การพัฒนาสูตรอาหารเทียมสำหรับเลี้ยงหนอนเพื่อผลิตเชื้อไวรัส เอ็นพีวี

Development of Artificial Diet for Insect Mass Rearing through Nucleopolyhedrovirus Production

สมชัย สุวงศ์ศักดิ์ศรี ภัทรพร สรรพนุเคราะห์ อิศเรส เทียนทัด

กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

บทคัดย่อ

การพัฒนาสูตรอาหารเทียมสำหรับเลี้ยงหนอนเพื่อผลิตเชื้อไวรัส เอ็น พี วี ได้ดำเนินการทดลองที่ห้องปฏิบัติการอาคารวิจัยและพัฒนาศัตรูธรรมชาติ กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช ระหว่างเดือนตุลาคม 2551 – เดือนกันยายน 2553 โดยศึกษาสารเคมีชนิดต่างๆเพื่อทดแทนวุ้นที่มีราคาสูง จำนวน 6 ชนิด ได้แก่ Carragenan , Modifies starch , Pectin , Gelatin , Gum และ Calcium alginate ผลการทดลองพบว่า สารเคมีบางชนิด ได้แก่ Carragenan ที่อัตรา 3 กรัมต่อน้ำ 160 มล. สามารถขึ้นรูปได้ไม่แตกต่างจากการใช้วุ้นเป็นวัตถุหลักในการผลิตอาหารเทียมสำหรับเลี้ยงหนอนเพื่อผลิตเชื้อไวรัส และประการสำคัญคือ ราคาของสารคาราจีแนนค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับวุ้นที่ใช้อยู่เดิม สามารถลดต้นทุนของอาหารเทียมได้อย่างมาก เมื่อนำไปผสมกับวัตถุดิบต่างๆในการผลิตอาหารเทียม โดยทดสอบด้วยการเลี้ยงหนอนชนิดต่างๆ ได้แก่ หนอนกระทู้ผัก หนอนกระทู้หอม และหนอนเจาะสมอฝ้าย เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของหนอน พบว่าหนอนกระทู้ผักมีการตอบสนองได้ดีกว่าหนอนกระทู้หอมและหนอนเจาะสมอฝ้าย มีการเจริญเติบโตที่สูงกว่าในขณะที่ใช้อาหารในปริมาณเท่ากัน

รหัสการทดลอง 07-01-49-06-04-02-08-52

คำนำ

การค้นคว้าวิจัยจุลินทรีย์เพื่อควบคุมแมลงศัตรูพืช ได้มีการนำจุลินทรีย์จากธรรมชาติมาใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืช เพื่อนำไปใช้ลดหรือทดแทนสารเคมีป้องกันกำจัดแมลง โดยการค้นคว้าวิจัยเพื่อนำไวรัสชนิด Nucleopolyhedrovirus (ไวรัส เอ็นพีวี) มาใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืช เพื่อทดแทนการใช้สารเคมีกำจัดแมลง จุลินทรีย์ดังกล่าวมีประสิทธิภาพสูง มีความเฉพาะเจาะจงสูงต่อแมลงเป้าหมาย จึงปลอดภัยต่อแมลงศัตรูธรรมชาติและแมลงที่มีประโยชน์ มีความปลอดภัยต่อมนุษย์ สัตว์และสิ่งแวดล้อมสูง (อุทัย, 2540). แต่ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ ต้นทุนของการผลิตหนอนสำหรับเพาะเชื้อไวรัส เนื่องจากการลี้ยงหนอนให้ได้ปริมาณมากต้องใช้อาหารเทียมเป็นหลัก (อุทัย, 2530) ในปัจจุบันวัตถุดิบที่ใช้ผลิตอาหารเทียมมีราคาสูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตหนอน ทำให้ราคาจำหน่ายของจุลินทรีย์ชนิดนี้มีราคาค่อนข้างสูงเนื่องจากต้นทุนที่สูงขึ้น (Okada, 1981; Elvira et al., 2010) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องศึกษาหาวัตถุดิบอื่นมาทดแทนวัตถุดิบที่ใช้ผลิตอาหารเทียมเดิม เพื่อให้สามารถแข่งขันกับสารฆ่าแมลงที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันได้ และยังช่วยส่งเสริมการใช้เชื้อไวรัส เอ็นพีวี ให้แพร่หลายมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้ผู้บริโภคได้พืชผลที่มีความปลอดภัยจากพิษตกค้าง และยังปลอดภัยต่อเกษตรกรผู้พ่นสารกำจัดแมลงอีกด้วย

วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

อุปกรณ์

- อาหารเทียมเลี้ยงแมลง
- หนอนชนิดต่างๆ ได้แก่ หนอนกระทู้ผัก, หนอนกระทู้หอม และหนอนเจาะสมอฝ้าย
- อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ - Hot plate, ปิเปต, ถ้วยตวง, จานเพาะเชื้อ เป็นต้น
- อุปกรณ์ต่างๆที่ใช้เลี้ยงหนอน ได้แก่ ถ้วยพลาสติขนาด 2 ออนซ์ เป็นต้น
- สารเคมีชนิดต่างๆ ได้แก่ Carragenan, แป้ง Modifies starch, Pectin, Gelatin, Gum,Calcium alginate และวุ้น

การศึกษาแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> ศึกษาการขึ้นรูปเบื้องต้นของสารเคมีชนิดต่างๆเพื่อทดแทนวุ้น

1. ศึกษาคุณสมบัติการขึ้นรูปของสารเคมีชนิดต่างๆเพื่อมาทดแทนวุ้นที่มีราคาสูงในอาหารเทียม

(1) สาร Carragenan อัตรา 10 กรัม

(2) แป้ง Modifies starch อัตรา 5 กรัม

(3) สาร Pectin อัตรา 10 กรัม

(4) สาร Gelatin อัตรา 10 กรัมผสมน้ำตาล 10 กรัม

(5) สาร Gum อัตรา 10 กรัม

(6) สาร Calcium alginate อัตรา 10 กรัม

(7) วุ้น อัตรา 5 กรัม

2. เตรียมสารเคมีชนิดต่างๆตามกรรมวิธีที่กำหนดในข้อ 1 ผสมกับน้ำ 250 มล. เหมือนกันทุกกรรมวิธี กวนให้เข้ากัน แล้วจึงนำไปต้มด้วย Hot plate กวนอย่างสม่ำเสมอเพื่อไม่ให้สารติดภาชนะ ต้มจนเดือดจึงยกลง ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที จึงเทลงใส่ถ้วยพลาสติกเลี้ยงหนอนขนาด 25 ซม.^{3} ถ้วยละ 10 มล. จับเวลาตั้งแต่เทสารลงถ้วยจนถึงเวลาที่สารเคมีเหล่านี้แข็งตัว

3. สังเกตการขึ้นรูปเป็นก้อน และความยืดหยุ่นตัวของสารโดยดัดแปลงตามวิธีของ ศิริลักษณ์ (2522) โดยจับเวลาที่เข็มขนาด 2 มม. ด้วยแรงกด 0.2 นิวตัน แทงลงไปลึก 0.5 ซม. บนเนื้อสารที่แข็งตัวแล้ว ส่วนเนื้อสัมผัสและสีที่ปรากฏใช้การสังเกตุจากผู้ทำการทดลอง

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> ศึกษาหาอัตราการใช้สารคาราจีแนน และน้ำสะอาด

1. นำผงคาราจีแนนมาผสมกับน้ำ ที่ความเข้มข้นต่างๆ โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely randomize block design (CRD) มี 5 ซ้ำ จำนวน 6 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 carragenan 1 กรัม

กรรมวิธีที่ 2 carragenan 2 กรัม

กรรมวิธีที่ 3 carragenan 3 กรัม

กรรมวิธีที่ 4 carragenan 4 กรัม

กรรมวิธีที่ 5 carragenan 5 กรัม

กรรมวิธีที่ 6 วุ้น 3.2 กรัม

2. เตรียมสารเคมีชนิดต่างๆตามกรรมวิธีที่กำหนดในข้อ 1 ผสมกับน้ำ 160 มล. ทุกกรรมวิธี กวนให้เข้ากันจนสารละลายหมด แล้วจึงนำไปต้มด้วย Hot plate กวนอย่างสม่ำเสมอเพื่อไม่ให้สารติดภาชนะ พอเดือดจึงยกลง ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที จึงเทลงใส่ถ้วยพลาสติกเลี้ยงหนอนขนาด 25 ซม.^{3} จำนวน 5 ถ้วย ถ้วยละ 20 มล. จับเวลาตั้งเมื่อเทสารลงถ้วยเสร็จแล้วจนถึงเวลาที่สารเหล่านี้แข็งตัว

3. บันทึกการขึ้นรูปเป็นก้อน ความยืดหยุ่น เนื้อสัมผัส และสี ของแต่ละกรรมวิธี นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เปรียบเทียบกับสูตรอาหารเดิมที่ใช้เลี้ยงหนอน เพื่อหาสูตรที่เหมาะสมต่อไป

<u>ขั้นตอนที่ 3</u> ศึกษาการผสมสูตรอาหารเทียมเลี้ยงหนอน และการนำไปเลี้ยงหนอนในห้องปฏิบัติการ

เลือกสารเคมีที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับวุ้นจากขั้นตอนที่ 2 ไปผสมกับส่วนผสมของอาหารเทียมที่เหลือได้แก่ ถั่วเขียวบด, แร่ธาตุ สารกันบูด และวิตามินต่างๆ ความเข้มข้นเหมือนสูตรที่ใช้ตามปกติของอุทัย (2534) เปรียบเทียบกับสูตรอาหารที่ใช้อยู่เดิม ซึ่งได้แสดงไว้ในภาคผนวกโดยเตรียมอาหารเทียมสำหรับเลี้ยงหนอนในถ้วยพลาสติกมีฝาปิดขนาด 2 ออนซ์ แล้วนำถ้วยอาหารเทียมทั้งหมดที่เตรียมเสร็จแล้วไปเลี้ยงหนอนชนิดต่างๆ คือ หนอนกระทู้หอม หนอนเจาะสมอฝ้าย และ

หนอนกระทู้ผัก ใช้หนอนวัย 1 สำหรับเลี้ยงทดสอบ ชนิดละ 20 ถ้วย ถ้วยละ 1 ตัว นำไปเลี้ยงในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส ชั่งน.น.หนอนก่อนเลี้ยง และหลังเลี้ยงทุกวันจนเข้าดักแด้ แล้วเก็บดักแด้เข้ากรงเลี้ยงจำนวนกรงละ 10 ดักแด้ โดยแบ่งเป็นเพศละ 5 ตัว ทิ้งไว้ให้หนอนฟักออกเป็นตัวผีเสื้อ เมื่อผีเสื้อผสมพันธุ์แล้ววางไข่ จึงนับจำนวนไข่และนับจำนวนหนอนที่ฟัก

การบันทึกข้อมูล

ขั้นตอนที่ 1 บันทึกค่าสี ค่าเนื้อสัมผัส และความยืดหยุ่นโดยดัดแปลงตามวิธีของ

ขั้นตอนที่ 2 บันทึกการขึ้นรูปเป็นก้อน ความยืดหยุ่น เนื้อสัมผัส และสี

ขั้นตอนที่ 3 บันทึก จำนวนหนอน, น.น.ของหนอนแต่ละชนิดก่อนเลี้ยง และทุกวันจนเข้าดักแด้ ดูลักษณะภายนอกของดักแด้ จำนวนดักแด้ที่ฟัก และความสมบูรณ์ของผีเสื้อ

ระยะเวลา

ตุลาคม2551 -กันยายน 2553

สถานที่ดำเนินการ

ห้องปฏิบัติการอาคารวิจัยและพัฒนาศัตรูธรรมชาติ
กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

ผลการทดลองและวิจารณ์

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> ศึกษาการขึ้นรูปของสารเคมีชนิดต่างๆเพื่อทดแทนวุ้น พบว่า มีสารเคมีเพียง 2 ชนิด ได้แก่

สารคาราจีแนน (Carragenan) และสาร Gelatin ผสมน้ำตาล สามารถขึ้นรูปเป็นก้อนแข็งได้ใกล้เคียงกับวุ้น โดยพบว่าสาร Carragenan นอกจากสามารถขึ้นรูปเป็นก้อนเช่นเดียวกับวุ้น แต่มีเนื้อสัมผัสที่แข็งมาก และค่าความแข็งซึ่งวัดจากเข็มที่มีแรงกด 0.2 นิวตันที่เจาะลงไปบนเนื้อสารใช้เวลามากกว่า 5 วินาที ในขณะที่วุ้นมีค่าความแข็งปานกลาง วัดค่าความยืดหยุ่นได้น้อยกว่า 1 วินาที ส่วนสารผสมระหว่าง Gelatin กับ น้ำตาล มีเนื้อสัมผัสแข็งเล็กน้อยและเหนียว สามารถขึ้นรูปเป็นก้อนได้เช่นเดียวกับวุ้น แต่มีค่าความยืดหยุ่นวัดได้น้อยกว่า 0.5 วินาที ส่วนสารเคมีชนิดอื่นๆที่เหลือไม่สามารถขึ้นรูปเป็นก้อนได้ ดังแสดงผลการคัดเลือกสารในตารางที่1

ตารางที่ 1 ศึกษาการขึ้นรูปของสารเคมีชนิดต่างๆเพื่อทดแทนวุ้น

กรรมวิธี	อัตรา	การขึ้นรูป 1/	ความยืดหยุ่น 2/	เนื้อสัมผัส	สี
1) Carragenan	10 กรัม	ขึ้นรูปได้	> 5 วินาที	แข็งมาก	ขาวขุ่น
(2) แป้ง Modifies starch	15 กรัม	ขึ้นรูปไม่ได้	-	ข้นและเหลว	ขาวขุ่น
(3) Pectin	10 กรัม	ขึ้นรูปไม่ได้	-	เหลว	ใส
(4) Gelatinผสมน้ำตาล	10 กรัม+10 กรัม	ขึ้นรูปได้	< 0.5 วินาที	แข็งเล็กน้อยและเหนียว	ใส
(5) Gum	10 กรัม	ขึ้นรูปไม่ได้	-	เหลว	ใส
(6) Calcium alginate	10 กรัม	ขึ้นรูปไม่ได้	-	เหลว	ใส
(7) วุ้น	5 กรัม	ขึ้นรูปได้	< 1 วินาที	แข็งปานกลาง	ขาวขุ่น

1/ การขึ้นรูปเป็นก้อนตามภาชนะที่บรรจุ

2/ เป็นเวลาที่เข็มขนาด 2 มม.แทงลงไปบนเนื้อสารต่างๆลึก 5 มม.ด้วยแรง 0.2 นิวตัน

ขั้นตอนที่ 2 ผลการศึกษาหาอัตราส่วนผสมระหว่างสารคาราจีแนน และน้ำสะอาด พบว่าการใช้สารคาราจีแนนที่อัตราต่ำ คือ 1 และ 2 กรัม มีความเข้มข้นน้อยเกินไปไม่สามารถขึ้นรูปได้เช่นเดียวกับวุ้น ได้เนื้อสัมผัสเหลวและมีสีขุ่น มีเพียง 3 อัตราที่สามารถขึ้นรูปได้เช่นเดียวกับวุ้น โดยมีความเข้มข้นตั้งแต่ 3 กรัมถึง 5 กรัม พบว่า สารคาราจีแนนที่อัตรา 3 กรัม มีค่าการขึ้นรูปเท่ากับ 18 วินาที แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสารคาราจีแนน ที่อัตรา 4 และ 5 กรัม ที่มีค่าการขึ้นรูปเท่ากับ 13 และ 10วินาที ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกับวุ้นที่อัตรา 3.2 กรัม ซึ่งมีค่าการขึ้นรูปเท่ากับ 15 วินาที (ตารางที่ 2) และสารเหล่านี้มีเนื้อสัมผัสตั้งแต่แข็งเล็กน้อยไปจนถึงแข็งมาก โดยคาราจีแนน ที่ความเข้มข้น 3 และ 4 กรัม เป็นอัตราที่ให้คุณลักษณะใกล้เคียงกับวุ้นมากที่สุด ซึ่งจะต้องนำไปพัฒนาปรับปรุงผสมกับส่วนประกอบอื่นๆที่ใช้ในการผลิตอาหารเทียมต่อไป

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาหาอัตราการใช้สาร carragenan และน้ำสะอาด

กรรมวิธี	อัตรา	การขึ้นรูป[1/] (นาที)	ความยืดหยุ่น[2/]	เนื้อสัมผัส	สี
1) Carragenan	1 กรัม	ns	ns	เหลวและข้น	ขาวขุ่น
(2) Carragenan	2 กรัม	ns	ns	เหลวและข้น	ขาวขุ่น
(3) Carragenan	3 กรัม	18 b	-< 0.5 วินาที	แข็งเล็กน้อย	ขาวขุ่น
(4) Carragenan	4 กรัม	13 a	< 0.8 วินาที	แข็งปานกลาง	ขาวขุ่น
(5) Carragenan	5 กรัม	10 a	> 30 วินาที	แข็งมาก	ขาวขุ่น
(6) วุ้น	3.2 กรัม	15 ab	< 1 วินาที	แข็ง	ใส

1/ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยวิธีDMRT

ns ไม่สามารถวัดค่าได้

ขั้นตอนที่ 3 ผลการผสมสูตรอาหารเทียมเลี้ยงหนอน และการนำไปเลี้ยงหนอนในห้องปฏิบัติการ

นำผลการศึกษาในขั้นตอนที่ 2 ซึ่งพบว่าสารคาราจีแนน อัตรา 3 กรัม ต่อน้ำ 160 มล. มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับวุ้นที่ใช้ในอาหารเทียมเลี้ยงหนอนในปัจจุบัน เมื่อนำไปผสมกับส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตอาหารเทียมเลี้ยงหนอน โดยทดสอบกับหนอนวัย 1 ของหนอน 3 ชนิด ได้แก่ หนอนกระทู้ผัก หนอนกระทู้หอม และหนอนเจาะสมอฝ้าย ผลการศึกษา พบว่า หนอนกระทู้ผักมีแนวโน้มตอบสนองต่อสารคาราจีแนนได้ดีที่สุด โดยหนอนที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมที่มีคาราจีแนนเป็นองค์ประกอบ มีน.น.ของหนอนเฉลี่ย 1.03 กรัม และน.น.ดักแด้เฉลี่ย 0.35 กรัม แต่หนอนที่ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมที่มีวุ้นเป็นองค์ประกอบมีน.น.เฉลี่ยเพียง 0.62 กรัม และมีน.น.ดักแด้เฉลี่ย 0.28 กรัม แต่มีการใช้อาหารใกล้เคียงกัน คือ 5.14 และ5.11 กรัมตามลำดับ

หนอนกระทู้หอมและหนอนเจาะสมอฝ้ายมีการตอบสนองที่แตกต่างกับหนอนกระทู้ผัก โดยหนอนที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมที่มีคาราจีแนนเป็นองค์ประกอบ มีน.น.ของหนอนและน.น.ดักแด้ต่ำกว่าอาหารเทียมที่มีวุ้นเป็นองค์ประกอบ โดยในหนอนกระทู้หอมที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมที่มีวุ้นเป็นองค์ประกอบ มีนน.เฉลี่ย 0.55 กรัม และใช้อาหารเพียง 1.55 กรัม ส่วนหนอนที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมที่มีสารคาราจีแนนเป็นองค์ประกอบมีน.น.หนอนเฉลี่ย 0.22 กรัม ซึ่งต่ำกว่าเกือบเท่าตัว แต่ใช้อาหาร 1.50 กรัม ส่วนหนอนเจาะสมอฝ้ายที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมที่มีวุ้นเป็นองค์ประกอบมีน.น.เฉลี่ยเพียง

0.38 กรัม และมีน.น.ดักแด้เฉลี่ย 0.32กรัมใช้อาหาร 5.27 กรัม ส่วนหนอนที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมที่มีสารคาราจีแนนเป็นองค์ประกอบมีน.น.หนอนเฉลี่ย 0.35 กรัม มีการใช้อาหาร 4.81 กรัม ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 น.น.และการเจริญเติบโตของหนอนชนิดต่างๆที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมที่ใช้ Carragenan เปรียบเทียบกับวุ้น

ชนิดของหนอน	ชนิดอาหาร	หน่วยเป็นกรัม				
		น.น.อาหารเริ่มต้น	น.น.อาหารสุดท้าย	นน.อาหารที่ใช้[1/]	น.น.หนอนก่อนเข้าดักแด้[2/]	น.น.ดักแด้
หนอนกระทู้ผัก	วุ้น	19.68±1.84	14.57±2.07	5.11	0.62±0.19	0.28±0.02
	คาราจีแนน	24.48±1.15	19.34±1.51	5.14	1.03±0.26	0.35±0.038
หนอนกระทู้หอม	วุ้น	11.25±1.41	9.70±1.28	1.55	0.55±0.04	-
	คาราจีแนน	11.09±1.43	9.59±1.59	1.50	0.22±0.06	-
หนอนเจาะสมอฝ้าย	วุ้น	18.78±1.49	13.51±1.64	5.27	0.38±0.09	0.32±0.02
	คาราจีแนน	23.98±1.69	19.17±1.77	4.81	0.35±0.09	0.27±0.17

1/ นน.อาหารที่ใช้ = น.น.อาหารเริ่มต้นก่อนเลี้ยงหนอน-น.น.อาหารสุดท้ายเมื่อหนอนเข้าดักแด้

2/ นน.หนอนเฉลี่ยจากหนอน 20 ตัว

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การพัฒนาสูตรอาหารเทียมสำหรับเลี้ยงหนอนเพื่อผลิตเชื้อไวรัส เอ็นพีวี โดยคัดเลือกสารเคมีชนิดต่างๆที่นำมาทดสอบเพื่อทดแทนวุ้น ผลการทดลองพบว่า สารคาราจีแนน (Carragenan) ที่อัตรา 3 กรัมต่อน้ำ 160 มล. สามารถขึ้นรูปได้ไม่แตกต่างจากการใช้วุ้นเป็นวัตถุหลักในการผลิตอาหารเทียมสำหรับเลี้ยงหนอนเพื่อผลิตเชื้อไวรัส และประการสำคัญคือ ราคาของสารคาราจีแนน ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับวุ้นที่ใช้อยู่เดิม สามารถลดต้นทุนของอาหารเทียมได้อย่างมาก เมื่อนำไปผสมกับวัตถุดิบต่างๆในการผลิตอาหารเทียม โดยทดสอบด้วยการเลี้ยงหนอนชนิดต่างๆ ได้แก่ หนอนกระทู้ผัก หนอนกระทู้หอม และหนอนเจาะสมอฝ้าย เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของหนอน พบว่าหนอนกระทู้ผักมีการตอบสนองได้ดีกว่าหนอนกระทู้หอมและหนอนเจาะสมอฝ้าย มีการเจริญเติบโตที่สูงกว่าในขณะที่ใช้อาหารในปริมาณเท่ากัน ส่วนการนำไปใช้เลี้ยงหนอนกระทู้หอมและหนอนเจาะสมอฝ้าย อาจต้องมี

การปรับอัตราการใช้ของสารคาราจีแนน และส่วนประกอบอื่นในสูตรอาหารเทียมที่ใช้อยู่ให้เหมาะกับหนอนแต่ละชนิดในโอกาสต่อไป

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

สามารถนำสารคาราจีแนนไปใช้ทดแทนวุ้นที่มีราคาสูงสำหรับการผลิตอาหารเทียมเลี้ยงหนอนกระทู้ผัก เพื่อการเพาะขยายเชื้อไวรัส เอ็นพีวี กำจัดหนอนกระทู้ผัก ทำให้ลดต้นทุนการผลิตเชื้อไวรัส เอ็นพีวี ลดลง

คำขอบคุณ (ถ้ามี)

คุณอัจฉรา ตันติโชดก, คุณอุทัย เกตุนุติ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ และคุณฉันทนา กอพยัคฆินธร์ ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือและคำแนะนำ

เอกสารอ้างอิง

ทิพย์วดี อรรถธรรม. 2549. ไวรัสของแมลงนิวคลีโอโพลีฮีโดรไวรัส. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพมหานคร. 395 หน้า.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2522. ทฤษฎีอาหาร เล่ม 3 หลักการทดลองอาหาร. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร. 270 หน้า

อุทัย เกตุนุติ. 2530. การเลี้ยงแมลงด้วยอาหารเทียม.การสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่อง การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี ครั้งที่ 2. กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 9 หน้า

อุทัย เกตุนุติ. 2534. การควบคุมแมลงศัตรูพืชด้วยเชื้อไวรัส.*ใน* เอกสารวิชาการการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี. กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 118-147.

อุทัย เกตุนุติ. 2540. การควบคุมแมลงศัตรูพืชด้วยเชื้อไวรัส เอ็น พี วี. กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 72 หน้า.

Elvira, S., N. Gorrfa, D. Munoz, T. Williams and P. Caballero. 2010. A Simplified Low-Cost Diet for Rearing *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) and Its Effect on *S. exigua* Nucleopolyhedrovirus Production. J. Econ. 103(1): 17-24.

Okada, M.1981. Utilization and Mass Production of *Spodoptera litura* Nuclear Polyhedrosis Virus for control of the Tobacco Cutworm, *Spodoptera litura* Fabricius

ภาคผนวก (ถ้ามี)

ส่วนประกอบของวุ้นและคาราจีแนนในสูตรผสมอาหารเลี้ยงหนอนตาม

(สูตรอาหารเทียมเลี้ยงหนอนอุทัย ,2534)

ส่วนประกอบ	นน. (กรัม)		สัดส่วนะของนน.	
	สูตรใช้วุ้น[1/]	สูตรใช้คาราจีแนน	สูตรใช้วุ้น	สูตรใช้คาราจีแนน
วุ้น	15	-	.085	-
ผงคาราจีแนน	-	14	-	.079
ถั่วเขียวบด	130	130	.74	.76
ยีสต์	10	10	.057	.058
Ascorbic acid	3	3	.017	.017
Sorbic acid	1.25	1.25	.007	.007
Casein	3	3	.017	.018
Methyl –p-hydroxy benzoate	2.5	2.5	.014	.015
วิตามินรวม	10	10	.057	.058
Formaldehyde 40%	2	2	.011	.012
Distilled water	750	750	-	-

ส่วนประกอบของวิตามินรวมที่ใช้

วิตามินรวม	
ส่วนประกอบ	ปริมาณ(มิลลิกรัม.)
Niacin	600
Inositol	500
Riboflavin	300
Calcium panthothenate	600
Thiamine	150
Pyridoxin	300
Biotin	12
Vitamin B_{12}	2
Follic acid	150