

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของตัวอย่างดินที่ใช้ในการวิจัย

ตารางภาคผนวก ก-1 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของตัวอย่างดินที่ใช้ในการวิจัย

คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี	ชุดดิน	
	ดินเปรี้ยว	ดินเค็ม
Texture	Clay	Sandy Loam
Sand (%)	14.02	67.00
Silt (%)	21.07	22.00
Clay (%)	64.91	11.00
pH (1:2.5 Soil : Water)	4.97	6.2
Cation Exchange Capacity (meq/100 g)	6.1	2.3
Organic Matter (%)	3.60	0.37
Total Phosphorus (mg/g)	5.71	5.00
Available Phosphorus (mg/g)	8.74	1.20

ภาคผนวก ข

สารละลายสูตร Hoagland Solution

สารละลายสำหรับเลี้ยงพืชสูตร Hoagland Solution (Macblis & Torrey, 1965 อ้างถึงในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ม.ป.ป.) ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. สารละลายสต็อก $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (Fluga)

เตรียมโดยละลาย $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ จำนวน 236.15 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร และใช้สารละลายสต็อก 10 มิลลิลิตรต่อสารละลาย 1 ลิตร

2. สารละลายสต็อก KNO_3

เตรียมโดยละลาย KNO_3 จำนวน 101.11 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร และใช้สารละลายสต็อก 10 มิลลิลิตรต่อสารละลาย 1 ลิตร

3. สารละลายสต็อก $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

เตรียมโดยละลาย $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ จำนวน 246.48 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร และใช้สารละลายสต็อก 4 มิลลิลิตรต่อสารละลาย 1 ลิตร

4. สารละลายสต็อก KH_2PO_4

เตรียมโดยละลาย KH_2PO_4 จำนวน 136.09 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร และใช้สารละลายสต็อก 2 มิลลิลิตรต่อสารละลาย 1 ลิตร

5. สารละลายสต็อก FeEDTA

เตรียมโดยละลาย $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ จำนวน 5.57 กรัม ในน้ำกลั่น และละลาย Na_2EDTA จำนวน 7.45 กรัม ในน้ำกลั่นที่ทำให้ร้อน จากนั้นผสมสารละลายทั้ง 2 ชนิด ทำให้เย็น แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร และใช้สารละลายสต็อก 2 มิลลิลิตรต่อสารละลาย 1 ลิตร

6. สารละลายสต็อก Micronutrient

เตรียมโดยละลายสารด้านล่างนี้ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร และใช้สารละลายสต็อก 2 มิลลิลิตรต่อสารละลาย 1 ลิตร

H_3BO_3 จำนวน 2.86 กรัม $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ จำนวน 0.05 กรัม

$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ จำนวน 1.81 กรัม $\text{ZnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ จำนวน 0.11 กรัม

$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ จำนวน 0.025 กรัม

7. ผสมสารละลายสต็อกในข้อ 1-6 ตามอัตราส่วนที่กำหนด จากนั้นปรับ pH ของสารละลายให้ได้ $\text{pH} = 5.6-5.8$ ด้วยสารละลาย 1 N NaOH หรือ 1 N HCl

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัส โดยวิธี Molybdenum Blue

สารเคมี

1. สารละลาย Ammonium Molybdate Ascorbic Acid เตรียมโดย

1) Reagent A : เตรียมได้โดยใช้ Ammonium Molybdate 6 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 125 มิลลิลิตร ละลาย Antimony Potassium Tartrate 0.145 กรัม ในน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร เอาสารละลายทั้ง 2 นี้ใส่ลงไปใน $5\text{ N H}_2\text{SO}_4$ ปริมาตร 500 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันอย่างช้า ๆ และปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น เก็บไว้ในขวดแก้วในสภาพที่มีดและเย็น

2) Reagent B : ละลาย Ascorbic Acid 1.056 กรัม ใน Reagent A 200 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน Reagent B ที่เตรียมแล้วจะต้องใช้ทันที และเก็บไว้ได้ไม่เกิน 24 ชั่วโมง

2. Standard Phosphate Solution เตรียมโดยละลาย KH_2PO_4 (A.R.) 0.2195 กรัม ในน้ำกลั่นจนมีปริมาตรครบ 1 ลิตร น้ำยา Standard Phosphate นี้จะมีฟอสฟอรัสอยู่ 50 mg PL^{-1}

วิธีการ

1. การทำ Standard Curve ของฟอสฟอรัส

เตรียมน้ำยามาตรฐาน Phosphate ให้มีความเข้มข้น 5 mg PL^{-1} โดยใช้ Standard

Phosphate 50 mg PL^{-1} มาทำให้เจือจางลง 10 เท่า

ชักเอา Aliquot 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 มิลลิลิตร บรรจุลงใน Volumetric Flask ขนาด 25 มิลลิลิตร เติมน้ำลงไปจนมีปริมาตรประมาณ 20 มิลลิลิตร เติม Reagent B ลงไป 4 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วเติมน้ำกลั่นลงไปใน Flask จนมีปริมาตรครบ 25 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน น้ำยา Standard ที่ได้จะมีความเข้มข้น 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5 mg PL^{-1} ตามลำดับ วางทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที แล้ววัด Absorbance ของน้ำยานี้ด้วยเครื่อง UV-Visible Light Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 882 นาโนเมตร

Plot กราฟระหว่างค่าของ Absorbance จาก Spectrophotometer กับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในน้ำยา Standard ซึ่งจะเป็น Standard Curve ที่ต้องการ และใช้สำหรับ Unknown Sample ได้

2. การวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสใน Unknown Sample

จุด Aliquot 1 มิลลิลิตร ของ Unknown Sample ใส่ลงใน Volumetric Flask ขนาด 25 มิลลิลิตร ปรับ pH ให้เป็น 5 ด้วย 1 N H_2SO_4 และ 1 N NaOH จากนั้นเติม Reagent B ลงไป 4 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 25 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน จะเกิดสารละลายสีน้ำเงิน ซึ่งมีความเสถียรภายในเวลา 24 ชั่วโมง นำไปวัด Absorbance ที่ความยาวคลื่น 882 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-Visible Light Spectrophotometer แล้วคำนวณหาปริมาณฟอสฟอรัสใน Unknown Sample โดยเทียบกับสารละลายมาตรฐาน (Standard Curve) ที่มีปริมาณฟอสฟอรัส 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5 mg PL^{-1} ตามลำดับ

ภาคผนวก ง

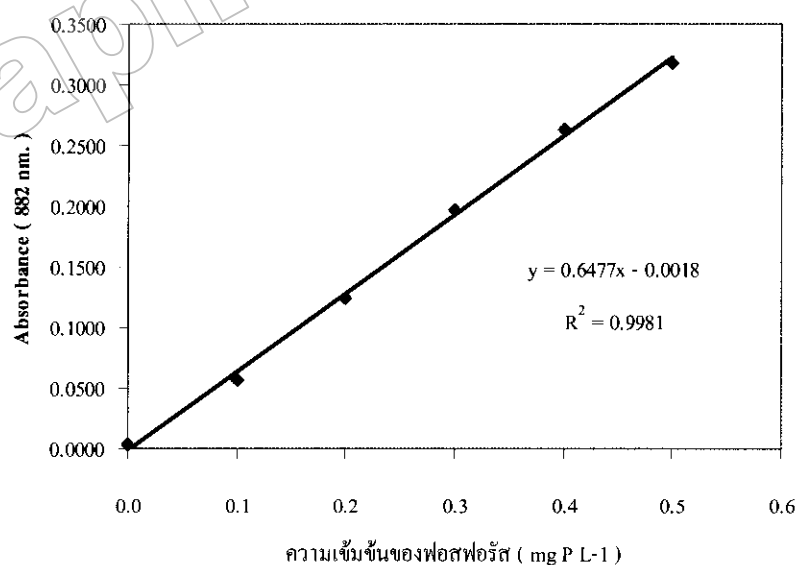
กราฟมาตรฐาน

กราฟมาตรฐานของฟอสฟอรัส-31

ตารางภาคผนวก ง-1 แสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 882 นาโนเมตรของฟอสฟอรัสที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส (mg P L)	ค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
0.0	0.004	0.002	0.002	0.003 ± 0.001
0.1	0.053	0.055	0.061	0.056 ± 0.002
0.2	0.127	0.121	0.128	0.125 ± 0.002
0.3	0.182	0.202	0.204	0.196 ± 0.007
0.4	0.259	0.265	0.264	0.263 ± 0.002
0.5	0.322	0.315	0.316	0.318 ± 0.002

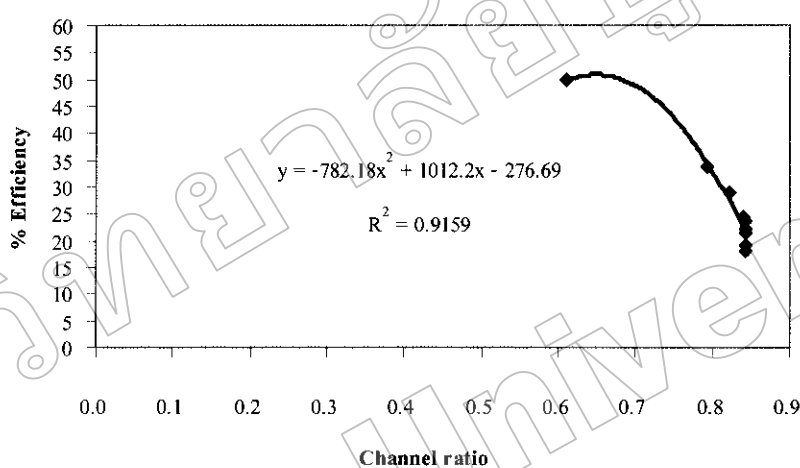
จากข้อมูลในตารางภาคผนวก ง-1 สามารถนำมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฟอสฟอรัสและค่าการดูดกลืนแสง ได้ดังภาพภาคผนวก ง-1



ภาพภาคผนวก ง-1 กราฟมาตรฐานแสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 882 นาโนเมตร ของฟอสฟอรัสที่ความเข้มข้น 0.0-0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

การแก้ไข Color Quench ในการวัดรังสีของฟอสฟอรัส-32

ฐิตินันท์ และคณะ (2546) ได้ทำการศึกษาการลดประสิทธิภาพในการวัดรังสีของฟอสฟอรัส-32 โดยการวัดรังสี Cerenkov อันเนื่องมาจากความเข้มของสีของสารละลาย K_2CrO_4 ได้ผลดังในภาพภาคผนวก ง-2 ทั้งนี้เนื่องจาก Color Quench เป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่มีผลต่อการลดลงของประสิทธิภาพของการวัดรังสีด้วยเครื่องวัดลิวทิลเลชันแบบไม่เติมคอกเทล โดยจากการทดลองพบว่า เมื่อความเข้มของสีในตัวอย่างที่นำมาวัดรังสีเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพของการวัดรังสีด้วยเครื่องวัดลิวทิลเลชันแบบไม่เติมคอกเทลนี้จะลดลงอย่างชัดเจน



ภาพภาคผนวก ง-2 การลดประสิทธิภาพในการวัดรังสีของฟอสฟอรัส-32 โดยการวัดรังสี

Cerenkov อันเนื่องมาจากความเข้มของสีของสารละลาย K_2CrO_4 (ฐิตินันท์ และคณะ, 2546, หน้า 36)

จากกราฟในภาพภาคผนวก ง-2 สามารถนำไปหาประสิทธิภาพของตัวอย่างที่ไม่ทราบค่าความแรงรังสี (Activity) ได้ โดยการกำหนดค่า Channel A และ B ให้เท่ากับ 500 และ 200 จากนั้นคำนวณหา Channel ratio (B/A) แล้วจึงนำไปเทียบกับกราฟในภาพภาคผนวก ง-2 ก็สามารถทราบค่า % Efficiency ได้ หลังจากนั้นนำค่าที่ได้นี้ไปคำนวณหาค่าความแรงรังสี (dpm) จากความสัมพันธ์

$$\% \text{ Efficiency} = (\text{cpm/dpm}) \times 100$$

เมื่อ	% Efficiency	คือ	ประสิทธิภาพของการวัด
	cpm	คือ	อัตรานับของตัวอย่าง
	dpm	คือ	อัตราการสลายตัวของตัวอย่าง

ภาคผนวก จ

ผลการศึกษามวลโมเลกุลของไคโตซาน

ผลการศึกษามวลโมเลกุลของไคโตซานที่ไม่ฉายรังสี (0 KGy), ไคโตซานที่ฉายรังสี 50 KGy, ไคโตซานที่ฉายรังสี 75 KGy, ไคโตซานที่ฉายรังสี 100 KGy และไคโตซานที่ฉายรังสี 150 KGy ด้วยวิธี Intrinsic Viscosity พบว่า ได้ผลดังภาพภาคผนวก จ-1 ถึงภาพภาคผนวก จ-15 สำหรับตัวอย่างวิธีการคำนวณได้แสดงไว้ในผลการศึกษาของตัวอย่างไคโตซานที่ไม่ฉายรังสี (0 KGy) ทำการทดลองครั้งที่ 1

1. การศึกษามวลโมเลกุลของไคโตซานที่ไม่ฉายรังสี (0 KGy)

ตารางภาคผนวก จ-1 แสดงค่า Efflux Time, Relative Viscosity (η_r), Specific Viscosity (η_{sp}) และ Reduced Viscosity (η_{red}) ของตัวอย่างไคโตซานที่ไม่ฉายรังสี ทำการทดลองครั้งที่ 1

ความเข้มข้นของ สารละลายไคโตซาน (g/mL)	Efflux time (วินาที)				η_r	η_{sp}	η_{red}
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย			
0.0000	828.32	831.88	830.07	830.98	1.0000	0.0000	0.0000
0.0100	11502.23	11501.03	11502.43	11501.73	13.8412	12.8412	1284.1163
0.0090	10021.87	10019.52	10020.52	10020.02	12.0581	11.0581	1228.6751
0.0082	8654.92	8654.12	8654.42	8654.27	10.4145	9.4145	1148.1140
0.0050	5181.45	5180.45	5179.55	5180.00	6.2336	5.2336	1046.7207
0.0045	4520.79	4520.17	4520.39	4520.28	5.4397	4.4397	986.5995
0.0041	4021.54	4022.78	4022.89	4022.84	4.8411	3.8411	936.8471

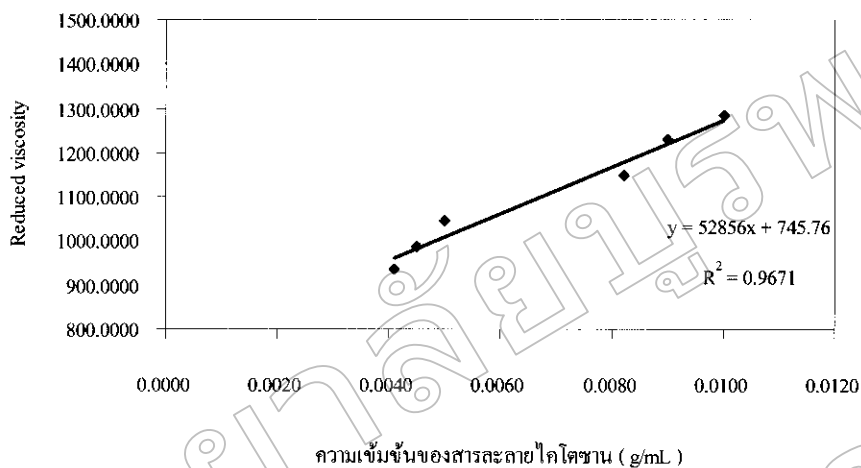
หมายเหตุ กำหนดให้ Relative Viscosity : $\eta_r \approx \frac{t_{\text{Solution}}}{t_{\text{Solvent}}}$

Specific Viscosity : $\eta_{sp} = \eta_r - 1$

Intrinsic Viscosity : $[\eta] = \eta_{sp} (C = 0)$

t_{Solvent} และ t_{Solution} คือ ระยะเวลาที่ตัวทำละลายและสารละลายเคลื่อนที่

จากข้อมูลในตารางภาคผนวก จ-1 สามารถนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายไคโตซาน และค่า Reduced Viscosity (η_{red}) ได้ดังภาพภาคผนวก จ-1



ภาพภาคผนวก จ-1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานกับค่า Reduced Viscosity (η_{red}) ของตัวอย่างไคโตซานที่ไม่ฉายรังสี (0 KGy) ทำการทดลองครั้งที่ 1

จากกราฟภาพภาคผนวก จ-1 เมื่อลากเส้นกราฟมาตัดแกน y โดยสมมติให้ความเข้มข้นของสารละลายมีค่าเท่ากับ 0 พบว่า เส้นกราฟจะตัดแกน y ที่จุด 745.76 ดังสมการเส้นตรง $y = 52856x + 745.76$ ซึ่งค่าที่เป็นจุดตัดแกน y นี้คือค่า Intrinsic Viscosity [η] ซึ่งนำมาใช้คำนวณหามวลโมเลกุลตามสมการของ Mark-Houwling (วิภาวี โยვნัน, 2544) ดังนี้

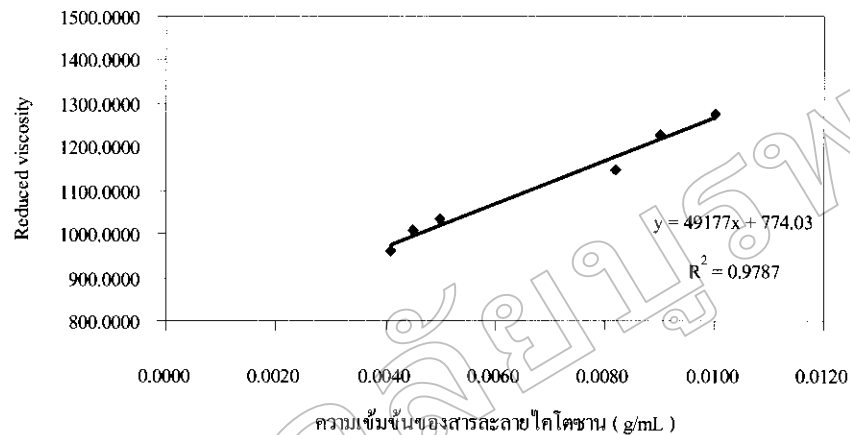
$$[\eta] = KM_v^a$$

โดยที่ค่า K และ a คือ ค่าคงที่ซึ่งขึ้นอยู่กับระบบตัวทำละลายและชนิดของโพลิเมอร์ ซึ่งจากตัวทำละลายที่ใช้คือ กรดอะซิติก 0.1 โมลาร์ และโซเดียมคลอไรด์ 0.2 โมลาร์ พบว่า มีค่า K เท่ากับ $1.8 \times 10^{-3} \text{ g/mL}$ และค่า a เท่ากับ 0.93 (วรรณวิมล ปาสาณพันธ์, 2546) โดยเมื่อแทนค่า [η], K และ a จะได้

$$745.76 = (1.8 \times 10^{-3}) M_v^{0.93}$$

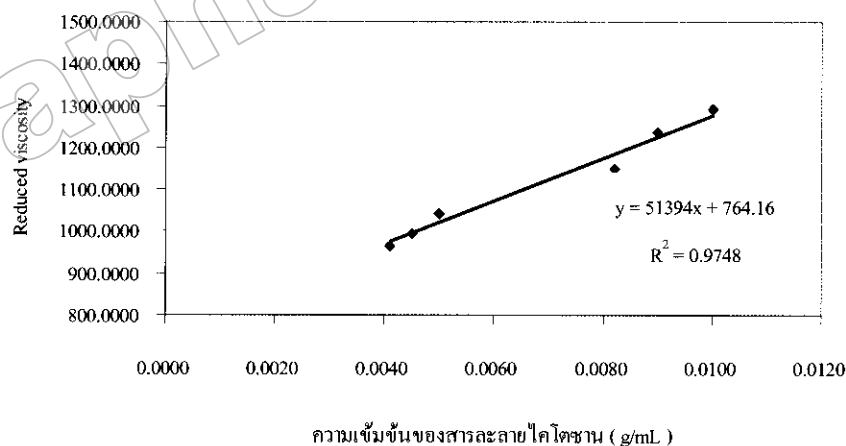
$$M_v = 1,096,821$$

ดังนั้น มวลโมเลกุลของไคโตซานที่ไม่ได้ฉายรังสี (0 KGy) จากการทดลองครั้งที่ 1 เท่ากับ 1,096,822 หรือมีมวลโมเลกุลโดยประมาณเท่ากับ 1.096×10^6 ดาลตัน



ภาพภาคผนวก จ-2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานกับค่า Reduced Viscosity (η_{red}) ของตัวอย่างไคโตซานที่ไม่ฉายรังสี (0 KGy) ทำการทดลองครั้งที่ 2

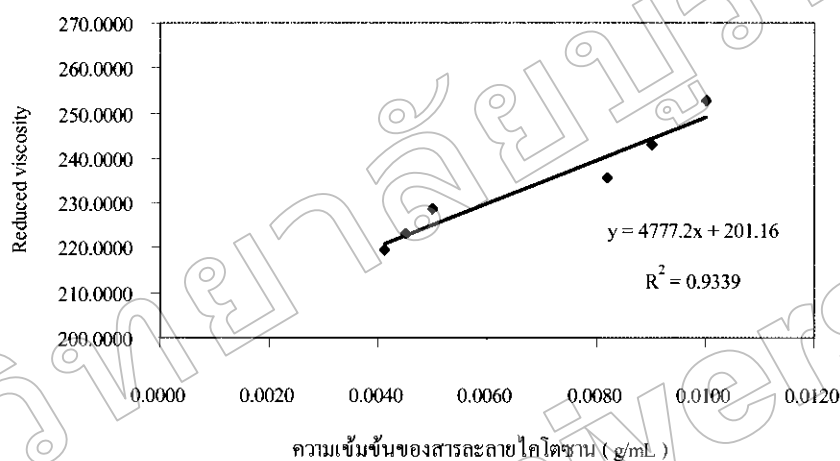
จากกราฟภาพภาคผนวก จ-2 จะได้ค่ามวลโมเลกุลของไคโตซานที่ไม่ได้ฉายรังสี (0 KGy) จากการทดลองครั้งที่ 2 เท่ากับ 1,141,592 หรือมีมวลโมเลกุลโดยประมาณเท่ากับ 1.142×10^6 ดาลตัน



ภาพภาคผนวก จ-3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานกับค่า Reduced Viscosity (η_{red}) ของตัวอย่างไคโตซานที่ไม่ฉายรังสี (0 KGy) ทำการทดลองครั้งที่ 3

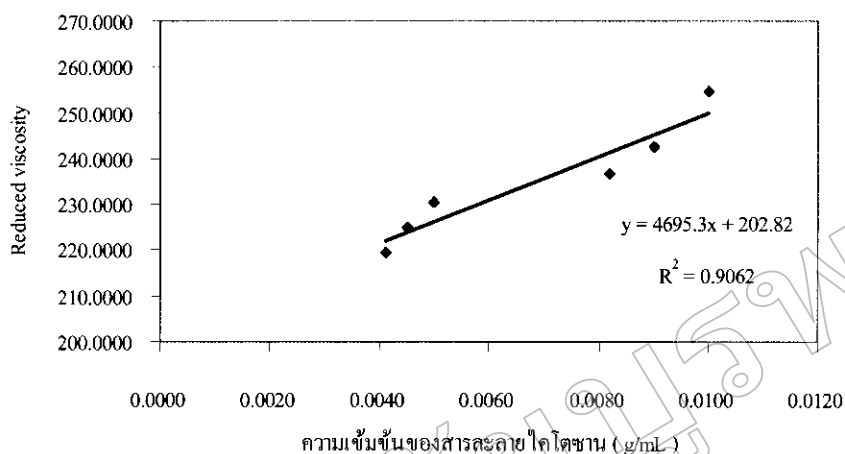
จากกราฟภาพภาคผนวก จ-3 จะได้ค่ามวลโมเลกุลของไคโตซานที่ไม่ได้ฉายรังสี (0 KGy) จากการทดลองครั้งที่ 3 เท่ากับ 1,125,947 หรือมีมวลโมเลกุลโดยประมาณเท่ากับ 1.126×10^6 ดาลตัน

2. ผลการศึกษาหามวลโมเลกุลของไคโตซานที่ฉายรังสี 50 KGy



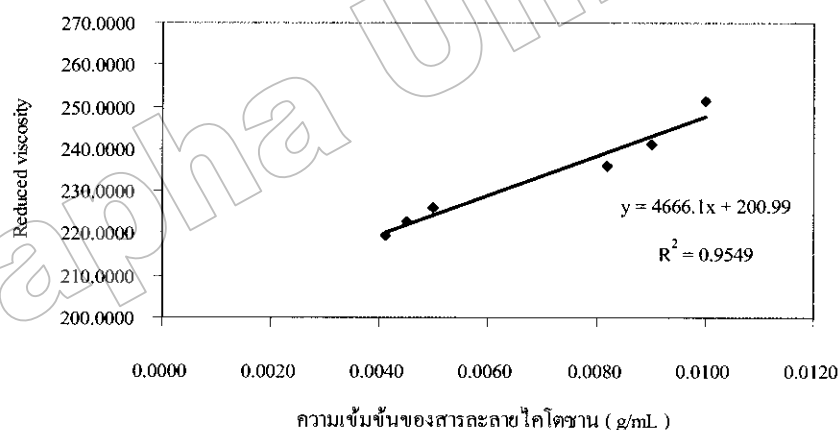
ภาพภาคผนวก จ-4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานกับค่า Reduced Viscosity (η_{red}) ของตัวอย่างไคโตซานที่ฉายรังสี 50 KGy ทำการทดลองครั้งที่ 1

จากกราฟภาพภาคผนวก จ-4 จะได้ค่ามวลโมเลกุลของไคโตซานที่ฉายรังสี 50 KGy จากการทดลองครั้งที่ 1 เท่ากับ 268,069 หรือมีมวลโมเลกุลโดยประมาณเท่ากับ 2.681×10^5 ดาลตัน



ภาพภาคผนวก จ-5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานกับค่า Reduced Viscosity (η_{red}) ของตัวอย่างไคโตซานที่ฉายรังสี 50 KGy ทำการทดลองครั้งที่ 2

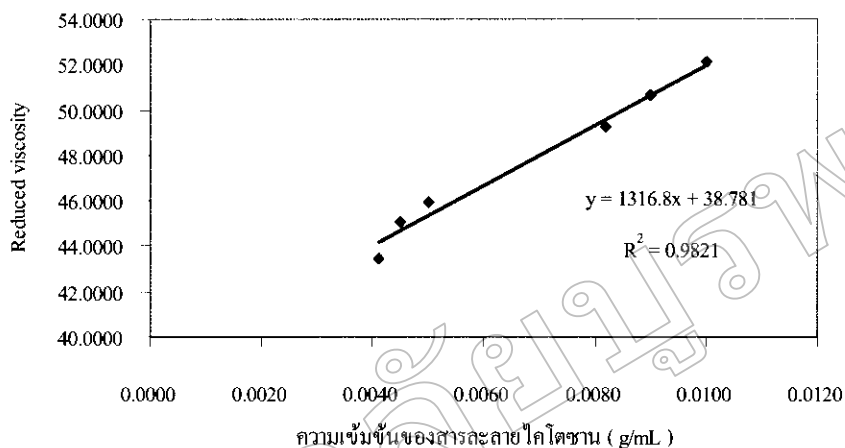
จากกราฟภาพภาคผนวก จ-5 จะได้อ่านค่าโมเลกุลของไคโตซานที่ฉายรังสี 50 KGy จากการทดลองครั้งที่ 2 เท่ากับ 270,448 หรือมีมวลโมเลกุลโดยประมาณเท่ากับ 2.704×10^5 ดาลตัน



ภาพภาคผนวก จ-6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานกับค่า Reduced Viscosity (η_{red}) ของตัวอย่างไคโตซานที่ฉายรังสี 50 KGy ทำการทดลองครั้งที่ 3

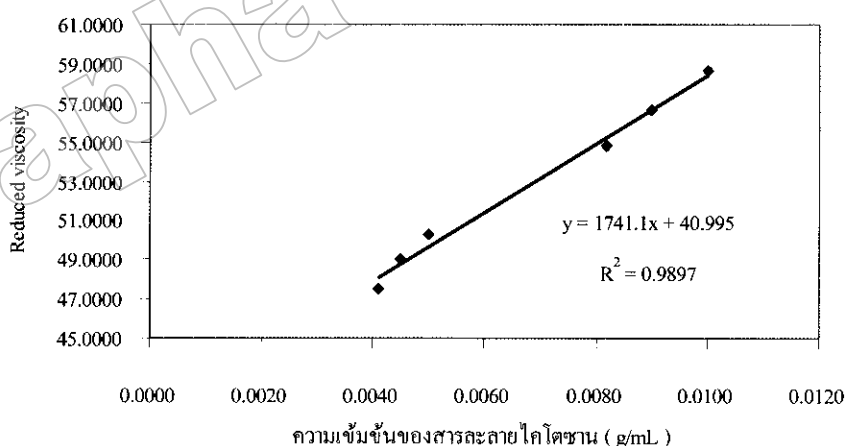
จากกราฟภาพภาคผนวก จ-6 จะได้อ่านค่าโมเลกุลของไคโตซานที่ฉายรังสี 50 KGy จากการทดลองครั้งที่ 3 เท่ากับ 267,825 หรือมีมวลโมเลกุลโดยประมาณเท่ากับ 2.678×10^5 ดาลตัน

3. ผลการศึกษาหามวลโมเลกุลของไคโตซานที่ฉายรังสี 75 KGy



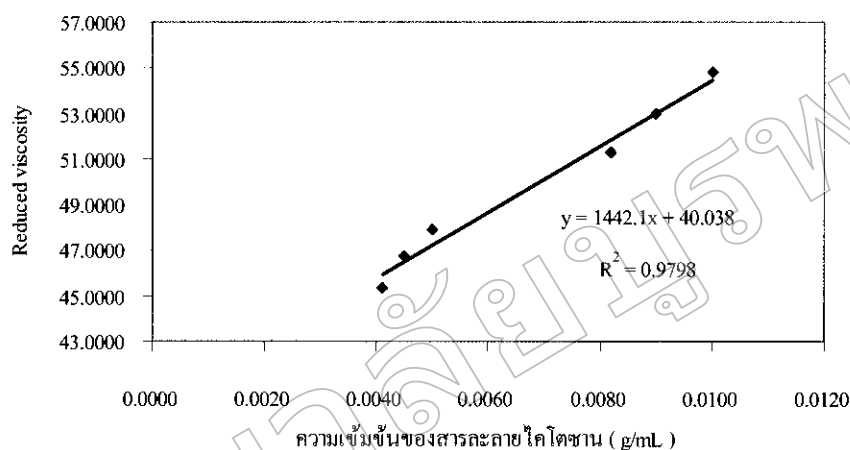
ภาพภาคผนวก จ-7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานกับค่า Reduced Viscosity (η_{red}) ของตัวอย่างไคโตซานที่ฉายรังสี 75 KGy ทำการทดลองครั้งที่ 1

จากกราฟภาพภาคผนวก จ-7 จะได้ค่ามวลโมเลกุลของไคโตซานที่ฉายรังสี 75 KGy จากการทดลองครั้งที่ 1 เท่ากับ 45,658 หรือมีมวลโมเลกุลโดยประมาณเท่ากับ 4.566×10^4 ดาลตัน



ภาพภาคผนวก จ-8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานกับค่า Reduced Viscosity (η_{red}) ของตัวอย่างไคโตซานที่ฉายรังสี 75 KGy ทำการทดลองครั้งที่ 2

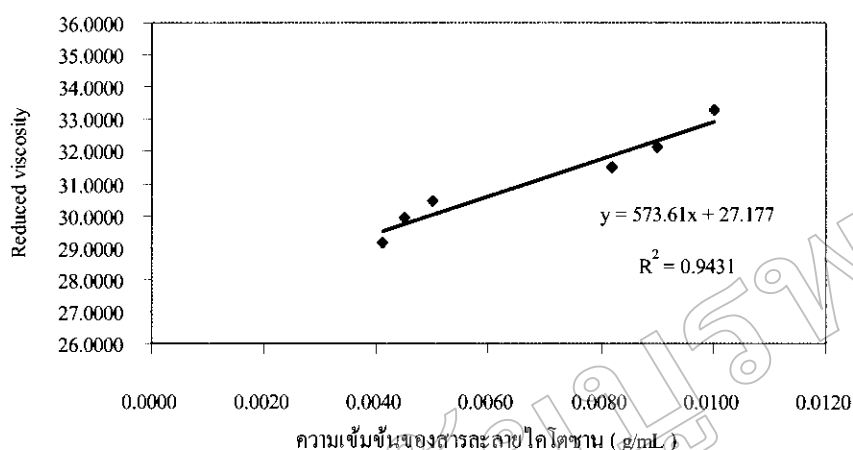
จากกราฟภาพภาคผนวก จ-8 จะได้อ่านค่าโมเลกุลของไคโตซานที่ฉายรังสี 75 KGy จากการทดลองครั้งที่ 2 เท่ากับ 48,466 หรือมีมวลโมเลกุลโดยประมาณเท่ากับ 4.847×10^4 ดาลตัน



ภาพภาคผนวก จ-9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานกับค่า Reduced Viscosity (η_{red}) ของตัวอย่างไคโตซานที่ฉายรังสี 75 KGy ทำการทดลองครั้งที่ 3

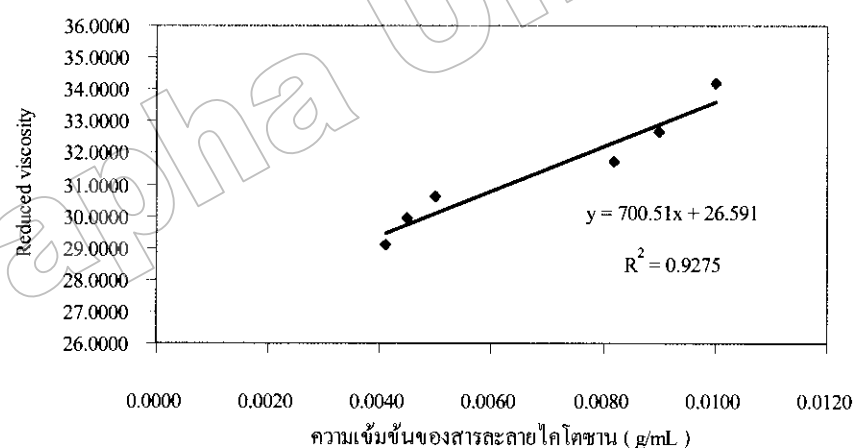
จากกราฟภาพภาคผนวก จ-9 จะได้อ่านค่าโมเลกุลของไคโตซานที่ฉายรังสี 75 KGy จากการทดลองครั้งที่ 3 เท่ากับ 47,251 หรือมีมวลโมเลกุลโดยประมาณเท่ากับ 4.725×10^4 ดาลตัน

4. การศึกษาหาผลโมเลกุลของไคโตซานที่ฉายรังสี 100 KGy



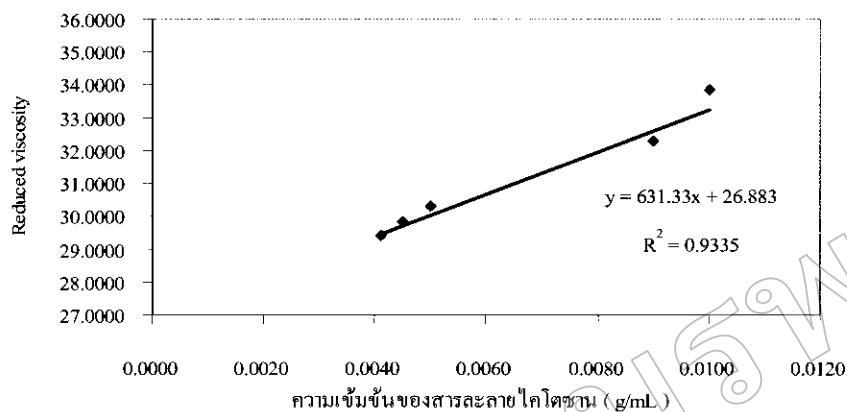
ภาพภาคผนวก จ-10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานกับค่า Reduced Viscosity (η_{red}) ของตัวอย่างไคโตซานที่ฉายรังสี 100 KGy ทำการทดลองครั้งที่ 1

จากกราฟภาพภาคผนวก จ-10 จะได้ค่ามวลโมเลกุลของไคโตซานที่ฉายรังสี 100 KGy จากการทดลองครั้งที่ 1 เท่ากับ 31,151 หรือมีมวลโมเลกุลโดยประมาณเท่ากับ 3.115×10^4 ดาลตัน



ภาพภาคผนวก จ-11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานกับค่า Reduced Viscosity (η_{red}) ของตัวอย่างไคโตซานที่ฉายรังสี 100 KGy ทำการทดลองครั้งที่ 2

จากกราฟภาพภาคผนวก จ-11 จะได้ค่ามวลโมเลกุลของไคโตซานที่ฉายรังสี 100 KGy จากการทดลองครั้งที่ 2 เท่ากับ 30,429 หรือมีมวลโมเลกุลโดยประมาณเท่ากับ 3.043×10^4 ดาลตัน

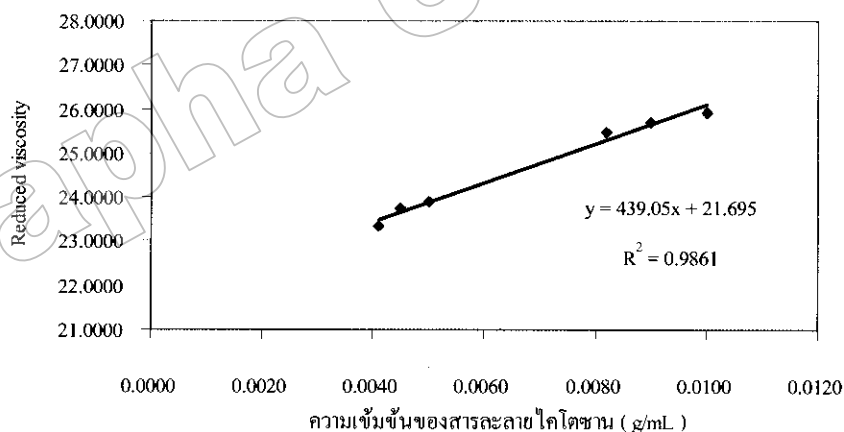


ภาพภาคผนวก จ-12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานกับค่า

Reduced Viscosity (η_{red}) ของตัวอย่างไคโตซานที่ฉายรังสี 100 KGy ทำการทดลองครั้งที่ 3

จากกราฟภาพภาคผนวก จ-12 จะได้ค่ามวลโมเลกุลของไคโตซานที่ฉายรังสี 100 KGy จากการทดลองครั้งที่ 3 เท่ากับ 30,789 หรือมีมวลโมเลกุลโดยประมาณเท่ากับ 3.079×10^4 ดาลตัน

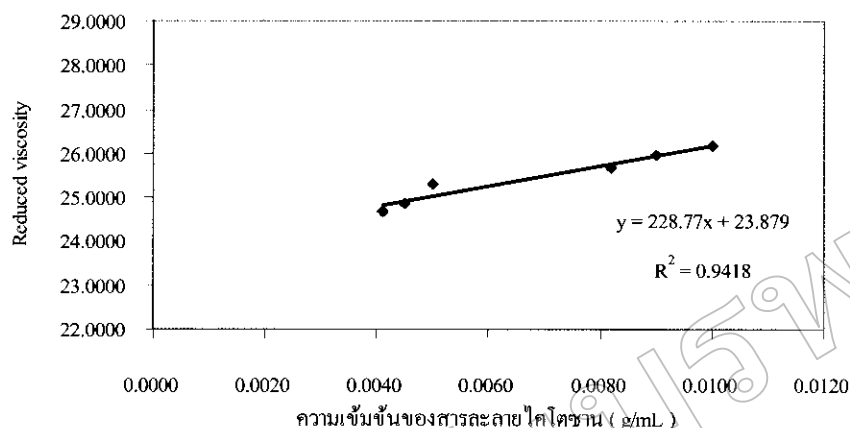
5. การศึกษาหามวลโมเลกุลของไคโตซานที่ฉายรังสี 150 KGy



ภาพภาคผนวก จ-13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานกับค่า

Reduced Viscosity (η_{red}) ของตัวอย่างไคโตซานที่ฉายรังสี 150 KGy ทำการทดลองครั้งที่ 1

จากกราฟภาพภาคผนวก จ-13 จะได้ค่ามวลโมเลกุลของไคโตซานที่ฉายรังสี 150 KGy จากการทดลองครั้งที่ 1 เท่ากับ 24,449 หรือมีมวลโมเลกุลโดยประมาณเท่ากับ 2.445×10^4 ดาลตัน



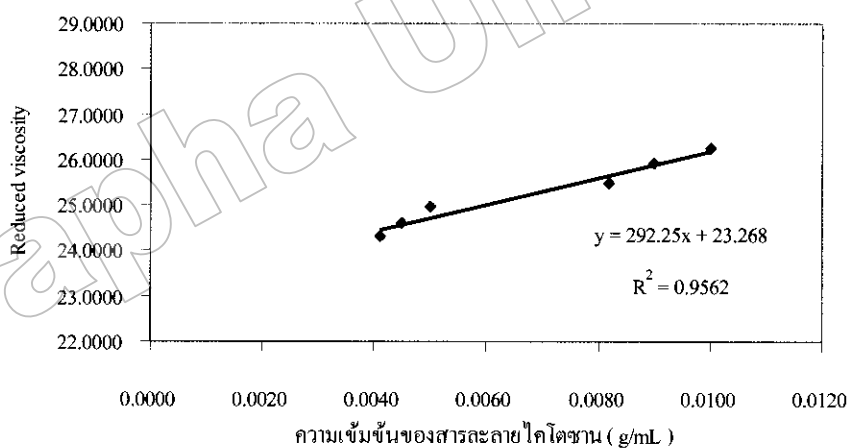
ภาพภาคผนวก จ-14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานกับค่า

Reduced Viscosity (η_{red}) ของตัวอย่างไคโตซานที่ฉายรังสี 150 Kgy ทำการ

ทดลองครั้งที่ 2

จากกราฟภาพภาคผนวก จ-14 จะได้ค่ามวลโมเลกุลของไคโตซานที่ฉายรังสี 150 Kgy

จากการทดลองครั้งที่ 2 เท่ากับ 27,106 หรือมีมวลโมเลกุลโดยประมาณเท่ากับ 2.711×10^4 คาลตัน



ภาพภาคผนวก จ-15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานกับค่า

Reduced Viscosity (η_{red}) ของตัวอย่างไคโตซานที่ฉายรังสี 150 Kgy ทำการ

ทดลองครั้งที่ 3

จากกราฟภาพภาคผนวก จ-15 จะได้ค่ามวลโมเลกุลของไคโตซานที่ฉายรังสี 150 Kgy

จากการทดลองครั้งที่ 3 เท่ากับ 26,360 หรือมีมวลโมเลกุลโดยประมาณเท่ากับ 2.636×10^4 คาลตัน

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของการทดลองเพื่อศึกษาหาปริมาณรังสีแกมมา ที่เหมาะสมในการนำมาใช้ตัดสายโพลีเมอร์ของไคโตซานให้ได้มวลโมเลกุล เหมาะสมต่อการเป็นสารเร่งการเจริญเติบโตของข้าว

ตารางภาคผนวก ง-1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของความสูงของต้นข้าวพันธุ์
สุพรรณบุรี 1 และพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่ปลูกร่วมกับการใช้สารละลายไคโตซาน
ที่ฉายรังสีปริมาณต่าง ๆ

Source of Variance	df	Mean Square	
		ความสูงของต้นข้าว	
Replication (R)	4	5.1601875	ns
Treatment	15	37.2997917	**
ไคโตซานฉายรังสีปริมาณต่าง ๆ (T)	7	68.3131250	**
พันธุ์ข้าวเจ้า (A)	1	19.9001250	*
T x A Interaction	7	8.7721250	ns
Error	60	4.4411875	
Total	79		

CV = 19.0 %

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

หมายเหตุ ความสูงของต้นข้าว มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

ตารางภาคผนวก จ-2 ความสูงของต้นข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 และพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่ปลูกร่วมกับ
การใช้สารละลายโคโคซานที่ฉายรังสีปริมาณต่าง ๆ

ชุดการทดลอง	พันธุ์ข้าวเจ้า	
	พันธุ์สุพรรณบุรี 1	พันธุ์ปทุมธานี 1
Hoagland Solution (ชุดควบคุม)	13.56 ± 2.13 ¹ a ²	14.46 ± 2.03 ¹ a ²
Deionized Water (แบล็ค)	6.34 ± 1.13 b	10.32 ± 1.63 bcd
โคโคซานที่ไม่ฉายรังสี	8.62 ± 1.47 b	11.26 ± 1.37 bc
โคโคซานฉายรังสี 50 KGy	14.16 ± 2.28 a	12.34 ± 2.46 ab
โคโคซานฉายรังสี 75 KGy	12.32 ± 2.04 a	14.60 ± 1.54 a
โคโคซานฉายรังสี 100 KGy	13.44 ± 2.00 a	12.94 ± 1.44 ab
โคโคซานฉายรังสี 150 KGy	8.08 ± 2.01 b	8.24 ± 2.05 d
โคโคซานฉายรังสี 200 KGy	8.26 ± 2.33 b	8.60 ± 2.08 cd

หมายเหตุ ¹ ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ

² ตัวอักษรเหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น
ร้อยละ 95 โดยวิธี DNMR

ความสูงของต้นข้าว มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

ตารางภาคผนวก จ-3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของความยาวของรากข้าวพันธุ์
 สุพรรณบุรี 1 และพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่ปลูกร่วมกับการใช้สารละลายไคโตซาน
 ที่ฉายรังสีปริมาณต่าง ๆ

Source of Variance	df	Mean Square	
		ความยาวของรากข้าว	
Replication (R)	4	2.20517500	<1
Treatment	15	27.3462583	**
ไคโตซานฉายรังสีปริมาณต่าง ๆ (T)	7	50.4635536	**
พันธุ์ข้าวเจ้า (A)	1	15.0511250	*
T x A Interaction	7	5.9854107	*
Error	60	2.5325500	
Total	79		

CV = 18.9 %

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

หมายเหตุ ความยาวของรากข้าว มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

ตารางภาคผนวก จ-4 ความยาวของรากข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 และพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่ปลูกร่วมกับ การใช้สารละลายไคโตซานที่ฉายรังสีปริมาณต่าง ๆ

ชุดการทดลอง	พันธุ์ข้าวเจ้า	
	พันธุ์สุพรรณบุรี 1	พันธุ์ปทุมธานี 1
Hoagland Solution (ชุดควบคุม)	10.82 ± 0.91 ¹ b ²	7.80 ± 0.71 ¹ bc ²
Deionized Water (แบล็ค)	14.16 ± 2.16 a	12.26 ± 1.69 a
ไคโตซานที่ไม่ฉายรังสี	5.84 ± 1.15 e	7.52 ± 1.05 bc
ไคโตซานฉายรังสี 50 KGy	9.80 ± 1.27 bc	8.10 ± 1.48 bc
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy	7.78 ± 1.07 cde	8.54 ± 1.43 b
ไคโตซานฉายรังสี 100 KGy	8.64 ± 1.11 cd	8.22 ± 1.19 bc
ไคโตซานฉายรังสี 150 KGy	6.74 ± 0.96 de	6.22 ± 1.00 cd
ไคโตซานฉายรังสี 200 KGy	7.22 ± 0.86 de	5.40 ± 1.06 d

หมายเหตุ ¹ ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ

² ตัวอักษรเหมือนกันในแนวดิ่ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 โดยวิธี DNMRT

ความยาวของรากข้าว มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

ตารางภาคผนวก จ-5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งของต้นและรากข้าว
พันธุ์สุพรรณบุรี 1 และพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่ปลูกร่วมกับการใช้สารละลาย
ไคโตซานที่ฉายรังสีปริมาณต่าง ๆ

Source of Variance	df	Mean Square	
		น้ำหนักแห้งของต้นและรากข้าว	
Replication (R)	4	0.00000468	<1
Treatment	15	0.00001235	ns
ไคโตซานฉายรังสีปริมาณต่าง ๆ (T)	7	0.00001499	ns
พันธุ์ข้าวเจ้า (A)	1	0.00003075	ns
T x A Interaction	7	0.00000709	<1
Error	60	0.00000936	
Total	79		

CV = 14.9 %

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

หมายเหตุ น้ำหนักแห้งของต้นและรากข้าว มีหน่วยเป็นกรัมน้ำหนักแห้งต่อต้น

ตารางภาคผนวก ฉ-6 น้ำหนักแห้งของต้นและรากข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 และพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่ปลูกร่วมกับการใช้สารละลายโคโคซานที่ฉายรังสีปริมาณต่างๆ

ชุดการทดลอง	พันธุ์ข้าวเจ้า	
	พันธุ์สุพรรณบุรี 1	พันธุ์ปทุมธานี 1
Hoagland Solution (ชุดควบคุม)	0.0227 ± 0.0008 ¹ a ²	0.0206 ± 0.0008 ¹ ab ²
Deionized Water (แบบลค์)	0.0201 ± 0.0008 a	0.0172 ± 0.0007 b
โคโคซานที่ไม่ฉายรังสี	0.0217 ± 0.0005 a	0.0215 ± 0.0002 ab
โคโคซานฉายรังสี 50 KGy	0.0226 ± 0.0004 a	0.0195 ± 0.0009 ab
โคโคซานฉายรังสี 75 KGy	0.0210 ± 0.0007 a	0.0211 ± 0.0005 ab
โคโคซานฉายรังสี 100 KGy	0.0204 ± 0.0011 a	0.0221 ± 0.0005 a
โคโคซานฉายรังสี 150 KGy	0.0194 ± 0.0019 a	0.0182 ± 0.0020 ab
โคโคซานฉายรังสี 200 KGy	0.0210 ± 0.0037 a	0.0188 ± 0.0015 ab

หมายเหตุ ¹ ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ

² ตัวอักษรเหมือนกันในแนวดิ่ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี DNMR

น้ำหนักแห้งของต้นและรากข้าว มีหน่วยเป็นกรัมน้ำหนักแห้งต่อต้น

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของการทดลองเพื่อศึกษาหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของ
สารละลายไคโตซานฉายรังสีแกมมาต่อการเป็นสารเร่งการเจริญเติบโตของข้าว

ตารางภาคผนวก ข-1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของความสูงของต้นข้าวพันธุ์

สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ไม่ฉายรังสี, ไคโตซานฉาย
รังสี 75 KGy และไคโตซานฉายรังสี 100 KGy ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

Source of Variance	df	Mean Square	
		ความสูงของต้นข้าว	
Replication (R)	4	2.7169200	<1
Treatment (T)	24	7.3168200	ns
Among Factor (Factor)	23	7.5358225	ns
ไคโตซานฉายรังสีปริมาณต่าง ๆ (A)	2	8.4715833	ns
ความเข้มข้นของสารละลายไคโตซาน (B)	7	6.8070357	<1
A x B Interaction	14	7.7665357	ns
Among ชุดควบคุม vs Factor	1	2.2797633	<1
Error	96	6.8181700	
Total	124		

CV = 28.5 %

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

หมายเหตุ ความสูงของต้นข้าว มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

ชุดควบคุม คือ สารละลาย Hoagland Solution

ตารางภาคผนวก ช-2 ความสูงของข้าวพันธุ์สุวรรณบุรี 1 ที่ปลูกร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ไม่
ฉายรังสี, ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy และไคโตซานฉายรังสี 100 KGy ที่
ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

ชุดการทดลอง	ความสูงของต้นข้าว (เซนติเมตร)
Hoagland Solution (ชุดควบคุม)	8.50 ± 2.21 ¹ a ²
ไคโตซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 5 ppm	9.84 ± 1.73 a
ไคโตซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 10 ppm	10.86 ± 1.78 a
ไคโตซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 20 ppm	9.96 ± 1.74 a
ไคโตซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 50 ppm	8.26 ± 1.99 a
ไคโตซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 75 ppm	10.70 ± 1.56 a
ไคโตซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 100 ppm	7.94 ± 1.44 a
ไคโตซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 150 ppm	8.28 ± 1.74 a
ไคโตซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 200 ppm	10.40 ± 1.13 a
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 5 ppm	10.90 ± 1.99 a
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 10 ppm	9.48 ± 2.03 a
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 20 ppm	10.08 ± 1.79 a
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 50 ppm	8.98 ± 2.46 a
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 75 ppm	9.38 ± 2.02 a
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 100 ppm	8.50 ± 1.79 a
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 150 ppm	7.08 ± 1.76 a
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 200 ppm	8.48 ± 1.45 a
ไคโตซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 5 ppm	9.78 ± 2.11 a
ไคโตซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 10 ppm	10.04 ± 2.00 a
ไคโตซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 20 ppm	10.18 ± 1.69 a
ไคโตซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 50 ppm	8.12 ± 2.04 a
ไคโตซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 75 ppm	7.52 ± 1.89 a
ไคโตซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 100 ppm	10.74 ± 1.91 a
ไคโตซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 150 ppm	8.06 ± 1.94 a
ไคโตซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 200 ppm	6.98 ± 1.44 a

หมายเหตุ ¹ ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ

² ตัวอักษรเหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น
ร้อยละ 95 โดยวิธี DNMRT

ตารางภาคผนวก ข-3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของความยาวของรากข้าวพันธุ์
 สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกร่วมกับสารละลายโคโคซานที่ไม่ฉายรังสี, โคโคซานฉาย
 รังสี 75 KGy และโคโคซานฉายรังสี 100 KGy ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

Source of Variance	df	Mean Square	
		ความยาวของรากข้าว	
Replication (R)	4	1.3268800	<1
Treatment (T)	24	20.3393467	**
Among Factor (Factor)	23	21.0819094	**
โคโคซานฉายรังสีปริมาณต่าง ๆ (A)	2	4.4785833	ns
ความเข้มข้นของสารละลายโคโคซาน (B)	7	31.8399881	**
A x B Interaction	14	3.2604033	**
Among ชุดควบคุม vs Factor	1	2.8333383	ns
Error	96		
Total	124		

CV = 22.3 %

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

หมายเหตุ ความยาวของรากข้าว มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

ชุดควบคุม คือ สารละลาย Hoagland Solution

ตารางภาคผนวก ข-4 ความยาวของรากข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ไม่ฉายรังสี, ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy และไคโตซานฉายรังสี 100 KGy ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

ชุดการทดลอง	ความยาวของรากข้าว (เซนติเมตร)
Hoagland Solution (ชุดควบคุม)	6.76 ± 0.96 ¹ bc ²
ไคโตซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 5 ppm	10.00 ± 1.10 fg
ไคโตซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 10 ppm	10.56 ± 0.89 g
ไคโตซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 20 ppm	10.06 ± 0.97 fg
ไคโตซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 50 ppm	6.84 ± 1.35 bcd
ไคโตซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 75 ppm	8.04 ± 0.80 c-f
ไคโตซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 100 ppm	6.42 ± 0.98 abc
ไคโตซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 150 ppm	6.16 ± 0.92 abc
ไคโตซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 200 ppm	5.78 ± 0.76 abc
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 5 ppm	10.62 ± 1.17 g
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 10 ppm	9.32 ± 1.12 efg
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 20 ppm	9.78 ± 0.68 fg
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 50 ppm	6.58 ± 1.85 abc
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 75 ppm	8.24 ± 1.19 c-g
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 100 ppm	6.36 ± 0.81 abc
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 150 ppm	5.08 ± 1.12 ab
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 200 ppm	5.12 ± 0.64 ab
ไคโตซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 5 ppm	9.98 ± 1.28 fg
ไคโตซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 10 ppm	9.60 ± 1.06 fg
ไคโตซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 20 ppm	9.18 ± 1.18 d-g
ไคโตซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 50 ppm	7.16 ± 0.89 b-e
ไคโตซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 75 ppm	5.20 ± 1.05 ab
ไคโตซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 100 ppm	6.50 ± 0.94 abc
ไคโตซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 150 ppm	5.28 ± 1.17 ab
ไคโตซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 200 ppm	4.16 ± 1.09 a

หมายเหตุ ¹ ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ

² ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี DNMRT

ตารางภาคผนวก ข-5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งของดินและรากข้าว
พันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ไม่ฉายรังสี,
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy และไคโตซานฉายรังสี 100 KGy ที่ความเข้มข้น
ต่าง ๆ กัน

Source of Variance	df	Mean Square	
		น้ำหนักแห้งของดินและรากข้าว	
Replication (R)	4	0.0000022022800	<I
Treatment (T)	24	0.0000188620467	**
Among Factor (Factor)	23	0.0000154654348	*
ไคโตซานฉายรังสีปริมาณต่าง ๆ (A)	2	0.0000013157500	<I
ความเข้มข้นของสารละลายไคโตซาน (B)	7	0.0000221685238	*
A x B Interaction	14	0.0000141352738	ns
Among ชุดควบคุม vs Factor	1	0.0000969841200	**
Error	96	0.0000093169050	
Total	124		

CV = 14.0 %

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

หมายเหตุ น้ำหนักแห้งของดินและรากข้าว มีหน่วยเป็นกรัมน้ำหนักแห้งต่อดิน

ชุดควบคุม คือ สารละลาย Hoagland Solution

ตารางภาคผนวก ข-6 น้ำหนักแห้งของต้นและรากข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกร่วมกับสารละลาย
ไคโตซานที่ไม่ฉายรังสี, ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy และไคโตซานฉายรังสี
100 KGy ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

ชุดการทดลอง	น้ำหนักแห้งของต้นและรากข้าว (กรัม)
Hoagland Solution (ชุดควบคุม)	0.0175 ± 0.0211 ¹ a ²
ไคโตซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 5 ppm	0.0238 ± 0.0002 de
ไคโตซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 10 ppm	0.0226 ± 0.0014 b-e
ไคโตซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 20 ppm	0.0241 ± 0.0004 de
ไคโตซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 50 ppm	0.0209 ± 0.0011 a-e
ไคโตซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 75 ppm	0.0235 ± 0.0011 cde
ไคโตซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 100 ppm	0.0215 ± 0.0005 a-e
ไคโตซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 150 ppm	0.0202 ± 0.0016 a-e
ไคโตซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 200 ppm	0.0226 ± 0.0007 b-e
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 5 ppm	0.0227 ± 0.0019 b-e
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 10 ppm	0.0248 ± 0.0008 e
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 20 ppm	0.0245 ± 0.0003 de
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 50 ppm	0.0201 ± 0.0015 a-e
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 75 ppm	0.0222 ± 0.0010 b-e
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 100 ppm	0.0190 ± 0.0004 abc
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 150 ppm	0.0200 ± 0.0008 a-d
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 200 ppm	0.0205 ± 0.0014 a-e
ไคโตซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 5 ppm	0.0234 ± 0.0010 b-e
ไคโตซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 10 ppm	0.0237 ± 0.0008 cde
ไคโตซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 20 ppm	0.0237 ± 0.0006 cde
ไคโตซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 50 ppm	0.0220 ± 0.0007 a-e
ไคโตซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 75 ppm	0.0219 ± 0.0006 a-e
ไคโตซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 100 ppm	0.0187 ± 0.0038 ab
ไคโตซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 150 ppm	0.0200 ± 0.0021 a-d
ไคโตซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 200 ppm	0.0215 ± 0.0015 a-e

หมายเหตุ ¹ ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ

² ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี DNMR

ภาคผนวก ข

ข้อมูลการทดลองเพื่อศึกษาหาค่า E-Value

การทดลองเพื่อหาระยะเวลาสมมูล

ตารางภาคผนวก ข-1 แสดงค่า E-Value ที่ได้จากการทดลองเพื่อหาระยะเวลาที่ถึงจุดสมมูลระหว่างฟอสฟอรัส-31 ในดินกับฟอสฟอรัส-32 จากปุ๋ยที่เติมลงไปของดิน 2 ชุด ได้แก่ ดินเค็มซึ่งนำมาจากอำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา และดินเปรี้ยวซึ่งนำมาจากสถาบันวิจัยข้าว อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นของฟอสฟอรัส-31 ที่ 2 ความเข้มข้น ได้แก่ 60 ไมโครกรัม และ 120 ไมโครกรัม และใช้ระยะเวลาที่ทำให้ปฏิกิริยาเข้าสู่สมมูล 7 ช่วงเวลา ได้แก่ 2 ชั่วโมง, 1 วัน, 4 วัน, 7 วัน, 10 วัน, 14 วัน และ 21 วัน

การศึกษาปริมาณการแลกเปลี่ยนไอโซโทปของฟอสฟอรัสในดินผสมสารละลาย

โคโคซานที่ตัดโพลิเมอร์ด้วยการฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวก ข-2 แสดงค่า E-Value ที่ได้จากการทดลองเพื่อศึกษาปริมาณการแลกเปลี่ยนไอโซโทปของฟอสฟอรัสในดินเค็มและดินเปรี้ยวที่ผสมสารละลายโคโคซานที่ตัดโพลิเมอร์ด้วยการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ กัน 3 ระดับ ได้แก่ โคโคซานที่ไม่ฉายรังสี (0 KGy), โคโคซานที่ฉายรังสี 75 KGy และโคโคซานที่ฉายรังสี 100 KGy โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นของสารละลายโคโคซานที่ 3 ความเข้มข้น ได้แก่ 75, 100 และ 200 ppm ตามลำดับ

ตารางภาคผนวก ข-1 ค่า E-Value ของชุดดินตัวอย่าง เพื่อศึกษาหาระยะเวลาสมดุล

ชนิดของดิน	ความเข้มข้นของ ฟอสฟอรัส	ระยะเวลา ในการทำปฏิกิริยา แลกเปลี่ยนไอออน	ครั้งที่	ปริมาณฟอสฟอรัส-31 (ppm)			ฟอสฟอรัส-32 (dpm)			E-Value (มิลลิกรัม P / ดิน 100 กรัม)
				เริ่มต้น	ที่เหลืออยู่ในสารละลาย	เริ่มต้น	ที่เหลืออยู่ในสารละลาย	เริ่มต้น	ที่เหลืออยู่ในสารละลาย	
ดินเค็ม	60 ไมโครกรัม	2 ชั่วโมง	1	60.0000	212.5470	4003881.0000	3619106.7688	7.0058		
			2	60.0000	202.2541	4003881.0000	3161499.5298	7.8458		
			3	60.0000	221.5532	4003881.0000	3540006.7655	7.6234		
			เฉลี่ย	60.0000	212.1181	4003881.0000	3440204.3547	7.4917 ± 0.2513		
ดินเค็ม	60 ไมโครกรัม	1 วัน	1	60.0000	302.6092	4003881.0000	3475172.9493	11.5459		
			2	60.0000	289.0999	4003881.0000	3438390.9489	11.0659		
			3	60.0000	323.1949	4003881.0000	3389792.3015	12.8698		
			เฉลี่ย	60.0000	304.9680	4003881.0000	3434452.0665	11.8272 ± 0.5394		
ดินเค็ม	60 ไมโครกรัม	4 วัน	1	60.0000	381.7354	4003881.0000	3107663.2746	17.2730		
			2	60.0000	383.0220	4003881.0000	3011077.2046	17.9724		
			3	60.0000	364.3662	4003881.0000	3063643.8244	16.6476		
			เฉลี่ย	60.0000	376.3745	4003881.0000	3060794.7679	17.2977 ± 0.3826		
ดินเค็ม	60 ไมโครกรัม	7 วัน	1	60.0000	392.6715	4003881.0000	2778022.5507	20.2378		
			2	60.0000	395.2447	4003881.0000	2940009.9991	19.1307		
			3	60.0000	420.3335	4003881.0000	2825778.9256	21.4230		
			เฉลี่ย	60.0000	402.7499	4003881.0000	2847937.1584	20.2639 ± 0.6619		
ดินเค็ม	60 ไมโครกรัม	10 วัน	1	60.0000	457.6450	4003881.0000	3562988.2557	18.1710		
			2	60.0000	342.4940	4003881.0000	2826271.5196	17.0080		
			3	60.0000	353.4301	4003881.0000	2827059.3271	17.6221		
			เฉลี่ย	60.0000	384.5230	4003881.0000	3072106.3675	17.6004 ± 0.3359		
ดินเค็ม	60 ไมโครกรัม	14 วัน	1	60.0000	342.4940	4003881.0000	3756493.3672	12.2020		
			2	60.0000	304.5391	4003881.0000	2887626.8781	14.4905		
			3	60.0000	387.5251	4003881.0000	3310945.1049	16.3452		
			เฉลี่ย	60.0000	344.8527	4003881.0000	3318355.1167	14.3459 ± 1.1982		

ตารางภาคผนวก ข-1 (ต่อ)

ชนิดของดิน	ความเข้มข้นของ ฟอสฟอรัส	ระยะเวลา ในการทำปฏิกิริยา แลกเปลี่ยนไอออน	ครั้งที่	ปริมาณฟอสฟอรัส-31 (ppm)		ฟอสฟอรัส-32 (dpm)		E-Value (มีลิกรัม P / ดิน 100 กรัม)
				เริ่มต้น	ที่เหลืออยู่ในสารละลาย	เริ่มต้น	ที่เหลืออยู่ในสารละลาย	
ดินเค็ม	60 ไมโครกรัม	21 วัน	1	60.0000	249.2152	4003881.0000	2788295.7531	11.9145
			2	60.0000	253.7183	4003881.0000	2760306.4800	12.3209
			3	60.0000	261.4379	4003881.0000	2830972.7938	12.3902
			เฉลี่ย	60.0000	254.7905	4003881.0000	2793191.6756	12.2086 ± 0.1484
ดินเค็ม	120 ไมโครกรัม	2 ชั่วโมง	1	120.0000	262.0812	4003881.0000	3422701.6153	7.4633
			2	120.0000	267.8709	4003881.0000	3151598.2217	8.8124
			3	120.0000	291.0298	4003881.0000	3452107.9749	8.7019
			เฉลี่ย	120.0000	273.6606	4003881.0000	3342135.9373	8.3259 ± 0.4325
ดินเค็ม	120 ไมโครกรัม	1 วัน	1	120.0000	346.3538	4003881.0000	3288680.7955	12.0671
			2	120.0000	292.3164	4003881.0000	3281009.1629	9.4688
			3	120.0000	336.0609	4003881.0000	3278997.1637	11.6141
			เฉลี่ย	120.0000	324.9104	4003881.0000	3282895.7074	11.0500 ± 0.8013
ดินเค็ม	120 ไมโครกรัม	4 วัน	1	120.0000	406.8241	4003881.0000	3439223.1872	14.1447
			2	120.0000	393.9581	4003881.0000	3326810.1438	14.1655
			3	120.0000	431.2696	4003881.0000	2494434.6436	22.8897
			เฉลี่ย	120.0000	410.6840	4003881.0000	3086822.6582	17.0666 ± 2.9115
ดินเค็ม	120 ไมโครกรัม	7 วัน	1	120.0000	426.7665	4003881.0000	2788082.0234	19.7147
			2	120.0000	426.1232	4003881.0000	2756587.8746	19.9574
			3	120.0000	429.9830	4003881.0000	2709085.4742	20.6197
			เฉลี่ย	120.0000	427.6242	4003881.0000	2751251.7907	20.0972 ± 0.2704
ดินเค็ม	120 ไมโครกรัม	10 วัน	1	120.0000	432.5562	4003881.0000	2598707.9641	21.8579
			2	120.0000	471.7976	4003881.0000	2749866.2507	22.6780
			3	120.0000	370.1559	4003881.0000	2867194.6204	15.8761
			เฉลี่ย	120.0000	424.8366	4003881.0000	2738589.6117	20.1373 ± 2.1437

ตารางภาคผนวก ข-1 (ต่อ)

ชนิดของดิน	ความเข้มข้นของ ฟอสฟอรัส	ระยะเวลา ในการทำปฏิกิริยา แลกเปลี่ยนไอออน	ปริมาณฟอสฟอรัส-31 (ppm)		ฟอสฟอรัส-32 (dpm)		E-Value (มิลลิกรัม P / ดิน 100 กรัม)	
			เริ่มต้น	ที่เหลืออยู่ในสารละลาย	เริ่มต้น	ที่เหลืออยู่ในสารละลาย		
ดินเค็ม	120 ไมโครกรัม	14 วัน	1	120.0000	389.4550	4003881.0000	3342295.8010	13.8618
			2	120.0000	417.1170	4003881.0000	3176048.7694	16.2335
			3	120.0000	364.3662	4003881.0000	2837093.6767	15.7686
			เฉลี่ย	120.0000	390.3127	4003881.0000	3118479.4157	15.2880 ± 0.7256
ดินเค็ม	120 ไมโครกรัม	21 วัน	1	120.0000	357.9332	4003881.0000	2874183.6381	15.1448
			2	120.0000	339.9207	4003881.0000	3066347.2047	12.9541
			3	120.0000	369.5126	4003881.0000	2947812.5134	15.2757
			เฉลี่ย	120.0000	355.7889	4003881.0000	2962781.1187	14.4582 ± 0.7530
ดินเปรี้ยว	60 ไมโครกรัม	2 ชั่วโมง	1	60.0000	334.4815	4003881.0000	3068542.4972	14.5355
			2	60.0000	311.6155	4003881.0000	3155684.5945	13.4149
			3	60.0000	341.8507	4003881.0000	3153562.8910	14.9611
			เฉลี่ย	60.0000	325.9825	4003881.0000	3125929.9942	14.3038 ± 0.8172
ดินเปรี้ยว	60 ไมโครกรัม	1 วัน	1	60.0000	437.0593	4003881.0000	1950804.3593	33.4813
			2	60.0000	339.2774	4003881.0000	1951859.6408	25.4386
			3	60.0000	354.7167	4003881.0000	2051045.4073	25.2979
			เฉลี่ย	60.0000	377.0178	4003881.0000	1984569.8025	28.0726 ± 2.7046
ดินเปรี้ยว	60 ไมโครกรัม	4 วัน	1	60.0000	177.8087	4003881.0000	699626.3942	38.3031
			2	60.0000	213.1903	4003881.0000	785026.8626	41.0935
			3	60.0000	224.7697	4003881.0000	800096.5140	42.5921
			เฉลี่ย	60.0000	205.2562	4003881.0000	761583.2569	40.6629 ± 1.2567
ดินเปรี้ยว	60 ไมโครกรัม	7 วัน	1	60.0000	159.7962	4003881.0000	601306.3835	40.1610
			2	60.0000	154.6498	4003881.0000	582756.0963	40.1014
			3	60.0000	182.3118	4003881.0000	600632.0079	46.2124
			เฉลี่ย	60.0000	165.5859	4003881.0000	594898.1625	42.1583 ± 2.0271

ตารางภาคผนวก ข-1 (ต่อ)

ชนิดของดิน	ความเข้มข้นของ ฟอสฟอรัส	ระยะเวลา ในการทำปฏิกิริยา แลกเปลี่ยนไอออน	ครั้งที่	ปริมาณฟอสฟอรัส-31 (ppm)		ฟอสฟอรัส-32 (dpm)		E-Value (มิลลิกรัม P / ดิน 100 กรัม)
				เริ่มต้น	ที่เหลืออยู่ในสารละลาย	เริ่มต้น	ที่เหลืออยู่ในสารละลาย	
ดินเปรี้ยว	60 ไมโครกรัม	10 วัน	1	60.0000	118.6249	4003881.0000	567469.9328	31.0791
			2	60.0000	129.5610	4003881.0000	537401.2015	36.2115
			3	60.0000	110.9053	4003881.0000	460841.0095	36.1427
			เฉลี่ย	60.0000	119.6970	4003881.0000	521904.0479	34.4778 ± 1.6994
ดินเปรี้ยว	60 ไมโครกรัม	14 วัน	1	60.0000	75.5236	4003881.0000	384694.6992	29.0418
			2	60.0000	123.7713	4003881.0000	514191.8382	36.1510
			3	60.0000	85.8165	4003881.0000	394192.0733	32.4661
			เฉลี่ย	60.0000	95.0371	4003881.0000	431026.2036	32.5530 ± 2.0527
ดินเปรี้ยว	60 ไมโครกรัม	21 วัน	1	60.0000	81.9567	4003881.0000	454345.6816	26.4894
			2	60.0000	67.1607	4003881.0000	368055.7033	26.8242
			3	60.0000	85.8165	4003881.0000	425658.4142	29.8887
			เฉลี่ย	60.0000	78.3113	4003881.0000	416019.9330	27.7341 ± 3.6463
ดินเปรี้ยว	120 ไมโครกรัม	2 ชั่วโมง	1	120.0000	404.2509	4003881.0000	2886759.8945	17.6275
			2	120.0000	484.0204	4003881.0000	3356232.6181	18.2968
			3	120.0000	403.6076	4003881.0000	2697384.2831	19.1639
			เฉลี่ย	120.0000	430.6263	4003881.0000	2980125.5986	18.3628 ± 0.4447
ดินเปรี้ยว	120 ไมโครกรัม	1 วัน	1	120.0000	458.9316	4003881.0000	1805929.4601	35.8994
			2	120.0000	418.4036	4003881.0000	1604062.3756	36.9749
			3	120.0000	411.9706	4003881.0000	1593826.3744	36.5968
			เฉลี่ย	120.0000	429.7686	4003881.0000	1667939.4034	36.4904 ± 0.3150
ดินเปรี้ยว	120 ไมโครกรัม	4 วัน	1	120.0000	276.2339	4003881.0000	930294.4394	42.7552
			2	120.0000	250.5018	4003881.0000	822697.1117	43.9654
			3	120.0000	215.1202	4003881.0000	732390.0363	42.2414
			เฉลี่ย	120.0000	247.2853	4003881.0000	828460.5291	42.9873 ± 0.5111

ตารางภาคผนวก ซ-1 (ต่อ)

ชนิดของดิน	ความชื้นดินของ ฟอสฟอรัส	ระยะเวลา ในการทำปฏิกิริยา แลกเปลี่ยนไอออน	ครั้งที่	ปริมาณฟอสฟอรัส-31 (ppm)		ฟอสฟอรัส-32 (dpm)		E-Value (มิลลิกรัม P / ดิน 100 กรัม)
				เริ่มต้น	ที่เหลืออยู่ในสารละลาย	เริ่มต้น	ที่เหลืออยู่ในสารละลาย	
ดินเปรี้ยว	120 ไมโครกรัม	7 วัน	1	120.0000	164.2993	4003881.0000	503164.5601	47.4958
			2	120.0000	156.5797	4003881.0000	505291.9672	44.8288
			3	120.0000	146.9302	4003881.0000	479041.6896	44.3223
			เฉลี่ย	120.0000	155.9364	4003881.0000	495832.7390	45.5490 ± 0.9843
ดินเปรี้ยว	120 ไมโครกรัม	10 วัน	1	120.0000	132.1342	4003881.0000	421519.0618	45.4041
			2	120.0000	197.7510	4003881.0000	451059.6655	65.4144
			3	120.0000	93.5361	4003881.0000	316094.2269	42.5919
			เฉลี่ย	120.0000	141.1404	4003881.0000	396224.3181	51.1368 ± 7.1848
ดินเปรี้ยว	120 ไมโครกรัม	14 วัน	1	120.0000	101.2557	4003881.0000	429456.7578	32.9608
			2	120.0000	111.5486	4003881.0000	380122.0902	42.1983
			3	120.0000	78.7402	4003881.0000	260914.4795	43.5325
			เฉลี่ย	120.0000	97.1815	4003881.0000	356831.1092	39.5639 ± 3.3239
ดินเปรี้ยว	120 ไมโครกรัม	21 วัน	1	120.0000	62.0143	4003881.0000	274483.5807	31.3840
			2	120.0000	60.7277	4003881.0000	261386.4989	32.4087
			3	120.0000	82.6000	4003881.0000	287344.7010	41.2381
			เฉลี่ย	120.0000	68.4473	4003881.0000	274404.9269	35.0103 ± 3.1279

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยของค่า E-Value ที่คำนวณจาก 3 ซ้ำ โดยตัดค่าที่สูงหรือต่ำออก 1 ค่า (ทำการทดลองจริง 4 ซ้ำ)

ตารางภาคผนวก ข-2 ค่า E-Value ของชุดดินตัวอย่าง เพื่อศึกษาปริมาณการแลกเปลี่ยนไอโซโทปของฟอสฟอรัสในดินผสมสารละลายโคโคซาน

ชนิดของดิน	โคโคซานดูดซับ รังสีแกมมา	ความเข้มข้น ของสารละลาย โคโคซาน (ppm)	ครั้งที่	ปริมาณฟอสฟอรัส-31 (ppm)		ฟอสฟอรัส-32 (dpm)		E-Value (มิลลิกรัม P / ดิน 100 กรัม)
				เริ่มต้น	ที่เหลืออยู่ในสารละลาย	เริ่มต้น	ที่เหลืออยู่ในสารละลาย	
ดินเค็ม	โคโคซานไม่ละลาย (0 KGy)	75	1	120.0000	442.8491	4528800.0000	3813077.1899	16.2389
			2	120.0000	466.6512	4528800.0000	3661232.5161	18.2892
			3	120.0000	463.4347	4528800.0000	3836660.8546	17.0816
			4	120.0000	495.5998	4528800.0000	4051535.9994	17.3592
			เฉลี่ย	120.0000	467.1337	4528800.0000	3840626.0400	17.2422 ± 0.4225
ดินเค็ม	โคโคซานไม่ละลาย (0 KGy)	100	1	120.0000	401.6777	4528800.0000	3414583.2732	16.5100
			2	120.0000	457.0017	4528800.0000	3446159.2600	19.2229
			3	120.0000	445.4223	4528800.0000	3442683.5384	18.6379
			4	120.0000	489.2244	4528800.0000	3617403.0847	18.6978
			เฉลี่ย	120.0000	443.3315	4528800.0000	3480207.2891	18.2671 ± 0.6003
ดินเค็ม	โคโคซานไม่ละลาย (0 KGy)	200	1	120.0000	471.7976	4528800.0000	3528312.3350	19.4232
			2	120.0000	446.0656	4528800.0000	3014665.7903	22.0042
			3	120.0000	466.0079	4528800.0000	3686191.8758	18.1012
			4	120.0000	462.1481	4528800.0000	3630063.7680	18.2627
			เฉลี่ย	120.0000	461.5048	4528800.0000	3464808.4423	19.4478 ± 0.9015
ดินเค็ม	โคโคซานไม่ละลาย (75 KGy)	75	1	120.0000	381.7354	4528800.0000	3578860.1497	14.5224
			2	120.0000	401.0344	4528800.0000	3854630.6778	14.0470
			3	120.0000	398.4612	4528800.0000	3708352.0804	14.6647
			4	120.0000	397.1746	4528800.0000	3769179.6483	14.2888
			เฉลี่ย	120.0000	394.6014	4528800.0000	3727755.6390	14.3807 ± 0.1356
ดินเค็ม	โคโคซานไม่ละลาย (75 KGy)	100	1	120.0000	403.6076	4528800.0000	3766997.0045	14.6092
			2	120.0000	443.4924	4528800.0000	3503837.8080	18.1290
			3	120.0000	446.7089	4528800.0000	3545884.9610	18.0214
			4	120.0000	461.5048	4528800.0000	3547240.8776	18.7683
			เฉลี่ย	120.0000	438.8284	4528800.0000	3590990.1628	17.3820 ± 1.8777

ตารางภาคผนวก ข-2 (ต่อ)

ชนิดของดิน	ไคโตซานตัดลาย รังสีแกมมา	ความเข้มข้น ของสารละลาย ไคโตซาน (ppm)	ปริมาณฟอสฟอรัส-31 (ppm)		ฟอสฟอรัส-32 (dpm)		E-Value (มิลลิกรัม P / ดิน 100 กรัม)
			ครั้งที่	เริ่มต้น	ที่เหลืออยู่ในสารละลาย	เริ่มต้น	ที่เหลืออยู่ในสารละลาย
ดินเค็ม	ไคโตซานลายรังสี 75 KGy	200	1	120.0000	409.3974	4528800.0000	3736537.8332
			2	120.0000	433.8428	4528800.0000	3626347.0511
			3	120.0000	429.3397	4528800.0000	3647673.7199
			4	120.0000	471.7976	4528800.0000	3574251.6619
ดินเค็ม	ไคโตซานลายรังสี 100 KGy	75	เฉลี่ย	120.0000	436.0944	4528800.0000	3646202.5665
			1	120.0000	577.2992	4528800.0000	3712919.3924
			2	120.0000	575.3693	4528800.0000	3910232.5721
			3	120.0000	456.3584	4528800.0000	3584697.7811
ดินเค็ม	ไคโตซานลายรังสี 100 KGy	100	4	120.0000	382.3787	4528800.0000	3688447.3446
			เฉลี่ย	120.0000	497.8514	4528800.0000	4474074.2726
			1	120.0000	506.5359	4528800.0000	3803312.6861
			2	120.0000	521.9752	4528800.0000	3448062.2820
ดินเค็ม	ไคโตซานลายรังสี 100 KGy	200	3	120.0000	537.4144	4528800.0000	3705276.4514
			4	120.0000	529.6948	4528800.0000	3501249.2357
			เฉลี่ย	120.0000	523.9051	4528800.0000	3614475.1638
			1	120.0000	543.8475	4528800.0000	3850177.4083
ดินเค็ม	Blank	-	2	120.0000	489.8101	4528800.0000	3606817.7634
			3	120.0000	520.6886	4528800.0000	3317154.6899
			4	120.0000	628.1200	4528800.0000	3507600.1371
			เฉลี่ย	120.0000	545.6165	4528800.0000	3620437.4997
ดินเค็ม	Blank	-	1	120.0000	410.6840	4528800.0000	3923916.6781
			2	120.0000	399.7478	4528800.0000	3827241.9953
			3	120.0000	532.9113	4528800.0000	4051916.5285
			4	120.0000	532.2680	4528800.0000	3838054.2980
ดินเค็ม	Blank	-	เฉลี่ย	120.0000	468.9028	4528800.0000	3910282.3750
							16.9071 ± 1.6192

ตารางภาคผนวก ซ-2 (ต่อ)

ชนิดของดิน	ไคโดซานต้นสาย รังสีแกมมา	ความเข้มข้น ของสารละลาย ไคโดซาน (ppm)	ปริมาณฟอสฟอรัส-31 (ppm)		ฟอสฟอรัส-32 (dpm)		E-Value (มิลลิกรัม P / ดิน 100 กรัม)
			เริ่มต้น	ที่เหลืออยู่ในสารละลาย	เริ่มต้น	ที่เหลืออยู่ในสารละลาย	
ดินส้ม	Control	-	1	120.0000	77.4536	0	0
			2	120.0000	85.8165	0	0
			3	120.0000	72.9504	0	0
			4	120.0000	62.0143	0	0
			เฉลี่ย	120.0000	70.3772	0	0
ดินเปรี้ยว	ไคโดซานไม่ฉายรังสี (0 KGy)	75	1	120.0000	66.5174	4757016.0000	546517.0141
			2	120.0000	49.7916	4757016.0000	449398.7379
			3	120.0000	53.6514	4757016.0000	428151.4312
			4	120.0000	56.8679	4757016.0000	391867.0007
			เฉลี่ย	120.0000	56.7071	4757016.0000	453983.5460
ดินเปรี้ยว	ไคโดซานไม่ฉายรังสี (0 KGy)	100	1	120.0000	54.2947	4757016.0000	361865.1308
			2	120.0000	56.8679	4757016.0000	409745.6564
			3	120.0000	56.8679	4757016.0000	364438.7846
			4	120.0000	54.2947	4757016.0000	357572.5787
			เฉลี่ย	120.0000	55.5813	4757016.0000	373405.5376
ดินเปรี้ยว	ไคโดซานไม่ฉายรังสี (0 KGy)	200	1	120.0000	63.9442	4757016.0000	328198.6490
			2	120.0000	65.8741	4757016.0000	296219.4328
			3	120.0000	67.1607	4757016.0000	275344.2389
			4	120.0000	59.4411	4757016.0000	275344.2389
			เฉลี่ย	120.0000	64.1050	4757016.0000	293776.6399
ดินเปรี้ยว	ไคโดซานฉายรังสี 75 KGy	75	1	120.0000	58.7978	4757016.0000	423934.8597
			2	120.0000	53.6514	4757016.0000	477354.8456
			3	120.0000	58.1545	4757016.0000	422404.9972
			4	120.0000	56.8679	4757016.0000	386849.8065
			เฉลี่ย	120.0000	56.8679	4757016.0000	427636.1272

20.6865 ± 1.4234

ตารางภาคผนวก ข-2 (ต่อ)

ชนิดของดิน	ไอโซโตปต้นตอของรังสีแกมมา	ความเข้มข้นของสารละลายไอโซโตป (ppm)	ปริมาณฟอสฟอรัส-31 (ppm)		ฟอสฟอรัส-32 (dpm)		E-Value (มิลลิกรัม P / ดิน 100 กรัม)	
			เริ่มต้น	ที่เหลืออยู่ในสารละลาย	เริ่มต้น	ที่เหลืออยู่ในสารละลาย		
ดินเปรี้ยว	ไอโซโตปฉายรังสี 75 Kgy	100	1	120.0000	54.9380	4757016.0000	395230.1570	21.6495
			2	120.0000	60.0844	4757016.0000	373317.3361	25.8251
			3	120.0000	59.4411	4757016.0000	418783.2108	22.2080
			4	120.0000	54.9380	4757016.0000	420438.3686	20.0637
			เฉลี่ย	120.0000	57.3504	4757016.0000	401942.2681	22.4366 ± 1.2174
ดินเปรี้ยว	ไอโซโตปฉายรังสี 75 Kgy	200	1	120.0000	72.9504	4757016.0000	359351.7579	33.8280
			2	120.0000	62.6576	4757016.0000	307232.2892	34.0062
			3	120.0000	68.4473	4757016.0000	385218.5391	29.0099
			4	120.0000	71.6638	4757016.0000	343640.5234	34.8817
			เฉลี่ย	120.0000	68.9298	4757016.0000	348860.7774	32.9315 ± 1.3273
ดินเปรี้ยว	ไอโซโตปฉายรังสี 100 Kgy	75	1	120.0000	75.5236	4757016.0000	443262.0155	27.6203
			2	120.0000	65.2308	4757016.0000	412037.2365	25.3239
			3	120.0000	59.4411	4757016.0000	415941.1249	22.3925
			4	120.0000	56.8679	4757016.0000	426390.8388	20.5778
			เฉลี่ย	120.0000	64.2659	4757016.0000	424407.8039	23.9786 ± 1.5587
ดินเปรี้ยว	ไอโซโตปฉายรังสี 100 Kgy	100	1	120.0000	67.8040	4757016.0000	421579.5311	25.8035
			2	120.0000	62.6576	4757016.0000	343509.1783	29.9080
			3	120.0000	62.6576	4757016.0000	422981.0795	23.3869
			4	120.0000	58.7978	4757016.0000	410215.6413	22.4737
			เฉลี่ย	120.0000	62.9793	4757016.0000	399571.3576	25.3930 ± 1.6608
ดินเปรี้ยว	ไอโซโตปฉายรังสี 100 Kgy	200	1	120.0000	56.8679	4757016.0000	339537.0635	27.0694
			2	120.0000	72.9504	4757016.0000	421219.1522	28.1545
			3	120.0000	69.7339	4757016.0000	380836.5449	30.0418
			4	120.0000	70.3772	4757016.0000	354700.9364	32.9541
			เฉลี่ย	120.0000	67.4824	4757016.0000	374073.4243	29.5550 ± 1.2887

ตารางภาคผนวก ข-2 (ต่อ)

ชนิดของดิน	ไอโซโทปต้นตำแย รังสีแกมมา	ความเข้มข้น ของสารละลาย ไอโซโทป (ppm)	ปริมาณฟอสฟอรัส-31 (ppm)		ฟอสฟอรัส-32 (dpm)		E-Value (มิลลิกรัม P / ดิน 100 กรัม)	
			เริ่มต้น	ที่เหลืออยู่ในสารละลาย	เริ่มต้น	ที่เหลืออยู่ในสารละลาย		
ดินบรียว	Blank	-	1	120.0000	56.8679	4757016.0000	373970.6594	24.1350
			2	120.0000	61.3710	4757016.0000	465198.3746	20.3027
			3	120.0000	54.9380	4757016.0000	362278.8254	24.0552
			4	120.0000	53.6514	4757016.0000	421506.0918	19.4199
			เฉลี่ย	120.0000	56.7071	4757016.0000	405738.4878	21.9782 ± 1.2355
ดินบรียว	Control	-	1	120.0000	51.7215	0	4355.4524	-
			2	120.0000	51.0782	0	4736.0137	-
			3	120.0000	51.7215	0	5603.7931	-
			4	120.0000	52.3648	0	4183.8642	-
			เฉลี่ย	120.0000	51.9788	0	6571.5007	-

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยของค่า E-Value คำนวณจาก 4 ซ้ำ โดยตัดค่าที่สูงหรือต่ำออก 1 ค่า (ทำการทดลองจริง 5 ซ้ำ)

ภาคผนวก ฅ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของการทดลองเพื่อศึกษาหาค่า E-Value

การทดลองเพื่อหาระยะเวลาสมมูล

ตารางภาคผนวก ฅ-1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า E-Value จากการทดลองเพื่อหา
ระยะเวลาสมมูล

Source of Variance	df	Mean Square	
		ค่า E-Value	
Treatment	27	490.8037204181	**
ระยะเวลาที่ทำให้ปฏิกิริยาเข้าสู่สมมูล (A)	6	572.8468752105	**
ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส-31 (B)	1	318.5432288305	**
ชนิดของดิน (C)	1	8496.5277276043	**
A x B Interaction	6	24.3557771727	ns
A x C Interaction	6	95.2785843265	**
B x C Interaction	1	205.0750000119	**
A x B x C Interaction	6	12.7778457641	ns
Error	56	12.1122692564	
Total	83		

CV = 14.0 %

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

หมายเหตุ ค่า E-Value มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม P / ดิน 100 กรัม

ตารางภาคผนวก ณ-2 ค่า E-Value ที่ได้จากการทดลองเพื่อหาระยะเวลาสมดุล

ระยะเวลาที่ทำให้ ปฏิกิริยาเข้าสู่สมดุล	ค่า E-Value ของดินเค็ม ¹ (มิลลิกรัม P / ดิน 100 กรัม)		ค่า E-Value ของดินเปรี้ยว ¹ (มิลลิกรัม P / ดิน 100 กรัม)	
	ความเข้มข้นของ ฟอสฟอรัส-31 60 ไมโครกรัม	ความเข้มข้นของ ฟอสฟอรัส-31 120 ไมโครกรัม	ความเข้มข้นของ ฟอสฟอรัส-31 60 ไมโครกรัม	ความเข้มข้นของ ฟอสฟอรัส-31 120 ไมโครกรัม
2 ชั่วโมง	7.4917 ± 0.2513 c ²	8.3259 ± 0.4325 c ²	14.3038 ± 0.8127 d ²	18.3628 ± 0.4447 d ²
1 วัน	11.8272 ± 0.5394 bc	11.0500 ± 0.8013 bc	28.0726 ± 2.7046 c	36.4904 ± 0.3150 c
4 วัน	17.2977 ± 0.3826 ab	17.0666 ± 2.9115 ab	40.6629 ± 1.2567 a	42.9873 ± 0.5111 b
7 วัน	20.2639 ± 0.6619 a	20.0972 ± 0.2704 a	42.1583 ± 2.0271 a	45.5490 ± 0.9843 ab
10 วัน	17.6004 ± 0.3359 ab	20.1373 ± 2.1437 a	34.4778 ± 1.6994 b	51.1368 ± 7.1848 a
14 วัน	14.3459 ± 1.1982 ab	15.2880 ± 0.7256 ab	32.5530 ± 2.0527 bc	39.5639 ± 3.3239 bc
21 วัน	12.2086 ± 0.1484 bc	14.4582 ± 0.7530 ab	27.7341 ± 3.6463 c	35.0103 ± 3.1279 c

หมายเหตุ

¹ ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ

² ตัวอักษรเหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธีDNMRT

ตารางภาคผนวก ณ-3 ค่า E-Value ที่ได้จากการทดลองเพื่อหาระยะเวลาสมดุล เปรียบเทียบ 2 ปัจจัย
ระหว่างความเข้มข้นของฟอสฟอรัส-31 กับชนิดของดิน

ชนิดของดิน	ค่า E-Value (มิลลิกรัม P / ดิน 100 กรัม)		ผลต่าง
	ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส-31 60 ไมโครกรัม	ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส-31 120 ไมโครกรัม	
ดินเค็ม	14.4336 ± 1.5874	15.2033 ± 1.7749	-0.7697 ns
ดินเปรี้ยว	31.4232 ± 3.5013	38.4429 ± 4.1412	-7.0197 **

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

หมายเหตุ ค่า E-Value มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม P / ดิน 100 กรัม

การศึกษาปริมาณการแลกเปลี่ยนไอโซโทปของฟอสฟอรัสในดินผสมสารละลาย
ไคโตซานที่ตัดโพลีเมอร์ด้วยการฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวก ฉ-4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า E-Value สำหรับดินเค็มและ
ดินเปรี้ยวที่ผสมสารละลายไคโตซานที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ

Source of Variance	df	Mean Square	
		ค่า E-Value	
Treatment	17	145.39722268750	**
ความเข้มข้นของสารละลายไคโตซาน (A)	2	381.78912050847	**
ไคโตซานฉายรังสี (B)	2	33.84812309431	**
ชนิดของดิน (C)	1	1132.55872278126	**
A x B Interaction	4	12.65497352139	ns
A x C Interaction	2	140.56427143042	**
B x C Interaction	2	11.29012543041	ns
A x B x C Interaction	4	38.39772197333	**
Error	54	5.78310523301	
Total	71		

CV = 10.9 %

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

หมายเหตุ ค่า E-Value มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม P / ดิน 100 กรัม

ตารางภาคผนวก ฉ-5 ค่า E-Value ของดินเค็มและดินเปรี้ยวที่ผสมสารละลายไคโตซานที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ

ชุดการทดลอง	ชนิดของดิน	
	ค่า E-Value ของดินเค็ม (มิลลิกรัม P /100 กรัม)	ค่า E-Value ของดินเปรี้ยว (มิลลิกรัม P /100 กรัม)
ความเข้มข้นของไคโตซาน 75 ppm		
ไคโตซานไม่ฉายรังสี (0 KGy)	17.2422 ± 0.4225^1 a ²	19.1248 ± 1.3626^1 b ²
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy	14.3807 ± 0.1356 a	20.6865 ± 1.4234 ab
ไคโตซานฉายรังสี 100 KGy	15.5436 ± 1.1904 a	23.9786 ± 1.5587 a
ความเข้มข้นของไคโตซาน 100 ppm		
ไคโตซานไม่ฉายรังสี (0 KGy)	18.2671 ± 0.6003 ab	23.5858 ± 0.7011 a
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy	17.3820 ± 0.9389 a	22.4366 ± 1.2174 a
ไคโตซานฉายรังสี 100 KGy	21.5075 ± 0.7751 a	25.3930 ± 1.6608 a
ความเข้มข้นของไคโตซาน 200 ppm		
ไคโตซานไม่ฉายรังสี (0 KGy)	19.4478 ± 0.9015 ab	36.9196 ± 1.9231 a
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy	16.8886 ± 0.8399 b	32.9315 ± 1.3273 b
ไคโตซานฉายรังสี 100 KGy	22.5617 ± 1.7524 a	29.5550 ± 1.2887 b

หมายเหตุ ¹ ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

² ตัวอักษรเหมือนกันในแนวดังภายใต้ความเข้มข้นของไคโตซานแต่ละระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี DNMR

ตารางภาคผนวก ฉ-6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า E-Value สำหรับดินเค็มที่ผสม
สารละลายไคโตซานที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ เปรียบเทียบกับแบลงค์

Source of Variance	df	Mean Square	
		ค่า E-value	
Treatment	9	25.686921080111	**
แบลงค์ vs ดินเค็มผสมไคโตซานฉายรังสี	1	5.433802938778	ns
Residual	8	28.218560847778	**
Error	30	4.192410040500	
Total	39		

CV = 11.4 %

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

หมายเหตุ ค่า E-Value มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม P / ดิน 100 กรัม

ตารางภาคผนวก ฉ-7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า E-Value สำหรับดินเปรี้ยวที่
ผสมสารละลายไคโตซานที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ เปรียบเทียบกับ
แบลงค์

Source of Variance	df	Mean Square	
		ค่า E-Value	
Treatment	9	130.40645173733	**
แบลงค์ vs ดินเปรี้ยวผสมไคโตซานฉายรังสี	1	60.21248951211	**
Residual	8	139.18069701548	**
Error	30	7.87651947050	
Total	39		

CV = 10.9 %

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

หมายเหตุ ค่า E-Value มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม P / ดิน 100 กรัม

ภาคผนวก ญ
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของการทดลองเพื่อศึกษาหาค่า % FPU

1. การตรวจผลการเจริญเติบโตของข้าว

ตารางภาคผนวก ญ-1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของความสูงของต้นข้าวพันธุ์
สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินเปรี้ยวร่วมกับการใช้สารละลายไคโตซานที่ฉาย
รังสีปริมาณต่าง ๆ

Source of Variance	df	Mean Square	
		ความสูงของต้นข้าว	
Replication (R)	4	57.5048333	**
Treatment	11	14.4284091	ns
β_1 : Among Checks	2	2.1286667	<1
β_2 : Among Factor	8	19.3032222	ns
ไคโตซานฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ (A)	2	4.3742222	<1
ความเข้มข้นของไคโตซาน (B)	2	26.6808889	ns
A x B Interaction	4	23.0788889	ns
β_1 vs β_2	1	0.0293889	<1
Error	44	10.2876515	
Total	59		

CV = 5.9 %

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

หมายเหตุ ความสูงของต้นข้าว มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

ตารางภาคผนวก ญ-2 ความสูงของต้นข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินเปรี้ยวร่วมกับการใช้
สารละลายโคโคซานที่ฉายรังสีปริมาณต่าง ๆ

ชุดการทดลอง	ความสูงของต้นข้าว (เซนติเมตร)
Control	54.68 ± 1.74 ¹ ab ²
Deionized Water	53.82 ± 1.06 ab
Hoagland Solution	55.10 ± 2.50 ab
โคโคซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 75 ppm	54.02 ± 1.78 ab
โคโคซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 100 ppm	50.54 ± 0.78 a
โคโคซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 200 ppm	54.30 ± 1.61 ab
โคโคซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 75 ppm	53.46 ± 1.07 ab
โคโคซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 100 ppm	57.88 ± 2.84 b
โคโคซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 200 ppm	54.88 ± 1.04 ab
โคโคซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 75 ppm	54.18 ± 1.88 ab
โคโคซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 100 ppm	55.44 ± 1.61 b
โคโคซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 200 ppm	55.64 ± 0.96 b

หมายเหตุ ¹ ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ

² ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น
ร้อยละ 95 โดยวิธี DNMR

ความสูงของต้นข้าว มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

ตารางภาคผนวก ญ-3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของความยาวของรากข้าวพันธุ์
สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินเปรี้ยวร่วมกับการใช้สารละลายไคโตซานที่ฉาย
รังสีปริมาณต่าง ๆ

Source of Variance	df	Mean Square	
		ความยาวของรากข้าว	
Replication (R)	4	12.5939167	ns
Treatment	11	14.8112121	ns
β_1 : Among Checks	2	35.3780000	*
β_2 : Among Factor	8	9.9342222	ns
ไคโตซานฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ (A)	2	2.8615556	<1
ความเข้มข้นของไคโตซาน (B)	2	0.6775556	<1
A x B Interaction	4	18.0988889	ns
β_1 vs β_2	1	12.6935556	ns
Error	44	7.6201894	
Total	59		

CV = 13.5 %

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

หมายเหตุ ความยาวของรากข้าว มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

ตารางภาคผนวก ญ-4 ความยาวของรากข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินเปรี้ยวร่วมกับการใช้สารละลายโคโคซานที่ฉายรังสีปริมาณต่าง ๆ

ชุดการทดลอง	ความยาวของรากข้าว (เซนติเมตร)
Control	16.62 ± 2.10 ¹ a ²
Deionized Water	21.44 ± 1.67 bc
Hoagland Solution	20.98 ± 1.16 bc
โคโคซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 75 ppm	21.40 ± 1.16 bc
โคโคซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 100 ppm	19.56 ± 0.66 abc
โคโคซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 200 ppm	21.84 ± 0.86 bc
โคโคซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 75 ppm	18.26 ± 1.03 ab
โคโคซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 100 ppm	21.70 ± 1.37 bc
โคโคซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 200 ppm	21.58 ± 0.93 bc
โคโคซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 75 ppm	22.60 ± 0.89 c
โคโคซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 100 ppm	19.64 ± 1.37 abc
โคโคซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 200 ppm	20.10 ± 1.32 abc

หมายเหตุ ¹ ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ

² ตัวอักษรเหมือนกันในแนวดัง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี DNMR

ความยาวของรากข้าว มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

ตารางภาคผนวก ญ-5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งของต้นและรากข้าวพันธุ์สุวรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินเปรี้ยวร่วมกับการใช้สารละลายไคโตซานที่ฉายรังสีปริมาณต่าง ๆ

Source of Variance	df	Mean Square	
		น้ำหนักแห้งของต้นและรากข้าว	
Replication (R)	4	0.18205239	ns
Treatment	11	0.11964164	ns
β_1 : Among Checks	2	0.38742612	*
β_2 : Among Factor	8	0.06750626	<1
ไคโตซานฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ (A)	2	0.21322563	ns
ความเข้มข้นของไคโตซาน (B)	2	0.00106710	<1
A x B Interaction	4	0.02786616	<1
β_1 vs β_2	1	0.00115571	<1
Error	44	0.11258852	
Total	59		

CV = 40.4 %

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

หมายเหตุ น้ำหนักแห้งของต้นและรากข้าว มีหน่วยเป็นกรัมน้ำหนักแห้งต่อต้น

ตารางภาคผนวก ญ-6 น้ำหนักแห้งของดินและรากข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินเปรี้ยว
ร่วมกับการใช้สารละลายโคโคซานที่ฉายรังสีปริมาณต่าง ๆ

ชุดการทดลอง	น้ำหนักแห้งของดินและรากข้าว (กรัมน้ำหนักแห้งต่อดิน)	
Control	0.5301 ± 0.0534	a ²
Deionized Water	1.0842 ± 0.3024	b
Hoagland Solution	0.8539 ± 0.1739	ab
โคโคซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 75 ppm	0.7018 ± 0.0988	ab
โคโคซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 100 ppm	0.9834 ± 0.1616	ab
โคโคซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 200 ppm	0.8313 ± 0.1064	ab
โคโคซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 75 ppm	0.7555 ± 0.0809	ab
โคโคซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 100 ppm	1.0212 ± 0.2278	ab
โคโคซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 200 ppm	0.6930 ± 0.0564	ab
โคโคซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 75 ppm	0.7886 ± 0.1328	ab
โคโคซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 100 ppm	0.9033 ± 0.0995	ab
โคโคซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 200 ppm	0.8178 ± 0.1525	ab

หมายเหตุ ¹ ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ

² ตัวอักษรเหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี DNMRT

น้ำหนักแห้งของดินและรากข้าว มีหน่วยเป็นกรัมน้ำหนักแห้งต่อดิน

2. การประเมินค่าความเป็นประโยชน์ของปุ๋ยฟอสเฟตต่อพืช (% FPU)

ตารางภาคผนวก ญ-7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า % FPU ของข้าวเจ้าพันธุ์
สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินเปรี้ยวร่วมกับการใช้สารละลายไคโตซานที่จาย
รังสีปริมาณต่าง ๆ

Source of Variance	df	Mean Square	
		ค่า % FPU	
Replication (R)	3	16.758860362121	ns
Treatment	10	21.032904608137	*
β_1 : Among Checks	1	2.142760511250	<1
β_2 : Among Factor	8	17.475637299444	ns
ไคโตซานจายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ (A)	2	16.892423408611	ns
ความเข้มข้นของไคโตซาน (B)	2	2.350191447777	<1
A x B Interaction	4	25.329967170695	*
β_1 vs β_2	1	68.381187174558	**
Error	30	8.695646778621	
Total	43		

CV = 30.1 %

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวก ณู-8 ค่า % FPU ของข้าวเจ้าพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินเปรี้ยวร่วมกับการใช้สารละลายไคโตซานที่ฉายรังสีปริมาณต่าง ๆ

ชุดการทดลอง	ค่า % FPU (ร้อยละ)
Deionized Water	6.6387 ± 1.2088 ¹ a ²
Hoagland Solution	7.6738 ± 1.3433 ab
ไคโตซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 75 ppm	6.6995 ± 0.8853 a
ไคโตซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 100 ppm	10.6139 ± 1.6952 abc
ไคโตซานไม่ฉายรังสี (0 KGy) ความเข้มข้น 200 ppm	13.8782 ± 1.2518 c
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 75 ppm	8.5040 ± 1.0888 ab
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 100 ppm	10.0456 ± 2.4126 abc
ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy ความเข้มข้น 200 ppm	11.2750 ± 2.3912 abc
ไคโตซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 75 ppm	12.2394 ± 1.6729 bc
ไคโตซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 100 ppm	10.8579 ± 1.1657 abc
ไคโตซานฉายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 200 ppm	9.3823 ± 0.7471 abc

หมายเหตุ ¹ ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ

² ตัวอักษรเหมือนกันในแนวดังนี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี DNMR

ตารางภาคผนวก ญ-9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า % FPU สำหรับดินเปรี้ยวที่ผสมสารละลายไคโตซานที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ เปรียบเทียบกับ Checks

Source of Variance	df	Mean Square	
		ค่า % FPU	
Replication	3	16.758860362121	ns
Treatment	10	21.032904608137	*
Checks vs ดินเปรี้ยวผสมไคโตซานฉายรังสี	1	68.381187174558	**
Residual	9	15.771984322978	ns
Error	30	8.695646778621	
Total	43		

CV = 30.1 %

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ภาคผนวก ก

ข้อมูลของการทดลองเพื่อศึกษาหาค่า % FPU

ตารางภาคผนวก ก-1 แสดงค่า % FPU ที่ได้จากการทดลองเพื่อศึกษาหาความเป็นประโยชน์ของปุ๋ยฟอสเฟตต่อพืช (%FPU) เมื่อใช้ไคโตซานที่ตัดโพลีเมอร์ด้วยการฉายรังสีแกมมา ร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟต โดยนำข้าวเจ้าพันธุ์สุพรรณบุรี 1 มาปลูกในดินเปรี้ยวที่ผสมสารละลายไคโตซานที่ตัดโพลีเมอร์ด้วยการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ กัน 3 ระดับ ได้แก่ ไคโตซานที่ไม่ฉายรังสี (0 KGy), ไคโตซานฉายรังสี 75 KGy และไคโตซานฉายรังสี 100 KGy และใช้ความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานที่ 3 ความเข้มข้น ได้แก่ 75, 100 และ 200 ppm ตามลำดับ

ตารางภาคผนวก ผุ-1 ค่า % FPU จากการทดลองเพื่อศึกษาความเป็นประโยชน์ของปุ๋ยฟอสเฟตต่อพืช เมื่อใช้ โคโคซานนาบรังกีสีเกมมาร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟต

ชุดการทดลอง	ครั้งที่	Plant Activity (dpm)	Total P Content (mg P)	S.A. Plant (dpm / mg P)	Fertilizer Activity (dpm)	น้ำหนักของปุ๋ย (mg)	S.A. Fertilizer (dpm / mg P)	% Pdff	% Pdifs	Dry Matter Yield (mg / pot)	% Total P	P Yield (mg / pot)	Fertilizer P Yield (mg / pot)	% FPU
Control	1	980.4597	0.4902	2000.1377	0.0000	4.3206	0.0000	-	-	2310.1000	0.0212	0.4902	-	-
	2	1044.1266	1.3587	768.5009	0.0000	4.3206	0.0000	-	-	1667.9000	0.0815	1.3587	-	-
	3	927.2865	0.9341	992.7330	0.0000	4.3206	0.0000	-	-	1166.0000	0.0801	0.9341	-	-
	4	1194.1390	1.6288	733.1221	0.0000	4.3206	0.0000	-	-	1384.3000	0.1177	1.6288	-	-
Deionized Water	เฉลี่ย	1036.5030	1.1030	1123.6234	0.0000	4.3206	0.0000	-	-	1632.0750	0.0751	1.1030	-	-
	1	133496.0296	0.3262	409303.5458	3973800.0000	4.3206	919733.3704	44.5024	55.4976	2246.2000	0.0145	0.3262	0.1451	3.3594
	2	359740.6873	1.0306	349069.7276	3973800.0000	4.3206	919733.3704	37.9534	62.0466	2982.9000	0.0345	1.0306	0.3911	9.0528
	3	302335.8881	2.0727	145864.3983	3973800.0000	4.3206	919733.3704	15.8594	84.1406	2437.3000	0.0850	2.0727	0.3287	7.6082
Hoagland Solution	4	259661.3093	1.0499	247327.3971	3973800.0000	4.3206	919733.3704	26.8912	73.1088	2473.7000	0.0424	1.0499	0.2823	6.5343
	เฉลี่ย	263808.4786	1.1199	287891.2672	3973800.0000	4.3206	919733.3704	31.3016	68.6984	2535.0250	0.0441	1.1199	0.2868	6.6387 ± 1.2088
	1	366488.4601	0.8279	442656.5512	3973800.0000	4.3206	919733.3704	48.1288	51.8712	2934.3000	0.0282	0.8279	0.3985	9.2226
	2	344638.6790	2.1403	161026.1298	3973800.0000	4.3206	919733.3704	17.5079	82.4921	2379.6000	0.0899	2.1403	0.3747	8.6728
โคโคซานนาบรังกีสี (0 KGy)	3	363177.7523	1.6964	214088.9467	3973800.0000	4.3206	919733.3704	23.2773	76.7227	2215.8000	0.0766	1.6964	0.3949	9.1393
	4	145454.5513	1.1271	129056.0451	3973800.0000	4.3206	919733.3704	14.0319	85.9681	1705.6000	0.0661	1.1271	0.1581	3.6603
	เฉลี่ย	304939.8607	1.4479	236706.9182	3973800.0000	4.3206	919733.3704	25.7365	74.2635	2308.8250	0.0652	1.4479	0.3316	7.6738 ± 1.3433
	1	195628.7234	0.6349	308106.3201	3973800.0000	4.3206	919733.3704	33.4995	66.5005	1712.6000	0.0371	0.6349	0.2127	4.9230
ความเข้มข้น 75 ppm	2	295813.3246	1.9955	148238.5225	3973800.0000	4.3206	919733.3704	16.1176	83.8824	2800.1000	0.0713	1.9955	0.3216	7.4441
	3	350569.1081	1.3973	250899.0180	3973800.0000	4.3206	919733.3704	27.2793	72.7205	2462.4000	0.0567	1.3973	0.3812	8.8220
	4	222884.1537	1.0788	206600.4527	3973800.0000	4.3206	919733.3704	22.4631	77.5369	1767.1000	0.0611	1.0788	0.2423	5.6088
	เฉลี่ย	266223.8275	1.2766	228461.0783	3973800.0000	4.3206	919733.3704	24.8399	75.1601	2185.5500	0.0566	1.2766	0.2895	6.6995 ± 0.8853
โคโคซานนาบรังกีสี (0 KGy)	1	552348.5630	1.0209	541030.1161	3973800.0000	4.3206	919733.3704	58.8247	41.1753	2886.9000	0.0354	1.0209	0.6006	13.8998
	2	497820.3515	1.0499	474173.8848	3973800.0000	4.3206	919733.3704	51.5556	48.4444	2939.6000	0.0357	1.0499	0.5413	12.5276
	3	246798.1080	1.8508	133348.1831	3973800.0000	4.3206	919733.3704	14.4986	85.5014	2316.4000	0.0799	1.8508	0.2683	6.2106
	4	390128.9235	1.9376	201343.8277	3973800.0000	4.3206	919733.3704	21.8915	78.1085	2953.2000	0.0656	1.9376	0.4242	9.8175
เฉลี่ย		421773.9865	1.4648	337474.0029	3973800.0000	4.3206	919733.3704	36.6926	63.3074	2774.0250	0.0542	1.4648	0.4586	10.6139 ± 1.6952

ตารางภาคผนวก ฎ-1 (ต่อ)

ชุดการทดลอง	ครั้งที่	Plant Activity (dpm)	Total P Content (mg P)	S.A. Plant (dpm / mg P)	Fertilizer Activity (dpm)	น้ำหนักของปุ๋ย (mg)	S.A. Fertilizer (dpm / mg P)	% Pdff	% Pdfs	Dry Matter Yield (mg / pot)	% Total P	P Yield (mg / pot)	Fertilizer P Yield (mg / pot)	% FPU
โคโคซานไมเอซังส์ 0 KGy ความเข้มข้น 200 ppm	1	650740.4714	1.0885	597850.5011	3973800.0000	4.3206	919733.3704	65.0026	34.9974	3158.1000	0.0345	1.0885	0.7075	16.3758
	2	424567.3156	1.9087	222440.6474	3973800.0000	4.3206	919733.3704	24.1853	75.8147	2373.4000	0.0804	1.9087	0.4616	10.6842
	3	606250.0850	2.8833	210264.0857	3973800.0000	4.3206	919733.3704	22.8614	77.1386	2867.7000	0.1005	2.8833	0.6592	15.2562
	4	524411.9342	2.0631	254190.1664	3973800.0000	4.3206	919733.3704	27.6374	72.3626	3554.6000	0.0580	2.0631	0.5702	13.1967
เฉลี่ย														
โคโคซานไมเอซังส์ 75 KGy ความเข้มข้น 75 ppm	1	372717.0520	1.3104	321186.3502	3973800.0000	4.3206	919733.3704	34.9217	65.0783	2988.4500	0.0684	1.9859	0.5996	13.8782 ± 1.2518
	2	345154.2414	1.0692	284428.6711	3973800.0000	4.3206	919733.3704	30.9251	69.0749	2377.3000	0.0551	1.3104	0.4052	9.3794
	3	216130.2427	1.1850	182394.2126	3973800.0000	4.3206	919733.3704	19.8312	80.1688	2345.3000	0.0505	1.1850	0.2350	8.6857
	4	417724.9940	1.6095	259530.4351	3973800.0000	4.3206	919733.3704	28.2180	71.7820	3397.2000	0.0474	1.6095	0.4542	5.4389
เฉลี่ย														
โคโคซานไมเอซังส์ 75 KGy ความเข้มข้น 100 ppm	1	245962.2136	1.0692	230050.1455	3973800.0000	4.3206	919733.3704	25.0127	74.9873	2329.1000	0.0459	1.0692	0.2674	10.5120
	2	660405.5159	1.5420	428280.0026	3973800.0000	4.3206	919733.3704	46.5657	53.4343	4037.6000	0.0382	1.5420	0.7180	8.5040 ± 1.0888
	3	265359.7956	1.3876	191236.2054	3973800.0000	4.3206	919733.3704	20.7926	79.2074	1865.3000	0.0744	1.3876	0.2885	6.1896
	4	425044.5298	1.7350	244984.5089	3973800.0000	4.3206	919733.3704	26.6365	73.3635	2803.2000	0.0619	1.7350	0.4621	16.6190
เฉลี่ย														
โคโคซานไมเอซังส์ 75 KGy ความเข้มข้น 200 ppm	1	399193.0137	1.4335	273637.7156	3973800.0000	4.3206	919733.3704	29.7519	70.2481	2758.8000	0.0551	1.4335	0.4340	6.6777
	2	323946.8086	0.9148	354127.1695	3973800.0000	4.3206	919733.3704	38.5032	61.4968	1838.6000	0.0498	0.9148	0.3522	10.0456 ± 2.4126
	3	695836.2948	2.1982	316553.5861	3973800.0000	4.3206	919733.3704	34.4180	65.5820	2731.3000	0.0805	2.1982	0.7566	8.1521
	4	495510.4428	1.5902	311594.2852	3973800.0000	4.3206	919733.3704	33.8788	66.1212	2670.5000	0.0595	1.5902	0.5388	17.5106
เฉลี่ย														
โคโคซานไมเอซังส์ 100 KGy ความเข้มข้น 75 ppm	1	448045.9435	1.4214	316037.0512	3973800.0000	4.3206	919733.3704	34.3618	65.6382	2495.1250	0.0564	1.4214	0.4872	12.4694
	2	500607.0806	1.2815	390654.4652	3973800.0000	4.3206	919733.3704	42.4748	57.5252	2490.9000	0.0514	1.2815	0.5443	6.9679
	3	478594.5416	0.7507	637502.6932	3973800.0000	4.3206	919733.3704	69.3139	30.6861	3040.1000	0.0247	0.7507	0.5204	11.2750 ± 2.3912
	4	645534.8890	1.8990	339929.2257	3973800.0000	4.3206	919733.3704	36.9595	63.0405	2553.3000	0.0744	1.8990	0.7019	12.5977
เฉลี่ย														
โคโคซานไมเอซังส์ 100 KGy ความเข้มข้น 75 ppm	1	320737.1077	1.3104	244761.6196	3973800.0000	4.3206	919733.3704	26.6122	73.3878	2355.3000	0.0556	1.3104	0.3487	12.0438
	2	486368.4047	1.3104	403212.0009	3973800.0000	4.3206	919733.3704	43.8401	56.1599	2609.9000	0.0515	1.3104	0.5288	16.2448
	3													8.0713
	4													12.2394 ± 1.6729

ตารางภาคผนวก ฎ-1 (ต่อ)

ชุดการทดลอง	ครั้งที่	Plant Activity (dpm)	Total P Content (mg P)	S.A. Plant (dpm / mg P)	Fertilizer Activity (dpm)	น้ำหนักของปุ๋ย (mg)	S.A. Fertilizer (dpm / mg P)	% Pdfs	Dry Matter Yield (mg / pot)	% Total P	P Yield (mg / pot)	Fertilizer P Yield (mg / pot)	% FPU
ไคโดซานละลายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 100 ppm	1	448636.4683	1.1946	375550.0362	3973800.0000	4.3206	919733.3704	40.8325	2775.0000	0.0430	1.1946	0.4878	11.2899
	2	502192.9575	1.6385	306497.4121	3973800.0000	4.3206	919733.3704	33.3246	2350.1000	0.0697	1.6385	0.5460	12.6376
	3	478594.5416	2.2754	210338.0387	3973800.0000	4.3206	919733.3704	22.8695	3300.9000	0.0689	2.2754	0.5204	12.0438
	4	296448.7469	1.1657	254317.6866	3973800.0000	4.3206	919733.3704	27.6512	2930.6000	0.0398	1.1657	0.3223	7.4601
	เฉลี่ย	431468.1786	1.5686	286675.7934	3973800.0000	4.3206	919733.3704	31.1695	2839.1500	0.0554	1.5686	0.4691	10.8579 ± 1.1657
ไคโดซานละลายรังสี 100 KGy ความเข้มข้น 200 ppm	1	345377.4380	1.5709	219853.5298	3973800.0000	4.3206	919733.3704	23.9041	2815.0000	0.0558	1.5709	0.3755	8.6914
	2	405888.0956	1.4069	288497.9090	3973800.0000	4.3206	919733.3704	31.3676	3514.9000	0.0400	1.4069	0.4413	10.2141
	3	304018.7878	1.3008	233724.5922	3973800.0000	4.3206	919733.3704	25.4122	2657.7000	0.0489	1.3008	0.3306	7.6506
	4	436044.0178	2.0727	210372.9686	3973800.0000	4.3206	919733.3704	22.8733	1766.5000	0.1173	2.0727	0.4741	10.9730
	เฉลี่ย	372832.0848	1.5878	238112.2499	3973800.0000	4.3206	919733.3704	25.8893	2688.3250	0.0655	1.5878	0.4054	9.3823 ± 0.7471

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยของค่า % FPU คำนวณจาก 4 ซ้ำ โดยตัดค่าที่สูงหรือต่ำออก 1 ค่า (ทำการทดลองจริง 5 ซ้ำ)

ภาคผนวก ก
ข้อมูลของการทดลองเพื่อศึกษาหาค่า

Distribution Coefficient และ Transfer Factor ของฟอสฟอรัส

Distribution Coefficient

ตารางที่ภาคผนวก ก-1 แสดงค่า Distribution Coefficient ของฟอสฟอรัสในดินเค็มและดินเปรี้ยวที่ผสมสารละลายไคโตซานที่ตัดโพลีเมอร์ด้วยการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ กัน 3 ระดับ ได้แก่ ไคโตซานที่ไม่ฉายรังสี (0 KGy), ไคโตซานที่ฉายรังสี 75 KGy และไคโตซานที่ฉายรังสี 100 KGy โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานที่ 3 ความเข้มข้น ได้แก่ 75, 100 และ 200 ppm ตามลำดับ ซึ่งค่า Distribution Coefficient สามารถคำนวณได้จากความสัมพันธ์ด้านล่างนี้

$$\text{Distribution Coefficient (K}_d\text{)} = \frac{C_s}{C_L}$$

เมื่อ C_s คือ ความเข้มข้นของราดิโอนิวไคลด์ใน Solid Phase
 C_L คือ ความเข้มข้นของราดิโอนิวไคลด์ใน Liquid Phase

Transfer Factor

ตารางภาคผนวก ก-2 แสดงค่า Transfer Factor ของฟอสฟอรัสในดินเปรี้ยวที่ผสมสารละลายไคโตซานที่ตัดโพลีเมอร์ด้วยการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ กัน 3 ระดับ ได้แก่ ไคโตซานที่ไม่ฉายรังสี (0 KGy), ไคโตซานที่ฉายรังสี 75 KGy และไคโตซานที่ฉายรังสี 100 KGy โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานที่ 3 ความเข้มข้น ได้แก่ 75, 100 และ 200 ppm ตามลำดับ ซึ่งค่า Transfer Factor สามารถคำนวณได้จากความสัมพันธ์ที่อยู่ด้านล่างนี้

$$\text{Transfer Factor} = \frac{\text{Nuclide (Isotope) Concentration in Plant}}{\text{Nuclide (Isotope) Concentration in Fertilizer}}$$

ตารางภาคผนวก ก-1 (ต่อ)

ชนิดที่ดิน	ไอโดซานลายรังสี แกนนา	ความเข้มข้น ของสารละลาย ไอโดซาน (ppm)	ครั้งที่	ฟอสฟอรัส-32 (dpm)		ที่ถูกต้องในดิน	Distribution Coefficient (K_d)
				เริ่มต้น	ที่เหลืออยู่ในสารละลาย		
ดินเค็ม	ไอโดซานลายรังสี 75 KGy	100	1	4528800.0000	3766997.0045	761802.9955	0.2022
			2	4528800.0000	3503837.8080	1024962.1920	0.2925
			3	4528800.0000	3545884.9610	982915.0390	0.2772
			4	4528800.0000	3547240.8776	981559.1224	0.2767
			เฉลี่ย	4528800.0000	3590990.1628	937809.8372	0.2622 ± 0.0203
ดินเค็ม	ไอโดซานลายรังสี 75 KGy	200	1	4528800.0000	3736537.8332	792262.1668	0.2120
			2	4528800.0000	3626347.0511	902452.9489	0.2489
			3	4528800.0000	3647673.7199	881126.2801	0.2416
			4	4528800.0000	3574251.6619	954548.3381	0.2671
			เฉลี่ย	4528800.0000	3646202.5665	882597.4335	0.2424 ± 0.0115
ดินเค็ม	ไอโดซานลายรังสี 100 KGy	75	1	4528800.0000	3712919.3924	815880.6076	0.2197
			2	4528800.0000	3910232.5721	618567.4279	0.1582
			3	4528800.0000	3584697.7811	944102.2189	0.2634
			4	4528800.0000	3683447.3446	840352.6554	0.2278
			เฉลี่ย	4528800.0000	3724074.2726	804725.7275	0.2173 ± 0.0219
ดินเค็ม	ไอโดซานลายรังสี 100 KGy	100	1	4528800.0000	3603312.6861	725487.3139	0.1908
			2	4528800.0000	3448062.2820	1080737.7180	0.3134
			3	4528800.0000	3705276.4514	823523.5486	0.2223
			4	4528800.0000	3501249.2357	1027550.7643	0.2935
			เฉลี่ย	4528800.0000	3614475.1638	914324.8362	0.2550 ± 0.0290

ตารางภาคผนวก ก-1 (ต่อ)

ชนิดของดิน	ไอโซโทปตามแหล่งรังสี แบบมา	ความเข้มข้น ของสารละลาย ไอโซโทป (ppm)	ครั้งที่ ทิ้ง	ฟอสฟอรัส-32 (dpm)			Distribution Coefficient (K_d)
				เริ่มต้น	ที่เหลืออยู่ในสารละลาย	ที่ถูกดูดซับไว้ในดิน	
ดินเค็ม	ไอโซโทปตามแหล่งรังสี 100 KGy	200	1	4528800.0000	3850177.4083	678622.5917	0.1763
			2	4528800.0000	3606817.7634	921982.2366	0.2556
			3	4528800.0000	3517154.6899	1011645.3101	0.2876
			4	4528800.0000	3507600.1371	1021199.8629	0.2911
			เฉลี่ย	4528800.0000	3620437.4997	908362.5003	0.2527 ± 0.0267
ดินเค็ม	Blank	-	1	4528800.0000	3923916.6781	604883.3219	0.1542
			2	4528800.0000	3827241.9953	701558.0047	0.1833
			3	4528800.0000	4051916.5285	476883.4715	0.1177
			4	4528800.0000	3838054.2980	690745.7020	0.1800
			เฉลี่ย	4528800.0000	3910282.3750	618517.6250	0.1588 ± 0.0152
ดินเค็ม	Control	-	1	0	0	0.0000	-
			2	0	0	0.0000	-
			3	0	0	0.0000	-
			4	0	0	0.0000	-
			เฉลี่ย	0	0	0.0000	-
ดินเปรี้ยว	ไอโซโทปตามแหล่งรังสี (0 KGy)	75	1	4757016.0000	546517.0141	4210498.9859	7.7042
			2	4757016.0000	449398.7379	4307617.2621	9.5853
			3	4757016.0000	428151.4312	4328864.5688	10.1106
			4	4757016.0000	391867.0007	4365148.9993	11.1394
			เฉลี่ย	4757016.0000	453983.5460	4303032.4540	9.6349 ± 0.7200

ตารางภาคผนวก ก-1 (ต่อ)

ชนิดของดิน	โคโคซานตามรังสี แกนมา	ความเข้มข้น ของสารละลาย โคโคซาน (ppm)	ครั้งที่	ฟอสฟอรัส-32 (dpm)		ที่ถูกดูดซับไว้ในดิน	Distribution Coefficient (K_d)
				เริ่มต้น	ที่เหลืออยู่ในสารละลาย		
ดินเปรี้ยว	โคโคซานไม่ยรังสี (0 KGy)	100	1	475701.6.0000	361865.1308	4395150.8692	12.1458
			2	475701.6.0000	409745.6564	4347270.3436	10.6097
			3	475701.6.0000	364438.7846	4392577.2154	12.0530
			4	475701.6.0000	357572.5787	4399443.4213	12.3036
			เฉลี่ย	475701.6.0000	373405.5376	4383610.4624	11.7780 ± 0.3929
ดินเปรี้ยว	โคโคซานไม่ยรังสี (0 KGy)	200	1	475701.6.0000	328198.6490	4428817.3510	13.4943
			2	475701.6.0000	296219.4328	4460796.5672	15.0591
			3	475701.6.0000	275344.2389	4481671.7611	16.2766
			4	475701.6.0000	275344.2389	4481671.7611	16.2766
			เฉลี่ย	475701.6.0000	293776.6399	4465239.3601	15.2767 ± 0.6398
ดินเปรี้ยว	โคโคซานไม่ยรังสี 75 KGy	75	1	475701.6.0000	423934.8597	4333081.1403	10.2211
			2	475701.6.0000	477354.8456	4279661.1544	8.9654
			3	475701.6.0000	422404.9972	4334611.0028	10.2617
			4	475701.6.0000	386849.8065	4370166.1935	11.2968
			เฉลี่ย	475701.6.0000	427636.1273	4329379.8728	10.1863 ± 0.4771
ดินเปรี้ยว	โคโคซานไม่ยรังสี 75 KGy	100	1	475701.6.0000	395230.1570	4361785.8430	11.0361
			2	475701.6.0000	373317.3361	4383698.6639	11.7426
			3	475701.6.0000	418783.2108	4338232.7892	10.3591
			4	475701.6.0000	420438.3686	4336577.6314	10.3144
			เฉลี่ย	475701.6.0000	401942.2681	4355073.7319	10.8631 ± 0.3365

ตารางภาคผนวก ก-1 (ต่อ)

ชนิดของดิน	ไอโซโทปธรรมชาติ แกมมา	ความเข้มข้น ของสารละลาย ไอโซโทป (ppm)	ครึ่งชีวิต	ฟอสฟอรัส-32 (dpm)		ที่ปลูกซ้ำไว้ในดิน	Distribution Coefficient (K _d)
				เริ่มต้น	ที่เหลืออยู่ในสารละลาย		
ดินเหนียว	ไอโซโทปธรรมชาติ 75 K _{Gy}	200	1	4757016.0000	359351.7579	4397664.2421	12.2378
			2	4757016.0000	307232.2892	4449783.7108	14.4835
			3	4757016.0000	385218.5391	4371797.4609	11.3489
			4	4757016.0000	343640.5234	4413375.4766	12.8430
			เฉลี่ย	4757016.0000	348860.7774	4408155.2226	12.7283 ± 0.6607
ดินเหนียว	ไอโซโทปธรรมชาติ 100 K _{Gy}	75	1	4757016.0000	443262.0155	4313753.9845	9.7318
			2	4757016.0000	412037.2365	4344978.7635	10.5451
			3	4757016.0000	415941.1249	4341074.8751	10.4368
			4	4757016.0000	426390.8388	4330625.1612	10.1565
			เฉลี่ย	4757016.0000	424407.8039	4332608.1961	10.2176 ± 0.1815
ดินเหนียว	ไอโซโทปธรรมชาติ 100 K _{Gy}	100	1	4757016.0000	421579.5311	4335436.4689	10.2838
			2	4757016.0000	343509.1783	4413506.8217	12.8483
			3	4757016.0000	422981.0795	4334034.9205	10.2464
			4	4757016.0000	410215.6413	4346800.3587	10.5964
			เฉลี่ย	4757016.0000	399571.3576	4357444.6425	10.9937 ± 0.6232
ดินเหนียว	ไอโซโทปธรรมชาติ 100 K _{Gy}	200	1	4757016.0000	339537.0635	4417478.9365	13.0103
			2	4757016.0000	421219.1522	4335796.8478	10.2934
			3	4757016.0000	380836.5449	4376179.4551	11.4910
			4	4757016.0000	354700.9364	4402315.0636	12.4113
			เฉลี่ย	4757016.0000	374073.4243	4382942.5758	11.8015 ± 0.5919

ตารางภาคผนวก ก-1 (ต่อ)

ชนิดของดิน	ไอโซโทปของรังสี แกมมา	ความเข้มข้น ของสารละลาย ไอโซโทป (ppm)	ครึ่ง ชีวิต	ฟอสฟอรัส-32 (dpm)			Distribution Coefficient (K_d)
				เริ่มต้น	ที่เหลืออยู่ในสารละลาย	ที่ถูกดูดซับไว้ในดิน	
ดินร่วน	Blank		1	4757016.0000	373970.6594	4383045.3406	11.7203
			2	4757016.0000	465198.3746	4291817.6254	9.2258
			3	4757016.0000	362278.8254	4394737.1746	12.1308
			4	4757016.0000	421506.0918	4335509.9082	10.2858
			เฉลี่ย	4757016.0000	405738.4878	4351277.5122	10.8407 ± 0.6680
ดินเหนียว	Control		1	0	4355.4524	-4355.4524	-1.0000
			2	0	4736.0137	-4736.0137	-1.0000
			3	0	5603.7931	-5603.7931	-1.0000
			4	0	4183.8642	-4183.8642	-1.0000
			เฉลี่ย	0	4719.7809	-4719.7809	-1.0000

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยของค่า Distribution Coefficient คำนวณจาก 4 ซ้ำ โดยตัดค่าที่สูงหรือต่ำออก 1 ค่า (ทำการทดลองจริง 5 ซ้ำ)

ตารางภาคผนวก กุ-2 ค่า Transfer Factor

ชนิดของดิน	โคโดซานบรรจุสี เกมมา	ความเข้มข้น ของสารละลาย โคโดซาน (ppm)	ครั้งที่	ฟอสฟอรัส-32 (dpm)		Transfer Factor
				Nuclide (Isotope) Concentration in Plant	Nuclide (Isotope) Concentration in Fertilizer	
ดินเปรี้ยว	โคโดซานไม่บรรจุสี (0 KGy)	75	1	195628.7234	3973800.0000	0.0492
			2	295813.3246	3973800.0000	0.0744
			3	350569.1081	3973800.0000	0.0882
			4	222884.1537	3973800.0000	0.0561
			เฉลี่ย	266223.8275	3973800.0000	0.0670 ± 0.0089
ดินกร่อย	โคโดซานไม่บรรจุสี (0 KGy)	100	1	552348.5630	3973800.0000	0.1390
			2	497820.3515	3973800.0000	0.1253
			3	246798.1080	3973800.0000	0.0621
			4	390128.9235	3973800.0000	0.0982
			เฉลี่ย	421773.9865	3973800.0000	0.1061 ± 0.0170
ดินปนทราย	โคโดซานไม่บรรจุสี (0 KGy)	200	1	650740.4714	3973800.0000	0.1638
			2	424567.3156	3973800.0000	0.1068
			3	606250.0850	3973800.0000	0.1526
			4	524411.9342	3973800.0000	0.1320
			เฉลี่ย	551492.4516	3973800.0000	0.1388 ± 0.0125
ดินปรือ	โคโดซานบรรจุสี 75 KGy	75	1	372717.0520	3973800.0000	0.0938
			2	345154.2414	3973800.0000	0.0869
			3	216130.2427	3973800.0000	0.0544
			4	417724.9940	3973800.0000	0.1051
			เฉลี่ย	337931.6325	3973800.0000	0.0850 ± 0.0109

ตารางภาคผนวก กุ-2 (ต่อ)

ชนิดของดิน	โดโตซานตามรังสี แบบ	ความเข้มข้น ของสารละลาย โดโตซาน (ppm)	ฟอสฟอรัส-33 (dpm)			Transfer Factor
			ครั้งที่	Nuclide (Isotope) Concentration Plant	Nuclide (Isotope) Concentration in Fertilizer	
ดินเปรี้ยว	โดโตซานตามรังสี 75 KGy	100	1	245962.2136	3973800.0000	0.0619
			2	660405.5159	3973800.0000	0.1662
			3	265359.7956	3973800.0000	0.0668
			4	425044.5298	3973800.0000	0.1070
			เฉลี่ย	399193.0137	3973800.0000	0.1005 ± 0.0242
ดินเปรี้ยว	โดโตซานตามรังสี 75 KGy	200	1	323946.8086	3973800.0000	0.0815
			2	695836.2948	3973800.0000	0.1751
			3	495510.4428	3973800.0000	0.1247
			4	276690.2279	3973800.0000	0.0697
			เฉลี่ย	448045.9435	3973800.0000	0.1127 ± 0.0239
ดินเปรี้ยว	โดโตซานตามรังสี 100 KGy	75	1	500607.0806	3973800.0000	0.1260
			2	478594.5416	3973800.0000	0.1204
			3	645534.8890	3973800.0000	0.1624
			4	320737.1077	3973800.0000	0.0807
			เฉลี่ย	486368.4047	3973800.0000	0.1224 ± 0.0168
ดินเปรี้ยว	โดโตซานตามรังสี 100 KGy	100	1	448636.4683	3973800.0000	0.1129
			2	502192.9575	3973800.0000	0.1264
			3	478594.5416	3973800.0000	0.1204
			4	296448.7469	3973800.0000	0.0746
			เฉลี่ย	431468.1786	3973800.0000	0.1086 ± 0.0117

ตารางภาคผนวก ก-2 (ต่อ)

ชนิดของดิน	โดโดซานตามรังสี แบบ	ความเข้มข้น ของสารละลาย โดโดซาน (ppm)	ครั้งที่	ฟอสฟอรัส-32 (dpm)		Transfer Factor
				Nuclide (Isotope) Concentration in Plant	Nuclide (Isotope) Concentration in Fertilizer	
ดินเปรี้ยว	โดโดซานตามรังสี 100 KGy	200	1	345377.4380	3973800.0000	0.0869
			2	405888.0956	3973800.0000	0.1021
			3	304018.7878	3973800.0000	0.0765
			4	436044.0178	3973800.0000	0.1097
			เฉลี่ย	372832.0848	3973800.0000	0.0938 ± 0.0075
ดินเปรี้ยว	Control	-	1	980.4597	0.0000	-
			2	1044.1266	0.0000	-
			3	927.2865	0.0000	-
			4	1194.1390	0.0000	-
			เฉลี่ย	1036.5030	0.0000	-
ดินเปรี้ยว	Deionized Water	-	1	133496.0296	3973800.0000	0.0336
			2	359740.6873	3973800.0000	0.0905
			3	302335.8881	3973800.0000	0.0761
			4	259661.3093	3973800.0000	0.0653
			เฉลี่ย	263808.4786	3973800.0000	0.0664 ± 0.0121
ดินเปรี้ยว	Hoagland Solution	-	1	366488.4601	3973800.0000	0.0922
			2	344638.6790	3973800.0000	0.0867
			3	363177.7523	3973800.0000	0.0914
			4	145454.5513	3973800.0000	0.0366
			เฉลี่ย	304939.8607	3973800.0000	0.0767 ± 0.0135

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยของค่า Transfer Factor คำนวณจาก 4 ซ้ำ โดยตัดค่าที่สูงหรือต่ำออก 1 ค่า (เพื่อการทดลองจริง 5 ซ้ำ)