

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

อุปกรณ์และวิธีการ

1. สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

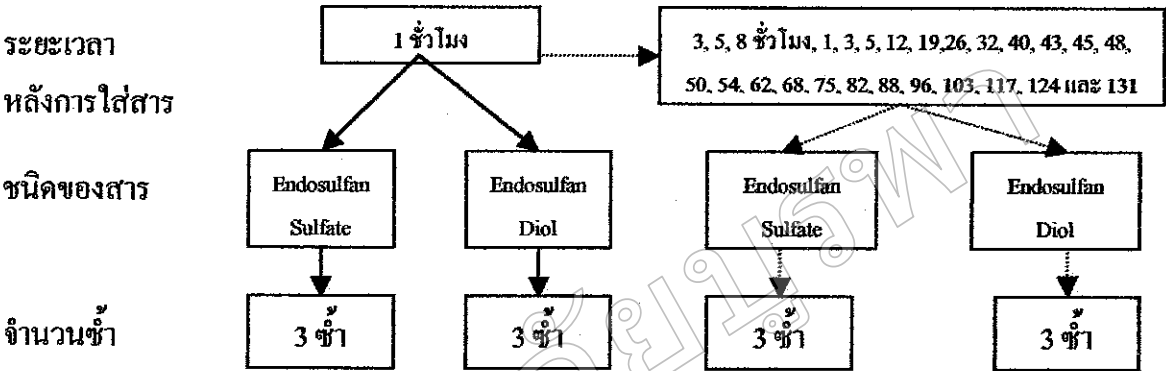
- สารละลายมาตรฐานคาร์บอน-14 เอนโดซัลแฟนซัลเฟต (^{14}C – Endosulfan sulfate)
- สารละลายมาตรฐานคาร์บอน-14 เอนโดซัลแฟนไดออล (^{14}C – Endosulfan diol)
- สารละลายมาตรฐานเอนโดซัลแฟนซัลเฟต
- สารละลายซินทิลเลชัน (Scintillation Cocktail, OpptiPhase 'Hisafe 3')
- เมทิลีนคลอไรด์ (MeCl_2 , Methylene Chloride)
- เอทานอล
- เมทานอล

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- ระบบนิเวศนาข้าวจำลอง
- บ่อเลี้ยงหอยเชอรี่
- อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน (Auger)
- โกร่งบดตัวอย่าง
- อาหารหอยเชอรี่
- ถุงมือสำหรับป้องกันรังสี
- ตะแกรงร่อนดิน (Sieve) ขนาด 2 มิลลิเมตร (10 เมช, Mesh)
- ฟลาสก์ (Flask) ขนาด 250 และ 150 มิลลิเมตร
- ไมโครปิเปต (Micropipette) ขนาด 1 มิลลิเมตร
- ขวดเก็บตัวอย่างสำหรับวัดซินทิลเลชัน (Scintillation Vial)
- เครื่องวัดกัมมันตภาพรังสีซินทิลเลชัน (Liquid Scintillation Counter, LSC)
- ทิป (Tip) เก็บตัวอย่างขนาด 1 มิลลิเมตร
- ถุงพลาสติกแบบมีซิปล

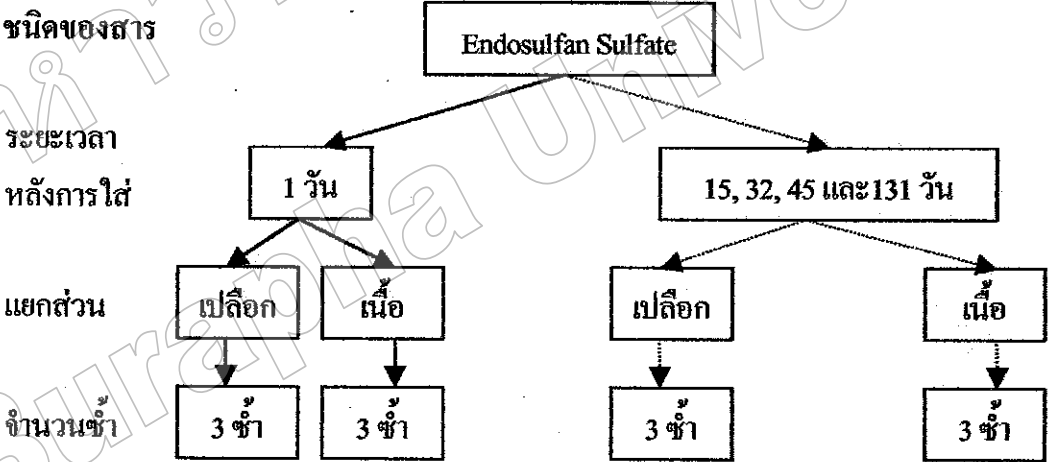
แผนการทดลอง

1. การเก็บตัวอย่างน้ำ

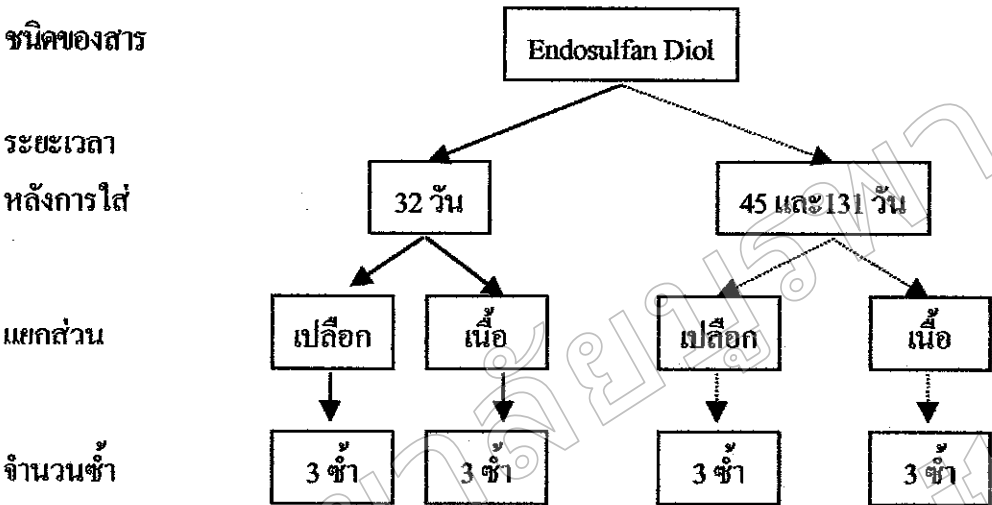


2. การเก็บตัวอย่างหอยเชอรี่

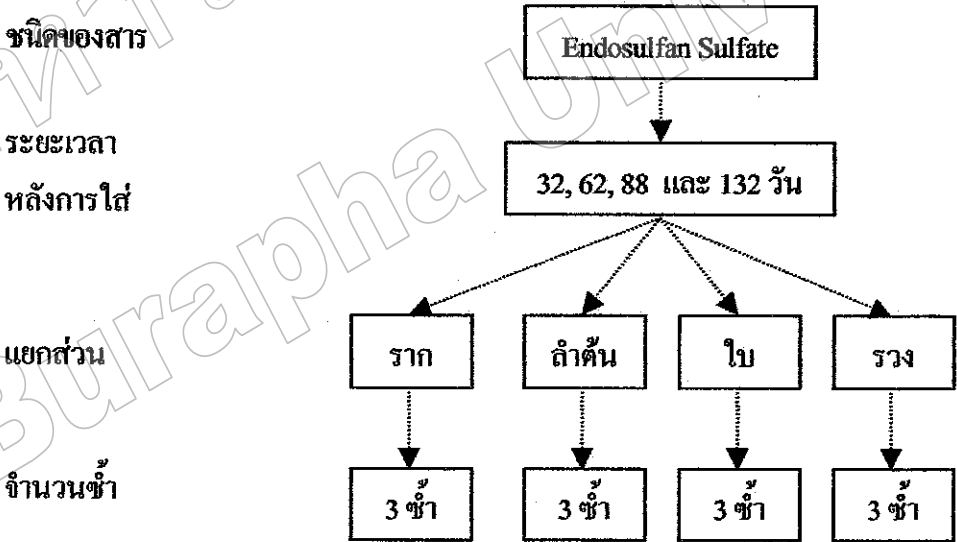
2.1 ตัวอย่างหอยเชอรี่ที่อพยพลงเอน โคซัลแฟนซัลเฟต



2.2 ตัวอย่างหอยเชอร์รี่ที่ทดลองเอนโดซัลแฟนไดออล



3. การเก็บตัวอย่างต้นข้าว



4. การเก็บตัวอย่างดิน

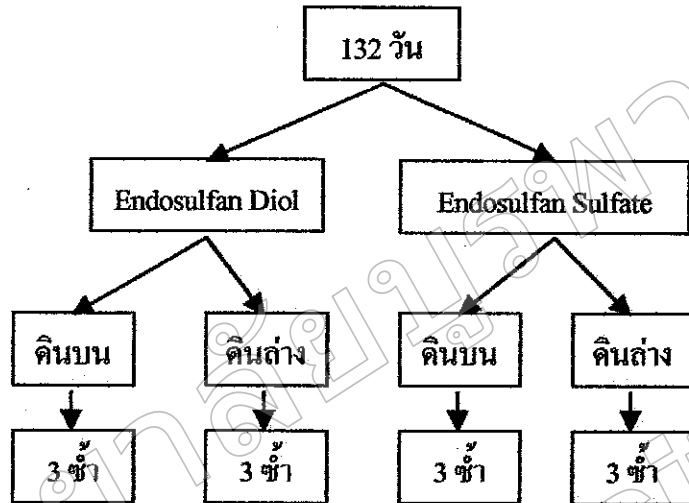
ระยะเวลา

หลังการใส่

ชนิดของสาร

แยกส่วน

จำนวนซ้ำ



การดำเนินการทดลอง การปฏิบัติงานแสดงในภาคผนวก ตารางที่ ก-1

1. การเตรียมการก่อนดำเนินการทดลอง

1.1 การเตรียมตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

1.1.1 ตัวอย่างดิน ใช้ดินร้งสิต ซึ่งเป็นตัวแทนของดินพื้นที่ลุ่มภาคกลาง เก็บ

ตัวอย่างดินจากศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี โดยเก็บตัวอย่างดินแบ่งเป็นดินบนคือระยะ 0-10 เซนติเมตร จากผิวดิน และดินล่างคือระยะ 10-20 เซนติเมตร น้ำหนักอย่างละ 20 กิโลกรัม จากนั้นนำมาผึ่งให้แห้ง สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน แสดงใน ตารางที่ 3-1

1.1.2 ตัวอย่างหอยเชอรี่ นำหอยเชอรี่พันธุ์ *Pomacea Canaliculate* จากบริเวณ ศูนย์วิจัยข้าวบางเขนมาจำนวน 6 ตัว จากนั้นนำมาเลี้ยงในบ่อเลี้ยงหอยทำด้วยซีเมนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร ลักษณะบ่อ แสดงในภาคผนวกภาพที่ ก-1 ปิดด้วยตาข่าย ให้อาหารหอยทุกวัน จนกระทั่งหอยออกไข่และฟักเป็นตัว ใช้เวลาประมาณ 75 วัน หลังจากนั้น คัดขนาดลูกหอยที่มีขนาดผ่าหอย 1-1.5 เซนติเมตร แสดงในภาคผนวกภาพที่ ก - 2 มาใช้ในการทดลอง โดยจะใส่หอยจำนวน 5 ตัว ลงไปในระบบนิเวศน์นาข้าวจำลองแต่ละท้องก่อนการทดลองประมาณ 1 อาทิตย์ เพื่อให้หอยเกิดการคุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมก่อนการทดลอง

1.1.3 ตัวอย่างต้นข้าว เพาะพันธุ์กล้าจากเมล็ดพันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี 1 โดยนำเมล็ดข้าวมาแช่น้ำอย่างน้อย 24 ชั่วโมง แล้วนำมาใส่ในที่จานเพาะกล้า เมื่อต้นกล้ามีอายุได้ประมาณ 2 อาทิตย์ จึงปลูกไปในระบบนิเวศน์นาข้าวจำลอง ลักษณะการเพาะกล้า แสดงในภาพภาคผนวก ก-3

ตารางที่ 3-1 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินรังสิตที่ใช้ในการทดลอง (Parkpian, Amurakpongsatorn, Pakkong, & Patrick, 1998)

Characteristics	Rangsit Soil
Texture	Clay
Sand (%)	14.02
Silt (%)	21.07
Clay (%)	64.91
pH (1: 2.5, soil : water)	4.97
Cation Exchange Capacity (meq/100 g)	20.80
Organic Matter (%)	3.60
Organic Carbon (%)	2.09
Total Nitrogen (%)	0.17
Total Phosphorus (mg/g)	5.71
Available Phosphorus (mg/g)	8.74
Iron, Fe (mg/g)	6.99
Manganese, Mn (mg/g)	0.03

1.2 การเตรียมระบบนิเวศนาข้าวจำลอง ภาพระบบนิเวศนาข้าวจำลองแสดงในภาพภาคผนวก ก-4 เตรียมการดังนี้

1.2.1 สร้างบ่อซึ่งเป็นบ่อปูนซีเมนต์ทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 เซนติเมตร มีจำนวน 3 บ่อ ความสูงของแต่ละบ่อ 50 เซนติเมตร มีท่อก๊อกสำหรับเก็บน้ำชะ (Leachate) ท่อละ 1 ก๊อก

1.2.2 ทำความสะอาดระบบนิเวศนาข้าวจำลองแล้วตรวจสอบรอยรั่วเมื่อพบทำการซ่อมแซมให้เรียบร้อย

1.2.3 ใส่ก้อนกรวดลงไปยังชั้นล่างสุดของระบบนิเวศนาข้าวจำลองให้มีความสูง 5 เซนติเมตร จากระดับก้นบ่อ

1.2.4 ใส่ดินที่เตรียมไว้ความสูง 20 เซนติเมตร โดยแบ่งเป็นความสูงที่ใส่ คือ ใส่ดินชั้นล่างลงมา 10 เซนติเมตร แล้วตามด้วยดินชั้นบนอีก 10 เซนติเมตร (น้ำหนักดินชั้นบนและดินชั้นล่างอย่างละ 6 กิโลกรัม)

1.2.5 เติมน้ำจนดินอิ่มตัวและให้มีระดับน้ำสูงจากผิว 1 เซนติเมตร คิดเป็น ปริมาณน้ำในดิน 2 ลิตร และน้ำอยู่เหนือดินที่ระดับน้ำ 1 เซนติเมตร ปริมาตร 0.4 ลิตร

2. ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

2.1 วันที่ 0 ของการทดลอง

2.1.1 ปรับระดับน้ำในระบบนิเวศนาข้าวจำลองให้ได้ที่ระดับ 1 เซนติเมตร

2.1.2 ใส่สารมาตรฐานคาร์บอน-14 เมตาบอลไลต์ของเอนโคซัลแฟนลงไปในแต่ละท่อของระบบนิเวศนาข้าวจำลอง แสดงใน ภาพภาคผนวก ก-5 ซึ่งใน ท่อ 1 ใส่สารมาตรฐาน เอนโคซัลแฟนซัลเฟต 3 มิลลิกรัม รวมกับสารมาตรฐานคาร์บอน-14 เอนโคซัลแฟนซัลเฟต ความแรงรังสี 3.95 ไมโครคูรี ต่อพื้นที่ 0.05 ตารางเมตร ท่อ 2 ใส่สารมาตรฐานคาร์บอน-14 เอนโคซัลแฟนไดออกไซด์ความแรงรังสี 2.59 ไมโครคูรีต่อพื้นที่ 0.05 ตารางเมตร ท่อ 3 ใส่เมทานอลลงไป ปริมาตร 4 มิลลิลิตร (Control) วิธีการคำนวณการใส่ปริมาณสารเมตาบอลไลต์ของเอนโคซัลแฟน แสดงใน ภาคผนวก ก

2.1.3 สังเกตพฤติกรรมของหอยที่เกิดขึ้นและบันทึกผล

2.1.4 เก็บตัวอย่างน้ำที่ระยะเวลา 1, 3, 5 และ 8 ชั่วโมง ตามลำดับ

2.2 วันที่ 1 ของการทดลอง

2.2.1 เก็บตัวอย่างหอยเชอรี่ที่ตายทั้งหมด 5 ตัว (ท่อ 1 หอยจะตายทั้งหมดเนื่องจากสารเคมี) ส่วนในท่อ 2 และ ท่อ 3 หอยเชอรี่ไม่มีการตาย

2.2.2 เก็บตัวอย่างน้ำวันที่ 1 หลังการใส่สาร

2.2.3 หลังจากนั้นปลูกข้าวเฉพาะท่อ 1 จำนวน 5 ต้น

2.3 รอค้นข้าวเจริญเติบโตจนถึงระยะเก็บเกี่ยว เป็นเวลา 132 วัน ซึ่งในช่วงดังกล่าว จะมีการปฏิบัติดังนี้

2.3.1 ใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง ในท่อที่ 1 ซึ่งครั้งแรกจะใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 ในวันที่ 9 หลัง การใส่สาร น้ำหนัก 0.94 กรัม และใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 ในวันที่ 45 หลังการใส่สาร น้ำหนัก 0.47 กรัม วิธีการคำนวณ แสดงใน ภาคผนวก ก

2.3.2 ควบคุมระดับน้ำให้อยู่ในระดับเริ่มต้น ในแต่ละท่อ และเมื่อต้นข้าวเริ่มแข็งแรง ปรับระดับน้ำให้อยู่ในช่วง 5 เซนติเมตร จากผิวดิน

2.3.3 บันทึกค่าความเป็นกรด-ด่าง, อุณหภูมิ, และปริมาณน้ำที่เติมลงไป ทุกวัน ของการทดลอง

2.3.4 ในช่วง 1 เดือนแรก เมื่อต้นข้าวตายจะปลูกทดแทนทันที

2.3.5 ปลอ่ยตัวอย่างหอยในท่อ 1 ซึ่งจะปลอ่ยครั้งต่อไปเมื่อหอยตาย เก็บตัวอย่างหอยจนหมดในท่อ 1 สำหรับท่อ 2 และ 3 นั้น ไม่ต้องปลอ่ยหอยเนื่องจากหอยไม่มีการตายในท่อ ปลอ่ยหอยในวันที่ 13, 31, 45 และ 50 วันหลังการใส่สาร โดยปลอ่ยหอยครั้งละ 5 ตัว ที่มีขนาดและน้ำหนักใกล้เคียงกัน

3. การเก็บตัวอย่างการทดลอง ทำการเก็บตัวอย่างน้ำ, ดิน, ดินข้าว และ หอย ที่มีอยู่ในแต่ละท่อทั้ง 3 ท่อ ซึ่งการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้ง จะมีจำนวนตัวอย่างไม่เท่ากัน ทั้งนี้อาศัยทฤษฎีทางรังสี คือ ตัวอย่างแต่ละตัวอย่างจะสามารถเป็นตัวแทนของตัวอย่างทั้งหมดได้ โดยตัวอย่างที่เก็บไม่เท่ากันนั้น ต้องการให้น้ำหนักที่พอสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างแต่ละครั้งก็เพียงพอแล้ว เพื่อให้สิ้นเปลืองสารкокเทล (Cocktail) ซึ่งเป็นสารเรืองแสงที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ตัวอย่าง ระยะเวลากการเก็บตัวอย่าง แสดงใน ตารางที่ 3-2

3.1 ตัวอย่างน้ำ เก็บตัวอย่างน้ำครั้งละ 3 มิลลิตร นำไปใส่ในขวดซินทิลเลชั่น โดยสุ่มเก็บตัวอย่างในท่อ ๆ ละ 3 ข้ว เก็บตัวอย่างน้ำในวันที่ 0, 1, 3, 5, 12, 19, 26, 32, 40, 43, 45, 48, 50, 54, 62, 68, 75, 82, 88, 96, 103, 110, 117, 124 และ 131 หลังการใส่สาร ซึ่งในการเก็บตัวอย่างน้ำครั้งสุดท้าย จะเก็บตัวอย่างน้ำจะ หลังจากนั้นนำตัวอย่างไปแช่เย็น เพื่อวิเคราะห์ต่อไป

3.2 ตัวอย่างหอย เก็บตัวอย่างหอยในวันที่ 1, 15, 32, 45 และ 131 วันหลังการใส่สาร ซึ่งตัวอย่างหอยที่เก็บในแต่ละครั้งจะขึ้นอยู่กับความตายของหอยในท่อ 1 โดยสรุปแล้ว

ท่อ 1 เก็บตัวอย่างหอยครั้งละ 5 ตัว แล้วปลอ่ยเข้าไปใหม่ในวันที่ 13, 30, 43 และ 50 วัน หลังการใส่สาร

ท่อ 2 และ ท่อ 3 เก็บตัวอย่างหอยครั้งละ 1 ตัว ในวันที่ 32 และ 45 หลังใส่สาร ในวันที่ 131 หลังการใส่สารเก็บตัวอย่างหอยที่มีในท่อทั้งหมดท่อละ 3 ตัว

นำตัวอย่างหอยแต่ละตัวอย่างที่เก็บในแต่ละครั้งมาแยกส่วนเปลือกและส่วนเนื้อออกจากกัน ตากให้แห้ง นำมาบดให้ละเอียด ใส่ถุงพลาสติกแล้วแช่เย็นเพื่อวิเคราะห์ต่อไป

3.3 ตัวอย่างข้าว เก็บตัวอย่างข้าวเดือนละครั้ง ในวันที่ 32, 62, 88 และ 132 วันหลังการใส่สาร สุ่มเก็บตัวอย่างดินข้าวเดือนแรกมาจำนวน 2 ดัน และเดือนต่อ ๆ ไป เดือนละ 1 ดัน จนสิ้นสุดการทดลอง จากนั้นนำตัวอย่างดินข้าวมาล้างด้วยน้ำให้สะอาดเพื่อให้ดินหลุดออกให้หมด นำมาตากให้แห้งแยกส่วนของดินข้าวออกเป็น ดัน, ใบ, ราก และรวง (เฉพาะวันที่ 132 วัน หลังการใส่สาร) วัดความยาวและชั่งน้ำหนักแต่ละส่วน คัดเป็นจีนเล็ก ๆ นำแต่ละส่วนมาบดให้ละเอียด เก็บไว้ในถุงพลาสติก แช่เย็นเพื่อวิเคราะห์ต่อไป

3.4 ตัวอย่างดิน เก็บตัวอย่างดินวันที่ 132 หลังการใส่สาร เก็บตัวอย่างดินทั้งหมด 4 จุด ๆ ละ 4 ข้ว แบ่งตัวอย่างดินออกเป็น ดินบนและดินล่าง นำตัวอย่างดินมาตากให้แห้ง

บดให้ละเอียด เก็บใส่ถุงพลาสติกแช่เย็น เพื่อวิเคราะห์ต่อไป

ตารางที่ 3-2 การเก็บตัวอย่างในระบบนิเวศนาข้าวจำลองตลอดการทดลอง

ตัวอย่าง	ระยะเวลาเก็บตัวอย่างของการทดลอง (วัน)
น้ำ	0 (1,3,5 และ 8 ชั่วโมง), 1, 3, 5, 12, 19, 26, 32, 40, 43, 45, 48, 50, 54, 62, 68, 75, 82, 88, 96, 103, 110, 117, 124 และ 131
น้ำชะ	131
หอย	1, 15, 32, 45 และ 131
ข้าว	32, 62, 88 และ 132
ดิน	132

4. การวิเคราะห์ตัวอย่างการทดลอง

4.1 การวิเคราะห์ปริมาณเมตาบอลิท์ของเอนโดซัลแฟนในน้ำ นำตัวอย่างน้ำที่เก็บไว้ในขวด ชินทิลเลชั่นปริมาตร 3 มิลลิลิตร มาเติมสารละลายชินทิลเลชั่น ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นตั้งทิ้งไว้ 1 คืน แล้วนำไปวัดปริมาณรังสีด้วยเครื่องลิวทิลซินทิลเลชั่น

(ภาพภาคผนวก ก-6)

4.2 การวิเคราะห์ปริมาณเมตาบอลิท์ของเอนโดซัลแฟนในหอย แบ่งตัวอย่างหอยออกเป็นส่วนของเนื้อและเปลือกหอย นำตัวอย่างหอยแต่ละส่วนมาชั่งน้ำหนักประมาณ 0.1 กรัม ใส่ในขวดชินทิลเลชั่น ใส่เมทานอล 5 มิลลิลิตร แล้วตั้งทิ้งไว้ 1 คืน นำมาใส่ในเครื่องเขย่า 300 รอบ ต่อวันที่ เป็นเวลานาน 2 ชั่วโมง จากนั้นตั้งทิ้งไว้ อีก 1 คืน เขย่าให้เข้ากันดูดสารละลายทั้งหมดผ่านที่หยดสาร (Dropper) ที่บรรจุด้วยกระดาษกรองและสำลี จากนั้นดูดเมทานอลที่อยู่ในขวด ชินทิลเลชั่นมา 3 มิลลิลิตร นำมาใส่สารละลายซิลทิลเลชั่น 10 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ อีก 1 คืน หลังจากนั้นนำไปวัดปริมาณรังสีด้วยเครื่องวัดลิวทิลซินทิลเลชั่น

4.3 การวิเคราะห์ปริมาณเมตาบอลิท์ของเอนโดซัลแฟนในต้นข้าว ตัวอย่างต้นข้าวแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ราก, ต้น, ใบ และรวง ซึ่งตัวอย่าง ราก, ต้น และใบ น้ำหนักประมาณ 0.1 กรัม ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ ตัวอย่าง รวง ซึ่งน้ำหนักประมาณ 0.2 กรัม นำมาวิเคราะห์เช่นเดียวกับตัวอย่างหอย

4.4 การวิเคราะห์ปริมาณเมตาบอลิท์ของเอนโดซัลเฟนในดิน ตัวอย่างดินแบ่งออกเป็น ดินบนและดินล่าง นำมาชั่งน้ำหนักประมาณ 0.5 กรัม วิเคราะห์เช่นเดียวกับ ตัวอย่างหอย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่องลิวทิกซ์ทิลเลชัน จะทำให้เราสามารถได้ข้อมูล เป็นค่าความแรงรังสี (DPM) ซึ่งในแต่ละตัวอย่างจะมีการทำซ้ำ 3 ซ้ำ หลังจากนั้น นำมาหาค่าเฉลี่ยของความแรงรังสี (Average DPM) ซึ่งการตั้งค่าให้กับเครื่องลิวทิกซ์ทิลเลชัน แสดงในตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 ค่าต่าง ๆ ที่กำหนดให้กับเครื่องลิวทิกซ์ทิลเลชันรุ่น Wallac 1400

00A	PROGRAM MODE	1->
	COUNT MODE : FIXED WINDOW	
	SQP(E) SINGLE LABEL	
	C-14	
01	TIME	3: 00 ->
02	COUNTS 1	100000 ->
03	SAMPLE QUALITY MONITOR	N ->
04	NUMBER OF WINDOWS	1 ->
05	WINDOW 1	5 - 650 ->
06	EXTERNAL STD TIME	0: 15 ->
07	EXTERNAL STD COUNTS	900000 ->

ในการวัดปริมาณรังสีด้วยเครื่องลิวทิกซ์ทิลเลชันแต่ละตัวอย่างจะมีประสิทธิภาพการวัด (Counting Efficiency) ไม่เท่ากัน แต่เพื่อให้ผลการทดลองมีค่าที่เชื่อถือได้จะต้องหาวิธีที่จะหาประสิทธิภาพการวัดแต่ละตัวอย่างให้ได้ เพื่อนำกลับไปหาค่าปริมาณสารกัมมันตภาพรังสีที่มีในตัวอย่าง ในการทดลองนี้หาประสิทธิภาพการวัดด้วยวิธี เอกซ์เทอร์นัลสแตนดาร์ด (External Standardization) ในขณะที่ทำการวัดปริมาณรังสีของราดิโอไอโนวไคลด์ตัวใดตัวหนึ่งหลาย ๆ ครั้ง ในสภาวะเดียวกันทุกประการ จะพบว่าจำนวนนับแต่ละครั้งไม่เท่ากัน แต่จะมีความแตกต่างไม่เกินค่าเฉลี่ย ปรากฏการณ์นี้มีสาเหตุจากการสลายตัวของราดิโอไอโนวไคลด์เป็นแบบสุ่มตามธรรมชาติ

ดังนั้นในการวัดรังสีและการจัดเตรียมเครื่องมือต้องทำความเข้าใจกับผลที่เกิดขึ้นตามหลักสถิติ เพื่อนำไปประกอบการพิจารณาการออกแบบการทดลองและการวิเคราะห์ผล

การสลายตัวของธาตุไอนิวไคลด์ พิจารณาตามหลักสถิติจะพบว่า การกระจายตัวตามกฎของปัวส์ซอง (Poisson Distribution Law) การกระจายตัวแบบนี้จะได้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับรากที่สองของจำนวนนับ เมื่อช่วงเวลาของการนับน้อยกว่าค่าครึ่งชีวิต สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\sigma = \sqrt{n}$$

เมื่อ σ = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n = จำนวนนับ

พิจารณาดังตารางที่ 3-4 แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่จำนวนนับต่าง ๆ กัน จะพบว่าเมื่อจำนวนนับเพิ่มขึ้น ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะเพิ่มขึ้น แต่เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดพบว่าลดลงเมื่อจำนวนนับเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 3-4 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ค่าจำนวนนับต่าง ๆ

จำนวนนับ (n)	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)	%ความผิดพลาด
100	10	10
1000	31.62	3.2
10000	100	1.0
100000	316	0.3
1000000	1000	0.1

การทดลองนี้เป็นการทดลองที่ไม่ทราบความแรงรังสีของสารตัวอย่างแน่นอนว่ามีปริมาณเท่าใด ดังนั้นเราจึงเลือกการกำหนดจำนวนนับให้กับเครื่องวัดรังสี เพื่อให้เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการทดลองเท่ากันในทุก ๆ ตัวอย่าง ซึ่งในการทดลองจะกำหนดจำนวนนับเท่ากับ 100000 เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 3-4 จะพบว่ามีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดประมาณ 0.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้และค่าจำนวนนับ 100000 เหมาะสำหรับเวลาที่ใช้ในการวัดในการทดลองครั้งนี้ ซึ่งการกำหนดค่าจำนวนนับมากกว่านี้ไม่มีความจำเป็นเนื่องจากค่าความแรงรังสี

ที่วัดได้ของสารตัวอย่างสามารถมองเห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจนแล้ว การกำหนดค่าจำนวนนับมากกว่านี้จะเป็นการสิ้นเปลืองเวลา

การวิเคราะห์ข้อมูล

จากข้อมูลความแรงรังสีที่ได้มา นำมาคำนวณหาความเข้มข้นของสารในตัวอย่างดังนี้

1. ตัวอย่างน้ำ จำนวนดังนี้

ความแรงรังสีเฉลี่ย (DPM) ที่วัดจากตัวอย่าง 3 มิลลิลิตร



ความแรงรังสี (DPM) ที่คำนวณจากตัวอย่างน้ำทั้งหมดในระบบนิเวศน้ำข้าวจำลอง



นำมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์จากสารเริ่มต้น เพื่อใช้เป็นผลการทดลอง

2. ตัวอย่างหอย, ข้าว และดิน จำนวนดังนี้

ความแรงรังสีเฉลี่ย (DPM) ที่วัดจากตัวอย่าง 3 มิลลิลิตร



ความแรงรังสีเฉลี่ย (DPM) ที่เทียบจากตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร ที่ใช้วัดตัวอย่าง



นำมาคำนวณ เป็นค่าความแรงรังสี (DPM) ทั้งหมดจากน้ำหนักตัวอย่าง



นำมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์จากสารเริ่มต้นเพื่อใช้เป็นผลการทดลอง

หมายเหตุ : ผลจากการคำนวณ ค่าเปอร์เซ็นต์จากสารเริ่มต้น สามารถคำนวณออกมาเป็นจุดทศนิยมได้มากกว่า 2 ตำแหน่ง ทั้งนี้เนื่องจาก เทคนิคเชิงนิวเคลียร์นั้น ไม่ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารโดยตรงแต่จะเป็นการวัดค่าความแรงรังสีแล้วคำนวณกลับมาเป็นเปอร์เซ็นต์จากสารเริ่มต้น ทำให้ค่าที่ได้สามารถบอกถึงความแตกต่างของข้อมูลได้เท่าที่ต้องการ

๖
577.55

ท.๕๑ ก

๑

180247

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลเปอร์เซ็นต์จากสารตั้งต้นของเมตาบอไลต์ของเอนโดซัลแฟนแต่ละชนิดที่พบในน้ำ หอย ข้าวและดิน มาวิเคราะห์ความแตกต่างของการแพร่กระจายของเมตาบอไลต์เอนโดซัลแฟนกับระยะเวลาหลังการไถ่สาร และความแตกต่างของการแพร่กระจายของเมตาบอไลต์เอนโดซัลแฟนแต่ละชนิดกับการแพร่กระจายที่อยู่ในแต่ละส่วนของน้ำ หอย ข้าว และดิน วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี ANOVA ซึ่งใช้โปรแกรม SPSS version 10.0 ในการวิเคราะห์ (กัลยา วานิชย์บรรภา, 2546; วิญญิต นัฒะจิตร, 2540)