# ABSTRACT

The production of single cell protein from *Schwanniomyces occidentalis* TISTR 5555 using cassava starch as a substrate was investigated. When the culture was grown in medium containing 4% W/V of cassava starch, 2.50 g/l of protein content was obtained. The optimal pH in this study was 5.5. To determine the effect of nitrogen sources on single cell protein production, different kinds of nitrogen sources were tested. When $NH_4NO_3$, $(NH_4)_2SO_4$, peptone and urea were used, the results showed that $NH_4NO_3$ at 0.5% W/V was the best nitrogen source. 4.73 g/l of protein content was obtained in this condition. Moreover we also found that the growth curve and the protein content of *S. occidentalis* TISTR 5555 were not different when the culture was grown in presence and absence of $KH_2PO_4$. This implies that the production of single cell protein from this strain does not necessary needs $KH_2PO_4$. We also investigated the effect of yeast extract and malt extract on single cell protein production. The highest protein content of 2.805 g/l was obtained when the culture was grown in medium containing 0.5% W/V of yeast extract, whereas the protein content of *S. occidentalis* TISTR 5555 was not different when the culture was grown in medium containing and not containing malt extract. From this result we conclude that malt extract is not necessary for the production of single cell protein from this strain.

When the single cell protein was produced in 5 and 10 liters fermenter under the optimal conditions, the protein content of 2.432 and 2.840 g/l were obtained respectively. To determine the chemical compositions of this single cell protein, the culture was grown in 5 and 10 liters fermenter for 72 hours and the dried cell of *S. occidentalis* TISTR 5555 was analyzed. 43.87% of crude protein, 0.17% of crude lipid, 0.67% of fiber, 0.18% of calcium, 0.77% of phosphorus, 4.31% of ash and 9.32% of moisture were obtained. The highest amino acid was glutamic acid (1,599 mg/100 g dry weight) and the highest fatty acid was oleic acid (1.44 g/100 g dry weight). When this single cell protein was used as a source of protein in a feedstock for coturnix (*Coturnix japonica*), the following results were observed. The results showed that single cell protein has no effect on feedstock

consumption, the percentage of egg production, color of egg yolk, the chemical compositions of egg and the chemical compositions of egg shell. However we found that the weight of egg was difference when single cell protein was used instead of soyabean at the various level. In this study the results showed that the weight of egg was highest when single cell protein was used instead of soyabean at the level of 12%.

# บทคัดย่อ

จากการศึกษาการผลิตโปรตีนเซลล์เดียวจากยีสต์ *Schwanniomyces occidentalis* TISTR 5555 โดยใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นแหล่งวัตถุดิบ พบว่าการเลี้ยงยีสต์ในสูตรอาหารที่มีแป้งความเข้มข้น 4% W/V และปรับ pH เริ่มต้นของอาหารเป็น 5.5 ยีสต์มีการเจริญให้ปริมาณโปรตีนสูงสุดคือ 2.5 กรัมต่อลิตร และเมื่อทำการศึกษาถึงชนิดและความเข้มข้นที่เหมาะสมของแหล่งไนโตรเจนโดยการเลี้ยงยีสต์ในสูตรอาหารที่มี $NH_4NO_3$, $(NH_4)_2SO_4$, peptone และ urea ที่ความเข้มข้นต่างๆกัน พบว่าการเลี้ยงยีสต์ในสูตรอาหารที่มี $NH_4NO_3$ 0.5% W/V เป็นแหล่งไนโตรเจนยีสต์มีการเจริญให้ปริมาณโปรตีนสูงสุดคือ 4.73 กรัมต่อลิตร ส่วนผลของโปตัสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตต่อการผลิตโปรตีนเซลล์เดียว จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าปริมาณโปรตีนที่ผลิตได้เมื่อทำการเลี้ยงยีสต์ในสูตรอาหารที่เติมและไม่เติมโปตัสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตให้ผลไม่แตกต่างกัน ดังนั้นในการผลิตโปรตีนเซลล์เดียวจากยีสต์สายพันธุ์นี้ จึงไม่จำเป็นต้องเติมโปตัสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาถึงผลของ yeast extract และ malt extract ต่อการผลิตโปรตีนเซลล์เดียวจาก *Schwanniomyces occidentalis* TISTR 5555 จากผลของการศึกษาโดยการเลี้ยงยีสต์ในสูตรอาหารที่มี yeast extract และ malt extract ที่ความเข้มข้นต่างๆกัน พบว่าการเลี้ยงยีสต์ในสูตรอาหารที่เติม yeast extract ความเข้มข้น 0.50% W/V ให้ปริมาณโปรตีนสูงสุดคือ 2.805 กรัมต่อลิตร ในขณะที่การเลี้ยงยีสต์ในสูตรอาหารที่เติมและไม่เติม malt extract ปริมาณโปรตีนที่ผลิตได้ให้ผลไม่แตกต่างกันมากนัก ดังนั้นในการผลิตโปรตีนเซลล์เดียวจากยีสต์สายพันธุ์นี้จึงไม่จำเป็นต้องเติม malt extract

จากสภาวะดังกล่าวข้างต้นเมื่อนำมาใช้ในการเลี้ยงยีสต์เพื่อการผลิตโปรตีนเซลล์เดียวในถังหมักขนาด 5 ลิตร และ 10 ลิตร โดยเติมอาหารเลี้ยงเชื้อลงไปในถังหมักให้มีปริมาตรทำงาน (working volume) เท่ากับ 3 ลิตร และ 6 ลิตร ตามลำดับ อัตราการให้อากาศ 1 vvm ทำการเลี้ยงที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากผลการศึกษาพบว่าการเลี้ยงยีสต์ในถังหมักขนาด 5 ลิตร ได้ปริมาณโปรตีนสูงสุดคือ 2.432 กรัมต่อลิตร และการเลี้ยงยีสต์ในถังหมักขนาด 10 ลิตร ได้ปริมาณโปรตีนสูงสุดคือ 2.840 กรัมต่อลิตร จากโปรตีนที่ผลิตได้เมื่อนำไปอบแห้งและนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่ามีปริมาณโปรตีนรวม (crude protein) 43.87% ปริมาณไขมันรวม (crude lipid) 0.17% ปริมาณเยื่อใย 0.67% ปริมาณแคลเซียม 0.18% ปริมาณฟอสฟอรัส 0.77% ปริมาณเถ้า 4.31% และมีความชื้น 9.32% ปริมาณกรดอะมิโนที่พบมากที่สุดคือ glutamic acid (1599 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง) ปริมาณกรดไขมันที่พบมากที่สุดคือ oleic acid

(1.44 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง) และเมื่อนำโปรตีนเซลล์เดียวที่ผลิตได้ไปทดสอบใช้เป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารสัตว์โดยนำไปใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารสำหรับเลี้ยงนกกระทาไข่ที่ระดับต่างๆกันคือ 4, 8 และ 12% จากการติดตามวิเคราะห์ผลโดยการเลี้ยงนกกระทาเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าปริมาณอาหารที่นกกระทากินต่อตัวต่อวัน ปริมาณอาหารที่นกกระทาใช้ต่อการผลิตไข่ 1 ฟอง เปอร์เซ็นต์การไข่ สีของไข่แดง องค์ประกอบทางเคมีของไข่นกกระทา ตลอดจนองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกไข่นกกระทาไม่แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้พบว่าน้ำหนักของไข่นกกระทาที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีปริมาณโปรตีนเซลล์เดียวที่ระดับต่างกันให้ผลแตกต่างกันคือสูตรอาหารที่มีโปรตีนเซลล์เดียวเป็นองค์ประกอบในระดับที่สูงกว่าจะให้น้ำหนักไข่นกกระทาที่สูงกว่าสูตรอาหารที่มีโปรตีนเซลล์เดียวในปริมาณที่ต่ำกว่าหรือไม่มีโปรตีนเซลล์เดียวเป็นองค์ประกอบเลย โดยผลของการศึกษาพบว่าการเลี้ยงนกกระทาด้วยสูตรอาหารที่มีโปรตีนเซลล์เดียวเป็นองค์ประกอบอยู่ในระดับ 12% จะให้น้ำหนักของไข่นกกระทาที่สูงกว่าการเลี้ยงนกกระทาด้วยสูตรอาหารอื่น