การใช้น้ำสกัดชีวภาพจากหนอนตายหยากและสับปะรด ควบคุมหนอนแมลงวันบ้าน[1]

ธวัชชัย ศุภดิษฐ์[2] และ พนมกร ขุนอ่อน[2]

บทคัดย่อ

การใช้น้ำสกัดชีวภาพจากสมุนไพรหนอนตายหยากและสับปะรดควบคุมหนอนแมลงวันบ้าน จัดรูปการทดลองแบบ 2x4 Factorial Arrangement+Control Group ในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) จำนวน 3 ซ้ำ ปัจจัยที่ 1 ได้แก่ ชนิดของน้ำสกัดชีวภาพ 2 ชนิด คือ น้ำสกัดชีวภาพจากสมุนไพรหนอนตายหยากและสับปะรด ปัจจัยที่ 2 ได้แก่ อัตราส่วนของน้ำสกัดชีวภาพ 4 ระดับในอาหารไก่เปียก คือ ที่ร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ทำการวัดจำนวน ขนาด และน้ำหนักของหนอน ดักแด้ และแมลงวันตัวเต็มวัยที่ระยะ 8, 16 และ 24 วัน ผลการทดลอง พบว่า ไม่พบการเกิดของหนอน ดักแด้ และแมลงวันตัวเต็มวัยที่ระยะ 8 วัน แต่ที่ระยะ 16 และ 24 วัน พบการเกิดของหนอน ดักแด้ และแมลงวันตัวเต็มวัย แต่มีจำนวน ขนาด และน้ำหนักลดลงตามอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นของน้ำสกัดชีวภาพ โดยน้ำสกัดชีวภาพจากสมุนไพรหนอนตายหยากมีผลต่อการลดจำนวน ขนาด และน้ำหนักของหนอน ดักแด้ และแมลงวันตัวเต็มวัยได้ดีกว่าน้ำสกัดชีวภาพจากสับปะรดเมื่อเปรียบเทียบที่อัตราส่วนเดียวกัน

คำสำคัญ: *น้ำสกัดชีวภาพ แมลงวันบ้าน สับปะรด หนอนตายหยาก*

บทนำ

แมลงวันบ้านเป็นพาหะนำโรคติดต่อหลายชนิด เช่น โรคโปลิโอ โรคตาแดง แต่ที่สำคัญ คือ โรคติดต่อทางระบบทางเดินอาหาร เช่น โรคอุจจาระร่วง โรคอหิวาตกโรค โรคบิด เป็นต้น นับเป็นโรคติดต่อที่มีความสำคัญ และเป็นปัญหาต่อการพัฒนาด้านสาธารณสุขของประเทศเป็นอย่างยิ่ง (Suppadit *et al*., 2006) เนื่องจากสามารถแพร่ระบาดได้อย่างรวดเร็วและติดต่อได้ทั้งจากคนไปสู่สัตว์และจากสัตว์มาสู่คน (ธวัชชัย, 2550) สาเหตุของโรคมาจากการขาดคุณภาพและมาตรฐานการสุขาภิบาล ขณะเดียวกันนอกเหนือจากการนำโรคแล้วยังก่อให้เกิดความรำคาญแก่บริเวณที่อยู่อาศัย ตลาด ร้านค้า แหล่งท่องเที่ยว รวมทั้งแก่ฟาร์มปศุสัตว์ด้วย (ธวัชชัย, 2546) ปัจจุบันสารธรรมชาติจากพืชสำหรับป้องกันกำจัดแมลง (Botanical Insecticides) กำลังได้รับความนิยม โดยพืชที่มีฤทธิ์ในการฆ่าแมลงมีหลายชนิด เช่น น้อยหน่า สารภี สะเดา หางไหลหรือโล่ติ้น เป็นต้น (อาทิตย์, 2545) หนอนตายหยาก (*Stemona* spp.) ถือเป็นพืชสมุนไพรอีกชนิดหนึ่งที่มีสารอัลคาลอยด์สามารถฆ่าแมลงได้เช่นเดียวกับโล่ติ้น โดยสารอัลคาลอยด์จากรากหนอนตายหยากสามารถละลายน้ำได้ง่ายและสลายตัวได้เร็ว ไม่ทำให้สะสมพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม (ธวัชชัย และคณะ, 2545)

---

[1] สนับสนุนงานวิจัยโดย คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

[2] หลักสูตรการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ แขวงคลองจั่น เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร 10240

น้ำสกัดชีวภาพ เป็นน้ำสกัดที่ได้จากการย่อยสลายเศษวัสดุเหลือใช้จากส่วนต่างๆ ของพืชหรือสัตว์ โดยผ่านกระบวนการหมักในสภาพปราศจากออกซิเจน (Anaerobic Condition) ซึ่งจะมีจุลินทรีย์ทำหน้าที่ย่อยสลายเศษซากพืชและซากสัตว์เหล่านั้น ให้กลายเป็นสารละลายที่เป็นประโยชน์ รวมถึงมีการเกิดขึ้นของเอนไซด์ตามธรรมชาติ เพื่อทำหน้าที่เร่งการย่อยสลายให้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว (ธวัชชัย, 2547) น้ำสกัดชีวภาพมีประโยชน์ต่อการปรับปรุงคุณภาพดิน เป็นแหล่งธาตุอาหาร ฮอร์โมนและเอนไซม์สำหรับพืช (สุริยา, 2542) การใช้น้ำสกัดชีวภาพจากพืช อาทิ หนอนตายหยากและสับปะรด ทำให้เกิดคุณประโยชน์หลายอย่าง คือ นอกจากเพื่อใช้เป็นปุ๋ยสำหรับพืชแล้ว ยังคาดหวังว่าสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการควบคุมหนอนแมลงวันบ้านได้อีกด้วย ดังนั้น เมื่อสิ้นสุดการทดลองและมีความเป็นไปได้ตามที่คาด ก็จะเกิดประโยชน์ต่อเกษตรกรและประชาชนทั่วไปอย่างกว้างขวาง

วิธีการทดลอง

จัดรูปการทดลองแบบ 2 x 4 Factorial Arrangement+Control Group ในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) จำนวน 3 ซ้ำ โดยปัจจัยต่างๆ ที่ใช้ในการทดลองมีดังนี้ ปัจจัยที่ 1 ได้แก่ ชนิดของน้ำสกัดชีวภาพ 2 ชนิด คือ น้ำสกัดชีวภาพจากสมุนไพรหนอนตายหยากและสับปะรด ปัจจัยที่ 2 คือ อัตราส่วนของน้ำสกัดชีวภาพจากสมุนไพรหนอนตายหยาก และสับปะรด 4 ระดับ คือ ร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ในอาหารไก่เปียก ในส่วนจำนวนวันของการตรวจวัดหนอน ดักแด้ และแมลงวันตัวเต็มวัย แบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ 8, 16 และ 24 วัน

เตรียมโรงเรือนทดลอง 3 โรงเรือน กว้าง 5 เมตร ยาว 5 เมตร สูง 4 เมตร หลังคาโรงเรือนมุงด้วยกระเบื้อง มีฝ้า ด้านข้างกั้นด้วยตาข่ายพรางแสงสูงจากพื้น 2 เมตร เพื่อป้องกันฝนและแสงแดด ส่วนพื้นโรงเรือนปูด้วยกระเบื้อง

นำรากพืชสมุนไพรหนอนตายหยากชนิดพันธุ์ *Stemona tuberosa* Lour. มาล้างน้ำให้สะอาด ผึ่งให้แห้ง นำมาหั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆ แล้วปั่นให้ละเอียดโดยใช้เครื่องปั่นไฟฟ้า จากนั้นนำมาหมักเป็นน้ำสกัดชีวภาพโดยใช้รากหนอนตายหยาก น้ำ และกากน้ำตาล ในอัตราส่วน 2.5:0.5:1.0 ในถังพลาสติกที่ปิดฝาแน่น ทิ้งไว้ประมาณ 45 วัน ส่วนน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด ใช้สับปะรดเป็นวัตถุดิบในการหมัก โดยหั่นสับปะรดเป็นชิ้นเล็กๆ คลุกเคล้าสับปะรดกับกากน้ำตาลในอัตราส่วน 3:1 ใส่ถังพลาสติกที่ปิดฝาแน่น นำมาหมักทิ้งไว้ประมาณ 45 วัน เช่นกัน

ทดลองในถาดพลาสติกทรงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 ซม. สูง 4 ซม. จำนวน 81 ถาด แบ่งเป็นโรงเรือนละ 27 ถาด ใช้ฝาชีที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางถาดพลาสติกครอบเพื่อป้องกันไม่ให้แมลงวันหลุดลอดออกมา เตรียมอาหารไก่เปียกเพื่อให้เหมาะสมสำหรับการเป็นแหล่งเพาะพันธุ์หนอนแมลงวัน โดยใช้อาหารไก่เนื้อแรกเกิดผสมน้ำในอัตราส่วน 1:2 จากนั้นผสมน้ำสกัดชีวภาพจากหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด ในอัตราส่วนร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ในอาหารไก่เปียก ตามลำดับ จนได้น้ำหนักรวม 1,500 กรัมต่อถาด (ถ้าเทียบกับอาหาร

ไก่เปียก 1,500 กรัม หมายถึง ใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดในอัตราส่วน 75, 150, 225 และ 300 กรัมต่ออาหารไก่เปียก 1,425, 1,350, 1,275 และ 1,200 กรัม ตามลำดับ) ส่วนกลุ่มควบคุม (Control Group) ไม่ต้องเติมน้ำสกัดชีวภาพ จากนั้นนำอาหารไก่เปียกที่เตรียมไว้ใส่ลงในถาดจนครบทุกถาดตามจำนวนหน่วยทดลอง 2x4 Factorial Arrangement+Control Group สุ่มจับสลากเพื่อจัดเรียงหน่วยทดลองในโรงเรือนประดิษฐ์ในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) จำนวน 3 ซ้ำ เฝ้าสังเกตและบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตด้านจำนวน ขนาด และน้ำหนักของหนอน ดักแด้ และแมลงวันตัวเต็มวัย

ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS เวอร์ชั่น 6.12 (SAS, 1996) วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย (ANOVA) ด้านจำนวนและการเจริญเติบโตของหนอน ดักแด้ และแมลงวันตัวเต็มวัยที่อัตราส่วนต่างๆ ของน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดในอาหารไก่เปียก รวมทั้งกลุ่มควบคุม ณ ระยะเวลาต่างๆ เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างหน่วยการทดลองโดยใช้สถิติ Duncan’s New Multiple Range Test (DNMRT)

ผลการทดลองและอภิปรายผล

ไม่พบการเกิดของหนอน ดักแด้ และแมลงวันตัวเต็มวัยที่ระยะ 8 วัน แต่ที่ระยะ 16 และ 24 วัน พบการเกิดของหนอน ดักแด้ และแมลงวันตัวเต็มวัย โดยพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดของน้ำสกัดชีวภาพกับอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นของน้ำสกัดชีวภาพ (ตารางที่ 1) ภายหลังจากทดลองใช้น้ำสกัดชีวภาพสมุนไพรหนอนตายหยากและน้ำสัดชีวภาพสับปะรดอัตราส่วนต่างๆ เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม พบว่า น้ำสกัดชีวภาพสมุนไพรหนอนตายหยากมีประสิทธิภาพดีกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด และกลุ่มควบคุม โดยมีจำนวน ขนาด และน้ำหนักของหนอน ดักแด้ และแมลงวันตัวเต็มวัยต่ำกว่า แสดงว่ามีสารออกฤทธิ์บางชนิด อาทิ อัลคาลอยด์ จากสมุนไพรหนอนตายหยากตกค้างอยู่ในอาหารไก่เปียก (แหล่งเพาะพันธุ์แมลงวัน) ที่สามารถควบคุมหนอนแมลงวันได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ บังอร (2548) ที่พบว่า สารสกัดจากหนอนตายหยาก ทำให้หนอนแมลงวันตายหรือทำให้ตัวหนอนมีสีเขียวคล้ำจนถึงน้ำตาลดำ ทำให้มีจำนวนหนอนลดลง และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ สุทธาพันธ์ (2544) ที่รายงานว่า เมื่อมีการใช้สมุนไพรหนอนตายหยากผสมในอาหารเลี้ยงหนอนแมลงวันเพียงแค่ 0.001 กรัม/ 1 กรัมของอาหาร ก็สามารถทำให้หนอนมีการเจริญเติบโตผิดปกติ และยังพบว่า พิษของสมุนไพรหนอนตายหยากมีผลต่อการหดตัวของกล้ามเนื้อในตัวหนอน จึงทำให้ขนาดและน้ำหนักของตัวหนอนมีความแตกต่างกัน และมีขนาดลดลง ส่วนการลดลงของดักแด้ สอดคล้องกับการศึกษาของ บังอร (2548) ที่ได้ศึกษาพบว่า สารสกัดจากหนอนตายหยาก ทำให้หนอนแมลงวันมีพัฒนาการเข้าสู่ระยะดักแด้ได้ลดลง ส่วนตัวหนอนที่รอดตายแม้จะเจริญเป็นดักแด้ได้ แต่ดักแด้จะมีลักษณะผิดปกติ คือ ผนังปล้องดักแด้จะโป่งนูนออก ดักแด้มีขนาดเรียวเล็ก หงิกงอจนผิดรูปร่าง ทำให้ขนาดของดักแด้มีความแตกต่างกัน และมีขนาดเล็กลง ส่วนการลดลงของแมลงวันตัวเต็มวัย

สอดคล้องกับการศึกษาของ เลาจนา และประคอง (2520) ว่า การเลี้ยงหนอนแมลงวันโดยใช้สารละลายหนอนตายหยากผสมในอาหาร LD50=0.12 กรัม/30 กรัมอาหาร พบว่า หนอนบางตัวสามารถเข้าดักแด้ แต่มีลักษณะผิดปกติ และไม่สามารถเจริญต่อเป็นตัวเต็มวัยได้ ส่งผลให้มีจำนวนของแมลงวันตัวเต็มวัยลดลง โดยจากผลการทดลองครั้งนี้สังเกตพบว่า แมลงวันตัวเต็มวัยที่พบในน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากมีลักษณะที่แคระแกร็นกว่าแมลงวันปกติ สาเหตุอาจเนื่องมาจากพิษของหนอนตายหยากได้ทำปฏิกิริยากับตัวหนอนก่อนเข้าดักแด้ ทำให้ดักแด้มีลักษณะผิดปกติ ทำให้แมลงวันมีลักษณะที่ผิดปกติและมีขนาดเล็กลงตามไปด้วย (ตารางที่ 1)

การทดลองใช้น้ำสกัดชีวภาพความเข้มข้นระดับต่างๆ เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม พบว่า จำนวน ขนาด และน้ำหนักของหนอน ดักแด้ และแมลงวันตัวเต็มวัย มีแนวโน้มลดลงตามระดับความเข้มข้นของน้ำสกัดชีวภาพที่สูงขึ้น (ตารางที่ 1) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าน้ำสกัดชีวภาพทั้ง 2 ชนิด มีประสิทธิภาพในการควบคุมการเจริญเติบโตของหนอนแมลงวัน และการเข้าสู่ระยะดักแด้และตัวเต็มวัยดังกล่าว เพราะจากการศึกษาของ กรมวิชาการเกษตร (2551) พบว่า น้ำสกัดชีวภาพมีฤทธิ์เป็นกรดในช่วง 3.92-4.06 เนื่องจากมีสารจำพวกโพลีฟีนอล (Polyphenol) ได้แก่ 1,2 Benzenediol หรือ 1,3 Benzenediol พวก Dimethoxy Phenol และ Benzoic Acid Derivatives ทำให้อาจเกิดการระคายเคืองหรือเกิดสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต หรือการเจริญเติบโตของหนอนแมลงวัน นอกจากนี้ ประสงค์ และคณะ (2547) รายงานว่า ในน้ำสกัดชีวภาพยังพบสารจำพวก Ethylester ของพวกกรดไขมัน เช่น Ethyl Palmitate, Ethyl Linoleate และยังพบสารละลายแอลกอฮอร์บางชนิด เช่น Benzene Ethanol ซึ่งเป็นสารที่มีฤทธิ์ในการฆ่าหนอนและแมลงได้

สรุปผล

น้ำสกัดชีวภาพสมุนไพรหนอนตายหยากมีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอน ดักแด้ และแมลงวันตัวเต็มวัยได้ดีกว่าน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด โดยประสิทธิภาพในการควบคุมจะเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนน้ำสกัดชีวภาพที่สูงขึ้น แสดงว่าการนำพืชสมุนไพรมาใช้หมักเพื่อควบคุมหนอนแมลงวันมีความเป็นไปได้ อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสมุนไพรหนอนตายหยากมีราคาสูงกว่าจากสับปะรด ซึ่งเมื่อคิดในแง่ต้นทุนการควบคุม การใช้น้ำสกัดชีวภาพสับปะรดอาจมีต้นทุนที่ต่ำกว่า

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของน้ำสกัดชีวภาพที่อัตราส่วนร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ต่อการเจริญเติบโตของหนอนแมลงวัน ดักแด้ และแมลงวันตัวเต็มวัย[1]

การเจริญเติบโต	Interaction	Control Group	น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก				น้ำสกัดชีวภาพสับปะรด				CV (%)
			5	10	15	20	5	10	15	20	
16 วัน											
หนอน											
จำนวน (ตัว)	I	177.67[a]	64.00[f]	48.33[g]	41.67[h]	22.00[i]	157.33[b]	117.67[c]	90.67[d]	73.67[e]	1.38
ความกว้าง (มม.)	I	2.15[a]	1.22[f]	1.18[g]	1.15[h]	1.14[i]	2.00[b]	1.70[c]	1.50[d]	1.30[e]	0.39
ความยาว (มม.)	I	8.86[a]	6.57[d]	6.51[d]	6.32[de]	6.13[e]	8.69[a]	7.77[b]	7.18[c]	6.67[d]	2.68
น้ำหนัก (มก.)	I	23.69[a]	11.13[f]	8.89[g]	8.63[h]	8.48[i]	23.10[b]	22.51[c]	21.92[d]	21.33[e]	0.04
ดักแด้											
จำนวน (ตัว)	I	355.67[a]	63.67[f]	57.67[g]	20.67[h]	17.67[i]	189.33[b]	150.00[c]	112.67[d]	82.67[e]	0.55
ความกว้าง (มม.)	I	2.59[a]	1.56[f]	1.54[g]	1.44[h]	1.40[i]	2.41[b]	2.39[c]	2.04[d]	2.01[e]	0.39
ความยาว (มม.)	I	6.82[a]	4.51[f]	4.47[g]	4.17[h]	4.12[i]	6.19[b]	5.56[c]	5.14[d]	5.10[e]	0.39
น้ำหนัก (มก.)	I	19.43[a]	9.88[f]	9.81[g]	9.37[h]	9.27[i]	15.11[b]	14.33[c]	12.86[d]	12.75[e]	0.06
แมลงวัน											
จำนวน (ตัว)	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ความกว้าง (มม.)	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ความยาว (มม.)	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
น้ำหนัก (มก.)	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24 วัน											
หนอน											
จำนวน (ตัว)	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ความกว้าง (มม.)	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ความยาว (มม.)	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
น้ำหนัก (มก.)	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ดักแด้											
จำนวน (ตัว)	I	306.67[a]	42.67[f]	40.67[g]	17.33[h]	12.00[i]	68.33[b]	49.67[c]	47.67[d]	44.67[e]	1.40
ความกว้าง (มม.)	I	2.39[a]	1.86[f]	1.53[g]	1.47[h]	1.34[i]	2.28[b]	2.22[c]	2.13[d]	1.98[e]	0.30
ความยาว (มม.)	I	5.83[a]	4.57[f]	4.28[g]	4.15[h]	4.04[i]	5.66[b]	5.47[c]	5.38[d]	5.07[e]	0.12
น้ำหนัก (มก.)	I	15.22[a]	10.93[f]	9.48[g]	9.40[h]	9.33[i]	13.19[b]	12.97[c]	12.91[d]	12.74[e]	0.05
แมลงวัน											
จำนวน (ตัว)	I	108.67[a]	8.67[f]	4.67[g]	1.67[h]	1.33[h]	88.33[b]	33.00[c]	28.67[d]	16.00[e]	2.15
ความกว้าง (มม.)	I	2.42[a]	1.68[f]	1.56[g]	1.43[h]	1.32[i]	2.29[b]	2.12[c]	1.98[d]	1.81[e]	0.31
ความยาว (มม.)	I	6.34[a]	5.06[f]	4.81[g]	4.63[h]	4.26[i]	6.17[b]	5.92[c]	5.71[d]	5.59[e]	0.37
น้ำหนัก (มก.)	I	10.17[a]	8.03[f]	7.89[g]	7.46[h]	6.95[i]	9.87[b]	9.36[c]	9.00[d]	8.91[e]	0.29

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

[1]ไม่พบการเกิดของหนอนแมลงวัน ดักแด้ และแมลงวันตัวเต็มวัยในช่วงวันที่ 8 ของการทดลอง

I : Interaction คือ มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดของน้ำสกัดชีวภาพกับอัตราส่วนต่างๆ ของน้ำสกัดชีวภาพ

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2551. “น้ำสกัดชีวภาพ.” [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.doa.go.th/th/ShowArticles.aspx?id=174 (14 มกราคม 2551).

ธวัชชัย ศุภดิษฐ์. 2546. การจัดการอนามัยสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร: สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษา สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

ธวัชชัย ศุภดิษฐ์. 2547. ภาวะมลพิษด้านของเสียของฟาร์มปศุสัตว์. กรุงเทพมหานคร: คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

ธวัชชัย ศุภดิษฐ์. 2550. การจัดการอนามัยสิ่งแวดล้อมในภาคปศุสัตว์. กรุงเทพมหานคร: ทิพย์เนตรการพิมพ์.

ธวัชชัย ศุภดิษฐ์ วิโรจน์ กิติคุณ รุ่งจรัส หุตะเจริญ สัญชัย จตุรสิทธา และ สุทธาพันธ์ โพธิ์กำเนิด. 2545. การใช้รากสมุนไพรหนอนตายหยากผสมในอาหารและมูลไก่เพื่อควบคุมหนอนแมลงวัน I. สมรรถนะการผลิตและคุณภาพซากของไก่. วารสารแก่นเกษตร 30:129-136.

บังอร ศรีพานิชกุลชัย. 2548. การพัฒนาศักยภาพของส่วนสกัดจากหนอนตายหยากเป็นผลิตภัณฑ์รักษาโรคและฆ่าแมลง. อุบลราชธานี: คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

ประสงค์ วงศ์ชนะภัย อุดม วงศ์ชนะภัย และ พูลสวัสดิ์ อาจละกะ. 2547. การขยายผลโดยใช้น้ำหมักชีวภาพในกลุ่มเกษตรกรรายย่อย ภาคตะวันออก กรณีศึกษา จังหวัดสระแก้ว. *ใน* รายงานการสัมมนาระบบเกษตรแห่งชาติ ครั้งที่ 3 : สู่ระบบการผลิตอาหารที่ปลอดภัย สร้างมูลค่าเพิ่ม และใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน ระหว่างวันที่ 9-11 พฤศจิกายน 2547 ณ โรงแรมปางสวนแก้ว. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เลาจนา ธีรภัทรสกุล และ ประคอง พันธ์อุไร. 2520. การศึกษาพิษของหนอนตายหยากที่มีผลต่อแมลงวันบ้าน. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 19:217-226.

สุทธาพันธ์ โพธิ์กำเนิด. 2544. การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้สมุนไพรหนอนตายหยากผสมอาหารไก่เพื่อควบคุมหนอนแมลงวันในมูลไก่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท (วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต) มหาวิทยาลัยมหิดล.

สุริยา สาสนรักกิจ. 2542. ปุ๋ยน้ำชีวภาพ. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

อาทิตย์ บัวระภา. 2545. ความเป็นพิษของสารสกัดรากหนอนตายหยากและ *Bacillus thuringiensis* var. israelensis ต่อหนอนแมลงวันบ้าน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท (สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต) มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

SAS. 1996. SAS User's Guide, Version 6.12. Cary, N.C.: SAS Institute.

Suppadit, T., S. Khunsri, P. Poungsuk, and P. Chokyangkul. 2006. Assessment and Development of public relations media for vector-borne disease control in Thailand. Thai Journal of Public Administration 4:73-102.