



รายงานผลการวิจัย มูลนิธิโครงการหลวง

เรื่อง

การเจริญเติบโต เปอร์เซ็นต์ซาก และคุณภาพเนื้อของปลาเรนโบว์เทราต์
(*Oncorhynchus mykiss*) ดิพลอยด์ และทริพลอยด์ ที่เลี้ยงบนที่สูงของประเทศไทย
Growth, Carcass percentage and Flesh Qualities of Diploid and Triploid Rainbow Trouts
(*Oncorhynchus mykiss*) Reared in the Highland of Northern Thailand.

โดย

โกมุท อุ่นศรีสัง ประสาน พรโสภณ สมพร กันธิยะวงศ์
เทอดชัย เวียร์ศิลป์ Gabriele Horstgen-Schwark

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมูลนิธิโครงการหลวง

มูลนิธิโครงการหลวง

รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ตามโครงการวิจัยที่ 3050 - 3276

งบประมาณปี 2548 - 2550

การเจริญเติบโต เปอร์เซ็นต์ซาก และคุณภาพเนื้อของปลาเรนโบว์เทราต์
(*Oncorhynchus mykiss*) ดิพลอยด์ และทริพลอยด์ ที่เลี้ยงบนที่สูงของประเทศไทย
Growth, Carcass percentage and Flesh Qualities of Diploid and Triploid Rainbow Trouts
(*Oncorhynchus mykiss*) Reared in the Highland of Northern Thailand.

โกมุท อุ๋นศรีส่ง ประสาน พรโสภณ สมพร กันธิยะวงศ์
เทอดชัย เวียร์ศิลป์ Gabriele Horstgen-Schwark

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดเชียงใหม่ สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด
กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	(ก)
ABSTRACT	(ข)
สารบัญตาราง	(1)
สารบัญภาพผนวก	(2)
สารบัญตารางผนวก	(3)
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ผลงานวิจัยที่ผ่านมา	2
อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ	6
ผลการศึกษาวิจัย	11
สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย	42
เอกสารอ้างอิง	44
ภาคผนวก	48

ส น วิ

โครงการหลวง

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	น้ำหนักต่อตัว เปอร์เซ็นต์โปรตีน เปอร์เซ็นต์ไขมัน และเปอร์เซ็นต์เถ้าของเนื้อปลา Atlantic salmon และปลาเรนโบว์เทราต์	4
2	สีของเนื้อปลาในกลุ่ม Salmonids ตามขนาดของน้ำหนักปลาเรนโบว์เทราต์	5
3	อัตราการให้อาหารต่อวัน ตามอุณหภูมิและน้ำหนักปลาเรนโบว์เทราต์	8
4	ค่าเฉลี่ย (mean±SD) ของน้ำหนัก (กรัมต่อตัว) และความยาว (เซนติเมตร) ปลาเทราต์คิพลอยด์ และปลาเทราต์ทริพลอยด์ ในช่วงอายุที่แตกต่างกัน	12
5	น้ำหนักตัวปลาเฉลี่ย (กรัมต่อตัว) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%	13
6	ความยาวลำตัวปลาเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%	13
7	ความยาวส่วนหัวปลาเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%	14
8	ความหนาลำตัวปลาเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%	15
9	ความกว้างลำตัวปลาเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%	15
10	น้ำหนักหัวและครีบบปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%	16
11	น้ำหนักอวัยวะภายในปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%	16

ตารางที่		หน้า
12	น้ำหนักตับปลาเกลี้ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่าย สไปรูลีนา 10%	17
13	น้ำหนักหัวใจเกลี้ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่าย สไปรูลีนา 10%	17
14	น้ำหนักไขมันสะสมเกลี้ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่าย สไปรูลีนา 10%	18
15	น้ำหนักเหงือกปลาเกลี้ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่าย สไปรูลีนา 10%	18
16	น้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์ปลาเกลี้ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%	19
17	น้ำหนักเนื้อปลาเกลี้ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่าย สไปรูลีนา 10%	19
18	น้ำหนักตัวปลาเกลี้ย (กรัมต่อตัว) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่าย สไปรูลีนา 10%	20
19	ความยาวลำตัวปลาเกลี้ย (เซนติเมตร) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่าย สไปรูลีนา 10%	21
20	ความยาวส่วนหัวปลาเกลี้ย (มิลลิเมตร) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่าย สไปรูลีนา 10%	21
21	ความหนาลำตัวปลาเกลี้ย (มิลลิเมตร) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่าย สไปรูลีนา 10%	22

ตารางที่		หน้า
22	ความกว้างลำตัวปลาเกลี่ย (มิลลิเมตร) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่าย สไปรูลีนา 10%	23
23	น้ำหนักหัวและครีบปลาเกลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%	23
24	น้ำหนักอวัยวะภายในปลาเกลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%	24
25	น้ำหนักตับปลาเกลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่าย สไปรูลีนา 10%	25
26	น้ำหนักหัวใจเกลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่าย สไปรูลีนา 10%	25
27	น้ำหนักไขมันสะสมเกลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่าย สไปรูลีนา 10%	26
28	น้ำหนักเหงือกปลาเกลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่าย สไปรูลีนา 10%	26
29	น้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์ปลาเกลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%	27
30	น้ำหนักเนื้อปลาเกลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่าย สไปรูลีนา 10%	28
31	เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งเกลี่ยของเนื้อปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%	28

ตารางที่		หน้า
32	เปอร์เซ็นต์โปรตีนเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ยของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่าย สไปรูลีนา 10%	29
33	เปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ยของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่าย สไปรูลีนา 10%	30
34	เปอร์เซ็นต์เถ้าเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ยของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่าย สไปรูลีนา 10%	30
35	เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งเฉลี่ยของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วย อาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%	31
36	เปอร์เซ็นต์โปรตีนเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ยของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่าย สไปรูลีนา 10%	32
37	เปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ยของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่าย สไปรูลีนา 10%	32
38	เปอร์เซ็นต์เถ้าเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ยของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่าย สไปรูลีนา 10%	33
39	เปอร์เซ็นต์โปรตีนเนื้อปลาสดเฉลี่ยของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่าย สไปรูลีนา 10%	33
40	เปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาสดเฉลี่ยปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยง ด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%	34
41	เปอร์เซ็นต์เถ้าเนื้อปลาสดเฉลี่ยของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยง ด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%	35

ตารางที่		หน้า
42	เปอร์เซ็นต์โปรตีนเนื้อปลาสดเฉลี่ยของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่าย สไปรูลีนา 10%	35
43	เปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาสดเฉลี่ยของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่าย สไปรูลีนา 10%	36
44	เปอร์เซ็นต์เถ้าเนื้อปลาสดเฉลี่ยของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยง ด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%	37
45	ค่าความสว่างสีเนื้อปลาเฉลี่ย (L^*) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่าย สไปรูลีนา 10%	37
46	ค่าสีแดงของเนื้อปลาเฉลี่ย (a^*) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่าย สไปรูลีนา 10%	38
47	ค่าสีเหลืองของเนื้อปลาเฉลี่ย (b^*) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่าย สไปรูลีนา 10%	38
48	ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เนื้อปลาเฉลี่ยของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสม สาหร่ายสไปรูลีนา 10%	39
49	ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) เนื้อปลาเฉลี่ยของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสม สาหร่ายสไปรูลีนา 10%	39
50	ค่าความสว่างสีเนื้อปลาเฉลี่ย (L^*) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่าย สไปรูลีนา 10%	40
51	ค่าสีแดงของเนื้อปลาเฉลี่ย (a^*) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยง ด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%	41

- 52 ค่าสีเหลืองของเนื้อปลาเจลลี่ (b*) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่
เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่าย
สไปรูลีนา 10%



สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวกที่

หน้า

- 1 ลักษณะโครโมโซมของปลาเทราต์คิพลอยด์ และปลาเทราต์ทริพลอยด์ จาก
การเหนี่ยวนำตรวจเช็คโครโมโซมตามวิธีของ Kligerman และ Bloom (1977)

49



สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
1	น้ำหนัก (กรัมต่อตัว) ความยาว (ซม.) ความยาวส่วนหัว (มม.) ความหนาลำตัว (มม.) ความกว้างลำตัว (มม.) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน	50
2	เปอร์เซ็นต์ (%) น้ำหนักหัวและครีบ อวัยวะภายใน ตับ หัวใจ ไชมันสะสม เหงือก อวัยวะสืบพันธุ์ และเนื้อ ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน	52
3	องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาเรนโบว์เทราต์อายุ 18 เดือน	54
4	ผลการวิเคราะห์ค่าสี ค่า pH และค่า Conductivity ของเนื้อปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน	56
5	น้ำหนัก (กรัมต่อตัว) ความยาว (ซม.) ความยาวส่วนหัว (มม.) ความหนาลำตัว (มม.) ความกว้างลำตัว (มม.) ของปลาเรนโบว์เทราต์อายุ 24 เดือน	58
6	เปอร์เซ็นต์ (%) น้ำหนักหัวและครีบ อวัยวะภายใน ตับ หัวใจ ไชมันสะสม เหงือก อวัยวะสืบพันธุ์ และเนื้อ ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน	60
7	องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาเรนโบว์เทราต์อายุ 24 เดือน	62
8	ผลการวิเคราะห์ค่าสี ของเนื้อปลาเรนโบว์เทราต์อายุ 24 เดือน	64

**การเจริญเติบโต เพอร์เซ็นต์ซาก และคุณภาพเนื้อของปลาเรนโบว์เทราต์
(*Oncorhynchus mykiss*) ดิพลอยด์ และทรिพลอยด์ ที่เลี้ยงบนที่สูงของประเทศไทย
Growth, Carcass percentage and Flesh Qualities of Diploid and Triploid Rainbow Trouts
(*Oncorhynchus mykiss*) Reared in the Highland of Northern Thailand.**

โกมุท อุ่นศรีสง¹ ประสาน พรโสภณ² สมพร กันธิยะวงศ์² เทอดชัย เวียรศิลป์³

Gabriele Horstgen-Schwark⁴

บทคัดย่อ

การเจริญเติบโต เพอร์เซ็นต์ซาก และคุณภาพเนื้อของปลาเรนโบว์เทราต์ดิพลอยด์ และทริพลอยด์ ที่เลี้ยงบนที่สูงของประเทศไทย ดำเนินการที่หน่วยวิจัยประมงบนพื้นที่สูงดอยอินทนนท์ ศูนย์วิจัยและพัฒนา ประมงน้ำจืดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนตุลาคม 2547 ถึงกันยายน 2550 ไข่ปลาเทราต์ดิพลอยด์และทริพลอยด์ ได้รับจาก Experiment trout station Relliehausen มหาวิทยาลัย Goettingen ประเทศเยอรมัน การเปรียบเทียบ ลักษณะสำคัญของปลาทั้งสองกลุ่ม พบว่า อัตราการฟักเป็นตัวของไข่ระยะมีจุดตามีค่า 85.12 และ 86.73 เพอร์เซ็นต์ อัตราการเจริญเติบโตของลูกปลาอายุ 15 และ 30 วัน มีค่าน้ำหนักเฉลี่ย 0.137 ± 0.04 , 0.131 ± 0.02 กรัมต่อตัว และ 0.677 ± 0.18 , 0.636 ± 0.14 กรัมต่อตัว ความยาวเฉลี่ย 2.56 ± 0.29 , 2.62 ± 0.17 เซนติเมตร และ 3.53 ± 0.33 , 3.40 ± 0.22 เซนติเมตร ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างน้ำหนักเฉลี่ยและความยาวเฉลี่ยของปลาทั้งสองกลุ่ม ($p > 0.05$) เมื่อปลาอายุ 147 วัน มีน้ำหนักเฉลี่ย 22.95 ± 8.95 , 29.11 ± 13.89 กรัมต่อตัว ความยาวเฉลี่ย 12.07 ± 1.57 , 12.85 ± 1.67 เซนติเมตร ตามลำดับ ในระยะนี้พบว่า ปลาเทราต์ทริพลอยด์มีน้ำหนักเฉลี่ยมากกว่าปลาเทราต์ดิพลอยด์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และปลาอายุ 288 วัน มีน้ำหนักเฉลี่ย 191.82 ± 37.36 , 237.06 ± 63.82 กรัมต่อตัว ความยาวเฉลี่ย 25.10 ± 1.70 , 26.60 ± 1.72 เซนติเมตร ตามลำดับ ปลาเทราต์ทริพลอยด์มีน้ำหนักเฉลี่ยและความยาวเฉลี่ยมากกว่าปลาเทราต์ดิพลอยด์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เพอร์เซ็นต์ซากของปลาเมื่ออายุ 18 เดือน พบว่า น้ำหนักเนื้อเฉลี่ยเมื่อได้รับอาหารโปรตีน 45 % มีค่า 64.95 และ 66.69 เพอร์เซ็นต์ ส่วนน้ำหนักเนื้อเฉลี่ยเมื่อได้รับอาหารโปรตีน 45 % ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10 % มีค่า 63.60 และ 65.78 เพอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อปลาอายุ 24 เดือน น้ำหนักเนื้อเฉลี่ยเมื่อได้รับอาหารโปรตีน 45 % มีค่า 57.77 และ 62.81 เพอร์เซ็นต์ ส่วนน้ำหนักเนื้อเมื่อได้รับอาหารโปรตีน 45 % ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10 % มีค่า 49.81 และ 58.35 เพอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่าเมื่อปลาอายุ 24 เดือน ปลาเทราต์ทริพลอยด์จะมีปริมาณเนื้อมากกว่าปลาเทราต์ดิพลอยด์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบผลของจำนวนโครโมโซมที่เพิ่มขึ้นกับคุณภาพของเนื้อปลาเรนโบว์เทราต์อายุ 18 และ 24 เดือน พบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ยกเว้นค่าเพอร์เซ็นต์ไขมันในเนื้อปลาที่อายุ 18 เดือน พบว่า ปลาเทราต์ทริพลอยด์มีเปอร์เซ็นต์ไขมันในเนื้อน้อยกว่า

ปลาเทราต์ดีพลอยได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และอาหารที่ผสมสาหร่ายสไปรูลีนาทำให้เนื้อปลา มีสีเหลืองมากขึ้นเมื่ออายุ 18 เดือน สำหรับอายุ 24 เดือน พบเนื้อปลามีค่าความสว่างมากขึ้น แต่สีแดงลดลง

- 
1. ราชการบริหารส่วนกลาง กรมประมง
 2. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดเชียงใหม่ กรมประมง
 3. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 4. Georg-August-University, Institute of Animal Husbandry and Genetics, Goettingen, Germany

Abstract

Growth, carcass percentage, and flesh qualities were investigated in the diploid and triploid rainbow trouts (*Oncorhynchus mykiss*) reared under normal production condition of Doi Intanon highland Fisheries Research Unit, Chiang Mai, Thailand, during 2004 – 2007 years. The diploid and triploid eyed-eggs were transported from Experiment trout station Relliehausen, University of Goettingen, Germany. The resulted showed that hatching percentage of eyed-eggs were 85.12 and 86.73 percent. Average weights and lengths of 15 and 30 days old age of diploid and triploid trouts were 0.137 ± 0.04 , 0.131 ± 0.02 g and 0.677 ± 0.18 , 0.636 ± 0.14 g ; 2.56 ± 0.29 , 2.62 ± 0.17 cm and 3.53 ± 0.33 , 3.40 ± 0.22 cm, respectively. At the age of 147 days, average weight were 22.95 ± 8.95 , 29.11 ± 13.89 g, average length were 12.07 ± 1.57 , 12.85 ± 1.67 cm, respectively, and the age of 288 days average weight were 191.82 ± 37.36 , 237.06 ± 63.82 g, average length were 25.10 ± 1.70 , 26.60 ± 1.72 cm, respectively. The triploid fish showed higher average weight and length than the diploid fishes ($p < 0.05$). For carcass percentage at 18 and 24 months old diploid and triploid trouts, the average weight of flesh fed with 45 % protein and 45 % protein plus 10% spirulina were 64.95, 66.69% ; 63.60, 65.78 % and 57.77, 62.81 % ; 49.81, 58.35 %, respectively. At 24 months old, the triploid fish were significantly higher flesh percentage than the diploid fishes ($p < 0.05$). The effects of polyploidy on flesh qualities are comparable in the 24 months old rainbow trouts but the fat percentage of 18 months old of the triploid rainbow trout were significantly lower than in diploid rainbow trouts ($p < 0.05$). Added of 10 % spirulina in fish feed showed statistically difference in yellow (b^*) flesh at 18 mouths old and highest brightness (L^*) but less red (a^*) flesh at 24 mouths old fish.

บทนำ

การเลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์บนที่สูงในประเทศไทยที่ผ่านมา พบว่า ปลาสามารถเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดีโดยเฉพาะในฤดูหนาว ผลผลิตปลาเรนโบว์เทราต์มีประมาณปีละ 15 - 20 ตัน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นปลาขนาด 250 - 300 กรัมต่อตัว ปลาเรนโบว์เทราต์ที่เลี้ยงในประเทศไทยเจริญเติบโตจนถึงวัยเจริญพันธุ์เร็วกว่าในต่างประเทศ โกมุท และคณะ (2544) ได้ทดลองเลี้ยงและเพาะพันธุ์ปลาเรนโบว์เทราต์ที่คอยอินทนนท์พบว่า ปลาเรนโบว์เทราต์ที่เลี้ยงที่คอยอินทนนท์ของประเทศไทย สามารถนำมาเพาะพันธุ์ได้โดยปลาเพศผู้มีน้ำเชื้อเมื่ออายุ 8 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 349.67 กรัม ส่วนปลาเพศเมียมีไข่เมื่ออายุ 18 เดือน ไข่ปลาที่เพาะได้มีสีเหลือง มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.73 - 4.50 มิลลิเมตร จำนวนไข่ 1,178 - 5,678 ฟองต่อตัว แม่พันธุ์มีน้ำหนักตัวปลาเฉลี่ย 2,010 กรัม อัตราการปฏิสนธิของไข่เฉลี่ย 58.29 % (สูงสุด 99.76 %) ไข่พัฒนาถึงระยะมีจุดตาเฉลี่ย 48.83 % (สูงสุด 95.82 %) และอัตราการฟักเป็นตัวเฉลี่ย 41.0 % (สูงสุด 91.24 %) ปลาในช่วงวัยเจริญพันธุ์มีคุณภาพเนื้อที่ไม่ดี เนื่องจากสารอาหารที่ปลากินเข้าไปถูกนำไปใช้ในการสร้างไข่และน้ำเชื้อ แนวทางหนึ่งที่สามารถผลิตปลาขนาดมากกว่า 1 กิโลกรัม ให้เนื้อคุณภาพดีได้ก็คือ การทำปลาเรนโบว์เทราต์ให้เป็นหมัน อาหารที่ปลากินเข้าไปก็จะถูกนำไปใช้ในการสร้างกล้ามเนื้อเพียงอย่างเดียว ทำให้ปลาหมันเป็นปลาที่มีคุณภาพเนื้อคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลวางไข่

วิธีการที่จะทำให้ปลาเป็นหมันที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป คือ วิธีการเหนี่ยวนำให้เกิดการเพิ่มจำนวนโครโมโซมจากจำนวน $2n$ เป็น $3n$ โครโมโซม ในปลาทั่วไปที่มีจำนวนโครโมโซม $2n$ จะมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ตลอดการเจริญเติบโต ส่วนปลาที่มีโครโมโซม $3n$ จะเป็นปลาที่เป็นหมันไม่มีการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์หรือมีการพัฒนาขนาดของถุงน้ำเชื้อน้อยมากในปลาเพศผู้ (Linclon, 1981) สำหรับปลาเรนโบว์เทราต์ Thorgaard and Gall (1979) พบว่า ปลาเรนโบว์เทราต์เพศเมียที่เป็นหมันจะไม่มีการพัฒนาของรังไข่เลย ซึ่งโดยทั่วไปปลาเรนโบว์เทราต์เมื่อถึงวัยเจริญพันธุ์ คุณภาพเนื้อจะลดลงและเป็นโรคได้ง่าย โดยเฉพาะโรคที่เกิดจากแบคทีเรีย และเชื้อรา (Lincoln and Bye, 1984) ปลาหมันหรือปลาที่มีโครโมโซมจำนวน $3n$ จะมีขนาดของเซลล์ในร่างกายมีขนาดใหญ่กว่าปลาทั่วไป ($2n$) ตามจำนวนโครโมโซมที่เพิ่มขึ้น (Beufey, 1999)

ในการทดลองครั้งนี้ ได้วางแผนเปรียบเทียบการเจริญเติบโต ปริมาณ และคุณภาพของเนื้อปลาเรนโบว์เทราต์ที่มีจำนวนโครโมโซมตามปกติ ($2n$) และปลาเรนโบว์เทราต์ที่มีการเหนี่ยวนำให้เกิดเป็นปลาที่มีโครโมโซม $3n$ ซึ่งเป็นปลาหมัน และได้ทดลองใช้สาหร่ายสไปรูลินาซึ่งเป็นสาหร่ายที่มีปริมาณเบต้าแคโรทีนสูง (Habib and Parvin, 2008) ผสมในสูตรอาหารปลาเพื่อเปรียบเทียบผลของสาหร่ายสไปรูลินาที่มีต่อสีของเนื้อปลา

วัตถุประสงค์

- เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโต เปอร์เซ็นต์ซากและคุณภาพเนื้อของปลาเรนโบว์เทราต์ที่มีโครโมโซม $2n$ และ $3n$
- เพื่อศึกษาเบื้องต้นของผลของอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินาในอาหารเลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์ต่อสีของเนื้อปลา

สถานที่ทำการทดลอง

- Experiment trout station Relliehausen, University of Goettingen, Germany
- หน่วยวิจัยประมงบนพื้นที่สูงคอยอินทนนท์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดเชียงใหม่

ผลงานวิจัยที่ผ่านมา

การปรับปรุงพันธุ์โดยจัดชุดโครโมโซม (Chromosome manipulation) เป็นวิธีทางเทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology) สามารถกระทำได้ 2 ลักษณะ คือ การเหนี่ยวนำให้เกิดการเพิ่มชุดของโครโมโซม (Polyploidization) การเหนี่ยวนำไข่โนเจนซิส (Gynogenesis) และแอนโดรเจนซิส (androgenesis) (อุทัยรัตน์, 2538) โดยปกตินิวเคลียสของเซลล์ร่างกายทั่ว ๆ ไป มีโครโมโซมอยู่ 2 ชุด (Diploidy) ส่วนไข่และน้ำเชื้อจะมีโครโมโซมเพียงชุดเดียว (Haploidy) ในธรรมชาติอาจมีการเปลี่ยนแปลงชุดโครโมโซม ซึ่งในสัตว์น้ำมี 2 ชนิด คือ ทริพลอยด์ (Triploidy) และเตตราพลอยด์ (Tetraploidy) (Thorgaard and Gall, 1979) มีการพบปลาทริพลอยด์ในปลาเรนโบว์เทราต์ ซึ่งเลี้ยงไว้ในโรงเพาะฟักแห่งหนึ่งในสหรัฐอเมริกา ปลาเทราต์ทริพลอยด์มีลักษณะดีกว่าปกติ มีการสะสมไขมันบริเวณอวัยวะภายใน ในขณะที่ปลาเทราต์ดิพลอยด์จะกักการเจริญเติบโตระหว่างฤดูสืบพันธุ์ ปลาเทราต์ทริพลอยด์จะเจริญเติบโตเป็นปกติ ปลาเทราต์ทริพลอยด์เพศผู้มีการสร้างน้ำเชื้อแต่ระดับฮอร์โมนเพศต่ำกว่าปลาเทราต์ดิพลอยด์ ส่วนปลาเทราต์ทริพลอยด์เพศเมียไม่มีการสืบพันธุ์วางไข่ ปลาเทราต์ทริพลอยด์มีคุณภาพซากที่ดีกว่าปลาเทราต์ดิพลอยด์ (อุทัยรัตน์, 2538) ในขณะที่ Lincoln and Scott (1984) รายงานความสำเร็จในการผลิตปลาทริพลอยด์เพศเมียส่วนในปลาเรนโบว์เทราต์ ซึ่งทำได้โดยการเหนี่ยวนำเหมือนกับปลาเทราต์ทริพลอยด์ แต่ใช้น้ำเชื้อจากเพศผู้จากการเหนี่ยวนำมาใช้ในการผสม

การเหนี่ยวนำให้เกิดปลาเทราต์ทริพลอยด์ทำได้หลายวิธี ได้แก่ วิธีการกระตุ้นด้วยอุณหภูมิ ความดัน และกระตุ้นด้วยสารเคมี ในการกระตุ้นไข่ระยะต้นของการแบ่งเซลล์นั้น ผลการเหนี่ยวนำทำให้เกิดทริพลอยด์ในปลาเรนโบว์เทราต์โดยใช้อุณหภูมิของน้ำ เมื่อกระตุ้นไข่ที่ระดับอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที พบว่าอัตราการเกิด ทริพลอยด์สูงถึง 100 % อัตราการฟัก 49.7 % (Solar *et al.*, 1984) สำหรับการเจริญเติบโตของปลาเทราต์ทริพลอยด์ก่อนวัยเจริญพันธุ์ และหลังวัยเจริญพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกัน แต่

เปอร์เซ็นต์ซากของปลาเทราต์ทรูปลอยด์ ดีกว่าปลาเทราต์ดีฟลอยด์ปกติ (Lincoln and Scott, 1984) แม้ว่า Solar *et al.*, 1984 พบว่าก่อนวัยเจริญพันธุ์ปลาเทราต์ทรูปลอยด์จะโตช้ากว่าปลาเทราต์ดีฟลอยด์ปกติ แต่หลังวัยเจริญพันธุ์ไม่มีรายงานผล

ผลของจำนวนโครโมโซมที่มีต่อการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ และอัตราการรอดตายของปลาเรนโบว์เทราต์

ในฤดูผสมพันธุ์ พบว่า ปลาเทราต์ทรูปลอยด์มีการเจริญเติบโตเร็ว คุณภาพเนื้อดี และต้านทานโรค ได้ดีกว่าปลาเทราต์ดีฟลอยด์โดยทั่วไป (Lincoln and Bye, 1984 ; Cater *et al.*, 1994 ; Choubert *et al.*, 1997 ; Sheehan *et al.*, 1999) ปลาเทราต์ทรูปลอยด์เพศผู้ยังคงสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และมีพฤติกรรมการสืบพันธุ์วางไข่ ส่วนปลาเพศเมียไม่มีการสร้างไข่ เมื่อถึงฤดูผสมพันธุ์ (Suresh and Sheehan, 1998a ; Suresh and Sheehan, 1998b ; Johnston *et al.*, 1999)

Sheehan *et al.* (1999) รายงานเกี่ยวกับอัตราการเจริญเติบโตของการเลี้ยงปลาเรนโบว์เทราต์ปลาดีฟลอยด์รวมเพศ ปลาดีฟลอยด์เพศเมียล้วน และปลาทรูปลอยด์เพศเมียล้วน เลี้ยงเป็นระยะเวลา 265 วัน พบว่า ปลาที่มีอัตราการเจริญเติบโตโดยมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว 1.6, 1.8 และ 2.4 กรัมต่อตัว ตามลำดับ และมีน้ำหนักตัวปลาเฉลี่ยสุดท้าย 521, 568 และ 749 กรัมต่อตัว ตามลำดับ จึงสรุปได้ว่าปลาเทราต์ทรูปลอยด์เพศเมีย มีการเจริญเติบโตมากกว่าปลาเทราต์ดีฟลอยด์เพศเมียล้วน และปลารวมเพศ

Oppedal *et al.* (2003) รายงานไว้ว่า ลักษณะสำคัญของการเจริญเติบโตของปลาเทราต์ดีฟลอยด์ และปลาเทราต์ทรูปลอยด์ของปลา Atlantic salmon เลี้ยงในถังทดลองพบว่า การเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลาเทราต์ทรูปลอยด์ไม่แตกต่างจากปลาเทราต์ดีฟลอยด์

คุณภาพเนื้อปลา

องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลา

องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลา มีความแตกต่างกันขึ้นกับอาหารที่ปลากิน เพศของปลา ฤดูกาล และตำแหน่งหรือส่วนของเนื้อที่นำมาวิเคราะห์ โดยปกติปลาหรือสัตว์ทั่วไปใช้โปรตีนในการเจริญเติบโต และใช้ไขมันเป็นแหล่งพลังงานให้กับร่างกาย หากปริมาณไขมันไม่เพียงพอก็จะมีอาการย่อยสลายโปรตีนมาเป็นพลังงาน ทำให้ปลาหรือสัตว์เจริญเติบโตช้าลงได้ ซึ่งอาหารสัตว์ต้องมีปริมาณทั้งโปรตีนและพลังงานตามความต้องการของสัตว์แต่ละชนิด สำหรับองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาเรนโบว์เทราต์ และ Atlantic salmon แตกต่างกันหลายรายงาน ซึ่งโดยทั่วไปมีปริมาณโปรตีนประมาณ 20 % ในขณะที่ปริมาณไขมันมีความแปรปรวนค่อนข้างมากตามชนิดอายุ และขนาดของปลา (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 น้ำหนักต่อตัว เปอร์เซ็นต์โปรตีน เปอร์เซ็นต์ไขมัน และเปอร์เซ็นต์เถ้า ของเนื้อปลา Atlantic salmon และปลาเรนโบว์เทราต์

ชนิดปลา	น้ำหนักต่อตัว	% โปรตีน	% ไขมัน	% เถ้า	เอกสารอ้างอิง
Atlantic salmon	3 – 4 กก.	20	9 - 13	1.3 – 1.5	Morris <i>et al.</i> , 2005
Atlantic salmon	2 กก.	20	10 - 12	1.3 – 1.4	Rosenlund <i>et al.</i> , 2001
เรนโบว์เทราต์	300 กรัม	21 - 23	3.8 – 4.5	3.3 – 3.8	Rasmussen <i>et al.</i> , 2000
เรนโบว์เทราต์	170 กรัม	17 - 19	1.0 – 4.0	1.1 – 1.2	Turchini <i>et al.</i> , 2004
เรนโบว์เทราต์	500 กรัม	21	3.6	1.2	Weatherup and McCracken, 1999
เรนโบว์เทราต์	400 กรัม	21	3.3	1.5	Weatherup and McCracken, 1999
เรนโบว์เทราต์	300 กรัม	20	3.6	1.7	Weatherup and McCracken, 1999
เรนโบว์เทราต์	200 กรัม	21	2.4	1.6	Weatherup and McCracken, 1999
เรนโบว์เทราต์	100 กรัม	22	1.6	1.5	Weatherup and McCracken, 1999
เรนโบว์เทราต์	80 – 90 กรัม	16 - 17	7 - 12	2.3 – 2.4	Yamamoto <i>et al.</i> , 2002

ค่าความเป็นกรดต่าง (pH value)

เนื้อสัตว์โดยทั่วไปหลังชำแหละจะมีค่า pH เฉลี่ยประมาณ 7.0 ค่า pH ของเนื้อขึ้นกับการเปลี่ยนไกรโคเจนในเนื้อเป็นกรดแลคติกของเนื้อ เป็นผลให้ pH ของเนื้อลดลง การเพิ่มขึ้นของกรดในเนื้อสัตว์มีปัจจัยจากหลายอย่าง เช่น ชนิดของสัตว์ การผสมพันธุ์ การเลี้ยง หรือการเครียดหลังการชำแหละ ปกติเนื้อวัวมีค่า pH หลังชำแหละ 18 – 24 ชั่วโมง ระหว่าง 5.4 – 5.7 เนื้อหมูหลังชำแหละ 6 – 10 ชั่วโมง มีค่า pH 5.4 – 5.8 โดยปกติ pH ของเนื้อถูกตรวจวัด 2 ครั้ง หลังจากฆ่าหรือชำแหละ 1 ชั่วโมง และจากนั้น 24 ชั่วโมง (Honikel, 1993) สำหรับ pH ของเนื้อปลา Atlantic salmon พบว่า มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บนานขึ้น โดยเพิ่มจาก 6.2 เป็น 6.3 หลังจากชำแหละแล้ว 14 วัน (Espe *et al.*, 2004) ขณะที่ Kim (1984) รายงานว่า ค่า pH ของเนื้อปลาเทราต์ขนาดตลาดหลังชำแหละ 15 นาที มีค่าเท่ากับ 7 และลดลงเป็น 6.5 – 6.6 หลังชำแหละแล้ว 24 ชั่วโมง นอกจากนี้ การเก็บรักษาเนื้อปลายังมีผลต่อการลดลงของค่า pH ของเนื้อปลา Eien *et al.* (2002) รายงานไว้ว่า การแช่เย็นของเนื้อปลา Atlantic salmon ทำให้มีค่า pH ของเนื้อลดลงจาก 6.6 เป็น 6.3 หลังจากชำแหละเนื้อแล้ว 10 ชั่วโมง ขณะที่หากแช่เยือกแข็งทำให้ pH ของเนื้อลดลงจาก 6.2 เป็น 6.1 เท่านั้น

การเปลี่ยนแปลง pH ของเนื้อเป็นเพราะไกรโคเจนเปลี่ยนแปลงเป็นกรดแลคติก ด้วยขบวนการไกรโคเจนเนซิส ภายใต้สภาพขาดออกซิเจน โดยทั่วไปค่า pH ของเนื้อจะสัมพันธ์กับช่องว่างภายในชิ้นเนื้อ และปริมาณน้ำในเนื้อ (Love, 1980) การลดลงอย่างรวดเร็วของ pH ของเนื้อมีผลโดยตรงกับสีของเนื้อ และเมื่อดีสของเนื้อ (Richard *et al.*, 2002 ; Birkeland and Bjerkeng, 2004) แต่การลดลงของ pH ตามปกติหรือไม่มาก มีผลดีต่อการปรับปรุงคุณภาพเนื้อในแง่ของความอ่อนนุ่ม และช่องว่างภายในชิ้นเนื้อ (Espe *et al.*, 2004)

ค่าการนำไฟฟ้า (Electric conductivity value)

ประจุไฟฟ้าจากการแตกตัวของน้ำมีผลอย่างมากต่อค่า electricity แต่หากมีเกลือ การละลายในน้ำก็จะทำให้เพิ่มค่า electricity มากขึ้น จึงเรียกค่าที่มีประจุไฟฟ้าเมื่อมีเกลือละลายในน้ำนี้ว่า ค่า electrolytic conductivity ซึ่งเมื่อมีปริมาณเกลือมากก็ยิ่งทำให้ค่า electrolytic conductivity สูงมาก

การวัดค่า electric conductivity (EC) เป็นการวัดของเหลวในเนื้อโดยตรง ซึ่งเป็นข้อมูลประเมินคุณภาพทางเคมีฟิสิกส์ของเนื้อได้ (Pliquett *et al.*, 1990) หากผนังเซลล์ของกล้ามเนื้อไม่แตกก็จะทำให้ค่า EC อยู่ในค่าที่ต่ำ แต่ถ้าเซลล์กล้ามเนื้อแตกก็จะมีผลทำให้ค่าของ EC เพิ่มสูงขึ้นได้ (Florek and Litwinczuk, 2002)

Russell (1998) รายงานว่าอายุการเน่าเสียของเนื้อปลาเรนโบว์เทราต์ ปลานิล และปลา Atlantic salmon ที่เก็บในตู้เย็นในระยะเวลา 1 สัปดาห์ มีความสัมพันธ์กับค่า EC ที่สูงหลังจากการวัดที่ 11 ชั่วโมง หลังการชำแหละ นอกจากนี้ค่า EC ยังสามารถใช้ประเมินปริมาณน้ำในเนื้อ (water holding capacity) หลังจากการเก็บเนื้อไว้แล้ว 24 ชั่วโมงได้ด้วย (Lee *et al.*, 2000)

สีของเนื้อ (Color of meat)

สีของเนื้อถือได้ว่าเป็นจุดสนใจแรกของผู้บริโภค โดยสีของเนื้อขึ้นกับ Myoglobin ซึ่งมีรูปแบบแตกต่างกันในสัตว์แต่ละชนิด Myoglobin เป็นโปรตีนที่ละลายในน้ำเป็นแหล่งรวบรวมออกซิเจน สำหรับ aerobic metabolism ของกล้ามเนื้อ Myoglobin ประกอบด้วยส่วนที่เป็นโปรตีนและไม่ใช่โปรตีนที่เป็นวงแหวน และตรงกลางมี Fe^{++} อยู่ศูนย์กลาง Fe^{++} มีบทบาทมากกับสีของเนื้อ ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีเนื้อ คือ ออกซิเจน น้ำ และไนตริกออกไซด์ในเนื้อ จะถูกจับโดยส่วนของโมเลกุลของ Fe^{++} ด้วยขบวนการ Oxidation สีของเนื้อปลามีความแตกต่างกันขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น ชนิดของปลา อายุ และขนาดของปลาหรืออาหารที่ปลากินเข้าไป เป็นต้น ตัวอย่างแสดงสีของเนื้อปลากลุ่ม salmon ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สีของเนื้อปลาในกลุ่ม Salmonids ตามขนาดของน้ำหนักปลาเรนโบว์เทราต์

ชนิดปลา	น้ำหนักปลา (กก.)	L*	a*	b*	เอกสารอ้างอิง
Atlantic salmon	3 - 5	49 - 51	23 - 27	24	Johnston <i>et al.</i> , 2002
Atlantic salmon	1 - 2	41 - 43	6.0 - 7.7	10 - 12	Bjerkeng <i>et al.</i> , 1999
เรนโบว์เทราต์	1	-	5- 8	11 - 15	Storebakker <i>et al.</i> , 2004
เรนโบว์เทราต์	0.5	-	0 - 2.5	-	Karl <i>et al.</i> , 2004

หมายเหตุ L* = representing the lightness

a* = representing the redness

b* = representing the yellowness

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

1. การศึกษาการเจริญเติบโตของปลาเทราต์ดิพลอยด์ และปลาเทราต์ทริพลอยด์

การเตรียมพ่อแม่พันธุ์ปลาทดลอง

พ่อแม่พันธุ์ปลาที่ใช้ในการเตรียมไข่ปลาทดลองได้จากปลาที่เลี้ยงไว้ที่ Rellichausen, University of Goettingen, Germany อายุ 6 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 3.0 กิโลกรัม โดยทำการคัดเลือกปลาที่พร้อมผสมพันธุ์ วางไข่ จำนวน 5 คู่

การเหนี่ยวนำให้เกิดปลาเทราต์ทริพลอยด์

นำพ่อแม่พันธุ์ที่คัดเลือกแล้วมารีดไข่จากแม่พันธุ์ 1 ตัว ผสมกับน้ำเชื้อปลาพ่อพันธุ์ 1 ตัว จนครบทั้ง 5 คู่ จะได้ไข่ปลาจาก 5 ครอบครัว จากนั้นแบ่งไข่ของแต่ละครอบครัวออกเป็นสองกลุ่มละเท่า ๆ กัน กลุ่มแรกเป็นการผสมไข่และน้ำเชื้อแล้วนำไปฟักที่อุณหภูมิ 11°C ปลาที่ได้จากไข่กลุ่มนี้จะมีโครโมโซมเป็น 2n เรียกว่า ปลาดิพลอยด์ (Diploidy) กลุ่มที่สองเมื่อผสมไข่และน้ำเชื้อแล้วปล่อยให้ไข่ดูดซึมน้ำหลังการผสมในน้ำ อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 25 นาที แล้วนำไปกระตุ้นในน้ำอุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที จากนั้นนำไข่ที่ได้จากการกระตุ้นของแต่ละครอบครัวฟักรวมกันที่อุณหภูมิ 11 องศาเซลเซียส จนไข่ระยะมีจุดตาแล้วทำการตรวจสอบผลการเหนี่ยวนำ โดยการสุ่มไข่ปลาทั้งสองกลุ่มมาทำการตรวจเช็คจำนวนโครโมโซมตามวิธีของ Kligerman and Bloom (1977) จากนั้นลำเลียงไข่ทั้งสองกลุ่มจากประเทศเยอรมันมาทำการฟักต่อจนกระทั่งเป็นตัวปลาที่คอยอินทนันทต่อไป

การตรวจสอบผลการเหนี่ยวนำ

สุ่มไข่ปลาทั้งสองกลุ่มมาทำการตรวจเช็คจำนวนโครโมโซมตามวิธีของ Kligerman and Bloom (1977) ดังนี้

1. นำตัวอย่างที่จะทำการวิเคราะห์ ได้แก่ ไข่ระยะมีจุดตาและเหงือกปลา มาแช่ในสารละลาย NaCl 0.9 % เพื่อแยกส่วนของตัวอ่อน (หากเป็นไข่ระยะมีจุดตา) เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป
2. แช่ตัวอย่างในสารละลาย methanol : acetic acid (อัตราส่วน 1.5 : 1) แช่นาน 30 นาที และเปลี่ยนสารละลายทุก 30 นาที จำนวน 3 ครั้ง
3. นำตัวอย่างแช่ที่ 4 °C ทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำตัวอย่างออกมาอุ่นบน hot plate ที่อุณหภูมิ 50 °C พร้อมทั้งเทสารละลายที่ไว้แช่ตัวอย่างออกให้หมด แล้วจึงเติมสารละลาย 50% acetic acid ทิ้งไว้ 5 นาที
4. เตรียมสไลด์โดยหยดสารละลายที่มีเนื้อเยื่อลงบนสไลด์ ทำให้สไลด์แห้ง แล้วนำมาวางในภาชนะที่มี methanol 100 % แช่สไลด์ไว้นาน 5 นาที นำสไลด์วางบน hot plate ที่ 50 °C เพื่อให้แห้ง หยด gelatine 1 หยด และ silver NO₃ 1 หยด ปิดทับด้วย cover slide ทิ้งไว้ 5 นาที นำไปส่องดูโครโมโซมด้วยกล้องจุลทรรศน์

5. การเตรียมสารเคมี

Silver nitrate ใช้ 4 กรัม AgNO_3 + 8 ml น้ำกลั่น

Gelatine ใช้ 1 กรัม gelatine + 49 ml formic acid 1%

การปักไข่ปลาระยะมีตาที่คอดยอินทนนท์

ปักไข่ปลาระยะมีตาทั้งสองกลุ่ม (ไข่ปลาเทราต์คิฟลอยด์และไข่ปลาเทราต์ทริฟลอยด์) ในรางปักไข่ ขนาด $3 \times 0.5 \times 0.25$ เมตร ที่มีน้ำไหลผ่านในอัตรา 10 - 15 ลิตรต่อนาที ภายในบรรจุกระเช้าพลาสติกขนาดตา 2 มิลลิเมตร ขนาด $12 \times 12 \times 8$ นิ้ว โดยในแต่ละกระเช้าจะใส่ไข่ปลาจำนวน 1000 ฟอง แต่ละกลุ่มแบ่งเป็น 3 ซ้ำ ทั้งสิ้น 6 กระเช้า

การอนุบาลและการเลี้ยงจนได้ขนาดตลาดของปลาทั้งสองกลุ่ม

การอนุบาลลูกปลา หลังจากที่ถูกปลาปักออกจากไข่แล้วย้ายลูกปลาไปอนุบาลในรางอนุบาลขนาด $3 \times 0.5 \times 0.25$ เมตร ที่มีน้ำไหลผ่านในอัตรา 20 ลิตรต่อนาที และมีการให้อาหารโดยควบคุมให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในรางอนุบาลไม่น้อยกว่า 6 ส่วนในล้านส่วน (ppm.) ตลอดระยะเวลาการอนุบาล โดยแยกปลาเทราต์ทริฟลอยด์และปลาเทราต์คิฟลอยด์กลุ่มละ 2 รางๆ ละ 1000 ตัว ลูกปลาในระยะนี้ให้อาหารโปรตีนไม่น้อยกว่า 45 % ร่วมกับการให้ไรแดง โดยให้อาหารจำนวน 8 ครั้งต่อวัน

การเลี้ยงปลาให้ได้ขนาดนิ้ว (Fingerling) หลังจากการอนุบาลจนได้อายุ 1 เดือน ย้ายลูกปลาไปเลี้ยงต่อใน ถังไฟเบอร์กลาสขนาดจุ 1 ตัน โดยปล่อยลูกปลาแต่ละกลุ่มจำนวน 300 ตัวต่อถัง กลุ่มละ 3 ถัง รวมทั้งสิ้นกลุ่มละ 900 ตัว เลี้ยงลูกปลาด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปโปรตีน 45 % ให้อาหาร 2.5 - 3 % ของน้ำหนักตัวต่อวัน ให้อาหารวันละ 3 ครั้ง เลี้ยงจนได้น้ำหนักประมาณ 30 กรัม

การเลี้ยงปลาให้ได้ขนาดตลาด เมื่อปลาอายุได้ 147 วัน ทำเครื่องหมายโดยวิธีการตัดครีบก้นของปลากลุ่มที่เหนียวนำชุดโครโมโซมแล้วจึงนำไปเลี้ยงรวมในบ่อเดียวกันทั้งสองกลุ่ม โดยจะเลี้ยงในบ่อน้ำไหลผ่าน ขนาด 28 ตารางเมตร ปล่อยในอัตรา 800 ตัวต่อบ่อ จำนวน 3 บ่อ ในแต่ละบ่อจะมีปลาทั้งสองกลุ่มจำนวนเท่า ๆ กัน เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปโปรตีน 45 % และอาหารโปรตีน 45% ผสมสำหรับสไปรูไลนา 10% โดยให้อาหาร 1.5 - 2.5 % ของน้ำหนักตัวต่อวัน ให้อาหารตามตารางการให้อาหารทุกวันๆ ละ 2 ครั้ง เลี้ยงจนได้ขนาดตลาด (288 วัน) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 อัตราการให้อาหารต่อวัน ตามอุณหภูมิและน้ำหนักปลาเรนโบว์เทราต์

อุณหภูมิ (°C)	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัมต่อตัว)										
	0	0.18	1.50	5.15	12.3	23.7	39.18	61.4	92.1	130.9	179.66
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.17	1.50	5.15	12.3	23.7	39.8	61.84	92.1	130.9	179.66	ขึ้นไป
	กรัม	กรัม	กรัม	กรัม	กรัม	กรัม	กรัม	กรัม	กรัม	กรัม	
10.00	5.2	4.3	3.4	2.7	2.0	1.7	1.4	1.2	1.1	1.0	0.9
10.56	5.4	4.5	3.5	2.8	2.1	1.7	1.5	1.3	1.1	1.0	0.9
11.11	5.4	4.5	3.6	2.8	2.1	1.7	1.5	1.3	1.1	1.0	0.9
11.67	5.6	4.7	3.8	2.9	2.2	1.8	1.5	1.3	1.1	1.1	1.0
12.22	5.8	4.9	3.9	3.0	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.1	1.0
12.78	6.1	5.1	4.2	3.2	2.4	2.0	1.6	1.4	1.3	1.1	1.0
13.33	6.3	5.3	4.3	3.3	2.5	2.0	1.7	1.5	1.3	1.2	1.0
13.88	6.7	5.5	4.5	3.5	2.6	2.1	1.8	1.5	1.4	1.2	1.1
14.44	7.0	5.8	4.8	3.6	2.7	2.2	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2
15.00	7.3	6.0	5.0	3.7	2.8	2.3	1.9	1.7	1.5	1.3	1.2
15.56	7.5	6.3	5.1	3.9	3.0	2.4	2.0	1.7	1.5	1.4	1.3
16.11	7.8	6.5	5.3	4.1	3.1	2.5	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3
16.67	8.1	6.7	5.5	4.3	3.2	2.6	2.1	1.8	1.6	1.5	1.4
17.22	8.4	7.0	5.7	4.5	3.4	2.7	2.1	1.9	1.7	1.5	1.4
17.78	8.7	7.2	5.9	4.7	3.5	2.8	2.2	1.9	1.7	1.6	1.5
18.33	9.0	7.5	6.1	4.9	3.6	2.9	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5
18.89	9.3	7.8	6.3	5.1	3.8	3.0	2.3	2.0	1.8	1.6	1.6
19.44	9.6	9.1	6.6	5.3	3.9	3.1	2.4	2.1	1.9	1.7	1.6
20.00	9.9	9.4	6.9	5.5	4.0	3.2	2.5	2.1	2.0	1.8	1.7

ที่มา : Leitritz และ Lewis (1976)

การบันทึกข้อมูล

1. จำนวนไข่เสียในระหว่างการฟักไข่
2. อุณหภูมิน้ำในรางฟักไข่ ถึงไฟเบอร์กลาส และบ่อเลี้ยง
3. ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำในรางฟักไข่ ถึงไฟเบอร์กลาส และบ่อเลี้ยง
4. น้ำหนักและความยาวลูกปลา เมื่ออายุ 15 วัน
5. น้ำหนักและความยาวลูกปลา เมื่ออายุ 30 วัน
6. น้ำหนักและความยาวของปลา เมื่ออายุ 147 วัน
7. น้ำหนักและความยาวของปลา เมื่ออายุ 288 วัน

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Two Factors – Factorial และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดทดลอง โดยวิธี Duncan's new multiple range test ใช้โปรแกรมทางสถิติ Sirichai statistic v.6 on window.

2. การศึกษาเปอร์เซ็นต์ซากของปลาเทราต์ดีพลอยด์ และปลาเทราต์ทรูปลอยด์

ปลาทดลอง กลุ่มปลาเทราต์ดีพลอยด์และปลาเทราต์ทรูปลอยด์ อายุ 288 วัน จำนวนกลุ่มละ 150 ตัว มาทำเครื่องหมายโดยกลุ่มปลาเทราต์ทรูปลอยด์ตัดครีบอกไข่มุน ปลาเทราต์ดีพลอยด์ไม่ตัดครีบอก แล้วนำมาเลี้ยงรวมในบ่อขนาด 28 ตารางเมตร จำนวน 2 บ่อ ๆ ละ 150 ตัว เลี้ยงโดยใช้อาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูไลนา 10% เลี้ยงปลาจนอายุ 18 เดือน กลุ่มปลากลุ่มละ 30 ตัว (บ่อละ 15 ตัวต่อกลุ่ม) เพื่อนำไปชำแหละเนื้อศึกษาเปอร์เซ็นต์ซากและคุณภาพเนื้อ โดยส่วนที่เหลือเลี้ยงต่อไปจนอายุ 24 เดือน กลุ่มปลากลุ่มละ 30 ตัวอีกครั้ง เพื่อนำไปชำแหละเนื้อศึกษาเปอร์เซ็นต์ซากและคุณภาพเนื้อเมื่ออายุ 24 เดือน การศึกษาเปอร์เซ็นต์ซากของปลาทดลองโดยทำการชั่งน้ำหนักลำตัว วัดความยาวลำตัว ความยาวส่วนหัว ความกว้างลำตัว ความลึกลำตัว พร้อมทั้งผ่าชำแหละเนื้อ ซึ่งน้ำหนักหัวและครีบน้ำหนักอวัยวะภายใน น้ำหนักตับ น้ำหนักหัวใจ น้ำหนักเหงือก น้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์ และน้ำหนักชิ้นเนื้อ

3. การศึกษาคุณภาพเนื้อของปลาเทราต์ดีพลอยด์ และปลาเทราต์ทรูปลอยด์

การศึกษาคูณภาพเนื้อปลา ทำการชำแหละปลาเอาเนื้อด้านข้างหนึ่งซีก (filet) บรรจุในถุงพลาสติก ปิดปากแน่นโดยระบบสุญญากาศ บรรจุในกล่องโฟมภายในมีน้ำแข็งคลุม แล้วส่งไปวิเคราะห์ผลที่ห้องปฏิบัติการโภชนศาสตร์สัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตามวิธีของสัญญาชัย (2547)

3.1 ค่าความเป็นกรดค่า (pH value) ใช้เครื่อง pH meter (Model 191, Knick, D-Berlin) โดยใช้ pH electrode แทะเข้าไปในกล้ามเนื้อลิ้นประมาณ 4 - 6 เซนติเมตร

3.2 ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) ใช้เครื่อง Conductivity Meter LF 196 (Germany) โดยใช้ probe แทะเข้าไปในกล้ามเนื้อลิ้นประมาณ 4 - 6 เซนติเมตร เหมือนการวัด pH

3.3 ค่าสีของเนื้อ (color) นำตัวอย่างเนื้อปลาครึ่งซีกใส่ถุงพลาสติก ผึ่งปากถุงให้สนิทเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำเนื้อออกจากตู้เย็นและนำออกจากถุงวางไว้ในห้องเย็นเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ชับน้ำเลือดบนเนื้อออก แล้วนำมาวัดสีใช้เครื่อง Minolta Chroma Meter CR-300 (Japan) โดยวัด 5 ตำแหน่ง แล้วหาค่าเฉลี่ยต่าง ๆ ดังนี้

L* ความสว่าง (lightness)

a* สีแดง (red index)

b* สีเหลือง (yellow index)

DM น้ำหนักแห้งของเนื้อปลา

3.4 คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อ ตามวิธีของ AOAC (1995) มีการวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ได้แก่ ปริมาณวัตถุแห้ง (Dry matter) ปริมาณโปรตีน (Crude Protein) ปริมาณไขมัน (Crude Fat) และเถ้า (Ash)

อาหารทดลอง การเลี้ยงปลาทั้งสองกลุ่มตลอดการทดลองใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 45 เปอร์เซ็นต์ โดยแบ่งเป็น 2 สูตร คือ

สูตรที่ 1 ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีโปรตีนไม่น้อยกว่า 45 %

สูตรที่ 2 ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีโปรตีนไม่น้อยกว่า 45 % ผสมสาหร่ายสไปรูลินาในอาหารในอัตรา 10%

การให้อาหารทดลอง ให้อาหารทดลองในแต่ละสูตรในอัตรา 1 - 1.5 % ของน้ำหนักตัวต่อวัน จำนวน 1 ครั้งต่อวัน ทุกวัน

การจัดการระหว่างการทดลอง วัดค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำและอุณหภูมิของน้ำก่อนให้อาหารทดลองทุกครั้ง ถ้าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าน้อยกว่า 5 ppm. งดอาหารและทำความสะอาดบ่อเลี้ยงสัปดาห์ละครั้ง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ผลการทดลองทั้งสองส่วน โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) จากแผนการทดลองแบบ 2 x 3 Factorial in CRD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรม Sirichai statistic Version 6.0

โดยปัจจัย A คือ ชนิดของอาหารทดลอง มี 2 สูตร อาหารผสมสาหร่ายสไปรูไลนาและอาหารไม่ผสมสาหร่ายสไปรูไลนา และปัจจัย B คือ กลุ่มของปลาทดลองมี 3 กลุ่ม คือ $2n$ = ปลากลุ่มที่ไม่ได้เหนี่ยวนำชุดโครโมโซม (กลุ่มควบคุม) $3n$ = ปลากลุ่มที่เหนี่ยวนำชุดโครโมโซม และ $2n^*$ = ปลากลุ่มที่เหนี่ยวนำชุดโครโมโซม แต่ชุดโครโมโซมยังเป็น $2n$

ผลการศึกษาวิจัย

1. การศึกษาการเจริญเติบโตของปลาเทราต์ดีฟลอยด์ และปลาเทราต์ทรูปลอยด์

1.1 การเหนี่ยวนำไข่ปลาทดลอง

ไข่ปลาที่กระตุ้นด้วยอุณหภูมิ น้ำ 26 องศาเซลเซียส นาน 20 นาทีแล้วนำไปฟักจนกระทั่งไข่พัฒนาถึงระยะการสร้างเซลล์ร่างกาย (Body formation) ซึ่งจะใช้เวลา 12 วัน สุ่มไข่มาตรวจเช็คจำนวนโครโมโซมตามวิธีของ Kligerman and Bloom (1997) ผลการเหนี่ยวนำพบว่า ไข่ปลาทดลองถูกเหนี่ยวนำให้เกิดปลาเทราต์ทรูปลอยด์ คิดเป็น 80 % ของไข่ทั้งหมด

1.2 การฟักไข่ปลาทดลอง

การฟักไข่ปลาระยะมีตาทั้งสองกลุ่มทดลอง พบว่า ไข่ปลาที่ไม่ได้เหนี่ยวนำจะมีอัตราการฟักเฉลี่ย 85.12 เปอร์เซ็นต์ ส่วนไข่ปลาที่ได้รับการเหนี่ยวนำมีอัตราการฟักเฉลี่ย 86.73 เปอร์เซ็นต์

1.3 การอนุบาลลูกปลา

1.3.1 การอนุบาลลูกปลาอายุ 15 วัน

การอนุบาลลูกปลาทั้งสองกลุ่มหลังจากฟักเป็นตัว โดยให้อาหารสำเร็จรูปโปรตีนไม่น้อยกว่า 45 % ร่วมกับไรแดง จนกระทั่งลูกปลาอายุ 15 วัน พบว่า ลูกปลาที่ได้จากไข่ปลาไม่เหนี่ยวนำ จะมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 99.52 เปอร์เซ็นต์ ส่วนลูกปลาที่ได้จากไข่ที่ได้รับการเหนี่ยวนำ มีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 95.16 เปอร์เซ็นต์ โดยมีน้ำหนักเฉลี่ย 0.137 ± 0.04 และ 0.131 ± 0.02 กรัมต่อตัว ความยาวเฉลี่ย 2.56 ± 0.29 และ 2.62 ± 0.17 เซนติเมตร ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของน้ำหนักเฉลี่ย และความยาวเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มเมื่อลูกปลาอายุ 15 วัน ($p > 0.05$) (ตารางที่ 4)

1.3.2 การอนุบาลลูกปลาอายุ 30 วัน

การเจริญเติบโตของลูกปลาเมื่ออายุ 30 วัน ที่เลี้ยงโดยให้อาหารสำเร็จรูปโปรตีนไม่น้อยกว่า 45 % ร่วมกับไรแดง พบว่า ลูกปลาจากไข่ที่ได้รับการเหนี่ยวนำ และลูกปลาจากไข่ที่ไม่ได้เหนี่ยวนำ มีน้ำหนักเฉลี่ย 0.677 ± 0.18 และ 0.636 ± 0.14 กรัมต่อตัว ความยาวเฉลี่ย 3.53 ± 0.33 และ 3.40 ± 0.22 เซนติเมตร ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของน้ำหนักเฉลี่ย และความยาวเฉลี่ยของลูกปลาทั้งสองกลุ่ม ($p > 0.05$) (ตารางที่ 4)

1.3.3 การเจริญเติบโตของปลาเมื่ออายุ 147 วัน

เมื่อปลาอายุ 147 วัน พบว่า ปลาเทราต์ดิฟลอยด์ มีน้ำหนักเฉลี่ย 22.95 ± 8.95 กรัมต่อตัว ความยาวเฉลี่ย 12.07 ± 1.57 เซนติเมตร ส่วนปลาเทราต์ทริฟลอยด์ มีน้ำหนักเฉลี่ย 29.11 ± 13.89 กรัมต่อตัว ความยาวเฉลี่ย 12.85 ± 1.67 เซนติเมตร ตามลำดับ ในระยะนี้พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยของปลาเทราต์ทริฟลอยด์ มากกว่าปลาเทราต์ดิฟลอยด์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 4)

1.3.4 การเจริญเติบโตของปลาเมื่ออายุ 288 วัน

เมื่อปลาอายุ 288 วัน พบว่า ปลาเทราต์ดิฟลอยด์ มีน้ำหนักเฉลี่ย 191.82 ± 37.36 กรัมต่อตัว ความยาวเฉลี่ย 25.10 ± 1.70 เซนติเมตร ส่วนปลาเทราต์ทริฟลอยด์ มีน้ำหนักเฉลี่ย 237.06 ± 63.82 กรัมต่อตัว ความยาวเฉลี่ย 26.60 ± 1.72 เซนติเมตร ตามลำดับ ปลาเทราต์ทริฟลอยด์ มีน้ำหนักเฉลี่ยและความยาวเฉลี่ย มากกว่าปลาเทราต์ดิฟลอยด์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย (mean $\pm$ SD) ของน้ำหนัก (กรัมต่อตัว) และความยาว (เซนติเมตร) ปลาเทราต์ดิฟลอยด์ และปลาเทราต์ทริฟลอยด์ ในช่วงอายุที่แตกต่างกัน

อายุ	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัมต่อตัว)		ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร)	
	ปลาเทราต์ดิฟลอยด์	ปลาเทราต์ทริฟลอยด์	ปลาเทราต์ดิฟลอยด์	ปลาเทราต์ทริฟลอยด์
15 วัน	0.137 ± 0.04^a	0.131 ± 0.02^a	2.56 ± 0.29^a	2.62 ± 0.17^a
30 วัน	0.677 ± 0.18^a	0.636 ± 0.14^a	3.53 ± 0.33^a	3.40 ± 0.22^a
147 วัน	22.95 ± 8.95^a	29.11 ± 13.89^b	12.07 ± 1.57^a	12.85 ± 1.67^a
288 วัน	191.82 ± 37.36^a	237.06 ± 63.82^b	25.10 ± 1.70^a	26.60 ± 1.72^b

หมายเหตุ น้ำหนักเฉลี่ย (กรัมต่อตัว) และความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ในแนวนอนที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) จะถูกกำกับไว้ด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน

2. การศึกษาเปอร์เซ็นต์ซากของปลาเทราต์ดิฟลอยด์ และปลาเทราต์ทริฟลอยด์ เมื่ออายุ 18 เดือน

การเลี้ยงปลา 2 กลุ่มทดลองโดยใช้อาหาร 2 ชนิด ได้แก่ อาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลไลนา 10% เมื่อเลี้ยงจนปลาอายุ 18 เดือน นำปลาทดลองไปตรวจสอบจำนวนโครโมโซม พบว่า สามารถแบ่งได้สามกลุ่ม คือ กลุ่มที่ไม่ได้รับการเหนี่ยวนำซึ่งจะมีโครโมโซม 2n และกลุ่มที่เหนี่ยวนำ ซึ่งพบว่ามีทั้งโครโมโซม 3n และ 2n ได้กำหนดให้ปลาที่ได้รับการเหนี่ยวนำโครโมโซม แต่ไม่เปลี่ยนแปลงจำนวน เป็น 2n* การเปรียบเทียบคุณภาพซากจึงได้เปรียบเทียบปลาทั้ง 3 กลุ่ม ดังนี้

2.1 น้ำหนักตัวปลาเฉลี่ย (กรัมต่อตัว)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีน้ำหนักตัวปลาเฉลี่ย 847.09, 800.30 และ 1030.28 กรัมต่อตัว ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% มีน้ำหนักตัวปลาเฉลี่ย 972.77, 938.05 และ 1000.91 กรัมต่อตัว ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของน้ำหนักตัวปลาเฉลี่ยของปลาทั้งสามกลุ่มในอาหารทั้งสองชนิด ($p>0.05$) (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 น้ำหนักตัวปลาเฉลี่ย (กรัมต่อตัว) ของปลารนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%

กลุ่มประชากร	น้ำหนักตัวปลาเฉลี่ย (กรัมต่อตัว)	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%
2n	847.09	972.77
3n	800.30	938.05
2n*	1030.28	1000.91

2.2 ความยาวลำตัวปลาเฉลี่ย (เซนติเมตร)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีความยาวลำตัวปลาเฉลี่ย 40.74, 40.30 และ 43.50 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% มีความยาวลำตัวปลาเฉลี่ย 43.70, 41.68 และ 42.54 เซนติเมตร ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของความยาวลำตัวปลาเฉลี่ยของปลาทั้งสามกลุ่มในอาหารทั้งสองชนิด ($p>0.05$) (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ความยาวลำตัวปลาเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของปลารนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%

กลุ่มประชากร	ความยาวลำตัวปลาเฉลี่ย (เซนติเมตร)	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%
2n	40.74	43.70
3n	40.30	41.68
2n*	43.50	42.54

2.3 ความยาวส่วนหัวปลาเฉลี่ย (มิลลิเมตร)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีความยาวส่วนหัวปลาเฉลี่ย 61.67, 57.94 และ 62.17 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% มีความยาวส่วนหัวปลาเฉลี่ย 62.56, 52.34 และ 53.60 มิลลิเมตร ตามลำดับ ความยาวเฉลี่ยของหัวปลากลุ่มโครโมโซม 3n สั้นกว่าความยาวเฉลี่ยของหัวปลากลุ่มที่มีโครโมโซม 2n อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองชนิดอาหารทดลอง ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างอาหารทดลอง พบว่า ปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลีนาจะมีความยาวส่วนหัวปลาเฉลี่ยสั้นกว่าปลาที่ได้รับอาหารผสมอย่างเดียวทั้งในกลุ่ม 3n และ 2n* ($p < 0.05$) (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ความยาวส่วนหัวปลาเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของปลาเรนโบว์เทราต์อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%

กลุ่มประชากร	ความยาวส่วนหัวปลาเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%
2n	A 61.67 ^a	A 62.56 ^a
3n	B 57.94 ^a	B 52.34 ^b
2n*	A 62.17 ^a	B 53.60 ^b

หมายเหตุ ความยาวส่วนหัวปลาเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของสามกลุ่มปลาที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) จะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันตามแนวนอน ส่วนความแตกต่างระหว่างชนิดของอาหารจะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันตามแนวนอน

2.4 ความหนาลำตัวปลาเฉลี่ย (มิลลิเมตร)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีความหนาลำตัวปลาเฉลี่ย 52.38, 51.25 และ 56.98 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% มีความหนาลำตัวปลาเฉลี่ย 55.14, 55.75 และ 56.08 มิลลิเมตร ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของความหนาลำตัวของปลาทั้งสามกลุ่มในอาหารทั้งสองชนิด ($p > 0.05$) (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ความหนาแน่นลำตัวปลาเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูไลนา 10%

กลุ่มประชากร	ความหนาแน่นลำตัวปลาเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูไลนา 10%
2n	52.38	55.14
3n	51.25	55.75
2n*	56.98	56.08

2.5 ความกว้างลำตัวปลาเฉลี่ย (มิลลิเมตร)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีความกว้างลำตัวปลาเฉลี่ย 95.03, 92.64 และ 99.00 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูไลนา 10% มีความกว้างลำตัวปลาเฉลี่ย 97.94, 95.05 และ 97.11 มิลลิเมตร ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของความกว้างลำตัวของปลาทั้งสามกลุ่มในอาหารทั้งสองชนิด ($p>0.05$) (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ความกว้างลำตัวปลาเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูไลนา 10%

กลุ่มประชากร	ความกว้างลำตัวปลาเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูไลนา 10%
2n	95.03	97.94
3n	92.64	95.08
2n*	99.00	97.11

2.6 น้ำหนักหัวและครีบปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีน้ำหนักหัวและครีบปลาเฉลี่ย 15.23, 15.67 และ 15.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูไลนา 10% มีน้ำหนักหัวและครีบปลาเฉลี่ย 15.51, 15.01 และ 14.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของน้ำหนักหัวและครีบของปลาทั้งสามกลุ่มในอาหารทั้งสองชนิด ($p>0.05$) (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 น้ำหนักหัวและครีบลปลานิล (เปอร์เซ็นต์) ของปลารุ่นโบว์เทรด อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลินา 10%

กลุ่มประชากร	น้ำหนักหัวและครีบลปลานิล (เปอร์เซ็นต์)	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลินา 10%
2n	15.23	15.51
3n	15.67	15.01
2n*	15.40	14.31

2.7 น้ำหนักอวัยวะภายในปลานิล (เปอร์เซ็นต์)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีน้ำหนักอวัยวะภายในปลานิล 8.13, 5.73 และ 6.07 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลินา 10% มีน้ำหนักอวัยวะภายในปลานิล 7.42, 6.28 และ 7.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 3n มีน้ำหนักอวัยวะภายในน้อยกว่ากลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มปลา 2n* ในกลุ่มที่ได้รับอาหารไม่ผสมสาหร่ายสไปรูลินา ($p > 0.05$) และกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินา พบว่า กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 3n มีน้ำหนักอวัยวะภายในน้อยกว่ากลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n และ 2n* ($p < 0.05$) (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 น้ำหนักอวัยวะภายในปลานิล (เปอร์เซ็นต์) ของปลารุ่นโบว์เทรด อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลินา 10%

กลุ่มประชากร	น้ำหนักอวัยวะภายในปลานิล (เปอร์เซ็นต์)	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลินา 10%
2n	A 8.13	A 7.42
3n	B 5.73	B 6.28
2n*	AB 6.07	A 7.69

หมายเหตุ น้ำหนักอวัยวะภายในปลานิล (เปอร์เซ็นต์) ของสามกลุ่มปลาที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) จะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันตามแนวนอน

2.8 น้ำหนักตับปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีน้ำหนักตับปลาเฉลี่ย 0.81, 0.75 และ 0.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% มีน้ำหนักตับปลาเฉลี่ย 0.76, 0.75 และ 0.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของน้ำหนักตับของปลาทั้งสามกลุ่มในอาหารทั้งสองชนิด ($p>0.05$) (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 น้ำหนักตับปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%

กลุ่มประชากร	น้ำหนักตับปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%
2n	0.81	0.76
3n	0.75	0.75
2n*	0.75	0.76

2.9 น้ำหนักหัวใจเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีน้ำหนักหัวใจเฉลี่ย 0.11, 0.10 และ 0.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% มีน้ำหนักหัวใจเฉลี่ย 0.10, 0.14 และ 0.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของน้ำหนักหัวใจของปลาทั้งสามกลุ่มในอาหารทั้งสองชนิด ($p>0.05$) (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 น้ำหนักหัวใจเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%

กลุ่มประชากร	น้ำหนักหัวใจเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%
2n	0.11	0.10
3n	0.10	0.14
2n*	0.11	0.11

2.10 น้ำหนักไขมันสะสมเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีน้ำหนักไขมันสะสมเฉลี่ย 0.56, 0.42 และ 0.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลินา 10% มีน้ำหนักไขมันสะสมเฉลี่ย 0.32, 0.70 และ 0.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของน้ำหนักไขมันสะสมของปลาทั้งสามกลุ่มในอาหารทั้งสองชนิด ($p>0.05$) (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 น้ำหนักไขมันสะสมเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลินา 10%

กลุ่มประชากร	น้ำหนักไขมันสะสมเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลินา 10%
2n	0.56	0.32
3n	0.42	0.70
2n*	0.78	0.80

2.11 น้ำหนักเหงือกปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีน้ำหนักเหงือกปลาเฉลี่ย 2.16, 2.19 และ 2.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลินา 10% มีน้ำหนักเหงือกปลาเฉลี่ย 2.17, 2.24 และ 2.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของน้ำหนักเหงือกของปลาทั้งสามกลุ่มในอาหารทั้งสองชนิด ($p>0.05$) (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 15 น้ำหนักเหงือกปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลินา 10%

กลุ่มประชากร	น้ำหนักเหงือกปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลินา 10%
2n	2.16	2.17
3n	2.19	2.24
2n*	2.12	2.14

2.12 น้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์ปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีน้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์ปลาเฉลี่ย 0.77, 0.02 และ 0.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรulina 10% มีน้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์ปลาเฉลี่ย 0.38, 0.04 และ 1.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปลาในกลุ่มที่มีโครโมโซม 3n ที่ได้รับอาหารต่างกันสองชนิด จะมีน้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์น้อยกว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในอาหารทั้งสองชนิด ($p < 0.05$) (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 น้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์ปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรulina 10%

กลุ่มประชากร	น้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์ปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรulina 10%
2n	A 0.77	A 0.38
3n	B 0.02	B 0.04
2n*	A 0.31	A 1.42

หมายเหตุ น้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์ปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของสามกลุ่มปลาที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) จะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันตามแนวนอน

2.13 น้ำหนักเนื้อปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีน้ำหนักเนื้อปลาเฉลี่ย 64.95, 66.69 และ 67.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรulina 10% มีน้ำหนักเนื้อปลาเฉลี่ย 63.60, 65.78 และ 64.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของน้ำหนักเนื้อของปลาทั้งสามกลุ่มในอาหารทั้งสองชนิด ($p > 0.05$) (ตารางที่ 17)

ตารางที่ 17 น้ำหนักเนื้อปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรulina 10%

กลุ่มประชากร	น้ำหนักเนื้อปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรulina 10%
2n	64.95	63.60
3n	66.69	65.78
2n*	67.55	64.19

3. การศึกษาเปอร์เซ็นต์ซากของปลาเทราต์ดีฟลอยด์ และปลาเทราต์ทรีฟลอยด์ เมื่ออายุ 24 เดือน

การเลี้ยงปลา 2 กลุ่มทดลองโดยใช้อาหาร 2 ชนิด ได้แก่ อาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% เมื่อปลาอายุครบ 24 เดือน นำปลาทดลองไปตรวจสอบจำนวนโครโมโซม และศึกษาเปอร์เซ็นต์ซากเช่นเดียวกับปลาอายุ 18 เดือน ผลการตรวจสอบสามารถแบ่งปลาได้สามกลุ่ม คือ กลุ่มที่ไม่ได้รับการเหนี่ยวนำซึ่งจะมีโครโมโซม 2n และกลุ่มที่มีการเหนี่ยวนำ ซึ่งพบว่ามีทั้งโครโมโซม 3n และ 2n ได้กำหนดให้ปลาที่ได้รับการเหนี่ยวนำโครโมโซมแต่ไม่เปลี่ยนแปลงจำนวนเป็น 2n* การเปรียบเทียบคุณภาพซากจึงได้เปรียบเทียบผลของปลาทั้ง 3 กลุ่ม ดังนี้

3.1 น้ำหนักตัวปลาเฉลี่ย (กรัมต่อตัว)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีน้ำหนักตัวปลาเฉลี่ย 1491.67, 1041.67 และ 1116.67 กรัมต่อตัว ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% มีน้ำหนักตัวปลาเฉลี่ย 1560.00, 1302.72 และ 1632.27 กรัมต่อตัว ตามลำดับ กลุ่มปลาที่มีจำนวนโครโมโซม 3n จะมีน้ำหนักตัวปลาเฉลี่ยน้อยกว่าปลาที่มีโครโมโซม 2n อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่ม 2n* ในอาหารทั้งสองชนิด ($p > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดของอาหาร พบว่า ปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลีนา จะมีน้ำหนักตัวปลาเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารไม่ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 18)

ตารางที่ 18 น้ำหนักตัวปลาเฉลี่ย (กรัมต่อตัว) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%

กลุ่มประชากร	น้ำหนักตัวปลาเฉลี่ย (กรัมต่อตัว)	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%
2n	A 1491.67 ^b	A 1560.00 ^a
3n	B 1041.67 ^b	B 1302.72 ^a
2n*	AB 1116.67 ^b	AB 1632.27 ^a

หมายเหตุ น้ำหนักตัวปลาเฉลี่ย (กรัมต่อตัว) ของสามกลุ่มปลาที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) จะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันตามแนวนอน ส่วนความแตกต่างระหว่างชนิดของอาหารจะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันตามแนวนอน

3.2 ความยาวลำตัวปลาเฉลี่ย (เซนติเมตร)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีความยาวลำตัวปลาเฉลี่ย 47.77, 44.05 และ 45.93 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% มีความยาวลำตัวปลาเฉลี่ย 48.37, 47.13 และ 48.62 เซนติเมตร ตามลำดับ ปลาที่ได้รับอาหาร

โปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% จะมีความยาวเฉลี่ยมากกว่าปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% เพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มปลาทดลองเมื่อได้รับอาหารชนิดเดียวกัน (ตารางที่ 19)

ตารางที่ 19 ความยาวลำตัวปลาเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%

กลุ่มประชากร	ความยาวลำตัวปลาเฉลี่ย (เซนติเมตร)	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%
2n	47.77 ^b	48.37 ^a
3n	44.05 ^b	47.13 ^a
2n*	45.93 ^b	48.62 ^a

หมายเหตุ ความยาวลำตัวปลาเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของสามกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารต่างกันแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) จะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันตามแนวนอน

3.3 ความยาวส่วนหัวปลาเฉลี่ย (มิลลิเมตร)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีความยาวส่วนหัวปลาเฉลี่ย 75.08, 60.67 และ 63.68 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% มีความยาวส่วนหัวปลาเฉลี่ย 66.67, 65.79 และ 80.54 มิลลิเมตร ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของความยาวส่วนหัวของปลาทั้งสามกลุ่มทดลอง ($p > 0.05$) แต่พบว่าระหว่างความยาวของหัวปลากลุ่ม 2n* ที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลีนามีค่ามากกว่าความยาวเฉลี่ยของหัวปลากลุ่มโครโมโซม 3n ที่ได้รับอาหารไม่ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา ($p < 0.05$) (ตารางที่ 20)

ตารางที่ 20 ความยาวส่วนหัวปลาเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%

กลุ่มประชากร	ความยาวส่วนหัวปลาเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%
2n	75.08	66.67
3n	60.67	65.79
2n*	63.68	80.54

3.4 ความหนาลำตัวปลาเฉลี่ย (มิลลิเมตร)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีความหนาลำตัวปลาเฉลี่ย 51.58, 48.33 และ 47.46 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% มีความหนาลำตัวปลาเฉลี่ย 62.54, 50.33 และ 60.54 มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มประชากรที่ได้รับอาหารชนิดเดียวกัน พบว่า กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n มีความหนาลำตัวมากกว่าปลา 3n ในอาหารทั้งสองชนิด ($p < 0.05$) แต่พบว่าเมื่อเปรียบเทียบระหว่างอาหารทั้งสองชนิด ปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% จะมีความหนาของลำตัวมากกว่าปลากลุ่มที่ได้รับอาหารไม่ผสมสาหร่ายสไปรูลีนาทั้งสามกลุ่มปลาทดลอง ($p < 0.05$) (ตารางที่ 21)

ตารางที่ 21 ความหนาลำตัวปลาเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%

กลุ่มประชากร	ความหนาลำตัวปลาเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%
2n	A 51.58 ^b	A 62.54 ^a
3n	B 48.33 ^b	B 50.33 ^a
2n*	B 47.46 ^b	AB 60.54 ^a

หมายเหตุ ความหนาลำตัวปลาเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของสามกลุ่มปลาที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) จะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันตามแนวนอน ส่วนความแตกต่างระหว่างชนิดของอาหารจะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันตามแนวนอน

3.5 ความกว้างลำตัวปลาเฉลี่ย (มิลลิเมตร)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีความกว้างลำตัวปลาเฉลี่ย 106.67, 88.03 และ 93.33 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% มีความกว้างลำตัวปลาเฉลี่ย 103.25, 100.75 และ 114.30 มิลลิเมตร ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างกลุ่มประชากรที่ได้รับอาหารชนิดเดียวกัน ($p > 0.05$) แต่พบว่าเมื่อเปรียบเทียบระหว่างอาหารทั้งสองชนิด ปลาในกลุ่มโครโมโซม 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลีนาจะมีความกว้างของลำตัวมากกว่าปลากลุ่มเดียวกันที่ได้รับอาหารไม่ผสมสาหร่ายสไปรูลีนาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 22)

ตารางที่ 22 ความกว้างลำตัวปลาเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของปลารุ่นโบว์เทรสต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูไลนา 10%

กลุ่มประชากร	ความกว้างลำตัวปลาเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูไลนา 10%
2n	106.67 ^a	103.25 ^a
3n	88.03 ^b	100.75 ^a
2n*	93.33 ^b	114.30 ^a

หมายเหตุ ความกว้างลำตัวปลาเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของสามกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารต่างกันแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) จะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันตามแนวนอน

3.6 น้ำหนักหัวและครีบปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีน้ำหนักหัวและครีบปลาเฉลี่ย 15.78, 14.65 และ 18.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูไลนา 10% มีน้ำหนักหัวและครีบปลาเฉลี่ย 13.58, 15.29 และ 14.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มปลาทดลองที่ได้รับอาหารชนิดเดียวกัน ไม่พบความแตกต่างทางสถิติทั้งสามกลุ่มปลาทดลอง ($p > 0.05$) แต่พบว่าเมื่อเปรียบเทียบระหว่างอาหารทั้งสองชนิด ปลาที่มีโครโมโซม 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% จะมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักหัวและครีบ มากกว่าปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูไลนา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในกลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n และ 3n ($p > 0.05$) (ตารางที่ 23)

ตารางที่ 23 น้ำหนักหัวและครีบปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลารุ่นโบว์เทรสต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูไลนา 10%

กลุ่มประชากร	น้ำหนักหัวและครีบปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูไลนา 10%
2n	15.78 ^b	13.58 ^b
3n	14.65 ^b	15.29 ^b
2n*	18.84 ^a	14.60 ^b

หมายเหตุ น้ำหนักหัวและครีบปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของสามกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารต่างกันแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) จะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันตามแนวนอน

3.7 น้ำหนักอวัยวะภายในปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีน้ำหนักอวัยวะภายในปลาเฉลี่ย 14.24, 8.50 และ 7.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลินา 10% มีน้ำหนักอวัยวะภายในปลาเฉลี่ย 19.75, 8.66 และ 19.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มปลาในอาหารชนิดเดียวกัน ปลาที่มีโครโมโซม 3n จะมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักอวัยวะภายในปลาเฉลี่ยน้อยกว่าปลาที่มีโครโมโซม 2n ทั้งสองชนิดอาหาร ($p < 0.05$) แต่ปลากลุ่มที่มีโครโมโซม 3n จะมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักอวัยวะภายในปลาเฉลี่ยน้อยกว่าปลาที่มีโครโมโซม 2n* เฉพาะเมื่อได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินา ($p < 0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างอาหารทั้งสองชนิด พบว่า ปลาที่มีโครโมโซม 2n และ 2n* ที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินาจะมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักอวัยวะภายในปลาเฉลี่ยมากกว่าที่ไม่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินา ($p < 0.05$) (ตารางที่ 24)

ตารางที่ 24 น้ำหนักอวัยวะภายในปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลินา 10%

กลุ่มประชากร	น้ำหนักอวัยวะภายในปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลินา 10%
2n	A 14.24 ^b	A 19.75 ^a
3n	B 8.50 ^a	B 8.66 ^a
2n*	AB 7.54 ^b	A 19.29 ^a

หมายเหตุ น้ำหนักอวัยวะภายในปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของสามกลุ่มปลาที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) จะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันตามแนวนอน ส่วนความแตกต่างระหว่างชนิดของอาหารจะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันตามแนวนอน

3.8 น้ำหนักตับปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีน้ำหนักตับปลาเฉลี่ย 0.73, 0.57 และ 0.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลินา 10% มีน้ำหนักตับปลาเฉลี่ย 0.79, 0.64 และ 0.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารชนิดเดียวกัน ปลาที่มีโครโมโซม 3n ที่ได้รับอาหารต่างกันสองชนิด จะมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตับน้อยกว่าปลากลุ่มที่มีโครโมโซม 2n และ 2n* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างอาหารทั้งสองชนิด ไม่พบความแตกต่างทางสถิติทั้งสามกลุ่มปลาทดลอง ($p > 0.05$) (ตารางที่ 25)

ตารางที่ 25 น้ำหนักตับปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%

กลุ่มประชากร	น้ำหนักตับปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%
2n	A 0.73	A 0.79
3n	B 0.57	B 0.64
2n*	A 0.78	A 0.80

หมายเหตุ น้ำหนักตับปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของสามกลุ่มปลาที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) จะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันตามแนวนอน

3.9 น้ำหนักหัวใจเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีน้ำหนักหัวใจเฉลี่ย 0.19, 0.10 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% มีน้ำหนักหัวใจเฉลี่ย 0.13, 0.14 และ 0.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักหัวใจในกลุ่มโครโมโซม 3n ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% เพียงอย่างเดียว จะมีความน้อยกว่าปลาในกลุ่ม 2n และ 2n* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และไม่พบความแตกต่างทางสถิติของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักหัวใจเฉลี่ยระหว่างอาหารทั้งสองชนิดในปลากลุ่มเดียวกัน ($p > 0.05$) (ตารางที่ 26)

ตารางที่ 26 น้ำหนักหัวใจเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%

กลุ่มประชากร	น้ำหนักหัวใจเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%
2n	A 0.19	0.13
3n	B 0.10	0.14
2n*	A 0.20	0.14

หมายเหตุ น้ำหนักหัวใจเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของสามกลุ่มปลาที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) จะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันตามแนวนอน

3.10 น้ำหนักไขมันสะสมเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีน้ำหนักไขมันสะสมเฉลี่ย 0.01, 1.24 และ 0.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลินา 10% มีน้ำหนักไขมันสะสมเฉลี่ย 0.01, 1.98 และ 0.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปลาทั้งสามกลุ่มที่ได้รับอาหารชนิดเดียวกัน กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 3n จะมีเปอร์เซ็นต์ไขมันสะสมมากกว่าปลาอีกสองกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในอาหารทั้งสองชนิด ($p < 0.05$) และไม่พบความแตกต่างทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมันเฉลี่ยระหว่างอาหารทั้งสองชนิดในปลากลุ่มเดียวกัน ($p > 0.05$) (ตารางที่ 27)

ตารางที่ 27 น้ำหนักไขมันสะสมเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลินา 10%

กลุ่มประชากร	น้ำหนักไขมันสะสมเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลินา 10%
2n	B 0.01	B 0.01
3n	A 1.24	A 1.98
2n*	B 0.01	B 0.21

หมายเหตุ น้ำหนักไขมันสะสมเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของสามกลุ่มปลาที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) จะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันตามแนวนอน

3.11 น้ำหนักเหงือกปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีน้ำหนักเหงือกปลาเฉลี่ย 2.07, 2.25 และ 2.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลินา 10% มีน้ำหนักเหงือกปลาเฉลี่ย 2.12, 2.19 และ 2.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเหงือกปลาทั้งสามกลุ่มและระหว่างอาหารทั้งสองชนิด ($p > 0.05$) (ตารางที่ 28)

ตารางที่ 28 น้ำหนักเหงือกปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลินา 10%

กลุ่มประชากร	น้ำหนักเหงือกปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลินา 10%
2n	2.07	2.12
3n	2.25	2.19
2n*	2.31	2.03

3.12 น้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์ปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีน้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์ปลาเฉลี่ย 7.94, 0.01 และ 1.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% มีน้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์ปลาเฉลี่ย 13.52, 0.11 และ 12.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 3n จะมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์น้อยกว่าปลากลุ่มอื่น ๆ ในอาหารทั้งสองชนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลีนา จะมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์มากกว่าปลาที่ได้รับอาหารผสมเพียงอย่างเดียวทั้งสามกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 29)

ตารางที่ 29 น้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์ปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%

กลุ่มประชากร	น้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์ปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	
	อาหาร โปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%
2n	A 7.94 ^b	A 13.52 ^a
3n	B 0.01 ^b	B 0.11 ^a
2n*	A 1.34 ^b	A 12.73 ^a

หมายเหตุ น้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์ปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของสามกลุ่มปลาที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) จะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันตามแนวนอน ส่วนความแตกต่างระหว่างชนิดของอาหารจะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันตามแนวนอน

3.13 น้ำหนักเนื้อปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีน้ำหนักเนื้อปลาเฉลี่ย 57.77, 62.81 และ 60.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% มีน้ำหนักเนื้อปลาเฉลี่ย 49.81, 58.35 และ 47.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปลาในกลุ่มที่มีโครโมโซม 3n จะมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อมากกว่าปลากลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และปลาทั้งสามกลุ่มที่ให้อาหารโปรตีน 45% อย่างเดียว จะมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อมากกว่าปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลีนาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 30)

ตารางที่ 30 น้ำหนักเนื้อปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%

กลุ่มประชากร	น้ำหนักเนื้อปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%
2n	B 57.77 ^a	B 49.81 ^b
3n	A 62.81 ^a	A 58.35 ^b
2n*	B 60.68 ^a	B 47.88 ^b

หมายเหตุ น้ำหนักเนื้อปลาเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของสามกลุ่มปลาที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) จะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันตามแนวดิ่ง ส่วนความแตกต่างระหว่างชนิดของอาหารที่ได้รับจะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันตามแนวนอน

4. การศึกษาคุณภาพเนื้อของปลาเทราต์คิพลอยด์ และปลาเทราต์ทริพลอยด์

4.1 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาอบแห้ง เมื่ออายุ 18 เดือน

4.1.1 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งเฉลี่ย

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีค่าเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งเฉลี่ย 28.17, 26.66 และ 27.96 ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% มีค่าเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งเฉลี่ย 27.17, 26.20 และ 26.86 ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) ของเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งทั้งสามกลุ่มประชากรปลาที่ได้รับอาหารต่างกันสองชนิด (ตารางที่ 31)

ตารางที่ 31 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งเฉลี่ยของเนื้อปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%

กลุ่มประชากร	เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งเฉลี่ย	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%
2n	28.17	27.17
3n	26.66	26.20
2n*	27.96	26.86

4.1.2 เปอร์เซ็นต์โปรตีนเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ย

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ย 74.44, 76.04 และ 73.51 ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% มีค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ย 75.17, 74.88 และ 74.94 ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ของเปอร์เซ็นต์โปรตีนเนื้อปลาอบแห้งทั้งสามกลุ่มประชากรที่ได้รับอาหารต่างกันสองชนิด (ตารางที่ 32)

ตารางที่ 32 เปอร์เซ็นต์โปรตีนเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ยของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%

กลุ่มประชากร	เปอร์เซ็นต์โปรตีนเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ย	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%
2n	74.44	75.17
3n	76.04	74.88
2n*	73.51	74.94

4.1.3 เปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ย

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ย 22.64, 20.43 และ 23.34 ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% มีค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ย 22.10, 17.72 และ 19.60 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยปลาทดลองทั้งสามกลุ่มที่ได้รับอาหารชนิดเดียวกัน พบว่าปลาที่มีโครโมโซม 3n ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% จะมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันในเนื้อปลาอบแห้งน้อยกว่าปลากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลีนา พบว่าปลากลุ่ม 3n มีเปอร์เซ็นต์ไขมันในเนื้อปลาอบแห้งน้อยกว่าปลากลุ่ม 2n อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากปลากลุ่ม 2n* ($p>0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างอาหารทั้งสองชนิด พบว่า ปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลีนา จะมีเปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาอบแห้งน้อยกว่ากลุ่มปลาที่ได้รับอาหารไม่ผสมสาหร่ายสไปรูลีนาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 33)

ตารางที่ 33 เปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ยของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%

กลุ่มประชากร	เปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ย	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%
2n	A 22.64 ^a	A 22.10 ^b
3n	B 20.43 ^a	B 17.72 ^b
2n*	A 23.34 ^a	AB 19.60 ^b

หมายเหตุ เปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ยของสามกลุ่มปลาที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) จะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันตามแนวดิ่ง ส่วนความแตกต่างระหว่างชนิดของอาหารที่ได้รับจะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันตามแนวนอน

4.1.4 เปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ย

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ย 5.35, 5.62 และ 5.61 ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% มีค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ย 5.63, 5.32 และ 5.30 ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมันของปลาทั้งสามกลุ่มในอาหารทั้งสองชนิด ($p > 0.05$) (ตารางที่ 34)

ตารางที่ 34 เปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ยของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%

กลุ่มประชากร	เปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ย	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%
2n	5.35	5.63
3n	5.62	5.32
2n*	5.61	5.30

4.2 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาอบแห้ง เมื่ออายุ 24 เดือน

4.2.1 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งเฉลี่ย

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีค่าเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งเฉลี่ย 26.22, 26.48 และ 23.35 ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% มีค่าเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งเฉลี่ย 22.59, 26.68 และ 24.25 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ย พบว่า เมื่อปลาทดลองทั้งสามกลุ่มได้รับอาหารชนิดเดียวกันเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งของประชากรปลากลุ่มที่มีโครโมโซม 3n จะมีความมากกว่ากลุ่มประชากรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทั้งสองชนิดอาหารที่ได้รับ และไม่พบความแตกต่างทางสถิติของเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งของปลาในกลุ่มเดียวกันที่ได้รับอาหารต่างกันทั้งสองชนิด ($p > 0.05$) (ตารางที่ 35)

ตารางที่ 35 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งเฉลี่ยของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%

กลุ่มประชากร	เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งเฉลี่ย	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%
2n	B 26.22	B 22.59
3n	A 26.48	A 26.68
2n*	B 23.35	B 24.25

หมายเหตุ เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งเฉลี่ยของสามกลุ่มปลาที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) จะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันตามแนวดิ่ง

4.2.2 เปอร์เซ็นต์โปรตีนเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ย

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ย 73.10, 78.66 และ 80.45 ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% มีค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ย 81.89, 75.69 และ 77.76 ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) ของเปอร์เซ็นต์โปรตีนเนื้อปลาอบแห้งทั้งสามกลุ่มประชากรที่ได้รับอาหารต่างกันสองชนิด (ตารางที่ 36)

ตารางที่ 36 เปอร์เซ็นต์โปรตีนเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ยของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%

กลุ่มประชากร	เปอร์เซ็นต์โปรตีนเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ย	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%
2n	73.10	81.89
3n	78.66	75.69
2n*	80.45	77.76

4.2.3 เปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ย

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ย 22.83, 17.87 และ 16.29 ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% มีค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ย 13.69, 20.51 และ 17.07 ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ของเปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาอบแห้งทั้งสามกลุ่มประชากรที่ได้รับอาหารต่างกันสองชนิด (ตารางที่ 37)

ตารางที่ 37 เปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ยของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%

กลุ่มประชากร	เปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ย	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%
2n	22.83	13.69
3n	17.87	20.51
2n*	16.29	17.07

4.2.4 เปอร์เซ็นต์เถ้าเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ย

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีค่าเปอร์เซ็นต์เถ้าเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ย 6.64, 6.67 และ 6.38 ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% มีค่าเปอร์เซ็นต์เถ้าเนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ย 6.43, 5.36 และ 6.21 ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ของเปอร์เซ็นต์เถ้าเนื้อปลาอบแห้งทั้งสามกลุ่มประชากรที่ได้รับอาหารต่างกันสองชนิด (ตารางที่ 38)

ตารางที่ 38 เปอร์เซ็นต์เนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ยของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูไลนา 10%

กลุ่มประชากร	เปอร์เซ็นต์เนื้อปลาอบแห้งเฉลี่ย	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูไลนา 10%
2n	6.64	6.43
3n	6.67	5.36
2n*	6.38	6.21

4.3 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาสด เมื่ออายุ 18 เดือน

4.3.1 เปอร์เซ็นต์โปรตีนเนื้อปลาสดเฉลี่ย

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนเนื้อปลาสดเฉลี่ย 20.94, 20.24 และ 20.54 ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูไลนา 10% มีค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนเนื้อปลาสดเฉลี่ย 20.41, 19.61 และ 20.10 ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ของเปอร์เซ็นต์โปรตีนเนื้อปลาสดทั้งสามกลุ่มประชากรที่ได้รับอาหารต่างกันสองชนิด (ตารางที่ 39)

ตารางที่ 39 เปอร์เซ็นต์โปรตีนเนื้อปลาสดเฉลี่ยของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูไลนา 10%

กลุ่มประชากร	เปอร์เซ็นต์โปรตีนเนื้อปลาสดเฉลี่ย	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูไลนา 10%
2n	20.94	20.41
3n	20.24	19.61
2n*	20.54	20.10

4.3.2 เปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาสดเฉลี่ย

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาสดเฉลี่ย 6.41, 5.48 และ 6.52 ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูไลนา 10% มีค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาสดเฉลี่ย 6.03, 4.65 และ 5.30 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยปลาทดลองทั้งสามกลุ่มที่ได้รับอาหารชนิดเดียวกัน พบว่า ปลาที่มีโครโมโซม 3n ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% จะมีเปอร์เซ็นต์ไขมันในเนื้อปลาน้อยกว่าปลากลุ่มอื่นอย่าง

มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนที่รับประทานอาหารผสมสาหร่ายสไปรูไลนา พบว่า ปลาที่มีโครโมโซม 3n มีเปอร์เซ็นต์ไขมันในเนื้อปลาสดน้อยกว่าปลากลุ่มที่มีโครโมโซม 2n อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n* ($p > 0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างอาหารทั้งสองชนิด พบว่า ปลาที่ได้อาหารผสมสาหร่ายสไปรูไลนา จะมีเปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาสดน้อยกว่าปลาที่ได้รับอาหารที่ไม่ได้อาหารผสมสาหร่ายสไปรูไลนาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 40)

ตารางที่ 40 เปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาสดเฉลี่ยปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูไลนา 10%

กลุ่มประชากร	เปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาสดเฉลี่ย	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสม สาหร่ายสไปรูไลนา 10%
2n	A 6.41 ^a	A 6.03 ^b
3n	B 5.48 ^a	B 4.65 ^b
2n*	A 6.52 ^a	AB 5.30 ^b

หมายเหตุ เปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาสดเฉลี่ยของสามกลุ่มปลาที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) จะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันตามแนวนั่ง ส่วนความแตกต่างระหว่างชนิดของอาหารที่ได้รับจะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันตามแนวนอน

4.3.3 เปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาสดเฉลี่ย

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่รับประทานอาหารโปรตีน 45% มีค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาสดเฉลี่ย 1.51, 1.50 และ 1.57 ตามลำดับ ส่วนปลาที่รับประทานอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูไลนา 10% มีค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาสดเฉลี่ย 1.53, 1.39 และ 1.42 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยระหว่างปลาทั้งสามกลุ่มทดลองที่ได้รับอาหารชนิดเดียวกัน ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาสด ($p > 0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างอาหารทั้งสองชนิด พบว่า ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาสดกลุ่มที่มีโครโมโซม 3n และ 2n* ที่รับประทานอาหารผสมสาหร่ายสไปรูไลนา จะมีค่าน้อยกว่าปลากลุ่มที่ไม่ได้อาหารผสมสาหร่ายสไปรูไลนาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาสดกลุ่มที่มีโครโมโซม 2n เมื่อได้รับอาหารต่างกันสองชนิด ($p > 0.05$) (ตารางที่ 41)

ตารางที่ 41 เปอร์เซ็นต์เนื้อปลาสดเฉลี่ยของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูไลนา 10%

กลุ่มประชากร	เปอร์เซ็นต์เนื้อปลาสดเฉลี่ย	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูไลนา 10%
2n	1.51 ^b	1.53 ^b
3n	1.50 ^a	1.39 ^b
2n*	1.57 ^a	1.42 ^b

หมายเหตุ เปอร์เซ็นต์เนื้อปลาสดเฉลี่ยของสามกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารต่างกันแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) จะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันตามแนวนอน

4.4 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาสด เมื่ออายุ 24 เดือน

4.4.1 เปอร์เซ็นต์โปรตีนเนื้อปลาสดเฉลี่ย

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนเนื้อปลาสดเฉลี่ย 19.11, 20.79 และ 18.76 ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูไลนา 10% มีค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนเนื้อปลาสดเฉลี่ย 18.48, 20.12 และ 18.82 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยระหว่างปลาทั้งสามกลุ่มทดลอง ที่ได้รับอาหารชนิดเดียวกันพบว่า ปลากลุ่มที่มีโครโมโซม 3n จะมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนเนื้อปลาสดมากกว่าปลากลุ่มที่มีโครโมโซม 2n และ 2n* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทั้งสองชนิดอาหาร แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของเปอร์เซ็นต์โปรตีนเนื้อปลาสดระหว่างชนิดของอาหารในปลากลุ่มเดียวกัน ($p > 0.05$) (ตารางที่ 42)

ตารางที่ 42 เปอร์เซ็นต์โปรตีนเนื้อปลาสดเฉลี่ยของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูไลนา 10%

กลุ่มประชากร	เปอร์เซ็นต์โปรตีนเนื้อปลาสดเฉลี่ย	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูไลนา 10%
2n	B 19.11	B 18.48
3n	A 20.79	A 20.12
2n*	B 18.76	B 18.82

หมายเหตุ เปอร์เซ็นต์โปรตีนเนื้อปลาสดเฉลี่ยของสามกลุ่มปลาที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) จะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันตามแนวนอน

4.4.2 เปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาสดเฉลี่ย

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาสดเฉลี่ย 6.06, 4.78 และ 3.80 ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลินา 10% มีค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาสดเฉลี่ย 3.12, 5.47 และ 4.26 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยระหว่างปลาทั้งสามกลุ่มทดลองที่ได้รับอาหารชนิดเดียวกัน พบว่า ปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% กลุ่มที่มีโครโมโซม 2n จะมีเปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อสดปลาสูงกว่ากลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 3n ($p > 0.05$) ส่วนปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินา พบว่า ปลากลุ่มที่มีโครโมโซม 3n จะมีเปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาสดมากกว่ากลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n* และไม่พบความแตกต่างทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาสดระหว่างชนิดของอาหารในปลากลุ่มเดียวกัน ($p > 0.05$) (ตารางที่ 43)

ตารางที่ 43 เปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาสดเฉลี่ยของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลินา 10%

กลุ่มประชากร	เปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาสดเฉลี่ย	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลินา 10%
2n	A 6.06	B 3.12
3n	AB 4.78	A 5.47
2n*	B 3.80	AB 4.26

หมายเหตุ เปอร์เซ็นต์ไขมันเนื้อปลาสดเฉลี่ยของสามกลุ่มปลาที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) จะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันตามแนวนอน

4.4.3 เปอร์เซ็นต์เอ็นเอปลาสดเฉลี่ย

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีค่าเปอร์เซ็นต์เอ็นเอปลาสดเฉลี่ย 1.73, 1.77 และ 1.48 ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลินา 10% มีค่าเปอร์เซ็นต์เอ็นเอปลาสดเฉลี่ย 1.45, 1.44 และ 1.50 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยระหว่างปลาทั้งสามกลุ่มทดลองที่ได้รับอาหารชนิดเดียวกัน ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เอ็นเอปลาสดทั้งสามกลุ่มที่ได้รับอาหารทั้งสองชนิด ($p > 0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบอาหารทั้งสองชนิด พบว่า เปอร์เซ็นต์เอ็นเอปลาสดในกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินาของกลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n และ 3n มีค่าน้อยกว่ากลุ่มปลาที่ไม่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างของกลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n* ที่ได้รับอาหารต่างกันสองชนิด ($p > 0.05$) (ตารางที่ 44)

ตารางที่ 44 เปอร์เซ็นต์เนื้อปลาสดเฉลี่ยของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%

กลุ่มประชากร	เปอร์เซ็นต์เนื้อปลาสดเฉลี่ย	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%
2n	1.73 ^a	1.45 ^b
3n	1.77 ^a	1.44 ^b
2n*	1.48 ^b	1.50 ^b

หมายเหตุ: เปอร์เซ็นต์เนื้อปลาสดเฉลี่ยของสามกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารต่างกันแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) จะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันตามแนวนอน

4.5 ค่าสีของเนื้อปลาอายุ เมื่ออายุ 18 เดือน

4.5.1 ค่าความสว่างสีเนื้อปลาเฉลี่ย (L^*)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีค่าความสว่างสีเนื้อปลาเฉลี่ย 38.11, 38.34 และ 38.44 ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% มีค่าความสว่างสีเนื้อปลาเฉลี่ย 38.89, 39.61 และ 36.44 ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของค่าความสว่างสีเนื้อปลาของปลาทั้งสามกลุ่มในอาหารทั้งสองชนิด ($p > 0.05$) (ตารางที่ 45)

ตารางที่ 45 ค่าความสว่างสีเนื้อปลาเฉลี่ย (L^*) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%

กลุ่มประชากร	ค่าความสว่างสีเนื้อปลาเฉลี่ย (L^*)	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%
2n	38.11	38.89
3n	38.34	39.61
2n*	38.44	36.44

4.5.2 ค่าสีแดงของเนื้อปลาเฉลี่ย (a^*)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีค่าสีแดงของเนื้อปลาเฉลี่ย 5.76, 4.25 และ 5.67 ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% มีค่าสีแดงของเนื้อปลาเฉลี่ย 4.51, 3.32 และ 4.62 ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของค่าสีแดงของเนื้อปลาของปลาทั้งสามกลุ่มในอาหารทั้งสองชนิด ($p > 0.05$) (ตารางที่ 46)

ตารางที่ 46 ค่าสีแดงของเนื้อปลาเกล็ด (a*) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%

กลุ่มประชากร	ค่าสีแดงของเนื้อปลาเกล็ด (a*)	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%
2n	5.76	4.51
3n	4.25	3.32
2n*	5.67	4.62

4.5.3 ค่าสีเหลืองของเนื้อปลาเกล็ด (b*)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีค่าสีเหลืองของเนื้อปลาเกล็ด 13.14, 12.55 และ 15.30 ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% มีค่าสีเหลืองของเนื้อปลาเกล็ด 16.52, 19.41 และ 16.87 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าสีเหลือง พบว่า ปลาทั้งสามกลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% มีค่าสีเหลืองมากกว่าปลาที่ได้รับเฉพาะอาหารโปรตีน 45% ทั้งสามกลุ่มทดลอง ($p < 0.05$) (ตารางที่ 47)

ตารางที่ 47 ค่าสีเหลืองของเนื้อปลาเกล็ด (b*) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%

กลุ่มประชากร	ค่าสีเหลืองของเนื้อปลาเกล็ด (b*)	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%
2n	13.14 ^b	16.52 ^a
3n	12.55 ^b	19.41 ^a
2n*	15.30 ^b	16.87 ^a

หมายเหตุ ค่าสีเหลืองของเนื้อปลาของสามกลุ่มปลาที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) จะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันตามแนวนอน

4.5.4 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เนื้อปลาเกล็ด

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเนื้อปลาเกล็ด 6.74, 6.70 และ 6.61 ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเนื้อปลาเกล็ด 6.77, 6.54 และ 6.54 ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของค่าความเป็นกรดเป็นด่างเนื้อปลาของปลาทั้งสามกลุ่มในอาหารทั้งสองชนิด ($p > 0.05$) (ตารางที่ 48)

ตารางที่ 48 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เนื้อปลาเกล็ดของปลารนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%

กลุ่มประชากร	ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เนื้อปลาเกล็ด	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%
2n	6.74	6.77
3n	6.70	6.54
2n*	6.61	6.54

4.5.5 ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) เนื้อปลาเกล็ด

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีค่าการนำไฟฟ้าเนื้อปลาเกล็ด 1.17, 1.62 และ 1.88 ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% มีค่าการนำไฟฟ้าเนื้อปลาเกล็ด 1.34, 1.66 และ 1.84 ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของค่าการนำไฟฟ้าเนื้อปลาของปลาทั้งสามกลุ่มในอาหารทั้งสองชนิด ($p>0.05$) (ตารางที่ 49)

ตารางที่ 49 ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) เนื้อปลาเกล็ดของปลารนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%

กลุ่มประชากร	ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) เนื้อปลาเกล็ด	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%
2n	1.17	1.34
3n	1.62	1.66
2n*	1.88	1.84

4.6 ค่าสีของเนื้อปลาอายุ เมื่ออายุ 24 เดือน

4.6.1 ค่าความสว่างสีเนื้อปลาเกล็ด (L^*)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีค่าความสว่างสีเนื้อปลาเกล็ด 41.13, 38.21 และ 45.31 ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% มีค่าความสว่างสีเนื้อปลาเกล็ด 47.07, 46.70 และ 48.36 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยระหว่างปลาทั้งสามกลุ่มทดลองที่ได้รับอาหารชนิดเดียวกัน พบว่า ปลาที่มีโครโมโซม 3n จะมีค่าความสว่างสีเนื้อปลาน้อยกว่าปลาที่มีโครโมโซม 2n* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในอาหาร

ทั้งสองชนิด และพบว่าอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูไลนา 10% จะมีผลทำให้ความสว่างสีเนื้อปลา มีค่ามากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับสาหร่ายสไปรูไลนาทั้งสามกลุ่มปลาทดลอง ($p < 0.05$) (ตารางที่ 50)

ตารางที่ 50 ค่าความสว่างสีเนื้อปลาเฉลี่ย (L^*) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหาร โปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูไลนา 10%

กลุ่มประชากร	ค่าความสว่างสีเนื้อปลาเฉลี่ย (L^*)	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสม สาหร่ายสไปรูไลนา 10%
2n	AB 41.13 ^b	AB 47.07 ^a
3n	B 38.21 ^b	B 46.70 ^a
2n*	A 45.31 ^b	A 48.36 ^a

หมายเหตุ ค่าความสว่างสีเนื้อปลาของสามกลุ่มปลาที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) จะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษ ตัวพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันตามแนวดิ่ง ส่วนความแตกต่างระหว่างชนิดของอาหารจะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันตามแนวนอน

4.6.2 ค่าสีแดงของเนื้อปลาเฉลี่ย (a^*)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีค่าสีแดงของเนื้อปลาเฉลี่ย 17.54, 7.92 และ 11.15 ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูไลนา 10% มีค่าสีแดงของเนื้อปลาเฉลี่ย 8.48, 6.94 และ 6.94 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยระหว่างปลาทั้งสามกลุ่มทดลองที่ได้รับอาหารชนิดเดียวกัน พบว่า ปลาที่มีโครโมโซม 2n จะมีค่าสีแดงมากกว่าปลาที่มีโครโมโซม 3n และ 2n* ($p < 0.05$) และปลาที่ได้อาหารไม่ผสมสาหร่ายสไปรูไลนา จะมีค่าสีแดงมากกว่าปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูไลนาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 51)

ตารางที่ 51 ค่าสีแดงของเนื้อปลาเกล็ด (a*) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%

กลุ่มประชากร	ค่าสีแดงของเนื้อปลาเกล็ด (a*)	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%
2n	A 17.54 ^a	A 8.48 ^b
3n	B 7.92 ^a	B 6.94 ^b
2n*	B 11.15 ^a	B 6.94 ^b

หมายเหตุ ค่าสีแดงของสามกลุ่มปลาที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) จะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันตามแนวนอน ส่วนความแตกต่างระหว่างชนิดของอาหารจะถูกกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันตามแนวนอน

3.16 ค่าสีเหลืองของเนื้อปลาเกล็ด (b*)

กลุ่มปลาที่มีโครโมโซม 2n, 3n และ 2n* ที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% มีค่าสีเหลืองของเนื้อปลาเกล็ด 15.63, 16.67 และ 10.43 ตามลำดับ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10% มีค่าสีเหลืองของเนื้อปลาเกล็ด 13.79, 14.28 และ 13.24 ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของค่าสีเหลืองของเนื้อปลา ทั้งในระหว่างกลุ่มประชากรและชนิดอาหารที่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) (ตารางที่ 52)

ตารางที่ 52 ค่าสีเหลืองของเนื้อปลาเกล็ด (b*) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 45% และอาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%

กลุ่มประชากร	ค่าสีเหลืองของเนื้อปลาเกล็ด (b*)	
	อาหารโปรตีน 45%	อาหารโปรตีน 45% ผสมสาหร่ายสไปรูลีนา 10%
2n	15.63	13.79
3n	16.67	14.28
2n*	10.43	13.80

สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย

ไประยะมีจุดตาของกลุ่มปลาเทราต์ทริพลอยด์ มีอัตราการฟักไข่ใกล้เคียงกับกลุ่มปลาเทราต์ดิพลอยด์ เมื่อลูกปลาอายุ 15 วัน การเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายใกล้เคียงกันทั้งสองกลุ่ม เมื่อปลาอายุ 147 และ 288 วัน พบว่า ปลาเทราต์ทริพลอยด์มีน้ำหนักตัวปลาเฉลี่ยมากกว่าปลาเทราต์ดิพลอยด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Sheehan *et al.* (1999) สรุปว่าปลาเทราต์ทริพลอยด์เพศเมียจะเจริญเติบโตดีกว่าปลาเทราต์ดิพลอยด์เพศเมียตัวและปลารวมเพศ

เมื่อปลาเทราต์อายุ 18 เดือน เพอร์เซ็นต์ซากของปลาเทราต์ดิพลอยด์ และปลาเทราต์ทริพลอยด์ พบว่า การเหี่ยวน้ำหนักโครโมโซมไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวปลาเฉลี่ย ความยาวลำตัวปลาเฉลี่ย ความหนาตัวปลาเฉลี่ย ความกว้างลำตัวปลาเฉลี่ย เพอร์เซ็นต์น้ำหนักหัวและครีบ เพอร์เซ็นต์น้ำหนักตับ เพอร์เซ็นต์น้ำหนักหัวใจ เพอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันสะสม เพอร์เซ็นต์น้ำหนักเหงือก และเพอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อ และพบว่าปลาเทราต์ทริพลอยด์ มีความยาวส่วนหัว เพอร์เซ็นต์น้ำหนักอวัยวะภายใน และเพอร์เซ็นต์น้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์น้อยกว่าปลาเทราต์ดิพลอยด์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อปลาอายุ 24 เดือน ปลาเทราต์ทริพลอยด์มีน้ำหนักเฉลี่ยของตัวปลา น้ำหนักอวัยวะภายใน ตับ หัวใจ และอวัยวะสืบพันธุ์ น้อยกว่าปลาเทราต์ดิพลอยด์ แต่มีเพอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อปลามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คุณภาพเนื้อปลาอบแห้งเมื่อปลาเทราต์อายุ 18 เดือน พบว่า โปรตีนมีค่าระหว่าง 73.51 – 76.04 เพอร์เซ็นต์ ไขมันมีค่าระหว่าง 17.72 – 23.34 เพอร์เซ็นต์ ซึ่งปลาเทราต์ดิพลอยด์มีไขมันน้อยกว่าปลากลุ่มอื่น ๆ และปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินาจะมีไขมันน้อยกว่าปลาที่ได้รับอาหารผสมเพียงอย่างเดียว ทั้งสามกลุ่มทดลอง ส่วนเถ้ามีค่าระหว่าง 5.30 – 5.63 เพอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกันทั้งสามกลุ่มประชากร และทั้งสองชนิดอาหาร เมื่อปลาเทราต์อายุ 24 เดือน เพอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งเนื้อปลากลุ่มทริพลอยด์ มีค่ามากกว่ากลุ่มอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โปรตีนมีค่าระหว่าง 73.10 – 81.89 เพอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกันทั้งสามกลุ่มประชากรที่ได้รับอาหารต่างกัน ไขมันมีค่าระหว่าง 13.69 – 22.83 เพอร์เซ็นต์ สำหรับเถ้ามีค่าระหว่าง 5.36 – 6.67 เพอร์เซ็นต์

คุณภาพเนื้อปลาสดเมื่อปลาเทราต์อายุ 18 เดือน โปรตีนมีค่าระหว่าง 19.61 – 20.94 เพอร์เซ็นต์ ไขมันมีค่าระหว่าง 4.65 – 6.52 เพอร์เซ็นต์ ซึ่งปลาเทราต์ดิพลอยด์จะมีไขมันในเนื้อน้อยกว่าปลากลุ่มอื่น และปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินา จะมีไขมันน้อยกว่าปลาที่ไม่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินา ทั้งสามกลุ่มประชากร และเถ้ามีค่าระหว่าง 1.39 – 1.57 เพอร์เซ็นต์ แต่พบว่าปลาเทราต์ทริพลอยด์ที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินา จะมีเถ้าน้อยกว่าปลาที่ได้รับอาหารผสมเพียงอย่างเดียว เมื่อปลาเทราต์อายุ 24 เดือน โปรตีนมีค่าระหว่าง 18.48 – 20.79 เพอร์เซ็นต์ โดยพบว่าปลาเทราต์ทริพลอยด์มีโปรตีนสูงกว่าปลากลุ่มอื่นทั้งสองชนิดอาหาร ไขมันมีค่าระหว่าง 3.80 – 6.06 เพอร์เซ็นต์ พบว่า ปลาเทราต์ทริพลอยด์มีไขมันมากกว่าปลาเทราต์ดิพลอยด์เมื่อได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินา และเถ้ามีค่าระหว่าง 1.44 – 1.77

เปอร์เซ็นต์ แต่พบว่าปลาเทราต์คิพลอยด์และปลาเทราต์ทริพลอยด์ที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูไลนา จะมีเนื้อน้อยกว่าปลาที่ได้รับอาหารผสมเพียงอย่างเดียว ($p < 0.05$)

ค่าความสว่างสีเนื้อปลา (L^*) ของปลาเทราต์อายุ 18 เดือน มีค่าระหว่าง 36.44 – 39.61 ซึ่งความสว่างสีเนื้อมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อปลาเทราต์มีอายุ 24 เดือน มีค่าระหว่าง 38.21 – 48.36 ค่าสีแดง (a^*) ของปลาเทราต์อายุ 18 เดือน มีค่าระหว่าง 3.32 – 5.76 มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปลาเทราต์มีอายุ 24 เดือน มีค่าระหว่าง 6.94 – 17.54 ส่วนค่าสีเหลือง (b^*) ของเนื้อปลาเทราต์อายุ 18 เดือน มีค่าระหว่าง 12.55 – 19.41 ในขณะที่มีค่าลดลงเมื่อปลาเทราต์มีอายุ 24 เดือน ซึ่งมีค่าระหว่าง 10.43 – 16.67 อย่างไรก็ตาม การให้อาหารผสมสาหร่ายสไปรูไลนาแก่ปลา มีผลไม่ชัดเจนในปลาเทราต์อายุ 24 เดือน ในการทดลองครั้งนี้เนื้อปลาเทราต์อายุ 24 เดือน ในกลุ่มอาหารผสมสาหร่ายสไปรูไลนามีค่าความสว่างสีเนื้อใกล้เคียงกับปลา Atlantic salmon ขนาด 1 – 2 กิโลกรัม ซึ่งมีค่าความสว่างสีเนื้อระหว่าง 41 – 43 ค่าสีแดงระหว่าง 6.0 – 7.7 ค่าสีเหลืองระหว่าง 10 – 12 ส่วนผลของการเหนี่ยวนำชุดโครโมโซมไม่มีผลต่อสีเนื้อ (Bjerkeng *et al.*, 1999)

ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของเนื้อเมื่อปลาเทราต์อายุ 18 เดือน มีค่า 6.54 – 6.77 ซึ่งมีค่าที่ใกล้เคียงกับรายงานของ Kim (1984) รายงานว่า ค่า pH ของเนื้อปลาเทราต์ขนาดตลาดหลังฆ่าและแล้ว 24 ชั่วโมง มีค่า 6.5 – 6.6 ค่าการนำไฟฟ้าของกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารผสมสาหร่ายสไปรูไลนา มีค่า 1.34 – 1.84 ในขณะที่กลุ่มปลาที่ได้รับอาหารไม่ได้ผสมสาหร่ายสไปรูไลนามีค่า 1.17 – 1.88

สรุปผลการศึกษาได้ว่า การเหนี่ยวนำโครโมโซมให้เป็น 3n ทำให้ปลาเรนโบว์เทราต์จะไม่มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์หรือเซลล์สืบพันธุ์มีพัฒนาการที่ต่ำมากเมื่อเทียบกับปลาปกติ นอกจากนี้ ปลาเทราต์ทริพลอยด์ยังมีลักษณะหัวเล็ก มีเปอร์เซ็นต์ของเนื้อมากกว่าปลาเทราต์คิพลอยด์ มีการเจริญเติบโตจนถึงขนาดตลาดเร็วกว่า โดยที่คุณภาพของเนื้อไม่แตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

- โกมุท อุ่นศรีสง ประสาน พรโสภณ มะลิ นุณยรัตผลิน สมโภชน์ อัคระทวีวัฒน์ สมศรี งามวงศ์ชน เทอดชัย เวียร์ศิลป์ G. Hoerstgen-Schwark และ U. Ter Meulen. 2544. การทดลองเลี้ยงและเพาะพันธุ์ปลาเรนโบว์เทราต์ที่คอยอินทนนท์. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ตามโครงการวิจัยที่ 3050 – 3081. มุลินธิโครงการหลวง. 42 หน้า.
- สัญญา จตุรติธธา. 2547. การจัดการเนื้อสัตว์. โรงพิมพ์เมืองเชียงใหม่. 170 หน้า.
- อุทัยรัตน์ ณ นคร. 2538. พันธุศาสตร์สัตว์น้ำ. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 274 หน้า.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis (15th Ed.) Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- Birkeland, S. and Bjerkeng B. 2004. Extracabilities of astaxanthin and protein from muscle tissue of Atlantic salmon (*Salmo salar*) as affected by brine concentration and pH. *Food Chemistry*. **85**: 559–568.
- Bjerkeng, B., B., Hamre, K., Hatlen, B. and Wathne, E. 1999. Astaxanthin deposition in fillets of Atlantic salmon *Salmo salar* L. fed two dietary levels of astaxanthin in combination with three levels of α -tocopheryl acetate. *Aquacult. Res.* **30**: 637-646.
- Beufey, T.J. 1999. The physiology and behavior of triploid landlocked Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *J. Fish Biol.* **24**: 333-338.
- Cater, C.G., McCarthy, I.D., Houlihan, D.F., Johnstone, R.V., Walsingham, M.V. and Mitchell A.I. 1994. Food consumption, feeding behavior and growth of triploid and diploid Atlantic salmon, *Salmo salar* L., parr. *Can. J.zool.* **72**: 609-617.
- Choubert, G., Blanc J.M. and Vallee F. 1997. Colour measurement, using the CIELCH colour space, of muscle of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), fed astaxanthin: effects of family, ploidy, sex, and location of reading. *Aquaculture Res.* **28**: 15-22.
- Einen, O., Guerin, T., Fjæra, S.O. and Skjervold, P.O. 2002. Freezing of pre-rigor fillets of Atlantic salmon. *Aquaculture* **212**: 129-140.
- Espe, M., Ruohonen, K., Bjernevik, M., Freyland, L., Nortvedt, R. and Kiessling, A. 2004. Interaction between ice storage time, collagen composition, gaping and textural properties in farmed salmon muscle harvested at different time of the year. *Aquaculture* **240**: 489-504.

- Florek, M. and Litwińczuk, Z. 2002. The quality of meat from the carcasses of young bulls and heifers classified according to the EUROP system. *Animal Science Papers and Reports*. **20 (Suppl. 1)**: 169-178.
- Habib, M.A.B. and M. Parvin. 2008. A review on culture, production and use of spirulina as food for humans and feeds for domestic animals and fish. FAO Fisheries and Aquaculture Circular. No. 1034. Food and Agriculture organization of the united nations Rome, 33 pp.
- Honikel, K.O. 1993. Qualitätsprodukte erfordern geeignete Messmethoden. *Fleischwirtschaft*. **173**: 8-15.
- Johnston, I.A., Strugnell, G., McCracken, M.L. and Johnstone, R. 1999. Muscle growth and development in normal-sex-ratio and all-female diploid and triploid Atlantic salmon. *J. Exp. Biol.* **202**: 1991-2016.
- Johnston, I.A., Manthri, S., Alderson, R., Campbell, P., Mitchell, D., Whyte, D., Dingwall, A., Nickell, D., Selkirk, C. and Robertson, B. 2002. Effects of dietary protein level on muscle cellularity and flesh quality in Atlantic salmon with particular reference to gaping. *Aquaculture* **202**: 259-283.
- Karl, H., Rehbein, H., Manthey-Karl, M., Meyer, C., Ostermeyer, U., Lehmann, I., Schubring, R., Kroeger, M. And Hilge V. 2004. Biofisch-Qualitätsvergleich zwischen konventionellen und ökologisch produzierten forellen. *Ressortforschung für den ökologischen Landbau 2003*. Statusseminar 5. März 2004, BBA, Kleinmachnow: 55-67.
- Kim, B-C, 1984. Der Schlachtkörperwert und die Fleischqualität bei Regenbogenforellen. PhD. Thesis: Faculty of agricultural Science, Georg-August University, Goettingen.
- Kligerman, A.D. and S.F. Bloom. 1977. Rapid chromosome preparations from solid tissues of fishes. *J.Fish.Res.Board. Can.*, **34**: 266-269.
- Lee, S., Norman, J.M., Gunasekaran, S., van Laack, R.L.J.M., Kim, B.C. and Kauffman, R.G. 2000. Use of electrical conductivity to predict water-holding capacity in post-rigor pork. *Meat Sci.* **55**: 385-389.
- Leitritz, E. and R.C. Lewis. 1976. Trout and salmon culture. California Fish Bulletin No. 164. Division of Aquaculture and Natural Resources. University of California. Oakland, California, 197 pp.
- Lincoln, R.F. 1981. Sexual maturation in triploid male plaice (*Pleuronectes platessa*) and plaice x flounder (*Platichthys flesus*) hybrids. *J. Fish Biol.* **19**: 415-426.
- Lincoln, R.F. and A.P. Scott. 1984. Sexual maturation in triploid rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *J. Fish.Biol.* **25**: 385-392.
- Lincoln, R.F. and Bye, V.J. 1984. Triploid rainbows show commercial potential. *Fish Farmer* **7**: 30-32.

- Love, R.M. 1980. Season variation and some alternative approaches to fish biology. *The Chemical Biology of Fishes*, Academic Press, London.
- Morris, P.C., Beattie, C. Elder, B., Finlay, J., Gallimore, P., Jewison, W., Lee, D., Mackenzie, K., McKinney, R., Sinnott, R., Smart, A. and Weir, M. 2005. Application of a low oil pre-harvest diet to manipulate the composition and quality of Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Aquaculture* **244**: 187-201.
- Oppedal, F., Taranger, G.L. and Hansen, T. 2003. Growth performance and sexual maturation in diploid and triploid Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in seawater tanks exposed to continuous light or simulated natural photoperiod. *Aquaculture* **215**: 145-162.
- Pliquett, F., Pliquett, U. and Robekamp, W. 1990. Beurteilung der reifung des M. Long. Dorsi und M. Semitendinosus durch impulsimpedanzmessungen. *Fleischwirtschaft*. **70**: 1468-1470.
- Rasmussen, R.S. Ostenfeld, T.H. Rønsholdt, B. and McLean, E. 2000. Manipulation of end-product quality of rainbow trout with finishing diets. *Aqua. Nutr.* **6**: 17-23.
- Richards, M.P., modra, A.M. and Li, R. 2002. Role of deoxyhemoglobin in lipid oxidation of washed cod muscle mediated by trout, poultry and beef hemoglobins. *Meat Sci.* **62**: 157-163.
- Rosenlund, G., Obach, A. Sandberg, M. G., Standal, H. And Tveit, K. 2001. Effect of alternative lipid sources on long-term growth performance and quality of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquacult. Res.* **32 (suppl.1)**: 323-328.
- Russell S.M. 1998. Capacitance microbiology as a means of determining the quantity of spoilage bacteria of fish fillets. *J.Food Prot.* **61**: 844-848.
- Sheehan, R.J., Shasteen, S.P., Suresh, A.V., Kapuscinski, A.R. and Seeb, J.E. 1999. Better growth in all-female diploid and triploid rainbow trout. *Trans. Am. Fish. Soc.* **128**: 491-498.
- Solar, I.I., E.M. Donaldson and G.A. Hunter. 1984. Introduction of triploidy in rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson.) by heat shock, and investigation of early growth. *Aquaculture* **42**: 57- 67.
- Storebakker, T., Sørensen, M., Bjerkeng, B. and Hiu, S. 2004. Utilization of astaxanthin from red yeast, *Xanthophyllomyces dendrorhous*, in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*: effects of enzymatic cell wall disruption and feed extrusion temperature *Aquaculture* **236**: 391-403.
- Suresh, A.V. and Sheehan, R.J. 1998a. Muscle fibre growth dynamics in diploid and triploid rainbow trout. *J. Fish Biol.* **52**: 570-587.
- Suresh, A.V. and Sheehan, R.J. 1998b. Biochemical and morphological completes of growth in diploid and triploid rainbow trout. *J. Fish Biol.* **52**: 588-599.
- Thorgaard, G.H. and Gall G.A.E. 1979. Adult triploids in rainbow trout family. *Genetics*. **95**: 961-973.

- Turchini, G.M., Mentasti, T., Crocco, C., Sala, T., Puzzi, C., Moretti, V.M. and Valfrè, F. 2004. Effects of the extensive culture system as finishing production strategy on biometric and chemical parameters in rainbow trout. *Aquacult. Res.* **35**: 378-384.
- Weatherup, R.N. and McCracken, K. J. 1999. Changes in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), body composition with weight. *Aquacult. Res.* **30**: 305-307.
- Yamamoto, T., Shima, T., Furuita, H. and Suzuki, N. 2002. Influence of dietary fat level and whole-body adiposity on voluntary energy intake by juvenile rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) under self-feeding conditions. *Aquacult. Res.* **33**: 715-723.





ภาคผนวก

๕๕ ส น วิ

โครงการหลวง

ภาพผนวกที่ 1 ลักษณะโครโมโซมของปลาเทราต์ดีพลอยด์ และปลาเทราต์ทริพลอยด์ จากการ
เหนียวนำตรวจเช็คโครโมโซมตามวิธีของ Kligerman และ Bloom (1977)



ตารางผนวกที่ 1 น้ำหนัก (กรัมต่อตัว) ความยาว (ซม.) ความยาวส่วนหัว (มม.) ความหนาลำตัว (มม.) ความกว้างลำตัว (มม.) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน

สูตรอาหาร			น้ำหนัก	ความยาว	ความยาว	ความหนา	ความกว้าง
	N		(กรัม/ตัว)	ลำตัว (ซม.)	ส่วนหัว (มม.)	ลำตัว (มม.)	ลำตัว (มม.)
ให้อาหารผสมสำหรับ สไปรูไลนา	2n	1	877.26	42.00	58.44	49.05	97.67
		2	888.73	43.40	63.88	52.70	90.06
		3	1012.56	45.00	65.11	57.24	98.46
		4	1149.65	45.50	63.87	64.20	105.28
		5	935.64	42.60	61.52	52.51	98.22
		$\bar{x}$	972.77	43.70	62.56	55.14	97.94
		SD	112.29	1.51	2.65	5.84	5.39
	3n	1	823.99	39.50	51.26	48.74	93.11
		2	1057.97	43.30	52.64	61.39	100.48
		3	1030.37	42.50	56.95	61.24	97.36
		4	764.90	41.60	46.68	50.98	83.93
		5	1013.04	41.50	54.19	56.38	100.54
		$\bar{x}$	938.05	41.68	52.34	55.75	95.08
		SD	133.71	1.42	3.81	5.79	6.93
	2n*	1	1153.78	45.40	56.92	56.66	98.99
ให้อาหารไม่ผสมสำหรับ สไปรูไลนา		2	972.54	42.50	57.04	55.15	89.82
		3	894.49	41.00	51.94	52.89	95.03
		4	1003.93	42.50	50.66	61.94	100.32
		5	979.79	41.30	51.44	53.74	101.41
		$\bar{x}$	1000.91	42.54	53.60	56.08	97.11
		SD	94.81	1.74	3.12	3.58	4.74
	2n	1	632.68	37.30	58.61	46.37	88.72
		2	709.52	39.50	60.63	48.61	89.56
		3	773.29	40.10	61.70	53.86	91.15
		4	1260.77	45.50	70.42	60.17	109.88
		5	859.18	41.30	57.01	52.89	95.82
		$\bar{x}$	847.09	40.74	61.67	52.38	95.03
		SD	245.77	3.03	5.21	5.33	8.75

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ) น้ำหนัก (กรัมต่อตัว) ความยาว (ซม.) ความยาวส่วนหัว (มม.) ความหนาลำตัว (มม.) ความกว้างลำตัว (มม.) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน

สูตรอาหาร		น้ำหนัก	ความยาว	ความยาว	ความหนา	ความกว้าง
	N	(กรัม/ตัว)	ลำตัว (ซม.)	ส่วนหัว (มม.)	ลำตัว (มม.)	ลำตัว (มม.)
3n	1	847.82	41.80	57.71	49.52	94.60
	2	798.25	41.70	52.61	50.47	91.46
	3	766.08	39.20	61.81	52.12	94.20
	4	660.68	37.50	57.20	47.53	84.50
	5	928.67	41.30	60.36	56.59	98.46
	$\bar{x}$	800.30	40.30	57.94	51.25	92.64
2n*	SD	99.25	1.89	3.53	3.42	5.19
	1	878.96	41.00	55.76	53.39	92.54
	2	1204.02	45.50	65.47	61.11	106.41
	3	1221.26	46.00	67.81	60.41	107.98
	4	1061.89	44.00	61.28	58.32	96.24
	5	785.25	41.00	60.51	51.67	91.82
	$\bar{x}$	1030.28	43.50	62.17	56.98	99.00
	SD	194.03	2.40	4.67	4.23	7.69

หมายเหตุ 2n หมายถึง ปลากลุ่มที่ไม่ได้ถูกเหนี่ยวนำชุดโครโมโซม (2n)

3n หมายถึง ปลากลุ่มที่ถูกเหนี่ยวนำชุดโครโมโซม (3n)

2n* หมายถึง ปลากลุ่มที่ถูกเหนี่ยวนำชุดโครโมโซมแต่ไม่สมบูรณ์ (2n)

ตารางผนวกที่ 2 เปอร์เซ็นต์ (%) น้ำหนักหัวและกริบ อวัยวะภายใน ตับ หัวใจ ไมน์สะสม เหงือก
อวัยวะสืบพันธุ์ และเนื้อ ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน

สูตรอาหาร	N		น้ำหนัก หัวและ กริบ (%)	น้ำหนัก อวัยวะ ภายใน (%)	น้ำหนัก ตับ (%)	น้ำหนัก หัวใจ (%)	น้ำหนัก ไขมัน สะสม (%)	น้ำหนัก เหงือก (%)	น้ำหนัก อวัยวะ สืบพันธุ์ (%)	น้ำหนัก เนื้อ (%)	หมายเหตุ
ให้อาหารผสม	2n	1	16.79	7.57	0.81	0.12	0.19	2.11	0.00	63.27	-
สาหร่าย		2	17.04	7.49	0.74	0.11	0.11	2.36	0.28	59.41	เมื่อย (มีไข่)
สไปรูไลนา		3	15.78	6.78	0.73	0.09	0.72	2.24	0.71	63.30	เมื่อย (มีไข่)
		4	13.41	7.64	0.70	0.10	0.32	1.91	0.92	65.41	เมื่อย (มีไข่)
		5	14.52	7.65	0.82	0.10	0.29	2.25	0.00	66.59	-
		$\bar{x}$	15.51	7.42	0.76	0.10	0.32	2.17	0.38	63.60	
		SD	1.54	0.37	0.05	0.01	0.24	0.17	0.42	2.74	
	3n	1	15.19	5.96	0.72	0.16	0.92	2.14	0.09	65.41	ผู้ (มีน้ำเชื้อ)
		2	14.25	8.46	0.90	0.11	0.22	2.28	0.05	62.19	-
		3	14.32	5.55	0.81	0.13	0.25	2.23	0.00	62.99	-
		4	16.14	5.39	0.73	0.14	0.16	2.46	0.00	72.56	-
		5	15.18	6.97	0.60	0.16	1.92	2.10	0.06	65.74	ผู้ (มีน้ำเชื้อ)
		$\bar{x}$	15.01	6.47	0.75	0.14	0.70	2.24	0.04	65.78	
		SD	0.77	1.27	0.11	0.02	0.75	0.14	0.04	4.08	
	2n*	1	13.60	6.26	0.73	0.11	0.11	2.12	0.94	66.22	เมื่อย (มีไข่)
		2	13.86	6.19	0.64	0.13	2.03	2.39	0.57	64.06	เมื่อย (มีไข่)
		3	14.90	8.94	0.79	0.11	0.51	2.02	3.61	60.70	เมื่อย (มีไข่)
		4	15.49	6.52	0.81	0.08	0.29	2.25	0.83	67.73	เมื่อย (มีไข่)
		5	13.72	10.54	0.80	0.12	1.06	1.94	1.13	62.26	เมื่อย (มีไข่)
		$\bar{x}$	14.31	7.69	0.76	0.11	0.80	2.14	1.42	64.19	
		SD	0.84	1.96	0.07	0.02	0.78	0.18	1.24	2.85	
ให้อาหารไม่	2n	1	17.85	6.42	0.66	0.10	0.36	1.98	0.29	63.86	ผู้ (มีน้ำเชื้อ)
ผสมสาหร่าย		2	15.72	7.69	0.95	0.10	1.29	2.18	1.12	63.71	เมื่อย (มีไข่)
สไปรูไลนา		3	14.64	8.61	0.77	0.12	0.15	2.38	1.10	63.88	เมื่อย (มีไข่)
		4	13.87	9.88	0.96	0.10	0.68	2.12	1.04	65.91	เมื่อย (มีไข่)
		5	14.07	8.06	0.73	0.14	0.31	2.12	0.31	67.39	เมื่อย (มีไข่ 1 ทุ)
		$\bar{x}$	15.23	8.13	0.81	0.11	0.56	2.16	0.77	64.95	
		SD	1.63	1.26	0.14	0.02	0.45	0.15	0.43	1.64	

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) น้ำหนักหัวและกริบ อวัยวะภายใน ตับ หัวใจ ไมน์สะสม เหงือก
อวัยวะสืบพันธุ์ และเนื้อ ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน

สูตรอาหาร	N	น้ำหนัก หัวและ กริบ (%)	น้ำหนัก อวัยวะ ภายใน (%)	น้ำหนัก ตับ (%)	น้ำหนัก หัวใจ (%)	น้ำหนัก ไขมัน สะสม (%)	น้ำหนัก เหงือก (%)	น้ำหนัก อวัยวะ สืบพันธุ์ (%)	น้ำหนัก เนื้อ (%)	หมายเหตุ
3n	1	18.48	4.64	0.96	0.13	0.48	2.12	0.00	65.23	-
	2	15.26	6.97	0.74	0.08	0.47	2.54	0.03	77.92	ผู้ (มีน้ำเชื้อ)
	3	12.47	6.03	0.66	0.10	0.66	1.86	0.00	53.91	-
	4	16.07	5.97	0.72	0.10	0.14	2.18	0.00	67.81	-
	5	16.05	5.05	0.66	0.10	0.34	2.23	0.09	68.59	ผู้ (มีน้ำเชื้อ)
$\bar{x}$		15.67	5.73	0.75	0.10	0.42	2.19	0.02	66.69	
SD		2.16	0.92	0.12	0.02	0.19	0.24	0.04	8.61	
2n*	1	14.24	5.49	0.74	0.11	0.78	1.93	0.09	68.60	เมีย (มีไข่)
	2	17.13	5.64	0.68	0.13	0.46	2.12	0.19	66.78	ผู้ (มีน้ำเชื้อ)
	3	14.29	7.54	0.84	0.08	1.33	2.10	0.99	67.55	เมีย (มีไข่)
	4	15.11	5.97	0.71	0.08	1.07	2.16	0.26	67.33	เมีย (มีไข่)
	5	16.24	5.73	0.79	0.14	0.25	2.27	0.00	67.49	-
$\bar{x}$		15.40	6.07	0.75	0.11	0.78	2.12	0.31	67.55	
SD		1.26	0.84	0.07	0.03	0.44	0.12	0.40	0.66	

หมายเหตุ 2n หมายถึง ปลากลุ่มที่ไม่ได้ถูกเหนี่ยวนำชุดโครโมโซม (2n)

3n หมายถึง ปลากลุ่มที่ถูกเหนี่ยวนำชุดโครโมโซม (3n)

2n* หมายถึง ปลากลุ่มที่ถูกเหนี่ยวนำชุดโครโมโซมแต่ไม่สมบูรณ์ (2n)

ตารางผนวกที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน

สูตรอาหาร			DM	DM basis			Fresh basis		
	N			% CP	% Fat	% Ash	% CP	% Fat	% Ash
ให้อาหารผสม สำหรับ สไปรูไลนา	2n	1	25.43	76.06	20.94	5.71	19.35	5.33	1.45
		2	26.3	78.14	18.95	6.01	20.55	4.99	1.58
		3	28.19	73.23	23.9	5.78	20.65	6.74	1.63
		4	28.31	72.94	24.78	5.17	20.68	7.02	1.47
		5	27.61	75.46	21.92	5.47	20.84	6.05	1.51
		$\bar{x}$	27.17	75.17	22.10	5.63	20.41	6.03	1.53
		SD	1.26	2.15	2.33	0.32	0.60	0.87	0.08
	3n	1	26.34	77.72	20.23	5.46	20.47	5.33	1.44
		2	25.68	72.89	15.52	5.46	18.72	3.99	1.4
		3	26.35	64	17.89	4.89	16.86	4.71	1.29
ให้อาหารไม่ ผสมสำหรับ สไปรูไลนา		4	26.45	78.12	18.83	5.16	20.61	4.98	1.36
		5	26.18	81.65	16.15	5.64	21.37	4.23	1.48
		$\bar{x}$	26.20	74.88	17.72	5.32	19.61	4.65	1.39
		SD	0.31	6.83	1.93	0.30	1.82	0.54	0.07
	2n*	1	27.23	75.54	20.61	5.3	20.5	5.59	1.44
		2	28.11	69.77	20.52	5.02	19.61	5.77	1.41
		3	24.41	76.21	13.17	5.73	18.6	3.22	1.4
		4	27.66	77.03	21.75	4.98	21.31	6.02	1.38
		5	26.87	76.15	21.95	5.49	20.46	5.9	1.48
		$\bar{x}$	26.86	74.94	19.60	5.30	20.10	5.30	1.42
ให้อาหารไม่ ผสมสำหรับ สไปรูไลนา		SD	1.44	2.94	3.65	0.32	1.03	1.17	0.04
	2n	1	27.11	75.62	20.81	5.73	20.5	5.64	1.55
		2	30.61	69.15	27.82	4.94	21.17	8.52	1.51
		3	26.81	76.74	22.27	4.77	20.57	5.97	1.28
		4	28.22	73.72	22.36	5.32	20.8	6.31	1.5
		5	28.12	76.99	19.92	6.01	21.65	5.6	1.69
		$\bar{x}$	28.17	74.44	22.64	5.35	20.94	6.41	1.51
		SD	1.49	3.23	3.07	0.52	0.48	1.21	0.15

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ) องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 18 เดือน

สูตรอาหาร	N	DM	DM basis			Fresh basis		
			% CP	% Fat	% Ash	% CP	% Fat	% Ash
3n	1	24.4	81.31	14.48	5.89	19.84	3.53	1.44
	2	27.32	73.81	22.29	5.47	20.16	6.09	1.49
	3	27.69	75.87	21.67	5.67	21.01	6	1.57
	4	26.36	74.71	20.87	5.71	19.69	5.5	1.5
	5	27.54	74.51	22.85	5.37	20.52	6.29	1.48
$\bar{x}$		26.66	76.04	20.43	5.62	20.24	5.48	1.50
SD		1.37	3.04	3.41	0.21	0.53	1.13	0.05
2n*	1	28.66	70.52	25.94	5.26	20.21	7.44	1.51
	2	28.05	74.97	22.2	5.8	21.03	6.19	1.63
	3	29.06	72.85	24.27	5.47	21.17	7	1.59
	4	27.38	73.54	23.52	5.83	20.14	6.44	1.6
	5	26.65	75.69	20.77	5.68	20.17	5.53	1.51
$\bar{x}$		27.96	73.51	23.34	5.61	20.54	6.52	1.57
SD		0.97	2.02	1.97	0.24	0.51	0.74	0.05

หมายเหตุ 2n หมายถึง ปลากลุ่มที่ไม่ได้ถูกเหนี่ยวนำชุดโครโมโซม (2n)

3n หมายถึง ปลากลุ่มที่ถูกเหนี่ยวนำชุดโครโมโซม (3n)

2n* หมายถึง ปลากลุ่มที่ถูกเหนี่ยวนำชุดโครโมโซมแต่ไม่สมบูรณ์ (2n)

ตารางผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์ค่าสี ค่า pH และค่า Conductivity ของเนื้อปลาเรนโบว์เทราต์อายุ 18 เดือน

สูตรอาหาร	N		ค่า L*	ค่า a*	ค่า b*	ค่า pH	ค่า Conductivity
ให้อาหารผสม สำหรับ สไปรูไลนา	2n	1	41.39	5.44	9.20	6.60	1.08
		2	39.23	2.14	22.35	6.94	1.02
		3	38.08	3.46	17.27	7.07	1.23
		4	37.87	4.31	16.22	6.55	2.02
		5	37.88	7.22	17.57	6.69	1.33
	$\bar{x}$		38.89	4.51	16.52	6.77	1.34
	SD		1.51	1.93	4.73	0.23	0.40
	3n	1	38.35	1.09	18.52	6.51	1.52
		2	38.70	1.22	20.05	6.47	1.21
		3	43.31	8.13	24.61	6.60	1.40
		4	40.83	3.19	21.24	6.51	2.96
		5	36.88	2.99	12.64	6.63	1.20
	$\bar{x}$		39.61	3.32	19.41	6.54	1.66
	SD		2.50	2.86	4.40	0.07	0.74
	2n*	1	40.38	3.38	17.07	6.44	1.79
		2	36.12	2.86	19.30	6.49	3.06
		3	35.55	6.05	15.31	6.54	1.97
		4	33.98	7.13	17.97	6.60	1.13
		5	36.19	3.70	14.71	6.61	1.26
	$\bar{x}$		36.44	4.62	16.87	6.54	1.84
	SD		2.37	1.86	1.89	0.07	0.77
ให้อาหารไม่ ผสมสำหรับ สไปรูไลนา	2n	1	41.04	4.31	8.83	6.60	1.02
		2	39.57	4.40	15.99	6.60	1.47
		3	33.41	7.29	13.81	7.10	0.96
		4	38.99	5.99	15.80	6.69	1.03
		5	37.54	6.82	11.26	6.73	1.35
	$\bar{x}$		38.11	5.76	13.14	6.74	1.17
	SD		2.91	1.37	3.07	0.21	0.23

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์ค่าสี ค่า pH และค่า Conductivity ของเนื้อปลาเรนโบว์เทราต์อายุ 18 เดือน

สูตรอาหาร	N	ค่า L*	ค่า a*	ค่า b*	ค่า pH	ค่า Conductivity
3n	1	40.06	2.57	6.92	6.92	1.60
	2	40.08	3.39	15.83	6.58	1.31
	3	38.11	3.98	14.23	6.93	1.65
	4	37.04	6.02	13.78	6.33	2.43
	5	36.39	5.27	11.98	6.72	1.09
$\bar{x}$		38.34	4.25	12.55	6.70	1.62
SD		1.70	1.40	3.43	0.25	0.51
2n*	1	40.69	5.76	16.86	6.49	2.36
	2	39.69	5.55	12.79	6.45	2.66
	3	37.98	5.86	12.66	6.49	1.56
	4	35.22	5.38	15.20	7.02	1.48
	5	38.61	5.81	18.97	6.62	1.33
$\bar{x}$		38.44	5.67	15.30	6.61	1.88
SD		2.08	0.20	2.70	0.24	0.59

หมายเหตุ 2n หมายถึง ปลากลุ่มที่ไม่ได้ถูกเหนี่ยวนำชุดโครโมโซม (2n)

3n หมายถึง ปลากลุ่มที่ถูกเหนี่ยวนำชุดโครโมโซม (3n)

2n* หมายถึง ปลากลุ่มที่ถูกเหนี่ยวนำชุดโครโมโซมแต่ไม่สมบูรณ์ (2n)

ตารางผนวกที่ 5 น้ำหนัก (กรัมต่อตัว) ความยาว (ซม.) ความยาวส่วนหัว (มม.) ความหนาลำตัว (มม.) ความกว้างลำตัว (มม.) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน

สูตรอาหาร			น้ำหนัก	ความยาว	ความยาว	ความหนา	ความกว้าง
	N		(กรัม/ตัว)	ลำตัว (ซม.)	ส่วนหัว (มม.)	ลำตัว (มม.)	ลำตัว (มม.)
ให้อาหารผสมสำหรับ สไปรูไลนา	2n	1	1450.00	46.8	80.00	55.00	100.00
		2	1250.00	45.0	54.75	60.00	94.25
		3	1610.00	51.3	75.00	70.00	99.75
		4	1550.00	47.5	50.25	60.25	110.00
		5	1300.00	45.0	65.00	60.00	100.25
		6	2200.00	54.6	75.00	70.00	115.25
		$\bar{x}$	1560.00	48.37	66.67	62.54	103.25
		SD	342.93	3.83	12.09	6.10	7.78
	3n	1	1194.28	47.0	80.25	47.50	100.25
		2	1172.03	50.0	77.25	47.00	97.25
		3	1700.00	49.0	77.25	57.25	120.00
		4	1150.00	47.0	60.00	52.25	89.75
		5	950.00	42.5	40.00	47.75	87.25
		6	1650.00	47.3	60.00	50.25	110.00
		$\bar{x}$	1302.72	47.13	65.79	50.33	100.75
		SD	301.66	2.58	15.52	3.93	12.42
	2n*	1	1743.64	49.0	72.50	55.75	126.04
		2	2200.00	50.0	77.75	75.00	135.00
		3	2000.00	51.0	95.50	75.00	130.00
		4	1100.00	46.0	75.00	49.75	92.50
		5	1400.00	48.2	92.50	47.75	105.00
		6	1350.00	47.5	70.00	60.00	97.25
		$\bar{x}$	1632.27	48.62	80.54	60.54	114.30
		SD	421.16	1.79	10.78	12.01	18.25

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ) น้ำหนัก (กรัม/ตัว) ความยาว (ซม.) ความยาวส่วนหัว (มม.) ความหนาลำตัว (มม.) ความกว้างลำตัว (มม.) ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน

สูตรอาหาร			น้ำหนัก	ความยาว	ความยาว	ความกว้าง	ความลึก
	N		(กรัม/ตัว)	ลำตัว (ซม.)	ส่วนหัว (มม.)	ลำตัว (มม.)	ลำตัว (มม.)
ให้อาหารไม่ผสมสาหร่าย สไปรูไลนา	2n	1	1400.00	45.5	60.25	50.00	95.00
		2	1500.00	48.8	80.00	49.75	115.00
		3	1250.00	46.5	80.00	50.00	110.00
		4	1800.00	51.0	85.00	59.75	120.00
		5	1400.00	46.5	80.25	50.00	100.00
		6	1600.00	48.3	65.00	50.00	100.00
		$\bar{x}$	1491.67	47.77	75.08	51.58	106.67
		SD	190.83	2.01	9.95	4.00	9.83
	3n	1	750.00	39.5	50.00	45.00	80.00
		2	1000.00	44.0	70.00	50.00	90.00
		3	800.00	42.0	75.00	40.00	74.45
		4	900.00	42.3	50.25	45.00	88.75
		5	1200.00	46.2	58.75	50.00	95.00
		6	1600.00	50.3	60.00	60.00	100.00
		$\bar{x}$	1041.67	44.05	60.67	48.33	88.03
		SD	316.89	3.79	10.19	6.83	9.44
	2n*	1	850.00	42.6	60.00	45.00	80.00
		2	950.00	44.0	70.00	44.75	90.00
		3	900.00	43.5	60.00	40.00	85.00
		4	1250.00	48.0	80.00	55.00	100.00
		5	1550.00	50.5	50.00	50.00	110.00
		6	1200.00	47.0	60.25	50.00	95.00
		$\bar{x}$	1116.67	45.93	63.38	47.46	93.33
		SD	267.71	3.07	10.31	5.27	10.80

หมายเหตุ 2n หมายถึง ปลากลุ่มที่ไม่ได้ถูกเหนี่ยวนำชุดโครโมโซม (2n)

3n หมายถึง ปลากลุ่มที่ถูกเหนี่ยวนำชุดโครโมโซม (3n)

2n* หมายถึง ปลากลุ่มที่ถูกเหนี่ยวนำชุดโครโมโซมแต่ไม่สมบูรณ์ (2n)

ตารางผนวกที่ 6 เปอร์เซ็นต์ (%) น้ำหนักหัวและครีบน้ำหนักร้อยละใน ตัว หัวใจ ไมน์สะสม เหงือก
อวัยวะสืบพันธุ์ และเนื้อ ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน

สูตรอาหาร			น้ำหนักหัว	น้ำหนักอวัยวะ	น้ำหนัก	น้ำหนัก	น้ำหนักไขมัน	น้ำหนัก	น้ำหนักอวัยวะ	น้ำหนัก
		N	และครีบน้ำ (%)	ภายใน (%)	ตัว (%)	หัวใจ (%)	สะสม (%)	เหงือก (%)	สืบพันธุ์ (%)	เนื้อ (%)
ให้อาหารผสม สำหรับ สไปรูไลนา	2n	1	14.96	18.59	0.56	0.12	0.01	2.08	12.50	46.88
		2	13.50	20.38	0.75	0.12	0.01	2.26	14.18	41.50
		3	15.48	9.60	0.83	0.16	0.01	2.23	3.87	61.60
		4	12.25	22.68	0.92	0.14	0.01	1.99	16.93	53.37
		5	13.22	24.88	0.80	0.12	0.01	2.11	18.21	44.53
		6	12.07	22.37	0.85	0.14	0.00	2.06	15.42	50.98
	$\bar{x}$		13.58	19.75	0.79	0.13	0.01	2.12	13.52	49.81
	SD		1.39	5.41	0.12	0.02	0.00	0.10	5.13	7.19
	3n	1	17.23	6.94	0.59	0.19	0.19	2.44	0.51	62.16
		2	19.17	5.37	0.83	0.19	0.01	2.13	0.17	61.12
		3	12.89	11.49	0.61	0.12	3.91	2.20	0.00	56.33
		4	14.96	9.18	0.50	0.11	2.15	2.04	0.00	58.31
		5	14.85	7.62	0.62	0.10	0.95	2.21	0.00	56.28
		6	12.61	11.33	0.66	0.11	4.67	2.12	0.00	55.89
	$\bar{x}$		15.29	8.66	0.64	0.14	1.98	2.19	0.11	58.35
	SD		2.53	2.46	0.11	0.04	1.96	0.14	0.21	2.71
	2n*	1	13.54	29.27	0.57	0.12	0.01	1.99	21.70	39.44
		2	10.54	23.07	0.77	0.13	0.00	1.81	16.43	46.45
		3	15.84	24.10	0.75	0.17	0.01	2.03	18.62	42.96
		4	14.68	8.31	0.71	0.10	1.23	2.03	0.86	62.70
		5	18.08	9.37	1.14	0.22	0.01	2.25	2.99	50.20
		6	14.92	21.59	0.86	0.10	0.01	2.07	15.78	45.54
	$\bar{x}$		14.60	19.29	0.80	0.14	0.21	2.03	12.73	47.88
	SD		2.50	8.50	0.19	0.05	0.50	0.14	8.65	8.10

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ (%) น้ำหนักหัวและกริบ อวัยวะภายใน ตับ หัวใจ ไมน์สะสม เหงือก
อวัยวะสืบพันธุ์ และเนื้อ ของปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน

สูตรอาหาร			น้ำหนักส่วน	น้ำหนักอวัยวะ	น้ำหนัก	น้ำหนัก	น้ำหนักไขมัน	น้ำหนัก	น้ำหนักอวัยวะ	น้ำหนัก
	N		หัวและกริบ(%)	ภายใน (%)	ตับ (%)	หัวใจ (%)	สะสม (%)	เหงือก (%)	สืบพันธุ์ (%)	เนื้อ (%)
ให้อาหารไม่ ผสมสารร้าย สไปรูไลนา	2n	1	12.78	22.14	0.74	0.19	0.01	1.83	16.00	51.47
		2	17.10	10.91	0.91	0.22	0.01	2.53	3.97	58.39
		3	19.38	12.55	0.89	0.24	0.01	2.58	4.59	60.31
		4	15.72	8.35	0.51	0.17	0.01	1.81	2.86	61.74
		5	16.62	10.68	0.60	0.11	0.01	1.62	5.00	59.36
		6	13.08	20.78	0.73	0.19	0.01	2.06	15.20	55.32
	$\bar{x}$		15.78	14.24	0.73	0.19	0.01	2.07	7.94	57.77
	SD		2.52	5.77	0.16	0.05	0.00	0.40	5.99	3.76
	3n	1	14.22	8.49	0.56	0.10	1.51	2.05	0.01	59.91
		2	13.28	9.40	0.62	0.08	1.44	1.88	0.01	67.71
		3	15.72	8.49	0.47	0.13	0.89	2.39	0.01	60.16
		4	14.21	8.76	0.54	0.11	1.18	2.08	0.01	62.93
		5	12.71	8.25	0.50	0.08	1.88	1.84	0.01	66.44
		6	17.78	7.59	0.71	0.08	0.51	3.24	0.01	59.71
	$\bar{x}$		14.65	8.50	0.57	0.10	1.24	2.25	0.01	62.81
	SD		1.84	0.59	0.09	0.02	0.49	0.52	0.00	3.53
2n*		1	18.55	7.54	0.76	0.20	0.01	2.00	0.58	59.63
		2	18.39	8.22	0.67	0.16	0.01	2.44	2.34	61.52
		3	17.17	6.72	0.79	0.20	0.01	2.14	1.08	60.61
		4	22.81	7.74	0.86	0.14	0.01	3.00	1.21	56.52
		5	17.26	8.75	0.77	0.28	0.01	2.24	2.24	61.04
		6	18.85	6.24	0.83	0.21	0.01	2.02	0.60	64.74
	$\bar{x}$		18.84	7.54	0.78	0.20	0.01	2.31	1.34	60.68
	SD		2.07	0.93	0.07	0.05	0.00	0.38	0.78	2.67

หมายเหตุ 2n หมายถึง ปลากลุ่มที่ไม่ได้ถูกเหนี่ยวนำชุดโครโมโซม (2n)

3n หมายถึง ปลากลุ่มที่ถูกเหนี่ยวนำชุดโครโมโซม (3n)

2n* หมายถึง ปลากลุ่มที่ถูกเหนี่ยวนำชุดโครโมโซมแต่ไม่สมบูรณ์ (2n)

ตารางผนวกที่ 7 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน

สูตรอาหาร			DM	DM basis			Fresh basis			
	N			% CP	% Fat	% Ash	% CP	% Fat	% Ash	
ให้อาหารผสมสำหรับ สไปรูไลนา	2n	1	23.89	80.27	14.91	5.63	19.18	3.56	1.35	
		2	22.72	80.08	14.99	6.83	18.19	3.41	1.55	
		3	21.17	82.11	13.56	6.48	17.38	2.87	1.37	
		4	20.35	82.66	12.11	6.76	16.82	2.46	1.38	
		5	21.71	84.61	10.55	7.14	18.37	2.29	1.55	
		6	25.67	81.58	16.02	5.75	20.94	4.11	1.48	
	$\bar{x}$			22.59	81.89	13.69	6.43	18.48	3.12	1.45
	SD			1.95	1.68	2.05	0.61	1.46	0.70	0.09
	3n	1	24.67	80.90	17.02	5.54	19.96	4.20	1.37	
		2	22.99	82.80	12.07	5.85	19.04	2.77	1.34	
		3	28.24	70.79	25.82	5.14	19.99	7.29	1.45	
		4	28.87	74.48	21.78	5.17	21.50	6.29	1.49	
		5	28.04	71.67	24.25	5.46	20.10	6.80	1.53	
		6	27.28	73.52	22.13	4.97	20.06	6.04	1.36	
	$\bar{x}$			26.68	75.69	20.51	5.36	20.12	5.47	1.44
	SD			2.33	4.98	5.10	0.32	0.88	1.91	0.08
	2n*	1	19.91	83.46	11.69	7.45	16.62	2.33	1.48	
		2	23.61	78.60	17.63	5.57	18.56	4.16	1.32	
		3	22.37	84.69	10.00	5.97	18.95	2.24	1.34	
		4	27.42	71.43	23.30	5.22	19.59	6.39	1.43	
		5	25.72	73.83	19.28	6.80	18.99	4.96	1.75	
		6	26.85	75.26	20.52	6.28	20.21	5.51	1.69	
	$\bar{x}$			24.31	77.88	17.07	6.22	18.82	4.26	1.50
	SD			2.89	5.35	5.19	0.82	1.22	1.70	0.18

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ) องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาเรนโบว์เทราต์อายุ 24 เดือน

สูตรอาหาร			DM	DM basis			Fresh basis		
		N		% CP	% Fat	% Ash	% CP	% Fat	% Ash
ให้อาหารไม่ผสม สาหร่ายสไปรulina	2n	1	24.77	77.17	17.36	7.50	19.12	4.30	1.86
		2	29.07	65.85	31.33	5.42	19.14	9.11	1.58
		3	24.77	76.27	20.07	9.22	18.89	4.97	2.28
		4	26.75	73.42	22.23	6.02	19.64	5.95	1.61
		5	26.93	70.49	25.96	5.76	18.98	6.99	1.55
		6	25.04	75.41	20.03	5.91	18.88	5.02	1.48
	$\bar{x}$		26.22	73.10	22.83	6.64	19.11	6.06	1.73
	SD		1.70	4.28	5.06	1.45	0.28	1.76	0.30
	3n	1	25.83	80.46	17.55	6.15	20.78	4.53	1.59
		2	26.68	79.66	18.64	5.83	21.25	4.97	1.56
		3	24.50	83.16	11.35	6.72	20.37	2.78	1.65
		4	26.94	81.29	14.52	8.94	21.90	3.91	2.41
		5	28.63	70.60	24.86	6.21	20.21	7.12	1.78
		6	26.32	76.76	20.29	6.14	20.20	5.34	1.62
	$\bar{x}$		26.48	78.66	17.87	6.67	20.79	4.78	1.77
	SD		1.36	4.47	4.67	1.15	0.68	1.46	0.32
	2n*	1	24.04	79.56	15.18	6.66	19.13	3.65	1.60
		2	23.96	78.55	18.63	5.89	18.82	4.46	1.41
		3	22.32	79.81	14.56	6.75	17.81	3.25	1.51
		4	20.06	84.77	18.15	7.46	17.00	3.64	1.50
		5	25.14	77.69	17.46	5.70	19.53	4.39	1.43
		6	24.60	82.29	13.75	5.80	20.24	3.38	1.43
	$\bar{x}$		23.35	80.45	16.29	6.38	18.76	3.80	1.48
	SD		1.87	2.63	2.05	0.70	1.18	0.51	0.07

หมายเหตุ 2n หมายถึง ปลากลุ่มที่ไม่ได้ถูกเหนี่ยวนำชุดโครโมโซม (2n)

3n หมายถึง ปลากลุ่มที่ถูกเหนี่ยวนำชุดโครโมโซม (3n)

2n* หมายถึง ปลากลุ่มที่ถูกเหนี่ยวนำชุดโครโมโซมแต่ไม่สมบูรณ์ (2n)

ตารางผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์ค่าสี ของเนื้อปลาเรนโบว์เทราต์อายุ 24 เดือน

สูตรอาหาร		N	ค่า L*	ค่า a*	ค่า b*
ให้อาหารผสมสาหร่าย สไปรูไลนา	2n	1	44.08	9.29	18.60
		2	45.87	13.47	16.70
		3	46.97	11.16	8.68
		4	57.30	4.33	19.56
		5	44.17	8.53	5.74
		6	44.04	4.08	13.47
	$\bar{x}$		47.07	8.48	13.79
	SD		5.15	3.72	5.58
	3n	1	48.97	7.01	12.61
		2	52.25	9.91	11.45
		3	44.95	2.26	11.15
		4	48.76	4.90	18.68
		5	41.68	9.74	20.15
		6	43.57	7.80	11.62
	$\bar{x}$		46.70	6.94	14.28
	SD		3.96	2.95	4.04
	2n*	1	52.73	6.09	8.03
		2	50.23	7.19	15.86
		3	40.48	8.67	6.74
		4	48.18	3.43	16.45
		5	52.95	10.98	16.07
		6	45.22	6.95	19.62
	$\bar{x}$		48.30	7.22	13.80
	SD		4.81	2.53	5.17

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์ค่าสี ของเนื้อปลาเรนโบว์เทราต์ อายุ 24 เดือน

สูตรอาหาร		N	ค่า L*	ค่า a*	ค่า b*
ให้อาหารไม่ผสมสาหร่าย สไปรูไลนา	2n	1	41.53	15.16	14.83
		2	40.66	21.91	13.28
		3	37.83	20.56	15.19
		4	42.33	16.99	17.30
		5	43.55	17.29	14.70
		6	40.86	13.32	18.47
	$\bar{x}$		41.13	17.54	15.63
	SD		1.93	3.23	1.90
	3n	1	40.49	5.90	13.05
		2	36.40	6.74	17.36
		3	36.10	6.75	15.34
		4	37.63	7.82	18.08
		5	42.00	9.27	19.82
		6	36.65	11.06	16.38
	$\bar{x}$		38.21	7.92	16.67
	SD		2.45	1.93	2.34
	2n*	1	42.21	9.55	11.83
		2	47.80	11.97	9.59
		3	45.41	11.76	8.25
		4	45.16	9.74	7.54
		5	42.25	13.11	11.99
		6	49.05	10.76	13.40
	$\bar{x}$		45.31	11.15	10.43
	SD		2.80	1.38	2.32

หมายเหตุ 2n หมายถึง ปลากลุ่มที่ไม่ได้ถูกเหนี่ยวนำชุดโครโมโซม (2n)

3n หมายถึง ปลากลุ่มที่ถูกเหนี่ยวนำชุดโครโมโซม (3n)

2n* หมายถึง ปลากลุ่มที่ถูกเหนี่ยวนำชุดโครโมโซมแต่ไม่สมบูรณ์ (2n)