ผลของสารสปินโนแซดต่อปลานิล (*Oreochromis niloticus* Linn.) กุ้งฝอย (*Macrobrachium lanchesteri* De Man.) และหอยขม (*Filopaludina martensi martensi* Frauenfeldt.)

Effects of Spinosad on Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* Linn.), Lanchester's Freshwater Prawn (*Macrobrachium lanchesteri* De Man.) and Pond Snail (*Filopaludina martensi martensi* Frauenfeldt.)

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชจึงขยายตัวอย่างกว้างขวาง เนื่องด้วยสารเคมีดังกล่าวสามารถใช้กำจัดแมลงและศัตรูพืชอย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังเห็นผลรวดเร็ว เกษตรกรจึงนิยมใช้ แต่ผลจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชทำให้เกิดปัญหาเรื่องการปนเปื้อน และการตกค้างของสารพิษในสิ่งแวดล้อมทั้งในดินและในน้ำ เนื่องจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมีความคงทนสูงและสลายตัวได้ยาก จึงตกค้างอยู่ในธรรมชาติได้นาน สิ่งมีชีวิตได้รับสารพิษเหล่านี้จากการสัมผัสโดยตรงจากดินและน้ำ และจากการกินอาหารที่มีสารพิษสะสมอยู่ ซึ่งอาจจะสะสมเพิ่มปริมาณสูงขึ้นตามห่วงโซ่อาหาร

สารกลุ่มใหม่ๆ ถูกคิดค้นขึ้นเพื่อเข้ามาช่วยลดบทบาทของสารเคมีกำจัดแมลงที่เป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อมและสิ่งมีชีวิต สารสปินโนแซด (spinosad) เป็นสารกลุ่มใหม่ชนิดหนึ่งที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยรักษาสภาพแวดล้อม เนื่องจากสามารถสลายตัวในธรรมชาติได้ง่าย อีกทั้งยังเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตต่ำ ซึ่งหน่วยงาน Environmental Protection Agency (EPA) ของประเทศสหรัฐอเมริกาได้เห็นประโยชน์และความปลอดภัยของสารตัวนี้ จึงได้อนุญาตให้นำมาใช้ในการเกษตร (Caulkins, 1996) และมีงานวิจัยต่างๆ ออกมามากมายโดยมุ่งเน้นถึงความปลอดภัยจากการใช้สารเป็นหลัก

เนื่องด้วยปลานิล (*Oreochromis niloticus* Linn.) กุ้งฝอย (*Macrobrachium lanchesteri* De Man.) และหอยขม (*Filopaludina martensi martensi* Frauenfeldt.) เป็นสัตว์ที่สามารถพบเห็นได้ตามแหล่งน้ำทั่วไป และมนุษย์นิยมนำมาบริโภคเป็นอาหาร ดังนั้นหากมีการใช้สารเคมีกำจัดแมลง

ในแปลงปลูกพืช โอกาสปนเปื้อนของสารลงสู่แหล่งน้ำก็อาจเกิดขึ้นได้ และส่งผลต่อสัตว์น้ำต่างๆ โดยตรง ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาผลของการใช้สารสปินโนแซดต่อสัตว์น้ำดังกล่าว เพื่อดูอัตราการเจริญเติบโตของขนาดความยาวและน้ำหนัก ทั้งในห้องปฏิบัติการและแปลงปลูกพืชของเกษตรกร ซึ่งจะทำให้ทราบถึงผลของการใช้สารเคมีชนิดนี้ต่อ ปลานิล กุ้งฝอย และหอยขม

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของสารสปินโนแซด (ซัคเซส 120 เอสซี) ต่อปลานิล (*Oreochromis niloticus* Linn.) กุ้งฝอย (*Macrobrachium lanchesteri* De Man.) และหอยขม (*Filopaludina martensi martensi* Frauenfeldt.) ที่ระยะเวลา 96 ชั่วโมง

2. ศึกษาผลของสารสปินโนแซดต่ออัตราการเจริญเติบโตของขนาดความยาวและน้ำหนักปลานิล (*Oreochromis niloticus* Linn.) กุ้งฝอย (*Macrobrachium lanchesteri* De Man.) และหอยขม (*Filopaludina martensi martensi* Frauenfeldt.) ในห้องปฏิบัติการ

3. ศึกษาผลของสารสปินโนแซดต่ออัตราการเจริญเติบโตของขนาดความยาวและน้ำหนักปลานิล (*Oreochromis niloticus* Linn.) กุ้งฝอย (*Macrobrachium lanchesteri* De Man.) และหอยขม (*Filopaludina martensi martensi* Frauenfeldt.) ในแปลงปลูกผักกาดหอม

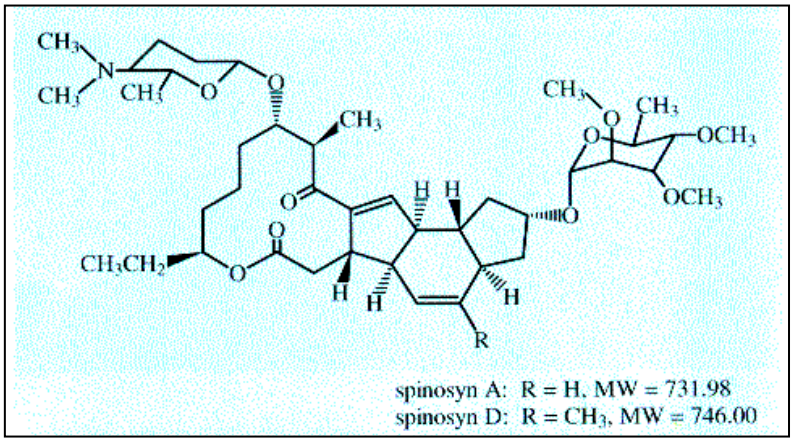
การตรวจเอกสาร

1. สารสปินโนแซด (Spinosad)

1.1 ลักษณะทั่วไปของสารสปินโนแซด

ชื่อสามัญ	:	spinosad
ชื่อการค้า	:	Success, Spinoace, Caribstar, Tracer, Boomerang, Laser และ Credence
สูตรโมเลกุล	:	$C_{41}H_{65}NO_{10} + C_{42}H_{67}NO_{10}$
กลุ่มสารเคมี	:	spinosyn ได้มาจาก soil actinomycete ชื่อว่า *Saccharopolyspora spinosa*
สารออกฤทธิ์	:	spinosyn A + spinosyn D

สารสปินโนแซดเป็นสารที่ได้มาจากแบคทีเรียในดินชื่อ *Saccharopolyspora spinosa* (Bret *et al*., 1997) ซึ่งถือได้ว่าเป็นสารกลุ่มใหม่ที่นำเข้ามาใช้ในการจัดการแมลงศัตรูพืช สารออกฤทธิ์คือ spinosyn โดยสปินโนแซดเกิดมาจากการผสมกันของสารออกฤทธิ์ 2 ตัว คือ spinosyn A และ spinosyn D (ภาพที่ 1) และมีลักษณะทางกายภาพและเคมีดังตารางที่ 1



ภาพที่ 1 โครงสร้างของสารสปินโนแซด

ที่มา: Thompson *et al*. (1999)

ตารางที่ 1 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของ spinosyn A และ spinosyn D

	Spinosyn A	**Spinosyn D**
Molecular weight	731.98	746.00
Empirical formula	$C_{41}H_{65}NO_{10}$	$C_{42}H_{67}NO_{10}$
Melting point	84 - 99.5 °C	161.5 – 170 °C
Vapor pressure	2.4×10^{-10}	1.6×10^{-10}
Solubility in water at pH 5.0	290 ppm	29 ppm
Solubility in water at pH 7.0	235 ppm	0.332 ppm
Solubility in water at pH 9.0	16 ppm	0.053 ppm
Octanol/Water: Partition Coefficient at pH 5.0	log P = 2.8	log P = 3.2
Octanol/Water: Partition Coefficient at pH 7.0	log P = 4.0	log P = 4.5
Octanol/Water: Partition Coefficient at pH 9.0	log P = 5.2	log P = 5.2

ที่มา: Thompson *et al*. (1999)

สภาพทางกายภาพ เป็นผลึกของแข็งสีขาวอ่อน หรือสีเทา มีกลิ่นคล้ายดิน มี pH เท่ากับ 7.74 (สารละลายอิ่มตัวในน้ำ) คงทนต่อโลหะและประจุของโลหะได้เป็นเวลา 28 วัน และมีอายุการเก็บ (shelf life) เป็นเวลา 3 ปี (Gary *et al*., 2005)

Insecticide Resistance Action Committee (IRAC, 2004) และ Nauen and Bretschneider (2002) กล่าวไว้ว่า การออกฤทธิ์ของสารสปินโนแซดเป็นลักษณะที่ทำให้การบีบรัดตัวของกล้ามเนื้อผิดปกติ กระตุก และเป็นอัมพาต ซึ่งเป็นผลกระทบที่เกิดขึ้นที่ nicotinic acetylcholine receptors โดยกลไกการทำงานของสปินโนแซด เป็นคนละตำแหน่งกับกลุ่ม neonicotinoids, nicotine, bensultap และ cartap ที่ออกฤทธิ์ที่ nicotinic acetylcholine receptors เช่นกัน สารสปินโนแซดออกฤทธิ์ทำให้แมลงตายภายใน 1-2 วันหลังจากได้รับสารเข้าไปในกระเพาะและจะไม่ฟื้นกลับมา สาร สปินโนแซดใช้ควบคุมแมลงใน order Lepidoptera, Diptera และ Thysanoptera และแมลงบางชนิดใน order Coleoptera และ Orthoptera ที่กินใบพืชเป็นอาหาร แต่ไม่มีผลต่อแมลงปากดูด และไร

1.2 ความเป็นพิษของสารสปินโนแซด

ความเป็นพิษเฉียบพลันของสารสปินโนแซดต่อสัตว์ทดลองชนิดต่างๆ แสดงไว้ในตารางที่ 2 และการแสดงความเป็นพิษเรื้อรังเมื่อทดสอบในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมปรากฏว่า ไม่ทำให้เกิดมะเร็ง ไม่เป็นพิษต่อตัวอ่อนในท้อง ไม่ทำให้เกิดการกลายพันธุ์ และไม่เป็นพิษต่อระบบประสาท (Thompson *et al*., 1999)

ตารางที่ 2 ความเป็นพิษเฉียบพลันของสารสปินโนแซดต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สัตว์น้ำ และนก

Species	Test	Result	EPA Category
Mammalian			
Rat (male/female)	Acute oral LD_{50}	3738/>5000 mg/kg	Caution (IV)
Mouse	Acute oral LD_{50}	>5000 mg/kg	Caution (IV)
Rabbit	Acute dermal LD_{50}	>5000 mg/kg	Caution (IV)
Rat	Acute inhalation LC_{50}	>5 mg/L	Caution (IV)
Rabbit	Eye irritation	slight, clearing in 2 days	Caution (IV)
Rabbit	Skin irritation	no irritation	Caution (IV)
Guinea pig	Dermal sensitization	no sensitization	Data not available
Aquatic			
Daphnia	48 hr acute LC_{50}	92.7 mg/L	Slightly toxic
Grass shrimp	96 hr acute LC_{50}	>9.8 mg/L	Slightly toxic
Carp	96 hr acute LC_{50}	5.0 mg/L	Moderately toxic
Bluegill	96 hr acute LC_{50}	5.9 mg/L	Moderately toxic
Sheepshead minnow	96 hr acute LC_{50}	7.9 mg/L	Moderately toxic
Rainbow trout	96 hr acute LC_{50}	30.0 mg/L	Slightly toxic
Avian			
Bobwhite quail	Acute oral LD_{50}	>2,000 mg/kg	Practically non-toxic
Mallard duck	Acute oral LD_{50}	>2,000 mg/kg	Practically non-toxic
Bobwhite quail	5 day dietary LC_{50}	>5,000 mg/kg	Practically non-toxic
Mallard duck	5 day dietary LC_{50}	>5,000 mg/kg	Practically non-toxic

ที่มา: Thompson *et al*. (1999)

สารสปินโนแซดมีความปลอดภัยต่อแมลงที่มีประโยชน์ และสิ่งมีชีวิตหลายชนิด ดังตารางที่ 3 ซึ่งได้เปรียบเทียบค่าความเป็นพิษของสารสปินโนแซด และไซเพอร์เมทริน (cypermethrin) ผลปรากฏว่าสปินโนแซด มีค่าความเป็นพิษต่ำกว่าไซเพอร์เมทริน ในสัตว์ทดลองประเภทเดียวกัน อีกทั้งยังไม่เป็นพิษต่อพืชอีกด้วย (Thompson *et al*., 1999)

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าความเป็นพิษของสารสปินโนแซด และไซเพอร์เมทริน ในสัตว์ที่มีประโยชน์

Beneficial species	**Spinosad (LC_{50})**	**Cypermethrin (LC_{50})**
Honeybee, *Apis mellifera*	11.5 ppm	1.2 ppm
Whitefly parasitoid, *Encarsia formosa*	29.1 ppm	1.9 ppm
Minute pirate bug, *Orius insidiosus*	200 ppm	0.2 ppm
Lady beetle, *Hippodamia convergens*	>200 ppm	0.2 ppm
Lacewing, *Chrysopa rufilabris*	>200 ppm	<0.2 ppm
Predaceous mite, *Phytoseiulus persimilis*	>200 ppm	<0.2 ppm

ที่มา: Thompson *et al.* (1999)

Dow AgroScience (2003) ได้ระบุไว้ว่า ไม่ควรใช้สารสปินโนแซดภายในโรงเรือนมากกว่า 10 ครั้ง ในช่วง 12 เดือน เพื่อป้องกันการต้านทานของแมลง

1.3 สมบัติของสารสปินโนแซดในสิ่งแวดล้อม

สารสปินโนแซดมีการกระจายตัวได้ดีถึงปานกลาง ความสามารถในการละลายน้ำต่ำถึงปานกลาง และตกค้างในธรรมชาติได้น้อย ซึ่งระยะเวลาการสลายตัวของสารสปินโนแซดในธรรมชาติขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมต่างๆ ดังนี้ (Saunder and Bret, 1997)

ในดิน สารสปินโนแซดสามารถสลายตัวได้เร็วเมื่อถูกแสงอาทิตย์ และในดินที่มีความชื้นสูง นอกจากนี้ยังสามารถสลายตัวได้ดีโดยจุลินทรีย์ในดิน ซึ่งในดินปกติระยะเวลาที่สลายตัว 50 เปอร์เซ็นต์ (DT_{50}) ของ spinosyn A และ spinosyn D คือ 9.4 และ 17.3 วัน ตามลำดับ

ในน้ำ สารสปินโนแซดจะไม่สามารถสลายตัวในน้ำซึ่งอยู่ในความมืดที่ pH 5 ถึง pH 7 แต่จะสลายตัวช้าๆ ที่ pH 9 แต่เมื่อได้รับแสงอาทิตย์จะสลายตัวได้รวดเร็ว ค่าครึ่งชีวิต (half life) ของ spinosyn A และ spinosyn D คือ 0.96 และ 0.84 วัน ตามลำดับ

ในอากาศ สารสปินโนแซดไม่สามารถระเหยสู่อากาศได้ เนื่องจากมีค่าความดันไอ (vapor pressure) ต่ำ จึงไม่สามารถกระจายตัวทางอากาศออกไปสู่สิ่งแวดล้อมได้

บนผิวใบพืช สารสปินโนแซดมีค่าครึ่งชีวิตเท่ากับ 1.6 - 16 วัน

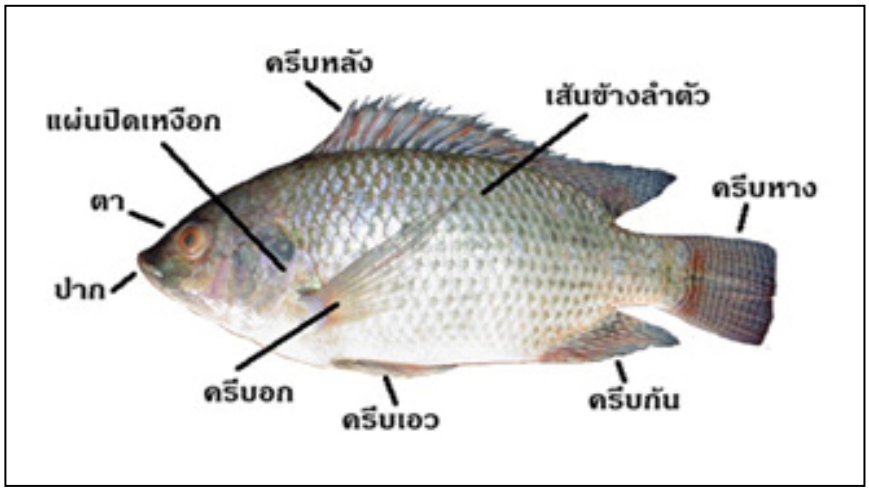
2. ปลานิล (Nile Tilapia)

วงศ์ปลานิลเป็นวงศ์ค่อนข้างใหญ่ มีหลายร้อยชนิด พบในเขตร้อนของอเมริกา แอฟริกา ถึงศรีลังกา เป็นวงศ์ที่รู้จักกันดี แต่ที่เลี้ยงเป็นอาหารมีอยู่ 3 ชนิด คือ ปลานิล ปลาหมอเทศ และปลาหมอเทศข้างลาย มีถิ่นกำเนิดในลุ่มแม่น้ำไนล์ และแม่น้ำอื่นในทวีปแอฟริกาจนถึงอียิปต์ (ส่งศรี และคณะ, 2546) ปลานิลถูกนำเข้ามาในประเทศไทยครั้งแรกเมื่อวันที่ 25 มีนาคม พ.ศ.2508 โดยสมเด็จพระจักรพรรดิ์อากิฮิโต แห่งประเทศญี่ปุ่น เมื่อครั้งดำรงพระอิศริยยศมกุฎราชกุมารได้ทรงจัดส่งมาทูลเกล้าถวายแด่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช พระองค์ทรงเลี้ยงอยู่เป็นเวลา 1 ปี และได้ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯพระราชทานปลาให้แก่อธิบดีกรมประมงในขณะนั้น เพื่อนำไปเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์ และได้พระราชทานชื่อว่า “ปลานิล” (ธนพันธุ์, 2543)

2.1 ลักษณะทางอนุกรมวิธานของปลานิล

Phylum Vertebrate
Class Osteichthyes
Order Perciformes
Family Cichlidae
Genus *Oreochromis*
Species *Oreochromis niloticus*

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Oreochromis niloticus* (Linn.)
ชื่อสามัญ : Nile mouth-brooder และ Nile Tilapia
ชื่อไทย : ปลานิล



<u>ภาพที่ 2</u> ลักษณะภายนอกของปลานิล *Oreochromis niloticus* (Linn.)
ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2548)

2.2 ลักษณะทั่วไปของปลานิล

ปลานิลเป็นปลาน้ำจืดที่มีริมฝีปากบนและล่างเสมอกัน บริเวณแก้มมีเกล็ด 4 แถว ลำตัวมีสีเขียวปนน้ำตาลและมีลายพาดขวาง 9 - 10 แถบ ครีบหลัง ครีบก้น และครีบหางมีจุดขาวและเส้นสีดำตัดขวาง ปลานิลมีเกล็ด 3 แถว ที่บริเวณแก้มและอีก 1 แถวตรงบริเวณเส้นข้างลำตัวเล็กน้อย ครีบหลังมีอันเดียวประกอบด้วยก้านครีบแข็ง 15 - 18 อัน และก้านครีบอ่อน 12 - 14 อัน ครีบก้นมีก้านครีบแข็ง 3 อัน และก้านครีบอ่อน 9 - 10 อัน บนแถบเส้นข้างลำตัวมีเกล็ด 33 เกล็ด ทางด้านข้างมีเกล็ดตามแนวเฉียง จากตอนต้นของครีบหลังลงมาถึงเส้นข้างลำตัว 5 เกล็ด และจากเส้นข้างลำตัวลงมาถึงส่วนหน้าของครีบก้น 13 เกล็ด มีซี่กรอง 15 - 17 อัน ลักษณะฟันบริเวณขากรรไกรและคอหอยจะมีหลายขนาด ตั้งแต่ค่อนข้างหยาบจนถึงละเอียด (วันเพ็ญ, 2540)

ปลานิลชอบอยู่กันเป็นฝูงตามแม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง ทะเลสาบที่เป็นแหล่งน้ำกร่อย มีความอดทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี ขยายพันธุ์ได้ง่าย ลูกดก ดังนั้นจึงแพร่กระจายไปยังประเทศต่างๆ ได้รวดเร็ว ในด้านอุปนิสัยการกินอาหาร พบว่า ปลานิลเป็นปลาที่กินอาหารได้ทั้งเนื้อและพืช (omnivorous) แต่ส่วนมากพบว่ากินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหารและสามารถใช้ประโยชน์จากกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินได้ (Hekher, 1990) นอกจากนี้ยังกินสัตว์หน้าดิน ตะไคร่น้ำ และของเน่าเปื่อยต่างๆ เป็นอาหารได้ด้วย ลูกปลานิลที่มีขนาดเล็กกว่า 6 เซนติเมตร จะสามารถกินอาหารได้

หลากหลาย และเมื่อโตขึ้นก็สามารถรับอาหารเม็ดได้ดี ปลานิลเพศผู้สามารถเติบโตได้รวดเร็วกว่าปลานิลเพศเมียประมาณ 2 - 5 เท่า เนื่องจากปลานิลเป็นปลาที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพการเลี้ยงได้ดี (วรพงษ์, 2545) สามารถสืบพันธุ์ได้เมื่อมีอายุประมาณ 4 เดือนขึ้นไป ปลานิลตัวเมียวางไข่ได้ครั้งละ 50 - 600 ฟอง สามารถวางไข่ได้ทุกระยะ 2 - 3 เดือนต่อครั้ง ในระยะเวลา 1 ปี (ศักดิ์ชัย, 2536)

2.3 ผลของสารชนิดต่างๆ ที่มีต่อปลานิล

จากการที่ปลานิลเป็นปลาที่พบได้ง่ายตามธรรมชาติทั่วไป และยังเป็นปลาที่เลี้ยงง่าย โตเร็ว แข็งแรง จึงเป็นปลาที่นิยมเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายในกลุ่มเกษตรกร และจากการที่เกษตรกรจำเป็น ต้องใช้สารกำจัดแมลงเพื่อเพิ่มผลผลิต และการใช้สารเคมีอย่างต่อเนื่องและไม่ถูกวิธีทำให้เกิดผลกระทบต่างๆ มากมาย ทำให้ปลาที่อยู่ใกล้กับบริเวณที่ใช้สารกำจัดแมลงมีโอกาสได้รับสารได้มากจึงก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคถ้าปริมาณสารตกค้างมีมากเกินค่าความปลอดภัย ปัจจุบันมีผู้ศึกษาพิษวิทยาสิ่งแวดล้อม โดยใช้ปลาเป็นตัวบ่งชี้ถึงการปนเปื้อนของสารต่างๆ ในแหล่งน้ำอย่างมากมาย (Salte *et al*., 1987) ดังตัวอย่างต่อไปนี้

EL-Elainy *et al*. (1993) ได้ทำการศึกษาผลกระทบจากสาร neopybuthrin ซึ่งเป็นสารฆ่าแมลงในกลุ่มไพรีทรอยด์ ที่ระดับความเข้มข้นแบบเฉียบพลัน และศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอนพบว่าเซลล์ตับของปลานิล (*Oreochromis niloticus*) เกิดการเปลี่ยนแปลงไปมาก

อุชุมา (2548) ได้ทำการศึกษาผลของสารสกัดสะเดาไทยต่อการเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อเหงือกและตับปลานิล พบค่า LC_{50} ที่ 96 ชั่วโมง โดยวิธีทดสอบความเป็นพิษแบบเฉียบพลันมีค่าเท่ากับ 151.44 ppm และที่ความเข้มข้น 17.934 ppm ในระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อเหงือกปลานิล ส่วนผลของเนื้อเยื่อตับนั้นพบการเปลี่ยนแปลงไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเนื้อเยื่อเหงือกและตับปลานิลจะเพิ่มทวีความรุนแรงมากขึ้น โดยจะมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ปลาได้รับเข้าไป

วัชราภรณ์ (2545) ได้ศึกษาผลของสารสกัดหัวแห้วหมูต่อลูกปลานิล อายุ 3 เดือน ที่ระดับความเข้มข้น 0, 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตรวจนับเปอร์เซ็นต์การตายของปลานิล ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง ได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 2.52 เปอร์เซ็นต์

สมฤดี (2544) ได้ทำการศึกษาพิษเฉียบพลันและพิษกึ่งเฉียบพลันของเมธามิโดฟอสในปลานิล พบว่าความเป็นพิษเฉียบพลัน มีค่าเท่ากับ 43.36 ppm และปลาที่สัมผัสสารเท่ากับหรือมากกว่า 75 ppm ขึ้นไป ตายหมดภายใน 48 ชั่วโมง สำหรับพิษกึ่งเฉียบพลันที่ความเข้มข้น 10 ppm ที่เวลา 24, 48, 72, 96 ชั่วโมง และ 30 วัน พบว่ามีผลต่อสมรรถนะของเอนไซม์โคลีนเอสเทอเรสในซีรั่มและในสมองของปลานิลในทุกช่วงเวลาที่ทำการศึกษา

ศรีวิไล (2527) ได้ทำการศึกษาความเป็นพิษของสารกำจัดลูกน้ำชนิดเอเบทและฟีลาริโอลต่อปลานิล พบความเป็นพิษแบบเรื้อรังของเอเบทความเข้มข้น 1 และ10 ส่วนในล้านส่วน และฟีลาริโอลความเข้มข้น 1.5 และ 9 ส่วนในล้านส่วน ไม่มีผลต่ออัตราการตายและการเจริญเติบโตของปลานิล

ปิยะนุช (2543) ได้ทำการศึกษาพิษของสารไพรีทรอยด์ชนิดไซเพอร์เมทริน กับปลานิลขนาดน้ำหนักตัว 35 - 40 กรัม พบว่าพิษเฉียบพลันของสารต่อปลามีความรุนแรงตามความเข้มข้นของสาร และมีค่า LC_{50} ที่ 96 ชั่วโมง เท่ากับ 59.441 ไมโครกรัมต่อลิตร และพิษรองเฉียบพลันโดยให้ปลาสัมผัสสารที่ความเข้มข้น 7.5, 15 และ 30 ไมโครกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 30 วันพบว่าปลานิลสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้โดยไม่แสดงอาการผิดปกติใดๆ ที่สังเกตได้จากภายนอก

จารุพันธุ์ (2540) ได้ทำการศึกษาถึงระดับความเข้มข้นของสาร rotenone, saponin และ sodium cyanide ที่มีต่อปลานิล พบว่าความเข้มข้นที่ทำให้ปลานิลตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 24 ชั่วโมง คือ 0.04, 0.4 และ 0.7 ppm ตามลำดับ

วัฒนา (2518) ได้ศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของสารพิษ Lannate ที่เป็นสารกำจัดแมลงกับปลานิล ผลปรากฏว่า ปลาที่เลี้ยงในน้ำที่มีสาร Lannate จะมีการเจริญเติบโตช้ากว่าปลาที่เลี้ยงในน้ำที่ไม่มีสารพิษ และสารพิษชนิดเดียวกันในความเข้มข้นที่สูงกว่าจะทำให้ปลานิลเจริญเติบโตช้ากว่าน้ำที่มีสารพิษความเข้มข้นต่ำกว่า

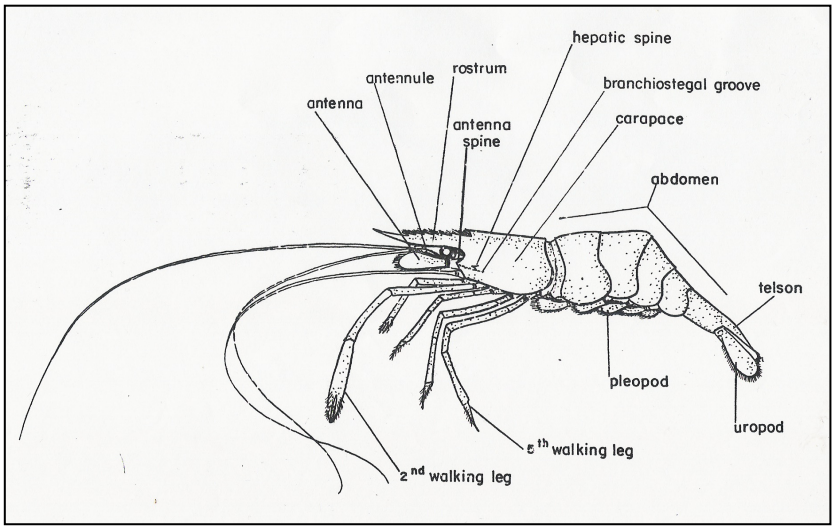
3. <u>กุ้งฝอย (Lanchester's freshwater prawn)</u>

ในทุกท้องที่ของประเทศไทยจะมีกุ้งฝอยโดยธรรมชาติตามแหล่งน้ำ ลำคลอง และพื้นที่ต่างๆ ทั่วไป เมื่อฝนตกน้ำท่วมถึงบริเวณใด จะสามารถสังเกตได้ว่ามีกุ้งฝอยกระจายโดยทั่วไป (ชมรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร, 2547)

3.1 ลักษณะทางอนุกรมวิธานของกุ้งฝอย

Phylum Arthropoda
Class Crustacea
Order Decapoda
Family Palaemonidae
Genus *Macrobrachium*
Species *Macrobrachium lanchesteri*

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Macrobrachium lanchesteri* (De Man.)
ชื่อสามัญ : Lanchester's freshwater prawn
ชื่อไทย : กุ้งฝอย (ผุสดี, 2529)



<u>ภาพที่ 3</u> ลักษณะภายนอกของกุ้งฝอย *Macrobrachium lanchesteri* (De Man.)
ที่มา: วรรณดี (2517)

3.2 ลักษณะทั่วไปของกุ้งฝอย

กุ้งฝอยเป็นกุ้งที่มีขนาดเล็ก ลำตัวใสมีเปลือกบางหุ้ม ความยาวลำตัว 1.5 - 5.4 เซนติเมตร ลักษณะสำคัญคือ มีกรีสั้นและตรง (วรรณดี, 2517) กุ้งในวงศ์นี้โดยทั่วไปมีรูปร่างยาวเรียวไปทางหาง จัดอยู่ในจำพวกแบนข้าง (compress) และเป็นพวก bilateral symmetry ลำตัวแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนหัว - อก (cephalothorax) มีเปลือกที่เรียกว่า carapace หุ้มอยู่ ตอนหน้าของ carapace ต่อด้วยส่วนที่ปลายแหลมหยักเป็นฟันเลื่อย เรียกว่า กรี (rostrum) บน carapace มีรอยแบ่งส่วนหัวและส่วนอกออกเป็นสองส่วน เรียกว่า cervical groove ส่วนทางด้านข้างของ carapace เป็นส่วนที่หุ้มเหงือกอยู่ เรียกว่า branchiate ตรงด้านข้างจะมีร่องลึก 1 คู่ เป็นร่องที่แบ่งช่องเหงือกและหัวใจ เรียกว่า branchiostegal groove ด้านล่างของหัว - ทรวงอก มีระยางค์ หรือขาสำหรับเดินและจับอาหาร (pereiopod) 5 คู่ และขาสำหรับว่ายน้ำ (pleopod) 5 คู่ โดยข้อปลายของขาเดินคู่ที่สองมีลักษณะเป็นก้ามหนีบ และนอกจากนี้ยังมีก้านตา (stalked eyes) อยู่ทั้งสองข้างของ rostrum ซึ่งตาของกุ้งฝอยเป็นตาประกอบ (ณรงค์, 2542)

ส่วนท้อง (abdomen) ส่วนท้องประกอบด้วย 6 ปล้อง (somites) ปล้องที่หกมีหางแหลมเรียกว่า telson ซึ่งมีระยางค์แผ่ออกเป็นแผ่น เรียกว่า uropods ทั้ง telson และ uropods รวมกันเรียกว่า tail fan ทำหน้าที่เป็นหางเสือช่วยบังคับในการเคลื่อนไหว ปล้องที่หนึ่งถึงห้าจะมีขาว่ายน้ำปล้องละคู่

กุ้งจะมีอายุจนถึงเวลาที่สามารถสืบพันธุ์ได้ใช้เวลาประมาณ 7 - 8 เดือน ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 2.5 - 3.5 เซนติเมตร กุ้งเพศผู้จะมีลักษณะเล็ก รูปร่างเพรียว ส่วนเพศเมียจะตัวโต และค่อน-ข้างอ้วน ส่วนท้องจะงอโค้งออกมามาก เพื่อเป็นช่องว่างสำหรับเก็บไข่ที่ผสมแล้ว โดยแม่กุ้ง 1 ตัว สามารถให้ไข่ได้ 56 - 613 ฟอง และจากการศึกษาของวิทย์ (2504) รายงานไว้ว่า กุ้งมีอายุประมาณ 1 ปี และจะมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 27.75 มิลลิเมตร และหนัก 493.33 มิลลิกรัม

นอกจากนี้ วรรณดี (2517) ยังได้ทำการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงลักษณะภายนอกของกุ้งฝอย โดยนำลูกกุ้งที่ฟักออกจากไข่ในวันแรกแยกเลี้ยงขวดละ 1 ตัว ทั้งหมด 10 ครั้ง จำนวน 342 ตัว โดยแบ่งเลี้ยง ซึ่งครั้งที่เลี้ยงมากที่สุดคือ ครั้งที่ 7 จำนวน 79 ตัว และครั้งที่เลี้ยงน้อยที่สุด คือ ครั้งที่ 3 จำนวน 5 ตัว พบว่า อายุกุ้งที่สูงที่สุดนับจากวันแรกที่เลี้ยงจนถึงวันสุดท้ายรวมเป็นเวลา 262 วัน

จำนวนคราบของกุ้งตัวที่ลอกสูงสุด จำนวน 35 คราบ และกุ้งที่เลี้ยงส่วนใหญ่จะตายภายใน 2 สัปดาห์แรกหลังจากฟักออกเป็นตัว โดยเฉพาะในช่วงระยะ 3 - 5 วัน ตายมากที่สุด ซึ่งเป็นระยะหลังจากการลอกคราบครั้งที่สอง ส่วนมากตายหลังจากลอกคราบ หรือลอกคราบแล้ว 2 - 3 วันถึงจะตาย อัตราการตายในขณะทดลองเลี้ยงเฉลี่ยได้ในคราบหนึ่งๆ เท่ากับ 10.12 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งน้ำที่ใช้เลี้ยงลูกกุ้งใช้น้ำจากบ่อที่จับแม่กุ้งมา พบว่า อัตราการตายของกุ้งน้อยลงกว่าการใช้น้ำประปา ซึ่งเมื่อใช้น้ำประปาเลี้ยงลูกกุ้งที่เพิ่งฟักออกเป็นตัวในวันแรก ลูกกุ้งตายหมดภายใน 5 วัน แต่ก็สามารถใช้น้ำประปาเลี้ยงลูกกุ้งได้ เมื่อลูกกุ้งมีอายุประมาณ 1 เดือน ทั้งนี้เพราะว่าลูกกุ้งที่ออกมาใหม่ๆ ในวันแรก ยังกินอาหารที่ใช้เลี้ยงไม่ได้ โดยน้ำบ่อเลี้ยงเมื่อนำไปตรวจดูพบสัตว์เซลล์เดียวเป็นจำนวนมาก ส่วนใหญ่เป็นพวก ciliate ซึ่งอาจเป็นอาหารของลูกกุ้งได้ ในน้ำประปานอกจากจะไม่มีอาหารของลูกกุ้งแล้ว ยังมีคลอรีนซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้ลูกกุ้งในวัยอ่อนตายก็ได้ และเมื่อนำน้ำบ่อที่ค้างไว้หลายวันและให้ฟองอากาศผ่านนำมาเลี้ยงกุ้งฝอย พบว่า กุ้งจะตายมากกว่าใช้น้ำที่ตักมาจากบ่อน้ำใหม่ๆ

กุ้งฝอยชอบอยู่รวมกลุ่มกันชุกชุมบริเวณน้ำนิ่ง หรือที่มีกระแสน้ำขึ้นลงเอื่อยๆ ในระดับความลึกไม่เกิน 1 เมตร โดยจะซ่อนตัวอยู่ตามใต้ก้อนหิน หรือโดยเฉพาะบริเวณริมตลิ่งที่มีรากหญ้า หรือพันธุ์ไม้น้ำขึ้นอยู่ เพื่อใช้เป็นที่กำบังจากศัตรูเวลาลอกคราบ กุ้งชนิดนี้สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพของน้ำได้ดีพอใช้ กุ้งฝอยเป็นสัตว์ที่กินอาหารจำพวกเนื้อและพืช ทั้งที่ยังมีชีวิตอยู่และตายเน่าเปื่อยสลายไปแล้ว แต่สิ่งที่ตายและเน่าเปื่อยนี้เป็นสิ่งที่กุ้งชอบมากกว่าสิ่งที่มีชีวิตอยู่ แม้กระทั่งพวกเดียวกันที่ตายไปแล้วก็ใช้เป็นอาหารและเป็นสิ่งที่ชอบมากด้วย นอกจากนี้อาหารปลาก็ยังเป็นสิ่งที่กุ้งชอบด้วยเช่นกัน ปกติแล้วกุ้งเป็นสัตว์ที่ออกหากินในเวลากลางคืน แต่อย่างไรก็ตามในเวลากลางวันกุ้งก็ยังออกหากินเหมือนในเวลากลางคืน

3.3 ผลของสารชนิดต่างๆ ที่มีต่อกุ้งฝอย

ณรงค์ (2542) ได้ทำการศึกษาพิษเฉียบพลันของสารสกัดสะเดาที่มีต่อกุ้งฝอย โดยวิธีชีววิเคราะห์แบบน้ำนิ่ง (static bioassay) ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าสารสกัดสะเดา (สารออกฤทธิ์: azadirachtin) จะเป็นพิษสูงในช่วงชั่วโมงที่ 13 - 18 โดยมีค่า LC_{50} ที่ 24 ชั่วโมง เท่ากับ 0.309 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งค่าที่พบนับว่าต่ำมากเมื่อเทียบกับอัตราแนะนำให้ใช้สารสกัดสะเดาในสภาพธรรมชาติเพื่อกำจัดแมลง

ภรณี (2544) ได้ทำการศึกษาเสถียรภาพการพัฒนาการของกุ้งฝอยที่ได้รับความเครียดจากสารฆ่าแมลง สารอินทรีย์ในน้ำที่ปริมาณสูง และปุ๋ยในนาข้าว โดยทำการสุ่มตัวอย่างกุ้งฝอยจากร่องน้ำในสวนมะนาว บ่อน้ำใกล้ลานตากกากเบียร์ และนาข้าว อ.หนองขาหย่าง จ.อุทัยธานี โดยมีกุ้งฝอยที่สุ่มตัวอย่างได้จากบ่อน้ำหน้าสวนมะนาวทำหน้าที่เป็นตัวควบคุม ซึ่งการวัดเสถียรภาพการพัฒนาการของกุ้งฝอย วัดจากค่าความไม่สมมาตรขึ้นๆ ลงๆ (fluctuating asymmetry,FA) ซึ่งคือค่าผลต่างระหว่างด้านซ้ายและด้านขวาของลักษณะโครงสร้างที่มีอยู่สองข้าง ได้แก่ จำนวนขนบนหนวด จำนวนกลุ่มขนบนก้ามเล็ก จำนวนขนบน epimeron ความยาวปล้อง meropodite ของขาคู่สุดท้ายและความยาวปล้อง carpodite ของก้ามใหญ่ ผลการวิเคราะห์พบว่า กุ้งฝอยที่สุ่มตัวอย่างจากแหล่งน้ำควบคุมมีค่า FA ต่ำสุด ซึ่งงานวิจัยนี้สามารถสรุปได้ว่า สารฆ่าแมลงก่อให้เกิดความเครียดขึ้นแก่กุ้งฝอยในแหล่งน้ำได้อย่างชัดเจน

เนื่องจากกุ้งฝอยเป็นสัตว์ที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาติ ไม่เป็นที่นิยมในการเพาะเลี้ยงเป็นจริงเป็นจัง เป็นเหตุให้การศึกษาเรื่องของสารชนิดต่างๆ กับกุ้งฝอยไม่เป็นที่แพร่หลาย ทำให้เอกสารในการนำมาประกอบการศึกษามีไม่มากนัก ดังนั้นจึงนำเอาข้อมูลของกุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii*) ซึ่งอยู่ใน genus เดียวกันกับกุ้งฝอยมาใช้เพื่อประกอบการศึกษา ดังรายละเอียดต่อไปนี้

มัลลิกา (2547) ได้ทำการศึกษาถึงผลของสารสกัดขมิ้นชันต่ออัตราการรอด และอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน โดยนำสารสกัดขมิ้นชันผสมลงในอาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้งทดลองในกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน 2 รุ่น คือ วัยอ่อนที่ยังไม่คว่ำ และวัยอ่อนที่คว่ำแล้ว พบว่า อัตรารอด อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อตัว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในกุ้งวัยอ่อนที่ยังไม่คว่ำ เมื่อให้สารสกัดขมิ้นชันผสมกับอาหารที่ 5 และ 10 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม สำหรับกุ้งวัยอ่อนที่คว่ำแล้วพบอัตราความอยู่รอดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อตัว เมื่อให้สารสกัดขมิ้นชันผสมกับอาหารที่ 3, 5 และ 10 กรัมต่ออาหาร1 กิโลกรัม โดยสารสกัดขมิ้นชัน ที่ 5 และ 10 กรัมมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อตัว สูงกว่าในชุดควบคุม และชุดการทดลองที่ผสมสารสกัดขมิ้นชัน 3 กรัม

ชวลิต (2529) ได้ทำการศึกษาถึงพิษเฉียบพลันของคาร์บาริล คาร์โบฟูราน และส่วนผสมทั้งสองชนิดที่มีต่อกุ้งก้ามกราม โดยใช้วิธีชีววิเคราะห์ในน้ำนิ่งเป็นระยะเวลา 96 ชั่วโมง กุ้งก้ามกรามที่ใช้มีขนาด 1.50 - 2.50 เซนติเมตร พบว่า 96-hr LC_{50} ของคาร์บาริล และคาร์โบฟูรานที่มี

ต่อกุ้งก้ามกรามเท่ากับ 0.067 และ 0.089 mg/l ตามลำดับ และสารละลายผสมระหว่างคาร์บาริลและคาร์โบฟูรานที่มีต่อ กุ้งก้ามกรามที่สัดส่วนความเป็นพิษ 1:1, 1:2 และ 2:1 เท่ากับ 1.00, 1.49 และ 1.42 mg/l ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบความเป็นพิษแบบเฉียบพลัน พบว่า คาร์บาริลมีพิษต่อกุ้งก้ามกรามสูงกว่าคาร์โบฟูรานเล็กน้อย

จารุวรรณ (2525) ได้ศึกษาถึงพิษเฉียบพลันของแอมโมเนียที่มีต่อกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนระยะต่างๆ กันคือ อายุ 5, 12 และ 23 วัน ในช่วงเวลา 48 ชั่วโมง ผลปรากฏว่า กุ้งก้ามกรามที่มีอายุมาก กว่าจะมีความทนทานต่อพิษของแอมโมเนียได้สูงกว่ากุ้งก้ามกรามที่มีอายุน้อยกว่า กล่าวคือ ค่า 48-hr LC_{50} ของแอมโมเนียที่มีต่อกุ้งก้ามกรามอายุ 5, 12 และ 23 วัน มีค่าเท่ากับ 1.53, 1.85 และ 2.05 ppm ตามลำดับ

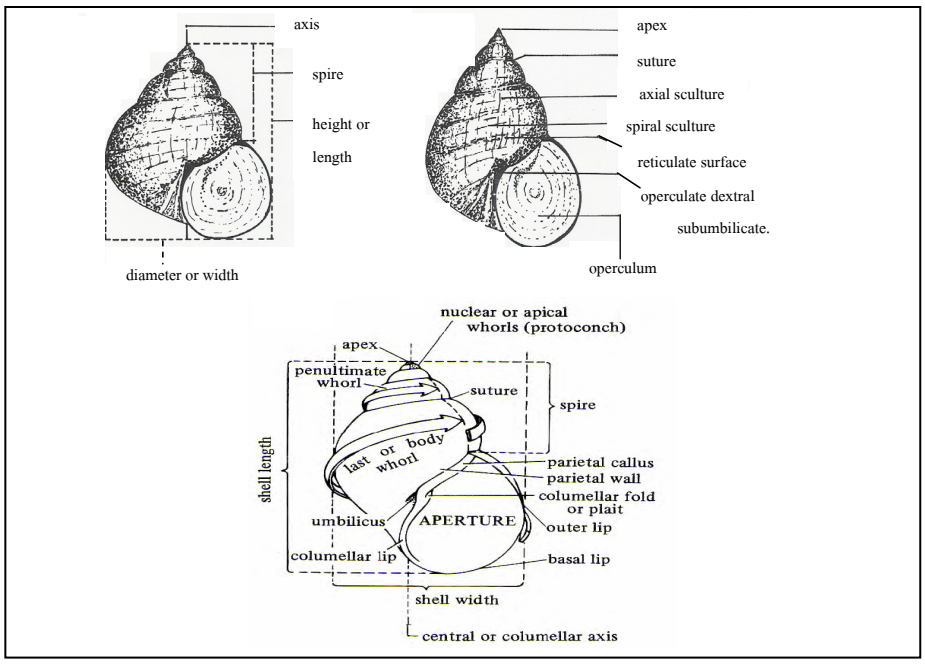
4. <u>หอยขม (Pond snail)</u>

นายเกษตร (ม.ป.ป.) ได้กล่าวไว้ว่า หอยขมเป็นหอยน้ำจืดที่มีอยู่ทั่วไปตามบึงต่างๆ ส่วนมากไม่ได้ทำการเพาะเลี้ยง มันเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ถ้าหากได้มีการเพาะเลี้ยงอย่างเป็นล่ำเป็นสันแล้วคงจะทำรายได้ให้ไม่น้อยเลยทีเดียว เพราะมีคนนิยมรับประทานกันทั่วไป

4.1 ลักษณะทางอนุกรมวิธานของหอยขม

Phylum Mollusca
Class Gastropoda
Order Mesogastropoda
Family Viviparidae
Genus *Filopaludina*
Species *Filopaludina martensi*
Sub-species *Filopaludina martensi martensi*

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Filopaludina martensi martensi* (Frauenfeltd.)
ชื่อสามัญ : pond snail
ชื่อไทย : หอยขม, หอยจุ๊บ และหอยดูด



<u>ภาพที่ 4</u> ลักษณะภายนอกของหอยขม *Filopaludina martensi martensi* (Frauenfeltd.)
ที่มา: เนาวรัตน์ (2516) และ Perez *et al*. (2004)

4.2 ลักษณะทั่วไปของหอยขม

หอยขม เป็นหอยฝาเดียว เปลือกแข็งเป็นรูปกรวยและขดเป็นเกลียวเวียนขวาเรียวขึ้นไปหายอดแหลม วงยอดสุดมีขนาดเล็ก เรียกว่า apex ซึ่งเป็นวงที่เกิดก่อนวงอื่น วงถัดมาเรียกว่า spire วงล่างสุดมีขนาดใหญ่ เรียกว่า body whorl แต่ละวงมีร่อง (suture) กันไว้ body whorl มีช่องเปิดขนาดใหญ่ให้ส่วนเท้าและส่วนหัวยื่นออกมา ช่องเปิดนี้เรียกว่า aperture ฝาปิดเปลือก (operculum) เป็นแผ่นแบน มีสีน้ำตาลเข้มเป็นรูปวงรีอยู่ตรงกลาง เปลือกหอยมีสีเขียวปนน้ำตาล สีของเปลือกนี้อาจจะปรับไปได้กลมกลืนกับธรรมชาติแวดล้อม เนื้อในมีสีขาว

ลักษณะรูปร่างภายในของหอยขม มีลำตัวตั้งแต่ส่วนหัวไปถึงส่วนท้ายบิดเป็นเกลียวเรียวเล็กไปสิ้นสุดที่ปลายยอดแหลมของเปลือกเช่นกัน ด้านหลังของส่วนหัวตั้งแต่บริเวณลำตัว ไปถึงส่วนท้ายมีแผ่นเยื่อบางๆ บุลำตัวไว้ทำให้มีช่องว่าง เยื่อหุ้มนี้เรียกว่า แมนเติล (mantle) เยื่อแมนเติลนี้มีหน้าที่ช่วยในการดำรงชีวิตของหอยขมให้มีสภาพอยู่ได้ เพราะว่าแมนเติลเป็นตัวสร้างเปลือกหอยไว้ป้องกันลำตัวให้พ้นจากอันตราย และดัดแปลงเป็นปอดช่วยในการหายใจ เมื่ออยู่ในน้ำและบนบก

อวัยวะภายในที่ส่วนหัว ประกอบด้วยจงอยปาก และมีรูปากเปิดเล็กๆ แนบอยู่ ใช้สำหรับเป็นทางให้น้ำเข้าออก ผ่านเข้าไปถึงแผงเหงือกได้ สองข้างของจงอยมีหนวดข้างละเส้น ข้างโคนหนวดมีตามีลักษณะเป็นจุดดำเข้ม ที่โคนหนวดด้านหลังมีแผ่นเท้าเทียมเป็นแผ่น membrane บางๆ สีเนื้อ ใช้โบกพัดเมื่อลอยตัวในน้ำ แผ่นเท้ามีลักษณะเป็นแผ่นเนื้อแบนบางและเรียบแผ่ให้กว้างยืดหดได้ มีรูปร่างไม่แน่นอน ส่วนหน้าแผ่ขยายได้กว้างกว่าส่วนหลัง หอยขมเคลื่อนที่ได้โดยอาศัยแผ่นเท้าคืบคลานไป (เนาวรัตน์, 2516)

หอยขมใช้แผ่นเท้าแผ่ออก เป็นแผ่นแบนเรียบเกาะคลุมก้อนหิน และตอไม้ผุๆ คืบคลานไปเพื่อหาอาหาร โดยปกติไม่ชอบอยู่นิ่ง เมื่อลอยตัวอยู่ในน้ำมักใช้เท้าเทียมที่ข้างหนวดพัดโบกไปมา อาหารที่สำคัญของหอยขมคือ สารอินทรีย์ที่สลายตัวแล้วเป็นผงตะกอนจมอยู่บนผิวหน้าดินใต้ผิวน้ำ รวมทั้งแพลงค์ตอน และสัตว์น้ำเล็กๆ ตะไคร่น้ำ เศษพันธุ์ไม้น้ำทั้งสดและเน่าที่อยู่ในแหล่งน้ำนั้นด้วย หอยขมมีการสืบพันธุ์ได้ตลอดทุกฤดู และออกลูกเป็นตัว เนื่องจากหอยขมมีอวัยวะเพศผู้และเพศเมียอยู่ในตัวเดียวกัน และมีท่อเปิดเป็นถุงร่วมเพศ มันจึงสามารถสืบพันธุ์ในตัวเดียวกันได้ ดังนั้นไข่ที่อยู่ในท่อมดลูกของเพศเมีย จึงมีโอกาสถูกผสมด้วยเชื้อเพศผู้ได้ตลอดเวลา เมื่อลูกหอยขมมีขนาดกว้างประมาณ 15.4 - 17 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 19 - 20 มิลลิเมตร มีอายุได้ประมาณ 2 เดือน หอยนั้นก็เจริญเต็มที่สามารถสืบพันธุ์ได้ (ศักดิ์ชัย, 2533)

วันทนา (2543) กล่าวไว้ว่า หอยขมเป็นหอยที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำจืด เช่น ในคู หนอง คลอง บึง ที่น้ำไม่ไหลแรงและเป็นน้ำนิ่ง มักเกาะอยู่กับพันธุ์ไม้น้ำ เสา หลัก ตอไม้ หรือตามพื้นอยู่ในระดับลึก 0.1 - 2 เมตร ชโนวาทและนิพนธ์ (2532) ยังได้กล่าวอีกว่า หอยขมมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อม เจริญเติบโตรวดเร็วและขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว

4.3 ผลของสารชนิดต่างๆ ที่มีต่อหอยขม

พัชนี (2547) ได้ศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของปรอท ทองแดง และแคดเมียมต่อหอยขมวัยรุ่นขนาด 1.0 - 1.5 เซนติเมตร โดยวิธีชีววิเคราะห์แบบน้ำนิ่ง และวิเคราะห์ความเป็นพิษโดยค่า LC_{50} ที่ระยะเวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง พบว่าที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ทองแดงจะมีความเป็นพิษมากกว่าปรอทและปรอทมีความเป็นพิษมากกว่าแคดเมียม ที่ระยะเวลา 48 และ 72 ชั่วโมง ปรอทมีความเป็นพิษมากกว่าทองแดงและทองแดงจะมีความเป็นพิษมากกว่าแคดเมียม ซึ่งจากการศึกษาเมื่อวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักที่ตกค้างในเนื้อเยื่อหอยขมวัยรุ่น พบว่าการดูดซึม และการ

สะสมปริมาณโลหะหนักจะมากขึ้นตามระดับความเข้มข้นของสาร อีกทั้งยังพบว่าในหอยขมวัยรุ่นมีการสะสมปริมาณของทองแดงในเนื้อเยื่อมากกว่าแคดเมียม และสะสมแคดเมียมมากกว่าปรอท

เนื่องจากหอยขมเป็นสัตว์ที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาติ ไม่เป็นที่นิยมในการเพาะเลี้ยงอย่างเป็นจริงเป็นจัง อีกทั้งยังเป็นที่ทราบกันดีว่าหอยขมมีความทนทานในสภาพต่างๆ ได้ค่อนข้างมาก เป็นเหตุให้การศึกษาเรื่องของสารชนิดต่างๆ กับหอยขมไม่เป็นที่แพร่หลาย ทำให้เอกสารในการนำมาประกอบการศึกษามีไม่มากนัก ดังนั้นจึงนำเอาข้อมูลของหอยเชอรี่ซึ่งอยู่ใน family เดียวกันกับหอยขมมาใช้เพื่อประกอบการศึกษา ดังรายละเอียดต่อไปนี้

วัชราภรณ์ (2545) ได้ศึกษาผลของสารสกัดหัวแห้วหมู ต่อหอยเชอรี่ *(Pomacea canaliculata* L.) อายุ 3 เดือน ที่ระดับความเข้มข้น 0, 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตรวจนับเปอร์เซ็นต์การตายของหอยเชอรี่ ในช่วง 24 และ 48 ชั่วโมง ได้ค่า LC_{50} เท่ากับ 4.06 เปอร์เซ็นต์ และ 3.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

อัญชลีกร (2542) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดสะเดาที่มีต่อหอยเชอรี่ โดยในห้องทดลองใช้สารสกัด 4 ระดับ คือ 0 (กลุ่มควบคุม), 1, 2 และ 3 ppm ตรวจนับจำนวนหอยตายหลังได้รับสารนาน 24, 48 และ 72 ชั่วโมง พบว่า สารสกัดสะเดาเข้มข้น 3 ppm มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการกำจัดหอยเชอรี่ โดยทำให้หอยขนาดเล็กตาย 100 เปอร์เซ็นต์ภายใน 48 ชั่วโมง ขณะที่หอยขนาดกลาง และขนาดใหญ่ตาย 100 เปอร์เซ็นต์หลังได้รับสารนาน 72 ชั่วโมง สำหรับการศึกษาในแปลงทดลองใช้สารสกัด 4 ระดับ คือ 0 (กลุ่มควบคุม), 3, 6 และ 9 ppm ตรวจนับจำนวนหอยตายหลังได้รับสารนาน 24, 48 และ 72 ชั่วโมง พบว่า สารสกัดสะเดาเข้มข้น 6 ppm ที่ทดสอบในแปลงธรรมชาติเป็นระดับความเข้มข้นที่ใช้กำจัดหอยเชอรี่ได้ดีที่สุด มีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ย 79.33 เปอร์เซ็นต์

ปัทมา (2543) ได้ทำการศึกษาถึงผลของสารสกัดสาบเสือที่มีต่อการตายของหอยเชอรี่ อายุ 2 เดือน ปรากฏว่า สารสกัดสาบเสือมีผลต่อปฏิกิริยาของเอนไซม์ glutathione S-transferase ซึ่งเป็นเอนไซม์ทำลายพิษในหอยเชอรี่โดยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์จึงทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของหอยเชอรี่สูงขึ้นจากปกติ

5. <u>ผักกาดหอม (Lettuce)</u>

ผักกาดหอม เป็นพืชที่จัดอยู่ใน family Compositae มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Lactuca sativa* (Linn.) ซึ่งลักษณะทั่วไปของผักกาดหอม มีดังนี้

ราก เป็นระบบรากแก้ว เมื่อมีการย้ายปลูกรากแก้วจะเสียหายเหลือเพียงรากแขนง

ลำต้น มีลักษณะตั้งตรง ขึ้นวน เป็นกอสั้น มีข้อซึ่งเป็นที่เกิดของใบ อวบอ้วน

ใบ สีใบมีตั้งแต่เขียวอ่อน เขียวปนเหลือง จนถึงสีเขียวแก่ บางพันธุ์มีสีแดงบรอนซ์ หรือน้ำตาล – ปนเขียว ซึ่งแตกออกมาจากลำต้นโดยรอบ เส้นใบเห็นได้ชัด ขอบใบมีลักษณะเป็นหยัก ขนาดและรูปร่างของใบผักกาดหอมจะแตกต่างกันตามชนิด

ดอกและช่อดอก มีลักษณะเป็นช่อแบบ panicle เป็นดอกสมบูรณ์เพศ กลีบดอกสีเหลือง ตรงโคนดอกเชื่อมติดกับรังไข่ มีเกสรตัวเมีย 1 อัน ส่วนเกสรตัวผู้มี 5 อัน รวมกันเป็นยอดยาวห่อหุ้มก้านเกสรตัวเมียและยอดเกสรตัวเมียไว้

เมล็ด เป็นเมล็ดเดี่ยว (achene) แบนยาว หัวท้ายแหลมเป็นรูปหอก มีเส้นเล็กๆ ลาดยาวไปตามด้านยาวของเมล็ดที่ผิวเปลือกหุ้มเมล็ด มีสีเทาปนครีม ยาวประมาณ 4 มิลลิเมตร และกว้างประมาณ 1 มิลลิเมตร (เมฆ, 2541)

ผักกาดหอมเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินแทบทุกชนิด แต่สามารถปลูกได้ผลดีที่สุดในดินร่วน ซึ่งมีการระบายน้ำและอากาศดี ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินอยู่ระหว่าง 6.0 – 6.8 มีความชื้นในดินพอสมควร พื้นที่ปลูกควรให้ได้รับแสงเต็มที่ตลอดวัน ผักกาดหอมเป็นพืชฤดูเดียว เจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศเย็น ระดับอุณหภูมิที่เหมาะสม ถ้าเป็นผักกาดหอมใบจะอยู่ระหว่าง 21 – 26 องศาเซลเซียส แต่ถ้าผักกาดหอมห่อหัวจะอยู่ระหว่าง 15.5 – 21 องศาเซลเซียส หากปลูกผักกาดหอมในสภาพอุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้ผักมีรสขมและแทงช่อดอกเร็ว แต่อย่างไรก็ตามผักกาดหอมสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

การปลูกผักกาดหอมใบนั้นไม่ต้องทำการเพาะกล้า ทำการหว่านเมล็ดลงแปลงปลูกโดยตรง โดยหว่านให้กระจายไปทั่วแปลง แล้วใช้ดินที่ผสมกับปุ๋ยคอกโรยทับบางๆ คลุมด้วยฟางข้าว รดน้ำให้ชุ่ม ดูแลรักษาจนกระทั่งกล้ามีใบจริง 2 – 3 ใบ ให้ทำการถอนต้นกล้าออกบ้างเพื่อไม่ให้เบียดกันแน่นเกินไป เพราะอาจทำให้ต้นกล้าเกิดโรคและอ่อนแอได้ และอายุการเก็บเกี่ยวผักกาดหอมใบประมาณ 40 – 50 วัน หลังจากหว่านเมล็ดลงแปลง การเก็บเกี่ยวควรเลือกเก็บขณะที่ใบยังอ่อนกรอบ ไม่เหนียวกระด้าง (อภิชาติ, ม.ป.ป.)

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. <u>วัสดุอุปกรณ์</u>

1.1 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง คือ สารสปินโนแซด ชื่อการค้า ซัคเซส 120 เอสซี (Success 120 SC) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท ดาวน์ อะโกรไซแอนส์ (ประเทศไทย) จำกัด (ภาพที่ 5)

<u>ภาพที่ 5</u> สารสปินโนแซด (ซัคเซส 120 เอสซี)

1.2 พืชที่ใช้ในการทดลอง คือ ผักกาดหอม พันธุ์ Grand Rabbit ผลิตภัณฑ์ของบริษัท ศรแดง จำกัด

1.3 สัตว์ทดลอง

การเตรียมสัตว์ทดลองในทุกวิธีดำเนินการทดลอง คัดเลือกสัตว์ทดลองให้ได้ขนาดดังนี้

1.3.1 ปลานิล (*Oreochromis niloticus* Linn.) ขนาดความยาว 2.0 - 2.5 เซนติเมตร จากร้านค้าปลานิล ที่สวนจตุจักร

1.3.2 กุ้งฝอย (*Macrobracium lanchesteri* De Man.) ขนาดความยาว 2.0 - 2.5 เซนติเมตร จากร้านค้ากุ้งฝอย ที่สวนจตุจักร

1.3.3 หอยขม (*Filopaludina martensi martensi* Frauenfeldt.) ขนาดความยาว 1.5 - 2.5 เซนติเมตร จากแปลงปลูกผักกาดหอม อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร

1.4 อาหารสัตว์ทดลอง ใช้อาหารชนิดเม็ดสำเร็จรูป ผลิตภัณฑ์ของบริษัทเครือเจริญโภคภัณฑ์ จำกัด (CP)

1.5 อุปกรณ์ต่างๆ

1.5.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

(1) โหลแก้วกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 17.5 เซนติเมตร ความสูง 28 เซนติเมตร มีความจุ 6 ลิตร

(2) อุปกรณ์สำหรับให้ออกซิเจนในน้ำ ประกอบด้วย ปั๊มลม ท่อยาง ข้อต่อ ตัวปรับปริมาณออกซิเจน และหินอากาศ

(3) อุปกรณ์ในการชั่งน้ำหนัก คือ เครื่องชั่งขนาด 500 กรัม

(4) อุปกรณ์ในการวัดขนาดความยาว คือ เวอร์เนีย คาลิปเปอร์ (Vernia calipers)

(5) บ่อซีเมนต์ ขนาดความกว้าง 75 เซนติเมตร ความยาว 85 เซนติเมตร ความสูง 39 เซนติเมตร

(6) เครื่องแก้วต่างๆ ได้แก่ บีกเกอร์ ปิเปต และแท่งแก้วคนสาร

(7) อะซิโตน (acetone)

(8) น้ำกลั่น

(9) น้ำประปา

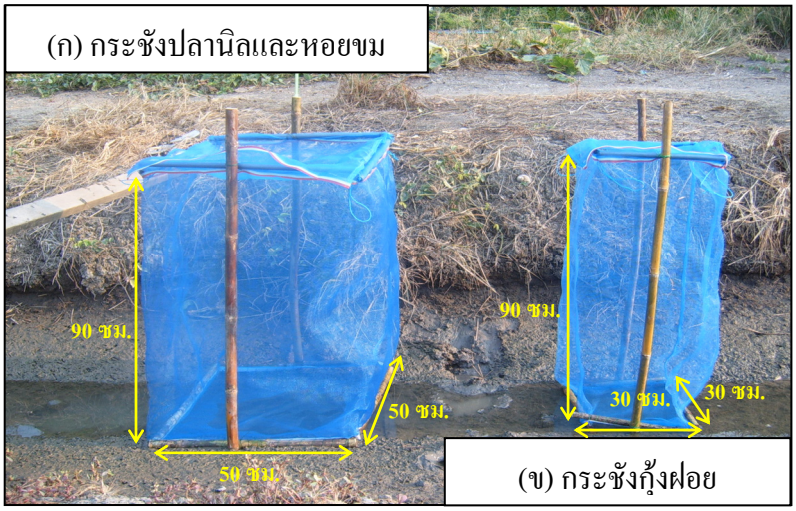
(10) อุปกรณ์อื่นๆ ได้แก่ กระชอน ลูกยาง ถุงมือยาง กระดาษ label ถังน้ำถ้วยพลาสติก และอุปกรณ์สำหรับจดบันทึก

1.5.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในแปลงปลูกผักกาดหอม

(1) กระชังเลี้ยงสัตว์ทดลอง ลักษณะเป็นทรงลูกบาศก์มีฝาปิด ทำจากผ้าตาข่ายไนล่อนสีฟ้า (ตา 16 ช่องต่อนิ้ว) มีโครงทำด้วยไม้ไผ่ และยึดติดกันด้วยเชือกไนล่อน มี 2 ขนาด (ภาพที่ 6) คือ

(1.1) กระชังเลี้ยงปลานิลและหอยขม ขนาดความกว้าง 50 เซนติเมตร ความยาว 50 เซนติเมตร และความสูง 90 เซนติเมตร

(1.2) กระชังเลี้ยงกุ้งฝอย ขนาดความกว้าง 30 เซนติเมตร ความยาว 30 เซนติเมตร และความสูง 90 เซนติเมตร



<u>ภาพที่ 6</u> กระชังเลี้ยงสัตว์ทดลอง (ก) กระชังปลานิลและหอยขม (ข) กระชังกุ้งฝอย

(2) อุปกรณ์ในการชั่งน้ำหนัก คือ เครื่องชั่งขนาด 500 กรัม

(3) อุปกรณ์ในการวัดขนาดความยาว คือ เวอร์เนีย คาลิปเปอร์

(4) เครื่องพ่นสารเคมีแบบสูบชัก

(5) อุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่ กระชอน ถ้วยพลาสติก สายยาง เครื่องสูบน้ำ และอุปกรณ์สำหรับจดบันทึก

2. <u>วิธีดำเนินการทดลอง</u>

2.1 การศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของสารสปินโนแซดต่อปลานิล กุ้งฝอย และหอยขม เพื่อหาค่าความเป็นพิษที่ 96 ชั่วโมง (96 hr. LC_{50} , Median Lethal Concentration at 96 hours)

การทดลองเพื่อหาช่วงของอัตราความเข้มข้นที่สามารถทำให้สัตว์ทดลองตายระหว่างมากกว่า 0 และน้อยกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ แบ่งการทดลองออกเป็น 9 กลุ่มการทดลอง โดยใช้สัตว์ทดลอง 10 ตัวต่อ 1 กลุ่มการทดลอง ดังนี้

- กลุ่มควบคุม เป็นการเลี้ยงสัตว์ทดลองในน้ำปกติที่ได้เตรียมไว้
- กลุ่มทดลอง เป็นการเลี้ยงสัตว์ทดลองในน้ำที่มีสารสปินโนแซดที่ระดับความเข้มข้น 8 ระดับ คือ 0.0012, 0.012, 0.12, 1.2, 12, 120, 240 และ 480 ppm ตามลำดับ

2.1.1 การเตรียมน้ำ

นำน้ำประปาใส่ไว้ในถังพักน้ำอย่างน้อย 7 วัน ก่อนนำไปใช้ในการทดลอง

2.1.2 การเตรียมสัตว์ทดลอง

นำสัตว์ทดลองไปเลี้ยงในบ่อปูนซีเมนต์ขนาด 75 x 85 x 39 เซนติเมตร แยกชนิดกัน เพื่อปรับสภาพเป็นเวลา 7 วัน โดยใช้น้ำประปาที่เตรียมไว้ หลังจากนั้นจึงสุ่มสัตว์ทดลองไปใช้ในการทดลองต่อไป

2.1.3 การทดลอง

นำสัตว์ทดลองที่ได้เตรียมไว้มาใส่ในโหลแก้วกลมที่มีปริมาณน้ำ 2 ลิตร ตามกลุ่มการทดลองที่มีปริมาณสารสปินโนแซดในระดับความเข้มข้นต่างๆ นาน 96 ชั่วโมง และทำการบันทึกจำนวนสัตว์ทดลองที่ตาย ณ เวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง ตามลำดับ

2.2 การศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของขนาดความยาวและน้ำหนักปลานิล กุ้งฝอย และหอยขม ในห้องปฏิบัติการ

แบ่งการทดลองออกเป็น 3 กลุ่มการทดลอง กลุ่มละ 4 ซ้ำ โดยใช้สัตว์ทดลอง 10 ตัว ต่อ 1 ซ้ำ ดังนี้

- กลุ่มควบคุม เป็นการเลี้ยงสัตว์ทดลองในน้ำปกติที่เตรียมไว้
- กลุ่มทดลอง เป็นการเลี้ยงสัตว์ทดลองในน้ำที่มีสารสปินโนแซดที่ระดับความเข้มข้น 2 ระดับ คือ 0.1 และ 1.0 ppm ตามลำดับ

2.2.1 การเตรียมน้ำ

นำน้ำประปาใส่ไว้ในถังพักอย่างน้อย 7 วัน ก่อนนำไปใช้ในการทดลอง

2.2.2 การเตรียมสัตว์ทดลอง

นำสัตว์ทดลองไปเลี้ยงในบ่อปูนซีเมนต์ขนาด 75 x 85 x 39 เซนติเมตร แยกชนิดกัน เพื่อปรับสภาพเป็นเวลา 14 วัน โดยใช้น้ำประปาที่เตรียมไว้ หลังจากนั้นจึงสุ่มสัตว์ทดลองไปใช้ในการทดลองต่อไป

2.2.3 การทดลอง

(1) นำสัตว์ทดลองที่เตรียมไว้มาทำการวัดขนาดความยาวและน้ำหนัก (การเก็บข้อมูล ที่ระยะเวลา 0 วัน) แล้วจึงนำลงไปใส่ในโหลแก้วที่มีปริมาณน้ำ 4 ลิตร ตามกลุ่มการทดลอง ดังภาพที่ 7 โดยให้ปลานิลอยู่ร่วมกับหอยขม

ภาพที่ 7 การศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของขนาดความยาวและน้ำหนักปลานิล กุ้งฝอย และหอยขม ในห้องปฏิบัติการ

(2) การให้อาหารสัตว์ทดลองให้ 2 มื้อต่อวัน ทุกวัน คือ เวลา 08.00 น. และเวลา 18.00 น.

(3) ทำการเก็บข้อมูลทั้งขนาดความยาวและน้ำหนักทุก 7 วัน (จำนวน 4 ครั้ง ที่ระยะเวลา 7, 14, 21 และ 28 วัน ตามลำดับ) พร้อมทั้งทำการเปลี่ยนน้ำ โดยการเปลี่ยนน้ำนั้นให้คงเหลือน้ำเดิมไว้ 50 เปอร์เซ็นต์ คือ 2 ลิตร จากนั้นนำน้ำที่ผสมสารตามกลุ่มการทดลองเติมลงไปให้ครบ 4 ลิตร ตามเดิม

(4) นำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในการเจริญเติบโตทั้งขนาดความยาวและน้ำหนักของสัตว์ทดลองแต่ละชนิด

2.3 การศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของขนาดความยาวและน้ำหนักปลานิล กุ้งฝอย และหอยขม ในแปลงปลูกผักกาดหอม

แบ่งการทดลองออกเป็น 3 กลุ่มการทดลอง กลุ่มละ 4 ซ้ำ โดยใช้สัตว์ทดลอง 20 ตัว ต่อ 1 ซ้ำ ดังนี้

– กลุ่มควบคุม เป็นการเลี้ยงสัตว์ทดลองในร่องน้ำของแปลงปลูกผักกาดหอมที่ไม่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด

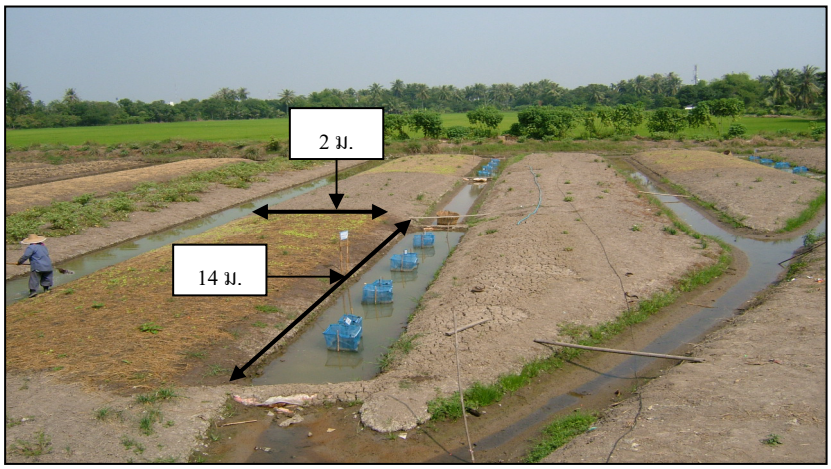
– กลุ่มทดลอง เป็นการเลี้ยงสัตว์ทดลองในร่องน้ำของแปลงปลูกผักกาดหอมที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 กลุ่มการทดลอง ได้แก่

กลุ่มการทดลองที่ 1: ใช้สารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำบนฉลากผลิตภัณฑ์ คือ 40 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร

กลุ่มการทดลองที่ 2: ใช้สารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำบนฉลากผลิตภัณฑ์ คือ 80 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร

2.3.1 การเตรียมแปลงปลูกผักกาดหอม

แบ่งแปลงปลูกผักกาดหอมออกเป็น 3 แปลง แต่ละแปลงมีขนาดความกว้าง 2 เมตร ความยาว 14 เมตร โดยให้แต่ละแปลงมีระยะห่าง แยกออกจากกันอย่างชัดเจน ไม่ให้มีความต่อเนื่องกัน (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 แปลงปลูกผักกาดหอม

2.3.2 การเตรียมร่องน้ำสำหรับการทดลอง

ขนาดของร่องน้ำมีความสัมพันธ์กับความยาวของแปลงปลูก คือ ยาว 14 เมตร เท่ากัน แต่มีความกว้างเพียง 1.50 เมตร และความลึก 0.70 เมตร ซึ่งร่องน้ำของกลุ่มการทดลองแต่ละกลุ่มจะถูกแยกออกจากกัน โดยอาศัยคันดินเป็นตัวกั้นและกักเก็บน้ำไม่ให้น้ำไหลไปปนกันได้

2.3.3 การเตรียมสัตว์ทดลอง

นำสัตว์ทดลองไปเลี้ยงในกระชังในวันแรกที่เริ่มหว่านเมล็ดผักกาดหอม โดยเลี้ยงปลานิลร่วมกับหอยขมในกระชังเดียวกัน และกุ้งฝอยเลี้ยงแยกในอีกกระชังหนึ่ง

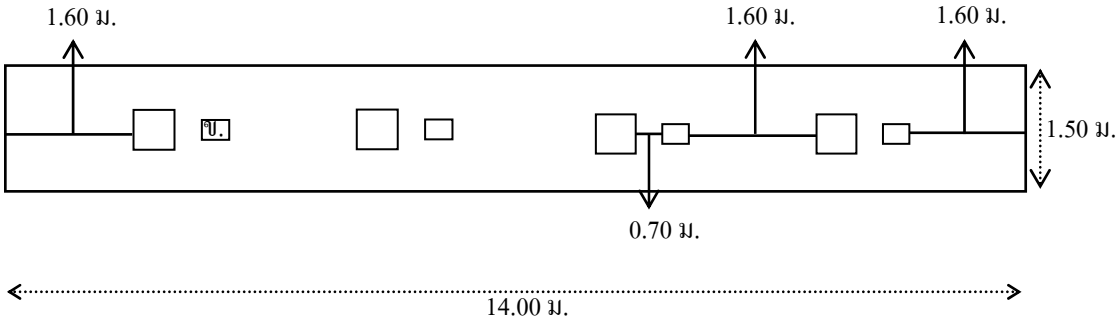
2.3.4 การเตรียมกระชังเพื่อเลี้ยงสัตว์ทดลอง

กระชังมีอยู่ 2 ขนาด คือ

กระชังที่ 1: ใช้เลี้ยงปลานิลร่วมกับหอยขม มีขนาด 50 x 50 x 90 เซนติเมตร

กระชังที่ 2: ใช้เลี้ยงกุ้งฝอย มีขนาด 30 x 30 x 90 เซนติเมตร

การวางกระชังในร่องน้ำของแปลงปลูกผักกาดหอมนั้น ในแต่ละกลุ่มการทดลองวางกระชังจำนวน 4 ซ้ำ ต่อ 1 ร่องน้ำ โดยวางกระชังปลานิลร่วมกับหอยขม และกระชังกุ้งฝอยไว้ข้างกันบริเวณกลางร่องน้ำ ห่างกัน 0.70 เมตร แต่ละซ้ำมีระยะห่างกัน 1.60 เมตร เช่นเดียวกับหัว-ท้ายของร่องน้ำก็ให้เว้นระยะห่างไว้ 1.60 เมตร ดังภาพที่ 9



<u>ภาพที่ 9</u> ลักษณะการวางกระชังในร่องน้ำของแปลงปลูกผักกาดหอม ในแต่ละกลุ่มการทดลอง โดย ก. คือ กระชังปลานิลร่วมกับหอยขม และ ข. คือ กระชังกุ้งฝอย

2.3.5 การทดลอง

(1) การวัดขนาดความยาวและน้ำหนักของสัตว์ทดลอง

ระยะเวลาการเก็บข้อมูลของสัตว์ทดลอง กำหนดให้มีการเก็บข้อมูลจำนวน 5 ครั้ง ดังนี้

ก่อนการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรก : เก็บข้อมูลของสัตว์ทดลองในวันที่ 28 นับจากวันเริ่มเลี้ยงสัตว์ทดลองในกระชัง และก่อนการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกเป็นเวลา 5 วัน

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกเป็นเวลา 2 วัน : เก็บข้อมูลของสัตว์ทดลองในวันที่ 35 นับจากวันเริ่มเลี้ยงสัตว์ทดลองในกระชัง และหลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกเป็นเวลา 2 วัน

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 4 วัน : เก็บข้อมูลของสัตว์ทดลองในวันที่ 42 นับจากวันเริ่มเลี้ยงสัตว์ทดลองในกระชัง และหลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 4 วัน

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 11 วัน : เก็บข้อมูลของสัตว์ทดลองในวันที่ 49 นับจากวันเริ่มเลี้ยงสัตว์ทดลองในกระชัง และหลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 11 วัน

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 18 วัน : เก็บข้อมูลของสัตว์ทดลองในวันที่ 56 นับจากวันเริ่มเลี้ยงสัตว์ทดลองในกระชัง และหลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซด ครั้งที่สองเป็นเวลา 18 วัน

(2) การปลูกและการดูแลผักกาดหอม

ทำการหว่านเมล็ดในวันเดียวกับการคัดเลือกสัตว์ทดลองเพื่อนำมาเลี้ยงในกระชัง หลังจากนั้นมีการดูแลตามวิธีการปกติของเกษตรกร โดยมีการรดน้ำตอนเช้าและตอนเย็นของทุกวัน แต่ไม่มีการใช้สารชนิดอื่นในการฉีดพ่นในกลุ่มควบคุม และฉีดพ่นสารสปินโนแซด ตามกลุ่มการทดลองที่กำหนดไว้

(3) การฉีดพ่นสารสปินโนแซด (ซัคเซส 120 เอสซี)

ฉีดพ่นสารจำนวน 2 ครั้ง คือ

ครั้งที่ 1: หลังจากหว่านเมล็ด 33 วัน

ครั้งที่ 2: หลังจากหว่านเมล็ด 38 วัน

โดยฉีดพ่นตามกลุ่มการทดลองที่กำหนดไว้ สำหรับในกลุ่มควบคุมใช้น้ำเปล่าในการฉีดพ่น

(4) การดำเนินการอื่นๆ

(4.1) การเติมน้ำในท้องร่อง เติมวันเว้นวัน โดยใช้น้ำจากคลองชลประทาน

(4.2) การให้อาหารสัตว์ทดลองให้ 2 มื้อต่อวัน ทุกวัน คือ เวลา 08.00 น. และเวลา 18.00 น.

(5) นำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในการเจริญเติบโตทั้งขนาดความยาวและน้ำหนักของสัตว์ทดลองแต่ละชนิด

3. <u>สถานที่และระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง</u>

3.1 สถานที่ทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการ
ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 สถานที่ทำการศึกษาในแปลงปลูกผักกาดหอม
แปลงปลูกผักของเกษตรกร อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร

3.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง
ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2547 ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ.2548

ผลการทดลอง

1. <u>การศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของสารสปินโนแซดต่อปลานิล กุ้งฝอย และหอยขม</u>

1.1 ผลของสารสปินโนแซดต่อปลานิล

การศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของสารสปินโนแซดที่มีต่อปลานิลขนาด 2.0 - 2.5 เซนติเมตร จำนวน 10 ตัวต่อ 1 ความเข้มข้น ในระยะเวลา 96 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้นของสารต่างๆ กัน พบอัตราการตายของปลานิลดังนี้ (ตารางที่ 4)

กลุ่มควบคุม (0 ppm) พบอัตราการตายของปลานิลที่ 72 ชั่วโมง เท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มการทดลอง ที่ระดับความเข้มข้นของสาร 0.0012, 0.012, 1.2, 12 และ 120 ppm ไม่พบอัตราการตายของปลานิลตลอดระยะเวลา 96 ชั่วโมง

ที่ระดับความเข้มข้นของสาร 0.12 ppm พบอัตราการตายของปลานิลที่ 96 ชั่วโมง เท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์

ที่ระดับความเข้มข้นของสาร 240 ppm พบอัตราการตายของปลานิลที่ 48 ชั่วโมง เท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์

ที่ระดับความเข้มข้นของสาร 480 ppm พบอัตราการตายของปลานิลที่ 24 ชั่วโมง เท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์ และที่ 96 ชั่วโมง เท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์ รวมแล้วมีอัตราการตาย 20 เปอร์เซ็นต์

1.2 ผลของสารสปินโนแซดต่อกุ้งฝอย

การศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของสารสปินโนแซดที่มีต่อกุ้งฝอยขนาด 2.0 - 2.5 เซนติเมตร จำนวน 10 ตัวต่อ 1 ความเข้มข้น ในระยะเวลา 96 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้นของสารต่างๆ กัน พบอัตราการตายของกุ้งฝอย ดังนี้ (ตารางที่ 4)

กลุ่มควบคุม (0 ppm) พบอัตราการตายของกุ้งฝอยที่ 72 ชั่วโมง เท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มการทดลอง ที่ระดับความเข้มข้นของสาร 0.12, 1.2, 12, 120 และ 480 ppm ไม่พบอัตราการตายของกุ้งฝอยตลอดระยะเวลา 96 ชั่วโมง

ที่ระดับความเข้มข้นของสาร 0.012 ppm พบอัตราการตายของกุ้งฝอยที่ 72 ชั่วโมง เท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์

ที่ระดับความเข้มข้นของสาร 0.0012 และ 240 ppm พบอัตราการตายของกุ้งฝอยที่ 96 ชั่วโมง เท่ากับ 20 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

1.3 ผลของสารสปินโนแซดต่อหอยขม

การศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของสารสปินโนแซดที่มีต่อหอยขมขนาด 1.5 – 2.5 เซนติเมตร จำนวน 10 ตัวต่อ 1 ความเข้มข้น ในระยะเวลา 96 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้นของสารต่างๆ กัน ทั้งในกลุ่มควบคุมและกลุ่มการทดลองทุกระดับความเข้มข้น ไม่พบอัตราการตายเลย (ตารางที่ 4)

<u>ตารางที่ 4</u> อัตราการตายของสัตว์ทดลอง จากการทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันของสารสปินโนแซด ที่เวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง

สัตว์ทดลอง	ชั่วโมง	อัตราการตายของสัตว์ทดลอง (%)								
		ระดับความเข้มข้นของสาร (ppm)								
		0	0.0012	0.012	0.12	1.2	12	120	240	480
ปลานิล	24	0	0	0	0	0	0	0	0	10
	48	0	0	0	0	0	0	0	10	0
	72	10	0	0	0	0	0	0	0	0
	96	0	0	0	10	0	0	0	0	10
	รวม	10	0	0	10	0	0	0	10	20
กุ้งฝอย	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	72	10	0	10	0	0	0	0	0	0
	96	0	20	0	0	0	0	0	10	0
	รวม	10	20	10	0	0	0	0	10	0
หอยขม	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	96	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	รวม	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2. การศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของขนาดความยาวและน้ำหนักปลานิล กุ้งฝอย และหอยขม ในห้องปฏิบัติการ

2.1 ปลานิล

2.1.1 อัตราการตายของปลานิล

ในระหว่างการทดลองพบว่ามีปลานิลในกลุ่มควบคุม และกลุ่มการทดลองทั้ง 2 ความเข้มข้น ตายลงบางส่วนที่ระยะเวลาต่างๆ (ตารางที่ 5)

ที่ระยะเวลา 0 วัน: ไม่พบอัตราการตายในทุกกลุ่มการทดลอง

ที่ระยะเวลา 7 วัน: ไม่พบอัตราการตายในกลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้สารสปินโนแซด และกลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 1.0 ppm แต่พบอัตราการตายในกลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 0.1 ppm เท่ากับ 5 เปอร์เซ็นต์

ที่ระยะเวลา 14 วัน: พบอัตราการตายในกลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้สารสปินโนแซดเท่ากับ 2.5 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่พบอัตราการตายในกลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 1.0 ppm

ที่ระยะเวลา 21 วัน: ไม่พบอัตราการตายในกลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้สารสปินโนแซด แต่พบอัตราการตายในกลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 1.0 ppm เท่ากับ 5.0 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ที่ระยะเวลา 28 วัน: พบอัตราการตายในกลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้สารสปินโนแซด กลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 1.0 ppm เท่ากับ 15.0, 2.5 และ 10.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตลอดระยะเวลาการทดลอง 28 วัน พบอัตราการตายในกลุ่มควบคุม กลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 1.0 ppm เท่ากับ 17.5, 12.5 และ 17.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 5 อัตราการตายของปลานิล ในห้องปฏิบัติการ

ระยะเวลา	อัตราการตายของปลานิล (%)		
	กลุ่มควบคุม (0 ppm)	0.1 ppm	1.0 ppm
0 วัน	0	0	0
7 วัน	0	5.0	0
14 วัน	2.5	0	0
21 วัน	0	5.0	7.5
28 วัน	15.0	2.5	10.0
รวม	17.5	12.5	17.5

2.1.2 ผลการเจริญเติบโตของปลานิล

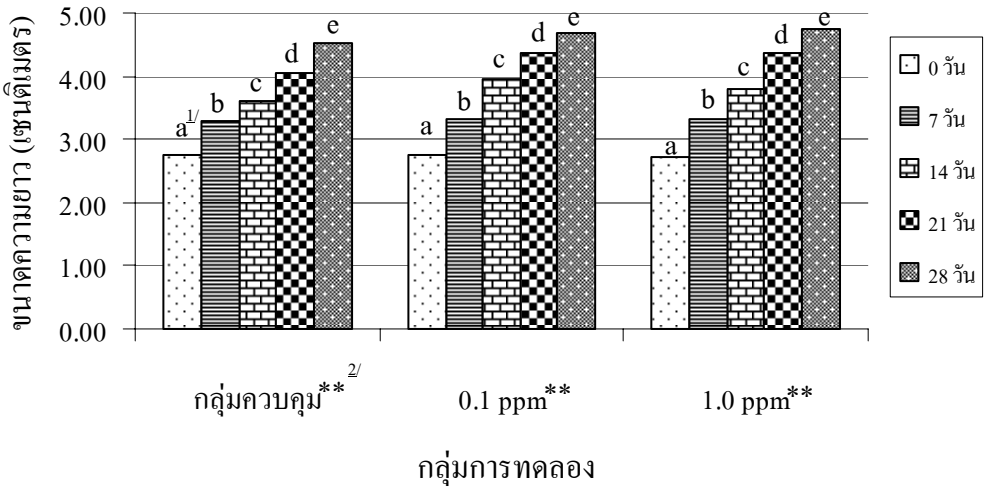
2.1.2.1 ขนาดความยาวของปลานิล

การศึกษาการเจริญเติบโตของขนาดความยาวปลานิล ซึ่งทดสอบกับสารสปินโนแซดที่ความเข้มข้น 0, 0.1 และ 1.0 ppm โดยมีการวัดขนาดจำนวน 5 ครั้ง ที่ระยะเวลา 0, 7, 14, 21 และ 28 วัน เพื่อดูการเจริญเติบโตของปลานิล มีผลดังนี้ (ภาพที่ 10 และตารางผนวกที่ 4)

กลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้สารสปินโนแซด จากการวัดขนาดความยาวของปลานิล พบว่า ปลานิลมีขนาดความยาวเฉลี่ย 2.75, 3.29, 3.60, 4.06 และ 4.54 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 5 ครั้งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

กลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 0.1 ppm จากการวัดขนาดความยาวของปลานิล พบว่า ปลานิลมีขนาดความยาวเฉลี่ย 2.75, 3.31, 3.96, 4.36 และ 4.69 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 5 ครั้งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

กลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 1.0 ppm จากการวัดขนาดความยาวของปลานิล พบว่า ปลานิลมีขนาดความยาวเฉลี่ย 2.73, 3.31, 3.81, 4.36 และ 4.74 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 5 ครั้งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง



<u>ภาพที่ 10</u> ขนาดความยาวเฉลี่ยของปลานิล จากการทดสอบผลของสารสปินโนแซด เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต ในห้องปฏิบัติการ

<u>หมายเหตุ</u> [1/] = กราฟที่มีตัวอักษรเหมือนกันในกลุ่มการทดลองเดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ DMRT

[2/] ** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

เมื่อเปรียบเทียบขนาดความยาวระหว่างกลุ่มการทดลอง มีผลดังนี้ (ตารางที่ 6)

ที่ระยะเวลา 0 วัน: ปลานิลในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 2.75 และ 2.73 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 2.75 เซนติเมตร

ที่ระยะเวลา 7 วัน: ปลานิลในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากัน คือ 3.31 เซนติเมตร ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 3.29 เซนติเมตร

ที่ระยะเวลา 14 วัน: ปลานิลในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm มีขนาดความยาวเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.96 เซนติเมตรเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 3.60 เซนติเมตร พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่กลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm ซึ่งมีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 3.81 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกลุ่มการทดลองทั้งสองกลุ่ม

ที่ระยะเวลา 21 วัน: ปลานิลในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากัน คือ 4.36 เซนติเมตร พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 4.06 เซนติเมตร

ที่ระยะเวลา 28 วัน: ปลานิลในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm มีขนาดความยาวเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.74 เซนติเมตรเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 เซนติเมตร พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ แต่กลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm ซึ่งมีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 4.69 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกลุ่มการทดลองทั้งสองกลุ่ม

ตารางที่ 6 ขนาดความยาวเฉลี่ยของปลานิล จากการทดสอบผลของสารสปินโนแซด เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตระหว่างกลุ่มการทดลอง ในห้องปฏิบัติการ

กลุ่มการทดลอง	ขนาดความยาวปลานิล (เซนติเมตร)				
	ระยะเวลา				
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน
กลุ่มควบคุม	2.75	3.29	3.60 a[1/]	4.06 a	4.54 a
กลุ่มที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm	2.75	3.31	3.96 b	4.36 b	4.69 ab
กลุ่มที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm	2.73	3.31	3.81 ab	4.36 b	4.74 b
F – test	NS[2/]	NS	**[3/]	**	*[4/]
SD	0.04	0.05	0.19	0.18	0.12
C.V.%	1.57	1.40	5.06	4.12	2.65

[1/] = ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ DMRT

[2/] NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

[3/] ** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

[4/] * = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

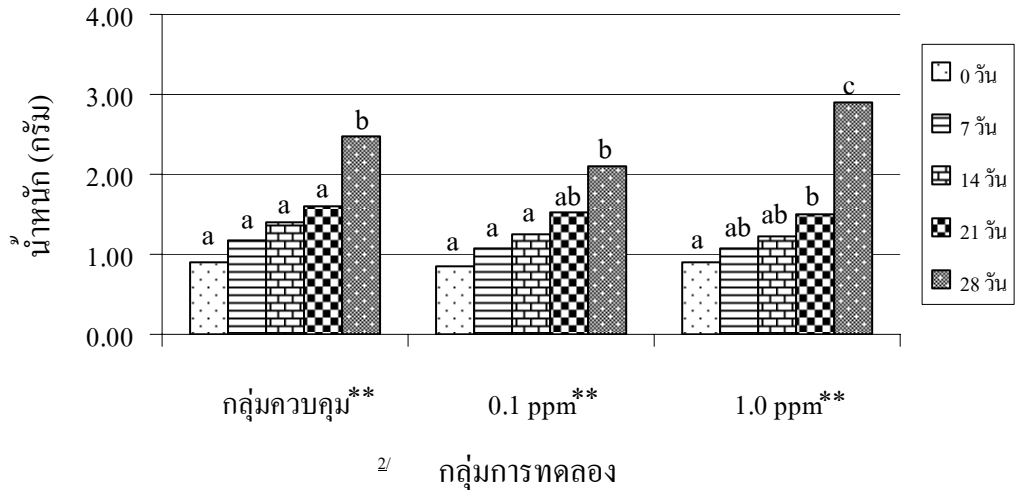
2.1.2.2 น้ำหนักของปลานิล

การศึกษาการเจริญเติบโตของน้ำหนักปลานิล ซึ่งทดสอบกับสารสปินโนแซดที่ความเข้มข้น 0, 0.1 และ 1.0 ppm โดยมีการชั่งน้ำหนักจำนวน 5 ครั้ง ที่ระยะเวลา 0, 7, 14, 21 และ 28 วัน เพื่อดูการเจริญเติบโตของปลานิล มีผลดังนี้ (ภาพที่ 11 และตารางผนวกที่ 14)

กลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้สารสปินโนแซดจากการชั่งน้ำหนักของปลานิล พบว่า ปลานิลมีน้ำหนักเฉลี่ย 0.90, 1.18, 1.39, 1.60 และ 2.47 กรัม ตามลำดับ ซึ่งที่ระยะเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับที่ระยะเวลา 28 วัน

กลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 0.1 ppm จากการชั่งน้ำหนักของปลานิล พบว่า ปลานิลมีน้ำหนักเฉลี่ย 0.85, 1.08, 1.26, 1.52 และ 2.10 กรัม ตามลำดับ ซึ่งที่ระยะเวลา 0, 7 และ 14 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับที่ระยะเวลา 28 วัน ส่วนที่ระยะเวลา 21 วัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับที่ระยะเวลาอื่นๆ

กลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 1.0 ppm จากการชั่งน้ำหนักของปลานิล พบว่า ปลานิลมีน้ำหนักเฉลี่ย 0.90, 1.08, 1.23, 1.49 และ 2.91 กรัม ตามลำดับ ซึ่งที่ระยะเวลา 0, 21 และ 28 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่ที่ระยะเวลา 7 และ 14 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อีกทั้งยังไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับที่ระยะเวลา 0 และ 21 วันอีกด้วย แต่มีความแตกต่างทางสถิติกับที่ระยะเวลา 28 วัน



<u>ภาพที่ 11</u> น้ำหนักเฉลี่ยของปลานิล จากการทดสอบผลของสารสปินโนแซด เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต ในห้องปฏิบัติการ

<u>หมายเหตุ</u> [1/] = กราฟที่มีตัวอักษรเหมือนกันในกลุ่มการทดลองเดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยการเปรียบเทียบแบบ DMRT

[2/] ** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักระหว่างกลุ่มการทดลอง มีผลดังนี้ (ตารางที่ 7)

ที่ระยะเวลา 0 วัน: ปลานิลในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.85 และ 0.90 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.90 กรัม

ที่ระยะเวลา 7 วัน: ปลานิลในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากัน คือ 1.08 กรัม ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 1.18 กรัม

ที่ระยะเวลา 14 วัน: ปลานิลในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 1.26 และ 1.23 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 1.39 กรัม

ที่ระยะเวลา 21 วัน: ปลานิลในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 1.52 และ 1.49

กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 1.60 กรัม

ที่ระยะเวลา 28 วัน: ปลานิลในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 2.10 และ 2.91 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 2.47 กรัม

ตารางที่ 7 น้ำหนักเฉลี่ยของปลานิล จากการทดสอบผลของสารสปินโนแซด เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตระหว่างกลุ่มการทดลอง ในห้องปฏิบัติการ

กลุ่มการทดลอง	น้ำหนักปลานิล (กรัม)				
	ระยะเวลา				
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน
กลุ่มควบคุม	0.90	1.18	1.39	1.60	2.47
กลุ่มที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm	0.85	1.08	1.26	1.52	2.10
กลุ่มที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm	0.90	1.08	1.23	1.49	2.91
F – test	NS[1/]	NS	NS	NS	NS
SD	0.13	0.25	0.23	0.20	0.59
C.V.%	14.35	22.35	17.50	12.91	23.53

[1/] NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

2.2 กุ้งฝอย

2.2.1 อัตราการตายของกุ้งฝอย

ในระหว่างการทดลองพบว่ามีกุ้งฝอยในกลุ่มควบคุมและกลุ่มการทดลองทั้ง 2 ความเข้มข้น ตายลงบางส่วนที่ระยะเวลาต่างๆ (ตารางที่ 8)

ที่ระยะเวลา 0 วัน: ไม่พบอัตราการตายในทุกกลุ่มการทดลอง

ที่ระยะเวลา 7 วัน: ไม่พบอัตราการตายในทุกกลุ่มการทดลอง

ที่ระยะเวลา 14 วัน: พบอัตราการตายในกลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้สารสปินโนแซด กลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 1.0 ppm เท่ากับ 10.0, 7.5 และ 17.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ที่ระยะเวลา 21 วัน: พบอัตราการตายในกลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้สารสปินโนแซด กลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 1.0 ppm เท่ากับ 17.5, 15.0 และ 12.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ที่ระยะเวลา 28 วัน: พบอัตราการตายในกลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้สารสปินโนแซด กลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 1.0 ppm เท่ากับ 7.5, 15.0 และ 12.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตลอดระยะเวลาการทดลอง 28 วัน พบอัตราการตายในกลุ่มควบคุม กลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสาร สปินโนแซด 1.0 ppm เท่ากับ 35.0, 37.5 และ 42.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 8 อัตราการตายของกุ้งฝอย ในห้องปฏิบัติการ

ระยะเวลา	อัตราการตายของกุ้งฝอย (%)		
	กลุ่มควบคุม (0 ppm)	0.1 ppm	1.0 ppm
0 วัน	0	0	0
7 วัน	0	0	0
14 วัน	10.0	7.5	17.5
21 วัน	17.5	15.0	12.5
28 วัน	7.5	15.0	12.5
รวม	35.0	37.5	42.5

2.2.2 ผลการเจริญเติบโตของกุ้งฝอย

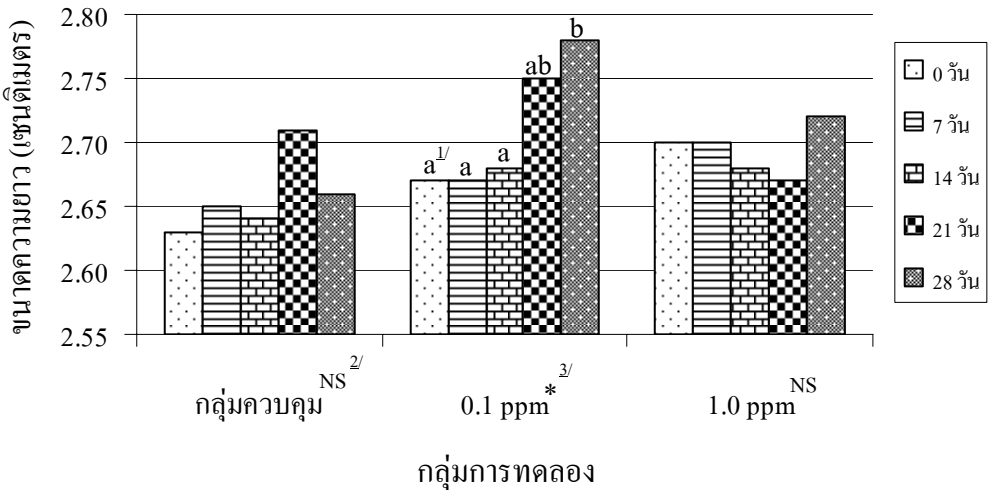
2.2.2.1 ขนาดความยาวของกุ้งฝอย

การศึกษาการเจริญเติบโตของขนาดความยาวกุ้งฝอย ซึ่งทดสอบกับสาร สปินโนแซดที่ความเข้มข้น 0, 0.1 และ 1 ppm โดยมีการวัดขนาดจำนวน 5 ครั้ง ที่ระยะเวลา 0, 7, 14, 21 และ 28 วัน เพื่อดูการเจริญเติบโตของกุ้งฝอย มีผลดังนี้ (ภาพที่ 12 และตารางผนวกที่ 4)

กลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้สารสปินโนแซดจากการวัดขนาดความยาวของกุ้งฝอย พบว่า กุ้งฝอยมีขนาดความยาวเฉลี่ย 2.63, 2.65, 2.64, 2.71 และ 2.66 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 5 ครั้งไม่พบความแตกต่างทางสถิติ

กลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 0.1 ppm จากการวัดขนาดความยาวของกุ้งฝอย พบว่า กุ้งฝอยมีขนาดความยาวเฉลี่ย 2.67, 2.67, 2.68, 2.75 และ 2.78 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งที่ระยะเวลา 0, 7 และ 14 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ กับที่ระยะเวลา 28 วัน ส่วนที่ระยะเวลา 21 วัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระยะเวลาอื่นๆ

กลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 1.0 ppm จากการวัดขนาดความยาวของกุ้งฝอย พบว่า กุ้งฝอยมีขนาดความยาวเฉลี่ย คือ 2.70, 2.70, 2.68, 2.67 และ 2.72 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 5 ครั้งไม่พบความแตกต่างทางสถิติ



ภาพที่ 12 ขนาดความยาวเฉลี่ยของกุ้งฝอย จากการทดสอบผลของสารสปินโนแซด เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต ในห้องปฏิบัติการ

หมายเหตุ 1/ = กราฟที่มีตัวอักษรเหมือนกันในกลุ่มการทดลองเดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ DMRT

2/ NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

3/ * = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบขนาดความยาวระหว่างกลุ่มการทดลอง มีผลดังนี้ (ตารางที่ 9)

ที่ระยะเวลา 0 วัน: กุ้งฝอยในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 2.67 และ 2.70 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 2.63 เซนติเมตร

ที่ระยะเวลา 7 วัน: กุ้งฝอยในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 2.67 และ 2.70 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 2.65 เซนติเมตร

ที่ระยะเวลา 14 วัน: กุ้งฝอยในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากัน คือ 2.68 เซนติเมตร ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 2.64 เซนติเมตร

ที่ระยะเวลา 21 วัน: กุ้งฝอยในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm มีขนาดความยาวเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 2.75 เซนติเมตร พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ กับกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm ที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 2.67 เซนติเมตร แต่กลุ่มควบคุมที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 2.71 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกลุ่มการทดลองทั้งสองกลุ่ม

ที่ระยะเวลา 28 วัน: กุ้งฝอยในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 2.78 และ 2.72 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 2.66 เซนติเมตร

ตารางที่ 9 ขนาดความยาวเฉลี่ยของกุ้งฝอย จากการทดสอบผลของสารสปินโนแซด เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตระหว่างกลุ่มการทดลอง ในห้องปฏิบัติการ

กลุ่มการทดลอง	ขนาดความยาวกุ้งฝอย (เซนติเมตร)				
	ระยะเวลา				
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน
กลุ่มควบคุม	2.63	2.65	2.64	2.71 ab[1/]	2.66
กลุ่มที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm	2.67	2.67	2.68	2.75 b	2.78
กลุ่มที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm	2.70	2.70	2.68	2.67 a	2.72
F – test	NS[2/]	NS	NS	*[3/]	NS
SD	0.05	0.05	0.04	0.05	0.10
C.V.%	1.88	1.74	1.47	1.78	3.77

[1/] = ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ DMRT

[2/] NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

[3/] * = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

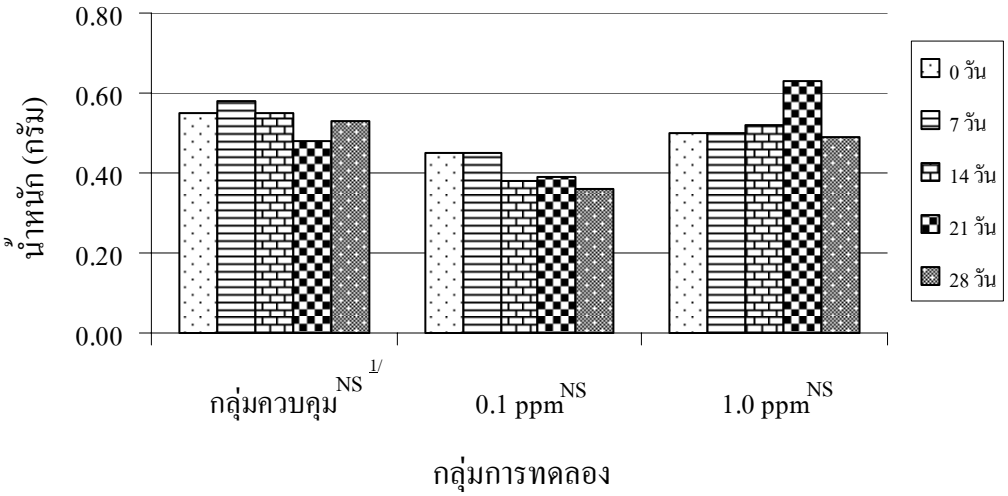
2.2.2.2 น้ำหนักของกุ้งฝอย

การศึกษาการเจริญเติบโตของน้ำหนักกุ้งฝอย ซึ่งทดสอบกับสารสปินโนแซดที่ความเข้มข้น 0, 0.1 และ 1 ppm โดยมีการชั่งน้ำหนักจำนวน 5 ครั้ง ที่ระยะเวลา 0, 7, 14, 21 และ 28 วัน เพื่อดูการเจริญเติบโตของกุ้งฝอย มีผลดังนี้ (ภาพที่ 13 และตารางผนวกที่ 14)

กลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้สารสปินโนแซดจากการชั่งน้ำหนักของกุ้งฝอย พบว่า กุ้งฝอยมีน้ำหนักเฉลี่ย 0.55, 0.58, 0.55, 0.48 และ 0.53 กรัม ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 5 ครั้งไม่พบความแตกต่างทางสถิติ

กลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 0.1 ppm จากการชั่งน้ำหนักของกุ้งฝอยพบว่า กุ้งฝอยมีน้ำหนักเฉลี่ย 0.45, 0.45, 0.38, 0.39 และ 0.36 กรัม ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 5 ครั้งไม่พบความแตกต่างทางสถิติ

กลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 1.0 ppm จากการชั่งน้ำหนักของกุ้งฝอยพบว่า กุ้งฝอยมีน้ำหนักเฉลี่ย 0.50, 0.50, 0.52, 0.63 และ 0.49 กรัม ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 5 ครั้งไม่พบความแตกต่างทางสถิติ



ภาพที่ 13 น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งฝอย จากการทดสอบผลของสารสปินโนแซด เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต ในห้องปฏิบัติการ

หมายเหตุ 1/ NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักระหว่างกลุ่มการทดลอง มีผลดังนี้ (ตารางที่ 10)

ที่ระยะเวลา 0 วัน: กุ้งฝอยในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.45 และ 0.50 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.55 กรัม

ที่ระยะเวลา 7 วัน: กุ้งฝอยในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.45 และ 0.50 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.58 กรัม

ที่ระยะเวลา 14 วัน: กุ้งฝอยในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm มีน้ำหนักเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 0.38 กรัม พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.55 กรัม แต่กลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.52 กรัม ไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มการทดลองทั้งสองกลุ่ม

ที่ระยะเวลา 21 วัน: กุ้งฝอยในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm มีน้ำหนักเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 0.39 กรัม พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.63 กรัม แต่ในกลุ่มควบคุมที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.48 กรัม ไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มการทดลองทั้งสองกลุ่ม

ที่ระยะเวลา 28 วัน: กุ้งฝอยในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.36 และ 0.49 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.53 กรัม

ตารางที่ 10 น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งฝอย จากการทดสอบผลของสารสปินโนแซด เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตระหว่างกลุ่มการทดลอง ในห้องปฏิบัติการ

กลุ่มการทดลอง	น้ำหนักกุ้งฝอย (กรัม)				
	ระยะเวลา				
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน
กลุ่มควบคุม	0.55	0.58	0.55 b[1/]	0.48 ab	0.53
กลุ่มที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm	0.45	0.45	0.38 a	0.39 a	0.36
กลุ่มที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm	0.50	0.50	0.52 ab	0.63 b	0.49
F – test	NS[2/]	NS	**[3/]	*[4/]	NS
SD	0.10	0.12	0.10	0.15	0.13
C.V.%	19.07	22.91	21.21	29.28	27.74

[1/] = ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ DMRT

[2/] NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

[3/] ** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

[4/] * = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

2.3 หอยขม

2.3.1 อัตราการตายของหอยขม

ในระหว่างการทดลองพบว่ามีหอยขมในกลุ่มควบคุมและกลุ่มการทดลองทั้ง 2 ความเข้มข้น ตายลงบางส่วนที่ระยะเวลาต่างๆ (ตารางที่ 11)

ที่ระยะเวลา 0 วัน: ไม่พบอัตราการตายในทุกกลุ่มการทดลอง

ที่ระยะเวลา 7 วัน: ไม่พบอัตราการตายในทุกกลุ่มการทดลอง

ที่ระยะเวลา 14 วัน: ไม่พบอัตราการตายในกลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้สารสปินโนแซด และกลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 0.1 ppm แต่พบอัตราการตายในกลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 1.0 ppm เท่ากับ 2.5 เปอร์เซ็นต์

ที่ระยะเวลา 21 วัน: พบอัตราการตายในกลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้สารสปินโนแซด กลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 1.0 ppm เท่ากับ 7.5, 10.0 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ที่ระยะเวลา 28 วัน: พบอัตราการตายในกลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้สารสปินโนแซด กลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 1.0 ppm เท่ากับ 5.0, 7.5 และ 10.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตลอดระยะเวลาการทดลอง 28 วัน พบอัตราการตายในกลุ่มควบคุม กลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 1.0 ppm เท่ากับ 12.5, 17.5 และ 20.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

<u>ตารางที่ 11</u> อัตราการตายของหอยขม ในห้องปฏิบัติการ

ระยะเวลา	อัตราการตายของหอยขม (%)		
	กลุ่มควบคุม (0 ppm)	0.1 ppm	1.0 ppm
0 วัน	0	0	0
7 วัน	0	0	0
14 วัน	0	0	2.5
21 วัน	7.5	10.0	7.5
28 วัน	5.0	7.5	10.0
รวม	12.5	17.5	20.0

2.3.2 ผลการเจริญเติบโตของหอยขม

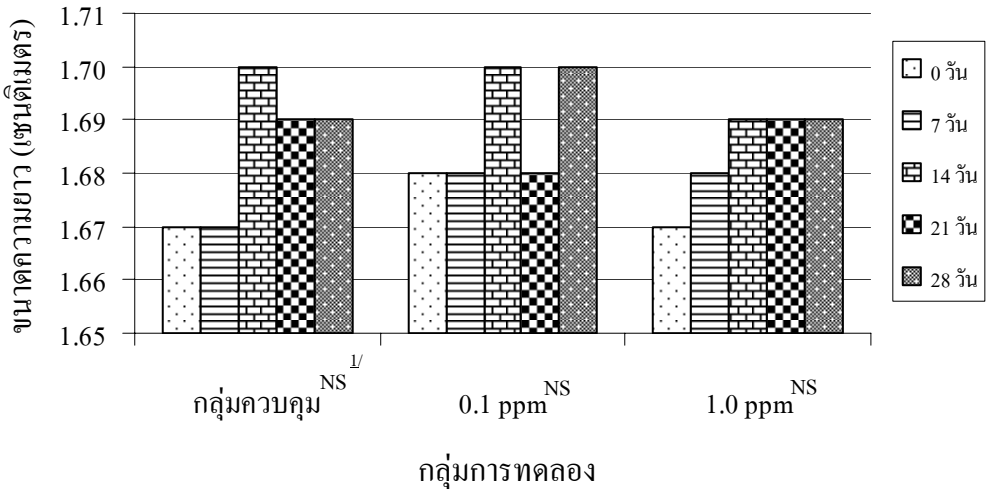
2.3.2.1 ขนาดความยาวของหอยขม

การศึกษาการเจริญเติบโตของขนาดความยาวหอยขม ซึ่งทดสอบกับสาร สปินโนแซดที่ความเข้มข้น 0, 0.1 และ 1 ppm โดยมีการวัดขนาดจำนวน 5 ครั้ง ที่ระยะเวลา 0, 7, 14, 21 และ 28 วัน เพื่อดูการเจริญเติบโตของหอยขม มีผลดังนี้ (ภาพที่ 14 และตารางผนวกที่ 4)

กลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้สารสปินโนแซด จากการวัดขนาดความยาวของหอยขม พบว่า หอยขมมีขนาดความยาวเฉลี่ย 1.67, 1.67, 1.70, 1.69 และ 1.69 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 5 ครั้ง ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ

กลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 0.1 ppm จากการวัดขนาดความยาวของหอยขม พบว่า หอยขมมีขนาดความยาวเฉลี่ย 1.68, 1.68, 1.70, 1.68 และ 1.70 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 5 ครั้งไม่พบความแตกต่างทางสถิติ

กลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 1.0 ppm จากการวัดขนาดความยาวของหอยขม พบว่า หอยขมมีขนาดความยาวเฉลี่ย 1.67, 1.68, 1.69, 1.69 และ 1.69 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 5 ครั้งไม่พบความแตกต่างทางสถิติ



<u>ภาพที่ 14</u> ขนาดความยาวเฉลี่ยของหอยขม จากการทดสอบผลของสารสปินโนแซด เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต ในห้องปฏิบัติการ

<u>หมายเหตุ</u> [1/] NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบขนาดความยาวระหว่างกลุ่มการทดลอง มีผลดังนี้ (ตารางที่ 12)

ที่ระยะเวลา 0 วัน: หอยขมในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 1.68 และ 1.67 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 1.67 เซนติเมตร

ที่ระยะเวลา 7 วัน: หอยขมในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากัน คือ 1.68 เซนติเมตร ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 1.67 เซนติเมตร

ที่ระยะเวลา 14 วัน: หอยขมในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 1.70 และ 1.69 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 1.70 เซนติเมตร

ที่ระยะเวลา 21 วัน: หอยขมในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm มีขนาดความยาวเฉลี่ย

เท่ากับ 1.68 และ 1.69 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 1.69 เซนติเมตร

ที่ระยะเวลา 28 วัน: หอยขมในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 1.70 และ 1.69 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 1.69 เซนติเมตร

ตารางที่ 12 ขนาดความยาวเฉลี่ยของหอยขม จากการทดสอบผลของสารสปินโนแซด เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตระหว่างกลุ่มการทดลอง ในห้องปฏิบัติการ

กลุ่มการทดลอง	ขนาดความยาวหอยขม (เซนติเมตร) ระยะเวลา				
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน
กลุ่มควบคุม	1.67	1.67	1.70	1.69	1.69
กลุ่มที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm	1.68	1.68	1.70	1.68	1.70
กลุ่มที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm	1.67	1.68	1.69	1.69	1.69
F – test	NS[1/]	NS	NS	NS	NS
SD	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03
C.V.%	1.88	1.56	0.90	1.77	1.27

[1/] NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

2.3.2.2 น้ำหนักของหอยขม

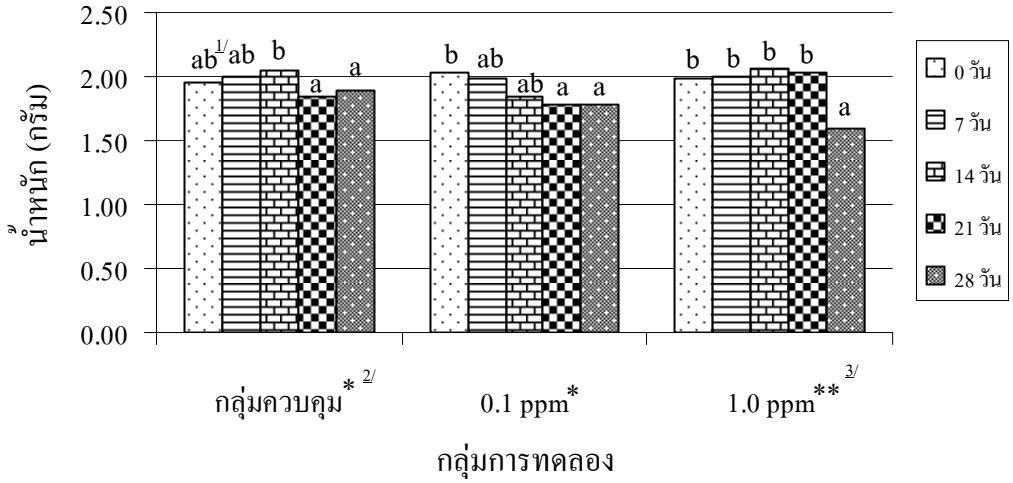
การศึกษาการเจริญเติบโตของน้ำหนักหอยขม ซึ่งทดสอบกับสารสปินโนแซดที่ความเข้มข้น 0, 0.1 และ 1 ppm โดยมีการชั่งน้ำหนักจำนวน 5 ครั้ง ที่ระยะเวลา 0, 7, 14, 21 และ 28 วัน เพื่อดูการเจริญเติบโตของหอยขม มีผลดังนี้ (ภาพที่ 15 และตารางผนวกที่ 14)

กลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้สารสปินโนแซด จากการชั่งน้ำหนักของหอยขม พบว่า หอยขมมีน้ำหนักเฉลี่ย 1.95, 2.00, 2.05, 1.85 และ 1.89 กรัม ตามลำดับ ซึ่งที่

ระยะเวลา 0 และ 7 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติและไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับที่ระยะเวลาอื่นๆ ด้วย สำหรับที่ระยะเวลา 21 และ 28 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับที่ระยะเวลา 14 วัน

กลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 0.1 ppm จากการชั่งน้ำหนักของหอยขม พบว่า หอยขมมีน้ำหนักเฉลี่ย 2.03, 1.98, 1.85, 1.78 และ 1.78 กรัม ตามลำดับ ซึ่งที่ระยะเวลา 7 และ 14 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติและไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับที่ระยะเวลาอื่นๆ ด้วย ส่วนที่ระยะเวลา 21 และ 28 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับที่ระยะเวลา 0 วัน

กลุ่มการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 1.0 ppm จากการชั่งน้ำหนักของหอยขม พบว่า หอยขมมีน้ำหนักเฉลี่ย 1.98, 2.00, 2.06, 2.03 และ 1.60 กรัม ตามลำดับ ซึ่งที่ระยะเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับที่ระยะเวลา 28 วัน



<u>ภาพที่ 15</u> น้ำหนักเฉลี่ยของหอยขม จากการทดสอบผลของสารสปินโนแซด เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต ในห้องปฏิบัติการ

<u>หมายเหตุ</u> [1/] = กราฟที่มีตัวอักษรเหมือนกันในกลุ่มการทดลองเดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยการเปรียบเทียบแบบ DMRT

[2/] * = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

[3/] ** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักระหว่างกลุ่มการทดลอง มีผลดังนี้ (ตารางที่ 13)

ที่ระยะเวลา 0 วัน: หอยขมในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 2.03 และ 1.98 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 1.95 กรัม

ที่ระยะเวลา 7 วัน: หอยขมในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 1.98 และ 2.00 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 2.00 กรัม

ที่ระยะเวลา 14 วัน: หอยขมในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 1.85 และ 2.06 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 2.05 กรัม

ที่ระยะเวลา 21 วัน: หอยขมในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 1.78 และ 2.03 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 1.85 กรัม

ที่ระยะเวลา 28 วัน: หอยขมในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 1.78 และ 1.60 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 1.89 กรัม

ตารางที่ 13 น้ำหนักเฉลี่ยของหอยขม จากการทดสอบผลของสารสปินโนแซด เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตระหว่างกลุ่มการทดลอง ในห้องปฏิบัติการ

กลุ่มการทดลอง	น้ำหนักหอยขม (กรัม)				
	ระยะเวลา				
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน
กลุ่มควบคุม	1.95	2.00	2.05	1.85	1.89
กลุ่มที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm	2.03	1.98	1.85	1.78	1.78
กลุ่มที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm	1.98	2.00	2.06	2.03	1.60
F – test	NS[1/]	NS	NS	NS	NS
SD	0.08	0.03	0.16	0.19	0.20
C.V.%	4.21	1.45	7.83	9.82	11.40

[1/] NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

3. <u>การศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของขนาดความยาวและน้ำหนักปลานิล กุ้งฝอย และหอยขม ในแปลงปลูกผักกาดหอม</u>

3.1 ปลานิล

3.1.1 อัตราการตายของปลานิล

ในระหว่างการทดลองพบว่ามีปลานิลในกลุ่มควบคุมและกลุ่มการทดลองทั้ง 2 ความเข้มข้น ตายลงบางส่วนที่ระยะเวลาต่างๆ (ตารางที่ 14)

ก่อนการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรก: ไม่พบอัตราการตายในทุกกลุ่มการทดลอง

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกเป็นเวลา 2 วัน: ไม่พบอัตราการตายในทุกกลุ่มการทดลอง

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 4 วัน:ไม่พบอัตราการตายในกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด แต่พบอัตราการตายในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำ เท่ากับ 1.25 และ 3.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 11 วัน: พบอัตราการตายในกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด กลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำ เท่ากับ 1.25, 3.75 และ 3.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 18 วัน: พบอัตราการตายในกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด กลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำ เท่ากับ 2.5, 5.0 และ 6.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตลอดระยะเวลาการทดลอง พบอัตราการตายในกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด กลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำ เท่ากับ 3.75, 10.0 และ 13.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 14 อัตราการตายของปลานิล ในแปลงปลูกผักกาดหอม

ระยะเวลา	อัตราการตายของปลานิล (%)		
	กลุ่มควบคุม	อัตราแนะนำ	2 เท่าของอัตราแนะนำ
ก่อนฉีดพ่นสารครั้งแรก	0	0	0
หลังฉีดพ่นสารครั้งแรก 2 วัน	0	0	0
หลังฉีดพ่นสารครั้งที่สอง 4 วัน	0	1.25	3.75
หลังฉีดพ่นสารครั้งที่สอง 11 วัน	1.25	3.75	3.75
หลังฉีดพ่นสารครั้งที่สอง 18 วัน	2.5	5.0	6.25
รวม	3.75	10.0	13.75

3.1.2 ผลการเจริญเติบโตของปลานิล

3.1.2.1 ขนาดความยาวของปลานิล

การศึกษาการเจริญเติบโตของขนาดความยาวปลานิล ซึ่งทดสอบกับสาร สปินโนแซดที่ฉีดพ่นในแปลงปลูกผักกาดหอมตามอัตราแนะนำ คือ 40 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร และ 2 เท่าของอัตราแนะนำ คือ 80 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด โดยมีการวัดขนาดจำนวน 5 ครั้ง ที่ระยะเวลาต่างๆ ดังนี้

ก่อนการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรก

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกเป็นเวลา 2 วัน

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 4 วัน

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 11 วัน

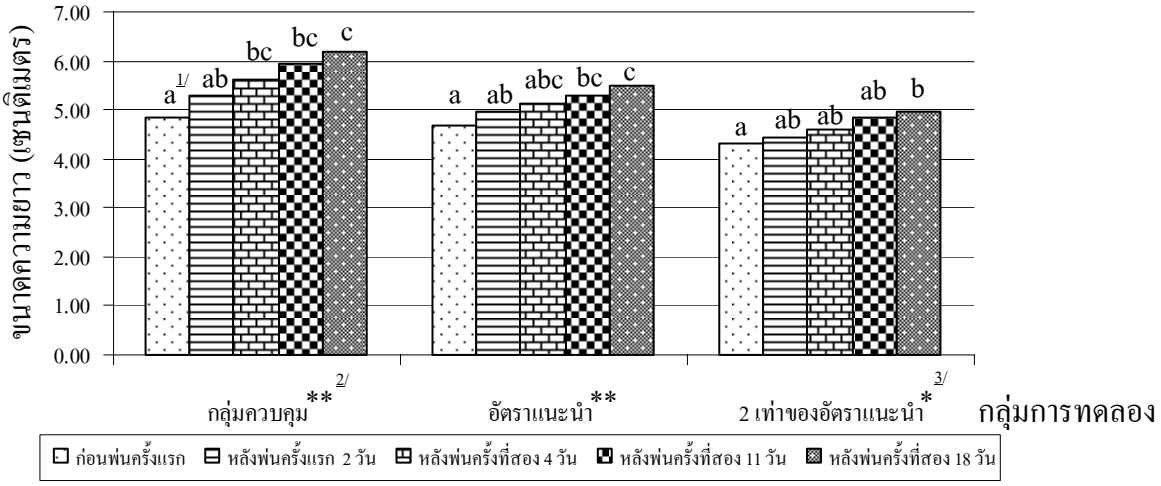
หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 18 วัน

เพื่อดูการเจริญเติบโตของปลานิล มีผลดังนี้ (ภาพที่ 16 และตารางผนวกที่ 24)

กลุ่มควบคุมที่ไม่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด จากการวัดขนาดความยาวของปลานิล พบว่า ปลานิลมีขนาดความยาวเฉลี่ย 4.85, 5.28, 5.60, 5.95 และ 6.17 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งก่อนการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับหลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกเป็นเวลา 2 วัน แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับที่ระยะเวลาอื่นๆ โดยหลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกเป็นเวลา 2 วันนั้นมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับหลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 18 วัน แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับที่ระยะเวลาอื่นๆ สำหรับหลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 4 วัน หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 11 วันและหลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 18 วันนั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

กลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดในแปลงปลูกผักกาดหอมตามอัตราแนะนำ จากการวัดขนาดความยาวของปลานิล พบว่า ปลานิลมีขนาดความยาวเฉลี่ย 4.70, 4.98, 5.12, 5.29 และ 5.51 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งก่อนการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับหลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 11 วัน และหลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 18 วัน แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับที่ระยะเวลาอื่นๆ สำหรับหลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกเป็นเวลา 2 วันมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับหลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 18 วัน แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับที่ระยะเวลาอื่นๆ หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 4 วันนั้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับที่ระยะเวลาอื่นๆ เลย หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 11 วันมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับก่อนการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรก แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับที่ระยะเวลาอื่นๆ

กลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดในแปลงปลูกผักกาดหอม 2 เท่าของอัตราแนะนำ จากการวัดขนาดความยาวของปลานิล พบว่า ปลานิลมีขนาดความยาวเฉลี่ย 4.32, 4.43, 4.60, 4.85 และ 4.98 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งหลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกเป็นเวลา 2 วัน, หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 4 วัน และหลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 11 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และยังไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระยะเวลาอื่นๆ อีกด้วย แต่สำหรับก่อนการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรก มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับหลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 18 วัน



<u>ภาพที่ 16</u> ขนาดความยาวเฉลี่ยของปลานิล จากการทดสอบผลของสารสปินโนแซด เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต ในแปลงปลูกผักกาดหอม

<u>หมายเหตุ</u> 1/ = กราฟที่มีตัวอักษรเหมือนกันในกลุ่มการทดลองเดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ DMRT

2/ ** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

3/ * = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบขนาดความยาวระหว่างกลุ่มการทดลอง มีผลดังนี้ (ตารางที่ 15)

ก่อนการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรก: ปลานิลในกลุ่มควบคุม มีขนาดความยาวเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.85 เซนติเมตร พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำที่มีขนาดความยาวเฉลี่ย 4.32 เซนติเมตร แต่กลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกลุ่มการทดลองทั้งสองกลุ่ม

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกเป็นเวลา 2 วัน: ปลานิลในกลุ่มควบคุมมีขนาดความยาวเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 5.28 เซนติเมตร พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 เซนติเมตร แต่กลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ ที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 4.98 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกลุ่มการทดลองทั้งสองกลุ่ม

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 4 วัน: ปลานิลในกลุ่มควบคุมมีขนาดความยาวเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 5.60 เซนติเมตร พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 เซนติเมตร แต่กลุ่มการทดลองที่ใช้สารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 5.12 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกลุ่มการทดลองทั้งสองกลุ่ม

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 11 วัน: ปลานิลในกลุ่มควบคุมมีขนาดความยาวเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 5.95 เซนติเมตร พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 5.29 และ 4.85 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่กลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำ นั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 18 วัน:ปลานิลในกลุ่มควบคุมมีขนาดความยาวเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 6.17 เซนติเมตร พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 4.98 เซนติเมตร แต่กลุ่มการทดลองที่ใช้สารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ ที่มีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 5.51 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกลุ่มการทดลองทั้งสองกลุ่ม

ตารางที่ 15 ขนาดความยาวเฉลี่ยของปลานิล จากการทดสอบผลของสารสปินโนแซด เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตระหว่างกลุ่มการทดลอง ในแปลงปลูกผักกาดหอม

กลุ่มการทดลอง	ขนาดความยาวปลานิล (เซนติเมตร) ระยะเวลา				
	ก่อนพ่นครั้งแรก	หลังพ่นครั้งแรก 2 วัน	หลังพ่นครั้งที่ สอง 4 วัน	หลังพ่นครั้งที่สอง 11 วัน	หลังพ่นครั้งที่สอง 18 วัน
กลุ่มควบคุม	4.85 b[1/]	5.28 b	5.60 b	5.95 b	6.17 b
อัตราแนะนำ	4.70 ab	4.98 ab	5.12 ab	5.29 a	5.51 ab
2 เท่าของอัตราแนะนำ	4.32 a	4.43 a	4.60 a	4.85 a	4.98 a
F – test	*[2/]	**[3/]	**	**	**
SD	0.34	0.46	0.53	0.54	0.58
C.V.%	7.27	9.37	10.35	9.99	10.46

[1/] = ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ DMRT

[2/] * = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

[3/] ** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

3.1.2.2 น้ำหนักของปลานิล

การศึกษาการเจริญเติบโตของน้ำหนักปลานิล ซึ่งทดสอบกับสารสปินโนแซดที่ฉีดพ่นในแปลงปลูกผักกาดหอมตามอัตราแนะนำ คือ 40 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร และ 2 เท่าของอัตราแนะนำ คือ 80 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด โดยมีการชั่งน้ำหนักจำนวน 5 ครั้ง ที่ระยะเวลาต่างๆ ดังนี้

ก่อนการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรก

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกเป็นเวลา 2 วัน

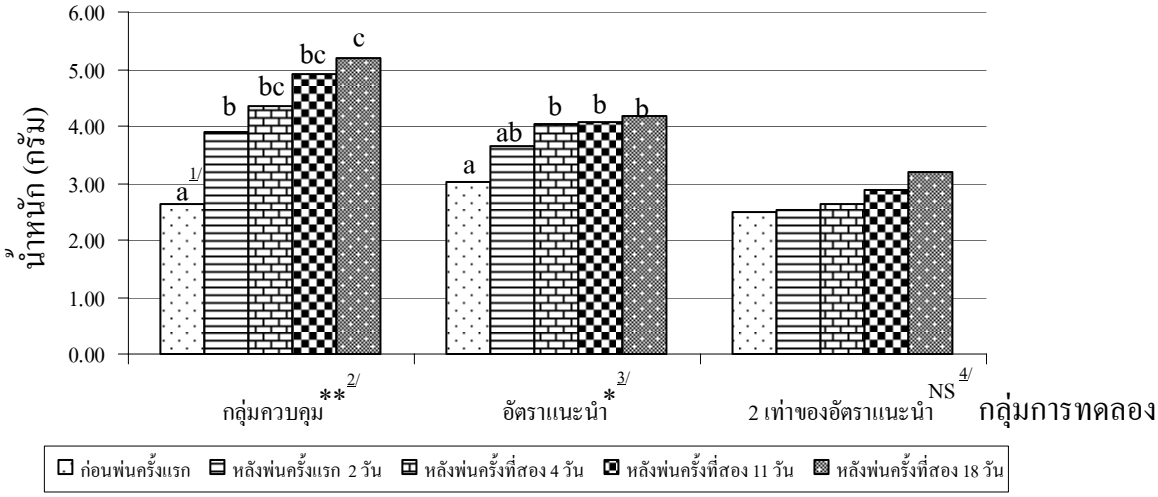
หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 4 วัน

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 11 วัน
หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 18 วัน
เพื่อดูการเจริญเติบโตของปลานิล มีผลดังนี้ (ภาพที่ 17 และตารางผนวกที่ 37)

กลุ่มควบคุมไม่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด จากการชั่งน้ำหนักของปลานิล พบว่า ปลานิลมีน้ำหนักเฉลี่ย 2.63, 3.88, 4.35, 4.92 และ 5.19 กรัม ตามลำดับ ซึ่งก่อนการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับทุกระยะเวลาที่ทำการเก็บข้อมูล ส่วนหลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกเป็นเวลา 2 วัน มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับหลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 18 วัน แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับที่ระยะเวลาอื่นๆ สำหรับหลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 4 วัน หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 11 วันและหลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 18 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

กลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดในแปลงปลูกผักกาดหอมตามอัตราแนะนำ จากการชั่งน้ำหนักของปลานิล พบว่า ปลานิลมีน้ำหนักเฉลี่ย 3.03, 3.65, 4.02, 4.07 และ 4.16 กรัม ตามลำดับ ซึ่งก่อนการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับหลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกเป็นเวลา 2 วัน แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับที่ระยะเวลาอื่นๆ ส่วนหลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกเป็นเวลา 2 วันนั้น ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับทุกระยะเวลาที่ทำการเก็บข้อมูล สำหรับหลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 4 วัน, หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 11 วัน และหลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 18 วันนั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

กลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดในแปลงปลูกผักกาดหอม 2 เท่าของอัตราแนะนำ จากการชั่งน้ำหนักของปลานิล พบว่า ปลานิลมีน้ำหนักเฉลี่ย 2.50, 2.53, 2.64, 2.87 และ 3.20 กรัม ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 5 ครั้งไม่พบความแตกต่างทางสถิติ



ภาพที่ 17 น้ำหนักเฉลี่ยของปลานิล จากการทดสอบผลของสารสปินโนแซด เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต ในแปลงปลูกผักกาดหอม

หมายเหตุ [1/] = กราฟที่มีตัวอักษรเหมือนกันในกลุ่มการทดลองเดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยการเปรียบเทียบแบบ DMRT

[2/] ** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

[3/] * = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

[4/] NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักระหว่างกลุ่มการทดลอง มีผลดังนี้ (ตารางที่ 16)

ก่อนการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรก: ปลานิลในกลุ่มควบคุม, กลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 2.63, 3.03 และ 2.50 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติ

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกเป็นเวลา 2 วัน: ปลานิลในกลุ่มควบคุม มีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.88 กรัม พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 2.53 กรัม แต่กลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 3.65 กรัม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกลุ่มการทดลองทั้งสองกลุ่ม

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 4 วัน: ปลานิลในกลุ่มควบคุมมีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.35 กรัม พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 2.64 กรัม แต่กลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 4.02 กรัม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกลุ่มการทดลองทั้งสองกลุ่ม

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งสองเป็นเวลา 11 วัน: ปลานิลในกลุ่มควบคุมมีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.92 กรัม พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 2.87 กรัม แต่กลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 4.07 กรัม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกลุ่มการทดลองทั้งสองกลุ่ม

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 18 วัน: ปลานิลในกลุ่มควบคุม มีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 5.19 กรัม พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 3.20 กรัม แต่กลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 4.16 กรัม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกลุ่มการทดลองทั้งสองกลุ่ม

ตารางที่ 16 น้ำหนักเฉลี่ยของปลานิล จากการทดสอบผลของสารสปินโนแซด เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตระหว่างกลุ่มการทดลอง ในแปลงปลูกผักกาดหอม

กลุ่มการทดลอง	น้ำหนักปลานิล (กรัม) ระยะเวลา				
	ก่อนพ่นครั้งแรก	หลังพ่นครั้งแรก 2 วัน	หลังพ่นครั้งที่สอง 4 วัน	หลังพ่นครั้งที่สอง 11 วัน	หลังพ่นครั้งที่สอง 18 วัน
กลุ่มควบคุม	2.63	3.88 b[1/]	4.35 b	4.92 b	5.19 b
อัตราแนะนำ	3.03	3.65 ab	4.02 ab	4.07 ab	4.16 ab
2 เท่าของอัตราแนะนำ	2.50	2.53 a	2.64 a	2.87 a	3.20 a
F – test	NS[2/]	**[3/]	**	**	**
SD	0.49	0.76	0.95	1.04	1.13
C.V.%	17.88	22.78	26.01	26.40	26.98

[1/] = ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ DMRT

[2/] NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

[3/] ** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

3.2 กุ้งฝอย

3.2.1 อัตราการตายของกุ้งฝอย

ในระหว่างการทดลองพบว่ามีกุ้งฝอยในกลุ่มควบคุมและกลุ่มการทดลองทั้ง 2 ความเข้มข้น ตายลงบางส่วนที่ระยะเวลาต่างๆ (ตารางที่ 17)

ก่อนการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรก: ไม่พบอัตราการตายในทุกกลุ่มการทดลอง

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกเป็นเวลา 2 วัน: พบอัตราการตายในกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดเท่ากับ 8.75 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่พบอัตราการตายในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำ

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 4 วัน: พบอัตราการตายในกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด กลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำ เท่ากับ 1.25, 8.75 และ 3.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 11 วัน: พบอัตราการตายในกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด กลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำ เท่ากับ 20.0, 17.5 และ 1.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 18 วัน: พบอัตราการตายในกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด กลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำ เท่ากับ 40.0, 5.0 และ 10.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตลอดระยะเวลาการทดลอง พบอัตราการตายในกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด กลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำ เท่ากับ 70.0, 31.25 และ 15.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 17 อัตราการตายของกุ้งฝอย ในแปลงปลูกผักกาดหอม

ระยะเวลา	อัตราการตายของกุ้งฝอย (%)		
	กลุ่มควบคุม	อัตราแนะนำ	2 เท่าของอัตราแนะนำ
ก่อนฉีดพ่นสารครั้งแรก	0	0	0
หลังฉีดพ่นสารครั้งแรก 2 วัน	8.75	0	0
หลังฉีดพ่นสารครั้งที่สอง 4 วัน	1.25	8.75	3.75
หลังฉีดพ่นสารครั้งที่สอง 11 วัน	20.0	17.5	1.25
หลังฉีดพ่นสารครั้งที่สอง 18 วัน	40.0	5.0	10.0
รวม	70.0	31.25	15.0

3.2.2 ผลการเจริญเติบโตของกุ้งฝอย

3.2.2.1 ขนาดความยาวของกุ้งฝอย

การศึกษาการเจริญเติบโตของขนาดความยาวกุ้งฝอย ซึ่งทดสอบกับสาร สปินโนแซดที่ฉีดพ่นในแปลงปลูกผักกาดหอมตามอัตราแนะนำ คือ 40 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร และ 2 เท่าของอัตราแนะนำ คือ 80 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด โดยมีการวัดขนาดจำนวน 5 ครั้ง ที่ระยะเวลาต่างๆ ดังนี้

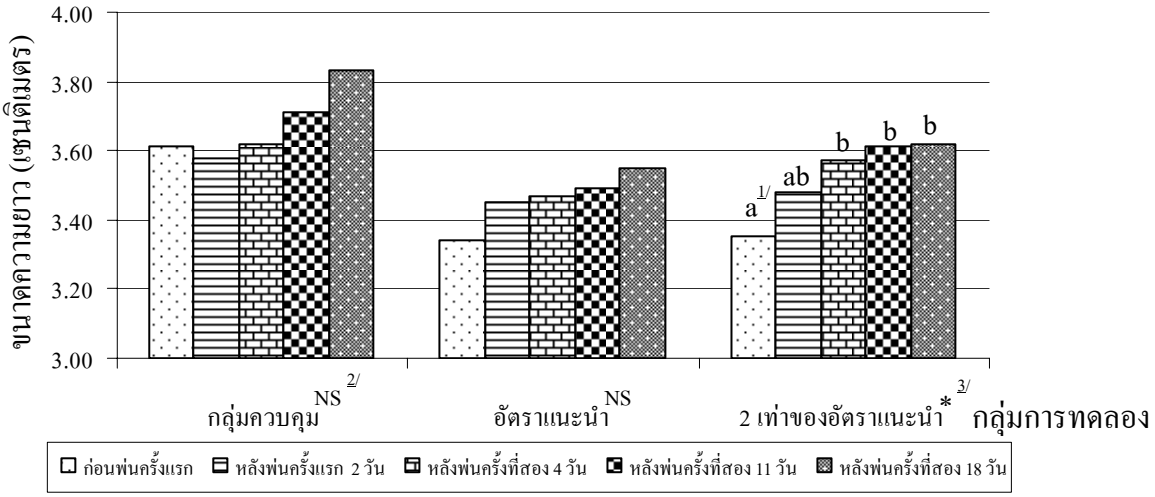
ก่อนการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรก
หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกเป็นเวลา 2 วัน
หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 4 วัน
หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 11 วัน
หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 18 วัน

เพื่อดูการเจริญเติบโตของกุ้งฝอย มีผลดังนี้ (ภาพที่ 18 และตารางผนวกที่ 24)

กลุ่มควบคุมที่ไม่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด จากการวัดขนาดความยาวของกุ้งฝอย พบว่า กุ้งฝอยมีขนาดความยาวเฉลี่ย 3.61, 3.58, 3.62, 3.71 และ 3.83 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 5 ครั้งไม่พบความแตกต่างทางสถิติ

กลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดในแปลงปลูกผักกาดหอมตามอัตราแนะนำ จากการวัดขนาดความยาวของกุ้งฝอย พบว่า กุ้งฝอยมีขนาดความยาวเฉลี่ย 3.34, 3.45, 3.47, 3.49 และ 3.55 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 5 ครั้งไม่พบความแตกต่างทางสถิติ

กลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดในแปลงปลูกผักกาดหอม 2 เท่าของอัตราแนะนำ จากการวัดขนาดความยาวของกุ้งฝอย พบว่า กุ้งฝอยมีขนาดความยาวเฉลี่ย 3.35, 3.48, 3.57, 3.61 และ 3.62 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งก่อนการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับหลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกเป็นเวลา 2 วัน แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับที่ระยะเวลาอื่นๆ ส่วนหลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกเป็นเวลา 2 วันนั้น ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับทุกระยะเวลาที่ทำการเก็บข้อมูล



<u>ภาพที่ 18</u> ขนาดความยาวเฉลี่ยของกุ้งฝอย จากการทดสอบผลของสารสปินโนแซด เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต ในแปลงปลูกผักกาดหอม

<u>หมายเหตุ</u> 1/ = กราฟที่มีตัวอักษรเหมือนกันในกลุ่มการทดลองเดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยการเปรียบเทียบแบบ DMRT

2/ NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

3/ * = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบขนาดความยาวระหว่างกลุ่มการทดลอง มีผลดังนี้ (ตารางที่ 18)

ก่อนการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรก: กุ้งฝอยในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำมีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 3.34 และ 3.35 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 3.61 เซนติเมตร

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกเป็นเวลา 2 วัน: กุ้งฝอยในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำมีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 3.45 และ 3.48 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 3.58 เซนติเมตร

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 4 วัน: กุ้งฝอยในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำมีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 3.47 และ 3.57 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 3.62 เซนติเมตร

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 11 วัน: กุ้งฝอยในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำมีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 3.49 และ 3.61 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 3.71 เซนติเมตร

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 18 วัน: กุ้งฝอยในกลุ่มควบคุม มีขนาดความยาวเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.83 เซนติเมตร พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 3.55 เซนติเมตร แต่กลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 3.62 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มการทดลองทั้งสองกลุ่ม

ตารางที่ 18 ขนาดความยาวเฉลี่ยของกุ้งฝอย จากการทดสอบผลของสารสปินโนแซด เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตระหว่างกลุ่มการทดลอง ในแปลงปลูกผักกาดหอม

กลุ่มการทดลอง	ขนาดความยาวกุ้งฝอย (เซนติเมตร) ระยะเวลา				
	ก่อนพ่นครั้งแรก	หลังพ่นครั้งแรก 2 วัน	หลังพ่นครั้งที่สอง 4 วัน	หลังพ่นครั้งที่สอง 11 วัน	หลังพ่นครั้งที่สอง 18 วัน
กลุ่มควบคุม	3.61	3.58	3.62	3.71	3.83 b[1/]
อัตราแนะนำ	3.34	3.45	3.47	3.49	3.55 a
2 เท่าของอัตราแนะนำ	3.35	3.48	3.57	3.61	3.62 ab
F – test	NS[2/]	NS	NS	NS	*[3/]
SD	0.20	0.92	0.16	0.16	0.18
C.V.%	5.90	28.13	4.59	4.35	4.96

[1/] = ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ DMRT

[2/] NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

[3/] * = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

3.2.2.2 น้ำหนักของกุ้งฝอย

การศึกษาการเจริญเติบโตของน้ำหนักกุ้งฝอย ซึ่งทดสอบกับสารสปินโนแซดที่ฉีดพ่นในแปลงปลูกผักกาดหอมตามอัตราแนะนำ คือ 40 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร และ 2 เท่าของอัตราแนะนำ คือ 80 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด โดยมีการชั่งน้ำหนักจำนวน 5 ครั้ง ที่ระยะเวลาต่างๆ ดังนี้

ก่อนการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรก

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกเป็นเวลา 2 วัน

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 4 วัน

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 11 วัน

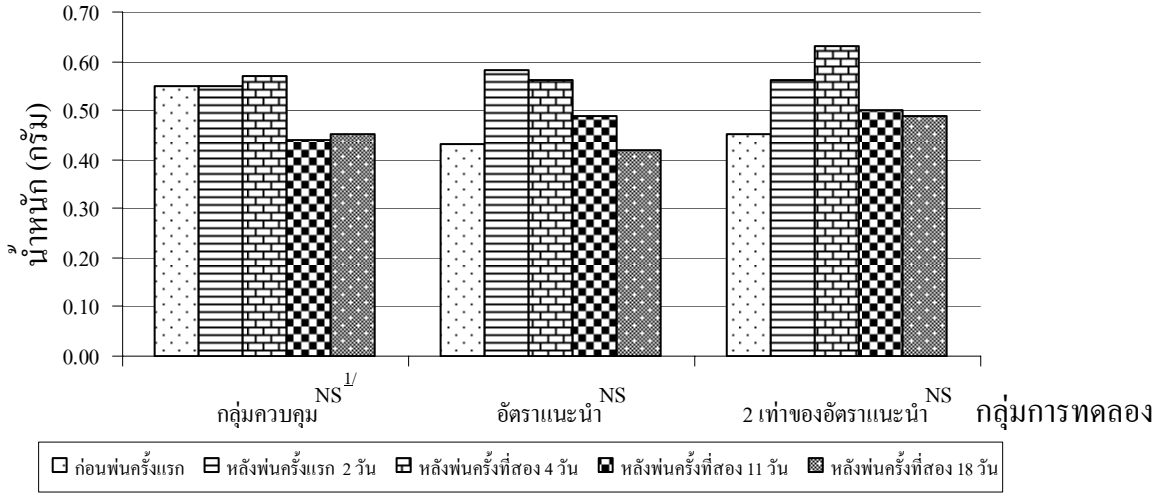
หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 18 วัน

เพื่อดูการเจริญเติบโตของกุ้งฝอย มีผลดังนี้ (ภาพที่ 19 และตารางผนวกที่ 37)

กลุ่มควบคุมที่ไม่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด จากการชั่งน้ำหนักของกุ้งฝอยพบว่า กุ้งฝอยมีน้ำหนักเฉลี่ย 0.55, 0.55, 0.57, 0.44 และ 0.45 กรัม ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 5 ครั้ง ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ

กลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดในแปลงปลูกผักกาดหอมตามอัตราแนะนำ จากการชั่งน้ำหนักของกุ้งฝอยพบว่า กุ้งฝอยมีน้ำหนักเฉลี่ย 0.43, 0.58, 0.56, 0.49 และ 0.42 กรัม ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 5 ครั้งไม่พบความแตกต่างทางสถิติ

กลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดในแปลงปลูกผักกาดหอม 2 เท่าของอัตราแนะนำ จากการชั่งน้ำหนักของกุ้งฝอยพบว่า กุ้งฝอยมีน้ำหนักเฉลี่ย 0.45, 0.56, 0.63, 0.50 และ 0.49 กรัม ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 5 ครั้งไม่พบความแตกต่างทางสถิติ



<u>ภาพที่ 19</u> น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งฝอย จากการทดสอบผลของสารสปินโนแซด เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต ในแปลงปลูกผักกาดหอม

<u>หมายเหตุ</u> 1/ NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักระหว่างกลุ่มการทดลอง มีผลดังนี้ (ตารางที่ 19)

ก่อนการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรก: กุ้งฝอยในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำ มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.43 และ 0.45 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.55 กรัม

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกเป็นเวลา 2 วัน: กุ้งฝอยในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.58 และ 0.56 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.55 กรัม

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 4 วัน: กุ้งฝอยในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.56 และ 0.63 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.57 กรัม

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 11 วัน: กุ้งฝอยในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.49 และ 0.50 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.44 กรัม

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 18 วัน:กุ้งฝอยในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.42 และ 0.49 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.45 กรัม

ตารางที่ 19 น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งฝอย จากการทดสอบผลของสารสปินโนแซด เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตระหว่างกลุ่มการทดลอง ในแปลงปลูกผักกาดหอม

กลุ่มการทดลอง	น้ำหนักกุ้งฝอย (กรัม)				
	ระยะเวลา				
	ก่อนพ่นครั้งแรก	หลังพ่นครั้งแรก 2 วัน	หลังพ่นครั้งที่สอง 4 วัน	หลังพ่นครั้งที่สอง 11 วัน	หลังพ่นครั้งที่สอง 18 วัน
กลุ่มควบคุม	0.55	0.55	0.57	0.44	0.45
อัตราแนะนำ	0.43	0.58	0.56	0.49	0.42
2 เท่าของอัตราแนะนำ	0.45	0.56	0.63	0.50	0.49
F – test	NS[1/]	NS	NS	NS	NS
SD	0.13	0.13	0.11	0.16	0.12
C.V.%	28.21	22.56	17.90	34.10	25.83

[1/] NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

3.3 หอยขม

3.3.1 อัตราการตายของหอยขม

ในระหว่างการทดลองพบว่ามีหอยขมในกลุ่มควบคุมและกลุ่มการทดลองทั้ง 2 ความเข้มข้น ตายลงบางส่วนที่ระยะเวลาต่างๆ (ตารางที่ 20)

ก่อนการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรก: ไม่พบอัตราการตายในทุกกลุ่มการทดลอง

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกเป็นเวลา 2 วัน: พบอัตราการตายในกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำ เท่ากับ 1.25 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ไม่พบอัตราการตายในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 4 วัน:ไม่พบอัตราการตายในกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำ แต่พบอัตราการตายในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ เท่ากับ 1.25 เปอร์เซ็นต์

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 11วัน: พบอัตราการตายในกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดเท่ากับ 2.5 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่พบอัตราการตายในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำ

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 18 วัน: พบอัตราการตายในกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ เท่ากับ 1.25 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ไม่พบอัตราการตายในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำ

ตลอดระยะเวลาการทดลอง พบอัตราการตายในกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด กลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำ เท่ากับ 5.0, 3.75 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

<u>ตารางที่ 20</u> อัตราการตายของหอยขม ในแปลงปลูกผักกาดหอม

ระยะเวลา	อัตราการตายของหอยขม(%)		
	กลุ่มควบคุม	อัตราแนะนำ	2 เท่าของอัตราแนะนำ
ก่อนฉีดพ่นสารครั้งแรก	0	0	0
หลังฉีดพ่นสารครั้งแรกเป็นเวลา 2 วัน	1.25	0	2.5
หลังฉีดพ่นสารครั้งที่สองเป็นเวลา 4 วัน	0	1.25	0
หลังฉีดพ่นสารครั้งที่สองเป็นเวลา 11 วัน	2.5	0	0
หลังฉีดพ่นสารครั้งที่สองเป็นเวลา 18 วัน	1.25	2.5	0
รวม	5.0	3.75	2.5

3.3.2 ผลการเจริญเติบโตของหอยขม

3.3.2.1 ขนาดความยาวของหอยขม

การศึกษาการเจริญเติบโตของขนาดความยาวหอยขม ซึ่งทดสอบกับสาร สปินโนแซดที่ฉีดพ่นในแปลงปลูกผักกาดหอมตามอัตราแนะนำ คือ 40 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร และ 2 เท่าของอัตราแนะนำ คือ 80 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด โดยมีการวัดขนาดจำนวน 5 ครั้ง ที่ระยะเวลาต่างๆ ดังนี้

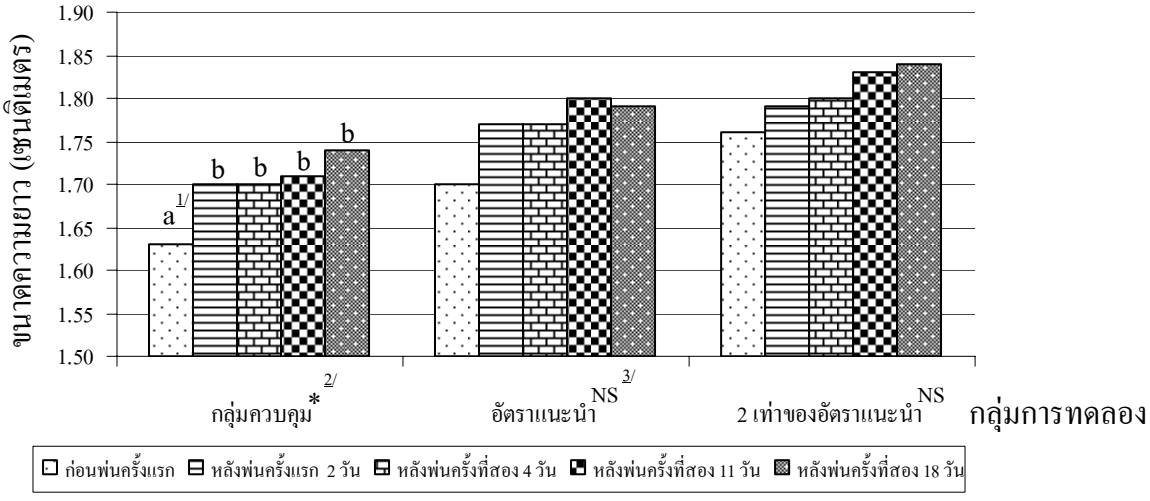
ก่อนการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรก
หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกเป็นเวลา 2 วัน
หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 4 วัน
หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 11 วัน
หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 18 วัน

เพื่อดูการเจริญเติบโตของหอยขม มีผลดังนี้ (ภาพที่ 20 และตารางผนวกที่ 24)

กลุ่มควบคุมที่ไม่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด จากการวัดขนาดความยาวของหอยขมพบว่า หอยขมมีขนาดความยาวเฉลี่ย 1.63, 1.70, 1.70, 1.71 และ 1.74 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งก่อนการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรก มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง กับระยะเวลาอื่นๆ แต่หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกเป็นเวลา 2 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับที่ระยะเวลาอื่นๆ

กลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดในแปลงปลูกผักกาดหอมตามอัตราแนะนำ จากการวัดขนาดความยาวของหอยขมพบว่า หอยขมมีขนาดความยาวเฉลี่ย 1.70, 1.77, 1.77, 1.80 และ 1.79 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 5 ครั้งไม่พบความแตกต่างทางสถิติ

กลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดในแปลงปลูกผักกาดหอม 2 เท่าของอัตราแนะนำ จากการวัดขนาดความยาวของหอยขมพบว่า หอยขมมีขนาดความยาวเฉลี่ย 1.76, 1.79, 1.80, 1.83 และ 1.84 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 5 ครั้งไม่พบความแตกต่างทางสถิติ



<u>ภาพที่ 20</u> ขนาดความยาวเฉลี่ยของหอยขม จากการทดสอบผลของสารสปินโนแซด เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต ในแปลงปลูกผักกาดหอม

<u>หมายเหตุ</u> [1/] = กราฟที่มีตัวอักษรเหมือนกันในกลุ่มการทดลองเดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ DMRT

[3/] NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

[2/] * = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบขนาดความยาวระหว่างกลุ่มการทดลอง มีผลดังนี้ (ตารางที่ 21)

ก่อนการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรก: หอยขมในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำมีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 1.70 และ 1.76 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 1.63 เซนติเมตร

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกเป็นเวลา 2 วัน: หอยขมในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำ มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 1.77 และ 1.79 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 1.70 เซนติเมตร

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 4 วัน: หอยขมในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำ มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 1.77 และ 1.80 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 1.70 เซนติเมตร

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 11 วัน: หอยขมในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำมีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 1.80 และ 1.83 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 1.71 เซนติเมตร

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 18 วัน:หอยขมในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำมีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 1.79 และ 1.84 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีขนาดความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 1.74 เซนติเมตร

ตารางที่ 21 ขนาดความยาวเฉลี่ยของหอยขม จากการทดสอบผลของสารสปินโนแซด เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตระหว่างกลุ่มการทดลอง ในแปลงปลูกผักกาดหอม

กลุ่มการทดลอง	ขนาดความยาวหอยขม (เซนติเมตร) ระยะเวลา				
	ก่อนพ่นครั้งแรก	หลังพ่นครั้งแรก 2 วัน	หลังพ่นครั้งที่สอง 4 วัน	หลังพ่นครั้งที่สอง 11 วัน	หลังพ่นครั้งที่สอง 18 วัน
กลุ่มควบคุม	1.63	1.70	1.70	1.71	1.74
อัตราแนะนำ	1.70	1.77	1.77	1.80	1.79
2 เท่าของอัตราแนะนำ	1.76	1.79	1.80	1.83	1.84
F – test	NS[1/]	NS	NS	NS	NS
SD	0.13	0.11	0.10	0.12	0.11
C.V.%	7.55	6.22	5.94	6.83	6.22

[1/] NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

3.3.2.2 น้ำหนักของหอยขม

การศึกษาการเจริญเติบโตของน้ำหนักหอยขม ซึ่งทดสอบกับสารสปินโนแซดที่ฉีดพ่นในแปลงปลูกผักกาดหอมตามอัตราแนะนำ คือ 40 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร และ 2 เท่าของอัตราแนะนำ คือ 80 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด โดยมีการชั่งน้ำหนักจำนวน 5 ครั้ง ที่ระยะเวลาต่างๆ ดังนี้

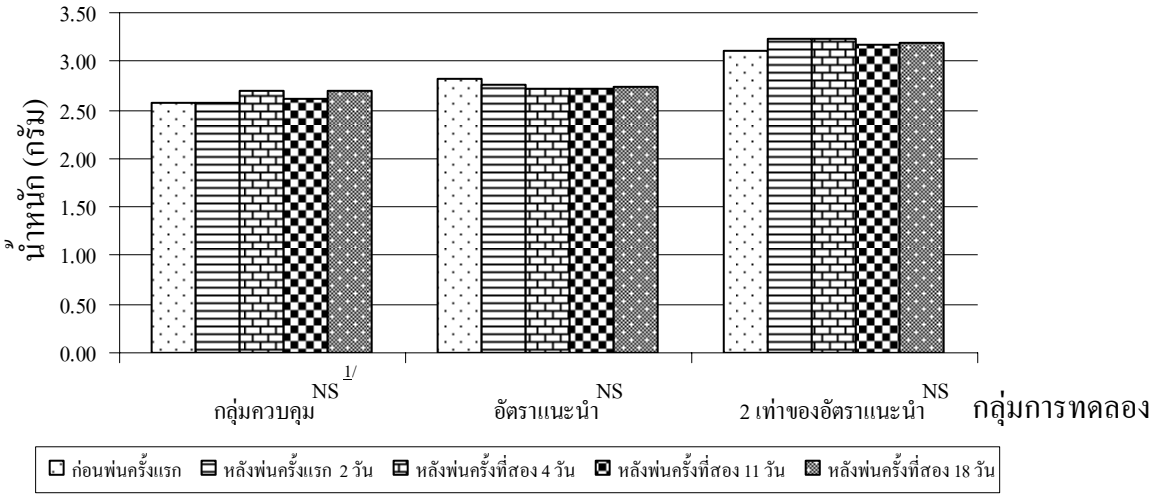
ก่อนการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรก
หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกเป็นเวลา 2 วัน
หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 4 วัน
หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 11 วัน
หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 18 วัน

เพื่อดูการเจริญเติบโตของหอยขม มีผลดังนี้ (ภาพที่ 21 และตารางผนวกที่ 37)

กลุ่มควบคุมที่ไม่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด จากการชั่งน้ำหนักของหอยขม พบว่า หอยขมมีน้ำหนักเฉลี่ย 2.58, 2.58, 2.70, 2.62 และ 2.70 กรัม ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 5 ครั้ง ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ

กลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดในแปลงปลูกผักกาดหอมตามอัตราแนะนำ จากการชั่งน้ำหนักของหอยขม พบว่า หอยขมมีน้ำหนักเฉลี่ย 2.83, 2.75, 2.71, 2.72 และ 2.74 กรัม ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 5 ครั้งไม่พบความแตกต่างทางสถิติ

กลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดในแปลงปลูกผักกาดหอม 2 เท่าของอัตราแนะนำ จากการชั่งน้ำหนักของหอยขม พบว่า หอยขมมีน้ำหนักเฉลี่ย 3.10, 3.24, 3.23, 3.17 และ 3.19 กรัม ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 5 ครั้งไม่พบความแตกต่างทางสถิติ



<u>ภาพที่ 21</u> น้ำหนักเฉลี่ยของหอยขม จากการทดสอบผลของสารสปินโนแซด เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต ในแปลงปลูกผักกาดหอม

<u>หมายเหตุ</u> 1/ NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักระหว่างกลุ่มการทดลอง มีผลดังนี้ (ตารางที่ 26)

ก่อนการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรก: หอยขมในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสาร

สปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำ มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 2.83 และ 3.10 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 2.58 กรัม

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกเป็นเวลา 2 วัน: หอยขมในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำ มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 2.75 และ 3.24 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 2.58 กรัม

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 4 วัน: หอยขมในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 2.71 และ 3.23 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 2.70 กรัม

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 11 วัน: หอยขมในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 2.72 และ 3.17 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 2.62 กรัม

หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 18 วัน: หอยขมในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 2.74 และ 3.19 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 2.70 กรัม

<u>ตารางที่ 22</u> น้ำหนักเฉลี่ยของหอยขม จากการทดสอบผลของสารสปินโนแซด เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตระหว่างกลุ่มการทดลอง ในแปลงปลูกผักกาดหอม

กลุ่มการทดลอง	น้ำหนักหอยขม (กรัม)				
	ระยะเวลา				
	ก่อนพ่นครั้งแรก	หลังพ่นครั้งแรก 2 วัน	หลังพ่นครั้งที่สอง 4 วัน	หลังพ่นครั้งที่สอง 11 วัน	หลังพ่นครั้งที่สอง 18 วัน
กลุ่มควบคุม	2.58	2.58	2.70	2.62	2.70
อัตราแนะนำ	2.83	2.75	2.71	2.72	2.74
2 เท่าของอัตราแนะนำ	3.10	3.24	3.23	3.17	3.19
F – test	NS	NS	NS	NS	NS
SD	0.47	0.45	0.40	0.48	0.54
C.V.%	16.70	17.32	13.88	17.07	18.91

[1/] NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

วิจารณ์ผลการทดลอง

1. ความเป็นพิษเฉียบพลันของสารสปินโนแซด

1.1 ปลานิล

จากการทดลองหาช่วงความเป็นพิษเฉียบพลันเบื้องต้นตลอดระยะเวลา 96 ชั่วโมง กับปลานิลขนาด 2.0 – 2.5 เซนติเมตร พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นของสารสปินโนแซดที่ใช้ในการทดลองสูงสุด 480 ppm มีอัตราการตาย 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอัตราการตายของปลานิลที่พบยังมีค่าน้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งอัตราการตายที่พบที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่ใช้ในการทดลองยังไม่เป็นไปตามความน่าจะเป็น นั่นคือ อัตราการตายไม่ได้เพิ่มมากขึ้นตามระดับความเข้มข้นของสาร ดังนั้นจึงไม่ได้ทำการทดลองหาค่า LC_{50} ต่อไป เนื่องจากความเข้มข้นสูงสุดที่ใช้ในการทดลอง คือ 480 ppm ก็นับว่าสูงมากแล้วจึงสรุปว่า สารสปินโนแซดมีค่า LC_{50} สูงกว่า 480 ppm

จากการทดลองหาค่า LC_{50} ของ Thompson *et.al.* (1999) ในปลาชนิดอื่นๆ ผลปรากฏว่าความเป็นพิษของสารสปินโนแซดต่อปลาคาร์พ, ปลา bluegill, ปลา sheepshead minnow นั้นมีค่า LC_{50} เท่ากับ 5.0, 5.9 และ 7.9 mg/L ตามลำดับ ซึ่งถือว่าเป็นพิษปานกลาง และสำหรับปลา rainbow trout มีค่า LC_{50} เท่ากับ 30.0 mg/L ซึ่งถือว่ามีพิษค่อนข้างน้อย ดังนั้นค่า LC_{50} ของสารสปินโนแซดต่อปลานิลซึ่งได้จากการทดลองครั้งนี้จึงมีค่าความเป็นพิษที่ต่ำมาก

1.2 กุ้งฝอย

จากการทดลองหาช่วงความเป็นพิษเฉียบพลันเบื้องต้นตลอดระยะเวลา 96 ชั่วโมง กับกุ้งฝอยขนาด 2.0 – 2.5 เซนติเมตร พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นของสารสปินโนแซด 0.0012 ppm มีอัตราการตายสูงสุด 20 เปอร์เซ็นต์ แต่ที่ระดับความเข้มข้นสูงสุดของสารที่ใช้ในการทดลอง คือ 480 ppm ไม่พบอัตราการตาย อีกทั้งอัตราการตายที่พบที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่ใช้ในการทดลองยังไม่เป็นไปตามความน่าจะเป็น นั่นคือ อัตราการตายไม่ได้เพิ่มมากขึ้นตามระดับความเข้มข้นของสาร แสดงว่าการตายที่เกิดขึ้นไม่ใช่ผลมาจากสารสปินโนแซดที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงไม่ได้ทำการทดลองหาค่า LC_{50} ต่อไป เนื่องจากความเข้มข้นสูงสุดที่ใช้ในการทดลอง คือ 480 ppm ก็นับว่าสูงมากแล้วจึงสรุปว่า สารสปินโนแซดมีค่า LC_{50} สูงกว่า 480 ppm

จากการทดลองหาค่า LC_{50} ของ Thompson *et.al.*(1999) ใน Daphnia และ grass shrimp ซึ่งเป็นสัตว์จำพวก Crustacea เช่นเดียวกับกุ้งฝอยนั้น ผลปรากฏว่า ความเป็นพิษของสารสปินโนแซดมีค่าเท่ากับ 92.7 และ มากกว่า 9.8 mg/L ตามลำดับ ซึ่งถือว่าเป็นพิษค่อนข้างน้อย ดังนั้นค่า LC_{50} ของสารสปินโนแซดต่อกุ้งฝอยซึ่งได้จากการทดลองครั้งนี้จึงมีค่าความเป็นพิษที่ต่ำมาก

1.3 หอยขม

จากการทดลองหาช่วงความเป็นพิษเฉียบพลันเบื้องต้นตลอดระยะเวลา 96 ชั่วโมง กับหอยขมขนาด 1.5 – 2.5 เซนติเมตร ไม่พบอัตราการตายของหอยขมในทุกระดับความเข้มข้นของสาร สปินโนแซด ซึ่งในการหาค่า LC_{50} นั้น จะต้องใช้ช่วงความเป็นพิษเฉียบพลันที่สัตว์ทดลองตายมากกว่า 0 ถึงน้อยกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ แต่ในการทดลองกับหอยขมนั้นไม่พบอัตราการตาย จึงไม่ได้ทำการทดลองหาค่า LC_{50} ต่อไป เนื่องจากความเข้มข้นสูงสุดที่ใช้ในการทดลอง คือ 480 ppm ก็นับว่าสูงมากแล้วจึงสรุปว่า สารสปินโนแซดมีค่า LC_{50} สูงกว่า 480 ppm

2. <u>ผลของสารสปินโนแซดต่ออัตราการเจริญเติบโตของขนาดความยาวและน้ำหนักของสัตว์ทดลอง ในห้องปฏิบัติการ</u>

2.1 ปลานิล

จากการทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่า สารสปินโนแซดไม่มีผลต่ออัตราการตายและอัตราการเจริญเติบโตในเรื่องของน้ำหนักปลานิล แต่มีผลต่อขนาดความยาวของปลานิลในด้านบวก

อัตราการตายของปลานิลจากการทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่า กลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm ซึ่งเป็นความเข้มข้นสูงสุดที่ใช้ในการทดลอง มีอัตราการตายเท่ากับกลุ่มควบคุม ดังนั้นอัตราการตายที่เกิดขึ้นอาจเป็นผลเนื่องมาจากปัจจัยอื่นๆ ไม่ได้เป็นผลมาจากสารสปินโนแซด อาทิเช่น เกิดการแก่งแย่งกันเองในเรื่องของการกินอาหารหรือที่อยู่อาศัย ทำให้เกิดการต่อสู้กัน ส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บจนกระทั่งตายได้ เป็นต้น

ขนาดความยาวของปลานิลในทุกกลุ่มการทดลองมีขนาดความยาวเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ตลอดระยะเวลาการทดลอง 28 วัน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในแต่ละระยะเวลาพบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มการทดลอง ปลานิลเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงขนาดความยาวเฉลี่ยที่ระยะเวลา 14 และ 21 วัน โดยปลานิลที่อยู่ในน้ำที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm มีขนาดความยาวเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุมและมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) แต่ที่ระยะเวลา 28 วันปลานิลทั้งที่อยู่ในน้ำที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm และที่อยู่ในน้ำที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm มีขนาดความยาวเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุมและมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ดังนั้นสารสปินโนแซดอาจจะไม่มีผลต่อขนาดความยาวของปลานิลในช่วงเริ่มต้น แต่อาจมีผลต่อขนาดความยาวของปลานิลในช่วงระยะเวลาหลังๆ ซึ่งผลที่เกิดขึ้นนั้นเป็นผลในด้านบวก โดยสารอาจมีผลทำให้ปลานิลมีอัตราการเจริญเติบโตด้านขนาดความยาวเพิ่มมากขึ้นกว่าปลานิลที่ไม่ได้รับสารเลย

น้ำหนักของปลานิลจากวันแรกที่เริ่มทำการเก็บข้อมูลจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บข้อมูล ปลานิลมีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในทุกกลุ่มการทดลอง โดยกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm ปลานิลมีอัตราการเจริญเติบโตในเรื่องน้ำหนักเร็วที่สุด โดยเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงที่ระยะเวลา 7 วัน และเกิดการเปลี่ยนแปลงจนเกิดความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ที่ระยะ เวลา 21 วัน ส่วนกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm และกลุ่มควบคุม ปลานิลมีอัตราการเจริญเติบโตรองลงมา ตามลำดับ โดยที่ในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm ปลานิลเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงที่ระยะเวลา 21 วัน และเกิดการเปลี่ยนแปลงจนเกิดความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ที่ระยะเวลา 28 วัน สำหรับปลานิลในกลุ่มควบคุมมีการเปลี่ยนแปลง และเกิดความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ที่ระยะเวลา 28 วัน แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มการทดลอง ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในทุกระยะเวลาที่ทำการทดลอง ดังนั้นสารสปินโนแซดจึงไม่น่าจะมีผลต่อน้ำหนักของปลานิล

2.2 กุ้งฝอย

จากการทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่า สารสปินโนแซดมีผลต่ออัตราการตายของกุ้งฝอย แต่ไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตทั้งขนาดความยาวและน้ำหนักของกุ้งฝอย

อัตราการตายของกุ้งฝอยจากการทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่า กลุ่มการทดลองทั้งสองกลุ่มมีอัตราการตายสูงกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm มีอัตราการตายสูงกว่ากลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm ซึ่งเมื่อพิจารณาดูแล้วจะเห็นได้ว่าเมื่อมีปริมาณสารเพิ่มมากขึ้นอัตราการตายก็สูงตามไปด้วย ดังนั้นสารสปินโนแซดจึงอาจมีผลต่ออัตราการตายของกุ้งฝอย ซึ่งจากพฤติกรรมปกติของกุ้งฝอยจะเกาะอยู่บริเวณก้นและด้านข้างของโหลแก้ว จึงทำให้มีโอกาสสัมผัสกับสารสปินโนแซดที่ติดอยู่กับผิวด้านข้างและก้นของโหลแก้วได้มากขึ้น แต่ในการทดลองครั้งนี้ กุ้งฝอยมีอัตราการตายที่ค่อนข้างสูง โดยในกลุ่มควบคุมยังพบอัตราการตายถึง 35 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งนอกจากสารสปินโนแซดที่อาจมีผลทำให้กุ้งฝอยตายแล้ว ยังอาจเกิดจากปัจจัยอื่นๆ อาทิเช่น ลักษณะของสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของกุ้งฝอย หรือเกิดการแก่งแย่งกันเองในเรื่องของอาหาร-ที่อยู่อาศัย รวมทั้งกุ้งฝอยยังมีพฤติกรรมในการกินกันเองโดยเฉพาะขณะอ่อนแอและเมื่อมีการลอกคราบใหม่ๆ เป็นต้น

ขนาดความยาวของกุ้งฝอยในกลุ่มควบคุมและกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm มีขนาดความยาวเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ แต่มีลดลงบ้างเล็กน้อยในกลุ่มควบคุมที่ระยะเวลา 14 และ 28 วัน และในกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm ที่ระยะเวลา 14 และ 21 วัน ซึ่งอาจเนื่องมาจากกุ้งฝอยที่ตายลงมีขนาดความยาวลำตัวมาก จึงเป็นเหตุให้ขนาดความยาวเฉลี่ยของกุ้งฝอยลดลงไป แต่ก็ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ สำหรับกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm ขนาดความยาวเฉลี่ยของกุ้งฝอยเพิ่มมากขึ้น และที่ระยะเวลา 28 วันพบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มการทดลองไม่พบความแตกต่างทางสถิติที่ระยะเวลา 0, 7, 14 และ 28 วัน สำหรับที่ระยะเวลา 21 วันระหว่างกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซดอยู่ทั้งสองกลุ่มพบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แต่เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ดังนั้นสารสปินโนแซดจึงไม่น่าจะมีผลต่อขนาดความยาวของกุ้งฝอย

น้ำหนักของกุ้งฝอยในทุกกลุ่มการทดลองไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ถึงแม้จะมีน้ำหนักเฉลี่ยลดลงบ้างเล็กน้อยที่ระยะเวลาการทดลองช่วงหลัง และด้วยเหตุที่กุ้งฝอยแต่ละตัวมีน้ำหนักค่อนข้างน้อยทำให้น้ำหนักที่ชั่งได้นั้นไม่ค่อยมีความแตกต่างกันมากนักในแต่ละระยะเวลาที่ทำการทดลอง และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มการทดลอง กุ้งฝอยเริ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักที่ระยะเวลา 14 วัน โดยกุ้งฝอยในกลุ่มที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm มีน้ำหนักเฉลี่ยน้อยที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมพบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

ซึ่งถึงแม้กุ้งฝอยในกลุ่มนี้จะมีน้ำหนักน้อยที่สุด แต่อัตราการตายก็เกิดน้อยที่สุดเช่นกัน และในขณะเดียวกันกุ้งฝอยที่อยู่ในกลุ่มที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm ก็ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับอีกสองกลุ่มการทดลอง ส่วนที่ระยะเวลา 21 วันกุ้งฝอยในกลุ่มที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm มีน้ำหนักเฉลี่ยน้อยที่สุด แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม เช่นเดียวกับกุ้งฝอยในกลุ่มที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยสูงที่สุด แต่ก็ไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ส่วนที่ระยะเวลา 28 วันนั้นไม่พบความแตกต่างทางสถิติในทุกกลุ่มการทดลอง ดังนั้นสารสปินโนแซดจึงไม่น่าจะมีผลต่อน้ำหนักของกุ้งฝอย

2.3 หอยขม

จากการทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่า สารสปินโนแซดมีผลต่ออัตราการตายของหอยขม แต่ไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตทั้งขนาดความยาวและน้ำหนักของหอยขม

อัตราการตายของหอยขม จากการทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่า กลุ่มการทดลองทั้งสองกลุ่มมีอัตราการตายสูงกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 1.0 ppm มีอัตราการตายสูงกว่ากลุ่มการทดลองที่มีสารสปินโนแซด 0.1 ppm ซึ่งเมื่อพิจารณาดูแล้วจะเห็นได้ว่าเมื่อมีปริมาณสารเพิ่มมากขึ้น อัตราการตายก็สูงตามไปด้วย และโดยพฤติกรรมปกติของหอยขมจะเดินอยู่บริเวณก้นและด้านข้างของโหลแก้ว จึงทำให้มีโอกาสสัมผัสกับสารสปินโนแซดที่ติดอยู่กับผิวด้านข้างและก้นของโหลแก้วได้มากขึ้น ดังนั้นสารสปินโนแซดจึงอาจมีผลต่ออัตราการตายของหอยขม

ขนาดความยาวในทุกกลุ่มการทดลองไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก ตลอดระยะเวลาการทดลอง 28 วัน และเนื่องจากหอยขมเป็นสัตว์ที่มีอัตราการเจริญเติบโตด้านขนาดความยาวค่อนข้างช้า จึงไม่เกิดความแตกต่างทางสถิติ สำหรับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้นอาจเกิดมาจากการตายของหอยขมที่มีขนาดความยาวมากจึงส่งผลถึงขนาดความยาวเฉลี่ยของหอยขมได้ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มการทดลองไม่พบความแตกต่างทางสถิติในทุกระยะเวลาที่ทำการทดลองเช่นกัน ดังนั้นสารสปินโนแซดจึงไม่น่าจะมีผลต่อขนาดความยาวของหอยขม

น้ำหนักของหอยขมในทุกกลุ่มการทดลองเกิดการเปลี่ยนแปลง โดยเริ่มลดลงเรื่อยๆ ซึ่งอาจเนื่องมาจากอาหารที่หอยขมกินส่วนใหญ่แล้วกินอาหารจำพวกสาหร่าย แต่ในการทดลอง

ครั้งนี้อาหารที่หอยขมสามารถกินได้ก็คือ อาหารปลาเม็ดสำเร็จรูป และของเสียที่เกิดจากปลา ซึ่งไม่ทราบแน่ชัดว่าหอยขมจะกินอาหารนั้นหรือไม่ ดังนั้นน้ำหนักเฉลี่ยที่ลดลงของหอยขมอาจเกิดมาจากการขาดอาหาร สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม เนื่องจากไม่มีโคลน หรือวัสดุเกาะสำหรับหอยขม, การตายของหอยขมที่มีน้ำหนักมาก หรือแม้กระทั่งขณะที่ทำการชั่งน้ำหนักของหอยขม ซึ่งหอยขมเป็นสัตว์ที่มีเปลือกมีฝาปิด สามารถเก็บอาหารรวมทั้งน้ำไว้ภายในได้ จึงไม่สามารถทราบได้ว่าขณะทำการชั่งน้ำหนักนั้นหอยขมแต่ละตัวเก็บสิ่งเหล่านั้นไว้ในตัวมากน้อยเพียงใด ส่งผลถึงน้ำหนักตัวของหอยขมด้วย และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มการทดลอง ก็ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ดังนั้นสารสปินโนแซดจึงไม่น่าจะมีผลต่อน้ำหนักของหอยขม

3. <u>ผลของสารสปินโนแซดต่ออัตราการเจริญเติบโตของขนาดความยาวและน้ำหนักของสัตว์ทดลอง ในแปลงปลูกผักกาดหอม</u>

3.1 ปลานิล

จากการทดลองในแปลงปลูกผักกาดหอมพบว่า สารสปินโนแซดมีผลต่ออัตราการตาย และอัตราการเจริญเติบโตทั้งขนาดความยาวและน้ำหนักของปลานิล

อัตราการตายของปลานิลจากการทดลองในแปลงปลูกผักกาดหอมพบว่า กลุ่มการทดลองทั้งสองกลุ่มมีอัตราการตายสูงกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำ มีอัตราการตายสูงกว่ากลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ ซึ่งเมื่อพิจารณาดูแล้วจะเห็นได้ว่าเมื่อมีการใช้สารเพิ่มมากขึ้น อัตราการตายก็สูงตามไปด้วย ดังนั้นสารสปินโนแซดจึงอาจมีผลทำให้อัตราการตายของปลานิลเพิ่มขึ้น

ขนาดความยาวของปลานิลในทุกกลุ่มการทดลองมีขนาดความยาวเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตลอดระยะเวลาการทดลอง โดยในกลุ่มควบคุมปลานิลมีอัตราการเจริญเติบโตในเรื่องของขนาดความยาวเร็วที่สุด รองลงมาคือกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำ ตามลำดับ ซึ่งในกลุ่มควบคุมมีการเปลี่ยนแปลงของขนาดความยาวปลานิลจนเกิดความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ในครั้งที่ 3 คือ หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 4 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับครั้งแรกที่ทำการเก็บข้อมูล คือ ก่อนการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรก ส่วนใน

กลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ มีการเปลี่ยนแปลงจนเกิดความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ในครั้งที่ 4 คือ หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 11 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับครั้งแรก สำหรับในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำ นั้น เกิดการเปลี่ยนแปลงจนเกิดความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ในครั้งสุดท้ายที่ทำการเก็บข้อมูล คือ หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 18 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับครั้งแรก และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มการทดลองก็พบว่า ปลานิลในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำมีค่าน้อยที่สุด และพบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) กับกลุ่มควบคุม ซึ่งเมื่อพิจารณาดูจะเห็นได้ว่า เมื่อมีการใช้สารสปินโนแซดในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นจะมีผลกระทบต่อขนาดความยาวเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ถึงแม้ในการเก็บข้อมูลของการทดลองก่อนการฉีดพ่นสารสปินโนแซด กลุ่มควบคุมมีขนาดความยาวเฉลี่ยสูงที่สุด และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำก็มีขนาดความยาวเฉลี่ยต่ำที่สุด อีกทั้งยังพบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) กับกลุ่มควบคุมตั้งแต่เริ่มแรก แต่เมื่อพิจารณาถึงอัตราการเจริญเติบโตจะเห็นว่าในกลุ่มควบคุมก็มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่ากลุ่มการทดลองด้วย ดังนั้นสารสปินโนแซดจึงอาจมีผลต่อขนาดความยาวของปลานิล

น้ำหนักของปลานิลในทุกกลุ่มการทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตลอดระยะเวลาการทดลอง โดยในกลุ่มควบคุมมีอัตราการเจริญเติบโตของปลานิลในเรื่องของน้ำหนักเร็วที่สุด รอง ลงมาคือกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำ ซึ่งในกลุ่มควบคุม เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงจนเกิดความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ในครั้งที่ 2 คือ หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกเป็นเวลา 2 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับครั้งแรกที่ทำการเก็บข้อมูล คือ ก่อนการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรก ส่วนในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงจนเกิดความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ตั้งแต่ในครั้งที่ 3 คือ หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 4 วัน เป็นต้นไป เมื่อเปรียบเทียบกับครั้งแรก สำหรับในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำมีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติกับทุกระยะเวลาที่ทำการเก็บข้อมูล และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มการทดลองก็พบว่า ปลานิลก่อนการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกลุ่มการทดลอง แต่เมื่อเริ่มมีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดปลานิลในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำมี

น้ำหนักน้อยที่สุดและพบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) กับกลุ่มควบคุมในทุกระยะเวลาหลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซด ซึ่งเมื่อพิจารณาดูแล้วจะเห็นได้ว่า เมื่อมีการใช้สารสปินโนแซดในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นจะมีผลกระทบต่อน้ำหนักของปลานิลเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นสารสปินโนแซดจึงอาจมีผลต่อน้ำหนักของปลานิล

สำหรับในเรื่องของขนาดความยาวและน้ำหนักปลานิล ความแตกต่างระหว่างกลุ่มการทดลองที่เกิดขึ้น นอกจากจะมาจากสารเคมีแล้วยังอาจเกิดมาจากการตายของปลานิล โดยในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำที่มีอัตราการเจริญเติบโตช้าที่สุด ก็มีอัตราการตายสูงที่สุด จึงอาจส่งผลให้เกิดความแตกต่างของขนาดความยาวเฉลี่ยและน้ำหนักเฉลี่ยระหว่างกลุ่มการทดลองได้เช่นกัน

ในแปลงปลูกผักกาดหอมพบว่า สารสปินโนแซดมีผลต่ออัตราการตาย และอัตราการเจริญเติบโตทั้งขนาดความยาวและน้ำหนักของปลานิล ซึ่งผลที่ออกมาขัดแย้งกับผลที่ได้จากห้องปฏิบัติการ โดยสาเหตุที่ผลออกมาแตกต่างกันอาจเนื่องมาจาก ในแปลงปลูกผักกาดหอมไม่สามารถที่จะจำกัดปัจจัยต่างๆ ทางสภาพแวดล้อมให้เหมือนกันทุกประการในทุกกลุ่มการทดลองได้ และปลานิลเป็นปลาที่กินแพลงก์ตอนพืชเป็นส่วนมาก ตามคำกล่าวของ Hekher (1990) นอกจากนั้นแล้ววรพงษ์ (2545) ยังกล่าวไว้อีกว่า ปลานิลก็ยังกินสัตว์หน้าดิน ตะไคร่น้ำ และของเน่าเปื่อยต่างๆ เป็นอาหารอีกด้วย ซึ่งอาหารเหล่านี้อาจได้รับผลจากสารสปินโนแซด ทำให้อาหารของปลานิลลดลงไป ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตของปลานิลช้าตามลงไปด้วย หรืออีกกรณีหนึ่ง อาหารที่ปลานิลกินเข้าไปซึ่งมีอยู่หลากหลาย อาจมีสารสปินโนแซดปนเปื้อนอยู่ เมื่อปลานิลกินอาหารเหล่านั้นเข้าไป โอกาสในการที่จะได้รับสารเคมีก็ย่อมมีเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นการสะสมพิษเพิ่มขึ้น ขณะที่ในห้องปฏิบัติการ ปลานิลกินอาหารเพียงชนิดเดียว จึงได้รับสารสปินโนแซดจากน้ำเท่านั้น

3.2 กุ้งฝอย

จากการทดลองในแปลงปลูกผักกาดหอมพบว่า สารสปินโนแซดไม่มีผลต่ออัตราการตาย และอัตราการเจริญเติบโตทั้งขนาดความยาวและน้ำหนักของกุ้งฝอย

อัตราการตายของกุ้งฝอย จากการทดลองในแปลงปลูกผักกาดหอมพบว่า กุ้งฝอยในกลุ่มควบคุมมีอัตราการตายสูงมาก ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มการทดลองทั้งสองกลุ่มอัตราการตาย

กลับมีต่ำกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำ ก็มีอัตราการตายต่ำกว่ากลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ ดังนั้นอัตราการตายที่เกิดขึ้นอาจเป็นผลเนื่องมาจากปัจจัยอื่นๆ ไม่ได้เป็นผลมาจากสารสปินโนแซด อาทิเช่น เกิดการแก่งแย่งกันเองในเรื่องของการกินอาหาร-ที่อยู่อาศัย ทำให้เกิดการต่อสู้กัน ส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บจนกระทั่งตายได้ อีกทั้งกุ้งฝอยยังมีพฤติกรรมในการกินกันเอง โดยเฉพาะขณะอ่อนแอและเมื่อมีการลอกคราบใหม่ๆ รวมทั้งน้ำในแปลงควบคุมอาจมีสารเคมีที่เคยใช้ในอดีตแล้วเกิดการตกค้างอยู่ในดิน หรือปัจจัยบางอย่างซึ่งมีผลต่อกุ้งฝอย เป็นต้น ส่งผลทำให้เกิดการตายของกุ้งฝอยค่อนข้างสูง

ขนาดความยาวของกุ้งฝอยในทุกกลุ่มการทดลองมีขนาดความยาวเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ตลอดระยะเวลาการทดลอง ซึ่งในกลุ่มควบคุมและกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในทุกระยะเวลาการทดลอง แต่ในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำ ในครั้งแรกที่ทำการเก็บข้อมูล คือ ก่อนการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกนั้นไม่พบความแตกต่างทางสถิติกับครั้งที่ 2 คือ หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกเป็นเวลา 2 วัน แต่พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) กับช่วงหลังของระยะเวลาการทดลองคือ หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 4 วัน, หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 11 วัน และหลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สองเป็นเวลา 18 วัน ซึ่งช่วงระยะเวลาดังกล่าวนี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มการทดลองไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ยกเว้นในการวัดขนาดความยาวครั้งสุดท้าย คือ หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สอง 18 วัน ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำพบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แต่ในกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำ ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงกลับไม่พบความแตกต่างทางสถิติกับกลุ่มควบคุม ดังนั้นสารสปินแซดจึงไม่น่าจะมีผลต่อขนาดความยาวของกุ้งฝอย

น้ำหนักของกุ้งฝอยในทุกกลุ่มการทดลองเริ่มมีการลดลงในช่วงหลัง แต่ไม่พบความแตก ต่างทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มการทดลอง ก็ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในทุกระยะเวลาที่ทำการทดลองเช่นกัน ซึ่งในครั้งที่ 4 และ 5 คือ หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สอง 11 วันและหลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งที่สอง 18 วันนั้น น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งฝอยมี

การลดลงบ้างอาจเนื่องมาจากเกิดการตายของกุ้งฝอยขึ้น จึงส่งผลทำให้น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งฝอยลดลงตามไปด้วย ดังนั้นสารสปินโนแซดจึงไม่น่าจะมีผลต่อน้ำหนักของกุ้งฝอย

จากการทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่า สารสปินโนแซดมีผลต่ออัตราการตายของกุ้งฝอย โดยอัตราการตายจะเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นของสาร ซึ่งขัดแย้งกับผลที่ได้จากการทดลองในแปลงปลูกผักกาดหอม คือ สารสปินโนแซดไม่มีผลต่ออัตราการตาย โดยผลที่ขัดแย้งนี้อาจเกิดจาก ความเข้มข้นของสารที่สามารถปนเปื้อนลงไปสู่ร่องน้ำที่ทำการทดลองได้ มีความเข้มข้นน้อยกว่าความเข้มข้นของสารที่ใช้ทดลองในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากในระหว่างการทดลองในห้อง ปฏิบัติการมีการใช้สารที่ระดับความเข้มข้น 0.1 และ 1.0 ppm สำหรับในแปลงปลูกผักกาดหอม ร่องน้ำที่ใช้ในการทดลองขนาด 0.70 x 1.50 x 14.0 เมตร จะมีน้ำบรรจุอยู่ประมาณ 14,700 ลิตร การใช้สารสปินโนแซดที่ฉีดพ่นลงในแปลงปลูกผักกาดหอมตามอัตราแนะนำ คือ 40 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร ในกรณีที่สารเกิดการปนเปื้อนทั้งหมด 100 เปอร์เซ็นต์ ถ้าไม่มีการสลายตัวและยึดติดกับวัสดุใดๆ เลย ความเข้มข้นของสารที่พบจะมีค่าเท่ากับ 0.33 ppm สำหรับ 2 เท่าของอัตราแนะนำ คือ 80 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร จะมีความเข้มข้น 0.65 ppm ซึ่งเป็นค่าที่น้อยกว่าที่ใช้ทดลองในห้องปฏิบัติการ และในความเป็นจริงแล้ว ในขณะฉีดพ่นสารอาจมีการปนเปื้อนลงในแหล่งน้ำเพียงประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น และอีกส่วนหนึ่งอาจมาจากการรดน้ำของเกษตรกร ทำให้เกิดการชะล้างของสารลงสู่แหล่งน้ำได้ อีกทั้งสารสปินโนแซดเป็นสารที่ตกค้างในธรรมชาติได้น้อย และยังสลายตัวได้เร็วเมื่อได้รับแสงอาทิตย์ (Saunder and Bret, 1997) จึงทำให้โอกาสในการที่กุ้งฝอยจะได้รับผลกระทบจากสาร สปินโนแซดลดน้อยลงไปอีก และการใช้น้ำในการทดลองกับกุ้งฝอยในห้องปฏิบัติการก็อาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการตายขึ้นได้ตามที่วรรณดี (2517) ได้ทำการทดลองเลี้ยงกุ้งฝอยในน้ำจากบ่อกุ้งเดิมกับเลี้ยงในน้ำประปา ปรากฏว่า กุ้งฝอยที่เลี้ยงในน้ำประปามีอัตราการตายสูงกว่าที่เลี้ยงในน้ำจากบ่อกุ้งเดิม

สำหรับอัตราการเจริญเติบโตทั้งขนาดความยาวและน้ำหนัก ผลการทดลองที่ได้ทั้งในห้องปฏิบัติการและในแปลงปลูกผักกาดหอมมีความสอดคล้องกัน คือ สารสปินโนแซดไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของกุ้งฝอย ดังนั้นสารสปินโนแซดจึงไม่น่าจะมีผลต่อกุ้งฝอย

3.3 หอยขม

จากการทดลองในแปลงปลูกผักกาดหอมพบว่า สารสปินโนแซดไม่มีผลต่ออัตราการตาย และอัตราการเจริญเติบโตทั้งขนาดความยาวและน้ำหนักของหอยขม

อัตราการตายของหอยขมจากการทดลองในแปลงปลูกผักกาดหอมพบว่ามีค่อนข้างต่ำ และในกลุ่มการทดลองทั้งสองกลุ่มมีอัตราการตายต่ำกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำ กลับมีอัตราการตายต่ำกว่ากลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซดตามอัตราแนะนำ ดังนั้นอัตราการตายที่เกิดขึ้นอาจเป็นผลเนื่องมาจากปัจจัยอื่นๆ ไม่ได้เป็นผลมาจากสารสปินโนแซด อาทิเช่น ความไม่เหมาะสมของสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัย เป็นต้น

ขนาดความยาวของหอยขมในทุกกลุ่มการทดลองเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ตลอดระยะเวลาการทดลอง แต่ในกลุ่มควบคุมในครั้งแรกที่ทำการเก็บข้อมูล คือ ก่อนการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกกับหลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดในทุกระยะเวลา พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) สำหรับอีกสองกลุ่มการทดลองที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ โดยความแตกต่างที่เกิดขึ้นในกลุ่มควบคุมอาจเนื่องมาจากมีการตายของหอยขมเกิดขึ้น ซึ่งอาจเป็นหอยขมที่มีขนาดเล็ก ส่งผลให้ขนาดความยาวเฉลี่ยของหอยขมเพิ่มมากขึ้นในครั้งที่ 2 คือ หลังการฉีดพ่นสารสปินโนแซดครั้งแรกเป็นเวลา 2 วัน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มการทดลองก็ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ดังนั้นสารสปินโนแซดจึงไม่น่าจะมีผลต่อขนาดความยาวของหอยขม

น้ำหนักของหอยขมในทุกกลุ่มการทดลองมีการลดลงบ้างในบางระยะเวลา แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งสาเหตุของน้ำหนักหอยขมที่ลดลงนั้นอาจมาจากหอยขมเป็นสัตว์ที่มีเปลือกมีฝาปิด สามารถเก็บอาหารรวมทั้งน้ำไว้ภายในได้ จึงไม่สามารถทราบได้ว่าขณะทำการชั่งน้ำหนักนั้นหอยขมแต่ละตัวเก็บสิ่งเหล่านั้นไว้ในตัวมากน้อยเพียงใด ส่งผลถึงน้ำหนักตัวของหอยขมด้วย และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มการทดลองก็ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ดังนั้นสารสปินโนแซดจึงไม่น่าจะมีผลต่อน้ำหนักของหอยขม

ผลการทดลองของหอยขมที่ได้ ทั้งในห้องปฏิบัติการและแปลงปลูกผักกาดหอม เมื่อทำการเปรียบเทียบแล้ว ลักษณะของผลการทดลองคล้ายกับกุ้งฝอย ดังนี้ ในห้องปฏิบัติการสารสปินโนแซดมีผลต่ออัตราการตายของหอยขม โดยอัตราการตายจะเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นของสาร ซึ่งขัดแย้งกับผลที่ได้จากการทดลองในแปลงปลูกผักกาดหอม คือ สารสปินโนแซดไม่มีผลต่ออัตราการตาย โดยผลที่ขัดแย้งนี้อาจเกิดจากการทดลองในแปลงปลูกผักกาดหอมมีปริมาณความเข้มข้นของสารที่สามารถปนเปื้อนลงไปสู่ร่องน้ำที่ทำการทดลองได้น้อยกว่าการใช้สารในห้องปฏิบัติการ อีกทั้งการใช้สารในสภาพธรรมชาติสารสามารถสลายตัวได้เร็วเมื่อได้รับแสงอาทิตย์ จึงทำให้โอกาสในการที่หอยขมจะได้รับผลจากสารสปินโนแซดลดน้อยลง รวมทั้งสารสปินโนแซดเป็นสารที่ตกค้างในธรรมชาติได้น้อย (Saunder and Bret, 1997) จึงทำให้โอกาสในการที่หอยขมจะได้รับผลจากสารสปินโนแซดลดน้อยลงไปอีก

สำหรับอัตราการเจริญเติบโตทั้งขนาดความยาวและน้ำหนัก ผลการทดลองที่ได้ทั้งในห้องปฏิบัติการและในแปลงปลูกผักกาดหอมมีความสอดคล้องกัน คือ สารสปินโนแซดไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของหอยขม ดังนั้นสารสปินโนแซดจึงไม่น่าจะมีผลต่อหอยขม

สรุปผลการทดลอง

1. ความเป็นพิษเฉียบพลันของสารสปินโนแซด

1.1 ปลานิล

การทดลองความเป็นพิษเฉียบพลันของสารสปินโนแซด ที่ 96 ชั่วโมง (96 hr. LC_{50}) พบว่า ค่าความเข้มข้นของสารที่ทำให้ปลานิลขนาด 2.0 – 2.5 เซนติเมตร ตาย 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่ามากกว่า 480 ppm

1.2 กุ้งฝอย

การทดลองความเป็นพิษเฉียบพลันของสารสปินโนแซด ที่ 96 ชั่วโมง (96 hr. LC_{50}) พบว่า ค่าความเข้มข้นของสารที่ทำให้กุ้งฝอยขนาด 2.0 – 2.5 เซนติเมตร ตาย 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่ามากกว่า 480 ppm

1.3 หอยขม

การทดลองความเป็นพิษเฉียบพลันของสารสปินโนแซด ที่ 96 ชั่วโมง (96 hr. LC_{50}) พบว่า ค่าความเข้มข้นของสารที่ทำให้หอยขมขนาด 1.5 – 2.5 เซนติเมตร ตาย 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่ามากกว่า 480 ppm

2. ผลของสารสปินโนแซดต่ออัตราการเจริญเติบโตของขนาดความยาวและน้ำหนักของสัตว์ทดลอง ในห้องปฏิบัติการ

2.1 ปลานิล

จากการทดลองพบว่า สารสปินโนแซด ไม่มีผลต่ออัตราการตาย และอัตราการเจริญเติบโตในเรื่องของน้ำหนักปลานิล แต่มีผลต่อขนาดความยาวของปลานิลในด้านบวก

2.2 กุ้งฝอย

จากการทดลองพบว่า สารสปินโนแซด มีผลต่ออัตราการตายของกุ้งฝอย โดยอัตราการตายเพิ่มสูงขึ้นตามระดับความเข้มข้นของสาร แต่ไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตทั้งขนาดความยาวและน้ำหนักของกุ้งฝอย

2.3 หอยขม

จากการทดลองพบว่า สารสปินโนแซด มีผลต่ออัตราการตายของหอยขม โดยอัตราการตายเพิ่มสูงขึ้นตามระดับความเข้มข้นของสาร แต่ไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตทั้งขนาดความยาวและน้ำหนักของหอยขม

3. <u>ผลของสารสปินโนแซดต่ออัตราการเจริญเติบโตของขนาดความยาวและน้ำหนักของสัตว์ทดลอง ในแปลงปลูกผักกาดหอม</u>

3.1 ปลานิล

จากการทดลองพบว่า สารสปินโนแซด มีผลต่ออัตราการตาย และอัตราการเจริญเติบโตทั้งขนาดความยาวและน้ำหนักของปลานิล โดยในกลุ่มที่มีการฉีดพ่นสารสปินโนแซด 2 เท่าของอัตราแนะนำ คือ 80 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร มีอัตราการตายสูงที่สุด และมีการเจริญเติบโตช้าทั้งในเรื่องของขนาดและน้ำหนักเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

3.2 กุ้งฝอย

จากการทดลองพบว่า สารสปินโนแซด ไม่มีผลต่ออัตราการตาย และอัตราการเจริญเติบโตทั้งขนาดความยาวและน้ำหนักของกุ้งฝอย

3.3 หอยขม

จากการทดลองพบว่า สารสปินโนแซด ไม่มีผลต่ออัตราการตาย และอัตราการเจริญเติบโตทั้งขนาดความยาวและน้ำหนักของหอยขม

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาเรื่องอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงสัตว์ทดลองเพิ่มเติม โดยเฉพาะหอยขม เพื่อให้แน่ใจได้ว่าผลการทดลองที่เกิดขึ้นนั้นเกิดมาจากสารเคมีที่ใช้ มิได้เกิดมาจากการอดอาหารของสัตว์ทดลอง

2. ควรมีการตรวจหาความเข้มข้นของสารสปินโนแซดในแหล่งน้ำและสัตว์ทดลอง เพื่อจะได้ทราบความเข้มข้นที่สะสมหลังจากการใช้

3. ควรทำการศึกษาความเป็นพิษเรื้อรังของสารสปินโนแซดกับสัตว์ทดลองเพิ่มเติม เนื่องจากการได้รับสารเป็นระยะเวลานานอาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อในอวัยวะต่างๆ ได้

4. เพื่อความสมบูรณ์มากขึ้นควรทำการศึกษาเรื่องการตกค้างของสารสปินโนแซดภายในตัวสัตว์ทดลองเพิ่มเติม เพื่อที่จะวิเคราะห์ความเป็นพิษของสารในเนื้อเยื่อส่วนต่างๆ อันอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสัตว์ทดลอง ตลอดจนผู้บริโภคต่อไปได้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2547. **พืชผัก – สมุนไพร**. ห้องสมุดความรู้. แหล่งที่มา: http://www.doae.go.th//library/html./know_all.html, 5 พฤศจิกายน 2547.

จารุพันธ์ สุขกฤต. 2540. **ระดับความเข้มข้นและพิษของสาร Rotenone, Saponin และ Sodium Cyanide ที่มีต่อปลาช่อน (*Ophicephalus striatus*) Bloch ปลาดุกด้าน (*Clarias batrachus*) (Linn.) และปลานิล (*Tilapia nilotica*) Linn**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จารุวรรณ วิระวงษ์นุสร. 2525. **พิษเฉียบพลันของแอมโมเนียที่มีต่อกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนระยะต่างๆ กัน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชมรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร. 2547. **บทที่ 10 แผนพัฒนากุ้งฝอยในชนบท**. แหล่งที่มา: http://www.thaiago.com/aticle/shrimp/46112110.http, 26 ตุลาคม 2547.

ชวลิต เข็มพรหมมา. 2529. **พิษเฉียบพลันของคาร์บาริล, คาร์โบฟูราน และส่วนผสมของสารทั้งสองชนิดที่มีต่อปลาตะเพียนขาว (*Puntius goninotus* Bleeker) และกุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii* De man)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชโนวาท ประจักษ์วงศ์และนิพนธ์ ศิริพันธ์. 2532. การเลี้ยงหอยขมในกระชัง. **วารสารประมง** 42 (2): 623-627.

ณรงค์ รุ่งรัตน์ชัชวาล. 2542. **พิษเฉียบพลันของสารสกัดสะเดาต่อสัตว์น้ำจืดบางชนิด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธนพันธุ์ เมธาพิทักษ์. 2543. **เทคนิคการเลี้ยงปลาทับทิม ปลาบู่ ปลานิล ปลาตะเพียน**. หอสมุดกลาง 09, กรุงเทพฯ.

นายเกษตร. ม.ป.ป. **การเลี้ยงกุ้ง หอย ปลา**. สำนักพิมพ์พิทยาคาร, กรุงเทพฯ.

เนาวรัตน์ ศุขะพันธ์. 2516. **การศึกษาชีววิทยาบางประการของหอยขมซึ่งเกี่ยวข้องกับเซอร์คาเรียสกุลเอคไคโรสโตม**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปัทมา แซ่กิม. 2543. **ผลของสารสกัดจากสาบเสือต่อการเปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์ทำลายพิษในหอยเชอรี่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปิยะนุช ปี่บัว. 2543. **พิษของสารไพรีทรอยด์ต่อสมรรถนะของเอนไซม์โมลีนเอสเทอเรสในปลานิล**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ผุสดี ศรีพยัตต์. 2529. **คู่มือจำแนกชนิด กุ้ง ปู กั้ง ของฟิลิปปินส์**. สำนักเลขาธิการ ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้, กรุงเทพฯ.

พัชนี บุญชะม้อย. 2547. **ความเป็นพิษเฉียบพลันของโลหะหนักต่อหอยขมวัยรุ่น (*Filopaludina* spp.)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภรณี อุทโยภาศ. 2544. **ผลการปนเปื้อนยาฆ่าแมลงต่อเสถียรภาพการพัฒนาของสัตว์น้ำ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

มัลลิกา วรรณประภา. 2547. **ผลของสารสกัดจากขมิ้นชัน (*Curcuma longa* Linn.) ต่ออัตรารอดและอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน (*Macrobrachium rosenbergii* De Man)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เมฆ จันทร์ประยูร. 2541. **ผักสวนครัว ก้าวสำคัญแห่งการพึ่งตนเอง**. ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์ไททรรศน์, กรุงเทพฯ.

วรพงษ์ นลินานนท์. 2545. **การกำจัดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ในเนื้อปลานิล**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรรณดี ทักษิณาวิสุทธิ์. 2517. **การเปลี่ยนแปลงลักษณะภายนอกของกุ้งฝอย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วัชราภรณ์ รวมธรรม. 2545. **ผลของสารสกัดแห้วหมูต่อการเปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์เอสเทอเรสและกลูตาไทโอน เอส-ทรานสเฟอเรส ในระบบทางเดินอาหารของหอยเชอรี่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วัฒนา เครือคล้าย. 2518. **การศึกษาอิทธิพลของสารพิษบางชนิดที่มีต่อการเจริญเติบโตของปลานิล ปลาไน และปลาหมอเทศ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วันทนา อยู่สุข. 2543. **หอยที่เป็นอาหารในประเทศไทย**. *ใน* เสวนาวิชาการ เรื่องการศึกษาวิชาการหอยปี 2000. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วันเพ็ญ สิตะพงศ์. 2540. **ประสิทธิภาพการฟักไข่ปลานิล 3 กรรมวิธี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิทย์ ธารชลานุกิจ. 2504 . **การศึกษาชีวประวัติกุ้งฝอยน้ำจืด**. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ส่งศรี มหาสวัสดิ์, กมลวรรณ ศุภวิญญู, ศิรินทิพย์ โพธิมาศ และสลิลภร สืบสาววงศ์. 2546. **ลักษณะพฤติกรรมและกลไกการว่ายน้ำของปลา**. ภาควิชาชีววิทยา คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2548. **หมวดหมู่ภาพสัตว์.** ภาพประกอบทางชีววิทยาสำหรับใช้ในห้องเรียน. แหล่งที่มา: http://www.ipst.ac.th/biology/PicGallery/BioSciPic.html, 22 มกราคม 2549.

สมฤดี ชื่นกิติญานนท์. 2544. **พิษเฉียบพลันและกึ่งเฉียบพลันของเมธามิโดฟอสในปลานิล**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศักดิ์ชัย ชูโชติ. 2533. **การเลี้ยงหอยขม**. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยี-การเกษตรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2536. **การเลี้ยงปลาน้ำจืด**. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยี-การเกษตรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

ศรีวิไล ผ่องอุดม. 2527. **ความเป็นพิษของสารกำจัดลูกน้ำชนิดเอเบทและฟิลาริโอลต่อปลาหางนกยูง *Poecilia reticulata* Peters และปลานิล *Tilapia nilotica* Linn**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อภิชาติ ศรีสะอาด. ม.ป.ป. **คู่มือการเพาะปลูกผักสวนครัวและผักพื้นบ้าน**. นาคา อินเตอร์มีเดีย จำกัด (ไม่ลองไม่รู้), กรุงเทพฯ.

อัญชลีกร โสมเกษตริน. 2542. **ประสิทธิภาพของสารสกัดสะเดาที่มีต่อหอยเชอรี่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อุชุมา เอ่งฉ้วน. 2548. **ผลกระทบของสารสกัดสะเดาไทย (*Azadirachta indica* var. *siamensis* Valeton) ต่อเนื้อเยื่อเหงือกและตับของปลานิล (*Oreochromis niloticus* linn.)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Bret, B.L., L.L. Larson, J.R. Schoonover, T.C. Sparks and G.D. Thompson. 1997. Biological Properties of Spinosad. **Down to earth**, 52(1):6-13.

Caulkins, P. 1996. **Spinosad Pesticide Tolerance Petition Filing 12/96**. Available Sources: http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/insect-mite/propetamphos-zetacyperm/spinosad/pest-tol-pet-spinosad.html, 16 March 2005.

Dow AgroSciences LLC. 2003. **BIORATIONAL INSECTICIDE PROFILE: SPINOSAD (SPINOSYN)**. IPM of Alaska, Alaska. Available Sources: http://www.ipmofalaska.com/files/spinosad.html, 16 March 2005.

El-Elainy, I.A., S. El-Saadany and S.A., Gabr. 1993. Electronmicroscopic study of the liver of *Tilapia nilotica* exposed to neopybuthrin. **Bull. Eviron. Contam. Toxicol**, 50: 682-688

Gary, D., S.H. Huthchins and T.C. Sparks. 2005. **Development of Spinosad and Attributes of New Class of Insect Control Products**. Dow AgroSciences LLC, USA.

Hekher, B. 1990. **Nutrition of Pond Fishes**. 2nd ed. Cambridge University Press, New York.

Insecticide Resistance Action Committee (IRAC). 2004. **Insecticide and miticide mode of action classification**. Available Sources: http://www.csrees.usda.gov/nea/pest/pdfs/ irac_cotton.pdf, 16 March 2005.

Nauen, R. and T. Bretschneider. 2002. New Modes of Action of Insecticide. **Pesticide Outlook** 2002: 241-245.

Perez, E.K., S.A. Clark and C. Lydeard. 2004. **Freshwater Mollusk Conservation Society**. Freshwater Gastropod Identification Workshop. Available Sources: http://www. unc.edu/~keperez/FMCSGastropodID.pdf, 30 March 2006.

Salte, R., C. Syvertsen, M. Kjonnoy and F. Fonnum. 1987. Fatal acetylcholinesterase inhibition in salmonids subjects to a routine organophosphate treatment. **Aquaculture**, 60(1987): 173-179.

Saunders, D.G. and B.L. Bret. 1997. Fate of Spinosad in the environment. **Down to earth**, 52(1): 14-20.

Thompson, G.D., S.H. Hutchins and T.C. Sparks. 1999. **Development of Spinosad and Attributes of A New Class of Insect Control Products**. Available Sources : http://ipmworld.umn.edu/chapters/hutchins2.htm, 16 March 2005.

ภาคผนวก