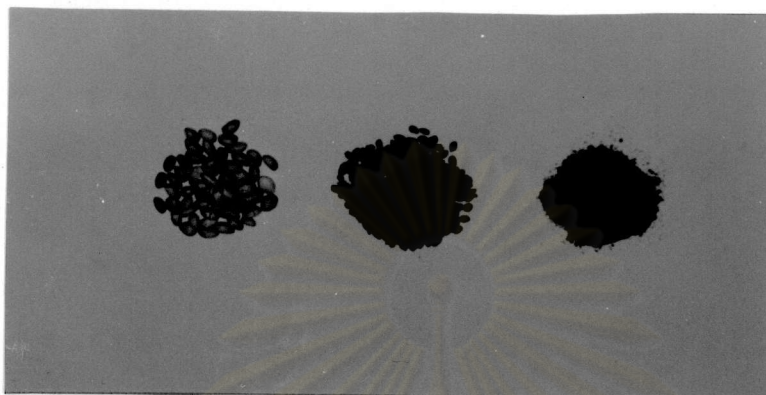


ผลการทดลอง การวิเคราะห์และวิจารณ์

การศึกษาการทำอะซาดิแรคตินให้เข้มข้นโดยวิธีการดูดซับเพื่อใช้เป็นวิธีเก็บรักษา อะซาดิแรคตินให้คงสภาพได้นานก่อนนำไปผลิตเป็นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช แบ่งออกเป็น 5 ส่วนได้แก่ ส่วนแรกคือการเตรียมสิ่งสกัดเมทานอลสำหรับทำอะซาดิแรคตินให้เข้มข้นโดยจะหา เวลาที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันและสกัดอะซาดิแรคติน ส่วนที่สองเป็นการทำอะซาดิแรคติน ให้มีความเข้มข้นโดยทำการทดลอง 3 วิธีคือ (1) การระเหยเมทานอลจากสิ่งสกัดภายใต้สุญญากาศ (2) การสกัดอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดด้วยไคลลอร์โรมีเทน (3) การดูดซับอะซาดิแรคตินจาก สิ่งสกัดบนผิวของแข็ง โดยศึกษาถึงตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อการดูดซับคือชนิดของสารดูดซับ อัตราส่วนระหว่างปริมาณสารดูดซับต่อสิ่งสกัด ขนาดของสารดูดซับ อุณหภูมิในการดูดซับที่เวลา ต่าง ๆ ปริมาณของสารดูดซับต่ำสุดในการดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอลได้จนถึงจุด สมดุลที่ความเข้มข้นเริ่มต้นต่าง ๆ การคงสภาพของอะซาดิแรคตินในถ่านกัมมันต์บดและเปรียบ เทียบความเข้มข้นของอะซาดิแรคตินที่ได้ในผลิตภัณฑ์จากสามวิธีดังกล่าว ส่วนที่สามศึกษาการ ชะล้างอะซาดิแรคตินออกจากถ่านกัมมันต์บด ส่วนที่สี่ทดสอบการนำเมทานอลและถ่านกัมมันต์ที่ ใช้แล้วนำกลับมาใช้ใหม่ ส่วนที่ห้าการศึกษากราฟที่ภาวะสมดุลและจลนพลศาสตร์เบื้องต้นของ การดูดซับอะซาดิแรคตินด้วยถ่านกัมมันต์

4.1 การสกัดอะซาดิแรคตินออกจากเมล็ดเนื้อในสะเดาโดยวิธีสกัดของแข็งด้วยของเหลว

นำเมล็ดสะเดาแห้งมากระเทาะเปลือกออกได้เนื้อในเมล็ดสะเดา บดเนื้อในเมล็ดสะเดา ด้วยเครื่องบดเมล็ดพืชได้เนื้อในเมล็ดสะเดาบด ดังแสดงในภาพที่ 4.1 ได้ผลของการหาเวลาที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันด้วยเฮกเซนจากเนื้อในเมล็ดสะเดา แสดงผลดังตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1 และอิทธิพลของเวลาในการสกัดอะซาดิแรคตินด้วยเมทานอลจากเด็กของเนื้อในเมล็ดสะเดา แสดงผลดังในตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.2



(1) (2) (3)

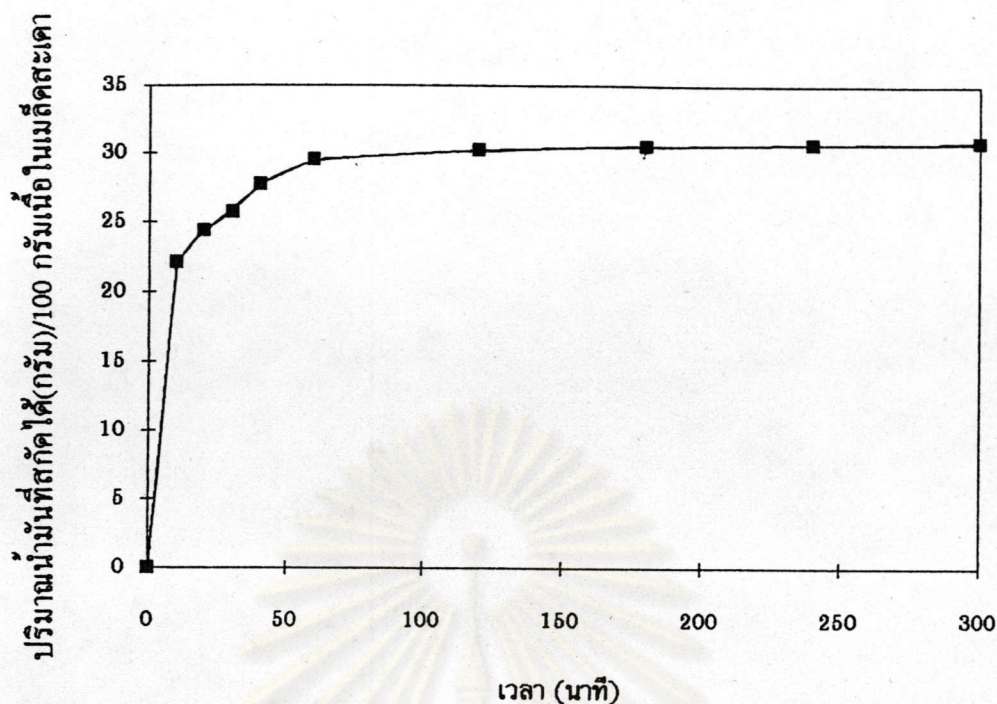
ภาพที่ 4.1 (1) เมล็ดสะเดาแห้ง
(2) เนื้อในเมล็ดสะเดา
(3) เนื้อในเมล็ดสะเดาบด

ตารางที่ 4.1 ปริมาณน้ำมันที่สกัดออกจากเนื้อในเมล็ดสะเดาคั่วเฮกเซนในถังกวนด้วย สักส่วนเนื้อในเมล็ดสะเดา 1 กรัมต่อเฮกเซน 10 มิลลิลิตร

เวลา (นาที)	10	20	30	40	60	120	180	240	300
ปริมาณน้ำมัน (กรัม/100 กรัมเนื้อในเมล็ดสะเดา)	22.1	24.4	25.7	27.8	29.6	30.3	30.6	30.7	30.9

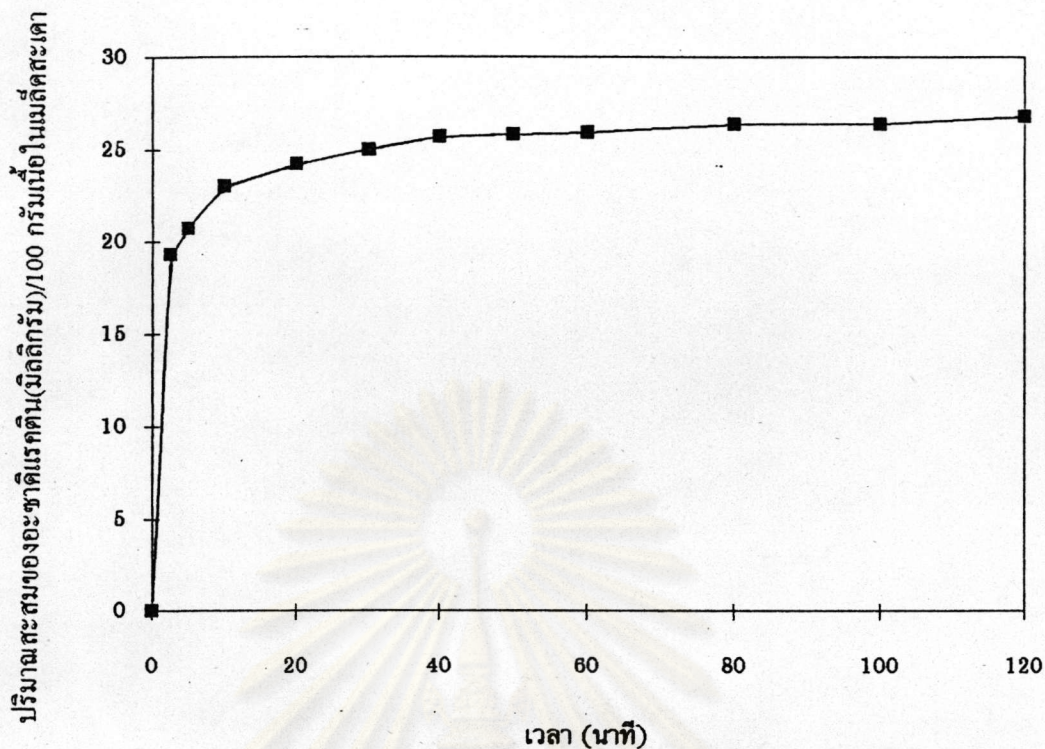
ตารางที่ 4.2 ปริมาณสะสมของอะซาดิแรคตินที่สกัดจากเปลือกของเนื้อในเมล็ดสะเดาคั่ว เมทานอลในถังกวนด้วยสักส่วนเปลือกจากเนื้อในเมล็ดสะเดา 1 กรัมต่อเมทานอล 10 มิลลิลิตร

เวลา(นาที)	2.5	5	10	20	30	40	50	60	80	100	120
ปริมาณสะสมของอะซาดิแรคติน (มิลลิกรัม/100 กรัม เนื้อในเมล็ด สะเดา)	19.3	20.7	23.0	24.2	25.0	25.7	25.8	25.9	26.4	26.4	26.8



รูปที่ 4.1 การสกัดน้ำมันออกจากเนื้อในเมล็ดสะเดาคัวยเฮกเซนในสัดส่วนเนื้อในเมล็ดสะเดา 1 กรัมต่อเฮกเซน 10 มิลลิลิตร

จากรูปที่ 4.1 จะเห็นว่าเมื่อใช้เวลาในการสกัดน้ำมันออกจากเนื้อในเมล็ดสะเดาคัวยเฮกเซน 300 นาที มีน้ำมัน 31 กรัมต่อ 100 กรัมเนื้อในเมล็ดสะเดา ที่เวลาในการสกัด 5 นาที และ 60 นาที สามารถสกัดน้ำมันออกจากเนื้อในเมล็ดสะเดาได้ร้อยละ 71 และ 96 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับที่เวลา 300 นาที เมื่อเวลาสกัดเพิ่มขึ้นหลังจาก 60 นาที จะมีปริมาณน้ำมันที่ถูกสกัดออกมาค่อนข้างคงที่ จะเห็นว่าเวลา 60 นาที เป็นเวลาที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันออกจากเนื้อในของเมล็ดสะเดาเพื่อให้ได้น้ำมันออกมาไม่น้อยว่าร้อยละ 95 ซึ่งในการทดลองต่อไปใช้เวลา 60 นาที ในการสกัดน้ำมันออกจากเนื้อในของเมล็ดสะเดา



รูปที่ 4.2 ปริมาณสะสมของอะซาดิแรคตินที่สกัดได้จากเนื้อในเม็ล็ดสะเดาคั่วด้วย เมทานอลในสัดส่วนเค็กของเนื้อในเม็ล็ดสะเดา 68 กรัมต่อเมทานอล 1 ลิตร

จากรูปที่ 4.2 จะเห็นว่าการสกัดอะซาดิแรคตินจากเนื้อในเม็ล็ดสะเดาคั่วด้วย เมทานอลที่เวลาในการสกัด 120 นาที ได้อะซาดิแรคติน 0.027 กรัมต่อ 100 กรัมเนื้อในเม็ล็ดสะเดา ที่เวลาในการสกัด 2.5 นาที และ 60 นาที สามารถสกัดอะซาดิแรคตินจากเนื้อในเม็ล็ดสะเดาได้ร้อยละ 72 และ 97 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับที่เวลา 120 นาที เมื่อเวลาสกัดเพิ่มขึ้นหลังจาก 60 นาที จะมีปริมาณอะซาดิแรคตินที่ถูกสกัดออกมาค่อนข้างคงที่ จะเห็นว่าเวลา 60 นาที เป็นเวลาที่เหมาะสมในการสกัดอะซาดิแรคตินออกจากเนื้อในเม็ล็ดสะเดาเพื่อให้ได้อะซาดิแรคตินออกมาไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ซึ่งในการทดลองต่อไปใช้เวลา 60 นาที ในการสกัดอะซาดิแรคตินออกจากเนื้อในเม็ล็ดสะเดา เนื่องจากการทดลองนี้ใช้เนื้อในเม็ล็ดสะเดาที่มีอายุหลังการเก็บเกี่ยว 1 ปี ทำให้อะซาดิแรคตินสลายตัวได้บ้างจึงมีปริมาณอะซาดิแรคตินเหลืออยู่น้อย

4.2 การทำอะซาดิแรคตินให้เข้มข้น

4.2.1 การระเหยเมทานอลออกจากสิ่งสกัดเมทานอลภายใต้สุญญากาศ

เมื่อนำเนื้อในเมล็ดสะเดาคบค 100 กรัม มาสกัดน้ำมันออกด้วยเฮกเซน 3 ครั้ง โดยใช้เฮกเซนครั้งละ 1 ลิตร นำสารละลายที่ได้มารวมกันและลดปริมาตรโดยการกลั่นภายใต้สุญญากาศโดยการควบคุมอุณหภูมิของอ่างน้ำที่ให้ความร้อน 60 องศาเซลเซียส ได้น้ำมันสะเดาเป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลเข้ม 32 กรัม ส่วนเล็กที่ได้นำมาสกัดอะซาดิแรคตินต่อด้วยเมทานอลโดยวิธีเดียวกันได้ของเหลวสีน้ำตาลใส ได้สิ่งสกัดเมทานอลมีปริมาณอะซาดิแรคติน 0.01 กรัมต่อ 100 กรัมสารละลาย นำไปลดปริมาตรโดยการกลั่นภายใต้สุญญากาศโดยการควบคุมอุณหภูมิของอ่างน้ำที่ให้ความร้อน 40 องศาเซลเซียส ได้สิ่งสกัดหยาบเป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลดำ 25 กรัม มีความเข้มข้นของอะซาดิแรคตินคิดเป็น 0.27 กรัมต่อ 100 กรัมสิ่งสกัดหยาบ

4.2.2 การสกัดอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอลด้วยไคคลอโรมีเทน

เมื่อนำสิ่งหยาบที่ได้จากการทดลองข้อ 1 มาละลายในสารละลายเมทานอล ร้อยละ 80 (เมทานอล 80 ส่วนและน้ำ 20 ส่วน) 150 มิลลิลิตร และสกัดเอาน้ำมันที่ยังเหลืออยู่ออกก่อนโดยใช้เฮกเซนผสมและปล่อยให้แยกชั้นแล้วจึงไขเฮกเซนออก ทำ 3 ครั้ง นำชั้นเฮกเซนรวมกันแล้วระเหยภายใต้สุญญากาศได้น้ำมัน 3 กรัม นำชั้นเมทานอลที่ได้มาระเหยที่ 40 องศาเซลเซียส ภายใต้สุญญากาศจะได้สิ่งสกัดหยาบที่ไม่มีน้ำมันปนนำมาละลายในสารละลายเมทานอล ร้อยละ 50 (เมทานอลและน้ำอย่างละ 50 ส่วน) 150 มิลลิลิตร เพื่อเปลี่ยนสภาพขี้ของสารละลายให้เหมาะแก่การสกัดอะซาดิแรคตินด้วยไคคลอโรมีเทน สภาพขี้คังกล่าวแสดงในภาคผนวก ข หลังจากนั้นทำการสกัดโดยผสมไคคลอโรมีเทนและปล่อยให้แยกชั้นแล้วจึงไขไคคลอโรมีเทนออก ทำ 3 ครั้ง นำชั้นไคคลอโรมีเทนรวมกันแล้วระเหยภายใต้สุญญากาศที่ 40 องศาเซลเซียส จะได้ผลิตภัณฑ์เป็นของแข็งสีเหลืองเขียว 1.47 กรัม มีปริมาณอะซาดิแรคตินในผลิตภัณฑ์ร้อยละ 3.99 กรัม ดังนั้นผลได้ของอะซาดิแรคตินคิดจากปริมาณอะซาดิแรคตินในผลิตภัณฑ์ของแข็งสีเหลืองเขียวเปรียบเทียบกับปริมาณอะซาดิแรคตินในสิ่งสกัดเมทานอลเริ่มต้นเท่ากับร้อยละ 83.7

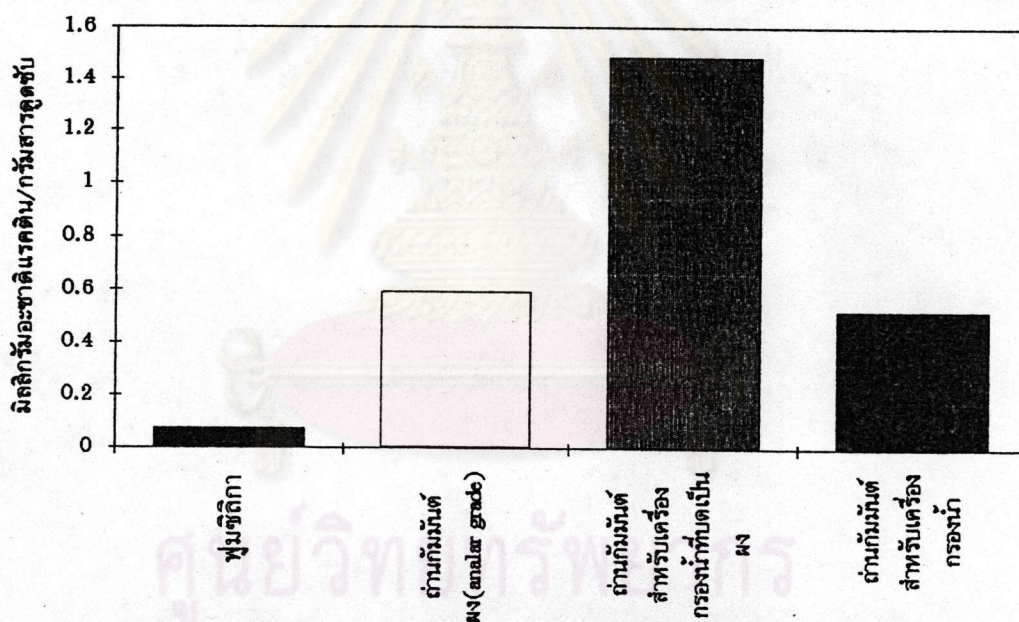
4.2.3 การดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอล

(1) ความสามารถในการดูดซับอะซาดิแรคตินของสารดูดซับชนิดต่าง ๆ

ได้ทดลองนำสารดูดซับชนิดต่าง ๆ ชนิดละ 1 กรัม มาทำการดูดซับอะซาดิแรคตินในสิ่งสกัดเมทานอล 100 มิลลิลิตร ที่มีความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ใช้เวลาในการกวน 1 ชั่วโมง ได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.3 และในรูปที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ปริมาณอะซาดิแรคตินที่ดูดซับได้บนสารชนิดต่าง ๆ กวนในถังกวนที่อุณหภูมิห้องในสัดส่วนปริมาณสารดูดซับ 1 กรัม/100 มิลลิลิตรสิ่งสกัดเมทานอล

ชนิดของสารดูดซับ	มิลลิกรัมอะซาดิแรคติน/กรัมสารดูดซับ
ฟุ้งซิลิกา	0.07
ถ่านกัมมันต์ผง (analar grade)	0.59
ถ่านกัมมันต์สำหรับเครื่องกรองน้ำที่บดเป็นผง	1.48
ถ่านกัมมันต์สำหรับเครื่องกรองน้ำ	0.52



รูปที่ 4.3 ปริมาณอะซาดิแรคตินที่ดูดซับบนสารชนิดต่าง ๆ กวนในถังกวนที่อุณหภูมิห้องในสัดส่วนปริมาณสารดูดซับ 1 กรัม/100 มิลลิลิตรสิ่งสกัด

จากรูปที่ 4.3 จะเห็นว่าถ่านกัมมันต์สำหรับเครื่องกรองน้ำที่บดเป็นผงสามารถดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอลได้เป็น 2.5, 2.8 และ 20 เท่าของถ่านกัมมันต์ผง(analar grade) ถ่านกัมมันต์สำหรับเครื่องกรองน้ำและฟุ้งซิลิกา ตามลำดับ จึงเลือกใช้ถ่านกัมมันต์สำหรับเครื่องกรองน้ำที่บดเป็นผงในการดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอลต่อไป

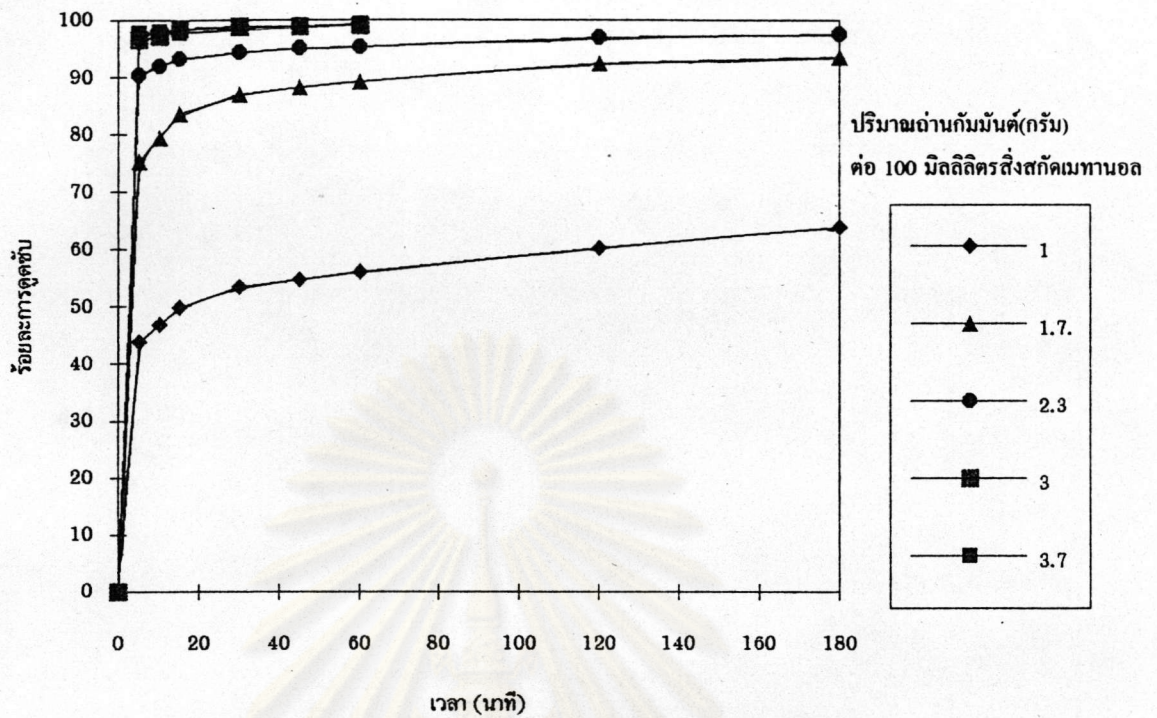
(2) ผลของปริมาณถ่านกัมมันต์ต่อการดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอล

ได้ทำการแปรค่าน้ำหนักของสารดูดซับคือถ่านกัมมันต์สำหรับเครื่องกรองน้ำที่บอกเป็นผง(ต่อไปจะเรียกว่าถ่านกัมมันต์บด)มีขนาดอนุภาคโดยเฉลี่ย 516 ไมโครเมตร ดูดซับอะซาดิแรคตินในสิ่งสกัดเมทานอลที่มีความเข้มข้นเริ่มต้น 23.6 มิลลิกรัมต่อลิตร เก็บตัวอย่างจากการกวนในเวลาต่าง ๆ กัน วิเคราะห์หาปริมาณอะซาดิแรคตินที่เหลือเพื่อคำนวณหาปริมาณอะซาดิแรคตินที่ถูกดูดซับ ได้ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ร้อยละของการดูดซับอะซาดิแรคตินจากการใช้ถ่านกัมมันต์บดปริมาณต่างๆ ที่อุณหภูมิห้อง

เวลา (นาท)	ปริมาณถ่านกัมมันต์ต่อ 100 มิลลิตร สิ่งสกัด				
	1.0 กรัม	1.7 กรัม	2.3 กรัม	3.0 กรัม	3.7 กรัม
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	43.9	75.3	90.4	96.7	97.7
10	-	79.5	91.9	97.1	97.9
15	49.9	83.7	93.3	98.4	97.7
30	53.5	87.0	94.3	98.9	98.4
45	-	88.2	95.1	98.9	98.9
60	56.1	89.3	95.3	99.1	99.2
120	60.2	92.4	96.9	-	-
180	63.9	93.6	97.5	-	-

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.4 ผลของการใช้ถ่านกัมมันต์ปริมาณต่าง ๆ ในการดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอล ที่อุณหภูมิห้อง ความเข้มข้นเริ่มต้น 23.64 มิลลิกรัม/ลิตร

จากรูปที่ 4.4 จะเห็นว่าที่ปริมาณถ่านกัมมันต์บค 1 กรัม/100 มิลลิลิตรสิ่งสกัดเมทานอล ที่เวลา 5 นาที มีค่าร้อยละการดูดซับ 43.9 และมีค่าเพิ่มขึ้นตามเวลาจนมีค่า 63.9 ที่เวลา 180 นาที ที่ปริมาณถ่านกัมมันต์บค 3.7 กรัม/100 มิลลิลิตรสิ่งสกัดเมทานอล ที่เวลา 5 นาที มีค่าร้อยละการดูดซับ 97.7 และมีค่าเพิ่มขึ้นตามเวลาจนมีค่าเท่ากับ 99.2 ที่เวลา 180 นาที

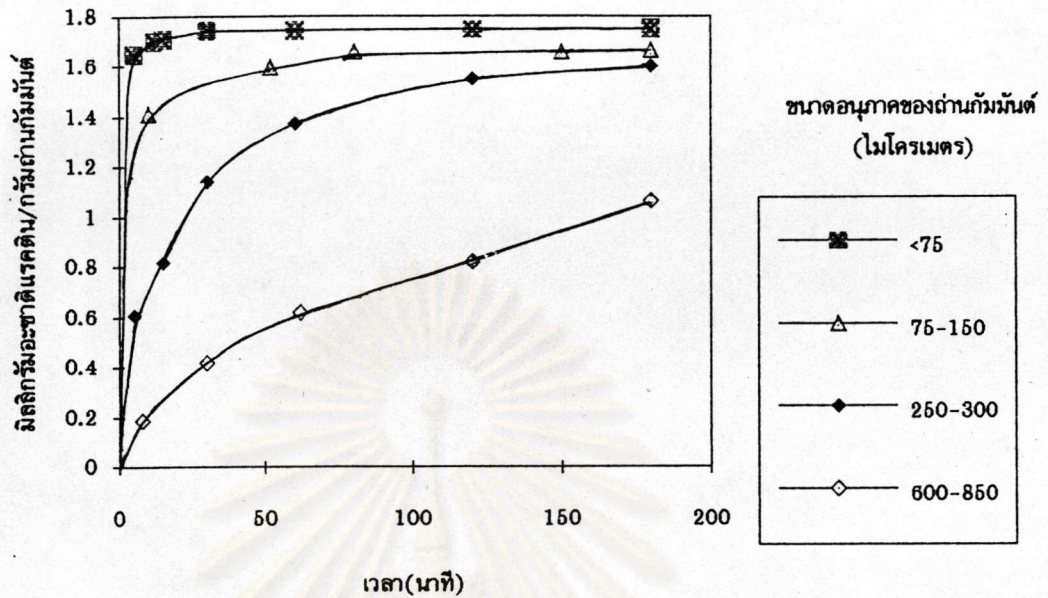
ตามทฤษฎีจลนพลศาสตร์ของการดูดซับหรือการส่งถ่ายมวลสารจากที่อยู่ภายในสารละลายไปยังผิวหน้าของแข็งนั้นมี 2 ขั้นตอน คือ (1) การแพร่กระจายภายนอก (external diffusion): เป็นการส่งถ่ายมวลสารของสารดูดซับจากของไหลไปยังบริเวณผิวของสารดูดซับ (2) การแพร่กระจายภายใน (internal diffusion): เป็นการถ่ายเทมวลสารที่ถูกส่งถ่ายเข้ามาอยู่บริเวณพื้นผิวหน้ารอบ ๆ ของสารดูดซับเข้าสู่ภายในรูพรุน จากผลการทดลองจะเห็นว่ากราฟมีความชันแบ่งได้ 2 ช่วงคือ ช่วงที่มีความชันมากและช่วงที่มีความชันน้อยจนเกือบคงที่ โดยในช่วง 5 นาทีแรกจะมีอัตราการดูดซับสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาถัดมา แสดงว่าการแพร่เข้าไปภายในรูพรุนมีอัตราเร็วมาก การเพิ่มปริมาณถ่านกัมมันต์มากขึ้นจะทำให้ดูดซับได้ในปริมาณที่มากขึ้น ช่วงที่สองเป็นการดูดซับในขั้นต่อๆ มา จะมีอัตราเร็วในการดูดซับช้า

(3) ผลของขนาดของถ่านกัมมันต์ที่มีต่อปริมาณอะซาดิแรคตินที่ถูกดูดซับจากสิ่งสกัดเมทานอล

ได้ทำการทดลองแปรขนาดของอนุภาคถ่านกัมมันต์โดยใช้ขนาดของอนุภาคถ่านกัมมันต์บดต่างๆ ปริมาณขนาดละ 3 กรัม มาดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอลที่มีความเข้มข้นเริ่มต้น 18.7 มิลลิกรัมต่อลิตร 300 มิลลิลิตร เก็บตัวอย่างจากการกวนในเวลาต่างๆ วิเคราะห์หาปริมาณอะซาดิแรคตินที่เหลือเพื่อคำนวณหาปริมาณอะซาดิแรคตินที่ถูกดูดซับ ได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ปริมาณอะซาดิแรคติน(มิลลิกรัมอะซาดิแรคติน/กรัมถ่านกัมมันต์) ที่ถูกดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ขนาดต่างๆ ถ่านกัมมันต์บด 1 กรัมต่อสิ่งสกัดเมทานอล 100 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิห้อง

เวลา (นาที)	ขนาดของถ่านกัมมันต์บด(ไมโครเมตร)			
	< 75	75-150	250-300	600-850
0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	1.65	-	0.61	-
8	-	-	-	0.19
10	-	1.41	-	-
12	1.70	-	-	-
15	1.71	-	0.82	-
30	1.74	-	1.14	0.42
52	-	1.60	-	-
60	1.74	-	1.38	-
62	-	-	-	0.62
80	-	1.66	-	-
120	1.75	-	1.55	0.82
150	-	1.66	-	-
180	1.75	1.66	1.60	1.06



รูปที่ 4.5 ผลของขนาดของถ่านกัมมันต์ต่อการดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอลที่อุณหภูมิห้อง ปริมาณถ่านกัมมันต์ 1 กรัม/100 มิลลิกรัมสิ่งสกัดเมทานอล

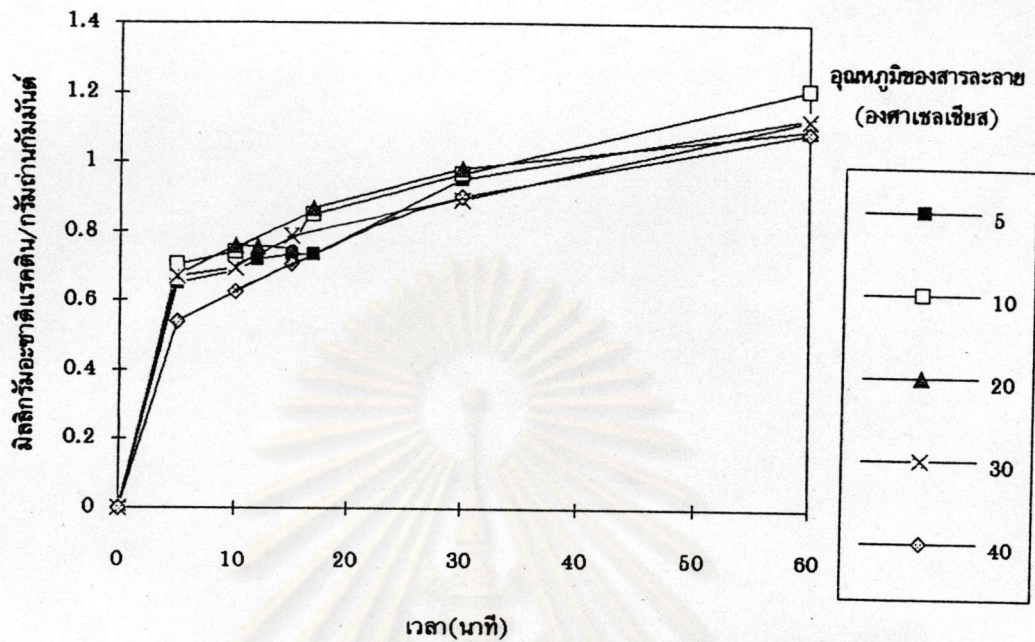
จากรูปที่ 4.5 จะเห็นว่าที่ขนาดของถ่านกัมมันต์น้อยกว่า 75 ไมโครเมตร ที่เวลา 5 นาที มีปริมาณอะซาดิแรคตินสูงถึง 1.65 มิลลิกรัม/กรัมถ่านกัมมันต์ และมีค่าค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนคงที่ที่ค่า 1.75 ที่เวลา 180 นาที ที่ขนาดของถ่านกัมมันต์ 600 - 850 ไมโครเมตร ที่เวลา 8 นาที มีปริมาณอะซาดิแรคติน 0.186 มิลลิกรัม/กรัมถ่านกัมมันต์ และมีค่าค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนถึง 1.06 ที่เวลา 180 นาที

จากผลการทดลองข้างต้นพบว่าขนาดอนุภาคของสารดูดซับมีผลต่อการดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอล โดยเมื่อลดขนาดอนุภาคของถ่านกัมมันต์ลงจะมีการดูดซับมากขึ้นเพราะการลดขนาดอนุภาคของถ่านกัมมันต์จะเป็นการเพิ่มขนาดรูพรุนให้ใหญ่ขึ้นและเพิ่มพื้นที่ผิวภายนอกทำให้เกิดการดูดซับได้ดีจากกราฟจะเห็นว่าในช่วงเวลาแรก ๆ ถ่านกัมมันต์ที่มีขนาดเล็กจะมีปริมาณอะซาดิแรคตินในถ่านกัมมันต์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมากกว่าถ่านกัมมันต์ที่มีขนาดอนุภาคใหญ่

(4) อิทธิพลของอุณหภูมิที่มีผลต่อความสามารถในการดูดซับอะซาดิแรคติน นำถ่านกัมมันต์บด 3 กรัม มาดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอล 300 มิลลิลิตร ที่มีความเข้มข้น 21.6 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีการแปรค่าอุณหภูมิของสารละลายในการดูดซับจาก 5-40 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างจากการกวนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง วิเคราะห์หาปริมาณอะซาดิแรคตินที่เหลือเพื่อคำนวณหาปริมาณอะซาดิแรคตินที่ถูกดูดซับ ได้ผลการทดลอง แสดงดังตารางที่ 4.6 และรูปที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ปริมาณอะซาดิแรคติน(มิลลิกรัมอะซาดิแรคติน/กรัมถ่านกัมมันต์)ที่ถูกดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์บดจากสิ่งสกัดเมทานอลที่อุณหภูมิต่างๆ ปริมาณถ่านกัมมันต์บด 1 กรัม /100 มิลลิลิตรสิ่งสกัดเมทานอล

เวลา(นาที)	อุณหภูมิของสารละลาย (องศาเซลเซียส)				
	5	10	20	30	40
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.65	0.70	0.67	0.67	0.54
10	0.68	0.74	0.76	0.69	0.62
12	0.72	-	0.76	-	-
15	0.74	-	0.75	0.79	0.71
17	0.74	0.85	0.87	-	-
30	0.95	0.97	0.98	0.89	0.90
60	1.13	1.21	1.09	1.12	1.09



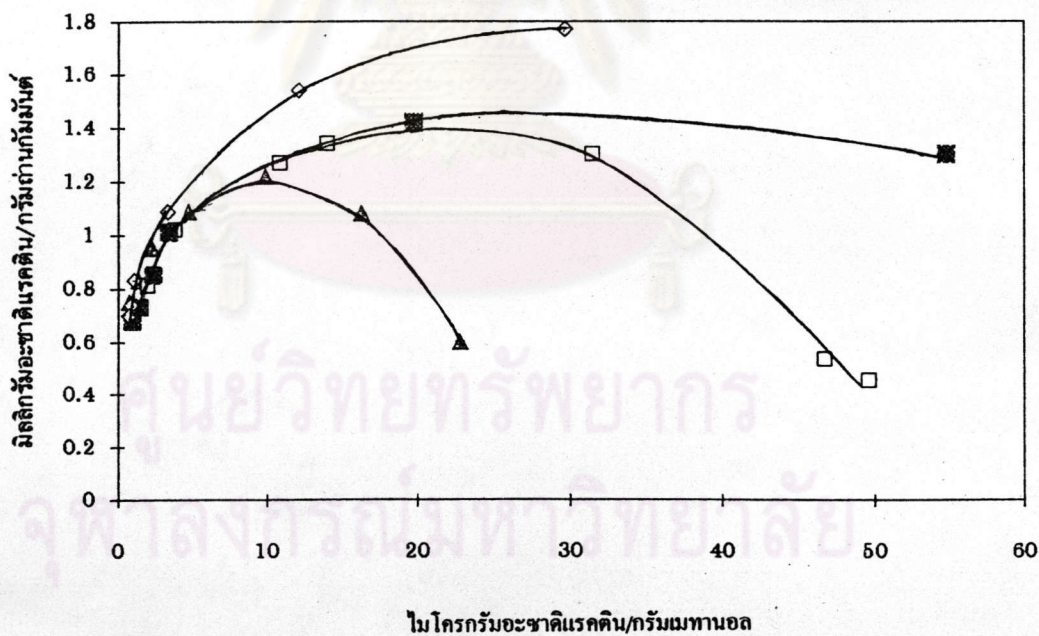
รูปที่ 4.6 อิทธิพลของอุณหภูมิต่อการลดไขมันอะซาดิเรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอลด้วยถ่านกัมมันต์บด ปริมาณถ่านกัมมันต์บด 1 กรัม /100 มิลลิลิตรสิ่งสกัดเมทานอล

จากรูปที่ 4.6 จะเห็นว่าที่อุณหภูมิของสารละลาย 5 องศาเซลเซียสที่เวลา 5 นาที มีปริมาณอะซาดิเรคติน 0.65 มิลลิกรัม/กรัมถ่านกัมมันต์บด และมีค่า 1.13 ที่เวลา 60 นาที ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ที่เวลา 5 นาที มีปริมาณอะซาดิเรคตินสูงถึง 0.54 มิลลิกรัม/กรัมถ่านกัมมันต์บด และมีค่า 1.09 ที่เวลา 60 นาที

จากผลการทดลองข้างต้นพบว่าที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมih้องคือที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส พบว่ามีปริมาณอะซาดิเรคตินในถ่านกัมมันต์ต่ำกว่าค่าที่ได้จากที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมih้องเพราะว่าการดูดซับเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน เมื่อเกิดการดูดซับจะคายความร้อนออกมา ถ้าทำการดูดซับที่อุณหภูมิต่ำจะทำให้เกิดปฏิกิริยาคายความร้อนเนื่องจากคิงความร้อนออกจากปฏิกิริยาทำให้ปฏิกิริยาค่าเนินไปข้างหน้ามากขึ้นและความร้อนที่คายออกมามีค่าน้อยแสดงว่าเป็นแรงดูดซับทางฟิสิกส์คือแรงแวนเดอร์วาลส์ เมื่อพิจารณาปริมาณอะซาดิเรคตินในถ่านกัมมันต์บดที่เวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีปริมาณอะซาดิเรคตินในถ่านกัมมันต์ไม่แตกต่างจากที่อุณหภูมิ 10, 20 และ 30 องศาเซลเซียส มากนัก จะเห็นว่าอุณหภูมิจึงการลดไขมันอะซาดิเรคตินน้อยมาก

(5) อิทธิพลของความเข้มข้นของสิ่งสกัดเมทานอลที่มีต่อความสามารถในการดูดซับอะซาดิแรคติน

เพื่อศึกษาหาปริมาณสารดูดซับที่ใช้ดูดซับอะซาดิแรคตินที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ จนถึงจุดสมดุล ทำการทดลองโดยแปรค่าความเข้มข้นของอะซาดิแรคตินก่อนดูดซับต่าง ๆ นำมาถูกดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ปริมาณต่าง ๆ ตามตารางที่ 3.1 กวนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ผลจากการทดลองแสดงความเข้มข้นอะซาดิแรคตินที่เหลือจากการดูดซับเมื่อใช้สิ่งสกัดเมทานอลต่าง ๆ ตามปริมาณถ่านกัมมันต์ที่ใช้ในการดูดซับแสดงดังตารางที่ 4.5 ผลการคำนวณแสดงปริมาณอะซาดิแรคตินในเมทานอลกับปริมาณอะซาดิแรคตินในถ่านกัมมันต์ที่ความเข้มข้นของอะซาดิแรคตินก่อนการดูดซับ 20.0, 42.2, 86.6 และ 111.9 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงดังตารางที่ 4.8.1 และรูปที่ 4.7 นำค่าปริมาณอะซาดิแรคตินในถ่านกัมมันต์ (C_s) ที่ปริมาณอะซาดิแรคตินในเมทานอล (C_f) เข้าใกล้ศูนย์ มาคำนวณหาปริมาณสารดูดซับที่สามารถดูดซับอะซาดิแรคตินที่ความเข้มข้นต่าง ๆ จนถึงจุดสมดุล แสดงผลการคำนวณดังตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.8

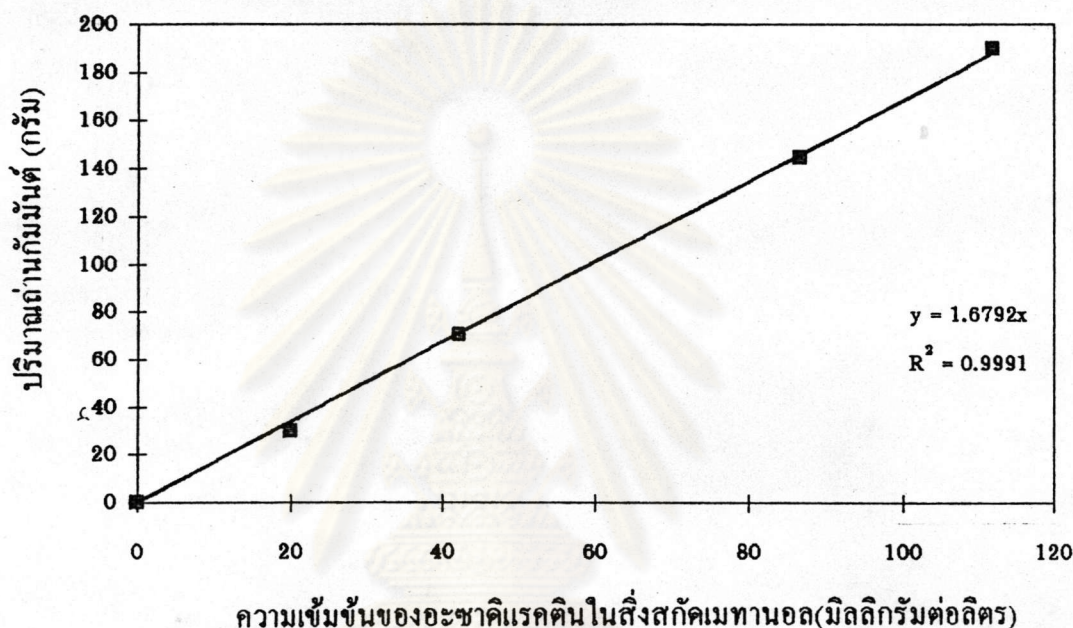


▲ 20.0 มิลลิกรัมต่อลิตร □ 42.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ■ 86.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ◇ 111.9 มิลลิกรัมต่อลิตร

รูปที่ 4.7 ปริมาณอะซาดิแรคตินในเมทานอลกับปริมาณอะซาดิแรคตินในถ่านกัมมันต์เมื่อใช้ความเข้มข้นเริ่มต้นต่างๆ ที่อุณหภูมิห้อง

ตารางที่ 4.7 ผลการคำนวณปริมาณถ่านกัมมันต์บดที่สามารถดูดซับอะซาดิเรคตินจนถึงจุดสมดุลตามความเข้มข้นอะซาดิเรคตินเริ่มต้นที่ใช้ในการดูดซับอะซาดิเรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอล 1 ลิตร

ความเข้มข้นอะซาดิเรคตินเริ่มต้น (มิลลิกรัมต่อลิตร)	20.0	42.2	86.6	111.9
ปริมาณถ่านกัมมันต์บด (กรัม)	29.4	70.3	144.3	189.7



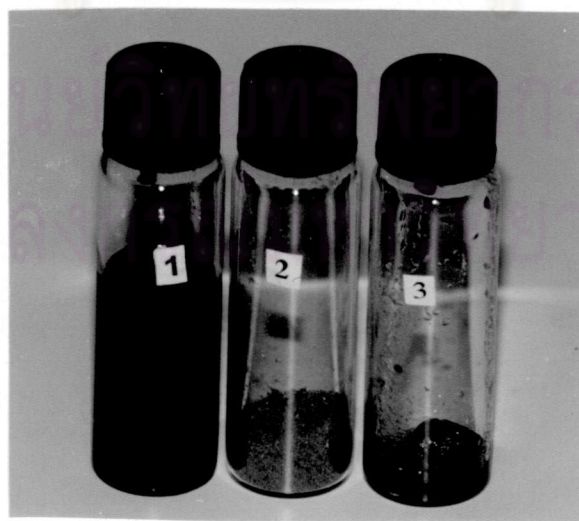
รูปที่ 4.8 ผลการคำนวณปริมาณถ่านกัมมันต์ต่ำสุดที่สามารถดูดซับอะซาดิเรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอล 1 ลิตร ได้จนถึงจุดสมดุลที่อุณหภูมิห้อง

ผลการทดลองที่แสดงในตารางที่ 4.5 บอกถึงปริมาณอะซาดิเรคตินที่เหลืออยู่เมื่อใช้ถ่านกัมมันต์บด 0-2.3 กรัม ดูดซับอะซาดิเรคตินในสิ่งสกัดเมทานอลที่ความเข้มข้น 20.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ใช้ถ่านกัมมันต์บด 0-5.0 กรัม ดูดซับอะซาดิเรคตินในสิ่งสกัดเมทานอลที่ความเข้มข้น 42.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ใช้ถ่านกัมมันต์บด 0-12.7 กรัม ดูดซับอะซาดิเรคตินในสิ่งสกัดเมทานอลที่ความเข้มข้น 86.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ใช้ถ่านกัมมันต์บด 0-16 กรัม ดูดซับอะซาดิเรคตินในสิ่งสกัดเมทานอลที่ความเข้มข้น 111.9 มิลลิกรัมต่อลิตร ตารางที่ 4.8.1 อธิบายถึงมิลลิกรัมอะซาดิเรคติน/กรัมถ่านกัมมันต์และไมโครกรัมอะซาดิเรคติน/กรัมเมทานอลที่ความเข้มข้นอะซาดิเรคตินก่อนการดูดซับ 20.0, 42.2, 86.6 และ 111.9 มิลลิกรัมต่อลิตร แล้วนำค่าเหล่านี้ไปพลอตกราฟจะได้กราฟรูปที่ 4.7 จะได้ค่าปริมาณอะซาดิเรคตินในถ่านกัมมันต์ที่ปริมาณอะซาดิเรคตินในเมทานอลที่ภาวะสมดุลเข้าใกล้ศูนย์ นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณถ่านกัมมันต์ได้ข้อมูลดังแสดงในตารางที่

จากรูปที่ 4.9 จะเห็นว่าภายในเดือนแรกอะซาดิแรคตินในถ่านกัมมันต์บดที่เก็บไว้ในตู้แช่แข็งสลายตัวไปประมาณร้อยละ 1 ส่วนที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องอะซาดิแรคตินสลายตัวไปประมาณร้อยละ 15 เมื่อเก็บไว้เป็นเวลานานขึ้นถึงเดือนที่ 5 อะซาดิแรคตินในถ่านกัมมันต์บดที่เก็บไว้ในตู้แช่แข็งสลายตัวไปประมาณร้อยละ 35 ส่วนที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องอะซาดิแรคตินสลายตัวไปประมาณร้อยละ 65 จะเห็นว่าอะซาดิแรคตินในถ่านกัมมันต์บดที่เก็บไว้ในตู้แช่แข็งสลายตัวไปได้ช้ามากเมื่อเปรียบเทียบกับเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง การเก็บอะซาดิแรคตินไว้ในถ่านกัมมันต์บดนั้น จะเห็นว่าการสลายตัวไปได้บ้างอาจเป็นเพราะถ่านกัมมันต์บดสามารถดูดซับน้ำไว้ในถ่านกัมมันต์บดได้ซึ่งน้ำเป็นตัวทำลายอะซาดิแรคติน

การเปรียบเทียบการทำอะซาดิแรคตินให้เข้มข้นจากสิ่งสกัดเมทานอลโดยวิธีการสกัดอะซาดิแรคตินด้วยไคลคลอโรมีเทนกับการดูดซับอะซาดิแรคตินด้วยถ่านกัมมันต์ โดยนำผลการทดลองในการสกัดอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอลด้วยไคลคลอโรมีเทนมาเปรียบเทียบกับ การทำการทดลองโดยนำผลการทดลองในการแปรตัวแปรต่าง ๆ ในการดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอลด้วยถ่านกัมมันต์มาทำการทดลอง ได้ผลิตภัณฑ์ตามภาพที่ 4.2 และตารางที่ 4.9

ผลิตภัณฑ์จากการดูดซับอะซาดิแรคตินด้วยถ่านกัมมันต์บดในภาพที่ 4.2 เติริมจากสิ่งสกัดเมทานอลจากเนื้อในเมล็ดสะเดาบด 100 กรัม ได้สิ่งสกัดเมทานอลเข้มข้น 23.7 มิลลิกรัมต่อลิตร 3 ลิตร มีปริมาณอะซาดิแรคติน 0.067 กรัม นำไปดูดซับอะซาดิแรคตินด้วยถ่านกัมมันต์บด 27 กรัม นำถ่านกัมมันต์ที่ได้มาชะล้างอะซาดิแรคตินด้วยไคลคลอโรมีเทนได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นของแข็งกึ่งเหลวสีน้ำตาล 1.99 กรัม วิเคราะห์หาปริมาณอะซาดิแรคตินได้ 0.0628 กรัม คิดเป็น 3.16 กรัมต่อ 100 กรัมผลิตภัณฑ์ของแข็งกึ่งเหลว และคิดเป็นผลได้เท่ากับร้อยละ 93



ภาพที่ 4.2 (1) สิ่งสกัดหยาบ (2) ผลิตภัณฑ์จากการสกัดอะซาดิแรคตินด้วยไคลคลอโรมีเทน
(3) ผลิตภัณฑ์จากการดูดซับอะซาดิแรคตินด้วยถ่านกัมมันต์บด

ตารางที่ 4.9 การเปรียบเทียบการทำอะซาดิแรคตินให้เข้มข้นโดยวิธีการระเหยภายใต้สุญญากาศ การสกัดด้วยไคลลอโรมีเทนและการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์บด

รายการ	ระเหยภายใต้ สุญญากาศ	สกัดด้วย ไคลลอโรมีเทน	ดูดซับถ่าน กัมมันต์บด
ความเข้มข้นของอะซาดิแรคตินใน ผลิตภัณฑ์สุดท้าย (กรัม/100กรัม)	0.27	3.99	3.16
ต้นทุนการผลิต(บาท/กรัมผลิตภัณฑ์)	1.25	51.1	43.1
ร้อยละผลได้	-	83.7	93.6

จากตารางที่ 4.9 จะเห็นว่าการเปรียบเทียบการทำอะซาดิแรคตินให้เข้มข้นโดยวิธีการสกัดอะซาดิแรคตินด้วยไคลลอโรมีเทนกับการดูดซับอะซาดิแรคตินด้วยถ่านกัมมันต์บด ในการทำอะซาดิแรคตินให้เข้มข้นโดยวิธีการสกัดอะซาดิแรคตินด้วยไคลลอโรมีเทนได้ผลิตภัณฑ์เป็นของแข็งสีเหลืองเขียวที่มีความเข้มข้นอะซาดิแรคตินเข้มข้นขึ้นประมาณ 399 เท่าเมื่อเทียบกับสิ่งสกัดเมทานอล และประมาณ 14.7 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งสกัดหยาบ ที่ภาวะที่เหมาะสมในการทำอะซาดิแรคตินให้เข้มข้นโดยวิธีการดูดซับอะซาดิแรคตินด้วยถ่านกัมมันต์บด จากการใช้ถ่านกัมมันต์บดที่มีขนาดอนุภาคโดยเฉลี่ย 516 ไมโครเมตร มาดูดซับอะซาดิแรคตินด้วยอัตราส่วนปริมาณถ่านกัมมันต์บดต่อสิ่งสกัดที่แปรตามความเข้มข้นของสิ่งสกัด ใช้เวลาในการดูดซับ 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง แล้วทำการชะล้างอะซาดิแรคตินออกจากถ่านกัมมันต์บดด้วยไคลลอโรมีเทนในอัตราส่วนไคลลอโรมีเทน 100 มิลลิลิตร ต่อถ่านกัมมันต์บดคงกล่าว 3 กรัม ใช้เวลาในการชะล้าง 1 ชั่วโมง นำสารละลายไคลลอโรมีเทนไประเหยแห้งได้ผลิตภัณฑ์เป็นของแข็งกึ่งเหลวสีน้ำตาลที่มีความเข้มข้นอะซาดิแรคตินเข้มข้นขึ้นประมาณ 316 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งสกัดเมทานอลและประมาณ 11.7 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งสกัดหยาบ ต้นทุนการผลิตสำหรับการสกัดอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดด้วยไคลลอโรมีเทนไม่แตกต่างจากการดูดซับอะซาดิแรคตินด้วยถ่านกัมมันต์ ร้อยละผลได้เป็นค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบปริมาณอะซาดิแรคตินในผลิตภัณฑ์สุดท้ายกับปริมาณอะซาดิแรคตินในสิ่งสกัดเมทานอลเริ่มต้น การสกัดอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดด้วยไคลลอโรมีเทนมีร้อยละผลได้น้อยกว่าจากการดูดซับอะซาดิแรคตินด้วยถ่านกัมมันต์และโครมาโตแกรมจากการทำอะซาดิแรคตินให้เข้มข้นโดยวิธีการดูดซับอะซาดิแรคตินด้วยถ่านกัมมันต์บดมีสิ่งเจือปนในผลิตภัณฑ์สุดท้ายน้อยกว่าโดยวิธีการสกัดอะซาดิแรคตินด้วยไคลลอโรมีเทนดังแสดงในภาคผนวก ง.5-ง.8

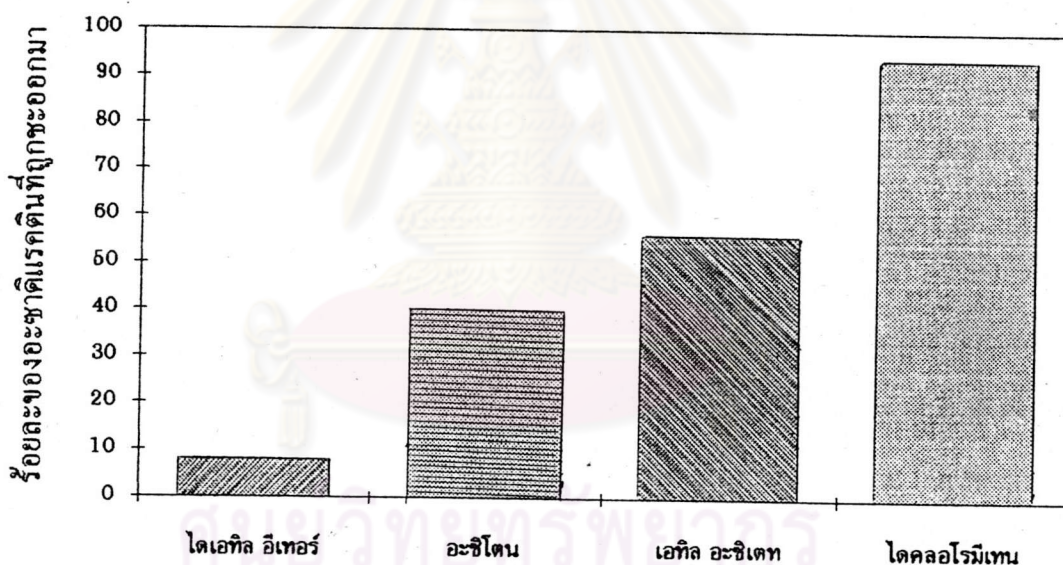
4.4 การชะล้างอะซาดิแรคตินจากถ่านกัมมันต์บด

4.4.1 การชะล้างอะซาดิแรคตินออกจากถ่านกัมมันต์บดด้วยตัวชะล้างชนิดต่าง ๆ

การศึกษาถึงชนิดของตัวทำละลายต่อการละลายอะซาดิแรคตินออกจากถ่านกัมมันต์บด โดยมีการแปรชนิดของตัวทำละลายเป็นชนิดต่าง ๆ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.10 และรูปที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ร้อยละของอะซาดิแรคตินที่ถูกชะออกมาด้วยตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ในสัดส่วนถ่านกัมมันต์ที่ดูดซับอะซาดิแรคติน 3 กรัมต่อตัวชะล้าง 100 มิลลิลิตร เวลาในการชะล้าง 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง

ชนิดของตัวชะล้าง	ไดเอทิลอีเทอร์	อะซิโตน	เอทิลอะซิเตท	ไดคลอโรมีเทน
ร้อยละของอะซาดิแรคตินที่ชะออกมา	8	40	56	94



รูปที่ 4.10 อิทธิพลของชนิดของตัวชะล้างในการชะล้างอะซาดิแรคตินออกจากถ่านกัมมันต์บด ในสัดส่วนถ่านกัมมันต์ที่ดูดซับอะซาดิแรคติน 3 กรัมต่อตัวชะล้าง 100 มิลลิลิตร เวลาในการชะล้าง 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง

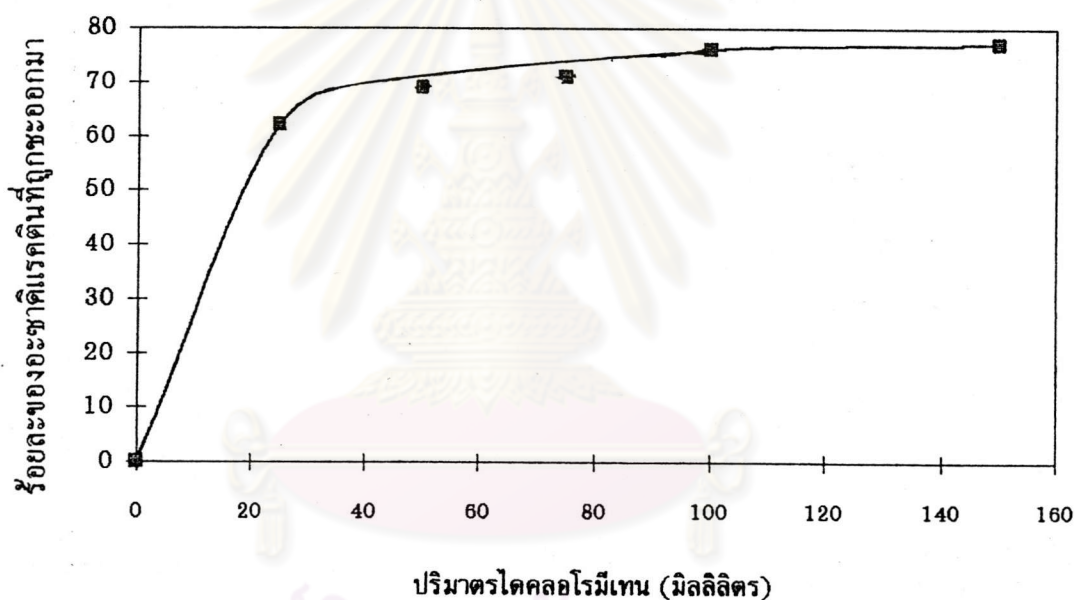
จากรูปที่ 4.10 จะเห็นว่าไดคลอโรมีเทนสามารถชะล้างอะซาดิแรคตินออกจากถ่านกัมมันต์บดได้เป็น 1.7, 2.4 และ 11.8 เท่าของการชะล้างโดยใช้เอทิลอะซิเตท อะซิโตนและไดเอทิลอีเทอร์ ตามลำดับ ดังนั้นไดคลอโรมีเทนจึงมีความสามารถในการชะล้างดีที่สุด เนื่องจากการดูดซับทางกายภาพแบบแรงแวนเดอร์วาลส์ จึงสามารถชะล้างอะซาดิแรคตินออกด้วยตัวทำละลายได้ง่าย

4.4.2 การศึกษาอิทธิพลของปริมาณของตัวชะล้างในการชะล้างอะซาดิแรคตินออกจากถ่านกัมมันต์บด

ได้แปรปริมาณของโคคลอโรมีเทนในการชะล้างอะซาดิแรคตินออกจากถ่านกัมมันต์บด 3 กรัม ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.11 และรูปที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ร้อยละการชะล้างอะซาดิแรคตินตามปริมาณโคคลอโรมีเทนที่ใช้ในการชะล้างอะซาดิแรคตินออกจากถ่านกัมมันต์บด 3 กรัม ในเวลา 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง

ปริมาณโคคลอโรมีเทน (มิลลิลิตร)	25	50	75	100	150
ร้อยละของอะซาดิแรคตินที่ถูกชะออกมา	62	69	71	76	77



รูปที่ 4.11 อิทธิพลของปริมาณโคคลอโรมีเทนในการชะล้างอะซาดิแรคตินออกจากถ่านกัมมันต์บด 3 กรัม ใช้เวลาในการชะล้าง 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง

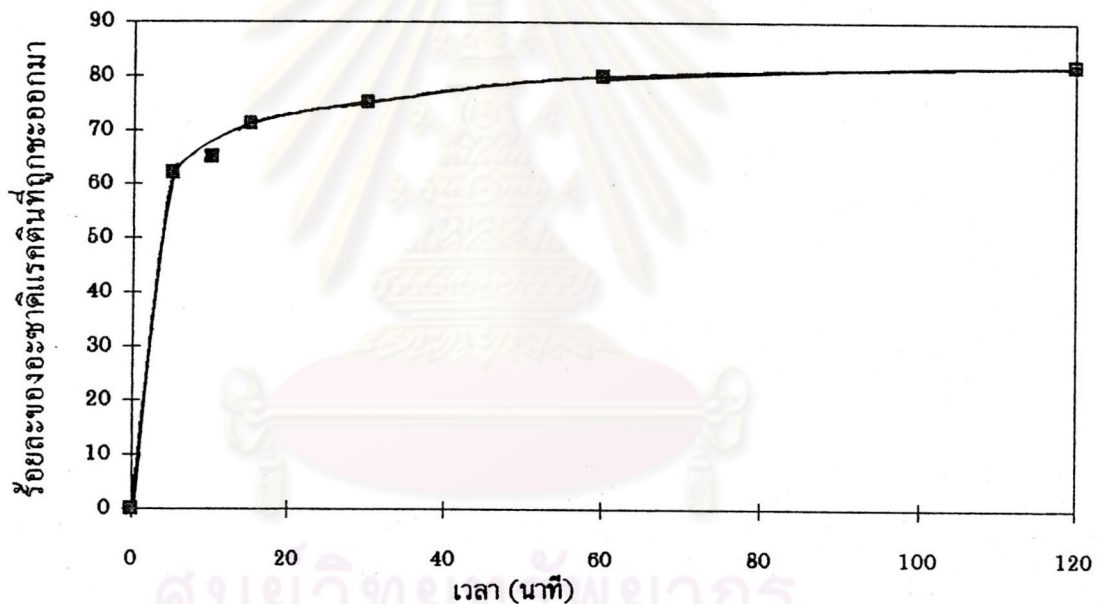
จากรูปที่ 4.11 จะเห็นว่าจากการใช้โคคลอโรมีเทนปริมาณ 25-150 มิลลิลิตร ในการชะล้างอะซาดิแรคตินออกจากถ่านกัมมันต์บด การใช้โคคลอโรมีเทนปริมาณ 25, 50, 75 และ 100 มิลลิลิตร สามารถชะล้างอะซาดิแรคตินออกจากถ่านกัมมันต์บดได้ร้อยละ 62, 69, 71 และ 76 เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้โคคลอโรมีเทนปริมาณ 150 มิลลิลิตร จากกราฟรูปที่ 4.11 ช่วงแรกจะมีความชันมากและมีความชันค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนเกือบคงที่เพราะฉะนั้นปริมาณโคคลอโรมีเทนที่เหมาะสมในการชะล้างอะซาดิแรคตินออกจากถ่านกัมมันต์บด 3 กรัม คือ 25 มิลลิลิตร

4.4.3 การศึกษาอิทธิพลของเวลาในการชะล้างอะซาดิแรคตินออกจากถ่านกัมมันต์บด

ศึกษาหาเวลาในการชะล้างอะซาดิแรคตินออกจากถ่านกัมมันต์บด โดยนำถ่านกัมมันต์ที่ดูดซับอะซาดิแรคตินแล้ว 3 กรัม มาชะล้างอะซาดิแรคตินด้วยโคคลอโรมีเทน 100 มิลลิลิตร ตามเวลาที่กำหนด ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.12 และรูปที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ร้อยละของอะซาดิแรคตินที่ถูกชะออกมาตามเวลาที่ใช้ในการชะล้างอะซาดิแรคตินในสัดส่วนถ่านกัมมันต์ที่ดูดซับอะซาดิแรคตินแล้ว 3 กรัม โคคลอโรมีเทน 100 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิห้อง

เวลาในการชะล้าง (นาที)	5	10	15	30	60	120
ร้อยละของอะซาดิแรคตินที่ถูกชะออกมา	62	65	71	75	80	82



รูปที่ 4.12 อิทธิพลของเวลาในการชะล้างอะซาดิแรคตินออกจากถ่านกัมมันต์บดในสัดส่วนถ่านกัมมันต์ที่ดูดซับอะซาดิแรคติน 3 กรัม โคคลอโรมีเทน 100 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิห้อง

จากรูปที่ 4.12 จะเห็นว่าจากการใช้เวลา 5-120 นาที ในการชะล้างอะซาดิแรคตินออกจากถ่านกัมมันต์บด เมื่อใช้เวลาในการชะล้าง 120 นาที มีค่าร้อยละของอะซาดิแรคตินที่ถูกชะออกมา 82 การใช้เวลา 5, 10, 15, 30 และ 60 นาที สามารถชะล้างอะซาดิแรคตินออกจากถ่านกัมมันต์บดได้ร้อยละ 76, 79, 87, 92 และ 98 เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้เวลา 120 นาที จากกราฟรูปที่ 4.12 ช่วงแรกจะมีความชันมากและมีความชันค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนเกือบคงที่ที่ 15 นาที เพราะฉะนั้นเวลาที่เหมาะสมในการชะล้างอะซาดิแรคตินออกจากถ่านกัมมันต์บด 3 กรัม ด้วยโคคลอโรมีเทน 100 มิลลิลิตร คือ 15 นาที

4.5 การศึกษาอิทธิพลของการนำเมทานอลและถ่านกัมมันต์ที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่

4.5.1 การนำเมทานอลที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่

เพื่อศึกษาการนำเมทานอลที่ใช้สกัดและดูดซับอะซาดิแรคตินออกแล้วนำมาสกัดอะซาดิแรคตินอีกครั้ง ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ปริมาณอะซาดิแรคตินในเมทานอลโดยใช้เมทานอลที่ใช้แล้ว 1, 2 และ 3 รอบ เปรียบเทียบกับการใช้เมทานอลใหม่ในการสกัดอะซาดิแรคติน

ชนิดของเมทานอล	ปริมาณอะซาดิแรคตินที่มีอยู่ในเมทานอล (มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตรสิ่งสกัดเมทานอล)	อะซาดิแรคตินที่สกัดได้ ไม่รวมอะซาดิแรคตินที่มีอยู่ในเมทานอลที่ใช้แล้ว(มิลลิกรัม/100มิลลิลิตรสิ่งสกัดเมทานอล)
เมทานอลใหม่	-	5.37
เมทานอลที่ใช้แล้ว 1 รอบ	0.06	5.32
เมทานอลใหม่	-	6.82
เมทานอลที่ใช้แล้ว 2 รอบ	0.02	6.03
เมทานอลใหม่	-	6.61
เมทานอลที่ใช้แล้ว 3 รอบ	0.08	6.53

จากการได้ทำการทดลองสกัดอะซาดิแรคตินโดยใช้เมทานอลใหม่และเมทานอลที่ใช้แล้วเปรียบเทียบกันครั้งต่อครั้งจึงทำให้มีปริมาณอะซาดิแรคตินที่สกัดโดยเมทานอลใหม่ 3 ค่าทำการเปรียบเทียบปริมาณอะซาดิแรคตินที่สกัดได้จากการใช้เมทานอลใหม่เท่ากับ 5.37 มิลลิกรัมกับจากการใช้เมทานอลที่ใช้แล้ว 1 รอบเท่ากับ 5.32 มิลลิกรัม(มีปริมาณอะซาดิแรคตินที่เหลืออยู่ 0.06 มิลลิกรัม) ปริมาณอะซาดิแรคตินที่สกัดได้จากการใช้เมทานอลใหม่เท่ากับ 6.82 มิลลิกรัมกับจากการใช้เมทานอลที่ใช้แล้ว 2 รอบเท่ากับ 6.03 มิลลิกรัม(มีปริมาณอะซาดิแรคตินที่เหลืออยู่ 0.02 มิลลิกรัม) ปริมาณอะซาดิแรคตินที่สกัดได้จากการใช้เมทานอลใหม่เท่ากับ 6.61 มิลลิกรัมกับจากการใช้เมทานอลที่ใช้แล้ว 3 รอบเท่ากับ 6.53 มิลลิกรัม (มีปริมาณอะซาดิแรคตินที่เหลืออยู่ 0.08 มิลลิกรัม) จะเห็นว่าการใช้เมทานอลที่ใช้แล้ว 1, 2 และ 3 รอบ สามารถสกัดอะซาดิแรคตินออกจากเค้กของเนื้อในเมล็ดสะเดาได้น้อยกว่าการใช้เมทานอลใหม่เนื่องจากในเมทานอลที่ใช้แล้วมีอะซาดิแรคตินและสารอื่นปนอยู่แต่เมทานอลที่ใช้แล้วก็ยังสามารถใช้สกัดอะซาดิแรคตินได้จะเห็นว่าปริมาณอะซาดิแรคตินที่สกัดได้ในแต่ละรอบไม่เท่ากันเป็นเพราะว่าทำการสกัดในช่วงเวลา

ต่างกันต้องทำการสกัดรอบที่หนึ่งก่อนเพื่อเตรียมเมทานอลที่ใช้แล้วในการสกัดรอบที่สอง การสกัดในช่วงเวลาต่างกันทำให้ปริมาณอะซาดิแรคตินที่สกัดได้ไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับอุณหภูมิห้อง ระยะเวลาสกัดและการอบเนื้อในเมล็ดสะเดาเพื่อเตรียมเนื้อในเมล็ดสะเดาสำหรับสกัดอะซาดิแรคติน จึงต้องทำการสกัดเปรียบเทียบกับการใช้เมทานอลใหม่ในการสกัดทุกรอบ

4.5.2 การนำถ่านกัมมันต์ที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่

เพื่อศึกษาถ่านกัมมันต์ที่ใช้แล้วในการดูดซับอะซาดิแรคติน จากการนำถ่านกัมมันต์ที่ใช้ดูดซับและชะล้างอะซาดิแรคตินออกแล้ว 1, 2, และ 3 รอบ มาดูดซับอะซาดิแรคติน ทำการดูดซับในหน่วยดูดซับโดยให้ของเหลวไหลผ่านถ่านกัมมันต์เม็ดสำหรับเครื่องกรองน้ำ ได้ผลดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ผลของการใช้ถ่านกัมมันต์ที่ใช้แล้วมาดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอล ในสัดส่วนถ่านกัมมันต์ 46 กรัมต่อสิ่งสกัดเมทานอล 900 มิลลิลิตร แล้วชะล้างอะซาดิแรคตินด้วยไคคลอโรมีเทน 300 มิลลิลิตร 3 ครั้ง ที่อุณหภูมิห้อง

รอบที่	ปริมาณอะซาดิแรคติน (มิลลิกรัม)			ร้อยละการดูดซับ	ร้อยละผลได้
	ในสิ่งสกัดเมทานอล	ที่ถูกดูดซับในถ่านกัมมันต์	ที่ชะล้างออกมา		
1	53.0	44.3	39.9	83.6	90.0
2	55.6	42.9	38.3	77.0	89.3
3	44.7	32.6	29.4	72.9	90.1
4	46.7	31.9	29.0	68.3	91.0

จากตารางที่ 4.13 จะเห็นว่า การใช้ถ่านกัมมันต์ดูดซับอะซาดิแรคตินจากถ่านกัมมันต์ในรอบที่ 1, 2, 3 และ 4 มีร้อยละการดูดซับ 83.6, 77, 72.3 และ 68.3 ตามลำดับ การใช้ถ่านกัมมันต์มาดูดซับอะซาดิแรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอลรอบที่ 2, 3 และ 4 มีความสามารถในการดูดซับอะซาดิแรคตินลดลงคิดเป็นร้อยละ 8, 13 และ 18 เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ถ่านกัมมันต์รอบที่ 1 พบว่าร้อยละการดูดซับจะมีค่าลดลงตามปริมาณรอบที่เพิ่มขึ้นเพราะว่าถ่านกัมมันต์นอกจากจะดูดซับอะซาดิแรคตินแล้วยังสามารถดูดซับสารอื่น ๆ ได้ เมื่อชะล้างอะซาดิแรคตินออกจากถ่านกัมมันต์โดยการใช้ไคคลอโรมีเทน สารอื่นอาจจะไม่ถูกชะล้างออกมาด้วย ทำให้มีพื้นที่ที่เหลือในการดูดซับครั้งต่อ ๆ ไปน้อยลงจึงทำให้ร้อยละการดูดซับอะซาดิแรคตินลดลง ซึ่งในการปฏิบัติงาน

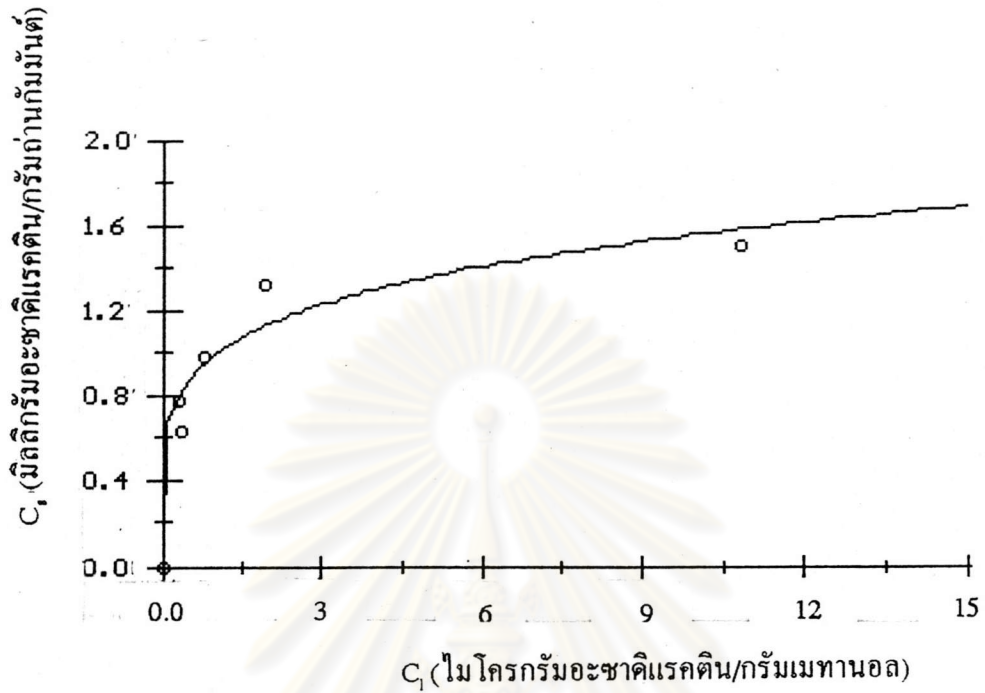
สามารถทำให้คืนสภาพใหม่ได้ (regenerate) ส่วนร้อยละผลได้ในรอบที่ 1, 2, 3, และ 4 มีค่าใกล้เคียงกันแสดงว่าปริมาณรอบของการนำถ่านกัมมันต์มาใช้ดูดซับอะซาดิเรคตินมีผลต่อการดูดซับอะซาดิเรคตินได้น้อย นั่นคือสามารถใช้ถ่านกัมมันต์มาดูดซับอะซาดิเรคตินและชะล้างแล้วนำมาดูดซับใหม่ได้หลาย ๆ รอบ จนถ่านกัมมันต์สามารถดูดซับอะซาดิเรคตินได้น้อยแล้วจึงนำมาปรับสภาพใหม่

4.6 การศึกษากราฟที่ภาวะสมดุลและจลนพลศาสตร์เบื้องต้นของการดูดซับอะซาดิเรคตินด้วยถ่านกัมมันต์

ในการศึกษากราฟของการดูดซับที่ภาวะสมดุลที่อุณหภูมิคงที่ โดยสร้างกราฟระหว่างปริมาณอะซาดิเรคตินในถ่านกัมมันต์ (C_s) กับปริมาณอะซาดิเรคตินในเมทานอล (C_l) ที่อุณหภูมิคงที่ จากข้อมูลการทดลองที่จุดสมดุลของการศึกษาอิทธิพลของปริมาณถ่านกัมมันต์บดต่างๆ ในการดูดซับอะซาดิเรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอลที่อุณหภูมิห้องของแต่ละอัตราส่วน ได้ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 4.15 และรูปที่ 4.13

ตารางที่ 4.15 ปริมาณอะซาดิเรคตินในถ่านกัมมันต์ (C_s) กับปริมาณอะซาดิเรคตินในเมทานอล (C_l) ที่อุณหภูมิคงที่ จากข้อมูลการทดลองที่จุดสมดุลของการศึกษาอิทธิพลของปริมาณถ่านกัมมันต์บดต่างๆ ในการดูดซับอะซาดิเรคตินจากสิ่งสกัดเมทานอลที่อุณหภูมิห้องของแต่ละอัตราส่วน

ปริมาณอะซาดิเรคตินในทานอล (C_l , ไมโครกรัม/กรัม)	ปริมาณอะซาดิเรคตินในถ่านกัมมันต์บด (C_s , มิลลิกรัม/กรัม)
0.24	0.64
0.28	0.78
0.76	0.99
1.90	1.33
10.80	1.51



รูปที่ 4. 13 กราฟของการดูดซับที่ภาวะสมดุลที่อุณหภูมิคงที่

จากกราฟเขียนสมการตามสมการ Freundlich ได้ดังนี้

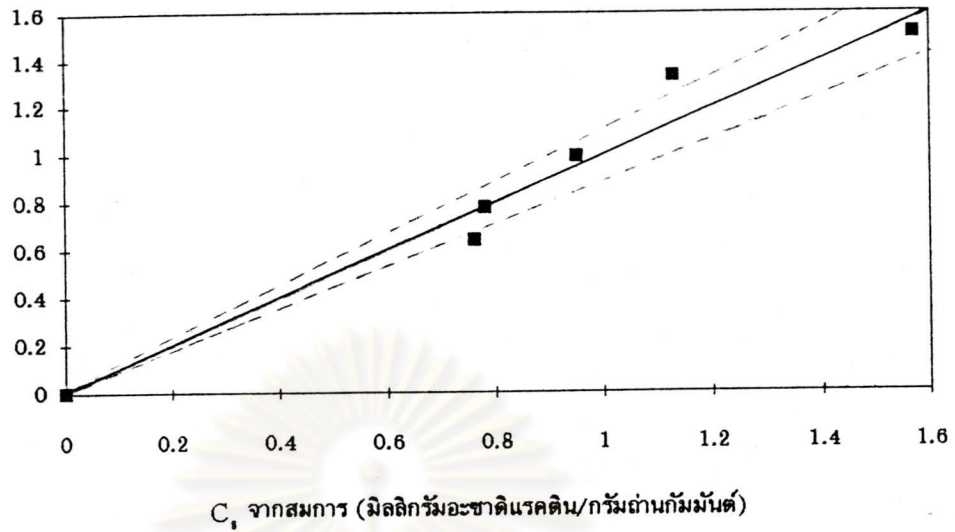
$$C_s = C_i^{0.19} \quad \dots (11)$$

คำนวณค่า C_s จากสมการที่ (11) และพลอตกับค่า C_i ที่ได้จากการทดลองดังรูปที่ 4.14 จะเห็นว่า ความสัมพันธ์ในสมการที่ (11) ให้ค่าสอดคล้องกับผลการทดลองเพราะจุดต่าง ๆ อยู่ใกล้กับเส้นตรงที่มีความชันเท่ากับ 1 ส่วนเส้นประที่แสดงนั้นเป็นเส้นแสดงความผิดพลาด $\pm 10\%$

ตารางที่ 4.16 ค่า C_s จากสมการและค่า C_s จากการทดลอง

C_s จากสมการ (มิลลิกรัม/กรัม)	0.76	0.78	0.95	1.13	1.57
C_s จากการทดลอง (มิลลิกรัม/กรัม)	0.64	0.78	0.99	1.33	1.51

C₁ จากการทดลอง (มิลลิกรัมอะซาดิแรคติน/กรัมถ่านกัมมันต์)



รูปที่ 4.14 กราฟเปรียบเทียบค่า C₁ จากสมการกับค่า C₁ จากการทดลอง

ในการศึกษาทางด้านจลนพลศาสตร์ของการดูดซับอะซาดิแรคตินด้วยถ่านกัมมันต์เป็นการดูดซับระหว่างสารดูดซับที่เป็นของแข็งกับตัวถูกละลายในสารละลาย จากการจำลองการดูดซับคล้ายกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากสมการ



โดยที่ A = อะซาดิแรคตินในสารละลาย

B = ถ่านกัมมันต์

C = ถ่านกัมมันต์ที่ดูดซับอะซาดิแรคตินแล้ว

เขียนสมการอัตราเร็วของการดูดซับอะซาดิแรคตินด้วยถ่านกัมมันต์อย่างง่าย ๆ ได้เป็น

$$-R_A = kC_A^n W_B^m \quad \dots (13)$$

โดยที่ $-R_A$ = อัตราเร็วของการดูดซับอะซาดิแรคตินด้วยถ่านกัมมันต์ (โมล/ลิตร.นาท)

C_A = ความเข้มข้นของอะซาดิแรคตินในสารละลายที่เวลาใดๆ (โมล/ลิตร)

W_B = น้ำหนักถ่านกัมมันต์ (กรัม/ลิตรสารละลาย)

k = ค่าคงที่ของอัตราเร็วของการดูดซับอะซาดิแรคตินด้วยถ่านกัมมันต์
(ลิตร^{n+m-1}/โมลⁿ⁻¹ . กรัม^m . นาท)

n, m = อันดับของอัตราเร็วของการดูดซับอะซาดิแรคตินด้วยถ่านกัมมันต์

การศึกษาทางด้านจลนพลศาสตร์เบื้องต้นของอัตราเร็วของการดูดซับอะซาดิเรคตินด้วยถ่านกัมมันต์ โดยจะหลีกเลี่ยงอิทธิพลการแพร่กระจายเข้าสู่ภายในรูพรุนซึ่งทำได้โดยใช้วิธีหาอัตราเร็วเริ่มต้น (initial rate method) ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้อัตราการเปลี่ยนแปลงของการดูดซับช่วงต้นๆ ในการคำนวณหาอัตราเร็วเริ่มต้นของการดูดซับ (initial adsorption rate) จากผลการทดลองการศึกษาอิทธิพลของอัตราส่วนระหว่างสารดูดซับกับสิ่งสกัดเมทานอลจะใช้ข้อมูลจุดแรกในการทดลองที่เวลา 5 นาที เนื่องจากเป็นข้อมูลที่อัตราเร็วของการดูดซับยังเร็วอยู่อิทธิพลการแพร่ยังไม่มีความหมายในการดูดซับ หาสสมการอัตราเร็วเริ่มต้นของการดูดซับอะซาดิเรคตินด้วยถ่านกัมมันต์ โดยนำค่า $-R_A$ ($-R_A$ = ความชันของกราฟที่พลอระหว่าง C_A กับเวลา), C_A , W_B ซึ่งแสดงไว้ในภาคผนวก ข จากผลการทดลองการศึกษาอิทธิพลของอัตราส่วนระหว่างสารดูดซับกับสิ่งสกัดเมทานอลของแต่ละอัตราส่วน มาทำการ fit equation หาค่า k , n , m ทำให้สามารถหาสสมการอัตราเร็วเริ่มต้นของการดูดซับอะซาดิเรคตินด้วยถ่านกัมมันต์ จากการทดลองวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของสมการอัตราเร็วเริ่มต้นของการดูดซับอะซาดิเรคตินด้วยถ่านกัมมันต์โดยใช้ non linear regression ในโปรแกรม POLYMAT จะได้สมการ

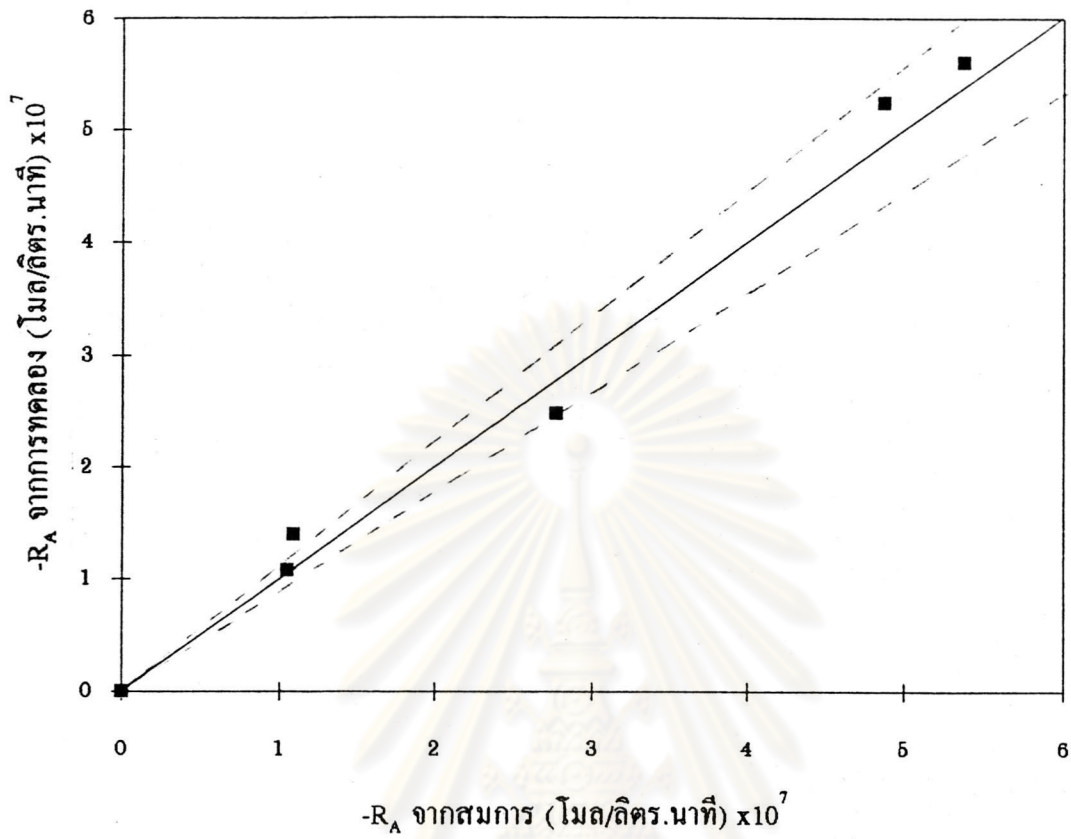
$$-R_A = 0.02C_A^{1.5}W_B^{2.5} \quad \dots (14)$$

สมการอัตราเร็วเริ่มต้นของการดูดซับอะซาดิเรคตินด้วยถ่านกัมมันต์มีอันดับของอัตราเร็วเท่ากับ 1.5 เมื่อเทียบกับความเข้มข้นของอะซาดิเรคตินที่เวลาใดๆ และเท่ากับ 2.5 เมื่อเทียบกับปริมาณถ่านกัมมันต์ มีค่าคงที่เท่ากับ $0.02 \text{ ลิตร}^3/\text{โมล}^{0.5} \cdot \text{กรัม}^{2.5} \cdot \text{นาที}$

คำนวณค่า $-R_A$ จากสมการที่ (14) และพลอเทียบกับค่า $-R_A$ ที่ได้จากการทดลองดังรูปที่ 4.15 จะเห็นว่าความสัมพันธ์ในสมการที่ (14) ให้ค่าสอดคล้องกับผลการทดลองเพราะจุดต่าง ๆ อยู่ใกล้กับเส้นตรงที่มีความชันเท่ากับ 1 ส่วนเส้นประที่แสดงนั้นเป็นเส้นแสดงความผิดพลาด $\pm 10\%$

ตารางที่ 4.17 ค่า $-R_A$ จากสมการและค่า $-R_A$ จากการทดลอง

$-R_A$ จากสมการ $\times 10^7$	1.05	1.09	2.77	5.37	4.87
$-R_A$ จากการทดลอง $\times 10^7$	1.08	1.40	2.48	5.60	5.24



รูปที่ 4.15 กราฟเปรียบเทียบค่า $-R_A$ จากสมการกับค่า $-R_A$ จากการทดลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย