

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาชีววิทยาของหนอนนกยักษ์ *Zophobas morio* Fabricius

การศึกษาชีววิทยาของหนอนนกยักษ์ *Zophobas morio* Fabricius ได้ดำเนินการ ณ ห้องปฏิบัติการ สาขาวิชากีฏวิทยา ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 26.21 ± 3.39 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 66.72 ± 12.41 เปอร์เซ็นต์ จากการศึกษาพบว่าหนอนนกยักษ์ แบ่งออกเป็น 5 ระยะ คือ

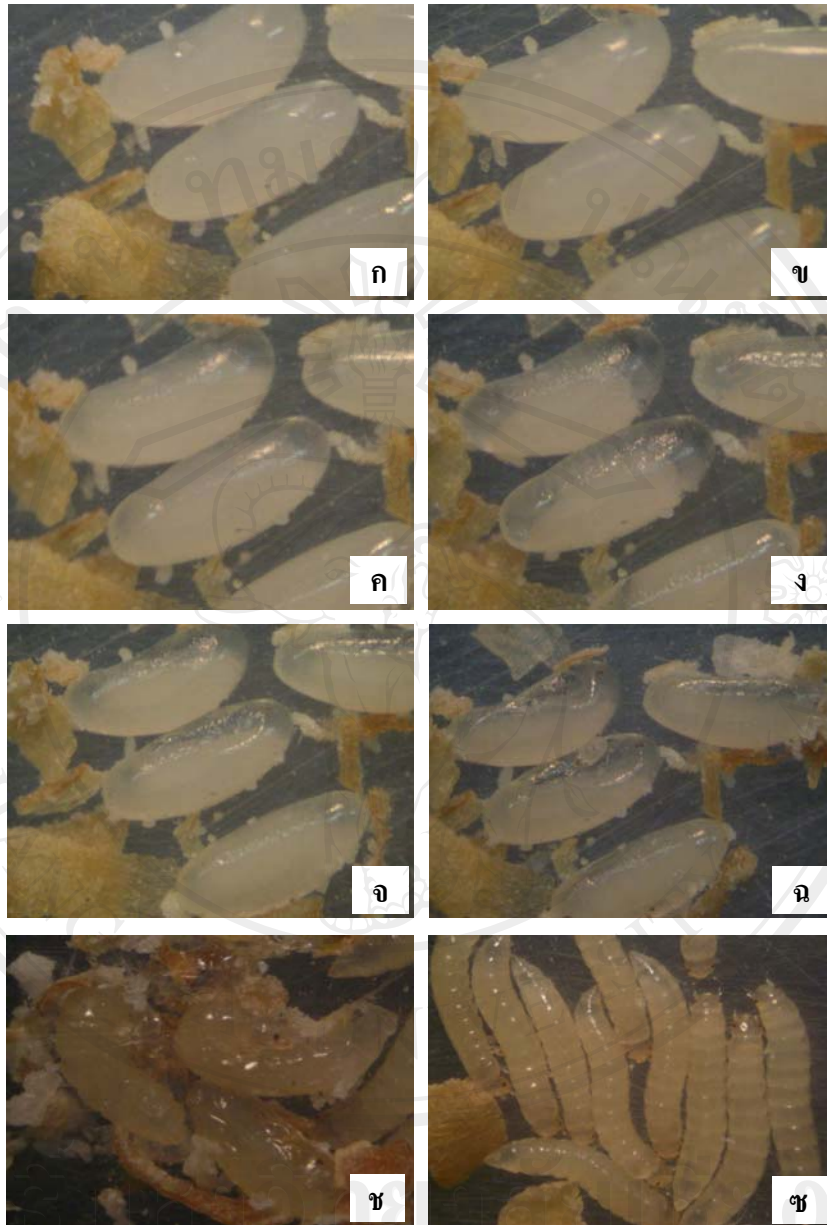
ระยะไข่ ตัวเต็มวัยเพศเมียจะวางไข่เฉลี่ย 298.33 ± 157.97 ฟอง ทั้งเป็นแบบกลุ่ม และเป็นฟองเดี่ยว ๆ ตามพื้นกล่องเลี้ยงแมลง ไข่มีสีขาวนวล รูปร่างยาวรี ขนาดกว้างเฉลี่ย 0.73 ± 0.08 มิลลิเมตร และยาว 1.52 ± 0.08 มิลลิเมตร ระยะไข่ใช้เวลา 8.02 ± 0.96 วัน (ภาพที่ 3)

ระยะหนอน หนอนมีรูปร่างแบบ elateriform ลักษณะทรงกระบอก ลำตัวมีสีน้ำตาลสลับดำ หนอนมี 14 - 21 วัย ซึ่ง Quennedey *et al.* (1995) รายงานว่า ระยะการเจริญเติบโตของหนอนนกยักษ์ที่น้อยที่สุด พบว่ามี 11 วัย และที่มากที่สุดมี 21 วัย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ โดยระยะการเจริญเติบโตของหนอนนกยักษ์น้อยที่สุดเพียง 14 วัยและมากที่สุดมี 21 วัย จากไข่ 100 ฟอง หนอนตั้งแต่วัยที่ 14 - 21 สามารถเข้าดักแด้และเป็นตัวเต็มวัยได้ 1, 6, 12, 9, 9, 3, 2 และ 3 ตัว ตามลำดับ หนอนนกยักษ์สามารถเข้าดักแด้และเป็นตัวเต็มวัยเมื่ออยู่เพียงลำพัง ถ้าหนอนอยู่รวมกัน ส่งผลทำให้ไม่สามารถเข้าดักแด้ได้โดยอยู่ในระยะหนอนไปเรื่อย ๆ และตายในที่สุด หนอนนกยักษ์เมื่อลอกคราบใหม่จะมีลำตัวสีขาว (ภาพที่ 4) หนอนที่มี 14 วัย มีอายุรวม 104 วัน, หนอนที่มี 15 - 21 วัย มีอายุรวมเฉลี่ย 121.67 ± 30.62 วัน, 115.54 ± 11.99 วัน, 143.38 ± 30.09 วัน, 152.38 ± 32.05 วัน, 191.33 ± 34.70 วัน, 184.50 ± 23.34 วัน และ 256.50 ± 10.61 วัน ตามลำดับ แต่ละระยะมีลักษณะคล้ายกัน โดยหนอนระยะที่ 1 มีขนาดลำตัวกว้าง 0.46 ± 0.04 มิลลิเมตร ยาว 2.89 ± 0.12 มิลลิเมตร และระยะที่ 14 - 21 มีขนาดกว้างเฉลี่ย 3.77 ± 0.68 มิลลิเมตร และยาว 40.37 ± 4.20 มิลลิเมตร

ระยะก่อนเข้าดักแด้ มีรายงานพบว่าระยะก่อนเข้าดักแด้หนอนจะมีลักษณะโค้งงอ เป็นระยะเวลา 3 - 4 วัน (Quennedey and Quennedey, 1999) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษานี้ ที่พบว่าหนอนในระยะนี้จะหยุดกินอาหาร โดยอยู่นิ่งและขดตัวเป็นวงกลม (ภาพที่ 5) ใช้เวลาในระยะเฉลี่ย 7.54 ± 3.97 วัน

ระยะดักแด้ ดักแด้ของหนอนนกยักษ์ มีรูปร่างแบบ exarate ที่มีลักษณะร่างกายเป็นอิสระ ไม่ติดกับลำตัว มีสีขาวนวล เมื่อใกล้ฟักออกมาเป็นตัวเต็มวัยดักแด้จะมียางค์สีน้ำตาล ลำตัวดักแด้มีลักษณะกว้าง 9.83 ± 1.22 มิลลิเมตร และยาว 25.67 ± 1.78 มิลลิเมตร ดักแด้ใช้เวลาในการเจริญเติบโต 12.74 ± 3.15 วัน (ตารางที่ 1)

ระยะตัวเต็มวัย ตัวหนอนนกยักษ์เมื่อเป็นตัวเต็มวัยใหม่ ๆ ลำตัวมีสีขาวนวล และอ่อนนุ่ม จากนั้นจะค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงโดยกระบวนการแข็งตัวของผนังลำตัว โดยมีลำตัวเป็นสีน้ำตาลและกลายเป็นตัวปีกแข็งสีดำ เพศผู้มีขนาดลำตัวกว้าง 8.00 ± 0.89 มิลลิเมตร ยาว 24.43 ± 2.08 มิลลิเมตร และเพศเมียมีขนาดลำตัวกว้าง 8.14 ± 0.92 มิลลิเมตร ยาว 24.63 ± 1.17 มิลลิเมตร โดยเพศผู้มีอายุเฉลี่ย 66.83 ± 43.90 วัน ส่วนเพศเมียมีอายุเฉลี่ยมากกว่าเพศผู้ คือ 77.30 ± 32.54 วัน (ตารางที่ 2 และภาพที่ 6) ส่วนปลายท้องของตัวหนอนนกยักษ์เพศผู้และเพศเมีย มีลักษณะที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน เพศผู้มีปลายส่วนท้องยื่นออกมามีลักษณะเป็นสองแฉก ส่วนเพศเมียมีลักษณะเป็นท่อยาวออกมา ส่วนที่ยื่นออกมาจากท้องทั้งของเพศผู้และเพศเมียนั้น สามารถสังเกตได้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะตอนที่ตัวเต็มวัยนั้นยังมีสีน้ำตาล (ภาพที่ 7) ระยะตัวเต็มวัยมีพฤติกรรมการจับคู่ผสมพันธุ์โดยเพศผู้จะขึ้นคร่อมบนตัวของเพศเมีย ใช้เวลาในการจับคู่ผสมพันธุ์ประมาณ 5 - 8 นาที (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 3 ลักษณะไข่และตัวหนอนของด้วง *Zophobas morio* Fabricius

ก. ไข่อายุ 2 วัน

ข. ไข่อายุ 3 วัน

ค. ไข่อายุ 4 วัน

ง. ไข่อายุ 5 วัน

จ. ไข่อายุ 6 วัน

ฉ. ไข่อายุ 7 วัน

ช. ไข่อายุ 8 วัน

ซ. หนอนอายุ 1 วัน

ตารางที่ 1 ขนาดลำตัวในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของหนอนนกยักษ์ *Zophobas morio* Fabricius
ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ

ระยะการเจริญเติบโต	จำนวน (ตัว)	ความกว้าง (มม.) (ค่าเฉลี่ย \pm S.D.)	พิสัย (มม.)	ความยาว (มม.) (ค่าเฉลี่ย \pm S.D.)	พิสัย (มม.)
ไข่	15	0.73 \pm 0.08	0.60 - 0.85	1.52 \pm 0.08	1.40 - 1.65
ตัวหนอน:					
วัยที่ 1	15	0.46 \pm 0.04	0.40 - 0.50	2.89 \pm 0.12	2.80 - 3.10
วัยที่ 2	15	0.48 \pm 0.04	0.40 - 0.55	3.82 \pm 0.69	3.00 - 5.00
วัยที่ 3	15	0.51 \pm 0.03	0.45 - 0.55	4.68 \pm 0.72	3.80 - 6.00
วัยที่ 4	15	0.67 \pm 0.15	0.45 - 1.00	5.60 \pm 0.83	4.50 - 7.40
วัยที่ 5	15	0.83 \pm 0.19	0.50 - 1.25	6.93 \pm 1.04	5.50 - 9.00
วัยที่ 6	15	1.03 \pm 0.31	0.75 - 1.50	8.08 \pm 1.43	6.50 - 11.00
วัยที่ 7	15	1.16 \pm 0.34	0.75 - 2.00	9.44 \pm 1.59	7.00 - 12.00
วัยที่ 8	15	1.42 \pm 0.45	1.00 - 2.50	11.42 \pm 1.45	9.00 - 14.00
วัยที่ 9	15	1.60 \pm 0.44	1.00 - 2.75	13.71 \pm 1.86	11.00 - 17.00
วัยที่ 10	15	1.72 \pm 0.44	1.00 - 3.00	15.78 \pm 2.79	11.00 - 21.00
วัยที่ 11	15	2.07 \pm 0.42	1.50 - 3.00	19.03 \pm 3.41	13.30 - 24.00
วัยที่ 12	15	2.67 \pm 0.56	2.00 - 4.00	21.87 \pm 4.27	17.00 - 31.00
วัยที่ 13	15	3.04 \pm 0.55	2.50 - 4.50	30.87 \pm 5.44	23.00 - 43.00
วัยที่ 14 - 21	15	3.77 \pm 0.68	3.00 - 5.00	40.37 \pm 4.20	34.00 - 47.00
ระยะดักแด้	15	9.83 \pm 1.22	7.00 - 12.00	25.67 \pm 1.78	23.00 - 28.0
ตัวเต็มวัย:					
เพศผู้	15	8.00 \pm 0.89	7.00 - 9.00	24.43 \pm 2.08	21.00 - 28.00
เพศเมีย	15	8.14 \pm 0.92	6.00 - 9.00	24.63 \pm 1.17	23.00 - 27.00

ตารางที่ 2 ช่วงเวลาของการเจริญเติบโตของหนอนนกยักษ์ *Zophobas morio* Fabricius ในแต่ละ
 ระยะเวลาเจริญเติบโต ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ

ระยะเวลาเจริญเติบโต	จำนวน (ตัว)	ระยะเวลาที่ใช้ (วัน) (เฉลี่ย \pm S.D.)	พิสัย (วัน)
ระยะไข่	100	8.02 \pm 0.96	7 - 10
ระยะหนอน: วัยที่ 1	76	2.41 \pm 0.55	1 - 4
วัยที่ 2	72	4.60 \pm 1.68	1 - 12
วัยที่ 3	65	5.29 \pm 2.45	1 - 12
วัยที่ 4	60	5.02 \pm 1.93	2 - 12
วัยที่ 5	55	4.73 \pm 1.78	2 - 10
วัยที่ 6	51	5.12 \pm 1.74	1 - 10
วัยที่ 7	51	5.47 \pm 2.30	1 - 13
วัยที่ 8	51	6.24 \pm 2.38	3 - 16
วัยที่ 9	51	6.84 \pm 2.68	4 - 23
วัยที่ 10	50	6.72 \pm 2.44	3 - 20
วัยที่ 11	50	7.72 \pm 3.19	3 - 24
วัยที่ 12	49	8.76 \pm 3.98	3 - 23
วัยที่ 13	49	11.53 \pm 4.51	6 - 23
วัยที่ 14	49	14.04 \pm 5.72	7 - 30
วัยที่ 15	48	16.56 \pm 7.39	6 - 40
วัยที่ 16	42	18.71 \pm 6.74	6 - 32
วัยที่ 17	30	19.83 \pm 8.50	9 - 44
วัยที่ 18	21	21.80 \pm 10.11	13 - 59
วัยที่ 19	10	21.11 \pm 8.27	7 - 39
วัยที่ 20	7	22.29 \pm 10.48	7 - 41
วัยที่ 21	3	13.33 \pm 9.50	4 - 23
ระยะก่อนเข้าดักแด้	45	7.54 \pm 3.97	4 - 25
ระยะดักแด้	45	12.74 \pm 3.15	6 - 19
รวมระยะเวลาจากไข่ถึงระยะตัวเต็มวัย	42	168.59 \pm 39.43	125 - 285
ระยะตัวเต็มวัย:	42	77.38 \pm 36.13	11 - 118
เพศผู้	25	66.83 \pm 43.90	16 - 118
เพศเมีย	17	77.30 \pm 32.54	28 - 118



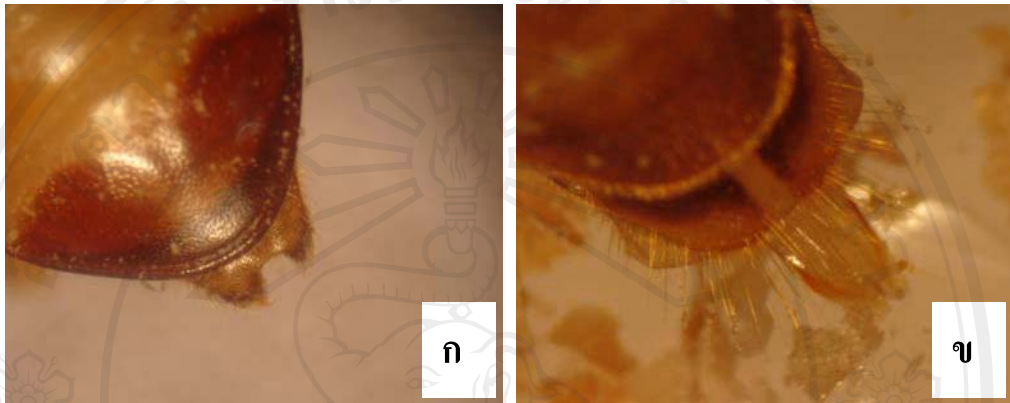
ภาพที่ 4 หนอนนกยักษ์ *Zophobas morio* Fabricius กำลังลอกคราบใหม่มีลำตัวสีขาว



ภาพที่ 5 ระยะก่อนเข้าดักแด้ (ก) และระยะดักแด้ (ข) ของหนอนนกยักษ์ *Zophobas morio* Fabricius



ภาพที่ 6 ลักษณะไข่ (ก) ตัวหนอน (ข) ระยะก่อนเข้าดักแด้ (ค) ดักแด้ (ง) และตัวเต็มวัย (จ) ของ หนอนนกยักษ์ *Zophobas morio* Fabricius



ภาพที่ 7 ลักษณะส่วนปลายท้องของด้วงหนอนนกยักษ์ *Zophobas morio* Fabricius เพศผู้ (ก) และ เพศเมีย (ข)



ภาพที่ 8 การจับคู่ผสมพันธุ์ของด้วงหนอนนกยักษ์ *Zophobas morio* Fabricius

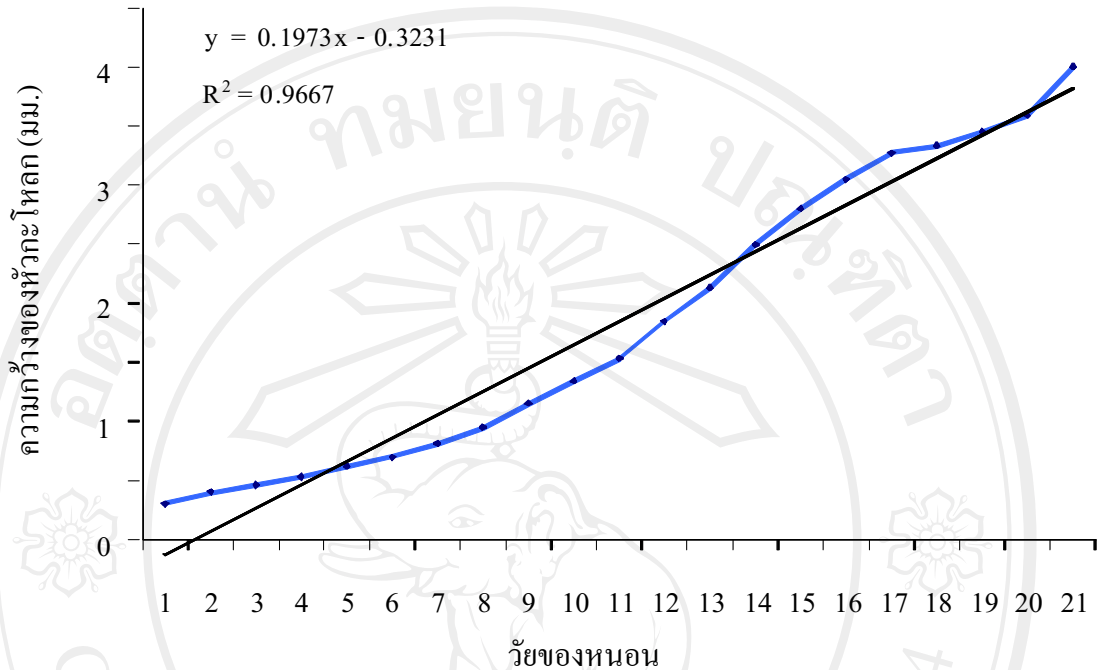
จากการศึกษาการเจริญเติบโตของหนอนนกยักษ์พบว่า ขนาดความกว้างของหัวกะโหลก หนอนนกยักษ์ ในแต่ละวัยของหนอนนั้นจะมีขนาดความกว้างเป็นสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นอย่างคงที่ ค่าเฉลี่ยของความกว้างของหัวกะโหลกตั้งแต่ตัวหนอนวัยที่ 1 ถึงวัยที่ 21 มีค่าเท่ากับ 0.30 ± 0.02 , 0.40 ± 0.04 , 0.46 ± 0.04 , 0.53 ± 0.05 , 0.62 ± 0.07 , 0.70 ± 0.08 , 0.81 ± 0.10 , 0.95 ± 0.13 , 1.15 ± 0.18 , 1.34 ± 0.24 , 1.53 ± 0.25 , 1.85 ± 0.29 , 2.13 ± 0.39 , 2.50 ± 0.44 , 2.80 ± 0.50 , 3.05 ± 0.46 , 3.27 ± 0.45 , 3.34 ± 0.47 , 3.46 ± 0.44 , 3.49 ± 0.32 และ 4.00 ± 0.00 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 3) อัตราการเพิ่มของความกว้างหัวกะโหลก มีลักษณะการเพิ่มแบบเรขาคณิต (geometric progression) โดยมีค่าเฉลี่ยของอัตราการเพิ่มทางเรขาคณิตดังกล่าวเท่ากับ 1.14 (Pooled $\chi^2 = 2.71$) เมื่อนำค่าเฉลี่ยของความกว้างหัวกะโหลกไปเขียนกราฟกับระยะเวลาเจริญเติบโตได้ความสัมพันธ์เป็นกราฟเส้นตรง (ภาพที่ 9) แสดงการเพิ่มขึ้นของความกว้างหัวกะโหลกในแต่ละวัยเพิ่มขึ้นเป็นอัตราส่วนเรขาคณิต

ตารางที่ 3 ความกว้างของกะโหลกของหนอนนกยักษ์ *Zophobas morio* Fabricius วัยที่ 1 ถึงวัยที่ 21 ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ

ระยะ ตัวหนอน	ความกว้างของหัวกะโหลก (มม.)		อัตราการเจริญ ของความกว้าง หัวกะโหลก	ค่าคำนวณความ กว้างหัว กะโหลก (มม.)	χ^2
	เฉลี่ย \pm S.D.	พิสัย			
วัยที่ 1	0.30 ± 0.02	0.25 - 0.36	1.33	0.30	0
วัยที่ 2	0.40 ± 0.04	0.29 - 0.57	1.14	0.35	0.01
วัยที่ 3	0.46 ± 0.04	0.35 - 0.57	1.15	0.40	0.01
วัยที่ 4	0.53 ± 0.05	0.44 - 0.77	1.16	0.45	0.01
วัยที่ 5	0.62 ± 0.07	0.51 - 0.85	1.13	0.51	0.02
วัยที่ 6	0.70 ± 0.08	0.52 - 0.98	1.16	0.58	0.02
วัยที่ 7	0.81 ± 0.10	0.61 - 1.08	1.17	0.67	0.03

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ระยะ ตัวหนอน	ความกว้างของหัวกะโหลก (มม.)		อัตราการเจริญ ของความกว้าง หัวกะโหลก	ค่าคำนวณความ กว้างหัว กะโหลก (มม.)	χ^2
	เฉลี่ย \pm S.D.	พิสัย			
วัยที่ 8	0.95 \pm 0.13	0.73 – 1.38	1.21	0.76	0.05
วัยที่ 9	1.15 \pm 0.18	0.85 – 1.68	1.17	0.87	0.09
วัยที่ 10	1.34 \pm 0.24	0.91 – 2.30	1.14	0.99	0.13
วัยที่ 11	1.54 \pm 0.25	1.03 – 2.45	1.20	1.12	0.15
วัยที่ 12	1.85 \pm 0.29	1.36 – 2.50	1.15	1.28	0.25
วัยที่ 13	2.13 \pm 0.39	1.25 – 3.10	1.17	1.46	0.31
วัยที่ 14	2.50 \pm 0.44	1.85 – 3.50	1.12	1.66	0.42
วัยที่ 15	2.80 \pm 0.50	2.10 – 4.00	1.09	1.90	0.43
วัยที่ 16	3.05 \pm 0.46	2.00 – 4.00	1.07	2.16	0.37
วัยที่ 17	3.27 \pm 0.45	2.50 – 4.00	1.02	2.46	0.27
วัยที่ 18	3.34 \pm 0.47	2.55 – 4.25	1.04	2.81	0.10
วัยที่ 19	3.46 \pm 0.44	2.90 – 4.00	1.01	3.20	0.02
วัยที่ 20	3.49 \pm 0.32	3.20 – 4.00	1.15	3.64	0.01
วัยที่ 21	4.00 \pm 0.00	4.00 – 0.00		4.15	0.01
อัตราการเจริญเติบโตทางเรขาคณิตเฉลี่ย = 1.14				Pooled $\chi^2 = 2.71^{ns}$	



ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของหัวกะโหลกกับระยะเวลาการเจริญเติบโตของ หนอนนกยักษ์ *Zophobas morio* Fabricius ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ

การศึกษาตารางชีวิตของหนอนนกยักษ์

ตารางชีวิตแบบ biological life table

ผลการวิเคราะห์ค่าคุณลักษณะทางชีววิทยาจากตารางชีวิตแบบ biological life table ของ หนอนนกยักษ์ พบว่า หนอนนกยักษ์ มีค่าอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_0) เท่ากับ 36.234 เท่า แสดงให้เห็นว่า หนอนนกยักษ์สามารถขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณได้ 36.234 เท่าต่อชั่วอายุขัย อัตราการเพิ่มโดยกรรมพันธุ์ (r_0) มีค่าเท่ากับ 0.017 อัตราการเพิ่มที่แท้จริง (λ) มีค่าเท่ากับ 1.017 หมายความว่าเพศเมีย 1 ตัว สามารถเพิ่มปริมาณได้ 1.017 เท่า ในระยะเวลาทุก 10 วัน และมีชั่วอายุขัยของกลุ่ม (T_0) เท่ากับ 208.697 วัน (ตารางที่ 4 และ 5) โดยตัวเต็มวัยของหนอนนกยักษ์เริ่มวางไข่ในวันที่ 10 หลังจากเป็นตัวเต็มวัย โดยมีช่วงระยะเวลาการวางไข่ประมาณ 90 วัน การขยายพันธุ์ในแต่ละช่วงอายุตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่มากที่สุดในช่วงอายุ 220 วัน และหยุดวางไข่เมื่ออายุ 250 วัน (ภาพที่ 10)

ตารางที่ 4 ตารางชีวิตแบบ biological life table ของหนอนนกยักษ์ *Zophobas morio* Fabricius
ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ

ระยะการเจริญเติบโต	ช่วงอายุเป็นวัน (X)	โอกาสที่แมลงจะมีชีวิตอยู่รอดในแต่ละช่วงอายุ (l _x)	ไข่เพศเมียที่วางในช่วงอายุต่อเพศเมีย 1 ตัว (m _x)	การขยายพันธุ์ในแต่ละช่วงอายุ (l _x m _x)
ไข่	0	1.00	-	-
	10	0.76	-	-
ตัวหนอน	20	0.76	-	-
	30	0.72	-	-
	40	0.65	-	-
	50	0.55	-	-
	60	0.51	-	-
	70	0.51	-	-
	80	0.51	-	-
	90	0.51	-	-
	100	0.50	-	-
	110	0.50	-	-
	120	0.49	-	-
	130	0.45	-	-
ก่อนเข้าดักแด้	140	0.45	-	-
ดักแด้	150	0.45	-	-
ตัวเต็มวัย	160	0.42	1.86	0.78
	170	0.42	1.57	0.66
	180	0.35	14.53	5.08
	190	0.27	8.56	2.31
	200	0.24	23.08	5.54
	210	0.19	25.84	4.91
	220	0.14	61.43	8.60
	230	0.10	64.20	6.42
	240	0.06	32.17	1.93
	250	0.00	0.00	0.00

$R_0 = 36.23$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

- l_x = ความน่าจะเป็นที่เพศเมียจะมีชีวิตอยู่รอดในแต่ละช่วงอายุ (10 วัน)
- m_x = จำนวนไข่ที่เพศเมียหรือลูกที่เป็นเพศเมียต่อเพศเมีย 1 ตัวในแต่ละช่วงอายุ
- $l_x m_x$ = egg curve

ตารางที่ 5 คุณลักษณะทางชีววิทยาของหนอนนกยักษ์ *Zophobas morio* Fabricius

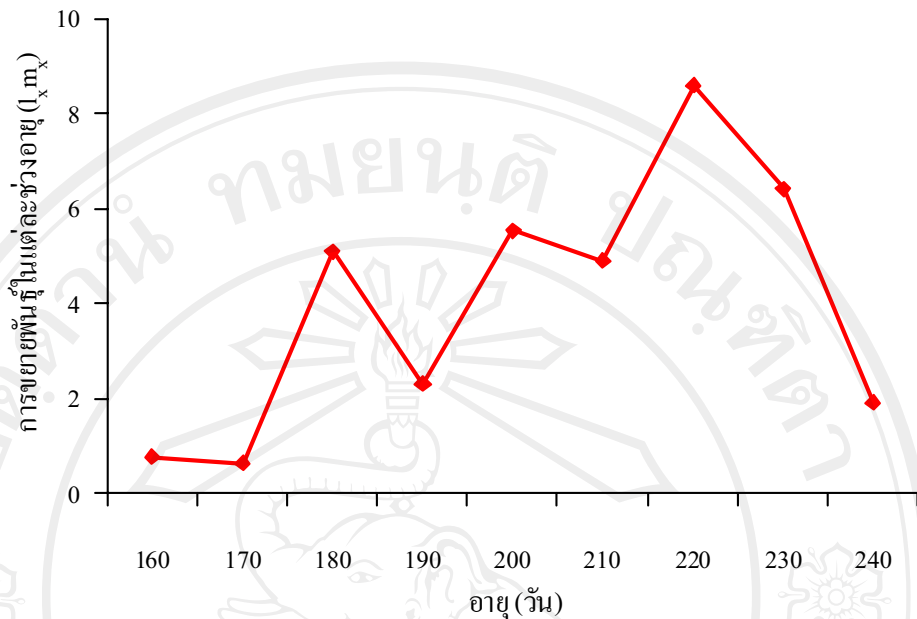
คุณลักษณะทางชีววิทยา	สูตร	ค่าที่ได้
อัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_0) (Net reproductive rate of increase)	$\sum l_x m_x$	36.23
อัตราการเพิ่มโดยกรรมพันธุ์ (r_c) (Capacity for increase)	$\frac{\log_e R_0}{T_c}$	0.02
ชั่วอายุขัยของกลุ่ม (T_c) (วัน) (Cohort generation time)	$\frac{\sum l_x m_x \cdot X}{\sum l_x m_x}$	208.70
อัตราการเพิ่มที่แท้จริง (λ) (Finite rate of increase)	$\text{anti log}_e r_c$	1.02

ตารางชีวิตแบบ partial ecological life table

ผลการศึกษาดารงชีวิตแบบ partial ecological life table ของหนอนนกยักษ์ พบว่า ระยะไข่มีอัตราการตายเท่ากับ 24 เปอร์เซ็นต์ ระยะตัวหนอนวัยที่ 1 จนถึงวัยที่ 5 มีอัตราการตายเท่ากับ 5.26, 9.72, 7.69, 8.33, 7.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ วัยที่ 9 มีอัตราการตายเท่ากับ 1.96 เปอร์เซ็นต์ วัยที่ 12 มีอัตราการตายเท่ากับ 2.00 เปอร์เซ็นต์ วัยที่ 14 ถึง 21 มีอัตราการตายเท่ากับ 8.89 เปอร์เซ็นต์ และระยะดักแด้ 6.67 เปอร์เซ็นต์ ในวัยที่ 6 ถึง 8, 10, 11, 13 และระยะก่อนเข้าดักแด้ไม่มีการตายเกิดขึ้น (ตารางที่ 6) โดยในระยะไข่มีอัตราการตายสูงที่สุดถึง 24 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 6 ตารางชีวิตแบบ partial ecological life table ของหนอนนกยักษ์ *Zophobas morio* Fabricius ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ

ระยะการ เจริญเติบโต (X)	จำนวนแมลง เริ่มต้นในแต่ละ ช่วงอายุ (l_x)	จำนวนแมลงที่ ตายในแต่ละ ช่วงอายุ (d_x)	เปอร์เซ็นต์ การตาย ($100q_x$)	เปอร์เซ็นต์ การตายใน ช่วงอายุขัย ($100d_x/n$)
ระยะไข่	100	24	24.00	24
ระยะตัวหนอน:				
วัยที่ 1	76	4	5.26	4
วัยที่ 2	72	7	9.72	7
วัยที่ 3	65	5	7.69	5
วัยที่ 4	60	5	8.33	5
วัยที่ 5	55	4	7.27	4
วัยที่ 6	51	0	0	0
วัยที่ 7	51	0	0	0
วัยที่ 8	51	0	0	0
วัยที่ 9	51	1	1.96	1
วัยที่ 10	50	0	0	0
วัยที่ 11	50	0	0	0
วัยที่ 12	50	1	2.00	1
วัยที่ 13	49	0	0	0
วัยที่ 14 - 21	49	4	8.89	4
ระยะก่อนเข้าดักแด้	45	0	0	0
ระยะดักแด้	45	3	6.67	3
ตัวเต็มวัย:				
เพศผู้	25	-	-	-
เพศเมีย	17	-	-	-



ภาพที่ 10 การวางไข่ด้วงหนอนนกยักษ์ *Zophobas morio* Fabricius ภายหลังเป็นตัวเต็มวัย

การศึกษาพีชอาหารของหนอนนกยักษ์

จากการการศึกษาพีชอาหารของหนอนนกยักษ์ด้วยอาหาร 10 ชนิด คือ ถั่วเขียวบดอย่างหยาบ ถั่วเหลืองบดอย่างหยาบ กากถั่วเหลือง ข้าวสารข้าวเจ้าบดอย่างหยาบ ข้าวสารข้าวกล้องบดอย่างหยาบ ลูกเดือยบดอย่างหยาบ ข้าวฟ่างบดอย่างหยาบ อาหารไก่ แป้งสาลี และรำข้าวสาลี พบว่าหนอนนกยักษ์ที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 10 ชนิด ในวันที่ 1 ถึงวันที่ 3 จำนวนหนอนที่รอดชีวิตมีจำนวนไม่แตกต่างกันทางสถิติ หนอนนกยักษ์อายุ 4 วัน ที่เลี้ยงด้วยรำข้าวสาลีมีจำนวนที่รอดชีวิตสูงที่สุด 73.33 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ อาหารไก่ 60.00 เปอร์เซ็นต์ ถั่วเหลืองบดอย่างหยาบ 53.33 เปอร์เซ็นต์ กากถั่วเหลือง 46.67 เปอร์เซ็นต์ ข้าวสารข้าวเจ้าบดอย่างหยาบ 40.00 เปอร์เซ็นต์ ถั่วเขียวบดอย่างหยาบ 36.67 เปอร์เซ็นต์ ข้าวฟ่างบดอย่างหยาบ 33.33 เปอร์เซ็นต์ ลูกเดือยบดอย่างหยาบ 26.67 เปอร์เซ็นต์ และอาหารที่มีจำนวนหนอนนกยักษ์รอดชีวิตต่ำที่สุดในวันที่ 4 คือ แป้งสาลี 23.33 เปอร์เซ็นต์

เมื่อหนอนนกยักษ์อายุ 5 วัน ที่เลี้ยงด้วยรำข้าวสาลีมีจำนวนที่รอดชีวิตสูงที่สุด 46.67 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ถั่วเหลืองบดอย่างหยาบ 40.00 เปอร์เซ็นต์ ถั่วเขียวบดอย่างหยาบ 26.67 เปอร์เซ็นต์ ข้าวสารข้าวเจ้าบดอย่างหยาบ 23.33 เปอร์เซ็นต์ อาหารไก่ 23.33 เปอร์เซ็นต์ ข้าวฟ่างบดอย่างหยาบ 16.67 เปอร์เซ็นต์ แป้งสาลี 16.67 เปอร์เซ็นต์ ลูกเดือยบดอย่างหยาบ 6.67 เปอร์เซ็นต์ และที่เลี้ยงด้วยข้าวสารข้าวกล้องบดอย่างหยาบหนอนตายหมด

ในวันที่ 6 หนอนนกกษย์ที่เลี้ยงด้วยรำข้าวสาลีมีจำนวนที่รอดชีวิตสูงที่สุด 30.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ อาหารไก่ 13.33 เปอร์เซ็นต์ ถั่วเขียวและข้าวสารข้าวเจ้าบดอย่างหยาบ มีหนอนรอดชีวิตเท่ากัน 10.00 เปอร์เซ็นต์ ถั่วเหลืองบดอย่างหยาบ 6.67 เปอร์เซ็นต์ กากถั่วเหลือง 3.33 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7 และภาพที่ 11) ส่วนที่เลี้ยงด้วยข้าวสารข้าวกล้องบดอย่างหยาบ ข้าวฟ่างบดอย่างหยาบ และแป้งสาลีหนอนตายหมด ส่วนในวันที่ 7 พบว่าหนอนนกกษย์ ที่เลี้ยงด้วยอาหาร 10 ชนิด โดยไม่ให้ฟักทองร่วมด้วย ตายทั้งหมด

เมล็ดถั่วเขียวมีโปรตีน ไขมันและคาร์โบไฮเดรต 23.4, 1.2 และ 64.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (สมจินตนา และอิสระ, 2553) เมล็ดถั่วเหลืองดิบ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใยและคาร์โบไฮเดรต 10, 31.0, 17.7, 4.9 และ 33.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ กากถั่วเหลืองมีความชื้น โปรตีนไขมัน และกาก 11.8, 46.9, 1.3 และ 6.5 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (กองอาหารสัตว์, 2542) เมล็ดข้าวมีแป้งเป็นหลักจึงมีคาร์โบไฮเดรตสูงถึง 71 - 77 เปอร์เซ็นต์ และมีโปรตีนเพียง 5 - 8 เปอร์เซ็นต์ ข้าวกล้องมีโปรตีน ไขมันและใยอาหาร 7.2, 3.4 และ 3.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (พิกุล, 2544) ลูกเดือยมีปริมาณ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เยื่อใยและไขมัน 13.84, 70.65, 0.23 และ 5.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ข้าวฟ่างมีความชื้น โปรตีน ไขมัน กาก และเถ้า 11.2, 10.6, 3.0, 1.9 และ 1.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด, 2553)

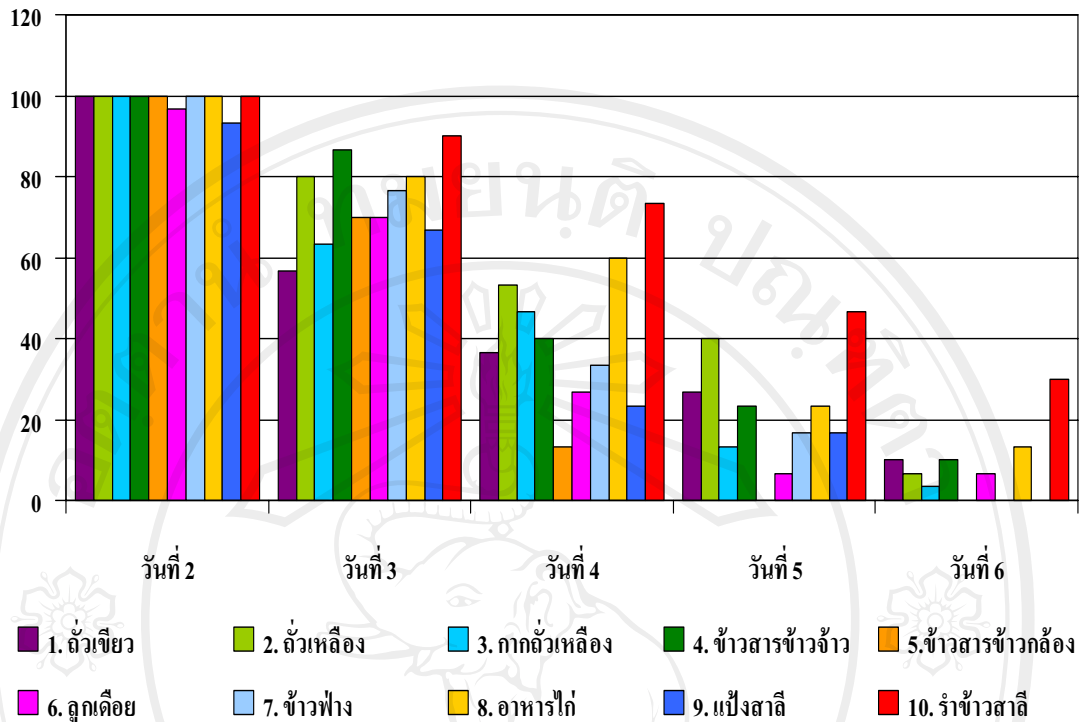
อาหารไก่ ซีพี 922 สำหรับไก่ไข่อายุเกิน 5 สัปดาห์ – 16 สัปดาห์ มีโปรตีนไม่น้อยกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ ไขมันไม่น้อยกว่า 3 เปอร์เซ็นต์ กากไม่มากกว่า 6 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นไม่มากกว่า 13 เปอร์เซ็นต์ แป้งสาลี มีโปรตีนประมาณ 10 – 11 เปอร์เซ็นต์ รำข้าวสาลีเป็นผลพลอยได้จากการสีข้าวสาลี โดยมีโปรตีน 14-16 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 12.1 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณเยื่อใยค่อนข้างสูง ประมาณ 7-12 เปอร์เซ็นต์ ในรำข้าวสาลี 100 กรัม ประกอบไปด้วย คาร์โบไฮเดรต 64.51 กรัม เยื่อใย 42.80 กรัม โปรตีน 15.55 กรัม ไขมัน 4.25 กรัม (HAYHOE, 2008) จากข้อมูลข้างต้นพืชอาหารทั้ง 10 ชนิด รำข้าวสาลีและอาหารไก่มีใยอาหารและปริมาณ โปรตีนที่ใกล้เคียงกันมากกว่าพืชอาหารชนิดอื่น คือ รำข้าวสาลีมีใยอาหาร 7 - 12 เปอร์เซ็นต์ อาหารไก่มีไม่มากกว่า 6 เปอร์เซ็นต์ รำข้าวสาลีมีโปรตีน 14 - 16 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีนไม่น้อยกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ รำข้าวสาลีและอาหารไก่มีความชื้นสูงกว่าพืชอาหารชนิดอื่น คือมีความชื้น 12.1 และ 13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จึงส่งผลทำให้หนอนนกกษย์มีจำนวนที่รอดชีวิตในวันที่ 6 มากกว่าที่เลี้ยงด้วยพืชอาหารชนิดอื่น ดังนั้น การที่หนอนนกกษย์จะดำรงชีวิตอยู่ได้นั้นจำเป็นต้องได้รับความชื้นจากอาหารหรือน้ำจากผักและผลไม้ อย่างเพียงพอจึงจะสามารถเจริญเติบโตสู่ระยะต่าง ๆ และเป็นตัวเต็มวัยได้

ตารางที่ 7 อัตราการมีชีวิตของหนอนนกยักษ์ *Zophobas morio* Fabricius ที่เลี้ยงด้วยอาหาร 10 ชนิด ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ

ชนิดอาหาร	เปอร์เซ็นต์ของหนอนที่รอดชีวิต					
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4 ^{1/}	วันที่ 5 ^{1/}	วันที่ 6 ^{1/}
1. ถั่วเขียวบดอย่างหยาบ	100.00	100.00	56.67	36.67 ^{abc}	26.67 ^{abc}	10.00 ^{ab}
2. ถั่วเหลืองบดอย่างหยาบ	100.00	100.00	80.00	53.33 ^{ab}	40.00 ^{ab}	6.67 ^{ab}
3. กากถั่วเหลือง	100.00	100.00	63.33	46.67 ^{abc}	13.33 ^{bc}	3.33 ^b
4. ข้าวสารข้าวเจ้าบดอย่างหยาบ	100.00	100.00	86.67	40.00 ^{abc}	23.33 ^{abc}	10.00 ^{ab}
5. ข้าวสารข้าวกล้องบดอย่างหยาบ	100.00	100.00	70.00	13.33 ^c	0.00 ^c	0.00 ^b
6. ลูกเดือยบดอย่างหยาบ	100.00	96.67	70.00	26.67 ^{bc}	6.67 ^c	6.67 ^{ab}
7. ข้าวฟ่างบดอย่างหยาบ	100.00	100.00	76.67	33.33 ^{bc}	16.67 ^{abc}	0.00 ^b
8. อาหารไก่	100.00	100.00	80.00	60.00 ^{ab}	23.33 ^{abc}	13.33 ^{ab}
9. แปะงาสาลี	100.00	93.33	66.67	23.33 ^{bc}	16.67 ^{abc}	0.00 ^b
10. รำข้าวสาลี	100.00	100.00	90.00	73.33 ^a	46.67 ^a	30.00 ^a

หมายเหตุ ในวันที่ 7 หนอนนกยักษ์ *Zophobas morio* Fabricius ที่เลี้ยงด้วยอาหาร 10 ชนิด ตายทั้งหมด

^{1/} ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกัน ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี LSD



ภาพที่ 11 อัตราการมีชีวิตของหนอนนกยักษ์ *Zophobas morio* Fabricius ที่เลี้ยงด้วยอาหาร 10 ชนิด ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ

การศึกษาอาหารที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงหนอนนกยักษ์

เมื่อทำการคัดเลือกอาหารที่ดีที่สุดที่ได้จากการศึกษาพืชอาหารของหนอนนกยักษ์จำนวน 2 ชนิด ซึ่งเมื่อนำมาเลี้ยงหนอนนกยักษ์พบว่า สามารถรอดชีวิตมากเป็นลำดับที่ 1 และ 2 คือ รำข้าวสาลีและอาหารไก่ จึงได้อาหารทั้งหมด 3 กรรมวิธี เพื่อนำมาศึกษาอาหารที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงหนอนนกยักษ์ คือ 1. รำข้าวสาลี 2. อาหารไก่ 3. รำข้าวสาลีและอาหารไก่ นำมาผสมกันในอัตราส่วน 1:1 ร่วมกับการให้ฟักทองสด ขนาด 5 x 5 มิลลิเมตร ทุก ๆ 2 วัน เพื่อเป็นแหล่งให้ความชื้น พบว่าอาหารทั้ง 3 กรรมวิธี สามารถใช้เลี้ยงหนอนนกยักษ์ได้จนถึงระยะตัวเต็มวัย โดยระยะเวลาในการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ขนาดของดักแด้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 3 กรรมวิธี มีความกว้างไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ ที่เลี้ยงด้วยรำข้าวสาลี ดักแด้มีความกว้าง 9.83 ± 1.22 มิลลิเมตร เลี้ยงด้วยอาหารไกดักแด้มีความกว้าง 10.57 ± 1.31 มิลลิเมตร และที่เลี้ยงด้วยรำข้าวสาลีและอาหารไก่ อัตราส่วน 1:1 ดักแด้มีความกว้าง 10.55 ± 1.67 มิลลิเมตร ส่วนความยาวของดักแด้มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

โดยที่เลี้ยงด้วยรำข้าวสาลีและอาหารไก่ อัตราส่วน 1:1 มีความยาวที่สุด 27.91 ± 3.37 มิลลิเมตร เลี้ยงด้วยอาหารไก่ดักแด่ยาว 27.14 ± 3.42 มิลลิเมตร และเลี้ยงด้วยรำข้าวสาลียาว 25.67 ± 1.78 มิลลิเมตร สำหรับน้ำหนักของดักแด่หนอนนกกษัณฑ์ที่เลี้ยงด้วยรำข้าวสาลี อาหารไก่ และอาหารผสม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.73 ± 0.09 , 0.65 ± 0.17 และ 0.71 ± 0.10 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 8) โดยจำนวนหนอนนกกษัณฑ์ที่ทำการทดลองจาก 20 ตัว ต่อกรรมวิธี พบว่าที่เลี้ยงด้วยรำข้าวสาลีสามารถเป็นตัวเต็มวัยได้ 75 เปอร์เซ็นต์ เลี้ยงด้วยอาหารไก่สามารถเป็นตัวเต็มวัยได้ 35 เปอร์เซ็นต์ และเลี้ยงด้วยรำข้าวสาลีและอาหารไก่ อัตราส่วน 1:1 สามารถเป็นตัวเต็มวัยได้ 55 เปอร์เซ็นต์

ผลการศึกษาพบว่า อาหารทั้ง 3 กรรมวิธี สามารถใช้เลี้ยงหนอนนกกษัณฑ์ได้เป็นอย่างดี โดยหนอนนกกษัณฑ์เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารไก่ และอาหารผสมมีจำนวนวัยเพียง 17 วัย ขณะที่เมื่อเลี้ยงด้วยรำข้าวสาลีมีจำนวนวัยถึง 20 วัย และเมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการเจริญเติบโตของหนอนเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 3 กรรมวิธี พบว่า หนอนนกกษัณฑ์เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารไก่ ใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตยาวนานที่สุดถึง 135.14 ± 35.70 วัน และน้อยที่สุดคือ 105.09 ± 6.12 วัน เมื่อใช้รำข้าวสาลีผสมกับอาหารไก่ (ตารางที่ 9) สำหรับหนอนที่เลี้ยงด้วยรำข้าวสาลีใช้ระยะเวลาเจริญเติบโต 117.40 ± 19.34 วัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้อาหารไก่เลี้ยง ดังนั้น อาหารที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนนกกษัณฑ์ คือ รำข้าวสาลีผสมกับอาหารไก่ (อัตราส่วน 1 : 1) เพราะใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตสั้นที่สุด 105.09 ± 6.12 วัน โดยน้ำหนักดักแด่ของหนอนนกกษัณฑ์ที่ได้ไม่มีความแตกต่างกัน

ตารางที่ 8 ขนาดและน้ำหนักของดักแด้หนอนนกยักษ์ *Zophobas morio* Fabricius ที่เลี้ยงด้วยอาหาร 3 ชนิด ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ

ชนิดอาหาร	ขนาดดักแด้ ^{1/} ความกว้าง x ความยาว (มม.) (ค่าเฉลี่ย ± S.D.)	พิสัย (มม.)	น้ำหนักดักแด้ ^{1/} (กรัม) (ค่าเฉลี่ย ± S.D.)	พิสัย (กรัม)
1.รำข้าวสาลี	9.83 ^a ± 1.22 x 25.67 ^b ± 1.78	7.0 - 2.0 x 23.0 - 28.0	0.73 ^a ± 0.09	0.56 - 0.90
2.อาหารไก่	10.57 ^a ± 1.31 x 27.14 ^{ab} ± 3.42	8.0 - 12.0 x 23.0 - 32.0	0.65 ^a ± 0.17	0.47 - 0.90
3.รำข้าวสาลี + อาหารไก่ (1:1)	10.55 ^a ± 1.67 x 27.91 ^a ± 3.37	7.0 - 13.5 x 21.0 - 33.0	0.71 ^a ± 0.10	0.55 - 0.89

^{1/} ค่าเฉลี่ยในสควมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี LSD

ตารางที่ 9 ช่วงเวลาการเจริญเติบโตของหนอนนกยักษ์ *Zophobas morio* Fabricius ที่เลี้ยงด้วยอาหาร 3 ชนิด ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ

ระยะการเจริญเติบโต	ระยะเวลาที่ใช้ (วัน) เฉลี่ย \pm S.D.		
	รำข้าวสาลี	อาหารไก่	รำข้าวสาลี + อาหารไก่
ตัวหนอน: วัยที่ 1	2.27 \pm 0.46	2.71 \pm 0.76	2.55 \pm 0.69
วัยที่ 2	4.33 \pm 1.45	3.71 \pm 0.49	4.64 \pm 1.29
วัยที่ 3	6.13 \pm 1.51	4.71 \pm 1.70	6.36 \pm 2.11
วัยที่ 4	5.13 \pm 1.81	4.57 \pm 0.54	4.91 \pm 1.81
วัยที่ 5	4.60 \pm 0.83	4.14 \pm 1.07	5.55 \pm 2.46
วัยที่ 6	4.07 \pm 1.03	5.29 \pm 2.06	4.36 \pm 0.67
วัยที่ 7	5.47 \pm 1.85	4.29 \pm 2.43	4.91 \pm 1.38
วัยที่ 8	5.67 \pm 1.92	5.86 \pm 1.68	6.27 \pm 2.33
วัยที่ 9	6.13 \pm 0.92	6.29 \pm 0.49	6.27 \pm 1.19
วัยที่ 10	6.27 \pm 0.80	6.57 \pm 0.79	6.82 \pm 1.17
วัยที่ 11	7.00 \pm 0.93	6.57 \pm 1.40	7.27 \pm 1.68
วัยที่ 12	7.87 \pm 0.99	7.86 \pm 2.04	7.82 \pm 1.99
วัยที่ 13	8.53 \pm 1.77	10.29 \pm 1.50	9.36 \pm 1.70
วัยที่ 14	10.53 \pm 1.92	12.86 \pm 3.24	10.55 \pm 2.88
วัยที่ 15	10.86 \pm 2.25	20.71 \pm 10.59	11.33 \pm 3.16
วัยที่ 16	13.64 \pm 2.46	23.17 \pm 3.76	15.80 \pm 3.27
วัยที่ 17	13.69 \pm 2.29	20.67 \pm 1.16	11.0 \pm 0.00
วัยที่ 18	16.25 \pm 3.95		
วัยที่ 19	20.00 \pm 0.00		
วัยที่ 20	23.00 \pm 0.00		
ระยะหนอนรวม ^{1/}	117.40 ^{ab} \pm 19.34	135.14 ^a \pm 35.70	105.09 ^b \pm 6.12
ระยะก่อนเข้าดักแด้	8.73 \pm 5.79	7.43 \pm 2.57	5.36 \pm 0.92
ระยะดักแด้	13.87 \pm 2.59	11.29 \pm 1.70	11.27 \pm 2.20

^{1/} ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกัน ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี LSD

ศึกษาศักยภาพในการใช้หนอนนกยักษ์เป็นอาหารของมวนพิฆาต *E. furcellata*

การศึกษากาการเจริญเติบโตและการขยายปริมาณของมวนพิฆาต *E. furcellata* เมื่อเลี้ยงด้วยดักแด้หนอนนกยักษ์ เปรียบเทียบกับดักแด้หนอนนก (*Tenebrio molitor* Linnaeus) พบว่ามวนพิฆาต *E. furcellata* เมื่อเลี้ยงด้วย ดักแด้หนอนนกยักษ์ มีจำนวนมวนพิฆาต *E. furcellata* ตัวอ่อนวัยที่ 1 ถึง 5 รอดชีวิต เท่ากับ 82, 53, 46, 45 และ 43 ตัวตามลำดับ ซึ่งสามารถเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย 43 ตัว และพบว่ามวนพิฆาต *E. furcellata* เมื่อเลี้ยงด้วยดักแด้หนอนนก ตัวอ่อนวัยที่ 1 ถึง 5 รอดชีวิต เท่ากับ 82, 37, 35, 33 และ 33 ตัวตามลำดับ โดยสามารถเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้ 33 ตัว

ระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญเติบโตของมวนพิฆาต *E. furcellata* ตั้งแต่วัยที่ 1 ถึง 5 เมื่อเลี้ยงด้วยดักแด้หนอนนกยักษ์ ใช้ระยะเวลาคือ 2.14 ± 0.47 , 3.74 ± 1.07 , 2.91 ± 0.89 , 2.6 ± 0.81 และ 4.25 ± 0.81 วัน ตามลำดับ เมื่อเลี้ยงมวนพิฆาตด้วยดักแด้หนอนนก ตั้งแต่วัยที่ 1 ถึง 5 ใช้ระยะเวลา คือ 2.00 ± 0.43 , 3.88 ± 0.99 , 2.52 ± 0.71 , 2.39 ± 0.56 , 3.94 ± 0.56 วัน ตามลำดับ ซึ่งพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) มีรายงานการทดลองเลี้ยงมวนพิฆาตด้วยหนอนนก พบว่าระยะตัวอ่อนตั้งแต่วัยที่ 1 ถึง 5 ใช้ระยะเวลา คือ 3.00 ± 0.00 , 3.45 ± 0.51 , 4.40 ± 0.60 , 3.95 ± 0.60 และ 2.45 ± 0.82 วัน ตามลำดับ (ภูริพงศ์, 2546) ระยะเวลาเจริญเติบโตรวมทั้งตั้งแต่วัยที่ 1 จนถึง 5 เมื่อเลี้ยงด้วยดักแด้หนอนนกยักษ์จะใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 15.42 ± 1.83 วัน ซึ่งมากกว่าใช้ดักแด้หนอนนกที่ใช้ระยะเวลา 14.61 ± 1.50 วัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 10)

ในระยะตัวเต็มวัยมวนพิฆาต *E. furcellata* ที่ใช้ดักแด้หนอนนกยักษ์ เป็นอาหาร เพศผู้มีอายุเฉลี่ย 101.13 ± 32.18 วัน และเพศเมียมีอายุเฉลี่ย 66.40 ± 11.70 วัน ส่วนในระยะตัวเต็มวัยมวนพิฆาต *E. furcellata* ที่ใช้ดักแด้หนอนนก พบว่าทั้งเพศผู้และเพศเมียมีอายุเฉลี่ยน้อยกว่ามวนพิฆาตที่เลี้ยงด้วยดักแด้หนอนนกยักษ์ คือ เพศผู้มีอายุเฉลี่ย 80.67 ± 14.31 วัน และเพศเมียมีอายุเฉลี่ย 66.00 ± 10.54 วัน แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 10)

การศึกษาคุณลักษณะทางชีววิทยาของมวนพิฆาต *E. furcellata*

ผลการวิเคราะห์ค่าคุณลักษณะทางชีววิทยาจากตารางชีวิตแบบ biological life table ของมวนพิฆาต *E. furcellata* พบว่า มวนพิฆาตที่ใช้ดักแด้หนอนนกยักษ์ เป็นอาหารมีค่าอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_0) เท่ากับ 177.23 เท่าต่อชั่วอายุขัย (ตารางที่ 11) แสดงให้เห็นว่า มวนพิฆาตสามารถขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณได้ 177.23 เท่าต่อชั่วอายุขัย ส่วนมวนพิฆาตที่ใช้ดักแด้หนอนนกเป็นอาหาร มีค่าอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_0) เท่ากับ 171.24 เท่าต่อชั่วอายุขัย (ตารางที่ 12) แสดงให้เห็นว่า มวนพิฆาตสามารถขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณได้ 171.24 เท่าต่อชั่วอายุขัย

ตารางที่ 10 ช่วงเวลาของการเจริญเติบโตของมวนพิฆาต *Eocanthecona furcellata* (Wolff) ที่ใช้
 ดักแด้หนอนนกยักษ์ *Zophobas morio* Fabricius และหนอนนก *Tenebrio molitor*
 Linnaeus เป็นอาหาร ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ

ระยะการเจริญเติบโตของมวนพิฆาต	ดักแด้หนอนนกยักษ์		ดักแด้หนอนนก	
	ระยะเวลาที่ใช้ (วัน) (เฉลี่ย \pm S.D.) ^{1/}	พิสัย (วัน)	ระยะเวลาที่ใช้ (วัน) (เฉลี่ย \pm S.D.) ^{1/}	พิสัย (วัน)
ระยะไข่	6.27 ^a \pm 0.70	5 - 8	6.27 ^a \pm 0.70	5 - 8
ระยะตัวอ่อน:				
วัยที่ 1	2.14 ^a \pm 0.47	1 - 3	2.00 ^a \pm 0.43	1 - 3
วัยที่ 2	3.74 ^a \pm 1.07	2 - 7	3.88 ^a \pm 0.99	3 - 7
วัยที่ 3	2.91 ^a \pm 0.89	2 - 6	2.52 ^a \pm 0.71	1 - 4
วัยที่ 4	2.67 ^a \pm 0.81	1 - 5	2.39 ^a \pm 0.56	2 - 4
วัยที่ 5	4.25 ^a \pm 0.81	2 - 6	3.94 ^a \pm 0.56	3 - 5
วัยที่ 1 - 5	15.42 ^a \pm 1.83	13 - 20	14.61 ^b \pm 1.50	12 - 18
ตัวเต็มวัย:				
เพศผู้	101.13 ^a \pm 32.18	54 - 140	80.67 ^a \pm 14.31	53 - 101
เพศเมีย	66.40 ^a \pm 11.70	52 - 59	66.00 ^a \pm 10.54	50 - 81

^{1/} ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกัน ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยวิธี LSD

ตารางที่ 11 ตารางชีวิตแบบ biological life table ของมวนพินาต *Eocantecona furcellata* (Wolff)
 ที่ใช้ด้กเด้นอนนกยักษ์ *Zophobas morio* Fabricius เป็นอาหาร ภายใต้สภาพ
 ห้องปฏิบัติการ

ช่วงอายุ เป็นวัน (X)	โอกาสที่แมลงจะมีชีวิต อยู่รอดในแต่ละช่วงอายุ (l_x)	ไข่มเยื่อที่วางในช่วงอายุ ต่อเพศเมีย 1 ตัว (m_x)	การขยายพันธุ์ในแต่ละ ช่วงอายุ ($l_x m_x$)
0	1.00	-	-
3	1.00	-	-
6	0.82	-	-
9	0.82	-	-
12	0.72	-	-
15	0.60	-	-
18	0.54	-	-
21	0.45	-	-
24	0.42	0.50	0.21
27	0.42	13.41	5.63
30	0.42	31.45	13.21
33	0.42	34.64	14.55
36	0.42	30.86	12.96
39	0.42	29.74	12.49
42	0.41	31.39	12.87
45	0.41	22.54	9.24
48	0.39	34.33	13.39
51	0.38	47.97	18.23
54	0.36	30.97	11.15
57	0.34	25.41	8.64
60	0.31	31.07	9.63
63	0.27	24.56	6.63
66	0.26	27.65	7.19

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ช่วงอายุ เป็นวัน (X)	โอกาสที่แมลงจะมีชีวิต อยู่รอดในแต่ละช่วงอายุ (l_x)	ไข่เพศเมียที่วางในช่วงอายุ ต่อเพศเมีย 1 ตัว (m_x)	การขยายพันธุ์ในแต่ละ ช่วงอายุ ($l_x m_x$)
69	0.24	25.46	6.11
72	0.22	17.73	4.10
75	0.19	15.74	3.19
78	0.16	24.31	3.89
81	0.13	24.85	3.23
84	0.09	3.44	0.31
87	0.05	5.20	0.26
90	0.05	2.40	0.12
93	0.05	-	-
			$R_0 = 177.23$

l_x = ความน่าจะเป็นที่เพศเมียจะมีชีวิตอยู่รอดในแต่ละช่วงอายุ (3 วัน)

m_x = จำนวนไข่ที่เพศเมียหรือลูกที่เป็นเพศเมียต่อเพศเมีย 1 ตัวในแต่ละช่วงอายุ

$l_x m_x$ = egg curve

อัตราการเพิ่มโดยกรรมพันธุ์ (r_0) มวนพิฆาต *E. furcellata* ที่ใช้ดักแด้หนอนนกยักษ์ เป็นอาหาร มีค่าเท่ากับ 0.11 อัตราการเพิ่มที่แท้จริง (λ) มีค่าเท่ากับ 1.11 หมายความว่าเพศเมีย 1 ตัวสามารถเพิ่มปริมาณได้ 1.11 เท่า ในระยะเวลาทุก 3 วัน มีช่วงอายุขัยของกลุ่ม (T_0) เท่ากับ 48.87 วัน (ตารางที่ 13) โดยตัวเต็มวัยของมวนพิฆาต *E. furcellata* ที่ใช้ดักแด้หนอนนกยักษ์ เป็นอาหาร เริ่มวางไข่ในวันที่ 3 หลังจากเป็นตัวเต็มวัย โดยมีช่วงระยะเวลาการวางไข่ประมาณ 69 วัน

ตารางที่ 12 ตารางชีวิตแบบ biological life table ของมวนพิฆาต *Eocanthecona furcellata* (Wolff) ที่ใช้ด้กัด้หนอนนกก *Tenebrio molitor* Linnaeus เป็นอาหารภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ

ช่วงอายุ เป็นวัน (X)	โอกาสที่แมลงจะมีชีวิตอยู่รอด ในแต่ละช่วงอายุ (l_x)	ไข่เพศเมียที่วางในช่วงอายุต่อ เพศเมีย 1 ตัว (m_x)	การขยายพันธุ์ในแต่ละ ช่วงอายุ ($l_x m_x$)
0	1.00	-	-
3	1.00	-	-
6	0.82	-	-
9	0.82	-	-
12	0.63	-	-
15	0.39	-	-
18	0.35	-	-
21	0.35	-	-
24	0.34	0.21	0.07
27	0.34	16.65	5.66
30	0.31	43.32	13.43
33	0.31	54.84	17.00
36	0.29	45.97	13.33
39	0.28	50.07	14.02
42	0.27	46.59	12.58
45	0.27	52.74	14.24
48	0.27	47.44	12.81
51	0.27	47.15	12.73
54	0.27	36.11	9.75
57	0.27	40.48	10.93
60	0.27	38.74	10.46
63	0.27	36.33	9.81
66	0.27	23.67	6.39
69	0.26	30.89	8.03
72	0.22	-	-

$R_0 = 171.24$

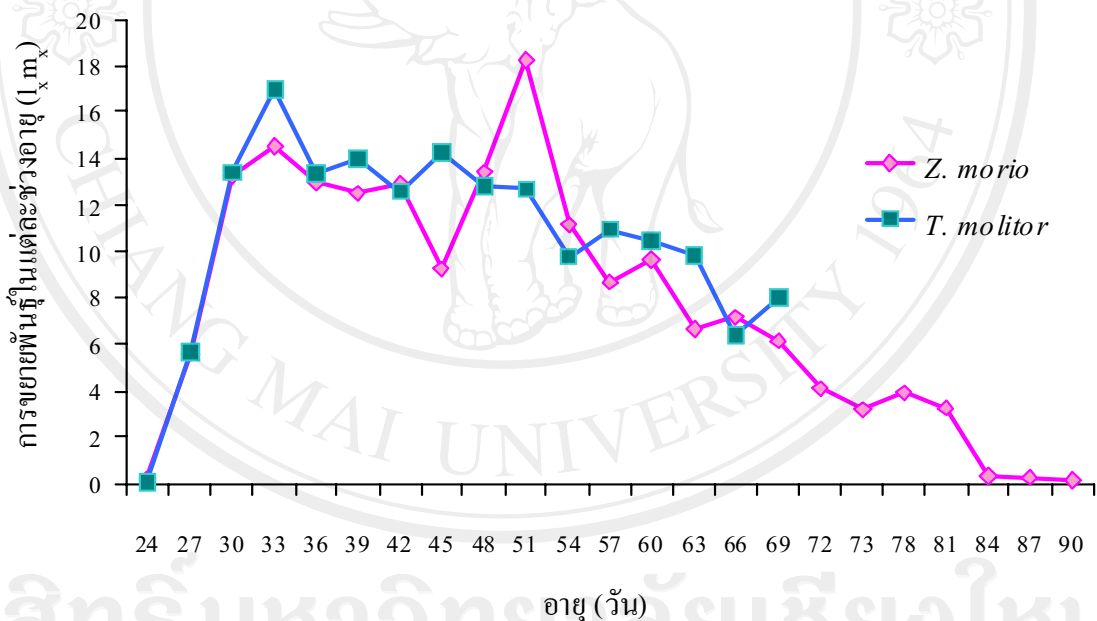
l_x = ความน่าจะเป็นที่เพศเมียจะมีชีวิตอยู่รอดในแต่ละช่วงอายุ (3 วัน)

m_x = จำนวนไข่ที่เพศเมียหรือลูกที่เป็นเพศเมียต่อเพศเมีย 1 ตัวในแต่ละช่วงอายุ

$l_x m_x$ = egg curve

อัตราการเพิ่มโดยกรรมพันธุ์ (r) มวนพิฆาต *E. furcellata* ที่ใช้ด้กั้หนอนนกก เป็นอาหาร คือ มีค่าเท่ากับ 0.11 มีอัตราการเพิ่มที่แท้จริง (λ) มีค่าเท่ากับ 1.12 หมายความว่าเพศเมีย 1 ตัว สามารถเพิ่มปริมาณได้ 1.12 เท่า ในระยะเวลาทุก 3 วัน เท่ากับ 46.42 วัน (ตารางที่ 13) โดยตัวเต็มวัย ของมวนพิฆาต *E. furcellata* ที่ใช้ด้กั้หนอนนกกเป็นอาหาร เริ่มวางไข่ในวันที่ 3 หลังจากเป็นตัว เต็มวัย โดยมีช่วงระยะเวลาการวางไข่ประมาณ 48 วัน

การขยายพันธุ์ในแต่ละช่วงอายุของมวนพิฆาต *E. furcellata* เมื่อใช้ด้กั้หนอนนกกัยักษ์ เป็นอาหาร พบว่ามีเริ่มการวางไข่ของตัวเต็มวัยเพศเมียมีอายุ 24 วัน วางไข่มากที่สุดในช่วงอายุ 51 วัน และวางไข่จนถึงอายุ 90 วัน ส่วนมวนพิฆาต *E. furcellata* เมื่อใช้ด้กั้หนอนนกก เป็นอาหาร ตัว เต็มวัยเพศเมียเริ่มการวางไข่เมื่ออายุ 24 วัน มีการวางไข่ปริมาณมากที่สุดในช่วงอายุ 33 วัน แต่ วางไข่จนถึงอายุเพียง 69 วัน (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 เปรียบเทียบปริมาณการวางไข่ของมวนพิฆาต *Eocanthecona furcellata* (Wolff) เมื่อเลี้ยง ด้วยด้กั้หนอนนกกัยักษ์ *Zophobas morio* Fabricius และหนอนนกก *Tenebrio molitor*

Linnaeus

ตารางที่ 13 คุณลักษณะทางชีววิทยาของมวนพิฆาต *Eocanthecona furcellata* (Wolff) ที่ใช้ด้กแด่
 หนอนนกยักษ์ *Zophobas morio* Fabricius และหนอนนก *Tenebrio molitor* Linnaeus
 เป็นอาหาร

คุณลักษณะทางชีววิทยา	สูตร	<i>Z. morio</i>	<i>T. molitor</i>
อัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_0) (Net reproductive rate of increase)	$\sum l_x m_x$	177.23	171.24
อัตราการเพิ่มโดยกรรมพันธุ์ (r_c) (Capacity for increase)	$\frac{\log_e R_0}{T_c}$	0.11	0.11
ชั่วอายุขัยของกลุ่ม (T_c) (วัน) (Cohort generation time)	$\frac{\sum l_x m_x \cdot X}{\sum l_x m_x}$	48.87	46.42
อัตราการเพิ่มที่แท้จริง (λ) (Finite rate of increase)	$\text{anti } \log_e r_c$	1.11	1.12

ดังนั้นในการเจริญเติบโตของมวนพิฆาต *E. furcellata* เมื่อเลี้ยงด้วย ด้กแด่หนอนนกยักษ์ (*Z. morio*) เปรียบเทียบกับด้กแด่หนอนนก (*T. molitor*) พบว่ามวนพิฆาต *E. furcellata* เมื่อเลี้ยงด้วย ด้กแด่หนอนนกยักษ์ (*Z. morio*) มีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้ด้กแด่หนอนนก (*T. molitor*) เพราะมีอัตราการรอดชีวิตสูงกว่า คือ สามารถเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้ถึง 43 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเมื่อเลี้ยงด้วยด้กแด่หนอนนก (*T. molitor*) สามารถเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้เพียง 33 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น อีกทั้งมวนพิฆาต *E. furcellata* เมื่อเลี้ยงด้วย ด้กแด่หนอนนกยักษ์ สามารถขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณได้ 177.23 เท่าต่อชั่วอายุขัย และชั่วอายุขัยของกลุ่มเท่ากับ 48.87 วัน ซึ่งมีค่ามากกว่าที่ใช้ด้กแด่หนอนนก (*T. molitor*) เป็นอาหาร คือสามารถขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณได้เพียง 171.24 เท่าต่อชั่วอายุขัย และชั่วอายุขัยของกลุ่มเท่ากับ 46.42 วัน