หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ผลการทดลอง

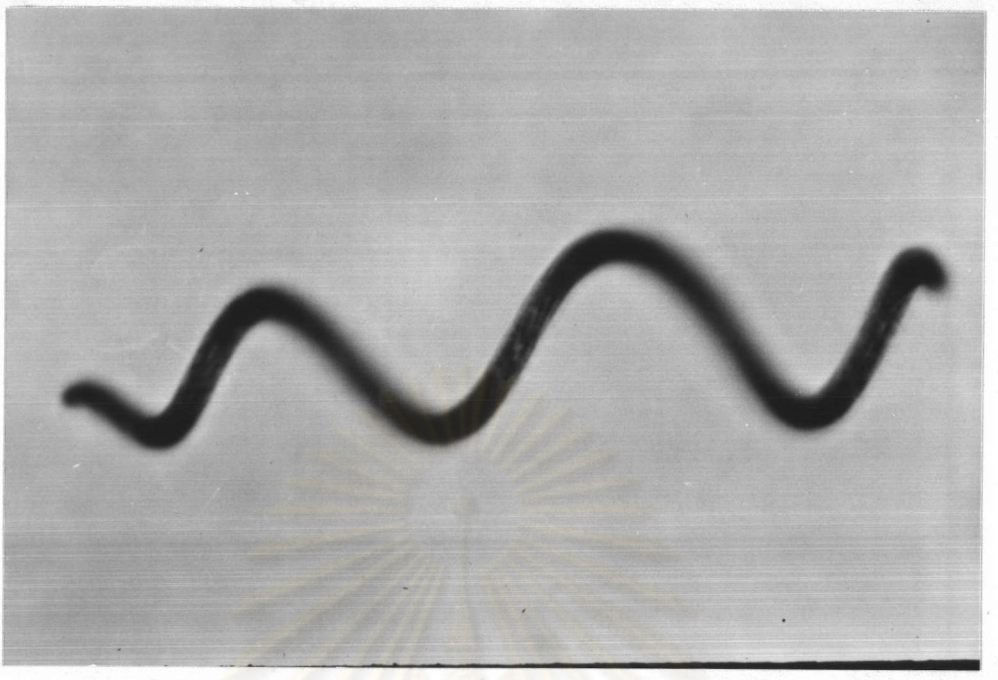
สาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) ที่ใช้ในการทดลองมีอยู่สองสายพันธุ์ สายพันธุ์แรกได้มาจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา อีกสายพันธุ์ได้มาจากน้ำในบ่อเลี้ยงเต่าของวัดเบญจมบพิตรดุสิตวนาราม ซึ่งได้นำมาแยกให้เป็น unialgal culture เพื่อลดการปนเปื้อนจากสาหร่ายชนิดอื่น ๆ แล้วจึงนำมาเพาะเลี้ยงเพื่อเตรียมเป็นเชื้อเริ่มต้นในการทดลองต่อไป

ลักษณะรูปร่างของสาย trichome ของสาหร่ายทั้งสองสายพันธุ์ แสดงในรูปที่ 3 และ 4 จากการสังเกตพบว่าสาหร่ายสไปรูไลน่าซึ่งได้จากทั้งสองแหล่งมีลักษณะคล้ายกันมาก อย่างไรก็ตามสาหร่ายสายพันธุ์ซึ่งแยกจากน้ำในบ่อเลี้ยงเต่าจะมีขนาดเล็กกว่าเมื่อส่องดูด้วย กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 400 เท่า จะสามารถเห็นผนังเซลล์ และเห็นไซโตพลาสซึม กระจายอยู่ทั่วไป

1. ผลการศึกษาปัจจัยทางกายภาพที่มีต่อการเจริญของสาหร่ายสไปรูไลน่า

1.1 เมื่อแปรความเข้มแสงต่างกัน

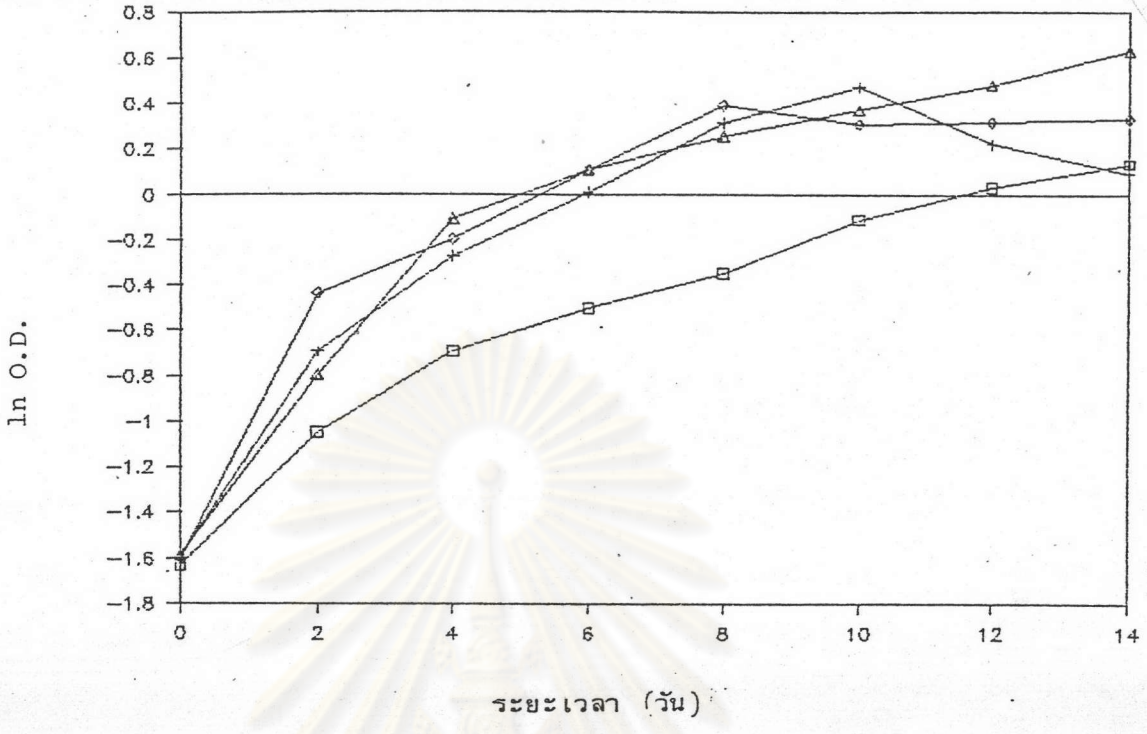
การทดลองพบว่าการเจริญของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) ทั้งสองสายพันธุ์ที่ระดับความเข้มแสง 5000, 7500 และ 10000 ลักซ์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างเด่นชัด (รูปที่ 5, 6 และตารางที่ 1 ในภาคผนวก) กล่าวคือระดับความเข้มแสงดังกล่าว สาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) จากโครงการส่วนพระองค์มีค่าอัตราการเจริญในช่วง exponential เท่ากับ 0.226, 0.227 และ 0.229 ตามลำดับ ส่วนสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่ามีค่าอัตราการเจริญเท่ากับ 0.246, 0.238 และ 0.246 ตามลำดับ อัตราการเจริญของสาหร่ายสไปรูไลน่าทั้งสองสายพันธุ์ความเข้มแสงสูงตั้งแต่ 5000 ถึง 10000 ลักซ์จะสูงกว่าอัตราการเจริญของสาหร่ายที่ความเข้มแสงต่ำที่ 2500 ลักซ์ซึ่งสาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา มีอัตราการเจริญเท่ากับ 0.156 และสาหร่ายจากบ่อเลี้ยงเต่ามีค่า 0.185



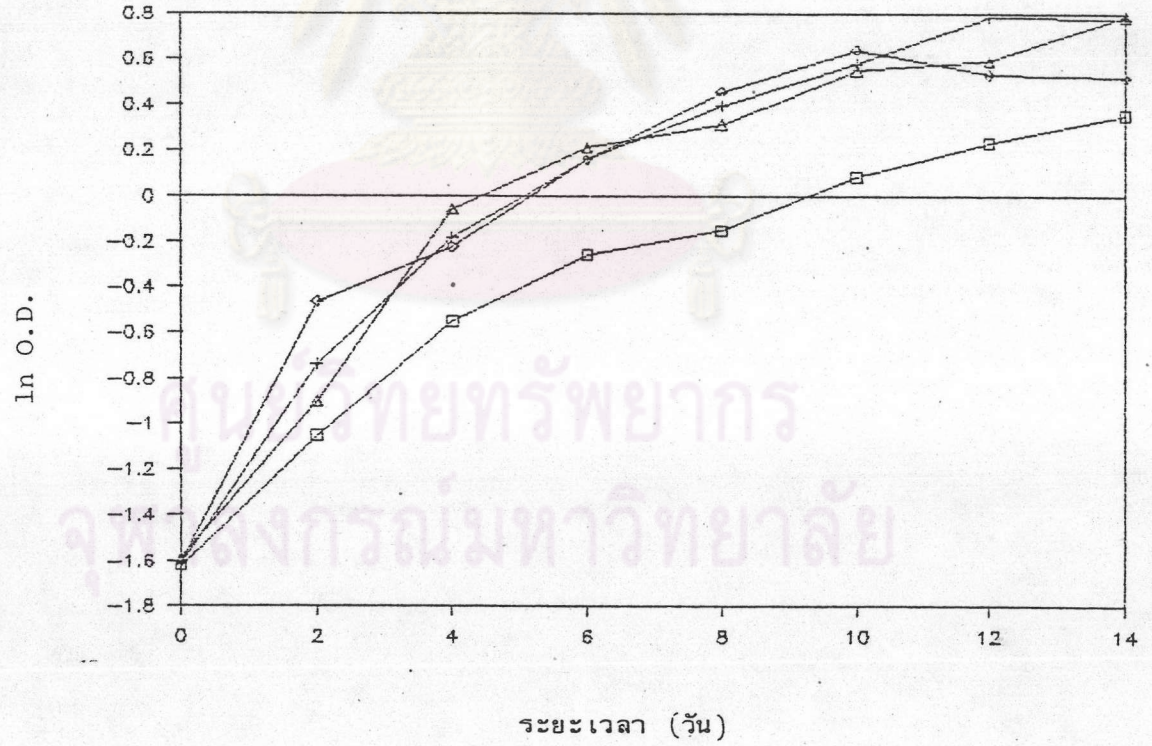
รูปที่ 3 สาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) สายพันธุ์จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา

รูปที่ 4 สาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) สายพันธุ์จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่าในวัดเบญจมบพิตรดุสิตวนาราม

(ก)

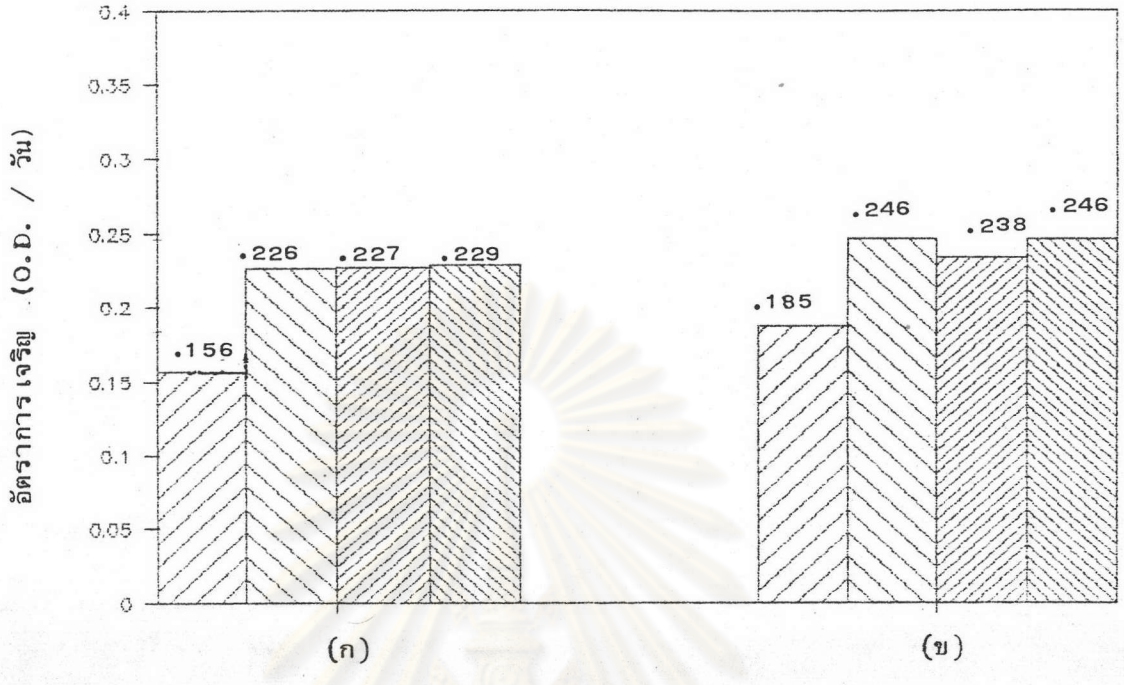


(ข)



รูปที่ 5 การเจริญของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) ในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรของ Zarrouk (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า optical density (O.D.) ที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร เทียบกับระยะเวลา เมื่อได้รับความเข้มแสง 2500 (□), 5000 (+), 7500 (◇) และ 10000 (△) ลักซ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6 อัตราการเจริญของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) ในช่วง exponential (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เมื่อได้รับความเข้มแสง 2500 ( ), 5000 ( ), 7500 ( ) และ 10000 ( ) ลักซ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

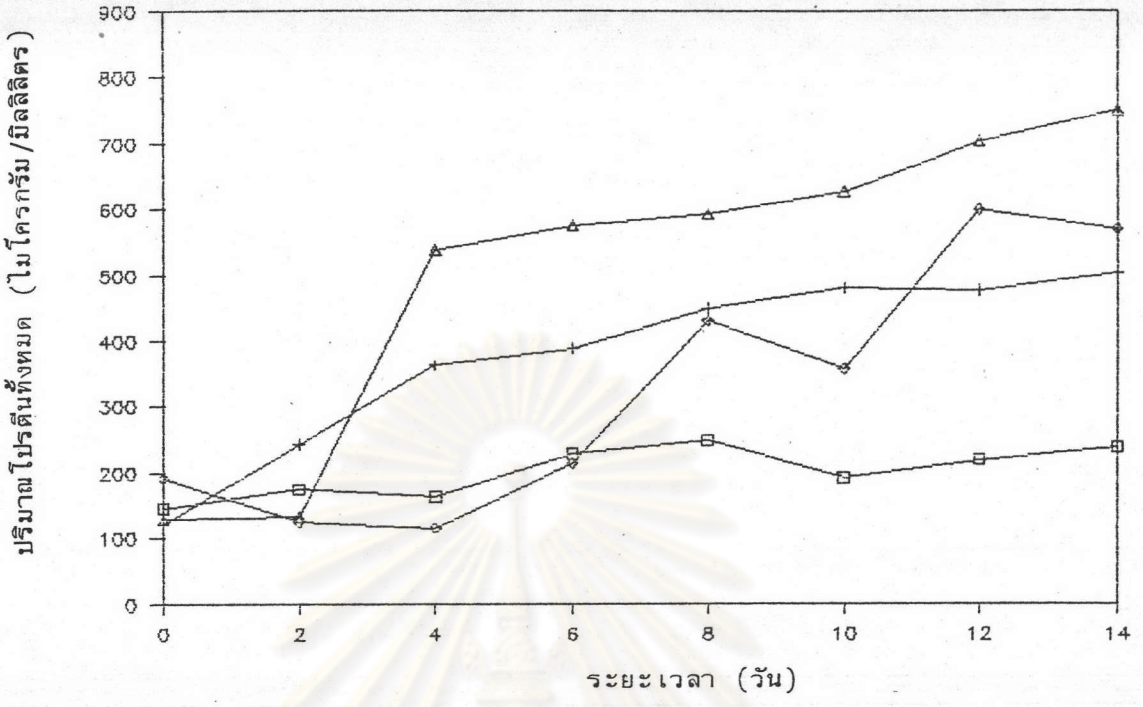
จากผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีนทั้งหมด (total protein) ในสาหร่ายที่เลี้ยงที่ความเข้มแสงต่างระดับพบว่าที่ความเข้มแสง 10000 ลักซ์ สาหร่ายทั้งสองสายพันธุ์มีค่าปริมาณโปรตีนทั้งหมดสูงกว่าความเข้มแสงอื่น ๆ ส่วนปริมาณโปรตีนต่ำสุดจะพบในสาหร่ายที่เลี้ยงที่ความเข้มแสง 2500 ลักซ์ (รูปที่ 7 และตารางที่ 2 ในภาคผนวก)

เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ของค่า $O.D._{560}$ และโปรตีนทั้งหมด จากการทดลองในเรื่องอิทธิพลของแสงที่มีต่อการเจริญของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) จากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา พบว่าค่า $O.D._{560}$ และโปรตีนทั้งหมดมีความสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรงมีค่าดรรชนีสหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient, r) เท่ากับ 0.724 (รูปที่ 8) ดังนั้นเมื่อค่าทั้งสองต่างก็ใช้เป็นตัวแทนบอกการเจริญของสาหร่ายได้ทั้งสองกรณี เพื่อความสะดวกในการเสนอข้อมูล และไม่ให้เป็นการซ้ำซ้อนการทดลองต่อ ๆ ไปจะเสนอผลการเจริญของสาหร่ายเฉพาะรูปความสัมพันธ์ของค่า O.D. กับระยะเวลาเท่านั้น

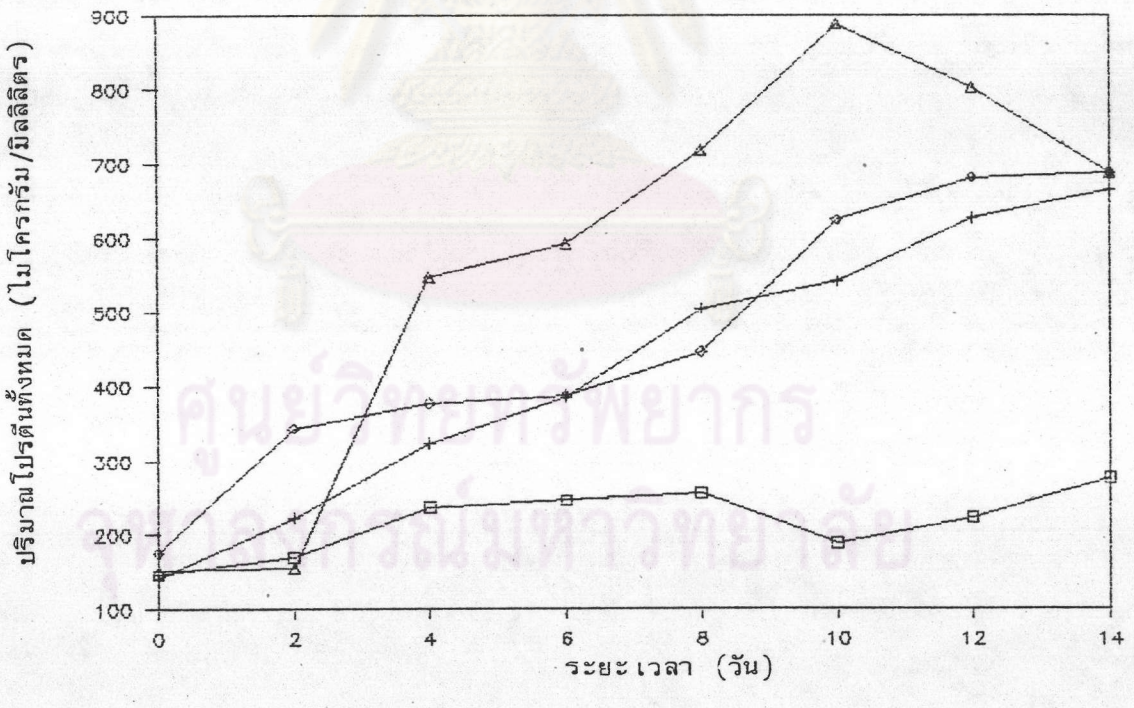
ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงขนาดของ trichome ได้แก่ความยาวของ trichome (length) ระยะห่างระหว่างเกลียว (pitch) และความกว้างของเกลียว (helix) ที่ความเข้มแสงต่างระดับพบว่าสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) จากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา ที่เลี้ยงในความเข้มแสงต่ำที่ 2500 ลักซ์ มีขนาดโดยเฉลี่ยใหญ่ที่สุด เมื่อเทียบกับขนาดของสาหร่ายที่ความเข้มแสงสูงตั้งแต่ 5000 - 10000 ลักซ์ [รูปที่ 9, 10 และ 11 (ก) ตารางที่ 3, 4 และ 5 (ก) ในภาคผนวก] สำหรับขนาดของ trichome ของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) สายพันธุ์จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่าที่ความเข้มแสงสูงตั้งแต่ 5000-10000 ลักซ์ มีขนาดโดยเฉลี่ยใหญ่กว่าที่ความเข้มแสงต่ำที่ 2500 ลักซ์ โดยความเข้มแสงที่ 7500 ลักซ์สาหร่ายมีขนาดโดยเฉลี่ยใหญ่ที่สุด [รูปที่ 9, 10 และ 11 (ข) และตารางที่ 3, 4 และ 5 (ข)]

เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาในสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) ทั้งสองสายพันธุ์พบว่าสาหร่ายสายพันธุ์จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่ามีอัตราการเจริญดีกว่าสายพันธุ์จากโครงการส่วนพระองค์ โดยมีค่าอัตราการเจริญในช่วง exponential ของความเข้มแสงต่างระดับอยู่ในช่วง 0.185-0.246 และ 0.156-0.229 ตามลำดับ (รูปที่ 6) สาหร่ายทั้งสองสายพันธุ์ต่างก็เจริญได้ดีในช่วงความเข้มแสงสูงตั้งแต่ 5000-10000 ลักซ์ อย่างไรก็ตามพบว่าสายพันธุ์จากโครงการส่วนพระองค์มีขนาด trichome โดยเฉลี่ยแล้วใหญ่กว่าสายพันธุ์จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า โดยสายพันธุ์จากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา

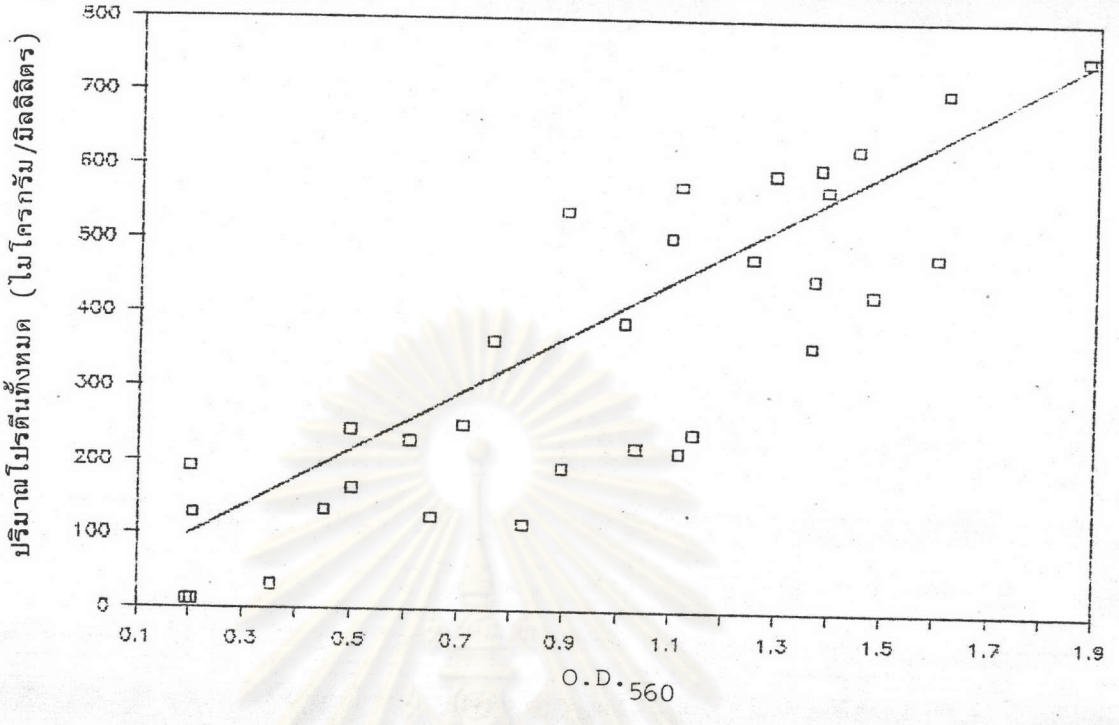
(ก)



(ข)



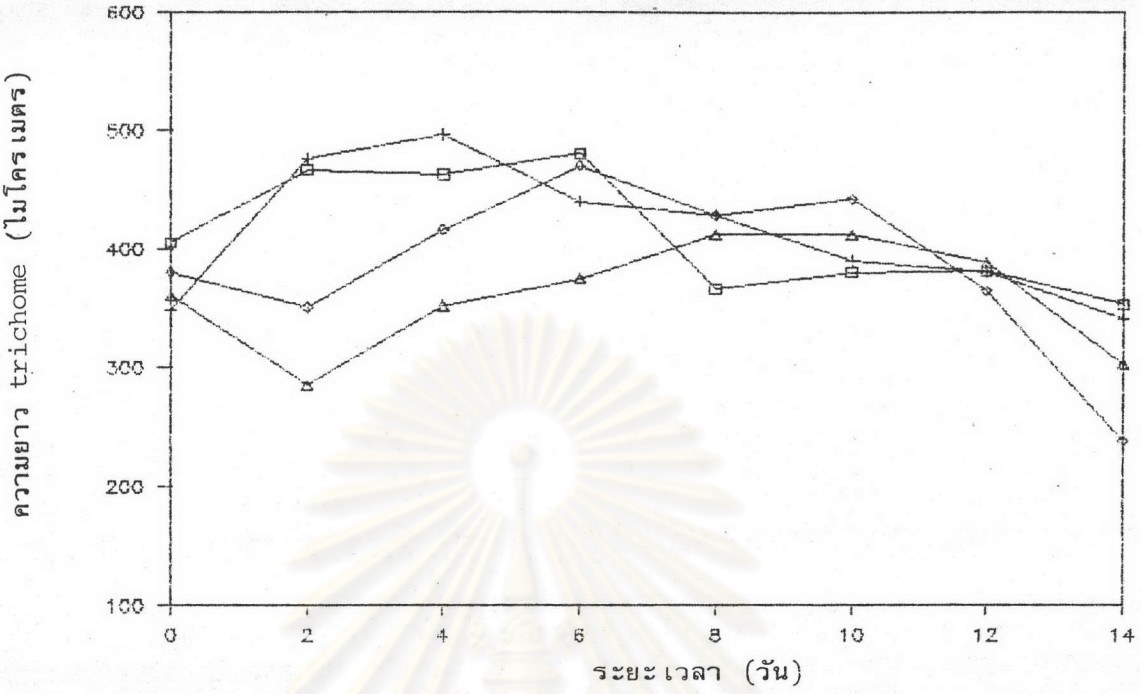
รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณโปรตีนทั้งหมด (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรของสาหร่าย) ของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อได้รับความเข้มแสง 2500 (□), 5000 (+), 7500 (◇) และ 10000 (△) ลักซ์



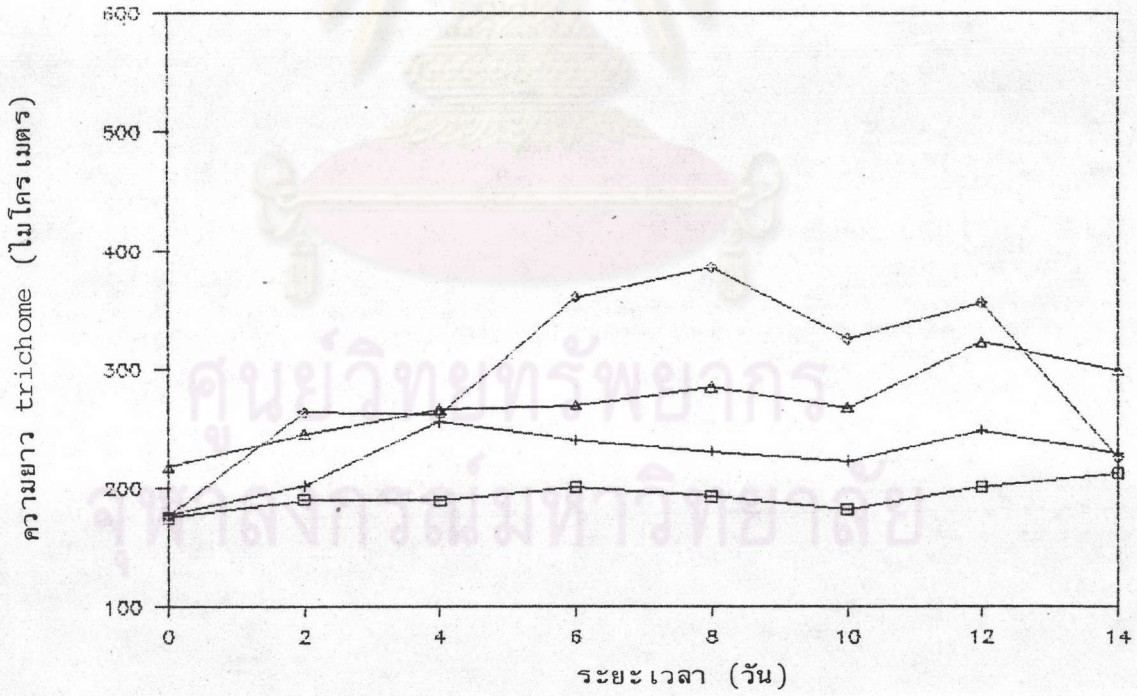
รูปที่ 8 การกระจายของค่า OD_{560} และค่าโปรตีนทั้งหมด เปรียบเทียบความสัมพันธ์เป็นสหสัมพันธ์เส้นตรง (linear correlation) เมื่อได้รับความเข้มแสงในช่วงตั้งแต่ 2500 - 10000 ลักซ์ ของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) จากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา
(ค่าดรรชนีสหสัมพันธ์ ; r = 0.724)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ก)

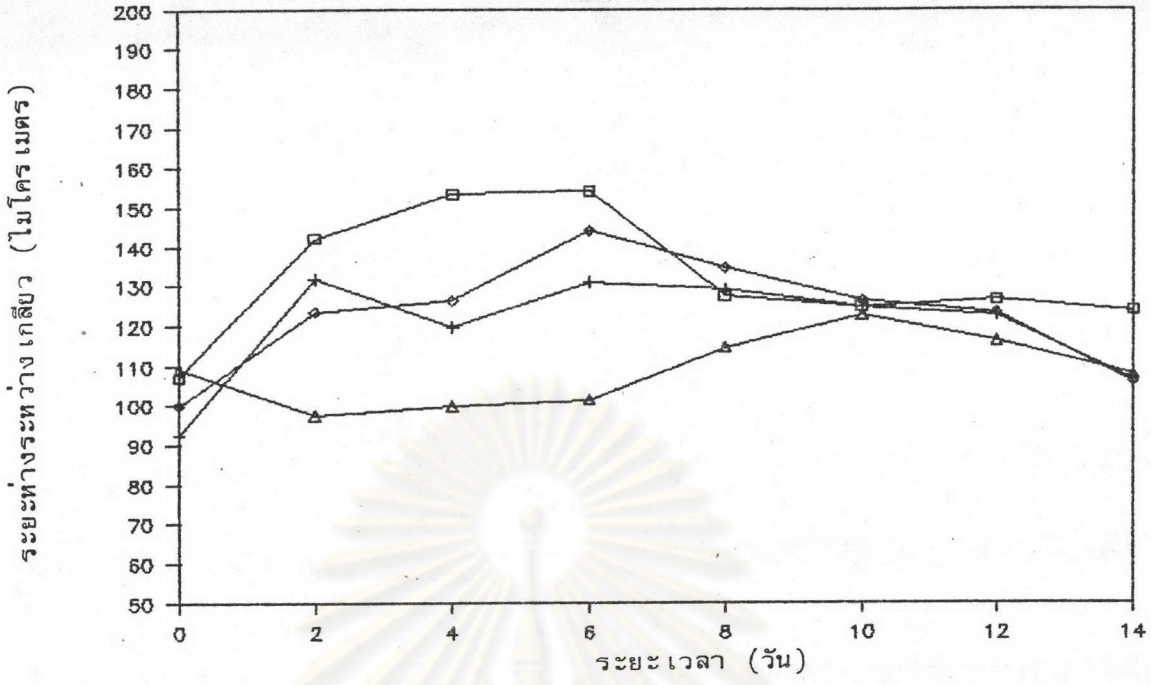


(ข)

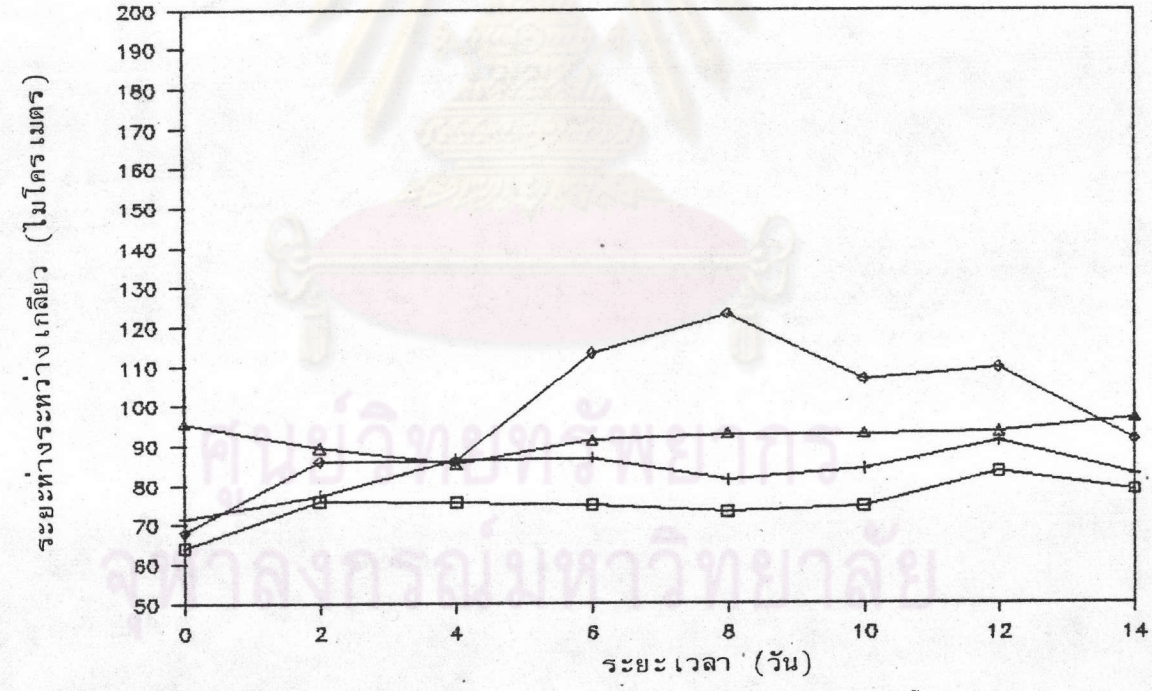


รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อได้รับความเข้มแสง 2500 (□), 5000 (+), 7500 (◇) และ 10000 (△) ลักซ์

(ก)

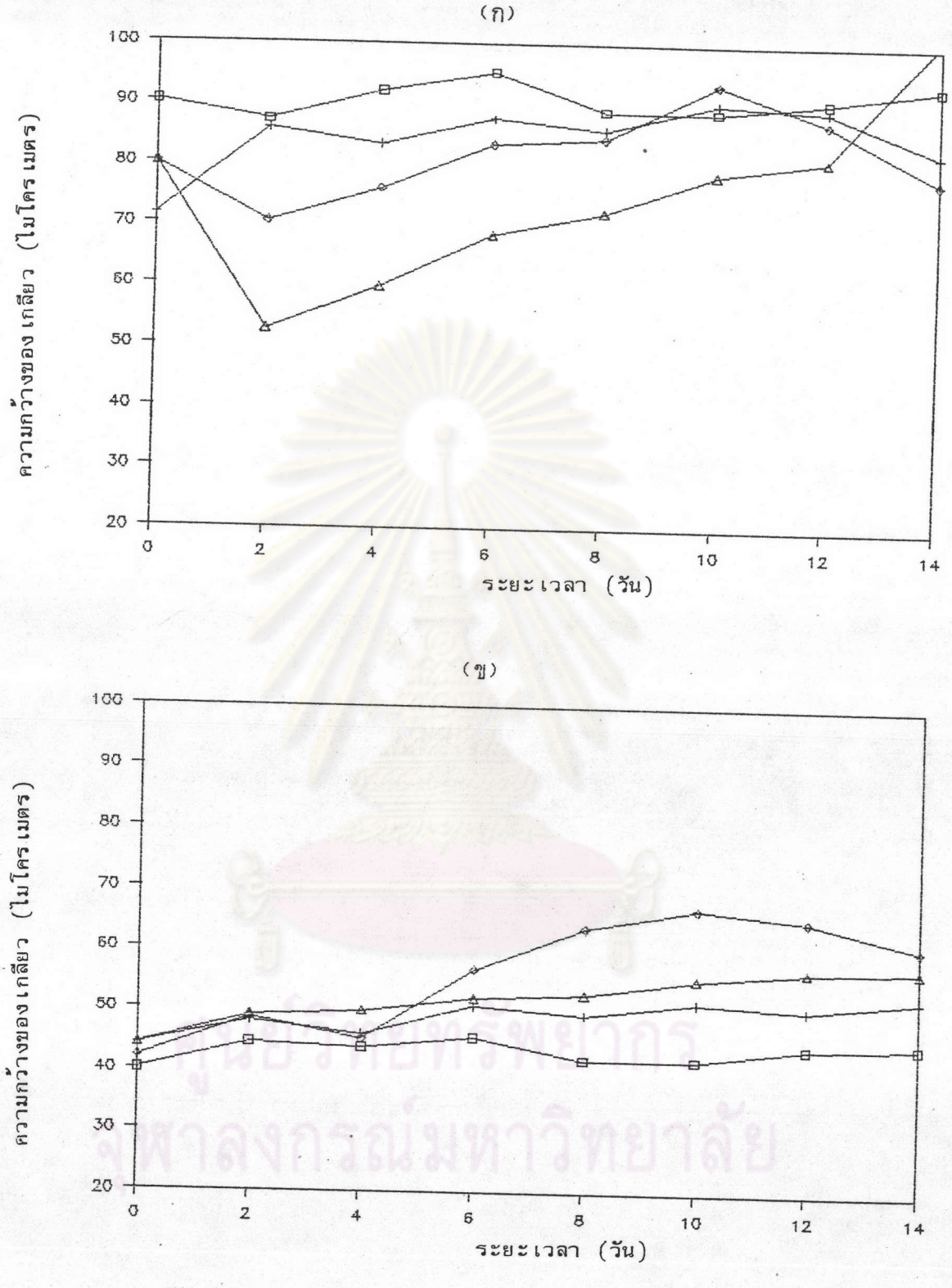


(ข)



รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างระหว่างเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อได้รับความเข้มแสง 2500 (□), 5000 (+), 7500 (◇) และ 10000 (△) ลักซ์

I10312390



รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อได้รับความเข้มแสง 2500 (□), 5000 (+), 7500 (◇) และ 10000 (△) ลักซ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

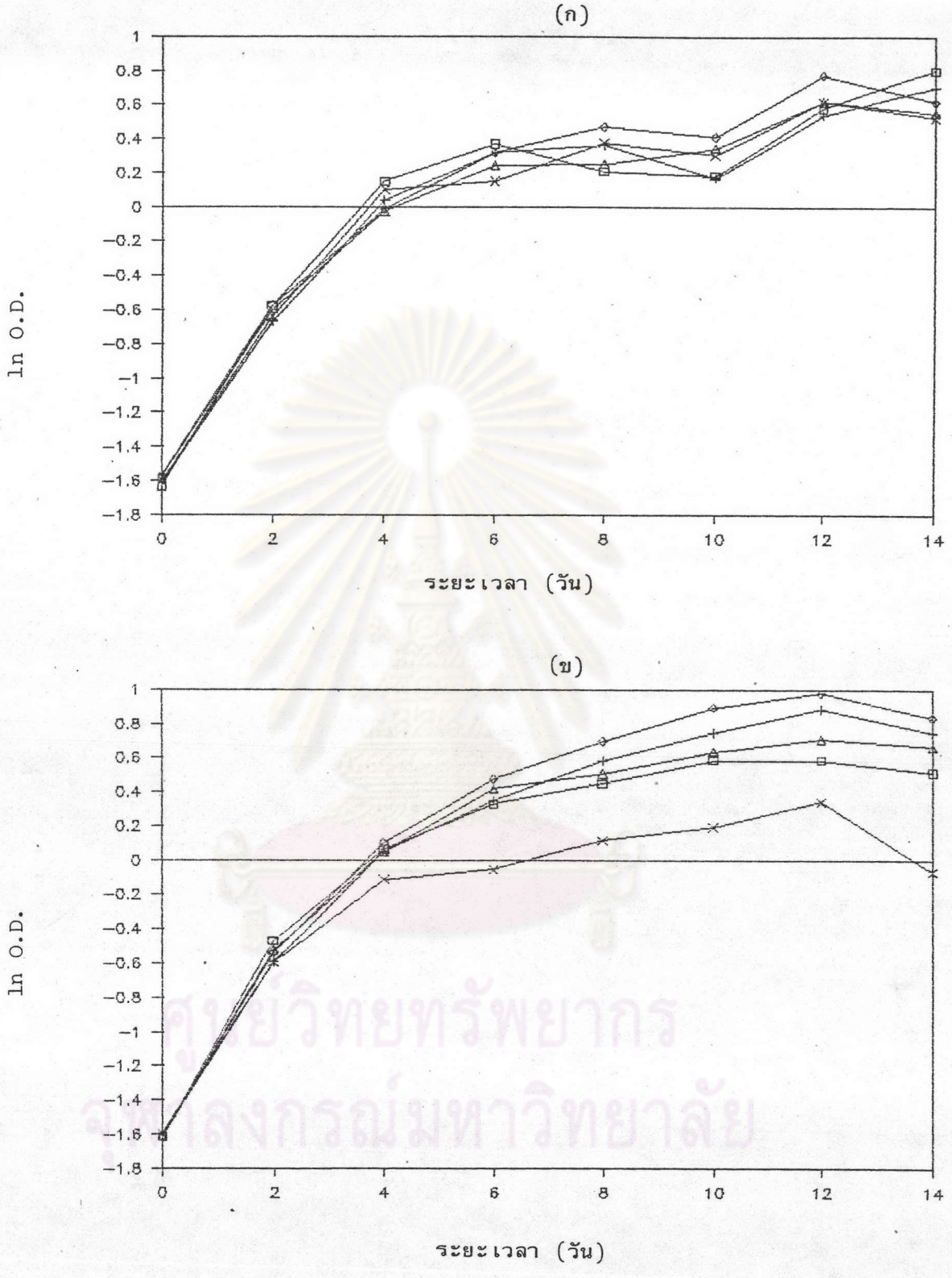
มีขนาดความยาวโดยเฉลี่ยของ trichome ระยะห่างระหว่างเกลียว และความกว้างของเกลียวอยู่ในช่วง 238-496 , 92-154 และ 46-101ไมโครเมตรตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่ามีขนาดอยู่ในช่วง 175-323, 64-123 และ 40-67 ไมโครเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 3, 4 และ 5 ในภาคผนวก)

1.2 เมื่อปรับความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของสารละลายอาหารต่างกัน

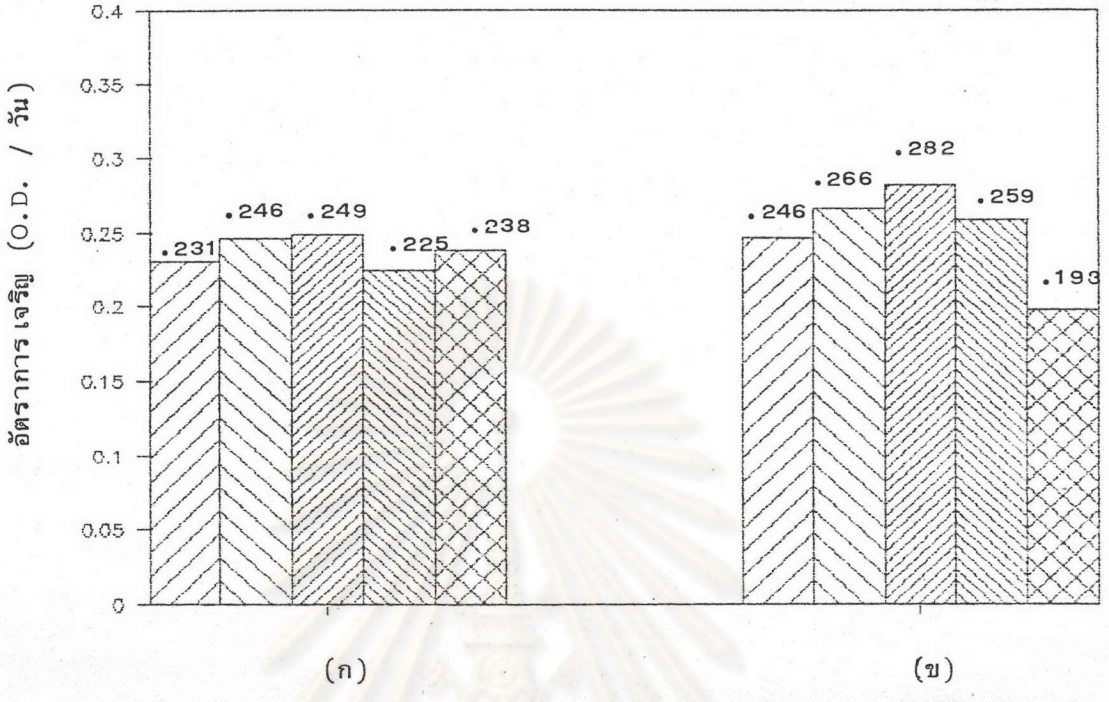
การเจริญของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) สายพันธุ์จากโครงการส่วนพระองค์ไม่มีความแตกต่างกัน ที่ค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของสารละลายอาหารที่ใช้เลี้ยงสาหร่ายตั้งแต่ 7-11 [รูปที่ 12 (ก) และตารางที่ 6 (ก) ในภาคผนวก] อัตราการเจริญที่ค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นที่ 7, 8, 9, 10 และ 11 มีค่าเท่ากับ 0.231, 0.246, 0.249, 0.225 และ 0.238 ตามลำดับ (รูปที่ 13) สำหรับสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) สายพันธุ์จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่าพบว่าการปรับความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของสารละลายอาหารที่ 11 จะทำให้การเจริญของสาหร่ายต่ำสุด โดยมีค่าอัตราการเจริญเฉลี่ยในช่วง exponential เท่ากับ 0.193 [รูปที่ 12 (ข) และ 13] โดยพบว่ามีอัตราการเจริญน้อยกว่าเมื่อปรับความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของสารละลายอาหารเป็น 7, 8, 9 และ 10 ซึ่งมีค่าอัตราการเจริญเป็น 0.246, 0.266 0.282 และ 0.259 ตามลำดับ

ผลการศึกษาขนาดของ trichome ที่ค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของสารละลายอาหารต่าง ๆ พบว่าสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) จากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา มีขนาดโดยเฉลี่ยคือ ความยาว trichome ระยะห่างระหว่างเกลียว และความกว้างของเกลียวต่ำสุดเมื่อปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นให้เป็น 11 โดยมีค่า 336, 105 และ 57 ไมโครเมตรตามลำดับ สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นที่ 9 ให้ค่าความยาวโดยเฉลี่ยของ trichome (รูปที่ 14 ถึง 16 และตารางที่ 7-9 ในภาคผนวก) และความยาวเกลียวสูงสุดเท่ากับ 399 และ 125 ไมโครเมตรตามลำดับ ส่วนสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) สายพันธุ์จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่าพบว่า โดยเฉลี่ยตลอดช่วงการทดลองขนาดของสาหร่ายมีค่าใกล้เคียงกัน แม้ว่าที่ความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของสารละลายอาหารที่ 9 จะมีความยาวของ trichome สูงกว่าที่ค่าความเป็นกรด-ด่างอื่น ๆ ในช่วง 6 วันแรกก็ตาม

ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายอาหารสูตรของ Zarrouk เมื่อใช้เลี้ยงสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina



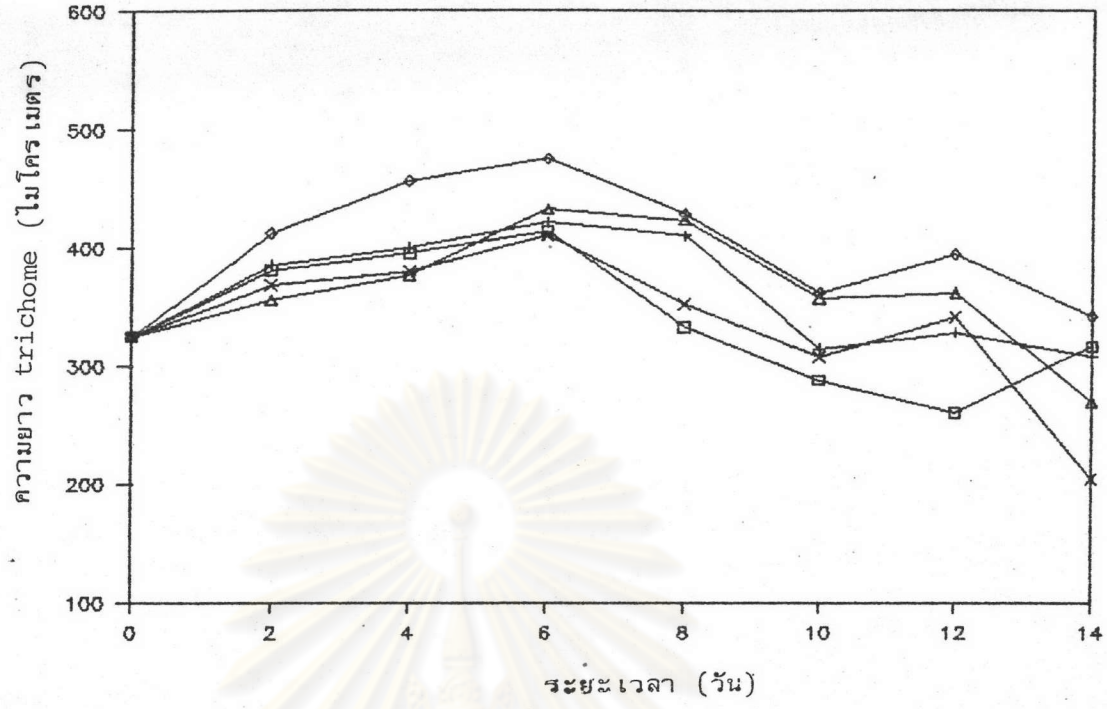
รูปที่ 12 การเจริญของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) ในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรของ Zarrouk (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เมื่อปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของสารละลายอาหารเป็น 7 (□), 8 (+), 9 (◇), 10 (△) และ 11 (X)



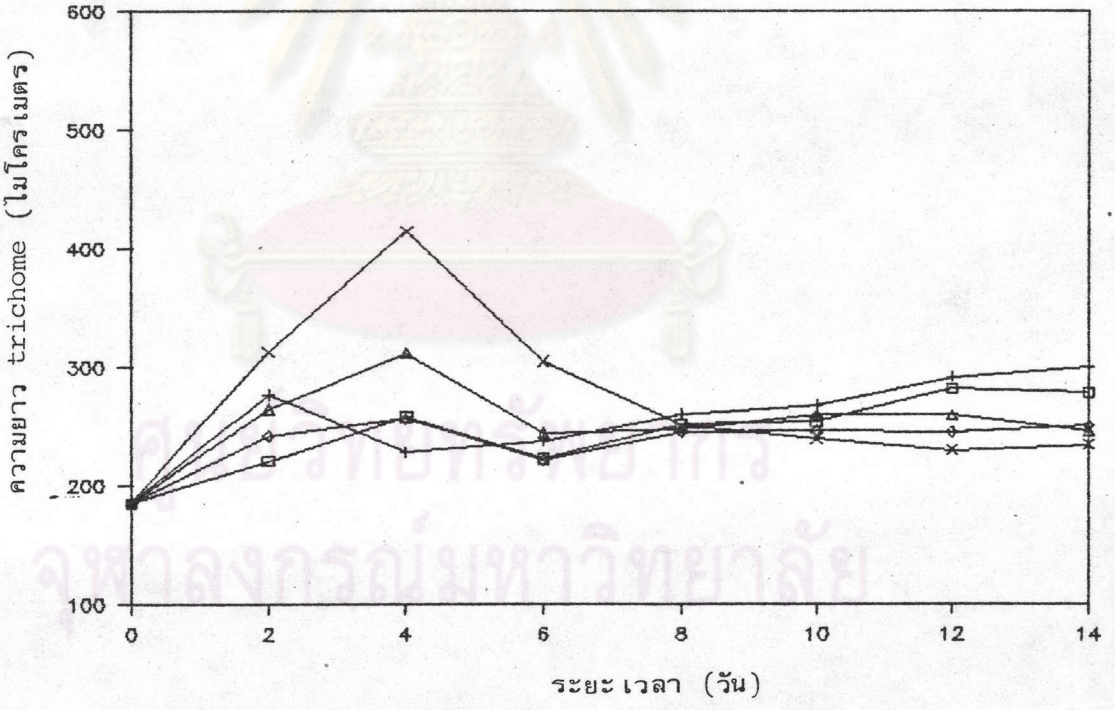
รูปที่ 13 อัตราการเจริญของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) ในช่วง exponential (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เมื่อปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของสารละลายอาหารเป็น 7 (▨), 8 (▧), 9 (▨), 10 (▧) และ 11 (▨)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

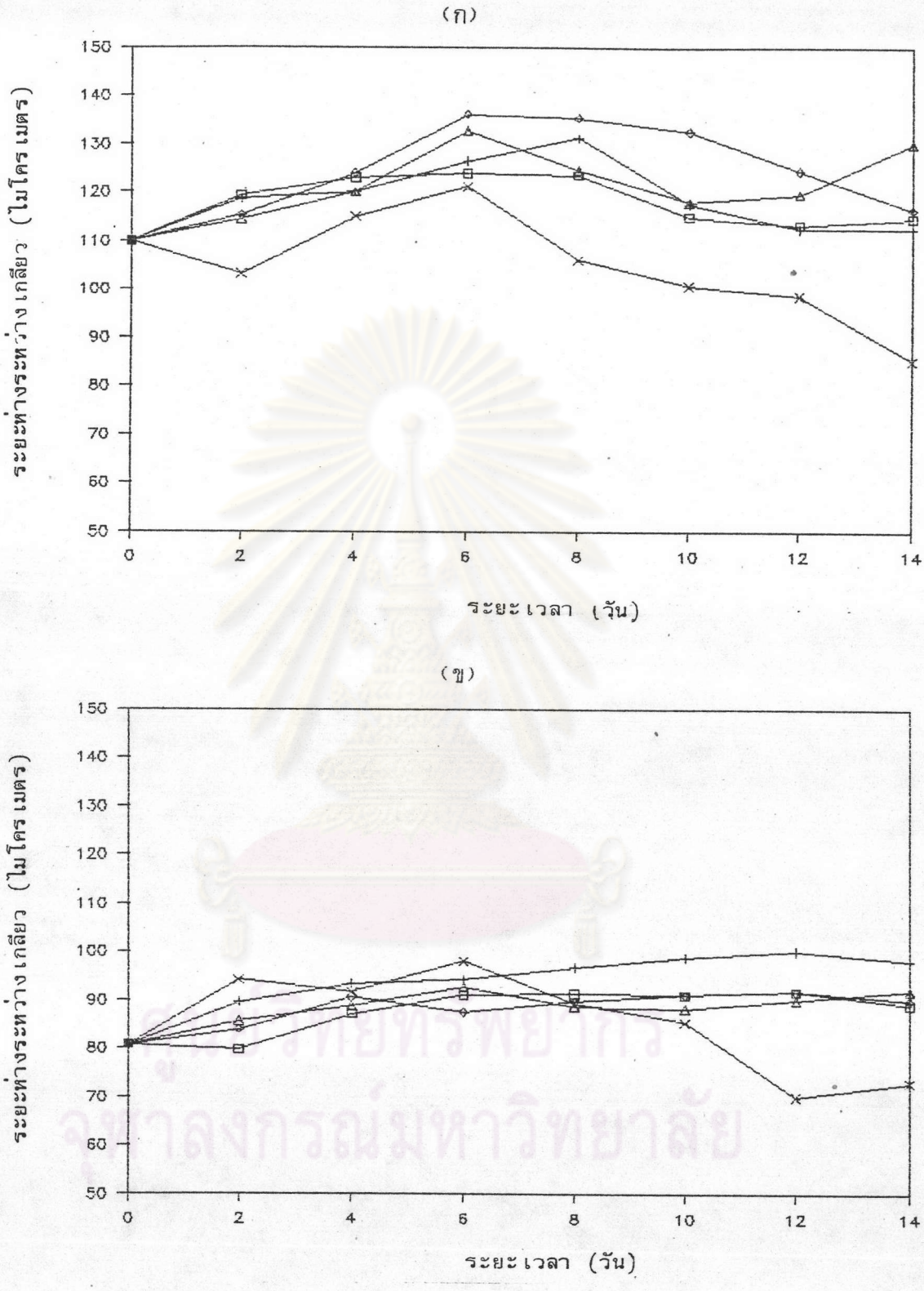
(ก)



(ข)

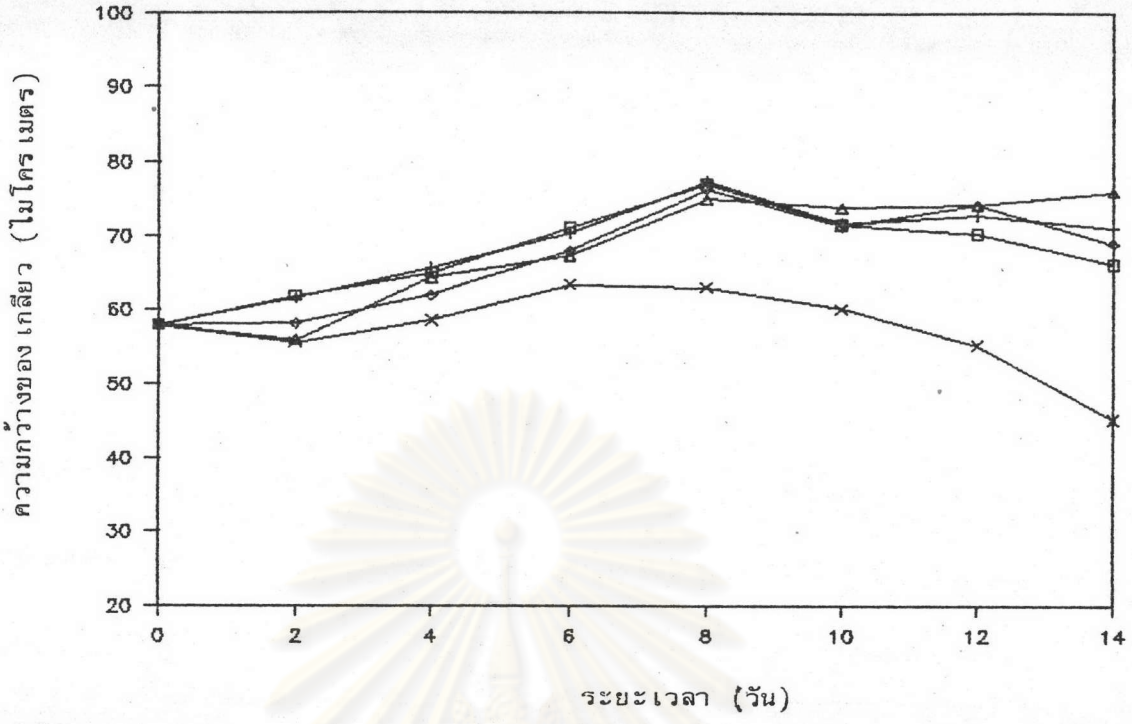


รูปที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของสารละลายอาหารเป็น 7 (□), 8 (+), 9 (◇), 10 (△) และ 11 (X)

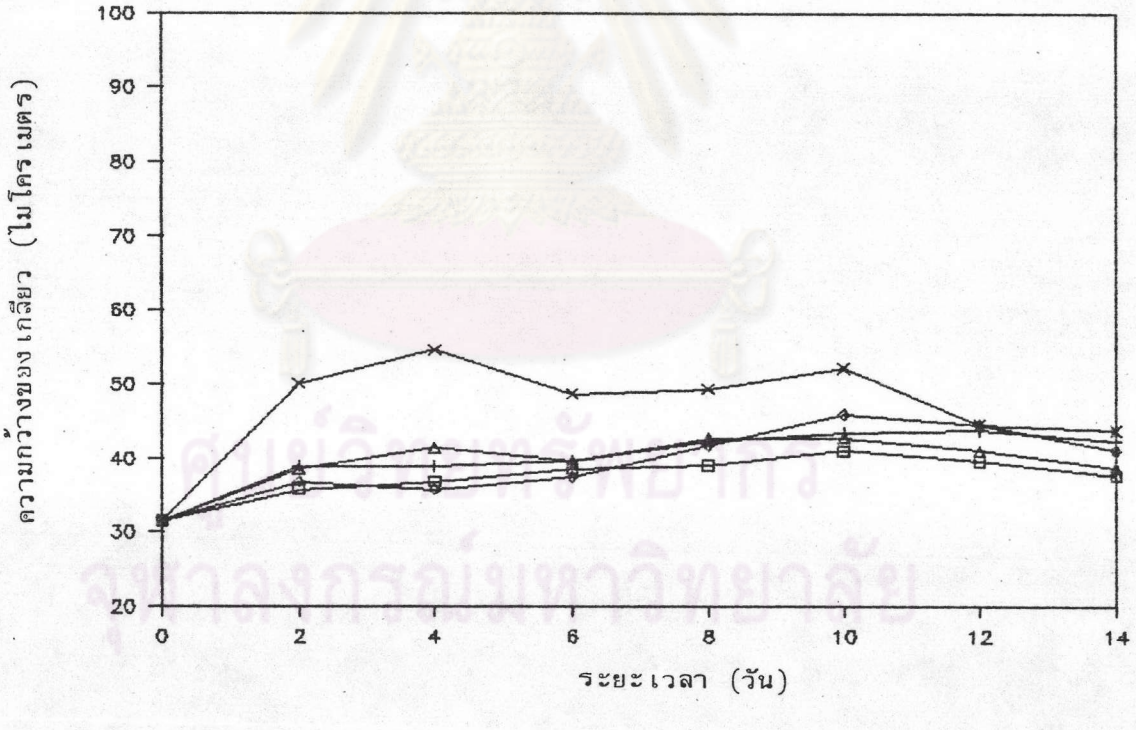


รูปที่ 15 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างระหว่างเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของสารละลายอาหารเป็น 7 (□), 8 (+), 9 (◇), 10 (△) และ 11 (X)

(ก)



(ข)



รูปที่ 16 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของสารละลายอาหารเป็น 7 (□), 8 (+), 9 (◇), 10 (△) และ 11 (X)

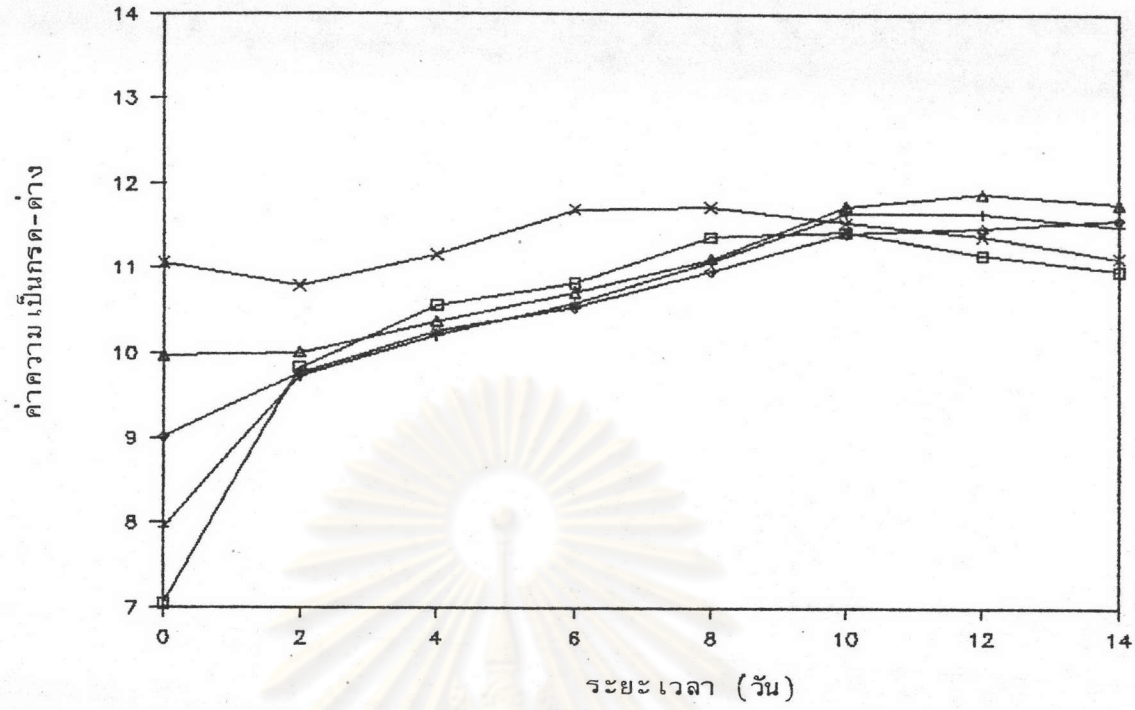
sp.) ทั้งสองสายพันธุ์พบว่าสารละลายอาหารที่ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นที่ 7 และ 8 จะมีค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 2 โดยสายพันธุ์จากโครงการส่วนพระองค์มีค่าความเป็นกรด-ด่างกลายเป็น 9.83 และ 9.73 ตามลำดับและสายพันธุ์จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่ามีค่าความเป็นกรด-ด่างกลายเป็น 9.81 และ 9.72 ตามลำดับ (รูปที่ 17 และตารางที่ 10 ในภาคผนวก) ค่าที่เพิ่มขึ้นดังกล่าวจะทำให้มีค่าความเป็นกรด-ด่างใกล้เคียงกับสารละลายอาหารที่ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นที่ 9 และจากนั้นตลอดช่วงของการทดลองก็จะมีค่าความเป็นกรด-ด่างใกล้เคียงกันเช่นเดียวกัน สารละลายที่ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นที่ 10 มีการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างจนใกล้เคียงกับสารละลายอาหารที่ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นที่ 7, 8 และ9 ตลอดช่วงการทดลอง สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายอาหารที่ปรับไว้ตอนเริ่มต้นเป็น 11 ในช่วงแรก สารละลายอาหารจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูง แต่ประมาณวันที่ 8 ถึง 10 ค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายอาหารก็จะเริ่มลดลงและมีค่าใกล้เคียงกับสารละลายอาหารที่ปรับไว้เริ่มต้นเป็น 7, 8, 9 และ 10

สำหรับผลการทดลองวัดการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายอาหารตามสูตรของ Zarrouk ที่ไม่มีการเติมสาหร่ายสไปรูไลน่าลงไป แต่ได้จัดการทดลองให้มีสภาวะต่าง ๆ เช่นเดียวกันกับการทดลองที่ผ่านมา โดยปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของสารละลายอาหารตั้งแต่ 7 ถึง 11 ผลการทดลองพบว่าแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายที่ปรับไว้ต่าง ๆ กันเป็นเช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงของสารละลายอาหารที่เติมสาหร่าย (รูปที่ 18 และตารางที่ 11 ในภาคผนวก) แต่ว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายอาหารที่เริ่มต้น 10 และ 11 จะมีค่าลดลงเพียงระดับหนึ่งแล้วก็คงที่ไม่เข้าใกล้ความเป็นกรด-ด่างของสารละลายอาหาร ที่ไว้เริ่มต้น 7, 8 และ 9 มากเช่นเดียวกับเมื่อเติมสาหร่ายลงไปในสารละลายอาหาร

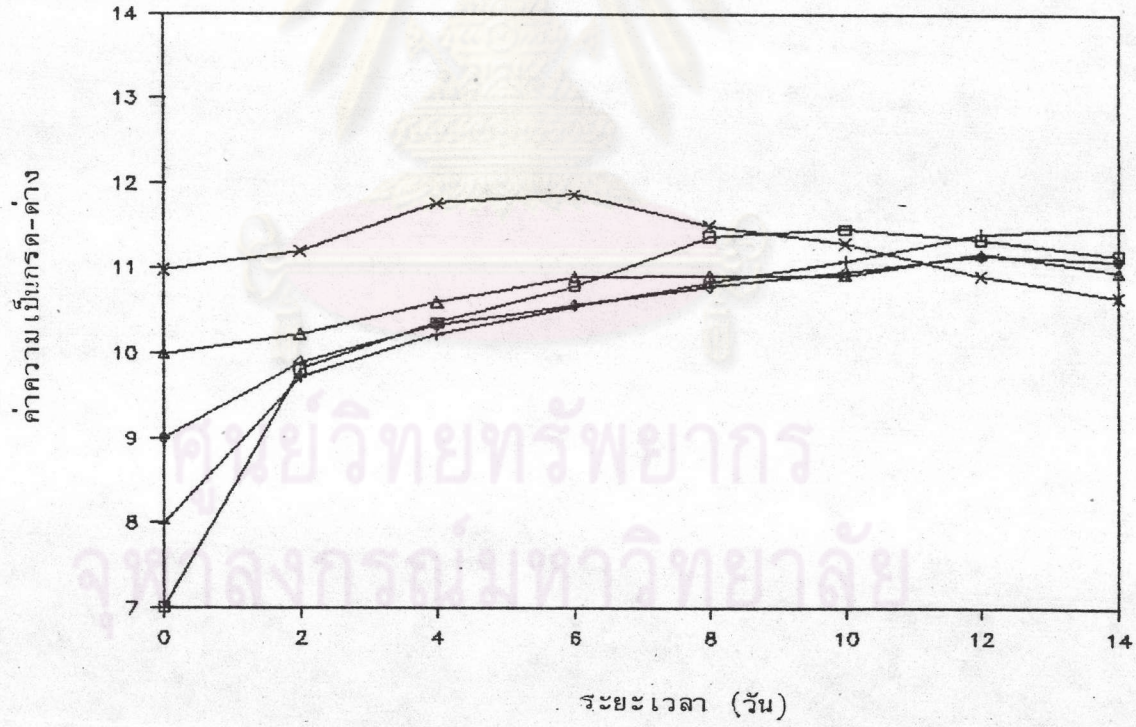
1.3 เมื่อปรับความเค็มต่างกัน

ผลการปรับความเค็มของสารละลายอาหารตามสูตรของ Zarrouk โดยเติมโซเดียมคลอไรด์ในปริมาณตั้งแต่ 0-15 กรัมต่อลิตร พบว่าการเจริญของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) ทั้งสองสายพันธุ์ไม่มีการเจริญแตกต่างกัน (รูปที่ 19 และตารางที่ 12 ในภาคผนวก) ค่าอัตราการเจริญในช่วง exponential ไม่มีความแตกต่างกันอย่างเด่นชัด (รูปที่ 20) จึงได้ทำการทดลองเพิ่มปริมาณโซเดียมคลอไรด์ตั้งแต่ 20-35 กรัมต่อลิตร พบว่าสาหร่ายทั้งสองสายพันธุ์ยังเจริญได้ดีและอัตราการเจริญมีความแตกต่างกันน้อยในทุกความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ที่ใช้ในการทดลอง (รูปที่ 21-22

(ก)

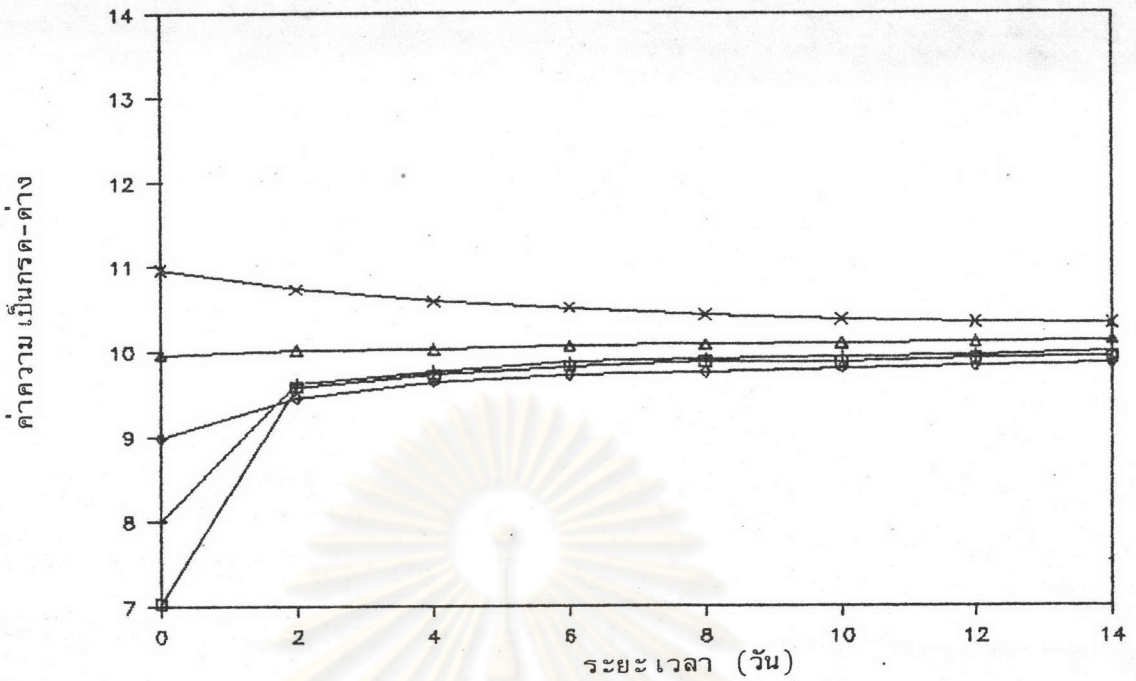


(ข)



รูปที่ 17 ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง เทียบกับระยะเวลา (วัน) ของสารละลายอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่าในวัดเบญจมบพิตรฯ เมื่อปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของสารละลายอาหารเป็น 7 (□), 8 (+), 9 (◇), 10 (△) และ 11 (X)

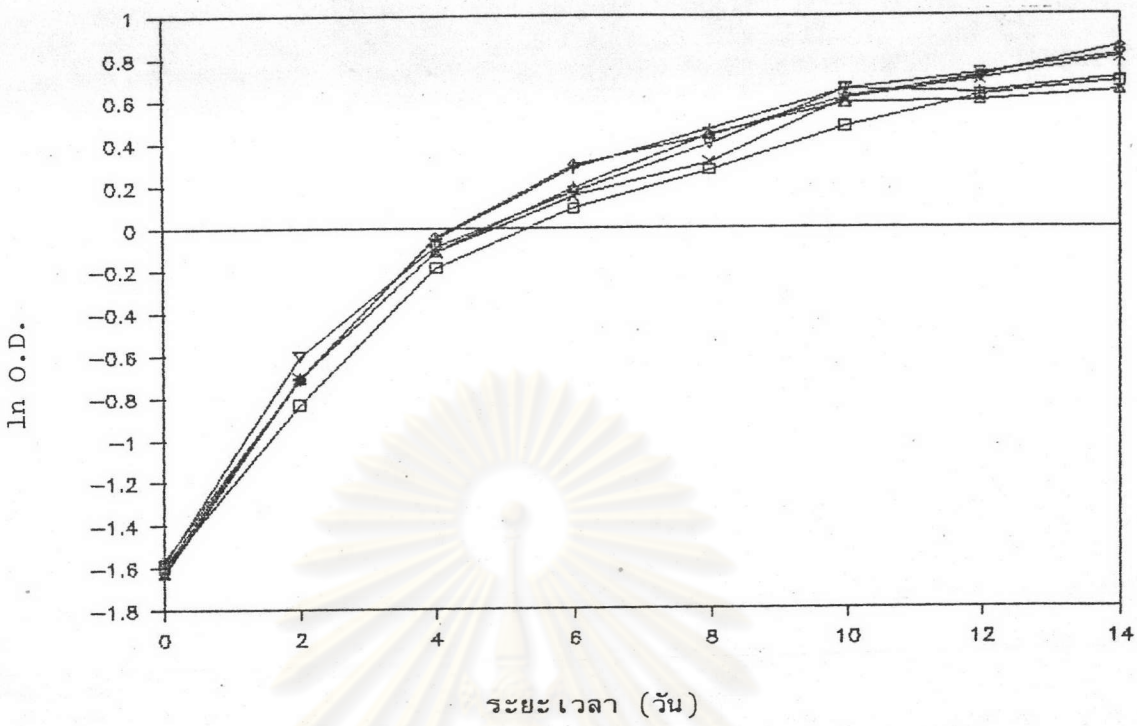
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



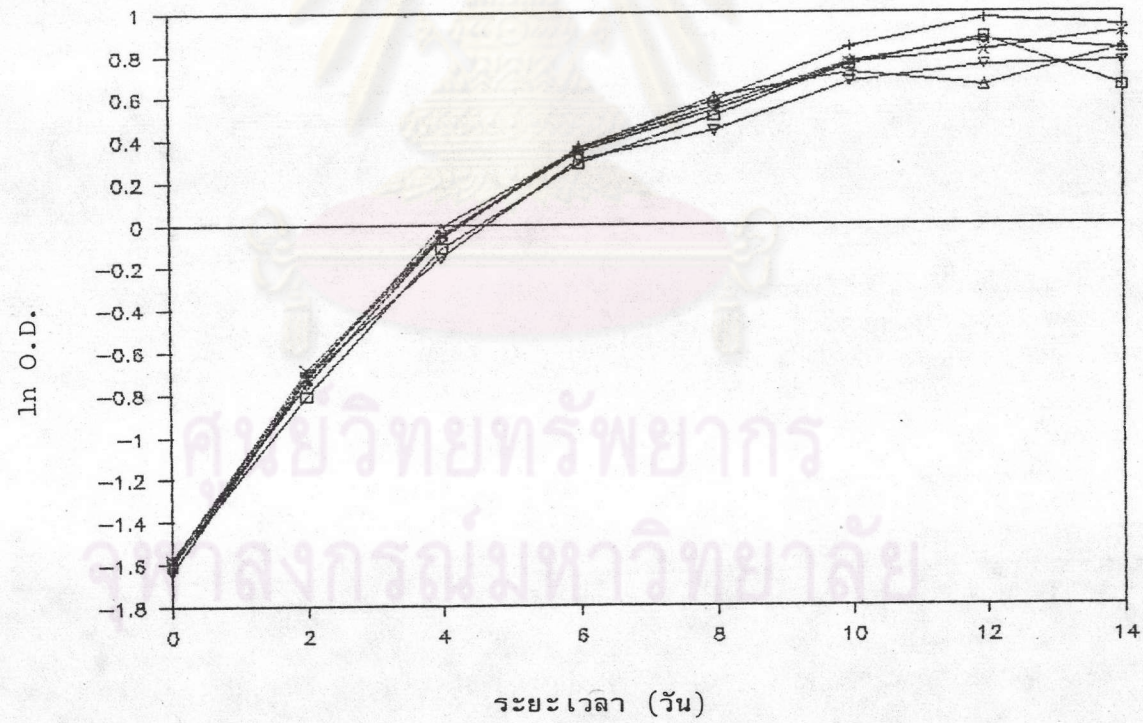
รูปที่ 18 ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง เทียบกับระยะเวลา (วัน) ของสารละลายอาหารมาตรฐานสูตรของ Zarrouk เมื่อปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของสารละลายอาหารเป็น 7 (□), 8 (+), 9 (◇), 10 (△) และ 11 (X)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

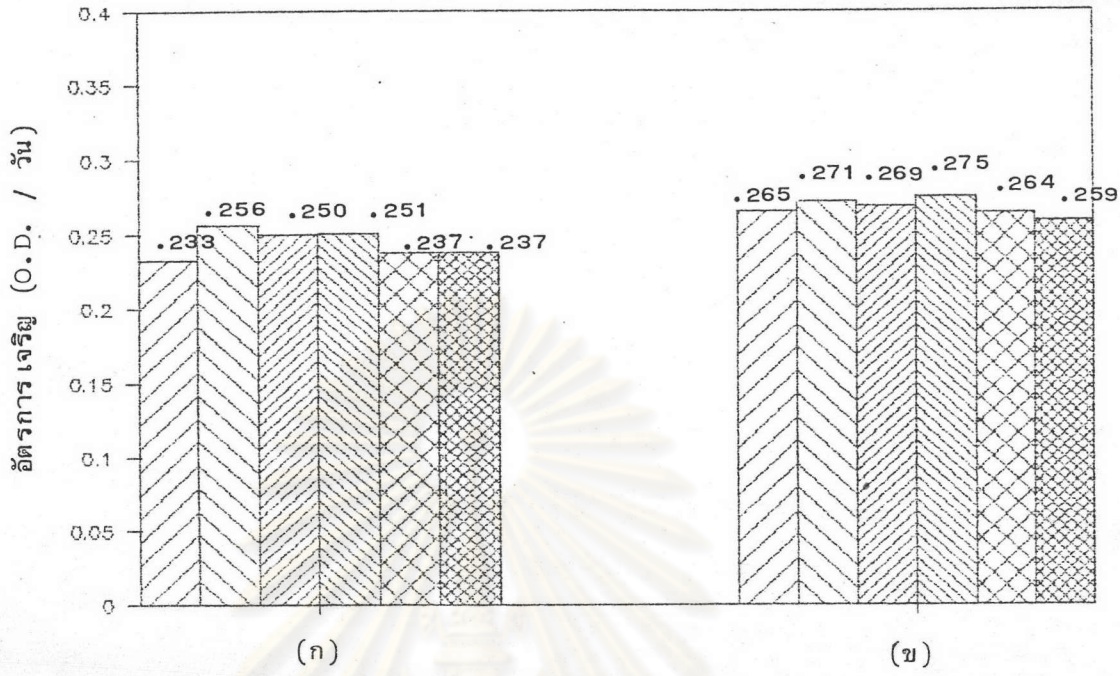
(ก)



(ข)



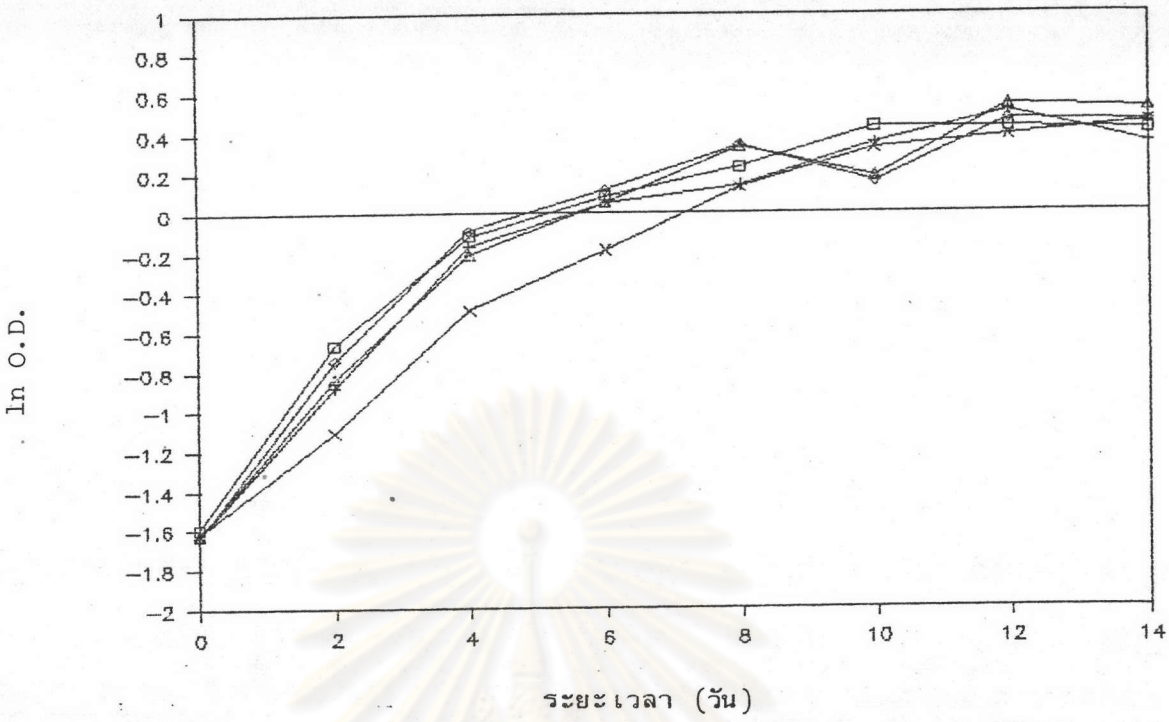
รูปที่ 19 การเจริญของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) ในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร ของ Zarrouk (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์ 0 (□), 0.5 (+), 1 (◇), 5 (△), 10 (X) และ 15 (▽) กรัมต่อลิตร



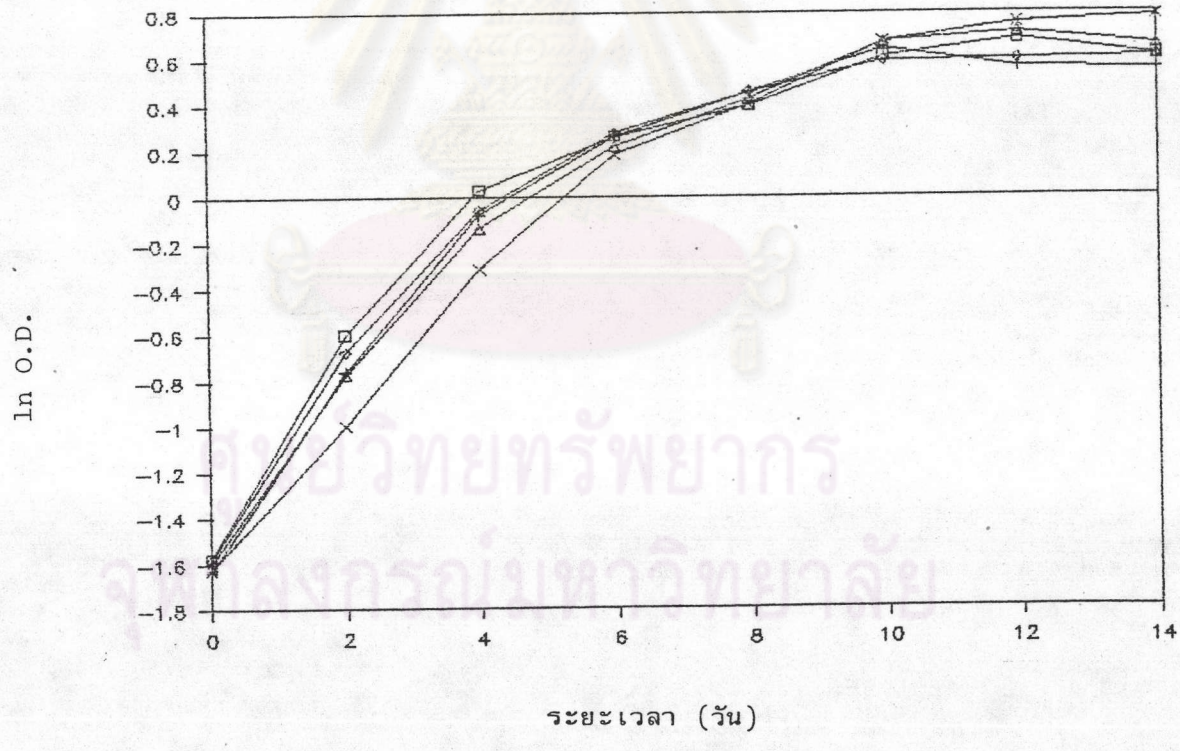
รูปที่ 20 อัตราการเจริญของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) ในช่วง exponential (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์ 0 (▨) , 0.5 (▧) , 1 (▨), 5 (▧),. 10 (▩) และ 15 (▩) กรัมต่อลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

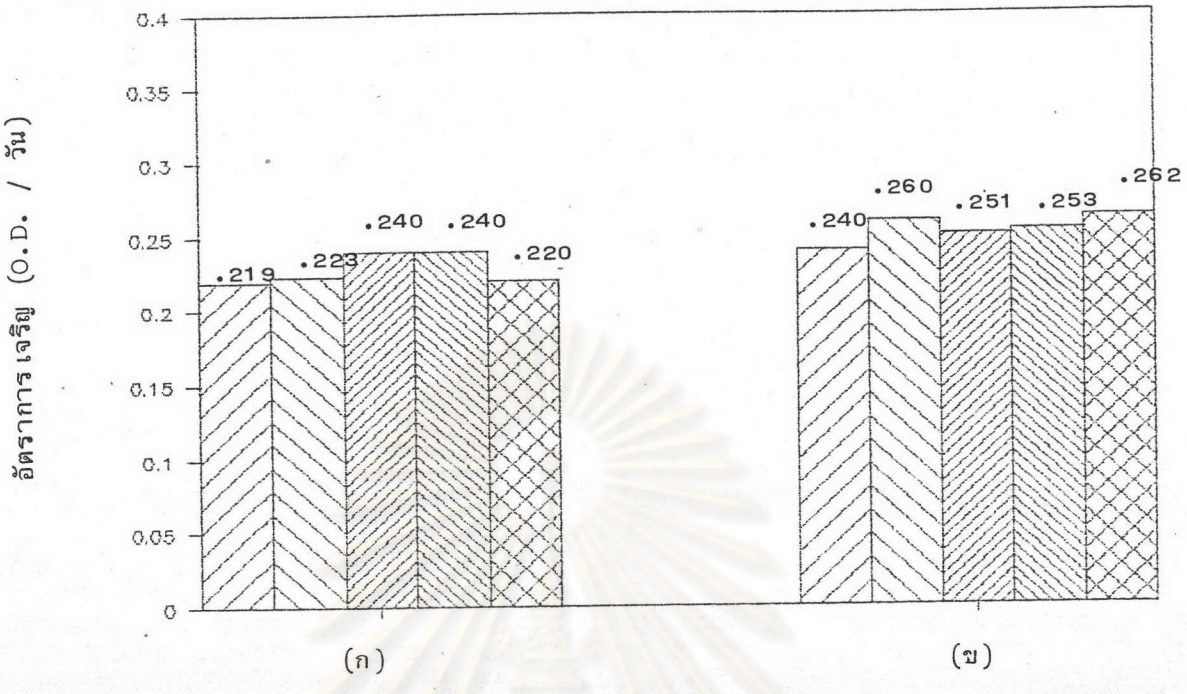
(ก)



(ข)



รูปที่ 21 การเจริญของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) ในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร ของ Zarrouk (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์ 1 (□), 20 (+), 25 (◇), 30 (△) และ 35 (X) กรัมต่อลิตร



รูปที่ 22 อัตราการเจริญของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) ในช่วง exponential (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์ 1 (▨) , 20 (▧), 25 (▨) , 30 (▧) และ 35 (▨) กรัมต่อลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

และตารางที่ 13 ในภาคผนวก)

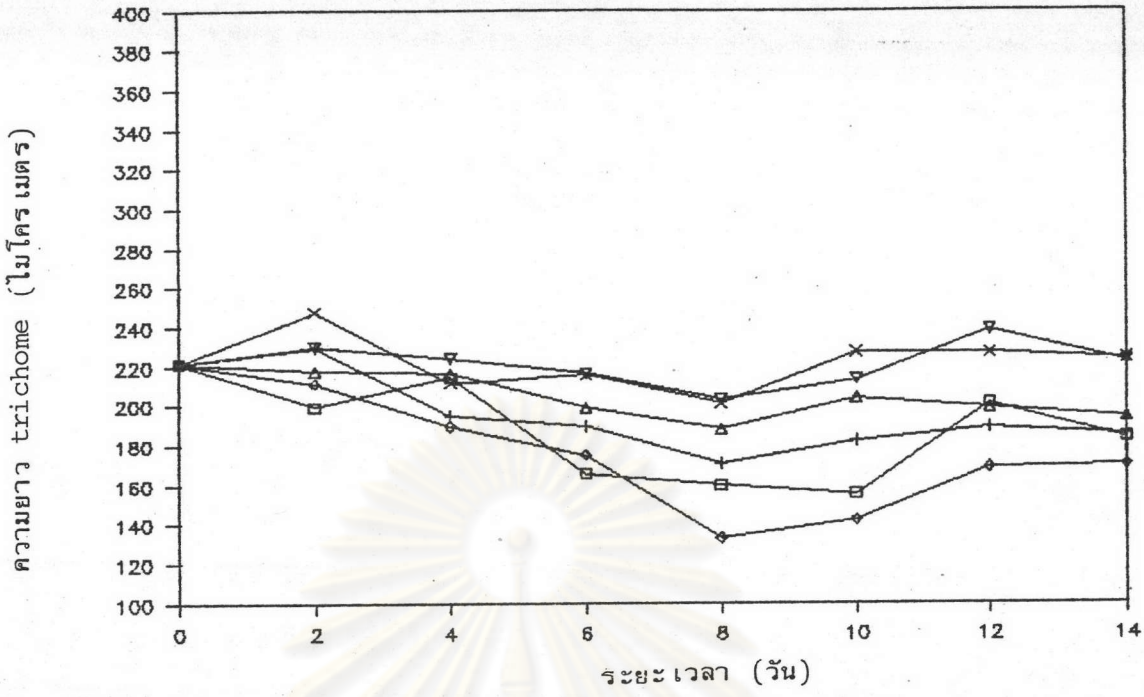
การวัดขนาด trichome ของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) ทั้งสองสายพันธุ์พบว่าสาหร่ายที่เลี้ยงในสารละลายอาหารที่มีโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นสูงตั้งแต่ 5-35 กรัมต่อลิตร จะมีขนาดความยาวของ trichome ยาวกว่าสาหร่ายที่เลี้ยงในอาหารที่ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ต่ำตั้งแต่ 0-1 กรัมต่อลิตร (รูปที่ 23-28 และตารางที่ 14-19 ในภาคผนวก) โดยในการทดลองปรับความเค็มตั้งแต่ 0-15 กรัมต่อลิตร ความยาวของ trichome ของสายพันธุ์จากโครงการส่วนพระองค์ เมื่อมีโซเดียมคลอไรด์ 0-1 และ 5-15 กรัมต่อลิตรอยู่ในช่วง 176-195 และ 205-222 ไมโครเมตรตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่ามีความยาวของ trichome เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์ 0-1 และ 5-15 กรัมต่อลิตรอยู่ในช่วง 215-248 และ 272-311 ไมโครเมตร อย่างไรก็ตามพบว่าระยะห่างระหว่างเกลียวและความกว้างของเกลียวของสาหร่ายที่ความเค็มต่าง ๆ ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก สำหรับในชุดการทดลองเพิ่มความเค็ม ความแตกต่างของขนาด trichome ดังกล่าวมีค่ามากเช่นเดียวกัน ในชุดทดลองควบคุมที่มีโซเดียมคลอไรด์ 1 กรัมต่อลิตร ความยาวของ trichome ของสาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา และจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่ามีค่า 204 และ 214 ไมโครเมตรตามลำดับ ในขณะที่เมื่อมีโซเดียมคลอไรด์อยู่ในช่วง 20-35 กรัมต่อลิตร สาหร่ายทั้งสองสายพันธุ์มีความยาว trichome ในช่วง 244-268 และ 261-290 ไมโครเมตรตามลำดับ

2. ผลการศึกษาปัจจัยทางเคมีที่มีต่อการเจริญของสาหร่ายสไปรูไลน่า

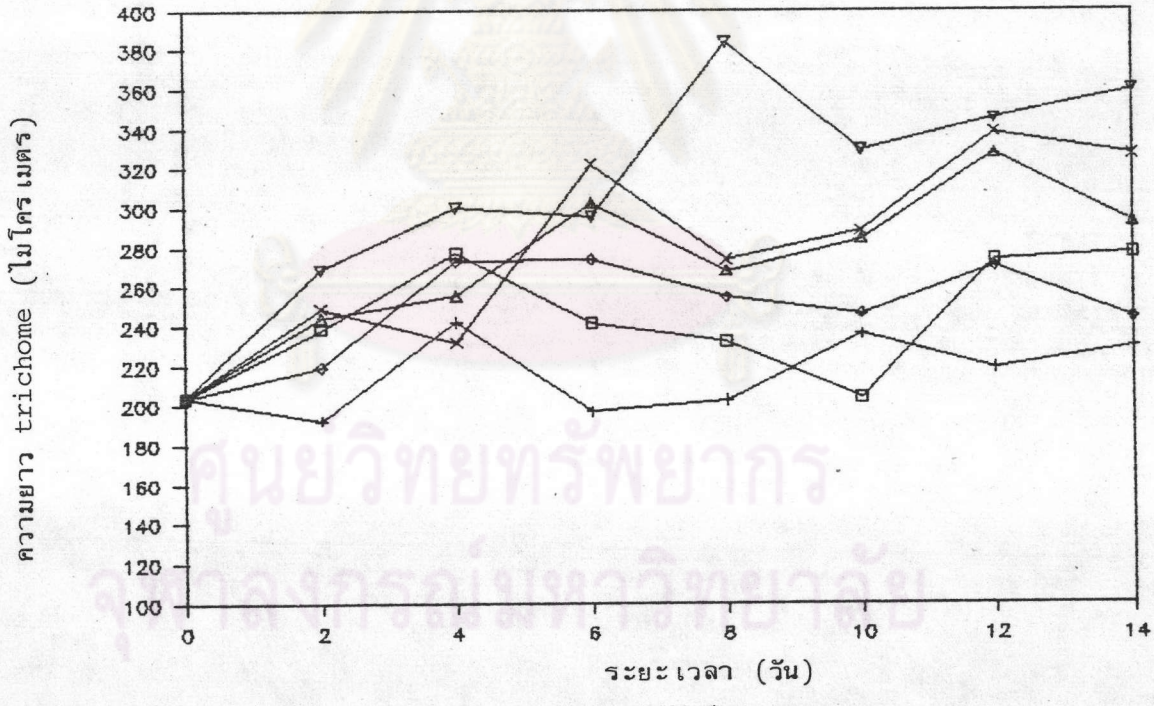
2.1 เมื่อปรับปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตปริมาณต่าง ๆ

ผลการทดลองปรับปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนต พบว่าสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) สายพันธุ์จากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดาที่เลี้ยงในสารละลายอาหารซึ่งมีโซเดียมไบคาร์บอเนต 1.50 กรัมต่อลิตร เจริญได้น้อยที่สุดโดยมีค่าอัตราการเจริญในช่วง exponential เท่ากับ 0.197 [รูปที่ 29 และตารางที่ 20 (ก) ในภาคผนวก] พบว่าทำให้อัตราการเจริญของสาหร่ายแตกต่างจากเมื่อใช้โซเดียมไบคาร์บอเนตปริมาณอื่น ๆ (รูปที่ 30) ปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ทำให้สาหร่ายสายพันธุ์จากโครงการส่วนพระองค์มีอัตราการเจริญสูงสุดคือ 33.60 กรัมต่อลิตร แต่ปริมาณดังกล่าวไม่ทำให้อัตราการเจริญมีความแตกต่างจากเมื่อใช้ปริมาณ 4.20, 8.40, 16.80 และ 50.40 กรัมต่อลิตร สำหรับการเจริญของสาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ 33.60 กรัมต่อลิตร มีผลให้สาหร่ายมีอัตราการเจริญสูงสุดเช่นกัน

(ก)

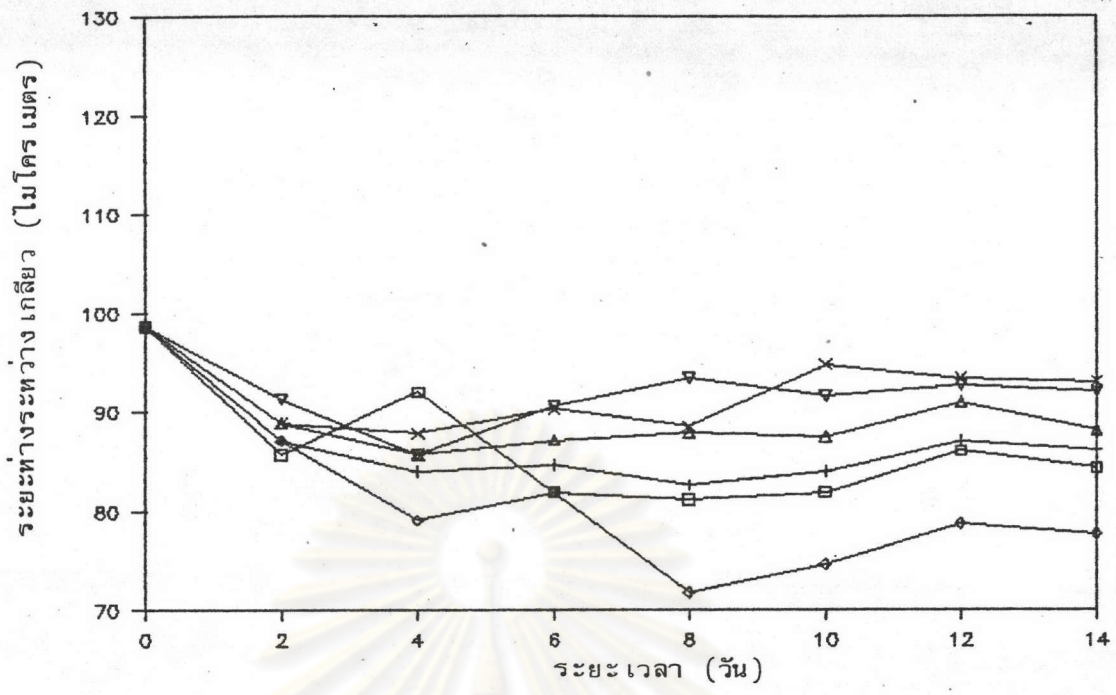


(ข)

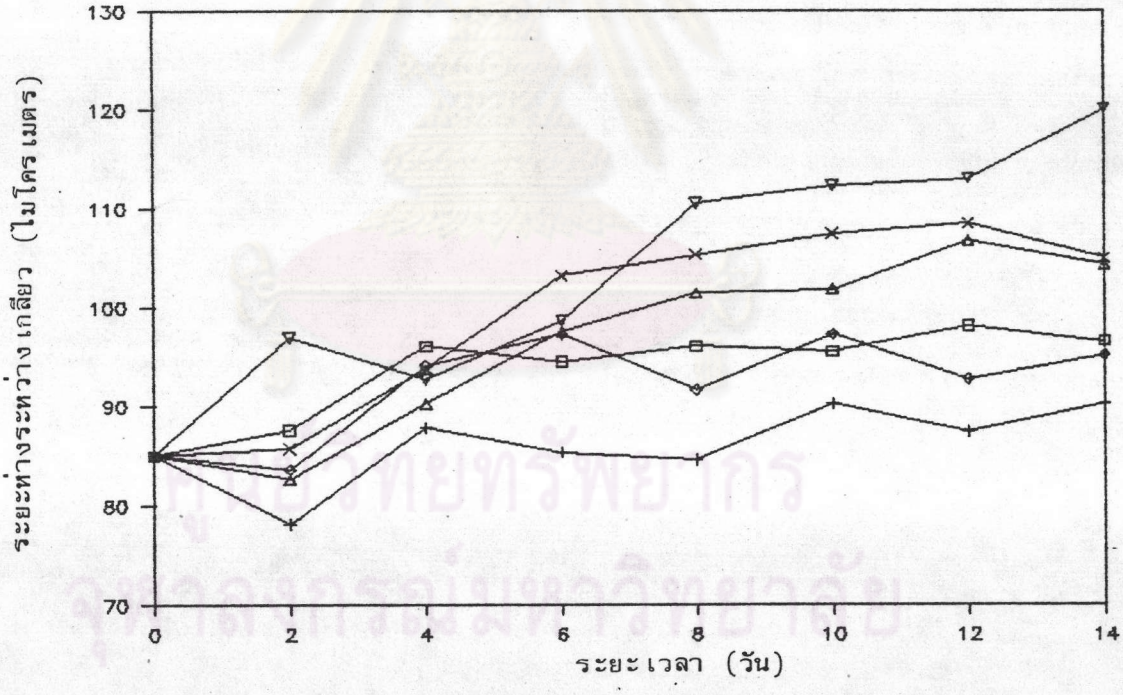


รูปที่ 23 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์สานจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์ 0 (□), 0.5 (+), 1 (◇), 5 (△), 10 (X) และ 15 (▽) กรัมต่อลิตร

(ก)

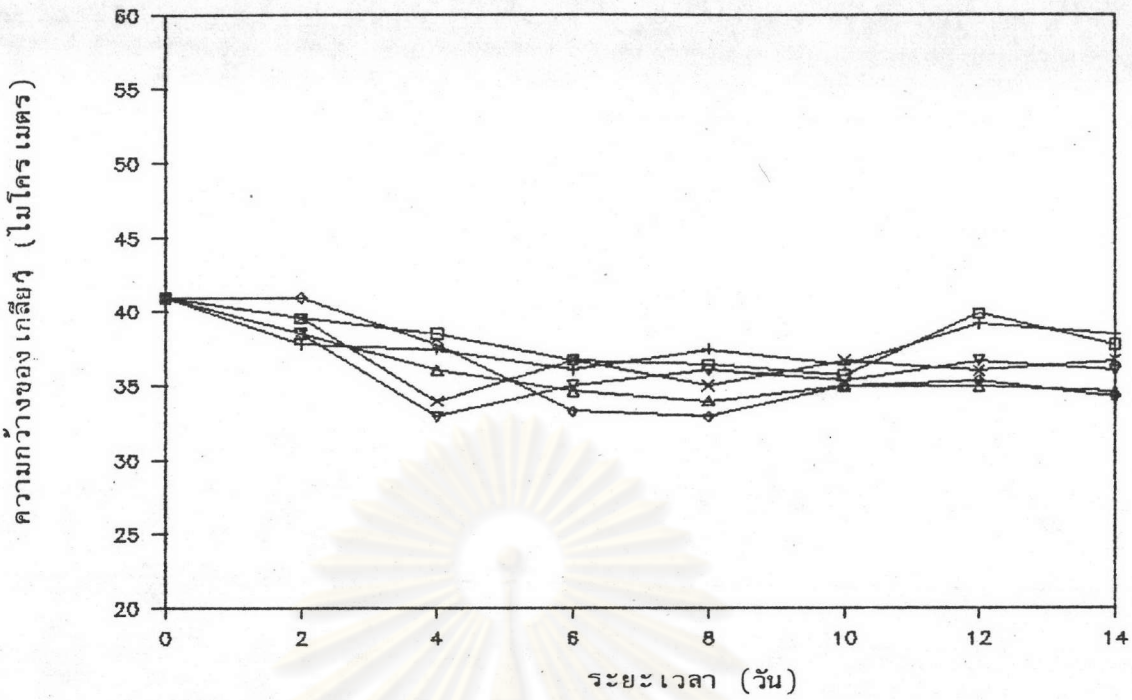


(ข)

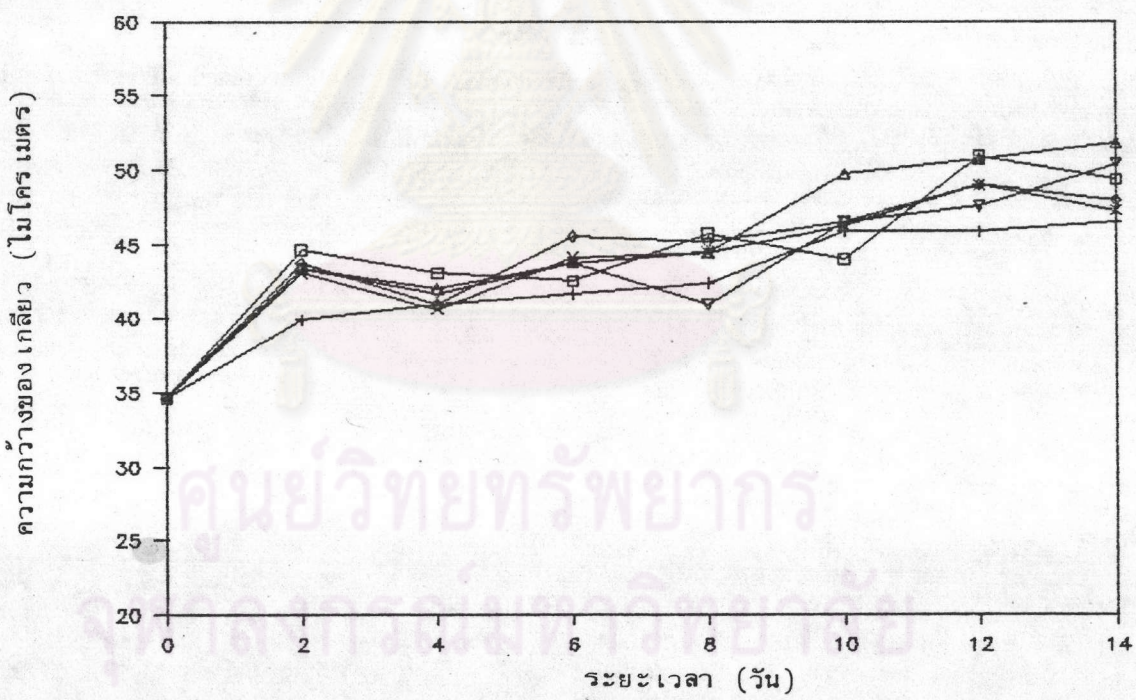


รูปที่ 24 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างระหว่างเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์ 0 (□), 0.5 (+), 1 (◇), 5 (△), 10 (X) และ 15 (▽) กรัมต่อลิตร

(ก)



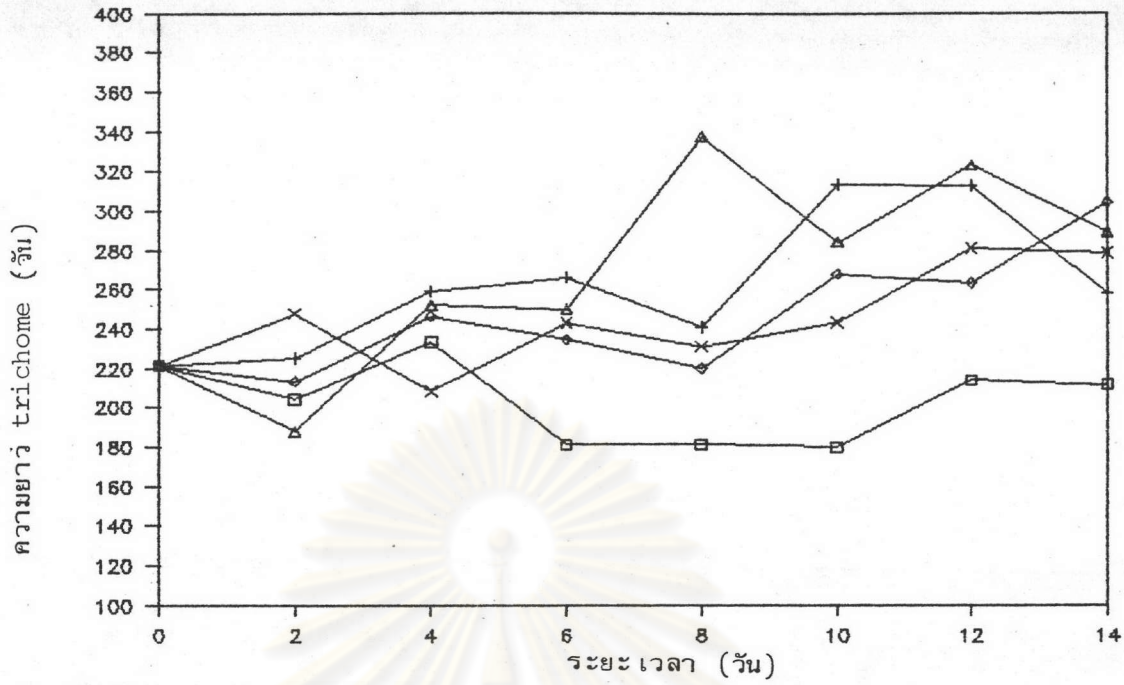
(ข)



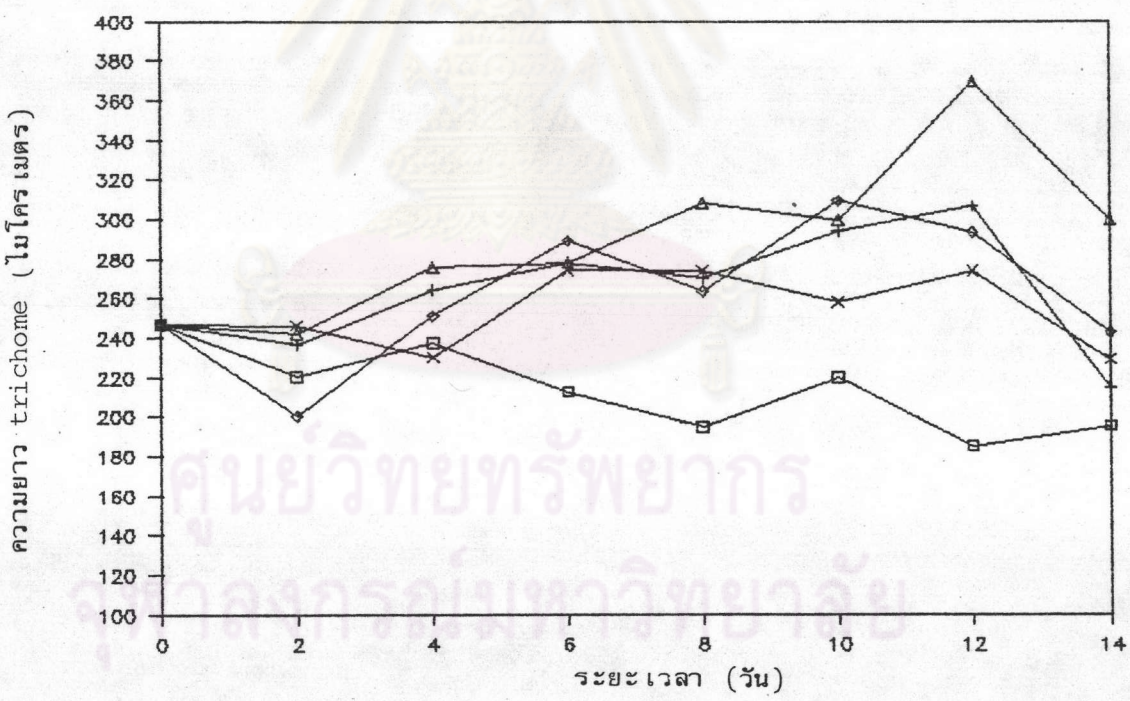
รูปที่ 25 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์ 0 (□), 0.5 (+), 1 (◇), 5 (△), 10 (X) และ 15 (▽) กรัมต่อลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ก)



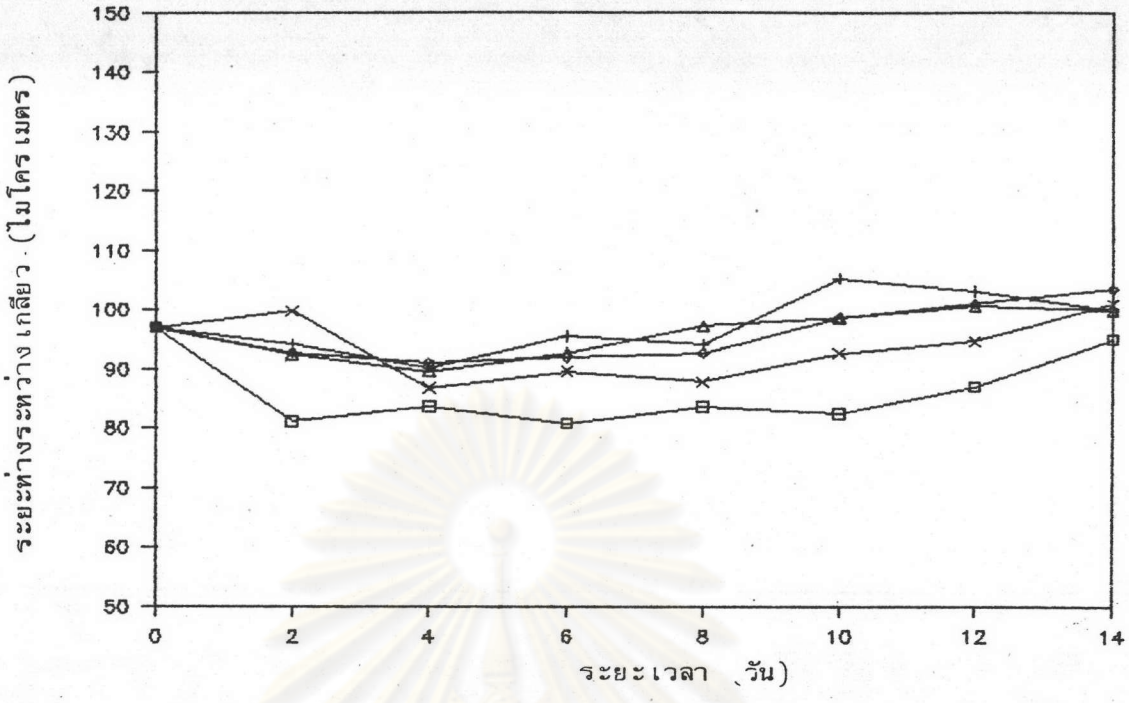
(ข)



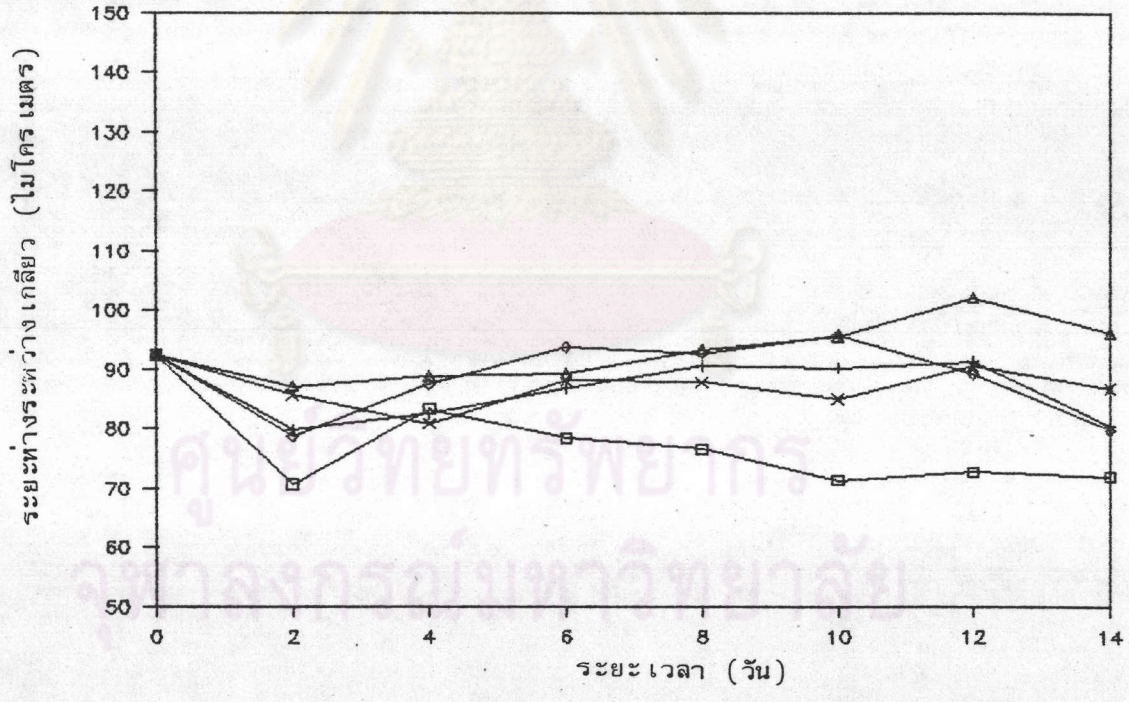
รูปที่ 26 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์ 1 (□), 20 (+), 25 (◇), 30 (△) และ 35 (X) กรัมต่อลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ก)

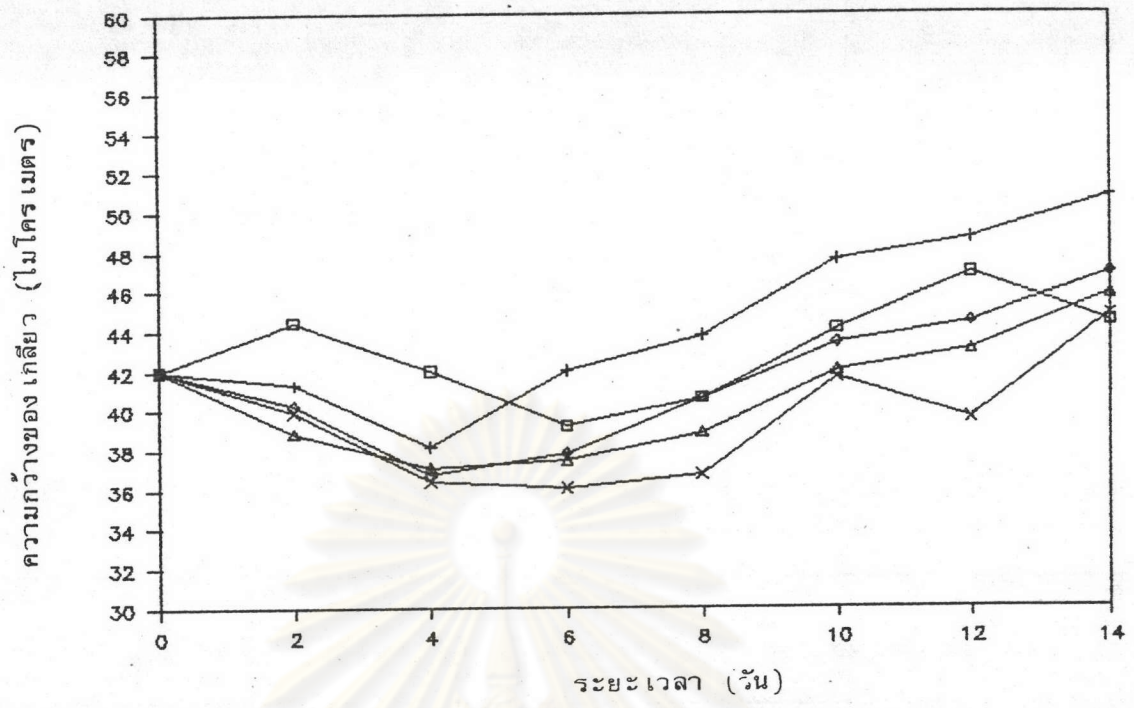


(ข)

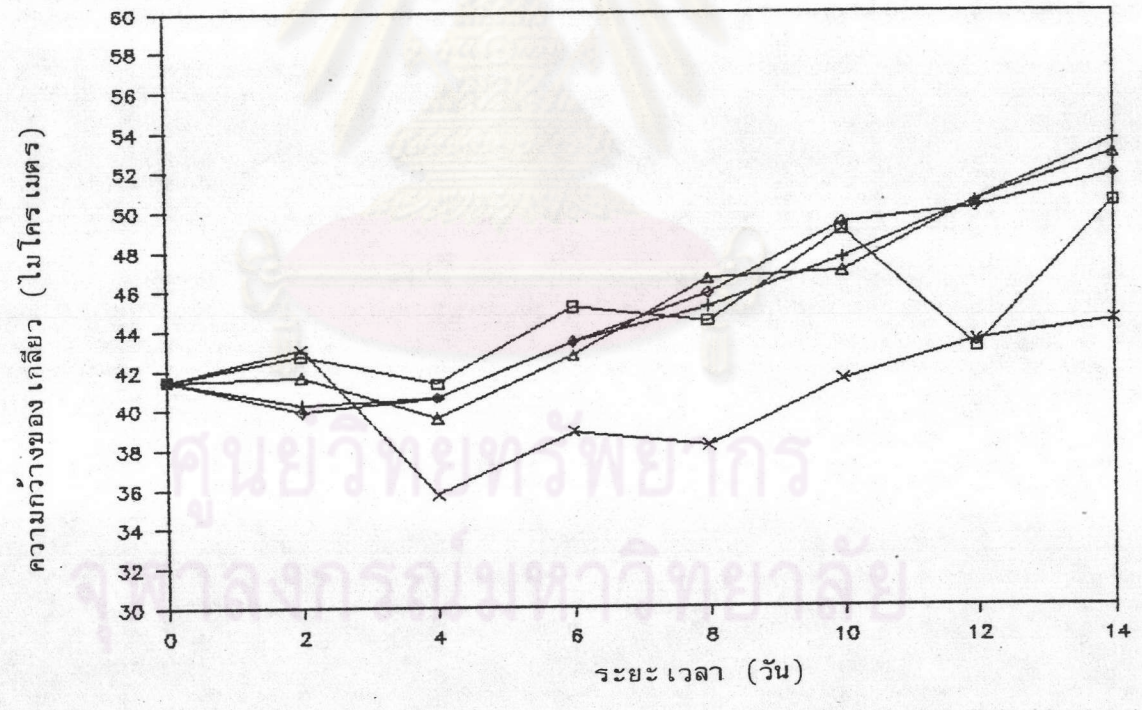


รูปที่ 27 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างระหว่างเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์ 1 (□), 20 (+), 25 (◇), 30 (△) และ 35 (X) กรัมต่อลิตร

(ก)

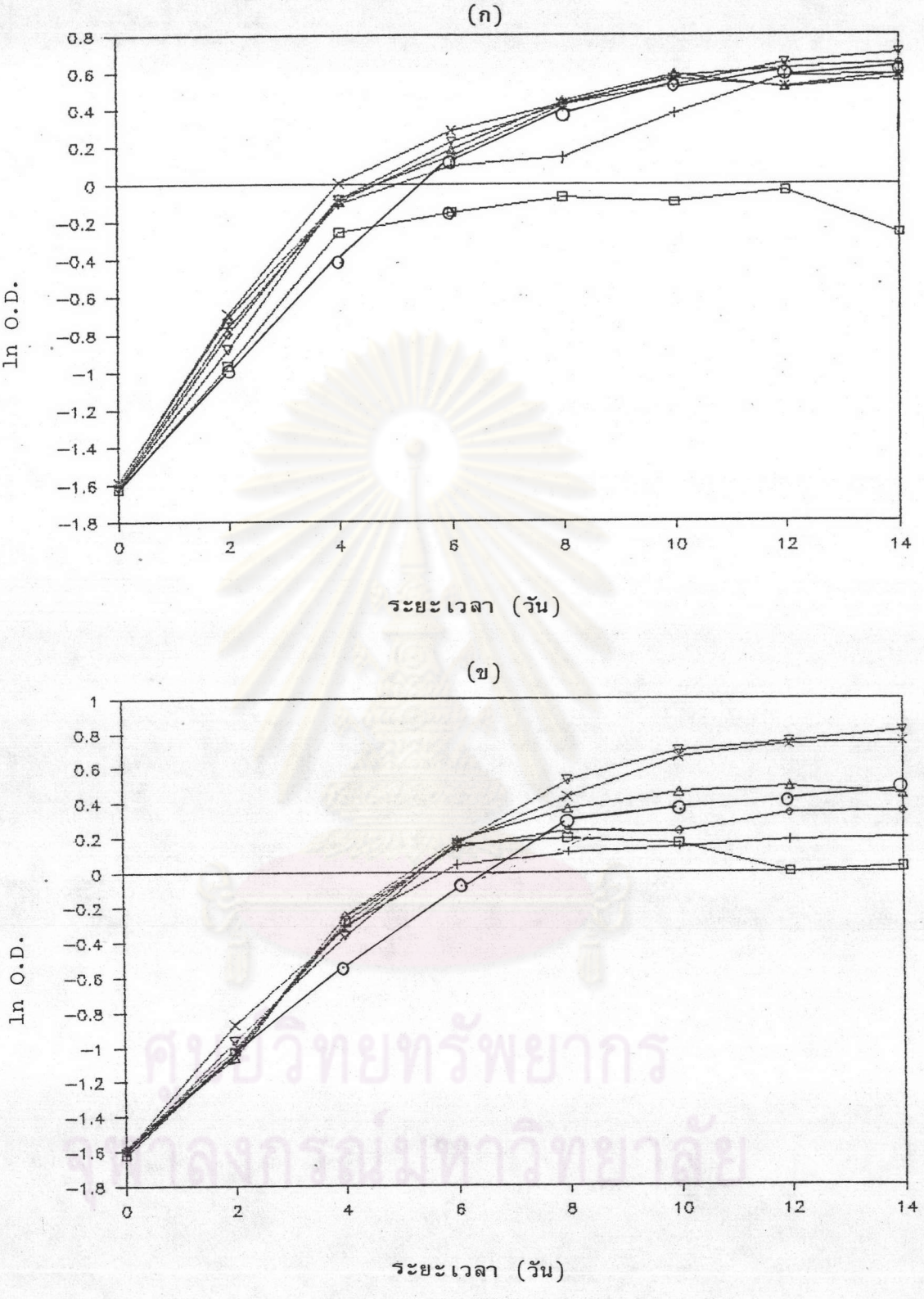


(ข)

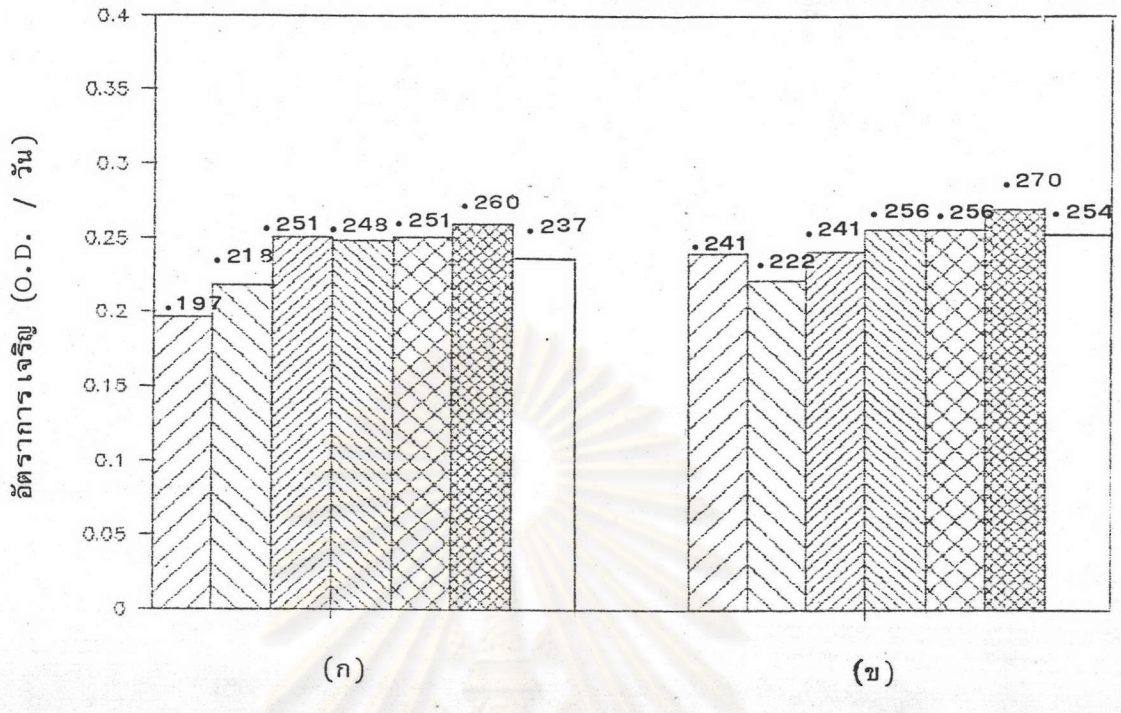


รูปที่ 28 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต้า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์ 1 (□), 20 (+), 25 (◇), 30 (△) และ 35 (X) กรัมต่อลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 29 การเจริญของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) ในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร ของ Zarrouk (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เมื่อเติมโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตเป็น 1.05 (□), 2.10 (+), 4.20 (◇), 8.40 (△), 16.80 (X), 33.60 (▽) และ 50.40 (○) กรัมต่อลิตร



รูปที่ 30 อัตราการเจริญของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) ในช่วง exponential (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เมื่อเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็น1.05 ( ), 2.10 ( ), 4.20 ( ), 8.40 ( ), 16.80 ( ), 33.60 ( ) และ 50.40 ( ) กรัมต่อลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[รูปที่ 29 และตารางที่ 20 (ข) ในภาคผนวก] แต่อย่างไรก็ตามไม่ให้อัตราการเจริญแตกต่างจากปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ 8.40, 16.80 และ 50.40 กรัมต่อลิตร แต่แตกต่างจากปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ 4.20, 2.10 และ 1.05 กรัมต่อลิตร (รูปที่ 30)

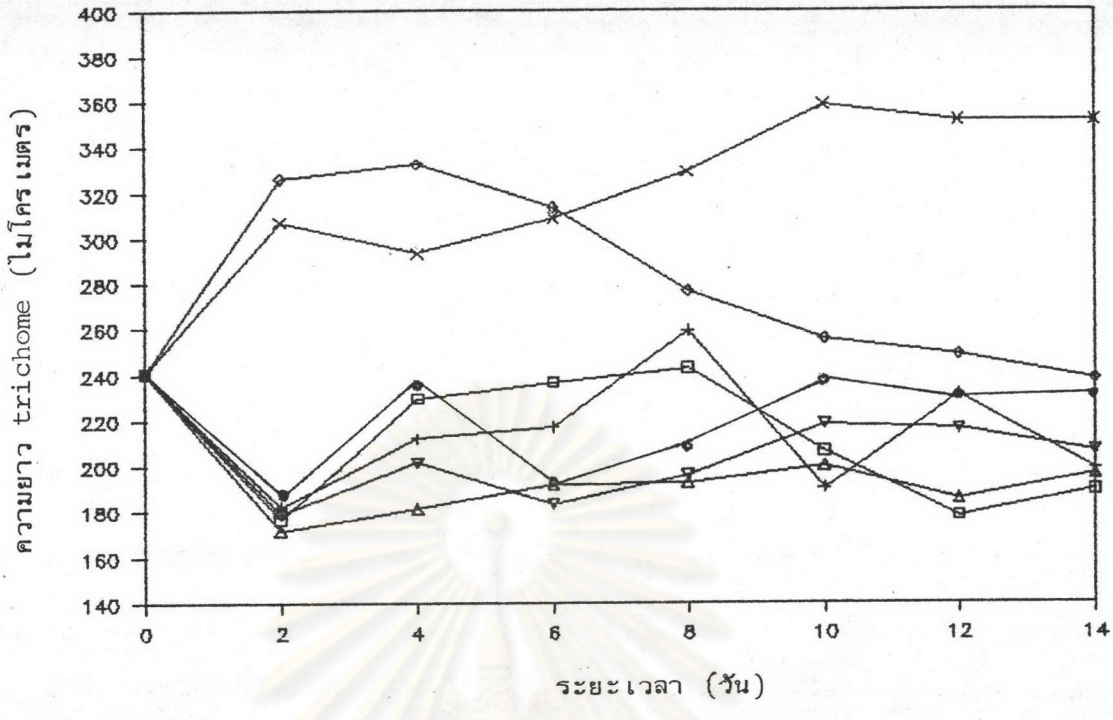
ผลการวัดขนาดของ trichome เมื่อมีปริมาณของแหล่งคาร์บอนต่าง ๆ กันพบว่าสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา เมื่อเลี้ยงในสารละลายอาหารที่มีโซเดียมไบคาร์บอเนตปริมาณต่ำที่ 1.05 และ 2.10 กรัมต่อลิตร สาหร่ายจะมีความยาว trichome และระยะห่างระหว่างเกลียวในช่วง 213-216 และ 77-78 ไมโครเมตร ตามลำดับ ซึ่งสั้นกว่าขนาดของสาหร่ายที่เลี้ยงในสารละลายอาหารที่มีโซเดียมไบคาร์บอเนตปริมาณสูงตั้งแต่ 4.20-50.40 กรัมต่อลิตร โดยสาหร่ายมีความยาว trichome และระยะห่างระหว่างเกลียวในช่วง 277-317 และ 101-110 ไมโครเมตรตามลำดับ [รูปที่ 31-33 และตารางที่ 21-22 (ก) ในภาคผนวก] ส่วนความกว้างของเกลียวไม่พบว่ามีความแตกต่างกัน [รูปที่ 32 และตารางที่ 23 (ก) ในภาคผนวก] สำหรับสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) สายพันธุ์จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ไม่พบว่าปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตทำให้ขนาดของ trichome แตกต่างกันมากนัก [รูปที่ 31-33 และตารางที่ 21-23 (ข) ในภาคผนวก]

2.2 เมื่อแปรแหล่งไนเตรเจนต่าง ๆกัน

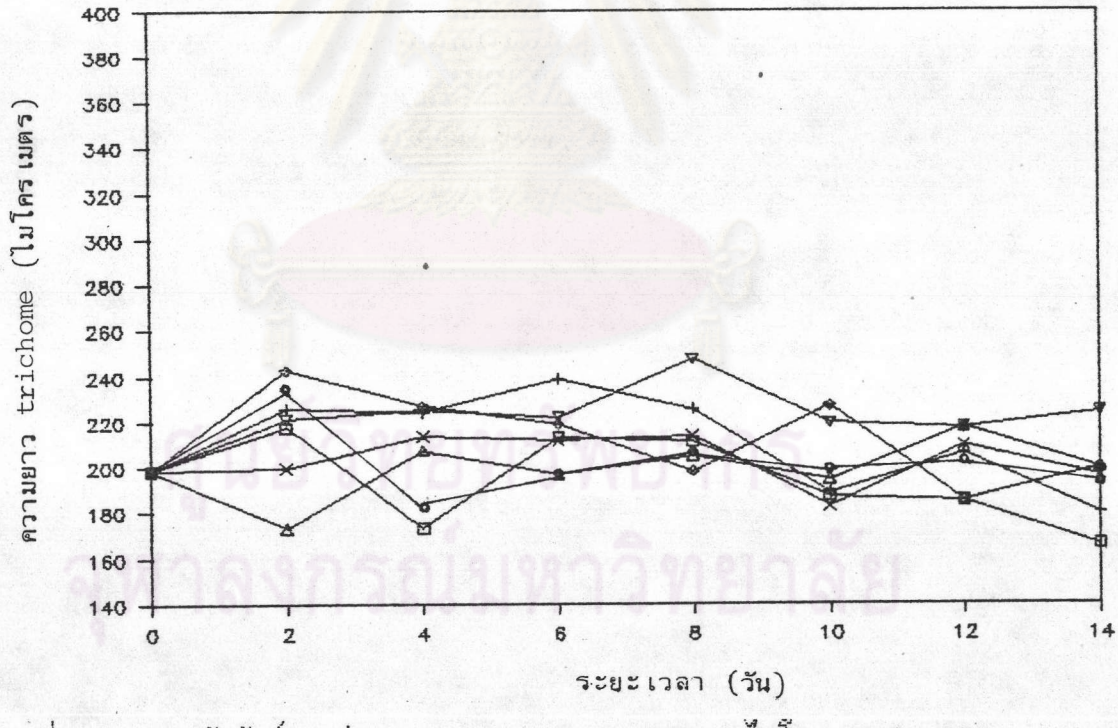
การศึกษาการใช้แหล่งไนโตรเจนต่างกัน พบว่าสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) สองสายพันธุ์เจริญสูงสุดเมื่อใช้โซเดียมไนเตรตเป็นแหล่งไนโตรเจน (รูปที่ 34 และตารางที่ 24 ในภาคผนวก) โดยพบว่าสาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์มีอัตราการเจริญเท่ากับ 0.230 แตกต่างจากเมื่อใช้ไดแอมโมเนียมทาร์เทรต ยูเรียและไม่เติมไนโตรเจนซึ่งมีอัตราการเจริญเป็น 0.105, 0.086 และ 0.211 ตามลำดับ (รูปที่ 35) ส่วนสาหร่ายสายพันธุ์จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่าไม่สามารถเจริญได้ในสารละลายอาหารที่เติมไดแอมโมเนียมทาร์เทรตเป็นแหล่งไนโตรเจน โดยมีอัตราการเจริญเท่ากับ 0.006 ขณะที่ยูเรียทำให้สาหร่ายมีการเจริญเป็นไปอย่างช้า ๆ มีอัตราการเจริญเท่ากับ 0.132 ในสารละลายอาหารที่ไม่มีแหล่งไนโตรเจนและเมื่อใช้โซเดียมไนเตรต พบว่าสาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่ามีอัตราการเจริญดีใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเป็น 0.296 และ 0.301 ตามลำดับ

ผลการวัดขนาดของ trichome พบว่าสาหร่ายพันธุ์จากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดาที่เลี้ยงในสารละลายที่มีแหล่งไนโตรเจนต่าง ๆ ไม่แตกต่างกัน

(ก)

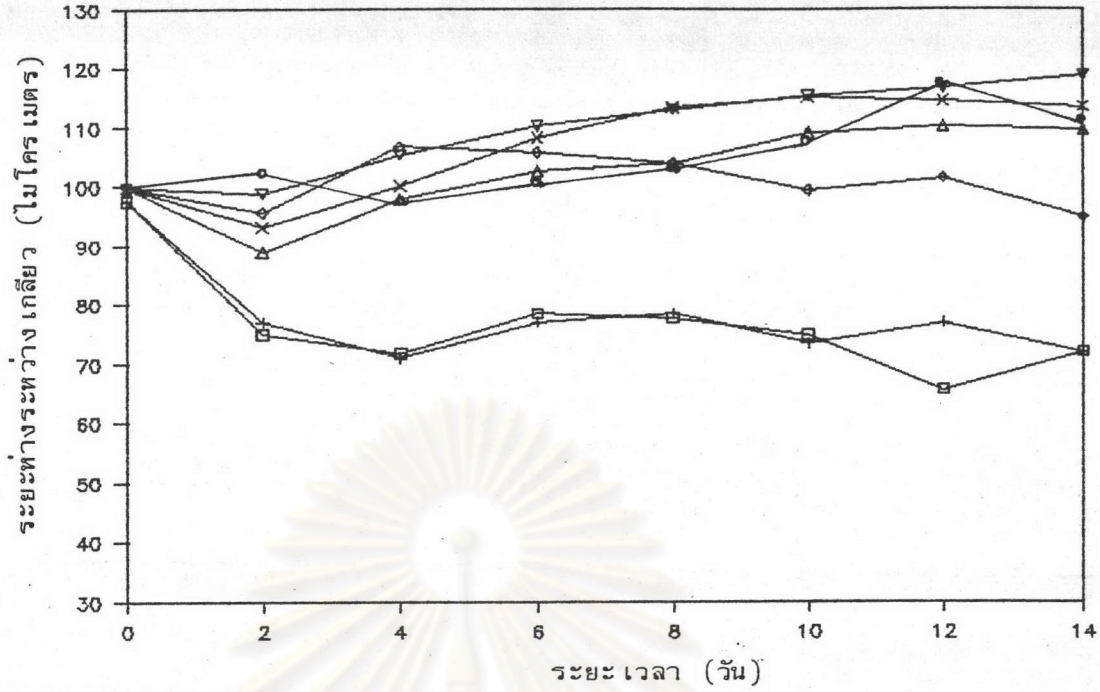


(ข)

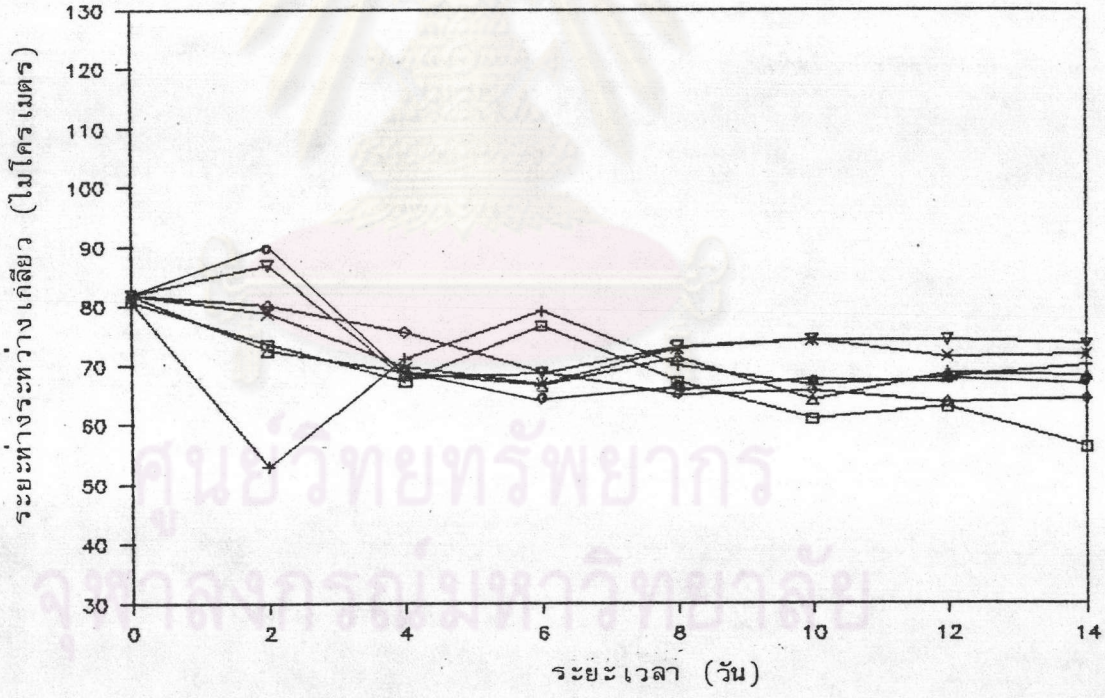


รูปที่ 31 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็น 1.05 (□), 2.10 (+), 4.20 (◇), 8.40 (△), 16.80 (X), 33.60 (▽) และ 50.40 (○) กรัมต่อลิตร

(ก)



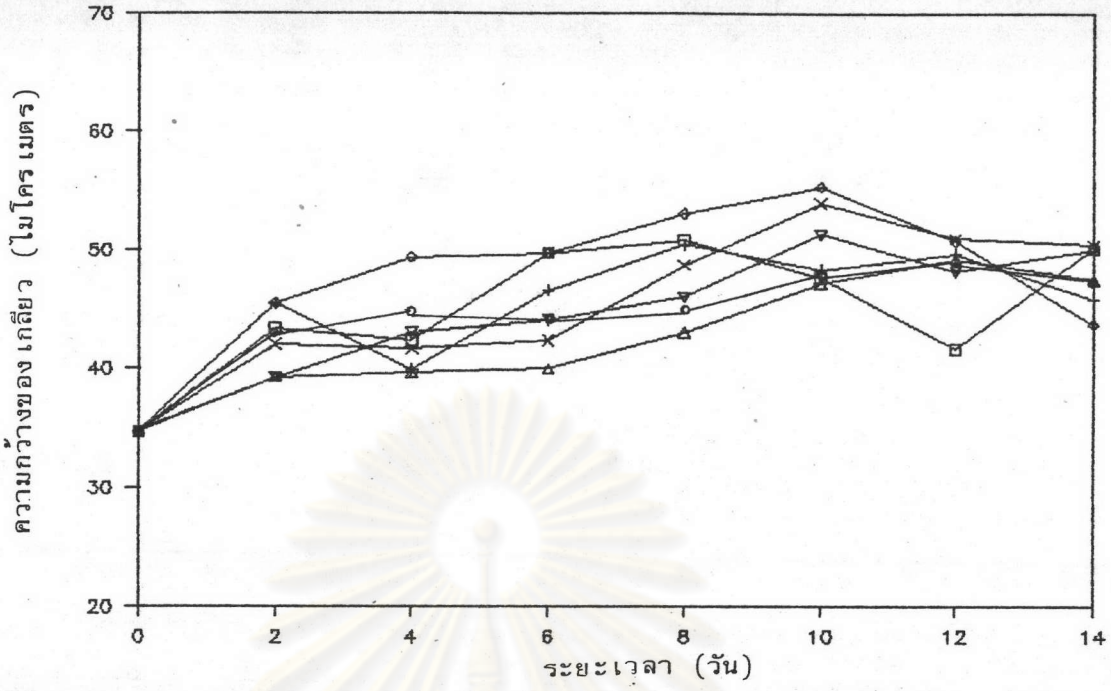
(ข)



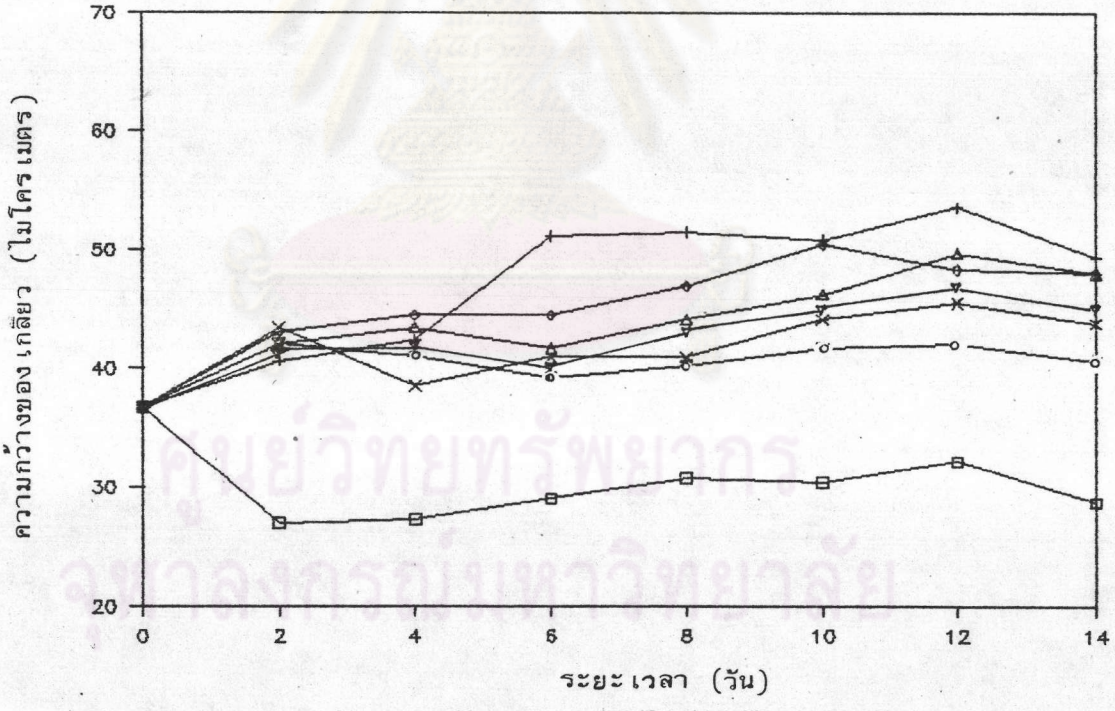
รูปที่ 32 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างระหว่างเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็น 1.05 (□), 2.10 (+), 4.20 (◇), 8.40 (△), 16.80 (X), 33.60 (▽) และ 50.40 (○) กรัมต่อลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ก)



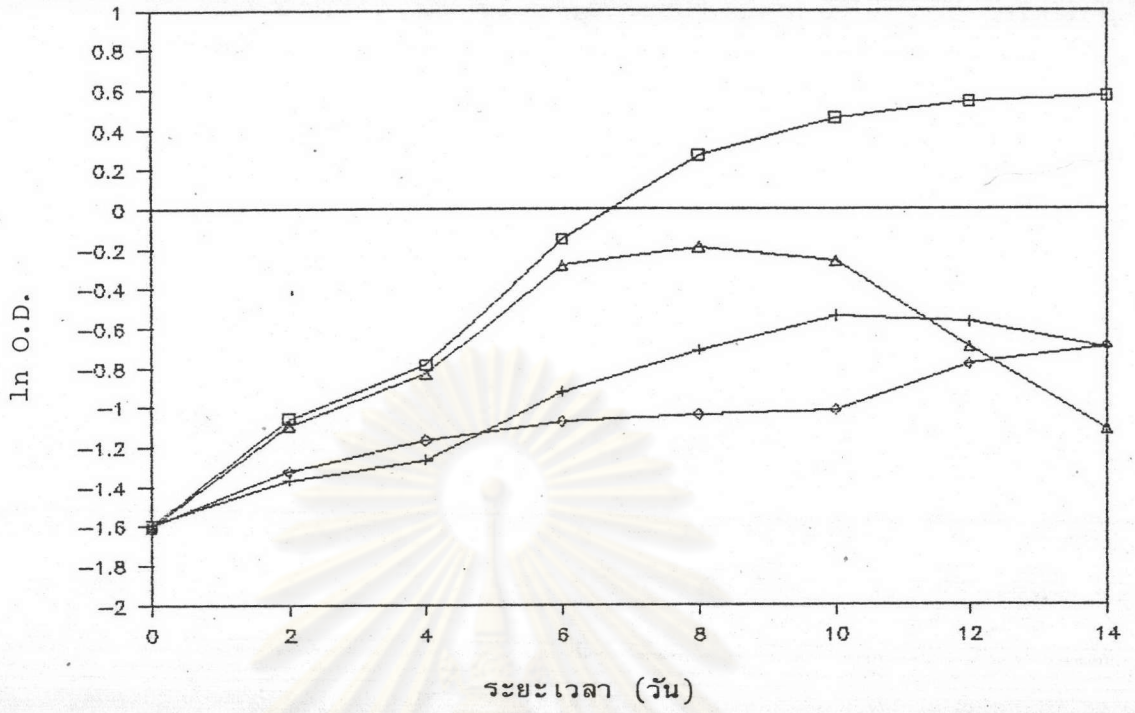
(ข)



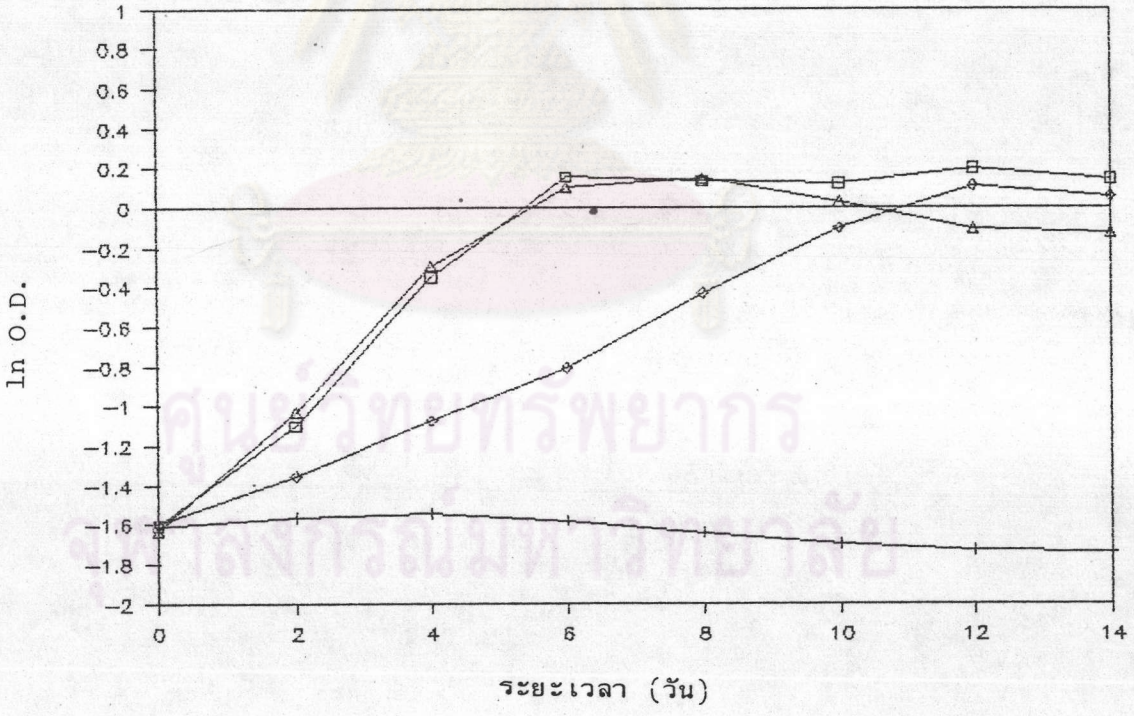
รูปที่ 33 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็น 1.05 (□), 2.10 (+), 4.20 (◇), 8.40 (△), 16.80 (X), 33.60 (▽) และ 50.40 (○) กรัมต่อลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

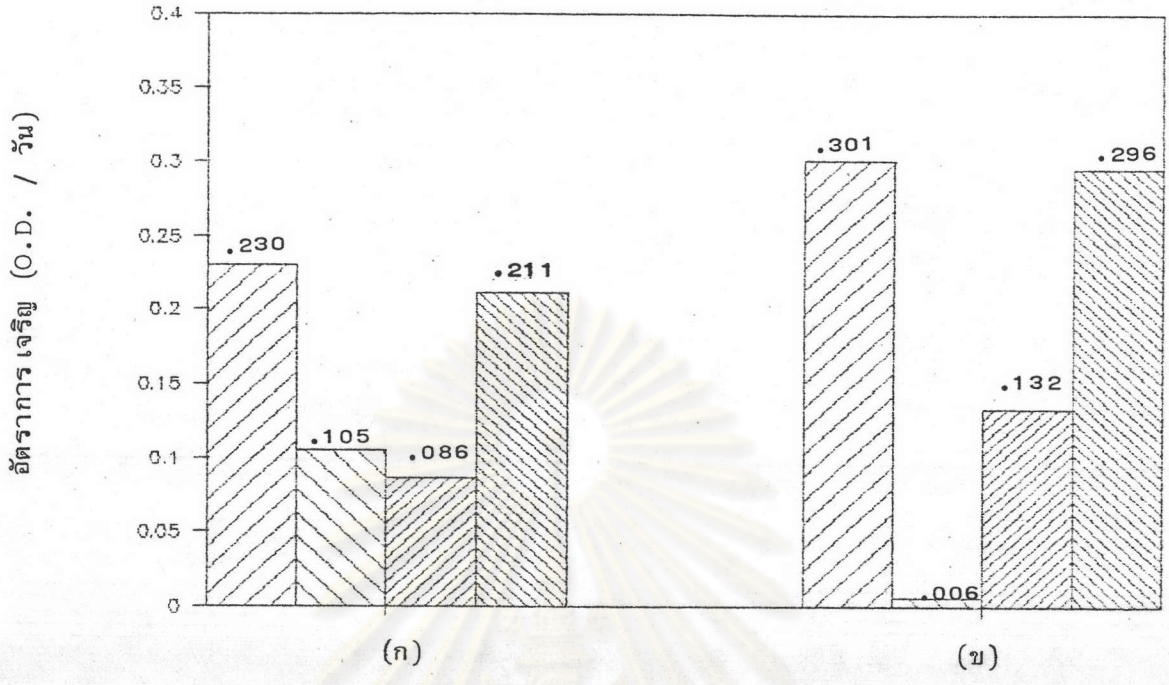
(ก)



(ข)



รูปที่ 34 การเจริญของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) ในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร ของ Zarrouk (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เมื่อเติมโซเดียมไนเตรต (□), ไดแอมโมเนียมฟาร์เทรต (+), ยูเรีย (◇) และไม่เติมแหล่งไนโตรเจน (△)



รูปที่ 35 อัตราการเจริญของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) ในช่วง exponential (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เมื่อเติมโซเดียมไนเตรต (▨), ไดแอมโมเนียมทาร์เทรต (▧), ยูเรีย (▨), และไม่เติมแหล่งไนโตรเจน (▨)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

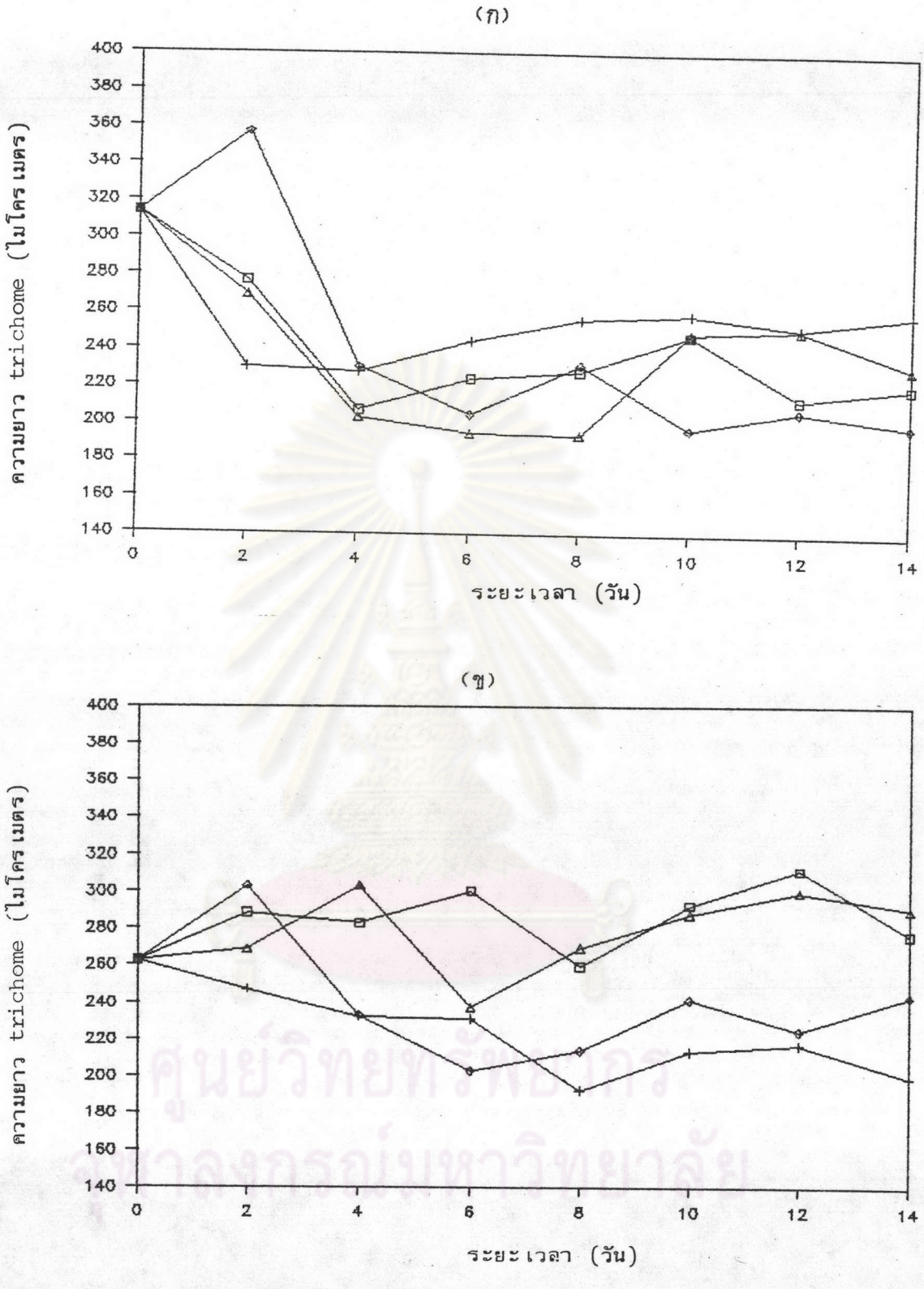
โดยมีความยาว trichome ระยะห่างระหว่างเกลียว และความกว้างของเกลียว โดยเฉลี่ยอยู่ในช่วง 238-250, 85-94 และ 36-46 ไมโครเมตรตามลำดับ [รูปที่ 36-38 และตารางที่ 25 -27 (ก) ในภาคผนวก] ส่วนสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) สายพันธุ์จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่าพบว่าขนาดของ trichome ที่เลี้ยงในแหล่งไนโตรเจนต่าง ๆ กัน มีค่าค่อนข้างคงที่ไม่ว่าจะเป็นความยาว trichome ระยะห่างระหว่างเกลียว และความกว้างของเกลียว [รูปที่ 36-38 และตารางที่ 25-27 (ข) ในภาคผนวก] อย่างไรก็ดีพบว่าขนาดของสาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่าที่ใช้โซเดียมไนเตรต และไม่มีแหล่งไนโตรเจนมีขนาด trichome ใหญ่กว่าที่ใช้ไดแอมโมเนียมทาร์เทรต และยูเรีย

2.3 เมื่อแปรปริมาณโซเดียมไนเตรตต่างกัน

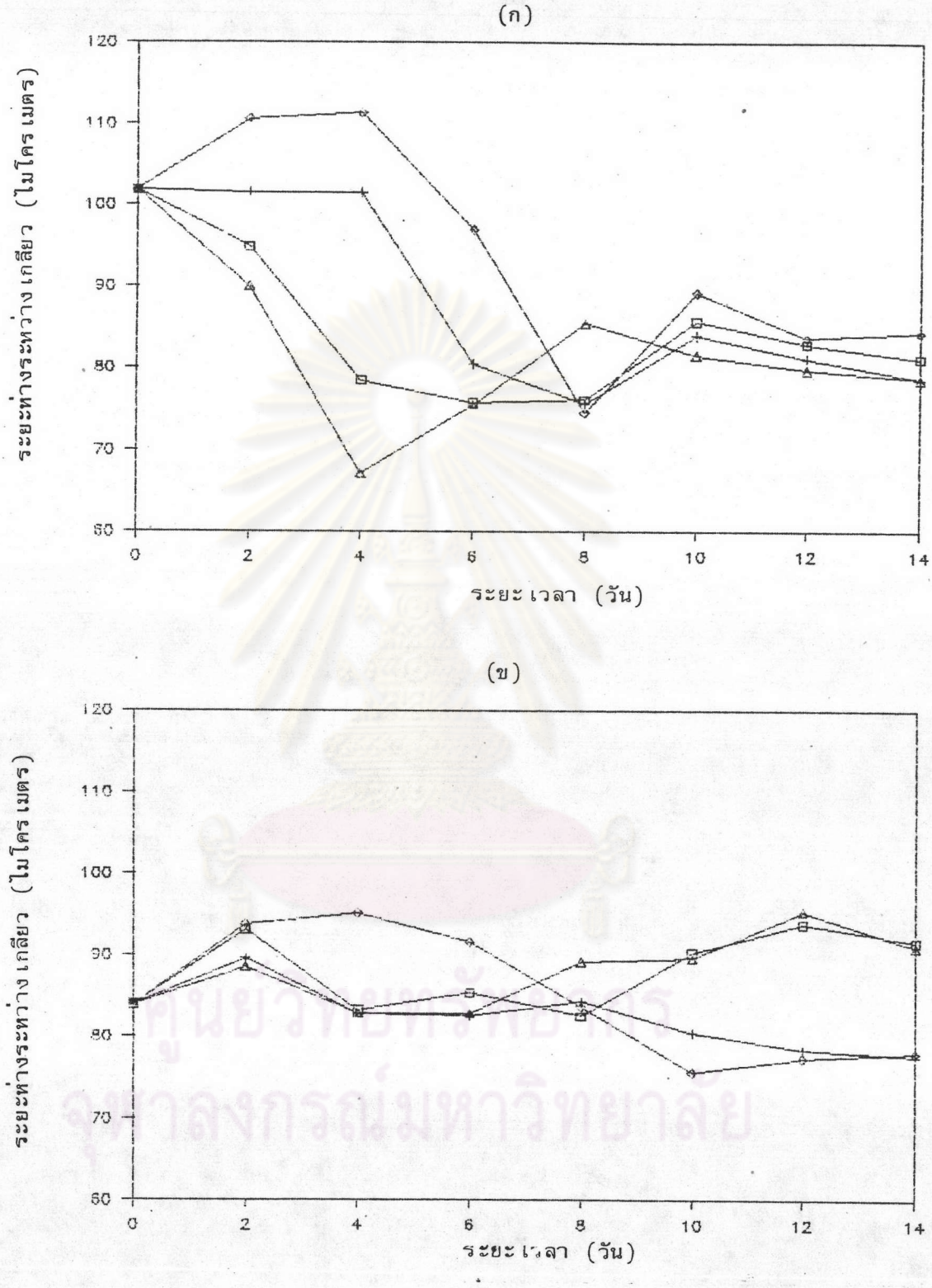
การศึกษาปรับโซเดียมไนเตรตที่ความเข้มข้นต่างกัน พบว่าสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulima sp.) ทั้งสองสายพันธุ์เจริญได้น้อยเมื่อเติมโซเดียมไนเตรต 0 และ 25.00 กรัมต่อลิตร (รูปที่ 39 และตารางที่ 28 ในภาคผนวก) โดยมีค่าอัตราการเจริญแตกต่างจากเมื่อเติมโซเดียมไนเตรตตั้งแต่ 0.625-12.50 กรัมต่อลิตร อย่างเด่นชัด (รูปที่ 40) อัตราการเจริญของสาหร่ายสายพันธุ์จากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา เมื่อสารละลายมีโซเดียมไนเตรต 0.625, 1.25, 2.50, 12.50 กรัมต่อลิตร ไม่มีความแตกต่างกัน สำหรับสายพันธุ์จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า สาหร่ายเจริญได้ดีเมื่อใช้โซเดียมไนเตรตปริมาณในช่วง 0.0625-2.50 กรัมต่อลิตร โดยมีอัตราการเจริญแตกต่างจากเมื่อมีปริมาณโซเดียมไนเตรตที่ 0, 12.50 และ 25.00 กรัมต่อลิตร

ผลการวัดขนาดของสาหร่ายทั้งสองสายพันธุ์ พบว่าสาหร่ายมีขนาด trichome ใกล้เคียงกันในทุกความเข้มข้นของโซเดียมไนเตรต (รูปที่ 41-43 และตารางที่ 29 - 31 ในภาคผนวก)

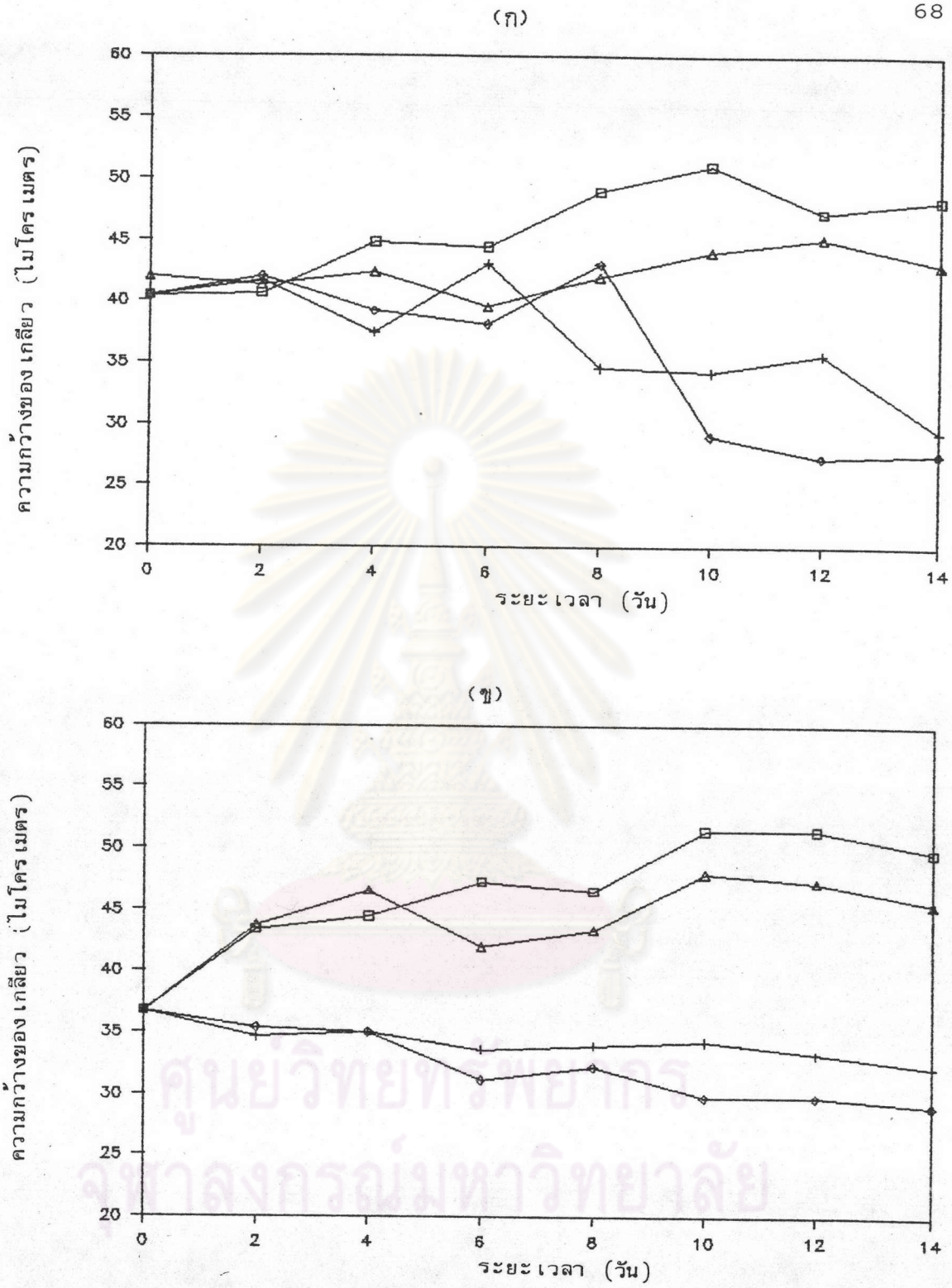
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 36 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมไนเตรต (□), ไดแอมโมเนียมทาร์เทรต (+), ยูเรีย (◇) และไม่เติมแหล่งไนโตรเจน (△)



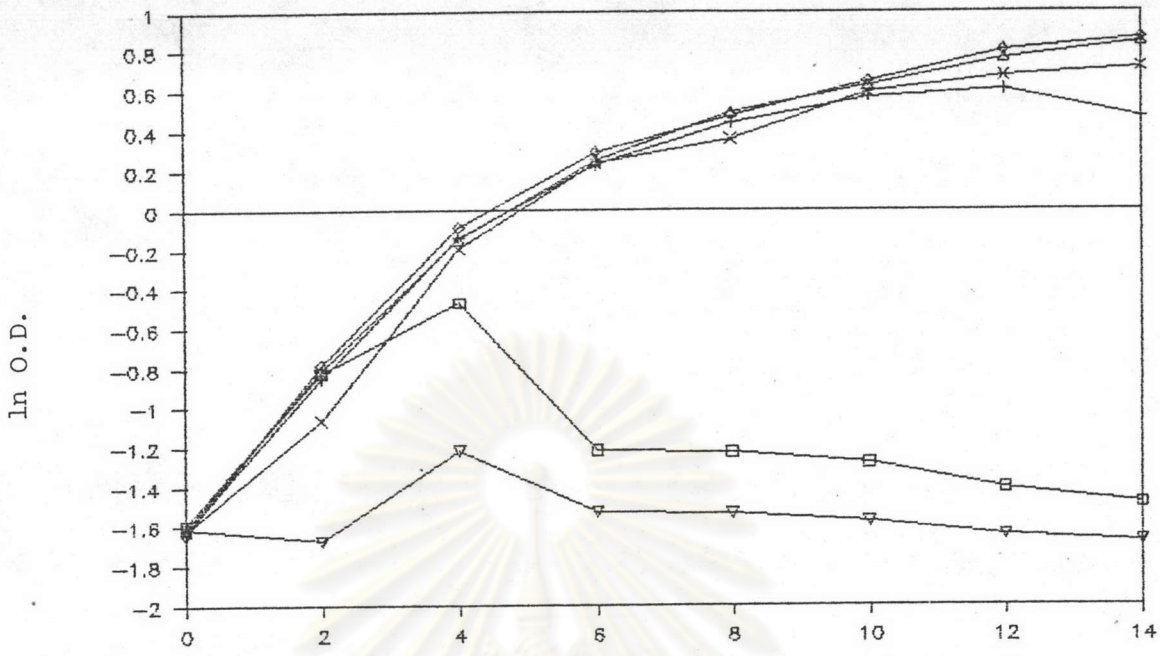
รูปที่ 37 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างระหว่างเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมไนเตรต (□), ไดแอมโมเนียมทาร์เทรต (+), ยูเรีย (◇) และไม่เติมแหล่งไนโตรเจน (△)



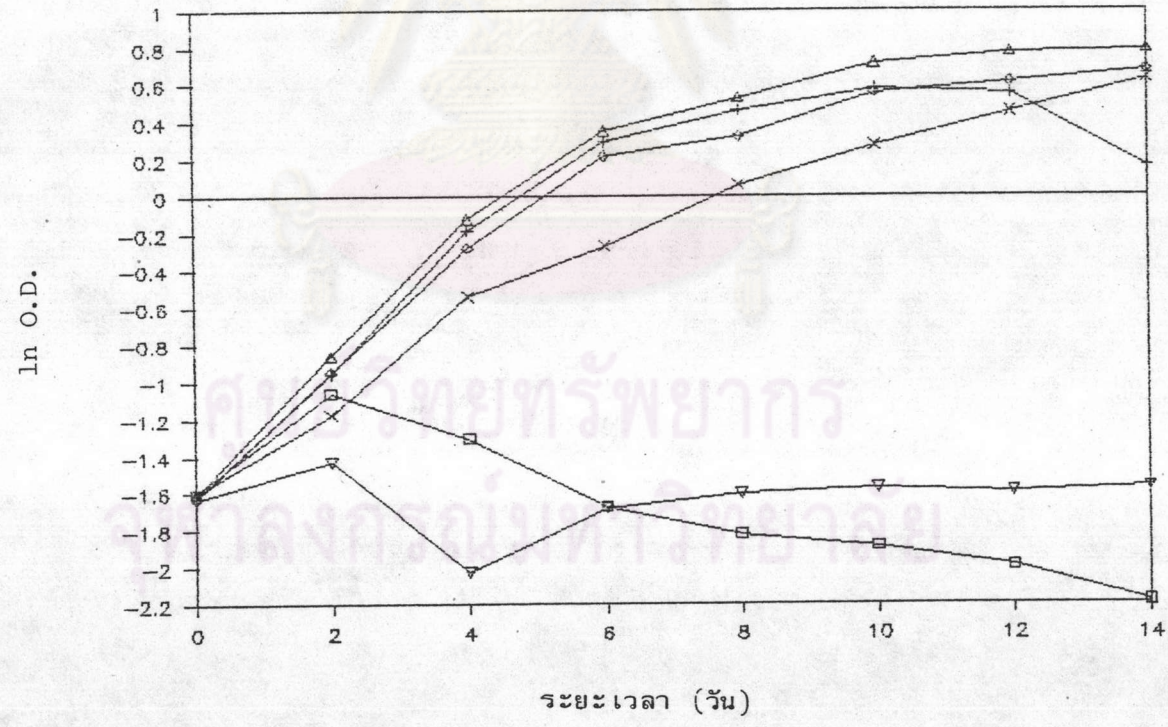
รูปที่ 38 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมไนเตรต (□), ไดแอมโมเนียมทาร์เทรต (+), ยูเรีย (◇) และไม่เติมแหล่งไนโตรเจน (△)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

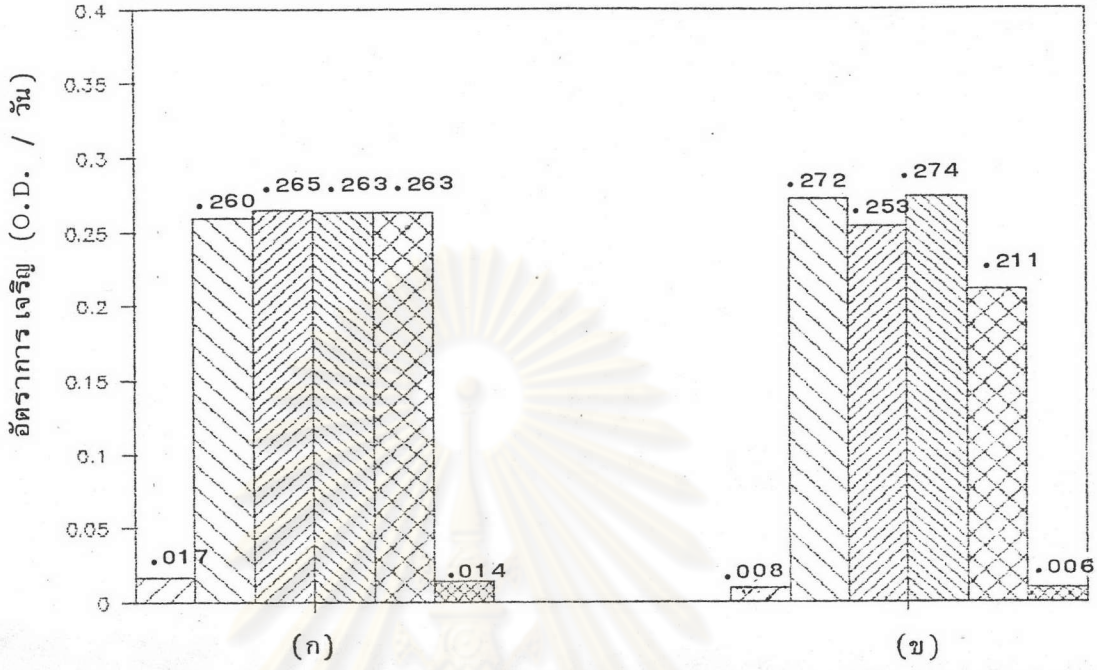
(ก)



(ข)



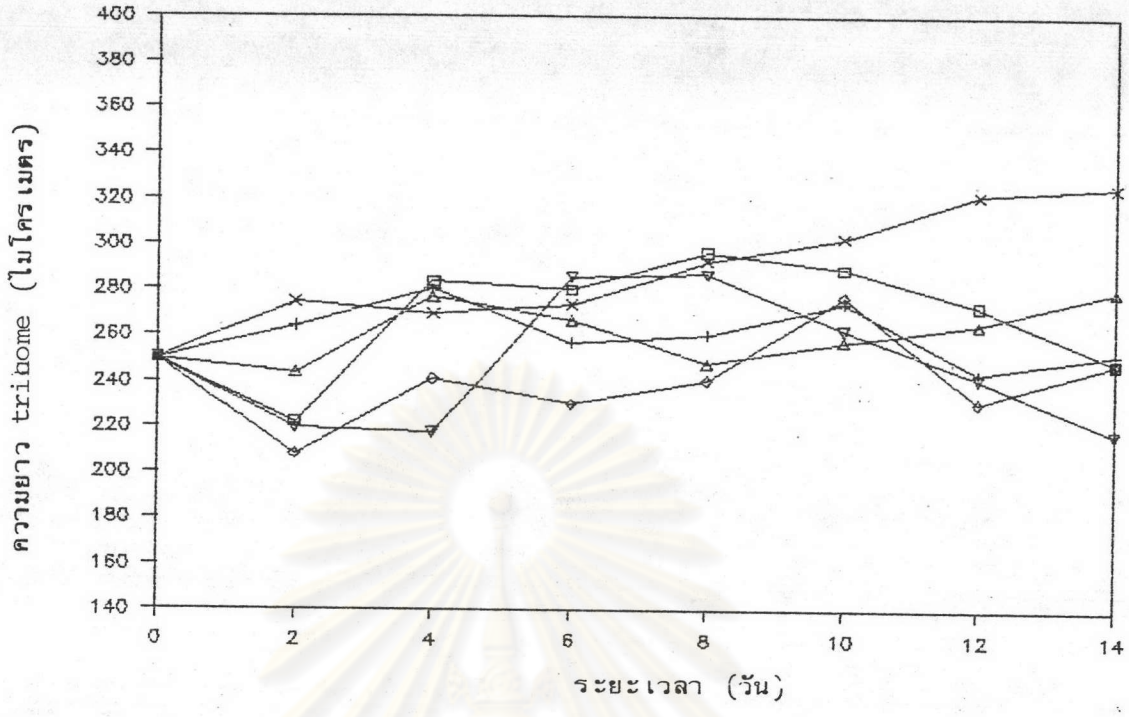
รูปที่ 39 การเจริญของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spiruline sp.) ในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร ของ Zarrouk (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เมื่อเติมโซเดียมไนเตรต 0 (□), 0.625 (+), 1.25 (◇), 2.50 (△), 12.50 (X) และ 25.00 (▽) กรัมต่อลิตร



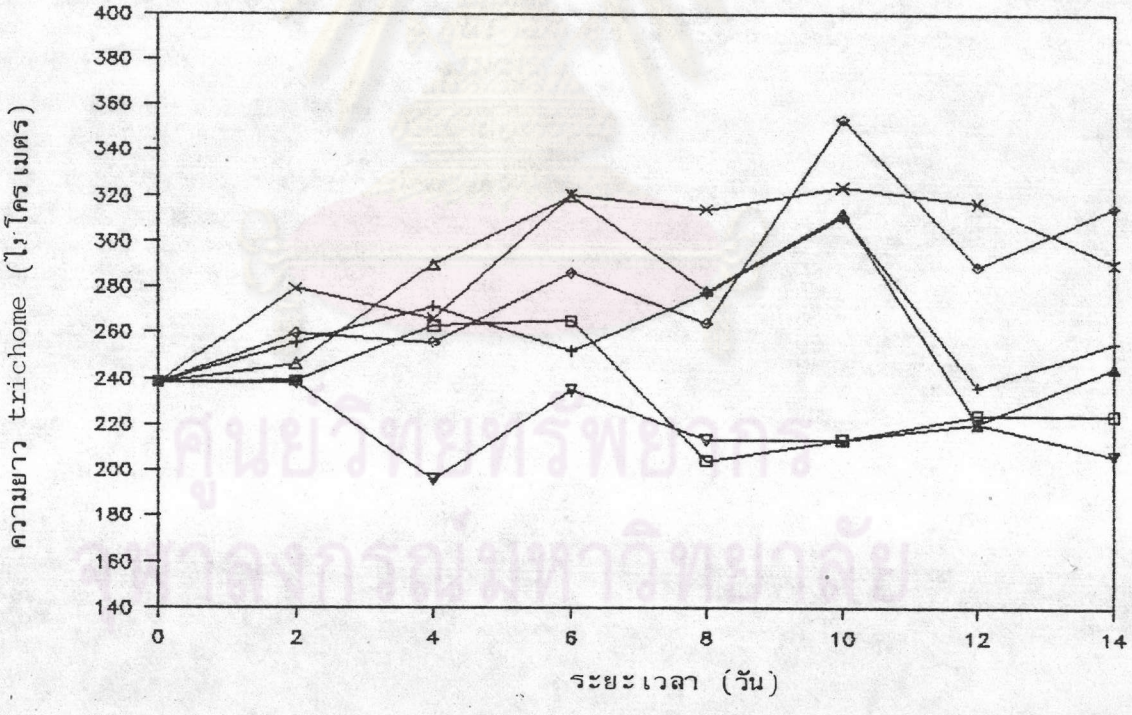
รูปที่ 40 อัตราการเจริญของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) ในช่วง exponential (ก) สาหร่ายจากโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ข) สาหร่ายจากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เมื่อเติมโซเดียมไนเตรต 0 (▨), 0.625 (▨), 1.25 (▨), 2.50 (▨), 12.50 (▨) และ 25.00 (▨) กรัมต่อลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

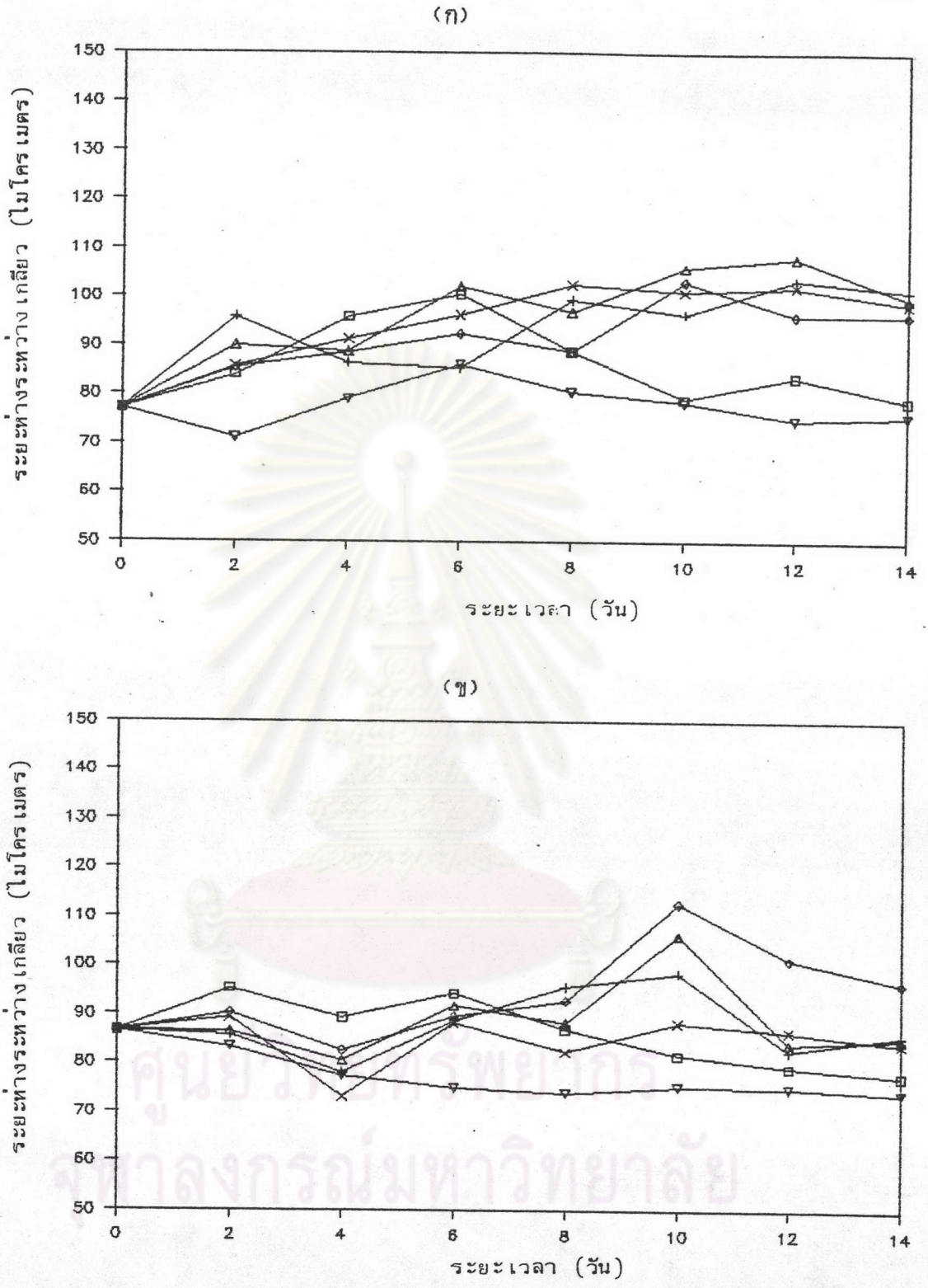
(ก)



(ข)

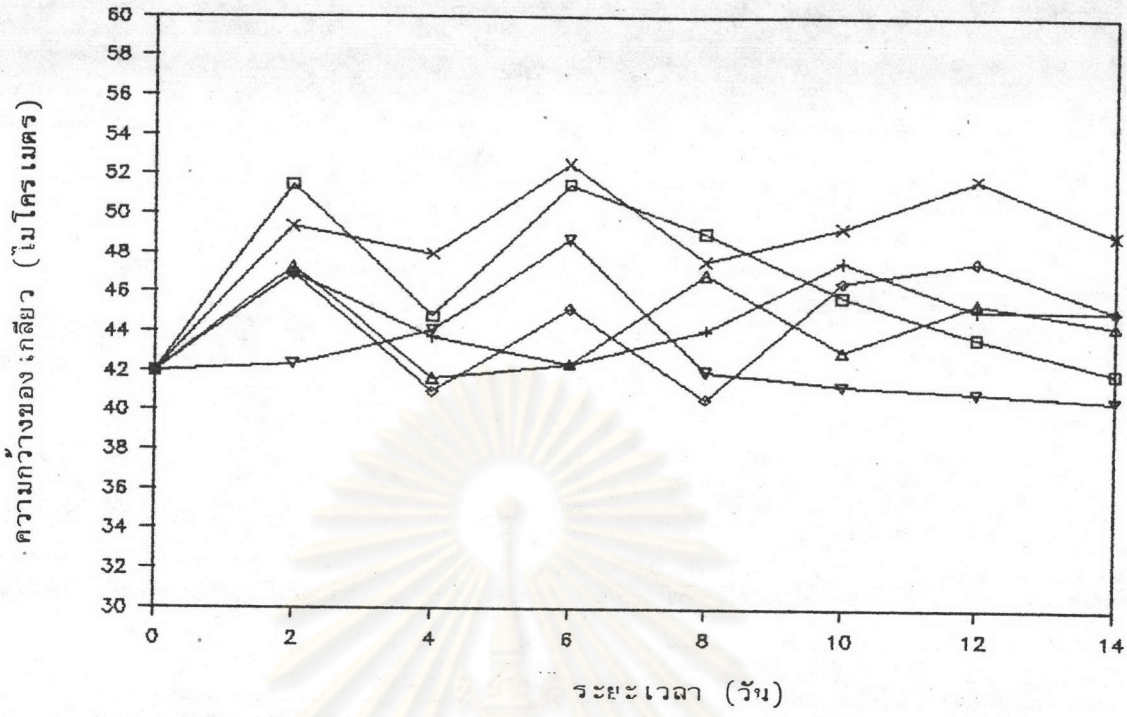


รูปที่ 41 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมไนเตรต 0 (□), 0.625 (+), 1.25 (◇), 2.50 (△), 12.50 (X) และ 25.00 (▽) กรัมต่อลิตร

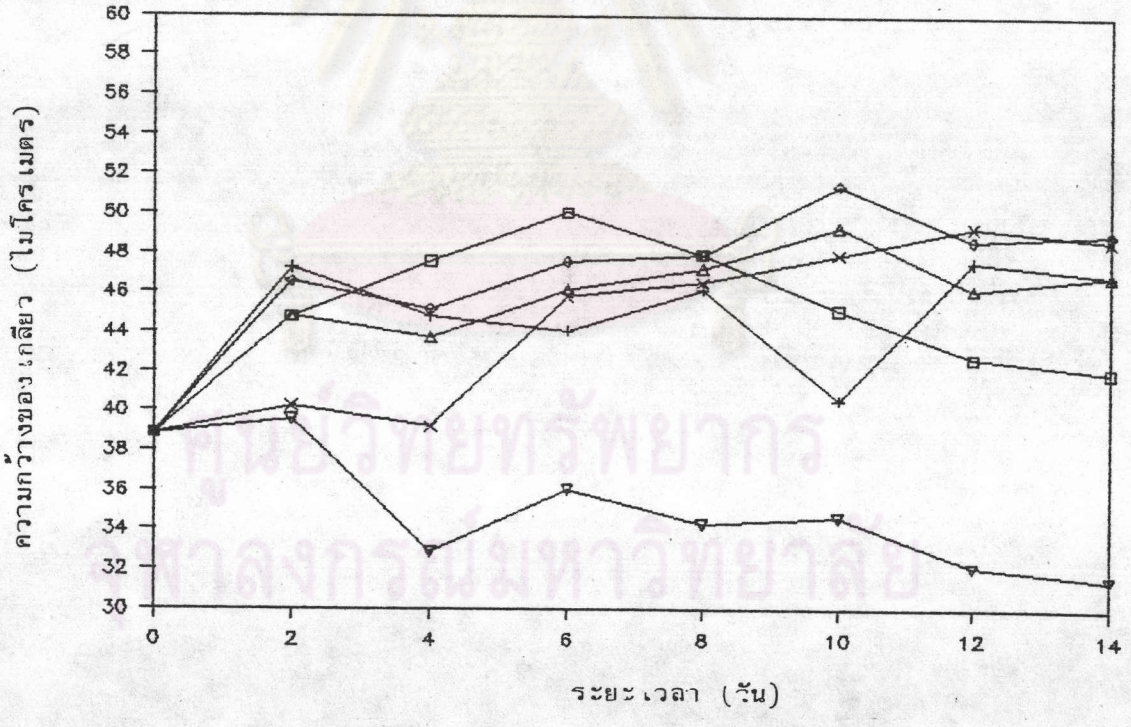


รูปที่ 42 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างระหว่างเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมไนเตรต 0 (□), 0.625 (+), 1.25 (◇), 2.50 (△), 12.50 (X) และ 25.00 (▽) กรัมต่อลิตร

(ก)



(ข)



รูปที่ 43 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของเกลียวของ trichome (ไมโครเมตร) ของสาหร่ายสไปรูไลน่า (Spirulina sp.) (ก) จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา (ข) จากบ่อน้ำเลี้ยงเต่า ในวัดเบญจมบพิตรฯ เทียบกับระยะเวลา (วัน) เมื่อเติมโซเดียมไนเตรต 0 (□), 0.625 (+), 1.25 (◇), 2.50 (△), 12.50 (X) และ 25.00 (▽) กรัมต่อลิตร