

ผลการปฏิบัติงาน
ประจำปีงบประมาณ 2554

เล่ม 1

ส.ป.ผ.
2554

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
กรมวิชาการเกษตร

ผลการปฏิบัติงาน
ประจำปีงบประมาณ 2554

เล่ม 1

ISBN : 978-974-436-828-7

ส.ป.ผ.
2554

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
กรมวิชาการเกษตร

ผลการปฏิบัติงาน
ประจำปีงบประมาณ 2554

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ISBN : 978-974-436-828-7

เล่ม 1

คณะผู้จัดทำ

ที่ปรึกษา :

ณัญจณา	ลือตระกูล	ผู้อำนวยการสำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
ยศพร	จันทชุม	ผู้อำนวยการกลุ่มบริหารโครงการวิจัย

รวบรวมข้อมูล :

ให้พร	กิตติกูล	กลุ่มบริหารโครงการวิจัย
ณัฐธิดา	ทองนาค	กลุ่มบริหารโครงการวิจัย

จัดทำรูปเล่ม :

ให้พร	กิตติกูล	กลุ่มบริหารโครงการวิจัย
ณัฐธิดา	ทองนาค	กลุ่มบริหารโครงการวิจัย
ผกาสินี	คล้ายมาลา	กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร
ปัญจพร	เลิศรัตน์	กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา
สุปรานี	มั่นหมาย	กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา

จำนวนพิมพ์ : 250 เล่ม

พิมพ์เมื่อ : สิงหาคม 2555

สถานที่ติดต่อ : กลุ่มบริหารโครงการวิจัย สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทรศัพท์ 0-2579-1577-8 ต่อ 2101-5
โทรสาร 0-2579-1577

พิมพ์ที่ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด สันสวย อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี
โทรศัพท์ 0-2584-7202

คำนำ

เอกสาร “ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2554 สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร” ได้จัดทำขึ้นโดยกลุ่มบริหารโครงการวิจัยร่วมกับ กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร และศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร วัตถุประสงค์ของการจัดทำเอกสารครั้งนี้เพื่อเผยแพร่ผลการปฏิบัติงานที่ได้ดำเนินการในรอบปีงบประมาณ 2554 ของสำนัก

เอกสารผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2554 ของสำนักฯ มีทั้งหมด 2 เล่ม โดยเอกสารเล่มนี้เป็นเอกสารเล่มที่ 1 เนื้อหาภายในเล่มเป็นการรายงานผลการปฏิบัติงานด้านวิจัยและพัฒนาของกลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา จำนวน 12 เรื่อง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรการเกษตร จำนวน 15 เรื่อง ส่วนเล่มที่ 2 ประกอบด้วยผลงานวิจัยและพัฒนา ของกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร ต่อจากเล่มที่ 1 จำนวน 21 เรื่องกลุ่มวิจัยวิจัยเกษตรเคมีจำนวน 2 เรื่อง การให้บริการวิเคราะห์ตรวจสอบคุณสมบัติดินและน้ำของกลุ่มวิจัยเกษตรเคมี จำนวน 1 เรื่อง และ ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรจำนวน 1 เรื่อง ตามลำดับ

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ขอขอบคุณกลุ่มบริหารโครงการวิจัยและนักวิชาการจากกลุ่มวิจัยและศูนย์ฯ ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือด้านการประสานงาน รวบรวมและส่งข้อมูลผลการปฏิบัติงานให้กลุ่มบริหารโครงการวิจัยตลอดจนร่วมจัดทำรูปเล่มจนสำเร็จ ในการนี้สำนักฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารฉบับนี้จะเกิดประโยชน์แก่ผู้บริหาร นักวิชาการ อาจารย์ นักศึกษา และตลอดจนผู้ที่สนใจในการนำความรู้ไปปรับใช้และต่อยอดงานวิจัยในอนาคตหรือใช้ในธุรกิจและชีวิตส่วนตัวของท่านนอกจากนี้ยังส่งผลต่อประสิทธิภาพ ประสิทธิผล ของการใช้จ่ายงบประมาณแผ่นดินอันจะเป็นประโยชน์ต่อประเทศชาติเป็นส่วนรวมด้วย

(นางณัญจณา ลือตระกูล)
ผู้อำนวยการสำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
กรมวิชาการเกษตร
สิงหาคม 2555

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา	
1. การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตฝรั่งอินทรีย์ *โดย : ภัสชญภณ หมื่นแจ้ง และคณะ*	1
2. การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตแก้วมังกรอินทรีย์ *โดย : ประไพ ทองระอา และคณะ*	15
3. การวิจัยและพัฒนาระบบฐานข้อมูลดินเพื่อการสร้างศักยภาพในการผลิตของดินในแหล่งปลูกปาล์มน้ำมัน *โดย : จินดารัตน์ ชื่นรุ่ง และคณะ*	26
4. การคัดเลือกสายพันธุ์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่สามารถสร้างโปรตีนและมวลชีวภาพสูง *โดย : ประไพ ทองระอา และคณะ*	32
5. การคัดเลือกชนิดของแบคทีเรียละลายโพแทสเซียมที่เหมาะสมกับชนิดของแหล่งโพแทสเซียม *โดย : ศิริลักษณ์ จิตรอักษร และคณะ*	44
6. การคัดเลือกสายพันธุ์ราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าที่สร้างสปอร์อยู่ในรากพืช *โดย : สุภาพร ธรรมสุระกุล และคณะ*	52
7. การเพิ่มปริมาณแหนแดงเพื่อการผลิตวัสดุพาสำหรับการผลิตปุ๋ยชีวภาพ *โดย : ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต และคณะ*	57
8. การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยหมัก *โดย : พีรพงษ์ เชาวนพงษ์ และคณะ*	62
9. ศึกษาการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินด่าง : ชุดดินตาคลี *โดย : สมฤทัย ตันเจริญ และคณะ*	68
10. การตรวจวิเคราะห์ปริมาณราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าโดยวิธีหาค่า most probable number *โดย : มณฑิกานธิ์ สงบจิต และคณะ*	82
11. การตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินร่วนทรายชุดดินลาดหญ้า *โดย : สมควร คล้องช้าง และคณะ*	87
12. ประเมินการใช้ปุ๋ยจุลธาตุจากค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ / การปลดปล่อยจุลธาตุ (Zn, Fe และCu) ของข้าวโพด ในกลุ่มดินด่างชุดดินตาคลี *โดย : ไพรสน รุจิคุณ และคณะ*	99

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร	
1. วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวานเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง(ครั้งที่ 3-4) *โดย : ประภัสสรา พิมพ์พันธุ์ และคณะ*	109
2. วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างอีไธออนในส้มเขียวหวาน เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ครั้งที่ 3-4) *โดย : ยงยุทธ ไผ่แก้ว และคณะ*	119
3. วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของโพรฟิโนฟอสในส้มโอ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างครั้งที่ 5 และครั้งที่ 6 (MRLS) *โดย : สมสมัย ปาลกูล และคณะ*	129
4. วิจัยปริมาณสารพิษตกค้าง Abamectin ในองุ่น เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง ครั้งที่ 1 และ 2 *โดย : ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ และคณะ*	139
5. วิจัยการสลายตัวของสารพิษตกค้าง chlorpyrifos ในถั่วเหลืองฝักสดเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษ (MRLs) ครั้งที่ 3 และ 4 *โดย : ปิยะศักดิ์ อรรคบุตร และคณะ*	149
6. วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของโปรฟีโนฟอส (profenofos) ในถั่วเหลืองฝักสดเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRLs) ครั้งที่ 1 และ 2 *โดย : วิสุทธิ เชวงศรี และคณะ*	159
7. วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของฟิโปรนิลในถั่วฝักยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง ครั้งที่ 3 และ 4 *โดย : ศศิมา มั่งนิมิตร์ และคณะ*	167
8. การพัฒนาวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม ไพรีทรอยด์และเอนโดซัลแฟนในมังคุด *โดย : วิสุทธิ เชวงศรี และคณะ*	176
9. วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างไดเมโทเอต (dimethoate) ในถั่วฝักยาว เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง ครั้งที่ 3 และ 4 *โดย : ลักษมี เดชานุรักษ์นุกูล และคณะ*	184

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
10. วิจัยการสลายตัวของสารพิษตกค้างของ prothiophos ในมะเขือยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL) ครั้งที่ 3 และ 4 *โดย : จินตนา ภู่มงกุฎชัย และคณะ*	195
11. วิจัยปริมาณสารมีพิษตกค้างของ carbosulfan ในมะเขือยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRLs) ครั้งที่ 3 และ 4 *โดย : พนิดา ไชยยันต์บูรณ์ และคณะ*	206
12. ศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในพืชผักตระกูลถั่ว *โดย : พนิดา ไชยยันต์บูรณ์ และคณะ*	215
13. ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร ametryn Method Validation of ametryn inPesticide Formulations *โดย : จิราพรรณ ทองหยอด และคณะ*	226
14. การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตรกลุ่มสารกำจัดแมลง *โดย : ทัศนี จงกลาง และคณะ.*	238
15. ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร profenofos *โดย : มนัสนันท์ อรชุน และคณะ*	254

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตฝรั่งอินทรีย์

Research and Development on Organic Guava Production Technology

ภัสชญภณ หมื่นแจ้ง[1] *เพทาย กาญจนเกสร*[2] *ประไพ ทองระอา*[1] *กัลป์ยกร โปร่งจันทึก*[1]
ศิริจันทร์ อินทร์น้อย[2] *อดุลย์รัตน์ แคล้วคลาด*[2] *วิทยา ยิ่งยวด*[2] *เสมอจิตร เกื้อหนุน*[1]

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนา ปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตฝรั่งอินทรีย์มีวัตถุประสงค์เพื่อหาเทคโนโลยีการจัดการดินและธาตุอาหารในการผลิตฝรั่งระบบอินทรีย์ตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ กรมวิชาการเกษตร วางแผนการทดลองแบบ 2x4 factorial in RCB มี 3 ซ้ำ 8 กรรมวิธี ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ปัจจัยที่ 1 การจัดการดินด้วยพืชคลุมดิน 2 แบบ ได้แก่ ไม่ปลูกพืชคลุมดิน และปลูกถั่วเซ็นโตรซีมาคลุมดิน ปัจจัยที่ 2 วิธีการใส่ปุ๋ยมี 4 แบบ ได้แก่ ไม่ใส่ ใส่ปุ๋ยอินทรีย์เอกชน ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ และปีที่ 2 ใส่ถั่วเซ็นโตรซีมาอัตรา 4 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อต้นต่อปี และปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศร่วมกับใบกระถินป่น ปีที่ 2 ใส่ใบกระถินป่นอัตรา 4 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อต้นต่อปี ทดลองในดินชุดกำแพงแสน ที่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครปฐม พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศร่วมกับใบกระถินป่นในปีที่ 1 และปีที่ 2 ใส่ใบกระถินป่นอย่างเดียว 4 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อต้นต่อปี ทำให้ความอุดมสมบูรณ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ โดยทำให้อินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในบริเวณรากรอบๆ ทรงพุ่มของฝรั่งเพิ่มขึ้น และให้ผลผลิตน้ำหนักผลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศอย่างเดียวในปีที่ 1 และปีที่ 2 ใส่ถั่วเซ็นโตรซีมา 4 กก.น้ำหนักแห้งต่อต้นต่อปี และใส่ปุ๋ยหมักเอกชน ผลจากการทดลองทำให้ได้เทคโนโลยีการจัดการดินและธาตุอาหารในการผลิตฝรั่งอินทรีย์ได้ชัดเจนขึ้น

บทนำ

ฝรั่ง ชื่อสามัญ Guava ชื่อวิทยาศาสตร์ *Psidium guajava* Linn. วงศ์ Myrtaceae เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก ผลดิบมี "แทนนิน" วิตามิน ซี แคลเซียม ออกซาเลท และอื่นๆ สารแทนนินที่มีอยู่ทำให้ใบและผลดิบของฝรั่งมีฤทธิ์ฝาดสมาน ใช้รักษาอาการท้องเสียและสารสกัดด้วยน้ำจากใบออกฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียได้ คุณค่าทางอาหารผลฝรั่งที่สุกหรือแก่จัดเป็นผลไม้ที่มีประโยชน์มาก เนื้อของฝรั่งมี วิตามิน ซี สูงช่วยบรรเทาและแก้โรคเลือดออกตามไรฟัน หรือโรคลักปิดลักเปิดได้ดี นอกจากนี้ยังมีวิตามิน เอ มีเหล็ก แคลเซียมและเกลือแร่อื่นๆ อีก การปลูกฝรั่งใช้ระยะปลูกระหว่าง

[1] กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

[2] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครปฐม สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 ชัยนาท

แถวและระหว่างต้นประมาณ 3 x 3 เมตร ในเนื้อที่ 1 ไร่ จะปลูกได้ประมาณ 160 ต้น ขนาดของหลุมปลูกควรกว้าง 0.5 เมตร ยาว 0.5 เมตร และลึก 0.5 เมตร ที่จำเป็นต้องขุดหลุมกว้าง เพื่อเปลี่ยนสภาพดินในหลุมให้ดีขึ้นการให้น้ำหลังจากปลูกฝรั่งแล้วต้องหมั่นคอยรดน้ำในช่วงระยะแรกจนกว่าต้นฝรั่งจะตั้งตัวได้หลังจากนั้นก็ต้องสังเกตดูความชุ่มชื้นของดิน ถ้าดินแห้งมากต้องรีบให้น้ำ และถ้ามีฝนตกหนักก็ควรระบายน้ำออกบ้าง การให้น้ำจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นตามความต้องการของต้นฝรั่ง ปริมาณความชื้นของดินในระหว่างการออกผลมีความสำคัญ เพราะจะก่อให้เกิดการร่วง การแตก และขนาดของผล การใส่ปุ๋ยในการปลูกฝรั่งทั่วไป มีการใส่ปุ๋ยทั้งปุ๋ยคอกเมื่อออกดอกแล้วจำเป็นต้องให้น้ำและปุ๋ยไนโตรเจนเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงขึ้นทุกๆ ปี ควรให้ปุ๋ยประมาณ 2 กิโลกรัม/ต้น/ปี หรือมากกว่านี้ขึ้นอยู่กับอายุของต้นและปริมาณผลผลิต และหากจะให้ฝรั่งมีรสหวานยิ่งขึ้นให้ใช้ที่มีฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสูง การพรวนดิน ไม่ควรพรวนดินลึก เพราะจะทำให้รากของต้นฝรั่งขาดได้ การกำจัดวัชพืช ควรทำอย่างสม่ำเสมอ อาจใช้วิธีการถาง หรือปลูกพืชตระกูลถั่ว เช่น เซนโตรซีมา เพอราเรีย เป็นพืชคลุมดิน การปักไม้ค้ำกันลม ในระหว่างที่ต้นฝรั่งยังเล็กอยู่ ควรปักไม้ค้ำกันลมเพื่อป้องกันไม่ให้ต้นโยก เพราะอาจกระทบกระเทือน ทำให้ต้นฝรั่งไม่โต ฝรั่งจะเริ่มออกผลเมื่ออายุประมาณ 6 เดือน การตัดแต่งกิ่งจะช่วยให้ฝรั่งเกิดกิ่งอ่อน และมีช่อดอกออกมาด้วยทำให้ทรงพุ่มโปร่ง ได้สัดส่วนอากาศถ่ายเทได้สะดวก แสงแดดส่อง ได้ทั่วถึง สะดวกในการเก็บผล นอกจากนี้ ยังทำให้ได้ผลผลิตที่แน่นอน ผลมีขนาดใหญ่ สำหรับสวนใหม่ ควรมีการตัดแต่งกิ่งทุกปีเพื่อกระตุ้นการเจริญ และการสร้างตาดอก โดยทั่วไป ต้นที่สมบรูณ์จะตัดกิ่งก้านออก 25 - 30% สำหรับต้นที่ไม่แข็งแรงให้ตัดกิ่งก้านออกประมาณ 20 % นอกจากการตัดแต่งกิ่งแล้วการทำให้ใบร่วงจะทำให้ระยะการเก็บเกี่ยวสั้นลง และการปลิดผลทิ้งให้เหลือประมาณ 2 - 6 ผล ต่อกิ่ง จะจำเป็นในสวนที่ผลิต เพื่อบริโภคผลสด แต่ถ้าจะให้ได้ผล ที่มีขนาดใหญ่และมีคุณภาพดี ควรให้เหลือเพียง 1 ผล เท่านั้น

การห่อผลนอกจากจะช่วยป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูฝรั่งแล้ว ยังทำให้ผลฝรั่งมีผิวสวยน่ารับประทาน วิธีการห่อผลฝรั่งโดยส่วนใหญ่จะใช้ถุงพลาสติกและใช้กระดาษห่อก่อนแล้วจึงสวมถุงพลาสติกทับอีกชั้นหนึ่ง โดยจะเริ่มห่อผลฝรั่งเมื่อมีขนาดเท่าลูกมะนาวหรือหลังดอกบานแล้ว 1 เดือน ก่อนห่อควรพ่น สารชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* แมลงศัตรูฝรั่ง มีดังนี้ 1) แมลงวันทอง ตัวอ่อนที่ฟักจากไข่จะเจริญกินเนื้อฝรั่งเป็นอาหารทำให้ฝรั่งอ่อนนิ่มและเละในที่สุด การป้องกัน ห่อผลในขณะที่ผิวยังแข็ง มีสีเขียว ขนาดเล็ก การห่ออาจห่อด้วยถุงพลาสติกชั้นเดียว หรือ 2 ชั้น โดยต้องเจาะรูกระดาษห่อชั้นในก้นถุงให้น้ำไหลออกด้วย 2) เพลี้ยแป้ง จะดูดกินน้ำเลี้ยงตามใบอ่อน กิ่งอ่อน และช่อดอก ทำให้แห้งเฉาหรือใบผิดรูปร่างและผลผลิตลดลง ในระบบการผลิตแบบอินทรีย์ใช้น้ำสกัดจากตะไคร้หอมฉีดป้องกันในช่วงที่คาดว่าจะมีการระบาด

การบังคับให้ฝรั่งออกดอกนั้นทำได้ไม่ยากนัก ถ้าต้นฝรั่งสมบูรณ์แข็งแรง และปลูกในที่ๆ มีแสงแดดเพียงพอ แต่ควรคำนึงด้วยว่าการให้ฝรั่งมีผลมากผลก็จะเล็กลง ดังนั้นจึงต้องให้ปุ๋ยและน้ำแก่ต้นฝรั่งที่บังคับการออกดอกให้มากกว่าปกติ การบังคับให้ฝรั่งออกดอกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ใช้เวลาประมาณ 9 เดือน คือใช้เวลาในการบังคับให้ฝรั่งออกดอกจนกระทั่งติดผล 7 เดือน และมีช่วงเก็บเกี่ยวผลอีก 2 เดือน ฝรั่งนับจากดอกบานจนถึงผลแก่พร้อมที่จะเก็บเกี่ยวได้จะใช้เวลาประมาณ 5 เดือน ฝรั่งที่ยังอ่อน ผิวจะมีสีเขียวเข้ม เมื่อเริ่มแก่สีเขียวจะจางลง และเต่งตึงเป็นมัน ไม่ควรเก็บผลที่ยังไม่แก่เต็มที่ เพราะยังมีการสร้างแป้งและสีไม่เต็มที่ การเก็บเกี่ยวควรใช้กรรไกรตัดขั้วผลมาด้วยโดยไม่ต้องเอาถุงพลาสติกที่หุ้มผลฝรั่งออกเพื่อประหยัดเวลา ถ้าหากไม่มีขั้วติดผลจะทำให้ฝรั่งเสื่อมคุณภาพเร็ว และอาจถูกเชื้อโรคเข้าทำลายได้ง่าย

เกษตรอินทรีย์ คือ ระบบการผลิตที่คำนึงถึงสภาพแวดล้อม รักษาสมดุลของธรรมชาติและความหลากหลายทางชีวภาพ โดยมีระบบการจัดการนิเวศวิทยาที่คล้ายคลึงกับธรรมชาติ และหลีกเลี่ยงการใช้สารสังเคราะห์ ไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยเคมีสารเคมีกำจัดศัตรูพืช และฮอร์โมนต่างๆ ตลอดจนไม่ใช้พืชหรือสัตว์ที่เกิดจากการตัดต่อทางพันธุกรรม ที่อาจก่อให้เกิดมลพิษในสภาพแวดล้อมเน้นการใช้อินทรียวัตถุ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยชีวภาพ ในการปรับปรุงบำรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ เพื่อให้ต้นพืชมีความแข็งแรง สามารถต้านทานโรคและแมลงได้ด้วยตนเอง รวมถึงการนำเอาภูมิปัญญาชาวบ้านมาใช้ประโยชน์ด้วย ผลผลิตที่ได้จะปลอดภัยจากอันตรายของสารพิษตกค้าง ทำให้ปลอดภัยทั้งผู้ผลิตผู้บริโภค และไม่ทำให้สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรมลงอีกด้วย (กรมวิชาการเกษตร, 2543) หลักเกณฑ์หรือข้อกำหนดที่สำคัญของการผลิตพืชอินทรีย์ตามมาตรฐานสากล ได้แก่ พื้นที่ที่ผลิตพืชอินทรีย์จะต้องไม่มีสารพิษตกค้างอยู่ในดิน ห่างจากโรงงานอุตสาหกรรม และแปลงปลูกพืชที่ใช้สารเคมี แหล่งน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตต้องสะอาดปราศจากสารพิษตกค้างและการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค จะต้องมีแนวกันชน (buffer zone) ผ่านช่วงระยะเวลาปรับเปลี่ยนเป็นระบบเกษตรอินทรีย์มาแล้ว 1 ปี สำหรับพืชล้มลุก ระยะเวลา 1 ปี 6 เดือน สำหรับไม้ยืนต้น การปรับปรุงบำรุงดิน การเพิ่มความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต การควบคุมโรคแมลงศัตรูพืชโดยไม่ใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมี เมล็ดพันธุ์และส่วนขยายพันธุ์ต้องมาจากกระบวนการผลิตแบบอินทรีย์ รวมทั้งห้ามใช้พันธุ์พืชที่ได้จากการตัดต่อสารพันธุกรรมและ/หรือผ่านการฉายรังสี การเก็บเกี่ยวการบรรจุผลผลิตและการขนส่ง ต้องทำด้วยความระมัดระวัง เพื่อป้องกันการสูญเสียสภาพการเป็นอินทรีย์ ต้องมีการบันทึกข้อมูล การทวนสอบย้อนกลับของผลิตผลและผลิตภัณฑ์ต่างๆ เป็นต้น (กรมวิชาการเกษตร, 2552) ในปัจจุบันระบบเกษตรอินทรีย์เริ่มมีความสำคัญมากยิ่งขึ้น เนื่องจากผู้บริโภคได้เห็นพิษภัยจากสารเคมีที่ตกค้างในพืชผลที่บริโภคกันเป็นประจำวัน มีผู้ป่วยจากสารเคมีที่ใช้กำจัดศัตรูพืช 4-7 คน ต่อประชากร 100,000 คน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2547) ในการทำเกษตรอินทรีย์อาจต้องมีการจัดการระบบการปลูกพืช เช่น การใช้พืชตระกูลถั่วร่วมกับพืชอื่น โดยพืชตระกูลถั่วสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งจะมีผลตกค้างถึงพืชที่ปลูกตามมา จะช่วยทำให้การหมุนเวียนของธาตุอาหารพืชในดินเป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น (จิรพงษ์, 2548) Seithep *et al.,* (2009) ได้ศึกษาการผลิตปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศและแบบกลับกอง พบว่า อุณหภูมิ pH และความชื้น ในกองปุ๋ยทั้งสองแบบไม่มีความแตกต่างกัน แต่ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ cellulose ของจุลินทรีย์กลุ่ม mesophilic และ thermophilic ที่สามารถผลิตเอนไซม์ cellulose สูงกว่าแบบกลับกอง และได้สรุปว่าปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบกลับกองทั่วไป เนื่องจากทำให้กองปุ๋ยมีสภาพที่มีอากาศอย่างเพียงพอ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการทำปุ๋ยหมัก ดังนั้นการหมักปุ๋ยแบบเติมอากาศ จึงเป็นวิธีการผลิตปุ๋ยหมักอีกวิธีหนึ่งที่สามารถใช้เป็นทางเลือกนำไปขยายผลสู่เกษตรกรได้ และสมปอง (2550) ได้พัฒนาต้นแบบการผลิตปุ๋ยหมักแบบอากาศและได้แนะนำว่าคุณภาพของปุ๋ยหมักขึ้นอยู่กับชนิดวัตถุดิบและวิธีการหมัก

วิธีการดำเนินการและอุปกรณ์

อุปกรณ์

1. ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศ
2. พันธุ์ฝรั่ง พันธุ์กิมจู เมล็ดพันธุ์ถั่วเขนโตรซึมา

3. จอบ เสียม

4. สารกำจัดศัตรูพืช ไวท์ออย และปิโตรเลียมออย

5. แปลงทดลองปลอดการใช้สารเคมี มากกว่า 3 ปี ขนาด 2.5 ไร่ ปลูกกล้วยเป็นแนวป้องกันการปนเปื้อน

6. น้ำจากบ่อพักน้ำ

วิธีการดำเนินงาน

วางแผนการทดลองแบบ 2x4 Factorial in RCB มี 3 ซ้ำ 8 กรรมวิธี มี 2 ปัจจัยรวม 24 แปลงย่อย

ปัจจัยที่ 1 การจัดการดิน มี 2 แบบ

1.1 ไม่ปลูกพืชคลุมดิน (C0)

1.2 ปลูกพืชคลุมดิน (C1)

ปัจจัยที่ 2 ใส่ปุ๋ย 4 รูปแบบ คือ

2.1 ปีที่ 1-2 ไม่ใส่ปุ๋ย (F0)

2.2 ปีที่ 1-2 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์เอกชน (F1)

2.3 ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ (วัสดุมูลไก่แกลบ+มูลวัว) ผลิตใช้เอง ปีที่ 2 ใส่พืชคลุม (ถั่วเซ็นโตรซีมา) แห้ง 4 กก/ต้น/ปี (F2)

2.4 ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ (วัสดุมูลไก่แกลบ+มูลวัว) ผลิตใช้เองร่วมกับใบกระถินป่น 2 กก.น้ำหนักแห้งต่อต้นต่อปี ปีที่ 2 ใส่ใบกระถินป่น 4 กก.น้ำหนักแห้ง/ต้น/ปี (F3)

ดำเนินการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดินก่อนปลูก ปรับพื้นที่ เตรียมดิน แบ่งแปลงย่อย ขุดหลุม วางระบบน้ำ จัดหาพันธุ์ฝรั่งพันธุ์กิมจู ใช้ระยะปลูก 3x3 ตารางเมตรต่อต้น และดำเนินการปลูกพืชคลุมดินระหว่างแถวในกรรมวิธีที่ปลูกพืชคลุมดินโดยคลุกเชื้อไรโซเบียมอัตรา 200 กรัมต่อไร่ ใส่ปุ๋ยแต่ละชนิดตามกรรมวิธีที่กำหนดตามที่กำหนด ปีละ 2 ครั้ง

การดูแลรักษา พ่นสารกำจัดศัตรูพืช เมื่อพบการระบาดของแมลงศัตรูพืช โดยใช้ไวท์ออย

การเก็บข้อมูล การเปลี่ยนแปลงความอุดมสมบูรณ์ของดิน วัดการเจริญเติบโตและผลผลิตของฝรั่ง การวิเคราะห์คุณภาพของดินทุก 6-12 เดือน โดยกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยจะปรับเปลี่ยนไปตามการเปลี่ยนแปลงของค่าวิเคราะห์ดินในแต่ละปี

ระยะเวลา

เริ่มต้น ตุลาคม 2551 **สิ้นสุด** กันยายน 2554

สถานที่ทำการทดลอง

กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครปฐม อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของดิน

ผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกปรากฏว่า พื้นที่ดินที่ใช้ในการทดลองนี้ 2.5 ไร่ เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย สมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูก ประกอบด้วย การนำไฟฟ้า 0.26 dS/m อินทรียวัตถุ 2.1-2.6 % ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 74 มก./กก. โพแทสเซียมที่สกัดได้ 218 มก./กก. ซัลเฟอร์ 112 มก./กก. แคลเซียม 2,963 มก./กก. แมกนีเซียม 283 มก./กก. เหล็ก 14.8 มก./กก. แมงกานีส 14.5 มก./กก. สังกะสี 0.90 มก./กก. และทองแดง 1.32 มก./กก. จากผลวิเคราะห์ดินเป็นที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง มีระดับธาตุอาหาร ฟอสฟอรัส ปานกลาง และโพแทสเซียมค่อนข้างสูง

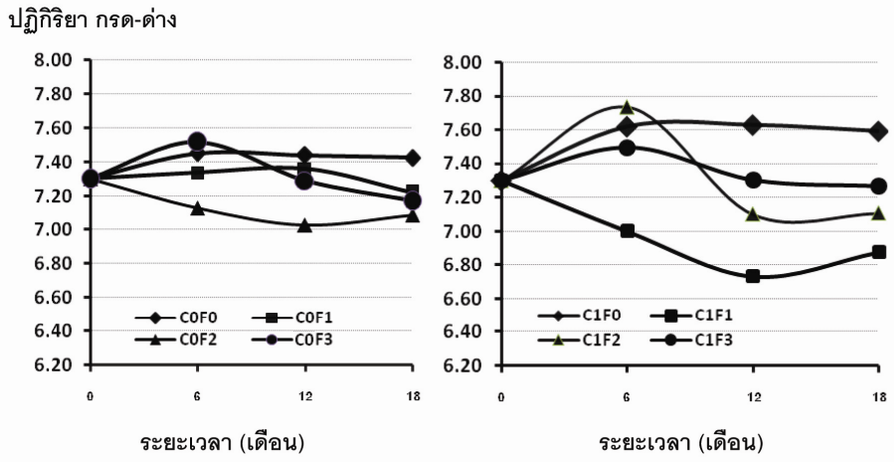
การเปลี่ยนแปลงของดินหลังปลูกฝรั่งอินทรีย์ ในภาพที่ 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยากรด-ด่างของดินปรากฏว่าปฏิกิริยาของดินมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมและมีความแตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธี โดยปฏิกิริยากรด-ด่างของดินไม่แตกต่างกันระหว่างกรรมวิธีที่มีการปลูกพืชคลุมดินกับไม่ปลูก แต่การใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันทำให้ปฏิกิริยากรด-ด่างของดินเปลี่ยนแปลงไป พบว่าการใช้ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศมีผลทำให้ปฏิกิริยากรด-ด่างของดินสูงกว่าปุ๋ยอินทรีย์เอกชนเมื่ออายุ 12 เดือน แต่ปฏิกิริยาของดินในทุกกรรมวิธียังไม่อยู่ในเกณฑ์ที่ทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในดินมีปัญหาในการเป็นประโยชน์ต่อพืช ส่วนใหญ่มีค่าใกล้เป็นกลางซึ่งเหมาะสมต่อการปลูกพืช

ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของดินเปลี่ยนแปลงไป พบว่าผลการใช้ปุ๋ยหมักมีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าในกรรมวิธีไม่ปลูกพืชคลุมและปลูกพืชคลุมมีความแตกต่างกัน ในกรรมวิธีที่ไม่ปลูกพืชคลุมมีแนวโน้มมีค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นหลังการใช้ติดต่อกัน 12 เดือน ขณะที่ในกรรมวิธีที่ปลูกพืชคลุมดินลดต่ำลง อาจเป็นเพราะในกรรมวิธีที่ปลูกพืชคลุมดินมีการดูดใช้ธาตุอาหารสูงกว่าทั้งฝรั่งและพืชคลุมดิน และมีแนวโน้มว่าการใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศช่วยให้ค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นสูงขึ้นกว่ากรรมวิธีการใช้ปุ๋ยหมักของเอกชน (ภาพที่ 2)

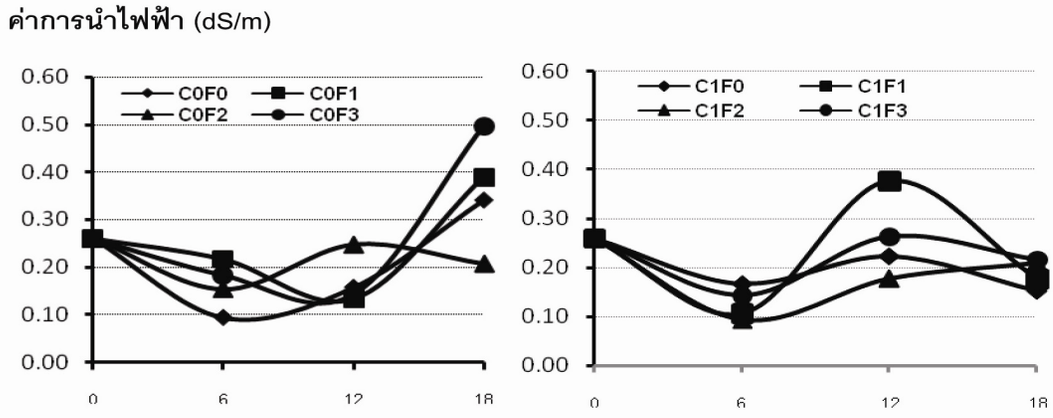
ภาพที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบอินทรียวัตถุในดินรอบรากฝรั่งในรัศมีทรงพุ่ม เมื่อมีการปลูกพืชคลุมดินและใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่แตกต่างกัน ปรากฏว่าการปลูกพืชคลุมดินไม่ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุของดินรอบรากมีความแตกต่างกันแต่กรรมวิธีการใส่ปุ๋ยทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน เมื่อฝรั่งอายุ 12 เดือนการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศมีศักยภาพในการเพิ่มองค์ประกอบอินทรียวัตถุในดินมากกว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เอกชน โดยทำให้องค์ประกอบอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นจากดินก่อนปลูก 2.1% เป็น 4.5% ส่วนการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เอกชนทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นเป็น 3% ซึ่งทำให้ความอุดมสมบูรณ์เพิ่มจากดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง

ภาพที่ 4 แสดงการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินรอบรากฝรั่งในรัศมีทรงพุ่ม เมื่อมีการปลูกพืชคลุมดินและใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่แตกต่างกัน ปรากฏว่าการปลูกพืชคลุมดินไม่ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีความแตกต่างกัน แต่กรรมวิธีการใส่ปุ๋ยทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยเมื่อฝรั่งอายุ 12 เดือนการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศมีศักยภาพในการเพิ่มฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมากกว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เอกชน และการไม่ใส่ปุ๋ย โดยทำให้องค์ประกอบฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นจากดินก่อนปลูก 70 มก./กก. เป็น 300-350 มก./กก.ส่วนการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เอกชนทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นเป็น 100-300 มก./กก. ซึ่งทำให้ปริมาณของฟอสฟอรัสในดินมีความเพียงพอกับความต้องการของพืช ตาม

หลักการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในไม้ผลทั่วๆ ไป ซึ่งกรมวิชาการเกษตร 2548 ได้แนะนำว่า หากปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีปริมาณสูงกว่า 45 มก./กก.แสดงว่าดินมีปริมาณฟอสฟอรัสมีปริมาณสูง (กรมวิชาการเกษตร, 2548) จึงควรใส่ปุ๋ยฟอสเฟตต่ำ

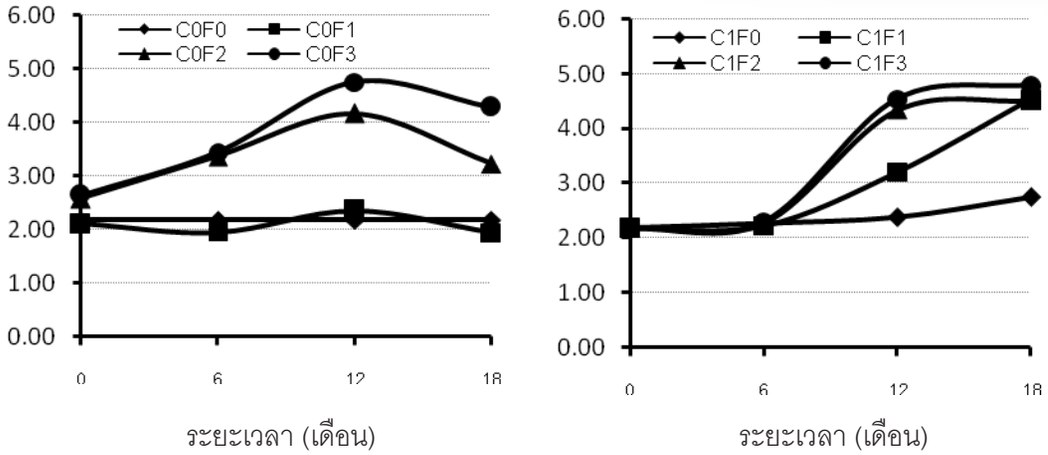


ภาพที่ 1 การเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยา กรด-ด่าง ของดินรอบโคนต้น เมื่อไม่ปลูกพืชคลุมดิน (C0) และปลูกพืชคลุมดิน (C1) ร่วมกับปีที่ 1-2 ไม่ใส่ปุ๋ย (F0) ปีที่ 1-2 ใส่ปุ๋ยหมักเอกชน (F1) ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ ปีที่ 2 ใส่ถั่วเซ็นโตรซีมา 4 กก.น้ำหนักแห้งต่อต้นต่อปี (F2) และ ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ+ใบกระถินป่น และ ปีที่ 2 ใส่ใบกระถินป่น 4 กก.น้ำหนักแห้งต่อต้นต่อปี (F3)



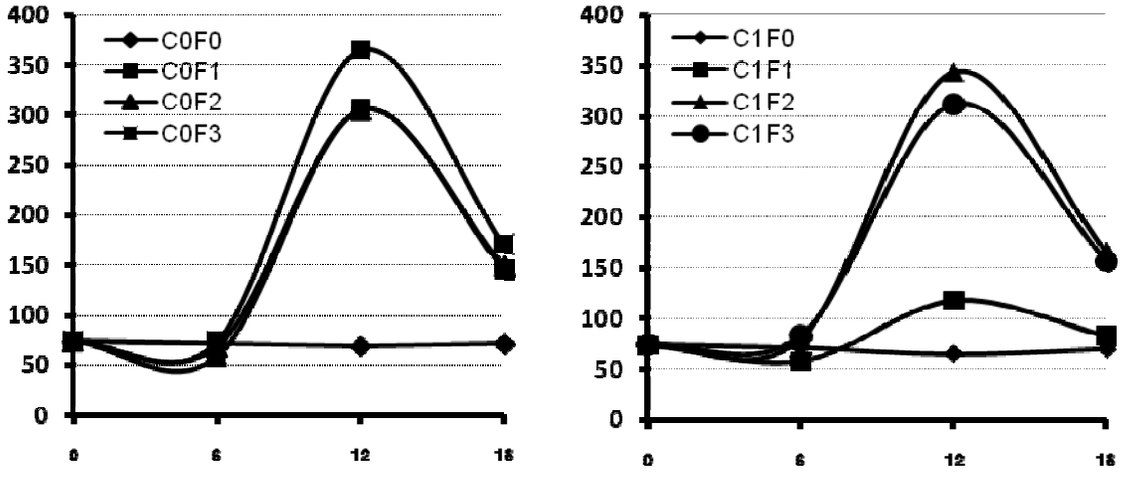
ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของดินรอบโคนต้นฝรั่ง เมื่อไม่ปลูกพืชคลุมดิน (C0) และปลูกพืชคลุมดิน (C1) ร่วมกับปีที่ 1-2 ไม่ใส่ปุ๋ย (F0) ปีที่ 1-2 ใส่ปุ๋ยหมักเอกชน (F1) ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ ปีที่ 2 ใส่ถั่วเซ็นโตรซีมา 4 กก.น้ำหนักแห้งต่อต้นต่อปี (F2) และ ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ+ใบกระถินป่น และ ปีที่ 2 ใส่ใบกระถินป่น 4 กก.น้ำหนักแห้งต่อต้นต่อปี (F3)

อินทรียวัตถุ (%)



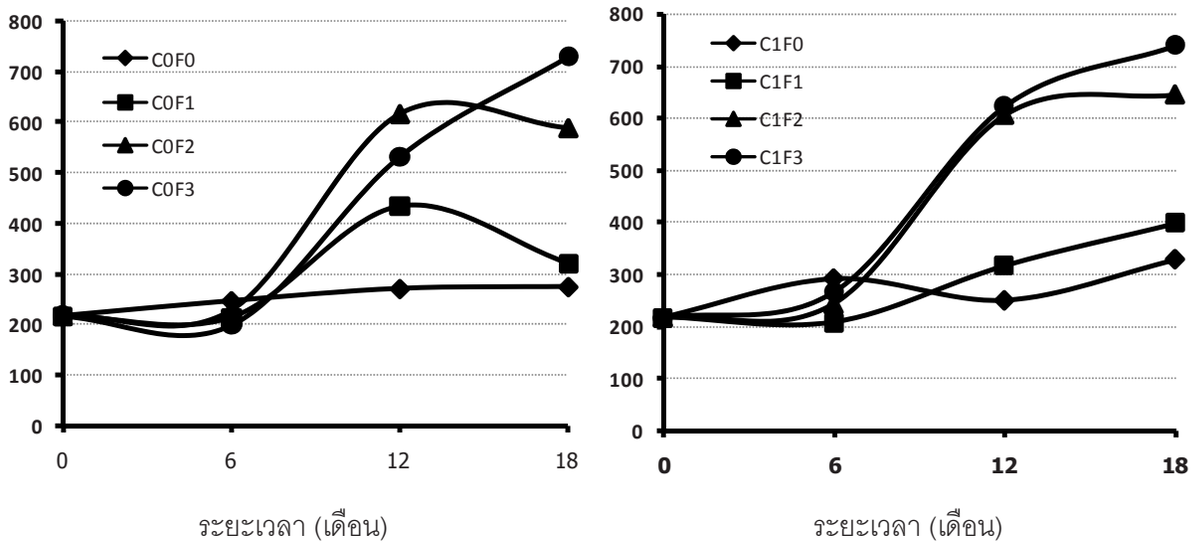
ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของอินทรียวัตถุของดินรอบโคนต้นฝรั่ง เมื่อไม่ปลูกพืชคลุมดิน (C0) และปลูกพืชคลุมดิน (C1) ร่วมกับปีที่ 1-2 ไม่ใส่ปุ๋ย (F0) ปีที่ 1-2 ใส่ปุ๋ยหมักเอกชน (F1) ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ ปีที่ 2 ใส่ถั่วเซ็นโตรซีมา 4 กก.น้ำหนักแห้งต่อต้นต่อปี (F2) และ ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ+ใบกระถินป่น และ ปีที่ 2 ใส่ใบกระถินป่น 4 กก.น้ำหนักแห้งต่อต้นต่อปี (F3)

ฟอสเฟต (Bray-II)



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงของฟอสเฟต (Bray-II-P) ของดินรอบโคนต้นฝรั่ง เมื่อไม่ปลูกพืชคลุมดิน (C0) และปลูกพืชคลุมดิน (C1) ร่วมกับปีที่ 1-2 ไม่ใส่ปุ๋ย (F0) ปีที่ 1-2 ใส่ปุ๋ยหมักเอกชน (F1) ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ ปีที่ 2 ใส่ถั่วเซ็นโตรซีมา 4 กก.น้ำหนักแห้งต่อต้นต่อปี (F2) และ ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ+ใบกระถินป่น และ ปีที่ 2 ใส่ใบกระถินป่น 4 กก.น้ำหนักแห้งต่อต้นต่อปี (F3)

โพแทสเซียมที่สกัดได้ (มก./กก.)



ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงของโพแทสเซียมที่สกัดได้ของดินโคนต้นฝรั่ง เมื่อไม่ปลูกพืชคลุมดิน (C0) และปลูกพืชคลุมดิน (C1) ร่วมกับปีที่ 1-2 ไม่ใส่ปุ๋ย (F0) ปีที่ 1-2 ใส่ปุ๋ยหมักเอกชน (F1) ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ ปีที่ 2 ใส่ถั่วเซ็นโตรซีมา 4 กก.น้ำหนักแห้งต่อต้นต่อปี (F2) และ ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ+ใบกระถินป่น และ ปีที่ 2 ใส่ใบกระถินป่น 4 กก.น้ำหนักแห้งต่อต้นต่อปี (F3)

ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์กับพืชวิเคราะห์จากผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินรอบรากฝรั่งในรัศมีทรงพุ่ม (ภาพที่ 4) เมื่อมีการปลูกพืชคลุมดินและใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่แตกต่างกัน ปรากฏว่าการปลูกพืชคลุมดินไม่ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์มีความแตกต่างกัน แต่กรรมวิธีการใส่ปุ๋ยทำให้ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน เมื่อฝรั่งอายุ 12 เดือน การใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศมีศักยภาพในการเพิ่มโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินมากกว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เอกชน และการไม่ใส่ปุ๋ยอย่างเด่นชัด โดยทำให้องค์ประกอบโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นจากดินก่อนปลูก 218 มก./กก. เป็น 500-700 มก./กก.ส่วนการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เอกชนทำให้ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ เพิ่มขึ้นเป็น 300-400 มก./กก. ซึ่งทำให้ปริมาณของโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มขึ้นจนเกินความเพียงพอกับความต้องการของพืช ตามหลักการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในไม้ผลทั่วไปหากปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินมีปริมาณสูงกว่า 100 มก./กก. แสดงว่าดินมีปริมาณโพแทสเซียมสูงที่เพียงพอต่อความต้องการของพืช (กรมวิชาการเกษตร, 2548) ในปีที่ 2 และ 3 จึงปรับเปลี่ยนกรรมวิธีการทดลอง โดยเน้นใส่เฉพาะปุ๋ยพืชสดที่ให้ไนโตรเจน ซึ่ง F2 ปรับเป็นใส่พืชคลุมดินหรือถั่วเซ็นโตซีมาอย่างเดียวและ F3 ปรับเป็นใส่ในกระถินป่นอย่างเดียว เนื่องจากฟอสเฟตและโพแทชในดินมีมากเพียงพอแล้ว

การเจริญเติบโตของฝรั่ง

ความสูง

ปี 2554 ฝรั่งมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะที่ให้ผลผลิต ความสูงแสดงในตารางที่ 1 กรรมวิธีที่ปลูกพืชคลุมดินไม่มีผลทำให้ความสูงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ปลูกพืชคลุมดิน แต่กรรมวิธีการใส่ปุ๋ยรูปแบบต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย โดยกรรมวิธีที่ ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศร่วมกับในกระถินป่น และปีที่ 2 ใส่ใบกระถินป่นอย่างเดียวสูงที่สุด 2.48 เมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศอย่างเดียว 2.48 เมตร แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหมักเอกชนและกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย 2.27 และ 2.21 เมตร ตามลำดับ ส่วนปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการปลูกพืชคลุมดินและรูปแบบการใส่ปุ๋ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 1 ความสูงของฝรั่งอินทรีย์ (เมตร) เมื่อปลูกพืชคลุมดินและใส่ปุ๋ยรูปแบบต่างกัน ในดินร่วนเหนียวชุดกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครปฐม ปี 2554

การใส่ปุ๋ย		**การปลูกพืชคลุมดิน**		**ปุ๋ยหมัก-เฉลี่ย**[1]
กรรมวิธีปีที่ 1	**กรรมวิธีปีที่ 2-3**	**ไม่ปลูก**	**ปลูกถั่วเซ็นโตรซีมา**	
ไม่ใส่ปุ๋ย	ไม่ใส่ปุ๋ย	2.17	2.25	2.21 b
ปุ๋ยหมักเอกชน	ปุ๋ยหมักเอกชน	2.22	2.31	2.27 b
ปุ๋ยหมักเติมอากาศ	พืชคลุมดินแห้งป่น	2.51	2.45	2.48 ab
ปุ๋ยหมักเติมอากาศ+ใบกระถินป่น	ใบกระถินป่น	2.77	2.58	2.67 a
ปลูกพืชคลุมดิน-เฉลี่ย[2]		2.41	2.40	

CV 9.98 %

[1] ความสูงเฉลี่ยของฝรั่งที่ใส่ปุ๋ยหมัก (สดมภ์) ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

[2] ความสูงเฉลี่ยของฝรั่งที่ปลูกพืชคลุมดิน (แถว) ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ความกว้างของทรงพุ่ม

ทรงพุ่มของฝรั่งในปี 2554 ขยายเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 2) สอดคล้องกับความสูง โดยกรรมวิธีที่ปลูกพืชคลุมดินไม่มีผลทำให้ทรงพุ่มมีความแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ปลูกพืชคลุมดิน แต่กรรมวิธีการใส่ปุ๋ยรูปแบบต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย โดยกรรมวิธีที่ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศร่วมกับใบกระถินป่น และปีที่ 2 ใส่ใบกระถินป่นอย่างเดียวมีขนาดทรงพุ่มสูงสุด 2.69 เมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศอย่างเดียว 2.53 เมตร แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหมักเอกชน และกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย 2.05 และ 1.80 เมตร ตามลำดับ ส่วนปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการปลูกพืชคลุมดินและรูปแบบการใส่ปุ๋ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 2 ความกว้างทรงพุ่มของฝรั่งอินทรีย์ (เมตร) เมื่อปลูกพืชคลุมดินและใส่ปุ๋ยรูปแบบต่างกัน ในดินร่วนเหนียวชุดกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครปฐม ปี 2554

การใส่ปุ๋ย		**การปลูกพืชคลุมดิน**		**ปุ๋ยหมัก-เฉลี่ย**[1]
กรรมวิธีปีที่ 1	**กรรมวิธีปีที่ 2-3**	**ไม่ปลูก**	**ปลูกถั่วเซ็นโตรซีมา**	
ไม่ใส่ปุ๋ย	ไม่ใส่ปุ๋ย	1.83	1.77	1.80 b
ปุ๋ยหมักเอกชน	ปุ๋ยหมักเอกชน	2.07	2.03	2.05 b
ปุ๋ยหมักเติมอากาศ	พืชคลุมดินแห้งป่น	2.67	2.37	2.53 a
ปุ๋ยหมักเติมอากาศ+ใบกระถินป่น	ใบกระถินป่น	2.72	2.65	2.69 a
ปลูกพืชคลุมดิน-เฉลี่ย[2]		2.32	2.21	

CV 12.8 %

[1] ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยของฝรั่งที่ใส่ปุ๋ยหมัก (สดมภ์) ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

[2] ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยของฝรั่งที่ปลูกพืชคลุมดิน (แถว) ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยใช้ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลผลิตของฝรั่งอินทรีย์

ในปี 2554 ฝรั่งมีอายุ 2 ปี เก็บผลผลิตของฝรั่งได้ 3 ครั้ง ผลผลิตรวมแสดงในตารางที่ 3 พบว่ากรรมวิธีที่ปลูกพืชคลุมดินให้ผลผลิตฝรั่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ปลูกพืชคลุมดินให้ผลผลิตสูงกว่ากรรมวิธีไม่ปลูกพืชคลุมดิน 30.3% ส่วนรูปแบบการใส่ปุ๋ยพบว่าการใส่ปุ๋ยรูปแบบต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย รูปแบบการใส่ปุ๋ยที่ให้ผลผลิตผลสดสูงสุดคือกรรมวิธีที่ในปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศผสมผสานกับใบกระถินป่น และปีที่ 2 ใส่ใบกระถินป่นอย่างเดียว 4 กก.น้ำหนักแห้งต่อไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 948 กก.ต่อไร่ต่อปี ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศอย่างเดียว และปีที่ 2 ใส่ถั่วเซ็นโตรซีมาที่ปลูกเป็นพืชคลุมดิน 4 กก.น้ำหนักแห้งต่อไร่ต่อปี และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหมักเอกชน ให้ผลผลิต 828 และ

699 กก.ต่อไร่ต่อปีตามลำดับ ส่วนปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการปลูกพืชคลุมดินและรูปแบบการใส่ปุ๋ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ปรากฏว่าการปลูกพืชคลุมดินร่วมกับใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศและใบกระถินป่นในปีที่ 1 และปีที่ 2 ใส่ใบกระถินป่นอย่างเดียว ให้ผลผลิตสูงสุด 1,068 กก.ต่อไร่ต่อปี

ตารางที่ 3 ผลผลิตผลสดของฝรั่งอินทรีย์ (กก./ไร่) เมื่อปลูกพืชคลุมดินและใส่ปุ๋ยรูปแบบต่างกัน ในดินร่วนเหนียวชุดกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครปฐม ปี 2554

การใส่ปุ๋ย		**การปลูกพืชคลุมดิน**		**ปุ๋ยหมัก-เฉลี่ย**[1]
กรรมวิธีปีที่ 1	**กรรมวิธีปีที่ 2-3**	**ไม่ปลูก**	**ปลูกถั่วเซ็นโตรซีมา**	
ไม่ใส่ปุ๋ย	ไม่ใส่ปุ๋ย	576	646	611 b
ปุ๋ยหมักเอกชน	ปุ๋ยหมักเอกชน	595	803	699 ab
ปุ๋ยหมักเติมอากาศ	พืชคลุมดินแห้งป่น	681	975	828 ab
ปุ๋ยหมักเติมอากาศ+ใบกระถินป่น	ใบกระถินป่น	827	1068	948 a
ปลูกพืชคลุมดิน-เฉลี่ย[2]		670 b	873 a	

CV 19.2 %

[1] ผลผลิตเฉลี่ยของฝรั่งที่ใส่ปุ๋ยหมัก (สดมภ์) ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

[2] ผลผลิตเฉลี่ยของฝรั่งที่ปลูกพืชคลุมดิน (แถว) ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

รายได้เฉลี่ย

ในปี 2554 ฝรั่งมีอายุ 2 ปี เก็บผลผลิตของฝรั่งได้ 3 ครั้ง รายได้รวมเมื่อคำนวณราคาฝรั่งอินทรีย์กิโลกรัมละ 30 บาท (ตารางที่ 4) พบว่ากรรมวิธีที่ปลูกพืชคลุมมีรายได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ปลูกพืชคลุมดิน ซึ่งมีรายได้สูงกว่ากรรมวิธีไม่ปลูกพืชคลุมดิน 28.9% ส่วนรูปแบบการใส่ปุ๋ยพบว่าการใส่ปุ๋ยรูปแบบต่างๆ ทำให้รายได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย รูปแบบการใส่ปุ๋ยที่ทำให้มีรายได้สูงสุดคือกรรมวิธีที่ในปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศผสมผสานกับใบกระถินป่น และปีที่ 2 ใส่ใบกระถินป่นอย่างเดียว 4 กก.น้ำหนักแห้งต่อไร่ มีรายได้เฉลี่ยสูงสุด 27,842 กก.ต่อไร่ต่อปี ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศอย่างเดียว และปีที่ 2 ใส่ถั่วเซ็นโตรซีมาที่ปลูกเป็นพืชคลุมดิน 4 กก. น้ำหนักแห้งต่อไร่ต่อปี และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหมักเอกชน มีรายได้ 24,845 และ 20,962 บาทต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ ส่วนปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการปลูกพืชคลุมดินและรูปแบบการใส่ปุ๋ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ปรากฏว่าการปลูกพืชคลุมดินร่วมกับใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศและใบกระถินป่นในปีที่ 1 และปีที่ 2 ใส่ใบกระถินป่นอย่างเดียว ให้รายได้สูงสุด 30,877 บาทต่อไร่ต่อปี

ตารางที่ 4 รายได้เฉลี่ยทั้งหมด (บาท/ไร่) ของฝรั่ง เมื่อปลูกพืชคลุมดินและใส่ปุ๋ยรูปแบบต่างกัน ในดินร่วนเหนียวชุดกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครปฐม ปี 2554

การใส่ปุ๋ย		การปลูกพืชคลุมดิน		ปุ๋ยหมัก-เฉลี่ย[1]
กรรมวิธีปีที่ 1	**กรรมวิธีปีที่ 2-3**	**ไม่ปลูก**	**ปลูกถั่วเซ็นโตรซีมา**	
ไม่ใส่ปุ๋ย	ไม่ใส่ปุ๋ย	17,294	19,375	18,335 b
ปุ๋ยหมักเอกชน	ปุ๋ยหมักเอกชน	17,840	24,082	20,962 ab
ปุ๋ยหมักเติมอากาศ	พืชคลุมดินแห้งป่น	20,427	29,264	24,845 ab
ปุ๋ยหมักเติมอากาศ+ใบกระถินป่น	ใบกระถินป่น	24,808	30,877	27,842 a
ปลูกพืชคลุมดิน-เฉลี่ย[2]		20,092 b	25,900 a	

CV 19.8 %

[1] รายได้เฉลี่ยทั้งหมดของฝรั่งที่ใส่ปุ๋ยหมัก (สดมภ์) ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

[2] รายได้เฉลี่ยทั้งหมดของฝรั่งที่ปลูกพืชคลุมดิน (แถว) ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%, ฝรั่งราคา 30 บาทต่อกิโลกรัม

น้ำหนักเฉลี่ยต่อผล

น้ำหนักสดเฉลี่ยต่อผลของฝรั่งอินทรีย์ แสดงในตารางที่ 5 พบว่ากรรมวิธีที่ปลูกพืชคลุมมีน้ำหนักผลสดเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ปลูกพืชคลุมดิน ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อผลมากกว่ากรรมวิธีไม่ปลูกพืชคลุมดิน 17.9% ส่วนรูปแบบการใส่ปุ๋ยและปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการปลูกพืชคลุมดินและรูปแบบการใส่ปุ๋ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ความหวาน

ค่าความหวาน (% brix) แสดงในตารางที่ 6 พบว่า การปลูกพืชคลุม รูปแบบการใส่ปุ๋ย และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการปลูกพืชคลุมดินและรูปแบบการใส่ปุ๋ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลการทดลองพบว่าการปลูกพืชคลุมดินทำให้ฝรั่งอินทรีย์เจริญเติบโตดี ส่วนการใส่ปุ๋ยพบว่าการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศร่วมกับใบกระถินป่น ช่วยให้ผลผลิตฝรั่งและการสะสมธาตุอาหารในดินมีความเหมาะสมและการปลูกพืชคลุมดินร่วมกับการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศผสมผสานกับใบกระถินบด ทำให้ผลผลิตสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ และมีรายได้สูงสุด

ตารางที่ 5 น้ำหนักผลสดของฝรั่งอินทรีย์ (กก./ผล) เมื่อปลูกพืชคลุมดินและใส่ปุ๋ยรูปแบบต่างกัน ในดินร่วนเหนียวชุดกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครปฐม ปี 2554

การใส่ปุ๋ย		การปลูกพืชคลุมดิน		ปุ๋ยหมัก-เฉลี่ย[1]
กรรมวิธีปีที่ 1	**กรรมวิธีปีที่ 2-3**	**ไม่ปลูก**	**ปลูกถั่วเซ็นโตรซีมา**	
ไม่ใส่ปุ๋ย	ไม่ใส่ปุ๋ย	0.303	0.366	0.335
ปุ๋ยหมักเอกชน	ปุ๋ยหมักเอกชน	0.316	0.381	0.349
ปุ๋ยหมักเติมอากาศ	พืชคลุมดินแห้งป่น	0.344	0.375	0.359
ปุ๋ยหมักเติมอากาศ+ใบกระถินป่น	ใบกระถินป่น	0.333	0.407	0.370
ปลูกพืชคลุมดิน-เฉลี่ย[2]		0.324 b	0.382 a	

CV 8.84 %

[1] น้ำหนักผลสดเฉลี่ยของฝรั่งที่ใส่ปุ๋ยหมัก (สดมภ์) ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

[2] น้ำหนักผลสดเฉลี่ยของฝรั่งที่ปลูกพืชคลุมดิน (แถว) ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 6 ค่าความหวานของผลสดฝรั่งอินทรีย์ (% brix) เมื่อปลูกพืชคลุมดินและใส่ปุ๋ยรูปแบบต่างกัน ในดินร่วนเหนียวชุดกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครปฐม ปี 2554

การใส่ปุ๋ย		การปลูกพืชคลุมดิน		ปุ๋ยหมัก-เฉลี่ย[1]
กรรมวิธีปีที่ 1	**กรรมวิธีปีที่ 2-3**	**ไม่ปลูก**	**ปลูกถั่วเซ็นโตรซีมา**	
ไม่ใส่ปุ๋ย	ไม่ใส่ปุ๋ย	10.9	10.5	10.7
ปุ๋ยหมักเอกชน	ปุ๋ยหมักเอกชน	10.4	10.5	10.5
ปุ๋ยหมักเติมอากาศ	พืชคลุมดินแห้งป่น	11.2	11.1	11.1
ปุ๋ยหมักเติมอากาศ+ใบกระถินป่น	ใบกระถินป่น	10.5	10.7	10.6
ปลูกพืชคลุมดิน-เฉลี่ย[2]		10.7	10.7	

CV 5.66 %

[1] ค่าความหวานเฉลี่ยของฝรั่งที่ใส่ปุ๋ยหมัก (สดมภ์) ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%[2] ค่าความหวานเฉลี่ยของฝรั่งที่ปลูกพืชคลุมดิน (แถว) ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลจากการทดลองนี้เป็นพื้นฐานที่สำคัญในการนำไปใช้ต่อยอดการพัฒนาการผลิตพืชอินทรีย์ชนิดอื่นๆ ต่อไป การผลิตพืชอินทรีย์มีปัญหาที่สำคัญ 2 ด้านคือ การจัดการธาตุอาหารพืช และการอารักขาพืช ในการทดลองนี้ทำให้ได้ข้อมูลประสิทธิภาพในการใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศร่วมกับใบกระถินป่น ซึ่งจากผลการทดลองในปีที่ 2 ผลผลิตฝรั่งเริ่มให้ข้อมูลที่ชัดเจน ส่วนการปลูกพืชคลุมดินมีความชัดเจนในการควบคุมวัชพืชระหว่างแถวฝรั่ง ได้เกือบร้อยเปอร์เซ็นต์ ในการทดลองในปีที่สองได้ปรับมาใส่เฉพาะพืชคลุมดินกับใบกระถินป่นเพื่อไม่ให้ดินมีฟอสเฟตและโพแทชสูงเกินไป หลังจากผลวิเคราะห์ดินในปีแรกพบว่าการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศทำให้ฟอสเฟตและโพแทชในดินสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังนั้นการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในระบบที่เหมาะสมอาจจะเป็นระบบการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ ร่วมกับใบกระถินป่น ปีเว้นปี หรือใช้ร่วมกันในอัตราที่เหมาะสม หรือหากมีการปลูกพืชคลุมดินก็สามารถตัดพืชคลุมดินใส่โคนต้นพืชเป็นแหล่งไนโตรเจนได้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2543. มาตรฐานการผลิตพืชอินทรีย์แห่งประเทศไทย. กรมวิชาการเกษตร.กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพ. 28 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร. 2552. มาตรฐานการผลิตพืชอินทรีย์แห่งประเทศไทย (ฉบับร่าง). กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพ.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพ.

จิรพงษ์ ประสิทธิเขตร์. 2548. กระบวนการจัดการดินและความอุดมสมบูรณ์ของดินในระบบเกษตรอินทรีย์. เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ หลักสูตรวิทยากรเกษตรอินทรีย์ 3-7 สิงหาคม 2548. 10 หน้า.

วิจิตร วังใน. 2547. การผลิตเงาะและลิ้นจี่ตามแนวเกษตรอินทรีย์ น. 25-30 ในข่าวสารสมาคมพืชสวน ปีที่ 19 ฉบับที่ 3 ประจำเดือนกันยายน- ธันวาคม 2547.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2552. มาตรฐานและข้อกำหนดสำหรับหน่วยรับรองตามมาตรฐาน: IFOAM, JAS, และNOP. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ เขตจตุจักร กรุงเทพ. 259 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2547. นโยบายด้านเกษตรอินทรีย์ในยุคโลกาภิวัฒน์. เอกสารประกอบการสัมมนาโครงการส่งเสริมเกษตรอินทรีย์ จังหวัดเชียงราย. 22 สิงหาคม 2546 ณ ห้องประชุมมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง. น. 6-19.

สมปอง หมื่นแจ้ง. 2550. คู่มือปุ๋ยอินทรีย์ฉบับผู้บริหาร. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตแก้วมังกรอินทรีย์

Research and Development on Organic Dragon Fruit Production Technology

ประไพ ทองระอา[1] ภัสชญภณ หมื่นแจ้ง[1] กัลป์ยกร โปร่งจันทึก[1] ศิริจันทร์ อินทร์น้อย[2]
เพทาย กาญจนเกสร[2] อดุลย์รัตน์ แคล้วคลาด[2] วิทยา ยิ่งยวด[2] เสมอจิตร เกื้อหนุน[1]
กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

การวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตแก้วมังกรอินทรีย์ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาเทคโนโลยีการจัดการดินและธาตุอาหารในการผลิตแก้วมังกรระบบอินทรีย์ตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ กรมวิชาการเกษตร ดำเนินการโดยวางแผนการทดลองแบบ 2x4 factorial in RCB 3 ซ้ำ 8 กรรมวิธี มีปัจจัยในการศึกษา 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยที่ 1 การจัดการดิน มี 2 กรรมวิธี กรรมวิธีที่ 1 ตัดหญ้าเดือนละ 1 ครั้ง และกรรมวิธีที่ 2 ปลูกถั่วเซ็นโตรซึมาคลุมดิน ปัจจัยที่ 2 การใส่ปุ๋ยมี 4 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์เอกชน กรรมวิธีที่ 3 ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ และปีที่ 2 ใส่ถั่วเซ็นโตรซึมาที่ปลูกในแปลง 4 กก.น้ำหนักแห้งต่อต้นต่อปี และกรรมวิธีที่ 4 ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศร่วมกับใบกระถินป่น ปีที่ 2 ใส่ใบกระถินป่น 4 กก.น้ำหนักแห้งต่อต้นต่อปี ดำเนินการในดินชุดกำแพงแสน ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครปฐม ผลการทดลองพบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศร่วมกับใบกระถินป่นในปีที่ 1 และปีที่ 2 ใส่ใบกระถินป่นอย่างเดียว 4 กก. น้ำหนักแห้งต่อต้นต่อปีร่วมกับการปลูกถั่วเซ็นโตรซึมาคลุมดิน ทำให้ความอุดมสมบูรณ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ โดยทำให้อินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในบริเวณรอบๆ ทรงพุ่มของแก้วมังกรเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับสูง และทำให้ผลผลิตน้ำหนักผลสดแก้วมังกรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับกรรมวิธีอื่นๆ ผลจากการทดลองทำให้ได้เทคโนโลยีการจัดการดินและธาตุอาหารในการผลิตแก้วมังกรระบบอินทรีย์ตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ กรมวิชาการเกษตร ได้ชัดเจนขึ้น แต่จำเป็นต้องเก็บข้อมูลต่อเนื่องเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงในปีต่อๆ ไป

ทะเบียนวิจัย 08-01-49-01-13-01-01-52

[1] กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร จตุจักร กรุงเทพฯ

[2] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครปฐม สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 ชัยนาท

บทนำ

แก้วมังกร (Dragon fruit) อยู่ในวงศ์ Cactaceae ซึ่งเป็นวงศ์เดียวกับตะบองเพชร สกุล Hylocereanae แก้วมังกร มีพื้นเพดั้งเดิมอยู่ในอเมริกากลาง เข้ามาในเอเชียที่เวียดนามก่อน โดยบาทหลวงชาวฝรั่งเศสเมื่อประมาณ 100 ปีมาแล้ว โดยปลูกมากตามแนวชายฝั่งทะเลตะวันออกจากเมืองญาตรังไปจนถึงไซ่ง่อน และเพิ่งเข้ามาในไทยเมื่อประมาณ 10 ปี แต่เป็นพันธุ์เนื้อขาว ส่วนพันธุ์เนื้อแดงที่ชื่อแดงสยามเป็นพันธุ์มาจากไต้หวัน (นิดดา และทวีทอง, 2550) แก้วมังกรเป็นไม้เลื้อย มีลำต้นยาวประมาณ 5 เมตร มีรากทั้งในดินและรากอากาศ ชอบดินร่วนระบายน้ำดี ชอบแสงแดดพอเหมาะ โล่งแจ้ง แต่ไม่แรงกล้าเกินไป ดอกสีขาว ขนาดใหญ่กลีบยาวเรียงซ้อนกัน บานตอนกลางคืน ผลแก้วมังกรมีรูปทรงเป็นทรงกลมรี สีของเปลือกผลเมื่อดิบเป็นสีเขียว เมื่อสุกเป็นมีสีแดงม่วงหรือสีบานเย็น มีกลีบเลี้ยงสีเขียวติดอยู่รอบผล ผลแก้วมังกรส่วนใหญ่มีน้ำหนักประมาณ 300 - 600 กรัม เมื่อผ่าผลแก้วมังกรจะเห็นเนื้อของผลแก้วมังกรสีขาวหากผลนั้นเป็นแก้วมังกรพันธุ์เวียดนามหรือพันธุ์ไทย และเนื้อผลจะมีสีแดงหรือชมพูเมื่อผลนั้นเป็นพันธุ์เนื้อสีแดง โดยมีเมล็ดสีดำเล็กคล้ายๆ เม็ดงา หรือเม็ดแมงลัก กระจายฝังอยู่ทั่วเนื้อ แก้วมังกรนิยมรับประทานเป็นผลไม้สด เป็นส่วนผสมของฟรุตสลัดหรือปั่นเป็นน้ำผลไม้ เป็นผลไม้ที่สามารถรับประทานเพื่อบรรเทาอาการโรคความดันโลหิต โรคเบาหวาน ตลอดจนช่วยลดความอ้วนเนื่องจากเป็นผลไม้ที่มีแคลอรีต่ำ เป็นผลไม้ที่มีกากใยสูง มีวิตามินและแร่ธาตุต่างๆ ที่ช่วยทั้งในเรื่องการบำรุงผิวพรรณ กระดูกและฟันแข็งแรง ช่วยดูดซับสารพิษต่างๆ ออกจากร่างกาย เช่น สารตกค้างจากยาฆ่าแมลงที่มากับผัก สารตกค้าง เช่นตะกั่ว ที่มาจากควันท่อไอเสียรถยนต์ และสารอื่นๆ และยังช่วยลดการเกิดมะเร็งอีกด้วย จึงควรมีการพัฒนาเข้าสู่ระบบการผลิตเกษตรอินทรีย์

เกษตรอินทรีย์ คือ ระบบการผลิตที่คำนึงถึงสภาพแวดล้อม รักษาสมดุลของธรรมชาติและความหลากหลายทางชีวภาพ โดยมีระบบการจัดการนิเวศวิทยาที่คล้ายคลึงกับธรรมชาติ และหลีกเลี่ยงการใช้สารสังเคราะห์ ไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยเคมีสารเคมีกำจัดศัตรูพืช และฮอร์โมนต่างๆ ตลอดจนไม่ใช้พืชหรือสัตว์ที่เกิดจากการตัดต่อทางพันธุกรรม ที่อาจก่อให้เกิดมลพิษในสภาพแวดล้อมเน้นการใช้อินทรียวัตถุ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยชีวภาพ ในการปรับปรุงบำรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ เพื่อให้ต้นพืชมีความแข็งแรง สามารถต้านทานโรคและแมลงได้ด้วยตนเอง รวมถึงการนำเอาภูมิปัญญาชาวบ้านมาใช้ประโยชน์ด้วย ผลผลิตที่ได้จะปลอดภัยจากอันตรายของสารพิษตกค้าง ทำให้ปลอดภัยทั้งผู้ผลิตผู้บริโภค และไม่ทำให้สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรมลงอีกด้วย (กรมวิชาการเกษตร, 2543) หลักเกณฑ์หรือข้อกำหนดที่สำคัญของการผลิตพืชอินทรีย์ตามมาตรฐานสากล ได้แก่ พื้นที่ที่ผลิตพืชอินทรีย์จะต้องไม่มีสารพิษตกค้างอยู่ในดิน ห่างจากโรงงานอุตสาหกรรม และแปลงปลูกพืชที่ใช้สารเคมี แหล่งน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตต้องสะอาดปราศจากสารพิษตกค้างและการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค จะต้องมีแนวกันชน (buffer zone) ผ่านช่วงระยะเวลาปรับเปลี่ยนเป็นระบบเกษตรอินทรีย์มาแล้ว 1 ปี สำหรับพืชล้มลุก ระยะเวลา 1 ปี 6 เดือน สำหรับไม้ยืนต้น การปรับปรุงบำรุงดิน การเพิ่มความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต การควบคุมโรคแมลงศัตรูพืชโดยไม่ใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมี เมล็ดพันธุ์และส่วนขยายพันธุ์ต้องมาจากกระบวนการผลิตแบบอินทรีย์ รวมทั้งห้ามใช้พันธุ์พืชที่ได้จากการตัดต่อสารพันธุกรรมและ/หรือผ่านการฉายรังสี การเก็บเกี่ยวการบรรจุผลผลิตและการขนส่ง ต้องทำด้วยความระมัดระวัง เพื่อป้องกันการสูญเสียสภาพการเป็นอินทรีย์ ต้องมีการบันทึกข้อมูล การทวนสอบย้อนกลับของผลิตผลและผลิตภัณฑ์ต่างๆ เป็นต้น (กรมวิชาการเกษตร, 2552)

ในปัจจุบันระบบเกษตรอินทรีย์เริ่มมีความสำคัญมากยิ่งขึ้น เนื่องจากผู้บริโภคได้เห็นพิษภัยจากสารเคมีที่ตกค้างในพืชผลที่บริโภคกันเป็นประจำวัน ตั้งแต่ ปี 2540-2544 พบว่า มีผู้ป่วยจากสารเคมีที่ใช้กำจัดศัตรูพืช 4-7 คน ต่อประชากร 100,000 คน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2547) ในการทำเกษตรอินทรีย์อาจต้องมีการจัดการระบบการปลูกพืช เช่น การใช้พืชตระกูลถั่วร่วมกับพืชอื่น โดยพืชตระกูลถั่วสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งจะมีผลตกค้างถึงพืชที่ปลูกตามมา จะช่วยทำให้การหมุนเวียนของธาตุอาหารพืชในดินเป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น (จิรพงษ์, 2548) และ Seithep *et al.,* (2009) ได้เปรียบเทียบการผลิตปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศและแบบกลับกอง พบว่า อุณหภูมิ pH และความชื้น ในกองปุ๋ยทั้งสองแบบไม่มีความแตกต่างกัน แต่ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ cellulose ของจุลินทรีย์กลุ่ม mesophilic และ thermophilic ที่สามารถผลิตเอนไซม์ cellulose สูงกว่าแบบกลับกอง และได้สรุปว่าปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบกลับกองทั่วไป เนื่องจากทำให้กองปุ๋ยมีสภาพที่มีอากาศอย่างเพียงพอ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการทำปุ๋ยหมัก เนื่องจากช่วยเพิ่มการเจริญของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลาย ดังนั้น การหมักปุ๋ยแบบเติมอากาศ จึงเป็นวิธีการผลิตปุ๋ยหมักอีกวิธีหนึ่งที่สามารถใช้เป็นทางเลือกนำไปขยายผลสู่เกษตรกรได้ สมปอง (2550) ที่ได้พัฒนาต้นแบบการผลิตปุ๋ยหมักแบบอากาศ และได้แนะนำว่าคุณภาพของปุ๋ยหมักขึ้นอยู่กับชนิดวัตถุดิบและวิธีการหมัก การทดลองนี้จึงมีความประสงค์เพื่อให้ได้เทคโนโลยีการจัดการดินและธาตุอาหารในการผลิตแก้วมังกรระบบอินทรีย์ตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ กรมวิชาการเกษตร โดยผสมผสานวิธีการจัดการดินและการใส่ปุ๋ยรูปแบบต่างๆ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินและผลผลิตของแก้วมังกรที่ผลิตในระบบเกษตรอินทรีย์

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศ
2. แก้วมังกรพันธุ์ไต้หวัน (เนื้อแดง)
3. เมล็ดพันธุ์ถั่วเซนโตซึมา
4. จอบ เสียม
5. สารกำจัดศัตรูพืช ไวท์ออย และปิโตรเลียมออย
6. แปลงทดลองปลอดการใช้สารเคมี มากกว่า 3 ปี ขนาด 2.5 ไร่ ปลูกกล้วยเป็นแนวป้องกันการปนเปื้อน
7. น้ำจากบ่อพักน้ำ

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ 2x4 Factorial in RCB มี 3 ซ้ำ 8 กรรมวิธี มี 2 ปัจจัย รวม 24 แปลงย่อย

ปัจจัยที่ 1. การจัดการดิน มี 2 กรรมวิธี

กรรมวิธีที่ 1 ตัดหญ้าเดือนละ 1 ครั้ง

กรรมวิธีที่ 2 ปลูกถั่วเซนโตรซึมาคลุมดิน

ปัจจัยที่ 2 ใส่ปุ๋ย 4 รูปแบบ คือ

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย

กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์เอกชน

กรรมวิธีที่ 3 ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ (วัสดุมูลไก่แกลบ+มูลวัว) ผลิตใช้เอง
ปีที่ 2 ใส่พืชคลุม (ถั่วเซ็นโตรซีมา) แห้ง 4 กก/ต้น/ปี

กรรมวิธีที่ 4 ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ (วัสดุมูลไก่แกลบ+มูลวัว) ผลิตใช้เอง ร่วมกับใบกระถินป่น 2 กก.น้ำหนักแห้งต่อต้นต่อปี
ปีที่ 2 ใส่ใบกระถินป่น 4 กก.น้ำหนักแห้ง/ต้น/ปีอย่างเดียว (F3)

วิธีปฏิบัติการทดลอง

การวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดินก่อนปลูก ปรับพื้นที่ เตรียมดิน แบ่งแปลงย่อย ขุดหลุม วางระบบน้ำ จัดหาพันธุ์แก้วมังกร ใช้ระยะปลูก 3x3 ตารางเมตรต่อต้น และปลูกพืชคลุมดินระหว่างแถวในกรรมวิธีที่ปลูกพืชคลุมดินโดยคลุกเชื้อไรโซเบียมอัตรา 200 กรัมต่อไร่ ใส่ปุ๋ยแต่ละชนิดรอบทรงพุ่มตามที่กำหนดในกรรมวิธีการทดลอง ปีละ 2 ครั้ง ดูแลรักษา พ่นสารไวท์ออยเมื่อพบการระบาดของแมลงศัตรูพืช ตัดหญ้าในกรรมวิธีที่ไม่ปลูกพืชคลุมดิน เดือนละ 1 ครั้ง โดยไม่ต้องเก็บเศษวัชพืชออกจากแปลง การเก็บข้อมูล การเปลี่ยนแปลงความอุดมสมบูรณ์ของดินทุกปี วัดการเจริญเติบโตและผลผลิตของแก้วมังกร วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ DMRT และ LSD

ระยะเวลา เดือน ตุลาคม 2553 **สิ้นสุด** กันยายน 2554

สถานที่ทำการทดลอง กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร และ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครปฐม อ.กำแพงแสน จ,นครปฐม

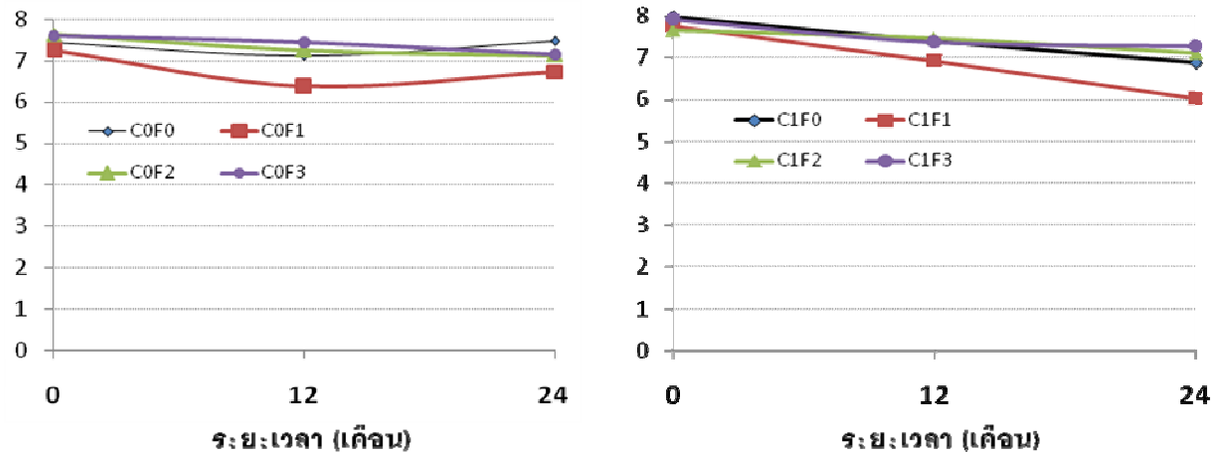
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของดิน

การประเมินคุณภาพดินจากผลการวิเคราะห์ดินปรากฏว่าดินก่อนปลูกเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง โดยมีปฏิกิริยากรด-ด่าง 7.1 การนำไฟฟ้า 0.26 dS/m อินทรียวัตถุ 2.25 % ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 79 มก./กก. โพแทสเซียมที่สกัดได้ 293 มก./กก. ซัลเฟอร์ 97 มก./กก. แคลเซียม 2,984 มก./กก. แมกนีเซียม 293 มก./กก. เหล็ก 19.5 มก./กก. แมงกานีส 24.5 มก./กก. สังกะสี 1.68 มก./กก. และทองแดง 1.62 มก./กก. มีระดับธาตุอาหาร ฟอสฟอรัส ปานกลาง และโพแทสเซียม ค่อนข้างสูง การเปลี่ยนแปลงของดินเมื่อปลูกแก้วมังกรด้วยระบบอินทรีย์ ภาพที่ 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยากรด-ด่างของดิน ปรากฏว่าปฏิกิริยาของดินมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมและมีความแตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธี โดยปฏิกิริยากรด-ด่างของดินไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธีที่มีการปลูกพืชคลุมดินกับไม่ปลูก แต่กรรมวิธีใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันทำให้ปฏิกิริยากรด-ด่างของดินลดลงเล็กน้อย ทั้งการใส่ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศและใส่ปุ๋ยอินทรีย์เอกชน ทั้งหลังปลูก ซึ่งมีผลทำให้ปฏิกิริยาในดินมีความเหมาะสมต่อการเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช (คณาจารย์ปฐพีวิทยา, 2545) การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบอินทรียวัตถุในดินในรัศมีทรงพุ่ม เมื่อมีการปลูกพืชคลุมดินและใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันปรากฏว่าการปลูกพืชคลุมดินไม่ทำ

ให้ปริมาณอินทรียวัตถุของดินมีความแตกต่างกัน แต่กรรมวิธีการใส่ปุ๋ยปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน เมื่อฝรั่งอายุ 12 เดือนการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศมีศักยภาพในการเพิ่มองค์ประกอบอินทรียวัตถุในดินมากกว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เอกชน โดยทำให้องค์ประกอบอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนหลังการปลูกเพียง 12 เดือน ซึ่งทำให้ระดับความอุดมสมบูรณ์เพิ่มจากดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางเป็นดินที่มีระดับความอุดมสมบูรณ์สูง (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

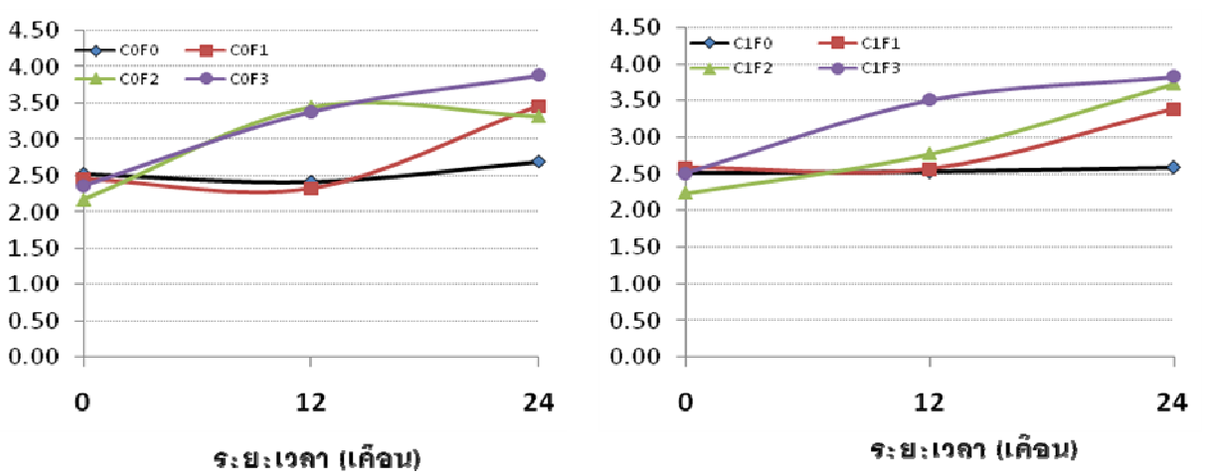
ปฏิกิริยา กรด-ด่าง (น้ำ 1:1)



ภาพที่ 1. การเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยา กรด-ด่าง ของดินรอบทรงพุ่มแก้วมังกร เมื่อไม่ปลูกพืชคลุมดิน (C0) และปลูกพืชคลุมดิน (C1) ร่วมกับปีที่ 1-2 ไม่ใส่ปุ๋ย (F0) ปีที่ 1-2 ใส่ปุ๋ยหมักเอกชน (F1) ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ ปีที่ 2 ใส่ถั่วเซ็นโตรซีมา 4 กก.น้ำหนักแห้งต่อต้นต่อปี (F2) และ ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ+ใบกระถินป่น และ ปีที่ 2 ใส่ใบกระถินป่น 4 กก.น้ำหนักแห้งต่อต้นต่อปี (F3)

อินทรียวัตถุ

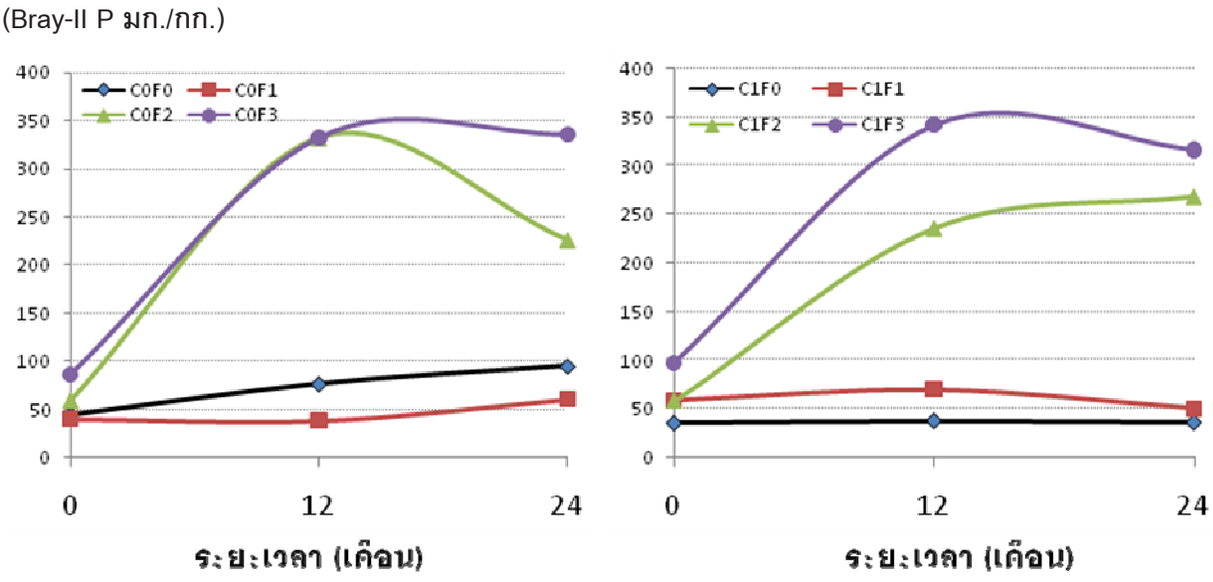
(%)



ภาพที่ 2. การเปลี่ยนแปลงของอินทรียวัตถุของดินรอบทรงพุ่มแก้วมังกร เมื่อไม่ปลูกพืชคลุมดิน (C0) และปลูกพืชคลุมดิน (C1) ร่วมกับปีที่ 1-2 ไม่ใส่ปุ๋ย (F0) ปีที่ 1-2 ใส่ปุ๋ยหมักเอกชน (F1) ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ ปีที่ 2

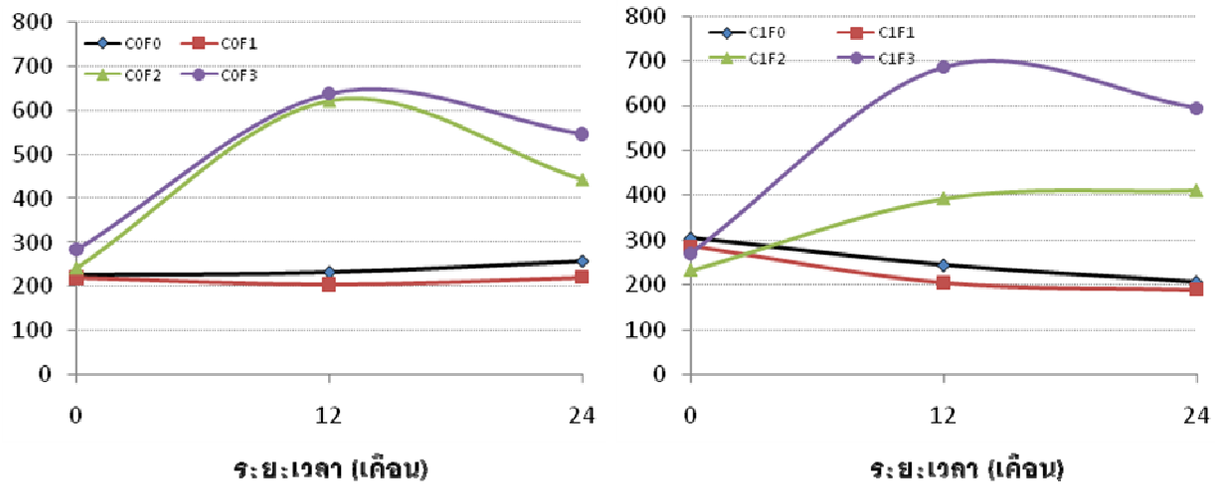
ใส่ถั่วเซ็นโตรซีมา 4 กก.น้ำหนักแห้งต่อต้นต่อปี (F2) และ ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ+ใบกระถินป่น และ ปีที่ 2 ใส่ใบกระถินป่น 4 กก.น้ำหนักแห้งต่อต้นต่อปี (F3)

การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินในรัศมีทรงพุ่ม เมื่อมีการปลูกพืชคลุมดินและใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันปรากฏว่าการปลูกพืชคลุมดินไม่ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีความแตกต่างกัน แต่กรรมวิธีการใส่ปุ๋ยทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยเมื่ออายุ 12 และ 24 เดือน การใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศและการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศร่วมกับใบกระถินป่น มีศักยภาพในการเพิ่มฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมากกว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เอกชนและการไม่ใส่ปุ๋ย โดยทำให้องค์ประกอบฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นจากดินก่อนปลูกมากกว่า 200 มก./กก. ส่วนการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เอกชนทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นน้อย (ภาพที่ 3) จึงทำให้ได้เทคโนโลยี ในการจัดการฟอสฟอรัสเบื้องต้นในการปลูกแก้วมังกรอินทรีย์เพื่อทำให้ปริมาณของฟอสฟอรัสในดินมีความเพียงพอกับความต้องการของพืช ตามหลักการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในไม้ผลทั่วๆ ไปหากปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีปริมาณสูงกว่า 45 มก./กก.แสดงว่าดินมีปริมาณฟอสฟอรัสมีปริมาณสูง (กรมวิชาการเกษตร, 2548)



ภาพที่ 3. การเปลี่ยนแปลงของฟอสเฟต (Bray-II-P) ของดินรอบทรงพุ่มแก้วมังกร เมื่อไม่ปลูกพืชคลุมดิน (C0) และปลูกพืชคลุมดิน (C1) ร่วมกับปีที่ 1-2 ไม่ใส่ปุ๋ย (F0) ปีที่ 1-2 ใส่ปุ๋ยหมักเอกชน (F1) ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ ปีที่ 2 ใส่ถั่วเซ็นโตรซีมา 4 กก.น้ำหนักแห้งต่อต้นต่อปี (F2) และ ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ+ใบกระถินป่น และ ปีที่ 2 ใส่ใบกระถินป่น 4 กก.น้ำหนักแห้งต่อต้นต่อปี (F3)

โพแทสเซียมที่สกัดได้ (มก./กก.)



ภาพที่ 4. การเปลี่ยนแปลงของโพแทสเซียมที่สกัดได้ของดินรอบทรงพุ่มแก้วมังกร เมื่อไม่ปลูกพืชคลุมดิน (C0) และปลูกพืชคลุมดิน (C1) ร่วมกับปีที่ 1-2 ไม่ใส่ปุ๋ย (F0) ปีที่ 1-2 ใส่ปุ๋ยหมักเอกชน (F1) ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ ปีที่ 2 ใส่ถั่วเซ็นโตรซีมา 4 กก.น้ำหนักแห้งต่อต้นต่อปี (F2) และ ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ+ใบกระถินป่น และ ปีที่ 2 ใส่ใบกระถินป่น 4 กก.น้ำหนักแห้งต่อต้นต่อปี (F3)

ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์กับพืชวิเคราะห์จากผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินรอบรัศมีทรงพุ่มแก้วมังกร (ภาพที่ 4) เมื่อมีการปลูกพืชคลุมดินและใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่แตกต่างกัน ปรากฏว่าการปลูกพืชคลุมดินไม่ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์มีความแตกต่างกัน แต่กรรมวิธีการใส่ปุ๋ยทำให้ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน เมื่ออายุ 12 เดือน พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศมีศักยภาพในการเพิ่มโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินมากกว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เอกชน และการไม่ใส่ปุ๋ยอย่างเด่นชัด จนทำให้ปริมาณของโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินเกินความความต้องการของพืช เพราะว่าตามหลักการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในไม้ผลทั่วไปหากปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินมีปริมาณสูงกว่า 100 มก./กก. แสดงว่าดินมีปริมาณโพแทสเซียมสูงเพียงพอต่อความต้องการของพืช (กรมวิชาการเกษตร, 2548) ในปีที่ 2 เมื่อปรับเปลี่ยนกรรมวิธีการทดลอง โดยเน้นใส่เฉพาะพืชสดที่ให้ไนโตรเจน เป็นใส่ถั่วเซ็นโตซีมาอย่างเดียว และในกระถินป่นอย่างเดียว ในกรรมวิธีการใส่ปุ๋ย F2 และ F3 พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินลดลงอย่างชัดเจน

การเจริญเติบโตและผลผลิต

การเจริญเติบโต

ในปี 2554 แก้วมังกรมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะที่ให้ผลผลิต กรรมวิธีที่ปลูกพืชคลุมดินไม่มีผลทำให้ความสูงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ปลูก แต่กรรมวิธีการใส่ปุ๋ยทำให้ความสูงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย โดยกรรมวิธีที่ ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศร่วมกับใน

กระถินป่น และปีที่ 2 ใส่ใบกระถินป่นอย่างเดียวสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศอย่างเดียว และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์เอกชน ส่วนปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการปลูกพืชคลุมดินและการใส่ปุ๋ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 1 ความสูงของเถาแก้วมังกร (เมตร) เมื่อปลูกพืชคลุมดินและใส่ปุ๋ยรูปแบบต่างกันในดินร่วนเหนียวชุดกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครปฐม ปี 2554

การใส่ปุ๋ย		การปลูกพืชคลุมดิน		ปุ๋ยหมัก-เฉลี่ย[1]
กรรมวิธีปีที่ 1	**กรรมวิธีปีที่ 2-3**	**ไม่ปลูก**	**ปลูกถั่วเซ็นโตรซีมา**	
ไม่ใส่ปุ๋ย	ไม่ใส่ปุ๋ย	2.17	2.25	1.71 b
ปุ๋ยหมักเอกชน	ปุ๋ยหมักเอกชน	2.22	2.31	2.04 ab
ปุ๋ยหมักเติมอากาศ	พืชคลุมดินแห้งป่น	2.51	2.45	2.33 a
ปุ๋ยหมักเติมอากาศ+ใบกระถินป่น	ใบกระถินป่น	2.77	2.58	2.39 a
ปลูกพืชคลุมดิน-เฉลี่ย[2]		2.06	2.18	

CV 13.9 %

[1] ความสูงของเถาแก้วมังกร ที่ใส่ปุ๋ยหมัก (สดมภ์) ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

[2] ความสูงของเถาแก้วมังกรที่ปลูกพืชคลุมดิน (แถว) ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลผลิตผลสด

ในปี 2554 แก้วมังกร มีอายุ 2 ปี ผลผลิตรวมแสดงในตารางที่ 3 พบว่ากรรมวิธีที่ปลูกพืชคลุมดินให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ปลูกพืชคลุมดิน ส่วนรูปแบบการใส่ปุ๋ยพบว่าการใส่ปุ๋ยรูปแบบต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยที่ให้ผลผลิตผลสดสูงสุดคือกรรมวิธีที่ในปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศผสมผสานกับใบกระถินป่น และปีที่ 2 ใส่ใบกระถินป่นอย่างเดียว 4 กก.น้ำหนักแห้งต่อไร่ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศอย่างเดียว และปีที่ 2 ใส่ถั่วเซ็นโตรซีมาที่ปลูกเป็นพืชคลุมดิน 4 กก.น้ำหนักแห้งต่อไร่ต่อปี ส่วนปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการปลูกพืชคลุมดินและรูปแบบการใส่ปุ๋ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าการปลูกถั่วเซ็นโตรซีมาคลุมดินทำให้ผลผลิตแก้วมังกรสูงอย่างชัดเจน สอดคล้องกับข้อมูลการเจริญเติบโตและความอุดมสมบูรณ์ของดินที่กล่าวมาแล้ว

รายได้เฉลี่ย

ในปี 2554 รายได้รวมเมื่อคำนวณราคาแก้วมังกรอินทรีย์ กิโลกรัมละ 30 บาท (ตารางที่ 3) พบว่ากรรมวิธีที่ปลูกพืชคลุมมีรายได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ปลูกพืชคลุมดิน แต่ทำให้มีรายได้สูงกว่ากรรมวิธีไม่ปลูกพืชคลุมดิน 9.1% ส่วนรูปแบบการใส่ปุ๋ยพบว่าการใส่ปุ๋ยรูปแบบต่างๆ ทำให้รายได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย รูปแบบการใส่ปุ๋ยที่ทำให้มีรายได้สูงสุดอย่างชัดเจนคือกรรมวิธีที่ในปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศผสมผสานกับใบกระถินป่น และปีที่ 2 ใส่ใบกระถินป่นอย่างเดียว 4 กก.น้ำหนักแห้งต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ปีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศอย่างเดียว และปีที่ 2 ใส่ถั่วเซ็นโตรซีมาทีปลูกเป็นพืชคลุมดิน 4 กก. น้ำหนักแห้งต่อไร่ต่อปี และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการปลูกพืชคลุมดินและรูปแบบการใส่ปุ๋ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีความสอดคล้องกับข้อมูลคุณภาพดินการเจริญเติบโตและผลผลิตที่ได้กล่าวมาแล้ว

ตารางที่ 2 ผลผลิตผลสดของแก้วมังกรอินทรีย์ (กก./ไร่) ในปี 2554 เมื่อปลูกพืชคลุมดินและใส่ปุ๋ยรูปแบบต่างกัน ในดินร่วนเหนียวชุดกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครปฐม

การใส่ปุ๋ย		การปลูกพืชคลุมดิน		ปุ๋ยหมัก-เฉลี่ย[1]
กรรมวิธีปีที่ 1	**กรรมวิธีปีที่** 2-3	**ไม่ปลูก**	**ปลูกถั่วเซ็นโตรซีมา**	
ไม่ใส่ปุ๋ย	ไม่ใส่ปุ๋ย	244 d	288 bcd	256 c
ปุ๋ยหมักเอกชน	ปุ๋ยหมักเอกชน	286 cd	313 abc	299 bc
ปุ๋ยหมักเติมอากาศ	พืชคลุมดินแห้งป่น	321 abc	340 abc	330 ab
ปุ๋ยหมักเติมอากาศ+ใบกระถินป่น	ใบกระถินป่น	350 ab	371 a	360 a
ปลูกพืชคลุมดิน-เฉลี่ย[2]		300	328	

CV 7.53 %

[1] ผลผลิตเฉลี่ยของแก้วมังกรที่ใส่ปุ๋ยหมัก (สดมภ์) ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

[2] ผลผลิตเฉลี่ยของแก้วมังกรที่ปลูกพืชคลุมดิน (แถว) ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลการทดลองพบว่าการปลูกพืชคลุมดินทำให้แก้วมังกรที่ปลูกในระบบอินทรีย์มีแนวโน้มเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่ดีกว่าการตัดหญ้าเดือนละ 1 ครั้ง ส่วนการใส่ปุ๋ยพบว่าการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศร่วมกับใบกระถินป่นในปี

ที่ 1 และปีที่ 2 ใส่ใบกระถินป่น หรือ ใส่ถั่วเซ็นโตรซีมา 4 กก. น้ำหนักแห้งต่อไร่ ทำให้ผลผลิตแก้วมังกรและการสะสมธาตุอาหารในดินมีความเหมาะสม และมีรายได้สูงขึ้น

ตารางที่ 3 รายได้เฉลี่ยทั้งหมด (บาท/ไร่) ของแก้วมังกรในปี 2554 เมื่อปลูกพืชคลุมดินและใส่ปุ๋ยรูปแบบต่างกัน ในดินร่วนเหนียวชุดกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครปฐม

การใส่ปุ๋ย		**การปลูกพืชคลุมดิน**		**ปุ๋ยหมัก-เฉลี่ย**[1]
กรรมวิธีปีที่ 1	**กรรมวิธีปีที่ 2-3**	**ไม่ปลูก**	**ปลูกถั่วเซ็นโตรซีมา**	
ไม่ใส่ปุ๋ย	ไม่ใส่ปุ๋ย	8,533	10,063	9,298 c
ปุ๋ยหมักเอกชน	ปุ๋ยหมักเอกชน	10,014	10,944	10,479 bc
ปุ๋ยหมักเติมอากาศ	พืชคลุมดินแห้งป่น	11,235	11,891	11,563 ab
ปุ๋ยหมักเติมอากาศ+ใบกระถินป่น	ใบกระถินป่น	12,258	12,973	12,615 a
ปลูกพืชคลุมดิน-เฉลี่ย[2]		10,510	11,468	

CV 19.8 %

[1] รายได้เฉลี่ยทั้งหมดของแก้วมังกรที่ใส่ปุ๋ยหมัก (สดมภ์) ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

[2] รายได้เฉลี่ยทั้งหมดของแก้วมังกรที่ปลูกพืชคลุมดิน (แถว) ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%, ราคา 30 บาทต่อกิโลกรัม

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลจากการทดลองนี้เป็นพื้นฐานที่สำคัญในการนำไปใช้ต่อยอดการพัฒนาการผลิตพืชอินทรีย์ชนิดอื่นๆ ต่อไป การผลิตพืชอินทรีย์มีปัญหาที่สำคัญ 2 ด้านคือ การจัดการธาตุอาหารพืช และการอารักขาพืช ในการทดลองนี้ทำให้ได้ข้อมูลประสิทธิภาพในการใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศร่วมกับใบกระถินป่น ซึ่งจากผลการทดลองในปีที่ 2 ผลผลิตแก้วมังกรเริ่มให้ข้อมูลที่ชัดเจน ส่วนการปลูกพืชคลุมดินมีความชัดเจนในการควบคุมวัชพืชระหว่างแถวได้เกือบร้อยเปอร์เซ็นต์ ในการทดลองในปีที่ 2 ได้ปรับมาเปรียบเทียบ การใส่เฉพาะพืชคลุมดิน หรือเฉพาะใบกระถินป่น เพื่อไม่ให้ดินมีฟอสเฟตและโพแทชสูงเกินไป หลังจากผลวิเคราะห์ดินในปีแรกพบว่าการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศทำให้ฟอสเฟตและโพแทชในดินสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว และเป็นการลดต้นทุนค่าปุ๋ยด้วย ดังนั้นการนำองค์ความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการผลิตพืชอินทรีย์ ควรนำเทคนิคการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ ร่วมกับใบกระถินป่น ปีเว้นปี หรือใช้ร่วมกันในอัตราที่เหมาะสม หรือหากมีการปลูกพืชคลุมดินก็สามารถตัดพืชคลุมดินใส่โคนต้นพืชเป็นแหล่งไนโตรเจนได้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2543. มาตรฐานการผลิตพืชอินทรีย์แห่งประเทศไทย. กรมวิชาการเกษตร.กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพ. 28 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร. 2552. มาตรฐานการผลิตพืชอินทรีย์แห่งประเทศไทย (ฉบับร่าง). กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพ.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพ.

จิรพงษ์ ประสิทธิเขตร์. 2548. กระบวนการจัดการดินและความอุดมสมบูรณ์ของดินในระบบเกษตรอินทรีย์. เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ หลักสูตรวิทยากรเกษตรอินทรีย์ 3-7 สิงหาคม 2548. 10 หน้า.

วิจิตร วังใน. 2547. การผลิตเงาะและลิ้นจี่ตามแนวเกษตรอินทรีย์ น. 25-30 ใน ข่าวสารสมาคมพืชสวน ปีที่ 19 ฉบับที่ 3 ประจำเดือนกันยายน- ธันวาคม 2547.

นิดดา หงส์วิวัฒน์ และทวีทอง หงส์วิวัฒน์. 2550. แก้วมังกร ในผลไม้ 111 ชนิด: คุณค่าอาหารและการกิน. กรุงเทพฯ. หน้า 37-39.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2552. มาตรฐานและข้อกำหนดสำหรับหน่วยรับรองตามมาตรฐาน: IFOAM, JAS, และNOP. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ เขตจตุจักร กรุงเทพ. 259 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2547. นโยบายด้านเกษตรอินทรีย์ในยุคโลกาภิวัฒน์. เอกสารประกอบการสัมมนาโครงการส่งเสริมเกษตรอินทรีย์ จังหวัดเชียงราย. 22 สิงหาคม 2546 ณ ห้องประชุมมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง. น. 6-19.

สมปอง หมื่นแจ้ง. 2550. คู่มือปุ๋ยอินทรีย์ฉบับผู้บริหาร. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

การวิจัยและพัฒนาระบบฐานข้อมูลดินเพื่อการสร้างศักยภาพในการผลิตของดินในแหล่งปลูกปาล์มน้ำมัน

The Database Development of Soil to Sustaining Soil Productivity under Oil Palm Areas

จินดารัตน์ ชื่นรุ่ง บรรณพิชญ์ สัมฤทธิ์ รมิดา ขันตรีกรม อภิรัฐ ขาวสวี

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

ได้ดำเนินการสำรวจและเก็บตัวอย่างดินในแหล่งปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ต่างๆ ของภาคใต้จำนวน 13 จุด ได้แก่ **จุดที่ 1** ไร่เกษตรกร บ้านห้วยลึก ต.วิสัยใต้ อ.สวี จ.ชุมพร ที่พิกัด 47 P 0508631 UTM 1142952 ความสูงจากระดับน้ำทะเล 25 เมตร **จุดที่ 2** ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎรธานี บ้านท่าแร่ ต.ท่าอุแท อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี ที่พิกัด 47 P 0569291 UTM 1009196 ความสูงจากระดับน้ำทะเล 17 เมตร **จุดที่ 3** ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎรธานี บ้านท่าแร่ ต.ท่าอุแท อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี พิกัด 47 P 0565973 UTM 1009386 ที่ระดับน้ำทะเล 19 เมตร **จุดที่ 4** ไร่เกษตรกร ต.คลองพน อ.คลองท่อม จ.กระบี่ ที่พิกัด 47 N 0522378 UTM 0864655 ความสูงจากระดับน้ำทะเล 24 เมตร **จุดที่ 5** สหกรณ์นิคมท่าแซะจำกัด ต.ท่าแซะ อ.ท่าแซะ จ.ชุมพร พิกัด 47 P 0516315 UTM 1182346 ความสูงจากระดับน้ำทะเล 42 เมตร **จุดที่ 6** สหกรณ์นิคมท่าแซะจำกัด ต.ท่าแซะ อ.ท่าแซะ จ.ชุมพร พิกัด 47 P 0515711 UTM 1183999 ความสูงจากระดับน้ำทะเล 42 เมตร **จุดที่ 7** ไร่เกษตรกร บ้านห้วยปิง ต.ราชกรูด อ.เมือง จ.ระนอง พิกัด 47 P 0452324 UTM 1071853 ความสูงจากระดับน้ำทะเล 10 เมตร **จุดที่ 8** ไร่เกษตรกร บ้านหงาว ต.หงาว อ.เมือง จ.ระนอง พิกัด 47 P 0458950 UTM 1090438 ความสูงจากระดับน้ำทะเล 20 เมตร **จุดที่ 9** ไร่เกษตรกร บ้านลำพด อ.นาทวี จ.สงขลา พิกัด 47 N 0676682 UTM 0745310 ความสูงจากระดับน้ำทะเล -1 เมตร **จุดที่ 10** ไร่เกษตรกร บ้านท่าสวน ต.ปาดังเบซาร์ อ.สะเดา จ.สงขลา พิกัด 47 N 0646428 UTM 0739596 ความสูงจากระดับน้ำทะเล 46 เมตร **จุดที่ 11** ไร่เกษตรกร ต.ป่าครอก อ.ถลาง จ.ภูเก็ต พิกัด 47 P 0433552 UTM 0885649 ความสูงจากระดับน้ำทะเล 17 เมตร **จุดที่ 12** ไร่เกษตรกร ต.ทุ่งมะพร้าว อ.ท้ายเหมือง จ.พังงา พิกัด 47 P 0427489 UTM 0939948 ความสูงจากระดับน้ำทะเล 30 เมตร **จุดที่ 13** ไร่เกษตรกร ต.เขาใหญ่ อ.อ่าวลึก จ.กระบี่ พิกัด 47 P 0470979 UTM 0933515 ความสูงจากระดับน้ำทะเล 66 เมตร และทำการขุดหลุม (Profile) ขนาดกว้างxยาวxลึก 1x1x1 เมตร เพื่อดูลักษณะของชั้นดินในภาคสนามพร้อมทำการบรรยาย และได้เก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินเพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน จากผลการดำเนินงานพบว่าดินในแหล่งปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ที่ไปเก็บตัวอย่างเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เนื่องจากค่าวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินในการวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic Matter) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available Phosphorus) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available Potassium) มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ จึงมีความจำเป็นต้องใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อให้พืชได้รับปุ๋ยในปริมาณที่ต้องการ

คำนำ

เนื่องจากในสถานการณ์ปัจจุบัน มีการใช้พลังงานที่ได้มาจากน้ำมันเชื้อเพลิงในภาคการเกษตร อุตสาหกรรม และการคมนาคมขนส่งต่างๆ เป็นจำนวนมาก นับเป็นมูลค่าหลายล้านบาทต่อปี และน้ำมันเชื้อเพลิงดังกล่าวมีราคาเพิ่มสูงขึ้นและนับวันจะหมดไป การคิดค้นหาพลังงานทดแทนใหม่ๆ จึงเป็นเรื่องที่จำเป็นต้องทำอย่างเร่งด่วน พืชที่มีศักยภาพมากที่สุด ณ ขณะนี้คือ ปาล์มน้ำมัน ประเทศไทยเป็นประเทศที่ตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้นที่เหมาะสมกับการปลูกปาล์มน้ำมันโดยเฉพาะภาคใต้ การขยายพื้นที่ปลูกไปยังภาคต่างๆ ของประเทศไทยจะทำให้มีผลผลิตปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น การปลูกปาล์มน้ำมันให้ได้ผลผลิตดีและมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงจำเป็นต้องมีการจัดการในเรื่องของปุ๋ยและน้ำอย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยเฉพาะพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่แตกต่างกัน การศึกษาเรื่องสมบัติทางกายภาพของดินในแหล่งปลูกปาล์มน้ำมันเป็นเรื่องที่มีความสำคัญซึ่งจะช่วยสนับสนุนข้อมูลการใช้น้ำและปุ๋ยของปาล์มน้ำมันได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และช่วยลดต้นทุนการผลิตให้แก่เกษตรกรได้อีกทางหนึ่งด้วย

วัตถุประสงค์

1) เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานด้านสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินในแหล่งปลูกปาล์มน้ำมัน

2) เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาด้านความสัมพันธ์ระหว่างดิน-น้ำ-พืช

3) เพื่อใช้เป็นข้อมูลด้านการปรับปรุงบำรุงดินและการจัดการดินสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมัน

4) เพื่อใช้เป็นข้อมูลด้านการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเฉพาะพื้นที่เพื่อลดต้นทุนการผลิตและคงไว้ซึ่งศักยภาพ ในการผลิตของดินอย่างยั่งยืน

อุปกรณ์/วิธีการ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- เครื่องมือเก็บและวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน
- เครื่องกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Position System:GPS)
- สมุดเทียบสีดิน (Soil Color Chart)
- เครื่องมือวัดความชื้นในดิน
- เครื่องมือวัดความแข็งของดิน

ผลการดำเนินงาน

ได้ดำเนินการสำรวจและเก็บตัวอย่างดินในแหล่งปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ต่างๆ ของภาคใต้จำนวน 13 แหล่ง และทำการขุดหลุม (Profile) ขนาดกว้างxยาวxลึก 1x1x1 เมตร เพื่อดูลักษณะของชั้นดินในภาคสนามพร้อมทำการบรรยาย และได้เก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินเพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน ผลการดำเนินงานมีดังนี้

จุดที่ 1 ไร่เกษตรกร บ้านห้วยลึก ต.วิสัยใต้ อ.สวี จ.ชุมพร ที่พิกัด 47 P 0508631 UTM 1142952 ความสูงจากระดับน้ำทะเล 25 เมตร ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-33, 33-60/65, 60-90 และ 90-100 ซม. ทำการวิเคราะห์ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) มีค่าเฉลี่ย 12.16 ความอิ่มตัวเบส มีค่าเฉลี่ย 11.77% เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดินมีค่าความหนาแน่นรวมเฉลี่ยเท่ากับ 1.57 ก./ลบ.ซม. ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเฉลี่ยเท่ากับ 5.04 %โดยปริมาตร

จุดที่ 2 ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี บ้านท่าแร่ ต.ท่าอุแท อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี ที่พิกัด 47 P 0569291 UTM 1009196 ความสูงจากระดับน้ำทะเล 17 เมตร ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-20, 20-40, 40-60/65, 65-80 และ 80-100 ซม. ทำการวิเคราะห์ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) มีค่าเฉลี่ย 4.99 ความอิ่มตัวเบส มีค่าเฉลี่ย 13.07% เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดินมีค่าความหนาแน่นรวมเฉลี่ยเท่ากับ 1.61 ก./ลบ.ซม. ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเฉลี่ยเท่ากับ 8.04 % โดยปริมาตร

จุดที่ 3 ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ บ้านท่าแร่ ต.ท่าอุแท อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี พิกัด 47 P 0565973 UTM 1009386 ที่ระดับน้ำทะเล 19 เมตร ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-23, 23-42, 42-60, 60-85 และ 85-110+ซม. ทำการวิเคราะห์ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) มีค่าเฉลี่ย 13.48 ความอิ่มตัวเบส มีค่าเฉลี่ย 44.56% เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ-ปานกลาง ดินมีค่าความหนาแน่นรวมเฉลี่ยเท่ากับ 1.55 ก./ลบ.ซม. ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเฉลี่ยเท่ากับ 4.24 %โดยปริมาตร

จุดที่ 4 ไร่เกษตรกร ต.คลองพน อ.คลองท่อม จ.กระบี่ ที่พิกัด 47 N 0522378 UTM 0864655 ความสูงจากระดับน้ำทะเล 24 เมตร ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-25, 25-45, 45-78, 78-90 และ 90-120 ซม. ทำการวิเคราะห์ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) มีค่าเฉลี่ย 4.03 ความอิ่มตัวเบส มีค่าเฉลี่ย 5.51% เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดินมีค่าความหนาแน่นรวมเฉลี่ยเท่ากับ 1.58 ก./ลบ.ซม. ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเฉลี่ยเท่ากับ 11.42 %โดยปริมาตร

จุดที่ 5 สหกรณ์นิคมท่าแซะจำกัด ต.ท่าแซะ อ.ท่าแซะ จ.ชุมพร พิกัด 47P 0516315 UTM 1182346 ความสูงจากระดับน้ำทะเล 42 เมตร ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-30, 30-55, 55-70, 70-90 และ 90-120 ซม. ทำการวิเคราะห์ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) มีค่าเฉลี่ย 11.60 ความอิ่มตัวเบส มีค่าเฉลี่ย 33.39% เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ-ปานกลาง ดินมีค่าความหนาแน่นรวมเฉลี่ยเท่ากับ 1.45 ก./ลบ.ซม. ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเฉลี่ยเท่ากับ 5.4 %โดยปริมาตร

จุดที่ 6 สหกรณ์นิคมท่าแซะจำกัด จุดที่ 2 ต.ท่าแซะ อ.ท่าแซะ จ.ชุมพร พิกัด 47 P 0515711 UTM 1183999 ความสูงจากระดับน้ำทะเล 42 เมตร ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-35, 35-60, 60-100, 100-130, 130-160, 160-175 และ 175-200 ซม. ทำการวิเคราะห์ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) มีค่าเฉลี่ย 18.57 ความ

อิ่มตัวเบส มีค่าเฉลี่ย 40.49% เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ-ปานกลาง ดินมีค่าความหนาแน่นรวมเฉลี่ยเท่ากับ 1.67 ก./ลบ.ซม. ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเฉลี่ยเท่ากับ 3.1 %โดยปริมาตร

จุดที่ 7 ไร่เกษตรกร บ้านห้วยปิง ต.ราชกรูด อ.เมือง จ.ระนอง พิกัด 47 P 0452324 UTM 1071853 ความสูงจากระดับน้ำทะเล 10 เมตร ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15, 15-35, 35-65, 65-90 และ 90-120+ ซม. ทำการวิเคราะห์ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) มีค่าเฉลี่ย 15.69 ความอิ่มตัวเบส มีค่าเฉลี่ย 1.73% เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดินมีค่าความหนาแน่นรวมเฉลี่ยเท่ากับ 1.27 ก./ลบ.ซม. ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเฉลี่ยเท่ากับ 4.4 %โดยปริมาตร

จุดที่ 8 ไร่เกษตรกร บ้านหงาว ต.หงาว อ.เมือง จ.ระนอง พิกัด 47 P 0458950 UTM 1090438 ความสูงจากระดับน้ำทะเล 20 เมตร ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-10, 10-20/38, 38-67/80, 80-100/120 และ 120-130+ ซม. ทำการวิเคราะห์ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) มีค่าเฉลี่ย 23.47 ความอิ่มตัวเบส มีค่าเฉลี่ย 1.96% เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง-ต่ำ ดินมีค่าความหนาแน่นรวมเฉลี่ยเท่ากับ 1.31 ก./ลบ.ซม. ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเฉลี่ยเท่ากับ 5.0 % โดยปริมาตร

จุดที่ 9 ไร่เกษตรกร บ้านลำพด อ.นาทวี จ.สงขลา พิกัด 47 N 0676682 UTM 0745310 ความสูงจากระดับน้ำทะเล -1 เมตร ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-22, 22-40, 40-62, 62-85, 85-110 และ 110-130+ ซม. ทำการวิเคราะห์ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) มีค่าเฉลี่ย 1.5 ความอิ่มตัวเบส มีค่าเฉลี่ย 17.08% เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดินมีค่าความหนาแน่นรวมเฉลี่ยเท่ากับ 1.49 ก./ลบ.ซม. ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเฉลี่ยเท่ากับ 11.9 %โดยปริมาตร

จุดที่ 10 ไร่เกษตรกร บ้านท่าสวน ต.ปาดังเบซาร์ อ.สะเดา จ.สงขลา พิกัด 47 N 0646428 UTM 0739596 ความสูงจากระดับน้ำทะเล 46 เมตร ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-25, 25-50, 50-70, 70-86, 86-120+ ซม. ทำการวิเคราะห์ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) มีค่าเฉลี่ย 9.4 ความอิ่มตัวเบส มีค่าเฉลี่ย 26.7% เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ-ปานกลาง ดินมีค่าความหนาแน่นรวมเฉลี่ยเท่ากับ 1.74 ก./ลบ.ซม. ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเฉลี่ยเท่ากับ 6.4 %โดยปริมาตร

จุดที่ 11 ไร่เกษตรกร ต.ป่าครอก อ.ถลาง จ.ภูเก็ต พิกัด 47 P 0433552 UTM 0885649 ความสูงจากระดับน้ำทะเล 17 เมตร ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-25, 25-50, 50-75, 75-95, 95-120+ ซม. ทำการวิเคราะห์ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) มีค่าเฉลี่ย 4.0 ความอิ่มตัวเบส มีค่าเฉลี่ย 35.7% เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดินมีค่าความหนาแน่นรวมเฉลี่ยเท่ากับ 1.54 ก./ลบ.ซม. ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเฉลี่ยเท่ากับ 4.6 % โดยปริมาตร

จุดที่ 12 ไร่เกษตรกร ต.ทุ่งมะพร้าว อ.ท้ายเหมือง จ.พังงา พิกัด 47 P 0427489 UTM 0939948 ความสูงจากระดับน้ำทะเล 30 เมตร ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-30, 30-50, 50-70, 70-95, 95-120, 120-150, 150-180 และ 180-200 ซม. ทำการวิเคราะห์ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) มีค่าเฉลี่ย 14.6 ความอิ่มตัวเบส มีค่าเฉลี่ย 13.3% เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดินมีค่าความหนาแน่นรวมเฉลี่ยเท่ากับ 1.25 ก./ลบ.ซม. ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเฉลี่ยเท่ากับ 4.1 % โดยปริมาตร

จุดที่ 13 ไร่เกษตรกร ต.เขาใหญ่ อ.อ่าวลึก จ.กระบี่ พิกัด 47 P 0470979 UTM 0933515 ความสูงจากระดับน้ำทะเล 66 เมตร ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-10, 10-20, 20-38, 38-60, 60-80, 80-120, 120-150 ซม. ทำการวิเคราะห์ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) มีค่าเฉลี่ย 16.3 ความอิ่มตัวเบส มีค่าเฉลี่ย 15.7% เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ-ปานกลาง ดินมีค่าความหนาแน่นรวมเฉลี่ยเท่ากับ 1.52 ก./ลบ.ซม. ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเฉลี่ยเท่ากับ 4.3 โดยปริมาตร

คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับปาล์มน้ำมัน

1. **การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน**

รายการวิเคราะห์	**อัตราปุ๋ยแนะนำ/ต้น (ขนาดทรงพุ่ม 7 ม.)**
1) อินทรียวัตถุ (OM, %)	
<1.5	ปุ๋ย N 1,400 กรัม
1.5-2.5	ปุ๋ย N 700 กรัม
>2.5	ปุ๋ย N 350 กรัม
2) ฟอสฟอรัส (P, มก./กก.)	
<15	ปุ๋ย P_2O_5 840 กรัม
15-45	ปุ๋ย P_2O_5 420 กรัม
>45	ปุ๋ย P_2O_5 210 กรัม
3) โพแทสเซียม (K, มก./กก.)	
<50	ปุ๋ย K_2O 1,400 กรัม
50-100	ปุ๋ย K_2O 700 กรัม
>100	ปุ๋ย K_2O 350 กรัม

2. **การใช้ปุ๋ยตามลักษณะเนื้อดิน**

ลักษณะเนื้อดิน	**อัตราปุ๋ยแนะนำ (กรัม N-P_2O_5-K_2O/ขนาดทรงพุ่ม/ต้น)**	
	ขนาดทรงพุ่ม 3 ม. ระยะที่ยังไม่ให้ผลผลิต	**ขนาดทรงพุ่ม 7 ม. ระยะที่ให้ผลผลิตแล้ว**
ดินร่วนเหนียว, ดินเหนียว	300-150-150	1,400-700-700
ดินทราย, ดินร่วนปนทราย	450-150-450	2,100-700-2,100

3. **วิธีการใส่ปุ๋ย**

แบ่งใส่ปุ๋ยอัตราแนะนำออกเป็น 4 ส่วนเท่าๆ กัน ใส่ 4 ครั้งต่อปี แต่ละครั้งห่างกันประมาณ 3 เดือน ใส่ปุ๋ยโดยวิธีหว่านรอบโคนต้นห่างจากโคนต้นประมาณ 1 ฟุต แล้วพรวนดินกลบ และรดน้ำตาม การพรวนดินกลบจะต้องระมัดระวังไม่ให้กระทบกระเทือนราก

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการได้ไปเก็บตัวอย่างมาศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของดินในสวนปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคใต้ พบว่า เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางจะพบเฉพาะชั้นหน้าดินซึ่งพบเฉพาะบางจุดที่ไปทำการเก็บตัวอย่าง ดังนั้น จากผลวิจัยที่ได้จึงควรมีการแนะนำให้เกษตรกรเพิ่มเติมธาตุอาหารในดินโดยเฉพาะการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินและเพิ่มเติมอินทรียวัตถุให้แก่ดินมากขึ้นกว่าเดิมเพื่อเป็นการเพิ่มศักยภาพการผลิตของปาล์มน้ำมัน และควรพัฒนาต่อไปยังแหล่งปลูกปาล์มน้ำมันในภาคเหนือ ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันตก และภาคกลางต่อไป เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมันในการใช้เป็นพลังงานทดแทนแทนน้ำมันเชื้อเพลิงจากฟอสซิล

การนำไปใช้ประโยชน์

การวิจัยและพัฒนาระบบฐานข้อมูลดินเพื่อการสร้างศักยภาพในการผลิตของดินในแหล่งปลูกปาล์มน้ำมันเป็นการวิจัยเพื่อได้ข้อมูลพื้นฐานในการนำไปใช้ประโยชน์ในเรื่องของการจัดการดิน ธาตุอาหาร และการให้น้ำสำหรับปาล์มน้ำมันเพื่อลดต้นทุนในเรื่องของปัจจัยการผลิต และเพื่อให้เกษตรกรมีผลผลิตสูงและมีคุณภาพเพื่อเพิ่มรายได้ เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่สามารถใช้ทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงจากฟอสซิล

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2547. เอกสารวิชาการปาล์มน้ำมัน. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 188 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 121 หน้า.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. ลักษณะและสมบัติของชุดดินในภาคใต้และชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย. สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. 121 หน้า.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. มหัศจรรย์พันธุ์ดิน กลุ่มชุดดินสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจประเทศไทย. 137 หน้า.

พรชัย เหลืองอาภาพงศ์. 2549. คัมภีร์ปาล์มน้ำมัน พืชเศรษฐกิจเพื่อบริโภคและอุปโภค. 351 หน้า.

สุรกิตติ ศรีกุล. 2547. เอกสารวิชาการปาล์มน้ำมัน. กลุ่มวิจัย ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎรธานี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร. 167 หน้า.

หนังสือพิมพ์กสิกร. 2548. ปาล์มน้ำมันจากน้ำมันพืชถึงไบโอดีเซล. ปีที่ 78 ฉบับที่ 3 พฤษภาคม-มิถุนายน 2548. 111 หน้า.

เอิม เขียวรื่นรมณ์, คู่มือปฏิบัติการ การสำรวจดิน. พิมพ์ครั้งที่ 6. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร. 2552. 180 หน้า.

การคัดเลือกสายพันธุ์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่สามารถสร้างโปรตีนและมวลชีวภาพสูง

Selection of Nitrogen Fixing Cyanobacteria Strains for High Biomass and Protein Production

ประไพ ทองระอา ภัสชญภณ หมื่นแจ้ง ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต กัลป์ยกร โปร่งจันทึก

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Cyanobacteria) เป็นปุ๋ยชีวภาพที่ช่วยเพิ่มไนโตรเจนให้แก่ดินและพืช โดยเฉพาะพวกที่มีเฮเทอโรซีสต์ที่ดำรงชีวิตอยู่อย่างอิสระ (free-living cyanobacteria) สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ เช่น พื้นที่ทำการเกษตรต่างๆ ได้แก่นาข้าว พื้นที่ปลูกพืชไร่ และพืชสวน การรวบรวมสายพันธุ์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเพื่อให้สามารถได้สกุลและสายพันธุ์ที่มีความหลากหลายในด้านการสร้างปริมาณโปรตีนและมวลชีวภาพได้ดี เพื่อใช้เป็นสายพันธุ์สำหรับการผลิตปุ๋ยชีวภาพ จึงทำการรวบรวมสายพันธุ์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจากกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดินที่แยกเชื้อได้จากดินนา รากข้าวและพื้นที่ปลูกพืชไร่ จำนวน 8 สกุล 58 สายพันธุ์ และจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จำนวน 8 สกุล 11 สายพันธุ์ รวมเป็น 69 สายพันธุ์ ทุกสายพันธุ์นำไปเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวปราศจากไนโตรเจนสูตร BG-11 นาน 30 วัน จากนั้นนำซัสเพนชั่นเชื้อที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน และน้ำหนักแห้งที่สาหร่ายแต่ละสายพันธุ์สามารถสร้างได้ นอกจากนี้ยังได้ทำการตรวจเบื้องต้นหาสารคล้าย IAA (indole-3-acetic acid) ในอาหารเพาะเลี้ยงสาหร่ายแต่ละสายพันธุ์ เพื่อใช้เป็นสายพันธุ์ในการช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตแก่พืช ผลการทดลองพบว่า สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่สามารถสร้างโปรตีนและมวลชีวภาพได้ดี มีจำนวน 4 สกุล รวม 10 สายพันธุ์ ได้แก่สกุล *Anabaena*, *Calothrix*, *Hapalosiphon* และ *Nostoc* โดยมีปริมาณโปรตีน และน้ำหนักแห้งอยู่ระหว่าง 200.5-298.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และ 0.80-1.00 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ และสายพันธุ์ที่สร้างโปรตีนและน้ำหนักแห้งได้สูงสุดมีจำนวน 2 สายพันธุ์ คือ *Anabaena cylindrica* DASH 01101 และ *Hapalosiphon* sp. DASH 05101 และผลการตรวจหาการปลดปล่อยสารคล้าย IAA ในอาหารเพาะเลี้ยงสาหร่ายแต่ละสายพันธุ์ พบว่ามีสาหร่ายจำนวน 4 สกุล รวม 10 สายพันธุ์ สามารถปลดปล่อยสารคล้าย IAA ในอาหารเพาะเลี้ยง และทุกสายพันธุ์ให้ความเข้มของสีปฏิกิริยาอ่อนหรือตรวจพบน้อย

คำนำ

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Cyanobacteria) ที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ที่ดำรงชีวิตอยู่อย่างอิสระจะเป็นประโยชน์แก่พืชได้เมื่อถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายเปลี่ยนเป็นสารประกอบไนโตรเจนให้แก่พืช ซึ่งความเป็นประโยชน์แก่พืช

จะมากหรือน้อยแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสกุล ชนิด และสายพันธุ์ของสาหร่ายที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ แล้วเปลี่ยนเป็นโปรตีนภายในเซลล์ นอกจากนี้ความสามารถในการเจริญเติบโตเพื่อสร้างมวลชีวภาพก็มีความสำคัญเนื่องจากจะสามารถพัฒนาการเพาะเลี้ยงขยายในระบบการเพาะเลี้ยงที่มีขนาดใหญ่ขึ้นได้ นอกจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะให้ไนโตรเจนแก่พืชแล้ว ยังมีข้อสงสัยว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสามารถสร้างสารช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตแก่พืช (PGRs) ได้ (Whitton, 2000) ซึ่งจากการตรวจเอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในช่วงปี 2000 เป็นต้นมา พบว่ามักศึกษาถึงอิทธิพลของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในการช่วยการงอกของเมล็ดข้าว การปรับปรุงการงอกของเมล็ดพืชอื่นๆ นอกจากนั้นยังมีการทดสอบระดับเรือนทดลองและสภาพไร่นา กับข้าวและพืชผักอื่นๆ ซึ่งพบว่า มีการเพิ่มขึ้นของผลผลิตแต่ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับต่างๆ เพียงอย่างเดียว (Roger, 1995)

ดังนั้นจึงได้ทำการรวบรวมสายพันธุ์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจากแหล่งต่างๆ นำมาเพาะเลี้ยงเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนและมวลชีวภาพที่สาหร่ายผลิตได้ คัดเลือกสายพันธุ์ที่สามารถสร้างโปรตีนและมวลชีวภาพได้สูงเพื่อใช้ในการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพต่อไป นอกจากนี้ยังได้ทำการตรวจเบื้องต้นหาสายพันธุ์สาหร่ายที่สามารถปลดปล่อยสารคล้าย IAA ในอาหารเพาะเลี้ยงได้เพื่อให้ได้ข้อมูลของสายพันธุ์สำหรับใช้ในการช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตแก่พืช

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์, อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ, ตู้เขี่ยเชื้อ กล้องจุลทรรศน์ เครื่องบดเนื้อเยื่อ(Tissue glider)

2. เครื่องแก้วที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ หลอดทดสอบ (test tube) ที่ดูดจ่ายสารละลายอัตโนมัติ (auto pipette) ขวดปรับปริมาตร (volumetric flask)

3. สารเคมีชนิด Analytical grade

- สำหรับวิเคราะห์โปรตีน ได้แก่ Sodium chloride, Copper sulphate, Sodium potassium tratrate, Sodium hydroxide, Sodium carbonate, Folin- Ciocalteau reagent และ Bovine Serum Albumin (BSA) และสำหรับวิเคราะห์สารคล้าย indole-3–acetic acid ได้แก่ DL-tryptophan, indole-3-acetic acid (IAA) และ Ferricchloride

4. ซัสเพนชั่นเชื้อสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบริสุทธิ์ จำนวน 69 สายพันธุ์

วิธีการ

1. การรวบรวมสายพันธุ์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้

รวบรวมสายพันธุ์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจากห้องปฏิบัติการสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตรที่ได้แยกเชื้อจากตัวอย่างดินนา รากข้าว และดินที่ปลูกพืชไร่ และทำการจำแนกเชื้อโดยวิธีสัณฐานวิทยา ได้จำนวน 8 สกุล 58 สายพันธุ์ ได้แก่ สกุล *Anabaena, Calothrix*, *Cylindrospermum, Fischerella, Hapalosiphon, Nostoc, Scytonema* และ

Tolypothrix และได้ทำการจัดซื้อสายพันธุ์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จำนวน 8 สกุล 11 สายพันธุ์ ได้แก่ สกุล *Anabaena, Calothrix*, *Cylindrospermum, Fischerella, Hapalosiphon, Nostoc, Tolypothrix* และ *Stigonema* รวมมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 9 สกุล 69 สายพันธุ์ สำหรับใช้ในการทดลอง

2. การวัดปริมาณโปรตีนและมวลชีวภาพ

2.1 การเพาะเลี้ยงสายพันธุ์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสำหรับวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนและมวลชีวภาพ

นำสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบริสุทธิ์ที่รวบรวมได้จำนวน 69 สายพันธุ์ มาเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวปราศจากไนโตรเจนสูตร BG-11 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ใส่หัวเชื้อตั้งต้น (Starter) จำนวน 1 มิลลิลิตร ทำจำนวน 3 ซ้ำ ทำการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในสภาพควบคุม โดยให้แสงที่ความเข้มแสง 4,000 ลักซ์ และอุณหภูมิ 25+1 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะเจริญเติบโตจะได้ซัสเพนชั่นเชื้อสำหรับการวิเคราะห์ต่อไป

2.2 การวิเคราะห์โปรตีน

ดำเนินการตามวิธีการของ Lowry *et al*., (1951) โดยนำซัสเพนชั่นเชื้อสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจำนวน 40 มิลลิลิตร มาปั่นตกตะกอน นำตะกอนเซลล์ที่ได้ละลายด้วยน้ำเกลือ 0.85 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 0.9 มิลลิลิตร และเติม 1 N NaOH 0.1 มิลลิลิตร นำส่วนผสมที่ได้ไปบดเซลล์ด้วยเครื่องบดเนื้อเยื่อ และนำไปต้มนาน 5 นาที ปรับปริมาตรให้ได้ 1 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น ใส่สารละลาย C (สารละลาย Na หรือ K Tartrate 2 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 1 มิลลิลิตร ผสมกับ สารละลาย $CuSO_4$ 1 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันและนำส่วนผสมนี้ จำนวน 1 มิลลิลิตร ผสมกับ 50 มิลลิลิตร ของสารละลาย $NaCO_3$ 2 เปอร์เซ็นต์ ใน 0.1 N NaOH) ลงในหลอดตัวอย่าง หลอดละ 5 มิลลิลิตร ทิ้งไว้นาน 10 นาที เติมสารละลาย Folin-Ciocalteau reagent (ผสมน้ำ 1:1) หลอดละ 0.5 มิลลิลิตร ผสมกันทันที และตั้งทิ้งไว้นาน 30 นาที วัดความเข้มของสีที่เกิดจากปฏิกิริยาด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร โดยใช้ NaOH 0.1 N เป็น Blank เปรียบเทียบกับ Standard curve ของปริมาณโปรตีนจาก Bovin Serum Albumin(BSA) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ รายงานผลเป็นหน่วย ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

2.3 การวิเคราะห์ปริมาณมวลชีวภาพ

ทำโดยวิธีการหาปริมาณน้ำหนักแห้งของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินตามวิธีการของ ประกิต (2536) โดยกรองซัสเพนชั่นเชื้อสาหร่ายผ่านกระดาษกรองเบอร์ 42 ทำจำนวน 3 ซ้ำ(ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส และทราบน้ำหนักแน่นอน) นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง ทำการชั่งหาปริมาณน้ำหนักแห้งของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่ได้ รายงานผลเป็นหน่วยกรัมต่อลิตร

3. การตรวจพบสารคล้าย IAA (indole-3-acetic acid) ในอาหารเพาะเลี้ยงสาหร่าย

3.1 การเพาะเลี้ยงสาหร่ายเพื่อตรวจหาสารคล้าย IAA ที่ปลดปล่อยออกมานอกเซลล์(exogenous)

ทำการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจำนวน 69 สายพันธุ์ ในอาหารเลี้ยงเชื้อปราศจากไนโตรเจนสูตร BG-11 ที่เติมสาร DL-tryptophan 0.5 กรัมต่อลิตร ทำการเพาะเลี้ยงในสภาพควบคุมเช่นเดียวกับ

ข้อ 2.1 นาน 21 วัน (Sergeeva *et al*., 2002) นำซัสเพนชั่นเชื้อที่ได้มาทำการปั่นตกตะกอนเพื่อเก็บ culture supernatant สำหรับตรวจวัดเบื้องต้น (initial screening) หาสารคล้าย IAA ที่ปลดปล่อยออกมานอกเซลล์

3.2 การทำปฏิกิริยาด้วย Salkowski reagent

Salkowski–positive indolic compounds นั้นเป็นสารประกอบที่คล้ายกับเป็นตัวแทนของออกซิน (Glickmann and Dessaus, 1995) ซึ่งการทำปฏิกิริยาทำโดยผสม culture supernatant กับ Salkowski reagent (ตามวิธีของ Crozier *et al*., 1988) ในสัดส่วน 1:1 (ปริมาตรต่อปริมาตร) ที่สภาพอุณหภูมิห้อง นำไปบ่มในที่มืดนาน 20 นาที ทำการวัดปริมาณความเข้มข้นของสารคล้ายออกซินที่เกิดขึ้นโดยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ 530 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับคอนโทรลที่ใช้อาหารที่ไม่เพาะเลี้ยงสาหร่ายที่ผสมกับ Salkowski reagent โดยแทนสัญลักษณ์ความเข้มสีของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น ดังนี้คือ +++ = เข้มมาก, ++ = ปานกลาง, + = อ่อน และ - = ไม่ทำปฏิกิริยา

ระยะเวลา ตุลาคม 2553-กันยายน 2554

สถานที่ดำเนินการ ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การคัดเลือกสายพันธุ์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่สร้างโปรตีนและมวลชีวภาพสูง

จากผลค่าวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (protein content) และปริมาณน้ำหนักแห้งของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน จำนวน 9 สกุล รวม 69 สายพันธุ์ พบว่า มีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจำนวน 4 สกุล 10 สายพันธุ์ ที่มีปริมาณโปรตีนสูงและสร้างน้ำหนักแห้งได้ดี ได้แก่ สกุล *Anabaena, Calothrix, Hapalosiphon* และ *Nostoc* ซึ่งคิดเป็นเพียงร้อยละ 14.5 ของปริมาณสาหร่ายทั้งหมดโดยมีปริมาณโปรตีน และน้ำหนักแห้งอยู่ระหว่าง 200.5-298.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และ 0.80-1.00 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งปริมาณโปรตีนที่ตรวจพบดังกล่าวมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณโปรตีนของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่พบในทะเลซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 0.1-0.3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (Azra and Pirzada, 2004) และสายพันธุ์ที่สามารถสร้างโปรตีนและน้ำหนักแห้งได้สูงสุดมีจำนวน 2 สายพันธุ์ คือ *Anabaena cylindrica* DASH 01101 และ *Hapalosiphon* sp. DASH 05101 (ตารางที่1) ส่วนสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลอื่นๆ ได้แก่ *Cylindrospermum, Fischerella, Scytonema, Tolypothrix* และ *Stigonema* สามารถสร้างโปรตีนและน้ำหนักแห้งได้ปานกลางถึงต่ำ (ตารางผนวกที่ 1-4) ซึ่งจากข้อมูลข้างต้นสามารถคัดเลือกสกุลและสายพันธุ์ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่ดีสำหรับนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินต่อไป

ตารางที่ 1 สายพันธุ์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่สามารถสร้างโปรตีนและมวลชีวภาพสูง โดยกระบวนการตรึงไนโตรเจนทางชีวภาพ

สกุล/ชนิด/สายพันธุ์	ปริมาณน้ำหนักแห้ง(กรัม/ลิตร) เมื่ออายุ 30 วัน	ปริมาณโปรตีน(ไมโครกรัม/มล.) เมื่ออายุ 30 วัน
Anabaena		
Anabaena cylindrica DASH 01101	0.94	298.0
Anabaena siamensis DASH 01201	0.92	209.2
Calothrix		
Calothrix sp. DASH 02107	0.85	219.4
Calothrix sp. DASH 02109	0.85	200.5
Hapalosiphon		
Hapalosiphon sp. DASH 05101	1.00	285.4
Nostoc		
Nostoc sp. DASH 06125	0.87	223.0
Nostoc sp. DASH 06144	0.86	260.5
Nostoc sp. DASH N06125	0.85	241.0
Nostoc sp. DASH N06151	0.80	200.5
Nostoc sp. DASH N06153(No.15)	0.85	227.2

DASH = สายพันธุ์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กรมวิชาการเกษตร

2. การตรวจพบสารคล้าย IAA ในอาหารเพาะเลี้ยงสาหร่าย

ผลการตรวจพบการปลดปล่อยสารคล้าย IAA ในอาหารเพาะเลี้ยงสาหร่ายโดยการทำปฏิกิริยาด้วย Salkowski reagent พบว่า ในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน จำนวน 9 สกุล รวม 69 สายพันธุ์ สามารถตรวจพบการปลดปล่อยสารคล้าย IAA ในอาหารเพาะเลี้ยงเพียง 4 สกุล รวม 10 สายพันธุ์ ได้แก่ สกุล *Anabaena* 1 สายพันธุ์ สกุล *Calothrix* 2 สายพันธุ์ สกุล *Nostoc* 6 สายพันธุ์ และสกุล *Tolypothrix* 1 สายพันธุ์ โดยทุกสายพันธุ์ให้ความเข้มข้นของสีปฏิกิริยาอ่อน ซึ่งหมายความว่าตรวจพบน้อย (ตารางที่ 2) และจากข้อมูลข้างต้นจะสังเกตได้ว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสายพันธุ์ที่สามารถสร้างโปรตีนและมวลชีวภาพสูงจะตรวจไม่พบการปลดปล่อยสารคล้าย IAA ในอาหารเพาะเลี้ยง(ยกเว้น *Nostoc* sp. DASH 06125 ที่ตรวจพบทั้งหมด) ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินแต่ละสกุล/สายพันธุ์มีความสามารถในการเปลี่ยน ทริปโตเฟน(tryptophan)ไปเป็น IAA ได้แตกต่างกัน (สมบุญ, 2544) และจากผลการทดลองข้างต้นให้ผลคล้ายคลึงกับผลการทดลองของ Sergeeva *et al.*,(2002) ที่ตรวจพบสารคล้าย IAA ในสาหร่ายสกุล *Calothrix* 2 สายพันธุ์ และ *Nostoc* 2 สายพันธุ์ คือ *Calothrix* PCC 7504, *Calothrix* PCC 7103, *Nostoc* PCC 6310 และ *Nostoc* 268 แต่ตรวจไม่พบในสาหร่ายสกุล *Fischerella* และ *Scytonema*

ตารางที่ 2 สายพันธุ์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่ตรวจพบการปลดปล่อยสารคล้าย IAA ในอาหารเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน เมื่ออายุ 21 วัน

สกุล/ชนิด/สายพันธุ์	**การตรวจพบการปลดปล่อยสารคล้าย IAA ในอาหารเพาะเลี้ยง** (Auxin-like Salkowski reaction)
Anabaena	
Anabaena siamensis TISTR 8012	+
Calothrix	
Calothrix sp. DASH 02101	+
Calothrix sp. DASH 02105	+
Nostoc	
Nostoc sp. DASH 06125	+
Nostoc sp. DASH 06148	+
Nostoc sp. DASH N06116	+
Nostoc sp. DASH N06122	+
Nostoc sp. DASH N06146	+
Nostoc entophylum TISTR 8161	+
Tolypothrix	
Tolypothrix sp. TISTR 8256	+

สัญลักษณ์แทนความเข้มสีของปฏิกิริยา : + = อ่อน

สรุปผลการทดลอง

1. สามารถคัดเลือกสายพันธุ์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่สามารถสร้างโปรตีนและมวลชีวภาพได้ดี ได้จำนวน 4 สกุล รวม 10 สายพันธุ์ ได้แก่สกุล *Anabaena, Calothrix, Hapalosiphon* และ *Nostoc* โดยมีปริมาณโปรตีน และน้ำหนักแห้งอยู่ระหว่าง 200.5-298.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และ 0.80-1.00 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ และสายพันธุ์ที่สร้างโปรตีนและน้ำหนักแห้งได้สูงสุดมีจำนวน 2 สายพันธุ์ คือ *Anabaena cylindrica* DASH 01101 และ *Hapalosiphon* sp. DASH 05101

2. สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่สามารถปลดปล่อยสารคล้าย IAA ในอาหารเพาะเลี้ยง มีจำนวน 4 สกุล รวม 10 สายพันธุ์ ได้แก่ สกุล *Anabaena* 1 สายพันธุ์ สกุล *Calothrix* 2 สายพันธุ์ สกุล *Nostoc* 6 สายพันธุ์ และสกุล *Tolypothrix* 1 สายพันธุ์ โดยทุกสายพันธุ์ให้ความเข้มของสีปฏิกิริยาอ่อนหรือตรวจพบน้อย

การนำไปใช้ประโยชน์

1. สามารถนำสายพันธุ์ที่สามารถสร้างโปรตีนและมวลชีวภาพได้สูง มาทดสอบผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสำหรับเพิ่มการเจริญเติบโตให้แก่พืชและลดการใช้ปุ๋ยเคมี

2. ได้ข้อมูลสายพันธุ์สาหร่ายที่ช่วยปลดปล่อยสารช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตแก่พืช ซึ่งสามารถเป็นข้อมูลช่วยในการพัฒนางานวิจัยในอนาคตได้

เอกสารอ้างอิง

ประกิต สมัยค้า. 2536. ผลของอาหารเพาะเลี้ยงต่ออัตราการเจริญเติบโตและจำนวนเฮทเทอโรซีสต์ของ Anabaena spp. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท บัณฑิตวิทยาลัยม, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2544. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

Azra, B. and J. A. S. Pirzada. 2004. Characterization of five marine cyanobacterial species with respect to their pH and salinity requirements. Pak. J. Bot. 36(1): 133-143.

Crozier, A., P. Arruda, J. Jasmim, A. M. Monteiro and G. Sandberg. 1988. Analysis of indole-3-acetic acid and related indoles in culture medium from *Azospirillum lipoferum* and *Azospirillum brasilense*. Appl. Eviron. Microbiol. 54:2833-2837.

Glickmann, E. and Y. Dessaux. 1995. A critical examination of the specificity of the Salkowski reagent for indolic compounds produced by phytopathogenic bacteria. Appl Environ Microbiol. 61:793-796.

Lowry, O.H., N. J. Rosebrough, A. L. Farr and R.J. Randall. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. Journal of Biological Chemistry. 193: 265-275

Roger, P.A. 1995. Biological N_2-fixation and its management in wetland rice cultivation. Fet. Res. 42: 261-276.

Sergeeva, E., A. Liaimer and B. Bergman. 2002. Evidence for production of the phytohormone indole-3-acetic acid by cyanobacteria. Planta. 215: 229-238

Whitton, B. A. 2000. Soils and rice-fields, pp.233-255. *In* B. A. Whitton and M. Potts(eds). The ecology of cyanobacteria. Kluwer Academic Publishers.

ตาราง ผนวกที่ 1. ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำหนักแห้ง และโปรตีนที่สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินผลิตได้ และการตรวจพบการปลดปล่อยสารคล้าย IAA ในอาหารเพาะเลี้ยง ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Anabaena* และ *Calothrix*

สกุล/ชนิด/สายพันธุ์	อาหารเพาะเลี้ยง	น้ำหนักแห้ง (กรัม/ลิตร) เมื่ออายุ 30 วัน	ปริมาณโปรตีน (ไมโครกรัม/มล.) เมื่ออายุ 30 วัน	การตรวจพบการปลดปล่อยสารคล้าย IAA ในอาหารเพาะเลี้ยง เมื่ออายุ 21 วัน (Auxin-like Salkowski reaction)[1/]
Anabaena				
Anabaena ambiqua TISTR 8001	N-free (BG-11)	0.43	62.0	-
Anabaena cylindrica DASH 01101	N-free (BG-11)	0.94	298.0	-
Anabaena siamensis DASH 01201	N-free (BG-11)	0.92	209.2	-
Anabaena siamensis DASH 01301	N-free (BG-11)	0.95	192.0	-
Anabaena siamensis TISTR 8012	N-free (BG-11)	0.53	200.9	+
Calothrix				
Calothrix sp. DASH 02101	N-free (BG-11)	0.63	166.3	+
Calothrix sp. DASH 02105	N-free (BG-11)	0.75	176.7	+
Calothrix sp. DASH 02107	N-free (BG-11)	0.85	219.4	-
Calothrix sp. DASH 02109	N-free (BG-11)	0.85	200.5	-
Calothrix weberi TISTR 8102	N-free (BG-11)	0.76	56.9	-
Calothrix marchica TISTR 8016	N-free (BG-11)	0.40	101.1	-

DASH = สายพันธุ์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กรมวิชาการเกษตร

TISTR = สายพันธุ์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

N-free (BG-11) = อาหารเลี้ยงเชื้อปราศจากไนโตรเจน สูตร BG-11

สัญลักษณ์แทนความเข้มสีของปฏิกิริยา : + = อ่อน, - = ไม่ทำปฏิกิริยา, [1]/ วิเคราะห์โดยวิธี Colorimetric

ตาราง ผนวกที่ 2. ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำหนักแห้ง และโปรตีนที่สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินผลิตได้ และการตรวจพบการปลดปล่อยสารคล้าย IAA ในอาหารเพาะเลี้ยง ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Cylindrospermum, Fischerella* และ *Hapalosiphon*

สกุล/ชนิด/สายพันธุ์	อาหารเพาะเลี้ยง	น้ำหนักแห้ง (กรัม/ลิตร) เมื่ออายุ 30 วัน	ปริมาณโปรตีน (ไมโครกรัม/มล.) เมื่ออายุ 30 วัน	การตรวจพบการปลดปล่อยสารคล้าย IAA ในอาหารเพาะเลี้ยง เมื่ออายุ 21 วัน (Auxin-like Salkowski reaction)[1/]
Cylindrospermum				
Cylindrospermum sp. DASH 03101	N-free (BG-11)	0.48	151.0	-
Cylindrospermum sp. DASH 03105	N-free (BG-11)	0.67	219.8	-
Cylindrospermum sp. TISTR 8158	N-free (BG-11)	0.65	175.1	-
Fischerella				
Fischerella sp. DASH 04101	N-free (BG-11)	0.77	158.6	-
Fischerella minatum TISTR 8215	N-free (BG-11)	0.30	87.4	-
Hapalosiphon				
Hapalosiphon sp. DASH 05101	N-free (BG-11)	1.0	285.4	-
Hapalosiphon sp. DASH 05108	N-free (BG-11)	0.55	125.6	-
Hapalosiphon sp. DASH 05112	N-free (BG-11)	0.52	105.9	-
Hapalosiphon sp. DASH 05118	N-free (BG-11)	0.58	136.7	-
Hapalosiphon welwitschii TISTR 8284	N-free (BG-11)	0.53	122.2	-
Nostoc				
Nostoc sp.DASH 06106	N-free (BG-11)	0.69	176.4	-

DASH = สายพันธุ์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินของกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กรมวิชาการเกษตร

TISTR = สายพันธุ์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

N-free (BG-11) = อาหารเลี้ยงเชื้อปราศจากไนโตรเจน สูตร BG-11 ,

สัญลักษณ์แทนความเข้มสีของปฏิกิริยา : - = ไม่ทำปฏิกิริยา

ตาราง ผนวกที่ 3. ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำหนักแห้ง และโปรตีนที่สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินผลิตได้ และการตรวจพบการปลดปล่อยสารคล้าย IAA ในอาหารเพาะเลี้ยง ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Nostoc*

สกุล/ชนิด/สายพันธุ์	อาหารเพาะเลี้ยง	น้ำหนักแห้ง (กรัม/ลิตร) เมื่ออายุ 30 วัน	ปริมาณโปรตีน (ไมโครกรัม/มล.) เมื่ออายุ 30 วัน	การตรวจพบการปลดปล่อยสารคล้าย IAA ในอาหารเพาะเลี้ยง เมื่ออายุ 21 วัน (Auxin-like Salkowski reaction)[1/]
Nostoc sp.DASH 06113	N-free (BG-11)	0.69	195.7	-
Nostoc sp.DASH 06118	N-free (BG-11)	0.54	185.9	-
Nostoc sp.DASH 06119	N-free (BG-11)	0.61	184.2	-
Nostoc sp.DASH 06122	N-free (BG-11)	0.58	152.4	-
Nostoc sp.DASH 06125	N-free (BG-11)	0.87	223.0	+
Nostoc sp.DASH 06126	N-free (BG-11)	0.81	132.0	-
Nostoc sp.DASH 06129	N-free (BG-11)	0.81	42.6	-
Nostoc sp.DASH 06133	N-free (BG-11)	0.58	146.2	-
Nostoc sp.DASH 06135	N-free (BG-11)	0.65	135.8	-
Nostoc sp.DASH 06138	N-free (BG-11)	0.57	110.6	-
Nostoc sp.DASH 06139	N-free (BG-11)	0.41	84.4	-
Nostoc sp.DASH 06144	N-free (BG-11)	0.86	260.5	-
Nostoc sp.DASH 06148	N-free (BG-11)	0.58	131.7	+
Nostoc sp.DASH N06105	N-free (BG-11)	0.70	135.6	-
Nostoc sp.DASH N06108	N-free (BG-11)	0.58	198.9	-
Nostoc sp.DASH N06109	N-free (BG-11)	0.57	196.3	-
Nostoc sp.DASH N06110	N-free (BG-11)	0.61	103.3	-
Nostoc sp.DASH N06112	N-free (BG-11)	0.58	95.3	-
Nostoc sp.DASH N06113	N-free (BG-11)	0.65	174.9	-
Nostoc sp.DASH N06114	N-free (BG-11)	0.64	142.0	-
Nostoc sp.DASH N06115	N-free (BG-11)	0.61	123.6	-
Nostoc sp.DASH N06116	N-free (BG-11)	0.64	119.0	+
Nostoc sp.DASH N06117	N-free (BG-11)	0.65	110.8	-
Nostoc sp.DASH N06118	N-free (BG-11)	0.70	148.3	-
Nostoc sp.DASH N06121	N-free (BG-11)	0.68	114.6	-

DASH = สายพันธุ์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินของกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กรมวิชาการเกษตร

N-free (BG-11) = อาหารเลี้ยงเชื้อปราศจากไนโตรเจน สูตร BG-11

สัญลักษณ์แทนความเข้มสีของปฏิกิริยา : + = อ่อน, - = ไม่ทำปฏิกิริยา, [1]/ วิเคราะห์โดยวิธี Colorimetric

ตาราง ผนวกที่ 3. (ต่อ) ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำหนักแห้ง และโปรตีนที่สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินผลิตได้ และการตรวจพบการปลดปล่อยสารคล้าย IAA ในอาหารเพาะเลี้ยงของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Nostoc*

สกุล/ชนิด/สายพันธุ์	อาหารเพาะเลี้ยง	น้ำหนักแห้ง (กรัม/ลิตร) เมื่ออายุ 30 วัน	ปริมาณโปรตีน (ไมโครกรัม/มล.) เมื่ออายุ 30 วัน	การตรวจพบการปลดปล่อยสารคล้าย IAA ในอาหารเพาะเลี้ยง เมื่ออายุ 21 วัน (Auxin-like Salkowski reaction)[1/]
Nostoc sp.DASH N06122	N-free (BG-11)	0.94	177.5	+
Nostoc sp.DASH N06125	N-free (BG-11)	0.85	241.0	-
Nostoc sp.DASH N06132	N-free (BG-11)	0.76	135.7	-
Nostoc sp.DASH N06134	N-free (BG-11)	0.44	178.0	-
Nostoc sp.DASH N06137	N-free (BG-11)	0.81	142.1	-
Nostoc sp.DASH N06140	N-free (BG-11)	0.91	168.7	-
Nostoc sp.DASH N06141	N-free (BG-11)	0.65	182.4	-
Nostoc sp.DASH N06142	N-free (BG-11)	0.57	167.7	-
Nostoc sp.DASH N06144	N-free (BG-11)	0.69	137.7	-
Nostoc sp.DASH N06146	N-free (BG-11)	0.74	116.1	+
Nostoc sp.DASH N06149	N-free (BG-11)	0.81	122.5	-
Nostoc sp.DASH N06151	N-free (BG-11)	0.80	200.5	-
Nostoc sp.DASH N06152	N-free (BG-11)	0.66	198.4	-
Nostoc sp. DASH N06153(No.15)	N-free (BG-11)	0.84	227.2	-
Nostoc entophylum TISTR 8161	N-free (BG-11)	0.40	170.4	+
Nostoc punctiforme TISTR 8167	N-free (BG-11)	0.53	195.7	-

DASH = สายพันธุ์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินของกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กรมวิชาการเกษตร

TISTR = สายพันธุ์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

N-free (BG-11) = อาหารเลี้ยงเชื้อปราศจากไนโตรเจน สูตร BG-11

สัญลักษณ์แทนความเข้มสีของปฏิกิริยา : + = อ่อน , - = ไม่ทำปฏิกิริยา , [1]/ วิเคราะห์โดยวิธี Colorimetric

ตาราง ผนวกที่ 4. ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำหนักแห้ง และโปรตีนที่สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินผลิตได้ และการตรวจพบการปลดปล่อยสารคล้าย IAA ในอาหารเพาะเลี้ยงของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Scytonema*, *Tolypothrix* และ *Stigonema*

สกุล/ชนิด/สายพันธุ์	อาหารเพาะเลี้ยง	น้ำหนักแห้ง (กรัม/ลิตร) เมื่ออายุ 30 วัน	ปริมาณโปรตีน (ไมโครกรัม/มล.) เมื่ออายุ 30 วัน	การตรวจพบการปลดปล่อยสารคล้าย IAA ในอาหารเพาะเลี้ยง เมื่ออายุ 21 วัน (Auxin-like Salkowski reaction)[1/]
Scytonema				
Scytonema sp. DASH 07101	N-free (BG-11)	0.54	39.0	-
Scytonema sp. DASH 07103	N-free (BG-11)	0.45	140.6	-
Tolypothrix				
Tolypothrix sp. DASH 08102	N-free (BG-11)	0.81	101.6	-
Tolypothrix sp. TISTR 8985	N-free (BG-11)	0.60	160.6	-
Tolypothrix sp. TISTR 8256	N-free (BG-11)	0.20	108.3	+
Stigonema				
Stigonema hormoides TISTR 8984	N-free (BG-11)	0.06	12.0	-

DASH = สายพันธุ์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินของกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กรมวิชาการเกษตร

TISTR = สายพันธุ์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

N-free (BG-11) = อาหารเลี้ยงเชื้อปราศจากไนโตรเจน สูตร BG-11

สัญลักษณ์แทนความเข้มสีของปฏิกิริยา : + = อ่อน , - = ไม่ทำปฏิกิริยา, [1]/ วิเคราะห์โดยวิธี Colorimetric

การคัดเลือกชนิดของแบคทีเรียละลายโพแทสเซียมที่เหมาะสมกับชนิดของแหล่งโพแทสเซียม

Selection on Potassium-Solubilizing Bacteria Suitable for Potassium-Bearing Mineral Sources

ศิริลักษณ์ จิตรอักษร ศฬิษา สังวิเศษ

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

การคัดเลือกชนิดของแบคทีเรียละลายโพแทสเซียมที่เหมาะสมกับชนิดของแหล่งโพแทสเซียมมีวัตถุประสงค์เพื่อหาไอโซเลทของแบคทีเรียที่มีความเหมาะสมกับแหล่งโพแทสเซียมต่างๆ ดำเนินการที่กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน ระหว่างเดือนตุลาคม 2553 - กันยายน 2554 แบคทีเรียละลายโพแทสเซียมได้จากการแยกบริสุทธิ์จากดินในประเทศไทยและรวบรวมได้จำนวน 100 ไอโซเลท ซึ่งมีทั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแบคทีเรียแกรมลบ ลักษณะโคโลนีสีขาวขุ่น เหลืองอ่อนและสีเหลือง เลือกแบคทีเรียจำนวน 30 ไอโซเลทเพื่อทดสอบความเหมาะสมกับชนิดของแหล่งโพแทสเซียม โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD มี 4 ซ้ำ 30 กรรมวิธี ใช้ไอไซเลทแทนกรรมวิธี การทดลองแบ่งเป็น 4 ชุด โดยชนิดของแหล่งโพแทสเซียมแทนชุดการทดลอง ได้แก่ แร่เฟลด์สปาร์ขนาด -40 แร่ไมกาขนาด -40 แร่ไมกาขนาด +40 และใช้ K_2HPO_4 เป็นกรรมวิธีเปรียบเทียบ พบว่าแบคทีเรียแต่ละไอโซเลทมีความสามารถในการเจริญโดยใช้แหล่งโพแทสเซียมชนิดเดียวกันแตกต่างกันทางสถิติและแบคทีเรียไอโซเลทเดียวกันมีความสามารถในการใช้แหล่งโพแทสเซียมต่างชนิดในการเจริญที่แตกต่างกัน ยกเว้น ไอโซเลท K01026 K02017 K05080 K05082 K06008 และ *Bacillus circulans* ที่ใช้แหล่งโพแทสเซียมได้ไม่แตกต่างกัน แบคทีเรียไอโซเลท K01026 K02004 K05116 K06005 K06008 และ K06009 เจริญเพิ่มจำนวนได้สูงให้ค่า log number ระหว่าง 8.395-8.545 CFU/มิลลิลิตร เมื่อใช้ K_2HPO_4 เป็นแหล่งโพแทสเซียม แบคทีเรียไอโซเลท K01026 K02004 และ K06009 เจริญเพิ่มจำนวนได้สูงให้ค่า log number ระหว่าง 8.505-8.614 CFU/มิลลิลิตร เมื่อใช้แร่เฟลด์สปาร์ขนาด-40 เป็นแหล่งโพแทสเซียม แบคทีเรียหลายไอโซเลทสามารถใช้แร่ไมกาขนาด -40 เป็นแหล่งโพแทสเซียม ได้แก่ไอโซเลท K01026 K02001 K02004 K06005 K06008 และ K06009 เจริญเพิ่มจำนวนได้ค่า log number ระหว่าง 8.430-8.618 CFU/มิลลิลิตร แต่มีเพียงไอโซเลท K02004 ที่เจริญเพิ่มจำนวนให้ค่า log number สูงสุด 8.685 CFU/มิลลิลิตร ไอโซเลท K02004 ใช้แหล่งโพแทสเซียมจากแร่ในการเพิ่มจำนวนเซลล์ได้ดีกว่าจาก K_2HPO_4 ซึ่งให้ค่า log number มากกว่า 8.614 CFU/มิลลิลิตร และไอโซเลท K01026 ใช้แหล่งโพแทสเซียมชนิดต่างๆ ในการเพิ่มจำนวนได้ ไม่แตกต่างกันให้ค่า log number มากกว่า 8.515 CFU/มิลลิลิตร

คำนำ

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพที่จำหน่ายในประเทศไทยที่สามารถทดแทนหรือส่งเสริมประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมีมีหลายชนิด เช่น ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมที่ใช้ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจน ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมคอร์ไรซ่าและปุ๋ยชีวภาพจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตช่วยส่งเสริมความเป็นประโยชน์ได้ของธาตุฟอสฟอรัสในดินแก่พืช แต่พืชมีความต้องการธาตุอาหารหลักอีกธาตุหนึ่งเพื่อการเจริญเติบโตซึ่งได้จากปุ๋ย คือ โพแทสเซียม การเพิ่มโพแทสเซียมในดินนิยมใส่ในรูปของปุ๋ยโพแทช ซึ่งมีราคาสูงดังนั้นต้นทุนการผลิตพืชจึงสูงขึ้นตามราคาปุ๋ย วิธีการหนึ่งในการลดค่าใช้จ่ายของปุ๋ยโพแทสเซียม รักษาสิ่งแวดล้อมและได้ผลผลิตที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ได้แก่ การวิจัยจุลินทรีย์ดินที่ไม่ก่อให้เกิดโรคคน สัตว์ และพืช ที่สามารถละลายโพแทสเซียมจากแหล่งอื่น เช่น แร่เฟลด์สปาร์ แร่ไมกา แร่อิลล์ไลต์ หรือแม้กระทั่งแร่ดินเหนียว เป็นต้น เพื่อนำมาพัฒนาเป็นปุ๋ยชีวภาพละลายโพแทสเซียม

จุลินทรีย์ดินมีบทบาทสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการหมุนเวียนธาตุอาหารพืชในดินรวมถึงธาตุโพแทสเซียม โดยเฉพาะอย่างยิ่งจุลินทรีย์ละลายธาตุอาหารพืชโดยกิจกรรมการย่อยสลาย จุลินทรีย์ดินหลายชนิดสามารถละลายแร่ที่มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบ เช่น เฟลด์สปาร์ ไมกา อิลล์ไลต์ และ ออร์โธแคลส เป็นต้น เช่น แบคทีเรียซิลิเกต ซึ่งเป็นจุลินทรีย์กลุ่มหนึ่งที่สามารถละลายโพแทสเซียม ซิลิกอน และอลูมินั่มที่เป็นองค์ประกอบของแร่ที่ไม่ละลายให้สามารถละลายได้และอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Aleksandrov *et at*., 1967; Vandeviver *et al*., 1994) เช่น *Bacillus edaphicus* สามารถละลายโพแทสเซียมในสินแร่ Nanjing feldspar และ Suzhou illite (Sheng and Lin, 2006) จึงสมควรที่จะได้มีการสำรวจ คัดเลือกแบคทีเรียละลายโพแทสเซียมที่เหมาะสมกับชนิดของแหล่งโพแทสเซียม

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน จานเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ อาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ แร่เฟลด์สปาร์ขนาด -40 แร่ไมกาขนาด -40 และแร่ไมกาขนาด +40 กล้องจุลทรรศน์ และตู้บ่มเลี้ยงจุลินทรีย์

วิธีการ

แยกบริสุทธิ์และรวบรวมไอโซเลทแบคทีเรียจากบริเวณพื้นที่ที่มีศักยภาพทางแร่ที่มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบ

เก็บตัวอย่างดินบริเวณพื้นที่ที่มีศักยภาพทางแร่ที่มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบ นำมาแยกบริสุทธิ์แบคทีเรียละลายโพแทสเซียมด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อซิลิเกตแบคทีเรีย (Hebie Academy of Science, 1996) โดยใช้แร่เฟลด์สปาร์เป็นแหล่งโพแทสเซียม เตรียมอาหารวุ้นแข็งซิลิเกตแบคทีเรียและเกลี่ยสารละลายตัวอย่างดินด้วยวิธี dilution plate บ่มที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-3 วัน และนำมาแยกจนกระทั่งได้เชื้อบริสุทธิ์ 100 ไอโซเลทศึกษาลักษณะโคโลนี การติดสีแกรม รูปร่างเซลล์ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เก็บรักษาเชื้อเหล่านั้นที่ -80 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปทดสอบความสามารถในการเจริญโดยใช้โพแทสเซียมจากแหล่งต่างๆ

คัดเลือกแบคทีเรียละลายโพแทสเซียมที่เหมาะสมกับชนิดของแหล่งโพแทสเซียม

เลือกแบคทีเรียละลายโพแทสเซียมที่แยกบริสุทธิ์ได้จากการสำรวจจำนวน 29 ไอโซเลท และ *Bacillus circulans* ซึ่งเป็นแบคทีเรียใช้ผลิตปุ๋ยชีวภาพละลายโพแทสเซียมในประเทศจีนเป็นเชื้อเปรียบเทียบ รวมเป็น 30 ไอโซเลท การทดลองแบ่งเป็น 4 ชุด ตามชนิดของแหล่งโพแทสเซียม วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Designed (CRD) มี 4 ซ้ำ 30 กรรมวิธี ดังนี้ แบคทีเรียไอโซเลท K01001 K01005 K01007 K01025 K01026 K02001 K02004 K02005 K02017 K02018 K02020 K02026 K05074 K05075 K05080 K05081 K05082 K05085 K05091 K05116 K05121 K05122 K06008 K06009 K07001 K07002 K07003 K07004 และ *Bacillus circulans* เลี้ยงแบคทีเรียในอาหารซิลิเกตเหลวแบคทีเรียด้วย K_2HPO_4 เขย่าที่ความเร็ว 125 รอบต่อนาที 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 วัน หรือได้เซลล์ประมาณ 10^7 เซลล์ต่อมิลลิลิตร และถ่ายเชื้อนั้น 1 เปอร์เซ็นต์ในอาหารเหลวซิลิเกตแบคทีเรีย 50 มิลลิลิตรที่มีการใส่แหล่งโพแทสเซียมชนิดต่างๆ เทียบเท่า K_2HPO_4 2 กรัม เขย่าเลี้ยงที่อุณหภูมิเหมือนเดิม เป็นเวลา 7 วัน เมื่อครบกำหนดตรวจนับจำนวนแบคทีเรียละลายโพแทสเซียมที่รอดชีวิตด้วยวิธี viable plate count บนอาหารวุ้นแข็งซิลิเกตแบคทีเรียและนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ระยะเวลา เดือนตุลาคม 2553 ถึง กันยายน 2554

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการวิจัยไรโซเบียม กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

แยกบริสุทธิ์และรวบรวมไอโซเลทแบคทีเรียจากบริเวณพื้นที่ที่มีศักยภาพทางแร่ที่มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบ แยกบริสุทธิ์แบคทีเรียละลายโพแทสเซียมจากพื้นที่ที่มีศักยภาพทางแร่ที่มีโพแทสเซียมในประเทศไทยด้วยอาหารซิลิเกตแบคทีเรีย ได้จำนวน 100 ไอโซเลท ซึ่งมีลักษณะโคโลนีหลายลักษณะ (ไม่แสดงรายละเอียด) และเลือกเพียง 30 ไอโซเลท เพื่อทดสอบความเหมาะสมในการละลายโพแทสเซียมจากแหล่งต่างๆ (ตารางที่ 1) สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 โคโลนีมีสีเหลืองอ่อน ขอบเรียบ รูปร่างเซลล์เป็นท่อน ติดสีแกรมลบ ได้แก่ ไอโซเลท K02001 K02004 K02005 K05080 และ K05091 กลุ่มที่ 2 โคโลนีมีสีเหลืองอ่อน ขอบเรียบ รูปร่างเซลล์เป็นท่อน ติดสีแกรมบวก ได้แก่ ไอโซเลท K01001 K01025 K05074 K05075 K05081 K05085 และ K05122 กลุ่มที่ 3 โคโลนีมีสีเหลือง ขอบเรียบ รูปร่างเซลล์เป็นท่อน ติดสีแกรมลบ ได้แก่ ไอโซเลท K01005 และ K01007 กลุ่มที่ 4 โคโลนีมีสีเหลือง ขอบเรียบ รูปร่างเซลล์เป็นท่อน ติดสีแกรมบวก ได้แก่ ไอโซเลท K01026 K02018 K02026 K05082 K05116 K06009 K07004 และ *Bacillluscirculans*กลุ่มที่ 5 โคโลนีมีสีขาว ขอบเรียบ รูปร่างเซลล์เป็นท่อน ติดสีแกรมบวก ได้แก่ ไอโซเลท K02017 K02020 K05121 K06005 K06008 K07001 K07002 และ K07003 ส่วนใหญ่แบคทีเรียมีโคโลนีสีเหลืองซึ่งสันนิษฐานได้ว่าแบคทีเรียกลุ่มนี้ผลิตสารออกฤทธิ์เป็นกรดในการย่อยสลายแร่เฟลด์สปาร์เพื่อให้ได้โพแทสเซียมและนำมาใช้ในการเจริญ (Mueller, 1996; Styriakova and Styriak, 2002) ส่วนไอโซเลทกลุ่มที่ 5 ซึ่งเกิดโคโลนีสีขาวนั้นบอกเป็นนัยว่าใช้กลไกที่สำคัญในการย่อยสลายแร่เฟลด์สปาร์แตกต่างจากแบคทีเรียกลุ่มแรก เช่น อาจจะสร้างสารอินทรีย์และทำหน้าที่เป็นสารคีเลตไอออนของโพแทสเซียมเพื่อให้อยู่ในรูปที่ละลายได้ ดังเช่น ผลงานวิจัยของ (Vandeyiere *et al*.,1994) ที่รายงานการใช้แบคทีเรีย 17 ไอโซเลทและทดสอบ

ความสามารถในการละลายแร่ซิลิเกตแบคทีเรียที่สามารถละลายซิลิกอนออกมาจากแร่ซิลิเกตได้นั้น คือ ไอโซเลทที่ผลิต gluconate เป็นต้น

คัดเลือกแบคทีเรียละลายโพแทสเซียมที่เหมาะสมกับชนิดของแหล่งโพแทสเซียม

แบคทีเรียละลายโพแทสเซียม 30 ไอโซเลทมีความสามารถในการใช้โพแทสเซียมชนิดเดียวกันเพื่อการเจริญเพิ่มจำนวนได้แตกต่างกัน (ตารางที่ 2) และแบคทีเรียละลายโพแทสเซียมไอโซเลทเดียวกัน (ยกเว้น ไอโซเลท K01026 K02017 K05080 k05082 K06008 และ *Bacillus circulans*) มีความสามารถในการใช้โพแทสเซียมจากแหล่งต่างๆ ได้แตกต่างกัน (ตารางที่ 2) เมื่อใช้ K_2HPO_4 เป็นแหล่งโพแทสเซียม พบว่าไอโซเลท K01026 K02004 K05116 K06005 K06008 และ K06009 เจริญเพิ่มจำนวนได้สูงให้ค่า log number ระหว่าง 8.395-8.545 CFU/มิลลิลิตร เมื่อใช้แร่เฟลด์สปาร์ขนาด -40 พบว่าไอโซเลท K01026 K02004 และ K06009 เจริญเพิ่มจำนวนได้สูงให้ค่า log number ระหว่าง 8.505-8.614 CFU/มิลลิลิตร เมื่อใช้แร่ไมกาขนาด -40 พบว่าไอโซเลท K01026 K02001 K02004 K06005 K06008 และ K06009 เจริญเพิ่มจำนวนได้ค่า log number ระหว่าง 8.430-8.618 CFU/มิลลิลิตร และเมื่อใช้แร่ไมกาขนาด +40 พบว่ามีเพียงไอโซเลท K02004 เดียวเท่านั้นที่เจริญเพิ่มจำนวนให้ ค่า log number สูงสุด 8.685 CFU/มิลลิลิตร การทดลองนี้ได้ผลทำนองเดียวกับผลงานวิจัยของ Sugumaran and Janarthanam (2007) ที่พบว่า *Bacillus mucilaginosus* MCRCp1 มีความสามารถในการละลายแร่ที่มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบได้ไม่เท่ากัน กล่าวคือ สามารถละลายโพแทสเซียมจาก muscovite mica ได้ 42.29 มิลลิกรัมต่อลิตร microcline mineral ได้ 1.26 มิลลิกรัมต่อลิตร และ orthoclase ได้เพียง 0.85 มิลลิกรัมต่อลิตร

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

แบคทีเรียละลายโพแทสเซียมแต่ละชนิดมีความสามารถในการละลายโพแทสเซียมจากแหล่งต่างๆได้แตกต่างกัน แบคทีเรียละลายโพแทสเซียมไอโซเลท K02004 มีศักยภาพสูงในการละลายโพแทสเซียมจากสินแร่เพื่อใช้ในการเจริญได้ดีกว่า K_2HPO_4 ซึ่งให้ค่า log number มากกว่า 8.614 CFU/มิลลิลิตร และไอโซเลท K01026 มีความเหมาะสมกับแหล่งโพแทสเซียมชนิดต่างๆ ซึ่งให้ค่า log number มากกว่า 8.515 CFU/มิลลิลิตร ดังนั้นไอโซเลท K02004 และ K01026 จึงมีศักยภาพสูงสำหรับนำมาผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพละลายโพแทสเซียมเพื่อใช้ร่วมกับสินแร่ที่มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบเพื่อทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีโพแทสเซียมในการผลิตพืช อย่างไรก็ตามขนาดของแร่ที่มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบควรน้อยกว่า +40 เพื่อให้แบคทีเรียไอโซเลทอื่นๆ สามารถละลายโพแทสเซียมให้เป็นประโยชน์ต่อพืชมากยิ่งขึ้น

การนำไปใช้ประโยชน์

แบคทีเรียละลายโพแทสเซียมไอโซเลท K02004 และ K01026 ซึ่งไม่ก่อให้เกิดโรคคน สัตว์ และพืช สามารถนำไปผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพละลายโพแทสเซียมเพื่อใช้ร่วมกับสินแร่ที่มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบ ในการทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีโพแทสเซียมเพื่อลดต้นทุนการผลิตและไม่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 1 ลักษณะของแบคทีเรียละลายโพแทสเซียมที่แยกบริสุทธิ์ได้

ลักษณะแบคทีเรีย	**ไอโซเลท**
โคโลนีสีเหลืองอ่อน ขอบเรียบ	K02001 K02004 K02005 K050580 และ K050591
รูปร่างเซลล์เป็นท่อน ติดสีแกรมลบ	
โคโลนีสีเหลืองอ่อน ขอบเรียบ	K01001 K01025 K05074 K05075 และ K05081
รูปร่างเซลล์เป็นท่อน ติดสีแกรมบวก	K05085 และ K05122
โคโลนีสีเหลือง ขอบเรียบ	K01005 และ K01007
รูปร่างเซลล์เป็นท่อน ติดสีแกรมลบ	
โคโลนีสีเหลือง ขอบเรียบ	K01026 K02018 K02026 K05085 และ K05116
รูปร่างเซลล์เป็นท่อน ติดสีแกรมบวก	K06009 K07004 และ *Bacillus circulans*
โคโลนีสีขาว ขอบเรียบ	K02017 K02020 K06005 K06008 และ K07001
รูปร่างเซลล์เป็นท่อน ติดสีแกรมบวก	K07002 K07003 และ K05121

ตารางที่ 2 ความสามารถในการเจริญของแบคทีเรียละลายโพแทสเซียมโดยใช้แหล่งโพแทสเซียมชนิดต่างๆ

ไอโซเลท	ชนิดของโพแทสเซียม[1/]					
	K_2HPO_4	แร่เฟลด์สปาร์ -40	แร่ไมกา -40	แร่ไมกา +40	F-test	CV (%)
K01001	8.188c[2/] (c)[3/]	8.313cde (b)	8.418cd (a)	8.359c-f (ab)	13.44**	0.6
K01005	7.969d-g (a)	8.008ij (a)	7.816i (b)	7.861ijk (b)	7.70**	0.7
K01007	7.677hi (d)	8.084f-j (b)	7.921i (c)	8.265d-g (a)	35.21**	1.2
K01025	7.544i (d)	8.067g-j (c)	8.228fg (b)	8.381b-f (a)	199.61**	0.6
K01026	8.545a	8.515ab	8.535b	8.566ab	ns	0.4
K02001	8.070c-f (b)	8.341cd (a)	8.370de (a)	8.430a-e (a)	28.49**	0.7
K02004	8.395ab (b)	8.614a (a)	8.685a (a)	8.618a (a)	5.77**	1.2
K02005	7.862gh (b)	7.561m (c)	6.910n (d)	8.377b-f (a)	151.69**	0.6
K02017	7.581i	7.507m	7.516k	7.497m	ns	0.7
K02018	7.690hi (a)	6.936o (b)	6.979mn (b)	7.600lm (a)	171.15**	0.8
K02020	8.051c-g (c)	8.233d-g (b)	8.370de (a)	8.191fgh (b)	53.58**	0.5
K02026	7.535i (a)	6.853o (b)	6.540q (b)	5.628p (c)	27.70**	4.5
K05074	6.807k (b)	7.157n (a)	7.029lm (a)	6.610o (c)	18.66**	1.6
K05075	7.265j (a)	6.666p (b)	6.694p (b)	6.556o (b)	4.32*	4.5
K05080	8.119cde	8.086f-j	8.142gh	8.190fgh	ns	1
K05081	8.113cde (a)	7.954j (b)	7.843i (c)	7.930ij (b)	16.98**	0.7
K05082	7.670hi	7.718l	7.695j	7.745kl	ns	0.8
K05085	7.653i (b)	7.661lm (b)	7.662j (b)	7.943ij (a)	24.81**	0.7
K05091	8.170cd (a)	8.243def (a)	7.920i (c)	8.050hij (b)	16.44**	0.9
K05116	8.424a (a)	8.161e-l (b)	8.154gh (b)	8.232e-h (b)	23.89**	0.6
K05121	8.110cde (c)	8.215d-h (b)	8.346de (a)	8.356c-f (a)	14.91**	0.7

ตารางที่ 2 (ต่อ) ความสามารถในการเจริญของแบคทีเรียละลายโพแทสเซียมโดยใช้แหล่งโพแทสเซียมชนิดต่างๆ

ไอโซเลท	ชนิดของโพแทสเซียม[1/]					
	K_2HPO_4	แร่เฟลด์สปาร์ -40	แร่ไมกา -40	แร่ไมกา +40	F-test	CV (%)
K05122	7.913efg (c)	8.056hij (b)	8.069h (b)	8.230e-h (a)	9.95**	1
K06005	8.432a (b)	8.419bc (b)	8.536b (a)	8.443a-d (b)	5.36*	0.5
K06008	8.458a	8.453bc	8.442bcd	8.446a-d	ns	0.2
K06009	8.446a (b)	8.505ab (a)	8.515bc (a)	8.515abc (a)	7.68**	0.3
K07001	7.919j (a)	7.122n (b)	6.810 (c)	6.804n (c)	133.89**	0.5
K07002	8.232bc (a)	8.165e-l (ab)	8.092h (b)	8.082ghi (b)	5.08*	0.8
K07003	7.687hi (d)	7.783kl (c)	8.142gh (b)	8.224fgh (a)	145.31**	0.5
K07004	6.648k (b)	6.495q (c)	7.089l (a)	6.499o (c)	36.37**	1.4
Bacillus circulans	7.888fg	7.923jk	8.305ef	8.145gh	ns	3.1
F-test	55.10**	121.67**	360.12**	143.57**		
CV (%)	1.6	1.3	0.8	1.6		

หมายเหตุ: [1/] จำนวนเซลล์ ค่า log number (CFU/มล.)

[2/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ทดสอบโดย DMRT

[3/] อักษรนอกวงเล็บเป็นการเปรียบเทียบระหว่างไอโซเลท อักษรในวงเล็บเป็นการเปรียบเทียบระหว่างชนิดของโพแทสเซียม

เอกสารอ้างอิง

Aleksandrov, V. G., R. N. Blagodry, and I. P. Ilev. 1967. Liberation of phosphoric acid from apatite by silicate bacteria. ***MikrobiolohichnyiZhurnal*** (*Kiev*) 29:111-114.

Hebie Academy of Science. 1996. ***International training course on biological fertilizer***. The International Science and Technology Corporation Department of SSTCC.The Institute of Microbiology.

Mueller, R. F. 1996. Bacterial transport and colonization in low nutrient environments.***Water Resources*** 30 (11): 2681-2691.

Sheng, X. F. and H. Y. Lin. 2006.Solubilization of potassium-bearing minerals by a wild-type strain of Bacillus edaphicus and its mutants and increased potassium uptake by wheat. ***Canadian Journal of Microbiology*** 52:66-72.

Styriakova, I and I. Styriak. 2002. Iron removal from kaolins by bacteria leaching. ***Ceramic Silikaty*** 44(4):135-141.

Sugumaran, P. and B. Janarthanam. 2007. Solubilization of potassium containing minerals by bacteria and their effect on plant growth. ***World Journal of Agricultural Science***3(3): 350-355.

Vandevivere, P., S. A. Welch, W. j. Ullman and D. L. Kirchman.1994. Enhanced dissolution of silicate minerals by bacteria at near-neutral pH.***Microbial Ecology*** 27:241-251.

.

การคัดเลือกสายพันธุ์ราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าที่สร้างสปอร์อยู่ในรากพืช

Selection of Arbuscular Mycorrhiza Species for a large numbers of spore production in root plant.

สุภาพร ธรรมสุระกุล นิศารัตน์ ทวีนุต มณฑิกานธิ์ สงบจิต

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

ปัจจุบันเป็นที่ทราบกันทั่วไปว่าปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่ามีประโยชน์กับพืชที่สำคัญทางการเกษตรหลายชนิดโดยปุ๋ยชีวภาพนี้มาเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับธาตุอาหารแก่พืช จึงช่วยลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีเพิ่มความแข็งแรงให้แก่พืช การผลิตปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่าเป็นหัวเชื้อนั้นได้หัวเชื้อจากการใช้สปอร์เลี้ยงในต้นพืชอาศัยเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งพืชอาศัยปลูกอยู่ในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อ เก็บเกี่ยวเมื่อหัวเชื้ออายุประมาณ 4 เดือน ดังนั้นหลังจากปลูกย่อมมีจุลินทรีย์อื่นปะปน เมื่อนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพ จึงมีจุลินทรีย์อื่นปะปนมาด้วยแม้จะไม่เป็นอันตรายต่อพืช แต่จะเป็นอุปสรรคในการผลิตพืชบางชนิด ยกตัวอย่างเช่น การผลิตพืชใน Tissue Culture (Hydroponic Culture และ Aeroponic Culture เป็นต้น จึงควรมีการผลิตปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่าแบบเม็ดที่ลดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์อื่น ซึ่งก่อนอื่นจะต้องคัดเลือกราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าชนิดที่สร้างสปอร์ในรากเป็นปริมาณมาก โดยทำการทดลองราอาบัสคูลาไมโคไรซ่า 7 ชนิด ได้แก่ *Glomus deserticola* (GLDES), *Glomus manihotene* (GLMAN, *Glomus intraradices* (GLINT, *Gigaspora margarita* (GIMAR, *Glomus clarum* (GLC), *Acaulospora scrobiculata* (ACS) และ *Acaulospora morrowae* (ACM) ปลูกในข้าวโพด ผลการทดลองพบว่าราอาบัสคูลาไมโคไรซ่า *Glomus intraradices* มีการสร้างสปอร์ในรากพืชเป็นปริมาณมากเหมาะสมที่จะใช้นำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์แบบเม็ด

คำนำ

เนื่องจากเป็นที่ทราบกันทั่วโลกว่าปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่ามีประโยชน์กับพืชที่สำคัญทางการเกษตรหลายชนิดทั้งพืชไร่ พืชสวน และพืชผัก (สุภาพร, 2549 ; ออมทรัพย์และคณะ, 2529 ; ออมทรัพย์และสุภาพร, 2539; Rhodes and Gerdemann, 1978 ; Thamsurakul *et al*., 2000) โดยราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับธาตุอาหารแก่พืช จึงช่วยลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี เพิ่มการมีชีวิตรอดของต้นกล้า และยังมีผลทางด้านการป้องกันโรคราที่เกิดกับระบบรากพืช (Davis, 1980; Mark, 1970)

การผลิตอาบัสคูลาไมโคไรซ่าเป็นหัวเชื้อนั้นส่วนใหญ่ใช้สปอร์เลี้ยงในต้นพืชอาศัยซึ่งปลูกในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เมื่อมีปริมาณสปอร์เพิ่มขึ้นในดิน นำดินนั้นมาตรวจนับปริมาณสปอร์เมื่อได้ปริมาณตามต้องการก็ใช้เป็นหัว

เชื้อต่อไป (Menge, 1983 ; Menge, 1984 ; Schenck and Perez, 1990) ต่อมามีการใช้วัสดุอื่นแทนดิน ได้แก่ เปลือกไม้ พีท เพอร์ไลท์ เวอร์มิคูไลท์ (Biermann and Linderman, 1983) ทราย (Ojala and Jarrell, 1980) แคลซีน มอนท์มอริลไลไนท์เคลย์ (Plenchtte *et al*., 1982) และเอ็กซ์แพนเด็ดเคลย์แอกกรีเกทส์ (Dehne and Backhaus, 1986) นอกจากนี้ยังมีการผลิตหัวเชื้อ Sheared-Root จาก Aeroponic cultures และการผลิตหัวเชื้อโดยอยู่ในรูปเม็ดที่บรรจุชิ้นส่วนของรากพืชที่มีราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าอยู่ภายใน (Strullu and Plenchtte, 1991) ดังนั้นการผลิตปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่าให้ลดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์อื่นควรจะใช้วิธีการผลิตเป็นรูปเม็ดที่บรรจุชิ้นส่วนของรากพืชที่มีราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าอยู่ภายในซึ่งวิธีนี้จะทำให้เส้นใยของราที่อยู่ภายในเม็ดสามารถเจริญต่อไปได้ (Kuek *et al*.,1992) ทำให้เม็ดหัวเชื้อนี้ที่ได้มีประสิทธิภาพในการงอกเข้าสู่พืชได้เร็ว

วัตถุประสงค์การทดลองนี้เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าที่สร้างสปอร์ในรากเป็นปริมาณมาก เพื่อนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่าที่มีการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์อื่นน้อยมากในรูปแบบเม็ด ซึ่งเป็นวิธีที่ยังไม่เคยมีการผลิตเป็นการค้าในประเทศไทยมาก่อน

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. ตะแกรงร่อนสปอร์ขนาด 63 – 450 ไมครอน
2. เครื่องปั่นเหวี่ยง ที่มีความเร็วจะไม่ต่ำกว่า 2,000 รอบต่อนาที
3. หม้อนึ่งความดันไอน้ำ
4. ถ้วยเพาะขนาด 12 ออนซ์
5. กระถางดินเผาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว
6. น้ำยาย้อมราก Trypan Blue Lactic-Glycerol Solution
7. ราอาบัสคูลาไมโคไรซ่า 7 ชนิด
8. เมล็ดข้าวโพด (*Zea mays* L.)
9. กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ
10. ดินผสมทรายอัตรา 1 : 1 นึ่งฆ่าเชื้อ
11. สารกำจัดศัตรูพืช
12. สารเคมีและอุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในการทดลอง

วิธีการ

วางแผนการทดลอง Completely Randomized Design มี 4 ซ้ำ 7 กรรมวิธี ประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1. ใส่สปอร์ *Glomus deserticola* (GLDES)

กรรมวิธีที่ 2. ใส่สปอร์ *Glomus manihotene* (GLMAN)

กรรมวิธีที่ 3. ใส่สปอร์ *Glomus intraradices* (GLINT)

กรรมวิธีที่ 4. ใส่สปอร์ *Gigaspora margarita* (GIMAR)

กรรมวิธีที่ 5. ใส่สปอร์ *Glomus clarum* (GLC)

กรรมวิธีที่ 6. ใส่สปอร์ *Acaulospora scrobiculata* (ACS)

กรรมวิธีที่ 7. ใส่สปอร์ *Acaulospora morrowae* (ACM)

การบันทึกข้อมูล

บันทึกเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยในรากพืชของอาบัสคูลาไมโคไรซ่า และนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบผลทางสถิติโดยวิธี Duncan Multiple Range Test

วิธีปฏิบัติการทดลอง

นำดินทำการเพิ่มปริมาณราอาบัสคูลาไมโคไรซ่า 7 ชนิด โดยทำการคัดเลือกชนิดภายใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อให้ได้เชื้อบริสุทธิ์ ทำการเพิ่มปริมาณสปอร์จาก single spore ในถ้วยเพาะซึ่งใส่ดินผสมนึ่งฆ่าเชื้อไว้ หลังจากอายุครบ 1 เดือนทำการย้ายลงกระถางดินเผาเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว ดูแลรดน้ำให้ปุ๋ย และกำจัดศัตรูพืชจนอายุครบ 4 เดือน ทำการสุ่มดินมานับจำนวนสปอร์โดยวิธี Wet Sieving and Decanting method และนำรากข้าวโพดที่ได้มาล้างดินออกให้สะอาดแล้วต้มในสารละลาย KOH ที่มีความเข้มข้น 10% ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นานประมาณ 5 นาที จากนั้นล้างรากด้วยน้ำกลั่น 3-4 ครั้ง แล้วย้อมสีรากด้วย Trypan Blue Lactic-Glycerol Solution จากนั้นตัดรากที่ย้อมสีแล้วออกเป็นท่อนๆ ละ ประมาณ 1 เซนติเมตร เลือกรากที่ตัดไว้จำนวน 100 ชิ้น โดยวิธีสุ่มตัวอย่างแล้ววางบนสไลด์ ตรวจสอบจำนวนชิ้นส่วนของรากที่มีการเข้าอาศัยในรากภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ โดยวิธี slide method ของ Giovannetti และ Mosse จำนวนชิ้นรากที่มีการเข้าอาศัยของอาบัสคูลาไมโคไรซ่าจะคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์จากรากทั้งหมด ได้ผลดังตาราง

ระยะเวลา เดือนตุลาคม 2553 ถึงเดือน กันยายน 2554

สถานที่ทำการทดลอง

ดำเนินการทดลองในเรือนกระจกและในห้องปฏิบัติการของกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

การคัดเลือกสายพันธุ์ราอาบัสคูลาไมโคไรซ่า 7 ชนิดได้ผลการทดลองตามตารางพบว่าราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าที่สร้างสปอร์มากที่สุดคือ GLINT GLMAN ACS ACM GIMAR ตามลำดับ แต่การเข้าอยู่อาศัยในรากพืชมากที่สุดคือ ACS GLINT GLDES ACM GIMAR GLMAN และ GLC ตามลำดับ ราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าที่มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์แบบเม็ดมากที่สุดคือ GLINT เนื่องจากมีทั้งการสร้างสปอร์และการเข้าอาศัยในรากพืชมาก รองลงมาคือ GLMAN ACS GLDES ตามลำดับ

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ในการทดลองคัดเลือกได้ราอาบัสคูลาไมโคไรซ่า *Glomus intraradices* (GLINT) ซึ่งสร้างสปอร์อยู่ในรากพืชเป็นปริมาณมากเหมาะสมที่จะนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์แบบเม็ด

การนำไปใช้ประโยชน์

ข้อมูลการทดลองนี้สามารถนำไปพัฒนาต่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ไมโคไรซ่าแบบเม็ดซึ่งจะลดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์อื่นที่อยู่ในวัสดุพาได้

เอกสารอ้างอิง

สุภาพร ธรรมสุระกุล. 2549. ผลของรา วี-เอไมโคไรซ่าต่อการเจริญเติบโตของหน่อไม้ฝรั่ง. วารสารวิชาการเกษตร ปีที่ 24 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม – สิงหาคม หน้า 211-223.

ออมทรัพย์ นพอมรบดี, สุภาพร ธรรมสุระกุล, สมเพชร เจริญสุข และ เย็นใจ วสุวัต. 2529. การคัดเลือกเชื้อวี-เอ ไมโคไรซ่าที่มีประสิทธิภาพในการดูดธาตุฟอสฟอรัสของถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วลิสง. ผลงานวิจัยประจำปี 2529 เล่มที่ 1. กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร

ออมทรัพย์ นพอมรบดี และสุภาพร ธรรมสุระกุล. 2539. ผลของเชื้อ วี-เอไมโคไรซ่าต่อการเจริญเติบโตของสับปะรด. รายงานสัมมนาวิชาการสับปะรดครั้งที่ 2. ISBN 974-8027-36-8 หน้า 118-135

Biermann, B.J., and R.G. Linderman. 1983. Effect of container plant growth medium and fertilizer phosphorus on establishment and host growth response to vesicular-arbuscular mycorrhizae. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 108: 962-971.

Davis. R.M. and Menge, J.A. 1980. Influence of *Glomus fasciculatus* and soil phosphorus on *Phytophthora parasitica* root rot of citrus. Phytopath. 70: 477-452.

Dehne, H.W., and G.F. Backhaus. 1986. The use of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in plant production. I. Inoculum production. Z. Pflazenkr. Pflanzenschutz 93: 415-424.

Kuek. C., IC. Tommerup and N. Malajczuk. 1992. Hydrogel bead inocula for the production of ectomycorrhizal eucalypts for plantations. Mycological Research 96: 273-277.

Mark, D.H. 1970. The influence of ectotrophic mycorrhizal fungi on the resistance of pine roots to pathogenic infections. V. Resistance of mycorrhizae to infection by vegetative mycelium of *Phytophthora cinnamoni.* Phytopath. 60: 1472-1473.

Menge, J.A. 1983. Utilization of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in agriculture. Can. J. Bot. 61: 1015-1024.

Menge, J.A. 1984. Inoculum production. p. 187-203. *In* C.L. Powell and D.J. Bagyaraj (ed.) VA mycorrhiza. CRC Press, Boca Raton. FL. Ojala, J.C., and W.M. Jarrell. 1980. Hydroponic sand culture systems for mycorrhizal research. Plant Soil 57: 297-303.

Ojala, J.C., and W.M. Jarrell.1980. Hydroponic sand culture systems for mycorrhizal research. Plant Soil 57:297-303.

Plenchette, C., V. Furlan and JA. Fortin 1982. Effects of different endomycorrhizal fungi on five host plants grown on calcined montmorillonite clay. Journal of the American Society for Horticultural Science. 107: 535-538.

Rhodes, L.H. and J.W. Gerdermann. 1978. Influence of phosphorus nutrition on sulfur uptake by vesicular-arbuscular mycorrhizae of onion. Soil Bichem. 10: 361-364.

Schenck, N.C., and Y. Perez. 1990. Isolation and culture of VA mycorrhizal fungi. p. 237-258. *In* D.P. Labeda (ed.) Isolation of biotechnological organisms from nature. McGraw Hill Publ. Co., New York.

Strullu, DG. and C. Plenchette. 1991. The entrapment of *Glomus* sp. In alginate beads and their use as root inoculum. Mycological Research 95: 1194-1196.

Thamsurakul, S., O. Nopamornbodi, S. Charoensook and S. Roenrugroeng. 2000. Increasing pineapple yield using VA mycorrhizal fungi. Acta Horticulture. 529: 199-202.

ตาราง แสดงจำนวนสปอร์และเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยของอาบัสคูลาไมโคไรซ่า จำนวน 7 ชนิด

กรรมวิธี	จำนวนสปอร์/ดิน 1 กรัม	เปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยในราก
1 GLDES	7 d	91 ab
2 GLMAN	67 b	81 d
3 GLINT	86 a	97 ab
4 GIMAR	8 d	83 d
5 GLC	6 d	79 d
6 ACM	14 c	90 bc
7 ACS	18 c	98 a
CV (%)	9.6	5.4

การเพิ่มปริมาณแหนแดงเพื่อการผลิตวัสดุพาสำหรับการผลิตปุ๋ยชีวภาพ

Manipulation of Azolla Served as Carriers for Biofertilizer production

ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต ประไพ ทองระอา นิศารัตน์ ทวีนุต

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

การทดลองเพิ่มปริมาณแหนแดงเพื่อการผลิตวัสดุพาสำหรับการผลิตปุ๋ยชีวภาพในบ่อทดลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร มีวัตถุประสงค์เพื่อหาอัตราที่เหมาะสมในการเพิ่มปริมาณแหนแดง ดำเนินการที่กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดินระหว่างเดือนตุลาคม 2553 – กันยายน 2554 โดยใช้แหนแดงในอัตราเริ่มต้น 100, 200 และ 300 กิโลกรัมต่อไร่ โดยเก็บเกี่ยวเมื่อแหนเต็มกระชัง พบว่าเมื่อใช้แหนแดงอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตแหนแดงสดสูงที่สุดในแต่ละครั้งที่เก็บเกี่ยว และสามารถเก็บเกี่ยวได้ 6 ครั้งภายในระยะเวลา 3 เดือน คือ 2,046, 2,016, 2,076, 2,154, 2,003 และ 2,130 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ในขณะที่การใช้แหนแดงอัตรา 200 และ 100 กก.ต่อไร่ เก็บเกี่ยวได้ 5 และ 4 ครั้ง ในระยะเวลา 3 เดือน ตามลำดับ

เมื่อทดลองเก็บเกี่ยวแหนแดงในระยะเวลาทุก 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 3 เดือน โดยใส่แหนแดงในอัตราเริ่มต้น คือ 100 200 และ 300 กิโลกรัมต่อไร่ จำนวน 6 ครั้งหลังเก็บเกี่ยวแหนแดงในบ่อทดลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 เซ็นติเมตร พบว่าการใส่แหนแดงในกระชังอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักรวมแหนแดงสดสูงที่สุด คือ 12,907 กรัมต่อตารางเมตร เช่นเดียวกับการเก็บเกี่ยวแหนแดงในแต่ละครั้ง โดยเก็บเกี่ยวแหนแดงสดทั้ง 6 ครั้ง ดังนี้ 1,874, 2,175, 2,374, 2,045, 2,309 และ 2,130 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ รองลงมาได้แก่ การใส่แหนแดงในกระชังอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักรวมแหนแดงสด เท่ากับ 9,029 กรัมต่อตารางเมตร ซึ่งการเก็บเกี่ยวแหนแดงสดทั้ง 6 ครั้ง ได้ผลดังนี้ 1,189, 1,813, 1,276, 1,488, 1,639 และ 1,624 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ส่วนการใส่แหนแดงในกระชังอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักรวมแหนแดงสดต่ำสุด เท่ากับ 5,375 กรัมต่อตารางเมตร ซึ่งการเก็บเกี่ยวแหนแดงสดทั้ง 6 ครั้ง ได้ผลดังนี้ 725, 905, 1,131, 1,076, 826 และ 712 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ

คำนำ

แหนแดงจัดเป็นปุ๋ยชีวภาพชนิดหนึ่ง ซึ่งถูกนำมาใช้ในรูปแบบของปุ๋ยพืชสดอย่างแพร่หลายในนาข้าว เนื่องจากในโพรงใบของแหนแดงมีจุลินทรีย์จำพวกไซยาโนแบคทีเรียอาศัยอยู่ ซึ่งแบคทีเรียนี้สามารถตรึงก๊าซไนโตรเจนจากบรรยากาศ แล้วเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียมมาใช้ประโยชน์อย่างเพียงพอสำหรับตัวจุลินทรีย์เองและแหนแดง ไซยาโนแบคทีเรียที่อยู่ในโพรงใบแหนแดงนั้นสามารถตรึงไนโตรเจนได้ถึง10 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ และเปลี่ยนไปเป็นสารประกอบไนโตรเจนให้แหนแดงนำไปใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้แหนแดงสามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว และมีน้ำหนักสดสูงถึง 3 ตันต่อไร่ ภายในระยะเวลา 30 วัน ด้วยอัตราเริ่มต้นของแหนแดงเพียง 300 กก.ต่อไร่

(ประยูร, 2530) แหนแดงมีอัตรา C:N ต่ำ (ประมาณ 10) นอกจากนี้แหนแดงมีความสามารถในการดูดซับโพแทสเซียมที่ไม่เป็นประโยชน์ในดินได้สูง (2 - 3.5 %K, (Lui, 1987)) และจากการที่แหนแดงสามารถเพิ่มมวลชีวภาพได้อย่างรวดเร็ว ให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นหนึ่งเท่าตัวได้ภายในเวลา 3-5 วัน (Watanabe, 1982) แต่ถ้าหากมีฟอสฟอรัสปริมาณที่เหมาะสมจะสามารถเพิ่มน้ำหนักได้รวดเร็วขึ้นคือ 2 - 3 วัน (Tung และ Shen, 1981; Watanabe และ Ramirez, 1984) และเป็นแหล่งวัสดุอินทรีย์ที่มีธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมสูง รวมถึงมีโปรตีนและกรดอะมิโนต่างๆ เป็นองค์ประกอบในปริมาณสูง (Alalade และ Lyayi, 2006) และราคาต้นทุนการผลิตต่ำมาก นอกจากนี้แล้วแหนแดงจะเป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ในดินเนื่องจากองค์ประกอบต่างๆ ที่มีอยู่ในแหนแดงอาจเป็นประโยชน์โดยตรงต่อจุลินทรีย์ ด้วยคุณสมบัติต่างๆ ที่ดีของแหนแดง จึงมีแนวคิดที่สามารถจะนำแหนแดงมาเป็นวัสดุพาเพื่อทดแทนดินพีท ซึ่งการผลิตแหนแดงนั้นหากสามารถทำให้แหนแดงกระจายอยู่ทั่วไปในประเทศได้ ก็จะทำให้เรามีทรัพยากรที่มีประโยชน์ได้ใช้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด

จากสถานการณ์ของทรัพยากรธรรมชาติที่ถูกใช้และกำลังจะหมดไปเรื่อยๆ ไม่สามารถที่จะสร้างขึ้นมาทดแทนได้ในระยะเวลาอันสั้นซึ่งปัจจุบันเป็นวัสดุพา (carrier) ที่สำคัญในการใช้ผลิตปุ๋ยชีวภาพต่างๆ เนื่องจากมีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการที่ทำให้จุลินทรีย์มีชีวิตรอดสูงและมีระยะเวลาในการเก็บรักษาได้นาน ซึ่งปัจจุบันมีปริมาณลดลงและมีราคาแพง เนื่องจากแหล่งดินพีทที่นำมาใช้ส่วนใหญ่นั้นได้มาจากดินพรุและมักอยู่ในเขตป่าสงวนประกอบกับการขุดเพื่อเอาดินพีทมาใช้นั้นเป็นการทำลายสภาพแวดล้อมและใช้ทรัพยากรธรรมชาติแบบใช้แล้วหมดไปไม่สามารถหามาทดแทนได้ การหาวัสดุพาชนิดอื่นมาทดแทนการใช้ดินพีทเป็นแนวทางหนึ่งที่จะทำให้ไม่ต้องทำลายทรัพยากร ธรรมชาติและควรจะต้องเป็นวัสดุที่มีคุณภาพแน่นอน หาได้ง่ายในประเทศ มีปริมาณมากและใช้ได้อย่างต่อเนื่องรวมทั้งราคาไม่แพงสามารถช่วยให้จุลินทรีย์อาศัยอยู่ได้และมีการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณได้ดี นำปุ๋ยชีวภาพไปใช้ได้ง่ายและทำให้ปุ๋ยชีวภาพมีอายุการเก็บได้ยาวนาน วัสดุพาที่สามารถนำมาใช้ผลิตปุ๋ยชีวภาพนอกจากดินพีทแล้วยังมีอีกหลายชนิดได้แก่ ผงถ่าน ปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายดีแล้ว ดินเหนียว เป็นต้น ซึ่งวัสดุพาแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไปทั้งทางเคมีและฟิสิกส์ แต่คุณสมบัติที่ดีของวัสดุพานั้นต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพ การดูดซับความชื้นได้ดี ไม่เป็นพิษต่อจุลินทรีย์ ง่ายต่อการทำให้แห้งและบดเป็นผงละเอียด ไม่มีจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อจุลินทรีย์ที่ใช้ผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพ (วิทยา, 2545)

การผลิตปุ๋ยชีวภาพนั้น วัสดุพาเป็นสิ่งจำเป็นในการที่จะใช้พาจุลินทรีย์ในปุ๋ยชีวภาพไปสู่มือของผู้ใช้วัสดุพาที่มีคุณภาพจะทำให้ปุ๋ยชีวภาพนั้นสามารถมีอายุการใช้งานได้นานและมีปริมาณจุลินทรีย์ตามที่ พรบ. ปุ๋ยชีวภาพ ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2550 กำหนด วัสดุพาที่ใช้กันทั่วไปได้แก่ ดินพีท รำข้าวสาลี แคลเซียมอัลจิเนท ดินที่ผสมด้วยหินฟอสเฟต ปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายสมบูรณ์แล้ว สำหรับการผลิตปุ๋ยชีวภาพของกรมวิชาการเกษตรนั้นใช้ดินพีทเป็นวัสดุพา แต่ในปัจจุบันปริมาณดินพีทในประเทศไทยที่มีคุณภาพดีและเหมาะสมกับการผลิตปุ๋ยชีวภาพนั้นมีปริมาณจำกัด จึงทำให้ราคาต้นทุนการผลิตสูงขึ้นอย่างมาก เพื่อเตรียมการผลิตปุ๋ยชีวภาพจึงจำเป็นต้องวิจัยหาสัดส่วนที่เหมาะสมของ วัสดุพาชนิดอื่นที่สามารถทำให้จุลินทรีย์หัวเชื้อปุ๋ยชีวภาพสามารถมีอัตราการรอดชีวิตได้สูงเป็นระยะเวลานาน เพื่อสร้างความเชื่อมั่นว่าได้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพที่มีคุณภาพก่อนจะแนะนำให้แก่เกษตรกรต่อไป การใช้แหนแดง ซึ่งมีคุณสมบัติและคุณภาพค่อนข้างคงตัว สามารถผลิตได้เป็นจำนวนมาก และมีต้นทุนการผลิตต่ำ และสามารถผลิตได้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะนำมาทดสอบเพื่อใช้เป็นวัสดุพาในการผลิตปุ๋ยชีวภาพเพื่อทดแทนดินพีท โดยแหนแดงมี

ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมอยู่ในปริมาณมาก รวมทั้งเป็นแหล่งของกรดอมิโนต่างๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มปริมาณของแบคทีเรีย เพื่อที่จะสามารถผลิตปุ๋ยชีวภาพให้ได้คุณภาพดี โดยไม่จำเป็นต้องพึงพาดินพีท จึงจำเป็นต้องทดสอบหาวัสดุพาชนิดใหม่ที่มีคุณภาพ ราคาถูก และหาได้ง่ายมาทดแทน รวมถึงศึกษาวิธีการและสัดส่วนที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตปุ๋ยชีวภาพ

วิธีดำเนินการ

การดำเนินงาน

วางแผนแบบ CRD มี 4 ซ้ำ 3 กรรมวิธี คือ การใช้แหนแดงอัตรา 100, 200, และ 300 กก.ต่อไร่

วิธีการปฏิบัติ

เตรียมบ่อทดลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร เติมดินนา และปล่อยน้ำให้ท่วมขังความลึก 15 เซนติเมตร จากนั้นเพาะเลี้ยงแหนแดงในอัตราตามกรรมวิธีที่กำหนด หลังจากนั้นรักษาระดับน้ำประมาณ 5 - 10 เซนติเมตร ตลอดระยะเวลา 100 วัน

การบันทึกข้อมูล

บันทึกน้ำหนักแหนแดง เมื่อแหนแดงมีการเจริญเติบโตปกคลุมพื้นที่เต็มพื้นที่และเมื่อปล่อย แหนแดงในอัตราที่กำหนดทุก 2 สัปดาห์

สถานที่ทำการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ระหว่างเดือนตุลาคม 2553 – กันยายน 2554

ผลการทดลอง

1. ผลของการใช้แหนแดงอัตราเริ่มต้นที่แตกต่างกันต่อผลผลิตการเก็บเกี่ยวเมื่อปล่อยให้แหนแดง เจริญเติบโตเต็มบ่อทดลอง

จากการทดลองเพิ่มปริมาณแหนแดงเพื่อการผลิตวัสดุพาสำหรับการผลิตปุ๋ยชีวภาพในบ่อทดลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร โดยใช้แหนแดงในอัตราเริ่มต้น 100, 200 และ 300 กิโลกรัมต่อไร่ โดยเก็บเกี่ยวเมื่อแหนเต็มกระชัง พบว่า เมื่อใช้แหนแดงอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตแหนแดงสดสูงที่สุดในแต่ละครั้งที่เก็บเกี่ยว และสามารถเก็บเกี่ยวได้ 6 ครั้งภายในระยะเวลา 3 เดือน คือ 2,046, 2,016, 2,076, 2,154, 2,003 และ 2,130 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ในขณะที่การใช้แหนแดงอัตรา 200 กก.ต่อไร่ เก็บเกี่ยวแหนแดงสดได้ 5 ครั้ง ในระยะเวลา 3 เดือน ดังนี้ 1,894, 2,030, 1,872, 1,958 และ 1,740 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ และการใช้แหนแดงอัตรา 100 กก.ต่อไร่ เก็บเกี่ยวแหนแดงสดได้ 4 ครั้ง ในระยะเวลา 3 เดือน คือ 1,809, 1,926, 1,782 และ 1,890 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ

2. ผลของการใช้แหนแดงอัตราเริ่มต้นที่แตกต่างกัน เมื่อเก็บเกี่ยวทุก 2 สัปดาห์

เมื่อทดลองเก็บเกี่ยวแหนแดงในระยะเวลาทุก 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 3 เดือน โดยใส่แหนแดงในอัตราเริ่มต้น คือ 100, 200 และ 300 กิโลกรัมต่อไร่ จำนวน 6 ครั้ง หลังเก็บเกี่ยวแหนแดงในบ่อทดลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง

80 เซนติเมตร พบว่า การใส่แหนแดงในกระชังอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักรวมแหนแดงสดสูงที่สุด คือ 12,907 กรัมต่อตารางเมตร เช่นเดียวกับการเก็บเกี่ยวแหนแดงในแต่ละครั้ง โดยเก็บเกี่ยวแหนแดงสดทั้ง 6 ครั้ง ดังนี้ 1,874, 2,175, 2,374, 2,045, 2,309 และ 2,130 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ รองลงมาได้แก่ การใส่แหนแดงในกระชังอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักรวมแหนแดงสด เท่ากับ 9,029 กรัมต่อตารางเมตร ซึ่งการเก็บเกี่ยวแหนแดงสดทั้ง 6 ครั้ง ได้ผลดังนี้ 1,189, 1,813, 1,276, 1,488, 1,639 และ 1,624 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ส่วนการใส่แหนแดงในกระชังอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักรวมแหนแดงสดต่ำสุด เท่ากับ 5,375 กรัมต่อตารางเมตร ซึ่งการเก็บเกี่ยวแหนแดงสดทั้ง 6 ครั้ง ได้ผลดังนี้ 725, 905, 1,131, 1,076, 826 และ 712 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ

สรุปผลการทดลอง

การใช้แหนแดงอัตรา 100, 200 และ 300 กิโลกรัมต่อไร พบว่าการเจริญเติบโตของแหนแดงปกคลุมพื้นที่ได้ในระยะ 14 - 24 วัน การใช้แหนแดงอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถเพิ่มปริมาณได้รวดเร็วที่สุดและให้ผลผลิตที่สูงที่สุด

เอกสารอ้างอิง

ประยูร สวัสดี, สมพร ชุนห์ลือชานนท์ และ นันทกร บุญเกิด. 2530. รายงานผลการวิจัยการใช้แหนแดงเป็นปุ๋ยพืชสดในนาข้าว. กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. 28 น.

วิทยา ธนานุสนธิ์. 2545. ไรโซเบียมและการผลิตปุ๋ยไรโซเบียม *ใน* เอกสารวิชาการปุ๋ยชีวภาพ หน้า 83-130. กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด, กรุงเทพ

Alalade O.A. and Lyayi E.A. 2006. Chemical composition and the Feeding value of Azolla (*Azolla pinnata*) meal for Egg-type chicks. Int. J. Poultry Sci. 5: 137-141.

Lui Chung-Chu. 1987. Reevaluation of *Azolla* Utilization in Agricultural Production. *In* Azolla Utilization : Proceedings of the Workshop on *Azolla* Use. pp. 67-76. Int. Rice Research Inst., Los Baños, Philippines.

Tung H.F. and Shen T.C. 1981. Studies of the *Azolla pinnata-Anabaena azollae* symbiosis: growth and nitrogen fixation. New Phytol. 87:743-749

Watanabe I. (1982). Azolla–Anabaenasymbiosis. Its physiology and use in tropical agriculture. PP. 169-185. *In*: Microbiology of tropical soils and plant productivity (eds.) Dammergues. Y and H.G. Diem, Martinus Nijhoff publishers Hague.

Watanabe I., and Ramirez C. 1984. Relationship between soil phosphorus availability and *Azolla* growth. Soil Sci. Plant Nutr. 30: 595-598.

ตารางที่ 1 แหนแดงอัตราต่างๆ ต่อผลผลิตการเก็บเกี่ยวเมื่อปล่อยให้แหนแดงเจริญเติบโตเต็มบ่อทดลอง

อัตราแหนแดง	ครั้งที่ 1 (กรัม/ตร.ม.)	ครั้งที่ 2 (กรัม/ตร.ม.)	ครั้งที่ 3 (กรัม/ตร.ม.)	ครั้งที่ 4 (กรัม/ตร.ม.)	ครั้งที่ 5 (กรัม/ตร.ม.)
100 กก./ไร่	1,809	1,926	1,782	1,890	
200 กก./ไร่	1,894	2,030	1,872	1,958	
300 กก./ไร่	2,046	2,016	2,076	2,154	2,003

ตารางที่ 2 แหนแดงอัตราต่างๆ ต่อผลผลิตแหนแดง เมื่อเก็บเกี่ยวทุก 2 สัปดาห์

อัตราแหนแดง	ครั้งที่ 1 (กรัม/ตร.ม.)	ครั้งที่ 2 (กรัม/ตร.ม.)	ครั้งที่ 3 (กรัม/ตร.ม.)	ครั้งที่ 4 (กรัม/ตร.ม.)	ครั้งที่ 5 (กรัม/ตร.ม.)	ครั้งที่ 6 (กรัม/ตร.ม.)	น้ำหนักรวม (กรัม/ตร.ม.)
100 กก./ไร่	725	905	1,131	1,076	826	712	5,375
200 กก./ไร่	1,189	1,813	1,276	1,488	1,639	1,624	9,029
300 กก./ไร่	1,874	2,175	2,374	2,045	2,309	2,130	12,907

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยหมัก

Research and Development of Compost Production Technology

พีรพงษ์ เชาวนพงษ์ สมบูรณ์ ประภาพรรณพงศ์ ศรีสุดา รื่นเจริญ รัฐกร สืบคำ ทิวาพร ผดุง

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยหมัก โดยผลิตปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตาม พรบ.ปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดย พรบ. ปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550 มาผสมกับน้ำกากส่าเข้มข้นแล้วหมักต่ออีกเป็นเวลา 30 วัน โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD มี 6 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ดังนี้ 1)ปุ๋ยหมัก 2) ปุ๋ยหมัก + น้ำกากส่าเข้มข้น 5% 3) ปุ๋ยหมัก + น้ำกากส่าเข้มข้น 10% 4) ปุ๋ยหมัก + น้ำกากส่าเข้มข้น 15% 5) ปุ๋ยหมัก + น้ำกากส่าเข้มข้น 20% 6) ปุ๋ยหมัก + น้ำกากส่าเข้มข้น 25% แล้ววิเคราะห์ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ฟอสเฟตทั้งหมด (Total P_2O_5) โพแทชทั้งหมด (Total K_2O) อินทรียวัตถุ (OM) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) การย่อยสลายที่สมบูรณ์ ผลการทดลองพบว่า ทุกกรรมวิธีมีคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตาม พรบ.ปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดย พรบ. ปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550 และกรรมวิธีที่ใช้น้ำกากส่าเข้มข้น 15%, 20% และ 25% ผสมปุ๋ยหมักทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) เฉลี่ยเท่ากับ 25.84, 26.35 และ 27.37%ตามลำดับ และปริมาณโพแทชทั้งหมด (Total K_2O) เฉลี่ยเท่ากับ 3.17, 3.30 และ 3.39%ตามลำดับ มีปริมาณแตกต่างกันทางสถิติสูงกว่าปุ๋ยหมัก ที่มีปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) และปริมาณโพแทชทั้งหมด (Total K_2O) เฉลี่ยเท่ากับ 23.82 และ 3.00% ตามลำดับ แต่ทำให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ของกรรมวิธีที่ใช้น้ำกากส่าเข้มข้น 5%, 10%, 15%, 20% และ 25% ผสมปุ๋ยหมัก เฉลี่ยเท่ากับ 1.28, 1.22, 1.12, 1.08 และ1.04% ตามลำดับ มีปริมาณน้อยกว่าแตกต่างกันทางสถิติกับปุ๋ยหมัก ที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 1.42%

คำนำ

ปุ๋ยเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดปัจจัยหนึ่ง ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าการใช้ปุ๋ยเคมีมีความสำคัญในการยกระดับผลผลิตพืชทั้งปริมาณและคุณภาพ แต่มีข้อเสียคือในปัจจุบันมีราคาแพงมากและเมื่อใส่ลงไปในดินจะเกิดการสูญเสียธาตุอาหารได้ง่ายอีกทั้งผู้ใช้ต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพจึงจะเกิดประโยชน์สูงสุด สำหรับปุ๋ยอินทรีย์เริ่มมีบทบาทสำคัญในการเกษตรเพราะการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เป็นการบริหารจัดการดินเพื่อให้เกิดระบบการผลิตพืชอย่างยั่งยืน ทั้งตามแนวทฤษฎีใหม่และเกษตรอินทรีย์ เป็นการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม อีกทั้งปุ๋ยอินทรีย์เป็นสิ่งสำคัญในการเพิ่มคุณภาพและมาตรฐานการผลิต

การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ในปัจจุบันต้องมีการขึ้นทะเบียนกับกรมวิชาการเกษตร ทั้งนี้สำหรับปุ๋ยที่ขึ้นทะเบียนได้แล้วก็จะมีคุณสมบัติผ่านเกณฑ์มาตรฐาน พรบ.ปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดย พรบ. ปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550 ดังนั้น การเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้แก่ปุ๋ยอินทรีย์เหล่านั้นเพื่อที่จะได้คุณสมบัติที่เหมาะต่อการนำไปใช้ในระบบการเกษตรที่มีความเฉพาะเจาะจงมากขึ้น และยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่ปุ๋ยอินทรีย์ กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยาจึงได้ทำการศึกษาทดลองเพื่อหาวิธีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ โดยการใช้ปุ๋ยหมักที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานมาผสมกับสิ่งเหลือใช้จากกระบวนการอุตสาหกรรม ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและเผยแพร่แก่เกษตรกรและผู้สนใจทั่วไป

วิธีการดำเนินการ

อุปกรณ์

1. ปุ๋ยหมัก
2. น้ำกากส่าเหล้า
3. สารเคมี ตู้อบ เครื่องมือวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design มี 6 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ดังนี้

1) ปุ๋ยหมัก
2) ปุ๋ยหมัก + น้ำกากส่าเข้มข้น 5%
3) ปุ๋ยหมัก + น้ำกากส่าเข้มข้น10%
4) ปุ๋ยหมัก + น้ำกากส่าเข้มข้น15%
5) ปุ๋ยหมัก + น้ำกากส่าเข้มข้น 20%
6) ปุ๋ยหมัก + น้ำกากส่าเข้มข้น 25%

นำปุ๋ยหมักที่ผลิตได้และผ่านมาตรฐานตาม พรบ.ปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดย พรบ. ปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550 นำมาผสมกับน้ำกากส่าเข้มข้นตามกรรมวิธีแล้วหมักต่ออีกเป็นเวลา 30 วัน เก็บตัวอย่างปุ๋ยหมักที่ผลิตเสร็จแล้วมาวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ คือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) วัดโดยใช้อัตราส่วนปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำเท่ากับ 1:2 แล้ววัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง, ค่าการนำไฟฟ้า (EC) วัดสภาพการนำไฟฟ้าเป็นการวัดปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้ในปุ๋ยหมักโดยใช้อัตราส่วนปุ๋ยหมักต่อน้ำเท่ากับ 1:10 แล้ววัดค่า EC ด้วยเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า, ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ประยุกต์วิธีของ Walkley and Black (1965) โดยการย่อยตัวอย่างด้วยกรดกำมะถัน (H_2SO_4) เข้มข้นและ $K_2Cr_2O_7$ หาปริมาณคาร์บอนโดยการไตเตรทด้วยสารละลาย Ammonium ferrous sulfate ส่วนปริมาณอินทรียคาร์บอน โดยการคำนวณจากปริมาณอินทรียวัตถุ คืออินทรียคาร์บอนมี 58% ของอินทรียวัตถุ, ค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio), ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (T-N) โดยวิธี Kjeldahl Method ย่อยตัวอย่างด้วยกรดกำมะถันเข้มข้น แล้วนำสารละลายที่ได้ไปกลั่นหาปริมาณไนโตรเจน, ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (T-P_2O_5) โดยย่อยปุ๋ยอินทรีย์ด้วยกรดผสม ($HClO_4$:HNO_3=1:1) ได้สารละลาย ปิเปตสารละลายที่ได้ทำให้เกิดสีกับสารละลาย Ammonium metavanadate (Barton's solution)

วัดปริมาณด้วยเครื่อง UV-Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร, ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (T-K_2O) วัดโพแทสเซียมซึ่งอยู่ในรูปสารละลายที่ผ่านขบวนการย่อยด้วยกรดผสม ($HClO_4 : HNO_3 = 1:1$) โดยใช้ Flame Photometer และดัชนีการงอกของเมล็ด (GI) โดยการวัดดัชนีการงอก (Germination Index) ทดสอบการงอกโดยการใช้น้ำปุ๋ยหมักอัตราส่วน 1:10 (น้ำหนัก/ปริมาตร) เปรียบเทียบกับน้ำกรอง เพาะเมล็ดพืช ทิ้งไว้ 48 ชั่วโมง วัดเปอร์เซ็นต์การงอกและความยาวรากของต้นพืช

ระยะเวลา เดือน ตุลาคม 2553 ถึงเดือน กันยายน 2554

สถานที่ทำการทดลอง

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการ ผลิตทางการเกษตร

ผลการทดลอง

สมบัติทางเคมี และการย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์ (ตารางที่ 1)

1. ปริมาณอินทรียวัตถุ พบว่ากรรมวิธีที่ 6 ปุ๋ยหมัก + น้ำกากส่าเข้มข้น 25% มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 27.37% รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 5 ปุ๋ยหมัก + น้ำกากส่าเข้มข้น 20% และกรรมวิธีที่ 4 ปุ๋ยหมัก + น้ำกากส่าเข้มข้น 15% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.35 และ 25.84% ตามลำดับแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 1 ปุ๋ยหมัก กรรมวิธีที่ 2 ปุ๋ยหมัก + น้ำกากส่าเข้มข้น 5% และกรรมวิธีที่ 3 ปุ๋ยหมัก + น้ำกากส่าเข้มข้น 10% ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.82, 23.85 และ 24.15% ตามลำดับ อย่างไรก็ตามทุกกรรมวิธีจะได้ปุ๋ยหมักที่มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตาม พรบ.ปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดย พรบ. ปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550 (มากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์)

2. ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด พบว่ากรรมวิธีที่ 1 ปุ๋ยหมัก มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 1.42% แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 2 ปุ๋ยหมัก + น้ำกากส่าเข้มข้น 5% และกรรมวิธีที่ 3 ปุ๋ยหมัก + น้ำกากส่าเข้มข้น 10% กรรมวิธีที่ 4 ปุ๋ยหมัก + น้ำกากส่าเข้มข้น 15% กรรมวิธีที่ 5 ปุ๋ยหมัก + น้ำกากส่าเข้มข้น 20% และกรรมวิธีที่ 6 ปุ๋ยหมัก + น้ำกากส่าเข้มข้น 25% ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.28, 1.22, 1.12, 1.08 และ 1.04% ตามลำดับ อย่างไรก็ตามทุกกรรมวิธีจะได้ปุ๋ยหมักที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตาม พรบ.ปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดย พรบ. ปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550 (มากกว่า 1 เปอร์เซ็นต์)

3. ปริมาณฟอสเฟตทั้งหมดพบว่าทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยทุกกรรมวิธีจะได้ปุ๋ยหมักที่มีปริมาณฟอสเฟตทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตาม พรบ.ปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดย พรบ. ปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550 (มากกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์)

4. ปริมาณโพแทชทั้งหมด พบว่ากรรมวิธีที่ 6 ปุ๋ยหมัก + น้ำกากส่าเข้มข้น 25% มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.39% รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 5 ปุ๋ยหมัก + น้ำกากส่าเข้มข้น 20% และกรรมวิธีที่ 4 ปุ๋ยหมัก + น้ำกากส่าเข้มข้น 15% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.30 และ 3.17% ตามลำดับแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 1 ปุ๋ยหมัก ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.00% ส่วนกรรมวิธีที่ 2 ปุ๋ยหมัก + น้ำกากส่าเข้มข้น 5% และกรรมวิธีที่ 3 ปุ๋ยหมัก + น้ำกากส่าเข้มข้น 10% ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.03 และ 3.14% ตามลำดับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 1 ปุ๋ยหมัก

อย่างไรก็ตามทุกกรรมวิธีมีค่าโพแทชทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตาม พรบ.ปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดย พรบ. ปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550 (มากกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์)

5. อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N) พบว่าทุกกรรมวิธีมีค่าอยู่ระหว่าง 9.75-15.58 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตาม พรบ.ปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดย พรบ. ปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550 (ไม่เกิน 20)

6. ค่าการนำไฟฟ้า (EC) พบว่าทุกกรรมวิธีมีค่าระหว่าง 7.00-7.64 เดซิซีเมนต่อเมตร โดยมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตาม พรบ.ปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดย พรบ. ปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550 (ไม่เกิน 10 เดซิซีเมนต่อเมตร)

7. การย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ย พบว่าทุกกรรมวิธีผ่านเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 90.53-95.63 เปอร์เซ็นต์โดยมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตาม พรบ.ปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดย พรบ. ปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550 (มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์)

8. ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของปุ๋ย พบว่าทุกกรรมวิธี มีค่าอยู่ระหว่าง 6.15-7.10

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลอง พบว่ากรรมวิธีปุ๋ยหมัก+น้ำกากส่าเข้มข้น 15%, 20% และ 25% ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) และปริมาณโพแทชทั้งหมด (Total K_2O) มีปริมาณสูงกว่ากรรมวิธีปุ๋ยหมัก โดยทุกกรรมวิธีมีคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตาม พรบ.ปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดย พรบ. ปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550

การนำไปใช้ประโยชน์

1. สามารถใช้เป็นข้อมูลแนะนำให้กับเกษตรกร และผู้ประกอบการค้าปุ๋ยอินทรีย์
2. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในวัสดุที่นำมาผสมในการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารปุ๋ยอินทรีย์

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2548. คู่มือจัดตั้งและบริหารโรงงานผลิตปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ ชุมชน (ฉบับร่าง ครั้งที่ 3) 165 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร. 2544. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช ISBN: 974-436-054-2. กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 164 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. คู่มือการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์ ISBN: 974-436-452-1. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 45 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. วัสดุอินทรีย์และปุ๋ยคอกในพื้นที่ทำการเกษตร ISBN: 974-436-521-8. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 216 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. เอกสารประกอบการประชุมเรื่องโครงการวิจัยส่งเสริมการผลิตและการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ครั้งที่ 3 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 12 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร. 2552. พระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘ แก้ไขเพิ่มเติมโดย พระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๐. ฝ่ายปุ๋ยเคมี ส่วนใบอนุญาตและขึ้นทะเบียน สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 66 หน้า.

Bell, R.G. 1971. The role of compost and composting in modern agriculture. Compost Science, V.14, No.6, p.14.

Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 1990. Virginia, USA. 684p.

Walkley,A.and I.A.Black. 1934. An examination of wet digestion method for determination soil organic matter and a propose modification of the chromic acid titration method. Soil Science 37 : 29-38.

ตารางที่ 1. คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักผสมน้ำกากส่าเข้มข้น

กรรมวิธี	pH	EC (dS/m)	OM (%)	C/N	T-N (%)	$T\text{-}P_2O_5$ (%)	$T\text{-}K_2O$ (%)	GI (%)
1. ปุ๋ยหมัก	6.49	7.11	23.82 c	9.75	1.42 a	1.16	3.00 d	93.03
2. ปุ๋ยหมัก + น้ำกากส่าเข้มข้น 5%	7.10	7.00	23.85 c	10.80	1.28 b	1.17	3.03 cd	95.63
3. ปุ๋ยหมัก + น้ำกากส่าเข้มข้น 10%	7.03	7.31	24.15 c	11.45	1.22 bc	1.17	3.14 bc	90.56
4. ปุ๋ยหมัก + น้ำกากส่าเข้มข้น 15%	6.72	7.31	25.84 b	13.35	1.12 cd	1.18	3.17 ab	93.68
5. ปุ๋ยหมัก + น้ำกากส่าเข้มข้น 20%	6.31	7.64	26.35 ab	14.20	1.08 d	1.15	3.30 ab	91.73
6. ปุ๋ยหมัก + น้ำกากส่าเข้มข้น 25%	6.15	7.57	27.37 a	15.58	1.04 d	1.20	3.39 a	90.53
เฉลี่ย	6.63	7.32	25.23	12.52	1.19	1.17	3.17	92.53
F - test	-	-	*	-	*	ns	*	-
CV. (%)	-	-	3.2	-	6.4	4.4	2.9	-

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DM

ศึกษาการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินด่าง : ชุดดินตาคลี

NPK Fertilizer Management on Cassava Varieties in Takhli soil series

สมฤทัย ตันเจริญ[1] ดาวรุ่ง คงเทียน[2] วัลลีย์ อมรพล[3] กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ[4]
อนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์ ศิริขวัญ ภู่นา[1] ไพรสน รุจิคุณ[1] อนันต์ ทองภู[1]
กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนา ปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

ทำการศึกษาการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินด่าง เพื่อให้ได้ข้อมูลการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยของมันสำปะหลังพันธุ์ก้าวหน้าที่ปลูกบนดินด่าง ชุดดินตาคลี สำหรับนำไปใช้ในการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเฉพาะพื้นที่กับมันสำปะหลังอย่างมีประสิทธิภาพ โดยวางแผนการทดลองแบบ Split plot 3 ซ้ำ ปัจจัยหลัก คือ มันสำปะหลัง 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ที่เกษตรกรนิยม (พันธุ์ระยอง 5) และพันธุ์ก้าวหน้า คือ พันธุ์ระยอง 11 ปัจจัยรอง คือ การตอบสนองต่อปุ๋ย 3 ชนิด คือ 1) ไนโตรเจน 4 อัตรา คือ 0, 8, 16 และ 24 กก.N /ไร่ 2) ฟอสฟอรัส 3 อัตรา คือ 0, 8 และ 16 กก.P_2O_5 /ไร่ 3) โพแทสเซียม 4 อัตรา คือ 0, 8, 16 และ 24 กก.K_2O/ไร่ รวมทั้งหมด 9 กรรมวิธี โดยมี 16-8-16 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ เป็นปุ๋ยสูตรกลางเพื่อเปรียบเทียบ ใช้ระยะปลูก 0.7x1 เมตร ขนาดแปลงทดลองย่อย 7x8 เมตร พื้นที่เก็บเกี่ยว 5.6x6 เมตรต่อแปลงทดลองย่อย ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ฤดูฝนปี 2554

ผลการทดลอง พบว่าการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 ในดินด่างชุดดินตาคลี ฤดูฝนปี 2554 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 3,838 กก./ไร่ ขณะที่พันธุ์ระยอง 5 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3,051 กก./ไร่ มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 และพันธุ์ระยอง 11 ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนถึง 16 กก.N/ไร่ โดยให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3,741 กก./ไร่ การตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัสมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ 8 กก.P_2O_5/ไร่ โดยให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3,946 กก./ไร่ สำหรับมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ 16 กก. P_2O_5/ไร่ โดยให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 4,723 กก./ไร่ และการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม พบว่ามันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมถึง 16 กก.K_2O/ไร่ โดยให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3,946 กก./ไร่ ในขณะที่พันธุ์ระยอง 11 ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมที่ 24 กก. K_2O/ไร่ โดยให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 4,136 กก./ไร่ ซึ่งแสดงว่ามันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 มีศักยภาพในการให้ผลผลิตมันสำปะหลังสูงกว่าพันธุ์ระยอง 5 และเมื่อคำนวณจุดคุ้มทุนแล้ว พบว่าการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 8 กก.N/ไร่ ให้ค่า MRR คุ้มค่ากับการลงทุน การใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัส 8 กก.P_2O_5/ไร่ ให้กำไรสุทธิสูงสุด 2,899 บาท/ไร่ และการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม 8-16 กก.K_2O/ไร่ มีกำไรสุทธิ 2,899 และ 2,933 บาท/ไร่

รหัสทะเบียนวิจัยเลขที่ 01-07-54-02-01-04-01-54

[1] สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

[2] ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร

[3] ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร

[4] ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร

หลักการเหตุผล

ในปัจจุบันการผลิตมันสำปะหลังมีการเปลี่ยนแปลงไป เกษตรกรต้องการปลูกมันสำปะหลังเพื่อให้ได้ผลผลิตและมีรายได้สูงขึ้น โดยมีการปลูกมันสำปะหลังกันหลากหลาย ทั้งในดินที่มีความอุดมสมบรูณ์ต่ำ ถึง สูง ซึ่งมันสำปะหลังพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตรนั้น ส่วนใหญ่มีการวิจัยในศูนย์วิจัย เมื่อแนะนำพันธุ์ให้เกษตรกรใช้ จึงไม่เป็นพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ในแต่ละแหล่งปลูกอย่างแท้จริง คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเป็นคำแนะนำแบบกว้างๆ ไม่เฉพาะเจาะจงกับสภาพพื้นที่หรือตามลักษณะเนื้อดิน จึงทำให้ศักยภาพการให้ผลผลิตของมันสำปะหลังโดยรวมของประเทศไม่เป็นไปตามเป้าหมาย ซึ่งปัจจัยที่สำคัญในการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังนั้น นอกจากการใช้พันธุ์ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่แล้ว ควรต้องมีการจัดการการใช้ปุ๋ยอย่างเหมาะสม เพื่อให้มันสำปะหลังแต่ละต้นแสดงศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงสุด ซึ่งมีความผันแปรทั้งในด้านของชุดดิน พันธุ์พืช การเขตกรรม และเขตภูมิอากาศ เช่น ปริมาณน้ำฝนและการกระจายตัวของฝน หากดินมีข้อจำกัดต่อการผลิตมันสำปะหลัง เช่น ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ธาตุอาหารพืชในดินมีน้อย จะต้องใส่ปุ๋ยเคมีชดเชยในดินที่มีธาตุอาหารพืชไม่เพียงพอ อย่างไรก็ตาม การใช้แบบจำลองในการผลิตพืชโดยใช้ภูมิอากาศตัวแทน และใช้ค่าวิเคราะห์ดินที่เก่ามาก และเป็นค่าเดียวเหมือนกันทั้งประเทศ ซึ่งผิดกับสภาพความเป็นจริงทำให้ได้ค่าความแม่นยำต่ำ และเพื่อให้ทราบถึงการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยของมันสำปะหลังของมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์ที่ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงให้มากที่สุด และผลงานวิจัยเหล่านี้เกษตรกรสามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมตามสภาพเนื้อดินและภูมินิเวศน์ จึงทำการศึกษาการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารในชุดดินตาคลี ที่มีลักษณะดินเป็นดินตื้น ถึงชั้นปูนมาร์ลที่พบภายใน 50 ซม.จากผิวดิน ดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายแป้ง สีดำ สีเทาเข้มมาก สีน้ำตาลปนเทาเข้มมาก หรือสีน้ำตาลเข้มมาก ปฏิกิริยาดินเป็นกลางถึงเป็นด่างปานกลาง (pH 7.0-8.0) ดินล่างเป็นดินร่วนปนดินเหนียวหรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง และมีเม็ดปูนปน สีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลเข้ม และมีสีขาว ของผงปูนทุติยภูมิหรือปูนมาร์ล ปฏิกิริยาดินเป็นด่างปานกลาง (pH 8.0) ใต้ชั้นดินลงไปเป็นชั้นปูนมาร์ลสีขาวทั้งที่เป็นเม็ดและที่เชื่อมต่อกันหนาแน่น มีข้อจำกัดคือ ดินตื้นถึงชั้นปูนมาร์ล ซึ่งจะมีผลกระทบทางกายภาพและทางเคมีต่อพืช ดินอาจขาดสมดุลธาตุอาหาร โดยเฉพาะการขาดฟอสฟอรัสและจุลธาตุบางชนิด เพื่อใช้ในการผลิตคำแนะนำการใช้พันธุ์และปุ๋ยให้มีประสิทธิภาพแบบเฉพาะพื้นที่สำหรับมันสำปะหลัง โดยใช้มันสำปะหลังสายพันธุ์ก้าวหน้า เพื่อใช้เป็นข้อมูลให้กับสถาบันวิจัยพืชไร่ ศูนย์วิจัยพืชไร่ พิจารณาขยายพันธุ์ และส่งเสริมเกษตรกรปลูกและส่งขายให้กับโรงงานผู้ผลิตต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ได้ข้อมูลการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยของมันสำปะหลังสำหรับนำไปใช้ในการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยแบบเฉพาะพื้นที่กับมันสำปะหลังอย่างมีประสิทธิภาพ

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. มันสำปะหลัง 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ระยอง 5 และ พันธุ์ระยอง 11

2. ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21% N และ 24% S), ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18% N และ 46% P_2O_5) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (60% K_2O)

3. อุปกรณ์ต่างๆ สำหรับเก็บตัวอย่างพืช เช่น ถุงกระดาษสำหรับเก็บตัวอย่างพืช เครื่องชั่งน้ำหนัก

4. เครื่องวัดหาปริมาณแป้งแบบ Riemann scale

5. เครื่องมือต่างๆ สำหรับวิเคราะห์ดินและพืช ได้แก่ Spectrophotometer pH meter และ Flam Photometer

6. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ดินและพืช

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Split plot มี 3 ซ้ำ

Main plot ประกอบด้วย มันสำปะหลัง 2 พันธุ์ คือ

1) พันธุ์ระยอง 5

2) พันธุ์ระยอง 11

Sub plot ประกอบด้วย การตอบสนองต่อปุ๋ย 9 กรรมวิธี ดังนี้

1) 0-8-16 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่

2) 8-8-16 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่

3) 24-8-16 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่

4) 16-0-16 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่

5) 16-8-16 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่

6) 16-16-16 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่

7) 16-8-0 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่

8) 16-8-8 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่

9) 16-8-24 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่

วิธีปฏิบัติการทดลอง

ก่อนเริ่มการทดลองเก็บตัวอย่างดินรวม (Composite Sample) ก่อนปลูกที่ระดับความลึก 0-20 ซม. และ 20-50 ซม. วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในดิน แล้วทำการปลูกมันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ระยอง 5 (เกษตรกรในพื้นที่นิยมปลูก) และพันธุ์ระยอง 11 ในดินด่าง ชุดดินตาคลี ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ขนาดแปลงทดลองย่อย 7 X 8 ม. และระยะปลูก 0.7 X 1 ม. ปลูกมันสำปะหลังเมื่อ 26 พฤษภาคม 2554 ใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธี (Treatment) โดยผสมปุ๋ยรวมกัน ใส่ปุ๋ยที่อายุ 2 เดือน โดยผสมปุ๋ยรวมกันตามตำรับการทดลอง ใส่ด้านข้างต้นของมันสำปะหลังแล้วกลบปุ๋ย กำจัดวัชพืชตามความจำเป็น โดยไม่ปล่อยให้วัชพืชมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง เก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลังเมื่อเดือน 23-25 เมษายน 2555 ใน

พื้นที่ 5.6x6 ม. วัดปริมาณแป้งด้วยเครื่องวัดแบบ Riemann scale คำนวณผลผลิตหัวสด ผลผลิตแป้ง และค่าดัชนีการเก็บเกี่ยว เก็บตัวอย่างต้น ใบ หัว และเหง้า เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในส่วนต่างๆ วิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลองโดยใช้โปรแกรม irristat เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) และเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ โดยใช้อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (marginal rate of return, MRR) ตามวิธีของอารันต์และธนรักษ์ (2534) ซึ่งมีสูตรการคำนวณดังนี้

MRR (%) = (กำไรที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการใช้ปุ๋ย ÷ ต้นทุนที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการใช้ปุ๋ย) x 100

โดยมีหลักเกณฑ์ว่า การลงทุนมีความคุ้มทุน เมื่อค่า MRR เท่ากับหรือมากกว่า 100 %

การบันทึกข้อมูล

1. ผลวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. และ 20-50 ซม. ก่อนปลูก วิเคราะห์หาความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เนื้อดิน และความหนาแน่นรวมของดิน

2. บันทึกความสูง เก็บเกี่ยวผลผลิตหัวสดในพื้นที่ 5.6x6 ม. คำนวณผลผลิต/ไร่ และสุ่มตัวอย่างหัวสดมา 5 กก./แปลงทดลองย่อย เพื่อหาปริมาณแป้งในหัวสด โดยเครื่องวัดแบบ Riemann scale เมื่อทราบปริมาณแป้งในหัวสด สามารถคำนวณผลผลิตแป้งโดยใช้สูตรดังนี้

ผลผลิตแป้ง (กก./ไร่) = ผลผลิตหัวสด x (ปริมาณแป้งในหัวสด) /100

เวลาและสถานที่ทำการทดลอง

- ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์
  พิกัดที่ตั้งแปลงทดลอง UTM 47 P X 660931 Y 1696737
- ระยะเวลาดำเนินการทดลอง เมษายน 2554 – พฤษภาคม 2555

ผลการดำเนินงาน

สมบัติของดินชุดดินตาคลี

ผลวิเคราะห์สมบัติของดินชุดตาคลีก่อนทำการทดลองที่ระดับความลึก 0-20 ซม. และ 20-50 ซม. พบว่า ชุดดินตาคลีมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนเหนียว สีดำปนสีเทา และมีเม็ดปูนมาร์ลปนอยู่ทั่วไปในเนื้อดินและตามผิวดิน มีความหนาแน่นรวมของดิน 1.66 และ 1.61 ก./ลบ.ซม. ดินมีปฏิกิริยาดินเป็นด่างค่อนข้างมาก มีค่า pH 8.15 และ pH 8.46 ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลางเท่ากับ 1.02% และ 0.17% ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำมากจนไม่สามารถวิเคราะห์หาปริมาณได้ และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำมีค่าเท่ากับ 65.9 และ 7.8 มก./กก. ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

การเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง

การตอบสนองของ N P K ต่อการเจริญเติบโต

ผลการทดลองจากการปลูกมันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์ คือพันธุ์ระยอง 5 และพันธุ์ระยอง 11 ในฤดูฝนปี 2554 ในดินด่างชุดดินตาคลี พบว่าให้ความสูงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยให้ความสูงเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 169 - 183 ซม.

การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน พบว่าการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนให้ความสูงของมันสำปะหลังไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยให้ความสูงเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 169 - 183 ซม.

การตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัส พบว่าการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสทั้ง 3 ระดับ ไม่มีผลต่อความสูงของมันสำปะหลัง โดยมีความสูงเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 177 - 183 ซม.

การตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทสเซียม พบว่าการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมไม่มีผลต่อความสูงของมันสำปะหลังโดยให้ความสูงเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 171 - 183 ซม. และไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์มันสำปะหลังกับการใส่ปุ๋ยอัตราต่างๆ ต่อความสูง (ตารางที่ 2)

การตอบสนองของ N P K ต่อผลผลิตหัวสด

การปลูกมันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ระยอง 5 และพันธุ์ระยอง 11 ในดินด่าง ชุดดินตาคลี พบว่าให้ผลผลิตหัวสดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยพันธุ์ระยอง 5 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 3,051 กก./ไร่ และพันธุ์ระยอง 11 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3,838 กก.ไร่

การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน พบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนไม่มีผลต่อผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลัง โดยให้ผลผลิตหัวสดสูงสุดเฉลี่ย 3,160 – 3,741 กก./ไร่

การตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัส พบว่า การใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสให้ผลผลิตหัวสดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3,450 – 3,741 กก./ไร่

การตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทสเซียม พบว่ามันสำปะหลังมีการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมให้ผลผลิตหัวสดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2,903 – 3,846 กก./ไร่ โดยการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมที่ 24 กก.K_2O/ไร่ ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3,846 กก./ไร่ รองลงมาคือ การใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม 16 และ 8 กก.K_2O/ไร่ ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3,756 และ 3,317 กก./ไร่ ตามลำดับ สำหรับการไม่ใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 2,903 กก./ไร่ และไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์มันสำปะหลังกับการใส่ปุ๋ยอัตราต่างๆ ต่อผลผลิตหัวสด (ตารางที่ 3)

การตอบสนองของ N P K ต่อเปอร์เซ็นต์แป้ง

การปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 และ พันธุ์ระยอง 11 ในดินด่าง ชุดดินตาคลี ให้เปอร์เซ็นต์แป้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ระยอง 11 ให้เปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 28.2 % ในขณะที่พันธุ์ระยอง 5 ให้เปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ยเท่ากับ 24.7 %

การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน พบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ 24 กก.N/ไร่ ให้เปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 27.6% ไม่แตกต่างกันใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ 16 กก.N/ไร่ โดยให้เปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ยเท่ากับ 26.3% แตกต่างกับการไม่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ซึ่งให้เปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ยเท่ากับ 25.5%

การตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัส พบว่าการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสทุกระดับ ให้เปอร์เซ็นต์แป้งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยให้เปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 26.2 – 26.3%

การตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทสเซียม พบว่าการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมทุกระดับให้เปอร์เซ็นต์แป้งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน โดยให้เปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 26.2 – 27.1% โดยการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมที่ 24 กก.K_2O/ไร่ ให้เปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 27.1 % และไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์มันสำปะหลังกับการใส่ปุ๋ยอัตราต่างๆ ต่อเปอร์เซ็นต์แป้ง (ตารางที่ 4)

การตอบสนองของ N P K ต่อผลผลิตแป้ง

การปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 และ พันธุ์ระยอง 11 ในดินด่าง ชุดดินตาคลี พบว่าให้ผลผลิตแป้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ระยอง 11 ให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ยสูงสุด 1,082 กก./ไร่ แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์ระยอง 5 ซึ่งให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ย 755 กก./ไร่

การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน พบว่ามันสำปะหลังตอบสนองต่อการให้ผลผลิตแป้งสูงสุดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยให้ผลผลิตแป้งสูงสุดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 820 - 981 กก./ไร่

การตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัส พบว่าการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ 16 กก.P_2O_5/ไร่ ให้ผลผลิตแป้งสูงสุดเฉลี่ย 1,002 กก./ไร่ ไม่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ 8 กก.P_2O_5/ไร่ และการไม่ใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัส ซึ่งให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ยเท่ากับ 981 และ 915 กก./ไร่ ตามลำดับ

การตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทสเซียม พบว่าการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมที่ 24 กก.K_2O/ไร่ โดยให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 1,045 กก./ไร่ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมที่ 16 กก.K_2O/ไร่ 8 กก.K_2O/ไร่ และการไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม โดยให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ย 981 893 และ 779 กก./ไร่ และไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์มันสำปะหลังกับการใส่ปุ๋ยอัตราต่างๆ ต่อผลผลิตแป้ง (ตารางที่ 5)

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

การปลูกมันสำปะหลังเพื่อให้ได้ผลผลิตสูง จำเป็นจะต้องมีการจัดการที่ดี และมีการลงทุนเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการใช้ปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้น ปุ๋ยอัตราสูงจะให้ผลผลิตสูง แต่อาจจะไม่ใช่อัตราที่เหมาะสมที่สุด ดังนั้นจึงต้องคำนวณรายได้ และจุดคุ้มทุน เพื่อประกอบการตัดสินใจในการเลือกใช้พันธุ์ และอัตราปุ๋ยที่เหมาะสม หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตหัวสด จากคำนวณรายได้ พบว่าการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 ทำให้ได้กำไรสุทธิเฉลี่ยสูงสุด เป็นเงิน 3,255 บาท/ไร่ ส่วนพันธุ์ระยอง 5 มีกำไรสุทธิเฉลี่ยเท่ากับ 1,760 บาท/ไร่

การใช้ปุ๋ยไนโตรเจน พบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ 8 กก.N/ไร่ มีกำไรสุทธิสูงสุดเฉลี่ย 2,908 บาท/ไร่ และมีกำไรเพิ่มขึ้นสูงสุด 650 บาท/ไร่ มีค่า MRR เท่ากับ 220 % ซึ่งคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด รองลงมาคือ การใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 16 กก.N/ไร่ มีกำไรสุทธิเฉลี่ย 2,899 บาท/ไร่ และมีรายได้สูงสุด 7,436 บาท/ไร่

การใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัส พบว่า การใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัส 8 กก.P_2O_5/ไร่ มีกำไรสุทธิสูงสุดเฉลี่ย 2,899 บาท/ไร่ และมีกำไรเพิ่มขึ้นสูงสุด 78 บาท/ไร่ มีค่า MRR เท่ากับ 16% ขณะที่การใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัส 16 กก.P_2O_5/ไร่ ซึ่งมีกำไรสุทธิเฉลี่ย 2,700 บาท/ไร่ และมีรายได้สูงสุดเท่ากับ 7,512 บาท/ไร่

การใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม พบว่าการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม 16 กก.K_2O/ไร่ มีกำไรสุทธิเฉลี่ย 2,899 บาท/ไร่ และมีกำไรเพิ่มขึ้นสูงสุด 387 บาท/ไร่ มีค่า MRR 95% คุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด ขณะที่การใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม 8 กก.K_2O/ไร่ มีกำไรสุทธิเฉลี่ย 2,512 บาท/ไร่ และมีกำไรเพิ่มขึ้น 391 บาท/ไร่ และการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม 24 กก.K_2O/ไร่ มีกำไรสุทธิเฉลี่ย 2,933 บาท/ไร่ มีกำไรเพิ่มขึ้น 34 บาท/ไร่ และมีรายได้สูงสุด 2,933 บาท/ไร่ (ตารางที่ 6)

สรุปผลการทดลอง

การปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 ในดินด่างชุดดินตาคลี ฤดูฝนปี 2554 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 3,838 กก./ไร่ ขณะที่พันธุ์ระยอง 5 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3,051 กก./ไร่ และการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 ให้เปอร์เซ็นต์แป้ง และผลผลิตแป้งเฉลี่ยสูงสุด 28.2% และ 1,082 กก./ไร่ ตามลำดับ การใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 16 กก.N/ไร่ ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุดเฉลี่ย 3,741 กก./ไร่ การใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ 8 กก.P_2O_5/ไร่ ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุดเฉลี่ย 3,741 กก./ไร่ และการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม 24 กก.K_2O/ไร่ ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุดเฉลี่ย 3,846 กก./ไร่

จากคำนวณรายได้ พบว่าการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 ทำให้ได้กำไรสุทธิเฉลี่ยสูงสุดเป็นเงิน 3,255 บาท/ไร่ ส่วนพันธุ์ระยอง 5 มีกำไรสุทธิเฉลี่ย 1,760 บาท/ไร่ การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ 8 กก.N/ไร่ มีกำไรสุทธิสูงสุดเฉลี่ย 2,908 บาท/ไร่ และมีกำไรเพิ่มขึ้น 650 บาท/ไร่ การใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัส 8 กก.P_2O_5/ไร่ มีกำไรสุทธิสูงสุดเฉลี่ย 2,899 บาท/ไร่ การใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม 16 กก. K_2O/ไร่ มีกำไรสุทธิเฉลี่ย 2,899 บาท/ไร่ และมีกำไรเพิ่มขึ้น 387 บาท/ไร่ มีค่า MRR 95% คุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2553/2554. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร. 201 หน้า www.http://oae.go.th

อารันต์ พัฒโนทัย และ ธนรักษ์ เมฆขยาย. 2534. จากข้อมูลผลการทดลองสู่คำแนะนำเกษตรกร คู่มือการอบรมทางเศรษฐศาสตร์ ฝ่ายเศรษฐศาสตร์ ศูนย์วิจัยการปรับปรุงข้าวโพด และข้าวสาลีนานาชาติ. กรุงเทพมหานคร. 88 หน้า.

Peech, M. 1965. Soil pH by grass electrode pH meter, pp. 914-925. In C.A. Black, D. D. Evans, R.L. White, L.E.Ensminger,F.E. Clark,and R.C.Dinsuer (eds). Method of soil Analysis Part 2 : Physical and menerological Propertics, Inching Statistics of Measurement and Sampling American Society of Agronomy Inc., Pubisher Madison,USA.

Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. Soil Science 59: 39-45.

Thomas, G.W. 1982. Exchangeable cation. In A.L. Page et al (ed.). Method of soil analysis. Second edition. Agronomy 9: 159-166. American Society of Agronomy. Inc., Madison, Wisconsin, U.S.A.

Walkley, A. and I. A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science 37: 29-37.

ตารางที่ 1. ผลวิเคราะห์สมบัติของดินชุดตาคลีก่อนทำการทดลอง ปี 2554

ระดับความลึกจากผิวดิน (ซม.)	เนื้อดิน[1/]	ความหนาแน่นรวมของดิน (ก./ลบ.ซม.)	pH[2/] (1:1)	อินทรียวัตถุ[3/] (%)	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์[4/] (มก./กก.)	โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้[5/] (มก./กก.)
0-20	ดินร่วนปนเหนียว	1.66	8.15	1.02	nd	65.9
20-50	ดินร่วนปนเหนียว	1.61	8.46	0.17	nd	7.8

nd ไม่สามารถวิเคราะห์หาปริมาณได้

1/ Hydrometer method

2/ Peech (1965) อัตราส่วนดิน:น้ำ = 1:1

3/ Walkley and Black (1934)

4/ Bray and Kurtz (1945)

5/ Thomas (1982)

ตารางที่ 2. ผลของปุ๋ยเคมีต่อความสูง (ซม.) ของมันสำปะหลัง 2 พันธุ์ ที่ปลูกในดินด่าง ชุดดินตาคลี ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ฤดูฝนปี 2554

อัตราปุ๋ย (F)	**พันธุ์มันสำปะหลัง** (V)		**ค่าเฉลี่ย**
N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่	**ระยอง 5**	**ระยอง 11**	
ไนโตรเจน (กก./ไร่)			
0-8-16	159 a	179 ab	169 a
8-8-16	171 a	176 b	174 a
16-8-16	179 a	187 ab	183 a
24-8-16	175 a	183 ab	179 a
ฟอสฟอรัส (กก./ไร่)			
16-0-16	175 a	180 ab	177 a
16-8-16	179 a	187 ab	183 a
16-16-16	165 a	202 a	183 a
โพแทสเซียม (กก./ไร่)			
16-8-0	169 a	174 b	171 a
16-8-8	171 a	181 ab	176 a
16-8-16	179 a	187 ab	183 a
16-8-24	169 a	178 b	173 a
ค่าเฉลี่ย	170	182	176
CV. (a) = 10.3 % CV.(b) = 7.0 % พันธุ์ (V) = NS ,ปุ๋ย (F) = NS, V x F = NS			

NS = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 3. ผลของปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตหัวสด (กก./ไร่) ของมันสำปะหลัง 2 พันธุ์ที่ปลูกในดินด่าง ชุดดินตาคลี ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ฤดูฝนปี 2554

อัตราปุ๋ย (F)	**พันธุ์มันสำปะหลัง** (V)		**ค่าเฉลี่ย**
N-P_2O_5-K_2O **กก./ไร่**	**ระยอง** 5	**ระยอง** 11	
ไนโตรเจน (กก./ไร่)			
0-8-16	2,586 ab	3,734 a	3,160 a
8-8-16	3,480 ab	3,791 a	3,636 a
16-8-16	3,946 a	3,536 a	3,741 a
24-8-16	2,649 ab	3,729 a	3,189 a
ฟอสฟอรัส (กก./ไร่)			
16-0-16	3,062 ab	3,839 a	3,450 a
16-8-16	3,946 ab	3,536 a	3,741 a
16-16-16	2,789 ab	4,723 a	3,756 a
โพแทสเซียม (กก./ไร่)			
16-8-0	2,337 b	3,470 a	2,903 a
16-8-8	3,052 ab	3,582 a	3,317 a
16-8-16	3,946 ab	3,536 a	3,756 a
16-8-24	3,556 ab	4,136 a	3,846 a
ค่าเฉลี่ย	3,051	3,838	3,444
CV. (a) = 22.8 % CV.(b) = 23.6 % พันธุ์ (V) = NS ,ปุ๋ย (F) = NS, V x F = NS			

NS = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4. ผลของปุ๋ยเคมีต่อปริมาณแป้ง (เปอร์เซ็นต์) ของมันสำปะหลัง 2 พันธุ์ ที่ปลูกในดินด่าง ชุดดินตาคลี ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ฤดูฝนปี 2554

อัตราปุ๋ย (F)	**พันธุ์มันสำปะหลัง** (V)		**ค่าเฉลี่ย**
N-P_2O_5-K_2O **กก./ไร่**	**ระยอง 5**	**ระยอง 11**	
ไนโตรเจน (กก./ไร่)			
0-8-16	22.8 b	28.2 a	25.5 c
8-8-16	23.9 ab	28.0 a	26.0 bc
16-8-16	25.2 a	27.4 a	26.3 abc
24-8-16	25.7 a	29.4 a	27.6 a
ฟอสฟอรัส (กก./ไร่)			
16-0-16	24.3 ab	28.2 a	26.3 abc
16-8-16	25.2 a	27.4 a	26.3 abc
16-16-16	24.1 ab	28.2 a	26.2 abc
โพแทสเซียม (กก./ไร่)			
16-8-0	24.7 ab	28.4 a	26.6 abc
16-8-8	25.7 a	27.6 a	26.7 abc
16-8-16	25.2 a	27.4 a	26.2 abc
16-8-24	25.7 a	28.5 a	27.1 ab
ค่าเฉลี่ย	24.7	28.2	26.0
CV. (a) = 7.5 % CV.(b) = 4.2 % พันธุ์ (V) = * ,ปุ๋ย (F) = NS, V x F = NS			

NS = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 5. ผลของปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตแป้ง (กก./ไร่) ของมันสำปะหลัง 2 พันธุ์ ที่ปลูกในดินด่าง ชุดดินตาคลี ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ฤดูฝนปี 2554

อัตราปุ๋ย (F)	**พันธุ์มันสำปะหลัง** (V)		**ค่าเฉลี่ย**
N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่	**ระยอง 5**	**ระยอง 11**	
ไนโตรเจน (กก./ไร่)			
0-8-16	590 a	1,051 a	820 a
8-8-16	833 a	1,065 a	949 a
16-8-16	1,001 a	960 a	981 a
24-8-16	681 a	1,097 a	889 a
ฟอสฟอรัส (กก./ไร่)			
16-0-16	744 a	1,085 a	915 a
16-8-16	1,001 a	960 a	981 a
16-16-16	675 a	1,329 a	1,002 a
โพแทสเซียม (กก./ไร่)			
16-8-0	574 a	977 a	776 a
16-8-8	788 a	997 a	893 a
16-8-16	1,001 a	960 a	981 a
16-8-24	911 a	1,179 a	1,045 a
ค่าเฉลี่ย	755	1,082	919
CV. (a) = 27.2 % CV.(b) = 24.1 % พันธุ์ (V) = * ,ปุ๋ย (F) = NS, V x F = NS			

NS = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 6. ต้นทุน รายได้ กำไรสุทธิ กำไรเพิ่ม ต้นทุนเพิ่ม และอัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (MRR) เมื่อจำหน่ายมันสำปะหลังในรูปหัวสดของการปลูกมันสำปะหลัง 2 พันธุ์ ที่ปลูกในดินด่าง ชุดดินตาคลี ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ฤดูฝนปี 2554

ตำรับการทดลอง	ต้นทุน (บาท/ไร่)	รายได้ (บาท/ไร่)	กำไรสุทธิ (บาท/ไร่)	กำไรเพิ่ม (บาท/ไร่)	ต้นทุนเพิ่ม (บาท/ไร่)	MRR (%)
พันธุ์มันสำปะหลัง(V)						
ระยอง 5	4,164	5,923	1,760			
ระยอง 11	4,478	7,733	3,255	1,495	315	475
ปุ๋ย (F) N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่						
ไนโตรเจน (กก./ไร่)						
0-8-16	3,998	6,257	2,258			
8-8-16	4,294	7,203	2,908	650	296	220
16-8-16	4,537	7,436	2,899	-	243	-
24-8-16	4,530	5,944	1,415	-	-	-
ฟอสฟอรัส (กก./ไร่)						
16-0-16	4,061	6,882	2,821			
16-8-16	4,537	7,436	2,899	78	476	16
16-16-16	4,812	7,512	2,700	-	-	-
โพแทสเซียม (กก./ไร่)						
16-8-0	3,708	5,830	2,121			
16-8-8	4,130	6,642	2,512	391	422	93
16-8-16	4,537	7,436	2,899	387	407	95
16-8-24	4,817	7,750	2,933	34	280	12

ปี 2554 ราคาหัวมัน 2.10 บาท/กก. (แป้ง 30 %) คิดลดลง % ละ 0.03 บาท/กก.

ค่าขุดและค่าขนส่งหัว 0.40 บาท/กก. ค่าปลูกและค่าใส่ปุ๋ย ดูแลรักษา 1,720 บาท/ไร่

ปุ๋ย 46-0-0 ราคา 11.80 บาท/กก. ปุ๋ย18-46-0 ราคา 20.00 บาท/กก. ปุ๋ย 0-0-60 ราคา 18.30 บาท/กก.

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าโดยวิธีหาค่า most probable number

Estimation of arbuscular mycorrhizal densities by means of the “most probable number”

มณฑิกานธิ์ สงบจิต สุภาพร ธรรมสุระกุล นิศารัตน์ ทวีนุต

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

เป็นที่ทราบกันทั่วโลกว่าปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่ามีประโยชน์กับพืชที่สำคัญทางการเกษตรหลายชนิด ในประเทศไทยมีการใช้ปุ๋ยชีวภาพนี้กันมากขึ้นเรื่อยๆ จึงมีผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่าจำหน่ายหลายรูปแบบเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการทดลองหาวิธีวิเคราะห์ปริมาณราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าในผลิตภัณฑ์รูปแบบต่างๆ โดยวิธีหาค่า most probable number (MPN) เพื่อใช้ในการประเมินปริมาณของราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าในผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตแบบใช้สปอร์ เส้นใย หรือรากพืชที่มีราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าอาศัยอยู่ในรูปเม็ด โดยเลือกใช้ diluient ที่แตกต่างกัน 4 ชนิด คือ ทราย ดิน ดินผสมทราย และเพอร์ไลท์ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design มี 5 ซ้ำ 4 กรรมวิธี (อัตราชุด 4-fold dilution แต่ละ dilulent ทำ 10 dilulion level) กรรมวิธีที่ 1 ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่าผสมกับทราย กรรมวิธีที่ 2 ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่าผสมกับดิน กรรมวิธีที่ 3 ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่าผสมกับดินผสมทราย และกรรมวิธีที่ 4 ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่าผสมกับเพอร์ไลท์ ในปี 2554 ดำเนินการเพิ่มปริมาณสปอร์ของราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าเพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่า ปริมาณ 25 สปอร์ต่อกรัม การทดลองที่ใช้ทรายเป็น diluents ได้ผลการทดลองตามตารางของ Woomer population estimate 270 เซลล์ต่อกรัม

คำนำ

ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่ามีประโยชน์กับพืชที่สำคัญทางการเกษตรหลายชนิดทั้งพืชไร่ พืชสวน และพืชผัก (ออมทรัพย์ และสุภาพร, 2539; Rhodes and Gerdermann, 1987; Thamsurakul *et. al.,* 2000 และสุภาพร, 2549) ในประเทศไทยมีการใช้ปุ๋ยชีวภาพนี้กันมากขึ้นเรื่อยๆ จึงมีผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่าจำหน่ายหลายรูปแบบเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ ชนิดผง ซึ่งมีวัสดุผสมเป็นจำพวกดิน ทราย เปลือกไม้ พีท เพอร์ไลท์ เวอร์มิคูไลท์ หรือชนิดเม็ด ซึ่งอาจจะผลิตในรูปเอ็กซแพนเด็ดเคลย์แอกกรีเกทส์ ในรูป Sheard-Root และรูปเม็ดที่บรรจุชิ้นส่วนของรากพืชที่มีราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าอยู่ภายใน ปัจจุบันกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร ทำหน้าที่ตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่า ให้ได้มาตรฐานตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2550 ในปี 2551 กรมวิชาการเกษตรได้ออกคู่มือวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพโดยใช้วิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสปอร์อาบัสคูลาไมโคไรซ่าด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ ซึ่งจะเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่ใช้

ในรูปสปอร์ ต่อมา Porter (1979) ได้ใช้วิธี MPN ในการประเมินปริมาณของอาบัสคูลาไมโคไรซ่าในดินเป็นครั้งแรก ซึ่งเป็นการประเมิน (estimate) จำนวนของจุลินทรีย์ไม่ใช่วิธีการนับจำนวนจุลินทรีย์โดยตรง โดยใช้หลักการของโอกาสการเจริญหรือไม่เจริญของจุลินทรีย์ในการทดลองซ้ำๆ จำนวนหนึ่งประกอบกับหลักการทางสถิติ ทำให้สามารถประมาณค่าของจุลินทรีย์ที่มีความเป็นไปได้สูงสุด ค่าจำนวนที่ประเมินได้นี้เป็นจำนวนของจุลินทรีย์ที่มีโอกาสถูกต้องมากกว่าจำนวนอื่นๆ ที่จะนับได้ ความถูกต้องในการประเมินจำนวนเชื้อนี้จะมากขึ้นเมื่อมีการเพิ่มจำนวน replicate ในแต่ละ dilution level ขึ้น ดังนั้นจึงต้องทำการทดลองวิเคราะห์ปริมาณราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าโดยวิธีหาค่า MPN เพื่อใช้ในการประเมินปริมาณของอาบัสคูลาไมโคไรซ่าในผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตแบบใช้สปอร์ เส้นใย หรือรากพืชที่มีราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าอาศัยอยู่ในรูปเม็ด

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. ตะแกรงร่อนสปอร์ขนาด 63 – 450 ไมครอน
2. เครื่องปั่นเหวี่ยง ที่มีความเร็วจะไม่ต่ำกว่า 2,000 รอบต่อนาที
3. หม้อนึ่งความดันไอน้ำ
4. ถ้วยเพาะขนาด 12 ออนซ์
5. กระถางดินเผาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว
6. น้ำยาย้อมราก Trypan Blue Lactic-Glycerol Solution
7. ราอาบัสคูลาไมโคไรซ่า
8. เมล็ดข้าวโพด (*Zea mays* L.)
9. กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ
10. ดินผสมทรายอัตรา 1 : 1 นึ่งฆ่าเชื้อ
11. ดิน ทราย และเพอร์ไลท์นึ่งฆ่าเชื้อ
12. สารเคมีและอุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในการทดลอง

วิธีการ

วางแผนการทดลอง Completely Randomized Design มี 5 ซ้ำ 4 กรรมวิธี คือ
กรรมวิธีที่ 1 ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่าผสมกับทราย
กรรมวิธีที่ 2 ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่าผสมกับดิน
กรรมวิธีที่ 3 ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่าผสมกับดินผสมทราย
กรรมวิธีที่ 4 ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่าผสมกับเพอร์ไลท์

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. เตรียมผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่า โดยเพิ่มปริมาณสปอร์ในพืชอาศัย (ข้าวโพด) ปลูกในดินและทรายที่นึ่งฆ่าเชื้อ ซึ่งการฆ่าเชื้อดิน และทรายทำโดยนำไปอบในไอน้ำ 3 ครั้งๆ ละ 3 ชั่วโมง ที่ความร้อนประมาณ

80-90 องศาเซลเซียส เตรียมดินและทรายใส่กระถางดินเผาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว จำนวน 10 กระถางโดยใส่ดินและทรายผสมกันในอัตราส่วน 1:1 ก่อนปลูกจะโรยเชื้อราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าให้กระจายเต็มหน้าตัดของกระถาง กลบด้วยดินบางๆ หลังจากนั้นโรยเมล็ดข้าวโพดจำนวน 5 เมล็ดที่ฆ่าเชื้อที่ผิวเมล็ดด้วยการแช่ในสารละลายคลอร๊อกซ 10% นาน 3-5 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อจนปราศจากสารละลายคลอร๊อกซ์ กลบด้วยดินอีกครั้ง ดูแลรดน้ำ และให้ปุ๋ยในอัตราที่เหมาะสม อายุข้าวโพดครบ 1 เดือนเลือกเฉพาะต้นที่สมบูรณ์ไว้เพียง 2 ต้นต่อกระถาง เมื่ออายุครบ 3 เดือน จะเก็บตัวอย่างดินนำไปนับปริมาณสปอร์ที่มีชีวิตภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ โดยผ่านวิธี Wet Sieving and Decanting/Centrifugation

2. คัดเลือกกระถางที่มีปริมาณสปอร์ในดินอย่างน้อย 75 สปอร์ต่อกรัม นำมาผสมกับดินผสมทรายให้ได้สปอร์ปริมาณ 25 สปอร์ต่อกรัม ใช้เป็นผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่าผสมผลิตภัณฑ์ดังกล่าวร่วมกับ diluent ต่างๆ ตามกรรมวิธีที่ 1 2 3 และ 4 ซึ่งนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว ในอัตราชุด 4-fold dilution ทำ 10 dilution level แต่ละระดับทำ 5 ซ้ำ ใส่ในกระถางแล้วปลูกข้าวโพด ดูแลรักษา ให้น้ำ ให้ปุ๋ย ตามความจำเป็น จนกระทั่งเก็บเกี่ยวประมาณ 1 เดือนหลังจากปลูก นำรากข้าวโพดที่ได้มาจากแต่ละกระถางมาล้างดินออกให้สะอาดแล้วต้มในสารละลาย KOH ที่มีความเข้มข้น 10% ที่อุณหภูมิ 90^{0}C ประมาณ 5 นาที จากนั้นล้างรากด้วยน้ำกลั่น 3-4 ครั้ง แล้วย้อมสีรากด้วย Trypan Blue Lactic – Glycerol Solution จากนั้นตัดรากที่ย้อมสีแล้วออกเป็นท่อนๆ ให้มีความยาวประมาณ 1 ซม. เลือกเอารากที่ตัดไว้จำนวน 100 ชิ้น โดยวิธีสุ่มตัวอย่างมาวางบนสไลด์ ตรวจสอบจำนวนชิ้นส่วนของรากที่มีการเข้าอาศัยในรากภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ โดยวิธี Slide method

การบันทึกข้อมูล

ตรวจการเข้าอาศัยในรากพืชของราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าที่ได้ในแต่ละ dilution นำไปเปิดตาราง MPN มาตรฐานได้ค่าเซลต่อกรัม จากนั้นจึงนำค่าที่ได้นำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบผลทางสถิติโดยวิธี Duncan Multiple Range Test

ระยะเวลา เดือนตุลาคม 2553 ถึงเดือน กันยายน 2554

สถานที่ทำการทดลอง

ดำเนินการทดลองในเรือนกระจกและในห้องปฏิบัติการของกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

ได้ดำเนินงานสำเร็จตามแผนการทดลองประจำปีงบประมาณ 2554 ดังนี้

1. ได้ปริมาณสปอร์ในดิน จำนวน 10 กระถาง โดยใช้ข้าวโพดเป็นพืชอาศัยเมื่อครบกำหนด 3 เดือนจึงสุ่มดินมาตรวจ โดยผ่านวิธี Wet Sieving and Decanting/Centrifugation พบปริมาณสปอร์ที่มีชีวิตอย่างน้อย 75 สปอร์ต่อกรัมตามที่กำหนด นำมาผสมกับดินผสมทรายให้ได้สปอร์ปริมาณ 25 สปอร์ต่อกรัม เพื่อใช้เป็นผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่า

2. กรรมวิธีที่ 1 ใช้ทรายเป็น diluent โดยใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่าผสมกับทราย เก็บรากข้าวโพดทั้งชุด 10 dilution level แต่ละระดับทำ 5 ซ้ำ มาล้างน้ำให้สะอาดจากนั้นทำการย้อมรากและตรวจการเข้าอาศัยของราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าในรากข้าวโพด ได้ผลการทดลองตามตาราง

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองที่ใช้ทรายเป็น diluents เมื่อเปิดตามตารางของ Woomer จะได้ population estimate 270 เซลล์ต่อกรัม

การนำไปใช้ประโยชน์

สามารถนำวิธีการตรวจวิเคราะห์ราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าโดยวิธีหาค่า MPN มาใช้ประเมินปริมาณอาบัสคูลาไมโคไรซ่าในดินธรรมชาติ ในกระถางขยายเชื้อและในรูปผลิตภัณฑ์ต่างๆ ซึ่งเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสามารถตรวจวิเคราะห์ในตัวอย่างที่มีปริมาณเชื้อต่ำ หรือเชื้ออยู่ในรูปส่วนขยายพันธุ์อื่นที่ไม่ใช่สปอร์ได้

เอกสารอ้างอิง

สุภาพร ธรรมสุระกุล. 2549. ผลของรา วี-เอไมโคไรซ่าต่อการเจริญเติบโตของหน่อไม้ฝรั่ง. วารสารวิชาการเกษตร ปีที่ 24 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม – สิงหาคม หน้า 211-223.

ออมทรัพย์ นพอมรบดี และสุภาพร ธรรมสุระกุล. 2539. ผลของเชื้อ วี-เอไมโคไรซ่าต่อการเจริญเติบโตของสับปะรด. รายงานสัมมนาวิชาการสับปะรดครั้งที่ 2. ISBN 974-8027-36-8 หน้า 118-135.

Porter, W.M. 1979. The 'Most probable number' method for enumerating infective propagules of vesicular-arbusculr mycorrhizal fungi in soil. Aust. J. Soil Res. 17: 515-519.

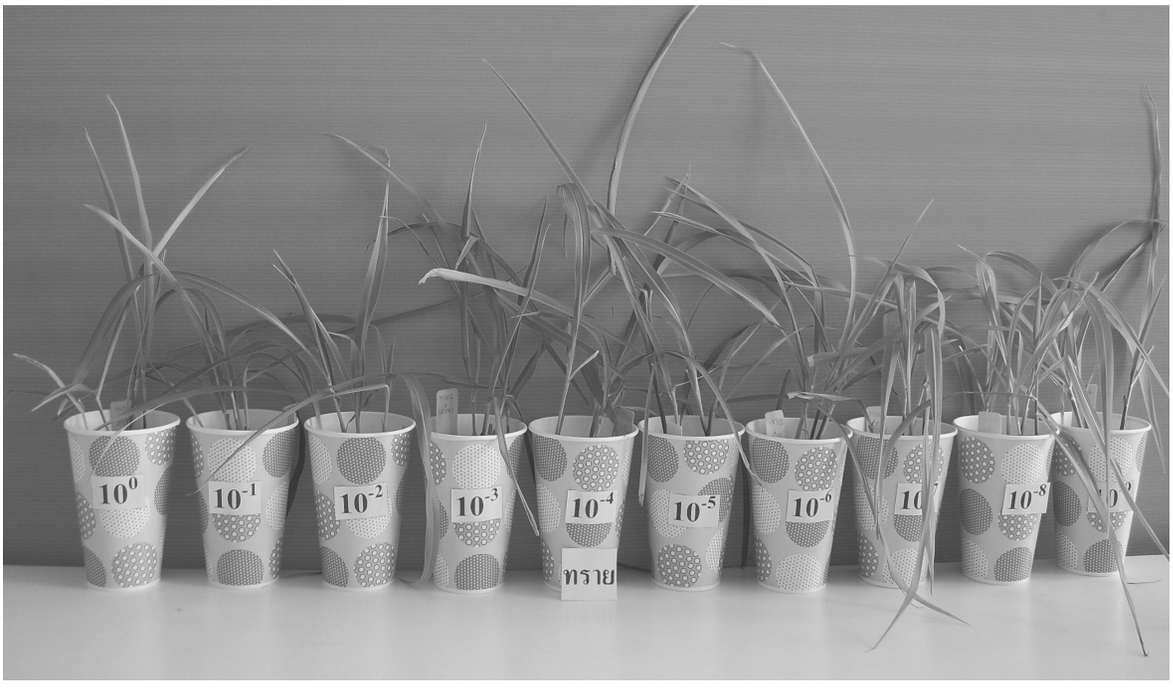
Rhodes, L.H. and J.W. Gerdermann. 1978. Influence of phosphorus nutrition on sulfur uptake by vesicular-arbuscular mycorrhizae of onion. Soil Bichem. 10: 361-364.

Thamsurakul, S., O. Nopamornbodi, S. Charoensook and S. Roenrugroeng. 2000. Increasing pineapple yield using VA mycorrhizal fungi. Acta Horticulture. 529: 199-202.

ตาราง แสดงผลการทดลองที่ใช้ทรายเป็น diluent

Replication						
Dilution level	1	2	3	4	5	Total
10^{0}	+	+	+	+	+	5
10^{-1}	+	+	+	+	+	5
10^{-2}	+	+	-	+	+	4
10^{-3}	+	+	+	-	-	3
10^{-4}	-	+	+	-	-	2
10^{-5}	-	-	-	-	-	0
10^{-6}	-	-	-	-	-	0
10^{-7}	-	-	-	-	-	0
10^{-8}	-	-	-	-	-	0
10^{-9}	-	-	-	-	-	0

หมายเหตุ เมื่อเปิดตามตารางของ Woomer จะได้ population estimate 270 เซลล์ต่อกรัม



ภาพแสดง รูปต้นข้าวโพด อายุ 1 เดือน ปลูกโดยใช้ทรายเป็น diluent

การตอบสนองของมันสำปะหลัง
ต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินร่วนทรายชุดดินลาดหญ้า

Response of N P and K Fertilizers for Cassava on Sandy Loam: Ly Soil Series

สมควร คล้องช้าง [1] *กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ*[2/] *วัลลีย์ อมรพล*[3/] *ศุภกาญจน์ ล้วนมณี*[4/]
สมฤทัย ตันเจริญ[1/] *ศิริขวัญ ภู่นา*[1/]

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

ศึกษาการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินร่วนทราย บนชุดดินลาดหญ้า (Ly) เพื่อให้ได้ข้อมูลการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยของมันสำปะหลังพันธุ์ก้าวหน้าสำหรับนำไปใช้ในการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเฉพาะพื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพ ที่ไร่เกษตรกร ต.ดอนแสลบ อ.ห้วยกระเจา จ.กาญจนบุรี จุดพิกัด 47P 0574554^{E} 15833286^{N} ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 52 เมตร ในฤดูฝนปี 54/55 ซึ่งเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำ ดินบนที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่า pH 6.01 มีปริมาณอินทรียวัตถุ 0.72 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 2.8 และ 73 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ วางแผนการทดลองแบบ Split plot design มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วยพันธุ์ 2 พันธุ์คือ พันธุ์ CMR 42-44-98 และระยอง 11 ปัจจัยรองประกอบด้วยการใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจน 0, 8, 16 และ 24 กก.N/ไร่ ฟอสฟอรัส อัตรา 0, 8 และ 16 กก.P_2O_5 และโพแทสเซียม อัตรา 0, 8, 16 และ 24 กก. K_2O/ไร่ และการไม่ใส่ปุ๋ย (0-0-0) ผลการศึกษาพบว่า มันสำปะหลังพันธุ์ CMR 42-44-98 และพันธุ์ระยอง 11 มีการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยที่อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ของ N-P_2O_5-K_2O โดยให้ผลผลิตน้ำหนัก หัวมันสดเฉลี่ย 6,416 และ 5,508 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับการใส่ปุ๋ย พบว่าเมื่อมีการใส่ ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราที่เพิ่มขึ้นทำให้มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 ให้ผลผลิตน้ำหนักหัวมันสดลดลง

---

[1] กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

[2/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

[3/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง

[4/] ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

หลักการและเหตุผล

ในปัจจุบันการผลิตมันสำปะหลังมีการเปลี่ยนแปลงไป เกษตรกรต้องการปลูกมันสำปะหลังเพื่อให้ได้ผลผลิตและ มีรายได้สูงขึ้น โดยมีการปลูกมันสำปะหลังกันหลากหลาย ทั้งในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำถึงสูง ซึ่งมันสำปะหลังพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตรนั้น ส่วนใหญ่มีการวิจัยในพื้นที่ศูนย์วิจัย เมื่อแนะนำพันธุ์ให้เกษตรกรใช้ปลูกจึงไม่เป็นพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ในแต่ละแหล่งปลูกอย่างแท้จริง คำแนะนำการใช้ปุ๋ยก็เป็นคำแนะนำแบบกว้างๆ ไม่เฉพาะเจาะจงกับสภาพพื้นที่หรือตามลักษณะเนื้อดิน จึงทำให้ศักยภาพการให้ผลผลิตของมันสำปะหลังโดยรวมของประเทศอยู่ในระดับต่ำ ไม่เป็นไปตามเป้าหมาย ซึ่งปัจจัยที่สำคัญในการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังนั้นนอกจากการใช้พันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่แล้ว ควรต้องมีการจัดการการใช้ปุ๋ยอย่างเหมาะสม เพื่อให้มันสำปะหลังแต่ละต้นแสดงศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงสุด ซึ่งมีความผันแปร ทั้งในด้านชุดดิน พันธุ์พืช การเขตกรรม และสภาพภูมิอากาศ เช่นปริมาณน้ำฝน และการกระจายตัวของฝน หากดินมีข้อจำกัดต่อการผลผลิตมันสำปะหลัง เช่น ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ธาตุอาหารพืชในดินมีน้อย จะต้องใส่ปุ๋ยเคมีชดเชยในดินที่มี ธาตุอาหารพืชไม่เพียงพอ อย่างไรก็ตาม การใช้แบบจำลองในการผลิตพืชโดยใช้ภูมิอากาศตัวแทน และใช้ค่าวิเคราะห์ดินดั้งเดิมและเป็นค่าเดียวเหมือนกันทั้งประเทศ ซึ่งผิดกับสภาพความเป็นจริง ทำให้ได้ค่าความแม่นยำต่ำ และเพื่อให้ทราบถึง การตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยของมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์ที่ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงให้มากที่สุด และผลงานวิจัยเหล่านี้เกษตรกรสามารถนำไปปฏิบัติใช้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมตามสภาพเนื้อดินและภูมินิเวศน์ จึงทำการศึกษาการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารในชุดดินลาดหญ้า ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำ เพื่อใช้ในการผลิตคำแนะนำการใช้พันธุ์และปุ๋ยให้มีประสิทธิภาพแบบเฉพาะพื้นที่ สำหรับมันสำปะหลังพันธุ์ก้าวหน้า และเป็นข้อมูลให้กับสถาบันวิจัยพืชไร่ ศูนย์วิจัยพืชไร่พิจารณาขยายพันธุ์ และส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ได้ข้อมูลการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยของมันสำปะหลังพันธุ์ก้าวหน้า สำหรับนำไปใช้ในการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยแบบเฉพาะพื้นที่กับมันสำปะหลังอย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. พันธุ์มันสำปะหลัง พันธุ์ CMR 42-44-98 และพันธุ์ ระยอง 11
2. ปุ๋ยเคมี ได้แก่ แอมโมเนียมซัลเฟต (21%N) ทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต (46%P_2O_5) โพแทสเซียมคลอไรด์ (60%K_2O)
3. สารเคมีป้องกันและกำจัดวัชพืช เครื่องมือวิทยาศาสตร์ เครื่องแก้ว สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ดิน พืช

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Split plot design มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วยมันสำปะหลัง 2 พันธุ์ ได้แก่พันธุ์ CMR 42-44-98 และระยอง 11 ปัจจัยรองประกอบด้วยวิธีการใส่ปุ๋ย 10 กรรมวิธี คือ

1. 0-0-0	4. 16-8-16	7. 16-16-16	10. 16-8-24
2. 0-8-16	5. 24-8-16	8. 16-8-0	
3. 8-8-16	6. 16-0-16	9. 16-8-0	

วิธีปฏิบัติการทดลอง

วิธีปลูก ไถเตรียมดิน 2 ครั้ง ครั้งแรกไถด้วยผาล 3 ตากดินไว้ 10 วัน แล้วไถแปรครั้งที่ 2 ด้วยผาล 7 แล้วทำการไถยกร่อง ระยะห่างของร่องปลูก 1 เมตร ปักหลักแบ่งแปลงย่อย โดยมีขนาดของแปลงย่อย 8.0x7.0 เมตร ระยะปลูกมันสำปะหลัง 1.0x0.7 เมตร จำนวน 1 ต้นต่อหลุม กำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยเคมีตามกรรมวิธีการทดลองเมื่ออายุ 2 เดือน หลังปลูก บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตที่อายุ 3, 6 และ 12 เดือน เก็บตัวอย่างพืชส่งวิเคราะห์ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารในส่วนต่างๆ ของมันสำปะหลังที่อายุ 6 และ 12 เดือนหลังปลูก ก่อนปลูกขุดหลุมดินเพื่อเก็บตัวอย่างดินตามชั้นหน้าตัดดิน วิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพของดินที่ห้องปฏิบัติการกลางกลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา และห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยปฐพีกายภาพ กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน บันทึกข้อมูลผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต วัดเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสด เก็บตัวอย่างดินหลังเก็บเกี่ยวทุกกรรมวิธีการทดลอง ที่ระดับความลึก 0-20 และ 20-50 เซนติเมตร และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การบันทึกข้อมูล

1. เก็บตัวอย่างดินตามชั้นหน้าตัดดิน วิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพของดิน

2. เก็บตัวอย่างแบบดินรวม (composite sample) ก่อนปลูกที่ระดับความลึก 0-20 และ 20-50 เซนติเมตร วิเคราะห์หา pH, organic matter, Avai P และ Exch K และหลังเก็บเกี่ยวทุกกรรมวิธี

3. เก็บตัวอย่างมันสำปะหลังที่อายุ 6 และ 12 เดือน วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในส่วนต่างๆ เพื่อหาปริมาณการดูดใช้ของพืช

4. บันทึกข้อมูลผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต เปอร์เซ็นต์แป้งในหัวสด ปริมาณน้ำฝน

เวลาและสถานที่

เดือน ตุลาคม 54-กันยายน 55 ที่ไร่เกษตรกร ต.ดอนแสลบ อ.ห้วยกระเจา จ.กาญจนบุรี

ผลการดำเนินงาน

สมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลอง

เป็นดินร่วนทราย ดินบนที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่า pH 6.01 มีปริมาณอินทรียวัตถุ 0.72 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 2.8 และ 73 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำ ดินล่าง ที่ระดับความลึก 20-50 เซนติเมตร ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัด pH 5.81 ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.39 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได 3.9 และ 69 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 1)

ผลผลิตน้ำหนักหัวสด พบว่า มันสำปะหลังทั้งสองพันธุ์คือ CMR 42-44-98 และระยอง 11 มีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 16 กก.N ต่อไร่ ฟอสฟอรัสที่ระดับ 8 กก.P_2O_5 ต่อไร่ และโพแทสเซียมที่ระดับ 16 กก.K_2O ต่อไร่ โดยให้ผลผลิตน้ำหนักหัวสดเฉลี่ยที่ 6,416 และ 5,508 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1. ผลวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูกมันสำปะหลัง ฤดูฝนปี 54 จ.กาญจนบุรี

ระดับความลึก	pH	O.M.	EC	Avai P	Exch K	Texture
(ซม.)	(1:1)	(%)	(mS/cm)	(mg/kg)		
0-20	6.01	0.72	0.01	2.8	73	Sandy loam
20-50	5.81	0.39	0.03	3.1	69	Sandy loam

ที่มา : ห้องปฏิบัติการกลาง กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา

ตารางที่ 2. ผลของปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตหัวสด (กก./ไร่) ของมันสำปะหลัง 2 พันธุ์ ที่ปลูกบนดินร่วนทรายชุดดินลาดหญ้า จังหวัดกาญจนบุรี ฤดูฝนปี 2554

กรรมวิธี	พันธุ์มันสำปะหลัง		เฉลี่ย
	CMR 42-44-98	ระยอง 11	
0-0-0	1577 e	2456 e	2017
ไนโตรเจน (กก./ไร่)			
0-8-16	3644 cd	3214 cde	3429
8-8-16	4858 bc	4222 a-d	4540
16-8-16	6416 a	5508 a	5962
24-8-16	6002 ab	4465 a-d	5234

ตารางที่ 2. (ต่อ) ผลของปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตหัวสด (กก./ไร่) ของมันสำปะหลัง 2 พันธุ์ ที่ปลูกบนดินร่วนทรายชุดดินลาดหญ้า จังหวัดกาญจนบุรี ฤดูฝนปี 2554

กรรมวิธี	พันธุ์มันสำปะหลัง		เฉลี่ย
	CMR 42-44-98	ระยอง 11	
ฟอสฟอรัส (กก./ไร่)			
16-0-16	2716 de	3844 bcd	3280
16-8-16	6416 a	5508 a	5962
16-16-16	5120 ab	4988 ab	5054
โพแทสเซียม (กก./ไร่)			
16-8-0	2508 de	3134 de	2821
16-8-8	3205 d	5374 a	4290
16-8-16	6416 a	5508 a	5962
16-8-24	5457 ab	4620 abc	5039
เฉลี่ย	4150	4182	
F-test	พันธุ์(V) = <1, ปุ๋ย(F) = **, VxF = **		
CV (%)	a = 5.8, b = 18.4		

** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ผลผลิตแป้ง พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์ CMR 42-44-98 ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 16 กก.N ต่อไร่ ฟอสฟอรัสที่ระดับ 8 กก.P_2O_5 ต่อไร่ และโพแทสเซียมที่ระดับ 16 กก.K_2O ต่อไร่ โดยให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ย 1,200 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนพันธุ์ระยอง 11 มีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 16 กก.N ต่อไร่ ฟอสฟอรัสที่ระดับ 8 กก.P_2O_5 ต่อไร่ และโพแทสเซียมที่ระดับ 8-24 กก.K_2O ต่อไร่ โดยให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ยที่ 1,180-1,309 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3. ผลของปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตแป้ง (กก./ไร่) ของมันสำปะหลัง 2 พันธุ์ ที่ปลูกบนดินร่วนทรายชุดดินลาดหญ้า จังหวัดกาญจนบุรี ฤดูฝนปี 2554

กรรมวิธี	พันธุ์มันสำปะหลัง		เฉลี่ย
	CMR 42-44-98	ระยอง 11	
0-0-0	263 c	472 c	367 f
ไนโตรเจน (กก./ไร่)			
0-8-16	627 bc	714 bc	670 cde
8-8-16	982 ab	914 ab	948 abc
16-8-16	1200 a	1240 a	1220 a
24-8-16	1063 a	957 ab	1010 ab
ฟอสฟอรัส (กก./ไร่)			
16-0-16	495 c	732 bc	614 def
16-8-16	1200 a	1240 a	1220 a
16-16-16	969 ab	1060 ab	1014 ab
โพแทสเซียม (กก./ไร่)			
16-8-0	370 c	721 bc	546 ef
16-8-8	524 c	1180 a	852 bcd
16-8-16	1200 a	1240 a	1220 a
16-8-24	965 ab	1309 a	1137 ab
เฉลี่ย	746	930	
F-test	พันธุ์(V) = <1, ปุ๋ย(F) = **, VxF = NS		
CV (%)	a = 30.4, b = 27.2		

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

เปอร์เซ็นต์แป้ง พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์ CMR 42-44-98 มีตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนไม่แตกต่างกันกับวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆ โดยให้เปอร์เซ็นต์แป้งในหัวสดเฉลี่ย 17.8 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพันธุ์ระยอง 11 ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่อัตรา 16-8-24 กก.N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ โดยให้เปอร์เซ็นต์แป้งในหัวสดเฉลี่ย 28.3 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยอัตรา 16-8-16 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ที่ให้เปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ย 23.8 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4. ผลของปุ๋ยเคมีต่อปริมาณแป้ง (เปอร์เซ็นต์) ของมันสำปะหลัง 2 พันธุ์ ที่ปลูกบนดินร่วนทรายชุดดินลาดหญ้า จังหวัดกาญจนบุรี ฤดูฝนปี 2554

กรรมวิธี	พันธุ์มันสำปะหลัง		เฉลี่ย
	CMR 42-44-98	ระยอง 11	
0-0-0	17.0	18.8 b	17.9 b
ไนโตรเจน (กก./ไร่)			
0-8-16	16.9	22.2 b	19.6 b
8-8-16	20.1	21.0 b	20.5 ab
16-8-16	18.7	23.8 ab	21.2 ab
24-8-16	17.5	21.4 b	19.5 b
ฟอสฟอรัส (กก./ไร่)			
16-0-16	18.2	21.2 b	19.7 b
16-8-16	18.7	23.8 ab	21.2 ab
16-16-16	19.0	21.5 b	20.3 b
โพแทสเซียม (กก./ไร่)			
16-8-0	14.5	22.8 b	18.7 b
16-8-8	16.7	22.7 b	19.7 b
16-8-16	18.7	23.8 ab	21.2 ab
16-8-24	19.7	28.3 a	24.0 a
เฉลี่ย	17.8	22.4	
F-test	พันธุ์(V) = <1, ปุ๋ย(F) = NS, VxF = NS		
CV (%)	a = 21.9, b = 14.3		

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ดัชนีการเก็บเกี่ยว (HI) พบว่า มันสำปะหลังทั้งพันธุ์ CMR 42-44-98 และระยอง 11 มีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย และการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมอัตราต่างๆ โดยให้ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 0.59 และ 0.58 ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5. ผลของปุ๋ยเคมีต่อดัชนีการเก็บเกี่ยว (HI) ของมันสำปะหลัง 2 พันธุ์ ที่ปลูกบนดินร่วนทรายชุดดินลาดหญ้า จังหวัดกาญจนบุรี ฤดูฝนปี 2554

กรรมวิธี	พันธุ์มันสำปะหลัง		เฉลี่ย
	CMR 42-44-98	ระยอง 11	
0-0-0	0.48 b	0.57	0.52 b
ไนโตรเจน (กก./ไร่)			
0-8-16	0.55 ab	0.60	0.58 ab
8-8-16	0.55 ab	0.57	0.56 ab
16-8-16	0.60 a	0.59	0.60 ab
24-8-16	0.61 a	0.63	0.62 a
ฟอสฟอรัส (กก./ไร่)			
16-0-16	0.63 a	0.56	0.59 ab
16-8-16	0.60 a	0.59	0.60 ab
16-16-16	0.67 a	0.56	0.62 a
โพแทสเซียม (กก./ไร่)			
16-8-0	0.57 ab	0.58	0.58 ab
16-8-8	0.60 a	0.56	0.58 ab
16-8-16	0.60 a	0.59	0.60 ab
16-8-24	0.67 a	0.59	0.63 a
เฉลี่ย	0.59	0.58	
F-test	พันธุ์(V) = <1, ปุ๋ย(F) =NS, VxF = NS		
CV (%)	a = 13.5, b = 10.9		

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ความสูงมันสำปะหลังเมื่ออายุ 12 เดือน พบว่ามันสำปะหลังพันธุ์ CMR 42-44-98 เมื่อมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม อัตรา 16-8-16 กก.N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ทำให้มันสำปะหลังมีการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยมากสุดที่ 232 เซนติเมตร พันธุ์ระยอง 11 มีการตอบสนองด้านความสูงของต้นเมื่อมีการใส่ปุ๋ยอัตราต่างๆ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยให้ความระหว่าง 146-210 เซนติเมตร (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6. ผลของปุ๋ยเคมีต่อความสูงเมื่ออายุ 12 เดือน (ซม.) ของมันสำปะหลัง 2 พันธุ์ ที่ปลูกบนดินร่วนทรายชุดดินลาดหญ้า จังหวัดกาญจนบุรี ฤดูฝนปี 2554

กรรมวิธี	พันธุ์มันสำปะหลัง		เฉลี่ย
	CMR 42-44-98	ระยอง 11	
0-0-0	151 b	138 b	145 c
ไนโตรเจน (กก./ไร่)			
0-8-16	182 ab	146 ab	164 bc
8-8-16	218 a	176 ab	197 ab
16-8-16	232 a	201 ab	217 a
24-8-16	221 a	171 ab	196 ab
ฟอสฟอรัส (กก./ไร่)			
16-0-16	151 b	181 ab	166 bc
16-8-16	232 a	201 ab	217 a
16-16-16	184 ab	210 a	197 ab
โพแทสเซียม (กก./ไร่)			
16-8-0	152 b	174 ab	163 bc
16-8-8	171 ab	210 a	190 ab
16-8-16	232 a	201 ab	217 a
16-8-24	202 ab	172 ab	187 abc
เฉลี่ย	186	178	
F-test	พันธุ์(V) = <1, ปุ๋ย(F) = *, VxF = NS		
CV (%)	a = 21.5, b = 18.7		

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

การวิเคราะห์ผลตอบแทนเชิงเศรษฐกิจจากการใช้ปุ๋ย

จากการศึกษาการตอบสนองต่อการจัดการธาตุอาหารของมันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์ พบว่าพันธุ์ระยอง 11 มีแนวโน้มให้ผลตอบแทนด้านกำไรสุทธิสูงกว่าพันธุ์ CMR 42-44-98 เล็กน้อย ผลตอบแทนด้านการใช้ปุ๋ย การใช้ปุ๋ยอัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ของ N-P_2O_5-K_2O ให้อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (MRR) สูงที่สุด (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7. แสดงต้นทุน รายได้ กำไรสุทธิ กำไรเพิ่ม ต้นทุนเพิ่ม และอัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (MRR) เมื่อจำหน่ายมันสำปะหลังในรูปหัวสดของการปลูกมันสำปะหลัง 2 พันธุ์ และการใส่ปุ๋ยอัตราต่างๆ ที่ปลูกบนชุดดินลาดหญ้า จังหวัดกาญจนบุรี ฤดูฝนปี 2554

วิธีการ	ต้นทุน (บาท/ไร่)	รายได้ (บาท/ไร่)	กำไรสุทธิ (บาท/ไร่)	กำไรเพิ่ม (บาท/ไร่)	ต้นทุนเพิ่ม (บาท/ไร่)	MRR (%)
พันธุ์มันสำปะหลัง (V)						
CMR 42-44-98	3,380	7,221	3,841	-	-	-
ระยอง 11	3,393	7,844	4,451	-	-	-
ปุ๋ย (F) N-P_2O_5-K_2O						
0-0-0	2,327	3,510	1,183	-	-	-
ไนโตรเจน (กก.ไร่)						
0-8-16	3,959	6,172	2,213	-	-	-
8-8-16	4,845	8,308	3,463	1,250	442	283
16-8-16	5,856	10,910	5,054	2,841	884	321
24-8-16	6,007	9,421	3,414	1,201	1,326	-
ฟอสฟอรัส (กก./ไร่)						
16-0-16	4,404	5,904	1,500	-	-	-
16-8-16	5,856	10,910	5,054	3,554	379	938
16-16-16	5,872	9,097	3,225	1,725	758	228
โพแทสเซียม (กก./ไร่)						
16-8-0	4,111	4,993	882	-	-	-
16-8-8	4,943	7,722	2,779	1,897	244	777
16-8-16	5,856	10,910	5,054	4,172	488	855
16-8-24	5,731	9,675	3,944	3,062	732	418

ปี 2554 ราคาหัวมันสด 2.10 บาท/กิโลกรัม (เปอร์เซ็นต์แป้ง 30%) ลดลง % ละ 0.03 บาท/กิโลกรัม
ค่าขุดและค่าขนส่ง 0.40 บาท/กิโลกรัม, ค่าปลูก ค่าใส่ปุ๋ยและดูแลรักษา 1,720 บาท/ไร่
วิธีการไม่ใส่ปุ๋ย 1,520 บาท/ไร่, ปุ๋ย 21-0-0 ราคา 11.60 บาท/กิโลกรัม, ปุ๋ย 0-46-0 ราคา 21.80 บาท/กิโลกรัม
ปุ๋ย 0-0-60 ราคา 18.30 บาท/กิโลกรัม

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน 2525 การจำแนกดินของประเทศไทย กองสำรวจดิน กรุงเทพฯ

กรมวิชาการเกษตร 2553 คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร 122 หน้า

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ ชุมพล นาควิโรจน์ และโชติ สิทธิบุศย์ 2538 การผลิตมันสำปะหลัง และการจัดการดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รายงานประจำปี 2538 กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร

ชุมพล นาควิโรจน์ โชติ สิทธิบุศย์ ประสาท เกศวพิทักษ์ กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ สุพิน สุวรรณ ปราโมทย์ ไตรเพียร จเร เฉลิมนพกุล และการุณ จิตวิโชติ 2533 การทดสอบปุ๋ยมันสำปะหลังในดินร่วนทรายภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รายงานผลการวิจัยดิน-ปุ๋ยพืชไร่ กลุ่มงานวิจัยดินและปุ๋ยพืชไร่ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร

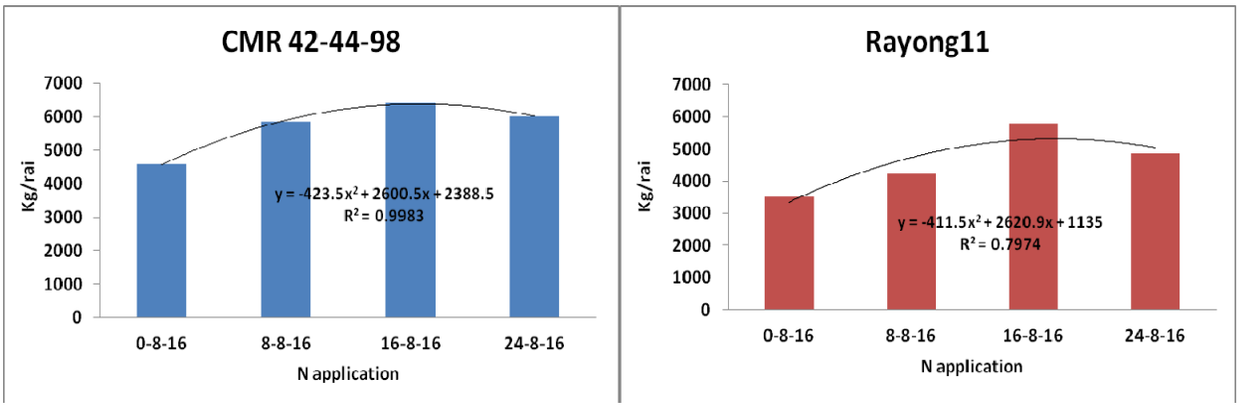
ชุมพล นาควิโรจน์ โชติ สิทธิบุศย์ และมล.จักรานพคุณ ทองใหญ่ 2533 อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมันสะหลังระยอง 1 ในเขตภาคตะวันออก รายงานผลการวิจัยดิน-ปุ๋ยพืชไร่ กลุ่มงานวิจัยดินและปุ๋ยพืชไร่ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร

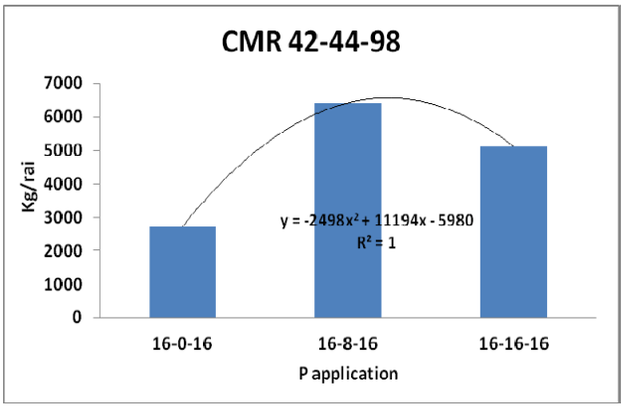
โชติ สิทธิบุศย์ และชุมพล นาควิโรจน์ 2519 การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของมันสำปะหลัง รายงานผลการวิจัยดินและปุ๋ยพืชไร่ สาขาดินและปุ๋ย กองพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

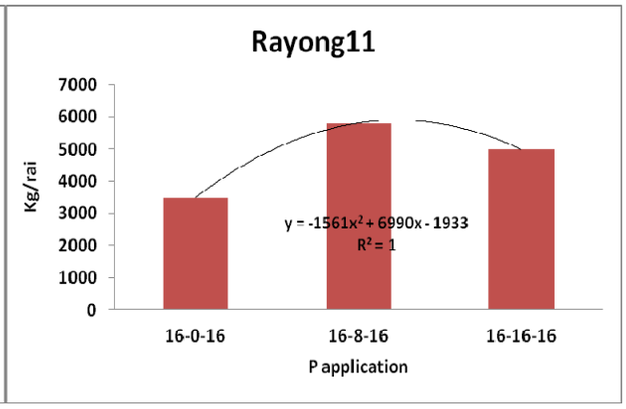
โชติ สิทธิบุศย์ ชุมพล นาควิโรจน์ กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ ณรงค์ ดิสสพันธุ์ ธรรมาภิรมย์ มณเฑียร โสมภีร์ ชาญ ถิรพร สมาน รุ่งเรือง โอภาส บุญเส็ง และสุพิน สุวรรณ 2533 อิทธิพลระยะยาวของปุ๋ย NPK และวัสดุอินทรีย์ที่มีต่อมันสำปะหลัง ที่ปลูกบนดินชุดดินห้วยโป่ง โคราช และยโสธร เอกสารวิชาการด้านปฐพีวิทยา กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร

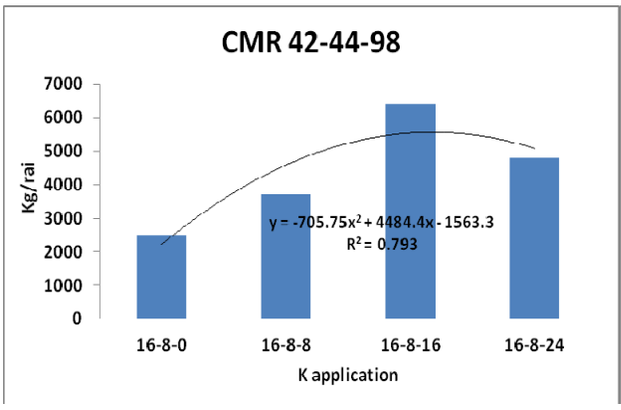
CIAT. Annual Report. 1979. Cassava Program. CIAT, Cali, Colombia.

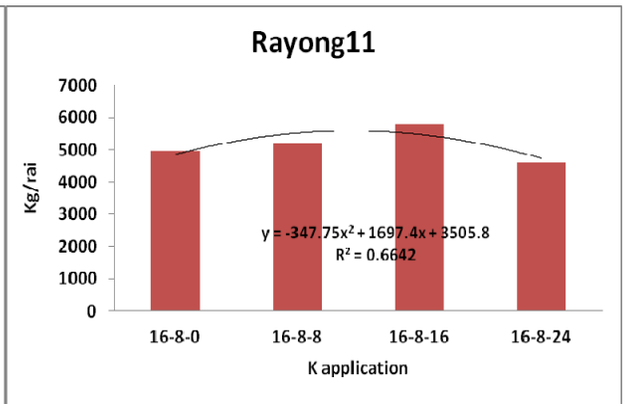
ภาพที่ 1. การตอบสนองของมันสำปะหลัง 2 พันธุ์ ต่อการใช้ปุ๋ย NPK ที่ปลูกบนชุดดินลาดหญ้า ปี 54











ประเมินการใช้ปุ๋ยจุลธาตุจากค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ / การปลดปล่อยจุลธาตุ (Zn, Fe และCu) ของข้าวโพดในกลุ่มดินด่างชุดดินตาคลี

Evaluate the use of fertilizers micronutrient absorption coefficient / release of the micronutrients (Zn, Fe and Cu) for Corn on Alkaline Soil Group in Takhli series: Tk

ไพรสน รุจิคุณ[1] ประภาศรี จงประดิษฐ์นันท์[1] สรัตนา เสนาะ[1] ดาวรุ่ง คงเทียน[2]

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

ประเมินการใช้ปุ๋ยจุลธาตุจากค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ/การปลดปล่อยจุลธาตุ (Zn,Fe และCu) ของข้าวโพดในกลุ่มดินด่างชุดดินตาคลี ทำการทดลอง 3 การทดลองย่อย การทดลองย่อยที่ 1 ประเมินการใช้ปุ๋ยจุลธาตุจากค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยสังกะสี (Zn) ของข้าวโพดในกลุ่มดินด่างชุดดินตาคลี การทดลองย่อยที่ 2 ประเมินการใช้ปุ๋ยจุลธาตุจากค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยเหล็ก(Fe) ของข้าวโพดในกลุ่มดินด่างชุดดินตาคลี การทดลองย่อยที่ 3 ประเมินการใช้ปุ๋ยจุลธาตุจากค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยทองแดง (Cu) ของข้าวโพดในกลุ่มดินด่างชุดดินตาคลี ในแต่ละการทดลองวางแผนการทดลองแบบ Randomized Completed Block Design 5 กรรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ ใส่ปุ๋ยที่อัตราเดียวกัน คือ 0, 2, 4, 6, 8 กิโลกรัม/ไร่ โดยการทดลองย่อยที่ 1 ใส่ปุ๋ย $ZnSO_4.7H_2O$ การทดลองย่อยที่ 2 ใส่ปุ๋ย $FeSO_4.7H_2O$ การทดลองย่อยที่ 3 ใส่ปุ๋ย $CuSO_4.5H_2O$ ทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

ผลการทดลองพบว่า ข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยสังกะสีที่อัตราต่างๆกับที่ไม่ได้รับปุ๋ยสังกะสี มีการเจริญเติบโตที่อายุ 30 วันและ 60 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยสังกะสีในอัตราที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้มีการเจริญเติบโตเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ สำหรับข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยเหล็ก ปุ๋ยทองแดง และไม่ได้รับปุ๋ยเหล็กและปุ๋ยทองแดง มีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกันทั้งที่อายุ 30 วัน และ 60 วัน ผลผลิตของข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยสังกะสี เหล็ก และทองแดง ที่อัตราต่างๆและที่ไม่ได้รับปุ๋ยสังกะสี ปุ๋ยเหล็ก และปุ๋ยทองแดง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยสังกะสีที่อัตรา 0, 2, 4, และ 8 กิโลกรัม/ไร่ มีผลผลิตที่สูงกว่าการใส่ปุ๋ยสังกะสีที่อัตรา 6 กิโลกรัม/ไร่ ข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยทองแดงที่อัตรา 0, 2, 6, และ 8 กิโลกรัม/ไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยทองแดงที่อัตรา 4 กิโลกรัม/ไร่ นอกจากนั้น ยังพบว่าเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเมล็ดทั้งที่ได้รับปุ๋ยสังกะสี ปุ๋ยเหล็ก และปุ๋ยทองแดงในอัตราที่เพิ่มสูงขึ้นมีแนวโน้มทำให้เปอร์เซ็นต์ การกะเทาะเมล็ดสูงขึ้นตามอัตราปุ๋ยที่ได้รับ

[1]กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

[2]ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ กรมวิชาการเกษตร

หลักการและเหตุผล

ปัจจุบันราคาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรโดยเฉพาะอย่างยิ่งปุ๋ยเคมีที่มีราคาสูงขึ้นมากเนื่องจากสภาพวิกฤติเศรษฐกิจ ดังนั้นเกษตรกรจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องลดต้นทุนการผลิตโดยการใช้ปัจจัยการผลิตปุ๋ยให้มีประสิทธิภาพสูงสุดจึงต้องพัฒนาคำแนะนำในการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินที่มีความแม่นยำสูงและมีความเฉพาะเจาะจงกับพื้นที่ โดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับพืชเศรษฐกิจที่ได้ใช้อยู่ในปัจจุบันนั้นได้พัฒนามาจากการทดลองวิจัยหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินกับการให้ผลผลิตของพืชเพื่อให้ได้ค่าวิกฤตของธาตุอาหารในดิน (critical level) การหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราปุ๋ยที่ใช้กับการให้ผลผลิตที่ใช้กับการให้ผลผลิตของพืชเพื่อทราบถึงการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยของพืชนั้นๆ

งานวิจัยด้านดินและปุ๋ยมุ่งเน้นการศึกษาผลหรือประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยกับพืชชนิดต่างๆ จึงขาดการพัฒนาคำแนะนำการใช้ปุ๋ยให้มีความเหมาะสมกับลักษณะดิน จึงได้เห็นความสำคัญในการพัฒนาปรับปรุงข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญต่อการพัฒนาคำแนะนำปุ๋ย โดยเฉพาะข้อมูลพื้นฐานด้านดินที่จำเป็นต่อการใช้ประเมินการใช้ปุ๋ย ศักยภาพในการดูดซับและปลดปล่อยธาตุอาหารของดินก็เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้สามารถประเมินการใช้ปุ๋ยได้อย่างแม่นยำ ซึ่งพบว่าปุ๋ยที่ใส่ลงไปในดินพืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้ง 100 เปอร์เซ็นต์ โดยจะมีส่วนหนึ่งถูกดินยึดเอาไว้ทำให้พืชไม่สามารถนำไปใช้ได้ ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับลักษณะของดิน ส่วนใหญ่ธาตุอาหารจะถูกตรึงพบมากในดินด่างโดยเฉพาะฟอสฟอรัสและจุลธาตุ ซึ่งเป็นปัญหาของดินด่างที่มักจะขาดธาตุฟอสฟอรัสและจุลธาตุ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา , 2541) ดินด่างพบมากในเขตพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ ลพบุรี และสระบุรี แม้ว่าจุลธาตุเป็นธาตุที่จำเป็นต่อพืชน้อยแต่ถ้าพืชขาดก็สามารถทำให้ผลลิตพืชลดลงได้การใส่ปุ๋ยสังกะสี เหล็ก และทองแดง ในข้าวโพดที่ปลูกในดินด่างสามารถทำให้การเจริญเติบและผลผลิตเพิ่มสูงได้ (ขวัญตา, 2550) นอกจากสภาพดินด่างแล้วพืชที่ปลูกในสภาพดินที่ขาดสังกะสีเมื่อได้รับสังกะสีข้าวโพดทำให้ข้าวโพดมีผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นและยังพบว่าข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยทองแดงทำให้มีน้ำหนักแห้งสูงกว่าที่ไม่ได้รับปุ๋ยทองแดง (จิราณี และคณะ, 2536) จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงได้ทำการศึกษาประเมินการใช้ปุ๋ยจุลธาตุจากค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ/การปลดปล่อยจุลธาตุ (Zn,Fe และCu) ในกลุ่มดินด่างชุดดินตาคลี

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ได้ข้อมูลการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยจุลธาตุจากค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ/การปลดปล่อยจุลธาตุ (Zn, Fe และ Cu) ในกลุ่มดินด่างชุดดินตาคลีของข้าวโพด สำหรับนำไปใช้ในการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยแบบเฉพาะพื้นที่กับข้าวโพดอย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีการดำเนินงาน

อุปกรณ์

1. ปุ๋ยเคมี แอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) ทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต (0-46-0) โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) ซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4.7H_2O$) เหล็กซัลเฟต ($FeSO_4.7H_2O$) คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4.5H_2O$)
2. เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 3
3. จอบ เสียม พลั่ว ตาชั่ง เข่ง และอุปกรณ์ที่ใช้ในแปลงทดลอง
4. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน
5. สารเคมีสำหรับวิเคราะห์สมบัติทางเคมี และอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

วิธีการ

ประเมินปริมาณปุ๋ยจุลธาตุในพื้นที่ชุดดินตาคลีประกอบด้วย 3 การทดลองย่อย ดังนี้

การทดลองย่อยที่ 1 ประเมินการใช้ปุ๋ยจุลธาตุจากค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยสังกะสี (Zn) ในพื้นที่กลุ่มดินด่างชุดดินตาคลี

การทดลองย่อยที่ 2 ประเมินการใช้ปุ๋ยจุลธาตุจากค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยเหล็ก (Fe) ในพื้นที่กลุ่มดินด่างชุดดินตาคลี

การทดลองย่อยที่ 3 ประเมินการใช้ปุ๋ยจุลธาตุจากค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยทองแดง (Cu) ในพื้นที่กลุ่มดินด่างชุดดินตาคลี

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completed Block Design 5 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ โดยมีกรรมวิธีแต่ละการทดลองย่อยดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1. แสดงกรรมวิธีในแต่ละการทดลองย่อย

กรรมวิธี	การทดลองย่อยที่ 1	การทดลองย่อยที่ 2	การทดลองย่อยที่ 3
T1	0 กก.$ZnSO_4.7H_2O$/ไร่	0 กก.$FeSO_4.7H_2O$/ไร่	0 กก.$CuSO_4.5H_2O$/ไร่
T2	2 กก.$ZnSO_4.7H_2O$/ไร่	2 กก.$FeSO_4.7H_2O$/ไร่	2 กก.$CuSO_4.5H_2O$/ไร่
T3	4 กก.$ZnSO_4.7H_2O$/ไร่	4 กก.$FeSO_4.7H_2O$/ไร่	4 กก.$CuSO_4.5H_2O$/ไร่
T4	6 กก.$ZnSO_4.7H_2O$/ไร่	6 กก.$FeSO_4.7H_2O$/ไร่	6 กก.$CuSO_4.5H_2O$/ไร่
T5	8 กก.$ZnSO_4.7H_2O$/ไร่	8 กก.$FeSO_4.7H_2O$/ไร่	8 กก.$CuSO_4.5H_2O$/ไร่

ทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมี หลังจากนั้นเตรียมดินและแบ่งแปลงย่อยขนาด 6x8 ตารางเมตร ทำการปลูกข้าวโพดพันธุ์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 3 ที่ระยะปลูก 75x25

เซนติเมตร จำนวน 2 เมล็ด/หลุม พร้อมทั้งใส่ปุ๋ย 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O (ตามค่าวิเคราะห์) ร่วมกับปุ๋ยจุลธาตุตามกรรมวิธีที่กำหนดไว้ เมื่อข้าวโพดอายุ 10-15 วัน ถอนแยกข้าวโพดให้เหลือ 1 ต้น/หลุม ดูแลกำจัดวัชพืชและศัตรูพืชจนถึงระยะเก็บเกี่ยวโดยข้าวโพดเมื่อมีอายุ 110-120 วัน ขนาดพื้นที่เก็บเกี่ยว 4.5x6 ตารางเมตร เก็บตัวอย่างดินหลังปลูกมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์หาสมบัติทางเคมีและหาปริมาณสังกะสี เหล็ก และทองแดง

ระยะเวลา เดือนตุลาคม 2553-เดือนกันยายน 2554

สถานที่ดำเนินการ

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์

ผลการดำเนินงาน

1. คุณสมบัติของดินก่อนการทดลอง

พบว่าดินค่าปฏิกิริยาเป็นด่างปานกลาง (pH 8.0) ปริมาณอินทรียวัตถุ 2.04 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่สกัดได้ แมกนีเซียมและแคลเซียมที่สกัดได้ 81, 585, 1,624 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ สังกะสี เหล็ก และทองแดงที่เป็นประโยชน์ 0.6, 6.1 และ 2.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 2) ซึ่งจัดว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง (Soil Survey Division Staff, 1993) ปริมาณสังกะสี เหล็ก และทองแดง มีในระดับที่พอเพียงต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด (สัมฤทธิ์, 2538)

ตารางที่ 2. คุณสมบัติของดินก่อนการทดลอง

สมบัติของดิน	ค่าวิเคราะห์
pH[1/]	8.0
OM (%)[2/]	2.04
Available P (mg kg^{-1})[3/]	14
Exchangable K (mg kg^{-1})[4/]	81
Exchangable Ca (mg kg^{-1})[4/]	585
Exchangable Mg (mg kg^{-1})[4/]	1,624
Available Zn (mg kg^{-1})[5/]	0.6
Available Fe (mg kg^{-1})[5/]	2.7
Available Cu (mg kg^{-1})[5/]	6.1

1/ วัดโดย pH meter 1:1 H_2O; 2/ Walkey and Black method

3/ Bray II; 4/ Extract with 1 *N* NH_4Oac pH 7.0; 5/ DTPA extraction

2. **ผลของการใส่ปุ๋ยจุลธาตุต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด**

ผลการใส่ปุ๋ยสังกะสีต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด พบว่าข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยสังกะสีและที่ไม่ได้รับปุ๋ยสังกะสีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทั้งที่อายุ 30 วัน และ 60 วัน แต่มีแนวโน้มว่าข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยสังกะสีอัตรา 8 กิโลกรัม $ZnSO_4.7H_2O$ ต่อไร่ มีการเจริญเติบโตสูงกว่ากรรมวิธีที่ได้รับปุ๋ยสังกะสีอัตรา 0, 2, 4, 6 กิโลกรัม $ZnSO_4.7H_2O$ ต่อไร่ (ตารางที่ 3) การใส่ปุ๋ยเหล็กและปุ๋ยทองแดงต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด ข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยเหล็กและปุ๋ยทองแดงกับข้าวโพดที่ไม่ได้รับปุ๋ยเหล็กและปุ๋ยทองแดงมีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติทั้งที่อายุ 30 วัน และ 60 วัน (ตารางที่ 4 และ 5)

ตารางที่ 3. ผลการใส่ปุ๋ยสังกะสีต่อความสูง (เซนติเมตร) ของข้าวโพดที่อายุ 30 วัน และ 60วัน

กรรมวิธี	**ความสูง (เซนติเมตร)**	
	30 วัน	**60 วัน**
T1	112a	185ab
T2	111a	185ab
T3	107ab	181b
T4	103b	182ab
T5	113a	186a
F-test	ns	ns
%CV	4.3	1.6

หมายเหตุ

**แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4. ผลการใส่ปุ๋ยเหล็กต่อความสูง (เซนติเมตร) ของข้าวโพดที่อายุ 30 วัน และ 60 วัน

กรรมวิธี	**ความสูง (เซนติเมตร)**	
	30 วัน	**60 วัน**
T1	110a	188a
T2	113a	186a
T3	110a	183a
T4	114a	188a
T5	110a	185a
F-test	ns	ns
%CV	4.0	3.4

หมายเหตุ

**แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์
ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่
ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 5. ผลการใส่ปุ๋ยทองแดงต่อความสูง(เซนติเมตร)ของข้าวโพดที่อายุ 30 วัน และ 60 วัน

กรรมวิธี	**ความสูง (เซนติเมตร)**	
	30 วัน	**60 วัน**
T1	110a	191a
T2	108a	191a
T3	107a	189a
T4	110a	187a
T5	111a	188a
F-test	ns	ns
%CV	4.9	2.5

หมายเหตุ

**แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์
ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่
ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

3. ผลของการใส่ปุ๋ยจุลธาตุต่อผลผลิตข้าวโพด

ผลการใส่ปุ๋ยสังกะสี เหล็ก และทองแดง พบว่าข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยสังกะสี เหล็ก และทองแดง และไม่ได้รับปุ๋ยสังกะสี เหล็ก และทองแดง ข้าวโพดให้ผลผลิตที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยสังกะสี เหล็ก และทองแดงอัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ ข้าวโพดให้ผลผลิตต่ำกว่าทุกกรรมวิธีซึ่งตรงข้ามกับข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยทองแดงที่อัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ที่ให้ผลผลิตที่สูงกว่าทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 6, 7 และ 8)

ตารางที่ 6. ผลการใส่ปุ๋ยสังกะสีต่อผลผลิตของข้าวโพด

กรรมวิธี	**ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)**
T1	1,048 a
T2	948 ab
T3	950 ab
T4	901 b
T5	975 ab
F-test	ns
%CV	6.7

หมายเหตุ

**แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์
ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 7. ผลการใส่ปุ๋ยเหล็กต่อผลผลิตของข้าวโพด

กรรมวิธี	**ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)**
T1	1,127 a
T2	1,030 ab
T3	1,069 ab
T4	995 b
T5	1,079 ab
F-test	ns
%CV	5.8

หมายเหตุ

**แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์
ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 8. ผลการใส่ปุ๋ยทองแดงต่อผลผลิตของข้าวโพด

กรรมวิธี	ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)
T1	1,010 a
T2	1,000 a
T3	995 a
T4	1,069 a
T5	1,000 a
F-test	ns
%CV	8.0

หมายเหตุ

**แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

4. ผลของการใส่ปุ๋ยจุลธาตุต่อองค์ประกอบของผลผลิตข้าวโพด

4.1 ผลของการใส่ปุ๋ยจุลธาตุต่อน้ำหนักต้นสดของข้าวโพด

ผลการใส่ปุ๋ยสังกะสี เหล็ก และทองแดงต่อน้ำหนักต้นสดของข้าวโพด พบว่าข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยสังกะสี เหล็ก และทองแดง กับที่ไม่ได้รับปุ๋ยสังกะสี เหล็ก และทองแดง ข้าวโพดมีน้ำหนักต้นสดไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยทุกกรรมวิธีให้น้ำหนักต้นสดที่ใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 2,700-3,100 กิโลกรัม (ตารางที่ 9)

4.2 ผลของการใช้ปุ๋ยจุลธาตุต่อเปอร์เซนต์การกะเทาะเมล็ด

พบว่าข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยสังกะสี เหล็ก และทองแดง กับที่ไม่ได้รับปุ๋ยสังกะสี เหล็ก และทองแดงมีเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเมล็ดไม่มีแตกต่างกันทางสถิติแต่มีแนวโน้มว่าการใส่ปุ๋ยสังกะสี และเหล็กที่อัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ มีเปอร์เซ็นต์ การกะเทาะเมล็ดสูงกว่าทุกอัตรา ส่วนข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยทองแดงข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยทองแดงที่อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่มีเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเมล็ดสูงกว่าทุกอัตราที่ใส่ (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 9. ผลของการใส่ปุ๋ยจุลธาตุต่อน้ำหนักต้นสด (กิโลกรัมต่อไร่) ของข้าวโพด

กรรมวิธี	**การทดลองย่อยที่** 1 (Zn)	**การทดลองย่อยที่** 2 (Fe)	**การทดลองย่อยที่** 3 (Cu)
T1	2,945 a	2,821 a	2,827 a
T2	2,833 a	2,693 a	2,750 a
T3	2,762 a	2,727 a	2,717 a
T4	3,153 a	2,748 a	2,738 a
T5	2,877 a	2,708 a	2,735 a
F-test	ns	ns	ns
%CV	10.9	5.5	5.7

หมายเหตุ

**แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์
ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 10. ผลของการใส่ปุ๋ยจุลธาตุต่อเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเมล็ดของข้าวโพด

กรรมวิธี	**การทดลองย่อยที่** 1 (Zn)	**การทดลองย่อยที่** 2 (Fe)	**การทดลองย่อยที่** 3 (Cu)
T1	82 a	83 a	80 a
T2	89 a	85 a	80 a
T3	86 a	83 a	71 a
T4	89 a	91 a	75 a
T5	88 a	84 a	81 a
F-test	ns	ns	ns
%CV	7.1	10.2	6.9

หมายเหตุ

**แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์
ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

สรุปและการใช้ประโยชน์

1. ข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยสังกะสี เหล็ก และทองแดง ทั้งที่อายุ 30 วัน และ 60 วัน มีความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้ม ว่าข้าวโพดที่อายุ 30 วัน ที่ได้รับปุ๋ยสังกะสี เหล็ก และทองแดงที่อัตรา 8 กิโลกรัม/ไร่ มีความสูงสูงกว่าที่ไม่ได้รับปุ๋ย
2. ข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยสังกะสี เหล็ก และทองแดงกับที่ไม่ได้รับปุ๋ยสังกะสี เหล็ก และทองแดงให้ผลผลิตที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยผลผลิตจะอยู่ในช่วง 900-1,300 กิโลกรัม/ไร่
3. ข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยสังกะสี เหล็ก และทองแดงกับที่ไม่ได้รับปุ๋ยสังกะสี เหล็ก และทองแดงมีน้ำหนักต้นสดไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยสังกะสีอัตรา 8 กิโลกรัม/ไร่ มีน้ำหนักต้นสดสูงกว่าที่ไม่ได้รับปุ๋ยสังกะสีและได้รับปุ๋ยสังกะสีที่อัตรา 0, 2, 4, และ6 กิโลกรัม/ไร่
4. ข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยสังกะสี เหล็ก และทองแดง มีเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเมล็ดเพิ่มสูงขึ้นตามอัตราปุ๋ยที่เพิ่มขึ้น
5. ชุดดินตาคลีเป็นดินที่มีปริมาณสังกะสี เหล็ก และทองแดงในปริมาณที่พอเพียงต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดจึงทำให้ปุ๋ยใส่ไปไม่ตอบสนองเท่าที่ควร
6. ควรจะมีการเปลี่ยนชุดดินจากชุดดินตาคลีเป็นชุดที่มีการขาดสังกะสี เหล็ก และทองแดง เช่น ชุดดินชัยบาดาลที่ขาดธาตุสังกะสี และควรจะเปลี่ยนพืชปลูกเป็นพืชที่ตอบสนองต่อปุ๋ยสังกะสี เหล็ก และทองแดง เช่นอ้อย และมันสำปะหลัง
7. ได้ข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาจุลธาตุในดินและความเหมาะสมกับพืชที่จะศึกษา

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ครั้งที่ 8. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ขวัญตา ขาวมี. 2550. ผลการใส่เหล็ก สังกะสี และเปลือกสับปะรดต่อความเป็นประโยชน์ของเหล็กและสังกะสี และผลผลิตของข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินเนื้อปูน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จิราณี วานิชกุล อำนาจ สุวรรณฤทธิ์ และปรีดา พากเพียร.2536. ระดับวิกฤตและความสามารถในการให้ธาตุทองแดงของชุดดินตาคลี เลย และโคราช สำหรับการผลิตข้าวโพด. วารสารเกษตรศาสตร์ (วิทย.). หน้า 44-55.

สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. 2538. แร่ธาตุอาหารพืชสวน. โรงพิมพ์ศิริภัณฑ์ จ.ขอนแก่น. 604 หน้า.

Soil Survey Division Staff. 1993. Soil Survey Manual. United States Department of Agriculture Handbook No. 18. United StatesDepartment of, Washington DC.

วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวาน เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ครั้งที่ 3-4)

Residue Trial of Methidathion in Tangerine to Establish Maximum Residue Limit (MRL) (Trial 3-4)

ประภัสสรา พิมพ์พันธุ์ ยงยุทธ ไผ่แก้ว วะนิดา สุขประเสริฐ

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

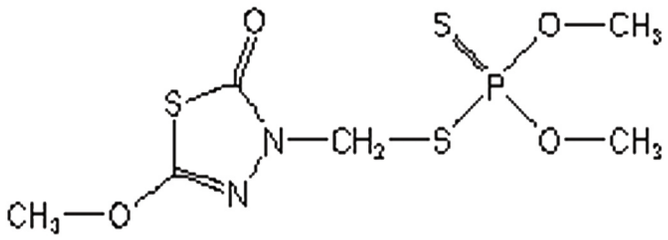
ศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของเมทธิดาไธออน ในส้มเขียวหวาน ครั้งที่ 3 และ 4 ณ แปลงของเกษตรกร จำนวน 2 แปลง ในพื้นที่อำเภอฝาง และแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงเดือนตุลาคม ถึงเดือน ธันวาคม 2553 ในแต่ละแปลง แบ่งเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 พ่นสารเมทธิดาไธออน 42% W/V EC ตามอัตราแนะนำในส้มคือ 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ส่วนการทดลองที่ 2 ไม่มีการพ่นสารเป็นแปลงเปรียบเทียบ แต่ละการทดลองทำ 3 ซ้ำๆ ละ 4 ต้น พ่นสารเมทธิดาไธออน ในระยะที่ผลส้มเขียวหวานมีอายุก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิตประมาณ 1 เดือน ฉีดพ่นรวม 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 7 วัน หลังจากฉีดพ่นสารครั้งสุดท้าย สุ่มเก็บตัวอย่างส้มเขียวหวานไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออน ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 7, 14, 21 และ 28 วัน โดยใช้เทคนิคทางแก๊สโครมาโตกราฟฟี ผลการวิจัย ในแปลงทดลองครั้งที่ 3 อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ พบปริมาณเมทธิดาไธออนตกค้างในส้มเขียวหวานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.45, 4.93, 4.19, 3.28, 2.54, 2.16 และ 2.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในแปลงทดลองครั้งที่ 4 อ.แม่อาย จ.เชียงใหม่ พบปริมาณเมทธิดาไธออนตกค้างในส้มเขียวหวานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.57, 4.43, 2.78, 2.24, 1.96, 1.56 และ 1.31 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ระยะ 0, 1, 3, 7, 14, 21 และ 28 วัน ภายหลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย ตามลำดับ พบว่าต้องทิ้งระยะเพื่อเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัยมากกว่า 28 วัน นอกจากนี้ยังได้สำรวจตัวอย่างส้มเขียวหวานจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ ทั่วประเทศ จำนวน 83 ตัวอย่าง จาก 32 จังหวัด ผลปรากฏว่า ตรวจพบสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออน จำนวน 9 ตัวอย่าง (ร้อยละ 10.8) ในปริมาณ 0.04 – 0.88 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม Codex MRL ได้กำหนดค่าของสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนในพืชตระกูลส้ม (Citrus fruits) ไว้เท่ากับ 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ของประเทศไทยกำหนดไว้ที่ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม นอกจากนี้ยังตรวจพบสารพิษตกค้างอื่นอีก 10 ชนิด ที่ตรวจพบมาก ได้แก่ ไซเปอร์เมทธริน คลอร์ไพริฟอส และอีไธออน เป็นต้น

คำนำ

พืชในสกุลส้ม (Citrus) มี 4 กลุ่มย่อยคือ กลุ่มส้มเกลี้ยง (Orange Group) กลุ่มส้มเปลือกล่อน (Mandarins) กลุ่มส้มโอ และ เกรฟฟรุต (Pummelos and Grapefruits) และกลุ่มส้มที่มีรสเปรี้ยวจัด (Common Acid Members) สำหรับ ส้มเขียวหวาน (Tangerine) อยู่ในกลุ่มส้มเปลือกล่อน (Mandarins) จัดเป็นส้มกลุ่มที่ปลูกกันมากที่สุดในทวีปเอเชียซึ่งรวมทั้งประเทศไทยด้วย คาดว่าได้มีการนำเข้ามาในประเทศไทยเมื่อกว่า 100 ปีที่ผ่านมา พร้อมกับชาวจีนที่อพยพและได้มีการปลูกและขยายพันธุ์จนได้เป็นส้มเขียวหวานในที่สุด แหล่งที่ผลิตสำคัญได้แก่ ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ จีน ไต้หวัน ไทย อินเดีย ออสเตรเลีย และย่านเมดิเตอเรเนียน ส่วนประเทศในเอเชียที่มีปลูกค่อนข้างมาก ได้แก่ ฟิลิปปินส์ และอินโดนีเซีย รวมทั้งประเทศไทย สายพันธุ์ส้มที่สำคัญของไทยได้แก่ ส้มเขียวหวาน และส้มโชกุน (กาญจน์ และคณะ, 2553) ในปี พ.ศ.2549 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกส้มเปลือกล่อนไม่น้อยกว่า 500,000 ไร่ กระจายอยู่ทั่วประเทศ โดยมีแหล่งปลูกสำคัญอยู่ในเชียงใหม่ ลำปาง แพร่ เชียงราย สุโขทัย ตาก และชุมพร ได้ผลผลิตรวมกว่า 740,000 แสนตัน/ปี หรือเฉลี่ย 1,950 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งปี 2548 ไทยมีการส่งออกส้มคิดเป็นมูลค่ารวมกว่า 111.12 ล้านบาท ขณะเดียวกันไทยก็ยังมีการนำเข้าส้มจากต่างประเทศในปริมาณมากถึง 2,429.48 ตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 50.22 ล้านบาท (นิรนาม, 2549) ส้มเขียวหวานเป็นพืชมีศัตรูรบกวนหลายชนิด ทั้งแมลงและไรศัตรูมาก กรมวิชาการเกษตร (2552) และกลุ่มวิจัยกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช (2551) ได้แนะนำลักษณะการเข้าทำลายและการป้องกันกำจัดไว้ขึ้นกับชนิดของศัตรูพืช เช่น *หนอนชอนใบส้ม* กัดกินใบอ่อนโดยไชชอนอยู่ระหว่างผิวใบ มักพบทำลายด้านใต้ใบมากกว่าบนใบ บริเวณที่ถูกทำลายเป็นรอยสีขาวกวน ใบมีลักษณะบิดงอลงทางด้านที่มีการถูกทำลาย ทำให้ใบเสียรูปร่าง ช่วงเวลาที่ระบาดมักเป็นช่วงระยะส้มแตกยอดอ่อนในฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม ควรมีการจัดการให้ส้มแตกยอดอ่อนพร้อมกัน หากพบปริมาณหนอนชอนใบส้มมากกว่าร้อยละ 50 ให้ทำการกำจัดด้วยอิมิดาโคลพริด หรือฟลูเฟนนอกซูรอน *เพลี้ยไฟพริก* ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยเพลี้ยไฟพริกดูดกินน้ำเลี้ยงจากยอดอ่อน ใบอ่อนและผลอ่อน ทำให้ใบมีลักษณะแคบเรียว กร้านและไม่เจริญเติบโต ผลส้มจะแคระแกรน ระบาดมากระหว่างเดือนมกราคม-มิถุนายน หรือช่วงที่มีอากาศร้อนและแห้งแล้ง หากพบปริมาณเพลี้ยไฟที่ส่วนยอดอ่อนมากกว่าร้อยละ 20 ให้ทำการกำจัดด้วยอิมิดาโคลพริด หรือโฟซาโลน นอกจากนี้ยังได้แนะนำกำจัดเพลี้ยไก่แจ้ส้ม หนอนเจาะสมอฝ้าย เพลี้ยอ่อน ดูดกินน้ำเลี้ยงตามยอดอ่อน ไรแดงแอฟริกัน ไรสนิมส้ม กำจัดด้วยสารเคมีหลายชนิด

เมทธิดาไธออน (methidathion) เป็นสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตประเภท non-systemic (EXTOXNE, 2009)พวกไธไดอะโซล ออร์กาโนไธโอฟอสเฟต (thiadiazole organothiophosphate insecticide) มีทั้งไนโตรเจน ซัลเฟอร์ และฟอสฟอรัส เป็นองค์ประกอบ มีชื่อทาง IUPAC ว่า 3-dimethoxyphosphinothioyl thiomethyl-5-methoxy-1,3,4-thiadiazol-2(3*H*)-one สูตรโครงสร้างเป็น $C_6H_{11}N_2O_4PS_3$ ดังแสดงในภาพที่ 1 (Wood, 2009) มีมวลโมเลกุล 302.331 เลขทะเบียนบ่งชี้ (CAS No.) 950-37-8 สามารถก่อให้เกิดความเป็นพิษแบบเฉียบพลัน โดยการยับยั้งเอนไซม์อะเซทธิลโคลีเนสเทอเรส (cholinesterest inhibitor) (PAN, 2009) มีความเป็นพิษต่อสัตว์ทดลองประเภท rat และ mouse ที่ระดับ LD_{50} 25-225 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และต่อกระต่ายที่ระดับ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ถ้าได้รับโดยตรงอาจก่อให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดช่องท้อง ท้องเสีย น้ำลายฟูมปาก ปวดศีรษะ กล้ามเนื้อ

กระตุก หายใจลำบาก เกิดอาการตาพร่ามัว และแน่นหน้าอก แต่ไม่ระคายเคืองต่อตา อาจมีผลบ้างในระบบสืบพันธุ์ แต่ไม่เป็นสารก่อกลายพันธุ์ องค์การสิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกาจัดให้สารนี้มีความเป็นไปได้ที่จะเป็นสารก่อมะเร็ง (EXTOXNET, 2009)



ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างของสารเมทธิดาไธออน (Wood, 2009)

ในประเทศไทย สารเมทธิดาไธออนที่จดทะเบียนไว้กับสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร โดยอัตราแนะนำสำหรับฆ่าหนอนชอนใบส้มและเพลี้ยไฟพริก พ่นเมทธิดาไธออน 42% W/V EC ในต้นส้มเขียวหวาน ตามที่ระบุในฉลาก เท่ากับ 40 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร และควรทิ้งระยะเก็บเกี่ยวภายหลังการพ่นสาร 28 วัน สำหรับค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนในส้มทั้งชนิดหวานและเปรี้ยว กำหนดไว้ที่ระดับ 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีการใช้ค่านี้มาเป็นเวลานาน และจะมีการพิจารณาค่าใหม่ในปี 2556 แต่ค่ามาตรฐานของไทยกำหนดไว้เพียง 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งแตกต่างจากค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างของกลุ่มประเทศในสหภาพยุโรปและประเทศญี่ปุ่น ที่กำหนดไว้ที่ระดับ 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวาน เพื่อการพิจารณาปรับปรุงค่า PHI ค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างในส้มเขียวหวานของไทย และส่งข้อมูลไปพิจารณาค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างที่เหมาะสมในระดับอาเซียน และ Codex ต่อไป

วิธีดำเนินการ

ทำแปลงทดลองส้มเขียวหวานของเกษตรกร ในอำเภอฝาง และอำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่ วิเคราะห์สารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวาน ณ ห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้าง ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ และห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้าง กลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรุงเทพฯ โดยมีระยะเวลาดำเนินการตั้งแต่ ตุลาคม 2553 – กันยายน 2554 มีการวางแผนการทดลองแบบ Supervised Trial มี 2 การทดลอง ได้แก่ ทดลองในต้นส้มเขียวหวานที่พ่นสารเมทธิดาไธออนในอัตราแนะนำ เท่ากับ 40 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร โดยใช้สารเมทธิดาไธออน 42% W/V EC ซึ่งมีการตรวจเปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์ก่อนการทดลอง และแปลงเปรียบเทียบ (Control) คือ ต้นส้มเขียวหวาน ที่ไม่มีการพ่นเมทธิดาไธออน โดยพ่นเฉพาะน้ำเปล่า แต่ละการทดลองมี 7 กรรมวิธี (Treatment) หรือระยะเวลาที่สุ่มเก็บส้มเขียวหวานมาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง 0, 1, 3, 7, 14, 21 และ 28 วัน ภายหลังการพ่นสารเมทธิดาไธออนครั้งสุดท้าย รวมเก็บตัวอย่าง 7 ครั้ง และทำ 3 ซ้ำ แปลงทดลองที่ อ.ฝาง อยู่ในหุบเขา ส่วนแปลงทดลองที่ อ.แม่อาย ปลูกส้มในพื้นราบยกร่อง ทั้งสองแห่งมีระบบให้น้ำแบบ

สปริงเกลอร์ จากอัตราแนะนำของสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช แนะนำให้ใช้เมทธิดาไธออน 42% W/V EC เท่ากับ 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นทุก 7 วัน อย่างต่อเนื่องรวม 3 ครั้ง วัดปริมาตรสารละลายที่เหลือเพื่อคำนวณปริมาณสารที่พ่นในแปลงทดลอง จดบันทึก อุณหภูมิ สภาพดินฟ้าอากาศ ตลอดช่วงการทดลอง

สุ่มตัวอย่างส้มเขียวหวานจากแปลงทดลอง ภายหลังการพ่นเมทธิดาไธออนครั้งสุดท้ายเป็นตัวอย่างที่ 0 วัน และสุ่มตัวอย่างส้มเขียวหวาน ในวันที่ 1, 3, 7, 14, 21 และ 28 วัน ตามลำดับ รวม 7 ครั้ง บรรจุในถุงพลาสติกปิดถุงให้แน่น บันทึกรายละเอียดของตัวอย่าง แช่ในถังน้ำแข็งเพื่อรักษาสภาพของตัวอย่าง รีบนำกลับห้องปฏิบัติการ พร้อมสุ่มเก็บตัวอย่างส้มเขียวหวานจากจุดรวบรวมผลผลิต นำมาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง เตรียมตัวอย่างและการสกัดตัวอย่างตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก Steinwandter (1985) วิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างของเมทธิดาไธออน โดยใช้เครื่อง Gas Chromatograph (GC) : Agilent 6890 ชนิด Flame Photometric Detector (FPD) โดยมีสภาวะการใช้งานดังนี้

Column : DB-1701P, 0.25μm thickness, 30m length, 0.32mm.id.

Temperature: injector 250^{o}C, detector 250^{o}C, oven temperature program ดังนี้

: 120^{o}C (2 min) $\longrightarrow$ 10^{o}C/min 210^{o}C (2 min) $\longrightarrow$

2^{o}C/min 220^{o}C (2 min) $\longrightarrow$ 10^{o}C/min 250^{o}C (5 min)

Inject mode : splitless (purge on time= 1 min)

Carrier gas : helium, flow rate 2 ml/min

Make up gas : nitrogen, flow rate 58 ml/min

Flame gas : hydrogen, flow rate 75 ml/min

air, flow rate 100 ml/min

Injection volume : 1 μl

คำนวณปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่าง เปรียบเทียบกับโครมาโตแกรมของสารมาตรฐาน คำนวณความเข้มข้นของสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนในสารละลายตัวอย่าง คำนวณโดยโปรแกรมสำเร็จรูปในเครื่อง GC สามารถหาได้โดยการอ่านค่าความเข้มข้นที่ได้จาก Calibration curve โดยได้คำนวณสมการ Linear Regression และต้องมีค่า Correlation ไม่น้อยกว่า 0.99 หาความเข้มข้นของสารในตัวอย่างตามสูตร ดังต่อไปนี้

$$C_{sample} = C_{calib.} \times V_{sample} \times F / W_{sample}$$

โดยที่ C_{sample} = ความเข้มข้นของสารพิษในสารละลายตัวอย่าง (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

$C_{calib.}$ = ความเข้มข้นของสารพิษในสารละลายตัวอย่าง ที่ได้จากการเทียบ Calibration curve ใน GC Report (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ดังนี้

$$C_{calib.} = \frac{\text{Area of sample x Conc. of Standard}}{\text{Area of Standard}}$$

V_{sample} = ปริมาตรที่ปรับครั้งสุดท้ายของสารละลายตัวอย่างก่อนการฉีด (มิลลิลิตร)

W_{sample} = น้ำหนักตัวอย่างที่นำมาสกัด (กรัม)

F = Correction Factor = 90ml/50ml

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ แปรผลข้อมูลและเขียนกราฟการสลายตัวของสารพิษตกค้าง และได้สุ่มเก็บตัวอย่างส้มเขียวหวานจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ รวม 83 ตัวอย่าง นำผลการวิเคราะห์ทั้งหมดมาสรุปข้อมูลช่วงความเข้มข้นของสารพิษตกค้างที่ตรวจพบ และเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานสารพิษตกค้าง

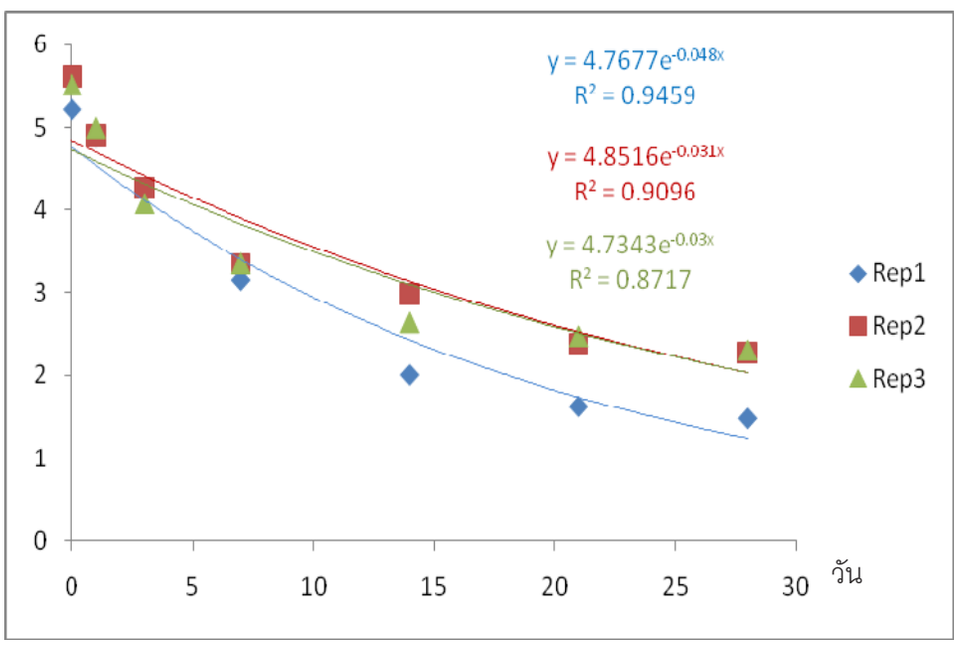
ผลการทดลองและวิจารณ์

ศึกษาการสลายตัวของสารเมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวาน โดยการทำแปลงทดลอง 2 แปลง เป็นแปลงทดลองครั้งที่ 3 และ 4 โดยปลูกในสถานที่แตกต่างกัน ที่อำเภอฝาง และอำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่ แปลงทดลองที่ อ.ฝาง อยู่ในหุบเขา ส่วนแปลงทดลองที่ อ.แม่อาย ปลูกส้มในพื้นราบแบบยกร่อง ศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออน ในส้มเขียวหวานที่ระยะเวลาต่างๆ ภายหลังการพ่นสารเมทธิดาไธออนตามอัตราแนะนำ โดยมีต้นส้มเปรียบเทียบ และสุ่มตัวอย่างมาตรวจวิเคราะห์ตามกรรมวิธี ผลปรากฏดังนี้

แปลงทดลองที่ 3 อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ลักษณะพื้นที่ปลูกเป็นที่ราบสูงในหุบเขา ให้น้ำจากบ่อพักน้ำโดยต่อท่อไปตามแนวปลูกแบบสปริงเกลอร์ ให้น้ำทุกๆ 2-3 วัน มีแสงแดดน้อย ไม่มีฝนตก อากาศค่อนข้างหนาวที่ระดับ 12 – 22 องศาเซลเซียส พ่นสารที่ทดสอบในช่วงเช้าจำนวน 3 ครั้งๆ ละ 7 วัน หลังการพ่นสารครั้งสุดท้ายสุ่มเก็บผลส้มตาม Codex Guidelines และนำกลับไปยังห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้าง ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ และวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ ณ ห้องปฏิบัติการของงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างตามกรรมวิธี พบสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวานเฉลี่ยเท่ากับ 5.45 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ 0 วัน แล้วค่อยๆ ลดลงเป็น 4.93, 4.19, 3.28, 2.54, 2.16 และ 2.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในวันที่ 1, 3, 7, 14, 21 และ 28 วันภายหลังจากการพ่นสารครั้งสุดท้าย ตามลำดับ เมื่อนำค่าปริมาณสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนทั้ง 3 ซ้ำ มาเขียนกราฟความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่เก็บเกี่ยว (ดังแสดงในภาพที่ 2) จะพบเส้นแนวโน้มการสลายตัวของสารพิษนี้ ในลักษณะเดียวกัน โดยมีการสลายตัวและปริมาณมีแนวโน้มลดลงเมื่อทิ้งระยะเก็บเกี่ยวมากขึ้น และได้สมการดังนี้ $y = 4.7677e^{-0.048x}$, $y = 4.8516e^{-0.031x}$ และ $y = 4.7343e^{-0.03x}$ ของการทดลองซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ จากการทดลองพบว่า ค่า MRL นี้ ยังมีค่าต่ำกว่า Codex MRL ที่กำหนดไว้ที่ระดับ 2.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เนื่องจากสภาพอากาศค่อนข้างหนาว การสลายตัวของสารเกิดขึ้นน้อยมาก จึงควรเว้นระยะเก็บเกี่ยวอย่างน้อย 28 วัน

แปลงทดลองที่ 4 อำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่ ลักษณะพื้นที่ปลูกเป็นที่ราบยกคันดินตามแนวปลูก โดยต่อท่อไปตามแนวปลูกต้นส้มและให้น้ำบริเวณใกล้โคนต้น ให้น้ำทุกๆ 2 วัน มีแสงแดดมาก ไม่มีฝนตก อากาศค่อนข้าง

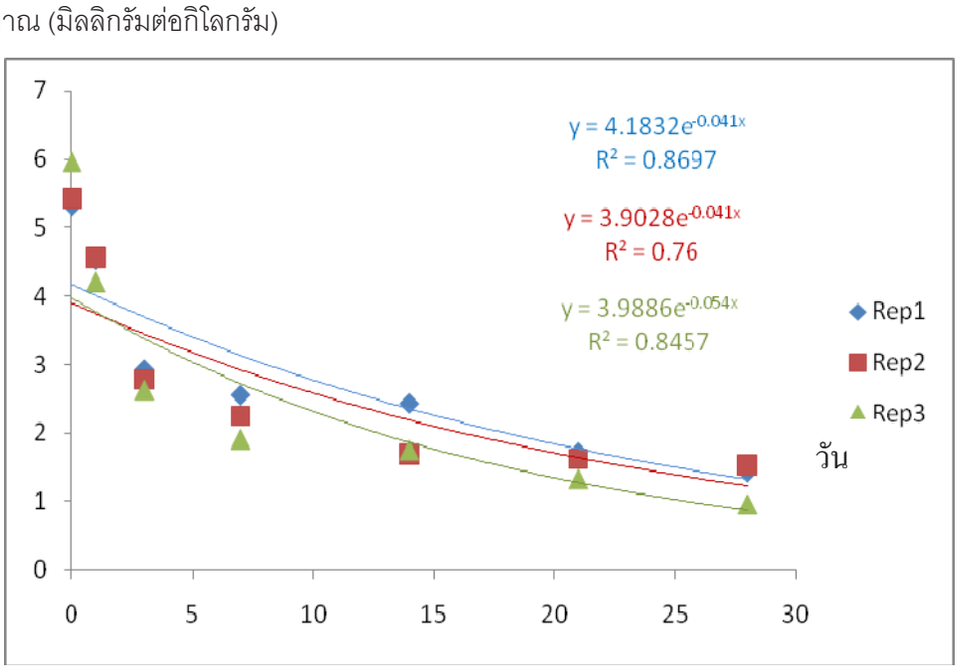
เย็นที่ระดับ 12 – 25 องศาเซลเซียส ลมค่อนข้างสงบในทุกวันที่ทำการทดลอง พ่นสารที่ทดสอบในช่วงเช้าจำนวน 3 ครั้งๆ ละ 7 วัน หลังการพ่นสารครั้งสุดท้ายสุ่มเก็บผลส้มตาม Codex Guidelines และนำกลับไปยังห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้าง ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ และวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ ณ ห้องปฏิบัติการของงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างตาม



ภาพที่ 2 การสลายตัวของสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวาน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่

พบสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออน ในส้มเขียวหวานเฉลี่ยเท่ากับ 5.57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ 0 วัน หลังจากนั้นสารพิษตกค้างจะลดลง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43, 2.78, 2.24, 1.96, 1.56 และ 1.31 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในระยะ 1, 3, 7, 14, 21 และ 28 วัน ภายหลังจากการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองในแปลงทดลองที่อำเภอฝาง พบสารพิษตกค้างในปริมาณที่สูงกว่าค่า Codex MRL แต่สารพิษก็ยังคงสลายตัวอย่างช้าๆ เมื่อนำค่าปริมาณสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนทั้ง 3 ซ้ำ มาเขียนกราฟความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่เก็บเกี่ยว (ดังแสดงในภาพที่ 3) จะพบเส้นแนวโน้มการสลายตัวของสารพิษนี้ ในลักษณะเดียวกัน โดยมีการสลายตัวและปริมาณมีแนวโน้มลดลงเมื่อทิ้งระยะเก็บเกี่ยวมากขึ้น และเป็นไปดังสมการ $y = 4.1832e^{-0.041x}$, $y = 3.9028e^{-0.041x}$ และ $y = 3.9886e^{-0.054x}$ ของการทดลองซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ โดยมีค่า R^2 อยู่ระหว่าง 0.76-0.87 จากการทดลองพบว่า การสลายตัวค่อนข้างเร็วในช่วง 3-5 วันภายหลังการพ่นสาร หลังจากนั้นการสลายตัวเป็นไปอย่างช้าๆ แต่โดยภาพรวมแล้วสลายตัวเร็วกว่าแปลงที่ 3 อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ เนื่องจากเป็นพื้นที่ราบได้รับแสงแดดสม่ำเสมอและมากกว่าพื้นที่ทดลองในอำเภอฝาง มีผลทำให้เกิดการสลายตัวของสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออน มากขึ้น ถ้าต้องการให้สารพิษ

ตกค้างสลายตัวเหลือต่ำกว่า 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างในส้มเขียวหวานของ Codex MRL ต้องทิ้งระยะเก็บเกี่ยวไว้อย่างน้อย 14 วัน



ภาพที่ 3 การสลายตัวของสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวาน อำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่

นอกจากนี้ได้สำรวจตัวอย่างส้มเขียวหวานจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ ใน 32 จังหวัด จำนวน 83 ตัวอย่าง ผลปรากฏว่า ตรวจพบสารพิษตกค้าง 66 ตัวอย่าง (ร้อยละ 79.5) และพบว่า เกษตรกรมักใช้สารเคมีมากกว่า 1 ชนิด ในการพ่นต้นส้มเขียวหวาน ในตัวอย่างเดียวพบสารพิษตกค้างสูงสุด 7 ชนิด และพบสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออน จำนวน 9 ตัวอย่าง (ร้อยละ 10.8) ในปริมาณ 0.04 – 0.88 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทำให้มีความเสี่ยงต่อการบริโภคได้ แม้จะตรวจพบไม่เกินค่า Codex MRL (2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แต่ตรวจพบสารอื่นๆ อีก 10 ชนิด ได้แก่ cypermethrin, cyhalothrin, deltamethrin, dimethoate, profenofos, ethion, chlorpyrifos, triazophos, fenitrothion และ dicrotophos ที่พบมากคือ cypermethrin, chlorpyrifos และ ethion ร้อยละ 75.9, 56.6 และ 45.8 ตามลำดับ จึงต้องมีการเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในส้มเขียวหวาน และแนะนำเกษตรกรให้ใช้สารชนิดอื่นที่สลายตัวเร็ว หรือใช้สารเมทธิดาไธออนในอัตราที่แนะนำเท่านั้น และระยะเวลาที่ทิ้งไว้ให้สารพิษสลายตัวก่อนการเก็บเกี่ยวควรเป็น 28 วัน แนะนำให้ใช้สารฆ่าแมลงเพียงชนิดเดียวและศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างชนิดอื่นประกอบ เพื่อการพิจารณาการใช้ที่ถูกต้องไม่จำเป็นต้องใช้สารพิษหลายชนิด และเพื่อการบริโภคอย่างปลอดภัย

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ศึกษาการสลายตัวของสารเมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวาน โดยการทำแปลงทดลอง 2 แปลง เป็นแปลงทดลองครั้งที่ 3 และ 4 ในพื้นที่อำเภอฝาง และแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าแนวโน้มการสลายตัวของสารพิษนี้เป็นไปในลักษณะเดียวกันทั้งสองแปลง โดยมีการสลายตัวอย่างช้าๆ เมื่อทิ้งระยะเก็บเกี่ยวมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับ Codex MRL ที่กำหนดไว้ที่ระดับ 2.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ต้องเก็บเกี่ยวที่ 28 วัน อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงทดลองครั้งที่ 1 และ 2 พบว่ามีค่าแตกต่างกันมาก อันเนื่องมาจากสภาพอากาศที่หนาวเย็นที่อำเภอฝางและแม่อาย มีผลให้สารพิษสลายตัวได้ช้ามาก และจากการสำรวจตัวอย่างส้มจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ พบสารตกค้างมากถึง 11 ชนิด บางตัวอย่างเกินค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างและพบสารพิษตกค้างมากถึง 7 ชนิดในตัวอย่างเดียว เป็นความสิ้นเปลืองในการใช้สารของเกษตรกร

ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยไปพิจารณาค่ามาตรฐานสารพิษชนิดนี้ในส้มเขียวหวานสำหรับประเทศไทย (National MRL) และกลุ่มประเทศอาเซียน (Asean MRL) และใช้เป็นข้อมูลเพื่อประกอบการพิจารณาทบทวนค่า MRL ของสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวานของ Codex MRL ต่อไป ข้อมูลการสลายตัวจากการศึกษานี้ยังสามารถแนะนำให้เกษตรกร ทิ้งระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตส้มเขียวหวาน เพื่อจำหน่ายให้ผู้บริโภคได้ทั้งในประเทศและต่างประเทศโดยไม่เสียเปรียบทางการค้าโดยเฉพาะกับประเทศคู่แข่งที่มีการกีดกันทางการค้าที่มิใช่ภาษี และในปัจจุบันนี้ แต่ละประเทศคำนึงถึงเรื่องความปลอดภัยในการบริโภคอาหารมากขึ้น จึงใช้ค่า MRL เป็นสิ่งบ่งบอกถึงคุณภาพของสินค้าเกษตร และมักเผยแพร่ให้แก่ประเทศอื่นๆ ทั่วโลก ทำให้สินค้าไทยมีมาตรฐานและจำหน่ายได้มากยิ่งขึ้น

การนำไปใช้ประโยชน์

1. ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา วิจัยปริมาณสาร พิษตกค้างเมทธิดาไธออน ในส้มเขียวหวานเพื่อนำไปกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง สามารถนำไปใช้ประกอบการพิจารณาค่ามาตรฐานสารพิษชนิดนี้ในส้มเขียวหวานสำหรับประเทศไทย (National MRL) และกลุ่มประเทศอาเซียน (Asean MRL) และใช้เป็นข้อมูลเพื่อประกอบการพิจารณาจัดตั้งค่า Codex MRL หรือเป็นการทบทวนค่า MRL ทุกๆ 15 ปีต่อไป เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองจากแต่ละประเทศ ซึ่งอาจมีสภาพ แวดล้อมต่างกันจะมีค่าแตกต่างกันไป ข้อมูลที่ได้เหล่านี้จะนำไปใช้ประกอบการพิจารณากำหนด ค่า Codex MRL ของส้มเขียวหวานต่อไป ซึ่งตามปกติ JMPR ได้จัดตั้งค่า MRL ของสารเมทธิดาไธออน ในส้มเขียวหวานที่ระดับ 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ประเทศไทยจะส่งข้อมูลจากงานวิจัยนี้สนับสนุนความปลอดภัยจากสารเมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวาน และเสนอให้ยังคงกำหนดสารพิษตกค้างเมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวาน ที่ระดับ 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ต่อไป และใช้เป็นค่า MRL ของประเทศไทยด้วย ซึ่งเดิมกำหนดไว้ที่ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนประเทศญี่ปุ่นได้กำหนดไว้ใน Positive Lists มีค่ามากถึง 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เช่นเดียวกันกับสหภาพยุโรปที่กำหนดไว้ที่ระดับ 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

2. ได้ข้อมูลเพื่อแนะนำให้เกษตรกร ทิ้งระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตส้มเขียวหวาน เพื่อจำหน่ายให้ผู้บริโภคได้ทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยไม่เสีย เปรียบทางการ ค้าโดยเฉพาะกับประเทศคู่แข่งที่มีการกีดกันทางการค้าที่มิใช่ภาษี และในปัจจุบันนี้ แต่ละประเทศคำนึงถึงเรื่องความปลอดภัยในการบริโภคอาหารมากขึ้น จึงใช้ค่า MRL เป็นสิ่งบ่งบอกถึงคุณภาพของสินค้าเกษตร และมักเผยแพร่ให้แก่ประเทศอื่นๆ ทั่วโลก ทำให้สินค้าไทยมีมาตรฐานที่สามารถปฏิบัติและจำหน่ายได้มากยิ่งขึ้น

3. ทำให้ได้ข้อมูลการสลายตัวของเมทธิดาไธออน ในส้มเขียวหวานและใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตส้มเขียวหวานที่ปลอดภัย ภายหลังจากการพ่นสารเมทธิดาไธออน ครั้งสุดท้าย 28 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับค่า MRL ของ Codex ที่ 2.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับการส่งออก และได้เสนอต่อคณะกรรมการวัตถุอันตรายของกรมวิชาการเกษตร เพื่อการพิจารณาปรับปรุงฉลากต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กาญจน์ จันทร์ลอย, สามารถ เศรษฐวิทยา, นางมณฑา วงศ์มณีโรจน์ และรวี เสรฐภักดี, 2553. ความหลากหลายของสายพันธุ์พืชตระกูลส้ม. ศูนย์วิจัยและพัฒนาไม้ผลเขตร้อน สถาบันวิจัยและพัฒนากำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ http://www.rdi.ku.ac.th/ kasetresearch52/04-plant/kanchana/plant 00.html Available online 16 มีนาคม 2553.

นิรนาม. คุมส้มเปลือกล่อนไทย. หนังสือพิมพ์ข่าวสด ประจำวันอังคารที่ 26 ธันวาคม พ.ศ.2549 http://news.sanook.com/economic/economic 71343.php Available-online16Mar2010

กรมวิชาการเกษตร, 2552. คู่มือ GAP ส้มเปลือกล่อน. http://gap.doa.go.th/gap/acadamic.html Available-online 11Oct2009.

กลุ่มวิจัยกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, 255. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ปี 2551. เอกสารวิชาการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 295 หน้า.

Wood, A. 2009. Methidathion Data Sheet. http://www.alanwood.net/pesticides/methidathion.html Available-online 11Oct2009

PAN (Pesticide Action Network), 2009. Pesticide Database : Methidathion. http://www.pesticideinfo.org/Detail ChemUse.jsp?Rec_Id=PC32869 Available-online 15Oct2009.

EXTOXNET (The Extension Toxicology Network), 2009. Pesticide Information Profile : Methidathion. http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/haloxyfop-methylparathion/methidathion-ext.html Available-online 15Oct2009.



ภาพแปลงทดลองและการสกัดสารพิษตกค้าง methidathion
ในส้มเขียวหวาน

วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างอีไธออนในส้มเขียวหวาน เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ครั้งที่ 3-4)

Residue Trial of Ethion in Tangerine to Establish Maximum Residue Limit (MRL) (Trial 3-4)

ยงยุทธ ไผ่แก้ว วะนิดา สุขประเสริฐ ประภัสสรา พิมพ์พันธุ์

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

ศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของอีไธออนในส้มเขียวหวาน ครั้งที่ 3 และ 4 ณ แปลงของเกษตรกรจำนวน 2 แปลง ในพื้นที่อำเภอฝาง และแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงเดือนตุลาคม 2553 ถึงเดือน มกราคม 2554 ในแต่ละแปลง แบ่งเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 พ่นสารอีไธออน 50% W/V EC ตามอัตราแนะนำในส้ม คือ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ส่วนการทดลองที่ 2 ไม่มีการพ่นสารเป็นแปลงเปรียบเทียบ แต่ละการทดลองทำ 3 ซ้ำๆ ละ 4 ต้น พ่นสารอีไธออนในระยะที่ผลส้มเขียวหวานมีอายุก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิตประมาณ 1 เดือน ฉีดพ่นรวม 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 7 วัน หลังจากฉีดพ่นสารครั้งสุดท้าย สุ่มเก็บตัวอย่างส้มเขียวหวานไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างอีไธออน ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 7, 14, 21 และ 28 วัน โดยใช้เทคนิคทางแก๊สโครมาโตกราฟฟี ผลการวิจัยในแปลงทดลองครั้งที่ 3 อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ พบปริมาณอีไธออนตกค้างในส้มเขียวหวานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63, 4.23, 4.11, 3.60, 2.98, 2.07 และ 1.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในแปลงทดลองครั้งที่ 4 อ.แม่อาย จ.เชียงใหม่ พบปริมาณสารพิษตกค้างอีไธออนในส้มเขียวหวานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.87, 3.36, 2.42, 1.69, 1.40, 1.06 และ 1.09 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ระยะ 0, 1, 3, 7, 14, 21 และ 28 วัน ภายหลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย ตามลำดับ นอกจากนี้ยังได้สำรวจตัวอย่างส้มเขียวหวานจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ ทั่วประเทศ จำนวน 83 ตัวอย่าง ผลปรากฏว่า ตรวจพบสารพิษตกค้างอีไธออน จำนวน 38 ตัวอย่าง (ร้อยละ 45.8) ในปริมาณ 0.05 – 5.08 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม Codex MRL ไม่ได้กำหนดค่าของสารพิษตกค้างอีไธออนในพืชตระกูลส้ม แต่ของประเทศไทยกำหนดไว้ที่ 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่าต้องทิ้งระยะเพื่อเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัยมากถึง 28 วัน นอกจากนี้ยังตรวจพบสารพิษตกค้างอื่นอีก 10 ชนิด ที่ตรวจพบมาก ได้แก่ ไซเปอร์เมทธริน คลอร์ไพริฟอส และโพรฟีโนฟอส

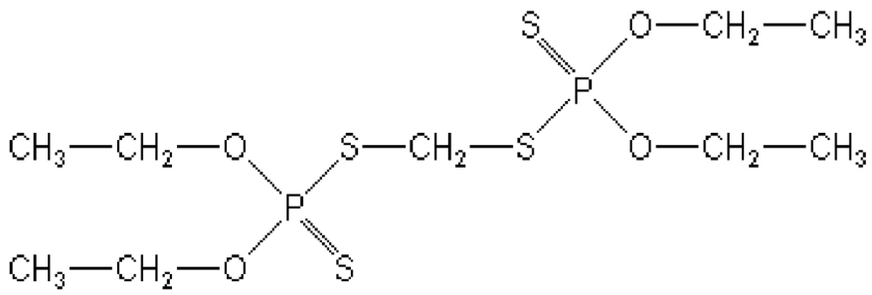
คำนำ

พืชในสกุลส้ม (Citrus) มี 4 กลุ่มย่อยคือ กลุ่มส้มเกลี้ยง (Orange Group) กลุ่มส้มเปลือกล่อน (Mandarins) กลุ่มส้มโอ และ เกรฟฟรุต (Pummelos and Grapefruits) และกลุ่มส้มที่มีรสเปรี้ยวจัด (Common Acid Members) สำหรับ ส้มเขียวหวาน (Tangerine) อยู่ในกลุ่มส้มเปลือกล่อน (Mandarins) จัดเป็นส้มกลุ่มที่ปลูกกันมากที่สุดในทวีปเอเชียซึ่งรวมทั้งประเทศไทยด้วย คาดว่าได้มีการนำเข้ามาในประเทศไทยเมื่อกว่า 100 ปีที่ผ่านมา พร้อมกับชาวจีนที่อพยพและได้มีการปลูกและขยายพันธุ์จนได้เป็นส้มเขียวหวานในที่สุด แหล่งที่ผลิตสำคัญได้แก่ ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ จีน ไต้หวัน ไทย อินเดีย ออสเตรเลีย และย่านเมดิเตอเรเนียน ส่วนประเทศในเอเชียที่มีปลูกค่อนข้างมาก ได้แก่ ฟิลิปปินส์ และอินโดนีเซีย รวมทั้งประเทศไทย สายพันธุ์ส้มที่สำคัญได้แก่ ส้มเขียวหวาน และส้มโชกุน (กาญจน์ และคณะ, 2553) ในปี พ.ศ.2549 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกส้มเปลือกล่อนไม่น้อยกว่า 500,000 ไร่ กระจายอยู่ทั่วประเทศ โดยมีแหล่งปลูกสำคัญอยู่ในเชียงใหม่ ลำปาง แพร่ เชียงราย สุโขทัย ตาก และชุมพร ได้ผลผลิตรวมกว่า 740,000 ตัน/ปีหรือเฉลี่ย 1,950 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งปี 2548 ไทยมีการส่งออกส้มคิดเป็นมูลค่ารวมกว่า 111.12 ล้านบาท ขณะเดียวกันไทยก็ยังมีการนำเข้าส้มจากต่างประเทศในปริมาณมากถึง 2,429.48 ตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 50.22 ล้านบาท (นิรนาม, 2549)

ส้มเขียวหวานเป็นพืชที่มีศัตรูรบกวนหลายชนิด ทั้งแมลงและไรศัตรู กรมวิชาการเกษตร (2552) และกลุ่มวิจัยกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช (2551) ได้แนะนำลักษณะการเข้าทำลายและการป้องกันกำจัดขึ้นกับชนิดของศัตรูพืช เช่น *หนอนชอนใบส้ม* กัดกินใบอ่อนโดยชอนไชอยู่ระหว่างผิวใบ มักพบทำลายด้านใต้ใบมากกว่าบนใบ บริเวณที่ถูกทำลายเป็นรอยสีขาว ใบมีลักษณะบิดงอลงทางด้านที่มีการถูกทำลาย ทำให้ใบเสียรูปร่าง ช่วงเวลาที่ระบาดมักเป็นช่วงระยะส้มแตกยอดอ่อน ในฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม ควรมีการจัดการให้ส้มแตกยอดอ่อนพร้อมกัน หากพบปริมาณหนอนชอนใบส้มมากกว่าร้อยละ 50 ให้ทำการกำจัดด้วยอิมิดาโคลพริด หรือฟลูเฟนนอกซูรอน *เพลี้ยไฟพริก* ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยเพลี้ยไฟพริกดูดกินน้ำเลี้ยงจากยอดอ่อน ใบอ่อนและผลอ่อน ทำให้ใบมีลักษณะแคบเรียว กร้านและไม่เจริญเติบโต ผลส้มจะแคระแกรน ระบาดมากระหว่างเดือนมกราคม-มิถุนายน หรือช่วงที่มีอากาศร้อนและแห้งแล้ง หากพบปริมาณเพลี้ยไฟที่ส่วนยอดอ่อนมากกว่าร้อยละ 20 ให้ทำการกำจัดด้วยอิมิดาโคลพริด หรือโฟซาโลน นอกจากนี้ยังได้แนะนำกำจัดเพลี้ยไก่แจ้ส้ม หนอนเจาะสมอฝ้าย เพลี้ยอ่อน ดูดกินน้ำเลี้ยงตามยอดอ่อน ไรแดงแอฟริกัน ไรสนิมส้ม กำจัดด้วยสารเคมีหลายชนิด

อีไธออน (ethion) เป็นสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตประเภท non-systemic (EXTOXNET, 2009) พวกอะลิฟาติก ออร์กาโนไธโอฟอสเฟต(aliphatic organothiophosphate insecticide) มีทั้งซัลเฟอร์ และฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ มีชื่อทาง IUPAC ว่า *O,O,O′,O′*-tetraethyl *S,S′*-methylene bis (phosphorodithioate) สูตรโครงสร้างเป็น $C_9H_{22}O_4P_2S_4$ ดังแสดงในภาพที่ 1 (Wood, 2009) มีมวลโมเลกุล 384.48 เลขทะเบียนบ่งชี้ (CAS No.) 563-12-2 สามารถก่อให้เกิดความเป็นพิษแบบเฉียบพลัน โดยการยับยั้งเอนไซม์อะเซทธิลโคลีเนสเทอเรส (cholinesterest inhibitor) (PAN, 2009) มีความเป็นพิษ ต่อสัตว์ทดลองประเภท rat ทางปาก ที่ระดับ LD_{50} 21-191 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และทางผิวหนังต่อหนูที่ระดับ 62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และต่อผิวหนังกระต่ายที่ระดับ 890 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ถ้าได้รับโดยตรงอาจก่อให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดช่องท้อง ท้องเสีย น้ำลายฟูมปาก ปวดศีรษะ

กล้ามเนื้อกระตุก หายใจลำบาก เกิดอาการตาพร่ามัว และแน่นหน้าอก ไปจนถึงเสียชีวิตได้ อาจมีผลบ้างในระบบสืบพันธุ์แต่ไม่เป็นที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์ ไม่เป็นสารก่อกลายพันธุ์ และไม่เป็นสารก่อมะเร็ง อาการหลักคือยังยั้งระบบประสาท (EXTOXNET, 2011)



ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างของสารอีไธออน (Wood, 2009)

ในประเทศไทย สารอีไธออนที่จดทะเบียนไว้กับสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร โดยอัตราแนะนำสำหรับฆ่าหนอนชอนใบส้มและเพลี้ยไฟพริก พ่นอีไธออน 50% W/V EC ในต้นส้มเขียวหวานตามที่ระบุในฉลาก เท่ากับ 20 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร และควรทิ้งระยะเก็บเกี่ยวภายหลังการพ่นสาร 21 วัน (กลุ่มกีฏและสัตววิทยา, 2553) สำหรับค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างอีไธออนในส้มทั้งชนิดหวานและเปรี้ยว Codex ไม่ได้กำหนดไว้ มีค่า ADI ที่ระดับ 0.002 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน และค่า Acute Reference Dose อยู่ที่ระดับ 0.0005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน ประเทศไทยกำหนดค่ามาตรฐานของอีไธออนไว้ที่ระดับ 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งแตกต่างจากค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างของกลุ่มประเทศในสหภาพยุโรปและประเทศญี่ปุ่น ที่กำหนดไว้ที่ระดับ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างอีไธออนในส้มเขียวหวาน เพื่อการพิจารณาปรับปรุงค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างในส้มเขียวหวานของไทย และส่งข้อมูลไปพิจารณาค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างที่เหมาะสมในระดับอาเซียน และ Codex ต่อไป

วิธีดำเนินการ

ทำแปลงทดลองส้มเขียวหวานของเกษตรกร ในอำเภอฝาง และอำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่ วิเคราะห์สารพิษตกค้างอีไธออนในส้มเขียวหวาน ณ ห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้าง ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ และห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้าง กลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรุงเทพฯ โดยมีระยะเวลาดำเนินการตั้งแต่ ตุลาคม 2553 – กันยายน 2554 วางแผนการทดลองแบบ Supervised Trial มี 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 ทดลองในต้นส้มเขียวหวานที่พ่นสารอีไธออนในอัตราแนะนำ เท่ากับ 20 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร โดยใช้สาร อีไธออน 50% W/V EC การทดลองที่ 2 เป็นแปลงเปรียบเทียบ (Control) คือ ต้นส้มเขียวหวาน ที่ไม่มีการพ่นอีไธออน โดยพ่นเฉพาะน้ำเปล่า แต่ละการทดลองมี 7 กรรมวิธี (Treatment) หรือระยะเวลาที่สุ่มเก็บ

ส้มเขียวหวานมาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง 0 วัน (2 ชั่วโมงหลังการพ่นอีไธออนครั้งสุดท้าย) 1, 3, 7, 14, 21 และ 28 วัน ภายหลังการพ่นสารอีไธออนครั้งสุดท้าย รวมเก็บตัวอย่าง 7 ครั้ง และทำ 3 ซ้ำ เตรียมสารละลายอีไธออนที่ใช้ฉีดพ่นในแปลงทดลองได้จากอัตราแนะนำรวม 7 ครั้ง บรรจุในถุงพลาสติกปิดถุงให้แน่น บันทึกรายละเอียดของตัวอย่าง รีบนำกลับห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้ยังได้สุ่มเก็บตัวอย่างส้มเขียวหวานจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ รวม 32 จังหวัด นำมาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง รวมตัวอย่างส้มเขียวหวานทั้งหมด 83 ตัวอย่าง

การเตรียมตัวอย่างและการสกัดตัวอย่างโดยสุ่มตัวอย่างส้มเขียวหวานทุกผลทั้งส่วนเนื้อและเปลือก แล้วนำไปปั่นละเอียดอีกครั้งด้วยเครื่องเตรียมตัวอย่าง (Lab Micronizer) คนให้เข้ากันแล้วสุ่มชั่งตัวอย่างละ 25±0.1 กรัม สกัดหาสารพิษตกค้างอีไธออน สกัดตัวอย่างส้มเขียวหวานตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก Steinwandter (1985) หลังการสกัดตัวอย่างส้มเขียวหวานที่ปรับปริมาตรแน่นอนแล้ว นำไปตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างของอีไธออน โดยใช้เครื่อง Gas Chromatograph (GC) : Agilent 6890 ชนิด Flame Photometric Detector (FPD) โดยมีสภาวะการใช้งานดังนี้

Column : DB-1701P, 0.25μm thickness, 30m length, 0.32mm.id.

Temperature: injector 250°C, detector 250°C, oven temperature program ดังนี้

: 120°C (2 min) ⟶ 10°C/min 210°C (2 min) ⟶

2°C/min 220°C (2 min) ⟶ 10°C/min 250°C (5 min)

Inject mode : splitless (purge on time= 1 min)

Carrier gas : helium, flow rate 2 ml/min

Make up gas : nitrogen, flow rate 58 ml/min

Flame gas : hydrogen, flow rate 75 ml/min

air, flow rate 100 ml/min

Injection volume : 1 μl

คำนวณความเข้มข้นของสารพิษตกค้างอีไธออนในสารละลายตัวอย่าง คำนวณโดยโปรแกรมสำเร็จรูปในเครื่อง GC สามารถหาได้โดยการอ่านค่าความเข้มข้นที่ได้จาก Calibration curve จากการคำนวณสมการ Linear Regression และต้องมีค่า Correlation ไม่น้อยกว่า 0.99 หาความเข้มข้นของสารในตัวอย่างตามสูตร ดังต่อไปนี้

$$C_{sample} = C_{calib.} \times V_{sample} \times F / W_{sample}$$

โดยที่ C_{sample} = ความเข้มข้นของสารพิษในสารละลายตัวอย่าง (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

$C_{calib.}$ = ความเข้มข้นของสารพิษในสารละลายตัวอย่าง ที่ได้จากการเทียบ Calibration curve ใน GC Report (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ดังนี้

$$C_{calib.} = \frac{\text{Area of sample x Conc. of Standard}}{\text{Area of Standard}}$$

V_{sample} = ปริมาตรที่ปรับครั้งสุดท้ายของสารละลายตัวอย่างก่อนการฉีด (มิลลิลิตร)

W_{sample} = น้ำหนักตัวอย่างที่นำมาสกัด (กรัม)

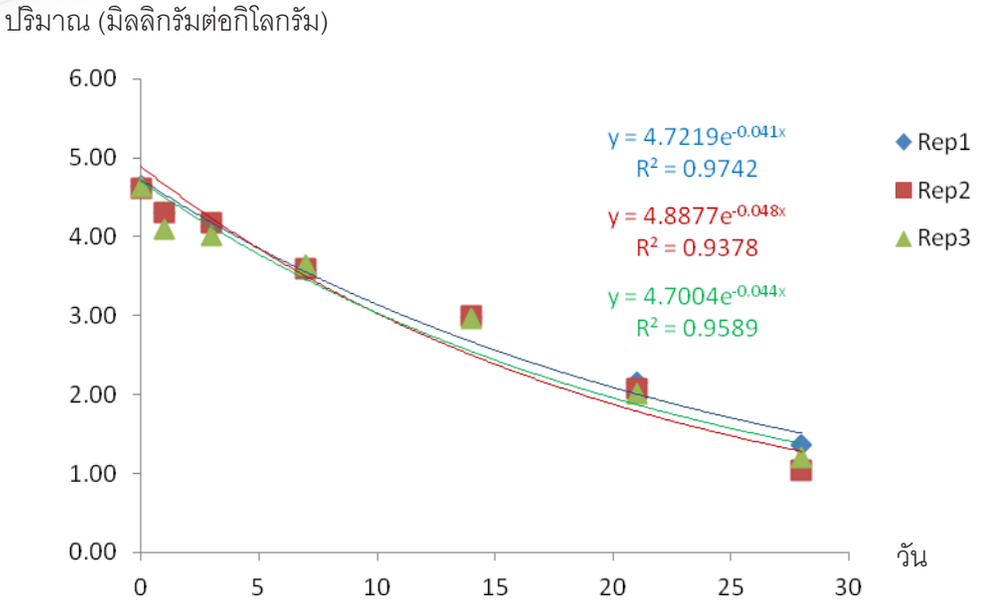
F = Correction Factor

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ แปรผลข้อมูลและเขียนกราฟการสลายตัวของสารพิษตกค้าง และได้สุ่มเก็บตัวอย่างส้มเขียวหวานจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ รวม 83 ตัวอย่าง นำผลการวิเคราะห์ทั้งหมดมาสรุปข้อมูลช่วงความเข้มข้นของสารพิษตกค้างที่ตรวจพบ และเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานสารพิษตกค้าง

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองเพื่อศึกษาการสลายตัวของสารอีไธออนในส้มเขียวหวาน โดยการทำแปลงทดลอง 2 แปลง เป็นแปลงทดลองครั้งที่ 3 และ 4 โดยปลูกในสถานที่แตกต่างกัน ที่อำเภอฝาง และอำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่ แปลงทดลองที่ อ.ฝาง อยู่ในหุบเขา ส่วนแปลงทดลองที่ อ.แม่อาย ปลูกส้มในพื้นราบแบบยกร่อง ศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างอีไธออน ในส้มเขียวหวานที่ระยะเวลาต่างๆ ภายหลังการพ่นสารอีไธออนตามอัตราแนะนำ โดยมีต้นส้มเปรียบเทียบ และสุ่มตัวอย่างมาตรวจวิเคราะห์ตามกรรมวิธี ผลปรากฏดังนี้

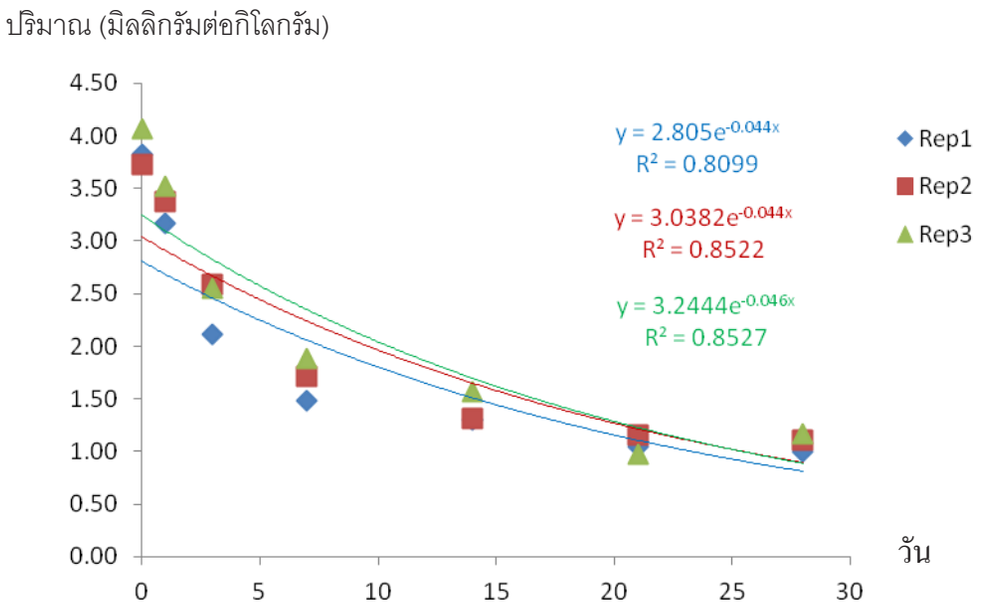
แปลงทดลองที่ 3 อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ลักษณะพื้นที่ปลูกเป็นที่ราบสูงในหุบเขา ให้น้ำจากบ่อพักน้ำโดยต่อท่อไปตามแนวปลูกแบบสปริงเกลอร์ ให้น้ำทุกๆ 2-3 วัน มีแสงแดดน้อย ไม่มีฝนตก อากาศค่อนข้างหนาวที่ระดับ 12 – 22 องศาเซลเซียส พ่นสารที่ทดสอบในช่วงเช้าจำนวน 3 ครั้งๆ ละ 7 วัน หลังการพ่นสารครั้งสุดท้ายสุ่มเก็บผลส้มตาม Codex Guidelines และนำกลับไปยังห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้าง ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ และวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ ณ ห้องปฏิบัติการของงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างตามกรรมวิธี พบสารพิษตกค้างอีไธออนในส้มเขียวหวานเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ 0 วัน แล้วค่อยๆ ลดลงเป็น 4.23, 4.11, 3.60, 2.98, 2.07 และ 1.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในวันที่ 1, 3, 7, 14, 21 และ 28 วันภายหลังจากการพ่นสารครั้งสุดท้าย ตามลำดับ เมื่อนำค่าปริมาณสารพิษตกค้างอีไธออนทั้ง 3 ซ้ำ มาเขียนกราฟความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่เก็บเกี่ยว (ดังแสดงในภาพที่ 2) จะพบเส้นแนวโน้มการสลายตัวของสารพิษนี้ ในลักษณะเดียวกัน โดยมีการสลายตัวและปริมาณมีแนวโน้มลดลงเมื่อทิ้งระยะเก็บเกี่ยวมากขึ้น และได้สมการดังนี้ $y = 4.7219e^{-0.041x}$, $y = 4.8877e^{-0.048x}$ และ $y = 4.7004e^{-0.044x}$ ของการทดลองซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ โดยมีค่า R^2 อยู่ระหว่าง 0.94-0.97 จากการทดลองพบว่า ค่า MRL นี้ ยังมีค่าสูงกว่า Thai MRL ที่กำหนดไว้ที่ระดับ 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เนื่องจากสภาพอากาศค่อนข้างหนาว การสลายตัวของสารเกิดขึ้นน้อยมาก จึงควรเว้นระยะเก็บเกี่ยวอย่างน้อย 28 วัน



ภาพที่ 2 การสลายตัวของสารพิษตกค้างอีไธออนในส้มเขียวหวาน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่

แปลงทดลองที่ 4 อำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่ ลักษณะพื้นที่ปลูกเป็นที่ราบยกคันดินตามแนวปลูก โดยต่อท่อไปตามแนวปลูกต้นส้มและให้น้ำบริเวณใกล้โคนต้น ให้น้ำทุกๆ 2 วัน มีแสงแดดมาก ไม่มีฝนตก อากาศค่อนข้างเย็นที่ระดับ 12 – 25 องศาเซลเซียส ลมค่อนข้างสงบในทุกวันที่ทำการทดลอง พ่นสารที่ทดสอบในช่วงเช้าจำนวน 3 ครั้งๆ ละ 7 วัน หลังการพ่นสารครั้งสุดท้ายสุ่มเก็บผลส้มตาม Codex Guidelines และนำกลับไปยังห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้าง ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ และวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ ณ ห้องปฏิบัติการของงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างตามวิธีการ พบสารพิษตกค้างอีไธออน ในส้มเขียวหวานเฉลี่ยเท่ากับ 3.87 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ 0 วัน หลังจากนั้นสารพิษตกค้างจะลดลง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.36, 2.42, 1.69, 1.40, 1.06 และ 1.09 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในระยะ 1, 3, 7, 14, 21 และ 28 วัน ภายหลังจากการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองในแปลงทดลองที่อำเภอฝาง พบสารพิษตกค้างในปริมาณที่สูงกว่าค่า Codex MRL แต่สารพิษก็ยังคงสลายตัวอย่างช้าๆ เมื่อนำค่าปริมาณสารพิษตกค้างอีไธออนทั้ง 3 ซ้ำ มาเขียนกราฟความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่เก็บเกี่ยว (ดังแสดงในภาพที่ 3) จะพบเส้นแนวโน้มการสลายตัวของสารพิษนี้ ในลักษณะเดียวกัน โดยมีการสลายตัวและปริมาณมีแนวโน้มลดลงเมื่อทิ้งระยะเก็บเกี่ยวมากขึ้น และเป็นไปดังสมการ $y = 2.805e^{-0.044x}$, $y = 3.0382e^{-0.044x}$ และ $y = 3.2444e^{-0.046x}$ ของการทดลองซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ โดยมีค่า R^2 อยู่ระหว่าง 0.81-0.85 จากการทดลองพบว่า การสลายตัวค่อนข้างเร็วในช่วง 3-5 วันภายหลังการพ่นสาร หลังจากนั้นการสลายตัวเป็นไปอย่างช้าๆ แต่โดยภาพรวมแล้วสลายตัวเร็วกว่าแปลงที่ 3 อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ เนื่องจากเป็นพื้นที่ราบได้รับแสงแดดสม่ำเสมอและมากกว่าพื้นที่ทดลองใน

อำเภอฝาง มีผลทำให้เกิดการสลายตัวของสารพิษตกค้างอีไธออน มากขึ้น ถ้าต้องการให้สารพิษตกค้างสลายตัวเหลือต่ำกว่า 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ต้องทิ้งระยะเก็บเกี่ยวไว้อย่างน้อย 28 วัน



ภาพที่ 3 การสลายตัวของสารพิษตกค้างอีไธออนในส้มเขียวหวาน อำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่

นอกจากนี้ได้สำรวจตัวอย่างส้มเขียวหวานจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ ใน 32 จังหวัด จำนวน 83 ตัวอย่าง ผลปรากฏว่า ตรวจพบสารพิษตกค้าง 66 ตัวอย่าง (ร้อยละ 79.5) และพบว่า เกษตรกรมักใช้สารเคมีมากกว่า 1 ชนิดในการพ่นต้นส้มเขียวหวาน ในตัวอย่างเดียวพบสารพิษตกค้างสูงสุด 7 ชนิด และตรวจพบสารพิษตกค้างอีไธออน จำนวน 38 ตัวอย่าง (ร้อยละ 45.8) ในปริมาณ 0.05 – 5.08 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทำให้มีความเสี่ยงต่อการบริโภคได้ ตรวจพบเกินค่า Thai MRL (1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และยังตรวจพบสารอื่นๆ อีก 10 ชนิด ได้แก่ cypermethrin, cyhalothrin, deltamethrin, dimethoate, profenofos, methidathion, chlorpyrifos, triazophos, fenitrothion และ dicrotophos ที่พบมากคือ cypermethrin, chlorpyrifos และ profenofos ร้อยละ 75.9, 56.6 และ 27.7 ตามลำดับ จึงต้องมีการเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในส้มเขียวหวาน และแนะนำเกษตรกรให้ใช้สารชนิดอื่นที่สลายตัวเร็ว หรือใช้สารอีไธออนในอัตราที่แนะนำเท่านั้น และระยะเวลาที่ทิ้งไว้ให้สารพิษสลายตัวก่อนการเก็บเกี่ยวควรเป็น 28 วัน แนะนำให้ใช้สารฆ่าแมลงเพียงชนิดเดียวและศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างชนิดอื่นประกอบ เพื่อการพิจารณาการใช้ที่ถูกต้องไม่จำเป็นต้องใช้สารพิษหลายชนิด และเพื่อการบริโภคอย่างปลอดภัย

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ศึกษาการสลายตัวของสารอีไธออนในส้มเขียวหวาน โดยการทำแปลงทดลอง 2 แปลง เป็นแปลงทดลองครั้งที่ 3 และ 4 ในพื้นที่อำเภอฝาง และแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าแนวโน้มการสลายตัวของสารพิษนี้เป็นไปใน

ลักษณะเดียวกันทั้งสองแปลง โดยมีการสลายตัวอย่างช้าๆ เมื่อทิ้งระยะเก็บเกี่ยวมากขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับ Codex MRL ที่กำหนดไว้ที่ระดับ 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ต้องเก็บเกี่ยวที่ 28 วัน นานกว่าคำแนะนำที่ 21 วัน อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงทดลองครั้งที่ 2 ที่อำเภอหนองมะโมง จังหวัดชัยนาท เมื่อปี พ.ศ. 2553 พบว่ามีค่าแตกต่างกันมาก อันเนื่องมาจากสภาพอากาศที่หนาวเย็นที่อำเภอฝางและแม่อาย มีผลให้สารพิษสลายตัวได้ช้ามาก และจากการสำรวจตัวอย่างส้มจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ พบสารพิษตกค้างมากถึง 11 ชนิด บางตัวอย่างเกินค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างและพบสารพิษตกค้างมากถึง 7 ชนิดในตัวอย่างเดียว เป็นความสิ้นเปลืองในการใช้สารของเกษตรกร

นำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยไปเสนอต่อฝ่ายวัตถุมีพิษ สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร เพื่อพิจารณากำหนดระยะเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัย และนำข้อมูลไปพิจารณาค่ามาตรฐานสารพิษชนิดนี้ในส้มเขียวหวานสำหรับประเทศไทย (National MRL) และกลุ่มประเทศอาเซียน (Asean MRL) และใช้เป็นข้อมูลเพื่อประกอบการพิจารณาทบทวนค่า MRL ของสารพิษตกค้างอีไธออนในส้มเขียวหวานของ Codex MRL ต่อไป ข้อมูลการสลายตัวจากการศึกษานี้ยังสามารถแนะนำให้เกษตรกร ทิ้งระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตส้มเขียวหวานที่ปลอดภัยในการบริโภค

การนำไปใช้ประโยชน์

1. ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา วิจัยปริมาณสาร พิษตกค้างอีไธออน ในส้มเขียวหวานเพื่อนำไปกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง สามารถนำไปใช้ประกอบการพิจารณาปรับปรุงค่ามาตรฐานสารพิษชนิดนี้ในส้มเขียวหวานสำหรับประเทศไทย (National MRL) และใช้เป็นข้อมูลเพื่อประกอบการพิจารณาจัดตั้งค่า MRL ของกลุ่มประเทศอาเซียน (Asean MRL) และของ Codex MRL

2. เพื่อนำข้อมูลการสลายตัวไปเจรจาต่อรองกับสหภาพยุโรปที่กำหนดไว้ที่ระดับ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ให้ปรับเป็น 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เพื่อประโยชน์ทางการค้าและยังคงความปลอดภัย

3. ได้ข้อมูลเพื่อแนะนำให้เกษตรกร ทิ้งระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตส้มเขียวหวาน เพื่อจำหน่ายให้ผู้บริโภคได้ทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยไม่เสีย เปรียบทางการ ค้าโดยเฉพาะกับประเทศคู่แข่งที่มีการกีดกันทางการค้าที่มิใช่ภาษี และในปัจจุบันนี้ แต่ละประเทศคำนึงถึงเรื่องความปลอดภัยในการบริโภคอาหารมากขึ้น จึงใช้ค่า MRL เป็นสิ่งบ่งบอกถึงคุณภาพของสินค้าเกษตร และมักเผยแพร่ให้แก่ประเทศอื่นๆ ทั่วโลก ทำให้สินค้าไทยมีมาตรฐานที่สามารถปฏิบัติและจำหน่ายได้มากยิ่งขึ้น

4. ทำให้ได้ข้อมูลการสลายตัวของอีไธออน ในส้มเขียวหวานและใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตส้มเขียวหวานที่ปลอดภัย ภายหลังจากการพ่นสารอีไธออน ครั้งสุดท้ายที่ 28 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับค่า MRL ของไทยที่ระดับ 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจะได้เสนอต่อคณะกรรมการวัตถุอันตรายของกรมวิชาการเกษตร เพื่อการพิจารณาปรับปรุงฉลากต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กาญจน์ จันทร์ลอย, สามารถ เศรษฐวิทยา, นางมณฑา วงศ์มณีโรจน์ และรวี เสรฐภักดี, 2553. ความหลากหลายของสายพันธุ์พืชตระกูลส้ม. ศูนย์วิจัยและพัฒนาไม้ผลเขตร้อน สถาบันวิจัยและพัฒนากำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ http://www.rdi.ku.ac.th/ kasetresearch52/04-plant/kanchana/plant 00.html Available online 16 มีนาคม 2553.

กรมวิชาการเกษตร. 2552. คู่มือ GAP ส้มเปลือกล่อน. http://gap.doa.go.th/gap/acadamic.html Available-online 11Oct2009.

กลุ่มวิจัยกีฏและสัตววิทยา. 2553. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ปี 2553. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช เอกสารวิชาการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 303 หน้า.

Wood, A. 2009. Ethion Data Sheet. http://www.alanwood.net/pesticides/ethion.html Available-online 11Oct2009

PAN (Pesticide Action Network), 2009. Pesticide Database : Ethion. http://www.pesticideinfo.org/Detail ChemUse.jsp?Rec Id=PC32869 Available-online 15Jan2011.

EXTOXNET (The Extension Toxicology Network), 2011. Pesticide Information Profile : Ethion. http://extoxnet.orst.edu/pips/ethion.htm Available-online 15Jan2011.

















ภาพแปลงทดลองและการสกัดสารพิษตกค้าง ethion
ในส้มเขียวหวาน

วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของโพรฟิโนฟอสในส้มโอ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง ครั้งที่ 5 และครั้งที่ 6 (MRLS)

Residue Trial of Profenofos in Pomelo to Establish Maximum Residue Limit Trial V and VI (MRLS)

สมสมัย ปาลกูล ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ วิษณุ แจ้งใบ ปฏิมาภรณ์ สังข์น้อย

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

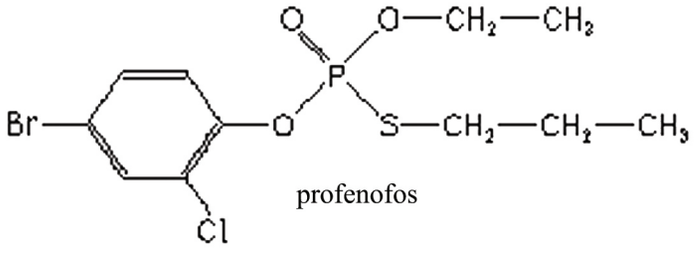
บทคัดย่อ

ศึกษาการสลายตัวของโพรฟิโนฟอสในส้มโอ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง โดยกำหนดการทดลองตามวิธีการศึกษาการใช้วัตถุมีพิษอย่างถูกต้องและปลอดภัย (Good Agricultural Practice) ทำการทดลองในแปลงเกษตรกร ครั้งที่ 5 ณ อำเภอเมือง จังหวัดอุทัยธานี ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2553 ถึงเดือนมกราคม 2554 และครั้งที่ 6 อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2554 ถึงเดือนสิงหาคม 2554 โดยวางแผนการทดลองแบบ supervised trial แบ่งแปลงทดลองออกเป็น 2 แปลง คือแปลงควบคุม (ไม่ฉีดพ่นวัตถุมีพิษ) และแปลงอัตราตามคำแนะนำ (20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) มี 3 ซ้ำ (replication) และ 7 วิธีการ (วันเก็บเกี่ยว) ฉีดพ่นโพรฟิโนฟอสในแปลงส้มโอ (ซุปเปอร์ครอน 500 อีซี) สัปดาห์ละ 1 ครั้ง จำนวน 4 ครั้ง ภายหลังฉีดพ่นครั้งสุดท้าย ทิ้งให้วัตถุมีพิษแห้งสนิท จึงเก็บเกี่ยวส้มโอที่ระยะเวลา 0, 1, 5, 10, 14, 21 และ 28 วัน นำมาสกัดสารพิษตกค้างโดยวิธีทางเคมี และวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างของโพรฟิโนฟอสด้วยเครื่อง gas chromatograph ปรากฏผลการวิเคราะห์ดังนี้ ส้มโอแปลงฉีดพ่นโพรฟิโนฟอสครั้งที่ 5 ใช้อัตราตามคำแนะนำ (20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) พบสารพิษตกค้างในส้มโอทั้งผล (เนื้อรวมเปลือก) ปริมาณสูงสุด 1.13, 1.16, 0.94, 0.84, 0.78, 0.64 และ 0.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ และส้มโอแปลงฉีดพ่นโพรฟิโนฟอส ครั้งที่ 6 พบปริมาณสูงสุด 0.87, 1.03, 0.80, 0.66, 0.52, 0.55 และ 0.37 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ สำหรับแปลงควบคุมตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง จากการสำรวจเก็บตัวอย่างจากแหล่งจำหน่าย และแหล่งปลูกในจังหวัดต่างๆ เช่น พิษณุโลก พิจิตร สุพรรณบุรี ราชบุรี นครปฐม สมุทรสงคราม ปราจีนบุรี นครนายก อุทัยธานี และ ชัยนาท จำนวน 30 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้างในส้มโอทั้งผล จำนวน 20 ตัวอย่าง ได้แก่ cypermethrin, ethion, chlorpyrifos, profenofos, methidathion, parathion methyl, dimethoate, malathion, omethoate และ methomyl ปริมาณสารพิษตกค้างส่วนใหญ่อยู่ในระดับปลอดภัย และพบ parathion methyl จำนวน 2 ตัวอย่าง จะถือว่าเกินค่าปลอดภัย เนื่องจากวัตถุมีพิษชนิดนี้กรมวิชาการเกษตรประกาศห้ามใช้ในประเทศไทย ประเทศสหภาพยุโรปและประเทศญี่ปุ่น กำหนดค่าปลอดภัยของโพรฟิโนฟอสในพืชตระกูลส้ม (Citrus fruit) เท่ากับ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ประเทศไทย (มก.อช) กำหนดเท่ากับ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับ Codex MRL และ Asean MRL ยังไม่กำหนดค่าปลอดภัย

คำนำ

ส้มโอจัดเป็นไม้ผลตระกูลส้มที่สามารถปลูกและเจริญเติบโตได้ดีเกือบทุกภูมิภาคของประเทศไทย จำแนกได้หลายพันธุ์ได้แก่ ทองดี ขาวแป้น ขาวพวง ขาวน้ำผึ้ง ขาวหอม ขาวใหญ่ ท่าข่อย และพันธุ์อื่นๆ เนื่องจากส้มโอเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง เกษตรกรจึงนิยมปลูกกันอย่างแพร่หลายเพื่อบริโภคภายในประเทศและปลูกเป็นการค้าส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ ซึ่งตลาดต่างประเทศที่สำคัญมีการนำเข้ามากได้แก่ สิงค์โปร์ ฮ่องกง มาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ อเมริกา แคนาดา และประเทศในยุโรป และเริ่มขยายไปทางตะวันออกกลางเช่น บาร์เรน คูเวต ซาอุดิอารเบีย โอมาน ดังนั้นการผลิตส้มโอให้ได้คุณภาพดีและเพิ่มปริมาณได้ตามความต้องการของตลาดนั้น ปัจจัยหนึ่งการผลิตส้มโอมีความจำเป็นต้องใช้วัตถุมีพิษเพื่อป้องกันกำจัดแมลง โรคและศัตรูพืช ฉะนั้นการใช้วัตถุมีพิษจะต้องใช้อย่างถูกต้องและปลอดภัย เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้างในส้มโอซึ่งส่งผลกระทบต่อการส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ

โพรฟิโนฟอส เป็นวัตถุมีพิษชนิดหนึ่งที่มีการใช้ในแปลงส้มโอเพื่อป้องกันกำจัดหนอนชอนใบส้ม ประเภทไม่ดูดซึมออกฤทธิ์เมื่อสัมผัสถูกและกินตาย WHO ได้จัดความเป็นพิษอยู่ในclass II คือมีความเป็นพิษปานกลาง ค่า LD_{50} ทางปากของหนูเท่ากับ 358 มก./กก.



profenofos

การศึกษา Supervised trials เป็นการศึกษาในแปลงทดลองโดยใช้วัตถุมีพิษอัตราตามคำแนะนำที่ระบุบนฉลากของวัตถุมีพิษที่ใช้กับพืชชนิดนั้นๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลด้านสารพิษตกค้างสำหรับนำไปพิจารณากำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL) ของวัตถุมีพิษในผลิตผล การศึกษา Supervised trial ตาม FAO Guidelines (1990) ต้องมีการวางแผนปฏิบัติงานอย่างระมัดระวังและรอบคอบ เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้อง ทั้งนี้ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ ปัจจัยที่มีผลต่อการทดลองได้แก่ ขนาดของสารที่ใช้ภูมิประเทศ ภูมิอากาศ วิธีการสุ่มเก็บตัวอย่าง การเตรียมตัวอย่าง การวิเคราะห์ตัวอย่าง เป็นต้น กรณีวัตถุมีพิษบางชนิดระบุอัตราการใช้ตามคำแนะนำบนฉลากเป็นช่วงต่ำสุดถึงสูงสุดนั้นได้กำหนดแนวทางปฏิบัติให้ใช้อัตราความเข้มข้นสูงสุดของสารตามคำแนะนำที่ระบุบนฉลาก และฉีดพ่นตามวิธีการที่เกษตรกรปฏิบัติทั่วๆ ไป จำนวนครั้งฉีดพ่นมากที่สุดที่แนะนำบนฉลากนั้น โดยไม่คำนึงถึงว่าขณะนั้นมีศัตรูพืชที่ต้องการกำจัดด้วยสารนั้นมีการระบาดหรือไม่ เพื่อให้ได้ปริมาณสารพิษตกค้างสูงที่สุดในอัตราตามคำแนะนำ นอกจากนี้ FAO Guideline กำหนดให้เลือกสถานที่ทำการทดลองในพื้นที่หลักที่ทำการเพาะปลูกพืชนั้นอย่างน้อย 2 ฤดูกาล หรือ 2 พื้นที่ แต่ไม่ควรทำการทดลองในพื้นที่ที่มีสภาวะผิดปกติ เพื่อให้ได้ข้อมูลเป็นตัวแทนของพื้นที่และสภาวะต่างๆ การศึกษา Supervised trial ของวัตถุมีพิษที่ใช้ในแต่ละพืชจะต้องศึกษาอย่างน้อย 5 การทดลอง เพื่อให้ได้ข้อมูลเพียงพอต่อการประเมินกำหนดค่า Codex MRL จึงจำเป็นต้องศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของโพรฟิโนฟอสในส้มโอครั้งที่ 5 และ 6

วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

สารเคมี

สารมาตรฐานโพรฟิโนฟอสมีความบริสุทธิ์ 98%, ผลิตภัณฑ์ซุปเปอร์ครอน 500 อีซี (profenofos 50% W/V EC) acetone AR grade, dichloromethane AR grade, hexane AR และ PR grade, ethyl acetate PR grade, sodium chloride (NaCl), sodium sulfate (Na_2SO_4) anhydrous

เครื่องแก้ว

บีคเกอร์ (beaker) กระบอกตวง (cylinder) กรวยแก้ว (funnel) ขวดแก้วก้นกลม (round bottom flask) ปิเปต (pipette) ขวดปรับปริมาตร (volumetric flask) ขวดตัวอย่าง (vial) ขวดมีฝาปิด (Erlenmeyer flask) ขวดแก้ว (duran)

เครื่องมือ

เครื่องพ่นวัตถุมีพิษชนิดเครื่องยนต์ เครื่องปั๊มสูญญากาศ เครื่องสกัดตัวอย่าง(ultra turrax) เครื่องลดปริมาตรสารละลาย เครื่องตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างชนิด Gas Liquid Chromatograph (GLC) ชนิด Flame Photometric Detector (FPD), phosphorus mode และ Electron Capture Detector (ECD) ประกอบด้วย capillary column ชนิด DB -5.625 เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.32 มิลลิเมตร. ความยาว 30 เมตร เคลือบฟิล์มหนา 0.25 ไมโครเมตร และ DB - 1 เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.32 มิลลิเมตร ความยาว 30 เมตร เคลือบฟิล์มหนา 0.25 ไมโครเมตร

วิธีการ

การทดลอง Supervised Residue/Field Trial ปฏิบัติตามแนวของ FAO Guide lines (1990) ดังนี้

1. การเลือกสถานที่ สำรวจพื้นที่ปลูกส้มโอและสอบถามข้อมูลจากเกษตรกรเจ้าของสวนนั้นๆ ซึ่งจะต้องเลือกแปลงส้มโอที่ไม่มีการใช้วัตถุมีพิษชนิดโพรฟิโนฟอส ต้นส้มโอต้องมีขนาดเหมาะสมในการฉีดพ่นวัตถุมีพิษได้อย่างทั่วถึง มีผลผลิตเพียงพอต่อการเก็บเกี่ยวเพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างจนเสร็จสิ้นการทดลอง นอกจากนี้เจ้าของสวนต้องยินยอมให้ความร่วมมือ และปฏิบัติตามคำแนะนำอย่างเคร่งครัดในแปลงทดลอง

2. การทดลอง (experiment) วางแผนการทดลอง แบบ Special design มี 2 การทดลอง

การทดลองที่ 1 แปลง ต้นเปรียบเทียบ/ควบคุม (Control, C) เป็นต้นฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า

การทดลองที่ 2 แปลง ต้นที่ฉีดพ่นสารอัตราตามคำแนะนำ (Recommended dose, R) บนฉลากผลิตภัณฑ์แนะนำให้ใช้ 20 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร

3. จำนวนซ้ำ (replicates) แต่ละการทดลองทำ 3 ซ้ำโดยใช้ต้นส้มโอ 4 ต้นต่อ 1 ซ้ำ

4. วิธีการ (treatment) คือระยะเวลาเก็บเกี่ยวส้มโอ ที่ 0, 1, 5, 10, 14, 21 และ 28 วัน ภายหลังฉีดพ่นสารครั้งสุดท้าย รวมเป็น 7 ช่วงเวลา

การสำรวจสุ่มเก็บตัวอย่างส้มโอ

สุ่มเก็บตัวอย่างจากแหล่งปลูกและแหล่งจำหน่ายที่มีพื้นที่ปลูกส้มโอค่อนข้างมาก จำนวน 30 ตัวอย่าง เก็บรักษาโดยบรรจุใส่ถุงพลาสติก ปิดป้ายเขียนรายละเอียด ซ้อนถุงอีก 1 ชั้น ใส่ในถังน้ำแข็ง เพื่อรักษาตัวอย่างให้อยู่ในสภาพดี

การทำแปลงทดลอง

วางแผนทำแปลงทดลองครั้งที่ 5 ณ สวนส้มโอของเกษตรกรอำเภอเมือง จังหวัดอุทัยธานี ต้นส้มโอมีอายุ 9 ปี และครั้งที่ 6 อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม ต้นส้มโอมีอายุ 10 ปี โดยเลือกต้นที่มีขนาดทรงพุ่มใกล้เคียงกัน และมีผลผลิตเพียงพอต่อการเก็บเกี่ยวนำมาวิเคราะห์ ส้มโออายุ 9 และ 10 ปีใช้น้ำประมาณต้นละ 9 และ 10 ลิตร เตรียมผสมโพรฟิโนฟอส อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นให้ทั่วต้นส้มโอใน 1 ซ้ำต่อ 4 ต้น (replicates) ทำการฉีดพ่นโพรฟิโนฟอสสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ติดต่อกันรวมเป็น 4 ครั้ง ดังนี้

วันที่ฉีดพ่นโพรฟิโนฟอสในแปลงส้มโอ

ครั้งที่	วันที่ฉีดพ่นโพรฟิโนฟอส	
	จังหวัดอุทัยธานี	จังหวัดสมุทรสงคราม
1	16 พฤศจิกายน 2553	1 กรกฎาคม 2554
2	23 พฤศจิกายน 2553	8 กรกฎาคม 2554
3	30 พฤศจิกายน 2553	15 กรกฎาคม 2554
4	7 ธันวาคม 2553	22 กรกฎาคม 2554

การเก็บตัวอย่าง

สุ่มเก็บตัวอย่างจากแปลงทดลอง (Supervised Field Trial) เมื่อฉีดพ่นครั้งสุดท้ายและทิ้งไว้ประมาณ 2 ชั่วโมง เพื่อให้วัตถุมีพิษแห้ง สุ่มเก็บผลส้มโอทีละต้น เริ่มจากต้นกลุ่ม C และ กลุ่ม R เป็นตัวอย่างเก็บที่ 0 วัน และเก็บผลส้มโอในวันที่ 1, 5, 10, 14, 21 และ 28 วัน รวมทั้งสิ้น 7 ครั้ง การเก็บตัวอย่างส้มโอทุกครั้งเก็บใส่ถุงพลาสติก บันทึกรายการข้างถุง และปิดปากถุงให้แน่นสนิท ซ้อนถุงอีก 1 ชั้น บรรจุแช่ในถังน้ำแข็ง เพื่อรักษาตัวอย่างไม่ให้เสื่อมสภาพ และรีบนำเข้าสู่ห้องปฏิบัติการเพื่อทำการสกัดและวิเคราะห์

วิธีการวิเคราะห์

ใช้วิธีวิเคราะห์รวม Multi-residue Method (MRM) ของ Steinwandter (1985) ที่ได้ดัดแปลงและศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการว่าสามารถวิเคราะห์สารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษทั้ง 4 กลุ่ม ซึ่งใน 4 กลุ่มนี้มี โพรฟิโนฟอส รวมอยู่ด้วย และมีเปอร์เซ็นต์การหาค่ากลับคืน (% Recovery test) อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ 70-110%

วิธีการสกัด

การสกัดตัวอย่างจากแปลงทดลอง ชั่งตัวอย่างส้มโอ 25 กรัมใส่ในขวดแก้วเติม acetone AR grade 50 มิลลิลิตร Sodium chloride 8 กรัม และ dichloromethane AR grade 40 มิลลิลิตร ปั่นที่ความเร็วสูงนาน 1 นาที เทสารละลายลงในขวดที่มีฝาปิด และเติม sodium sulfate 1 ช้อนโต๊ะ คนให้เข้ากัน ปิดฝา ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที แล้วกรองสารละลายผ่าน sodium sulfate 50 มิลลิลิตร ลงในขวดก้นกลมขนาด 250 มิลลิลิตร นำไปลดปริมาตรสารละลายโดยใช้เครื่อง Rotary evaporator อุณหภูมิ water bath 40 องศาเซลเซียส ลดปริมาตรจนแห้งพอดีและปรับปริมาตรด้วย ethyl acetate PR grade 5-10 มิลลิลิตร ดูดสารใส่ขวด GC vial นำไปวิเคราะห์ปริมาณของโพรฟิโนฟอส ด้วยเครื่อง Gas Liquid Chromatograph ชนิด Flame Phosphorus Detector

การสกัดตัวอย่างจากแหล่งปลูกและแหล่งจำหน่าย วิเคราะห์สารพิษตกค้างวัตถุมีพิษ 4 กลุ่มโดยใช้วิธีวิเคราะห์ Multi-residue Method (MRM) เช่นเดียวกับการสกัดตัวอย่างในแปลงทดลอง สำหรับวัตถุมีพิษกลุ่มออร์แกโนคลอรีนและกลุ่มไพรีทรอยด์ ต้องผ่านการกำจัดสารปนเปื้อนก่อนนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Liquid Chromatograph ชนิด Electron Capture Detector

การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

เตรียมสารละลายของสารมาตรฐานโพรฟิโนฟอส ความบริสุทธิ์ 98% ใน ethyl acetate, PR grade ให้ได้ความเข้มข้นระดับ 1000 ppm (1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) เป็น stock solution และเจือจาง stock solution ลง 10 เท่าด้วย ethyl acetate, PR grade ได้สารละลายความเข้มข้นระดับ 100 ppm (100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) เป็น intermediate solution และเจือจางเป็นสารละลายความเข้มข้นระดับ 10 ppm (10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)

เตรียม working solution โดยการเจือจาง intermediate solution ด้วย ethyl acetate, PR grade ให้มีความเข้มข้น 0.1, 0.2, 0.5, 1.0 และ 2.0 (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) สำหรับฉีดเข้าเครื่อง GC เพื่อทำ calibration curve

การวิเคราะห์สารพิษตกค้างด้วยเครื่อง gas chromatograph

การทำงานของเครื่อง GC ปรับสภาวะการทำงานดังนี้

1. Column : capillary column ชนิด DB-5.625 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.32 มิลลิเมตร. ความยาว 30 เมตร, เคลือบฟิล์มหนา 0.25 ไมโครเมตร

Temperature : Oven : 80 องศาเซลเซียส (1 นาที), 15 องศาเซลเซียสต่อนาที ถึง 180 องศาเซลเซียส (4 นาที), 23 องศาเซลเซียสต่อนาที ถึง 250 องศาเซลเซียส (20.3 นาที) รวมเวลา 35 นาที

Injector : splitless mode, 250 องศาเซลเซียส Detector : 250 องศาเซลเซียส

Carrier gas : He 2 มิลลิลิตรต่อนาที, H_2 150 มิลลิลิตรต่อนาที, Air 110 มิลลิลิตรต่อนาที make up gas : N_2 60 มิลลิลิตรต่อนาที

2. Column : capillary column ชนิด DB -1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.32 มิลลิเมตร. ความยาว 30 เมตร, เคลือบฟิล์มหนา 0.25 ไมโครเมตร

Temperature : Oven : 80 องศาเซลเซียส (1 นาที), 15 องศาเซลเซียสต่อนาที ถึง 180 องศาเซลเซียส (4 นาที), 23 องศาเซลเซียสต่อนาทีถึง 250 องศาเซลเซียส (20.3 นาที) รวมเวลา 35 นาที

Injector : splitless mode, 250 องศาเซลเซียส Detector : 300 องศาเซลเซียส

Carrier gas : He 1.7 มิลลิลิตรต่อนาที, makeup gas : N_2 60 มิลลิลิตรต่อนาที

ระยะเวลา เดือน ตุลาคม 2553 – กันยายน 2554

สถานที่ดำเนินการ

อำเภอเมือง จังหวัดอุทัยธานี และ อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม ห้องปฏิบัติการ กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาการสลายตัวของโพรฟิโนฟอสในส้มโอครั้งที่ 5 ณ.แปลงเกษตรกรอำเภอเมือง จังหวัดอุทัยธานี ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2553 ถึงเดือนมกราคม 2554 เมื่อฉีดพ่นสารโพรฟิโนฟอสกับต้นส้มโอใช้อัตราตามคำแนะนำ (20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) สัปดาห์ละ 1 ครั้ง จำนวน 4 ครั้ง ติดต่อกัน พบสารพิษตกค้างในส้มโอทั้งผลปริมาณสูงสุด 1.13, 1.16, 0.94, 0.84, 0.78, 0.64 และ 0.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ ภายหลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย ในวันที่ 0, 1, 5, 10, 14, 21 และ 28 วัน ตามลำดับ (ตารางที่1) จากการวิเคราะห์ทางสถิติหาค่า correlation ในส้มโอทั้งผลได้ค่า R^2 = 0.9892 และสมการY= $1.1381e^{-0.0286X}$ พบว่ามีอัตราการสลายตัว 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน (ภาพที่1) แปลงควบคุมตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง สำหรับการทดลองครั้งที่ 6 ณ.แปลงเกษตรกรอำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนสิงหาคม 2554 พบสารพิษตกค้างในส้มโอทั้งผลปริมาณสูงสุด 0.87, 1.03, 0.80, 0.66, 0.52, 0.55 และ 0.37 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับภายหลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย ในวันที่ 0, 1, 5, 10, 14, 21 และ 28 วัน ตามลำดับ (ตารางที่1) จากการวิเคราะห์ทางสถิติหาค่า correlation.ในส้มโอทั้งผลได้ค่า R^2 = 0.9127 และสมการ $Y=0.9305e^{-0.0319X}$ พบว่ามีอัตราการสลายตัว 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน (ภาพที่ 2) แปลงควบคุมตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง จะเห็นได้ว่าสารพิษตกค้างของโพรฟิโนฟอสในส้มโอจากการทดลองครั้งที่ 5 พบปริมาณสูงกว่าการทดลองครั้งที่ 6 เนื่องจากในช่วงการทดลองครั้งที่ 6 มีฝนตกและโพรฟิโนฟอสจัดเป็นวัตถุมีพิษชนิดไม่ดูดซึมทำให้น้ำฝนชะล้างออกได้บางส่วน จึงมีผลต่อการตกค้างของโพรฟิโนฟอส

จากการสำรวจเก็บตัวอย่างจากแหล่งจำหน่าย และแหล่งปลูกในจังหวัดต่างๆ เช่น พิษณุโลก พิจิตร สุพรรณบุรี ราชบุรี นครปฐม สมุทรสงคราม ปราจีนบุรี นครนายก อุทัยธานีและ ชัยนาท จำนวน 30 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้างในส้มโอทั้งผล จำนวน 20 ตัวอย่าง ได้แก่ cypermethrin, ethion, chlorpyrifos, profenofos, methidathion, parathion-methyl, dimethoate, malathion, omethoate และ methomyl ปริมาณสารพิษตกค้างส่วนใหญ่อยู่ในระดับปลอดภัย และพบ parathion methyl จำนวน 2 ตัวอย่าง จะถือว่าเกินค่าปลอดภัย เนื่องจากวัตถุมีพิษชนิดนี้กรมวิชาการเกษตรประกาศห้ามใช้ในประเทศไทย (ตารางที่ 2)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ปัจจุบันประเทศไทย (มก.อช.) กำหนดค่าปลอดภัยของโพรฟิโนฟอสในส้มโอเท่ากับ 0.1 มก./กก. ประเทศสหภาพยุโรปและประเทศญี่ปุ่น กำหนดค่าปลอดภัยของโพรฟิโนฟอสในส้มโอเท่ากับ 0.05 มก./กก. สำหรับ Codex MRL และ Asean MRL ยังไม่กำหนดค่าปลอดภัย ผลจากการทดลองนี้เมื่อเปรียบเทียบกับค่าปลอดภัยของประเทศไทย (มก.อช.) ประเทศสหภาพยุโรปและประเทศญี่ปุ่นแล้ว พบว่าเมื่อฉีดพ่นโพรฟิโนฟอสในส้มโอ อัตราตามคำแนะนำ ทิ้งช่วงระยะเวลาเก็บเกี่ยว 21 วันตามที่ระบุบนฉลากและเก็บผลผลิตมาวิเคราะห์มีปริมาณสารพิษตกค้างของโพรฟิโนฟอสสูงกว่าค่าปลอดภัยที่กำหนด ฉะนั้นการผลิตส้มโอเพื่อบริโภคภายในประเทศและส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ ควรหลีกเลี่ยงการใช้โพรฟิโนฟอสฉีดพ่นส้มโอช่วงก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิตและทิ้งช่วงระยะเวลาเก็บเกี่ยวนานๆ เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้างของโพรฟิโนฟอสสูงกว่าค่าปลอดภัยก่อนส่งออกและปลอดภัยต่อผู้บริโภค ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้จะแนะนำให้เกษตรกรทราบและนำไปปฏิบัติในแปลงส้มโอได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม เพื่อช่วยลดและแก้ไขปัญหาสารพิษตกค้างของโพรฟิโนฟอสในส้มโอได้

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา Supervised residue trial ในส้มโอและข้อมูลการวิเคราะห์ตัวอย่างส้มโอจากแหล่งจำหน่ายและแหล่งปลูก สามารถนำเสนอต่อสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารซึ่งเป็นหน่วยงานประสานส่งข้อมูลเสนอการประชุม Asean MRL และ Codex MRL เพื่อพิจารณากำหนดค่าปริมาณสูงสุดของโพรฟิโนฟอสในส้มโอ สำหรับใช้เป็นค่ามาตรฐานสากลในการซื้อขายสินค้าส่งไปจำหน่ายต่างประเทศ และคุ้มครองผู้บริโภคภายในประเทศ

2. การทดลอง Supervised residue trial ของโพรฟิโนฟอส ใช้กับต้นส้มโอในสภาพพื้นที่ที่มีภูมิอากาศของประเทศไทย ทำให้ทราบค่าการสลายตัวของโพรฟิโนฟอสที่แท้จริง และสามารถนำไปตรวจสอบการกำหนดค่า PHI ที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำไว้บนฉลากข้างขวด ซึ่งข้อมูลจากการศึกษานี้ สามารถนำไปพิจารณาเปลี่ยนแปลงแก้ไขคำแนะนำบนฉลากข้างขวดได้ตามความเหมาะสม

3. ข้อมูลนี้สามารถนำไปแนะนำเกษตรกรใช้วัตถุมีพิษฉีดพ่นสวนส้มโอได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสม ทำให้ปลอดภัยต่อเกษตรกรและผู้บริโภค ไม่มีปัญหาด้านสารพิษตกค้างในการส่งส้มโอไปจำหน่ายต่างประเทศ

4. ข้อมูลจากการทดลองนี้นำไปเผยแพร่ในการประชุมวิชาการประจำปี ของกรมวิชาการเกษตร ข้าราชการ นิสิต นักศึกษา และประชาชนทั่วไป เพื่อให้รับทราบผลการใช้วัตถุมีพิษอย่างไม่ถูกต้องและไม่เหมาะสมนั้น ก่อให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้างในส้มโอได้ และใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณามาตรการแก้ไขและป้องกันการเกิดปัญหาสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษในผลิตผลการเกษตร

เอกสารอ้างอิง

นิรนาม.2551. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มก.อช.9002-2547,สารพิษตกค้าง:ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Anonymous. 2010. Codex Alimentarius Commission, List of Maximum Residue Limits for Pesticide Residues in Food and Animal Feeds.

Anonymous. 2006. Maximum Residue Limits Under Positive List System Food Sanitaion Law:Japan

FAO. 1990. Guideline on Producing Pesticide Residue Data from Supervised Trial. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome

Steinwandter, H. 1985. Universal 5 Min on - line Method for Extracting and Isolating Pesticide Residues and Industrial Chemicals. Fresenius Z. Anal. Chem 322 : 752 -754.

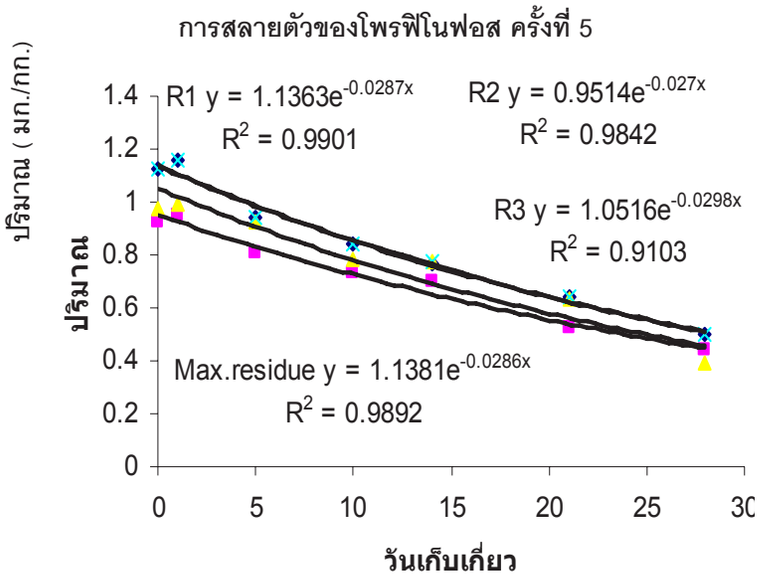
ตารางที่ 1. ปริมาณสารพิษตกค้างของโพรฟิโนฟอสในส้มโออัตราตามคำแนะนำ (20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) การทดลองครั้งที่ 5 และ 6

วันเก็บเกี่ยว	ปริมาณสารพิษตกค้าง อัตราตามคำแนะนำ (มก./กก.)							
	การทดลองครั้งที่ 5 จังหวัดอุทัยธานี				การทดลองครั้งที่ 6 จังหวัดสมุทรสงคราม			
	ซ้ำ1	ซ้ำ2	ซ้ำ3	ค่าสูงสุด	ซ้ำ1	ซ้ำ2	ซ้ำ3	ค่าสูงสุด
0	1.13	0.92	0.96	1.13	0.83	0.84	0.87	0.87
1	1.16	0.95	0.99	1.16	1.03	0.96	0.88	1.03
5	0.94	0.81	0.92	0.94	0.80	0.68	0.68	0.80
10	0.84	0.74	0.78	0.84	0.66	0.60	0.61	0.66
14	0.77	0.70	0.78	0.78	0.43	0.52	0.47	0.52
21	0.64	0.53	0.63	0.64	0.55	0.47	0.39	0.55
28	0.50	0.44	0.39	0.50	0.29	0.26	0.37	0.37

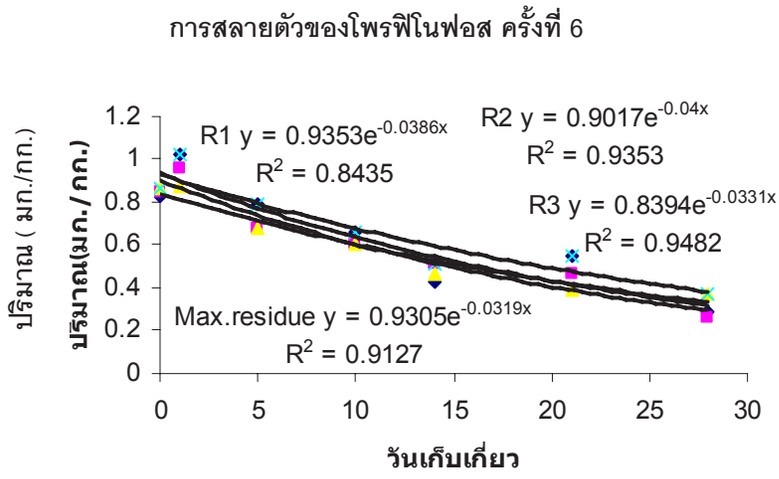
ตารางที่ 2. สารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษในส้มโอ จากการเก็บตัวอย่าง ปี พ.ศ.2554 จำนวน 30 ตัวอย่าง

ชนิดวัตถุมีพิษ	ตัวอย่างที่พบ		ปริมาณสารพิษตกค้าง มก./กก.	ตัวอย่างเกินค่าปลอดภัย		ค่า MRLs			
	จำนวน	ร้อยละ		จำนวน	ร้อยละ	1 1/	2 2/	3 3/	4 4/
cypermethrin	12	40	0.01 – 0.15	-	-	2	2	2	2
ethion	12	40	0.03 – 0.49	-	-	5	0.01	5	1
chlorpyrifos	8	27	0.01 – 0.11	-	-	1	0.3	1	-
profenofos	2	7	0.05 – 0.06	-	-	-	0.05	0.05	0.1
methidathion	2	7	0.01 – 0.33	-	-	2	5	5	0.5
parathion methyl	2	7	0.01	2	7	-	0.02	0.2	0
dimethoate	1	3	0.01	-	-	5	0.02	2	5
malathion	1	3	0.02	-	-	7	0.02	4	7
omethoate	1	3	0.05	-	-	5	0.02	2	5
methomyl	1	3	0.01	-	-	1	0.02	-	1

หมายเหตุ : 1/ ค่า Codex MRL 2/ ค่า EU MRL 3/ ค่า Japan MRL 4/ ค่า ประเทศไทย (มก.อช.)



ภาพที่ 1. แสดงแนวโน้มการสลายตัวของโพรฟิโนฟอสในส้มโอโดยใช้อัตราตามคำแนะนำ (20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร.) การทดลองครั้งที่ 5 จังหวัดอุทัยธานี



ภาพที่ 2. แสดงแนวโน้มการสลายตัวของโพรฟิโนฟอสในส้มโอโดยใช้อัตราตามคำแนะนำ (20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) การทดลองครั้งที่ 6 จังหวัดสมุทรสงคราม

วิจัยปริมาณสารพิษตกค้าง Abamectin ในองุ่น เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง ครั้งที่ 1 และ 2

Pesticide Residue Trial of Abamectin in Grape to Establish Maximum Residue Limit (MRL) Trial 1 and 2

ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ สมสมัย ปาลกูล วิษณุ แจ้งใบ ปฏิมาภรณ์ สังข์น้อย

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

องุ่นเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย มีการปลูกมากในแถบภาคตะวันตก และ Abamectin เป็นวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่แนะนำให้เกษตรกรใช้เพื่อกำจัดหนอน ไร และแมลง จึงทำการศึกษาวิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของ Abamectin ในองุ่น โดยวางแผน การทดลองแบบพิเศษแบ่งเป็น 2 การทดลองย่อยคือ แปลงควบคุม (ฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า) และแปลงทดลองผลิตภัณฑ์ Abamectin อัตราตามคำแนะนำ (20 ซีซี/น้ำ 20 ลิตร) ได้ทำการทดลองคือ ครั้งที่ 1 และ 2 ที่ ต.เจ็ดริ้ว อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร ทำการฉีดพ่นสารพิษ Abamectin ทุก 4 วันรวม 4 ครั้ง จึงเก็บตัวอย่างองุ่นมาตรวจวิเคราะห์ที่ระยะเวลาต่างๆ หลังจากการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย ผลการวิเคราะห์ สารพิษตกค้าง Abamectin พบว่าการทดลองครั้งที่ 1-2 ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง Abamectin ในแปลงควบคุม (Control) สำหรับแปลงที่พ่นวัตถุมีพิษตามคำแนะนำ ตรวจพบปริมาณสารพิษตกค้าง Abamectin ในการทดลองครั้งที่ 1 พบในปริมาณ 0.43, 0.25, 0.20, 0.13, 0.10, 0.09 และ 0.07 mg/kg ในการทดลองครั้งที่ 2 พบในปริมาณ 0.60, 0.31, 0.20, 0.11, 0.07, 0.09 และ 0.07 mg/kg ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 10 และ 14 วันตามลำดับ

คำนำ

การกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างในผลผลิต และผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรเป็นการ พิจารณาร่วมกันของคณะกรรมการมาตรฐานอาหารสากล (Codex) FAO/WHO ซึ่งจะพิจารณาจาก ข้อมูลผลการทดลองที่ประเทศสมาชิกได้ทำการศึกษาภายใต้การปฏิบัติการทางการเกษตรที่เหมาะสม (GAP) โดยมีการดูแลรักษาการป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสมถูกต้องกับชนิดของพืช การกำหนดค่าปริมาณสูงสุด MRLจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุมีพิษและชนิดของพืช เนื่องจากคณะกรรมการชุดนี้ส่วนใหญ่จะพิจารณาพืชและ วัตถุมีพิษที่ใช้กันมากไปในยุโรปและประเทศในซีกโลกตะวันตก ดังนั้นพืชเมืองร้อนจึงต้องทำการทดลอง เพื่อให้มีการกำหนดค่านี้ขึ้นเพื่อผลประโยชน์ในการต่อรองทางด้านการค้าเสรี เนื่องจากบางประเทศที่นำเข้า สินค้าเกษตรนำค่าที่กำหนดนี้มาเป็นข้ออ้างในการกีดกันทางด้านการค้าสำหรับพืชและวัตถุมีพิษที่ไม่มีการกำหนดไว้โดย Codex นอกจากนี้ประสิทธิภาพของวัตถุมีพิษและอัตราการสลายตัวในพืชแต่ละชนิดยังมีความ แตกต่างกันในแต่ละสภาพพื้นที่การเกษตร โดยการทดลองจะต้อง

ทำซ้ำอย่างน้อย 2 ครั้ง ต่างสถานที่ หรือต่างฤดูกาล นำข้อมูลปริมาณสารพิษตกค้างที่ได้จากฉีดพ่นวัตถุมีพิษที่อัตราแนะนำและสองเท่าของอัตรา แนะนำที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยวต่างๆ หลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย มาประกอบการพิจารณาร่วมกับข้อมูลศึกษา ความเป็นพิษของวัตถุมีพิษชนิดนั้นๆ

องุ่น (Grape) จัดเป็นไม้ผลเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของไทย เป็นผลไม้ที่มีรสชาดดี สามารถเจริญเติบโตได้ดี ทั้งในเขตหนาว เขตกึ่งร้อนกึ่งหนาว และเขตร้อน ในประเทศไทยนั้นไม่ปรากฏหลักฐานแน่ชัดว่าได้นำเข้ามาในสมัยใด แต่พอจะเชื่อได้ว่าในสมัยรัชกาลที่ 5 พระองค์ท่านได้นำพันธุ์ไม้แปลกๆ จากต่างประเทศที่ได้เสด็จประพาสมาปลูกในประเทศไทย และเชื่อว่าน่าจะมีพันธุ์องุ่นเป็นหนึ่งในนั้น เริ่มมีการปลูกอย่างจริงจังในสมัยรัชกาลที่ 7 แต่ผลองุ่นที่ได้มีรสชาดเปรี้ยวจึงทำให้การปลูกซบเซาไป และมาเริ่มแพร่หลายอีกครั้งในปี พ.ศ.2497 ในปัจจุบันประเทศไทยมีการปลูกองุ่นในแถบภาคตะวันตก เช่น อ.ดำเนินสะดวก จ.ราชบุรี อ.สามพราน อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร ซึ่งมารถให้ผลผลิตได้ดี นอกจากนั้นยังได้มีการขยายไปในแถบภาคกลาง และภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือบ้างเล็กน้อย ถึงแม้ว่าจะมีราคาผลผลิตเป็นแรงจูงใจ แต่ปัญหาเรื่องโรคและแมลงระบาดทำให้พื้นที่ปลูกองุ่นไม่ค่อยขยายเท่าที่ควร

พันธุ์องุ่นที่นิยมปลูก คือ

1. พันธุ์ไวท์มะละกา เป็นพันธุ์ที่ปลูกมากที่สุด และเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ปลูกง่ายและเจริญเติบโตดี มี 2 สายพันธุ์ คือชนิดผลกลมและผลยาว ลักษณะช่อใหญ่ยาว การติดผลดีมีสีเหลืองอมเขียว รสหวานแหลม เปลือกหนาและเหนียว ในผลหนึ่งๆ มี 1-2 เมล็ด ช่วงเวลาหลังจากการตัดแต่งกิ่งจนเก็บผลได้ประมาณ 4 เดือนครึ่ง หนึ่งปีให้ผลผลิต 2 ครั้ง ผลผลิตประมาณ 10-15 กิโลกรัม/ต้น/ครั้ง ปัจจุบันนิยมปลูกองุ่นพันธุ์ไวท์มะละกาสายพันธุ์ผลยาว เพราะมีรสหวานกรอบและสีเหลืองสดใสกว่าพันธุ์ผลกลม

2. พันธุ์คาร์ดินัล เป็นองุ่นที่ปลูกง่าย การเจริญเติบโตดี มีลักษณะช่อใหญ่ ผลดก ผลกลมค่อนข้างใหญ่ มีสีแดงหรือม่วงดำ รสหวาน กรอบ เปลือกบาง สามารถให้ผลผลิตประมาณ 10-15 กิโลกรัม/ต้น/ครั้ง แต่มีราคาถูก ปัจจุบันจึงนิยมปลูกกันน้อย

Abamectin จัดเป็นวัตถุมีพิษในกลุ่ม Phenylamide (acylalanine type) ที่ใช้ในการป้องกันและกำจัดโรคพืชที่มีอาการคือใบเหลืองเหี่ยวและร่วง กิ่งแห้งตายหรือตายทั้งต้น รากเน่าและดึงออกได้ง่าย เนื้อไม้เป็นสีน้ำตาลหรือดำ ต้นทรุดโทรม ผลเหี่ยวเป็นสีเหลืองและร่วง หรือที่เรียกว่า โรครากเน่าโคนเน่า การศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของ Abamectin ในองุ่น จึงเป็นการศึกษาเพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการประกอบการพิจารณาการกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL) จากการใช้วัตถุมีพิษอย่างถูกต้องและปลอดภัย ตามมาตรฐานของ Codex เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค และเป็นข้อมูลด้านสารพิษตกค้างในการแก้ปัญหาการปนเปื้อนของ วัตถุมีพิษการเกษตรในผลผลิต เพื่อประประโยชน์ในการต่อรองทางด้านสินค้าเกษตรส่งออก

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการ

ขั้นตอน

1. สำรวจแปลงปลูกองุ่นของเกษตรกรเพื่อวางแผนการทดลอง เตรียมอุปกรณ์และทดสอบหา วิธีตรวจวิเคราะห์สาร พิษตกค้าง Abamectin ในองุ่น อัตราส่วน 1.8 % EC

2. ปฏิบัติงานในสวนองุ่น โดยการพ่นวัตถุมีพิษตามอัตราที่กำหนด และเก็บตัวอย่างองุ่นจาก สวนองุ่น ตามวันที่กำหนดในแผนการทดลอง

3. เก็บตัวอย่างองุ่นจากแหล่งจำหน่ายใกล้เคียงกับสถานที่ทำแปลงทดลองจำนวน 20 ตัวอย่าง มาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง กลุ่มออร์กาโนคลอรีน กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และกลุ่มไพรีทรอยด์

4. ตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง Abamectin ในองุ่น โดยการสกัด (Extraction) และตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ (Gas Chromatograph-Nitrogen Phosphorus Detector)

5. วิเคราะห์ สรุปผลการทดลองและนำเสนอผลงานวิจัย

วิธีดำเนินการ

1. อุปกรณ์

1.1 สารมาตรฐานของวัตถุมีพิษ Abamectin เตรียมสารละลายมาตรฐานด้วยตัวทำละลาย ชนิด Pesticide Grade

1.2 ผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษ Abamectin (1.8 % EC) สำหรับฉีดพ่นในแปลงทดลอง

1.3 เครื่องฉีดพ่นวัตถุมีพิษแบบเครื่องยนต์เล็ก

1.4 เครื่องแก้วชนิดต่างๆ และวัสดุวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ beaker, cylinder, Erlenmeyer flask, round bottom flask, vial, funnel, filter paper, separatory funnel และ chromatographic column

1.5 สารเคมี

Acetone, Hexane, Dichloromethane, Ethyl acetate สำหรับสกัดชนิด Analytical Grade Acetone, Dichloromethane และ Hexane ชนิด Pesticide Grade สำหรับเตรียมสารมาตรฐาน และขจัดสิ่งปนเปื้อน (clean up) และปรับปริมาตรครั้งสุดท้ายเพื่อตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC

สารเคมีอื่นๆ NaCl, H_2SO_4

Silica gel 60

Sodium sulfate anhydrous เผาที่อุณหภูมิ 400°C นาน 4 ชั่วโมง ก่อนการใช้นำไปอบที่อุณหภูมิ 130°C นานข้ามคืน แล้วทิ้งให้เย็นใน Desiccators

1.6 เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

เครื่องชั่งชนิดหยาบและละเอียด

เครื่องสับตัวอย่าง (Food Processor)

เครื่องสกัดตัวอย่าง Homogenizer T-25 basic

เครื่องระเหยสารละลาย (Rotary Evaporator)

ตู้อบอุณหภูมิสูง

เครื่องตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษ Gas Chromatograph: GC ซึ่งมีหัวตรวจวัดชนิด Nitrogen Phosphorus Detector ยี่ห้อ Hewlette-Packard รุ่น HP-6890 แคปปิลลารี่คอลัมน์ (Capillary Column) DB-1701 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 0.32 มม. ความยาว 30 เมตร ความหนาของฟิล์ม 0.25 ไมโครเมตร

2. วิธีการ

2.1 สำรวจสวนองุ่นของเกษตรกรเพื่อวางแผนการทดลอง การปฏิบัติงานในแปลงทดลอง และกำหนดระยะเวลาฉีดพ่นวัตถุมีพิษ Abamectin เตรียมอุปกรณ์และหาวิธีตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง Abamectin ในองุ่น

2.1.1 การสำรวจสวนองุ่นของเกษตรกรเพื่อใช้เป็นแปลงทดลอง โดยการประสานงานกับ เจ้าหน้าที่เกษตรอำเภอในท้องที่ที่ได้รับข้อมูลว่าเป็นแหล่งปลูกองุ่นจำนวนมาก แล้วจึงติดต่อขอความร่วมมือ จากเกษตรกรเพื่อดำเนินการทดลอง ซึ่งเกษตรกรยินยอมที่จะปฏิบัติตามแผนดำเนินงานที่จะจัดทำต่อไป

2.1.2 การวางแผนการทดลอง การทดลองนี้เป็น Supervised Trial วางแผนการทดลอง แบบพิเศษคือมี 2 กรรมวิธี (treatment) และทำการทดลอง 3 ซ้ำ (replication)

กรรมวิธีที่ 1 ฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า (แปลงควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 ฉีดพ่นผลิตภัณฑ์ Abamectin ที่ระดับความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ (40 กรัม/น้ำ 20 ลิตร)

2.1.3 การปฏิบัติงานในแปลงทดลอง แปลงทดลองในพื้นที่เกษตรกร โดยแบ่งแปลงทดลอง ออกเป็น 3 ซ้ำ (replication) โดยแต่ละ ซ้ำ จะมีองุ่น 4 ต้นอยู่ติดกันและมีขนาดลำต้นใกล้เคียงกัน แต่ละ ซ้ำ จะมี Guard row คั่น ระยะห่างระหว่างต้นองุ่น 7x7 เมตร

2.1.4 กำหนดระยะเวลาในการฉีดพ่นวัตถุมีพิษในแปลงทดลอง ใช้ผลิตภัณฑ์ Abamectin ซึ่งเป็นอัตราส่วน 1.8% EC ฉีดพ่นในแปลงครั้งแรกก่อนที่จะทำการเก็บผลผลิต 1 เดือนที่ระดับความเข้มข้น ตามอัตราแนะนำ (40 กรัม/น้ำ 20 ลิตร) โดยใช้เครื่องพ่นแบบเครื่องยนต์ขนาดเล็กฉีดพ่นวัตถุมีพิษทุก 7 วันจนครบ 4 ครั้ง

2.2 เก็บตัวอย่างองุ่นจากแปลงทดลองและแหล่งจำหน่าย เพื่อตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง

2.2.1 เก็บตัวอย่างองุ่นจากแปลงทดลอง หลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้ายทิ้งระยะเวลา 2 ชั่วโมงเพื่อให้ต้นองุ่นแห้งสนิท แล้วจึงทำการสุ่มเก็บตัวอย่างองุ่นเป็นวันที่ 0 และเก็บตัวอย่างต่อไป ตามระยะเวลาที่กำหนดไว้คือ 0, 1, 3, 5, 7, 10 และ 14 วันหลังการฉีดพ่นสารครั้งสุดท้าย นำกลับห้องปฏิบัติการเพื่อสกัดและตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง

2.2.2 การเก็บตัวอย่างองุ่นจากแหล่งจำหน่าย โดยเก็บตัวอย่างจากแหล่งจำหน่ายในพื้นที่ใกล้เคียงสถานที่ทำแปลงทดลอง

3. การหาค่า Recovery และ Limit of Determination (LOQ)

เพื่อทดสอบวิธีการที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ว่าเป็นวิธีการที่เหมาะสม โดยการเติมสารมาตรฐานวัตถุมีพิษ Abamectin ที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนเติมลงในตัวอย่างแล้วสกัดตามวิธีวิเคราะห์โดยใช้วิธีการ เดียวกัน

เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของการวิเคราะห์ (Recovery) ที่ระดับความเข้มข้นของสารมาตรฐาน 0.02-1.0 มก./กก. และนำมาหาค่า Limit of Determination ได้ 0.01 มก./กก.

4 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง

4.1 การเตรียมตัวอย่าง

องุ่นที่เก็บจากแปลงทดลองและแหล่งจำหน่าย นำเนื้อและเปลือกองุ่นไปใส่เครื่องสับ ตัวอย่าง (Food Processor) เพื่อให้ตัวอย่างเป็นชิ้นละเอียด แล้วชั่งตัวอย่างหนัก 25 กรัม จากนั้นนำไปสกัดและตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง

4.2 การสกัดและวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง

ใช้วิธีการสกัดและกำจัดสิ่งปนเปื้อน ดัดแปลงจากวิธีการของ Steinwandter (1985) ชั่งตัวอย่างจำนวน 25 กรัม ใส่ใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 มล. เติม acetone 50 มล. ปั่นด้วย homogenizer (IKA ,T-25 Basic) ที่ความเร็วรอบ 10,000 rpm. นาน 1 นาที แล้วเติม methylene chloride 40 มล. และ sodium chloride 8 กรัม ปั่นต่ออีก 1 นาที ปล่อยให้ตะกอนนอนก้นประมาณ 30 วินาที แล้วจึงรินส่วนใสใส่บีกเกอร์ ขนาด 400 มล. เติม sodium sulfate 30 กรัม ปิดด้วยอลูมินัมฟอยด์ ทิ้งไว้นาน 20 นาที แล้วจึงแบ่งส่วนใส 50 มล.ใส่ round bottom flask ขนาด 250 มล.นำไปลดปริมาตรด้วยเครื่อง Rotary evaporator (ปรับอุณหภูมิ 40 °C) จนเหลือประมาณ 1-2 มล.จึงเติม ethyl acetate 5 มล. 2 ครั้งแล้วล้างและเก็บด้วย ethyl acetate แล้ว pipet 1 มล. แล้วนำไปตรวจ วัตถุมีพิษ Abamectin ด้วยเครื่อง GC หัวตรวจ Nitrogen Phosphorus Detector (NPD)

4.3 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ

เตรียมสารละลายมาตรฐานของวัตถุมีพิษ Abamectin ด้วย Ethyl acetate, PR Grade โดยเตรียม 5 ความเข้มข้นที่ระดับ 0.01, 0.05, 0.1, 0.5, 1 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟเพื่อทำ calibration curve ในการเปรียบเทียบความเข้มข้นของสารในแกน X ซึ่ง calibration curve เป็นกราฟเส้นตรงที่มีค่า correlation ของ linear regression (r) ไม่น้อยกว่า 0.995 การตั้งสภาวะของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ มีรายละเอียดดังนี้

ใช้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟยี่ห้อ Hewlette-Packard รุ่น 6890 หัวตรวจวัดชนิด Nitrogen Phosphorus Detector (NPD) แคปปิลลารี่คอลัมน์ (Capillary Column) คือ DB-1701 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 0.32 มม. ความยาว 30 เมตร ความหนาของฟิล์ม 0.25 ไมโครเมตร และ DB-1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 0.32 มม. ความยาว 30 เมตร ความหนาของฟิล์ม 0.25 ไมโครเมตร ปรับสภาพเครื่องสำหรับ NPD ดังนี้

Rate (°C/min)	Final Temp	Final time
25	250	12.40
0	-	-

Injector temperature 200 °C

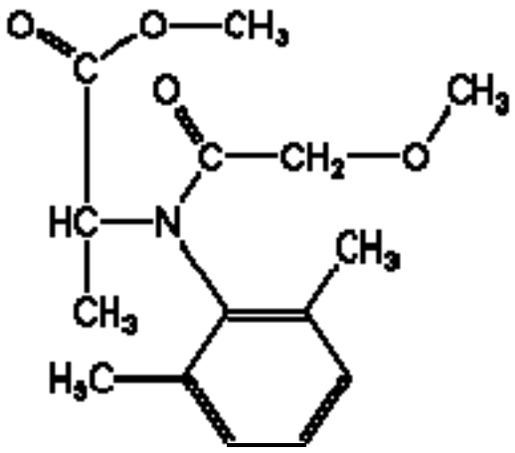
Splitless mode

Constant Flow ที่ 2 มล./นาที

Detector temperature 300 °C

5. วิเคราะห์ผลการทดลองและนำเสนอผลงานวิจัย

วิเคราะห์แนวโน้มการสลายตัวและความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารพิษตกค้างกับระยะเวลาที่ฉีดตัวอย่างครั้งสุดท้ายจะวิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Coefficient of Determination; R^2) จะทำให้ทราบค่าความเป็นไปได้ของช่วงระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวกับการสลายตัวของปริมาณสารพิษตกค้าง รวบรวมผลการวิจัยและนำเสนอผลงานในการประชุมวิชาการ และเผยแพร่ต่อสาธารณชน



ภาพที่ 1 ลักษณะโครงสร้างโมเลกุลของ Abamectin

6. ความยุ่งยากในการดำเนินงาน

6.1 การปฏิบัติงานในแปลงทดลอง

6.1.1 การหาแปลงทดลอง การติดต่อกับเกษตรกรเพื่อยินยอมให้ทำการทดลองจะ ติดขัดในบางส่วน เนื่องจากเกษตรกรเกรงว่าจะทำให้ผลผลิตเสียหายหรือเกิดผลกระทบต่อแปลงข้างเคียงที่กำลังให้ผลผลิตทำให้รายได้ลดลง ดังนั้นจึงต้องทำความเข้าใจกับเกษตรกรในเรื่องเหล่านี้ รวมทั้งต้องมั่นใจว่าเกษตรกรจะสามารถดูแลแปลงทดลองเป็นอย่างดีและไม่ใช้วัตถุมีพิษชนิดเดียวกับที่ทำการทดลองฉีดพ่นซ้ำในแปลงทดลองอีก

6.1.2 การทำแปลงทดลองมีความยุ่งยากเนื่องจากมีปัจจัยทางด้านดินฟ้าอากาศเช่น มีฝนตกหนักบ่อยครั้ง อาจทำให้การทดลองแปรปรวน นอกจากนั้นการฉีดพ่นวัตถุมีพิษในแต่ละ replication เพื่อให้ได้ผลใกล้เคียงกันทำได้ลำบาก ถึงแม้จะลองฉีดพ่นแต่ละ replication ด้วยน้ำเพื่อดูปริมาณ น้ำที่ใช้แล้วก็ตาม

6.2 การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

6.2.1 ตัวอย่างที่สุ่มเก็บจากแปลงทดลองเมื่อมาถึงห้องปฏิบัติการจะต้องทำการสุ่มและ เตรียมตัวอย่างทันทีแล้วชั่งน้ำหนักตามปริมาณที่จะต้องใช้ในการสกัด ซึ่งจะต้องทำการสกัดให้แล้วเสร็จ ภายในวันนั้น หรือในกรณีที่ไม่อาจปฏิบัติงานให้เสร็จภายในวันเดียวกันได้จะเก็บตัวอย่างไว้ในตู้เย็น ที่ควบคุมความเย็นอย่างดีที่อุณหภูมิประมาณ -4 °C เพื่อไม่ให้สารพิษตกค้างที่อาจมีอยู่ในตัวอย่าง ลดลงหรือสลายตัวไป

6.2.2 การศึกษาวิธีวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง นักวิจัยจะต้องทำการทดสอบ เพื่อหาวิธีการวิเคราะห์ที่เหมาะสมก่อนนำมาใช้ในการสกัดตัวอย่าง โดยทดสอบประสิทธิภาพการเอา สารกลับคืน (recovery) ซึ่งนักวิจัยจะต้องมีความละเอียดรอบคอบในการปฏิบัติงาน เพื่อให้เกิดความ คลาดเคลื่อนหรือผิดพลาดน้อยที่สุด ต้องทำการทดสอบวิธีการให้ได้เกณฑ์มาตรฐานซึ่งจะต้องได้ค่ามากกว่า 70-120% จึงจะนำวิธีการนั้นมาใช้ได้

6.2.3 ในการปฏิบัติงานสกัดตัวอย่าง นักวิจัยต้องมีความชำนาญและมีความเข้าใจอย่างดี ในแต่ละขั้นตอนของการสกัดตามวิธีที่ได้ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพแล้ว มีความละเอียดรอบครอบในการ เตรียมสารผสมที่ใช้ในการสกัด ซึ่งจะต้องมีการเตรียมสารผสมในวันที่จะทำการสกัดและขจัดสารปนเปื้อน ในแต่ละครั้งให้พอดีเพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาด

6.2.4 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ นักวิจัย จะต้องมีความรอบรู้ มีประสบการณ์และความชำนาญในการใช้เครื่องมือเป็นอย่างดีเพื่อให้ผลวิเคราะห์ ที่ได้ถูกต้องและแม่นยำ นักวิจัยจะต้องเข้าใจการทำงานของเครื่องมือและส่วนประกอบต่างๆ เพื่อช่วย ให้การปฏิบัติงานและการบำรุงรักษาเครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพ เลือกใช้ชนิดของคอลัมน์ให้เหมาะสม กับงานวิเคราะห์เพื่อให้การแยกสารเป็นไปอย่างชัดเจน การปรับสภาวะของเครื่องมือให้เหมาะสม กับการใช้งานเพื่อป้องกันการเสียหายหรือล่าช้าเนื่องจากเครื่องมือเกิดปัญหาไม่สามารถทำงานได้ เช่น การทำความสะอาดส่วนท่อแก้ว (liner) ภายใน injector port ของเครื่อง ซึ่งส่วนท่อแก้ว นี้จะเป็นส่วนที่รับสิ่งสกปรกต่างๆ เมื่อมีการฉีดสารเข้าเครื่อง เมื่อมีสิ่งสกปรกเกิดขึ้นจะส่งผลให้ สัญญาณความสูงของพีคหรือพื้นที่ใต้พีคลดลง เนื่องจากสารที่วิเคราะห์อาจถูกจับหรือสลายตัวในส่วนของ injector port จึงจำเป็นที่จะต้องแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้เป็นอย่างดี

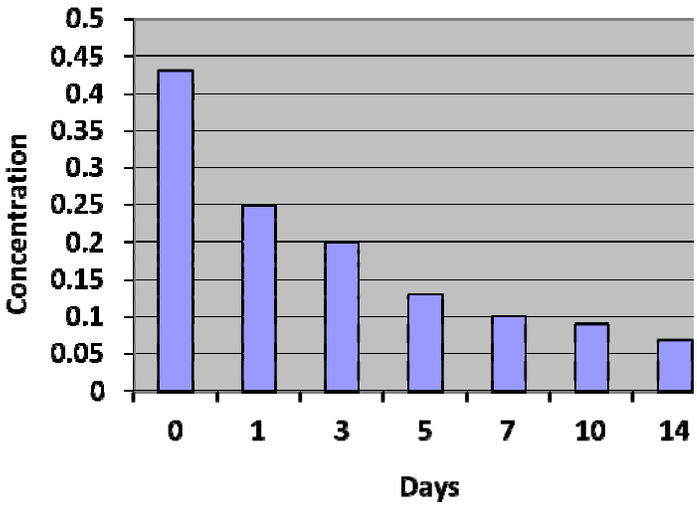
ตารางที่ 1 ปริมาณสารพิษตกค้าง Abamectin ในอุ่นที่ระยะเวลาต่างๆ ภายหลังการใช้วัตถุมีพิษอัตราแนะนำ และแปลงควบคุม จากการทดลองครั้งที่ 3 (Trial 3)

วันที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณสารพิษตกค้าง (mg/kg)	
	แปลงควบคุม	แปลงอัตราแนะนำ
	Abamectin	
0*	ND**	0.43
1	ND	0.25
3	ND	0.20
5	ND	0.13
7	ND	0.10
10	ND	0.09
14	ND	0.07

0* หมายถึง 2 ชั่วโมงหลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย

ND** หมายถึง Not Detected

ภาพที่ 2 กราฟแสดงการสลายตัวของสารพิษตกค้าง Abamectin ในองุ่นจากการทดลองครั้งที่ 2 (Trial 2)



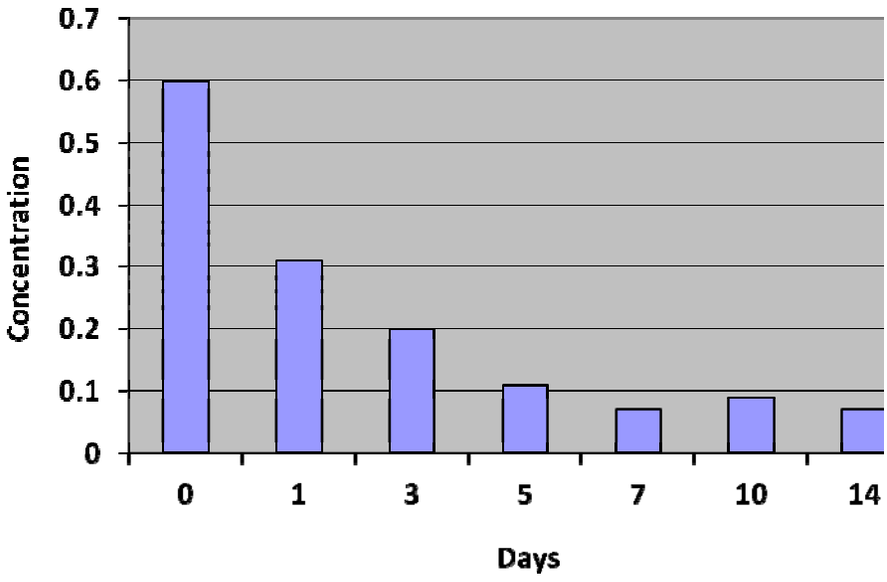
ตารางที่ 2 ปริมาณสารพิษตกค้าง Abamectin ในองุ่นที่ระยะเวลาต่างๆ ภายหลังการใช้วัตถุมีพิษอัตราแนะนำและแปลงควบคุม จากการทดลองครั้งที่ 2 (Trial 2)

วันที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณสารพิษตกค้าง (mg/kg)	
	แปลงควบคุม	แปลงอัตราแนะนำ
	Abamectin	
0*	ND**	0.60
1	ND	0.31
3	ND	0.20
5	ND	0.11
7	ND	0.07
10	ND	0.09
14	ND	0.07

0* หมายถึง 2 ชั่วโมงหลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย

ND** หมายถึง Not Detected

ภาพที่ 3 กราฟแสดงการสลายตัวของสารพิษตกค้าง Abamectin ในอุ่นจากการทดลองครั้งที่ 2 (Trial 2)



7. **สรุปผลการทดลอง**

อุ่นที่ไม่ฉีดพ่น Abamectin ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง ส่วนในแปลงที่พ่นวัตถุอันตราย ทางการเกษตรตามอัตราแนะนำ การทดลองในครั้งที่ 1 ตรวจพบสารพิษตกค้าง Abamectin ปริมาณ 0.43, 0.25, 0.20, 0.13, 0.10, 0.09 และ 0.07 mg/kg การทดลองครั้งที่ 2 พบปริมาณสารพิษตกค้าง Abamectin ปริมาณ 0.60, 0.31, 0.20, 0.11, 0.07, 0.09 และ 0.07 mg/kg ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 10 และ 14 วันตามลำดับ (ตารางที่ 1 และ 2) อุ่นที่ฉีดพ่น Abamectin ในอัตราแนะนำ จะพบว่าปริมาณสารพิษตกค้างมีอัตราการลดลงที่ละน้อย เนื่องจากต้นอุ่นมีลักษณะเป็นทรงพุ่ม และผลอุ่นซ่อนอยู่ตามใบ กิ่ง ก้าน การฉีดพ่นวัตถุมีพิษอาจไม่สามารถแทรกเข้าไปได้ทั่วถึงและพื้นที่ผิวของผลอุ่นน้อยกว่า นอกจากนั้นวัตถุอันตรายทางการเกษตร Abamectin นั้นในการใช้งานจริงจะใช้โดย การราดที่พื้นรอบบริเวณโคนต้น แต่ในการศึกษาครั้งนี้ต้องการข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง Abamectin มาเป็นข้อมูลประกอบสำหรับการกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง Abamectin ในอุ่นเท่านั้น เมื่อนำปริมาณสารพิษตกค้างไป plot กราฟกับระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตอุ่น จะได้สมการความสัมพันธ์การลดลงของสารพิษตกค้าง Abamectin ในอุ่น กับระยะเวลา ซึ่งมีลักษณะเป็น Exponential อัตราการสลายตัวของ Abamectin ในอุ่นเท่ากับ 0.2983 mg/kg/day สำหรับการทดลองในครั้งที่ 1 และอัตราการสลายตัวของ Abamectin ในอุ่นเท่ากับ 0.3520 mg/kg/day สำหรับการทดลองในครั้งที่ 2 ตามลำดับ การทดลองทั้งสองพบว่าการสลายตัวของ Abamectin มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาเก็บเกี่ยว การทิ้งระยะเวลานานขึ้น ปริมาณสารพิษตกค้างจะลดลงตามลำดับ

8. **ประโยชน์ที่ได้รับ**

1. ได้ทราบถึงอัตราการสลายตัวของ Abamectin ในอุ่น

2. สามารถใช้ข้อมูลที่ได้แนะนำเกษตรกรให้ใช้วัตถุมีพิษอย่างถูกต้องและปลอดภัย เพื่อลดปัญหา สารพิษตกค้างในผลิตผลการเกษตรและสิ่งแวดล้อม

3. ทำให้ทราบระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมและปลอดภัย ซึ่งจะช่วยให้เกิดความปลอดภัยต่อ ผู้บริโภค และการส่งออก

4. เป็นข้อมูลสำหรับประกอบการพิจารณาในการยกเลิกการใช้วัตถุมีพิษหรือแก้ไขฉลากคำแนะนำการใช้สาร เพื่อให้เกษตรกรได้ใช้ผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษที่มีคุณภาพเหมาะสมและปลอดภัย

5. สามารถนำข้อมูลที่ได้มาร่วมพิจารณา กำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง Abamectin ในผลผลิตองุ่นและการเกษตรใกล้เคียงในประเทศ เพื่อใช้เป็นค่าต่อรองและรักษาผลประโยชน์ใน การค้าขายผลผลิตทางการเกษตรระหว่างประเทศ (ซึ่งจะเป็นผลดีในด้านเศรษฐกิจ) การสุ่มตัวอย่างจากแหล่งจำหน่าย ทำให้ทราบถึงสถานการณ์สารพิษตกค้างในผลผลิตการเกษตรและ คุณภาพของผลิตผลเพื่อเป็นข้อมูลในการคุ้มครองผู้บริโภค

เอกสารอ้างอิง

นิรนาม ฉลากกลางสารกำจัดแมลง ศูนย์ข้อมูลวัตถุมีพิษการเกษตร ฝ่ายทะเบียนและใบอนุญาต วัตถุมีพิษการเกษตร กองวัตถุมีพิษการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

Chemical Information Systems, Inc. Oil and Hazardous Materials/Technical Assistance Data System, Baltimore, MD, 1988.10-16

FAO/WHO 2002 Codex alimentarius commission. Status of Codex maximum residue limits for pesticides in food and animal food.

Kidd, H. and James, D. R., Eds. The Agrochemicals Handbook, Third Edition. Royal Society of Chemistry Information Services, Cambridge, UK, 1991 (As Updated).10-2

Lu, F. C. A review of the acceptable daily intakes of pesticides assessed by the World Health Organization. Regul. Toxicol. Pharmacol. 21: 351-364, 1995.10-13

U.S. Department of Agriculture (U.S. Forest Service). Pesticide Background Statements. Vol. I: Herbicides. Washington, DC, 1984.10-7

U.S. Environmental Protection Agency. Captan: Intent to cancel registrations; Conclusion of special reviews. Fed. Regist. 54: 8116-50, 1989.10-17

Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute 2001. International Training Program of Safe Vegetable Production and Multi-residue Analytical Method of Pesticides.Council of Agriculture Taichung, Taiwan. 106 p.

H. Steiwandter (1985) Universal 5 min on-line Method for Extracting and Isolating Pesticides Residue and Industrial Chemicals. Fresenius, Z. Anal. Chem. No. 11

วิจัยการสลายตัวของสารพิษตกค้าง chlorpyrifos ในถั่วเหลืองฝักสด เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษ [MRLs] ครั้งที่ 3 และ 4

Residue Trial of Chlorpyrifos in Vegetable Soybean to Establish Maximum Residue Limit [MRLs] Trial 3 and 4

ปิยะศักดิ์ อรรคบุตร ลมัย ชูเกียรติวัฒนา ชนิตา ทองแซม

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

การศึกษาการสลายตัวของคลอร์ไพริฟอสในถั่วเหลืองฝักสดครั้งที่ 3 และ 4 ได้ทำแปลงทดลอง ที่อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม 2554 และที่อำเภอพระพุทธบาท จังหวัดสระบุรี ระหว่างเดือน มีนาคม ถึงเมษายน 2554 ตามลำดับ โดยทำการทดลองแบบ Supervised Trial มี 2 การทดลอง คือแปลงที่ควบคุม (ไม่พ่นสาร) และแปลงที่พ่นคลอร์ไพริฟอสอัตราแนะนำ (พ่นคลอร์ไพริฟอสชนิด 40% W/V EC อัตรา 50 มล. ต่อน้ำ 20 ลิตรซึ่งเท่ากับ 100 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อน้ำ 100 ลิตรต่อไร่) มี 3 ซ้ำ 8 กรรมวิธี ซึ่งได้แก่ ระยะเวลาที่เก็บตัวอย่างถั่วเหลืองฝักสดมาวิเคราะห์สารพิษตกค้าง (0, 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 21 วันภายหลังการพ่นคลอร์ไพริฟอสครั้งสุดท้าย) เริ่มพ่นคลอร์ไพริฟอสครั้งแรกเมื่อถั่วเริ่มติดฝักและพ่นทุก 7 วัน รวม 3 ครั้ง ผลการทดลองแปลงที่ 3 พบว่าเมื่อใช้สารในอัตราแนะนำถั่วเหลืองฝักสดมีคลอร์ไพริฟอสตกค้าง 4.03, 2.04, 1.66, 1.64, 0.88, 0.63, 0.42 และ 0.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 21 วันภายหลังการพ่นครั้งสุดท้าย ตามลำดับ ส่วนแปลงทดลองครั้งที่ 4 พบว่าเมื่อใช้สารในอัตราแนะนำถั่วเหลืองฝักสดมีคลอร์ไพริฟอสตกค้าง 3.65, 2.24, 1.01, 0.89, 0.32, 0.23, 0.63 และ 0.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 21 วันภายหลังการพ่นครั้งสุดท้ายตามลำดับ แต่เนื่องจากค่า Codex MRL และJapan MRL ของคลอร์ไพริฟอสใน peas (pod and immature seeds) กำหนดไว้เท่ากันคือ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังนั้นถ้าเกษตรกรใช้คลอร์ไพริฟอสกับถั่วเหลืองฝักสดตามคำแนะนำของฉลาก ก็ยังคงพบสารตกค้างคลอร์ไพริฟอสในถั่วเหลืองฝักสดเกินค่า MRL เพราะที่ระยะ 21 วันภายหลังการพ่นครั้งสุดท้าย ถั่วเหลืองฝักสดมีคลอร์ไพริฟอสตกค้าง 0.04-0.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังนั้นการใช้คลอร์ไพริฟอสในถั่วเหลืองฝักสดควรเว้นระยะก่อนการเก็บเกี่ยวมากกว่า 21 วันเพื่อความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและไม่เป็นอุปสรรคในการส่งออก และจากการเก็บตัวอย่างถั่วเหลืองฝักสดจากแหล่งจำหน่ายจำนวน 20 ตัวอย่างมาวิเคราะห์พบสารพิษตกค้าง คลอร์ไพริฟอส 3 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตรวจพบไบเฟนทริน 1 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตรวจพบไซเปอร์เมทริน 2 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.01-0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

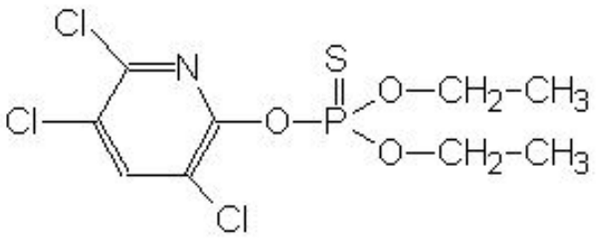
คำนำ

ถั่วเหลืองฝักสด (vegetable soybean) คือ ถั่วเหลืองที่นำมาบริโภคก่อนที่เมล็ดจะแก่โดยทั่วไปจะเรียกว่าถั่วแระ ถั่วเหลืองฝักสดเป็นที่นิยมบริโภคกันทั่วไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งชาวญี่ปุ่น ซึ่งจะรับประทานเป็นกับแกล้มสำหรับเบียร์หรือไวน์ ญี่ปุ่นนำเข้าถั่วเหลืองฝักสดแช่แข็งจากไต้หวัน ไทยและจีน (สถาบันวิจัยพืชไร่ 2535) ในช่วงปี พ.ศ. 2543-2546 ญี่ปุ่นนำเข้าถั่วเหลืองฝักสดปริมาณ 60,000-77,000 ตันต่อปี ในปี พ.ศ. 2546 ญี่ปุ่นนำเข้าถั่วเหลืองฝักสดจากไทยประมาณ 11,000 ตัน คิดเป็นมูลค่ากว่า 700 ล้านบาท เนื่องจากญี่ปุ่นบริโภคถั่วเหลืองฝักสดมากเป็นอันดับหนึ่งจึงเป็นผู้กำหนดมาตรฐานคุณภาพไว้โดยดูลักษณะภายนอกสวยงามเป็นอันดับแรก รสชาดรองลงมา ลักษณะที่ตลาดญี่ปุ่นต้องการ คือ ฝักมีขนาดใหญ่ความยาวไม่น้อยกว่า 4.5 ซม. มี 2-3 เมล็ดต่อฝัก ฝักมีสีเขียวสดไม่มีรอยตำหนิใดๆ ขนบนฝักมีสีขาวหรือสีเทา (กองส่งเสริมพืชไร่นา, 2535) เมล็ดพันธุ์ที่ปลูกเพื่อส่งออกยังต้องนำเข้าจากไต้หวันและญี่ปุ่น พันธุ์ที่นำเข้าถ้าสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมเมืองไทยก็จะมีการขยายพันธุ์เพื่อใช้ต่อไป สำหรับพันธุ์ที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำและส่งเสริมให้ปลูกเพื่อบริโภคในประเทศได้แก่พันธุ์เชียงใหม่ 1 ถั่วเหลืองฝักสดสามารถปลูกได้ทุกฤดูกาล ถ้ามีแหล่งน้ำเพียงพอ แต่ช่วงที่เหมาะสมอยู่ในช่วงเดือนตุลาคมถึงมกราคม การปลูกในฤดูร้อนหรือฝนมักจะเกิดปัญหาดอกทะยอยบานเป็นระยะเวลาค่อนข้างยาวนาน (มากกว่า 14 วัน) ทำให้การแก่ของฝักไม่พร้อมกันยากต่อการกำหนดวันเก็บเกี่ยวและเป็นเหตุให้ผลผลิตต่ำ

แมลงศัตรูที่สำคัญของถั่วเหลืองฝักสด ได้แก่ หนอนแมลงวันเจาะต้นถั่ว (Beanfly) หนอนม้วนใบถั่ว (Bean leaf roller) เพลี้ยอ่อนถั่วเหลือง (Soybean aphid) แมลงหวี่ขาว (Tobacco whitefly) และหนอนเจาะฝัก (Pod borer) เป็นต้น สำหรับโรคที่พบในถั่วเหลืองฝักสด ได้แก่ โรคใบจุดนูน โรคแอนแทรคโนส โรคราน้ำค้าง และโรคโคนต้นดำ เป็นต้น (เอนก, 2540)

ถั่วเหลืองฝักสด จัดเป็นแหล่งอาหารโปรตีนชนิดหนึ่ง จากรายงานของกองส่งเสริมพืชไร่นา(2535) พบว่าถั่วเหลืองฝักสดมีโปรตีนร้อยละ 13.6 น้ำมันร้อยละ 6.3 แป้งร้อยละ 3.6 น้ำตาลร้อยละ 3.3 เส้นใยร้อยละ 1.5 และความชื้นร้อยละ 66 นอกจากนี้ยังมีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยมากขึ้น เนื่องจากเป็นพืชที่สามารถส่งออกจึงได้มีการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ให้ฝักและเมล็ดใหญ่ รสชาดหวานเหมาะแก่การบริโภคฝักสดเป็นการใช้ประโยชน์เช่นเดียวกับพืชผัก ดังนั้นการปลูกถั่วเหลืองฝักสดจึงต้องปฏิบัติเช่นเดียวกับการปลูกผัก ซึ่งต้องการน้ำและดินอุดมสมบูรณ์ การลงทุนด้านปุ๋ยและสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชค่อนข้างสูงเพื่อผลผลิตที่มีคุณภาพ แต่เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่าสารเคมีก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสภาพแวดล้อม จึงมีความจำเป็นต้องเลือกใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างถูกต้องและปลอดภัย ซึ่งรวมถึงการเว้นช่วงการเก็บเกี่ยวภายหลังการพ่นสารเคมีเพื่อจะได้ไม่มีสารพิษตกค้างกับฝักถั่วเหลืองฝักสดทำให้ผู้บริโภคปลอดภัยจากสารพิษต่างๆ และเป็นผลดีต่อการส่งออกด้วย

คลอร์ไพริฟอส (chlorpyriphos) มีสูตรโมเลกุล คือ C_9H_{11} Cl_3NO_3PS มีสูตรโครงสร้างดังต่อไปนี้



รูปที่ 1 สูตรโครงสร้างโมเลกุลของคลอร์ไพริฟอส (www.the-piedpiper.co.uk/th13(c).htm)

เป็นของเหลวสีเหลือง เป็นสารป้องกันกำจัดแมลงและไรแบบครอบจักรวาล(broad-spectrum insecticide and acaricide) เป็นสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตชนิดไม่ดูดซึม ออกฤทธิ์ทั้งแบบสัมผัสและกัดกินตาย คลอร์ไพริฟอสเป็นวัตถุมีพิษที่ใช้ในการเกษตรประเภทมีพิษร้ายแรง มีค่า LD_{50} (ปาก) ของหนู 135-163 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Tomlin,2001)

คลอร์ไพริฟอส เป็นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำให้ใช้กับถั่วเหลือง แต่กรณีถั่วเหลืองฝักสด เกษตรกรจะเก็บผลผลิตก่อนถั่วเหลือง ดังนั้นการศึกษาการสลายตัวของคลอร์ไพริฟอส ในถั่วเหลืองฝักสดจึงมีความสำคัญมาก เพื่อจะได้ข้อมูลในการร่วมพิจารณา การกำหนดค่า MRL ระดับประเทศ และระดับสากล อีกทั้งยังเป็นการสร้างความเชื่อมั่นว่าเป็นสินค้าเกษตรของไทยมีมาตรฐานด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

อุปกรณ์

1. เมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ เกษม1, เครื่องพ่นวัตถุมีพิษแบบสูบโยกสะพายหลัง, ปุ๋ยยูเรีย, คลอร์ไพริฟอส 40% W/V EC (ชื่อการค้า นูฟอส 40) ซึ่งใช้พ่นในแปลงตรวจ % a.i ได้ 38.3 % W/V

2. สารมาตรฐาน chlorpyriphos

3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมและสกัดตัวอย่างได้แก่

- เครื่องผสมอาหาร (food processer)
- เครื่องสกัดตัวอย่างชนิด homogenizer ยี่ห้อ IKA
- เครื่องระเหยสารละลาย ยี่ห้อ Buchi รุ่น 114
- เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ round bottom flask, cylinder, beaker ทรงสูง (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 ซม. สูง 20 ซม.), glass funnel ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12.5 ซม., volumetric flask และ vial

4. สารเคมี ได้แก่

- ethyl acetate ชนิด pesticide grade (J.T. Baker) เพื่อใช้เป็นตัวทำละลายในการเตรียมสารละลายมาตรฐาน และเตรียมตัวอย่างในขั้นตอนสุดท้ายก่อนนำไปฉีดเข้าเครื่อง Gas Liquid Chromatograph

- ethyl acetate ชนิด analytical grade (J.T. Baker) เพื่อใช้สกัดตัวอย่าง

- sodium sulfate anhydrous ขนาด 10 – 60 mesh (Merck) ก่อนใช้ต้องอบที่ 130° C นานข้ามคืน แล้วตั้งไว้ให้เย็นใน desiccator

5. เครื่องตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างชนิด Gas Liquid Chromatograph ใช้หัวตรวจวัด Flame Photometric Detector

วิธีการ

1. แปลงทดลอง

แผนการทดลอง วางแผนการทดลองเป็น Supervised trial ตามคำแนะนำของ Codex การทดลองประกอบด้วย 2 การทดลอง คือ

การทดลองที่ 1. แปลงควบคุม (ไม่พ่นสาร) สำหรับเป็นแปลงเปรียบเทียบ

การทดลองที่ 2. แปลงที่ทำการพ่นคลอร์ไพริฟอสอัตราแนะนำของฉลาก (recommended dose) เริ่มพ่นคลอร์ไพริฟอสครั้งแรก เมื่อถั่วเหลืองอายุ 28 วัน โดยพ่นทุก 7 วันรวมทั้งสิ้น 3 ครั้ง การทดลองนี้มี 3 ซ้ำ 7 กรรมวิธีได้แก่ระยะเวลาเก็บตัวอย่างมาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างที่ 0 วัน (2 ชั่วโมงหลังการพ่นครั้งสุดท้าย), 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 21 วันภายหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย แปลงทดลองคลอร์ไพริฟอสในถั่วเหลืองฝักสด ครั้งที่ 3 ที่ อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม 2554 การทดลองครั้งที่ 4 ทำการทดลองในแปลงถั่วเหลืองฝักสดของเกษตรที่อำเภอพระพุทธบาท จังหวัดสระบุรี ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเมษายน 2554

2. การเก็บตัวอย่างถั่วเหลืองฝักสดจากแปลงทดลอง

ในแต่ละซ้ำจะเก็บตัวอย่างโดยเว้นระยะ 0.5 เมตรห่างจากขอบทั้งสี่ด้านของแปลงที่ไม่เก็บตัวอย่าง เก็บตัวอย่างโดยสุ่มถอนต้นถั่วเหลืองไม่น้อยกว่า 12 ต้น/หลุม เด็ดฝักถั่วจากต้นนำมารวมกัน ตัวอย่างฝักถั่วเหลืองที่เก็บจากแปลงแต่ละซ้ำต้องไม่น้อยกว่า 1 กิโลกรัม นำมาวิเคราะห์สารพิษตกค้างในห้องปฏิบัติการ (FAO, 1986)

3. การวิเคราะห์สารพิษตกค้างคลอร์ไพริฟอส

3.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

3.1.1 เตรียมสารละลายมาตรฐานคลอร์ไพริฟอส ที่มีความบริสุทธิ์ 99.5% ใน ethyl acetate (PR grade) ให้ได้ความเข้มข้น 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็น stock standard solution

3.1.2 นำ stock standard solution 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เจือจางให้ได้สารมาตรฐานที่มีความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็น intermediate standard solution

3.1.3 นำ intermediate standard solution 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เจือจางให้ได้สารมาตรฐานที่มีความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็น intermediate standard solution

3.1.4 นำ intermediate standard solution 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เจือจางให้ได้สารมาตรฐานที่มีความเข้มข้น 0.02, 0.05, 0.1, 0.5, 1, 2 และ 4 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็น working standard solution ฉีดเข้าเครื่อง GLC เมื่อได้โครมาโตแกรมของสารมาตรฐานวัดค่า retention time และวัดพื้นที่ใต้พีคของสาร แล้วนำมาเขียนกราฟระหว่างความเข้มข้นและพื้นที่ใต้พีค จะได้calibration curve ของสารมาตรฐานคลอร์ไพริฟอส

3.2 การหาประสิทธิภาพของวิธีการวิเคราะห์

ทำการหาประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้น 0.0, 0.05, และ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ความเข้มข้นละ 5 ซ้ำ ได้ค่าเปอร์เซ็นต์ Recovery 72 – 115% มีค่าปริมาณสารพิษตกค้างต่ำสุดที่ตรวจวิเคราะห์ได้ (Limit of quantitation, LOQ) เท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

3.3 การเตรียมตัวอย่าง

ตัวอย่างผักถั่วเหลืองผักสดจากแปลง 1 กิโลกรัม สุ่มตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ 0.5 กิโลกรัม นำไปบด (chop) ให้ละเอียดด้วยเครื่องผสมอาหาร ชั่งตัวอย่างถั่วเหลืองฝักสด 25.00 ± 0.10 กรัม

3.3.1 ปั่นตัวอย่างหน่อไม้ฝรั่ง 25.00 ± 0.10 กรัม โดยใช้เครื่อง Homogenizer เติม acetone 50 มิลลิลิตรด้วยประมาณ 1 นาทีเติม Sodium chloride 8 กรัม และdichloromethane 40 มิลลิลิตร ปั่นประมาณ 1 นาที ตั้งให้แยกชั้น

3.3.2 เทส่วนใสใน flask เติม Sodium sulfate 1 ช้อนโต๊ะปิดฝาตั้งทิ้งไว้ ประมาณ 20 นาที เขย่าเป็นครั้งคราว

3.3.3 กรองใส่ cylinder ให้ได้ 50 มิลลิลิตรโดยกรองผ่านกรวยกรองที่อุดด้วยสำลีที่มี Sodium sulfate ประมาณ 1 ช้อนโต๊ะ

3.3.4 ถ่ายสารละลายตัวอย่างจาก cylinder ใส่ใน round bottom flask ล้าง cylinder ด้วย ethyl acetate 10 มิลลิลิตร 2 ครั้งและเทรวมใน round bottom flask

3.3.5 นำไปลดปริมาตรด้วยเครื่องลดปริมาตรที่ปรับอุณหภูมิ water bath 40°C

3.3.6 ล้าง round bottom flask ด้วย ethyl acetate (PR, grade) ใส่ใน volumetric Flask ขนาด 5 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้ถึงขีด

3.3.7 แบ่งสารละลาย 1 มิลลิลิตรใส่ขวด vial นำไปตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง คลอไพริฟอส และกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตสำหรับตัวอย่างถั่วเหลืองฝักสดที่เก็บจากแหล่งจำหน่าย

3.3.8 แบ่งสารละลายมา 2 มิลลิลิตรจากข้อ 3.2.6 นำมาลดปริมาตรจนเกือบแห้ง นำมาละลายด้วย Hexane : dichloromethane (4:1) 2 มิลลิลิตร

3.3.9 การเตรียม column โดยการใส่ silica gel ที่ deactivated ด้วยน้ำกลั่น 10% ปริมาณ 1 กรัม ลงใน syringe column ขนาด 5 มิลลิลิตร ที่อุดปลายด้วยสำลีและมี sodium sulfate สูง 1 เซนติเมตร รองรับอยู่ และปิดชั้นบนของ silica gel ด้วย sodium sulfate สูง 1 เซนติเมตร ล้าง column ด้วย hexane 5 มิลลิลิตร

3.3.10 เทสารละลายจากข้อ 3.2.9.1 ลงใน column ชะด้วย hexane : dichloromethane (4:1) 5 มิลลิลิตร รองรับส่วนที่ไหลออกจาก syringe column ด้วยหลอด test tube เมื่อสารไหลถึงผิวบนของ sodium sulfate ให้ชะด้วย hexane : dichloromethane (1:1) 10 มิลลิลิตร รองรับด้วย test tube เดิม

3.3.11 นำสารละลายที่รองรับได้ไปลดปริมาตรจนเกือบแห้ง แล้วปรับปริมาตรด้วย hexane เป็น 2 มิลลิลิตร เทใส vial นำไปวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มไพรีทรอยด์และกลุ่มออร์กาโนคลอรีนสำหรับตัวอย่างถั่วเหลืองฝักสดที่เก็บจากแหล่งจำหน่าย

3.4 การวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง

ตัวอย่างหลังการสกัด ที่ปรับปริมาตรแน่นอนแล้ว นำไปตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างของคลอร์ไพริฟอส โดยใช้เครื่อง Gas Liquid Chromatograph (GLC)

สภาวะการใช้งานของเครื่อง GLC Hewlett Packard 6890N ชนิด Flame Photometric Detector (FPD) โดยมีสภาวะการใช้งานดังนี้

Column : DB –5, 0.25 μm thickness, 30 m. length, 0.32 mm.id.

Temperature : injector 200 °C, detector, 250 °C

oven temperature program:

70° C (3 min) $\xrightarrow{15\ ^{\circ}C/\ min}$ 120° C (1 min) $\xrightarrow{15\ ^{\circ}C/min}$ 250 °C (6.33 min)

inject mode : splitless (purge on time = 1 min)

carrier gas : nitrogen, flow rate 1 ml/min

make up gas : nitrogen, flow rate 50 ml/min

H_2/Air ratio : 150/110 ml/min

injection volume : 1 μL

Run time 24.33 min

3.5 การคำนวณปริมาณสารพิษตกค้าง

3.5.1 นำสารละลายตัวอย่างฉีดเข้าเครื่อง GLC เมื่อได้โครมาโตแกรมของสารตัวอย่าง วัดค่า retention time ของพีค นำไปเปรียบเทียบกับโครมาโตแกรมของสารมาตรฐาน (ภาพที่ 1) ถ้าเป็นสารชนิดเดียวกันจะมีค่า retention time เท่ากัน

3.5.2 วัดพื้นที่ใต้พีคของสารในตัวอย่าง แล้วนำไปอ่านค่าความเข้มข้นจาก calibration curve นำค่าที่อ่านได้ไปคำนวณกลับเพื่อหาปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่าง โดยคำนวณจากสูตรดังนี้

$$C = \frac{M \times V}{W}$$

โดย C = ปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่าง (mg/kg)

M = ความเข้มข้นของสารพิษที่อ่านจาก calibration curve (ng/ μl)

V = ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ปรับครั้งสุดท้าย (ml)

W = น้ำหนักของตัวอย่างที่นำมาสกัด (g)

ระยะเวลา

เดือนกุมภาพันธ์ 2554 – กันยายน 2554

สถานที่ดำเนินการ

1. การทดลองครั้งที่ 3 แปลงทดลองถั่วเหลืองฝักสดของเกษตรกร อ.เมือง จ.ลพบุรี
2. การทดลองครั้งที่ 4 แปลงทดลองถั่วเหลืองฝักสดของเกษตรกร อ.พระพุทธบาท จ.สระบุรี
3. ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาการสลายตัวของคลอร์ไพริฟอสในถั่วเหลืองฝักสด แปลงควบคุมไม่พบสารพิษตกค้างคลอร์ไพริฟอสในทุกตัวอย่างทั้งแปลงทดลองครั้งที่ 3 และ 4 ตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองครั้งที่ 3 พบว่าเมื่อใช้สารในอัตราแนะนำถั่วเหลืองฝักสดมีคลอร์ไพริฟอสตกค้าง 4.03, 2.04, 1.66, 1.64, 0.88, 0.63, 0.42 และ 0.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 21 วันภายหลังการพ่นครั้งสุดท้ายตามลำดับ ภาพที่ 1 แสดงการสลายตัวของคลอร์ไพริฟอสในถั่วเหลืองฝักสดในแต่ละซ้ำของทั้ง 3 ซ้ำ ของแปลงทดลองครั้งที่ 3 จะเห็นได้ว่าปริมาณคลอร์ไพริฟอสจะลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่1-3 และจะค่อยๆ ลดลงอย่างช้าๆ จนถึงวันที่ 21 ยังคงพบปริมาณสารตกค้างคลอร์ไพริฟอสในปริมาณ 0.04-0.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนแปลงทดลองครั้งที่ 2 (ตารางที่ 2) พบว่าเมื่อใช้สารในอัตราแนะนำถั่วเหลืองฝักสดมีคลอร์ไพริฟอสตกค้าง 3.65, 2.24, 1.01, 0.89, 0.32, 0.23, 0.63 และ 0.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 10,14 และ 21 วันภายหลังการพ่นครั้งสุดท้ายตามลำดับ การสลายตัวของคลอร์ไพริฟอสในถั่วเหลืองฝักสดจะลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่1-3 และจะค่อยๆ ลดลงอย่างช้าๆ จนถึงวันที่ 14 ดังภาพที่ 2 จะเห็นได้ว่าการสลายตัวของคลอร์ไพริฟอสในถั่วเหลืองฝักสดในแปลงทดลองครั้งที่ 3 และ 4 เป็นไปในลักษณะเดียวกัน แต่เนื่องจากค่า Codex MRLs และJapan MRLs ของคลอร์ไพริฟอสใน peas (pod and immature seeds) กำหนดไว้เท่ากันคือ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่จากแปลงทดลองครั้งที่ 3 และ 4 พบสารตกค้างคลอร์ไพริฟอสปริมาณ 0.04 -0.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมที่ระยะ 21 วันภายหลังการพ่นครั้งสุดท้าย ดังนั้นถ้าเกษตรกรใช้คลอร์ไพริฟอสกับถั่วเหลืองฝักสดตามคำแนะนำของฉลาก ก็ยังคงพบสารตกค้างคลอร์ไพริฟอสในถั่วเหลืองฝักสดเกินค่า MRLs ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะคลอร์ไพริฟอส เป็นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำให้ใช้กับถั่วเหลือง แต่กรณีถั่วเหลืองฝักสดเกษตรกรจะเก็บผลผลิตก่อนถั่วเหลือง ทำให้พบสารตกค้างคลอร์ไพริฟอสในถั่วเหลืองฝักสดเกินค่า MRLs ดังนั้นการใช้คลอร์ไพริฟอสในถั่วเหลืองฝักสดควรเว้นระยะก่อนการเก็บเกี่ยวมากกว่า 21 วันเพื่อความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและไม่เป็นอุปสรรคในการส่งออก แต่จากการเก็บตัวอย่างถั่วเหลืองฝักสดจากแหล่งจำหน่ายจำนวน 20 ตัวอย่างมาวิเคราะห์พบสารพิษตกค้าง คลอร์ไพริฟอส 3 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตรวจพบไบเฟนทริน 1 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตรวจพบไซเปอร์เมทริน 2 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.01-0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แสดงให้เห็นว่าการเกษตรกรยังคงมีปัญหาในการเลือกสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและการปฏิบัติตามฉลากที่ระบุอย่างเคร่งครัดว่าควรใช้กับพืชชนิดใด จากผลการทดลองนี้ทำให้ทราบระยะเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัยหรือ PHI ภายหลังการใช้คลอร์ไพริฟอส ในถั่วเหลืองฝักสด เพื่อใช้เป็นประโยชน์ในการพิจารณาทบทวนฉลากวัตถุอันตรายในโอกาสต่อไป

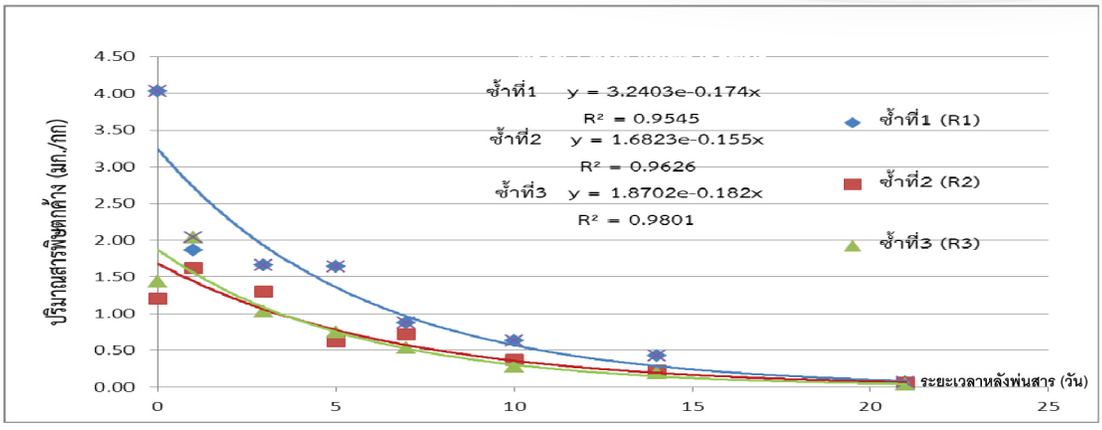
ตารางที่ 1 ปริมาณสารพิษตกค้างคลอร์ไพริฟอสในถั่วเหลืองฝักสด อัตราตามคำแนะนำ (50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) การทดลองที่ 3 และ 4

ระยะเวลาหลังการพ่น (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง (ม.ก./ก.ก.)							
	การทดลองครั้งที่3				การทดลองครั้งที่ 4			
	ซ้ำที่1	ซ้ำที่2	ซ้ำที่3	ค่าสูงสุด	ซ้ำที่1	ซ้ำที่2	ซ้ำที่3	ค่าสูงสุด
0	4.03	1.20	1.44	4.03	3.54	2.21	2.28	3.65
1	1.86	1.62	2.04	2.04	2.19	1.48	0.97	2.24
3	1.66	1.31	1.03	1.66	0.98	0.55	0.37	1.01
5	1.64	0.62	0.74	1.64	0.86	0.80	0.63	0.89
7	0.88	0.72	0.53	0.88	0.31	0.21	0.19	0.32
10	0.63	0.37	0.28	0.63	0.23	0.23	0.19	0.23
14	0.42	0.23	0.19	0.42	0.62	0.32	0.25	0.63
21	0.06	0.05	0.04	0.06	0.04	0.05	0.05	0.06

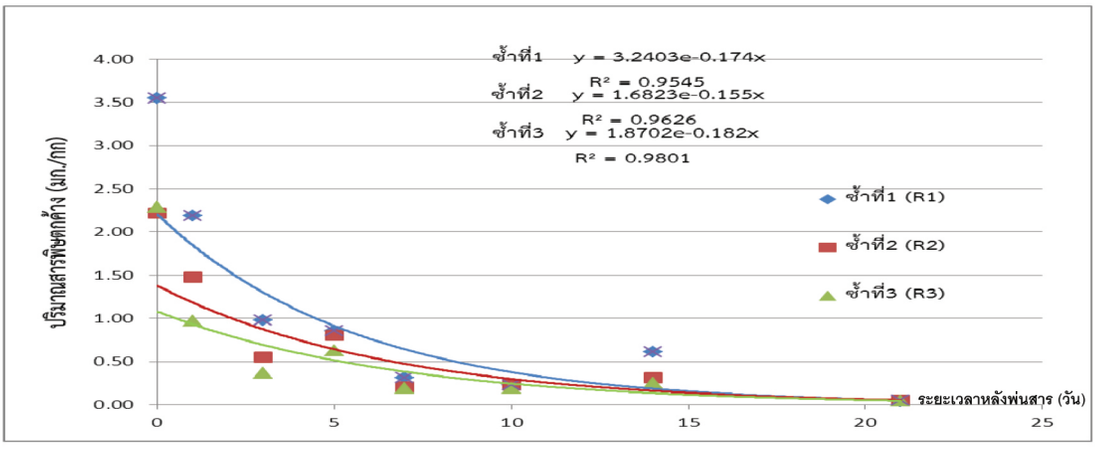
หมายเหตุ Codex MRLและ Japan MRL ของ Chlorpyrifos ใน peas (pod and immature seeds) เท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ตารางที่ 2 ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง ในถั่งเหลืองฝักสด จากแหล่งจำหน่ายในพื้นที่ใกล้เคียงสถานที่ทำแปลงทดลอง

สถานที่เก็บ	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่พบ	ชนิดวัตถุมีพิษ (จำนวนที่พบ)	ปริมาณ (ม.ก./ก.ก.)	> Codex MRL	Codex MRL
สระบุรี	20	5	Chlorpyrifos(3)	0.01	-	0.01
			Cypermethrin(2)		-	
			Bifenthrin (1)		-	



ภาพที่ 2 แสดงการสลายตัวของคลอร์ไพริฟอสในถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 3 ซ้ำ ของแปลงทดลองครั้งที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงการสลายตัวของคลอร์ไพริฟอสในถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 3 ซ้ำ ของแปลงทดลองครั้งที่ 4

สรุปผลการทดลอง

คลอร์ไพริฟอส เป็นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำให้ใช้กับถั่วเหลือง แต่กรณีถั่วเหลืองฝักสดเกษตรกรจะเก็บผลผลิตก่อนถั่วเหลือง ทำให้พบสารตกค้างคลอร์ไพริฟอสในถั่วเหลืองฝักสดเกินค่า MRLs แม้ว่าเกษตรกรจะใช้คลอร์ไพริฟอสกับถั่วเหลืองฝักสดตามคำแนะนำของฉลาก ดังนั้นการใช้คลอร์ไพริฟอสในถั่วเหลืองฝักสดควรเว้นระยะก่อนการเก็บเกี่ยวมากกว่า 21 วันเพื่อความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและไม่เป็นอุปสรรคในการส่งออก แต่จากการเก็บตัวอย่างถั่วเหลืองฝักสดจากแหล่งจำหน่ายจำนวน 20 ตัวอย่างมาวิเคราะห์พบสารพิษตกค้างคลอร์ไพริฟอส 3 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตรวจพบไบเฟนทริน 1 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตรวจพบไซเปอร์เมทริน 2 ตัวอย่าง มีปริมาณ 0.01-0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แสดงให้เห็นว่าการเกษตรกรยังคงมีปัญหาในการเลือกสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและการปฏิบัติตามฉลากที่ระบุอย่างเคร่งครัดว่าควรใช้กับพืชชนิดใด จากผลการทดลองนี้ทำให้ทราบระยะเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัยหรือ PHI ภายหลังการใช้คลอร์ไพริฟอสในถั่วเหลืองฝักสด เพื่อใช้เป็นประโยชน์ในการพิจารณาทบทวนฉลากวัตถุอันตรายในโอกาสต่อไป

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ทำให้ทราบระยะเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัยหรือ PHI (Post Harvest Interval) เพื่อใช้เป็นประโยชน์ในการพิจารณาทบทวนฉลากวัตถุอันตรายในโอกาสต่อไป และนำข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการพิจารณากำหนดค่า Asean MRL, Codex MRL

เอกสารอ้างอิง

กองส่งเสริมพืชไร่นา. 2535. รายงานผลการดำเนินงานวันรณรงค์ ถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการบริโภค และอุตสาหกรรมการส่งออก กรมส่งเสริมการเกษตร. กรุงเทพฯ. 86 น.

สถาบันวิจัยพืชไร่. 2535. เอกสารประกอบการฝึกอบรม การใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

เอนก โชติญาณวงษ์. 2540. เอกสารวิชาการเรื่องถั่วเหลืองฝักสด. ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร 107 น.

Andersson, A. and H.Palsheden.1991. Comparison of the efficiency of different GLC Multi-residue methods on crops containing pesticide residues. Fresenius' J.Anal. Chem. 339:365-367.

Anonymous.1985. Multi-residues method for the determination of organophosphorus and organochlorine pesticides and for synthetic pyrethroids. Deutsche Forschungs gemeinschaft. (DFG). 24p. (published).

FAO. 1986. "guidelines on pesticide residue trials to provide data for the registration of pesticides and the establishment of maximum residue limits" Rome Italy. 40p.

FAO/WHO.2012. Draft and proposed draft maximum residue limits in foods and feeds at steps7 and 4. Codex Alimentarius Commission.

Tomlin, C.D.S. 2001. The e-pesticide manual. 12ed. Version 2.1 The british crop protection council. (CD-ROM)

วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของโปรฟีโนฟอส (profenofos) ในถั่วเหลืองฝักสดเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRLs) ครั้งที่ 1 และ 2

Pesticide Residue Trial of Profenofos in Vegetable Soybean to Establish Maximum Residue Limit (MRLs) Trial 1 and 2

วิสุทธิ เชวงศรี ลมัย ฐเกียรติวัฒนา ปิยะศักดิ์ อรรคบุตร ชนิตา ทองแซม

กลุ่มงานวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

บทคัดย่อ

ศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของโปรฟีโนฟอสในถั่วเหลืองฝักสด เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง การทดลองครั้งที่ 1 ทำแปลงทดลองในแปลงถั่วเหลืองฝักสดของเกษตรกรที่ อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ระหว่างเดือน มกราคม – มีนาคม 2554 การทดลองครั้งที่ 2 ทำแปลงทดลองที่ อำเภอพระพุทธบาท จังหวัดสระบุรี ระหว่างเดือน กุมภาพันธ์-เมษายน 2554 การทดลองเป็น Supervised trial มี 3 ซ้ำ 8 กรรมวิธี คือ ระยะเวลา สุ่มเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์สารพิษตกค้างหลังการพ่นครั้งสุดท้ายที่ 0, 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 21 วัน การทดลองแบ่งเป็น 2 การทดลองย่อย คือ แปลงควบคุม (ไม่พ่นสาร) และแปลงที่พ่น โปรฟีโนฟอส (ซูเปอร์ครอน 500 อีซี) 50% w/v EC อัตราแนะนำ 10 มิลลิลิตร.ต่อน้ำ 20 ลิตร และใช้น้ำ 100 ลิตร/ไร่ การทดลองครั้งที่ 1 และ 2 มีสารออกฤทธิ์ 25 และ 24.4 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ สำหรับการพ่นใช้เครื่องแบบสูบโยกสะพายหลัง โดยพ่นทุกๆ 7 วัน รวม 3 ครั้ง ทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างที่ 0, 1, 3, 5, 7,10,14 และ 21 วันหลังการพ่นครั้งสุดท้าย ผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้างด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟที่ 0, 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 21 วัน ตามลำดับมีดังนี้ การทดลองครั้งที่ 1 พบสารพิษตกค้างเฉลี่ย 0.72, 0.60, 0.54, 0.33, 0.28, 0.16, 0.1 และ 0.02 *มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และการทดลองครั้งที่ 2 พบสารพิษตกค้างเฉลี่ย 1.35, 0.55, 0.25, 0.34, 0.08, 0.09*, 0.13 และ 0.03 *มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ* สำหรับแปลงควบคุมตรวจไม่พบสารพิษตกค้างทั้งสองการทดลอง

คำนำ

ถั่วเหลืองฝักสดเป็นพืชอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง นอกจากนี้ยังมีสาร Isoflavones (phytoestrogen) ซึ่งเป็นสารที่ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจ ลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็งเต้านมและมะเร็งต่อมลูกหมาก ซึ่งคนไทยเริ่มนิยมการบริโภคมากขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นพืชส่งออกที่สำคัญชนิดหนึ่ง โดยมีปริมาณการส่งออกปีละประมาณ 10,000 ตัน มูลค่าประมาณ 800 ล้านบาท ประเทศผู้นำเข้าที่สำคัญคือ ญี่ปุ่น และสหรัฐอเมริกา ผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่บริโภคภายในประเทศและส่งไปจำหน่ายต่างประเทศจะต้องมีคุณภาพที่ดี ไม่

มีแมลงศัตรูพืชทำลาย ซึ่งศัตรูพืชของถั่วเหลืองฝักสดมีหลายชนิด เช่นเพลี้ยอ่อน เพลี้ยจักจั่น มวนถั่วเหลือง หนอนแมลงวันเจาะต้นถั่ว หนอนชอนใบถั่วลิสง แมลงหวี่ขาวยาสูบ เป็นต้น ดังนั้นเกษตรกรจึงมีความจำเป็นต้องใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรเพื่อป้องกันการทำลายของศัตรูพืช ซึ่งโปรฟีโนฟอสเป็นสารกำจัดแมลงที่เกษตรกรมีการใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชในถั่วเหลืองฝักสด ผลจากการใช้โปรฟีโนฟอส อาจก่อให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้างและเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและเป็นปัญหาต่อการส่งออก ดังนั้นการวิจัยปริมาณของสารพิษตกค้างของโปรฟีโนฟอสในถั่วเหลืองฝักสดเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL) เป็นสิ่งจำเป็น ซึ่งจะทำให้ทราบระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม และนำข้อมูลมาประกอบการพิจารณาการกำหนดค่า MRL รวมทั้งใช้ในการแก้ไขปัญหาสารพิษตกค้างต่อไป

โปรฟีโนฟอส เป็นสารกำจัดแมลงชนิดไม่ดูดซึม (non systemic insecticide) ใช้กำจัดแมลงชนิดถูกตัวตายและกินตายที่มีชื่อทางเคมีว่า O-(4-bromo-2-chlorophenyl) O-ethylS-propyl phosphorothioate มีน้ำหนักโมเลกุล 373.6 สูตรโมเลกุล $C_{11}H_{15}BrClO_3PS$ มีความดันไอ $1.24x10^{-1}$mPa (25 องศาเซลเซียล) ละลายในน้ำได้ 28 มิลลิกรัมต่อลิตร (25 องศาเซลเซียล) ละลายได้ดีใน organic solvent เป็นส่วนใหญ่ อัตราการสลายตัวของสารในน้ำไปครึ่งหนึ่ง DT_{50} ที่ 25 องศาเซลเซียล เท่ากับ 93 วัน ที่ pH 5, 14.6 วันที่ pH7 และ 5.7 ชั่วโมง ที่ pH 9 ค่า DT_{50} ในดินประมาณ 1 สัปดาห์ มีค่าความเป็นพิษเฉียบพลันทางปาก acute oral LD_{50} สำหรับหนูทดลองมีค่า 358 *มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม* WHO จัดระดับความเป็นพิษในระดับ 2 (พิษปานกลาง) เป็นสารที่มีพิษต่อผึ้ง ค่าความเป็นพิษในนก bobwhite quail มีค่า LC_{50} (ที่ 8 ชั่วโมง) 70-200มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นพิษต่อปลา rainbow trout LC_{50} (ที่ 96 ชั่วโมง) 0.08 มิลลิกรัมต่อลิตร (Annonymous, 2006)

โปรฟีโนฟอส เป็นสารกำจัดแมลงที่ใช้กับพืชหลายชนิด เช่น หนอนเจาะสมอฝ้ายในฝ้าย มวนเขียวถั่ว มวนถั่วเหลือง หนอนเจาะผลส้มโอ หนอนเจาะยอดกะหล่ำ และหนอนแมลงวันชอนใบในกะหล่ำ เป็นต้น (กลุ่มกีฏและสัตววิทยา 2553) สารพิษตกค้างของโปรฟีโนฟอสในพืชผักและผลไม้ มีอัตราการสลายตัวค่อนข้างช้าเมื่อเทียบกับสารกลุ่มออร์การโนฟอสฟอรัสอื่นๆ จากการวิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของโปรฟีโนฟอสในพริกเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL) ครั้งที่ 1 และ 2 ยังคงพบสารพิษตกค้างที่ 25 วันหลังการใช้ครั้งสุดท้ายปริมาณ 0.33 และ 0.39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ไม่เกินค่า Codex MRL กำหนดที่ 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (จินตนา และคณะ, 2550) สำหรับงานวิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของโปรฟีโนฟอสในมังคุดเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL) ครั้งที่ 4 ที่ 28 วันหลังการใช้ครั้งสุดท้าย พบสารพิษตกค้าง 1.71 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (รัชนีและคณะ, 2550)

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. ตัวอย่างถั่วเหลืองฝักสด
2. เครื่องมือในการเตรียมและสกัดตัวอย่าง เช่น เครื่องชั่ง เครื่องสกัดสารพิษตกค้างชนิดปั่น (Homogenizer) เครื่องลดปริมาตร

3. เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ

4. สารเคมีชนิด AR grade ได้แก่ acetone, dichloromethane, sodium chloride และ sodium sulfate

5. สารเคมีชนิด Pesticide grade ได้แก่ ethyl acetate

6. สารมาตรฐาน โปรฟีโฟอส

7. เครื่องตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง แก๊สโครมาโตกราฟชนิด Flame photometric detector

วิธีการ

1. การทดลองในแปลง

1.1 แปลงทดลอง

1.1.1 แผนการทดลอง วางแผนการทดลองเป็น Supervised ตามคำแนะนำของ Codex เป็นแบบ Special Design การทดลองประกอบด้วย 2 การทดลองย่อย คือ

การทดลองย่อยที่ 1. แปลงควบคุม (ไม่พ่นสาร)

การทดลองย่อยที่ 2. แปลงที่ทำการพ่นโปรฟีโนฟอส ตามอัตราแนะนำ แต่ละการทดลองย่อยมี 3 ซ้ำ และมี 8 กรรมวิธี คือ ระยะเวลาที่เก็บเกี่ยวตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์สารพิษตกค้างที่ระยะ 0, 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 21 วัน หลังการพ่นครั้งสุดท้าย การทดลองครั้งที่ 1 ทำการทดลองในแปลงถั่วเหลืองฝักสดของเกษตรกรที่อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ระหว่างเดือน มกราคม – มีนาคม 2554 การทดลองครั้งที่ 2 ทำการทดลองในแปลงถั่วเหลืองฝักสดของเกษตรกรที่อำเภอพระพุทธบาท จังหวัดสระบุรี ระหว่างเดือน กุมภาพันธ์-เมษายน 2554

1.1.2 การเตรียมแปลงทดลอง แบ่งแปลงทดลองแต่ละแปลงเป็น 3 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยมีขนาด 8×16 เมตร และมี Guard row กว้าง 2 เมตร คั่นระยะแปลงย่อย

1.1.3 การพ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตร ทำการพ่นโปรฟีโนฟอส (ซูเปอร์ครอน 500 อีซี) 50% w/v EC อัตราแนะนำ 10 มิลลิลิตร.ต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 80-100 ลิตรต่อไร่ การทดลองใช้อัตราสูงสุดคือ 100 ลิตรต่อไร่ โดยการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 มีสารออกฤทธิ์ 25 และ 24.4 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ตามลำดับ ทำการพ่นทุก 7 วัน รวม 3 ครั้งโดยใช้เครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง (knapsack sprayer) โดยการพ่นครั้งที่ 1 และ 2 พ่นเมื่อถั่วเหลืองมีอายุ 33 และ 34 วันตามลำดับ

1.1.4 ทำการสุ่มตัวอย่างถั่วเหลืองฝักสดเพื่อตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างรวม 8 ครั้ง คือที่ระยะ 0 (2 ชั่วโมงหลังการพ่นสาร) 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 21 วัน หลังการพ่นครั้งสุดท้าย โดยเก็บตัวอย่างครั้งละ 2 กิโลกรัม

1.2 การเตรียมตัวอย่าง

1.2.1 ทำการสุ่มตัวอย่าง ให้เหลือประมาณ 500 กรัม นำมาปั่นให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน

1.2.2 ชั่งตัวอย่างถั่วเหลืองฝักสด 25 กรัม เพื่อทำการสกัดสารพิษตกค้าง

1.3 การสกัดสารพิษตกค้าง

1.3.1 การสกัดตัวอย่างจากแปลงทดลองจะต้องคัดเลือกเอาวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่สุดที่จะสกัดสารออกมาให้ได้มากที่สุด ซึ่งวิธีการดังกล่าว จะต้องผ่านการทดสอบการเอาสารพิษตกค้างกลับคืนมา (Recovery)

โดยให้อยู่ในเกณฑ์เฉลี่ยระหว่าง 70-110 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธีที่ได้คัดเลือกแล้วมีค่าเปอร์เซ็นต์ recovery 85 – 107 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นวิธีการสกัดสารพิษตกค้างโดยประยุกต์วิธีของ (Steinwandter, 1985) ดังนี้

1) ปั่นตัวอย่างถั่วเหลืองฝักสด 25 กรัมด้วย acetone 50 มิลลิลิตร โดยใช้เครื่อง Homogenizer นานประมาณ 1 นาทีเติม sodium chloride 8 กรัม และ dichloromethane 40 มิลลิลิตร ปั่นประมาณ 1 นาที ตั้งให้แยกชั้น
2) เทส่วนใสใน flask เติม Sodium sulfate ประมาณ 30 กรัม ปิดฝาตั้งทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที เขย่าเป็นครั้งคราว
3) กรองใส่ cylinder ให้ได้ 50 มิลลิลิตร.โดยกรองผ่านกรวยกรองที่อุดด้วยสำลีที่มี Sodium sulfate ประมาณ 1 ช้อนโต๊ะ
4) ถ่ายสารละลายตัวอย่างจาก cylinder ใส่ใน round bottom flask ล้าง cylinder ด้วย acetone 5 มิลลิลิตร และเทรวมใน round bottom flask ทำเช่นนี้ทั้งหมด 3 ครั้ง
5) นำไปลดปริมาตรด้วยเครื่องลดปริมาตรที่ปรับอุณหภูมิ water bath 40 องศาเซลเซียส
6) ล้าง round bottom flask ด้วย ethyl acetate (PR grade) ใส่ใน volumetric flask ขนาด 5 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้ถึงขีด
7) นำไปวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างของโปรฟีโนฟอสด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ ชนิด Flame photometric detector (FPD)

ระยะเวลา ตุลาคม 2553-กันยายน 2554

สถานที่ดำเนินการ

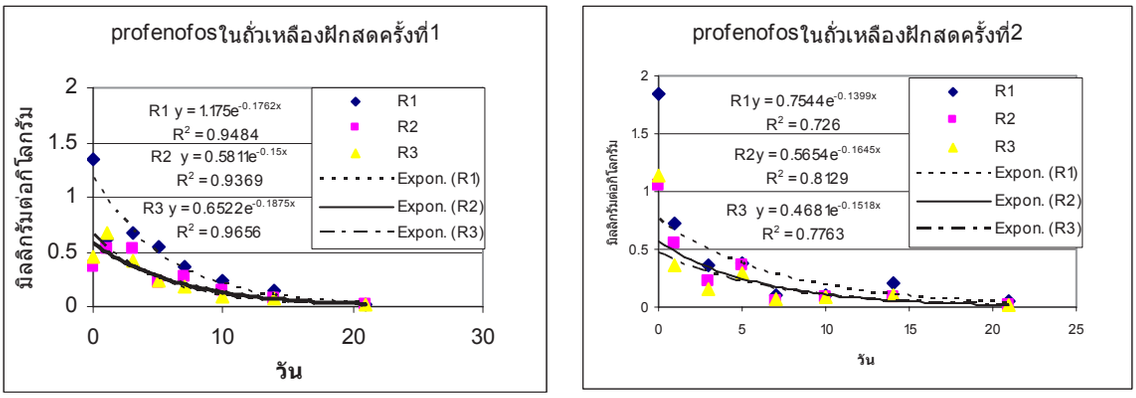
การทดลองครั้งที่ 1 แปลงทดลองถั่วเหลืองฝักสดของเกษตรกร อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี

การทดลองครั้งที่ 2 แปลงทดลองถั่วเหลืองฝักสดของเกษตรกร อำเภอพระพุทธบาท จังหวัดสระบุรีและห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง

ผลการทดลองและวิจารณ์

ตารางที่ 1 ปริมาณสารพิษตกค้างของโปรฟีโนฟอสในถั่วเหลืองฝักสดครั้งที่ 1 และ 2

ระยะเวลาหลังการพ่น(วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง(มก./กก.)							
	ครั้งที่1				ครั้งที่2			
	ซ้ำที่ 1 (R1)	ซ้ำที่ 2 (R2)	ซ้ำที่ 3 (R3)	เฉลี่ย	ซ้ำที่ 1 (R1)	ซ้ำที่ 2 (R2)	ซ้ำที่ 3 (R3)	เฉลี่ย
0	1.34	0.37	0.45	0.72	1.85	1.06	1.14	1.35
1	0.61	0.52	0.68	0.60	0.72	0.56	0.37	0.55
3	0.67	0.52	0.42	0.54	0.37	0.22	0.16	0.25
5	0.55	0.22	0.23	0.33	0.38	0.36	0.29	0.34
7	0.36	0.28	0.19	0.28	0.11	0.06	0.07	0.08
10	0.24	0.14	0.09	0.16	0.10	0.09	0.08	0.09
14	0.15	0.08	0.07	0.10	0.20	0.09	0.10	0.13
21	0.02	0.02	0.01	0.02	0.05	0.02	0.02	0.03



ภาพที่ 1 และ 2 แนวโน้มการสลายของโปรฟีโนฟอสในถั่วเหลืองฝักสดครั้งที่ 1และ 2

งานทดลองในแปลง

การพ่นโปรฟีโนฟอส 50% w/v EC อัตราแนะนำ 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ในแปลงทดลองถั่วเหลืองฝักสด เพื่อศึกษาการสลายตัว ให้ผลการทดลองดังนี้

การศึกษาการสลายตัวของโปรฟีโนฟอสในถั่วเหลืองฝักสดของการทดลองครั้งที่ 1 ที่ อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ระหว่างเดือน มกราคม-มีนาคม 2554 พบว่า การใช้โปรฟีโนฟอสอัตราแนะนำก่อให้เกิดสารพิษตกค้างมากที่สุดที่ 0 วันหลังการพ่นครั้งสุดท้าย จากนั้นสารพิษตกค้างจะลดลง โดยพบสารพิษตกค้างเฉลี่ย 0.72, 0.60, 0.54, 0.33,

0.28, 0.16, 0.10 และ 0.02 *มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม* ที่ 0, 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 21 วันตามลำดับ (ตารางที่ 1) ส่วนแปลงควบคุมซึ่งไม่พ่นสาร ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง

สำหรับการศึกษาการสลายตัวของโปรฟีโนฟอสในถั่วเหลืองฝักสดของการทดลองครั้งที่ 2 ที่อำเภอพระพุทธบาท จังหวัดสระบุรี ระหว่างเดือน กุมภาพันธ์-เมษายน 2554 พบว่าการใช้อัตราแนะนำก่อให้เกิดสารพิษตกค้างเฉลี่ย 1.35, 0.55, 0.25, 0.34, 0.08, 0.09, 0.13 และ 0.03 *มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม* ที่ 0, 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 21 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ส่วนแปลงควบคุม ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง

เมื่อนำปริมาณการสลายตัวของสารพิษตกค้างของโปรฟีโนฟอสที่ระยะเวลาต่างๆ จากการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 มา plot graph จะได้ กราฟการสลายตัวเป็นแบบ exponential ดังภาพที่ 1 และ 2 โดยมีค่า half life ของการทดลองที่ 1 และ 2 อยู่ในช่วง 3.70-4.62 และ4.21-4.95 วันตามลำดับ

จากการทดลองพบว่า สารพิษตกค้างพบมากที่สุดที่ 0 วัน หลังจากนั้นสารพิษตกค้างจะลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของลมัยและคณะ (2549) ในงานวิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของไตรอะโซฟอสในถั่วเหลืองฝักสดเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างครั้งที่ 5 และ 6 โดยพบสารพิษตกค้างของไตรอะโซฟอสมากที่สุดที่ 0 วัน หลังจากนั้นสารพิษตกค้างจะลดลงเช่นเดียวกัน และสอดคล้อง กับการศึกษาของวิสุทธิ และคณะ (2553) ในงานวิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของโอเมทโธเอทในถั่วเหลืองฝักสดเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างครั้งที่ 1 และ 2 โดยพบสารพิษตกค้างของโอเมทโธเอท มากที่สุดที่ 0 วัน หลังจากนั้นสารพิษตกค้างจะลดลงเช่นเดียวกัน

เมื่อพิจารณาจากฐานข้อมูลร่างฉลากของสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กำหนดระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม (preharvest interval ; PHI)เท่ากับ 21 วัน ซึ่งที่ 21 วันพบสารพิษตกค้างจากการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 ในปริมาณ 0.02 และ 0.03 *มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม* ตามลำดับ ซึ่ง Codex ไม่ได้กำหนดค่า MRL ของโปรฟีโนฟอสในถั่วเหลืองฝักสด (FAO/WHO, 2011) เมื่อเปรียบเทียบกับญี่ปุ่นได้กำหนดค่า MRL ของโปรฟีโนฟอสในถั่วเหลืองฝักสดเท่ากับ 0.05 *มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม* (สำนักมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2459) ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงเป็นการยืนยันว่า ระยะปลอดภัยที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวคือ 21 วัน

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างของโปรฟีโนฟอสในถั่วเหลืองฝักสด พบว่าถ้าเกษตรกรใช้โปรฟีโนฟอส 50% w/v EC ตามอัตราแนะนำ และปฏิบัติในแปลงอย่างถูกต้องและปลอดภัย และเว้นระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม (ค่า PHI) 21 วันหลังการพ่นครั้งสุดท้าย จะทำให้ได้ถั่วเหลืองฝักสดที่ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภคและไม่เป็นอุปสรรคต่อการส่งออก ซึ่งข้อมูลจาการศึกษาสามารถใช้ประกอบการพิจารณากำหนดค่า MRL รวมทั้ง ใช้ในการแก้ไขปัญหาสารพิษต่อไป

การนำไปใช้ประโยชน์

1. ได้ข้อมูลประกอบการพิจารณากำหนดค่าปริมาณสูงสุดของโปรฟีโนฟอส ในถั่วเหลืองฝักสด เพื่อไม่ให้เสียเปรียบทางการค้า และให้เกิดความเชื่อมั่นในระดับสากล

2. ได้ค่าระยะปลอดภัยในการเก็บเกี่ยวผลผลิต (ค่า PHI) ซึ่งจะทำให้ผลผลิตมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและไม่เป็นอุปสรรคต่อการส่งออก

3. ใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาสารพิษตกค้าง และการใช้วัตถุมีพิษภายในประเทศ เพื่อความปลอดภัยของเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มกีฏและสัตว์วิทยา. 2553. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ปี 2553.***เอกสารวิชาการเกษตร สำนักพัฒนาการอารักขาพืช,*** กรมวิชาการเกษตร.

จินตนา ภู่มงกุฎชัย พนิดา ไชยยันบูรณ์ และเนาวรัตน์ เอื้ออัจจิมากุล 2550 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของโปรฟีโนฟอสในพริก เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL) ครั้งที่ 1 และ 2 ***ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2550 สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร***, กรมวิชาการเกษตร.

รัชนี สุวภาพ วิสุทธิ เชวงศรี และ บังเอิญ สีมา 2550 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของโปรฟีโนฟอส ใน มังคุด เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษ ตกค้าง (MRL) ครั้งที่ 4 ***ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2550 สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร,*** กรมวิชาการเกษตร.

ลมัย ชูเกียรติวัฒนา บังเอิญ สีมา และปิยะศักดิ์ อรรคบุตร. 2549. วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของ ไตรอะโซฟอส ในถั่วเหลืองฝักสด เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL) ครั้งที่ 5 และ ครั้งที่ 6 ***ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2549(ฉบับเพิ่มเติม) สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร,*** กรมวิชาการเกษตร.

วิสุทธิ เชวงศรี ปิยะศักดิ์ อรรคบุตร และ ชนิตา ทองแซม. 2553 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของโอเมทโธเอท ในถั่วเหลืองฝักสด เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL) ครั้งที่ 1 และ 2 ***ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2553สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร*** กรมวิชาการเกษตร.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2549. ค่า MRLs สินค้าเกษตรและอาหารของญี่ปุ่น ***Maximum Residue Limits Under Positive List System in Food Sanitation Law : Japan*** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Annonymous. 2006. ***The Pesticide Manual*** .Fourteenth edition. British Crop Protection Council.

FAO/WHO. 2011. Codex Committee on Pesticide Residues, 43rd session, 4-9 April 2011 Beijing,P.R. China.

Steinwandter,H. 1985. Universal 5 min on – line Method for Extracting and Isolating Pesticide Residues and Industrial Chemicals. ***Fresenius Z. Anal Chem*** No. 115.

วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของฟิโปรนิลในถั่วฝักยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างครั้งที่ 3 และ 4

Residue Trial of Fipronil in Yard long Bean to Establish Maximum Residue Limit (MRLs) (Trial 3 and 4)

ศศิมา มั่งนิมิตร์ ลักษมี เดชานุรักษ์นุกูล วิทยา บัวศรี

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของ ฟิโปรนิล (fipronil) ในถั่วฝักยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง ครั้งที่ 3 และ 4 ทำการทดลองที่สถานที่ต่างๆ ดังนี้ ครั้งที่ 3 ที่ อ.เมือง จ.นครปฐม จ.ระหว่างเดือนธันวาคม 2553 - มกราคม 2554 ครั้งที่ 4 ที่ อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร ระหว่างมกราคม - กุมภาพันธ์ 2554 วางแผนการทดลองแบบ supervise residue trial มี 2 การทดลองย่อย คือ การทดลองย่อยที่ 1 แปลงที่พ่นวัตถุมีพิษ fipronil 5% SC อัตราแนะนำ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และการทดลองย่อยที่ 2 แปลงควบคุมไม่มีการพ่นวัตถุมีพิษ ดำเนินการพ่นวัตถุมีพิษก่อนระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตประมาณ 1 เดือน โดยพ่น fipronil 7 วันต่อครั้ง รวม 4 ครั้ง สุ่มเก็บตัวอย่างที่ระยะเวลาต่างๆ กันคือ 0, 1, 3, 5, 7, 10 และ 14 วัน หลังการฉีดพ่นวัตถุมีพิษครั้งสุดท้าย เพื่อตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างของ fipronil ในถั่วฝักยาว การทดลองครั้งที่ 3 พบว่าเมื่อใช้วัตถุมีพิษตามอัตราแนะนำ พบปริมาณสารพิษตกค้าง ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5 และ 7 วันดังนี้ 0.529, 0.315, 0.132, 0.023 และ 0.014 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ การทดลองครั้งที่4 พบปริมาณสารพิษตกค้าง ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5 และ 7 วันดังนี้ 0.442, 0.318, 0.092, 0.011 และ 0.004 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนที่ระยะเวลาอื่นๆ ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง ส่วนแปลงควบคุม ตรวจไม่พบสารตกค้างในทุกตัวอย่างของการทดลอง ปัจจุบันไม่มีค่า Codex MRL ของ fipronil ในถั่วฝักยาวหรือพืชตระกูลถั่ว แต่มีการกำหนดค่าในพืชบางชนิดเช่น กะหล่ำปลี เท่ากับ 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม กล้วยเท่ากับ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปกำหนดค่า EU-MRL ของ fipronil ในผลไม้ เท่ากับ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนในประเทศญี่ปุ่นกำหนดค่า MRLของ fipronil ในกะหล่ำปลี เท่ากับ 0.1มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับประเทศไทยสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ(มกอช.) ไม่ได้กำหนดค่าTHAI - MRL ของ fipronil ในพืชใดๆ ข้อมูลฉลากข้างผลิตภัณฑ์ระบุให้เก็บเกี่ยวผลผลิตได้หลังการฉีดพ่นสารครั้งสุดท้าย 7 วัน ผลจากการทดลองครั้งที่ 3 และ 4 พบว่าสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ตามฉลากระบุ การสำรวจและสุ่มเก็บตัวอย่างถั่วฝักยาวจากแหล่งผลิตและแหล่งจำหน่ายในพื้นที่ใกล้เคียงและจังหวัดต่างๆ ได้แก่ปทุมธานี นนทบุรี นครนายก นครปฐม สมุทรสงคราม ราชบุรี เพชรบุรี ชลบุรี ปราจีนบุรี และกรุงเทพมหานคร จำนวน 52 ตัวอย่าง ตรวจไม่พบสารพิษ fipronil ในทุกตัวอย่าง พบสารพิษตกค้างจำนวน 18 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 34.6 ของตัวอย่างทั้งหมด วัตถุมีพิษที่พบ

จำแนกได้ดังนี้ พบ chlorpyrifos 4 ตัวอย่าง ปริมาณที่พบอยู่ในช่วง 0.03-0.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบ dimethoate 10 ตัวอย่าง ปริมาณที่พบ อยู่ในช่วง 0.01-1.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบ ethion 1 ตัวอย่าง ปริมาณที่พบ 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบ cypermethrin 13 ตัวอย่าง ปริมาณที่พบอยู่ในช่วง 0.05- 2.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

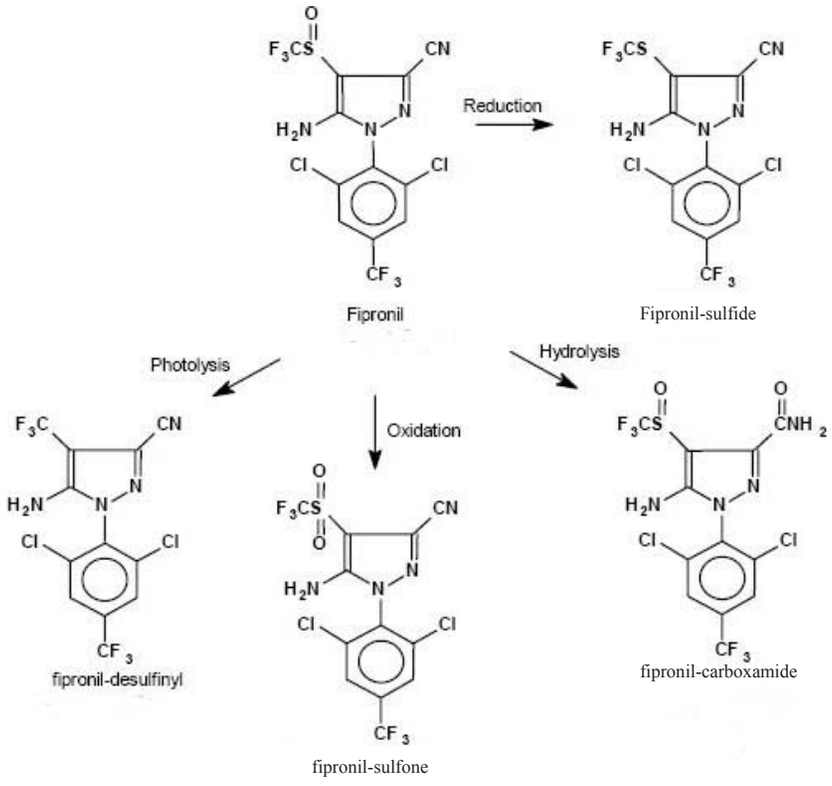
คำนำ

คณะกรรมการมาตรฐานอาหารสากล โดยองค์การอาหารและเกษตรและองค์การอนามัยโลก (Codex) FAO/WHO เป็นคณะกรรมการที่จัดตั้งขึ้นเพื่อพิจารณากำหนดมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศเพื่อปกป้องคุ้มครองผู้บริโภคและให้เกิดความเป็นธรรมในการค้าระหว่างประเทศ โดยมีประเทศต่างๆ ทั่วโลกเป็นสมาชิกประมาณ 170 ประเทศ คณะกรรมการดังกล่าวจะพิจารณาการกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างในผลผลิต และผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร (Maximum Residue Limits; MRLs) ซึ่งจะมีการจัดประชุมทุกปีเพื่อพิจารณากำหนดข้อมูลและการยอมรับค่า MRLs ที่ประเทศสมาชิกเสนอ โดยข้อมูลผลการทดลองปริมาณสารพิษตกค้างของประเทศสมาชิกจะต้องทำการศึกษาภายใต้การปฏิบัติการทางการเกษตรที่เหมาะสม (GAP) การกำหนดค่าปริมาณสูงสุด MRLs จะขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุมีพิษและชนิดของพืช โดยการทดลองจะต้องทำซ้ำอย่างน้อย 2 ครั้ง ต่างสถานที่หรือต่างฤดูกาล นำข้อมูลปริมาณสารพิษตกค้างที่ได้จากพ่นวัตถุมีพิษตามอัตราที่หน่วยราชการแนะนำ ที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยวต่างๆ หลังการพ่นครั้งสุดท้าย มาประกอบการพิจารณาร่วมกับข้อมูลศึกษาความเป็นพิษของวัตถุมีพิษชนิดนั้นๆ

ถั่วฝักยาว (*Vigna unguiculata var.sesquipedalis*) มีถิ่นกำเนิดในประเทศจีนและอินเดีย เป็นพืชที่มีการปฏิบัติดูแลรักษาง่ายสามารถปลูกได้ตลอดปี เก็บเกี่ยวได้หลังจากปลูกประมาณ 55-75 วัน ระยะเวลาการให้ผลผลิตของถั่วฝักยาวอยู่ในช่วง 1-2 เดือน ถั่วฝักยาวเป็นพืชที่มีศักยภาพในการส่งออก เกษตรกรผู้ปลูกถั่วฝักยาวจึงต้องมีการดูแลอย่างดีเพื่อป้องกันการเข้าทำลายของโรคและแมลง การใช้วัตถุมีพิษที่ถูกต้องตามคำแนะนำจึงเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดปริมาณสารพิษตกค้างมากเกินไปในผลผลิต ซึ่งจะปลอดภัยต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค

fipronil จัดเป็นวัตถุมีพิษในกลุ่ม Phenylpyrazole มีสูตรโมเลกุล คือ $C_{12}H_4C_{l2}F_6N_4OS$ มีน้ำหนักโมเลกุล 437.1 สารออกฤทธิ์เป็นผงสีขาว มีจุดหลอมเหลวที่ 203 องศาเซลเซียส ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น acetone 546.5 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ethyl acetate 26.55กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ค่าความเป็นพิษทางปาก (oral) ในหนูตัวผู้มีค่า LD_{50} 18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในหนูตัวเมีย 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าความเป็นพิษทางผิวหนัง (dermal) ในหนูมีค่า LD_{50} >2000 fipronil มีความเป็นพิษสูงต่อสัตว์น้ำ มีสูตรผสมหลายรูปแบบ เช่น SC FS WG GR UL และ EC fipronil ถูกค้นพบครั้งแรกโดยนักวิทยาศาสตร์ของบริษัทโรห์ปูแรงค์ที่ประเทศอังกฤษ (Rhone-Poulenc, Inc., 1996) และนำมาใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกาเพื่อกำจัดแมลงในสัตว์เลี้ยง แมลงในที่พักอาศัย และสนามกอล์ฟ นอกจากนั้นยังมาใช้แทนที่สาร chlorpyrifos ในผลิตภัณฑ์สำหรับป้องกันกำจัดแมลงในสัตว์เลี้ยง แมลงในบ้าน ปลวก มด แมลงสาบ และแมลงศัตรูข้าวโพดต่อมาในปลายปีพ.ศ.2533 ประเทศสหรัฐอเมริกายกเลิกการใช้สาร carbofuran ในการป้องกันกำจัดด้วงงวงในนาข้าว (water rice weevil) จึงมีการขึ้นทะเบียน fipronil เพื่อใช้ทดแทนสารดังกล่าว (Stout *et al.*,2002) มีรายงานว่าสาร fipronil มีการเปลี่ยนแปลงเกิด metaboliteได้หลายรูปแบบตามแต่สภาวะแวดล้อมและปฏิกริยาทางเคมี เช่นเมื่อถูกแสง (photolysis) จะสลายตัวเป็น fipronil-desulfinyl หรือเกิดเป็นสาร fipronil-sulfone fipronil-

sulfide fipronil - carboxamide จากปฏิกิริยา oxidation reduction และhydrolysis ตามลำดับ (ภาพที่ 1) นอกจาก metabolite หลัก 4 ชนิดดังกล่าว ยังมี metabolite ย่อยอีก 3 ชนิด แต่โดยนิยามของสารตกค้าง fipronil เพื่อการประเมินความเสี่ยงจากการได้รับสารพิษตกค้างทั้งในระยะสั้นและระยะยาวจากพืชและสัตว์จะหมายถึงผลรวมของ fipronil fipronil-desulfinyl fipronil-sulfone และ fipronil-sulfide ซึ่ง metabolite ที่เกิดบางตัวมีความเป็นพิษสูงกว่าสารตั้งต้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อสัตว์น้ำ อัตราการใช้สาร fipronil ขึ้นอยู่กับอายุ และชนิดของพืช เช่น อัตราแนะนำสำหรับถั่วฝักยาวใช้สูตร 5 % SC. อัตราแนะนำ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร เพื่อป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันเจาะต้นถั่ว (*Ophiomyia phaseoli, Melanagromyza* sp.)



ภาพที่ 1 โครงสร้างของ Fipronil และ metabolite

การศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของ fipronil ในถั่วฝักยาว จึงเป็นการศึกษาเพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการประกอบการพิจารณาการกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างในพืช (MRLs) จากการใช้วัตถุมีพิษอย่างถูกต้องและปลอดภัย ตามมาตรฐานของ Codex เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคและ เพื่อประโยชน์ในการต่อรองทางด้านสินค้าเกษตรส่งออก

วิธีดำเนินการ

1.อุปกรณ์

1.1 Teflon centrifuge tubes ขนาด 50 มิลลิลิตร

1.2 Auto- pipette ขนาด 0.1- 1 มิลลิลิตร

1.3 เครื่องชั่งไฟฟ้าชนิดทศนิยม 5 ตำแหน่ง 3 ตำแหน่งและ 2 ตำแหน่ง

1.4 เครื่องบดตัวอย่าง (Food processor) และเครื่องผสมตัวอย่าง (Vortex mixer)

1.5 เครื่องแก้วชนิดต่างๆ เช่น volumetric flask, beaker, cylinder

1.6 เครื่องตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษ Gas Chromatography (GC) Agilent technologies รุ่น 6890N ซึ่งมีหัวตรวจวัดชนิด Micro Electron Capture Detector (μECD)

2.สารเคมี

2.1 สารมาตรฐานของ fipronil, fipronil-desulfinyl, fipronil-sulfone, fipronil-sulfide และ fipronil-carboxamide

2.2 ผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษ fipronil 5% SC

2.3 Acetonitrile, Hexane และ Toluene ชนิด Pesticide grade (J.T baker)

2.4 Anhydrous Magnesium sulfate (ACS powder-Fisher) เผาที่ 500 ^{0}C นาน 5 ชั่วโมง

2.5 Sodium chloride ชนิดAnalytical grade (Merck)

2.6 SPE sorbent ชนิด Primary-Secondary-Amine (PSA varian)

วิธีการ

คัดเลือกและทำแปลงทดลองถั่วฝักยาวของเกษตรกรซึ่งจะต้องเป็นแปลงที่มีการปลูกตามหลักการเกษตรดีที่เหมาะสม (Good Agriculture Practice; GAP) จำนวน 2 การทดลองดังนี้ การทดลองที่ 3 ครั้งที่ 3 ที่ อ.เมือง จ.นครปฐม ระหว่างเดือนธันวาคม 53 – มกราคม 2554 การทดลองที่ 4 ครั้งที่ 4 ที่ อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร ระหว่างเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ 2554 วางแผนการทดลอง แบบ Supervised Trial มี 2 การทดลอง (experiments) การทดลองที่ 1 ฉีดพ่นสาร fipronil ความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ (Recommended Dose, R) ตามฉลากอัตรา 20 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร และการทดลองที่ 2 ฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่าในปริมาณที่เท่ากับการทดลองที่ 1 (Control, C) การทดลอง มี 7 กรรมวิธี (treatment) คือระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วฝักยาวไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างภายหลังการฉีดพ่นวัตถุมีพิษ fipronil ครั้งสุดท้ายที่ 0 (2 ชั่วโมงหลังการฉีดพ่น) 1, 3, 5, 7, 10 และ 14 วัน ตามลำดับ ทำการพ่นสารทุก 7 วันติดต่อกันรวม 4 ครั้ง การสกัดสารพิษตกค้างตามวิธีการของ Anastassiades (2003) ชั่งตัวอย่าง 10 กรัมใส่centrifuge tubes ขนาด 50 มิลลิลิตร เติม acetonitile จำนวน 10 มิลลิลิตร ปิดฝาเขย่าด้วย vortex mixer นาน 1 นาที เติม sodium chloride 1.0 กรัม และ magnesium sulfate 4 กรัม ปิดฝาแล้วเขย่าด้วย vortex mixer นาน 1 นาที นำไป centrifuge ที่ความเร็วรอบ 4,000 rpm นาน 5 นาที แล้วใช้ auto pipette ดูดสารละลายส่วนบน1มิลลิลิตรใส่ micro centrifuge tube

ขนาด 1.5 มิลลิลิตร ที่ใส่ PSA 0.025 กรัม และ magnesium sulfate 0.15 กรัม ไว้แล้ว เขย่า ด้วย vortex mixer นาน 30 วินาที นำไป centrifuge อีกครั้ง นาน 5 นาที จากนั้น ดูดสารละลายส่วนบนของตัวอย่าง 0.5 มิลลิลิตร ใส่ micro centrifuge tube หลอดใหม่ นำไปลดปริมาตรด้วยแก๊สไนโตรเจนจนเกือบแห้งปรับปริมาตรด้วย hexane ให้ได้ 0.5 มิลลิลิตร ถ่ายสารละลายตัวอย่าง ใส่ GC-vial นำไปตรวจวิเคราะห์ สารพิษตกค้าง fipronil ด้วยเครื่อง GC/μECD ต่อไป การวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างด้วยเครื่อง Gas Chromatograph (GC) ยี่ห้อ Agilent รุ่น 6890 ชนิด Micro Electron Capture Detector (μECD) โดยมีสภาวะการใช้ งานดังนี้

Column : Capillary column Ultra-1, 25 m. length 0.32 mm.(id) 0.17 μm. film thickness

Temperature : Injector 250 º C Detector 300 º C

Oven temperature program

80 º C (1min) → 15 º C / min → 180 º C(3min) → 25 º C/min → 250 º C (17 min)

Flow rate: carrier gas ; helium 1.2 มิลลิลิตร / min

Injection mode: splitless Injection volume : 1 μl

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการวิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของ fipronil ในถั่วฝักยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุด ของสารพิษตกค้าง ครั้งที่ 3 และ 4 ระหว่างเดือนตุลาคม 2553 – กันยายน 2554 โดยฉีดพ่นวัตถุมีพิษ fipronil 5% SC อัตราแนะนำ 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร เปรียบเทียบกับแปลงควบคุม (ฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า) และเก็บถั่วฝักยาวที่ระยะเวลาต่างๆ กันหลังการฉีดพ่นสารครั้งสุดท้ายมาวิเคราะห์ มีรายละเอียดดังนี้

การทดลองที่ 3 ครั้งที่ 3 ที่ อ.เมือง จ.นครปฐม ระหว่างเดือนธันวาคม 2553 - มกราคม 2554 ตรวจไม่พบสารพิษตกค้างในแปลงควบคุม ตรวจพบสารพิษตกค้าง fipronil ปริมาณ 0.529, 0.315, 0.132, 0.023 และ 0.014 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ในแปลงที่ฉีดพ่นตามอัตราแนะนำ ที่ระยะ 0, 1, 3 ,5 และ 7 วัน ส่วนที่ระยะเวลาอื่นๆ ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง (ตารางที่1)

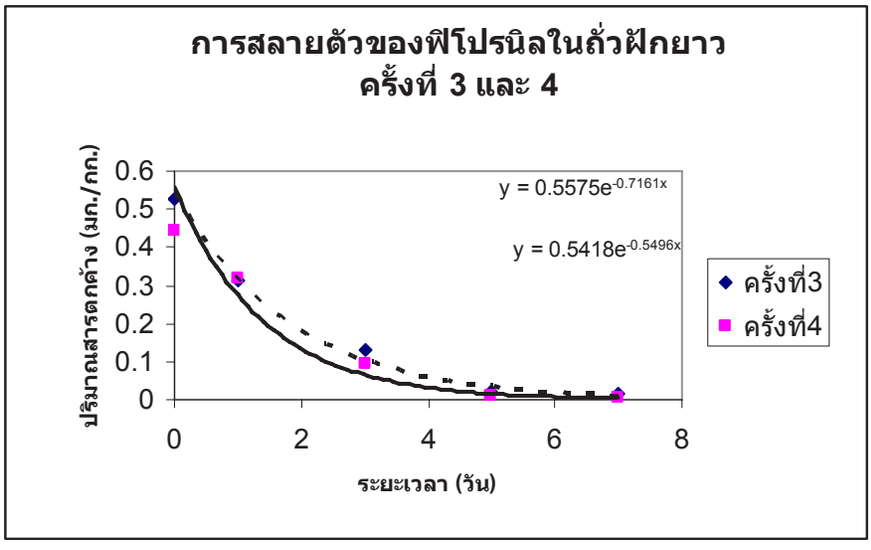
การทดลองที่ 4 ครั้งที่ 4 ที่ อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร ระหว่างเดือนมกราคม - กุมภาพันธ์ 2554 ตรวจไม่พบสารพิษตกค้างในแปลงควบคุม ตรวจพบสารพิษตกค้าง fipronil ปริมาณ 0.442, 0.318, 0.092, 0.011 และ 0.004 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ตามลำดับในแปลงที่ฉีดพ่นตามอัตราแนะนำที่ระยะ 0, 1, 3, 5 และ 7 วัน ส่วนที่ระยะเวลาอื่นๆ ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1. ปริมาณสารพิษตกค้างของ fipronil ในถั่วฝักยาวที่ระยะเวลาต่างๆ จากการทดลองครั้งที่ 3 และ 4

ระยะเวลาหลังการฉีดพ่นวัตถุมีพิษครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		
	แปลงควบคุม	แปลงอัตราแนะนำ	
		ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
0[1/]	ND[2/]	0.529	0.442
1	ND	0.315	0.318
3	ND	0.132	0.092
5	ND	0.023	0.011
7	ND	0.014	0.004
10	ND	ND	ND
14	ND	ND	ND

1/ ระยะเวลา 2 ชั่วโมงหลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย

2/ ND คือ Not Detected



ภาพที่ 2 การสลายตัวของฟิโปรนิลในถั่วฝักยาวครั้งที่ 3 และ 4 (อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร)

จากการทดลองศึกษาการสลายตัวของ fipronil ในถั่วฝักยาวครั้งที่ 3 และ 4 พบว่าเมื่อพ่นสาร fipronil ตามอัตราแนะนำ ในช่วงระยะเวลา 0-1 วัน ปริมาณสารตกค้างจะลดลงเล็กน้อย และมีแนวโน้มลดลดอย่างต่อเนื่องจนถึงระยะเวลา 7 วัน หลังจากนั้นตรวจไม่พบปริมาณของสารพิษตกค้างของ fipronil ในถั่วฝักยาวทั้งสองการทดลอง อย่างไรก็ดีถั่วฝักยาวเป็นพืชที่ให้ผลผลิตได้ต่อเนื่อง โดยสามารถเก็บเกี่ยวได้วันเว้นวัน ต้นถั่วที่ได้รับการดูแลรักษาอย่างดีจะทยอยออกฝักได้นานถึง 2 เดือน ทำให้มีผลผลิตตลอดเวลา ดังนั้นเกษตรกรจึงควรใช้วัตถุมีพิษตามอัตราแนะนำอย่างเคร่งครัด และใช้เมื่อมีโรคหรือแมลงศัตรูพืชระบาด ตลอดจนเว้นระยะเก็บเกี่ยวให้เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ปลอดภัยสำหรับจำหน่ายให้ผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งการจำหน่ายผักหรือผลไม้ไปยังต่างประเทศนั้นประเทศผู้ซื้อมักจะใช้ค่าอ้างอิงของ Codex MRL หรือ National MRL ของแต่ประเทศในการตกลงค้าขาย ปัจจุบัน Codex ไม่ได้กำหนดค่า MRL ของ fipronil ในพืชตระกูลถั่วหรือในพืชใกล้เคียง มีเพียงพืชตระกูลกะหล่ำเท่ากับ 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม กล้วยเท่ากับ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรปกำหนดค่า EU-MRL ของ fipronil ในผลไม้เท่ากับ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนในประเทศญี่ปุ่นกำหนดค่า MRL ของ fipronil ในกะหล่ำปลี เท่ากับ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับประเทศไทยสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) ไม่ได้กำหนดค่า THAI-MRL ของ fipronil ในพืชใดๆ ดังนั้นข้อมูลจากการศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของ fipronil ในถั่วฝักยาวที่ได้เป็นประโยชน์ในการพิจารณากำหนดค่ามาตรฐาน MRL ทั้งสำหรับประเทศไทย และเสนอเพื่อให้เป็นมาตรฐานสำหรับอาเซียนและ Codex ต่อไป

การสำรวจและสุ่มเก็บตัวอย่าง

การสำรวจและสุ่มเก็บตัวอย่างถั่วฝักยาวจากแหล่งผลิตและแหล่งจำหน่ายในพื้นที่ใกล้เคียงและจังหวัดต่างๆ ได้แก่ ปทุมธานี นนทบุรี นครนายก นครปฐม สมุทรสงคราม ราชบุรี เพชรบุรี ชลบุรี ปราจีนบุรี และกรุงเทพมหานคร จำนวน 52 ตัวอย่าง ตรวจวิเคราะห์สาร fipronil สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต กลุ่มออร์กาโนคลอรีน และกลุ่มไพรีทรอยด์ โดยเครื่อง GC พบ สารพิษตกค้างจำนวน 18 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 34.6 ของตัวอย่างทั้งหมด วัตถุมีพิษที่พบจำแนกได้ดังนี้ พบ chlorpyrifos 4 ตัวอย่าง ปริมาณที่พบอยู่ในช่วง 0.03-0.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบ dimethoate 10 ตัวอย่าง ปริมาณที่พบ อยู่ในช่วง 0.01-1.7 *มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม* พบ ethion 1 ตัวอย่าง ปริมาณที่พบ 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบ cypermethrin 13 ตัวอย่าง ปริมาณที่พบอยู่ในช่วง 0.05- 2.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาการสลายตัวของ fipronil ในถั่วฝักยาวโดยการทำการทดลองแบบ Supervised residue trial ครั้งที่ 3 และ 4 พบว่าเมื่อใช้สาร fipronil อัตราแนะนำ คือสูตร 5 % SC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นถั่วฝักยาว 7 วันต่อครั้ง รวม 4 ครั้ง พบว่า fipronil มีการสลายตัวอย่างรวดเร็วสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 7 วันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้ายและควรใช้ตามคำแนะนำอย่างเคร่งครัดเนื่องจาก fipronil สามารถสลายตัวให้สาร metabolite ซึ่งมีพิษสูงต่อสัตว์น้ำและปลา ดังนั้นเกษตรกรผู้ปลูกถั่วฝักยาวจึงควรปฏิบัติตามหลัก GAP และเลือกใช้วัตถุอันตรายเพื่อป้องกันและควบคุมศัตรูพืชตามการระบาดเท่านั้น

การนำไปใช้ประโยชน์

1. ได้ข้อมูลการสลายตัวของ fipronil ในถั่วฝักยาวเพื่อนำไปใช้ในการพิจารณากำหนดค่ามาตรฐาน MRL ของประเทศไทย โดยนำข้อมูลประกอบกับค่า ADI และค่า ARfD ในการเสนอเพื่อกำหนดค่า MRL ของอาเซียน และของ Codex ต่อไป

2. ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจถั่วฝักยาวจากแหล่งผลิตและแหล่งจำหน่ายจะเป็นข้อมูลพื้นฐานให้ทราบถึงสถานการณ์สารพิษตกค้างในผลิตผลการเกษตร เพื่อเป็นข้อมูลในการคุ้มครองผู้บริโภค และแนวทางในการแก้ปัญหาสารพิษตกค้างในถั่วฝักยาวหรือพืชผักอื่นๆ เพื่อให้การผลิตผักของประเทศไทยมีคุณภาพปลอดภัยเป็นที่ยอมรับทั้งในประเทศและต่างประเทศ

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มกีฏและสัตววิทยา. 2553. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 303 หน้า

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ.2551 ค่า MRL สารพิษตกค้างของประเทศไทย Available Source: http://www.acfs.go.th/standard/download/residue_limits.pdf Anastassiades, M., Lehotay, S. J., Stajnbaher, D. and Schenck,F.J. 2003 “Fast and Easy Multiresidue Method Employing Acetonitrile Extraction/Partitioning and “Dispersive Solid-Phase Extraction” Solid-Phase Extraction” for the Determination of Pesticide Residues in Produce.” J AOAC. 86: 412-431.

FAO/WHO. 2001. Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues Geneva, 20-29 September Available source: http://www.fao.org/ag/AGP/AGPP/Pesticid/JMPR/Download/2001_eva/_08%20Fipronil.pdf

FAO/WHO. 2008. Codex Committee on Pesticides Residues. Fortieth Session, 14-19 April 2008 Hangzhou, China.

FAO/WHO. 2009. Submission and evaluation of pesticide residue data for the estimation of maximum reidue levels in food and feed. Food and Agriculture Organization of the United Nations

Rhone-Polenc, Inc., 1996. Fipronil: Research Triangle Park, N.C., Worldwide Technical Bulletin, p.2

Stout, M.J., Rice, W.C., and Ring, D.R. 2002 Integrated management of the rice water weevil: Louisiana Agriculture, V45, no.1, p20-21







การพัฒนาวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม ไพรีทรอยด์ และเอนโดซัลแฟนในมังคุด

Development of Pyrethroid and Endosulfan Residue Analysis Method in Mangosteen

วิสุทธิ เชวงศรี ปิยะศักดิ์ อรรคบุตร ชนิตา ทองแซม

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

การพัฒนาวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างในกลุ่มไพรีทรอย์และเอนโดซัลแฟน รวมทั้งหมด 10 ชนิด ในมังคุด โดยใช้เครื่อง Gas Chromatograph ชนิด Electron Capture Detector (ECD) รวมทั้งหมด 4 วิธีการคือ วิธีการที่ 1 เป็นวิธีประยุกต์ของ Steinwandter 1985 โดยใช้ acetone dichloromethane และ NaCl ในการสกัด ขจัดสิ่งปนเปื้อนโดย silicagel ที่ deactivated ด้วยน้ำ 10% ชะด้วย hexane : dichloromethane 4 : 1 และ 1 : 1 ตามลำดับ วิธีที่ 2 สกัดเหมือนวิธีที่ 1 ขจัดสิ่งปนเปื้อนโดยนำสารสกัดมาเขย่ากับส่วนผสมของ PSA : SAX (1:1) และ Mg SO_4 วิธีที่ 3 สกัดวิธีเดียวกับวิธีที่ 1 ขจัดสิ่งปนเปื้อนโดยใช้ PSA : SAX (1:1) ชะด้วย hexane : dichloromethane (4:1) และ (1:1) ตามลำดับ วิธีการที่ 4 การประยุกต์วิธี QuEChERS ของ EN Method (2007) สกัดด้วย acetonitrile และ Simpli Q EN QuEChERS extraction packet ขจัดสิ่งปนเปื้อนด้วย Simpli Q EN dispersive SPE

ผลปรากฏว่า วิธีการที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ (70-110%) ดีที่สุด ได้แก่วิธีการที่ 3 ซึ่งสามารถตรวจวิเคราะห์ได้ 9 ชนิด ยกเว้น fenvalerate ได้เปอร์เซ็นต์ recovery 118 วิธีที่ 1 สามารถตรวจวิเคราะห์ ได้ 8 ชนิด ยกเว้น bifenthrin และ fenvalerate วิธีที่ 2 ผ่านเกณฑ์ยอมรับได้เพียง 3 ชนิด สำหรับวิธีที่ 4 วิธีประยุกต์ของ QuEChERS ไม่ผ่านเกณฑ์ยอมรับได้

คำนำ

จากการจัดตั้งองค์การการค้าโลก (WTO) ในปี พ.ศ.2538 มีความตกลงที่เกี่ยวข้องกับสุขอนามัยและคุณภาพของอาหาร 2 ฉบับ คือ ความตกลงว่าด้วยการบังคับใช้มาตรการสุขอนามัยและสุขอนามัยพืช (Agreement on the Application of Sanitary & Phytosanitary Measure) และความตกลงว่าด้วยอุปสรรคทางเทคนิคต่อการค้า (Agreement on Technical Barrier to Trade, TBT) ที่ให้ประเทศสมาชิกกำหนด หรือใช้บังคับมาตรการเท่าที่จำเป็นในการปกป้องชีวิตหรือสุขภาพของมนุษย์ สัตว์ และพืช ซึ่งประเทศสมาชิกได้มีการนำปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิตผลิตภัณฑ์การเกษตรและสิ่งแวดล้อม มาใช้เป็นมาตรการกีดกันทางการค้าสำหรับประเทศที่ส่งสินค้าเกษตรเป็นสินค้าออก ดังนั้นประเทศผู้ส่งออกสินค้าเกษตร รวมทั้งประเทศไทยจำเป็นต้องปรับปรุงกฎ ระเบียบ และข้อกำหนดต่างๆ ที่เกี่ยวกับสุขอนามัย และมาตรการว่าด้วยอุปสรรคทางเทคนิคต่อการค้า ให้มีความสอดคล้องกับมาตรฐานขององค์การระหว่างประเทศ เช่น Codex, ISO เพื่อแสดงความเท่าเทียมกัน ห้องปฏิบัติการจึงจำเป็นต้องพัฒนาระบบห้องปฏิบัติการที่มีเป้าหมายใหญ่ คือ การวิจัยและพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ (Method development) ให้เป็นมาตรฐาน

ทำการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ (Method validation) และทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ (Proficiency testing) เพื่อเป็นการยืนยันถึงวิธีการที่นำมาใช้ในการทดสอบว่ามีความถูกต้อง แม่นยำ น่าเชื่อถือ สามารถสอบกลับได้ เพื่อขอรับรองความสามารถของห้องปฏิบัติการ (Laboratory accreditation) ตามมาตรฐานสากล (ISO/IEC17025) ซึ่งจะทำให้ผลการวิเคราะห์เป็นที่น่าเชื่อถือ และยอมรับได้ตามมาตรฐานสากล เป็นผลดีต่อการส่งสินค้าเกษตรเป็นสินค้าส่งออกและปลอดภัยต่อผู้บริโภค

สำหรับงานวิจัยนี้จะเป็นการพัฒนาวิธีวิเคราะห์สารกลุ่มไพรีทรอย์และเอนโดซัลแฟนในมังคุด เพื่อให้ได้วิธีรวดเร็ว ประหยัด และมีประสิทธิภาพ และสามารถใช้ในการขยายขอบข่ายของการขอการรับรองห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 ต่อไป

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เครื่องสกัดชนิดปั่นความเร็วสูง (Homogenizer) เครื่องระเหยสารละลายชนิด Flash evaporator, Nitrogen evaporator ตู้อบอุณหภูมิสูง เครื่องชั่งชนิด 5 ตำแหน่ง และ 2 ตำแหน่ง เครื่องเขย่า shaker

2. เครื่องแก้วที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ volumetric flask, volumetric pipet, auto pipet, erenmeyer flask, lab bottle, flat bottle flask และ glass syringe ขนาด 5 มิลลิลิตร

3. สารเคมีชนิด Analytical grade ได้แก่ acetone, dichloromethane, acetonitrile, NaCl, Na_2SO_4 anhydrous, acetic acid, $MgSO_4$ anhydrous

4. สารเคมีชนิด pesticide grade ได้แก่ ethyl acetate, dichloromethane, acetonitrile, hexane, trimethyl ammonium, strong anion exchange (SAX), Primary secondary amine (PSA)

5. สารเคมีสำเร็จรูปได้แก่ Sampli Q EN QuEChERS extraction packet ประกอบด้วย $MgSO_4$ 4 กรัม NaCl 1 กรัม sodium citrate 1 กรัม disodium citrate sesquihydrate 0.5 กรัม และ Sampli Q EN dispersive SPE kit ประกอบด้วย PSA 150 มิลลิกรัม Mg SO_4 900 มิลลิกรัม

6. สารมาตรฐานกลุ่มไพรีทรอยด์และเอนโดซัลแฟน 10 ชนิด ได้แก่ α- endosulfan, β-endosulfan, endosulfan sulfat, bifenthrin, lambda-cyhalothrin, permethrin, cyfluthrin, cypermethrin, fenvalerate และ deltamethrin

7. เครื่องตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง Gas chromatograph (GC) ชนิด Flam Electron Capture detector (ECD)

วิธีการ

1. เตรียมสารละลายเดี่ยวและสารละลายรวมของสารมาตรฐาน 10 ชนิด ให้มีความเข้มข้นที่เหมาะสม ทำการฉีดสารละลายมาตรฐานเดี่ยว และสารละลายมาตรฐานรวมด้วย GC ที่มีหัวตรวจวัดชนิด (ECD) เพื่อหาค่า Retention time ของสารแต่ละตัว และ sequence ของสารใน chromatogram ที่เป็นสารละลายมาตรฐานรวม และจะต้องปรับสภาวะของเครื่อง GC ให้สารแยกจากกันอย่างชัดเจน

2. เตรียมสารละลายมาตรฐานรวม เพื่อทำเป็น spike mixed standard solution และ matrix working mixed standard solution

3. การทดสอบวิธีการ

ทำการ spike mixed standard solution ให้มีความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ลงในตัวอย่างมังคุดที่ไม่มีการปนเปื้อนของสารกลุ่มไพรีทรอย์และเอนโดซัลแฟน ทำการทดลอง 4 วิธีการๆ ละ 5 ซ้ำ โดยมี control sample (ไม่ได้ spike สาร) และ control blank ทำควบคู่ไปกับตัวอย่างที่ spike ทุกวิธีการ

4 .วิธีการที่ใช้ในการทดสอบ มี 4 วิธีการได้แก่

4.1. วิธีการที่ 1

ก.ใช้วิธีประยุกต์ของ Steinwandter 1985 ดังนี้

1) ชั่งตัวอย่างมังคุด 25 กรัม ใน lab bottle ขนาด 250 มิลลิลิตร
2) เติม acetone 50 มิลลิลิตร ปั่นด้วย homogenizer ความเร็วประมาณ 13,000 รอบต่อ นาที นาน 1 นาที
3) เติม sodium chloride 8 กรัม และ dichloromethane 40 มิลลิลิตร ปั่นอีก 1 นาที
4) เทสารละลายส่วนใสใน lab bottle ที่มี Na_2SO_4 anhydrous ประมาณ 30 กรัม ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที
5) แบ่งสารละลายตัวอย่างมา 50 มิลลิลิตร นำไปลดปริมาตรจนเกือบแห้ง ปรับปริมาตรเป็น 5 มิลลิลิตร ด้วย ethyl acetate (PR)

ข. การขจัดสิ่งปนเปื้อน

1) แบ่งสารละลายตัวอย่างมา 2 มิลลิลิตร นำมาลดปริมาตรจนเกือบแห้งนำมาละลายด้วย hexane : dichloromethane (4:1) 2 มิลลิลิตร
2) การเตรียม column โดยการบรรจุ silica gel ที่ deactivated ด้วยน้ำ 10% ปริมาณ 1 กรัม ลงใน syringe ขนาด 5 มิลลิลิตร ที่อุดปลายด้วยสำลี และมี Na_2SO_4 anhydrous สูง 1 เซนติเมตร รองรับอยู่ และปิดทับ silica gel ด้วย Na_2SO_4 anhydrous สูง 1 เซนติเมตร ล้าง column ด้วย hexane 5 มิลลิลิตร
3) เทสารละลายตัวอย่างจากข้อ 1 ลงในcolumn ชะด้วย hexane : dichloromethane (4:1) 5 มิลลิลิตร รองรับส่วนที่ไหลออกจาก syringe ด้วยหลอด test tube เมื่อสารไหลถึงผิวของ Na_2SO_4 anhydrous ให้ชะด้วย hexane : dichloromethane (1:1) 10 มิลลิลิตร รองรับด้วย test tube เดิม นำสารละลายที่รองรับได้ไปลดปริมาตรจนเกือบแห้ง และปรับปริมาตรด้วย hexane 2 มิลลิลิตร นำไปตรวจวิเคราะห์โดย GC (ECD)

4.2. วิธีการที่ 2

การสกัดใช้วิธีประยุกต์ของ Steinwandter 1985 ขจัดสิ่งปนเปื้อนโดยการเขย่ากับส่วนผสมของ PSA: SAX (1:1) และ $MgSO_4$

ก. การสกัด ใช้วิธีประยุกต์ของ Steinwandter,1985 ตามข้อ 4.1 วิธีการที่ 1 ก. ข้อ 1)-5)

ข. การขจัดสิ่งปนเปื้อน (clean up)

1) ดูดสารละลายตัวอย่างมา 4 มิลลิลิตร ใส่ในหลอด centrifuge tube ที่มี PSA 500 มิลลิกรัม SAX 500 มิลลิกรัม $MgSO_4$ 1.5 กรัม แล้วนำไปเขย่าด้วย vortex 1 นาที
2) นำไป centrifuge ที่ 4000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที
3) แบ่งสารละลายใส 1 มิลลิลิตร เป่าให้แห้งด้วย N_2 ปรับปริมาตรด้วย hexane 1 มิลลิลิตร นำไปตรวจวิเคราะห์โดย GC (ECD)

4.3. วิธีการที่ 3

การสกัดใช้วิธีประยุกต์ของ Steinwandter 1985 ขจัดสิ่งปนเปื้อนโดยการประยุกต์วิธีการของ Kobe Quarantine Station 2004 และ Steinwandter 1985 โดยการ clean up ด้วยส่วนผสมของ PSA : SAX (1:1) ชะด้วย hexane : dichloromethane (4:1)และ(1:1)

ก. การสกัดใช้วิธีประยุกต์ของ Steinwandter 1985 ดังนี้

1) ชั่งตัวอย่างมังคุด 25 กรัม ใน lab bottle ขนาด 250 มิลลิลิตร
2) เติม acetone 50 มิลลิลิตร ปั่นด้วย homogenizer ความเร็วประมาณ 13,000 รอบต่อ นาที นาน 1 นาที
3) เติม sodium chloride 8 กรัม และ dichloromethane 40 มิลลิลิตร ปั่นอีก 1 นาที
4) เทสารละลายส่วนใสใน lab bottle ที่มี Na_2SO_4 anhydrous ประมาณ 30 กรัม ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที
5) แบ่งสารละลายตัวอย่างมา 50 มิลลิลิตร นำไปลดปริมาตรจนเกือบแห้ง ปรับปริมาตรเป็น 5 มิลลิลิตร ด้วย ethyl acetate (PR)

ข. การขจัดสิ่งปนเปื้อน

1) แบ่งสารละลายตัวอย่างมา 2 มิลลิลิตร นำมาลดปริมาตรจนเกือบแห้งนำมาละลายด้วย hexane : dichloromethane (4:1) 2 มิลลิลิตร
2) การเตรียม column โดยการบรรจุส่วนผสมของ PSA : SAX (1:1) ปริมาณ 1 กรัม ลงใน syringe ขนาด 5 มิลลิลิตร ที่อุดปลายด้วยสำลี และมี Na_2SO_4 anhydrous สูง 1 เซนติเมตร รองรับอยู่ และปิดทับส่วนผสมของ PSA: SAX (1:1) ด้วย Na_2SO_4 anhydrous สูง 1 เซนติเมตร ล้าง column ด้วย hexane 5 มิลลิลิตร
3) เทสารละลายตัวอย่างจากข้อ 1 ลงใน column ชะด้วย hexane : dichloromethane (4:1) 5 มิลลิลิตร รองรับส่วนที่ไหลออกจาก syringe ด้วยหลอด test tube เมื่อสารไหลถึงผิวของ Na_2SO_4 anhydrous ให้ชะด้วย hexane : dichloromethane

(1:1) 10 มิลลิลิตร รองรับด้วย test tube เดิม นำสารละลายที่รองรับได้ไปลดปริมาตรจนเกือบแห้ง และปรับปริมาตรด้วย hexane 2 มิลลิลิตร นำไปตรวจวิเคราะห์โดย GC (ECD)

4.4. วิธีการที่ 4

การประยุกต์วิธี QuEChERS ของ European method – EN 15662 (2007)

ก. การสกัด

1) ชั่งตัวอย่างมังคุด 10 กรัม ในหลอด centrifuge tube ขนาด 50 มล.
2) เติม acetonitrile ปริมาณ 10 มิลลิลิตร ปิดจุก เขย่าด้วยมือ 1 นาที
3) เติม Sampli Q EN QuEChERS extraction packet เขย่าด้วยมือ 1 นาที แล้วทำการ centrifuge ที่ 4000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที

ข. การขจัดสิ่งปนเปื้อน (clean up)

1) ดูดสารละลาย 6 มิลลิลิตร ใส่ centrifuge tube ที่บรรจุด้วย Sampli Q EN dispersive SPE นำไปเขย่าด้วย vortex 1 นาที แล้วทำการ centrifuge ที่ 4000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที
2) แบ่งสารละลายใส 1 มิลลิลิตร. เป่าให้แห้งด้วย N_2
3) ปรับปริมาตรเป็น 1 มิลลิลิตร ด้วย hexaneนำไปวิเคราะห์โดยเครื่อง GC (ECD) สำหรับสภาวะการใช้งานของเครื่อง GC ชนิด ECD ได้ทดลองปรับเปลี่ยนสภาวะการใช้งานหลายวิธีการ จนได้สภาวะการใช้งานที่เหมาะสมดังนี้

เครื่อง GC ชนิด ECD ยี่ห้อ Agilent รุ่น 6890

Column : Ualtra-1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.32 mmg เคลือบหนา 0.17µm ยาว 25 m
Pressure 9.63 Psi
Purge flow 40 ml/min, purge time 0.75 min
Total flow 45.3 ml/min
Saver flow 20.0 ml/min, Saver time 2.00 min

Gas type : He

Detector : temperature 300 ° C

Mode : constant column + make up flow,
combined flow 60 ml/min

Make up gas : N_2

Oven : Oven program : 70 ° C (1 min) 15 ° C /min → 180 ° C(4min) 15 ° C /min → 250 ° C(20 min) 15 ° C/min → 260 ° C (13min) run time 50.67 min

Carrier gas : He flow rate 2.2 ml/min

ระยะเวลา ตุลาคม 2553 - กันยายน 2554

สถานที่ดำเนินการ

ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์กลุ่มไพรีทรอยด์และเอนโดซัลแฟนในมังคุด

ชนิดสาร	วิธีที่ 1			วิธีที่ 2			วิธีที่ 3			วิธีที่ 4		
	% recovery	% Mean recovery	% RSD	% recovery	% Mean recovery	% RSD	% recovery	% Mean recovery	% RSD	% recovery	% Mean recovery	% RSD
α-endosulfan	88-103	93	6.36	70-76	74	3.65	72-106	90	13.9	22-38	30	-
β-endosulfan	87-100	93	5.32	54-61	59	5.67	69-101	88	13.68	14-26	20	-
endosulfan sulfat	81-99	87	8.56	48-60	54	9.08	70-103	89	14.07	12-20	16	-
bifenthrin	214-295	264	14.53	75-84	81	4.89	72-110	92	15.28	46-66	55	-
lamda cyhalothrin	77-94	83	8.38	67-83	74	9.03	62-102	82	20.00	22-34	28	-
permethrin	73-87	77	7.92	54-75	65	13.44	81-105	95	10.31	34-44	40	-
cyfluthrin	79-96	89	8.88	62-79	68	11.33	66-92	83	12.29	82-116	96	-
cypermethrin	63-81	74	9.34	58-75	64	11.53	83-122	105	14.15	84-142	114	-
fenvalerate	53-63	58	6.83	75-159	116	38.81	77-163	118	32.26	62-114	78	-
deltamethrin	56-84	72	17.01	46-67	55	16.32	60-88	77	14.11	18-30	23	-

การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มไพรีทรอย์และเอนโดซัลแฟน 10 ชนิด ในมังคุด ได้แก่ α- endosulfan, β-endosulfan, endosulfan sulfat, bifenthrin, lambda-cyhalothrin, permethrin, cyfluthrin, cypermethrin, fenvalerate และ deltamethrin โดยใช้เครื่อง Gas Chromatograph (GC) ชนิด Electron Capture Detertor ผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้างในมังคุดที่ระดับความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทั้ง 4 วิธีการ มีดังนี้

วิธีการที่ 1 เป็นวิธีการประยุกต์ของ Steinwandter 1985 โดยใช้ acetone, dichloromethane และ NaCl ในการสกัด ขจัดสิ่งปนเปื้อนโดยใช้ silica gel ที่ deactivated ด้วยน้ำ 10% ชะด้วย hexane: dichloromethane 4:1 และ 1:1 ตามลำดับ ได้ recovery ที่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ 8 ชนิด ซึ่งอยู่ในช่วง 72-93 เปอร์เซนต์ และ RSD อยู่ในช่วง 5.32-17.01 เปอร์เซนต์ ยกเว้น bifenthrin และ fenvalerate มี recovery เฉลี่ย 264 และ 58 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

วิธีการที่ 2 สกัดวิธีเดียวกับวิธีที่ 1 ขจัดสิ่งปนเปื้อน โดยการเขย่ากับส่วนผสมของ PSA: SAX (1:1) และ $MgSO_4$ ได้ recovery ที่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้เพียง 3 ชนิดในช่วง 74-81 เปอร์เซนต์ (ตารางที่ 1)

วิธีการที่ 3 สกัดวิธีเดียวกับวิธีที่ 1 ขจัดสิ่งปนเปื้อนโดยใช้ PSA: SAX (1:1) ชะด้วย hexane : dichlorormethane 4:1 และ 1:1 ตามลำดับ ได้ recovery ที่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ 9 ชนิด ซึ่งอยู่ในช่วง 77-105 เปอร์เซนต์ และ RSD 13.31-20.00 เปอร์เซนต์ ยกเว้น fenvalerate มี recovery เฉลี่ย 118 เปอร์เซนต์ และ RSD 32.25 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1)

วิธีการที่ 4 การประยุกต์วิธี QuEChERS ของ European method – EN 15662 (2007) ได้recovery ในช่วง 16-114 เปอร์เซนต์ ซึ่งส่วนใหญ่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (ตารางที่ 1)

Codex (1995) กำหนดเกณฑ์ยอมรับได้ค่า recovery ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในช่วง 70-110 เปอร์เซนต์

การทดสอบประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์กลุ่มไพรีทรอยด์และเอนโดซัลแฟนในมังคุด ทั้ง 4 วิธีนี้ พบว่า วิธีการที่ 3 สามารถตรวจวิเคราะห์ได้ดีที่สุดคือวิเคราะห์ได้ 9 ชนิด ขณะที่วิธีการที่ 1 วิเคราะห์ได้ 8 ชนิดสำหรับวิธีการที่ 2 และ 4 ไม่สามารถใช้ในการตรวจวิเคราะห์ ดังนั้นวิธีการที่ 3 จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

วิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้างของกลุ่มไพรีทรอยด์และเอนโดซัลแฟนในมังคุด ที่ประสิทธิภาพที่สุด คือใช้วิธีการประยุกต์ของ Steinwandter 1985.ในการสกัดและขจัดสิ่งปนเปื้อนโดยการประยุกต์วิธีการของ Kobe Quarantine Station 2004 และ Steinwandter 1985 โดยการ clean up ด้วยส่วนผสมของ PSA: SAX (1:1) ชะด้วย hexane : dichloromethane (4:1) และ (1:1) แต่อย่างไรก็ตาม วิธีนี้จะต้องทำการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการในการศึกษาครั้งต่อไป รวมทั้งสามารถนำมาขยายขอบข่ายเพื่อขอการรับรองความสามารถของห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 ต่อไป

การนำไปใช้ประโยชน์

1. ใช้เป็นวิธีวิเคราะห์มาตรฐานของกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร เพื่อนำไปใช้ในงานบริการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างรวมทั้งใช้ในงานวิจัย

2. ใช้ในการขอการรับรองความสามารถของห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 โดยจะต้องทำการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการและทดสอบความชำนาญของห้องปฏิบัติก่อนการขอการรับรอง

3. ถ่ายทอดวิธีการวิเคราะห์ให้แก่เจ้าหน้าที่ของสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่1-8

4. เสนอผลงานวิจัยเพื่อให้ผู้สนใจนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

Anonymous. 2006. *The Pesticide Manual*. Fourteenth edition. British Crop Protection Council.

Codex. 1995. *Codex Alimentarius* volumn 3. Residues of Veterinary Drugs in Food.

EN 15662 Version 2007-10-24, Foods of Plant Origin – Determination of Pesticide Residue Using GC-MS and /or LC –MS/MS Following Acetonitrile Extraction/Partitioning and Clean-up by Dispersive SPE (QuEChERS method)

Kobe Quarantine Station. 2004. *JICA Training Course*. Risk Assessment and Monitoring for Environment Chemical. Japan. 33 p.

Schenck, F.T., S.J. Lehotay, V.Vega. 2002. Comparison of Solid Phase Extraction Sorbents for Cleanup in Pesticide Residue Analysis of Fresh Fruits and Vegetable. *J. Sep. Sci.* 25: 883-890

Steinwandter, H. 1985. Universal 5 min. On-line Method for Extracting and Isolating Pesticide Residue and Industrial Chemicals. *Fresenius Z. Anal Chem*. No 115

วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างไดเมโทเอต (dimethoate) ในถั่วฝักยาว เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง ครั้งที่ 3 และ 4

Residue Trial of Dimethoate in Yardlong Bean to Establish Maximum Residue Limit (MRL)

ลักษมี เดชานุรักษ์นุกูล ศศิมา มั่งนิมิตร์ วิทยา บัวศรี

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

Abstract

The study on the fate of dimethoate in yard long bean was conducted in two supervised field trial according to GAP. The third trial was conducted between December, 2010-January, 2011 at Nakhon Pathom province and the fourth trial was conducted between January-February, 2010 at Samut Sakhon province. A 40% w/v dimethoate was applied weekly for four times at 40 ml/20 liter water (600 g a.i./ ha). Samples of whole plants were taken from each plot for analysis at 0, 1, 3, 5, 7 and 14 days after spraying and the residues determined. The residues of dimethoate were 2.63, 2.12, 0.45, 0.08 and 0.05 mg/kg and its metabolite omethoate were 0.45, 0.51 and 0.31 on the 0, 1, 3 5 and 7 days respectively. The residues were not detected after 10 and 14 days. In a fourth trial using the same treatment system, the residues were 2.18, 1.07, 0.21, <0.05 and <0.05 mg/kg for dimethoate and 0.21, 0.49, 0.41, 0.09 and <0.05 mg/kg for omethoate after 0, 1, 3, 5 and 7 days respectively. At 10 and 14 days after application and control plot the residue were not detected. Limit of quantitation was 0.05 mg/kg. Codex and Thai MRLs of the dimethoate in yard long bean = 1mg/kg. Omethoate MRLs have been withdrawn (Codex April, 2011). Pre-harvest interval of 7 days was suggested for yard long bean after treatment of dimethoate. The pesticides residue monitoring was conducted in the major of growing areas and markets in 27 provinces. Of all 66 samples analyzed 28 samples (42.42%) contained detectable residues. The most commonly detected residues were dimethoate (13.64% of 66 samples) and 1 sample (1.52%) exceeded the Codex MRL (0.01 mg/kg), omethoate (24.24%) and exceed Codex MRL, 2011 (0.01 mg/kg). Chlorpyrifos was also detected (6.06%) all 4 samples (7.57%) exceeded MRL (0.01 mg/kg), cypermethrin (19.70%) and 5 samples (7.57%) exceeded MRL (0.7 mg/kg), etion (1.52%) and carbendazim was detected 1 sample (1.52%) and exceed MRL.

บทคัดย่อ

ศึกษาวิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของ dimethoate ในถั่วฝักยาว หลังการใช้สารพิษอย่างถูกต้องและเหมาะสม (GAP) โดยทำการทดลองแบบ supervised trial ตาม Codex Guideline รวม 2 ครั้ง ครั้งที่ 3 อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ในช่วงเดือนธันวาคม 2553 ถึงเดือนมกราคม 2554 ครั้งที่ 4 อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร ในช่วงมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2554 พ่นวัตถุมีพิษ dimethoate 40% w/v ปริมาณ 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ตามอัตราแนะนำ ทุก 7 วัน รวม 4 ครั้ง สุ่มเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์สารพิษตกค้างในวันที่ 0 1 3 5 7 10 และ 14 วัน หลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย ผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้าง dimethoate ในถั่วฝักยาวของการทดลองครั้งที่ 3 พบสารพิษตกค้าง 2.63, 2.12, 0.45, 0.08 และ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม dimethoate มีการสลายตัวอย่างรวดเร็วและเปลี่ยนรูปเป็น omethoate ตรวจพบ omethoate 0.45, 0.51 และ 0.31 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การทดลองครั้งที่ 4 พบสารพิษตกค้าง dimethoate 2.18, 1.07, 0.21, <0.05 และ <0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตรวจพบ omethoate 0.21, 0.49, 0.41, 0.09 และ <0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ระยะเวลา 0 1 3 5 และ 7 วัน ตามลำดับ ส่วนที่ระยะเวลาอื่นๆ ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง สำหรับแปลงควบคุมตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง วิธีการตรวจวิเคราะห์มีค่า LOQ เท่ากับ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมค่า Thai MRL และ Codex MRL ของ dimethoate ในถั่วฝักยาว และ Common bean (pods and/or immature seeds) กำหนดให้มีสารพิษตกค้างเท่ากับ 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ Codex ได้พิจารณายกเลิกค่า MRL ของ omethoate (FAO/WHO, 2011) ดังนั้นหลังการพ่นสาร dimethoate แล้ว 7 วัน จึงจะสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ปลอดภัยสำหรับการบริโภค จากการสุ่มเก็บตัวอย่างถั่วฝักยาวตามแหล่งผลิต และแหล่งจำหน่าย 27 จังหวัด จำนวน 66 ตัวอย่าง เพื่อนำมาตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างกลุ่ม Organophosphates Pyrethriods Endosulfan และ Benzimidazole ตรวจพบสารพิษตกค้างในถั่วฝักยาวจำนวน 28 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 42.42 โดยพบ dimethoate จำนวน 9 ตัวอย่าง ปริมาณ <0.05-1.71 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมพบเกินค่า Codex MRL (1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) 1 ตัวอย่าง omethoate 16 ตัวอย่าง ปริมาณ <0.05 – 11.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทั้ง 16 ตัวอย่างเกินค่า Codex MRL (0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ตรวจพบ chlorpyrifos จำนวน 4 ตัวอย่าง และเกินค่า Codex MRL (0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปริมาณ 0.03-0.62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม cypermethrin จำนวน 13 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.05-14.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบเกินค่า Codex MRL (0.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) 5 ตัวอย่าง ethion จำนวน 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ carbendazim 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 24.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และพบเกินค่า Codex MRL (0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

คำนำ

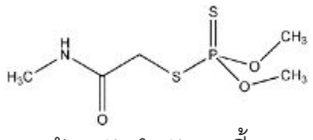
ปัจจุบันสถานการณ์การค้าโลกมีความเปลี่ยนแปลง เนื่องจากระเบียบการค้าโลกเริ่มมีความเข้มข้นขึ้น อีกทั้งตลาดต่างประเทศที่เป็นตลาดสำคัญของไทยนั้นเป็นประเทศพัฒนาแล้ว ประชากรส่วนใหญ่มีความต้องการสินค้าที่ต้องมีทั้งคุณภาพมาตรฐาน และความปลอดภัย จึงมีการกำหนดบังคับใช้กฎระเบียบต่างๆ ที่เป็นเงื่อนไขสำคัญในการค้าสินค้าอาหารมากขึ้น ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ปัญหาหลักสำคัญที่เกิดขึ้นในเรื่องของความ

ปลอดภัยในอาหาร จึงมีที่มาจากสารเคมีที่ใช้ในทางการเกษตร การที่มีสารพิษตกค้างอยู่ในผลิตผลทางการเกษตรในปริมาณสูง ทำให้เกิดปัญหาเมื่อสินค้าเกษตรต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผัก ผลไม้ ที่ส่งไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศ เมื่อประเทศผู้นำเข้าซึ่งมีระบบตรวจสอบสารพิษตกค้างเข้มงวด ตรวจพบชนิดสารพิษและปริมาณที่เกินค่ากำหนด สากล ผลผลิตเกษตรต่างๆ ดังกล่าวจึงถูกปฏิเสธการนำเข้าบ่อยครั้ง ทำให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจ และเสียชื่อเสียงของประเทศเป็นอย่างมาก นอกจากนี้หากผลผลิตประเภทเดียวกันนั้นถูกบริโภคภายในประเทศก็จะเกิดอันตรายแก่สุขภาพของประชากรในประเทศเช่นเดียวกัน

การกำหนดค่ามาตรฐานเกี่ยวกับปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างที่ยอมรับให้มีได้ในผลิตผลเกษตร (Maximum Residue Limits - MRLs) วัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นหลักในการปฏิบัติให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้บริโภค และช่วยให้การดำเนินธุรกิจเป็นไปอย่างราบรื่น โดยมีมาตรฐานที่กำหนดขึ้นมานี้เป็นสิ่งที่ช่วยในการตัดสินใจ ตามปกติการกำหนดค่า MRLs ดำเนินการโดย คณะกรรมการร่วมของ Codex ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญจากองค์การอาหารและเกษตร (FAO) ร่วมกับองค์การอนามัยโลก (WHO) ค่าที่กำหนดขึ้นมาจะส่งให้ประเทศสมาชิกพิจารณาว่าเหมาะสมหรือไม่ และสามารถต่อรองได้ถ้ามีข้อมูลที่เหมาะสมค่า MRLs นี้มีที่มาจากองค์ประกอบหลายประการ ส่วนหนึ่งมาจากการศึกษาทางพิษวิทยากับสัตว์ทดลองได้ค่าปริมาณที่สามารถรับสารเข้าสู่ร่างกาย แล้วไม่เกิดอันตรายหรือเกิดผลข้างเคียงที่ผิดปกติ เรียกค่านี้ว่า allowable daily intake : ADI เมื่อได้ค่าทางพิษวิทยาแล้วจะต้องทำการศึกษาในแปลงทดลอง (experimental field trial) ปลูกพืชโดยใช้สารเคมีตามคำแนะนำภายใต้การปฏิบัติการทางการเกษตรที่ถูกต้องและเหมาะสม (Good Agricultural Practice: GAP) แล้วตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างภายหลังการเก็บเกี่ยว ค่าปริมาณสารพิษตกค้างภายหลังการเก็บเกี่ยวจะถูกเสนอให้เป็น proposed MRL ซึ่งจะเหมาะสมหรือไม่ จะต้องตรวจสอบโดยการศึกษาทางพิษวิทยาร่วมกับข้อมูลการบริโภคอาหาร (Food Consumption Data) ถ้าพิจารณาได้ว่าปริมาณสารที่รับเข้าไปน้อยกว่าค่า ADI ถือว่าปลอดภัยและการใช้สารนั้นเหมาะสม ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวตามการทดลองนั้นถูกต้องสามารถนำไปแนะนำและกำหนดในฉลากเป็นคำแนะนำที่ถูกต้อง (FAO, 1990)

ประเทศพัฒนาแล้วจะมีข้อมูลในเรื่องนี้อย่างครบถ้วน สามารถใช้ในการตัดสินใจกำหนดมาตรฐานสารพิษตกค้างได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้เป็นตัวกำหนดในสินค้านำเข้าจากประเทศอื่นด้วย ประเทศไทยเองจำเป็นต้องศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในผลิตผล เพื่อใช้กำหนดค่า MRLs ในประเทศ และเพื่อประโยชน์ในการต่อรองทางด้านการค้า ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญที่จะต้องดำเนินต่อไปอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถปฏิบัติตามมาตรฐานที่ประเทศอื่นกำหนดได้โดยไม่เสียประโยชน์

ถั่วฝักยาว เป็นพืชที่ได้รับการแจ้งเตือนตรวจพบสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเกินค่าตกค้างสูงสุด (MRL) ที่กำหนดจากสหภาพยุโรปผ่านระบบ Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF) สารตกค้างที่ตรวจพบบ่อย คือ dimethoate, omethoate และ dicrotophos สหภาพยุโรปจึงได้ประกาศระเบียบ Regulation No 669/2009 เมื่อวันที่ 24 กรกฎาคม 2552 เพิ่มความเข้มงวดในการตรวจสอบสินค้าจากไทยจำนวน 3 รายการ คือ ถั่วฝักยาว ผักในตระกูลมะเขือ และผักในตระกูลกะหล่ำ ถูกสุ่มตรวจสอบสารตกค้าง ณ ด่านนำเข้า 50% ของปริมาณสินค้า มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 25 มกราคม 2553 (กลุ่มงานมาตรการ SPS สำนักมาตรการทางการค้า, 2553)



ไดเมโทเอต (dimethoate) จัดเป็นวัตถุมีพิษในกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสชนิดถูกตัวตายและดูดซึมโดยมีผลในการยับยั้งการทำงานของ enzyme acetylcholinesterase ใช้ในการป้องกันกำจัด เพลี้ย แมลงวัน และหนอน ในพืชผักและผลไม้ น้ำหนักโมเลกุล 229.3 ค่า ADI 0.01 mg/kg/day การสลายตัวในพืชจะเปลี่ยนรูปเป็น omethoate (น้ำหนักโมเลกุล 213.2) มีกลไกการทำงานทางชีวเคมีเช่นเดียวกับ dimethoate แต่มีค่าความเป็นพิษสูงกว่า (EFSA, 2010) คำแนะนำในฉลากให้ใช้ไดเมทโทเอต 40% W/V EC เพื่อป้องกันกำจัด เพลี้ยอ่อน เพลี้ยจักจั่น และหนอนแมลงวันเจาะโคนกล้าถั่วในถั่วฝักยาวปริมาณ 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร โดยมีระยะเวลาหลังจากใช้ครั้งสุดท้ายถึงการเก็บเกี่ยวผลผลิต (pre harvest interval:PHI) เท่ากับ 14 วัน

Dimethoate มีการสลายตัวอย่างรวดเร็วในพืช เป็น omethoate ซึ่งเป็น primary methabolite ของ dimethoate ที่มีความเป็นพิษมากที่สุด ส่วนสาร metabolites อื่นๆ ได้แก่ Odesmethyl omethoate carboxylic acid (XX), O-desmethyl iso-dimethoate (XII) และ dimethoate carboxylic acid (III) มีความสามารถน้อยในการยับยั้งการทำงานของเอมไซม์ cholinesterase การกำหนดค่าสารพิษตกค้างให้แยกระหว่าง dimethoate และ omethoate (EFSA, 2010)

ในปัจจุบันถั่วฝักยาวมีการปลูกเพื่อบริโภคสดภายในประเทศและส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ อีกทั้งยังพบปัญหาเรื่องสารพิษตกค้าง การศึกษาการสลายตัวของไดเมโทเอตในถั่วฝักยาว จึงเป็นการศึกษาเพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการประกอบการพิจารณาการกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL) จากการใช้วัตถุมีพิษอย่างถูกต้องและปลอดภัย ตามมาตรฐานของ Codex เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค เป็นข้อมูลในการแนะนำการใช้วัตถุมีพิษที่ถูกต้องและปลอดภัยแก่เกษตรกร ในการแก้ปัญหาการปนเปื้อนของวัตถุมีพิษการเกษตรในผลผลิต ใช้ในการต่อรองและรักษาผลประโยชน์ในการค้าขายสินค้าเกษตร

วิธีดำเนินการ

1. การทำแปลงทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Supervised Trial มี 4 ซ้ำ (replication) และ 6 กรรมวิธี คือระยะเวลาของการเก็บตัวอย่างที่ 0 1 3 5 7 10 และ 15 วัน หลังการพ่นวัตถุมีพิษครั้งสุดท้าย แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลองย่อย (Experiments) ได้แก่ แปลงควบคุม(พ่นด้วยน้ำเปล่า) และ แปลงที่ใช้ไดเมโทเอต 40% w/v อัตราแนะนำ 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร โดยใช้น้ำ 120 ลิตรต่อไร่ (กลุ่มกีฏและสัตววิทยา, 2553) ใช้เครื่องพ่นแบบเครื่องยนต์สะพายหลัง พ่นวัตถุมีพิษไดเมโทเอตทุก 7 วัน รวม 4 ครั้ง สุ่มเก็บตัวอย่างถั่วฝักยาวมาวิเคราะห์สารพิษตกค้างไดเมโทเอต ตามระยะเวลา 0 1 3 5 7 10 และ 14 วัน หลังการใช้วัตถุมีพิษครั้งสุดท้าย น้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 2 กิโลกรัม (FAO, 1990)

2. ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง

2.1 การหาประสิทธิภาพของวิธีการวิเคราะห์

ทำการทดลองที่ความเข้มข้น 0.05 0.1 และ 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รวม 3 ความเข้มข้น ทำการทดลองความเข้มข้นละ 7 ซ้ำ แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph (GC-FPD) ค่า % recovery อยู่ในช่วง 89-110 91-108 และ 93-102 ตามลำดับ โดยมีค่าปริมาณสารพิษตกค้างต่ำสุดที่ตรวจวิเคราะห์ได้ (limit of quantitation: LOQ) ของวิธีการนี้ เท่ากับ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

2.2 การสกัดและวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง

สกัดตัวอย่างและขจัดสิ่งปนเปื้อน ตามวิธีวิเคราะห์ QuEChERS (Anastassiades, *et al.,* 2003) ดังนี้ ชั่งตัวอย่างถั่วฝักยาว ตัวอย่างละ 10 กรัม ใส่ centrifuge tubes ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 0.1% acetic acid ใน acetonitile ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ปิดฝาแล้วเขย่าด้วย vortex mixer ที่ระดับความเร็วรอบสูงสุด นาน 1 นาที เติม magnesium sulfate 4.0 กรัม และsodium chloride 1.0 กรัม ปิดฝาแล้ว เขย่าด้วย vortex นาน 1 นาที นำไป centrifuge ที่ความเร็วรอบ 5000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที

1) การขจัดสิ่งปนเปื้อน (Dispersive-SPE Cleanup) ดูดสารละลายของตัวอย่าง ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ใส่ใน microcentrifuge tube ขนาด 1.5 มิลลิลิตร ที่ใส่ PSA 25 มิลลิกรัม และ magnesium sulfate 150 มิลลิกรัม ไว้แล้ว เขย่าให้เข้ากันด้วย vortex ที่ระดับความเร็วรอบสูงสุด นาน 30 วินาที นำไป centrifuge ที่ระดับความเร็วรอบ 6,000 รอบต่อนาที นาน 1 นาที ดูดสารละลายส่วนบนของตัวอย่างใส่ GC-vial จากนั้นนำไปตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของไดเมโทเอต

2.3 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างด้วยเครื่อง Gas Chromatograph (GC-FCD)

เครื่อง Gas Chromatograph ซึ่งมีหัวตรวจวัดชนิด Flame Photometric Detector : FPD ยี่ห้อ Agilent รุ่น 6890 คอลัมน์ที่ใช้ capillary column DB-1701P ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 0.25 มิลลิเมตร ความยาว 30 เมตร ความหนาของฟิล์ม liquid phase ที่ใช้เคลือบในคอลัมน์ 0.25 ไมโครเมตร มีสภาวะการใช้งานดังนี้

- Temperature: Injector 250 °C Carrier gas: Helium
- Splitless mode Constant flow 1.9 ml/min, Inject volume: 1 µl
- Oven temperature program

  100 °C(1 min) 15 °C/min → 180 °C(5 min) 23 °C/min → 250 °C(5 min)
- Detector 250 °C, H_2 flow 150 ml/min, Air flow 110 ml/min, N_2 flow 60 ml/min
- ระยะเวลาในการตรวจวิเคราะห์ต่อตัวอย่าง (Run time) 19.38 นาที

ระยะเวลา 1. ทดลองครั้งที่ 3 ธันวาคม 2553 – มกราคม 2554

2. ทดลองครั้งที่ 4 มกราคม – กุมภาพันธ์ 2554

สถานที่ดำเนินการ 1. การทดลองครั้งที่ 1 อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี

2. การทดลองครั้งที่ 2 อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการศึกษาการสลายตัวของไดเมโทเอตในถั่วฝักยาวของการทดลองครั้งที่ 1 ตรวจไม่พบสารพิษตกค้างไดเมโทเอตและโอเมโทเอตในแปลงควบคุม ตรวจพบสารพิษตกค้างไดเมโทเอต ปริมาณ 2.63 2.12 0.45 0.08 และ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตรวจพบสารพิษตกค้างโอเมโทเอต ปริมาณ 0.45 0.51 และ 0.31 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในแปลงที่พ่นตามอัตราแนะนำ ที่ระยะเวลา 0 1 3 และ 5 วัน ตามลำดับ หลังการใช้สารครั้งสุดท้าย การทดลองครั้งที่ 2 พบสารพิษตกค้างไดเมโทเอต 2.18 1.07 0.21 <0.05 และ <0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตรวจพบสารพิษตกค้างโอเมโทเอต ปริมาณ 0.21 0.49 0.41 และ 0.09 และ <0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ระยะเวลา 0 1 3 5 และ 7 วัน ตามลำดับ ส่วนที่ระยะเวลาอื่นๆ ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง (ตารางที่1) เมื่อดูค่าปริมาณสารพิษตกค้างจากทั้ง 2 การทดลองพบว่า ที่ระยะเวลา 10 วันหลังการพ่นวัตถุมีพิษตรวจไม่พบปริมาณสารพิษตกค้างของไดเมโทเอตและโอเมโทเอต ซึ่งตามคำแนะนำในฉลากให้เก็บเกี่ยวได้ที่ระยะ 14 วันหลังการใช้สารไดเมโทเอตครั้งสุดท้าย จากผลการทดลองพบว่าที่ระยะ 3 วันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย จะมีปริมาณสารพิษตกค้างไดเมโทเอตในถั่วฝักยาวของทั้ง 2 การทดลองเท่ากับ 0.45 และ 0.21 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งน้อยกว่าค่า Codex MRL และ MRL ของประเทศไทยที่กำหนดให้มีสารพิษตกค้างของไดเมโทเอตในถั่วฝักยาวเท่ากับ 1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2552) จากการทดลองทั้ง 2 การทดลอง พบว่า ไดเมโทเอต มีการสลายตัวอย่างรวดเร็วและเปลี่ยนรูปเป็น โอเมโทเอต ซึ่งเป็น primary methabolite ของ ไดเมโทเอต ที่มีความเป็นพิษมากที่สุด (EFSA, 2010) ตั้งแต่ 0 วัน และเพิ่มสูงสุดใน 1 วันหลังการพ่นสาร จากนั้นค่อยๆลดลงจนตรวจไม่พบที่ 5-7 วัน หลังการใช้สารครั้งสุดท้าย Codex ได้พิจารณายกเลิกค่า MRL ของ omethoate (FAO/WHO, 2011) ดังนั้นหลังการพ่นสาร dimethoate แล้ว 7 วัน จึงจะสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ปลอดภัยสำหรับการบริโภค

สุ่มเก็บตัวอย่างถั่วฝักยาวตามแหล่งผลิต และแหล่งจำหน่ายทั่วประเทศ จำนวน 66 ตัวอย่าง เพื่อนำมาตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง กลุ่ม Organophosphates Pyrethriods และ endosulfan จากการสุ่มเก็บตัวอย่างถั่วฝักยาวตามแหล่งผลิต และแหล่งจำหน่าย จำนวน 66 ตัวอย่าง เพื่อนำมาตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง กลุ่ม Organophosphates Pyrethriods Endosulfan และ Benzimidazole ตรวจพบสารพิษตกค้างในถั่วฝักยาว จำนวน 28 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 42.42 โดยพบ dimethoate จำนวน 9 ตัวอย่าง ปริมาณ <0.05 -1.71 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมพบเกินค่า Codex MRL (1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) 1 ตัวอย่าง omethoate 16 ตัวอย่าง ปริมาณ <0.05 – 11.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทั้ง 16 ตัวอย่างเกินค่า Codex MRL (0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ตรวจพบ chlorpyrifos จำนวน 4 ตัวอย่าง และเกินค่า Codex MRL (0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปริมาณ 0.03-0.62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม cypermethrin จำนวน 13 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.05-14.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบเกินค่า Codex MRL (0.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) 5 ตัวอย่าง ethion จำนวน 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ carbendazim 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 24.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และพบเกินค่า Codex MRL (0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางที่2)

ตารางที่ 1. ปริมาณสารพิษตกค้างของไดเมโทเอตและโอเมโทเอตในถั่วฝักยาวที่ระยะเวลาต่างๆ ภายหลังการใช้วัตถุมีพิษ

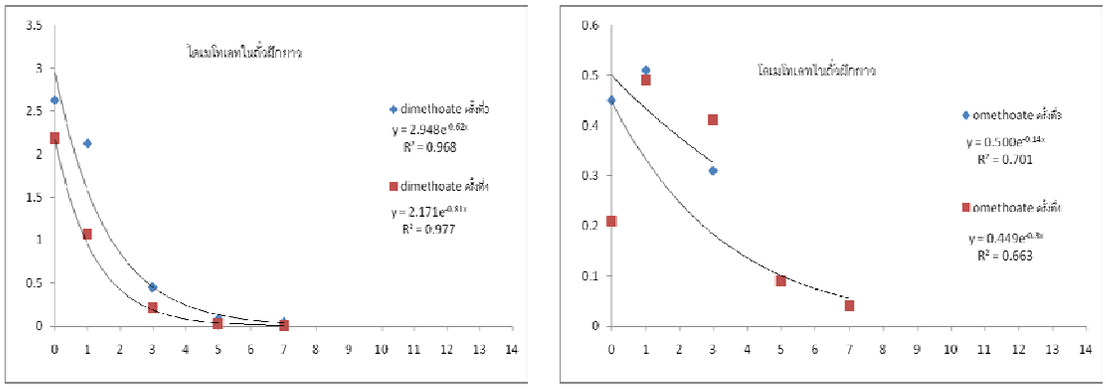
ระยะเวลาเก็บตัวอย่างหลังการใช้วัตถุมีพิษ (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง (มก./กก.)				
	แปลงควบคุม	แปลงอัตราแนะนำ (40 มล./น้ำ 20 ลิตร)			
		การทดลองครั้งที่ 3		การทดลองครั้งที่ 4	
		ไดเมโทเอต (dimethoate)	โอเมโทเอต (omethoate)	ไดเมโทเอต (dimethoate)	โอเมโทเอต (omethoate)
0[1/]	ND[2/]	2.63	0.45	2.18	0.21
1	ND	2.12	0.51	1.07	0.49
3	ND	0.45	0.31	0.21	0.41
5	ND	0.08	ND	<0.05	0.09
7	ND	0.05	ND	<0.05	<0.05
10	ND	ND	ND	ND	ND
15	ND	ND	ND	ND	ND

หมายเหตุ

0[1/] หมายถึง 2 ชั่วโมงหลังการพ่นวัตถุมีพิษครั้งสุดท้าย

ND[2/] หมายถึง Not Detected

Limit of quantification: (LOQ) : dimethoate และ omethoate มีค่า 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม



ภาพที่ 1 และ 2 แนวโน้มการสลายตัวของไดเมโทเอตและโอเมทเอตในถั่วฝักยาว การทดลองครั้งที่ 3 และ 4

ตารางที่ 2. สารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษที่ตรวจพบในถั่วฝักยาว จากแหล่งผลิตและแหล่งจำหน่าย จำนวน 66 ตัวอย่าง

ชนิดวัตถุมีพิษ	ปริมาณ (มก./กก.)	จำนวนที่พบ	จำนวนที่เกินค่าMRL	ค่า Codex MRLs (มก./กก.)
dimethoate	<0.05-1.71	9	1	1.0
omethoate	<0.05-11.2	16	16	ยกเลิกค่า MRL
chlorpyrifos	0.03-0.62	4	-	0.01
cypermethrin	0.05-14.7	13	5	0.7
ethion	0.03	1	-	
carbendazim	24.01	1	1	0.02

สุ่มเก็บตัวอย่างถั่วฝักยาวตามแหล่งผลิต และแหล่งจำหน่าย 27 จังหวัด ได้แก่ นครปฐม ราชบุรี สมุทรสาคร สมุทรสงคราม สุพรรณบุรี พระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี นครนายก เชียงราย เชียงใหม่ ลำปาง พิษณุโลก ตาก นครสวรรค์ เพชรบุรี สกลนคร กาฬสินธุ์ มหาสารคาม นครราชสีมา สุรินทร์ บุรีรัมย์ มุกดาหาร นครพนม บึงกาฬ หนองคาย อุดรธานี และ ขอนแก่น รวมทั้งหมด 66 ตัวอย่าง เพื่อนำมาตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง กลุ่ม Organophosphates Pyrethriods Endosulfan และ Benzimidazole ตรวจพบสารพิษตกค้างในถั่วฝักยาวจำนวน 28 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 42.42 โดยพบ dimethoate จำนวน 9 ตัวอย่าง ปริมาณ <0.05-1.71 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมพบเกินค่า Codex MRL (1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) 1 ตัวอย่าง omethoate 16 ตัวอย่าง ปริมาณ <0.05 – 11.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทั้ง 16 ตัวอย่างเกินค่า Codex MRL (0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ตรวจพบ chlorpyrifos จำนวน 4 ตัวอย่าง และเกินค่า Codex MRL (0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปริมาณ 0.03-0.62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม cypermethrin จำนวน 13 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.05-14.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบเกินค่า Codex MRL (0.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) 5 ตัวอย่าง ethion จำนวน 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ carbendazim 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 24.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และพบเกินค่า Codex MRL (0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางที่2)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองโดยการฉีดพ่นวัตถุมีพิษ dimethoate (40% W/V EC) ตามอัตราแนะนำ (40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) ทุก 7 วัน รวม 4 ครั้ง เมื่อนำข้อมูลการทดลองมาเปรียบเทียบกับค่า Codex MRL และ MRL ของประเทศไทย พบว่าที่ระยะ 3 วันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย จะมีปริมาณสารพิษตกค้างไดเมโทเอตในถั่วฝักยาวต่ำกว่าค่าMRLที่กำหนด แต่เนื่องจาก dimethoate มีการสลายตัวอย่างรวดเร็วและเปลี่ยนรูปเป็น omethoate และCodex ได้พิจารณายกเลิกค่า MRL ของ omethoate (FAO/WHO, 2011) เมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบผลการทดลองในครั้งที่1 และ 2 ข้อมูล พบว่าที่ระยะ 3 วันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย จะมีปริมาณสารพิษตกค้างไดเมโทเอตในถั่วฝักยาวต่ำกว่าค่า MRLที่กำหนด และที่ระยะเวลา 7 วันจะตรวจไม่พบโอเมโทเอต ข้อมูลที่ได้มีลักษณะเดียวกัน ดังนั้นหลังการพ่นสาร dimethoate แล้ว 7 วัน จึงจะสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ปลอดภัยสำหรับการบริโภคเพื่อความปลอดภัยสำหรับ

ผู้บริโภคและลดปัญหาสารพิษตกค้างสำหรับการส่งออก

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างถั่วฝักยาวตามแหล่งผลิต และแหล่งจำหน่ายในจังหวัดต่างๆ วัตถุมีพิษที่ตรวจพบมากที่สุด คือ omethoate 16 ตัวอย่าง (24.24%) วัตถุมีพิษ omethoate ได้ถูกยกเลิกค่า Codex MRL ในปี 2011 ดังนั้นค่า MRL จะมีค่าเท่ากับ 0.01 mg/kg สรุปได้ว่าทุกตัวอย่างที่ตรวจพบ omethoate เกินค่า MRL ทั้งหมด สำหรับวัตถุมีพิษ dimethoate พบ 9 ตัวอย่าง (13.64%) พบเกินค่า Codex MRL (1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) 1 ตัวอย่าง และยังตรวจพบวัตถุมีพิษชนิดอื่นๆ ในถั่วฝักยาวได้แก่ chlorpyrifos cypermethrin ethion และ carbendazim จากข้อมูลของสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร (กรกฎาคม, 2554) มีเพียงวัตถุมีพิษ dimethoate และ cypermethrin ขึ้นทะเบียนให้ใช้ในถั่วฝักยาว สำหรับวัตถุมีพิษ chlorpyrifos ขึ้นทะเบียนในพืชได้แก่ กล้วย ส้มเขียวหวาน ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ถั่วเขียว มันเทศ ข้าวเปลือก นุ่น ปาล์มน้ำมัน มะพร้าว นุ่น และข้าวเปลือกเฉพาะที่ใช้ทำพันธุ์ วัตถุมีพิษ ethion ขึ้นทะเบียนใช้ในส้ม ถั่ว มะเขือ พริก แตง วัตถุมีพิษ carbendazim ขึ้นทะเบียนใช้ในมะม่วง ข้าว ถั่วเหลือง หอมแดง หอมใหญ่ กุยช่าย หน่อไม้ฝรั่ง และกล้วยไม้ ดังนั้นการเกิดปัญหาเรื่องสารพิษตกค้างในพืชดังกล่าวภายหลังการใช้เกิดเนื่องจากคุณสมบัติของสารที่สลายตัวได้เร็วช้าแตกต่างกัน ประกอบกับมีการสลายตัวอย่างรวดเร็วในพืชเป็นสาร methabolite ที่มีความเป็นพิษสูง และการที่เกษตรกรผู้ใช้ขาดความรู้เกี่ยวกับสารเคมีที่ใช้อย่างถูกต้องตาม GAP การไม่ปฏิบัติตามฉลากที่ให้รายละเอียดที่ระบุให้ใช้กับพืชชนิดใดและจะต้องทิ้งระยะเวลาก่อนการเก็บเกี่ยวให้เหมาะสม จึงส่งผลให้มีการตรวจพบสารพิษตกค้างในพืชอาหารในปริมาณสูง เนื่องจากพืชอาหารเป็นสินค้าที่ผู้บริโภคนำไปใช้บริโภคโดยตรง หากเกิดปัญหาในเรื่องความปลอดภัยก็จะส่งผลต่อร่างกายผู้บริโภคโดยตรงอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

การนำไปใช้ประโยชน์

1. ผลจากการทดลอง ครั้งที่ 1 และ 2 นำมาใช้กำหนดค่าระยะเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัย (Pre Harvest Interval: PHI) ของวัตถุมีพิษและพืชที่ศึกษา และนำไปกำหนดในฉลากผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร ใช้ในการทบทวนฉลากให้เป็นไปตามมาตรฐาน GAP

2. ผลจากการทดลองทั้ง 4 ครั้ง จะนำมากำหนดค่า MRL เพื่อเสนอเป็นค่า National MRL และ ASEAN MRL ผลการทดลองครั้งที่ 5 และ 6 นำเสนอเป็นค่า Codex MRL งานวิจัยนี้สนับสนุนการพัฒนากระบวนการสู่มาตรฐานความปลอดภัยด้านอาหาร สร้างมูลค่าเพิ่มให้สินค้า ส่งเสริมขีดความสามารถในการแข่งขันกับประเทศส่งออกพืชเกษตรอื่นๆ ใช้เป็นข้อมูลในการเจรจาต่อรองทางด้านเทคนิคและมาตรฐานสินค้าอาหารด้านพืช เพื่อลดอุปสรรคที่เกิดจากการส่งออกสินค้าเกษตรไปยังประเทศคู่ค้า

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มกีฏและสัตววิทยา. 2553. เอกสารวิชาการ คำแนะนำ การป้องกันกำจัดแมลงและศัตรูพืช ปี 2553. กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร,กรุงเทพฯ.

กลุ่มงานมาตรการ SPS สำนักมาตรการทางการค้า (23 กันยายน 2553). http://www.dft.moc.go.th/the files/$$11/level4/food_safety2.htm

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ ค่า MRL สารพิษตกค้างของประเทศไทย (17 พฤศจิกายน 2552) http://www.acfs.go.th/showMRL.php? Product=0&Residue=14&out_style=by+Commodity

Anastassiades,M., Lehotay, S.J., Stajnbaher, D., and Schenck, F.J. 2003. Fast and Easy Multiresidue Method Employing Acetonitrile Extraction/Partitioning “Dispersive Solid-Phase Extraction” for the Determination of Pesticide Residues in Produce. J. AOAC Int. 86, 412-431.

EFSA (European Food Safety Authority), 2010 Reasoned opinion of EFSA on the Modification of the existing MRLs for dimethoate in various crops, *EFSA Journal* 2010; 8(3):1528.

FAO, 1990. Guideline on producing pesticide residue data from supervised trial. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.

FAO/WHO, 2011. Codex Committee on Pesticide Residues 43rd Session, 4-9 April 2011, Beijing, P.R. China.



ภาพที่ 3 พ่นวัตถุมีพิษในแปลงทดลอง
อ.เมือง จ.นครปฐม



ภาพที่ 4 พ่นวัตถุมีพิษในแปลงทดลอง
อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร



ภาพที่ 5 สุ่มเก็บตัวอย่างในแปลงทดลอง



ภาพที่ 6 เตรียมตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ
หลังการพ่นสาร



ภาพที่ 7 สกัดตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 8 ตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง
ด้วยเครื่อง GC

วิจัยการสลายตัวของสารพิษตกค้างของ prothiophos ในมะเขือยาว เพื่อกำหนดค่า ปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL) ครั้งที่ 3 และ 4

Residue Trial of Prothiophos in Egg Plant to Establish Maximum Residue Limit (Trial 3 and 4)

จินตนา ภู่มงกุฎชัย พนิดา ไชยยันต์บูรณ์ สุพัตรี หนูสังข์ บุญทวีศักดิ์ บุญทวี

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

การทดลองเพื่อศึกษาการสลายตัวของ prothiophos ในมะเขือยาว ประกอบด้วย 2 การทดลอง ได้แก่ การทดลอง ครั้งที่ 3 และ ครั้งที่ 4 การทดลองครั้งที่ 3 ทำการทดลองในแปลงมะเขือยาวของเกษตรกรที่ อ.สามพราน จ.นครปฐม ระหว่างเดือนธันวาคม 2553 – มกราคม 2554 การทดลองครั้งที่ 4 ที่ อ.สามพราน จ.นครปฐม ระหว่างเดือนมีนาคม – เมษายน 2554 แต่ละการทดลองประกอบด้วย 2 แปลงทดลองย่อย ได้แก่ แปลงควบคุม (ไม่พ่น prothiophos) และแปลงที่พ่น prothiophos ตามอัตราแนะนำ (50 ml./น้ำ 20 L) ทำการพ่น prothiophos ทุกสัปดาห์ สัปดาห์ละครั้งจำนวน 3 ครั้ง เก็บผลผลิตที่ระยะเวลาต่างๆ หลังจากพ่นครั้งสุดท้าย สุ่มเก็บมะเขือยาวตามระยะเวลาที่กำหนด และนำเข้าห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างของ prothiophos ด้วย GC/FPD จากการทดลองครั้งที่ 3 พบปริมาณ 0.45, 0.26, 0.19, 0.07, 0.05, 0.03, 0.01 และ 0.01 mg/kg และการทดลองครั้งที่ 4 พบปริมาณ 1.11, 0.64, 0.27, 0.19, 0.10, 0.08, 0.03 และ 0.02 mg/kg ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 9, 12, 14 วัน ตามลำดับ จากฉลากกำหนดให้เก็บผลผลิตหลังการพ่น prothiophos 14 วัน มีปริมาณตกค้าง 0.01 และ 0.02 mg/kg (การทดลองครั้งที่ 3 และ 4 ตามลำดับ) Codex ไม่ได้กำหนดค่า MRL ไว้ จากการทดลองทั้ง 2 ครั้ง ที่ระยะ PHI ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดคือ 0.02 mg/kg จะมีความปลอดภัยต่อการบริโภค ไม่เกิดอาการเฉียบพลันจาก prothiophos ตกค้าง แต่การได้รับสัมผัสแบบเรื้อรังจะต้องมีข้อมูลเพิ่มเติมมากกว่านี้ จึงจะประเมินได้ ซึ่งค่าทั้ง 2 นี้จะนำไปใช้ประกอบการพิจารณากำหนดค่า MRL ของ Codex, Asean และ National ต่อไป จากการทำแปลงทดลองได้การสลายตัวของ prothiophos มีอัตราลดลง 0.28 และ 0.27 mg/kg/d. ของการทดลองครั้งที่ 3 และ 4 ตามลำดับ นอกจากนี้ได้สุ่มสำรวจมะเขือยาวจากแหล่งจำหน่าย จำนวน 40 ตัวอย่าง จากจังหวัดนครปฐม กาญจนบุรี ปทุมธานี ฉะเชิงเทรา สมุทรปราการ นครสวรรค์ เพชรบูรณ์ พิษณุโลก ปราจีนบุรี ชลบุรี ราชบุรี สมุทรสงคราม และกรุงเทพมหานคร ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม organophosphate 25 ชนิด กลุ่ม pyrethroid 7 ชนิดและกลุ่ม endosulfan 3 isomer ร้อยละ 35 ของจำนวนตัวอย่างไม่พบสารตกค้าง ส่วนที่เหลือตรวจพบสารพิษตกค้าง 10 ชนิด ปริมาณ 0.01 – 0.87 mg/kg ได้แก่ cypermethrin ร้อยละ 31.7 ปริมาณ 0.01 – 0.78 mg/kg omethoate

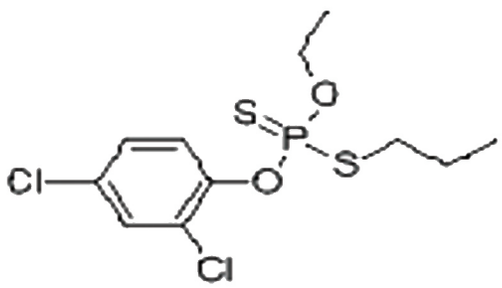
---

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร โทรศัพท์ 0-2578-3578

ร้อยละ 22 ปริมาณ 0.05 – 0.87 mg/kg ethion ร้อยละ 17.1ปริมาณ 0.01 – 0.54 mg/kg chlorpyrifos ร้อยละ 9.8 ปริมาณ 0.01 – 0.23 mg/kg EPN ร้อยละ 4.9 ปริมาณ 0.12 – 0.13 mg/kg deltamethrin ร้อยละ 4.9 ปริมาณ 0.01 mg/kg dimethoate ร้อยละ 2.4 ปริมาณ 0.03 mg/kg profenofos ร้อยละ 2.4 ปริมาณ 0.02 mg/kg fenvalerate ร้อยละ 2.4 ปริมาณ 0.06 mg/kg L-cyhalothrin ร้อยละ 2.4 ปริมาณ 0.01 mg/kg

คำนำ

Prothiophos เป็นสารป้องกันกำจัดแมลงชนิดออร์กาโนฟอสฟอรัส มี sulphur เป็นองค์ประกอบทำให้สารชนิดนี้มีกลิ่นเฉพาะ มีชื่อทางเคมีตามระบบ IUPAC ว่า O-2,4-dichlorphenyl O-ethyl S-propyl phosphorodithioate มีชื่อทางการค้าว่า โตกุไธออน (Tokuthion) มีน้ำหนักโมเลกุล 345.2 จุดเดือด 125-128 ^{O}C /13 Pa สามารถละลายน้ำได้ 0.07 mg/l (20^{O}C)



Prothiophos เป็นสารยับยั้งการทำงานของ cholinesterase (cholinesterase inhibitor) เป็นสารป้องกันกำจัดแมลงชนิดถูกตัวตายและออกฤทธิ์ในกระเพาะอาหาร ป้องกันกำจัดหนอนกินใบ, เพลี้ยไฟ เป็นต้น มีความเป็นพิษทางปาก (การกิน) LD_{50} สำหรับหนู 1390-2200 mg/kg มีค่า ADI/ARfD (acute daily intake / acute reference dose) 0.0001 mg/kg bw และ WHO จัดระดับความเป็นพิษอยู่ใน Class III

ความเป็นพิษในสิ่งแวดล้อมสำหรับนก acute LD_{50} สำหรับ Japanese quail 100-200 mg/kg ปลา LC_{50} (96 h) สำหรับ golden orfe 4-8, rainbow trout 0.5-1 mg/l (500g/l EC formulation) Daphnia LC_{50} (48h) 0.014 mg/l สาหร่าย ErC_{50} สำหรับ *Scenedesmus subspicatus* 2.3 mg/l และไม่เกิดพิษต่อผึ้งเมื่อใช้ตามคำแนะนำ ในสัตว์ทดลองถ้าได้รับสารจะถูกดูดซึมและเกิด metabolise อย่างรวดเร็ว หลังจากนั้น 72 ชั่วโมง 98% ของปริมาณสารที่ได้รับจะถูกขับออกจากร่างกาย (excrete) prothiophos จะถูกจับอย่างแข็งแรงในดินโดยมี DT_{50} 1-2 เดือน (สภาพแปลงทดลอง) และจะเกิดปฏิกิริยาจนกลายเป็น CO_2 ในที่สุด ส่วนในพืชเกิดปฏิกิริยาเช่นเดียวกับในดิน (BCPC, 2003)

มะเขือยาวเป็นพืชผักที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Solanum melongeua* อยู่ใน Family Solanaceae มีชื่อเรียกหลายชื่อ เช่น eggplant ใช้เรียกใน USA, ออสเตรเลีย, นิวซีแลนด์และแคนาดา aubergine ใช้เรียกใน อังกฤษ brinjal ใช้เรียกใน อินเดีย แอฟริกาใต้ มาเลเซีย และสิงคโปร์ มะเขือยาวมีต้นกำเนิดจากประเทศเนปาล อินเดีย บังคลาเทศ ปากีสถาน และศรีลังกา มะเขือยาวผลดิบมีรสขมเล็กน้อย มะเขือยาวมีหลายสีตั้งแต่สีเหลือง เขียว ม่วงแดง ถึงม่วงเข้ม แล้วแต่พันธุ์ต่างๆ และมีหลายรูปทรงทั้งทรงรีแบบไข่, ผอมยาว แต่มะเขือยาวมีเมล็ดขนาดเล็กและนุ่มสามารถบริโภคได้ ใช้ประกอบอาหารได้หลายชนิดได้แก่ ผัด ทอด แกง ในครัวอาหารของอินเดีย เรียกมะเขือยาว (brinjal) ว่าเป็น‘ King of Vegetables’ ประเทศจีน อินเดียและอียิปต์ปลูกได้มากที่สุด มะเขือเทศ พริก และมันฝรั่งเป็นพืชที่อยู่ในกลุ่ม

เดียวกับมะเขือ มะเขือยาวมีสาร nicotinoid สารต้านอนุมูลอิสระและเป็นพืชผักที่ให้ folic acid และ โปแตสเซียม (Wikipedia) แมลงศัตรูของมะเขือยาวได้แก่ เพลี้ยไฟฝ้าย (*Thrips palmi*) หนอนเจาะผลมะเขือ (*Leucinodes orbonalis*) เพลี้ยจักจั่นฝ้าย (*Amrasca biguttula biguttula*) (กลุ่มกีฏและสัตววิทยา, 2553) และมีโรคหลายชนิด ได้แก่ โรคโคนเน่า โรคเหลืองด่างลาย โรคต้นและใบแห้งไหม้ โรคแอนแทรคโนส (Anthracnose) และโรคผลเน่าดำ (Fruit rot) (คลีนิคพืช)

การสลายตัวของ prothiophos ในมะเขือยาวโดยดำเนินการศึกษาในแปลงทดลองตามวิธีการใช้วัตถุอันตรายอย่างถูกต้องและปลอดภัย เพื่อให้ได้ข้อมูลเบื้องต้นพร้อมสำหรับการกำหนดค่า MRL ในสภาพแวดล้อมและภูมิอากาศของประเทศไทย นำไปกำหนดค่า maximum residue limits (MRL) ประกอบการพิจารณายอมรับและต่อรองกับคณะกรรมการระหว่างประเทศ ในกลุ่ม Asean และ Codex เป็นการรักษาผลประโยชน์ในการค้าผลผลิตทางการเกษตรระหว่างประเทศ นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษายังใช้ในการจัดการปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิตทางการเกษตร เพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้บริโภค รวมทั้งการใช้วัตถุอันตรายที่ถูกต้องและปลอดภัย

วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

อุปกรณ์

1. ผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดแมลง prothiophos ชนิด 50% ECมีชื่อการค้า โตกุไธออน 50% อีซี

2. สารมาตรฐานกลุ่ม organophosphate 25 ชนิด ได้แก่ DDVP, omethoate, dicrotophos, monocrotophos, pirimiphos-methyl, pirimiphos-ethyl, parathion-methyl, parathion, chlorpyrifos, chlorpyrifos-methyl, malathion, methidathion, profenofos, azinphos-ethyl, ethion, acephate, triazophos, phosalone, diazinon, methamidophos, EPN, fenitrothion, mevinphos, dimethoate และ prothiophos

สารมาตรฐานกลุ่ม pyrethroid 7 ชนิด ได้แก่ bifenthrin, cyfluthrin, cypermethrin, deltamethrin, fenvalerate, L-cyhalothrin และ permethrin

สารมาตรฐานกลุ่ม endosulfan 3 isomer ได้แก่ a-endosulfan, b- endosulfan และ endosulfan-sulfate

3. สารเคมี

   3.1 ethyl acetate (PR grade)

   3.2 sodium sulphate ชนิด anhydrous granular ขนาดเม็ด 12 - 60 mesh ก่อนใช้ต้องอบที่อุณหภูมิ 130^{O}C นาน 24 ชั่วโมง และทิ้งให้เย็นใน desiccator

   3.3 acetone (AR และ PR grade)

   3.4 dichloromethane (AR และ PR grade)

   3.5 hexane (AR และ PR grade)

   3.6 silica gel

4. เครื่องหั่นและผสมอาหาร (Food Processer)

5. เครื่องแก้วชนิดต่างๆ ได้แก่ flat bottom flask, volumetric flask, reagent bottle, pipet, เป็นต้น

6. เครื่องสกัดวัตถุมีพิษโดยการปั่น (homoginizer)

7. เครื่องเขย่าสาร (Shaker)

8. เครื่องระเหยสารละลาย (Rotary vacuum evaporator)

9. Vortex mixer

10. เครื่องชั่งไฟฟ้าแบบละเอียด (electronic balance) สามารถชั่งน้ำหนักได้ 0.00001 g.

11. เครื่องชั่งไฟฟ้าแบบหยาบ (electronic balance) สามารถชั่งน้ำหนักได้ 0.01 g.

12. เครื่องตรวจวิเคราะห์วัตถุมีพิษ gas liquid chromatograph (GLC) ที่มีหัวตรวจ (detector) ชนิด flame photometric detector (FPD) และชนิด electron capture detector (ECD)

วิธีดำเนินการ

ในการศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของ prothiophos ในมะเขือยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

1. การดำเนินงานในแปลงทดลอง

1.1 การวางแผนการทดลองและการทำแปลงทดลอง

คัดเลือกและทำแปลงทดลองปลูกมะเขือยาวของเกษตรกร 2 การทดลอง ครั้งที่ 3 และ ครั้งที่ 4 ดังนี้

การทดลองครั้งที่ 3 ที่ อ.สามพราน จ.นครปฐม ระหว่างเดือนธันวาคม 2553– มกราคม 2554

การทดลองครั้งที่ 4 ที่ อ.สามพราน จ.นครปฐม ระหว่างเดือนมีนาคม – เมษายน 2554

ทำการทดลองตาม Supervised residue trial แต่ละการทดลองประกอบด้วย 2 แปลงทดลอง คือ

- แปลงเปรียบเทียบ (Control) เป็นแปลงที่ไม่ใช้ prothiophos
- แปลงที่พ่น prothiophos ตามอัตราแนะนำตามฉลาก (recommended dose) คือ 50 ml ต่อน้ำ 20 L

แต่ละแปลงทดลองมี 3 ซ้ำ (replication) การทดลองครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 มี 8 วิธีการ (treatment) คือ ระยะเวลาเก็บหลังการพ่น prothiophos ครั้งสุดท้ายได้แก่ 0, 1, 3, 5, 7, 9, 12 และ 14 วัน

การเก็บตัวอย่างมะเขือยาวจากแปลงทดลองในแต่ละวันที่กำหนดตามระยะเวลาต่างๆ หลังการพ่นวัตถุมีพิษครั้งสุดท้าย โดยเก็บมะเขือยาวแบบสุ่มกระจายทั่วแปลงให้ได้ 12 ลูก และมีน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 2 kg จากต้นมะเขือยาวไม่ต่ำกว่า 12 ต้น

1.2 การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง prothiophos ในมะเขือยาว

1.2.1 การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ใส่เข้าเครื่องหั่นและผสมอาหาร (food processer) ปั่นให้ละเอียด คลุกเคล้าให้เข้ากัน และชั่งน้ำหนักตัวอย่างละ 25 g

1.2.2 การสกัดตัวอย่าง (ตามวิธี modified Steinwandter, 1985)

ชั่งตัวอย่างมะเขือยาว 25 g. เติม acetone และปั่นด้วย homogenizer นาน 1 นาทีและเติม dichloromethane และ sodium sulphate ปั่นอีกครั้งนาน 1 นาที กรองสารละลายผ่าน Na_2SO_4 และแบ่งปริมาตร 50 ml. นำไปลดปริมาตรจนเกือบแห้งและปรับปริมาตรด้วย ethyl acetate 5 ml. นำไปฉีด GC-FPD เพื่อวิเคราะห์หา prothiophos

1.2.3 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

1) เตรียมสารละลายมาตรฐานของ prothiophos ที่มีความบริสุทธิ์ 94 % ใน ethyl acetate (PR grade) ให้ได้ความเข้มข้น 1,000 µg/ml

2) เจือจาง stock standard solution ที่มีความเข้มข้น 100 µg/ml เป็น intermediate standard solution และเจือจางเป็น working standard solution ที่มีความเข้มข้นเหมาะสมสำหรับฉีดเข้าเครื่อง GC

1.2.4 การตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC

นำตัวอย่างที่ผ่านการสกัดและสารละลายมาตรฐานของ prothiophos (working standard solution) ที่มีความเข้มข้นต่างๆ ฉีดเปรียบเทียบกันด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์วัตถุมีพิษด้วย GC รายละเอียดดังนี้

GC model : Agilent 6890N

Column : HP –1701P : 0.25 um film thickness ,30 m. length , 0.32 mm.id.

Temperature : injector 200°C , detector , 250°C

Oven temperature program :

100°C (1 min) $\xrightarrow{20^{\circ}C/min}$ 200°C (5 min) $\xrightarrow{15^{\circ}C/min}$ 250°C (11 min)

Inject mode : splitless (purge on time = 1 min)

Carrier gas : helium, flow rate 1 ml/min

Make up gas : nitrogen, flow rate 15 ml/min

H_2/Air ratio : 75/150 ml/min

Injection volume : 1 ul

หลังจากฉีดสารละลายมาตรฐานของ prothiophos (working standard solution) 5 ระดับความเข้มข้น นำค่าพื้นที่ใต้ peak และความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน prothiophos มาสร้างเป็นกราฟเส้นตรง (calibration curve) โดยมี R^2 >0.995 คำนวณปริมาณของสารพิษตกค้าง prothiophos จาก calibration curve ด้วยการนำค่าพื้นที่ใต้ peak ของสารที่ตรวจวิเคราะห์ไปอ่านค่าความเข้มข้นจากกราฟ

2. การดำเนินการเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในมะเขือยาวจากแหล่งจำหน่าย

เก็บตัวอย่างมะเขือยาวจากแหล่งจำหน่าย จากจังหวัดนครปฐม กาญจนบุรี ปทุมธานี ฉะเชิงเทรา สมุทรปราการ นครสวรรค์ เพชรบูรณ์ พิษณุโลก ปราจีนบุรี ชลบุรี ราชบุรี สมุทรสงคราม และกรุงเทพมหานคร รวมทั้งหมดจำนวน 40 ตัวอย่างๆ ละ 1 kg ระหว่าง มกราคม - กันยายน 2554 นำมาสกัดและตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง prothiophos และสารชนิดอื่นในกลุ่ม organophosphate pyrethroid และ endosulfan โดยมีการเตรียมตัวอย่าง การสกัดตัวอย่าง และการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างดังนี้

2.1 การสกัดตัวอย่าง (modified Steinwandter, 1985)

ชั่งตัวอย่างมะเขือยาวที่มีการเตรียมตัวอย่าง 25 g. เติม acetone และปั่นด้วย homogenizer นาน 1 นาที และเติม dichloromethane และ sodium sulphate ปั่นอีกครั้งนาน 1 นาที กรองสารละลายผ่าน Na_2SO_4 และแบ่งปริมาตร 50 ml. นำไปลดปริมาตรจนเกือบแห้งและปรับปริมาตรด้วย ethyl acetate 5 ml. แบ่งออก 2 ml. ส่วนที่เหลือ

นำไปฉีด GC-FPD เพื่อวิเคราะห์หาสารกลุ่ม organophosphate ส่วนที่แบ่งออก 2 ml. นำไปลดปริมาตรจนแห้ง เปลี่ยนใช้ mixture ของ hexane : dichloromethane ละลาย นำไป clean up ด้วย silica 1 g. ที่ deactivated ด้วยน้ำ 10% โดย elute ด้วย hexane : dichloromethane 4:1 5 ml. และ hexane : dichloromethane 1:1 10 ml. นำปริมาตรทั้งหมดที่ได้ไปลดปริมาตรจนเกือบแห้งและปรับปริมาตรด้วย hexane 2 ml. ฉีดด้วย GC-ECD เพื่อวิเคราะห์หาสารกลุ่ม pyrethroid และ endosulfan

2.2 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

2.2.1 เตรียมสารละลายมาตรฐานของสารกลุ่ม organophosphate 25 ชนิด ใน ethyl acetate (PR grade) สารมาตรฐานกลุ่ม pyrethroid 7 ชนิดและกลุ่ม endosulfan 3 ชนิดเตรียมใน iso-octane ให้ได้ความเข้มข้น 1,000 µg/ml

2.2.2 mix stock standard solution แยก 2 กลุ่มตามชนิดของ solvent และเจือจางให้มีความเข้มข้นประมาณ 50-100 µg/ml เป็น intermediate standard solution

2.2.3 เจือจาง intermediate standard solution เป็น working standard solution ที่มีความเข้มข้นเหมาะสมสำหรับฉีดเข้าเครื่อง GC

2.3 การตรวจวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างด้วย GC

นำตัวอย่างที่ผ่านการสกัดและสารละลายมาตรฐานแต่ละกลุ่มฉีดเปรียบเทียบกันด้วย GC ดังนี้

สารกลุ่ม organophosphate ใช้ GC ที่มี detector เป็น FPD

สารกลุ่ม pyrethroid และ endosulfan ใช้ GC ที่มี detector เป็น ECD

GC model : Agilent 6890 N

Column (FPD) : HP –1701 (14%-Cyanopropylphenyl-86%-Dimethylsiloxane)
0.25 um film thickness, 30 m. length, 0.32 mm.id.

(ECD) : Ultra 1 0.17 um filter thickness, 25m length, 0.32 mm id.

Temperature : injector 200°C, detector, 250°C

Oven temperature program :

100°C (1 min) $\xrightarrow{20^{\circ}C/min}$ 200°C (5 min) $\xrightarrow{15^{\circ}C/min}$ 250°C (11 min)

Inject mode : splitless (purge on time = 1 min)

Carrier gas : helium, flow rate 1 ml/min

Make up gas : nitrogen, flow rate 15 ml/min

H_2/Air ratio (FPD) : 75/150 ml/min

Injection volume : 1 ul

ระยะเวลา

เริ่มต้น : ตุลาคม 2553 สิ้นสุด : กันยายน 2554

สถานที่ดำเนินการ

ทำแปลงทดลองปลูกมะเขือยาวของเกษตรกร 2 การทดลองดังนี้

การทดลองครั้งที่ 3 ที่ อ.สามพราน จ.นครปฐม ระหว่างเดือนธันวาคม 2553– มกราคม 2554

การทดลองครั้งที่ 4 ที่ อ.สามพราน จ.นครปฐม ระหว่างเดือนมีนาคม – เมษายน 2554

และตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

มะเขือยาวที่ไม่พ่น prothiophos ตรวจไม่พบสารตกค้าง ในขณะที่มะเขือยาวที่พ่นด้วย prothiophos ในอัตราแนะนำ (50 ml ต่อน้ำ 20 L) หลังการพ่นครั้งสุดท้าย 2 ชั่วโมง นำผลมะเขือยาวที่ได้รับการพ่นมาตรวจวิเคราะห์จากการทดลองครั้งที่ 3 พบปริมาณสารตกค้างของ prothiophos ลดลงจาก 0.45, 0.26, 0.19, 0.07, 0.05, 0.03, 0.01 และ 0.01 mg/kg และการทดลองที่ 4 ลดลงจาก 1.11, 0.64, 0.27, 0.19, 0.10, 0.08, 0.03 และ 0.02 mg/kg ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 9, 12 และ 14 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

เมื่อนำปริมาณสารตกค้างและระยะเวลาที่เก็บมะเขือยาวหลังการพ่นครั้งสุดท้าย มา plot หา regression ในลักษณะ exponential พบอัตราการสลายตัวของ prothiophos เท่ากับ 0.28 mg/kg /วัน ของการทดลองครั้งที่ 3 (ภาพที่ 1) และ 0.27 mg/kg /วัน ของการทดลองครั้งที่ 4 (ภาพที่ 2) การสลายตัวของ prothiophos มีความสัมพันธ์กับระยะการเก็บผลผลิต โดยเฉพาะช่วงวันแรกๆ การสลายตัวจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่วนวันท้ายๆ ของการทดลองการสลายตัวจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ Codex ไม่ได้กำหนดค่า MRL ของ prothiophos ไว้ (FAO/WHO ,2010) ซึ่งปริมาณสารตกค้างที่ระยะปลอดภัยที่เวลา 14 วัน : PHI (ตามฉลากกำหนด) พบปริมาณ 0.01 และ 0.02 mg/kg จากการทดลองครั้งที่ 3 และ 4 ตามลำดับ เช่นเดียวกับการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 ที่พบปริมาณสารตกค้าง 0.01 mg/kg (จินตนาและคณะ, 2553) จะพบว่าปริมาณสารตกค้างที่ PHI กำหนดค่าสูงสุดคือ 0.02 mg/kg นำมาประเมินการได้รับสัมผัสแบบเฉียบพลัน พบว่ามะเขือยาวที่เก็บที่ 14 วันมีความปลอดภัยต่อการบริโภค ส่วนการได้รับสัมผัสแบบเรื้อรังจะต้องมีข้อมูลการบริโภคมะเขือยาวของประชากร แต่ละวันมาประกอบการพิจารณา สำหรับปริมาณสูงสุดของสารตกค้าง prothiophos ในมะเขือยาว Codex สหภาพยุโรป (EU MRL) และประเทศญี่ปุ่น (Jap MRL) ไม่ได้กำหนดค่า MRL ไว้

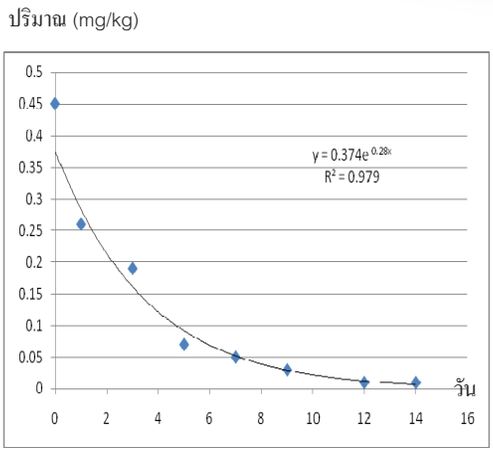
จากการสุ่มตัวอย่างมะเขือยาวจากแหล่งจำหน่ายจำนวน 40 ตัวอย่าง 13 จังหวัด ตรวจวิเคราะห์สารตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต 25 ชนิด กลุ่ม pyrethroid 7 ชนิด และ endosulfan 3 isomer พบสารตกค้างร้อยละ 35 ของตัวอย่างตรวจไม่พบสารตกค้าง ส่วนที่เหลือ 10 ชนิด ปริมาณ 0.01 – 0.87 mg/kg (ตารางที่ 2) ได้แก่ cypermethrin ร้อยละ 31.7 ปริมาณ 0.01 – 0.78 mg/kg omethoate ร้อยละ 22ปริมาณ 0.05 – 0.87 mg/kg ethion ร้อยละ 17.1 ปริมาณ 0.01 – 0.54 mg/kg chlorpyrifos ร้อยละ9.8 ปริมาณ 0.01 – 0.23 mg/kg EPN ร้อยละ 4.9 ปริมาณ 0.12 – 0.13 mg/kg deltamethrin ร้อยละ 4.9ปริมาณ 0.01 mg/kg dimethoate ร้อยละ 2.4 ปริมาณ 0.03 mg/kg profenofos ร้อยละ 2.4 ปริมาณ 0.02 mg/kg fenvalerate ร้อยละ 2.4 ปริมาณ 0.06 mg/kg L-cyhalothrin ร้อยละ 2.4 ปริมาณ 0.01 mg/kg จากแหล่งจำหน่ายทั้ง 13 จังหวัดที่สุ่มเก็บมะเขือยาวเฉลี่ยจังหวัดละ 3 ตัวอย่างพบสารตกค้างทุกตัวอย่างจากนครปฐม กาญจนบุรี ปทุมธานี ฉะเชิงเทรา สมุทรปราการ นครสวรรค์ เพชรบูรณ์ พิษณุโลก

ปราจีนบุรี ชลบุรี ราชบุรี สมุทรสงคราม และกรุงเทพมหานครและจังหวัดที่ไม่พบสารตกค้างในทุกตัวอย่างได้แก่ จังหวัดสมุทรปราการและเพชรบูรณ์ และจังหวัดที่พบปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด ได้แก่ จังหวัดราชบุรี พบ omethoate ปริมาณ 0.87 mg/kg (ตารางที่ 3) สารตกค้างที่ตรวจพบที่ Codex ไม่กำหนดค่า MRL ได้แก่ EPN, ethion, omethoate และ L-cyhalothrin ส่วนค่า MRL ที่ EU ไม่กำหนด ได้แก่ EPN, omethoate และ L- cyhalothrin และ ประเทศญี่ปุ่นไม่กำหนดค่า MRL ได้แก่ EPN จึงทำให้จำนวนตัวอย่างที่มีสารตกค้างเกินมาตรฐาน และไม่มีค่า MRL กำหนดของแต่ละมาตรฐานแตกต่างกัน เช่น Codex จำนวน 22 ตัวอย่าง EU 18 ตัวอย่าง และประเทศญี่ปุ่น 7 ตัวอย่าง และทุกตัวอย่างตรวจไม่พบ prothiophos ตกค้าง เมื่อประเทศไทยส่งออกมะเขือยาวจะทำให้มีโอกาสตรวจพบตัวอย่างที่เกินมาตรฐานแตกต่างกัน ซึ่งผู้ส่งออกจะต้องตระหนักถึงและมีความเข้าใจดีต่อการเตรียมตัวอย่างเพื่อการส่งออกไปแต่ละกลุ่มประเทศ นอกจากนี้พบสารตกค้าง 10 ชนิดจาก 35 ชนิดที่ตรวจวิเคราะห์ ถึงแม้ว่าจำนวนชนิดที่พบจะไม่มากก็ตาม แต่แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรหลายชนิดมาก ประกอบกับมะเขือยาวเป็นพืชที่ไม่ได้เก็บผลผลิตในครั้งเดียว เกษตรกรจะเก็บผลผลิตทุก 4 – 6 วัน การใช้วัตถุอันตรายจะต้องมีการวางแผนอย่างดีและใช้สารที่มีระยะปลอดภัยต่อการเก็บสั้น จึงจะไม่พบสารพิษตกค้างมากชนิด กรมวิชาการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กลุ่มกีฏและสัตววิทยา (2553) แนะนำให้ใช้ prothiophos และ cypermethrin ในการกำจัดเพลี้ยไฟ หนอนเจาะผลมะเขือ ในมะเขือยาว ส่วนสารพิษตกค้างอีก 9 ชนิดที่พบ เช่น EPN และ ethion ไม่มีกำหนดในฉลาก และพบสารพิษตกค้างมากกว่า 1 ชนิดในบางตัวอย่าง จากตารางที่ 2 พบว่า cypermethrin chlorpyrifos dimethoate profenofos deltamethrin และ fenvalerate เป็นวัตถุอันตรายที่ทั้ง 3 มาตรฐานกำหนดค่า MRL ของแต่ละประเทศแตกต่างกัน

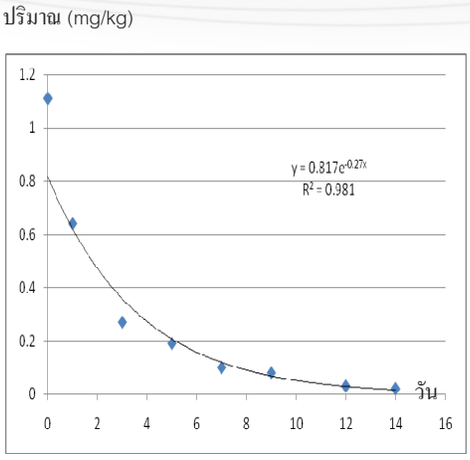
ตารางที่ 1. ปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยของ prothiophos ในมะเขือยาว การทดลองที่ 3 และ 4

ระยะเวลาหลังการฉีดพ่น (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้างในมะเขือยาว (mg/kg)	
	การทดลองที่ 3	การทดลองที่ 4
0	0.45	1.11
1	0.26	0.64
3	0.19	0.27
5	0.07	0.19
7	0.05	0.10
9	0.03	0.08
12	0.01	0.03
14	0.01	0.02

หมายเหตุ Codex MRL ไม่กำหนดค่า prothiophos ในมะเขือยาว , PHI = 14 วัน



ภาพที่ 1 การทดลองครั้งที่ 3 การสลายตัวของ prothiophos ในมะเขือยาว ที่ อ.สามพราน จ.นครปฐม



ภาพที่ 2 การทดลองครั้งที่ 4 การสลายตัวของ prothiophos ในมะเขือยาว ที่ อ.สามพราน จ.นครปฐม

ตารางที่ 2. ชนิดและปริมาณของสารพิษตกค้างในมะเขือยาว 40 ตัวอย่าง พ.ศ.2554

ชนิดของสารพิษตกค้าง	ร้อยละของจำนวนตัวอย่างที่พบ	ปริมาณที่พบ	จำนวนตัวอย่างที่พบเกินมาตรฐาน		
			Codex	Japan	EU
cypermethrin	31.7	0.01 – 0.78	3	1	1
omethoate	22	0.05 – 0.87	9	-	9
ethion	17.1	0.01 – 0.54	7	3	3
chlorpyrifos	9.8	0.01 – 0.23	-	1	-
EPN	4.9	0.12 – 0.13	2	2	2
deltamethrin	4.9	0.01	-	-	-
dimethoate	2.4	0.03	-	-	1
profenofos	2.4	0.02	-	-	-
fenvalerate	2.4	0.06	-	-	1
L-cyhalothrin	2.4	0.01	1	-	1
10 ชนิด			22	7	18

ตารางที่ 3. ปริมาณสารพิษตกค้างในมะเขือยาวจากแหล่งจำหน่าย 2554

จังหวัด	จำนวนตัวอย่าง		ปริมาณ (mg/kg)
	ที่ตรวจ	ที่พบ	
นครปฐม	4	4	0.01 - 0.52
สมุทรสงคราม	3	3	0.01 – 0.30
กาญจนบุรี	1	1	0.01
ราชบุรี	5	4	0.07 – 0.87
ฉะเชิงเทรา	3	3	0.01 – 0.38
สมุทรปราการ	3	-	-
นครสวรรค์	3	3	0.01
เพชรบูรณ์	3	-	-
พิษณุโลก	3	1	0.09
กรุงเทพมหานคร	3	3	0.01 – 0.12
ปทุมธานี	3	2	0.04 – 0.34
ปราจีนบุรี	3	1	0.01
ชลบุรี	3	1	0.01
รวม	40	26	0.01 – 0.87

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองการสลายตัวของ prothiophos ในมะเขือยาวที่ระยะปลอดภัย (PHI) คือ 14 วัน พบปริมาณสารตกค้างสูงสุด 0.02 mg/kg ซึ่งยังมีความปลอดภัยต่อการบริโภค เกษตรกรต้องหยุดการใช้ prothiophos ก่อนเก็บมะเขือยาว 14 วัน แต่ถ้าจำเป็นต้องใช้สารเพื่อป้องกันกำจัดแมลงระหว่างนี้ควรใช้สารที่มีระยะปลอดภัยที่สั้นกว่า รวมถึงการใช้สารที่สกัดจากธรรมชาติที่จะไม่ส่งผลต่อสารตกค้างที่อาจตรวจพบหลังการใช้ได้เช่นเดียวกับการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 ที่พบสารตกค้าง 0.02 mg/kg ที่ระยะ PHI ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่า ผลของการทดลองสารตกค้างทั้ง 4 การทดลองสามารถนำค่าไปกำหนดค่า MRL ของ Asean และ National MRL ได้ส่วน Codex หรือ EU จะต้องใช้ข้อมูลการทดลองที่มีความหลากหลายมากกว่านี้ การเฝ้าระวังสารตกค้างในมะเขือยาวจากแหล่งจำหน่าย 13 จังหวัด จำนวน 40 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้างรวม 10 ชนิด ซึ่งจำนวนตัวอย่างที่ Codex ไม่ได้กำหนดค่า MRL และเกินมาตรฐานจำนวน 22 ตัวอย่าง EU 18 ตัวอย่าง และประเทศญี่ปุ่น 7 ตัวอย่างและทุกตัวอย่างตรวจไม่พบ prothiophos ตกค้าง ในปี 2554 หน่วยงานความปลอดภัยด้านอาหารประจำสหภาพยุโรป (EFSA) ได้กำหนดมาตรการในการควบคุมตรวจสอบสินค้านำเข้ามะเขือยาวที่ด่านยังคงอยู่ที่ร้อยละ 50 ทำให้ประเทศไทยต้องเข้มงวดต่อการส่งออกมะเขือยาวมากขึ้น

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. นำผลการทดลองครั้งที่ 3 และ 4 รอเพื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 เพื่อกำหนดค่า Codex MRL, Asean MRL และ National MRL
2. ผลการทดลองการสำรวจสารพิษตกค้างจากแหล่งจำหน่ายนำเสนอกรมวิชาการเกษตร เพื่อนำข้อมูลร่วมพิจารณากำหนดแนวทางในการแนะนำ การใช้วัตถุมีพิษในมะเขือยาวให้แก่เกษตรกรต่อไป
3. นำข้อมูลชนิดของสารพิษตกค้างที่พบแต่ไม่มีกำหนดในฉลาก นำเสนอกรมวิชาการเกษตรเพื่อแนะนำการเลือกใช้วัตถุอันตรายของเกษตรกร และหาเครือข่ายการให้คำแนะนำการใช้ฯ ที่ถูกต้องจากร้านจำหน่ายวัตถุอันตรายทางการเกษตร
4. นำเสนอกรมวิชาการเกษตรเพื่อกำหนดแนวทางและทิศทางการใช้วัตถุอันตรายในอนาคต และกำหนดนโยบายด้านวัตถุอันตรายตั้งแต่การขึ้นทะเบียนถึงการใช้ของสารที่เป็นปัญหาต่างๆ

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มกีฏและสัตววิทยา, 2553. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ปี 2553. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

คลินิกพืช. http://forecast.doae.go.th/web/eggplant.html

British Crop Protection Council : BCPC, 2003. The e-Pesticide Manual (Thirteenth Edition 13) Version 3

DG SANCO, 2008. http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index

FAO, 2002. Submission and evaluation of pesticide residues data for the estimation of maximum residue levels in food and feed. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

FAO and WHO, 2010. http://www.codexalimentarius.net/mrls/ .

Steinwandter H., 1985. Universal 5 min on line Mehtod for Extracting and Isolating Pesticide Residues and Industrial Chemicals. Fresenius. Z.Anal. Chem. No.1155.

The Japan Food Chemical Research Foundation. http://www.m5.ws001.squarestart.ne.jp/foundation/search.html

Wikipedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Eggplant

วิจัยปริมาณสารมีพิษตกค้างของ carbosulfan ในมะเขือยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRLs) ครั้งที่ 3 และ 4

Residue Trial of Carrbosulfan in Egg Plant to Establish Maximum Residue Limit (MRLs) (Trial 3 and 4)

พนิดา ไชยยันต์บูรณ์ จินตนา ภู่มงกุฎชัย บุญทวีศักดิ์ บุญทวี สุพัตรี หนูสังข์

กลุ่มงานวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

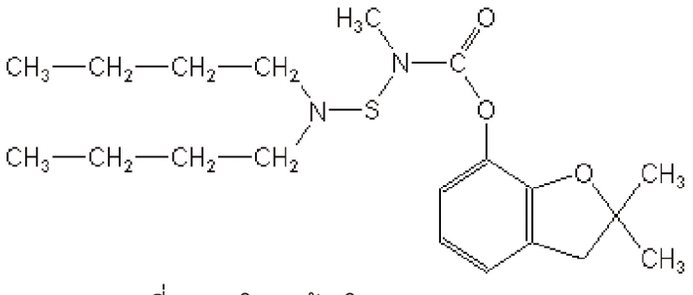
บทคัดย่อ

ทำการแปลงทดลองศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของ carbosulfan ในมะเขือยาว ครั้งที่ 3 ในช่วงเดือนกันยายน 2553-มกราคม 2554 และครั้งที่ 4 ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2553 - เมษายน 2554 ในพื้นที่ อ.สามพราน จ.นครปฐม โดยวางแผนการทดลองแบบ Supervised Trial มี 3 ซ้ำ (replication) แบ่งเป็น 2 การทดลองย่อย ได้แก่ การทดลองที่ใช้ carbosulfan ในอัตราแนะนำ คือ carbosulfan 20% EC อัตรา 60 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร และการทดลองที่ไม่ใช้ carbosulfan เป็นแปลงเปรียบเทียบ พ่นสาร carbosulfan ทุก 7 วัน รวม 3 ครั้ง หลังการพ่นสารครั้งสุดท้ายเก็บตัวอย่างมะเขือยาวมาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง carbosulfan และ carbofuran (ผลรวมของ carbofuran และ 3-OH carbofuran ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของ carbosulfan) ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 9, 12, 14 และ 15 วัน (treatment) ผลการทดลอง พบสารพิษตกค้างที่มีค่าสูงสุดในซ้ำของการทดลองแต่ละวัน (จากข้อมูล 3 ซ้ำ) ดังนี้ การทดลองครั้งที่ 3 พบ carbosulfan ปริมาณ 0.35, 0.24, 0.12, 0.07 และ 0.05 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5 และ 7 วันตามลำดับ (ส่วนที่ระยะเวลาอื่นไม่พบสารพิษตกค้าง carbosulfan) พบ carbofuran ปริมาณ 0.07, 0.06, 0.08 และ 0.02 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ที่ระยะเวลา 0, 1, 3 และ 5 วันตามลำดับ (ส่วนที่ระยะเวลาอื่น ไม่พบสารพิษตกค้าง carbofuran) การทดลองครั้งที่ 4 พบ carbosulfan ปริมาณ 1.02, 0.86, 0.32, 0.19, 0.02, 0.05, 0.02, 0.03 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ที่ระยะเวลา 0,1, 3, 5, 7, 9, 12 และ14 วันตามลำดับ (ส่วนที่ 15 วันไม่พบสารพิษตกค้าง carbosulfan) พบ carbofuran ปริมาณ 0.03, 0.05, 0.06, 0.06, 0.03, 0.03, 0.01 และ 0.01 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ที่ระยะเวลา 0,1, 3, 5, 7, 9, 12 และ 14 วันตามลำดับ (ส่วนที่ 15 วันไม่พบสารพิษตกค้าง carbofuran) พบว่าปริมาณสารพิษตกค้างจากการใช้ carbosulfan ในอัตราแนะนำ ที่ 0 วัน จากการทดลองครั้งที่ 3 และที่ 3 วัน จากการทดลองครั้งที่ 4 หลังการพ่นครั้งสุดท้าย มีปริมาณต่ำกว่าค่า MRL ของไทย (0.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) และปริมาณสารพิษตกค้าง carbofuran ที่เกิดจากการสลายตัวของ carbosulfan มีปริมาณต่ำกว่าค่า MRL ของไทย (0.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในทุกตัวอย่าง และไม่พบสารพิษตกค้าง carbosulfan และ carbofuran ในทุกตัวอย่าง ส่วนการตรวจวิเคราะห์สารกลุ่ม carbamate ในตัวอย่างมะเขือยาวจากแหล่งจำหน่าย จำนวน 40 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 11 ตัวอย่าง (28%) โดยพบ carbofuran 6 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.02-0.06 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ทุกตัวอย่างไม่เกินค่า MRL ของไทย 0.05 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (Codex MRLใน banana 0.1 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) พบ methomyl 6 ตัวอย่าง

ปริมาณ 0.01-0.51 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เกินค่า MRL ของไทย (0.2 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) 1 ตัวอย่าง แต่ไม่เกินค่า Codex MRL (ใน pepper 0.7 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) และพบ carbaryl 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.01 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ไม่เกินค่า Codex MRL (1 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) (ค่า MRL ของประเทศไทยไม่กำหนด) และพบ carbosulfan 2 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.02-0.03 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ต่ำกว่าค่า MRL ของไทย (0.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม)

คำนำ

Carbosulfan เป็นสารกำจัดไส้เดือนฝอย (nematicides) สารกำจัดแมลง (insecticide)และสารกำจัดพยาธิภายนอก (miticide) เป็นสารกลุ่ม carbamate มีสูตรโมเลกุล (Molecular formula) $C_{20}H_{32}N_2O_3S$ มี molecular weight เท่ากับ 380.6 มีคุณสมบัติในการละลายน้ำได้น้อยคือประมาณ 0.3 มิลลิกรัม/ลิตร ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ สารบริสุทธิ์เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาล ค่าความเป็นพิษมีดังนี้ ความเป็นพิษ ต่อหนู (female rat) จากการกินมีค่า LD_{50} เท่ากับ 185 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัวหนู 1 กิโลกรัม ความเป็นพิษทางผิวหนังต่อหนู (rat) มีค่า LD_{50} > 2,000 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัวหนู 1 กิโลกรัม ความเป็นพิษต่อการหายใจ ต่อหนู (female rat) มีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.61 mg/l มีการระคายเคียงต่อผิวหนังปานกลาง ไม่มีการระคายเคืองต่อตาและก่อให้เกิดการแพ้ทางผิวหนัง สาร carbosulfan มีพิษสูงกับปลา ผึ้งและนก โดยพิษกับนก มีค่าความเป็นพิษจากการกิน LD_{50} เท่ากับ 10 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (mallard ducks) พิษกับปลามีค่า LC_{50} (96hr) เท่ากับ 0.042 มิลลิกรัมต่อลิตร (rainbow trout) พิษต่อผึ้งจากการกินทางปากมีค่า LD_{50} (24 hour) เท่ากับ 1.046 ไมโครกรัม/ bee และจากการสัมผัสมีค่า LD50 (24 hour) เท่ากับ 0.28 ไมโครกรัม/ bee สำหรับสูตรโมเลกุลของ carbosulfan ดังภาพที่ 1 (C D S Tomlin (ed.), 2009)



ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างโมเลกุลของ carbosulfan

Carbosulfan เป็นสารดูดซึมมีฤทธิ์ทางการสัมผัสและทางการกิน ใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงปากดูดปากกัด ทั่วไป ใน พืชผัก และไม้ผล ต่างๆ สำหรับมะเขือยาวมีศัตรูที่สำคัญได้แก่ หนอนเจาะผลมะเขือ เพลี้ยไฟฝ้าย และเพลี้ยจักจั่นฝ้าย ในฉลากมีคำแนะนำให้ใช้ carbosulfan 20% W/V EC เพื่อกำจัดแมลงในมะเขือยาวปริมาณ 20-60 มล./น้ำ 20 ลิตร โดยมีระยะเวลาหลังจากใช้ครั้งสุดท้ายถึงการเก็บเกี่ยวผลผลิต (pre harvest interval: PHI) เท่ากับ 15 วัน กลุ่มกีฏ และสัตววิทยา (2551) แนะนำให้ใช้ carbosulfan ในการกำจัดหนอนเจาะผลมะเขือ และเพลี้ยไฟฝ้าย ในมะเขือ มะเขือเปราะและมะเขือยาว โดยใช้ carbosulfan 20% W/V EC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตรและกำหนด PHI เท่ากับ 15 วัน

การศึกษาปริมาณสารพิษตกค้าง carbosulfan ในมะเขือยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณ สูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL) นั้น ข้อมูลที่ได้จะนำมาใช้ในการพิจารณากำหนดค่ามาตรฐานด้านสารพิษตกค้างของประเทศ เพื่อใช้

ในการต่อรองและรักษาผลประโยชน์ในการค้าขายสินค้าเกษตรระหว่างประเทศเพื่อความเป็นธรรมสำหรับแต่ละประเทศ สำหรับประเทศไทย มะเขือยาวเป็นสินค้าเกษตรส่งออกชนิดหนึ่งซึ่งมีปัญหาด้านสารพิษตกค้าง ข้อมูลที่ได้จากการศึกษายังใช้ในการจัดการปัญหาสารพิษตกค้างในผลิตผลทางการเกษตร เพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้บริโภค รวมทั้งแนะนำการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ถูกต้องแก่เกษตรกรด้วย

วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

อุปกรณ์

1. สารมาตรฐาน carbosulfan, carbofuran และ 3-OH carbofuran ซึ่งมีความบริสุทธิ์ 97.0, 99.5 และ 97.0% ตามลำดับ และผลิตภัณฑ์ carbosulfan ชนิด 20% W/V EC ชื่อการค้า พอสซ์ (Posse) ตรวจวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ เท่ากับ 20.2 % W/V
2. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง และ 5 ตำแหน่ง
3. เครื่องพ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตรแบบเครื่องยนต์สะพายหลัง
4. สารเคมี ได้แก่ acetone, dichloromethane, ethyl acetate, methanol, actonitrile, soldium sulfate, soldium chloride, magnesium sulfate, primary secondary amine (PSA), graphite carbon black (GCB), thioflour, o-phthaldehyde (OPA), sodium hydroxide solution และ OPA diluent
5. เครื่องแก้วชนิดต่างๆ เช่น กระบอกตวง บิกเกอร์ และ volumetric flask และ centrifuge tubes ขนาด 15 มิลลิลิตร เป็นต้น เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ food processor, rotary evaporator , homogenizer และ centrifuge
6. เครื่องตรวจวิเคราะห์ชนิดแก๊สโครมาโตกราฟ (gas chromatograph : GC) ยี่ห้อ Agilent รุ่น 6890 ซึ่งมีหัวตรวจชนิด Nitrogen Phosphorus Detector (NPD) capillary column ชนิด Ultra-5 โดยใช้ capillary column ชนิด Ultra-1, i.d. 0.32 mm, 30 m, film thickness 0.25 μm
7. เครื่องตรวจวิเคราะห์วัตถุมีพิษเครื่อง High Performance Liquid Chromatograph (HPLC) ยี่ห้อ Agilent รุ่น 1100 ซึ่งมีหัวตรวจชนิด Fluorescence Detector (FLD) ต่อกับเครื่อง Post Column Derivatization (Pickering) โดยใช้ column ชนิด Lichrosphere 60 -RP select B, i.d. 4.0 mm ความยาว 250 mm particle size 5 μm โดย FLD กำหนด excitation 330 ηm และ emission 465 ηm

วิธีการ

1. **การทำแปลงทดลอง**

วางแผนการทดลองแบบ Supervised Trial มี 3 ซ้ำ (replication) และมี 9 วิธีการ (treatment) ตามวันเก็บตัวอย่างผลผลิตมะเขือยาวหลังจากการพ่น carbosulfan ครั้งสุดท้ายคือ ที่ระยะเวลา 0,1, 3, 5, 7, 9, 12 ,14 และ15 วัน โดยแบ่งเป็น 2 การทดลองย่อย คือแปลงควบคุมที่ไม่ใช้ carbosulfan และแปลงที่ใช้ carbosulfan ในอัตราแนะนำคือชนิด 20% W/V EC ปริมาณ 60 มล./น้ำ 20 ลิตร (ฉลาก 20-60 มล./น้ำ 20 ลิตร) โดยใช้น้ำ 120 ลิตร/ไร่ (กลุ่มกีฏและสัตววิทยา, 2551) ทำแปลงทดลอง รวม 2 ครั้งคือ ครั้งที่ 3 ในช่วงเดือนกันยายน 2553-มกราคม 2554 และครั้งที่ 4 ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2553 - เมษายน 2554 ในพื้นที่ อ.สามพราน จ.นครปฐม พ่น carbosulfan ทุก 7 วัน รวม 3

ครั้ง พ่นครั้งสุดท้ายเมื่อมะเขือยาวอายุประมาณ 90 วัน เก็บตัวอย่างมะเขือยาว มาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างที่ระยะเวลาต่างๆ ตามที่กำหนด โดยแต่ละตัวอย่างสุ่มเก็บ อย่างน้อย 12 ผล จาก 12 ต้น น้ำหนักไม่น้อยกว่า 2 กิโลกรัม

2. การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง

หาประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์ โดยการสกัดสารพิษตกค้าง และการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง carbosulfan ด้วยเครื่อง GC สารพิษตกค้าง carbofuran และ 3-OH carbofuran ด้วยเครื่อง HPLC มีรายละเอียดดังนี้

2.1 การหาประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์ carbosulfan, carbofuran และ 3-OH carbofuranในตัวอย่างมะเขือยาว ทำการทดลองที่ระดับความเข้มข้น 0.05 มิลลิกรัม/กิโลกรัม 10 ซ้ำ พบว่าค่า % recovery เฉลี่ยอยู่ในช่วง 88.7-97.3 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ยอมรับ ค่าปริมาณต่ำสุดของวิธีการที่ตรวจวิเคราะห์ได้ (limited of quantitation) เท่ากับ 0.01 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1. ผลการทดสอบความถูกต้องแม่นยำของวิธีวิเคราะห์ carbosulfan. Carbofuran และ 3-OH carbofuran ในตัวอย่างมะเขือยาวที่ความเข้มข้นในตัวอย่าง 0.05 mg/k*g*

สารพิษตกค้าง (mg/k*g*)	% recovery
carbosulfan	97.3 ± 5.9
carbofuran	88.7 ± 3.2
3-OH carbofuran	92.8± 4.5

2.2 วิธีวิเคราะห์ สกัดตัวอย่าง ปรับจากวิธีการของ Steinwandter (1985) และขจัดสิ่งปนเปื้อนด้วยวิธีการของ QuEChERS (Anastassiades, *et al.,* 2003)

2.2.1 นำตัวอย่างมะเขือยาวตัดขั้วออก ปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องเตรียมตัวอย่าง สุ่มชั่งตัวอย่างละ 25 กรัม สกัดด้วย acetone, dichloromethane และ soldium chloride โดยใช้เครื่อง homogenizer กรองสารละลายผ่าน sodium sulfate นำสารละลาย 50 มิลลิลิตร ไปลดปริมาตรตัวทำละลายด้วยเครื่องลดปริมาตรชนิด rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 40^{0}C จนเกือบแห้งแล้วเป่าด้วย แก๊สไนโตรเจนจนแห้ง ปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 5 มิลลิลิตร ด้วย ethyl acetate นำสารละลายตัวอย่าง 2 มิลลิลิตร ใส่ลงใน centrifuge tubes ขนาด 15 มิลลิลิตร เป่าด้วย แก๊สไนโตรเจนจนแห้ง แล้วเติม acetomitrile 2 มิลลิลิตรเขย่าให้ละลาย นำไปขจัดสิ่งปนเปื้อน (clean up) ต่อไป

2.2.2 เติม $MgSO_4$ 300 มิลลิกรัม, PSA 200 มิลลิกรัม และ GCB 50 มิลลิกรัม ปิดฝาแล้วเขย่าด้วย vortex mixer นาน 30 วินาที นำไป centrifuge ด้วย ที่ระดับความเร็วรอบ >3,500 รอบต่อนาที นาน 1 นาที กรองผ่าน syringe filter 0.2 ไมโครเมตร แบ่งสารละลายตัวอย่าง 0.5 มิลลิลิตร ใส่ลงใน GC-vial เป่าด้วย แก๊สไนโตรเจนจนแห้ง แล้วเติม ethyl acetate 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลาย นำไปตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง carbosulfan ด้วยเครื่อง GC/NPD ส่วนสารสารละลายที่เหลือ ใส่ใน GC-vial นำไปตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง carbofuran ด้วยเครื่อง HPLC/FLD

3. **การสำรวจและเก็บตัวอย่างมะเขือยาว**

เก็บตัวอย่างมะเขือยาวจากแหล่งจำหน่ายได้แก่ ฉะเชิงเทรา กรุงเทพมหานคร นครปฐม ราชบุรี สมุทรสงคราม ปทุมธานี สมุทรปราการ เพชรบูรณ์ พิษณุโลกน นครสวรรค์ ปราจีนบุรี และนครสวรรค์ จำนวน 40 ตัวอย่างนำมาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง carbosulfan และสารกลุ่ม carbamate

ระยะเวลา : การทดลองครั้งที่ 3 ในช่วงเดือนกันยายน 2553-มกราคม 2554

การทดลองครั้งที่ 4 ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2553 - เมษายน 2554

สถานที่ดำเนินการ : อ.สามพราน จ.นครปฐม และกลุ่มงานวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาปริมาณสารมีพิษตกค้างจากการใช้ carbosulfan ในมะเขือยาวในอัตราแนะนำ คือ carbosulfan 20% EC อัตรา 60 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ทุก 7 วัน รวม 3 ครั้ง และเก็บตัวอย่างมาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง ที่ 0,2, 5, 7, 9, 12, 14 และ15 วัน หลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย ผลการทดลอง พบสารพิษตกค้างที่มีค่าสูงสุดในซ้ำของการทดลองแต่ละวัน (จากข้อมูล 3 ซ้ำ) ดังนี้ การทดลองครั้งที่ 3 พบ carbosulfan ปริมาณ 0.35, 0.24, 0.12, 0.07 และ 0.05 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5 และ 7 วันตามลำดับ (ส่วนที่ระยะเวลาอื่นไม่พบสารพิษตกค้าง carbosulfan) พบ carbofuran ปริมาณ 0.07, 0.06, 0.08 และ 0.02 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ที่ระยะเวลา 0, 1, 3 และ 5 วัน ตามลำดับ (ส่วนที่ระยะเวลาอื่น ไม่พบสารพิษตกค้าง carbofuran) การทดลองครั้งที่ 4 พบ carbosulfan ปริมาณ 1.02, 0.86, 0.32, 0.19, 0.02, 0.05, 0.02, 0.03 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ที่ระยะเวลา 0,1, 3, 5, 7, 9, 12 และ14 วัน ตามลำดับ (ส่วนที่ 15 วันไม่พบสารพิษตกค้าง carbosulfan) พบ carbofuran ปริมาณ 0.03, 0.05, 0.06, 0.06, 0.03, 0.03, 0.01 และ 0.01 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ที่ระยะเวลา 0,1, 3, 5, 7, 9, 12 และ14 วันตามลำดับ (ส่วนที่ 15 วันไม่พบสารพิษตกค้าง carbofuran) และจากแปลงทดลองที่ไม่ใช้ carbosulfan ไม่พบสารพิษตกค้าง carbosulfan และ carbofuran ในทุกตัวอย่าง พบว่าปริมาณสารพิษตกค้างจากการใช้ carbosulfan ในอัตราแนะนำ ที่ 0 วัน จากการทดลองครั้งที่ 3 และที่ 3 วัน จากการทดลองครั้งที่ 4 หลังการพ่นครั้งสุดท้าย มีปริมาณต่ำกว่าค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างที่ยอมให้มีได้ในผลผลิตการเกษตร (Maximum Residue Limit : MRL) ของไทยที่กำหนดไว้ในมะเขือยาว คือ carbosulfan เท่ากับ 0.5 mg/kg และ carbofuran เท่ากับ 0.5 mg/kg (มกอช., 2551) และ ปริมาณสารพิษตกค้าง carbofuran ที่เกิดจากการสลายตัวของ carbosulfan มีปริมาณต่ำกว่าค่า MRL ของไทย ในทุกตัวอย่าง อย่างไรก็ตาม Codex MRL (FAO/WHO, 2008) ไม่กำหนดค่าในของ carbosulfan และ carbofuran ใน fruiting vegetables (ตารางที่ 2)

ส่วนการตรวจวิเคราะห์สารกลุ่ม carbamate ในตัวอย่างมะเขือยาวจากแหล่งจำหน่าย ได้แก่ ฉะเชิงเทรา กรุงเทพมหานคร นครปฐม ราชบุรี สมุทรสงคราม ปทุมธานี สมุทรปราการ เพชรบูรณ์ พิษณุโลก นครสวรรค์ ปราจีนบุรี และนครสวรรค์ จำนวน 40 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 11 ตัวอย่าง (28%) โดยพบ carbofuran 6 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.02-0.06 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ทุกตัวอย่างไม่เกินค่า MRL ของไทย 0.05 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (Codex MRLใน banana

0.1 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) พบ methomyl 6 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.01-0.51 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เกินค่า MRL ของไทย (0.2 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) 1 ตัวอย่าง แต่ไม่เกินค่า Codex MRL (ใน pepper 0.7 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) และพบ carbaryl 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.01 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ไม่เกินค่า Codex MRL(1 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) (ค่า MRL ของประเทศไทยไม่กำหนด) และพบ carbosulfan 2 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.02-0.03 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ต่ำกว่าค่า MRL ของไทย (0.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาสามารถใช้ประกอบการกำหนดค่าระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ปลอดภัย ภายหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย และจากผลการสำรวจสารพิษตกค้าง carbamate ในตัวอย่างมะเขือยาวจากแหล่งจำหน่าย พบการตกค้างของ carbosulfan, carbaryl, methomyl และ carbofuran ทุกตัวอย่างไม่เกินค่า MRL ของไทย แสดงให้เห็นว่า มีการตกค้างของารกลุ่มนี้ในผลผลิตซึ่งอาจเป็นปัญหาได้แม้ว่าปริมาณที่พบต่ำกว่าค่า MRL ซึ่งผลการศึกษาสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการกำหนดค่า MRL ในมะเขือยาว ต่อไป

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ผลการทดลองทำให้ทราบข้อมูลการสลายตัวของวัตถุอันตราย carbosulfan และ carbofuran (เกิดจากการสลายตัวของ carbosulfan) และเพื่อยืนยันว่า ค่า PHI ที่แนะนำไว้ในฉลากว่ามีความปลอดภัยต่อการบริโภค หรือเพื่อปรับค่า PHI ให้ผลผลิตมีความปลอดภัยต่อการบริโภค

2. ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง สามารถใช้ในการกำหนดค่า National MRL, ASEAN MRL และCodex MRL

3. ผลการทดลอง การสำรวจสารพิษตกค้าง ได้นำเสนอกรมวิชาการเกษตร เพื่อนำข้อมูลไปร่วมพิจารณากำหนดแนวทาง ในการแนะนำ การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรในมะเขือยาวให้แก่เกษตรกรต่อไป

ตารางที่ 2. ปริมาณสารพิษตกค้าง ของ carbosulfan ในมะเขือยาวจากการทดลองครั้งที่ 3 และ 4

Day	Residue (mg/kg) / Replication (trail 3)					
	Carbosulfan			Carbofuran +3-OH carbofuran		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
0	0.19	0.35	0.26	0.03	0.03	0.07
1	0.15	0.24	0.14	0.02	0.06	0.02
3	0.11	0.12	0.08	0.03	0.08	0.02
5	0.04	0.07	0.05	0.01	0.02	ND
7	0.05	ND	0.01	ND	ND	ND
9,12,14,15	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ตารางที่ 2. (ต่อ) ปริมาณสารพิษตกค้าง ของ carbosulfan ในมะเขือยาวจากการทดลองครั้งที่ 3 และ 4

Day	Residue (mg/kg) / Replication (trail 4)					
	Carbosulfan			Carbofuran +3-OH carbofuran		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
0	0.82	1.02	0.95	0.03	0.03	0.03
1	0.74	0.86	0.66	0.04	0.02	0.05
3	0.17	0.32	0.07	0.03	0.06	0.03
5	0.18	0.12	0.19	0.06	0.04	0.04
7	0.02	0.01	0.01	0.03	0.03	0.02
9	0.01	0.02	0.05	0.02	0.02	0.03
12	ND	0.02	ND	ND	0.01	ND
14	ND	ND	0.03	ND	ND	0.01
15	ND	ND	ND	ND	ND	ND

หมายเหตุ 1. ND -not detectable

2. Thai MRL ในมะเขือยาว carbosulfan = 0.5 mg/kg carbofuran = 0.5 mg/kg

3. Codex MRL ไม่กำหนดค่าในของ carbosulfan และcarbofuran ใน fruiting vegetables

ตารางที่ 3. ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม carbamate ในมะเขือยาว จากแหล่งจำหน่าย เก็บตัวอย่างในช่วง เดือน มีนาคม-สิงหาคม 2554

สถานที่เก็บตัวอย่าง	**จำนวนตัวอย่าง**	**พบสารพิษตกค้าง**	**ชนิดสาร (จำนวนตัวอย่างที่พบ)**	**ปริมาณ (mg/kg)**
ฉะเชิงเทรา	4	-	ND	
กรุงเทพมหานคร	3	-	ND	
นครปฐม	4	3	carbofuran (1)	0.03
			methomyl (2)	0.01 - 0.10
ราชบุรี	5	3	carbofuran (1)	0.06
			methomyl (2)	0.22 - 0.51
			carbosulfan(1)	0,03
สมุทรสงคราม	3	2	carbofuran (2)	0.02-0.05
			methomyl (1)	0.09
ปทุมธานี	3	1	carbofuran (1)	0.06
			methomyl (1)	0.2

ตารางที่ 3. (ต่อ) ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม carbamate ในมะเขือยาว จากแหล่งจำหน่าย เก็บตัวอย่างในช่วง เดือน มีนาคม-สิงหาคม 2554

สถานที่เก็บตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	พบสารพิษตกค้าง	ชนิดสาร (จำนวนตัวอย่างที่พบ)	ปริมาณ (mg/kg)
สมุทรปราการ	3	1	carbosulfan(1)	0.02
			carbofuran (1)	0,06
เพชรบูรณ์	3	1	carbaryl (1)	0.01
พิษณุโลก	3	-	-	-
นครสวรรค์	3	-	-	-
ปราจีนบุรี	3	-	-	-
นครสวรรค์	3	-	-	-
12 จังหวัด	40	11(27.5%)	carbaryl(1)(2.5%)	0.01
			methomyl (6)(15%)	0.01-0.51
			carbosulfan (2)(5%)	0.02 - 0.03
			carbofuran (6)(15%)	0.02 - 0.06

หมายเหตุ 1. ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง : carbosulfan ,carbofuran, 3-OH carbofuran, carbaryl isoprocarb, methiocarb และ fenobucarb

2. Thai MRL carbofuran ในมะเขือยาว = 0.5 mg/kg
methomyl ในมะเขือยาว มะเขือเปราะ และมะเขืออื่นๆ ไม่รวมมะเขือเทศ = 0.2 mg/kg

3. Codec MRL carbofuran * ไม่กำหนด fruiting vegetables
Methomyl ใน Peppers = 0.7 mg/Kg

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มกีฏและสัตววิทยา. 2551. คำแนะนำ การป้องกันกำจัดแมลงและศัตรูพืช ปี 2551. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร,กรุงเทพฯ.

มกอช. 2551. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช. 9002-2551 “สารพิษตกค้าง : ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด, PESTICIDE RESIDUES : MAXIMUM RESIDUE LIMITS”. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Anastassiades. M., Lehotay. S.J., Stajbaher. D. and Schenck F.J. 2003. Fast and Easy Multiresidues employing Actonitrile Extraction/Paritioning and “Dispersive solid-Phase Extraction” for determination of Pesticide Residues in Produce. J.AOAC. Int.86, p412-431.

C D S Tomlin (ed.). 2009. The Pesticide Manual. Fifteenth edition, BCBC (British Crop Production Council), UK

FAO/WHO. 2008. Maximum Residue limits in Food and Feed. Codex Alimentarius Commission, Codex Committee on pesticide Residues .

Steinwandter H. 1985. Universal 5 min on-line Method for Extracting and Isolating Pesticide Residue and Industral Chemicals. Fresenius Z. Anal. Chem. No. 1155.

ศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในพืชผักตระกูลถั่ว

Determination of pesticide residue in Yard – Long Bean, Garden Bean, Sugar Snap Pea and Green Pea.

พนิดา ไชยยันต์บูรณ์ จินตนา ภู่มงกุฎชัย บุญทวีศักดิ์ บุญทวี สุพัตรี หนูสังข์

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

เก็บตัวอย่างพืชผักตระกูลถั่วในช่วง มกราคม-กรกฎาคม 2554 จากภาคต่างๆ ดังนี้ ภาคเหนือ 74 ตัวอย่าง ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และ ภาคใต้ รวมทั้งสิ้น 221 ตัวอย่าง ประกอบด้วย ถั่วลันเตาหวาน 79 ตัวอย่าง ถั่วลันเตา 54 ตัวอย่าง ถั่วฝักยาว 55 ตัวอย่าง และ ถั่วแขก 33 ตัวอย่าง นำมาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง 131 ชนิด ได้แก่ สารกลุ่ม organophosphate 40 ชนิด carbamate 14 ชนิด pyrethroid 7 ชนิด endosulfan และสารชนิดอื่นๆ 70 ชนิด ด้วยเครื่อง GC/MS และ LC/MS/MS พบสารพิษตกค้าง 199 ตัวอย่าง (90% ของตัวอย่างทั้งหมด) พบสาร 57 ชนิด ปริมาณ 0.01- 2.26 mg/kg พบ เกินค่า EU-MRL 128 ตัวอย่าง (60%) และ เกินค่า Japan-MRL ตัวอย่าง 63 ตัวอย่าง (29%) ซึ่งสารที่พบ 57 ชนิด มีการกำหนดค่า EU-MRL 52 ชนิดและ Japan-MRL 36 ชนิด ชนิดของสารที่พบมาก ได้แก่ carbendazim, cypermethrin, acetamiprid, pyrimethanil, difenoconazole, chlorpyrifos, tebuconazole และ methomyl ตัวอย่างที่พบเกินค่า MRL เช่น acetamiprid, tebuconazole, methomyl, flusilazole, cypermethrin และ chlorpyrifos การพบสารพิษแยกตามชนิดพืช ถั่วฝักยาว พบสารพิษตกค้าง 85% ปริมาณ 0.01-2.26 mg/kg พบสารเกินค่า EU-MRL 22 ชนิด 50 ตัวอย่าง (63%) เกินค่า Japan-MRL 9 ชนิด 26 ตัวอย่าง (67%) ชนิดของสารที่พบมาก ได้แก่ methomyl, cypermethrin, chlorpyrifos, EPN และ carbendazim ชนิดของสารที่พบเกินค่า MRL ได้แก่ methomyl, cypermethrin, chlorpyrifos, triazophos และ omethoate ถั่วลันเตา พบสารพิษตกค้าง 96% ของตัวอย่าง ปริมาณ 0.01-1.92 mg/kg พบสารเกินค่า EU-MRL 14 ชนิด 28 ตัวอย่าง (52%) พบสารเกินค่า Japan-MRL 8 ชนิด 17 ตัวอย่าง (31%) ชนิดของสารที่พบมาก ได้แก่ carbendazim, acetamiprid, cypermethrin, difenoconazole, pyrimethanil และ flusilazole ชนิดของสารที่เกินค่า MRL ได้แก่ flusilazole, acetamiprid, cypermethrin และ carbendazim ถั่วลันเตาหวาน พบสารพิษตกค้าง 96% ของตัวอย่าง ปริมาณ 0.01-0.51 mg/kg พบสารเกินค่า EU-MRL 16 ชนิด 39 ตัวอย่าง (71%) เกินค่า Japan-MRL พบสาร 7 ชนิด 14 ตัวอย่าง (25%) ชนิดของสารที่พบมากได้แก

carbendazim, pyrimethanil, acetamiprid, cypermethrin, tebuconazole, difenoconazole, propiconazole, triadimeno และ dimethomorph ชนิดของสารที่พบเกินค่า MRL ได้แก่ acetamiprid และ carbendazim ถั่วแขก พบสารพิษตกค้าง 82% ปริมาณ 0.01-0.88 mg/kg พบสารเกินค่า MRL มีดังนี้ พบสาร เกินค่า EU-MRL 5 ชนิด 11 ตัวอย่าง (33%) เกินค่า Japan-MRL 2 ชนิด 6 ตัวอย่าง (18%) ชนิดของสารที่พบมาก ได้แก่ cypermethrin, chlorpyrifos และ triadimenol สารที่พบที่เกินค่า MRL ได้แก่ cypermethrin, chlorpyrifos, methomyl และ omethoate ผลการตรวจวิเคราะห์สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิตทางการเกษตร ต่อไป ซึ่งชนิดของสารพิษตกค้างที่ตรวจพบ เป็นการสะท้อนให้เห็นถึงการใช้สารเคมีในการดูแลผลผลิตทางการเกษตรของเกษตรกร และแสดงให้เห็นว่ายังคงมีปัญหาสารพิษตกค้างในพืชผักตระกูลถั่ว

คำนำ

พืชผักตระกูลถั่ว ได้แก่ ถั่วลันเตาหวาน ถั่วลันเตา ถั่วฝักยาว และ ถั่วแขก เป็นพืชที่มีปัญหาพบสารพิษตกค้างสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถั่วฝักยาว ได้รับการแจ้งเตือนสินค้าประเภทผักสด จากประเทศไทย ที่ส่งออกไปยังสหภาพยุโรป (EU) ในระบบ RASFF (The Rapid Alert System for Food and Feed) ในปี พ.ศ. 2553 ว่าพบสารพิษตกค้าง dimethoate, omethoate, formetanate, triazophos และ methomyl เกินค่าปลอดภัย (European Communities, 2011) ซึ่งพืชผักตระกูลถั่วมีโรคและแมลงมากจึงต้องใช้สารป้องกันกำจัดหลายชนิด เช่น ถั่วฝักยาว มีแมลงและโรคที่สำคัญได้แก่ หนอนแมลงวันเจาะต้นถั่ว หนอนเจาะฝักถั่ว โรคใบจุด โรคราสนิมและโรคใบด่าง ถั่วแขก มีแมลงและโรคที่สำคัญได้แก่ เพลี้ยไฟ เพลี้ยอ่อน เพลี้ยจักจั่น ไรแดง แมลงหวี่ขาว หนอนเจาะฝัก หนอนกระทู้ผัก และถั่วลันเตา มีแมลงและโรคที่สำคัญได้แก่ โรคเหี่ยว โรคใบจุด โรคราแป้ง โรคเน่าเปียก หนอนชอนใบ และเพลี้ยไฟ

ถั่วฝักยาวแหล่งปลูกที่สำคัญได้แก่ ราชบุรี นครปฐม สระบุรี ปทุมธานี อ่างทอง นครนายก นครราชสีมา หนองคาย อุดรธานี บุรีรัมย์ มหาสารคาม ร้อยเอ็ด นครศรีธรรมราช สุราษฎร์ธานี ตรัง นครสวรรค์ เชียงใหม่และลำปาง ถั่วลันเตานิยมปลูกในทุกภาค มักปลูกในแถบถิ่นที่มีอากาศเย็น และชุ่มชื้น เช่น จังหวัดเพชรบูรณ์ ลำปาง เชียงใหม่ ตาก นครสวรรค์ นครราชสีมา ปราจีนบุรี กาญจนบุรี นครปฐม และสุราษฎร์ธานี

การศึกษาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในพืชผักตระกูลถั่วทำให้ทราบข้อมูลและปัญหาสารพิษตกค้างและการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรของเกษตรกร โดยมีการตรวจวิเคราะห์ชนิดของสารพิษตกค้าง โดยใช้เครื่อง GC/MS โดยเทียบกับฐานข้อมูลที่มีสารพิษตกค้าง 430 ชนิด และมีการตรวจสารชนิดใหม่ด้วยเครื่อง LC/MS/MS ทำให้สามารถหาชนิดของสารได้ครอบคลุมมากขึ้น ทำให้ทราบถึงชนิดของสารพิษตกค้างชนิดอื่นๆ ที่มีปัญหาสารพิษตกค้าง นำไปสู่การกำหนด

นโยบายในการจัดการ การขึ้นทะเบียน และการใช้วัตถุมีพิษการเกษตรในประเทศไทย และกำหนดการแก้ปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิตการเกษตร

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. วัตถุมีพิษมาตรฐาน 131 ชนิด ความบริสุทธิ์ 93.5-99.9 %

2. สารเคมี ได้แก่ acetone, dichloromethane, ethyl acetate, actonitrile, soldium sulfate, soldium chloride, sodium acetate, anhydrous magnesium sulfate, primary secondary amine (PSA) และ graphite carbon black (GCB)

3. เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง และ 5 ตำแหน่ง, Food Processor, rotary evaporator, homogenizer และ centrifuge

4. เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ขวดแก้วปากกว้างมีฝาปิด, กระบอกตวง, บิกเกอร์, volumetric pipet, test tube, volumetric flask, กรวยแก้ว และ centrifuge tubes ขนาด 15 และ 50 ml

5. เครื่องตรวจวิเคราะห์วัตถุมีพิษเครื่อง GC/MS Single Quadrupole, Agilent:7890, MSD:5973 N โดยใช้ capillary column ชนิด DB-5MS i.d 0.25 mm, 30 m, film thickness 0.25 μm ตั้ง Mass Spectrometer เป็น Scan Mode เพื่อทราบชนิดของสารพิษตกค้าง และ SIM Mode เพื่อทราบปริมาณสารพิษตกค้าง และใช้ Atune.u

6. เครื่องตรวจวิเคราะห์ Gas Chromatograph (GC) ยี่ห้อ Agilent รุ่น 6890 ซึ่งมีหัวตรวจชนิด Electron Captured Detector (ECD) ตรวจวิเคราะห์สารกลุ่ม pyrethroid และ endosulfan หัวตรวจชนิด Flame Photometric Detector (FPD) ตรวจวิเคราะห์สารกลุ่ม organophosphate โดยใช้ capillary column ชนิด Ultra-1, i.d. 0.32 mm, 25 m, film thickness 0.17 μm

7. เครื่องตรวจวิเคราะห์วัตถุมีพิษเครื่อง High Performance Liquid Chromatograph (HPLC) ยี่ห้อ Agilent รุ่น 1100 ซึ่งมีหัวตรวจชนิด Fluorescence Detector (FLD) ต่อกับเครื่อง Post Column Derivatization (Pickering) โดยใช้ column ชนิด Lichrosphere 60-RP select B, i.d. 4.0 mm ความยาว 250 mm particle size 5 μm โดย FLD กำหนด excitation 330 ηm และ emission 465 ηm

8. เครื่องตรวจวิเคราะห์วัตถุมีพิษเครื่อง Liquid Chromatograph / Mass Spectrometer/ Mass Spectrometer (LC/MS/MS) Triple Quadrupole, Agilent:7890, MSD:5973 N ใช้ column : Kinetex™ 2.6 μm XB-C18 100 Å, LC Column 100 x 2.1 mm โดยใช้ ESI, Positive mode

วิธีดำเนินการ

เก็บตัวอย่างพืชผักตระกูลถั่วในช่วง มกราคม-กรกฎาคม 2554 จากภาคต่างๆ ดังนี้ ภาคเหนือ 74 ตัวอย่าง ภาคกลาง 87 ตัวอย่าง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 28 ตัวอย่าง ภาคตะวันออก 14 ตัวอย่าง และภาคใต้ 18 ตัวอย่าง

รวมทั้งสิ้น 221 ตัวอย่าง นำมาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง สารพิษตกค้าง 131 ชนิด ประกอบด้วย สารกลุ่ม organophosphate 40 ชนิด carbamate 14 ชนิด pyrethroid 7 ชนิด endosulfan และสารชนิดอื่นๆ 70 ชนิด โดยสกัดตัวอย่างด้วย วิธีการที่ปรับจากวิธีการของ Steinwandter (1985) สารกลุ่ม organophosphate นำไปตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC/FPD สารกลุ่ม pyrethroid และ endosulfan ขจัดสิ่งปนเปื้อน.ในตัวอย่างด้วย ปรับจากวิธีการของ Steinwandter (1985) นำไปตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC/ECD สารกลุ่ม carbamate สารชนิดอื่นๆ ขจัดสิ่งปนเปื้อนในตัวอย่างด้วย วิธีการ QuEChERS (Lehotay, 2003) นำไปตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC, LC/MS/ MS และ GC/ MS เพื่อหาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างและยืนยันชนิดของสารพิษตกค้างที่พบ

1. วิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง

เตรียมตัวอย่าง โดยนำมาปั่นละเอียดด้วย Food Processor และชั่งน้ำหนักตามวิธีการที่ตรวจวิเคราะห์

1.1 วิธีการสกัดปรับจากวิธีการของ Steinwandter (1985)

ตัวอย่าง 25 g สกัดด้วย acetone, dichloromethane และ sodium chloride โดยใช้เครื่อง homogenizer กรองสารละลายผ่าน sodium sulfate นำสารละลาย 50 ml ไปลดปริมาตรตัวทำละลายด้วยเครื่องลดปริมาตรชนิด rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 40^0 C จนเกือบแห้งแล้วเป่าด้วย แก๊สไนโตรเจนจนแห้ง ปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 5 ml ด้วย ethyl acetate นำตัวอย่างใส่ vial และนำไปตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างสารกลุ่ม organophosphate ด้วยเครื่อง GC/FPD

1.2 การ clean up

1.2.1 ปรับจากวิธีการของ Steinwandter (1985)

ขจัดสิ่งปนเปื้อนในตัวอย่างด้วย silica gel 60 ซึ่ง deactivated ด้วยน้ำ 10% น้ำหนัก 1.0 กรัม ซึ่ง pack ใน Bond Elut Reservoir โดย elute ด้วย hexane – dichloromethane (4:1) ตามด้วย hexane – dichloromethane (1:1) นำสารละลายที่ออกจากคอลัมน์นำไปลดปริมาตรด้วยเครื่องระเหยสารละลายที่อุณหภูมิ 40^0C จนเกือบแห้ง แล้วเป่าด้วย แก๊สไนโตรเจนจนแห้ง ปรับปริมาตรด้วย hexane ชนิด PR grade เป็น 2 มิลลิลิตร เขย่าให้ตัวอย่างละลาย ถ่ายสารละลายตัวอย่างใส่ vial และนำไปตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม pyrethroid และ endosulfan ด้วยเครื่อง GC/ECD

1.2.2 ปรับจากวิธีการ QuEChERS (Anastassiades, *et al.,* 2003)

นำสารละลายตัวอย่างปริมาตร 2 ml ใส่ลงใน centrifuge tubes ขนาด 15 ml เป่าด้วยแก๊สไนโตรเจนจนแห้ง เติม acetonitrile 2 ml เขย่าให้ละลาย เติม $MgSO_4$ 300 mg, PSA 200 mg และ GCB 50 mg ปิดฝาแล้วเขย่าด้วย vortex mixer นาน 30 วินาที นำไป centrifuge ด้วย ที่ระดับความเร็วรอบ >3,500 รอบต่อนาที นาน 1 นาที ดูดสารละลาย ใส่ใน GC-vial นำไปฉีดเข้าเครื่อง HPLC, LC/MS/ MS และ GC/ MS เพื่อหาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างชนิดอื่นและยืนยันชนิดของสารพิษตกค้างที่พบ

1.3 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

เตรียม mixed working standard solution สารพิษตกค้าง 131 ชนิด แยกเป็นกลุ่มตามชนิดของเครื่องตรวจวิเคราะห์ ประกอบด้วย สารกลุ่ม organophosphate 40 ชนิด ตรวจวิเคราะห์ด้วย GC/FPD สารกลุ่ม pyrethroid 7 ชนิด และ endosulfan ตรวจวิเคราะห์ด้วย GC/ECD สารกลุ่ม carbamate 14 ชนิดตรวจวิเคราะห์ด้วย HPLC/FLD สารชนิดอื่นๆ 70 ชนิด ตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC/MS และ LC/MS/MS โดยเตรียมในสารละลายที่สกัดจาก Blank Sample ตามวิธีการสกัด เพื่อทำ calibration curve

ระยะเวลา : ตุลาคม 2553 – กันยายน 2554

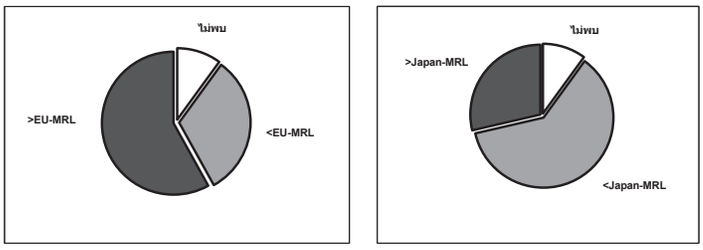
สถานที่ดำเนินการ : กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สปผ. กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

เก็บตัวอย่างพืชผักตระกูลถั่วในช่วง มกราคม-กรกฎาคม 2554 จากภาคต่างๆ ดังนี้ ภาคเหนือ 74 ตัวอย่าง ภาคกลาง 87 ตัวอย่าง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 28 ตัวอย่าง ภาคตะวันออก 14 ตัวอย่างและ ภาคใต้ 18 ตัวอย่าง รวมทั้งสิ้น 221 ตัวอย่าง นำมาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง 131 ชนิด ประกอบด้วยสารกลุ่ม organophosphate 40 ชนิด carbamate 14 ชนิด pyrethroid 7 ชนิด endosulfan และสารชนิดอื่นๆ 70 ชนิด ด้วยเครื่อง GC/MS และ LC/MS/MS พบสารพิษตกค้าง 199 ตัวอย่าง (90% ของตัวอย่างทั้งหมด) ชนิดของสารที่พบ 57 ชนิด สารที่พบเกินค่า MRL (Maximum Residue Limited) มีดังนี้ พบสารเกินค่า EU-MRL (ใช้ค่า uncertainty 50% ของปริมาณสารพิษตกค้างที่พบ) (SANCO/12495/2011) 31 ชนิด 128 ตัวอย่าง (58%) พบสารเกินค่า Japan- MRL (ใช้ค่า uncertainty 30% ของปริมาณสารพิษตกค้างที่พบ) 15 ชนิด 63 ตัวอย่าง (29%) (ภาพที่ 1) ซึ่งสารที่พบ 57 ชนิด มีการกำหนดค่า EU-MRL 52 ชนิด ซึ่งค่า EU-MRL ส่วนใหญ่กำหนดไว้ที่ปริมาณต่ำสุดที่สามารถตรวจวิเคราะห์ได้ มีการกำหนดค่า Japan-MRL 37 ชนิด และไม่นำค่า Codex-MRL มาเปรียบเทียบกับค่าปริมาณสารพิษตกค้างที่พบเพราะมีสารเพียง 14 ชนิด ที่มีการกำหนดค่า MRL

ชนิดของสารที่พบมาก โดยเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด carbendazim 96 ตัวอย่าง (43%) cypermethrin 84 ตัวอย่าง (38%) acetamiprid 72 ตัวอย่าง (33%) pyrimethanil 57 ตัวอย่าง (26%) difenoconazole 42 ตัวอย่าง (19%) chlorpyrifos 35 ตัวอย่าง (16%) tebuconazole 34 ตัวอย่าง (15%) methomyl 28 ตัวอย่าง (13%) methamidophos 7 ตัวอย่าง (3%)

ตัวอย่างที่พบเกินค่า MRL เช่น acetamiprid 31 ตัวอย่าง (14%) methomyl 23 ตัวอย่าง (10%) flusilazole 14 ตัวอย่าง (6%) เกินค่า EU-MRL พบ cypermethrin 28 ตัวอย่าง (13%) เกินค่า Japan –MRL (ตารางที่ 1)



ภาพที่ 1. ปริมาณสารพิษตกค้างที่พบในตัวอย่างพืชผักตระกูลถั่ว 221 ตัวอย่าง เปรียบเทียบกับค่า MRL

การพบชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างแบ่งตามชนิดของตัวอย่าง (ตารางที่ 2) มีดังนี้

ถั่วฝักยาว รวม 79 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 39 ชนิด 67 ตัวอย่าง (85%) ปริมาณ 0.01- 2.26 mg/kg ชนิดของสารที่พบมากได้แก่ methomyl 24 ตัวอย่าง (30%) cypermethrin 22 ตัวอย่าง (28%) chlorpyrifos 21 ตัวอย่าง (27%) EPN 15 ตัวอย่าง (19%) และ carbendazim 12 ตัวอย่าง (15%) และพบสารเกินค่า MRL มีดังนี้ เกินค่า EU-MRL 22 ชนิด 50 ตัวอย่าง (63%) เกินค่า Japan-MRL 9 ชนิด 26 ตัวอย่าง (67%) ชนิดของสารที่พบเกินค่า MRL ได้แก่ methomyl, cypermethrin, chlorpyrifos, triazophos และ omethoate

ถั่วลันเตา ตรวจวิเคราะห์รวม 54 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 35 ชนิด 52 ตัวอย่าง (96%) ปริมาณ 0.01- 1.92 mg/kg ชนิดของสารที่พบมาก ได้แก่ carbendazim 38 ตัวอย่าง (70%) acetamiprid 28 ตัวอย่าง (52%) cypermethrin 28 ตัวอย่าง (52%) difenoconazole 23 ตัวอย่าง (43%) pyrimethanil 17 ตัวอย่าง (31%) และ flusilazole 10 ตัวอย่าง (19%) และพบสารเกินค่า EU-MRL 14 ชนิด 28 ตัวอย่าง (52%) เกินค่า Japan- MRL 8 ชนิด 17 ตัวอย่าง (31%) ชนิดของสารที่พบเกินค่า MRL ได้แก่ flusilazole, acetamiprid, cypermethrin และ carbendazim

ถั่วลันเตาหวาน 55 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 32 ชนิด 53 ตัวอย่าง (96%) ปริมาณ 0.01- 0.51 mg/kg ชนิดของสารที่พบมาก โดยเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด ได้แก่ carbendazim 44 ตัวอย่าง (80%) pyrimethanil 39 ตัวอย่าง (70%) acetamiprid 36 ตัวอย่าง (65%) cypermethrin 20 ตัวอย่าง (36%) tebuconazole 18 ตัวอย่าง (33%) difenoconazole 18 ตัวอย่าง (33%) propiconazole 16 ตัวอย่าง (25%) triadimenol 11 ตัวอย่าง (20%) dimethomorph 9 ตัวอย่าง (16%) และพบสารเกินค่า EU-MRL 14 ชนิด 39 ตัวอย่าง (71%) เกินค่า Japan-MRL 7 ชนิด 14 ตัวอย่าง (25%) ชนิดของสารที่พบเกินค่า MRL ได้แก่ acetamiprid, tebuconazole และ carbendazim

ถั่วแขก 33 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 13 ชนิด 27 ตัวอย่าง (82%) ปริมาณ 0.01- 0.88 mg/kg ชนิดของสารที่พบมาก cypermethrin 14 ตัวอย่าง (42%) chlorpyrifos 7 ตัวอย่าง (21%) และ triadimenol 5 ตัวอย่าง (15%) และพบสารเกินค่า EU-MRL 5 ชนิด 11 ตัวอย่าง (33%) เกินค่า Japan-MRL 2 ชนิด 6 ตัวอย่าง (18%) ชนิดของสารที่พบว่ามีตัวอย่างที่เกินค่า MRL ได้แก่ cypermethrin, chlorpyrifos, methomyl และ omethoate

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างใน พืชผักตระกูลถั่วในช่วง มกราคม-กรกฎาคม 2554 จากภาคต่างๆ คือ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคใต้รวมทั้งสิ้น 221 ตัวอย่าง ประกอบด้วย ถั่วลันเตาหวาน 79 ตัวอย่าง ถั่วลันเตา 54 ตัวอย่าง ถั่วฝักยาว 55 ตัวอย่าง และ ถั่วแขก 33 ตัวอย่าง นำมาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง 131 ชนิด พบสารพิษตกค้าง 57 ชนิด 199 ตัวอย่าง (90% ของตัวอย่างทั้งหมด) พบสารเกินค่า MRL (Maximum Residue Limited) ดังนี้ พบเกินค่า EU-MRL 62% ของตัวอย่างทั้งหมด พบเกินค่า Japan-MRL 29% ของตัวอย่างทั้งหมด สารที่พบ 57 ชนิด มีการกำหนดค่า EU-MRL 52 ชนิด และ Japan-MRL 36 ชนิด ซึ่งค่า EU-MRL ส่วนใหญ่กำหนดไว้ที่ปริมาณต่ำสุดที่สามารถตรวจวิเคราะห์ได้ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าพืชผักตระกูลถั่ว มีปัญหาด้านสารพิษตกค้างสูง และมีความเสี่ยงภัยในด้านสารพิษในการบริโภคโดยเฉพาะการบริโภคสด แม้ว่าปริมาณที่พบไม่สูง ซึ่งปริมาณเฉลี่ย 0.09 mg/kg และปริมาณสูงสุดที่พบ 2.26 mg/kg แต่มีการพบสารพิษตกค้างในตัวอย่างเดียวกัน พบสาร 5 ชนิดขึ้นไป 63 ตัวอย่าง ประกอบด้วย ถั่วลันเตาหวาน 24 ตัวอย่าง ถั่วลันเตา 32 ตัวอย่าง ถั่วฝักยาว 7 ตัวอย่าง พบสาร 10 ชนิดขึ้นไป 12 ตัวอย่าง ประกอบด้วย ถั่วลันเตาหวาน 3 ตัวอย่าง ถั่วลันเตา 8 ตัวอย่าง ถั่วฝักยาว 1 ตัวอย่าง และพบสารในถั่วฝักยาว 1 ตัวอย่างถึง 14 ชนิด แสดงในเห็นว่าเกษตรกรมีการใช้สารหลายชนิดในหนึ่งฤดูการเพาะปลูก

ชนิดของสารที่พบมาก คือสารกลุ่ม fungicide ได้แก่ carbendazim, pyrimethanil difenoconazole, tebuconazole, triadimenol, flusilazole, propiconazole, hexaconazole และ dimethomorph สารกลุ่ม insecticide ได้แก่ acetamiprid, chlorpyrifos, cypermethrin, methomyl, prochloraz และ omethoate มีการพบสารที่ห้ามใช้คือ methamidophos ในถั่วลันเตาหวาน 4 ตัวอย่าง และ ถั่วฝักยาว 3 ตัวอย่าง

ผลการตรวจวิเคราะห์สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิตทางการเกษตร ต่อไป ซึ่งชนิดของสารพิษตกค้างที่ตรวจพบ เป็นการสะท้อนให้เห็นถึงการใช้สารเคมีในการดูแลผลผลิตทางการเกษตรของเกษตรกร และแสดงให้เห็นว่าถึงปัญหาสารพิษตกค้างในพืชผักตระกูลถั่ว

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. เป็นข้อมูลในการแก้ปัญหาสารพิษตกค้างในพืชผักตระกูลถั่วและกำหนดชนิดของสารเพื่อการเฝ้าระวังในพืชผัก

2. ใช้ประกอบการกำหนดค่า MRL (Maximum Residue Limited) ของสารพิษตกค้างในพืชผักตระกูลถั่ว

3. เป็นข้อมูลในการกำหนดชนิดของวัตถุอันตรายทางการเกษตรเพื่อศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในการทำแปลงทดลองเพื่อกำหนดค่า MRL (Maximum Residue Limited) ของสารพิษตกค้างในพืชผักตระกูลถั่ว

4. เป็นข้อมูลในการกำหนดชนิดของวัตถุอันตรายทางการเกษตร ที่ตรวจวิเคราะห์ในตัวอย่างพืชผักตระกูลถั่วก่อนการส่งออก

ตารางที่ 1. ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างที่พบมากในตัวอย่างพืชผักตระกูลถั่ว

ชนิดของสาร	ปริมาณ (mg/kg)	ปริมาณเฉลี่ย (mg/kg)	จำนวนตัวอย่างที่พบ	%ตัวอย่างที่พบ	จำนวนตัวอย่าง > MRL	
					EU	Japan
Carbendazim	0.01 - 0.81	0.10	96	43	18	4
Cypermethrin	0.01 - 1.32	0.12	84	38	9	28
Acetamiprid	0.01 - 0.24	0.06	72	33	31	-
pyrimethanil	0.01 - 0.24	0.04	57	26	-	-
Difenoconazole	0.01 - 0.16	0.03	42	19	-	-
Chlorpyrifos	0.01 - 0.51	0.07	35	16	9	9
tebuconazole	0.01 - 0.37	0.06	34	15	-	1
Methomyl	0.01 - 1.01	0.17	28	13	23	-
Triadimenol	0.01 - 0.24	0.05	27	12	6	6
Propiconazole	0.01 - 0.23	0.04	24	11	9	7
dimethomorph	0.01 - 0.26	0.06	17	8	7	-
EPN	0.01 - 2.26	0.25	17	8	-	-
flusilazole	0.01 - 0.09	0.04	16	7	14	-
Omethoate	0.01 - 1.25	0.33	16	7	11	1
Prochloraz	0.01 - 0.10	0.03	16	7	4	2
Hexaconazole	0.01 - 0.10	0.02	13	6	3	3
myclobutanil	0.01 - 0.47	0.08	12	5	-	8
Carbofuran	0.01 - 0.62	0.13	11	5	10	3
Lambda	0.01 - 0.05	0.02	11	5	-	-
Metalaxyl	0.01 - 0.38	0.10	11	5	6	-
procymidone	0.03 - 0.58	0.10	10	5	-	-
Azoxystrobin	0.01 - 0.16	0.04	9	4	-	-

ตารางที่ 1. (ต่อ) ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างที่พบมากในตัวอย่างพืชผักตระกูลถั่ว

ชนิดของสาร	ปริมาณ (mg/kg)	ปริมาณเฉลี่ย (mg/kg)	จำนวนตัวอย่างที่พบ	%ตัวอย่างที่พบ	จำนวนตัวอย่าง > MRL	
					EU	Japan
Acephate	0.01 - 0.29	0.08	8	4	5	2
Isazofos	0.02 - 1.78	0.56	7	3	-	-
Methamidophos	0.01 - 0.05	0.02	7	3	4	-
Triazophos	0.01 - 1.78	0.49	7	3	7	7
Carbaryl	0.01 - 0.19	0.08	6	3	5	-
tetraconazole	0.01 - 0.03	0.01	6	3	1	-
Fenpropathrin	0.01 - 0.02	0.01	5	2	4	-
Profenofos	0.02 - 0.24	0.09	5	2	3	5

ตารางที่ 2. ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้าง ในตัวอย่างพืชผักตระกูลถั่ว แยกตามชนิดพืช

พืช	รายละเอียดตัวอย่าง		ชนิดสารตกค้าง	ตัวอย่างที่พบ	EU- MRL		Japan- MRL	
					mg/kg	ตัวอย่าง > MRL	mg/kg	ตัวอย่าง > MRL
ถั่วฝักยาว	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	79	Methomyl	24	0.05	21	-	-
	ตัวอย่างพบสารพิษตกค้าง	67	Cypermethrin	22	0.7	4	0.05	11
	จำนวนชนิดสารพิษตกค้างที่	39	Chlorpyrifos	21	0.05	8	0.05	8
	ปริมาณสารพิษตกค้าง	0.01-2.26	EPN	15	-	-	-	-
			Carbendazim	12	0.20	-	0.60	-
			Metalaxyl	9	0.05	5	-	-
			Carbofuran	8	0.02	5	0.2	3
			Acetamiprid	7	0.06	-	0.40	-
			Isazofos	7	-	-	-	-
			Omethoate	7	0.02	6	2	1
			Triazophos	7	0.1	5	ND	7
			Carbaryl	6	0.05	5	4.00	-
			Fenpropathrin	5	0.01	4	0.10	-

ตารางที่ 2. (ต่อ) ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้าง ในตัวอย่างพืชผักตระกูลถั่ว แยกตามชนิดพืช

พืช	รายละเอียดตัวอย่าง		ชนิดสารตกค้าง	ตัวอย่างที่พบ	EU- MRL		Japan- MRL	
					mg/kg	ตัวอย่าง >MRL	mg/kg	ตัวอย่าง > MRL
ถั่วลันเตา	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	54	Carbendazim	38	0.2	6	0.6	3
	ตัวอย่างพบสารพิษตกค้าง	52	Acetamiprid	28	0.06	10	0.4	-
	จำนวนชนิดสารพิษตกค้างที่	35	Cypermethrin	28	0.7	1	0.05	9
	ปริมาณสารพิษตกค้าง	0.01-1.92	Difenoconazole	23	1	-	-	-
			Pyrimethanil	17	2	-	-	-
			tebuconazole	14	2	-	0.5	-
			flusilazole	11	0.02	10	-	-
			Prochloraz	9	0.05	2	0.05	1
			Triadimenol	9	0.1	1	0.1	-
			Dimethomorph	7	0.05	3	-	-
			Hexaconazole	7	0.02	2	0.02	2
			Lambda	7	0.2	-	0.2	-
			Propiconazole	7	0.05	1	0.05	1
ถั่วแขก	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	33	Cypermethrin	14	0.7	5	0.05	5
	ตัวอย่างพบสารพิษตกค้าง	27	Chlorpyrifos	7	0.05	1	0.05	1
	จำนวนชนิดสารพิษตกค้างที่	13	Triadimenol	5	0.1		0.1	-
	ปริมาณสารพิษตกค้าง	0.01-0.88	Azoxystrobin	3	3		0.5	-
			Methomyl	3	0.02	2	-	-
			Carbendazim	2	0.2	1	0.6	-
			EPN	2	-	-	-	-
			Omethoate	2	0.02	2	2	-

เอกสารอ้างอิง

Anastassiades. M., Lehotay. S.J., Stajbaher. D. and Schenck F.J. 2003. Fast and Easy Multiresidues employing Actonitrile Extraction/Paritioning and “Dispersive solid- Phase Extraction” for determination of Pesticide Residues in Produce. J.AOAC. Int.86, 412-431.

Codex. 1995. Codex Alimentarius volume 3. Residues of Veterinary Drugs in Food.

European Communities. 2011. The Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF) Annual Report 2010.

Horwitz, W. 2000. The Potential Use of Quality Control Data to Validate Pesticide Residue Method Performance. In : Principle and Practice of Method Validation. A. Fajgeij and A. Ambrus (eds.), the Royal Society of Chemistry 2000, UK. 305 p.

Lehotay, S. J. 2007. Determination of Pesticides Residues in Foods by Acetonitrile Extraction and Partitioning with Magnesium sulfate : Collaborative Study. J.AOAC. Int. 90, 485-520.

Pesticide EU-MRLs Regulation (EC) No 396/2005. http://ec.europa.eu/sanco pesticides/ public/ index.cfm (May 29, 2011).

SANCO/12495/2011. Method Validation and Quality Control Procedures for Pesticide Residues Analysis in Food and Feed .

Steinwandter H. 1985. Universal 5 min on-line Method for Extracting and Isolating Pesticide Residue and Industral Chemicals. Fresenius Z. Anal. Chem. No. 1155.

The Japan Food chemical Research Foundation. Positive list System for Agricultural Chemical Residues in Foods. “Maximum Residue Limits (MRLs) List of Agricultural Chemicals in Foods”. http://www.ffcr.or.jp. (May 29, 2011).

ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร ametryn

Method Validation of ametryn in Pesticide Formulations

จิราพรรณ ทองหยอด สุวิทย์ สุขเพิ่ม

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

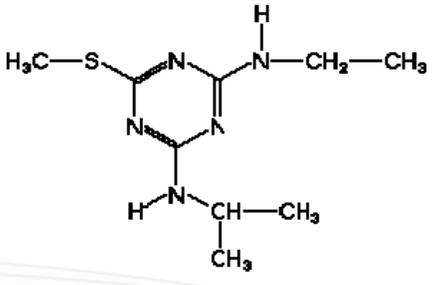
.....

บทคัดย่อ

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ Ametryn ในผลิตภัณฑ์สารป้องกันและกำจัดวัชพืช สูตร 80% WP ด้วยเทคนิค Gas Liquid Chromatography (GLC) โดยมีตัวตรวจจับชนิด Flame ionization detector (FID) ด้วยคอลัมน์ HP-5 (30 m × 0.32 mm(id.), 0.25 µm film) ใช้ He เป็นแก๊สตัวพา อัตราการไหล 2 ml/min อุณหภูมิคอลัมน์ 210˚C เวลา 6 นาที อุณหภูมิการฉีด 250˚C อุณหภูมิตัวตรวจจับ 250˚C โหมดการฉีด Split ratio 50 : 1 ปริมาณการฉีด 1 µl วิธีนี้ให้ผลการทดสอบช่วงของการวัด (range) ในช่วงความเข้มข้น 0.25-2.5 mg/ml ให้ค่าช่วงที่เป็นเส้นตรง (Linearity) ที่ครอบคลุมการใช้งาน 0.25-1.5 mg/ml ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.9997 เกณฑ์ยอมรับ AOAC ค่า r ≥ 0.995 การตรวจสอบความแม่น (Accuracy) พิจารณาจาก % Recovery ที่ความเข้มข้น 0.5 1 และ 1.5 mg/ml ได้ค่าเฉลี่ยของ % Recovery เท่ากับ 99.537, 98.728 และ 98.128 เกณฑ์ยอมรับ AOAC 98-102 ตรวจสอบ Precision 3 ระดับของความเข้มข้น ประเมินค่า HORRAT ของการทวนซ้ำ (Repeatability) และการทำซ้ำ (Reproducibility) ได้ 0.41 และ 0.31 ตรวจสอบค่า Robustness/Ruggedness ประเมินตามความเที่ยงให้ค่า HORRAT เท่ากับ 1.12 จากการประเมินผลการทดสอบพารามิเตอร์ต่างๆ อยู่ในเกณฑ์ยอมรับ สามารถนำวิธีนี้ไปใช้เป็นวิธีมาตรฐานในการตรวจวิเคราะห์ ที่ให้ผลวิเคราะห์ถูกต้อง และแม่นยำ ยอมรับได้ในระดับสากล

คำนำ

Ametryn มีชื่อทางเคมีว่า *N*^{2}-ethyl-*N*^{4}-isopropyl-6-methylthio-1,3,5-triazine-2,4-diamine (IUPAC) จัดอยู่ในกลุ่ม Triazine มีสูตรโมเลกุลเป็น $C_9H_{17}N_5S$ มีน้ำหนักโมเลกุล 227.33 จุดหลอมเหลว 84-85 องศาเซลเซียส และมีสูตรโครงสร้างดังนี้



ค่าครึ่งชีวิต (Half-life) เมื่ออยู่ในดิน 70-120 วัน ประโยชน์ใช้ก่อนวัชพืชงอก (pre-emergence) และใช้หลังวัชพืชงอกแล้วในระยะเริ่มต้น (early post-emergence) ในไร่อ้อย ส้ม สับปะรด กล้วย ชา กาแฟ มันฝรั่ง ใช้ได้ทั้งวัชพืชใบกว้างและใบแคบเช่น หญ้าตีนกา หญ้าขน หญ้าตีนนก หญ้ากุศลา หญ้าชันอากาศ หญ้าหางหมา ผักโขม ผักโขมหนาม เป็นต้น มีชนิดของสูตรผสมต่างๆ เช่น Wettable Powder(WP), Suspension Concentrate (SC), Water dispersible granules (WG) มีความเป็นพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม พิษเฉียบพลันทางปาก Acute oral LD_{50} for rats 1110 mg/Kg ความเป็นพิษต่อนก LD_{50} for bob white quail 30,000mg/kg, mallard ducks 23,000 mg/Kg ความเป็นพิษต่อปลา LD_{50} (96 hours) rain bow trout 8.8 mg/L ความเป็นพิษต่อผึ้ง ค่อนข้างต่ำ

การวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ มีวิธีมาตรฐานตาม CIPAC Handbook Vol.H ซึ่งใช้ Pack column ในการแยกสารที่มีประสิทธิภาพไม่ดีเท่า Capillary column ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งที่จะพัฒนาวิธีวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ Ametryn สูตร 80% WP (Wettable Powder) โดยใช้เทคนิค GLC-FID ที่ใช้ Capillary column ที่ทันสมัยในการแยกสาร สามารถให้ผลการวิเคราะห์น่าเชื่อถือ ถูกต้อง แม่นยำ ยอมรับได้ในระดับสากล

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เครื่อง Gas-Liquid Chromatography (GLC) ชนิด FID
2. capillary column HP-5 (5% Phenyl methyl siloxane) ขนาด 30 m x 0.32 mm (id), 0.25 µm filmthickness หรือเทียบเท่า
3. capillary column DB-17 ขนาด 30 m x 0.25 mm (id), 0.25 µm film thickness หรือเทียบเท่า
4. เครื่องชั่งที่มีความละเอียด 4 หรือ 5 ตำแหน่ง ($\pm$0.1 mg) ที่ผ่านการสอบเทียบแล้ว
5. Volumetric flask ขนาด 10, 25, 100 ml ที่ผ่านการสอบเทียบแล้ว
6. Ultrasonic bath

สารเคมี

1. สารมาตรฐาน (Standard Ametryn)
2. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ Ametryn จำนวน 2 ตัวอย่าง
3. Acetone ชนิด AR grade

วิธีการ

1. การปรับตั้งสภาวะเครื่อง GLC-FID

   Capillary Column : HP-5 (30 m × 0.32 mm (i.d.), 0.25 µm filmthickness)

   Oven Temperature : 210^{O}C

   Injector : 250^{O}C

   Detector : 250^{O}C

Split injection : split ratio 50 : 1

Flow rate : 2 ml/min

1. ตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ที่แน่นอนของผลิตภัณฑ์ Ametryn 80% WP เนื่องจากสารมาตรฐาน Ametryn มีปริมาณน้อยและราคาแพง ไม่เพียงพอที่จะนำมาทำ Method Validation ซึ่งโดยปกติจะใช้สาร Technical grade แทน สารมาตรฐาน Ametryn เป็นตัวเปรียบเทียบ และหาเปอร์เซ็นต์ที่แน่นอนของสาร Technical grade แต่เนื่องจากไม่สามารถหาสาร Technical grade ของ Ametryn ได้จึงจำเป็นต้องใช้ผลิตภัณฑ์ 80% WP แทน โดยทำการวิเคราะห์ดังนี้

1.1 ชั่งสารมาตรฐาน Ametryn 2 ซ้ำ (C1, C2) ให้ได้ปริมาณของสารออกฤทธิ์ประมาณ 10 mgใส่ใน Volumetric flask ขนาด 10 ml เติม Acetone 50 ml ลงใน Volumetric flask ปิดจุกแล้วนำไปเขย่าด้วยเครื่อง Ultrasonic bath ประมาณ 5 นาที จากนั้นนำออกมาตั้งทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วเติม Acetone จนถึงขีดปริมาตรที่ 100 ml เขย่าให้เข้ากันเป็นอย่างดี

1.2 ชั่งผลิตภัณฑ์ 80% WP 10 ซ้ำ (T1-T10) ให้ได้ปริมาณของสารออกฤทธิ์ประมาณ 10 mg ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 100 ml เติมสารละลาย Acetone 50 ml ลงใน Volumetric flask ปิดจุกแล้วนำไปเขย่าด้วยเครื่อง Ultrasonic bath ประมาณ 5 นาที จากนั้นนำออกมาตั้งทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วเติม Acetone จนถึงขีดปริมาตรที่ 100 ml เขย่าให้เข้ากันเป็นอย่างดี

1.3 ฉีดสารละลายมาตรฐาน (C1, C2) เข้าเครื่อง GLC สลับกันหลายๆ ครั้งจนค่าของ Peak Area ที่ฉีดแต่ละครั้งมีค่าแตกต่างกันไม่เกิน 2 %

1.4 ฉีดสารละลายของสารมาตรฐาน Ametryn และของผลิตภัณฑ์ 80% WP เข้าเครื่อง GLC ความเข้มข้นละ 2 ซ้ำโดยตั้งลำดับการฉีด ดังนี้ C1, T1-1, T1-2, T2-1, T2-1, C2, ...

1.5 การคำนวณ

โดยเริ่มจากการคำนวณค่า response factor (f) จากสูตร

$$f = \frac{SxP}{HS}$$

โดยที่ S = น้ำหนักสารมาตรฐาน หน่วยเป็นมิลลิกรัม

P = ความบริสุทธิ์ของสารมาตรฐาน Ametryn หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

H_S = พื้นที่ใต้พีกของสารละลายมาตรฐาน Ametryn

จากนั้นคำนวณค่า % RPD (relative percent difference) ของ response factor ของสารละลายมาตรฐานทั้ง 2 ซ้ำ ซึ่งต้องได้ค่า % RPD แตกต่างกันไม่เกิน 3 % จากสูตร

$$\%RPD = \frac{(\text{f of maximum - f of maximum}) \times 100}{\text{f of average}}$$

นำค่า response factor เฉลี่ยที่ได้คำนวณปริมาณสารออกฤทธิ์ จากสูตร

$$\text{ปริมาณสารออกฤทธิ์ (\% w/w)} = \text{fave.} \times \frac{H_w}{W}$$

โดยที่ W = น้ำหนักสารละลายของสารเข้มข้นสูง Ametryn หน่วยเป็นมิลลิกรัม

$f_{avr.}$ = ค่าเฉลี่ย response factor ของสารละลายมาตรฐานทั้ง 2 ซ้ำ

H_W = พื้นที่ใต้พีกของสารละลายของสารเข้มข้นสูง Ametryn

3. ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Range / Linearity) ของวิธีการ

3.1 หาค่า Range

3.1.1 ชั่งผลิตภัณฑ์ 80% WP ที่ทราบปริมาณที่แน่นอน และคลุกเคล้าแล้ว ให้มีสารออกฤทธิ์ Ametryn ครอบคลุมช่วงการใช้งาน รวม 6 ความเข้มข้น หนัก 25, 50, 100, 150, 200 และ 250 มิลลิกรัม (± 0.1 มิลลิกรัม) ใส่ขวดปริมาตร 100 มิลลิลิตร เติม Acetone ประมาณครึ่งขวด เขย่าให้ละลายด้วย ultrasonic bath 5 นาที ปล่อยให้สารละลายปรับตัวเข้าสู่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย Acetone เขย่าให้เข้ากัน แบ่งใส่ขวด vial ขนาด 2 มิลลิลิตร

3.1.2 ฉีดสารละลายเรียงลำดับจากความเข้มข้นน้อยไปมาก

3.1.3 วาดกราฟระหว่างความเข้มข้นของ Ametryn (แกน X) กับค่า response (แกน Y)

3.1.4 พิจารณาช่วงกราฟที่เป็นเส้นตรง

3.2 หาค่า Linearity

3.2.1 เลือกค่าจาก Range ที่เป็นเส้นตรง 3 ความเข้มข้น

3.2.2 ชั่งผลิตภัณฑ์ 80% WP ที่ทราบปริมาณที่แน่นอนและคลุกเคล้าแล้ว ให้มีสารออกฤทธิ์ Ametryn 6 ความเข้มข้นหนัก 25, 50, 75, 100, 125 และ 150 มิลลิกรัม (± 0.1 มิลลิกรัม) ใส่ขวดปริมาตร 100 มิลลิลิตร เติม Acetone ประมาณครึ่งขวดเขย่าให้ละลายด้วย ultrasonic bath 5 นาที ปล่อยให้สารละลายปรับตัวเข้าสู่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย Acetone เขย่าให้เข้ากัน แบ่งใส่ขวด vial ขนาด 2 มิลลิลิตร

3.2.3 ฉีดสารละลายเรียงลำดับจากความเข้มข้นน้อยไปมาก

3.2.4 วาดกราฟระหว่างความเข้มข้นของ Ametryn (แกน X) กับค่า response (แกน Y)

3.2.5 พิสูจน์ความเป็นเส้นตรง โดยคำนวณค่า correlation coefficient (r) ต้องมีค่ามากกว่า 0.995

4. ตรวจสอบความแม่น (Accuracy) ของวิธีการ

4.1 เตรียมสารละลาย Stock ผลิตภัณฑ์ 80% WP (5 mg AI / ml)

ชั่งผลิตภัณฑ์ 80% WP ที่ทราบปริมาณที่แน่นอน และคลุกเคล้าแล้ว หนัก 1,540 มิลลิกรัม (± 0.1 มิลลิกรัม) ใส่บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร นำมาละลายด้วย Acetone ถ่ายผ่านกรวยแก้วก้านยาวสู่ขวดปริมาตรขนาด 250 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลายด้วย ultrasonic bath 5 นาที ปล่อยให้สารละลายปรับตัวเข้าสู่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย Acetone เขย่าให้เข้ากัน

4.2 เตรียมสารละลาย เพื่อวาดกราฟ

ปิเปตสารละลาย Stock ผลิตภัณฑ์ 80% WP (ข้อ 6.1) 2, 5 และ 8 มิลลิลิตรใส่ขวดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วย Acetone เขย่าให้เข้ากัน ได้สารละลายของผลิตภัณฑ์ 80% WP ที่มีความเข้มข้นของ Ametryn เป็น 0.4, 1.0 และ 1.6 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรตามลำดับ นำไปฉีดเข้าเครื่อง GLC โดยเรียงตามลำดับความเข้มข้น

4.3 เตรียมสารละลาย Stock Sample (1 mg AI / ml)

ชั่งผลิตภัณฑ์สูตร WP ที่คลุกเคล้าแล้ว หนัก 1,250 มิลลิกรัม ($\pm$ 0.1 มิลลิกรัม) ตามลำดับใส่บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร นำมาละลายด้วย Acetone ถ่ายผ่านกรวยแก้วก้านยาวสู่ขวดปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลายด้วย ultrasonic bath 5 นาที ปล่อยให้สารละลายปรับตัวเข้าสู่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย Acetone เขย่าให้เข้ากัน

4.4 เตรียมสารละลาย เพื่อหาค่า Origin Sample

ปิเปตสารละลาย Stock Sample WP (ข้อ 4.3) มา 10 มิลลิลิตร 10 ซ้ำใส่ขวดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร รวม 10 ขวด ปรับปริมาตรด้วย Acetone เขย่าให้เข้ากัน นำไปฉีดเข้าเครื่อง GLC หาปริมาณ Ametryn เทียบกับกราฟ (ข้อ 4.2)

4.5 เตรียมสารละลาย เพื่อหาค่า Spike

ปิเปตสารละลาย Stock ผลิตภัณฑ์ 80% WP (ข้อ 6.1) 2, 3 และ 4 มิลลิลิตร เติมลงในขวดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร ที่มีสารละลาย Stock Sample WP (ข้อ 6.3) อยู่ 10 มิลลิลิตร อย่างละ 10 ซ้ำ รวม 30 ใบ ปรับปริมาตรด้วย Acetone เขย่าให้เข้ากัน นำไปฉีดเข้าเครื่อง GLC หาปริมาณ Ametryn เทียบกับกราฟ (ข้อ 6.2)

4.6 การประเมินค่า Accuracy จาก % Recovery

นำค่าปริมาณสารออกฤทธิ์ Ametryn ที่เป็นค่า Origin และ Spike (ข้อ 6.4-6.5) มาหาค่าเฉลี่ย และคำนวณค่า % Recovery โดยต้องอยู่ในช่วง 98-102 % ตามเกณฑ์พิจารณาสำหรับสารที่มีปริมาณมากกว่า 10% ของ AOAC จากสูตร

$$\% \text{ Recovery} = (A_{spike} - A_{origin}) \times 100 / A_{add}$$

A_{spike} = ปริมาณ ametryn ในสารละลาย Spike

A_{origin} = ปริมาณ ametryn ในสารละลาย Origin

A_{add} = ปริมาณ ametryn ที่เติมลงในสารละลาย Spike

5. ตรวจสอบความเที่ยง (Precision) ของวิธีการ

5.1 ตรวจสอบความทวนซ้ำ (Repeatability)

5.1.1 ชั่งผลิตภัณฑ์สูตร WP อีกตัวอย่างหนึ่งที่คลุกเคล้าแล้ว หนัก 50, 100 และ 150 มิลลิกรัม ($\pm$ 0.1 มิลลิกรัม) อย่างละ 10 ซ้ำ (WP_S, WP_M, WP_L) ใส่ขวดปริมาตร 100 มิลลิลิตร เติม Acetone ประมาณครึ่งขวด

เขย่าให้ละลายด้วย ultrasonic bath 5 นาที ปล่อยให้สารละลายปรับตัวเข้าสู่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย Acetone เขย่าให้เข้ากัน แบ่งใส่ขวด vial ขนาด 2 มิลลิลิตร

5.1.2 วิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ Ametryn ในสารละลายของผลิตภัณฑ์ ที่เตรียม (ข้อ 5.1.1) เทียบกับกราฟ (ข้อ 3.2.4) คำนวณค่าเฉลี่ย (mean) ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation, SD) ความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (relative standard deviation, RSD) และประเมินค่า HORRAT โดยต้องมีค่าไม่เกิน 2 ตามเกณฑ์พิจารณาของ AOAC และ EU,Codex

5.1.3 การคำนวณ

$$HORRAT = \%RSD_{exp.} / \%RSD_{Horwitz}$$

$$\%RSD_{Horwitz} = 0.66 \times 2^{(1-0.5 \log C)} \quad : \text{intra-lab.}$$

$$C = \text{Concentration ratio}$$

5.2 ตรวจสอบความทำซ้ำ (Intermediat reproducibility)

เตรียมสารละลายผลิตภัณฑ์สูตร WP ขึ้นใหม่ตามข้อ 4.1.1 (ต่างวันกัน) แล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ Ametryn เทียบกับกราฟ (ข้อ 3.2.4) คำนวณค่าเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ และประเมินค่า HORRAT ของปริมาณ Ametryn ดังนี้

$$HORRAT = \%RSD_{exp.} / \%RSD_{Horwitz}$$

$$\%RSD_{Horwitz} = 2^{(1-0.5 \log C)} \quad : \text{inter-lab}$$

6. ตรวจสอบต่างคอลัมน์เพื่อหาค่าความคงทน (Robustness / Ruggedness) ของวิธีการ

6.1 ปรับตั้งสภาวะใช้งานเครื่อง GLC ดังนี้

Conditions : DB-17 (30 m × 0.20 mm (i.d.), 0.25 µm)

Split injection : split ratio 50 : 1

Flow rate : 2 ml/min

Oven Temperature : 250^{O}C

Injector : 270^{O}C

Detector : 270^{O}C

6.2 เตรียมสารละลายผลิตภัณฑ์ 80% WP ตามข้อ 5.1.1 ฉีดเข้าเครื่องเพื่อสร้างกราฟ

6.3 นำสารละลายผลิตภัณฑ์ข้อ 6.2 มาวิเคราะห์หาปริมาณ Ametryn เทียบกับกราฟตาม ข้อ 3.2.4 และประเมินค่า HORRAT ตามข้อ 5.1.3

ระยะเวลา เดือน ตุลาคม 2553 ถึงเดือน กันยายน 2554

สถานที่ทำการทดลอง

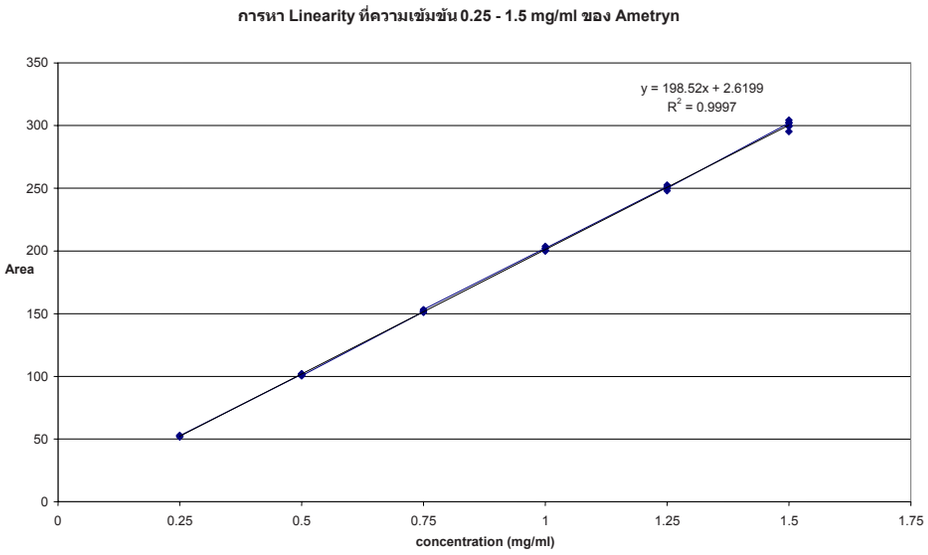
ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุมีพิษการเกษตร กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผลการทดลอง และวิจารณ์

วิธีวิเคราะห์มาตรฐานที่ใช้หาปริมาณสารออกฤทธิ์ Ametryn ตามที่ระบุใน CIPAC Handbook-H (Dobrat and Martijn, 1998) เป็นการใช้ Pack column ในการแยกสาร และระบุใช้สารมาตรฐาน 250 มิลลิกรัมในการเตรียมสารละลายมาตรฐานแต่ละครั้ง การศึกษาทดลองนี้ได้พัฒนาโดยใช้ Capillary column ซึ่งมีประสิทธิภาพการแยกสารสูงกว่าแทน และปรับเปลี่ยนปริมาณการใช้สารมาตรฐาน เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ โดยได้ผลการทดสอบดังนี้

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ เพื่อหาปริมาณสารออกฤทธิ์ Ametryn ในผลิตภัณฑ์สารกำจัดวัชพืช เมื่อตั้งสภาวะการใช้งานของเครื่อง GLC แล้ว ดำเนินการตรวจสอบความพร้อมของเครื่อง ได้ผลการคำนวณค่า response factor (f) ของการฉีดแต่ละครั้งต่างจากค่าเฉลี่ย ไม่เกินร้อยละ 2 และตรวจหาปริมาณที่แน่นอนของผลิตภัณฑ์ 80% WP เทียบกับสารละลายมาตรฐาน ได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 81.3

เมื่อพิจารณาค่า Range ของวิธีวิเคราะห์ พบว่า มีช่วงความเป็นเส้นตรงครอบคลุมค่าความเข้มข้น 0.25-2.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จึงตรวจสอบค่า Linearity ในช่วงความเข้มข้น 0.25-1.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่า มีค่า correlation coefficient (r) 0.9997 แสดงตามรูปที่ 1



รูปที่ 1 การตรวจสอบความเป็นเส้นตรง (Linearity)

ความแม่น (Accuracy) ของวิธีการ พบว่า % recovery ของการตรวจหาปริมาณสารออกฤทธิ์ Ametryn ในผลิตภัณฑ์กำจัดโรคพืชสูตร WP มีค่าเป็นร้อยละ 98.8 แสดงตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1. การตรวจสอบ % Recovery ในผลิตภัณฑ์สารป้องกันและกำจัดแมลง ametryn

Number	Active ingredient content (mg/25 ml)								
	Concn.(0.5 mg/ml)			Concn.(1.0 mg/ml)			Concn.(1.5 mg/ml)		
	Origin	Spike	Added	Origin	Spike	Added	Origin	Spike	Added
1	12.46	24.76	12.31	12.36	30.98	18.47	12.54	36.78	24.63
2	12.40	24.57	12.31	12.43	30.91	18.47	12.64	36.54	24.63
3	12.51	24.75	12.31	12.88	30.98	18.47	12.38	36.73	24.63
4	12.62	24.60	12.31	12.61	30.78	18.47	12.37	36.76	24.63
5	12.50	24.68	12.31	12.76	30.58	18.47	12.42	36.48	24.63
6	12.27	24.77	12.31	12.84	30.84	18.47	12.88	36.98	24.63
7	12.54	24.80	12.31	12.54	30.77	18.47	12.63	36.72	24.63
8	12.63	24.98	12.31	12.56	30.94	18.47	12.68	36.90	24.63
9	12.46	24.80	12.31	12.53	30.76	18.47	12.52	36.62	24.63
10	12.50	24.71	12.31	12.52	30.84	18.47	12.42	36.66	24.63
% Recovery	99.537			98.728			98.128		

ในด้านความเที่ยง (Precision) ของวิธีวิเคราะห์ที่ใช้ตรวจหาปริมาณสารออกฤทธิ์ Ametryn ในผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชสูตร WP พบว่า การทวนซ้ำ (Repeatability) มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) 0.45 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิกรัม มีค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (%RSD) 0.55 และประเมินค่า HORRAT ได้เป็น 0.41 ตามลำดับ ส่วนการทำซ้ำ (Intermediate reproducibility) มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) 0.53 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิกรัม มีค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (%RSD) 0.65 และคำนวณค่า HORRAT ได้เป็น 0.31 ตามลำดับ แสดงตามตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2. การหา Repeatability ที่ 3 ความเข้มข้น

Number	Concn.(0.5 mg/ml)		Concn.(1.0 mg/ml)		Concn.(1.5 mg/ml)	
	Wt. of Sample(mg)	AI. Content % (w/w)	Wt. of Sample(mg)	AI. Content % (w/w)	Wt. of Sample(mg)	AI. Content % (w/w)
1	61.20	81.0	123.10	80.2	185.00	81.4
2	62.10	80.6	123.20	81.5	185.50	81.3
3	62.10	81.0	123.30	81.8	185.90	80.8
4	62.30	81.0	124.30	81.7	185.90	81.4
5	62.30	81.1	124.50	81.3	186.20	81.5
6	62.50	81.0	124.70	81.8	186.40	81.4
7	62.50	81.8	125.40	81.3	186.40	81.7

ตารางที่ 2. (ต่อ) การหา Repeatability ที่ 3 ความเข้มข้น

Number	Concn.(0.5 mg/ml)		Concn.(1.0 mg/ml)		Concn.(1.5 mg/ml)	
	Wt. of Sample(mg)	AI. Content % (w/w)	Wt. of ample(mg)	AI. Content % (w/w)	Wt. of Sample(mg)	AI. Content % (w/w)
8	62.80	81.6	125.60	81.6	186.60	81.2
9	62.80	80.4	126.00	81.3	187.10	80.9
10	62.80	80.2	126.20	81.5	187.50	80.9
Mean	-	80.97	-	81.40	-	81.25
SD		0.490		0.464		0.295
%		0.605		0.570		0.363
RSDexp.		1.365		1.365		1.365
Horwitz		0.443		0.418		0.266
HORRAT						

ตารางที่ 3. ตรวจสอบ Intermediate reproducibility ของสูตร WP

Number	Concn.(0.5 mg/ml)		Concn.(1.0 mg/ml)		Concn.(1.5 mg/ml)	
	Wt. of Sample(mg)	AI. Content % (w/w)	Wt. of Sample(mg)	AI. Content % (w/w)	Wt. of Sample(mg)	AI. Content % (w/w)
1	60.2	81.5	122.0	81.5	184.8	82.4
2	61.2	80.3	122.7	81.6	185.0	82.6
3	61.7	81.2	123.3	81.9	185.2	82.0
4	61.8	80.5	123.7	81.6	185.5	82.0
5	62.0	81.8	124.2	82.0	185.6	82.5
6	62.6	81.1	125.0	81.3	185.6	81.8
7	62.6	81.1	125.1	81.4	186.3	81.9
8	63.1	81.3	125.7	81.4	187.0	82.5
9	63.5	81.8	125.8	81.3	187.5	82.1
10	63.6	81.3	126.2	81.8	188.2	82.1
Mean	-	81.2	-	81.6	-	82.2
SD		0.489		0.248		0.285
% RSDexp.		0.602		0.304		0.347
Horwitz		1.365		1.365		1.365
HORRAT		0.441		0.223		0.254

การตรวจสอบ Robustness / Ruggedness ของวิธีการ พบ มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) 1.89 มิลลิกรัม ต่อ 100 มิลลิกรัม มีค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (% RSD) 2.31 และคำนวณค่า HORRAT ได้เป็น 1.12 แสดงตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4. การตรวจสอบ robustness/ruggedness ในผลิตภัณฑ์สารป้องกันและกำจัดวัชพืช ametryn

Number	Concn.(0.5 mg/ml)		Concn.(1.0 mg/ml)		Concn.(1.5 mg/ml)	
	Wt. of Sample(mg)	AI. Content % (w/w)	Wt. of Sample(mg)	AI. Content % (w/w)	Wt. of Sample(mg)	AI. Content % (w/w)
1	61.20	81.0	123.10	80.2	185.00	81.4
2	62.10	80.6	123.20	81.5	185.50	81.3
3	62.10	81.0	123.30	81.8	185.90	80.8
4	62.30	81.0	124.30	81.7	185.90	81.4
5	62.30	81.1	124.50	81.3	186.20	81.5
6	62.50	81.0	124.70	81.8	186.40	81.4
7	62.50	81.8	125.40	81.3	186.40	81.7
8	62.80	81.6	125.60	81.6	186.60	81.2
9	62.80	81.4	126.00	81.3	187.10	80.9
10	62.80	80.2	126.20	81.5	187.50	80.9
Mean	-	81.07		81.40		81.25
SD		0.4620		0.4643		0.2953
% RSDexp.		0.570		0.570		0.3634
Horwitz		1.365		1.365		1.365
HORRAT		0.418		0.418		0.266

สรุปผลการทดลอง

1. วิธีการวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ Ametryn ในผลิตภัณฑ์สารกำจัดโรคพืช โดยใช้เทคนิควิธี Gas Liquid Chromatography (GLC) ที่มีตัวตรวจวัด (Detector) ชนิด Flame Ionization Detector (FID) ด้วย HP-5 capillary column ซึ่งมีสภาวะการใช้งาน ดังนี้

Split injection : split ratio 50 : 1

Flow rate : 2 ml/min

Temperature, Oven : 210^{O}C

Injector : 250^{O}C

Detector : 250^{O}C

Inject volume : 1 µl

2. การเตรียมสารละลายเพื่อการวิเคราะห์

2.1 เตรียมสารละลายมาตรฐาน Ametryn ให้มีความเข้มข้นของสารออกฤทธิ์ 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยชั่งสารมาตรฐานให้มีสารออกฤทธิ์ หนักประมาณ 25 มิลลิกรัม ใส่ในขวดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร เติม Acetone เขย่าด้วยเครื่อง ultrasonic bath 5 นาที ปล่อยให้สารละลายปรับตัวเข้าสู่อุณหภูมิห้อง จึงปรับปริมาตรด้วย Acetone เขย่าให้เข้ากัน

2.2 เตรียมสารละลายตัวอย่าง ให้มีความเข้มข้นของสารออกฤทธิ์ Ametryn 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยชั่งตัวอย่างให้มีสารออกฤทธิ์ หนักประมาณ 25 มิลลิกรัม ใส่ในขวดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร เติม Acetone เขย่าด้วยเครื่อง ultrasonic bath 5 นาที ปล่อยให้สารละลายปรับตัวเข้าสู่อุณหภูมิห้อง จึงปรับปริมาตรด้วย Acetone เขย่าให้เข้ากัน

3. วิธีการนี้มีค่า Range ที่เป็นเส้นตรงในช่วงความเข้มข้นของสารออกฤทธิ์ 0.25-2.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และมีค่า Linearity ในช่วงความเข้มข้น 0.25-1.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่า correlation coefficient (r) 0.9997

4. ความแม่น (Accuracy) ของวิธีการ พบว่า % recovery ของการตรวจหาปริมาณสารออกฤทธิ์ Ametryn ในผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชสูตร WP มีค่าร้อยละ 98.8 อยู่ในช่วง 98-102 % ตามเกณฑ์พิจารณาสำหรับสารที่มีปริมาณมากกว่า 10 % ของ AOAC

5. ความเที่ยง (Precision) ของวิธีวิเคราะห์ Ametryn ในผลิตภัณฑ์กำจัดโรคพืชสูตร WP เมื่อทดสอบค่าการทวนซ้ำ (Repeatability) และการทำซ้ำ (Intermediat reproducibility) นำค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (%RSD) มาคำนวณค่า HORRAT ได้เป็น 0.41 และ 0.31 ตามลำดับ ซึ่งยอมรับได้ เนื่องจากไม่เกิน 2 ตามเกณฑ์พิจารณาของ AOAC และ EU,Codex

6. การตรวจสอบ Robustness/ Ruggedness ของวิธีการพบว่ายอมรับได้ เนื่องจากเมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (%RSD) มาคำนวณค่า HORRAT ได้เป็น 1.12 ซึ่งไม่เกิน 2 ตามเกณฑ์พิจารณาของ AOAC และ EU,Codex

การนำไปใช้ประโยชน์

ใช้เป็นวิธีมาตรฐานในการตรวจวิเคราะห์สาร Ametryn ในผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษการเกษตร และสามารถใช้ในการขอรับรองความสามารถของห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 : 2005

เอกสารอ้างอิง

กนกพร อธิสุข และทิพวรรณ นิ่งน้อย. 2547. Method Validation. เอกสารประกอบการฝึกอบรม กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์.

ดุษฎี มั่นความดี และอุทุมพร สุขม่วง. 2544. การพิสูจน์ความใช้ได้ของวิธีทดสอบทางเคมี (Chemical Method Validation). เอกสารประกอบการฝึกอบรมกรมวิทยาศาสตร์บริการ.

สถาบันอาหาร. 2547. การตรวจพิสูจน์ความถูกต้องของวิธีทดสอบทางเคมี. เอกสารประกอบการอบรมสัมมนาวิชาการด้านอุตสาหกรรมอาหาร.

Dobrat, W. and A. Martijn. 1998. **CIPAC Handbook-Vol. H. : Analysis of Technical and Formurated Pesticides**. Collaborative International Pesticides Analytical Council Limiited, Black Bear Press Ltd., England.

Kidd, H. and D.R. James (Eds). 1993. **The Agrochemicals Handbook**. 3 rd. ed. Royal Society of Chemistry, England.

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร กลุ่มสารกำจัดแมลง

Chlorpyrifos Method Validation of Chlorpyrifos in Insecticide Formulation

ทัศนี จงกลาง อนุชา ผลไสว

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

จากการศึกษาวิธีการตรวจวิเคราะห์ Chlorpyrifos โดยวิธี Gas Liquid Chromatography (GLC) ได้สภาวะที่เหมาะสม ดังนี้

Column : Capillary, HP-5(5% Phenyl methyl siloxane)
30 m. x 0.32 mm. (id.),0.25 µm, film thickness
Split injection : Split ratio : 50:1
Injection volume : 1 µl.
Detector : Flame ionization
Temperature

Colum oven : 220°C Injection port : 250°C Detector : 250°C

ได้ทำการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์นี้ ผลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังนี้

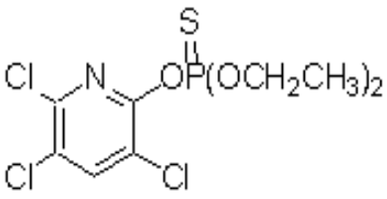
- Range หรือปริมาณของสารที่ใช้ทดสอบสามารถวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ อยู่ในช่วง 0.25 – 2.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร
- Linearity หรือความสัมพันธ์ระหว่าง response กับปริมาณของสารที่วิธีวิเคราะห์ทดสอบสามารถทำได้ อยู่ในช่วง 0.25 – 2.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ Chlorpyrifos มี Correlation coefficient (r) = 1.0000
- Precision Repeatability ได้ค่า HORRAT = 1.74
  Reproducibility ได้ค่า HORRAT = 0.87
  Robustness ได้ค่า HORRAT = 1.36
  Ruggedness ได้ค่า HORRAT = 1.27

ซึ่งไม่เกิน 2 ตามเกณฑ์พิจารณาของ AOAC และ EU, Codex

- Accuracy (ตรวจสอบความถูกต้อง) ของวิธีการ ได้ % Recovery = 99.2 %

ซึ่งอยู่ในช่วง 98 - 102 % ตามเกณฑ์พิจารณาสำหรับสารที่มีปริมาณมากกว่า 10 % ของ AOAC

คำนำ



Chlorpyrifos มีชื่อทางเคมีตาม IUPAC ว่า O,O-diethyl O-3,5,6–trichloro–2-pyridyl phosphorothiate มีสูตรโมเลกุลเป็น $C_{19}H_{11}Cl_3NO_3PS$ มีน้ำหนักโมเลกุล 350.62 จุดหลอมเหลว 42-43.5 องศาเซลเซียส เป็นผลึกสีขาว มีกลิ่นกำมะถัน มีค่าครึ่งชีวิต (Half-life) 60-120 วัน เป็นสารกำจัดศัตรูพืช ประเภทไม่ดูดซึม ใช้ควบคุมแมลงในดิน และแมลงศัตรูพืชในใบพืช ผัก ผลไม้หลายชนิด ตลอดจนธัญพืชเช่น กำจัดหนอนใยผัก, เพลี้ยกระโดด, ไรสนิมส้ม, ด้วงงวงข้าว เป็นต้น ชนิดของสูตรผสมเช่น TC (Technical grade), EC (Emulsifiable concentrate) มีความเป็นพิษเฉียบพลันทางปาก ($LD_{50\ rat,\ oral,\ acute}$)135-163 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีความเป็นพิษต่อปลา LD_{50} $(96hours)_{rainbow\ trout}$ 0.003 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความเป็นพิษต่อผึ้งค่อนข้างต่ำ (Agrochemicals Handbook,1993)

การควบคุมคุณภาพของสารกำจัดศัตรูพืช ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ.2535 นั้น จะต้องตรวจวิเคราะห์ชนิดและสารออกฤทธิ์ ว่าตรงตามข้อมูลที่ระบุไว้บนฉลากหรือข้อมูลที่แสดงไว้ก่อนการขึ้นทะเบียนหรือไม่ และป้องกันไม่ให้ศัตรูพืชสร้างความต้านทานต่อสารกำจัดศัตรูพืช วิธีการตรวจวิเคราะห์ Chlorpyrifos นั้น มีวิธีมาตรฐาน CIPAC (Collaborative International Pesticide Analytical Council) แต่วิธีมาตรฐานนั้นบางครั้งไม่สามารถทำตามได้ทั้งหมด และเพื่อเป็นการประหยัดงบประมาณ จึงจำเป็นต้องประยุกต์ให้เหมาะสมกับเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีใช้อยู่จริงในห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้เพื่อทดสอบความใช้ได้ของวิธีตามข้อกำหนด ISO 17025 เพื่อยืนยันว่าวิธีทดสอบที่นำมาใช้มีความถูกต้อง แม่นยำ และเหมาะสมตามวัตถุประสงค์

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เครื่อง Gas Liquid Chromatography (GLC)
2. คอลัมน์ ชนิด Capillary ภายในเคลือบด้วย 5% phenyl methyl siloxane (HP-5) หนา 0.25 ไมโครเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 0.32 มิลลิลิตร ยาว 30 เมตร หรือเทียบเท่า
3. เครื่องชั่งละเอียด 4 หรือ 5 ตำแหน่ง (± 0.1 มิลลิกรัม) ที่ผ่านการสอบเทียบแล้ว
4. Ultrasonic bath
5. ขวดปริมาตร ขนาด 10,25,50,100,250,1000 มิลลิลิตร ที่ผ่านการสอบเทียบแล้ว
6. ปิเปต ขนาด 2,3,4,5,8,10 มิลลิลิตร ที่ผ่านการสอบเทียบแล้ว
7. vial ขนาด 2 มิลลิลิตร

สารเคมี

1. สารมาตรฐาน Chlorpyrifos 99.5 %

2. สาร Chlorpyrifos ที่มีความเข้มข้นสูง (Technical grade)

3. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ Chlorpyrifos 40 %

4. Acetone AR grade

วิธีการ

1. พัฒนาวิธีการวิเคราะห์ Chlorpyrifos

1.1 โดยปรับตั้งสภาวะการใช้งานเครื่อง GLC ในการหาปริมาณที่แน่นอนของสารเข้มข้นด้วย HP-5 Capillary column ดังนี้

Column : Capillary, HP-5 (5% Phenyl methyl siloxane) 30 m. x 0.32 mm. (id.),0.25 µm, film thickness

Injector system : Split injection, Split ratio : 50:1, Split flow.: 100 ml/min, Injection volume : 1 µl.,

Detector : Flame ionization

Temperature : Colum oven : 220°C, Injection port : 250°C, Detector : 250°C

Gas flow rate Helium (carrier) : 2.0 ml/min, Hydrogen : about 30 ml/min, Air : about 300 ml/min, Nitrogen : about 30 ml/min

2. การหาปริมาณสารออกฤทธิ์ Chlorpyrifos

2.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

ชั่งสารมาตรฐาน Chlorpyrifos 2 ซ้ำ (C_1 , C_2) ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 25 มิลลิกรัม ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร เติม Acetone ประมาณ 15 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลายด้วย Ultrasonic bath ประมาณ 15 นาที จากนั้นนำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย Acetone เขย่าให้เข้ากัน แบ่งใส่ Vial ขนาด 2 มิลลิลิตร

2.2 การตรียมสารละลายของสารความเข้มข้นสูง (Technical grade)

ชั่งสาร Technical grade 10 ซ้ำ (T_1-T_{10}) ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 50 มิลลิกรัม ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร เติม Acetone ประมาณ 15 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลายด้วย Ultrasonic bath ประมาณ 15 นาที จากนั้นนำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย Acetone เขย่าให้เข้ากัน แบ่งใส่ Vial ขนาด 2 มิลลิลิตร

2.3 ตรวจสอบปริมาณที่แน่นอนของสาร Technical grade

ตรวจสอบความพร้อมของเครื่อง GLC ที่ปรับตั้งสภาวะการใช้งาน และรอจนกระทั่ง baseline เรียบ จึงทดลองฉีดสารละลายมาตรฐาน 1 ไมโครลิตร เข้าเครื่องซ้ำหลายๆ ครั้ง จนได้ค่าพื้นที่ใต้ peak หรือความสูง peak แตกต่างจากค่าเฉลี่ยของการฉีดติดต่อกัน 3 ครั้งไม่เกิน 1 % เครื่อง GLC จึงพร้อมใช้งาน แล้วฉีดสารละลายมาตรฐานและสารละลายของสารความเข้มข้นสูง เพื่อตรวจสอบหาปริมาณที่แน่นอน ตามลำดับ ดังนี้

$C_1,C_1,T_1,T_1,C_2,C_2,T_2,T_2,C_1,C_1,T_3,T_3$.....

สารละลายมาตรฐาน ทั้ง 2 ต้องมีค่า % Relative Percent Different (RPD) ไม่เกิน 3 %

$$\% = \frac{(\text{factor max} - \text{factor min})}{\text{factor mean}} \times 100$$

2.4 การคำนวณ Response factor

$$\text{response factor} = \frac{\text{น้ำหนัก x Purity}}{\text{Peak area}} \quad \text{หรือ} \quad f = \frac{S \times P}{Hs}$$

S = น้ำหนักของ Chlorpyrifos ในสารละลายมาตรฐาน (มิลลิกรัม)

P = เปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ของสารมาตรฐาน Chlorpyrifos (%)

Hs = พื้นที่ใต้พีคของ Chlorpyrifos ในสารละลายมาตรฐาน

2.5 การคำนวณหา % สารออกฤทธิ์ Chlorpyrifos ในสารละลาย Technical grade ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{Chlorpyrifos content} = \frac{HW \times f}{W}$$

HW = พื้นที่ใต้พีคของ Chlorpyrifos ในสารละลาย Technical grade

F = ค่าเฉลี่ย response factor

W = น้ำหนักของ Chlorpyrifos ในสารละลาย Technical grade

2.6 นำค่า % ของ Technical grade ที่ได้ทั้ง 10 ค่า หาค่าเฉลี่ยจะได้ % ที่แน่นอนของ Technical grade

3. ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Range/Linear) ของวิธีการ

3.1 หาค่า Range

3.1.1 ชั่งสาร Technical grade ที่ทราบเปอร์เซ็นต์แน่นอน ให้มีความเข้มข้นต่างๆ 6 ความเข้มข้นๆ ละ 1 ซ้ำ โดยชั่งน้ำหนักให้มีปริมาณ Chlorpyrifos ครอบคลุมช่วงที่ใช้งาน ได้แก่ 25,50,100,150,200 และ 250 มิลลิกรัม ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร เติม Acetone ประมาณ 50 ml เขย่าให้ละลายด้วย Ultrasonic bath ประมาณ 15 นาที จากนั้นนำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย Acetone เขย่าให้เข้ากัน แบ่งใส่ Vial ขนาด 2 มิลลิลิตร

3.1.2 ฉีดสารละลายเรียงลำดับจากความเข้มข้นน้อยไปมาก

3.1.3 Plot กราฟ ระหว่างความเข้มข้นของสาร Technical grade (แกน x) กับ response (แกน y)

3.1.4 พิจารณาช่วงที่เป็นเส้นตรง

3.2 หาค่า Linearity

3.2.1 เลือกค่าจาก Range ที่เป็นเส้นตรง 3 ความเข้มข้น

3.2.2 ชั่งสาร Technical grade ที่ทราบเปอร์เซ็นต์แน่นอน ให้มี 6 ความเข้มข้น ตามที่เลือกดังนี้ 25,50,75,100,125 และ 150 มิลลิกรัม ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร เติม Acetone ประมาณ 50

มิลลิลิตร เขย่าให้ละลายด้วย Ultrasonic bath ประมาณ 15 นาที จากนั้นนำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย Acetone เขย่าให้เข้ากัน แบ่งใส่ Vial ขนาด 2 มิลลิลิตร

3.2.3 ฉีดสารละลายเรียงลำดับจากความเข้มข้นน้อยไปมาก

3.2.4 Plot กราฟ ระหว่างความเข้มข้นของสาร Technical grade (แกน x) กับ response (แกน y)

3.2.5 คำนวณหาค่า Correlation coefficient (r) เกณฑ์ยอมรับที่ $r \geq 0.995$

4. ตรวจสอบความแม่นยำ (Precision) ของวิธีการ

4.1 Repeatability (เป็นการทำการทดลองหา Precision ในรูปของ Repeatability ซึ่งเป็นผลการทดสอบจากห้องปฏิบัติการเดียวกัน ผู้ทดสอบคนเดียวกัน เครื่องมือเดียวกัน)

4.1.1 ชั่งสาร Technical grade ที่ทราบเปอร์เซ็นต์แน่นอนที่ระดับความเข้มข้นภายในช่วงการใช้งาน (ภายใน range ที่หาได้ จากข้อ 3.1) จำนวน 3 ความเข้มข้นๆละ 10 ซ้ำ ได้แก่ 50,100 และ 150 มิลลิกรัม. ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร เติม Acetone ประมาณ 15 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลายด้วย Ultrasonic bath ประมาณ 15 นาที จากนั้นนำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย Acetone เขย่าให้เข้ากัน แบ่งใส่ Vial ขนาด 2 มิลลิลิตร

4.1.2 ชั่งสาร Chlorpyrifos ที่ทราบเปอร์เซ็นต์แน่นอนที่ระดับความเข้มข้นภายในช่วงการใช้งาน (ภายใน range ที่หาได้ จากข้อ 3.1) จำนวน 3 ความเข้มข้นๆ ละ 10 ซ้ำ ได้แก่ 50, 100 และ 150 มิลลิกรัม. ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร เติม Acetone ประมาณ 15 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลายด้วย Ultrasonic bath ประมาณ 15 นาที จากนั้นนำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย Acetone เขย่าให้เข้ากัน แบ่งใส่ Vial ขนาด 2 มิลลิลิตร จากนั้นฉีด ข้อ 4.1.1,4.1.2 เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ Chlorpyrifos ในสารละลาย

4.2 Reproducibility (เป็นการทำการทดลองหา Precision ในรูปของ Reproducibility ซึ่งเป็นผลการทดสอบจากห้องปฏิบัติการในระยะเวลาที่แตกต่างกัน) ทำการทดลองเหมือนข้อ 4.1

5. ตรวจสอบ Robustness/Ruggedness ของวิธีการ

5.1 Robustness (เป็นการทำการทดลองหา Precision ในรูปของ Robustness ซึ่งเป็นผลการทดสอบจากห้องปฏิบัติการแต่เปลี่ยน Oven temperature จาก 220 – 230°C) ทำการทดลองเหมือนข้อ 4.1

5.2 Ruggedness (เป็นการทำการทดลองหา Precision ในรูปของ Ruggedness ซึ่งเป็นผลการทดสอบจากห้องปฏิบัติการแต่เปลี่ยนเครื่อง) ทำการทดลองเหมือนข้อ 4.1

6. ตรวจสอบความถูกต้อง (Accuracy) ของวิธีการ

6.1 เตรียมสารละลาย Stock Tech ให้มีความเข้มข้นที่แน่นอนประมาณ (5 mg AI /ml)

ชั่งสาร Technical grade ให้ทราบน้ำหนักแน่นอนประมาณ 1,275.5 มิลลิกรัม ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เติม Acetone ประมาณ 150 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลายด้วย Ultrasonic bath ประมาณ 15 นาที จากนั้นนำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย Acetone เขย่าให้เข้ากัน

6.2 เตรียมสารละลาย Stock Sample ให้มีความเข้มข้นที่แน่นอนประมาณ (1 mg AI /ml)

เตรียมสารละลายเหมือนข้อ 6.1 โดยชั่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์ Chlorpyrifos ให้ทราบน้ำหนักแน่นอน ประมาณ 2,500 มิลลิกรัม ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 1000 มิลลิลิตร

6.3 เตรียมสารละลายเพื่อ Plot กราฟ

ปิเปตสารละลาย Stock Tech (ข้อ 6.1) ปริมาตร 2, 5 และ 8 มิลลิลิตร ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วย Acetone เขย่าให้เข้ากัน ได้สารละลายของ Technical grade ที่มีความเข้มข้นของ Chlorpyrifos เป็น 0.4, 1.0 และ 1.6 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ นำไปฉีดเข้าเครื่อง GLC โดยเรียงลำดับตามความเข้มข้น

6.4 เตรียมสารละลายเพื่อหาค่า Origin

ปิเปตสารละลาย Stock Sample (ข้อ 6.2) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร จำนวน 10 ซ้ำ ปรับปริมาตรด้วย Acetone เขย่าให้เข้ากัน นำไปฉีดเข้าเครื่อง GLC หาปริมาณ Chlorpyrifos เทียบกับกราฟ (ข้อ 6.3)

6.5 เตรียมสารละลายเพื่อหาค่า Spike

6.5.1 ปิเปตสารละลาย Stock Sample (ข้อ 6.2) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร จำนวน 30 ซ้ำ

6.5.2 ปิเปตสารละลาย Stock Tech (ข้อ 6.1) ปริมาตร 2, 3 และ 4 มิลลิลิตร ใส่ใน Volumetric flask ที่มี Stock Sample (ข้อ 6.5.1) ความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ ปรับปริมาตรด้วย Acetone เขย่าให้เข้ากันนำไปฉีดเข้าเครื่อง GLC หาปริมาณ Chlorpyrifos เทียบกับกราฟ (ข้อ 6.3)

6.6 การประเมินค่า Accuracy จาก % Recovery นำค่าปริมาณสารออกฤทธิ์ Chlorpyrifos ที่เป็นค่า Origin และ Spike (ข้อ 6.4-6.5) มาหาค่าเฉลี่ยและคำนวณค่า% Recovery โดยต้องอยู่ในช่วง 98 - 102 % ตามเกณฑ์พิจารณาสำหรับสารที่มีปริมาณมากกว่า 10 % ของ

$$\text{AOAC จากสูตร \% Recovery} = \frac{(\text{Conc}_{\text{spiked sample}} - \text{Conc}_{\text{original sample}})}{\text{Conc}_{\text{added}}} \times 100$$

ระยะเวลา

เริ่มเดือนตุลาคม 2554 และสิ้นสุดเดือนกันยายน 2555

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

ตารางที่ 1. การประเมินค่า % Relative Percent Different (RPD) ของสารมาตรฐาน

std.	mg.	Area	%RPD
C1	25.1	124.66092	1.38
C2	25.3	126.39229	
C1	25.1	126.11436	1.33
C2	25.3	127.80464	
C1	25.1	126.20525	1.38
C2	25.3	127.95921	
C1	25.1	126.22549	1.03
C2	25.3	124.92964	
C1	25.1	125.84093	1.07
C2	25.3	124.49397	
C1	25.1	125.98462	1.11
C2	25.3	124.59667	

จากตารางที่ 1 เมื่อหาค่า % Relative Percent Different (RPD) แล้ว

พบว่าสารละลายมาตรฐานทั้ง 2 มีค่าไม่เกิน 3%

ตารางที่ 2. เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของสาร Technical grade

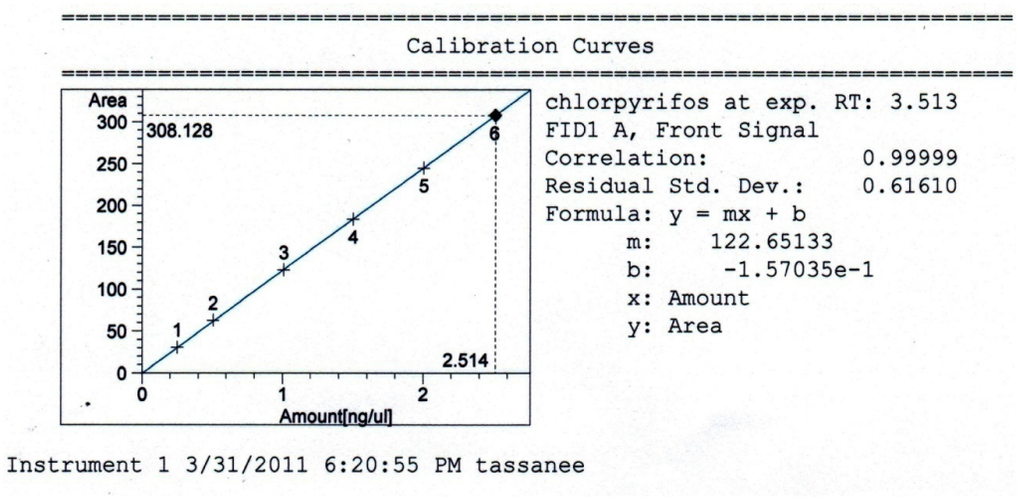
สารละลาย Technical grade	**เปอร์เซ็นต์ของสาร** Technical grade
T 1	97.71
T 2	97.89
T 3	97.80
T 4	98.13
T 5	98.34
T 6	98.34
T 7	98.14
T 8	98.06
T 9	97.88
T 10	98.04
เฉลี่ย	98.03
SD	0.214

จากตารางที่ 2 เมื่อหาค่าเฉลี่ยของ % สาร Technical grade ที่ตรวจได้ทั้ง 10 ค่า

จะได้ % ที่แน่นอนของสารTechnical grade เท่ากับ 98.0 %

ตารางที่ 3. การตรวจสอบช่วงของการวัด (Range)

การหา Range ที่ความเข้มข้น 0.25 – 2.50 **มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ของ** Chlorpyrifos	
mg/ml	Area
0.25	30.62696
0.50	62.55021
1.00	122.87712
1.50	183.61192
2.00	245.31111
2.50	308.12750

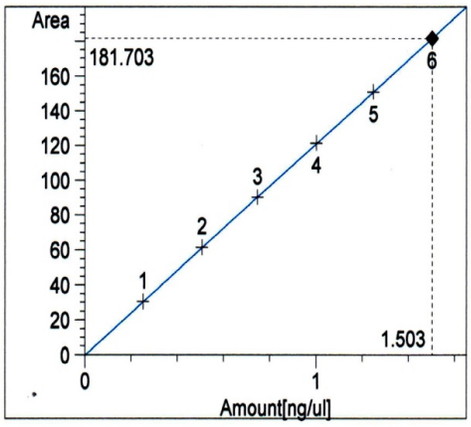


จากการทดลองหาปริมาณ Chlorpyrifos ได้ Range มีค่า 0.25 – 2.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ตารางที่ 4. การตรวจสอบความเป็นเส้นตรง (Linearity)

การหา Linearity ที่ความเข้มข้น 0.25 – 2.50 **มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ของ** Chlorpyrifos	
mg/ml	Area
0.25	30.43195
0.50	61.37973
0.75	90.10273
1.00	121.48102
1.25	150.88585
1.50	181.70294

Calibration Curves



chlorpyrifos at exp. RT: 3.511
FID1 A, Front Signal
Correlation: 1.00000
Residual Std. Dev.: 0.21963
Formula: y = mx + b
m: 120.97328
b: -6.06754e-2
x: Amount
y: Area

Instrument 1 3/31/2011 4:47:34 PM tassanee

จากการทดลองหา Linearity ได้ค่า Correlation coefficient (r) = 1.00000

ตารางที่ 5. การหา Precision ที่ 3 ความเข้มข้น ตรวจสอบการทวนซ้ำ (Repeatability)

ครั้งที่	ความเข้มข้น 0.5 mg/ml		ความเข้มข้น 1.0 mg/ml		ความเข้มข้น 1.5 mg/ml	
	นน.ตัวอย่าง mg/ml	% ที่ตรวจพบ	นน.ตัวอย่าง mg/ml	% ที่ตรวจพบ	นน.ตัวอย่าง mg/ml	% ที่ตรวจพบ
1	30.7	38.50	61.6	37.93	91.9	38.32
2	31.5	37.99	61.7	40.10	92.1	38.10
3	32.0	38.62	61.8	37.65	92.3	37.91
4	32.1	37.98	62.0	37.66	92.6	37.66
5	32.4	37.64	62.5	37.97	93.0	37.86
6	32.7	38.03	62.8	38.28	93.2	37.99
7	32.8	37.47	63.7	38.31	94.5	37.57
8	33.4	37.43	64.7	40.84	95.2	37.95
9	33.4	39.96	64.8	40.49	95.7	37.54
10	33.8	38.37	65.8	40.83	96.8	37.42
mean		38.20		39.01		37.83
SD		0.742		1.374		0.281

การตรวจสอบ Precision ที่อยู่ในรูปของ Repeatability คือ การตรวจสอบความใกล้เคียงกันระหว่างข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ ซึ่งแสดงผลในรูปของ % RSD จากข้อมูลทั้งหมดของการทดลองได้ค่า ดังนี้

$\bar{x}$ = 38.35 และได้ค่า SD =1.015

คำนวณ % RSD ตามสูตร $\%\ RSD = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100$

% RSD (experimental) = $\frac{1.015 \times 100}{38.35}$ = 2.646

การประเมิน Precision โดยใช้ (HORRAT) HORRAT = $\frac{\text{\% RSD experimental}}{\text{Predicted Horwitz RSD}}$

คำนวณ Predicted Horwitz RSD ตามสูตร RSD = $0.66 \times 2^{(1-0.5 \log c)}$

เมื่อค่า C = Concentration ration ได้ค่า = 0.383

RSD = $0.66 \times 2^{(1-0.5 \log c)}$ ได้ค่า = 1.525

HORRAT = $\frac{2.646}{1.525}$ ได้ค่า = 1.74

จากการทดลองหา Precision ที่อยู่ในรูปของ Repeatability ได้ค่า HORRAT = 1.74

เกณฑ์ยอมรับค่า Precision ของ AOAC ยอมรับ < 2 และ EU, Codex ยอมรับ < 2

ดังนั้นวิธีวิเคราะห์ Chlorpyrifos ให้ผลการทดสอบ Precision ที่อยู่ในรูปของ Repeatability มีค่า HORRAT อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

ตารางที่ 6. การหา Precision ที่ 3 ความเข้มข้น ตรวจสอบการทวนซ้ำ (Reproducibility)

ครั้งที่	**ความเข้มข้น** 0.5 mg/ml		**ความเข้มข้น** 1.0 mg/ml		**ความเข้มข้น** 1.5 mg/ml	
	นน.ตัวอย่าง mg/ml	**% ที่ตรวจพบ**	**นน.ตัวอย่าง** mg/ml	**% ที่ตรวจพบ**	**นน.ตัวอย่าง** mg/ml	**% ที่ตรวจพบ**
1	31.4	38.42	60.5	38.48	93.0	38.57
2	31.9	38.15	61.4	37.52	93.0	38.48
3	32.0	38.03	62.0	37.56	93.3	39.0
4	32.1	38.0	62.6	38.43	94.1	38.96
5	32.3	38.17	62.7	38.11	94.2	39.23
6	32.4	37.5	63.2	37.82	94.6	38.72
7	32.5	37.94	63.3	38.18	94.8	38.7
8	33.3	37.84	63.8	37.76	95.4	38.37
9	34.1	38.04	64.3	38.17	96.0	38.79
10	34.4	37.95	65.1	37.54	97.0	39.46
mean		38.00		37.96		38.83
SD		0.238		0.365		0.339

การตรวจสอบ Precision ที่อยู่ในรูปของ Reproducibility คือ การตรวจสอบความใกล้เคียงกันระหว่างข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ ซึ่งแสดงผลในรูปของ % RSD จากข้อมูลทั้งหมดของการทดลองได้ค่า ดังนี้

$\bar{x}$ = 38.26 และได้ค่า SD =0.510

คำนวณ % RSD ตามสูตร $\%\ RSD = \frac{SD \times 100}{\bar{x}}$

$\%\ RSD\ (experimental) = \frac{0.510 \times 100}{38.26} = 1.333$

การประเมิน Precision โดยใช้ (HORRAT) $HORRAT = \frac{\%\ RSD\ experimental}{Predicted\ Horwitz\ RSD}$

คำนวณ Predicted Horwitz RSD ตามสูตร $RSD = 0.66 \times 2^{(1-0.5\ logc)}$

เมื่อค่า C = Concentration ration ได้ค่า = 0.383

RSD = $0.66 \times 2^{(1-0.5\ logc)}$ ได้ค่า = 1.525

$HORRAT = \frac{1.333}{1.525}$ ได้ค่า = 0.87

จากการทดลองหา Precision ที่อยู่ในรูปของ Reproducibility ได้ค่า HORRAT = 0.87

เกณฑ์ยอมรับค่า Precision ของ AOAC ยอมรับ < 2 และ EU, Codex ยอมรับ < 2

ดังนั้นวิธีวิเคราะห์ Chlorpyrifos ให้ผลการทดสอบ Precision ที่อยู่ในรูปของ Reproducibility มีค่า HORRAT อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

ตารางที่ 7. การหา Precision ที่ 3 ความเข้มข้น ตรวจสอบการทวนซ้ำ (Robustness)

ครั้งที่	**ความเข้มข้น** 0.5 mg/ml		**ความเข้มข้น** 1.0 mg/ml		**ความเข้มข้น** 1.5 mg/ml	
	นน.ตัวอย่าง mg/ml	**% ที่ตรวจพบ**	**นน.ตัวอย่าง** mg/ml	**% ที่ตรวจพบ**	**นน.ตัวอย่าง** mg/ml	**% ที่ตรวจพบ**
1	30.7	36.93	61.6	37.15	91.9	37.63
2	31.5	36.66	61.7	37.45	92.1	37.55
3	32.0	37.72	61.8	37.17	92.3	37.53
4	32.1	36.9	62.0	37.36	92.6	37.32
5	32.4	36.66	62.5	37.63	93.0	37.57
6	32.7	37.11	62.8	37.32	93.2	37.38
7	32.8	36.51	63.7	37.67	94.5	39.45
8	33.4	36.5	64.7	37.62	95.2	37.2
9	33.4	37.31	64.8	37.22	95.7	37.18
10	33.8	37.24	65.8	39.55	96.8	39.62
mean		36.95		37.61		37.84
SD		0.395		0.707		0.906

การตรวจสอบ Precision ที่อยู่ในรูปของ Robustness คือ การตรวจสอบความใกล้เคียงกันระหว่างข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ ซึ่งแสดงผลในรูปของ % RSD จากข้อมูลทั้งหมดของการทดลองได้ค่า ดังนี้

$\bar{x}$ = 37.47 และได้ค่า SD = 0.778

คำนวณ % RSD ตามสูตร $\% RSD = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100$

$\% RSD\ (experimental) = \frac{0.778 \times 100}{37.47} = 2.077$

การประเมิน Precision โดยใช้ HORRAT $HORRAT = \frac{\% RSD\ experimental}{Predicted\ Horwitz\ RSD}$

คำนวณ Predicted Horwitz RSD ตามสูตร $RSD = 0.66 \times 2^{(1-0.5 \log c)}$

เมื่อค่า C = Concentration ration ได้ค่า = 0.375

$RSD = 0.66 \times 2^{(1-0.5 \log c)}$ ได้ค่า = 1.530

$HORRAT = \frac{2.077}{1.530}$ ได้ค่า = 1.36

จากการทดลองหา Precision ที่อยู่ในรูปของ Robustness ได้ค่า HORRAT = 0.87

เกณฑ์ยอมรับค่า Precision ของ AOAC ยอมรับ < 2 และ EU, Codex ยอมรับ < 2

ดังนั้นวิธีวิเคราะห์ Chlorpyrifos ให้ผลการทดสอบ Precision ที่อยู่ในรูปของ Robustness มีค่า HORRAT อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

ตารางที่ 8. การหา Precision ที่ 3 ความเข้มข้น ตรวจสอบการทวนซ้ำ (Ruggedness)

ครั้งที่	ความเข้มข้น 0.5 mg/ml		ความเข้มข้น 1.0 mg/ml		ความเข้มข้น 1.5 mg/ml	
	นน.ตัวอย่าง mg/ml	% ที่ตรวจพบ	นน.ตัวอย่าง mg/ml	% ที่ตรวจพบ	นน.ตัวอย่าง mg/ml	% ที่ตรวจพบ
1	30.7	36.98	61.6	37.58	91.9	37.97
2	31.5	36.55	61.7	37.76	92.1	40.23
3	32.0	37.76	61.8	37.37	92.3	37.65
4	32.1	36.6	62.0	37.76	92.6	37.87
5	32.4	36.65	62.5	37.9	93.0	38.09
6	32.7	37.34	62.8	37.53	93.2	38.24
7	32.8	36.54	63.7	37.69	94.5	37.74
8	33.4	36.38	64.7	38.04	95.2	38.0
9	33.4	36.8	64.8	37.56	95.7	37.8
10	33.8	37.08	65.8	37.82	96.8	37.59
mean		36.87		37.70		38.12
SD		0.426		0.197		0.769

การตรวจสอบ Precision ที่อยู่ในรูปของ Ruggedness คือ การตรวจสอบความใกล้เคียงกันระหว่างข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ ซึ่งแสดงผลในรูปของ % RSD จากข้อมูลทั้งหมดของการทดลองได้ค่า ดังนี้

$\bar{x}$ = 37.56 และได้ค่า SD = 0.728

คำนวณ % RSD ตามสูตร

$$\% \text{ RSD} = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100$$

$$\% \text{ RSD (experimental)} = \frac{0.728}{37.56} \times 100 = 1.938$$

การประเมิน Precision โดยใช้ HORRAT

$$\text{HORRAT} = \frac{\% \text{ RSD experimental}}{\text{Predicted Horwitz RSD}}$$

คำนวณ Predicted Horwitz RSD ตามสูตร

$$\text{RSD} = 0.66 \times 2^{(1-0.5 \log c)}$$

เมื่อค่า C = Concentration ration ได้ค่า = 0.376

$\text{RSD} = 0.66 \times 2^{(1-0.5 \log c)}$ ได้ค่า = 1.530

$\text{HORRAT} = \frac{1.938}{1.530}$ ได้ค่า = 1.27

จากการทดลองหา Precision ที่อยู่ในรูปของ Ruggedness ได้ค่า HORRAT = 1.27

เกณฑ์ยอมรับค่า Precision ของ AOAC ยอมรับ < 2 และ EU, Codex ยอมรับ < 2

ดังนั้นวิธีวิเคราะห์ Chlorpyrifos ให้ผลการทดสอบ Precision ที่อยู่ในรูปของ Ruggedness มีค่า HORRAT อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

ตารางที่ 9. ตรวจสอบ % Recovery ของ Chlorpyrifos

N	AI content (mg / 25 ml)								
	Conc.added (10.2128 mg/ml)			Conc.added (15.3192 mg/ml)			Conc.added (20.4256 mg/ml)		
	Origin	Spike	Added	Origin	Spike	Added	Origin	Spike	Added
1	9.73	19.97	10.21	9.70	24.86	15.32	9.68	29.97	20.42
2	9.81	19.90	10.21	9.73	24.73	15.32	9.72	29.95	20.42
3	9.74	19.80	10.21	9.65	24.83	15.32	9.69	29.91	20.42
4	9.77	19.86	10.21	9.79	24.85	15.32	9.75	29.95	20.42
5	9.72	19.87	10.21	9.75	24.83	15.32	9.73	29.95	20.42

ตารางที่ 9. (ต่อ) ตรวจสอบ % Recovery ของ Chlorpyrifos

N	AI content (mg / 25 ml)								
	Conc.added (10.2128 mg/ml)			Conc.added (15.3192 mg/ml)			Conc.added (20.4256 mg/ml)		
6	9.74	19.96	10.21	9.76	24.88	15.32	9.70	29.97	20.42
7	9.76	19.92	10.21	9.73	24.95	15.32	9.71	29.91	20.42
8	9.79	19.95	10.21	9.77	24.92	15.32	9.70	29.92	20.42
9	9.71	19.98	10.21	9.72	24.96	15.32	9.72	29.97	20.42
10	9.71	19.96	10.21	9.69	25.04	15.32	9.64	29.99	20.42
mean	9.75	19.92	10.21	9.73	24.89	15.32	9.70	29.95	20.42
SD	0.034	0.059		0.041	0.086		0.030	0.028	
% RSD	0.349	0.296		0.421	0.345		0.309	0.093	
%Recovery			99.6			98.9			99.1

$$\% \text{ Recovery} = \frac{(\text{Conc Spiked sample} - \text{Conc original sample})}{\text{Conc added}} \times 100$$

$$\% \text{ Recovery ที่มีความเข้มข้นต่ำ (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)} = \frac{19.92 - 9.75}{10.21} \times 100 = 99.6$$

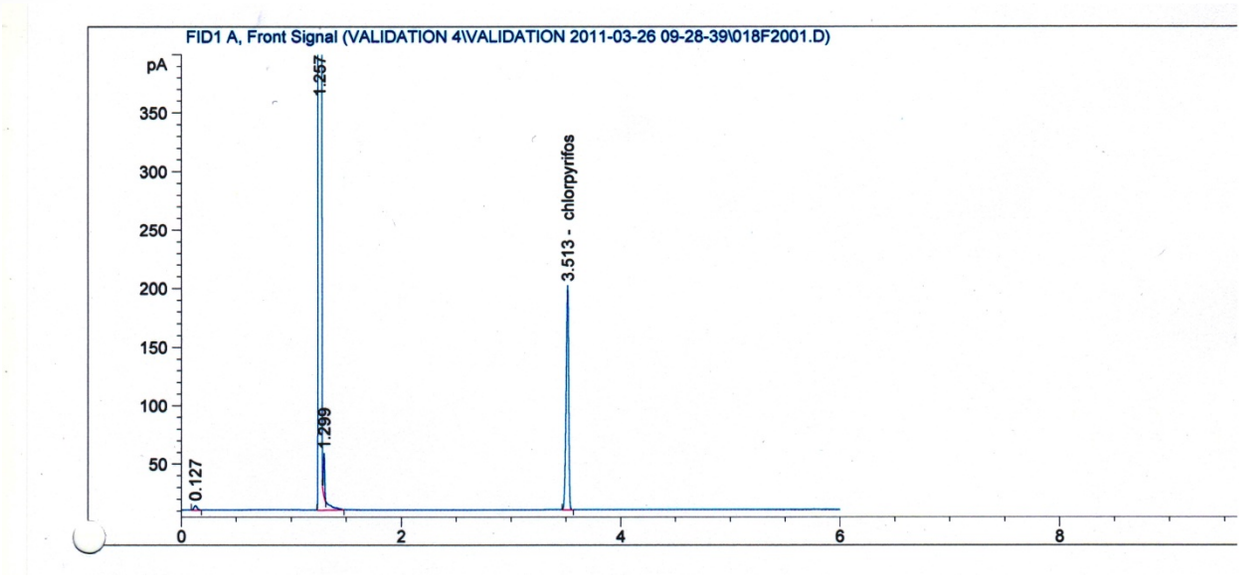
$$\% \text{ Recovery ที่มีความเข้มข้นกลาง (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)} = \frac{24.88 - 9.73}{15.32} \times 100 = 98.9$$

$$\% \text{ Recovery ที่มีความเข้มข้นสูง (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)} = \frac{29.95 - 9.70}{20.42} \times 100 = 99.1$$

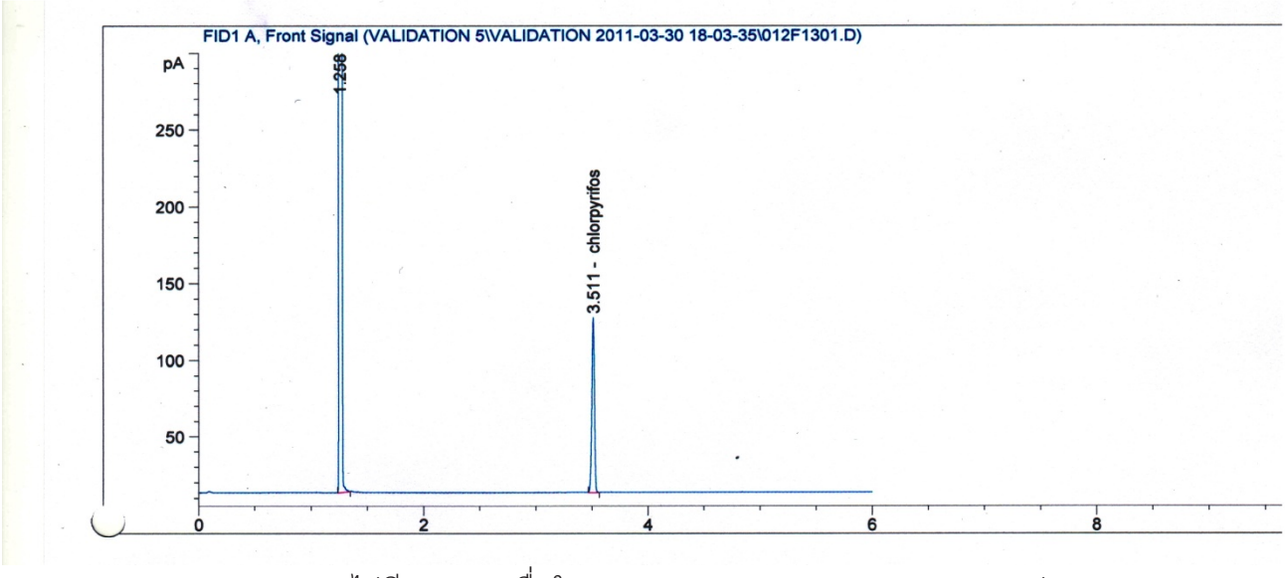
% Recovery เฉลี่ย = 99.2

ผลการศึกษา Specification/Selectivity

ภาพที่ 1 แสดง Chromatogram ของสารมาตรฐาน Chlorpyrifos



ภาพที่ 2 แสดง Chromatogram ของสารตัวอย่าง Chlorpyrifos



จาก Chromatogram ไม่มี Peak อื่นใดรบกวน Peak ของ Chlorpyrifos แสดงว่า Specification/ Selectivity ดี

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ/คำแนะนำ

จากการศึกษาวิธีการตรวจวิเคราะห์ Chlorpyrifos โดยวิธี Gas Liquid Chomatography (GLC) ได้สภาวะที่เหมาะสม ดังนี้

Column : Capillary,HP-5(5% Phenyl methyl siloxane)

30 m. x 0.32 mm. (id.), 0.25 µm, film thickness

Split injection : Split ratio : 50:1, Injection volume : 1 µl.

Detector : Flame ionization

Temperature Colum oven : 220°C, Injection port : 250°C, Detector : 250°C

ได้ทำการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์นี้ ผลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังนี้

Range หรือปริมาณของสารที่ใช้ทดสอบสามารถวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ อยู่ในช่วง 0.25 – 2.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Linearity หรือความสัมพันธ์ระหว่าง response กับปริมาณของสารที่วิธีวิเคราะห์ทดสอบสามารถทำได้ Chlorpyrifos มี Correlation coefficient (r) = 1.0000

Precision Repeatability ได้ค่า HORRAT = 1.74

Reproducibility ได้ค่า HORRAT = 0.87

Robustness ได้ค่า HORRAT = 1.36

Ruggedness ได้ค่า HORRAT = 1.27

Accuracy (ตรวจสอบความถูกต้อง) ของวิธีการ ได้ % Recovery = 99.2 %

การนำไปใช้ประโยชน์

ผลการทดลองที่ได้นำไปใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ Chlorpyrifos ในผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษการเกษตร เพื่อการควบคุมคุณภาพตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ.2535

วิธีวิเคราะห์ที่ได้ศึกษานี้ สามารถถ่ายทอดให้แก่หน่วยงานราชการอื่นๆ และหน่วยงานเอกชนที่จะนำไปใช้ในการตรวจ Chlorpyrifos เพื่อการควบคุมคุณภาพในการผลิตและจำหน่ายต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กนกพร อธิสุข และ ทิพวรรณ นิ่งน้อย (2547). Method Validation, เอกสารประกอบการฝึกอบรม กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์.

กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร.2537 การขึ้นทะเบียนวัตถุมีพิษการเกษตรในประเทศไทย.กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ชาลีธุรกิจและโฆษณา, กรุงเทพฯ.

Kidd, H.and D.R.James (Eds).1993.The Agrochemicals Handbook.3rd.ed.Royal Society of chemistry, England

J.Henriet,A.Martijn and H.H.Povlsen, 1985, CIPAC Handbook, Vol.1C, Analysis of Technical and Formulated Pesticide, Collaborative International Pesticides Analytical Council. Limited.

ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร profenofos

Study on Method Validation of profenofos

มนัสนันท์ อรชุน นพพร ถนอมวงษ์

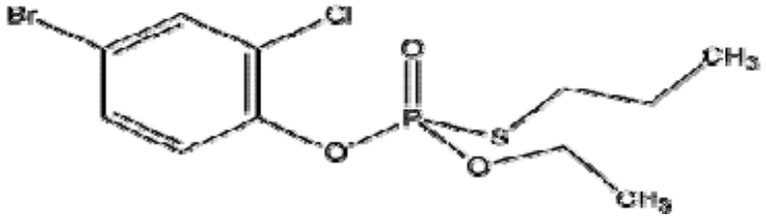
กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

.....

บทคัดย่อ

ทำการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบ โปรฟีโนฟอส (profenofos) ดังนี้ ตรวจสอบ Range หรือช่วงที่เป็นเส้นตรงจะอยู่ในช่วงความเข้มข้น 0.274–1.642 mg/ml ได้ค่า correlation coefficient (r) = 0.99986 เกณฑ์ยอมรับ r > 0.995 ตรวจสอบ Linearity ในช่วงความเข้มข้น 0.456 – 1.459 mg/ml ได้ค่า correlation coefficient (r = 0.99982 เกณฑ์ยอมรับ r > 0.995 ตรวจสอบ Precision ทั้ง 3 ระดับของความเข้มข้น day 1 ได้ค่า HORRAT = 0.988 ตรวจสอบ Precision ทั้ง 3 ระดับของความเข้มข้น day 2 ได้ค่าHORRAT = 0.806 การ ตรวจสอบ Accuracy จากค่าเปอร์เซ็นต์ Recovery ได้ 127.97 % ไม่อยู่ในเกณฑ์ยอมรับ 98 – 102 % การประเมินค่า Precision โดยใช้วิธี HORRAT เกณฑ์ยอมรับของ AOAC ยอมรับค่าHORRAT ≤ 2, และ EU, Codex ยอมรับค่า HORRAT < 2 ผลการทดลองยังไม่มีความเหมาะสม ในการนำไปตรวจวิเคราะห์ การเตรียมสารละลายมาตรฐาน และสารละลายตัวอย่างให้มีปริมาณสารออกฤทธิ์ใกล้เคียงกัน ประมาณ 1 มก/มล ละลายด้วย acetone ให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันอย่างดี แล้วฉีดสารเข้าเครื่อง 1 ไมโครลิตร การฉีดสารละลายเข้าเครื่อง GLC โดยฉีดสารละลายมาตรฐาน ซ้ำกันหลายๆ ครั้งจนค่าของ Peak Area ที่ฉีดแต่ละครั้งมีค่าเท่ากัน หรือแตกต่างกันไม่เกิน 2 % จึงดำเนินการตรวจวิเคราะห์ ฉีดสารละลายตัวอย่างเปรียบเทียบกับ สารละลายมาตรฐาน ฉีดสารละลายความเข้มข้นละ 2 ซ้ำ

คำนำ



โปรฟีโนฟอส (profenofos) IUPAC: (RS) O-4-bromo-2-chlorphenyl O-ethyl S-propyl phosphoro thioate มีสูตรโมเลกุลเป็น $C_{11}H_{15}BrClO_3PS$ มีน้ำหนักโมเลกุล 373.63 จัดอยู่ในกลุ่มสารเคมี ACTIVITY: insecticide (phenyl organothiophosphate insecticides) ประโยชน์ใช้ป้องกันกำจัดศัตรูฝ้าย ดังนี้คือ เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ เพลี้ยจักจั่น ไรแดง แมลงหวี่ขาว หนอนเจาะสมอฝ้าย หนอนกระทู้หอม เป็นต้น การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์สารกำจัดศัตรูพืช ที่ได้ค่าผลวิเคราะห์ที่ ถูกต้อง และแม่นยำนั้น จำเป็นต้องมีวิธีวิเคราะห์ที่เหมาะสม วิธีวิเคราะห์บางวิธีที่พบ อยู่ในเอกสาร

เผยแพร่ ถ้าห้องปฏิบัติการมีเครื่องมือวิเคราะห์พร้อมก็สามารถทำตามวิธีมาตรฐานนั้นได้ แต่บางวิธีวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการ ไม่มีเครื่องมือพร้อมที่จะทำตาม วิธีนั้นได้หรือไม่มีวิธีวิเคราะห์ จึงจำเป็นต้องทำการศึกษาพัฒนา วิธีวิเคราะห์ขึ้นมาใหม่ เพื่อสะดวกกับการใช้งานในห้องปฏิบัติการ และได้ผลวิเคราะห์ที่ถูกต้อง และแม่นยำจำเป็นต้องมีการศึกษาตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สำหรับนำไปใช้ในห้องปฏิบัติการต่อไป

วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

อุปกรณ์

1. เครื่อง Gas-Liquid Chromatography (GLC) ชนิด FID
2. capillary column HP-5 5% Phenyl Methyl Siloxane 30 เมตร x 0.32 มิลลิเมตร (id) 0.25 ไมโครเมตร film thickness
3. เครื่องชั่งที่มีความละเอียด 4 หรือ 5 ตำแหน่ง ($\pm$0.1 mg) ที่ผ่านการสอบเทียบแล้ว
4. Ultrasonic bath และ ปิเปตขนาด 2, 3, 4, 5,10 ml
5. Volumetric flask ขนาด 10, 2, 100 ml ที่ผ่านการสอบเทียบแล้ว

สารเคมี

1. Acetone ชนิด GR grade
2. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ (profenofos)
3. สารมาตรฐาน(Standard profenofos)

วิธีการ

1. Gas-Liquid Chromatography (GLC) ชนิด FID

Conditions : Capillary Column HP-5 5% Phenyl Methyl Siloxane 30 m. x 0.32 mm. (id) 0.25 μm film thickness

Split injection split ration 100 : 1 Detector H_2 flow 30.0 ml/min

Flow rate 2 ml/min Air flow 300.0 ml/min

Oven Temperature 250^{O}C Makeup flow N_2 30.0 ml/min

Injector Temperature 250^{O}C Detector Temperature 280^{O}C

2. ตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ที่แน่นอนของ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ (profenofos)

2.1 ชั่งสารมาตรฐาน (profenofos) 2 ซ้ำ (Ca1, Ca2) ให้ได้น้ำหนักของสารออกฤทธิ์ประมาณ 10 mgใส่ใน Volumetric flask ขนาด 10 ml เติม Acetone 5 ml ลงใน Volumetric flask ปิดจุก แล้วนำไปเขย่าด้วยเครื่อง Ultrasonic bath ประมาณ 5-10 นาที จากนั้นนำออกมาตั้งทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วเติม Acetone จนถึงขีดปริมาตรที่ 10 ml เขย่าให้เข้ากันเป็นอย่างดี

2.2 ชั่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์ (profenofos) 10 ซ้ำ ให้ได้น้ำหนักของสารออกฤทธิ์ประมาณ 25 mg

ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 25 ml เติมสารละลาย Acetone 20 ml ลงใน Volumetric flask ปิดจุกแล้วนำไปเขย่าด้วยเครื่อง Ultrasonic bath ประมาณ 5-10 นาที จากนั้นนำออกมาตั้งทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วเติม Acetone จนถึงขีดปริมาตรที่ 25 ml เขย่าให้เข้ากันเป็นอย่างดี แล้วฉีดสารเข้าเครื่อง 1 ไมโครลิตร

2.3 การฉีดสารมาตรฐาน (profenofos)

และสาร Technical grade เข้าเครื่อง GLC โดยตั้ง sequence ในการ ฉีดดังนี้ Ca1, S1, S2, Ca2, S3, S4, Ca1, S5, S6, Ca2…S10 แล้วฉีดสารเข้าเครื่อง 1 ไมโครลิตร โดยการฉีดความเข้มข้นละ 2 ซ้ำ

การฉีดสารเข้าเครื่อง GLC โดยฉีดสารละลายมาตรฐาน ซ้ำกันหลายๆ ครั้งจนค่าของ Peak Area ที่ฉีดแต่ละครั้งมีค่าเท่ากัน หรือแตกต่างกันไม่เกิน 2 % จึงดำเนินการตรวจวิเคราะห์ ฉีดสารละลายตัวอย่างเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐาน

2.4 คำนวณค่า response factor (fi) ตามสูตร

$$fi = \frac{S \times P}{Hs}$$

เมื่อ fi = ค่า response factor ของสารมาตรฐาน

Hs = พื้นที่ใต้ peak ของ (profenofos) ในสารมาตรฐาน

S = น้ำหนักของ (profenofos)ในสารละลายมาตรฐาน (mg)

P = ความบริสุทธิ์ของสารมาตรฐาน (profenofos) (%)

2.5 หาค่าเปอร์เซ็นต์ของเสารออกฤทธิ์ (profenofos) จากสูตรดังนี้

$$\text{(profenofos) content} = \frac{Hw \times f}{w}$$

Hw = พื้นที่ใต้ peak ของ (profenofosในสารละลายตัวอย่าง (mg)

f = ค่าเฉลี่ย response factor

w = น้ำหนักของ (profenofos)ในสารละลาย ตัวอย่าง(mg)

2.6 นำค่าเปอร์เซ็นต์ของผลิตภัณฑ์ (profenofos) ที่ได้ทั้ง 10 ค่า หาค่าเฉลี่ยจะได้เปอร์เซ็นต์ที่แน่นอนของผลิตภัณฑ์ (profenofos)

3. ตรวจสอบ Range ดังแสดงในรูปที่ 1

3.1 ชั่งสารมาตรฐาน (profenofos) ให้มีความเข้มข้น 6 ความเข้มข้น ให้ครอบคลุมช่วงที่ใช้งาน เช่น 5, 10, 15, 20, 25,และ 30 mg ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 25 ml แล้วเติมสารละลายacetone 15 ml เขย่าใน Ultrasonic bath 5-10 นาที จากนั้นนำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วเติม acetone จนถึงขีดปริมาตร 25 ml เขย่าให้เข้ากัน

3.2 ฉีดสารละลายในข้อ 1.1 เข้าเครื่อง GLC ชนิด FID

3.3 Plot กราฟระหว่างความเข้มข้นของ สารมาตรฐาน (profenofos) (แกน X) กับ response (แกน Y)

3.4 พิจารณาช่วงที่เป็นเส้นตรง

4. ตรวจสอบ Linearity ดังแสดงในรูปที่ 2

4.1 เลือกความเข้มข้นจาก range ที่เป็นเส้นตรง 3 ความเข้มข้น

4.2 เตรียมสารละลาย สารมาตรฐาน (profenofos) ให้มีความเข้มข้น 6 ความเข้มข้น ให้อยู่ในช่วงที่เลือกไว้

4.3 ฉีดสารละลายเข้าเครื่อง GLC ชนิด FID

4.4 Plot graph ระหว่างความเข้มข้นของสารละลาย สารมาตรฐาน (profenofos) (แกน X) กับ response (แกน Y)

4.5 คำนวณหาค่า correlation coefficient (r) $r \geq 0.995$

5. ตรวจสอบ Precision

5.1 เตรียมสารละลายตัวอย่าง (profenofos) ที่ทราบเปอร์เซ็นต์แน่นอน ที่ระดับความเข้มข้น ภายในช่วงการทดสอบ 3 ความเข้มข้น ๆ ละ อย่างน้อย 10 ซ้ำ

5.2 คำนวณค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และ SD ของผลการทดสอบ

5.3 คำนวณ % RSD ตามสูตร

$$\% \text{ RSD} = \frac{SD \times 100}{\bar{X}}$$

ตัวอย่างการคำนวณ เช่น $\% \text{ RSD} = \frac{0.483 \times 100}{41.689}$

$= 1.159$

5.4 ประเมิน precision โดยใช้ HORRAT

$$\text{HORRAT} = \frac{\% \text{ RSD experimental}}{\text{Predicted Horwitz RSD}}$$

5.5 คำนวณ Predicted Horwitz RSD ตามสูตร

$\text{RSD} = 0.66 \times 2^{(1-0.5 \log C)}$

$C =$ Concentration ratio(41.68%)

$= 0.66 \times 2^{(1-0.5 \log 0.468)}$

$= 0.66 \times 2^{0.829754}$

$= 0.66 \times 1.77738$

$\% \text{ RSD} = 1.173$

$\text{HORRAT} = \frac{1.159}{1.173}$

$= 0.988$

5.6 เกณฑ์ยอมรับค่า Precision

AOAC ยอมรับ HORRAT $\leqslant$ 2

EU, Codex ยอมรับ HORRAT $<$ 2

6. การตรวจสอบ Robnsness/Rugedness ของวิธีการโดยพิจารณาจากกราฟของสารมาตรฐานและกราฟของสารตัวอย่าง

7. ตรวจสอบ Accuracy โดยพิจารณาจาก % Recovery (จากตารางที่ 1)

$$\% \text{ Recovery เฉลี่ย} = \frac{159.90 + 112.54 + 99.21}{3}$$

$$= 127.97$$

เกณฑ์ยอมรับ 98 – 102

ระยะเวลา (เริ่มต้น - สิ้นสุด)

ระยะเวลา ตุลาคม 2553 – กันยายน 2554

สถานที่ดำเนินการ

ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพัฒนาระบบตรวจสอบวัตถุมีพิษ สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของสาร (profenofos)

เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของสาร (profenofos)	41.348
SD.	0.481
%RSD	1.165

การหา precision ที่ 3 ความเข้มข้น day 1

เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของสาร (profenofos)	41.689
SD	0.483
%RSD	1.159
HORRAT	0.988

การหา precision ที่ 3 ความเข้มข้น day 2

เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของสาร (profenofos)	41.555
SD	0.408
%RSD	0.981
HORRAT	0.806

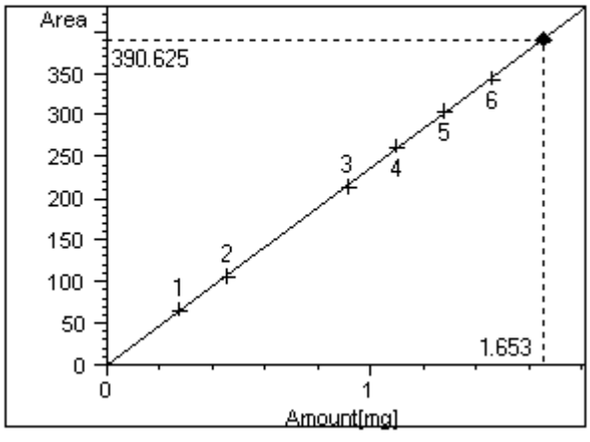
AOAC ยอมรับ HORRAT $\leq$ 2

EU, Codex ยอมรับ HORRAT < 2

การหา Range ที่ความเข้มข้น 0.274– 1.642 mg/ml **ของ** (profenofos)	
mg/ml	Area
0.274	65.12772
0.456	104.84681
0.912	212.95801
1.094	260.92899
1.459	342.65393
1.642	390.62463

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\PROFEN.4\009B0901.D

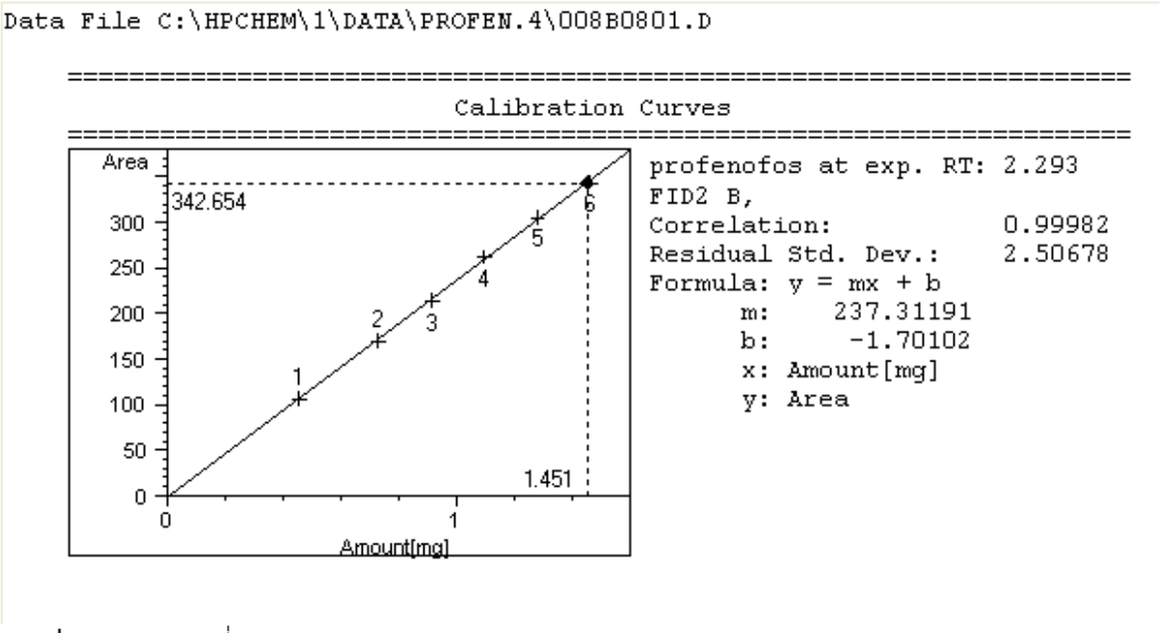
Calibration Curves



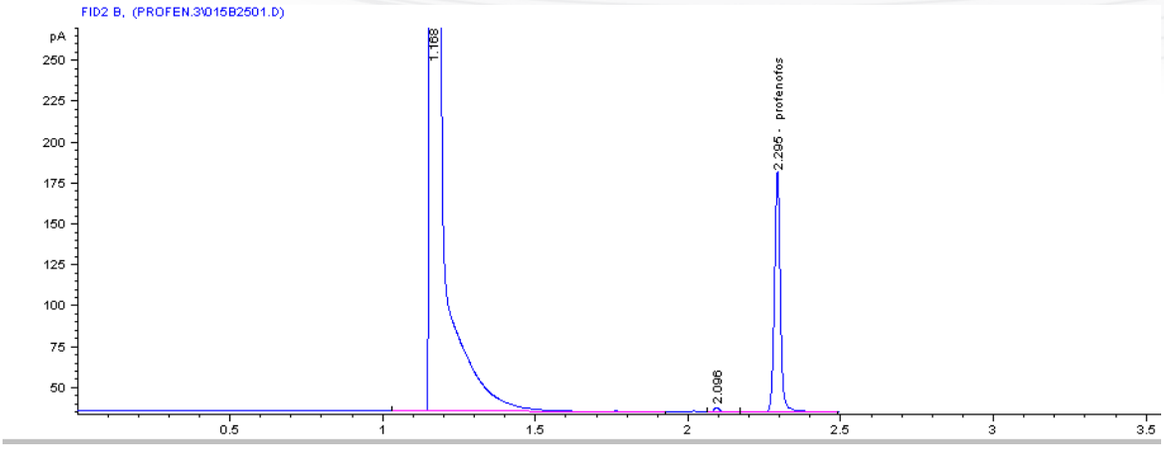
profenofos at exp. RT: 2.288
FID2 B,
Correlation: 0.99986
Residual Std. Dev.: 2.38598
Formula: y = mx + b
m: 236.74250
b: -7.24775e-1
x: Amount[mg]
y: Area

รูปที่ 1. Range ที่ความเข้มข้น 0.274– 1.642 mg/ml ของ(profenofos)

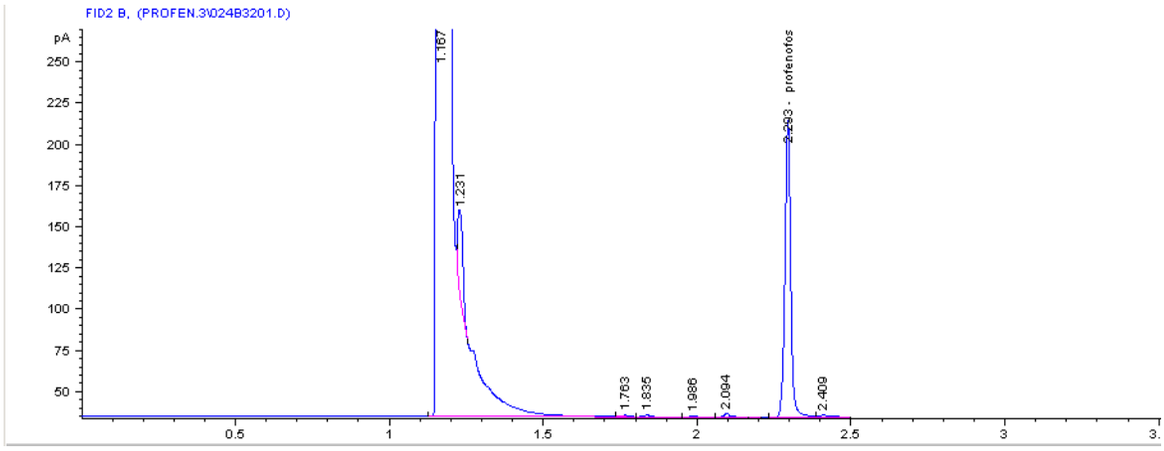
การหา Linearity ที่ความเข้มข้น 0.456– 1.459 mg/ml ของ profenofos	
mg/ml	Area
0.456	104.84681
0.727	168.91214
0.912	212.95801
1.094	260.92899
1.277	303.86609
1.459	342.65393



รูปที่ 2. Linearity ที่ความเข้มข้น 0.456– 1.459mg/ml ของ profenofos



รูปที่ 3. Chromatogram of Standard solution



รูปที่ 4. Chromatogram of Sample solution

ตารางที่ 1. ตรวจสอบ % Recovery

N	Al content (mg / 25 ml)								
	Conc.added (4.186 mg /25 ml)			Conc. added (8.372 mg /25 ml)			Conc. added (12.558 mg /25 ml)		
	Origin	Spike	Added	Origin	Spike	Added	Origin	Spike	Added
1	2.77	9.39	4.19	2.80	12.22	8.372	2.86	15.24	12.558
2	2.83	9.44	4.19	2.81	12.23	8.372	2.85	15.21	12.558
3	2.77	9.35	4.19	2.84	12.07	8.372	2.80	15.22	12.558
4	2.74	9.37	4.19	2.80	12.05	8.372	2.85	15.30	12.558
5	2.73	9.51	4.19	2.78	12.20	8.372	2.82	15.28	12.558
6	2.76	9.39	4.19	2.85	12.15	8.372	2.83	15.28	12.558
7	2.78	9.62	4.19	2.82	12.19	8.372	2.79	15.38	12.558
8	2.76	9.56	4.19	2.77	12.25	8.372	2.81	15.11	12.558
9	2.77	9.51	4.19	2.83	12.24	8.372	2.79	15.37	12.558
10	2.77	9.54	4.19	2.75	12.23	8.372	2.81	15.41	12.558
mean	2.768	9.468	4.19	2.805	12.183	8.372	2.821	15.28	12.558
SD	0.0266	0.0924		0.0317	0.0710		0.0256	0.0909	
%RSD	0.9604	0.9754		1.1305	0.5830		0.0091	0.0059	
%Recov			159.90			112.01			99.21

$$\%Recovery = \frac{(Conc_{\text{spiked sample}} - Conc_{\text{original sample}}) \times 100}{Conc\ added}$$

%Recoveryที่ความเข้มข้น ต่ำ $= \frac{9.468 - 2.768 \times 100}{4.19} = 159.90\%$

%Recoveryที่ความเข้มข้น กลาง $= \frac{12.183 - 2.805 \times 100}{8.372} = 112.01\%$

%Recoveryที่ความเข้มข้น สูง $= \frac{15.28 - 2.821 \times 100}{12.558} = 99.21\%$

%Recovery เฉลี่ย = 127.97

เกณฑ์ยอมรับ 98 – 102

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. ตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ที่แน่นอนของสารตัวอย่างผลิตภัณฑ์ (profenofos) ค่าที่ได้ = 41.68 % w/w
2. ตรวจสอบ Range หรือช่วงที่เป็นเส้นตรง จะอยู่ในช่วงความเข้มข้น 0.274– 1.642 mg/m ได้ค่า correlation coefficient (r) = 0.99986 เกณฑ์ยอมรับ $r \geq 0.995$
3. ตรวจสอบ Linearity ที่ความเข้มข้น 0.456– 1.459 mg/ml ได้ค่า correlation coefficient (r) = 0.99982 เกณฑ์ยอมรับ $r \geq 0.995$
4. ตรวจสอบ Precision (day 1)ที่ 3 ความเข้มข้น ได้ค่า = 0.988 เกณฑ์ยอมรับ ≤ 2
   ตรวจสอบ Precision (day 2)ที่ 3 ความเข้มข้น ได้ค่า = 0.806 เกณฑ์ยอมรับ ≤ 2
5. ตรวจสอบ Accuracy จากค่าเปอร์เซ็นต์ Recovery ได้ 127.97 ไม่อยู่ในเกณฑ์ยอมรับ 98 - 102
6. เกณฑ์ยอมรับค่า Precision

   AOAC ยอมรับ HORRAT ≤ 2

   EU, Codex ยอมรับ HORRAT < 2
7. สรุปวิธีที่นำไปใช้วิเคราะห์สารออกฤทธิ์ (profenofos)ยังไม่มีความเหมาะสมต้องทำการศึกษาถึงวิธีการที่เหมาะสมต่อไป

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ยังไม่สามารถนำวิธีการทดสอบไปใช้ประโยชน์ได้เนื่องจากตรวจสอบความถูกต้องจากค่า เปอร์เซ็นต์ Recovery ได้ 127.97 ไม่อยู่ในเกณฑ์ยอมรับ 98 - 102

เอกสารอ้างอิง

กนกพร อธิสุข และ ทิพวรรณ นิ่งน้อย 2547. Method Validation, เอกสารประกอบการฝึกอบรม กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์.

ดุษฎี มั่นความดี และ อุทุมพร สุขม่วง 2544. การพิสูจน์ความใช้ได้ของวิธีทดสอบทางเคมี (Chemical Method Validation), เอกสารประกอบการฝึกอบรมกรมวิทยาศาสตร์บริการ.

นิรนาม. 2537. “การขึ้นทะเบียนวัตถุมีพิษทางการเกษตรในประเทศไทย’’ กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร

สถาบันอาหาร 2547. การตรวจพิสูจน์ความถูกต้องของวิธีทดสอบทางเคมี, เอกสารประกอบการอบรมสัมมนาวิชาการด้านอุตสาหกรรมอาหาร.

CIPAC H . 1998., Analysis of Tachnical and Formurated Pesticides, Collaborative International Pesticides Analytical Council

Kidd, H. and D.R. James (Eds). 1993. The Agrochemicals Handbook. 3rd. ed. Royal Society of Chemistry, England.

ภาคผนวก

ตารางที่ 1. เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของสาร ตัวอย่าง (profenofos)

สารละลาย (profenofos)	**เปอร์เซ็นต์ของสาร** (profenofos)
1	41.30
2	41.27
3	40.72
4	41.18
5	40.53
6	40.74
7	40.81
8	41.21
9	41.57
10	41.18
11	41.92
12	41.77
13	41.79
14	41.57
15	42.08
16	41.93
เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของสาร (profenofos)	41.348
SD.	0.481
%RSD	1.165

ตารางที่ 2. การหา precision ที่ 3 ความเข้มข้น day 1

น้ำหนักตัวอย่าง (profenofos) **(mg)**	**เปอร์เซ็นต์** (profenofos) **ที่ตรวจพบ**
32.3	41.53
43.9	41.47
42.4	41.46
41.1	41.06
44.5	40.93
49.8	41.56
49.2	41.48
46.2	41.19
54.0	41.03
47.1	41.03
83.0	42.29
84.6	42.07
90.1	41.84
84.2	41.65
92.2	41.08
80.4	41.48
80.0	41.20
80.8	41.83
87.8	41.54
81.4	41.58
104.1	42.90
119.0	42.13
112.3	42.08
110.4	42.44
105.2	41.52
109.3	42.23
107.3	42.19
109.6	41.93
106.9	41.78
119.5	42.18
เฉลี่ย	41.689

ตารางที่ 2. (ต่อ) การหา precision ที่ 3 ความเข้มข้น day 1

น้ำหนักตัวอย่าง (profenofos) **(mg)**	**เปอร์เซ็นต์** (profenofos) **ที่ตรวจพบ**
SD	0.483
%RSD	1.159
HORRAT	0.988

ตารางที่ 3. การหา precision ที่ 3 ความเข้มข้น day 2

น้ำหนักตัวอย่าง (profenofos) **(mg)**	**เปอร์เซ็นต์** (profenofos) **ที่ตรวจพบ**
49.0	40.91
57.4	41.43
44.2	41.13
50.0	41.22
42.7	40.96
49.8	40.97
50.9	41.27
45.8	41.22
40.6	41.12
46.3	41.39
80.7	41.76
80.8	41.85
80.6	41.69
92.5	41.53
83.2	41.28
83.8	40.97
75.8	42.21
81.4	41.52
85.9	41.23
81.0	41.53

ตารางที่ 3. (ต่อ) การหา precision ที่ 3 ความเข้มข้น day 2

น้ำหนักตัวอย่าง (profenofos) **(mg)**	**เปอร์เซ็นต์** (profenofos) **ที่ตรวจพบ**
121.0	41.76
116.2	42.47
117.3	41.94
109.0	41.56
129.7	41.89
113.2	41.97
123.9	41.92
130.0	41.79
114.8	42.25.
115.7	41.72
เฉลี่ย	41.555
SD	0.408
%RSD	0.981
HORRAT	0.806


multi EA

