บทคัดย่อ

229547

สไปรูลิน่า (*Spirulina platensis*) เป็นไซยาโนแบคทีเรียชนิดหนึ่งที่เป็นแหล่งของโปรตีน วิตามิน กรดไขมันจำเป็น และรงควัตถุต่างๆ จึงส่งผลให้สไปรูลิน่ามีความสำคัญในอุตสาหกรรมด้านอาหาร ยา และเครื่องสำอาง ด้วยเหตุนี้จึงมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสไปรูลิน่าจากนักวิทยาศาสตร์ทั่วโลก รวมถึงคณะวิจัยจากห้องปฏิบัติการสาหร่ายของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี แต่การศึกษาของคณะวิจัยห้องปฏิบัติการสาหร่ายที่ผ่านมานั้นทำการศึกษาเพียงในขวดรูปชมพู่และระบบเปิด ยังไม่มีการศึกษาในถังปฏิกรณ์แบบใช้แสงที่สามารถควบคุมสภาวะการทดลองได้ดีกว่า อีกทั้งไม่มีการศึกษาการเจริญของสไปรูลิน่า สายพันธุ์ C1 ภายใต้สภาวะ Heterotrophic และ Mixotrophic การเจริญโดยใช้แหล่งคาร์บอนอื่นในสภาวะ Heterotrophic และการประยุกต์ใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ระดับจีโนมของสไปรูลิน่ามาช่วยหาแนวทางในการเพิ่มปริมาณชีวมวลของสไปรูลิน่าให้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาการเพิ่มผลผลิตชีวมวลของสไปรูลิน่าโดยการเพาะเลี้ยงภายใต้สภาวะต่างๆ ข้างต้น เพื่อนำผลการทดลองมาใช้ในการหาแนวทางการเพิ่มปริมาณชีวมวลจากแบบจำลองคอมพิวเตอร์ระดับจีโนมที่ปรับปรุงขึ้นจากการศึกษาครั้งนี้

ผลการทดลองพบว่าสภาวะที่ไม่ควบคุม pH ความเข้มแสง 200 $\mu Em^{-2}s^{-1}$ อุณหภูมิ 35°C เป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสไปรูลิน่า สายพันธุ์ C1 ในถังปฏิกรณ์แบบใช้แสง โดยให้ค่าอัตราการเจริญจำเพาะสูงสุดเท่ากับ 0.0331 h^{-1} และปริมาณชีวมวลเท่ากับ 1.420 g/l ในวันที่ 4 ของการทดลอง เมื่อเพาะเลี้ยงภายใต้สภาวะ Autotrophic, Heterotrophic และ Mixotrophic พบว่าอัตราการเจริญจำเพาะสูงสุดมีค่าไม่แตกต่างกันในสภาวะ Autotrophic และ Mixotrophic แต่ไม่สามารถเจริญได้ในสภาวะ Heterotrophic นอกจากนี้ยังพบว่าสไปรูลิน่า สายพันธุ์ C1 ไม่สามารถใช้แหล่งคาร์บอนอื่นได้ในสภาวะ Heterotrophic เมื่อนำข้อมูลการทดลองมาใช้ในการจำลองพฤติกรรมของสไปรูลิน่าโดยอาศัยแบบจำลองคอมพิวเตอร์ระดับจีโนมที่ได้รับการปรับปรุงแล้วซึ่งประกอบด้วย 875 ปฏิกิริยา 692 ยีน และ 753 เมตาบอไลต์ แบบจำลองดังกล่าวสามารถทำนายพฤติกรรมของสไปรูลิน่าได้ใกล้เคียงกับผลการทดลองโดยมี % error เท่ากับ 3% เมื่อประยุกต์ใช้แบบจำลองในการหาแนวทางการเพิ่มผลผลิตชีวมวลของสไปรูลิน่าพบว่าการเติมกรดอะมิโน L-glutamate, L-glutamine หรือ L-proline ตัวใดตัวหนึ่งคู่กับ L-aspartate หรือ L-asparagine ที่อัตราการ uptake เท่ากับ 0.03 mmol/mmol DW/h มีผลทำให้อัตราการสร้างชีวมวลของสไปรูลิน่ามีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 0.0591 h^{-1}

Abstract

229547

Spirulina, a well known valuable cyanobacterium, has long been used as profitable substances to promote good health due to its rich compositions in protein, essential fatty acid (GLA), vitamin and pigments boasting anti-oxidant properties. Recently, many studies have been investigating the physiology of *Spirulina* in worldwide including the Algal Laboratory at King Mongkut's University of Technology Thonburi, Thailand. However, the researchers in Algal Laboratory have never studied *Spirulina* cultivation in photobioreactor (PBR), under Heterotrophic and Mixotrophic growth, using various alternatives C-source instead of bicarbonate in the dark, and applying computational model in order to maximise the biomass production. Therefore, this work aims to increase the biomass formation of *Spirulina* using all collected experimental data and a genome-scale model which was also improved in this study.

We cultivated *S. platensis* C1 in a newly designed tubular photobioreactor Sartorius BIOSTAT PBR 2S, in which the culture parameters can be automatically and accurately controlled. The results show that the maximum specific growth rates equal to 0.0331 h^{-1} under optimal temperature 35°C, uncontrolled pH, and 200 micro photons $m^{-2}s^{-1}$ for light intensity. Moreover, we found that the growth rates were similar under autotrophic and mixotrophic conditions and *S. platensis* C1 could not grow in alternatives C-source including glucose under heterotrophic. Using these data to perform computational simulation, the predicted biomass productions were consistent with the measured biomass under various growth conditions. We used this validated model to investigate the cellular metabolism for further improvement of biomass production of *S. platensis* C1. The results show that the maximum specific growth rates were enhanced to 0.0591 h^{-1} under the condition of adding L-glutamate, L-glutamine, or L-proline together with L-aspartate or L-asparagine at 0.03 mmol/mmol DW/h uptake rate.