ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

ปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าที่ล้างน้ำก่อนเก็บรักษาในตู้เย็น

Methyl Parathion Residues in Chinese Kale, Treated by Washing in Water before Stored in Refrigerator

โดย

นางสาวจันทนา ปิติภัทรสมบูรณ์

ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

Department of Plant Pest Management Technology

Faculty of Agricultural Technology

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพฯ (10520)

King Mongkut's Institute of Technology
Chaokuntaharn Ladkrabang
Bangkok, Thailand (10520)

พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18231

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

ปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าที่ล้างน้ำก่อนเก็บรักษาในตู้เย็น

Methyl Parathion Residues in Chinese Kale,Treated by Washing in Water before Stored in Refrigerator

T098921

โดย

นางสาวจันทนา ปิติภัทรสมบูรณ์

Miss Jantana Pitipattarasomboon

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2544

ป ๗.
๑๒๘๑
2544

ตท.หมู่.....
เลขทะเบียน 98921
วัน.เดือน.ปี.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

ปริญญา

วิทยาศาสตรบัณฑิต(เกษตรศาสตร์)

เรื่อง

ปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าที่ล้างน้ำก่อนเก็บรักษาในตู้เย็น

Methyl Parathion Residues in Chinese Kale,Treated by Washing in Water before Stored in Refrigerator

โดย

นางสาวจันทนา ปิติภัทรสมบูรณ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ลักขณา อมรสิน)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.วรเดช จันทรสร)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

วันที่ 19 เดือน เม.ย พ.ศ 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง : ปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าที่ล้างน้ำก่อนเก็บรักษาในตู้เย็น

โดย : นางสาวจันทนา ปีติภัทรสมบูรณ์

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรบัณฑิต(เกษตรศาสตร์)

สาขาวิชา : เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

อาจารย์ที่ปรึกษา : ..... , 19/เม.ย./2545

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ลักขณา อมรสิน)

บทคัดย่อ

การทดลองทำโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด แบ่งเป็น 2 การทดลอง คือ การตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าจากแปลงทดลอง ซึ่งปลูกโดยการฉีดพ่นเมทธิลพาราไธออนในอัตราที่แนะนำบนฉลาก ในระหว่างเดือนตุลาคม 2544 ถึงเดือนมกราคม 2545 และผักคะน้าที่เก็บจากสวนผักเกษตรกร อ.เมือง จ. นครปฐม สุ่มเก็บผักคะน้าจากทั้ง 2 แหล่งมาล้างน้ำในอัตรา 4 ลิตรต่อผักคะน้า 250 กรัม ก่อนเก็บรักษาในตู้เย็น ตรวจวิเคราะห์สารโดยสกัดจากตัวอย่างผักในวันที่ 0, 1, 3, 5 และ 7 ด้วยเครื่อง แก๊สโครมาโตกราฟี ผลการตรวจวิเคราะห์พบว่า ผักคะน้าจากแปลงเกษตรกรมีการตกค้างน้อยกว่าผักคะน้าในแปลงทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตั้งแต่วันที่ 0-7 โดยที่ผักคะน้าที่สุ่มจากแปลงเกษตรกรในวันที่ 0 มีการตกค้างสูงกว่าวันที่ 1, 3, 5 และ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และวันที่ 1 มีการตกค้างสูงกว่าวันที่ 3, 5 และ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่วันที่ 3, 5 และ 7 จะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผักคะน้าจากแปลงทดลอง พบว่า การตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในวันที่ 0, 1, 3 และ 5 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติแต่การตกค้างในวันที่ 0, 1, 3 และ 5 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวันที่ 7 ทั้งนี้ผักคะน้าที่ปลูกในแปลงทดลองที่ไม่ได้ฉีดพ่นสาร (กลุ่มควบคุม) ไม่พบการตกค้างของเมทธิลพาราไธออน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title : Methyl Parathion Residues in Chinese Kale,Treated by Washing in Water Before Stored in Refrigerator

By : Miss Jantana Pitipattarasomboon

Degree : Bachelor of Science in Agriculture

Major Field : Pest Management Technology

Advisor : Luckana Amonsin , 19/4/2002

(Asst. Professor Luckana Amonsin)

Abstract

The experiment was designed as completely randomized designed (CRD), having two treatments, as analysis of methyl parathion residues in Chinese kale, planted by treating with methyl parathion as recommended dose in field plot during October 2001 to January 2002 and analysis of methyl parathion residues in Chinese kale harvested from Nakronpathom farmer field. The method was conducted by sampling Chinese kale from both resources and then washing in water (4 L./ 250 g. Chinese kale) before stored in refrigerator. The analysis was done on 0, 1, 3, 5 and 7 days by using Gas Chromatographic method. The results showed that methyl parathion residues in Chinese kale harvested from Nakronpathom farmer field have significantly less than Chinese kale in experiment field plot. Methyl parathion residues in Chinese kale harvested from Nakronpathom farmer field on 0 days have significantly higher than that on 1, 3, 5, and 7 days. methyl parathion residues on 1 days have significantly higher than that on 3, 5, and 7 days, but have no significantly difference on 3, 5 and 7days. Methyl parathion residues in Chinese kale of field plot have not significance on 0, 1, 3 and 5 days, but have significantly difference on 1, 3 and 5 days from 7 days. Control Chinese kale of field plot were not found methyl prathion residues.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ในการจัดทำปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ลักขณา อมรสิน อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้คอยให้คำแนะนำ ปรึกษา และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้เรียบร้อยและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ คุณจรงค์ศักดิ์ พุมนวน นักวิทยาศาสตร์ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช ที่ได้คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้เครื่อง Gas Chromatography และคอยให้คำปรึกษาในเรื่องต่างๆ

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้ให้ทั้งกำลังใจ และกำลังทรัพย์ในการศึกษาตลอดมา และขอขอบคุณเพื่อนๆและพี่ๆที่มีส่วนเกี่ยวข้องช่วยเป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ซึ่งถ้าหากมีข้อผิดพลาดประการใดก็ขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย

จันทนา ปิติภัทรสมบูรณ์

เมษายน 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ii
คำนิยม	iii
สารบัญ	iv
สารบัญตาราง	v
สารบัญรูปภาพ	vii
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	13
ผลการทดลอง	19
วิจารณ์ผลการทดลอง	23
สรุปและข้อเสนอแนะ	24
เอกสารอ้างอิง	25
ภาคผนวก	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

1. ปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าที่สุ่มจากแปลงเกษตรกรในวันที่ 0, 1, 3, 5 และ 7 หลังจากล้างน้ำ 4 ลิตรต่อผัก 250 กรัม แล้วนำไปไว้ในตู้เย็น 20
2. ปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าจากแปลงทดลองในวันที่ 0, 1, 3, 5 และ 7 หลังจากล้างน้ำ 4 ลิตรต่อผัก 250 กรัมแล้วนำไปไว้ในตู้เย็น 21
3. เปรียบเทียบปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าที่สุ่มจากแปลงเกษตรกรและแปลงทดลอง 22

ตารางผนวกที่

1. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนที่สลายตัวในผักคะน้า ที่ทำการสุ่มจากแปลงเกษตรกรในวันที่ 0, 1, 3, 5 และ 7 28
2. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนที่สลายตัวในผักคะน้า จากแปลงทดลองแล้วนำมาล้างน้ำ 4 ลิตรต่อผัก 250 กรัม ในวันที่ 0, 1, 3, 5 และ 7 หลังจากฉีดพ่นครั้งสุดท้าย 30
3. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนที่สลายตัวในผักคะน้า จากแปลงเกษตรกรกับผักคะน้าจากแปลงทดลองในวันที่ 0 32
4. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนที่สลายตัวในผักคะน้า จากแปลงเกษตรกรกับผักคะน้าจากแปลงทดลองในวันที่ 1 33
5. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนที่สลายตัวในผักคะน้า จากแปลงเกษตรกรกับผักคะน้าจากแปลงทดลองในวันที่ 3 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนการตกค้างของเมทธิลพาราไธออน ที่สลายตัวในผักคะน้า จากแปลงเกษตรกรกับผักคะน้าจากแปลงทดลอง ในวันที่ 5 35
7. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนการตกค้างของเมทธิลพาราไธออน ที่สลายตัวในผักคะน้า จากแปลงเกษตรกรกับผักคะน้าจากแปลงทดลอง ในวันที่ 7 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพที่ **หน้า**

1. แสดงสูตรโครงสร้างของเมทธิลพาราไธออน 7
2. แสดงส่วนประกอบพื้นฐานการทำงานของเครื่อง Gas chromatography 11
3. แสดงปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าที่สุ่มจากแปลงเกษตรกรในวันที่ 0, 1, 3, 5 และ 7 20
4. แสดงปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าจากแปลงทดลองในวันที่ 0, 1, 3, 5 และ 7 21
5. แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าจากแปลงเกษตรกรและจากแปลงทดลองในวันที่ 0, 1, 3, 5 และ 7 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ผักคะน้า (*Brassica alboglabra*) จัดอยู่ในตระกูล Cruciferae เป็นผักที่รู้จักกันดีและบริโภคกันมาก ซึ่งจะบริโภคส่วนของใบและลำต้น ในคะน้าจะมีวิตามินซีและมีแคลเซียมสูงมาก เป็นผักที่นิยมปลูกกันทั่วทุกภาคของประเทศไทย เพราะปลูกได้ง่ายและสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี นอกจากนี้ยังทำรายได้ให้กับเกษตรกรเป็นอย่างดี ช่วงเวลาที่ดีที่สุดในการปลูกผักคะน้าคือในช่วงเดือนตุลาคมถึงเมษายน คะน้าเป็นผักอายุ 2 ฤดู แต่ปลูกเป็นผักฤดูเดียว อายุตั้งแต่หว่านหรือหยอดเมล็ดจนถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 45-55 วัน แต่ในการปลูกผักคะน้าก็ยังมีปัญหาที่สำคัญที่เกษตรกรผู้ปลูกต้องประสบอยู่เสมอซึ่งก็คือ ปัญหาการเข้าทำลายของแมลงศัตรูผัก ได้แก่ หนอนกระทู้ผัก หนอนใยผัก หนอนกระทู้หอม ด้วงหมัดผัก เพลี้ยอ่อน และแมลงศัตรูพืชอีกหลายชนิด ซึ่งจากปัญหาดังกล่าวนี้ทำให้เกษตรกรมีการใช้สารเคมีกำจัดแมลงกันมาก จึงก่อให้เกิดปัญหาการตกค้างของสารเคมีต่างๆตามมา ด้วยเหตุนี้จึงทำการศึกษาการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าที่ล้างน้ำก่อนเก็บรักษาในตู้เย็น เพื่อจะได้ทราบถึงปริมาณสารที่ตกค้างในแต่ละวัน เพื่อเป็นแนวทางในการบริโภคผักคะน้าอย่างปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าจากแปลงทดลองกับผักคะน้าจากแปลงเกษตรกร จังหวัดนครปฐม ซึ่งล้างน้ำในอัตรา 4 ลิตร/ผัก 250 กรัมก่อนนำไปเก็บไว้ในตู้เย็น
2. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าจากแปลงทดลองกับผักคะน้าจากแปลงเกษตรกร จังหวัดนครปฐม
3. เพื่อหาแนวทางในการบริโภคผักคะน้าอย่างปลอดภัยหลังการฉีดพ่นด้วยเมทธิลพาราไธออน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

ผักคะน้า (Chinese kale)

ผักคะน้า (*Brassica alboglabra* Bail.) จัดอยู่ในตระกูล Cruciferae (ตระกูลเดียวกับกะหล่ำปลีและผักกาดต่างๆ)เป็นผักที่รู้จักกันดีและนิยมบริโภคกันมาก โดยมีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปเอเชีย แล้วแพร่ขยายมาสู่อินเดียและจีนเป็นเวลานานจนได้รับความนิยมและเป็นที่คุ้นเคยกันในแถบนี้ คะน้าจัดเป็นพืชผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของหลายประเทศในเขตเอเชียเช่น ไทย จีน ไต้หวัน ฮ่องกง มาเลเซีย สิงคโปร์ และยังจัดเป็นผักสดที่ใช้ในชีวิตประจำวันของคนไทย นิยมปลูกกันมากทั่วประเทศ เป็นพืชที่ใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายชนิด คะน้าเป็นพืชที่ปลูกได้ง่าย สามารถขึ้นในดินแทบทุกชนิดที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง มีความเป็นกรดเป็นด่าง(pH)ของดินอยู่ระหว่าง 5.5-6.8 และมีความชื้นในดินสูงสม่ำเสมอ ต้องการแสงแดดเต็มที่ คะน้าสามารถเจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิเฉลี่ย 20°C แต่คะน้าก็สามารถทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงได้ดี(สุนทร, 2540) คะน้ามีความทนทานมากที่สุดในพวก Cruciferous crop ด้วยกัน บางพันธุ์สามารถทนต่อความหนาวเย็นที่อุณหภูมิ-10° ถึง-15 °C และบางพันธุ์สามารถทนทานต่อช่วงแล้งและอุณหภูมิสูงได้พอสมควร คะน้ามีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น สามารถเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่เป็นต้นกล้าขนาดเล็กจนถึงโตเต็มที่ นอกจากนี้ยังเป็นผักที่มีคุณค่าทางอาหารสูงประกอบด้วยวิตามินหลายชนิด เช่น วิตามินเอ วิตามินซี แคลเซียม และไทอามีน คะน้ามีชื่อสามัญเป็นภาษาอังกฤษโดยทั่วไปว่า Chinese kale การผลิตเมล็ดพันธุ์ในประเทศไทยถึงแม้จะผลิตได้ทางภาคเหนือ แต่ปริมาณเมล็ดพันธุ์ก็ยังไม่เพียงพอ ยังต้องพึ่งการนำเข้าจากต่างประเทศมาใช้อยู่ เสมอ

คะน้าดอกขาวเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทย โดยสั่งเมล็ดจากต่างประเทศเข้ามาปลูกและปรับปรุงพันธุ์ ปัจจุบันพันธุ์คะน้าที่นิยมปลูกในไทยมี 3 พันธุ์คือ 1.พันธุ์ใบกลม มีลักษณะใบกว้างใหญ่ ปล้องสั้น ปลายใบมน เช่น พันธุ์ฝางเบอร์1 2.พันธุ์ใบแหลม มีลักษณะใบแคบ ปลายใบแหลม ผิวใบเรียบ เช่น พันธุ์P.L.20 3.พันธุ์ยอดหรือก้าน มีลักษณะเหมือนกับคะน้าใบแหลมแต่ปล้องยาวกว่า เช่น พันธุ์แม่โจ้ เป็นต้น (สุนทร, 2540)

เมทธิลพาราไธออน(Methyl parathion)

เมทธิลพาราไธออนจัดเป็นวัตถุมีพิษที่ใช้ป้องกันและกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ซึ่งเกษตรกรนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายโดยมีสถิติการนำเข้ามาใช้ในประเทศสูงเป็นอันดับที่ 3 ของสารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มเดียวกัน คิดเป็นปริมาณที่นำเข้า 1,117 ตันหรือเป็นมูลค่ากว่า 70 ล้านบาท (ไพฑูรย์และคณะ, 2537) จากการที่มีการใช้เมทธิลพาราไธออนอย่างแพร่หลายเป็นเหตุให้ตรวจพบการปนเปื้อนและตกค้างอยู่ในผลผลิตเกษตรกรรมอยู่เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

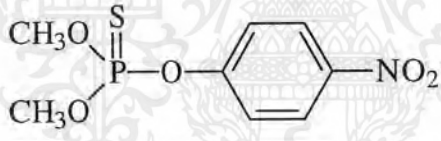
จากการค้นพบสารพาราไธออนของ Dr. Schrader นักเคมีผู้มีชื่อเสียงชาวเยอรมัน สารพาราไธออนได้ถูกจำหน่ายในท้องตลาด ภายใต้สารพิษที่ชื่อว่า "โฟลิดอล อี 605 " และด้วยเหตุที่มีประสิทธิภาพในการทำลายแมลงศัตรูพืชอย่างกว้างขวาง ทำให้โฟลิดอล อี 605 ได้มีการพัฒนาปรับปรุงขึ้นมาใหม่ คือเมทธิลพาราไธออน โดยบริษัทผู้ผลิตเมทธิลพาราไธออนออกจำหน่ายมีอยู่หลายบริษัท โดยจะใช้ชื่อแตกต่างกันไป แต่ชื่อทางการค้าที่เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย คือ Folidol M (ปรีชา, 2530)เมทธิลพาราไธออนที่ผลิตในท้องตลาด มีทั้งชนิดน้ำมัน ความเข้มข้นสูง (2 ปอนด์ / แกลลอน) ชนิดผงละลายน้ำได้และชนิดผงใช้พ่น

ชื่อทางเคมี O,O – Dimethyl – O – 4 – nitrophenyl phosphorothioate

ชื่อสามัญ เมทธิล พาราไธออน (methyl parathion) พาราไธออน เมทธิล (parathion methyl) เมทต้าฟอส (metaphos)

ชื่อทางการค้า ดาล์ฟ (Dalf) โฟลิดอล เอ็ม (Folidol M) ไนตรอกซ์ 80 และเท็คไวซา(Tekwaisa) (วิเชียร, 2535)

มีสูตรโครงสร้างทางเคมีแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 สูตรโครงสร้างของเมทธิลพาราไธออน

สมบัติทางเคมี

เมทธิลพาราไธออน เป็นของเหลวสีน้ำตาล มีกลิ่นคล้ายกระเทียม สามารถละลายได้ดีใน alcohol ketone และ aromatic hydrocarbons ไม่ละลายน้ำ มีจุดหลอมเหลวที่ 35°-36 °C จะสลายตัวได้เร็วเมื่ออุณหภูมิสูงถึง 140 องศาเซลเซียส หรือผสมกับด่าง ไม่สลายตัวในสภาพที่เป็นกรด หรือ pHต่ำกว่า7 หรือเท่ากับ 7

ความเป็นไปของเมทธิลพาราไธออน

เมทธิลพาราไธออนเป็นสารที่คงสภาพอยู่ในดินได้ชั่วระยะสั้น ๆ การสลายตัวเกิดจากการ oxidation demethylation และ hydrolysis เกิดเป็นกรด phosphoric และ 4 - nitrophenol เชื่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่าสารนี้เคลื่อนที่ในดินได้น้อยมากและไม่มีแนวโน้มที่จะซึมลงไปปนเปื้อนน้ำใต้ดิน อย่างไรก็ตาม สารนี้สามารถคงสภาพอยู่ในน้ำที่เป็นกลางได้หลายวัน แต่ในน้ำที่เป็นด่างจะสลายตัวอย่างรวดเร็ว

การออกฤทธิ์ของเมทธิลพาราไธออน

เป็นสารกำจัดแมลงที่ออกฤทธิ์กำจัดแมลงประเภทไม่ดูดซึม ออกฤทธิ์ประเภทกินตาย (stomach poisons) สัมผัสตาย (contact poison) และสูดดม (inhalation)

วิธีใช้และอัตราการใช้

สำหรับอัตราการใช้ที่เหมาะสมจะแตกต่างกันไป ตามชนิดของแมลงศัตรูพืชและตามชนิดของพืช โดยพืชผักทั่วๆไปใช้ในอัตรา 10-20 cc/น้ำ 20 ลิตร (ประมาณ 1-2 ช้อนแกง/น้ำ 1 ปีบ) พ่นให้ทั่วทั้งต้นพืชที่พบแมลงรต้นพืชที่พบแมลงรง ถั่วเหลืองใช้ในอัตรา 40-55 cc/น้ำ 20 ลิตร (ประมาณ 4-5 ช้อนแกง/น้ำ 1 ปีบ) ฉีดพ่นให้ทั่วต้นพืชที่พบแมลงระบาดอยู่(พิสิฐ, 2535)

ความเป็นพิษของเมทธิลพาราไธออน

เมทธิลพาราไธออนสลายตัวได้ง่าย แต่มีพิษสูง เป็นพิษต่อพืชบางชนิด เช่น ฝ้าย ข้าวฟ่าง ไม้ดอกไม้ประดับ พืชตระกูลแตง แต่อาการพิษที่เกิดกับพืชเหล่านี้มักไม่มีความสำคัญ หากใช้ตามคำแนะนำจะไม่มีผลเสียเกิดขึ้น โดยพืชที่ผ่านการฉีดพ่นสารเมทธิลพาราไธออน ควรทิ้งระยะเวลาเก็บเกี่ยวอย่างน้อย 14 วัน ระยะเวลาที่ควรทิ้งไว้ก่อนเก็บเกี่ยวหลังฉีดสารฆ่าแมลงครั้งสุดท้ายเป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึงมากที่สุด เพื่อให้สารฆ่าแมลงนั้นห้สารฆ่าแมลงนั้นะสารฆ่าแมลงสามารถสลายตัวได้เร็วที่สุดในช่วงที่พืชมีชีวิตอยู่ เนื่องจากน้ำย่อยและปฏิกิริยาทางเคมีในพืช(ขวัญชัย, 2527)

เมทธิลพาราไธออนถูกจัดอยู่ในกลุ่มวัตถุมีพิษประเภทพิษร้ายแรงยิ่ง (extremely hazard) มีค่าLD_{50} ทางปาก(หนู)เท่ากับ 9-25 มก./กก. ทางผิวหนัง(กระต่าย)เท่ากับ 300-400 มก./กก. และยังมีความเป็นพิษต่อสัตว์ชนิดอื่นๆที่ไม่ใช่แมลงศัตรูพืช เช่น มีพิษสูงมากต่อผึ้ง นก สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และเป็นพิษต่อปลา ไส้เดือน

ความเป็นพิษเนื่องจากเมทธิลพาราไธออนมีสาเหตุ 3 ประการ คือ

1 เกิดจากการปฏิบัติงานขณะฉีดพ่น

2 เกิดจากการกินพืชที่มีเมทธิลพาราไธออนปนเปื้อน

3 เกิดจากการกินเพื่อฆ่าตัวตาย

เมทธิลพาราไธออนจัดเป็นสารพิษที่ได้รับเพียงไม่ถึง 1 ช้อนชา ก็อาจทำให้เสียชีวิตได้ (ประยูร, 2535) และผู้ป่วยที่ได้รับสารพิษจะมีอาการพิษเกิดขึ้นภายใน 1-4 ชั่วโมงหลังจากได้รับสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาการพิษจากเมทธิลพาราไธออน

อาการพิษเนื่องจากการสะสมของ acethylcholineในระบบประสาท แบ่งเป็น 3 ลักษณะอาการคือ

1. อาการพิษแบบมัสคารินิค (muscarinic effects)
2. อาการพิษแบบนิโคตินิค (nicotinic effects)
3. อาการพิษที่ระบบประสาทส่วนกลาง

อาการพิษแบบมัสคารินิค (muscarinic effects)

มีอาการเบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน ท้องร่วง น้ำลาย น้ำตา เสมหะและเหงื่อออกมาก ม่านตาหดตัว หัวใจเต้นเร็วหลอดลมบีบตัวทำให้เกิดอาการไอ ถ่ายอุจจาระและปัสสาวะโดยกลั้นไม่อยู่

อาการพิษแบบนิโคตินิค (nicotinic effects)

มีอาการสั่น ต่อมามีอาการอ่อนเพลีย และเป็นอัมพาต

อาการพิษที่ระบบประสาทส่วนกลาง

ระยะแรกระบบประสาทส่วนกลางจะถูกกระตุ้น แต่ระยะหลังถูกกดทำให้เกิดอาการชัก สับสน กระวนกระวาย และหมดสติ ถ้าอาการรุนแรงอาจถึงตายได้ เนื่องจากระบบประสาทล้มเหลว (พาลาภ, 2537)

การแก้พิษ

- รีบนำผู้ป่วยออกจากบริเวณที่มีวัตถุมีพิษนั้น พักผ่อนในที่ที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก หากหายใจขัด ให้ใช้เครื่องช่วยหายใจทันที
- หากสารพิษถูกผิวหนัง ให้รีบล้างด้วยน้ำสบู่ ชำระล้างร่างกายให้สะอาด
- หากสารพิษเข้าตา ให้รีบล้างตาด้วยน้ำสะอาดนานอย่างน้อย 15นาที
- หากสารพิษเข้าปาก ให้รีบทำให้อาเจียนโดยเร็ว โดยการล้วงคอ หรือให้ดื่มน้ำเกลืออุ่น (เกลือ 1 ช้อนโต๊ะ/น้ำอุ่น 1 แก้ว) แล้วรีบนำผู้ป่วยส่งแพทย์ พร้อมภาชนะบรรจุสารพิษนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำแนะนำสำหรับแพทย์

สำหรับผู้ใหญ่ฉีด atropine ขนาด 2-4 mg. IV และฉีดซ้ำในขนาด 2 mg. ทุก 10-15 นาที จนอาการพิษลดลง อาจให้ 2-PAM ขนาด 1 mg. / 20cc. IV ฉีดเข้าเส้นร่วมด้วย ห้ามใช้ morphine thophylline หรือ aminophylline แก่ผู้ป่วย (ประยูร, 2535)

ความเป็นไปของวัตถุมีพิษในดิน

วัตถุมีพิษในดินจะเปลี่ยนแปลงเนื่องจากขบวนการต่างๆ ได้แก่ การถูกดูดยึดวัตถุมีพิษโดยอนุภาคดิน การเคลื่อนย้ายแพร่กระจายและการย่อยสลาย ซึ่งขบวนการต่างๆพอสรุปได้ดังนี้

1. การดูดยึดโดยอนุภาคดิน

การดูดยึด (absorption) วัตถุมีพิษโดยอนุภาคดิน มีบทบาทสำคัญต่อสถานภาพและพฤติกรรมของวัตถุมีพิษโดยมีผลต่อการเคลื่อนย้ายและแพร่กระจาย การระเหยกลายเป็นไอและการสลายตัวของวัตถุมีพิษในดินซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการดูดยึดโดยอนุภาคดิน ได้แก่ คุณสมบัติทางเคมีของวัตถุมีพิษ ปริมาณอนุภาคดินเหนียว(clay) อินทรีย์วัตถุในดิน ความเป็นกรดเป็นด่าง(pH) ขนาดของอนุภาคดิน ความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนของดิน(CEC) และอุณหภูมิ

คุณสมบัติที่มีบทบาทสำคัญต่อการถูกดูดยึดคือ ปริมาณอนุภาคดินเหนียวและปริมาณอินทรีย์วัตถุพบว่า ถ้าปริมาณสารอินทรีย์ที่ระดับ 6 % ทั้งอนุภาคดินเหนียว อินทรีย์วัตถุจะมีบทบาทในการดูดยึด หากปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงๆ การดูดยึดส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นที่ผิวของอินทรีย์วัตถุ สำหรับด้านวัตถุมีพิษนั้นคุณสมบัติที่มีบทบาทต่อการดูดยึด คือ ลักษณะโครงสร้างขนาดของโมเลกุล ความเป็นกรดเป็นด่าง การละลายน้ำและความมีขั้วของสาร

2. การเคลื่อนย้ายของวัตถุมีพิษในดิน

วัตถุมีพิษอาจมีการเคลื่อนย้ายโดยระเหยกลายเป็นไอหรือการเคลื่นย้ายไปโดยมีน้ำเป็นตัวพาทำให้เกิดการแพร่กระจายของวัตถุมีพิษในดิน รวมทั้งแพร่กระจายไปยังสิ่งแวดล้อมอื่นได้ ซึ่งลักษณะของการเคลื่อนย้ายมีดังนี้

2.1 การระเหยกลายเป็นไอ

การระเหยกลายเป็นไอขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการได้แก่ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำในดิน การเคลื่อนที่ของอากาศ คุณสมบัติของวัตถุมีพิษ และคุณสมบัติของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณอนุภาคดินเหนียวและ pH ของดิน ได้มีการศึกษามากมายที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างการระเหยของวัตถุมีพิษในดินกับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินว่ามีทิศทางในการกลับกันคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่ออินทรีย์วัตถุในดินสูงการระเหยจะน้อยลง เนื่องจากเกิดการดูดซึม (absorption) วัตถุมีพิษโดยอินทรีย์วัตถุ

2.2 การชะล้างโดยน้ำ

เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุมีพิษโดยการไหลไปกับน้ำโดยการไหลบ่าหน้าดิน (run off) หรือการเคลื่อนที่ในดินในแนวดิ่ง (leaching) ปัจจัยที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับการชะล้างของวัตถุมีพิษในดิน ได้แก่ สมบัติการละลายน้ำของวัตถุมีพิษ ปริมาณน้ำฝน การดูดยึดวัตถุมีพิษกับดิน ลักษณะของเนื้อดิน รวมทั้งปัจจัยอื่นๆ เช่นการป้องกันการเกิดการชะล้างพังทลายของดินจะส่งผลต่อการลดการเคลื่อนย้ายของวัตถุมีพิษจากการไหลบ่าหน้าดิน สำหรับวัตถุมีพิษที่ละลายได้น้อยส่วนใหญ่จะดูดยึดกับอนุภาคดินจึงถูกเคลื่อนย้ายไปโดยวิธีการไหลบ่าหน้าดินพร้อมกับการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน (erosion) แต่จากการศึกษาที่เกี่ยวข้องพบว่าการเคลื่อนย้ายของวัตถุมีพิษโดยน้ำไหลบ่าบนหน้าดิน มีความสำคัญทางด้านสิ่งแวดล้อมน้อยเพราะวัตถุมีพิษส่วนใหญ่เคลื่อนย้ายในปริมาณน้อยกว่า 0.5 % ของวัตถุมีพิษที่ใช้ไป จากการศึกษาพบว่า สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ส่วนใหญ่มีการเคลื่อนย้ายน้อยมาก เนื่องจากดูดยึดอยู่กับอนุภาคดิน

3. การสลายตัวของวัตถุมีพิษ

วัตถุมีพิษในดินจะมีการสลายตัวโดยขบวนการต่างๆ ทำให้การตกค้างของวัตถุมีพิษลดลง ซึ่งขบวนการสลายตัวสามารถสรุปได้ดังนี้

3.1 การสลายตัวโดยแสง

แสงแดดที่มีความยาวคลื่น 290-450 nm. โดยเฉพาะอย่างยิ่งแสงอุลตร้าไวโอเลต (UV) มีพลังงานเพียงพอที่ทำให้วัตถุมีพิษส่วนมากเกิดการสลายตัว (Photodecomposition) ที่บริเวณผิวหน้าดินมากๆ ทั้งนี้การสลายตัวโดยแสงของวัตถุมีพิษจำกัดอยู่ที่ผิวหน้าดินลึกลงไปเพียง 1 หรือ 2 มิลลิเมตรเท่านั้น การเกิดปฏิกิริยาสลายตัวโดยแสงของวัตถุมีพิษขึ้นอยู่กับ ระยะเวลาที่ได้รับแสง ความเข้มและความยาวคลื่นแสง คุณสมบัติของวัตถุมีพิษ คุณสมบัติตัวกลางที่วัตถุมีพิษยึดเกาะ ตัวทำละลายของวัตถุมีพิษ คุณสมบัติความเป็นกรดเป็นด่างของตัวทำละลาย รวมทั้งตัวกระตุ้นที่ทำให้เกิดปฏิกิริยา เช่น สารอินทรีย์ในดิน มักดูดซึมแสงในช่วงคลื่นUV ได้ดี จะกระตุ้นให้วัตถุมีพิษเกิดการสลายตัวโดยแสงมากขึ้น

3.2 การสลายตัวทางเคมี

ขบวนการทางเคมีที่เกิดขึ้นได้แก่ ปฏิกิริยา hydrolysis oxidation และ reduction เป็นต้น ซึ่งปฏิกิริยาส่วนมากจะเกิดขึ้นโดยมีน้ำเป็นตัวกลางหรือเป็นตัวทำปฏิกิริยา โดยที่ขบวนการปกติที่เกิดขึ้นเสมอคือ ปฏิกิริยา hydrolysis และ oxidation ทั้งนี้ปฏิกิริยาต่างๆอาจถูกเร่ง (catalyzed) โดยปัจจัยต่างๆเช่น จากผิวหน้าของอนุภาคดินเหนียว (clay surfaces) ไอออนของโลหะ ออกไซด์ของโลหะ และสารอินทรีย์ในดินเป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส ได้แก่ pH อุณหภูมิ ความชื้น และคุณสมบัติของวัตถุมีพิษรวมทั้งคุณสมบัติของดินด้วย

3.3 การสลายตัวโดยขบวนการทางชีววิทยา

จุลินทรีย์ในดิน ได้แก่ bacteria fungi และ actinomycete มีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายวัตถุมีพิษในดิน ซึ่งจุลินทรีย์จะมีระบบเอนไซม์ เพื่อเปลี่ยนแปลงวัตถุมีพิษมาเป็นประโยชน์ในด้านธาตุอาหารและแหล่งพลังงาน ทั้งนี้การใช้ประโยชน์อาจเป็นในรูปของแหล่งคาร์บอน ไนโตรเจน หรือธาตุอาหาร

ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในดินที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัวของวัตถุมีพิษในดินได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น การถ่ายเทอากาศ ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และคุณสมบัติของวัตถุมีพิษ ซึ่งจากการทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่า การเพิ่มอุณหภูมิทุก 10 $^{\circ}C$ ทำให้อัตราการสลายตัวของวัตถุมีพิษโดยจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นเป็น 2.5-3 เท่า และอัตราการสลายตัวจะเพิ่มขึ้นด้วยเมื่อเพิ่มความชื้นของดินจากสภาพแห้งแล้งไปจนถึงจุดความชื้นของดิน อุณหภูมิและความชื้นของดิน ทั้งนี้ในสภาพแปลงปลูกพืช อุณหภูมิและความชื้น มักมีการเปลี่ยนแปลงเสมอๆ ซึ่งจะส่งผลต่อการสลายตัวของวัตถุมีพิษด้วย

การสลายตัวของวัตถุมีพิษโดยจุลินทรีย์ในดินมีความสำคัญต่อการคงสภาพหรือการตกค้างของวัตถุมีพิษอย่างยิ่ง นอกจากปัจจัยด้านต่างๆที่มีผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์ดังที่กล่าวมาแล้ว ชนิดของวัตถุมีพิษ อัตราการใช้ และจำนวนครั้งที่ใช้ก็มีส่วนในการส่งเสริมหรือลดอัตราการสลายตัวของจุลินทรีย์ได้ โดยวัตถุมีพิษบางชนิดอาจทำให้เกิดการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ที่ใช้ย่อยเฉพาะวัตถุมีพิษชนิดนั้นๆมากขึ้น ส่งผลให้อัตราการสลายตัวของวัตถุมีพิษที่ใช้ในครั้งต่อไปเพิ่มขึ้น หรือวัตถุมีพิษบางชนิดอาจไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ของจุลินทรีย์ที่ใช้ในการย่อยสลายวัตถุมีพิษ ทำให้การย่อยสลายเป็นไปได้ช้า ทำให้วัตถุมีพิษตกค้างอยู่ได้นาน (พนิดา, 2538)

Gas Chromatography

เป็นเครื่องมือที่ใช้แยกและวิเคราะห์สารทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ เทคนิคของ Gas Chromatography คือ แยกของผสมให้เป็น gas phase ที่อุณหภูมิหนึ่งๆ แล้วผ่านไปยังคอลัมน์ที่บรรจุด้วยเฟสคงที่ (stationary phase) มาสัมผัสกับตัวกลางที่อยู่กับที่นั้น ซึ่งสารแต่ละชนิดมีพฤติกรรมในการแยกตัว (partition) ต่างกัน ทำให้เมื่อ mobile phase พาสารเคลื่อนที่ผ่านไปตาม stationary phase ในช่วงเวลาหนึ่งๆ สารแต่ละตัวจะถูกแยกจากกันได้ในเวลาที่ต่างกัน

Gas Chromatography แบ่งตาม stationary phase เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Gas – Solid Chromatography (GSC.)

ใช้ stationary phase ที่เป็นของแข็ง เป็นตัว adsorbtion สารที่เป็นแก๊ส และไม่มีสารอื่นเคลือบอยู่ และเป็นโมเลกุลเล็กๆ เพราะฉะนั้นในคอลัมน์ที่บรรจุด้วย active solids เป็นโมเลกุล sieves หรือ porous polymers , silica gel , alumina , activated carbon เป็นต้น

2. Gas – Liquid Chromatography (GLC.)

สารที่อยู่ด้วยกันจะสามารถแยกออกจากกันได้ ด้วยการกระจายตัวที่ต่างกันของแก๊สระหว่าง stationary phase { ที่มีของเหลว (Liquid phase) ฉาบอยู่บนของแข็ง (Solid support) ในลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ } กับ mobile phase หรือมีค่า partition : coeficient ต่างกัน Gas Chromatography ชนิดที่มีของเหลวเป็น stationary phase มีความสำคัญมากกว่าทั้งนี้นับตั้งแต่ Martin และ James ได้เสนอรายงานแนะนำ Gas – Liquid Chromatography เป็นครั้งแรกใน ค.ศ. 1952 ก็ได้พัฒนามา1952 ก็ได้พัฒนามาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยต่างๆเช่น เคมี ชีววิทยา ตลอดจนงานทางด้านวิศวกรรม

ส่วนประกอบของเครื่อง Gas Chromatography

เครื่อง Gas Chromatography โดยทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนประกอบพื้นฐานที่สำคัญดังรูปที่ 2 ทั้งนี้เครื่องจะทำงานโดย carrier gas ที่ทำหน้าที่เป็น mobile phase ซึ่งจะถูกทำให้ไหลเข้าไปในคอลัมน์ เมื่อสารผสมที่จะถูกวิเคราะห์ถูกฉีด (inject) เข้าที่ส่วนที่ใช้ฉีดสาร (injection part) สารนั้นจะถูกพาเข้าไปในคอลัมน์ ซึ่งต่อกับเครื่องตรวจวัด (detector) เครื่องตรวจวัดจะทำหน้าที่ให้สัญญาณเมื่อได้รับสารที่ออกจากคอลัมน์ และส่งสัญญาณต่อไปยังเครื่องบันทึกข้อมูล (recorder) ซึ่งจะบันทึกข้อมูลออกมาเพื่อนำไปแปลผล ส่วนประกอบที่สำคัญของ Gas Chromatography จะมีลักษณะและคุณสมบัติ ดังนี้

Carrier Gas : ทำหน้าที่นำสารตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ผ่านเข้าไปในคอลัมน์ไปยังเครื่องตรวจวัด แก๊สที่ใช้เป็น carrier gas ต้องมีคุณสมบัติเป็นแก๊สเฉื่อย มีมวลโมเลกุลต่ำ และมีค่าความจุความร้อนสูง carrier gas ที่นิยมใช้คือ ไนโตรเจน (N_2) และฮีเลียม (He) การใช้แก๊สเป็น mobile phase นี้ทำให้ความสมดุลระหว่างสองตัวกลางเป็นไปอย่างรวดเร็ว จึงทำให้ Gas Chromatography เป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพสูง

Column : ถือเป็นหัวใจของเครื่อง Gas Chromatography ทั้งนี้เพราะกระบวนการแยกสารจะเกิดขึ้นที่คอลัมน์ ลักษณะทั่วไปของคอลัมน์จะประกอบด้วยสองส่วนคือ หลอดหรือท่อ(tubing) และ stationary phase ที่บรรจุอยู่ภายใน ในกรณีที่คอลัมน์มีลักษณะเป็นหลอดแก้วหรือโลหะ เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.5-3.5 มม. และ stationary phase มีลักษณะเป็นของเหลวที่เคลือบอยู่บน solid support ที่มีลักษณะเป็นเม็ดๆ เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.15-0.25 มม. เรียกคอลัมน์ชนิดนี้ว่า packed column นอกจากนี้ยังมีชนิด Capillary column เป็นคอลัมน์แบบท่อเปิด liquid stationary

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

phase จะถูกเคลือบเป็นชั้นบางๆที่ผนังด้านใน มีความหนา 0.1-1 ไมครอน มีเส้นผ่าศูนย์กลางภายในเล็กมาก 0.1-0.5 mm. เนื่องจากเป็นคอลัมน์แบบท่อเปิด จึงสามารถมีความยาวของคอลัมน์ได้มากกว่า stationary phase เพราะว่ามี back pressure น้อยกว่า คอลัมน์ชนิดนี้จะจุ stationary phase ได้น้อยกว่า packed column มาก จึงต้องใช้ตัวอย่างที่มีขนาดน้อยๆเท่านั้น

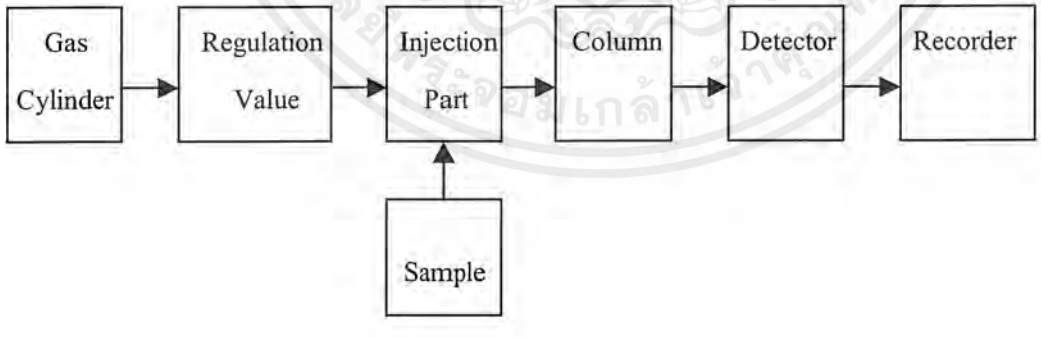
Capillary column แบ่งเป็น 2 แบบ คือ

1. คอลัมน์แบบ wcto (Wall-coated open tubular) เป็นคอลัมน์ที่ได้จากการเคลือบผนังของคอลัมน์ด้วย liquid stationary phase
2. คอลัมน์แบบ plot (Porous layer open tubular) ผนังภายในช่องจะเคลือบด้วยตัวดูดซับ (absorbent) แต่ถ้าเคลือบด้วยตัวดูดซับที่มี liquid phase ด้วย เรียกคอลัมน์ชนิดนี้ว่า scot (Support coated open tubular)

ผนังของ Capillary column ส่วนใหญ่ที่นิยมใช้ทำมาจากแก้ว และ fused silica (ทำมาจากซิลิกาออกไซด์ที่เคลือบด้วย poly-amide)

ประสิทธิภาพของ Capillary column นี้จะสูงมากกว่า packed column การแยกสกัดสารก็จะใช้เวลาน้อยกว่า อุณหภูมิที่ใช้ต่ำกว่าใน packed column และ flow rate ของ carrier gas ที่ใช้กับ Capillary column น้อยกว่าใน packed column โดยทั่วไปใช้เพียง 0.5-4 ml./min. สำหรับ nitrogen และ 1-10 ml./min. สำหรับ helium

Injection part : เป็นส่วนที่ใช้ฉีดสารเข้าสู่คอลัมน์ ในกรณี packed column ซึ่งสามารถรับปริมาณสารตัวอย่างได้มาก ระบบจะไม่ยุ่งยาก สามารถฉีดสารเข้าสู่คอลัมน์ได้ โดยใช้เข็ม (microsyringe) ฉีดสารตัวอย่างเข้าไปใน injector part การตั้งอุณหภูมิที่ injector part ต้องตั้งให้สูงกว่าจุดเดือดของสารตัวอย่าง



รูปที่ 2 แสดงส่วนประกอบพื้นฐานการทำงานของเครื่อง Gas Chromatography

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์

1. ให้ผลการตรวจวิเคราะห์อย่างรวดเร็ว
2. ใช้ตัวอย่างน้อย
3. เชื่อถือได้
4. อ่านผลได้ง่าย
5. อายุการใช้งานนาน

การประยุกต์ใช้

1. สามารถแยกสารผสมได้หลายชนิด รวมทั้งสารที่คล้ายคลึงกันและสารที่มีส่วนประกอบเหมือนกันได้
2. วิธีการใช้ จะใช้ได้กับตัวอย่างหลายชนิด
3. มีความสัมพันธ์ของการวิเคราะห์ทางปริมาณและคุณภาพสูง แม่นยำ
4. ใช้ศึกษาโครงสร้างของสารเคมีตามปฏิกิริยาเคมีต่างๆ
5. ใช้ในการวิเคราะห์สารในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น การวิเคราะห์คุณภาพอาหาร การวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชและสารพิษต่างๆในอุตสาหกรรมปิโตรเลียม รวมทั้ง การศึกษาทางสิ่งแวดล้อม เช่น สารมลภาวะในอากาศ แหล่งน้ำ และดิน (สุกัญญา, 2534)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์และสารเคมี

1. อุปกรณ์ในการปลูกผัก
   - ดิน
   - แปลงปลูกขนาด 1.5x4.5 เมตร กั้นด้วยอิฐบล๊อคทั้ง 4 ด้าน
   - ปุ๋ยคอก
   - ปุ๋ยสูตร16-16-16
   - เมล็ดพันธุ์ผักคะน้า (คะน้าใบ)
   - เครื่องฉีดพ่นสาร
   - สารฆ่าแมลงเมทธิลพาราไธออน 50%w/v (EC)ของบริษัท ไบเออร์ จำกัด
2. อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

   2.1 เครื่องแก้วและอุปกรณ์อื่นๆ
   - ตู้อบ(hot air oven)
   - เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง (balance)
   - เครื่องปั่น(blender)
   - เครื่องลดปริมาตรอุณหภูมิต่ำ(flash evaporator)
   - เครื่อง Gas Liquid Chromatography (GLC,GC) ยี่ห้อ shimadzu รุ่น 14 A
   - แท่งแก้ว (stirring rod)
   - กรวยแก้ว (funnel)
   - บีกเกอร์ (beaker)
   - กลาสวูล (glass wool)
   - หลอดหยด (dropper)
   - ขวดก้นกลม (evaporation flask and receiving flask)
   - กระบอกตวง (cylinder)
   - ขวดใส่สาร (vial)
   - ขาตั้ง (stand)
   - ปิเปต (pipette) ขนาด 0.2 และ 1.0 ml.
   - ออโตปิเปต (autopipette) ขนาด 200-1000 μl

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 สารเคมี

- ethyl acetate (A.R. grade,FLUKA)
- sodium sulfate (Na_2SO_4) (A.R.grade,MERCK)
- standard methyl parathion เข้มข้น 0.7283925 ppm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 2 วิธีการ ดังนี้

วิธีที่ 1 นำผักจากแปลงเกษตรกร จังหวัดนครปฐม มาล้างด้วยน้ำ 4 ลิตรต่อผัก 250 กรัมก่อนนำไปเก็บรักษาไว้ในตู้เย็น

วิธีที่ 2 นำผักจากแปลงทดลองมาล้างด้วยน้ำ 4 ลิตรต่อผัก 250 กรัมก่อนนำไปเก็บรักษาไว้ในตู้เย็น

2. สถานที่ทำการทดลอง

แปลงทดลอง ข้างโรงเรือนเพาะชำของภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช ซึ่งอยู่ภายในบริเวณของคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. วิธีการปลูกผักคะน้า

เริ่มทำการทดลอง โดยการปลูกผักคะน้า ในวันที่ 29 ตุลาคม 2544 – 23 มกราคม 2545 โดยปลูกในแปลงทดลองจำนวน 3 แปลงเมื่อวันที่ 29 ตุลาคม 2544 เริ่มจากการทำความสะอาดแปลงทดลอง รวมทั้งบริเวณรอบๆ โดยการถอนหญ้า และ กำจัดเศษขยะ แล้วจึงทำการบรรจุดินสีดา ลงแปลงทดลอง ขนาด 1.5 x 4.5 เมตร จนเกือบเต็ม หรือเท่าๆกันกับความสูงของอิฐบล๊อค ที่กั้นรอบๆแปลง จากนั้นทำการย่อยดินให้ละเอียด แล้วผสมปุ๋ยคอก คลุกเคล้าให้เข้ากันตลอดทั้งแปลง เกลี่ยหน้าดินให้เรียบเสมอเท่ากัน ทำการหยอดเมล็ดพันธุ์ผักคะน้าลงในแปลงที่เตรียมไว้ดังกล่าว โดยกำหนดให้มีระยะระหว่างหลุมประมาณ 25 ซม. และมีระยะระหว่างแถวห่างประมาณ 40 ซม. ในแปลงหนึ่งๆ จัดให้มีประมาณ 5 แถว หยอดเมล็ดพันธุ์หลุมละ 3 – 5 เมล็ดแล้วกลบดินให้หนาประมาณ 0.5 ซม. รดน้ำให้ทั่วแปลงทดลองทั้ง 3 แปลง

การปฏิบัติและบำรุงรักษา

- รดน้ำในช่วงแรก วันละ 2 ครั้ง (เช้า และเย็น) จนกระทั่งเมื่อผักเริ่มตั้งตัวได้ จึงลดปริมาณการให้น้ำ เหลือเพียงวันละ 1 ครั้ง (เช้า หรือเย็น)
- พรวนดินสัปดาห์ละ 1 ครั้ง
- ใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ทุกๆ 15 วันผสมน้ำรดให้ทั่วแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กำจัดวัชพืชโดยการถอนทิ้ง

- กำจัดแมลงศัตรูรบกวนโดยการเก็บทำลาย

การถอนแยกต้นกล้า

เมื่อต้นกล้าอายุได้ 16 วัน (วันที่ 13 พฤศจิกายน 2544) ทำการถอนแยก ให้เหลือหลุมละ 1 ต้น เพื่อไม่ให้ผักคะน้าในแปลงหนาแน่นจนเกินไป

การใส่ปุ๋ยและการฉีดพ่นสารเมทธิลพาราไธออน

ใส่ปุ๋ยครั้งแรก เมื่อผักคะน้าอายุ 7 วัน หลังจากแยกปลูก(วันที่ 20 พฤศจิกายน 2544) และเมื่ออายุ 24 วันหลังแยกปลูก (วันที่ 7 ธันวาคม 2544) ได้ทำการฉีดพ่นสารเมทธิลพาราไธออนครั้งแรกในอัตราความเข้มข้น 10 ml./น้ำ 20 l. (recommended dose) หลังจากนั้นฉีดพ่นสารทุกๆ 7 วัน และฉีดพ่นครั้งสุดท้ายเมื่อผักอายุ 54 วัน (21 ธันวาคม 2544)

4. การสุ่มเก็บตัวอย่าง

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างผักคะน้าจากแปลงทดลองในกลุ่มควบคุม(control) และกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยเมทธิลพาราไธออนตามอัตราที่แนะนำบนฉลากหลังจากที่ได้ฉีดพ่นสารทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง รวมทั้งสุ่มเก็บตัวอย่างผักคะน้าจากแปลงเกษตรกร อ.เมือง จ.นครปฐม แล้วนำผักคะน้าไปล้างด้วยน้ำในอัตรา 4 ลิตรต่อผัก 250 กรัม โดยแกว่งในน้ำประมาณ 15 วินาที แล้วนำมาสกัดทันที จากนั้นนำผักที่ล้างน้ำแล้วส่วนที่เหลือไปเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 10° - 13 °C สุ่มผักคะน้ามาทำการสกัดสารในวันที่ 1, 3, 5 และ 7 เพื่อตรวจวิเคราะห์การตกค้างของเมทธิลพาราไธออน

5. วิธีการสกัดสารจากผักคะน้า

- เริ่มจากหั่นตัวอย่างผักให้ละเอียด นำไปชั่งให้ได้ 50 ± 0.5 กรัม ใส่ลงในโถปั่น เติม ethyl acetate 100 ml. และsodium sulfate 50 กรัม ซึ่งก่อนนำมาใช้ต้องผ่านการอบใน hot air oven ที่อุณหภูมิ 100°C นาน 24 ชั่วโมงก่อน เพื่อกำจัดความชื้น จากนั้นจึงทำการปั่นผัก 3 นาที โดยใน 3 นาทีนี้เป็นการปั่นสลับกันระหว่างเร็ว กับช้า อย่างละ 30 วินาที แล้วจึงนำไปกรองผ่าน sodium sulfate เก็บสารละลายที่กรองได้เป็นส่วนที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เติม ethyl acetate 50 ml. และ sodium sulfate 25 กรัม ลงส่วนที่เหลือในโถปั่น หลังจากการกรอง ทำการปั่นอีกเป็นครั้งที่ 2 นาน 3 นาที และสลับเร็วกับช้า เช่นเดียวกับการปั่นครั้งแรก แล้วนำไปกรองผ่าน sodium sulfate เก็บสารละลาย ที่กรองได้เป็นส่วนที่ 2

- จากนั้นเติม ethyl acetate 50 ml. และ sodium sulfate 25 กรัม ลงส่วนที่เหลือในโถปั่นหลังจากการกรอง ปั่นอีก 3 นาทีสลับเร็ว กับช้าเช่นเดิม แล้วจึงนำมากรองผ่าน sodium sulfate เก็บสารละลายที่กรองได้เป็นส่วนที่ 3

- นำสารละลายที่กรองได้ทั้ง 3 ส่วนมารวมกันแล้วนำไปลดปริมาตรด้วยเครื่องลดปริมาตรอุณหภูมิต่ำ (flash evaporator) ที่อุณหภูมิ 60°C ให้เหลือปริมาตร 5 ml. ใส่ลงใน vial แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 4 °C

6. การตรวจวิเคราะห์หาเมทธิลพาราไธออนโดยใช้เครื่อง Gas Chromatography

6.1 ข้อกำหนดของเครื่อง GC เพื่อการตรวจวิเคราะห์

เครื่องตรวจวัด (detector) : ชนิด Flame Photometric Detector (FPD)

Colum : ใช้ packing columnขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 mm. ยาว 2.1 m.บรรจุด้วย 3 %OV-1 on 80/100 support silicon supelcoport

Temperature : column 210°C
Injector 250°C
detector 260°C

Carrier gas : N_2 50 ml/min
H_2 35 ml/min
Air 100 ml/min

6.2 การฉีดสารเพื่อตรวจวิเคราะห์

Calibrate peak ของ standard จนกว่าค่า retention time และค่าความเข้มข้นคงที่ ซึ่งเท่ากับความเข้มข้นของ standard แล้วจึงฉีดสารสกัดจากตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ - ต้อง calibrate standard ทุกวันก่อนทำการฉีดสารสกัดจาก ตัวอย่างผัก

- ถ้า peak ที่ได้ มีลักษณะหัวตัด จะต้องทำการเจือจาง (dilution) สารสกัดตัวอย่างลงอีก เพื่อให้ได้ peak ที่ดี

7. การคำนวณปริมาณทั้งหมดของเมทธิลพาราไธออนจากการสกัดตัวอย่าง

นำค่าความเข้มข้นของเมทธิลพาราไธออน ที่ได้จากเครื่องมาทำการคำนวณ หาปริมาณการตกค้างดังนี้

ปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไธออน = (A x V) / W

หมายเหตุ A = ค่าปริมาณการตกค้างที่คำนวณจากเครื่อง (ppm.)

V = ปริมาตรที่ปรับจากสารสกัดตัวอย่าง (adjust volume, 5 ml.)

W = น้ำหนักของตัวอย่างผักที่ใช้สกัด (g.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

จากการตรวจวิเคราะห์สารพบว่า ผักคะน้าที่สุ่มจากแปลงเกษตรกร อ.เมือง จ. นครปฐม หลังจากผ่านการล้างน้ำ 4 ลิตรต่อผัก 250 กรัม มีปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในวันที่ 0, 1, 3, 5 และ 7 ดังนี้ 0.41688, 0.21841, 0.00586, 0.00222 และ 0.0 ตามลำดับ (ตารางที่ 1, รูปที่ 3) ซึ่งจะเห็นได้ว่าในวันที่ 0 มีการตกค้างสูงกว่าวันที่ 1, 3, 5 และ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ วันที่ 1 มีการตกค้างสูงกว่าวันที่ 3, 5, และ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในวันที่ 3, 5 และ 7 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในผักคะน้าที่ทำการปลูกในแปลงทดลองนั้น ผักที่ไม่ได้ฉีดพ่นสาร (control) ไม่พบการตกค้างของเมทธิลพาราไธออน ทั้งในวันที่ 0, 1, 3, 5 และ7 ในผักที่ฉีดพ่นตามอัตราการแนะนำบนฉลากมีปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในวันที่ 0, 1, 3, 5 และ7 หลังการฉีดพ่นสารครั้งสุดท้ายดังนี้ 0.88423, 0.85005, 0.83176, 0.76721 และ 0.33431 ตามลำดับ (ตารางที่ 2 , รูปที่ 4) ซึ่งในวันที่ 7 จะแตกต่างจากวันที่ 0, 1, 3 และ5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และในวันที่ 0, 1, 3 และ5 จะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ และจากการเปรียบเทียบปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าจากแปลงเกษตรกรกับผักคะน้าในแปลงทดลอง พบว่า ผักจากแปลงเกษตรกรมีการตกค้างน้อยกว่าผักจากแปลงทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตั้งแต่วันที่ 0-7 (ตารางที่ 3 , รูปที่ 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าจากแปลงเกษตรกร ที่ล้างน้ำ 4 ลิตรต่อผัก 250 กรัม ในวันที่ 0 แล้วนำไปไว้ในตู้เย็นในวันที่ 1, 3, 5 และ 7

วันที่เก็บเกี่ยว	ปริมาณสารตกค้าง (ppm.) [1/]
0	0.41688 A
1	0.21841 B
3	0.00586 C
5	0.00222 C
7	0.0 C

[1/] ค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำ

ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 99 % โดยวิธี DMRT

รูปที่ 3 แสดงปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าที่สุ่มจากแปลงเกษตรกร ในวันที่ 0, 1, 3, 5 และ7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

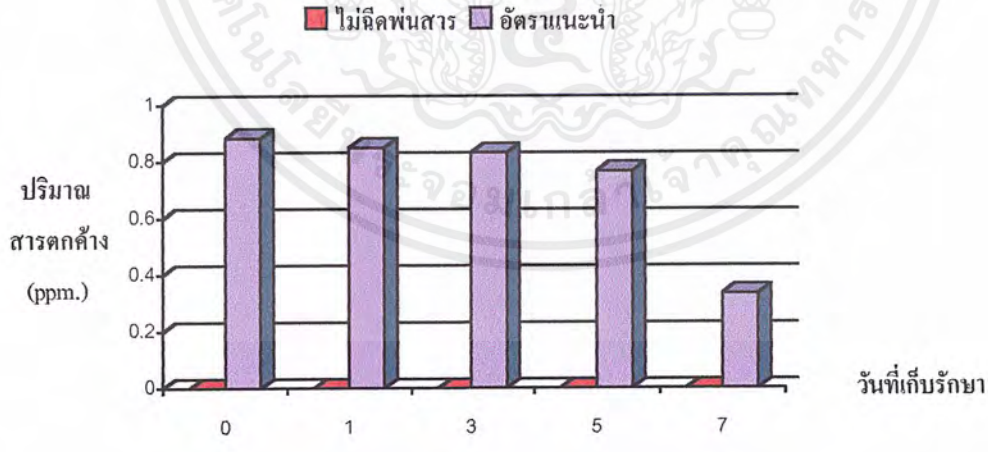
18231

ตารางที่ 2 ปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าจากแปลงทดลอง ที่ล้างน้ำ 4 ลิตรต่อผัก 250 กรัม ในวันที่ 0 แล้วนำไปไว้ในตู้เย็นในวันที่ 1, 3, 5 และ 7

วันที่เก็บเกี่ยว	ปริมาณการตกค้าง (ppm.) [1/]	
	ไม่ฉีดพ่นสาร (แปลงควบคุม)	อัตราแนะนำ
0	0.0	0.88423 A
1	0.0	0.85005 A
3	0.0	0.83176 A
5	0.0	0.76721 A
7	0.0	0.33431 B

[1/] ค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำ

ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 99 % โดยวิธี DMRT



รูปที่ 4 แสดงปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าที่ปลูกในแปลงทดลอง ในวันที่ 0, 1, 3, 5 และ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

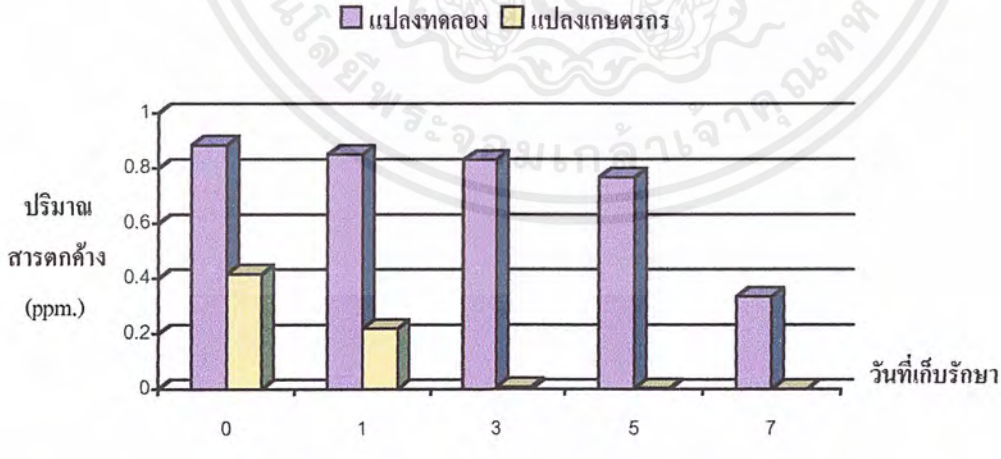
ตารางที่ 3 เปรียบเทียบปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าที่สุ่มจากแปลงเกษตรกรและแปลงทดลอง

วันที่เก็บเกี่ยว	ปริมาณการตกค้าง(ppm.)[1/]	
	แปลงเกษตรกร	แปลงทดลอง
0[2/]	0.41688 Ab	0.88423 Aa
1[3/]	0.21841 Bb	0.85005 Aa
3[3/]	0.00586 Cb	0.83776 Aa
5[3/]	0.00222 Cb	0.76721 Aa
7[3/]	0 Cb	0.33431 Ba

[1/] ค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำ

[2/] ค่าการตกค้างในผักคะน้าที่ผ่านการล้างน้ำ 4 ลิตรต่อผัก 250 กรัม

[3/] ค่าการตกค้างในผักคะน้าที่ผ่านการล้างน้ำ 4 ลิตรต่อผัก 250 กรัม แล้วเก็บรักษาในตู้เย็น ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรตัวใหญ่ในแนวตั้งและตัวเล็กในแนวนอนที่เหมือนกันมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรตัวใหญ่ในแนวตั้งและตัวเล็กในแนวนอนที่ต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 99 % โดยวิธี DMRT



รูปที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าจากแปลงเกษตรกรและผักคะน้าจากแปลงทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

ปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าที่สุ่มจากแปลงเกษตรกรน้อยกว่าผักคะน้าที่ปลูกในแปลงทดลอง อาจเป็นผลเนื่องจากวันที่ไปเก็บตัวอย่างผักคะน้ามาตรวจวิเคราะห์นั้นไม่มีการฉีดพ่นสารกับผักคะน้า แต่ผักคะน้าได้รับการฉีดพ่นสารมาก่อนแล้ว 3-4 วัน จึงทำให้สารสลายตัวไปบ้างแล้ว เนื่องจากแสงแดด ลม หรือ กระบวนการต่างๆภายในต้นพืช และเมทธิลพาราไธออนก็เป็นสารที่มีการตกค้างในช่วงระยะเวลาสั้นๆ ทำให้การตกค้างของสารดังกล่าวหลังจากฉีดพ่นแล้ว 3-4 วันลดลงมาก แต่ผักคะน้าในแปลงทดลองได้ทำการเก็บเกี่ยวหลังจากฉีดพ่นสารเพียง 1 ชั่วโมง ทำให้ตรวจวิเคราะห์พบสารในปริมาณที่สูง จึงส่งผลให้การตรวจวิเคราะห์พบสารตกค้างสูงกว่าผักคะน้าในแปลงเกษตรกรมาก ทั้งนี้ปริมาณการตกค้างที่ตรวจวิเคราะห์ได้อาจคลาดเคลื่อนจากการสุ่มเก็บตัวอย่างผักจากแปลง และการสุ่มไปตรวจวิเคราะห์ ซึ่งอาจได้ต้นที่ได้รับสารค่อนข้างมาก จึงทำให้มีสารตกค้างสูงกว่าผักบางต้นที่ได้รับสารน้อย ซึ่งอาจเกิดความผิดพลาดตั้งแต่การฉีดพ่นสารเมทธิลพาราไธออนในแปลง ทำให้ข้อมูลที่ได้แปรปรวน ทั้งนี้จากการศึกษาการสลายตัวของเมทธิลพาราไธออนในมะเขือเทศของภิญญา (2540) พบว่าในการทดลองที่ใช้สารเคมีอัตรา 2 เท่าของฉลากในการฉีดพ่น มีค่าการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนมากที่สุด ซึ่งสูงเกินค่าปลอดภัย (MRL) ที่กำหนดปริมาณเมทธิลพาราไธออนในมะเขือเทศไว้ 0.2 ppm. นั่นคือ เมื่อผักได้รับเมทธิลพาราไธออนในปริมาณสูง จะพบการตกค้างสูงกว่าผักที่ได้รับสารในปริมาณน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและข้อเสนอแนะ

การตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าที่สุ่มจากแปลงเกษตรกร พบว่า มีการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนต่ำกว่าผักคะน้าในแปลงทดลองที่ได้รับการฉีดพ่นสารในอัตราตามคำแนะนำบนฉลาก ซึ่งในวันที่ 7 ผักคะน้าจากแปลงเกษตรกรไม่พบการตกค้างของเมทธิลพาราไธออน ส่วนผักคะน้าจากแปลงทดลอง พบว่า มีการตกค้างของสารตั้งแต่วันที่ 0-7

การลดปริมาณการตกค้างของสารฆ่าแมลงที่ฉีดพ่นในผักคะน้า นับว่าเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะสารที่ตกค้างในผักคะน้าล้วนเป็นอันตรายต่อร่างกาย และในปัจจุบันนี้คนนิยมหันมาบริโภคพืชผักกันมากขึ้น ทำให้มีความต้องการในตลาดสูงเกษตรกรจึงมีการใช้สารฆ่าแมลงในปริมาณที่ค่อนข้างมากหรือบางทีอาจจะมากเกินที่กำหนดไว้เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงพอเพียงต่อการจำหน่าย และมีการปลูกตลอดทั้งปี เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคตลอดปี ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยของตัวเกษตรกรเองและผู้บริโภค จึงควรใช้สารฆ่าแมลงในอัตราตามที่กำหนดไว้บนฉลาก แต่ทั้งนี้การใช้สารตามอัตราที่กำหนดไว้บนฉลากก็ยังพบการตกค้างของสารในปริมาณที่ค่อนข้างสูง หากเก็บเกี่ยวก่อนที่สารจะสลายตัว ดังจะเห็นได้จากผลการทดลอง ซึ่งพบว่า ผักคะน้าในแปลงทดลองที่ฉีดพ่นสารตามอัตราแนะนำบนฉลากนั้นมีปริมาณการตกค้างที่สูงกว่า ผักคะน้าจากแปลงเกษตรกร (จากตารางที่ 3) เนื่องจากว่าวันที่ทำการสุ่มเก็บผักจากแปลงเกษตรกรมาตรวจวิเคราะห์ เกษตรกรได้ทำการฉีดพ่นสารไปแล้ว 3-4 วัน จึงทำให้สารสลายตัวไปบ้างแล้ว ซึ่งนับว่าเป็นการลดปริมาณสารตกค้างได้ค่อนข้างมากทีเดียว ดังนั้นเพื่อเป็นการลดปริมาณสารตกค้างในผัก ก่อนที่จะทำการเก็บเกี่ยวเกษตรกรควรเว้นระยะหลังจากฉีดพ่นสารตามที่กำหนดบนฉลาก เพื่อให้สารตกค้างน้อยที่สุดและตัวผู้บริโภคเองนั้นก่อนที่จะนำผักมาบริโภคก็ควรนำมาลดปริมาณสารพิษก่อนเช่น การแช่ในน้ำสะอาดจำนวนมากหรือแช่เป็นเวลานานพอสมควร ดังจะเห็นได้จากการศึกษาของวิญญู (2542) ที่พบว่า การแช่ในน้ำ 3, 2.5, 2 และ 1.5 ลิตร สามารถลดการตกค้างของเมทธิลพาราไธออน ได้เท่ากับ 77.83%, 48.04%, 30.30% และ 19.63% ตามลำดับ ซึ่งการแช่ในน้ำ 3 ลิตร จะลดการตกค้างได้มากที่สุด หรืออาจลดการตกค้างโดยการล้างด้วยน้ำที่ไหลผ่านที่มีความแรงพอประมาณ การแช่ในน้ำด่างทับทิม การแช่ในน้ำส้มสายชูผสมน้ำ การแช่ในน้ำโซดา และ การแช่ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต เป็นต้น ซึ่งจากการศึกษาการลดปริมาณของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าของชนินันท์และดวงนภา (2541) พบว่า การแช่ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต สามารถลดการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนได้ดีที่สุด รองลงมาคือ การล้างน้ำโดยใช้มือถู การแช่ในน้ำ และการล้างในน้ำก๊อก ตามลำดับ ซึ่งผู้บริโภคควรเลือกใช้วิธีที่ลดปริมาณการตกค้างได้มากที่สุด หรือเลือกวิธีใดวิธีหนึ่งที่ง่ายและสะดวกตามแต่ละสถานการณ์ เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ขวัญชัย สมบัติ. 2527. ยาฆ่าแมลง. ภาควิชากีฏวิทยา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 275หน้า.

ค้วน ขาวหนู. 2537. โภชนศาสตร์. พิมพ์ดี กรุงเทพฯ. 510 หน้า.

จันทร์ทิพย์ ธำรงศรีสกุล. 2535. ปัญหาและการลดอันตรายจากสารพิษทางการเกษตร. ข่าวสารวัตถุมีพิษ. 19(2) : 74-77.

ชนินันท์ พรสุริยาและดวงนภา บานชื่น. 2541. การลดปริมาณเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าโดย การล้างในน้ำก๊อก แช่ในน้ำ ล้างน้ำโดยใช้มือถู และการแช่ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต. ปัญหาพิเศษ. ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 24 หน้า.

นิตยา วีระกุล. 2539. วัตถุอันตรายทางการเกษตรกับสิ่งแวดล้อม. ข่าวสารวัตถุมีพิษ. 23(3) : 139.

ปกรณ์ สุเมธานุรักขกุล. 2526. สารฆ่าแมลงกับพิษภัยต่อสุขภาพ. คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพฯ. 121 หน้า.

ประยูร ดีมา. 2535. เอกสารวิชาการยาป้องกันกำจัดศัตรูพืช ศัตรูมนุษย์และสัตว์. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 325 หน้า.

ปรีชา พุทธิปรีชาพงษ์. 2530. ยาฆ่าแมลง. สหมิตรออฟเซท. กรุงเทพฯ. 150 หน้า.

พนิดา ไชยยันต์บูรณ์. 2538. ความเป็นไปและพฤติกรรมของวัตถุมีพิษใต้ดิน. ข่าวสารวัตถุมีพิษ. 22(4) : 191-195.

พาลาภ สิงหเสนี. 2537. พิษของยาฆ่าแมลงต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ. 117 หน้า.

พิสิฐ วงษ์วัฒนะ. 2535. คู่มือการใช้สารพิษทางการเกษตรและในบ้านเรือน. เรือนแก้วการพิมพ์ กรุงเทพฯ. 145 หน้า.

ภิญญา และคณะ. 2540. วิจัยปริมาณสารมีพิษตกค้างของพาราไธออน-เมทธิลในมะเขือเทศเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารมีพิษตกค้าง (MRL) (ครั้งที่ 2). ข่าวสารวัตถุมีพิษ. 24(4):166-171.

มาโนช ทองเจียม. 2522. หลักการนำไปปฏิบัติก่อนการเก็บเกี่ยวพืชผัก. เทคโนโลยี. 10(31):8-12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักขณา อมรสิน. 2541. คู่มือประกอบการปฏิบัติการวิชาพิษวิทยาสิ่งแวดล้อม. ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 52 หน้า.

วิญญู บุญธรรม. 2542. การลดการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้า โดยการแช่น้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 23 หน้า.

วิเชียร ณัฐวัฒนานนท์. 2525. ชื่อสามัญและชื่อทางการค้าของวัตถุมีพิษทางการเกษตร. ชุมชนการเกษตร. 5(44):1-13.

สมนึก วงศ์ทอง. 2539. สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช. ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 79-82.

สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ. 2523. ยาฆ่าแมลง. นำอักษรการพิมพ์. กรุงเทพฯ. 164 หน้า.

สุกัญญา มหาธีรานนท์. 2534. แนะนำเครื่องมือวิทยาศาสตร์:Gas-Liquid Chromatograph. ข่าวศูนย์ฯ. 4(3):20-22.

สุชาดา ชินะจิตร. 2533. ยาฆ่าแมลง. อันตรายจากสารเคมี. หจก. ภาพพิมพ์. กรุงเทพฯ. หน้า 40.

สุปราณี อิ่มพิทักษ์. 2536. การวิเคราะห์พิษตกค้างในผักโดยวิธีชีวเคมี. ข่าวสารวัตถุมีพิษ. 20(3):119-123.

สุภาณี พิมพ์สมาน. 2540. สารฆ่าแมลง. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา. ขอนแก่น. หน้า 69-71.

สุทธิชัย ปทุมล่องทอง. 2543. ผักปลอดสารพิษ. สำนักพิมพ์ธารบัวแก้ว. กรุงเทพฯ. 208 หน้า.

สุนทร เรืองเกษม. 2540. ผักกินใบ. พิมพ์ครั้งที่ 1. 88 หน้า.

อรุณรักษ์ พ่วงผล. 2542. มาปลูกผักคะน้ากันเถอะพืชผักสวนครัวเสริมรายได้. โรงพิมพ์อักษรไทย. กรุงเทพฯ. หน้า 56-59.

อุดม โกสัยสุก. 2539. การปลูกผักกินใบ. อักษรบัณฑิต. กรุงเทพฯ. 34 หน้า.

อุดมลักษณ์ อุพจิตติวรรธนะ. 2535. สารพิษ. ข่าวสารวัตถุมีพิษ. 19(1):46-47.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนที่สลายตัวในผักคะน้าที่ทำการสุ่มจากแปลงเกษตรกรทดลองแล้วนำมาล้างน้ำ 4 ลิตรต่อผัก 250 กรัมในวันที่ 0, 1, 3, 5 และ7

Analysis of Variance

Source	df	ss	ms	f	f.05	f.01
Treatment	4	0.416	0.104	13.523**	3.48	5.99
Ex.Error	10	0.008	0.001			
Total	14	0.424	0.030			

GRAND MEAN = .12867333

CV = 21.53 %

LSD .05 = .05040789

LSD .01 = .07169776

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST

NUMBER OF MEANS = 5

ERROR DEGREE OF FREEDOM = 10

ERROR MEAN SQUARE = .00076782

STANDARD ERROR OF MEAN = .01599810

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
R01		.41688	A
R11		.21841	B
R31		.00586	C
R51		.00222	C
R71		0	C

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
R01		.41688	A
R11		.21841	B
R31		.00586	C
R51		.00222	C
R71		0	C

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนที่สลายตัวในผักคะน้าที่ปลูกในแปลงทดลองแล้วนำมาล้างน้ำ 4 ลิตรต่อผัก 250 กรัม ในวันที่ 0, 1, 3, 5 และ7 หลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย

Analysis of Variance

Source	df	ss	ms	f	f.05	f.01
Treatment	4	0.623	0.156	12.510**	3.48	5.99
Ex.Error	10	0.124	0.012			
Total	14	0.747	0.053			

GRAND MEAN	=	.734716
CV	=	15.19 %
LSD .05	=	.2029763
LSD .01	=	.2887037

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST

NUMBER OF MEANS	=	5
ERROR DEGREE OF FREEDOM	=	10
ERROR MEAN SQUARE	=	.01244949
STANDARD ERROR OF MEAN	=	.06441918

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
R01		.88423	A
R11		.85005	A
R31		.83776	A
R51		.76721	A
R71		.33431	B

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
R01		.88423 A	
R11		.85005 A	
R31		.83776 A	
R51		.76721 A	
R71		.33431 B	

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนที่สลายตัวในผักคะน้าจากแปลงเกษตรกรกับผักคะน้าในแปลงทดลองในวันที่ 0

Analysis of Variance

Source	df	ss	ms	f	f.05	f.01
Treatment	1	0.328	0.328	87.504**	7.71	21.20
Ex.Error	4	0.015	0.004			
Total	5	0.343	0.069			

GRAND MEAN = .65055667

CV = 9.41 %

LSD .05 = .1386921

LSD .01 = .230021

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST

NUMBER OF MEANS = 2

ERROR DEGREE OF FREEDOM = 4

ERROR MEAN SQUARE = .00374417

STANDARD ERROR OF MEAN = .03532784

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
R1		.88423	A
R2		.41688	B

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
R1		.884233	A
R2		.41688	B

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 4 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนที่สลายตัวในผักคะน้าจากแปลงเกษตรกรกับผักคะน้าในแปลงทดลองในวันที่ 1

Analysis of Variance

Source	df	ss	ms	f	f.05	f.01
Treatment	1	0.598	0.598	68.366**	7.71	21.20
Ex.Error	4	0.004	0.001			
Total	5	0.602	0.120			

GRAND MEAN = .534226667

CV = 5.55 %

LSD .05 = .06722441

LSD .01 = .1114918

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST

NUMBER OF MEANS = 2

ERROR DEGREE OF FREEDOM = 4

ERROR MEAN SQUARE = .00087964

STANDARD ERROR OF MEAN = .01712350

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
R1		.85005	A
R2		.21841	B

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
R1		.85005	A
R2		.21841	B

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 5 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนที่สลายตัวในผักคะน้าจากแปลงเกษตรกรกับผักคะน้าในแปลงทดลองในวันที่ 3

Analysis of Variance

Source	df	ss	ms	f	f.05	f.01
Treatment	1	1.038	1.038	235.512**	7.71	21.20
Ex.Error	4	0.018	0.004			
Total	5	1.056	0.211			

GRAND MEAN = .421815
CV = 15.74 %
LSD .05 = .1504813
LSD .01 = .2495734

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST

NUMBER OF MEANS = 2
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 4
ERROR MEAN SQUARE = .00440775
STANDARD ERROR OF MEAN = .03833081

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
R1		.83176 A	
R2		.00586 B	

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
R1		.83176 A	
R2		.00586 B	

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 6 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนที่สลายตัวในผักคะน้าจากแปลงเกษตรกรกับผักคะน้าในแปลงทดลองในวันที่ 5

Analysis of Variance

Source	df	ss	ms	f	f.05	f.01
Treatment	1	0.878	0.878	74.439**	7.71	21.20
Ex.Error	4	0.047	0.012			
Total	5	0.925	0.185			

GRAND MEAN = .38471833
CV = 28.23 %
LSD .05 = .2461387
LSD .01 = .4082215

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST

NUMBER OF MEANS = 2
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 4
ERROR MEAN SQUARE = .01179267
STANDARD ERROR OF MEAN = .06269682

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
R1		.76721 A	
R2		.00222 B	

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
R1		.76721 A	
R2		.00222 B	

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนที่สลายตัวในผักคะน้าจากแปลงเกษตรกรกับผักคะน้าในแปลงทดลองในวันที่ 7

Analysis of Variance

Source	df	ss	ms	f	f.05	f.01
Treatment	1	0.168	0.168	43.720**	7.71	21.20
Ex.Error	4	0.049	0.012			
Total	5	0.217	0.043			

GRAND MEAN = .167156667

CV = 66.13 %

LSD .05 = .2505488

LSD .01 = .4155355

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST

NUMBER OF MEANS = 2

ERROR DEGREE OF FREEDOM = 4

ERROR MEAN SQUARE = .01221904

STANDARD ERROR OF MEAN = .06382015

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
R1		.33431	A
R2		0	B

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
R1		.33431	A
R2		0	B

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้