สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การลดการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้า โดยการแช่น้ำนาน 0, 15, 30, 45 และ 60 นาที

(Decrease of Methyl parathion on Chinese Kale by Soaking in water for 0, 15, 30, 45 and 60 minutes.)

โดย

นาย สิริศักดิ์ เทียนสุวรรณ

ปพ.
สจ3ธก
2542
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 32924
วัน, เดือน, ปี 18 มิ.ย. 2542

ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

เรื่อง

การลดการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้า โดยการแช่น้ำนาน 0, 15, 30, 45 และ 60 นาที

(Decrease of Methyl parathion on Chinese Kale by Soaking in water for 0, 15, 30, 45 and 60 minutes.)

โดย

นาย สิริศักดิ์ เทียนสุวรรณ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ลักขณา อมรสิน)

วันที่ 18 เดือน ก.ค. พ.ศ. 2542

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. วรเดช จันทรสร)

วันที่ 19 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง : **การลดการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าโดยการแช่น้ำนาน 0 , 15 , 30 , 45 และ 60 นาที**

โดย : **นาย สิริศักดิ์ เทียนสุวรรณ**

ชื่อปริญญา : **วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)**

สาขาวิชาเอก : **เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช**

ประธานกรรมการอาจารย์ที่ปรึกษา.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ลักขณา อมรสิน)

บทคัดย่อ

การศึกษาการลดการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าโดยการแช่น้ำ ได้ดำเนินการทดลองในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2541 ถึงเดือนมกราคม 2542 ศึกษาทดลองโดยปลูกผักคะน้าในแปลงปลูกขนาด 1.5 x 5 เมตร และฉีดพ่นเมทธิลพาราไธออนในอัตราความเข้มข้นตามที่ระบุในฉลาก (20 ml. / น้ำ 20 l.) แบ่งระยะเก็บเกี่ยวผักคะน้าเป็น 2 ระยะ คือ วันที่ 0 และ 5 หลังจากฉีดพ่นเมทธิลพาราไธออนครั้งสุดท้าย วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยแบ่งเป็น 5 การทดลอง คือ ไม่ผ่านการแช่น้ำ (control) แช่ในน้ำจำนวน 2.5 ลิตร นาน 15, 30, 45 และ 60 นาที แล้วนำไปสกัดแยกเมทธิลพาราไธออน และตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟฟี่ ผลการวิเคราะห์พบว่า การแช่น้ำนาน 60 นาที จะลดการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนได้ดีที่สุด คือ ลดได้ 77.52% แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการแช่ในน้ำนาน 45 นาที ซึ่งลดได้ 72.68% รองลงมา คือ การแช่ในน้ำนาน 30 และ 15 นาที ลดได้ 49.38% และ 25.28% ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับการผ่านการแช่ในน้ำนาน 45 และ 60 นาที ทั้งนี้ทุกการทดลองมีความแตกต่างทางสถิติกับการไม่ผ่านการแช่น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	:	**Decrease of Methyl parathion on Chinese Kale by Soaking in water for 0, 15, 30, 45 and 60 minutes.**
By	:	**Mr. Sirisak Tieansuwan**
Degree	:	**Bachelor of Science (Agriculture)**
Major field	:	**Pest Management Technology**
Advisor	:	..... Luckana Amonsin .....

(Asst. Professor. Luckana Amonsin)

Abstract

The study of Methyl parathion decrease in Chinese Kale by soaking in water is conducted on November 1998 to January 1999. Chinese Kale are planted in 1.5 x 5 m. plot and are treated with Methyl parathion as recommanded dose (20 ml. / H_2O 20 l.). The chinese kale are harvested at 0 and 5th days after the last treated of methyl parathion. The experiment is designed as Completely Randomized Design (CRD) and have 5 treatments as soaking in 2,500 ml. of water for 0, 15, 30, 45 and 60 minutes. The harvest chinese kale are immediately extracted and are analysed by using gas chromatography. The results are found that soaking for 60 minutes is most decrease (77.52%), but have not significant difference from soaking for 45 minutes (72.68%). Soaking for 30 and 15 minutes are less decrease , 49.38% and 25.28% respectively, and have significant difference from soaking for 45 and 60 minutes. All treatments of soaking in water have significant difference from not soaking in water.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ในการจัดทำและรวบรวมปัญหาพิเศษฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ลักขณา อมรสิน ประธานกรรมการที่ปรึกษาที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำ และตรวจแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้ ทำให้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมชาย กล้าหาญ หัวหน้าภาควิชาพืชสวนที่กรุณาให้ยืมแปลงทดลองในการเพาะปลูกผักคะน้า และขอขอบคุณ คุณจรงค์ศักดิ์ พุมนวน นักวิทยาศาสตร์ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช ที่กรุณาช่วยเหลือให้คำแนะนำในการใช้เครื่องวิเคราะห์ Gas Chromatography และเครื่องมืออื่นๆ รวมทั้งเพื่อนๆทุกคนที่ช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดมา

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การอุปการะทั้งด้านกำลังใจและกำลังทรัพย์ในการศึกษาเป็นอย่างดีตลอดมา

สิริศักดิ์ เทียนสุวรรณ

10 / มี.ค. / 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	I
สารบัญรูป	II
สารบัญภาคผนวก	III
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	10
ผลการทดลอง	14
วิจารณ์ผลการทดลอง	18
สรุปผลการทดลอง	18
ข้อเสนอแนะ	19
เอกสารอ้างอิง	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าหลังจากผ่านการแช่น้ำที่เวลาต่างกัน ในวันที่ 0 และ 5 หลังจากการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย	15
2	แสดงร้อยละของการลดปริมาณเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าที่เก็บเกี่ยวหลังจากการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย และผ่านการแช่น้ำที่เวลาต่างกัน	15
3	แสดงร้อยละของการลดปริมาณเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าที่ผ่านการแช่น้ำในเวลาต่างกันในวันที่ 5 และหลังจากการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	แสดงสูตรโครงสร้างของเมทธิลพาราไธออน	4
2	แสดงส่วนประกอบพื้นฐานการทำงานของเครื่อง gas chromatography	8
3	แสดงปริมาณของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าที่เก็บเกี่ยวในวันที่ฉีดพ่นครั้งสุดท้าย และผ่านการแช่น้ำในเวลาต่างกัน	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

ตารางที่		หน้า
1	แสดงค่า 3 ซ้ำของปริมาณเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าที่เก็บเกี่ยวหลังจากการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย และผ่านการแช่น้ำที่เวลาต่างกัน	23
2	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนที่ลดได้ในผักคะน้าหลังจากฉีดพ่นครั้งสุดท้าย และผ่านการแช่น้ำที่เวลาต่างกัน	23
3	แสดงค่า 3 ซ้ำของปริมาณเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าที่ผ่านการแช่น้ำที่เวลาต่างกันในวันที่ 5 หลังจากฉีดพ่นครั้งสุดท้าย	24
4	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนที่ลดได้ในผักคะน้าที่ผ่านการแช่น้ำที่เวลาต่างกันในวันที่ 5 หลังจากฉีดพ่นครั้งสุดท้าย	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ผักคะน้า (*Brassica alboglabra*) เป็นผักที่บ้านเรารู้จักกันดี นิยมใช้บริโภคกันอย่างกว้างขวาง โดยจะรับประทานในส่วนของใบและลำต้น มีการเพาะปลูกทั่วทุกภาคของประเทศไทย เนื่องจากเป็นผักที่ปลูกได้ง่ายทำรายได้ให้กับเกษตรกรผู้ปลูกได้เป็นอย่างดี สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี แต่ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งที่เกษตรกรผู้ปลูกต้องประสบอยู่เสมอๆ ในช่วงเดือนพฤษภาคม-กันยายน ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน ก็คือ การเข้าทำลายของแมลงศัตรูผักอย่างรุนแรง ได้แก่ เพลี้ยอ่อน ด้วงหมัดผัก หนอนกระทู้ผัก หนอนใยผัก หนอนกระทู้หอม และแมลงศัตรูพืชอีกหลายชนิดที่ทำให้ผลผลิตเสียหายโดยแมลงดังกล่าวจะกัดกินใบเป็นรูพรุน ดูดกินน้ำเลี้ยงจากใบผักทำให้ใบผักเสียหาย ส่วนตัวหนอนก็จะเจาะเข้าทำลายลำต้นทำให้ต้นคะน้าเหี่ยวและเฉาตายในที่สุด ผลจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูผักดังกล่าว ทำให้คุณภาพของผักคะน้าไม่เป็นที่ต้องการของตลาดและผู้บริโภค ดังนั้นเกษตรกรผู้ปลูกจึงต้องหาวิธีเพื่อป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูต่างๆ วิธีที่เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้ก็คือ การใช้สารฆ่าแมลงฉีดพ่นไปที่ผัก ซึ่งเป็นวิธีการที่สะดวก รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงได้เป็นอย่างดี

จากการสำรวจแหล่งที่ปลูกผักคะน้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี และอ.นครชัยศรี จ.นครปฐม โดยสัมภาษณ์จากเกษตรกรเกี่ยวกับการปลูกและการใช้สารฉีดพ่นผักคะน้าพบว่าเกษตรกรผู้ปลูกผักคะน้านิยมใช้เมทธิลพาราไธออนในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชในแปลงผักคะน้า จากข้อมูลนี้จึงเป็นแนวทางในการเลือกใช้เมทธิลพาราไธออนในการทดลองลดการตกค้างของสารพิษในผักคะน้า เนื่องจากเกษตรกรทำการฉีดพ่นสารเคมีในปริมาณมาก และมีการเก็บเกี่ยวผลผลิตก่อนกำหนดที่สารเคมีจะสลายตัวไป จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ก่อให้เกิดปัญหาพิษตกค้างในผักคะน้า ซึ่งทำให้มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของผู้บริโภค ด้วยเหตุนี้จึงศึกษาหาวิธีการลดการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้า โดยใช้วิธีการที่สะดวก ประหยัด และประชาชนผู้บริโภคทั่วไปสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ เพื่อใช้เป็นแนวทางแก้ไขปัญหาการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาแนวทางการลดปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าที่เก็บเกี่ยวในวันที่ 0 และ 5 หลังจากฉีดพ่นครั้งสุดท้าย

2. เพื่อหาแนวทางลดความเสี่ยงจากการบริโภคผักคะน้าที่ใช้เมทธิลพาราไธออนเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

ผักคะน้าเป็นผักที่นิยมบริโภคกันมาก โดยบริโภคส่วนของใบและลำต้น ผักคะน้ามีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชีย และปลูกกันมากในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ฮ่องกง ไต้หวัน มาเลเซีย จีนและไทย (อุดม, 2529) ผักคะน้าอยู่ในตระกูล Cruciferae มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica alboglabra* ลักษณะโดยทั่วๆไปเป็นผักอายุ 2 ปี แต่มักนิยมปลูกเป็นผักปีเดียว สามารถขึ้นได้ในสภาพดินเกือบทุกชนิดที่มีความสมบูรณ์ มีความเป็นกรดเป็นด่างของดินอยู่ระหว่าง 5.5-6.8 อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 45-55 วัน ปลูกได้ทุกฤดู แต่ช่วงเวลาที่ปลูกผักคะน้าได้ผลดีที่สุด คือ ช่วงเดือนตุลาคม-เมษายน (ทศพร, 2531) เนื่องจากผักคะน้าเป็นผักที่สามารถปลูกได้ตลอดปี จึงทำให้เกิดการระบาดของแมลงศัตรูพืชหลายชนิด เช่น หนอนใยผัก หนอนชอนใบ เพลี้ยอ่อน ด้วงหมัดผัก และแมลงอื่นๆอีกมาก ดังนั้นเกษตรกรจำเป็นต้องมีการป้องกันกำจัด เพื่อให้ผลผลิตไม่ถูกทำลาย หรือถูกทำลายน้อยที่สุด และการใช้สารพิษทางการเกษตรในการฉีดพ่นผัก ก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่เกษตรกรเลือกใช้ เนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวกและเห็นผลได้อย่างรวดเร็ว การใช้สารพิษทางการเกษตรในปัจจุบัน มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย และก็มีบ่อยครั้งที่สารพิษทางการเกษตร ก็ให้ผลกระทบมากกว่าที่ผู้ใช้ต้องการ เช่น ทำให้เกิดการตกค้างในสิ่งแวดล้อม สารพิษที่เกษตรกรนำมาใช้มีหลายประเภท เช่น ประเภทออร์แกโนฟอสเฟต ออร์แกโนคลอรีน และคาร์บาเมท เป็นต้น

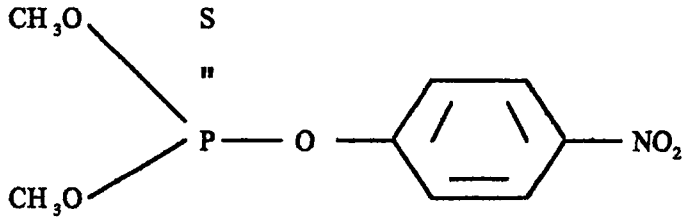
จากข้อมูลการนำเข้าของสารกำจัดศัตรูพืช 10 อันดับ ในปีพ.ศ. 2536 พบว่า เมทธิลพาราไธออน ที่เกษตรกรนิยมใช้ มีการนำเข้าเป็นอันดับ 2 ของสารพิษในกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต มีปริมาณการนำเข้าถึง 947 ตัน และมีแนวโน้มว่าในอนาคต จะมีการนำเข้าสูงต่อไปอีก (นิตยา, 2539)

สาเหตุที่ทำให้เกิดการตกค้างของเมทธิลพาราไธออน

เนื่องจากมีการปลูกผักตลอดทั้งปีอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีการแพร่ระบาดของแมลงศัตรูพืช และทำให้แมลงอาจดื้อยา จึงต้องใช้สารกำจัดแมลงศัตรูพืชเกินกว่าที่กำหนด การใช้บ่อยครั้งเกินความจำเป็น การที่เกษตรกรไม่ปฏิบัติตามคำแนะนำของฉลาก และเกษตรกรทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตก่อนที่สารพิษจะสลายตัวไป จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้มีสารพิษตกค้างในพืชผัก
(อุดมลักษณ์, 2535)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมทธิลพาราไธออน (Methyl parathion)



รูปที่ 1 แสดงสูตรโครงสร้างของเมทธิลพาราไธออน

ที่มา : จันทร์ทิพย์ ธำรงศรีสกุล. 2531. วัตถุมีพิษทางการเกษตร.วัตถุมีพิษ. 15 (3) : 128-131.

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 (Nitrox M) และเท็คไวซา (Tekwaisa) (วิเชียร, 2535)

<u>คุณสมบัติทางเคมี</u>

เมทธิลพาราไธออน เป็นของเหลวสีน้ำตาล มีกลิ่นคล้ายกระเทียม สามารถละลายได้ดีใน alcohol ketone และ aromatic hydrocarbons ไม่ละลายน้ำ มีจุดหลอมเหลวที่ 35 – 36 °C จะสลายตัวได้เร็วเมื่ออุณหภูมิสูงถึง 140 °C หรือผสมกับด่าง (ประยูร, 2522)

<u>คุณลักษณะของฤทธิ์ยา</u>

เมทธิลพาราไธออนเป็นสารที่คงสภาพอยู่ในดินในช่วงระยะเวลาสั้นๆ การสลายตัวเกิดจากการ Oxidation, demethylation และ hydrolysis เกิดเป็นกรด phosphoric และ 4-nitrophenol สารเมทธิลพาราไธออนเคลื่อนที่ในดินได้น้อยมาก และไม่มีแนวโน้มที่จะซึมลงไปปนเปื้อนน้ำใต้ดิน แต่อย่างไรก็ตามสารเมทธิลพาราไธออนสามารถคงอยู่ในน้ำที่เป็นกลาง แต่จะสลายตัวได้อย่างรวดเร็วในน้ำที่เป็นด่าง (พนิดา, 2538)

สำหรับอัตราการใช้ที่เหมาะสมจะแตกต่างกันไป ตามชนิดของแมลงศัตรูพืชและตามชนิดของผัก

- พืชผักโดยทั่วๆไป ใช้ในอัตรา 10-20 cc ผสมน้ำ 20 ลิตร (ประมาณ 1-2 ช้อนแกงต่อน้ำ 1 ปีบ) พ่นให้ทั่วทั้งต้นพืชที่พบแมลงระบาดอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ใช้ในอัตรา 40-50 cc ผสมน้ำ 20 ลิตร (ประมาณ 4-5 ช้อนแกงต่อน้ำ 1 ปีบ) ฉีดพ่นให้ทั่วต้นพืชที่พบแมลงระบาดอยู่ (พิสิฐ, 2535)

ผลิตภัณฑ์และการค้า

จากการค้นพบสารพาราไธออนของ Dr. Schrader นักเคมีผู้มีชื่อเสียงชาวเยอรมัน สารพาราไธออนได้ถูกจำหน่ายในท้องตลาด ภายใต้สารพิษที่ชื่อว่า " โฟลิดอล ดี 605 " และด้วยเหตุนี้มีประสิทธิภาพในการทำลายแมลงศัตรูพืชอย่างกว้างขวาง ทำให้โฟลิดอล ดี 605 ได้มีการพัฒนาปรับปรุงขึ้นมาใหม่อีกขั้นหนึ่ง คือ เมทธิลพาราไธออน โดยบริษัทผู้ผลิตเมทธิลพาราไธออน ออกจำหน่ายมีอยู่หลายบริษัท โดยจะใช้ชื่อแตกต่างกันไป แต่ชื่อทางการค้าที่เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย คือ Folidol M (ปรีชา, 2530)

เมทธิลพาราไธออน ที่ผลิตในท้องตลาด มีทั้งชนิดน้ำมัน ความเข้มข้นสูง (2 ปอนด์ / แกลลอน) ชนิดผงละลายน้ำได้ และชนิดผงใช้พ่น

ความเป็นพิษของเมทธิลพาราไธออน

ความเป็นพิษเฉียบพลันของเมทธิลพาราไธออน มีค่า LD_{50} ทางปาก (หนู) เท่ากับ 9-25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และพิษเฉียบพลันของเมทธิลพาราไธออน มีค่า LD_{50} ทางผิวหนัง (กระต่าย) เท่ากับ 300-400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (สิริวัฒน์, 2523) มีความเป็นพิษต่อสัตว์ชนิดอื่นๆที่ไม่ใช่แมลงศัตรูพืช เช่น มีพิษสูงมากต่อผึ้ง นก สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และเป็นพิษต่อปลาไส้เดือน เมื่อสัตว์เหล่านี้ได้รับสารเมทธิลพาราไธออน ก็จะถ่ายทอดมาสู่มนุษย์ (รัตนา, 2539) เป็นสารที่สลายตัวได้ง่าย แต่มีพิษสูง เป็นพิษต่อพืชบางชนิด เช่น ฝ้าย ข้าวฟ่าง ไม้ดอกไม้ประดับ พืชตระกูลแตง (มาโนช, 2532) แต่อาการพิษที่เกิดกับพืชเหล่านี้มักไม่มีความสำคัญ ทั้งนี้มีการใช้ตามคำแนะนำจะไม่มีผลเสียเกิดขึ้น พืชที่ผ่านการฉีดพ่นสารเมทธิลพาราไธออน ควรทิ้งระยะเวลาเก็บเกี่ยวอย่างน้อย 14 วัน (ด้วน, 2534) ระยะเวลาที่ควรทิ้งไว้ก่อนเก็บเกี่ยว หลังจากฉีดยาฆ่าแมลงครั้งสุดท้ายเป็นสิ่งที่ควรได้คำนึงให้มากที่สุด เพื่อทิ้งระยะเวลาให้ยาฆ่าแมลงได้สลายตัวเสียก่อน ยาฆ่าแมลงสามารถสลายตัวได้เร็วที่สุดในพืชที่ยังมีชีวิตอยู่ เนื่องจากน้ำย่อยและปฏิกิริยาทางเคมีในพืช (ขวัญชัย, 2527)

การเป็นพิษเนื่องจากเมทธิลพาราไธออนมีสาเหตุ 3 ประการ คือ

1. เกิดจากการปฏิบัติงานขณะฉีดพ่น
2. เกิดจากการกินผัก ผลไม้และอาหารที่มีการปนเปื้อนของเมทธิลพาราไธออน
3. เกิดจากการกินเพื่อฆ่าตัวตาย

เมทธิลพาราไธออนเข้าสู่ร่างกายได้ทั้งทางปาก ทางผิวหนัง และทางหายใจ การปฏิบัติงานในบริเวณที่อับลม และอุณหภูมิสูงจะส่งเสริมให้มีอันตรายมากขึ้น (จันทร์ทิพย์, 2535)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาการพิษจากเมทธิลพาราไธออน

เมทธิลพาราไธออน จัดเป็นสารพิษระดับ I ได้รับเพียงไม่ถึง 1 ช้อนชา ก็อาจทำให้เสียชีวิตได้ (ประยูร, 2535) ผู้ป่วยที่ได้รับสารพิษจะมีอาการพิษเกิดขึ้นภายใน 1-4 ชั่วโมง หลังจากได้รับสาร โดยผู้ป่วยจะรู้สึกแน่นหน้าอก มึนงง ม่านตาหด คลื่นไส้ อาเจียน ปวดเกร็งในช่องท้อง ท้องเดิน กล้ามเนื้อกระตุก น้ำลายไหลยืด (ปกรณ์, 2526)

อาการพิษเนื่องจากการสะสมของเอนไซม์อะเซ็ทธิลโคลีน ในระบบประสาทแบ่งเป็น 3 ลักษณะอาการ คือ

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

อาการพิษแบบมาสคารินิค (muscarinic effects)

มีอาการเบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน ท้องเดิน น้ำตาไหล หัวใจเต้นเร็ว ม่านตาหด มีเสมหะและเหงื่อออกมาก หลอดลมบีบตัว ทำให้เกิดอาการไอ

อาการพิษแบบนิโคตินิค (nicotinic effects)

มีอาการสั่น ต่อมามีอาการอ่อนเพลีย และเป็นอัมพาต

อาการพิษที่ระบบประสาทส่วนกลาง

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

สารเมทธิลพาราไธออนจะถูกสังเคราะห์ให้มี Functional group ใกล้เคียงกับอะเซ็ทธิลโคลีน ซึ่งเป็นสารที่ทำหน้าที่ถ่ายทอด หรือเป็นสื่อในการลำเลียงข้อมูลถ่ายทอดไปยังเซลล์ประสาทต่างๆ ดังนั้นเมทธิลพาราไธออน จึงสามารถมีปฏิกิริยาทางชีวเคมี โดยตรงกับน้ำย่อยโคลินเอสเทอเรส มีผลในการยับยั้งการทำงานของระบบประสาท ไม่ว่าจะเป็นสัตว์เลือดอุ่นหรือแมลง (สุปราณี, 2536)

การแก้พิษและการรักษา

- สารพิษถูกผิวหนัง ให้ล้างด้วยน้ำกับสบู่ ชำระล้างร่างกายให้สะอาด
- สารพิษเข้าตา ให้รีบล้างด้วยน้ำสะอาด
- สารพิษเข้าปาก ต้องทำให้อาเจียนโดยเร็ว โดยการล้วงคอ หรือให้ดื่มน้ำเกลือ (เกลือ 1 ช้อนโต๊ะต่อน้ำอุ่น 1 แก้ว) รีบนำผู้ป่วยส่งแพทย์ พร้อมด้วยภาชนะบรรจุสารพิษนั้น อย่าให้อาหารกับผู้ป่วยที่หมดสติ หากมีอาการตามัว ปวดเกร็งในช่องท้อง และแน่นหน้าอก ควรรีบให้ atropine 1/100 เกรน 2 เม็ดทันที (จันทร์ทิพย์, 2531)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำแนะนำสำหรับแพทย์

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

Gas Chromatography

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแยก และวิเคราะห์สารทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ เทคนิค Gas Chromatography ที่แยกของผสมให้เป็น gas phase ที่อุณหภูมิหนึ่งๆ แล้วผ่านไปยังคอลัมน์ที่บรรจุด้วยเฟสคงที่ (stationary phase) ทำหน้าที่เป็นตัวแยกโดยอาศัยเฟสอีกตัวหนึ่งจะเคลื่อนที่ (mobile phase or carrier gas) มาสัมผัสกับตัวกลางที่อยู่กับที่นั้น ซึ่งสารแต่ละชนิดมีพฤติกรรมในการแยกตัว (partition) ต่างกัน ทำให้เมื่อ mobile phase พาสารเคลื่อนที่ผ่านไปตาม stationary phase ในช่วงเวลาหนึ่งๆ สารแต่ละตัวจะถูกแยกต่อกันได้ในเวลาที่ต่างกัน

Gas Chromatography แบ่งตาม stationary phase เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ

1. Gas – Solid Chromatography (GSC.)

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

2. Gas – Liquid Chromatography (GLC.)

สารที่อยู่ด้วยกันจะสามารถแยกออกจากกันได้ ด้วยการกระจายตัวที่กระจายต่างกันของแก๊สระหว่าง stationary phase กับ mobile phase ที่มีของเหลว (Liquid phase) ฉาบอยู่บนของแข็ง (Solid support ในลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ) หรือมีค่า partition : coeficient ต่างกัน Gas Chromatography ชนิดที่มีของเหลวเป็น stationary phase มีความสำคัญมากกว่าทั้งนี้นับตั้งแต่ Martin และ James ได้เสนอรายงานแนะนำ Gas – Liquid Chromatography เป็นครั้งแรกในค.ศ. 1952 ก็ได้ถูกพัฒนามาพร้อมกับให้มีการประยุกต์ใช้ในงานวิจัยต่างๆ เช่น เคมี ชีววิทยา ตลอดจนงานทางด้านวิศวกรรม

ส่วนประกอบของเครื่อง Gas Chromatography

เครื่อง Gas Chromatography โดยทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนประกอบพื้นฐานที่สำคัญดังรูปที่ 2 ทั้งนี้เครื่องจะทำงานโดย carrior gas ที่ทำหน้าที่เป็น mobile phase จะถูกทำให้ไหลเข้าไปในคอลัมน์ เมื่อสารผสมที่จะวิเคราะห์ถูกฉีด (inject) เข้าที่ส่วนที่ใช้ฉีดสาร (injection part) สารนั้นจะถูกพาเข้าไปในคอลัมน์ ซึ่งต่อกับเครื่องตรวจวัด (detector) เครื่องตรวจวัดจะทำหน้าที่ให้สัญญาณเมื่อได้รับสารที่ออกจากคอลัมน์ และส่งสัญญาณต่อไปยังเครื่องบันทึกข้อมูล (recorder)

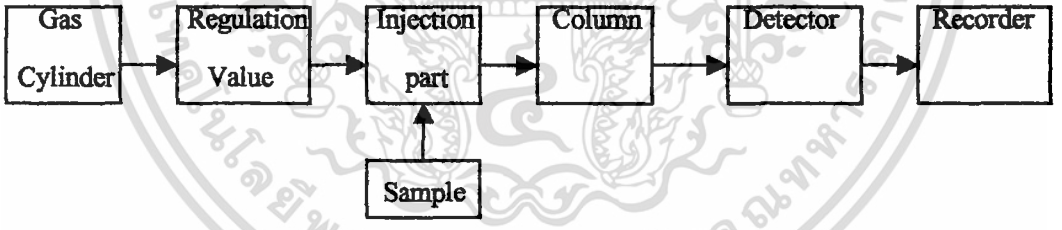
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจะบันทึกข้อมูลออกมาเพื่อนำไปแปลผล ส่วนประกอบที่สำคัญของ Gas Chromatography จะมีลักษณะและคุณสมบัติ ดังนี้

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

Column : ถือเป็นหัวใจของเครื่อง Gas Chromatography ทั้งนี้เพราะกระบวนการแยกสารจะเกิดขึ้นที่คอลัมน์ ลักษณะทั่วไปของคอลัมน์จะประกอบด้วยสองส่วน คือ 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

Injection part : เป็นส่วนที่ใช้ฉีดสารเข้าสู่คอลัมน์ ในกรณี packed column ซึ่งสามารถรับปริมาณสารตัวอย่างได้มาก ระบบจะไม่ยุ่งยาก สามารถฉีดสารเข้าสู่คอลัมน์ได้ โดยใช้เข็ม (micro syringe) ฉีดสารตัวอย่างเข้าไปใน injector part และการตั้งอุณหภูมิที่ injector part ต้องตั้งให้สูงกว่าจุดเดือดของสารตัวอย่าง



รูปที่ 2 แสดงส่วนประกอบพื้นฐานการทำงานของเครื่อง gas chromatography

<u>ประโยชน์และการประยุกต์ใช้</u>

1. สามารถแยกสารผสมได้หลายชนิด รวมทั้งสารที่คล้ายคลึงกันและสารที่มีส่วนประกอบเหมือนกันได้
2. ใช้ในการศึกษาถึงโครงสร้างของสารเคมีตามปฏิกิริยาเคมีต่างๆ
3. สามารถหาค่าคงที่ทางเคมี ทางกายภาพ เช่น isoterms
4. ใช้ในการเตรียมการทดลองตลอดจนการวิเคราะห์สารในอุตสาหกรรมต่างๆ
5. ให้ผลอย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ใช้ตัวอย่างน้อย
7. วิธีการใช้ จะใช้ได้กับตัวอย่างหลายชนิด
8. ใช้ง่าย เชื่อถือได้
9. มีความสัมพันธ์ของการวิเคราะห์ทางปริมาณและคุณภาพสูง แม่นยำ
10. อ่านผลได้ง่าย
11. อายุการใช้งานนาน

นอกจากนี้ Gas-Liquid Chromatography ยังได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในการตรวจวิเคราะห์ต่างๆ เช่น การวิเคราะห์คุณภาพอาหาร การวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืช และสารพิษต่างๆในอุตสาหกรรมปิโตรเลียม และการศึกษาทางสิ่งแวดล้อม เช่น สารมลภาวะในอากาศ แหล่งน้ำ และดิน (สุกัญญา, 2534)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1. **อุปกรณ์ในการปลูกผัก**
   - ดิน
   - แปลงทดลองขนาด 1.5 x 5 เมตร
   - ปุ๋ยสูตร 16-16-16
   - ปุ๋ยยูเรีย
   - ปุ๋ยคอก
   - เมล็ดพันธุ์ผักคะน้า
   - สารฆ่าแมลงเมทธิลพาราไธออน 50% W/V (EC) ของบริษัทเจียไต๋ จำกัด
   - ขวดฉีดพ่นสาร
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 14A
   - Micro-syringe ขนาด 10 µl.
   - แท่งแก้ว (stirring rod)
   - กรวยแก้ว (funnel)
   - บีกเกอร์ (beaker)
   - กลาสวูล (glass wool)
   - หลอดหยด (dropper)
   - ขวดก้นกลม (evaporating flask and receiving flask)
   - กระบอกตวง (cylinder)
   - ขวดใส่สาร (vial)
   - ขาตั้ง (stand)
   - ปิเปต (pipettle) ขนาด 0.5 และ 1.0 ml.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 สารเคมี

- ethyl acetate (A.R. grade, FLUKA)
- sodium sulfate (Na_2SO_4) (A.R. grade, MERCK)
- standard methylparathion เข้มข้น 0.4944 ppm

วิธีการทดลอง

1. การปลูกผัก

สถานที่ทำการปลูกผักคะน้า คือ แปลงทดลองของภาควิชาพืชสวน (ตึก L) ปลูกผักโดยการบรรจุดินใส่ในแปลงทดลองให้เกือบเต็ม หลังจากนั้นทำการพรวนและย่อยดินให้ละเอียดผสมปุ๋ยคอก แล้วหยอดเมล็ดลงบนแปลง โดยใช้ระยะระหว่างหลุม 25 ซม. ระยะระหว่างแถวห่าง 40 ซม. หยอดเมล็ดหลุมละ 3-5 เมล็ด กลบดินหนา 0.5 ซม. (ปลูกคะน้าวันที่ 15 พฤศจิกายน 2541) เมื่อต้นกล้าอายุได้ 15-20 วัน (วันที่ 4 ธันวาคม 2541) แยกให้เหลือหลุมละ 1 ต้น

การปฏิบัติและบำรุงรักษา

1. รดน้ำวันละ 1 ครั้ง
2. พรวนดินสัปดาห์ละ 1 ครั้ง
3. ใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ทุกๆ 15 วันโดยการหว่านให้ทั่วแปลง
4. ใส่ปุ๋ยยูรียทุกๆ 5 วัน ในขนาดความเข้มข้น 5%
5. กำจัดวัชพืชโดยการถอนทิ้ง

เมื่อผักคะน้าอายุ 24 วัน (8 ธันวาคม 2541) ทำการฉีดพ่นเมทธิลพาราไธออนครั้งแรกในอัตราความเข้มข้น 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และฉีดพ่นซ้ำทุกๆ 7 วัน และฉีดพ่นครั้งสุดท้ายเมื่อผักคะน้าอายุได้ 45 วัน (29 ธันวาคม 2541)

2. การเก็บตัวอย่าง

สุ่มเก็บตัวอย่างผักคะน้า ในวันที่ 0 และ 5 หลังจากฉีดพ่นเมทธิลพาราไธออนครั้งสุดท้าย นำตัวอย่างผักคะน้าที่เก็บในวันที่ 0 และ 5 มาทำการสกัดแยกสารทันทีในวันที่เก็บ โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD มี 5 วิธีการ และทำ 3 ซ้ำดังนี้ คือ

วิธีที่ 1 ไม่ผ่านการแช่น้ำ (control)
วิธีที่ 2 แช่น้ำจำนวน 2.5 ลิตร / ผัก 100 กรัม นาน 15 นาที
วิธีที่ 3 แช่น้ำจำนวน 2.5 ลิตร / ผัก 100 กรัม นาน 30 นาที
วิธีที่ 4 แช่น้ำจำนวน 2.5 ลิตร / ผัก 100 กรัม นาน 45 นาที
วิธีที่ 5 แช่น้ำจำนวน 2.5 ลิตร / ผัก 100 กรัม นาน 60 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วิธีการสกัดสารจากตัวอย่าง

นำตัวอย่างผักมาหั่นให้ละเอียดชั่งให้ได้ 50 ± 0.5 กรัม ใส่ในโถ เติม ethyl acetate 100 ml. และ sodium sulfate 50 กรัม (sodium sulfate ก่อนนำไปใช้ต้องอบใน hot air oven ที่อุณหภูมิ 100 °C นาน 90 นาทีก่อน เพื่อกำจัดความชื้น) ปั่นนาน 3 นาที แล้วนำไปกรองผ่าน glass wool และ sodium sulfate เก็บสารละลายที่กรองได้เป็นส่วนที่ 1 จากนั้นเติม ethyl acetate 50 ml. และ sodium sulfate 25 กรัม ลงในส่วนที่เหลือจากการกรอง ปั่นนาน 3 นาที นำไปกรองผ่าน glass wool และ sodium sulfate เก็บสารละลายที่กรองได้เป็นส่วนที่ 2 เติม ethyl acetate 50 ml. และ sodium sulfate 25 กรัม ลงในส่วนที่เหลือจากการกรอง ปั่นอีก 3 นาที นำมากรองผ่าน glass wool และ sodium sulfate เก็บสารละลายที่กรองได้เป็นส่วนที่ 3 นำสารละลายที่กรองได้ทั้ง 3 ส่วนมารวมกัน แล้วนำไปลดปริมาตรด้วยเครื่องลดปริมาตรอุณหภูมิต่ำ (Flash evaporator) ที่อุณหภูมิ 60 °C ให้เหลือ 2 ml. ใส่ใน vial แล้วเก็บที่อุณหภูมิ 4 °C

4. การตรวจวิเคราะห์หาเมทธิลพาราไธออน โดยใช้เครื่อง gas chromatography

4.1 ข้อกำหนดของเครื่อง GC เพื่อการตรวจวิเคราะห์

เครื่องตรวจวัด (detector)	:	ชนิด Flame Photometric Detector (FPD)
Column	:	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	:	N_2 50 ml/min.
		H_2 35 ml/min.
		Air 100 ml/min.

4.2 การฉีดสารเพื่อตรวจวิเคราะห์

Calibrate peak ของ standard จนกว่าค่า Retention time และความเข้มข้นคงที่ แล้วจึงฉีดสารสกัดจากตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์และหาปริมาณ

หมายเหตุ - ต้อง calibrate standard ทุกวันก่อนทำการฉีดสารสกัดจากตัวอย่างผัก

- ถ้า peak ที่ได้มีลักษณะหัวตัด จะต้องทำการเจือจาง (dilution) สารสกัดตัวอย่างลงอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การคำนวณปริมาณทั้งหมดของเมทธิลพาราไธออน จากสารสกัดตัวอย่าง

นำค่าความเข้มข้นของเมทธิลพาราไธออน ที่ได้จากเครื่องมาทำการคำนวณหาปริมาณการตกค้างดังนี้

ปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไธออน = (A x V) / W

A = ค่าปริมาณการตกค้างที่คำนวณจากเครื่อง (ppm)

V = ปริมาตรที่ปรับจากสารสกัดตัวอย่าง (adjust volumn, 2 ml.)

W = น้ำหนักของตัวอย่างผัก (g. or kg.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์การตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้า ซึ่งผ่านการแช่น้ำจำนวน 2.5 ลิตร ในระยะเวลาต่างกัน 5 เวลา ในวันที่ 0 หลังจากฉีดพ่นเมทธิลพาราไธออนครั้งสุดท้าย พบว่าการแช่น้ำนาน 60 นาที ตรวจพบ 1.038823 ppm แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการแช่น้ำนาน 45 นาที ซึ่งตรวจพบ 1.308553 ppm รองลงมาคือการแช่น้ำนาน 30 และ 15 นาที ตรวจพบ 2.33918 ppm และ 3.453003 ppm ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับการแช่น้ำนาน 45 และ 60 นาที ทั้งนี้ทุกการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติกับการไม่ผ่านการแช่น้ำ (control) ซึ่งตรวจพบ 4.621087 ppm สำหรับในวันที่ 5 การแช่น้ำนาน 15, 30, 45 และ 60 นาที ตรวจไม่พบสารเมทธิลพาราไธออน และมีความแตกต่างกันทางสถิติกับการไม่ผ่านการแช่น้ำ (control) ซึ่งตรวจพบ 0.02782 ppm (รายละเอียดแสดงในตารางที่ 1)

ร้อยละของการลดการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้า เมื่อผ่านการแช่น้ำจำนวน 2.5 ลิตร ในระยะเวลาต่างกัน 5 เวลา ในวันที่ 0 หลังจากฉีดพ่นเมทธิลพาราไธออนครั้งสุดท้าย พบว่าแช่น้ำนาน 15 นาที ลดได้ 25.28%, แช่น้ำนาน 30 นาที ลดได้ 49.38%, แช่น้ำนาน 45 นาที ลดได้ 71.68%, แช่น้ำนาน 60 นาที ลดได้ 77.52% (รายละเอียดแสดงในตารางที่ 2) การลดการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้า ในวันที่ 5 หลังจากฉีดพ่นเมทธิลพาราไธออนครั้งสุดท้าย และผ่านการแช่น้ำในระยะเวลาต่างๆกัน พบว่าแม้ผ่านการแช่น้ำเพียง 15 นาทีก็ตรวจไม่พบสารเมทธิลพาราไธออน (รายละเอียดแสดงในตารางที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้า หลังจากผ่านการแช่น้ำในเวลาต่างกัน ในวันที่ 0 และ 5 หลังจากการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย

ระยะเวลาในการแช่ในน้ำ 2,500 ml. / ผัก 100 กรัม	ปริมาณเมทธิลพาราไธออน (ppm)	
	วันที่ 0	วันที่ 5
0 นาที (control)	4.621087 d[x/]	0.02782 b[x/]
15 นาที	3.453003 c	ND a
30 นาที	2.33918 b	ND a
45 นาที	1.308553 a	ND a
60 นาที	1.038823 a	ND a

ค่าสูงสุดที่กำหนดให้มีได้ (MRL) = 0.5 ppm

[x/] ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางที่ 2 แสดงร้อยละของการลดปริมาณเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าที่เก็บเกี่ยวหลังจากการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย และผ่านการแช่น้ำที่เวลาต่างกัน

ระยะเวลาในการแช่ในน้ำ 2,500 ml. / ผัก 100 กรัม	ปริมาณเมทธิลพาราไธออนที่ลดได้ (ร้อยละ)
0 นาที (control)	0.00
15 นาที	25.28
30 นาที	49.38
45 นาที	72.68
60 นาที	77.52

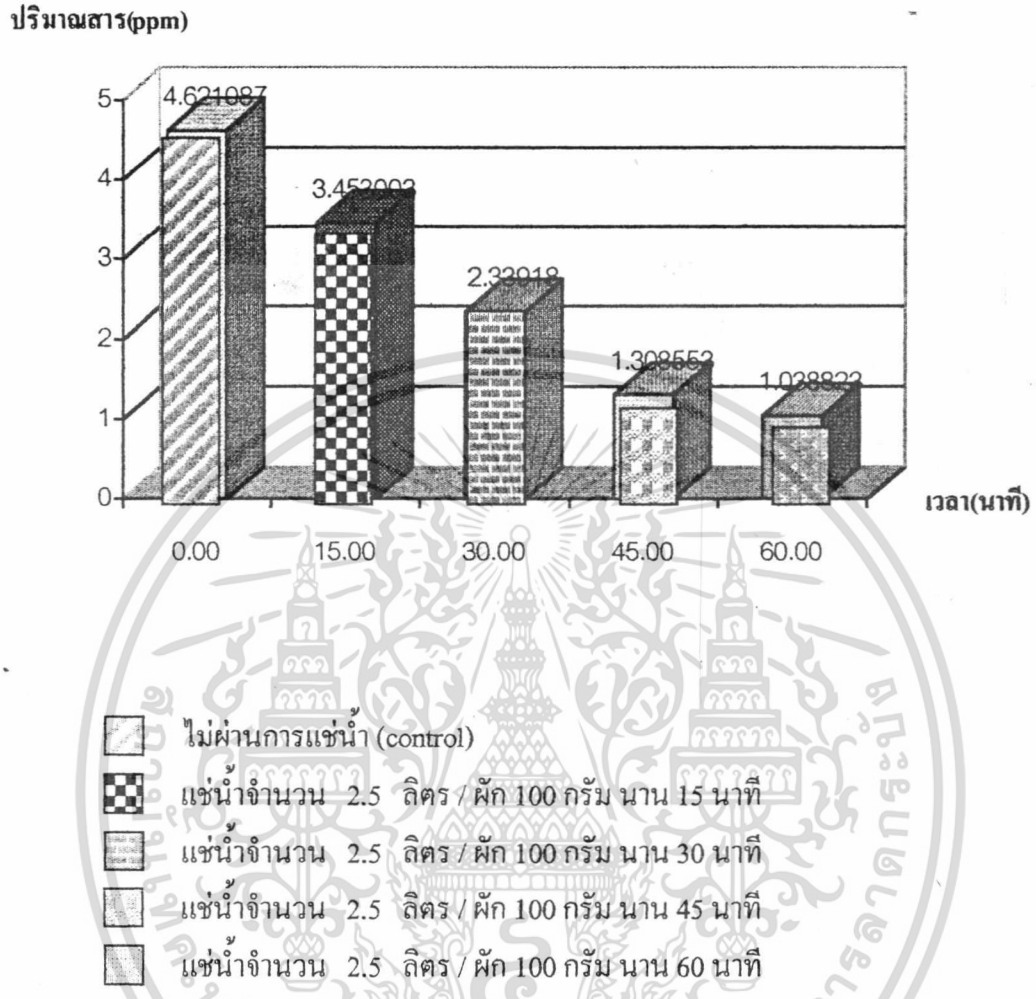
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงร้อยละของการลดปริมาณเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าที่ผ่านการแช่น้ำที่เวลาต่างกัน ในวันที่ 5 หลังจากการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย

ระยะเวลาในการแช่ในน้ำ 2,500 ml. /ผัก 100 กรัม	ปริมาณเมทธิลพาราไธออนที่ลดได้(ร้อยละ)
0 นาที (control)	0.00
15 นาที	100.00
30 นาที	100.00
45 นาที	100.00
60 นาที	100.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 3 แสดงปริมาณของเมทธิลพาราไธออน ในผักคะน้าที่เก็บเกี่ยวในวันที่ฉีดพ่นครั้งสุดท้ายและผ่านการแช่น้ำที่เวลาต่างๆกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

32924

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาวิธีการลดการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้า โดยผ่านการแช่น้ำนาน 15, 30, 45 และ 60 นาที / น้ำ 2.5 ลิตร / ผัก 100 กรัม สามารถลดการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนได้ร้อยละ 25.28, 49.38, 72.68 และ 77.52 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกับการศึกษาการลดการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าของดวงนภาและชนินันท์ (2541) ซึ่งแช่น้ำจำนวน 40 ลิตร / ผัก 1 กิโลกรัม นาน 30 นาที ลดได้ร้อยละ 75.62 ทั้งนี้การศึกษาครั้งนี้ที่เวลาที่เท่ากันคือ 30 นาที แต่ปริมาณน้ำต่างกันลดได้ร้อยละ 49.38 ซึ่งเมื่อพิจารณาจากผลการทดลองของวิญญู (2542) พบว่าเมื่อปริมาณน้ำที่ใช้แช่ผักเพิ่มขึ้นจะทำให้ร้อยละของการลดเมทธิลพาราไธออนเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นหากการศึกษาทดลองครั้งนี้ใช้น้ำจำนวน 40 ลิตร / ผัก 1 กิโลกรัม จะลดการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนได้เพิ่มขึ้น

สรุปผลการทดลอง

ผลจากการตรวจวิเคราะห์การลดการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าหลังจากฉีดพ่นครั้งสุดท้าย และเมื่อผ่านการแช่น้ำในเวลาต่างๆกัน พบว่าการแช่น้ำนาน 60 นาที จะลดการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนได้ดีที่สุด คือลดได้ 77.52% แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการแช่ในน้ำนาน 45 นาที ซึ่งลดได้ 72.68% รองลงมาคือการแช่น้ำนาน 30 และ 15 นาที ลดได้ 49.38 % และ 25.28% ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับการไม่ผ่านการแช่น้ำและผ่านการแช่น้ำนาน 45 และ 60 นาที ทั้งนี้การแช่น้ำนาน 60 และ 45 นาที จะลดปริมาณเมทธิลพาราไธออนได้อย่างแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการไม่ผ่านการแช่น้ำเช่นเดียวกัน การตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้า ในวันที่ 0 ที่ฉีดพ่นเมทธิลพาราไธออนครั้งสุดท้าย และผ่านการแช่น้ำที่เวลาต่างๆกันดังกล่าว พบว่าปริมาณการตกค้างสูงกว่าค่าสูงสุดที่กำหนดให้มีได้ (MRL; 0.5 ppm) สำหรับผักคะน้าที่เก็บเกี่ยวในวันที่ 5 และผ่านการแช่น้ำที่เวลาต่างๆกัน ผลการตรวจวิเคราะห์ไม่พบสารเมทธิลพาราไธออน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

การลดการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้า โดยการแช่ผักในน้ำเป็นวิธีการที่สะดวกและประหยัด สามารถลดปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนได้ ทั้งนี้จากการศึกษาพบว่า การทิ้งช่วงหลังจากการฉีดพ่นครั้งสุดท้ายเป็นเวลานานจะทำให้การตกค้างของเมทธิลพาราไธออนลดลงเรื่อยๆ ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้พบว่า หลังจากที่ฉีดพ่นเมทธิลพาราไธออนครั้งสุดท้ายไปแล้ว 5 วัน ปริมาณการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนจะต่ำกว่าค่า MRL แม้ว่าจะไม่ผ่านการแช่น้ำ และเมื่อนำมาแช่น้ำไม่ว่าจะใช้เวลา 15, 30, 45 หรือ 60 นาที ก็ตรวจไม่พบ ซึ่งจะทำให้ผู้บริโภคผักคะน้ามีความปลอดภัยมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ขวัญชัย สมบัติศิริ. 2527. ยาฆ่าแมลง. ภาควิชากีฏวิทยา. มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์. 275 หน้า.

ค้วน ขาวหนู. 2534. โภชนาศาสตร์. พิมพ์ดี กรุงเทพฯ. 510 หน้า.

จันทร์ทิพย์ ชำรงศรีสกุล. 2531. วัตถุมีพิษทางการเกษตร. ข่าวสารวัตถุมีพิษ.
15 (3) : 128-131.

จันทร์ทิพย์ ชำรงศรีสกุล. 2535. ปัญหาและการลดอันตรายจากสารพิษทาง
การเกษตร. ข่าวสารวัตถุมีพิษ. 19 (2) : 74-77.

ชนินันท์ พรสุริยา และ ดวงนภา บานชื่น. 2541. การลดปริมาณเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้า
โดยการล้างในน้ำก๊อก แช่ในน้ำ ล้างน้ำโดยใช้มือถู และการแช่ในสารละลายโซเดียมไบ
คาร์บอเนต. รายงานปัญหาพิเศษ ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยี
การเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 24 หน้า

ทศพร แข้งจรัส. 2531. ผักกูดหนาวและผักตระกูลกะหล่ำ. มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์. 155 หน้า.

นิตยา วีระกุล. 2539. วัตถุอันตรายทางการเกษตรกับสิ่งแวดล้อม. ข่าวสาร
วัตถุมีพิษ. 23 (3) : 139-140.

ปกรณ์ สุเมธานุรักขกุล. 2526. สารฆ่าแมลงกับพิษภัยต่อสุขภาพ. คณะ
สาธารณสุขศาสตร์. มหาวิทยาลัยมหิดล. 86 หน้า.

ประยูร ดีมา. 2522. วัตถุมีพิษที่ใช้ในการเกษตรกับสาธารณสุข. กรมวิชาการ
เกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 523 หน้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ปรีชา พุทธิปรีชพงษ์. 2530. ยาฆ่าแมลง. สหมิตรออฟเซทกรุงเทพฯ. 150 หน้า.

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

พาลาภ สิงหเสนี. 2537. พิษของยาฆ่าแมลงต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 51-53.

พิสิฐ วงศ์วัฒนะ. 2535. คู่มือการใช้สารพิษทางการเกษตรและในบ้านเรือน. เรือนแก้วการพิมพ์กรุงเทพฯ. 145 หน้า.

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

รัตนา สิตะยัง. 2539. วัตถุมีพิษ. นสพ.กสิกร. 69 (1) : 28-30.

ลักขณา อมรสิน. 2541. คู่มือประกอบการปฏิบัติการวิชาพิษวิทยาสิ่งแวดล้อม. ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. หน้า 37-41.

สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ. 2523. ยาฆ่าแมลง. นำอักษรการพิมพ์กรุงเทพฯ. 164 หน้า.

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

วิญญู บุญธรรม. 2542. การลดการตกค้างของเมท้ธิลพาราไธออนในผักคะน้า โดยการแช่น้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน. รายงานปัญหาพิเศษ ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 24 หน้า

อุดม โกสัยสุข. 2529. การปลูกผักกินใบ. อักษรบัณฑิตกรุงเทพฯ. 34 หน้า.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงค่า 3 ซ้ำของปริมาณเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าที่เก็บเกี่ยวหลังจากฉีดพ่นครั้งสุดท้าย และผ่านการแช่น้ำที่เวลาต่างกัน

ระยะเวลาในการแช่ในน้ำ 2,500 ml / ผัก 100 กรัม	ปริมาณเมทธิลพาราไธออน (ppm)		
	1	2	3
0 นาที (control)	4.74477	4.49162	4.62687
15 นาที	3.50336	3.45957	3.39608
30 นาที	2.41099	2.37938	2.22717
45 นาที	1.35121	1.30002	1.27443
60 นาที	1.13138	1.15719	0.82790

ตารางที่ 2 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนที่ลดได้ในผักคะน้าหลังจากการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย และผ่านการแช่น้ำที่เวลาต่างกัน

ANOVA	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	26.992	6.731	528.493**	3.48	5.99
Ex. Error	10	0.127	0.013			
Total	14	27.050	1.932			

CV = 4.42 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงค่า 3 ซ้ำของปริมาณเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าที่ผ่านการแช่น้ำที่เวลาต่างกัน ในวันที่ 5 หลังจากฉีดพ่นครั้งสุดท้าย

ระยะเวลาในการแช่ในน้ำ 2,500 ml / ผัก 100 กรัม	ปริมาณเมทธิลพาราไธออน (ppm)		
	1	2	3
0 นาที (control)	0.02455	0.03868	0.02023
15 นาที	0.00	0.00	0.00
30 นาที	0.00	0.00	0.00
45 นาที	0.00	0.00	0.00
60 นาที	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 4 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนการตกค้างของเมทธิลพาราไธออนที่ลดได้ในผักคะน้าที่ผ่านการแช่น้ำที่เวลาต่างกัน ในวันที่ 5 หลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย

ANOVA	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	0.002	0.000	24.934**	3.48	5.99
Ex. Error	10	0.000	0.000			
Total	14	0.002	0.000			

CV = 77.56 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้