

การศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ในกากถั่วเหลือง ที่ส่งผลต่อลำไส้ในลูกสุกร

Microbial study in soybean meal That affects the  
intestines in piglets

The seal of Rajabhat Buriram University is a circular emblem. It features a central sun with rays, flanked by two traditional Thai stupas. Below the sun is a tiered umbrella. The entire emblem is surrounded by a decorative border with Thai script. The text 'มนัสชนก ต่ายมีศิลป์' is overlaid on the seal.

มนัสชนก ต่ายมีศิลป์

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม

คณะอุตสาหกรรมอาหาร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

การศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ในกากถั่วเหลือง ที่ส่งผลกระทบต่อลำไส้ในลูกสุกร

Microbial study in soybean meal that affects the intestines in piglets

จัดทำโดย

มนัสชนก ต่ายมีศิลป์ รหัสนักศึกษา 59080111

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

อ. อ. พ. ร.

(ดร. อูมาพร ฉัตรศรีสุวรรณ)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

...../...../.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ      การศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ในกากถั่วเหลือง ที่ส่งผลต่อลำไส้ในลูกสุกร

ชื่อนักศึกษา      มนัสชนก ต่ายมีศิลป์      รหัสนักศึกษา 59080111

หลักสูตร      วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม

พ.ศ.      2563

อาจารย์ที่ปรึกษา      ดร. อูมาพร ฉัตรศรีสุวรรณ

### บทคัดย่อ

เนื่องจากระบบภูมิคุ้มกันที่ยังไม่แข็งแรงพอในสุกรที่หย่านมใหม่ ทำให้เกิดความเครียดได้ง่าย และรุนแรง กระทั่งไปถึงลำไส้ ที่ทำให้การเจริญเติบโตไม่ดี เกิดโรคท้องร่วง และโรคอื่น ๆ ซึ่งสุกรที่หย่านมใหม่ ถูกบังคับให้ต้องปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงจากนมแม่ไปเป็นอาหารที่เป็นของแข็ง ส่วนมากทำมาจากข้าวโพด และถั่วเหลือง ซึ่งมีปัจจัยต่อต้านการกินที่หลากหลาย เช่น trypsin inhibitor, glycinin ในกากถั่วเหลือง ทำให้ความเครียดในการหย่านมเพิ่มขึ้น โดยทำให้เกิดการรบกวนทางเดินอาหารและการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง ที่ผ่านมามีการใช้ยาปฏิชีวนะเป็นสารเติมแต่งสำหรับสุกรหย่านมเพื่อลดอาการท้องเสียและปรับปรุงประสิทธิภาพการเจริญเติบโต ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างมากต่อการพัฒนาสารอาหารเสริมที่มีประโยชน์ เช่นยาปฏิชีวนะเพื่อบรรเทาความเครียดในการหย่านมและปรับปรุงประสิทธิภาพของสุกรหย่านม นักวิจัยหลายคนรายงานว่า สารเสริมอาหารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของยาปฏิชีวนะเช่น โพรไบโอติกจากน้ำมันหอมระเหยและซีโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ สามารถลดอัตราท้องร่วงและปรับปรุงประสิทธิภาพในลูกสุกรหย่านม สารเติมแต่งอาหารที่มีประสิทธิภาพเท่ากับยาปฏิชีวนะไม่เพียงแต่ช่วยลดความเครียดในการหย่านม แต่ยังช่วยปรับปรุงคุณภาพอาหารด้วย งานวิจัยก่อนหน้าระบุว่ากระบวนการเพิ่มเติมของ กากถั่วเหลือง ช่วยกำจัดปัจจัยต่อต้านการย่อยได้อย่างมีประสิทธิภาพและปรับปรุงการย่อยได้ของสารอาหารและประสิทธิภาพการเจริญเติบโตในสุกรหย่านม นอกจากนี้ กากถั่วเหลืองที่ผ่านการประมวลผลแล้วยังแสดงให้เห็นถึงประโยชน์ในลำไส้ และลดการเกิดโรคท้องร่วง ข้อมูลเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าการหมักเอนไซม์กากถั่วเหลือง อาจเป็นสารเติมแต่งอาหารเสริมการทำงานเช่นเดียวกับยาปฏิชีวนะที่มีประสิทธิภาพในการลดความเครียดในการหย่านม อย่างไรก็ตามมีการวิจัยเล็กน้อยเพื่อเปรียบเทียบผลของเอนไซม์กากถั่วเหลือง และยาปฏิชีวนะในสุกรหย่านม ดังนั้นการใช้เอนไซม์กากถั่วเหลือง ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อประเมินและเปรียบเทียบผลของเอนไซม์กากถั่วเหลือง และยาปฏิชีวนะต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตต้องเสียความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระภูมิคุ้มกันและการทำงานของลำไส้ในสุกรที่หย่านม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title Microbial study in soybean meal That affects the intestines in piglets

Student name Manuschanok Taimeesin Student ID 59080111

Program Bachelor of science in Industrial fermentation technology

Year 2020

Advisor Dr. Umarphorn Chadseesuan

## ABSTRACT

Because the immune system is not strong enough in the new weaned pigs Causing stress easily and severely affecting the intestine Which causes bad growth Diarrhea and other diseases in which weaned pigs Was forced to adapt to changes from mother's milk To be solid food Mostly made from corn and soybeans. Which has various anti-eating factors such as trypsin inhibitor, glycinin in soybean meal Increasing stress in weaning By causing gastrointestinal disturbances and immune system responses resulting in decreased work efficiency Antibiotics have been used as an additive for weaning pigs to reduce diarrhea and improve growth performance. Therefore, it is very necessary to develop useful nutritional supplements. Such as antibiotics to relieve weaning stress and improve the efficiency of weaning pigs Many researchers report that Bioactive food supplements Effective in promoting the growth of antibiotics such as Probiotics from essential oils and Chitito Oligosaccharides Can reduce the diarrhea rate and improve the efficiency in weaning pigs Food additives that are as effective as antibiotics not only help reduce weaning stress. But also helps to improve food quality Previous research indicates that additional processes of Soybean meal Effectively removes anti-digestion factors and improves nutrient digestibility and growth performance in weaned pigs. In addition, processed soybean meal demonstrates intestinal benefits. And reduce the occurrence of diarrhea These data suggest that soybean meal enzyme fermentation It may be a functional food additive as well as an effective antibiotic to reduce weaning stress. However, there is a little research to compare the effects of soybean meal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษา  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

enzymes. And antibiotics in weaned pigs Therefore, the use of soybean meal enzymes In this study, to evaluate and compare the effect of soybean meal enzyme And antibiotics on growth performance, diarrhea, antioxidant ability, immunity and bowel function in weaned pigs



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

เล่มสัมมนาฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับคำปรึกษาที่ดีจาก ดร.อุมพร ฉัตรศรีสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่คอยให้กำลังใจ ให้คำแนะนำ ตลอดจนแนวทางการแก้ไขปัญหาและให้ความช่วยเหลือในทุกด้าน

ขอขอบคุณคณะกรรมการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ใน การสนับสนุนการจัดทำเล่มสัมมนาเล่มนี้ ทั้งรูปแบบการจัดทำรูปเล่ม และแบบการสัมมนา

ขอขอบคุณเพื่อนๆ รุ่นพี่ และคนรอบข้าง ที่คอยเป็นแรงสนับสนุน คอยให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา ให้แนวทาง และเป็นกำลังใจ ในยามที่ท้อตลอดจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

มนัสชนก ต่ายมีศิลป์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	II-III
กิตติกรรมประกาศ.....	IV
สารบัญ.....	V-VI
สารบัญตาราง.....	VII
<b>บทที่ 1</b> บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา .....	4
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	4
<b>บทที่ 2</b> ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	5
2.1 กากถั่วเหลือง .....	5
2.2 การหมัก .....	6
2.3 ชนิดของจุลินทรีย์ที่พบในอาหาร.....	7
2.4 จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหาร .....	8
2.5 อาหารสัตว์ .....	10
2.6 ประเภทของอาหาร .....	11
2.7 ความเครียดหลังหย่านมของลูกสุกร .....	12
<b>บทที่ 3</b> อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง .....	14
<b>บทที่ 4</b> ผลการทดลอง .....	18
4.1 ลักษณะทางเคมีของส่วนผสม .....	19
4.2 การย่อยได้ของโปรตีนดิบและกรดอะมิโน .....	20
4.3 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและอัตราการท้องเสีย .....	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลของ FSBM ต่อประสิทธิภาพการเลี้ยงสุกร .....	21
4.5 การสังเกตการเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ทางเคมี .....	21
4.6 ประสิทธิภาพการเติบโต .....	21
4.7 การย่อยได้ทางเดินทั้งหมดของวัตถุดิบแห่งแคลเซียมและฟอสฟอรัส .....	22
<b>บทที่ 5</b> สรุปผลและข้อเสนอแนะ .....	24
<b>บรรณานุกรม</b> .....	26



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 การออกแบบการทดลองสำหรับกากถั่วเหลืองหมัก (FSBM) .....	13
ตารางที่ 2 แสดงส่วนผสมและปริมาณสารอาหารของอาหารในตัวอย่างที 2 .....	14
ตารางที่ 3 องค์ประกอบของอาหารและระดับสารอาหารสำหรับลูกสุกรที่ดูคนมและหย่านมใหม่ .....	15
ตารางที่ 4 ตารางแสดงองค์ประกอบของสารอาหารวิเคราะห์ของกากถั่วเหลือง และกากถั่วเหลืองเอนไซม์ ..	19
ตารางที่ 5 ผลของเอนไซม์กากถั่วเหลืองเอนไซม์ (ESBM) ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและอัตราการท้องเสีย ในสุกรหย่านม.....	20



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

กากถั่วเหลือง (SBM) เป็นแหล่งสำคัญของโปรตีนในอาหารสุกร อย่างไรก็ตามการประยุกต์ใช้ในอาหารสัตว์มีจำกัด ซึ่ง อาหารสัตว์ หมายถึง สารหรือสิ่งของที่ภายหลังสัตว์กินเข้าไปแล้วสามารถย่อย ถูกดูดซึม แล้วจะถูกนำไปใช้ประโยชน์ ต่อร่างกายของสัตว์ได้ หรือหมายถึงวัตถุใด ๆ ที่สัตว์กินได้ แล้วนำมาผสมเป็นส่วนหนึ่งในอาหารที่สัตว์ จากความหมายของอาหารสัตว์นี้ จะเห็นได้ว่าสิ่งที่กินเข้าไปจะถูกย่อยแต่สัตว์ไม่สามารถย่อยได้ทั้งหมด เนื่องจากปัจจัยต่อต้านโภชนาการและโปรตีนแอนติเจนซึ่งรบกวนการย่อยอาหาร การดูดซึมและการใช้สารอาหารมีการแสดงให้เห็นว่าการย่อยสลายของโปรตีน และสารยับยั้ง โปรตีนเอสในกากถั่วเหลือง ที่หมักโดย *B. subtilis* ช่วยปรับปรุงกิจกรรมของเอนไซม์ย่อยอาหารในสุกรหย่านม เนื่องจากระบบภูมิคุ้มกันที่ยังไม่แข็งแรงพอในสุกรที่หย่านมใหม่ ความเครียดเหล่านี้ทำให้เกิดความเครียดออกซิเดสอย่างรุนแรง และการรบกวนของลำไส้ทำให้การเจริญเติบโตไม่ดี โรคท้องร่วงและโรคอื่นๆ ในขณะที่ความเครียดในสุกรที่หย่านมถูกบังคับให้ต้องปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงจากนมแม่ สุกที่ย่อยได้ถูกเปลี่ยนอาหาร ไปเป็นอาหารที่เป็นของแข็งจากถั่วเหลือง ซึ่งมีปัจจัยต่อต้านการกินที่หลากหลาย ทำให้ความเครียดในการหย่านมเพิ่มขึ้น โดยทำให้เกิดการรบกวนทางเดินอาหารและการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง ที่ผ่านมามีการใช้ยาปฏิชีวนะเป็นสารเติมแต่งสำหรับสุกรหย่านมเพื่อลดอาการท้องเสียและปรับปรุงประสิทธิภาพการเจริญเติบโต ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างมากต่อการพัฒนาสารอาหารเสริมที่มีประโยชน์เช่นยาปฏิชีวนะเพื่อบรรเทาความเครียดในการหย่านมและปรับปรุงประสิทธิภาพของสุกรหย่านม ว่าสารเสริมอาหารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของยาปฏิชีวนะเช่น โปรไบโอติกจากน้ำมันหอมระเหยและซีโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ ซึ่งโปรไบโอติกแบคทีเรียเป็นที่นิยมอย่างมาก เนื่องจากผลประโยชน์ในด้านสุขภาพของมนุษย์ สมาชิกที่โดดเด่นที่สุดของแบคทีเรียโปรไบโอติกคือ *Lactobacillus* และ *Bifidobacteria spp* ซึ่งมีความสัมพันธ์กับผลิตภัณฑ์นมหมัก อื่น ๆ ได้แก่ *Micrococcus luteus*, *Escherichia coli*, *Lactococcus lactis*, *Streptococcus thermophilis*, *Enterococcus duran* โดยทั่วไปแลคติกแอซิดแบคทีเรีย (LAB) เช่น *Lactobacillus plantarum* มีความนิยมใช้สำหรับการหมักอาหารต่าง ๆ เนื่องจากเป็นประโยชน์ต่อมนุษย์ ซึ่งมีส่วนช่วยในการป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่เป็นอันตรายได้ โรคท้องร่วงมะเร็งลำไส้ใหญ่และการจัดการการแพ้แลคโตสในร่างกาย เสริมในผลิตภัณฑ์นมหมัก หรือการบริโภคผลิตภัณฑ์นมที่มีแบคทีเรียแลคติกลดลง ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นใบนี้โปรดแจ้งให้ทราบ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอเลสเตรอลในเลือด คุณสมบัติของโปรไบโอติกของแบคทีเรียกรดแลคติกและอื่น ๆ มีความหมาย ในการปรับปรุงภูมิคุ้มกันของร่างกาย ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องจัดหาผลิตภัณฑ์อาหารราคาถูกและราคาไม่แพง อาหารดังกล่าวสามารถเกิดจากอาหารประเภทนมสูตรสำหรับทารกน้ำผลไม้และธัญพืช อย่างไรก็ตามต้องสร้างศักยภาพของโปรไบโอติกเพื่อยืนยันอาหารที่พัฒนาแล้ว เป็นอาหารโปรไบโอติกที่ใช้งานได้ ซึ่งสามารถลดอัตราท้องร่วงและปรับปรุงประสิทธิภาพในลูกสุกรหย่านม สารเติมแต่งอาหารที่มีประสิทธิภาพเท่ากับยาปฏิชีวนะไม่เพียงแต่ช่วยลดความเครียดในการหย่านม แต่ยังช่วยปรับปรุงคุณภาพอาหารด้วย งานวิจัยก่อนหน้านี้ระบุว่ากระบวนการเพิ่มเติมของ กากถั่วเหลือง ช่วยกำจัดปัจจัยต่อต้านการย่อยได้อย่างมีประสิทธิภาพ และปรับปรุงการย่อยได้ของสารอาหารและประสิทธิภาพการเจริญเติบโตในสุกรหย่านม นอกจากนี้ กากถั่วเหลือง ที่ผ่านการประมวลผลแล้วยังแสดงให้เห็นถึงผลประโยชน์ในลำไส้สถานะภูมิคุ้มกัน และลดการเกิดโรคท้องร่วง ข้อมูลเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าการหมักและเอนไซม์กากถั่วเหลือง อาจเป็นสารเติมแต่งอาหารเสริม การทำงานเช่นเดียวกับยาปฏิชีวนะที่มีประสิทธิภาพในการลดความเครียดในการหย่านม อย่างไรก็ตามมีการวิจัยเล็กน้อยเพื่อเปรียบเทียบผลของเอนไซม์ SBM และยาปฏิชีวนะในสุกรหย่านม

กากถั่วเหลือง เป็นผลิตภัณฑ์ร่วมหลังจากการสกัดน้ำมันจากเมล็ดถั่วเหลือง ได้รับการพิจารณาว่าเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญและมีราคาถูกสำหรับอาหารสัตว์เนื่องจากมีความพร้อม ใช้งานง่ายมีกรดอะมิโนมาก อย่างไรก็ตามการใช้ประโยชน์จากโปรตีนจากพืชในอาหารสัตว์มีปัญหาหลายประการ อาทิ โปรตีนที่ก่อให้เกิดอาการแพ้ และการขาดกรดอะมิโนจำเป็นบางชนิด นอกจากนี้ประมาณ 30% ของโปรตีนในกากถั่วเหลืองมีโปรตีนที่เป็นสารก่อภูมิแพ้ซึ่งสามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาแพ้ต่อมนุษย์และแพ้ในลูกสุกรหย่านม เพื่อที่จะใช้ประโยชน์จากกากถั่วเหลือง ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้มีการพัฒนาเทคนิคในการกำจัดสารก่อภูมิแพ้ แต่ไม่สมารถกำจัดได้อย่างทั่วถึง อย่างที่ทราบกันดีว่าผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองหมักเป็นอาหารแบบดั้งเดิมที่สำคัญในประเทศแถบเอเชียซึ่งมีสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าฤทธิ์ทางชีวภาพต้านมะเร็งและต้านมะเร็งมากกว่าผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองที่ไม่ผ่านการหมัก การเพิ่มความสามารถในการดูดซึมและคุณค่าทางอาหารรวมถึงการลดลงของอาการแพ้และอุบัติการณ์ของโรคท้องร่วงในสุกรหย่านมส่วนใหญ่เกิดจากการย่อยสลายของโปรตีนโมเลกุลขนาดใหญ่เป็นโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ โดยการหมักแบบ Solid-state หมายถึงกระบวนการหมักที่ดำเนินการบนวัสดุที่ไม่ละลายซึ่งทำหน้าที่เป็นการสนับสนุนทางกายภาพและเป็นแหล่งของสารอาหารในกรณีที่ไม่ใช่ของเหลวไหลอยู่ได้ถูกนำมาใช้อย่างประสบความสำเร็จในการผลิตเอนไซม์, ยาปฏิชีวนะ, สารแต่งกลิ่นรสและอื่น ๆ ทุกวันนี้ solid-state ได้ดำเนินการในเชิงพาณิชย์ในอุตสาหกรรมอาหารหรือการบำบัดของเสียและการใช้ประโยชน์ การศึกษาผลของการแตกตัวของเอนไซม์นอกเซลล์จาก *Bacillus subtilis* โดยใช้กากถั่วเหลืองเป็นสารตั้งต้นสำหรับการหมักแบบ ผลการศึกษาพบว่า *B. subtilis* ผลิตโปรตีนเอสและคาร์บอกซีเพปติเดสในระยะเอกสสารนี้เป็นเอกสสารที่สว่นไวสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรกของ solid-state โปรตีนมีความโดดเด่นและสามารถย่อยโปรตีนถั่วเหลืองให้กลายเป็นเปปไทด์สายโซ่ยาว การผลิต คาร์บอกซีเพปไทเดส *B. subtilis* สามารถลดความขมได้อย่างมีประสิทธิภาพอาจเป็นเพราะคาร์บอกซิลเพปไทเดส การวิเคราะห์เอนไซม์แสดงให้เห็นว่า *B. subtilis* ขับคาร์บอกซิลเพปไทเดสออกมา ในระหว่างการเจริญเติบโต กรดอะมิโน ฟีนอลอะลานีน อะลานีน ไทโรซีนและลิวซีน ที่ C-terminal ของเปปไทด์ที่มีรสขมจากถั่วเหลืองในไฮโดรไลเสตถูกแยกออกมาในที่มีคาร์บอกซีเพปไทเดส

ในระหว่างการหมักสารประกอบอินทรีย์ที่ซับซ้อนจะถูกย่อยสลายเป็นโมเลกุลขนาดเล็กโดยจุลินทรีย์แสดงหน้าที่ทางสรีรวิทยาที่หลากหลายนอกเหนือจากคุณสมบัติทางโภชนาการ การหมักของกากถั่วเหลือง ด้วยจุลินทรีย์ที่แตกต่างกันช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางชีวภาพที่เกิดจากการเพิ่มขึ้นของฟีนอล, ฟลาโวนอยด์, เปปไทด์และส่วนผสมอื่น ๆ มีรายงานว่า *Bacillus* sp. สามารถปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง อย่างไรก็ตาม มีความต้องการข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลกระทบทางโภชนาการและการออกฤทธิ์ทางชีวภาพของการใช้ SSF ในกากถั่วเหลือง ในการศึกษาที่เราประเมินการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางโภชนาการและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของกากถั่วเหลือง หลังจากการหมักโดย *Bacillus subtilis*

การหมักถั่วเหลืองยังสามารถย่อยสลายโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตให้เป็นสารประกอบที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำและละลายน้ำได้ซึ่งจะช่วยให้การย่อยได้ของสารอาหารและช่วยป้องกันโรคท้องร่วงสำหรับลูกสุกร นอกจากนี้ยังมีการเสนอว่าจุลินทรีย์บางชนิดที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์หมักสามารถยับยั้งการลำไส้ของเชื้อโรคที่ทำให้เกิดอาการท้องเสียในสุกร โดยจากการศึกษาผลของการแตกตัวของเอนไซม์นอกเซลล์จาก *Bacillus subtilis* โดยใช้กากถั่วเหลืองเป็นสารตั้งต้นสำหรับการหมักแบบ solid-state พบว่า *B. subtilis* ผลิตโปรตีนเอนไซม์แรก โปรตีนมีความโดดเด่นและสามารถย่อยโปรตีนถั่วเหลืองให้กลายเป็นเปปไทด์สายโซ่ยาว ซึ่งเป็นจุดที่โปรตีนจากถั่วเหลืองจะถูกย่อยสลายต่อไป *B. subtilis* สามารถลดความขมได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งอาจเป็นเพราะคาร์บอกซีเพปไทเดส การวิเคราะห์เอนไซม์แสดงให้เห็นว่า *B. subtilis* ขับ คาร์บอกซีเพปไทเดส ออกมา ในระหว่างการเจริญเติบโต กรดอะมิโน ฟีนอลอะลานีน อะลานีน ไทโรซีนและ ลิวซีน ของเปปไทด์ที่มีรสขมจากถั่วเหลืองในไฮโดรไลเสตถูกแยกออกมาในที่มีคาร์บอกซีเพปไทเดส

กากถั่วเหลืองเป็นอาหารเสริมโปรตีนที่ใช้กันมากที่สุดในการป้อนส่วนผลิตภัณฑ์นมและเป็นมาตรฐานที่ใช้ในการกำหนดค่าของอาหารเสริมโปรตีนอื่น ๆ กากถั่วเหลืองเป็นที่พอใจและมีกรดอะมิโนที่จำเป็นในปริมาณมาก แต่ส่วนใหญ่โปรตีนจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะ ถั่วเหลืองพันธุ์ใหม่ที่มีความเข้มข้นของโปรตีนเพิ่มขึ้นหรือ ความเข้มข้นต่ำของโอลิโกแซคคาไรด์ กับถั่วเหลืองธรรมดา ที่ได้รับการแนะนำเมื่อเร็ว ๆ นี้ ส่งผลให้สายพันธุ์ในการผลิตกากถั่วเหลือง มีลักษณะของถั่วเหลืองหลัก ดังนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้นของโปรตีนดิบ ในกากถั่วเหลืองโปรตีนสูง (SBM-HP) มากกว่ากากถั่วเหลืองปกติ (SBM-CV) แต่ค่าสัมประสิทธิ์ของการย่อยในลำไส้เล็ก (CISD) สำหรับกรดอะมิโน ใน SBM-HP ไม่แตกต่างจาก CISD ของกรดอะมิโน ใน SBM-CV หากอาหารบ่อนให้กับการเลี้ยงสุกร ความเข้มข้นของพลังงานที่ย่อยได้ (DE) และพลังงานที่เผาผลาญได้ (ME) ใน SBM-HP ไม่แตกต่างจาก DE และ ME ใน SBM-CV โอลิโกแซคคาไรด์ในถั่วเหลืองนั้นย่อยได้ไม่ดีเพราะหมู่ไม่หลัง  $\alpha$ -galactosidase เอนไซม์ที่จำเป็นในการย่อย oligosaccharides ในถั่วเหลือง โอลิโกแซคคาไรด์สามารถเพิ่มความการย่อยในลำไส้ซึ่งอาจส่งผลให้การย่อยและการดูดซึมของสารอาหาร การมีโอลิโกแซคคาไรด์เหล่านี้ในอาหารสำหรับสุกรหย่านมอาจส่งผลให้ลดการเจริญเติบโต และลดอาการท้องเสียในลูกสุกรหย่านม ดังนั้นจึงอาจเป็นประโยชน์ต่อการลดระดับโอลิโกแซคคาไรด์ในถั่วเหลืองและกากถั่วเหลืองที่บ่อนให้กับลูกสุกรหย่านม

สุกรเป็นสัตว์ที่มนุษย์ส่วนใหญ่นิยมบริโภค เป็นสัตว์เศรษฐกิจที่เป็นที่นิยมเลี้ยง โดยการเลี้ยงสุกรต้องมีความใส่ใจ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพของเนื้อ และเพื่อลดอัตราการป่วย และตายของสุกร โดยช่วงชีวิตที่สำคัญของสุกร คือสุกรในวัยที่กำลังหย่านม เป็นวัยที่จะเกิดความเครียดได้ง่าย และส่งผลต่อการเกิดโรคต่างๆ โดยเปลี่ยนจากอาหารเหลวที่ย่อยง่ายเป็นอาหารแข็ง ซึ่งความสามารถในการย่อยอาหารของลูกสุกรที่กำลังหย่านมใหม่ๆ ยังมีไม่มากพอ อาทิ ความแข็งแรงของลำไส้ และเชื้อจุลินทรีย์ในกระเพาะของลูกสุกร โดยอาหารที่เหมาะสมกับลูกสุกร ควรเป็นอาหารที่มีสารอาหารมาก และย่อยได้ง่าย จากการศึกษา พบว่ากากถั่วเหลือง เป็นอาหารที่เหมาะสมกับสัตว์มากพอสมควร เนื่องจากสารอาหารที่มีมาก และเป็นแหล่งโปรตีน เราจึงนำกากถั่วเหลืองมาศึกษาถึงขั้นตอนในการหมัก และเชื้อจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหมักกากถั่วเหลือง ทั้งจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ และจุลินทรีย์ที่ส่งผลให้เกิดโรค เช่นโรคท้องร่วงในสุกร โดยการศึกษาในครั้งนี้ศึกษาในความสามารถของจุลินทรีย์ รวมไปถึงการหมักถั่วเหลืองด้วยเชื้อที่เกี่ยวข้อง

## 1.2 วัตถุประสงค์

- เพื่อศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้ลำไส้ของลูกสุกรสามารถย่อยกากถั่วเหลืองได้ง่าย
- เพื่อศึกษาจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหารในกระเพาะสุกร

## 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- ได้ทราบว่าในกากถั่วเหลืองมีจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อลำไส้ของลูกสุกรหรือไม่
- ได้ทราบขั้นตอนแปรรูปกากถั่วเหลืองด้วยการหมักเพื่อสะดวกต่อการย่อยของลูกสุกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### เนื้อหาเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้อง

##### 2.1 กากถั่วเหลือง

กากถั่วเหลือง (SBM) เป็นแหล่งสำคัญของโปรตีนในอาหารสุกร อย่างไรก็ตามการประยุกต์ใช้ในอาหารสุกรมีจำกัด เนื่องจากปัจจัยต่อต้านโภชนาการและโปรตีนแอนติเจนซึ่งรบกวนการย่อยอาหารการดูดซึมและการใช้สารอาหาร มีการแสดงให้เห็นว่าการย่อยสลายของโปรตีนแอนติเจนส่วนใหญ่ (glycinin และ 50  $\beta$ -conglycinin) และสารยับยั้งโปรตีเอสใน SBM ที่หมักโดย *B. subtilis* ช่วยปรับปรุงกิจกรรมของเอนไซม์ย่อยอาหารในสุกรหย่านม (Feng et al., 2007) การหมักถั่วเหลืองยังสามารถย่อยสลายโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตให้เป็นสารประกอบที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำและละลายน้ำได้ซึ่งจะช่วยให้การย่อยได้ของสารอาหารและช่วยป้องกันโรคท้องร่วงสำหรับลูกสุกร นอกจากนี้ยังมีการเสนอว่าจุลินทรีย์บางชนิดที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์หมักสามารถยับยั้งการลำไส้ของเชื้อโรคที่ทำให้เกิดอาการท้องเสียในสุกร (Kiers et al., 2003) การลดอาการท้องร่วงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการผลิตหมูเนื่องจากลดการจูงใจให้สัตว์เหล่านี้ติดเชื้อ *Escherichia coli* และปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้อาหารโดยเฉพาะในสุกรหย่านม

กากถั่วเหลืองเป็นอาหารเสริมโปรตีนที่ใช้กันมากที่สุดในการป้อนส่วนผลิตภัณฑ์นมและเป็นมาตรฐานที่ใช้ในการกำหนดค่าของอาหารเสริมโปรตีนอื่น ๆ กากถั่วเหลืองเป็นที่พอใจและมีกรดอะมิโนที่จำเป็นในปริมาณมาก แต่ส่วนใหญ่โปรตีนจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะ

##### กากถั่วเหลืองมี 2 ชนิด คือ

1. กากถั่วเหลืองที่มีเปลือกผสมอยู่ด้วย หรือที่เรียกกันในทางการค้าว่ากากถั่วเหลือง 44% จากการวิเคราะห์คุณภาพของกากถั่วเหลืองชนิดนี้ โดยกองอาหารสัตว์พบว่า มีโปรตีนประมาณ 47.6 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย (Crude fiber) ประมาณ 6.6 เปอร์เซ็นต์

2. กากถั่วเหลืองที่ไม่มีเปลือกผสมอยู่ มีแต่เนื้อในล้วนๆ หรือที่เรียกกันในทางการค้าว่ากากถั่วเหลือง 49% จากการวิเคราะห์พบว่า มีโปรตีนสูงถึง 51.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเยื่อใยต่ำกว่าชนิดที่เปลือกผสมคือ มีประมาณ 4.9 เปอร์เซ็นต์

กากถั่วเหลืองที่นำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ จะต้องมีความชื้นไม่เกิน 12 เปอร์เซ็นต์ มีลักษณะเป็นเกล็ด บาง เบา เมื่อใช้มือบีบจะมีลักษณะแข็ง กรอบ ไม่ดิบ หรือไหม้ ไม่มีกลิ่นหืน หรือกลิ่นสาบ และไม่มีสิ่งปลอมปน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 การหมัก

การหมัก เป็นกระบวนการทางชีวเคมีภายในเซลล์ เพื่อสร้างพลังงานจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ หรือ การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสารประกอบอินทรีย์ด้วยเอนไซม์ โดยมีสารอินทรีย์เป็นทั้งตัวให้และตัวรับ อิเล็กตรอน ซึ่งต่างจากการหายใจแบบใช้ออกซิเจนที่ใช้ออกซิเจนที่เป็นสารอนินทรีย์เป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย

### 1. แบ่งตามผลผลิต

- ผลผลิตเป็นตัวเซลล์ (Microbial cell) เช่น การผลิตเซลล์จุลินทรีย์เพื่อใช้เป็นอาหารมนุษย์และสัตว์ (Single cell protein, SCP)
- ผลผลิตเป็นเอนไซม์ (Microbial enzyme) ส่วนใหญ่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น เอนไซม์อะไมเลส (Amylase) เอนไซม์ไลเปส (Lipase) เอนไซม์โปรตีเอส (Proteases)
- ผลผลิตเป็นสารเมตาบอไลต์ (Microbial metabolite) อาจจะเป็นสารเมตาบอไลต์ปฐมภูมิ (Primary metabolite) เช่น เอทานอล บิวทานอล ไลซีน วิตามิน เป็นต้น จุลินทรีย์จะผลิตสารเหล่านี้ขึ้นในช่วง Log phase และสารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิ (Secondary metabolite) ซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการเมตาบอลิซึมปฐมภูมิ ซึ่งพบในจุลินทรีย์บางชนิดในช่วง Stationary phase ของการเจริญ แต่มีความสำคัญเช่น ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดอื่นได้ เป็นสารส่งเสริมการเจริญเติบโต (Growth promoter) หรือมีคุณสมบัติเป็นยาฆ่าโรค เป็นต้น
- เกิดการเปลี่ยนรูปของสารประกอบที่เติมลงไป (Transformation process) เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารประกอบให้อยู่ในรูปที่คล้ายกัน แต่มีราคาสูงขึ้นเช่น กระบวนการผลิตน้ำส้มสายชู (การเปลี่ยนเอทานอลไปเป็นกรดน้ำส้ม) การผลิตยาปฏิชีวนะ เป็นต้น

### 2. แบ่งตามความต้องการอากาศหรือออกซิเจน

- Aerobic fermentation เป็นการหมักที่ต้องการอากาศ เช่น การหมักกรดซิตริก และกรดน้ำส้ม เป็นต้น
- Anaerobic fermentation เป็นการหมักที่ไม่ต้องการออกซิเจน เช่น การหมักอะซิโตนและบิวทานอล

### 3. แบ่งตามสภาพการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อ

- Septic fermentation เป็นการหมักในสภาพเปิด ไม่จำเป็นต้องฆ่าเชื้อจุลินทรีย์
- Semi-septic fermentation เป็นการหมักในสภาพปิดเพื่อป้องกันการปนเปื้อนเชื้อจากภายนอก แต่ไม่จำเป็นต้องฆ่าเชื้อที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ
- Aseptic fermentation เป็นการหมักในสภาพปิดที่ปราศจากการปนเปื้อนเชื้อทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. แบ่งตามลักษณะหรือปริมาณน้ำในอาหารเลี้ยงเชื้อ
  - o การหมักบนอาหารแข็ง (Solid state fermentation)
  - o Submerge state fermentation เป็นการหมักที่ทำได้โดยการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ในอาหารที่มีลักษณะเหลว
5. แบ่งตามลักษณะของกระบวนการที่ใช้
  - o การหมักแบบไม่ต่อเนื่อง (Batch fermentation) ทำในระบบปิดที่มีสารอาหารเริ่มต้นปริมาณจำกัดเมื่อใส่จุลินทรีย์เพาะเลี้ยงลงไปในระบบแบบต่อเนื่องแล้วจะไม่มีการเติมสารใดๆ ลงไปอีก
  - o การหมักแบบต่อเนื่อง (Continuous fermentation) เป็นโดยมีการเติมอาหารใหม่และถ่ายอาหารเก่าออกจากระบบในอัตราเดียวกันตลอดเวลา
  - o Fed-batch fermentation เป็นการหมักที่มีการเติมสารอาหารบางอย่างเพิ่มลงไปในการหมักเลี้ยงเชื้อเป็นระยะๆ

การหมักเป็นกระบวนการที่ใช้ในการผลิตไวน์ เบียร์ โยเกิร์ต และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ นี้คือดูกระบวนการทางเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างการหมัก

การหมักเป็นกระบวนการเผาผลาญซึ่งสิ่งมีชีวิตจะเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตเช่นแป้งหรือน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์หรือกรด ตัวอย่างเช่นยีสต์ทำการหมักเพื่อให้ได้พลังงานโดยแปลงน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ แบคทีเรียทำการหมักโดยเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตให้เป็นกรดแลคติก

การหมักเป็นกระบวนการทางธรรมชาติ ผู้คนใช้การหมักเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์

### 2.3 ชนิดของจุลินทรีย์ที่พบในอาหาร

- แบคทีเรีย (Bacteria) เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่มีวิวัฒนาการต่ำสุด จัดอยู่ในอาณาจักรมอเนอรา สืบพันธุ์ด้วยการแบ่งตัว พบได้ทั่วไปในน้ำ ในดิน ในอากาศ ร่างกายสิ่งมีชีวิตอื่น นิยมแบ่งชนิดแบคทีเรียตามลักษณะของรูปร่าง แบ่งได้ 3 ชนิด คือ

ก. คอคคัส (Coccus) เป็นแบคทีเรียที่ทำให้อาหาร จำพวกเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ เกิดพิษมากกว่าแบคทีเรียชนิดอื่น

ข. บาซิลลัส (Bacillus) มีรูปร่างแบบทรงกระบอก Escherichia coli ทำให้กระเพาะและลำไส้อักเสบ ในคนและ สัตว์เลือดอุ่น Salmonella ทุกชนิดพันธุ์ทำให้เกิดโรคในคน เช่น ไทฟอยด์ กระเพาะและลำไส้ อักเสบ โลหิต เป็นพิษ Vibrio cholera ทำให้เกิดอหิวาตกโรคในคน ฯลฯ

ค. สไปริลลัม (Spirillum) รูปร่างเป็นเกลียว ทำให้เกิดโรคฉี่หนู หรือ เลปโตสไปโรซิส ในคนและสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบคทีเรียหลายชนิดถูกใช้ในการถนอมอาหารและแปรรูปอาหาร โดยเฉพาะการหมัก ผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้เรียกว่า อาหารหมัก (Fermented Food) เช่น กะหล่ำปลีดอง แดงกวาดอง ไส้กรอก เป็นต้น และส่วนใหญ่จะใช้แบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติก ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้อาจมีอยู่แล้วตามธรรมชาติในอาหารหรือ ตั้งใจใส่ลงในอาหาร แบคทีเรียจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีหรือเกิดปฏิกิริยาเคมีในอาหาร โดยสร้างเอนไซม์แล้วส่งออกมานอกเซลล์เพื่อย่อยอาหารต่างๆ จากนั้นจึงดูดซึมกลับเข้าสู่เซลล์ แล้วทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้สารผลิตภัณฑ์จำพวกกรดอินทรีย์ แอลกอฮอล์ แอลดีไฮด์ แก๊สต่างๆ และพลังงาน สำหรับใช้ทำกิจกรรม

ก. แบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติก (Lactic Acid Bacteria : LAB) แบคทีเรียกลุ่มนี้จะทำให้น้ำตาลเกิดปฏิกิริยาเคมี เปลี่ยนเป็นกรดแลคติก ซึ่งทำให้อาหารมีรสเปรี้ยว ผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้ เช่น แหนม ไส้กรอกเปรี้ยว นมเปรี้ยว ผลไม้ดอง เป็นต้น

ข. แบคทีเรียที่สร้างกรดอะซิติก (Acetic Acid Bacteria : AA) แบคทีเรียกลุ่มนี้จะทำให้เกิดเอทิลแอลกอฮอล์ หรือเอทานอล เกิดปฏิกิริยาเคมีเปลี่ยนเป็นกรดอะซิติก

- รา (Fungi) ส่วนใหญ่ เป็นผู้ย่อยสลาย คนเรานิยมใช้ราหมักอาหาร แต่ราบางชนิดก็ทำให้เกิดโรคในคน พืชและสัตว์ เช่น โรคผิวหนัง สร้างสารก่อมะเร็ง ทำให้อาหารเน่าเสีย เรายังใช้ประโยชน์จากราในด้านอื่น เช่น การผลิตสารปฏิชีวนะ กรดอินทรีย์ เอนไซม์ต่างๆ เพื่อในวงการแพทย์ การใช้ราบางชนิดทางการเกษตรเพื่อช่วยป้องกันและกำจัดวัชพืช แมลงศัตรูพืช

- ยีสต์ (Yeast) ช่วยให้อาหารบางชนิดมีคุณค่าทางอาหาร เพิ่มขึ้น ใช้ในการสังเคราะห์ โปรตีน ลิพิด หรือวิตามินบางชนิด จากสารตั้งต้นพวกน้ำตาลอย่างง่ายและ แอมโมเนียมไนโตรเจน ฯลฯ แต่ยีสต์บางชนิดทำให้เกิดโรคในพืชและสัตว์ ทำให้อาหารเน่าเสีย เครื่องนุ่งห่ม และวัสดุบางชนิดเสียหายได้ ฯลฯ

- ไวรัส (Virus) เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กมาก ดำรงชีพเป็นปรสิต ทำให้เกิดโรคในคน สัตว์ พืช และจุลินทรีย์ชนิดอื่น เช่น ไข้หวัด ไข้หวัดนก ไวรัส ตับอักเสบบี ซี และซีเอ็ดส์ ไวรัสบางชนิดที่ปนอยู่ในอาหารทำให้เกิดอาการท้องเสียคล้ายกับอาการที่เกิดเนื่องจากแบคทีเรีย

- โปรโตซัว (Protozoa) เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ส่วนมากมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตอื่นใน ระบบนิเวศแบบที่เป็นปรสิต ซึ่งก่อให้เกิดโรคได้ทั้งในคน สัตว์และพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหาร

การปนเปื้อนในอาหาร การปนเปื้อนของสารต่างๆและจุลินทรีย์ในอาหาร มีหลายลักษณะ ได้แก่

- การปนเปื้อนทางกายภาพ เกิดจากวัสดุต่างๆ เช่น เศษแก้ว เศษพลาสติก เศษไม้เศษโลหะ เศษกระดาษ เส้นผม ฯลฯ ปนเปื้อนในอาหาร ผู้ประกอบอาหารจึงควรดูแลป้องกันมิให้สิ่งเหล่านี้ปนเปื้อนในอาหาร
- การปนเปื้อนทางเคมี เกิดจากมีสารเคมีต่างๆ เช่น ฟอร์มาลิน สารเร่งเนื้อแดง
- การปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ได้แก่ แบคทีเรีย ยีสต์ รา ไวรัส ตามปกติพืชจะมีจุลินทรีย์ปะปน อยู่ที่ผิวเสมอ ส่วนสัตว์จะพบได้ที่บริเวณผิวหนัง ทางเดินอาหาร และทางเดินหายใจ (พบได้น้อย)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์

อุณหภูมิ มีความสำคัญมากต่อการเจริญและการปรับตัวของจุลินทรีย์ ซึ่งจะแตกต่างกันตามชนิดของจุลินทรีย์ ถ้าหากสภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมจะทำให้จุลินทรีย์เจริญช้าลง หรืออาจจะยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ และถ้าไม่เหมาะสมมากจุลินทรีย์อาจตายได้ รังสี

รังสีเป็นพลังงานที่สามารถถ่ายทอดผ่านจากที่หนึ่ง ยังอีกที่หนึ่ง และมีอำนาจทะลุผ่านสิ่งต่างๆ ได้ ในงานอุตสาหกรรม อาหารที่ส่งออกไปขายต่างประเทศบางชนิด นิยมใช้รังสีแกมมาในการทำลายจุลินทรีย์ รังสีอีกชนิดหนึ่งที่มีผลกระทบต่อจุลินทรีย์ คือ รังสีอัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet) เป็นรังสีที่พบได้ใน แสงแดด สามารถทำลายแบคทีเรียได้

สารอาหาร จะแตกต่างกันตามชนิดของจุลินทรีย์ แต่จะต้องมีธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลักในอาหารเหล่านั้น ได้แก่ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ไนโตรเจน (N) กำมะถัน (S) ฟอสฟอรัส (P) และกรดอะมิโนกับเบสกลุ่มพิวรีน และไพริมิดีน (Pyrimidine) ซึ่งจำเป็นต่อการสร้างเซลล์ใหม่ ซ่อมแซมเซลล์ที่สึกหรอสังเคราะห์สารพันธุกรรม

สภาพกรด-เบส หรือ ค่าพีเอช (pH) สภาพกรด-เบสซึ่งระบุได้ด้วยค่า pH ในอาหารแต่ ละชนิดจะแตกต่างกันและมีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ รา ส่วนมากจะเจริญได้ในช่วงที่มีค่า pH กว้างกว่ายีสต์และแบคทีเรีย ราหลายชนิดเจริญได้ดีในสภาพที่มีค่า pH ค่อนข้างต่ำหรือเป็นกรดสูง ซึ่งยีสต์และแบคทีเรียจะไม่เจริญ ยีสต์ที่นิยมใช้ในการหมักส่วนมากเจริญได้ดีในที่ที่มีค่า pH 4- 4.5 แต่จะไม่เจริญในสภาพที่เป็นเบสหรือค่า pH สูง และแบคทีเรียส่วนใหญ่จะเจริญได้ดีในสภาพที่ใกล้เคียงกับ กลางหรือเป็นกลาง แต่แบคทีเรียที่สร้างกรดจะเจริญได้ดีในสภาพที่เป็นกรด ส่วนแบคทีเรียที่สร้างเอนไซม์ สำหรับย่อยโปรตีนได้ จะเจริญได้ดีในช่วงที่มีค่า pH สูงหรือมีสภาพเป็นเบส สภาพกรด-เบสในอาหารยังมีผลต่อการอยู่รอดของจุลินทรีย์ต่างๆ ระหว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บรักษา การถนอม อาหารโดยใช้ความร้อน การทำแห้ง ถ้าค่า pH ตอนเริ่มเก็บรักษาหรือถนอมอาหารเหมาะสมต่อการเจริญ จุลินทรีย์ชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดจะแข่งขันกันเพื่อให้อยู่รอด อัตราการเจริญของจุลินทรีย์จะช้าลง หรือถ้ามี ค่า pH ไม่เหมาะสมต่อการเจริญ จุลินทรีย์บางชนิดอาจเจริญได้ แล้วอาจทำให้ค่า pH ในอาหารเปลี่ยนไป

ปริมาณก๊าซ ก๊าซที่มีความสำคัญต่อการเจริญและการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ได้แก่ ไนโตรเจน (N<sub>2</sub>) ออกซิเจน (O<sub>2</sub>) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>)

## 2.5 อาหารสัตว์

อาหาร (Food) หมายถึงของกินหรือเครื่องหล่อเลี้ยงชีวิต

ในทางอาหารสัตว์จะใช้คำว่า Feed ซึ่งจะหมายถึง สารหรือสิ่งของที่ภายหลังสัตว์กินเข้าไปแล้วสามารถถูกย่อย (Digested) ถูกดูดซึม (Absorbed) แล้วจะถูกนำไปใช้ประโยชน์ (Utilized) ต่อร่างกายของสัตว์ได้ นอกจากนี้อาจมีความหมายที่หมายถึง วัตถุหรือสารใด ๆ ซึ่งโดยปกติจะมาจากพืช หรือสัตว์ซึ่งมีโภชนะประกอบอยู่ หรือหมายถึงวัตถุใด ๆ ที่สัตว์กินได้ แล้วนำมาผสมเป็นส่วนหนึ่งในอาหารที่สัตว์กินทุกวันหรือหมายถึงสารหรือวัตถุที่สัตว์กินได้และสามารถนำไปใช้เป็นพลังงานหรือเป็นโภชนะแก่สัตว์ จากความหมายของอาหารสัตว์นี้ จะเห็นได้ว่าสารหรือสิ่งของซึ่งจะถูกย่อยแต่สัตว์ไม่สามารถย่อยได้ทั้งหมด โดยส่วนของอาหารที่ถูกย่อยได้และถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้จะเรียกว่าโภชนะหรือสารอาหาร (Nutrients)

อาหารสัตว์จะมีส่วนประกอบทางเคมี 3 ส่วนใหญ่ คือ น้ำ อินทรีย์สาร และอนินทรีย์สาร จากส่วนประกอบทางเคมีเหล่านี้จะแบ่งออกได้เป็น 6 ประเภท คือ น้ำ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามิน และแร่ธาตุ

1. น้ำ (Water) น้ำไม่จัดว่าเป็นโภชนะเพราะไม่สามารถให้พลังงานความร้อนหรือเสริมสร้างและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ แต่จะขาดไม่ได้ เพราะถ้าขาดจะทำให้สัตว์ตาย
2. วัตถุแห้ง (Dry matter) เป็นส่วนของอาหารที่ได้ระเหยเอาน้ำออก โดยแบ่งออกได้ 2 ส่วน คือ อินทรีย์สารและ อนินทรีย์สาร

2.1 อินทรีย์สาร (Organic matter)สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ชนิด

คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) เป็นแหล่งให้พลังแก่ร่างกายประกอบด้วย ธาตุ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ น้ำตาลและพวกที่ไม่ใช่ น้ำตาล มีสูตรโครงสร้างเขียนได้ดังนี้ (C H<sub>2</sub> O) n อาหารสัตว์จะมีคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนประกอบมากที่สุด และส่วนใหญ่จะได้จากพืช

โปรตีน (Protein) จะประกอบด้วยธาตุ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และ ไนโตรเจน นอกจากนี้ยังมีธาตุเหล็ก ฟอสฟอรัส และกำมะถัน อยู่บ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรดอะมิโนแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่จำเป็น และกลุ่มไม่จำเป็นโปรตีนเป็นส่วนที่ร่างกายสัตว์ต้องการมากในช่วงกำลังเจริญเติบโต อ้วนท้อง และให้ผลผลิต โปรตีนเป็นสารอาหารที่ได้ทั้งจากพืชและสัตว์ ซึ่งถ้าได้จากสัตว์จะมีคุณภาพสูงกว่า

ไขมัน (Lipids) เป็นแหล่งให้พลังงานแก่ร่างกายเช่นเดียวกับคาร์โบไฮเดรต และจะประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนเช่นเดียวกันด้วย แต่สัดส่วนของไฮโดรเจนมากกว่าและออกซิเจนน้อยกว่าคาร์โบไฮเดรตไขมันจึงให้พลังงานมากกว่าถึง 2.25 เท่า ไม่ละลายในน้ำแต่ละลายใน benzene , ether และ chloroform

วิตามิน (Vitamin) เป็นส่วนของอาหารที่พบในธรรมชาติ จำนวนน้อย โดยวิตามินบางชนิดสัตว์สามารถสร้างได้ แต่บางชนิด สัตว์จำเป็นต้องได้รับจากอาหาร ถึงแม้ว่าสัตว์มีความต้องการวิตามินน้อย แต่ก็มีความสำคัญต่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโตของสัตว์

2.2 อนินทรีย์สาร (Inorganic matter) คือ แร่ธาตุ (Minerals) ซึ่งอาหารก็จะมีแร่ธาตุอยู่ในจำนวนไม่มากนัก แต่มีแร่ธาตุบางชนิดที่ไม่ใช่ อนินทรีย์สารโดยตรง แต่เป็นส่วนประกอบของอินทรีย์สารเช่น ฟอสฟอรัส กำมะถัน ซึ่งเป็นส่วนประกอบของโปรตีนในอาหาร แมกนีเซียมเป็นส่วนประกอบของคลอโรฟิลล์ แร่ธาตุแบ่งเป็น 3 กลุ่ม

Major Element ได้แก่ Ca P K Na Cl S Mg

Minor Element ได้แก่ Fe Zn Cu Mn I Co Mo Se

Trace Element ได้แก่ F Br Ba Sr

## 2.6 ประเภทของอาหาร

อาหารสัตว์ถ้าแบ่งตามปริมาณเยื่อใยและปริมาณยอดโภชนะย่อยได้ทั้งหมดแล้วสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. อาหารข้น (Concentrate) เป็นอาหารที่มีความเข้มข้นของโภชนะสูงและมีระดับเยื่อใยต่ำกว่า 18 เปอร์เซ็นต์ แต่มีโภชนะย่อยได้ทั้งหมด (TDN) สูง อาหารประเภทนี้ได้แก่เมล็ดธัญพืชต่าง ๆ
2. อาหารหยาบ (Roughage) เป็นอาหารที่มีโภชนะย่อยได้ทั้งหมดต่ำ และมีปริมาณเยื่อใยสูงกว่า 18 เปอร์เซ็นต์ อาหารประเภทนี้ได้แก่ หญ้าสด หญ้าแห้ง ถั่ว ฟางข้าว เป็นต้น

2.2.1. ถั่วเหลืองและกากถั่วเหลือง (soybean , soybean meal) เป็นวัตถุดิบที่สำคัญในอาหารสัตว์ ถั่วเหลืองทั้งเมล็ดมีโปรตีนประมาณ 38 % แต่เมล็ดถั่วเหลืองดิบไม่เหมาะที่จะนำไปใช้เลี้ยงสัตว์เพราะมีสารพิษ (Trypsin inhibitor) ขัดขวางน้ำย่อยโปรตีนในลำไส้เล็กไม่ทำให้สามารถย่อยกรดอะมิโนทริปซิน มาใช้ประโยชน์ได้

ถั่วเหลืองดิบที่เก็บไว้นานจะมีเอนไซม์ยูรีเอส (Urease) คอยย่อยทำลายโปรตีนในถั่วเหลืองไปเรื่อย ๆ ฉะนั้นการนำถั่วเหลืองมาใช้เลี้ยงสัตว์ควรทำให้สุกก่อน เช่น การต้ม การนึ่ง การคั่ว และการอัดน้ำมัน แต่หากเมล็ดถั่วเหลืองได้รับความร้อนมากเกินไปจะมีผลทำให้กรดอะมิโนไลซีนรวมตัวกับน้ำตาล ซึ่งเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ ถั่วเหลืองที่ผ่านขบวนการต่าง ๆ มีคุณค่าทางอาหารสูงใกล้เคียงกับหางนมผง การอัดน้ำมันและการสกัดน้ำมันด้วยสารเคมีทำให้ปริมาณสารพิษลดลง ปริมาณน้ำมันเหลืออยู่น้อย มีโปรตีนเฉลี่ย 44-50 % การสกัดน้ำมันทำให้ได้กากถั่วเหลืองที่มีน้ำมันเหลืออยู่น้อยกว่า ปริมาณสารพิษน้อยกว่ากากถั่วชนิดอัดน้ำมัน ทำให้เก็บไว้ได้นานกว่า เนื่องจากกากถั่วเหลืองใช้มากในอาหารสัตว์ควรระวังเรื่องปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นบางตัวอยู่ตลอดเวลา ถ้าพบการขาดกรดอะมิโนแก้ไขโดยการเติมกรดอะมิโนสังเคราะห์ตามความจำเป็นและควรระมัดระวังการขาดวิตามินบีรวมด้วย ในสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถใช้ประโยชน์จากถั่วเหลืองดิบหรือถั่วเหลืองผ่านกรรมวิธีที่คุณภาพต่ำได้เพราะขั้นตอนการย่อยสลายโปรตีนมีหลายรูปแบบและโปรตีนอยู่ในระบบทางเดินอาหารเป็นเวลานานกว่า การใช้กากถั่วเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารไก่และสุกรสามารถใช้ได้ถึง 25 % ของสูตรอาหาร

## 2.7 ความเครียดหลังหย่านมของลูกสุกร

เมื่อเกิดความเครียดขึ้นมาร่างกายของหมูจะเกิดการหลั่งสารตัวหนึ่งออกมาซึ่งเรียกว่าสาร "คอร์ติซอล-Cortisol" ซึ่งสารตัวนี้จะส่งผลให้เกิดภาวะ

1. การกดภูมิคุ้มกันของร่างกาย(Immunosuppressive Effect) ซึ่งจะมีผลทำให้ลูกหมูติดเชื้อและป่วยได้ง่ายขึ้น

2. การเกิดความผิดปกติของระบบทางเดินอาหารของลูกหมูหลังหย่านม ทำให้ความสามารถในการย่อยและดูดซึมสารอาหารผิดปกติไป ผลกระทบในข้อนี้จะมีความชัดเจนและส่งผลเสียตามมาเป็นอย่างมากในลูกหมูช่วงหลังหย่านม เพราะโดยปกติแล้ว ลูกหมูช่วงหลังหย่านม ระบบย่อยอาหารยังพัฒนาและเจริญได้ไม่สมบูรณ์เต็มที่ ทั้งระบบลำไส้และระบบของเอนไซม์ที่เป็นสารที่เป็นสารคัดหลั่งออกมาจากระบบทางเดินอาหารเพื่อออกมาย่อยอาหารนั้นก็ยังไม่พัฒนาสมบูรณ์เต็มที่ แม่หมูช่วงก่อนและหลังการคลอดใหม่ๆเจอฤทธิ์ของสารคอร์ติซอล ยังทำให้ท้องไส้ปั่นป่วน แต่เนื่องจากสภาพของระบบทางเดินอาหารของแม่หมูมันพัฒนาสมบูรณ์เต็มที่มากแล้ว ผลกระทบในเรื่องนี้จึงเกิดในช่วงเวลาสั้นๆเท่านั้นซึ่งต่างจากพวกลูกหมูหลังหย่านมใหม่ๆโดยสิ้นเชิง ความเครียดที่เกิดจากการเปลี่ยนอาหาร จากนมแม่ดูดซึมและนำไปใช้ได้เลย ถูกเปลี่ยนเป็นอาหารเม็ด อาหารแข็ง ที่มีสารทำให้เกิดการระคายเคืองของลำไส้ ทำให้เกิดลำไส้อักเสบ ย่อยและดูดซึมสารอาหารไปใช้ไม่ได้ดี อาหารที่เหลือที่ในช่วงนี้อาหารจะมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนในสูตรอาหารอยู่สูง มันจะส่งผลเสียต่อร่างกายเป็นอย่างมาก เพราะมันจะทำให้ลำไส้เป็นต่าง ทำให้แบคทีเรียที่ก่อโรคที่มีอยู่ในร่างกายโตได้ดีทำให้เกิดปัญหาท้องเสีย หรือโรคขมวน้ำหรืออืดมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

#### ส่วนผสม

กากถั่วเหลืองผลิตโดยการทำให้บริสุทธิ์และการละลายไขมันในไขมันของกากถั่วเหลือง ด้วยส่วนผสมของเอนไซม์จุลินทรีย์ตามกระบวนการทางชีวภาพที่จดสิทธิบัตรส่งผลให้ความเข้มข้นลดลงของปัจจัยต่อต้านเชื้อ ในสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตแข็งแรง ลักษณะทางเคมีที่วิเคราะห์ของกากถั่วเหลืองและเอนไซม์ของกากถั่วเหลือง

#### การเตรียมกากถั่วเหลืองหมัก

สภาวะการหมักที่เหมาะสมของกากถั่วเหลือง สำหรับจุลินทรีย์รวมเช่น *B. subtilis*, *L. casei* และ *H. anomala* มีดังนี้ กากถั่วเหลืองผสมกับน้ำในอัตราส่วน 3: 1 นึ่งที่ 120 องศา เป็นเวลา 20 นาทีและทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้อง เพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ที่แตกต่างกันตามการออกแบบตามที่แสดงในตารางที่ 1 ซึ่งกลุ่มที่ 1 - 9 อยู่ในรูปแบบ 3 x 3 กลุ่มที่ 10 - 12 คือการหมักจุลินทรีย์แต่ละกลุ่ม และกลุ่มที่ 13 เป็นกลุ่มควบคุม มี 5 ชั่วโมงสำหรับการรักษาแต่ละครั้ง แต่ละตัวอย่างถูกนำไปใส่ในถังหนา 30 ซม. หมักที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมงและอบแห้งที่ 50 - 55 องศา ตามลำดับ วัดค่า pH ของ FSBM ด้วยเครื่องวัดค่า pH วัดความเข้มข้นของกรดอะมิโนในอาหารสัตว์โดยใช้เครื่องวิเคราะห์กรดอะมิโนอัตโนมัติ

ตารางที่ 1 การออกแบบการทดลองสำหรับกากถั่วเหลืองหมัก (FSBM)

Groups	FSBM-1	FSBM-2	FSBM-3	FSBM-4	FSBM-5	FSBM-6	FSBM-7	FSBM-8	FSBM-9	FSBM-10	FSBM-11	FSBM-12	control
Bacillus Subtilis	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	1.0	0.0	0.0	0.0
Hansenula anomala	0.5	1.0	1.5	0.5	1.0	1.5	0.5	1.0	1.5	0.0	1.0	0.0	0.0
Lactobacillus casei	0.5	1.0	1.5	1.0	1.5	0.5	1.5	0.5	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การออกแบบการทดลอง

ตัวอย่างที่ 1 ได้ทำการประเมิน SID สำหรับโปรตีนดิบ และ กรดอะมิโน ใน SBM และ ESBM ลูกผสมหูกสายพันธุ์ (Duroc x (Landrace x Large White)) มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย ที่  $18.28 \pm 0.97$  กิโลกรัม ได้รับผ่าน T-cannula ที่ลำไส้ส่วนปลาย และป้อนอาหารสามมื้อ แต่ละช่วงเวลาประกอบด้วยระยะเวลาการปรับตัว 5 วัน ตามด้วยการสะสมสิ่งปฏิกิริยาในลำไส้ เป็นเวลา 2 วัน

ตัวอย่างที่ 2 ลูกผสมทั้งหมด 126 ตัว (หย่านมวันที่ 28 BW ครั้งแรก:  $7.33 \pm 1.14$  กิโลกรัม) ถูกบล็อกโดยน้ำหนักตัวและเพศและกำหนดให้ 1 ใน 3 ของการรักษาด้วยอาหารในโปรแกรมการให้อาหารแบบ 2 เฟส (เฟส 1: วันที่ 0-14 และเฟส 2: วันที่ 14-28 )

(1) อาหารพื้นฐาน ข้าวสาลีข้าวสาลี - ถั่วเหลือง ( การควบคุมเชิงลบ; NC );

(2) NC ที่มี 75 มก. / กก. คลอร์เตตราไซคลิน ( ควบคุมเป็นบวก;PC );

(3) NC ที่มี ESBM 9% แทนที่ SBM ในเฟส 1 และ 7.5% ESBM แทนที่ SBM ในเฟส 2

แต่ละการทดลอง มี 7 ซ้ำ มี หมู 6 ตัว ต่อเล้า สูตรอาหารที่มีพื้นฐานมาจาก SID สำหรับน้ำมันดิบ โปรตีน (CP) และ AA ใน SBM และ ESBM เป็นค่าจากตัวอย่างที่ 1 อาหารทุกสูตรถูกสร้างขึ้นเพื่อตอบสนองหรือเกินความต้องการสารอาหารสำหรับการหย่านมของลูกสุกร (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ตารางแสดงส่วนผสมและปริมาณสารอาหารของอาหารในตัวอย่างที่ 2

Item	Phase 1 (d 0-14)		Phase 2 (d 14-28)	
	Basal diet	ESBM	Basal diet	ESBM
Corn	360.2	411.2	416	498
Wheat	200	200	200	200
Soybean meal	240	120	220	120
ESBM	0	90	0	75
Spray-dried plasma protein	30	30	20	20
Soybean oil Sucrose	65.5	53.6	54.3	4707
Dicalcium phosphate	60	51	50	0
Sucrose	13.5	12.5	10	9
Limestone	11	11.9	10.5	11.4
Salt	3	3	3	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมูในเล้า(1.2 × 2 ม.) อุณหภูมิเท่ากับ 28 ° C ซึ่งลดลง 1 ° C ต่อสัปดาห์จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง มีการชั่งน้ำหนักสุกรและเครื่องป้อนในวันที่ 1, 14 และ 28 เพื่อคำนวณผลที่ได้เฉลี่ยต่อวัน (ADG), การบริโภคอาหารเฉลี่ยต่อวัน (ADFI) และ ได้รับอัตราส่วนฟีด (G: F) ความสม่ำเสมอของอุจจาระได้รับการประเมินด้วยสายตา และใช้ระบบการให้คะแนนเพื่อระบุสถานะและความรุนแรงของอาการท้องร่วงดังต่อไปนี้

- 1 = อุจจาระแข็ง
- 2 = อุจจาระอ่อนนุ่มเล็กน้อย
- 3 = อุจจาระนุ่มบางส่วน
- 4 = อุจจาระเหลว
- 5 = อุจจาระมีน้ำมีลักษณะคล้ายเมือก

### การทดลองลูกสุกรที่ดูดนมและหย่านม

ลูกสุกรอายุน้อยกว่า 7 ขวบจำนวนเจ็ดตัวถูกเลือกและแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม สำหรับแต่ละกลุ่มตามน้ำหนักร่างกายและเพศ (ครึ่งหนึ่ง ชายและหญิงครึ่งหนึ่ง) ลูกสุกรถูกป้อนอาหาร 5 ชนิดระหว่างการดูดนมและหย่านมเมื่ออายุ 28 วัน หลังจากหย่านมลูกสุกรจะได้รับอาหารอย่างต่อเนื่อง อาหารสำหรับ 10 วัน เพื่อลดอิทธิพลจากผลกระทบของแม่แม่สุกรรีดนม 25 ตัว ด้วยสายพันธุ์เดียวกันเกือบน้ำหนักตัวอายุครั้งที่คลอด ตารางที่ 3 องค์ประกอบของอาหารและระดับสารอาหารสำหรับลูกสุกรที่ดูดนมและหย่านมใหม่

item	SBM+ 6%PP	FSBM+ 6%PP	FSBM+ 4%PP	FSBM+ 2%PP	FSBM+ 0%PP
Ingredients, %					
Baked corn meal	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Corn meal	43.27	44.69	45.28	47.65	49.17
Soybean meal	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fermented soybean meal	0.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Baked soybean meal	10.00	8.71	10.00	10.00	10.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Whey powder	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Plasma protein powder	6.00	6.00	4.00	2.00	0.00
Fish meal	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Soybean oil	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Limestone	1.57	1.62	1.52	1.07	1.49
Dicalcium phosphate	0.81	0.63	0.85	0.93	0.99
NaCl	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Premix	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Nutrient composition, %					
Digestive energy, MJ/kg	15.06	15.06	15.06	15.06	15.06
Crude protein	21.11	21.05	21.09	21.10	21.08
Ash	5.70	5.72	5.71	5.75	5.77
Crude fat	6.51	6.62	6.60	6.55	6.57
Crude fiber	2.21	2.19	2.16	2.20	2.23
Calcium	1.05	1.06	1.07	1.05	1.08
Phosphorus	0.60	0.62	0.61	0.63	0.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lysine	1.44	1.44	1.43	1.42	1.42
Methionine	0.35	0.35	0.35	0.34	0.34

- 1) อาหารพื้นฐานที่มี 10% กากถั่วเหลือง และโปรตีนในพลาสติก 6%;
- 2) อาหารพื้นฐานที่มี 10% กากถั่วเหลืองหมัก และโปรตีนในพลาสติก 6%;
- 3) อาหารพื้นฐานที่มี 10% กากถั่วเหลืองหมัก และโปรตีนในพลาสติก 4%
- 4) อาหารพื้นฐานที่มี 10% กากถั่วเหลืองหมัก และโปรตีนในพลาสติก 2%;
- 5) อาหารพื้นฐานที่มี 10% กากถั่วเหลืองหมัก และโปรตีนในพลาสติก 0%

ในการทดลองทั้งสองป้อนอาหารและน้ำให้กับลูกสุกร หลังจากให้อาหารเป็นเวลา 12 ชั่วโมง มีการบันทึก อัตราท้องร่วงและอัตราการตายทุกวัน คำนวณอัตราท้องเสีย

$$\text{อัตราการท้องเสีย (\%)} = 100 \times \left[ \frac{\text{ความถี่ท้องร่วง}}{\text{จำนวนสุกรทั้งหมดในแต่ละกลุ่ม}} / \text{วันทดลอง} \right]$$

ปริมาณอาหารที่ป้อนในแต่ละกลุ่มมีการคำนวณและบันทึกสัปดาห์ละครั้ง อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในโรงเก็บรักษาที่  $25 \pm 2^\circ \text{C}$  และ 65% - 70% ตามลำดับ อุณหภูมิถูกตั้งไว้ที่  $33 \pm 2^\circ \text{C}$  สำหรับครั้งแรก

สัปดาห์ที่  $30 \pm 2^\circ \text{C}$  สำหรับสัปดาห์ที่สองแล้วเก็บไว้ที่  $25 \pm 2^\circ \text{C}$  ลูกสุกรดูนมได้รับอาหารตั้งแต่อายุ 7 วัน โปรแกรมการจัดการให้อาหารและฉีดวัคซีนได้ดำเนินการตามข้อกำหนดทั่วไปของฟาร์มหมู

### การกำหนดจำนวนของเชื้อ E. coli และแบคทีเรียกรดแลคติกในอุจจาระหมู

เก็บอุจจาระสดห้ากรัมจากลูกสุกรอายุ 5 ปีในแต่ละกลุ่ม ฆ่าเชื้อเจือจาง 105 ถึง 109 เท่าด้วยน้ำเกลือ สำหรับเชื้อ E. coli ถูกแจกจ่ายลงบนเพลตด้วย eosin methylene blue agar สำหรับการตรวจนับอีโคไล หรือนับเป็นหลอดแบบไม่ใช้ออกซิเจนด้วย MRS agar สำหรับการพิจารณาจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก แบคทีเรีน้นถูกบ่มเป็นเวลา 2 วันที่ 37 องศาเซลเซียสจากนั้นใช้)

### การเก็บตัวอย่าง

ในวันที่ 14 และวันที่ 28 มีการเก็บตัวอย่างเลือด (ประมาณ 10 มล.) จากหมู 1 ตัว ในแต่ละเล้า ผ่านทางเส้นเลือดดำในหลอดสุญญากาศ เซรัมถูกแยกด้วยการปั่นแยก ( $3000 \times g$  เป็นเวลา 10 นาทีที่  $4^\circ \text{C}$ ) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเก็บไว้ที่  $-20^{\circ}\text{C}$  จนกระทั่งทำการวิเคราะห์ ในวันที่ 29, หมูตัวเดียวกัน (หมู1ตัวต่อเล้า) ถูกฆ่า หลังจาก  
 นั้นหน้าท้องและทรวงอกถูกตัดเปิดโดยใช้แผลกึ่งกลาง เก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อจากกลิบขวาของตับเก็บแช่แข็งใน  
 ไนโตรเจนเหลวแล้วเก็บไว้ที่  $80^{\circ}\text{C}$  จนกระทั่งวิเคราะห์ต่อไป ส่วนของลำไส้เล็กส่วนต้นกลาง jejunum และ  
 mid-ileum ถูกถ่ายและล้างด้วยน้ำเกลือเย็น (น้ำเกลือ 0.9%) จากนั้นเก็บไว้ในฟอร์มาลินบัฟเฟอร์ 10% ทันท  
 ตัวอย่าง Mucosal จาก duodenum, jejunum และ ileum ถูกคัดลอกแช่แข็งอย่างรวดเร็วใน  
 ไนโตรเจนเหลวและเก็บไว้ที่  $-80^{\circ}\text{C}$  chyme จาก ileum และ cecum จะถูกรวบรวมและแช่แข็งทันทีใน  
 ไนโตรเจนเหลวและเก็บที่  $-80^{\circ}\text{C}$  จนกระทั่งทำการทดสอบต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

#### 4.1 ลักษณะทางเคมีของส่วนผสม

ความเข้มข้นของสารอาหารส่วนใหญ่ใน ESBM นั้นใกล้เคียงกับความเข้มข้นของสารอาหารใน SBM (ตารางที่ 4) แต่ ESBM มี CP มากขึ้นและ ADF น้อยกว่า SBM ESBM มีความเข้มข้นของเปปไทด์ขนาดเล็กสูงกว่า SBM (ตารางที่ 4) แต่ความเข้มข้นของ sucrose, stachyose, raffinose, glycinin,  $\beta$ -conglycinin และ TI ลดลงใน ESBM เมื่อเทียบกับ SBM

ตารางที่ 4 ตารางแสดงองค์ประกอบของสารอาหารวิเคราะห์ของกากถั่วเหลือง และกากถั่วเหลืองเอนไซม์ (g / kg)

Item	SBM	ESBM
Gross energy, MJ/kg	17.96	18.85
Dry matter	911.9	934.2
Crude protein	452.2	530.4
Ash	66.1	75.6
Ether extract	21.3	22.1
Neutral detergent fiber	166.8	158.8
Acid detergent fiber	89.1	64.9
Arginine	30.0	31.1
Histidine	10.8	19.7
Isoleucine	19.7	20.0
Leucine	32.7	34.2
Lysine	28.3	32.5
Methionine	6.1	7.9
Phenylalanine	19.7	62.4
Threonine	17.3	23.2
Tryptophan	6.1	7.3
Valine	22.2	25.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2 การย่อยได้ของโปรตีนดิบและกรดอะมิโน

มาตรฐานของโปรตีนดิบและกรดอะมิโน ใน SBM และ ESBM มาตรฐาน ของ CP, lysine, methionine, threonine และ triptophan ใน SBM มีค่าเท่ากับ 0.817, 0.865, 0.793, 0.831 และ 0.799, ใน ESBM 0.885, 0.906, 0.948, 0.896 และ 0.924

#### 4.3 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและอัตราการท้องเสีย

ไม่มีความแตกต่างของ ADFI ในการรักษาตลอดการทดลอง (ตารางที่ 5) สุกที่เลี้ยงด้วย PC และ ESBM มีค่ามากกว่า ( $P < 0.05$ ) ADG และ G: F และอัตราการท้องร่วง ( $P < 0.05$ ) ต่ำกว่าหมูที่เลี้ยงด้วย NC ในช่วง 0-14 และ d 0-28 ในช่วงวันที่ 14-28 พืชและ ESBM ปรับปรุง ( $P < 0.05$ ) ADG โดยไม่มีผลต่ออัตราท้องเสียเมื่อเทียบกับ NC แต่ไม่พบความแตกต่างใน ADG, G: F และอัตราการท้องร่วงระหว่างสุกรที่เลี้ยงด้วยพืชและ ESBM

ตารางที่ 5 ผลของเอนไซม์กากถั่วเหลืองเอนไซม์ (ESBM) ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและอัตราการท้องเสียในสุกรหย่านม

Item	NC	PC	ESBM	SEM
น้ำหนักร่างกายเริ่มต้น	7.31	7.34	7.34	0.02
<b>วันที่ 0 ถึง 14</b>				
กำไรเฉลี่ยต่อวัน	231	251	255	5.05
ปริมาณการกินอาหารเฉลี่ยต่อวัน	386	399	397	7.54
G:F	0.60	0.63	0.64	0.005
อัตราท้องเสีย	7.52	3.37	3.54	1.10
<b>วันที่ 14 ถึง 28</b>				
กำไรเฉลี่ยต่อวัน	477	490	507	9.68
ปริมาณการกินอาหารเฉลี่ยต่อวัน	847	824	853	19.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

G:F	0.56	0.59	0.60	0.007
อัตราท้องเสีย	3.88	2.04	2.21	0.65
<b>วันที่ 0 ถึง 28</b>				
กำไรเฉลี่ยต่อวัน	354	371	383	4.59
ปริมาณการกินอาหารเฉลี่ยต่อวัน	616	612	625	8.19
G:F	0.57	0.61	0.61	0.005
อัตราท้องเสีย	5.70	2.70	2.87	0.70

#### 4.4 ผลของ FSBM ต่อประสิทธิภาพการเลี้ยงสุกร

การเพิ่ม FSBM และ SBPC ในอาหารลูกหมูสามารถเพิ่มการย่อยได้ของสารอาหารกิจกรรมของเอนไซม์ fecal และ Lactobacillus นับลด fecal E. coli นับเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น ( $P < 0.05$ ) แต่ไม่มีผลต่อพลาสมา อิมมูโนโกลบูลิน ( $P > 0.05$ )

#### 4.5 การสังเกตการเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ทางเคมี

น้ำหนักตัวของหมูแต่ละตัวจะถูกบันทึกในช่วงเริ่มต้นของการทดลองในตอนท้ายของระยะที่ 1 และ ตอนท้ายของการทดลอง การป้อนส่วนที่ตราขายันถูกบันทึกเช่นกันและอาหารที่เหลืออยู่ในเครื่องป้อนจะถูก บันทึกไว้เมื่อสิ้นสุดระยะที่ 1 และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ในบทสรุปของการทดลองข้อมูลสำหรับการบริโภค อาหารและน้ำหนักตัวหมูถูกรวบรวม เพื่อคำนวณ ADG ปริมาณการป้อนอาหารเฉลี่ยต่อวัน (ADFI) และ G: F ตัวอย่างอุจจาระถูกรวบรวมสองครั้ง ทุกวันจากสุกรทุกตัวในช่วงสองวันสุดท้ายของเฟส I (วันที่ 5 และ 6) และ สองวันสุดท้ายของเฟส II (วันที่ 26 และ 27) และตัวอย่างอุจจาระทั้งหมดถูกผสมภายในหมูและเฟสแห้งและ บดละเอียด ในตอนท้ายของการทดลองหมูทุกตัวได้ผ่านการฆ่าเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.6 ประสิทธิภาพการเติบโต

ไม่พบความแตกต่างระหว่างการรักษาด้วยอาหารสำหรับน้ำหนักเริ่มต้นของหมู หมูที่ได้รับอาหารเสริม PC มีค่ามากกว่า BW, ADG, ADFI และ G: F ขั้นสุดท้ายในระยะที่สองและสำหรับระยะเวลาทดลองโดยรวมมากกว่าหมูที่ได้รับอาหาร NC อย่างไรก็ตามเป็นเพราะ E. coli phytase ถูกเพิ่มในอาหาร NC ในปริมาณที่เพิ่มขึ้น, ADG และน้ำหนักตัวสุดท้ายเพิ่มขึ้น ในเฟส 2 และ ADFI และ G: F เพิ่มขึ้นด้วย ในระหว่างระยะที่สอง สำหรับช่วงทดลองโดยรวม ADG, ADFI และ G: F เพิ่มขึ้น E. coli phytase ถูกเพิ่มในอาหาร NC และมีแนวโน้ม สำหรับการเพิ่มขึ้นใน ADG สำหรับช่วงเวลาโดยรวม โดยไม่คำนึงถึงระดับของ E. coli phytase ในน้ำหนักตัวสุดท้ายในวันที่ 27 ของสุกรที่ได้รับอาหารเสริม phytase น้อยกว่า หมูกินอาหาร PC เช่นเดียวกัน ADG ในระยะที่สองและสำหรับระยะเวลาโดยรวมก็น้อยลง สำหรับสุกรที่เลี้ยงด้วย E. coli phytase ทั้งสองระดับเปรียบเทียบกับสุกรที่ให้อาหาร PC สำหรับทั้งขั้นตอนการทดลองและสำหรับระยะเวลาโดยรวมไม่มีความแตกต่างในน้ำหนักตัวสุดท้าย ADG, ADFI หรือ G: F ระหว่างสุกรที่ได้รับอาหารที่มี E. coli phytase 1,000 หน่วยและสุกรที่เลี้ยงด้วย 2,500 ตัว

#### 4.7 การย่อยได้ทางเดินทั้งหมดของวัตถุดิบแห้งแคลเซียมและฟอสฟอรัส

เมื่อเปรียบเทียบกับพีซีสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหาร NC มีค่า ATTD ของ P น้อยกว่า ( $P < 0.05$ ) ในระยะที่ I และ II (ตารางที่ 4) อย่างไรก็ตามหมูที่เลี้ยงด้วยอาหาร NC มีค่า ATTD ของ Ca และ ATTD ของแห้งสูงกว่า ( $P < 0.05$ ) สสารมากกว่าสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหาร PC ในระยะที่ 2 แต่ไม่ใช่ในระยะที่ 1 การรวมของ E. coli phytase กับอาหาร NC เพิ่มขึ้น (เชิงเส้นและกำลังสอง,  $P < 0.01$ ) ATTD ของ P ในเฟส I และเฟส II แต่ไม่มีการเพิ่มขึ้นของ ATTD ของ Ca หรือสสารแห้งเป็น E. coli phytase ถูกเพิ่มเข้าไปใน NC อาหาร.

Item	Dietary treatments						SEM	P-value		
	PC	NC	Phytase (units/kg diet)					Diet	Linear	Quadratic
			250	500	1000	2500				
Initial body weight, kg	11.21	11.23	11.28	11.20	11.30	11.17	0.39	0.80	0.45	0.41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Phase I (day 0 to 6)										
Final body weight, kg	13.30	12.19	14.36	13.06	13.25	12.93	1.08	0.03	0.79	0.21
Average daily gain, g/d	380	224	546	342	356	358	66	0.05	0.96	0.44
Average daily feed intake, g/d	805	709	799	752	744	778	73	0.69	0.59	0.91
Gain : Feed, g/kg	462	291	662	455	475	401	73	0.02	0.61	0.14
Phase II (day 7 to 27)										
Final body weight, kg	27.74	19.93	24.18	22.66	24.18	25.16	1.83	<0.0	<0.01	0.04
Average daily gain, g/d	687	372	467	456	520	581	43	<0.01	<0.01	0.03
Average daily feed intake, g/d	1205	896	1009	979	1098	1168	89	<0.01	<0.01	0.15
Gain : Feed, g/kg	570	419	461	467	474	494	16	<0.01	<0.01	0.16
Overall (day 0 to 27)										
Average daily gain, g/d	618	335	484	431	483	531	41	<0.01	<0.01	0.06
Average daily feed intake, g/d	1117	848	963	929	1020	1083	80	<0.01	<0.01	0.18
Gain : Feed, g/kg	553	396	496	466	474	489	19	<0.01	<0.05	0.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผล

ในการศึกษาปัจจุบัน พบว่า ESBM มีโปรตีนสูงกว่า กรดอะมิโน ที่จำเป็นส่วนใหญ่และโปรตีน แอนติเจนจากถั่วเหลืองที่ต่ำกว่า กากถั่วเหลืองดิบที่ไม่ผ่านการบำบัด กากถั่วเหลืองมีปัจจัยต่อต้านสารอาหาร หลายอย่างซึ่งผลกระทบในทางลบเช่นการย่อยอาหารที่ลดลงและอาการท้องอืดเพิ่มขึ้น การประมวลผล เพิ่มเติมของ SBM สามารถลดระดับของปัจจัยต่อต้านยา ผลการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของ glycinin,  $\beta$ -conglycinin และ TI ลดลงใน ESBM ยืนยันว่าการรักษาด้วยเอนไซม์เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการกำจัด ปัจจัยต่อต้านการเกิดมะเร็งในกากถั่วเหลือง Glycinin และ  $\beta$ -conglycinin ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีศักยภาพ ในการสร้างแอนติเจนและสารก่อภูมิแพ้ ก่อให้เกิดโรคมะเร็งในสุกร และสารยับยั้ง trypsin เป็นที่รู้จักกันดีใน การลดการย่อยโปรตีน ดังนั้นการลดลงของปัจจัยต่อต้านสารอาหารเหล่านี้จึงเป็นประโยชน์ต่อภูมิคุ้มกันและ การย่อยอาหารของสุกรหย่านม ความเข้มข้นของซูโครส Stachyose และ Raffinose ใน SBM ทั้งหมดนั้น คล้ายคลึงกับความเข้มข้นที่รายงานโดย Grieshop และคณะ (2003) ความเข้มข้นที่ลดลงของซูโครส raffinose และ stachyose ใน ESBM เมื่อเทียบกับ SBM บ่งชี้ว่าอาจมี sucrase และ  $\alpha$ -galactosidase ใน ส่วนผสมของเอนไซม์ที่ใช้ในการเตรียมอาหารนี้ การมีอยู่ของ TI และโอลิโกแซ็กคาไรด์ในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง ลดการย่อยได้ของกรดอะมิโน (Smiricky et al., 2002) การขาดโอลิโกแซ็กคาไรด์และลดความเข้มข้นของ TI และแอนติเจนใน ESBM จึงคาดว่าจะช่วยเพิ่มการย่อยได้ของกรดอะมิโน ใน ESBM เมื่อเลี้ยงสุกรหย่านม นอกจากนี้ยังมีความเข้มข้นของเปปไทด์ขนาดเล็กเพิ่มขึ้นหลังจากการรักษาด้วยเอนไซม์ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อ สุกรหย่านมที่มีการหลั่ง HCl ในกระเพาะอาหารจำกัด ซึ่งอาจจำเป็นสำหรับการย่อยโปรตีน การเพิ่มขึ้นของ เปปไทด์ขนาดเล็กอาจเกิดจากการลดลงของ glycinin และ con-conglycinin เนื่องจากส่วนใหญ่ของ subunits ที่ประกอบด้วย glycinin และ  $\beta$ -conglycinin นั้นมีค่ามากกว่า 20 kDa (Kim et al., 2010) ผลของ แอนติบอดีในซีรัมร่วมกับไซโตไคน์ในลำไส้ชี้ให้เห็นว่า ESBM มีผลดีในการกระตุ้นการตอบสนองทางภูมิคุ้มกัน ในสุกรหย่านมโดยการปรับการสร้างแอนติบอดีและไซโตไคน์ซึ่งอาจเป็นปัจจัยที่ทำให้ ESBM เพิ่มประสิทธิภาพ การเจริญเติบโต . ทางแยกที่แน่นอนซึ่งตั้งอยู่ที่บริเวณปลายสุดของเยื่อหุ้มด้านข้างนั้นประกอบด้วยโปรตีน ชนิดต่าง ๆ (เช่น claudins, occluding และ zonula occludens) ซึ่งช่วยป้องกันการบุกรุกของเชื้อโรค สารพิษและแอนติเจนต่าง ๆ (เช่น et al., 2017 ) โดยทั่วไปการหย่านมจะเพิ่มการซึมผ่านของลำไส้โดยการ ทำลาย junctions ที่แน่นซึ่งช่วยให้เนื้อเยื่อทะลุผ่านแอนติเจน luminal เพิ่มขึ้นส่งผลให้เกิดอาการท้องร่วง หลังเพิ่มขึ้น (MoretóและPérez-Bosque, 2009; Wijten et al., 2011) ในการศึกษาครั้งนี้ ESBM เพิ่มการ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงออกของ occludin และ ZO-1 ใน jejunum ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ESBM ลดการซึมผ่านของเยื่อบุผิวและเพิ่มการทำงานของลำไส้ การแสดงออกที่เพิ่มขึ้นของ occludin และ ZO-1 อาจช่วยป้องกันการรุกรานของเชื้อโรคซึ่งจะช่วยลดอุบัติการณ์ของโรคท้องร่วงในสุกรที่เลี้ยงด้วย ESBM con-conglycinin ใน SBM ได้รับการแสดงเพื่อลดการแยกแ่่น occludin และการแสดงออกของ ZO-1 ในเซลล์ IPEC-J2 (Zhao et al., 2014) ดังนั้นความเข้มข้นที่ลดลงของ con-conglycinin ใน ESBM อาจเป็นสาเหตุของการควบคุมโปรตีนทางแยกที่แน่นขึ้น นอกจากนี้ Al-Sadi และคณะ (2009) รายงานว่า cytokines proinflammatory เช่น INF- $\gamma$  และ TNF- $\alpha$  การแสดงออกที่ควบคุมลงของโปรตีนทางแยกแ่่นและการซึมผ่านของเยื่อบุผิวที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นความเข้มข้นที่ลดลงของ TNF- $\alpha$  ในลำไส้ก็อาจนำไปสู่การแสดงออกที่เพิ่มขึ้นของโปรตีนทางแยกแ่่น สันฐานวิทยาในลำไส้เป็นเครื่องหมายที่มีประโยชน์ในการประเมินความสามารถในการย่อยและการดูดซึมรวมถึงสุขภาพของลำไส้ (Shang et al., 2018) ที่หย่นมความเครียดแบบหลายปัจจัยสามารถกระตุ้น villus atrophy และ crypt hyperplasia ซึ่งนำไปสู่การลดพื้นที่ผิวสำหรับการดูดซึมสารอาหารและการทำงานของระบบทางเดินอาหารลดลงในที่สุดประสิทธิภาพที่แย่และท้องเสีย (Pluske et al., 1997) การฝ่อของ Villus และ malabsorption สามารถผลิตได้ในลักษณะเป็นการตอบสนองต่อภูมิไวเกินที่มีต่อแอนติเจนของลำไส้โดยสุกร (Stokes et al., 1984) แอนติเจนที่อยู่ในกากถั่วเหลืองอาจเป็นสาเหตุของความเสียหายต่อ villi (Li et al., 1990) และ enterocytes ที่ยังไม่บรรลุนิติภาวะใน villus ได้รับการแสดงว่ามีกิจกรรม lactase และ  $\alpha$ -glucosidase ที่ลดลง (Miller et al., 1986) แอนติเจนของอาหารอาจส่งผลให้เกิดการแพ้แบบชั่วคราว (มิลเลอร์และคณะ, 1984) ซึ่งในทางกลับกันอาจนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของอัตราการไม่โตคใน enterocytes (Stokes et al., 1984) ผลของการเพิ่มนี้คือการยึดตัวของลำไส้ ในการศึกษาปัจจุบันหนูที่เลี้ยงด้วย ESBM กับแอนติเจนที่ลดลงนั้นมีความสูงของวิลลัสและวิลลัสสูงต่ออัตราส่วนความลึกของรูพรุนในลำไส้เล็กน้อยซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาอื่น ๆ (Feng et al., 2007; Zhu et al., 2017) สันฐานวิทยาของลำไส้เล็กน้อยที่ดีขึ้นบ่งบอกถึงความสามารถในการย่อยอาหารและการดูดซึมที่ดีขึ้นและสุขภาพของลำไส้ที่ดีขึ้นซึ่งอาจนำไปสู่ประสิทธิภาพที่ดีขึ้นและอุบัติการณ์ของโรคอุจจาระร่วงที่ลดลงในการศึกษานี้ ปัจจัยที่ต่อต้านการเกิดอาการแพ้ใน SBM นั้นเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดฝ่อ villus และ crypt hyperplasia ในสุกรหย่นม (Li et al., 1990; Makinde et al., 1996; Koo et al., 2017) ดังนั้นคำอธิบายหนึ่งที่เป็นไปได้สำหรับสันฐานวิทยาที่ได้รับการปรับปรุงอาจมีสาเหตุมาจากความเข้มข้นที่ลดลงของปัจจัยต่อต้านจุลินทรีย์ใน ESBM

บทสรุปโดยรวมการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า ESBM ลดอุบัติการณ์ท้องเสียและปรับปรุงการเจริญเติบโตโดยการปรับปรุงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระภูมิคุ้มกันและการทำงานของลำไส้ ดังนั้น ESBM อาจเป็นสารเติมแต่งอาหารสัตว์ที่มีศักยภาพเช่นเดียวกับยาปฏิชีวนะในสุกรหย่นมที่มีประสิทธิภาพ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## อ้างอิง

- Goodthaifeed. 2016. กากถั่วเหลือง อาหารสัตว์ที่เป็นที่นิยม เพราะประหยัดและคุณค่าสูง. [ออนไลน์].  
เข้าถึงได้จาก: <https://www.goodthaifeed.com/กากถั่วเหลือง-อาหารสัตว์/>. 16 มิถุนายน 2563
- Anne Marie Helmenstine, Ph.D. 2019 What Is Fermentation? Definition and Examples.  
[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.thoughtco.com/what-is-fermentation-608199/>. 16 มิถุนายน 2563
- วิรัช วงสวาท. อาหารสัตว์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <HTTPS://SITES.GOOGLE.COM/A/PTSS.AC.TH/MY-WORK-AGRI/4-4-XAHAR-SATW/>. 17 มิถุนายน 2563
- พิราบขาว. 2559. ความเครียดของลูกหมูในช่วงหลังหย่านม. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:  
[www.pigbreed.net/news\\_each.php?id\\_view=83&title\\_detail=ความเครียดของลูกหมูในช่วงหลังหย่านม/](http://www.pigbreed.net/news_each.php?id_view=83&title_detail=ความเครียดของลูกหมูในช่วงหลังหย่านม/). 16 มิถุนายน 2562
- คัตคนัฐ ชื่นวงศ์อรุณ. 2020. เชื้อก่อโรค. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:  
<https://ngthai.com/science/28405/infectious-agents/>. 20 กรกฎาคม 2563
- Jurairat N. 2562. “จุลินทรีย์” ที่ดีต่อร่างกาย มีอะไรบ้าง ? อยู่ในอาหารชนิดใดบ้าง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้  
จาก: <https://www.sanook.com/health/19521/>. 20 กรกฎาคม 2563
- Zhu et al. Microb Cell Fact. 2017. Effects of soybean meal fermented by *L. plantarum*, *B. subtilis* and *S. cerevisiae* on growth, immune function and intestinal morphology in weaned piglets. *Microbial Cell Factories*. 1-8.
- วรรณพร ทะพิงค์แก กนกทิพย์ ปัญญาไชย กัลยาณี ศรีจันทร์ และ มงคล ยะไชย. 2017. คุณสมบัติเชิงหน้าที่ของกากถั่วเหลืองหมักโดยเชื้อ *Bacillus subtilis* PN76. การประชุมวิชาการสัตวศาสตร์แห่งชาติ ครั้งที่ 6. 48: 613-619.

Ujunwa Nwachukwua,\* , Uzoamaka George-Okafor a , Uloma Ozoani a , Nnenna Ojiagub.

2019. Assessment of probiotic potentials of *Lactobacillus plantarum* CS and *Micrococcus luteus* CS from fermented milled corn-soybean waste-meal. *Scientific African*. 1-8.

X.K. Ma, Q.H. Shang, Q.Q. Wang, J.X. Hu, X.S. Piao. 2019. Comparative effects of enzymolytic soybean meal and antibiotics in diets on growth performance, antioxidant capacity, immunity, and intestinal barrier function in weaned pigs. *Animal Feed Science and Technology*. 47-58.

Yue She, Yanhong Liu, J. Caroline Gonzalez-Vega, Hans H. Stein. 2017. Effects of graded levels of an *Escherichia coli* phytase on growth performance, apparent total tract digestibility of phosphorus, and on bone parameters of weanling pigs fed phosphorus-deficient corn-soybean meal based diets. *Animal Feed Science and Technology*.

Lei Wang , Huihui Zhou , Runjing He , Wei Xu , Kangsen Mai and Gen He. 2016. Effects of soybean meal fermentation by *Lactobacillus plantarum* P8 on growth, immune responses, and intestinal morphology in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.). *Aquaculture*. 464: 87-94.

V. Jazi, A. Ashayerizadeh, M. Toghyani, A. Shabani, G. Tellez, and M. Toghyani. 2018. Fermented soybean meal exhibits probiotic properties when included in Japanese quail diet in replacement of soybean meal. *Poultry Science* 0: 1–10

Lin Yuan, Juan Chang, Qingqiang Yin, Min Lu, Yuanran Di, Ping Wang, Zhixiang Wang, Erzhu Wang, Fushan Lu. 2016. Fermented soybean meal improves the growth performance, nutrient digestibility, and microbial flora in piglets. *Animal Nutrition Journal*.

K.M. Baker, Y. Liu, H.H. Stein. 2014. Nutritional value of soybean meal produced from high protein, low oligosaccharide, or conventional varieties of soybeans and fed to weanling pigs. *Animal Feed Science and Technology*. 64-73.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Haicheng Yin , Feng Jia, Jin Huang. 2019. The variation of two extracellular enzymes and soybean meal bitterness during solid-state fermentation of *Bacillus subtilis*. *Grain & Oil Science and Technology*. 2: 39-43.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้