

วิจารณ์ผลการทดลอง

การแพร่กระจายของ *Alexandrium* ในอ่าวไทยตอนบน

จากการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชบริเวณปากแม่น้ำ ชายฝั่งทะเล และบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำในเขตพื้นที่ชายฝั่งทะเลรอบอ่าวไทยตอนบนรวมทั้งบริเวณกลางอ่าวไทยตอนบนในระหว่างปีพ.ศ. 2539 ถึงปีพ.ศ. 2541 พบ *Alexandrium* ในแหล่งน้ำธรรมชาติ 2 แห่งและในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ 6 แห่ง ซึ่งสามารถจัดจำแนกชนิดได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ *Alexandrium tamarense* และ *Alexandrium minutum* โดยพบว่าการกระจายของ *A. tamarense* อยู่ในบริเวณปากแม่น้ำระยอง และบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำที่ตั้งอยู่ในเขตจังหวัดรอบอ่าวไทยตอนบน (จังหวัดเพชรบุรี สมุทรสงคราม และสมุทรสาคร) และทางชายฝั่งตะวันออก (จังหวัดระยอง และจันทบุรี) ส่วน *A. minutum* พบที่บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาหน้าศูนย์พัฒนาประมงเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SEAFDEC) จังหวัดสมุทรปราการเพียงแห่งเดียว ซึ่งในช่วงเวลาที่ศึกษาครั้งนี้ไม่พบการกระจายของ *Alexandrium* ทั้งในบริเวณชายฝั่งทะเลรอบอ่าวไทยตอนบน และบริเวณกลางอ่าวไทยตอนบน ตามที่เคยมีรายงานว่าพบ *A. cohorticula*, *A. leei*, *A. tamarense* และ *A. tamiyavanichi* โดยพรศิลป์ ผลพันธ์ (2530) สุชนา วิเศษสังข์ และเกรียงศักดิ์ สายธนู (2533) และ Fukuyo et al. 1988 โดยเฉพาะบริเวณชายฝั่งทะเลอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี ซึ่งเคยพบทั้ง *A. tamarense* และ *A. tamiyavanichi* ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันในเวลาที่ต่างกัน

ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการแพร่กระจายของ *Alexandrium* spp. ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน

เมื่อพิจารณาการกระจายของ *Alexandrium* ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบกับข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างเป็นที่น่าสังเกตว่าความเค็มของน้ำน่าจะเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายของ *Alexandrium* เนื่องจากความเค็มของน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งและบริเวณกลางอ่าวไทยตอนบนโดยปกติมีค่าอยู่ในช่วง 29.92 ถึง 32.13 ppt. (อัปสรสุดา ศิริพงศ์, 2527) แต่จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าน้ำมีค่าความเค็มอยู่ในช่วง 15 ถึง 30 ppt. โดยเฉพาะในบริเวณปากแม่น้ำที่พบ *Alexandrium* คือ บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา และปากแม่น้ำระยองพบว่ามีค่าความเค็มค่อนข้างต่ำคือมีความเค็ม 15 และ 20 ppt. ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าความเค็มเฉลี่ยของน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนบนในช่วงที่มีรายงานโดยพรศิลป์ ผลพันธ์ (2530) ว่าพบการกระจายของ *A. cohorticula*, *A. tamiyavanichi*, *A. tamarense* และ *A. leei* ที่ความเค็มมีค่าอยู่ในช่วง 30.4 ถึง 32.6 ppt. ส่วนในบริเวณชายฝั่งทะเลอ่างศิลาในช่วงที่เก็บตัวอย่างนั้นน้ำทะเลมีความเค็มอยู่ในช่วง 23 ถึง 30 ppt. ในขณะที่ความเค็มของน้ำทะเลที่เคยพบ *A. tamarense* ในบริเวณอ่างศิลามีค่าอยู่ในช่วง 30.8 ถึง 31.6 ppt. (พรศิลป์ ผลพันธ์, 2530) นอกจากนี้ปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ เช่น กระแสน้ำขึ้นน้ำลง การพัดพาของลมอาจจะมามีอิทธิพลต่อการปรากฏของ

Alexandrium ดังรายงานของ Piyakarnchana *et al.* (1990) ที่กล่าวไว้ว่า ความหนาแน่นเซลล์ของ *A. cohorticula* มีความสัมพันธ์กับการขึ้นลงของระดับน้ำ โดยที่ในขณะน้ำขึ้นสูงสุดจะพบความหนาแน่นเซลล์ของ *A. cohorticula* สูง และสูงกว่าปริมาณเซลล์ที่พบในขณะน้ำลงต่ำสุดมาก นอกจากนี้ ช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างก็มีผลต่อการพบ *Alexandrium* ด้วยเช่นกัน

ในการศึกษารั้วนี้พบ *A. tamarense* และ *A. minutum* ในบริเวณปากแม่น้ำที่มีความเค็มค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในบริเวณปากแม่น้ำเป็นบริเวณที่ได้รับปริมาณสารอาหารจากน้ำจากแผ่นดินในปริมาณมาก นอกจากนี้ยังพบอีกว่ามีการรวมตัวของเซลล์ในบริเวณผิวน้ำน้ำซึ่งอาจเป็นเพราะว่าในการศึกษารั้วนี้เก็บตัวอย่างในช่วงหลังฝนตกประมาณ 1 สัปดาห์ และเก็บในขณะน้ำขึ้นซึ่งเป็นตอนกลางวันและมีแดดจัด ทำให้น้ำมีอุณหภูมิค่อนข้างสูง (29.5 ถึง 31 องศาเซลเซียส) อีกทั้งพฤติกรรมของ *Alexandrium* ที่มีการเคลื่อนที่ตอบสนองต่อแสงแบบเข้าหาแสง (Spector, 1984) จึงทำให้พบ *Alexandrium* ที่บริเวณผิวน้ำ ทั้งนี้ Therriault *et al.* (1985) พบว่าปริมาณสารอาหารที่ได้รับจากน้ำหลาก ความเค็มที่มีค่าต่ำ อุณหภูมิสูง และระดับน้ำสูงสุดมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของไดโนแฟลกเจลเลต *A. tamarense* ในบริเวณเอสตูรีของแม่น้ำ St. Lawrence และจากการศึกษาของ Schrey และ Carpenter (1984) พบว่าในบริเวณ Long Island เอสตูรีก็มีความหนาแน่นของเซลล์ *A. tamarense* ที่บริเวณผิวน้ำสูงกว่าในน้ำที่อยู่ลึกลงไป นอกจากนี้ยังพบอีกว่าความหนาแน่นเซลล์ของ *A. tamarense* ในบริเวณปากแม่น้ำระยะของการศึกษารั้วนี้ (50,000 เซลล์/ลูกบาศก์เมตร) มีค่าสูงกว่าที่พบเป็นปกติในน้ำทะเลคือ 90 ถึง 1,158 เซลล์/ลูกบาศก์เมตร ตามที่พรศิลปี ผลพันธ์ (2530) ได้รายงานไว้และจากการศึกษาของ Giacobbe *et al.* (1996) และ Poletti *et al.* (1998) ในลากูนและบริเวณชายฝั่ง Emilia Romagna ประเทศอิตาลีก็พบว่า *A. minutum* มีการรวมตัวอยู่ที่ผิวน้ำน้ำเช่นกัน

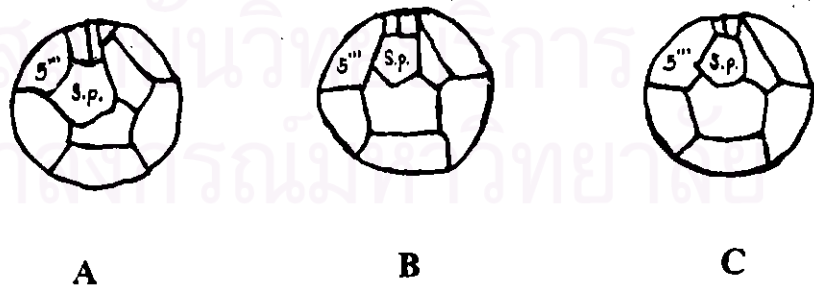
ในการศึกษารั้วนี้พบ *A. tamarense* ได้ในช่วงความเค็มกว้างตั้งแต่ 19 ppt. จนถึง 40 ppt. และพบในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำที่ส่วนใหญ่มีความเค็มสูงกว่าในแหล่งน้ำธรรมชาติ ทั้งนี้บ่อเลี้ยงสัตว์น้ำเหล่านี้มีการนำน้ำจากบริเวณชายฝั่งทะเลเข้ามาใช้ในการเลี้ยง และในจำนวนบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำที่พบ *A. tamarense* นี้มีอยู่ 2 แห่งที่พบว่ามีความหนาแน่นเซลล์สูงโดยมีความหนาแน่นเฉลี่ยประมาณ 12,000 เซลล์/ลิตร ทั้งนี้อาจเกิดเนื่องจากในบ่อเลี้ยงมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเติบโต เช่นปริมาณสารอาหารซึ่งพบอยู่ในปริมาณมาก ประกอบกับพื้นที่ที่มีจำกัด และมีการผันแปรของปัจจัยสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ น้อย จากรายงานการแพร่กระจายของ *A. tamarense* โดยมากจะพบอยู่ในบริเวณปากแม่น้ำและชายฝั่งทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนบน (พรศิลปี ผลพันธ์, 2530 และ Fukuyo *et al.*, 1989) แต่ยังไม่เคยมีรายงานว่าพบในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งในการศึกษารั้วนี้พบว่ากุ้งในบ่อเลี้ยงกุ้ง 1 ในอำเภอแกลง จังหวัดระยอง และปลากระบอกในบ่อเลี้ยงอำเภอแม่กลอง จังหวัดสมุทรสงครามตายเป็นจำนวนมาก แต่ปรากฏว่า *A. tamarense* ที่แยกได้จากบ่อทั้งสองนี้ไม่สร้างพิษ ดังนั้นการตายของกุ้งและปลาดังกล่าวจึงไม่ได้เป็นผลจากสารพิษ แต่อาจเป็นเพราะสภาพน้ำเสื่อมโทรมลง เช่นปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำลดต่ำลงมากหรืออาจเป็นเพราะเซลล์ของ *A. tamarense* เข้าไปอุดตันซีเหงือกของกุ้งและปลาทำให้การ

แลกเปลี่ยนอากาศผ่านเหงือกเป็นไปได้ยาก ดังที่ Su *et al.* (1993) ได้รายงานไว้ สำหรับรายงานการพบ *A. tamarensis* ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นครั้งแรกในประเทศเขตร้อนในย่านมหาสมุทรแปซิฟิกคือการศึกษาของ Su *et al.* (1989) ในไต้หวัน โดยพบอยู่ในบ่อเลี้ยงปูซึ่งมีความเค็มของน้ำอยู่ในช่วง 10 ถึง 19 ppt. และอุณหภูมิเป็น 17.9 ถึง 30.0 องศาเซลเซียส และยังมีรายงานการพบ *A. tamarensis* ในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาค่าที่ตั้งอยู่ใกล้ริมแม่น้ำ Tsenqwan ทางตอนใต้ของไต้หวัน ซึ่งน้ำในบ่อมีความเค็ม 14 ppt. อีกด้วย ต่อมา Su *et al.* (1993) ได้รายงานว่า *A. tamarensis* เพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็วในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาค่าทางตอนใต้ของประเทศไต้หวันจนมีความหนาแน่นถึง 10,000 เซลล์/ลิตรและเป็นเหตุให้กุ้งในบ่อตายเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ผู้ศึกษายังคาดว่า *A. tamarensis* ผ่านเข้าสู่บ่อเลี้ยงโดยอาศัยกระแสน้ำขึ้นลง ทั้งนี้ยังพบว่าสภาพที่มีความเค็มต่ำ แต่มีอุณหภูมิสูงเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเพิ่มจำนวนของ *A. tamarensis* ขึ้นอย่างรวดเร็วในบ่อเลี้ยง (Su *et al.*, 1989 และ Su *et al.*, 1993) นอกจากความเค็มที่มีค่าต่ำและอุณหภูมิสูงแล้วปัจจัยสถานะแวดล้อมที่เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็วของ *A. tamarensis* ในบ่อเลี้ยงแห่งนี้คือ ปริมาณแอมโมเนียต่ำ การแข่งขันกับแพลงก์ตอนอื่นมีน้อย และไม่มีศัตรูผู้ล่า (Su *et al.*, 1989) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า *A. tamarensis* สามารถแพร่กระจายได้ดีในบริเวณเอเซียตะวันออกเฉียงใต้และเขตชายฝั่งที่มีความเค็มอยู่ในช่วงกว้างระหว่าง 15 ถึง 32.5 ppt. (Watras และ Chisholm, 1982 ; Schrey และ Carpenter, 1984 ; Therriault *et al.*, 1985 ; Mahoney *et al.*, 1995 และ Kim *et al.*, 1996)

จากการศึกษาครั้งนี้จะเห็นว่า *Alexandrium* ทั้งสองชนิดสามารถแพร่กระจายและเติบโตได้ในช่วงความเค็มกว้างเหมือนกัน แต่ไม่พบว่ามี การเกิดขึ้นร่วมกลุ่มประชากรเดียวกัน (coexist) ดังที่เคยพบว่ามี การอยู่ร่วมกลุ่มประชากรเดียวกันของ *A. tamarensis* และ *A. tamiyavanichi* ในบริเวณชายฝั่งอย่างคิลาจากการศึกษาของสุชนา วิเศษสังข์ และเกรียงศักดิ์ สายธนู (2533) และในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบ *A. minutum* ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำซึ่งมีความเค็มสูงกว่าในแหล่งน้ำธรรมชาติแสดงว่าความเค็มในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอาจมีค่าสูงเกินไปสำหรับการเติบโตของ *A. minutum* สายพันธุ์ที่พบเพราะในการศึกษาที่ผ่านมาในประเทศไทยพบ *A. minutum* เติบโตและเพิ่มจำนวนมากในบ่อเลี้ยงกุ้งที่มีความเค็มต่ำถึง 4 ppt. (Matsuoka *et al.*, 1998) เป็นที่น่าสังเกตว่า *A. minutum* ที่พบในประเทศไทยนั้นมักจะพบในความเค็มค่อนข้างต่ำ และสามารถทนทานต่อระดับความเค็มที่ต่ำกว่า *A. tamarensis* อย่างไรก็ตามมีรายงานว่า *A. minutum* สามารถอยู่ในน้ำที่มีความเค็มสูงได้เนื่องจากสามารถเลี้ยง *A. minutum* ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีความเค็มสูงถึง 30 ppt. ในห้องปฏิบัติการได้ (สุชนา วิเศษสังข์, ดิฉัตร ส่วนตัว) และนอกจากนี้ยังมีรายงานว่าพบ *A. minutum* ได้ในบริเวณที่มีความเค็มตั้งแต่ 30 ถึง 37 ppt. ในบริเวณต่างๆ ทั่วโลก (Hallegraeff *et al.*, 1988 ; Oshima *et al.*, 1989 ; Ledoux *et al.*, 1991 ; Cannon, 1993 และ Honsell, 1993)

ลักษณะสำคัญในการจำแนกชนิดของ *A. tamarense* และ *A. minutum*

เนื่องจากโคโนแฟลกเจลเลตสกุล *Alexandrium* เป็นโคโนแฟลกเจลเลตที่มีขนาดเล็กจนถึงปานกลาง มีเปลือกแข็งหุ้มและไม่มีส่วนยื่นออกจากลำตัว เช่น horn หรือ spine แต่อาจพบ wing ที่ sulcal plate ได้ในบางชนิด ดังนั้นลักษณะสำคัญที่ผู้ศึกษาใช้ในการคัดเลือกเซลล์ธรรมชาติมาเพาะเลี้ยงคือ รูปร่าง ขนาดของเซลล์ และสีของเซลล์ที่เห็นเนื่องจากรงควัตถุ โดยเซลล์ของ *Alexandrium* จะมีลักษณะค่อนข้างกลม เคลื่อนที่แบบควงตัวผ่านไปทางด้านหน้า เห็นร่องขวางลำตัวชัดเจนและเหลี่ยมด้านทางด้านซ้ายประมาณ 1 เท่าของความกว้าง girdle นอกจากรูปร่าง และขนาดแล้ว ยังใช้การจัดเรียงตัวของแผ่นเปลือกในการจำแนกความแตกต่างของ *Alexandrium* กับโคโนแฟลกเจลเลตสกุลอื่น ๆ สำหรับการการจัดเรียงตัวของแผ่นเปลือกของ *Alexandrium* พบ epitheca จำนวน 11 แผ่น ประกอบด้วย apical pore complex 1 แผ่น, apical plate 4 แผ่น และ precingular plate 6 แผ่น ส่วนด้าน hypotheca มีจำนวนแผ่นเปลือกทั้งหมด 8 แผ่น ประกอบด้วย precingular plates 5 แผ่น antapical plates 2 แผ่น และ posterior sulcal plate 1 แผ่น ซึ่งในโคโนแฟลกเจลเลตบางสกุลเช่น *Gonyaulax* และ *Lingulodinium* ก็มีจำนวนแผ่นเปลือกด้าน hypotheca เท่ากับ *Alexandrium* ด้วยเช่นกัน แต่จะมีการจัดเรียงตัวของแผ่นเปลือกต่างกันตรงการเชื่อมต่อของ precingular plate แผ่นที่ 5 กับ posterior sulcal plate โดยใน *Alexandrium* แผ่นเปลือกทั้งสองจะเชื่อมติดต่อกันโดยตรงตลอดรอยต่อของแผ่นทั้งสอง ในขณะที่ถ้าเป็น *Gonyaulax* หรือ *Lingulodinium* ขอบของ precingular plate แผ่นที่ 5 จะมีส่วนไปเชื่อมต่อกับ antapical plate ที่ 2 อีกด้วย (Balech, 1995) (รูปที่ 45) นอกจากนี้แล้วยังพบว่าโคโนแฟลกเจลเลตสกุล *Pyrodinium* มีจำนวนแผ่นเปลือกและการจัดเรียงตัวคล้ายกับ *Alexandrium* แต่จะสามารถจำแนกได้อย่างชัดเจนจากลักษณะรูปร่างของเซลล์กล่าวคือ *Pyrodinium* จะมีขนาดใหญ่กว่า *Alexandrium* และมีส่วนยื่นออกจากลำตัว เช่น horn, list, wing มองเห็นได้อย่างชัดเจน (Hallegraeff ใน Hallegraeff *et al.*, 1995)



รูปที่ 45 ลักษณะความแตกต่างของการเชื่อมต่อแผ่นเปลือก 5''' กับ แผ่น S.p. ระหว่างโคโนแฟลกเจลเลตสกุล *Alexandrium* (A) กับ *Gonyaulax* (B) และ *Lingulodinium* (C)

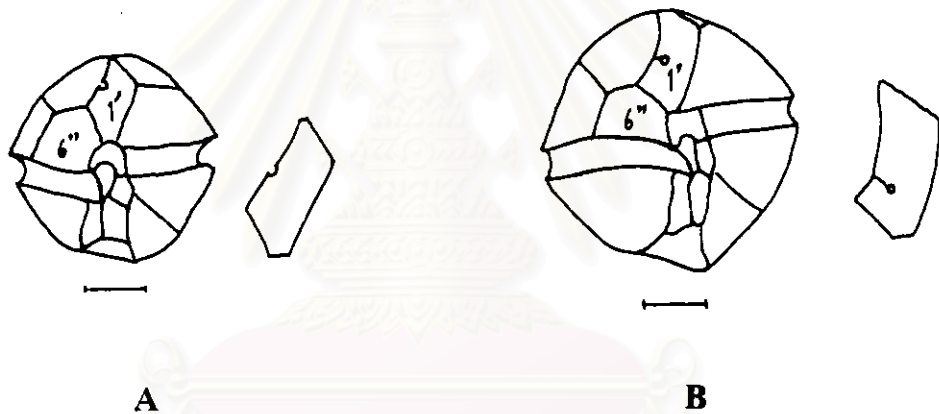
(ที่มา : Fukuyo, 1997)

การศึกษาครั้งนี้จัดจำแนกชนิดของ *Alexandrium* ที่เพาะเลี้ยงโดยใช้รูปร่าง ขนาด การสร้างสายโซ่เซลล์ และรูปร่างของแผ่นเปลือกสำคัญ ได้แก่ APC, แผ่น 1', แผ่น 6'', แผ่น S.a. และแผ่น S.p. เป็นเกณฑ์ในการจัดจำแนก ประกอบกับ ลักษณะการเชื่อมต่อกันของ APC กับ แผ่น 1' ว่าเป็นแบบเชื่อมต่อกันโดยตรงหรือมีเส้นเชื่อมระหว่างกัน รวมทั้งตำแหน่งของ V.p. และ P.a.p. จะถูกนำมาใช้ประกอบการพิจารณาด้วยเช่นกัน จากการศึกษารูปร่างและขนาดเซลล์ของ *Alexandrium* spp. ที่เพาะเลี้ยงพบว่า เซลล์มีรูปร่างค่อนข้างกลมหรือมีความยาวมากกว่าความกว้างเล็กน้อย ขนาดของความยาวเซลล์อยู่ในพิสัย 16.11 ถึง 36.42 ไมครอนและมีความกว้างเซลล์อยู่ในพิสัย 14.66 ถึง 33.81 ไมครอน ซึ่งหากพิจารณาขนาดของเซลล์ที่พบทำให้สามารถจัดแบ่งกลุ่มได้เป็นเซลล์ขนาดเล็กซึ่งมีความยาวตั้งแต่ 16 ถึง 23 ไมครอน กลุ่มเซลล์ขนาดปานกลางซึ่งมีความยาวตั้งแต่ 23 ถึง 30 ไมครอน และกลุ่มเซลล์ที่มีขนาดมากกว่า 30 ไมครอนซึ่งจะพบได้น้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบในเรื่องขนาดของเซลล์กับการศึกษาที่ผ่านมาของพรศิปปี ผลพันธุ์น (2530), Fukuyo *et al.* (1988), Fukuyo *et al.* (1989) และ Wisessang *et al.* (1993) จะเห็นได้ว่า *Alexandrium* กลุ่มที่มีขนาดปานกลางและขนาดใหญ่ในครั้งนี้นี้การศึกษาสามารถจัดลงได้ในกลุ่มของ *A. tamarense* ส่วนกลุ่มที่มีขนาดเล็กนั้นสามารถจัดลงในกลุ่มของ *A. minutum* ตามขนาดที่ใกล้เคียงกันกับรายงานของ Matsuoka *et al.* (1998) และเมื่อพิจารณาการสร้างสายโซ่เซลล์ประกอบกับขนาดเซลล์ จะพบว่าเซลล์ที่มีขนาดเล็กจะอยู่เป็นเซลล์เดี่ยวและพบเป็นเซลล์คู่ได้เล็กน้อย ส่วนเซลล์ขนาดกลางและเซลล์ขนาดใหญ่จะพบเป็นคู่ได้มากกว่าเซลล์ขนาดเล็ก ดังนั้น *Alexandrium* ที่มีขนาดเซลล์เล็กน่าจะจัดอยู่ในกลุ่มหนึ่ง และเซลล์ที่มีขนาดกลางและขนาดใหญ่จะจัดอยู่ในอีกกลุ่ม ทั้งนี้ยังได้วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของอัตราส่วนระหว่างความยาวกับความกว้างของเซลล์ 50 เซลล์ในแต่ละโคลนที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่าโคลน SP980112D มีความแตกต่างกับตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นโคลน SK970432B ที่เก็บจากบ่อเลี้ยงปลากระบอก จังหวัดสมุทรสงคราม, โคลน RY01970522 ที่เก็บจากบ่อเลี้ยงกุ้ง 1 จังหวัดระยอง, และโคลน CR970909B ที่เก็บจากบ่อเลี้ยงกุ้ง จังหวัดจันทบุรี ดังนั้นถ้าใช้อัตราส่วนความยาวต่อความกว้างเป็นเกณฑ์ประกอบจึงเป็นไปได้ว่าในกลุ่มตัวอย่างที่นำมาศึกษาทั้ง 8 โคลนจะเป็น *Alexandrium* 2 ชนิด แต่เมื่อได้ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแผ่นเปลือกดังที่จะกล่าวต่อไปจะพบว่าโคลน SP980112D เป็นคนละชนิดกับอีก 3 โคลนที่กล่าวมา อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของอัตราส่วนระหว่างความยาวกับความกว้างก็สามารถนำมาใช้ประกอบกับ ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแผ่นเปลือกเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการจำแนกชนิดของ *Alexandrium* ได้

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแผ่นเปลือกที่แตกต่างกันใน 2 ชนิดนี้คือ ลักษณะรูปร่างของแผ่น 1' แผ่น 6'' และแผ่น S.p. โดย *Alexandrium* ชนิดแรกซึ่งมีขนาดเซลล์เล็กน่าจะเป็น *A. minutum* เนื่องจากแผ่น 1' ค่อนข้างแคบ แผ่น 6'' มีอัตราส่วนระหว่างความยาวต่อความกว้างเป็น 1.4 ซึ่งเป็นลักษณะที่เด่นชัดของ *A. minutum* (Balech, 1995) และแผ่น S.p. มีความยาวเท่า ๆ กันกับความกว้างและที่ขอบด้านล่างโค้งมน ส่วนในกลุ่มที่สองนี้น่าจะเป็น *A. tamarense* เนื่องจากแผ่นที่ 1' ค่อนข้าง

ข้างกว้าง แผ่น 6" มีอัตราส่วนระหว่างความยาวต่อความกว้างอยู่ที่ประมาณ 1 เท่า และแผ่น S.p. มีลักษณะคล้ายสี่เหลี่ยมผืนผ้าซึ่งที่ปลายขอบด้านล่างจะค่อนข้างตัดตรง ทั้งนี้ลักษณะของแผ่น S.p. ที่พบจากการศึกษาครั้งนี้เป็นลักษณะที่ผิดไปจากลักษณะประจำชนิดที่รายงานโดย Balech (1995) ว่าแผ่น S.p. จะมีอัตราส่วนระหว่างความยาวต่อความกว้างเป็นหนึ่งเท่า และที่ปลายขอบด้านล่างจะโค้งมน นอกจากนี้ที่แผ่น S.p. ของ *A. tamarensis* จะมีโอกาสพบ P.a.p. ได้มากกว่าใน *A. minutum*

หากพิจารณาถึงลักษณะของ *Alexandrium* ที่พบจากการศึกษาครั้งนี้กับชนิดอื่นที่เคยพบในเมืองไทยโดยพรศิตปี ผลพันธุ์น (2530) และ Fukuyo *et al.* (1988) รายงานไว้ จะเห็นว่า *A. leei* ก็มีลักษณะรูปร่างของเซลล์ รูปร่างของ APC, แผ่น 6", แผ่น 1' และแผ่น S.p. คล้ายคลึงกับ *A. tamarensis* ที่ได้จากการศึกษานี้ แต่ลักษณะที่ใช้แยก *A. tamarensis* ออกจาก *A. leei* ได้ คือ ขนาดของเซลล์ โดยที่ *A. leei* จะมีขนาดใหญ่กว่าใน *A. tamarensis* มาก และพบ V.p. อยู่ถ้าเข้ามาทางด้านในของแผ่นที่ 1' แทนที่จะอยู่ที่ระหว่างขอบรอยต่อของแผ่น 1' กับแผ่น 4' เหมือนใน *A. tamarensis* (รูปที่ 46) นอกจากนี้ *A. leei* ยังสามารถสร้างสายโซ่เซลล์ได้ถึง 4 เซลล์ใน 1 สายอีกด้วย



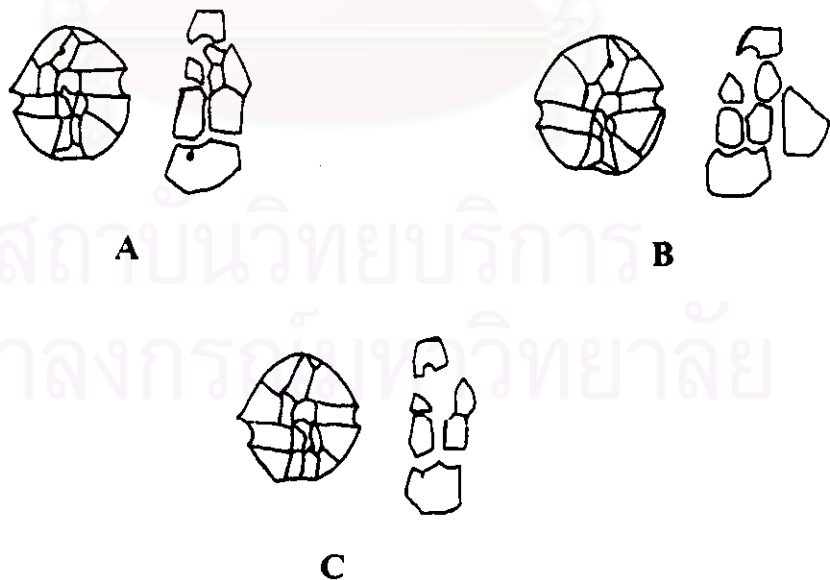
รูปที่ 46 ลักษณะความแตกต่างของแผ่นเปลือกที่ 1' ระหว่าง *Alexandrium tamarensis* (A) กับ *Alexandrium leei* (B) (SCALE BAR = 10 ไมครอน)
(ที่มา : Balech, 1995)

A. tamarensis ที่ศึกษามีรูปร่างค่อนข้างกลมและมีขนาดเซลล์ปานกลางจนถึงขนาดใหญ่โดยมีความยาวเซลล์อยู่ในพิสัย 16.41 ถึง 36.42 ไมครอน และมีความกว้างอยู่ในพิสัย 15.49 ถึง 36.30 ไมครอน โดยส่วนใหญ่จะพบในขนาดความยาวตั้งแต่ 23.5 ถึง 28.5 ไมครอน และมีความกว้างตั้งแต่ 22.5 ถึง 27.0 ไมครอน ส่วนขนาดเซลล์ที่ค่อนข้างเล็ก (16 ถึง 23 ไมครอน) และขนาดเซลล์ค่อนข้างใหญ่มาก (28 ถึง 36 ไมครอน) จะพบน้อย ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบขนาดของเซลล์ที่ศึกษาครั้งนี้กับงานวิจัยอื่นๆ พบว่ามีขนาดใกล้เคียงกับที่เคยมีรายงานไว้ในประเทศไทย (พรศิตปี ผลพันธุ์น, 2530 ; Fukuyo *et al.*, 1988 ; สุชนา วิเศษสังข์ และเกรียงศักดิ์ สายธนู, 2533 ; Pholpunthin *et al.*, 1990 และ Balech, 1995) และเช่นเดียวกับที่พบในไต้หวัน (Su *et al.*, 1989) แต่เล็กกว่าที่พบในประเทศออสเตรเลียเล็กน้อย (Hallegraeff *et al.*, 1991) และเล็กกว่าอย่างเห็นได้ชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับที่พบ

ในประเทศญี่ปุ่น (Fukuyo *et al.*, 1985) ดังแสดงในตารางที่ 14

การสร้างสายโซ่เซลล์ของ *A. tamarensis* เป็นอีกลักษณะหนึ่งที่พบเช่นเดียวกับที่มีผู้รายงานไว้ในงานวิจัยอื่น คือส่วนใหญ่จะพบเป็นเซลล์เดี่ยวหรือพบเป็นเซลล์คู่ได้เล็กน้อย ยกเว้นในบางรายงานที่พบว่า *A. tamarensis* สามารถสร้างเซลล์ได้ 4 ถึง 8 เซลล์ในสาย (สุชนา วิเศษสังข์ และเกรียงศักดิ์ สายทนุ, 2533) ส่วนตำแหน่งที่พบ V.p. บนรอยต่อของแผ่น 1' กับแผ่น 4' ในการศึกษาครั้งนี้พบได้ตั้งแต่ 1 ใน 3 ถึงครึ่งหนึ่งของความยาวรอยต่อ ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วจะพบอยู่ที่ประมาณครึ่งหนึ่งของรอยต่อ ซึ่งเป็นลักษณะที่ตรงกันกับ *A. tamarensis* ในไทยที่รายงานโดย Pholpunthin *et al.* (1990) แต่ในบางครั้งพบว่า V.p. รุกเข้าไปอยู่ในแผ่นที่ 1' (คล้ายลักษณะประจำชนิดของ *A. leei*) ซึ่งได้ถูกรายงานไว้โดย Fukuyo (1985) เช่นกัน

ในกรณีของ *A. minutum* หากพิจารณาจากขนาดของเซลล์ และลักษณะที่ไม่พบ A.a.p บนแผ่น APC รวมทั้งรูปร่างของแผ่นที่ 1' แผ่น 6'' แผ่น S.p. และการเชื่อมต่อของ APC กับแผ่น 1' จะเห็นว่าคล้ายคลึงกับ *A. lusitanicum* และ *A. angustitabulatum* แต่ลักษณะที่ทำให้แยก *A. minutum* ออกจาก 2 ชนิดดังกล่าวได้คือ ใน *A. minutum* นั้นแผ่น S.a. จะมีความยาวเท่า ๆ กันหรือมากกว่าความกว้าง (รูปที่ 47A) ส่วน *A. lusitanicum* จะมีความยาวของแผ่น S.a. น้อยกว่าความกว้างเสมอ (Balech, 1995) (รูปที่ 47B) และสำหรับ *A. angustitabulatum* นั้นที่แผ่นที่ 1' จะไม่พบ V.p. (รูปที่ 47C) (Balech, 1995) ซึ่งใน *A. minutum* จะพบ V.p. เสมอที่รอยต่อของแผ่นที่ 1' กับแผ่นที่ 4' (รูปที่ 47A) นอกจากนี้ยังไม่เคยมีรายงานว่าพบการกระจายของ *A. angustitabulatum* และ *A. lusitanicum* ในบริเวณเขตร้อนมาก่อน (ตารางที่ 2)



รูปที่ 47 ลักษณะความแตกต่างของแผ่น S.a. และ V.p. ระหว่าง *Alexandrium minutum* (A) *Alexandrium lusitanicum* (B) และ *Alexandrium angustitabulatum* (C)

(ที่มา : Balech, 1995)

ตารางที่ 14 ขนาดของเซลล์ และลักษณะแผ่นเปลือกที่สำคัญของ *Alexandrium tamarense* ในบริเวณต่าง ๆ

ประเทศที่มีรายงานการพบ *Alexandrium tamarense*

	ประเทศไทย										
	ออกเตรเลีย	b	ญี่ปุ่น	d	ไต้หวัน	f	g	h	i	j	k
	a		c		e						
สถานที่เก็บ	คอนเหนือของทาสมนเนีย ที่หรือ Phillip Bay, McDonnell	ชายฝั่งทางคอนเหนือของมหาสมุทรแปซิฟิก			Tungkang	อ่าวไทยคอนบน เอสตูรี	อ่าวไทยคอนบน	อ่างศิลา	อ่างศิลา	เอสตูรี	บ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ เอสตูรี
ความยาวเซลล์ (ไมครอน)		25-48	26-38	30-33	14-34	25-32.5	25-32.5	24-30	25-32.5	22-28.5	23.5-28.5
ความกว้างเซลล์ (ไมครอน)	26-38	25-48	27-44	21-49	13-31	25-32.5	25-32.5	24-30	25-32.5	23-29.5	22.5-27
การสร้างโซ่เซลล์	เซลล์เดี่ยว หรือ เซลล์คู่ประปราย	น้อยกว่า 4 เซลล์	น้อยกว่า 4 เซลล์	2-4 เซลล์	เซลล์เดี่ยว หรือ เซลล์คู่ประปราย	เซลล์เดี่ยว หรือ เซลล์คู่ประปราย	2-4 เซลล์	2-4 เซลล์	8 เซลล์		เซลล์เดี่ยว หรือ เซลล์คู่ประปราย
การเชื่อมต่อของ APC กับ แผ่น 1'	โดยตรง	โดยตรง	โดยตรง	โดยตรง	โดยตรง	โดยตรง	โดยตรง	โดยตรง	โดยตรง	โดยตรง	โดยตรง
ตำแหน่ง V.p. บน 1' - 4' suture	ไม่บอกตำแหน่ง	กึ่งกลาง บางครั้ง ย้ายเข้าไปในแผ่น 1'	กึ่งกลาง	ไม่บอก ตำแหน่ง	ไม่บอก ตำแหน่ง	กึ่งกลาง	ไม่บอก ตำแหน่ง	กึ่งกลาง	ไม่บอก ตำแหน่ง	ไม่บอก ตำแหน่ง	กึ่งกลาง
ความเป็นพิษ	เป็นพิษ	ไม่ได้ทดสอบพิษ	เป็นพิษ	ไม่ได้ทดสอบพิษ	เป็นพิษ	ไม่เป็นพิษ	ไม่ได้ทดสอบพิษ	พบทั้งเป็นพิษ และไม่เป็นพิษ	ไม่เป็นพิษ	ไม่ได้ทดสอบ	ไม่เป็นพิษ

หมายเหตุ a แทน รายงานโดย Hailegraff *et al.* (1991) b แทน รายงานโดย Fukuyo (1985) c แทน รายงานโดย Fukuyo *et al.* (1990) d แทน รายงานโดย Fukuyo *et al.* (1985)

e แทน รายงานโดย Su *et al.* (1989) f แทน รายงานโดย Fukuyo *et al.* (1988) g แทน รายงานโดย พรศิลป์ พลพันธ์อิน (2530) h แทน รายงานโดย Pholpumthim *et al.* (1990)

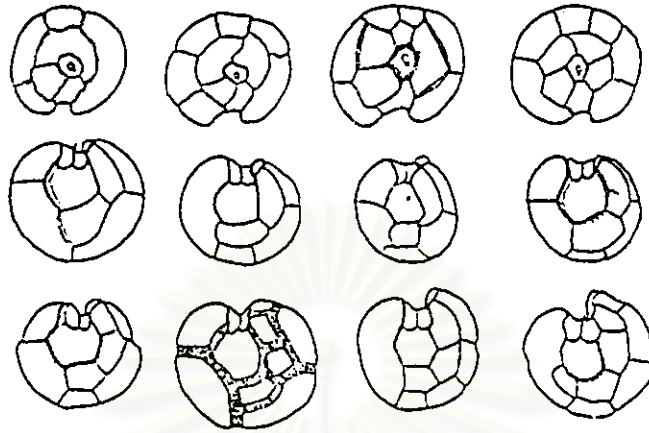
i แทน รายงานโดย สุขนา วิเศษสังข์ และเกรียงศักดิ์ สาธธนุ (2533) j แทน รายงานโดย Malech (1995) k แทน การศึกษาครั้งนี้

A. minutum ที่ศึกษามีรูปร่างค่อนข้างกลมและมีขนาดเซลล์ตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดปานกลางโดยความยาวอยู่ในพิสัย 16.11 ถึง 30.06 ไมครอน และมีความกว้างอยู่ในพิสัย 14.66 ถึง 34.44 ไมครอนซึ่งอยู่ในช่วงเดียวกับที่มีรายงานในการศึกษาอื่นๆ ทั้งนี้มีรายงานว่า *A. minutum* จะมีขนาดความยาวตั้งแต่ 17 ถึง 29 ไมครอน และมีความกว้างตั้งแต่ 17 ถึง 27 ไมครอน (ตารางที่ 15) ยกเว้นใน *A. minutum* จากอียิปต์ (Halim, 1960 อ้างถึงใน Erard และ Denn, 1990) ซึ่งมีขนาดเล็กกว่า *A. minutum* ที่พบในบริเวณอื่น นอกจากนี้ Balech (1995) ยังรายงานอีกว่าความยาวค่าสุดของ *A. minutum* คือ 15.5 ไมครอน และเซลล์ที่ยาวที่สุดจะมีขนาด 36 ไมครอนซึ่งเซลล์ยาว 34 ถึง 36 ไมครอนนั้นจะพบได้น้อยมาก สอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ซึ่งพบเซลล์ที่มีขนาดความยาวมากกว่า 30 ไมครอนได้น้อยมาก นอกจากนี้ลักษณะการเชื่อมต่อโดยตรงของ APC กับแผ่น 1' ที่พบในการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับลักษณะประจำชนิดของ *A. minutum* ที่มีผู้รายงานไว้จากเขตต่าง ๆ ในโลกเป็นส่วนใหญ่ ยกเว้นการศึกษาในออสเตรเลีย อียิปต์ (Fraga, 1989 อ้างถึงใน Erard และ Denn, 1990 และ Forteza *et al.*, 1998) ซึ่ง V.p. พบในตำแหน่งที่ไม่แน่นอนบนรอยต่อระหว่างแผ่น 1' กับแผ่น 4' ซึ่งอาจเป็น 1 ใน 5 1 ใน 2 และ 2 ใน 3 ของความยาวรอยต่อแผ่น 1' กับแผ่น 4' (ตารางที่ 20) สำหรับตำแหน่งที่พบ V.p. ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าแตกต่างไปจากลักษณะที่รายงานไว้ใน Balech (1989 และ 1995) ซึ่งพบว่า V.p. อยู่ที่ส่วนท้ายของความยาวรอยต่อของแผ่น 1' กับแผ่น 4' ทั้งนี้ต่างไปจากการศึกษาของ Matsuoka *et al.* (1998) ซึ่งพบ V.p. อยู่ในตำแหน่ง 1 ใน 3 ของความยาวรอยต่อแผ่น 1' กับแผ่น 4'

การผันแปรของลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแผ่นเปลือก

จากการศึกษารูปร่าง ขนาดของแผ่นเปลือกหุ้มเซลล์ที่สำคัญได้แก่ APC , แผ่น 1' , แผ่น 6'' แผ่น S.a. และแผ่น S.p. โดยในการศึกษาครั้งนี้ใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกชนิดเปรียบเทียบกับรายละเอียดในเอกสารต่าง ๆ ทั้งที่เคยทำการศึกษาแล้วในประเทศไทยและในต่างประเทศ พบว่าลักษณะของแผ่นเปลือกสำคัญดังกล่าวเหล่านี้มีความผันแปรเป็นอย่างมาก ทั้งในแง่ของจำนวนและขนาดของแผ่นเปลือกดังที่พบแผ่นเปลือกเพิ่มขึ้นในชุด apical plate ของ epitheca ในโคลน RY01970522 (รูปที่ 32) ซึ่ง Balech (1995) กล่าวว่าความผันแปรของขนาดแผ่นเปลือกนั้นขึ้นอยู่กับ อายุ หรือระยะของ culture ดังเช่นการศึกษาของ Forteza *et al.* (1998) พบว่า การเปลี่ยนแปลงขนาดของเซลล์ *A. minutum* ขึ้นอยู่กับการพัฒนาในระยะของ culture และจะแปรผกผันกับความหนาแน่นของเซลล์ด้วย และนอกจากนี้ยังพบอีกว่า ความผันแปรของรูปร่างของแผ่นเปลือกจะพบได้เสมอในเซลล์ที่เพาะเลี้ยง โดยเฉพาะเซลล์ที่อยู่ในระยะ stationary phase ซึ่ง Taylor (1975) รายงานไว้ว่าพบความผันแปรของแผ่นเปลือกของไดโนแฟลกเจลเลต *A. tamarense* ที่ epitheca และ hypotheca ได้หลายลักษณะเช่นมีจำนวนแผ่นเปลือกเพิ่มขึ้น (รูปที่ 48) โดยเฉพาะเมื่อ culture ที่เพาะเลี้ยงอยู่ในระยะ stationary phase เซลล์จะเริ่มมีรูปร่างผิดปกติไปซึ่งนอกจากจะพบความผันแปรในเซลล์ที่เพาะเลี้ยงแล้วยังพบในเซลล์ที่

เก็บจากธรรมชาติอีกด้วย เช่นใน *A. taylori* พบว่าแผ่นที่ 1' มีความผันแปรมากทั้งในกลุ่มประชากรที่เกิดจากที่เดียวกันและต่างที่กัน (Delgado *et al.*, 1997)



รูปที่ 48 ความผันแปรของแผ่นเปลือก *Alexandrium tamarense* ที่เพาะเลี้ยง
(ที่มา : Taylor, 1975)

นอกจากนี้ Hallegraeff *et al.* (1991) ได้รายงานว่าลักษณะสำคัญที่ใช้ในการจัดจำแนกชนิด เช่น A.a.p. และ P.a.p. อาจพบหรือไม่พบในเซลล์ธรรมชาติก็ได้แต่จะพบหรือสังเกตได้ชัดเจนในเซลล์ที่เพาะเลี้ยง ซึ่งในเซลล์ *A. minutum* ตามธรรมชาติจะไม่พบ A.a.p. และ P.a.p. แต่จะพบได้ในเซลล์ที่กำลังแบ่งเซลล์ หรือเพิ่งหลุดออกจากสายโซ่เซลล์ใหม่ ๆ ซึ่งในการศึกษารุ่นนี้ไม่พบ A.a.p. อาจเป็นเพราะเซลล์ที่ศึกษาไม่ได้เป็นเซลล์ในช่วงที่แบ่งตัวใหม่ ๆ ส่วนใน *A. tamarense* นั้นจะสังเกตเห็น A.a.p. และ P.a.p. ได้ชัดเจนในเซลล์ธรรมชาติ นอกจากนี้ยังได้รายงานอีกว่าในเซลล์ *A. minutum* ที่เพาะเลี้ยงจะมีการผันแปรของลักษณะการเชื่อมต่อระหว่าง APC กับแผ่น 1' สูงกว่าในเซลล์ตัวอย่างจากธรรมชาติ ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าลักษณะการเชื่อมต่อของแผ่น 1' กับ APC เป็นลักษณะที่มีความผันแปรมากโดยพบทั้งลักษณะที่เชื่อมต่อกันโดยตรง และมีเส้นเชื่อมระหว่างกัน ทั้งนี้ Balech (1989) ได้กล่าวไว้ว่าลักษณะที่มีเส้นเชื่อมต่อระหว่าง APC กับแผ่น 1' เป็นความผันแปรที่พบได้บ่อยบน epitheca ของ *A. minutum* โดย APC อาจต่อกับแผ่น 1' โดยตรงหรืออาจมีเส้นเชื่อมก็ได้และความยาวของเส้นเชื่อมนั้นพบว่าอาจยาวหรือสั้นมากน้อยแตกต่างกันไป ซึ่งในบางครั้งพบว่าความยาวของเส้นเชื่อมนั้นอาจยาวเท่ากับระยะจากขอบด้านบนของแผ่นที่ 1' ไปจนถึง v.p. ก็ได้

การสร้างพิษของ *A. tamarense* และ *A. minutum*

ในการศึกษารุ่นนี้สามารถเพาะเลี้ยง clonal culture ได้ทั้งหมด 22 โคลนซึ่งจัดจำแนกชนิดเป็น *A. tamarense* ได้ 18 โคลนและเป็น *A. minutum* จำนวน 4 โคลนและเมื่อทดสอบความเป็นพิษด้วยวิธี mouse bioassay พบว่า *A. tamarense* 12 โคลนที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ไม่มีความเป็นพิษ และเมื่อ

ตารางที่ 15 ขนาดของเซลล์ และลักษณะแผ่นเปลือกที่สำคัญของ *Alexandrium minutum* ในบริเวณต่าง ๆ

	ประเทศที่มีรายงานการพบ <i>Alexandrium minutum</i>											
	ออสเตรเลีย		ลิเบีย		ฝรั่งเศส		อิตาลี		สเปน		ไทย	
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
ปีที่เก็บ	1986-1987	1987-1988	1958	-	1988-1989	1989	1985-1988	1990	1985-1987	1995	1995	1998
สถานที่เก็บ	Adelaide port		Alexandria harbor		อ่าว และแม่น้ำ	อ่าว Morlaix	อ่าว Naples	Adriatic sea	-	Palma harbor	บ่อเลี้ยงกุ้ง	เอสตูรี
ความยาวเซลล์ (ไมครอน)	20-24	22-26	16-23.2	17-29	24.5-28	17-19	21.3-30	18-26	22-29	17-38	22-28	16.1-30.1
ความกว้างเซลล์ (ไมครอน)	20-24	20-24	13-20.3	< L = 4-6	-	-	18.8-23.8	-	15-22	16-35	18-25	14.7-34.4
การเชื่อมต่อของ APC - แผ่น 1'	โดยตรง หรือ มีเส้นเชื่อม		มีเส้นเชื่อม โดยตรง หรือ มีเส้นเชื่อม		โดยตรง	โดยตรง และ ไม่พบ V.p.		โดยตรง หรือ มีเส้นเชื่อม	โดยตรง หรือ มีเส้นเชื่อม	โดยตรง	โดยตรง	โดยตรง
ความเป็นพิษ	เป็นพิษ		ไม่ได้ทดสอบพิษ		เป็นพิษ		ไม่ได้ทดสอบพิษ		ไม่ได้ทดสอบพิษ	เป็นพิษ	เป็นพิษ	เป็นพิษ

หมายเหตุ a แทน รายงานโดย Halim (1960) c แทน รายงานโดย Montresor *et al.* (1990) i แทน รายงานโดย Erard และ Desbroyer (unpub.)
 b แทน รายงานโดย Balech (1989) f แทน รายงานโดย Honsell (1993) j แทน รายงานโดย Matsuoka *et al.* (1998)
 c แทน รายงานโดย Fraga (1989) g แทน รายงานโดย Hallegraeff *et al.* (1988) k แทน รายงานโดย Erard และ Denn (1990)
 d แทน รายงานโดย Forteza *et al.* (1998) h แทน รายงานโดย Hallegraeff *et al.* (1991) l แทน การศึกษาครั้งนี้
 (a, c และ i อ้างถึงโดย Erard และ Denn, 1990)

นำสารสกัดจากเซลล์ *A. tamarense* บางโคลนไปวิเคราะห์ด้วย HPLC ก็ไม่พบสารพิษ เช่นเดียวกับที่ สุขณา วิเศษสังข์ และเกรียงศักดิ์ สายธนู (2533) ได้รายงานไว้จากการศึกษา *A. tamarense* ที่เก็บจาก บริเวณอ่างศิลา และจากการศึกษาของ Kodama *et al.* (1989) และ Pholpunthin *et al.* (1990) พบว่า *A. tamarense* บางสายพันธุ์ก็ไม่มีพิษเช่นกัน นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าพบ *A. tamarense* สายพันธุ์ที่ไม่ สร้างพิษในต่างประเทศอีกด้วยเช่น สายพันธุ์จากทางตะวันออกเฉียงใต้ของออสเตรเลีย (Hallegraciff *et al.*, 1991) และสายพันธุ์จากบริเวณทามาร์เอสทรี ประเทศอังกฤษ (Cembella *et al.*, 1987)

ส่วน *A. minutum* ทั้ง 4 โคลนสามารถสร้างพิษได้เช่นเดียวกับ *A. minutum* สายพันธุ์ที่พบ จากบ่อเลี้ยงกุ้ง จังหวัดสมุทรสาคร (ปิยนุช จูพันธ์, 2539) ซึ่งการศึกษาความเป็นพิษของ *A. minutum* ด้วยวิธี mouse bioassay ในโคลน SP980112B และ SP980112D พบว่าโคลน SP980112D นั้นมีความ เป็นพิษสูงกว่าโคลน SP980112B ถึง 10 เท่า โดยมีความเป็นพิษเท่ากับ 1.22×10^4 MU/เซลล์ และ 1.32×10^3 MU/เซลล์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาที่ผ่านมาของสุขณา วิเศษสังข์ และ เกรียงศักดิ์ สายธนู (2533) ก็พบว่าในแต่ละสายพันธุ์ของ *A. tamiyavanichi* ที่พบในบริเวณอ่างศิลา มี ความเป็นพิษแตกต่างกันเช่นกัน โดยความแตกต่างของระดับความเป็นพิษในระหว่างสายพันธุ์ที่มีพิษ สูงสุดกับสายพันธุ์ที่มีพิษต่ำสุดนั้นแตกต่างกันถึง 9 เท่า นอกจากนี้ Ogata *et al.* (1987) ยังได้รายงาน ไว้ว่าใน *A. tamarense* แต่ละสายพันธุ์นั้นมีความเป็นพิษแตกต่างกันได้ถึง 100 เท่า ซึ่ง Anderson (1990a) สรุปว่าการผันแปรของระดับความเป็นพิษหรือองค์ประกอบพิษในแต่ละสายพันธุ์ของ *Alexandrium* พบว่าเป็นลักษณะที่พบได้เสมอจากเซลล์ที่เพาะเลี้ยง

เมื่อพิจารณาถึงความหนาแน่นเซลล์ของไดโนแฟลกเจลเลตที่สร้างพิษได้ซึ่งจะเป็นอันตราย ต่อผู้บริโภคเมื่อสำรวจพบในแหล่งน้ำนั้น Hashimoto (1979) ได้รายงานว่ามีญี่ปุ่นซึ่งเป็นประเทศที่พบ ปัญหาการเกิดน้ำแดงมากที่สุดประเทศหนึ่งได้ถือว่าความหนาแน่นเซลล์ของ *Gymnodium* spp. ที่ 200 เซลล์/มิลลิลิตรว่าเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคสัตว์น้ำ ซึ่งความหนาแน่นเซลล์ดังกล่าวเราไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า แต่อย่างไรก็ตามความหนาแน่นเซลล์ในธรรมชาติของ *A. minutum* ที่สร้างพิษได้ ซึ่งพบบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา คือ 24 เซลล์/ลิตร (0.024 เซลล์/มิลลิลิตร) ซึ่งนับว่าต่ำกว่าระดับที่ถือ ว่าเป็นอันตรายมาก นอกจากนี้ Hashimoto (1979) ยังได้รายงานไว้อีกว่าระดับความเป็นพิษที่ทำให้ เกิดอาการพิษนั้นอยู่ที่ระดับ 50 ถึง 80 MU/กรัม และสามารถทำให้ถึงแก่ความตายได้ที่ระดับ 400 ถึง 500 MU/กรัม ซึ่งถ้าหากพิจารณาจากความ เป็นพิษของ *A. minutum* ในแต่ละสายพันธุ์ที่พบในการศึกษา ครั้งนี้จะต้องได้รับปริมาณเซลล์ของ *A. minutum* สูงถึง 50,000 ถึง 80,000 เซลล์ เข้าสู่ร่างกายจึงจะทำให้ มีอาการพิษได้ นอกจากนี้ปิยนุช จูพันธ์ (2539) ได้รายงานถึงความหนาแน่นเซลล์ของ *A. minutum* ที่มีผลต่ออัตราการตายของสัตว์น้ำเช่นกุ้งและปลาไว้ว่าอยู่ที่ 2.76×10^3 และ 9.7×10^3 เซลล์/มิลลิลิตรตาม ลำดับ ดังนั้นความหนาแน่นเซลล์ของ *A. minutum* ที่พบจากการศึกษากครั้งนี้จึงไม่น่าจะก่อให้เกิด อันตรายหรือความเป็นพิษใด ๆ กับผู้บริโภคสัตว์น้ำหรือแม้กระทั่งสัตว์น้ำเองก็ตาม

สำหรับองค์ประกอบพิษของ *A. minutum* ที่ศึกษาประกอบด้วย GTX₁₋₄ เท่านั้นซึ่งเป็นไปตาม

ลักษณะขององค์ประกอบพิษประจำกลุ่ม *minutum* (Cembella, 1998) โดยมี GTX₁ เป็นองค์ประกอบหลัก รองลงมาเป็น GTX₄ ส่วน GTX₂ และ GTX₃ พบอยู่ในปริมาณน้อยเช่นเดียวกับที่พบในเซลล์ของ *A. minutum* สายพันธุ์ AMADO6 ของประเทศออสเตรเลีย (Hallegraeff *et al.*, 1991) และ สายพันธุ์ AMTK-1 ของจีน (Chen และ Chou, 1998) นอกจากนี้ยังพบว่าใน *A. minutum* ที่ได้ศึกษาบางตัวอย่างกลับมี GTX₄ เป็นองค์ประกอบหลัก และมี GTX₁ รองลงมา ซึ่งตรงกันกับการรายงานของ Kodama (อ้างโดยปิยนุช จุฬพันธ์, 2539) ใน *A. minutum* สายพันธุ์ที่เก็บจากบ่อเลี้ยงกุ้ง จังหวัดสมุทรสาครเมื่อปีพ.ศ. 2538 ส่วน GTX₂ และ GTX₃ นั้นพบอยู่ในปริมาณน้อยเช่นกัน เมื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบพิษของ *A. minutum* กับงานวิจัยอื่น พบว่าโดยส่วนมากจะประกอบด้วย GTX_{1,4} เช่นกัน แต่มี GTX₄ เป็นองค์ประกอบหลัก (Oshima *et al.*, 1989b; Hallegraeff *et al.*, 1991; Franco *et al.*, 1995 และ Forteza *et al.*, 1998) ยกเว้นในสายพันธุ์ AMABOP006 และ AMABOP014 จากประเทศนิวซีแลนด์ที่มี neo-STX เป็นองค์ประกอบอยู่มากกว่าร้อยละ 65 โดยมี STX และ GTX_{1,4} อยู่ในปริมาณที่น้อยมาก (Chang *et al.*, 1997) ทั้งนี้ทั้งสองสายพันธุ์จะมี GTX₂ และ GTX₃ อยู่ในปริมาณน้อยเช่นเดียวกัน นอกเหนือจากนี้ยังมีรายงานว่า *A. minutum* สายพันธุ์จากฝรั่งเศสจะมี GTX₃ เป็นองค์ประกอบหลัก และมี GTX₂ เป็นองค์ประกอบรองลงมา (Erard และ Denn, 1990) เมื่อพิจารณาถึงองค์ประกอบพิษหลักของ *A. minutum* ดังกล่าวข้างต้นจะเห็นว่าปริมาณของ GTX₁ กับ GTX₄ จะมีความสัมพันธ์แบบผกผันกันคือ ถ้าหากพบพิษตัวใดตัวหนึ่งมากก็จะพบอีกตัวหนึ่งในปริมาณน้อย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะคุณสมบัติของโครงสร้างทางเคมีที่เป็นเอพิเมอร์ (epimer) กัน ดังรายงานของ Shimizu (อ้างถึงใน Taylor, 1987)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย