



ปัญหาจากการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี (red tide) ในทะเลเนื่องจากแพลงก์ตอนพืชเติบโตเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็วภายในระยะเวลาสั้น (bloom) พบได้หลายบริเวณในโลกและมีความถี่ของการเกิดเพิ่มมากขึ้น การเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนพืชในบางกรณีจะเป็นเหตุให้สัตว์น้ำตายเป็นจำนวนมาก เนื่องจากคุณภาพน้ำที่เสื่อมโทรมลงและพิษที่แพลงก์ตอนพืชบางชนิดสร้างขึ้น นอกจากนั้นเมื่อสัตว์น้ำบางชนิดกรองกินแพลงก์ตอนพืชที่สร้างสารชีวพิษ (biotoxin) แล้วสารชีวพิษนั้น ๆ จะไปสะสมอยู่ในร่างกายของสัตว์ และทำให้เกิดความเป็นพิษต่อผู้บริโภคสัตว์น้ำที่มีการปนเปื้อนด้วยแพลงก์ตอนพืชชนิดที่สร้างสารชีวพิษเข้าไปในร่างกาย

ไดโนแฟลกเจลเลตเป็นแพลงก์ตอนพืชกลุ่มหนึ่งที่เป็นอาหารสำคัญของสัตว์น้ำในทะเลแถบศูนย์สูตร โดยเฉพาะพวกหอยสองฝา ปลาและครัสตาเซียที่กินอาหารโดยการกรองอาหารจากมวลน้ำ ไดโนแฟลกเจลเลตสามารถสร้างสารชีวพิษได้หลายชนิด เช่น พิษอัมพาตในหอย (Paralytic Shellfish Poisoning : PSP) พิษที่ทำให้ท้องร่วง (Diarrhetic Shellfish Poisoning : DSP) และพิษที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท (Neurotoxic Shellfish Poisoning : NSP) ซึ่งพิษแต่ละชนิดจะถูกสร้างขึ้นมาได้โดยไดโนแฟลกเจลเลตต่างสกุลหรือต่างชนิดกัน จากการศึกษาของเกรียงศักดิ์ สายธนูและสุทธิชัย เตมียวนิชย์ (2527) และ Ishida *et al.* (1993) พบว่าการเกิดพิษอัมพาตในหอยทั้งในประเทศไทยและประเทศญี่ปุ่นมีความสัมพันธ์กับการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลตในสกุล *Alexandrium* สกุล *Gymnodinium* และสกุล *Pyrodinium* โดยเฉพาะไดโนแฟลกเจลเลตในสกุล *Alexandrium* พบว่ามีการกระจายอย่างกว้างขวาง และ *Alexandrium* บางชนิดเป็นสาเหตุของการเกิดพิษ PSP ในบริเวณต่าง ๆ ทั่วโลก และมีความถี่ของการเกิดการเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ยังมีรายงานถึงการแพร่กระจายของ *Alexandrium* จากบริเวณน่านน้ำเขตอบอุ่นในซีกโลกเหนือมายังซีกโลกตอนใต้ซึ่งไม่เคยมีรายงานว่าพบ *Alexandrium* มาก่อน (Hallegraeff, 1993) และมีรายงานว่า *Alexandrium* สามารถเข้ามาเติบโตเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็วในบริเวณเอตทูรีและบริเวณชายฝั่งของออสเตรเลีย เพราะได้รับสารอาหารจากน้ำทิ้งที่เกิดขึ้นเนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์ (Hallegraeff และ Bolch, 1991) ดังนั้นในบริเวณอ่าวไทยตอนบนซึ่งเป็นบริเวณที่มีลักษณะเป็นอ่าวค่อนข้างปิดและได้รับอิทธิพลจากน้ำแม่น้ำสายหลักทั้ง 4 สาย ได้แก่ แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน และแม่น้ำแม่กลอง รวมทั้งน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชนและกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ จึงเป็นบริเวณที่น่าจะมีการเฝ้าระวังและมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำอยู่เสมอ เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของไดโนแฟลกเจลเลต โดยเฉพาะกลุ่มที่สามารถสร้างสารชีวพิษได้ เช่น *Alexandrium* spp. เพราะนอกจากการเพิ่มจำนวนของ *Alexandrium* ที่สร้างพิษได้จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของผู้บริโภคสัตว์น้ำแล้ว

ยังมีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและการส่งออกผลิตภัณฑ์จากสัตว์น้ำรวมถึงทำให้เกิดผลกระทบต่อเศรษฐกิจโดยรวมได้

สำหรับในประเทศไทยมีรายงานการเกิดพิษอัมพาตในหอยครั้งแรกเมื่อเดือนพฤษภาคม 2526 ที่อำเภอปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ทำให้มีผู้ป่วยจำนวน 63 คน และ เสียชีวิต 1 คน เนื่องจากบริโภคหอยแมลงภู่ (*Perna viridis*) ที่จับมาจากบริเวณที่เกิดน้ำเปลี่ยนสี ปากแม่น้ำปราณบุรี (Suvapeepun, 1984 และ Tamiyavanich et al., 1985) หลังจากเหตุการณ์ความเป็นพิษดังกล่าวทำให้มีการศึกษาถึงการกระจายและความเป็นพิษของ *Alexandrium* spp. ในน่านน้ำไทยในเวลาต่อมา ดังรายงานของพรศิลป์ ผลพันธ์ิน (2530) และ Fukuyo et al. (1988) ซึ่งพบว่ามี *Alexandrium* ในน่านน้ำไทยรวม 4 ชนิดได้แก่ *Alexandrium cohorticula*, *Alexandrium fraterculus*, *Alexandrium leei* และ *Alexandrium tamarense* ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกชนิดดังกล่าวคือ รูปร่างของ apical pore complex (APC) ตำแหน่งของ ventral pore (V.p.) ตำแหน่งของ anterior และ posterior attachment pore (A.a.p และ P.a.p) และรูปร่างของแผ่นเปลือก sulcal anterior plate (S.a.) ต่อมาในปี 1994 Balech ได้รายงานว่ *A. cohorticula* สายพันธุ์ที่เพาะเลี้ยงไว้ของไทยซึ่งคัดเลือกเซลล์ได้จากตัวอย่างที่เก็บในบริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรีนั้น (Kodama, 1987 ; Kodama et al., 1988 และ Fukuyo et al., 1989) น่าจะจัดเป็น *Alexandrium* ชนิดใหม่ คือ *A. tamiyavanichi* เนื่องจากมีลักษณะที่แตกต่างกับ *A. cohorticula* ถึง 3 แห่ง นอกจากนี้ยังมีรายงานถึงการพบ *A. minutum* ในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นครั้งแรกที่อำเภอมหาชัย จังหวัดสมุทรสาครในปี 2534 (สุชนา วิเศษสังข์, ดิดต่อส่วนตัว) ซึ่งมีได้มีการรายงานอย่างเป็นทางการแต่ถูกนำมาศึกษาความเป็นพิษต่อปลาชนิดและกุ้งกุลาดำโดยปิยนุช จุรพันธ์ (2539) ต่อมา มีรายงานการพบ *A. minutum* อีกครั้งหนึ่งในปี 1998 โดย Matsuoka et al. ซึ่งพบในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำที่จังหวัดสมุทรสาคร เช่นกัน ในปี 2538

พิษอัมพาตในหอยเป็นสารพิษโมเลกุลใหญ่ประกอบด้วยสารพิษในรูปแบบต่าง ๆ 3 กลุ่ม คือ saxitoxin (STX), gonyautoxin (GTX), และ neo-saxitoxin (neo-STX) ซึ่งสารชีวพิษที่สร้างขึ้นโดย *Alexandrium* spp. ประกอบไปด้วย STX, neo-STX และ GTX₁₋₆ (Oshima, 1995b) สำหรับการศึกษาความเป็นพิษของ *Alexandrium* ที่พบในประเทศไทยพบว่ามี *Alexandrium* ที่สามารถสร้างพิษอัมพาตในหอยได้ 3 ชนิดคือ *A. tamiyavanichi*, *A. tamarense* และ *A. minutum* ซึ่ง *A. tamiyavanichi* มี GTX₁ เป็นองค์ประกอบพิษหลักอยู่ถึงร้อยละ 80 (Suvapeepun, 1984) สำหรับ *A. tamarense* มีองค์ประกอบพิษเป็น STX, neo-STX และ GTX₁₋₄ (Pholpunthin et al., 1990) และ *A. minutum* มี GTX₄ เป็นองค์ประกอบถึงร้อยละ 75 (Kodama, ดิดต่อส่วนตัว อ้างถึงในปิยนุช จุรพันธ์, 2539) ส่วน *A. fraterculus* และ *A. leei* ไม่มีข้อมูลความเป็นพิษเนื่องจากไม่สามารถเพาะเลี้ยงได้

จากความสำคัญของไโคโนแฟลกเจลเลตในสกุล *Alexandrium* ดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ทำให้นำศึกษาว่าภายใต้สภาวะของทะเลไทยในปัจจุบันจะมีแพลงก์ตอนพืชสกุลดังกล่าวอยู่มากน้อยเพียงไร โดยในการศึกษาครั้งนี้จะทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ *Alexandrium* spp. ที่พบในอ่าว

ไทยตอนบน ทั้งในบริเวณกลางอ่าวไทยตอนบน บริเวณชายฝั่ง และบริเวณบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำรอบอ่าวไทยตอนบน รวมทั้งศึกษาความสามารถในการสร้างชีวพิษของ *Alexandrium* spp. ที่พบ ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์ในด้านเป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับความหลากหลายของ *Alexandrium* ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน และได้ข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ประกอบการศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีและความเป็นพิษของแพลงก์ตอนพืชกลุ่ม ไดโนแฟลกเจลเลตต่อไป

สำรวจเอกสาร

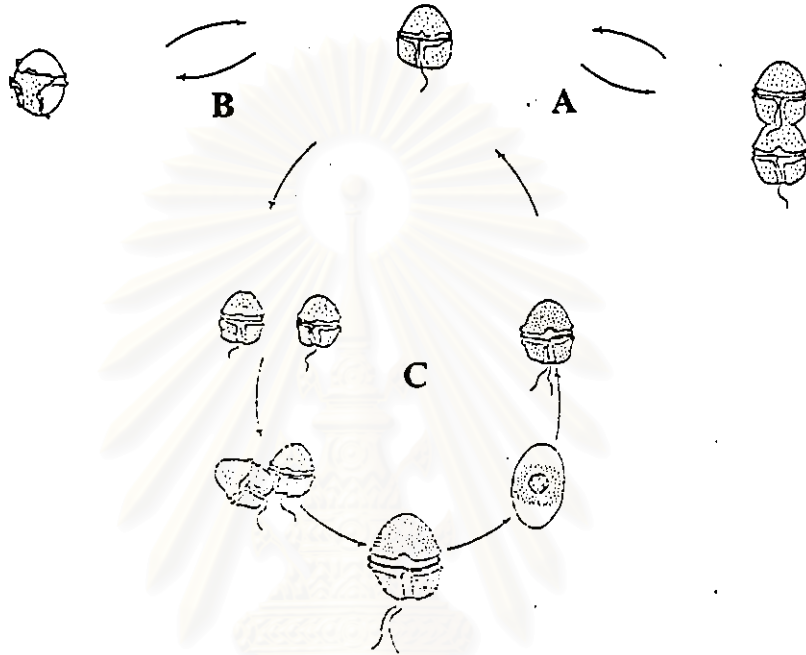
ลักษณะทั่วไป

ไดโนแฟลกเจลเลตเป็นแพลงก์ตอนพืชกลุ่มหลักกลุ่มหนึ่งในประชากรแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด เซลล์ของไดโนแฟลกเจลเลตมีสีน้ำตาลเนื่องจากภายในเซลล์มีรงควัตถุพวกคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ ซี เบตาแคโรทีน และแซนโทฟิลล์ เช่น เพอริคินิน และไดโนแซนทิน อาหารสะสมจะอยู่ในรูปของแป้งและน้ำมัน ไดโนแฟลกเจลเลตมักอยู่เป็นเซลล์เดี่ยว และสามารถเคลื่อนไหวได้เมื่ออยู่ในระยะปกติที่สามารถสืบพันธุ์ได้โดยอาศัยแฟลกเจลลา 2 เส้น ไดโนแฟลกเจลเลตมีทั้งพวกที่สามารถสังเคราะห์แสงได้และสังเคราะห์แสงไม่ได้ นอกจากนี้ยังพบพวกที่ดำรงชีวิตเป็นพาราไซต์หรืออยู่อาศัยร่วมกับสิ่งมีชีวิตอื่นได้อีกด้วย (Taylor, 1987)

การสืบพันธุ์ของไดโนแฟลกเจลเลตมีได้ทั้งแบบอาศัยเพศและแบบไม่อาศัยเพศ (รูปที่ 1) การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศเกิดขึ้นได้โดยเซลล์ปกติมีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสจากหนึ่งเซลล์แบ่งออกเป็นสองส่วนและการสร้างเซลล์ระยะพัก (cyst) แบบชั่วคราว (temporary cyst) เมื่ออยู่ในสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการเติบโต ส่วนการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศพบว่าเซลล์ในระยะปกติซึ่งมีโครโมโซมเป็นแบบ haploid จะแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเพื่อสร้างเซลล์ที่ทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์ เมื่อเซลล์แกมิต 2 เซลล์มารวมตัวกันเกิดเป็น planozygote ทำให้มีโครโมโซมเป็นแบบ diploid หลังจากการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศนี้แล้ว ไดโนแฟลกเจลเลตอาจเข้าสู่ระยะที่เป็น hypnozygote ที่มีขนาดใหญ่ไม่เคลื่อนที่ซึ่งจัดเป็นเซลล์ระยะพักแบบถาวร (resting cyst) หลังจากนั้นจะจมลงสู่พื้นท้องทะเลและเมื่อมีสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมเซลล์ระยะพักจะมีการงอกใหม่เป็นเซลล์ planomeiocyte ที่เคลื่อนที่ได้และพัฒนาเป็นเซลล์ปกติต่อไป (Spector, 1984)

ไดโนแฟลกเจลเลตแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ตามตำแหน่งที่เกิดของแฟลกเจลลา กลุ่มแรก เรียกว่า Desmokon เป็นพวกที่มีแฟลกเจลลาทั้ง 2 เส้นอยู่ทางด้านหัวแต่ไม่มีส่วนที่เป็นร่อง (groove) (รูปที่ 2 a) อีกกลุ่มหนึ่งคือ Dinokon เป็นพวกที่มีแฟลกเจลลาสองเส้นอยู่ในร่องบริเวณลำตัวของเซลล์ ซึ่งจะอยู่ในลักษณะที่ตั้งฉากซึ่งกันและกัน โดยร่องแรกเป็นร่องค้ำขวางเรียกว่า girdle groove (หรือ cingulum) ภายในร่องนี้มีแฟลกเจลลัมที่มีลักษณะบิดเป็นเกลียวพันอยู่รอบเซลล์เรียกว่า transverse flagellum

ส่วนอีกร่องหนึ่งเป็นร่องคามาขาวเรียกว่า *sulcal groove* ภายในร่องนี้จะมีแฟลกเจลลัมที่มีลักษณะตรงคล้ายแต่อยู่เรียกว่า *longitudinal flagellum* ซึ่งจุดเริ่มของแฟลกเจลลัมตั้งอยู่นี้อยู่ทางตอนต้นของ *sulcal groove* โดยจุดกำเนิดของแฟลกเจลลัมทั้ง 2 ตั้งอยู่ทางด้านท้องของเซลล์ ส่วนด้านตรงข้ามเรียกว่า ด้านหลัง ส่วนหัวที่เป็นทิศทางที่เซลล์เคลื่อนที่ไป เรียกว่า *apical* ซึ่งมีส่วนปลายสุดเรียก *apex*



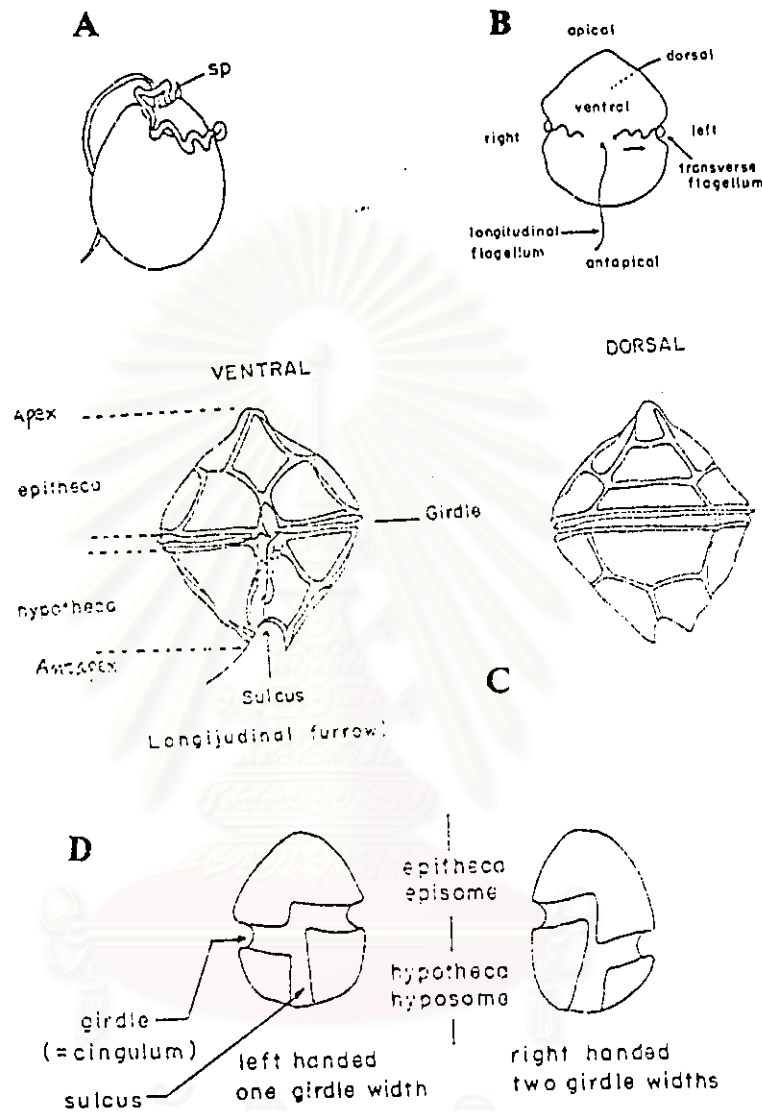
รูปที่ 1 การสืบพันธุ์ของไดโนแฟลกเจลเลต *Alexandrium tamarense*

- A. วงจรการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์แบบ binary fission
- B. การสร้าง cyst แบบชั่วคราว (temporary cyst)
- C. วงจรการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ โดยการรวมตัวกันของแกมีต

(ที่มา : Fritz *et al.*, 1989)

ส่วนท้ายที่อยู่ตรงข้ามกันเรียกว่า *antapical* มีส่วนปลายสุดเรียกว่า *antapex* (รูปที่ 2b) บริเวณแนว *girdle* จะแบ่งเซลล์ออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนบนเรียกว่า *episome* หรือ *epitheca* และส่วนล่างเรียกว่า *hyposome* หรือ *hypotheca* (รูปที่ 2c) ตามปกติร่องคามาขาวนี้จะไม่มาบรรจบกันเป็นวงกลม แต่จะมีการเหลื่อมล้ำกัน กล่าวคือ ปลายด้านหนึ่งของ *girdle* อาจจะอยู่สูงหรือต่ำกว่าปลายอีกด้านหนึ่ง และการเหลื่อมล้ำกันมี 2 แบบ คือ การเหลื่อมล้ำทางด้านซ้ายมือ (*left-handed displacement* หรือ *descending*) ซึ่งปลายของ *girdle* ทางด้านซ้ายจะอยู่สูงกว่าปลาย *girdle* ทางด้านขวา และการเหลื่อมล้ำทางด้านขวามือ (*right-handed displacement* หรือ *ascending*) ซึ่งปลายของ *girdle* ทางด้านขวาจะอยู่สูงกว่าปลายของ *girdle*

ทางด้านซ้าย ทั้งนี้ระดับของการเหลื่อมล้ำมากหรือน้อยนิยมนบอกเป็นจำนวนเท่าของความกว้างของ girdle โดยวัดจากขอบบนสุดของ girdle อันบน ไปจนถึงขอบบนสุดของ girdle อันล่าง (รูปที่ 2 d)

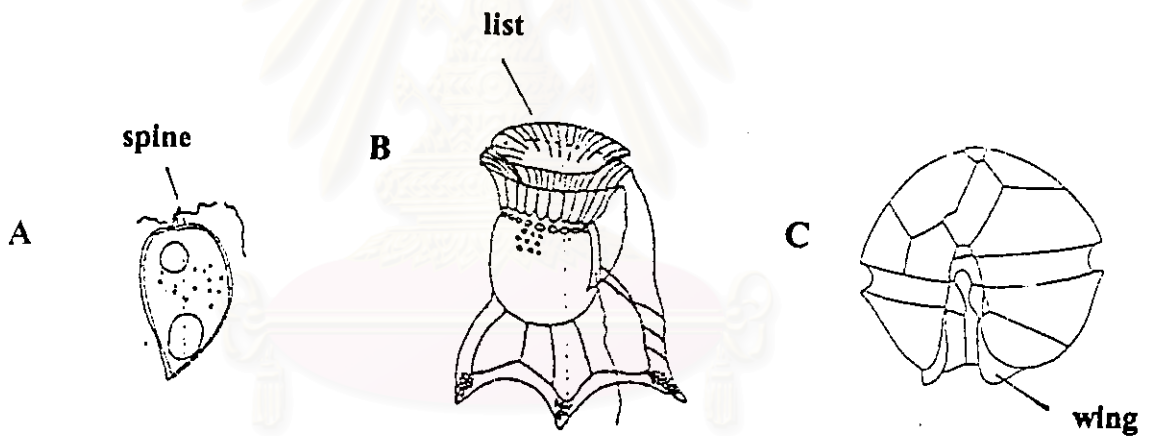


รูปที่ 2 ลักษณะรูปร่างของไดโนแฟลกเจลเลต

- A. Desmokont แสดงตำแหน่งของ flagella ที่อยู่ทางด้านหน้าและลำตัวแต่ไม่มีร่องกลางตัว
- B. Dinokont แสดงตำแหน่งของ flagella ที่อยู่ในร่องตามขวางและร่องตามยาวของเซลล์
- C. ไดโนแฟลกเจลเลตกลุ่ม Dinokont แสดงด้านหน้าและด้านหลัง พร้อมทั้งตำแหน่งของ epitheca และ hypotheca
- D. ลักษณะการเหลื่อมล้ำของ girdle ซึ่งใช้ในการจัดจำแนกหมวดหมู่ของ ไดโนแฟลกเจลเลต (ที่มา : Drebes (1974), Tappan (1980), Taylor (1987) และ Fukuyo (1989) อ้างถึงใน พรศิลป์ ผลพันธ์ิน, 2536)

เมื่อพิจารณาถึงลักษณะของเมื่อหุ้มเซลล์ สามารถแบ่งไดโนแฟลกเจลเลตออกเป็น 2 กลุ่มตามความแข็งของเมื่อหุ้มเซลล์ คือ พวกที่มีเปลือกแข็งหุ้มด้านนอกเรียกว่า thecate หรือ armoured group โดยแผ่นเปลือกเหล่านี้เป็นสารประกอบพวกเซลลูโลสและมีลักษณะเป็นแผ่นเล็ก ๆ หลายแผ่นประกอบกัน ส่วนอีกพวกหนึ่งเป็นพวกที่ไม่มีเปลือกแข็งหุ้มด้านนอกเรียกว่า athecate หรือ unarmoured หรือ naked group

การจำแนกชนิดของไดโนแฟลกเจลเลตที่ไม่มีเปลือกแข็งหุ้มเซลล์จะใช้ขนาด รูปร่างของเซลล์ ตำแหน่งของ girdle และ sulcal groove รวมทั้งความเหลื่อมล้ำของ girdle เป็นหลักในการจำแนก ส่วนในพวกที่มีเปลือกแข็งหุ้มนั้น การจัดจำแนกออกเป็นสกุลต่าง ๆ จะใช้ลักษณะการจัดเรียงตัวของแผ่นเปลือกเป็นหลัก และในแต่ละสกุลใช้ลักษณะของขนาดและรูปร่างของเซลล์ รวมทั้งลักษณะการจัดเรียงตัวของรูที่อยู่บนแผ่นเปลือก หรือ ลักษณะของส่วนยื่นบนลำตัว เช่น ส่วนยื่นที่มีลักษณะคล้ายหนามแหลมที่เรียกว่า spine ส่วนยื่นออกในบริเวณ girdle ที่เรียกว่า list และส่วนยื่นออกในบริเวณ sulcus ที่เรียกว่า wing ในการจัดจำแนกออกเป็นชนิดต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 3



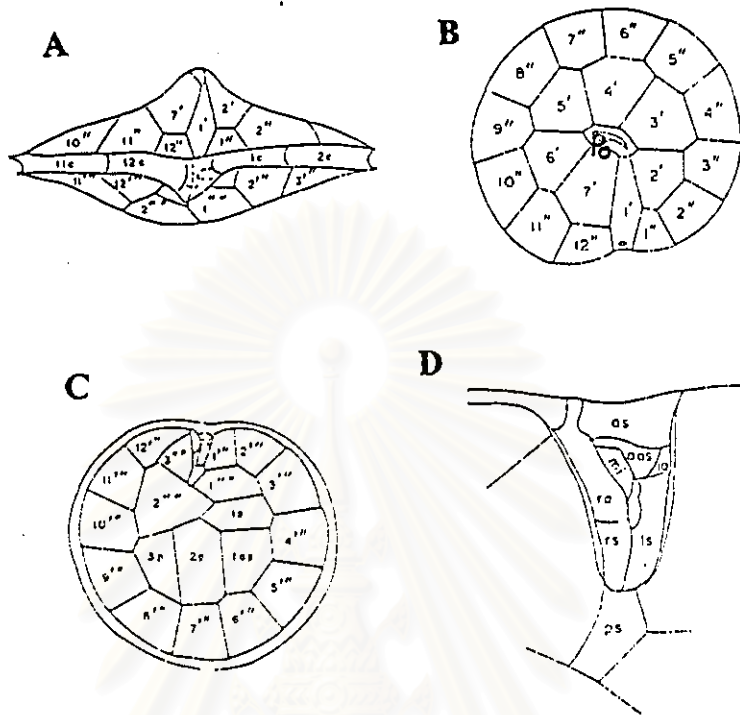
รูปที่ 3 ลักษณะที่ใช้ช่วยในการจัดจำแนกชนิดของไดโนแฟลกเจลเลตที่มีเปลือกแข็งหุ้ม

- A. *Prorocentrum* แสดง spine บริเวณด้านหัวของเซลล์
- B. *Ornithocerus* แสดง list บริเวณ girdle
- C. *Alexandrium* แสดง wing บริเวณ sulcus ด้านท้ายของเซลล์

(ที่มา : Boney, 1975 อ้างถึงในสุนีย์ สุวภิพันธ์, 2527 และ Tomas, 1996)

แผ่นเปลือกหุ้มเซลล์ของไดโนแฟลกเจลเลตแบ่งออกได้เป็นลำดับต่าง ๆ โดยยึดแนวที่ขนานกับ girdle เป็นหลัก ซึ่งแผ่นเปลือกทุกแผ่นยกเว้นแผ่นเปลือกที่อยู่บริเวณ sulcus จะมีตัวเลขกำกับในแต่ละลำดับ โดยยึดเอาแผ่นเปลือกที่อยู่บริเวณตอนกลางลำตัวเป็นแผ่นตั้งต้นแล้วนับเรียงลำดับในทิศทาง

ทวนเข็มนาฬิกาสำหรับ epitheca และนับวนในทิศทางตามเข็มนาฬิกาสำหรับ hypotheca ตัวเลขของแผ่นเปลือกแต่ละลำดับใช้กำหนดด้วยสัญลักษณ์ที่แตกต่างกันออกไปดังนี้ (รูปที่ 4)



รูปที่ 4 การจำแนกแผ่นเปลือกของไดโนแฟลกเจลเลต

A. ด้านห้อง B. ด้าน epitheca C. ด้าน hypotheca D. ร่อง sulcus

สัญลักษณ์ 1'-7' : apical plate serial. 1''-12'' : precingular plate series,

1'''-12''' : postcingular plate series, 1p-3p : posterior intercalary plate series,

1''''-3'''' : antapical plate series, 1 ap : additional posterior intercalary plate,

as : anterior sulcus, aas : anterior accessory, la : left accessory, ls : left sulcus,

mi : median internal, ps : posterior sulcus, ra : right accessory, rs : right sulcus

(ที่มา : พรศิลป์ ผลพันธ์, 2536)

Apical pore complex แทนด้วยสัญลักษณ์ APC เป็นแผ่นเปลือกที่อยู่ด้านบนสุดใกล้ apex ตรงกลางแผ่นเปลือกมักมีรูอยู่ เรียกรูนี้ว่า Apical pore ที่รูนี้จะมีบางส่วนถูกปิดไว้ด้วยแผ่นเปลือกขนาดเล็ก มีชื่อเรียกว่า Apical closing plate แทนด้วยสัญลักษณ์ Pi หรือ Pc ส่วนที่เป็นแผ่นเปลือกขนาดใหญ่ที่อยู่รอบ Apical pore และ Apical closing plate นี้เรียกว่า Apical pore plate (Po) (รูปที่ 4B)

Apical plates แทนด้วยสัญลักษณ์ ' เป็นแผ่นเปลือกที่มีด้านใดด้านหนึ่งสัมผัสอยู่กับ APC มีจำนวน 3 ถึง 7 แผ่น แล้วแต่นชนิด

Precingular plates แทนด้วยสัญลักษณ์ " เป็นแผ่นเปลือกที่อยู่ในส่วนของ epitheca และมีด้านหนึ่งสัมผัสอยู่กับแนว cingulum อาจมีจำนวน 6 ถึง 12 แผ่น (รูปที่ 4B)

Anterior intercalary plates แทนด้วยสัญลักษณ์ a เป็นแผ่นเปลือกที่แทรกอยู่ระหว่าง Apical plate และ Precingular plates

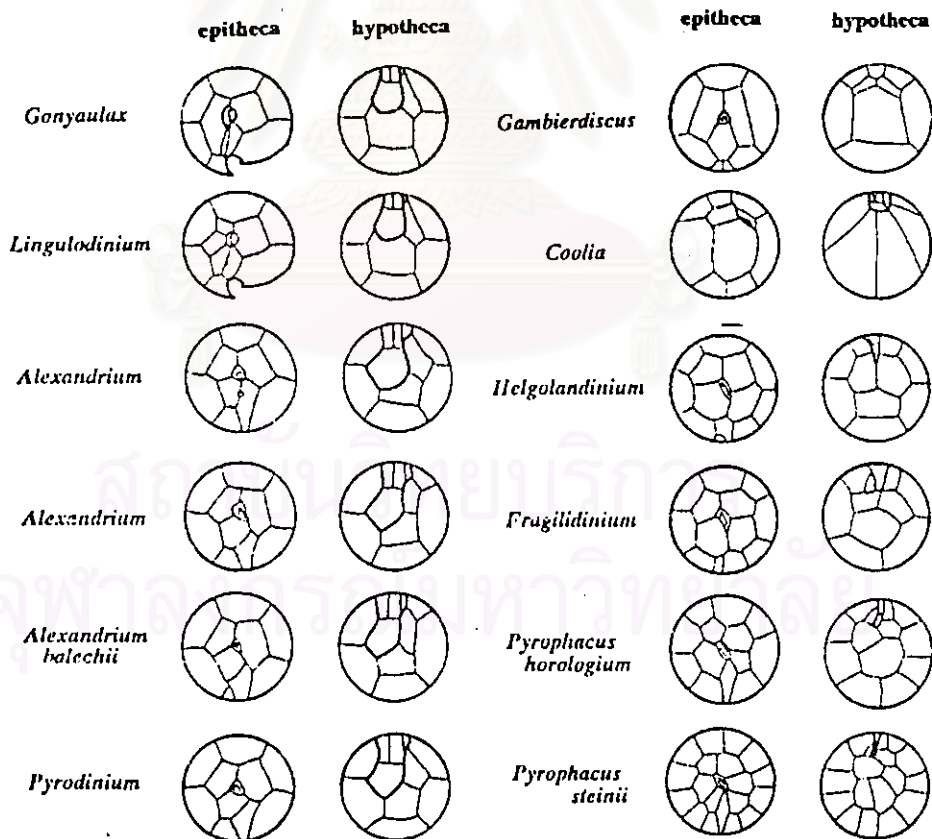
Cingular plates แทนด้วยสัญลักษณ์ c เป็นแผ่นเปลือกที่อยู่ในร่องของ cingulum

Postcingular plates แทนด้วยสัญลักษณ์ "" เป็นแผ่นเปลือกที่อยู่ในส่วนของ hypotheca และมีด้านหนึ่งสัมผัสอยู่กับแนวของ cingulum (รูปที่ 4C)

Antapical plates แทนด้วยสัญลักษณ์ "" เป็นแผ่นเปลือกที่อยู่ใน antapex และมีด้านหนึ่งสัมผัสอยู่กับส่วนของ sulcus (รูปที่ 4C)

Sulcal plates แทนด้วยสัญลักษณ์ s เป็นแผ่นเปลือกที่อยู่ใน sulcus ซึ่งประกอบด้วยหลายแผ่น และแต่ละแผ่นจะมีชื่อเรียกตามตำแหน่งที่อยู่ของมัน (รูปที่ 4D)

จำนวนของแผ่นเปลือกในแต่ละลำดับมักจะมีจำนวนที่ค่อนข้างแน่นอนจนจึงสามารถนำมาจำแนกสกุลต่าง ๆ ของไดโนแฟลกเจลเลตในวงศ์ Gonyaulacaceae รวมทั้งสกุล *Alexandrium* (รูปที่ 5) ได้



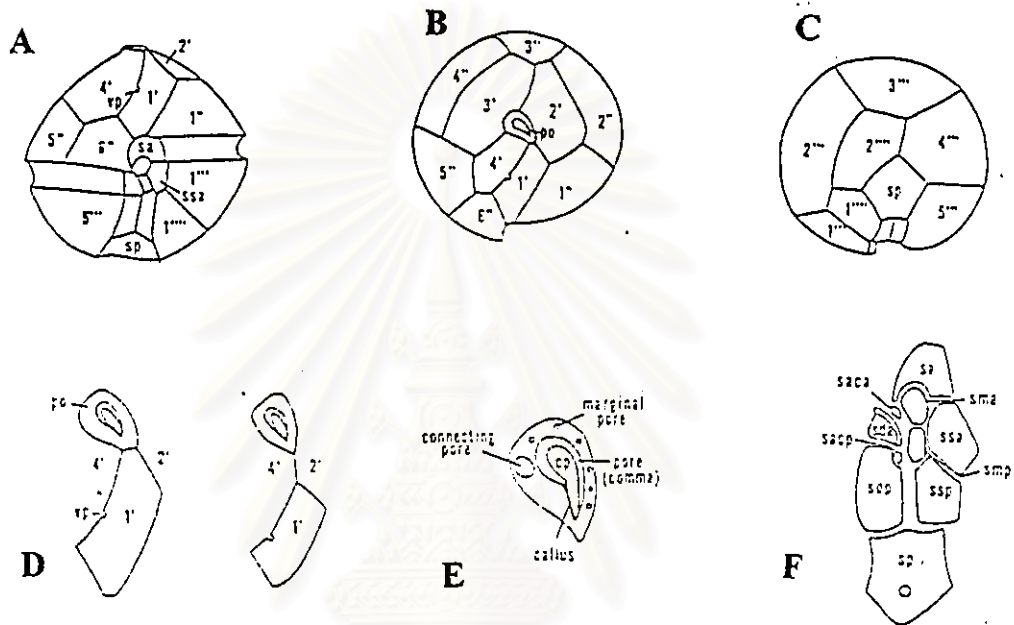
รูปที่ 5 การจัดเรียงตัวของแผ่นเปลือกไดโนแฟลกเจลเลตสกุลที่สำคัญในวงศ์

Gonyaulacaceae

(ที่มา : Fukuyo, 1997)

ลักษณะทั่วไปของไดโนแฟลกเจลเลตสกุล *Alexandrium*

Alexandrium เป็นไดโนแฟลกเจลเลตที่มีเปลือกหุ้มจัดอยู่ในลำดับอนุกรมวิธานดังนี้ คิวซัน Pyrrrophyta Pascher ชั้น Dinophyceae Fritsch ลำดับ Peridinales Haeckel วงศ์ Gonyaulacaceae Lindeman และสกุล *Alexandrium* Halim ซึ่งมีสูตรโครงสร้างของแผ่นเปลือกคือ Po, 4', 6'', 6c, 9 - 10s, 5''', 2'''' (Balech, 1995) หรือ APC, 4', 6'', 6c, 8 - 11s, 5''', 2'''' (Fukuyo *et al.*, 1988) ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ลักษณะแผ่นเปลือกของไดโนแฟลกเจลเลตสกุล *Alexandrium*

- A. ด้าน ventral B. ด้าน epitheca C. ด้าน hypotheca
D. การเชื่อมต่อระหว่าง APC กับแผ่นเปลือก 1' E. รายละเอียดของ APC
F. sulcal plates

สัญลักษณ์ S.a. : anterior plate S.p. : posterior plate S.s.a. : left anterior lateral plate
S.d.a. : right anterior lateral plate S.m.a. : anterior median plate S.m.p. : posterior median plate
S.a.c.a. : anterior accessory plate S.a.c.p. : posterior accessory plate
S.s.p. : left posterior lateral plate S.d.p. : right posterior lateral plate

(ที่มา :Tomas, 1996)

รูปร่างเซลล์ของ *Alexandrium* เป็นรูปทรงกลมไปจนถึงรูปครึ่งวงกลมหรือรูปไข่ แต่จะไม่ปรากฏ horn หรือ spine และ list จะมีการพัฒนาน้อยมากจน มองเห็นไม่ชัดเจนหรืออาจไม่พบเลย การเชื่อมต่อกันของ girdle เป็นแบบ descending ประมาณ 1 ถึง 1.5 เท่าของความกว้าง girdle APC มีรูปร่างคล้ายใบหู และประกอบไปด้วยแผ่นเปลือก 2 แผ่น ได้แก่ apical pore plate (Po) และ apical closing plate (Pc)

โดยแผ่นเปลือก Pc จะเชื่อมกับ Po ที่ขอบทางด้านห้อง ซึ่งรูปร่างมีลักษณะคล้ายเบ็ดคกปลา ในเซลล์ของ *Alexandrium* ที่มีการสร้างสายโซ่แล้ว จะพบ anterior attachment pore (A.a.p) ซึ่งรูนี้จะถูกปิดเมื่อเซลล์เข้าสู่ระยะเคลื่อนที่อยู่เป็นเซลล์เดี่ยวอิสระ apical plate แผ่นแรก (1') ที่มุมบนจะสัมผัสกับ APC โดยตรงหรือบางครั้งอาจมีเส้นเชื่อมระหว่างแผ่นเปลือกทั้งสองทำให้ไม่ได้สัมผัสกันโดยตรง บางชนิดพบ ventral pore หรือ (V.p.) อยู่ที่แผ่นเปลือกที่ 1' หรือบนรอยต่อระหว่างแผ่นเปลือกที่ 1' และแผ่นเปลือกที่ 4' ซึ่งลักษณะการเชื่อมต่อระหว่างแผ่นเปลือกที่ 1' กับแผ่น APC นี้สามารถใช้ประกอบการจำแนกชนิดได้เช่นเดียวกับลักษณะของ sulcal posterior plate (S.p.) ซึ่งอยู่ที่ตรงกลางด้าน hypotheca และภายในแผ่นเปลือกนี้จะพบ posterior attachment pore (P.a.p.) ได้ในเซลล์ที่หลุดจากสายโซ่เซลล์ใหม่ ๆ ส่วนนิวเคลียสมีขนาดใหญ่ และมีรูปร่างคล้ายตัว C อยู่ที่ตำแหน่งต่ำกว่า cingulum ในเซลล์ที่สร้างเป็นสายโซ่จะเชื่อมต่อกันด้วย protoplasm ที่ A.a.p. และ P.a.p.

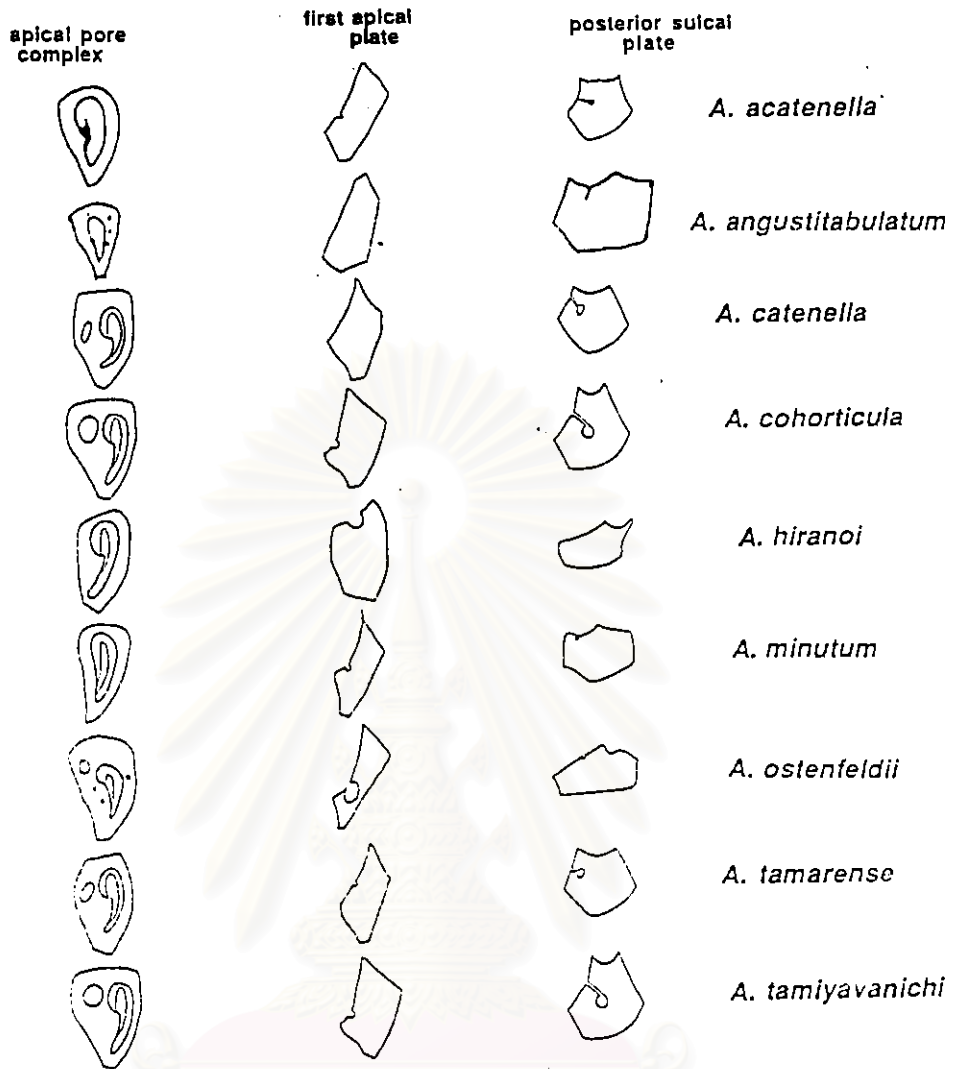
สำหรับการจัดจำแนกชนิดในสกุล *Alexandrium* จะใช้ลักษณะต่อไปนี้เป็นเกณฑ์ได้แก่ ขนาดรูปร่าง การสร้างสายโซ่เซลล์ การเว้าของ cingulum และ sulcus การพัฒนาของ sulcal list ลักษณะของ APC, 1'', 6'' และ sulcal plates ทั้งหมด โดยเฉพาะ APC, 1' และ S.p. ที่ใช้เป็นแผ่นเปลือกหลักในการจัดจำแนกและเป็นตัวแทนลักษณะเด่นของ *Alexandrium* ในแต่ละชนิด (รูปที่ 7) นอกจากนี้ยังมีการใช้รูปร่างและสวดลาของคัพระกอบที่พบบนแผ่นเปลือกของเซลล์ในระยะพักช่วยในการจำแนกชนิด รวมทั้งการใช้ความแตกต่างทางด้านพันธุกรรมมาใช้ในการจำแนกถึงในระดับ strain เช่น Scholin และ Anderson (1993, 1996) ใช้การวิเคราะห์ลำดับของ ribosomal subunits เป็นตัวบ่งชี้กำเนิดและความสัมพันธ์ระหว่าง strain ของ *Alexandrium* Sako et al. (1995, 1996) ใช้ monoclonal antibodies และ DNA probes ในการจัดจำแนกชนิดของ *Alexandrium* ที่สร้างพิษได้ ทั้งนี้ Balech (1995) ได้แบ่งสกุล *Alexandrium* ออกเป็น 2 subgenus ตามลักษณะการเชื่อมต่อกันระหว่างแผ่นเปลือก 1' และ Po คือ subgenus *Gessnerium* และ subgenus *Alexandrium* โดย subgenus *Alexandrium* ยังสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยได้อีก 6 กลุ่ม ตามลักษณะที่มีอยู่ร่วมกันของสมาชิกในกลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม minutum, ostenfeldii, kutnerae, tamarense, catenella และ fraterculus สำหรับ subgenus *Gessnerium* จะประกอบไปด้วย *Alexandrium* ทั้งหมด 9 ชนิด (ตารางที่ 1)

การกระจายของไดโนแฟลกเจลเลตในสกุล *Alexandrium*

ไดโนแฟลกเจลเลตสกุล *Alexandrium* มีอยู่ 29 ชนิดทั่วโลก (Balech, 1995) และชนิดที่มีการแพร่กระจายอยู่ในบริเวณต่าง ๆ ในโลก คือ *A. catenella* และ *A. tamarense* *Alexandrium* บางชนิดจัดเป็นชนิดที่มีอยู่ประจำถิ่น หรือบางชนิดสามารถแพร่กระจายได้ในแถบภูมิภาคใดภูมิภาคหนึ่ง ขึ้นอยู่กับสภาพทางภูมิศาสตร์และภูมิอากาศที่เป็นปัจจัยควบคุมการกระจายของ *Alexandrium* โดยเฉพาะปัจจัยด้านภูมิอากาศซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็นเขตอบอุ่น และเขตร้อน ซึ่ง *Alexandrium* เกือบทุกชนิด ยกเว้น *A. tamiyavanichi* ซึ่งแพร่กระจายได้เฉพาะในเขตอบอุ่นเท่านั้น ส่วนในเขตร้อนนั้นพบ

ตารางที่ 1 การจัดกลุ่มของ *Alexandrium*

Subgenus	กลุ่ม	ลักษณะร่วม	ชนิด
<i>Alexandrium</i>	Halim Po และ 1' เชื่อมต่อกันโดยตรง หรือมีเส้นเชื่อมระหว่างกัน		
	minutum	เซลล์มีขนาดเล็ก มีความยาวน้อยกว่า 30 ไมครอน รูปร่างโดยทั่วไปเป็นรูปไข่ เปลือกหุ้มเซลล์แผ่นที่ 6" แคบมาก S.p. สั้น และกว้างมากกว่ายาว	<i>A. minutum</i> , <i>A. angustitabulatum</i> <i>A. lusitanicum</i> , <i>A. andosoni</i>
	ostenfeldii	เซลล์มีรูปร่างกลม มีขนาดปานกลางถึงขนาดใหญ่ แผ่นเปลือกบางและง่ายต่อการบอบเบี้ยว sulcus ใหญ่และคั่น precingular ที่ 1 ค่อนข้างกว้างและมี V.p. ขนาดเล็ก	<i>A. ostenfeldii</i> , <i>A. peruvianum</i>
	kutnerae	เซลล์ขนาดใหญ่ รูปร่างกลมหรือค่อนข้างกลม sulcus ใหญ่และคั่น precingular plate ที่ 1 ค่อนข้างกว้าง และมี V.p. ขนาดเล็ก S.a. มีความยาวมากกว่าความกว้าง	<i>A. kutnerae</i> , <i>A. leei</i>
	tamarense	เป็นกลุ่มที่ไม่สร้างสายโซ่เซลล์ มีขนาดปานกลาง รูปร่างค่อนข้างเป็นรูปห้าเหลี่ยม ไม่นากก็น้อย Po มีความกว้างปานกลาง แผ่นที่ 6 มีความกว้างปานกลาง S.p. มีความยาวมากกว่าความกว้าง และพบ comer projected อยู่ที่ขอบบนของแผ่นเปลือก	<i>A. tamarense</i> , <i>A. fundyense</i> , <i>A. acatenella</i> และ <i>A. tropical</i>
	catenella	รูปร่างเซลล์แบนทางด้านหัวและท้ายของเซลล์ Po กว้างจนถึงกว้างมาก และเชื่อมต่อกับ 1' โดยตรง แต่ไม่พบ V.p. S.p. มีความกว้างพอๆกับความยาว connecting pore มองเห็นได้ชัดเจนที่ Po และ S.p. แทบจะไม่ปรากฏ sulcal list	<i>A. catenella</i> และ <i>A. compressum</i>
	fraterculus	เป็นกลุ่มที่สร้างสายโซ่เซลล์ เซลล์จะมีความยาวมากกว่าความกว้าง พบ V.p. และ sulcal list ปรากฏเด่นชัด ยกเว้น <i>A. affine</i> ส่วนใน <i>A. tamiyavanichi</i> และ <i>A. cohorticular</i> ที่ด้านบนของแผ่น S.a. มีส่วนยื่น ส่วนอีก 2 ชนิด จะมี Po ลักษณะพิเศษออกไป	<i>A. fraterculus</i> , <i>A. cohorticular</i> <i>A. affine</i> และ <i>A. tamiyavanichi</i>
<i>Gessnerium</i>	Halim 1' และ Po ไม่มีารเชื่อมติดต่อกันโดยตรง		<i>A. monilatum</i> , <i>A. balechii</i> <i>A. foedum</i> , <i>A. pseudogoniaulax</i> <i>A. taylori</i> , <i>A. margalefi</i> <i>A. insuctum</i> , <i>A. hiranoi</i> และ <i>A. satoanum</i>



รูปที่ 7 รูปร่างของแผ่นเปลือกสามแผ่นที่ใช้ในการจำแนกชนิดของไคโนแฟลกเจลเลตในสกุล *Alexandrium* [จากซ้ายไปขวา apical pore complex (APC), first apical plate (1') และ posterior sulcal plate (S.p.)]

(ที่มา : Taylor *et al.*, 1995)

Alexandrium ได้เพียง 12 ชนิด และ 11 ชนิดในกลุ่มนี้ที่สามารถพบได้ทั้งเขตอบอุ่นและเขตร้อนดังแสดงในตารางที่ 2 โดยเฉพาะ *A. catenella* และ *A. tamarense* ซึ่งเป็นชนิดที่ก่อให้เกิดพิษอัมพาตแพร่กระจายไปทั่วโลก และมีแนวโน้มของการเกิดพิษอัมพาตเพิ่มมากขึ้น โดยมีรายงานถึงการแพร่กระจายของพิษอัมพาตตั้งแต่บริเวณเขตอบอุ่นแถบทวีปยุโรป ทวีปอเมริกาเหนือ และญี่ปุ่น จนถึงบริเวณซีกโลกทางตอนใต้แถบทวีปแอฟริกาใต้ ออสเตรเลีย อินเดีย ไทย บรูไน ซามาร์ฟิลิปปินส์ และ ปาปัวนิวกินี (Hallegraeff, 1993) ดังแสดงในรูปที่ 8 นอกจากนี้ยังพบว่า *Alexandrium* สามารถเข้ามาแพร่กระจายในบริเวณเขตชายฝั่ง เอสตูรี ทำเรือขนถ่ายสินค้า รวมทั้งฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่นำน้ำทะเล

ตารางที่ 2 การแพร่กระจายของ *Alexandrium*

ชนิด	การแพร่กระจาย	
	เขตอบอุ่น	เขตร้อน
<i>A. acutenella</i>	ชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิกตอนเหนือของสหรัฐอเมริกา และแคนาดา, ชายฝั่งอาร์เจนตินา ตั้งแต่ตอนเหนือของ Patagonia littoral ถึง คอนโค้ของ Buenos Aires littoral, ตอนเหนือของญี่ปุ่น, ตอนเหนือของประเทศจีน Asiatic Russia (Kamchatka) ชายฝั่งตะวันตกของอเมริกาเหนือ	
<i>A. affine</i>	ประเทศญี่ปุ่น (ทะเล Okhotsk, อ่าว Mutsu, ทะเล Seto ตอนใน), ประเทศเกาหลี (อ่าว Jinhae), Iberian Peninsula, คอนโค้ของออสเตรเลีย	อ่าวไทย, ประเทศฟิลิปปินส์ (อ่าวมะนิลา) ประเทศอินโดนีเซีย (อ่าว Ambon)
<i>A. andersoni</i>	ชายฝั่งมหาสมุทรแอตแลนติกของประเทศสหรัฐอเมริกา (Cape Cod)	
<i>A. catenella</i>	ชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิกตอนเหนือสหรัฐอเมริกา (จาก Alaska ถึงตอนเหนือ California) ตอนกลางและตอนล่างของประเทศจีน, ชายฝั่งตะวันตกของแอฟริกาใต้ ประเทศญี่ปุ่น, ชายฝั่งตะวันตกตอนเหนือสหรัฐอเมริกา, คอนโค้ และทะเลตะวันตกเฉียงใต้ของออสเตรเลีย, ทะเลจีนใต้	
<i>A. cohorticula</i>	อ่าว California สหรัฐอเมริกา	อ่าวเม็กซิโก
<i>A. compressum</i>	ชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิกของประเทศญี่ปุ่น, คอนโค้ของสกอตแลนด์	มหาสมุทรแอตแลนติกทางคอนโค้
<i>A. concavum</i>	ตอนกลางของมหาสมุทรแอตแลนติกเหนือ, ฝั่งตะวันตกของอ่าว Vizcaya	นอกฝั่งมหาสมุทรแอตแลนติกคอนโค้ของประเทศบราซิล
<i>A. fraterculus</i>	ประเทศอูรุกวัย, อาร์เจนตินา, เอกวาดอร์, คอนโค้ของญี่ปุ่น, เกาหลี (อ่าว Jinhae)	คอนโค้ของบราซิล, อ่าวไทย, ประเทศฟิลิปปินส์
<i>A. fundyense</i>	ประเทศแคนาดา (อ่าว Fundy และอ่าว St. Lawrence), ชายฝั่งแอตแลนติกตอนเหนือ ตั้งแต่แคนาดาผ่านชายฝั่งทางใต้, ชายฝั่งตะวันตกตอนเหนือสหรัฐอเมริกา	

ตารางที่ 2 (ต่อ) การแพร่กระจายของ *Alexandrium*

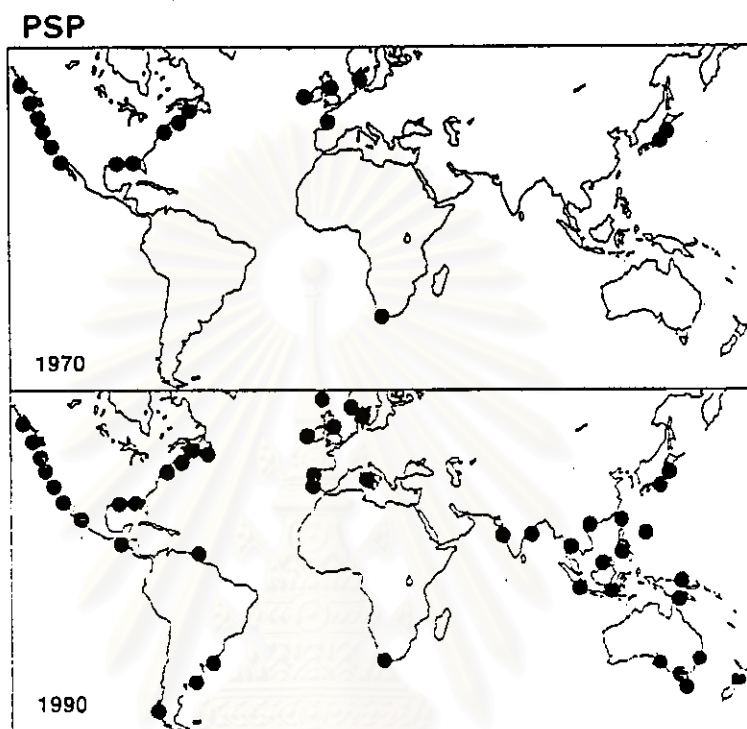
ชนิด	การแพร่กระจาย	
	เขตอบอุ่น	เขตร้อน
<i>A. kutnerae</i>	มหาสมุทรแอตแลนติกตอนใต้ตามแนวชายฝั่งของประเทศบราซิลตอนใต้ ประเทศอุรุกวัย, คอนเหินือของอาร์เจนตินา	
<i>A. leei</i>	ประเทศเกาหลี (อ่าว Jinhac), ประเทศญี่ปุ่น (อ่าว Kagoshima)	อ่าวไทย, ฟิลิปปินส์ (อ่าวมะนิลา)
<i>A. minutum</i>	ประเทศอียิปต์ (Alexandria Harbor), ประเทศอิตาลี (อ่าว Naples the Aegean), ประเทศกรีซ, ประเทศสเปน (Galicia), ประเทศโปรตุเกส (Lagoon of Obidos), คอนไค้ของประเทศอังกฤษ, สหรัฐอเมริกา, คอนไค้ และตะวันตกเฉียงใต้ของออสเตรเลีย ประเทศฝรั่งเศส (ชายฝั่ง Bretagne)	ประเทศไทย, ทะเลจีนใต้
<i>A. ostenfeldii</i>	ชายฝั่งยุโรปตะวันตกตั้งแต่ประเทศนอร์เวย์ไปจนถึงประเทศสเปน, หมู่เกาะ Faeroes Iceland, สหรัฐอเมริกา (รัฐวอชิงตัน), ประเทศอียิปต์ (Alexandria Harbor), คอนเหินือของญี่ปุ่น, ชายฝั่งตะวันตกของสหรัฐอเมริกาเหนือ	
<i>A. peruvianum</i>	ประเทศเปรู (Callao), สหรัฐอเมริกา (Maineola ในรัฐนิวเจอร์ซีย์)	
<i>A. tamarense</i>	คอนไค้ และตะวันออกของประเทศอังกฤษ, ประเทศสกอตแลนด์ ชายฝั่งตะวันตกของยุโรปตั้งแต่ประเทศนอร์เวย์จนถึงประเทศโปรตุเกส ชายฝั่งมหาสมุทรแอตแลนติกและชายฝั่งตะวันตกของสหรัฐอเมริกา, ประเทศอาร์เจนตินา (จาก the littoral of Buenos Aires ถึง อ่าว San Jorge ใน littoral of Patagonia), ประเทศอุรุกวัย, ประเทศญี่ปุ่น, ประเทศเกาหลี, ชายฝั่งตะวันตกเฉียงใต้ของแคนาดา และตะวันออกเฉียงใต้ของออสเตรเลีย	อ่าวไทย, ประเทศเวเนซุเอลา (อ่าว Cariaco), ประเทศไทยวันคอนไค้ ทะเลจีนใต้
<i>A. tamiyavanichi</i>		อ่าวไทย, ประเทศฟิลิปปินส์ (อ่าวมะนิลา), ทะเลอันดามัน ประเทศมาเลเซีย
<i>A. tropicale</i>	ทิศตะวันตกของเส้นศูนย์สูตรของมหาสมุทรแอตแลนติกระหว่างอาร์เจนตินากับอุรุกวัย	สหรัฐอเมริกา (รัฐฟลอริดา)

ตารางที่ 2 (ต่อ) การแพร่กระจายของ *Alexandrium*

ชนิด	การแพร่กระจาย	
	เขตอบอุ่น	เขตร้อน
<i>A. angustitabulatum</i>	ประเทศนิวซีแลนด์	
<i>A. balechii</i>	ประเทศอิตาลี (อ่าว Salerno ในทะเล Tyrrhenian), ประเทศกรีซ	อ่าวเม็กซิโก และอ่าว Tampa ในรัฐฟลอริดา สหรัฐอเมริกา
<i>A. foedum</i>	ประเทศอิตาลี (อ่าว Salerno ในทะเล Tyrrhenian)	
<i>A. hiranoi</i>	ประเทศญี่ปุ่น (เกาะ Hokkaido และ Arasaki, Kanagawa), ชายฝั่งตะวันตกของสหรัฐอเมริกาเหนือ	
<i>A. insuetum</i>	ประเทศเกาหลี (อ่าว Jinhac), ประเทศญี่ปุ่น	
<i>A. margalefi</i>	ประเทศสเปน (Ria de Vigo ในแคว้น Galicia), ประเทศออสเตรเลีย (คอนไคของรัฐแทสมาเนีย) ะวันออกเฉียงใต้ของออสเตรเลีย	
<i>A. monilatum</i>	ประเทศเอกวาดอร์ (ออสทริชอง Guayas)	สหรัฐอเมริกา (ชายฝั่งตะวันออกของรัฐฟลอริดา และชายฝั่งรัฐเท็กซัส, ประเทศเวเนซุเอลา (ทะเลแคริบเบียน)
<i>A. psuedogoniaulax</i>	คอนไคของฝรั่งเศส (ในลากูนน้ำกร่อย), ประเทศโปรตุเกส (Lagoon of Obidos) ประเทศนอร์เวย์, ชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิกของประเทศไทย	
<i>A. sakonum</i>	ตอนกลางของประเทศไทย (อ่าว Matoya)	
<i>A. taylori</i>	ประเทศฝรั่งเศส (อ่าว Arcachon)	

ที่มา : Balech (1995) , Hallegraeff *et al.* (1991) , Latiff (1996) , Matsuoka (1998) และ Wagcy *et al.* (1997)

เข้ามาใช้ในการเพาะเลี้ยง ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณชายฝั่งหรือเอสทูร์จะได้รับอิทธิพลของสารอาหารจาก ปริมาณน้ำจากแผ่นดินและกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ในปริมาณมากทำให้เกิดการเพิ่มจำนวนขึ้นอย่าง รวดเร็วของไดโนแฟลกเจลเลตในบริเวณชายฝั่งได้ นอกจากนี้บริเวณชายฝั่งยังได้รับอิทธิพลจาก

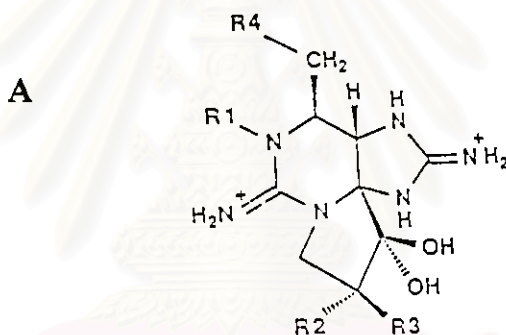


รูปที่ 8 การแพร่กระจายของเหตุการณ์พิษอัมพาตในหอยเนื่องจาก *Alexandrium catenella* และ *Alexandrium tamarense* ในปี 1970 และ 1990 (ที่มา : Hallegraeff, 1995)

กระบวนการที่เกิดขึ้นบริเวณมวลน้ำชายฝั่งรวมไปถึงปริมาณของสารอาหารหลักพวกอนินทรีย์สาร โลหะปริมาณน้อย สารประกอบของซิลิเกต และสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำซึ่งพบได้มากกว่าในทะเลเปิด (Prakash, 1975) ในบางครั้ง *Alexandrium* อาจถูกนำพามากับน้ำอับเฉา (ballast water) ของเรือสินค้า จากประเทศที่ประสบปัญหาหน้าเปลี่ยนสีอยู่เสมอ เช่น ญี่ปุ่น และออสเตรเลีย (Hallegraeff และ Bolch, 1991) สำหรับการเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็วของ *Alexandrium* ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำนั้นเกิดขึ้นเนื่องจากมี *Alexandrium* ปนเปื้อนมากับน้ำทะเลที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง แล้วได้รับสภาพที่เหมาะสม ประกอบกับมีสารอาหารที่จำเป็นต่อการเติบโตปริมาณมาก นอกจากนี้การเกิดน้ำเปลี่ยนสีในนาุ้งยังเกิดขึ้นได้ง่ายกว่าในทะเลเพราะนาุ้งมีพื้นที่จำกัด และมีความผันแปรของปัจจัยต่าง ๆ น้อยกว่าในทะเล (ไทยถาวร เลิศวิทยาประสิทธิ์, 2536)

พิษอัมพาตในหอย (PSP) เนื่องจากไดโนแฟลกเจลเลตสกุล *Alexandrium*

ไดโนแฟลกเจลเลต สกุล *Alexandrium* มีทั้งชนิดที่สามารถสร้างพิษได้ และชนิดที่ไม่สร้างพิษ ในกรณีที่สร้างพิษได้จะทำให้เกิดอาการเป็นพิษในหอยสองฝาเรียกว่าพิษอัมพาตซึ่งเป็นสารชีวพิษที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ ประกอบด้วยสารพิษในรูปแบบต่าง ๆ 3 แบบ คือ saxitoxin (STXs), gonyautoxin (GTXs) และ neo-saxitoxin (neo-STX) และอนุพันธ์ (derivative) (รูปที่ 9) โดยสารพิษกลุ่มนี้มีคุณสมบัติในการละลายน้ำได้ดี ทนความร้อน คงสภาพในสภาพที่เป็นกรด (pH < 6) (อชิฮา กังสุวรรณ, 2536) สำหรับพิษอัมพาตในหอยที่ *Alexandrium* สร้างขึ้นจะประกอบด้วยสารพิษกลุ่มSTX, GTX₁₋₆ และ neo-STX (Oshima, 1995b อ้างถึงใน Hallegraeff, 1995) เมื่อผู้บริโภคได้รับสารชีวพิษชนิดนี้เข้าไปในร่างกายในปริมาณหนึ่งแล้วพิษ PSP จะออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทก่่าวคือ เมื่อบริโภคเข้าไปประมาณ 30 นาทีจะเริ่มมีอาการปวดแสบปวดร้อนตามริมฝีปาก ลิ้น และใบหน้า ตามมาถึงคอ แขน ขา หลังจากนั้นจะมีอาการชา เคลื่อนไหวลำบากคล้ายเป็นอัมพาต ในกรณีที่รุนแรงจะทำให้เสียชีวิตเนื่องจากกล้ามเนื้อหัวใจไม่ทำงาน



B

R1	R2	R3	R4: -OCNH ₂	R4: -OCNSO ₃ ⁻	R4: -OH	R4: -H
H	H	H	STX	GTX5 (B1)	dcSTX	doSTX
OH	H	H	neoSTX	GTX6 (B2)	dcneoSTX	-
OH	OSO ₃ ⁻	H	GTX1	C3	dcGTX1	doGTX2
H	OSO ₃ ⁻	H	GTX2	C1	dcGTX2	doGTX3
H	H	OSO ₃ ⁻	GTX3	C2	dcGTX3	-
OH	H	OSO ₃ ⁻	GTX4	C4	dcGTX4	-

(blank) net charge = 2+ □ net charge = + ▢ net charge = 0
 STX: saxitoxin GTX: gonyautoxin dc: decarbamoyl do: deoxydecarbamoyl

รูปที่ 9 โครงสร้างของ พิษอัมพาตในหอย

A. สูตรโครงสร้างของพิษ PSP B. องค์ประกอบพิษแบบต่าง ๆ

(ที่มา : Oshima, 1995b)

Balech (1995) รายงานว่ามี *Alexandrium* ที่สร้างพิษได้รวม 11 ชนิดทั่วโลก ได้แก่ *A. acatenella*, *A. angustitabulatum*, *A. catenella*, *A. cohorticula*, *A. fraterculus*, *A. fundyense*, *A. lusitanicum*

A. minutum, *A. ostenfeldii*, *A. tamarense* และ *A. tamiyavanichi* (ตารางที่ 3) ซึ่ง *Alexandrium* ชนิดที่สร้างพิษในบริเวณหนึ่งอาจจะไม่มีความเป็นพิษในอีกบริเวณหนึ่งก็ได้ จึงทำให้มีการศึกษาความเป็นพิษ และองค์ประกอบของพิษ PSP เนื่องจาก *Alexandrium* ที่สร้างพิษได้ชนิดต่าง ๆ ในหลายประเทศ และพบว่าองค์ประกอบหลักของพิษ PSP คือ STXs, GTXs และ อนุพันธ์ โดยแต่ละกัณฑ์ส่วนขององค์ประกอบพิษจะขึ้นอยู่กับชนิดของ *Alexandrium* ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของเซลล์ ลักษณะทางภูมิอากาศของบริเวณที่พบ และสภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์พิษ รวมทั้งปัจจัยสภาวะแวดล้อมที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ เช่น แสง อุณหภูมิ ความเค็ม และปริมาณสารอาหาร เป็นต้น (ตารางที่ 4)

สำหรับในประเทศไทยเริ่มมีการศึกษาการแพร่กระจายและความเป็นพิษของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต สกุล *Alexandrium* (เดิมใช้ชื่อสกุล *Protogonyaulax*) ตั้งแต่มีรายงานเหตุการณ์พิษอัมพาตในหอยเมื่อเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2526 ที่อำเภอปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยมีผู้ป่วยเนื่องจากการบริโภคหอยแมลงภู่ (*Perna viridis*) ที่จับมาจากบริเวณที่เกิดน้ำเปลี่ยนสี ปากแม่น้ำปราณบุรี จำนวน 63 คน และมีผู้เสียชีวิต 1 คน (เกรียงศักดิ์ สายธนู และสุทธิชัย เดิมยวนิชย์, 2527) หลังจากนั้น Suvapeepun (1984) ได้ทำการศึกษาแพลงก์ตอนพืชและองค์ประกอบภายในกระเพาะของหอยแมลงภู่ที่เก็บจากบริเวณที่เกิดเหตุ ตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2526 จนถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2527 พบว่าแพลงก์ตอนพืชกลุ่มเด่นคือ Cyanobacterium และไดอะตอม ส่วน *Alexandrium* sp. พบอยู่ในปริมาณน้อย ดังนั้นจึงไม่มีข้อมูลยืนยันว่าการเกิดพิษดังกล่าวมีสาเหตุมาจากไดโนแฟลกเจลเลตสกุล *Alexandrium* หรือไม่ ในเวลาต่อมา Tamiyavanich et al. (1985) ได้รายงานที่ *A. tamarense* น่าจะเป็นสาเหตุของพิษอัมพาตดังกล่าว เนื่องจากพบ *A. tamarense* ปนอยู่ในน้ำตัวอย่างที่เก็บมาจากบริเวณเดียวกันกับที่พบว่าหอยแมลงภู่มีพิษ PSP ปนเปื้อนอยู่ในความเข้มข้น 2 - 603 MU/กรัม และด้วยสมมติฐานที่ว่าพิษอัมพาตน่าจะมีสาเหตุมาจาก *Alexandrium* นี้ทำให้มีผู้ศึกษาการแพร่กระจายรวมทั้งการสร้างพิษของ *Alexandrium* ในบริเวณอ่าวไทยมากขึ้น ดังการศึกษาของ Fukuyo et al. (1988) และพรศิลป์ ผลพันธุ์น (2530) รายงานว่าพบ *Alexandrium* กระจายอยู่ทั่วไปในบริเวณอ่าวไทย รวมทั้งสิ้น 4 ชนิด ได้แก่ *A. cohorticula*, *A. fraterculus*, *A. leei* และ *A. tamarense* โดยบริเวณอ่าวไทยตอนบนพบ *Alexandrium* 3 ชนิด ยกเว้น *A. fraterculus* ส่วนอ่าวไทยตอนล่างพบทั้ง 4 ชนิด และอ่าวไทยทางฝั่งตะวันออกพบเพียงชนิดเดียว คือ *A. cohorticula* (รูปที่ 10) ซึ่งลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่ใช้ในการจำแนกชนิด และเป็นลักษณะเด่นของแต่ละชนิด ได้แก่ ขนาด และรูปร่างของเซลล์ การเหลื่อมล้ำของ girdle การสร้างสายโซ่เซลล์ ลักษณะของแผ่นเปลือกหุ้มเซลล์ที่สำคัญ ได้แก่ APC, 1', 6'', S.a. และ S.p ดังแสดงในตารางที่ 5 และ 6 ต่อมาในปี 1994 Balech รายงานว่า *A. cohorticula* สายพันธุ์ที่เพาะเลี้ยงไว้ของประเทศไทยซึ่งคัดเลือกได้จากตัวอย่างที่เก็บในบริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี น่าจะจัดเป็น *Alexandrium* อีกชนิดหนึ่ง เนื่องจากมีลักษณะที่แตกต่างกับ *A. cohorticula* ถึง 3 แห่ง ได้แก่ บริเวณขอบด้านล่างของแผ่นเปลือก 1' รูปร่างของ S.a. และ sulcal list ของแผ่นเปลือกที่ 1'''' จึงได้จัดจำแนกเป็นชนิดใหม่

ตารางที่ 3 ชนิดของ *Alexandrium* ที่สร้างพิษ PSP ในบริเวณเขตอบอุ่น และเขตร้อน

ชนิด	บริเวณเขตอบอุ่น	บริเวณเขตร้อน
<i>A. acatenella</i>	ชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิกตอนเหนือของสหรัฐอเมริกา และแคนาดา, ชายฝั่งอาร์เจนตินาตั้งแต่ตอนเหนือของ Patagonia littoral ถึง ตอนใต้ของ Buenos Aires littoral, ตอนเหนือของญี่ปุ่น, ตอนเหนือของประเทศชิลี Asiatic Russia (Kamchatka), ชายฝั่งตะวันตกของอเมริกาเหนือ	
<i>A. affine</i>	ประเทศญี่ปุ่น (ทะเล Okhotsk, อ่าว Mutsu, ทะเล Seto) ตอนใน, ประเทศเกาหลี (อ่าว Jinhac), Iberian Peninsula, ตอนใต้ของออสเตรเลีย	
<i>A. andersoni</i>	ชายฝั่งมหาสมุทรแอตแลนติกของประเทศสหรัฐอเมริกา (Cape Cod)	
<i>A. catenella</i>	ชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิกตอนเหนือของสหรัฐอเมริกา (จาก Alaska ถึงตอนเหนือ California) ตอนกลางและตอนล่างของประเทศชิลี, ชายฝั่งตะวันตกของแอฟริกาใต้ ประเทศญี่ปุ่น, ชายฝั่งตะวันตกตอนเหนือของสหรัฐอเมริกา, ตอนใต้ และตะวันตกเฉียงใต้ของออสเตรเลีย	ทะเลจีนใต้
<i>A. cohorticula</i>	อ่าว California	อ่าวเม็กซิโก
<i>A. fraterculus</i>	ประเทศตุรกี, อาร์เจนตินา, เอกวาดอร์, ตอนใต้ของญี่ปุ่น, เกาหลี (อ่าว Jinhac)	
<i>A. fundyense</i>	อ่าว Maine	
<i>A. leei</i>		ทะเลจีนใต้
<i>A. lusitanicum</i>	ประเทศโปรตุเกส (lagoon of Obidos) และประเทศสเปน (Galicia)	
<i>A. margalefi</i>	ตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศออสเตรเลีย	
<i>A. minutum</i>	ประเทศอียิปต์ (Alexandria Harbor), ประเทศอิตาลี (อ่าว Naples the Aegean), ประเทศกรีซ ประเทศสเปน (Galicia), ประเทศโปรตุเกส (Lagoon of Obidos), ประเทศฝรั่งเศส (ชายฝั่ง Bretagne) ตอนใต้ของประเทศอังกฤษ, สหรัฐอเมริกา, ตอนใต้ และตะวันออกเฉียงใต้ของออสเตรเลีย	Port River ของประเทศออสเตรเลีย ประเทศไทย

ตารางที่ 3 (ต่อ) *Alexandrium* ที่สร้างพิษ PSP ในบริเวณเขตอบอุ่น และเขตร้อน

ชนิด	บริเวณเขตอบอุ่น	บริเวณเขตร้อน
<i>A. tamarense</i>	ประเทศนอร์เวย์จนถึงประเทศโปรตุเกส ชายฝั่งมหาสมุทรแอตแลนติกและชายฝั่งตะวันตกของสหรัฐอเมริกา ประเทศอาร์เจนตินา (จาก the littoral of Buenos Aires ถึง อ่าว San Jorge ใน littoral of Patagonia) ประเทศจอร์เจีย, ประเทศญี่ปุ่น, ประเทศเกาหลี, ชายฝั่งตะวันตก ถึงใต้ของแคนาดา และ ตะวันออกเฉียงใต้ของออสเตรเลีย	อ่าวไทย, ประเทศเวเนซุเอลา (อ่าว Cariaco) ทางตอนใต้ของไต้หวัน, ทะเลจีนใต้
<i>A. tamiyavanichi</i>		อ่าวไทย, ประเทศฟิลิปปินส์ (อ่าวมะนิลา) ทะเลอันดามัน, ประเทศมาเลเซีย (Setabu, Malacca)

ที่มา: Anderson *et al.* (1990a), Balch (1995), Hallegraeff *et al.* (1991), Mascarenhas *et al.* (1995), Sako *et al.* (1995b) และ Wagey *et al.* (1997)

ตารางที่ 4 องค์ประกอบของพิษ PSP ที่สร้างโดย *Alexandrium* ชนิดต่างๆ

ชนิด	แหล่งที่มา	องค์ประกอบพิษ (%)																ผู้รายงาน								
		STX	ns-STX	ds-STX	GTX ₁	GTX ₂	GTX ₃	GTX ₄	GTX ₅	GTX ₆	GTX ₇	GTX ₈	cpGTX ₁	deGTX ₁	deGTX ₂	C1	C2		C3	C4	B1	B2				
<i>A. catenella</i>	NEPCC355	7	13																						Boyer <i>et al.</i> (1985)	
	ACPI02 Melbourne, ออสเตรเลีย		0.4	0.1	3.3		0.2	18	57.3				0.1		0.6	11.3	0.5	2.3							Hallegraeff <i>et al.</i> (1991)	
	ACPI09 Melbourne, ออสเตรเลีย		1	0.1	3.9	0.1	0.4	26.2	30.4					0.1	1	21.2	4.1	11.4								
	TNX22 Tanabe Bay, ญี่ปุ่น							14	36															41	Sako <i>et al.</i> (1995b)	
	OFY101 Ofunato Bay, ญี่ปุ่น		18																					81		
<i>A. minutum</i>	Morlay Bay	5																							Ledoux <i>et al.</i> (1993)	
	AMAD06 Port River, ออสเตรเลีย				45.2	15.7	10.8	28.3																		Hallegraeff <i>et al.</i> (1991)
	AMAD15 Port River, ออสเตรเลีย				13.5	9.3	2.8	69.4																		
	AL1V Ria de Vigo, สเปน				10	5		85																		Franco <i>et al.</i> (1995)
	AL2V				10	5		85																		
	AL3V				10	5		85																		
	AMAD01 ออสเตรเลีย				10	5		85																		
	AMAD06				10	5		85																		
	AMAD21				10	5		85																		
	AMAD18A ปกติ				32	13	5	50																		
	South Australia				23	0.1	0.1	76.8																		Oshima <i>et al.</i> (1989b)
	AMTK-1 Tungkan, ใต้หวัน				75	9		16																		Chen และ Chou (1998)
	ฝรั่งเศส					32	68																			Erard และ Denn (1990)
	AMABOP006 นิวซีแลนด์	D	>65		D	D	D	D																		Chang <i>et al.</i> (1997)
	AMABOP014	D	>65		D	D	D	D																		

หมดเขตลง สถาบันวิทยบริการ
 ภาควิชาการเกษตรศาสตร์
 วิทยาเขตกำแพงแสน

ตารางที่ 4 (ต่อ) องค์ประกอบของพิษ PSP ที่สร้างโดย *Alexandrium* ชนิดต่างๆ

ชนิด	แหล่งที่มา	องค์ประกอบพิษ (%)														ผู้รายงาน								
		STX	neoSTX	deSTX	GTX ₁	GTX ₂	GTX ₃	GTX ₄	GTX ₅	GTX ₆	GTX ₇	GTX ₈	epiGTX ₉	deGTX ₁₀	deGTX ₁₁		C1	C2	C3	C4	B1	B2		
<i>A. tamarense</i>	Fundy Bay, แคนาดา	D	D		D	D	D																	Maranda <i>et al.</i> (1985b)
	St. Lawrence estuary	2	30		.....2.....											....63....								3 Cembella และ Theriault (1989)
	Hiroshima Bay, ญี่ปุ่น				50	D	D	D																Hamasaki <i>et al.</i> (1998)
<i>A. tamiyavanichi</i>	อ่าวไทย				80	D	D	D																Fukuyo <i>et al.</i> (1989)
	CU5 อ่าวไทย				.....9.....				1.9	0.4	1.4													Kodama <i>et al.</i> (1988)
	CU6 อ่าวไทย				.....8.9.....				2.8	5.6	2.1													

- D แทน ตรวจพบแต่ไม่ได้รายงานปริมาณ
- L แทน ตรวจพบในปริมาณมาก
- S แทน ตรวจพบในปริมาณน้อย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 ลักษณะของ *Alexandrium* ที่พบในน่านน้ำไทย

ชนิด	ขนาดเซลล์ descending (ไมครอน)	รูปร่าง	การเรียงแถวเซลล์	APC	1°	6°	S.a.	S.p.
<i>A. samiyevanichi</i>	ยาว 30-50 กว้าง 30-57.5	1 เซลล์ เซลล์มีรูปร่างค่อนข้างกลม มีความกว้างมากกว่าความยาวเล็กน้อย epitheca และ hypotheca มีขนาดเท่าๆกัน บริเวณขอบ epitheca มีลักษณะโค้ง ส่วนขอบด้าน hypotheca เว้นสันเล็กน้อย ตรงบริเวณใกล้ๆกับ cingular คีโม apex และ antapex มีลักษณะแบน sulcus มีลักษณะแยกทางด้านบน และค่อนข้างกว้างทางด้านล่างและมี sulcus list ซึ่งมองเห็นได้ค่อนข้างชัดเจน	2-32 เซลล์	มีรูปร่างคล้ายรูปกลมเหลี่ยม กว้างใบ มีรูปร่างคล้ายรูปตัว U มี APC (และมี anterior attachment pore) ขนาดใหญ่อยู่ใกล้กับส่วนหัวของลูกน้ำ	พบ ventral pore อยู่ตรงกลาง ค่อนข้างบริเวณระหว่าง 1° กับ 4°		ที่ขอบด้านบนพบ procingular part	มี posterior attachment pore อยู่ตรงกลาง
<i>A. fraterculus</i>	ยาว 27.5-42.5 กว้าง 27.5-42.5	เซลล์มีรูปร่างค่อนข้างกลม มีขอบตรงทางด้านบน ส่วนใหญ่มีความยาวมากกว่าความกว้างเล็กน้อย epitheca มีลักษณะโค้งมนเป็นรูปไต hypotheca เว้นสันเล็กน้อย หลัง cingulum antapex ค่อนข้างแบน cingulum อยู่กลางเซลล์ sulcus มีลักษณะแยกทางด้านบนกว้างและ มี sulcal list	2-32 เซลล์ เซลล์เดี่ยว	มีรูปร่างคล้ายรูปวงรีหรือรูปวงรียาว และบริเวณขอบที่หัวที่พบเป็นรูปตัว U กว้างใหญ่ อยู่ชิดกับขอบด้านบนของ APC มี anterior attachment pore เป็นรูปกลมขนาดเล็กอยู่ตรงส่วนหัวของลูกน้ำ	พบ ventral pore อยู่ตรงกลาง ค่อนข้างบริเวณระหว่าง 1° กับ 4°			มี posterior attachment pore อยู่ตรงกลาง
<i>A. leei</i>	ยาว 35-40 กว้าง 35-42.5	1 เซลล์ เซลล์มีรูปร่างค่อนข้างกลม มีขอบตรงด้าน ventral view epitheca และ hypotheca มีขนาดเท่าๆกัน epitheca โค้งมนเป็นรูปไต hypotheca 2 ข้างยาวไม่เท่ากัน ด้านซ้ายยาวกว่าด้านขวานเล็กน้อย sulcus ยาวลงไปถึง antapex มีลักษณะแยกทางด้านบน และมีความกว้างทางด้านล่าง	เซลล์เดี่ยว	ค่อนข้างกลม มีรูปร่างคล้ายรูปวงรีเหลี่ยม ตรงกลางมีรูปร่างคล้ายตัว U	พบ ventral pore อยู่ตรงกลาง ของ first apical plate			

ตารางที่ 5 (ต่อ) ลักษณะของ *Alexandrium* ที่พบในน่านน้ำไทย

ชนิด	ขนาดเซลล์ descending (ไมครอน)	รูปร่าง	การกระจายตัวเซลล์	AP ^a	l'	6"	S.a.	S.p.
<i>A. nidulatum</i>	ยาว 22-26 กว้าง 18-25	เซลล์มีรูปร่างรีถึงรูปไข่ epitheca เป็นรูปครึ่งวงกลม บางครั้งพบว่ามีลักษณะแบนทางด้านหลังของเซลล์	เซลล์เดี่ยว	มีรูปร่างเกือบรูปไข่จนถึงกลม เหล็กเชื่อมคอบ ๆ ไม่พบ a.s.p.	เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาน แคน ๆ พบ v.p. ที่รอดต่อ ระหว่าง l' กับ 4'	เป็นรูปสี่เหลี่ยม มี ความสูงมากกว่าความ กว้าง (L/D = 1.2)	เป็นรูปสี่เหลี่ยม	มีรอยหยักที่ขอบด้านบน
<i>A. lamarensis</i>	ยาว 25-32.5	1 เซลล์ เซลล์มีรูปร่างค่อนข้างกลม เมื่อมองทางด้านข้างมีลักษณะ epitheca และ hypotheca มีขนาดเกือบเท่ากัน epitheca ได้จึงเกือบเป็นรูปโดม บริเวณขอบของ hypotheca เว้นชั้นที่ใกล้ขั้วตรงบริเวณใกล้กับ cingulum คือ antapex คือบริเวณบนและไว้ชั้นล่างคือ cingulum บนถูกมีเซลล์ sulcus บนยาวทางด้านบนและกว้างทางด้านล่าง	เซลล์เดี่ยวและ พบ ได้ 2-4 เซลล์	ค่อนข้างกลม มีรูปร่างครึ่งรูปไข่บน เหล็กเชื่อมอยู่ตรงกลาง มี anterior attachment pore เป็นรูปกลมขนาดเล็กอยู่ทางด้านขวาใกล้กับส่วนหัวของตัวลูกมี	พบ ventral pore อยู่ตรง รอกต่อระหว่าง l' กับ 4'			ส่วนใหญ่จะ ไม่พบ posterior attachment pore

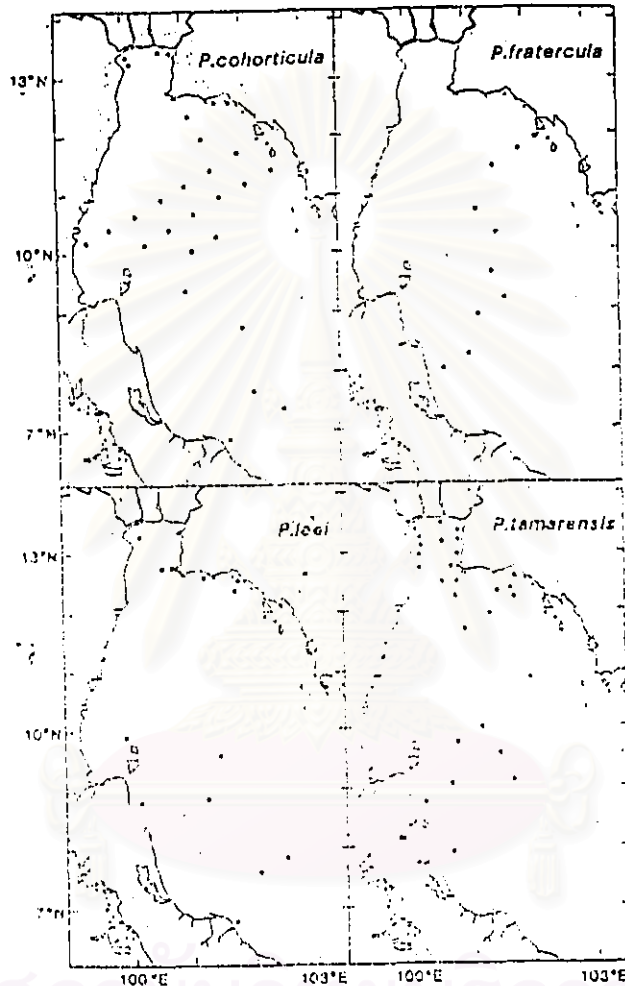
ที่มา: พรศิลป์ ผลพันธ์ (2530), Kodama *et al.* (1987), Fukuyo *et al.* (1988), Matsuoka *et al.* (1998)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 การกระจายของ *Alexandrium* ในประเทศไทย

ชนิด	บริเวณที่พบ	ผู้รายงาน
<i>A. affine</i>	อ่างศิลา จ. ชลบุรี	Kodama <i>et al.</i> (1998)
<i>A. fraterculus</i>	บริเวณอ่าวไทยตอนกลาง	พรศิลป์ ผลพันธุ์น (2530) และ Fukuyo คณะ (1988)
<i>A. leei</i>	อ่าวไทยตอนบน อ่าวไทยตอนกลาง อ่างศิลา จ. ชลบุรี	พรศิลป์ ผลพันธุ์น (2530) และ Fukuyo คณะ (1988)
<i>A. minutum</i>	บ่อเลี้ยงกุ้ง อ. มหาชัย จ. สมุทรสาคร (2534) บ่อเลี้ยงปลาที่ตั้งอยู่บริเวณฝั่งตะวันตกของอ่าวไทย (2538)	สุขมา วิเศษสังข์ (คือต่อส่วนตัว) Matsuoka <i>et al.</i> (1998)
<i>A. tamarense</i>	ปากแม่น้ำเพชรบุรี อ่าวไทยตอนบน อ่างศิลา จ. ชลบุรี	พรศิลป์ ผลพันธุ์น (2530) และ Fukuyo <i>et al.</i> (1988) สุขมา วิเศษสังข์ และเกรียงศักดิ์ สายธนู (2533) และ Pholphunthin (1990)
<i>A. tamiyavanichi</i>	อ่างศิลา จ. ชลบุรี อ่าวไทยตอนกลาง	Kodama (1987) พรศิลป์ ผลพันธุ์น (2530) Fukuyo <i>et al.</i> (1988) และ สุขมา วิเศษสังข์ และ เกรียงศักดิ์ สายธนู (2533)

คือ *A. tamiyavanichi* นอกจากนี้มีรายงานว่าพบ *Alexandrium* อีกชนิดหนึ่งคือ *A. minutum* ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำจังหวัดสมุทรสาครเมื่อปีพ.ศ. 2538 (สุชานา วิเศษตั้งษ์, คิดต่อส่วนตัว) ซึ่งถูกรายงานในเวลาต่อมาในปี 1998 โดย Matsuoka *et al.* (1998) ต่อมา Kodama *et al.* (1998) ได้ศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมของ *A. tamarensis* ในสายพันธุ์ที่ไม่สร้างพิษ รวมทั้งมีการศึกษาคำดับเบสด้วยเทคนิค 18s RNA พบว่าควรจะจำแนกเป็นชนิดใหม่ คือ *A. affine*



รูปที่ 10 การกระจายของ *Alexandrium* ในอ่าวไทย

(*P. cohorticula* = *A. cohorticula*, *P. fratercula* = *A. fraterculus*, *P. leei* = *A. leei*
และ *P. tamarensis* = *A. tamarensis*)

(ที่มา : Fukuyo *et al.*, 1988)

จะเห็นได้ว่าในบริเวณอ่าวไทยตอนบนนั้นพบการกระจายของ *Alexandrium* อยู่ทั่วไปทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะของอ่าวเป็นอ่าวกึ่งปิด และได้รับอิทธิพลจากแม่น้ำสายหลัก 4 สาย ได้แก่ แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน และแม่น้ำแม่กลอง ซึ่งนำพาสารอาหารลงสู่อ่าวเป็นจำนวนมาก (ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้, 2530) ซึ่งสารอาหารเหล่านี้อาจเป็นปัจจัยกระตุ้นให้เกิดการเพิ่มจำนวนของไดโนแฟลกเจลเลต หรือ แพลงก์ตอนพืชชนิดอื่นขึ้นอย่างรวดเร็วได้ นอก

จากนี้ Piyakarnchana *et al.* (1990) รายงานว่า กระแสน้ำขึ้น และน้ำลงเป็นปัจจัยอีกหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายและความหนาแน่นของ *A. tamiyavaniichi* ที่พบในบริเวณอ่าวไทยตอนบนด้วยเช่นกัน

สำหรับการศึกษาความเป็นพิษของ *Alexandrium* ที่พบในน้ำน่าน้ำไทย Kodama *et al.* (1987, 1988) และ Fukuyo *et al.* (1989) ทำการเพาะเลี้ยงและทดสอบความเป็นพิษของโคโนแฟลกเจลเลตชนิด *A. fraterculus*, *A. leei*, *A. tamarensis* และ *A. tamiyavaniichi* พบว่า *A. fraterculus* และ *A. leei* ไม่สามารถทำการเพาะเลี้ยงได้ ส่วน *A. tamarensis* ที่เลี้ยงไว้ไม่มีความเป็นพิษ แต่ *A. tamiyavaniichi* สามารถสร้างพิษได้ และมีระดับความเป็นพิษแตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์ โดยมีความเป็นพิษรุนแรงเทียบเท่ากับ *A. tamarensis* ที่พบในประเทศญี่ปุ่น และเมื่อวิเคราะห์ด้วย HPLC พบว่า มีองค์ประกอบพิษเป็น STX และ GTX₁₋₄ ซึ่งมี GTX₁ เป็นองค์ประกอบหลักถึงร้อยละ 80 ต่อมาในปี 1990 Pholpunthin *et al.* ได้ศึกษาความเป็นพิษของ *A. tamarensis* ที่เก็บจากบริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี และรายงานว่ามีทั้งสายพันธุ์ที่สร้างพิษ และสายพันธุ์ที่ไม่สร้างพิษ โดยในสายพันธุ์ที่สร้างพิษมีองค์ประกอบพิษเป็น STX, neo-STX และ GTX₁₋₄ ซึ่งองค์ประกอบพิษหลักจะแตกต่างกันไปในแต่ละสายพันธุ์ ต่อมาสุชนา วิเศษสังข์ และเกรียงศักดิ์ สายธนู (2533) ได้เพาะเลี้ยงและวิเคราะห์ความเป็นพิษใน *A. tamarensis* และ *A. tamiyavaniichi* ที่เก็บจากบริเวณชายฝั่งอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี เช่นกัน ซึ่งจัดแบ่งเป็น *A. tamarensis* จำนวน 9 สายพันธุ์ และ *A. tamiyavaniichi* จำนวน 13 สายพันธุ์ โดยที่ไม่พบความเป็นพิษใน *A. tamarensis* แต่สำหรับใน *A. tamiyavaniichi* นั้นพบว่ามีความเป็นพิษทุกสายพันธุ์ (ยกเว้น CU8) และมีระดับความเป็นพิษต่างกันถึง 9 เท่าระหว่างสายพันธุ์ที่มีความเป็นพิษสูงสุด (CU9 : 10,000 เซลล์/MU) กับสายพันธุ์ที่มีความเป็นพิษต่ำสุด (ตารางที่ 7)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 ความเป็นพิษของ *Alexandrium* ในประเทศไทย

ชนิด - โคลน	บริเวณที่พบ	วิธีวิเคราะห์	ผลการทดสอบความเป็นพิษ		ผู้รายงาน
			ความเป็นพิษ (MU/เซลล์)	องค์ประกอบพิษ	
<i>A. minutum</i>	บ่อทะเลเคื่องกุ้ง อ. มหาราช จ. สมุทรสาคร	A และ B	1.04×10^{-5}	GTX _{1,4} (GTX ₁ 75%)	Kodama (ติดต่อบริษัท)
<i>A. tamarense</i>	อ่างศิลา จ. ชลบุรี	A และ B	5.0×10^{-6}	STX, neo-STX และ GTX _{1,4} (GTX ₁ 36.5%)	Phonplunthin <i>et al.</i> (1990)
CU 7		A และ B	4.0×10^{-6}	STX, neo-STX และ GTX _{1,4} (STX 42.9%)	
CU 10		A และ B	ไม่สร้างพิษ		
CU 22		A และ B	ไม่สร้างพิษ		
CU 23		A และ B	ไม่สร้างพิษ		
CU1, 2, 3	ปรางค์บุรี จ. ประจวบฯ	A และ B	ไม่สร้างพิษ		ศุภนา วิเศษสังข์ และเกรียงศักดิ์ สายธนู (2533)
<i>A. tamiyavonichi</i>	อ่างศิลา จ. ชลบุรี				
CU5			6.17×10^{-5}	STX, GTX _{1,5} , GTX ₈ , epiGTX ₂ (GTX ₁ 80%)	Kodama (1988)
CU6			1.5×10^{-5}		
		A		STX, GTX _{1,4} (GTX ₁ 80%)	Fukuyo <i>et al.</i> (1989)
		A		STX, GTX _{1,4} (GTX ₁ 80%)	Wisessang <i>et al.</i> (1991) ช้างไทย ปิยนุช จุฑพันธ์ (2539)
CU9	อ่างศิลา จ. ชลบุรี	A และ B	1.0×10^{-4}		ศุภนา วิเศษสังข์ และเกรียงศักดิ์ สายธนู (2533)

MU : Mouse Unit (1 MU = ปริมาณพิษต่ำสุดที่นำหนูตัวผู้หนัก 20 กรัมให้ตายได้ภายใน 15 นาที)

A แทน การวิเคราะห์พิษด้วยวิธี mouse bioassay

B แทน การวิเคราะห์องค์ประกอบพิษด้วยวิธี High Performance Liquid Chromatography