

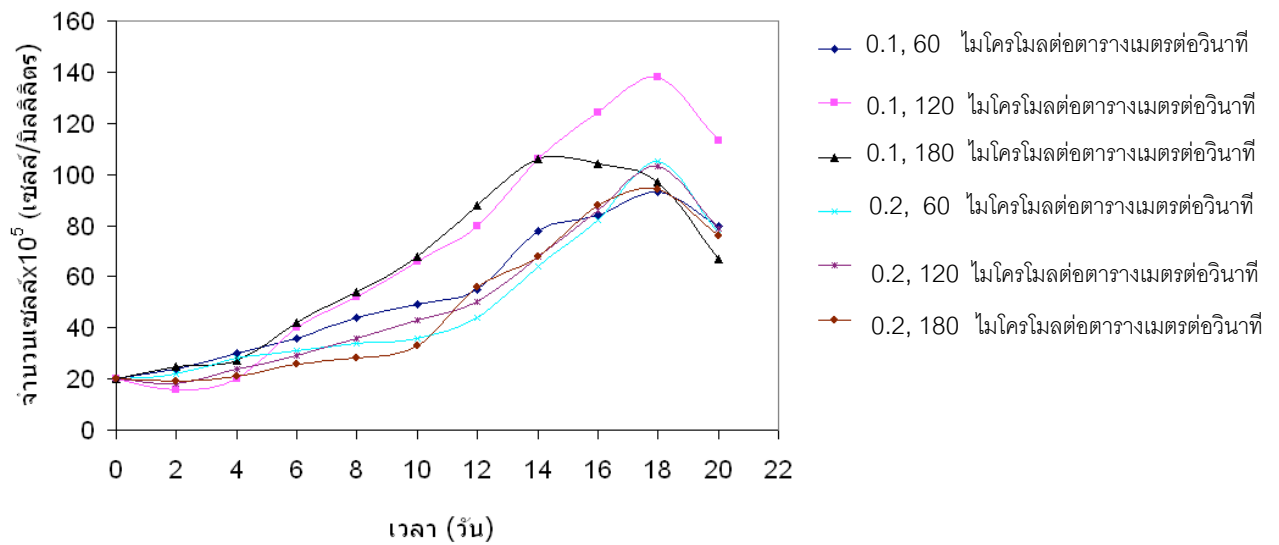
บทที่ 3

ผลการทดลอง

1. ผลของความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรทและความเข้มแสง ต่อการเติบโต ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณแคโรทีนอยด์ และปริมาณเบต้าแคโรทีนของสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp.

1.1 ผลของความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท และความเข้มแสงต่อการเติบโตของสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp.

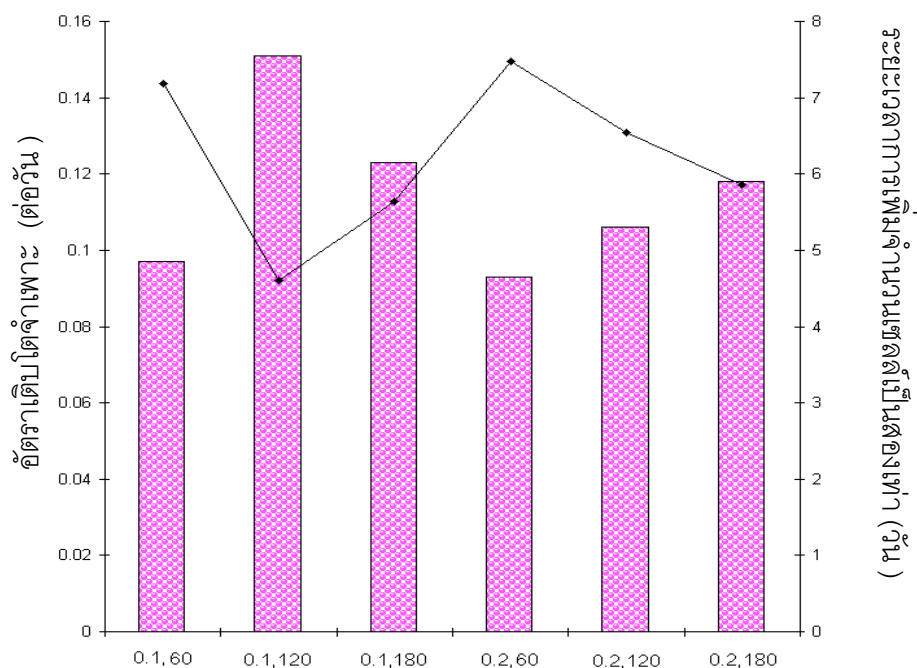
เลี้ยงสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp. ในอาหารเหลวสังเคราะห์สูตร NSIII ที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0, 0.1, 0.2 กรัมต่อลิตร และที่ระดับความเข้มแสง 60 , 120 และ 180 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่าการเลี้ยงสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp. ที่ระดับความเข้มแสง 60, 120 และ 180 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที โดยไม่มีแหล่งไนเตรท สาหร่ายในทุกชุดการทดลองจะมีการเติบโตลดลงเซลล์ของสาหร่ายมีสีเขียว (ตารางภาคผนวก ข ที่1) เมื่อความเข้มแสงสูงขึ้นการเติบโตของสาหร่ายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยสาหร่ายมีการเติบโตสูงสุดเมื่อเลี้ยงที่ความเข้มแสง 120 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.1 กรัมต่อลิตร มีการเติบโตเท่ากับ 138×10^5 เซลล์/มิลลิลิตร ที่ระยะเวลาเลี้ยง 18 วัน (รูปที่ 7, ตารางที่ 3, ตารางภาคผนวก ข ที่2) มีอัตราการเติบโตจำเพาะเท่ากับ 0.151 เซลล์/มิลลิลิตร/วัน และระยะเวลาการเพิ่มจำนวนเซลล์เป็นสองเท่าสูงสุดเท่ากับ 4.60 วัน (รูปที่ 8) รองลงมา คือ เลี้ยงที่ความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.1 กรัมต่อลิตร ความเข้มแสง 180 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที มีการเติบโตเท่ากับ 107×10^5 เซลล์/มิลลิลิตร ที่ระยะเวลาเลี้ยง 14 วัน มีอัตราการเติบโตจำเพาะเท่ากับ 0.123 เซลล์/มิลลิลิตร/วัน ระยะเวลาการเพิ่มจำนวนเซลล์เป็นสองเท่า เท่ากับ 5.64 วัน และพบว่าเมื่อความเข้มแสงเพิ่มขึ้นอัตราการเติบโตจำเพาะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ระยะเวลาการเพิ่มจำนวนเซลล์เป็นสองเท่ามีแนวโน้มลดลง จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าการเติบโตที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรทแต่ละกลุ่มแตกต่างกัน ($P < 0.05$) แต่การเติบโตที่ระดับความเข้มแสงแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) โดยที่ไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรทและระดับความเข้มแสงต่อการเติบโต ($P > 0.05$) (ตารางภาคผนวก ง ที่ 1)



รูปที่ 7 การเติบโตของสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp. ในอาหารเหลวสังเคราะห์สูตร NS III ที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.1 และ 0.2 กรัม/ลิตร และที่ระดับความเข้มแสง 60 ,120 และ180 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที

ตารางที่ 3 การเติบโตสูงสุดของสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp. ที่ระดับความเข้มแสงและความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรทต่างกัน

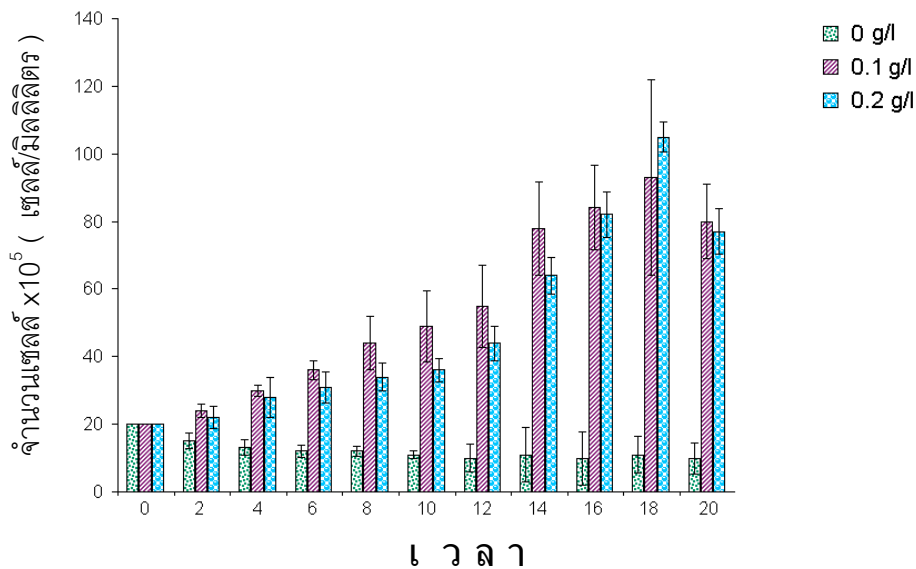
โปแตสเซียมไนเตรท(กรัม/ลิตร) และ ความเข้มแสง (ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที)	การเติบโตสูงสุด (เซลล์/มิลลิลิตร) $\bar{X} \pm SE$
0.1, 60	$(93 \pm 29) \times 10^5$
0.1, 120	$(138 \pm 16) \times 10^5$
0.1, 180	$(107 \pm 7) \times 10^5$
0.2, 60	$(105 \pm 5) \times 10^5$
0.2, 120	$(103 \pm 10) \times 10^5$
0.2, 180	$(94 \pm 17) \times 10^5$



รูปที่ 8 อัตราการเติบโตจำเพาะและระยะเวลาการเพิ่มการเติบโตเป็นสองเท่า ของสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp. ในอาหารเหลวสังเคราะห์สูตร NS III ที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.1 และ 0.2 กรัม/ลิตร และที่ระดับความเข้มแสง 60 ,120 และ 180 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที

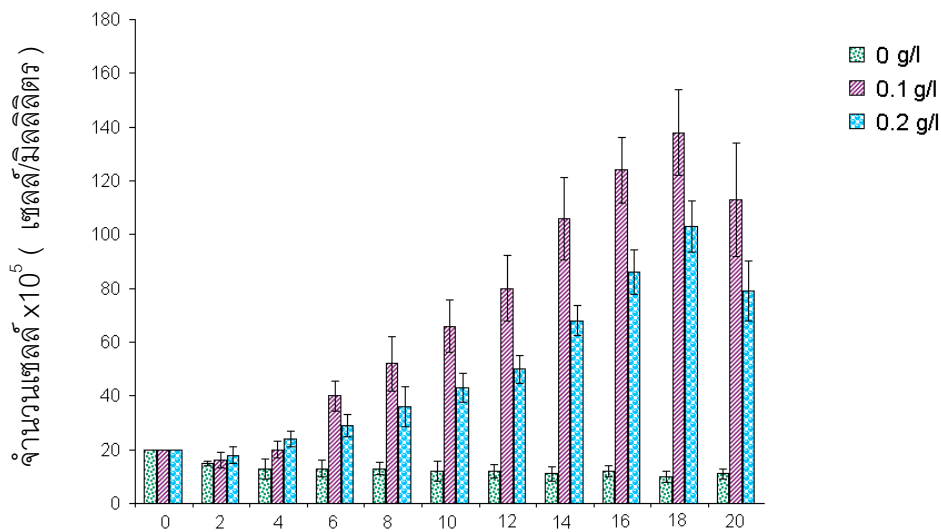
(■ อัตราเติบโตจำเพาะ(ต่อวัน) , → ระยะเวลาการเพิ่มจำนวนเซลล์เป็นสองเท่า(วัน))

การเลี้ยงสาหร่ายที่ระดับความเข้มแสง 60 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที และปริมาณความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0, 0.1 และ 0.2 กรัมต่อลิตร พบว่าที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.1 และ 0.2 กรัมต่อลิตร สาหร่ายมีการเติบโตเพิ่มขึ้นจนถึงวันที่ 18 หลังจากนั้นการเติบโตจะลดลง โดยมีการเติบโตสูงสุดเมื่อเลี้ยงที่ความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.2 กรัมต่อลิตร มีการเติบโตเท่ากับ 105×10^5 เซลล์/มิลลิลิตร (รูป 9, ตารางที่ 3) มีอัตราการเติบโตจำเพาะเท่ากับ 0.093 ต่อวัน ระยะเวลาการเพิ่มจำนวนเซลล์เป็นสองเท่า เท่ากับ 7.47 วัน (รูปที่ 8) จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการเติบโตของสาหร่ายที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0 กรัมต่อลิตรแตกต่างกับ 0.1 และ 0.2 กรัมต่อลิตร ($P < 0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 2)



รูปที่ 9 การเติบโตของสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp. ในอาหารเหลวสังเคราะห์สูตร NS III ที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0, 0.1, 0.2 กรัม/ลิตรและที่ระดับความเข้มแสง 60 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที

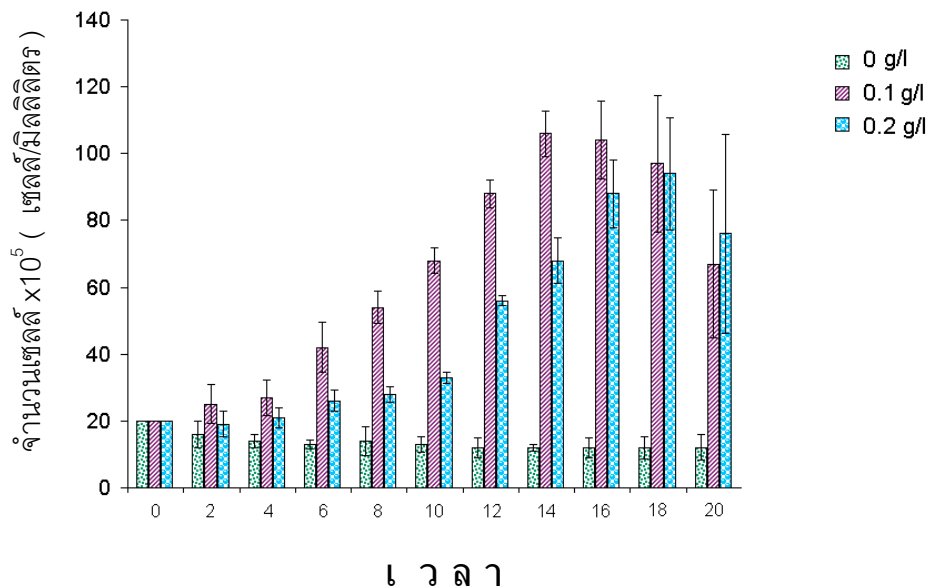
การเลี้ยงสาหร่ายที่ระดับความเข้มแสง 120 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที และปริมาณความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0, 0.1 และ 0.2 กรัมต่อลิตร พบว่าที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.1 และ 0.2 กรัมต่อลิตร สาหร่ายมีการเติบโตลดลงในวันที่ 2 และจะมีการเติบโตเพิ่มขึ้นในวันที่ 4-18 โดยจะมีการเติบโตสูงสุดเมื่อเลี้ยงที่ความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.1 กรัมต่อลิตร มีการเติบโตเท่ากับ 138×10^5 เซลล์/มิลลิลิตร (รูป 10, ตารางที่ 3) มีอัตราการเติบโตจำเพาะเท่ากับ 0.151 ต่อวัน ระยะเวลาการเพิ่มจำนวนเซลล์เป็นสองเท่า เท่ากับ 4.60 วัน (รูปที่ 8) จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า การเติบโตของสาหร่ายที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0 กรัมต่อลิตรแตกต่างกับ 0.1 และ 0.2 กรัมต่อลิตร ($P < 0.05$) (ตารางภาคผนวก ง ที่ 2)



เวลา

รูปที่ 10 การเติบโตของสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp. ในอาหารเหลวสังเคราะห์สูตร NS III ที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0, 0.1, 0.2 กรัม/ลิตรและที่ระดับความเข้มข้นแสง 120 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที

การเลี้ยงสาหร่ายที่ระดับความเข้มข้นแสง 180 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที และปริมาณความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0, 0.1 และ 0.2 กรัมต่อลิตร พบว่าที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.1 กรัมต่อลิตร สาหร่ายจะมีการเติบโตเพิ่มขึ้นตั้งแต่วันที่ 2-14 โดยจะมีการเติบโตสูงสุดเท่ากับ 106×10^5 เซลล์/มิลลิลิตร (รูปที่ 11, ตารางที่ 3) มีอัตราการเติบโตจำเพาะเท่ากับ 0.123 ต่อวัน ระยะเวลาการเพิ่มจำนวนเซลล์เป็นสองเท่า เท่ากับ 5.64 วัน (รูปที่ 8) จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า การเติบโตของสาหร่ายที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0 กรัมต่อลิตรแตกต่างกับ 0.1 และ 0.2 กรัมต่อลิตร ($P < 0.05$) (ตารางภาคผนวก ง ที่ 2)

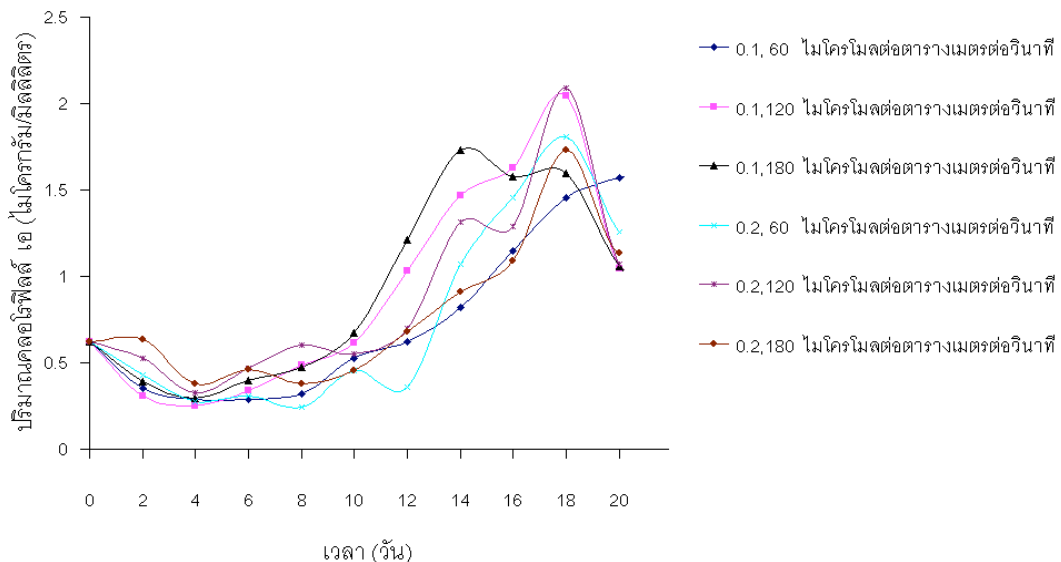


รูปที่ 11 การเติบโตของสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp. ในอาหารเหลวตั้งเคราะห์สูตร NS III ที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0, 0.1, 0.2 กรัม/ลิตร และที่ระดับความเข้มข้นแสง 180 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที

1.2 ผลของความเข้มแสง และความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรทต่อ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณแคโรทีนอยด์และปริมาณเบต้าแคโรทีนของสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp.

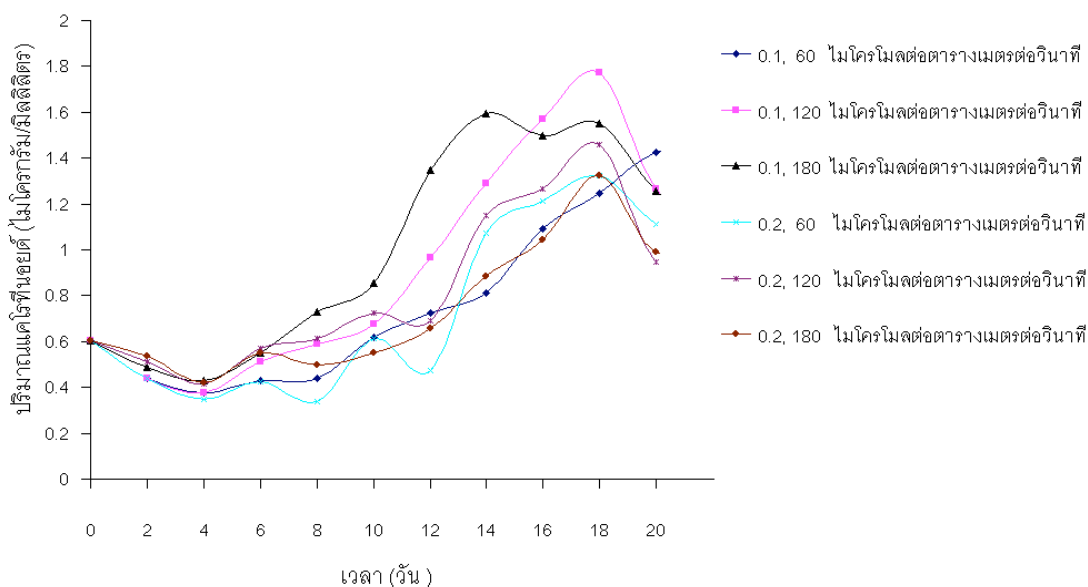
ในอาหารที่ไม่มีแหล่งไนเตรท สาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp. จะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ แคโรทีนอยด์ และเบต้าแคโรทีนลดลง แต่พบว่าเมื่อความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรทสูงขึ้น และความเข้มแสงลดลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของสาหร่ายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเลี้ยงสาหร่ายเป็นระยะเวลา 18 วัน สาหร่ายมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ สูงสุด โดยเลี้ยงที่ความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.2 กรัมต่อลิตร ความเข้มแสง 120 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที มีปริมาณเท่ากับ 2.09 ไมโครกรัมต่อมิลลิเมตร รองลงมาคือเลี้ยงที่ความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.1 กรัมต่อลิตร ความเข้มแสง 120 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที มีปริมาณเท่ากับ 2.05 ไมโครกรัมต่อมิลลิเมตร (รูปที่ 12, ตารางภาคผนวก ข ที่ 3) จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรทแต่ละกลุ่มแตกต่างกัน ($P < 0.05$) แต่ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่ระดับความเข้มแสงแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน ($P >$

0.05) โดยที่ไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท และระดับความเข้มข้นแสงต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวก ง ที่ 3)



รูปที่ 12 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp. ในอาหารเหลวสังเคราะห์ สูตร NS III ที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.1 และ 0.2 กรัม/ลิตร และที่ระดับความเข้มข้นแสง 60, 120 และ 180 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที

เมื่อความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรทและความเข้มแสงลดลง ปริมาณแคโรทีนอยด์ของสาหร่ายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยมีปริมาณแคโรทีนอยด์สูงสุดเมื่อเลี้ยงที่ความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.1 กรัมต่อลิตร ความเข้มแสง 120 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที มีปริมาณเท่ากับ 1.77 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ระยะเวลาเลี้ยง 18 วัน รองลงมาคือ เลี้ยงที่ความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.1 กรัมต่อลิตร ความเข้มแสง 180 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที มีปริมาณเท่ากับ 1.60 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ระยะเวลาเลี้ยง 14 วัน (รูปที่ 13, ตารางภาคผนวก ข ที่ 4) จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณแคโรทีนอยด์ที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรทแต่ละกลุ่มแตกต่างกัน ($P<0.05$) แต่ปริมาณแคโรทีนอยด์ที่ระดับความเข้มแสงแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยที่ไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรทและระดับความเข้มแสงต่อปริมาณแคโรทีนอยด์ ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวก ง ที่ 5)

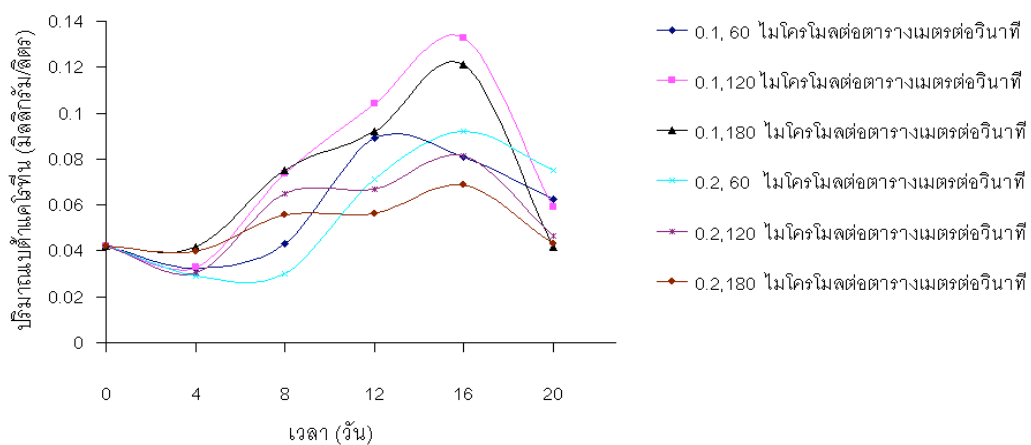


รูปที่ 13 ปริมาณแคโรทีนอยด์ของสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp. ในอาหารเหลวสังเคราะห์สูตร NS III ที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.1 และ 0.2 กรัม/ลิตร และที่ระดับความเข้มข้นแสง 60 , 120 และ 180 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที

เมื่อความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรทลดลงและความเข้มแสงสูงขึ้น อัตราส่วนของแคโรทีนอยด์ต่อคลอโรฟิลล์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยเมื่อเลี้ยงที่ความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.1 กรัมต่อลิตร ความเข้มแสง 180 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที มีอัตราส่วนของแคโรทีนอยด์ต่อคลอโรฟิลล์สูงสุดเท่ากับ 1.534 รองลงมาคือเลี้ยงที่ความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.1 กรัมต่อลิตร ความเข้มแสง 120 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที มีอัตราส่วนของแคโรทีนอยด์ต่อคลอโรฟิลล์เท่ากับ 1.517 จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า อัตราส่วนของแคโรทีนอยด์ต่อคลอโรฟิลล์ที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรทแต่ละกลุ่มแตกต่างกัน ($P < 0.05$) แต่อัตราส่วนของแคโรทีนอยด์ต่อคลอโรฟิลล์ที่ระดับความเข้มแสงแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) โดยที่ไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรทและระดับความเข้มแสงต่ออัตราส่วนของแคโรทีนอยด์ต่อคลอโรฟิลล์ ($P > 0.05$) (ตารางภาคผนวก ง ที่ 7)

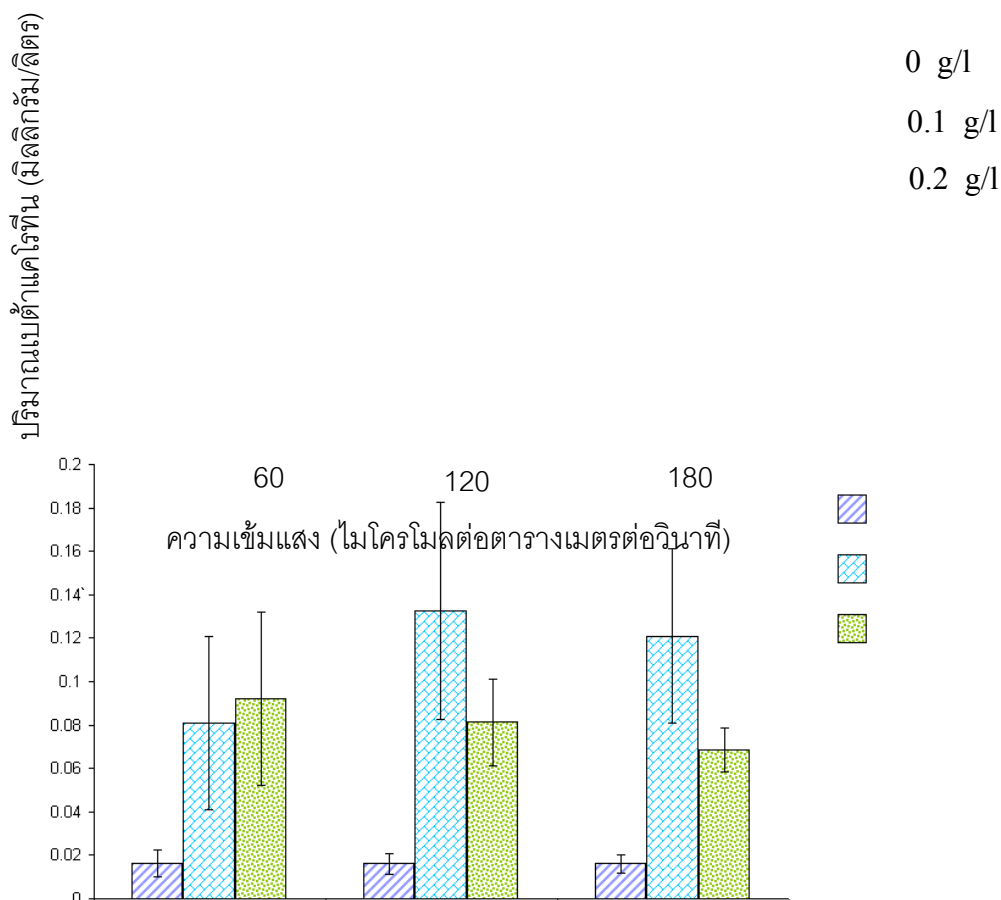
เมื่อความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรทและความเข้มแสงลดลง ปริมาณเบต้าแคโรทีนของสาหร่ายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยสาหร่ายในทุกชุดการทดลองมีปริมาณเบต้าแคโรทีนสูงสุด ในวันที่ 16 และเมื่อเลี้ยงที่ความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.1 กรัมต่อลิตร ความ

เข้มข้น 120 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที มีปริมาณเท่ากับ 0.133 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาคือเลี้ยงที่ความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.1 กรัมต่อลิตร ความเข้มข้น 180 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที มีปริมาณเท่ากับ 0.121 มิลลิกรัมต่อลิตร (รูปที่ 14, ตารางภาคผนวก ข ที่ 5) จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณเบต้าแคโรทีนที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรทแต่ละกลุ่มแตกต่างกัน ($P < 0.05$) แต่ปริมาณเบต้าแคโรทีนที่ระดับความเข้มข้นของแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) โดยที่ไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรทและระดับความเข้มข้นต่อปริมาณเบต้าแคโรทีน ($P > 0.05$) (ตารางภาคผนวก ง ที่ 8)



รูปที่ 14 ปริมาณเบต้าแคโรทีนของสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp. ในอาหารเหลวสังเคราะห์สูตร NS III ที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.1 และ 0.2 กรัม/ลิตร และที่ระดับความเข้มข้น 60, 120 และ 180 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที

สาหร่ายในทุกชุดการทดลองมีปริมาณเบต้าแคโรทีนเพิ่มสูงในวันที่ 16 โดยเลี้ยงที่ความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.1 กรัมต่อลิตร ความเข้มข้น 120 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที มีปริมาณเท่ากับ 0.133 มิลลิกรัมต่อลิตร (รูปที่ 15) จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าปริมาณเบต้าแคโรทีนแตกต่างกัน ($P < 0.05$) โดยที่ระดับความเข้มข้นโปแตสเซียมไนเตรท 0 กรัมต่อลิตร และที่ระดับความเข้มข้น 60, 120 และ 180 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที แตกต่างกับที่ระดับความเข้มข้นโปแตสเซียมไนเตรท 0.1 และ 0.2 กรัมต่อลิตร (ตารางภาคผนวก ง ที่ 9)



รูปที่ 15 ผลของความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรทและความเข้มแสงต่อปริมาณเบต้าแคโรทีนของสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp. ที่ระยะเวลาเลี้ยง 16 วัน

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ แคโรทีนอยด์และปริมาณเบต้าแคโรทีนที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรทแต่ละกลุ่มแตกต่างกัน ($P < 0.05$) แต่ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ แคโรทีนอยด์และปริมาณเบต้าแคโรทีนที่ระดับความเข้มแสงแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) โดยที่ไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท และระดับความเข้มแสงต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ แคโรทีนอยด์และปริมาณเบต้าแคโรทีน ($P > 0.05$) (ตาราง

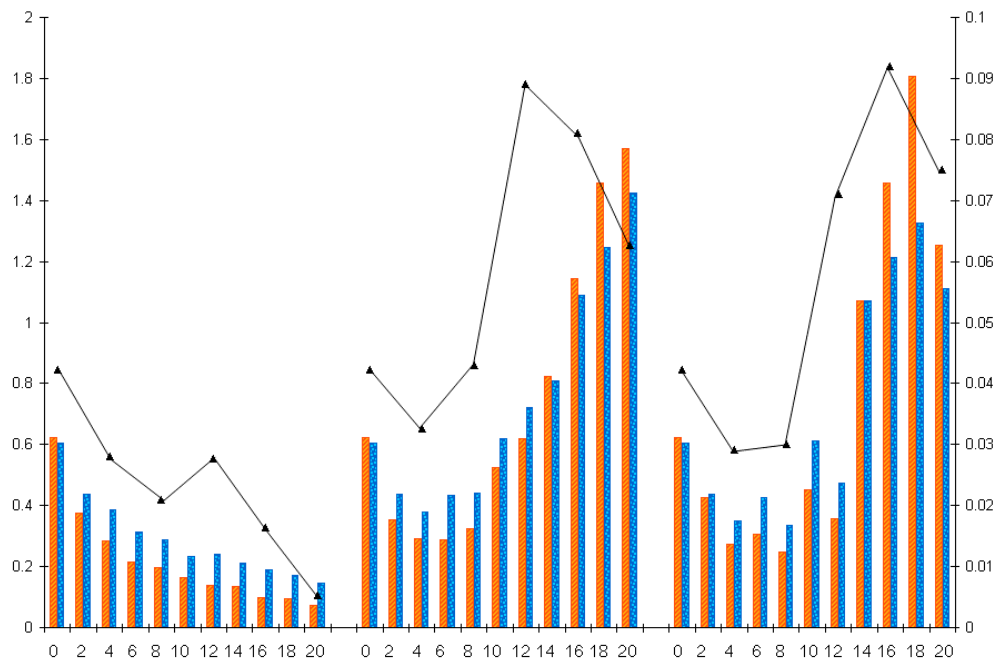
ภาคผนวก ง ที่ 3, 5, 8) จึงนำผลความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรทแต่ละกลุ่มที่แตกต่างกันมาวิเคราะห์ผลดังนี้

การเลี้ยงสาหร่ายที่ระดับความเข้มข้นแสง 60 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที และปริมาณความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0, 0.1 และ 0.2 กรัมต่อลิตร พบว่าสาหร่ายจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณแคโรทีนอยด์และปริมาณเบต้าแคโรทีนลดลงในวันที่ 4 หลังจากนั้นจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในวันที่ 18 โดยจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ สูงสุด เมื่อเลี้ยงที่ความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.2 กรัมต่อลิตร มีปริมาณเท่ากับ 1.81 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีปริมาณแคโรทีนอยด์สูงสุดเมื่อเลี้ยงที่ความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.1 กรัมต่อลิตร มีปริมาณเท่ากับ 1.41 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ระยะเวลาเลี้ยง 20 วันและมีปริมาณเบต้าแคโรทีนสูงสุดเมื่อเลี้ยงที่ความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.2 กรัมต่อลิตร เท่ากับ 0.127 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาเลี้ยง 16 วัน (รูปที่16) จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0, 0.1 และ 0.2 กรัมต่อลิตร และที่ระดับความเข้มข้นแสง 60 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ แคโรทีนอยด์และเบต้าแคโรทีนแตกต่างกัน ($P < 0.05$) โดยค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ค่าปริมาณแคโรทีนอยด์และเบต้าแคโรทีน ที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0 กรัมต่อลิตร จะแตกต่างกับ 0.1 และ 0.2 กรัมต่อลิตร (ตารางภาคผนวก ง ที่ 4,6,9)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และแคโรทีนอยด์ (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)

	KNO_3			
:	0 g/l	0.1 g/l	0.2 g/l	
		เวลา (วัน)		

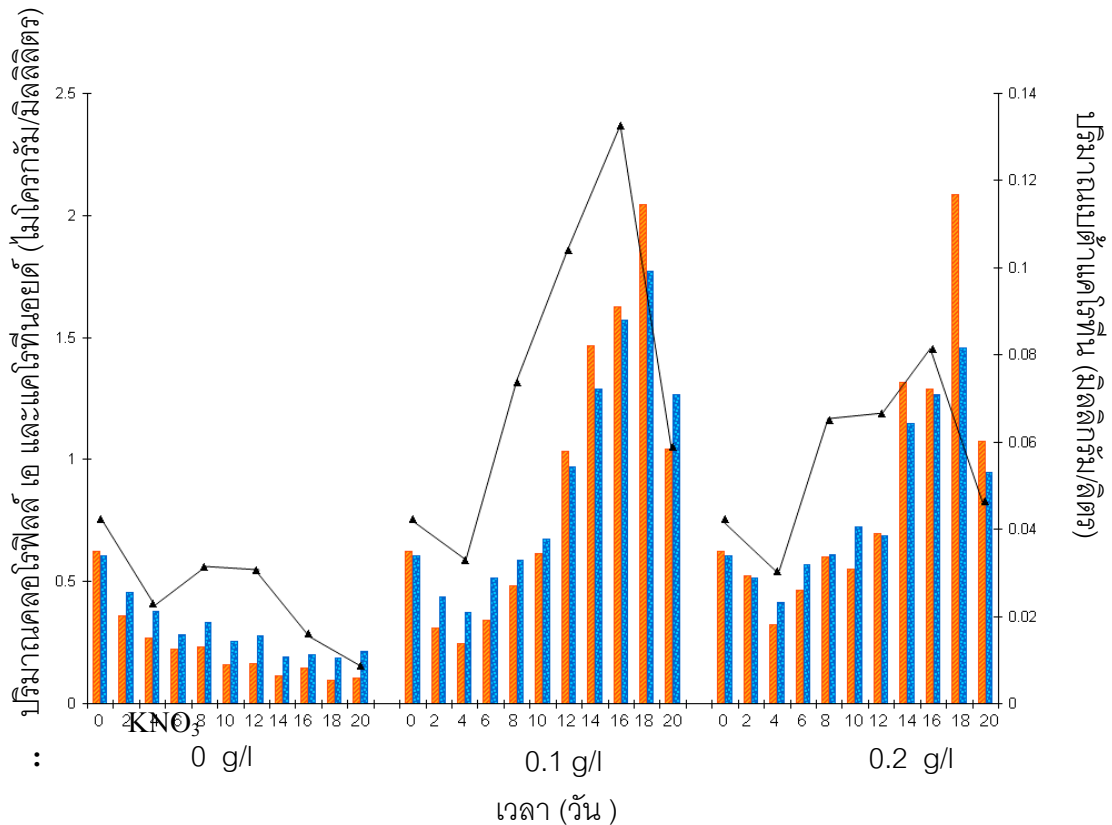
(๕๒๘/๒๕๖๒๓๕) พ.และป.๒๓๕๓๕๓๕๓๕



รูปที่ 16 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ แคโรทีนอยด์ และเบต้าแคโรทีนของสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp. ในอาหารเหลวสังเคราะห์สูตร NS III ที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0, 0.1, 0.2 กรัม/ลิตร และที่ระดับความเข้มข้นแสง 60 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที (■ กลอโรฟิลล์ เอ , ■ แคโรทีนอยด์ , —▲— เบต้าแคโรทีน)

การเลี้ยงสาหร่ายที่ระดับความเข้มข้นแสง 120 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที และที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0, 0.1 และ 0.2 กรัมต่อลิตร พบว่า สาหร่ายจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ แคโรทีนอยด์และปริมาณเบต้าแคโรทีนลดลงในวันที่ 4 หลังจากนั้นจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นไปจนถึงวันที่ 18 โดยจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ สูงสุดเมื่อเลี้ยงที่ความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.2 กรัมต่อลิตร มีปริมาณเท่ากับ 2.09 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีปริมาณแคโรทีนอยด์สูงสุดเมื่อเลี้ยงที่ความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.1 กรัมต่อลิตร มีปริมาณเท่ากับ 1.77 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และมีปริมาณเบต้าแคโรทีนสูงสุดเมื่อเลี้ยงที่ความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.1 กรัมต่อลิตร เท่ากับ 0.132 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาเลี้ยง 16 วัน (รูปที่ 17) จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0, 0.1 และ 0.2 กรัมต่อลิตร และที่ระดับความเข้มข้นแสง 120 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ค่าปริมาณ

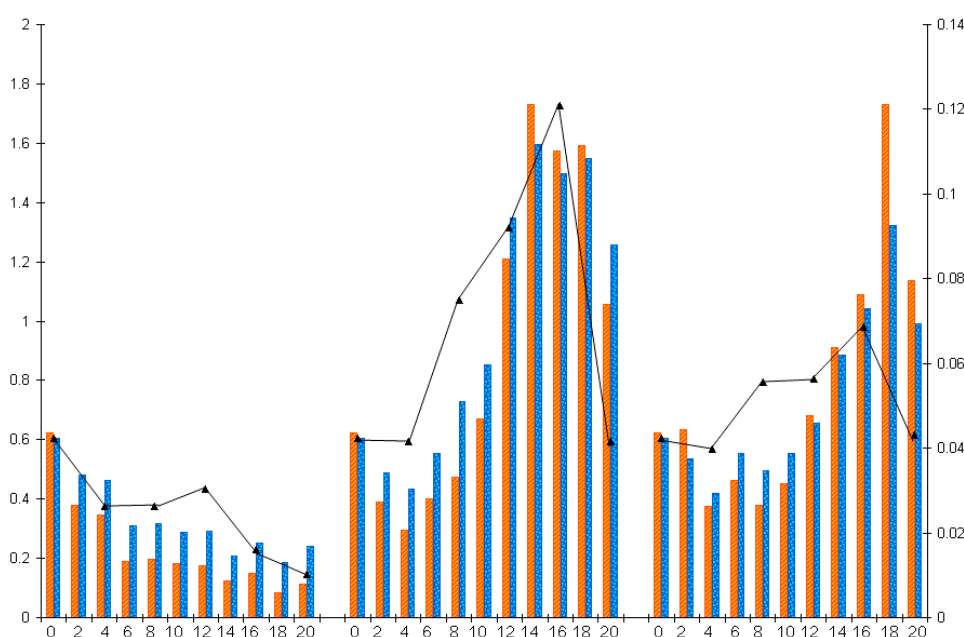
คลอโรฟิลล์ เอ แคโรทีนอยด์และเบต้าแคโรทีน แตกต่างกัน ($P < 0.05$) โดยค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ค่าปริมาณแคโรทีนอยด์และเบต้าแคโรทีน ที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียม ในเตรท 0 กรัมต่อลิตร จะแตกต่างกับ 0.1 และ 0.2 กรัมต่อลิตร (ตารางภาคผนวก ง ที่ 4,6,9)



รูปที่ 17 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ แคโรทีนอยด์ และเบต้าแคโรทีนของสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp. ในอาหารเหลวสังเคราะห์สูตร NS III ที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมในเตรท 0, 0.1, 0.2 กรัม/ลิตร และที่ระดับความเข้มข้นแสง 120 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที (■ คลอโรฟิลล์ เอ , ■ แคโรทีนอยด์ , ▲ เบต้าแคโรทีน)

การเลี้ยงสาหร่ายระดับความเข้มข้นแสง 180 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที และ ปริมาณความเข้มข้นของโปแตสเซียมในเตรท 0, 0.1 และ 0.2 กรัมต่อลิตร พบว่าสาหร่ายจะมี ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณแคโรทีนอยด์และปริมาณเบต้าแคโรทีนลดลงในวันที่ 4 หลังจากนั้น จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในวันที่ 14 โดยจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ สูงสุดเมื่อเลี้ยงที่ความเข้มข้นของ โปแตสเซียมในเตรท 0.1 กรัมต่อลิตร มีปริมาณเท่ากับ 1.92 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีปริมาณ แคโรทีนอยด์สูงสุดเมื่อเลี้ยงที่ความเข้มข้นของโปแตสเซียมในเตรท 0.1 กรัมต่อลิตร มีปริมาณเท่า

กับ 1.60 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และมีปริมาณเบต้าแคโรทีนสูงสุดเมื่อเลี้ยงที่ความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.1 กรัมต่อลิตร เท่ากับ 0.093 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาเลี้ยง 16 วัน (รูปที่ 18) จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0, 0.1 และ 0.2 กรัมต่อลิตรและที่ระดับความเข้มข้นแสง 180 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ แคโรทีนอยด์และเบต้าแคโรทีน แตกต่างกัน ($P < 0.05$) โดยค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ค่าปริมาณแคโรทีนอยด์และเบต้าแคโรทีน ที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0 กรัมต่อลิตร จะแตกต่างกับ 0.1 และ 0.2 กรัมต่อลิตร (ตารางภาคผนวก ง ที่ 4,6,9)



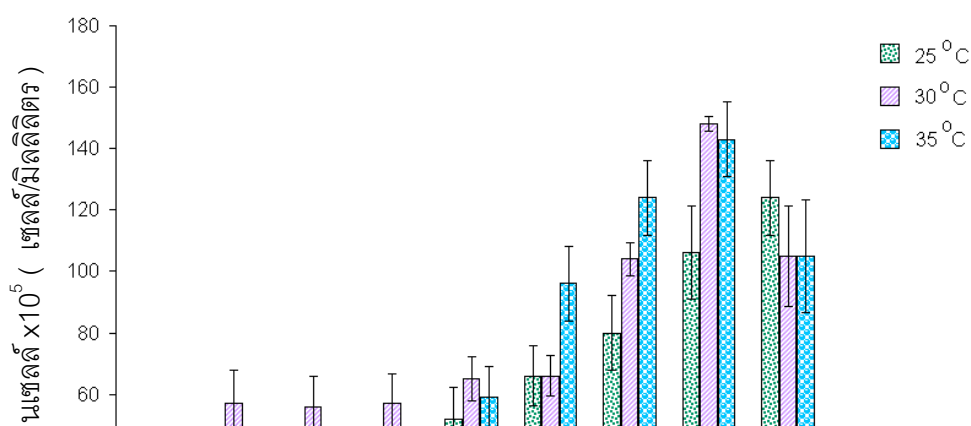
รูปที่ 18 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ แคโรทีนอยด์ และเบต้าแคโรทีนของสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp. ในอาหารเหลวสังเคราะห์สูตร NS III ที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0, 0.1, 0.2 กรัม/ลิตร และที่ระดับ ความเข้มข้นแสง 180 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที (■ คลอโรฟิลล์ เอ , ■ แคโรทีนอยด์ , ▲ เบต้าแคโรทีน)

การเปลี่ยนแปลงค่ากรด-เบส ในระหว่างการเติบโตของสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp. ในอาหารเหลวสังเคราะห์สูตร NS III ที่ไม่มีแหล่งไนเตรท และที่ระดับความเข้มข้นแสง 60, 120 และ 180 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงน้อย โดยจะมีค่ากรด-เบสค่อนข้างคงที่ ซึ่งมีค่าระหว่าง 6.3-6.7 ทั้งนี้เนื่องมาจากสาหร่ายที่เลี้ยงในอาหารที่ไม่มีแหล่งไนเตรทมีการสังเคราะห์แสงน้อย ทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในสารอาหารไม่เปลี่ยนแปลง ส่งผลให้ค่ากรด-เบสมีค่าค่อนข้างคงที่

การเปลี่ยนแปลงค่ากรด-เบส ในการเลี้ยงสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp. ที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.1, 0.2 กรัมต่อลิตร และที่ระดับความเข้มข้นแสง 60, 120 และ 180 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที พบว่า การเติบโตของสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp. ใกล้เคียงกัน (ตารางภาคผนวก ข ที่6) โดยค่ากรด-เบสเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ที่ระยะเวลาเลี้ยง 2 วัน ในทุกชุดการทดลอง โดยเพิ่มจากค่ากรด-เบส 6 เป็น 7.8- 9.3 และจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจนถึงวันที่ 20 โดยจะมีค่ากรด-เบสสูงสุดเท่ากับ 10.2

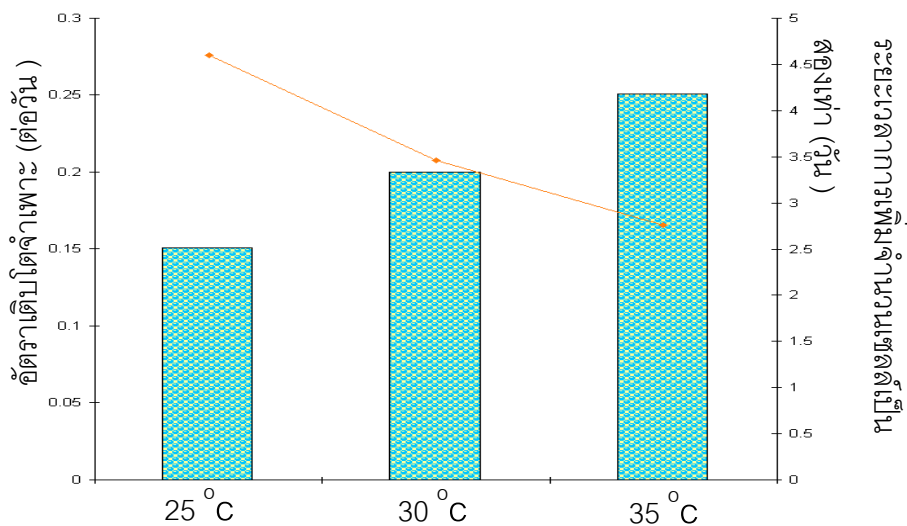
2. ผลของอุณหภูมิต่อการเติบโต ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณแคโรทีนอยด์ และปริมาณเบต้าแคโรทีนของสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp.



จากการทดลองที่ 1 ศึกษาผลของความเข้มข้นแสงและความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท ที่มีผลต่อการเติบโต และปริมาณเบต้าแคโรทีนของสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp. พบว่าเมื่อเพาะเลี้ยงสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp. ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในอาหารเหลวสังเคราะห์สูตร NSIII ที่ระดับความเข้มข้นแสง 120 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที และความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.1 กรัมต่อลิตร สาหร่ายจะมีปริมาณเบต้าแคโรทีนมากที่สุด ดังนั้นการทดลองต่อไปจึงนำผลที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 1 ไปทำการศึกษาต่อโดยทำการทดลองที่อุณหภูมิ 30 และ 35 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นการเติบโตของสาหร่ายจะเพิ่มขึ้นโดยสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp. ส่วนใหญ่มีการเติบโตเพิ่มขึ้นจนถึงวันที่ 14 ในทุกชุดการทดลอง สาหร่ายมีการเติบโตสูงสุดเมื่อเลี้ยงที่ความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.1 กรัมต่อลิตร ความเข้มข้นแสง 120 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โดยมีการเติบโตเท่ากับ 148×10^5 เซลล์/มิลลิลิตร มีอัตราการเติบโตจำเพาะเท่ากับ 0.2 ต่อวัน ระยะเวลาการเพิ่มจำนวนเซลล์เป็นสองเท่า เท่ากับ 3.46 วัน รองลงมาคือ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส คือ มีการเติบโตเท่ากับ 143×10^5 เซลล์/มิลลิลิตร (รูปที่ 19 , ตารางที่ 4, ตารางภาคผนวก ข ที่7) มีอัตราการเติบโตจำเพาะเท่ากับ 0.25 ต่อวัน ระยะเวลาการเพิ่มจำนวนเซลล์เป็นสองเท่า เท่ากับ 2.76 วัน (รูปที่ 20) และพบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นอัตราการเติบโตจำเพาะจะเพิ่มขึ้น แต่ระยะเวลาการเพิ่มจำนวนเซลล์เป็นสองเท่าจะลดลง จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าที่ระดับอุณหภูมิต่างกันการเติบโตไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) (ตารางภาคผนวก ง ที่ 10)



เวลา

รูปที่ 19 การเติบโตของสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp. ในอาหารเหลวสังเคราะห์สูตร NS III ที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.1 กรัม/ลิตรที่ระดับความเข้มข้นแสง 120 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที และที่ระดับอุณหภูมิต่างกัน



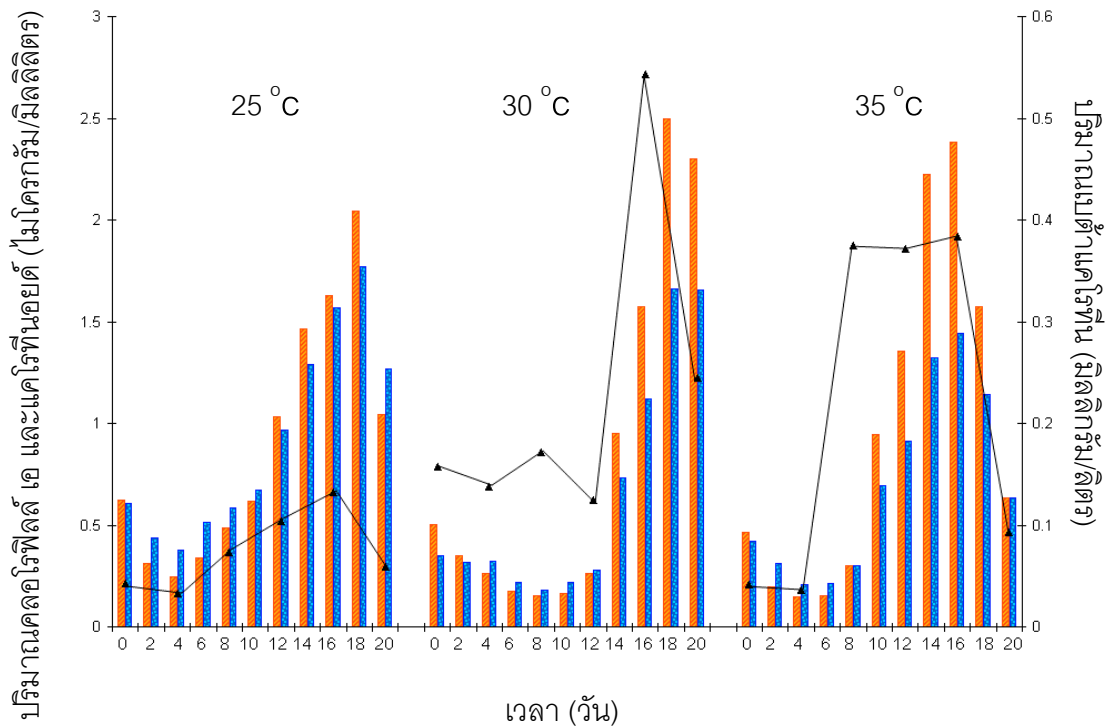
รูปที่ 20 อัตราการเติบโตจำเพาะ และระยะเวลาการเพิ่มการเติบโตเป็นสองเท่าของสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp. ในอาหารเหลวสังเคราะห์สูตร NS III ที่ระดับความเข้มข้นแสง 120 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.1 กรัม/ลิตร ( อัตราการเติบโตจำเพาะ(ต่อวัน) ,  ระยะเวลาการเพิ่มจำนวนเซลล์เป็นสองเท่า(วัน))

ตารางที่ 4 การเติบโตสูงสุดของสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp. ที่ระดับความเข้มข้นแสง 120 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ความเข้มข้นโปแตสเซียมไนเตรท 0.1 กรัม/ลิตร และที่ระดับอุณหภูมิต่างกัน

อุณหภูมิ	การเติบโตสูงสุด (เซลล์/มิลลิลิตร)

	$\bar{X} \pm SE$
25 °C	$(138 \pm 16) \times 10^5$
30 °C	$(148 \pm 13) \times 10^5$
35 °C	$(143 \pm 19) \times 10^5$

ผลของอุณหภูมิที่มีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณแคโรทีนอยด์และปริมาณเบต้าแคโรทีนในสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp. พบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และปริมาณเบต้าแคโรทีนจะเพิ่มขึ้นแต่ปริมาณแคโรทีนอยด์จะลดลง โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ แคโรทีนอยด์และปริมาณเบต้าแคโรทีนมีแนวโน้มลดลงในวันที่ 4 หลังจากนั้นจะมีปริมาณเพิ่มขึ้น โดยส่วนใหญ่จะมีค่าสูงสุดในวันที่ 18 โดยจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ สูงสุดเท่ากับ 2.50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อเลี้ยงที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีปริมาณแคโรทีนอยด์สูงสุดเท่ากับ 1.77 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีอัตราส่วนของแคโรทีนอยด์ต่อคลอโรฟิลล์สูงสุดเท่ากับ 1.586 และมีปริมาณเบต้าแคโรทีนสูงสุดเท่ากับ 0.543 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือเท่ากับ 236.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมเมื่อเลี้ยงที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (รูปภาพผนวก ค ที่ 1) ที่ระยะเวลาเลี้ยง 16 วัน มีอัตราการผลิตเบต้าแคโรทีน เท่ากับ 0.024 มิลลิกรัมต่อลิตรต่อวัน รองลงมาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เท่ากับ 2.38 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ระยะเวลาเลี้ยง 16 วัน มีปริมาณแคโรทีนอยด์เท่ากับ 1.66 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ระยะเวลาเลี้ยง 18 วัน และมีปริมาณเบต้าแคโรทีนเท่ากับ 0.383 มิลลิกรัมต่อลิตรหรือเท่ากับ 183.65 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมเลี้ยงที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ระยะเวลาเลี้ยง 16 วัน (รูปที่ 21, ตารางภาคผนวก ข ที่ 8,9,10) มีอัตราการผลิตเบต้าแคโรทีน เท่ากับ 0.021 มิลลิกรัมต่อลิตรต่อวัน จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าที่ระดับอุณหภูมิต่างกัน ค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) แต่พบว่าค่าปริมาณแคโรทีนอยด์และเบต้าแคโรทีนแตกต่างกัน ($P < 0.05$) โดยเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จะแตกต่างกับเลี้ยงที่ 30 องศาเซลเซียส และ 35 องศาเซลเซียส (ตารางภาคผนวก ง ที่ 10,11,12)



รูปที่ 21 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ แคลโรทีนอยด์ และเบต้าแคโรทีนของสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp. ในอาหารเหลวสังเคราะห์สูตร NS III ที่ระดับความเข้มข้น 120 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.1 กรัม/ลิตร โดยเลี้ยงที่ระดับอุณหภูมิต่างกัน (■ กลอโรฟิลล์ เอ , ■ แคลโรทีนอยด์ , —▲— เบต้าแคโรทีน)

การเปลี่ยนแปลงค่ากรด-เบส ในการเลี้ยงสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp. ที่ระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมไนเตรท 0.1 กรัมต่อลิตร และที่ระดับความเข้มข้น 120 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที พบว่า การเติบโตของสาหร่าย *Chlorosarcinopsis* sp. ใกล้เคียงกัน (ตารางภาคผนวก ข ที่ 11) โดยค่ากรด-เบสเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ที่ระยะเวลาเลี้ยง 2 วัน ในทุกชุดการทดลอง โดยเพิ่มจากค่ากรด-เบส 6 เป็น 8.6- 8.8 หลังจากนั้นค่ากรด-เบสค่อนข้างคงที่จนถึงสุดการทดลอง