



## เอกสารอ้างอิง

1. ช่างกรรมวิทยาค่าสตรับริการ "หญ้าหวาน" ฉบับที่ 99 หน้า 28-30 พฤษภาคม 2525.
2. สรุปรายวรุรกิจรณาการกสิกรไทย "ความหมายของเกษตรกร" ฉบับที่ 13(11) หน้า 1-18, 1-5 มิถุนายน 2525.
3. ศัตร ชัยออง "อนาคตของหญ้าหวาน" ข่าวพาดิยั ฉบับที่ 33(8631) หน้า 1-2 21 ตุลาคม 2525.
4. ทาวร โกววิทยา และสำนั การค้ำ "หญ้าหวาน" แก่นเกษตร ฉบับที่ 10(5) หน้า 122-130 กันยายน - ตุลาคม 2525.
5. วันเพ็ญ ลุ่ยศิลา "พืชน้ำตาลอนาคตโกล" วารสาร ฉบับที่ 40(2) หน้า 62-65 กรกฎาคม - ธันวาคม 2525.
6. นันทนา แก้วจุบล "หญ้าหวาน" วิทยาค่าสตรสำหรับประยำน ครั้งที่ 365 หน้า 1-4 27 เมษายน 2525.
7. สัถาปตัยั ปริดา "หญ้าหวานความหวังจะเป็นพืชเศรษฐกิจ" ข่าวพาดิยั ฉบับที่ 33(8588) หน้า 1-2, 9 กรกฎาคม 2525.
8. สับศักดี โกววิทางกูร "หญ้าหวาน" กสิกร ฉบับที่ 52(4) หน้า 231-234, กรกฎาคม - สิงหาคม 2525.
9. Beu, F., "Stevioside a Unique Sweetening Agent" Chemistry and Industry. pp 897 - 898, July 17, 1954.
10. The Document of the Company, "Culture and Development of "Stevia" as a new Natural Resource for Sweetening", Tra-Asia Trading Co., Ltd.
11. The Document of the company, "Plantation and Development of "Stevia" as a new natural resource for Sweetening," Tra-Asia Trading Co., Ltd.
12. Dieterich, K., "Extraction of Stevioside" Pharm J., pp 836, (28) 1909.

13. Kobert, R., "Sweet Principle of Eupatorium and Glycyrrhiza,"  
Amer.J.Pharm., pp 555, (87) 1915, Ber.Pharm.Ges., pp 162,  
(25) 1915.
14. The Bull. Imp. Inst., "The Caa'-êhê Plant as a Sweetening Agent"(18)  
pp 123, London, 1920.
15. Thomas, E., "Structure of Stevioside", Bull. Ass. Chim., 54,  
pp 844, 1937.
16. Ahmed, M.S., Dobberstein, R.H., "Determination of Stevioside by  
High Pressure Liquid chromatography," Journal of Chroma-  
tography, vol 192, pp 387-393, 1980.
17. The Document of the Company, "Stevia Sweeteners," Iwata Co., Ltd,  
Anglo Thai Limited.
18. Martha, W., Susan, B., "Stevioside," The Merck Index an Encyclopedia  
of Chemicals, Drugs and Biologicals, Merck & Co., Inc, U.S.A.,  
pp 1259, 1983.
19. Tomoyoshi, H.F., "Safety and Utilization of Stevia Sweetener,"  
shokuhim kogyo, Ikeda Tohka Ind. Co., Ltd, 22 (22),  
pp 65-72 (Eng), 1979.
20. The Document of the company, "Inspection Method for Dried Stevia  
Leaf at Loading Port", Overseas Merchandise Inspection  
Co., Ltd, pp 1-3, 1982.
21. Chen, W.S., Yeh, C.S., "Preliminary Report on the Examination of  
Stevioside by High-Pressure Liquid Chromatography", Taiwan  
Tang Yeh Yen Chiu So Yen Chin Hui Pao, Vol 79, pp 43-48 (ch),  
1978.
22. Ahmed, M.S., and Dobberstein, R.H., "Determination of Stevioside by  
High. Pressure Liquid Chromatography," Journal of Chroma-  
tography, Vol 192, pp 387-393, 1980.

23. Hashimoto, Y., and Moriyasu, M., "Quantitative of Stevioside by High-Performance Liquid chromatography," Journal of Chromatography, Vol 161, pp 403-405, 1978.
24. The Document of the Company, "Quantitative Determination of Stevioside", Sanyo-Kokusaku Pulp Co., Ltd.
25. สุ่มศักดิ์ ตำรงค์เลิศ, ชัยฤทธิ์ สัตยประเสริฐ, "รายงานผลการวิเคราะห์หัตถ์หวาน โดยวิธี Gas Chromatography", บริษัท มารูเซ็น ฟาร์มาซูติคอลล จำกัด, ประเทศญี่ปุ่น
26. A.O.A.C. Official Methods in Analysis 13 th.ed. Wisconsin : George Banta company, Inc., 1980.
27. Wawaguchi, Y., "Method of Purification Stevioside", Sanyo Kokusaku Pulp KK. Co., Ltd, Kokai No. 52-5800, 27 June 1975.
28. Mochida, K., "Process for Preparing Stevioside", Banshu Chomiryo KK. Co., Ltd, Kokai No. 52-53900, 28 October 1975.
29. Miwa, K., "Extraction and Purification of vegetable component", Toyo Ink Seizo KK. Co., Ltd, Kokai No. 54-90199, 27 December 1977.
30. Satou, T., "Extraction of Stevioside", Seisan Kaihatsu Kagaku Kenkynsho Co., Ltd, Kokai No. 55-39731 (A), 9 November 1978.
31. Ogawa, S., "Decolization and Purification of Stevia Sweet Component", Maruzen Kasci KK.Co., Ltd, Kokai No. 55-111768 (A), 20 Febuary 1979.
32. Georgia, J.P., Rockville, Md., "Method of Producing Stevioside", United States Patent No. 3,723,410, 27 Mar: 1973.
33. สุระยญา สิงห์ยวงค์, "การสกัดและการทำแห้งเช่นโนโซด์จากใบมะขามแขก", วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2527.

34. Coulson, J.M., and Richardson, J.F., "Chemical Engineering",  
Vol 2, pp 278-314, 602-616, Pergamon Press, Oxford, 1968.
35. Treybal, R.E., "Mass Transfer Operations", 3rd ed, pp 655-763,  
McGraw Hill, Inc., Tokyo, 1980.
36. อรรถพร วงศ์เจริญสถิตย์, อรัญญา คชขำ, "การแยกน้ำหน่อออกจากเมล็ดยางพารา  
โดยการสกัดด้วยตัวทำละลาย", โครงการวิจัยระดับปริญญาตรี ภาควิชา  
เคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2526.
37. Nayala, S., "Mixing Principle and Applications", John Wiley &  
Son, London 1975.
38. Clark, A., "The theory of Adsorption and Catalysis", Academic,  
Newyork, 1970.
39. Anderson, R.A., "Adsorption Equilibria," Encyclopedia of Chemical  
Processing and Design, Vol 2, pp 176-183, John J. Mcketta,  
1978.
40. Cremer, H.W., "Fluid state", Chemical Engineering Practice,  
Vol 4, pp 354-355, 1978.
41. ชิว ทินเงิน "การทำความละลายน้ำอ้อย" คำบรรยายการฝึกอบรมเรื่องเทคนิคการ  
ผลิตอ้อยและน้ำตาล, งานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีน้ำตาล สำนักงานอ้อย  
และน้ำตาล กระทรวงอุตสาหกรรม หน้า 150-174, 2521.
42. Helferich, F., "Ion Exchange" McGraw-Hill book Company,  
Newyork, 1962.
43. พายัพ ผลศรีนาค, "การรีไฟน์น้ำตาล" คำบรรยายการฝึกอบรมเรื่องเทคนิคการผลิต  
อ้อยและน้ำตาล งานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีน้ำตาล สำนักงานอ้อย  
และน้ำตาล กระทรวงอุตสาหกรรม หน้า 232-241, 2521.
44. Mcketta, J.J., "Crystallization Concepts", Encyclopedia of  
Chemical Processing and Design, Vol 13, pp 407-439.



45. Judsonking, C., "Seperation Process" 2 nd ed, McGraw-Hill book Company, Newyork, 1980.
46. McCormick, P.Y., Drying in Encyclopedia of Chemical Technology, (Kirk-othmer ed) Vol 8, 3rd ed, John wiley, & sons, Newyork, pp 75-113, 1980.
47. Masters, K., Spray Drying Handbook, 3rd ed, John Wiley & Sons Inc, Newyork, 1979.
48. Hall, C.W., Hedrick, T.T., Spray Drying in Drying Milk and Milk Products, pp 59-93, Thee AVI Publishing Company Inc, wesport, connecticut, 1966.
49. Leniger, H.A., and Beverloom W.A., Food Process Engineering pp 460-464, 500-520, D:Reidal Publishing company, Boston, 1975.
50. Marshall, W.R., and Seltzer, E., "Principle of Spray Drying Part I and Part II", Chemical Engineering Process, 46(10,11), pp 501-508, 575-584, 1950.
51. Morrison, R.T., and Boyd, R.N., "Organic Chemistry", 3rd ed, Prentice-Hall of India Private Limited, New Delhi, pp 819, 1045-1046, 1978.
52. Wood, H.B., Allerton, R., and Fletcher, H.G., "Stevioside I the Structure of the Glucose Moicties", Journal of Organic Chemistry, Vol 20, pp 875-883, 1955.
53. กาวาฮารา "การเติมน้ำปูนขาวให้ได้ pH พอเหมาะกับน้ำอ้อยรวม" วารสารน้ำตาล, สำนักงานอ้อยและน้ำตาล สำนักงานปลัดกระทรวงอุตสาหกรรม ปีที่ 14 ฉบับที่ 2 มีนาคม - เมษายน หน้า 4-6, 2521.
54. จอห์น เอเคซี "การใช้สารตกตะกอน" คำบรรยายการฝึกอบรมเรื่องเทคนิคการผลิต อ้อยและน้ำตาลงานวิทยาค่าลัศร์ และเทคโนโลยีน้ำตาล สำนักงานอ้อยและน้ำตาล กระทรวงอุตสาหกรรม หน้า 268-272, 2521.

55. กาวอาหาร "ถึงไก่ไล่" วารสารน้ำตาล สำนักงานอ้อยและน้ำตาล สำนักงานปลัด  
กระทรวงอุตสาหกรรม ปีที่ 15 ฉบับที่ 1 มกราคม - กุมภาพันธ์, หน้า 22-26,  
2522.

ภาคผนวก ก.

ก. กราฟมาตรฐานของสตีโรไอโซลด์

สร้างกราฟมาตรฐานของสตีโรไอโซลด์ ได้ใช้สตีโรไอโซลด์มาตรฐานของบริษัท Sigma Chemical ประเทศเยอรมันนี โดยเตรียม Stock Solution สตีโรไอโซลด์มาตรฐาน ซึ่ง สตีโรไอโซลด์ 0.10000 กรัม ซึ่งอย่างละเอียด ละลายน้ำให้มีปริมาตร 100 มิลลิลิตรใน Volumetric Flask จะได้ stock solution มีความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร

ดูดสารละลายจาก Stock Solution ปริมาณ 3, 9, 12, 15, 20 มิลลิลิตร จะมี สตีโรไอโซลด์อยู่ประมาณ 3, 9, 12, 15, 20 มิลลิกรัม ตามลำดับ เติมน้ำให้ได้ปริมาตร 20 มิลลิลิตร นำไปวิเคราะห์ตามวิธีของ Maruzen (25) ใช้วิธีเดียวกับหัวข้อ 4.5 โดยนำตัวอย่างไปไฮโดรไลซ์ ด้วยกรดเกลือความเข้มข้น 8 นอร์มอล และรฟล็กซ์ด้วยคลอโรฟอร์ม สารละลายคลอโรฟอร์มที่ ได้ นำไปทำปฏิกิริยากับ Diazomethane-Ether และมีลอะวาเลน เป็นสารมาตรฐานภายใน จะได้สารละลายที่จะนำไปฉีด Gas Chromatography โดยใช้สารละลายปริมาตร 1.6 ไมโคร- ลิตร ฉีดกับ Gas Chromatography

สภาวะที่ใช้ใน Gas Chromatography เป็นระบบFID (Flame Ionization Detector) มีคอลัมน์เป็นแก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร ยาว 1 เมตร ภายใน บรรจุด้วย 3% Silicone OV 17 เคลือบบน Chromosorb WAX (DMCS) ใช้อุณหภูมิของ คอลัมน์ 220<sup>0</sup> เซลเซียส, อุณหภูมิ Injector 250<sup>0</sup> เซลเซียส, อุณหภูมิ Detector 230<sup>0</sup> เซลเซียส

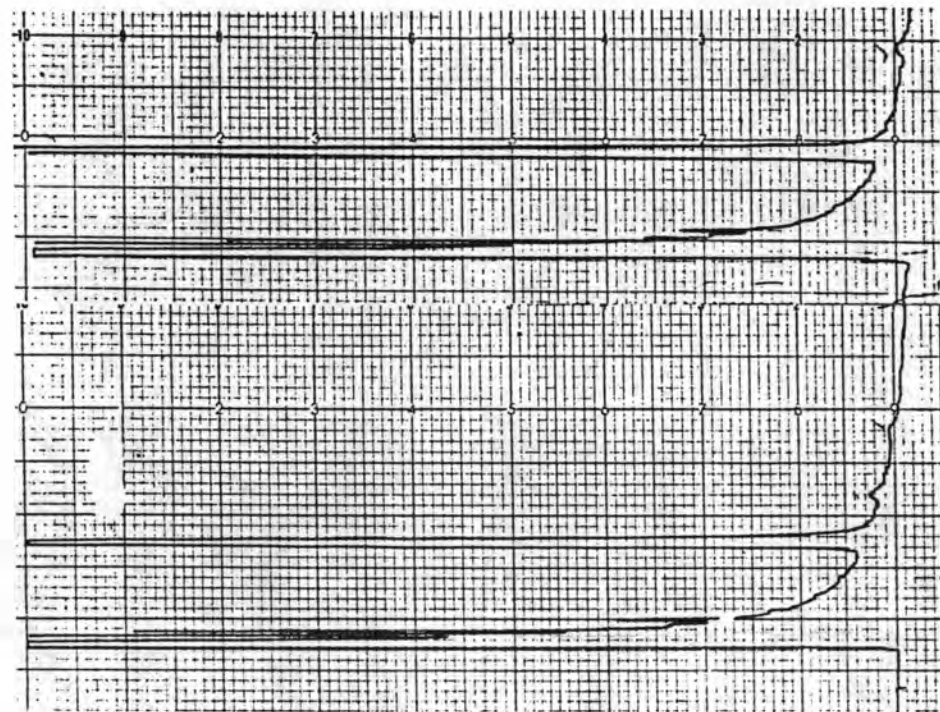
ทำการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง ผลการทดลองแสดงในตาราง ก-1 - ตาราง ก-5 และ จากรูป ก-1 - รูป ก-5 จากผลการทดลองจะได้อัตราส่วนพื้นที่ Peak ระหว่างผลรวมของ สตีโรไอโซลด์และเบบอซิไอโซลด์กับลอะวาเลน ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ของสารละลายมาตรฐาน สตีโรไอโซลด์ แสดงไว้ในตารางที่ ก-7 นำค่าที่ได้เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ สตีโรไอโซลด์มาตรฐาน กับอัตราส่วนของพื้นที่ Peak ได้กราฟมาตรฐานของสตีโรไอโซลด์ในรูป ก-7

ข. การหาปริมาณลีสทีโรไซด์ทั้งหมดที่มีอยู่ในหญ้าหวาน

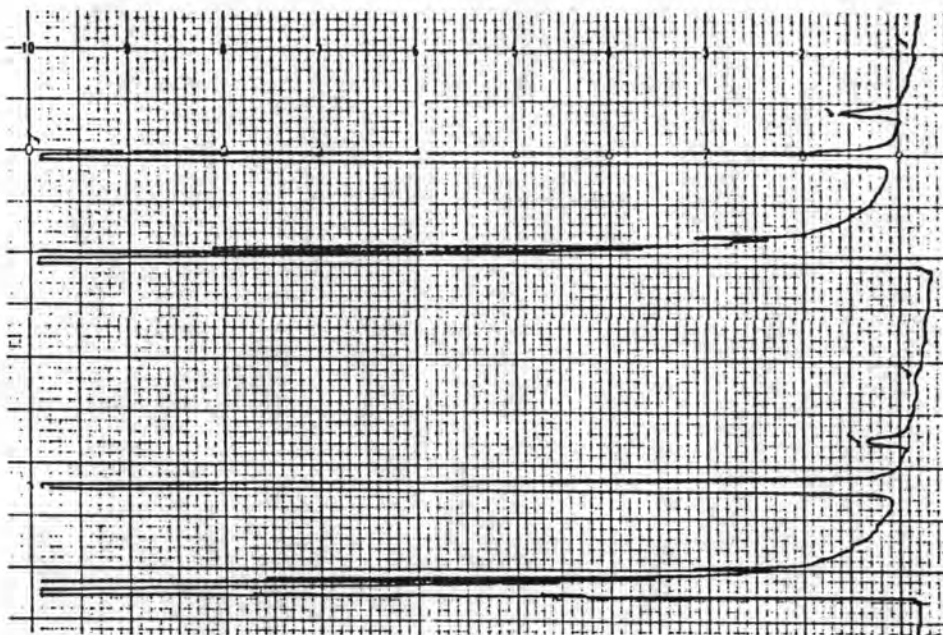
1. การลุ่มตัวอย่างหญ้าหวาน นำหญ้าหวานปริมาณทั้งหมดที่บดละเอียดแล้ว 20 กิโลกรัม ที่จะใช้ในการสกัดลีสทีโรไซด์จากหญ้าหวานใส่ในถังขนาดใหญ่ แล้วค่อย ๆ ตักหญ้าหวานในบริเวณต่าง ๆ ของถังให้ทั่ว ใส่ในปีกเกอร์แล้วผสมหญ้าหวานให้เข้ากันก่อนนำไปวิเคราะห์หาปริมาณลีสทีโรไซด์

2. การเตรียมสารละลายน้ำที่สกัดได้ ยิงหญ้าหวานในปีกเกอร์ที่ได้จากการลุ่มตัวอย่างมาอย่างละเอียด 5 กรัม ใส่ในขวดรูปกรวยขนาด 500 มิลลิลิตร เขย่าในอ่างน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิ  $80^{\circ}$  เซลเซียสทุก ๆ 30-60 นาที แยกไว้เป็นเวลา 5 ชั่วโมง เมื่อสารละลายได้ที่แล้วนำมาทำให้เย็น เทลงในกรวยแก้วที่มีกระดาษกรองเบอร์ 2 เอาสารละลายที่ได้ใส่ใน Volumetric Flask ขนาด 1 ลิตร ล้างกระดาษกรองด้วยน้ำหลาย ๆ ครั้ง เติมน้ำให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร

3. เตรียมสารละลายไปวิเคราะห์ด้วย Gas Chromatography ตูดสารละลายจากขวด 20 มิลลิลิตร นำไปวิเคราะห์ตามวิธีของ Maruzen (25) ใช้วิธีเดียวกับหัวข้อ 4.5 โดยนำสารละลายไปโอดีโรไลซ์ด้วยกรดเกลือความเข้มข้น 8 นอร์มอล และรีฟลักซ์ด้วยคลอโรฟอร์ม สารละลายคลอโรฟอร์มที่ได้นำไปทำปฏิกิริยากับ Diazomethane-Ether และมี Squalane เป็นสารมาตรฐาน ฐานภายใน จะได้สารละลายที่จะนำไปฉีด Gas Chromatography โดยใช้สารละลายปริมาตร 1.6 ไมโครลิตร ฉีดกับ Gas Chromatography ทำการทดลองซ้ำ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ ก-8 และรูป ก-6 นำค่าที่ได้ไปคำนวณหา ปริมาณร้อยละของลีสทีโรไซด์ทั้งหมดที่มีอยู่ในหญ้าหวาน โดยเทียบจากกราฟมาตรฐาน รูป ก-7

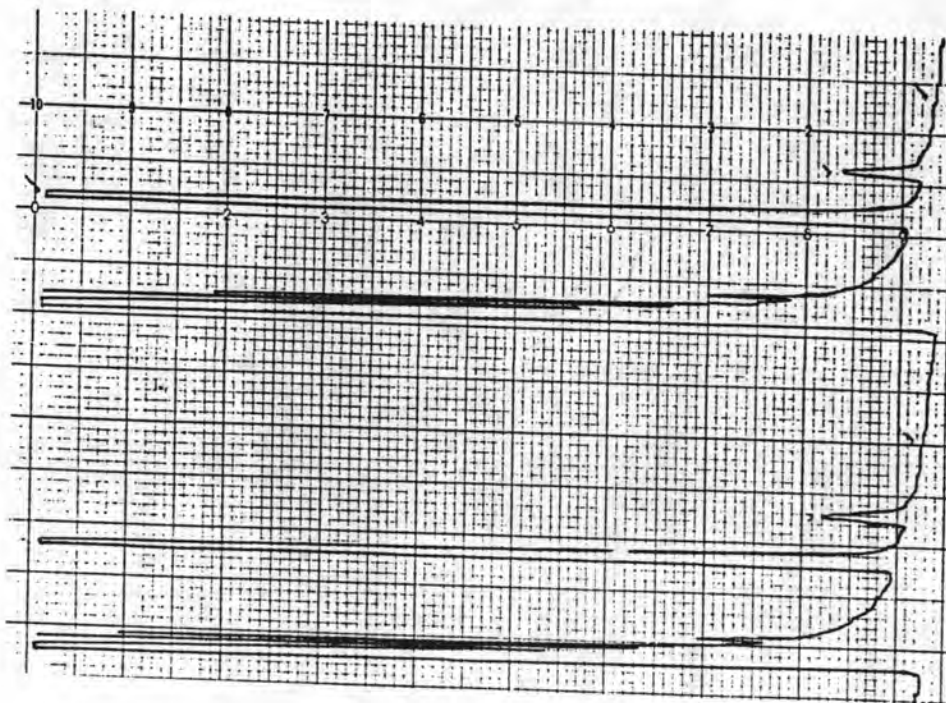


รูปที่ ก-1 แสดง peak ต่าง ๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย Gas Chromatography ที่ความเข้มข้นของ สตีริโอไอโซเมอร์ 3 มิลลิกรัม/20 มิลลิลิตร

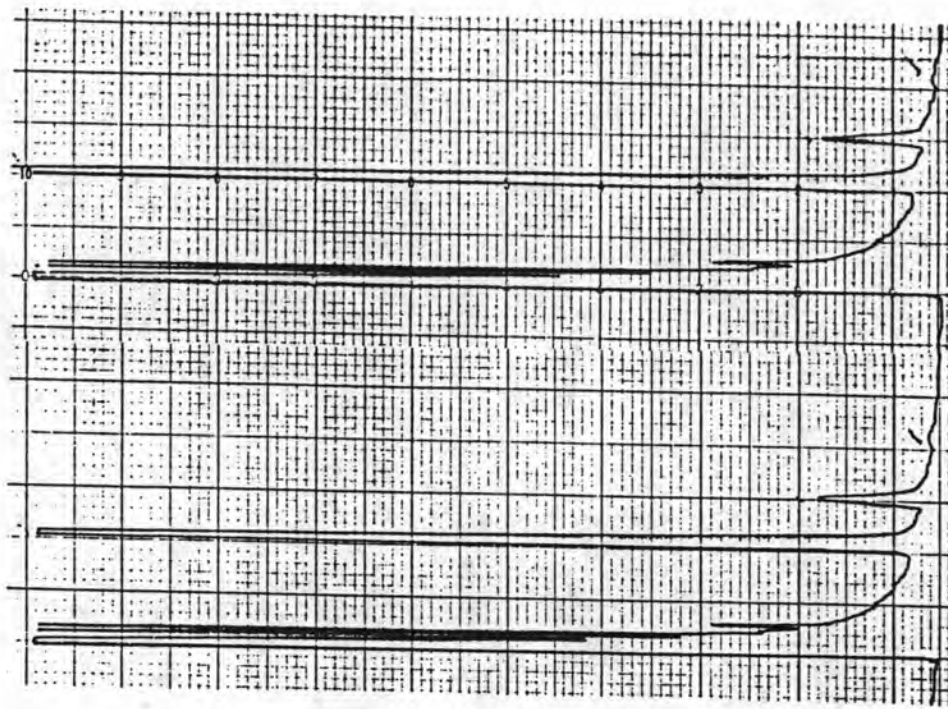


รูปที่ ก-2 แสดง Peak ต่าง ๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์ ด้วย Gas Chromatography ที่ความเข้มข้น ของสตีริโอไอโซเมอร์ 9 มิลลิกรัม/20 มิลลิลิตร

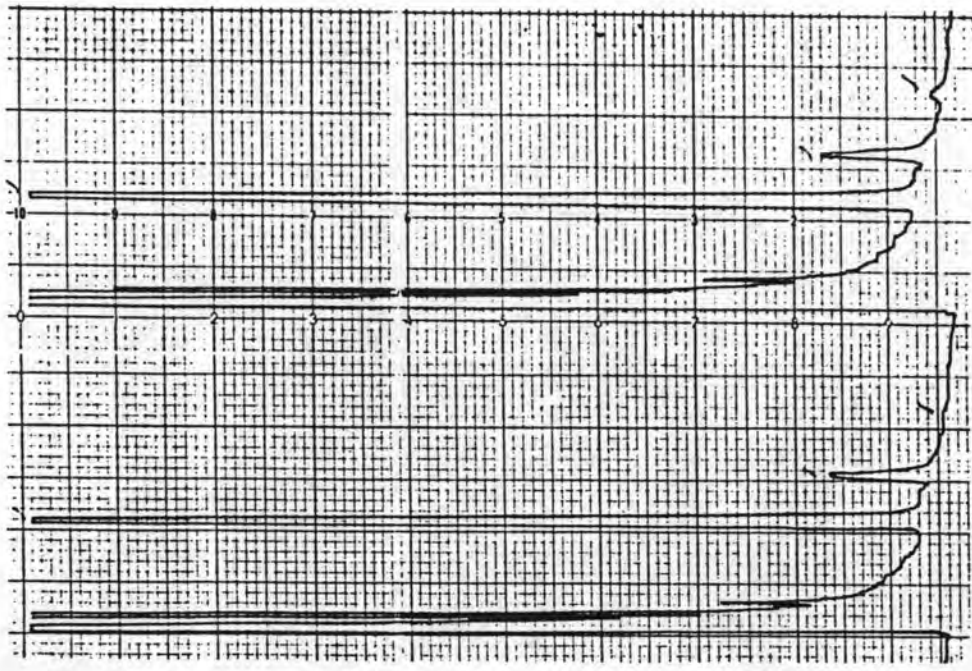




รูปที่ ก-3 แสดง Peak ต่าง ๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์  
 ด้วย Gas Chromatography ที่ความเข้มข้น  
 ของสตีโรไลต์มาตรฐาน 12 มิลลิกรัม/20 มิลลิลิตร



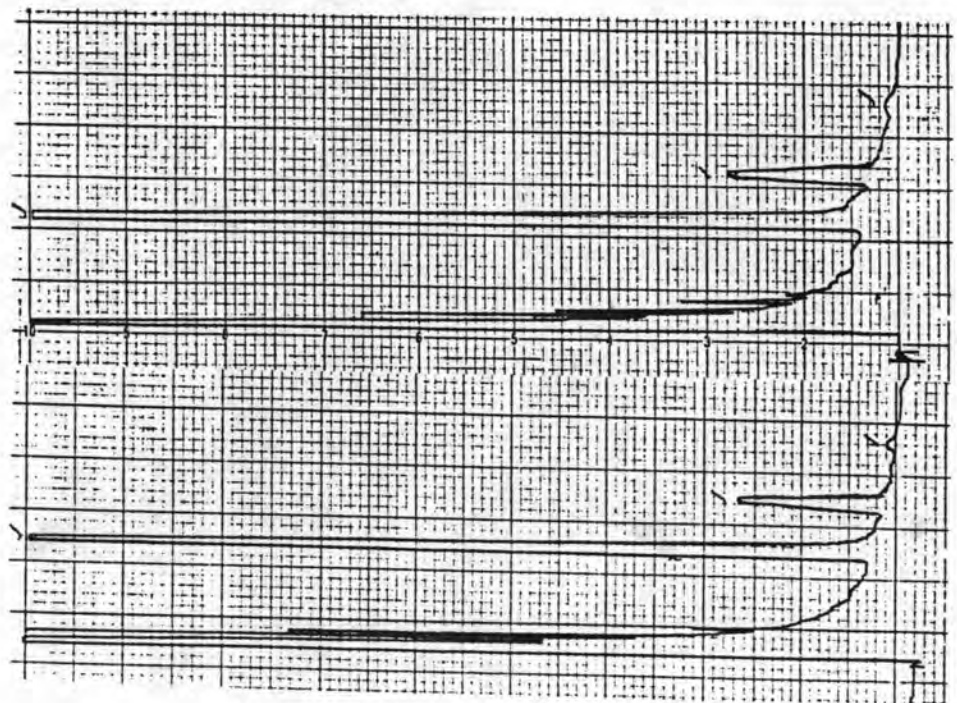
รูปที่ ก-4 แสดง Peak ต่าง ๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์  
 ด้วย Gas Chromatography ที่ความเข้มข้น  
 ของสตีโรไลต์มาตรฐาน 15 มิลลิกรัม/20 มิลลิลิตร



รูปที่ ก-6 แสดง Peak ต่าง ๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์

ด้วย Gas Chromatography ในการหา

ปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนในสารตัวอย่างปิโตรเลียม



รูปที่ ก-5 แสดง Peak ต่าง ๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์

ด้วย Gas Chromatography ที่ความเข้มข้น

ของสารไฮโดรคาร์บอน 20 มิลลิกรัม/20 มิลลิลิตร

ตาราง ก-1 แสดงเวลาและพื้นที่ใต้ peak ที่ความเข้มข้นของ

สตีโรไซด์มาตรฐาน 3 มิลลิกรัม/20 มิลลิลิตร

Peak	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2	
	เวลา	พื้นที่	เวลา	พื้นที่
1	0.32	30878368	0.36	33265242
2	0.87	323662	0.85	296124
3	1.62	111164	1.63	94240
4	1.97	137756	1.98	133504
5	2.26	22356	2.29	51792
6	2.55	40894	2.57	104774
7	3.07	425440	3.09	305772
8	5.33	1214	5.37	894
9	7.29	940	7.31	394
10	9.71	274	9.63	1366
11	10.95	524894	10.98	475948
12	15.37	8768	15.77	8192
13	21.16	3868	21.26	3756

ตาราง ก-2 แสดงเวลาและพื้นที่ใต้ peak ที่ความเข้มข้นของ

สตีโรไซด์มาตรฐาน 9 มิลลิกรัม/20 มิลลิลิตร

Peak	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2	
	เวลา	พื้นที่	เวลา	พื้นที่
1	0.36	33070801	0.36	34851589
2	0.83	252162	0.84	270222
3	1.63	189000	1.63	180830
4	1.99	140350	1.99	154404
5	2.29	58070	2.30	57484
6	2.57	114782	2.58	120194
7	3.09	260356	3.11	254446
8	5.39	914	5.39	674
9	7.36	490	7.32	152
10	9.71	1120	9.72	1022
11	10.92	525712	10.99	521838
12	15.47	34596	15.53	33404
13	21.34	6248	21.40	6320

ตาราง ก-3 แสดงเวลา และพื้นที่ใต้ peak ที่ความเข้มข้นของ

สารโพลีเมทริกซ์ 12 มิลลิกรัม/20 มิลลิลิตร

Peak	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2	
	เวลา	พื้นที่	เวลา	พื้นที่
1	0.36	35149606	0.36	33234613
2	0.83	272230	0.81	168723
3	1.65	96802	1.64	137543
4	1.99	178540	1.99	216393
5	2.30	61944	2.30	125340
6	2.58	121266	2.59	140717
7	3.10	250746	3.11	11545
8	5.45	838	5.46	728
9	7.38	286	7.32	112
10	9.72	1210	9.76	1312
11	10.98	524094	10.99	534084
12	15.54	46678	15.55	47280
13	21.36	3196	21.45	3240

ตาราง ก-4 แสดงเวลา และพื้นที่ใต้ peak ที่ความเข้มข้นของ

สารโพลีเมทริกซ์ 15 มิลลิกรัม/20 มิลลิลิตร

Peak	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2	
	เวลา	พื้นที่	เวลา	พื้นที่
1	0.36	34563983	0.36	38509639
2	0.81	229418	0.84	258060
3	1.60	229568	1.60	245960
4	2.00	276436	1.99	338218
5	2.31	130594	2.29	132166
6	2.59	110528	2.57	116710
7	3.11	11758	3.11	10776
8	5.43	752	5.43	850
9	7.40	750	7.47	218
10	9.88	1260	9.85	1448
11	11.04	529674	10.99	525484
12	15.63	60040	15.54	63834
13	21.52	6064	21.41	4280



ตาราง ก-5 แสดงเวลา และพื้นที่ใต้ peak ที่ความเข้มข้นของ

สตีโรไฮโดคาตรฐาน 20 มิลลิกรัม/20 มิลลิลิตร

Peak	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2	
	เวลา	พื้นที่	เวลา	พื้นที่
1	0.36	35679316	0.36	36851695
2	0.82	230795	0.83	257013
3	1.62	230712	1.63	253164
4	1.99	374152	1.99	416935
5	2.30	182710	2.31	185638
6	2.58	131606	2.59	140897
7	3.10	9720	3.11	9981
8	5.38	814	5.40	927
9	7.39	198	7.43	524
10	9.78	1456	9.85	1327
11	10.99	525719	11.03	529864
12	15.47	81573	15.56	82526
13	21.48	6132	21.63	5431

ตาราง ก-6 แสดงเวลา และพื้นที่ใต้ peak ในการหาปริมาณ

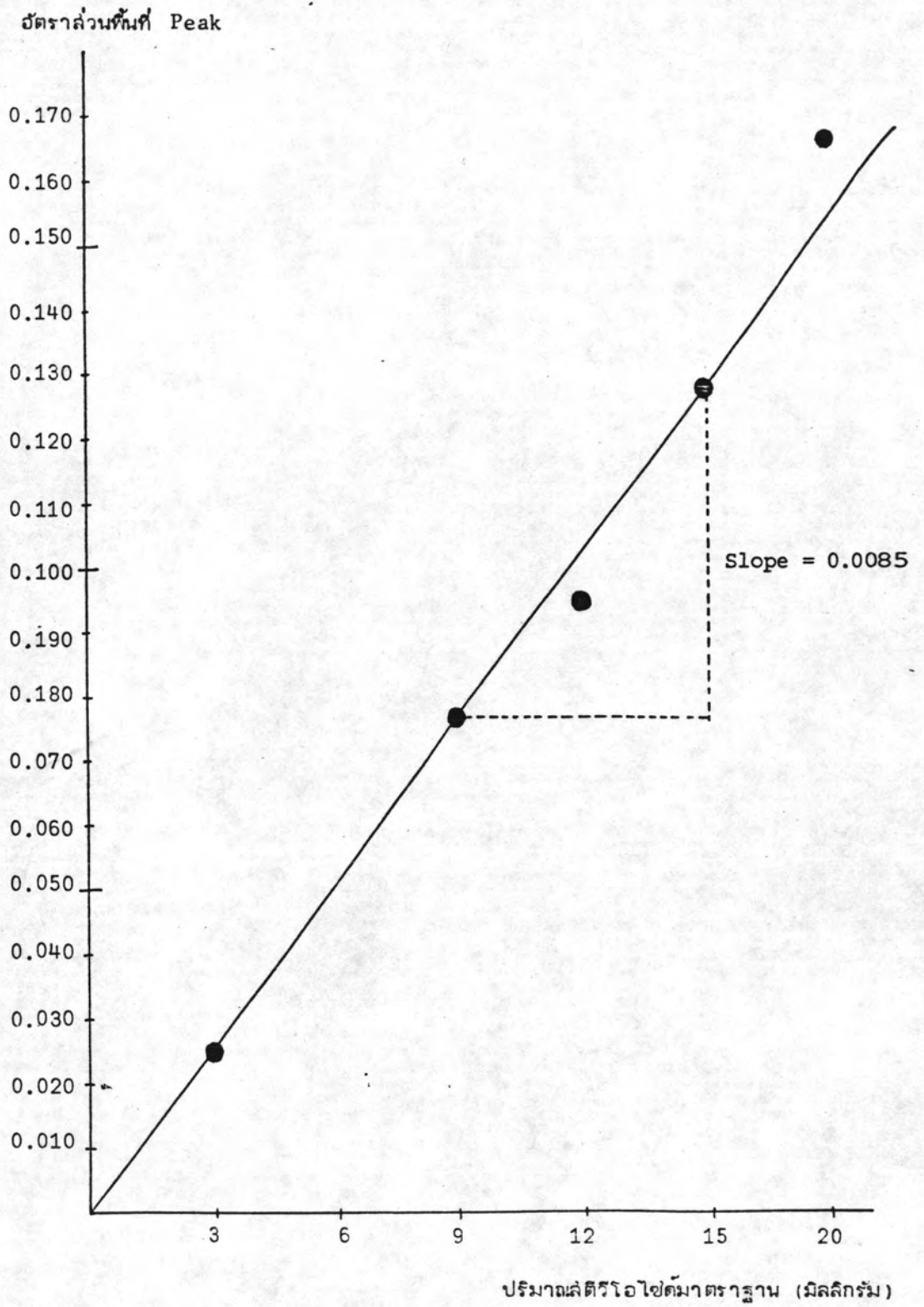
สตีโรไฮโดทั้งหมัดในสารตัวอย่างจำนวน

Peak	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2	
	เวลา	พื้นที่	เวลา	พื้นที่
1	0.36	32535775	0.36	34192976
2	0.79	215314	0.83	236590
3	1.62	253114	1.62	234734
4	2.01	332168	1.99	248132
5	2.31	120794	2.30	125112
6	2.59	1406	2.58	117104
7	3.13	13690	3.11	13768
8	5.49	1262	5.47	1990
9	7.51	538	7.35	1192
10	9.78	662	8.51	72
11	11.03	511338	10.99	525634
12	15.61	56464	15.54	52410
13	21.61	736	21.46	8752



ตาราง ก-7 แสดงผลการทดลองการวิเคราะห์ด้วย Gas Chromatography หาระหว่างส่วนที่ Peak ของสัตว์ไก่อโด และ เรบอดิโอดี ต่อที่ Peak ของสารละลายมาตรฐาน Squalane ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ของสารละลายมาตรฐาน สัตว์ไก่อโด

ปริมาณ	สัตว์ไก่อโดมาตรฐาน ที่ใช้ในการทดลอง (มิลลิกรัม)										
	3		9		12		15		20		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	
อัตราส่วน											
พื้นที่ใต้ Peak Squalane ที่เวลา 10-11 นาที	524894	475948	525712	521838	524094	534084	529674	525484	525719	529864	
พื้นที่ใต้ Peak สัตว์ไก่อโด ที่เวลา 15-15.8 นาที	8768	8192	34596	33404	46678	47280	60040	63824	81573	82526	
พื้นที่ใต้ Peak เรบอดิโอดี ที่เวลา 21-21.6 นาที	3868	3756	6248	6320	3192	3240	6064	4280	6132	5431	
พื้นที่ Peak รวมสัตว์ไก่อโด เรบอดิโอดี	12636	11948	40844	39724	49870	50520	66104	68104	87705	87957	
อัตราส่วนพื้นที่ Peak ระหว่างพื้นที่ Peak สัตว์ไก่อโด / เรบอดิโอดี ต่อที่ Peak Squalane	0.024	0.025	0.078	0.076	0.095	0.095	0.125	0.130	0.167	0.166	
เฉลี่ยอัตราส่วนพื้นที่ Peak	0.025		0.077		0.095		0.128		0.167		



รูปที่ ก-7 กราฟมาตรฐาน แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเอทิลอีเทอร์มาตรฐาน  
กับอัตราส่วนพื้นที่ Peak

ตาราง ก-8 แสดงผลการทดลองวิเคราะห์ด้วย Gas Chromatography หาอัตราส่วน  
ระหว่างผลรวมพื้นที่ Peak ของสเตริโอไลต์และเรบอดีโอไลต์ต่อพื้นที่ Peak  
ของสารละลายมาตรฐาน Squalane ของสารละลายทั้งหมดในการหาปริมาณ  
สเตริโอไลต์ทั้งหมดในหญ้าหวาน

การทดลองครั้งที่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
พื้นที่ Peak Squalane ที่เวลา 10-11 นาที	511338	525634
พื้นที่ Peak สเตริโอไลต์ ที่เวลา 15-15.8 นาที	56464	52410
พื้นที่ Peak เรบอดีโอไลต์ ที่เวลา 21-21.6 นาที	736	8752
ผลรวมพื้นที่ Peak สเตริโอไลต์ เรบอดีโอไลต์	57200	61162
อัตราส่วนพื้นที่ Peak ระหว่างผลรวม ของพื้นที่ Peak สเตริโอไลต์ เรบอดีโอไลต์ต่อพื้นที่ Peak ของ Squalane	0.112	0.116
เฉลี่ยอัตราส่วนพื้นที่ peak	0.114	

## ค. การคำนวณ

การคำนวณหาอัตราส่วนพื้นที่ peak (R)

$$\text{สูตร} \quad R = \frac{P_1 + P_2}{P_S}$$

R = อัตราส่วนพื้นที่ peak

$P_S$  = พื้นที่ Peak ของสารละลายมาตรฐาน Squalane มี  
Retention Time ประมาณ 10-11 นาที

$P_1$  = พื้นที่ Peak ของลستيرโอยด์มี Retention Time  
= 15-15.8 นาที

$P_2$  = พื้นที่ Peak ของเรบอดิโอยด์มี Retention Time  
= 21-21.6 นาที

ตัวอย่าง ความเข้มข้นของลستيرโอยด์มาตรฐาน 3 มิลลิกรัม

$$P_1 = 8768$$

$$P_2 = 3868$$

$$P_S = 524894$$

$$R = \frac{8768 + 3868}{524894}$$

$$\text{อัตราส่วนพื้นที่ Peak} = 0.024$$

ในทำนองเดียวกันที่ความเข้มข้นของลستيرโอยด์มาตรฐาน ในการหาอัตราส่วนพื้นที่ Peak คำนวณเหมือนกันจะได้ผลตามตาราง ก-7 และ ก-8

จากกราฟรูปที่ ก-7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารมาตรฐาน · ลستيرโอยด์ กับ อัตราส่วนพื้นที่ Peak จะมี Slope ดังนี้

$$\text{Slope} = \frac{0.128 - 0.077}{15 - 9}$$

$$S = 0.0085 \text{ อัตราส่วนพื้นที่ Peak/มิลลิกรัมของลستيرโอยด์}$$

การคำนวณหาปริมาณสารไอโซลโทลทั้งหมดในน้ำหวาน

$$\text{ร้อยละของปริมาณสารไอโซลโทลทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำหวาน} = \frac{R}{S} \times \frac{V}{v} \times \frac{100}{W_s}$$

ตัวอย่าง

$$R = \text{อัตราส่วนพื้นที่ Peak} = 0.114$$

$$S = \text{Slope จากกราฟมาตรฐาน} = 0.0085$$

$$V = \text{ปริมาตรของสารละลายทั้งหมด} = 1000 \text{ มิลลิลิตร}$$

$$v = \text{ปริมาตรของสารละลายที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณสารไอโซลโทล} \\ = 20 \text{ มิลลิลิตร}$$

$$W_s = \text{น้ำหนักน้ำหวานที่ใช้} = 5000 \text{ มิลลิกรัม หรือ } 5 \text{ กรัม}$$

อัตราส่วนร้อยละของปริมาณสารไอโซลโทลทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำหวาน

$$= \frac{0.114}{0.0085} \times \frac{1000}{20} \times \frac{100}{5000}$$

$$= 13.4 \%$$

ง. การหา  $\lambda_{\max}$  ของสารละลายน้ำที่สกัดได้จากน้ำหวาน

การหา  $\lambda_{\max}$  ของสารละลายน้ำที่สกัดได้จากน้ำหวาน โดยวัดค่า Absorbance ด้วยเครื่อง UV-Visible Recording Spectrophotometer ของบริษัท Shimadzu เครื่องมือชนิดนี้สามารถสร้างกราฟค่า Absorbance ได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งสามารถหา  $\lambda_{\max}$  ของสารละลายน้ำที่สกัดได้ และในการทดลองตั้งจุดหมุนให้คงที่ที่จุดหมุน  $25^\circ$  เซลเซียส แล้วดูดสารละลายน้ำที่สกัดได้จากน้ำหวานปริมาณ 1 มิลลิลิตร เติมน้ำอีก 3 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน โดยใช้เครื่องเขย่า (Vortex) นำสารละลายไปวัดค่า Absorbance ในช่วงของ UV-Visible ตั้งแต่ความยาวคลื่น 190-700 นาโนเมตร ผลการทดลองแสดงในรูปที่ ก-8

$$\text{ความยาวคลื่นในช่วง UV} = 190 - 400 \text{ นาโนเมตร}$$

$$\text{Visible} = 400 - 700 \text{ นาโนเมตร}$$

จากรูปที่ ก-8 สารละลายน้ำที่สกัดได้ไม่สามารถวัดค่า Absorbance ได้ในช่วง UV แต่ในช่วง Visible วัดค่า Absorbance ได้มากขึ้นเรื่อย ๆ ตั้งแต่ความยาวคลื่น

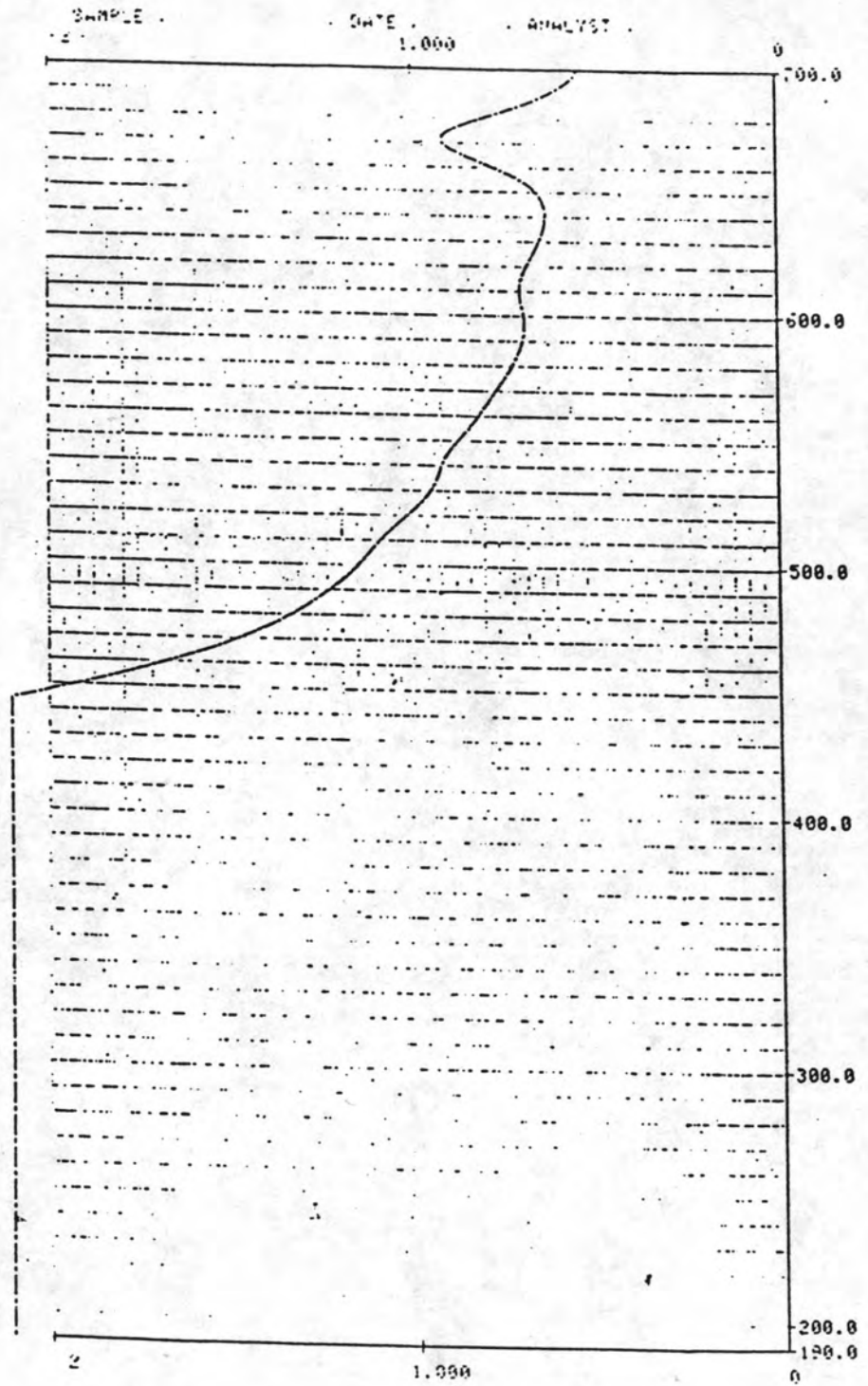


600 - 700 นาโนเมตร ผลการทดลองแสดงในรูปที่ ก-9 ซึ่งจะเห็นว่า ความยาวคลื่น  
ที่มีค่า Absorbance มากที่สุดอยู่ในช่วง 665 - 680 นาโนเมตร ผลการทดลองแสดง  
ในตารางที่ ก-9

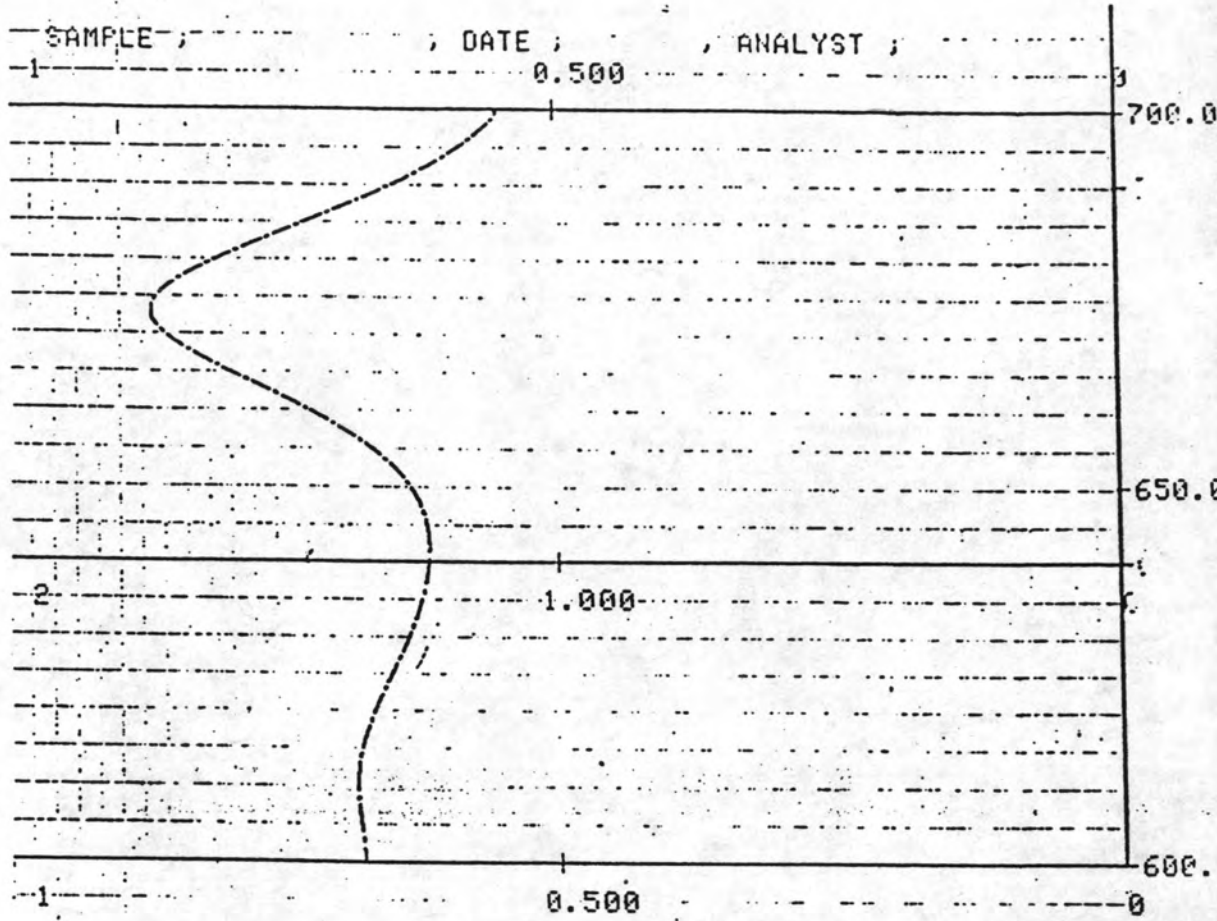
ตาราง ก-9 แสดงค่า Absorbance ของสารละลายน้ำที่สกัดได้จากหญ้าหวานที่ความยาว  
คลื่น ตั้งแต่ 665 - 680 นาโนเมตร

ความยาวคลื่น (นาโนเมตร)	665	666	667	668	669	670	671	672
Absorbance	0.800	0.810	0.830	0.840	0.850	0.860	0.865	0.873
ความยาวคลื่น (นาโนเมตร)	673	674	675	676	677	678	679	680
Absorbance	0.874	0.875	0.870	0.860	0.850	0.840	0.830	0.820

จากผลการทดลองในตารางที่ ก-9 ความยาวคลื่นที่ 674 นาโนเมตร จะมีค่า  
Absorbance มากที่สุด = 0.875 ดังนั้น  $\lambda_{max}$  = 674 นาโนเมตร



รูปที่ ก-8 กราฟแสดงค่า Absorbance ของสารละลายน้ำที่สกัดจากหญ้าหวาน ที่ความยาวคลื่น 190-700 nm.



รูปที่ ก-9 กราฟแสดงค่า Absorbance ของสารละลายน้ำที่สกัดจากหญ้าหวาน ที่ความยาวคลื่น ตั้งแต่ 600-700 nm.



จ. การเตรียมสารละลายที่ใช้ในการทดลอง

1. การเตรียมสารละลายมาตรฐานภายใน Squalance ชุดสารละลาย Squalane 0.5 มิลลิลิตร ใส่ใน Flask ขนาด 500 มิลลิลิตร เติมคลอโรฟอร์มปริมาตร 300 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันจะได้สารละลายมาตรฐานภายใน Squalane-chloroform 0.5 ใน 300 ซึ่งใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณสัตว์ไอโซต์ โดยใช้ Gas Chromatography

2. การเตรียม Diazomethane - Ether (18)

2.1 เตรียมสารละลายเมธานอลโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ โดยใช้โปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ 25 กรัม ละลายในเมธานอลปริมาตร 100 มิลลิลิตร ใน Flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เก็บไว้ในตู้เย็น

2.2 เตรียมสารละลาย Ether โดยใช้สาร N-Methyl-N-Nitrosotoluene-4-Sulphonamide ละลายใน Ether โดยให้เกิด Saturation ใส่ใน Flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เก็บไว้ในตู้เย็น

ในการทดลองวิเคราะห์หาปริมาณสัตว์ไอโซต์โดยใช้ Gas Chromatography จะต้องเติม Diazomethane-Ether ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ดังนั้น เตรียมได้โดยชุดสารละลาย เมธานอลโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ 0.55 มิลลิลิตร และสารละลาย Ether ปริมาตร 0.45 มิลลิลิตร ลงไปผสมในสารละลายคลอโรฟอร์มที่เตรียมไว้วิเคราะห์

ข้อควรระวัง ในการใช้ Diazomethane Ether ควรทำในขณะเย็นและทำในตู้ดูดควัน เพราะสารชนิดนี้เป็นสาร Carcinogen จะเป็นอันตรายถ้าหายใจเข้าไป ดังนั้นควรเก็บสารละลายไว้ในตู้เย็น

3. การเตรียมกรดเกลือเข้มข้นประมาณ 8 นอร์มอล

กรดเกลือเข้มข้น Density 1.19 กิโลกรัม/ลิตร

มีความเข้มข้นในอัตราส่วนร้อยละ 37

$$\therefore \text{กรดเกลือ 1 ลิตรมีเนื้อ HCl } \frac{1000 \times 1.19 \times 37}{100} = 440.3 \text{ กรัม}$$

$$\text{ในขวดกรดเกลือมีความเข้มข้น } \frac{440.3}{36.5} = 12.06 \text{ โมล/ลิตร}$$

$$\text{สูตร } N_1 V_1 = N_2 V_2$$

ต้องการเตรียม 8 นอร์มอล ปริมาณ 1 ลิตร

$$8 \times 1000 = 12.06 \times V_2$$

$$\therefore V_2 = 663.35 \quad \text{มิลลิลิตร}$$

สารละลายกรดเกลือเข้มข้นปริมาณ 663.35 มิลลิลิตร เติมน้ำให้ได้ปริมาณ 1 ลิตร  
จะได้กรดเกลือเข้มข้น 8 นอร์มอล

#### 4. การเตรียมน้ำปูนขาว (Milk of lime)

ยัง CaO 50 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร จะได้เป็นน้ำปูนขาว  
ที่มีความเข้มข้น ประมาณ 0.05 กรัม/มิลลิลิตร

#### 5. การเตรียมสารละลายฟล็อกคิวแลนต์ (Flocculant)

นำ Flocculant ที่ใช้ช่วยตกตะกอนมา 0.1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปริมาตร  
100 มิลลิลิตร ใน Volumetric Flask แบ่งสารละลายมาอย่างละ 0.1, 0.2, 0.3...  
มิลลิลิตร ใส่ในสารละลายน้ำที่สกัดจากหญ้าหวานอย่างละ 100 มิลลิลิตร ซึ่งจะมีปริมาณ  
Flocculant =  $\left(\frac{0.1}{100} \times \frac{0.1}{100}\right) = 1 \text{ ppm}$  จะได้สารละลายฟล็อกคิวแลนต์ มีความ  
เข้มข้น = 1, 2, 3, 4, ..... ppm (โดยน้ำหนัก)

ข้อควรจำ การเตรียมสารละลายฟล็อกคิวแลนต์ทุกครั้งจะมีอายุการใช้งานไม่เกิน 7 วัน

#### 6. การเตรียมสารละลาย Cationic Flocculant

ชั่งสารละลาย Cationic Flocculant 10 มิลลิลิตร ทำให้เสื่อจางโดย  
เติมน้ำให้มีปริมาตรทั้งหมด 100 มิลลิลิตรใน Volumetric Flask แบ่งสารละลายมาอย่าง  
ละ 0.1, 0.2, 0.3..... มิลลิลิตร ใส่ในสารละลายน้ำที่สกัดจากหญ้าหวานอย่างละ 100  
มิลลิลิตร ซึ่งจะมีปริมาณ Cationic Flocculant  $\left(\frac{10}{100} \times \frac{0.1}{100}\right) = 100 \text{ ppm}$  จะได้  
สารละลาย Cationic Flocculant มีความเข้มข้น = 100, 200, 300.... ppm.

(โดยปริมาตร) cationic Flocculant มีความหนาแน่น 0.9392 กรัม/มิลลิลิตร



ตารางที่ ก-10 แสดงปริมาณ Cationic Flocculant ซึ่งมีความหนาแน่น 0.9392 กรัม/  
มิลลิลิตร

ปริมาณ Cationic Flocculant	
ppm โดยปริมาตร	ppm โดยน้ำหนัก
100	93.9
1000	939
2000	1878
2500	2348
2600	2442
2700	2536
2800	2630
2900	2724
3000	2818
3100	2912
3200	3005
3300	3099
3400	3193
3500	3287
4000	3757
5000	4696

## 7. การเตรียมกรดฟอสฟอริก

ดูดสารละลายกรดฟอสฟอริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตร ทำให้เจือจาง โดยเติมน้ำให้มีปริมาตรทั้งหมด 100 มิลลิลิตรใน Volumetric Flask แบ่งสารละลายมา 0.5 มิลลิลิตร ใส่น้ำในสารละลายน้ำที่สกัดจากหญ้าหวาน อย่างละ 100 มิลลิลิตร ซึ่งจะมีกรดฟอสฟอริกในสารละลาย ( $\frac{1}{100} \times \frac{0.5}{100} = 50 \text{ ppm.}$ ) โดยปริมาตร

กรดฟอสฟอริก มีความหนาแน่น = 1.75 กรัม/มิลลิลิตร

สารละลายกรดฟอสฟอริกมีปริมาณ = 90 %

ดังนั้น กรดฟอสฟอริก 50 ppm โดยปริมาตร จะมีกรดฟอสฟอริก

$$= 50 \times 1.75 \times \frac{90}{100}$$

$$= 79 \text{ ppm โดยน้ำหนัก}$$

## 8. การเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

ซึ่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 40 กรัม ละลายในน้ำปริมาตร 1000 มิลลิลิตร จะได้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ มีความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์

ภาคผนวก ข

ข้อมูลและการคำนวณในกระบวนการสกัดสตีโรไซด์ โดยใช้ไดออกเซนเป็นตัวทำละลาย

แสดงข้อมูลการทดลองหาเวลาที่เหมาะสมในการสกัดไขมัน และสตีโรไซด์ด้วยคลอโรฟอร์ม และไดออกเซนตามลำดับ, การคำนวณหาปริมาณ ร้อยละของสิ่งที่สกัดได้ด้วยคลอโรฟอร์ม, และ ไดออกเซน, การคำนวณหาปริมาณ ร้อยละของผลึกสตีโรไซด์ที่ได้ครั้งที่ 1, ปริมาณร้อยละ ของผลึกที่หายไปในการตกผลึกครั้งที่ 2, การทำสมดุลมวล (Material Balance) ในกระบวนการสกัดสตีโรไซด์ โดยใช้ไดออกเซนเป็นตัวทำละลาย, ข้อมูลในการหาปริมาณความชื้น และปริมาณ ร้อยละ ของสตีโรไซด์ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการ, การคำนวณหาปริมาณสตีโรไซด์ และ ความชื้นในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการ

ตาราง ข-1 แสดงข้อมูลการทดลองหา เวลาที่เหมาะสมในการสกัดไขมันด้วยคลอโรฟอร์ม

เวลา (ชม.)	น้ำหนักก่อนสกัด คลอโรฟอร์ม(กรัม)	น้ำหนักหลังสกัด คลอโรฟอร์ม(กรัม)	คลอโรฟอร์ม ที่ใช้ (มล.)	คลอโรฟอร์ม ที่เหลือ(มล.)	น้ำหนักสิ่งสกัดได้ด้วย คลอโรฟอร์ม (กรัม)	ปริมาณร้อยละของสิ่ง สกัดได้ด้วยคลอโรฟอร์ม
5	20	19.4232	400	290	1.3969	6.985
5	20	19.4959	400	285	1.1510	5.755
10	20	18.5140	400	285	1.7014	8.507
10	20	18.6055	400	286	1.6796	8.398
15	20	18.8685	400	285	1.8183	9.092
15	20	18.6691	400	310	1.8869	9.435
20	20	18.0290	400	285	1.9020	9.510
20	20	18.2255	400	290	1.8975	9.488
25	20	17.9113	400	290	1.9192	9.596
25	20	17.9933	400	295	1.9215	9.608
30	20	17.9113	400	285	1.8727	9.364
30	20	17.9678	400	300	2.0515	10.258



ตาราง ย-2 แสดงข้อมูลการทดลองหาเวลาที่เหมาะสม ในการสกัดสตีโรไลด์ด้วยไดออกเซน

เวลา (ชม)	น้ำหนักก่อนสกัด ไดออกเซน (กรัม)	น้ำหนักหลังสกัด ไดออกเซน (กรัม)	น้ำหนักที่หายไป (กรัม)	ไดออกเซน ที่เข้า (มล)	ไดออกเซน ที่เหลือ (มล)	น้ำหนักสิ่งสกัดที่ไดด้วย ไดออกเซน (กรัม)	ปริมาณร้อยละของสิ่งสกัด ได้ด้วยไดออกเซน
1	20	16.0516	3.9484	400	310	3.9173	19.59
1	20	16.3614	3.6359	400	310	3.6270	18.14
2	20	15.9815	4.0185	400	300	4.0025	20.01
2	20	16.2424	4.7576	400	300	4.7640	23.82
3	20	15.3401	4.6599	400	280	4.6504	23.25
3	20	15.3046	4.6954	400	310	4.6910	23.46
4	20	15.2074	4.7926	400	300	4.8345	24.17
4	20	15.2878	4.7127	400	320	4.8200	24.10
5	20	14.6393	5.3607	400	290	5.3630	26.82
5	20	15.0634	4.9366	400	290	5.1273	25.64
10	20	15.2713	4.7287	400	295	5.1098	25.55
10	20	15.1064	4.8936	400	305	5.3910	26.96
15	20	14.5239	5.4761	400	280	5.4720	27.36
15	20	14.5120	5.4880	400	290	5.4813	27.41

การคำนวณหาปริมาณ ร้อยละของสิ่งสกปรกได้ด้วยคลอโรฟอร์ม

หย้าหวานก่อนสกัดคลอโรฟอร์ม 20 กรัม ได้สิ่งสกปรกได้ด้วยคลอโรฟอร์ม = 1.27 กรัม

หย้าหวานก่อนสกัดคลอโรฟอร์ม 100 กรัม ได้สิ่งสกปรกได้ด้วยคลอโรฟอร์ม

$$= \frac{1.27 \times 100 \text{ กรัม}}{20}$$

ปริมาณร้อยละของสิ่งสกปรกได้ด้วยคลอโรฟอร์ม = 6.35

การคำนวณหาปริมาณ ร้อยละของสิ่งสกปรกได้ด้วยไดออกเซน

หย้าหวาน 20 กรัม ได้สิ่งสกปรกได้ด้วยไดออกเซน = 3.77 กรัม

หย้าหวาน 100 กรัม ได้สิ่งสกปรกได้ด้วยไดออกเซน =  $\frac{3.77 \times 100}{20}$  กรัม

ปริมาณร้อยละของสิ่งสกปรกได้ด้วยไดออกเซน = 18.85

การคำนวณหา ปริมาณ ร้อยละของผลึกสตีโรไซด์

หย้าหวาน 20 กรัม ได้ผลึกสตีโรไซด์ = 0.55 กรัม

หย้าหวาน 100 กรัม ได้ผลึกสตีโรไซด์ =  $\frac{0.55 \times 100}{20}$  กรัม

ปริมาณร้อยละของผลึกสตีโรไซด์ = 2.75

กระบวนการสกัดสตีโรไซด์จากหย้าหวาน โดยใช้ไดออกเซนเป็นตัวทำละลาย

การคำนวณหาปริมาณ ร้อยละของสิ่งสกปรกได้ด้วยคลอโรฟอร์ม ในหน่วยสกัดไขมันด้วยคลอโรฟอร์ม

หย้าหวาน 1000 กรัม ได้สิ่งสกปรกได้ด้วยคลอโรฟอร์ม = 87.5 กรัม

หย้าหวาน 100 กรัม ได้สิ่งสกปรกได้ด้วยคลอโรฟอร์ม =  $\frac{87.5 \times 100}{1000}$  กรัม

ปริมาณร้อยละของสิ่งสกปรกได้ด้วยคลอโรฟอร์ม = 8.75

การคำนวณหา ปริมาณ ร้อยละของสิ่งสกปรกที่สกัดได้ด้วยไดออกเซน ในหน่วยสกัดสตีร์โอไฮด์ด้วยไดออกเซน

น้ำหนักแห้ง หลังสกัดคลอโรฟอร์ม 912.5 กรัม ได้สิ่งสกปรกที่สกัดได้ด้วยไดออกเซน = 254.2 กรัม

น้ำหนักแห้ง 1000 กรัม ได้สิ่งสกปรกที่สกัดได้ด้วยไดออกเซน =  $\frac{254.2 \times 100}{912.5}$  กรัม

ปริมาณ ร้อยละของสิ่งสกปรกที่สกัดได้ด้วยไดออกเซน = 28

การคำนวณหา ปริมาณ ร้อยละของผลึกสตีร์โอไฮด์ ในหน่วยการตกผลึกครั้งที่ 1

Basic จากน้ำหนักแห้งเริ่มต้น 1000 กรัม

ในกระบวนการใช้น้ำหนักแห้งเริ่มต้น 1000 กรัม ตกผลึกสตีร์โอไฮด์ครั้งที่ 1 ได้ = 71.9 กรัม

น้ำหนักแห้งเริ่มต้น 100 กรัม ตกผลึกสตีร์โอไฮด์ครั้งที่ 1 ได้ =  $\frac{71.9 \times 100}{1000}$  กรัม

ปริมาณร้อยละของผลึกสตีร์โอไฮด์ ครั้งที่ 1 = 7.19

การคำนวณหาปริมาณ ร้อยละของผลึกที่หายไปในขณะที่ตกผลึก ครั้งที่ 2

ผลึกสตีร์โอไฮด์ ครั้งที่ 1 = 71.9 กรัม

ผลึกสตีร์โอไฮด์ ครั้งที่ 2 = 67.85 กรัม

น้ำหนักส่วนที่เหลือจากการตกผลึกครั้งที่ 2 = 4.00 กรัม

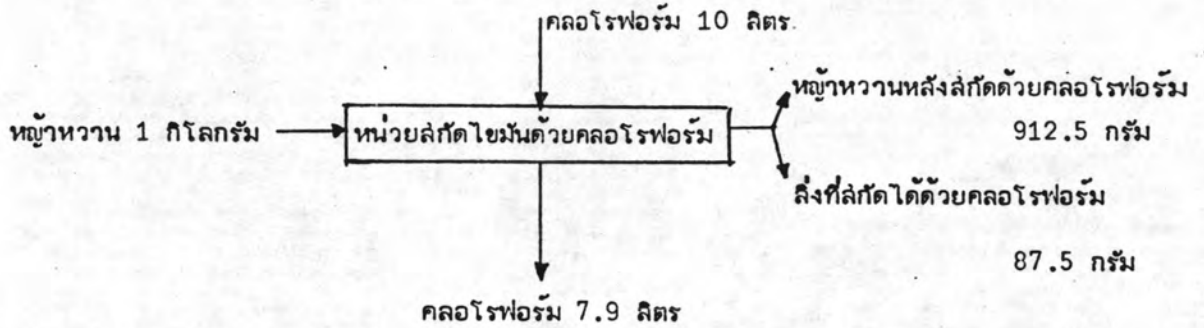
ผลึกสตีร์โอไฮด์ ครั้งที่ 1 71.86 กรัม น้ำหนักส่วนที่ไม่ตกผลึก = 4.00 กรัม

ผลึกสตีร์โอไฮด์ ครั้งที่ 1 100 กรัม น้ำหนักส่วนที่ไม่ตกผลึก =  $\frac{4.00 \times 100}{71.9}$  กรัม

ปริมาณร้อยละของผลึกที่หายไป = 5.56

การทำสมดุลมวล (Material Balance) ในกระบวนการสกัดสีวีโอไซด์ โดยใช้ไดออกเซน เป็นตัวทำละลาย

หน่วยสกัดไขมันด้วยคลอโรฟอร์ม (Chloroform Extraction)



สมดุลมวล

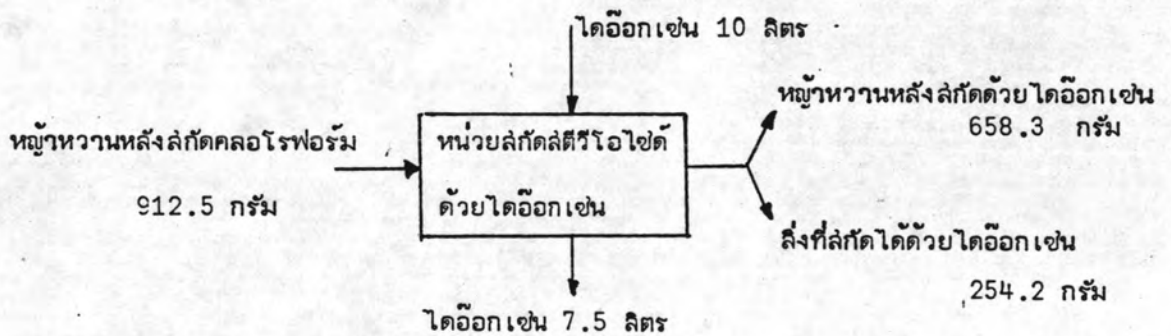
$$\text{มวลสารที่เข้า} = \text{มวลสารที่ออก}$$

$$\text{หญ้าหวาน 1 กิโลกรัม} = \text{หญ้าหวานหลังสกัดด้วยคลอโรฟอร์ม} + \text{สิ่งที่สกัดได้ด้วยคลอโรฟอร์ม}$$

$$1000 \text{ กรัม} = 912.5 \text{ กรัม} + 87.5 \text{ กรัม}$$

$$1000 \text{ กรัม} = 1000 \text{ กรัม}$$

หน่วยสกัดสีวีโอไซด์ด้วยไดออกเซน (Dioxane Extraction)



สมดุลมวล

$$\text{มวลสารที่เข้า} = \text{มวลสารที่ออก}$$

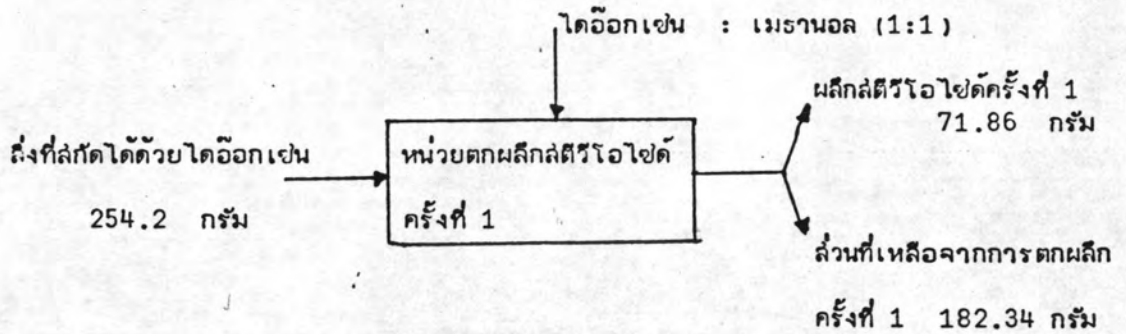
$$\text{หญ้าหวานหลังสกัดด้วยคลอโรฟอร์ม} = \text{หญ้าหวานหลังสกัดด้วยไดออกเซน} + \text{สิ่งที่สกัดได้ด้วยไดออกเซน}$$

$$912.5 \text{ กรัม} = 658.3 \text{ กรัม} + 254.2 \text{ กรัม}$$

$$912.5 \text{ กรัม} = 912.5 \text{ กรัม}$$



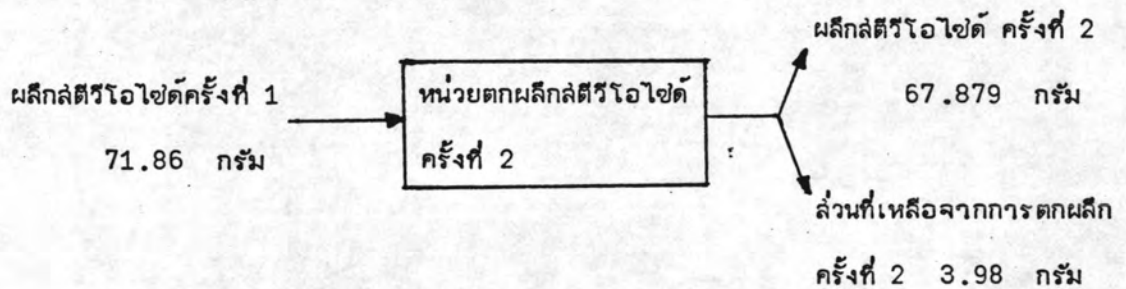
### หน่วยตกผลึกสตีโรโพลีไธด์ ครั้งที่ 1



#### สมดุลมวล

$$\begin{aligned} \text{มวลสารที่เข้า} &= \text{มวลสารที่ออก} \\ \text{สิ่งที่สกัดได้ด้วยไดออกเซน} &= \text{ผลึกสตีโรโพลีไธด์} - \text{ส่วนที่เหลือจากการตกผลึก ครั้งที่ 1} \\ 254.2 \text{ กรัม} &= 71.86 \text{ กรัม} - 182.34 \text{ กรัม} \\ 254.2 \text{ กรัม} &= 254.2 \text{ กรัม} \end{aligned}$$

### หน่วยตกผลึกสตีโรโพลีไธด์ ครั้งที่ 2



#### สมดุลมวล

$$\begin{aligned} \text{มวลสารที่เข้า} &= \text{มวลสารที่ออก} \\ \text{ผลึกสตีโรโพลีไธด์ครั้งที่ 1} &= \text{ผลึกสตีโรโพลีไธด์ครั้งที่ 2} - \text{ส่วนที่เหลือจากการตกผลึกครั้งที่ 2} \\ 71.86 \text{ กรัม} &= 67.879 \text{ กรัม} - 3.98 \text{ กรัม} \\ 71.86 \text{ กรัม} &= 71.86 \text{ กรัม} \end{aligned}$$

ตารางที่ ข-3 แสดงข้อมูลการวิเคราะห์ปริมาณสเตียรอยด์ ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการสกัดสเตียรอยด์จากหญ้าหวานโดยใช้ไดออกเซน

เป็นตัวทำลาย

ตัวอย่าง	พื้นที่ Peak สเตียรอยด์	พื้นที่ Peak เรบอดไฮด์	พื้นที่ Peak Squalane	อัตราส่วนพื้นที่ Peak (R)
หญ้าหวาน	51170	8752	525634	0.114
หญ้าหวานหลังสกัดคลอโรฟอร์ม	59593	3817	511372	0.124
หญ้าหวานหลังสกัดไดออกเซน	10268	521	435564	0.025
สิ่งสกัดได้ด้วยคลอโรฟอร์ม	-	-	-	-
สิ่งสกัดได้ด้วยไดออกเซน	20595	798	611234	0.035
ผลึกสเตียรอยด์ ครั้งที่ 1	40568	1256	543169	0.077
ผลึกสเตียรอยด์ ครั้งที่ 2	41441	3279	552107	0.081
ส่วนที่เหลือจากการตกผลึกครั้งที่ 1	11680	269	628900	0.019
ส่วนที่เหลือจากการตกผลึกครั้งที่ 2	14960	558	596871	0.026

ตารางที่ ย-4 แสดงข้อมูลในการหาปริมาณสารไอโซไซท์ ที่มีอยู่ทั้งหมดในแต่ละตัวอย่าง และ ปริมาณ ร้อยละปริมาณสารไอโซไซท์

ตัวอย่าง	น้ำหนักทั้งหมด (กรัม)	น้ำหนักที่ใช้วิเคราะห์ (มิลลิกรัม)	ปริมาณสารไอโซไซท์ที่วิเคราะห์ (มิลลิกรัม)	ปริมาณสารไอโซไซท์ที่มีอยู่ทั้งหมด (กรัม)	ปริมาณ ร้อยละ ปริมาณสารไอโซไซท์
หญ้าหวาน	1000	5000	670	134	13.4
หญ้าหวานแห้งสกัดด้วยคลอโรฟอร์ม	912.5	5000	734	134	13.4
หญ้าหวานแห้งสกัดด้วยไดออกเซน	658.3	5000	222	29.23	2.9
สิ่งสกัดได้ด้วยคลอโรฟอร์ม.	87.5	10	-	-	-
สิ่งสกัดได้ด้วยไดออกเซน	254.2	10	4.12	104.73	10.5
ผลิตภัณฑ์ไอโซไซท์ ครั้งที่ 1	71.810	10	9.06	65.06	6.51
ผลิตภัณฑ์ไอโซไซท์ ครั้งที่ 2	66.3157	10	9.53	63.2	6.32
ส่วนที่เหลือจากการตกผลึก ครั้งที่ 1	182.340	10	2.24	40.84	4.08
ส่วนที่เหลือจากการตกผลึก ครั้งที่ 2	5.54	10	3.06	1.7	0.17

การคำนวณหาปริมาณความชื้น ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการ

น้ำหนักสารก่อนอบ	= 2.0054 กรัม
น้ำหนักสารหลังอบ	= 1.8070 กรัม
น้ำหนักที่หายไป	= 0.1984 กรัม
น้ำหนักสารก่อนอบ 2.0054 กรัม น้ำหนักที่หายไป	= 0.1984 กรัม
น้ำหนักสารก่อนอบ 100 กรัม น้ำหนักที่หายไป	= $\frac{0.1984 \times 100}{2.0054}$ กรัม
ปริมาณร้อยละปริมาณความชื้น	= 9.89

การคำนวณหาปริมาณ ร้อยละปริมาณสตีริโอไซด์ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการ

Basis หน้ำหวาน 1 กิโลกรัม	
หน้ำหวานก่อนสกัดด้วยคลอโรฟอร์ม	
อัตราส่วนพื้นที่ Peak (R)	= 0.114
Slope (s) จากกราฟมาตรฐาน	= 0.0085
ปริมาณที่ไขว้เคราะห์	= 20 มิลลิลิตร
ปริมาณทั้งหมด	= 1000 มิลลิลิตร
ปริมาณสตีริโอไซด์ที่วิเคราะห์ได้	= $\frac{0.114 \times 1000}{0.0085 \times 20}$
	= 670 มิลลิกรัม
หน้ำหวาน 5000 มิลลิกรัมมีปริมาณสตีริโอไซด์	= 670 มิลลิกรัม
หน้ำหวาน $1000 \times 10^3$ มิลลิกรัมมีปริมาณสตีริโอไซด์	= $\frac{670 \times 1000 \times 10^3}{5000} = 134$ กรัม
หน้ำหวาน 1 กิโลกรัม มีปริมาณสตีริโอไซด์	= 134 กรัม
หน้ำหวาน 100 กรัม มีปริมาณสตีริโอไซด์	= $\frac{134 \times 100}{1000}$ กรัม
ร้อยละปริมาณสตีริโอไซด์	= 13.4



หน้าหวานหลังสกัดด้วยคลอโรฟอร์ม, หน้าหวานหลังสกัดด้วยไดออกเซน คำนวณเหมือนกัน  
หน้าหวานก่อนสกัดด้วยคลอโรฟอร์ม

สิ่งทีสกัดได้ด้วยไดออกเซน

$$\text{อัตราส่วนพื้นที่ Peak (R)} = 0.035$$

$$\text{Slope (s) จากกราฟมาตรฐาน} = 0.0085$$

$$\text{ปริมาณลัสตีวีโอไซด์ทีวิเคราะห์ได้} = \frac{R}{S}$$

$$= \frac{0.035}{0.0085}$$

$$= 4.12 \text{ มิลลิกรัม}$$

$$= 4.12 \text{ มิลลิกรัม}$$

$$\text{ปริมาณสิ่งทีสกัดได้ด้วยไดออกเซน 10 มิลลิกรัมมีปริมาณลัสตีวีโอไซด์} = 4.12 \text{ มิลลิกรัม}$$

$$\text{ปริมาณสิ่งทีสกัดได้ด้วยไดออกเซน } 254.2 \times 10^3 \text{ มิลลิกรัมมีปริมาณลัสตีวีโอไซด์} = \frac{4.12 \times 254 \times 10^3}{10}$$

$$\text{ปริมาณลัสตีวีโอไซด์ทีมีอยู่ทั้งหมด} = 104.73 \text{ กรัม}$$

$$\text{หน้าหวาน 1 กิโลกรัม มีปริมาณลัสตีวีโอไซด์ในสิ่งทีสกัดได้ด้วยไดออกเซน} = 104.73 \text{ กรัม}$$

$$\text{หน้าหวาน 100 กรัม มีปริมาณลัสตีวีโอไซด์ในสิ่งทีสกัดได้ด้วยไดออกเซน} = \frac{104.73 \times 100}{1000}$$

$$\text{ร้อยละปริมาณลัสตีวีโอไซด์} = 10.5$$

ผลลัสตีวีโอไซด์ครั้งที่ 1, ผลลัสตีวีโอไซด์ ครั้งที่ 2, ส่วนทีเหลือจากการตกผลึก ครั้งที่ 1,

ส่วนทีเหลือจากการตกผลึก ครั้งที่ 2 คำนวณเหมือนกันเดียวกับสิ่งทีสกัดได้ด้วยไดออกเซน

ภาคผนวก ค.

ข้อมูลและการคำนวณ ในกระบวนการสกัดสีวีโอไฮต์ โดยใช้ น้ำเป็นตัวทำละลาย แสดงข้อมูลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีวีโอไฮต์ที่อุณหภูมิ และอัตราส่วนน้ำหวาน : น้ำ ต่าง ๆ กัน การคำนวณหาอัตราส่วนพื้นที่ Peak (R), อัตราส่วนร้อยละปริมาณสีวีโอไฮต์ อัตราส่วนร้อยละการสกัดสีวีโอไฮต์ในแต่ละอัตราส่วนของน้ำหวาน : น้ำ ที่อุณหภูมิและเวลา ต่าง ๆ กัน, ข้อมูลการทดลองการทำสารละลายให้ใส แสดงลักษณะของสารละลายและตะกอน ที่เกิดขึ้นในการทำสารละลายให้ใส, ข้อมูลการทดลองการฟอกสีด้วย Cationic Flocculant การคำนวณหาอัตราเร็วการตกตะกอน ในการหาปริมาณ Flocculant ที่เหมาะสม, การคำนวณหาอัตราส่วนร้อยละของสีสารละลายสกัดที่ลดลง ในการฟอกสีด้วย Cationic Flocculant และ Anion Exchange Resin (Amberlite IRA 900), การคำนวณหาปริมาณความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำแห้งด้วย เครื่องอบแห้งแบบหัวฉีดกระจายให้เป็นผงแห้ง, แสดงข้อมูล การหาปริมาณสีวีโอไฮต์ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการสกัดสีวีโอไฮต์โดยใช้ น้ำเป็นตัวทำละลาย, การคำนวณหา อัตราส่วนร้อยละปริมาณสีวีโอไฮต์ ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการ

ตารางที่ ค-1 พื้นที่ Peak ของสารละลายน้ำที่สกัดจากหญ้าหวานในอัตราส่วนหญ้าหวาน: น้ำ  
= 1:6 ที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ 30° เซลเซียสที่เวลาต่าง ๆ กัน

เวลา (ชม.)	พื้นที่ Peak ครั้งที่ 1			พื้นที่ Peak ครั้งที่ 2		
	เลขควาเลน	สตริโอไซด์	เรบอดีโอไซด์	เลขควาเลน	สตริโอไซด์	เรบอดีโอไซด์
0.30	479132	20784	1256	513720	24234	938
1.00	468344	36644	1292	470832	36633	563
1.30	304091	26192	264	592740	47256	5720
2	480624	35863	6432	432648	34944	3562
3	473306	43348	2563	513710	47955	1875
4	452476	43434	3171	464532	44065	2853
5	479119	44181	4210	485310	43214	5317
6	483266	52893	1232	423660	45025	1578
8	456673	49239	538	445723	47134	1896
10	491576	53360	1205	489273	52952	1357
12	521080	54891	4512	531602	58433	3764
15	493700	50618	3689	512369	57437	973
20	532105	55953	2579	529713	55316	1893
25	533962	57744	1526	545724	59639	2574
28	458105	49928	464	472596	52198	1205

พื้นที่ Peak ของเลขควาเลน มี Retention time = 10 - 11 นาที

พื้นที่ Peak ของสตริโอไซด์ มี Retention time = 15 - 15.8 นาที

พื้นที่ Peak ของเรบอดีโอไซด์ มี Retention time = 21 - 21.6 นาที

ตารางที่ ค-2      พื้นที่ Peak ของสารละลายน้ำที่สกัดจากหญ้าหวานในอัตราส่วนแห้ง: น้ำ  
= 1 : 8 ที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ 30° เคลือบที่เวลาต่าง ๆ กับ

เวลา (ชม.)	พื้นที่ Peak ครั้งที่ 1			พื้นที่ Peak ครั้งที่ 2		
	ค่าความเลข	สตีริโอไซด์	เรบอดีโอไซด์	ค่าความเลข	สตีริโอไซด์	เรบอดีโอไซด์
0.30	397798	18254	443	469533	20008	3469
1.00	493400	26112	3985	487631	27689	3519
1.30	456451	29373	2579	468132	30447	4195
2	504995	37144	3256	512110	39791	4250
3	427420	37002	184	476287	38620	2341
4	454157	36756	3210	465124	38233	2698
5	486276	39813	3952	495642	44228	2362
6	483840	43937	1544	532044	48488	1524
8	503744	44382	4985	514013	48161	1698
10	431050	43598	369	485304	46906	2110
12	508100	48686	1108	497354	46887	1356
15	475410	46084	982	487513	48208	1031
20	436734	41795	1005	458721	44012	943
25	485401	41246	5738	491622	45662	2517
28	447634	42405	568	437998	42565	359

พื้นที่ Peak ของค่าความเลข มี Retention time = 10 - 11 นาที

พื้นที่ Peak ของสตีริโอไซด์ มี Retention time = 15 - 15.8 นาที

พื้นที่ Peak ของเรบอดีโอไซด์ มี Retention time = 21 - 21.6 นาที

ตารางที่ ค-3 พื้นที่ Peak ของสารละลายน้ำที่สกัดจากหญ้าหวานในอัตราส่วนแห้ง/น้ำ  
= 1: 10 ที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ 30° เซลเซียสที่เวลาต่าง ๆ กัน

เวลา (ชม.)	พื้นที่ Peak ครั้งที่ 1			พื้นที่ Peak ครั้งที่ 2		
	เลขควาเลน	ลัสโตรโอะไซค์	เรบอดิโอะไซค์	เลขควาเลน	ลัสโตรโอะไซค์	เรบอดิโอะไซค์
0.30	500390	22894	124	498571	23709	589
1.00	450739	29622	208	422498	27538	346
1.30	410051	26581	72	411513	28593	1036
2	733416	49888	2918	502200	35348	1815
3	481484	38311	689	491172	39000	785
4	452095	38108	320	468113	38289	1032
5	501960	39005	3561	495331	39540	2563
6	437872	36309	910	467104	39001	702
8	484064	40180	1934	498403	42834	1524
10	465330	40113	370	484882	40692	523
12	492223	43128	188	424921	36392	151
15	488663	41001	535	455767	37788	962
20	434553	350200	613	451166	37552	346
25	430744	35227	94	436246	34278	1058
28	467938	40003	240	484646	41200	1349

พื้นที่ Peak ของเลขควาเลน มี Retention time = 10 - 11 นาที

พื้นที่ Peak ของลัสโตรโอะไซค์ มี Retention time = 15 - 15.8 นาที

พื้นที่ Peak ของเรบอดิโอะไซค์ มี Retention time = 21 - 21.6 นาที



ตารางที่ ค-4    พื้นที่ Peak ของสารละลายน้ำที่สกัดจากหญ้าหวานในอัตราส่วนหญ้าหวาน : น้ำ  
= 1 : 12 ที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ 30° เซลเซียสที่เวลาต่าง ๆ กัน

เวลา (ชม.)	พื้นที่ Peak ครั้งที่ 1			พื้นที่ Peak ครั้งที่ 2		
	เลขควาเลน	สตีริโอไอโซต์	เรบอดีไอโซต์	เลขควาเลน	สตีริโอไอโซต์	เรบอดีไอโซต์
0.30	435652	19884	156	502069	25145	963
1.00	457955	24754	4555	472993	25628	3698
1.30	461092	28324	2569	467654	29177	1221
2	462683	30291	2559	513744	33754	3236
3	480246	31295	4723	491452	33183	2693
4	500864	35909	1656	465136	31108	1312
5	533105	36390	4126	455078	31593	3903
6	440023	32810	632	491396	34705	2150
8	462366	34174	503	475076	34622	1009
10	474656	34565	1984	477445	34982	826
12	677224	42919	6518	666105	44519	5439
15	465432	34047	1320	478910	35112	2243
20	421957	31278	369	463215	34039	1165
25	467736	31870	3210	484959	34498	1389
28	466331	34872	103	454532	34430	569

พื้นที่ Peak ของเลขควาเลน มี Retention time = 10 - 11 นาที

พื้นที่ Peak ของสตีริโอไอโซต์ มี Retention time = 15 - 15.8 นาที

พื้นที่ Peak ของเรบอดีไอโซต์ มี Retention time = 21 - 21.6 นาที

ตารางที่ ค-5 พื้นที่ Peak ของสารละลายน้ำที่สกัดจากหญ้าหวานในสัดส่วนหญ้าหวาน : น้ำ  
= 1 : 6 ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสที่เวลาต่างกัน

เวลา (ชม.)	พื้นที่ Peak ครั้งที่ 1			พื้นที่ Peak ครั้งที่ 2		
	เลขวาล	สตริโอสไซด์	เรอบอสไซด์	เลขวาล	สตริโอสไซด์	เรอบอสไซด์
0.30	515673	33159	772	525117	34425	653
1.00	616534	56405	2597	637451	56414	3698
1.30	579381	58031	1356	584611	62844	2106
2	605435	69232	3117	644240	73058	6248
3	597482	77230	5223	407708	50022	778
4	595108	76537	4874	616121	87369	3817
5	613908	86832	2369	556497	75448	1516
6	625803	82061	3361	669870	90131	6397
8	619397	85642	578	600446	84378	1126
10	613534	84225	2283	658923	88027	3695
12	534021	75597	554	587593	79126	3020
15	667028	90269	2982	620347	85634	4813
20	521176	73813	663	569870	76606	3575
25	592740	81228	985	566231	78802	1320
28	595937	84414	1103	574313	80272	993

พื้นที่ Peak ของเลขวาล มี Retention time = 10 - 11 นาที

พื้นที่ Peak ของสตริโอสไซด์ มี Retention time = 15 - 15.8 นาที

พื้นที่ Peak ของเรอบอสไซด์ มี Retention time = 21 - 21.6 นาที

ตารางที่ ค-6 ตำแหน่ง Peak ของสารละลายน้ำที่สกัดจากหญ้าหวานในอัตราส่วนหญ้าหวาน : น้ำ  
= 1 : 8 ที่อุณหภูมิ 50<sup>0</sup> เซลเซียส ที่เวลาต่าง ๆ กัน

เวลา (ชม.)	ตำแหน่ง Peak ครั้งที่ 1			ตำแหน่ง Peak ครั้งที่ 2		
	เลขที่	สตีโรไซด์	เรบอดีไซด์	เลขที่	สตีโรไซด์	เรบอดีไซด์
0.30	620702	29876	228	638718	34185	625
1.00	604264	42715	369	624619	46460	1573
1.30	598030	48106	693	606008	52573	2210
2	561304	51761	2236	579720	49781	1698
3	623512	60274	3698	471254	48305	2685
4	627046	73639	1418	619032	69986	2255
5	652554	69947	1964	648321	78247	2663
6	657296	74304	3520	663128	72509	3485
8	387376	45043	396	572118	63401	1248
10	604706	65336	2693	667134	78050	3674
12	607424	66276	1755	632987	76213	2910
15	594734	67393	3321	612580	68168	3198
20	437321	49522	1032	600302	70642	1634
25	600556	68596	1189	623569	74333	2366
28	658222	79087	755	646553	74330	993

ตำแหน่ง Peak ของเลขที่ ๗ Retention time = 10 - 11 นาที

ตำแหน่ง Peak ของสตีโรไซด์ ๗ Retention time = 15 - 15.8 นาที

ตำแหน่ง Peak ของเรบอดีไซด์ ๗ Retention time = 21 - 21.6 นาที



ตารางที่ ค-7 พื้นที่ Peak ของสารละลายน้ำที่สกัดจากหญ้าหวานใบสดรากลั่นด้วยน้ำ  
= 1 : 10 ที่อุณหภูมิ  $50^{\circ}$  เซลเซียส ที่เวลาต่าง ๆ กัน

เวลา (ชม.)	พื้นที่ Peak ครั้งที่ 1			พื้นที่ Peak ครั้งที่ 2		
	เลขควาเลข	ลัสโตรโอะไซค์	เรบอดิโอะไซค์	เลขควาเลข	ลัสโตรโอะไซค์	เรบอดิโอะไซค์
0.30	591712	25408	331	601235	31508	658
1.00	591790	43236	1326	572350	36676	2301
1.30	533196	40620	3369	618468	46905	3129
2	582410	46903	2661	604998	45987	3925
3	612878	56754	2547	669082	61866	1563
4	548888	53382	1123	623996	62076	1010
5	583890	55478	926	635800	63660	683
6	405794	39411	1452	635330	61293	1160
8	608356	58051	2663	660898	63594	3289
10	623444	61041	1054	667855	64281	2103
12	548234	55155	162	612408	60699	236
15	614997	61034	1142	578643	54868	2013
20	495180	48971	349	521698	49682	1549
25	375428	37477	216	601184	60574	1107
28	670040	64950	2590	649119	62665	1987

พื้นที่ Peak ของเลขควาเลข มี Retention time = 10 - 11 นาที

พื้นที่ Peak ของลัสโตรโอะไซค์ มี Retention time = 15 - 15.8 นาที

พื้นที่ Peak ของเรบอดิโอะไซค์ มี Retention time = 21 - 21.6 นาที

ตารางที่ ค-8    บันทึก Peak ของสารละลายที่สกัดจากหญ้าหวานในอัตราส่วนแห้ง: น้ำ  
= 1 : 12 ที่อุณหภูมิห้อง 50<sup>0</sup> เซลเซียส - ที่เวลาต่าง ๆ กัน

เวลา (ชม.)	บันทึก Peak ครั้งที่ 1			บันทึก Peak ครั้งที่ 2		
	เลขที่	สตีวีโอไซด์	เรบอดีโอไซด์	เลขที่	สตีวีโอไซด์	เรบอดีโอไซด์
0.30	512758	25409	126	603286	30529	239
1.00	572442	35128	993	510538	35550	1056
1.30	534498	38959	1289	574940	39065	203
2	677228	49823	2120	677156	49167	1687
3	547268	43147	689	554260	45138	921
4	803697	66143	3698	638758	51377	2215
5	555872	44687	1006	614480	51026	1573
6	409593	35184	369	514918	41273	1259
8	538472	42729	1587	508072	43246	1718
10	565168	49493	1146	469858	37467	685
12	616510	49730	1687	607519	50770	1598
15	573233	48107	962	610312	50285	1103
20	600413	48041	652	627554	54479	1562
25	602692	49020	582	629416	53810	1893
28	473846	39655	669	487162	39749	1026

บันทึก Peak ของเลขที่ 51 Retention time = 10 - 11 นาที

บันทึก Peak ของสตีวีโอไซด์ 51 Retention time = 15 - 15.8 นาที

บันทึก Peak ของเรบอดีโอไซด์ 51 Retention time = 21 - 21.6 นาที



ตารางที่ ค-9 หาอัตราส่วนร้อยละปริมาณสไตรโอไซด์ จากหญ้าหวานในอัตราส่วน หญ้าหวาน : น้ำ  
= 1 : 6 ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 30° เซลเซียส ที่เวลาต่าง ๆ กัน

เวลา (ชม.)	อัตราส่วนพื้นที่ Peak ครั้งที่ 1 (R <sub>1</sub> )	อัตราส่วนพื้นที่ Peak ครั้งที่ 2 (R <sub>2</sub> )	เฉลี่ยอัตราส่วน พื้นที่ Peak (R)	อัตราส่วนร้อยละ ปริมาณ สไตรโอไซด์
0.30	0.046	0.049	0.048	3.38
1.00	0.081	0.079	0.080	5.65
1.30	0.087	0.086	0.087	6.11
2	0.088	0.089	0.089	6.26
3	0.097	0.097	0.097	6.85
4	0.103	0.101	0.102	7.20
5	0.101	0.100	0.101	7.10
6	0.112	0.110	0.111	7.83
8	0.109	0.110	0.110	7.75
10	0.111	0.111	0.111	7.81
12	0.114	0.117	0.116	8.19
15	0.110	0.114	0.112	7.93
20	0.110	0.108	0.109	7.69
25	0.111	0.114	0.113	7.97
25	0.110	0.113	0.112	7.91

ตารางที่ ค-10 หาอัตราส่วนร้อยละปริมาณสตีโรไซด์ จากค่าความในอัตราส่วน พบว่า  
 = 1 : 8 ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 30° เซลเซียส ที่เวลาต่าง ๆ กัน

เวลา (ชม.)	อัตราส่วนพื้นที่ Peak ครั้งที่ 1 (R <sub>1</sub> )	อัตราส่วนพื้นที่ Peak ครั้งที่ 2 (R <sub>2</sub> )	เฉลี่ยอัตราส่วน พื้นที่ Peak (R)	อัตราส่วนร้อยละ ปริมาณ สตีโรไซด์
0.30	0.047	0.050	0.049	4.57
1.00	0.061	0.064	0.063	5.95
1.30	0.070	0.074	0.072	6.75
2.00	0.080	0.086	0.083	7.84
3.00	0.087	0.086	0.087	8.15
4.00	0.088	0.088	0.088	8.29
5.00	0.090	0.094	0.092	8.63
6.00	0.094	0.094	0.094	8.82
8.00	0.098	0.097	0.0975	9.18
10.00	0.102	0.101	0.101	9.49
12.00	0.098	0.097	0.098	9.25
15.00	0.099	0.101	0.100	9.38
20.00	0.098	0.098	0.098	9.25
25.00	0.097	0.098	0.0975	9.18
28.00	0.096	0.098	0.097	9.14

ตารางที่ ค-11 หาอัตราส่วนร้อยละปริมาณสตีโรไอโซต์ จากเพ้าหวานในอัตราส่วน เพ้าหวาน : น้ำ  
= 1 : 10 ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 30<sup>o</sup> เซลเซียส ที่เวลาต่าง ๆ กัน

เวลา (ชม.)	อัตราส่วนพื้นที่ Peak ครั้งที่ 1 (R <sub>1</sub> )	อัตราส่วนพื้นที่ Peak ครั้งที่ 2 (R <sub>2</sub> )	เฉลี่ยอัตราส่วน พื้นที่ Peak (R)	อัตราส่วนร้อยละ ปริมาณ สตีโรไอโซต์
0.30	0.046	0.049	0.048	5.53
1.00	0.064	0.066	0.065	7.69
1.30	0.065	0.072	0.069	8.07
2.00	0.072	0.074	0.073	8.60
3	0.081	0.081	0.081	9.55
4	0.085	0.084	0.084	9.92
5	0.0848	0.085	0.0848	9.98
6	0.085	0.085	0.085	10.05
8	0.087	0.089	0.088	10.36
10	0.088	0.085	0.086	10.10
12	0.088	0.086	0.087	10.20
15	0.085	0.085	0.085	10.05
20	0.082	0.084	0.083	9.78
25	0.082	0.081	0.082	9.67
28	0.086	0.088	0.087	10.21

ตารางที่ ค-12 หาอัตราส่วนร้อยละปริมาณสตีโรไซด์ จากหน้าหวานในอัตราส่วน หน้าหวาน : น้ำ  
= 1 : 12 ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 30° เซลเซียส ที่เวลาต่าง ๆ กัน

เวลา (ชม.)	อัตราส่วนที่ Peak ครั้งที่ 1 (R <sub>1</sub> )	อัตราส่วนที่ Peak ครั้งที่ 2 (R <sub>2</sub> )	เฉลี่ยอัตราส่วนที่ Peak (R)	อัตราส่วนร้อยละ ปริมาณ สตีโรไซด์
0.30	0.046	0.052	0.049	6.94
1.00	0.064	0.062	0.063	8.96
1.30	0.067	0.065	0.066	9.38
2.00	0.071	0.072	0.072	10.16
3	0.075	0.073	0.074	10.41
4	0.075	0.074	0.075	10.61
5	0.076	0.078	0.077	10.93
6	0.076	0.075	0.076	10.72
8	0.075	0.075	0.075	10.59
10	0.077	0.075	0.076	10.73
12	0.073	0.075	0.074	10.44
15	0.076	0.078	0.0769	10.85
20	0.075	0.076	0.076	10.75
25	0.075	0.074	0.075	10.59
28	0.075	0.077	0.076	10.72

ตารางที่ ค-13 หาอัตราส่วนร้อยละปริมาณสตีโรไซด์ จากพิกานวนในอัตราส่วน พิกานวน : น้ำ

= 1 : 6 ที่อุณหภูมิ  $50^{\circ}$  เซลเซียส ที่เวลาต่าง ๆ กัน

เวลา (ชม.)	อัตราส่วนพื้นที่ Peak ครั้งที่ 1 (R <sub>1</sub> )	อัตราส่วนพื้นที่ Peak ครั้งที่ 2 (R <sub>2</sub> )	เฉลี่ยอัตราส่วน พื้นที่ Peak (R)	อัตราส่วนร้อยละ ปริมาณ สตีโรไซด์
0.30	0.0658	0.0668	0.0663	4.68
1.00	0.957	0.0943	0.0950	6.70
1.30	0.1025	0.1111	0.1068	7.54
2.00	0.1195	0.1231	0.1213	8.56
3	0.1380	0.1246	0.1313	9.27
4	0.1368	0.1480	0.1424	10.05
5	0.1453	0.1383	0.1418	10.01
6	0.1365	0.1441	0.1403	9.90
8	0.1392	0.1424	0.1408	9.94
10	0.1410	0.1392	0.1401	9.89
12	0.1426	0.1398	0.1414	9.98
15	0.1398	0.1458	0.1428	10.08
20	0.1429	0.1407	0.1418	10.01
25	0.1387	0.1415	0.1401	9.89
28	0.1435	0.1415	0.1425	10.06



ตารางที่ ค-14 หาอัตราส่วนร้อยละปริมาณสตีโรโอสไตรีน จากหน้าหวานในสักราคั่ววน หน้าหวาน : น้ำ

= 1 : 8 ที่อุณหภูมิ  $50^{\circ}$  เซลเซียส ที่เวลาต่าง ๆ กัน

เวลา (ชม.)	อัตราส่วนพื้นที่ Peak ครั้งที่ 1 (R <sub>1</sub> )	อัตราส่วนพื้นที่ Peak ครั้งที่ 2 (R <sub>2</sub> )	เฉลี่ยอัตราส่วน พื้นที่ Peak (R)	อัตราส่วนร้อยละ ปริมาณ สตีโรโอสไตรีน
0.30	0.0485	0.0545	0.0515	4.85
1.00	0.0713	0.0769	0.0741	6.97
1.30	0.0816	0.0904	0.0860	8.09
2.00	0.0962	0.0888	0.0925	8.71
3	0.1026	0.1082	0.1054	9.92
4	0.1197	0.1167	0.1182	11.12
5	0.1102	0.1248	0.1175	11.06
6	0.1184	0.1146	0.1165	10.96
8	0.1173	0.1163	0.1168	10.99
10	0.1125	0.1225	0.1175	11.06
12	0.1120	0.1250	0.1185	11.15
15	0.1189	0.1165	0.1177	11.08
20	0.1156	0.1204	0.1180	11.11
25	0.1162	0.1230	0.1196	11.26
28	0.1213	0.1165	0.1189	11.19

ตารางที่ ก-15 หาอัตราส่วนร้อยละปริมาณสตีโรไอโซล จากพิก้าหวานในอัตราส่วน พิก้าหวาน : น้ำ  
= 1 : 10 ที่อุณหภูมิ  $50^{\circ}$  เซลเซียส ที่เวลาต่าง ๆ กัน

เวลา (ชม.)	อัตราส่วนที่ Peak ครั้งที่ 1 ( $R_1$ )	อัตราส่วนที่ Peak ครั้งที่ 2 ( $R_2$ )	เฉลี่ยอัตราส่วนที่ Peak ( $R$ )	อัตราส่วนร้อยละปริมาณสตีโรไอโซล
0.30	0.0435	0.0535	0.0485	5.71
1.00	0.0753	0.0681	0.0717	8.44
1.30	0.0825	0.0809	0.0817	9.54
2	0.0851	0.0825	0.0838	9.86
3	0.0966	0.0948	0.0957	11.26
4	0.0993	0.1011	0.1002	11.79
5	0.0966	0.1012	0.0989	11.63
6	0.1007	0.0983	0.9995	11.70
8	0.0998	0.1012	0.1005	11.82
10	0.0996	0.0994	0.0995	11.70
12	0.1009	0.0995	0.1002	11.79
15	0.1011	0.0983	0.0997	11.73
20	0.0996	0.0982	0.0989	11.63
25	0.1004	0.1026	0.1015	11.94
28	0.1008	0.0996	0.1002	11.79

ตารางที่ ๕-16 หาอัตราส่วนร้อยละปริมาณสตีโรไซด์ จากหน้าหวานในอัตราส่วน หน้าหวาน : น้ำ  
= 1 : 12 ที่อุณหภูมิ 50<sup>0</sup> เซลเซียส ที่เวลาต่าง ๆ กัน

เวลา (ชม.)	อัตราส่วนพื้นที่ Peak ครั้งที่ 1 (R <sub>1</sub> )	อัตราส่วนพื้นที่ Peak ครั้งที่ 2 (R <sub>2</sub> )	เฉลี่ยอัตราส่วน พื้นที่ Peak (R)	อัตราส่วนร้อยละ ปริมาณ สตีโรไซด์
0.30	0.0498	0.0510	0.0495	6.99
1.00	0.0631	0.0717	0.0674	9.51
1.30	0.0753	0.0683	0.0718	10.13
2	0.0767	0.0751	0.0759	10.72
3	0.0801	0.0831	0.0816	11.52
4	0.0869	0.0839	0.0854	12.06
5	0.0822	0.0856	0.0839	11.85
6	0.0868	0.0826	0.0847	11.95
8	0.0823	0.0885	0.0854	12.06
10	0.0896	0.0812	0.0854	12.06
12	0.0834	0.0862	0.0848	11.97
15	0.0856	0.0842	0.0849	11.99
20	0.0811	0.0893	0.0852	12.03
25	0.0823	0.0885	0.0854	12.06
28	0.0851	0.0837	0.0844	11.91

ตารางที่ ค-17 แสดงอัตราส่วนร้อยละการสกัดสไตรโอยด์ที่เวลา และอัตราส่วนหย้าหวาน :  
น้ำต่าง ๆ กัน ที่อุณหภูมิ 30<sup>0</sup> เซลเซียส

อัตราส่วนหย้าหวาน : น้ำ	อัตราส่วนร้อยละการสกัดสไตรโอยด์			
	1:6	1:8	1:10	1:12
เวลา (ชม.)				
0.30	25.2	34.07	41.3	51.8
1.00	42.2	44.4	57.4	66.9
1.30	45.6	50.4	60.2	70
2.00	46.7	58.5	64.2	75.8
3	51.1	60.8	71.3	77.7
4	53.7	61.9	74.1	79.2
5	53.0	64.4	74.5	81.6
6	58.4	65.8	75	80.02
8	57.8	68.5	77.3	79
10	58.3	70.8	75.4	80.05
12	61.1	69	76.1	77.9
15	59.2	70	75	81
20	57.4	69	73	80.2
25	59.5	68.5	72.2	79
28	59.2	68.2	76.2	80



ตารางที่ ค-18 แสดงอัตราส่วนร้อยละการสกัดด้วยไธม์ ที่เวลาและอัตราส่วนน้ำ :  
น้ำต่าง ๆ กัน ที่อุณหภูมิ 50<sup>0</sup> เซลเซียส

อัตราส่วนน้ำ : น้ำ เวลา (ชม.)	อัตราส่วนร้อยละการสกัดด้วยไธม์			
	1:6	1:8	1:10	1:12
0.30	34.9	36.2	50.2	42.6
1.00	50	52	71	63
1.30	56.3	60.4	75.6	71.2
2	63.9	65	80	77
3	69.2	74	86	84
4	75	83	90	88
5	74.7	82.5	88.4	86.8
6	73.9	81.8	89.2	87.3
8	74.2	82	90	88.2
10	73.8	82.5	90	87.3
12	74.5	83.2	89.3	88
15	75.2	82.7	89.5	87.5
20	74.7	82.9	89.8	86.8
25	73.8	84	90	89.1
28	75.1	83.5	88.9	88



การคำนวณ

การคำนวณหาอัตราส่วนพื้นที่ Peak (R) แสดงไว้ในภาคผนวก-ก.

$$\text{ปริมาณ ร้อยละปริมาณลัสโตรโไฮด์} = \frac{R}{S} \times \frac{V}{V} \times \frac{100}{W_s}$$

$$R = \text{อัตราส่วนพื้นที่}$$

$$S = \text{slope จากกราฟมาตรฐาน} = 0.0085$$

$$V = \text{ปริมาตรของสารละลายน้ำทั้งหมด ซึ่งปริมาณที่ใช้}$$

ในการสกัดขึ้นอยู่กับอัตราส่วนน้ำหวาน : น้ำ จะได้ดังนี้

$$\text{อัตราส่วนน้ำหวาน : น้ำ} = 1:6 \text{ จะได้ } V = 3000 \text{ มิลลิลิตร}$$

$$\text{อัตราส่วนน้ำหวาน : น้ำ} = 1:8 \text{ จะได้ } V = 4000 \text{ มิลลิลิตร}$$

$$\text{อัตราส่วนน้ำหวาน : น้ำ} = 1:10 \text{ จะได้ } V = 5000 \text{ มิลลิลิตร}$$

$$\text{อัตราส่วนน้ำหวาน : น้ำ} = 1:12 \text{ จะได้ } V = 6000 \text{ มิลลิลิตร}$$

$$V = \text{ปริมาตรของสารละลายที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณลัสโตรโไฮด์} = 1 \text{ มิลลิลิตร}$$

$$W_s = \text{น้ำหนักน้ำหวานที่ใช้} = 500 \text{ กรัม} = 5 \times 10^5 \text{ มิลลิกรัม}$$

ตัวอย่างการคำนวณ ในอัตราส่วนน้ำหวาน : น้ำ 1:6 ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 30 เซลเซียส

$$R = 0.048$$

$$V = 3000 \text{ มิลลิลิตร}$$

$$\text{ปริมาณร้อยละปริมาณลัสโตรโไฮด์} = \frac{0.048}{0.0085} \times \frac{3000}{1} \times \frac{100}{5 \times 10^5}$$

$$= 3.38$$

การคำนวณหา ปริมาณ ร้อยละการสกัดลัสโตรโไฮด์

$$\text{ปริมาณ ร้อยละการสกัดลัสโตรโไฮด์} = \frac{ST_1}{ST_2} \times 100$$

$$ST_1 = \text{ปริมาณร้อยละปริมาณลัสโตรโไฮด์ที่วิเคราะห์ได้}$$

$$ST_2 = \text{ปริมาณร้อยละปริมาณลัสโตรโไฮด์ทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำหวาน} = 13.4$$

ตัวอย่างการคำนวณในอัตราส่วนน้ำหวาน : น้ำ = 1:6 ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 30<sup>0</sup> เซลเซียส

$$ST_1 = 3.38$$

$$\text{ปริมาณร้อยละการสกัดลัสโตรโไฮด์} = \frac{3.38}{13.4} \times 100 = 25.2$$

สำหรับอัตราส่วนต่าง ๆ ระหว่างหลักหวาน : น้ำ ที่อุณหภูมิ  $30^{\circ}$  และ  $50^{\circ}$  เซลเซียส ในแต่ละช่วงเวลา คำนวณได้ในทำนองเดียวกัน ซึ่งผลการคำนวณได้แสดงในตารางที่ ค-17 ตารางที่ ค-18 ตารางที่ ค-19 แสดงลักษณะของสารละลาย และตะกอนที่เกิดขึ้นในการทำสารละลายสกัดให้ได้ที่ pH ต่าง ๆ กัน

หลอดที่ 1	pH	ความสูงตะกอน (ซม.)	ลักษณะของสารละลายและตะกอนที่เกิดขึ้นหลังจากเขย่าหลอดเป็นเวลา 15 นาที
1	เริ่มต้น 5.2	เริ่มต้น	สารละลายน้ำตาลขุ่น ไม่ข้น ไม่ใส ไม่มีตะกอน
2	5.4	0.4	สารละลายไม่ค่อยใส เริ่มมีตะกอนเกิดขึ้น มีตะกอนแขวนลอย
3	5.6	0.5	สารละลายเริ่มใล้ขึ้น มีตะกอนแขวนลอยอยู่มากขึ้น
4	5.8	0.5	สารละลายใล้ขึ้น มีตะกอนแขวนลอยอยู่น้อยลง
5	6.0	0.5	สารละลายใล้ขึ้น มีตะกอนแขวนลอยอยู่น้อย
6	6.2	0.5	สารละลายใล้มากขึ้น มีตะกอนแขวนลอยอยู่น้อยมาก ๆ
7	6.4	0.5	สารละลายใล้มากขึ้น ไม่มีตะกอนแขวนลอยอยู่
8	6.6	0.4	สารละลายใล้พอ ๆ กันแต่ตะกอนในหลอดที่ 8 มีมากกว่าหลอดที่ 9
9	6.8	0.3	
10	7.0	0.3	สารละลายเริ่มขุ่นเล็กน้อย แต่ตะกอนยังมีไม่มาก
11	7.2	0.3	สารละลายเริ่มขุ่นมากขึ้น แต่ตะกอนยังมีไม่มาก
12	7.4	0.3	สารละลายขุ่นมากขึ้น แต่ตะกอนยังมีน้อย
13	7.6	0.4	สารละลายขุ่น ตะกอนมีมากขึ้น
14	7.8	0.4	สารละลายขุ่น ตะกอนมีมากขึ้น
15	8.0	0.5	
16	8.2	1	สารละลายขุ่นมาก ตะกอนมีมากขึ้นตามลำดับ และ
17	8.4	1.7	มีตะกอนแขวนลอยอยู่บริเวณส่วนบนของสารละลาย
18	8.6	1.9	อยู่มากขึ้น ๆ
19	8.8	2.2	
20	9.0	2	

ตารางที่ ค-20 ผลการทดลองวัดอัตราเร็วการตกตะกอน โดยใช้ปริมาณ Flocculant 1 ppm

เวลา (นาที)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ความสูงตะกอนที่ลดลง (ซม. ) ครั้งที่ 1	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.3	2.6	2.8	3.0	3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
ความสูงตะกอนที่ลดลง (ซม. ) ครั้งที่ 2	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.3	2.6	2.8	3.0	3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
เฉลี่ย	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.3	2.6	2.8	3.0	3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2

ตารางที่ ค-21 ผลการทดลองวัดอัตราเร็วการตกตะกอน โดยใช้ปริมาณ Flocculant 2 ppm

เวลา (นาที)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ความสูงตะกอนที่ลดลง (ซม. ) ครั้งที่ 1	0.4	0.8	1.2	2.0	2.8	3.2	3.6	3.8	4.0	4.1	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
ความสูงตะกอนที่ลดลง (ซม. ) ครั้งที่ 2	0.4	0.8	1.2	2.0	2.8	3.2	3.6	3.8	4.0	4.1	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
เฉลี่ย	0.4	0.8	1.2	2.0	2.8	3.2	3.6	3.8	4.0	4.1	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2









ตารางที่ ก-28 แสดงค่า Absorbance ของสารละลายที่ฟอกสีด้วย Cationic Flocculant  
 ในช่วงปริมาณ 939-4696 ppm และ 2348 - 3287 ppm

ปริมาณ Cationic Flocculant (PPM)	Absorbance ที่ความยาวคลื่น 674 นาโนเมตร					
	Cationic Cane Flocculant			Cationic TM 80 Flocculant		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
939	0.412	0.431	0.422	0.409	0.408	0.409
1878	0.407	0.405	0.406	0.382	0.374	0.378
2817	0.361	0.337	0.349	0.340	0.320	0.330
3756	0.387	0.368	0.378	0.368	0.326	0.347
4696	0.434	0.523	0.479	0.391	0.393	0.392
2348	0.334	0.354	0.344	0.364	0.370	0.367
2442	0.337	0.357	0.347	0.360	0.391	0.376
2536	0.346	0.354	0.350	0.371	0.353	0.362
2630	0.345	0.344	0.345	0.342	0.368	0.355
2724	0.338	0.358	0.348	0.374	0.354	0.364
2817	0.365	0.342	0.354	0.366	0.348	0.357
2912	0.327	0.326	0.327	0.330	0.340	0.335
3005	0.363	0.341	0.352	0.352	0.335	0.346
3099	0.358	0.342	0.350	0.340	0.344	0.342
3193	0.326	0.359	0.343	0.359	0.347	0.353
3287	0.364	0.342	0.353	0.352	0.348	0.350

ตารางที่ ก-29 แสดงปริมาณ ร้อยละของสีสารละลายลิกนด์ที่ลดลงในการฟอกสีด้วย  
Cationic Flocculant ในช่วง 939 - 4696 ppm

ปริมาณ Cationic Flocculant	ปริมาณร้อยละของสีสารละลายลิกนด์ที่ลดลงในการฟอกสีด้วย Cationic Flocculant	
(PPM)	Cationic Cane Flocculant	Cationic TM 80 Flocculant
939	14.58	17.21
1878	17.81	23.48
2817	29.35	33.20
3756	23.48	29.76
4696	3.04	20.65

ตารางที่ ค-30 แสดง ปริมาณ ร้อยละของสีสารละลายที่ลดลงในการฟอกสีด้วย Cationic Flocculant ในช่วง 2348 - 3287 ppm

ปริมาณ Cationic Flocculant (ppm)	ปริมาณร้อยละของสีสารละลายที่ลดลง	
	Cationic Cane Flocculant	Cationic TM 80 Flocculant
2348	30.36	25.71
2442	29.76	23.89
2536	29.15	26.72
2630	30.16	28.14
2724	29.55	26.32
2817	28.34	27.73
2912	33.81	32.19
3005	28.74	29.96
3099	29.15	30.77
3193	30.57	28.54
3287	28.54	29.15

การคำนวณหาอัตราเร็วการตกตะกอน ในหน่วยทำลารละลายให้ใส โดยใช้ Flocculant

$$\text{อัตราเร็วการตกตะกอน} = \frac{M_2 - M_1}{t}$$

$M_1$  = ความสูงตะกอนเริ่มต้น (ซม.)

$M_2$  = ความสูงตะกอนสุดท้ายเมื่อความสูงตะกอนคงที่ (ซม.)

$t$  = เวลาที่ตะกอนมีความสูงคงที่ (นาที)

ตัวอย่างการคำนวณ ใช้ Flocculant 1 ppm. จะได้

$$M_1 = 0 \text{ ซม.}$$

$$M_2 = 3.2 \text{ ซม.}$$

$$t = 11 \text{ นาที}$$

$$\begin{aligned} \text{อัตราเร็วการตกตะกอน} &= \frac{3.2 - 0}{11} \\ &= -0.29 \text{ ซม./นาที} \end{aligned}$$

สำหรับปริมาณ Flocculant อันก็คำนวณทำนองเดียวกัน

การคำนวณหาปริมาณ ร้อยละของสีลารละลายล้กัที่ลดลงในการฟอกสีด้วย Cationic Flocculant

$$\text{อัตราส่วนร้อยละของสีลารละลายล้กัที่ลดลง} = \frac{A_2 - A_3}{A_2} \times 100$$

$$A_1 = \text{Absorbance ของลารละลายล้กัเริ่มต้น} = 0.874$$

$$\begin{aligned} A_2 &= \text{Absorbance ของลารละลายที่ทําให้ใสด้วย } \text{Ca(OH)}_2, \text{H}_3\text{PO}_4 \\ &= 0.494 \end{aligned}$$

$$A_3 = \text{Absorbance ของลารละลายที่ฟอกสีด้วย Cationic Flocculant}$$

ตัวอย่างการคำนวณ ใช้ Cationic Flocculant ปริมาณ 939 ppm จะได้

$$A_2 = 0.494$$

$$A_3 = 0.422$$

$$\text{ร้อยละของสีลารละลายล้กัที่ลดลง} = \frac{0.494 - 0.422}{0.494} \times 100 = 14.58$$

สำหรับ Cationic Flocculant ที่ปริมาณต่าง ๆ กันก็คำนวณในทำนองเดียวกัน



ตารางที่ ก-31 แสดงค่า Absorbance ในการฟอกสีสารละลายสกัดจากหญ้าหวานที่ไม่ได้  
สกัดไขมันด้วยคลอโรฟอร์ม โดยใช้ Anion Exchange Resin  
(Amberlite IRA 900)

หลอดที่	Absorbance	หลอดที่	Absorbance
1	0.040	14	0.239
2	0.044	15	0.278
3	0.044	16	0.320
4	0.052	17	0.325
5	0.068	18	0.325
6	0.080	19	0.325
7	0.092	20	0.325
8	0.108	21	0.327
9	0.120	22	0.327
10	0.124	23	0.325
11	0.140	24	0.323
12	0.154	25	0.325
13	0.196		

สารละลายสกัดที่ผ่านเรซิน รวมที่ค่า Absorbance = 0.088

ตารางที่ ค-32 แสดง ปริมาณ ร้อยละของสีสารละลายสกัดที่ลดลงในการฟอกสีสารละลาย  
สกัดจากหญ้าหวาน ที่ไม่ได้สกัดไขมันด้วยคอลโรฟอร์ม โดยใช้ Anion  
Exchange Resin

หลอดที่	ปริมาณร้อยละของสี สารละลายสกัดที่ลดลง	หลอดที่	ปริมาณ ร้อยละของสี สารละลายสกัดที่ลดลง
1	87.80	14	27
2	86.6	15	15
3	86.6	16	2.2
4	84.1	17	0.6
5	79.3	18	0.6
6	75.6	19	0.6
7	72	20	0.6
8	67.1	21	0
9	63.4	22	0
10	62.2	23	0.6
11	57.3	24	1.2
12	53	25	0.6
13	40		

ตารางที่ ค-33 แสดงค่า Absorbance ในการฟอกสีสารละลายสกัดจากหญ้าหวาน ที่สกัด  
 ไซนด้วยคลอโรฟอร์ม โดยใช้ Anion Exchange Resin (Amberlite  
 IRA 900)

หลอดที่	Absorbance	หลอดที่	Absorbance
1	0.030	14	0.108
2	0.032	15	0.122
3	0.034	16	0.138
4	0.042	17	0.150
5	0.048	18	0.170
6	0.056	19	0.165
7	0.060	20	0.168
8	0.068	21	0.162
9	0.074	22	0.166
10	0.082	23	0.170
11	0.088	24	0.171
12	0.094	25	0.168
13	0.102		

สารละลายสกัดที่ผ่านเรซิน รวมมีค่า Absorbance = 0.065

ตารางที่ ค-34 แสดง ปริมาณ ร้อยละของสีสารละลายที่ลดลง ในการฟอกสีสารละลาย  
 สกัดจากหญ้าหวาน ที่สกัดไขมันด้วยคลอโรฟอร์ม โดยใช้ Anion Exchange  
 Resin (Amberlite IRA 900)

หลอดที่	ปริมาณร้อยละของสีสารละลายที่สกัด ที่ลดลง	หลอดที่	ปริมาณร้อยละของสีสารละลายที่สกัด ที่ลดลง
1	82.6	14	37.2
2	81.4	15	29.1
3	80.2	16	19.8
4	75.6	17	12.8
5	72.1	18	1.2
6	67.4	19	4.1
7	65.1	20	2.3
8	60.5	21	5.8
9	57	22	3.5
10	52.3	23	1.2
11	48.8	24	0.6
12	45.3	25	2.3
13	40.7		

การคำนวณหา ปริมาณ ร้อยละของสีสารละลายสก๊อตที่ลดลง ในการฟอกสีด้วย Anion Exchange Resin (Amberlite IPA 900)

สารละลายน้ำที่ได้จากหญาหวนที่ไม่ได้สกัดไขมันด้วยคลอโรฟอร์ม

$$\text{ปริมาณร้อยละของสีสารละลายสก๊อตที่ลดลง} = \frac{A_3 - A_4}{A_3} \times 100$$

$A_3$  = ค่า Absorbance ของสารละลายน้ำจากหญาหวนที่ไม่ได้สกัดไขมันด้วย

คลอโรฟอร์ม นำมาฟอกสีด้วย Cationic Flocculant = 0.327

$A_4$  = ค่า Absorbance ของสารละลายน้ำที่ผ่านการฟอกสีด้วยเรซิน ในแต่ละหลอด

ตัวอย่างการคำนวณ

$$A_3 = 0.327$$

$$A_4 = 0.040 \quad (\text{ผ่านเรซินในหลอดที่ 1})$$

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณร้อยละของสีสารละลายสก๊อตที่ลดลง} &= \frac{0.327 - 0.040}{0.327} \times 100 \\ &= 87.80 \end{aligned}$$

ในหลอดต่อไปก็คำนวณในทำนองเดียวกัน

สารละลายน้ำที่ได้จากหญาหวนที่สกัดไขมันด้วยคลอโรฟอร์ม

$$\text{ปริมาณร้อยละของสีสารละลายสก๊อตที่ลดลง} = \frac{B_3 - B_4}{B_3} \times 100$$

$B_3$  = ค่า Absorbance ของสารละลายน้ำ จากหญาหวนที่สกัดไขมันด้วย

คลอโรฟอร์ม นำมาฟอกสีด้วย Cationic Flocculant = 0.172

$B_4$  = ค่า Absorbance ของสารละลายน้ำที่ผ่านการฟอกสีด้วยเรซิน ในแต่ละหลอด

ตัวอย่างการคำนวณ

$$B_3 = 0.172$$

$$B_4 = 0.030 \quad (\text{ผ่านเรซินในหลอดที่ 1})$$

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณร้อยละของสีสารละลายสก๊อตที่ลดลง} &= \frac{0.172 - 0.030}{0.172} \times 100 \\ &= 82.6 \end{aligned}$$

ในหลอดต่อไปก็คำนวณในทำนองเดียวกัน





การคำนวณหา ปริมาณ ร้อยละของสีสารละลายที่ลดลง ในการฟอกสีด้วย Anion

Exchange Resin หน้หวานที่ไม่ได้สกัดไขมันด้วยคลอโรฟอร์ม

สารละลายน้ำเริ่มต้นมีค่า Absorbance ( $A_1$ ) = 0.874

สารละลายน้ำที่ผ่านเรซินในอัตราส่วน 1:12 มีค่า Absorbance โดยเฉลี่ย

12 หลอด = 0.080

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณร้อยละของสีสารละลายที่ลดลง} &= \frac{0.874 - 0.080}{0.874} \times 100 \\ &= 89.9 \% \end{aligned}$$

หน้หวานที่สกัดไขมันด้วยคลอโรฟอร์ม

สารละลายน้ำเริ่มต้นมีค่า Absorbance ( $B_1$ ) = 0.865

สารละลายน้ำที่ผ่านเรซินในอัตราส่วน 1:14 มีค่า Absorbance โดยเฉลี่ย

12 หลอด = 0.065

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณร้อยละของสีสารละลายที่ลดลง} &= \frac{0.865 - 0.065}{0.865} \times 100 \\ &= 91.4 \% \end{aligned}$$

การคำนวณหาปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ ที่ได้จากการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้ง แบบหัวฉีดกระจายให้เป็นผงแห้ง

$$\text{ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์} = \frac{\text{น้ำหนักที่หายไป}}{\text{น้ำหนักสารก่อนอบ}} \times 100$$

ที่อุณหภูมิภายในเครื่องอบ ( $T_1$ ) ° ซ 120° เซลเซียส

น้ำหนักที่หายไป = 0.4230 กรัม

น้ำหนักสารก่อนอบ = 0.9786 กรัม

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์} &= \frac{0.4230}{0.9786} \times 100 \\ &= 43.23 \end{aligned}$$

ที่อุณหภูมิภายในเครื่องอบ ( $T_1$ ) ° ซ ที่ 140°, 160°, 170°, 180° เซลเซียส

คำนวณทำนองเดียวกัน

ตารางที่ ก-85 แสดงข้อมูลการวิเคราะห์หาปริมาณสไตรโอยด์ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการสกัดสไตรโอยด์จากหญ้าหวาน โดยใช้ไม้เป็นตัวทำละลาย

ตัวอย่าง	พื้นที่ Peak สไตรโอยด์	พื้นที่ Peak เรบอดิโอยด์	พื้นที่ Peak Squalane	อัตราส่วนพื้นที่ Peak (R)
สารละลายไม้ที่สกัดจากหญ้าหวาน	63210	9891	599190	0.122
หญ้าหวานแห้งสกัดด้วยน้ำ	24410	4472	641880	0.045
สารละลายไม้แห้งจากทำไหไล่	58532	8682	533445	0.126
ตะกอนในหน่วยทำไหไล่	1002	-	501405	0.002
สารละลายไม้แห้งจากฟล็อกส์ด้วย Cationic Flocculant	62129	14884	693812	0.111
ตะกอนในหน่วยฟล็อกส์ด้วย Cationic Flocculant	20098	3308	621832	0.027
สารละลายไม้แห้งจากฟล็อกส์ด้วย Anion Exchange Resin	45371	3008	447953	0.108
สารละลายเมธานอล	75219	11782	422339	0.206
ปริมาณของแข็งแห้งจากทำไหแห้งด้วย Spray Dry	32794	4204	499983	0.074

ตารางที่ ก-36 แสดงข้อมูลในการหาปริมาณลีสต์โรไอโซต์ที่มีอยู่ทั้งหมดในแต่ละตัวอย่าง และ ปริมาณ ร้อยละปริมาณลีสต์โรไอโซต์ ในกระบวนการสกัด

ลีสต์โรไอโซต์โดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย

ตัวอย่าง	ปริมาณตัวอย่างทั้งหมด	ปริมาณที่ใช้วิเคราะห์	ปริมาณลีสต์โรไอโซต์ที่วิเคราะห์ได้ (มก.)	ปริมาณลีสต์โรไอโซต์ที่มีอยู่ทั้งหมด (กรัม)	ปริมาณร้อยละลีสต์โรไอโซต์*
สารละลายน้ำที่สกัดจากหญ้าหวาน	8000 มล.	1 มล.	14.38	115	11.5
หญ้าหวานหลังสกัดด้วยน้ำ	591 กรัม	5 กรัม	269	31.8	3.18
สารละลายน้ำที่ส่งจากทำให้อุ่น	7550 มล.	1 มล.	14.83	112	11.2
ตะกอนในหน่วยทำให้อุ่น	125.6 กรัม	0.01 กรัม	0.238	3	0.3
สารละลายน้ำที่ส่งจากฟล็อกด้วย Cationic Flocculant	7485 มล.	1 มล.	13.09	98	9.8
ตะกอนในหน่วยฟล็อกด้วย Cationic Flocculant	44.8 กรัม	0.01 กรัม	3.13	14	1.4
สารละลายน้ำที่ส่งจากฟล็อกด้วย Anion Exchange Resin	7450 มล.	1 มล.	12.75	95	9.5
สารละลายเมธานอล	190 มล.	0.05 มล.	24.2	92	9.2
ปริมาณของแข็งส่งจากทำให้อุ่นแห้งด้วย Spray Dry	86 กรัม	0.01 กรัม	8.72	75	7.5

\* ปริมาณร้อยละลีสต์โรไอโซต์เทียบจากหญ้าหวาน 1000 กรัม



ปริมาณ  $\text{Ca(OH)}_2$  ที่เติม = 34.6 กรัม

เติม  $\text{H}_3\text{PO}_4$  1 มล. หนัก 1.75 กรัม มี 90 % ไซไป 6.16 มล. เพื่อให้ได้ pH 7

ปริมาณ  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ที่เติม =  $6.16 \times 1.7 \times \frac{90}{100}$   
= 9.42 กรัม

Flocculant เติม 7 ppm ปริมาณที่ใช้ = 0.0554 กรัม

มวลสารที่เข้า สารละลายน้ำ 8 ลิตรมีปริมาณของแข็ง 310 กรัม +  $\text{Ca(OH)}_2$  +

$\text{H}_3\text{PO}_4$  + Flocculant

310 + 34.6 + 9.42 + 0.0554

354 กรัม

มวลสารที่ออก ตะกอน + สารละลายสกัด 7550 มล. มีปริมาณของแข็ง 228.54 กรัม

125.6 + 228.54

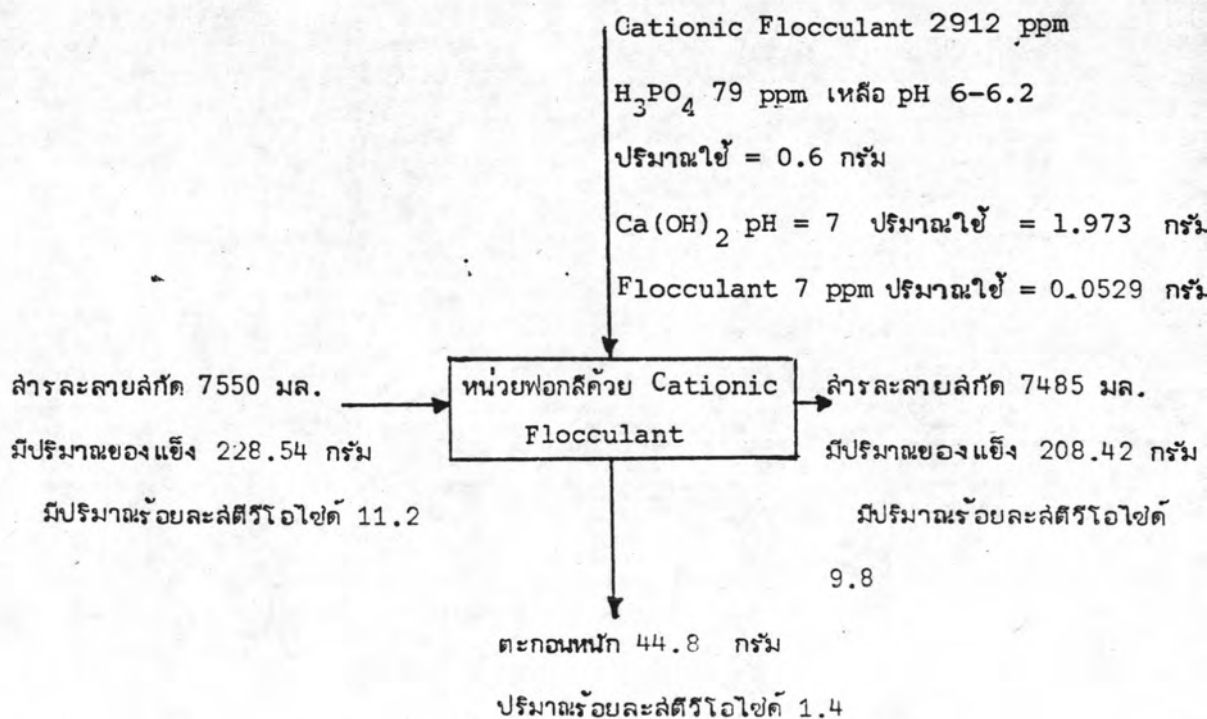
354 กรัม

มวลสารที่เข้า 354 กรัม = มวลสารที่ออก 354.1 กรัม

สิ่งเจือปนในสารละลายที่ตกตะกอนได้ =  $125.6 - 34.6 - 9.42 - 0.0554$

= 81.52 กรัม

หน่วยฟอกสีด้วย cationic Flocculant

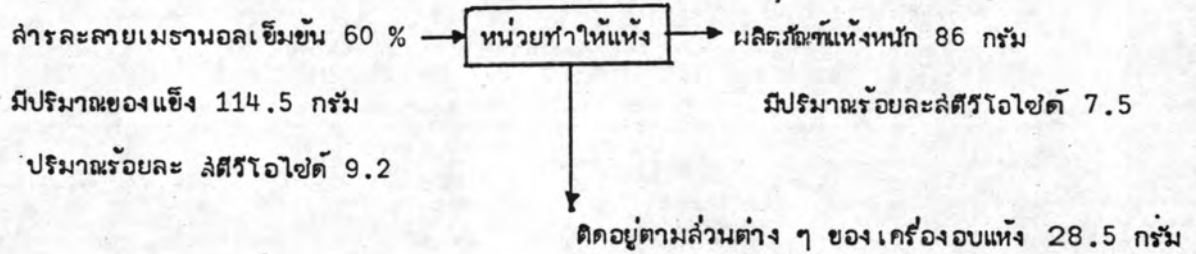






ส้มตุลมวล	มวลสารที่เข้า	=	มวลสารที่ออก
	สารละลายสกัด 7450 มล.	=	สารละลายเมธานอล + ตะกอน
	149.5 กรัม	=	114.5 กรัม + 35 กรัม
	149.5 กรัม	=	149.5 กรัม

หน่วยทำให้แห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบหัวฉีดกระจายให้เป็นผงแห้ง (Spray Dry)



ส้มตุลมวล	มวลสารที่เข้า	=	มวลสารที่ออก
	สารละลายเมธานอล 190 มล.	=	ผลิตภัณฑ์แห้ง + ส่วนที่ติดในเครื่องอบแห้ง
	114.5 กรัม	=	86 กรัม + 28.5 กรัม
	114.5 กรัม	=	114.5 กรัม

การคำนวณหา ปริมาณ ร้อยละลัสโตรโไฮด์ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการสกัดลัสโตรโไฮด์ โดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย

$$\text{ปริมาณลัสโตรโไฮด์วิเคราะห์ได้ (มิลลิกรัม)} = R/S$$

Basis หย้าหวาน 1 กิโลกรัม

ตัวอย่างสารละลายน้ำที่สกัดจากหย้าหวาน 1 กิโลกรัม ปริมาณ 8000 มล.

$$\text{น้ำหนักวิเคราะห์หาปริมาณลัสโตรโไฮด์} = 1 \text{ มล.}$$

$$\text{ได้ค่าอัตราส่วนพื้นที่ Peak (R)} = 0.122$$

$$\text{slope ของกราฟมาตรฐาน (S)} = 0.0085$$

$$\text{ปริมาณที่วิเคราะห์ได้} = \frac{0.122}{0.0085} = 14.38 \text{ มิลลิกรัม}$$

$$\text{ปริมาณลัสโตรโไฮด์ที่สกัดได้} = 14.38 \times 8000 \times 1000 = 115 \text{ กรัม}$$

$$\text{ดังนั้น หย้าหวาน 1000 กรัม มีลัสโตรโไฮด์} = 115 \text{ กรัม}$$

$$\text{" 100 " " " } = \frac{115 + 100}{1000}$$

$$\text{มีปริมาณ ร้อยละปริมาณลัสโตรโไฮด์} = 11.5$$

สำหรับขั้นตอนอื่น ๆ ก็คำนวณในทำนองเดียวกัน จะได้ผลตามตารางที่ ค-36

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นาย สฎาพร ชูติมาลกุล  
การศึกษา 2525 ศึกษาค่าลัทธิบัณฑิต (เคมี) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
ประสานมิตร

