32.86222

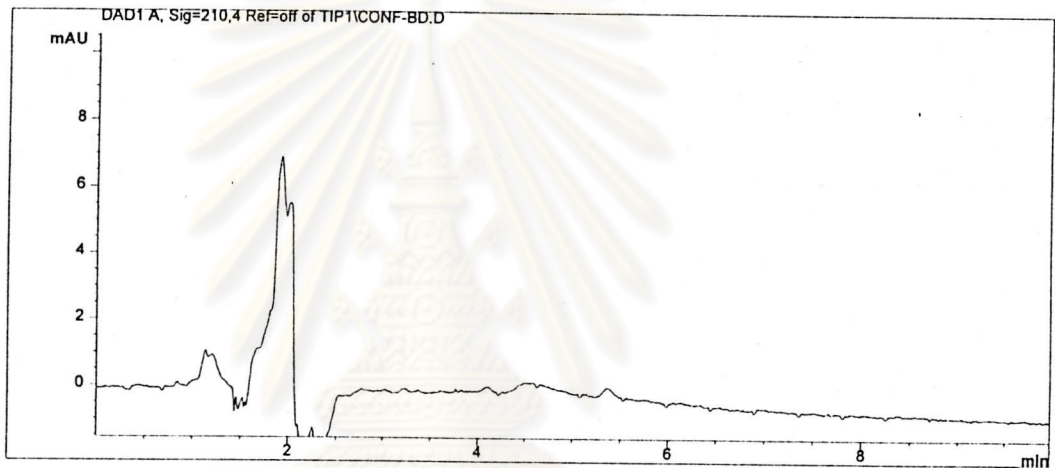
รูปที่ ง.13 โครมาโตแกรมแสดงที่อะซาดิเรคตินจากการชะล้างอะซาดิเรคตินจาก
ถ่านกัมมันต์บดด้วยเอทิลอะซิเตท

```

=====
Acq. Method      : NEEM.M                      Seq. Line :   -
Acq. Operator    : PATHUMTHIP                 Vial      : 100
Injection Date   : 12/5/95 4:55:59 PM        Inj       :   -
Sample Name      : control free aza           Inj Volume: 15 µl
  
```

```

Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\NEEM.M
                  (modified after loading)
Azadirachtin determination method
  
```



```

=====
External Standard Report
=====
  
```

```

Sorted by Retention Time
Calib. Data Modified :    Tuesday, December 05, 1995 12:00:15 PM
Multiplier          :    1.000000
Uncalibrated Peaks  :    using compound Aza A
  
```

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RT [min]	Sig	Type	Height [mAU]	Amt/Height	Amount [ppm]	Grp	Name
6.316	1	*	not found	*			Aza A

Totals : 0.00000

1 Warnings or Errors :

Warning : Calibrated compound(s) not found

```

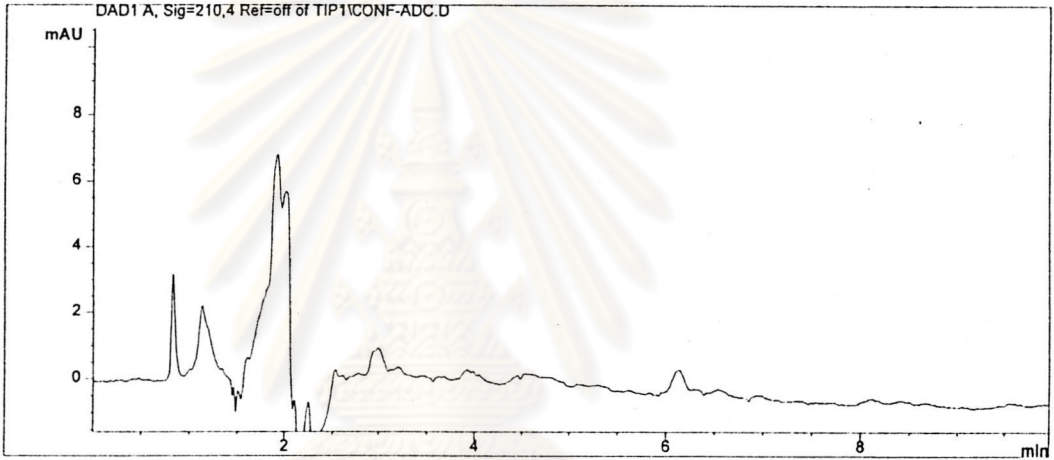
=====
รูปที่ ง.14 โครมาโตแกรมของตัวอย่างควบคุมในการดูดซับ(ถ่านกัมมันต์ + เมทานอล)
  
```

```

=====
Acq. Method      : NEEM.M                      Seq. Line : -
Acq. Operator    : PATHUMTHIP                 Vial      : 100
Injection Date   : 12/5/95 5:55:27 PM        Inj       : -
Sample Name      : control free aza          Inj Volume: 15 µl
    
```

Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\NEEM.M
(modified after loading)

Azadirachtin determination method



External Standard Report

```

Sorted by Retention Time
Calib. Data Modified : Tuesday, December 05, 1995 5:44:40 PM
Multiplier          : 1.000000
Uncalibrated Peaks  : using compound Aza A
    
```

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RT [min]	Sig	Type	Height [mAU]	Amt/Height	Amount [ppm]	Grp	Name
6.335	1	*	not found	*			Aza A

Totals : 0.00000

1 Warnings or Errors :

Warning : Calibrated compound(s) not found

รูปที่ ง.15 โครมาโตแกรมของตัวควบคุมในการชะล้าง (ถ่านกัมมันต์ + ไคคลอโรมีเทน)

ภาคผนวก จ

ข้อมูลการทดลอง

ตารางที่ จ.1 ปริมาณอะซาดิแรคตินที่เหลืออยู่ในเมทานอลจากการดูดซับด้วยสารชนิดต่าง ๆ ในถังกวนที่อุณหภูมิห้องปริมาณสาร 1 กรัม/100 มิลลิลิตร สังกัดเมทานอล

ชนิดของสารดูดซับ	ความเข้มข้นอะซาดิแรคติน (มิลลิกรัม/ลิตร)
ฟูมซิลิกา	19.26
ถ่านกัมมันต์ผง (analar grade)	14.10
ถ่านกัมมันต์สำหรับเครื่องกรองน้ำที่บดเป็นผง	5.16
ถ่านกัมมันต์สำหรับเครื่องกรองน้ำ	14.78

ตารางที่ จ.2 ปริมาณอะซาดิแรคตินที่เหลืออยู่ในเมทานอลจากการดูดซับอะซาดิแรคตินจากการใช้ถ่านกัมมันต์ปริมาณต่าง ๆ ที่อุณหภูมิห้อง

เวลา(นาที)	ปริมาณถ่านกัมมันต์บดต่อ 100 มิลลิลิตร สังกัด				
	1.0 กรัม	1.7 กรัม	2.3 กรัม	3.0 กรัม	3.7 กรัม
0	23.64	23.64	23.64	23.64	23.64
5	13.25	5.84	2.28	0.77	0.55
10	-	4.85	1.92	0.73	0.50
15	11.85	3.85	1.58	0.69	0.55
30	11.00	3.08	1.35	0.39	0.37
45	-	2.80	1.16	0.26	0.26
60	10.38	2.52	1.11	0.22	0.21
120	9.42	1.79	0.72	-	-
180	8.54	1.51	0.60	-	-

ตารางที่ จ.3 ปริมาณอะซาดิแรคตินที่เหลืออยู่ในเมทานอลจากการดูดซับด้วยถ่าน
กัมมันต์บดขนาดต่าง ๆ (มิลลิกรัม/ลิตร)

เวลา (นาที)	ขนาดของถ่านกัมมันต์บด(ไมโครเมตร)			
	< 75	75-150	250-300	600-850
0	18.73	18.73	18.73	18.73
5	2.26	-	12.64	-
8	-	-	-	16.87
10	-	4.60	-	-
12	1.73	-	-	-
15	1.62	-	10.54	-
30	1.29	-	7.30	14.56
52	-	2.77	-	-
60	1.29	-	4.98	-
62	-	-	-	12.50
80	-	2.17	-	-
120	1.23	-	3.21	10.52
150	-	2.16	-	-
180	1.22	2.08	2.70	8.10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.4 ปริมาณอะซาดิแรคติน(มิลลิกรัมอะซาดิแรคติน/ลิตร)ที่เหลืออยู่ในเมทานอลจากการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์บดจากสิ่งสกัดเมทานอลที่อุณหภูมิต่าง ๆ ปริมาณถ่านกัมมันต์ 1 กรัม /100 มิลลิลิตรสิ่งสกัดเมทานอล

เวลา (นาที)	อุณหภูมิของสารละลาย (องศาเซลเซียส)				
	5	10	20	30	40
0	21.56	21.56	21.56	21.56	21.56
5	15.04	14.51	14.85	14.86	16.17
10	14.71	14.16	13.96	14.62	15.31
12	14.38	-	14.00	-	-
15	14.29	-	14.04	13.69	14.56
17	14.21	13.06	12.89	-	-
30	12.04	11.89	11.73	12.62	12.53
60	10.26	9.43	10.60	10.32	10.69

ตารางที่ จ.5 ความเข้มข้นอะซาดิแรคตินที่เหลือจากการดูดซับ(Aza A_i)เมื่อใช้สิ่งสกัดเมทานอลที่มีความเข้มข้นอะซาดิแรคติน(Aza A_i)ต่าง ๆ ตามปริมาณถ่านกัมมันต์บด(PAC)ที่ใช้ในการดูดซับต่อสิ่งสกัดเมทานอล 100 มิลลิลิตร

Aza A _i 20.0 ppm.		Aza A _i 42.2 ppm.		Aza A _i 86.6 ppm.		Aza A _i 111.9 ppm.	
PAC (g)	Aza A _f (ppm)	PAC (g)	Aza A _f (ppm)	PAC (g)	Aza A _f (ppm)	PAC (g)	Aza A _f (ppm)
0	20.0	0	42.2	0	86.6	0	111.9
1	18.0	2	39.2	10	43.3	15	23.4
2	12.8	3	37.0	15	15.6	20	9.5
3	7.8	4	24.9	25	2.6	30	2.6
4	3.7	7	11.0	30	1.8	40	0.9
5	1.8	8	8.5	35	1.1	45	0.7
6	1.0	12	3.0	38	0.7	48	0.6
7	0.6	15	1.5	-	-	-	-

ภาคผนวก ฉ

ตัวอย่างการคำนวณ

ฉ.1 การคำนวณหาปริมาณอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอล

แสดงตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณอะซาดิแรคตินจากการสกัดจากเนื้อในเมล็ดสะเดาในเวลา 2.5 นาที นำสารละลายที่ได้มาฉีด HPLC 5 ไมโครลิตร จากโครมาโตแกรมรูปที่ ง.3 ค่าที่อ่านได้จึงคูณด้วย 3

$$\text{สารละลายอะซาดิแรคติน 1000 มิลลิลิตร มีอะซาดิแรคติน} = 19.35 \quad \text{มิลลิกรัม}$$

$$\text{สารละลายอะซาดิแรคติน 400 มิลลิลิตร มีอะซาดิแรคติน} = \frac{19.35 \times 400}{1000}$$

$$\text{จากเนื้อในเมล็ดสะเดา 40 กรัม มีอะซาดิแรคติน} = 7.74 \quad \text{มิลลิกรัม}$$

$$\text{ถ้าเนื้อในเมล็ดสะเดา 100 กรัม มีอะซาดิแรคติน} = \frac{7.74 \times 100}{40 \times 1000}$$

$$= 0.0193 \quad \text{กรัม}$$

ส่วนการคำนวณที่เวลาในการสกัด 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100 และ 120 นาที คำนวณคล้ายวิธีข้างต้นแต่เปลี่ยนปริมาตรของสิ่งสกัดเมทานอลเป็น 399, 398, 397, 396, 395, 394, 393, 392, 391 และ 390 มิลลิลิตร ตามลำดับ เนื่องจากวิธีการทดลองได้จุดของผสมออกครั้งละ 1 มิลลิลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฉ.2 การคำนวณหาปริมาณอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดหยาบ

ทำการทดลองใช้เนื้อในเมล็ดสะเดา 30 กรัมได้สิ่งสกัดหยาบ 7.8228 กรัม นำสิ่งสกัดหยาบมา 0.1106 กรัม ละลายด้วยเมทานอลเกรดเกรดเคียน 10.00 มิลลิลิตร แล้วเจือจาง 10 เท่า จากโครมาโตแกรม ง.4 ค่าที่อ่านได้จึงคูณด้วย 10

$$\begin{aligned} \text{สารละลายอะซาดิแรคติน 1000 มิลลิลิตร มีอะซาดิแรคติน} &= 29.69 \quad \text{มิลลิกรัม} \\ \text{สารละลายอะซาดิแรคติน 10 มิลลิลิตร มีอะซาดิแรคติน} &= \frac{29.69 \times 10}{1000} \\ \text{จากสิ่งสกัดหยาบ 0.1106 กรัม มีอะซาดิแรคติน} &= 0.2969 \quad \text{มิลลิกรัม} \\ \text{ถ้าสิ่งสกัดหยาบ 100 กรัม มีอะซาดิแรคติน} &= \frac{0.2969 \times 100}{0.1106} \\ &= 268.44 \quad \text{มิลลิกรัม} \\ &= 0.2684 \quad \text{กรัม} \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้นสิ่งสกัดหยาบมีปริมาณอะซาดิแรคติน 0.27 กรัม/100กรัมสิ่งสกัดหยาบ

$$\begin{aligned} \text{สิ่งสกัดหยาบ 0.1106 กรัม มีอะซาดิแรคติน} &= 0.2969 \quad \text{มิลลิกรัม} \\ \text{ถ้าสิ่งสกัดหยาบ 7.82 กรัม มีอะซาดิแรคติน} &= \frac{0.2969 \times 7.82}{0.1106} \\ &= 20.99 \quad \text{มิลลิกรัม} \\ &= 0.0210 \quad \text{กรัม} \\ \text{จากเนื้อในเมล็ดสะเดา 30 กรัม มีอะซาดิแรคติน} &= 0.0210 \quad \text{กรัม} \\ \text{ถ้าเนื้อในเมล็ดสะเดา 100 กรัม มีอะซาดิแรคติน} &= \frac{0.0210 \times 100}{30} \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้นสิ่งสกัดหยาบมีปริมาณอะซาดิแรคติน 0.07 กรัม/100กรัมเนื้อในเมล็ดสะเดา

ศูนย์วิทยาศาสตร์สุขภาพ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฉ.3 การคำนวณหาปริมาณอะซาดิแรคตินจากผลิตภัณฑ์จากการสกัดด้วยไดคลอโรมีเทน

ทำการทดลองใช้เนื้อในเมล็ดสะเดา 30 กรัม ได้สิ่งสกัดหยาบ 7.8228 กรัม ได้ผลิตภัณฑ์ของแข็งสีเหลืองเขียว (NR - 2) 0.4405 กรัม นำผลิตภัณฑ์ของแข็งสีเหลืองเขียว 0.1030 กรัม ไปวิเคราะห์หาปริมาณอะซาดิแรคตินได้โครมาโตแกรมตามรูปที่ ๓.5 โดยเตรียมสารละลาย 1 % นำหนักต่อปริมาตรแล้วเจือจาง 100 เท่า

$$\text{สิ่งสกัดหยาบ 7.8228 กรัม ได้ NR - 2} = 0.4405 \text{ กรัม}$$

$$\text{ถ้าสิ่งสกัดหยาบ 100 กรัม ได้ NR - 2} = \frac{0.4405 \times 100}{7.8228}$$

จะได้ผลิตภัณฑ์ของแข็งสีเหลืองเขียวเหลือง = 5.63 กรัม/100 กรัมสิ่งสกัดหยาบ

$$\text{จากเนื้อในเมล็ดสะเดา 30 กรัม ได้ NR - 2} = 0.4405 \text{ กรัม}$$

$$\text{ถ้าเนื้อในเมล็ดสะเดา 100 กรัม ได้ NR - 2} = \frac{0.4405 \times 100}{30}$$

เพราะฉะนั้นจะได้ผลิตภัณฑ์จากการสกัดด้วยไดคลอโรมีเทน 1.47 กรัม/100กรัมเนื้อในเมล็ดสะเดา

$$\text{สารละลายอะซาดิแรคติน 1000 มิลลิกรัม มีอะซาดิแรคติน} = 411.126 \text{ มิลลิกรัม}$$

$$\text{สารละลายอะซาดิแรคติน 10 มิลลิกรัม มีอะซาดิแรคติน} = \frac{411.126 \times 10}{1000}$$

$$\text{เตรียมจาก NR - 2 0.1030 กรัม มีอะซาดิแรคติน} = 4.1113 \text{ มิลลิกรัม}$$

$$\text{ถ้าจาก NR - 2 100 กรัม มีอะซาดิแรคติน} = \frac{4.11126 \times 100}{0.1030 \times 1000}$$

เพราะฉะนั้น NR - 2 มีอะซาดิแรคติน = 3.99 กรัม/100 NR - 2

$$\text{นั่นคือ NR - 2 100 กรัม มีอะซาดิแรคติน} = 3.99 \text{ กรัม}$$

$$\text{จากเนื้อในเมล็ดสะเดา 100 กรัม มี NR - 2 1.47} = \frac{3.99 \times 1.47}{100}$$

เมื่อเปรียบเทียบกับ 100 กรัมเนื้อในเมล็ดสะเดา = 0.0586 กรัม/100 กรัมเนื้อในเมล็ดสะเดา

$$\text{คิดเป็นร้อยละผลได้} = \frac{0.0586 \times 100}{0.07}$$

$$= 83.71$$

ฉ.4 คำนวณหาปริมาณอะซาดิเรคตินจากผลิตภัณฑ์จากการคูดซับและชะล้าง

ทำการทดลองใช้เนื้อในเมล็ดสะเดา 30 กรัม ได้สิ่งสกัดเมทานอลเข้มข้น 22.1437 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 910 มิลลิลิตร ได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นของแข็งกึ่งเหลว 0.5973 กรัม นำผลิตภัณฑ์ของแข็งกึ่งเหลว 0.1030 กรัม ไปวิเคราะห์หาปริมาณอะซาดิเรคตินได้โครมาโตแกรม ดังรูป ง.6 โดยเตรียมสารละลาย 1 % นำหนักโดยปริมาตร เจือจาง 100 เท่า

$$\begin{aligned} \text{สิ่งสกัดเมทานอล 1000 มล. มีอะซาดิเรคติน} &= 22.1437 \text{ มิลลิกรัม} \\ \text{สิ่งสกัดเมทานอล 910 มล. มีอะซาดิเรคติน} &= \frac{22.1437 \times 910}{1000} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 20.1507 \text{ มิลลิกรัม} \\ \text{จากเนื้อในเมล็ดสะเดา 30 กรัม มีอะซาดิเรคติน} &= 20.1507 \text{ มิลลิกรัม} \\ \text{เนื้อในเมล็ดสะเดา 100 กรัม มีอะซาดิเรคติน} &= \frac{20.1507 \times 100}{30 \times 1000} \\ &= 0.0671 \text{ กรัม} \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้นมีปริมาณอะซาดิเรคติน = 0.0671 กรัม/100กรัมเนื้อในเมล็ดสะเดา

$$\begin{aligned} \text{สารละลายอะซาดิเรคติน 1000 มิลลิลิตร มีอะซาดิเรคติน} &= 325.56 \text{ มิลลิกรัม} \\ \text{สารละลายอะซาดิเรคติน 10 มิลลิลิตร มีอะซาดิเรคติน} &= \frac{325.56 \times 10}{1000} \\ &= 3.2556 \text{ มิลลิกรัม} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{เตรียมจากผลิตภัณฑ์ของแข็ง 0.1030 กรัม มีอะซาดิเรคติน} &= 3.2556 \text{ มิลลิกรัม} \\ \text{เตรียมจากผลิตภัณฑ์ของแข็ง 100 กรัม มีอะซาดิเรคติน} &= \frac{3.2556 \times 100}{0.1030} \\ &= 3.16 \text{ กรัม} \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้นผลิตภัณฑ์จากการคูดซับมีอะซาดิเรคติน 3.16 กรัม/100กรัมผลิตภัณฑ์จากการคูดซับ

$$\begin{aligned} \text{จากผลิตภัณฑ์จากการคูดซับ 100 กรัม มีอะซาดิเรคติน} &= 3.16 \text{ กรัม} \\ \text{ถ้าผลิตภัณฑ์จากการคูดซับ 1.99 กรัม (จากเนื้อในเมล็ดสะเดา 100 กรัม) มีอะซาดิเรคติน} &= \frac{3.16 \times 1.99}{100} \end{aligned}$$

$$\text{จะได้} = 0.0629 \text{ กรัม/100กรัมเนื้อในเมล็ดสะเดา}$$

$$\text{คิดเป็นร้อยละผลได้} = \frac{0.0629 \times 100}{0.0671}$$

$$= 93.74$$

ณ.5 ร้อยละการดูดซับของอะซาดิแรคติน

แสดงตัวอย่างการคำนวณร้อยละการดูดซับอะซาดิแรคตินด้วยถ่านกัมมันต์บด 3 กรัม ได้ใช้สิ่งสกัดเมทานอลมีความเข้มข้นอะซาดิแรคติน 23.64 มิลลิกรัมต่อลิตร 300 มิลลิลิตร นำมาดูดซับเป็นเวลา 5 นาที ได้สิ่งสกัดเมทานอลมีความเข้มข้นอะซาดิแรคตินเหลือ 13.25 มิลลิกรัมต่อลิตร

$$\begin{aligned} \text{จากสิ่งสกัดเมทานอล 1000 มิลลิลิตร มีอะซาดิแรคติน} &= 23.64 \quad \text{มิลลิกรัม} \\ \text{สิ่งสกัดเมทานอล 300 มิลลิลิตร มีอะซาดิแรคติน} &= \frac{23.64 \times 300}{1000} \\ \text{เพราะฉะนั้นปริมาณอะซาดิแรคตินก่อนการดูดซับ} &= 7.092 \quad \text{มิลลิกรัม} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{จากสิ่งสกัดเมทานอล 1000 มิลลิลิตร มีอะซาดิแรคติน} &= 13.25 \quad \text{มิลลิกรัม} \\ \text{สิ่งสกัดเมทานอล 300 มิลลิลิตร มีอะซาดิแรคติน} &= \frac{13.25 \times 300}{1000} \\ \text{เพราะฉะนั้นปริมาณอะซาดิแรคตินที่เหลือหลังการดูดซับ} &= 3.975 \quad \text{มิลลิกรัม} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{ร้อยละของการดูดซับอะซาดิแรคติน} \\ &\text{จะได้ปริมาณอะซาดิแรคตินที่ถูกดูดซับ} &= 7.092 - 3.975 \\ & &= 3.117 \quad \text{มิลลิกรัม} \\ &\text{เพราะฉะนั้นร้อยละของการดูดซับอะซาดิแรคติน} &= \frac{3.117 \times 100}{7.092} = 43.9 \end{aligned}$$

ณ.6 ร้อยละของอะซาดิแรคตินที่ถูกชะออกมา

แสดงตัวอย่างการคำนวณจากการศึกษาหาชนิดของตัวทำละลายในการชะล้างอะซาดิแรคตินออกจากถ่านกัมมันต์โดยใช้เอทิลอะซิเตท ตามโครมาโตแกรมรูปที่ ง.13

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณอะซาดิแรคตินก่อนการดูดซับ} &= 1.6258 \quad \text{มิลลิกรัม} \\ \text{ปริมาณอะซาดิแรคตินที่เหลือหลังการดูดซับ} &= \frac{9.105 \times 5 \times 20}{1000} \\ \text{เพราะฉะนั้นร้อยละของการดูดซับอะซาดิแรคติน} &= \frac{0.9105 \times 100}{1.6258} = 56.00 \end{aligned}$$

ฉ.7 ปริมาณอะซาดิเรคตินในเมทานอลและในถ่านกัมมันต์ที่ภาวะสมดุล

ในการทดลองเพื่อหาปริมาณถ่านกัมมันต์ต่ำสุดที่สามารถดูดซับอะซาดิเรคตินได้จนถึงจุดสมดุล จากการใช้สิ่งสกัดเมทานอล 20.0 มิลลิกรัมต่อลิตร 300 มิลลิตร ถูกดูดซับอะซาดิเรคตินด้วยถ่านกัมมันต์ 1 กรัม

ปริมาณอะซาดิเรคตินในเมทานอลที่ภาวะสมดุล (C_1)

$$\begin{aligned} \text{จากสิ่งสกัดเมทานอล 1000 มิลลิตร มีอะซาดิเรคตินเหลืออยู่} &= 18 && \text{มิลลิกรัม} \\ \text{สิ่งสกัดเมทานอล 300 มิลลิตร มีอะซาดิเรคตินเหลืออยู่} &= \frac{18 \times 300}{1000} \\ &= 5.4 && \text{มิลลิกรัม} \\ \text{สิ่งสกัดเมทานอล 300 มิลลิตร มีน้ำหนัก 300 x 0.79} &= 237 && \text{กรัม} \\ \text{จากสิ่งสกัดเมทานอล 237 กรัม มีอะซาดิเรคตินเหลืออยู่} &= 5.4 && \text{มิลลิกรัม} \\ \text{สิ่งสกัดเมทานอล 1 กรัม มีอะซาดิเรคติน} &= \frac{0.0054}{237} \end{aligned}$$

ปริมาณอะซาดิเรคตินในเมทานอลที่ภาวะสมดุล = 22.8 ไมโครกรัม/1 กรัมสิ่งสกัดเมทานอล

ปริมาณอะซาดิเรคตินในถ่านกัมมันต์ที่ภาวะสมดุล (C_2)

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณอะซาดิเรคตินในเมทานอลก่อนการดูดซับ} &= \frac{20 \times 300}{1000} \\ &= 6 && \text{มิลลิกรัม} \\ \text{ปริมาณอะซาดิเรคตินที่เหลือหลังการดูดซับ} &= 5.4 && \text{มิลลิกรัม} \\ \text{ปริมาณอะซาดิเรคตินในถ่านกัมมันต์ 1 กรัม} &= 6.0 - 5.4 = 0.6 && \text{มิลลิกรัม} \\ \text{ปริมาณอะซาดิเรคตินในถ่านกัมมันต์} &= 0.6 && \text{มิลลิกรัม/1 กรัมถ่านกัมมันต์} \end{aligned}$$

ส่วนตัวอย่างอื่นในการทดลองนี้ใช้วิธีการคำนวณคล้ายกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฉ.8 จำนวนถ่านกัมมันต์ที่สามารถดูดซับอะซาดิเรคตินได้จนถึงจุดสมดุลที่ความเข้มข้นเริ่มต้นต่าง ๆ

ตารางที่ ฉ.8.1 ปริมาณอะซาดิเรคตินในเมทานอล(C_1 , ไมโครกรัม/กรัม)และปริมาณอะซาดิเรคตินในถ่านกัมมันต์(C_2 , มิลลิกรัม/กรัม) ที่ความเข้มข้นของอะซาดิเรคตินก่อนการดูดซับ 20.0, 42.2, 86.6 และ 111.9 มิลลิกรัมต่อลิตร

Aza A_1 20.0 ppm		Aza A_1 42.2 ppm		Aza A_1 86.6 ppm		Aza A_1 111.9ppm	
C_1	C_2	C_1	C_2	C_1	C_2	C_1	C_2
22.80	0.60	49.70	0.45	54.80	1.30	29.70	1.77
16.20	1.08	46.80	0.53	19.70	1.42	12.10	1.54
9.86	1.22	31.50	1.30	3.35	1.01	3.28	1.09
4.75	1.09	14.00	1.34	2.30	0.85	1.09	0.83
2.29	0.95	10.80	1.27	1.43	0.73	0.87	0.74
1.33	0.83	3.79	1.02	0.923	0.68	0.73	0.70
0.72	0.75	1.99	0.81	-	-	-	-

จากกราฟรูปที่ 4.7 จากการลากเส้นกราฟให้ C_1 มีค่าเข้าใกล้ศูนย์แล้วนำค่า C_2 มาคำนวณได้ข้อมูลดังตารางที่ ฉ.8.2

ตารางที่ ฉ.8.2 ผลการคำนวณหาจำนวนถ่านกัมมันต์ต่ำสุดที่ดูดซับได้จนถึงจุดสมดุล

ความเข้มข้นอะซาดิเรคตินเริ่มต้น (มิลลิกรัมต่อลิตร)	20.0	42.2	86.6	111.9
ปริมาณอะซาดิเรคตินเริ่มต้น (มิลลิกรัม)	20.0	42.2	86.6	111.9
ปริมาณอะซาดิเรคตินในถ่านกัมมันต์ที่ดูดซับได้จนถึงจุดสมดุล (มิลลิกรัม/กรัม)	0.68	0.60	0.60	0.59
น้ำหนักถ่านกัมมันต์ที่ใช้ในการดูดซับอะซาดิเรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอล 1 ลิตร จนถึงจุดสมดุล (กรัม)	29.4	70.3	144.3	189.7

ตัวอย่างการคำนวณจากกราฟรูปที่ 4.7

ปริมาณอะซาดิเรคตินเริ่มต้นในสิ่งสกัดเมทานอล 1 ลิตร = 20 มิลลิกรัม

จากกราฟได้ปริมาณอะซาดิเรคตินในถ่านกัมมันต์ที่ดูดซับได้จนสมดุล = 0.68 มิลลิกรัม/กรัม

เนื่องจากน้ำหนักถ่านกัมมันต์ที่ดูดซับจนสมดุล = ปริมาณอะซาดิเรคตินเริ่มต้น

ปริมาณอะซาดิเรคตินในถ่านกัมมันต์ที่ดูดซับได้จนสมดุล

$$= \frac{20.0}{0.68}$$

$$= 29.4 \text{ กรัม}$$

$$= 29.4 \text{ กรัม}$$

ส่วนตัวอย่างอื่นในการทดลองนี้ใช้วิธีการคำนวณคล้ายกัน

ณ.9 ร้อยละผลได้

จากการศึกษาการคงสภาพของอะซาดิเรคตินในถ่านกัมมันต์บดได้เตรียมถ่านกัมมันต์บดดูดซับอะซาดิเรคตินไว้ 3.1914 มิลลิกรัม

ตัวอย่างการคำนวณในเดือนที่ 3 นำถ่านกัมมันต์บดดังกล่าวที่เก็บไว้ในตู้แช่แข็งมาตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้วชั่งมา 3 กรัม ชะล้างอะซาดิเรคตินด้วยไคคลอโรมีเทนนำสารละลายไประเหยไล่ไคคลอโรมีเทนแล้วปรับปริมาตรด้วยเมทานอลสำหรับ HPLC ให้มีปริมาตร 25.00 มิลลิลิตรนำไปเจือจาง 100 เท่า

สารละลายอะซาดิเรคติน 1000 มิลลิลิตร มีอะซาดิเรคติน = 103.76 มิลลิกรัม

สารละลายอะซาดิเรคติน 25 มิลลิลิตร มีอะซาดิเรคติน = $\frac{103.76 \times 25}{1000}$

= 2.594 มิลลิกรัม

เพราะฉะนั้นร้อยละผลได้

= $\frac{2.594 \times 100}{3.1914}$

= 81.28

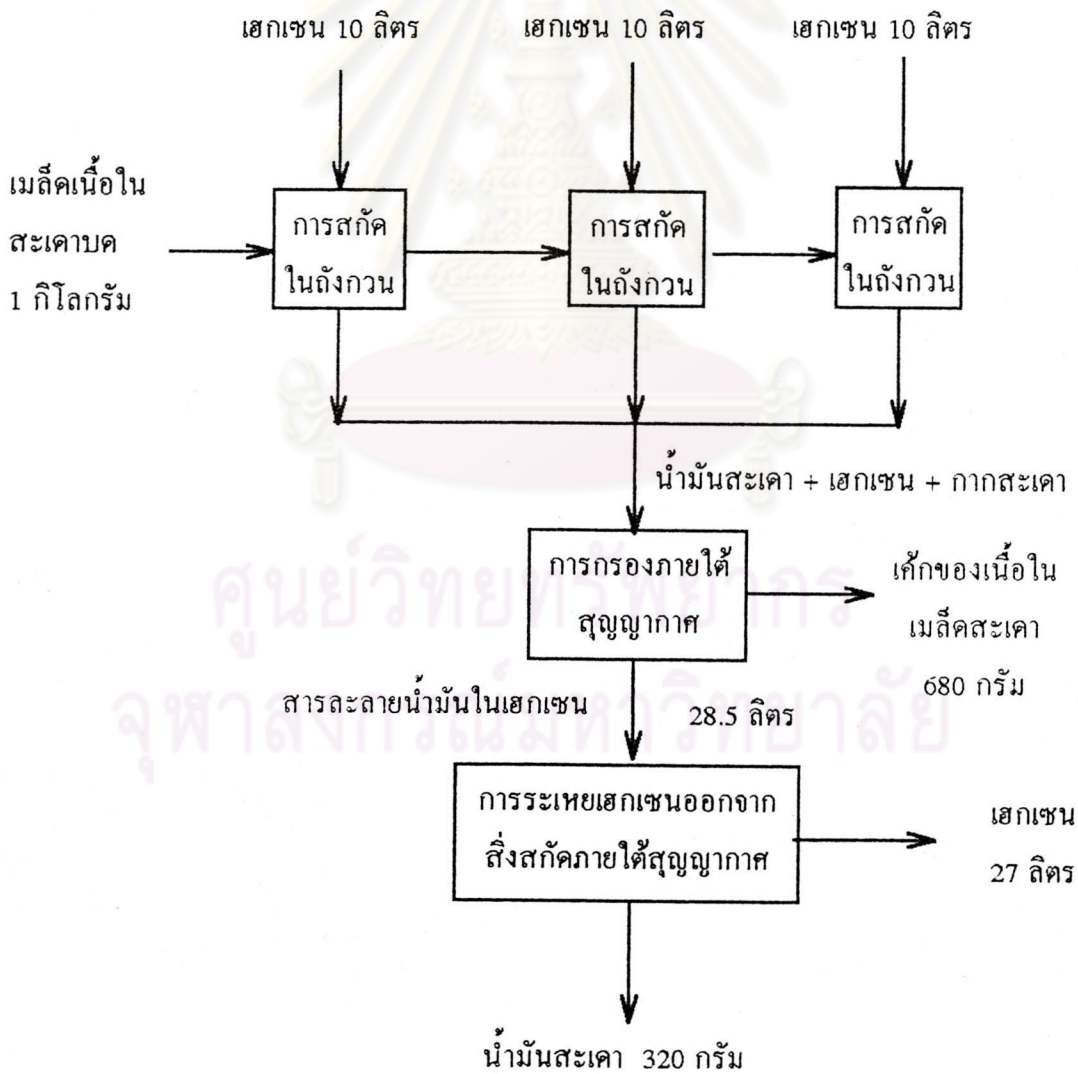
ส่วนตัวอย่างอื่นในการทดลองนี้ใช้วิธีการคำนวณคล้ายกัน

ฉ.10 การคำนวณต้นทุนการผลิตของวิธีการสกัดอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดด้วยไคลลอโรมีเทนและ
 คิวซิบอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดด้วยถ่านกัมมันต์

ในกระบวนการผลิตสามารถคิดสมมูลมวลสารจากวัตถุดิบและสารเคมีที่ใช้โดยจะแบ่งเป็น
 5 ส่วนคือ การสกัดน้ำมันออกจากเนื้อในเมล็ดสะเดา การสกัดอะซาดิแรคตินออกจากเปลือกของเนื้อใน
 เมล็ดสะเดา การสกัดอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดด้วยไคลลอโรมีเทน การคิวซิบอะซาดิแรคตินจากสิ่ง
 สกัดด้วยถ่านกัมมันต์ การทดสอบถ่านกัมมันต์ที่ใช้แล้วในการคิวซิบอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัด
 เมทานอล

ส่วนแรกการสกัดน้ำมันออกจากเนื้อในเมล็ดสะเดา

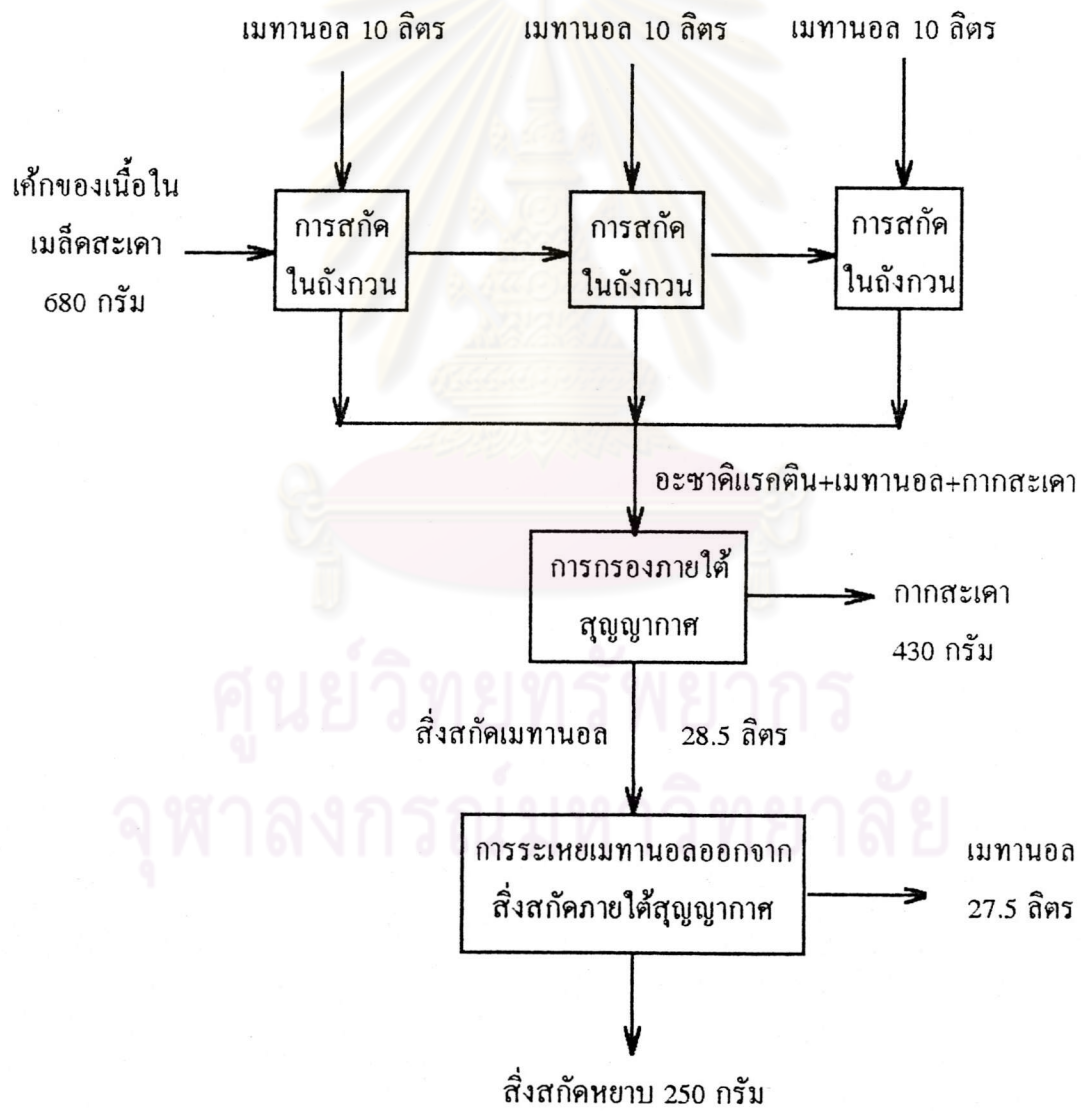
หลักอ้างอิง 1 กิโลกรัมเนื้อในเมล็ดสะเดา



แผนภูมิที่ ฉ.10.1การสกัดน้ำมันออกจากเนื้อในเมล็ดสะเดา

ในการสกัดน้ำมันออกจากเนื้อในเมล็ดสะเดา 1 กิโลกรัมในถังกวนใช้เฮกเซนสกัดน้ำมัน 3 ครั้ง ครั้งละ 10 ลิตร รวมเฮกเซนทั้งหมด 30 ลิตร นำของผสมไปแยกตัวของเนื้อในเมล็ดสะเดาด้วยการกรองภายใต้สุญญากาศได้เค้กของเนื้อในเมล็ดสะเดา 680 กรัมและสารละลายน้ำมันในเฮกเซน 28.5 ลิตร นำสารละลายที่ได้ไประเหยเฮกเซนออกด้วยเครื่องระเหยแห้งแบบหมุนได้น้ำมันสะเดา 320 กรัม และเฮกเซน 27 ลิตร

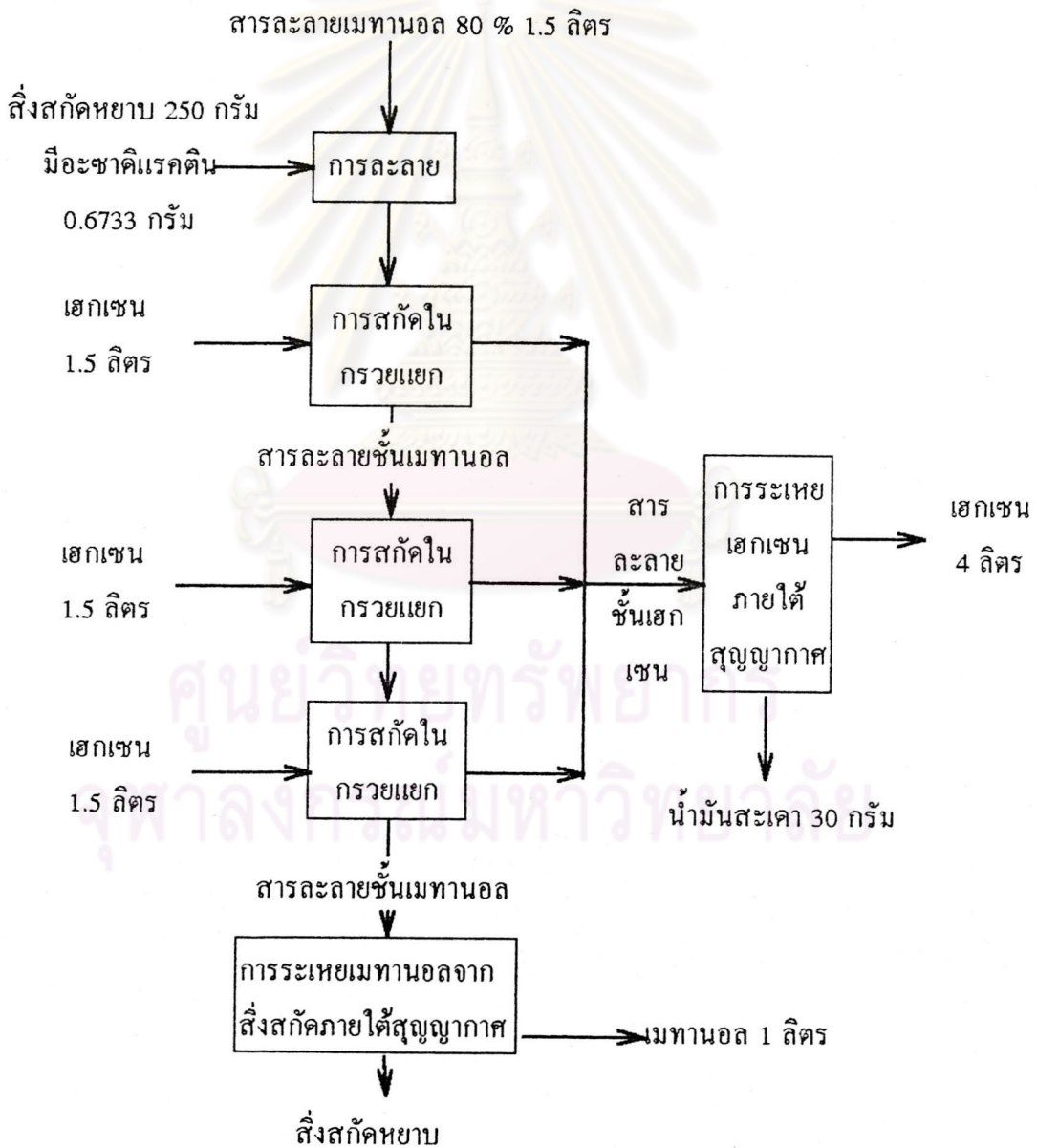
ส่วนที่สองการสกัดอะซาดิแรคตินออกจากเค้กของเนื้อในเมล็ดสะเดา
หลักอ้างอิง 1 กิโลกรัมเนื้อในเมล็ดสะเดา



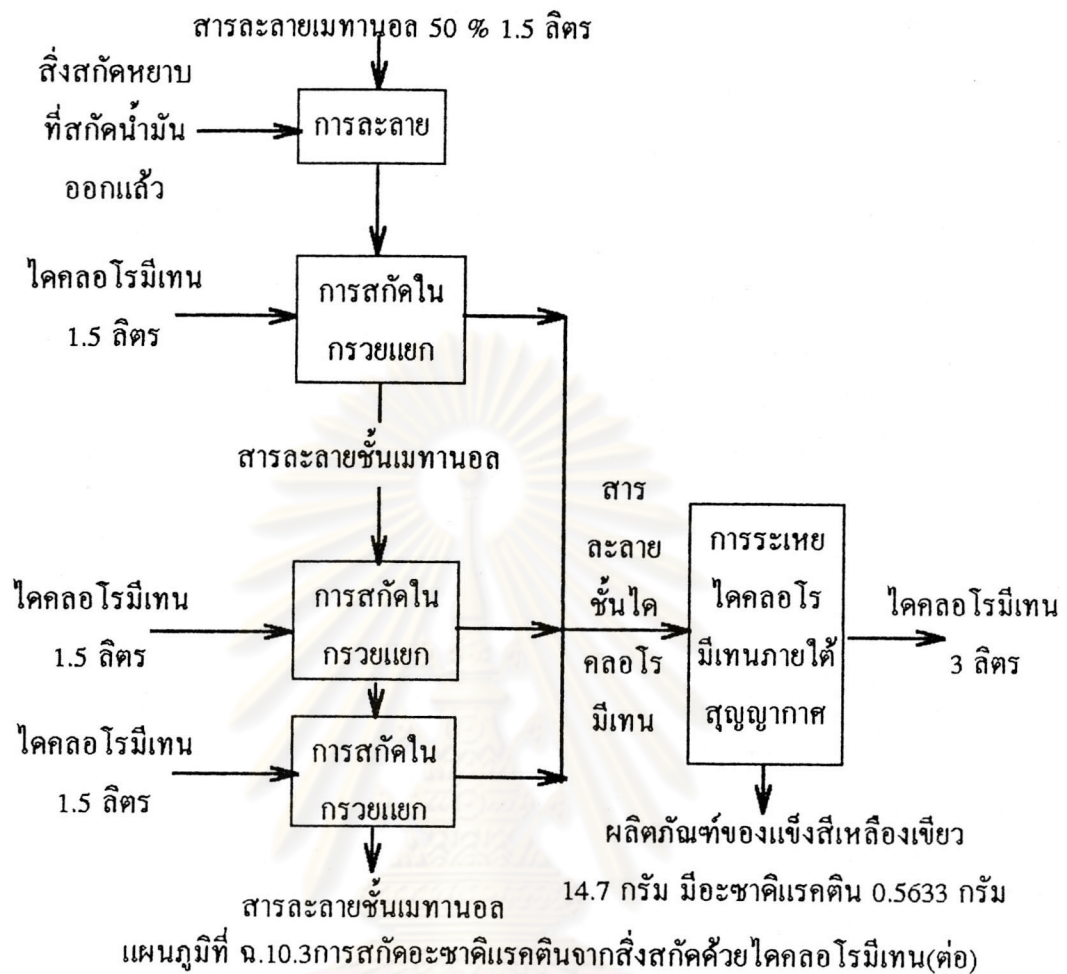
แผนภูมิที่ ๑.10.2 การสกัดอะซาดิแรคตินจากเนื้อในเมล็ดสะเดา

ในการสกัดอะซาดิแรคตินออกจากเค้กที่ได้จากเนื้อในเมล็ดสะเดา 1 กิโลกรัมในถังกวนใช้ เมทานอลสกัดอะซาดิแรคติน 3 ครั้ง ครั้งละ 10 ลิตร รวมเมทานอลทั้งหมด 30 ลิตร นำของผสมไป แยกกากสะเดาด้วยการกรองภายใต้สุญญากาศได้กากสะเดา 430 กรัมและสิ่งสกัดเมทานอล 28.5 ลิตร นำสารละลายที่ได้ไประเหยเมทานอลออกด้วยเครื่องระเหยแห้งแบบหมุนได้สิ่งสกัดหยาบ 250 กรัม และเมทานอล 27.5 ลิตร

ส่วนที่สามการสกัดอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดด้วยไดคลอโรมีเทน
หลักอ้างอิง 1 กิโลกรัมเนื้อในเมล็ดสะเดา



แผนภูมิที่ 10.3 การสกัดอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดด้วยไดคลอโรมีเทน



ในการสกัดอะซาดิเรคตินจากสิ่งสกัดด้วยไคคลอโรมีเทน เริ่มโดยนำสิ่งสกัดหยาบที่ได้จากการสกัดอะซาดิเรคตินจากเนื้อในเมล็ดสะเดา 1 กิโลกรัม มาสกัดน้ำมันที่เหลืออยู่ออกก่อนด้วยเฮกเซน 3 ครั้ง รวมใช้เฮกเซน 4.5 ลิตร นำสารละลายชั้นเมทานอลไประเหยเมทานอลออกได้สิ่งสกัดหยาบ ส่วนสารละลายชั้นเฮกเซนนำไประเหยเฮกเซนออกได้น้ำมันที่เหลืออยู่ 30 กรัม และเฮกเซน 4 ลิตร นำสิ่งสกัดหยาบมาละลายในสารละลายเมทานอล 50 % 4.5 ลิตร แล้วสกัดอะซาดิเรคตินด้วยไคคลอโรมีเทนในกรวยแยก ครั้งละ 1.5 ลิตร 3 ครั้ง รวมไคคลอโรมีเทน 4.5 ลิตร นำสารละลายชั้นไคคลอโรมีเทนไประเหยตัวทำละลายออกได้ผลิตภัณฑ์ของแข็งสีเหลืองเขียว 14.7 กรัม และไคคลอโรมีเทน 3 ลิตร

สมดุลอะซาดิเรคติน (azadirachtin balance)

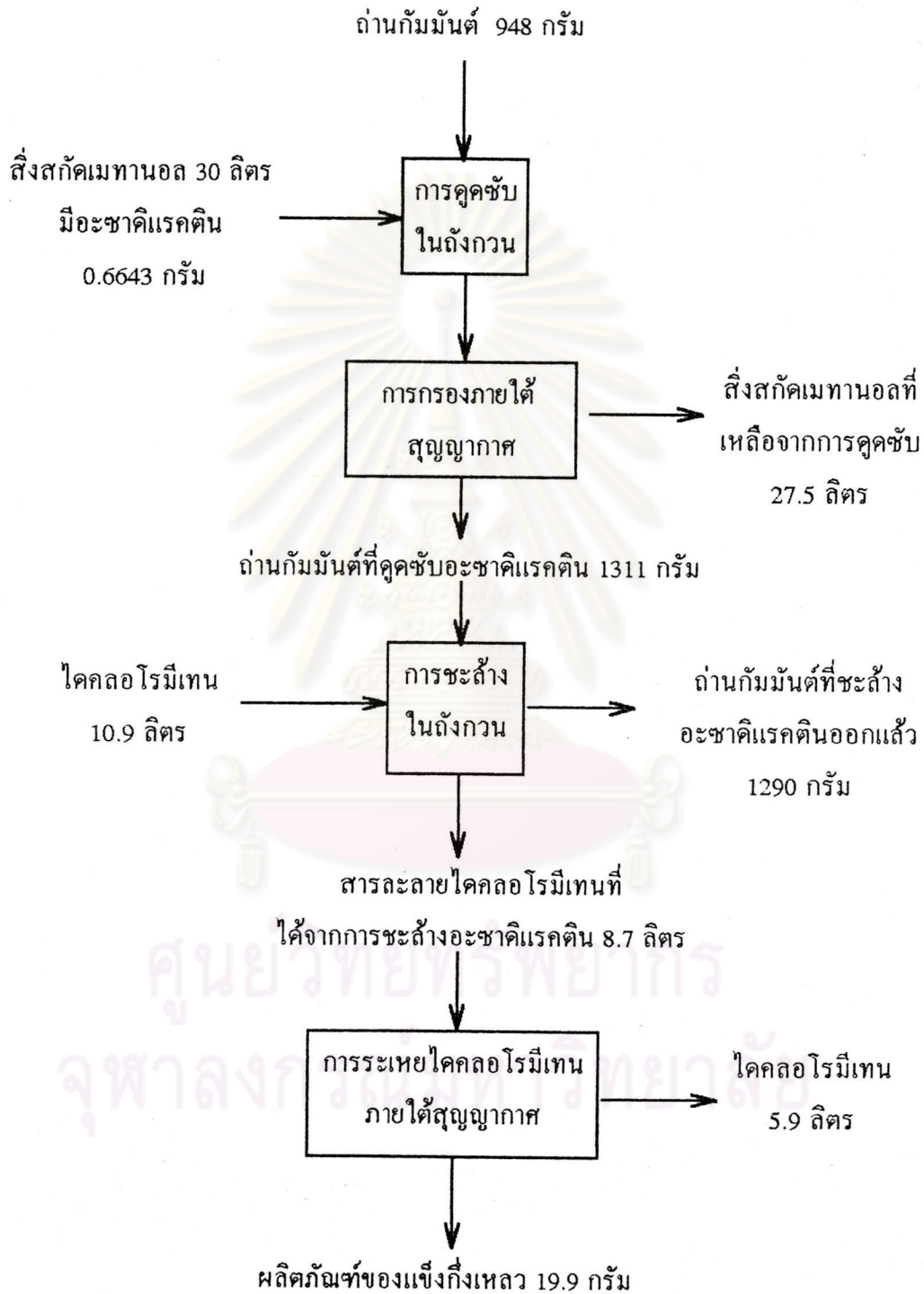
$$\text{azadirachtin}_{\text{input}} = \text{azadirachtin}_{\text{output}}$$

อะซาดิเรคตินในสิ่งสกัดเมทานอล = อะซาดิเรคตินในผลิตภัณฑ์ + อะซาดิเรคตินที่สูญเสีย

$$\text{อะซาดิเรคตินที่สูญเสีย} = 0.6733 - 0.5633 \text{ กรัม} = 0.1100 \text{ กรัม}$$

คิดเป็นร้อยละการสูญเสียอะซาดิเรคตินจากกระบวนการนี้คือ 16.33

ส่วนที่สี่การดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอลด้วยถ่านกัมมันต์บด
หลักอ้างอิง 1 กิโลกรัมเนื้อในเมล็ดสะเดา

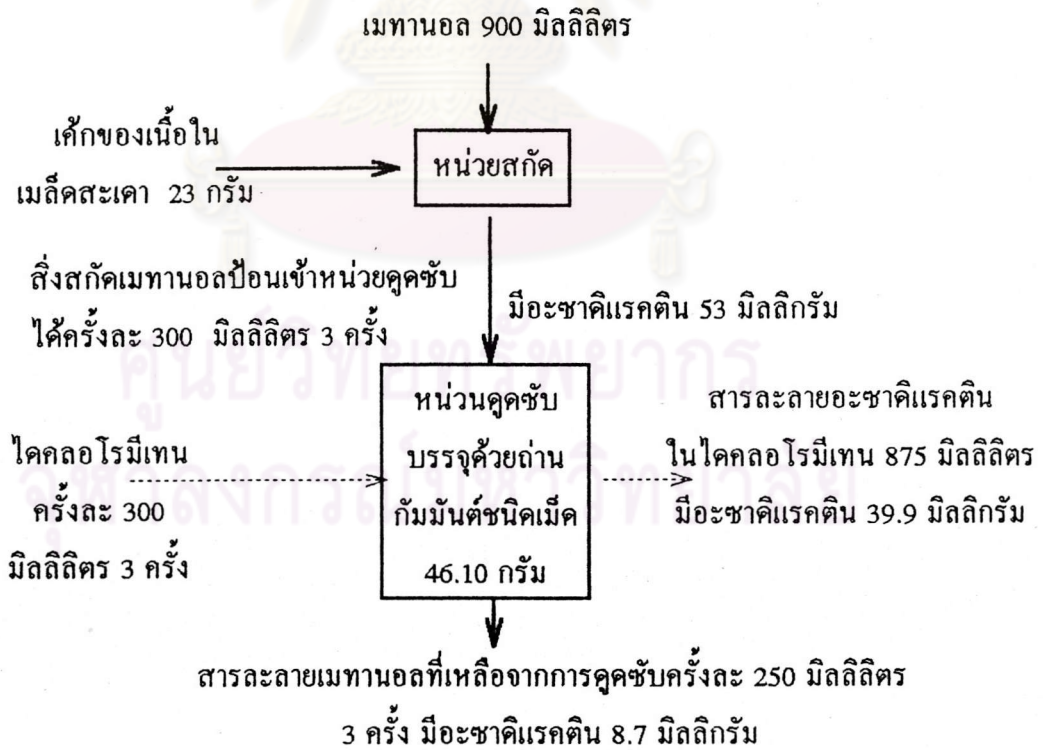


แผนภูมิที่ ฉ.10.4 การดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอลด้วยถ่านกัมมันต์บด

ในการดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดด้วยถ่านกัมมันต์บด เริ่มโดยการนำสิ่งสกัด เมทานอลที่ได้จากเนื้อในเมล็ดสะเคา 1 กิโลกรัม มาดูดซับอะซาดิแรคตินด้วยถ่านกัมมันต์บด 948 กรัม ได้ถ่านกัมมันต์ที่ดูดซับอะซาดิแรคติน 1311 กรัม นำถ่านกัมมันต์นั้นมาชะล้างอะซาดิแรคตินด้วย ไคคลอโรมีเทน 10.9 ลิตร ได้สารละลายอะซาดิแรคตินในไคคลอโรมีเทนนำไปประเหยตัวทำละลาย ออกได้ผลิตภัณฑ์ของแข็งกิ่งเหลืองสีน้ำตาล 19.9 กรัม และได้ไคคลอโรมีเทน 5.9 ลิตร สมดุลอะซาดิแรคติน (azadirachtin balance)

$$\begin{aligned} \text{azadirachtin}_{\text{input}} &= \text{azadirachtin}_{\text{output}} \\ \text{อะซาดิแรคตินในสิ่งสกัดเมทานอล} &= \text{อะซาดิแรคตินที่ชะล้างออกมา} + \text{อะซาดิแรคตินที่สูญเสีย} \\ \text{อะซาดิแรคตินที่สูญเสีย} &= 0.6643 - 0.629 \text{ กรัม} = 0.0353 \text{ กรัม} \\ &\text{คิดเป็นร้อยละการสูญเสียอะซาดิแรคตินจากกระบวนการนี้คือ } 5.31 \end{aligned}$$

การศึกษานำถ่านกัมมันต์ที่ใช้แล้วมาดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอล
หลักอ้างอิง 1 รอบในการดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอลแล้วชะล้างอะซาดิแรคตินผลิตภัณฑ์ ถ่านกัมมันต์



แผนภูมิที่ ๑.10.5 การนำถ่านกัมมันต์ที่ใช้แล้วมาดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอล

ในการทดลองนำถ่านกัมมันต์ที่ใช้แล้วในการดูดซับอะซาดิแรคตินหลายรอบ ได้ทำการดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอลแล้วชะล้างอะซาดิแรคตินจากถ่านกัมมันต์ในหน่วยดูดซับสมดุลอะซาดิแรคตินในขั้นตอนการดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอล (azadirachtin balance)

$$\begin{aligned} \text{azadirachtin}_{\text{input}} &= \text{azadirachtin}_{\text{output}} \\ \text{อะซาดิแรคตินในสิ่งสกัดเมทานอล} &= \text{อะซาดิแรคตินที่เหลือออกมา} + \text{อะซาดิแรคตินที่ถูกดูดซับ} \\ \text{อะซาดิแรคตินที่ถูกดูดซับ} &= 53.0 - 8.7 \text{ มิลลิกรัม} = 44.3 \text{ มิลลิกรัม} \end{aligned}$$

คิดเป็นร้อยละการดูดซับอะซาดิแรคตินจากกระบวนการนี้คือ 83.6
สมดุลอะซาดิแรคตินในขั้นตอนการชะล้างอะซาดิแรคตินจากถ่านกัมมันต์

$$\begin{aligned} \text{azadirachtin}_{\text{input}} &= \text{azadirachtin}_{\text{output}} \\ \text{อะซาดิแรคตินที่ถูกดูดซับ} &= \text{อะซาดิแรคตินที่ชะล้างออกมา} + \text{อะซาดิแรคตินที่ถูกดูดซับไว้ใน} \\ &\quad \text{ถ่านกัมมันต์} \end{aligned}$$

อะซาดิแรคตินที่ถูกดูดซับไว้ในถ่านกัมมันต์ = $44.3 - 39.9$ มิลลิกรัม = 4.4 มิลลิกรัม
คิดเป็นร้อยละการคืนสภาพอะซาดิแรคตินจากกระบวนการนี้คือ 90.0

ตารางที่ ๑.10.1 เปรียบเทียบผลการทดลองและลักษณะของผลิตภัณฑ์จากการสกัดอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดด้วยไดคลอโรมีเทนและดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดด้วยถ่านกัมมันต์ คิดจาก 100 กรัมเนื้อในเมล็ดสะเคา

รายการ	การสกัดอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดด้วยไดคลอโรมีเทน	การดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดด้วยถ่านกัมมันต์
1. ลักษณะผลิตภัณฑ์	ของแข็งสีเหลืองเขียว	ของแข็งกึ่งเหลวสีน้ำตาล
2. ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ได้ (กรัม)	1.47	1.99
3. ปริมาณอะซาดิแรคตินในผลิตภัณฑ์ (กรัม/100 กรัมผลิตภัณฑ์)	3.99	3.16
4. ปริมาณอะซาดิแรคตินที่ได้(กรัม/100 กรัมเนื้อในเมล็ดสะเคา)	0.059	0.063
5. ผลได้ อะซาดิแรคตินที่อยู่ในผลิตภัณฑ์เทียบกับอะซาดิแรคตินที่อยู่ในสารสกัดเมทานอลเริ่มต้น (ร้อยละ)	84	93

ตารางที่ ฉ.10.2 เปรียบเทียบระยะเวลาในการสกัดอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดด้วยไคคลอโรมีเทนและ
 คูดซ์บอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดด้วยถ่านกัมมันต์ คัดจาก 100 กรัม เนื้อในเมล็ดสะเดา

รายการ	การสกัดอะซาดิแรคตินจากสิ่ง สกัดด้วยไคคลอโรมีเทน	การคูดซ์บอะซาดิแรคติน จากสิ่งสกัดด้วยถ่านกัมมันต์
1. เวลาในการระเหยเมทานอล จากสิ่งสกัดเริ่มต้นและหลังจาก สกัดน้ำมันที่เหลืออยู่	12 ชั่วโมง 22 นาที	-
2. เวลาในการระเหยไคคลอโร มีเทนในขั้นตอนสุดท้าย	20 นาที	1 ชั่วโมง 39 นาที
3. เวลาเฉพาะวิธี -สกัดและตั้งให้แยกชั้น -คูดซ์บและชะล้าง	6 ชั่วโมง -	- 3 ชั่วโมง
4. ระยะเวลาในการทำงานทั้งหมด	18 ชั่วโมง 42 นาที	4 ชั่วโมง 39 นาที

ตารางที่ ฉ.10.3 ปริมาณวัตถุดิบและสารเคมีในการผลิตจากการสกัดอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดด้วย
 ไคคลอโรมีเทนและคูดซ์บอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดด้วยถ่านกัมมันต์ คัดจาก 100 กรัมเนื้อในเมล็ด
 สะเดา ปริมาตรสารที่นำไปคำนวณค่าสารเคมี = จากปริมาตรสารที่ใช้ - ปริมาตรสารที่ได้กลับคืนมา

รายการ	การสกัดอะซาดิแรคตินจาก สิ่งสกัดด้วยไคคลอโร มีเทน	การคูดซ์บอะซาดิแรคติน จากสิ่งสกัดด้วยถ่านกัมมันต์
1. เมล็ดเนื้อในสะเดา(กรัม)	100	100
2. เฮกเซน (มิลลิลิตร)	$3,415-3,073 = 342$	$2,970-2,673 = 297$
3. เมทานอล (มิลลิลิตร)	$3,164-2,900 = 264$	$2,970-2,722 = 248$
4. ไคคลอโรมีเทน (มิลลิลิตร)	$445-297 = 148$	$866-467 = 399$
5. ถ่านกัมมันต์ (กรัม)	-	$94.8-94.8 = 0$

ตารางที่ ฉ.10.4 เปรียบเทียบราคาของวัตถุดิบและสารเคมีที่ใช้ในการสกัดอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดด้วยไคลคลอโรมีเทนและคูซซ์บอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดด้วยถ่านกัมมันต์

รายการ	ราคา/หน่วย (บาท)	การสกัดด้วยไคลคลอโรมีเทน		การคูซซ์บด้วยถ่านกัมมันต์	
		ปริมาณที่ใช้	ราคา (บาท)	ปริมาณที่ใช้	ราคา(บาท)
1. เมล็ดเนื้อในสะเคา (กรัม)	0.04	100	4	100	4
2. เฮกเซน (มิลลิลิตร)	0.0161	342	5.5	297	4.8
3. เมทานอล (มิลลิลิตร)	0.0067	264	1.76	248	1.66
4. ไคลคลอโรมีเทน (มิลลิลิตร)	0.14	148	20.72	498	69.72
5.รวมต้นทุนการผลิต จากวัตถุดิบและ สารเคมี(บาท)	-	-	31.98	-	80.18

ตารางที่ ฉ.10.5 เปรียบเทียบค่ากระแสไฟฟ้าและต้นทุนสำหรับการสกัดอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดด้วยไคลคลอโรมีเทนและคูซซ์บอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดด้วยถ่านกัมมันต์

รายการ	ราคาไฟฟ้า/ หน่วย (บาท)	การสกัดด้วยไคลคลอโรมีเทน		การคูซซ์บด้วยถ่านกัมมันต์	
		เวลาที่ใช้	ราคากระแส ไฟฟ้า(บาท)	เวลาที่ใช้	ราคากระแส ไฟฟ้า(บาท)
1.กระแสไฟสำหรับการ ระเหยตัวทำละลาย (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	1.50	12 ชั่วโมง 42 นาที	43.2	1 ชั่วโมง 39 นาที	5.6
2.รวมต้นทุนการผลิต ทั้งหมด (บาท)	-	-	75.18	-	85.78
3.ต้นทุนการผลิต (บาท/1 กรัมผลิตภัณฑ์)	-	-	51.14	-	43.10

การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตจากการสกัดอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดด้วยไดคลอโรมีเทน และคูซบอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดด้วยถ่านกัมมันต์ มีข้อสมมติคือ

1. ปริมาตรสารที่นำไปคำนวณค่าสารเคมี = ปริมาตรสารที่ใช้ - ปริมาตรสารที่ได้กลับคืนมา
2. เมทานอลที่ใช้แล้วสามารถนำกลับมาใช้เหมือนเมทานอลใหม่
3. ถ่านกัมมันต์ที่ใช้แล้วสามารถนำกลับมาใช้เหมือนถ่านกัมมันต์ใหม่

การคิดค่ากระแสไฟฟ้าสำหรับการระเหยตัวทำละลายภายใต้สูญญากาศด้วยเครื่องระเหยแห้งแบบหมุนซึ่งประกอบด้วย ระบบน้ำหล่อเย็นมีกำลัง 800 วัตต์ ป้อนสูญญากาศมีกำลัง 124 วัตต์ ชุดกลั่นมีขดกลั่นแช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิและมีแกนหมุน 1350 วัตต์ รวมกำลังทั้งหมด 2.27 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งค่ากระแสไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็กเท่ากับ 1.50 บาท ต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง ถ้าใช้เวลาในการระเหย 12 ชั่วโมง 42 นาที จะเสียค่ากระแสไฟฟ้า

$$\begin{aligned}
 &= 2.27 \frac{\text{กิโลวัตต์} \cdot \text{ชั่วโมง}}{\text{ชั่วโมง}} \times 1.5 \frac{\text{บาท}}{\text{กิโลวัตต์} \cdot \text{ชั่วโมง}} \times 12.7 \text{ ชั่วโมง} \\
 &= 43.2 \text{ บาท}
 \end{aligned}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ช

ข้อมูลและผลวิเคราะห์ที่ใช้ในการศึกษากราฟที่ภาวะสมดุลและหาสมการอัตราเร็วเริ่มต้น

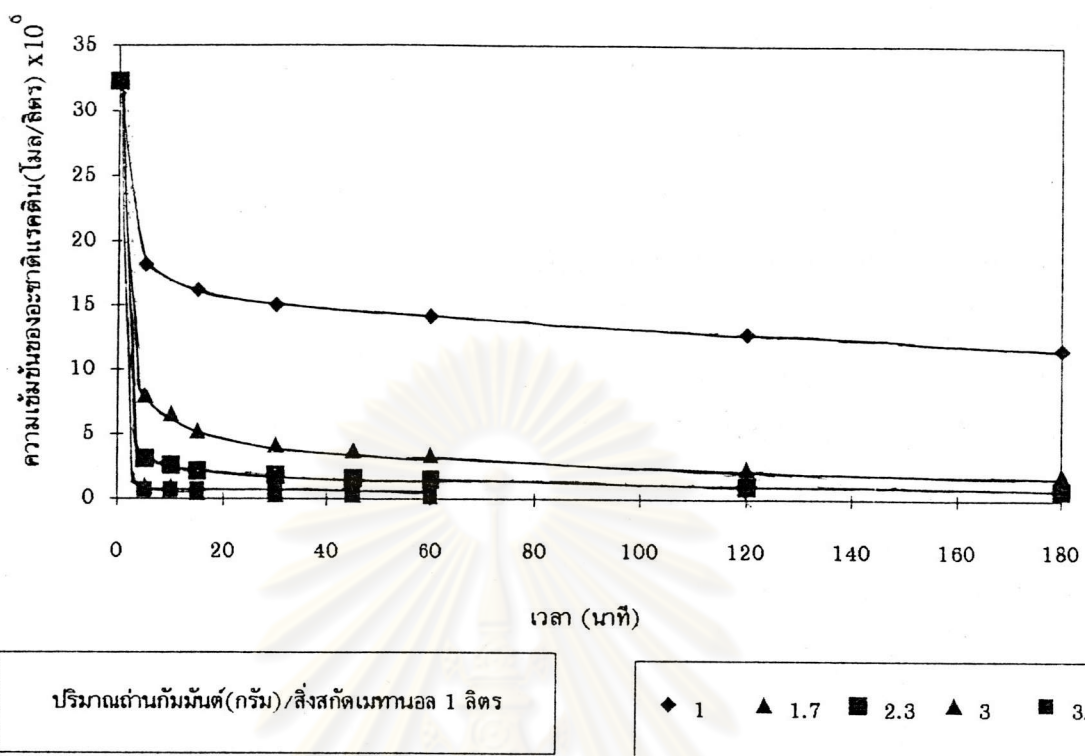
ตารางที่ ช.1 ข้อมูลและผลวิเคราะห์ที่ใช้ในการศึกษากราฟที่ภาวะสมดุล

โดยที่มีความเข้มข้นของอะซาดิเรคตินเริ่มต้น 23.64 มิลลิกรัมต่อลิตร 1 ลิตร

ปริมาณถ่าน กัมมันต์ (กรัม)	ความเข้มข้นอะซาดิเรคติน หลังจากการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ปริมาณอะซาดิเรคติน ในทานอล (C_1 , ไมโครกรัม/กรัม)	ปริมาณอะซาดิเรคติน ในถ่านกัมมันต์ (C_2 , มิลลิกรัม/กรัม)
10	8.54	10.8	1.51
17	1.51	1.91	1.33
23	0.6	0.76	0.99
30	0.22	0.28	0.78
37	0.19	0.24	0.64

ตารางที่ ช.2 ข้อมูลและผลวิเคราะห์ที่ใช้ในการหาสมการอัตราเร็วเริ่มต้น ที่จุดแรกที่ทำให้การทดลอง

จำนวนถ่านกัมมันต์ (กรัม/ลิตรสิ่งสกัดเมทานอล)	ความเข้มข้นของอะซาดิเรคติน ที่เวลา 5 นาที (โมล/ลิตร)	อัตราการดูดซับ (โมล/ลิตร.นาที)
W_B	$C_A \times 10^6$	$-R_A \times 10^9$
10	18.10	524
17	7.98	560
23	3.10	248
30	1.07	140
37	0.74	108



รูปที่ ช.1 กราฟหาอัตราเร็วของการดูดซับอะชาดิเรคติน เมื่อปริมาณถ่านกัมมันต์ต่าง ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ช

สภาพัฒน์ของตัวทำละลาย

ตารางที่ ช.1 สภาพัฒน์ของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดอะซาดิแรคติน

ชนิดของตัวทำละลาย	สภาพัฒน์
ไดคลอโรมีเทน	3.1
เอทิลอะซิเตท	4.4
เมทานอล	5.1
น้ำ	10.2
อะซิโตน	5.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นางสาวปทุมทิพย์ ตันทับทิมทอง เกิดวันที่ 28 ตุลาคม พ.ศ. 2508 จังหวัดพิษณุโลก
สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเคมี ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในปีการศึกษา 2531 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต เมื่อ
ปี พ.ศ. 2536 ปัจจุบันรับราชการที่สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ



ศูนย์วิทยพัชกร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย