บทที่ 5
อภิปรายและสรุปผล

การศึกษารงควัตถุในแพลงก์ตอนพืช และคุณภาพน้ำบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง

จากผลการศึกษารงควัตถุในแพลงก์ตอนพืช และคุณภาพน้ำบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง สามารถอภิปรายแบ่งได้เป็นดังนี้

1. รงควัตถุในแพลงก์ตอนพืช

1.1 ชนิดของรงควัตถุที่พบในแพลงก์ตอนพืช ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงรงควัตถุในแพลงก์ตอนพืชด้วย HPLC บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทราตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2544 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2545 สามารถจำแนกรงควัตถุในแพลงก์ตอนพืช ได้เป็น 7 ชนิด คือ คลอโรฟิลล์-เอ คลอโรฟิลล์-บี คลอโรฟิลล์ ซี1+ซี2 ฟูโคแซนธิน เพริดินิน ไดอะไดโนแซนธิน และลูเทอีน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Furuya et al. (2000) ที่ศึกษาแพลงก์ตอนพืชในบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงในปี ค.ศ. 1999 (พ.ศ. 2542) โดยใช้ HPLC ในการวิเคราะห์รงควัตถุพบรงควัตถุหลักเป็นคลอโรฟิลล์-เอ และมีรงควัตถุชนิดอื่น ๆ ที่พบอีก 16 ชนิด ได้แก่ คลอโรฟิลล์-บี คลอโรฟิลล์-ซี1 คลอโรฟิลล์-ซี2 ฟูโคแซนธิน เพริดินิน ซีอะแซนธิน ไดอะไดโนแซนธิน ไดอะโตแซนธิน ออลโลแซนธิน วิโอแลกแซนธิน นีโอแซนธิน พราซิโนแซนธิน 19'-บูทานอยโลซีฟูโคแซนธิน 19'-บูทานอยโลซีฟูโคแซนธิน ลูเทอีน และอีไคนีโนน (ตารางที่ 5-1) รงควัตถุในกลุ่มคลอโรฟิลล์ และ แคโรทีนอยด์มีปริมาณที่แตกต่างกันนั้นทำให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มประชากรแพลงก์ตอนพืช สอดคล้องกับการศึกษาของ Wright et al. (1996) และ Liewellyn and Mantoura (1997)

สำหรับในรอบปีที่ทำการศึกษาในบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงพบไดอะตอมเป็นกลุ่มหลักของแพลงก์ตอนพืช และจากการศึกษาพบว่าฟูโคแซนธินมีความสัมพันธ์กับแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดอะตอม ส่วนเพริดินินมีความสัมพันธ์กับแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต เช่นเดียวกับการศึกษาของ Breton et al. (2000) และ Descy et al. (2000) ในการศึกษาของ Ediger et al. (2001) ที่ได้ศึกษาแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดอะตอมและกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต ในประเทศไอร์แลนด์ พบว่ารงควัตถุมีความสัมพันธ์กับกลุ่มของแพลงก์ตอนพืช ในการศึกษาพบว่าช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2545 มีจำนวนของไดอะตอมมากขึ้นจากการนับได้กล้องจุลทรรศน์ โดยเฉพาะเมื่อเกิดการบลูมของแพลงก์ตอนปริมาณของฟูโคแซนธินจะเพิ่มขึ้นตามอย่างเห็นได้ชัด สำหรับคลอโรฟิลล์-เอ ที่เป็นรงควัตถุหลักพบได้ในแพลงก์ตอนทุกกลุ่ม (Furuya et al., 2000;

Jeffrey et al., 1997; Vidussi et al., 1996; Yacobi et al., 1996; Descy et al., 2000 และ ลัดดา วงศ์รัตน์, 2544) ในการศึกษาในครั้งนี้พบได้อยู่ตลอด แต่จะมีความแตกต่างในการเปลี่ยนแปลงระดับปริมาณในช่วงกว้าง ซึ่งบางครั้งมีปริมาณน้อยมาก

ในการวิเคราะห์รงควัตถุครั้งนี้ไม่สามารถจำแนกซีอะแซนธินได้จากตัวอย่างเนื่องจากมีปริมาณน้อยและสเปกตรัมที่ได้จาก PDA Detector ไม่ชัดเจน ซีอะแซนธินเป็นรงควัตถุที่พบได้ในแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไซยาโนไฟตา (Guzman et al., 1995; McManus, 1995; Harms & Bodungen, 1997) แต่ผลจากการนับจำนวนภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่ามีแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไซยาโนไฟตาสกุล *Oscillatoria* อยู่มาก ซึ่งอาจมีผลจากการสกัดตัวอย่างออกมาได้ไม่ดีเพียงพอ เพราะ *Oscillatoria* เป็นแพลงก์ตอนพืชที่มีผนังเซลล์หนาทำให้ทนต่อการสกัดด้วยตัวทำละลายซึ่งใช้เมทานอล 95 % ในการสกัดจึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ไม่พบซีอะแซนธิน นอกจากนี้ในการนับแพลงก์ตอนยังพบแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กจำนวนมากที่ไม่สามารถจำแนกกลุ่มได้ ซึ่งน่าจะมีผลทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการตรวจนับแพลงก์ตอน เช่นเดียวกับการศึกษาของ Breton et al. (2000) ที่ศึกษารงควัตถุในแพลงก์ตอนพืชบริเวณชายฝั่งพบว่าคลอโรฟิลล์-บี กับแพลงก์ตอนพืชกลุ่มคลอโรไฟตาไม่มีความสัมพันธ์กันอาจเนื่องมาจากสาเหตุที่ขนาดของแพลงก์ตอนที่นับมีขนาดเล็กประมาณ 5 ไมครอน ทำให้ยากต่อการจำแนกชนิด

ตารางที่ 5-1 การศึกษารงควัตถุในแพลงก์ตอนพืช

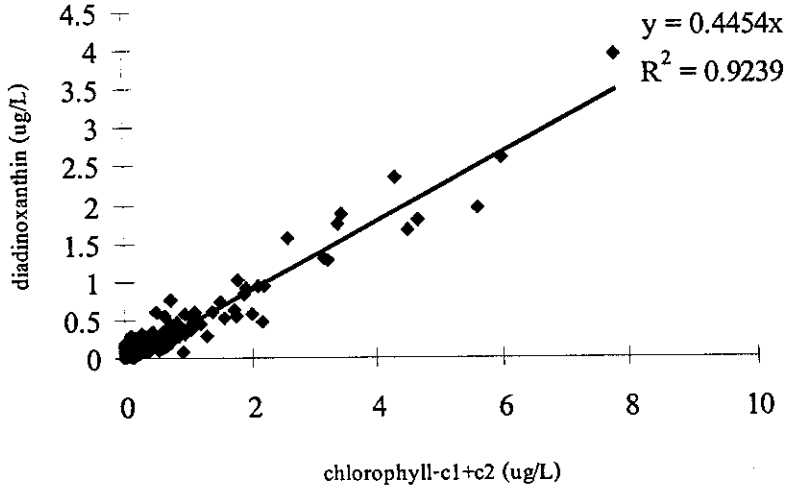
สถานที่ / ปีที่ศึกษา	รงควัตถุที่พบมาก	ผู้ดำเนินการศึกษา
Prydz Bay Austraria / 1987	chlorophyll-*a*, chlorophyll-*b*, fucoxanthin, alloxanthin, zeaxanthin, 19-hexanoylocyfucoxanthin, 19-butanoylocyucoxanthin	Wright et al. (1991)
Newport Estuary Amarica / 1991	chlorophyll-*a*, chlorophyll-*b*, fucoxanthin, peridinin, 19-hexanoylocyfucoxanthin, alloxanthin	Tester et al. (1995)
Denmark&Norway / 1994-1995	chlorophyll-*a*, chlorophyll-*b*, fucoxanthin, zeaxanthin, alloxanthin	Liewwllyn and Mantoura (1997)
Bangpakong Estuary Thailand / 1997	chlorophyll-*a*, chlorophyll-*b*, chlorophyll-*c*, fucoxanthin, 19-hexanoylocyfucoxanthin, peridinin, 19-butanoylocyucoxanthin diadinoxanthin, lutein, diatoxanthin, neoxanthin, alloxanthin prasinoxanthin, zeaxanthin	Furuya et al. (2000)
Galway Bay Ireland / 1998	chlorophyll-*a*, chlorophyll-*c*, fucoxanthin, peridinin, diadinoxanthin, diatoxanthin, B-carotene, 19-hexanoylocyfucoxanthin	Ediger et al. (2001)
Bangpakong Estuary Thailand / 2001	chlorophyll-*a*, chlorophyll-*b*, chlorophyll-*c*, fucoxanthin, peridinin, diadinoxanthin, lutein	การศึกษาในครั้งนี้

1.2 ปริมาณรงควัตถุที่พบในแพลงก์ตอนพืช รงควัตถุที่พบมีปริมาณมากได้แก่ ฟูโคแซนธินมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 5.27 ±6.50 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งสอดคล้องกับการนับจำนวนแพลงก์ตอนพืชที่พบว่ากลุ่มที่เป็นชนิดเด่นในบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง คือ ไดอะตอม Furuya et al. (2000) รายงานว่าปริมาณของฟูโคแซนธินที่วัดได้ในเดือนมีนาคม ปี พ.ศ. 2542 มีค่า 2.05-17.65 ไมโครกรัมต่อลิตร เดือนสิงหาคมปีเดียวกันวัดได้มีค่า 0.65-4.55 ไมโครกรัมต่อลิตร นอกจากมีฟูโคแซนธินเป็นรงควัตถุหลัก แล้วรงควัตถุที่พบควบคู่ไปด้วยเสมอคือ คลอโรฟิลล์-เอ ซึ่งเป็น รงควัตถุสำคัญที่พบอยู่ในแพลงก์ตอนพืชทุกชนิด และยังใช้เป็นสิ่งบ่งบอกถึงปริมาณของแพลงก์ตอนพืชโดยรวมได้ เมื่อคลอโรฟิลล์-เอ มีปริมาณมากเมื่อใดคาดการณ์ได้ว่าในบริเวณแหล่งน้ำขณะนั้นจะมีปริมาณของแพลงก์ตอนพืชมากขึ้นตามไปด้วยซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Yacobi et al. (1996) ที่ศึกษาการบลูมของแพลงก์ตอนพืช พบคลอโรฟิลล์-เอ เป็นรงควัตถุหลักตลอดการศึกษา ในการศึกษาบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงพบมีปริมาณเฉลี่ย 1.7± 2.24 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามรายงานของ Furuya et al. (2000) พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ มีค่ามากที่สุดเดือนสิงหาคม ปี1999 เท่ากับ 39.7 ไมโครกรัมต่อลิตร เกศินี กิจกำแหง (2543) ทำการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ บริเวณ ปากแม่น้ำบางปะกงตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2541 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2542 มีค่าอยู่ในช่วง 3.61-92.57 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (=ไมโครกรัมต่อลิตร) การที่ปริมาณของคลอโรฟิลล์-เอ น้อยกว่าฟูโคแซนธิน อาจมีเหตุผลมาจากเกิดการเปลี่ยนรูปของคลอโรฟิลล์-เอ เพราะคลอโรฟิลล์-เอ มีความสามารถเปลี่ยนรูปเป็นอนุพันธ์อย่างอื่นได้ง่าย Yacobi et al. (1996) รายงานว่าคลอโรฟิลล์-เอ จะเปลี่ยนสภาพจากปกติไปเป็นคลอโรฟิลล์ไลด์-เอ (Chlrophyllide-*a*) ได้ ร้อยละ 1-9 ของปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ นอกจากนี้ยังเปลี่ยนเป็นฟีโอไฟทิน (Gall & Blanchard, 1995) ได้อีกด้วย และคลอโรฟิลล์-เอ ยังสลายตัวได้ง่ายเมื่อถูกแสง (Jeffrey et al., 1997)

รงควัตถุที่พบเพิ่มขึ้นเสมอเมื่อมีปริมาณของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลตมากขึ้นคือ เพริดินิน เป็นรงควัตถุที่พบได้ประจำในไดโนแฟลกเจลเลต ซึ่งจากการศึกษาพบมีปริมาณเฉลี่ย 1.77±0.671 ไมโครกรัมต่อลิตรรงควัตถุชนิดต่อมาที่พบมีทั้งในไดอะตอม และไดโนแฟลกเจลเลต คือ คลอโรฟิลล์-ซี1+ซี2 พบมีค่าเฉลี่ย 1.67±1.76 ไมโครกรัมต่อลิตร นอกจากนี้รงควัตถุที่พบได้ต่อมาเป็นไดอะไดโนแซนธินเป็นรงควัตถุอีกชนิดหนึ่งรองลงมาจากฟูโคแซนธิน พบได้เสมอ ในแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดอะตอม และไดโนแฟลกเจลเลต ซึ่งทั้งสองกลุ่มนี้พบได้ในการศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อเกิดการบลูมของแพลงก์ตอน ค่าเฉลี่ยของไดอะไดโนแซนธินเท่ากับ 0.89±0.91 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Furuya et al. (2000) และ Yacobi et al. (1996) การบลูมของแพลงก์ตอนพืช ในบริเวณปากแม่น้ำ

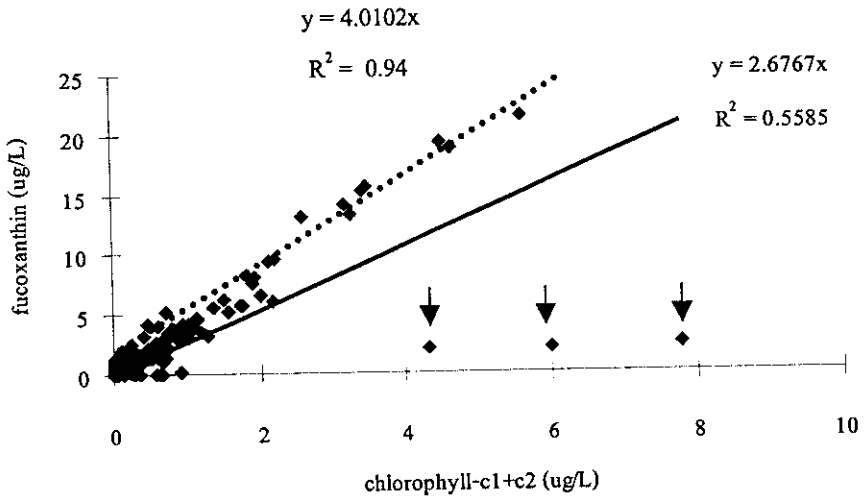
บางปะกงพบเกิดจากแพลงก์ตอนพืช 2 ชนิด คือ *Ceratium furca* และ *Noctiluca scintillans* ซึ่งเป็นแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มของไดโนแฟลกเจลเลต สำหรับ *Noctiluca scintillans* เมื่อการบลูมเกิดขึ้นจะทำให้น้ำเปลี่ยนจากสีปกติเป็นสีเขียวเพราะภายในเซลล์ของแพลงก์ตอนมีส่าหร่ายขนาดเล็กสีเขียวชื่อ *Pedinomonas noctiluceae* เป็นกลุ่มของคลอโรไฟตาอาศัยอยู่ ซึ่งรงควัตถุที่มีอยู่เฉพาะคือคลอโรฟิลล์-บี เมื่อเกิดการ บลูมของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มนี้จะทำให้ปริมาณของคลอโรฟิลล์-บี เพิ่มขึ้นมากกว่าปกติ สำหรับการศึกษาครั้งนี้พบคลอโรฟิลล์-บี ในปริมาณน้อยมากมีค่าเฉลี่ยในรอบปีเท่ากับ 0.07±0.08 ไมโครกรัมต่อลิตร ในขณะที่ผลการศึกษาของเกศินี กิจกำแหง (2543) ที่ทำการศึกษาในบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2541 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2542 วัดปริมาณคลอโรฟิลล์-บี ได้ในช่วง 0-7.95 ไมโครกรัมต่อลิตร นอกจากนี้รงควัตถุอีกชนิดที่พบในการศึกษาคือ ลูเทอีน เป็นรงควัตถุที่พบได้ในแพลงก์ตอนพืชกลุ่มคลอโรไฟตาซึ่งจากผลการนับจำนวนใต้กล้องจุลทรรศน์พบมีแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มนี้กระจายอยู่ทั่วไปแต่เป็นจำนวนไม่มากนักมีค่าเฉลี่ยในรอบปีเท่ากับ 0.34±0.34 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งในการศึกษาของ Gall and Blanchard (1995) พบปริมาณของลูเทอีนในปริมาณน้อย ช่วงขั้นตอนการวิเคราะห์ต้องอาศัย Retention Time มาใช้ในการจำแนก

สำหรับความสัมพันธ์ของรงควัตถุที่น่าสนใจระหว่างคลอโรฟิลล์-ซี1+ซี2 กับไดอะไดโนแซนธิน โดยเมื่อทดสอบด้วยวิธีสมการเส้นถดถอยโดยให้ผ่านจุด 0 ทำให้ R^2=0.99 จากเดิมอยู่ที่ 0.92 จึงแสดงว่ามีความสัมพันธ์กันมากของคลอโรฟิลล์-ซี1+ซี2 กับไดอะไดโนแซนธิน ดังแสดงในภาพที่ 5-1

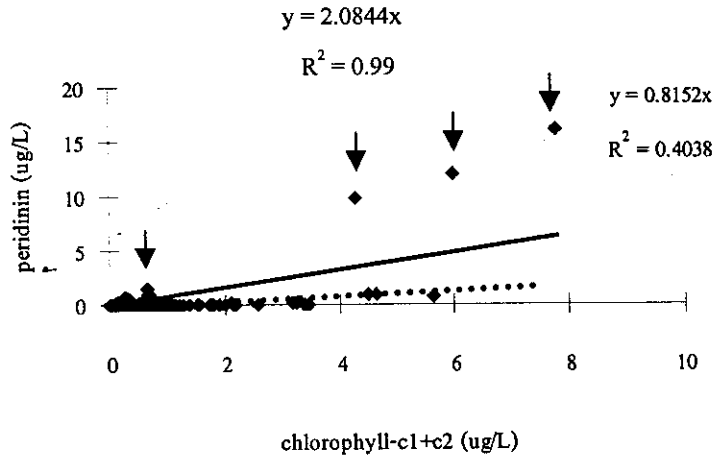


ภาพที่ 5-1 ความสัมพันธ์ระหว่างคลอโรฟิลล์ ซี1+ซี2 กับ ไดอะไดโนแซนธิน

ความสัมพันธ์ของคลอโรฟิลล์-ซี1+ซี2 กับฟูโคแซนธิน เมื่อทดสอบด้วยวิธีสมการถดถอย พบว่าสมการที่ได้คือ y = 2.6767x มีค่าต่ำ (R^2 = 0.56) ซึ่งเกิดจากข้อมูลจำนวน 3 จุด ที่แสดงตามลูกศรในภาพที่ 5-2 เมื่อทำการตัดข้อมูลทั้ง 3 จุด ออก และทดสอบทางสถิติเพื่อหาสมการถดถอยอีกครั้งหนึ่งพบว่าสมการเปลี่ยน(ตามเส้นประ) จากการสืบค้นเปรียบเทียบข้อมูลในทั้ง 3 จุด พบว่าเป็นข้อมูลที่ได้จากในสถานีที่ 6 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2545 ซึ่ง ณ เวลาดังกล่าวเกิดการบลูมของไดโนแฟลกเจลเลต (*Ceratium furca*) ซึ่งแสดงให้เห็นในภาพที่ 4-4 การที่มีไดโนแฟลกเจลเลตเป็นแพลงก์ตอนชนิดเด่นในน้ำ จึงทำให้สัดส่วนของฟูโคแซนธิน และคลอโรฟิลล์-ซี1+ซี2 เปลี่ยนแปลงไปจากน้ำที่มีไดอะตอมเป็นชนิดเด่น ในทางกลับกันการพล็อตจุดข้อมูลระหว่างคลอโรฟิลล์ซี1+ซี2 กับเพริดินิน ก็พบว่าข้อมูลส่วนใหญ่ไม่มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง ยกเว้น จุดข้อมูลจำนวน 4 จุด แสดงด้วยลูกศรในภาพที่ 5-3 ซึ่งมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง สมการเดิมคือ y = 0.8152x มีค่า R^2 = 0.4 ถ้าเลือกเฉพาะ 4 จุดดังกล่าวมาพล็อตจะได้ค่าสมการเปลี่ยนจากเดิมเป็น y = 2.0844x มีค่า R^2 สูงขึ้นเป็น R^2 = 0.99 หรือถ้าตัดทั้ง 4 จุดออกไปจะทำค่า R^2 ลดลงโดยสมการจะเปลี่ยนเป็น y = 0.0879x มีค่า R^2 = 0.18 (ตามเส้นประ) การตรวจสอบจุดข้อมูลดังกล่าวพบว่ามาจากข้อมูลเดียวกันกับสถานีที่ 6 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2545 ซึ่งในช่วงดังกล่าวเกิดการบลูมของไดโนแฟลกเจลเลต คือ *Ceratium furca*



ภาพที่ 5-2 ความสัมพันธ์ระหว่างคลอโรฟิลล์ ซี1+ซี2 กับ ฟูโคแซนธิน



ภาพที่ 5-3 ความสัมพันธ์ระหว่างคลอโรฟิลล์ ซี1+ซี2 กับ เพริดินิน

2. ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชกับคุณภาพน้ำ

2.1 กลุ่มของแพลงก์ตอนพืช ไดอะตอมเป็นกลุ่มประชากรแพลงก์ตอนพืชเด่นในบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงเกือบตลอดปี โดยชนิดที่เด่นในกลุ่มนี้คือ *Skeletonema* sp. ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของพิชาญ สว่างวงศ์ และคณะ (2541) ได้กล่าวไว้เช่นเดียวกันว่าไดอะตอมเป็นกลุ่มแพลงก์ตอนพืชที่พบเป็นกลุ่มเด่นในบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงโดยเฉพาะ *Skeletonema costatum* มีปริมาณเกือบ 100 % ขณะที่แพลงก์ตอนพืชประกอบอื่น ๆ มีปริมาณเพียงเล็กน้อย (น้อยกว่า 1 %) รายละเอียดในแต่ละสถานีแสดงในตารางที่ 5-2 และในการศึกษาของธิดาพร หรบรรพ์ (2540) รายงานการศึกษาแพลงก์ตอนพืชไว้ว่า บริเวณปากแม่น้ำบางปะกงพบไดอะตอมเป็นกลุ่มประชากรเด่นโดยเฉพาะ *Coscinodiscus* sp., *Rhizosolenia* sp., *Odontella* sp. และ *Skeletonema* sp. ซึ่งในชนิดหลังพบว่ามีการบลูมเป็นบางครั้ง ในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2537

จากการศึกษาพบว่าไดโนแฟลกเจลเลตมีปริมาณมากในสถานีที่ 6 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2545 โดยเกิดการบลูมของ *Ceratium furca* มีจำนวน 851,941 เซลล์ต่อลิตร ทำให้มีปริมาณของเพริดินินเพิ่มขึ้นมาอย่างชัดเจน แตกต่างไปจากเดือนอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับ Yacobi et al. (1996) ที่ศึกษาการบลูมของ *Peridium gatunense* ในทะเลสาบ Kinneret ในประเทศฝรั่งเศส พบปริมาณของเพริดินินเพิ่มขึ้นอย่างมากเมื่อเกิดการบลูม ซึ่งโดยปกติจะมีคลอโรฟิลล์-เอ เป็นรงควัตถุหลัก จากการศึกษาของพิชาญ สว่างวงศ์ และคณะ (2541) พบว่ามีการบลูมของ *Ceratium furca* บริเวณปากแม่น้ำบางปะกงติดต่อไปยังชายฝั่งหาดบางแสนจนถึงชายฝั่งอำเภอศรีราชา นอกจากนี้

ยังพบว่ามีไดโนแฟลกเจลเลตชนิดอื่นอีก 2 ชนิด ที่มีปริมาณโดดเด่นขึ้นมา คือ *Dinophysis caudata* และ *Noctiluca scintillans* โดยชนิดหลังพบว่ามีการบลูมเป็นบางคราว

ในการศึกษาครั้งนี้พบแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไซยาโนไฟตา เช่น *Oscillatoria* spp. เป็นชนิดเด่นโดยพบได้ตลอดระยะเวลาการศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของพิชาญ สว่างวงศ์ และคณะ (2541) ที่พบ *Oscillatoria* spp. เป็นแพลงก์ตอนพืชกลุ่มเด่นบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง และชายฝั่งหาดบางแสน และในการศึกษาของธิดาพร หรบรรพ์ (2540) พบว่า *Oscillatoria* spp เป็นแพลงก์ตอนพืชที่พบได้ตลอดปี บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง เช่นกัน นอกจากนี้ในบริเวณปากแม่น้ำแม่กลองที่ศึกษาโดยผุสดี เทียนถาวร (2540) ก็พบว่า *Oscillatoria* spp เป็นแพลงก์ตอนพืชที่พบได้ตลอดปี บริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง

สำหรับการศึกษาในบริเวณใกล้เคียงดังการศึกษาของพิชาญ สว่างวงศ์ และคณะ (2541) รายงานว่าบริเวณชายฝั่งบางแสน ถึงศรีราชา จังหวัดชลบุรี มีปริมาณแพลงก์ตอนพืชหลายชนิดมีปริมาณแตกต่างกันโดยมีปริมาณหนาแน่นในกลุ่มของ *Thalassiosira mala*, *Crlindrotheca closterium* และ *Chaetoceros* sp. สำหรับการศึกษาของสมพิศ เผือกสะอาด (2542) พบว่าชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่พบมากและสม่ำเสมอในบริเวณชายฝั่งแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2540 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2541 เป็นชนิด *Chaetoceros* spp. และ *Rhizosolenia* spp. ในการศึกษาของอนุสิฎฐ์ กิจวิสาละ (2542) ที่ทำการศึกษาบริเวณชายฝั่งพัทยา จังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2540 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2541 แพลงก์ตอนพืชที่พบมากเป็นกลุ่มไดอะตอมได้แก่ *Coscinodiscus* spp., *Chaetoceros* spp., *Bacteiastrum* spp., *Thalassionema* spp., *Thalassiothrix* spp. และ *Rhizosolenia* spp.

ตารางที่ 5-2 แพลงก์ตอนพืชที่พบใน 6 สถานี

สถานี	แพลงก์ตอนพืชที่พบบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงในรายงานอื่น ๆ	แพลงก์ตอนพืชที่พบในการศึกษาครั้งนี้
1	การศึกษาของพิชาญ สว่างวงศ์ และคณะ (2541) พบว่ามี *Skeletonema costatum* และ *Thalassiosira mala* เป็นชนิดเด่นมีปริมาณสูงคิดเป็นร้อยละ 80-90 ของจำนวนแพลงก์ตอนพืชทั้งหมดจากการศึกษาช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2537 การศึกษาของ Furuya et al. (2000) พบว่ามีไดอะตอมเป็นกลุ่มหลักมี *Skeletonema costatum* และ*Cycindrotheca closterium* เด่น	พบไดอะตอมเป็นกลุ่มหลักมีปริมาณเฉลี่ย 7,610 เซลล์ต่อลิตร ชนิดเด่นคือ *Skeletonema* sp. และ *Coscinodiscus* spp.
2	การศึกษาของพิชาญ สว่างวงศ์ และคณะ (2541) พบว่ามี *Skeletonema costatum* และ *Thalassiosira mala* เป็นชนิดเด่นและ *Cycindrotheca closterium* รองมา	พบไดอะตอมเป็นกลุ่มหลักมีปริมาณเฉลี่ย 56,738 เซลล์ต่อลิตร ชนิดเด่นคือ *Skeletonema* sp. และ *Coscinodiscus* spp
3	ในการศึกษาของพิชาญ สว่างวงศ์ และคณะ (2541) ไม่ได้รายงานบริเวณนี้	พบไดอะตอมเป็นกลุ่มหลักมีปริมาณเฉลี่ย 150,463 เซลล์ต่อลิตร ชนิดเด่นคือ *Skeletonema* sp. และ *Coscinodiscus* spp
4	การศึกษาของพิชาญ สว่างวงศ์ และคณะ (2541) พบว่ามี *Skeletonema costatum* และ *Chaetoceros pseudocurvisetum*	พบไดอะตอมเป็นกลุ่มหลักมีปริมาณเฉลี่ย 389,980 เซลล์ต่อลิตร ชนิดเด่นคือ *Skeletonema* sp. และ *Coscinodiscus* spp
5	ในการศึกษาของพิชาญ สว่างวงศ์ และคณะ (2541) ไม่ได้รายงานบริเวณนี้	พบไดอะตอมเป็นกลุ่มหลักมีปริมาณเฉลี่ย 151,984 เซลล์ต่อลิตร ชนิดเด่นคือ *Skeletonema* sp. และ *Coscinodiscus* spp
6	การศึกษาของพิชาญ สว่างวงศ์ และคณะ (2541) รายงานว่ามีไดอะตอมเด่น คือ *Skeletonema costatum* *Thalassiosira mala* และ *Chaetoceros pseudocurvisetum* และพบว่ามี *Ceratium furca* และ *Dinophysis infundibula* อยู่บ้างเล็กน้อย	พบไดอะตอมเป็นกลุ่มหลักมีปริมาณเฉลี่ย 117,589 เซลล์ต่อลิตร ยกเว้นในเดือนกันยายน พ.ศ. 2545 ที่มีการบลูมของคือ *Ceratium furca* ทำให้จำนวนไดอะตอมลดลง

ปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีในบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ตลอดจนถึงบริเวณชายฝั่งทะเล ภาคตะวันออกในช่วงปัจจุบันมีสาเหตุหลักจากกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต โดยชนิดที่เด่นคือ *Noctiluca scintillans* แต่ในการศึกษาครั้งนี้สามารถนับพบได้กล้องจุลทรรศน์ได้ในปริมาณจำนวนน้อย อาจเป็นเพราะ *Noctiluca scintillans* เมื่อถูกเก็บรักษาโดยการดองด้วยน้ำยาฟอร์มาลิน เซลล์จะค่อย ๆ เหี่ยวลง หรือสลายตัวไปจึงทำให้ยากต่อการนับจำนวน แต่การใช้เครื่อง HPLC วิเคราะห์นั้นพบว่าสามารถวัดปริมาณรงควัตถุที่มีอยู่ในเซลล์ของ *Noctiluca scintillans* ได้ โดยเฉพาะพบคลอโรฟิลล์-บี ที่เป็นรงควัตถุบ่งบอกถึงแพลงก์ตอนพืชกลุ่มคลอโรไฟตา ซึ่งภายในเซลล์ของ *Noctiluca scintillans* มี *Pedinomonas noctiluceae* อาศัยอยู่ ในการนับจำนวน *Noctiluca scintillans* อาจนับจำนวนได้ไม่มากนัก แต่ในจำนวน 1 เซลล์ของ *Noctiluca scintillans* มีสาหร่าย *Pedinomonas noctiluceae* อยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งนับจำนวนด้วยกล้องจุลทรรศน์ไม่ได้ ซึ่งจะเห็นได้จากภาพที่ 4-2 ฉ. ที่ปรากฏจุดของคลอโรฟิลล์-บี ในบางเดือน คือพบบริเวณสถานีที่ 1-3 ของเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545 แต่จากการนับตัวอย่างใต้กล้องไม่พบแพลงก์ตอนพืชกลุ่มที่เกี่ยวข้องในปริมาณที่ชัดเจนโดยพบ *Noctiluca scintillans* น้อยมากบริเวณสถานีที่ 3 (6 เซลล์/ ลิตร) นอกจากนี้มีในสถานีที่ 4 ช่วงเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม พ.ศ. 2545 พบมีกลุ่มคลอโรไฟตาอยู่บ้างในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2545 และในบริเวณสถานีที่ 3-5 ของเดือนกันยายน พ.ศ. 2545 ซึ่งจากการนับไม่พบแพลงก์ตอนพืชที่เกี่ยวข้อง

การแบ่งขนาดแพลงก์ตอนพืชตามการศึกษาครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ ขนาดน้อยกว่า 20 ไมครอน ขนาด 20 - 63 ไมครอน ขนาด 63 - 150 ไมครอน และขนาดมากกว่า 150 ไมครอน โดยกลุ่มขนาดน้อยกว่า 20 ไมครอน หรือมีชื่อเรียกว่า พิโคแพลงก์ตอน เป็นกลุ่มที่น่าสนใจ เพราะในการนับแพลงก์ตอนพืชใต้กล้องจุลทรรศน์นั้นทำได้ยาก ในแพลงก์ตอนพืชกลุ่มนี้ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์แบบฟลูออเรสเซนส์ซึ่งมีขั้นตอนที่ยุ่งยากมากขึ้น (ลัดดา วงศ์รัตน์ และโสภณา บุญญาภิวัฒน์, 2546) และแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มนี้ยังมีการศึกษาน้อย โดยเฉพาะในด้านผลผลิตเบื้องต้นในแหล่งน้ำซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าสัดส่วนของกลุ่มแพลงก์ตอนพืชขนาดน้อยกว่า 20 ไมครอน คิดเป็นร้อยละ 16.57 หรือเกือบเป็นหนึ่งในห้าของปริมาณแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด ซึ่งถือว่ามีผลต่อปริมาณผลผลิตในแหล่งน้ำ ซึ่งการนับด้วยกล้องจุลทรรศน์ไม่สามารถทำได้เมื่อคิดเป็นปริมาณรวมออกมาทำให้มีค่าหายไปถึงหนึ่งในห้าของปริมาณแพลงก์ตอนพืชที่ควรจะเป็นจริง โดยพบว่าเป็นกลุ่มคลอโรไฟตาที่เป็นกลุ่มแพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่ ในกลุ่มขนาดน้อยกว่า 20 ไมครอน โดยสัดส่วนของคลอโรฟิลล์-บี และลูเทอินที่มีปริมาณมากกว่าร้อยละ 20 ซึ่งรงควัตถุทั้ง 2 ชนิดนี้ พบได้เฉพาะในกลุ่มคลอโรไฟตา ส่วนแพลงก์ตอนพืชสามกลุ่มที่เหลือมีปริมาณของรงควัตถุทั้ง 2 ชนิดในปริมาณน้อยกว่า ในภาพที่ 4-2 จ. พบว่ามีจุดของคลอโรฟิลล์-เอ ในสถานีที่ 2

และสถานีที่ 3 ของเดือนมีนาคม พ.ศ. 2545 ซึ่งจากการนับใต้กล้องจุลทรรศน์พบแพลงก์ตอนพืช จำนวน ไม่มาก การที่พบมีปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ มากกว่าในบริเวณอื่นน่าจะมีผลมาจากกลุ่มแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กที่การนับใต้กล้องจุลทรรศน์ทำได้ค่อนข้างลำบาก ทำให้มีปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ มากขึ้น

ปริมาณร้อยละของจำนวนแพลงก์ตอนพืชที่นับได้จากการดูใต้กล้องจะแตกต่างจากปริมาณร้อยละของการวิเคราะห์รงควัตถุที่โดยรวมแล้ว ปริมาณร้อยละของรงควัตถุมีสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน แต่ในส่วนของการนับจำนวนแพลงก์ตอนพืช จะมีสัดส่วนที่มากในกลุ่มแพลงก์ตอนพืชขนาด 20-63 ไมครอน ในทุกกลุ่มแพลงก์ตอนพืช คือกลุ่มไซยาโนไฟตา คลอโรไฟตา ไดอะตอม และไดโนแฟลกเจลเลต ยกเว้นกลุ่มแพลงก์ตอนพืชอื่น ๆ ในกลุ่มขนาดน้อยกว่า 20 ไมครอน ที่มีปริมาณร้อยละ 32.23 แสดงได้อย่างหนึ่งว่ามีความไม่ชัดเจนในการดูแพลงก์ตอนพืช อาจสืบเนื่องมาจากขนาดของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มนี้มีขนาดเล็กมากทำให้การดูเป็นไปด้วยความยากลำบากต่อการนับจำนวน และการระบุกลุ่มที่แน่นอนได้

2.2 คุณภาพน้ำ จากการทดสอบทางสถิติพบว่าปริมาณของแพลงก์ตอนพืชไม่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำเลย ซึ่งขัดแย้งกับเกศินี กิจกำแหง (2543) พบว่าปัจจัยทางกายภาพของน้ำ เช่น ความเป็นกรด-ด่าง ความเค็ม จะมีผลต่อการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืช โดยความเป็นกรด-ด่าง เปลี่ยนแปลงได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสงที่ทำให้ความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเพิ่มขึ้น และกระบวนการหายใจทำให้ความเป็นกรด-ด่าง ลดลง นอกจากนี้ธาตุอาหารก็เป็นปัจจัยในการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช เช่น ไนโตรเจนและฟอสเฟต ส่วนหนึ่งอาจเป็นได้ว่ากลุ่มของแพลงก์ตอนพืชมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อม ในการศึกษาของรตีวรรณ อ่อนรัศมี, อุดมศักดิ์ มหาวีรวัฒน์, ดนัย บวรเกียรติกุล, ภารดี อายา และรจฤดี โชติกาวินทร์ (2545) พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ – เอ มีความสัมพันธ์กับปริมาณฟอสเฟต แต่ในการศึกษาของอนุสิฏฐ์ กิจวิสาละ (2542) กล่าวว่า แพลงก์ตอนพืชบางกลุ่มไม่มีความสัมพันธ์กับ อุณหภูมิ ความเค็ม ความเป็นกรด – ด่าง เช่นในกลุ่มไซยาโนไฟตา และกลุ่มไดอะตอม แต่ในกลุ่มคลอโรไฟตา จะมีความสัมพันธ์ ส่วนการศึกษาของธิดาพร หรบรรพ์ (2540) กล่าวว่าปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิน้ำ แต่ในการศึกษาของผุสดี เทียนถาวร (2540) รายงานว่าปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมไม่มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิน้ำ

เมื่อคิดค่าใช้จ่าย และการเสียเวลาโดยถ้าไม่นับมูลค่าราคาของเครื่อง HPLC ที่ถือว่าเป็นค่าใช้จ่ายในการลงทุนครั้งเดียว ก็พบว่าการศึกษารงควัตถุในแพลงก์ตอนพืชโดยใช้เครื่อง HPLC มีค่าใช้จ่ายต่อหน่วยที่ไม่ถือว่าแพงจนเกินไป เมื่อแลกกับข้อมูลที่ได้รับโดยใช้ระยะเวลาไม่นานเพียง 20 นาที ต่อหนึ่งตัวอย่าง ก็สามารถทราบถึงรงควัตถุที่มีซึ่งสื่อต่อไปยังกลุ่ม

แพลงก์ตอนพืชที่มาของตัวอย่างนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับการนับจำนวนแพลงก์ตอนพืชใต้กล้องจุลทรรศน์ ที่ต้องใช้ระยะเวลามากกว่าในราว 1-2 ชั่วโมงต่อตัวอย่าง และต้องใช้ผู้ชำนาญในการดูแพลงก์ตอนพืช เพื่อจำแนกชนิดและนับจำนวน อีกทั้งการดูใต้กล้องก็มีขีดจำกัดของจำนวนตัวอย่างที่นับ เนื่องจากผู้นับตัวอย่างต้องมีการหยุดพักสายตาที่อ่อนล้ามากขึ้นตามจำนวนตัวอย่าง โดยเฉพาะเมื่อแพลงก์ตอนพืชในตัวอย่างมีจำนวนมากยิ่งทำให้การดูต้องใช้เวลามากขึ้นตามไปด้วย ความสามารถในการดูตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชใต้กล้องจุลทรรศน์โดยทั่วไปอยู่ที่ประมาณ 10-20 ตัวอย่างต่อวัน แต่เครื่อง HPLC สามารถทำงานติดต่อกันได้เป็นเวลาหลายวันมีเว้นช่วงในกรณีที่ต้องหยุดเติมสารเคมีคิดเป็นจำนวนตัวอย่างที่วิเคราะห์ได้ประมาณ 40-50 ตัวอย่างต่อวัน

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษารงควัตถุของแพลงก์ตอนพืชบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2544 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2545 สามารถสรุปผลได้คือ

1. รงควัตถุในแพลงก์ตอนพืชที่จำแนกได้มี 7 ชนิด คือ คลอโรฟิลล์-เอ คลอโรฟิลล์-บี คลอโรฟิลล์-ซี1+ซี2 ฟูโคแซนธิน เพริดินิน ไดอะไดโนแซนธิน และลูเทอีน

2. ฟูโคแซนธินมีปริมาณมากที่สุด 68.91 ไมโครกรัมต่อลิตร ในสถานีที่ 4 เดือนกันยายน พ.ศ. 2545 และคลอโรฟิลล์-บี มีปริมาณน้อยที่สุด 0.01 ไมโครกรัมต่อลิตร ในสถานีที่ 5 เดือนตุลาคม พ.ศ. 2544.

3. รงควัตถุมีผลจากการเปลี่ยนแปลงประชากรแพลงก์ตอนพืช เนื่องจากทำให้เกิดการบลูมของแพลงก์ตอนได้ โดยปริมาณฟูโคแซนธินสัมพันธ์กับปริมาณแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดอะตอม และปริมาณเพริดินินสัมพันธ์กับปริมาณแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต

4. รงควัตถุมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน คือ คลอโรฟิลล์-ซี1+ซี2 มีความสัมพันธ์กับฟูโคแซนธิน เพริดินิน และไดอะไดโนแซนธิน

5. *Noctiluca scintillans* ที่เป็นสาเหตุสำคัญทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีโดยทำให้น้ำจากสีปกติเปลี่ยนเป็นสีเขียวจากสาหร่ายขนาดเล็กสีเขียวที่อยู่ภายในเซลล์ พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับคลอโรฟิลล์-บี ที่เป็นรงควัตถุที่มีอยู่ในแพลงก์ตอนพืชสีเขียว

6. ปริมาณของแพลงก์ตอนพืชที่พบได้มากที่สุดคือ *Skeletonema* sp. มีปริมาณ 3.29×10^{6} เซลล์ต่อลิตร ในสถานีที่ 4 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2545

7. ขนาดแพลงก์ตอนพืชที่ได้ทำการแบ่งกลุ่มมีปริมาณรงควัตถุแต่ละชนิดใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะคลอโรฟิลล์-เอ คลอโรฟิลล์-บี และลูเทอีน ที่ปริมาณร้อยละ 20-25 ทำให้ทราบว่าในกลุ่มแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กกว่า 20 ไมครอน มีกลุ่มคลอโรไฟตาอยู่เป็นส่วนใหญ่

8. แพลงก์ตอนพืชขนาดน้อยกว่า 20 ไมครอน มีสัดส่วนปริมาณรงควัตถุเกือบเป็นร้อยละ 20 ของจำนวนแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด

9. การนับตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่าตัวอย่างในกลุ่มขนาด 20-63 ไมครอน จะมีปริมาณมากกว่าทุกกลุ่ม

10. ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแพลงก์ตอนพืชกับคุณภาพน้ำมีค่าต่ำ (ค่า r = -0.01-0.39) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ข้อเสนอแนะ

1. จากการวิเคราะห์รงควัตถุด้วยเครื่อง HPLC พบว่าโครมาโทแกรมที่แสดงออกมายังมีพีคขนาดเล็กหลายพีคที่ไม่สามารถจำแนกออกมาได้ เนื่องจากไม่สามารถเห็นรูปร่างของสเปกตรัม ซึ่งอาจเป็นเพราะปริมาณของรงควัตถุไม่มากพอที่จะวิเคราะห์เพื่อจำแนก จึงต้องมีการปรับปรุงวิธีการเก็บตัวอย่างจากแหล่งน้ำให้ดียิ่งขึ้น

2. การเก็บรักษาตัวอย่าง และระยะเวลาไม่ควรเก็บไว้นานจนเกินไป เพราะมีผลทำให้การวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC มีข้อผิดพลาดเนื่องจากเกิดการสลายตัวหรือเปลี่ยนรูปไปจากเดิมของตัวอย่าง