

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1. การคัดเลือกพืชสมุนไพรที่มีฤทธิ์ยับยั้งการกินของหนอนกระทู้ผัก

4.1.1 ชนิดพืชที่ใช้ในการศึกษา และลักษณะของสารสกัดหยาบ

การคัดเลือกพืชสมุนไพรที่มีฤทธิ์ยับยั้งการกินของหนอนกระทู้ผัก โดยวิธี two-choice leaf disk bioassay มีจำนวนพืชที่ใช้ในการศึกษาทั้งหมด 63 ชนิด (species) จาก 27 ตระกูล (family) ซึ่งประกอบไปด้วยพืชสมุนไพร พืชป่าบนที่สูง วัชพืช ทั้งไม้ยืนต้นและไม้ล้มลุก สามารถจำแนกตามตระกูลได้ดังนี้ Amaranthaceae 1 ชนิด Buddlejaceae 1 ชนิด Caesalpiniaceae 2 ชนิด Caryophyllaceae 1 ชนิด Commelinaceae 1 ชนิด Compositae 9 ชนิด Cyperaceae 1 ชนิด Eriocaulaceae 1 ชนิด Euphorbiaceae 2 ชนิด Gramineae 1 ชนิด Labiatae 1 ชนิด Lauraceae 1 ชนิด Leguminosae 1 ชนิด Meliaceae 4 ชนิด Menispermaceae 1 ชนิด Mimosaceae 5 ชนิด Nyctaginaceae 1 ชนิด Onagraceae 1 ชนิด Papilionaceae 10 ชนิด Piperaceae 3 ชนิด Rubiaceae 1 ชนิด Rutaceae 3 ชนิด Simaroubaceae 2 ชนิด Solanaceae 1 ชนิด Taccaceae 1 ชนิด Verbenaceae 4 ชนิด Zingiberaceae 2 ชนิด และunknown 1 ชนิด

การเก็บตัวอย่างพืชส่วนใหญ่เลือกเก็บเฉพาะส่วนเหนือดินเป็นหลัก เพื่อป้องกันปัญหาเมื่อนำไปประยุกต์ใช้ในอนาคต ซึ่งต้องใช้วัสดุค้ำปริมาณมาก ยกเว้นพืช 4 ชนิด ที่เลือกเก็บส่วนใต้ดิน ได้แก่ ลำต้นใต้ดินค้ำควาคว่า, ข่า และไพล และรากหนอนตายหยาก

สารสกัดหยาบที่ได้จากพืชศึกษาจะมีลักษณะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของสารในพืชแต่ละชนิด พืชส่วนใหญ่จะให้สารสกัดหยาบที่มีสีเขียวเนื่องจากคลอโรฟิลล์จากใบถูกสกัดออกมาด้วย สารสกัดหยาบที่ได้จากส่วนของกิ่งและลำต้นพืชจะมีลักษณะเป็นสารเหนียวสีเหลืองหรือสีน้ำตาล นอกจากมีลักษณะแตกต่างกันดังกล่าว กลิ่นของสารสกัดก็มีลักษณะเฉพาะของแต่ละพืชแตกต่างกันออกไป สารสกัดหยาบจากผลดิบจะมีกลิ่นเผ็ดฉุน สารสกัดหยาบจากผลมะเข็ญและเปลือกผลมะกรูดจะมีกลิ่นคล้ายเปลือกส้ม สารสกัดหยาบจากใบชาหอมจะมีกลิ่นหอมคล้ายใบเตย เป็นต้น

4.1.2 ฤทธิ์ยับยั้งการกินของหนอนกระทู้ผัก

ฤทธิ์ยับยั้งการกินของหนอนกระทู้ผักของสารสกัดหยาบที่ได้ แสดงไว้ในตารางที่ 2 โดยมีค่า AFI แตกต่างกันตั้งแต่ 17.94 ± 6.73 ถึง 63.28 จากเกณฑ์การตัดสินพืชมีฤทธิ์ยับยั้งการกินของ Escoubus *et al.* (1993) ที่ AFI น้อยกว่า 20 สามารถคัดเลือกพืชได้เพียง 5 ชนิด ได้แก่ กิ่งประยงค์ เปลือกผลมะกรูด รากหนอนตายหยาก ผลติปาลี และลำต้นไต้ดินค้ำควาดำ ซึ่งมีค่า AFI เท่ากับ 17.94 ± 6.73 , 18.51 ± 1.83 , 19.35 ± 1.00 , 23.29 ± 7.59 และ 25.32 ± 6.04 ตามลำดับ ในกรณีของผลติปาลีและลำต้นไต้ดินค้ำควาดำ ซึ่งมีค่า AFI เท่ากับ 23.29 ± 7.59 และ 25.32 ± 6.04 ถือว่าเป็นพืชที่มีฤทธิ์ยับยั้งการกินของหนอนกระทู้ผักได้เช่นกัน เพราะเมื่อหักล้างค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีผลทำให้ค่า AFI อยู่ในระดับใกล้เคียงกับ 20 ด้วยเหมือนกัน

ผลมะเข่าน ซึ่งเป็นพืช Genus *Zanthoxylum* พืช Genus เดียวกับพืชที่มีรายงานการยับยั้งการกินหนอนกระทู้ผักแสดงค่า AFI เท่ากับ 41.13 ± 2.25 อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่มีฤทธิ์ยับยั้งการกินหนอนกระทู้ผัก ส่วนในกรณีของสะเดา ซึ่งเป็นพืชที่มีรายงานว่ามีการยับยั้งการกินของหนอนกระทู้ผักเช่นกัน การศึกษาครั้งนี้ ใบสะเดา แสดงค่า AFI เท่ากับ 36.52 ± 10.52 ทั้งนี้อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่มีฤทธิ์ยับยั้งการกินของหนอนกระทู้ผัก

ตารางที่ 2 รายชื่อสมุนไพรและพืชป่าที่ใช้ในการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการกินของหนอนกระทู้ผัก

Family	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ	ส่วนที่ใช้ศึกษา	AFI \pm SD
Amaranthaceae	<i>Amaranthus spinosus</i> Linn.	ผักขมหนาม	ใบและลำต้น	33.45 *
Buddlejaceae	<i>Buddleja asistica</i> Lour.	ราชวคิป่า	ใบ	37.70 *
Caesalpinaceae	<i>Bauhinia tomentosa</i> Linn.	ชงโค	ใบ	48.69 \pm 1.31
Caesalpinaceae	<i>Cassia siamea</i> Britt.	จีเหือก	ใบ	50.00
Caryophyllaceae	<i>Stemona collinsae</i> Craib.	หนอนตายอยาก	ราก	19.35 \pm 1.00
Commelinaceae	<i>Rhoeo spathacea</i> Stearn.	ว่านหอยแครง	ใบ	23.42 *
Compositae	<i>Artemisia lactiflora</i> Wall.	ดอกแก้วเมืองจีน	ใบและลำต้น	45.71 \pm 2.64
Compositae	<i>Crassocephalum crepidioides</i> S.Moore	ผักกาลแม้ว	ทั้งต้น	39.48 *
Compositae	<i>Elephantopus scaber</i> Linn.	โคโมรูดัม	ทั้งต้น	25.54 *
Compositae	<i>Eupatorium adenophorum</i> Spreng.	สามหมา	ใบและลำต้น	36.25 \pm 4.71
Compositae	<i>Eupatorium odoratum</i> Linn.	สามเสือ	ใบและลำต้น	21.19 *
Compositae	<i>Spilanthes acmella</i> Murr.	ผักคราดหัวแหวน	ใบและลำต้น	23.33 *
Compositae	<i>Tithinia diversifolia</i> Gray.	บัวตอง	ดอก	42.88 \pm 2.90
Compositae	<i>Tridax procumbens</i> Linn.	ตีนตุ๊กแก	ทั้งต้น	50.02 *
Compositae	<i>Wedelia trilobata</i> Hitchc.	กระดุมทองเหลือง	ใบและลำต้น	32.80 *
Cyperaceae	<i>Scirpus grossus</i> Linn.f.	กกสามเหลี่ยม	ทั้งต้น	36.12 *
Eriocaulaceae	<i>Eriocaulon henryanum</i> Ruhle.	กระดุมเงิน	ใบและลำต้น	56.55 *
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hirta</i> Linn.	น้านมราชสีห์	ทั้งต้น	25.79 *
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus emblica</i> Linn.	มะขามป้อม	ใบ	43.00 \pm 2.90
Gramineae	<i>Cymbopogon nardus</i> Rendle.	ตะไคร้หอม	ใบ	50.00
Labiatae	<i>Ocimum sanctum</i> Linn.	กระเพรา	ใบ	54.10 *
Lauraceae	<i>Litsea cubeba</i> Pers.	ตะไคร้ต้น	ใบ	50.00
Leguminosae	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> Swartz.	หางนกยูง	ใบ	50.00
Meliaceae	<i>Aglaia odorata</i> Lour.	ประยงค์	ทั้งกิ่ง	17.94 \pm 6.73
Meliaceae	<i>Aglaia odorata</i> Lour.	ประยงค์	ใบ	36.16 \pm 5.53
Meliaceae	<i>Amoora polystachya</i> Hook.f.	ตาเสือ	ใบ	33.99 \pm 4.47
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> Juss.	สะเดา	ใบ	36.52 \pm 10.52
Meliaceae	<i>Walsura robusta</i> Roxb.	จีฮ้าย	ใบ	48.85 \pm 5.93

(ต่อ)

Family	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ	ส่วนที่ใช้ศึกษา	AFI \pm SD
Menispermaceae	<i>Tinospora tuberculata</i> Beume.	บอระเพ็ด	ลำต้น	42.17 \pm 7.83
Minosaceae	<i>Acacia caesia</i> Willd.	หนามเขี้ยว	ใบ	50.00
Minosaceae	<i>Acacia</i> sp.	กระถินยักษ์	ใบ	50.00
Minosaceae	<i>Mimosa pudica</i> Linn.	ไมยราบเลื้อย	ใบ	47.16 \pm 2.83
Minosaceae	<i>Mimosa pigra</i> Linn.	ไมยราบต้น	ใบ	50.00
Minosaceae	<i>Pithecellobium dulce</i> Benth.	มะขามเทศ	ใบ	43.51 \pm 4.67
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	เฟื่องฟ้า	ใบ	34.61 *
Onagraceae	<i>Ludwigia hyssopifolia</i>	เทียนนา	ทั้งต้น	57.29 *
Papilionaceae	<i>Acacia</i> sp.	กระถินเทพา	ใบ	48.39 \pm 1.61
Papilionaceae	<i>Crotalaria bracteata</i> Roxb.	มะหิงคจ	ใบและลำต้น	49.78 \pm 2.50
Papilionaceae	<i>Crotalaria</i> sp.	หิงหาย1	ราก	39.47 \pm 10.53
Papilionaceae	<i>Crotalaria</i> sp.	หิงหาย2	ใบและลำต้น	47.27 \pm 2.73
Papilionaceae	<i>Crotalaria</i> sp.	หิงหาย2	ใบและลำต้น	50.00
Papilionaceae	<i>Crotalaria</i> sp.	หิงหายใบใหญ่	ใบและลำต้น	50.00
Papilionaceae	<i>Moghania lineata</i> Ktze.	มะแฮะนง	ใบ	50.00
Papilionaceae	<i>Erythrina variegata</i> Linn.	ทองหลวง	ใบ	46.90 \pm 3.10
Papilionaceae	<i>Crotalaria chinensis</i> Linn.	มะหิงพะ	ใบและลำต้น	50.00
Papilionaceae	<i>Crotalaria pallida</i> Ait.	หิงมัน	ใบและลำต้น	50.00
Papilionaceae	<i>Pueraria colletti</i> Prain	กาสามปีก	ใบ	50.00
Piperaceae	<i>Piper sarmentosum</i> Roxb.	ชะพลู	ใบ	50.09 \pm 1.79
Piperaceae	<i>Piper retrofractum</i> Vahl.	ตีปตี	ผล	23.29 \pm 7.59
Piperaceae	<i>Piper</i> sp.	จะค้ำน	ใบและลำต้น	48.32 \pm 1.68
Rubiaceae	<i>Pacderia linearis</i> Hook.	ตดหมุดดหมา	ใบและลำต้น	45.00 *
Rutaceae	<i>Acronychia pedunculata</i> Miq.	กระอวม	ใบ	43.54 \pm 4.09
Rutaceae	<i>Citrus hystrix</i> DC.	มะกรูด	เปลือกผล	18.51 \pm 1.83
Rutaceae	<i>Zanthoxylum limonella</i> Alston T	มะแจ๋น	ผล	41.13 \pm 2.25
Simaroubaceae	<i>Hurrisonia perforata</i> Merr.	กนทา	ใบ	49.09 \pm 0.91
Simaroubaceae	<i>Picrasma javanica</i> Blume.	กอมขม	ใบ	50.00
Solanaceae	<i>Solanum torvum</i> Sw.	มะเขือพวง	ใบ	48.48 *

(ต่อ)

Family	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ	ส่วนที่ใช้ศึกษา	AFI ± SD
Solanaceae	<i>Solanum torvum</i> Sw.	มะเขือพวง	ผล	63.28 *
Taccaceae	<i>Tacca chantrieri</i> Andre.	ค้างคาวดำ	ลำต้นใต้ดิน	25.32 ± 6.04
Taccaceae	<i>Tacca chantrieri</i> Andre.	ค้างคาวดำ	ใบ	42.13 ± 6.11
Verbenaceae	<i>Cleradendron serratum</i> Spreng.	อัครีทวาร	ราก	50.39 ± 0.90
Verbenaceae	<i>Duranta repens</i> Linn.	เทียนหอด	ใบ	29.65 *
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> Linn.	พลากรอง	ใบและลำต้น	32.19 ± 11.04
Verbenaceae	<i>Volkameria fragrans</i> Vent.	นางแย้ม	ใบ	39.48 ± 8.67
Zingiberaceae	<i>Alpinia galanga</i> Sw.	ข่า	ลำต้นใต้ดิน	41.06 ± 8.95
Zingiberaceae	<i>Zingiber purpureum</i> Roxb.	ไพล	ลำต้นใต้ดิน	22.25 *
Unknown	Unknown	ราหอม	ใบ	32.40 ± 8.42

* ทำการทดลอง 1 ครั้ง

4.1.3 กุทธิควบคุมการเจริญเติบโตของหนอนกระทู้ผัก

ภายหลังการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการกินของหนอนกระทู้ผัก พบว่าหนอนที่ใช้ศึกษาบางส่วนตาย หรือมีความผิดปกติของการเข้าดักแด้ ผีเสื้อบางตัวมีรูปร่างผิดปกติ (ภาพที่ 4) แสดงแนวโน้มว่าสารสกัดจากพืชเหล่านี้มีฤทธิ์ต่อหนอนกระทู้ผักในด้านอื่นๆที่ไม่ใช่ฤทธิ์ยับยั้งการกินด้วย ดังนั้นจึงได้นำหนอนกระทู้ผักที่รอดตายจากการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการกิน มาเลี้ยงต่อประมาณ 15 วัน เพื่อศึกษาผลในระยะยาวของสารสกัดหายาจากพืชสมุนไพรด้วย ผลเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผักที่ 2, 24 และ 48 ชั่วโมง เปรอ์เซ็นต์ดักแด้ผิดปกติและผีเสื้อผิดปกติ และเปอร์เซ็นต์รวมหนอนตายที่ 48 ชั่วโมง ดักแด้ผิดปกติและผีเสื้อผิดปกติได้แสดงไว้ในตารางที่ 3

เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์รวมหนอนตายที่ 48 ชั่วโมง ร่วมกับปริมาณดักแด้ผิดปกติและปริมาณผีเสื้อผิดปกติจะเห็นได้ว่า ถ้าดินได้ดินและใบค่างควาดำ แสดงฤทธิ์ฆ่าและควบคุมการพัฒนาของหนอนกระทู้ผักได้ค่อนข้างดี โดยถ้าดินได้ดินค่างควาดำ มีค่ารวมของเปอร์เซ็นต์หนอนตายที่ 48 ชั่วโมง ดักแด้ผิดปกติและผีเสื้อผิดปกติเท่ากับ 60 เปอร์เซ็นต์ ส่วนใบค่างควาดำ ผลดีไปถึงประขงค์ และรากหนอนตายหายาก มีค่าเท่ากับ 56.67, 20.00, 18.33 และ 16.67 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ(ตารางที่ 3)



ก

ข

ภาพที่ 4 ลักษณะความผิดปกติของการเข้าดักแด้(ก) และผีเสื้อที่มีรูปร่างผิดปกติ(ข) เนื่องจากฤทธิ์ของสารสกัดหายาจากใบและลำต้นไค้ดินค่างควาดำ

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบต้นทุนของหนอนกระพุกที่ 2, 24 และ 48 ชั่วโมง, ดักแมลงปีกดำและผีเสื้อคืบปกติ เนื่องจากฤทธิ์ของสารสกัดขยายจาก

พืชสมุนไพรบางชนิด

ชื่อสามัญ	ส่วนที่ใช้ศึกษา	% ตายที่ 2 ชม.	% ตายที่ 24 ชม.	% ตายที่ 48 ชม.	% ไม่เข้าดักแด้	% คืบตาย	% ผีเสื้อคืบปกติ	ดักแมลงปีกดำ และผีเสื้อคืบปกติ
ค่างาวดำ	ลำต้นใต้ดิน	0.00	3.33	38.33	6.67	15.00	0.00	60.00
ค่างาวดำ	ใบ	0.00	1.67	18.33	0.00	35.00	3.33	56.67
ผกากรอง	ใบและลำต้น	0.00	6.67	18.33	3.33	20.00	0.00	41.67
ตะไคร้ต้น	ใบ	0.00	1.67	10.00	0.00	23.33	3.33	36.67
อัญชิวาว	ราก	0.00	0.00	18.33	0.00	11.67	0.00	30.00
สาบหมา	ใบและลำต้น	1.67	6.67	10.00	5.00	10.00	3.33	28.33
จะค้ำน	ใบและลำต้น	0.00	0.00	15.00	3.33	10.00	0.00	28.33
บอระเพ็ด	ลำต้น	1.67	5.00	16.67	1.67	6.67	0.00	25.00
ชะพลู	ใบ	0.00	1.67	6.67	0.00	16.67	0.00	23.34
ตะไคร้หอม	ใบ	3.33	3.33	11.67	3.33	8.33	0.00	23.33
ชาหอม	ใบ	1.67	3.33	5.00	3.33	15.00	0.00	23.33
ประยงค์	ใบ	0.00	3.33	8.33	0.00	13.33	0.00	21.67
แก้วเมืองจีน	ใบและลำต้น	0.00	3.33	11.67	3.33	5.00	0.00	20.00
ติปิเต	ผล	0.00	0.00	3.33	0.00	16.67	0.00	20.00
ประยงค์	ทั้งกิ่ง	0.00	1.67	6.67	3.33	8.33	0.00	18.33
หนอนตายหยาก	ราก	0.00	1.67	11.67	0.00	1.67	3.33	16.67
บัวตอง	ดอก	0.00	1.67	6.67	0.00	1.67	0.00	8.33

4.2. ความเป็นพิษของสารสกัดหยาบด้วยเมทธานอลจากผลคิปลีที่มีต่อหนอนกระทู้ผัก

4.2.1 การตรวจสอบความเป็นพิษ

1. วิธีจุ่มใบพืชในสาร (leaf dipping method)

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบด้วยเมทธานอลจากผลคิปลีโดยวิธีจุ่มใบพืชในสารสกัดหยาบความเข้มข้นต่างๆ ก่อนนำไปใช้เป็นอาหารเลี้ยงหนอนวัยที่ 3 บันทึกผลที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง แสดงไว้ดังตารางที่ 4 พบว่าเปอร์เซ็นต์ตายของหนอนเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบที่ระดับความเข้มข้นสารสกัดหยาบเดียวกัน เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนที่ 48 ชั่วโมง จะเพิ่มขึ้นมากกว่าที่ 24 ชั่วโมง แต่ที่ 72 ชั่วโมง พบว่าไม่มีการตายของหนอนเพิ่มขึ้นจากที่ 48 ชั่วโมง แต่อย่างไรก็ตาม ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์มีหนอนตายที่ 48 ชั่วโมง 12.50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเท่ากับเปอร์เซ็นต์ตายของหนอนที่เวลา 24 ชั่วโมง แต่ระดับความเข้มข้นของสารสกัดหยาบสูงกว่าคือ 1 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์ตายของหนอนกระทู้ผักที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง หลังจากเลี้ยงด้วยใบที่ได้รับสาร โดยวิธีจุ่มในสารสกัดหยาบด้วยเมทธานอลจากผลคิปลี

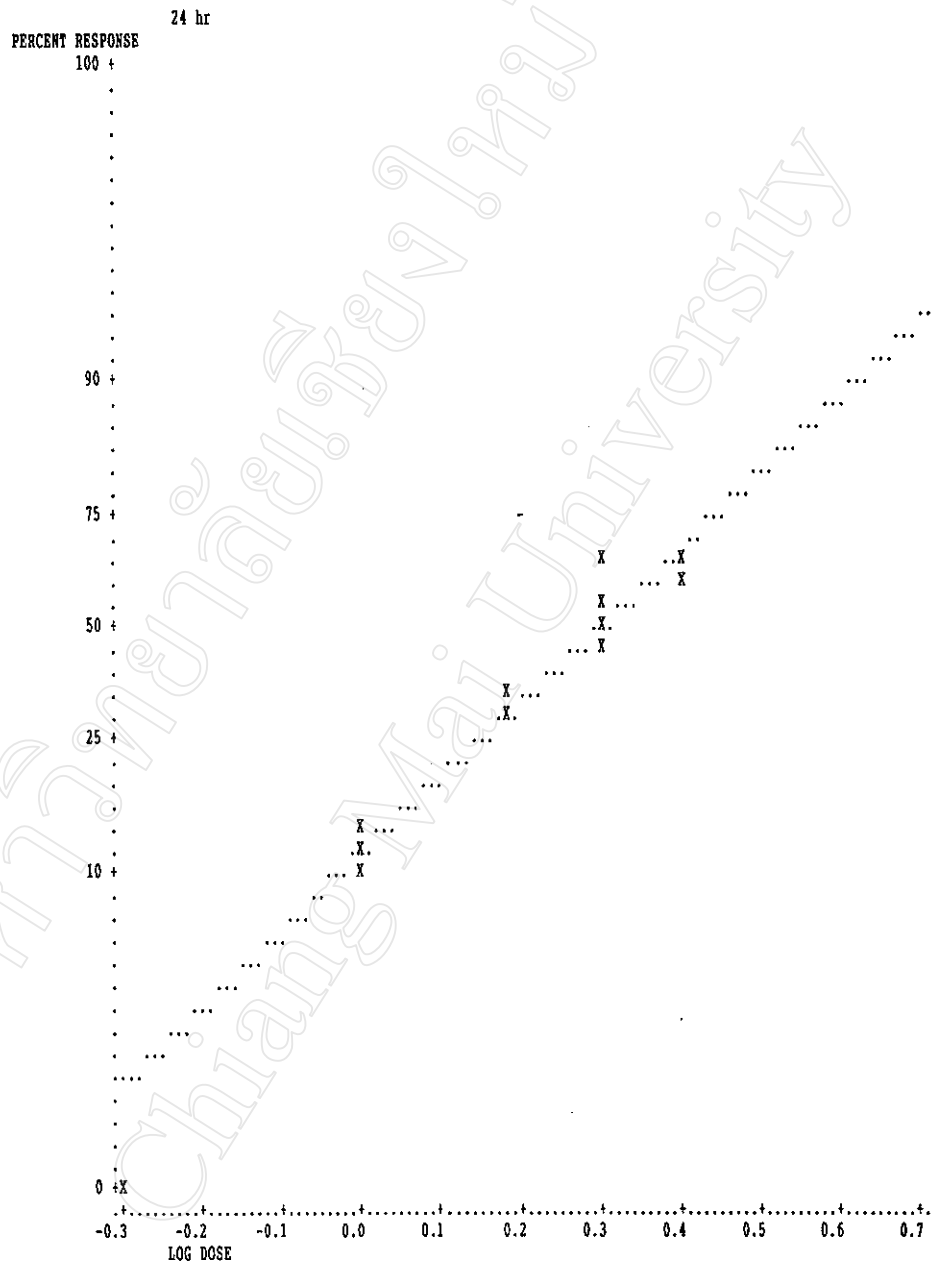
ความเข้มข้น (เปอร์เซ็นต์)	เปอร์เซ็นต์ตายที่เวลา*		
	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง
0	0	0	0
0.5	0	12.50	12.50
1.0	12.50	22.50	22.50
1.5	32.75	35.00	35.00
2.0	53.75	60.00	60.00
2.5	61.75	65.00	65.00

* ค่าเฉลี่ยจากจำนวนหนอนที่ใช้ศึกษากรรมวิธีละ 40 ตัว

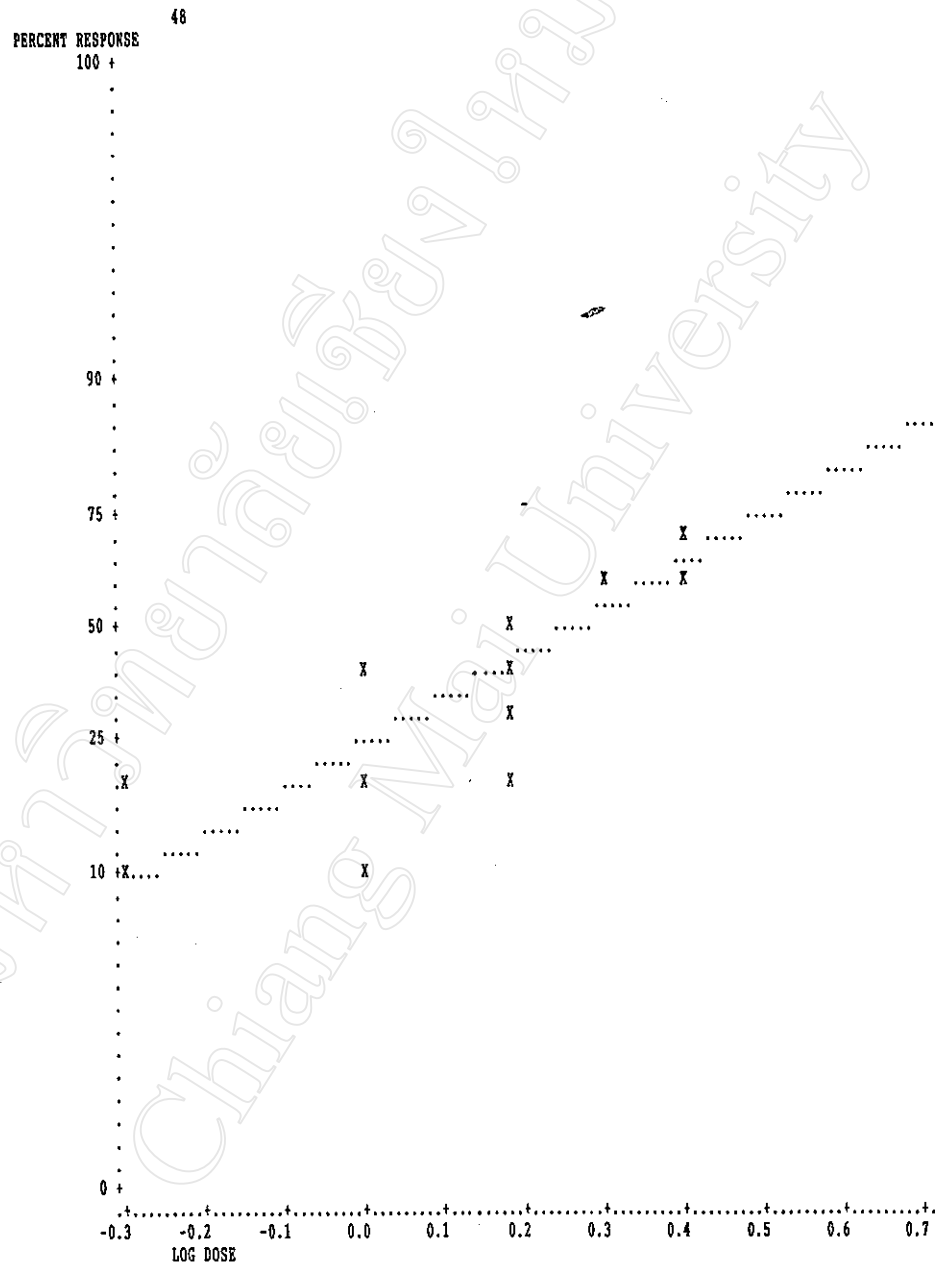
จากการนำข้อมูลเปอร์เซ็นต์ตายของหนอนกระทู้ผักที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง มาคำนวณหาค่า oral LC₅₀ และ oral LC₉₀ ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงระดับความเข้มข้นของสารทดลองที่จะทำให้หนอนตายร้อยละ 50 และร้อยละ 90 ตามลำดับ ในกรณีของเปอร์เซ็นต์ตายที่ 72 ชั่วโมง ไม่ได้นำไปวิเคราะห์หาค่า oral LC₅₀ และ oral LC₉₀ เนื่องจากมีค่าเปอร์เซ็นต์ตายของหนอนเท่ากับที่ 48 ชั่วโมง (ตารางที่ 5 และภาพที่ 5 และ 6) ความเข้มข้นที่ทำให้หนอนกระทู้ผักตายร้อยละ 50 และ 90 ที่ 24 ชั่วโมงเท่ากับ 1.984 เปอร์เซ็นต์ และ 4.171 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และความเข้มข้นที่ทำให้หนอนกระทู้ผักตายร้อยละ 50 และ 90 ที่ 48 ชั่วโมง เท่ากับ 1.813 เปอร์เซ็นต์ และ 4.135 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ค่า oral LC₅₀ และ oral LC₉₀ ของสารสกัดหยาบด้วยเมทธานอลจากผลดิบปลีที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

เวลา (ชั่วโมง)	oral LC ₅₀		oral LC ₉₀	
	เปอร์เซ็นต์	สคต.	เปอร์เซ็นต์	สคต.
24	1.984	19,844	4.178	41,715
48	1.813	18,128	4.135	41,347



ภาพที่ 5 ค่า oral LC_{50} และ oral LC_{90} ของสาร สกัดหยาบด้วยเมทธานอลจากผลดีปติที่เวลา 24 ชั่วโมง เมื่อวิเคราะห์ด้วย โปรแกรม Logit PC



ภาพที่ 6 ค่า oral LC_{50} และ oral LC_{90} ของสารสกัดหยาบด้วยเมทธานอลจากผลดีปติ
ที่เวลา 48 ชั่วโมง เมื่อวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Logit PC

2. วิธีหาคาสารสกัดหยาบลงบนตัวหนอน (topical application method)

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบด้วยเมธานอลจากผลดีปลีโดยวิธีหาคาสารสกัดหยาบลงบนตัวหนอนบันทึกผลที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง แสดงไว้ดังตารางที่ 6 ปรากฏผลคล้ายกับวิธีการจุ่มใบในสารสกัดหยาบ โดยเปอร์เซ็นต์ตายของหนอนเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้น และหลังจาก 48 ชั่วโมงพบว่าหนอนมีเปอร์เซ็นต์การตายเพิ่มขึ้นอีก ที่ 72 ชั่วโมงก็ยังคงพบการตายของหนอนเพิ่มขึ้นได้อีก โดยเฉพาะที่ระดับความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ทำให้หนอนตาย 100 เปอร์เซ็นต์ภายในเวลา 72 ชั่วโมงหลังจากหาคาสารสกัดลงบนตัวหนอน

ตารางที่ 6 เปอร์เซ็นต์ตายของหนอนกระทู้ผักที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง หลังจากหาคาสารสกัดหยาบด้วยเมธานอลจากผลดีปลีลงบนตัวหนอน

ความเข้มข้น (เปอร์เซ็นต์)	เปอร์เซ็นต์ตายที่เวลา*		
	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง
0	0	0	0
0.5	30.00	35.14	40.90
1.0	67.50	81.08	84.58
1.5	85.00	91.89	100.00
2.0	92.50	97.30	100.00
2.5	92.50	97.30	100.00

* ค่าเฉลี่ยจากจำนวนหนอนที่ใช้ศึกษากรรมวิธีละ 40 ตัว

จากการนำข้อมูลเปอร์เซ็นต์ตายของหนอนกระทู้ผักที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง (ตารางที่ 6) ไปคำนวณด้วยโปรแกรม Logit PC ค่า LD_{50} และ LD_{90} ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณสารทดลองที่จะทำให้หนอนตายร้อยละ 50 และร้อยละ 90 ตามลำดับ (ตารางที่ 7 และภาพที่ 7, 8 และ 9) ปริมาณสารสกัดหยาบด้วยเมธานอลจากผลดีปลีที่ทำให้หนอนกระทู้ผักตายร้อยละ 50 และ 90 ที่ 24 ชั่วโมง คิดเป็นสารออกฤทธิ์(ai) เท่ากับ 0.72 เปอร์เซ็นต์ และ 1.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หรือ ค่า LD_{50} และ LD_{90} ที่ 24 ชั่วโมง เท่ากับ 72.09 ไมโครกรัมต่อตัว และ 190.10 ไมโครกรัมต่อตัวตามลำดับ

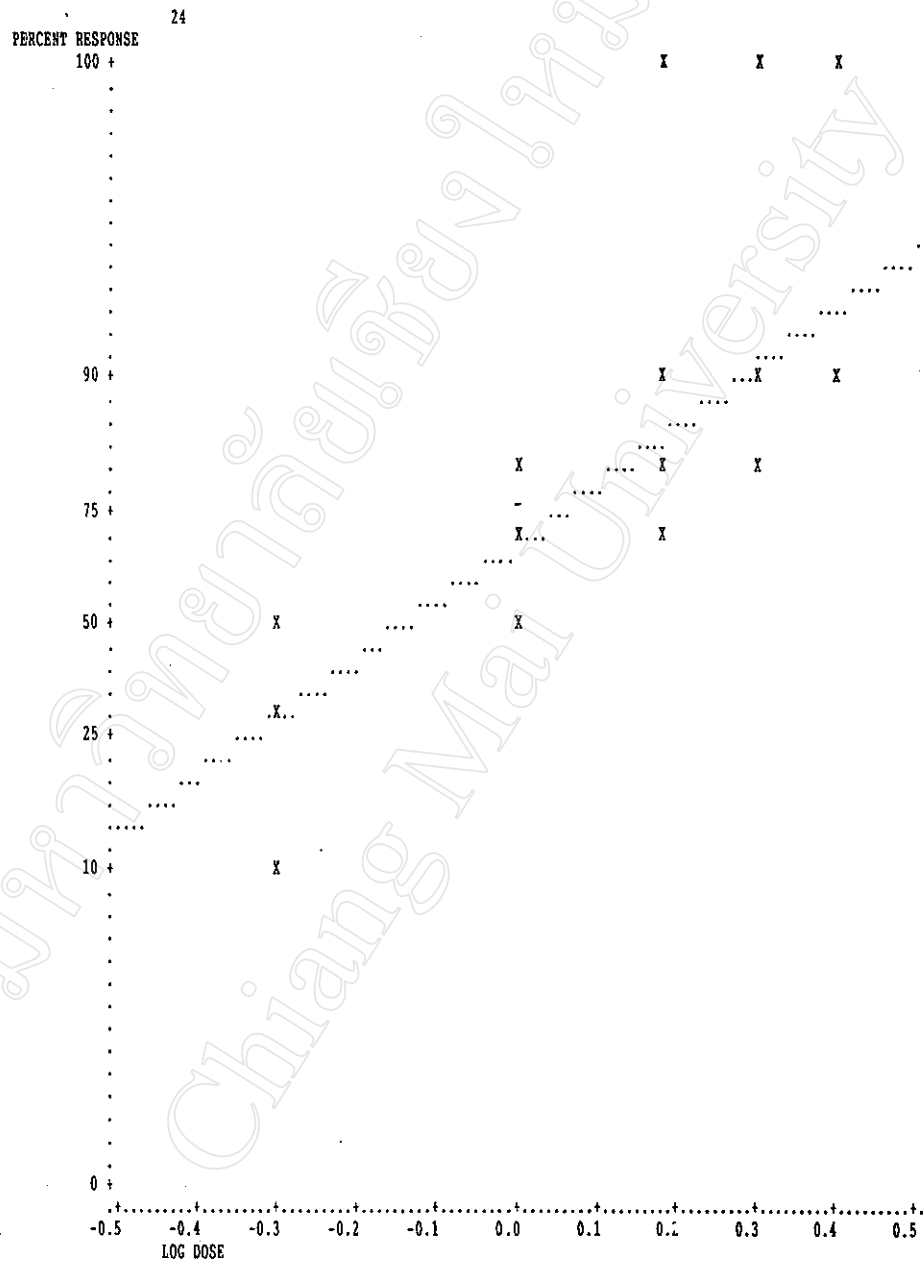
ที่ 48 ชั่วโมงปริมาณสารสกัดหยาบด้วยเมทธานอลจากผลคิปลีที่ทำให้หนอนกระตุ้คตายร้อยละ 50 และ 90 (LD_{50} และ LD_{90}) คิดเป็นสารออกฤทธิ์(ai)เท่ากับ 0.61 เปอร์เซ็นต์ และ 1.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หรือเท่ากับ 61.33 ไมโครกรัมต่อตัว และ 134.06 ไมโครกรัมต่อตัว ตามลำดับ

และที่ 72 ชั่วโมง มีค่า LD_{50} และ LD_{90} คิดเป็นสารออกฤทธิ์(ai)เท่ากับ 0.56 เปอร์เซ็นต์ และ 0.99 เปอร์เซ็นต์ หรือเท่ากับ 56.42 ไมโครกรัมต่อตัว และ 99.34 ไมโครกรัมต่อตัว ตามลำดับ

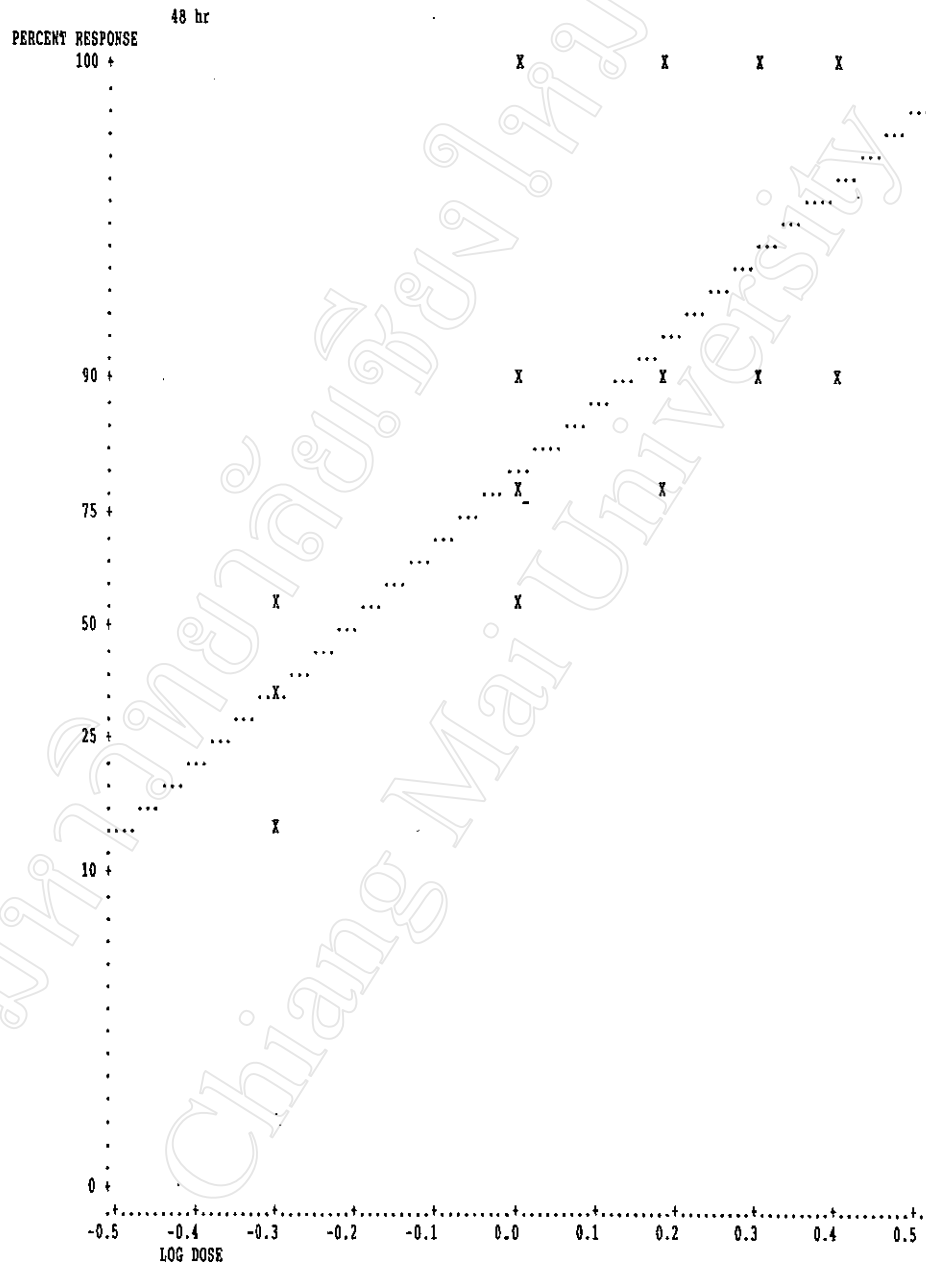
ตารางที่ 7 ค่า LD_{50} และ LD_{90} ของสารสกัดหยาบด้วยเมทธานอลจากผลคิปลีที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง

เวลา(ชั่วโมง)	LD_{50}		LD_{90}	
	เปอร์เซ็นต์(ai)	ไมโครกรัม/ตัว*	เปอร์เซ็นต์(ai)	ไมโครกรัม/ตัว
24	0.72	72.09	1.90	190.10
48	0.61	61.33	1.34	134.06
72	0.56	56.42	0.99	99.34

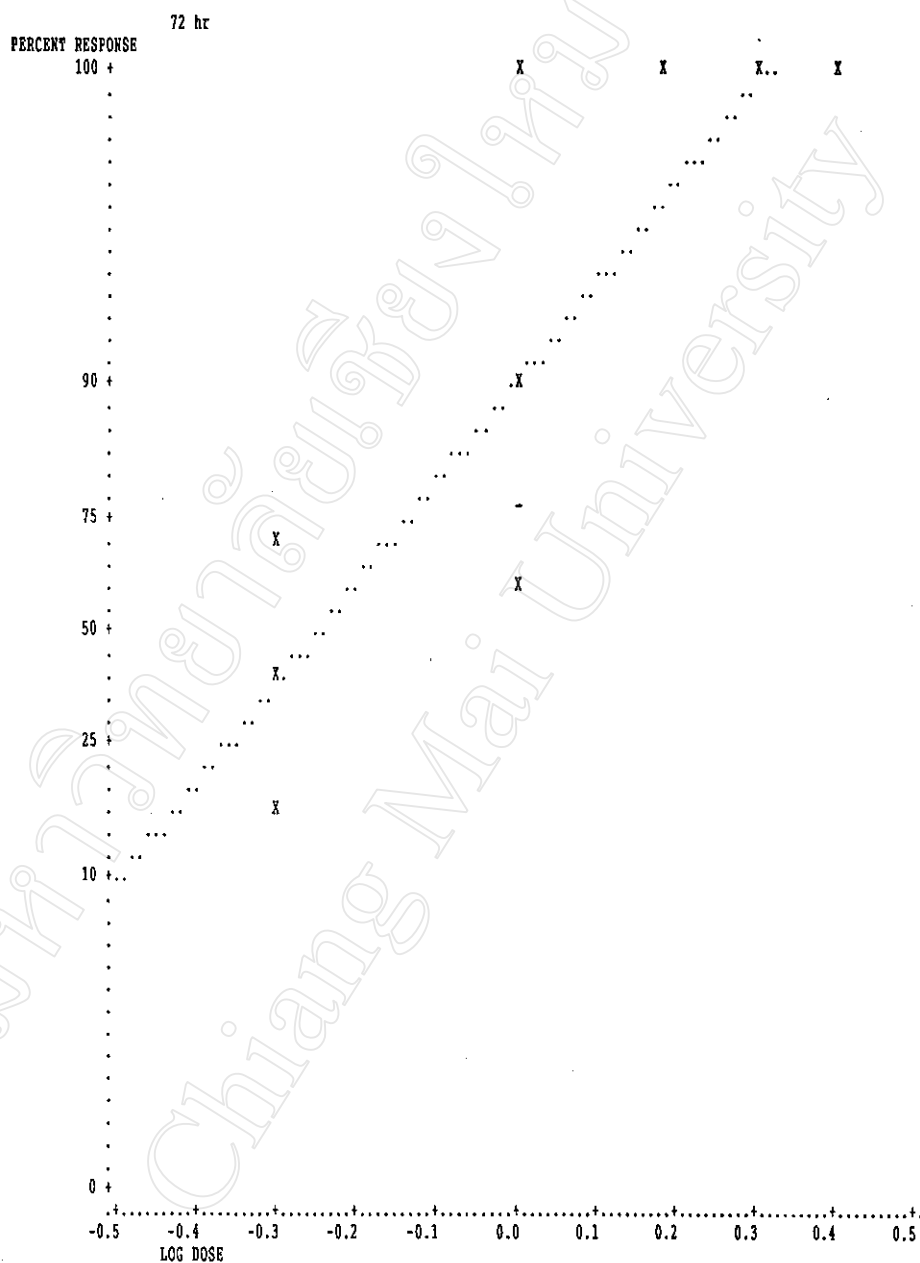
* ปริมาณสารออกฤทธิ์ต่อตัว = เปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์ x ปริมาณสารที่หยด (ไมโครลิตร) x 10 (ไมโครกรัม/ตัว)



ภาพที่ 7 ค่า LD_{50} และ LD_{90} ของสารสกัดหยาบด้วยเมทานอลจากผลคัสปีลี ที่เวลา 24 ชั่วโมง
เมื่อวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Logit PC



ภาพที่ 8 ค่า LD_{50} และ LD_{90} ของสารสกัดหยาบด้วยเมทานอลจากผลคิปลี ที่เวลา 48 ชั่วโมง เมื่อวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Logit PC



ภาพที่ 9 ค่า LD_{50} และ LD_{90} ของสารสกัดหยาบด้วยเมทานอลจากผลดิบลิ ที่เวลา 72 ชั่วโมง เมื่อวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Logit PC

4.2.2 ผลกระทบของสารสกัดหยาบจากผลดีป्लीต่อคะน้ำในสภาพแปลงปลูก

การศึกษาผลกระทบของสารสกัดหยาบจากผลดีป्लीต่อคะน้ำในสภาพแปลงปลูกครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาใน 3 ประเด็น ได้แก่ ประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดแมลง ผลกระทบต่อการเจริญเติบโตคะน้ำและผลกระทบต่อปริมาณและคุณภาพผลผลิต ปรากฏผลการทดลองดังต่อไปนี้

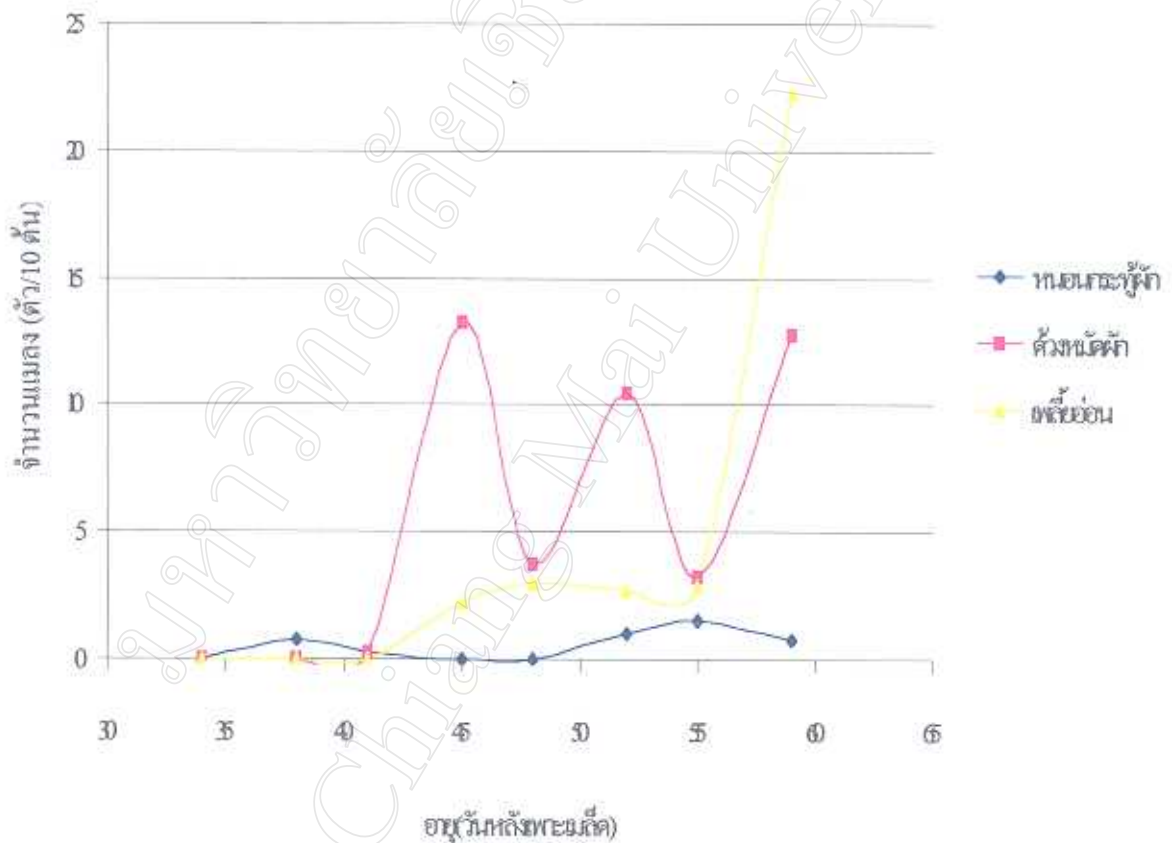
1) ประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดแมลง

ก. การระบาดของแมลงในแปลงควบคุม

เพื่อศึกษาถึงการระบาดของแมลงในสภาพปกติที่ไม่ได้ฉีดพ่นด้วยสารสกัดหยาบจากผลดีป्ली จึงตรวจนับจำนวนแมลงในแปลงควบคุม (control) ตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโตของพืชได้แก่ ระยะก่อนพ่นและหลังพ่นสารแต่ละครั้ง แมลงที่เข้าทำลายได้แก่ หนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura* F.) ค้างหมัดผัก (*Phyllotreta simuata* Steph.) และ เพลี้ยอ่อน (*Aphis* sp.) โดยสุ่มนับจากต้นคะน้ำ 10 ต้นต่อแปลง แสดงไว้ในภาพที่ 10 จะเห็นได้ว่ามีหนอนกระทู้ผักเข้าทำลายแปลงทดลองน้อยมากประมาณ 1-2 ตัว ซึ่งตรวจพบหนอนระบาดอยู่ 2 ระยะ คือระยะแรกระหว่างหลังพ่นครั้งที่ 1 (คะน้ำอายุ 38 วันหลังจากเพาะเมล็ด) ถึงก่อนพ่นครั้งที่ 2 (คะน้ำอายุ 41 วันหลังจากเพาะเมล็ด) และระยะที่ 2 ระหว่างหลังพ่นสารครั้งที่ 3 (คะน้ำอายุ 52 วันหลังจากเพาะเมล็ด) ถึงก่อนพ่นสารครั้งที่ 4 (คะน้ำอายุ 55 วันหลังจากเพาะเมล็ด)

สำหรับค้างหมัดผักนั้นในระยะแรกถึงก่อนพ่นสารครั้งที่ 2 (คะน้ำอายุ 41 วันหลังจากเพาะเมล็ด) ไม่พบค้างหมัดผักเข้าทำลาย เริ่มตรวจพบค้างหมัดผักเมื่อหลังพ่นสารครั้งที่ 2 (คะน้ำอายุ 45 วันหลังจากเพาะเมล็ด) เฉลี่ย 13.25 ตัว ก่อนพ่นสารครั้งที่ 3 (คะน้ำอายุ 48 วันหลังจากเพาะเมล็ด) เฉลี่ย 3.75 หลังพ่นครั้งที่ 3 (คะน้ำอายุ 52 วันหลังจากเพาะเมล็ด) เฉลี่ย 10.5 ตัว ก่อนพ่นสารครั้งที่ 4 (คะน้ำอายุ 55 วันหลังจากเพาะเมล็ด) เฉลี่ย 3.25 ตัว และหลังพ่นครั้งที่ 4 (คะน้ำอายุ 59 วันหลังจากเพาะเมล็ด) เฉลี่ย 12.75 ตัว ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวอาจกล่าวได้ว่ามีจำนวนค้างหมัดผักเข้าทำลายแปลงไม่สม่ำเสมอ เพราะมีจำนวนเพิ่มและลดของประชากรทุกครั้งของการตรวจนับแมลง

ในภาพที่ 10 จะเห็นได้ว่าไม่พบเพลี้ยอ่อนในระยะแรกถึงก่อนพ่นสารครั้งที่ 2 (ค่น้ำอายุ 41 วันหลังจากเพาะเมล็ด) เช่นกัน เริ่มพบเพลี้ยอ่อนหลังพ่นสารครั้งที่ 2 (ค่น้ำอายุ 45 วันหลังจากเพาะเมล็ด) เฉลี่ย 2.25 ตัว ก่อนพ่นสารครั้งที่ 3 (ค่น้ำอายุ 48 วันหลังจากเพาะเมล็ด) เฉลี่ย 3 ตัว หลังพ่นสารครั้งที่ 3 (ค่น้ำอายุ 52 วันหลังจากเพาะเมล็ด) เฉลี่ย 3 ตัว ก่อนพ่นสารครั้งที่ 4 (ค่น้ำอายุ 55 วันหลังจากเพาะเมล็ด) เฉลี่ย 0.5 ตัว การทดลองนี้พบเพลี้ยอ่อนจำนวนมากที่สุดเมื่อหลังพ่นสารครั้งสุดท้าย หลังพ่นสารครั้งที่ 4 (ค่น้ำอายุ 59 วันหลังจากเพาะเมล็ด) เฉลี่ย 22.25 ตัว



ภาพที่ 10 จำนวนหนอนกระทุ้งค์ ศึ่งหมัดคัก และเพลี้ยอ่อน ในแปลงที่ไม่ได้พ่นสาร (แปลงควบคุม)

ข. ประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดแมลงของสารสกัดหยาบด้วยเมทธานอลจากผลคิปลี

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบด้วยเมทธานอลจากผลคิปลีและผลของสาร azadirachtin และสาร permethrin ในการควบคุมหนอนกระทู้ผัก ผลการทดลองในทุกหัวข้อได้รวบรวมไว้ด้วยกันเพื่อสะดวกในการเปรียบเทียบ(ภาพที่ 11) และเพื่อสะดวกในการอภิปราย จึงได้แบ่งเส้นกราฟในแต่ละกลุ่มของสารสกัดออกเป็นภาพย่อยที่ 11.1-11.9 ด้วย

ในกรณีของสารสกัดหยาบด้วยเมทธานอลจากผลคิปลีเปรียบเทียบในระดับความเข้มข้น 5, 10 และ 20 กรัมต่อลิตร ต่อการระบาดของหนอนกระทู้ผัก (ภาพย่อยที่ 11.1) จะเห็นได้ว่าสารสกัดหยาบด้วยเมทธานอลจากผลคิปลีที่ระดับความเข้มข้นที่ 10 (MP10) และ 20 (MP20) กรัมต่อลิตร จะแสดงแนวโน้มค่อนข้างดีในการควบคุมการระบาดของหนอนกระทู้ผักทั้งในการระบาดครั้งที่ 1 (ค่อน้ำอายุ 38 วันหลังจากเพาะเมล็ด) และครั้งที่ 2 (ค่อน้ำอายุ 52 วันหลังจากเพาะเมล็ด) สารสกัดหยาบในความเข้มข้นดังกล่าวแสดงผลค่อนข้างดีในการควบคุมด้วงหมัดผักเช่นกัน โดยเฉพาะในช่วงที่มีการระบาดค่อนข้างมาก สารสกัดหยาบสามารถลดจำนวนด้วงหมัดผักจากเดิม 10-15 ตัว ลงเหลือประมาณ 5-7 ตัวต่อ 10 ต้น คือลดลงประมาณครึ่งหนึ่ง (ภาพย่อยที่ 11.2)

ในกรณีของเพลี้ยอ่อนสารสกัดหยาบด้วยเมทธานอลจากผลคิปลี ในทุกความเข้มข้น (ภาพย่อยที่ 11.3) แสดงผลค่อนข้างดีในการควบคุมจำนวนแมลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการระบาดค่อนข้างรุนแรง เมื่อค่อน้ำอายุ 59 วันหลังจากเพาะเมล็ดอายุ ซึ่งมีจำนวนเพลี้ยอ่อนระบาดประมาณ 22 ตัวต่อ 10 ต้น สารสกัดหยาบด้วยเมทธานอลทุกความเข้มข้นสามารถควบคุมจำนวนเพลี้ยอ่อนให้เหลือค่าเฉลี่ยเพียงประมาณ 0-3 ตัวต่อ 10 ต้น

ก. ประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดแมลงของสารสกัดหยาบด้วยน้ำจากผลดีปลี

ผลของสารสกัดหยาบด้วยน้ำจากผลดีปลีต่อการระบาดของหนอนกระทู้ผัก ค้างหมัดผัก และเพลี้ยอ่อน ได้แสดงไว้ในภาพย่อยที่ 11.4-11.6 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าสารสกัดหยาบด้วยน้ำจะแสดงผลค่อนข้างชัดเจนในการควบคุมหนอนกระทู้ผัก โดยจะทำให้จำนวนหนอนกระทู้ผักเฉลี่ยต่อ 10 ต้นมีจำนวนลดลงได้บ้างในระยะเวลาที่มีการระบาดมาก (ค่อน้ำอายุ 55 วันหลังจากเพาะเมล็ด) อย่างไรก็ตามผลของสารสกัดหยาบด้วยน้ำในการควบคุมจำนวนหนอนกระทู้ผักไม่มีความชัดเจนเพียงพอ เพราะค่าเฉลี่ยจำนวนหนอน ในขณะที่ค่อน้ำมีอายุน้อยยังมีค่าใกล้เคียงกับแปลงควบคุม

ทำนองเดียวกับสารสกัดหยาบด้วยเมทธานอล สารสกัดหยาบด้วยน้ำจากผลดีปลีก็ไม่แสดงผลเด่นชัดในการควบคุมหนอนกระทู้ผัก ค้างหมัดผัก และเพลี้ยอ่อน (ภาพย่อยที่ 11.5-11.6) ยกเว้นเมื่ออายุค่อน้ำประมาณ 60 วัน ซึ่งมีการระบาดของเพลี้ยอ่อนค่อนข้างมาก (22 ตัวต่อ 10 ต้น) สารสกัดหยาบด้วยน้ำจากผลดีปลีความเข้มข้น 100 และ 200 กรัมต่อลิตร สามารถลดจำนวนเพลี้ยอ่อนลงเหลือ 2-3 ตัวต่อ 10 ต้นเท่านั้น

ง. ประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดแมลงของสาร azadirachtin และ permethrin

เมื่อเปรียบเทียบกับการระบาดของหนอนกระทู้ผัก ค้างหมัดผัก และเพลี้ยอ่อนในแปลงควบคุม ทั้งสาร azadirachtin (AZT) และสาร permethrin (PYR) ไม่สามารถแสดงผลอย่างชัดเจนในการควบคุมแมลงทั้ง 3 ชนิด ยกเว้นในช่วงระยะเวลาที่ต้นค่อน้ำมีอายุ 55-60 วัน ซึ่งทั้งสาร azadirachtin และ permethrin ได้แสดงแนวโน้มค่อนข้างชัดเจนในการลดจำนวนหนอนกระทู้ผัก และค้างหมัดผัก ในแปลงปลูกค่อน้ำได้ (ภาพย่อยที่ 11.7-11.8) ส่วนในกรณีของเพลี้ยอ่อนสาร azadirachtin สามารถลดจำนวนปริมาณเพลี้ยอ่อนลงเหลือเพียง 10 ตัวต่อ 10 ต้น ในขณะที่ค่อน้ำที่ได้รับสาร permethrin มีจำนวนเพลี้ยอ่อนเฉลี่ยใกล้เคียงกับแปลงควบคุมคือประมาณ 22 ตัวต่อ 10 ต้น (ภาพย่อยที่ 11.9)

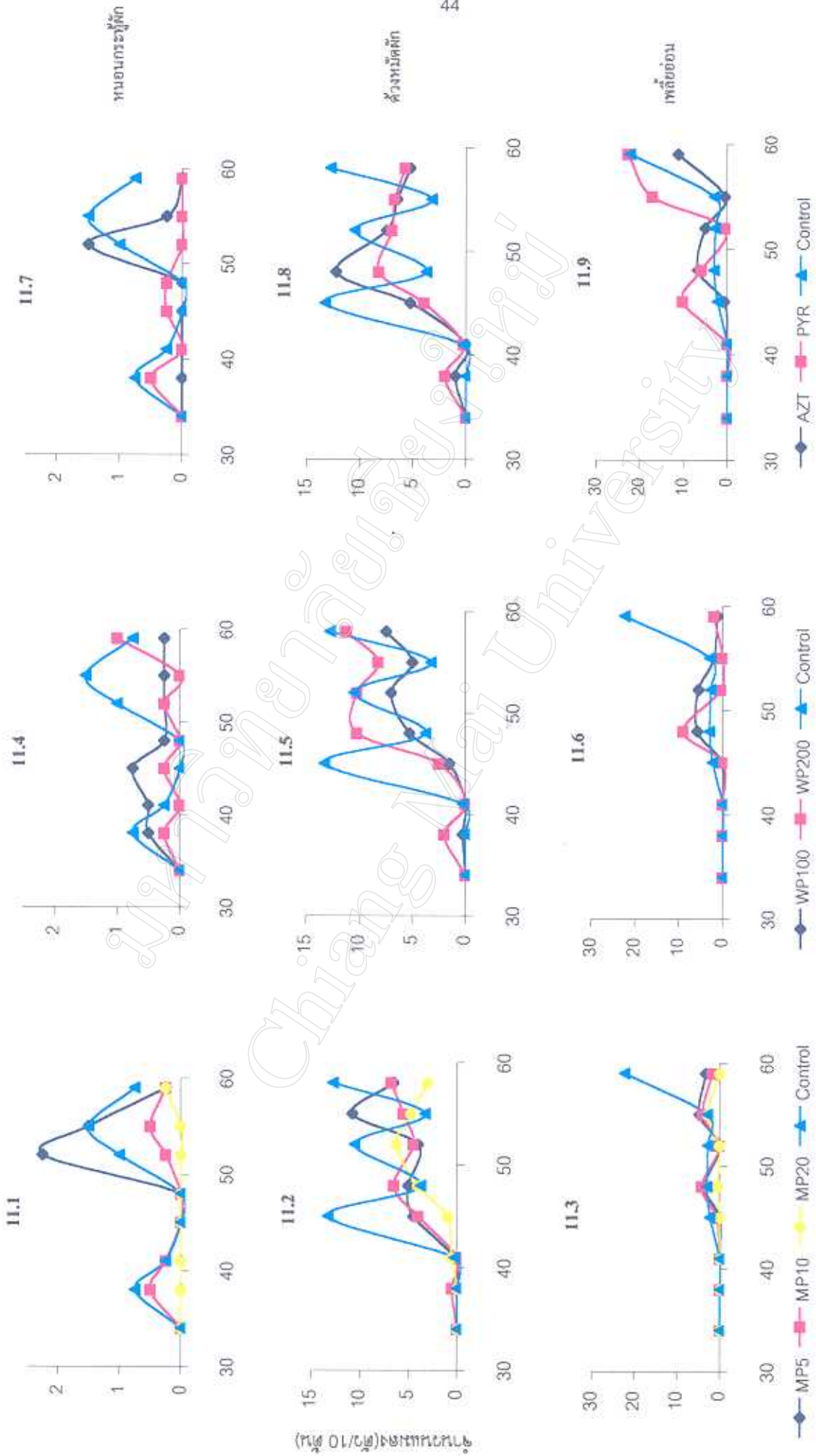
จ. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดแมลงของสารสกัดหยาบจากผลคิปลี, สาร azadirachtin และสาร permethrin

การนับจำนวนกระชู้ฝักในการศึกษาครั้งนี้พบการระบาดสูงสุดเพียง 2 ตัวต่อ 10 ต้น โดยมีการระบาดมากในช่วงที่ต้นคะน้ามียุอายุ 48-59 วัน สารสกัดหยาบด้วยเมทธานอลจากผลคิปลีที่ระดับความเข้มข้น 10 และ 20 กรัมต่อลิตร สามารถลดจำนวนหนอนลงเหลือเฉลี่ยเพียง 0-0.5 ตัวต่อต้น ใกล้เคียงกับสารสกัดหยาบด้วยน้ำที่ระดับความเข้มข้น 100 กรัมต่อลิตร (WP100, ภาพย่อยที่ 11.4) และ สาร azadirachtin และ สาร permethrin (ภาพย่อยที่ 11.7)

สารสกัดหยาบด้วยเมทธานอลจากผลคิปลีดังกล่าว แสดงแนวโน้มที่ค่อนข้างดีในการควบคุมจำนวนด้วงหมัดฝักใกล้เคียงกับสารสกัดหยาบด้วยน้ำความเข้มข้น 100 กรัมต่อลิตร (WP100) และสาร permethrin โดยมีจำนวนด้วงหมัดฝักระบาดในช่วงคะน้ามียุอายุ 48-60 วัน เฉลี่ย 7 ตัว ต่ำกว่าแปลงควบคุมซึ่งพบด้วงหมัดฝักมากกว่า 10 ตัว

ส่วนฤทธิ์ในการควบคุมเพลี้ยอ่อน สารสกัดหยาบด้วยเมทธานอลจากผลคิปลีและด้วยน้ำทุกความเข้มข้นตลอดจนสาร azadirachtin และสาร permethrin แสดงผลใกล้เคียงกับแปลงควบคุม โดยมีการระบาดของเพลี้ยอ่อนน้อยมากต่อเมื่ออายุ 60 วัน ซึ่งมีการระบาดของเพลี้ยอ่อนอย่างชัดเจน พบว่าสารสกัดหยาบด้วยเมทธานอลและด้วยน้ำให้ผลดีเท่ากับสาร azadirachtin และดีกว่าไม่มีการใช้สารสกัดเลย (แปลงควบคุม) (ภาพย่อยที่ 11.3, 11.6, 11.9)

ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าการระบาดแมลงศัตรูคะน้ามีน้อยกว่าที่ควรจะเป็น ฉะนั้นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสารสกัดหยาบจากคิปลี, สาร azadirachtin และสาร permethrin จึงไม่ชัดเจนและไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จึงได้นำผลกระทบต่อกำหนดแมลงที่ระบาดตลอดฤดูปลูกมาเปรียบเทียบกัน เพื่อหาแนวโน้มของประสิทธิภาพการควบคุมแมลงดังต่อไปนี้



อายุ(วัน)

ภาพที่ 11 ประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดหนอนกระชูดัก ค้างหมัดัก และเพลี้ยอ่อนของสารสกัดหยาบจากผลดิบลิ้น, สาร azadirachtin และสาร permethrin

ตารางที่ 8 จำนวนหนอนกระตู่ปัก ค้างหมัดปัก และเพลี้ยอ่อน ตลอดฤดูปลูก (ตัว/10 ต้น)

กรรมวิธี	หนอนกระตู่ปัก	ค้างหมัดปัก	เพลี้ยอ่อน
MP5	4.00 ^{1/}	31.00 ^{1/}	11.50 ^{1/}
MP10	1.75	24.75	10.75
MP20	0.25	18.50	2.32
WP100	2.75	26.50	14.75
WP200	1.75	44.50	11.50
AZT	1.75	37.75	24.25
PYR	0.75	34.00	37.75
control	4.25	43.75	30.75

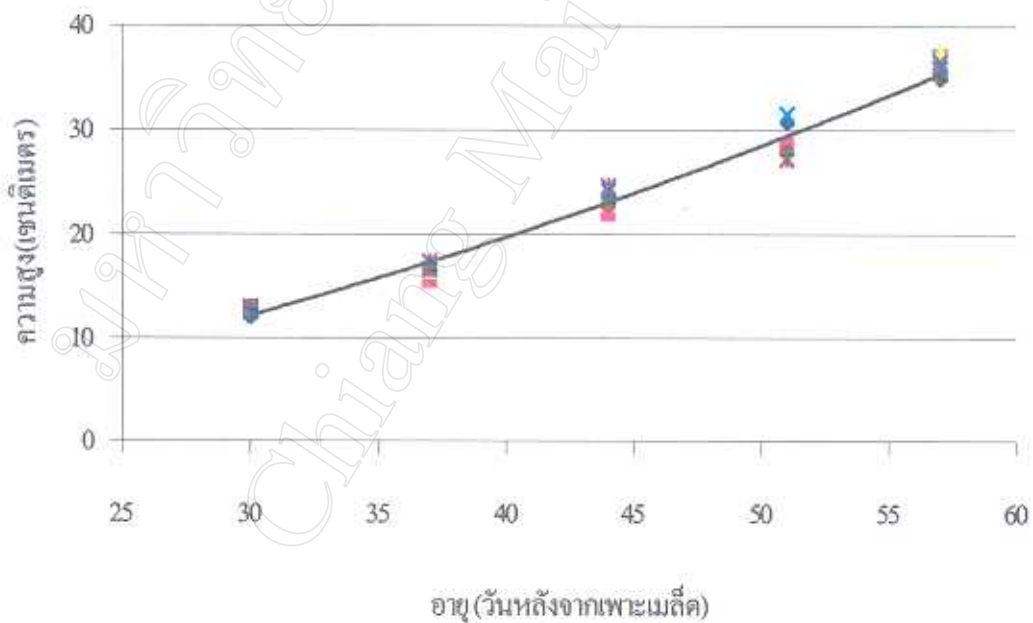
^{1/} ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p < 0.05$)

2) ผลต่อการเจริญเติบโตของคะน้า

ก. ความสูง จำนวนใบ และพื้นที่ใบเฉลี่ยต่อต้น

ความสูงของต้นคะน้าในการทดลองนี้เริ่มบันทึกเมื่อต้นคะน้าตั้งตัวได้ภายหลังจากย้ายปลูกต้นกล้า ซึ่งรวมอายุได้ 30 วันหลังจากวันเพาะเมล็ด หลังจากนั้นทำการวัดความสูงครั้งต่อไปเมื่อเวลาผ่านไปทุกๆ 1 สัปดาห์ แสดงในภาพที่ 12

ภายหลังตั้งตัวได้คะน้ามีการเจริญเติบโตทางความสูงอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามเมื่อนำค่าความสูงของแต่ละสัปดาห์มาวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติระหว่างต้นที่ได้รับสารสกัดหยาบจากผลดีป्ली สาร azadirachtin และสาร permethrin พบว่าสารที่ใช้ในการทดลองทุกชนิดไม่ทำให้ความสูงของต้นคะน้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพที่ 12 ความสูงของต้นคะน้าเมื่ออายุ 30-57 วัน เปรียบเทียบระหว่างเมื่อได้รับสารสกัดหยาบด้วยเมทธานอลจากผลดีป्ली (5, 10 และ 20 กรัมต่อลิตร) สารสกัดหยาบด้วยน้ำจากผลดีป्ली (100 และ 200 กรัมต่อลิตร) สาร azadirachtin และ สาร permethrin (เส้นกราฟคือเส้นเชื่อมจุดความสูงของพืชในแปลงควบคุม)

ในการทำงานเดียวกันสารสกัดหยาบจากผลดีป्ली, สาร azadirachtin และสาร permethrin ก็ไม่มีผลทำให้จำนวนใบ และพื้นที่ใบ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ค่าความสูง จำนวนใบ และ พื้นที่ใบค่น้ำเปรียบเทียบระหว่างการใช้สารสกัดหยาบจากผลดีป्ली, สาร azadirachtin และสาร permethrin

กรรมวิธี	ความสูง (ซม) ^{2/}	จำนวน (ใบ) ^{3/}	พื้นที่ใบต่อต้น (ซม ² /ต้น) ^{3/}
MP5	35.09±1.19 ^{1/}	5.25±0.48 ^{1/}	487.01±10.71 ^{1/}
MP10	37.09±0.74	5.50±0.29	555.34±22.35
MP20	37.41±2.02	4.75±0.25	432.61±26.45
WP100	36.58±1.08	4.50±0.50	454.02±60.72
WP200	36.03±1.88	5.00±0.71	516.59±93.69
AZT	35.31±1.16	4.25±0.25	432.13±40.91
PYR	35.60±0.44	4.25±0.63	341.75±85.85
control	34.82±2.71	5.00±0.71	476.62±79.71

^{1/} ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จึงแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± SE

^{2/} วัดความสูงเมื่อค่น้ำอายุ 58 วัน

^{3/} นับจำนวนใบ และวัดพื้นที่ใบเมื่อเก็บเกี่ยว (อายุ 65 วัน)

ข. ผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตค่น้ำ

ในตารางที่ 10 เป็นผลกระทบของสารสกัดหยาบจากผลดีป्ली, สาร azadirachtin และสาร permethrin ที่มีผลต่อน้ำหนักสดส่วนเหนือดิน ราก น้ำหนักรวมทั้งต้นของส่วนที่บริโภครได้ และเปอร์เซ็นต์ส่วนที่บริโภครได้ค่น้ำนักส่วนเหนือดิน ซึ่งผลของการใช้สารในการศึกษาทุกชนิดไม่ทำให้ทุกลักษณะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แม้แต่ในส่วนของผลกระทบต่อปริมาณน้ำหนักรวมทั้งลำต้น ซึ่งค่น้ำในแปลงควบคุมมีน้ำหนักสดรวมทั้งต้นเฉลี่ย 83.45 กรัม ซึ่งมีแนวโน้มสูงกว่ากรณีของค่น้ำที่พ่นสาร azadirachtin และสาร permethrin และสารสกัดหยาบจากผลดีป्लीความเข้มข้นต่างๆก็ตาม

ในกรณีของน้ำหนักรากส่วนที่บริโกลได้ ซึ่งหมายถึงน้ำหนักของคั้นและใบคะน้ำ หลังจากตัดส่วนของรากทั้ง และคัดเอาส่วนของใบพืชที่มีลักษณะไม่สวยงาม ไม่สามารถส่งจำหน่ายในตลาดได้ออกนั้น พบว่าสารที่ใช้พ่นทุกชนิดไม่มีผลทำให้น้ำหนักส่วนที่บริโกลได้ และเปอร์เซ็นต์สัดส่วนของส่วนบริโกลได้ต่อส่วนน้ำหนักสดเหนือดินแตกต่างจากที่ได้จากแปลงควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 น้ำหนักสดของคะน้ำ น้ำหนักส่วนที่บริโกลได้ และเปอร์เซ็นต์ส่วนที่บริโกลได้ต่อ น้ำหนักสดส่วนเหนือดินของคะน้ำเมื่ออายุ 65 วันหลังจากเพาะเมล็ดของแต่ละกรรมวิธีที่ได้รับสารสกัดยับยั้งจากผลคิปลิความเข้มข้นต่างๆ, สาร azadirachtin และสาร permethrin

กรรมวิธี	น้ำหนักสดส่วนเหนือดิน (กรัม)	น้ำหนักสดราก (กรัม)	น้ำหนักสดรวมทั้งต้น (กรัม)	น้ำหนักสดส่วนที่บริโกลได้ (กรัม)	ส่วนที่บริโกลได้ต่อ น้ำหนักสดส่วนเหนือดิน (%)
MP5	66.24±14.33 ^{1/}	3.47±0.72 ^{1/}	69.70	41.87±10.26 ^{1/}	63.21
MP10	69.34±2.50	3.29±0.03	72.63	42.85±1.83	61.76
MP20	67.56±14.48	4.50±1.45	72.16	40.27±7.17	59.61
WP100	73.11±8.88	3.58±0.58	79.96	44.39±8.42	60.72
WP200	74.21±13.65	3.79±0.53	78.00	42.38±8.56	57.11
AZT	52.45±5.94	2.79±0.30	55.28	29.33±3.76	55.92
PYR	61.30±10.78	3.44±0.37	64.74	34.28±7.80	55.92
control	79.34±14.97	4.12±0.64	83.45	46.46±11.47	58.56

^{1/} ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จึงแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± SE

ค. ผลต่อปริมาณผลผลิตแห้งคะน้ำ

ถึงแม้สารสกัดหยาบจากผลดีป्ली, สาร azadirachtin และสาร permethrin ไม่มีผลทำให้ผลผลิตสดและผลผลิตส่วนที่บริ โภค ได้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อนำน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินและรากของแต่ละกรรมวิธีมาเปรียบเทียบ พบว่าสารสกัดหยาบด้วยเมทธานอลจากผลดีป्लीที่ระดับความเข้มข้น 10 กรัมต่อลิตร (MP10) จะทำให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินสูงสุดเฉลี่ย 5.68 กรัมต่อตัน ซึ่งสูงกว่าการใช้สาร azadirachtin และสาร permethrin และคะน้ำในแปลงควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่สารสกัดหยาบด้วยเมทธานอลและน้ำจากผลดีป्लीในทุกความเข้มข้นไม่ทำให้น้ำหนักส่วนเหนือดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 11)

ในส่วนน้ำหนักแห้งของราก สารสกัดหยาบด้วยเมทธานอลและน้ำจากผลดีป्लीทุกความเข้มข้น (ยกเว้นที่สกัดด้วยน้ำ 200 กรัมต่อลิตร, WP200) จะทำให้น้ำหนักแห้งของรากต่ำกว่าคะน้ำจากแปลงควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคะน้ำจากแปลงควบคุมจะมีน้ำหนักแห้งรากเฉลี่ยสูงสุดที่ 0.36 กรัมต่อตัน ทำให้สัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินต่อรากของคะน้ำจากแปลงควบคุมมีค่าต่ำที่สุดคือ 10.65 ซึ่งต่ำกว่าคะน้ำที่ใช้สารสกัดหยาบจากผลดีป्ली, สาร azadirachtin และ permethrin การใช้สารสกัดหยาบด้วยเมทธานอล ความเข้มข้น 10 และ 20 กรัมต่อลิตร และสารสกัดหยาบด้วยน้ำจากผลดีป्ली 100 กรัมต่อลิตร จะมีสัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินต่อรากสูงสุดคือ 26.56, 20.99 และ 19.38 ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 น้ำหนักแห้งส่วนเนื้อดิน ราก และสัดส่วนระหว่างน้ำหนักแห้งส่วนเนื้อดินและราก ของค่น้ำเมื่ออายุ 65 วันหลังจากเพาะเมล็ดของแต่ละกรรมวิธีที่ได้รับสารสกัดขยายจากผลคิปติ, สาร azadirachtin และสาร permethrin

กรรมวิธี	น้ำหนักแห้งส่วนเนื้อดิน (กรัม)	น้ำหนักแห้งราก (กรัม)	สัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนเนื้อดิน : ราก
MP5	4.38ab ^{1/}	0.25b ^{1/}	17.62b ^{1/}
MP10	5.68a	0.22b	26.56a
MP20	4.20ab	0.20b	20.99a
WP100	4.77ab	0.25b	19.38a
WP200	4.96ab	0.28a	17.77b
AZT	3.51ab	0.22b	17.31b
PYR	3.92b	0.24b	18.26b
control	3.72b	0.36a	10.65c

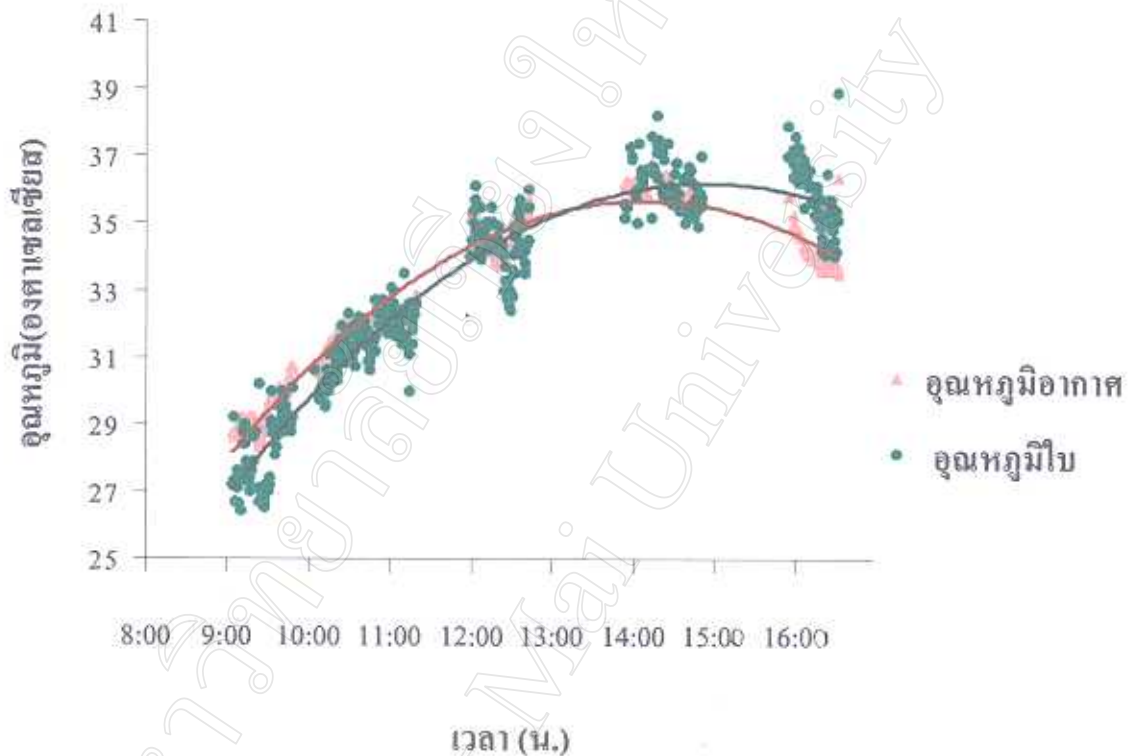
^{1/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามหลังด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($p < 0.05$)

3) ผลต่อสรีรวิทยาค่น้ำ

ก. ผลกระทบต่อค่าความต้านทานปากใบ

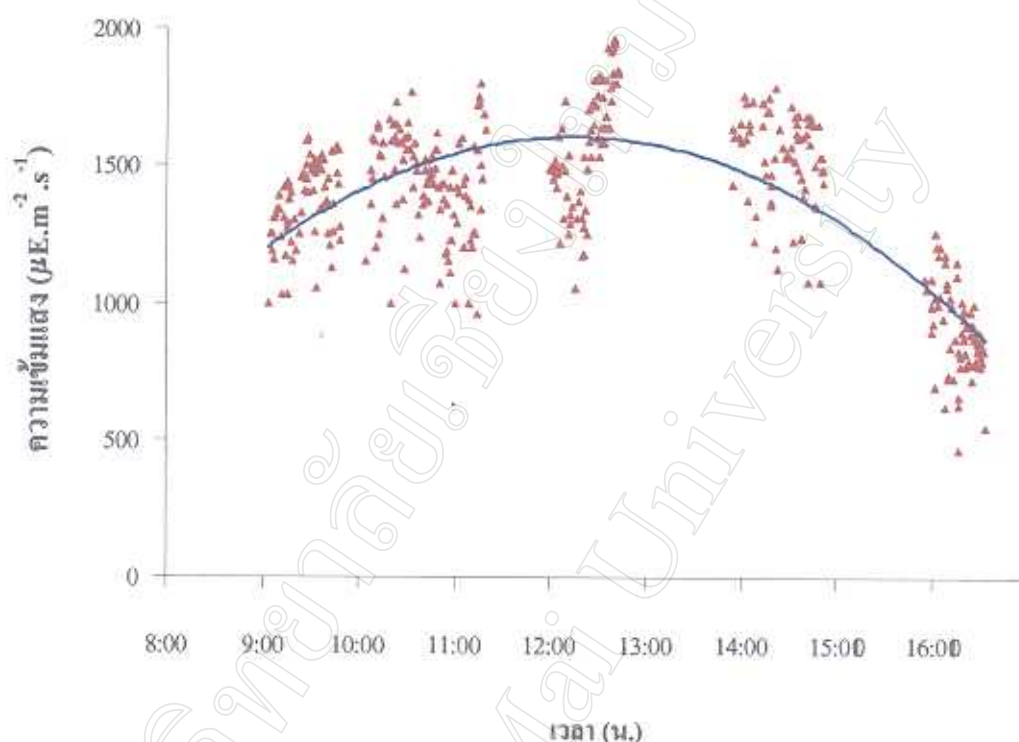
การศึกษาพฤติกรรมปากใบโดยใช้เครื่อง Porometer AP-4 (DELTA-T DEVICE, Cambridge UK) เพื่อวัดค่าความต้านทานปากใบ หลังจากการพ่นสารครั้งที่ 3 เป็นเวลา 1 วัน ในต้นค่น้ำอายุ 51 วัน โดยวัดที่ตำแหน่งใบค่น้ำที่ 3 และ 4 (นับจากใบแรกที่คลี่สมบูรณ์แล้ว) โดยสุ่มวัดต้นค่น้ำ 2 ต้น ในแต่ละกรรมวิธีของแต่ละเช้า ระหว่างเวลา 9:00 10:00 12:00 14:00 และ 16:00 น. โดยบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิใบและความชื้นแสงไปพร้อมๆกัน พบว่าอุณหภูมิของอากาศในช่วงวันอยู่ระหว่าง 26-35 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิสูงสุดในช่วงเวลา 13:00-14:00 น. เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิใบและอุณหภูมิอากาศ พบว่าในช่วงเช้าอุณหภูมิใบจะต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 1-2 องศาเซลเซียส อุณหภูมิใบจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่ง

ประมาณ 13.00 น. จะมีค่าเท่ากัน หลังจากนั้นในช่วงบ่ายอุณหภูมิใบจะสูงกว่าอุณหภูมิอากาศ ประมาณ 1-2 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 13)



ภาพที่ 13 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศและใบในช่วงวัน เมื่อวัดค่าความต้านทานปากใบคือน้ำ

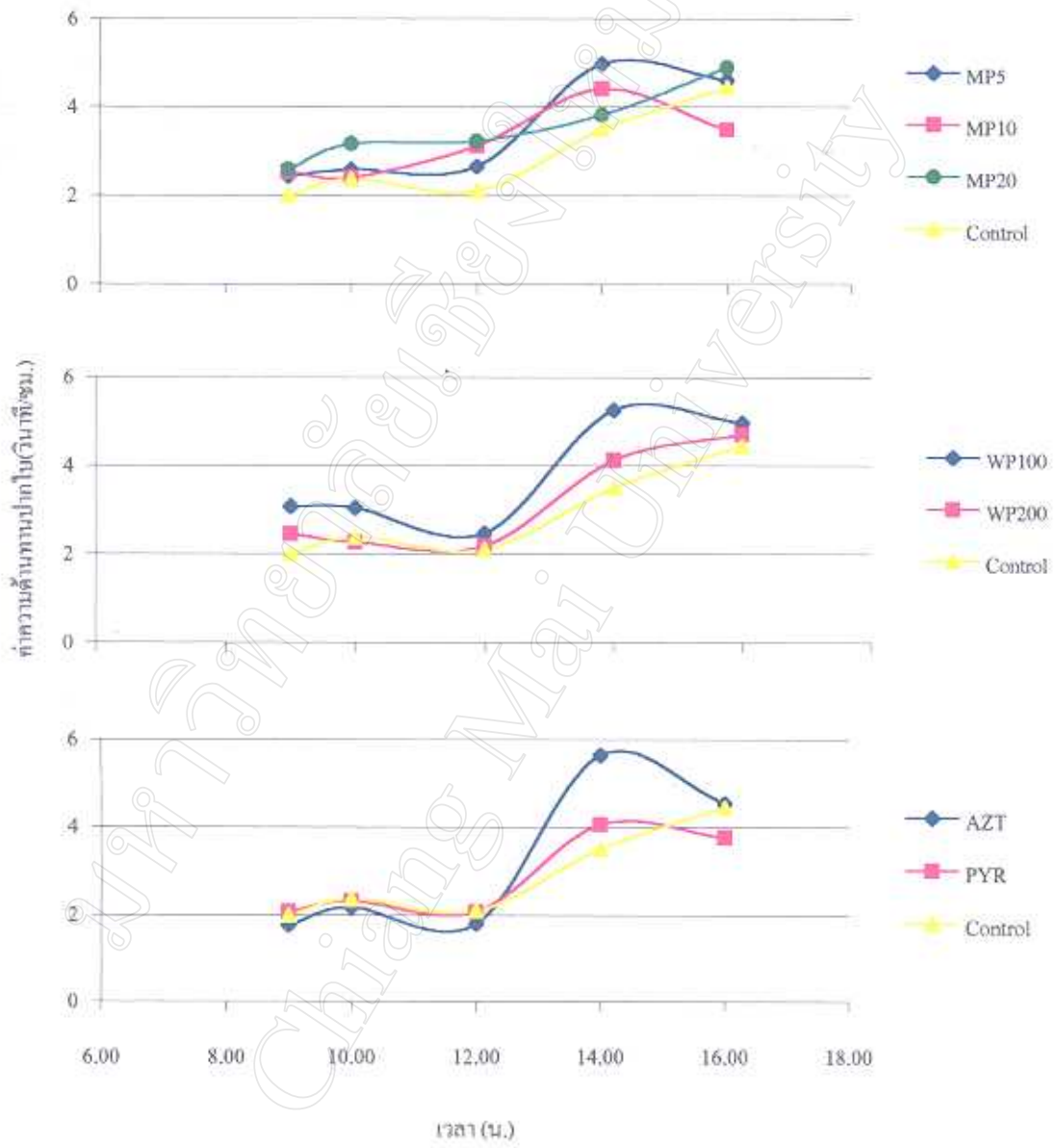
สำหรับการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงในช่วงวัน พบว่าค่าความเข้มแสงที่วัดได้มีความแปรผันค่อนข้างมากในแต่ละช่วงเวลาที่ทำการศึกษา โดยจะขึ้นกับองศาของการทำมุมกับดวงอาทิตย์ของใบ โดยในช่วงเช้า (9.00 น.) ถึงช่วงบ่าย (15.00 น.) จะมีค่าความเข้มแสงแปรผันอยู่ระหว่าง $1,000-1,800 \mu E.m^{-2}.S^{-1}$ ในช่วงเวลา 16.00 น. ค่าความเข้มแสงลดลงอย่างรวดเร็วอยู่ในช่วงระหว่าง $600-1,250 \mu E.m^{-2}.S^{-1}$ (ภาพที่ 14)



ภาพที่ 14 การเปลี่ยนแปลงความชื้นแสงในช่วงวันเมื่อวัดค่าด้านทานปากใบคะน้ำ

ในภาพที่ 15 เป็นค่าความต้านทานปากใบของคะน้ำเปรียบเทียบระหว่างใบที่ได้รับสารสกัดหยาบจากผลคัสปี้, สาร azadirachtin และสาร permethrin โดยภาพรวมใบคะน้ำที่ไม่ได้รับสารทดลอง(แปลงควบคุม) มีค่าความต้านทานปากใบในช่วงเช้า(9.00-12.00น.) ประมาณ 2 s/cm^{-1} หลังจากเที่ยงวันเป็นต้นไปค่าความต้านทานปากใบคะน้ำเพิ่มขึ้นอย่างเป็นเส้นตรงประมาณหนึ่งเท่าตัว โดยมีค่าสูงขึ้นเป็น 4.5 s/cm^{-1} เมื่อเวลา 16.00 น. แสดงว่าใบคะน้ำจะปิดปากใบอย่างค่อนข้างรวดเร็วในช่วงหลังเที่ยงวัน

การใช้สารสกัดหยาบด้วยเมทรานอล และน้ำ มีแนวโน้มทำให้ค่าความต้านทานปากใบเพิ่มขึ้นกว่าต้นควบคุม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงบ่าย สาร azadirachtin และสาร permethrin ก็แสดงผลในทำนองเดียวกัน แต่สาร permethrin ไม่มีผลอย่างเด่นชัดในการเพิ่มค่าความต้านทานปากใบของใบคะน้ำ



ภาพที่ 15 เปรียบเทียบค่าความต้านทานปากใบในช่วงวันของใบคะน้า เมื่อได้รับการพ่นด้วยสารสกัดหยาบจากผลดีปลี, สาร azadirachtin และ สาร permethrin หลังการพ่นครั้งที่ 3 นาน 1 วัน

ข. ผลกระทบต่อปริมาณกลอโรฟิลล์ เอ กลอโรฟิลล์ บี และปริมาณ TNC

ปริมาณกลอโรฟิลล์ เอ และบี ในกะน้ำปอกคิมมีค่าเท่ากับ 0.41 ± 0.002 และ 0.20 ± 0.001 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ การใช้สารสกัดหยาบจากผลคิปลี สาร azadirachtin และสาร permethrin ไม่มีผลทำให้ค่ากลอโรฟิลล์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (total nonstructural carbohydrate, TNC) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่กะน้ำปอกคิมมีค่าปริมาณ TNC สูงสุดคือ 8.33 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ในขณะที่สารสกัดหยาบด้วยเมทธานอลเข้มข้น 10 และ 20 กรัมต่อลิตร, สารสกัดหยาบด้วยน้ำเข้มข้น 100 และ 200 กรัมต่อลิตร ให้ค่าปริมาณ TNC ต่ำที่สุดเท่ากับการใช้สาร azadirachtin และสาร permethrin คือ 7.09, 6.78, 6.59, 6.92, 7.14 และ 6.68 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 ผลสารสกัดหยาบจากผลคิปลี , สาร azadirachtin และสาร permethrin ที่มีต่อปริมาณ กลอโรฟิลล์ เอ , กลอโรฟิลล์ บี และ ปริมาณ total nonstructural carbohydrate ในใบกะน้ำเมื่อเก็บเกี่ยว (อายุ 65 วันหลังจากเพาะเมล็ด)

กรรมวิธี	กลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด)	กลอโรฟิลล์ บี (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด)	TNC (มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง)
MP5	$0.43 \pm 0.007^{1/}$	$0.22 \pm 0.004^{1/}$	7.51b
MP10	0.44 ± 0.003	0.23 ± 0.001	7.09bc
MP20	0.46 ± 0.002	0.25 ± 0.002	6.78c
WP100	0.34 ± 0.010	0.19 ± 0.002	6.59c
WP200	0.43 ± 0.002	0.22 ± 0.001	6.92bc
AZT	0.35 ± 0.009	0.20 ± 0.004	7.14bc
PYR	0.42 ± 0.002	0.21 ± 0.001	6.68c
control	0.41 ± 0.002	0.20 ± 0.001	8.33a

^{1/} ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จึงแสดงเป็นค่าเฉลี่ย \pm SE

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามหลังด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($p < 0.05$)

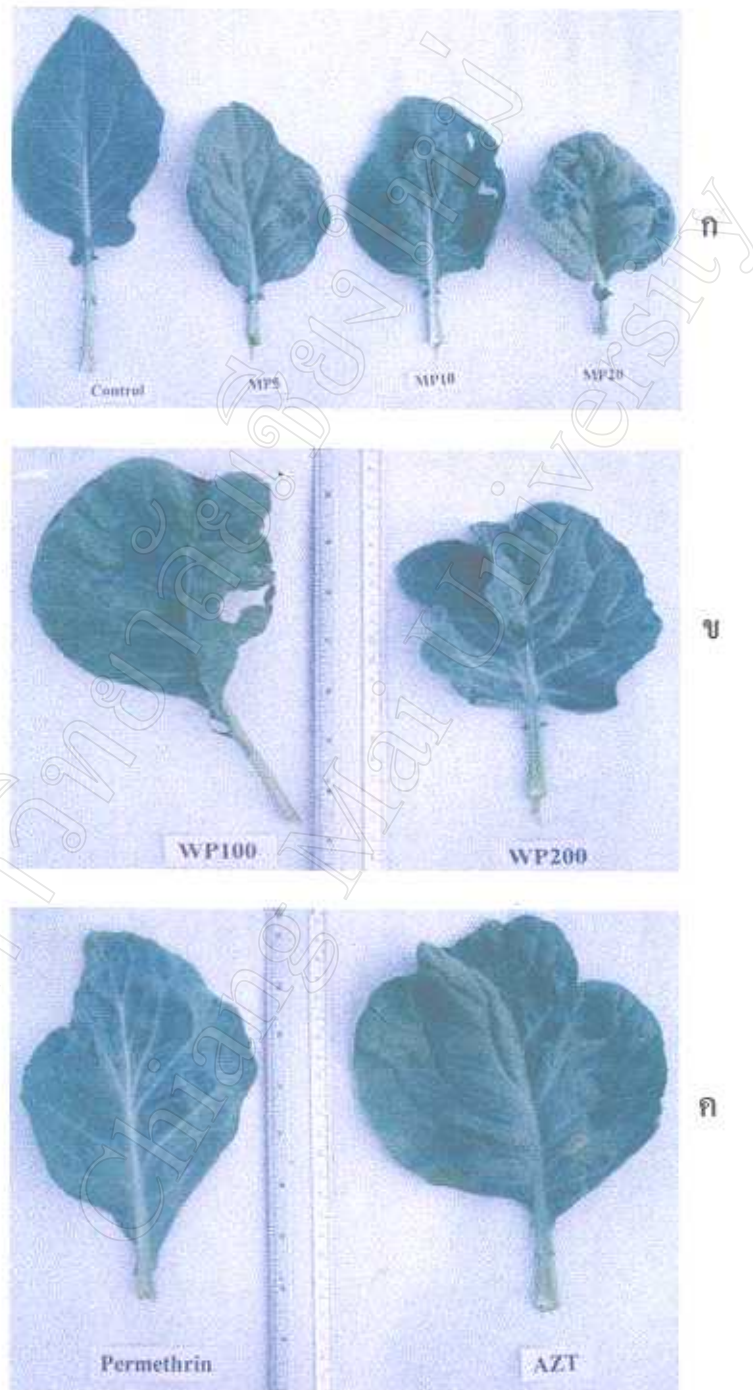
ก. ความเป็นพิษต่อต้นกระน้ำของสารสกัดหยาบจากผลดีป्ली

จากการทดลองพบว่าต้นกระน้ำแสดงอาการผิดปกติเกิดขึ้น ภายหลังกินสารทดลอง คือ มีอาการใบหยิก รูปร่างบิดเบี้ยว จนถึงใบแห้ง เนื้อใบหนาเป็นเป็นแ่งๆ(ภาพที่ 16) ซึ่งมีผลเสียต่อคุณภาพผลผลิต จึงทำการนับจำนวนต้นกระน้ำของแต่ละกรรมวิธีที่แสดงอาการดังกล่าวดังแสดงในตารางที่ 13 พบว่าในทุกกรรมวิธีพบอาการผิดปกติ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่ม MP10, MP20, AZT และกลุ่ม MP5, WP200, PYR, control โดยผักกระน้ำที่ได้รับสารสกัดหยาบจากผลดีป्लीที่ระดับความเข้มข้นสูง 20 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์ความผิดปกติสูงที่สุดคือ 47.42 และ 35.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สาร permethrin , สารสกัดหยาบด้วยเมทธานอลเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์, สารสกัดหยาบด้วยน้ำ ทำให้ใบผิดปกติไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกระน้ำจากแปลงควบคุม (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 เปอร์เซ็นต์ต้นกระน้ำที่พบใบมีลักษณะผิดปกติ

กรรมวิธี	% ต้นกระน้ำที่พบใบมีลักษณะผิดปกติ
MP5	23.19b ^{1/}
MP10	35.69a
MP20	47.42a
WP100	19.69b
WP200	20.83b
AZT	30.44a
PYR	9.01b
CONTROL	10.30b

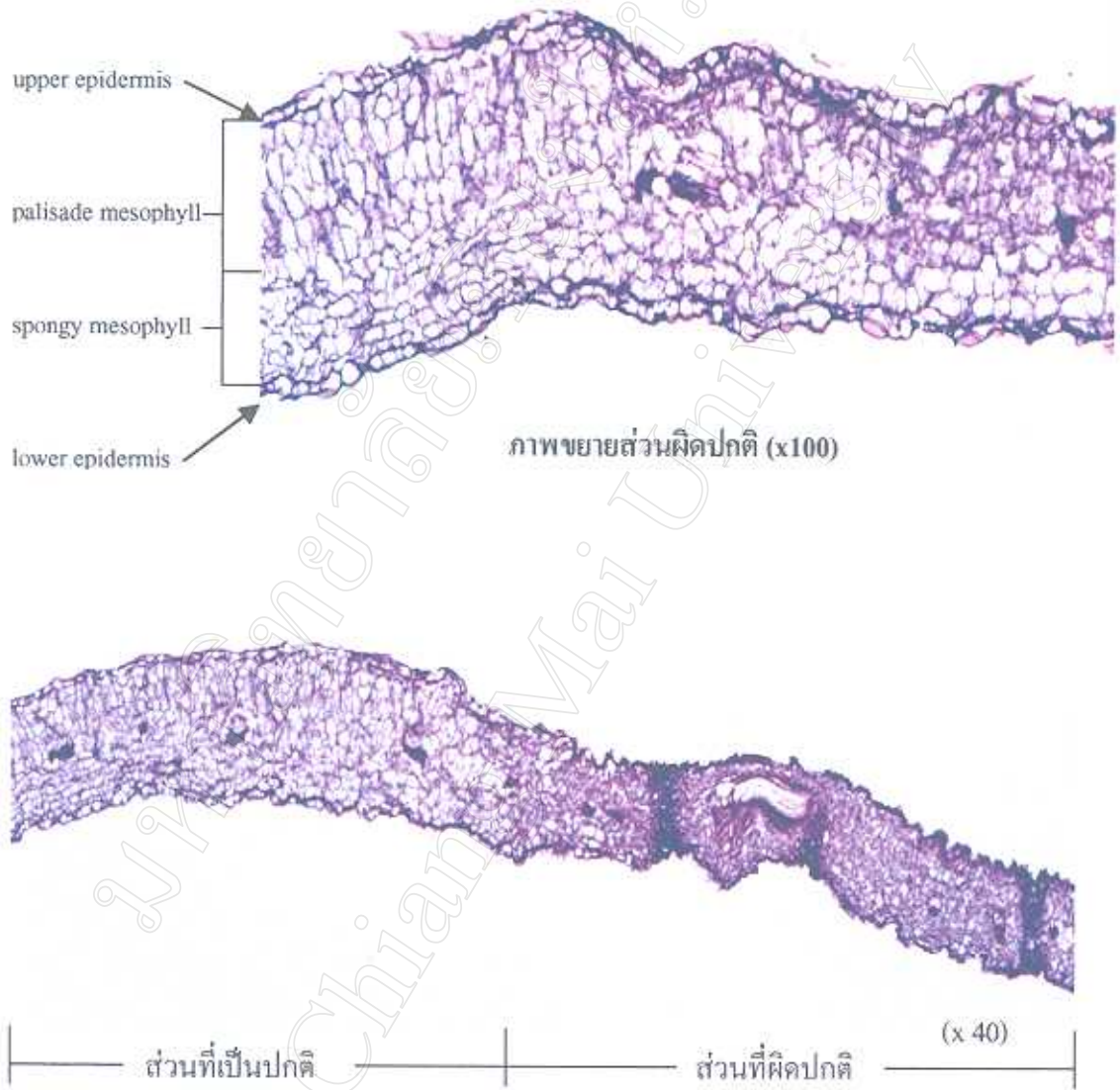
^{1/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามหลังด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.05$)



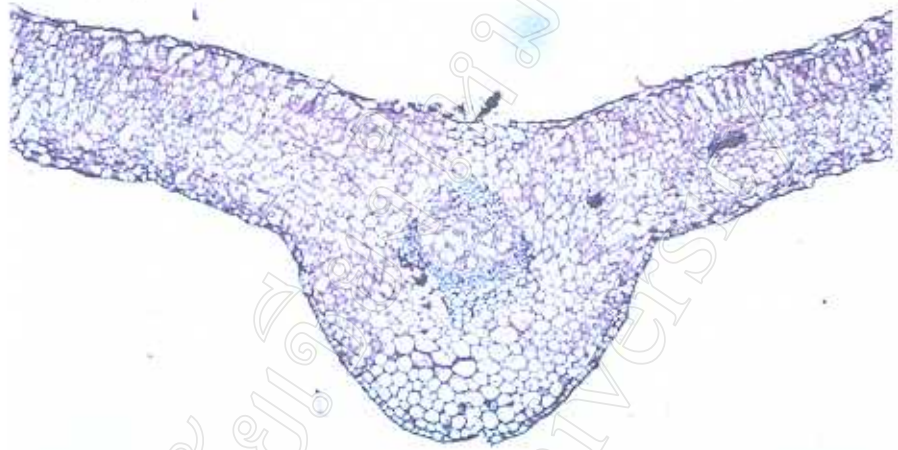
ภาพที่ 16 ลักษณะผิวดอกของใบแตงน้ำที่ได้รับการพ่นด้วยสารสกัดหยาบจากผลดีปลี, สาร azadirachtin และสาร permethrin เปรียบเทียบกับใบปกติของพืชจากแปลงควบคุม (control)

ความผิดปกติของใบด่างที่กล่าวข้างต้น อาจส่งผลกระทบต่อระบบโครงสร้างพื้นฐานของใบด้วย ดังนั้นจึงได้นำใบที่ผิดปกติเหล่านี้มาศึกษาในรายละเอียดทางโครงสร้างด้วย โดยตัดตามขวางด้วยวิธี Paraffin section ตัดแปลงวิธีจาก Johansen (1940) และ Gray (1964) โดยนำใบค่น้ำใบที่ 3 นับจากยอด มาตัดเป็นชิ้นขนาดประมาณ 2 x 2 เซนติเมตร ที่จุดวัดห่างจากปลายใบประมาณ 3 เซนติเมตร โดยให้มีเส้นกลางใบด้วย นำชิ้นส่วนที่ได้ไปฝังในชินพาราฟิน นำมาตัดด้วยเครื่องตัดเนื้อเยื่อ (ไมโครโทม) ให้มีความหนา 12 ไมครอน เลือกชินพาราฟินที่สมบูรณ์ทำเป็นสไลด์ถาวร นำไปตรวจดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อดูโครงสร้างภายในเช่นชั้นอีพิเคอริส ท่อน้ำ ท่ออาหาร ชั้นพาลิเสด และเซลล์ข้างเคียง

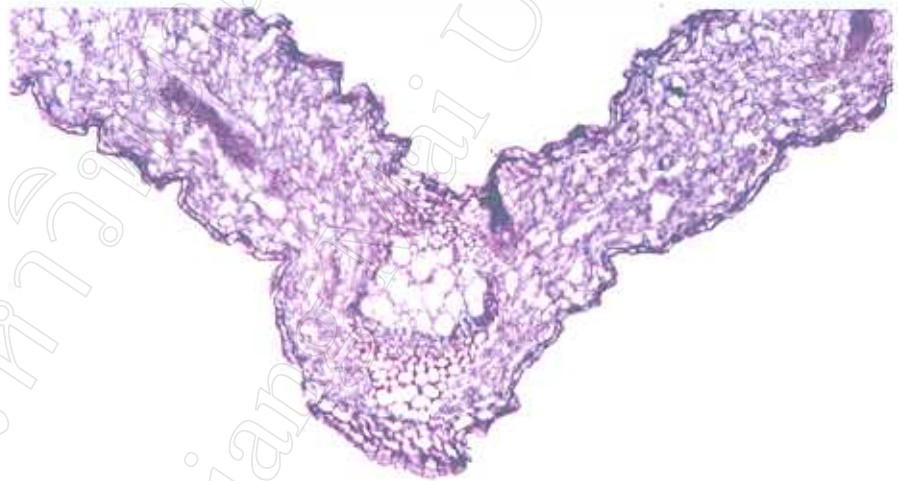
พบว่าบริเวณเนื้อเยื่อที่ผิดปกติได้แก่ ส่วนของชั้นอีพิเคอริส ซึ่งจะมีผนังเซลล์หนา เซลล์จับกันไม่แน่น (ข้อมติคัสเซียม) และเซลล์ภายในใบจะมีลักษณะของเซลล์รูปทรงผิดปกติไป ทำให้การจัดเรียงเซลล์ผิดปกติไปด้วย (ภาพที่ 17) ส่วนของเซลล์ ท่อน้ำท่ออาหารยังเป็นปกติอยู่ (ภาพที่ 18)



ภาพที่ 17 ภาพตัดขวางใบคະน้ำที่พ่นด้วยสารสกัดยาบเมทธานอลจากผลคิปลี ความเข้มข้น 20 กรัม
ต่อลิตร(MP20)



ก



ข

ภาพที่ 18 ท่อน้ำ ท่ออาหาร ชั้นพาลีเสด และเซลล์ข้างเคียงของใบคระน้ำที่มีลักษณะปกติ(ก) และผิดปกติ(ข) (กำลังขยาย 100 เท่า)