ความต้องการวิตามินรวมของลูกปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758)

สุพิศ ทองรอด[๑*] มนทกานติ ท้ามติ้น[๒] จีรรัตน์ เกื้อแก้ว[๑]และภูวนัย ชัยศรี[๓]

[๑]สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำชายฝั่ง
[๒] ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดเพชรบุรี
[๓]ศูนย์วิจัยและทดสอบพันธุ์สัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดเพชรบุรี

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของวิตามินรวมในอาหารสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโตของลูกปูม้า (*Portunus pelagicus)* น้ำหนักเริ่มต้น 1.45 กรัม ในระบบเลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ อาหารทดลองมี 5 สูตรมีวิตามินรวมผสมในอาหารสูตรพื้นฐานที่ระดับ 0, 0.5, 1, 1.5 และ 2 % ตามลำดับ การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเพิ่ม (%) ของปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ในสัปดาห์ที่ 7 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สูตรที่ 1 มีการเจริญเติบโตต่ำสุดเท่ากับ 362% และมีน้ำหนักเฉลี่ย6.67 กรัม และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง มีความแตกต่างกันของการเจริญเติบโตอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 494.90, 516.25, 519.65, 515.65 และ 539.81% ตามลำดับ สูตร 5 มีการเจริญเติบโตดีกว่าสูตรที่ 1-4 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 9.35 กรัม ปริมาณของวิตามินรวมในอาหารไม่มีผลต่ออัตรารอดตาย ($p>0.05$) แต่สูตรที่ 2 และ 4 มีอัตรารอดตายเท่ากับ 80% และ 60% ในขณะที่สูตรอื่นมีอัตรารอดตายเท่ากับ 100% ในช่วงการทดลอง 8 สัปดาห์ ปูม้ามีพิสัยการลอกคราบอยู่ในช่วง 1 ถึง 5 ครั้งต่อตัว โดยมีค่าเฉลี่ยของการลอกคราบเท่ากับ 2.50-3.00 ครั้งต่อตัว และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่สูตร 5 มีแนวโน้มการลอกคราบดีที่สุดและมีลักษณะการลอกคราบพร้อมกัน โดยมีค่าเฉลี่ยของการลอกคราบ 3 ครั้งต่อตัวต่อ 8 สัปดาห์ ถึงแม้ระดับวิตามินรวมในอาหารไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของลูกปูม้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง แต่จากผลการทดลองในสัปดาห์ที่ 7 แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องใส่วิตามินรวมในอาหารเพื่อป้องกันภาวะขาดวิตามินในปูม้าและชดเชยการสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิตอาหารและการสลายในน้ำ นอกจากนี้วิตามินรวมอาจมีผลสำคัญต่อความถี่และการลอกคราบพร้อมกัน ดังนั้นระดับวิตามินรวมที่ให้ผลดีที่สุดเท่ากับ 2%

คำสำคัญ: ลูกปูม้า, *Portunus pelagicus* ,วิตามินรวม

* ต.บางพระ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี ๒๐๑๑๐ โทร. ๐๓๘-๓๑๒๕๓๒
E-mail: supisthongrod@yahoo.com

VITAMIN MIXTURE REQUIREMENTS OF YOUNG SWIMMING CRAB (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758)

Supis Thongrod [1*] Montakan Tamtin [2] Jeerarat Kuakaew[1] and Poovanai Chaisri[3]

[1] Coastal Feed Research Institute
[2]Petchburi Coastal Aquatic Feed Research Center
[3]Petchburi Fisheries Test and Research Center

ABSTRACT

The feeding trial was conducted to examine the effect of dietary vitamin mixed on growth performance of young crabs (*Portunus pelagicus)* at initial weight of 1.45 grams maintained in the rearing system for 8 weeks. Five experimental diets were proposed with vitamin mixture supplemented in basal diet at the levels of 0, 0.5, 1, 1.5 and 2 %, respectively. Growth of crabs was significant difference at week 7 ($p<0.05$) and the poorest growth was obtained from diet 1 at 362%, and average mean body weight was 6.67 grams. However, at week 8 growth performance of young crabs was not significant difference ($p>0.05$) the weight gain obtained from diet 1,2,3,4 and 5 was 494.90, 516.25, 519.65, 515.65 and 539.81%, respectively. Diet 5 had the best growth result and the highest average mean body weight of 9.35 grams. There was no effect of vitamin levels on survival rate ($p>0.05$) although it was 80% in diet 2 and 60% in diet 4, whilst others had survival rates as high as 100%. Molting frequency during the feeding trial was in a range of 1 to 5 times per crab with the average molting frequencies from all groups varied between 2.50-3.00 times per crab and was not significantly different among diets ($p>0.05$). The total molting frequency of crabs, however, was more synchronized in diet 5 and showing the highest average molting frequency with 3 times per 8 weeks. Although vitamin mixed has no significant effect on growth of young crabs at the end of the trials but results on week 7 show that vitamin mixed need to be included in diet to prevent vitamin deficiency of crabs and to compensate vitamin loss during feed processing and vitamin leaching into water. Moreover vitamin mixture might play important role in molting frequency and synchronized molting, accordingly the suitable level of dietary vitamin mixed is 2%.

Keyword: Young swimming crab, *Portunus pelagicus*, vitamin mixture

---

* Amphoe Sriracha, Chonburi 20110 Tel. 038-312532
E-mail : supisthongrod@yahoo.com

ความต้องการวิตามินรวมของลูกปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758)

คำนำ

วิตามินเป็นสารอาหารที่สัตว์ต้องการในปริมาณน้อยเพื่อให้ร่างกายสามารถดำรงชีวิตได้อย่างปรกติ ซึ่งสัตว์บางชนิดไม่สามารถสังเคราะห์วิตามินได้จำเป็นต้องได้รับจากอาหาร ในระบบการเลี้ยงแบบธรรมชาติที่มีความหนาแน่นต่ำ สัตว์จะได้รับวิตามินจากอาหารธรรมชาติอย่างเพียงพอ แต่ในระบบการเลี้ยงแบบพัฒนา ซึ่งมีการเลี้ยงแบบหนาแน่นนั้น จะมีอาหารธรรมชาติอยู่น้อยหรือไม่เพียงพอ จึงต้องมีการเสริมวิตามินในอาหารเพื่อให้สัตว์มีการเจริญเติบโตที่ปรกติ (NRC, 1983) สำหรับการศึกษาด้านโภชนาการในปูนั้นมีค่อนข้างจำกัดและยังไม่มีรายงานเรื่องการศึกษาความต้องการวิตามินในปู (Anderson *et al*., 2004) การศึกษาหรืออาหารใช้เลี้ยงปูจะดัดแปลงมาจากสูตรของกุ้งทะเล (Mann and Paterson, 2004)

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาระดับวิตามินรวมที่เหมาะสมในอาหารปูม้า ต่อการเจริญเติบโต อัตรารอดตายและการลอกคราบของปูม้า

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการทดลอง

1.แบบแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD, Completely Randomized Design) ประกอบด้วยอาหารทดลอง 5 สูตรๆ ละ 20 ซ้ำ โดยผสมอาหารสูตรพื้นฐานด้วยวิตามินรวมที่มีองค์ประกอบตาม Conklin (1997) ระดับต่าง ๆ กัน ในระดับ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 %

2. อาหารทดลอง

ผลิตอาหารทดลองตามส่วนประกอบดังแสดงในตารางที่ 1 จำนวน 5 สูตร มีระดับวิตามินรวมโดยการคำนวณอยู่ระหว่าง 0-2% ชั่งส่วนผสมของแต่ละสูตรอาหาร จากนั้นผสมวัสดุอาหารแห้งที่มีปริมาณน้อยก่อน ได้แก่ วิตามินซีและวิตามินรวมตามที่กำหนดไว้ในแต่ละสูตรอาหาร โดยใช้รำเป็นสื่อ โดยค่อย ๆ เพิ่มปริมาณรำ เขย่าในถุงผสมให้เข้ากันดี แล้วจึงผสมวัสดุอาหารที่มีปริมาณมากขึ้นตามลำดับ จากนั้นผสมวัสดุอาหารแห้งทั้งหมดให้เข้ากันอีกครั้งใน Hobart mixer อีกประมาณ 5 นาที แล้วผสมน้ำให้มีความชื้น

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

ประมาณ 30% ตามด้วยวัสดุอาหารจำพวกน้ำมัน ได้แก่ น้ำมันปลา น้ำมันปาล์ม และเลซิทินอีกประมาณ 5-10 นาที จากนั้นนำอาหารไปอัดออกเป็นเส้นด้วยเครื่องบดอาหารความเร็วรอบ 146 รอบต่อนาที หน้าบดอาหารเบอร์ 52 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.9 มิลลิเมตร เกลี่ยด้วยมือให้เส้นอาหารหักออกเป็นท่อน ๆ นำไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 60 ^{o}C เมื่ออาหารแห้งเก็บใส่ถุงแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 ^{o}C ตลอดช่วงการทดลอง อาหารส่วนหนึ่งนำไปวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารด้วยวิธีของ AOAC (1984)

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของอาหารทดลองเรื่องระดับวิตามินรวมที่เหมาะสมในอาหารปูม้า *(P. pelagicus)*

	สารอาหาร	สูตรอาหาร				
		1	**2**	**3**	**4**	**5**
1.	กากถั่วเหลือง	8.27	8.27	8.27	8.27	8.27
2.	ปลาป่น	21	21	21	21	21
3.	หมึกป่น	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
4.	เปลือกหัวกุ้งป่น	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
5.	เลซิทิน	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
6.	น้ำมันปลา	3	3	3	3	3
7.	น้ำมันปาล์ม	3	3	3	3	3
8.	วีทกลูเท่น	6	6	6	6	6
9.	แป้งสาลี	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5
10.	วิตามินผสม	0	0.5	1.0	1.5	2.0
11.	แร่ธาตุผสม	3	3	3	3	3
12.	วิตามินซี 80%	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
13.	รำ	26.76	26.26	25.76	25.26	24.76
	รวม	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**

หมายเหตุ * Vitamin mix ประกอบด้วยวิตามินตาม Conklin (1997) ในปริมาณมิลลิกรัมต่อกิโลกรัมวิตามินรวม thiamin (B1) 45, riboflavin (B2) 40.32, nicotinic acid 73.4, Ca-pantothenate (B5) 48, inosital 196, biotin 1, folic acid 3.36, cyanocobalamin (B12) 0.01, menadion (K) 26.56, Vit A/D3 4.6 , BHT 2 และ cellulose 559.75

** Mineral Mix ประกอบด้วยแร่ธาตุดังต่อไปนี้ในอัตราส่วน KH_2PO_4 1.0; $CaHPO_4.2H_2O$ 1.0; $NaH_2PO_4.2H_2O$ 1.5; KCl 0.5 (Davis and Lawrence, 1997)

3. ระบบการทดลอง

เตรียมถังทดลอง (ภาพที่ 1) โดยใช้ถังไฟเบอร์ทรงสี่เหลี่ยมขนาด 300 ลิตร จำนวน 5 ถัง วางท่อพีวีซีซึ่งเจาะรูด้วยสว่าน (ขนาด 1/16 นิ้ว) จำนวน 5 แถวที่ก้นถัง โดยวางท่อคว่ำเอารูลงและใช้เป็นระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำ ในแต่ละถังทดลองใส่กระชังพลาสติกสี่เหลี่ยมขนาดตา 4 มิลลิเมตรที่กั้นด้วยตะแกรงไนล่อนแบ่งเป็นช่อง ๆ จำนวน 20 ช่องเพื่อใส่ปู บุก้นกระชังด้วยตะแกรงไนล่อนขนาดตา 1 มิลลิเมตรและปูทับด้วย

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

ทรายหยาบหนาประมาณ 10 เซนติเมตร ทำทางน้ำล้นโดยเจาะรูที่ระดับความสูงของถัง 30 เซนติเมตร เครื่องปั๊มน้ำจะสูบน้ำจากถังพักทุก 4 ชั่วโมงเป็นเวลา 15 นาที ทุก 1-2 สัปดาห์จะมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำใหม่และทำความสะอาดทรายเพื่อกำจัดเศษตะกอนอาหารที่ยังคงตกค้างในถังเลี้ยงและเป็นการกระตุ้นให้ปูลอกคราบได้ดีขึ้น ใช้สายยางเป็นระบบให้อากาศ โดยใส่หัวทรายจำนวน 4 จุดต่อถัง

4. สัตว์ทดลอง

นำลูกปูม้าระยะวัยอ่อน (young crab) จากศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งจังหวัดสมุทรสาครมาพักปรับสภาพเป็นเวลาประมาณ 2 วัน จึงทำการคัดขนาดลูกปูม้า โดยใช้ลูกปูม้าที่มีขนาดกลางและจำนวนมากที่สุดเพื่อสุ่มทดลอง (ภาพที่ 2) ชั่งน้ำหนักลูกปูม้าแต่ละตัวซึ่งมีขนาดเริ่มต้น 1.45 กรัมและใส่ลงในแต่ละช่องทดลองจำนวน 1 ตัวต่อ 1 ช่อง เป็น 20 ตัว (ซ้ำ) ต่อถังทดลอง (ภาพที่ 3) บันทึกหมายเลขช่องที่ใส่ปูและน้ำหนักปู ให้อาหารวันละ 3 มื้อ เวลา 9.00, 13.00 และ 16.30 น. เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่ปูไม่ฝังตัวและกินอาหารได้ดี โดยให้ในปริมาณที่มากเกินพอ(ภาพที่ 4)

5. การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล

จดบันทึกการลอกคราบและการตายของปูทุกตัว และชั่งน้ำหนักปูทุกสัปดาห์ (ภาพที่ 5) บันทึกคุณภาพน้ำที่สำคัญตลอดช่วงการทดลองสัปดาห์ละครั้ง สิ้นสุดการทดลองเมื่อครบ 8 สัปดาห์ และเก็บตัวอย่างปูไปทำแห้งด้วยเครื่อง Freeze Dried ก่อนนำไปวิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร

ทำการคำนวณค่าตัวแปรต่าง ๆ ดังนี้

น้ำหนักปูที่เพิ่มขึ้น (%) = (น้ำหนักสุดท้าย - น้ำหนักเริ่มต้น) * 100/น้ำหนักเริ่มต้น

อัตรารอดตาย (%) = จำนวนปูที่เหลือ * 100/จำนวนปูเริ่มต้น

ผลการทดลองที่ได้นำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองด้วย one-way ANOVA และ Tukey multiple comparison test (Sokal and Rohlf, 1981)

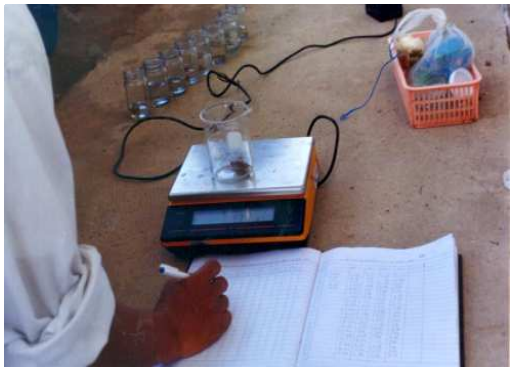
PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

ภาพที่ 1 ระบบทดลองอาหารลูกปูม้า

ภาพที่ 2 คัดลูกปูม้าที่มีขนาดเท่ากัน ก่อนสุ่มลงถังทดลอง

รูปภาพที่ 3 เลี้ยงลูกปูม้า 1 ตัวต่อช่อง

รูปภาพที่ 4 ให้อาหารมากเกินพอจำนวน 3 มื้อต่อวัน



รูปภาพที่ 5 ชั่งน้ำหนักและวัดขนาดลูกปูม้าทุกสัปดาห์

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

ผลการทดลอง

อาหารทดลองมีผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในอาหารโดยน้ำหนักแห้ง ดังนี้ ระดับโปรตีนผันแปรระหว่าง 36.9-38.0% ไขมัน 16.1-16.9% คาร์โบไฮเดรต 29-31% เยื่อใย 3.8-4.5% เถ้า 11.1-12.9% และมีพลังงานรวม 490-506 กิโลคาลอรี่ต่อกิโลกรัมอาหาร

1. อัตรารอดตายและการเจริญเติบโต

ผลของอัตรารอดตายและการเจริญเติบโตตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์ แสดงในตารางที่ 2และภาพที่ 6-9 ระดับวิตามินรวมในอาหารทดลองมีผลต่อการเจริญเติบโตของลูกปูม้าในสัปดาห์ที่ 7 ของการทดลอง ($p<0.05$) โดยสูตรที่ 1 ซึ่งไม่มีวิตามินรวมเป็นส่วนผสมในอาหารมีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่ำสุด แต่เมื่อสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 8 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อใช้วิธีการวิเคราะห์ทั้งแบบ One-Way ANOVA และแบบ Non-parametrics ของการเจริญเติบโตทั้งในด้านน้ำหนักตัว ความกว้างและความยาวของกระดองระหว่างชุดการทดลอง ($p>0.05$) แต่สูตรที่ 5 มีน้ำหนักต่อตัวเฉลี่ย (9.345 กรัมต่อตัว) และการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (539.81%) สูงกว่าสูตรอื่น ๆ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) การเจริญเติบโตด้านความกว้างและความยาวของกระดองไม่สอดคล้องกับการเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก

อัตรารอดตายของปูม้าทุกสูตรอาหารยกเว้นสูตรที่ 4 อยู่ในเกณฑ์ดีคือ 80-100% โดยสูตรที่ 1, 3 และ 5 มีค่าเท่ากับ 100% รองลงมาเป็นสูตรที่ 2 เท่ากับ 80% โดยมีการตายระหว่างการลอกคราบ สูตรที่ 4 มีอัตรารอดตายต่ำสุดเท่ากับ 60%

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

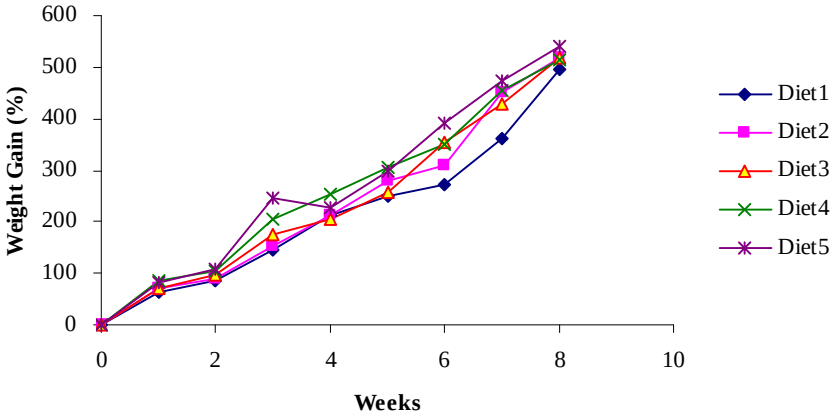
ตารางที่ 2 ผลการเจริญเติบโต, อัตรารอดและความถี่ในการลอกคราบของปูม้า*(P. pelagicus)* ที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับวิตามินรวมต่าง ๆ กัน5 สูตร เป็นเวลานาน 8 สัปดาห์ ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวนปูที่เหลือจากการทดลอง ($\bar{x} \pm$SD)

สูตรที่	วิตามิน	น้ำหนัก (กรัมต่อตัว)		อัตราการเจริญเติบโตโดยน้ำหนักเพิ่ม	อัตรารอดตาย	ความกว้างกระดอง	ความยาวกระดอง	การลอกคราบ
	%	เริ่มต้น	8 สัปดาห์	(%)	(%)	(เซนติเมตร)	(เซนติเมตร)	(ครั้ง)
1.	0	1.455±0.100	8.586±1.684	494.899±131.613	100	4.963±0.456	2.536±0.181	2.85±0.67
2.	0.5	1.444±0.103	8.780±1.685	516.254±118.557	80	4.767±0.424	2.626±0.165	2.70±0.98
3.	1.0	1.454±0.086	9.002±1.807	519.647±119.901	100	4.803±0.358	2.496±0.184	2.85±0.81
4.	1.5	1.459±0.081	8.843±1.619	515.648±119.234	60	4.860±0.424	2.497±0.194	2.50±0.95
5.	2.0	1.465±0.091	9.345±1.153	539.806±81.423	100	4.946±0.266	2.538±0.131	3.00±0.72
ANOVA								
P			0.721	0.576		0.469	0.204	0.208
F			0.521	0.726		0.899	1.519	1.501

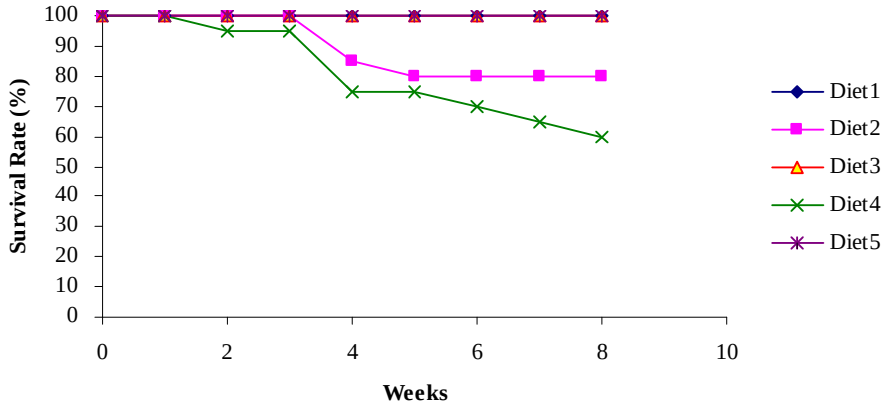
ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีอย่างหยาบ (Proximal Analysis) ของปูม้า *(P. Pelagicus)*ที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับวิตามินรวมต่าง ๆ กัน5 สูตร เป็นเวลานาน 8 สัปดาห์

อาหารสูตร	ระดับวิตามิน รวม	ความชื้น	องค์ประกอบ (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)					GE
	%	%	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า	คาร์โบไฮเดรต	(Kcal/100 กรัม)
1	0	9.08	37.17	1.84	6.03	30.74	24.22	216.575
2	1	9.39	37.98	1.12	6.60	31.01	23.29	204.485
3	2	9.81	40.83	1.90	6.63	29.03	21.61	255.540
4	3	8.53	37.71	2.41	6.88	30.14	22.86	220.760
5	4	8.60	39.84	2.05	6.80	28.73	22.58	216.540

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

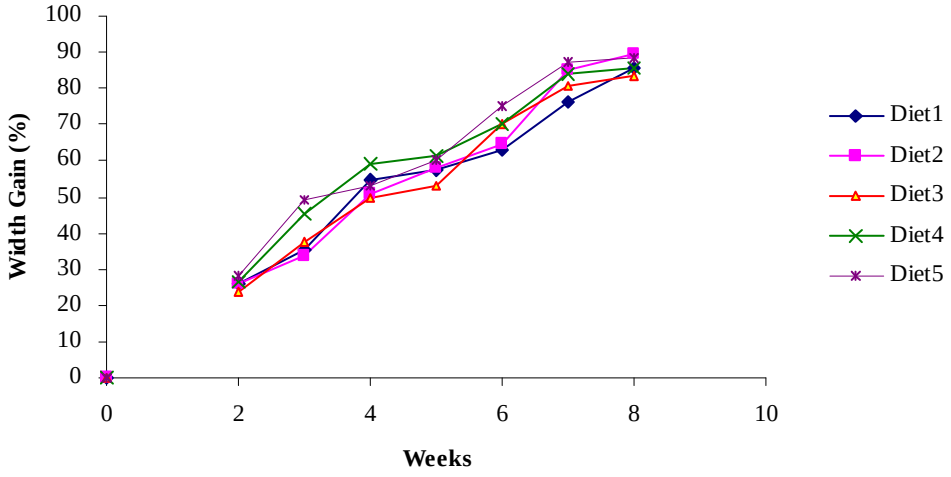


ภาพที่ 6 การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเพิ่ม (%) ของปูม้า *(P. pelagicus)* ที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับวิตามินรวมต่าง ๆ กัน 5 สูตร เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

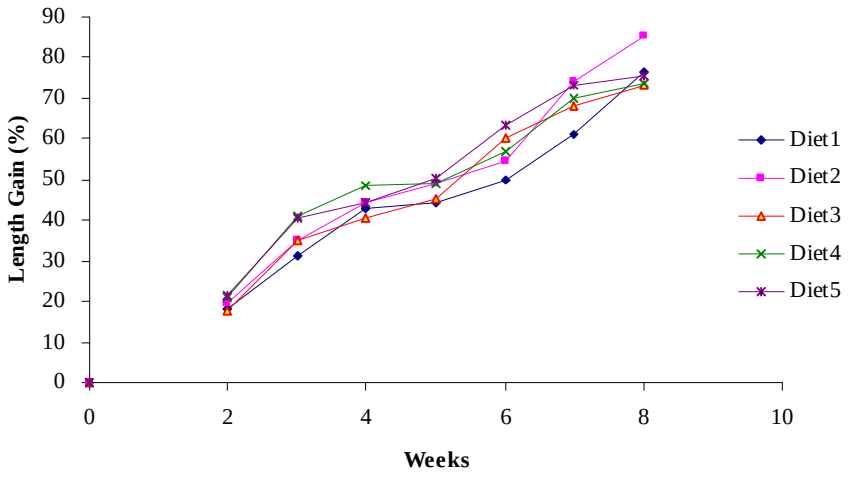


ภาพที่ 7 อัตรารอดของปูม้า *(P. pelagicus)* ที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับวิตามินรวมต่าง ๆ กัน 5 สูตร เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com



ภาพที่ 8 การเจริญเติบโตด้านความกว้างของกระดองที่เพิ่มขึ้น (%) ของปูม้า *(P. pelagicus)* ที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับวิตามินรวมต่าง ๆ กัน 5 สูตร เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์



ภาพที่ 9 การเจริญเติบโตด้านความยาวของกระดองที่เพิ่มขึ้น (%) ของปูม้า *(P. pelagicus)* ที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับวิตามินรวมต่าง ๆ กัน 5 สูตร เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

2. การลอกคราบ

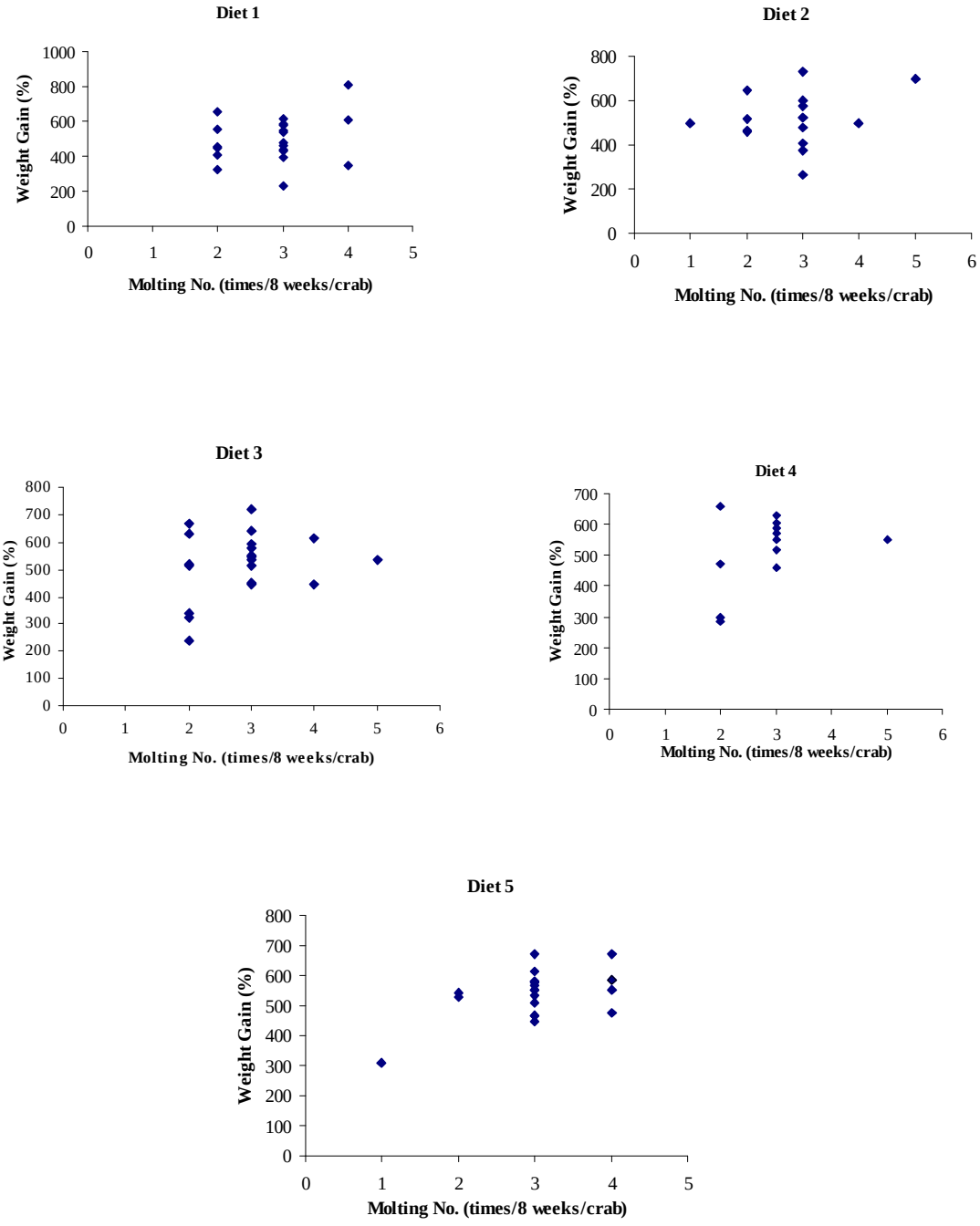
ผลการลอกคราบได้แบ่งออกเป็น จำนวนครั้งของการลอกคราบรวม 8 สัปดาห์เฉลี่ยต่อปูแต่ละชุดการทดลองหรือสูตรอาหาร (ครั้ง/ตัว/ 8 สัปดาห์) จำนวนครั้งการลอกคราบรวม 8 สัปดาห์ของปูทั้ง 20 ตัว ในแต่ละสูตรอาหาร (จำนวนครั้งเป็นพิสัย/ตัว/ 8 สัปดาห์) จำนวนครั้งการลอกคราบต่อสัปดาห์เฉลี่ยต่อปูแต่ละชุดการทดลอง (ครั้ง/ตัว/สัปดาห์) พบว่าความถี่ในการลอกคราบรวมเฉลี่ยต่อตัวตลอด 8 สัปดาห์ของปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่สูตรที่ 5 มีค่าการลอกคราบรวม 8 สัปดาห์ 3.0 ครั้ง/ตัว/ 8 สัปดาห์ สูงกว่าสูตรอื่น ๆ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) สูตรที่ 2 2.70 ครั้ง/ตัว/ 8 สัปดาห์ สูตรที่ 3 2.50 ครั้ง/ตัว/ 8 สัปดาห์ โดยทั้ง 2 สูตรนี้จะมีค่าความถี่ในการลอกคราบน้อยเนื่องจากมีการตายของปูระหว่างการทดลอง ปูทุกสูตรอาหารจะมีการลอกคราบมากที่สุดในสัปดาห์แรกของการทดลอง จากนั้นจะเว้นช่วงการลอกคราบโดยชุดการทดลองที่ลอกคราบมากจะมีการลอกคราบลดลงในสัปดาห์ต่อไป

จำนวนครั้งของการลอกคราบของปูที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 1-4 มีค่าอยู่ระหว่าง 2-3 ครั้งเป็นส่วนมาก ส่วนสูตรที่ 5 มีการลอกคราบ 3-4 ครั้ง จำนวนครั้งการลอกคราบจริงของปูทุกตัว(ซ้ำ) ตลอดช่วงการทดลองมีแนวโน้มไม่สัมพันธ์กับการเจริญเติบโตในทุกด้าน (ภาพที่ 10, 11 และ 12) แต่เมื่อพิจารณาเป็นค่าเฉลี่ยต่อสูตรอาหารมีแนวโน้มว่าอาหารสูตรที่ 5 มีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสอดคล้องกับจำนวนครั้งการลอกคราบเฉลี่ยของปูใน 8 สัปดาห์มากกว่าสูตรอื่น ๆ (ภาพที่ 13)

3. ผลของปริมาณวิตามินรวมในอาหารต่อองค์ประกอบทางเคมีของปูม้า

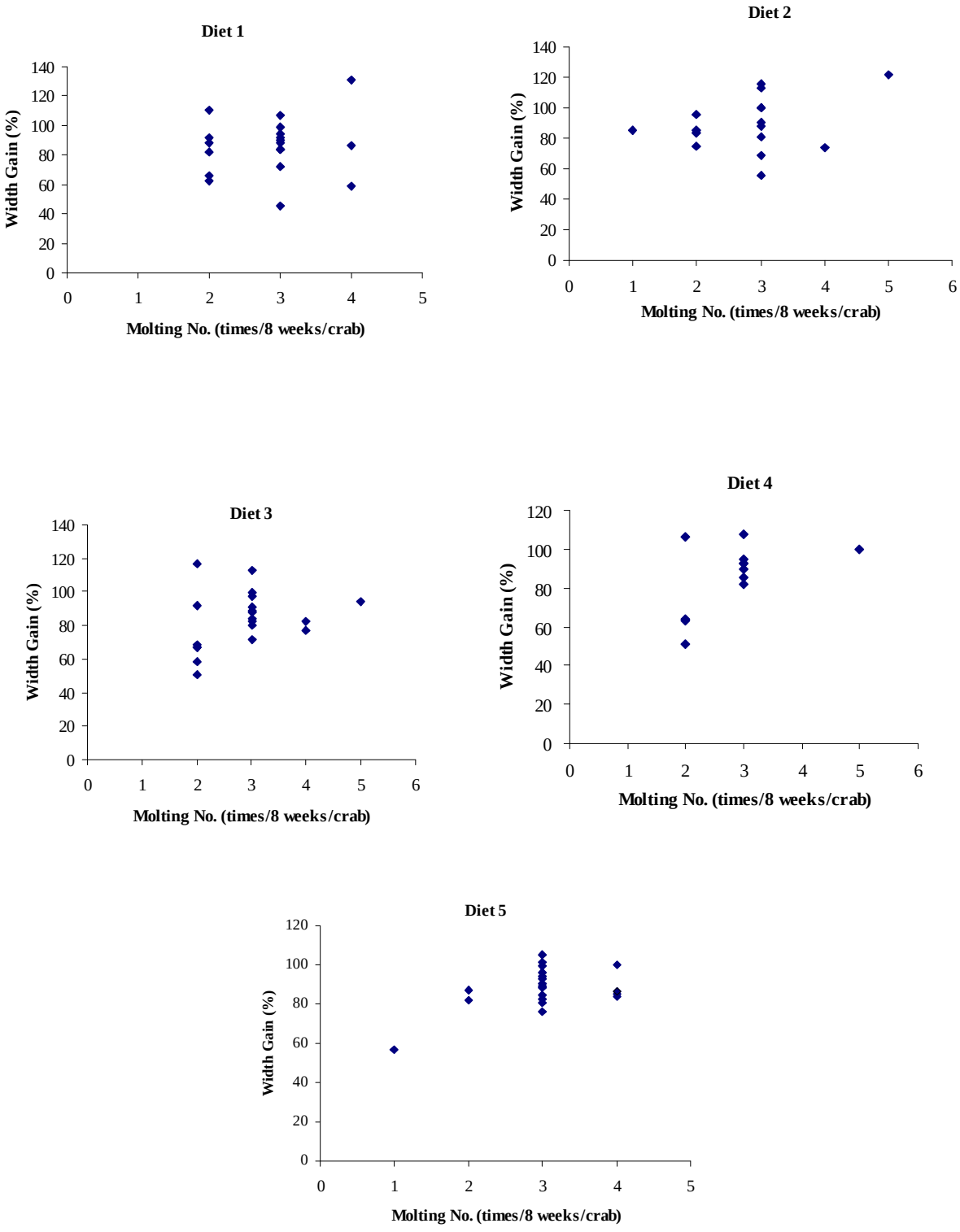
การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปูม้าจากแต่ละชุดการทดลองเมื่อสิ้นสุดการทดลองประกอบด้วยข้อมูลด้านโปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรตคิดจากน้ำหนักแห้ง และองค์ประกอบอื่น ๆ ดังแสดงในตารางที่ 3 ปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 5 สูตร มีการสะสมของโปรตีนค่อนข้างสูงคือ 37.17-40.83% ค่าคาร์โบไฮเดรต 21.61-24.22% และไม่สัมพันธ์กับระดับวิตามินในอาหารแต่มีค่าไขมันและเยื่อใยในปริมาณที่น้อยคือ 1.12-2.41% และ 6.03-6.88% ตามลำดับ สูตร 2 มีไขมันและพลังงานรวม (GE) ต่ำสุดคือ 1.12% และ 204.48 กิโลคาลอรี่/ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com



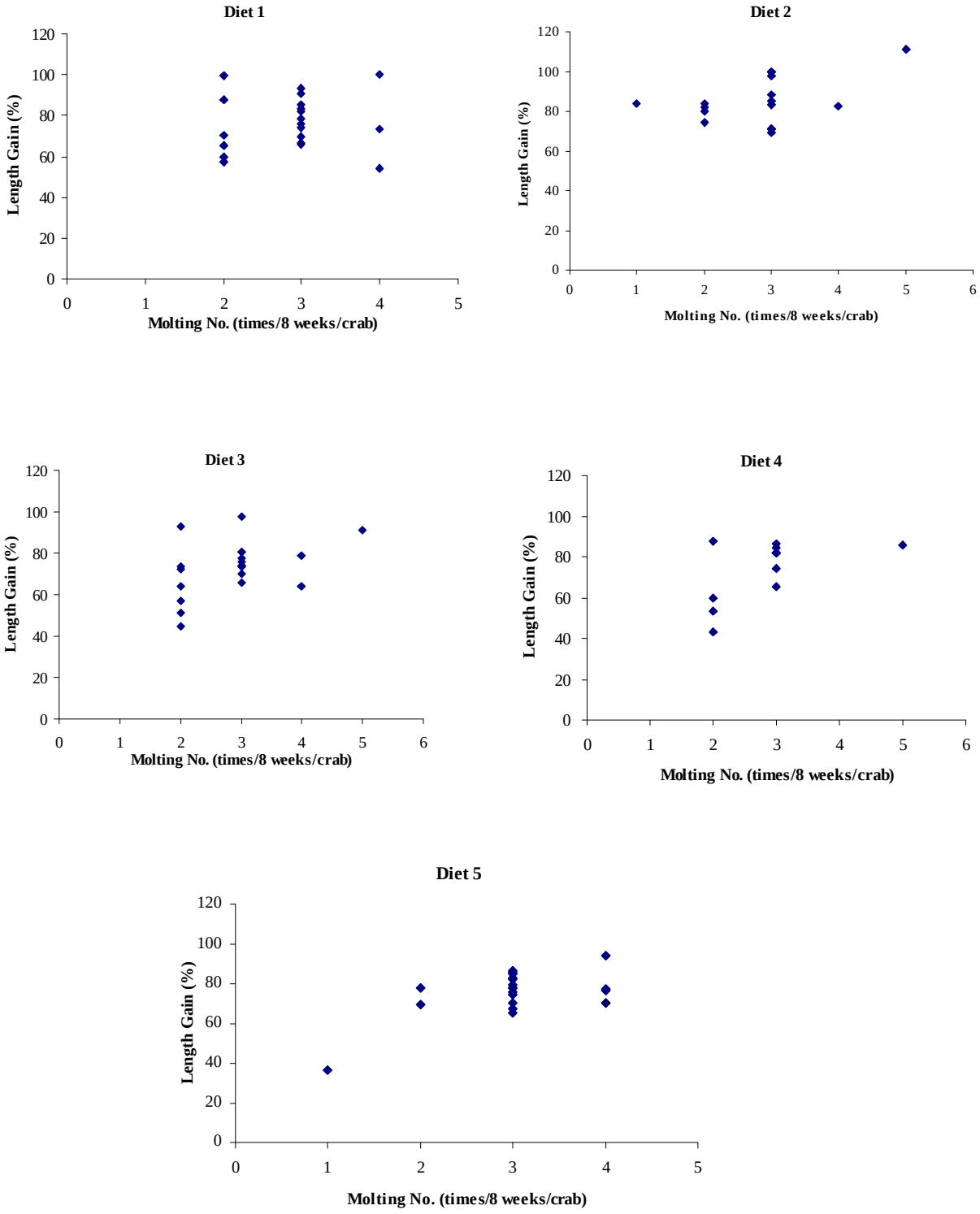
ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนการลอกคราบรวมตลอด 8 สัปดาห์ (จำนวนครั้ง/ตัว/ 8 สัปดาห์) กับการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (%) ของปูม้า *(P. pelagicus)* ที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับวิตามินรวมต่าง ๆ กัน 5 สูตร เป็นเวลา 8 สัปดาห์

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com



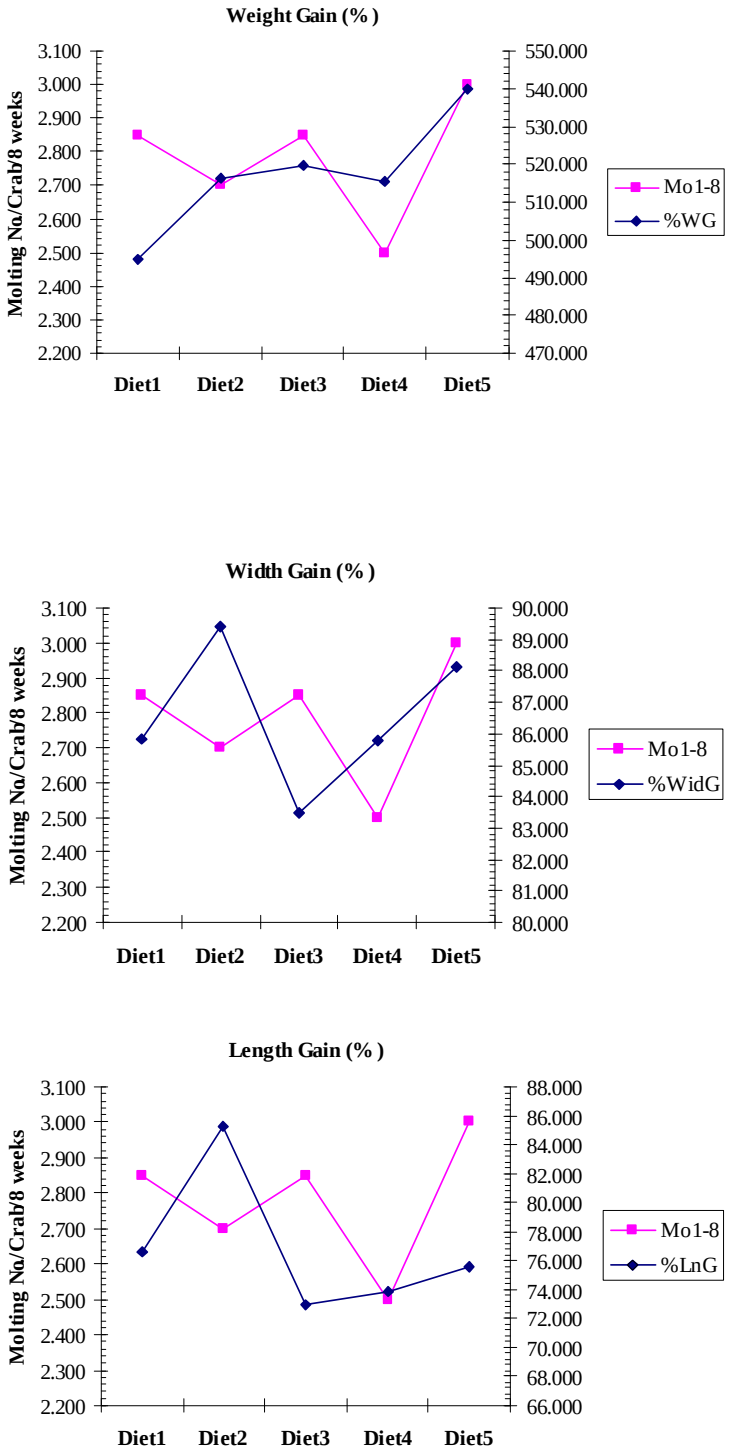
ภาพที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนการลอกคราบรวมตลอด 8 สัปดาห์ (จำนวนครั้ง/ตัว/ 8 สัปดาห์) กับการเจริญเติบโตด้านความกว้างกระดองที่เพิ่มขึ้น (%) ของปูม้า *(P. pelagicus)* ที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับวิตามินรวมต่าง ๆ กัน 5 สูตร เป็นเวลา 8 สัปดาห์

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com



ภาพที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนการลอกคราบรวมตลอด 8 สัปดาห์ (จำนวนครั้ง/ตัว/ 8 สัปดาห์) กับการเจริญเติบโตด้านความยาวกระดองที่เพิ่มขึ้น (%) ของปูม้า *(P. pelagicus)* ที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับวิตามินรวมต่าง ๆ กัน 5 สูตร เป็นเวลา 8 สัปดาห์

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com



ภาพที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนการลอกคราบรวมตลอด 8 สัปดาห์เฉลี่ยต่อตัว (จำนวนครั้ง/ตัว/ 8 สัปดาห์) กับการเจริญเติบโตด้านต่าง ๆ ของปูม้า *(P. pelagicus)* ที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับวิตามินรวมต่าง ๆ กัน 5 สูตร เป็นเวลา 8 สัปดาห์

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

สำหรับการศึกษานี้เมื่อใช้อาหารทดลองซึ่งมีองค์ประกอบของวิตามินรวมตามความต้องการของกุ้ง (Conklin, 1997)นำมาผสมในอาหารที่ระดับ 0-2% พบความแตกต่างของการเจริญเติบโตของลูกปูม้าในสัปดาห์ที่ 7 โดยสูตรที่ไม่เสริมวิตามินมีการเจริญเติบโตต่ำสุด แต่ในสัปดาห์ที่ 8 กลับไม่พบความแตกต่าง นั้นเนื่องจากปูในสูตรที่ 1 ซึ่งไม่เสริมวิตามินรวมมีการลอกคราบทำให้การเจริญเติบโตโดยรวมดีขึ้นและเทียบเท่ากับสูตรอื่น ๆ ทั้งนี้ขนาดของปูมีความผันแปรมากขึ้นกับการลอกคราบ ถึงแม้ขนาดเริ่มต้นจะเท่ากัน แต่ปูแต่ละตัวมีแนวโน้มของการลอกคราบไม่พร้อมกันและปูม้านั้นสามารถลอกคราบได้ตลอดชีวิต เมื่อปูผ่านการลอกคราบจะมีขนาดที่โตขึ้น การใช้วิธีวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Non-parametrics ในข้อมูลที่มีความผันแปรภายในชุดการทดลองมากก็ไม่พบความแตกต่างของการเจริญเติบโตระหว่างสูตรอาหารเมื่อสิ้นสุดการทดลองเช่นกัน ซึ่งความผันแปรด้านการเจริญเติบโตและการลอกคราบนั้นอาจเป็นลักษณะเฉพาะของปูม้า และแม้ว่าจะไม่พบความแตกต่างของการเจริญเติบโตในสัปดาห์ที่ 8 แต่จากผลการเจริญเติบโตในสัปดาห์ที่ 7 พบว่ามีความจำเป็นที่จะต้องเสริมวิตามินรวมในอาหารเพื่อป้องกันการขาดวิตามินของปูม้า โดยการศึกษาความต้องการวิตามินนั้นต้องคำนึงถึงวัสดุอาหารที่นำมาใช้ซึ่งอาจมีวิตามินเป็นองค์ประกอบอยู่แล้วหรือการสูญเสียวิตามินจากกระบวนการผลิตอาหารหรือเมื่ออยู่ในน้ำ

ความต้องการวิตามินอาจแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของสัตว์น้ำ ในสัตว์บางชนิด เช่น ปลาดุก (Channel catfish) พบว่าสามารถลดหรือไม่เติมวิตามินในอาหารได้โดยไม่ทำให้การเจริญเติบโตของปลาดุกลดลง แต่ในทางปฏิบัติแล้วการผลิตอาหารสัตว์น้ำโดยทั่วไปจะเติมวิตามินเกินกว่าระดับที่สัตว์น้ำต้องการได้โดยไม่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำเพื่อป้องกันการสูญเสียวิตามินทั้งจากการสูญสลายระหว่างกระบวนการผลิตอาหาร (Sealey and Hardy, 2005) หรือเมื่ออยู่ในน้ำโดยเฉพาะในสัตว์ที่กินอาหารช้า เช่น ปู ข้อมูลจากการศึกษาในกุ้งนั้นจะพบความแตกต่างด้านการเจริญเติบโตระหว่างการเสริมและไม่เสริมวิตามินในอาหาร จากการศึกษาในกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) ระยะวัยรุ่น (juvenile) ซึ่งเป็นสัตว์กลุ่มครัสตาเซียนเช่นเดียวกับปูนั้นพบว่าวิตามินมีผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง โดยกุ้งที่ไม่เสริมวิตามินรวมในอาหารเป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์ มีการเจริญเติบโตต่ำสุดเมื่อเทียบกับกุ้งที่ได้รับวิตามินเสริมในอาหารที่ระดับ 3% (Catacutan and De La Cruz, 1989) และในกุ้งก้ามกราม (*Penaeus merguiensis*) พบว่ากุ้งที่เสริมวิตามินในอาหารที่ระดับ 3.5% เป็นเวลา 7 สัปดาห์ มีการเจริญเติบโตดีกว่ากุ้งที่ไม่ได้รับวิตามินเสริม และการเพิ่มปริมาณวิตามินในอาหารมากกว่านี้ไม่มีผลทำให้กุ้งมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น แสดงว่าสัตว์มีความต้องการวิตามินเพื่อการเจริญเติบโตแต่ต้องการในปริมาณน้อย (Sedgwick, 1980)

นอกจากนี้ปูม้าอาจต้องการวิตามินรวมเพื่อช่วยเสริมการทำงานของร่างกายในด้านอื่น เช่น การลอกคราบหรืออัตรารอดตาย โดยมีแนวโน้มว่าวิตามินรวมมีส่วนทำให้ปูมีการลอกคราบได้พร้อมกันหรือมีความผันแปรของการลอกคราบน้อย โดยสูตรที่ 5 มีจำนวนการลอกคราบรวมมากที่สุดและมีการพร้อมกัน

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

(synchronize) มากที่สุดคืออยู่ระหว่าง 3-4 เป็นส่วนมากและมีอัตรารอดตาย 100% โดยวิตามินรวมในอาหารไม่มีผลต่อค่าองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อปูม้ารวมเปลือก

จากผลการทดลองนี้ระดับวิตามินรวมที่ผสมในอาหารปูม้า 2% ให้ผลดีที่สุด อย่างไรก็ตามระดับวิตามินรวมในการศึกษานี้อาจมีปริมาณน้อย จึงควรมีการศึกษาในระดับวิตามินที่สูงกว่านี้เพื่อให้ทราบถึงความต้องการที่แท้จริงเพื่อการเจริญเติบโต นอกจากนี้วิตามินอาจมีผลช่วยในการลอกคราบ และสารอาหารอื่นอาจมีผลช่วยเสริมให้การเจริญเติบโตของปูดีขึ้น ซึ่งต้องมีการศึกษาต่อไป

เอกสารอ้างอิง

Anderson, A., Mather, P. and Richardson, N. 2004. Nutrition of the Mud Crab, *Scylla serrata* (Forskal).*In:* Allan, G and Fielder, D. (editors). Mud crab aquaculture and Southeast Asia. ACIAR Working Paper No. 54., 57-60 p.

AOAC.1984. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 14th ed. Association of Official Analytical Chemists Inc., Arlington, VA, 1141 pp.

Catacutan, M.R. and De La Cruz, M. 1989. Growth and Mid-Gut Cells Profile of Penaeus monodon juveniles fed water-soluble-vitamin deficient diets.

Conklin, E. D., 1997. Vitamins. *In:* L. A. D'Abramo, D.E. Conklin and D.M. Akiyama (editors). Crustacean Nutrition. Advances in World Aquaculture Volume 6. World Aquaculture Society 1997, 123-149 p.

Davis, D.A. and Lawrence, A.L. 1979. *In*: L.A. D'Abramo, D.E. Conklin and D.M.Akiyama (editors). Crustacean Nutrition. Advances in World Aquaculture Volume 6, World Aquaculture Society 1997, 150-163 p.

Mann, D. and Paterson, B. 2004. Status of Grow-Out Feeds and Feeding Practice in Queensland. *In:* Allan, G and Fielder, D. (editors). Mud crab aquaculture and Southeast Asia. ACIAR Working Paper No. 54., 61-62 p.

NRC, 1983. Nutrient Requirements of Warmwater Fishes and Shellfishes. National Academy Press, Washington, D.C. 38 p.

Sealey, W. M. and Hardy, R.W. 2005. Vitamins-Varied factors affect health, disease resistance effects in fish. Global aquaculture advocate. Vol. 8, Issue 3. 86-87 p.

Sedgwick, R.W. 1980. The requirements of *Penaeus merguiensis* for vitamin and mineral supplements in diets based on freeze-dried *Mytilus edulis* meal. Aquaculture, 19. pp. 127-137.

Sokal R. and Rohlf, F. 1981. Biometry. 2nd Ed., Freeman and Co. 859p.

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย "การผลิตพันธุ์และการเลี้ยงปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) เชิงพาณิชย์" ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com