

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาการกระจายตัวและการหาลักษณะเฉพาะเชิงโมเลกุลด้วยเทคนิคอาร์เอพีดี (RAPD; Random Amplified Polymorphic DNA) ของสาหร่ายสกุล *Cladophora* และ *Microspora* ในลุ่มน้ำน่านตอนบนได้ผลดังนี้

4.1. การกระจายตัวของสาหร่ายสกุล *Cladophora* และ *Microspora* บริเวณลุ่มน้ำน่านตอนบน

4.1.1. ปริมาณสาหร่ายสกุล *Cladophora* และ *Microspora* ที่ปกคลุมพื้นที่ท้องน้ำ

ปริมาณสาหร่ายสกุล *Cladophora* และ *Microspora* ที่พบตลอดระยะเวลาการศึกษาตั้งแต่เดือนมกราคม 2551 – มีนาคม 2551 (ตาราง 2 และภาพ 40 – 44 ในภาคผนวก ก) พบว่าปริมาณสาหร่ายทั้งสองสกุลมีแนวโน้มที่ลดลงในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บริเวณบ้านศาลา ต.เจดีย์ชัย อ.ปัว เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วย ANOVA และ DMRT (ตาราง 7 และ 8 ในภาคผนวก ข) พบว่าต้นเดือนมกราคมเป็นช่วงที่มีปริมาณสาหร่ายสกุล *Cladophora* และ *Microspora* มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ที่จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณบ้านนาหนูน ต.แสนทอง อ.ท่าวังผา ต้นเดือนมีนาคมมีปริมาณสาหร่ายสกุล *Cladophora* มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วน *Microspora* มีปริมาณมากที่สุดในปลายเดือนมีนาคมแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณบ้านท่าคำ ต.ริม อ.ท่าวังผา พบว่าปลายเดือนมกราคมเป็นช่วงที่มีปริมาณสาหร่ายสกุล *Cladophora* และ *Microspora* มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 บริเวณบ้านม่วง ต.ศรีภูมิ อ.ท่าวังผา พบว่าปลายเดือนมกราคมเป็นช่วงที่มีปริมาณสาหร่ายสกุล *Cladophora* และ *Microspora* มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 บริเวณบ้านน้ำยาว ต.ฮวน อ.ปัว พบว่าปลายเดือนมกราคมเป็นช่วงที่มีปริมาณสาหร่ายสกุล *Cladophora* มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วน *Microspora* แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 3 และภาพ 2)

จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุดมีปริมาณสาหร่ายสกุล *Cladophora* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณบ้านนาหนูน ต.แสนทอง อ.ท่าวังผา มีปริมาณสาหร่ายสกุล *Cladophora* มากที่สุด ส่วนปริมาณของสาหร่ายสกุล *Microspora* มีมากที่สุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณบ้านท่าคำ ต.ริม อ.ท่าวังผา เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสาหร่ายทั้งสองสกุลในแต่ละจุด

พบว่ามียังจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บริเวณบ้านศาลา ต.เจดีย์ชัย อ.ปัว เท่านั้นที่มีปริมาณของ *Cladophora* และ *Microspora* แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 บ้านนาหนุน ต.แสนทอง อ.ท่าวังผา, จุดเก็บที่ 3 ตัวอย่างบริเวณบ้านท่าคำ ต.ริม อ.ท่าวังผา, จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 บริเวณบ้านม่วง ต.ศรีภูมิ อ.ท่าวังผา, และจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 บริเวณบ้านน้ำยาว ต.อวน อ.ปัว มีปริมาณของ *Cladophora* มากกว่า *Microspora* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพ 3 และ ตาราง 9 ใน ภาคผนวก ข)

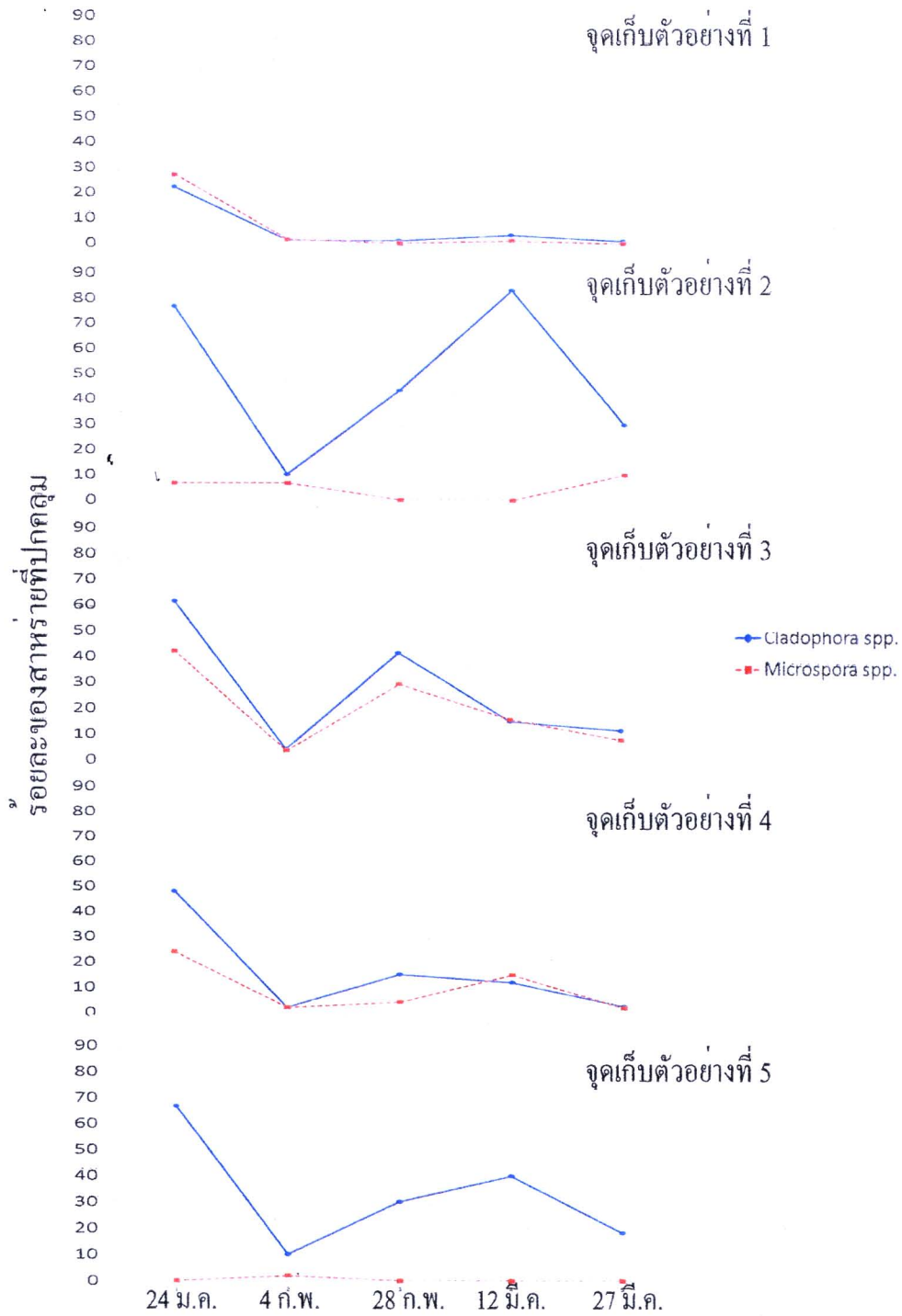
ตาราง 2 จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุดตลอดระยะเวลาในการศึกษา

จุดเก็บตัวอย่าง	ลำน้ำ	พิกัดทางภูมิศาสตร์
1	ลำน้ำน่าน	19°11.393' N, 100°49.920' E
2	ห้วยน้ำยาว	19°07.725' N, 100°47.648' E
3	ลำน้ำน่าน	19°05.367' N, 100°47.644' E
4	ลำน้ำน่าน	19°04.447' N, 100°47.219' E
5	ลำน้ำยาว	18°59.734' N, 100°55.755' E

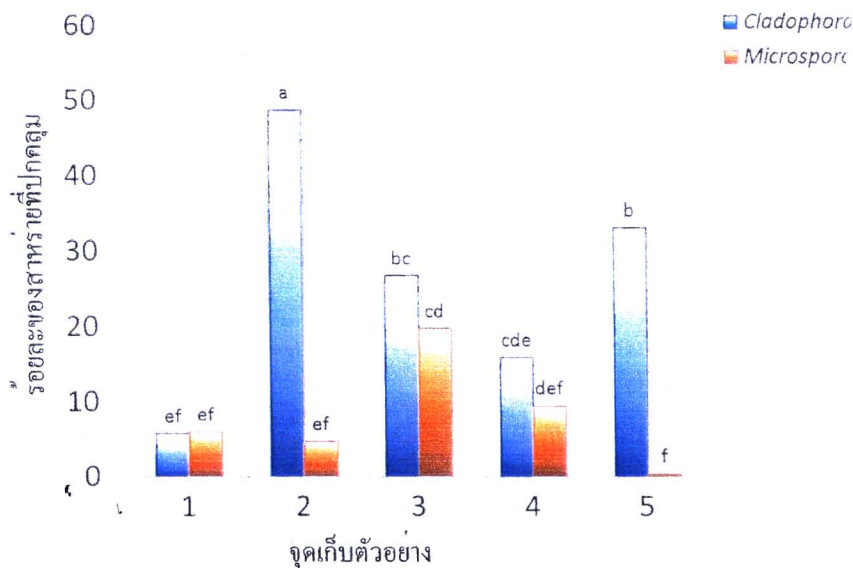
ตาราง 3 ร้อยละของปริมาณสาหร่ายสกุล *Cladophora* และ *Microspora* ที่ปกคลุมพื้นที่ท้องน้ำในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด ในแต่ละครั้งของการเก็บตัวอย่าง

จุดเก็บตัวอย่าง		ร้อยละของสาหร่ายที่ปกคลุม				
		24 ม.ค.	4 ก.พ.	28 ก.พ.	12 มี.ค.	27 มี.ค.
Cladophora	1	22.0 ^{ghi} ± 8.4	1.2 ⁱ ± 0.84	1.0 ⁱ ± 1.0	3.4 ⁱ ± 4.2	1.0 ⁱ ± 1.4
	2	76.7 ^{ab} ± 15.3	10.0 ^{hi} ± 5.0	43.3 ^{def} ± 40.4	83.3 ^a ± 11.5	30.0 ^{efgh} ± 10.0
	3	61.4 ^{bcd} ± 20.3	4.0 ⁱ ± 4.4	41.4 ^{def} ± 22.7	15.0 ^{hi} ± 17.6	11.4 ^{hi} ± 11.8
	4	48.0 ^{cde} ± 25.9	2.0 ⁱ ± 1.9	15.0 ^{hi} ± 12.2	12.0 ^{hi} ± 7.6	2.4 ⁱ ± 2.5
	5	66.7 ^{abc} ± 15.3	10.0 ^{hi} ± 5.0	30.0 ^{efgh} ± 20.0	40.0 ^{defg} ± 10.0	18.3 ^{ghi} ± 18.9
Microspora	1	27.0 ^{abc} ± 19.2	1.4 ^c ± 0.5	0.0 ^c ± 0.0	1.2 ^c ± 2.2	0.0 ^c ± 0.0
	2	6.7 ^{cde} ± 2.9	6.7 ^{cde} ± 2.9	0.0 ^c ± 0.0	0.0 ^c ± 0.0	10.0 ^{bcd} ± 17.3
	3	42.1 ^a ± 28.6	3.6 ^{de} ± 3.4	29.3 ^{ab} ± 24.6	15.7 ^{bcd} ± 18.8	7.9 ^{cde} ± 9.1
	4	24.0 ^{abcd} ± 16.7	2.0 ^c ± 1.9	4.2 ^{de} ± 4.0	15.0 ^{bcd} ± 10.0	1.8 ^c ± 2.2
	5	0.0 ^c ± 0.0	2.0 ^c ± 2.6	0.0 ^c ± 0.0	0.0 ^c ± 0.0	0.0 ^c ± 0.0

หมายเหตุ อักษร a, b, c, d, e, f, g, h และ i แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



ภาพ 2 ร้อยละของปริมาณสาหร่ายสกุล *Cladophora* เปรียบเทียบกับ *Microspora* ที่ปกคลุมพื้นที่
ท้องน้ำในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด ในแต่ละครั้งของการเก็บตัวอย่าง



ภาพ 3 ร้อยละของปริมาณสาหร่ายสกุล *Cladophora* เปรียบเทียบกับ *Microspora* ที่ปกคลุมพื้นที่ตื้นน้ำในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด ตลอดระยะเวลาการเก็บตัวอย่าง

(อักษร a, b, c, d, e และ f แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05)

4.1.2. รูปแบบการกระจายตัวของสาหร่ายสกุล *Cladophora* และ *Microspora*

สาหร่ายทั้ง 2 สกุลที่พบในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 มีรูปแบบการกระจายตัวที่แตกต่างกันไป โดยสาหร่ายสกุล *Cladophora* มีการกระจายตัวอยู่ทั่วทุกจุดเก็บตัวอย่าง โดยพบกระจายตัวอย่างหนาแน่นบริเวณใกล้กับริมฝั่งของลำน้ำและค่อยๆ ลดปริมาณลงบริเวณกลางลำน้ำ ส่วนสาหร่ายสกุล *Microspora* พบในทุกจุดเก็บตัวอย่างเช่นกัน แต่พบน้อยในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณบ้านนาหนูน ต.แสนทอง อ.ท่าวังผา และจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 บริเวณบ้านน้ำยาว ต.อวน อ.ปัว ซึ่งเป็นลำน้ำสาขาของลำน้ำน่าน โดยกระจายตัวอยู่ทั่วลำน้ำ แต่พบมากบริเวณกลางลำน้ำ และค่อยๆ ลดปริมาณลงบริเวณริมฝั่ง ซึ่งรายละเอียดมีดังนี้ จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บริเวณบ้านศาลา ต.เจดีย์ชัย อ.ปัว, จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณบ้านท่าคำ ต.ริม อ.ท่าวังผา, และจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 บริเวณบ้านม่วง ต.ศรีภูมิ อ.ท่าวังผา ซึ่งเป็นลำน้ำน่านมีรูปแบบการกระจายของสาหร่ายทั้ง 2 สกุลคล้ายคลึงกันกล่าวคือพบสาหร่ายสกุล *Cladophora* มากบริเวณใกล้กับริมฝั่งทั้งสองด้านของลำน้ำ ส่วนสาหร่ายสกุล *Microspora* มีการกระจายตัวที่กลับกันกล่าวคือสาหร่ายสกุลนี้พบมากบริเวณกลางๆ ของลำน้ำส่วนบริเวณใกล้กับริมฝั่งน้ำพบไม่มากนัก จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณบ้านนาหนูน ต.แสนทอง อ.ท่าวังผา และจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 บริเวณบ้านน้ำยาว ต.อวน อ.ปัว คือ ห้วยน้ำยาว และลำน้ำยาวตามลำดับเป็นลำน้ำที่มีความกว้างไม่มากนักโดยเฉพาะลำน้ำยาวพบว่าการกระจายตัวของสาหร่ายทั้ง 2 สกุลมีความแตกต่างจากการกระจายในลำ

น้ำน่าน โดยเฉพาะในด้านปริมาณที่มีสาหร่ายสกุล *Cladophora* แตกต่างจากสาหร่ายสกุล *Microspora* อย่างชัดเจน โดยจุดเก็บตัวอย่างบริเวณบ้านนาหนูน ต.แสนทอง อ.ท่าวังผา ในห้วยน้ำขาวพบสาหร่ายสกุล *Cladophora* กระจายตัวหนาแน่นบริเวณริมฝั่งน้ำด้านหนึ่งและค่อยๆ ลดลงไปจนถึงอีกฝั่งหนึ่ง ส่วนสาหร่ายสกุล *Microspora* พบกระจายตัวอยู่น้อยบริเวณริมฝั่งด้านที่มีการกระจายของสาหร่ายสกุล *Cladophora* หนาแน่นและค่อยๆ เพิ่มขึ้นในบริเวณริมฝั่งอีกด้านหนึ่งที่มีการกระจายของสาหร่ายสกุล *Cladophora* น้อย จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 บริเวณบ้านน้ำขาว ต.อวน อ.ปัว พบการกระจายตัวของสาหร่ายสกุล *Cladophora* ในรูปแบบที่คล้ายคลึงกับที่พบในลำน้ำน่านกล่าวคือสาหร่ายมีการกระจายตัวหนาแน่นบริเวณริมฝั่งทั้ง 2 ด้านและค่อยๆ ลดลงในบริเวณกลางลำน้ำ ส่วนสาหร่ายสกุล *Microspora* พบเพียงเล็กน้อยบริเวณกลางลำน้ำและริมฝั่งด้านหนึ่งเท่านั้น (ภาพ 4)

4.1.3. แผนที่การกระจายตัวของสาหร่ายสกุล *Cladophora* และ *Microspora*

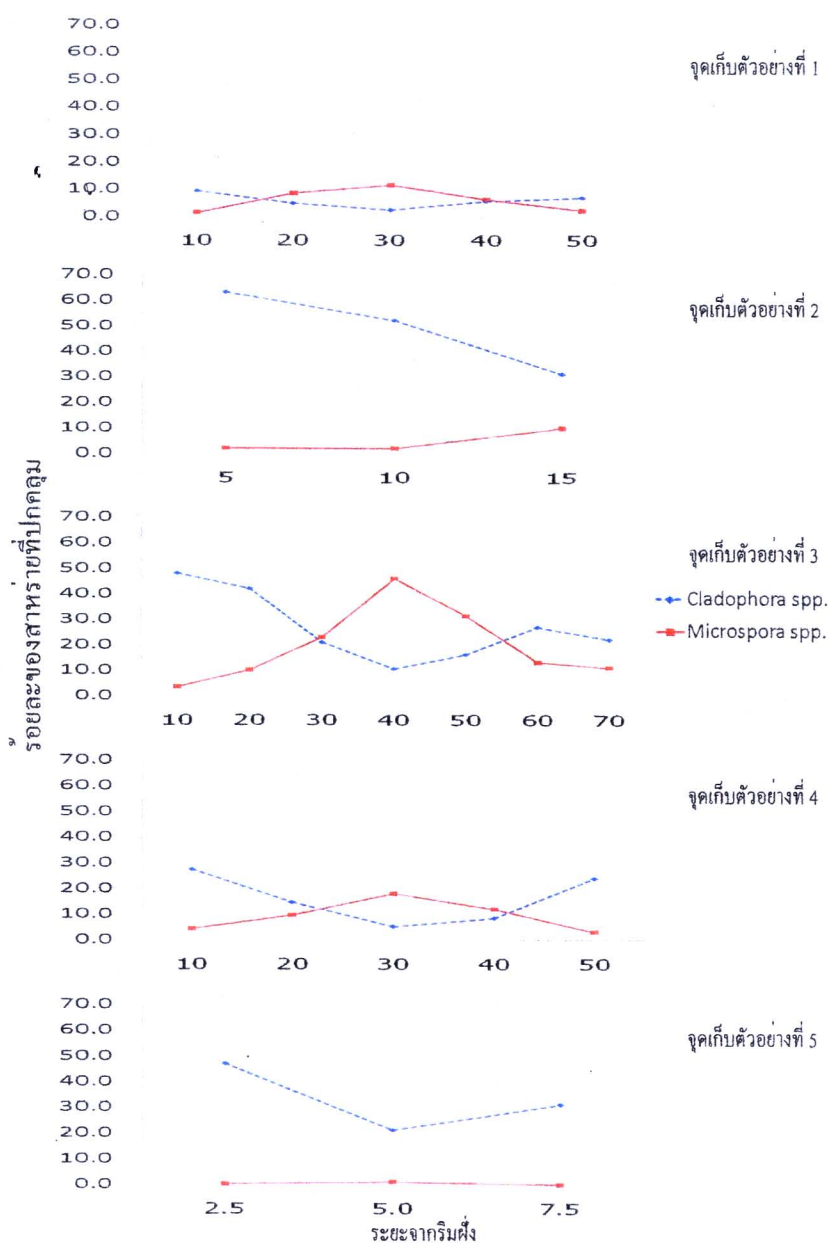
เมื่อนำปริมาณสาหร่ายทั้ง 2 สกุลที่ปกคลุมพื้นที่ท้องน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษามาเปรียบเทียบกันในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบนแผนที่ก็จะเห็นปริมาณการกระจายตัวของสาหร่ายสกุล *Cladophora* และ *Microspora* ได้ชัดเจนขึ้น (ภาพ 5) และเมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ (ตาราง 10 ในภาคผนวก ข) พบว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บ้านศาลา ต.เจดีย์ชัย อ.ปัว มีปริมาณสาหร่ายปกคลุมน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณบ้านนาหนูน ต.แสนทอง อ.ท่าวังผา และจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณบ้านท่าคำ ต.ริม อ.ท่าวังผา มีปริมาณสาหร่ายปกคลุมมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบปริมาณของสาหร่ายสกุล *Cladophora* และ *Microspora* ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างแล้วพบว่า ในจุดเก็บตัวอย่างที่เป็นลำน้ำน่าน จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บ้านศาลา ต.เจดีย์ชัย อ.ปัว มีปริมาณสาหร่ายสกุล *Cladophora* และ *Microspora* ที่ใกล้เคียงกันที่ 5.72% และ 5.92% ตามลำดับ จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณบ้านท่าคำ ต.ริม อ.ท่าวังผา และจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 บริเวณบ้านม่วง ต.ศรีภูมิ อ.ท่าวังผา มีปริมาณสาหร่ายสกุล *Cladophora* มากกว่า *Microspora* เล็กน้อยที่ 26.66% และ 19.71% ตามลำดับ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณบ้านท่าคำ ต.ริม อ.ท่าวังผา ส่วนจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 บริเวณบ้านม่วง ต.ศรีภูมิ อ.ท่าวังผามีปริมาณ 15.88% และ 9.40% ตามลำดับ

4.2. สภาพแวดล้อมของสาหร่ายสกุล *Cladophora* และ *Microspora* บริเวณลุ่มน้ำน่านตอนบน

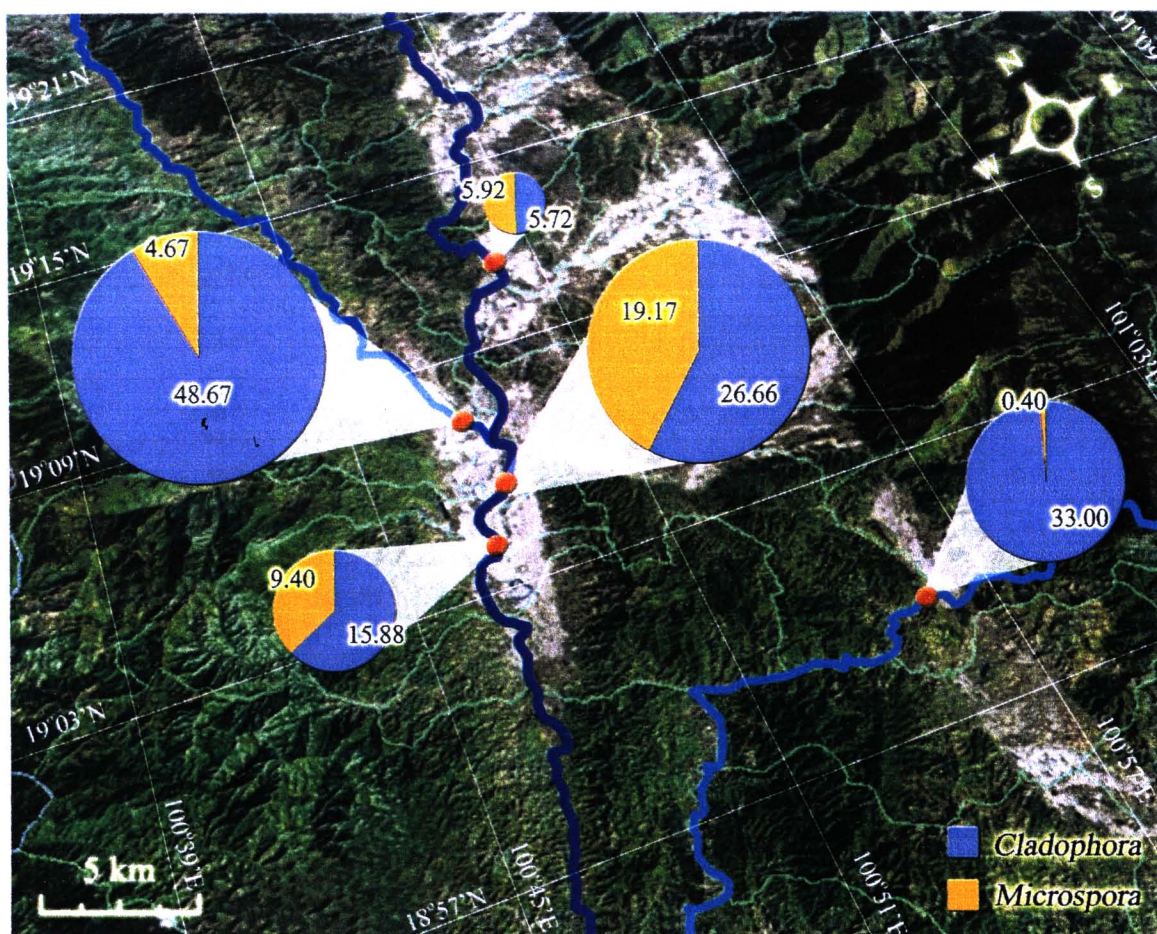
4.2.1. ระดับความลึก

ระดับความลึกของลำน้ำในจุดศึกษาทั้ง 5 จุดตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษามีแนวโน้มที่ลดลงโดยค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.25 – 0.46 เมตร ระดับน้ำลึกที่สุดอยู่ที่ 0.61 เมตร และ ตื้นที่สุดอยู่ที่ 0.23 เมตร ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (ตาราง 11 และตาราง 12 ในภาคผนวก ข) พบว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 3

บริเวณบ้านท่าคำ ต.ริม อ.ท่าวังผา มีความลึกมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 บริเวณบ้านน้ำยาว ต.อวน อ.ปัว เป็นจุดที่มีระดับความลึกเฉลี่ยน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และในต้นเดือนกุมภาพันธ์มีระดับความลึกเฉลี่ยมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในปลายเดือนกุมภาพันธ์ และต้นเดือนมีนาคมมีระดับความลึกเฉลี่ยน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตาราง 4 ภาพ 6 และภาพ 7

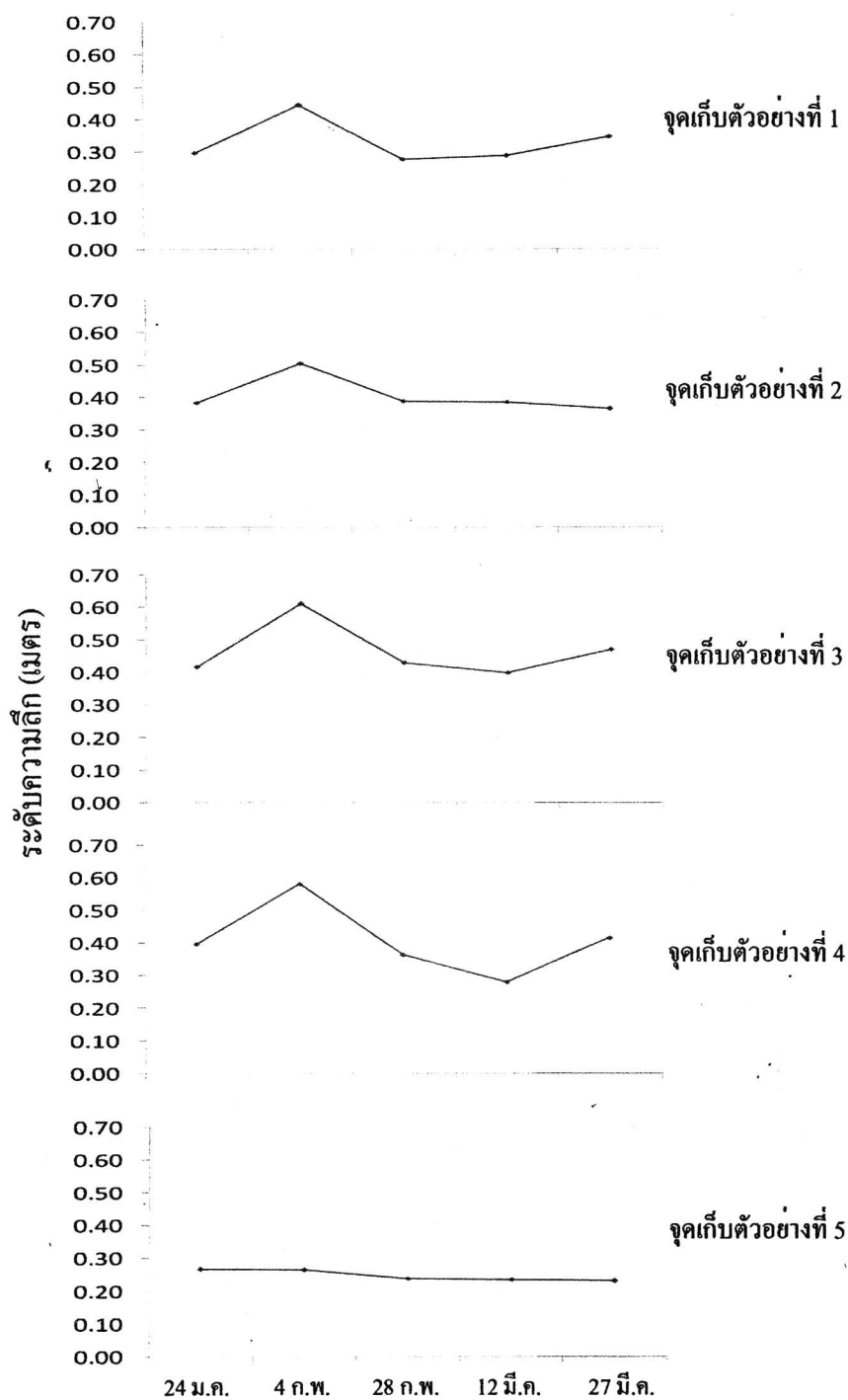


ภาพ 4 รูปแบบการกระจายตัวโดยเปรียบเทียบจากร้อยละของปริมาณสาหร่ายสกุล *Cladophora* และ *Microspora* ที่ปกคลุมพื้นท้องน้ำในจุดเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาการศึกษา

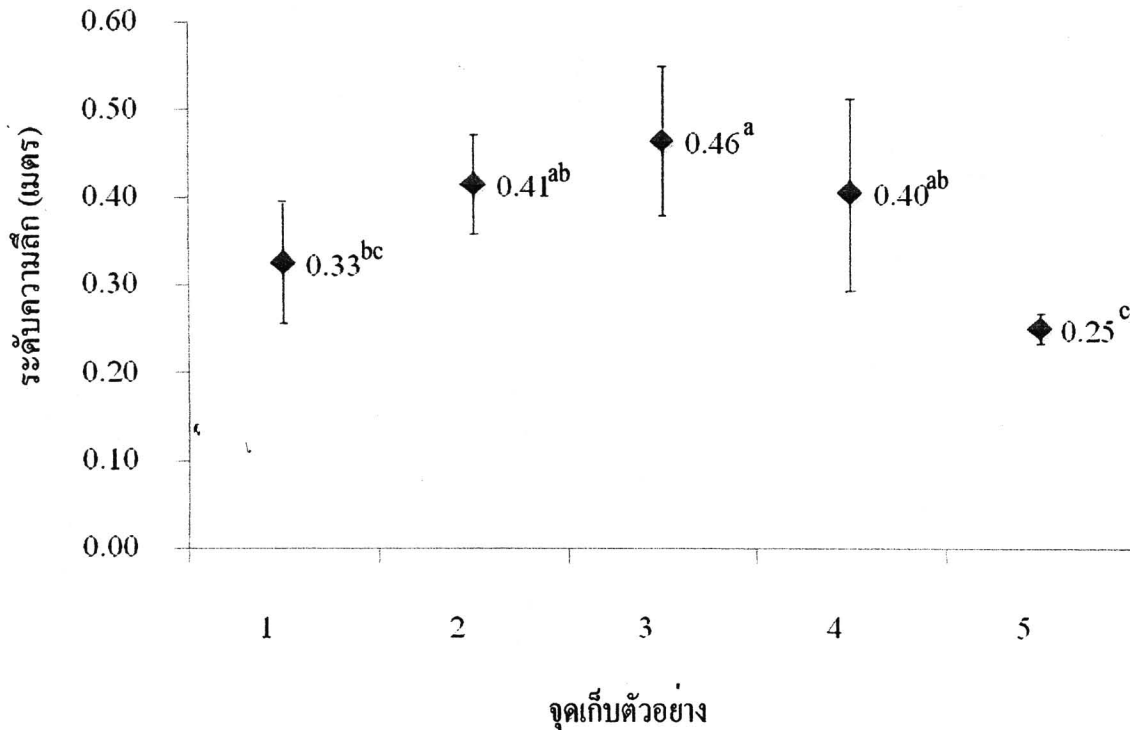


ภาพ 5 แผนที่แสดงปริมาณการกระจายตัว-v'สาหร่ายสกุล *Cladophora* และ *Microspora* โดยแสดงร้อยละของสาหร่ายที่ปกคลุมพื้นที่ต้งน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

(ขนาดของวงกลมแสดงปริมาณร้อยละรวมของสาหร่ายทั้งสองที่ปกคลุมพื้นที่ต้งน้ำ สีน้ำเงินแสดงร้อยละของสาหร่ายสกุล *Cladophora* และสีเหลืองแสดงร้อยละของสาหร่ายสกุล *Microspora* ที่ปกคลุมพื้นที่ต้งน้ำตามลำดับ: คัดแปลงภาพจากโปรแกรม Google Earth)



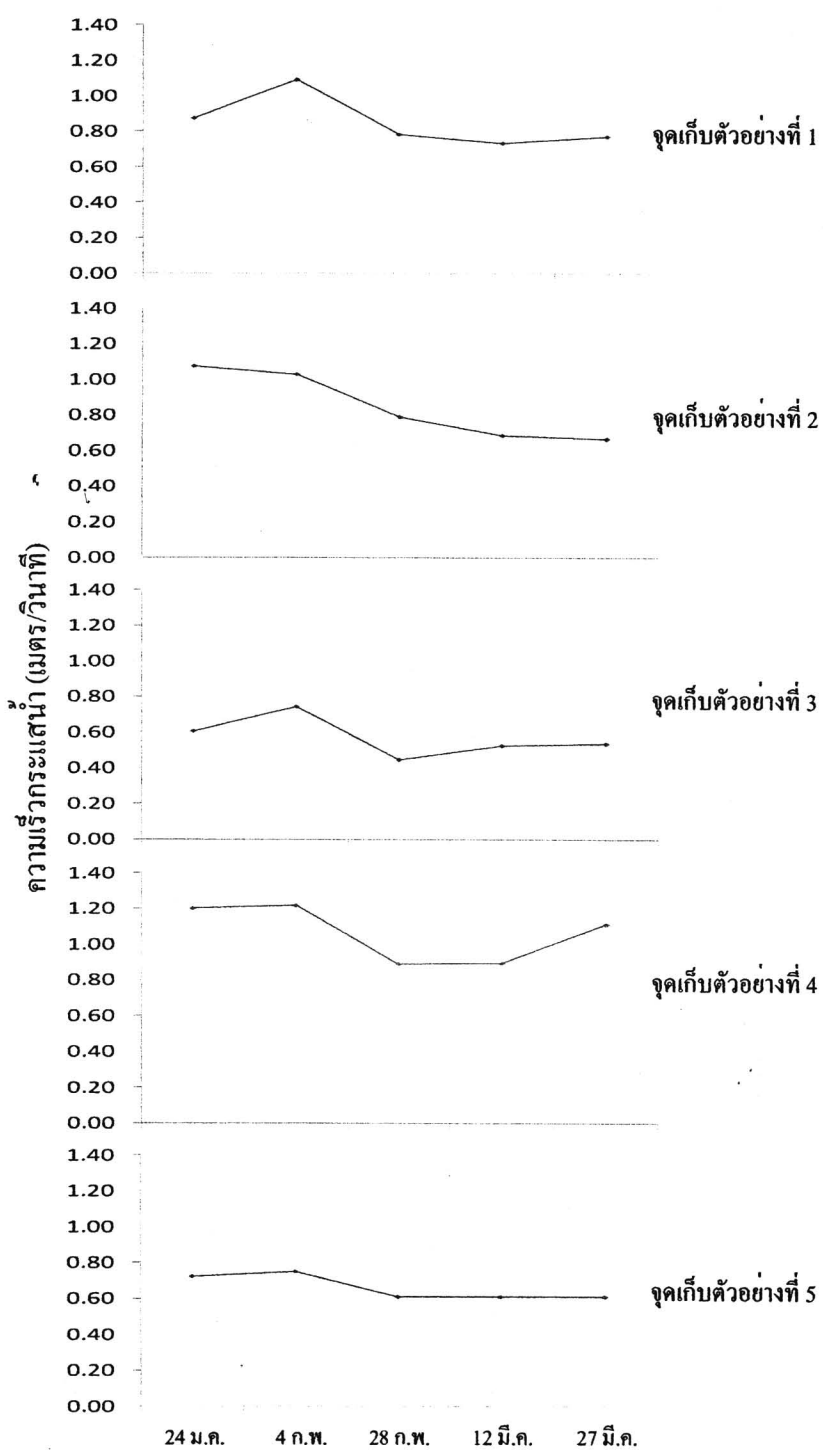
ภาพ 6 ระดับความลึกของลำน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาการศึกษา



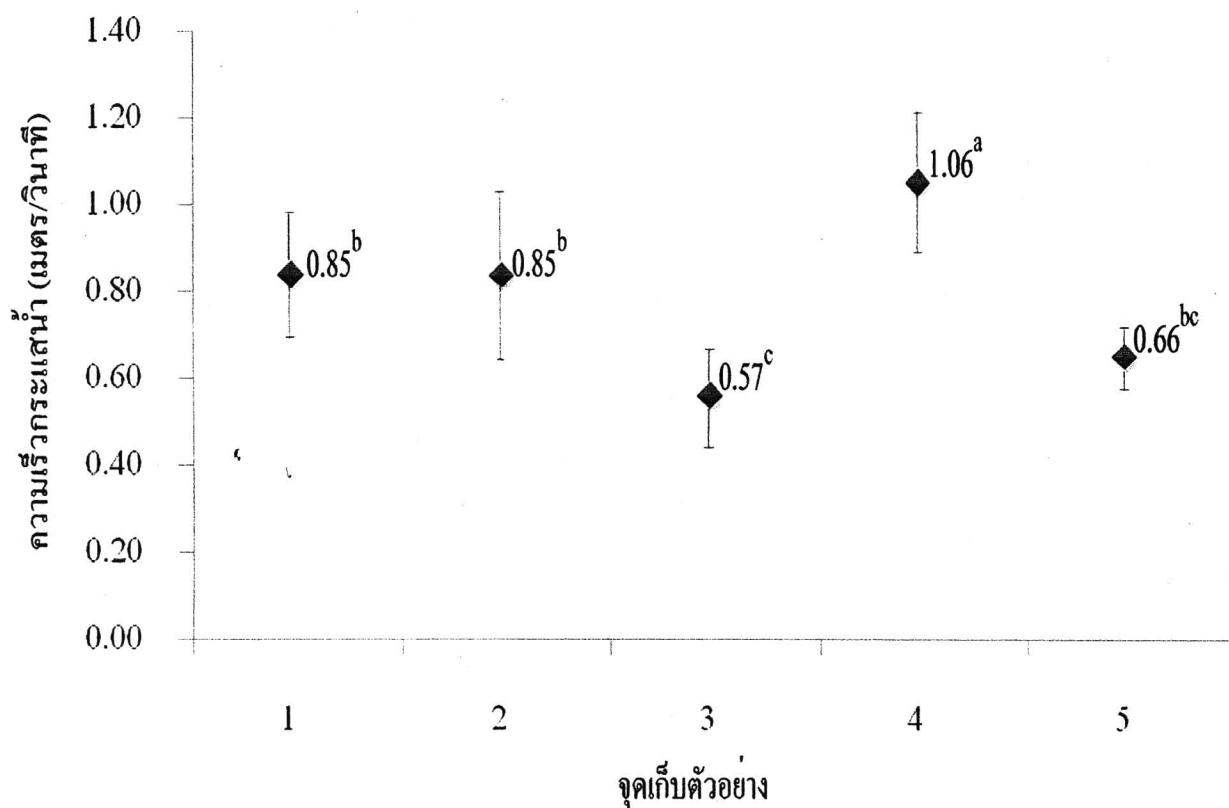
ภาพ 7 ค่าเฉลี่ยระดับความลึกในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาในการศึกษา
(อักษร ^a, ^b และ ^c แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05)

4.2.2. ความเร็วกระแสน้ำ

ความเร็วกระแสน้ำของลำน้ำในจุดศึกษาทั้ง 5 ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษามีแนวโน้มลดลง โดยค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.57 – 1.06 เมตร/วินาที ความเร็วกระแสน้ำมากที่สุด 1.22 เมตร/วินาที และความเร็วกระแสน้ำน้อยที่สุด 0.44 เมตร/วินาที เมื่อนำมาวิเคราะห์ด้วย ANOVA และ DMRT (ตาราง 13 และตาราง 14 ในภาคผนวก ข) พบว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 บริเวณบ้านม่วง ต.ศรีภูมิ อ.ท่าวังพา มีความเร็วกระแสน้ำเฉลี่ยมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณบ้านท่าคำ ต.ริม อ.ท่าวังพา เป็นจุดที่มีความเร็วกระแสน้ำเฉลี่ยน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนความเร็วกระแสน้ำเฉลี่ยในแต่ละเดือนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตาราง 4 ภาพ 8 และภาพ 9



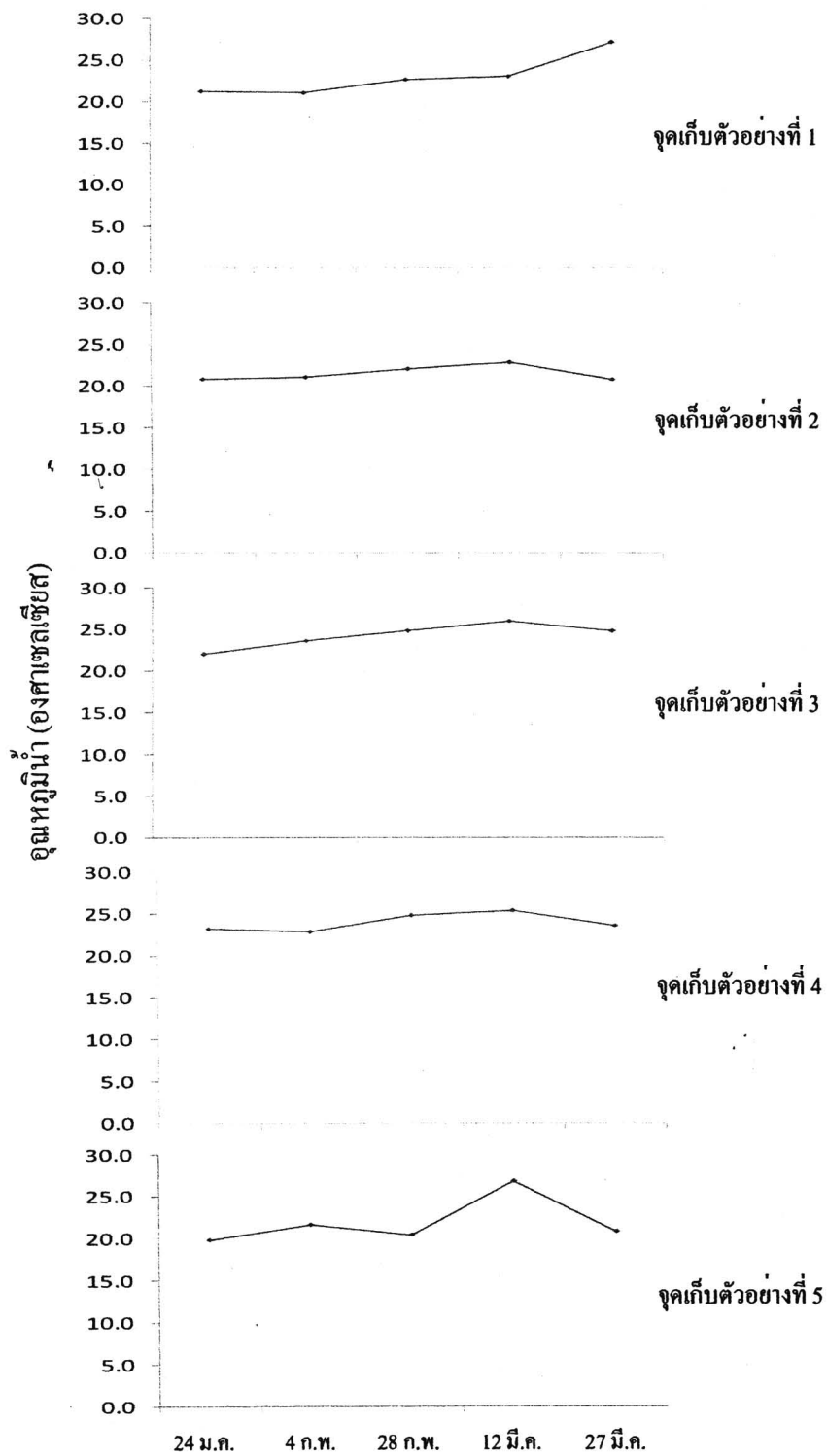
ภาพ 8 ความเร็วกะแสน้ำในจุดเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาการศึกษา



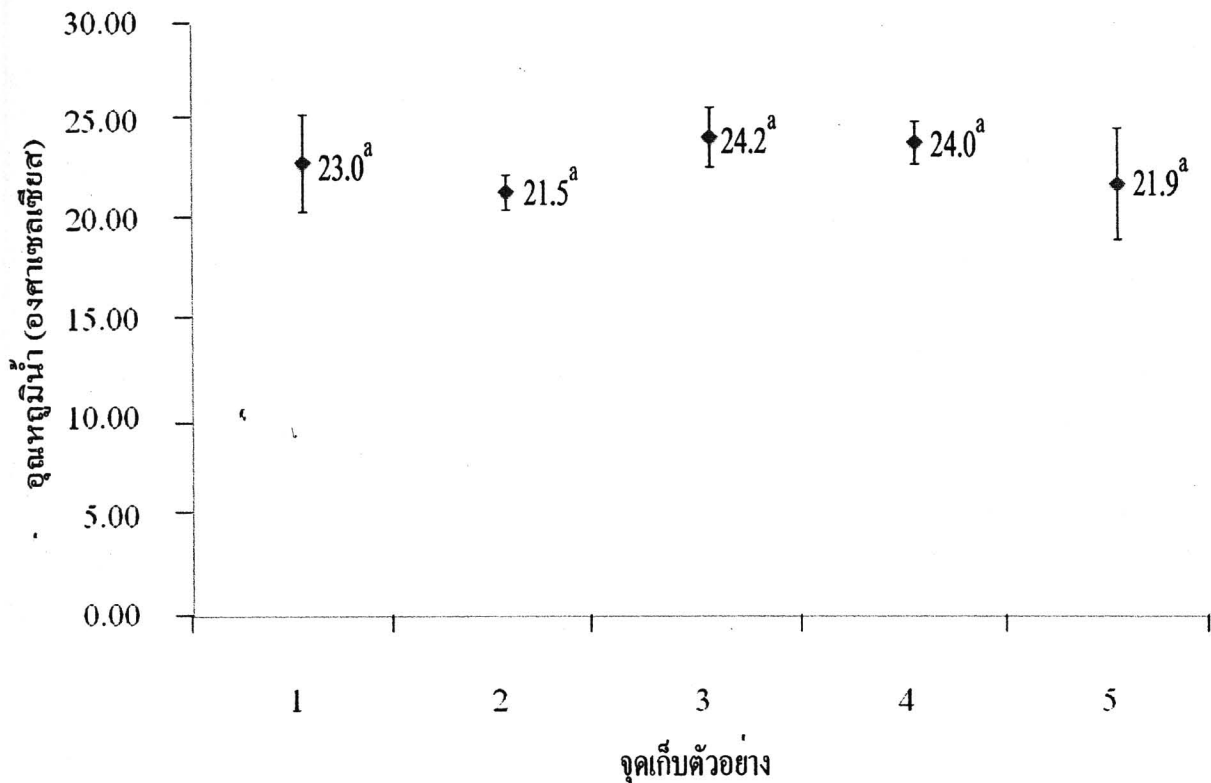
ภาพ 9 ค่าเฉลี่ยความเร็วกระแสในในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาในการศึกษา
(อักษร ^a, ^b และ ^c แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05)

4.2.3. อุณหภูมิ

อุณหภูมิในจุดศึกษาทั้ง 5 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยค่าเฉลี่ยอยู่ 21.5 – 24.7 องศาเซลเซียส อุณหภูมิมากที่สุด 27.1 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิน้อยที่สุด 19.8 องศาเซลเซียส เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ (ตาราง 15 และตาราง 16 ในภาคผนวก ข) พบว่าทุกจุดเก็บตัวอย่างมีอุณหภูมิเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยต้นเดือนมีนาคมเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด และในต้นเดือนมกราคมเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิต่ำสุด ดังแสดงในตาราง 4 ภาพ 10 และภาพ 11



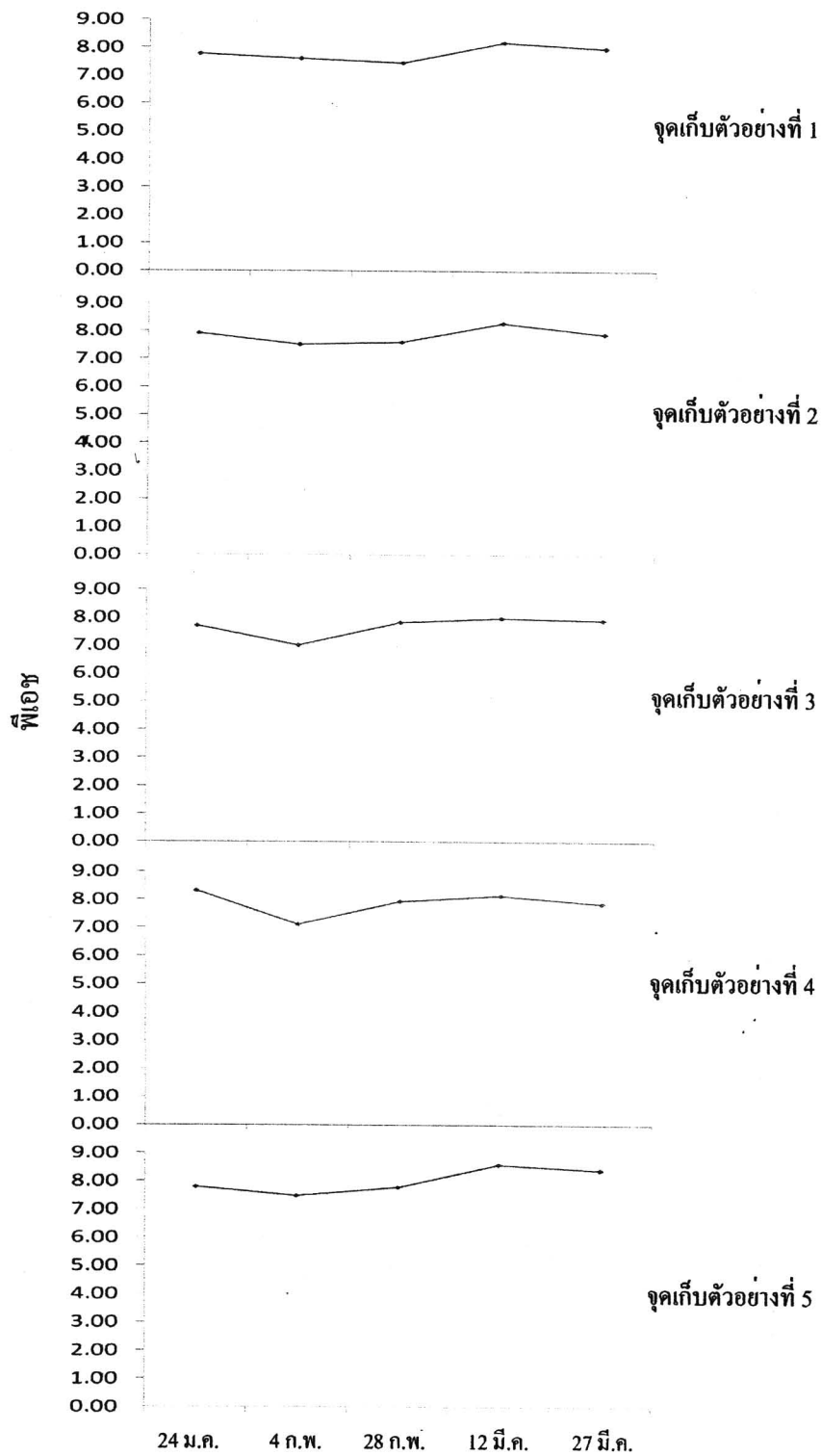
ภาพ 10 อุณหภูมิในจุดเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาการศึกษา



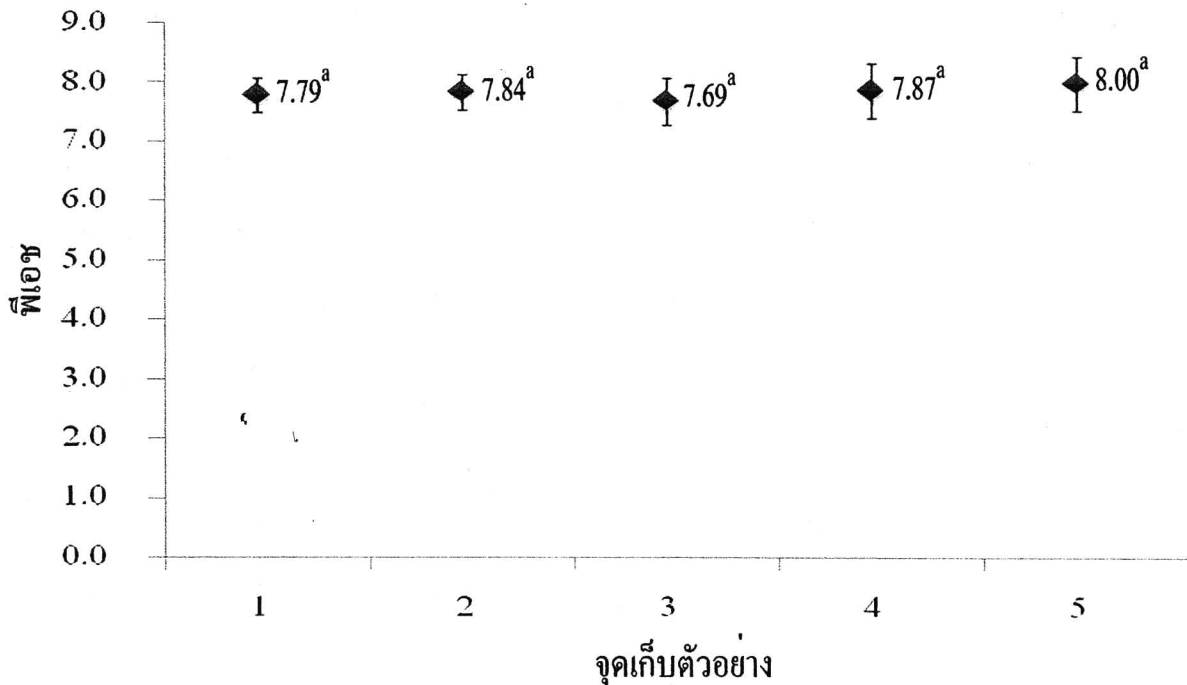
ภาพ 11 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาในการศึกษา
(อักษร ^a แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05)

4.2.4. พีเอช

พีเอชของน้ำในจุดศึกษาทั้ง 5 จุดตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.79 – 8.00 พีเอชมากที่สุดอยู่ที่ 8.58 และ พีเอชน้อยที่สุดอยู่ที่ 7.00 เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ (ตาราง 17 และตาราง 18 ในภาคผนวก ข) พบว่าทุกจุดเก็บตัวอย่างมี พีเอชเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยปลายเดือนมีนาคมเป็นช่วงที่ พีเอชเฉลี่ยสูงสุด และในต้นเดือนกุมภาพันธ์เป็นช่วงที่มี พีเอชเฉลี่ยต่ำสุด ดังแสดงในตาราง 4 ภาพ 12 และภาพ 13



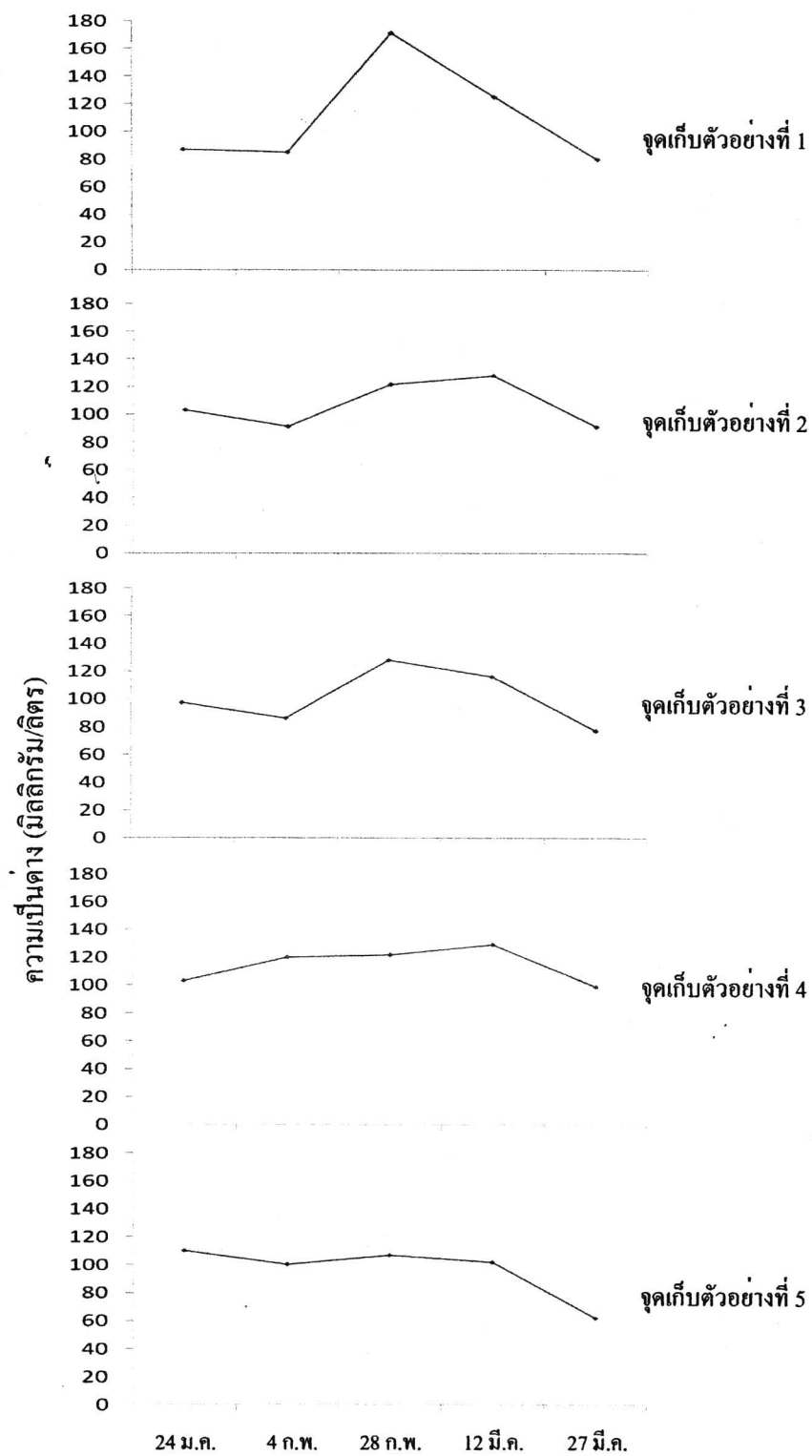
ภาพ 12 พีเอชของน้ำในจุดเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาการศึกษา



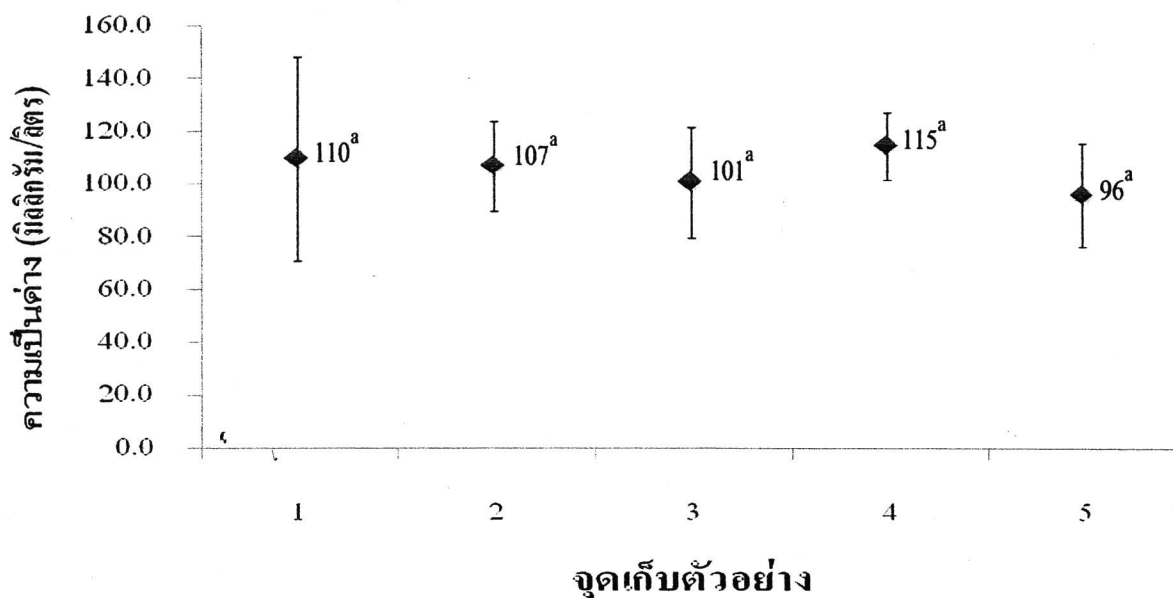
ภาพ 13 ค่าเฉลี่ยพีเอชในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาในการศึกษา
(อักษร ^a แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05)

4.2.5. ความเป็นค่า

ความเป็นค่าของน้ำในจุดศึกษาทั้ง 5 จุดตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษามีแนวโน้มลดลง โดยค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 96 – 110 มิลลิกรัม/ลิตร ค่ามากที่สุด 171 มิลลิกรัม/ลิตร และค่าน้อยที่สุด 62 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ (ตาราง 19 และตาราง 20 ในภาคผนวก ข) พบว่าทุกจุดเก็บตัวอย่างมีความเป็นค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนความเป็นค่าเฉลี่ยในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยปลายเดือนกุมภาพันธ์เป็นช่วงที่ค่าเฉลี่ยสูงสุด และในต้นเดือนกุมภาพันธ์เป็นช่วงที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ดังแสดงในตาราง 4 ภาพ 14 และภาพ 15



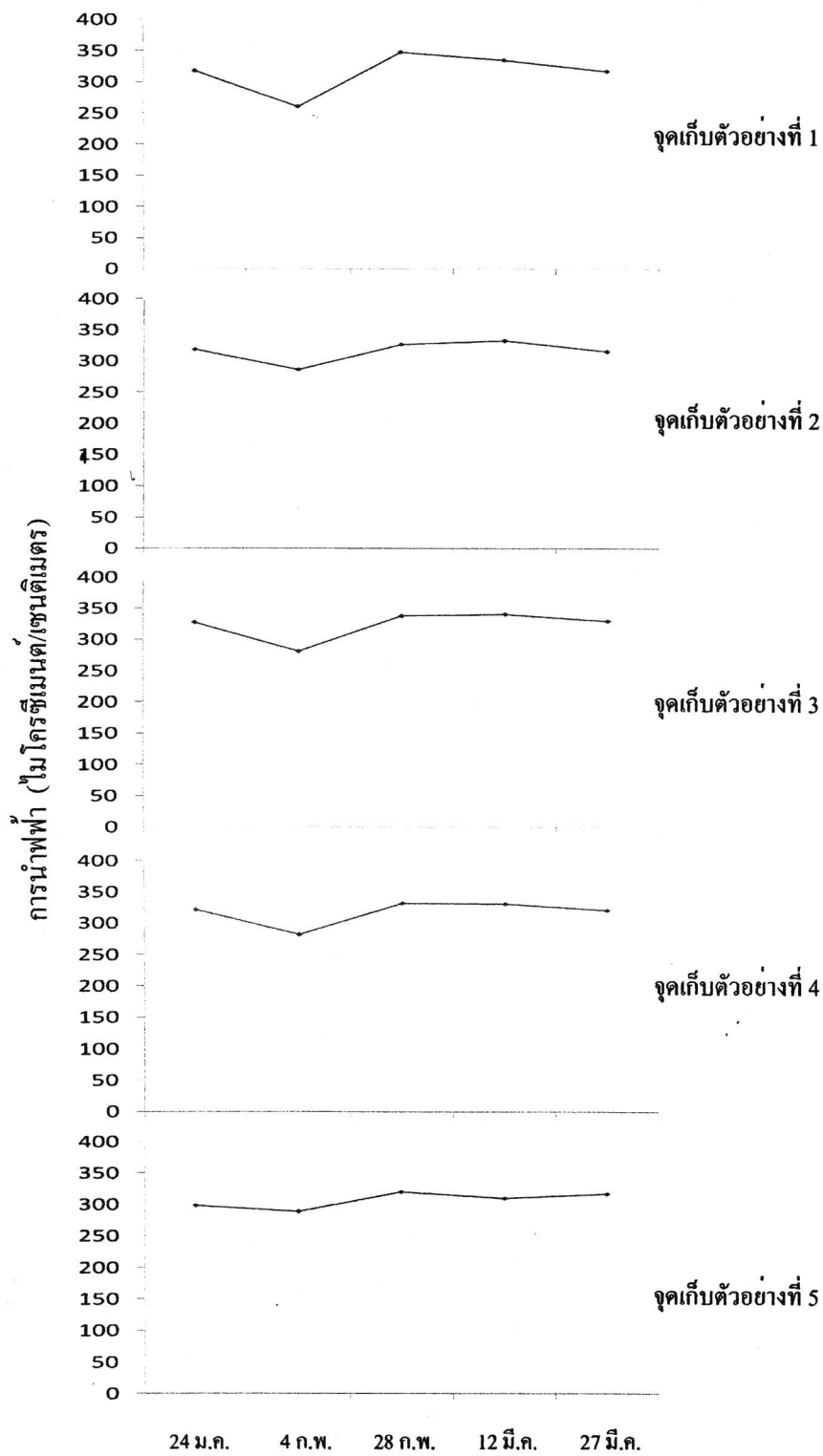
ภาพ 14 ความเป็นด่างของน้ำในจุดเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาการศึกษา



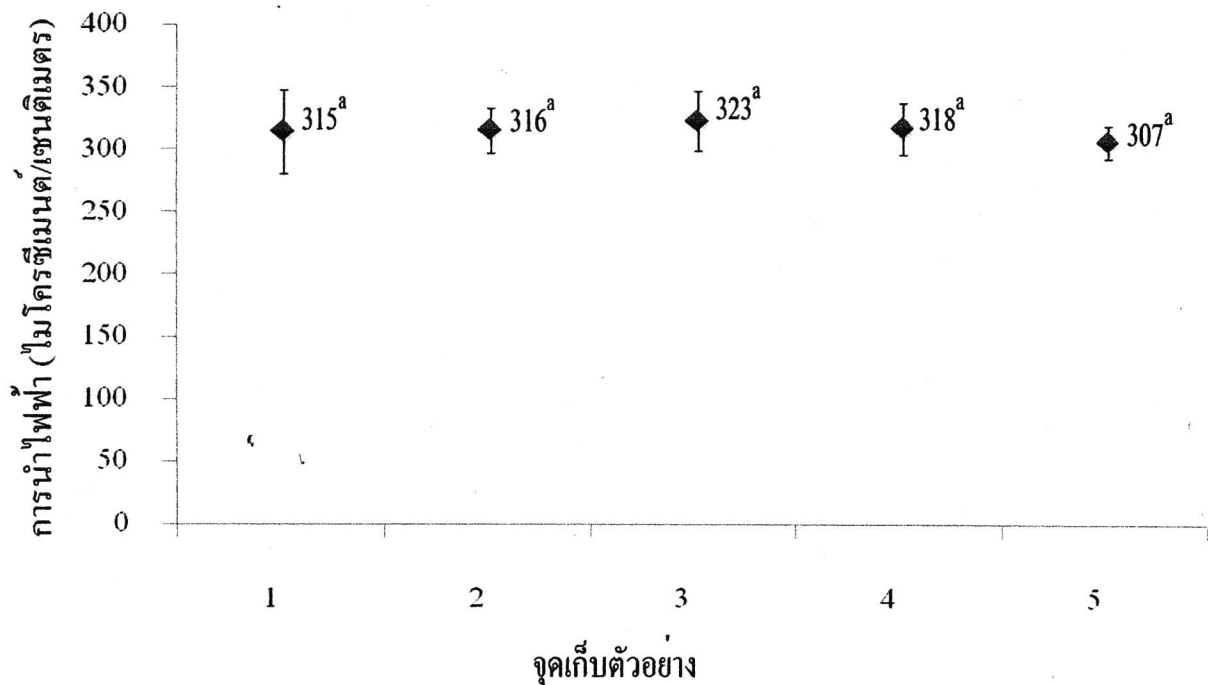
ภาพ 15 ค่าเฉลี่ยความแตกต่างในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาในการศึกษา
(อักษร ^a แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05)

4.2.6. การนำไฟฟ้า

การนำไฟฟ้าของน้ำในจุดศึกษาทั้ง 5 จุดตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษามีแนวโน้มคงที่ โดยค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 307 – 323 ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร ค่ามากที่สุด 347 ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร และค่าน้อยที่สุด 260 ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ (ตาราง 21 และตาราง 22 ในภาคผนวก ข) พบว่าทุกจุดเก็บตัวอย่างมีการนำไฟฟ้าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนการนำไฟฟ้าเฉลี่ยในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปลายเดือนกุมภาพันธ์เป็นช่วงที่ค่าเฉลี่ยสูงสุด และในต้นเดือนกุมภาพันธ์เป็นช่วงที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ดังแสดงในตาราง 4 ภาพ 16 และภาพ 17



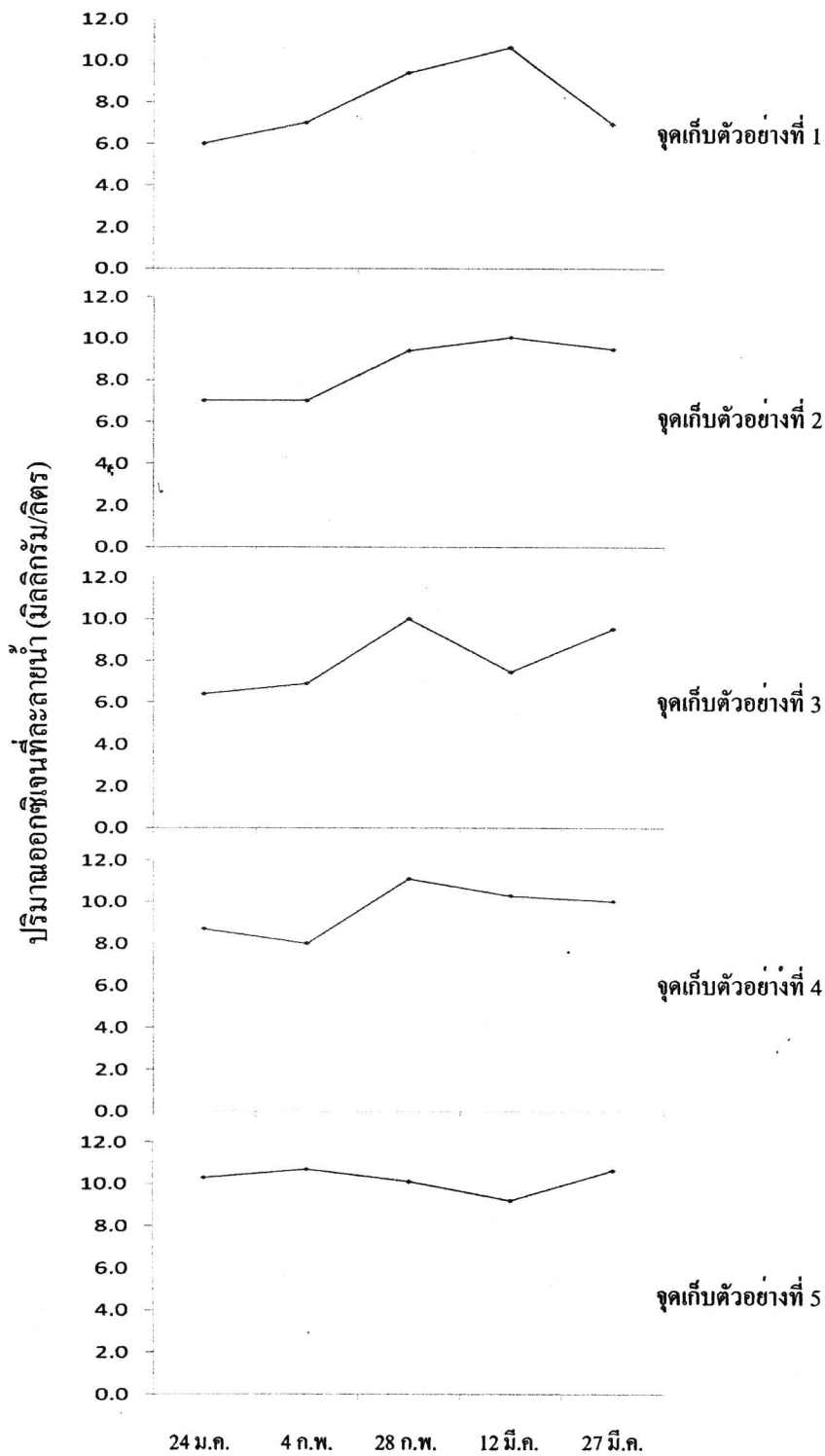
ภาพ 16 การนำไฟฟ้าของน้ำในจุดเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาการศึกษา



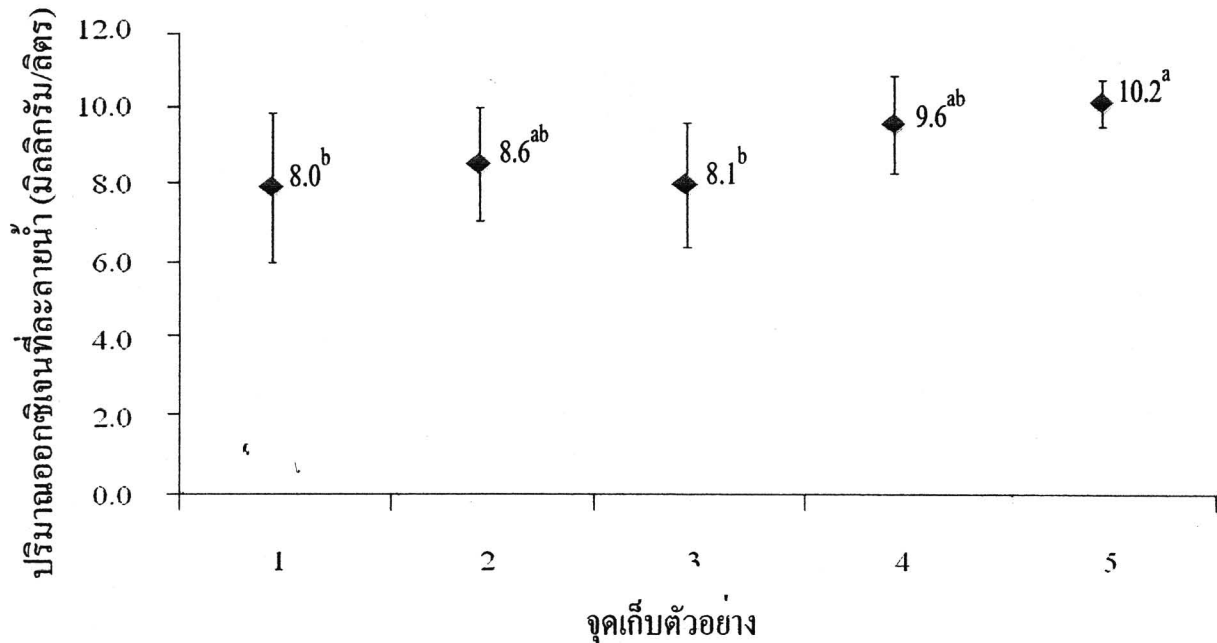
ภาพ 17 ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาในการศึกษา
(อักษร ^a แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05)

4.2.7. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในจุดศึกษาทั้ง 5 จุดตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 8.0 – 10.2 มิลลิกรัม/ลิตร ค่ามากที่สุด 11.1 มิลลิกรัม/ลิตร และค่าน้อยที่สุด 6.0 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ (ตาราง 23 และตาราง 24 ในภาคผนวก ข) พบว่าจุดเก็บตัวอย่างมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 บริเวณบ้านน้ำยาว ต.อวน มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำเฉลี่ยมากที่สุด ส่วนปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำเฉลี่ยในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปลายเดือนกุมภาพันธ์เป็นช่วงที่ค่าเฉลี่ยสูงสุด ดังแสดงในตาราง 4 ภาพ 18 และภาพ 19



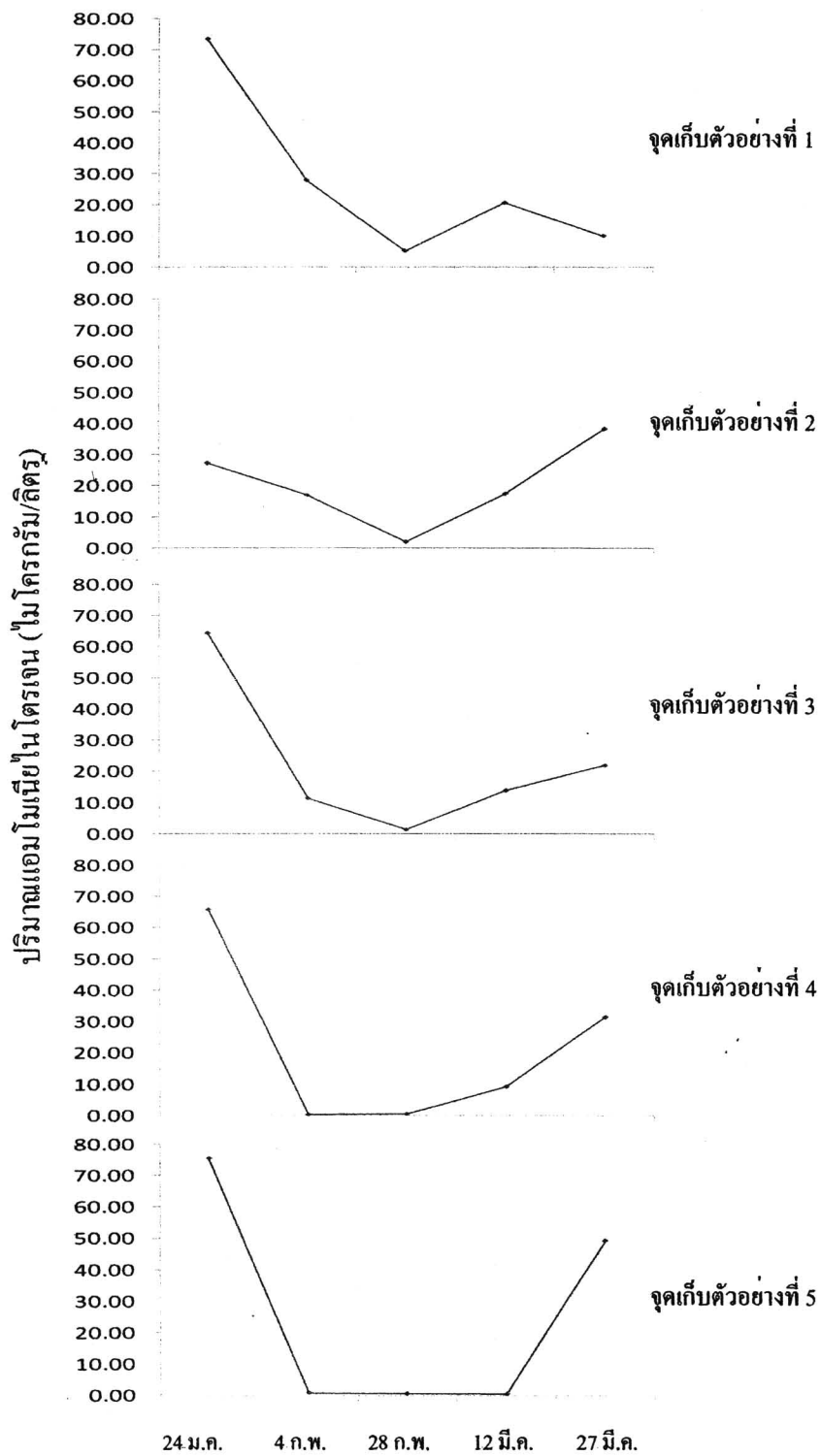
ภาพ 18 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในจุดเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาการศึกษา



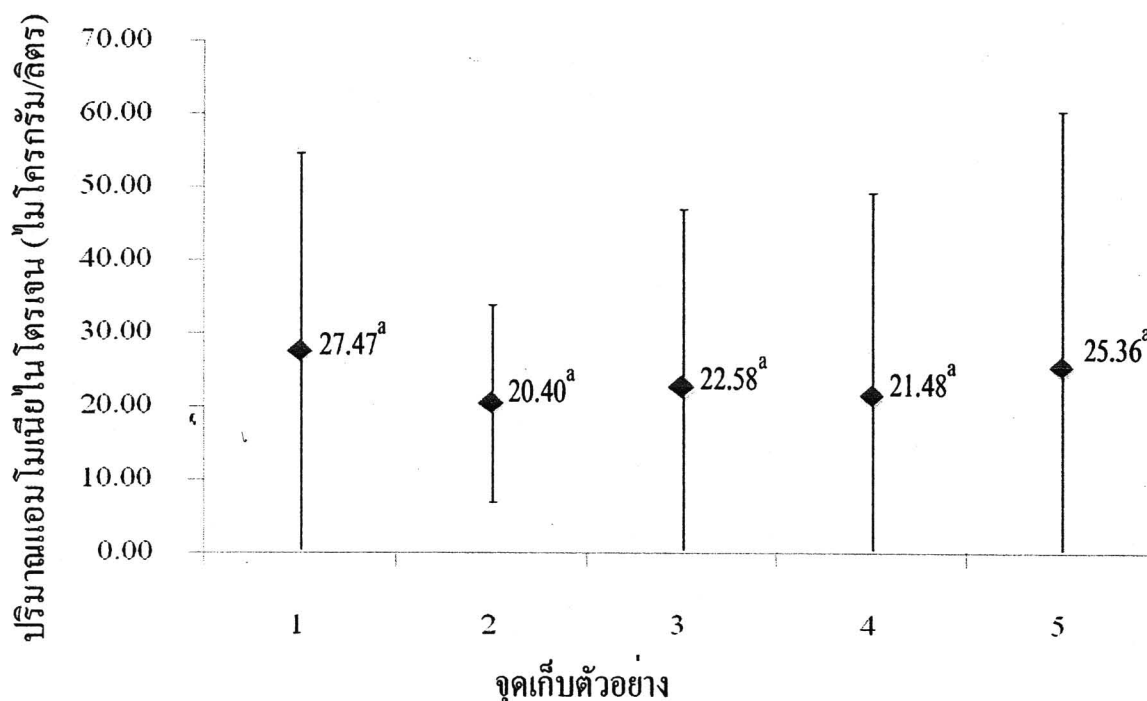
ภาพ 19 ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาในการศึกษา (อักษร ^a และ ^b แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05)

4.2.8. แอมโมเนียในโครเจน

ปริมาณแอมโมเนียในโครเจนของน้ำในจุดศึกษาทั้ง 5 จุดตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษามีแนวโน้มลดลง โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 20.40 – 27.47 ไมโครกรัม/ลิตร ค่ามากที่สุด 75.53 ไมโครกรัม/ลิตร และค่าน้อยที่สุด 0.39 ไมโครกรัม/ลิตร เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ (ตาราง 25 และ ตาราง 26 ในภาคผนวก ข) พบว่าทุกจุดเก็บตัวอย่างมีปริมาณแอมโมเนียในโครเจนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนปริมาณแอมโมเนียในโครเจนเฉลี่ยในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยต้นเดือนมกราคมเป็นช่วงที่ค่าเฉลี่ยสูงสุด ดังแสดงในตาราง 4 ภาพ 20 และภาพ 21



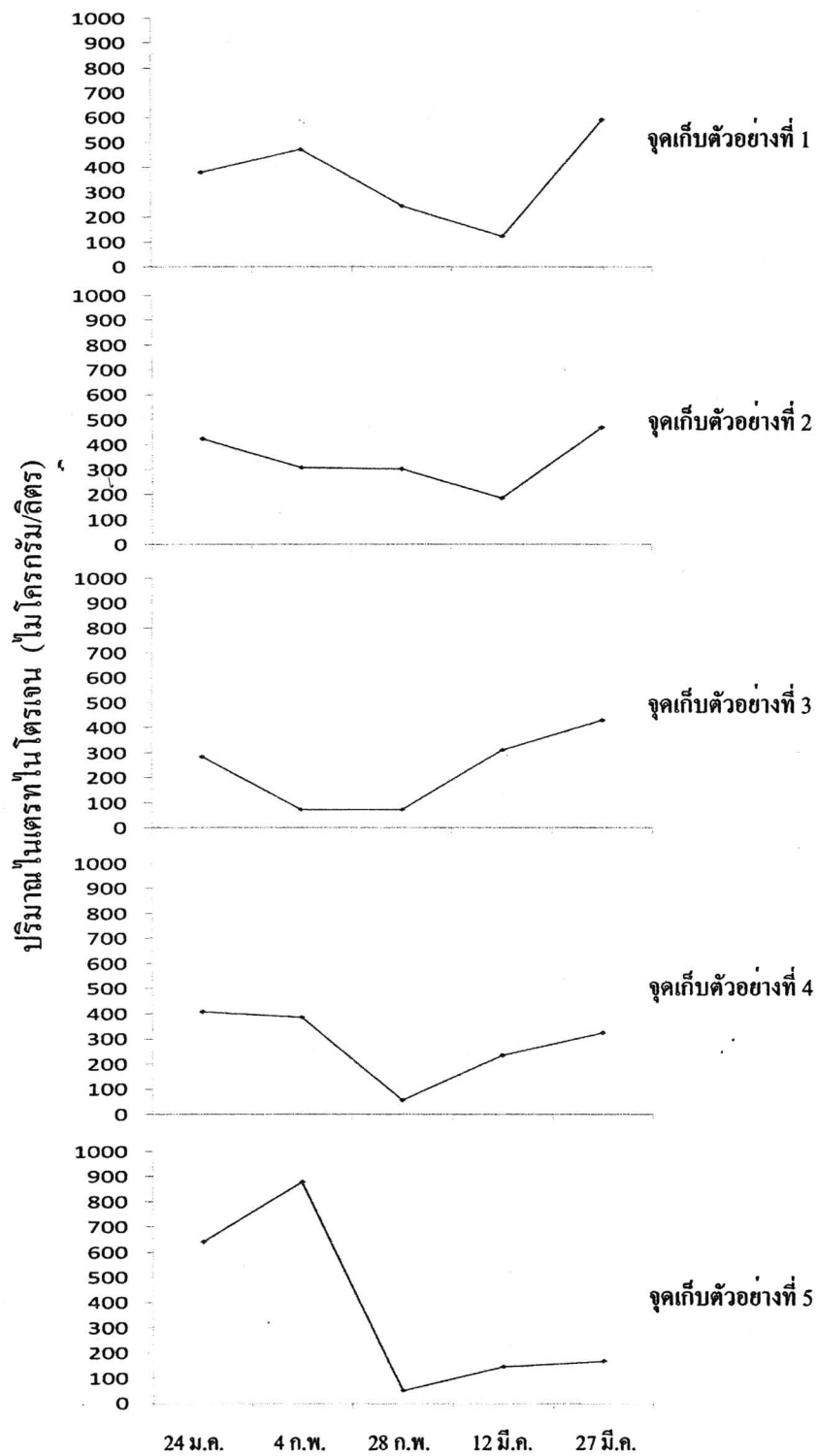
ภาพ 20 ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนในจุดเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาการศึกษา



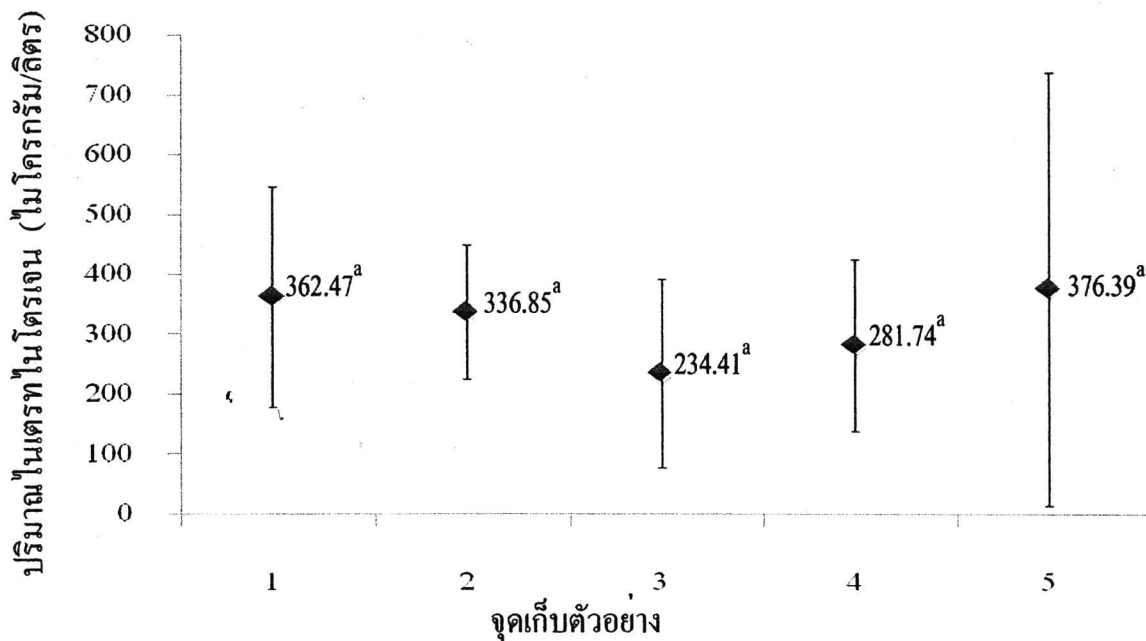
ภาพ 21 ค่าเฉลี่ยปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาในการศึกษา (อักษร ^a แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05)

4.2.9. ไนเตรทไนโตรเจน

ปริมาณไนเตรทไนโตรเจนของน้ำในจุดศึกษาทั้ง 5 จุดตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษามีแนวโน้มลดลง โดยค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 281.74 – 376.39 ไมโครกรัม/ลิตร ค่ามากที่สุด 887.51 ไมโครกรัม/ลิตร และค่าน้อยที่สุด 50.67 ไมโครกรัม/ลิตร เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ (ตาราง 27 และตาราง 28 ในภาคผนวก ข) พบว่าทุกจุดเก็บตัวอย่างมีปริมาณไนเตรทไนโตรเจนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนปริมาณไนเตรทไนโตรเจนเฉลี่ยในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปลายเดือนกุมภาพันธ์เป็นช่วงที่ค่าเฉลี่ยต่ำสุด ดังแสดงในตาราง 4 ภาพ 22 และภาพ 23



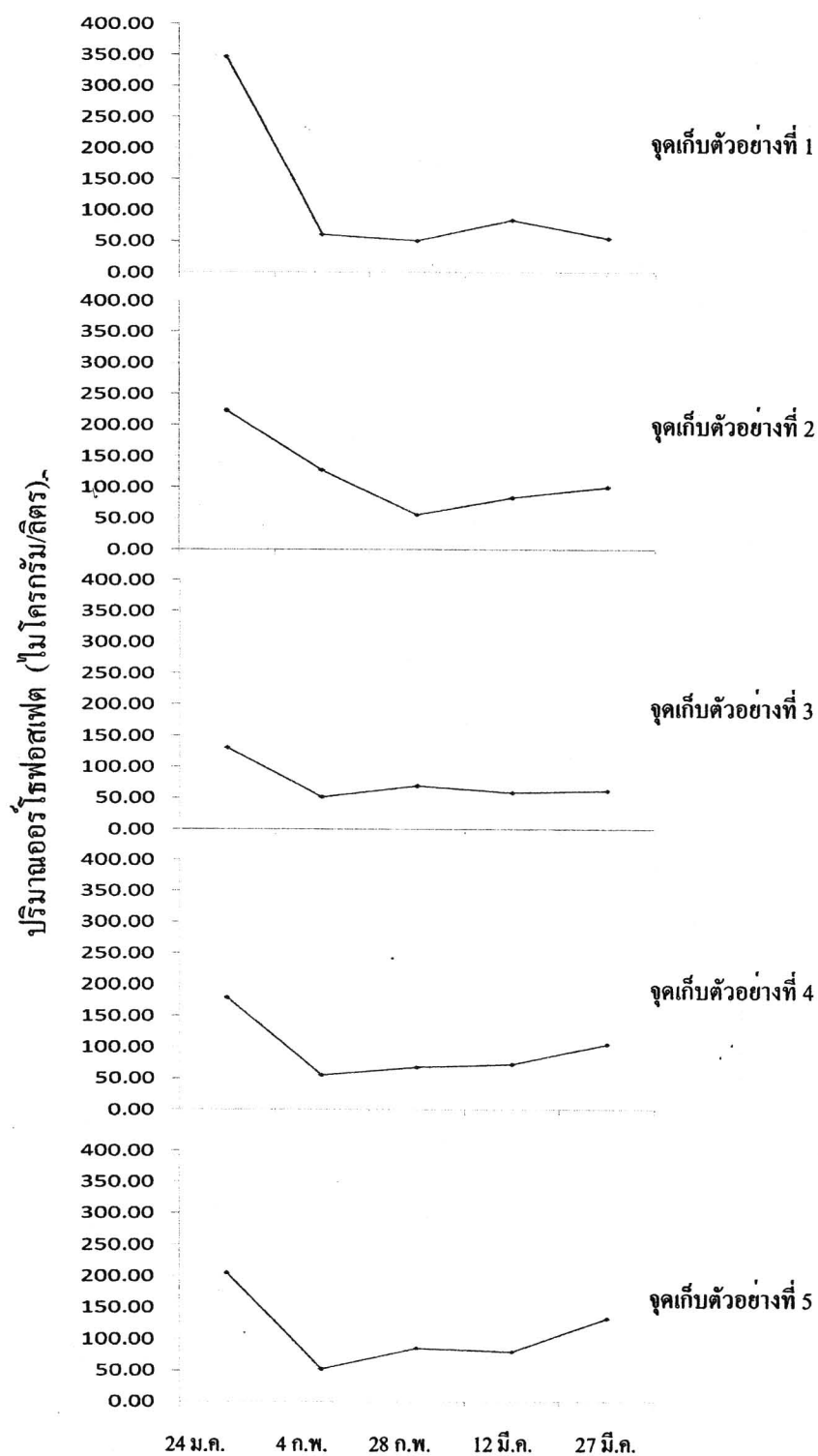
ภาพ 22 ปริมาณไนโตรเจนในดินในจุดเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาการศึกษา



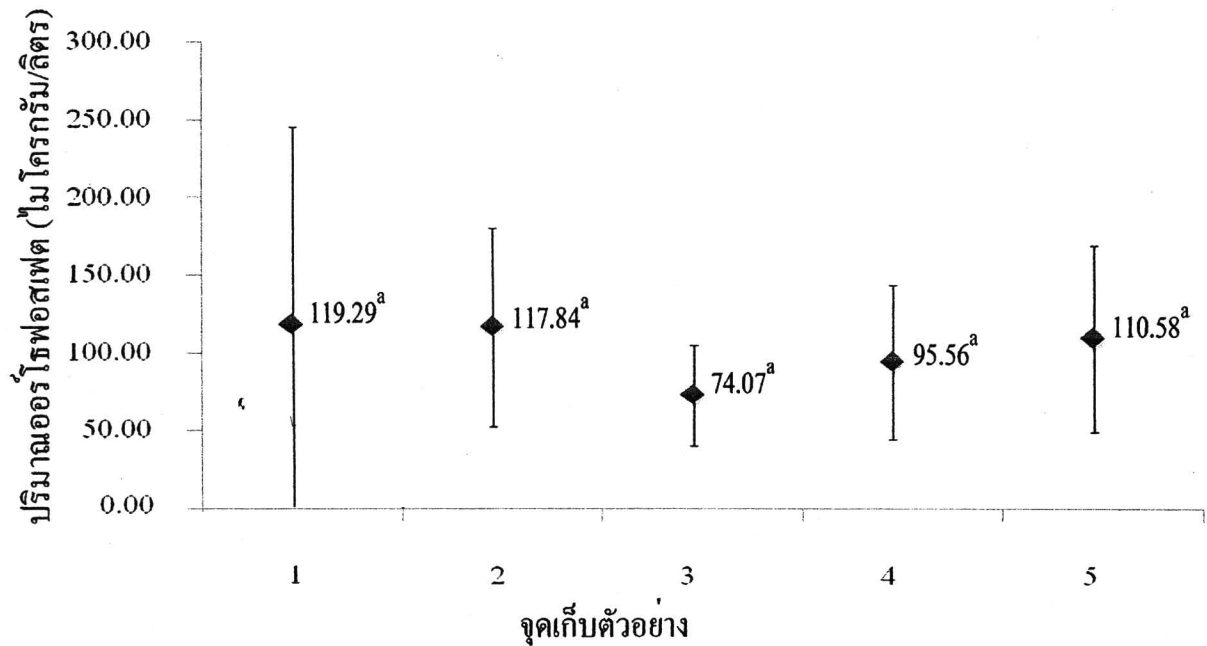
ภาพ 23 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรทในโตรเจนในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาในการศึกษา
(อักษร ^a แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05)

4.2.10. ออร์โธฟอสเฟต

ปริมาณออร์โธฟอสเฟตของน้ำในจุดศึกษาทั้ง 5 จุดตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษามีแนวโน้มลดลง โดยค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 74.07 – 119.29 ไมโครกรัม/ลิตร ค่ามากที่สุด 346.99 ไมโครกรัม/ลิตร และค่าน้อยที่สุด 50.45 ไมโครกรัม/ลิตร เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ (ตาราง 29 และตาราง 30 ในภาคผนวก ข) พบว่าทุกจุดเก็บตัวอย่างมีปริมาณออร์โธฟอสเฟตเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนปริมาณออร์โธฟอสเฟตเฉลี่ยในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยต้นเดือนมกราคมเป็นช่วงที่ค่าเฉลี่ยมากที่สุด ดังแสดงในตาราง 4 ภาพ 24 และภาพ 25



ภาพ 24 ปริมาณออร์โธฟอสเฟตในจุดเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาการศึกษา



ภาพ 25 ค่าเฉลี่ยปริมาณออร์โธฟอสเฟตในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาในการศึกษา
(อักษร ^a แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05)

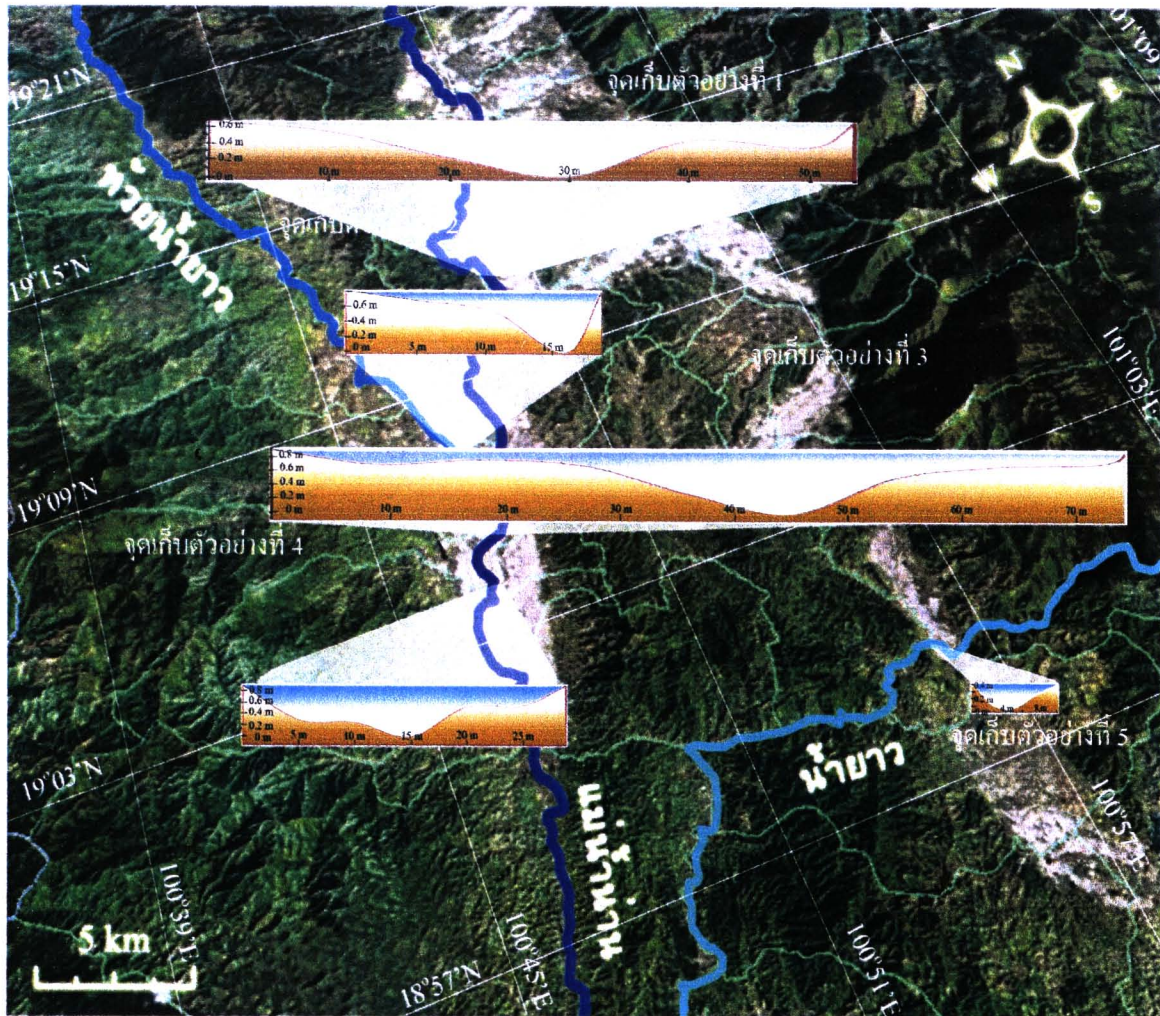
4.2.11. ลักษณะของลำน้ำ

จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุดมีลักษณะของพื้นที่ท้องน้ำที่ไม่แตกต่างกันมากนักโดยพื้นที่ท้องน้ำทั้งหมดจะเป็นก้อนหินและมีกรวดปนเล็กน้อย อย่างไรก็ตามในด้านขนาดของความกว้างของลำน้ำนั้นค่อนข้างจะแตกต่างกันโดยจุดเก็บตัวอย่างที่ 1, 3, และ 4 เป็นลำน้ำน่านซึ่งเป็นลำน้ำหลักมีขนาดความกว้างมากกว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 และ 3 ซึ่งเป็นห้วยน้ำยาวและลำน้ำยาวที่เป็นลำน้ำสาขาของลำน้ำน่านตามลำดับ ดังแสดงในภาพ 26

ตาราง 4 ปัจจัยแวดล้อมทางกายภาพและเคมีบางประการในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุดตลอดระยะเวลาการศึกษา

ปัจจัย	จุดเก็บตัวอย่างที่ 1				จุดเก็บตัวอย่างที่ 2				จุดเก็บตัวอย่างที่ 3				จุดเก็บตัวอย่างที่ 4				จุดเก็บตัวอย่างที่ 5			
	24 ม.ค. 51	04 ก.พ. 51	28 ก.พ. 51	12 มี.ค. 51	24 ม.ค. 51	04 ก.พ. 51	28 ก.พ. 51	12 มี.ค. 51	24 ม.ค. 51	04 ก.พ. 51	28 ก.พ. 51	12 มี.ค. 51	24 ม.ค. 51	04 ก.พ. 51	28 ก.พ. 51	12 มี.ค. 51	24 ม.ค. 51	04 ก.พ. 51	28 ก.พ. 51	12 มี.ค. 51
ความลึก (เมตร)	0.30 range 0.28-0.44, mean 0.33 ^{bc}	0.44 range 0.28-0.44, mean 0.33 ^{bc}	0.28 range 0.28-0.44, mean 0.33 ^{bc}	0.29 range 0.28-0.44, mean 0.33 ^{bc}	0.35 range 0.38-0.50, mean 0.41 ^a	0.38 range 0.38-0.50, mean 0.41 ^a	0.50 range 0.38-0.50, mean 0.41 ^a	0.39 range 0.38-0.50, mean 0.41 ^a	0.36 range 0.40-0.61, mean 0.46 ^c	0.42 range 0.40-0.61, mean 0.46 ^c	0.61 range 0.40-0.61, mean 0.46 ^c	0.43 range 0.40-0.61, mean 0.46 ^c	0.40 range 0.28-0.58, mean 0.40 ^a	0.58 range 0.28-0.58, mean 0.40 ^a	0.36 range 0.28-0.58, mean 0.40 ^a	0.28 range 0.28-0.58, mean 0.40 ^a	0.41 range 0.28-0.58, mean 0.40 ^a	0.26 range 0.23-0.27, mean 0.25 ^c	0.24 range 0.23-0.27, mean 0.25 ^c	0.23 range 0.23-0.27, mean 0.25 ^c
ความเร็ว (เมตร/วินาที)	0.87 range 0.73-1.09, mean 0.85 ^b	1.09 range 0.73-1.09, mean 0.85 ^b	0.78 range 0.73-1.09, mean 0.85 ^b	0.73 range 0.73-1.09, mean 0.85 ^b	1.07 range 0.67-1.07, mean 0.85 ^b	1.03 range 0.67-1.07, mean 0.85 ^b	0.79 range 0.67-1.07, mean 0.85 ^b	0.69 range 0.67-1.07, mean 0.85 ^b	0.67 range 0.44-0.74, mean 0.57 ^c	0.60 range 0.44-0.74, mean 0.57 ^c	0.74 range 0.44-0.74, mean 0.57 ^c	0.44 range 0.44-0.74, mean 0.57 ^c	1.20 range 0.89-1.22, mean 1.06 ^c	1.22 range 0.89-1.22, mean 1.06 ^c	0.89 range 0.89-1.22, mean 1.06 ^c	0.89 range 0.89-1.22, mean 1.06 ^c	0.72 range 0.61-0.72, mean 0.66 ^{bc}	0.61 range 0.61-0.72, mean 0.66 ^{bc}	0.61 range 0.61-0.72, mean 0.66 ^{bc}	0.61 range 0.61-0.72, mean 0.66 ^{bc}
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	21.2 range 21.0-27.1, mean 23.0 ^c	22.6 range 21.0-27.1, mean 23.0 ^c	23.0 range 21.0-27.1, mean 23.0 ^c	27.1 range 21.0-27.1, mean 23.0 ^c	20.8 range 20.8-22.8, mean 21.5 ^c	21.0 range 20.8-22.8, mean 21.5 ^c	22.0 range 20.8-22.8, mean 21.5 ^c	20.8 range 20.8-22.8, mean 21.5 ^c	24.8 range 22.0-26.0, mean 24.2 ^c	22.0 range 22.0-26.0, mean 24.2 ^c	23.6 range 22.0-26.0, mean 24.2 ^c	26.0 range 22.0-26.0, mean 24.2 ^c	23.2 range 22.8-25.4, mean 24.0 ^c	22.8 range 22.8-25.4, mean 24.0 ^c	24.8 range 22.8-25.4, mean 24.0 ^c	25.4 range 22.8-25.4, mean 24.0 ^c	23.6 range 19.8-26.8, mean 21.9 ^c	21.6 range 19.8-26.8, mean 21.9 ^c	20.4 range 19.8-26.8, mean 21.9 ^c	20.8 range 19.8-26.8, mean 21.9 ^c
พีเอช	7.78 range 7.60-8.18, mean 7.79 ^c	7.45 range 7.60-8.18, mean 7.79 ^c	8.18 range 7.60-8.18, mean 7.79 ^c	7.96 range 7.60-8.18, mean 7.79 ^c	7.92 range 7.51-8.29, mean 7.84 ^c	7.51 range 7.51-8.29, mean 7.84 ^c	7.61 range 7.51-8.29, mean 7.84 ^c	8.29 range 7.51-8.29, mean 7.84 ^c	7.99 range 7.00-7.99, mean 7.69 ^c	7.83 range 7.00-7.99, mean 7.69 ^c	7.00 range 7.00-7.99, mean 7.69 ^c	7.99 range 7.00-7.99, mean 7.69 ^c	8.15 range 7.11-8.32, mean 7.87 ^c	7.11 range 7.11-8.32, mean 7.87 ^c	8.32 range 7.11-8.32, mean 7.87 ^c	8.15 range 7.11-8.32, mean 7.87 ^c	7.86 range 7.48-8.58, mean 8.00 ^c	7.48 range 7.48-8.58, mean 8.00 ^c	7.78 range 7.48-8.58, mean 8.00 ^c	8.58 range 7.48-8.58, mean 8.00 ^c
ความเป็นด่าง (มิลลิกรัม/ลิตร)	87 range 80-171, mean 110 ^c	171 range 80-171, mean 110 ^c	125 range 80-171, mean 110 ^c	80 range 80-171, mean 110 ^c	103 range 91-128, mean 107 ^c	91 range 91-128, mean 107 ^c	122 range 91-128, mean 107 ^c	128 range 91-128, mean 107 ^c	116 range 86-116, mean 101 ^c	128 range 86-116, mean 101 ^c	86 range 86-116, mean 101 ^c	116 range 86-116, mean 101 ^c	129 range 99-129, mean 115 ^c	120 range 99-129, mean 115 ^c	122 range 99-129, mean 115 ^c	99 range 99-129, mean 115 ^c	110 range 62-110, mean 96 ^c	107 range 62-110, mean 96 ^c	102 range 62-110, mean 96 ^c	62 range 62-110, mean 96 ^c
การนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต/ซม.)	318 range 260-347, mean 315 ^c	260 range 260-347, mean 315 ^c	347 range 260-347, mean 315 ^c	316 range 260-347, mean 315 ^c	319 range 286-327, mean 316 ^c	286 range 286-327, mean 316 ^c	327 range 286-327, mean 316 ^c	332 range 286-327, mean 316 ^c	329 range 281-340, mean 323 ^c	340 range 281-340, mean 323 ^c	281 range 281-340, mean 323 ^c	338 range 281-340, mean 323 ^c	321 range 282-332, mean 318 ^c	282 range 282-332, mean 318 ^c	332 range 282-332, mean 318 ^c	331 range 282-332, mean 318 ^c	298 range 289-320, mean 307 ^c	289 range 289-320, mean 307 ^c	320 range 289-320, mean 307 ^c	317 range 289-320, mean 307 ^c
ออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร)	6.0 range 6.0-10.6, mean 8.0 ^b	9.4 range 6.0-10.6, mean 8.0 ^b	10.6 range 6.0-10.6, mean 8.0 ^b	6.9 range 6.0-10.6, mean 8.0 ^b	7.0 range 7.0-10.0, mean 8.0 ^b	7.0 range 7.0-10.0, mean 8.0 ^b	9.4 range 7.0-10.0, mean 8.0 ^b	10.0 range 7.0-10.0, mean 8.0 ^b	9.5 range 6.4-10.0, mean 8.1 ^b	10.0 range 6.4-10.0, mean 8.1 ^b	6.4 range 6.4-10.0, mean 8.1 ^b	7.5 range 6.4-10.0, mean 8.1 ^b	10.3 range 8.0-11.1, mean 9.6 ^c	8.0 range 8.0-11.1, mean 9.6 ^c	11.1 range 8.0-11.1, mean 9.6 ^c	10.3 range 8.0-11.1, mean 9.6 ^c	10.3 range 9.2-10.7, mean 10.2 ^c	10.1 range 9.2-10.7, mean 10.2 ^c	9.2 range 9.2-10.7, mean 10.2 ^c	10.6 range 9.2-10.7, mean 10.2 ^c
แอมโมเนียไนโตรเจน (ไมโครกรัม/ลิตร)	74 range 5-74, mean 27.5 ^c	28 range 5-74, mean 27.5 ^c	5 range 5-74, mean 27.5 ^c	10 range 5-74, mean 27.5 ^c	27 range 2-38, mean 20.4 ^c	17 range 2-38, mean 20.4 ^c	2 range 2-38, mean 20.4 ^c	18 range 2-38, mean 20.4 ^c	22 range 1-64, mean 22.6 ^c	14 range 1-64, mean 22.6 ^c	1 range 1-64, mean 22.6 ^c	22 range 1-64, mean 22.6 ^c	31 range 0.4-66, mean 21.5 ^c	66 range 0.4-66, mean 21.5 ^c	0.4 range 0.4-66, mean 21.5 ^c	9 range 0.4-66, mean 21.5 ^c	77 range 1-77, mean 25.4 ^c	1 range 1-77, mean 25.4 ^c	1 range 1-77, mean 25.4 ^c	49 range 1-77, mean 25.4 ^c
ไนเตรทไนโตรเจน (ไมโครกรัม/ลิตร)	379 range 123-591, mean 362.5 ^c	474 range 123-591, mean 362.5 ^c	24 range 123-591, mean 362.5 ^c	123 range 123-591, mean 362.5 ^c	424 range 184-468, mean 336.9 ^c	307 range 184-468, mean 336.9 ^c	184 range 184-468, mean 336.9 ^c	184 range 184-468, mean 336.9 ^c	429 range 73-429, mean 234.4 ^c	312 range 73-429, mean 234.4 ^c	73 range 73-429, mean 234.4 ^c	429 range 73-429, mean 234.4 ^c	324 range 56-407, mean 281.7 ^c	388 range 56-407, mean 281.7 ^c	56 range 56-407, mean 281.7 ^c	234 range 56-407, mean 281.7 ^c	641 range 51-641, mean 376.4 ^c	878 range 51-641, mean 376.4 ^c	51 range 51-641, mean 376.4 ^c	168 range 51-641, mean 376.4 ^c
ออร์โธฟอสเฟต (ไมโครกรัม/ลิตร)	347 range 51-347, mean 119.3 ^c	61 range 51-347, mean 119.3 ^c	51 range 51-347, mean 119.3 ^c	84 range 51-347, mean 119.3 ^c	223 range 56-223, mean 117.8 ^c	128 range 56-223, mean 117.8 ^c	56 range 56-223, mean 117.8 ^c	83 range 56-223, mean 117.8 ^c	62 range 51-131, mean 74.1 ^c	58 range 51-131, mean 74.1 ^c	51 range 51-131, mean 74.1 ^c	62 range 51-131, mean 74.1 ^c	104 range 55-178, mean 95.6 ^c	178 range 55-178, mean 95.6 ^c	55 range 55-178, mean 95.6 ^c	68 range 55-178, mean 95.6 ^c	205 range 52-205, mean 110.6 ^c	52 range 52-205, mean 110.6 ^c	85 range 52-205, mean 110.6 ^c	132 range 52-205, mean 110.6 ^c

หมายเหตุ สัญลักษณ์ a, b, และ c แสดงค่าความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



ภาพ 26 รูปแบบของพื้นที่ท้องน้ำในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด

4.3. การหาลักษณะเฉพาะเชิงโมเลกุลด้วยเทคนิคอาร์เอพีดี

การหาลักษณะเฉพาะเชิงโมเลกุลด้วยเทคนิค RAPD มีการจำแนกสายสำหรับทั้งสองสกุลที่พบในจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมดด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยา แล้วนำไปสกัดดีเอ็นเอก่อนใช้เทคนิค RAPD เพื่อหาลักษณะเฉพาะของสายสำหรับ ซึ่งได้ผลดังนี้

4.3.1. การจำแนกสายสกุล *Cladophora* และ *Microspora* ตามลักษณะสัณฐานวิทยา

สายสำหรับทั้ง 2 สกุลเมื่อตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาแล้วประกอบด้วยสายสกุล *Cladophora* 3 ชนิด และสายสกุล *Microspora* 4 ชนิด ดังต่อไปนี้

1) *Cladophora* ชนิดที่ 1 มีความกว้างของเซลล์เฉลี่ย 65 ± 6 ไมโครเมตร ความยาวของเซลล์เฉลี่ย 446 ± 199 ไมโครเมตร ความหนาของผนังเซลล์เฉลี่ย 2.0 ± 0.3 ไมโครเมตร พบกระจายอยู่ในลำน้ำน่าน ลำน้ำยาว และห้วยน้ำยาว ที่มีลักษณะพื้นที่ท้องน้ำเป็นหินหรือกรวด โดยพบในระดับความลึกไม่เกิน 50 เซนติเมตร เป็น *Cladophora* ชนิดที่พบมากที่สุด (ตาราง 5 และภาพ 27)

2) *Cladophora* ชนิดที่ 2 มีความกว้างของเซลล์เฉลี่ย 33 ± 6 ไมโครเมตร ความยาวของเซลล์เฉลี่ย 121 ± 17 ไมโครเมตร ความหนาของผนังเซลล์เฉลี่ย 2.1 ± 0.3 ไมโครเมตร พบกระจายอยู่ทั้งในลำน้ำน่าน ลำน้ำยาว และห้วยน้ำยาว ที่มีลักษณะพื้นที่ท้องน้ำเป็นหินหรือกรวด โดยพบในระดับความลึกไม่เกิน 30 เซนติเมตร ส่วนใหญ่จะพบบริเวณริมฝั่งของลำน้ำ เป็นชนิดที่พบไม่มากนัก (ตาราง 5 และภาพ 28)

3) *Cladophora* ชนิดที่ 3 มีความกว้างของเซลล์เฉลี่ย 23 ± 4 ไมโครเมตร ความยาวของเซลล์เฉลี่ย 195 ± 59 ไมโครเมตร ความหนาของผนังเซลล์เฉลี่ย 2.9 ± 0.5 ไมโครเมตร พบกระจายอยู่ในลำน้ำน่านและห้วยน้ำยาว ที่มีลักษณะพื้นที่ท้องน้ำเป็นหินหรือกรวด โดยพบบริเวณที่มีกระแสน้ำไหลแรง และลึกไม่เกิน 50 เซนติเมตร ส่วนใหญ่จะพบบริเวณกลางๆ ของลำน้ำ เป็นชนิดที่พบไม่มากนัก (ตาราง 5 และภาพ 29)

4) *Microspora* ชนิดที่ 1 มีความกว้างของเซลล์เฉลี่ย 130 ± 9 ไมโครเมตร ความยาวของเซลล์เฉลี่ย 140 ± 25 ไมโครเมตร ความหนาของผนังเซลล์เฉลี่ย 2.5 ± 0.3 ไมโครเมตร พบกระจายอยู่ในลำน้ำน่านและห้วยน้ำยาว มีปริมาณที่ไม่มากนัก เจริญอยู่บริเวณใกล้กับฝั่งของลำน้ำ ที่มีลักษณะพื้นที่ท้องน้ำเป็นหินหรือกรวด เส้นสาขาค่อนข้างหยาบ มีความยาวของเส้นสาขไม่เกิน 30 เซนติเมตร (ตาราง 6 และภาพ 30)

5) *Microspora* ชนิดที่ 2 มีความกว้างของเซลล์เฉลี่ย 23 ± 4 ไมโครเมตร ความยาวของเซลล์เฉลี่ย 45 ± 15 ไมโครเมตร ความหนาของผนังเซลล์เฉลี่ย 2.1 ± 0.3 ไมโครเมตร พบกระจายอยู่ในลำน้ำยาวในปริมาณที่ไม่มากนัก เจริญอยู่บริเวณริมฝั่งที่มีลักษณะพื้นที่ท้องน้ำเป็นกรวดหรือทราย มักยึดเกาะร่วมกับพืชน้ำ เส้นสาขาค่อนข้างหยาบ เส้นสาขามีความยาวได้ถึง 2 เมตร (ตาราง 6 และภาพ 31)

6) *Microspora* ชนิดที่ 3 มีความกว้างของเซลล์เฉลี่ย 131 ± 8 ไมโครเมตร ความยาวของเซลล์เฉลี่ย 178 ± 34 ไมโครเมตร ความหนาของผนังเซลล์เฉลี่ย 7.0 ± 1.0 ไมโครเมตร พบกระจายตัวในลำน้ำน่าน และห้วยน้ำยาวในปริมาณที่มากกว่าสองชนิดข้างต้น โดยส่วนใหญ่พบบริเวณที่มีความ

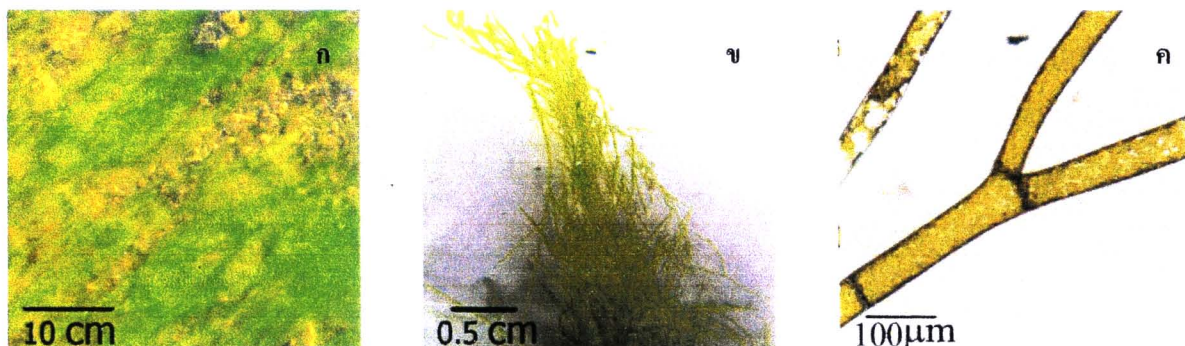
ลึกมากกว่า 50 เซนติเมตร ที่มีพื้นที่ตื้นน้ำเป็นหินหรือกรวด เส้นสายตรงเหนียวและลื่น ยาวได้ 3 – 4 เมตร (ตาราง 6 และภาพ 32)

7) *Microspora* ชนิดที่ 4 มีความกว้างของเซลล์เฉลี่ย 128 ± 5 ไมโครเมตร ความยาวของเซลล์เฉลี่ย 183 ± 38 ไมโครเมตร ความหนาของผนังเซลล์เฉลี่ย 3.0 ± 0.5 ไมโครเมตร พบกระจายตัวอยู่ในลำน้ำน่าน ลำน้ำยาว และห้วยน้ำยาว เป็น *Microspora* ชนิดที่พบมากที่สุด พบในบริเวณที่มีความลึกตั้งแต่ 20 เซนติเมตร ถึงมากกว่า 1 เมตร ในพื้นที่ตื้นน้ำที่เป็นทั้งหิน กรวด และทราย เส้นสายค่อนข้างตรงไม่เหนียว ยาวได้กว่า 10 เมตร (ตาราง 6 และภาพ 33)

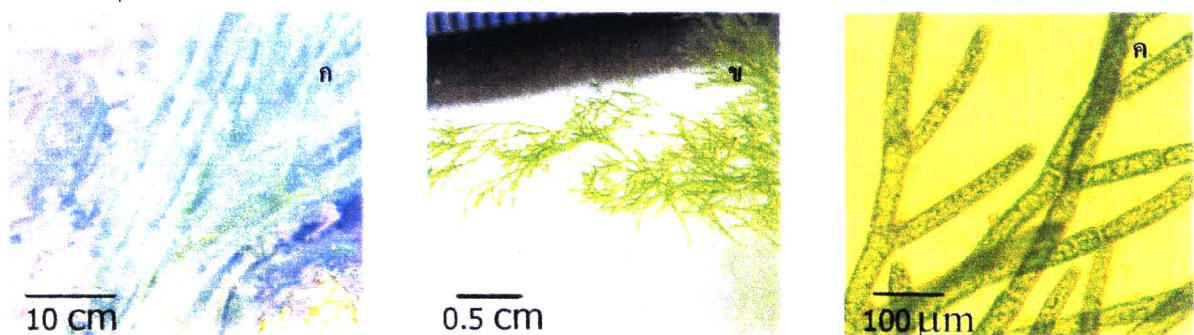
ตาราง 5 รูปแบบทางสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกันของสาหร่ายสกุล *Cladophora* ที่พบในลุ่มน้ำน่านตอนบน

ชนิด	ความกว้างของเซลล์ (ไมโครเมตร)	ความยาวของเซลล์ (ไมโครเมตร)	ความหนาของผนังเซลล์ (ไมโครเมตร)
<i>Cladophora</i> ชนิดที่ 1	$65^a \pm 6$	$446^a \pm 199$	$2.0^b \pm 0.3$
<i>Cladophora</i> ชนิดที่ 2	$33^b \pm 6$	$121^c \pm 17$	$2.1^b \pm 0.3$
<i>Cladophora</i> ชนิดที่ 3	$23^c \pm 4$	$195^b \pm 59$	$2.9^a \pm 0.5$

หมายเหตุ อักษร ^a, ^b และ ^c แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05, ตาราง 30 – 32 ในภาคผนวก ข



ภาพ 27 สาหร่ายสกุล *Cladophora* ชนิดที่ 1 ก. ลักษณะเส้นสายในลำน้ำ ข. ลักษณะเส้นสายเมื่อมองด้วยตาเปล่า และ ค. ลักษณะเส้นสายเมื่อมองภายใต้กล้องจุลทรรศน์



ภาพ 28 สาหร่ายสกุล *Cladophora* ชนิดที่ 2 ก. ลักษณะเส้นสายในลำน้ำ ข. ลักษณะเส้นสายเมื่อมองด้วยตาเปล่า และ ค. ลักษณะเส้นสายเมื่อมองภายใต้กล้องจุลทรรศน์

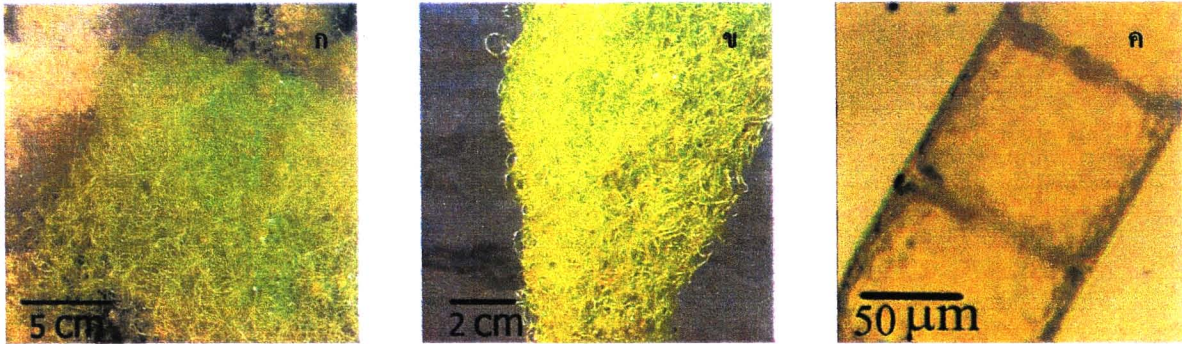


ภาพ 29 สาหร่ายสกุล *Cladophora* ชนิดที่ 3 ก. ลักษณะเส้นสายในลำน้ำ ข. ลักษณะเส้นสายเมื่อมองด้วยตาเปล่า และ ค. ลักษณะเส้นสายเมื่อมองภายใต้กล้องจุลทรรศน์

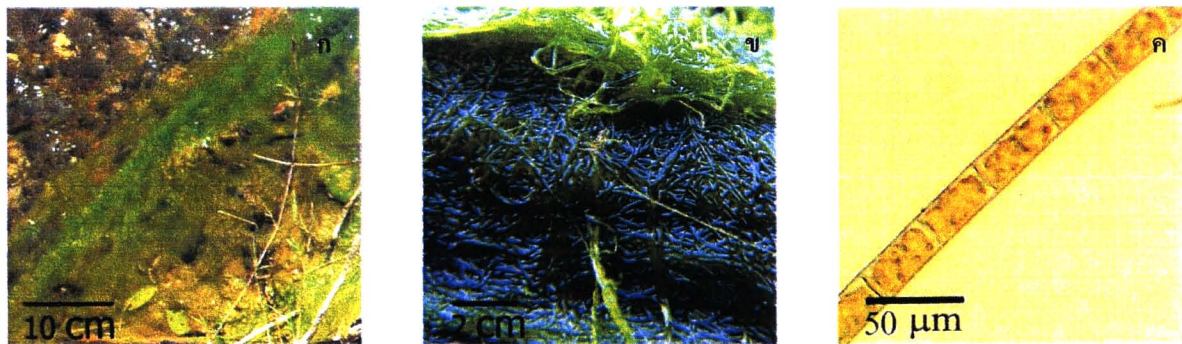
ตาราง 6 รูปแบบทางสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกันของสาหร่ายสกุล *Microspora* ที่พบในกลุ่มน้ำน่านตอนบน

ชนิด	ความกว้างของเซลล์ (ไมโครเมตร)	ความยาวของเซลล์ (ไมโครเมตร)	ความหนาของผนังเซลล์ (ไมโครเมตร)
<i>Microspora</i> ชนิดที่ 1	$130^a \pm 9$	$140^b \pm 25$	$2.5^b \pm 0.3$
<i>Microspora</i> ชนิดที่ 2	$23^b \pm 4$	$45^c \pm 15$	$2.1^c \pm 0.3$
<i>Microspora</i> ชนิดที่ 3	$131^a \pm 8$	$178^a \pm 34$	$6.8^a \pm 1.0$
<i>Microspora</i> ชนิดที่ 4	$128^a \pm 5$	$183^a \pm 38$	$2.8^b \pm 0.5$

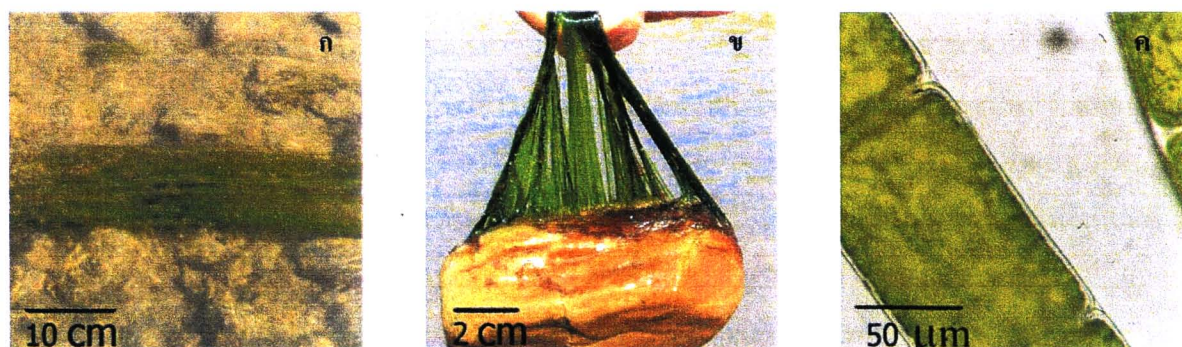
หมายเหตุ อักษร ^{a, b} และ ^c แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05, ตาราง 33 – 35 ในภาคผนวก ข



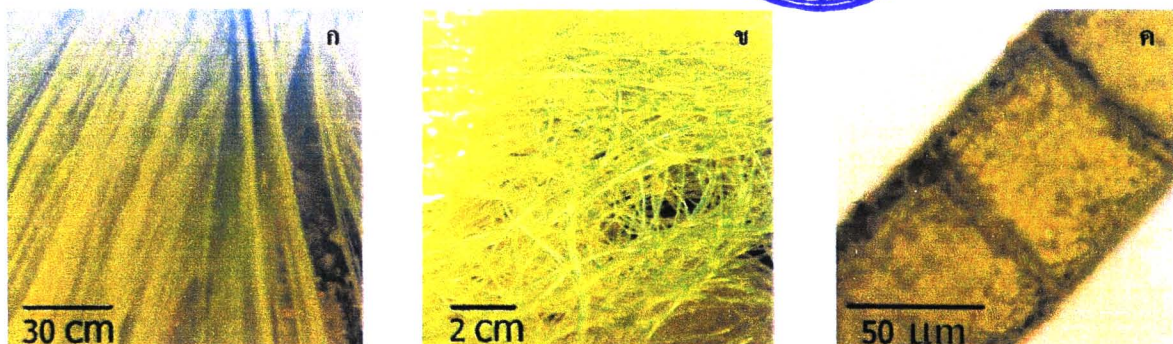
ภาพ 30 สาหร่ายสกุล *Microspora* ชนิดที่ 1 ก. ลักษณะเส้นสายในลำน้ำ ข. ลักษณะเส้นสายเมื่อมองด้วยตาเปล่า และ ค. ลักษณะเส้นสายเมื่อมองภายใต้กล้องจุลทรรศน์



ภาพ 31 สาหร่ายสกุล *Microspora* ชนิดที่ 2 ก. ลักษณะเส้นสายในลำน้ำ ข. ลักษณะเส้นสายเมื่อมองด้วยตาเปล่า และ ค. ลักษณะเส้นสายเมื่อมองภายใต้กล้องจุลทรรศน์



ภาพ 32 สาหร่ายสกุล *Microspora* ชนิดที่ 3 ก. ลักษณะเส้นสายในลำน้ำ ข. ลักษณะเส้นสายเมื่อมองด้วยตาเปล่า และ ค. ลักษณะเส้นสายเมื่อมองภายใต้กล้องจุลทรรศน์

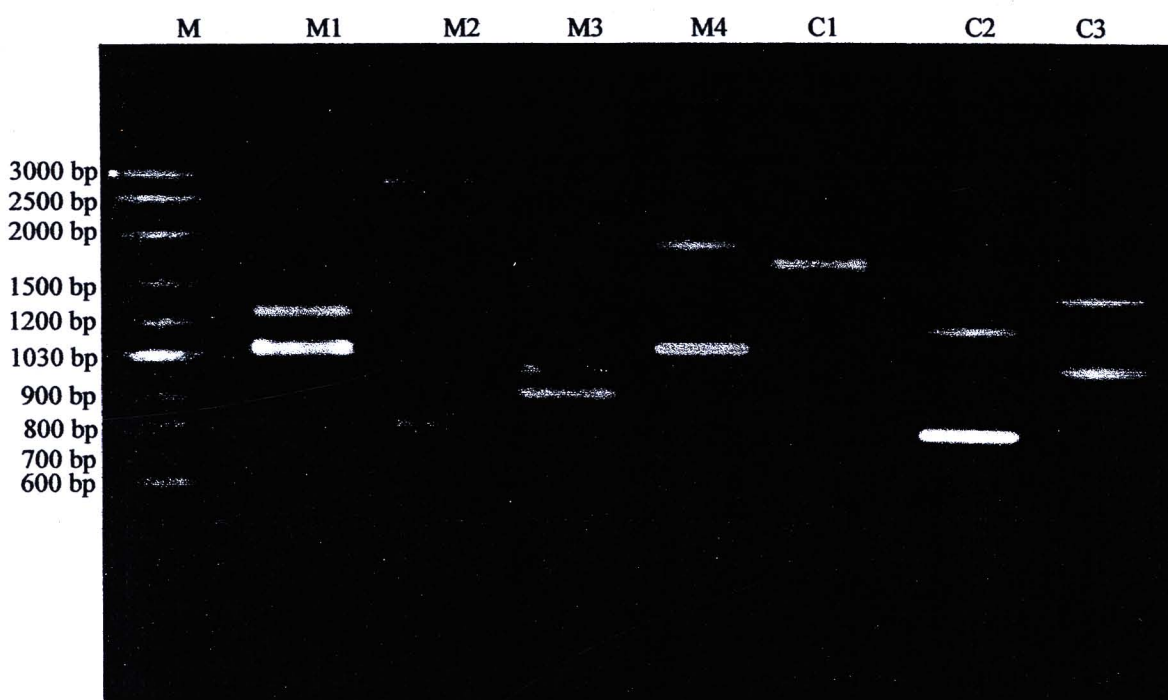


ภาพ 33 สาหร่ายสกุล *Microspora* ชนิดที่ 4 ก. ลักษณะเส้นสายในลำน้ำ ข. ลักษณะเส้นสายเมื่อมองด้วยตาเปล่า และ ค. ลักษณะเส้นสายเมื่อมองภายใต้กล้องจุลทรรศน์

4.3.2. การหาลักษณะเฉพาะเชิงโมเลกุลด้วยเทคนิค RAPD

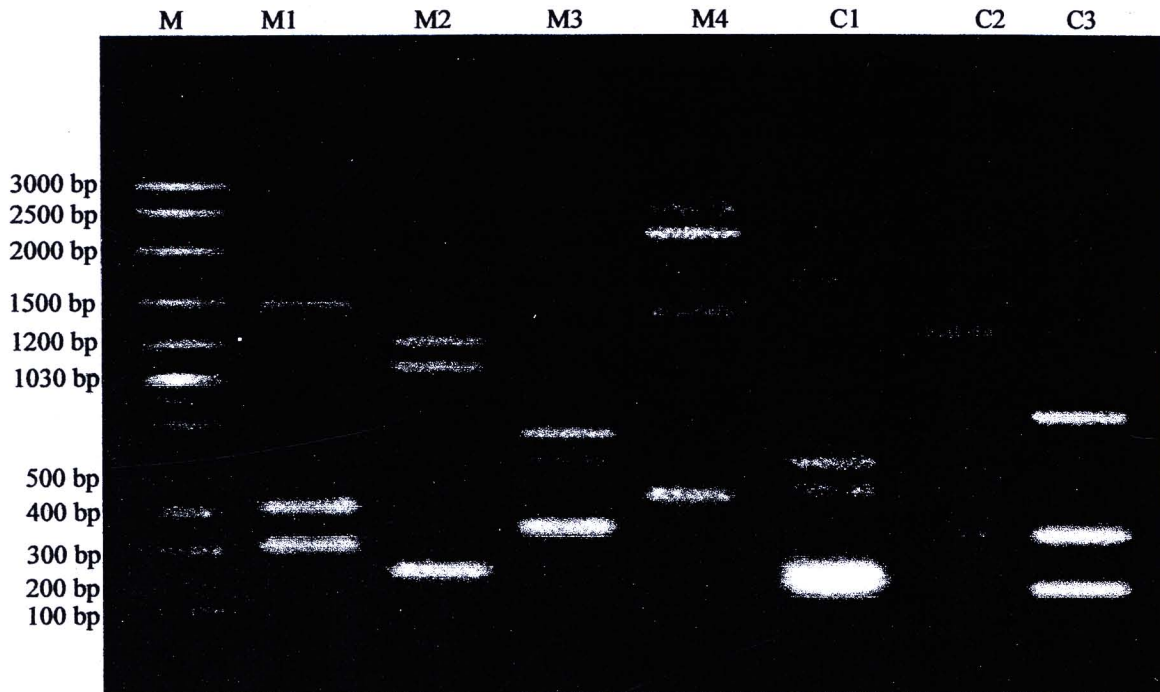
ผลจากการใช้ไพรเมอร์แบบสุ่มในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของสาหร่ายสกุล *Cladophora* และ *Microspora* ในปฏิกิริยา Polymerase Chain Reaction พบว่าไพรเมอร์ที่ทำให้ได้แถบของชิ้นส่วนดีเอ็นเอครบถ้วนที่สุดเมื่อนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปแยกด้วยวิธี agarose gel electrophoresis ย้อมด้วย ethidium ผลจากการใช้ไพรเมอร์แบบสุ่มในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของสาหร่ายสกุล *Cladophora* และ *Microspora* ในปฏิกิริยา Polymerase Chain Reaction พบว่าไพรเมอร์ที่ทำให้ได้แถบของชิ้นส่วน ดีเอ็นเอครบถ้วนที่สุดเมื่อนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปแยกด้วยวิธี agarose gel electrophoresis ย้อมด้วย ethidium bromide แล้วตรวจสอบด้วย UV Transluminator มีอยู่ 3 ไพรเมอร์ที่อุณหภูมิ annealing 48 องศาเซลเซียส คือ ไพรเมอร์ OPA-09, OPN-03, และ OPN-09

ไพรเมอร์ OPA-09 ให้แบบแผนลายพิมพ์ดีเอ็นเอของ *Cladophora* แตกต่างกันทั้ง 3 ชนิด โดย *Cladophora* ชนิดที่ 1 เกิดแถบดีเอ็นเอที่น้ำหนักโมเลกุล 1,500 bp *Cladophora* ชนิดที่ 2 เกิดแถบดีเอ็นเอที่น้ำหนักโมเลกุล 800 และ 1,030 bp *Cladophora* ชนิดที่ 3 เกิดแถบดีเอ็นเอที่น้ำหนักโมเลกุล 900 และ 1,500 bp สำหรับ *Microspora* ไพรเมอร์ OPA-09 ให้แบบแผนลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ แตกต่างกันทั้ง 4 ชนิด โดย *Microspora* ชนิดที่ 1 เกิดแถบดีเอ็นเอที่น้ำหนักโมเลกุล 1,030 และ 1,300 bp *Microspora* ชนิดที่ 2 เกิดแถบดีเอ็นเอที่น้ำหนักโมเลกุล 800, 1,500 และ 3,000 bp *Microspora* ชนิดที่ 3 เกิดแถบดีเอ็นเอที่น้ำหนักโมเลกุล 900 และ 1,030 bp และ *Microspora* ชนิดที่ 4 เกิดแถบดีเอ็นเอที่น้ำหนักโมเลกุล 1,030 และ 2,000 bp (ภาพ 34)



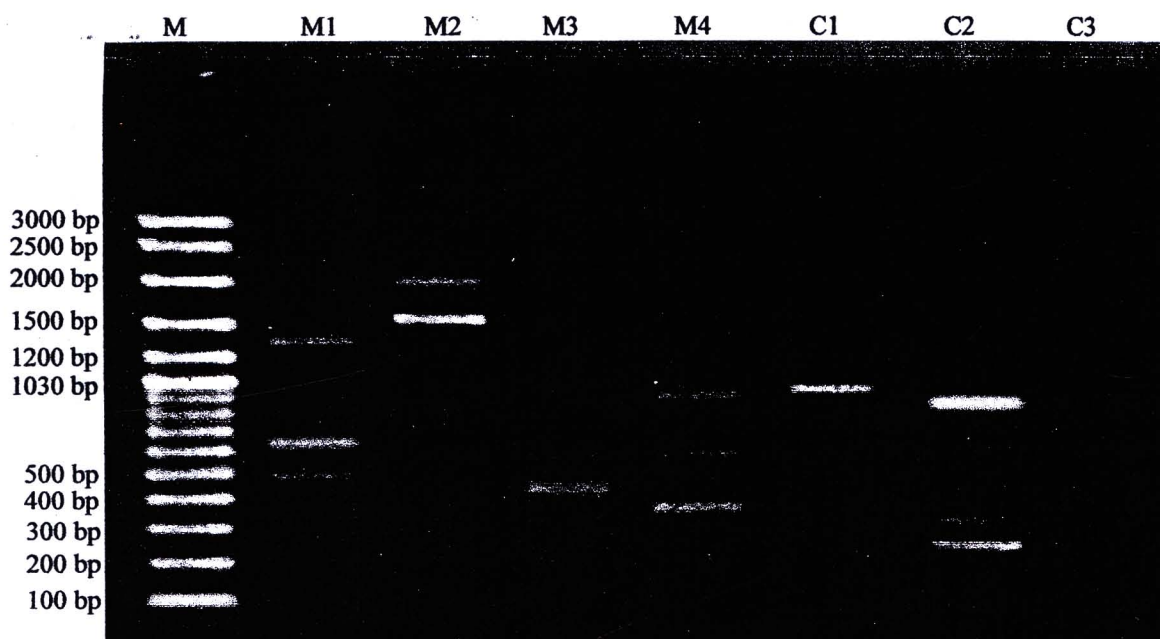
ภาพ 34 ผลจากการทำ RAPD ใน *Cladophora* และ *Microspora* ด้วยไพรเมอร์ OPA-09 ที่อุณหภูมิ annealing 48 องศาเซลเซียส (M Molecular weight marker, C1 *Cladophora* ชนิดที่ 1, C2 *Cladophora* ชนิดที่ 2, C3 *Cladophora* ชนิดที่ 3, M1 *Microspora* ชนิดที่ 1, M2 *Microspora* ชนิดที่ 2, M3 *Microspora* ชนิดที่ 3 และ M4 *Microspora* ชนิดที่ 4)

ไพรเมอร์ OPN-03 ให้แบบแผนลายพิมพ์ดีเอ็นเอของ *Cladophora* แตกต่างกันทั้ง 3 ชนิด โดย *Cladophora* ชนิดที่ 1 เกิดแถบดีเอ็นเอที่น้ำหนักโมเลกุล 200, 500, 600 และ 1,700 bp *Cladophora* ชนิดที่ 2 เกิดแถบดีเอ็นเอที่น้ำหนักโมเลกุล 300 และ 1,200 bp *Cladophora* ชนิดที่ 3 เกิดแถบดีเอ็นเอที่น้ำหนักโมเลกุล 200, 400 และ 700 bp สำหรับ *Microspora* ไพรเมอร์ OPN-03 ให้แบบแผนลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่แตกต่างกันทั้ง 4 ชนิด โดย *Microspora* ชนิดที่ 1 เกิดแถบดีเอ็นเอที่น้ำหนักโมเลกุล 300, 400 และ 1,500 bp *Microspora* ชนิดที่ 2 เกิดแถบดีเอ็นเอที่น้ำหนักโมเลกุล 200, 1,030 และ 1,200 bp *Microspora* ชนิดที่ 3 เกิดแถบดีเอ็นเอที่น้ำหนักโมเลกุล 300, 600 และ 700 bp และ *Microspora* ชนิดที่ 4 เกิดแถบดีเอ็นเอที่น้ำหนักโมเลกุล 400, 1,500, 2,00 และ 2,500 bp (ภาพ 35)



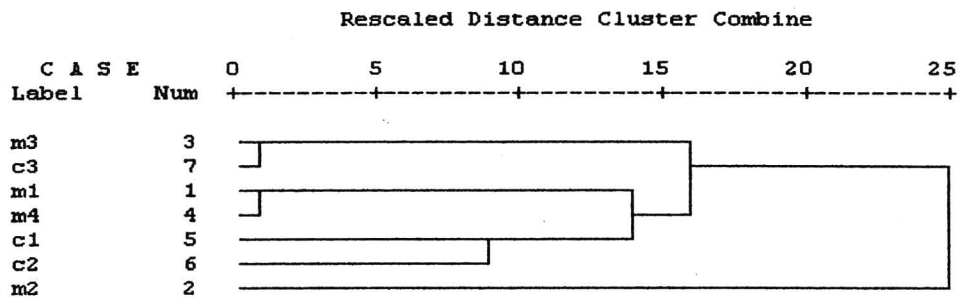
ภาพ 35 ผลจากการทำ RAPD ใน *Cladophora* และ *Microspora* ด้วยไพรเมอร์ OPN-03 ที่อุณหภูมิ annealing 48 องศาเซลเซียส (M Molecular weight marker, C1 *Cladophora* ชนิดที่ 1, C2 *Cladophora* ชนิดที่ 2, C3 *Cladophora* ชนิดที่ 3, M1 *Microspora* ชนิดที่ 1, M2 *Microspora* ชนิดที่ 2, M3 *Microspora* ชนิดที่ 3 และ M4 *Microspora* ชนิดที่ 4)

ไพรเมอร์ OPN-09 ให้แบบแผนลายพิมพ์ดีเอ็นเอของ *Cladophora* แตกต่างกัน 2 ชนิด อีก 1 ชนิดไม่เกิดแถบดีเอ็นเอ โดย *Cladophora* ชนิดที่ 1 เกิดแถบดีเอ็นเอที่น้ำหนักโมเลกุล 200 และ 1,030 bp *Cladophora* ชนิดที่ 2 เกิดแถบดีเอ็นเอที่น้ำหนักโมเลกุล 200, 300, 500 และ 700 bp *Cladophora* ชนิดที่ 3 ไม่เกิดแถบดีเอ็นเอ สำหรับ *Microspora* ไพรเมอร์ OPN-09 ให้แบบแผนลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ต่างกันทั้ง 4 ชนิด โดย *Microspora* ชนิดที่ 1 เกิดแถบดีเอ็นเอที่น้ำหนักโมเลกุล 300, 500, 700 และ 1,300 bp *Microspora* ชนิดที่ 2 เกิดแถบดีเอ็นเอที่น้ำหนักโมเลกุล 1,500 และ 2,000 bp *Microspora* ชนิดที่ 3 เกิดแถบดีเอ็นเอที่น้ำหนักโมเลกุล 400 และ 600 bp และ *Microspora* ชนิดที่ 4 เกิดแถบดีเอ็นเอที่น้ำหนักโมเลกุล 400, 600 และ 900 bp (ภาพ 36)

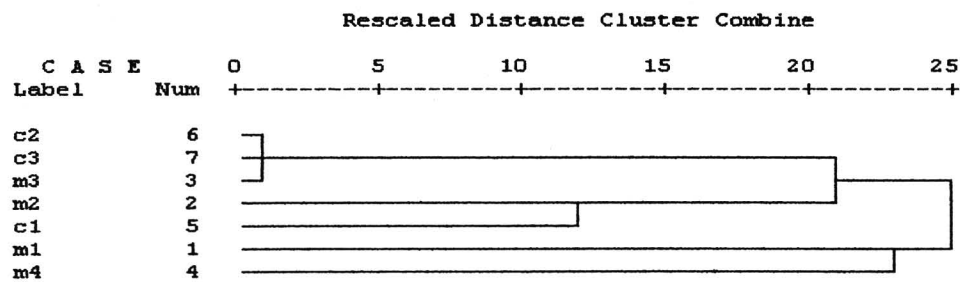


ภาพ 36 ผลจากการทำ RAPD ใน *Cladophora* และ *Microspora* ด้วยไพรเมอร์ OPN-09 ที่อุณหภูมิ annealing 48 องศาเซลเซียส (M Molecular weight marker, C1 *Cladophora* ชนิดที่ 1, C2 *Cladophora* ชนิดที่ 2, C3 *Cladophora* ชนิดที่ 3, M1 *Microspora* ชนิดที่ 1, M2 *Microspora* ชนิดที่ 2, M3 *Microspora* ชนิดที่ 3 และ M4 *Microspora* ชนิดที่ 4)

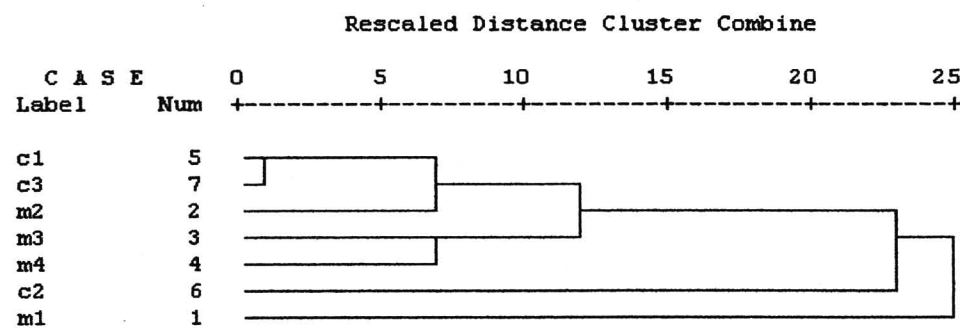
เมื่อนำแถบดีเอ็นเอที่ได้จากทั้ง 3 ไพรเมอร์ มาวิเคราะห์ด้วยวิธี Hierarchical Cluster พบว่าไพรเมอร์ OPA-09 สามารถแยกความแตกต่างของ *Cladophora* ได้ทั้ง 3 ชนิด ส่วน *Microspora* นั้นสามารถแยกความแตกต่างของ *Microspora* ชนิดที่ 2 และ 3 ได้ แต่ไม่สามารถแยกความแตกต่างของ *Microspora* ชนิดที่ 1 และ 4 ได้ (ภาพ 37) ไพรเมอร์ OPN-03 สามารถแยกความแตกต่างของ *Cladophora* ชนิดที่ 1 ได้ แต่ไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่าง *Cladophora* ชนิดที่ 2 และ 3 ได้ ส่วน *Microspora* สามารถแยกได้ทั้ง 4 ชนิด (ภาพ 38) ไพรเมอร์ OPN-09 สามารถแยกความแตกต่างของ *Cladophora* ชนิดที่ 2 ได้ แต่ไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่าง *Cladophora* ชนิดที่ 1 และ 3 ได้ ส่วน *Microspora* สามารถแยกได้ทั้ง 4 ชนิด (ภาพ 39)



ภาพ 37 Hierarchical Cluster จากแถบคี่เอ็นเอที่ได้จากไพรเมอร์ OPA-09 (อักษร c1, c2, และ c3 แทน *Cladophora* ชนิดที่ 1, 2, และ 3 ตามลำดับ และอักษร m1, m2, และ m3 แทน *Microspora* ชนิดที่ 1, 2, 3, และ 4 ตามลำดับ)



ภาพ 38 Hierarchical Cluster จากแถบคี่เอ็นเอที่ได้จากไพรเมอร์ OPN-03 (อักษร c1, c2, และ c3 แทน *Cladophora* ชนิดที่ 1, 2, และ 3 ตามลำดับ และอักษร m1, m2, และ m3 แทน *Microspora* ชนิดที่ 1, 2, 3, และ 4 ตามลำดับ)



ภาพ 39 Hierarchical Cluster จากแถบคี่เอ็นเอที่ได้จากไพรเมอร์ OPN-09 (อักษร c1, c2, และ c3 แทน *Cladophora* ชนิดที่ 1, 2, และ 3 ตามลำดับ และอักษร m1, m2, และ m3 แทน *Microspora* ชนิดที่ 1, 2, 3, และ 4 ตามลำดับ)