

การศึกษาความเป็นไปได้ของการเตรียมแคปซูลเคลือบเอนเทอริกของเชื้อ *Enterococcus faecium* BS1

Feasibility Study of Enteric-Coated Capsules Containing *Enterococcus faecium* BS1

ณัฐหทัย รัตนสุศรี^{1*} และ ณัฐกาญจน์ แดงมณี²

Nathathai Rattanasuksri^{1*} and Nattakan Dangamee²

^{1*} นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต วิทยาลัยการแพทย์แผนตะวันออก มหาวิทยาลัยรังสิต

² อาจารย์ประจำ หลักสูตร หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต วิทยาลัยการแพทย์แผนตะวันออก มหาวิทยาลัยรังสิต

^{1*} Graduate student in Master of Science (Oriental Medicine) of Oriental Medicine College, Rangsit University

² Lecturer in Master of Science (Oriental Medicine) of Oriental Medicine College, Rangsit University

*Corresponding author, E-mail: chocominie.r@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติของเชื้อ *Enterococcus faecium* BS1 ในรูปแบบแคปซูลเคลือบเอนเทอริก โดยนำเชื้อ *E. faecium* BS1 ละลายในสาร cryoprotectant นั่นก็คือ soybean oligosaccharides ที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำเชื้อไปผ่านกระบวนการแช่เยือกแข็ง และบรรจุลงในแคปซูลเคลือบเอนเทอริก จากการศึกษาพบว่าความสม่ำเสมอของน้ำหนักมีค่าเท่ากับ 95.93 ± 0.0827 มิลลิกรัม มีการปลดปล่อยเชื้อเกิดขึ้นในระบบจำลองลำไส้ และมีจำนวนเชื้ออยู่รอดสูงสุดหลังเก็บเป็นเวลา 6 เดือน ซึ่งยังคงต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในด้านการเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไป

คำสำคัญ: โพรไบโอติก พรีไบโอติก *Enterococcus faecium* BS1

Abstract

This study aims to prepare and examine the properties of the enteric coated capsules containing *E. faecium* BS1. The cell pellet of *E. faecium* BS1 was suspended in 1% cryoprotectant soybean oligosaccharides and then it was freeze - dried before filling in the enteric capsules. The results show that the uniformity of weight is complied with British Pharmacopoeia criteria. *E. faecium* was released in simulated intestinal tract. Furthermore, the strain exhibits the highest survival rate after storage of 6 months.

Keywords: Probiotic, Prebiotic, *Enterococcus faecium* BS1

1. บทนำ

หลายปีที่ผ่านมาผู้คนส่วนใหญ่หันมาสนใจดูแลสุขภาพเพิ่มมากขึ้น นอกจากผัก ผลไม้ที่ให้ประโยชน์ต่อร่างกายแล้วยังมีผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่มีส่วนผสมของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ ทำให้วงการทางวิทยาศาสตร์กับมนุษย์เรามีความก้าวหน้ามากขึ้นเรื่อย ๆ จึงค้นพบความหลากหลายทางสายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ที่อาศัยในร่างกาย

มนุษย์ทั้งที่ให้อาหารและให้โทษต่อร่างกาย ในที่นี้ขอกล่าวถึงสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในลำไส้ใหญ่กลุ่มหนึ่งนั่นก็คือ โพรไบโอติก ซึ่งโพรไบโอติกเป็นจุลินทรีย์ที่มีชีวิตอาศัยอยู่ในระบบทางเดินอาหาร (พนารัตน์ มอญใต้, 2555) โพรไบโอติกที่ดีจะให้ประโยชน์ต่อร่างกายได้มากที่สุด จะต้องมีความสมบัติที่เรียกว่าเป็นโพรไบโอติกชนิดดีคือ ทนทานต่อสภาวะที่มีกรดสูง สามารถยึดเกาะเยื่อทางเดินอาหาร สามารถผลิตสารยับยั้งจุลินทรีย์และความคุมจุลินทรีย์ ที่ก่อโรคได้ โดยหน้าที่หลักของจุลินทรีย์เมื่อเข้าสู่ภายในลำไส้จะมีหน้าที่หลักคือ ช่วยย่อยสลายและหมักสารอาหาร ให้กลายเป็นพลังงานและความคุมการเปลี่ยนแปลงของเซลล์เนื้อเยื่อลำไส้ กระตุ้นให้ลำไส้เปลี่ยนสภาพ เพื่อให้ดูดซึม สารอาหารได้ดี ปรับเปลี่ยนไม่ให้เซลล์ภายในลำไส้กลายเป็นเซลล์มะเร็ง อีกทั้งยังทำหน้าที่เป็นเกราะปกป้อง ร่างกายจากสิ่งแปลกปลอมโดยการแย่งเกาะที่ผนังลำไส้ ป้องกันไม่ให้เชื้อโรคผ่านเข้าไปได้ (อุทัย แก้วเย็น, 2549) ในการเตรียมโพรไบโอติกให้เป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร นั้นจำเป็นต้องผ่านกระบวนการแช่เยือกแข็ง freeze dry เพื่อให้เชื้อนั้นอยู่รอดและนำ cryoprotectant มาใช้ร่วมด้วย เพื่อให้เชื้อนั้นอยู่รอดได้มากยิ่งขึ้น cryoprotectant มีหลากหลายชนิดหนึ่งในนั้นก็คือ โพรไบโอติก ซึ่งโพรไบโอติกที่ได้จากธรรมชาติ เช่น กระเทียม หอมหัวใหญ่ มะเขือเทศ แครอทและถั่วเขียว เป็นต้น (ภัทรา พลับเจริญสุข, อินเดอรันต์, 2553) และได้จากการสังเคราะห์ เช่น soybean-oligosaccharides (SOS), fructo-oligosaccharides (FOS), galacto-oligosaccharides (GOS) เป็นต้น (Panesar & Bali, 2016) ผลิตภัณฑ์โพรไบโอติกที่นำมารับประทานต้องอยู่รอดในระบบทางเดินอาหาร จึงต้องเตรียมผลิตภัณฑ์ใน รูปแบบแคปซูลแล้วให้แคปซูลนั้นไปแตกตัวที่ลำไส้ จึงเลือกใช้แคปซูลเคลือบเอนเทอริก เนื่องจากแคปซูลเคลือบเอนเทอริกนั้นจะไม่แตกตัวที่กระเพาะอาหารแต่จะไปแตกตัวที่ลำไส้แทน

ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการเตรียมเชื้อ *E. faecium* BS1 ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นโพรไบโอติกที่ดีในรูปแบบของผงแห้งโดยใช้ cryoprotectant ที่สังเคราะห์ขึ้นมาจากธรรมชาติที่เหมาะสมและเตรียมผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในรูปแบบของแคปซูลเคลือบเอนเทอริก

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการอยู่รอดของเชื้อ *E. faecium* BS1 หลังจากผ่านกระบวนการ freeze dry
2. เพื่อศึกษา cryoprotectant จากธรรมชาติและสังเคราะห์ที่เหมาะสมในการเตรียมผลิตภัณฑ์ในรูปแบบของแคปซูลเคลือบเอนเทอริก
3. เพื่อศึกษาการเตรียมเชื้อให้เป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบของแคปซูลเคลือบเอนเทอริก

3. อุปกรณ์และวิธีการ / วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ประชากร/กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาวิจัย

เชื้อ *E. faecium* BS1 ที่แยกได้จากหนองไผ่

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 3.2.1 เครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze-dryer)
- 3.2.2 เครื่องหมุนเหวี่ยง (centrifuge)
- 3.2.3 เครื่องบรรจุแคปซูล (capsule filler)

3.2.4 เครื่อง dissolution แบบ rotating paddle

3.2.5 ตู้บ่มเชื้อ (incubator)

3.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.3.1 การเลี้ยงเชื้อ นำเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก *E. faecium* BS1 ปริมาตร 100 ไมโครลิตร มาเลี้ยงในอาหาร De Man Rogosa and Sharpe (MRS) broth ปริมาตร 5 มิลลิลิตร แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ในสภาวะไม่มีอากาศ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก *E. faecium* BS1 ที่เลี้ยงไว้มาหมนเหวี่ยงโดยเครื่อง centrifuge ที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เชื้อที่ได้จากการเตรียมนำมาทดสอบต่อไป

3.3.2 การเลือก cryoprotectant ที่เหมาะสม ก่อนการผ่านกระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze dry) การศึกษานี้เลือก cryoprotectant จากสารสังเคราะห์ ได้แก่ FOS, GOS, SOS และจากธรรมชาติ ได้แก่ แครอท, ถั่วเขียว, มะเขือเทศ โดยนำเชื้อจากการเตรียมในข้อ 3.3.1 มาผสมกับ cryoprotectant จากสังเคราะห์และจากธรรมชาติที่มีความเข้มข้น 1%, 2%, 3% หลังจากนั้นคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การอยู่รอด โดยใช้วิธี drop plate บนอาหาร MRS agar โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดตามสมการ

$$\text{การอยู่รอด (\%)} = (N_1 / N_0) \times 100\%$$

N_1 คือ จำนวนเชื้อที่มีชีวิตหลังการทดสอบ

N_0 คือ จำนวนเชื้อที่มีชีวิตก่อนการทดสอบ

3.3.3 การเตรียมแคปซูลเคลือบเอนเทอริกที่มีเชื้อ *E. faecium* BS1

3.3.3.1 เลี้ยงเชื้อ *E. faecium* BS1 ในอาหาร De Man Rogosa and Sharpe (MRS) broth นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ในสภาวะไม่มีอากาศ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำเชื้อ *E. faecium* BS1 ที่เลี้ยงไว้มาหมนเหวี่ยงโดยเครื่องหมนเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที นำเชื้อที่ได้จากการจากการหมนเหวี่ยงไปผสมกับ soybean-oligosaccharide (SOS) ความเข้มข้นที่ 1 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปผ่านกระบวนการแช่เยือกแข็ง เมื่อผ่านกระบวนการแช่เยือกแข็งเรียบร้อยแล้ว นำผงเชื้อ *E. faecium* BS1 ที่ได้ มาบรรจุลงแคปซูลเบอร์ 1 โดยควบคุมสภาพนั้นให้ปราศจากเชื้อและบรรจุแคปซูลโดยเครื่องบรรจุแคปซูล

3.3.4 การประเมินคุณสมบัติแคปซูลที่มีเชื้อ *E. faecium* BS1

3.3.4.1 การหาความสม่ำเสมอของน้ำหนัก (uniformity of weight)

การควบคุมมาตรฐานแคปซูลของเภสัชตำรับอังกฤษหรือ BP 2016 นำแคปซูลชนิดแข็งไปชั่งน้ำหนักของแคปซูล เปิดแคปซูลออกโดยไม่ให้มีการสูญหายของเปลือกแคปซูลเอาผงยาออกให้หมดแล้วชั่งเปลือกแคปซูล น้ำหนักของปริมาณผงยาที่บรรจุภายในเท่ากับค่าแตกต่างระหว่างน้ำหนักทั้งสองทำซ้ำอีก 19 แคปซูลแล้วหาค่าเฉลี่ยของ 20 แคปซูล ต้องมีไม่เกิน 2 แคปซูลที่เบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยมากกว่า percentage deviation และไม่มีแคปซูลใดเลยเบี่ยงเบนเกิน 2 เท่าของ percentage deviation

การควบคุมมาตรฐานแคปซูลของเภสัชตำรับสหรัฐอเมริกาหรือ USP XXI โดยชั่งน้ำหนักแคปซูล 10 แคปซูล อย่างระมัดระวังแล้วจึงนำผงยาที่บรรจุภายในแคปซูลออกและชั่งน้ำหนักแคปซูลเปล่าแต่ละแคปซูลจากนั้นคำนวณหา น้ำหนักของผงยาที่บรรจุภายในแคปซูล โดยการเอาน้ำหนักแคปซูลเปล่าลบออกจากน้ำหนักแคปซูลที่มีผงยาอยู่ที่ชั่งได้ ครั้งแรก

3.3.4.2 การทดสอบความคงตัว (stability)

นำเชื้อแบคทีเรียกรดแลกติก *E. faecium* BS1 โดยดูดมา 100 ไมโครลิตร นำมาเลี้ยงไว้ในอาหาร De Man Rogosa and Sharpe (MRS) broth ปริมาตร 1 ลิตร นำไปปั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ในสภาวะไม่มีอากาศ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำเชื้อแบคทีเรียกรดแลกติก *E. faecium* BS1 ที่เลี้ยงไว้มาหมุนเหวี่ยงโดยเครื่อง centrifuge ที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที แล้วนำเชื้อที่ได้จากการเหวี่ยงไปผสมกับ สาร cryoprotectant ที่เตรียมไว้คือ SOS 1% แล้วนำไปแช่แข็งบนเครื่อง ethanol bath เมื่อเสร็จแล้วนำไปผ่านกระบวนการ ทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze dry) เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำเชื้อที่ได้จากการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze dry) ไปบรรจุภายในแคปซูล เริ่มทำการทดสอบ stability เป็นระยะเวลา 6 เดือน โดยเริ่มจากเดือนที่ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 ของเชื้อ ตรวจนับจำนวนเชื้อที่อยู่รอดโดยใช้วิธี drop plate บนอาหาร MRS agar โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำแล้วคำนวณหา เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดตามสมการ

$$\text{การอยู่รอด (\%)} = (N_1 / N_0) \times 100\%$$

N_1 คือ จำนวนเชื้อที่มีชีวิตหลังการทดสอบ

N_0 คือ จำนวนเชื้อที่มีชีวิตก่อนการทดสอบ

3.3.4.3 การทดสอบการปลดปล่อยเชื้อ *E. faecium* BS1 การศึกษานี้ ต้องการเพียงแสดงการปลดปล่อยเชื้อในระบบจำลองลำไส้ และเพื่อให้สามารถคำนวณการปลดปล่อยได้ จึงใช้จำนวนแคปซูล 100 แคปซูล

การทดสอบการปลดปล่อยเชื้อ *E. faecium* BS1 โดยใช้เครื่อง dissolution แบบ rotating paddle ใส่แคปซูล เคลือบเอนเทอริกที่มีเชื้อ *E. faecium* BS1 จำนวน 100 แคปซูลลงใน vessel ขนาด 1 ลิตร ของเครื่องซึ่งมีระบบจำลอง ของกระเพาะอาหารที่ pH 1.2 ประมาณ 900 มิลลิลิตรเป็น dissolution medium ที่ความเร็ว 50 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เมื่อเสร็จแล้วนำแคปซูลใส่ลงในระบบจำลองลำไส้ที่ pH 7.4 ปริมาตร 900 มิลลิลิตร ทันทีที่ความเร็ว 50 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ในระหว่างการทดลองทำการสุ่ม ตัวอย่างแต่ละครั้ง จากนั้นนำมานับจำนวนเชื้อที่ถูกปลดปล่อยออกมาใน dissolution medium โดยใช้วิธี plate counting บนอาหาร De Man Rogosa and Sharpe (MRS) agar และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การปลดปล่อยของเชื้อตามสมการ

$$\text{การปลดปล่อย (\%)} = (N_1 / N_0) \times 100\%$$

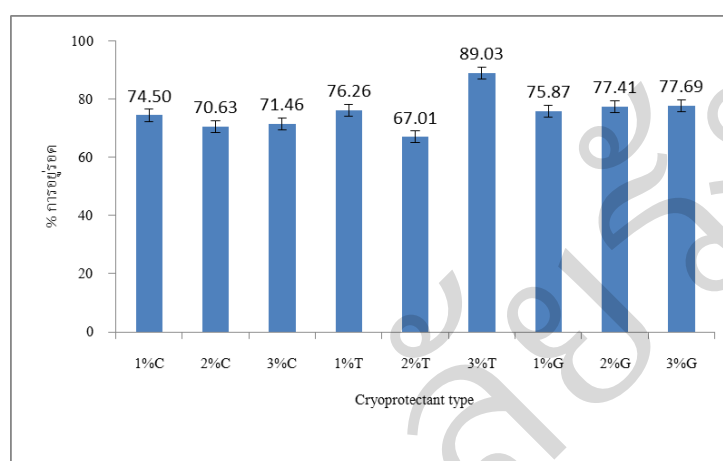
N_1 คือ จำนวนเชื้อหลังการปลดปล่อยที่เวลาต่างๆ

N_0 คือ จำนวนเชื้อก่อนการศึกษการปลดปล่อย (Dangmanee, 2013)

4. ผลการวิจัย

4.1 จากการทดลองหา cryoprotectant จากธรรมชาติ

จากการคัดเลือก cryoprotectant จากธรรมชาติพบว่าที่ 3% T มีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับ 3% G พบว่าจำนวนเชื้ออยู่รอดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (รูปที่ 1)



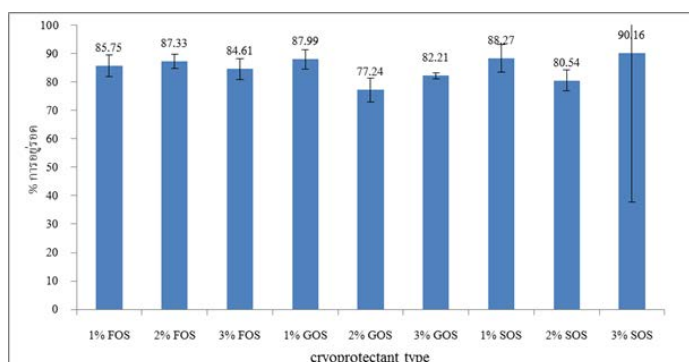
รูปที่ 1 แผนภูมิแสดงเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของเชื้อ *E. faecium* BS1 กับ cryoprotectant จากธรรมชาติ
C คือ แครอท, G คือ ถั่วเขียว, T คือ มะเขือเทศ

4.2 จากการทดลองหา cryoprotectant จากสังเคราะห์

จากการคัดเลือก cryoprotectant จากสังเคราะห์พบว่าที่ 1% SOS มีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ 3% SOS พบว่าจำนวนเชื้ออยู่รอดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ดังนั้นจากผลการทดลองการคัดเลือก cryoprotectant ที่เหมาะสมที่ทำให้เชื้อสามารถอยู่รอดได้สูงสุดคือ 1% SOS มีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดเท่ากับ 88.3%

เมื่อเปรียบเทียบกับ 1% T มีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดเท่ากับ 76.3% จึงเลือกใช้ที่ 1% SOS นำมาเป็น cryoprotectant (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 แผนภูมิแสดงเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของเชื้อ *E. faecium* BS1 กับ cryoprotectant จากสังเคราะห์
FOS คือ fructo-oligosaccharides, GOS คือ galacto-oligosaccharides, SOS คือ soybean-oligosaccharides

4.3 แคปซูลเคลือบเอนเทอริกที่มีเชื้อ *E. faecium* BS1

นำผงเชื้อ *E. faecium* BS1 บรรจุลงแคปซูลเคลือบเอนเทอริก แคปซูลเบอร์ 1 โดยใช้เครื่องบรรจุและทำในสภาวะปราศจากเชื้อ 9.8×10^9 cfu/ml (100 มิลลิลิตร)

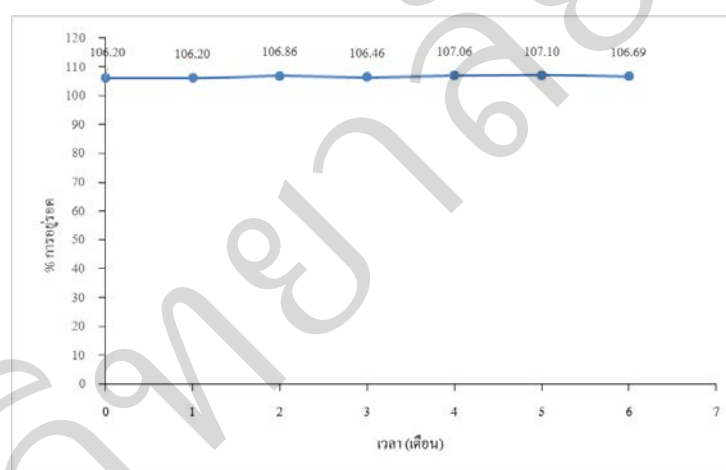
4.4 การประเมินคุณสมบัติแคปซูลที่มีเชื้อ *E. faecium* BS1

4.4.1 การหาความสม่ำเสมอของน้ำหนัก (uniformity of weight)

น้ำหนักเฉลี่ยของแคปซูลเท่ากับ 95.93 ± 0.0827 มิลลิกรัม เป็นไปตามข้อกำหนดของเภสัชตำรับอังกฤษให้อยู่ในช่วงการทดสอบน้ำหนักดังนี้ 90.7- 102.2 มิลลิกรัม

4.4.2 การทดสอบความคงตัว (stability)

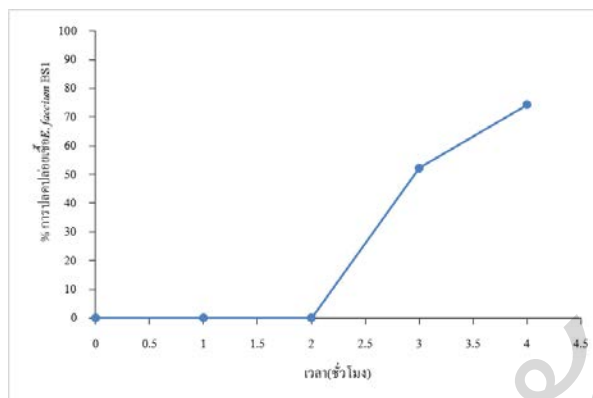
การเก็บแคปซูลที่บรรจุเชื้อ *E. faecium* BS1 เป็นระยะเวลา 6 เดือน เชื้อมีความสามารถในการอยู่รอดสูงสุดในช่วง 106.2-107.1 เพอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลาเริ่มต้นหรือที่เวลา 0 มีค่าเท่ากับ 106.2 เพอร์เซ็นต์ พบว่าจำนวนเชื้อเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 แผนภูมิเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของเชื้อ *E. faecium* BS1 จากแคปซูลเคลือบเอนเทอริก

4.4.3 การทดสอบการปลดปล่อยเชื้อ *E. faecium* BS1

จากการทดสอบการปลดปล่อยเชื้อ *E. faecium* BS1 เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง เชื้อเริ่มมีการปลดปล่อยออกจากแคปซูล หลังชั่วโมงที่ 2 ในระบบจำลองลำไส้ที่ pH 7.4 มีการปลดปล่อยเชื้อออกจากแคปซูลเพิ่มจำนวนมากขึ้นจนถึงชั่วโมงที่ 4 (รูปที่ 4) การศึกษานี้ยังไม่สามารถหาระยะเวลาของผลการปลดปล่อยทั้งหมด



รูปที่ 4 แผนภูมิเปอร์เซ็นต์การปลดปล่อยเชื้อ *E. faecium* BS1 จากแคปซูลเคลือบเอนเทอริก

5. อภิปรายผล

เชื้อ *E. faecium* BS1 ที่ผ่านกระบวนการ freeze-dry อยู่ในลักษณะผงแห้ง นำมาบรรจุอยู่ในแคปซูลเคลือบเอนเทอริก และใช้ cryoprotectant บรรจุในแคปซูล เพื่อให้เชื้อมีความสามารถในการอยู่รอดสูงขึ้น จากการศึกษาการประเมินคุณสมบัติของแคปซูลที่มีเชื้อ *E. faecium* BS1 พบว่ายอมรับได้ 90.7-102.2 มิลลิกรัม และการทดสอบความคงตัว พบว่าเชื้อมีความสามารถในการอยู่รอดสูงสุดในช่วง 106.2-107.1 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าจำนวนเชื้อเพิ่มจำนวนขึ้นไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเก็บเป็นเวลา 6 เดือน อีกทั้งการทดสอบการปลดปล่อยเชื้อ *E. faecium* BS1 พบว่าสามารถแตกตัวในสภาวะจำลองของลำไส้ที่ pH 7.4 หลังจากชั่วโมงที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่มีผลกล่าวว่า แคปซูลที่เคลือบเอนเทอริกจะปลดปล่อยเชื้อที่อวัยวะลำไส้แต่ไม่แตกตัวในกระเพาะอาหาร (Nakpheng et al., 2012) ผลการปลดปล่อยเป็นการแสดงถึงความเป็นไปได้ในการให้เชื้อไปอยู่ที่ส่วนลำไส้ ทั้งนี้ยังต้องศึกษาเพิ่มเติมในปริมาณและระยะเวลาของการปลดปล่อยเชื้อที่เหมาะสมต่อไป

6. บทสรุป

แคปซูลเคลือบเอนเทอริกที่มีเชื้อ *E. faecium* BS1 ในรูปแบบผงแห้งที่ผ่านกระบวนการ freeze dry มีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดเพิ่มขึ้น เมื่อเก็บเป็นระยะเวลา 6 เดือน เนื่องจากมีสาร prebiotic คือ soybean oligosaccharides ที่นำมาเป็น cryoprotectant เพื่อเป็นสารปกป้องและเป็นอาหารให้กับเชื้อ ทำให้เชื้อมีความสามารถในการอยู่รอดและโตได้ดีขึ้น และพบปริมาณความเข้มข้นของเชื้อเป็นไปตามมาตรฐานคือ ต้องมีเชื้อประมาณ 10^8 cfu/ml และในด้านคุณสมบัติของแคปซูลเป็นไปตามข้อกำหนดของเภสัชตำรับอังกฤษ ส่วนในด้านการทดสอบการปลดปล่อยเชื้อ *E. faecium* BS1 เชื้อเริ่มมีการปลดปล่อยออกจากแคปซูล ในระบบจำลองลำไส้ที่ pH 7.4 แสดงให้เห็นว่าแคปซูลเคลือบเอนเทอริกสามารถปลดปล่อยเชื้อไปยังอวัยวะเป้าหมายนั่นก็คือ ลำไส้ และการศึกษาชิ้นนี้เป็นการแสดงถึงความเป็นไปได้ในการที่จะพัฒนาแคปซูลเคลือบเอนเทอริกของเชื้อ *Enterococcus faecium* BS1 ซึ่งยังคงต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในด้านการเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไป

7. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากทุนอุดหนุนการวิจัย มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปีการศึกษา 2559

8. อ้างอิงเอกสาร

พนารัตน์ มอญใต้. (2555). เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับจุลินทรีย์ที่เป็นมิตร: โพรไบโอติก (Probiotics).

วารสารวิทยาศาสตร์บริการ, 60, 13-15.

อุทัย เกาเอียน. (2549). โพรไบโอติก. *สงขลานครินทร์ เวชสาร*. 24, 315-323.

ภัทรา พลัทธิสุข. (2014). รู้จัก PROBIOTIO และ PREBIOTIC กันหรือยัง. จาก <http://biology.ipst.ac.th/?p=884>

Dangmanee, N. (2013). Probiotic properties of *Lactobacillus fermentum* SK5 and pharmaceutical preparation design.

Doctor of philosophy in pharmaceutical sciences, Faculty of pharmaceutical sciences, Prince of songkla university.

Nakpheng, T., Kha, R., Balekar, N., Kaewnopparat, S., & Srichana, T. (2012). *Lactobacillus plantarum* T232/3 as a potential probiotic stain isolated from feces. *Thai journal of pharmaceutical sciences*. 36, 89-93.

Panesar, P. S., Bali, V., Kumar, S., Babbar, N., & Oberoi, H. S. (2016). Prebiotics. *Reference Module in Food Science Encyclopedia of Food and Health*, 464- 471.