บทที่ 4

ผลการศึกษา

1. การคัดเลือกแพลงก์ตอนพืช

จากการเก็บตัวอย่างและรวบรวมแพลงก์ตอนพืชจากแหล่งต่าง ๆ โดยคัดเลือกเฉพาะไดอะตอมสกุล *Chaetoceros* และ *Skeletonema* ที่คาดว่าจะต่างชนิดกัน ได้ทั้งหมด 8 โคลน รายละเอียดดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 รายละเอียดของแหล่งที่มาของ *Chaetoceros* และ *Skeletonema* โคลนต่างๆ ที่ได้คัดเลือกและเพาะเลี้ยงแบบ monoclonal culture

วัน เดือน ปี ที่เก็บตัวอย่าง	สถานที่เก็บตัวอย่าง	แหล่งที่มา	สกุล/โคลน
02/01/44	สะพานปลากรมประมง อ่างศิลา จ. ชลบุรี	คัดเลือกเอง	*Chaetoceros* (AL)
17/12/44	สะพานปลากรมประมง บางพระ จ. ชลบุรี	คัดเลือกเอง	*Chaetoceros* (BP)
25/03/44	สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล ม.บูรพา	ห้องปฏิบัติการ	*Chaetoceros* (BU)
30/05/44	สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จ. สงขลา	ห้องปฏิบัติการ	*Chaetoceros* (NI)
18/05/44	บริษัทแล็บอินเตอร์ ตลิ่งชัน กทม.	ไม่ทราบ	*Chaetoceros* (LA)
28/06/44	ร้านพีพีสัตว์น้ำ อ. บ้านโพธิ์ จ. ฉะเชิงเทรา	ห้องปฏิบัติการ	*Chaetoceros* (PP)
14/06/44	สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จ.สงขลา	ห้องปฏิบัติการ	*Skeletonema costatum* (NI)
17/12/44	สะพานปลากรมประมง บางพระ จ. ชลบุรี	คัดเลือกเอง	*Skeletonema costatum* (BP)

1.1 การจำแนกชนิด

1.1.1 *Chaetoceros*

การจำแนกชนิด *Chaetoceros* ที่คัดเลือกได้ อ้างอิงตามการศึกษาของ Cupp(1943); Johansen and Rushforth (1985); Rines and Hargraves (1988); Hasle and Syverten (1997) และ Sar et al. (2002) เนื่องจากเซลล์ *Chaetoceros* ที่คัดเลือกได้ทั้งหมดจะมีการคัดเลือกจากลักษณะและขนาดของเซลล์ โดยจะเป็นเซลล์เดี่ยวและมีขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (จากบทที่ 3 หัวข้อ 1.3)

ลักษณะเซลล์ที่คัดเลือกได้ทั้ง 6 โคลน เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดเลนส์ประกอบ ที่มีกำลังขยาย 600 เท่าขึ้นไป เมื่อมองด้านเกอเดิล จะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีซีตีมุมละ 1 เส้น ยื่นออกมาจากมุมทั้ง 4 มุม และเมื่อมองด้านวาลว์จะเป็นรูปค่อนข้างกลม เห็นซีตี 2 เส้น แต่ถ้าสังเกตจากความยาวซีตี จะพบว่าบางโคลนจะมีความยาวแตกต่างกัน การวัดขนาดเซลล์จะวัดเฉพาะด้านเกอเดิล ความกว้างคือแกนอะพิคัล มีพิสัย 4.17 ถึง 7.86 ไมโครเมตร ความยาวคือแกนเพอร์วาลวาร์ มีพิสัย 5.06 ถึง 8.82 ไมโครเมตร (ตารางที่ 8) เมื่อพิจารณาจากขนาดเซลล์ในทั้งสองแกน พบว่า *Chaetoceros* ทั้ง 6 โคลน ที่คัดเลือกได้ มีขนาดอยู่ในช่วงของ *Chaetoceros* ชนิดที่เป็นเซลล์เดี่ยวตามเอกสารอ้างอิงข้างต้น แต่เซลล์ *Chaetoceros* ทั้ง 6 โคลน มีขนาดค่อนข้างเล็กมากและมีรูปร่างใกล้เคียงกันมาก เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดเลนส์ประกอบที่มีกำลังขยายสูงสุด 1000 เท่า จะไม่สามารถเห็นลักษณะรายละเอียดของเซลล์ที่จะใช้ในการจัดจำแนกจนถึงชนิดของ *Chaetoceros* ได้ ทำให้ต้องใช้เทคนิคของกล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอน ทั้งแบบ SEM และ TEM เพื่อตรวจดูลักษณะต่าง ๆ ของเซลล์ ได้แก่ ลักษณะซีตี, annulus, costae เป็นต้น แต่เนื่องจากมีปัญหาจากการล้างเซลล์และข้อจำกัดของกล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอนของศูนย์เครื่องมือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทำให้ไม่สามารถจัดจำแนกจนถึงชนิดของ *Chaetoceros* ได้ ดังนั้นจึงใช้เป็นชื่อสกุลและโคลน (โดยกำหนดให้โคลนมีสัญลักษณ์เป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษตามสถานที่เก็บตัวอย่างหรือแหล่งที่มาของตัวอย่าง) ดังตารางที่ 7

โดยแต่ละโคลนมีลักษณะที่สังเกตได้ดังต่อไปนี้

ก. โคลน *Chaetoceros* (AL) เป็นโคลนที่คัดเลือกได้เองจากน้ำทะเลธรรมชาติที่เก็บจากบริเวณปลายสะพานปลาของกรมประมง ใกล้กับสะพานปลาอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี มองด้านเกอเดิลของเซลล์จะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ความยาวของซีตีประมาณ 2 เท่าของขนาดเซลล์ ลักษณะการกางของซีตีจะทำมุมเล็กน้อยจนเกือบขนานกับแกนอะพิคัลของเซลล์ (รูปที่ 9) เซลล์มีแกนอะพิคัลและแกนเพอร์วาลวาร์เฉลี่ย 5.36 ± 0.62 และ 6.63 ± 0.60 ไมโครเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

ข. โคลน *Chaetoceros* (BP) เป็นโคลนที่คัดเลือกได้เองจากน้ำทะเลธรรมชาติที่เก็บจากบริเวณปลายสะพานปลาของกรมประมง ต.บางพระ จังหวัดชลบุรี มองด้านเกอเดิลของเซลล์จะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ความยาวของซีตีประมาณ 2 เท่าของขนาดเซลล์ ลักษณะการกางของซีตีจะทำมุมมากกว่าโคลน *Chaetoceros* (AL) กับแกนอะพิคัลของเซลล์ (รูปที่ 9) เซลล์มีแกนอะพิคัลและแกนเพอร์วาลวาร์เฉลี่ย 6.54 ± 0.94 และ 6.69 ± 0.88 ไมโครเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

ค. โคลน *Chaetoceros* (BU) เป็นโคลนที่ได้หัวเชื้อจากสถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล ม.บูรพา จังหวัดชลบุรี มองด้านเกอเดิลของเซลล์จะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ความยาวของซีตีมากกว่า 5 เท่าของขนาดเซลล์ ลักษณะการกางของซีตีจะทำมุมประมาณ 45 ° กับแกนอะพิคัลของเซลล์ (รูปที่ 9) เซลล์มีแกนอะพิคัลและแกนเพอร์วาลวาร์เฉลี่ย 4.95 ± 0.54 และ 6.03 ± 0.65 ไมโครเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ขนาดเซลล์ (ไมโครเมตร) ของ *Chaetoceros* และ *Skeletonema* 8 โคลน (ค่าเฉลี่ย ± S.D.; n = 50)

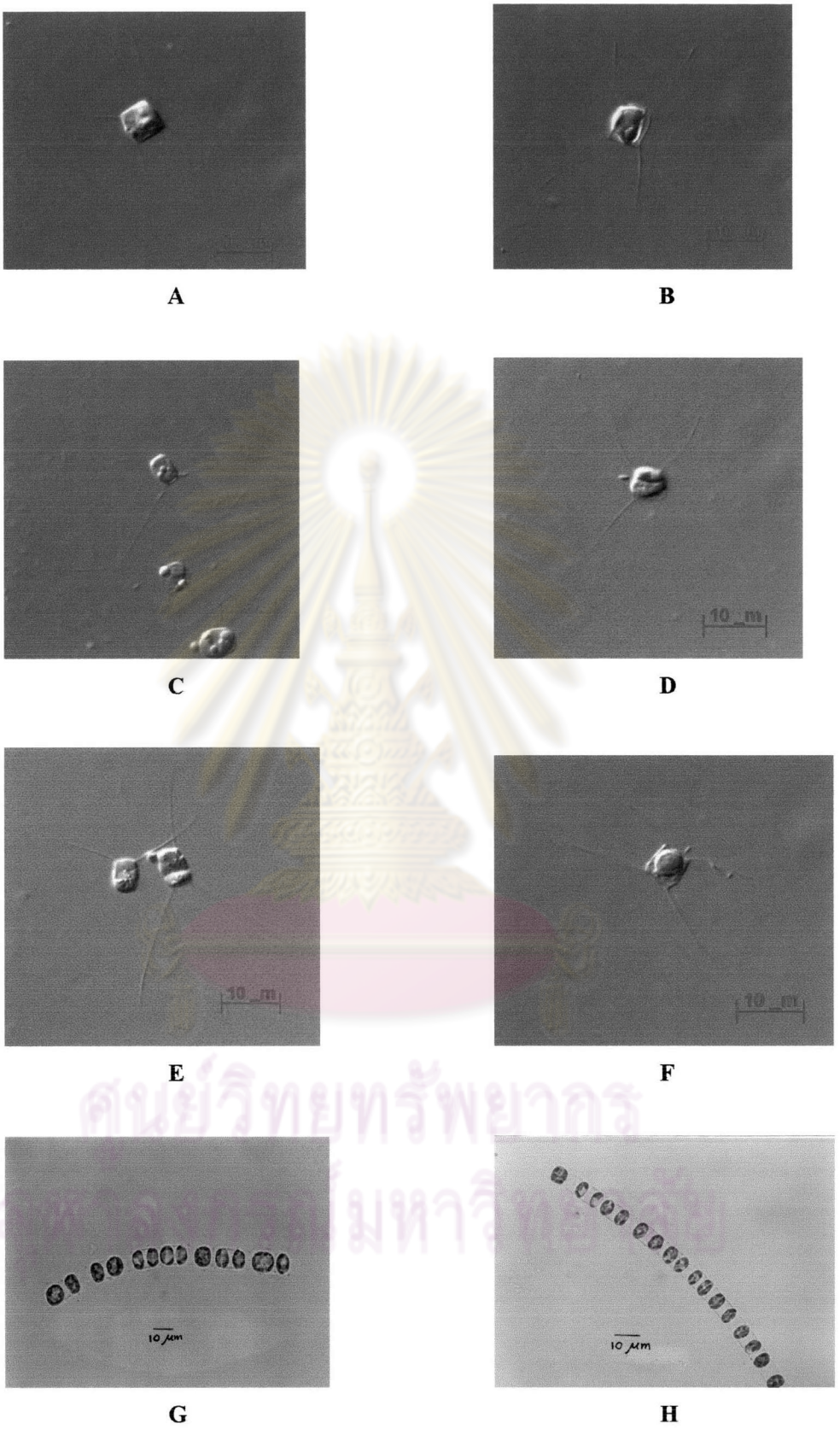
โคลน	แกนอะพิคัล*		แกนเพอร์วาลวาร์	
	พิสัย	ค่าเฉลี่ย	พิสัย	ค่าเฉลี่ย
Chaetoceros (AL)	4.17 – 6.60	5.36 ± 0.62	5.57 – 8.19	6.63 ± 0.60
Chaetoceros (BP)	5.11 – 7.86	6.54 ± 0.94	5.54 – 8.60	6.69 ± 0.88
Chaetoceros (BU)	4.19 – 6.72	4.95 ± 0.54	5.06 – 7.70	6.03 ± 0.65
Chaetoceros (NI)	4.75 – 6.55	5.47 ± 0.47	6.27 – 8.00	7.11 ± 0.54
Chaetoceros (LA)	4.25 – 5.72	4.85 ± 0.44	5.40 – 7.70	6.58 ± 0.61
Chaetoceros (PP)	4.26 – 6.22	5.11 ± 0.38	5.30 – 8.82	8.48 ± 1.52
S. costatum (NI)	6.86 – 10.90	8.94 ± 0.93	5.76 – 10.86	8.04 ± 1.30
S. costatum (BP)	5.65 – 8.64	7.17 ± 0.72	5.31 – 10.41	7.93 ± 1.11

* ใน *Skeletonema* คือ เส้นผ่านศูนย์กลาง

ง. โคลน *Chaetoceros* (NI) เป็นโคลนที่ได้หัวเชื้อจากสถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา มองด้านเกอเดิลของเซลล์จะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ความยาวของซีตีมากกว่า 2 เท่าของขนาดเซลล์ ลักษณะการกางของซีตีจะทำมุมมากกว่าโคลน *Chaetoceros* (AL) แต่ไม่ถึง 45 ° กับแกนอะพิคัลของเซลล์ (รูปที่ 9) เซลล์มีแกนอะพิคัลและแกนเพอร์วาลวาร์เฉลี่ย 5.47 ± 0.47 และ 7.11 ± 0.54 ไมโครเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

จ. โคลน *Chaetoceros* (LA) เป็นโคลนที่ได้หัวเชื้อจากบริษัทแล็บอินเตอร์ เขตตลิ่งชัน กทม. มองด้านเกอเดิลของเซลล์จะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ความยาวของซีตีมากกว่า 2 เท่าของขนาดเซลล์ ลักษณะการกางของซีตีจะทำมุมประมาณ 45 ° กับแกนอะพิคัลของเซลล์ (รูปที่ 9) เซลล์มีแกนอะพิคัลและแกนเพอร์วาลวาร์เฉลี่ย 4.85 ± 0.44 และ 6.58 ± 0.61 ไมโครเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

ฉ. โคลน *Chaetoceros* (PP) เป็นโคลนที่ได้หัวเชื้อจากร้านพีพีสัตว์น้ำ อ.บ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา มองด้านเกอเดิลของเซลล์จะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ความยาวของซีตีประมาณ 2 เท่าของขนาดเซลล์ ลักษณะการกางของซีตีจะทำมุมเล็กน้อยจนเกือบขนานกับแกนอะพิคัลของเซลล์ (รูปที่ 9) เซลล์มีแกนอะพิคัลและแกนเพอร์วาลวาร์เฉลี่ย 5.11 ± 0.38 และ 8.48 ± 1.52 ไมโครเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 8)



รูปที่ 9 รูปร่างลักษณะ *Chaetoceros* และ *Skeletonema* โคลนต่าง ๆ

A. *Chaetoceros* (AL) B. *Chaetoceros* (BP) C. *Chaetoceros* (BU) D. *Chaetoceros* (NI)

E. *Chaetoceros* (LA) F. *Chaetoceros* (PP) G. *S. costatum* (NI) H. *S. costatum* (BP)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.1.2 *Skeletonema*

การจำแนกชนิด *Skeletonema* ที่คัดเลือกได้สองโคลน โดยเปรียบเทียบกับเอกสารอ้างอิงของ Hasle and Syverten (1997) ลักษณะเซลล์ที่สังเกตได้จะมีรูปทรงกระบอกหัวท้ายโค้งมน ลักษณะต่อกันเป็นลูกโซ่ คล้ายสายสร้อย ระยะห่างของแต่ละเซลล์มากกว่าความยาวเซลล์ เส้นผ่านศูนย์กลาง มีพิสัย 5.65 ถึง 10.90 ไมโครเมตร และแกนเพอร์วาลวาร์ มีพิสัย 5.31 ถึง 10.86 ไมโครเมตร (ตารางที่ 8) ที่เซลล์มีสายลักษณะคล้ายท่อยาวที่ใช้เชื่อมระหว่างเซลล์ มีจำนวนมากกว่า 14 เส้นขึ้นไป เมื่อพิจารณาจากลักษณะของเซลล์ที่กล่าวมาข้างต้นนั้น เปรียบเทียบกับเอกสารอ้างอิงพบว่า *Skeletonema* ทั้งสองโคลนมีรูปร่างลักษณะที่สามารถจัดจำแนกชนิดเป็น *Skeletonema costatum* ซึ่งเป็นชนิดที่พบได้ทั่วโลกบริเวณชายฝั่งทะเล

โดยมีลักษณะที่สังเกตได้ดังต่อไปนี้

ก. โคลน *Skeletonema costatum* (NI) เป็นโคลนที่ได้หัวเชื้อจากสถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา จะมีขนาดเซลล์ใหญ่และต่อเป็นสายยาวกว่าโคลน *Skeletonema costatum* (BP) (รูปที่ 9) โดยเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 8.94 ± 0.93 ไมโครเมตร และแกนเพอร์วาลวาร์เฉลี่ย 8.04 ± 1.30 ไมโครเมตร (ตารางที่ 8)

ข. โคลน *Skeletonema costatum* (BP) เป็นโคลนที่คัดเลือกได้เองจากน้ำทะเลธรรมชาติบริเวณปลายสะพานปลาของกรมประมง บางพระ จังหวัดชลบุรี มีขนาดเซลล์เล็กกว่าโคลน *Skeletonema costatum* (NI) เล็กน้อย (รูปที่ 9) โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 7.17 ± 0.72 ไมโครเมตร และแกนเพอร์วาลวาร์เฉลี่ย 7.93 ± 1.11 ไมโครเมตร (ตารางที่ 8)

1.2 การเก็บรักษาสายพันธุ์และการนำเซลล์ *Chaetoceros* และ *Skeletonema* ไปใช้ในการศึกษาต่อเนื่อง

เนื่องจาก *Chaetoceros* และ *Skeletonema* เป็นไดอะตอม ในสภาวะปกติมีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์ เมื่อมีการแบ่งเซลล์ไปเรื่อย ๆ จะมีผลทำให้ขนาดเฉลี่ยของประชากรเซลล์ลดลงเสมอ โดยใน *Chaetoceros* การลดขนาดค่อนข้างรวดเร็วกว่า *Skeletonema* ซึ่งเมื่อเซลล์มีขนาดเล็กลงจะมีการสืบพันธุ์โดยอาศัยเพศ มีการสร้างออกโซสปอร์ ทำให้ได้เซลล์ขนาดใหญ่ หลังจากนั้นจะสืบพันธุ์โดยการแบ่งเซลล์อีก สลับกันไปเรื่อย ๆ ซึ่งจะพบได้ในการเพาะเลี้ยง *Skeletonema* แต่ใน *Chaetoceros* การสร้างออกโซสปอร์จะเกิดขึ้นไม่ทันกับการแบ่งเซลล์ที่เล็กลงเรื่อย ๆ จนทำให้เซลล์ตายหมด ดังนั้นจึงทำการเก็บรักษาสายพันธุ์ *Chaetoceros* แต่ละโคลนบนอาหารวุ้น เพื่อให้เซลล์มีการเติบโตช้ากว่าการเก็บเซลล์ในอาหารเหลว และทำการถ่ายเชื้อ (subculture) ลงวุ้นทุก 1 เดือน สำหรับ *Skeletonema* ทำการเลี้ยงในอาหารเหลวตลอด และถ่ายเชื้อทุกครึ่งเดือน

การนำเซลล์ *Chaetoceros* และ *Skeletonema* ไปใช้ในการศึกษาที่ต่อเนื่องมีวิธีการปฏิบัติ

เพื่อลดความแตกต่างเนื่องจากขนาดของเซลล์ ซึ่งจะมีผลต่อการศึกษาด้านต่าง ๆ ดังนี้

– การศึกษารูปร่างและขนาดเซลล์ จะใช้เซลล์ที่คัดเลือกได้ในครั้งแรก นำมาดอง 2% glutaraldehyde (เก็บในที่เย็น)

– การศึกษาอัตราการเติบโต จะใช้เซลล์จากรุ่นเดียวกัน บนอาหารวุ้น (สำหรับ *Chaetoceros*) และอาหารเหลว (สำหรับ *Skeletonema*)

– การเตรียมหัวเชื้อ เพื่อใช้วิเคราะห์องค์ประกอบทางชีวเคมี จะใช้เซลล์จากรุ่นเดียวกัน ที่อยู่บนอาหารวุ้นและอาหารเหลว

2. อัตราการเติบโตของ *Chaetoceros* และ *Skeletonema* ที่คัดเลือกได้

อัตราการเติบโต โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (μ), ระยะเวลาการเพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่าของเซลล์ (G) และลักษณะรูปแบบการเติบโต ที่ใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวเซลล์มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางชีวเคมีชนิดต่าง ๆ มี ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 สัมประสิทธิ์การเติบโต (ต่อวัน) และเวลาการเพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (วัน) ของ *Chaetoceros* และ *Skeletonema* 8 โคลน (ค่าเฉลี่ย ± S.D.; n = 3)

สกุล/โคลน	สัมประสิทธิ์การเติบโต (ต่อวัน)	เวลาการเพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (วัน)
Chaetoceros (AL)	1.20 ± 0.09	0.58 ± 0.04
Chaetoceros (BP)	1.29 ± 0.10	0.54 ± 0.04
Chaetoceros (BU)	1.10 ± 0.03	0.63 ± 0.02
Chaetoceros (NI)	1.06 ± 0.00	0.66 ± 0.00
Chaetoceros (LA)	1.25 ± 0.13	0.56 ± 0.06
Chaetoceros (PP)	1.13 ± 0.05	0.62 ± 0.03
S. costatum (NI)	1.31 ± 0.07	0.53 ± 0.03
S. costatum (BP)	1.27 ± 0.03	0.55 ± 0.01

ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (μ) ของ *Chaetoceros* อยู่ในช่วง 1.06–1.29 ต่อวัน หรือใช้เวลาอยู่ในช่วง 0.54–0.66 วัน ในการเพิ่มจำนวนเป็นสองเท่า โดยโคลน *Chaetoceros* (BP) ใช้เวลา

น้อยที่สุด (0.54วัน) และโคลน *Chaetoceros* (NI) จะใช้เวลานานที่สุด (0.66 วัน) *Chaetoceros* ที่เพาะเลี้ยงทุกโคลนมีรูปแบบการเติบโตที่คล้ายกัน (ภาคผนวก ข รูปที่ ข1 ถึง ข6) คือ มีระยะ lag phase น้อยจนแทบไม่มี (ยกเว้นโคลน *Chaetoceros* (PP) จะเห็นได้ในวันที่ 0–1), เซลล์จะเข้าสู่ระยะ log phase ในวันที่ 0–3, ระยะ declining phase และ stationary phase ในวันที่ 4–7 และระยะ death phase ตั้งแต่วันที่ 8 เป็นต้นไป

ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (μ) ของ *Skeletonema* โคลน *S. costatum* (NI) สูงกว่าโคลน *S. costatum* (BP) และโคลน *S. costatum* (NI) จะใช้เวลาน้อยกว่าโคลน *S. costatum* (BP) ในการเพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า (ตารางที่ 9) *Skeletonema* ทั้งสองโคลนมีรูปแบบการเติบโตที่คล้ายกัน (ภาคผนวก ข รูปที่ ข7 และ ข8) คือ มีระยะ lag phase ในวันที่ 0–1, เข้าสู่ระยะ log phase ในวันที่ 2–4, ระยะ decling phase และระยะ stationary phase ในวันที่ 5–8 และระยะ death phase ตั้งแต่วันที่ 9 เป็นต้นไป

3. องค์ประกอบทางชีวเคมีของ *Chaetoceros* และ *Skeletonema* ที่คัดเลือกได้

Chaetoceros ทุกโคลนมีน้ำหนักเซลล์แห้งใกล้เคียงกัน ยกเว้นโคลน *Chaetoceros* (LA) จะมีน้ำหนักเซลล์แห้งต่ำกว่าโคลนอื่น (ตารางที่ 10) สำหรับ *Skeletonema* โคลน *S. costatum* (BP) มีน้ำหนักเซลล์แห้งต่ำกว่าโคลน *S. costatum* (NI) เนื่องจากเซลล์มีขนาดโดยเฉลี่ยเล็กกว่า (ตารางที่ 8) น้ำหนักต่อเซลล์จะมีค่าสัมพันธ์กับน้ำหนักเซลล์แห้ง โดยโคลน *Chaetoceros* (NI) มีน้ำหนักต่อเซลล์มากที่สุดคือ 29.37 ± 1.51 พิโคกรัมต่อเซลล์ และโคลน *Chaetoceros* (LA) จะมีน้ำหนักต่อเซลล์น้อยที่สุด คือ 16.35 ± 1.03 พิโคกรัมต่อเซลล์ ส่วนโคลน *S. costatum* (BP) จะมีน้ำหนักต่อเซลล์ต่ำกว่าโคลน *S. costatum* (NI) ดังตารางที่ 10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 น้ำหนักเซลล์แห้ง น้ำหนักต่อเซลล์ จำนวนเซลล์ขณะเก็บเกี่ยวของ *Chaetoceros* และ *Skeletonema* 8 โคลน. (ค่าเฉลี่ย ± S.D.; n = 3)

สกุล/โคลน	จำนวนเซลล์ขณะเก็บเกี่ยว ($\times 10^4$ cell/ml.)	น้ำหนักเซลล์แห้ง (mg/l)	น้ำหนักต่อเซลล์ (pg/cell)
Chaetoceros (AL)	134.33 ± 3.21	283.37 ± 30.12	21.10 ± 0.50
Chaetoceros (BP)	146.67 ± 4.73	279.13 ± 12.09	19.04 ± 0.61
Chaetoceros (BU)	127.33 ± 14.19	232.27 ± 9.24	18.39 ± 2.13
Chaetoceros (NI)	108.67 ± 5.69	318.67 ± 20.10	29.37 ± 1.51
Chaetoceros (LA)	98.67 ± 6.11	160.93 ± 6.43	16.35 ± 1.03
Chaetoceros (PP)	154.00 ± 15.87	270.47 ± 24.96	17.69 ± 1.92
S. costatum (NI)	2.29 ± 0.19	288.43 ± 11.69	1410.67 ± 59.35
S. costatum (BP)	1.52 ± 0.07	214.90 ± 16.84	1279.61 ± 101.45

ปริมาณองค์ประกอบทางชีวเคมีโดยรวม

โปรตีน

ปริมาณโปรตีนใน *Chaetoceros* และ *Skeletonema* ทุกโคลนมีค่าเฉลี่ยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ยกเว้นโคลน *Chaetoceros* (AL) กับ โคลน *Chaetoceros* (NI) ที่ไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าตั้งแต่ 18.24 จนถึง 38.50 % น้ำหนักแห้ง และจะเห็นได้ชัดเจนว่าในโคลนของ *Chaetoceros* มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าโคลนของ *Skeletonema* เกือบ 2 เท่า ดังตารางที่ 11 และรูปที่ 10

ไขมัน

ปริมาณไขมันใน *Chaetoceros* และ *Skeletonema* ทุกโคลนมีค่าเฉลี่ยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ยกเว้นโคลน *Chaetoceros* (BU) กับ โคลน *Chaetoceros* (PP) จะไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าตั้งแต่ 10.45 จนถึง 21.59 % น้ำหนักแห้ง เช่นเดียวกับปริมาณโปรตีนโคลนของ *Chaetoceros* จะมีปริมาณไขมันสูงกว่าโคลนของ *Skeletonema* ดังตารางที่ 11 และรูปที่ 10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คาร์โบไฮเดรต

ปริมาณคาร์โบไฮเดรตใน *Chaetoceros* และ *Skeletonema* มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และเถ้า โดยมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 1.98 จนถึง 4.69 % น้ำหนักแห้ง แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าทั้งสองโคลนของ *Skeletonema* มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงกว่าทุกโคลนของ *Chaetoceros* ดังตารางที่ 11 และรูปที่ 10

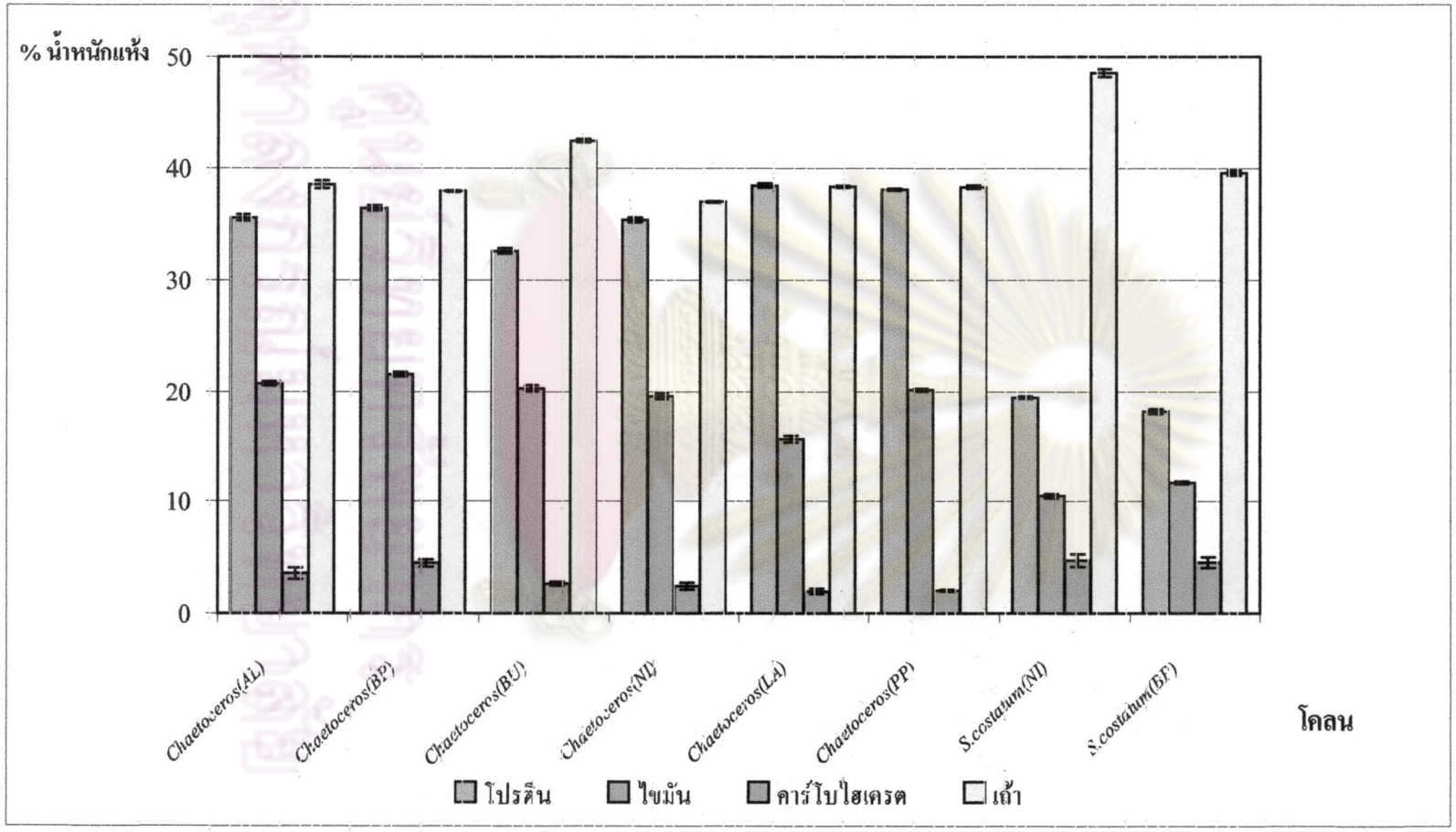
เถ้า

ปริมาณเถ้าของ *Chaetoceros* และ *Skeletonema* มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน โดย *S. costatum* (NI) มีค่าสูงสุด และ *Chaetoceros* (NI) มีค่าต่ำสุด คือ 48.55 $\pm$ 0.34 และ 37.04 $\pm$ 0.07 % น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ดังตารางที่ 11 และรูปที่ 10

ตารางที่ 11 ปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเถ้า (% น้ำหนักแห้ง) ใน *Chaetoceros* และ *Skeletonema* 8 โคลน. (ค่าเฉลี่ย $\pm$ S.D.; n= 4)

สกุล/โคลน	โปรตีน	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	เถ้า
Chaetoceros (AL)	35.57 ± 0.29^{d}	20.74 ± 0.18^{b}	3.56 ± 0.49^{b}	38.56 ± 0.34^{d}
Chaetoceros (BP)	36.45 ± 0.23^{c}	21.59 ± 0.22^{a}	4.48 ± 0.34^{a}	37.98 ± 0.08^{e}
Chaetoceros (BU)	32.60 ± 0.25^{e}	20.31 ± 0.28^{c}	2.67 ± 0.17^{c}	42.47 ± 0.16^{b}
Chaetoceros (NI)	35.38 ± 0.20^{d}	19.60 ± 0.27^{d}	2.44 ± 0.32^{cd}	37.04 ± 0.07^{f}
Chaetoceros (LA)	38.50 ± 0.22^{a}	15.75 ± 0.29^{e}	2.05 ± 0.09^{d}	38.40 ± 0.10^{d}
Chaetoceros (PP)	38.13 ± 0.08^{b}	20.17 ± 0.13^{c}	1.98 ± 0.25^{d}	38.37 ± 0.16^{d}
S. costatum (NI)	19.48 ± 0.12^{f}	10.45 ± 0.19^{g}	4.69 ± 0.57^{a}	48.55 ± 0.34^{a}
S. costatum (BP)	18.24 ± 0.21^{g}	11.64 ± 0.13^{f}	4.54 ± 0.48^{a}	39.63 ± 0.22^{c}

$^{a, b, c, d, e, f, g}$ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรยกซ้ำกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)



รูปที่ 10 ปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเถ้า (% น้ำหนักแห้ง) ใน *Chaetoceros* และ *Skeletonema* 8 โคลน (ค่าเฉลี่ย ± S.D.; n = 4)

ปริมาณและองค์ประกอบของกรดอะมิโน

การวิเคราะห์ปริมาณและองค์ประกอบของกรดอะมิโนพบว่า *Chaetoceros* และ *Skeletonema* ทั้ง 8 โคลน ประกอบด้วยกรดอะมิโนชนิดจำเป็น 8 ชนิด ได้แก่ ฮิสติดีน, อาร์จินีน, ทรีโอนีน, วาลีน, ไลซีน, ไอโซลิวซีน, ลิวซีน และฟีนิลอะลานีน สำหรับกรดอะมิโนชนิดไม่จำเป็นที่พบ ได้แก่ กรดแอสพาร์ติก, เซรีน, กรดกลูตามิก, ไกลซีน, อะลานีน, โพรลีน และไทโรซีน

กรดอะมิโนชนิดจำเป็นที่มีปริมาณสูงกว่าชนิดอื่นคือ ลิวซีน (16.05 – 31.05 mg/g dw.) โดยฮิสติดีน มีปริมาณต่ำที่สุด (3.27 – 7.88 mg/g dw.) ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนว่าโคลน *S. costatum* (BP) มีปริมาณกรดอะมิโนชนิดจำเป็นสูงกว่าทุกโคลนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ยกเว้นฟีนิลอะลานีน ส่วนใน *Chaetoceros* (AL) และ *Chaetoceros* (BP) จะมีปริมาณกรดอะมิโนชนิดจำเป็นค่อนข้างสูงกว่า *Chaetoceros* โคลนอื่น (ตารางที่ 12 และรูปที่ 11)

สำหรับทุกโคลนพบว่ากรดอะมิโนชนิดไม่จำเป็นคือ กรดกลูตามิก มีปริมาณสูงกว่าชนิดอื่น (21.99 – 50.42 mg/g dw.) ส่วนโพรลีนกับไทโรซีน มีปริมาณต่ำกว่าชนิดอื่นคือ 9.09 – 14.78 และ 7.76 – 15.11 mg/g dw. ตามลำดับ (ตารางที่ 12) (รูปโครมาโทแกรม ภาคผนวก จ)

ปริมาณและองค์ประกอบของกรดไขมัน

การวิเคราะห์ปริมาณและองค์ประกอบของกรดไขมันใน *Chaetoceros* และ *Skeletonema* 8 โคลน (รูปโครมาโทแกรม ภาคผนวก ฉ) โดยการศึกษาครั้งนี้จะแบ่งกลุ่มของกรดไขมันตามจำนวนพันธะคู่ เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

1. Saturated fatty acids (SFAs) คือ กรดไขมันที่ไม่มีพันธะคู่ ประกอบด้วยกรดไขมัน 6 ชนิด คือ C14:0, C16:0, C18:0, C20:0, C22:0 และ C24:0

2. Monounsaturated fatty acids (MUFAs) คือ กรดไขมันที่มี 1 พันธะคู่ประกอบด้วยกรดไขมัน 5 ชนิด คือ C14:1, C16:1, C18:1, C20:1 และ C22:1

3. Polyunsaturated fatty acids (PUFAs) คือ กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มี 2-3 พันธะคู่ ประกอบด้วยกรดไขมัน 4 ชนิด คือ C18:2, C18:3, C20:2 และ C20:3

4. Highly unsaturated Fatty Acids (HUFAs) คือ กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงที่มี 4 พันธะคู่ขึ้นไป ประกอบด้วยกรดไขมัน 3 ชนิด คือ C20:4, C20:5 และ C22:6

Essential fatty acid (EFAs) คือ กรดไขมันจำเป็น 5 ชนิด ที่มีความจำเป็นต่อสัตว์น้ำ ได้แก่ C18:2, C18:3, C20:4, C20:5 และ C22:6

จากตารางที่ 13 สรุปให้เห็นถึงปริมาณและองค์ประกอบไขมันที่พบใน *Chaetoceros* และ *Skeletonema* 8 โคลน ซึ่งปริมาณที่วิเคราะห์ได้ทั้งหมดจะคิดเป็น ไมโครกรัมต่อกรัม ของน้ำหนักแห้งในตัวอย่าง (μg/g dw.) เมื่อพิจารณาจากกลุ่มของกรดไขมัน พบว่าใน *Chaetoceros* และ

ตารางที่ 12 ปริมาณและองค์ประกอบของกรดอะมิโน (มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง) ใน *Chaetoceros* และ *Skeletonema* 8 โคลน (ค่าเฉลี่ย ± S.D.; n = 3)

กรดอะมิโน	โคลน (มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง)							
	Chaetoceros (AL)	*Chaetoceros* (BP)	*Chaetoceros* (BU)	*Chaetoceros* (NI)	*Chaetoceros* (LA)	*Chaetoceros* (PP)	*S. costatum* (NI)	*S. costatum* (BP)
ชนิดจำเป็น								
ฮิสติดีน	5.47 ± 0.44^{bc}	5.94 ± 0.24^{bc}	5.51 ± 0.17^{bc}	3.27 ± 0.90^{d}	3.55 ± 0.31^{c}	5.11 ± 0.15^{d}	6.24 ± 0.72^{b}	7.88 ± 0.34^{a}
อาร์จินีน	17.03 ± 1.73^{cd}	18.27 ± 1.57^{bc}	17.50 ± 0.67^{bcd}	12.10 ± 1.17^{e}	12.03 ± 1.53^{d}	15.61 ± 0.73^{e}	19.43 ± 1.11^{b}	23.11 ± 0.82^{a}
ทรีโอนีน	17.29 ± 1.49^{c}	16.76 ± 0.68^{cd}	15.34 ± 0.29^{d}	11.11 ± 0.83^{d}	10.95 ± 0.70^{e}	15.09 ± 0.29^{e}	19.06 ± 1.52^{b}	21.23 ± 1.05^{a}
วาลีน	17.80 ± 0.41^{b}	16.84 ± 0.38^{c}	14.78 ± 0.05^{d}	11.24 ± 0.25^{f}	10.80 ± 0.11^{e}	14.05 ± 0.36^{f}	17.69 ± 0.33^{b}	21.49 ± 0.21^{a}
ไลซีน	19.35 ± 2.49^{bc}	20.05 ± 1.44^{b}	17.80 ± 0.71^{cd}	12.27 ± 0.60^{e}	13.11 ± 0.51^{d}	16.92 ± 1.03^{e}	18.76 ± 0.66^{bcd}	22.69 ± 0.71^{a}
ไอโซลิวซีน	15.78 ± 0.22^{b}	15.12 ± 0.53^{c}	13.48 ± 0.03^{d}	10.40 ± 0.27^{f}	9.62 ± 0.22^{e}	12.70 ± 0.39^{f}	15.37 ± 0.31^{bc}	17.29 ± 0.32^{a}
ลิวซีน	24.68 ± 0.11^{c}	24.43 ± 0.81^{c}	21.99 ± 0.19^{d}	16.81 ± 0.32^{f}	16.05 ± 0.41^{e}	20.33 ± 0.69^{f}	25.60 ± 0.46^{b}	31.05 ± 0.59^{a}
ฟีนิลอะลานีน	16.71 ± 2.06^{bc}	16.12 ± 1.17^{bc}	16.23 ± 0.91^{bc}	12.16 ± 0.37^{d}	10.65 ± 1.87^{c}	15.27 ± 0.34^{d}	18.71 ± 2.07^{ab}	19.75 ± 1.81^{a}
ชนิดไม่จำเป็น								
กรดแอสพาร์ติก	35.04 ± 0.61^{bc}	37.10 ± 2.73^{ab}	31.52 ± 0.68^{d}	19.18 ± 1.29^{g}	21.93 ± 1.81^{e}	27.64 ± 0.61^{f}	34.14 ± 1.41^{c}	38.97 ± 1.33^{a}
เซรีน	19.88 ± 0.89^{ab}	20.97 ± 0.35^{a}	16.54 ± 0.59^{c}	12.97 ± 0.69^{d}	13.17 ± 0.18^{c}	17.79 ± 2.34^{d}	17.09 ± 1.17^{c}	18.17 ± 0.35^{bc}
กรดกลูตามิก	40.00 ± 0.76^{b}	37.26 ± 2.19^{c}	35.79 ± 0.64^{c}	21.99 ± 0.54^{e}	23.96 ± 1.70^{d}	31.94 ± 0.93^{e}	40.43 ± 0.96^{b}	50.42 ± 1.42^{a}
ไกลซีน	16.65 ± 1.07^{c}	16.50 ± 0.35^{c}	15.10 ± 0.34^{d}	11.92 ± 0.69^{e}	11.03 ± 0.50^{d}	14.71 ± 0.36^{e}	18.50 ± 1.18^{b}	22.22 ± 0.37^{a}
อะลานีน	23.60 ± 0.79^{b}	21.17 ± 0.45^{c}	18.18 ± 0.24^{d}	13.76 ± 0.93^{e}	13.83 ± 0.26^{d}	18.16 ± 0.12^{e}	23.29 ± 0.54^{b}	28.32 ± 0.10^{a}
โพรลีน	13.69 ± 0.16^{b}	14.78 ± 0.22^{a}	11.96 ± 0.34^{c}	9.09 ± 0.37^{e}	9.18 ± 0.10^{d}	10.55 ± 0.10^{e}	12.28 ± 0.47^{c}	14.29 ± 0.41^{a}
ไทโรซีน	12.48 ± 1.22^{b}	12.32 ± 0.79^{b}	12.03 ± 0.71^{b}	8.71 ± 0.16^{c}	7.76 ± 1.28^{b}	11.48 ± 0.49^{c}	14.32 ± 1.59^{a}	15.11 ± 1.19^{a}

[a, b, c, d, e, f] ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรยกซ้ำกันในแถวเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

รูปที่ 11 ปริมาณและองค์ประกอบของกรดอะมิโนชนิดจำเป็น (มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง) ใน *Chaetoceros* และ *Skeletonema* 8 โคลน (ค่าเฉลี่ย $\pm$ S.D.; n = 3)

Skeletonema ทั้ง 8 โคลน มีสัดส่วนของกรดไขมันใกล้เคียงกันคือ SFAsรวม > MUFAsรวม > HUFAsรวม > PUFAsรวม ยกเว้นโคลน *S. costatum* (BP) จะมี MUFAsรวม > SFAsรวม > HUFAs รวม > PUFAsรวม (รูปที่ 12)

SFAs

Chaetoceros (BP) มีปริมาณ SFAsรวม สูงที่สุด (3147.94 µg/g dw.) ส่วน *Chaetoceros* (PP) มีต่ำสุด (1287.61 µg/g dw.) (ตารางที่ 13 และ 14) ส่วนโคลนอื่น ๆ จะมีปริมาณ SFAs รวมอยู่ในช่วง 1685.86-2980.15 µg/g dw. ทุกโคลนมีปริมาณกรดไขมัน C16:0 สูงที่สุด ยกเว้นโคลน *Chaetoceros* (BU), *Chaetoceros* (LA) และ *S. costatum* (NI) โดยทั้งสามโคลนนี้มี C14:0 สูงกว่า C16:0 ส่วนกรดไขมัน C24:0 มีปริมาณต่ำสุดในทุกโคลน (24.77-103.29 µg/g dw.)

MUFAs

S. costatum (BP) มีปริมาณ MUFAsรวม สูงที่สุด (4172.52 µg/g dw.) ส่วน *Chaetoceros* (PP) มีต่ำสุด (976.23 µg/g dw.) (ตารางที่ 13 และ 14) ส่วนโคลนอื่น ๆ มีปริมาณ MUFAs รวมอยู่ในช่วง 1052.38-2787.51 µg/g dw. ไดอะตอมทั้ง 8 โคลน ตรวจไม่พบกรดไขมัน C14:1 และ C22:1 ส่วนกรดไขมัน C20:1 ตรวจพบได้แต่มีปริมาณน้อยมากใน *Chaetoceros* (BP) และ *S. costatum* (BP) คือ 7.09 และ 26.58 µg/g dw. ตามลำดับ และทุกโคลนมีปริมาณกรดไขมัน C16:1 สูงกว่า C18:1 ยกเว้น *S. costatum* (BP)

PUFAs

Chaetoceros (AL) มีปริมาณ PUFAsรวม สูงที่สุด (298.78 µg/g dw.) ส่วน *Chaetoceros* (PP) มีต่ำสุด (30.77 µg/g dw.) (ตารางที่ 13 และ 14) ส่วนโคลนอื่น ๆ มีปริมาณ PUFAs รวมอยู่ในช่วง 55.68-278.77 µg/g dw. ไดอะตอมทุกโคลนตรวจไม่พบกรดไขมัน C20:3 ยกเว้น โคลน *S. costatum* (BP) ซึ่งจะมีปริมาณน้อยมาก (4.77 µg/g dw.) กรดไขมัน C18:2 มีปริมาณสูงกว่ากรดไขมันชนิดอื่นในทุกโคลน ซึ่ง *Chaetoceros* (BP) มีปริมาณสูงที่สุด (236.31 µg/g dw.) และ *Chaetoceros* (PP) จะต่ำที่สุด (30.77 µg/g dw.)

HUFAs

Chaetoceros (BP) มีปริมาณ HUFAs รวมสูงที่สุด (1616.42 µg/g dw.) ส่วน *Chaetoceros* (NI) มีต่ำสุด (482.12 µg/g dw.) (ตารางที่ 13 และ 14) ส่วนโคลนอื่น ๆ มีปริมาณ HUFAs รวมอยู่ในช่วง 531.15-1561.24 µg/g dw.) *Chaetoceros* ทุกโคลนจะมีปริมาณกรดไขมัน C20:5 > C20:4 > C22:6 ยกเว้นโคลน *S. costatum* (BP) และ *S. costatum* (NI) ซึ่งจะมี C20:5 > C22:6 > C20:4

ตารางที่ 13 องค์ประกอบของกรดไขมัน (ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง) ใน *Chaetoceros* และ *Skeletonema* 8 โคลน (ค่าเฉลี่ย ± S.D.; n = 3)

กรดไขมัน	โคลน (ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง)							
	Chaetoceros (AL)	*Chaetoceros* (BP)	*Chaetoceros* (BU)	*Chaetoceros* (NI)	*Chaetoceros* (PP)	*Chaetoceros* (LA)	*S. costatum* (BP)	*S. costatum* (NI)
SFAs								
C14 : 0	1048.98 ± 10.24^{abc}	1212.26 ± 55.45^{ab}	827.05 ± 175.69^{c}	1082.17 ± 51.21^{abc}	483.50 ± 106.78^{d}	1004.57 ± 145.97^{cd}	1093.88 ± 158.50^{abc}	1310.14 ± 123.21^{a}
C16 : 0	1421.73 ± 13.88^{a}	1430.96 ± 21.41^{a}	608.60 ± 127.91^{cd}	1441.75 ± 36.74^{a}	489.42 ± 130.18^{d}	768.68 ± 149.82^{c}	1412.43 ± 52.86^{a}	1080.96 ± 15.75^{b}
C18 : 0	161.73 ± 1.58^{bc}	252.66 ± 90.14^{ab}	89.39 ± 22.81^{c}	107.85 ± 22.89^{c}	128.31 ± 44.55^{bc}	348.00 ± 112.55^{a}	216.25 ± 28.62^{abc}	86.11 ± 8.53^{c}
C20 : 0	139.54 ± 1.36^{a}	110.26 ± 0.12^{abcd}	92.87 ± 21.25^{abcd}	80.57 ± 26.75^{bcd}	120.63 ± 51.23^{abc}	68.38 ± 21.74^{cd}	59.84 ± 0.37^{d}	135.57 ± 2.29^{ab}
C22 : 0	128.64 ± 1.26^{a}	97.60 ± 14.44^{b}	38.65 ± 6.77^{c}	82.93 ± 10.78^{b}	36.22 ± 10.19^{c}	45.33 ± 10.49^{c}	130.63 ± 23.42^{a}	131.96 ± 2.60^{a}
C24 : 0	77.35 ± 0.76^{b}	44.20 ± 15.91^{c}	29.29 ± 6.97^{c}	27.49 ± 0.12^{c}	29.52 ± 8.28^{c}	24.77 ± 3.61^{c}	67.13 ± 4.43^{b}	103.29 ± 10.45^{a}
SFAs รวม	**2977.96**	**3147.94**	**1685.86**	**2822.76**	**1287.61**	**2259.72**	**2980.15**	**2848.02**
MUFAs								
C14 : 1	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
C16 : 1	1931.74 ± 18.87^{b}	2397.82 ± 121.28^{a}	866.56 ± 114.12^{d}	1776.03 ± 43.99^{b}	862.69 ± 189.84^{d}	946.93 ± 162.17^{d}	1470.91 ± 102.55^{c}	1413.76 ± 59.49^{c}
C18 : 1	343.21 ± 3.35^{b}	382.60 ± 6.77^{b}	185.83 ± 45.37^{c}	174.85 ± 12.57^{c}	113.54 ± 36.91^{c}	122.33 ± 24.37^{c}	2675.04 ± 57.56^{a}	363.97 ± 8.79^{b}
C20 : 1	nd.	7.09 ± 0.16^{b}	nd.	nd.	nd.	nd.	26.58 ± 0.22^{a}	nd.
C22 : 1	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
MUFAs รวม	**2274.95**	**2787.51**	**1052.38**	**1950.88**	**976.23**	**1069.26**	**4172.52**	**1777.74**

$^{a, b, c, d, e, f}$ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรยกซ้ำกันในแถวเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

nd. = ตรวจไม่พบ

SFAs = กรดไขมันอิ่มตัวที่ไม่มีพันธะคู่

MUFAs = กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มี 1 พันธะคู่

PUFAs = กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มี 2-3 พันธะคู่

HUFAs = กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงที่มี 4 พันธะคู่ขึ้นไป

ตารางที่ 13 (ต่อ) องค์ประกอบของกรดไขมัน (ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง) ใน *Chaetoceros* และ *Skeletonema* 8 โคลน (ค่าเฉลี่ย ± S.D.; n = 3)

กรดไขมัน	โคลน (ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง)							
	Chaetoceros (AL)	*Chaetoceros* (BP)	*Chaetoceros* (BU)	*Chaetoceros* (NI)	*Chaetoceros* (PP)	*Chaetoceros* (LA)	*S. costatum* (BP)	*S. costatum* (NI)
PUFAs								
C18 : 2	161.38 ± 1.58^{b}	236.31 ± 11.83^{a}	58.31 ± 11.76^{d}	55.68 ± 3.04^{d}	30.77 ± 6.66^{e}	76.49 ± 14.14^{cd}	92.51 ± 4.96^{c}	66.94 ± 13.51^{d}
C18 : 3	18.58 ± 0.18^{c}	35.95 ± 10.71^{b}	nd.	nd.	nd.	4.55 ± 0.64^{d}	nd.	60.71 ± 1.37^{a}
C20 : 2	19.13 ± 0.19^{a}	6.51 ± 3.12^{b}	nd.	nd.	nd.	nd.	6.81 ± 1.12^{b}	nd.
C20 : 3	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	4.77 ± 0.17	nd.
PUFAs รวม	**298.78**	**278.77**	**58.31**	**55.68**	**30.77**	**81.04**	**104.10**	**127.66**
HUFAs								
C20 : 4	99.70 ± 0.97^{c}	182.21 ± 9.91^{a}	144.31 ± 30.26^{b}	37.81 ± 3.14^{ef}	53.96 ± 12.82^{de}	84.69 ± 17.64^{cd}	19.11 ± 0.01^{f}	36.78 ± 5.96^{ef}
C20 : 5	450.81 ± 4.40^{b}	1355.66 ± 56.21^{a}	467.72 ± 94.42^{b}	426.16 ± 55.10^{b}	440.56 ± 101.22^{b}	454.39 ± 96.47^{b}	551.35 ± 18.63^{b}	1406.03 ± 63.93^{a}
C22 : 6	23.93 ± 0.29^{cd}	78.55 ± 14.91^{b}	24.20 ± 4.14^{cd}	18.15 ± 2.16^{d}	36.63 ± 9.35^{cd}	36.63 ± 9.68^{c}	33.08 ± 1.77^{cd}	118.43 ± 3.79^{a}
HUFAs รวม	**580.44**	**1616.42**	**636.24**	**482.12**	**531.15**	**578.70**	**603.53**	**1561.24**
กรดไขมันรวม	**6132.13**	**7830.64**	**3432.79**	**5311.44**	**2825.76**	**3988.73**	**7860.31**	**6314.66**

$^{a, b, c, d, e, f}$ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรยกซ้ำกันในแถวเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

nd. = ตรวจไม่พบ

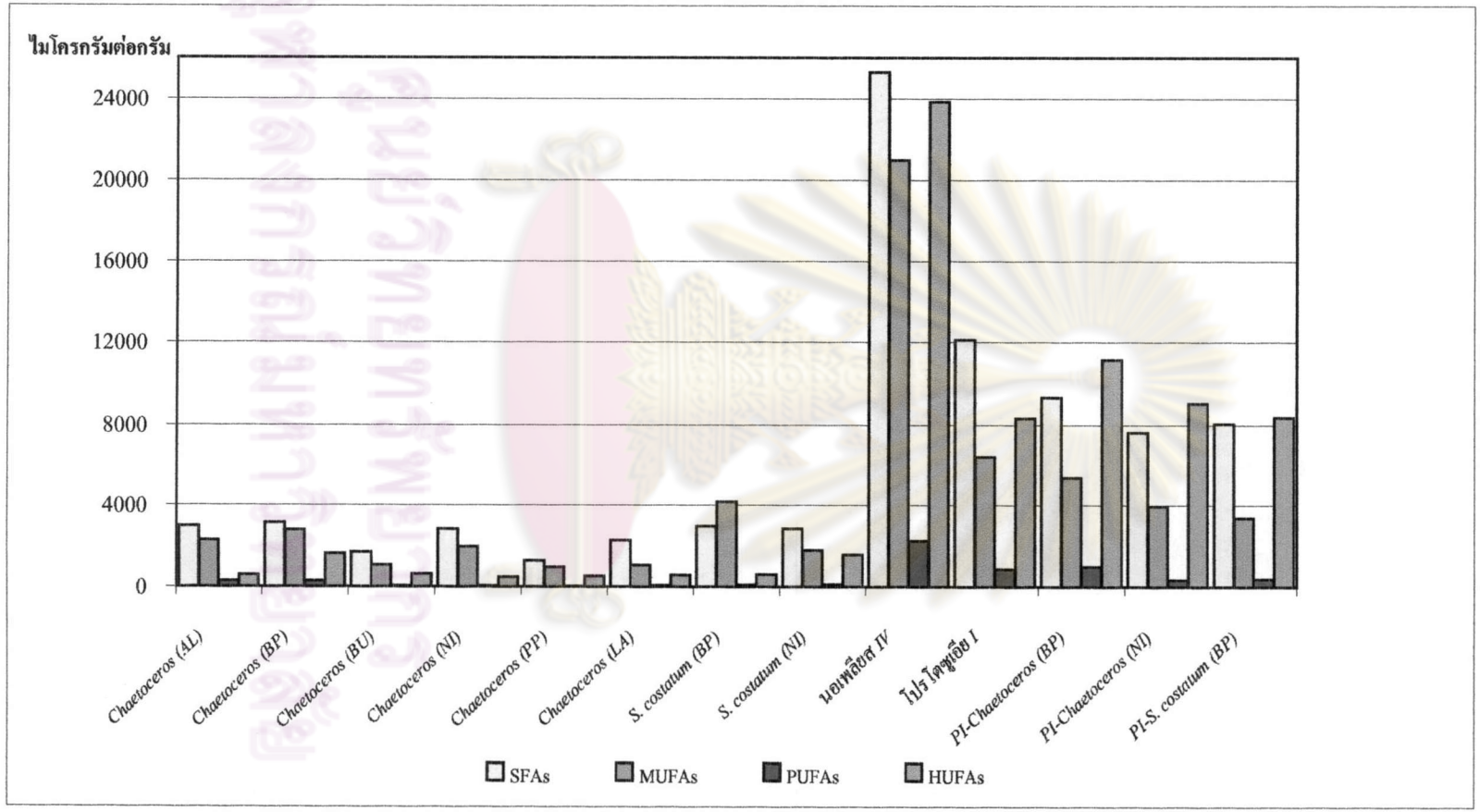
SFAs = กรดไขมันอิ่มตัวที่ไม่มีพันธะคู่ MUFAs = กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มี 1 พันธะคู่

PUFAs = กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มี 2-3 พันธะคู่ HUFAs = กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงที่มี 4 พันธะคู่ขึ้นไป

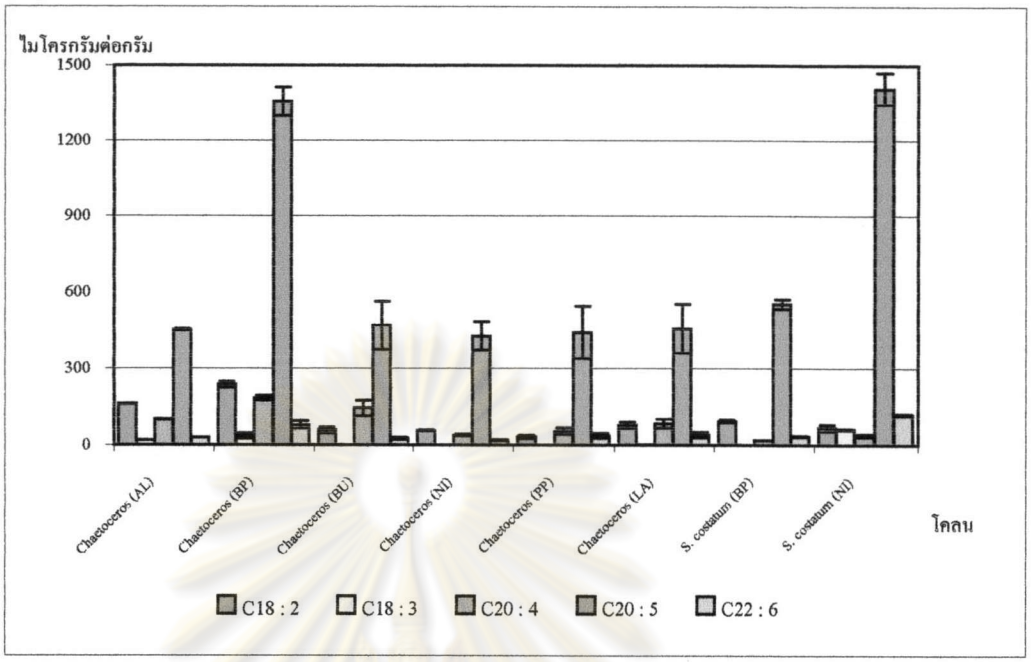
ตารางที่ 14 กรดไขมัน (ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง) ใน *Chaetoceros* และ *Skeletonema* 8 โคลน และเนื้อกุ้งกุลาดำวัยอ่อน

กรดไขมัน									ไม่ได้ให้อาหาร		กุ้งกุลาดำระยะโพสลาร์วา 1 ได้รับอาหารจาก		
	Chaetoceros (KK)	*Chaetoceros* (BP)	*Chaetoceros* (BU)	*Chaetoceros* (NI)	*Chaetoceros* (PP)	*Chaetoceros* (LA)	*S. costatum* (BP)	*S. costatum* (NI)	นอเพลียส IV	โปรโตซูเอีย IV	*Chaetoceros* (BP)	*Chaetoceros* (NI)	*S. costatum* (BP)
SFAs รวม	2977.96	3147.94	1685.86	2822.76	1287.61	2259.72	2980.15	2848.02	25297.35	12126.64	9331.18	7622.13	8071.29
MUFAs รวม	2274.95	2787.51	1052.38	1950.88	976.23	1069.26	4172.52	1777.74	20964.53	6395.29	5361.20	3947.23	3375.14
PUFAs รวม	298.78	278.77	58.31	55.68	30.77	81.04	104.10	127.66	2246.65	877.09	1001.20	345.10	384.68
HUFAs รวม	580.44	1616.42	636.24	482.12	531.15	578.70	603.53	1561.24	23852.68	8324.23	11142.31	9060.20	8369.10
กรดไขมันรวม	**6132.13**	**7830.64**	**3432.79**	**5311.44**	**2825.76**	**3988.73**	**7860.31**	**6314.66**	**72361.20**	**27723.26**	**26835.89**	**20974.67**	**20200.21**

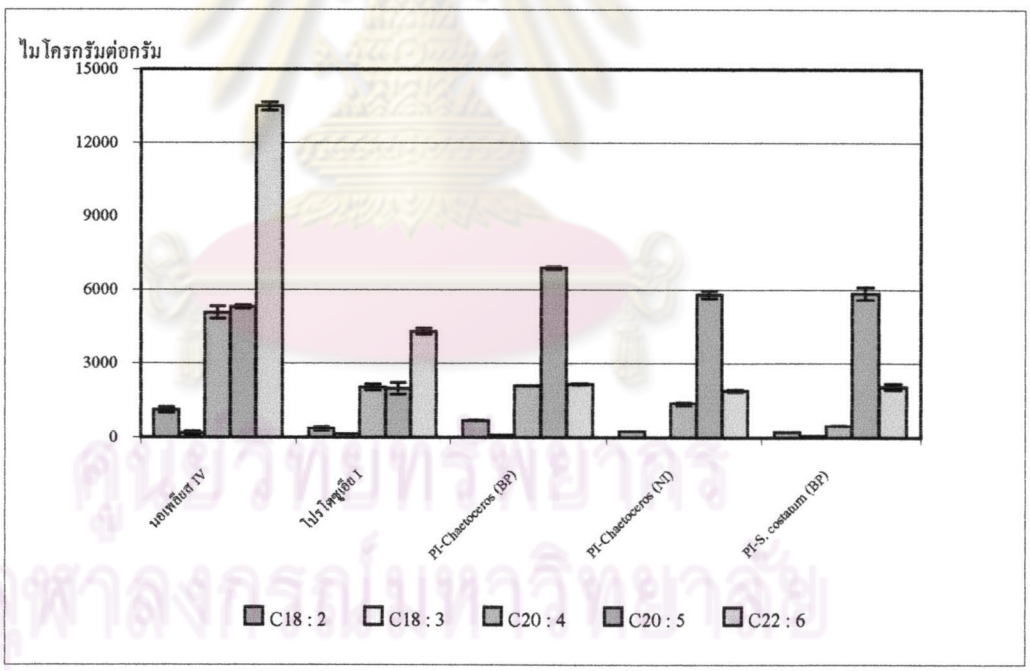
SFAs = กรดไขมันอิ่มตัวที่ไม่มีพันธะคู่ MUFAs = กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มี 1 พันธะคู่ PUFAs = กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มี 2-3 พันธะคู่ HUFAs = กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงที่มี 4 พันธะคู่ขึ้นไป



รูปที่ 12 กรดไขมัน (ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง) ใน *Chaetoceros* และ *Skeletonema* 8 โคลน และเนื้อกุ้งกุลาดำวัยอ่อน



1)



2)

รูปที่ 13 กรดไขมันชนิดจำเป็น 5 ชนิด (ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง) ใน *Chaetoceros* และ *Skeletonema* 8 โคลน 1) และเนื้อกุ้งกุลาดำวัยอ่อน 2) (ค่าเฉลี่ย ± S.D.; n = 3)

กรดไขมันชนิดจำเป็น (EFAs)

จากตารางที่ 13 และรูปที่ 13 – 1) เมื่อพิจารณาจากปริมาณกรดไขมันชนิดจำเป็น (EFAs) 5 ชนิด ได้แก่ C18:2, C18:3, C20:4, C20:5 และ C22:6 ในไดอะตอมทั้ง 8 โคลน เมื่อทำเป็นตารางคะแนนโดยใช้ผลทางสถิติจากตารางที่ 13 สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มโคลนที่มีปริมาณ EFAs สูง มีคะแนนอยู่ในช่วง 19 ถึง 28 ได้แก่ *Chaetoceros* (AL), *Chaetoceros* (BP), *Chaetoceros* (LA) และ*S. costatum* (NI) และกลุ่มโคลนที่มีปริมาณ EFAs ต่ำ มีคะแนนอยู่ในช่วง 12.5 ถึง 16.5 และตรวจไม่พบกรดไขมัน C18:3 ได้แก่*Chaetoceros* (BU), *Chaetoceros* (NI), *Chaetoceros* (PP) และ *S. costatum* (BP) ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ตารางคะแนนจากผลทางสถิติของกรดไขมัน EFAs ใน *Chaetoceros* และ *Skeletonema* โคลนต่าง ๆ *

กรดไขมัน	Ch (AL)	Ch (BP)	Ch (BU)	Ch (NI)	Ch (LA)	Ch (PP)	S (NI)	S (BP)
C18:2	5	6	3	3	3.5	2	3	4
C18:3	4	5	0	0	3	0	6	0
C20:4	4	6	5	1.5	3.5	2.5	1.5	1
C20:5	5	6	5	5	5	5	6	5
C22:6	3.5	5	3.5	3	4	3.5	6	3.5
คะแนนรวม	21.5	28	16.5	12.5	19	13	22.5	13.5

* คะแนนที่ได้มาจากตัวอักษรยกของการวิเคราะห์สถิติจากตารางที่ 13 โดยกำหนดให้ nd = 0, f = 1, e = 2, d = 3, c = 4, b = 5 และ a = 6

4. ผลของการใช้ *Chaetoceros* และ *Skeletonema* ที่คัดเลือกได้ต่อการพัฒนาและอัตรารอดของกุ้งกุลาดำวัยอ่อน

4.1 การคัดเลือกโคลน *Chaetoceros* และ *Skeletonema* เพื่อเป็นอาหารกุ้งกุลาดำวัยอ่อน

เกณฑ์การคัดเลือกโคลน *Chaetoceros* และ *Skeletonema* เพื่อเป็นอาหารของกุ้งกุลาดำวัยอ่อนจะพิจารณาจาก EFAs และ อัตราการเติบโตของแพลงก์ตอนพืช ดังนี้

1. ปริมาณกรดไขมันชนิดจำเป็น (EFAs) 5 ชนิด ได้แก่ C18:2, C18:3, C20:4,

C20:5 และ C22:6 จากตารางที่ 13 และตารางที่ 15 จึงเลือก *Chaetoceros* (BP) จากกลุ่มโคลนที่มีปริมาณ EFAs สูง และ *Chaetoceros* (NI) กับ *S. costatum* (BP) จากกลุ่มโคลนที่มีปริมาณ EFAs ต่ำ

2. อัตราการเติบโตของ *Chaetoceros* และ *Skeletonema* โดยเลือกโคลนที่มีอัตราการเติบโตสูงคือ โคลน *Chaetoceros* (BP) (1.29 ต่อวัน) และโคลนที่มีอัตราการเติบโตต่ำคือ โคลน *Chaetoceros* (NI) (1.06 ต่อวัน) ส่วน *Skeletonema* เลือกโคลนที่มีอัตราการเติบโตต่ำคือ *S. costatum* (BP) (1.27 ต่อวัน) ซึ่งจะสอดคล้องกับค่า EFAs ในข้อ 1

4.2 คุณภาพน้ำระหว่างการทดลอง

ระยะเวลาการเลี้ยงกุ้งกุลาดำวัยอ่อนในการศึกษาครั้งนี้อยู่ในช่วง 8–10 วัน ความเค็มคงที่ (30 psu) อุณหภูมิอยู่ในช่วง 30-30.5 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-ด่าง และค่าแอมโมเนีย มีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยจากวันแรกจนถึงวันสุดท้ายของการเลี้ยง เนื่องจากมีการเติมน้ำทะเลใหม่ทุกวัน และค่าออกซิเจนละลายในน้ำ มีความแตกต่างเพียงเล็กน้อย เพราะมีการให้อากาศอยู่ตลอดเวลา ดังรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 คุณภาพน้ำระหว่างการทดลอง

ระยะการเติบโตของกุ้ง	ความเค็ม (psu)	อุณหภูมิ (° C)	ความเป็นกรดเป็นด่าง	ออกซิเจนละลายน้ำ (ppm)	แอมโมเนีย (ppm)
นอเพลียส	30	30-30.5	7.9-8.0	6.8-6.9	0.07-0.09
โพสลาร์วา 1	30	30-30.5	8.0-8.1	6.5-6.6	0.15-0.20

4.3 อัตรารอดและระยะเวลาพัฒนาของกุ้งกุลาดำวัยอ่อน

จากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำวัยอ่อนด้วยไดอะตอมทั้ง 3 โคลนที่คัดเลือกคือ ชุดที่ 1 เลี้ยงด้วย *Chaetoceros* (BP), ชุดที่ 2 เลี้ยงด้วย *Chaetoceros* (NI) และชุดที่ 3 เลี้ยงด้วย *S. costatum* (BP) พบอัตรารอดของกุ้งกุลาดำระยะวัยอ่อนเมื่อเข้าสู่ระยะโพสลาร์วา I ทั้ง 3 ชุดการทดลอง เรียงลำดับจากสูงไปต่ำดังนี้ ชุดที่1 > ชุดที่ 2 > ชุดที่ 3 โดยในชุดที่ 1 มีค่าสูงถึง 96.44 $\pm$ 4.92 % ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับอัตรารอดของชุดที่ 3 ที่มีอัตรารอด 86.00 $\pm$ 1.17 % แต่ไม่แตกต่างกับชุดที่ 2 ซึ่งมีอัตรารอด 91.61 $\pm$ 2.75 %

ระยะเวลาพัฒนาของกุ้งกุลาดำวัยอ่อนระยะต่าง ๆ ในชุดที่ 1 และ 2 ใกล้เคียงกันโดยเข้าสู่ระยะโพสลาร์วา I ภายใน 8 วัน 22 ชั่วโมง ส่วนชุดที่ 3 เข้าสู่ระยะโพสลาร์วา I ช้ากว่า ชุดที่ 1 และ

ชุดที่ 2 (ตารางที่ 17) และจากการสังเกตพบว่ากุ้งวัยอ่อนระยะต่าง ๆ ในชุดที่ 3 จะมีขนาดตัวเฉลี่ยเล็กกว่า ชุดที่ 1 และชุดที่ 2

ตารางที่ 17 ระยะเวลาพัฒนาของกุ้งกุลาดำวัยอ่อน และอัตรารอด (%) เมื่อเข้าระยะโพสลาร์วา I จากการทดลอง

ระยะของกุ้งกุลาดำวัยอ่อน	ระยะเวลา (วัน/ชม.)		
	ชุดที่ 1	**ชุดที่ 2**	**ชุดที่ 3**
โปรโตซูเอีย I	2 วัน 6 ชม.	2 วัน 6 ชม.	2 วัน 6 ชม.
โปรโตซูเอีย II	3 วัน 14 ชม.	3 วัน 14 ชม.	4 วัน 14 ชม.
โปรโตซูเอีย III	4 วัน 14 ชม.	4 วัน 14 ชม.	5 วัน 14 ชม.
ไมซิส I	6 วัน 1 ชม.	6 วัน 1 ชม.	7 วัน 1 ชม.
ไมซิส II	7 วัน 1 ชม.	7 วัน 1 ชม.	7 วัน 23 ชม.
ไมซิส III	7 วัน 22 ชม.	7 วัน 22 ชม.	8 วัน 17 ชม.
โพสลาร์วา I	8 วัน 22 ชม.	8 วัน 22 ชม.	9 วัน 10 ชม.
อัตรารอด	**96.44 ± 4.92^{a}**	**91.61 ± 2.75^{ab}**	**86.00 ± 1.17^{b}**

[a, b] ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรยกซ้ำกันในแถวเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

ชุดที่ 1 คือกุ้งกุลาดำวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วย *Chaetoceros* (BP)

ชุดที่ 2 คือกุ้งกุลาดำวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วย *Chaetoceros* (NI)

ชุดที่ 3 คือกุ้งกุลาดำวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วย *S. costatum* (BP)

4.4 ลักษณะการว่ายน้ำ และลักษณะเด่นของตัวกุ้งในระยะต่าง ๆ ของจากการทดลอง

จากการสังเกตและบันทึก ลักษณะการว่ายน้ำ และลักษณะเด่นของตัวกุ้งตามระยะเวลาการพัฒนา ตามตารางที่ 17 โดยจะสุ่มตัวอย่างเพื่อการสังเกตทุก 4 ชั่วโมงตามเวลาการให้อาหาร มีดังนี้

ระยะนอเพลียส จะลอยอยู่ในมวลน้ำ ว่ายน้ำแบบกระตุกเป็นเส้นตรง เป็นระยะ ๆ แล้วหยุด

ระยะโปรโตซูเอีย I จะว่ายน้ำไปข้างหน้าแบบต่อเนื่อง ลักษณะควงหรือหมุนเป็นวงกลม มีขี้ติดก้น (anus) เป็นเส้นยาว ๆ คล้ายเส้นด้าย ตาจะเป็นสีดำเป็นจุดยังไม่มีก้านตา

ระยะโปรโตซูเอีย II จะว่ายน้ำเหมือนกับโปรโตซูเอีย I แต่ตัวจะมีขนาดใหญ่ขึ้น ตาจะเป็นก้านตาแยกจากส่วนหัว เห็นได้ชัดเจน

ระยะโปรโตซูเอีย III จะว่ายน้ำเหมือนกับโปรโตซูเอีย II แต่ตัวจะมีขนาดใหญ่ขึ้นอีก ว่าย

น้ำแบบดีดบ้างบางครั้ง (ลักษณะการดีดคล้ายระยะไมซิส I) แต่จะมีแพนหางเกิดขึ้น

ระยะไมซิส I ว่ายน้ำถอยหลังขึ้นข้างบนและดีดตัวขึ้นลง หัวทิ่มลงพื้น ลำตัวงอ ขี้เป็นท่อนสั้น ๆ ไม่เหมือนระยะซูเอีย I

ระยะไมซิส II จะว่ายน้ำเหมือนระยะไมซิส II แต่ตัวจะใหญ่ขึ้น ลำตัวของกุ้งจะงอน้อยกว่าระยะไมซิส I ขี้เป็นท่อนสั้น ๆ

ระยะไมซิส III ลำตัวจะเหยียดออกเกือบตรง หัวทิ่มลงพื้น ว่ายน้ำถอยหลังขึ้นข้างบน มีอาการดีดตัวบ้างเล็กน้อย และจะเห็นขาว่ายน้ำอย่างชัดเจน

ระยะโพสลาร์วา I ลูกกุ้งจะคว่ำตัวลงขนานกับพื้น ว่ายน้ำไปข้างหน้า ลักษณะขนานกับแนวราบ รายละเอียดดังรูปที่ 14

4.5 ปริมาณและองค์ประกอบของกรดไขมันที่สะสมในเนื้อกุ้งกุลาดำวัยอ่อนระยะต่าง ๆ

จากการเก็บกุ้งระยะนอเพลียส, โปรโตซูเอีย I (เข้าระยะนี้โดยไม่ได้ให้อาหาร) และระยะโพสลาร์วา I ทั้ง 3 ชุดการทดลอง มาวิเคราะห์ปริมาณและองค์ประกอบกรดไขมันในเนื้อกุ้งกุลาดำวัยอ่อนระยะต่าง ๆ

ปริมาณของกรดไขมันแต่ละชนิดมีมากที่สุดในกุ้งระยะนอเพลียส โดยมีลำดับตามกลุ่มของกรดไขมันดังนี้ SFAsรวม > MUFAsรวม > HUFAsรวม > PUFAsรวม ซึ่งในระยะนี้พบปริมาณกรดไขมันของ C16:0, C18:1 และ C22:6 สูง คือ 17260.45, 14264.66 และ 13487.38 μg/g dw ตามลำดับ ส่วนกรดไขมันที่มีปริมาณน้อยคือ C14:1 และ C20:3 โดยมี 91.69 และ 80.65 μg/g dw ตามลำดับ ส่วนกรดไขมัน C24:0 ตรวจไม่พบในระยะนี้ (ตารางที่ 18 และรูปที่ 12)

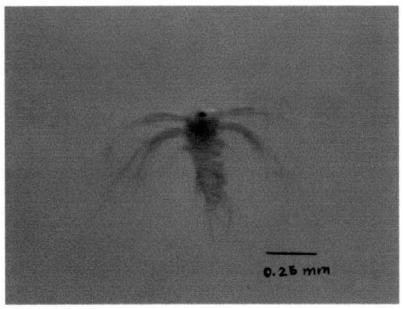
ลูกกุ้งระยะโปรโตซูเอีย I ที่ยังไม่ได้รับอาหาร จะมีปริมาณกรดไขมันทุกชนิดลดลงจากระยะนอเพลียสอย่างเห็นได้ชัดเจน ปริมาณกรดไขมันเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ตามกลุ่มดังนี้ SFAsรวม, MUFAsรวม, HUFAsรวม และ PUFAsรวม ตามลำดับ และกุ้งระยะนี้จะพบชนิดของกรดไขมันที่มีปริมาณสูงเช่นเดียวกับระยะนอเพลียสคือ C16:0, C18:1 และ C22:6 ส่วนกรดไขมัน C24:0, C14:1, C22:1 และ C20:3 ตรวจไม่พบ (ตารางที่ 18 และรูปที่ 12)

ลูกกุ้งระยะโพสลาร์วา I เมื่อได้รับอาหารต่างชนิดกัน ทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีปริมาณกรดไขมันเป็นลำดับเหมือนกันดังนี้ HUFAsรวม > SFAsรวม > MUFAsรวม > PUFAsรวม ชุดที่ 1 มีปริมาณกรดไขมันรวมทั้งหมดมากกว่าชุดที่ 2 และชุดที่ 3 โดยมีปริมาณกรดไขมันกลุ่ม SFAs, MUFAs, PUFAs และHUFAs ทุกชนิด สูงกว่าชุดที่ 2 และชุดที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ยกเว้นกรดไขมัน C14:0 และ C22:6

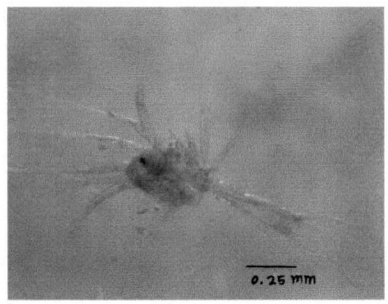
ปริมาณกรดไขมัน EFAs ทั้ง 5 ชนิด ในเนื้อกุ้งทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยปริมาณกรดไขมัน C18:2 และ C20:4 มีลำดับดังนี้ ชุดที่ 1 > ชุดที่ 2 > ชุดที่ 3 ปริมาณกรดไขมัน C18:3 มีในชุดที่ 1 มีมากกว่าชุดที่ 3 แต่ตรวจไม่พบในชุดที่ 2 แต่

ปริมาณกรดไขมัน C20:5 ในชุดที่ 1 มากกว่าชุดที่ 2 และ 3 และปริมาณกรดไขมัน C22:6 ในชุดที่ 1 มากกว่าชุดที่ 2 แต่ไม่แตกต่างกับชุดที่ 3 (ตารางที่ 18 และรูปที่ 13 – 2)

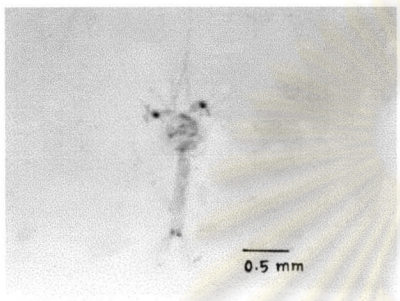
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



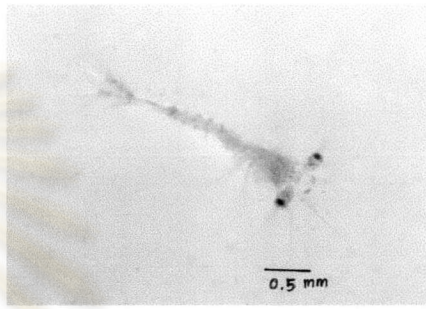
A



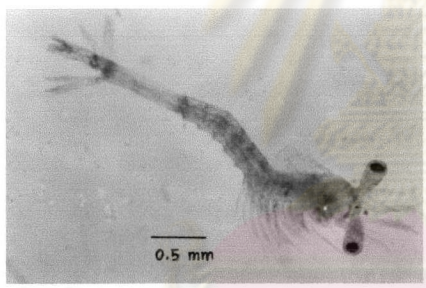
B



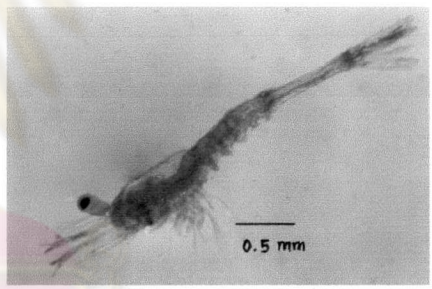
C



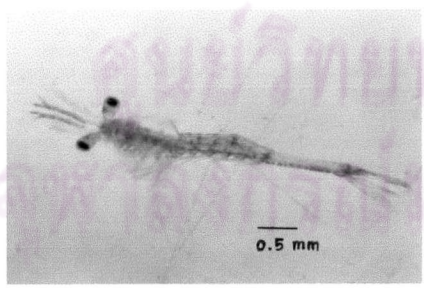
D



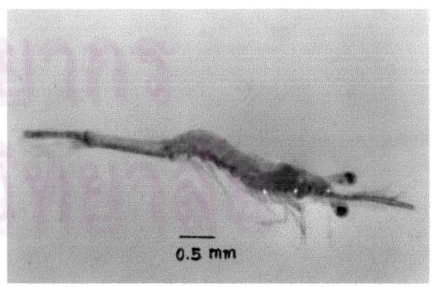
E



F



G



H

รูปที่ 14 รูปร่างลักษณะของกุ้งกุลาดำวัยอ่อนระยะต่าง ๆ จากการศึกษาครั้งนี้

A. นอเพลียส IV B. โปรโตซูเอีย I C. โปรโตซูเอีย II D. โปรโตซูเอีย III

E. ไมซิส I F. ไมซิส II G. ไมซิส III H. โพสลาร์วา I

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 18 องค์ประกอบของกรดไขมัน (ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง) ในเนื้อกุ้งกุลาดำวัยอ่อน (ค่าเฉลี่ย ± S.D.; n = 3)

กรดไขมัน	กุ้งกุลาดำระยะโพสลาร์วา I ได้รับอาหารจาก				
	นอเพลียส	โปรโตซูเอีย I	*Chaetoceros* (BP)	*Chaetoceros* (NI)	*S. costatum* (BP)
SFAs					
C14 : 0	1106.22 ± 91.16	454.92 ± 38.29	278.85 ± 11.85^{y}	222.74 ± 11.98^{z}	846.54 ± 12.11^{x}
C16 : 0	17260.45 ± 80.36	7794.35 ± 206.25	4895.19 ± 152.14^{x}	3883.99 ± 199.42^{y}	4081.87 ± 141.12^{y}
C18 : 0	6215.77 ± 136.07	3428.27 ± 230.23	3611.64 ± 71.00^{x}	3088.76 ± 157.78^{y}	2818.73 ± 72.53^{z}
C20 : 0	464.99 ± 57.56	285.74 ± 28.22	240.78 ± 4.07^{x}	200.45 ± 8.45^{y}	178.08 ± 14.26^{z}
C22 : 0	249.92 ± 88.71	163.36 ± 38.67	304.72 ± 32.37^{x}	226.19 ± 6.15^{y}	146.06 ± 6.16^{z}
C24 : 0	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
SFAs รวม	**25297.35**	**12126.64**	**9331.18**	**7622.13**	**8071.29**
MUFAs					
C14 : 1	91.69 ± 14.59	nd.	nd.	nd.	nd.
C16 : 1	5183.88 ± 137.65	1559.82 ± 150.21	1820.78 ± 54.70^{x}	1576.76 ± 75.23^{y}	943.52 ± 152.03^{z}
C18 : 1	14264.66 ± 294.60	4429.69 ± 136.40	3342.49 ± 63.30^{x}	2254.44 ± 130.80^{y}	2253.83 ± 48.88^{y}
C20 : 1	1353.16 ± 73.35	405.78 ± 21.42	197.93 ± 1.51^{x}	116.02 ± 7.31^{y}	149.03 ± 24.17^{z}
C22 : 1	162.82 ± 29.96	nd.	nd.	nd.	28.76 ± 2.60
MUFAs รวม	**20964.53**	**6395.29**	**5361.20**	**3947.23**	**3375.14**

$^{x, y, z}$ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรยกซ้ำกันในแถวเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05)

nd. = ตรวจไม่พบ

SFAs = กรดไขมันอิ่มตัวที่ไม่มีพันธะคู่

MUFAs = กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มี 1 พันธะคู่

PUFAs = กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มี 2-3 พันธะคู่

HUFAs = กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงที่มี 4 พันธะคู่ขึ้นไป

ตารางที่ 18(ต่อ) องค์ประกอบของกรดไขมัน(ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง) ในเนื้อกุ้งกุลาดำวัยอ่อน (ค่าเฉลี่ย ± S.D.; n = 3)

กรดไขมัน	กุ้งกุลาดำระยะโพสลาร์วา I ได้รับอาหารจาก				
	นอเพลียส	โปรโตซูเอีย I	*Chaetoceros* (BP)	*Chaetoceros* (NI)	*S. costatum* (BP)
PUFAs					
C18 : 2	1112.91 ± 101.66	346.37 ± 72.66	679.47 ± 11.99^{x}	265.72 ± 2.47^{y}	222.33 ± 5.14^{z}
C18 : 3	174.42 ± 59.35	149.29 ± 8.45	84.08 ± 5.22^{x}	nd.	70.35 ± 2.43^{y}
C20 : 2	878.67 ± 85.03	381.44 ± 22.50	237.65 ± 1.54^{x}	79.38 ± 6.31^{y}	55.26 ± 1.27^{z}
C20 : 3	80.65 ± 24.09	nd.	nd.	nd.	36.75 ± 4.85
PUFAs รวม	**2246.65**	**877.09**	**1001.20**	**345.10**	**384.68**
HUFAs					
C20 : 4	5067.51 ± 246.17	2037.37 ± 121.64	2090.68 ± 3.70^{x}	1363.83 ± 55.07^{y}	464.69 ± 16.82^{z}
C20 : 5	5297.69 ± 67.57	1983.26 ± 243.33	6882.39 ± 52.09^{x}	5798.69 ± 146.42^{y}	5850.13 ± 262.52^{y}
C22 : 6	13487.38 ± 168.98	4303.60 ± 123.81	2169.24 ± 29.68^{x}	1897.69 ± 50.14^{z}	2054.28 ± 123.09^{xy}
HUFAs รวม	**23852.68**	**8324.23**	**11142.31**	**9060.20**	**8369.10**
กรดไขมันรวม	**72361.20**	**27723.26**	**26835.89**	**20974.67**	**20200.21**

^{x,y,z} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรยกซ้ำกัน ในแถวเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

nd. = ตรวจไม่พบ

SFAs = กรดไขมันอิ่มตัวที่ไม่มีพันธะคู่

MUFAs = กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มี 1 พันธะคู่

PUFAs = กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มี 2-3 พันธะคู่

HUFAs = กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงที่มี 4 พันธะคู่ขึ้นไป