

การคัดเลือกและศึกษาการเจริญของสเตรปโตมัยซีทในอาหารเหลวที่เตรียมจาก
น้ำล้างมันฝรั่งและน้ำหางนมกระป๋อง

Selection of *Streptomyces* for Study of Growth in Liquid Media Preparing from
Starchy Wastewater and Buffalo Whey

สุธีรา ศรีสมัย (Suteera Srisamai)* ดร. วสุ ปฐมอารีย์ (Dr. Wasu Pathom-aree)**

บทคัดย่อ

คัดเลือกสเตรปโตมัยซีทที่สามารถผลิตเอนไซม์โปรติเอส ไลเปส และอะไมเลสได้ โดยสร้างวงไตแสดงการทำงานของเอนไซม์บนอาหารทดสอบ skimmed milk agar, tributyrin agar และ starch agar ตามลำดับ เมื่อนำไปศึกษาการเจริญโดยเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวที่ประยุกต์จากน้ำล้างมันฝรั่งและน้ำหางนมกระป๋อง โดยแบ่งออกเป็น 4 ชุดทดลอง ดังนี้ น้ำล้างมันฝรั่ง น้ำหางนมกระป๋อง น้ำล้างมันฝรั่งผสมน้ำหางนมกระป๋อง (1:1) และอาหารเหลวสำเร็จรูป YpSs พบว่าเมื่อเลี้ยงสเตรปโตมัยซีทจำนวน 8 ไอโซเลต ได้แก่ F7-6, F8-6, S2F3, S9-4, S9-8, S11-3, S13-2 และ SAIA ในน้ำล้างมันฝรั่งแล้วสามารถเจริญและให้ปริมาณเซลล์ได้ดีเทียบเท่ากับในอาหารเหลว YpSs ภายใต้สภาวะเดียวกัน ($p=0.884$) และพบว่า S9-8 สามารถเจริญได้ดีและให้ปริมาณเซลล์โดยเฉลี่ยในอาหารทั้ง 4 ชุดทดลองได้สูงที่สุด นอกจากนี้ F7-6 และ F8-6 ยังสามารถเจริญและให้ปริมาณเซลล์ในน้ำล้างมันฝรั่งได้มากกว่าใน YpSs และ SAIA ยังสามารถเจริญและให้ปริมาณเซลล์ในน้ำล้างมันฝรั่งผสมน้ำหางนมกระป๋องได้มากกว่าใน YpSs ด้วยเช่นกัน

ABSTRACT

Streptomyces that capable of producing protease, lipase and amylase enzymes were selected on skimmed milk agar, tributyrin agar and starch agar, respectively. These *Streptomyces* were cultivated in liquid media which prepared from industrial processing waste; Starchy wastewater, Buffalo whey and mixture of both waste. Synthetic media; YpSs was used as control. Among these, 8 isolate; F7-6, F8-6, S2F3, S9-4, S9-8, S11-3, S13-2 and SAIA were able to grow in both waste and yielded equivalent growth as those cultivated in YpSs under the same condition ($p=0.884$). From this study, S9-8 showed the best performance of growth and biomass in all liquid media. In addition, F7-6 and F8-6 can grow in starchy waste water and yielded higher than cultivated in YpSs. Likewise, SAIA can grow in buffalo whey and yielded more than YpSs.

คำสำคัญ: สเตรปโตมัยซีท น้ำล้างมันฝรั่ง น้ำหางนมกระป๋อง

Key Words: *Streptomyces*, starchy waste water, buffalo whey

* นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

** อาจารย์ สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บทนำ

สเตรปโตมัยซีท เป็นแบคทีเรียสกุลหนึ่งในแอคติโนมัยซีท เป็นแบคทีเรียเส้นสายแกรมบวก พบกระจายอยู่มากทั้งในดินและน้ำ มีความสามารถในการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้ดี บางสายพันธุ์สามารถผลิตเอนไซม์ได้หลายชนิด ได้แก่ เอนไซม์โปรติเอส ไลเปส และอะไมเลส เป็นต้น ด้วยคุณสมบัติดังกล่าว สเตรปโตมัยซีทจึงได้รับความสนใจในการศึกษาและนำมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการอุตสาหกรรมหลายประเภท อาทิ การใช้สเตรปโตมัยซีทผลิตเอนไซม์เพื่อช่วยเร่งปฏิกิริยาในกระบวนการอุตสาหกรรมการหมัก, อุตสาหกรรมอาหารและนม, อุตสาหกรรมสุรา, อุตสาหกรรมแป้ง อุตสาหกรรมกระดาษ, อุตสาหกรรมยาง เหล่านี้เป็นต้น ทั้งยังเป็นการช่วยลดระยะเวลาในการผลิตอีกด้วย การประยุกต์ใช้เอนไซม์จากสเตรปโตมัยซีทมาช่วยในการบำบัดคุณภาพดินและน้ำ (Fuller, 1989; Kesarcodi-Watson *et al.*, 2008) และการนำสเตรปโตมัยซีทมาใช้เป็นแบคทีเรียโปรไบโอติกเสริมในอาหารสัตว์ โดยสเตรปโตมัยซีทจะหลั่งเอนไซม์ออกมาย่อยโมเลกุลอาหารให้มีขนาดเล็กลง ทำให้ง่ายต่อการดูดซึมและนำไปใช้งานของสัตว์เจ้าบ้าน ช่วยส่งเสริมการเจริญในสัตว์ได้ (Maciorowski *et al.*, 2007; Das *et al.*, 2006)

จากคุณประโยชน์ข้างต้น การผลิตเซลล์สเตรปโตมัยซีทเพื่อการศึกษาหรือการนำไปใช้ประโยชน์ก็ดี ล้วนมีความต้องการใช้ในปริมาณมาก ในขณะที่สเตรปโตมัยซีทส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียที่ใช้ระยะเวลาในการเพาะเลี้ยงนาน ทำให้มีปริมาณเซลล์ไม่เพียงพอต่อการใช้งาน ประกอบกับราคาอาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูปในท้องตลาดล้วนมีราคาแพง การผลิตเซลล์สเตรปโตมัยซีทในปริมาณมากจึงส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสเตรปโตมัยซีทสูงขึ้นตามไปด้วย จึงมีการนำเอาวัสดุทางการเกษตร อาทิ ฟางข้าวเจ้า ฟางข้าวสาลี รำข้าวเจ้า รำข้าวสาลี ชังข้าวโพด เปลือกข้าวโพด เปลือกเมล็ดฝ้าย (Lauruengtana and Pinphanichakarn, 2006) น้ำแช่ข้าวโพด และกากน้ำตาล (De Azeredo

et al., 2006) เป็นต้น มาประยุกต์ใช้เป็นอาหารสำหรับเพาะเลี้ยงสเตรปโตมัยซีทแทนอาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูป แม้ว่าการนำวัสดุทางการเกษตรดังกล่าวมาใช้เพื่อลดต้นทุนอาหาร แต่กระบวนการเตรียมวัสดุทางการเกษตรบางชนิดนั้น ก่อนนำไปใช้งานต้องเสียเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายในการแปรรูปวัสดุเหล่านั้นให้พร้อมใช้งาน ดังนั้น การนำเอาวัสดุเหลือทิ้งหรือวัสดุซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการอุตสาหกรรม ได้แก่ น้ำล้างมันฝรั่ง และน้ำหางนมกระป๋อง ซึ่งมีสถานะเป็นของเหลวอยู่ในรูปพร้อมใช้งาน จึงนับเป็นวัตถุดิบอีกทางเลือกหนึ่งที่คณะผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความเป็นไปได้ที่จะนำวัสดุเหลือทิ้งเหล่านั้นมาประยุกต์ใช้เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อราคาถูกสำหรับเพาะเลี้ยงและผลิตเซลล์สเตรปโตมัยซีทที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ สำหรับนำไปศึกษาหรือใช้ประโยชน์ต่อไปได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. ศึกษาความสามารถในการผลิตเอนไซม์บางชนิดของสเตรปโตมัยซีทที่มีความสำคัญ ได้แก่ เอนไซม์โปรติเอส ไลเปส และอะไมเลส
2. เพาะเลี้ยงสเตรปโตมัยซีทที่คัดเลือกได้ โดยประยุกต์ใช้ของเหลือทิ้งจากกระบวนการอุตสาหกรรม ได้แก่ น้ำล้างมันฝรั่งและน้ำหางนมกระป๋อง มาเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อ

วิธีการวิจัย

1. การเตรียมสเตรปโตมัยซีท

สเตรปโตมัยซีทที่ใช้ในการศึกษารั้งนี้ แยกได้จากดินบริเวณที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึงและลำไ้ปลา จำนวน 78 ไอโซเลต ซึ่งเก็บรักษาไว้ที่ห้องปฏิบัติการ MRTRL ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

2. การคัดเลือกสเตรปโตมัยซีทที่มีคุณสมบัติในการผลิตเอนไซม์โปรติเอส ไลเปส และอะไมเลสได้

เลี้ยงสเตรปโตมัยซีททั้ง 78 ไอโซเลต บนอาหารแข็ง Waksman agar (Waksman, 1919) บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 วัน เมื่อสเตรปโตมัยซีทเจริญเต็มที่แล้ว เจาะเอาชิ้นวุ้นที่มีเชื้อสเตรปโตมัยซีท

เจริญอยู่ด้วย cork borer no.5 จากนั้นนำไปวางบนอาหารทดสอบ skimmed milk agar, tributyrin agar และ starch agar (Mohemmedin, 1999; Ranjekar and Sridhar, 2002) เพื่อทดสอบความสามารถในการผลิตเอนไซม์โปรติเอส ไลเปส และอะไมเลส ตามลำดับ บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน บันทึกผลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงไฮโดรไลซิส (hydrolysis zones) ที่เกิดขึ้นรอบชิ้นวุ้นหรือโคโลนี และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีที่เจริญบนอาหารทดสอบ จากนั้นนำไปคำนวณหาอัตราส่วนการทำงานของเอนไซม์ ดังนี้

อัตราส่วนการทำงานของเอนไซม์ (Enzyme activity ratios) = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงไฮโดรไลซิส / ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนี

3. ศึกษาความสามารถในการเจริญของสเตรปโตมัยซีทที่คัดเลือกในน้ำเลี้ยงมันฝรั่งและน้ำหางนมกระป๋อง

คัดเลือกสเตรปโตมัยซีทที่สามารถผลิตเอนไซม์โปรติเอส ไลเปส และอะไมเลสได้ทั้งสามชนิด มาศึกษาการเจริญในของเหลือทิ้งจากกระบวนการอุตสาหกรรม โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง (ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ) ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 เพาะเลี้ยงสเตรปโตมัยซีทในน้ำเลี้ยงมันฝรั่งเพียงอย่างเดียว (น้ำเลี้ยงมันฝรั่ง ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ในขวดทดลองรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร)

ชุดการทดลองที่ 2 เพาะเลี้ยงสเตรปโตมัยซีทในน้ำหางนมกระป๋องเพียงอย่างเดียว (น้ำหางนมกระป๋อง ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ในขวดทดลองรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร)

ชุดการทดลองที่ 3 เพาะเลี้ยงสเตรปโตมัยซีทในน้ำเลี้ยงมันฝรั่งผสมน้ำหางนมกระป๋อง อัตราส่วน 1:1 (น้ำเลี้ยงมันฝรั่ง ปริมาตร 50 มิลลิลิตร และน้ำหางนมกระป๋อง ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ในขวดทดลองรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร)

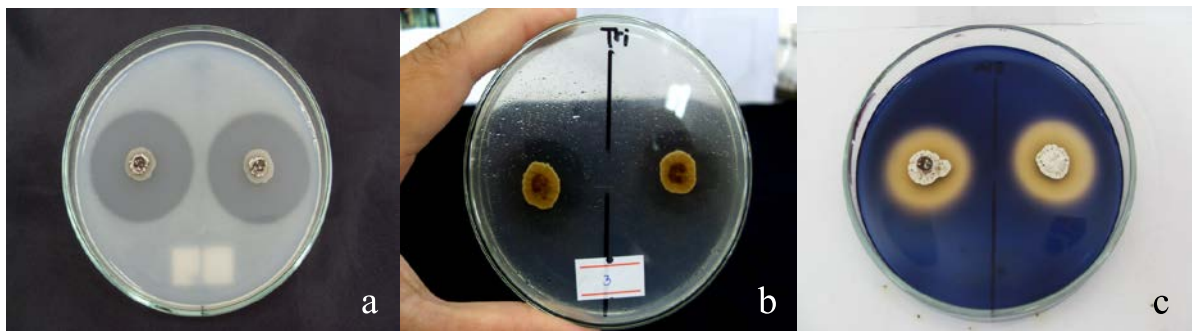
ชุดการทดลองที่ 4 เพาะเลี้ยงสเตรปโตมัยซีทในอาหารสำเร็จรูป ดัดแปลงจากอาหารเหลว Yeast protein starch soluble; YpSs (ภูวดล, 2553) (ปริมาตร

100 มิลลิลิตร ในขวดทดลองรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร)

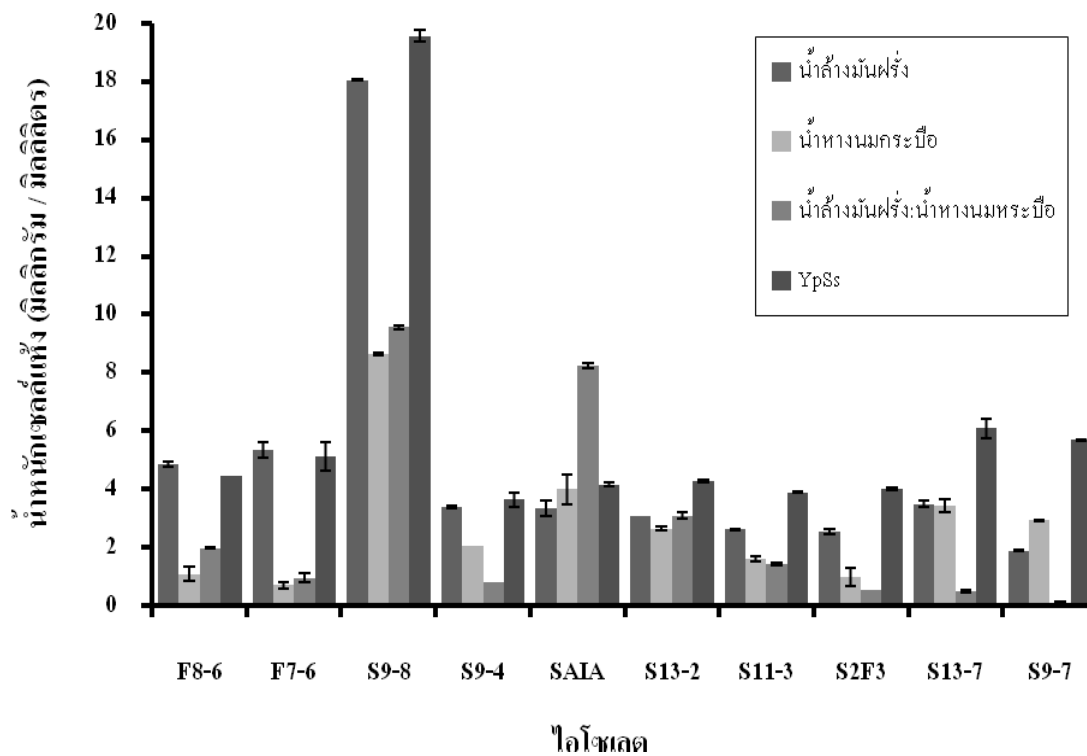
สเตรปโตมัยซีทแต่ละไอโซเลตจะถูกเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อทั้ง 4 ชุดการทดลอง เพื่อเปรียบเทียบการเจริญของสเตรปโตมัยซีทแต่ละไอโซเลตในของเหลือทิ้งแต่ละชนิด โดยให้ปริมาณสเตรปโตมัยซีทเริ่มต้นของแต่ละชุดการทดลองมีปริมาณเท่ากัน คือ 10 % w/v และเพาะเลี้ยงที่สภาวะเดียวกัน คือ บ่มแบบเขย่าที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นกรองเซลล์สเตรปโตมัยซีทผ่านกระดาษกรอง whatman no.1 ที่ผ่านการอบและฆ่าเชื้อแล้ว นำกระดาษกรองที่มีเซลล์สเตรปโตมัยซีทไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง บันทึกน้ำหนักแห้งรวมที่ได้เพื่อนำไปคำนวณหาน้ำหนักเซลล์แห้งของสเตรปโตมัยซีท สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

ผลการวิจัย

จากสเตรปโตมัยซีทที่แยกได้ จำนวน 78 ไอโซเลต มีสเตรปโตมัยซีทที่สามารถผลิตเอนไซม์โปรติเอสได้ โดยเจริญและสร้างวงไฮโดรไลซิสบนอาหาร skimmed milk agar (ภาพที่ 1a) จำนวน 38 ไอโซเลต (ร้อยละ 48.72) ซึ่งมีอัตราส่วนการทำงานของเอนไซม์อยู่ในช่วง 1.22-5.01 สามารถผลิตเอนไซม์ไลเปสได้ โดยเจริญและสร้างวงไฮโดรไลซิสบนอาหาร tributyrin agar (ภาพที่ 1b) จำนวน 47 ไอโซเลต (ร้อยละ 60.26) ซึ่งมีอัตราส่วนการทำงานของเอนไซม์อยู่ในช่วง 1.46-3.56 สามารถผลิตเอนไซม์อะไมเลสได้ โดยเจริญและสร้างวงไฮโดรไลซิสบนอาหาร starch agar (ภาพที่ 1c) จำนวน 31 ไอโซเลต (ร้อยละ 39.74) มีอัตราส่วนการทำงานของเอนไซม์อยู่ในช่วง 1.10-3.92



ภาพ 1 ปฏิกริยาของสเตรปโตมัยซีทบนอาหาร a) skimmed milk agar เพื่อทดสอบความสามารถในการผลิตเอนไซม์โปรติเอส b) tributyrin agar เพื่อทดสอบความสามารถในการผลิตเอนไซม์ไลเปส และ c) starch agar เพื่อทดสอบความสามารถในการผลิตเอนไซม์อะไมเลส



ภาพ 2 น้ำหนักเซลล์แห้งของสเตรปโตมัยซีทเมื่อเลี้ยงในน้ำเลี้ยงมันฝรั่ง น้ำหางนมกระป๋อง น้ำเลี้ยงมันฝรั่งผสมน้ำหางนมกระป๋อง (1:1) และอาหารเหลว YpSs ในสภาวะเดียวกัน เป็นระยะเวลา 7 วัน

คัดเลือกสเตรปโตมัยซีที่สามารผลิตเอนไซม์ได้ทั้งสามชนิด ได้แก่ ไอโซเลต F7-6, F8-6, S2F3, S9-4, S9-7, S9-8, S11-3, S13-2, S13-7 และ SAIA มาศึกษาการเจริญในน้ำเลี้ยงมันฝรั่งและน้ำหางนมกระป๋องตามชุดการทดลองที่จัดไว้ทั้ง 4 ชุดการทดลอง พบว่าเมื่อเพาะเลี้ยงสเตรปโตมัยซีทั้ง 10 ไอโซเลต ในน้ำเลี้ยงมันฝรั่งเพียงอย่างเดียว น้ำหนักเซลล์แห้งที่ได้อยู่ในช่วง 1.88 – 18.04 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (เฉลี่ย 9.96 มก./มล.) ในน้ำหางนมกระป๋องเพียงอย่างเดียว น้ำหนักเซลล์แห้งที่ได้อยู่ในช่วง 0.70 – 8.65 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (เฉลี่ย 3.97 มก./มล.) ในน้ำเลี้ยงมันฝรั่งผสมน้ำหางนมกระป๋อง (1:1) น้ำหนักเซลล์แห้งที่ได้อยู่ในช่วง 0.05 – 9.54 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (เฉลี่ย 4.74 มก./มล.) และในอาหารเหลว YpSs น้ำหนักเซลล์แห้งที่ได้อยู่ในช่วง 3.63 – 19.54 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (เฉลี่ย 7.95 มก./มล.) ดังแสดงในภาพที่ 2

จากปริมาณเซลล์เฉลี่ยของสเตรปโตมัยซีที่แสดงให้เห็นว่า สเตรปโตมัยซีทั้ง 10 ไอโซเลต สามารถเจริญได้ดีที่สุดในน้ำเลี้ยงมันฝรั่งเพียงอย่างเดียว โดยไอโซเลตที่ให้ปริมาณเซลล์สูงที่สุดคือ S9-8 นอกจากนี้ไอโซเลต F7-6 และ F8-6 ซึ่งให้ปริมาณเซลล์รองลงมาแต่ยังสามารถเจริญในน้ำเลี้ยงมันฝรั่งได้ดีกว่าอาหาร YpSs และไอโซเลต SAIA สามารถเจริญได้ดีที่สุดในน้ำเลี้ยงมันฝรั่งผสมน้ำหางนมกระป๋อง

เมื่อเปรียบเทียบการเจริญของสเตรปโตมัยซีเมื่อเลี้ยงในของเหลือทิ้งทั้งสองชนิด พบว่า สเตรปโตมัยซีส่วนใหญ่สามารถเจริญและให้ปริมาณเซลล์เมื่อเลี้ยงในน้ำเลี้ยงมันฝรั่งอย่างเดียวได้มากกว่าเลี้ยงในแบบผสมและน้ำหางนมกระป๋องอย่างเดียว

เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักเซลล์แห้งที่ได้ระหว่างเลี้ยงในน้ำเลี้ยงมันฝรั่งและอาหารเหลว YpSs พบว่า ไอโซเลต F7-6, F8-6, S2F3, S9-4, S9-8, S11-3, S13-2 และ SAIA ที่เลี้ยงในอาหารทั้งสองชนิด ให้น้ำหนักเซลล์แห้งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ($p=0.884$) และไอโซเลต S9-8 สามารถเจริญและให้ปริมาณเซลล์ได้ดีที่สุดในของเหลือทิ้ง

จากกระบวนการอุตสาหกรรมทั้งสองชนิด เมื่อเทียบกับไอโซเลตที่เหลือภายใต้สภาวะเดียวกัน

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลอง แสดงให้เห็นว่า สเตรปโตมัยซีทั้ง 78 ไอโซเลตที่คัดเลือกได้ ส่วนใหญ่มีความสามารถในการผลิตเอนไซม์โปรติเอส ไลเปส และอะไมเลสได้ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงปริมาณแล้วพบว่า เอนไซม์ที่สเตรปโตมัยซีทุกกลุ่มนี้สร้างได้เป็นจำนวนมากที่สุด คือ เอนไซม์ไลเปส รองลงมาคือเอนไซม์โปรติเอสและอะไมเลส คิดเป็นร้อยละ 60.26, 48.72 และ 39.74 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงคุณภาพโดยวัดจากอัตราส่วนการทำงานของเอนไซม์ (Enzyme activity ratios) แล้ว พบว่า อัตราส่วนการทำงานของเอนไซม์โปรติเอสมีประสิทธิภาพสูงที่สุดเท่ากับ 5.01 ซึ่งผลิตได้จากไอโซเลต S13-8 รองลงมาคือ เอนไซม์อะไมเลส (อัตราส่วน 3.92) และเอนไซม์ไลเปส (อัตราส่วน 3.56) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ผลิตได้จากไอโซเลต S13-8 และ S12-12 ตามลำดับ แต่เนื่องจากไอโซเลตทั้งสอง ไม่สามารถผลิตเอนไซม์ทั้งสามชนิดได้ จึงไม่ได้ทำการคัดเลือกเพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อมา ซึ่งความสามารถในการผลิตเอนไซม์ทั้งสามชนิดดังกล่าว สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kesarcodi-Watson และคณะ (2008) รายงานว่าแอคติโนมัยซีส์ที่พบในสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่อยู่ในสกุล *Streptomyces* spp. และ *Nocardia* spp. บางสายพันธุ์สามารถสร้างเอนไซม์อะไมเลส (amylase) โปรติเอส (protease) และไลเปส (lipase) เพื่อทำหน้าที่ในการย่อยสารโมเลกุลใหญ่พวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีนและไขมัน ให้มีขนาดเล็กลงได้

การศึกษาการเจริญของสเตรปโตมัยซีในอาหารเหลวที่เตรียมจากของเหลือทิ้งจากกระบวนการอุตสาหกรรม ได้แก่ น้ำเลี้ยงมันฝรั่งและน้ำหางนมกระป๋อง ซึ่งยังคงเหลือคุณค่าทางสารอาหารที่เพียงพอต่อความต้องการของจุลินทรีย์ที่จะนำมาใช้ในการเพาะเลี้ยง โดยมีอาหารเหลวสำเร็จรูป YpSs เป็นตัวแปรควบคุม ทำการรายงานผลในรูปของน้ำหนักเซลล์แห้งจากการทดลองนี้ ได้คัดเลือกสเตรปโตมัยซี จำนวน

10 ไอโซเลต ได้แก่ ไอโซเลต F7-6, F8-6, S2F3, S9-4, S9-7, S9-8, S11-3, S13-2, S13-7 และ SAIA ซึ่งสามารถผลิตเอนไซม์โปรติเอส ไลเปส และอะไมเลส ได้ จึงมีความน่าสนใจที่จะนำไปศึกษาหรือพัฒนาไปใช้ ในกระบวนการอุตสาหกรรม และด้วยคุณสมบัติ ดังกล่าวจึงมีความเป็นไปได้สูงที่สเตรปโตมัยซีททั้ง 10 ไอโซเลตนั้นจะสามารถผลิตเอนไซม์เพื่อย่อยสลาย สารอาหารที่ยังคงมีเหลืออยู่ในน้ำล้างมันฝรั่งและน้ำ หางนมกระป๋องมาใช้ในการเจริญเติบโตได้

จากการศึกษา พบว่า สเตรปโตมัยซีททั้ง 10 ไอโซเลต สามารถเจริญและให้น้ำหนักเซลล์แห้งเฉลี่ย สูงที่สุด เมื่อเลี้ยงในน้ำล้างมันฝรั่ง โดยมีค่าเฉลี่ยของ น้ำหนักเซลล์แห้ง เท่ากับ 9.96 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร รองลงมา คือ อาหารเหลว YpSs น้ำล้างมันฝรั่งผสมน้ำ หางนมกระป๋อง และน้ำหางนมกระป๋อง โดยมีค่าเฉลี่ย ของน้ำหนักเซลล์แห้ง เท่ากับ 7.95, 4.74 และ 3.97 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ดังนั้น เมื่อเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพการเจริญและปริมาณเซลล์แห้งของ สเตรปโตมัยซีทที่ได้ในระหว่างของเหลือทั้งด้วยกัน แล้ว จึงสรุปได้ว่าน้ำล้างมันฝรั่งเป็นของเหลือทิ้งจาก กระบวนการอุตสาหกรรมที่มีความเหมาะสมต่อการ นำมาประยุกต์ใช้ในการเพาะเลี้ยงสเตรปโตมัยซีท โดย ภายใต้อาหารเดียวกันนั้น ไอโซเลต S9-8 สามารถเจริญ และให้ปริมาณเซลล์ได้สูงที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่า ไอโซเลต F7-6 และ F8-6 สามารถเจริญในน้ำล้างมัน ฝรั่งและให้น้ำหนักเซลล์แห้งได้มากกว่าในอาหารเหลว YpSs อีกด้วย (ภาพ 2) จึงกล่าวได้ว่า การนำเอน้ำล้าง มันฝรั่ง ซึ่งเป็นของเหลือทิ้งที่ได้จากกระบวนการ อุตสาหกรรมมาประยุกต์ใช้เป็นอาหารเหลวสำหรับ เพาะเลี้ยงสเตรปโตมัยซีท สามารถเพิ่มปริมาณเซลล์ได้ ดีเทียบเท่ากับการเลี้ยงในอาหารเหลวสำเร็จรูป YpSs ที่ สภาวะแวดล้อมเดียวกัน และในบางสายพันธุ์อาจให้ ผลผลิตที่มากกว่า ดังนั้น น้ำล้างมันฝรั่งจึงเป็นวัตถุดิบ อีกทางเลือกหนึ่งที่เหมาะต่อการนำมาใช้เพาะเลี้ยง สเตรปโตมัยซีท เพื่อลดต้นทุนการผลิต และยังช่วยลด ระยะเวลาเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายในกระบวนการ

ผลิตและแปรรูปวัตถุดิบ เนื่องจากมีกระบวนการเตรียม อาหารที่สะดวกรวดเร็ว และไม่ยุ่งยากอีกด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hwang และคณะ (2005) โดยการนำเอา Starch-processing waste เพียงอย่างเดียว มาใช้เป็นวัตถุดิบในการเตรียมอาหารแข็ง (solid medium) สำหรับเพาะเลี้ยงเชื้อรา และพบว่า Starch-processing waste ช่วยเพิ่มผลผลิต (mass-production) และส่งเสริมการเจริญของเส้นใยราได้เป็นอย่างดี และ เนื่องจากสเตรปโตมัยซีทเป็นแบคทีเรียที่สร้างเส้นใย คล้ายเชื้อรา จึงสามารถเจริญในน้ำล้างมันฝรั่งซึ่งยังคงมี แป้งเป็นส่วนประกอบหลงเหลืออยู่เช่นเดียวกับ Starch-processing waste นอกจากนี้ ในขั้นตอนการเตรียม น้ำล้างมันฝรั่งและน้ำหางนมกระป๋องสำหรับการเพาะเลี้ยง ยังมีขั้นตอนที่ง่ายและไม่ซับซ้อน ช่วยประหยัดเวลา และแรงงานในการผลิตเป็นอย่างมาก เมื่อเทียบกับการ นำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาประยุกต์ใช้เป็นอาหาร เลี้ยงเชื้อ ดังรายงานวิจัยของ Lauruengtana และ Pinphanichakarn (2006) ที่นำเอาวัสดุเหลือใช้ทาง การเกษตร ได้แก่ ฟางข้าวเจ้า ข้าวเจ้า ข้าวสาลี ชังข้าวโพด เปลือกข้าวโพด และเปลือกเมล็ดฝ้ายมาใช้ เป็นแหล่งคาร์บอนร่วมกับไนโตรเจนสังเคราะห์ ทางการค้า มาใช้ในการเลี้ยงสเตรปโตมัยซีท สายพันธุ์ PC22 เพื่อผลิตแอลฟา-แอล-อะราบิโนฟิวราโนซิเดส (α -L-arabinofuranosidase; AFase) ซึ่งกระบวนการ เตรียมวัสดุทางการเกษตรบางชนิดนั้น ก่อนนำไปใช้ งานต้องเสียเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายในการแปรรูป วัสดุเหล่านั้นให้พร้อมใช้งานอีกด้วย เช่น ฟางข้าว ข้าวเจ้า ชังข้าวโพด และเปลือกข้าวโพด ต้องนำไปทำให้ แห้งก่อนใช้ เปลือกเมล็ดฝ้าย ต้องนำไปแช่ใน สารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์เพื่อเอาลิกนิน (lignin) ออกก่อน ล้างน้ำและผึ่งให้แห้งก่อนจึงจะ นำไปใช้เป็นวัสดุเตรียมอาหารได้ เป็นต้น

ในอนาคตข้างหน้า คณะผู้วิจัยมุ่งหวังที่จะศึกษาถึง สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยง สเตรปโตมัยซีทในน้ำล้างมันฝรั่ง เพื่อให้ได้ผลผลิต เซลล์และเอนไซม์ที่สูงขึ้น รวมไปถึงการพัฒนา น้ำล้าง

มันฝรั่งมาใช้ในรูปแบบต่างๆ ให้มีความเหมาะสมและสะดวกต่อการใช้งานในรูปแบบการผลิตที่หลากหลาย และมุ่งหวังที่จะประยุกต์ใช้สเตรปโตมัยซีฟที่คัดเลือกได้นี้ เป็นโปรไบโอติกสำหรับส่งเสริมการเจริญและป้องกันโรคในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เนื่องจากสเตรปโตมัยซีฟที่คัดเลือกได้นี้ แยกได้จากดินบริเวณที่ราบลุ่ม มีน้ำท่วมถึง และจากลำไส้ปลา ซึ่งมีถิ่นอาศัยในบริเวณใกล้เคียงกับแหล่งน้ำตามธรรมชาติ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากศูนย์วิจัยนาโนวิทยาและนาโนเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และได้รับความอนุเคราะห์น้ำเลี้ยงมันฝรั่งจากโรงงานผลิตมันฝรั่งทอดกรอบของบริษัท เป๊ปซี่-โคล่า ไทย เทรคคิง (ประเทศไทย) จำกัด (ฟรีด - เลย์) จังหวัดลำพูน และน้ำหางนมกระป๋องจากกลุ่มวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์นม จังหวัดเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

- ภูวดล เหล่าอากาศกุล. 2553. การแยกและการคัดกรองแอคติโนมัยซีฟที่สามารถสร้างสารปฏิชีวนะจากดินในถ้ำธารลอด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Das, S., Lyla, PS., and Ajmal-Khan, S. 2006. Application of *Streptomyces* as a probiotic in the laboratory culture of *Penaeus monodon* (Fabricius). The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh. 58: 198-204.
- De Azeredo, LAI., De Lima, MB., Coelho, RRR., and Freire, DMG. 2006. A low-cost fermentation media for thermophilic protease production by *Streptomyces* sp. 594 using feather meal and corn steep liquor. Current Microbiology. 53: 335-339.

- Fuller, R. 1989. Probiotic in man and animals, a review. Journal of Applied Bacteriology. 66: 365-378.
- Hwang, S., Lee, S. and Bae H. 2005. Optimized fermentation process of mycelia on the solid medium of starch-processing waste. Patent Application Publication. US 2005/0260738A1.
- Kesarcodi-Watson, A., Kaspar, H., Lategan, MJ., and Gibson, L. 2008. Probiotics in aquaculture: The need, principles and mechanisms of action and screening processes. Aquaculture. 274: 1-14.
- Maciorowski, KG., Herrera, P., Jones, FT., Pillai, SD., and Ricke, SC. 2007. Effects on poultry and livestock of feed contamination with bacteria and fungi. Animal Feed Science and Technology. 133: 109-136.
- Mohamedin, HA. 1999. Isolation, identification and some cultural conditions of protease producing thermophilic streptomycete strain grown on chicken feather as substrate. International Biodeterioration and Biodegradation. 43: 13-21.
- Lauruengtana, V., and Pinphanichakarn, P. 2006. Optimization of culture media and conditions for α -L-Arabinofuranosidase production by *Streptomyces* sp. PC22. The Journal of Scientific Research Chulalongkorn University. 33(2): 57-66.
- Ranjekar, MK., and Sridhar, KR. 2002. Occurrence and extra cellular enzymatic potential of actinomycetes of a thermal spring, Southern India. Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences. 4(1): 59-64.
- Waksman, SA. 1919. Cultural studies of species of actinomycetes. Soil Science. 8: 71-125.