



250406



ผลของเมลามีนต่อการเจริญเติบโต ระดับภูมิคุ้มกัน ค่าโลหิตวิทยา

และพยาธิสภาพในปลาคูกลูกผสม

EFFECTS OF MELAMINE ON GROWTH, IMMUNITY, BLOOD INDICES

AND HISTOPATHOLOGY OF HYBRID CATFISH,

CLARIA MACROCEPHALUS X C. GARIEPINUS

นางสาวปาริฉัตร กุณแก้ว

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

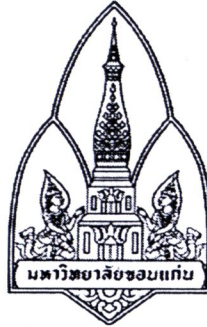
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2553

๐๐๐๒๕๔๗๘๓



250406



ผลของเมลามีนต่อการเจริญเติบโต ระดับภูมิคุ้มกัน ค่าโลหิตวิทยา
และพยาธิสภาพในปลาอุกผสม

EFFECTS OF MELAMINE ON GROWTH, IMMUNITY, BLOOD INDICES
AND HISTOPATHOLOGY OF HYBRID CATFISH,
CLARIA MACROCEPHALUS X C. GARIEPINUS



นางสาวปาริฉัตร กุบแก้ว

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. ๒๕๕๓

ผลของเมลามีนต่อการเจริญเติบโต ระดับภูมิคุ้มกัน ค่าโลหิตวิทยา
และพยาธิสภาพในปลาดุกอุกผสม

นางสาวปาริฉัตร กุบแก้ว

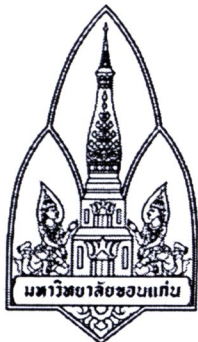
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสัตวแพทย์สาธารณสุข
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2553

**EFFECTS OF MELAMINE ON GROWTH, IMMUNITY, BLOOD INDICES
AND HISTOPATHOLOGY OF HYBRID CATFISH,
CLARIA MACROCEPHALUS X C. GARIEPINUS**

MISS PARICHAT KUBKAEW

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN VETERINARY PUBLIC HEALTH GRADUATE
SCHOOL KHON KAEN UNIVERSITY**

2010



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

หลักสูตร

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวแพทย์สาธารณสุข

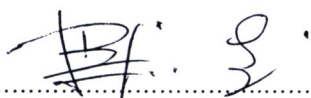
ชื่อวิทยานิพนธ์: ผลของเมลามีนต่อการเจริญเติบโต ระดับภูมิคุ้มกัน ค่าโลหิตวิทยา
และพยาธิสภาพในปลาอุกลูกผสม

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์: นางสาวปาริฉัตร กุบแก้ว

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์:

อ.ดร. ไพรรณ โปธาเจริญ	ประธานกรรมการ
รศ. ดร. บัณฑิตย์ เต็งเจริญกุล	กรรมการ
รศ. ดร. คมกริช พิมพ์ภักดี	กรรมการ
ผศ. ดร. พีระพล สุขอ้วน	กรรมการ
อ.ดร. ปิยวัฒน์ สายพันธุ์	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์:



..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิตย์ เต็งเจริญกุล)



..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(รองศาสตราจารย์ ดร. คมกริช พิมพ์ภักดี)



..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พีระพล สุขอ้วน)



(รองศาสตราจารย์ ดร. ลำปาง แม่นมัตย์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



(รองศาสตราจารย์ ดร. สุณิรัตน์ เอี่ยมละมัย)

คณบดีคณะสัตวแพทยศาสตร์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ปาริฉัตร กุบแก้ว. 2553. ผลของเมลามีนต่อการเจริญเติบโต ระดับภูมิคุ้มกัน ค่าโลหิตวิทยาและ
พยาธิสภาพในปลาดุกลูกผสม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสัตวแพทย์สาธารณสุข บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: รศ. ดร. บัณฑิตย์ เต็งเจริญกุล, รศ. ดร. कमกริช พิมพ์ภักดิ์,
ผศ. ดร. พิระพล สุขอ้วน

บทคัดย่อ

250406

การศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาผลกระทบของสารเมลามีนต่อการเจริญเติบโต ระดับภูมิคุ้มกัน
ค่าโลหิตวิทยา และพยาธิสภาพ เมื่อปลาดุกลูกผสมได้รับอาหารปนเปื้อนสารเมลามีน ทำการ
ทดลองโดยผสมสารเมลามีนในอาหารที่ความเข้มข้น 0, 1, 2, 4, 8 และ 16 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนัก
อาหารแก่ปลาดุกลูกผสม น้ำหนักเฉลี่ย 50 กรัมเป็นเวลา 8 สัปดาห์ เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการ
บันทึกและวิเคราะห์ข้อมูล ด้านการเจริญเติบโต ระดับแอนติบอดีไคเตอร์ต่อเชื้อ *Aeromonas*
hydrophila ค่าโลหิตวิทยา พยาธิสภาพเนื้อเยื่อไต ตับและม้ามของปลาดุกลูกผสม จากการศึกษา
พบว่าเมลามีนส่งผลให้การเจริญเติบโตเฉลี่ย ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ค่าแอนติบอดีไคเตอร์
และสัดส่วนโซเดียมต่อโพแทสเซียมของปลาดุกลดลง เมื่อได้รับอาหารที่ปนเปื้อนเมลามีนในความ
เข้มข้นที่สูงขึ้น โดยเฉพาะความเข้มข้นตั้งแต่ 4 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ส่วนจำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาว
ระดับความเข้มข้นของยูเรียในโตรเจน ครีเอทีนินและเอนไซม์แอสพาเตสอะมิโนทรานสเฟอเรส
เพิ่มขึ้น เมื่อได้รับอาหารปนเปื้อนเมลามีนในความเข้มข้นที่สูงขึ้น กลุ่มที่ได้รับเมลามีนเข้มข้น 16
เปอร์เซ็นต์มีค่าเฉลี่ยสูงสุด และแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับเมลามีนความเข้มข้น 2, 4 และ 8
เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) นอกจากนี้เมลามีนทำให้ตับ ไตและม้ามเกิดพยาธิสภาพ
โดยพบผลึกเมลามีนลักษณะกลมสีเขียวน้ำตาลกระจายในทุกเนื้อเยื่อจึงสรุปได้ว่าเมลามีนปนเปื้อน
ในอาหาร โดยเฉพาะที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 4 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป มีผลต่อการเจริญเติบโต ระดับ
ภูมิคุ้มกัน ค่าโลหิตวิทยา รวมทั้งก่อให้เกิดพยาธิสภาพในตับ ไต และม้ามของปลาดุกลูกผสม

Parichat Kubkaew. 2010. **Effects of melamine on growth, immunity, blood indices and**

histopathology of the hybrid catfish, *Clarius macrocephalus* x *C. gariepinus*

Master of science in Veterinary Public Health , Graduate School, Khon Kaen University.

Thesis Advisors: Assoc. Prof Dr. Bundit Tengjaroenkul, Assoc. Prof Dr. Komkrich Pimpukdee,
Asst. Prof Dr. Peerapol Sukon

ABSTRACT

250406

The aim of this study was to investigate the effects of melamine on growth, immunity, blood indices and histopathology in the hybrid catfish, *Clarius macrocephalus* x *C. gariepinus*. Juvenile hybrid catfish weighed about 50 g were fed with diets containing melamine at 0, 1, 2, 4, 8 and 16 % (w/w) for 8 weeks. At the end of experiment, body weight, antibody titer against *Aeromonas hydrophila*, blood indices and histopathology of the catfish were collected and analyzed. The result of this study show melamine was able to decrease growth performance, hematocrit, antibody titer and ratio of sodium and potassium, particularly in fish group fed on melamine at 4% (w/w) and higher. Furthermore, the melamine contaminated diet affect the increment of white blood cell count, blood urea nitrogen, creatinine and aspartate amino transferase. Among fish groups, 16% (w/w) melamine fed fish had the greatest value with significant difference from the other group. Histopathologically, cellular lesions were found in liver, kidney and spleen of the melamine fed fish. Round green-brown melamine crystals deposited in all of the collected tissues. In Conclusion, melamine in the diet at 4% (w/w) and higher likely demonstrates negative effect on growth, blood indices, antibody titer and histopathological lesions of the hybrid catfish.

งานวิทยานิพนธ์นี้ขอมอบส่วนดีให้บุพการีและคณาจารย์

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์เป็นอย่างดี เพราะได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิตย์ เต็งเจริญกุล และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รองรองศาสตราจารย์ ดร.คมกริช พิมพ์ภักดี และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิระพล สุขอ้วน ที่ได้ให้คำแนะนำในทุกขั้นตอนที่ทำการศึกษารายวิชาวิทยานิพนธ์ การวางแผนการศึกษาทั้งหลักสูตร การออกแบบการทดลอง กระบวนการศึกษาทดลองเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ สนับสนุนและเปิดโอกาสให้ได้รับทุนในการศึกษาการวิจัยและการนำเสนอผลงานตลอดจนการเขียนรายงานทางวิชาการเพื่อนำเสนอผลงานวิจัย การตรวจสอบ แก้ไข ขอบกพร่องต่างๆ ของงานทุกอย่าง รวมทั้งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิระพล สุขอ้วน คุณสุรพงษ์ ไยะราช คุณชมพูนุท ม่วงลาย และเจ้าหน้าที่ทุกท่านในภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สารเคมี อุปกรณ์ในการเตรียมเนื้อเยื่อ รวมทั้งช่วยเหลือในการเตรียมเนื้อเยื่อ เพื่อศึกษาทางพยาธิวิทยา

ขอกราบขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ให้ทุนสนับสนุนการศึกษาวิจัยนี้

ขอขอบคุณนักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นทุกท่านที่ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการศึกษาตลอดมา

สุดท้ายผลอันจะเป็นประโยชน์ ความดีความงามทั้งปวง ที่เกิดขึ้นจากการศึกษาวิทยานิพนธ์นี้ ขอมอบแด่บิดา-มารดาของข้าพเจ้าที่เคารพยิ่งและหากมีข้อบกพร่องด้วยประการใดๆ ผู้วิจัยขอน้อมรับไว้ด้วยความขอบคุณยิ่ง

ปาริฉัตร กุบแก้ว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
คำอุทิศ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฅ
รายการสัญลักษณ์และคำย่อ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
3. ขอบเขตงานวิจัย	3
4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
1. ชีววิทยาปลาอุก	4
2. สารเมลาทิน	5
3. การศึกษาค่าโลหิตวิทยา	13
4. ระบบภูมิคุ้มกันในสัตว์น้ำ	15
5. วัคซีน	17
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	27
1. การเตรียมตัวอย่างปลาที่ใช้ศึกษาและการเลี้ยง	27
2. การเตรียมอาหาร	27
3. การเตรียมวัคซีนและแอนติเจน	28
4. การให้วัคซีนปลา	28
5. การเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ	28
6. การวัดการเจริญเติบโต	29

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
7. การทดสอบวัดระดับของภูมิคุ้มกัน	29
8. การศึกษาเกี่ยวกับค่าโลหิตวิทยา	31
9. การศึกษาทางพยาธิวิทยา	33
10. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	34
บทที่ 4 ผลการวิจัย	35
1. ผลของเมลามีนปนเปื้อนในอาหารต่อการเจริญเติบโต	35
2. ผลของเมลามีนปนเปื้อนในอาหารต่อการสร้างแอนติบอดี	36
3. ผลของเมลามีนปนเปื้อนในอาหารต่อค่าโลหิตวิทยา	37
4. ผลของเมลามีนปนเปื้อนในอาหารต่อพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อ	42
บทที่ 5 วิจัยผลการทดลอง	51
1. ผลของเมลามีนต่อการเจริญเติบโต	51
2. ผลของเมลามีนต่อการสร้างแอนติบอดี	51
3. ผลของเมลามีนต่อค่าโลหิตวิทยาและค่าเคมีในเลือด	52
4. ผลของเมลามีนต่อพยาธิสภาพเนื้อเยื่อ	53
บทที่ 6 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	54
1. สรุปผล	54
2. ข้อเสนอแนะ	54
เอกสารอ้างอิง	55
ภาคผนวก	65
ภาคผนวก ก การเตรียมสารเคมี	66
ภาคผนวก ข กระบวนการทำสไลด์โดยกรรมวิธีพาราฟิน	71
ภาคผนวก ค ขั้นตอนและการเตรียมเนื้อเยื่อโดยใช้เครื่องมืออัตโนมัติ	75
ภาคผนวก ง วิธีการย้อมสี	77
ภาคผนวก จ สูตรอาหารที่ใช้ในการทดลอง	80
ภาคผนวก ฉ คำนีคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาในระยะของการวิจัย	83
ประวัติผู้เขียน	85

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงการแบ่งกลุ่มการทดลองของปลาคูกลูกผสม ในการวิจัยทั้งหมด 6 กลุ่มตามระดับของสารเมลามินที่ได้รับแตกต่างกัน	27
ตารางที่ 2 การเจริญเติบโตเฉลี่ยของปลาคูกลูกผสมที่ได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนเมลามินที่ระดับแตกต่างกัน	35
ตารางที่ 3 ค่าแอนติบอดีไคเตอร์ของปลาคูกลูกผสมแต่ละกลุ่มการทดลองหลังจากได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนเมลามินในระดับแตกต่างกันหลังจากได้รับวัคซีนครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2	36
ตารางที่ 4 ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (เปอร์เซ็นต์) เฉลี่ยของปลาคูกลูกผสมที่ได้รับอาหารมีการปนเปื้อนเมลามินที่ระดับแตกต่างกัน	37
ตารางที่ 5 ปริมาณเซลล์เม็ดเลือดขาว ($\times 10^6$ เซลล์/มิลลิลิตร) เฉลี่ยของปลาคูกลูกผสมที่ได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนเมลามินที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน	38
ตารางที่ 6 ระดับยูเรียใน ไตของปลาคูกลูกผสมที่ได้รับอาหารปนเปื้อนเมลามินที่ระดับแตกต่างกัน	39
ตารางที่ 7 ระดับของครีเอตินีนของปลาคูกลูกผสมที่ได้รับอาหารมีการปนเปื้อนเมลามินที่ระดับแตกต่างกัน	40
ตารางที่ 8 ระดับของเอนไซม์แอสพาเทตอะมิโนทรานสเฟอเรสของปลาคูกลูกผสมที่ได้รับอาหารมีการปนเปื้อนเมลามินที่ระดับแตกต่างกัน	41
ตารางที่ 9 สัดส่วนของโซเดียมต่อโพแทสเซียมของปลาคูกลูกผสมที่ได้รับอาหารมีการปนเปื้อนเมลามินที่ระดับแตกต่างกัน	42

สารบัญญภาพ

ภาพที่	รายละเอียด	หน้า
ภาพที่ 1	แสดงลักษณะโครงสร้างของเซลล์เนื้อเยื่อตับของปลาฉลามกลุ่มควบคุมการทดลอง ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา	45
ภาพที่ 2	แสดงลักษณะโครงสร้างของเซลล์เนื้อเยื่อตับของปลาฉลามกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนเมลามีนระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา	45
ภาพที่ 3	แสดงลักษณะโครงสร้างของเซลล์เนื้อเยื่อตับของปลาฉลามกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนเมลามีนระดับ 8 เปอร์เซ็นต์ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา	46
ภาพที่ 4	แสดงลักษณะโครงสร้างของเซลล์เนื้อเยื่อตับของปลาฉลามกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนเมลามีนระดับ 16 เปอร์เซ็นต์ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา	46
ภาพที่ 5	แสดงลักษณะโครงสร้างของเซลล์เนื้อเยื่อไตของปลาฉลามกลุ่มควบคุมการทดลอง ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา	47
ภาพที่ 6	แสดงลักษณะโครงสร้างของเซลล์เนื้อเยื่อไตของปลาฉลามกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนเมลามีนระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา	47
ภาพที่ 7	แสดงลักษณะโครงสร้างของเซลล์เนื้อเยื่อไตของปลาฉลามกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนเมลามีนระดับ 8 เปอร์เซ็นต์ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา	48
ภาพที่ 8	แสดงลักษณะโครงสร้างของเซลล์เนื้อเยื่อไตของปลาฉลามกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนเมลามีนระดับ 16 เปอร์เซ็นต์ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา	48
ภาพที่ 9	แสดงลักษณะโครงสร้างของเซลล์เนื้อเยื่อม้ามของปลาฉลามกลุ่มควบคุมการทดลอง ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา	49
ภาพที่ 10	แสดงลักษณะโครงสร้างของเซลล์เนื้อเยื่อม้ามของปลาฉลามกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนเมลามีนระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา	49

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 11 แสดงลักษณะโครงสร้างของเซลล์เนื้อเยื่อ้ามของปลาฉลามกลุ่มที่ ได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนเมลามีนระดับ 8 เปอร์เซ็นต์ ภายใต้กล้อง จุลทรรศน์ธรรมดา	50
ภาพที่ 12 แสดงลักษณะโครงสร้างของเซลล์เนื้อเยื่อ้ามของปลาฉลามกลุ่มที่ ได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนเมลามีนระดับ 16 เปอร์เซ็นต์ ภายใต้กล้อง จุลทรรศน์ธรรมดา	50

รายการสัญลักษณ์และคำย่อ

AST	aspartate aminotransferase
BUN	blood urea nitrogen
BHIA	brain heart infusion agar
BHIB	brain heart infusion broth
CDC	Centers for Disease Control and Prevention
$C_3H_6N_6$	melamine
$C_3H_5N_5O$	ammeline
$C_3H_4N_4O_2$	mmelide
$C_3H_3N_3O_3$	cyanuric acid
C_{max}	maximum concentration of melamine in plasma
CMIR	cell mediated immune response
CO	corn oil
CRD	completely randomized design
DDGS	dry distillers grians with soluble
DHS	U.S. Department of Homeland Security
EFSA	European Food Safety Authority
ELISA	enzyme - linked immunosorbent assay
EPA	United States Environmental Protection Agency
FAO	Food and Agriculture Organization of The Uniteds Nation
FO	fish oil
g	gram
GC-MS	gas chromatography - mass spectrometry

รายการสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

H&E	hematoxylene & eosin stain
HIR	humoral immune response
HPLC	high performance liquid chromatography
IARC	International Agency for Research on Cancer
IM	intramuscular injection
IP	intraperitoneal injection
K ⁺	potassium ion
kg	kilogram
LC-MS/MS	liquid chromatography-mass spectrometry/ mass spectrometry
l/h/Kg	liter per hour per kilogram
LD ₅₀	lethal dose 50
MF	melamineformaldehyde resin
mg/kg	milligram per kilogram
MUF	melamineureaformaldehyde resin
Na ⁺	sodium ion
NaCl	sodium Chloride
NPN	non - protein nitrogen compound
NOAEL	no – observed – adverse – effect - level
O	olein
PCV	packed cells volume

รายการสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

ppm	part per million
PUFA	polyunsaturated fatty acids
SA	stearic acid
SER	surface enhance raman spectroscopy
TDI	tolerable daily intake dose
UF	polyureaformaldehyde resin
USDA	United States Department of Agriculture
US-FDA	The United States Food and Drug Administration
USRR	Union of Soviet Socialist Republics
w/w	weight by weight
WHO	World Health Organization