

Abstract

Ethanol production from sweet sorghum stem juice supplemented with metals (Zn, Mg and Mn) and low-cost nitrogen source (dried spent yeast) under very high gravity (VHG) condition by *Saccharomyces cerevisiae* NP01 was studied. Ethanol production from the juice supplemented with yeast extract and standard synthetic ethanol production medium were also investigated to compare ethanol production efficiencies. The results showed that when the juice containing 280 g l^{-1} of total sugar without nutrient supplement was used, the ethanol concentration (P), yield ($Y_{p/s}$) and productivity (Q_p) obtained were $107.96 \pm 0.51 \text{ g l}^{-1}$, $0.46 \pm 0.00 \text{ g g}^{-1}$ and $1.50 \pm 0.01 \text{ g l}^{-1} \text{ h}^{-1}$, respectively at the fermentation time of 72 h. When the juice was supplemented with yeast extract, 9; Zn, 0.01; Mg, 0.05 and Mn, 0.04 g l^{-1} , the ethanol production efficiencies increased with the P and $Y_{p/s}$ values of $121.10 \pm 1.54 \text{ g l}^{-1}$ and $0.50 \pm 0.01 \text{ g g}^{-1}$, respectively at the fermentation time of 48 h. The P and $Y_{p/s}$ values were not different with those using the standard synthetic ethanol production medium. However, the fermentation time of using yeast extract coupling with the metals was 8 h shorter than that using the standard synthetic medium, resulting in higher Q_p value under the yeast extract and metal supplementation. When 13.34 g l^{-1} of dried spent yeast (containing total nitrogen equal to that of 9 g l^{-1} of yeast extract) and the dried spent yeast coupling with the metals were used as the supplements for the ethanol production from the sweet sorghum juice, the ethanol production efficiencies under both conditions were not different. Therefore, the addition of the metals was not necessary. In addition, the results showed that dried spent yeast could be used as the low-cost nitrogen supplement instead of yeast extract. The ethanol production efficiencies from the juice supplemented with only DSY were slightly lower than those supplemented with yeast extract coupling with the metals. The P and Q_p values under the DSY supplementation were $119.13 \pm 1.22 \text{ g l}^{-1}$ and $1.99 \pm 0.02 \text{ g l}^{-1} \text{ h}^{-1}$, respectively at the fermentation time of 60 h.

คำสำคัญ: VHG fermentation, sweet sorghum, low-cost nitrogen source, metals, *Saccharomyces cerevisiae*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการผลิตเอทานอลจากน้ำคั้นลำต้นข้าวฟ่างหวานที่มีการเสริมด้วยโลหะและแหล่งไนโตรเจนราคาถูกคือกากเซลล์ยีสต์แห้งภายใต้สภาวะ Very high gravity (VHG) โดยยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* NP01 พร้อมเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตเอทานอลที่ได้กับเมื่อใช้น้ำคั้นลำต้นข้าวฟ่างหวานที่เติมยีสต์เอ็กซ์แทรก และจากอาหารสังเคราะห์มาตรฐานสูตรผลิตเอทานอล ผลการทดลองพบว่า เมื่อใช้น้ำคั้นลำต้นข้าวฟ่างหวานที่มีน้ำตาลเริ่มต้น 280 กรัมต่อลิตร และไม่มีการเติมสารอาหารเสริม ได้ความเข้มข้นเอทานอล (P) ผลได้ ($Y_{p/s}$) และอัตราผลผลิต (Q_p) 107.96 ± 0.51 กรัมต่อลิตร, 0.46 ± 0.00 กรัมต่อกรัม และ 1.50 ± 0.01 กรัมต่อลิตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ ที่ระยะเวลาการหมัก 72 ชั่วโมง เมื่อใช้น้ำคั้นลำต้นข้าวฟ่างหวานที่เติมยีสต์เอ็กซ์แทรก 9, สังกะสี 0.01, แมกนีเซียม 0.05 และ แมงกานีส 0.04 กรัมต่อลิตร พบว่าได้ประสิทธิภาพการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้น โดยได้ค่า P และ $Y_{p/s}$ เท่ากับ 121.10 ± 1.54 กรัมต่อลิตร และ $Y_{p/s}$ 0.50 ± 0.01 กรัมต่อกรัม ตามลำดับ ที่ระยะเวลาการหมัก 48 ชั่วโมง ซึ่งค่า P และ $Y_{p/s}$ ที่ได้มีค่าไม่แตกต่างกับเมื่อใช้อาหารสังเคราะห์มาตรฐานสูตรผลิตเอทานอล แต่การใช้น้ำคั้นลำต้นข้าวฟ่างหวานที่เติมยีสต์เอ็กซ์แทรกและโลหะดังกล่าว ใช้ระยะเวลาในการหมักสั้นกว่าเมื่อใช้อาหารสังเคราะห์ 8 ชั่วโมง ทำให้ค่า Q_p ของสภาวะที่เติมยีสต์เอ็กซ์แทรกและโลหะสูงกว่าเมื่อใช้อาหารสังเคราะห์ เมื่อใช้กากเซลล์ยีสต์แห้ง 13.34 กรัมต่อลิตร (มีไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับในยีสต์เอ็กซ์แทรก 9 กรัมต่อลิตร) และใช้กากเซลล์ยีสต์แห้งร่วมกับโลหะดังกล่าว เป็นอาหารเสริมในการผลิตเอทานอลจากน้ำคั้นลำต้นข้าวฟ่างหวาน ผลการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพการผลิตเอทานอลใน 2 สภาวะนี้ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องเติมโลหะร่วมกับกากเซลล์ยีสต์ และพบว่ากากเซลล์ยีสต์แห้งสามารถใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนราคาถูกแทนยีสต์เอ็กซ์แทรกได้ดี โดยการเติมเฉพาะกากเซลล์ยีสต์ในน้ำคั้นลำต้นข้าวฟ่างหวานสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเอทานอลได้ต่ำกว่าสภาวะที่ใช้ยีสต์เอ็กซ์แทรกร่วมกับโลหะเล็กน้อย คือได้ค่า P และ Q_p เท่ากับ 119.13 ± 1.22 กรัมต่อลิตร และ 1.99 ± 0.02 กรัมต่อลิตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ ที่ระยะเวลาการหมัก 60 ชั่วโมง

คำสำคัญ: การหมักแบบ VHG ข้าวฟ่างหวาน แหล่งไนโตรเจนราคาถูก โลหะ *Saccharomyces cerevisiae*