

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

การสลายตัวของเมทธิลพาราไรออนในผักคะน้าที่เก็บรักษาในตู้เย็น

The Degradation of Methyl parathion in Chinese kale

Which are Stored in Refrigerator.



T099165

โดย

นางสาวสุดารัตน์ สัปสาร

ปท.
๘๗๑๖๓
๒๕๔๓

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 99165
วัน เดือน ปี..... ๒๕๔๓-๒๕๔๓-๑๔

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. ๒๕๔๓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

ปริญญา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

เรื่อง

การสลายตัวของเมทธิลพาราไรออนในผักคะน้าที่เก็บรักษาในตู้เย็น

The Degradation of Methyl parathion in Chinese kale

Which are Stored in Refrigerator.

โดย

นางสาวสุภารัตน์ สุปสาร

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ลักขณา อมรสิน)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.วรเดช จันทรสาร)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง : การสลายตัวของเมทริลพาราไรออนในฝักคะน้ำที่เก็บรักษาในตู้เย็น
 โดย : นางสาวศุภารัตน์ สัปสาร
 ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
 สาขาวิชา : เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช
 อาจารย์ที่ปรึกษา : 11 / ๗๓ / ๒๕๔๔
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ถักขณา อมรสิน)

บทคัดย่อ

การศึกษาการสลายตัวของเมทริลพาราไรออนในฝักคะน้ำที่เก็บรักษาในตู้เย็น ได้ดำเนินการทดลอง ระหว่างเดือน ตุลาคม 2543 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2544 วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 3 การทดลอง คือ ไม่นีตพ่นสาร(กลุ่มควบคุม) นีตพ่นสารตามอัตราคำแนะนำบนฉลาก (10 มิลลิลิตร / น้ำ 20 ลิตร) และในอัตราสองเท่าของคำแนะนำบนฉลาก (20 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร) ทำการตรวจวิเคราะห์หาสารตกค้างในวันที่ 0, 1, 3, 5 และ7 หลังการเก็บรักษาไว้ในตู้เย็น ทำการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่องแกสโครมาโตกราฟี ผลการตรวจวิเคราะห์พบว่าฝักคะน้ำที่ฉีดพ่นตามอัตราคำแนะนำและอัตราสองเท่าของคำแนะนำจะมีปริมาณการตกค้างของสารสูงกว่าค่าปลอดภัยตั้งแต่วันที่ 0-7 ในขณะที่ฝักที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารมีปริมาณการตกค้างของสารต่ำกว่าค่าปลอดภัย ฝักที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารมีปริมาณการตกค้างของเมทริลพาราไรออนในวันที่ 0 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวันที่ 3, 5 และ7 การตกค้างในวันที่ 1 มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับวันที่ 0, 3, 5 และ 7 ส่วนกลุ่มที่ฉีดพ่นในอัตราสองเท่าของคำแนะนำ ปริมาณการตกค้างในวันที่ 0 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวันที่ 1, 3, 5 และ 7 ในวันที่ 1 มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับวันที่ 3 แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวันที่ 5 และ 7 การตกค้างในวันที่ 3 มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับวันที่ 5 แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวันที่ 7 การตกค้างในวันที่ 5 และ7 มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

Title : The Degradation of Methyl parathion in Chinese kale
Which are Stored in Refrigerator

By : Miss Sudarat Suppasan

Degree : Bachelor of Science in Agriculture

Major : Field Plant Pest Management Technology

Advisor : *Luckana Amonsin* 14 / May / 2001
(Asst.Professor. Luckana Amonsin)

Abstract

The study of methyl parathion degradation in Chinese kale stored in refrigerator was conducted on October, 2000 to February, 2001. The experiment was designed as completely randomized designed (CRD), having 3 treatments of methyl parathion, as no application (control), sprayed as recommended dose (10 ml./ 20 L.H₂O) and double dose (20 ml./ 20 L.H₂O). The analysis was assessed by gas chromatography method and done on 0, 1, 3, 5 and 7 days after keeping in refrigerator. The residues were found that methyl parathion residues in Chinese kale which were sprayed of methyl parathion as recommended dose and double dose were higher than the maximum residue limit (MRL) on 0-7 days , but methyl parathion residues in control group were lower than the MRL on 0-7 days . On 0 day , methyl parathion residues of control group were significantly difference from 3 , 5 and 7 days, but on 1 day the residues were not significantly difference from 0, 3, 5 and 7 days. Methyl parathion residues of Chinese kale in double dose group have significance from 0 day to 1, 3, 5 and 7 days. The residues on 1 day have not significance from 3 days but have significance from 5 and 7 days. The residues on 3 days were significantly difference from 7 day, but have not significance from 5 day, as well as the residues on 5 and 7 days were not significantly difference.

คำนิยม

ในการจัดทำ และ รวบรวมปัญหาพิเศษฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ลักษณะ อมรสิน ประธานกรรมการที่ปรึกษาที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้ ทำให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านเครื่องมือ และ อุปกรณ์ต่าง

ขอขอบพระคุณ คุณจรศักดิ์ พุมนวน นักวิทยาศาสตร์ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือในการใช้เครื่องวิเคราะห์ Gas Chromatography และเครื่องมืออื่นๆ รวมทั้งเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ และ ให้กำลังใจตลอดมา

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้การอุปการะทั้งด้านกำลังใจ และ กำลังทรัพย์ ในการศึกษาเป็นอย่างดีตลอดมา

นางสาวสุภารัตน์ สปีสาร

เมษายน 2544

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ii
คำนิยม.....	iii
สารบัญตาราง.....	v
สารบัญภาพ.....	vi
คำนำ.....	1
วัตถุประสงค์.....	2
ตรวจเอกสาร.....	3
อุปกรณ์และวิธีการ.....	14
ผลการทดลอง.....	18
วิจารณ์ผลการทดลอง.....	21
สรุป.....	22
ข้อเสนอแนะ.....	23
เอกสารอ้างอิง.....	24
ภาคผนวก.....	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. ปริมาณการตกค้างของเมทิลพาราไรออนในฝักระบายน้ำที่เก็บเกี่ยวหลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้ายแล้วนำไปเก็บไว้ในตู้เย็น 0,1,3,5 และ 7 วัน.....	19
ตารางผนวกที่	
1. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนการตกค้างของเมทิลพาราไรออนที่สลายตัวในฝักระบายน้ำที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารภายหลังการเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้ายแล้วนำไปเก็บในตู้เย็น 0,1,3,5 และ 7 วัน.....	28
2. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนการตกค้างของเมทิลพาราไรออนที่สลายตัวในฝักระบายน้ำที่ฉีดพ่นตามอัตราแนะนำบนฉลากในวันที่ 0,1,3,5 และ 7 หลังจากฉีดพ่นครั้งสุดท้าย.....	29
3. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนการตกค้างของเมทิลพาราไรออนที่สลายตัวในฝักระบายน้ำที่ฉีดพ่นตามอัตรา 2 เท่าของคำแนะนำบนฉลากในวันที่ 0,1,3,5 และ 7 หลังจากฉีดพ่นครั้งสุดท้าย.....	31

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. แสดงสูตร โครงสร้างของเมทิลพาราไรออน.....	8
2. แสดงส่วนประกอบพื้นฐานการทำงานของเครื่อง gas chromatography ...	12
3. แสดงปริมาณการตกค้างของเมทิลพาราไรออนในผักคะน้าที่เก็บเกี่ยว หลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้ายแล้วนำไปเก็บในตู้เย็น 0,1,3,5 และ 7 วัน	20



คำนำ

คะน้าเป็นผักที่อยู่ในตระกูล Cruciferae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica alboglabra* เป็นผักที่นิยมปลูกเพื่อบริโภคส่วนของใบและลำต้น มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชีย และการปลูกกันมากในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น จีน ฮองกง ไต้หวัน มาเลเซีย และประเทศไทย ผักคะน้าเป็นผักที่มีอายุเก็บเกี่ยว 2 ฤดู แต่ปลูกเป็นผักที่มีอายุเก็บเกี่ยวในฤดูเดียว ตั้งแต่หว่านหรือหยอดเมล็ดจนถึงเก็บเกี่ยวจะมีอายุประมาณ 45-55 วัน เวลาที่ปลูกได้ผลดีที่สุดอยู่ในช่วงเดือน ตุลาคม-เมษายน เพราะคะน้าชอบอากาศค่อนข้างเย็น คะน้าสามารถขึ้นได้ในดินแทบทุกชนิดที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง มีความเป็นกรดเป็นด่างของดินอยู่ระหว่าง 5.6-6.8 และมีความชื้นในดินสูงสม่ำเสมอ คะน้าเป็นผักที่ปลูกง่าย และทำรายได้ให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกเป็นอย่างดี แต่ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งที่เกษตรกรผู้ปลูกต้องประสบอยู่เสมอๆ คือช่วงเดือนพฤษภาคม-กันยายน ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน มีการเข้าทำลายของแมลงศัตรูผัก เช่น เพลี้ยอ่อน ค้างคาวคอกผัก หนอนกระทู้ผัก หนอนใยผัก หนอนกระทู้หอม และแมลงศัตรูพืชอีกหลายชนิดอย่างรุนแรง จากการวิจัยการสำรวจเก็บตัวอย่างผักจากจังหวัดต่างๆ เช่น นครปฐม อ่างทอง นนทบุรี ปทุมธานี และชลบุรี พบว่ามีการฉีดพ่นสารเมทริลพาราไรออนในแปลงผัก ซึ่งใช้ป้องกันกำจัดแมลงคังกล่าวทำให้มีสารพิษตกค้างเกินค่าปลอดภัยที่องค์การอาหารสากลกำหนดไว้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการสลายตัวของ เมทริลพาราไรออนในฝักค่น้ำที่เก็บรักษาในตู้เย็น
2. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการตกค้างของเมทริลพาราไรออนในฝักค่น้ำในวันที่ 0,1,3,5 และ 7 หลังจากเก็บไว้ในตู้เย็น
3. เพื่อหาแนวทางในการบริโภคมักค่น้ำที่ฉีดพ่นด้วย เมทริลพาราไรออนและเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นอย่างปลอดภัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ผักคะน้าเป็นผักที่คนไทยรู้จักกันคืออยู่ในตระกูล Cruciferae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica alboglabra* เป็นผักที่นิยมปลูกและบริโภคกันมากทั่วทุกภาคของประเทศไทย(สุนทร, 2539) แม้แต่หลายประเทศในทวีปเอเชียก็นิยมเช่นกัน เช่น ประเทศจีน ไต้หวัน ฮองกง และ มาเลเซีย คะน้าเป็นผักที่ปลูกไว้กินส่วนของใบและลำต้นผักคะน้าจะมีลักษณะใบกลม ขนาดของต้นสูงประมาณ 35-50 เซนติเมตร นอกจากนี้ออกคะน้าซึ่งได้จากคะน้าต้นอ่อนสามารถใช้ทดแทนคะน้าต้นโตได้ดีเนื่องจากรสชาติดี และสามารถปรุงอาหารได้ง่าย (เมืองทอง, 2532) อาหารไทยที่ใช้ผักคะน้าเป็นส่วนประกอบมักจะเป็นผัดผัก หรือ ใส่ในก๋วยเตี๋ยวผัด ก๋วยเตี๋ยวน้ำ หรือ แห้ง ใส่ต้มจับฉ่าย ปัจจุบันนำมาเป็นผักที่รับประทานสด กับเครื่องจิ้มต่างๆ แม้แต่นำไปเป็นผักแนมกับแกงเผ็ดต่างๆ ก็ให้รสชาติที่ดี กรอบอร่อย(อรุณรักษ์, 2542)

ผักคะน้าเป็นผักที่มีอายุเก็บเกี่ยวอายุ 2 ฤดู (Biennial) แต่ปลูกเป็นผักที่เก็บเกี่ยวในฤดูเดียว(Annual) ตั้งแต่หว่านหรือหยอดเมล็ดจนถึงเก็บเกี่ยวจะมีอายุประมาณ 45-55 วัน ผักคะน้าสามารถปลูกได้ตลอดปี แต่เวลาที่ปลูกได้ผลดีที่สุดอยู่ในช่วงเดือน ตุลาคม - เมษายน คะน้าสามารถขึ้นได้ในดินแทบทุกชนิดที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง มีความเป็นกรดเป็นด่างของดินอยู่ระหว่าง 5.5-6.8 และมีความชื้นในดินสูงสม่ำเสมอ (อุดม, 2529) พันธุ์คะน้าที่นิยมปลูกกันมีอยู่ 2 ประเภท คือ คะน้าใบ และ คะน้ายอด หรือ คะน้าก้าน ซึ่ง คะน้าใบมีลักษณะต้นอวบใหญ่ ก้านเล็ก ใบกลมหนา กรอบ ทนทานต่อคืนฟ้าอากาศได้ดี เมล็ดพันธุ์ของคะน้าใบที่ทางราชการผลิตได้แก่ พันธุ์ฝางเบอร์ 1 และ ฝางเบอร์ 2 ส่วนคะน้ายอดหรือคะน้าก้าน มีลักษณะต้นอวบใหญ่ มีดอกสีขาว ใบแหลม ก้านใหญ่ มีรสอร่อย มีความต้านทานต่อโรค ต่อความร้อน และความชื้นได้ดี สำหรับเมล็ดพันธุ์ที่ทางราชการผลิตได้คือพันธุ์ PL 20 โดยทำการคัดเลือกปรับปรุง และเผยแพร่ให้เกษตรกรได้ใช้มาตั้งแต่ปี 2516 และเป็นพันธุ์ที่ออกดอกช้า ให้น้ำหนักดีและผลผลิตสูง เนื่องจากผักคะน้าเป็นผักที่สามารถปลูกได้ตลอดปีจึงทำให้เกิดการระบาดของแมลงศัตรูพืชหลายชนิด เช่น หนอนใยผัก หนอนชอนใบ เพลี้ยอ่อน ค้างหมัดผัก และ แมลงอื่นๆ อีกมากมาย ดังนั้นเกษตรกรจึงจำเป็นต้องมีการป้องกันกำจัด เพื่อไม่ให้ผลผลิตถูกทำลาย หรือถูกทำลายน้อยที่สุด

การใช้สารเคมีทางการเกษตรในการฉีดพ่นฝัก ก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่เกษตรกรเลือกใช้ เนื่องจากเป็นวิธีการที่สะดวกและเห็นผลได้อย่างรวดเร็ว การใช้สารเคมีทางการเกษตรในปัจจุบันมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย และก็มีบ่อยครั้งที่สารเคมีทางการเกษตรก่อให้เกิดผลกระทบต่อมากกว่าที่ผู้ใช้ต้องการ เช่น การใช้สารกำจัดศัตรูพืช ประเภทออร์แกโนฟอสเฟต ออร์แกโนคลอรีน และ คาร์บาเมต เป็นต้น เนื่องจากสาเหตุแมลงคือยาจึงจำเป็นต้องใช้สารกำจัดแมลงศัตรูพืชเกินกว่าค่าที่กำหนด การใช้บ่อยครั้งเกินความจำเป็น การที่เกษตรกรไม่ปฏิบัติตามคำแนะนำบนฉลาก และเกษตรกรทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตก่อนที่สารพิษจะสลายตัว จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้มีสารพิษตกค้างในพืชผักส่งผลกระทบต่อผู้บริโภค (อุคมลักษณ์, 2535)

ความเป็นไปของวัตถุมีพิษในดิน

วัตถุมีพิษในดินจะเปลี่ยนแปลงเนื่องจากขบวนการต่างๆ ได้แก่ การถูกดูดซับโดยอนุภาคดิน การเคลื่อนย้าย แพร่กระจายและการย่อยสลาย ซึ่งขบวนการต่างๆ พงจะสรุปได้ดังนี้

1. การดูดซับโดยอนุภาคดิน

การดูดซับ (adsorption) วัตถุมีพิษโดยอนุภาคดิน มีบทบาทสำคัญต่อสถานภาพและพฤติกรรมของวัตถุมีพิษโดยมีผลต่อการเคลื่อนย้ายและแพร่กระจาย การระเหยกลายเป็นไอและการสลายตัวของวัตถุมีพิษในดินซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับโดยอนุภาคดินได้แก่คุณสมบัติทางเคมีของวัตถุมีพิษ ปริมาณอนุภาคดินเหนียว (Clay) อินทรีย์วัตถุในดิน ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ขนาดของอนุภาคดิน ความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนของดิน (CEC) และอุณหภูมิ

สมบัติที่มีบทบาทสำคัญต่อการถูกดูดซับ คือ ปริมาณอนุภาคดินเหนียวและปริมาณอินทรีย์วัตถุพบว่า หากปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงๆ การดูดซับส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นที่ผิวของอินทรีย์วัตถุ สำหรับด้านวัตถุมีพิษนั้นคุณสมบัติที่มีบทบาทต่อการดูดซับ คือ ลักษณะ โครงสร้างขนาดของโมเลกุล ความเป็นกรดเป็นด่าง การละลายน้ำและความมีขี้ของสาร

2. การเคลื่อนย้ายของวัตถุมีพิษในดิน

วัตถุมีพิษอาจมีการเคลื่อนย้ายโดยระเหยกลายเป็นไอหรือการเคลื่อนย้ายโดยมีน้ำเป็นตัวพา ทำให้เกิดการแพร่กระจายของวัตถุมีพิษในดิน รวมทั้งแพร่กระจายไปยังสิ่งแวดล้อมอื่นได้ ซึ่งลักษณะของการเคลื่อนย้ายมีดังนี้

2.1 การระเหยกลายเป็นไอ

การระเหยกลายเป็นไอขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ อุณหภูมิ ปริมาณ น้ำในดิน การเคลื่อนที่ของอากาศ สมบัติของวัตถุมีพิษ และสมบัติของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณอนุภาคดินเหนียวและ pH ของดิน ได้มีการศึกษามากมายที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างการระเหยของวัตถุมีพิษในดินกับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินว่ามีทิศทางในทางกลับกัน คือ เมื่ออินทรีย์วัตถุในดินสูงการระเหยจะน้อยลง เนื่องจากเกิดการดูดซึม (absorption) วัตถุมีพิษโดยอินทรีย์วัตถุ

2.2 การชะล้างด้วยน้ำ

เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุมีพิษเนื่องจากการไหลไปกับน้ำโดยการไหลบ่าหน้าดิน (run off) หรือการเคลื่อนที่ในดินในแนวตั้ง (leaching) ปัจจัยที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับการชะล้างของวัตถุมีพิษในดิน ได้แก่ สมบัติการละลายน้ำของวัตถุมีพิษ ปริมาณน้ำฝน การดูดซับวัตถุมีพิษกับดิน ลักษณะของเนื้อดิน รวมทั้งปัจจัยอื่นๆ เช่นการป้องกันการเกิดการชะล้างพังทลายของดินจะส่งผลต่อการลดการเคลื่อนย้ายของวัตถุมีพิษจากการไหลบ่าหน้าดิน Wauchope (1978) กล่าวว่าวัตถุมีพิษที่ละลายน้ำได้มากกว่า 10 ppm ส่วนใหญ่จะเคลื่อนย้ายได้โดยการละลายน้ำ สำหรับวัตถุมีพิษที่ละลายน้ำได้น้อยกว่า ส่วนใหญ่จะดูดซับโดยอนุภาคดินจึงถูกเคลื่อนย้ายไปโดยวิธี การไหลบ่าหน้าดินพร้อมกับการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน (erosion) แต่การศึกษาที่เกี่ยวข้องพบว่าการเคลื่อนย้ายของวัตถุมีพิษโดยน้ำไหลบ่าบนหน้าดิน มีความสำคัญทางด้านสิ่งแวดล้อมน้อย เพราะวัตถุมีพิษส่วนใหญ่เคลื่อนย้ายในปริมาณน้อยกว่า 0.5 % ของวัตถุมีพิษที่ใช้ไป จากการศึกษาพบว่า สารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต ส่วนใหญ่มีการเคลื่อนย้ายน้อยมาก เนื่องจากดูดซับอยู่กับอนุภาคดิน

3. การสลายตัวของวัตถุมีพิษ

วัตถุมีพิษในดินจะมีการสลายตัวโดยขบวนการต่างๆ ทำให้การตกค้างของวัตถุมีพิษลดลง ซึ่งขบวนการสลายตัวสามารถสรุปได้ดังนี้

3.1 การสลายตัวโดยแสง

แสงแดดที่มีความยาวคลื่น 290-450 nm. โดยเฉพาะอย่างยิ่งแสงอุลตราไวโอเลต(UV) มีพลังงานเพียงพอที่ทำให้วัตถุมีพิษส่วนมากเกิดการสลายตัว (photodecomposition) ที่บริเวณผิวน้ำดินมากๆ Herbert และ Miller (1990) พบว่าการสลายตัวโดยแสงของวัตถุมีพิษจำกัดอยู่ที่ผิวน้ำดินลึกลงไปเพียง 1 หรือ 2 มิลลิเมตรเท่านั้น การเกิดปฏิกิริยาการสลายตัวด้วยแสงขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ได้รับแสง ความเข้มและความยาวคลื่นแสง สมบัติของวัตถุมีพิษ สมบัติตัวกลางที่วัตถุมีพิษยึดเกาะ ตัวทำละลายของวัตถุมีพิษ สมบัติความเป็นกรดเป็นด่างของตัวทำละลาย รวมทั้งตัวกระตุ้นที่ทำให้เกิดปฏิกิริยา เช่น สารอินทรีย์ในดิน มักดูดซับแสงในช่วงคลื่น UV ได้ดีจะกระตุ้นให้วัตถุมีพิษเกิดการสลายตัวโดยแสงมากขึ้น

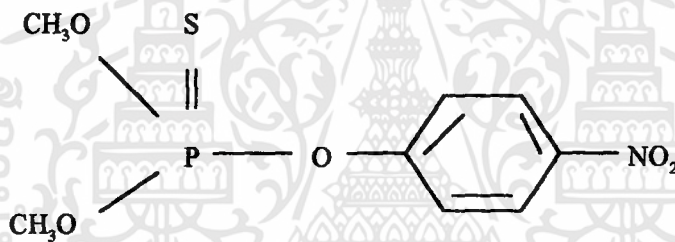
เมทริลพาราไรออน

ชื่อทางเคมี O,O – Dimethyl – O – 4 – nitrophenyl phosphorothioate มีสูตร โครงสร้างทางเคมี ดังแสดงในรูปที่ 1

ชื่อสามัญ เมทริล พาราไรออน (methyl parathion) พาราไรออน เมทริล (parathion methyl) เมทต้าฟอส (metaphos)

เป็นสารกำจัดแมลงและไรชนิดไม่ดูดซึม จัดอยู่ในกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต มีฤทธิ์ทางสัมผัสและทางหายใจ เป็นสารที่ยับยั้งเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเตอเรส (acetyl cholinesterase) เป็นสารป้องกันกำจัดเพลี้ยในไม้ผลและผัก กำจัดแมลงปากดูดและแมลงชนิดปากกัด รวมทั้งไรในพืชหลายชนิด เช่น ฝ้าย ข้าว ถั่ว หอม ัญพืช ไม้ประดับ ข้าวโพด พืช แอปเปิ้ล และแพร์ นอกจากนี้ยังมีการฉีดพ่นสารนี้ลงในดินเพื่อควบคุมแมลงในดิน ในประเทศฟิลิปปินส์ได้ห้ามใช้สารนี้ในด้านเกษตรกรรม

จากการค้นพบสารพาราไรออนของ Dr. Schrader นักเคมีผู้มีชื่อเสียงชาวเยอรมัน สารพาราไรออนได้ถูกจำหน่ายในท้องตลาด ภายใต้ที่ชื่อว่า “โฟลิดอล ดี 605 ” และด้วยเหตุที่มีประสิทธิภาพในการทำลายแมลงศัตรูพืชอย่างกว้างขวาง ทำให้โฟลิดอล ดี 605 ได้มีการพัฒนาปรับปรุงขึ้นมาใหม่ เป็นเมทธิลพาราไรออน โดยบริษัทผู้ผลิตเมทธิลพาราไรออนออกจำหน่ายมีอยู่หลายบริษัท โดยจะใช้ชื่อแตกต่างกันไป แต่ชื่อทางการค้า ดาล์ฟ (Dalf) โฟลิดอล เอ็ม (Folidol M) ในครอกซ์ 80 และเท็คไวซา(Tekwaisa)(วิเชียร, 2535) ที่เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย คือ Folidol M (ปรีชา, 2530)เมทธิลพาราไรออนที่ผลิตในท้องตลาด มีทั้งชนิดน้ำมัน ความเข้มข้นสูง(2 ปอนด์ / แกลลอน) ชนิดผงละลายน้ำได้และชนิดผงใช้พ่น



ภาพที่ 1 แสดงสูตร โครงสร้างของเมทธิลพาราไรออน

ที่มา: ขวัญชัย สมบัติศิริ .2527.

สมบัติทางเคมี

เมทิลพาราไรออน เป็นของเหลวสีน้ำตาล มีกลิ่นคล้ายกระเทียม สามารถละลายได้ดีใน alcohol ketone และ aromatic hydrocarbons ไม่ละลายน้ำ มีจุดหลอมเหลวที่ 35-36 °C จะสลายตัวได้เร็วเมื่ออุณหภูมิสูงถึง 140 องศาเซลเซียส หรือผสมกับค่าง

การออกฤทธิ์ของสาร

เมทิลพาราไรออนเป็นสารที่คงสภาพอยู่ในดินได้ชั่วระยะสั้น ๆ การสลายตัวเกิดจากการ oxidation demethylation และ hydrolysis เกิดเป็นกรด phosphoric และ P - nitrophenol เชื่อกันว่าสารนี้เคลื่อนที่ในดินได้น้อยมากและไม่มีแนวโน้มที่จะซึมลงไปปนเปื้อนน้ำใต้ดิน อย่างไรก็ตาม สารนี้สามารถคงสภาพอยู่ในน้ำที่เป็นกลางได้หลายวัน แต่ในน้ำที่เป็นด่างจะสลายตัวอย่างรวดเร็ว เป็นสารกำจัดแมลงประเภทไม่ดูดซึม ออกฤทธิ์โดยการสัมผัสถูก หายใจและกินตาย

ความเป็นพิษของเมทิลพาราไรออน

สารนี้เป็นสารที่มีพิษสูงมากต่อ ผีเสื้อ นก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และเป็นพิษต่อปลา มีค่า LD₅₀ ทางปาก (หนูขาว) ประมาณ 9 - 25 มก./กก. ทางผิวหนัง (กระต่าย) 300 - 400 มก./กก. เชื่อว่าสารนี้ไม่สะสมในสิ่งมีชีวิตแต่เป็นพิษต่อพืชบางชนิด เช่น ฝ้าย ข้าวฟ่าง ไม้ประดับ ใบของพืชตระกูลแตง แอปเปิ้ล และพืช อาการพิษที่เกิดกับพืชเหล่านี้มักไม่มีความสำคัญ ถ้าหากใช้ตามคำแนะนำมักไม่มีผลเสียเกิดขึ้น พืชที่ผ่านการฉีดพ่นสารควรทิ้งระยะเวลาภายหลังการฉีดพ่นจนถึงระยะเวลาการเก็บเกี่ยวอย่างน้อย 15 วัน ควรเลือกใช้ส่วนผสมชนิด encapsulate เพราะจะมีพิษน้อยกว่าสูตรผสมที่ใส่ทั่วไป 6 - 10 เท่า ระยะเวลาการกลับเข้าสู่แปลงเพาะปลูกกำหนดไว้ 48 ชั่วโมง

ประโยชน์

ใช้กำจัดแมลงได้ทั่วไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งแมลงที่ทำลายผักต่างๆ ข้าว กาแฟ ชา ส้ม อ้อย ยาสูบ ถั่วฝักยาว ฝ้าย สับปะรด ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ถั่วลิสง สตอเบอร์รี่ มันฝรั่ง องุ่น ไม้ผล พืชสวนและไม้ดอกไม้ประดับทั่วไป เช่น แมลงศัตรูพืชที่เป็นหนอนผีเสื้อ หนอนกอกชนิดต่างๆ เช่น หนอนกอกสีชมพู หนอนม้วนใบ หนอนกระทู้ หนอนใยผัก หนอนคืบ หนอนเจาะสมออเมริกัน หนอนกัดกินใบ แมลงชนิดปากดูด ได้แก่ เพลี้ยอ่อน เพลี้ยจักจั่น เพลี้ยหอย เพลี้ยไฟ และแมลงชนิดอื่นๆ เช่น บั่ว ค้างคาว มวนต่างๆ และแมลงหิวข้าว

ข้อระวังในการใช้และการเก็บ อย่าเก็บใกล้กับอาหาร เครื่องดื่ม หลีกเลี่ยงอย่าให้เข้าตา ถูกผิวหนัง เข้าปาก และเก็บในที่ห่างจากเด็กและสัตว์เลี้ยง

การเกิดพิษ

มีสาเหตุ 3 ประการ คือ

- 1 เกิดจากการปฏิบัติงานฉีดพ่น
- 2 เกิดจากการกินพืชที่มีสารปนเปื้อน
- 3 เกิดจากการกินที่งูใจฆ่าตัวตาย

อาการเกิดพิษ ภายหลังจากที่ได้รับสารพิษเข้าไปแล้ว 1 - 4 ชั่วโมง อาการจึงจะปรากฏขึ้น อาการพิษที่เกิดขึ้นเนื่องจากการสะสมของอะเซทิลโคลีนในระบบประสาท แบ่งเป็น 3 ลักษณะอาการ (พาลาก , 2537) คือ

1. อาการพิษแบบมัสคารินิก (mascarinic effects) มีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ท้องร่วง น้ำลาย น้ำตา เสมหะและเหงื่อออกมาก หลอดลมบีบตัวทำให้เกิดอาการไอ ม่านตาหรี่ หัวใจเต้นเร็ว
2. อาการพิษแบบนิโคตินิก (nicotinic effects) มีอาการสั่น ต่อมามีอาการอ่อนเพลีย และเป็นอัมพาต
3. อาการพิษที่ระบบประสาทส่วนกลาง ระยะแรกระบบประสาทส่วนกลางจะถูกกระตุ้น แต่ระยะหลังถูกกดทำให้เกิดอาการชักสับสน กระวนกระวาย และหมดสติ ถ้าอาการรุนแรงอาจถึงตายได้ เนื่องจากระบบประสาทล้มเหลว

การแก้พิษ

ถ้าถูกผิวหนัง ให้รีบล้างด้วยน้ำสบู่มาก ถ้าเข้าตา ให้รีบล้างตาด้วยน้ำสะอาดนานอย่างน้อย 15 นาที ถ้าเข้าปากหรือกลืนกินเข้าไป ควรรีบนำส่งแพทย์ สำหรับแพทย์ ยาแก้พิษ คือ อะโทรปีนซัลเฟต โดยการฉีดเข้าเส้นเลือดดำ (iv) ขนาด 2-4 มก ฉีดซ้ำทุก 10-15 นาที จนอาการดีขึ้น ยา 2-PAM เป็นยาแก้พิษที่ใช้ร่วมกับอะโทรปีนได้ ห้ามใช้ Morphine, Theophylline และ Aminophylline.

ข้อควรรู้

- ระยะเวลาที่ใช้ก่อนการเก็บ 14 วัน
- เป็นพิษต่อผึ้ง ปลา กุ้ง และปู
- ห้ามบุคคลที่ไม่สวมใส่เครื่องป้องกันเข้าไปในพื้นที่ที่ฉีดพ่นแล้วอย่างน้อย 48 ชั่วโมง

-ไม่มีความคงตัวในดิน

คำแนะนำสำหรับแพทย์

สำหรับผู้ป่วยผู้ใหญ่ฉีด atropine sulfate ขนาด 2-4 mg. ฉีดเข้าเส้นเลือดดำ(iv) และฉีดซ้ำในขนาด 2 mg. ทุก 10-15 นาที จนอาการพิษลดลง อาจให้ 2-PAM ขนาด 1 mg. / 20 cc. ฉีดเข้าเส้นเลือดดำร่วมด้วย ห้ามใช้ morphine theophylline หรือ aminophylline แก่ผู้ป่วย (ประยูร, 2535)

Gas Chromatography

เป็นเครื่องมือที่ใช้แยก และวิเคราะห์สารทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ เทคนิคของ Gas Chromatography คือแยกของผสมให้เป็น gas phase ที่อุณหภูมิหนึ่งๆ แล้วผ่านไปยังคอลัมน์ที่บรรจุด้วยเฟสคงที่ (stationary phase) มาสัมผัสกับตัวกลางที่อยู่กับที่นั้น ซึ่งสารแต่ละชนิดมีพฤติกรรมในการแยกตัว (partition) ต่างกัน ทำให้เมื่อเฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) พาสารเคลื่อนที่ผ่านไปตามในช่วงเวลาหนึ่งๆ สารแต่ละตัวจะถูกแยกจากกันได้ในเวลาที่แตกต่างกัน

Gas Chromatography แบ่งตาม เฟสคงที่ เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ

1. Gas – Solid Chromatography (GSC.)

ใช้ stationary phase ที่เป็นของแข็ง เป็นตัว adsorbed สารที่เป็นแก๊ส และไม่มีสารอื่นเคลือบอยู่ และเป็นโมเลกุลเล็กๆ เพราะฉะนั้นในคอลัมน์ที่บรรจุด้วย active solids ที่มีโมเลกุล เป็น sieves หรือ porous polymers เช่น Silica gel, alumina, activated carbon เป็นต้น

2. Gas – Liquid Chromatography (GLC.)

สารที่ผสมจะสามารถแยกออกจากกันได้ ด้วยการกระจายตัวที่ต่างกันของแก๊สระหว่าง stationary phase ที่เป็นของเหลว (Liquid phase) ฌายอยู่บนของแข็ง (Solid support) ในลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มบางๆกับ เฟสเคลื่อนที่ซึ่งเป็นแก๊ซ หรือมีค่า partition : coefficient ต่างกัน Gas Chromatography ชนิดที่มีของเหลวเป็นเฟสคงที่มีความสำคัญมากกว่าเฟสเคลื่อนที่ ทั้งนี้ นับตั้งแต่ Martin และ James ได้เสนอรายงานแนะนำ Gas – Liquid Chromatography เป็นครั้งแรก ในค.ศ. 1952 ก็ได้พัฒนามาพร้อมๆให้มีการประยุกต์ใช้ในงานวิจัยต่างๆ เช่น เคมี ชีววิทยา ตลอดจนงานทางด้านวิศวกรรม

ส่วนประกอบของเครื่อง Gas Chromatography

เครื่อง Gas Chromatography โดยทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนประกอบพื้นฐานที่สำคัญดังรูปที่ 2 ทั้งนี้เครื่องจะทำงานโดย carrier gas ที่ทำหน้าที่เป็น ซึ่งจะถูกทำให้ไหลเข้าไปในคอลัมน์เมื่อสารผสมที่จะถูกวิเคราะห์ถูกฉีด (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 ที่นิยมใช้ คือ ไนโตรเจน (N_2) และฮีเลียม (He) การใช้แก๊สเป็นชนิดนี้ทำให้ความสมดุลระหว่างสองตัวกลางเป็นไปอย่างรวดเร็ว 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 นอกจากนี้ คอลัมน์ยังมีชนิด Capillary column ซึ่งเป็นคอลัมน์แบบท่อเปิด liquid stationary phase จะถูกเคลือบเป็นชั้นบางๆที่ผนังด้านใน มีความหนา 0.1-1 ไมโครเมตร มีเส้นผ่าศูนย์กลางภายในเล็กมาก 0.1-0.5 มิลลิเมตร เนื่องจากเป็นคอลัมน์แบบท่อเปิด จึงสามารถมีความยาวของคอลัมน์ได้มากกว่า packed column เพราะว่ามี back pressure น้อยกว่า คอลัมน์ชนิดนี้จะจุ stationary phase ได้น้อยกว่า packed column มาก จึงใช้ตัวอย่างที่มีขนาดน้อยๆ เท่านั้น

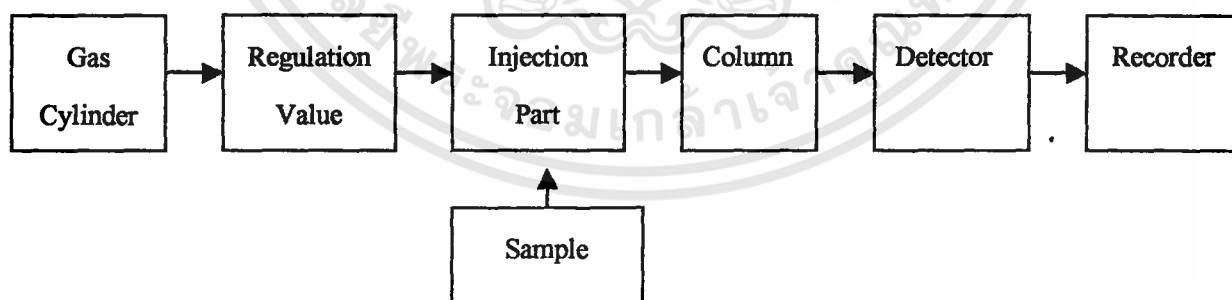
Capillary column แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

1. คอลัมน์แบบ wcto (Wall - coated open tubular) เป็นคอลัมน์ที่ได้จากการเคลือบผนังของคอลัมน์ด้วย liquid stationary phase
2. คอลัมน์แบบ plot (porous layer open tubular) ผนังภายในท่อเปิด จะเคลือบด้วยตัวดูดซับ (adsorbent) แต่ถ้าเคลือบด้วยตัวดูดซับที่มี liquid phase ด้วยเรียกคอลัมน์ชนิดนี้ว่า scot (support coated open tubular)

ผนังของ capillary column ส่วนใหญ่ที่นิยมใช้จะทำมาจากแก้ว และ fused silica (ทำมาจากซิลิกาออกไซด์ที่เคลือบด้วย poly - imide)

ประสิทธิภาพของ capillary column นี้จะสูงมากกว่า packed column การแยกสารก็จะใช้เวลาน้อยกว่า อุณหภูมิที่ใช้ก็จะต่ำกว่าใน 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 (micro syringe) ฉีดสารตัวอย่างเข้าไปใน injector part การตั้งอุณหภูมิที่ injector part ต้องตั้งให้สูงกว่าจุดเดือดของสารตัวอย่าง



ภาพที่ 2 แสดงส่วนประกอบพื้นฐานการทำงานของเครื่อง gas chromatography

ประโยชน์ของเครื่อง Gas chromatography

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

การประยุกต์ใช้

1. สามารถแยกสารผสมได้หลายชนิด รวมทั้งสารที่คล้ายคลึงกันและสารที่มีส่วนประกอบเหมือนกันได้
2. วิธีการใช้ จะใช้ร่วมกับตัวอย่างหลายชนิด
3. ใช้ศึกษาโครงสร้างของสารเคมีตามปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ต้องใช้คู่กับเครื่องมืออื่น เช่น Mass spectrophotometer
4. ใช้ในการเตรียมการทดลองตลอดจนการวิเคราะห์สารในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น การวิเคราะห์คุณภาพอาหาร การวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืช และสารพิษต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมปิโตรเลียม รวมทั้งการศึกษาทางสิ่งแวดล้อม เช่น สารมลภาวะในอากาศ แหล่งน้ำ และดิน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์และสารเคมี

1. อุปกรณ์ในการปลูกผัก

- ดิน
- แปลงปลูกขนาด 1.5 x 4.5 เมตร
- ไม้ยูดร 16-16-16
- ไม้ยูเรีย
- ไม้คอก
- เมล็ดพันธุ์ผักคะน้า(คะน้าใบ)
- สารฆ่าแมลงเมทธิลพาราไรซอน 50% w/v(EC) ของบริษัท เทพสยาม จำกัด
- ขวดฉีดพ่นสาร

2. อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

2.1 เครื่องแก้วและอุปกรณ์อื่นๆ

- ตู้อบ (hot air oven)
- เครื่องชั่ง (balance) 2 ตำแหน่ง
- เครื่องปั่น (blender)
- เครื่องลดปริมาตรอุณหภูมิต่ำ (flash evaporator)
- เครื่อง Gas Liquid Chromatography (GLC,GC) ยี่ห้อ shimadzu รุ่น 14 A
- แท่งแก้ว (stirring rod)
- กรวยแก้ว (funnel)
- บีกเกอร์ (beaker)
- ใยแก้ว (glass wool)
- หลอดหยด (dropper)
- ขวดกั่นกลม (evaporating flask and receiving flask)
- กระบอกตวง (cylinder)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขวดใส่สาร (vial)
- ขาตั้ง (stand)
- ปิเปต (pipette) ขนาด 0.2 และ 1.0 ml.
- ออโตปิเปต (autopipette) ขนาด 200-1000 μ l

2.2 สารเคมี

- ethyl acetate (A.R. grade, FLUKA)
- sodium sulfate (Na_2SO_4) (A.R. grade, MERCK)
- standard methyl parathion เข้มข้น 0.72206 ppm.

วิธีการทดลอง

1. การปลูกผัก

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) มี 3 วิธีการ ดังนี้ คือ

วิธีที่ 1 ไม่ฉีดพ่นสารเมทธิลพาราไรออน (Control)

วิธีที่ 2 ฉีดพ่นสารเมทธิลพาราไรออนในอัตราคำแนะนำบนฉลาก (Recommended Dose) คือ 10 ml/น้ำ 20 L.

วิธีที่ 3 ฉีดพ่นสารเมทธิลพาราไรออนในอัตราสองเท่าของคำแนะนำบนฉลาก (Double Dose) คือ 20 ml/น้ำ 20 L.

สถานที่ทำการทดลองคือบริเวณโรงเรือนเพาะชำของภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช ปลูกผักทดลองจำนวน 3 แปลง โดยบรรจุดินใส่ในแปลงทดลองขนาด 1.5 x 4.5 เมตร ให้เกือบเต็มหลังจากนั้นทำการย่อยดินให้ละเอียดแล้วผสมปุ๋ยคอกปลูกคะน้าวันที่ 17 ตุลาคม 2543 โดยโรยเมล็ดเป็นแถวระยะระหว่างแถวห่าง 40 เซนติเมตร เมื่อผักอายุได้ 17 วัน (3 พ.ย.2543) หลังจากโรยเมล็ด ทำการถอนต้นกล้าทิ้งไม่ให้หนาแน่นจนเกินไป

การปฏิบัติและบำรุงรักษา

1. รดน้ำวันละ 1 ครั้ง
2. พรวนดินสัปดาห์ละ 1 ครั้ง
3. ใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ทุกๆ 15 วัน โดยการหว่านให้ทั่วแปลง
4. ใส่ปุ๋ยยูเรียทุกๆ 5 วัน ในขนาดเข้มข้น 5 %
5. กำจัดวัชพืชโดยการถอนทิ้ง

ใส่ปุ๋ยครั้งแรก เมื่อผักคะน้าอายุ 5 วันหลังจากแยกถอน (8 พ.ย.) และเมื่ออายุ 8 วันหลังแยกถอน (16 พ.ย. 2543) ทำการฉีดพ่นเมทริลพาราไรซอนครั้งแรกในอัตราความเข้มข้น 10 ml./น้ำ 20 L. ในแปลงที่ 2 (Recommended Dose) และ Double Dose ใช้ความเข้มข้น 20 ml./ น้ำ 20 L. ในแปลงที่ 3 หลังจากนั้นจะฉีดพ่นสารทุกๆ 7 วัน และฉีดพ่นครั้งสุดท้ายเมื่อผักอายุ 46 วัน (1 ธันวาคม 2543)

2. การเก็บตัวอย่างผัก

สุ่มเก็บตัวอย่างผักคะน้าในวันที่ 0, 1, 3, 5 และ 7 หลังจากฉีดพ่นเมทริลพาราไรซอนครั้งสุดท้าย นำตัวอย่างผักคะน้าที่เก็บในวันที่ 0, 1, 3, 5 และ 7 มาทำการสกัดแยกสารทันที ในวันที่เก็บโดยในวันที่ 0 เก็บผักมาทดสอบหลังฉีดพ่นสารครั้งสุดท้ายได้ 1 ชั่วโมง

3. วิธีการสกัดสารจากตัวอย่างผัก

หั่นตัวอย่างผักให้ละเอียดชั่งให้ได้ 50 ± 0.5 กรัม ใส่ในโถปั่น เติม ethyl acetate 100 ml. และ Sodium sulfate 50 กรัม (sodium sulfate ก่อนนำมาใช้ต้องอบใน hot air oven ที่อุณหภูมิ 100°C นาน 90 นาทีก่อน เพื่อกำจัดความชื้น) บั๊นนาน 3 นาทีแล้วนำไปกรองผ่าน sodium sulfate เก็บสารละลายที่กรองได้เป็นส่วนที่ 1 จากนั้นเติม ethyl acetate 50 ml. และ sodium sulfate 25 กรัม ลงในส่วนที่เหลือจากการกรอง บั๊นนาน 3 นาที นำไปกรองผ่าน sodium sulfate เก็บสารละลายที่กรองได้เป็นส่วนที่ 2 เติม ethyl acetate 50 ml และ sodium sulfate 25 กรัม ลงในส่วนที่เหลือจากการกรอง บั๊นอีก 3 นาที นำมากรองผ่าน sodium sulfate เก็บสารละลายที่กรองได้เป็นส่วนที่ 3 นำสารละลายที่กรองได้ทั้ง 3 ส่วนมารวมกัน แล้วนำไปลดปริมาตรด้วยเครื่องลดปริมาตรอุณหภูมิต่ำ (Flash evaporator) ที่อุณหภูมิ 60°C ให้เหลือปริมาตร 5 ml. ใส่ใน vial แล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4°C

4. การตรวจวิเคราะห์หาเมทิลพาราไซออนโดยใช้เครื่อง Gas Chromatography

4.1 ข้อกำหนดของเครื่อง GC เพื่อการตรวจวิเคราะห์เครื่องตรวจวัด (detector) : ชนิด Flame Photometric Detector (FPD)

Column : ใช้ packing column ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร ยาว 2.1 เมตร บรรจุด้วย 3 % OV-1 on 80/100 support silicon supelcoport

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

Carrier gas : N₂ 50 ml/min.
H₂ 35 ml/min.
Air 100 ml/min.

4.2 การนิตสารเพื่อตรวจวิเคราะห์

Calibrate peak ของสารมาตรฐาน (standard) โดยการนิตสารมาตรฐานจนได้ค่า Retention time และความเข้มข้นของสารมาตรฐานคงที่แล้วจึงนิตสารสกัดจากตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์และหาปริมาณ

หมายเหตุ - ต้อง calibrate สารมาตรฐานทุกวันก่อนทำการนิตสารสกัดจากตัวอย่าง

- ถ้า peak ของสารสกัดตัวอย่างที่ได้ มีลักษณะหวัคตัด จะต้องทำการเจือจาง (dilution) สารสกัดตัวอย่างด้วย ethyl acetate

5. การคำนวณปริมาณทั้งหมดของเมทิลพาราไซออน จากการสกัดตัวอย่าง

นำค่าความเข้มข้นของเมทิลพาราไซออน ที่ได้จากเครื่องมาทำการคำนวณหาปริมาณการตกค้างดังนี้ ปริมาณการตกค้างของเมทิลพาราไซออน = $(A \times V) / W$

A = ค่าปริมาณการตกค้างที่คำนวณจากเครื่อง (ppm)

V = ปริมาตรที่ปรับจากสารสกัดตัวอย่าง (adjust volume, 5 ml.)

W = น้ำหนักของตัวอย่างผักที่ใช้สกัด (g.)

ผลการทดลอง

ปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไรออนที่ตรวจพบในผักคะน้าที่เก็บเกี่ยวในวันที่ 0, 1, 3, 5 และ 7 หลังจากฉีดพ่นครั้งสุดท้ายพบว่าผักที่ไม่ได้ฉีดพ่นสาร (กลุ่มควบคุม) ตรวจพบปริมาณการตกค้างดังนี้ 0.4233, 0.2133, 0.00, 0.00 และ 0.00 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าปลอดภัย ปริมาณการตกค้างของ เมทธิลพาราไรออนในวันที่ 0 แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับวันที่ 1 แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวันที่ 3, 5 และ 7 ปริมาณการตกค้างในวันที่ 1 มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับวันที่ 3, 5 และ 7 ส่วนปริมาณการตกค้างในผักคะน้าในกลุ่มที่มีการฉีดพ่นในอัตราตามคำแนะนำบนฉลาก (recommended dose) คือ 11.1167, 17.5467, 12.3833, 16.6867 และ 13.20 พีพีเอ็ม ตามลำดับ เป็นค่าที่สูงกว่าค่าปลอดภัย แต่ค่าการตกค้างของสารที่ได้จากการวิเคราะห์ผักในกลุ่มที่ฉีดพ่นสารเมทธิลพาราไรออนนี้ไม่น่าจะถูกต้องเพราะวันที่ควรจะต่ำกว่ากลับสูงกว่าและวันที่ควรจะสูงกว่ากลับต่ำกว่าอาจเป็นเพราะเกิดจากข้อผิดพลาดในการสุ่มตัวอย่างผักในกลุ่มที่มีการใช้เมทธิลพาราไรออนในอัตราสองเท่าของคำแนะนำบนฉลาก (double dose) มีปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไรออนคือ 67.0667, 52.6033, 38.8867, 27.3067 และ 17.70 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าค่าปลอดภัยยิ่งกว่าผักคะน้าที่ฉีดพ่นในอัตราคำแนะนำ โดยที่ปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไรออน ในวันที่ 0 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวันอื่นๆ การตกค้างในวันที่ 1 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวันที่ 5 และ 7 แต่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับวันที่ 3 การตกค้างในวันที่ 3 แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับวันที่ 5 แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวันที่ 7 และการตกค้างในวันที่ 5 และ 7 มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ(ตารางที่ 1)

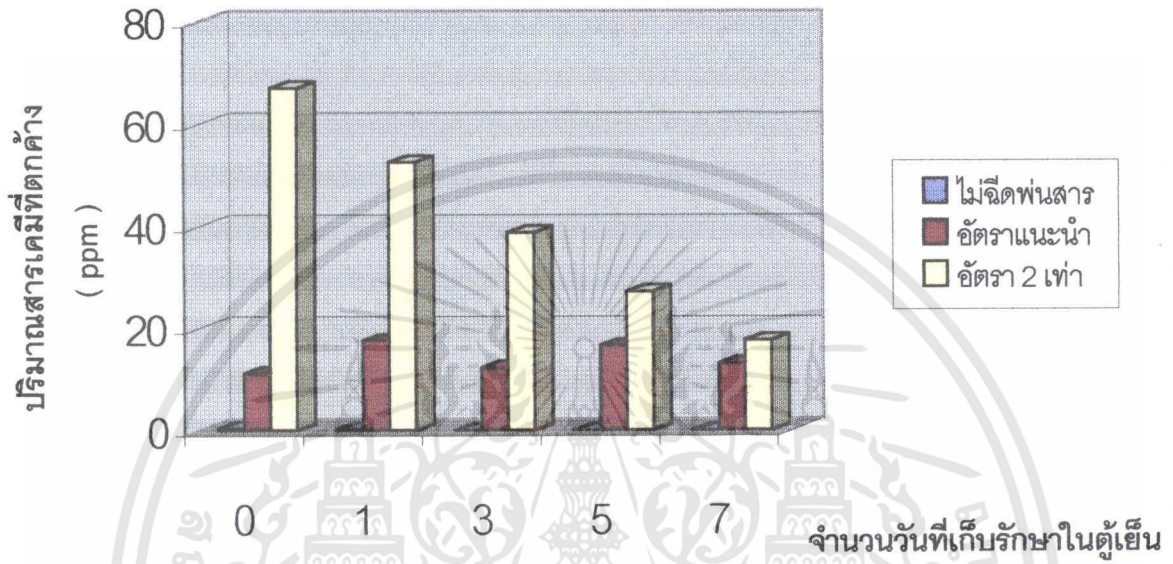
ตารางที่ 1 ปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไรออนในผักคะน้าที่เก็บเกี่ยวหลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้ายแล้วนำไปเก็บในตู้เย็น 0,1,3,5 และ 7 วัน

วันที่เก็บเกี่ยว	ปริมาณการตกค้าง (ppm) ^{1/}		
	ไม่ฉีดพ่นสาร	อัตราแนะนำ	อัตรา 2 เท่า
0	0.4233 a	11.1167 *b	67.0667 *a
1	0.2133 ab	17.5467 *a	52.6033 *b
3	0.0000 b	12.3833 *ab	38.8867 *bc
5	0.0000 b	16.6867 *a	27.3067 *cd
7	0.0000 b	13.2000 *ab	17.7000 *d

1/ ค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำ

*เกินค่ากำหนด MRL [Codex (1995) กำหนดให้พาราไรออนในผักต่างๆ (ยกเว้น แครอต) เท่ากับ 0.7 ppm]

ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างไรไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างสำคัญอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่มีค่าความเชื่อมั่น 0.05 โดย DMRT



ภาพที่ 3 ปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไรธอนในผักคะน้าที่นำไปเก็บไว้ในตู้เย็นในวันที่ 0, 1, 3, 5 และ 7 หลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17436

วิจารณ์ผลการทดลอง

การตรวจวิเคราะห์พบปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไรออนในผักคะน้าในแปลงควบคุม อาจเกิดจากในขณะที่ยอดต้นสารเมทธิลพาราไรออนในแปลงที่ฉีดพ่นตามอัตราคำแนะนำ และอัตราสองเท่าของคำแนะนำมีลมพัดทำให้ละอองของสารถูกพัดพาไปปนเปื้อน เพราะแปลงทดลอง ทั้ง 3 อยู่ใกล้กันทำให้ตรวจพบปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไรออนในผักคะน้าที่ไม่ได้ฉีดพ่นสาร ซึ่งในวันที่ 0 ในผักคะน้ากลุ่มควบคุมมีการตกค้างของเมทธิลพาราไรออนมาก อาจเป็นเพราะเก็บเกี่ยวผักคะน้าหลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย 1 ชม. แล้วนำมาสกัดแยกสารทันที ส่วนในวันที่ 3, 5 และ 7 ตรวจไม่พบอาจเป็นเพราะเมทธิลพาราไรออนระเหย และสลายตัวไปจนตรวจไม่พบ ผักในแปลงที่ฉีดพ่นตามอัตราคำแนะนำ ผลการตรวจวิเคราะห์ในวันที่ 0 พบมีการตกค้างน้อยกว่าวันอื่นๆ ทั้งนี้ น่าจะมีการตกค้างสูงกว่า เป็นเพราะเมื่อเก็บเกี่ยวผักคะน้าแล้วจะใส่ในตู้เย็นทันที ส่วนผักที่เก็บเกี่ยวในวันที่ 0 ซึ่งต้องทำการสกัดทันทีได้ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งอากาศค่อนข้างร้อนเป็นเวลานานทำให้มีการสลายตัวของสาร โดยการระเหย จึงมีการตกค้างของสารน้อยกว่าผักที่เก็บไว้ในตู้เย็นซึ่งมีอุณหภูมิต่ำทำให้ไม่มีการสลายตัวของสารจากการระเหยทำให้ผลที่วิเคราะห์ได้ผิดพลาดค่าปริมาณการตกค้างในวันที่ 5 สูงกว่าอาจเกิดจากการสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ไม่ได้ ได้ตัวอย่างผักที่ได้รับสารที่ฉีดพ่นในปริมาณสูง จึงทำให้การตรวจวิเคราะห์ได้ค่าการตกค้างที่สูง

สรุป

ผักคะน้าที่ฉีดพ่น เมทริลพาราไรออนในอัตราคำแนะนำและในอัตราสองเท่าของคำแนะนำเมื่อนำไปเก็บในตู้เย็นจะมีปริมาณการตกค้างของเมทริลพาราไรออนสูงกว่าค่าปลอดภัยตั้งแต่วันที่ 0-7 จึงไม่ปลอดภัยต่อการนำมาบริโภค โดยไม่มีวิธีการลดปริมาณสารก่อน และจากการวิเคราะห์ผักที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารพบว่าวันที่ 0-7 มีการตกค้างของสารเมทริลพาราไรออนทั้งหมดที่ไม่มีการฉีดพ่นสาร แต่มีปริมาณต่ำกว่าค่าปลอดภัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

ผักคะน้าเป็นผักที่นิยมบริโภคกันมาก ซึ่งผู้บริโภคส่วนใหญ่เมื่อซื้อคะน้ามาจากตลาดก็จะเก็บคะน้าเข้าสู่เย็นทันทีซึ่งเป็นที่นิยมทำกัน เพราะจะช่วยให้ผักยังคงสดถึงแม้ว่าจะผ่านไปหลายวัน แต่หากมีการใช้สารเมทธิลพาราไรออนกับผักคะน้าทั้งในอัตราที่แนะนำบนฉลาก หรือในอัตราสองเท่าของคำแนะนำแล้วนำผักคะน้าดังกล่าวมาเก็บไว้ในตู้เย็น จะพบว่าปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไรออนในผักคะน้ายังคงอยู่ในระดับที่เกินค่าปลอดภัย ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค หากไม่มีการทำให้ปริมาณการตกค้างของสารลดลงก่อนนำมาบริโภค โดยเฉพาะอย่างยิ่งผักที่เกษตรกรปลูก ซึ่งผู้บริโภคไม่ทราบถึงปริมาณการใช้สารฆ่าแมลงว่าเกษตรกรผู้ปลูกคะน้าใช้ในอัตราความเข้มข้นเท่าใด ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคคะน้าควรนำมาทำการลดปริมาณสารพิษตกค้างด้วยวิธีการต่างๆ จากบทความของนิตยา(2538) ซึ่งอ้างถึงการศึกษาของศิวารณ์และคณะที่ศึกษาวิธีการลดปริมาณสารกำจัดแมลง 8 ชนิดในผักคะน้าพบว่า การล้างด้วยน้ำต่างทับทีม 0.01% จะสามารถลดปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไรออนได้ 48.3% การล้างด้วยน้ำส้มสายชู 0.5% จะสามารถลดปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไรออนได้ 27.0% การล้างด้วยน้ำซาวข้าว 50% จะสามารถลดปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไรออนได้ 26.9% การล้างด้วยน้ำจืด 5% จะสามารถลดปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไรออนได้ 39.6% การแช่น้ำจะสามารถลดปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไรออนได้ 43.9% และ การล้างด้วยน้ำที่ไหลจากก๊อก 2 นาที จะสามารถลดปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไรออนได้ 29.9%

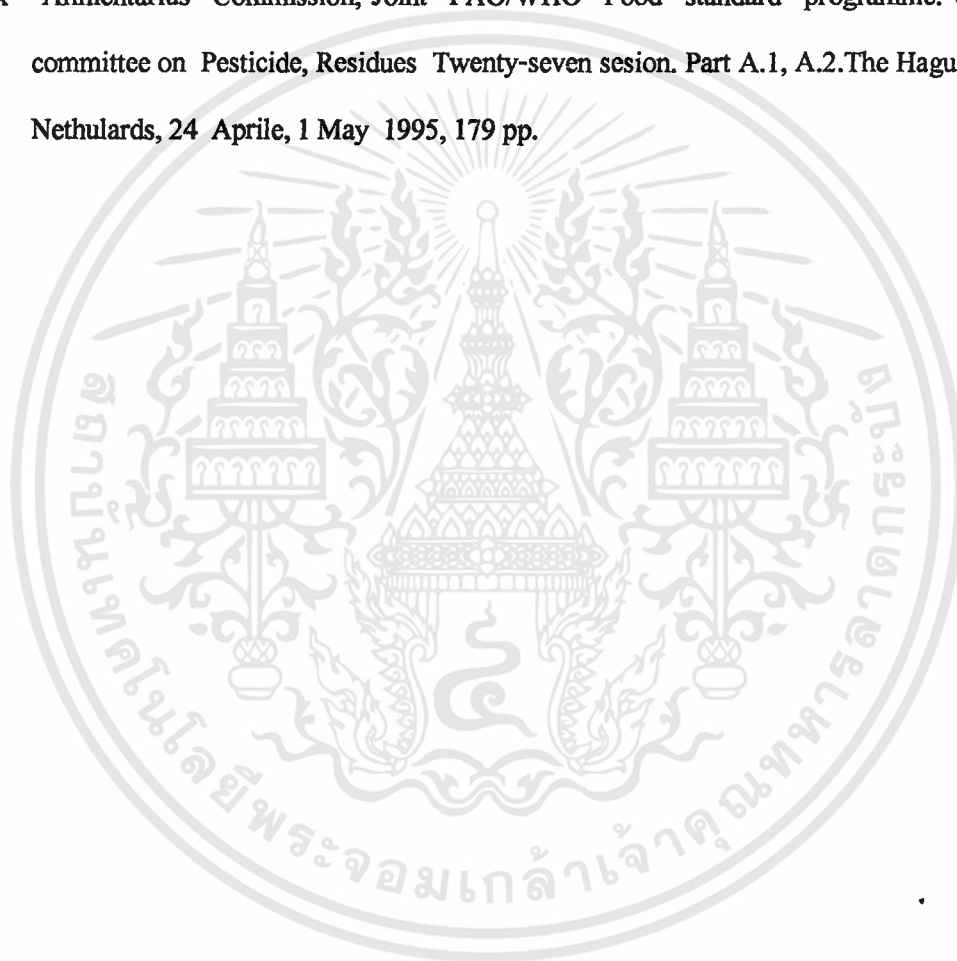
เอกสารอ้างอิง

- ขวัญชัย สมบัติ. 2527. ยางฆ่าแมลง.ภาควิชากีฏวิทยา.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.275หน้า.
- ค้วน ขาวหนู. 2537. โภชนศาสตร์. พิมพ์ดี กรุงเทพฯ. 510 หน้า.
- จักพันธุ์ ปัญจะสุวรรณ . 2542 . พืชจากยางฆ่าแมลงตกค้าง. พืชภัยในอาหาร. โอ.เอส.พรีนติ้ง เฮ้าส์ กรุงเทพฯ. หน้า 75-77
- จันทร์ทิพย์ ชำรงศรีสกุล. 2535. ปัญหาและการลดอันตรายจากสารพิษทางการเกษตร. ข่าวสารวัดถุมิพิษ. 19(2) : 74-77.
- ดวงนภา บานชื่น และ ชนินันท์ พรสุริยา. 2541. การลดปริมาณเมทธิลพาราไรออนในผักคะน้า โดย การล้างในน้ำก๊อก แช่น้ำ ล้างน้ำโดยใช้มีด และ การแช่ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต. รายงานปัญหาพิเศษ. ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 24 หน้า.
- ทวีศักดิ์ จรัสทรัพย์. 2542. การสลายตัวของเมทธิลพาราไรออนในผักคะน้าที่เก็บรักษาในตู้เย็น. ปัญหาพิเศษ ปริญญาตรี. ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 40 หน้า
- นิตยา วีระกุล. 2538. การลดปริมาณสารพิษตกค้าง. ข่าวสารวัดถุมิพิษปีที่ 22 ฉบับที่ 1. หน้า 16-25
- นิตยา วีระกุล. 2539. วัตถุอันตรายทางการเกษตรกับสิ่งแวดล้อม. ข่าวสารวัดถุมิพิษ. 23(3) : 139.
- ปกรณ สุเมธานุรักษ์กุล. 2526. ยางฆ่าแมลงกับพืชภัยต่อสุขภาพ. คณะสาธารณสุขศาสตร์. มหาวิทยาลัยมหิดล. 26 หน้า.
- ประยูร ดีมา. 2522. วัตถุมีพิษที่ใช้ในการเกษตรกับสาธารณสุข. กรมวิชาการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 523 หน้า.
- ประยูร ดีมา. 2535. เอกสารวิชาการยาป้องกันกำจัดศัตรูพืช ศัตรูมนุษย์และสัตว์. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 325 หน้า.
- ปรีชา พุทธิปรีชาพงษ์. 2530. ยางฆ่าแมลง. สหมิตรออฟเซตกรุงเทพฯ. 150 หน้า.
- พนิดา ไชยยันต์บุญ. 2538. ความเป็นไปและพฤติกรรมของวัตถุมีพิษใต้ดิน. ข่าวสารวัดถุมิพิษ. 22(4) : 191-195.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พาลาก สิงหเสนี. 2537. พืชของยาฆ่าแมลงต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 51-53.
- พิสิฐ วงษ์วัฒน์. 2535. คู่มือการใช้สารพิษทางการเกษตรและในบ้านเรือน. เรือนแก้วการพิมพ์ กรุงเทพฯ. 145 หน้า.
- มานิช ทองเจียม. 2522. หลักการนำไปปฏิบัติก่อนทานเกี่ยวกับพืชผัก. เทคโนโลยี.10(31):8-12
- เมืองทอง ทวนทวี และ สุริรัตน์ ปัญญาโตนะ. 2532. ค่น้ำจืด. ผักบ้านเรา. โรงพิมพ์ทั่วซังชิน. กรุงเทพฯ. หน้า 264-266.
- รัตนา ลิตะยัง. 2539. วัตถุประสงค์พืช. นสพ. กลีกร. 69(1):8-12.
- ลักขณา อมรสิน. 2541. คู่มือประกอบการปฏิบัติกรวิชาพืชวิทยาสิ่งแวดล้อม. ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. หน้า 37-41.
- วิเชียร ญัฐวัฒนานนท์. 2525. ชื่อสามัญและชื่อทางการค้าของวัตถุประสงค์พืชทางการเกษตร. ชุมชนการเกษตร. 5(44):1-13.
- สมนึก วงศ์ทอง. 2539. สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช. ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 79-82.
- สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ. 2523. ยาฆ่าแมลง. นำอักษรการพิมพ์. กรุงเทพฯ. 164 หน้า.
- สุกัญญา มหาธีรานนท์. 2534. แนะนำเครื่องมือวิทยาศาสตร์: Gas-Liquid Chromatograph. ข่าวศูนย์. 4(3):20-22.
- สุชาดา ชินะจิตร. 2533. ยาฆ่าแมลง. อันตรายจากสารเคมี. ห.จ.ก. ภาพพิมพ์. กรุงเทพฯ. หน้า 40.
- สุปราณี อิมพิทักษ์. 2536. การวิเคราะห์พืชตกค้างในผักโดยวิธีชีวเคมี. ข่าวสารวัตถุประสงค์พืช. 20 (3):119-123.
- สุพัตรา ศรีมุข และ สุภาวดี มีนภา. 2540. การสลายตัวของเมวินฟอสในผักคะน้า ผักกว้างคิ่ง ผักกาดหอม ผักบุ้งจีน หลังการฉีดพ่นในขนาดตามคำแนะนำบนฉลากและขนาดสองเท่า ของคำแนะนำบนฉลาก. ปัญหาพิเศษ ปริญญาตรี. ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 40 หน้า

- สุภาณี พิมพ์สมาน. 2540. สารฆ่าแมลง. ห.ก.จ. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา. ขอนแก่น. หน้า 69-71
- อรุณรักษ์ พ่วงผล. 2542. มาปลูกผักคะน้ากันเถอะ. พืชผักสวนครัวเสริมรายได้. ห.ก.จ. โรงพิมพ์อักษรไทย. กรุงเทพฯ. หน้า 56-59
- อุดม โกสยสุก. 2539. การปลูกผักกินใบ. อักษรบัณฑิตกรุงเทพฯ. 34หน้า
- อุดมลักษณ์ อุ๋นจิตติวรธนะ. 2535. สารพิษ. ข่าวสารวัดภูมิพิษ. 19(1):46-47.
- Codex Alimentarius Commission, Joint FAO/WHO Food standard programme. Codex committee on Pesticide, Residues Twenty-seven session. Part A.1, A.2. The Hague, The Nethulards, 24 Aprile, 1 May 1995, 179 pp.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนการตกค้างของเมทธิลพาราไรออนที่
สลายตัวในผักคะน้าที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารภายหลังการเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้ายแล้วนำไปเก็บในตู้เย็น 0, 1,
3, 5 และ 7 วัน

Analysis of Variance						
Source	df	ss	ms	f	f.05	f.01
Treatment	4	0.431	0.108	2.802	3.48	5.99
Ex.Error	10	0.385	0.038			
Total	14	0.815	0.058			
GRAND MEAN	=	.1273333333333333				
CV	=	154.00%				
LSD.05	=	.3567275				
LSD.01	=	.507392				
DUNCAN'S MULTIPL-RANGE TEST						
NUMBER OF MEANS	=	5				
ERROR DEGREE OF FREEDOM	=	10				
ERROR MEAN SQUARE	=	0.03845334				
STANDARD ERROR OF MEAN	=	0.11321563				
NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01			
	C01	.4233334	A			
	C11	.2133333	A			
	C31	0	A			
	C51	0	A			
	C71	0	A			
MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
C01		.4233334	A
C11		.2133333	AB
C31		0	B
C51		0	B
C71		0	B

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

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนการตกค้างของเมทธิลพาราไรซอนที่สลายตัวในผักคะน้าที่ฉีดพ่นสารตามอัตราแนะนำบนฉลากในวันที่ 0, 1, 3, 5 และ 7 หลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย

Analysis of Variances

Source	df	ss	ms	f	f.05	f.01
Treatment	4	93.570	23.393	2.952	3.48	5.99
Ex.Error	10	79.234	7.923			
Total	14	172.804	12.343			

GRAND MEAN = 14.18666666666667

CV = 19.084%

LSD.05 = 5.12065

LSD.01 = 7.283366

DUNCAN'S MULTIPL-RANGE TEST

NUMBER OF MEANS = 5

ERROR DEGREE OF FREEDOM = 10

ERROR MEAN SQUARE = 7.92339130

STANDARD ERROR OF MEAN = 1.62515557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
r01		11.11667A	
r11		17.54667A	
r31		12.38333A	
r51		16.68667A	
r71		13.2	A

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
r01		11.11667B	
r11		17.54667A	
r31		12.38333AB	
r51		16.68667A	
r71		13.2	AB

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนการตกค้างของเมทริลพาราไรออนที่
สลายตัวในฝักคะน้าที่ฉีดพ่นสารอัตรา 2 เท่าของคำแนะนำบนฉลากใน
วันที่ 0, 1, 3, 5 และ 7 หลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย

Analysis of Variances

Source	df	ss	ms	f	f.05	f.01
Treatment	4	4645.673	1161.419	18.866	3.48	5.99
Ex.Error	10	615.623	61.562			
Total	14	5261.299	375.807			

GRAND MEAN	=	40.71266666666667
CV	=	19.27%
LSD.05	=	14.27339
LSD.01	=	20.30178

DUNCAN'S MULTIPL-RANGE TEST

NUMBER OF MEANS	=	5
ERROR DEGREE OF FREEDOM	=	10
ERROR MEAN SQUARE	=	61.56230900
STANDARD ERROR OF MEAN	=	4.52998540

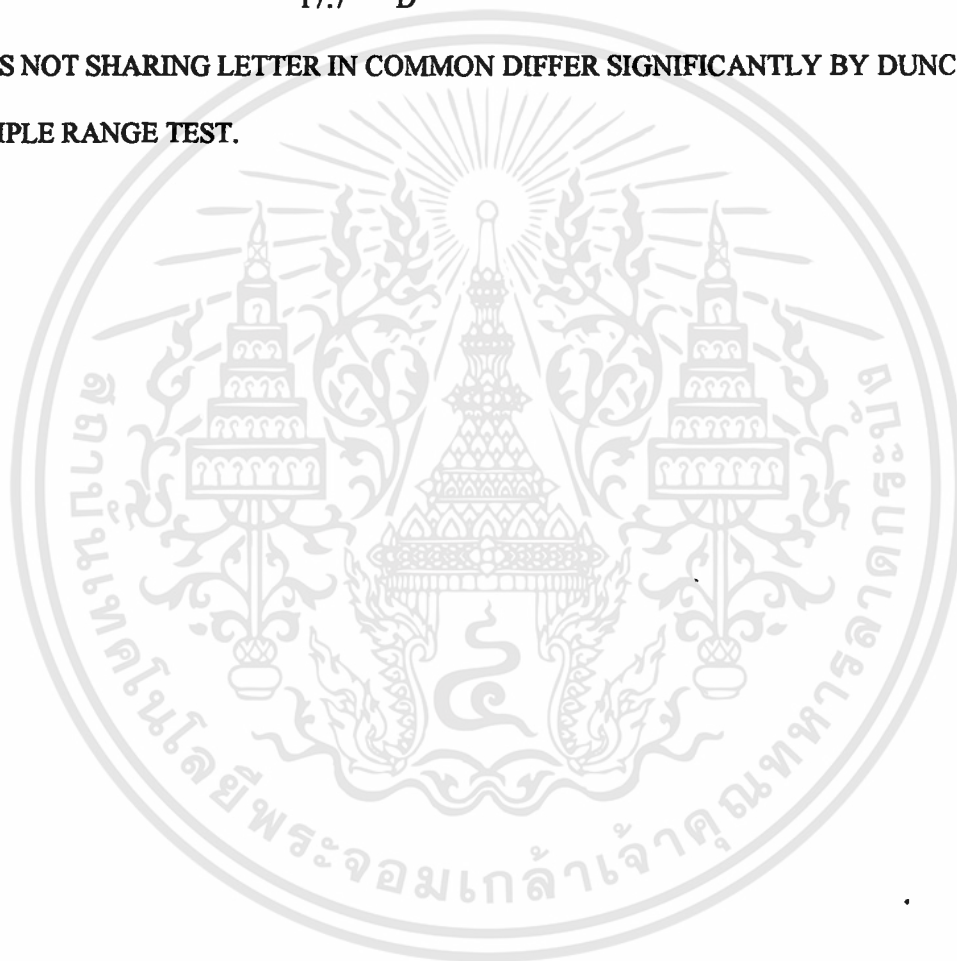
NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
d01		67.06667A	
d11		52.60333AB	
d31		38.88667BC	
d51		27.30667C	
d71		17.7 C	

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
d01		67.06667A	
d11		52.60333B	
d31		38.88667BC	
d51		27.30667CD	
d71		17.7	D

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



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้