บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดินที่ใช้ในการทำวิจัย

ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินชุดโคราช ที่เก็บจากอำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ คุณสมบัติต่าง ๆ ของดินแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดินที่นำมาใช้ทำการวิจัย

พารามิเตอร์	ผลการวิเคราะห์
พีเอช	4.50
ค่าความต้องการปูน (กก. /ไร่)	312.0
ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ที่ 60% (มล./ดิน 1 กรัม)	0.13
ปริมาณอินทรียวัตถุ (%)	0.67
ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มก./กก.)	10.05
ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มก./กก.)	32.57
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (%)	0.03
ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มก./กก.)	225.13
ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มก./กก.)	11.33
ปริมาณเหล็ก (มก./กก.)	229.25
ปริมาณแมงกานีส (มก./กก.)	14.26
ปริมาณทองแดง (มก./กก.)	0.82
ปริมาณสังกะสี (มก./กก.)	2.25
ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (เซนติโมล/กก.)	2.55
ปริมาณทราย (%)	77.10
ปริมาณทรายแป้ง (%)	18.80
ปริมาณดินเหนียว (%)	4.10

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากผลการวิเคราะห์คุณสมบัติดินชุดโคราชที่นำมาใช้ในการทดลองพบว่า ดินชุดโคราชมีลักษณะเนื้อดินเป็นดินทรายร่วน (Loamy sand) ปฏิกิริยาของดินเป็นกรดจัด และคุณสมบัติดินโดยทั่วไปมีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ คือมีค่าการแลกเปลี่ยนประจุบวก 2.55 เซนติโมลต่อกิโลกรัม และมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช 10.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของชุดดินโคราชนั้นมีลักษณะไม่แตกต่างกันกับของกรมพัฒนาที่ดิน (2522)

4.2 วิธีการสกัดสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในดิน

จากการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการสกัดที่เหมาะสมสำหรับสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในดินทั้ง 4 วิธี โดยการเติมสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ซึ่งได้แก่ คลอร์ไพริฟอส ไดโครโตฟอส ไตรอะโซฟอส และโปรฟีโนฟอส ในปริมาณสารละ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมลงไปในดิน แล้วทำการสกัดสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน 4 วิธี พบว่าวิธีการที่ใช้ในการสกัดสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตจากดินแต่ละวิธีนั้นมีร้อยละของการตรวจพบ (% recovery) ปริมาณสารแตกต่างกัน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4 (รายละเอียดผลการวิเคราะห์ดังในภาคผนวก ข)

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพของวิธีการสกัดสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในดิน

วิธีการสกัด	ร้อยละของการตรวจพบสาร (% recovery)			
	คลอร์ไพริฟอส	ไดโครโตฟอส	ไตรอะโซฟอส	โปรฟีโนฟอส
วิธีที่ 1 สกัดด้วยเอทธิลอะซิเตท (พงศ์พันธ์ และคณะ, 2538)	69.04 $\pm$ 1.68	3.92 $\pm$ 0.45	71.84 $\pm$ 0.63	89.87 $\pm$ 2.24
วิธีที่ 2 สกัดด้วยอะซิโตไนไตร์ท (Aoyagi *et al.*, 2001)	37.78 $\pm$ 3.18	19.92 $\pm$ 2.44	33.55 $\pm$ 9.04	48.62 $\pm$ 4.90
วิธีที่ 3 สกัดด้วยอะซิโตน (Jiries *et al.*, 2002)	4.75 $\pm$ 0.14	2.194 $\pm$ 0.37	4.24 $\pm$ 0.09	5.07 $\pm$ 0.10
วิธีที่ 4 สกัดด้วยสารละลายผสมเฮกเซนและอะซิโตน (Tse *et al.,* 2004)	0.045 $\pm$ 0.01	0.56 $\pm$ 0.53	0.35 $\pm$ 0.06	0.39 $\pm$ 0.29

จากตารางที่ 4 พบว่า การสกัดสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตด้วยเอทธิลอะซิเตท ตามวิธีที่ 1 (พงศ์พันธ์ และคณะ, 2538) มีประสิทธิภาพในการสกัดสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในดินมากที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

คือ สามารถตรวจพบ (% recovery) สารคลอร์ไพริฟอส, ไตรอะโซฟอส และโปรฟีโนฟอส ร้อยละ 69.04, 71.84 และ 89.87 ตามลำดับ ในขณะที่การสกัดสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตด้วยอะซิโตนไนไตร์ท (วิธีที่ 2), อะซิโตน (วิธีที่ 3) และสารละลายผสมเฮกเซและอะซิโตน (วิธีที่ 4) สามารถตรวจพบสารคลอร์ไพริฟอส, ไตรอะโซฟอส และโปรฟีโนฟอสในดินได้เพียงร้อยละ 33.55 - 48.62 4.24-5.07 และ 0.045-0.39 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามวิธีการสกัดทั้ง 4 วิธี มีประสิทธิภาพในการตรวจพบสารไดโครโตฟอสต่ำมาก คือตรวจพบได้เพียงร้อยละ 0.05 – 19.92 เท่านั้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสารไดโครโคฟอสมีขนาดโมเลกุลเล็กกว่าสารตัวอื่นที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ โดยมีน้ำหนักโมเลกุล (Molecular Weight) 237 กรัม ขณะที่ไตรอะโซฟอส โปรฟีโนฟอส และคลอร์ไพริฟอส มีน้ำหนักโมเลกุล 313, 396.5 และ 350.5 กรัม ตามลำดับ ประกอบกับเมื่อพิจารณาโครงสร้างทางเคมีแล้วพบว่าไดโครโตฟอสมีหมู่ CH_3 เป็นองค์ประกอบอยู่ 5 หมู่ด้วยกัน ขณะที่สารประกอบตัวอื่นมีเพียง 2 หมู่ และไดโครโตฟอสไม่มี benzene ring เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย ดังนั้นจึงอาจเป็นไปได้ว่าโมเลกุลของไดโครโตฟอสถูกยึดเกาะโดยเม็ดดินเหนียวหรืออินทรียวัตถุที่มีอยู่ในดินด้วยแรงยึดที่แน่นกว่า จึงทำให้การสกัดดินด้วยวิธีต่างๆ ดังกล่าวมีประสิทธิภาพต่ำ ดังนั้นในการศึกษาการสลายตัวของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในดินในขั้นตอนต่อไป จึงได้เลือกสารคลอร์ไพริฟอส, ไตรอะโซฟอส และโปรฟีโนฟอส เป็นตัวแทนของสารในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและใช้วิธีการสกัดสารด้วยเอทธิลอะซิเตทเป็นวิธีการในการวิเคราะห์หาปริมาณสารที่ตกค้างในดิน

4.3 ผลของพีเอชต่อการสลายตัวของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต

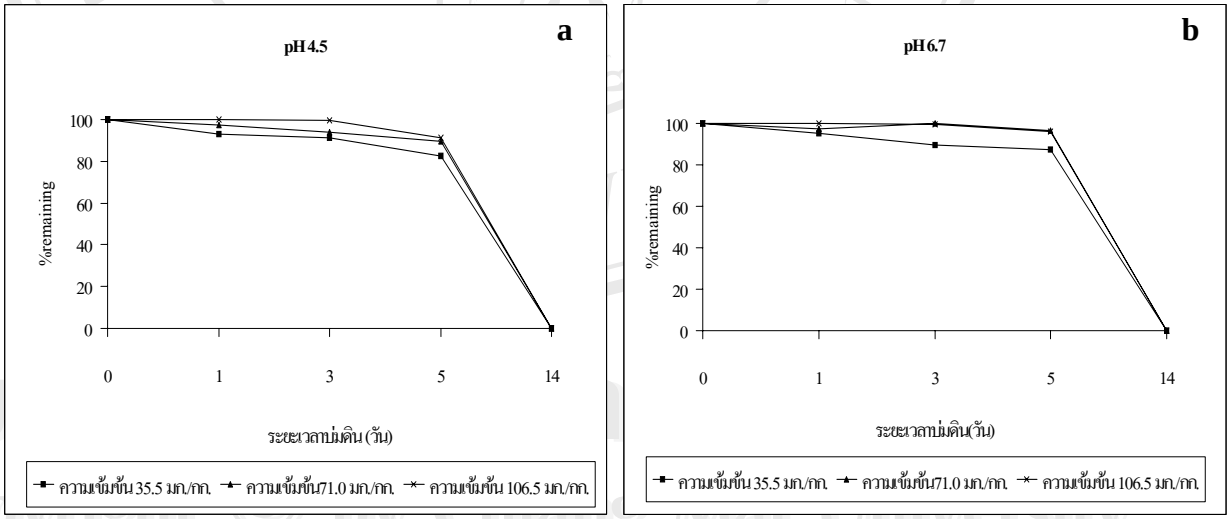
4.3.1 การสลายตัวของสารคลอร์ไพริฟอส

ศึกษาการสลายตัวของสารคลอร์ไพริฟอสในดินชุดโคราชที่มีพีเอชแตกต่างกัน 2 ระดับคือ 4.5 และ 6.7 และมีปริมาณสารคลอร์ไพริฟอสเริ่มต้นแตกต่างกัน 3 ระดับ 35.5, 71.0 และ 106.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยวิเคราะห์หาปริมาณสารคลอร์ไพริฟอสที่เหลือตกค้างอยู่ในดิน (% remaining) ที่ระยะต่างๆ เพื่อศึกษาอัตราการสลายตัวของสารคลอร์ไพริฟอสในดิน

ผลการศึกษาพบว่า การสลายตัวของสารคลอร์ไพริฟอสในดินที่มีพีเอช 4.5 (รูปที่ 10a) และ 6.7 (รูปที่ 10b) เป็นไปในลักษณะเดียวกัน ทั้งการบ่มดิน (incubate) ด้วยสารคลอร์ไพริฟอสที่ความเข้มข้น 35.5, 71.0 และ 106.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม กล่าวคือ ในระยะ 1 ถึง 5 วันแรกหลังจากการบ่มดิน สารคลอร์ไพริฟอสมีการสลายตัวเพียงเล็กน้อย แต่หลังจากนั้นการสลายตัวมีมากขึ้นจนกระทั่งเกือบหมดไปเมื่อเวลาผ่านไป 14 วันหลังการบ่มดิน โดยในดินที่มีพีเอช 4.5 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 35.5, 71.0 และ 106.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะมีปริมาณสารคลอร์ไพริฟอสที่เหลือตกค้างอยู่ในดินเพียงร้อยละ 0.019, 0.025 และ 0.033 ตามลำดับ ส่วนในดินที่มีพีเอช 6.7 ที่ความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เข้มข้นเริ่มต้นเดียวกัน พบปริมาณสารคลอร์ไพริฟอสที่เหลือตกค้างอยู่ในดินเพียงร้อยละ 0.013, 0.023 และ 0.030 ตามลำดับ ในส่วนของดินที่ผสมสารคลอร์ไพริฟอสที่ความเข้มข้นระดับต่ำคือ 35.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีอัตราการสลายตัวเร็วกว่าการใส่สารคลอร์ไพริฟอสในอัตราสูง 71.0 และ 106.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติเมื่อบ่มดินไว้นาน 3, 5 และ 14 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 5) สอดคล้องกับสุภมาศ (2540) ที่กล่าวว่าการใช้สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในปริมาณสูงและต่อเนื่องกันเป็นเวลานานย่อมก่อให้เกิดการตกค้างในดิน ส่วนอิทธิพลของพีเอชต่อการสลายตัวของสารคลอร์ไพริฟอส พบว่า ใน 3 วันแรกที่ทำการบ่มดินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อาจเนื่องมาจากจุลินทรีย์อยู่ระหว่างการปรับตัว หรือเปลี่ยนสารกำจัดศัตรูพืชเป็นเมทาบอไลต์ที่ไม่เป็นพิษต่อจุลินทรีย์ (Hiltbold, 1974 and Khan, 1980) แต่หลังจากวันที่ 5 ดินที่มีพีเอช 4.5 มีการสลายตัวของสารคลอร์ไพริฟอสเร็วกว่าดินที่มีพีเอช 6.7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 6) และในวันที่ 14 พบว่าดินที่มีพีเอช 6.7 สารคลอร์ไพริฟอสตกค้างอยู่ในดินน้อยกว่าดินที่มีพีเอช 4.5 ซึ่งมีการสลายตัวเกือบหมดไปในดิน เป็นไปในทำนองเดียวกันกับ สุภมาศ (2540) ที่ว่าสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตส่วนใหญ่ไวต่อปฏิกิริยาแบบ basecatalyze hydrolysis ทำให้เกิดการสลายตัวในสภาพที่มีพีเอชสูงขึ้น



รูปที่ 10 ปริมาณสารคลอร์ไพริฟอสที่เหลืออยู่ในดิน (%remaining) ที่เวลาต่างๆ เปรียบเทียบระหว่างดินที่มีพีเอช 4.5 (รูป a) และดินที่มีพีเอช 6.7 (รูป b)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 5 ผลของระดับความเข้มข้นเริ่มต้นต่อการสลายตัวของสารคลอร์ไพริฟอส

ความเข้มข้นเริ่มต้น (มก./กก.)	ปริมาณสารคลอร์ไพริฟอสที่เหลืออยู่ในดิน (%remaining) ระยะเวลาบ่มดิน (วัน)				
	0	**1**	**3**	**5**	**14**
35.5	100	94.19	90.40b	84.85b	0.01c
71.0	100	97.31	97.01a	92.95a	0.02b
106.5	100	99.82	99.70a	93.57a	0.03a

ตารางที่ 6 ผลของระดับพีเอชดินต่อการสลายตัวของสารคลอร์ไพริฟอส

พีเอชดิน	ปริมาณสารคลอร์ไพริฟอสที่เหลืออยู่ในดิน (%remaining) ระยะเวลาบ่มดิน (วัน)				
	0	**1**	**3**	**5**	**14**
4.5	100	96.76	94.99	87.77b	0.03a
6.7	100	97.57	96.41	93.15a	0.02b

จากการตรวจไม่พบการตกค้างของสารเคมีป้องกันและกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในดิน หรือการตรวจพบการตกค้างในปริมาณน้อย อาจเนื่องจากสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตเป็นสารกลุ่มที่มีความคงทนในสิ่งแวดล้อมต่ำ สามารถละลายได้ในน้ำและเกิดการแยกสลายด้วยน้ำ (hydrolysis) ได้เร็ว สารในกลุ่มนี้หลายตัวคงรูปในดินในเวลาอันสั้น เพียงไม่กี่สัปดาห์ (ศุภมาศ, 2540) และ Chambers and Levi (1992) ได้กล่าวว่า ระยะเวลาการตกค้างหรือการคงสภาพของสารออร์กาโนฟอสเฟตในดินค่อนข้างสั้น เพราะมีกระบวนการย่อยสลายเกิดขึ้น กระบวนการย่อยสลายอาจเป็นขบวนการทางเคมี เช่น ไฮโดรไลซิส หรือกระบวนการทางชีวภาพ ซึ่งเป็นการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ และเป็นไปในทางเดียวกันกับ Kang *et al.* (2002) ที่รายงานว่าสารกำจัดแมลงในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ถูกย่อยสลายหรือลดความเป็นพิษลงได้โดยกระบวนการทางชีวภาพ โดยอาศัยเอ็นไซม์จากจุลินทรีย์บางชนิด ได้แก่ *Escherichia coli* นอกจากนี้ ศุภมาศ (2540) ยังกล่าวอีกว่าโครงสร้างของโมเลกุลก็มีผลต่อการดำรงชีวิตและกิจกรรมของจุลินทรีย์ โดยสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตส่วนใหญ่ที่มีโครงสร้างของ OH COO หรือ NH_2 เป็นองค์ประกอบ และเป็นสารมีขั้วจะเกิดการสลายตัวทางชีวภาพได้ง่าย

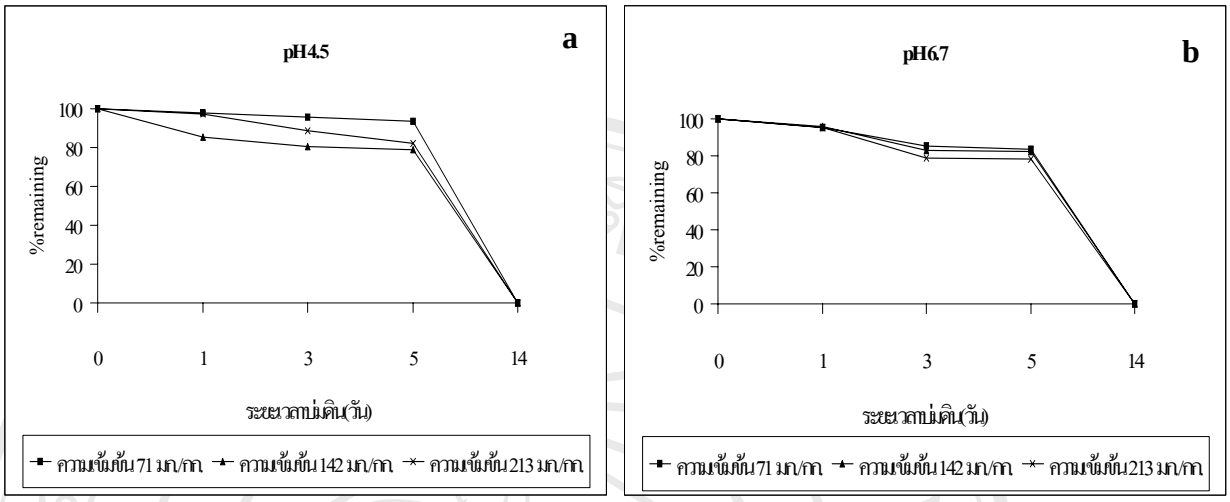
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.2 การสลายตัวของสารไตรอะโซฟอส

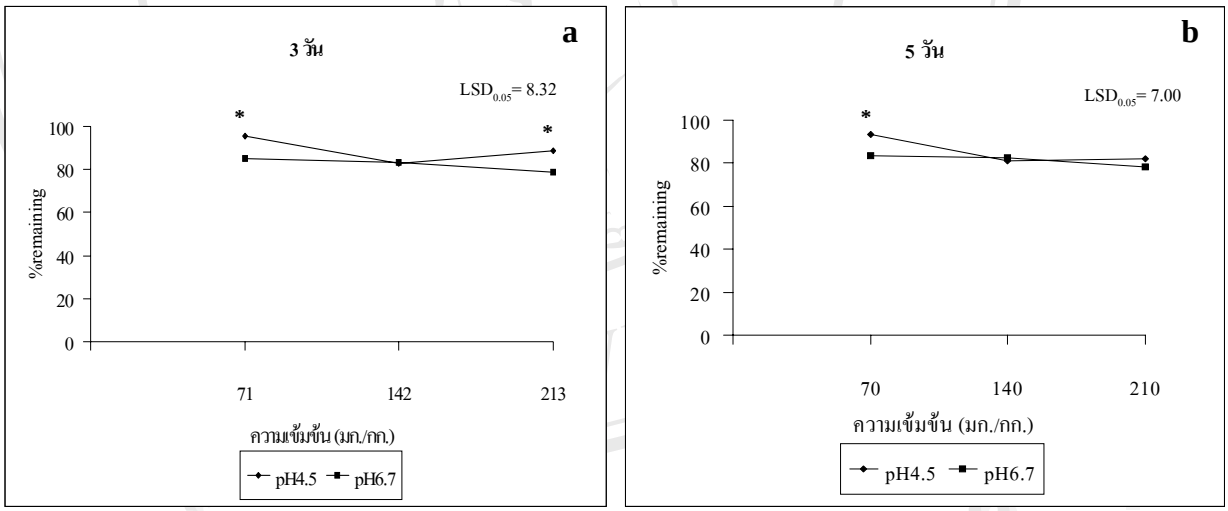
ศึกษาการสลายตัวของสารไตรอะโซฟอสในดินชุดโคราชที่มีพีเอชแตกต่างกัน 2 ระดับคือ 4.5 และ 6.7 และมีปริมาณสารไตรอะโซฟอสเริ่มต้นแตกต่างกัน 3 ระดับ 71, 142 และ 213 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยวิเคราะห์หาปริมาณสารไตรอะโซฟอสที่เหลือตกค้างอยู่ในดิน (% remaining) ที่ระยะต่างๆ เพื่อศึกษาอัตราการสลายตัวของสารไตรอะโซฟอสในดิน

ผลการศึกษาพบว่า การสลายตัวของสารไตรอะโซฟอสที่มีแนวโน้มคล้ายกับสารคลอร์ไพริฟอส กล่าวคือ ทั้งในดินที่มีพีเอช 4.5 (รูปที่ 11a) และดินที่มีพีเอช 6.7 (รูปที่ 11b) การสลายตัวจะมีน้อยใน 5 วัน แรกหลังจากบ่มดิน และหลังจากนั้นการสลายตัวจะเร็วขึ้นจนเกือบหมดไปเมื่อบ่มดินไว้นาน 14 วัน โดยในดินที่มีพีเอช 4.5 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 71, 142 และ 213 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะมีปริมาณสารไตรอะโซฟอสที่เหลือตกค้างอยู่ในดินเพียงร้อยละ 0.008, 0.009 และ 0.01 ตามลำดับ ส่วนในดินที่มีพีเอช 6.7 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นเดียวกัน พบปริมาณสารไตรอะโซฟอสที่เหลือตกค้างอยู่ในดินเพียงร้อยละ 0.009, 0.011 และ 0.012 ตามลำดับ แต่จะพบว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพีเอชของดินและความเข้มข้นของสารไตรอะโซฟอสที่ใส่ลงไปในดินในการสลายตัวในวันที่ 3 (รูปที่ 12a) และ 5 วัน (รูปที่ 12b) ดังนี้คือ หลังจากบ่มดินไว้นาน 3 วัน ดินพีเอช 6.7 ที่มีความเข้มข้นของสารไตรอะโซฟอสเริ่มต้น 71 และ 213 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีการสลายตัวของสารไตรอะโซฟอส ร้อยละ 85.04 และ 78.74 ตามลำดับ ซึ่งมีการสลายตัวมากกว่าดินที่มีพีเอช 4.5 (มีการสลายตัวของสารไตรอะโซฟอสร้อยละ 95.45 และ 88.48 ตามลำดับ ที่ความเข้มข้นของสารไตรอะโซฟอสเริ่มต้นเดียวกัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ที่ความเข้มข้น 142 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พีเอชของดินไม่ทำให้การสลายตัวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ เช่นเดียวกันกับที่ระยะ 5 วัน ที่ดินพีเอช 6.7 มีการสลายตัวมากกว่าดินที่มีพีเอช 4.5 ที่ความเข้มข้นของสารไตรอะโซฟอสเริ่มต้น 71 และ 213 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ยกเว้นที่ความเข้มข้น 213 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ปฏิสัมพันธ์ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (รูปที่ 12b) ซึ่งการสลายตัวของสารไตรอะโซฟอสในดินที่มีพีเอช 6.7 ที่ความเข้นข้นเริ่มต้น 71 และ 213 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ที่ร้อยละ 83.40 และ 78.31 ตามลำดับ สำหรับดินที่มีพีเอช 4.5 มีการสลายตัวของสารไตรอะโซฟอสร้อยละ 93.44 และ 82.21 ตามลำดับ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นเดียวกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 11 ปริมาณสารไตรอะโซฟอสที่เหลืออยู่ในดิน (%remaining) ที่เวลาต่างๆ เปรียบเทียบระหว่างดินที่มีพีเอช 4.5 (รูป a) และดินที่มีพีเอช 6.7 (รูป b)



หมายเหตุ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันในทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

รูปที่ 12 ปฏิสัมพันธ์ปริมาณสารไตรอะโซฟอสที่เหลืออยู่ในดิน (%remaining) ระหว่างพีเอชกับความเข้มข้น หลังจากบ่มดินไปแล้ว 3 ถึง 5 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ในส่วนของการสลายตัวของสารไตรอะโซฟอสที่ระยะเวลา 1 วัน และ 14 วัน พบว่า ความเข้มข้นของสารไตรอะโซฟอสที่ใส่ลงในดินไม่ทำให้อัตราการสลายตัวช่วงเวลาดังกล่าวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ยกเว้นในวันที่ 14 ที่อัตราการสลายตัวจะช้าลงเมื่อใส่สารเริ่มต้นมากขึ้นอย่างชัดเจน (ตารางที่ 7) แต่อิทธิพลของพีเอชไม่มีผลต่อการสลายตัวของสารไตรอะโซฟอสที่ระยะ 1 และ 14 วัน (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 7 ผลของระดับความเข้มข้นเริ่มต้นต่อการสลายตัวของสารไตรอะโซฟอส

ความเข้มข้นเริ่มต้น (มก./กก.)	ปริมาณสารไตรอะโซฟอสที่เหลืออยู่ในดิน (%remaining) ระยะเวลาบ่มดิน (วัน)		
	0	**1**	**14**
71	100	96.77	0.009c
142	100	90.83	0.010b
213	100	96.16	0.013a

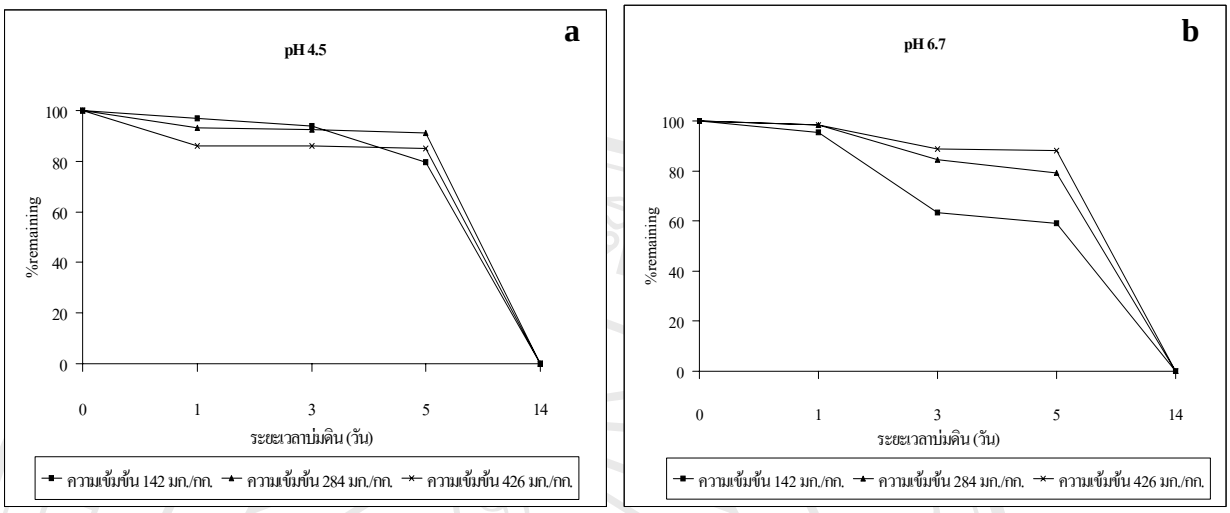
ตารางที่ 8 ผลของระดับพีเอชดินต่อการสลายตัวของสารไตรอะโซฟอส

พีเอชดิน	ปริมาณสารไตรอะโซฟอสที่เหลืออยู่ในดิน (%remaining) ระยะเวลาบ่มดิน (วัน)		
	0	**1**	**14**
4.5	100	93.59	0.01
6.7	100	95.59	0.01

4.3.3 การสลายตัวของสารโปรฟีโนฟอส

ศึกษาการสลายตัวของสารโปรฟีโนฟอสในดินชุดโคราชที่มีพีเอชแตกต่างกัน 2 ระดับคือ 4.5 และ 6.7 และมีปริมาณสารโปรฟีโนฟอสเริ่มต้นแตกต่างกัน 3 ระดับ 142, 284 และ 426 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยวิเคราะห์หาปริมาณสารโปรฟีโนฟอสที่เหลือตกค้างอยู่ในดิน (% remaining) ที่ระยะต่างๆ เพื่อศึกษาอัตราการสลายตัวของสารโปรฟีโนฟอสในดิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



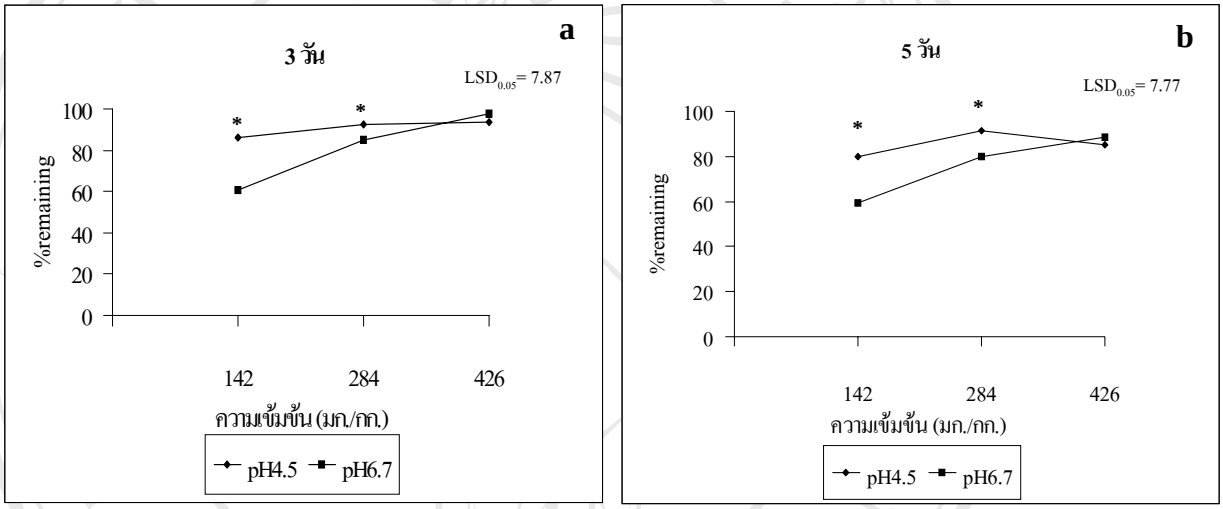
รูปที่ 13 ปริมาณสารโปรฟีโนฟอสที่เหลืออยู่ในดิน (%remaining) ที่เวลาต่างๆ เปรียบเทียบระหว่างดินที่มีพีเอช 4.5 (รูป a) และดินที่มีพีเอช 6.7 (รูป b)

จากรูปที่ 13 (a) พบว่าการสลายตัวของสารโปรฟีโนฟอสในดินที่มีพีเอช 4.5 ในระดับความเข้มข้นเริ่มต้น 142, 284 และ 426 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ระยะ 1, 3 และ 5 วัน มีไม่มากและอยู่ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน และอัตราการสลายตัวของสารมีมากขึ้นหลังจากวันที่ 5 จนถึงวันที่ 14 ที่มีการสลายตัวของสารเกือบหมดในระดับความเข้มข้นเริ่มต้น 142, 284 และ 426 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีปริมาณสารโปรฟีโนฟอสเหลือตกค้างอยู่ในดินเพียงร้อยละ 0.03, 0.06 และ 0.08 ตามลำดับ ในขณะที่ดินที่มีพีเอช 6.7 (รูปที่ 13b) พบว่าการสลายตัวของสารโปรฟีโนฟอสขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มข้นของสารที่ใส่ลงไปในดิน ที่อัตราความเข้มข้น 142 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีปริมาณสารโปรฟีโนฟอสที่เหลืออยู่ในดิน (%remaining) ในวันที่ 3 และวันที่ 5 ประมาณร้อยละ 60 ขณะที่ความเข้มข้นที่ 284 และ 426 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีปริมาณสารโปรฟีโนฟอสที่เหลืออยู่ในดิน (%remaining) ประมาณร้อยละ 80 และร้อยละ 90 ตามลำดับ ส่วนในวันที่ 14 จะมีปริมาณสารโปรฟีโนฟอสที่เหลืออยู่ในดิน (%remaining) น้อยมาก

การสลายตัวของสารโปรฟีโนฟอสในวันที่ 3 และวันที่ 5 พบว่า ระดับพีเอชของดินมีปฏิสัมพันธ์กับปริมาณสารโปรฟีโนฟอสที่ใส่ลงไปในดิน (รูปที่ 14) กล่าวคือ ดินที่มีพีเอช 6.7 ทำให้การสลายตัวของสารที่มีความเข้มข้น 142 และ 284 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ลดลงมากกว่าดินที่มีพีเอช 4.5 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่ที่ความเข้มข้น 426 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การลดลงของสารโปรฟีโนฟอสในดินที่มีพีเอช 4.5 มีมากกว่าแต่ไม่แตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับดินที่มีพีเอช 6.7 และเมื่อพิจารณาถึงระดับความเข้มข้นของสารโปรฟีโนฟอสที่มีผล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ต่อการสลายตัวในดินโดยเฉลี่ย (ตารางที่ 9) พบว่า ในวันที่ 1 มีการสลายตัวเพียงเล็กน้อย แต่ในวันที่ 14 มีการสลายตัวเกือบหมด โดยร้อยละของสารโปรฟีโนฟอสที่เหลืออยู่ในดิน (%remaining) ขึ้นอยู่กับปริมาณสารโปรฟีโนฟอสที่ใส่ตอนเริ่มต้น กล่าวคือ สารที่ใส่ความเข้มข้นมากขึ้นทำให้มีสารเหลืออยู่ในดินมากขึ้นด้วย ในส่วนผลของพีเอชต่อการสลายตัวของสารโปรฟีโนฟอสในดิน (ตารางที่ 10) พบว่า ในระยะ 1 วัน การสลายตัวไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ แต่ที่ระยะ 14 วัน ดินที่มีพีเอช 6.7 มีอัตราการสลายตัวสูงกว่าดินที่มีพีเอช 4.5 อย่างมีนัยสำคัญ



ในทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

หมายเหตุ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันในทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

รูปที่ 14 ปฏิสัมพันธ์ปริมาณสารโปรฟีโนฟอสที่เหลืออยู่ในดิน (%remaining) ระหว่างพีเอชกับความเข้มข้น หลังจากบ่มดินไปแล้ว 3 ถึง 5 วัน

ตารางที่ 9 ผลของระดับความเข้มข้นเริ่มต้นต่อการสลายตัวของสารโปรฟีโนฟอส

ความเข้มข้นเริ่มต้น (มก./กก.)	ปริมาณสารโปรฟีโนฟอสที่เหลืออยู่ในดิน (%remaining) ระยะเวลาบ่มดิน (วัน)		
	0	1	14
142	100	93.77	0.02c
284	100	95.69	0.05b
426	100	92.08	0.07a

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 10 ผลของระดับพีเอชดินต่อการสลายตัวของสารโปรฟีโนฟอส

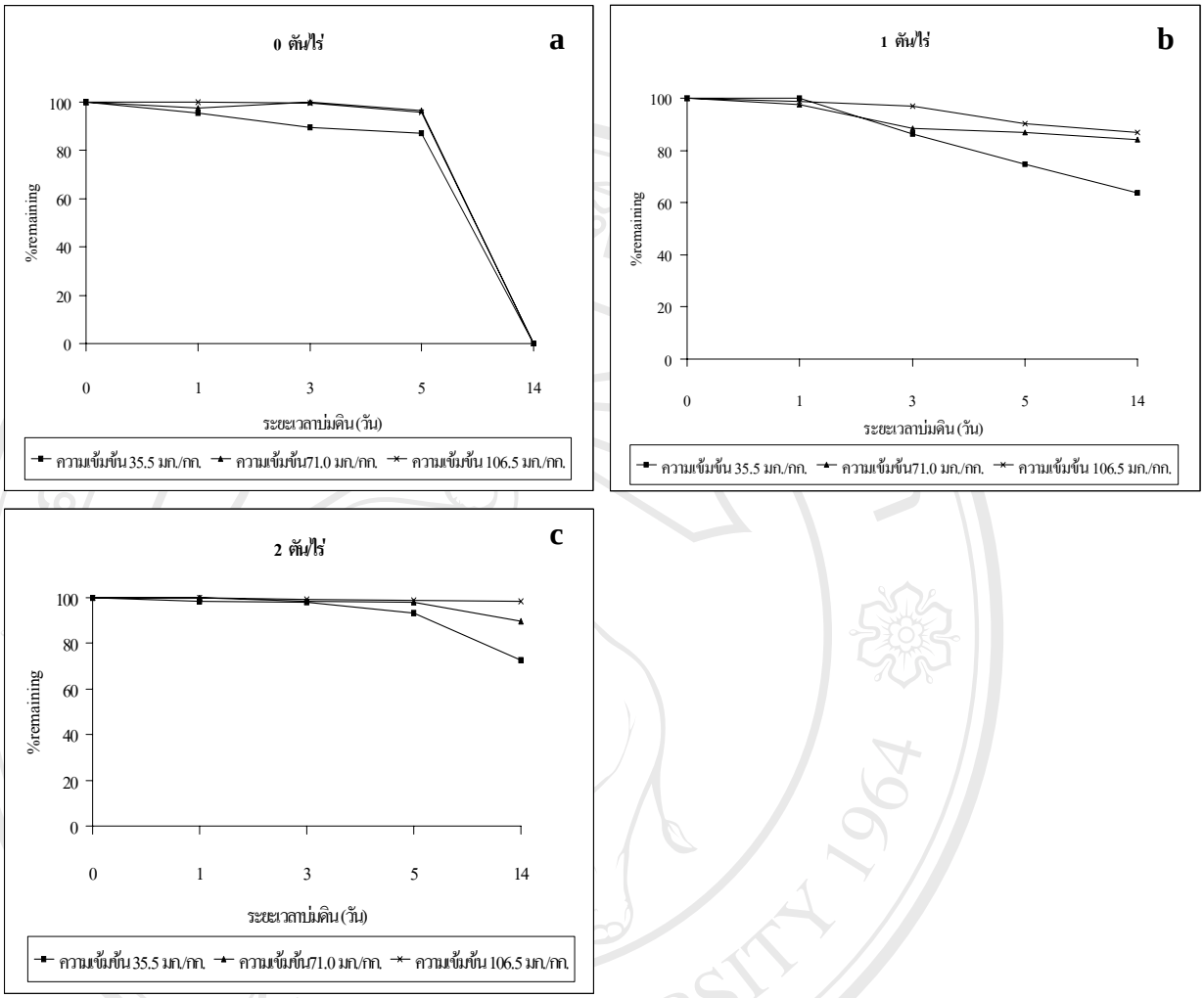
พีเอชดิน	ปริมาณสารโปรฟีโนฟอสที่เหลืออยู่ในดิน (%remaining)		
	ระยะเวลาบ่มดิน (วัน)		
	0	**1**	**14**
4.5	100	91.95	0.06a
6.7	100	95.74	0.04b

4.4 ผลของอินทรียวัตถุต่อการสลายตัวของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต

4.4.1 การสลายตัวของสารคลอร์ไพริฟอส

ศึกษาผลของอินทรียวัตถุต่อการสลายตัวของสารคลอร์ไพริฟอสในดินชุดโคราช โดยเติมอินทรียวัตถุลงไปในดินที่มีปริมาณสารคลอร์ไพริฟอสเริ่มต้นแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 35.5, 71.0 และ 106.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในอัตรา 0, 1 และ 2 ตันต่อไร่ และวิเคราะห์หาปริมาณสารคลอร์ไฟริฟอสที่เหลือตกค้างอยู่ในดิน (% remaining) ที่ระยะต่างๆ ผลการศึกษาแสดงดังรูปที่ 15

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 15 ปริมาณสารคลอร์ไพริฟอสที่เหลืออยู่ในดิน (%remaining) ที่เวลาต่างๆ เปรียบเทียบระหว่างดินที่ใส่อินทรียวัตถุในอัตรา 0 ตัน/ไร่ (รูป a), ดินที่ใส่อินทรียวัตถุในอัตรา 1 ตัน/ไร่ (รูป b) และดินที่ใส่อินทรียวัตถุในอัตรา 2 ตัน/ไร่ (รูป c)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

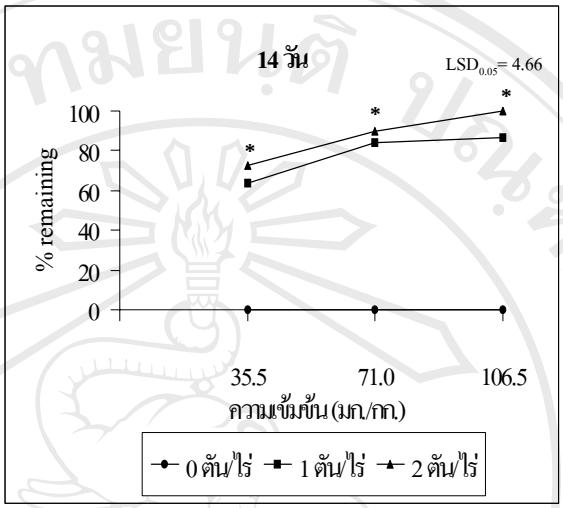
จากรูปที่ 15 แสดงให้เห็นว่าการสลายตัวของสารคลอร์ไพริฟอสเริ่มปรากฏให้เห็นในวันที่ 3 เป็นต้นไป ทั้งในดินที่มีการใส่อินทรียวัตถุในอัตรา 0 และ 1 ตันต่อไร่ (รูปที่ 15a และ 15b) โดยที่การใส่สารคลอร์ไพริฟอสในปริมาณ 35.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีการสลายตัวมากกว่าการใส่สารในอัตรา 71.0 และ106.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และอัตราการสลายตัวจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงวันที่ 14 ดินที่ไม่มีการใส่อินทรียวัตถุมีสารคลอร์ไพริฟอสเหลือตกค้างอยู่ในดินเพียงร้อยละ 0.01 ในขณะที่ดินที่มีการใส่อินทรียวัตถุในอัตรา 1 และ 2 ตันต่อไร่ พบว่ามีสารคลอร์ไพริฟอสเหลืออยู่ในดิน (%remaining) ประมาณร้อยละ 70 และ 80 ตามลำดับ โดยทั่วไปแล้วเมื่อสารกลุ่มออร์กาโน

ฟอสเฟตที่อยู่ในดินส่วนใหญ่จะถูกดูดซับไว้ที่หน้าดินโดยพวกอินทรียวัตถุ (organic matter) ตรงกับรายงานของ Davies and Jabeen (2002) ได้กล่าวว่า สารเคมีทั้งกลุ่มที่ใช้กำจัดวัชพืชและกำจัดแมลงที่ใช้ในการเกษตร ส่วนที่ตกลงไปในดินบางส่วนจะถูกแร่ดินเหนียวและอินทรียวัตถุดูดยึดไว้ และอัตราการดูดซับยังขึ้นอยู่กับขนาดและโครงสร้างโมเลกุล สารที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่และประกอบด้วยโครงสร้างในกลุ่มฟังก์ชัน OH, NH_2 และ $CONH_2$ จะถูกดูดซับได้ดีกว่าสารที่มีกลุ่มฟังก์ชันอื่นๆ เป็นองค์ประกอบ (ศุภมาศ, 2540)

ข้อมูลจากการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการสลายตัวของสารคลอร์ไพริฟอสขึ้นอยู่กับปริมาณอินทรียวัตถุและความเข้มข้นของสารคลอร์ไพริฟอสเริ่มต้นที่ใส่ลงไปในดิน โดย ณ วันที่ 14 หลังจากบ่มดิน การสลายตัวของคลอร์ไพริฟอสในดินที่ไม่ได้เติมอินทรียวัตถุ มากกว่าดินที่เติมอินทรียวัตถุ 1 และ 2 ตันต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัยทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (รูปที่ 16) ทุกระดับความเข้มข้นของสารคลอร์ไพริฟอส โดยที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารคลอร์ไพริฟอส 35.5, 71.0 และ 106.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในดินที่ไม่ได้เติมอินทรียวัตถุการสลายตัวของสารคลอร์ไพริฟอสนั้นมีสารคลอร์ไพริฟอสเหลือตกค้างอยู่ในดินเพียงร้อยละ 0.01, 0.02 และ 0.03 ตามลำดับ แต่ในดินที่เติมอินทรียวัตถุในอัตรา 1 ตันต่อไร่ มีสารคลอร์ไพริฟอสเหลือตกค้างอยู่ในดินร้อยละ 63.70, 84.01 และ 86.79 ตามลำดับ และในดินที่เติมอินทรียวัตถุในอัตรา 2 ตันต่อไร่ จะมีสารคลอร์ไพริฟอสเหลือตกค้างอยู่ในดินถึงร้อยละ 72.49, 89.54 และ 100.0 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการสลายตัวจากการใส่สารคลอร์ไพริฟอสในอัตราต่างๆ (ตารางที่ 11) พบว่า การใส่สารคลอร์ไพริฟอสในอัตรา 35.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีการสลายตัวเร็วกว่าการใส่ในอัตรา 71.0 และ 106.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยในวันที่ 3 และวันที่ 5 หลังการบ่มดิน พบว่าปริมาณสารคลอร์ไพริฟอสที่เหลืออยู่ในดินมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันในทางสถิติ ($P \leq 0.05$) สำหรับผลของอินทรียวัตถุต่อการสลายตัวของสารคลอร์ไพริฟอส พบว่า อัตราการสลายตัวของสารคลอร์ไพริฟอสจะลดลงเมื่อมีการใส่อินทรียวัตถุเพิ่มขึ้น กล่าวคือ การใส่อินทรียวัตถุในอัตรา 1 ตันต่อไร่ และการใส่อินทรียวัตถุในอัตรา 2 ตันต่อไร่ ทำให้การสลายตัวของสารคลอร์ไพริฟอสลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับดินที่ไม่มีการเติมอินทรีย์วัตถุ (ตารางที่ 12) และนอกจากนี้การเติมอินทรีย์วัตถุในอัตราที่สูง (2 ตันต่อไร่) ทำให้การสลายตัวของสารคลอร์ไพริฟอสลดลงมากกว่าการเติมอินทรีย์วัตถุในระดับที่ต่ำ (1 ตันต่อไร่) แสดงให้เห็นว่าอินทรียวัตถุไปยับยั้งการย่อยสลายสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสารในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตถูกดูดยึดโดยกลุ่มฟังก์ชันนัล (Functional group) ได้แก่ OCH, COOH และ phenolicOH ที่เป็นองค์ประกอบของฮิวมัสในอินทรียวัตถุ และนอกจากนี้เป็นไปได้ว่าจุลินทรีย์เปลี่ยนไปใช้แหล่งคาร์บอนจากอินทรีย์วัตถุที่เติมลงมาแทนการใช้แหล่งคาร์บอนจากสารคลอร์ไพริฟอส เนื่องจากอินทรีย์วัตถุย่อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สลายง่ายและไม่เป็นพิษต่อจุลินทรีย์ ทำให้ปริมาณสารคลอร์ไฟริฟอสเหลือตกค้างอยู่ในดินมากกว่าดินที่ไม่ได้เติมอินทรีย์วัตถุ



หมายเหตุ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันในทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

รูปที่ 16 ปฏิสัมพันธ์ปริมาณสารคลอร์ไพริฟอสที่เหลืออยู่ในดิน (%remaining) ระหว่างอินทรียวัตถุกับความเข้มข้น ณ 14 วันหลังการบ่มดิน

ตารางที่ 11 ผลของระดับความเข้มข้นเริ่มต้นต่อการสลายตัวของสารคลอร์ไพริฟอส

ความเข้มข้นเริ่มต้น (มก./กก.)	ปริมาณสารคลอร์ไพริฟอสที่เหลืออยู่ในดิน (%remaining) ระยะเวลาบ่มดิน (วัน)			
	0	1	3	5
35.5	100	97.09	91.28c	85.07b
71.0	100	98.32	96.14b	94.41a
106.5	100	99.60	98.91a	95.33a

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

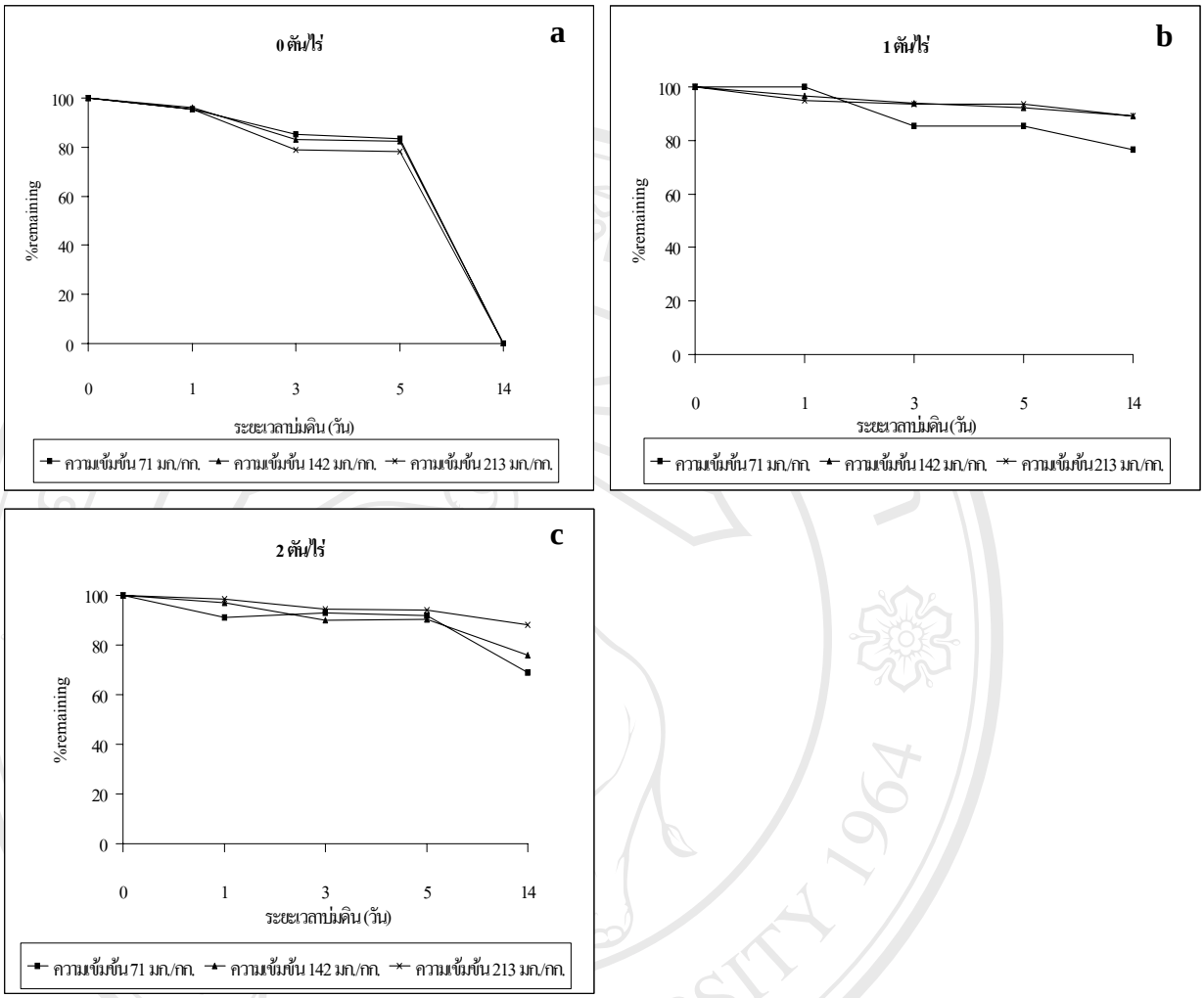
ตารางที่ 12 ผลของระดับอินทรียวัตถุต่อการสลายตัวของสารคลอร์ไพริฟอส

อินทรียวัตถุ	ปริมาณสารคลอร์ไพริฟอสที่เหลืออยู่ในดิน (%remaining)			
	ระยะเวลาบ่มดิน (วัน)			
	0	**1**	**3**	**5**
0 ตันต่อไร่	100	97.57	90.55c	83.89b
1 ตันต่อไร่	100	98.73	96.41b	93.15a
2 ตันต่อไร่	100	98.70	99.37a	97.78a

4.4.2 การสลายตัวของสารไตรอะโซฟอส

ศึกษาผลของอินทรียวัตถุต่อการสลายตัวของสารไตรอะโซฟอสในดินชุดโคราช โดยเติมอินทรียวัตถุลงไปในดินที่มีปริมาณสารไตรอะโซฟอสเริ่มต้นแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 71, 142 และ 213 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในอัตรา 0, 1 และ 2 ตันต่อไร่ และวิเคราะห์หาปริมาณสารไตรอะโซฟอสที่เหลือตกค้างอยู่ในดิน (% remaining) ที่ระยะต่างๆ ผลการศึกษาแสดงดังรูปที่ 17

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 17 ปริมาณสารไตรอะโซฟอสที่เหลืออยู่ในดิน (%remaining) ที่เวลาต่างๆ เปรียบเทียบระหว่างดินที่ใส่อินทรียวัตถุในอัตรา 0 ตัน/ไร่ (รูป a), ดินที่ใส่อินทรียวัตถุในอัตรา 1 ตัน/ไร่ (รูป b) และดินที่ใส่อินทรียวัตถุในอัตรา 2 ตัน/ไร่ (รูป c)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากรูปที่ 17 แสดงให้เห็นว่าสารไตรอะโซฟอสที่ใส่ลงไปในดินทั้ง 3 ระดับความเข้มข้นคือ 71, 142 และ 213 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่า ในวันที่ 1 ถึงวันที่ 5 มีการสลายตัวค่อนข้างน้อยทั้งในดินที่ไม่ได้ใส่อินทรียวัตถุ (รูป 17a) ดินที่ใส่อินทรียวัตถุในอัตรา 1 ตันต่อไร่ (รูปที่ 17b) และดินที่ใส่อินทรียวัตถุในอัตรา 2 ตันต่อไร่ (รูปที่ 17c) การที่ในระยะ 5 วันแรกมีการสลายตัวค่อนข้างน้อยนั้นอาจเนื่องมาจากจุลินทรีย์อยู่ระหว่างการปรับตัว หรือเปลี่ยนสารกำจัดศัตรูพืชเป็นเมทาบอไลต์ที่ไม่เป็นพิษต่อจุลินทรีย์ หลังจากผ่านช่วงนี้ไปแล้วจุลินทรีย์จะเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว การเพิ่มขึ้นของจำนวนจุลินทรีย์ทำให้ดินอยู่ในสภาวะที่จะย่อยสลายสารกำจัดศัตรูได้อย่างรวดเร็ว (Hiltbold,

1974 and Khan, 1980) ซึ่งคล้ายกับการรายงานของ Prasad-Reddy *et al.* (1984) ในลักษณะที่จำนวนแบคทีเรียลดลงอย่างมีนัยสำคัญหลังจาก 2 วันเมื่อใช้ไตรอะโซฟอสที่อัตรา 10 มิลลิกรัมต่อกรัมดิน แต่จำนวนจุลินทรีย์จะกลับมามีจำนวนเพิ่มขึ้นจนเท่าเดิมในเวลาต่อมา ทำให้มีการสลายตัวของสารไตรอะโซฟอส สำหรับในวันที่ 14 การสลายตัวของสารไตรอะโซฟอสในดินที่ไม่ได้ใส่อินทรียวัตถุมีการสลายตัวเกือบหมดไปในทั้ง 3 ระดับความเข้มข้น ซึ่งมีสารไตรอะโซฟอสเหลือตกค้างในดินประมาณร้อยละ 0.01 สำหรับดินที่ใส่อินทรียวัตถุอัตรา 2 ตันต่อไร่ จะมีการสลายตัวของสารไตรอะโซฟอสมากกว่าในดินที่ใส่อินทรียวัตถุในอัตรา 1 ตันต่อไร่ ซึ่งมีสารไตรอะโซฟอสเหลืออยู่ในดิน (%remaining) ที่ความเข้มข้น 71 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ร้อยละ 68.78 และ 76.52 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบผลของความเข้มข้นของสารไตรอะโซฟอสที่ใส่ พบว่า การใส่สารในอัตรา 71 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทำให้มีสารไตรอะโซฟอสคงเหลืออยู่ในดินน้อยที่สุด ส่วนการใส่ในอัตรา 142 และ 213 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีสารไตรอะโซฟอสเหลืออยู่ในดินอยู่มากกว่าที่ระยะ 14 วัน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันในทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 13) สำหรับอัตราอินทรียวัตถุที่ใส่ลงไปในดินพบว่า การสลายตัวของสารไตรอะโซฟอสในวันที่ 5 และวันที่ 14 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันในทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 14) โดยวันที่ 14 มีสารไตรอะโซฟอสเหลืออยู่ประมาณร้อยละ 0.01, 84.89 และ 77.70 ในดินที่ใส่อินทรียวัตถุในอัตรา 0, 1 และ 2 ตันต่อไร่ ตามลำดับ

ตารางที่ 13 ผลของระดับความเข้มข้นเริ่มต้นต่อการสลายตัวของสารไตรอะโซฟอส

ความเข้มข้นเริ่มต้น (มก./กก.)	ปริมาณสารไตรอะโซฟอสที่เหลืออยู่ในดิน (%remaining) ระยะเวลาบ่มดิน (วัน)				
	0	**1**	**3**	**5**	**14**
71	100	95.50	87.80	88.29	48.44b
142	100	96.53	89.01	88.30	55.02a
213	100	96.24	88.96	88.65	59.14a

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

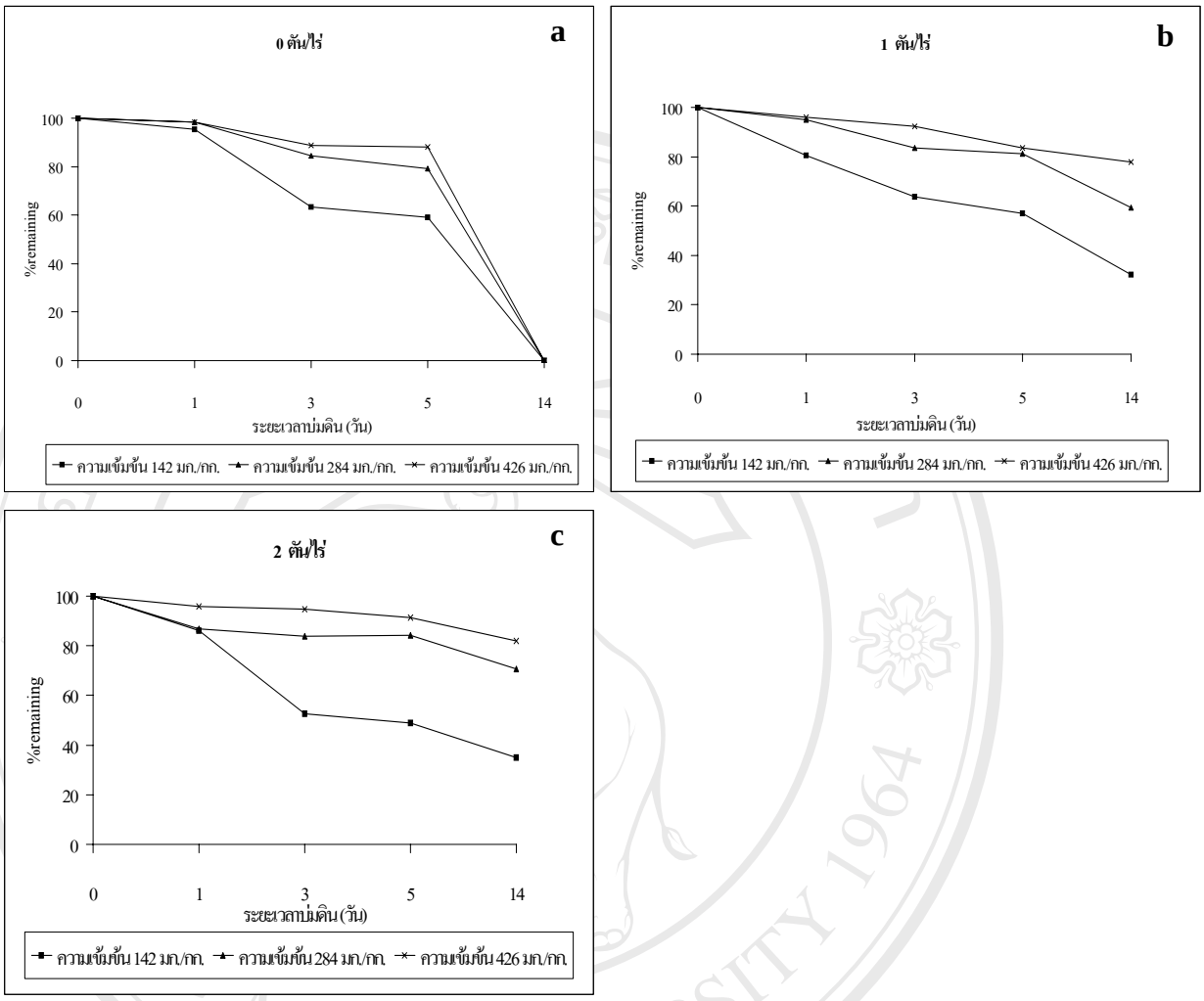
ตารางที่ 14 ผลของระดับอินทรียวัตถุต่อการสลายตัวของสารไตรอะโซฟอส

อินทรียวัตถุ	ปริมาณสารไตรอะโซฟอสที่เหลืออยู่ในดิน (%remaining)				
	ระยะเวลาบ่มดิน (วัน)				
	0	**1**	**3**	**5**	**14**
0 ตันต่อไร่	100	95.59	82.30	81.39b	0.01c
1 ตันต่อไร่	100	97.22	90.98	91.67a	84.89a
2 ตันต่อไร่	100	95.47	92.49	92.18a	77.70b

4.4.3 การสลายตัวของสารโปรฟีโนฟอส

ศึกษาผลของอินทรียวัตถุต่อการสลายตัวของสารโปรฟีโนฟอสในดินชุดโคราช โดยเติมอินทรียวัตถุลงไปในดินที่มีปริมาณสารโปรฟีโนฟอสเริ่มต้นแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 142, 284 และ 426 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในอัตรา 0, 1 และ 2 ตันต่อไร่ และวิเคราะห์หาปริมาณสารโปรฟีโนฟอสที่เหลือตกค้างอยู่ในดิน (% remaining) ที่ระยะต่างๆ ผลการศึกษาแสดงดังรูปที่ 18

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



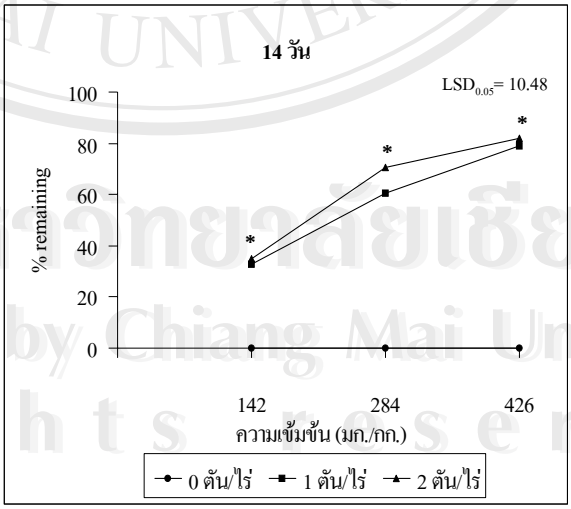
รูปที่ 18 ปริมาณสารโปรฟีโนฟอสที่เหลืออยู่ในดิน (%remaining) ที่เวลาต่างๆ เปรียบเทียบระหว่างดินที่ใส่อินทรียวัตถุในอัตรา 0 ตัน/ไร่ (รูป a), ดินที่ใส่อินทรียวัตถุในอัตรา 1 ตัน/ไร่ (รูป b) และดินที่ใส่อินทรียวัตถุในอัตรา 2 ตัน/ไร่ (รูป c)

จากรูปที่ 18 แสดงให้เห็นว่าการสลายตัวของสารโปรฟีโนฟอสมีอัตราค่อนข้างเร็วทั้งในดินที่ใส่อินทรียวัตถุอัตรา 0 ตันต่อไร่ (18a), 1 ตันต่อไร่ (รูปที่ 18b) และ 2 ตันต่อไร่ (รูป 18c) โดยการใส่สารโปรฟีโนฟอสที่อัตราความเข้มข้น 142 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะมีสารโปรฟีโนฟอสคงเหลืออยู่ในดินน้อยกว่าการใส่สารในอัตรา 284 และ 426 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่อนข้างมาก โดยเฉพาะในวันที่ 14 ของการบ่มดิน พบว่าการสลายตัวของสารโปรฟีโนฟอสขึ้นอยู่กับปริมาณอินทรียวัตถุและความเข้มข้นของสารคลอร์ไพริฟอสที่ใส่ร่วมกัน กล่าวคือ การที่ไม่ใส่อินทรียวัตถุนั้น ในดินที่มีสารโปรฟีโนฟอส 142, 284 และ 426 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีสารโปรฟีโนฟอส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตกค้างอยู่ในดินเพียงร้อยละ 0.01, 0.04 และ 0.06 ตามลำดับ ซึ่งมีการสลายตัวมากกว่าในดินที่มีการใส่อินทรียวัตถุในอัตรา 1 และ 2 ตันต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญกันในทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (รูปที่ 19) โดยที่ในดินที่ใส่อินทรียวัตถุในอัตรา 1 ตันต่อไร่ ที่ระดับความเข้มข้นเริ่มต้น 142, 284 และ 426 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีสารโปรฟีโนฟอสตกค้างอยู่ในดินร้อยละ 32.80, 60.35 และ 78.99 ตามลำดับ และดินที่มีการใส่อินทรียวัตถุในอัตรา 2 ตันต่อไร่ มีสารโปรฟีโนฟอสตกค้างอยู่ในดินถึงร้อยละ 34.98, 70.72 และ 81.88 ตามลำดับ การที่สารโปรฟีโนฟอสมีอัตราการสลายตัวค่อนข้างเร็วนั้นทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสารโปรฟีโนฟอสเป็นสารที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลถึง 396.5 กรัม และในลักษณะสูตรโครงสร้างของสารโปรฟีโนฟอสนั้นไม่มีกลุ่มฟังก์ชัน NR_3 NH_2 NHR $CONH_2$ หรือ COOR ที่จะทำหน้าที่เป็นตัวถูกดูดซับได้ดีกว่าสารที่มีกลุ่มฟังก์ชันอื่นๆ เป็นองค์ประกอบ (ศุภมาศ, 2540) ดังนั้นโมเลกุลของโปรฟีโนฟอสบางส่วนจึงไม่ถูกดูดซับโดยอนุภาคดิน จึงทำให้มีการสลายตัวของสารค่อนข้างเร็ว

เมื่อเปรียบเทียบผลของความเข้มข้นของสารโปรฟีโนฟอสต่อการสลายตัวในระยะเวลาต่างๆ กัน (ตารางที่ 15) พบว่า ในวันที่ 3 และวันที่ 5 การสลายตัวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันในทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ดังนี้คือ ในวันที่ 3 และวันที่ 5 การใส่สารโปรฟีโนฟอสที่ความเข้มข้น 142 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีการสลายตัวสูงกว่าการใส่สารในอัตรา 284 และ 426 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับผลของอินทรียวัตถุต่อการสลายตัวของสารโปรฟีโนฟอสระหว่างการใส่อินทรียวัตถุในอัตรา 0, 1 และ 2 ตันต่อไร่ ไม่พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันในทางสถิติ ตั้งแต่เริ่มบ่มดินจนถึงวันที่ 5 ของการบ่มดิน (ตารางที่ 16)



หมายเหตุ * ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันในทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

รูปที่ 19 ปฏิสัมพันธ์ปริมาณสารโปรฟีโนฟอสที่เหลืออยู่ในดิน (%remaining) ระหว่างอินทรียวัตถุกับความเข้มข้น ณ 14 วันหลังการบ่มดิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 15 ผลของระดับความเข้มข้นเริ่มต้นต่อการสลายตัวของสารโปรฟีโนฟอส

ความเข้มข้นเริ่มต้น (มก./กก.)	ปริมาณสารโปรฟีโนฟอสที่เหลืออยู่ในดิน (%remaining) ระยะเวลาบ่มดิน (วัน)			
	0	**1**	**3**	**5**
142	100	86.99	58.84c	54.81c
284	100	93.42	84.06b	81.82b
426	100	96.45	94.51a	87.90a

ตารางที่ 16 ผลของระดับอินทรียวัตถุต่อการสลายตัวของสารโปรฟีโนฟอส

อินทรียวัตถุ	ปริมาณสารโปรฟีโนฟอสที่เหลืออยู่ในดิน (%remaining) ระยะเวลาบ่มดิน (วัน)			
	0	**1**	**3**	**5**
0 ตันต่อไร่	100	97.07	80.70	75.90
1 ตันต่อไร่	100	90.21	79.67	73.87
2 ตันต่อไร่	100	89.57	77.03	74.77

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved