

ใบรับรองปัญหาพิเศษ  
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้นมลูกวัววัยอ่อนเลี้ยงไรแดง

Possibility study on Moina macrocopa by moo milk

ชื่อนักศึกษา นางสาวนิตา ทองกล

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา.....

  
(อาจารย์รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์)

ภาควิชารับรองแล้ว

  
.....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชาย หวังวิบูลย์กิจ)

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่ 24 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้นมลูกวัววัยอ่อนเลี้ยงไรแดง

Possibility study on Moina macrocopa by moo milk



T099336



โดย

นางสาวนิตา ทองกล

รพ.  
ว169ศ  
2545

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน 99336  
วัน,เดือน,ปี 16 11 2545

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรุงเทพมหานคร 10520

พ.ศ. 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

### เรื่อง

### ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้นมลูกวัววัยอ่อนเลี้ยงไรแดง

### Possibility study on *Moina macrocopa* by moo milk

การศึกษความเป็นไปได้ในการใช้นมวัวเลี้ยงไรแดงทำได้โดย ทำการทดลองแบบแฟคทอเรียล ในสุ่มสมบูรณ์ ขนาด 3×3 โดยมีปัจจัยที่ 1 คือ ระดับความเข้มข้นของ moo milk ที่ใช้ในการเลี้ยงคือ 5, 10 และ 20 ppt ปัจจัยที่ 2 คือ ระยะเวลาการพักอาหารในน้ำมี 3 ระดับ คือ 0, 2 และ 4 วัน ดำเนินการทดลองตามแผนการทดลอง นำไรแดงมาเลี้ยงโดยแต่ละถังไรแดง 300 ตัว ต่อน้ำ 1 ลิตร ทำการทดลองปัจจัยละ 3 ซ้ำ มีการให้ออกซิเจนระหว่างการเลี้ยง เลี้ยงไรแดงเป็นระยะเวลา 7 วัน โดยเก็บข้อมูลทุก ๆ วัน ผลของจำนวนไรแดงที่นับได้ในแต่ละวันที่ความเข้มข้น และระยะเวลาการหมักนมต่าง ๆ กันพบว่าที่ระดับความเข้มข้นที่ใช้นม 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตรมีจำนวนมากกว่าความเข้มข้นที่ 10 และ 20 และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนอกจากนี้ระยะเวลาในการหมักนมมีผลทำให้มีจำนวนไรแดงที่นับได้แตกต่างกันด้วยคือ ระยะที่หมักนมทิ้งไว้ 4 วันก่อนที่จะนำไรแดงมาเลี้ยงจะมีจำนวนไรแดงที่นับได้มากกว่าที่หมักทิ้งไว้ 2 วัน และที่ไม่ได้ทำการหมักนมทิ้งไว้เลย ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ตามตารางที่ 4 และหลังจากการเลี้ยงพบว่าจำนวนไรแดงจะมีจำนวนเพิ่มมากที่สุดที่ช่วงการเลี้ยงอยู่ที่วันที่ 2 – 3 หลังจากการปล่อยไรแดงในวันแรก และหลังจากนั้นจำนวนไรแดงที่นับได้จะมีจำนวนลดลงตามลำดับ ความเป็นไปได้ในการที่จะนำเอานมมาเลี้ยงไรแดง โดยมีการเปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นที่ต่างกัน รวมถึงระยะเวลาในการหมักนมที่ต่างกัน ก่อนที่จะนำไรแดงไปเลี้ยงสามารถทำให้ไรแดงเพิ่มจำนวนขึ้นได้แต่ยังไม่มีการปรับปรุงให้ได้ผลผลิตได้เท่า หรือมากกว่าการเลี้ยงด้วยคลอเรลลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนิยม

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาของ อาจารย์รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ และอาจารย์ในภาควิชาทุกท่านซึ่งให้คำแนะนำและคำปรึกษาที่มีประโยชน์อย่างยิ่งตลอดเวลาการทำปัญหาพิเศษ จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ นอกจากนี้ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการเตรียมสารเคมีและอุปกรณ์ในการทำปัญหาพิเศษ ขอขอบคุณคุณสุรเดช ทองจันทร์ ที่ช่วยอนุเคราะห์คอมพิวเตอร์ในการทำรูปเล่มและบรรดาคู่มือที่ทุก ๆ คนที่คอยลุ้นและเอาใจช่วย ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่ช่วยกันถามถึงความคืบหน้าของปัญหาพิเศษ ขอขอบพระคุณผู้ให้การสนับสนุนในด้านเงินทุนนั้นคือ คุณพ่อและคุณแม่ ที่ทำให้งานครั้งนี้สำเร็จลงด้วยดีพร้อมกับความใส่ใจของผู้ให้การสนับสนุนและให้แรงผลักดันทุกท่าน

นางสาว นิดา ทองกล

17 เมษายน 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	i
สารบัญตาราง	ii
สารบัญภาพ	iii
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	9
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล	13
สรุปและข้อเสนอแนะ	20
เอกสารอ้างอิง	21
ภาคผนวก	23



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	องค์ประกอบเคมีของน้ำมันที่สกัดได้จากวัตถุดิบต่าง ๆ	5
2	แร่ธาตุที่สำคัญและปริมาณที่พบในน้ำมัน	7
3	เปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของน้ำมันเหลืองกับน้ำมันปกติ	8
4	ผลการวิเคราะห์จำนวนไรแดงเฉลี่ยที่ความเข้มข้นของนมและระยะเวลาการหมักต่าง ๆ กัน ภายในเวลาการเลี้ยง 7 วัน	14



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	วงจรชีวิตของไรแดง	3
2	แผนการทดลอง	11
3	เปรียบเทียบจำนวนเฉลี่ยของไรแดงที่ระดับความเข้มข้นของนมและ ระยะเวลาหมักต่าง ๆ กันของการเลี้ยงในวันที่ 1	15
4	เปรียบเทียบจำนวนเฉลี่ยของไรแดงที่ระดับความเข้มข้นของนมและ ระยะเวลาหมักต่าง ๆ กันของการเลี้ยงในวันที่ 2	15
5	เปรียบเทียบจำนวนเฉลี่ยของไรแดงที่ระดับความเข้มข้นของนมและ ระยะเวลาหมักต่าง ๆ กันของการเลี้ยงในวันที่ 3	16
6	เปรียบเทียบจำนวนเฉลี่ยของไรแดงที่ระดับความเข้มข้นของนมและ ระยะเวลาหมักต่าง ๆ กันของการเลี้ยงในวันที่ 4	16
7	เปรียบเทียบจำนวนเฉลี่ยของไรแดงที่ระดับความเข้มข้นของนมและ ระยะเวลาหมักต่าง ๆ กันของการเลี้ยงในวันที่ 5	17
8	เปรียบเทียบจำนวนเฉลี่ยของไรแดงที่ระดับความเข้มข้นของนมและ ระยะเวลาหมักต่าง ๆ กันของการเลี้ยงในวันที่ 6	17
9	เปรียบเทียบจำนวนเฉลี่ยของไรแดงที่ระดับความเข้มข้นของนมและ ระยะเวลาหมักต่าง ๆ กันของการเลี้ยงในวันที่ 7	18
10	เปรียบเทียบแนวโน้มของจำนวนไรแดงที่ได้จากผลที่เลี้ยง ในความเข้มข้นและระยะเวลาหมักต่าง ๆ กัน	19
11	เปรียบเทียบค่าของอุณหภูมิ ที่เปลี่ยนแปลงในระยะ 7 วัน	20
12	เปรียบเทียบค่า pH ที่เปลี่ยนแปลงในระยะ 7 วัน	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนำ

ในการอนุบาลลูกปลาวัยอ่อนอาหารที่สำคัญ คือ แพลงก์ตอนสัตว์ ในปัจจุบันบ้านเรานิยมใช้ไรแดง ในการอนุบาลลูกปลาวัยอ่อน ซึ่งในการเลี้ยงไรแดงก็เป็นขั้นตอนสำคัญในการผลิตอาหารสำหรับอนุบาลลูกปลาวัยอ่อน หากเราสามารถผลิตอาหารได้เพียงพอต่อความต้องการ และรวมไปถึงการลดขั้นตอนในการเพาะเลี้ยงไรแดงทำให้ผู้เลี้ยงมีความสะดวกยิ่งขึ้นในการผลิต และยังสามารถเพิ่มอัตราการรอดของลูกปลาวัยอ่อนเนื่องจากได้อาหารที่เหมาะสมซึ่งในที่นี่ได้มีการทดลองนำเอานมลูกวัววัยอ่อนโดยต้องทำการหมักน้ำ ได้ เพราะการเลี้ยงด้วยนมลูกวัววัยอ่อนไม่จำเป็นต้องอาศัยแสง สามารถทำการเลี้ยงในที่ร่มได้ หรือหากมีการขาดแคลนไรแดงในช่วงฤดูกาลที่มีฝนตกชุกไม่สามารถทำน้ำเขียวเพื่อเลี้ยงคลอโรเลลาที่ต้องใช้แสงในการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหาร และนำเอากลอเลลามาเป็นอาหารของไรแดงในขั้นตอนต่อไปเรายังสามารถมีไรแดงที่จะให้ลูกปลาวัยอ่อนในทุก ๆ ฤดูกาลโดยเป็นการช่วยลดการขาดแคลนไรแดงสำหรับเป็นอาหารของลูกปลา

### วัตถุประสงค์

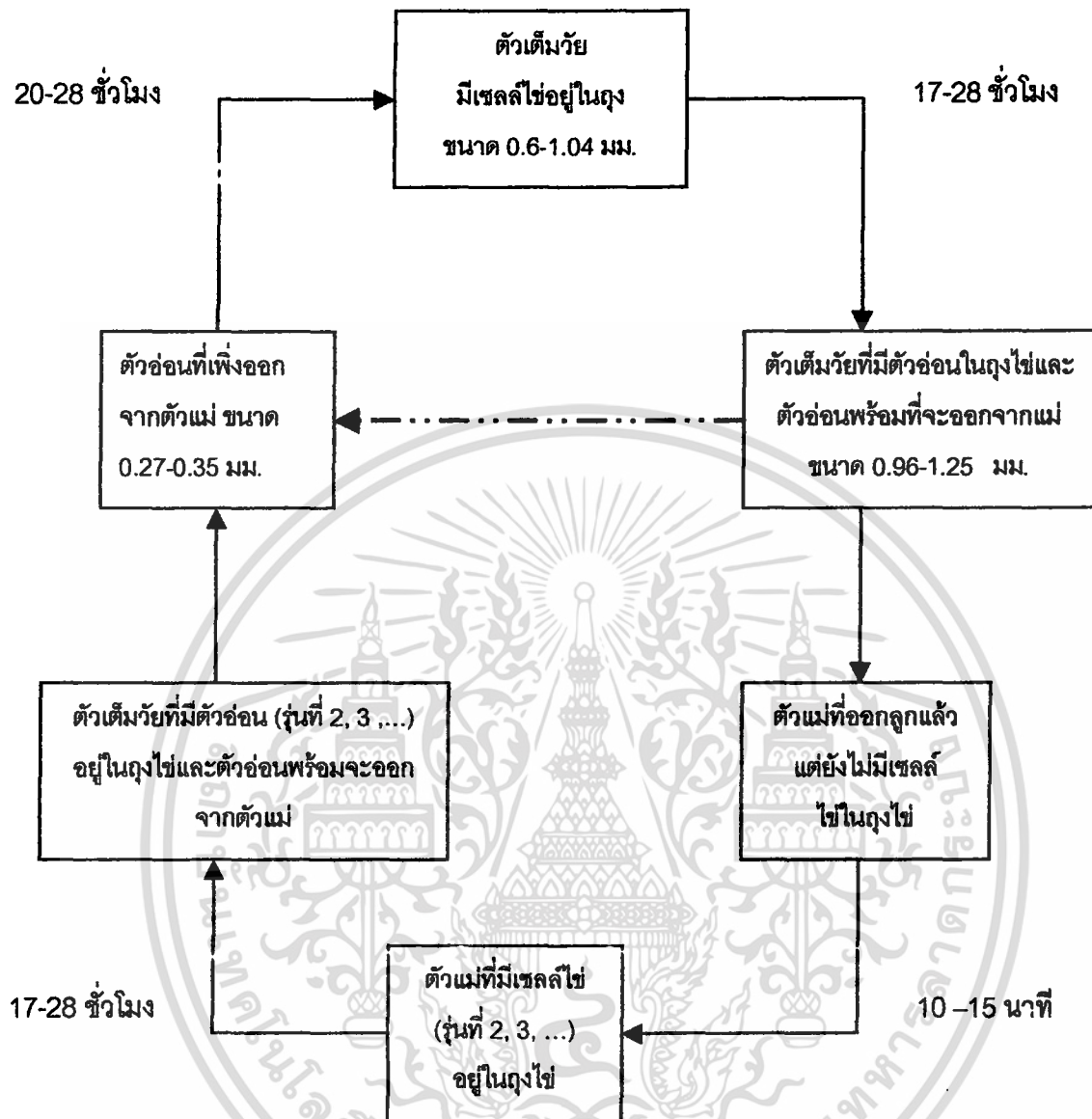
เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้นมลูกวัววัยอ่อนในการเลี้ยงไรแดง

## การตรวจเอกสาร

### 1. ชื่อวิทยาศาสตร์ของไรแดง

ไรแดงมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Molina microcopy* (Straus) เป็นแมลงที่ดองน้ำจืดขนาดเล็ก ตัวมักมีสีส้มหรือสีค่อนข้างแดง ตัวเมียมีขนาดใหญ่กว่าตัวผู้ คือตัวเมียมีขนาดประมาณ 0.6 - 1.3 มิลลิเมตร ส่วนตัวผู้ขนาดประมาณ 0.4 - 0.6 มิลลิเมตร ไรแดง 1 ตัวหนักประมาณ 0.2 มิลลิกรัม ลำตัวไรแดงมีเปลือกคลุมเกือบทั้งหมดยกเว้นส่วนหัว มีตา 1 คู่ มีขนาดใหญ่เรียกว่าตาประกอบ บนส่วนหัวมีหนวด 2 คู่ คู่ที่ 1 อยู่ใต้หัว มีขนาดเล็ก รูปร่างคล้ายบุหรี่ปหรือซิการ์ ส่วนหนวดคู่ที่ 2 อยู่ข้างส่วนหัว มีขนาดใหญ่ ลักษณะเป็นปล้อง ตรงข้อต่อของทุกปล้องมีแขนง ซึ่งเป็นขนคล้ายขนนก หนวดคู่นี้มีหน้าที่ช่วยในการเคลื่อนที่ ไรแดงมีขา 5 คู่ที่อก ซึ่งมองไม่ชัด เพราะมีเปลือกหุ้มอยู่

ไรแดงเพศเมียจะมีถุงไข่อยู่บนหลังของลำตัว ถุงนี้เป็นที่เก็บไข่และให้ไข่เจริญเติบโตเป็นตัวอ่อนเมื่อมีสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมคืออาหารสมบูรณ์ดี ไข่ในถุงไข่สามารถเติบโตเป็นตัวอ่อนได้โดยไม่ต้องได้รับการผสมจากเชื้อตัวผู้ การสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศ โดยทั่วไปไรแดงเพศเมียจะให้ลูกอ่อนด้วยวิธีนี้เกือบตลอดเวลาไรแดงเพศเมีย 1 ตัวให้ลูกอ่อนได้เฉลี่ย 15 ตัว แต่ถ้าสภาวะแวดล้อมของน้ำไม่เหมาะสม เช่น คุณสมบัติน้ำไม่ดี อาหารไม่เพียงพอ ไรแดงจะสร้างไข่ชนิดพิเศษขึ้นมา 2 ชนิด ชนิดแรกเป็นไข่ซึ่งเจริญเป็นเพศผู้ และชนิดที่ 2 เป็นไข่ที่เจริญเป็นเพศเมียที่สืบพันธุ์แบบมีเพศ ซึ่งเมื่อโตเต็มวัยจะสร้างไข่เพียง 2 ฟองต่อตัวเท่านั้น ไข่ประเภทนี้มีลักษณะที่บวมและต้องผสมพันธุ์กับเชื้อตัวผู้จึงจะเจริญเป็นตัวอ่อนได้ ไข่เมื่อได้รับการผสมพันธุ์แล้วจะมีเปลือกหุ้มไข่รูปร่างคล้ายอานม้าเรียกว่า ephippium ซึ่งมีคุณสมบัติทนทานต่อสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เอนิปีเทียมเมื่อออกจากตัวแม่จะจมลงสู่พื้นเพื่อรอจนกว่าสภาวะแวดล้อมจะเหมาะสมอีกครั้งจึงจะเจริญเติบโตเป็นเพศเมียที่สามารถให้ลูกอ่อนได้โดยไม่ต้องอาศัยเพศหรือพาร์เธโนเจเนซิส (ลัดดา วงศ์รัตน์ และคณะ, 2523)



ภาพที่ 1 วงจรชีวิตของไรแดง

ที่มา : ทวี วิพุทธานูมาศ, 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. วงจรชีวิตของไรแดงที่สืบพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ

ตัวอ่อนของไรแดงที่หลุดจากถุงไข่จะมีขนาดกว้าง 0.27 มิลลิเมตร และยาว 0.35 มิลลิเมตร ตัวอ่อนใช้เวลา 20–28 ชั่วโมง จึงจะเจริญเป็นตัวเต็มวัยซึ่งมีขนาดกว้าง 0.6 มิลลิเมตร และยาว 1.04 มิลลิเมตร เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่สามารมีตัวอ่อนในถุงไข่และเจริญถึงระยะที่ปล่อยตัวอ่อนจากตัวแม่ ซึ่งจะมีขนาดกว้าง 0.69 มิลลิเมตร ยาว 1.25 มิลลิเมตร ซึ่งใช้เวลา 17–28 ชั่วโมง ขณะที่ตัวอ่อนออกจากตัวแม่จะว่ายน้ำอยู่ตลอดเวลา เมื่อตัวอ่อนออกจากตัวแม่หมดแล้วเซลล์ไทรันที่ 2 จะออกจากรังไข่เข้าสู่ถุงไข่อีกครั้งซึ่งกินเวลาประมาณ 10–15 นาที หลังจากนั้นอีก 17–28 ชั่วโมงตัวแม่จะออกลูกใหม่ได้อีก (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2539)

โดยทั่วไปไรแดงเกือบทั้งหมดเป็นแพคเมีย ไรแดงอายุประมาณ 2 วัน จะเริ่มให้ลูกได้ถ้าอาหารเพียงพอและอุณหภูมิสูง อุณหภูมิที่เหมาะสม 32–35 องศาเซลเซียส ไรแดงจะเพิ่มจำนวนเร็ว แต่ไม่ควรให้อุณหภูมิสูงถึง 35 องศาเซลเซียส จะทำให้ไรแดงตาย ถ้าอุณหภูมิต่ำ ไรแดงจะเจริญเติบโตช้า โดยเฉพาะอุณหภูมิต่ำกว่า 26 องศาเซลเซียส และถ้าอาหารขาดแคลนก็จะเพิ่มจำนวนช้าลง เนื่องจากไรแดงจะเริ่มสืบพันธุ์แบบมีเพศ ซึ่งจะได้ไข่ฟัก (epippium) มองเห็นเป็นเม็ดเล็ก ๆ ขาว ๆ ตกอยู่ที่ก้นภาชนะหรือก้นบ่อกับตะกอนอื่น ๆ

## 3. ประโยชน์ของไรแดง

ไรแดงเป็นอาหารธรรมชาติที่ชนิดหนึ่งในการอนุบาลลูกปลาทั้งน้ำจืดและน้ำกร่อยโดยเฉพาะปลาที่สำคัญทางเศรษฐกิจชนิดเดียวกันในปัจจุบัน เช่น ปลาดุก ปลาสวาย ปลาช่อนและปลาสวยงามทั่วไป ไรแดงเป็นอาหารที่เหมาะสมสำหรับอนุบาลลูกปลาที่เพิ่งฟักอายุ 20–30 วัน การให้อาหารด้วยไรแดงช่วยไม่ให้น้ำในบ่ออนุบาลเน่าเสียเร็ว

#### 4. องค์ประกอบและคุณสมบัติของนม

นมหมายถึงของเหลวที่สะอาดและบริสุทธิ์ กลั่นได้จากเต้านมโคที่มีสุขภาพสมบูรณ์ ปราศจากโคโลสตรัม (colostrum) ประกอบด้วยไขมันไม่น้อยกว่า 3.25 % และ milk solids-non-fat (Snf) ประกอบด้วยไขมันไม่น้อยกว่า 8.25 % แต่ในการทดลองนี้เป็นการใช้นมลูกวัววัยอ่อน บางครั้งเรียก น้านมเหลืองเป็นน้านมที่รีดได้ในช่วงระหว่าง 15 วันก่อนสัตว์คลอด และหลังจากคลอด เป็นนมที่มีกลิ่นแรง รสชาติขม มีสีเหลืองออกแดง และมีความเหนียวข้น ใช้เลี้ยงลูกอ่อนแรกเกิด

##### องค์ประกอบของนม

การศึกษาถึงองค์ประกอบของนมมีความสำคัญต่อการปฏิบัติต่อนมเป็นต้นว่าการเก็บรักษาการแปรรูปไปเป็นผลิตภัณฑ์นม จำนวนแต่ละพันธุ์แตกต่างกันมีผลต่อองค์ประกอบในนมที่แตกต่างกัน จะเห็นจากตาราง

ตารางที่ 1 องค์ประกอบเคมีของน้านมที่รีดได้จากวัวพันธุ์ต่างๆ

พันธุ์	น้ำ	ไขมัน	โปรตีน	แลคโตส	เถ้า (แร่ธาตุ)
Holstein	88.12	3.44	3.11	4.61	0.71
Arsyhire	87.39	3.93	3.47	4.48	0.73
Brown swiss	87.31	3.97	3.37	4.63	0.72
Guernsey	86.36	4.50	3.60	4.79	0.75
Jersey	85.66	5.15	3.70	4.75	0.74
Range	84.5-89.6	3.5-5.9	2.9-3.8	4.4-5.0	0.67-0.77
Average	87.95	3.71	3.22	4.64	0.72

ที่มา : วิบูลย์ศักดิ์ กาวิลละ, 2536

ในทางเคมีน้านมเป็นสิ่งที่มีความซับซ้อนมาก ประกอบด้วยสารประกอบหลายร้อยชนิด องค์ประกอบบางชนิดถึงแม้ว่าจะมีปริมาณน้อย แต่มีความสำคัญมากทีเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ลักษณะขององค์ประกอบน้ำนม

ถ้าพิจารณาอย่างแท้จริง จะพบว่า น้ำนมเป็นสิ่งที่มีความซับซ้อน ประกอบด้วยสารประกอบเป็นร้อย ๆ ชนิด องค์ประกอบบางชนิดมีปริมาณเล็กน้อย แต่มีบทบาทที่ทำให้น้ำนมมีความสำคัญ จะกล่าวถึงรายละเอียดของคุณลักษณะขององค์ประกอบที่สำคัญของนมเช่น ลิพิด โปรตีน คาร์โบไฮเดรต แร่ธาตุ (ash) เม็ดสี วิตามิน เอนไซม์ ตลอดจนองค์ประกอบอื่น ๆ

### 1. ลิพิด (lipids)

ลิพิดเป็นคำใช้เรียกสารประกอบไขมัน ไม่ว่าจะเป็ fat หรือ oil ซึ่งก็จัดเป็นสารประกอบที่เรียกว่า ไตรกลีเซอไรด์ ในตำราบางเล่มอาจใช้ fat แทนลิพิด ลิพิดเป็นสารประกอบที่ละลายในอีเทอร์

### 2. แลคโตส (lactose)

แลคโตส เป็นคาร์โบไฮเดรตหลักในน้ำนม และยังพบสารประกอบอื่น ๆ เช่น ซีรีโบไรด์ กลูโคส กาแลคโตส และซูโครส ในปริมาณเล็กน้อย นอกจากนั้นยังพบ น้ำตาลอะมิโน เช่น เฮกโซมีน อะเซทิล-แลคโตซามีน และโอริโกแซคคาไรด์ สารประกอบเหล่านี้แม้จะมีปริมาณน้อยแต่มีบทบาทสำคัญต่อน้ำนม เป็นต้นว่า ในกระบวนการให้ความร้อน สารประกอบเหล่านี้จะมีผลต่อกลิ่นของนม

น้ำตาลแลคโตส ให้คุณค่าอาหารที่ดีสำหรับทารก ในอุตสาหกรรมยาจะใช้แลคโตสเป็นสารเคลือบตัวยา นอกจากนี้แลคโตสยังใช้เป็นอาหารสำหรับการเจริญของเชื้อรา *Penicillium notatum* ซึ่งใช้ผลิตยาเพนิซิลิน และเป็นอาหารที่ดีสำหรับแลคติกแบคทีเรียในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์นม เช่น นมเปรี้ยว เนยแข็ง

### 3. โปรตีนนม (milk proteins)

โปรตีนเป็นโพลีเมอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ส่วนใหญ่แล้วโปรตีนนมประกอบด้วยกรดอะมิโนมากกว่า 150 หน่วย

### 4. เอนไซม์ (enzymes)

เอนไซม์เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่สร้างขึ้นจากเซลล์สิ่งมีชีวิต ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งในปฏิกิริยาชีวเคมี ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงในเอนไซม์ การทำงานของเอนไซม์จะถูกยับยั้งได้ด้วยความร้อน

### 5. แร่ธาตุและเกลือแร่

น้ำนมประกอบด้วยธาตุหลักอยู่ 7 ชนิด นอกจากนั้นเป็นธาตุที่พบในปริมาณเล็กน้อย น้ำนมเป็นแหล่งสำคัญของแคลเซียม ความสมดุลของแคลเซียมและฟอสฟอรัสในนมคล้ายกับที่พบในระบบโครงกระดูกของคนในวัยเจริญเติบโต

### ตารางที่ 2 แร่ธาตุที่สำคัญและปริมาณที่พบในน้ำนม

แร่ธาตุ	ปริมาณที่พบ (กรัม/ควอร์ต)
โพแทสเซียม	1.31
แคลเซียม	1.18
คลอรีน	0.91
ฟอสฟอรัส	0.91
โซเดียม	0.55
ซัลเฟอร์	0.28
แมกนีเซียม	0.11

ที่มา : วรรณา ตั้งเจริญชัย, 2540

### ตารางที่ 3   เปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของน้ำนมเหลืองกับน้ำนมปกติ

ชนิดสารอาหาร	ปริมาณความเข้มข้น		ปริมาณในน้ำนมเหลืองที่พบ มากกว่าน้ำนมธรรมดา (เท่า)
	น้ำนมเหลือง	น้ำนมธรรมดา	
ของแข็งทั้งหมด	28.30	13	2.2
ไขมัน	9.80	4.70	2.1
ของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน	18.50	8.50	2.2
โปรตีน	14.30	3.30	4.3
เคซีน	5.20	2.60	2.0
น้ำตาลแลคโตส	2.50	4.80	น้อยกว่า
อิมมูโนโกลบูลิน	6.00	0.09	67.0
แคลเซียม	0.26	0.13	2.0
แมกนีเซียม	0.04	0.01	4.0
ฟอสฟอรัส	0.24	0.11	2.2
เหล็ก มก./กก.	2.00	0.1-0.7	3-20
ทองแดง มก./กก.	0.60	0.10	6.0
แมงกานีส มก./กก.	0.20	0.03	7.0
โคบอลต์ มก./กก.	5.00	0.50	10.0
คาโรทีนอยด์ มก./กก.	0.90-1.60.	0.25	4.0
วิตามิน A มก./กก.	1.50	0.20	5.4
วิตามิน D มก./กก.	1.0	0.50	2.0
วิตามินE มก./กก.	3.6	0.70	5.1

ที่มา : Ternouth (1983)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

### 1. อุปกรณ์

- (1) ถังใส่น้ำ จำนวน 11 ถัง
- (2) สายยาง จำนวน 11 เส้น
- (3) หัวทราย จำนวน 11 หัว
- (4) MOO MILK
- (5) ไรแดง
- (6) เค้เตอรันับพลังกัตรอน
- (7) บีกเกอร์ ขนาด 50 ml
- (8) หลอดหยด
- (9) ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์น้ำ

### 2. วิธีการ

2.1 วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลในสุ่มสมบูรณ์ 3x3 ปัจจัย

(1) ปัจจัยที่ 1 คือ ระดับความเข้มข้นของ moo milk ที่ใช้ในการเลี้ยงมี 3 ระดับคือ 5 และ 20 ppt

(2) ปัจจัยที่ 2 คือ ระยะเวลาการพักอาหารในน้ำมี 3 ระดับ คือ 0, 2 และ 4 วัน

2.2 ดำเนินการทดลองตามแผนการทดลอง นำไรแดงที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วมาเลี้ยงโดยแต่ละถังไรแดง 300 ตัว ต่อน้ำ 1 ลิตร ทำการทดลองปัจจัยละ 3 ซ้ำ

2.3 เก็บตัวอย่างน้ำที่ใช้เลี้ยงนำมาวิเคราะห์เป็นข้อมูลเกี่ยวกับการวิเคราะห์น้ำทุกวันในระหว่างการทดลอง

2.4 นำน้ำที่ได้ในระหว่างการเลี้ยงไรแดงมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (dissolved Oxygen) ความเป็นกรด - ด่าง (pH) อุณหภูมิ (temperature) ความกระด้างของน้ำ (total alkalinity) แอมโมเนีย - ไนโตรเจน (ammonia - nitrogen) ไนไตรต์ - ไนโตรเจน (nitrite - nitrogen) ไนเตรต - ไนโตรเจน (nitrate - nitroten) ฟอสฟอรัส (total phosphorus)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 การบันทึกข้อมูล

ทำการนับจำนวนไรแดงในแต่ละวันเป็นจำนวน 7 วัน และทำการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำที่ใช้เลี้ยงไรแดง

## 2.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

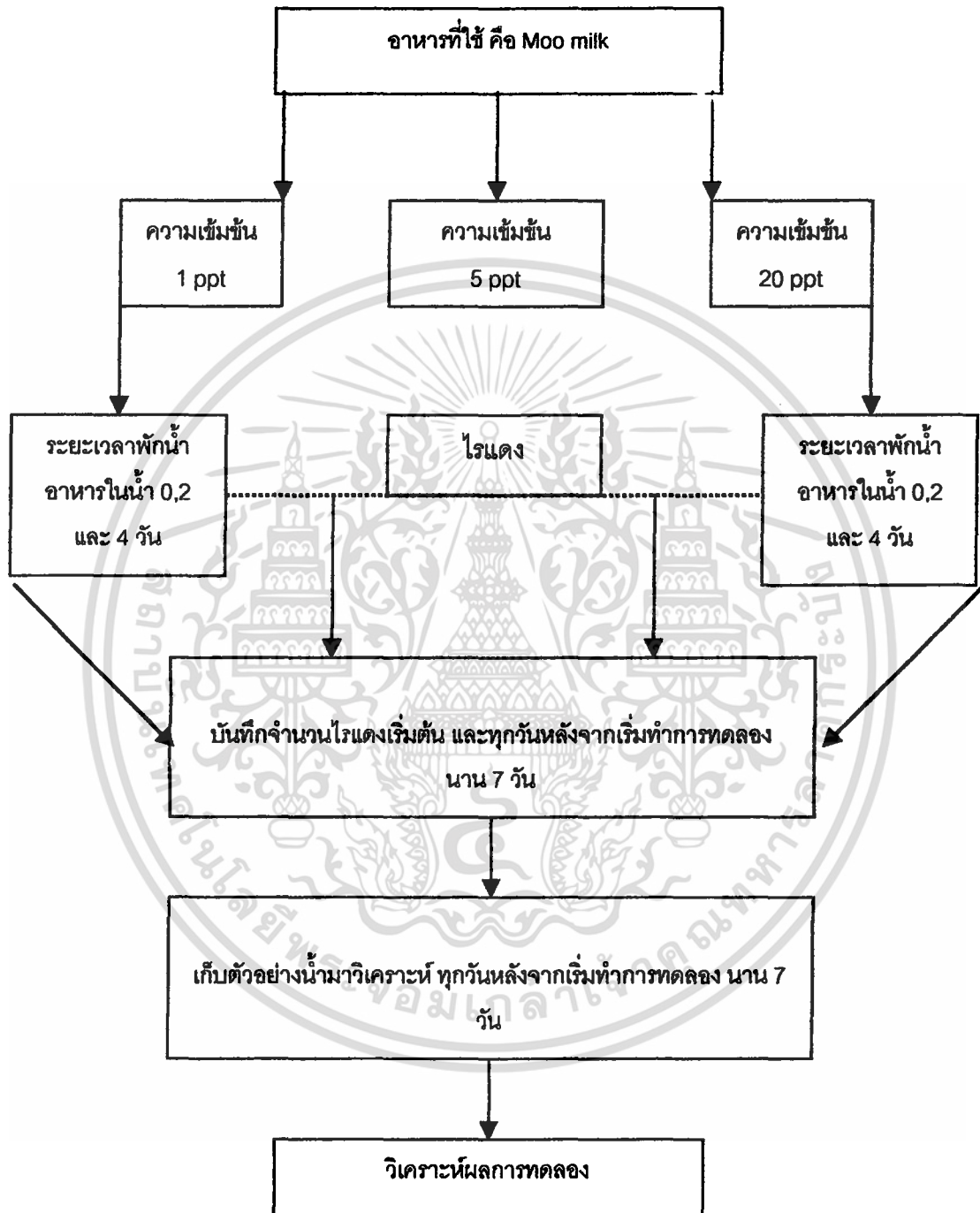
วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างจำนวนไรแดงในแต่ละปัจจัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. แผนการทดลอง

ทำการทดลองโดยทำตามแผนผังในการทดลองดังนี้



ภาพที่ 2 แผนการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. ระยะเวลาในการทดลอง

ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 15 วัน โดยเริ่มจากวันที่ 16 กุมภาพันธ์ ถึง วันที่ 3 มีนาคม พ.ศ. 2545 โดยมีรายละเอียด

วัน/เดือน/ปี	การทำงาน
16-19 กุมภาพันธ์ 2545	เตรียมน้ำที่จะใช้ในการทดลอง (ผสมด้วย Moo milk แล้วย)
19 กุมภาพันธ์ 2545	
20-26 กุมภาพันธ์ 2545	นำไรแดงที่ได้มาปล่อยลงในถังที่เตรียมไว้ นับจำนวนไรแดงที่เปลี่ยนแปลงและนำตัวอย่างน้ำมาทำการวิเคราะห์ (เป็นเวลา 7 วัน)
27-3 มีนาคม 2545	นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติ

### 4. สถานที่ทำการทดลอง

ห้องเพาะเลี้ยงปลาสวยงาม ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการทดลองและวิจารณ์

เมื่อทำการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำที่ผสมด้วยนมลูกวัววัยอ่อนที่ระดับความเข้มข้นของนมต่าง ๆ กัน และนอกจากนั้นยังมีระยะเวลาหมักที่ต่างกันด้วย หลังจากทำการเลี้ยงไรแดงเป็นระยะเวลา 7 วัน โดยเก็บข้อมูลตลอดทุก 7 วัน

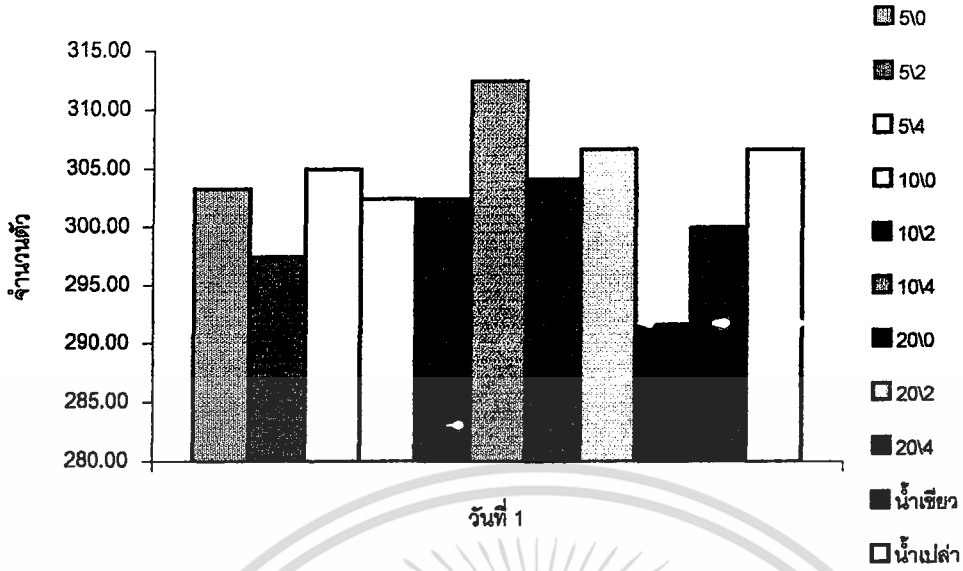
1. ผลของจำนวนไรแดงที่นับได้ในแต่ละวันที่ความเข้มข้น และระยะเวลาการหมักนมต่าง ๆ กัน พบว่าที่ระดับความเข้มข้นที่ใช้นม 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตรมีจำนวนมากกว่าความเข้มข้นที่ 10 และ 20 และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ตามตารางภาคผนวกที่ 6 และนอกจากนี้ระยะเวลาในการหมักนมมีผลทำให้มีจำนวนไรแดงที่นับได้แตกต่างกันด้วยคือ ที่หมักนมทิ้งไว้ 4 วันก่อนที่จะนำไรแดงมาเลี้ยงจะมีจำนวนไรแดงที่นับได้มากกว่าที่หมักทิ้งไว้ 2 วัน และที่ไม่ได้ทำการหมักนมทิ้งไว้เลยซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ตามตารางภาคผนวกที่ 6

นอกจากนี้ยังพบว่าจำนวนไรแดงที่นับได้ในแต่ละวันของแต่ละความเข้มข้น และในระยะเวลาที่หมักไว้ต่างกัน โดยทำการนับจำนวนไรแดงในเวลา 7 วัน ทุกวันมีจำนวนไรแดงที่นับได้ต่างกัน ซึ่งจำนวนไรแดงที่นับได้หลังจากการเลี้ยงพบว่าจำนวนไรแดงจะมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นช่วงการเลี้ยงอยู่ที่วันที่ 2-3 หลังจากการปล่อยไรแดงในวันแรก และหลังจากนั้นจำนวนไรแดงที่นับได้จะมีจำนวนลดลงมาตามลำดับ จะสามารถเห็นได้จากตารางที่ 4

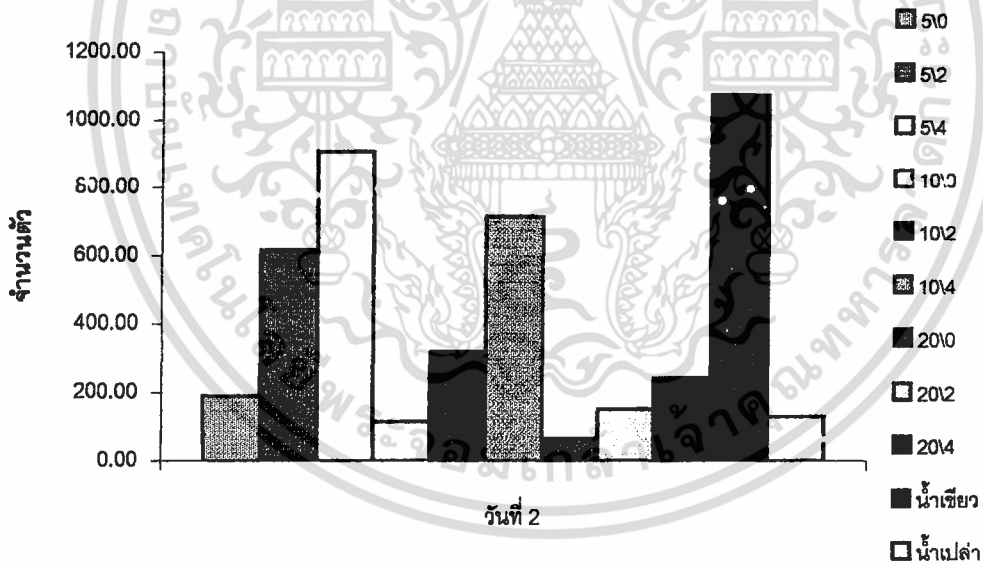
ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์จำนวนไรแดงเฉลี่ยที่ความเข้มข้นของนม และระยะเวลาการหมักต่าง ๆ กัน ภายในเวลาการเลี้ยง 7 วัน (MEAN ± SE)

ความเข้มข้น/ ระยะเวลาการหมัก	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5	วันที่ 6	วันที่ 7
5\0	300.00±2.36 <sup>a</sup>	189.17±4.08 <sup>b</sup>	88.33±6.24 <sup>c</sup>	33.33±2.36 <sup>d</sup>	14.17±0.00 <sup>e</sup>	4.17±2.36 <sup>f</sup>	0.83±0.00 <sup>g</sup>
5\2	297.50±5.00 <sup>a</sup>	616.67±14.72 <sup>b</sup>	537.50±9.86 <sup>c</sup>	212.50±23.75 <sup>d</sup>	96.67±23.23 <sup>e</sup>	19.17±11.58 <sup>f</sup>	6.67±4.41 <sup>g</sup>
5\4	305.00±7.50 <sup>a</sup>	910.00±6.45 <sup>b</sup>	618.33±8.54 <sup>c</sup>	348.33±6.29 <sup>d</sup>	205.83±1.67 <sup>e</sup>	60.83±0.00 <sup>f</sup>	11.67±0.00 <sup>g</sup>
10\0	302.50±6.29 <sup>a</sup>	115.00±10.83 <sup>b</sup>	39.17±12.28 <sup>c</sup>	19.17±11.09 <sup>d</sup>	1.67±4.41 <sup>e</sup>	0.00 <sup>f</sup>	0.00 <sup>f</sup>
10\2	302.50±6.29 <sup>a</sup>	320.83±10.83 <sup>b</sup>	279.17±12.28 <sup>c</sup>	165.83±11.09 <sup>d</sup>	21.67±4.41 <sup>e</sup>	7.50±2.50 <sup>f</sup>	0.00 <sup>g</sup>
10\4	312.50±6.29 <sup>a</sup>	717.50±11.09 <sup>b</sup>	429.17±20.83 <sup>c</sup>	234.17±30.20 <sup>d</sup>	121.17±7.99 <sup>e</sup>	26.67±5.27 <sup>f</sup>	7.50±2.50 <sup>g</sup>
20\0	304.17±2.50 <sup>a</sup>	65.83±12.50 <sup>b</sup>	31.67±4.41 <sup>c</sup>	5.00±2.89 <sup>d</sup>	0.00 <sup>e</sup>	0.00 <sup>e</sup>	0.00 <sup>e</sup>
20\2	306.67±4.71 <sup>a</sup>	153.33±7.82 <sup>b</sup>	117.50±8.54 <sup>c</sup>	51.67±10.41 <sup>d</sup>	9.17±4.17 <sup>e</sup>	0.83±0.83 <sup>f</sup>	0.00 <sup>g</sup>
20\4	291.67±4.41 <sup>a</sup>	243.33±2.36 <sup>b</sup>	130.83±17.02 <sup>c</sup>	79.17±11.58 <sup>d</sup>	19.17±4.17 <sup>e</sup>	6.67±2.36 <sup>f</sup>	0.00 <sup>g</sup>
น้ำเชียว	300.00±0.00 <sup>a</sup>	1076.67±39.30 <sup>b</sup>	926.67±31.80 <sup>c</sup>	600.00±11.55 <sup>d</sup>	313.33±8.82 <sup>e</sup>	153.33±12.02 <sup>f</sup>	33.33±8.83 <sup>g</sup>
น้ำเปล่า	306.67±8.82 <sup>a</sup>	130.00±15.82 <sup>b</sup>	0.00 <sup>c</sup>	0.00 <sup>c</sup>	0.00 <sup>c</sup>	0.00 <sup>c</sup>	0.00 <sup>c</sup>

- ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05)

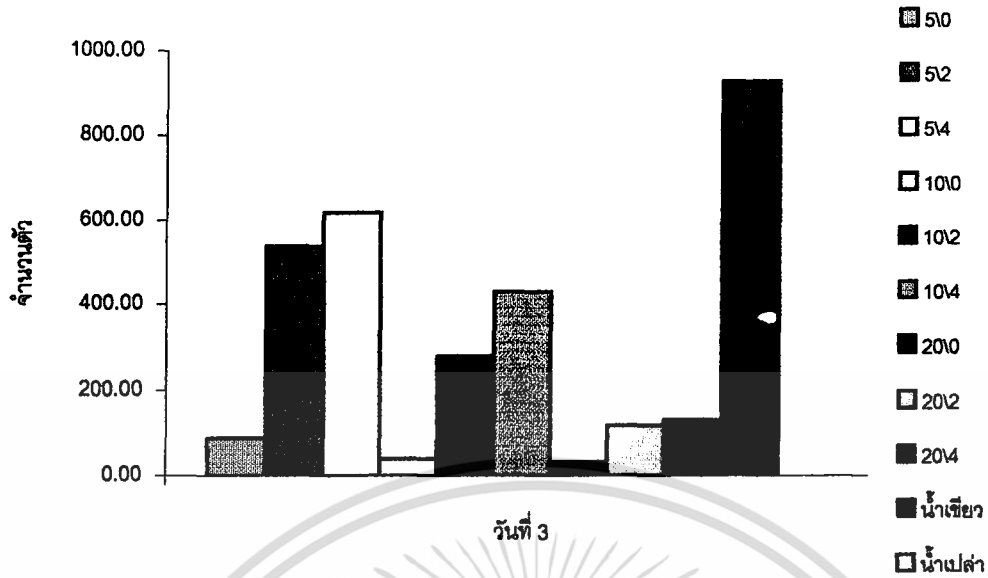


ภาพที่ 3 เปรียบเทียบจำนวนเฉลี่ยของไรแดงที่ระดับความเข้มข้นของนมและระยะเวลาหมักต่าง ๆ กันของการเลี้ยงในวันที่ 1

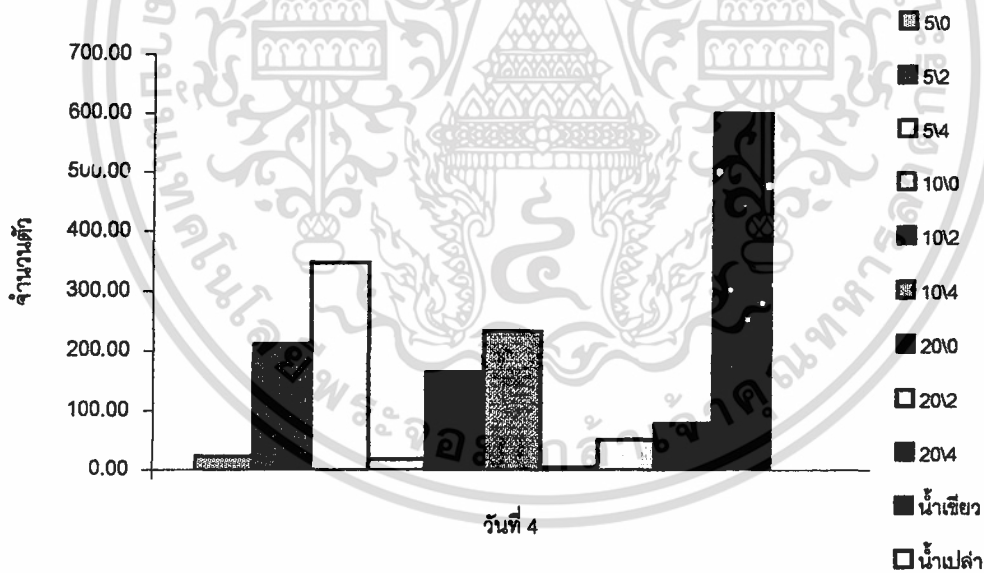


ภาพที่ 4 เปรียบเทียบจำนวนเฉลี่ยของไรแดงที่ระดับความเข้มข้นของนมและระยะเวลาหมักต่าง ๆ กันของการเลี้ยงในวันที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

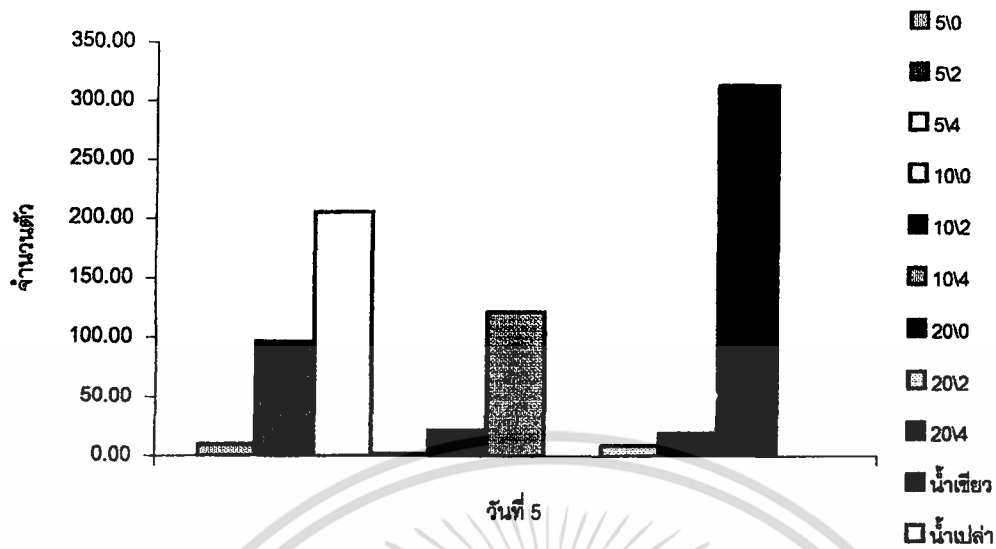


ภาพที่ 5 เปรียบเทียบจำนวนเฉลี่ยของไรแดงที่ระดับความเข้มข้นของนมและระยะเวลาหมักต่าง ๆ กันของการเลี้ยงในวันที่ 3

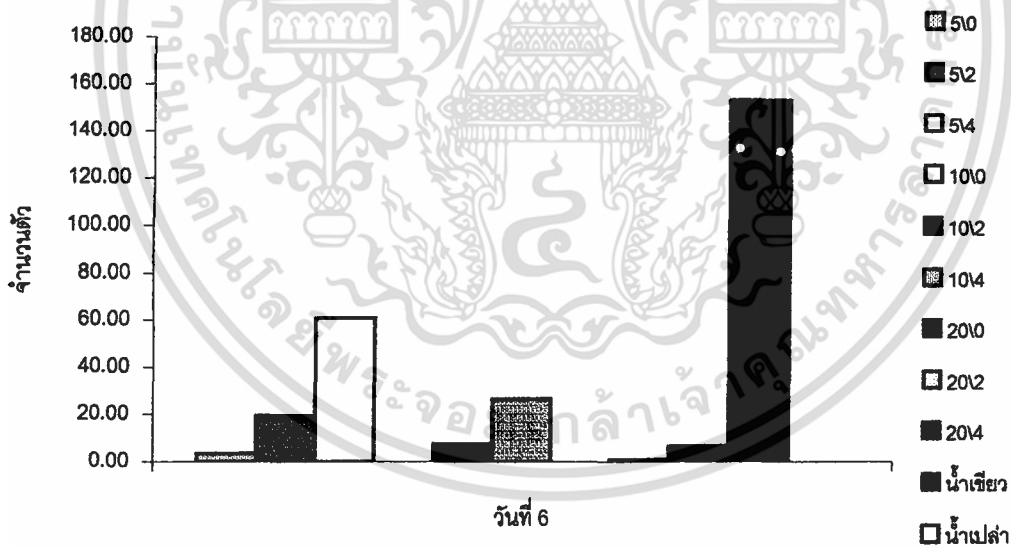


ภาพที่ 6 เปรียบเทียบจำนวนเฉลี่ยของไรแดงที่ระดับความเข้มข้นของนมและระยะเวลาหมักต่าง ๆ กันของการเลี้ยงในวันที่ 4

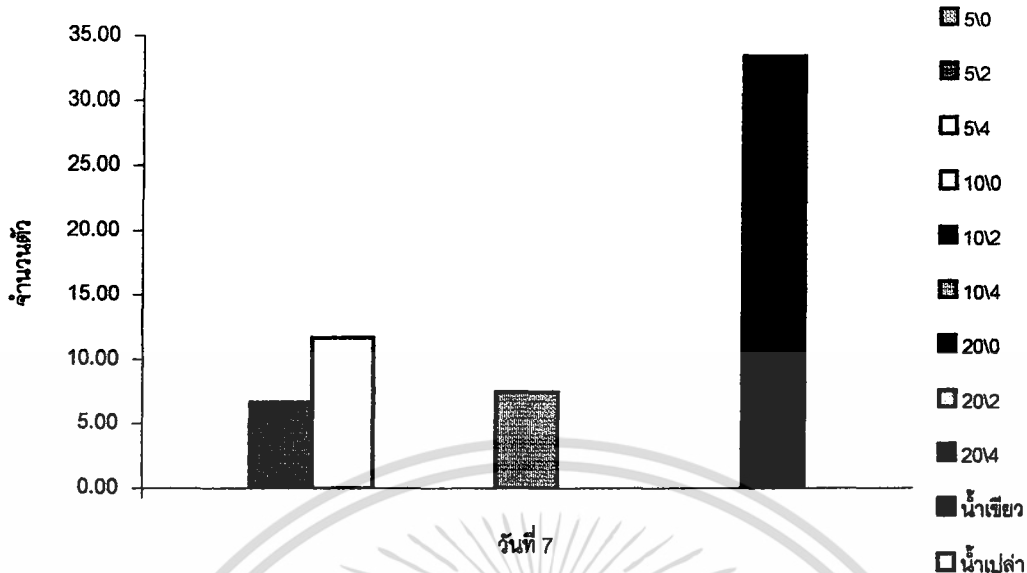
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 เปรียบเทียบจำนวนเฉลี่ยของไรแดงที่ระดับความเข้มข้นของนมและระยะเวลาหมักต่าง ๆ กันของการเลี้ยงในวันที่ 5

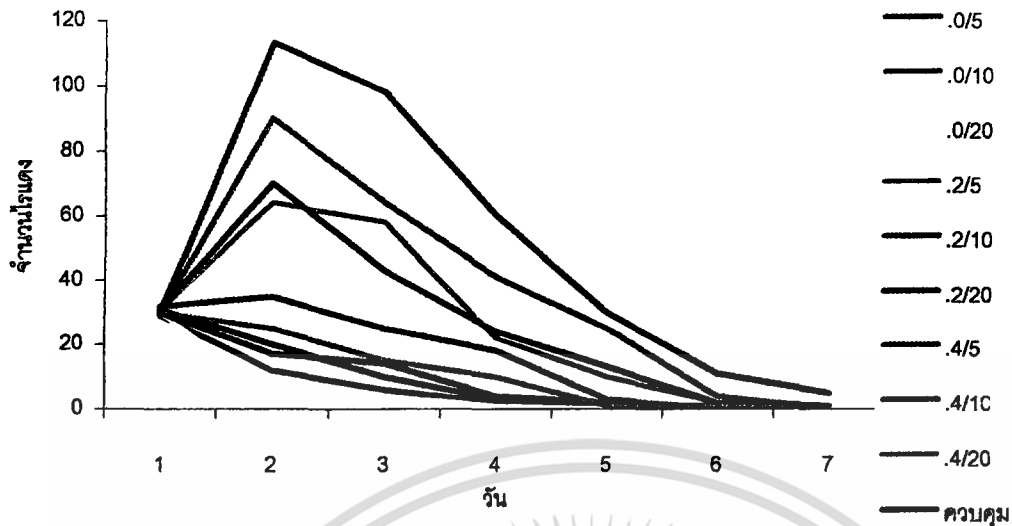


ภาพที่ 8 เปรียบเทียบจำนวนเฉลี่ยของไรแดงที่ระดับความเข้มข้นของนมและระยะเวลาหมักต่าง ๆ กันของการเลี้ยงในวันที่ 6



ภาพที่ 9 เปรียบเทียบจำนวนเฉลี่ยของไรแดงที่ระดับความเข้มข้นของนมและระยะเวลาหมักต่าง ๆ กันของการเลี้ยงในวันที่ 7

จากผลการทดลองพบว่าทั้งระดับความเข้มข้นและระยะเวลาการหมักต่างมีอิทธิพลร่วมกัน โดยเราจะได้จำนวนไรแดงที่ระดับความเข้มข้นที่ 5 ระยะเวลาการหมักที่ 4 วันจะนับจำนวนไรแดงได้มากที่สุดจากระยะเวลาการเลี้ยงจากวันที่ 1 ถึง วันที่ 7 คือ  $305.0 \pm 7.50$ ,  $910.0 \pm 6.45$ ,  $618.33 \pm 8.54$ ,  $348.3 \pm 6.29$ ,  $205.8 \pm 1.67$ ,  $60.8 \pm 0.00$ ,  $11.7 \pm 0.00$  รองลงมาคือ ที่ระดับความเข้มข้นที่ 5 ระยะเวลาหมัก 2 วันได้จำนวนไรแดง คือ  $297.5 \pm 5.00$ ,  $616.7 \pm 14.72$ ,  $537.5 \pm 9.86$ ,  $212.50 \pm 23.75$ ,  $96.7 \pm 23.23$ ,  $19.2 \pm 11.58$ ,  $6.7 \pm 4.41$  และที่ระดับความเข้มข้นที่ 20 ระยะเวลาการหมัก 0 วัน จะมีจำนวนไรแดงที่นับได้น้อยที่สุด ได้จำนวนไรแดงคือ  $304.2 \pm 2.50$ ,  $65.8 \pm 12.50$ ,  $31.7 \pm 4.41$ ,  $5.00 \pm 2.89$ ,  $0.00$ ,  $0.00$ ,  $0.00$  ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ตามตารางภาคผนวกที่ 3 แต่จากผลการทดลองที่ได้มาเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลการทดลองของชุดควบคุมพบว่า จำนวนไรแดงที่ได้จากที่ได้จากชุดควบคุมมากกว่าผลการทดลองชุดอื่น ๆ คือ  $300.3 \pm 0.33$ ,  $1070.0 \pm 4.58$ ,  $900.7 \pm 3.67$ ,  $310.0 \pm 0.88$ ,  $120.7 \pm 0.88$ ,  $30.3 \pm 0.88$  ตามลำดับ โดยชุดควบคุมที่ใช้เลี้ยงเป็นการเลี้ยงในน้ำเขียวก็มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ตามตารางภาคผนวกที่ 3 กับชุดการทดลองที่นำมาเปรียบเทียบ

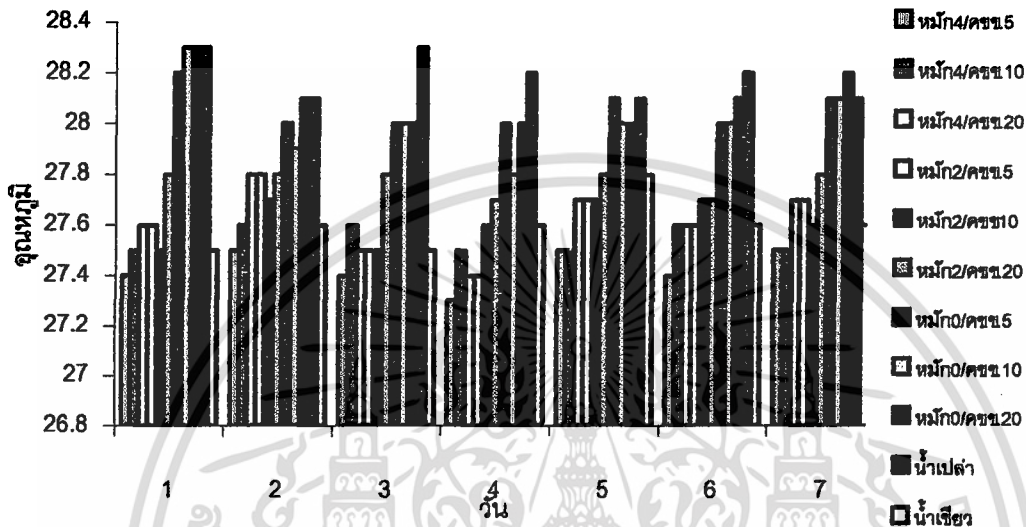


ภาพที่ 10 เปรียบเทียบแนวโน้มของจำนวนไรแดงที่ได้จากผลที่เลี้ยงในความเข้มข้นและระยะเวลาหมักต่าง ๆ กัน

เราจะพบว่าการเลี้ยงไรแดงด้วยนมวัวไม่จำเป็นที่จะต้องใช้แสงแดดมากเท่ากับการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำเขียว ซึ่งการเลี้ยงไรแดงแบบนี้สามารถเลี้ยงในห้องหรือในที่ร่มได้ และไม่ต้องทำการหมักน้ำเขียวก่อนการเลี้ยง โดยการนำรำ ปุ๋ย หรือใส่สูตรตามการทำน้ำเขียว ซึ่งจะลดต้นทุนในการเลี้ยงไรแดง

แต่การเลี้ยงไรแดงในนมวัวนั้น ก็ต้องใช้ระยะเวลาในการหมักนม เช่นกัน การเลี้ยงด้วยนมวัวยังไม่ได้ผลผลิตดีเท่ากับการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำเขียว ไรแดงที่ได้จากการเลี้ยงด้วยน้ำนมจะมีสีซีดกว่าไรแดงที่เลี้ยงด้วยน้ำเขียว การเลี้ยงด้วยนมยังต้องศึกษาเพื่อทำให้มีการเพิ่มจำนวนและระยะเวลาที่ไรแดงลดจำนวนลงจะลดลงอย่างรวดเร็วในการเลี้ยงด้วยนม และยังมีเพิ่มในระยะสั้น ๆ คือ 2-3 วันหลังจากการเลี้ยงแล้ว หลังจากนั้นจะลดลงอย่างรวดเร็ว ในระยะการเลี้ยง 7 วัน

คุณภาพน้ำที่วัดได้ในแต่ละวันตลอดระยะเวลาการเลี้ยง  
 อุณหภูมิที่มีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละวันมีเมื่อเปรียบเทียบแล้วมีการเปลี่ยนแปลงบ้าง  
 แต่ไม่แตกต่างกันมากนัก ตามภาพที่ 11 โดยอยู่ในช่วง 27-29 องศาเซลเซียส



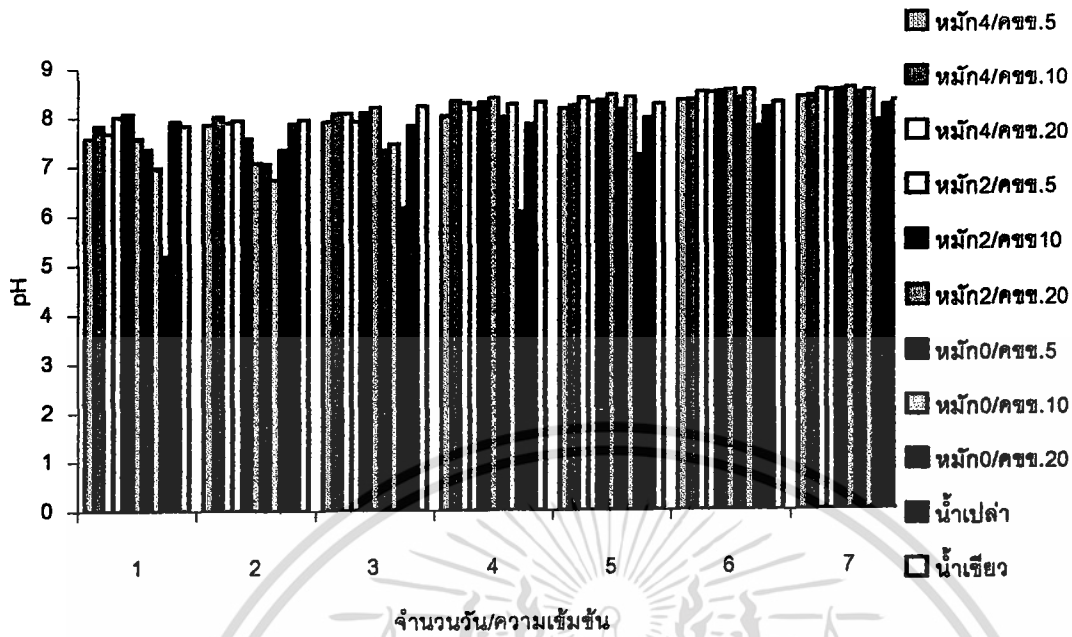
ภาพที่ 11 เปรียบเทียบค่าของอุณหภูมิ ที่เปลี่ยนแปลงในระยะ 7 วัน

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารประกอบไนโตรเจน เป็น แอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรท ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นสภาวะการเน่าเสียที่เกิดขึ้น ในการทดลองนี้เราสามารถวัดแอมโมเนียได้ในปริมาณมากเพราะการหมักนมมีการเน่าเสียเกิดขึ้นตลอดการทดลอง ส่วนปริมาณของไนไตรท์และไนเตรทมีไม่มาก

ปริมาณออกซิเจนที่วัดได้ระหว่างการทดลองมีปริมาณต่ำเพราะมีการเน่าเสียของน้ำที่ใช้ทำการทดลองและในน้ำไม่มีพืชที่จะช่วยสังเคราะห์แสงเพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำ

ค่า pH ที่วัดได้ในแต่ละวัน และในทุก ๆ การทดลองค่า pH ที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 5-9 ซึ่งถือว่าเป็นค่า pH ที่สัตว์น้ำสามารถอาศัยอยู่ได้ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้เกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่แตกต่างกันในแต่ละวัน โดยสามารถเห็นได้จากภาพที่ 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 12 เปรียบเทียบค่า pH ที่เปลี่ยนแปลงในระยะ 7 วัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร**  
**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

## สรุปและข้อเสนอแนะ

### สรุป

1. การเลี้ยงไรแดงด้วยนมที่มีความเข้มข้น 5 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 1 ลิตร มีความเหมาะสมที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนไรแดงของความเข้มข้นของนมที่ 10 และ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร
2. การเลี้ยงไรแดงด้วยนมที่มีระยะเวลาการหมัก 4 วัน มีความเหมาะสมที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนไรแดงที่อยู่ในนมที่มีระยะเวลาการหมัก 2 และ 0 วัน
3. เมื่อนำทั้งความเข้มข้นของนม และระยะเวลาการหมักมาเปรียบเทียบกัน พบว่า การเลี้ยงด้วยนมที่มีความเข้มข้นของนมที่ 5 และระยะเวลาการหมัก 4 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้น และระยะเวลาการหมัก ๕
4. มีความเป็นไปได้ในการที่จะนำนมลูกวัววัยอ่อนมาใช้เลี้ยงไรแดง

### ข้อเสนอแนะ

ควรลดระดับความเข้มข้นของนมที่ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ลงมาให้อยู่ในช่วง 5-10 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 1 ลิตร เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ได้ผลที่แคบลง และควรทำการหมักนมก่อนนำมาเลี้ยงไรแดงนอกจากนี้ควรที่จะเลี้ยงไรแดงในภาชนะที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อที่จะได้เห็นผลการทดลองได้ชัดเจนขึ้น นอกจากนี้ควรมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างขบวนการย่อยสลายว่ามีปริมาณของแบคทีเรีย และจำนวนโปรโตซัวมากน้อยแค่ไหน เพราะไรแดงกินสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ๆ เหล่านี้ได้

## เอกสารอ้างอิง

ธิดา เพชรมณี. 2542. คู่มือการเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอน. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.), กรุงเทพฯ. 49 หน้า

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2538. แพลงก์ตอนพืช. ศูนย์พัฒนาเทคโนโลยีสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน. กรุงเทพฯ. 681 หน้า

วรรณา ตั้งเจริญชัย. 2540. นมและผลิตภัณฑ์นม. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. 210 หน้า

สมชาย จันทร์ผ่อง. 2541. การเลี้ยงโคนม. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ. 311 หน้า

ทวี วิพุธานุมาศ และ เรวดี ศรีประเสริฐ. 2538. การเพาะไรแดงโดยใช้รำละเอียดหมัก. เอกสารวิชาการฉบับที่ 19 / 2538 สถานีประมงน้ำจืด จังหวัดปทุมธานี. 35 หน้า

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. คุณสมบัติของน้ำและและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัย. ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมสัตว์น้ำ สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 115 หน้า

ไรแดง การนำไปใช้ การขนส่ง และการเก็บรักษา. 2002. [online]. Available :

<http://www.fish2u.com/FishInfo/Food003.htm>.

ไรแดง. 2002. [online] Available : <http://www.google.thai.net/arwana /ridang.html>

Thermal Destruction of Microorganisms. 2002. [online] Available :

<http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairgedu/tdt.html>.

Moo Milk 2002. [online] Available : <http://www.gooole/Moo Milk.com>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางผนวกที่ 1 จำนวนไรแดงที่นับได้ในแต่ละวัน

จำนวนตัวต่ออัตร								
ความเข้ม ระยะ								
ชั้น	เวลาหมัก	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5	วันที่ 6	วันที่ 7
5	0	310	200	100	30	10	10	0
5	0	300	180	90	20	10	0	0
5	0	300	190	70	20	10	0	0
5	0	303	190	87	23	10	3	0
5	2	310	640	580	220	100	20	10
5	2	290	620	490	260	110	30	0
5	2	300	600	540	200	80	10	10
5	2	290	607	540	170	97	17	7
5	4	300	900	640	410	250	40	0
5	4	320	880	630	320	200	60	20
5	4	300	950	600	360	230	50	10
5	4	300	910	603	300	143	93	17
10	0	290	120	30	20	0	0	0
10	0	310	100	50	10	0	0	0
10	0	320	130	20	10	0	0	0
10	0	290	110	57	37	7	0	0
10	2	320	350	250	140	30	0	0
10	2	300	300	290	170	20	10	0
10	2	290	310	270	160	10	10	0
10	2	297	243	83	47	17	7	0
10	4	310	700	430	240	130	20	10
10	4	330	750	390	200	140	40	10
10	4	300	710	410	180	110	30	0
10	4	310	710	487	317	107	17	10
20	0	300	50	30	10	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรณีใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

จำนวนตัวต่อลิตร								
ความเข้มข้น ระยะ								
ชั้น	เวลาหมัก	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5	วันที่ 6	วันที่ 7
20	0	300	80	20	0	0	0	0
20	0	310	40	40	0	0	0	0
20	0	307	93	37	10	0	0	0
20	2	300	170	140	40	20	0	0
20	2	300	150	110	30	0	0	0
20	2	320	160	120	60	10	0	0
20	2	307	133	100	77	7	3	0
20	4	300	250	150	100	10	10	0
20	4	290	240	160	80	20	10	0
20	4	280	240	130	90	30	0	0
20	4	297	243	83	47	17	7	0
น้ำเขียว		300	1130	980	600	300	150	50
		300	1100	870	580	310	130	20
		300	1000	930	620	330	170	30
น้ำเปล่า		290	120	0	0	0	0	0
		320	160	0	0	0	0	0
		310	110	0	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์จำนวนไรแดงที่นับได้

SOURCE	SUM-OF-SQUARES	DF	MEAN-SQUARE	F-RATIO	P
วันที่1					
CONC	196.722	2	98.361	0.891	0.422
RESTING	5.556	2	2.778	0.025	0.975
CONC*RESTING	894.444	4	223.611	2.026	0.119
วันที่2					
CO CONC	1051581.167	2	525790.583	1450.753	0.000
RESTING	1502280.500	2	751140.250	2072.535	0.000
CONC*RESTING	362045.833	4	90511.458	249.738	0.000
วันที่3					
CONC	619711.167	2	309855.583	456.484	0.000
RESTING	754898.667	2	377449.333	556.064	0.000
CONC*RESTING	230135.667	4	57533.917	84.760	0.000
วันที่4					
CONC	142458.722	2	71229.361	68.048	0.000
RESTING	247814.389	2	123907.194	118.373	0.000
CONC*RESTING	59676.278	4	14919.069	14.253	0.000
วันที่5					
CONC	56058.167	2	28029.083	87.550	0.000
RESTING	75486.500	2	37743.250	117.893	0.000
CONC*RESTING	32134.333	4	8033.583	25.093	0.000
วันที่6					
CONC	4047.167	2	2023.583	23.294	0.000
RESTING	5820.500	2	2910.250	33.501	0.000
CONC*RESTING	2664.833	4	666.208	7.669	0.000
วันที่7					
CONC	251.056	2	125.528	8.798	0.001
RESTING	237.556	2	118.778	8.324	0.002
CONC*RESTING	155.111	4	38.778	2.718	0.051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์จำนวนไรแดงในความเข้มข้นและระยะเวลาหมักต่าง ๆ กัน

Anova: Two-Factor With				
Replication				
SUMMARY	4	2	0 Total	
5				
Count	3	3	3	9
Sum	106.17	77.43	26.43	210.03
Average	35.39	25.81	8.81	23.336667
Variance	1.2004	1.0075	0.2932	136.53438
10				
Count	3	3	3	9
Sum	77.72	46.74	20.57	145.03
Average	25.906667	15.58	6.8566667	16.114444
Variance	0.8412333	0.2821	0.0210333	68.490978
20				
Count	3	3	3	9
Sum	34.14	27.57	16.99	78.7
Average	11.38	9.19	5.6633333	8.7444444
Variance	0.1279	0.4332	0.0065333	6.3811278
Total				
Count	9	9	9	
Sum	218.03	151.74	63.99	
Average	24.225556	16.86	7.11	
Variance	110.2221	53.144375	1.972825	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างจำนวนไรแดง

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Sample	958.2310	2	479.1155	1023.483	2.906E-	3.55456109
	3		1	8	19	
Columns	1326.768	2	663.3842	1417.117	1.588E-	3.55456109
	5		3	6	20	
Interaction	356.0571	4	89.01429	190.1518	1.847E-	2.92774871
	9		8	3	14	
Within	8.4262	18	0.468122			
			2			
Total	2649.482	26				
		9				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์จำนวนไรแดงในความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

	t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances		t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances		t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances			
	5	10	10	20	5	20		
Mean	23.336667	16.114444	Mean	16.114444	8.7444444	Mean	23.33666667	8.7444444
Variance	136.53438	68.490978	Variance	68.490978	6.3811278	Variance	136.534375	6.3811278
Observations	9	9	Observations	9	9	Observations	9	9
Pooled Variance	102.51268		Hypothesized Mean Difference	0		Hypothesized Mean Difference	0	
Hypothesized Mean Difference	0		df	9		df	9	
df	16		t Stat	2.5552225		t Stat	3.061870813	
t Stat	1.5131721		P(T<=t) one-tail	0.0154643		P(T<=t) one-tail	0.002610163	
P(T<=t) one-tail	0.0748686		t Critical one-tail	1.8321139		t Critical one-tail	1.833113856	
t Critical one-tail	1.7458842		P(T<=t) two-tail	0.0309286		P(T<=t) two-tail	0.005220326	
P(T<=t) two-tail	0.1497372		t Critical two-tail	2.2621589		t Critical two-tail	2.262158887	
t Critical two-tail	2.1199048							

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7 อุณหภูมิในแต่ละวัน

หมัก4/ คชช.5	หมัก4/ คชช.10	หมัก4/ คชช.20	หมัก2/ คชช.5	หมัก2/ คชช.10	หมัก2/ คชช.20	หมัก0/ คชช.5	หมัก0/ คชช.10	หมัก0/ คชช.5	หมัก0/ คชช.10	หมัก/ คชช.20	น้ำเบส่า	น้ำเขียว
27.4	27.5	27.6	27.6	27.5	27.7	28.2	28.3	28.2	28.3	28.3	28.3	27.5
27.5	27.6	27.8	27.8	27.7	27.8	28.0	27.9	28.0	27.9	28.1	28.1	27.6
27.4	27.6	27.5	27.5	27.5	27.8	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.3	27.5
27.3	27.5	27.4	27.4	27.6	27.8	28.0	27.8	28.0	27.8	28.0	28.2	27.6
27.5	27.5	27.7	27.7	27.7	27.8	28.1	28.0	28.1	28.0	28.0	28.1	27.8
27.4	27.6	27.6	27.6	27.7	27.7	28.0	28.0	28.0	28.0	28.1	28.2	27.6
27.5	27.5	27.7	27.7	27.6	27.8	28.1	28.1	28.1	28.1	28.2	28.1	27.6
27.4	27.5	27.6	27.6	27.6	27.8	28.1	28.0	28.1	28.0	28.1	28.2	27.6

ตารางผนวกที่ 8 ค่า pH ในแต่ละวัน

หมัก4/คชข.5	หมัก4/คชข.10	หมัก4/คชข.20	หมัก2/คชข.5	หมัก2/คชข.10	หมัก2/คชข.20	หมัก0/คชข.5	หมัก0/คชข.10	หมัก0/คชข.20	น้ำเปล่า	น้ำเขียว
7.86	8.02	7.90	7.94	7.58	7.07	7.37	6.98	5.17	7.92	7.84
7.91	8.08	8.07	7.91	8.09	8.20	7.05	6.73	7.35	7.88	7.95
8.02	8.32	8.28	8.16	8.29	8.38	7.32	7.45	6.15	7.82	8.22
8.16	8.22	8.38	8.29	8.34	8.45	7.99	8.25	6.06	7.85	8.29
8.32	8.34	8.5	8.48	8.5	8.53	8.14	8.35	7.21	7.98	8.25
8.38	8.40	8.52	8.50	8.51	8.55	8.36	8.53	7.78	8.16	8.27
-	-	-	-	-	-	8.45	8.50	7.88	8.20	8.29

ตารางผนวกที่ 9 ปริมาณแอมโมเนียในแต่ละวัน

ปริมาณแอมโมเนียในแต่ละวัน (มก./ลิตร)						
/ระยะเวลาหมัก	2	3	4	5	6	7
ความเข้มข้น						
4/5	0.11	0.84	0.73	0.69	0.78	1.02
4/10	1.03	0.84	1.28	0.73	0.94	0.97
4/20	2.29	1.23	0.79	1.07	1.50	1.90
2/5	0.34	0.83	0.76	0.74	0.96	1.09
2/10	1.38	2.10	0.96	0.81	1.11	1.33
2/20	1.93	0.58	1.27	1.18	1.53	1.89
0/5	0.31	0.55	0.85	0.88	1.10	1.38
0/10	0.95	0.59	1.05	0.92	1.32	1.44
0/20	0.59	1.12	1.89	1.50	2.10	2.74
น้ำเปล่า	0.43	0.38	0.51	0.52	0.63	0.67
น้ำเขียว	0.77	0.77	1.34	1.82	0.94	1.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 10 ค่า Alkalinity ในแต่ละวัน

	จำนวนวัน						
	1	2	3	4	5	6	7
4/5	12.4	14.4	16.7	14.5	14.7	14.5	16.1
4/10	31.1	17.2	17.1	17.2	15.5	16.3	17.6
4/20	15.6	29.7	29.7	20.8	25.3	22	23.1
2/5	15.8	18.1	17.4	17.6	17.5	17.7	18.1
2/10	15.6	19.1	16.1	20	19.4	18.2	19.5
2/20	19.5	16.8	19.6	31.5	25.3	23.1	23.7
0/5	19.5	14.2	31.1	18.4	18.5	19.3	21.1
0/10	12.6	17	14	24	20	35.7	36.1
0/20	17.6	22.6	23.9	34.7	26	35.5	36.1
น้ำเสีย	13.1	12.7	11.7	14.1	11.8	13.8	
น้ำปลา	13.2	12.8	12.6	13	12.9	12.7	14.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้