บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 การหาน้ำหนักโมเลกุลของสารไคโตซานมาตรฐาน

ตัวอย่างการคำนวณหาค่าน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานแสดงในภาคผนวก ง ไคโตซานมาตรฐานมีน้ำหนักโมเลกุลคิดในรูปความหนืด (Viscosity average molecular weight, Mv) เท่ากับ 710,000 ดอลตัน พบว่านำมาหาค่าน้ำหนักโมเลกุลโดย Cannon-Ubbelohde Viscometer No.C361 และ No.C356 แสดงดังตารางที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.1 ผลการหาน้ำหนักโมเลกุลของสารไคโตซานมาตรฐาน ของ Viscometer No.C361

ครั้งที่	[η]	M_v	%ความผิดพลาดเทียบกับสารมาตรฐาน (%)	M_v เฉลี่ย	% ความผิดพลาดของ M_v เฉลี่ยเทียบกับ Mv มาตรฐาน
1	5.68	718,877	1.25	724,526	2.04 %
2	5.69	721,024	1.55		
3	5.77	733,678	3.34		

ตารางที่ 4.2 ผลการหาน้ำหนักโมเลกุลของสารไคโตซานมาตรฐานของ Viscometer No.C356

ครั้งที่	[η]	M_v	%ความผิดพลาดเทียบกับ M_v สารมาตรฐาน (%)	M_v เฉลี่ย (3 ซ้ำ)	% ความผิดพลาดของ M_v เฉลี่ยเทียบกับ Mv มาตรฐาน
1	6.04	798,678	12.49	753,529	6.13 %
2	5.73	729,832	2.79		
3	5.74	732,078	3.11		

4.2 การหาน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา

ไคโตซานซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลเริ่มต้น 8×10^5 ถึง 1×10^6 ดอลตัน เมื่อนำมาฉายรังสีที่ 60 กิโลเกรย์ในสภาวะของแข็ง และนำมาฉายรังสีต่อในสภาวะสารละลาย คือสารไคโตซานความเข้มข้น 10 เปอร์เซนต์ในสารละลายกรดอะซิติก 2.5 เปอร์เซ็นต์ ที่ปริมาณรังสี 0, 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 110 และ 120 กิโลเกรย์ ตามลำดับ และสามารถหาน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานที่ปริมาณรังสีต่าง ๆ ได้ แสดงดังตารางที่ 4.3 – 4.12 และตารางสรุปผลของปริมาณรังสีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักโมเลกุลแสดงดังตารางที่ 4.13 และรูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.3 ผลการหาน้ำหนักโมเลกุลของสารตัวอย่างไคโตซานที่ฉายรังสีที่ 60 kGy ในสภาพของแข็ง

ครั้งที่	[η]	M_v	M_v เฉลี่ย	ช่วงของค่า M_v
1	1.288	164,990	172,464	120,223 – 197,709
2	0.825	102,223		
3	1.357	174,472		
4	1.511	195,897		
5	1.524	197,709		
6	1.412	182,130		
7	1.326	170,230		
8	1.452	187,684		
9	1.312	171,058		
10	1.384	178,250		

ตารางที่ 4.4 ผลการหาน้ำหนักโมเลกุลของสารตัวอย่างไคโตซานที่ฉายรังสีที่ 60+10 kGy

ครั้งที่	[η]	M_v	M_v เฉลี่ย	ช่วงของค่า M_v
1	0.6575	80,068	80,042	72,356 – 87,278
2	0.6567	79,963		
3	0.6822	83,306		
4	0.7124	87,278		
5	0.5984	72,356		
6	0.6843	83,582		
7	0.6212	75,324		
8	0.7021	85,922		
9	0.599	72,434		
10	0.6584	80,185		

ตารางที่ 4.5 ผลการหาน้ำหนักโมเลกุลของสารตัวอย่างไคโตซานที่ฉายรังสีที่ 60+20 kGy

ครั้งที่	[η]	M_v	M_v เฉลี่ย	ช่วงของค่า M_v
1	0.5434	65,230	60,099	50,463 – 69,966
2	0.4434	52,418		
3	0.526	62,987		
4	0.502	59,902		
5	0.487	57,980		
6	0.428	50,463		
7	0.51	60,929		
8	0.468	55,551		
9	0.58	69,966		
10	0.546	65,566		

ตารางที่ 4.6 ผลการหาน้ำหนักโมเลกุลของสารตัวอย่างไคโตซานที่ฉายรังสีที่ 60+30 kGy

ครั้งที่	[η]	M_v	M_v เฉลี่ย	ช่วงของค่า M_v
1	0.3313	38,315	39,675	37,334 – 42,196
2	0.3493	40,384		
3	0.3450	40,612		
4	0.3300	38,154		
5	0.3494	40,578		
6	0.3363	38,938		
7	0.3234	37,334		
8	0.3328	38,502		
9	0.3624	42,196		
10	0.3587	41,733		

ตารางที่ 4.7 ผลการหาน้ำหนักโมเลกุลของสารตัวอย่างไคโตซานที่ฉายรังสีที่ 60+40 kGy

ครั้งที่	[η]	M_v	M_v เฉลี่ย	ช่วงของค่า M_v
1	0.3372	39,050	34,562	22,555 – 44,969
2	0.3850	44,969		
3	0.2972	34,092		
4	0.2024	22,555		
5	0.3067	35,265		
6	0.2561	29,050		
7	0.3389	39,261		
8	0.3650	42,522		
9	0.2213	24,828		
10	0.2962	34,030		

ตารางที่ 4.8 ผลการหาน้ำหนักโมเลกุลของสารตัวอย่างไคโตซานที่ฉายรังสีที่ 60+60 kGy

ครั้งที่	[η]	M_v	M_v เฉลี่ย	ช่วงของค่า M_v
1	0.3800	44,404	29,508	17,565 – 44,404
2	0.2439	27,565		
3	0.3350	38,776		
4	0.1604	17,565		
5	0.1857	20,561		
6	0.2640	30,015		
7	0.2393	27,006		
8	0.2467	27,905		
9	0.2800	31,975		
10	0.2582	29,306		

ตารางที่ 4.9 ผลการหาน้ำหนักโมเลกุลของสารตัวอย่างไคโตซานที่ฉายรังสีที่ 60+80 kGy

ครั้งที่	[η]	M_v	M_v เฉลี่ย	ช่วงของค่า M_v
1	0.1703	18,733	21,935	14,209 – 33,414
2	0.2269	25,504		
3	0.2920	33,414		
4	0.1720	18,899		
5	0.2616	29,721		
6	0.1408	15,268		
7	0.1317	14,209		
8	0.2210	24,780		
9	0.1867	20,680		
10	0.1653	18,142		

ตารางที่ 4.10 ผลการหาน้ำหนักโมเลกุลของสารตัวอย่างไคโตซานที่ฉายรังสีที่ 60+100 kGy

ครั้งที่	[η]	M_v	M_v เฉลี่ย	ช่วงของค่า M_v
1	0.0966	10,182	11,129	6,014 – 26,146
2	0.1150	12,281		
3	0.1330	14,395		
4	0.0693	7,124		
5	0.0631	6,441		
6	0.0592	6,014		
7	0.0640	6,485		
8	0.1180	12,581		
9	0.2322	26,146		
10	0.0918	9,639		

ตารางที่ 4.11 ผลการหาน้ำหนักโมเลกุลของสารตัวอย่างไคโตซานที่ฉายรังสีที่ 60+110 kGy

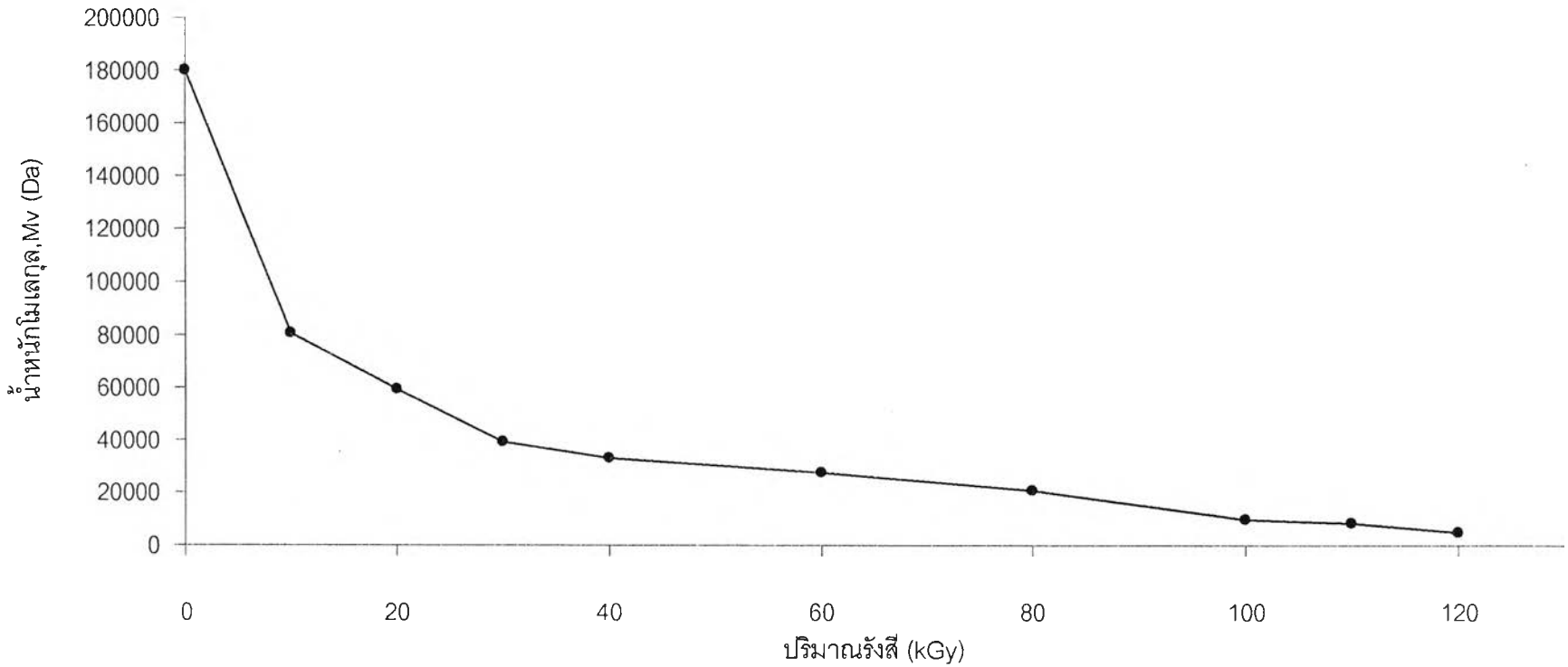
ครั้งที่	[η]	M_v	M_v เฉลี่ย	ช่วงของค่า M_v
1	0.0920	9,611	8,807	6,156 – 12,580
2	0.0920	9,661		
3	0.0838	9,132		
4	0.0867	9,064		
5	0.0605	6,156		
6	0.1180	12,580		
7	0.0807	8,392		
8	0.0847	8,840		
9	0.0765	7,912		
10	0.0662	6,725		

ตารางที่ 4.12 ผลการหาน้ำหนักโมเลกุลของสารตัวอย่างไคโตซานที่ฉายรังสีที่ 60+120 kGy

ครั้งที่	[η]	M_v	M_v เฉลี่ย	ช่วงของค่า M_v
1	0.0320	3,093	5,157	1,542 – 9,650
2	0.0170	1,542		
3	0.0919	9,650		
4	0.0480	4,800		
5	0.0785	8,146		
6	0.0686	7,047		
7	0.0180	1,671		
8	0.0266	2,544		
9	0.0899	9,424		
10	0.0372	3.649		

ตารางที่ 4.13 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยเมื่อฉายรังสีที่ปริมาณต่าง ๆ เมื่อทำการตัดข้อมูลที่มีค่าความคลาดเคลื่อนจากค่าเฉลี่ยมากที่สุดออกชุดละ 1 ค่า (จากการทดลองทั้งหมด 10 ครั้งในแต่ละสภาวะ)

ปริมาณรังสี (kGy)	น้ำหนักโมเลกุล (M_v) ดอลตัน (Da)
60 (ของแข็ง)	180,269
60 (ของแข็ง) + 10 (สารละลาย)	80,896
60 (ของแข็ง) + 20 (สารละลาย)	59,003
60 (ของแข็ง) + 30 (สารละลาย)	39,394
60 (ของแข็ง) + 40 (สารละลาย)	33,406
60 (ของแข็ง) + 60 (สารละลาย)	27,853
60 (ของแข็ง) + 80 (สารละลาย)	20,660
60 (ของแข็ง) + 100 (สารละลาย)	9,460
60 (ของแข็ง) + 110 (สารละลาย)	8,388
60 (ของแข็ง) + 120 (สารละลาย)	4,682



รูปที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีที่ฉายในสภาวะสารละลายกรดอะซิติกกับน้ำหนักโมเลกุล (Mv) ของไคโตซาน โดยที่ไคโตซานฉายรังสีในสภาวะของแข็งมาแล้ว 60 kGy และฉายรังสีต่อที่ปริมาณรังสีต่าง ๆ ในสภาวะสารละลายกรดอะซิติก 2.5 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้นของไคโตซาน 10 เปอร์เซนต์ เมื่อทำการตัดข้อมูลที่มีค่าความคลาดเคลื่อนจากค่าเฉลี่ยมากที่สุดออกชุดละ 1 ค่า(จากการทดลองทั้งหมด 10 ครั้งในแต่ละสภาวะ)

4.3 การแยกโมเลกุลลำดับส่วนไคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 40,000 ดอลตัน

การแยกโมเลกุลลำดับส่วนไคโตซานที่ฉายรังสีที่ 60+30 kGy ตามสภาวะต่าง ๆ ตามความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์, ปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ และเวลาที่ทิ้งไว้ให้ตกตะกอน โดยการแยกจะแยกเอาส่วนที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ๆ ออกมาก่อนในการแยกครั้งแรก และในการแยกครั้งที่ 2 จะแยกเอาน้ำหนักโมเลกุลในช่วงที่สนใจออกมา โดยตัดส่วนที่มีน้ำหนักโมเลกุลน้อยออก (ส่วนที่ไม่ได้ตกตะกอนออกมา) จากการทดลองตามสภาวะต่าง ๆ สามารถแสดงปริมาณตะกอนที่ได้, %yield และสีของสารละลายไคโตซานหลังจากตกตะกอนจากการแยกทั้ง 2 ครั้งได้ดังตารางที่ 4.14, 4.15, และ 4.16 และเมื่อนำมาหาค่าน้ำหนักโมเลกุลของตะกอนที่ได้จากสภาวะต่าง ๆ โดยวิธี Dilute Solution Viscosity จะได้ค่าน้ำหนักโมเลกุลแสดงดังตารางที่ 4.17, 4.18 และ 4.19

ตารางที่ 4.14 แสดงน้ำหนักของตะกอนที่ได้, %yield และสีของสารละลายหลังจากตกตะกอนสารละลายไคโตซานที่ฉายรังสีที่ 60+30 kGy (เพื่อแยกไคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 40,000 ดอลตัน) ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ คือ 0.75, 1.00, 2.00 และ 4.00 เปอร์เซ็นต์ในการแยกครั้งที่ 1

ความเข้มข้น NaOH (%)	การแยกครั้งที่ 1				การแยกครั้งที่ 2			
	ตะกอน	น้ำหนักตะกอน (กรัม)	%yield	สีสารละลายภายหลังตกตะกอน	ตะกอน	น้ำหนักตะกอน (กรัม)	%yield	สีสารละลายภายหลังตกตะกอน
0.75	W_{U1}	0.559	27.95	S_{U1} = น้ำตาลเข้ม (+ + + + +)	W_{U2}	0.330	16.50	S_{U2} = เหลืองเข้ม (++)
1.00	W_{X1}	1.154	57.70	S_{X1} = เหลืองอ่อนใส (+)	W_{X2}	-	-	-
2.00	W_{Y1}	1.012	50.60	S_{Y1} = เหลืองเข้ม (+ +)	W_{Y2}	-	-	-
4.00	W_{Z1}	0.976	48.80	S_{Z1} = เหลืองเข้ม (+ +)	W_{Z2}	-	-	-

W_{U1} W_{X1} W_{Y1} W_{Z1} คือ ตะกอนที่ได้จากการแยกครั้งที่ 1 จากการทดลองที่สภาวะ U X Y และ Z ตามลำดับ

W_{U2} คือ ตะกอนที่ได้จากการแยกครั้งที่ 2 ด้วย 1%NaOH จากการทดลองที่สภาวะ U (ตามตารางที่ 3.1)

S_{U1} S_{X1} S_{Y} S_{Z1} คือ สารละลายส่วนบนหลังจากทำการแยกครั้งที่ 1 จากการทดลองที่สภาวะ U X Y และ Z ตามลำดับ

S_{U2} คือ สารละลายส่วนบนหลังจากทำการแยกครั้งที่ 2 จากการทดลองที่สภาวะ U

ตารางที่ 4.15 แสดงน้ำหนักของตะกอนที่ได้, %yield และสีของสารละลายหลังจากตกตะกอนจากการแยกลำดับส่วน 2 ครั้ง ของสารละลายไคโตซานที่ฉายรังสีที่ 60+30 kGy (เพื่อแยกน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 40,000 ดอลตัน) โดยตกตะกอนด้วย 1%NaOH และควบคุมปริมาตรของ 1%NaOH ที่ใช้เติมในการแยกครั้งที่ 1 เท่ากับ 10 มิลลิลิตร และเปลี่ยนแปลงปริมาตรของ 1%NaOH ในการแยกครั้งที่ 2 ที่สภาวะ a,b ,c และ d เป็น 5, 10, 20 และ 30 มิลลิลิตร ตามลำดับ

การแยกครั้งที่ 1				การแยกครั้งที่ 2			
ปริมาตร 1%NaOH (ml)	น้ำหนักตะกอน (กรัม)	%yield	สีสารละลายภายหลังตกตะกอน	ปริมาตร 1%NaOH (ml)	น้ำหนักตะกอน (กรัม)	%yield	สีสารละลายภายหลังตกตะกอน
10	W_{a1} = 0.048	2.40	S_{a1} = น้ำตาลเข้มมาก (+ + + + + + +)	5	W_{a2} = 0.428	21.40	S_{a2} = เหลืองส้ม (+ + + +)
	W_{b1} = 0.044	2.20	S_{b1} = น้ำตาลเข้มมาก (+ + + + + + +)	10	W_{b2} = 0.944	47.20	S_{b2} = เหลืองเข้มมาก (+ + +)
	W_{c1} = 0.052	2.60	S_{c1} = น้ำตาลเข้มมาก (+ + + + + + +)	20	W_{c2} = 1.168	58.40	S_{c2} = เหลืองอ่อนใส (+)
	W_{d1} = 0.039	1.95	S_{d1} = น้ำตาลเข้มมาก (+ + + + + + +)	30	W_{d2} = 1.099	53.45	S_{d2} = เหลืองอ่อนใส (+)

W_{a1} W_{b1} W_{c1} W_{d1} คือ ตะกอนที่ได้จากการแยกครั้งที่ 1 จากการทดลองที่สภาวะ a b c และ d ตามลำดับ

W_{a2} W_{b2} W_{c2} W_{d2} คือ ตะกอนที่ได้จากการแยกครั้งที่ 2 จากการทดลองที่สภาวะ a b c และ d ตามลำดับ

S_{a1} S_{b1} S_{c1} S_{d1} คือ สารละลายส่วนบนหลังจากทำการแยกครั้งที่ 1 จากการทดลองที่สภาวะ a b c และ d ตามลำดับ

S_{a2} S_{b2} S_{c2} S_{d2} คือ สารละลายส่วนบนหลังจากทำการแยกครั้งที่ 2 จากการทดลองที่สภาวะ a b c และ d ตามลำดับ

ตารางที่ 4.16 แสดงน้ำหนักของตะกอนที่ได้, %yield และสีของสารละลายหลังจากตกตะกอนจากการแยกลำดับส่วน 2 ครั้ง ของสารละลายไคโตซานที่ฉายรังสีที่ 60+30 kGy (เพื่อแยกน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 40,000 ดอลตัน) โดยตกตะกอนด้วย 1%NaOH และควบคุมปริมาตรของ 1%NaOH ที่ใช้เติมในการแยกครั้งที่ 1 เท่ากับ 15 มิลลิลิตร และเปลี่ยนแปลงปริมาตรของ 1%NaOH ในการแยกครั้งที่ 2 ที่สภาวะ A,B ,C และ D เป็น 5, 10, 20 และ 30 มิลลิลิตร ตามลำดับ

การแยกครั้งที่ 1				การแยกครั้งที่ 2			
ปริมาตร 1%NaOH (ml)	น้ำหนักตะกอน (กรัม)	%yield	สีสารละลายภายหลังตกตะกอน	ปริมาตร 1%NaOH (ml)	น้ำหนักตะกอน (กรัม)	%yield	สีสารละลายภายหลังตกตะกอน
15	W_{A1}= 0.132	6.60	S_{A1} = น้ำตาลเข้มมาก (+ + + + + + +)	5	W_{A2} = 0.389	19.45	S_{A2} = เหลืองส้ม (+ + + +)
	W_{B1}= 0.125	6.25	S_{B1} = น้ำตาลเข้มมาก (+ + + + + + +)	10	W_{B2} = 0.882	44.10	S_{B2} = เหลืองเข้มมาก (+ + +)
	W_{C1}= 0.110	5.50	S_{C1} = น้ำตาลเข้มมาก (+ + + + + + +)	20	W_{C2} = 1.199	59.95	S_{C2} = เหลืองอ่อนใส (+)
	W_{D1}= 0.128	6.40	S_{D1} = น้ำตาลเข้มมาก (+ + + + + + +)	30	W_{D2} = 1.087	54.35	S_{D2} = เหลืองอ่อนใส (+)

W_{A1} W_{B1} W_{C1} W_{D1} คือ ตะกอนที่ได้จากการแยกครั้งที่ 1 จากการทดลองที่สภาวะ A B C และ D ตามลำดับ

W_{A2} W_{B2} W_{C2} W_{D2} คือ ตะกอนที่ได้จากการแยกครั้งที่ 2 จากการทดลองที่สภาวะ A B C และ D ตามลำดับ

S_{A1} S_{B1} S_{C1} S_{D1} คือ สารละลายส่วนบนหลังจากทำการแยกครั้งที่ 1 จากการทดลองที่สภาวะ A B C และ D ตามลำดับ

S_{A2} S_{B2} S_{C2} S_{D2} คือ สารละลายส่วนบนหลังจากทำการแยกครั้งที่ 2 จากการทดลองที่สภาวะ A B C และ D ตามลำดับ

ตารางที่ 4.17 แสดงค่าน้ำหนักโมเลกุล (M_v) ของตะกอนไคโตซานที่แยกโดยใช้ NaOH ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ คือ 0.75, 1, 2 และ 4% ตามลำดับ ของไคโตซานที่ฉายรังสีที่ 60+30 kGy (จากการทดลองตารางที่ 3.1)

ตะกอน	ครั้งที่	น้ำหนักโมเลกุล (Mv)	ค่าเฉลี่ย	ช่วงของค่า M_v
W_{U1}	1	62,369	60,138	57,161 – 62,369
	2	59,300		
	3	59,915		
	4	57,161		
	5	61,945		
W_{U2}	1	45,422	43,910	30,994 – 57,481
	2	46,216		
	3	30,994		
	4	39,436		
	5	57,481		
W_{X1}	1	51,541	45,939	37,409 – 51,541
	2	50,019		
	3	40,047		
	4	37,409		
	5	50,679		
W_{Y1}	1	42,992	47,776	41,211 – 55,218
	2	55,218		
	3	48,723		
	4	50,738		
	5	41,211		
W_{Z1}	1	40,971	49,683	40,971 – 57,468
	2	44,781		
	3	54,951		
	4	50,247		
	5	57,468		

หมายเหตุ สำหรับที่สภาวะ U จะมีตะกอน W_{U2} ซึ่งได้จากการตกตะกอนครั้งที่ 2 ด้วย 1%NaOH

ตารางที่ 4.18 แสดงค่าน้ำหนักโมเลกุล (M_v) ของตะกอนไคโตซานที่ฉายรังสีที่ 60+30 kGy ที่ได้จากการแยกครั้งที่ 2 ในสภาวะ a, b, c และ d โดยควบคุมปริมาตรของ 1%NaOH ที่เติมในการแยกครั้งที่ 1 เท่ากับ 10 มิลลิลิตร เท่ากันทุกสภาวะ และเปลี่ยนแปลงปริมาตร 1%NaOH ในการแยกครั้งที่ 2 เป็น 5, 10, 20 และ 30 มิลลิลิตร ตามลำดับ (จากการทดลองตารางที่ 3.2)

ตะกอน	ปริมาตร 1% NaOH ที่เติมในการแยกครั้งที่ 2 (ml)	ครั้งที่	น้ำหนักโมเลกุล (Mv)	ค่าเฉลี่ย	ช่วงของค่า M_v
W_{a2}	5	1 2 3 4 5	66,288 63,456 70,112 60,486 65,330	65,134	60,486 – 70,112
W_{b2}	10	1 2 3 4 5	57,532 68,515 58,441 51,186 58,210	58,777	51,186 – 68,515
W_{c2}	20	1 2 3 4 5	43,650 40,009 43,008 42,597 39,910	42,835	39,910 – 43,650
W_{d2}	30	1 2 3 4 5	47,527 44,127 47,086 48,930 46,125	46,759	44,127 – 48,930

ตารางที่ 4.19 แสดงค่าน้ำหนักโมเลกุล (M_v) ของตะกอนไคโตซานที่ฉายรังสีที่ 60+30 kGy ที่ได้จากการแยกครั้งที่ 2 ในสภาวะ A, B, C และ D โดยควบคุมปริมาตรของ 1%NaOH ที่เติมในการแยกครั้งที่ 1 เท่ากับ 15 มิลลิลิตร เท่ากันทุกสภาวะ และเปลี่ยนแปลงปริมาตร 1%NaOH ในการแยกครั้งที่ 2 เป็น 5, 10, 20 และ 30 มิลลิลิตร ตามลำดับ (จากการทดลองตารางที่ 3.3)

ตะกอน	ปริมาตร 1% NaOH ที่เติมในการแยกครั้งที่ 2(ml)	ครั้งที่	น้ำหนักโมเลกุล (Mv)	ค่าเฉลี่ย	ช่วงของค่า M_v
W_{A2}	5	1 2 3 4 5	58,715 60,987 61,244 62,458 58,936	60,468	58,715 – 62,458
W_{B2}	10	1 2 3 4 5	49,926 51,864 50,035 48,692 50,679	50,239	48,692 – 51,864
W_{C2}	20	1 2 3 4 5	33,328 38,042 44,077 30,126 39,928	37,100	30,126 – 44,077
W_{D2}	30	1 2 3 4 5	44,002 45,126 46,227 43,189 44,156	44,540	43,189 – 45,126

4.4 การแยกโมเลกุลลำดับส่วนไคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 8,000 ดอลตัน

การแยกโมเลกุลลำดับส่วนของไคโตซานที่ฉายรังสีที่ 60+110 kGy เพื่อแยกโมเลกุลไคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 8,000 ดอลตัน จากการแยก 2 ครั้ง แยกครั้งแรกเพื่อตัดน้ำหนักโมเลกุลที่มีค่าสูง ๆ ออกก่อนโดยเปลี่ยนแปลงตามปริมาณของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมลงไปทั้ง 4 สภาวะของการทดลอง และทำการตกตะกอนอีกครั้งเพื่อแยกน้ำหนักโมเลกุลในช่วงที่ต้องการออกมา ซึ่งไปริมาณตะกอนที่ได้, %yield และสีของสารละลายไคโตซานหลังจากตกตะกอนจากการแยกทั้ง 2 ครั้งแสดงดังตารางที่ 4.20 และเมื่อนำมาหาค่าน้ำหนักโมเลกุลของตะกอนจากการแยกทั้ง 2 ครั้งโดยใช้ Viscometer จะได้ค่าน้ำหนักโมเลกุลของตะกอนที่ได้จากการแยกครั้งที่ 1 แสดงดังตารางที่ 4.21 และค่าน้ำหนักโมเลกุลของตะกอนที่ได้จากการแยกครั้งที่ 2 แสดงดังตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.20 แสดงน้ำหนักของตะกอนที่ได้ , %yield และสีของสารละลายหลังจากตกตะกอนจากการแยกลำดับส่วน 2 ครั้ง ของสารละลายไคโตซานที่ฉายรังสีที่ 60+110 kGy (เพื่อแยกน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 8,000 ดอลตัน) ด้วย 1%NaOH โดยเปลี่ยนแปลงปริมาตรของ 1%NaOH ในการแยกครั้งที่ 1 ที่สภาวะที่ 1, 2, 3 และ 4 เป็น 40, 45, 50 และ 60 มิลลิลิตร ตามลำดับ และควบคุมการตกตะกอนโดยการแยกครั้งที่ 2 ให้เหมือนกันทุกสภาวะ (จากการทดลองตารางที่ 3.4)

การแยกครั้งที่ 1				การแยกครั้งที่ 2			
ปริมาตร 1%NaOH (ml)	น้ำหนักตะกอน (กรัม)	%yield	สีสารละลายภายหลังตกตะกอน	ปริมาตร 1%NaOH (ml)	น้ำหนักตะกอน (กรัม)	%yield	สีสารละลายภายหลังตกตะกอน
40	W_{11}= 0.018	0.450	S_{11} = สีน้ำตาลเข้มมาก (+ + + + + + + + + +)	40	W_{12}= 1.143	28.58	S_{12} = สีน้ำตาลแดงอ่อน (+ + +)
45	W_{21}= 0.413	10.32	S_{21} = สีน้ำตาลเข้ม (+ + + + + + + + +)		W_{22} = 0.473	11.82	S_{22} = สีน้ำตาลแดงอ่อน (+ + +)
50	W_{31}= 1.098	27.45	S_{31} = สีน้ำตาลแดงเข้ม (+ + + + + + + +)		W_{32} = 0.248	6.20	S_{32} = สีน้ำตาลแดงอ่อน (+ + +)
60	W_{41}= 1.102	27.55	S_{41} = สีน้ำตาลแดง (+ + + + + + +)		W_{42}= 0.186	4.65	S_{42} = สีน้ำตาลแดงอ่อน (+ + +)

W_{11} W_{21} W_{31} W_{41} คือ ตะกอนที่ได้จากการแยกครั้งที่ 1 จากการทดลองที่สภาวะ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ

W_{12} W_{22} W_{32} W_{42} คือ ตะกอนที่ได้จากการแยกครั้งที่ 2 จากการทดลองที่สภาวะ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ

S_{11} S_{21} S_{31} S_{41} คือ สารละลายส่วนบนหลังจากทำการแยกครั้งที่ 1 จากการทดลองที่สภาวะ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ

S_{12} S_{22} S_{32} S_{42} คือ สารละลายส่วนบนหลังจากทำการแยกครั้งที่ 2 จากการทดลองที่สภาวะ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.21 แสดงค่าน้ำหนักโมเลกุล (M_v) ของตะกอนไคโตซานจากการแยกครั้งที่ 1 ที่สภาวะต่าง ๆ ของไคโตซานที่ฉายรังสีที่ 60+110 kGy

ตะกอน	ปริมาตรของ 1%NaOH ที่เติมในการแยกครั้งที่ 1 (ml)	ครั้งที่	น้ำหนักโมเลกุล (Mv)	ค่าเฉลี่ย	ช่วงของค่า M_v
W_{11}	40	1	66,259	72,690	66,259 – 81,103
		2	69,163		
		3	70,967		
		4	81,103		
		5	75,956		
W_{21}	45	1	27,235	27,372	23,698 – 31,024
		2	28,768		
		3	31,024		
		4	23,698		
		5	26,134		
W_{31}	50	1	22,987	25,243	17,341 – 31,484
		2	31,484		
		3	17,341		
		4	27,662		
		5	26,739		
W_{41}	60	1	26,206	21,885	14,465 – 26,206
		2	21,730		
		3	22,173		
		4	24,852		
		5	14,465		

ตารางที่ 4.22 แสดงค่าน้ำหนักโมเลกุล (M_v) ของตะกอนไคโตซานจากการแยกครั้งที่ 2 ที่สภาวะต่าง ๆ ของไคโตซานที่ฉายรังสีที่ 60+110 kGy

สภาวะ	ปริมาตรของ 1%NaOH ที่เติมในการแยกครั้งที่ 1 (ml)	ครั้งที่	น้ำหนักโมเลกุล (Mv)	ค่าเฉลี่ย	ช่วงของค่า M_v
W_{12}	40	1	20,757	15,862	13,330 – 20,757
		2	14,535		
		3	15,292		
		4	13,330		
		5	15,397		
W_{22}	45	1	16,813	13,625	10,254 – 16,813
		2	13,007		
		3	14,926		
		4	13,123		
		5	10,254		
W_{32}	50	1	6,277	7,915	6,277 – 9,143
		2	9,143		
		3	8,315		
		4	7,734		
		5	8,106		
W_{42}	60	1	3,896	4,938	3,896 – 6,012
		2	4,779		
		3	5,836		
		4	6,012		
		5	4,168		

4.5 การแยกโมเลกุลลำดับส่วนไคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 40,000 และ 8,000 ดอลตัน จากการทำการทดลองซ้ำในสภาวะ c และสภาวะที่ 3 จากตารางที่ 3.3 และ 3.4 ตามลำดับ

จากสภาวะ c ตะกอน W_{c2} และสภาวะที่ 3 ตะกอน W_{32} พบว่าเป็นสภาวะที่ทำให้สามารถแยกไคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุลใกล้เคียงกับที่ต้องการคือ 40,000 และ 8,000 ดอลตัน ตามลำดับ และเมื่อทำการทดลองซ้ำตามสภาวะดังกล่าวพบว่าได้ปริมาณตะกอน %yield และค่าน้ำหนักโมเลกุลแสดงดังตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 แสดงข้อมูลจากการทำทดลองซ้ำในการตกตะกอนไคโตซานจากการแยกครั้งที่ 2 ที่สภาวะ c และ สภาวะที่ 3

สภาวะ	น้ำหนักตะกอน (กรัม)	% yield	ครั้งที่	Mv (ดอลตัน)	ค่าเฉลี่ย	ช่วงของค่า M_v
c (40,000 ดอลตัน)	1.144	57.20	1	42,025	41,737	39,994 – 44,062
			2	39,994		
			3	44,062		
			4	40,945		
			5	41,657		
3 (8,000 ดอลตัน)	0.226	5.65	1	7,951	8,416	7,654 – 9,124
			2	9,003		
			3	9,124		
			4	8,348		
			5	7,654		