การเสริมสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดในอาหารไก่เนื้อ

ธนภัทร ศิริพงศทัต

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสัตวศาสตร์
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2562

การเสริมสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดในอาหารไก่เนื้อ

ธนภัทร ศิริพงศทัต

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสัตวศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

การเสริมสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดในอาหารไก่เนื้อ

ธนภัทร ศิริพงศทัต

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสัตวศาสตร์

พิจารณาเห็นชอบโดย **อาจารย์ที่ปรึกษา**

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัวเรียม มณีวรรณ์)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทองเลียน บัวจูม)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(อาจารย์ ดร.จุฬากร ปานะถึก)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ประธานอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัวเรียม มณีวรรณ์)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ชื่อเรื่อง การเสริมสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดในอาหารไก่เนื้อ
ชื่อผู้เขียน นายธนภัทร ศิริพงศทัต
ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัวเรียม มณีวรรณ์

บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้สารสกัดหยาบจากบอระเพ็ด (TCE) ในอาหารไก่เนื้อ แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาปริมาณสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดที่สกัดด้วยน้ำเปรียบเทียบกับเอทานอลเข้มข้น 50, 60, 70, 80 และ 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปริมาณสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดที่สกัดด้วยด้วยน้ำ เอทานอลเข้มข้น 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) และการสกัดด้วยเอทานอลเข้มข้น 80 และ 95 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณสารสกัดหยาบน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทุกกลุ่มทดลอง ($P<0.05$) ในขณะที่ระยะเวลาในการระเหยตัวทำละลาย พบว่า TCE จากการสกัดด้วยเอทานอลเข้มข้น 80 และ 95 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลา 2 วัน การสกัดด้วยเอทานอลเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลา 3 วัน การสกัดด้วยเอทานอลเข้มข้น 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลามากกว่า 3 วัน และการสกัดด้วยน้ำใช้เวลาในการระเหยนานที่สุด คือมากกว่า 5 วัน ดังนั้นการสกัด TCE ด้วยเอทานอลเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ จึงมีความเหมาะสมที่สุด

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการเสริม TCE ในอาหารไก่เนื้อในระดับที่แตกต่างกันต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต องค์ประกอบซาก คุณภาพเนื้อ ปริมาณแบคทีเรีย *E. coli* และแบคทีเรียกรดแลคติกในไส้ติ่ง กิจกรรมของเอนไซม์ทริปซิน และลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็กในไก่เนื้อ โดยใช้ไก่เนื้อเพศผู้อายุ 1 วัน จำนวน 240 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) แบ่งออกเป็น 5 กลุ่มทดลอง กลุ่มที่ 1 คือกลุ่มที่ได้รับอาหารควบคุม (TCE 0.00 เปอรร์เซ็นต์) และกลุ่มที่ 2, 3, 4 และ 5 คือกลุ่มที่ได้รับการเสริม TCE ในระดับที่ 0.05, 0.10, 0.15 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ละกลุ่มประกอบด้วย 4 ซ้ำ ซ้ำละ 12 ตัว ทำการทดลองเป็นเวลา 35 วัน ผลการศึกษาพบว่าการเสริม TCE ในทุกระดับไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิต องค์ประกอบซาก ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าสี ค่าการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น ปริมาณเชื้อ *E. coli* ในไส้ติ่ง และกิจกรรมของเอนไซม์ทริปซินในลำไส้เล็กของไก่เนื้อ ($P>0.05$) ในขณะที่การเสริม TCE ในทุกระดับจะส่งผลให้ค่าการสูญเสียน้ำจากการทำให้สุกของเนื้อสะโพก และ

การออกซิเดชันของไขมันในเนื้อลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (P<0.05) นอกจากนี้การเสริม TCE ในทุกระดับ จะทำให้ปริมาณเชื้อ *E. coli* ในไส้ติ่งมีแนวโน้มลดลง (P=0.06) และการเสริม TCE ในระดับที่ 0.05, 0.10 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ปริมาณเชื้อแบคทีเรียแลคติกลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับการเสริม TCE ในระดับที่ 0.15 เปอร์เซ็นต์ (P<0.05) ดังนั้นการเสริม TCE ในระดับที่ 0.05 เปอร์เซ็นต์ ก็เพียงพอสำหรับการปรับปรุงคุณภาพเนื้อ และมีแนวโน้มช่วยลดปริมาณเชื้อ *E. coli* ในไส้ตั่งได้

คำสำคัญ : สารสกัดหยาบจากบอระเพ็ด, ไก่เนื้อ, ประสิทธิภาพการผลิต, องค์ประกอบซาก, คุณภาพเนื้อ

Title TINOSPORA CORDIFOLIA CRUDE EXTRACT SUPPLEMENTATION IN BROILER DIETS

Author Mr. Thanaphat Siriphongsathat

Degree Master of Science in Animal Science

Advisory Committee Chairperson Assistant Professor Dr. Buaream Maneewan

ABSTRACT

The use of *Tinospora cordifolia* crude extract (TCE) in broiler diet was conducted in 2 experiments.

Experiment 1 Study of *Tinospora cordifolia* crude extract yield from extraction by aqueous compared with various concentrations of ethanol extraction (50, 60, 70, 80 and 90%). The extract obtained by aqueous, 50 and 60% of ethanol showed no significant differences ($P>0.05$) and extract by 80 and 90% ethanol showed the lowest amount of TCE compared with other groups ($P<0.05$). Evaporation time showed that 80 and 95% of ethanol could evaporate within 2 days. 70% of ethanol could evaporate within 3 days. 50 and 60% of ethanol could evaporate after more than 3 days and aqueous took the longest time to evaporate (more than 5 days). Therefore, the extraction of *T. cordifolia* by 70% of ethanol was most suitable.

Experiment 2 Study of TCE supplementation in broiler diet with a different levels on the production performance, carcass quality, meat quality, number of cecal *Escherichia coli* (*E. coli*) and lactic acid bacteria, trypsin activity and histology of small intestine. 240 day-olds make broilers were assigned in completely randomized design (CRD) into 5 experiment groups. Group 1, the broilers were fed with control diet supplementation with TCE at the level of 0.05, 0.10, 0.15 and 0.20%, respectively. Each group contained 4 replicates, 12 birds per replicate. The broilers were fed the experimental diets for 35 days. The results showed that TCE had no effect on production efficiency, carcass quality, pH, colour, drip loss and the number

of cecal *E. coli* (P>0.05). TCE decreased loss of chicken thigh during cooking and lipid oxidation when compared with the control group (P<0.05). Dietary TCE showed a tendency of cecal *E. coli* decreasing (P=0.06). TCE supplementation at the level of 0.05, 0.10 and 0.20% decreased lactic acid bacteria when compared with control and 0.15% of TCE (P<0.05). In conclusion, the TCE supplementation at the level of 0.05% was sufficient for meat quality improvement and the tendency of cecal E. coli decreasing.

Keywords : Tinospora cordifolia crude extract, Broiler, Production performance, Carcass quality, Meat quality

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงเป็นรูปเล่มสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บัวเรียม มณีวรรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำแนะนำ คำปรึกษา และการช่วยเหลืออย่างดียิ่ง และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทองเลียน บัวจูม และอาจารย์ ดร. จุฬากร ปานะถึก อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ซึ่งให้คำแนะนำในการดำเนินงานทดลอง การวางแผนการทดลอง แนวทางในการดำเนินงานทดลอง แนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินงานทดลอง ตลอดจนการตรวจสอบและการแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ จนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรรณพร ทะพิงค์แก ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำและชี้แนะถึงแนวทางในการแก้ไขรูปเล่มวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ข้าพเจ้าขอขอบคุณคณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ ที่สนับสนุนทุนส่วนหนึ่งในการดำเนินงานวิจัย และขอขอบคุณหัวหน้าห้องปฏิบัติการและเจ้าหน้าที่ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ให้การช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการดำเนินงานต่างๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณครอบครัวของข้าพเจ้าเป็นอย่างสูงที่คอยเป็นกำลังใจสนับสนุนทุนการศึกษา และทุนในงานวิจัยของข้าพเจ้า ขอขอบคุณรุ่นพี่ เพื่อน และรุ่นน้องสาขาสัตวศาสตร์ทุกคนที่คอยให้คำปรึกษา ให้กำลังใจ และช่วยเหลือกันด้วยดีตลอดมา

ธนภัทร ศิริพงศทัต

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ซ

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

ขอบเขตการวิจัย 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและการตรวจเอกสาร 3

บอระเพ็ด 3

สารสำคัญที่พบได้ในบอระเพ็ด 4

การศึกษาการลักษณะการออกฤทธิ์ของสารสกัดบอระเพ็ด 13

ฤทธิ์ต้านการอักเสบ 13

ฤทธิ์ต้านเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส 13

ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ 14

ฤทธิ์ต้านปรสิต 14

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 15

ฤทธิ์ลดไข้ 15

เอนไซม์ทริปซิน 16
โครงสร้างและหน้าที่ของลำไส้เล็ก 17
การสร้างและการเสื่อมของเซลล์ลำไส้เล็ก 18
เชื้อ *E. coli* (*Escherichia coli*) 20
แบคทีเรียกรดแลคติก 21
สารปฏิชีวนะเร่งการเจริญเติบโต (Antibiotic growth promoters; AGPs) 22
บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง 24
สถานที่ทำการวิจัย 24
ระยะเวลาดำเนินงานวิจัย 24
วัสดุและอุปกรณ์ดำเนินงานวิจัย 24
บทที่ 4 ผลการทดลอง 36
การทดลองที่ 1 การศึกษาปริมาณสารสกัดหยาบที่สกัดด้วยน้ำเปรียบเทียบกับเอทานอล 36
ปริมาณสารสกัดหยาบจากตัวทำละลายที่ต่างชนิดกัน 36
การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของการเสริมสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดในอาหารในระดับที่แตกต่างกันต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต องค์ประกอบซาก คุณภาพเนื้อ ปริมาณแบคทีเรีย *E. coli* และแบคทีเรียกรดแลคติกในไส้ติ่ง กิจกรรมของเอนไซม์ทริปซิน และลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็กในไก่เนื้อ 37
ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต 37
องค์ประกอบซาก 39
คุณภาพเนื้อ 40
กิจกรรมของเอนไซม์ทริปซิน 43
ปริมาณเชื้อแบคทีเรียในไส้ติ่งแบคทีเรีย *E. coli* และแบคทีเรียกรดแลคติก 43
ลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็ก 44
บทที่ 5 วิจารณ์ผลทดลอง 46
การทดลองที่ 1 การศึกษาปริมาณสารสกัดหยาบที่สกัดด้วยน้ำเปรียบเทียบกับเอทานอล 46

ปริมาณสารสกัดหยาบจากตัวทำละลายที่ต่างชนิดกัน 46
การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของการเสริมสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดในอาหารในระดับที่แตกต่างกันต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต องค์ประกอบซาก คุณภาพเนื้อ ปริมาณแบคทีเรีย *E. coli* และแบคทีเรียกรดแลคติกในไส้ติ่ง กิจกรรมของเอนไซม์ทริปซิน และสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็กในไก่เนื้อ 46
ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต 46
องค์ประกอบซาก 47
คุณภาพเนื้อ 47
กิจกรรมของเอนไซม์ทริปซิน 48
ปริมาณแบคทีเรีย *E.coli* และแบคทีเรียดกรดแลคติกในไส้ติ่ง 49
ลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็กในไก่เนื้อ 49
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง 51
บรรณานุกรม 52
ประวัติผู้วิจัย 65

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 สารกลุ่ม Flaone และ Flavone, Glucosides, Triterpene, Diterpene และ Glucoside และสารเคมีที่แยกได้จากบอระเพ็ด 10

ตารางที่ 2 สารกลุ่ม Cis-clerodane-Type Furnanoditerpenoids และสารเคมีที่แยกได้จากบอระเพ็ด 11

ตารางที่ 3 สารกลุ่ม Alkaloids และสารเคมีที่แยกได้จากบอระเพ็ด 12

ตารางที่ 4 สารกลุ่ม Lignan และ sterol groups และสารเคมีที่แยกได้จากบอระเพ็ด 13

ตารางที่ 5 วัตถุดิบและองค์ประกอบทางเคมีของอาหารไก่เนื้อพื้นฐานอายุ 1-3 และ 4-5 สัปดาห์จากการคำนวณ 27

ตารางที่ 6 ระยะเวลาในการทำให้แห้งของสารสกัดหยาบที่สกัดด้วยน้ำ และเอทานอลในระดับความเข้มข้นที่แตกต่าง 37

ตารางที่ 7 ผลของสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต 38

ตารางที่ 8 ผลของสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดต่อองค์ประกอบซาก 39

ตารางที่ 9 ผลของสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดต่อการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น การสูญเสียน้ำจากการทำให้สุก ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ และการออกซิเดชันของไขมันในเนื้อ 40

ตารางที่ 10 ผลของสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าสีของเนื้ออกและเนื้อสะโพก หลังฆ่า 45 นาที 41

ตารางที่ 11 ผลของสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าสีของเนื้ออกและเนื้อสะโพก หลังฆ่า 24 ชั่วโมง 42

ตารางที่ 12 ผลของสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดต่อกิจกรรมของเอนไซม์ทริปซิน 43

ตารางที่ 13 ผลของสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดต่อปริมาณเชื้อแบคทีเรีย E. coli และแบคทีเรียกรดแลคติก 44

ตารางที่ 14 ผลของสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดต่อลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็กของไก่เนื้อ 45

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 (A) บอระเพ็ดทั้งต้น (B) ใบของบอระเพ็ด (C) ลำต้นของบอระเพ็ด (D) ดอกของบอระเพ็ด 4

ภาพที่ 2 โครงสร้างทางเคมีของสารประกอบในกลุ่มฟลาโวนอยด์ 5

ภาพที่ 3 โครงสร้างทางเคมีของสารประกอบในกลุ่มเทอปีนอยด์..... 6

ภาพที่ 4 โครงสร้างทางเคมีของสารประกอบในกลุ่ม cis-clerodane-type furanoditerpenoids.. 7

ภาพที่ 5 โครงสร้างทางเคมีของสารประกอบในกลุ่มอัลคาลอยด์..... 8

ภาพที่ 6 โครงสร้างทางเคมีของสารประกอบในกลุ่มลิกแนน นิลคลีโอไซด์ และสเตอรอล 9

ภาพที่ 7 การกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ในทางเดินอาหาร 17

ภาพที่ 8 ลักษณะของวิลไลและเซลล์คริปท์ในลำไส้เล็กของไก่เนื้อ 18

ภาพที่ 9 การเคลื่อนที่ของเซลล์อิพิทิเลียมของลำไส้ 20

ภาพที่ 10 เครื่องระเหยแบบหมุนเหวี่ยง (Rotary Vacuum Evaporator) 25

ภาพที่ 11 การเก็บตัวอย่างของเหลวในลำไส้เล็ก (A) และไส้ติ่งสำหรับหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (B). 34

ภาพที่ 12 ปริมาณสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดที่สกัดด้วยน้ำกลั่น และเอทานอลในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน 36

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

บอระเพ็ด (*Tinospora cordifolia*) เป็นพืชที่อยู่ในตระกูล Menispermaceae เจริญเติบโตได้ดีในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และประเทศจีน ถูกนำมาใช้เป็นพืชสมุนไพรในหลายประเทศ ซึ่งเป็นยาทางเลือกเพื่อรักษาอาการเจ็บป่วยที่มีต้นทุนต่ำ (Arcueno et al., 2015) สารออกฤทธิ์ที่สำคัญที่สามารถพบได้ในบอระเพ็ด คือกลุ่มของสารประกอบฟีนอลิก เช่น ฟราโวนอยด์ (Flavonoid) ฟลาโวนไกลโคไซด์ (Flavone glycosides) ไตรเทอร์พีน (Triterpenes) ไดเทอร์พีน (Diterpenes) ไดเทอร์พีนไกลโคไซด์ (Diterpene glycosides) อัลคาลอยด์ (Alkaloids) แลคโตน (Lactones) ลิกแนน (Lignan) นิวคลีโอไซด์ (Nucleosides) สเตอรอล (Sterols) และ cis-clerodane-type furanoditerpenoids ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการออกฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา (Ahmad et al., 2016) โดยธรรมชาติสารประกอบฟีนอลิกจะช่วยป้องกันความเสียหายของพืชที่เกิดจากรังสียูวีของแสงอาทิตย์ แมลงศัตรูพืช (Dar et al., 2017) และจุลินทรีย์ก่อโรคในพืช (Kasote et al., 2015) ซึ่งสารประกอบฟีนอลิกเป็นกลุ่มของสารที่มีความหลากหลายมากที่สุดในอาณาจักรพืช สามารถแยกออกได้มากกว่า 8,000 ชนิด (Surai, 2013) ปัจจุบันบอระเพ็ดเป็นพืชสมุนไพรที่ถูกนำมาใช้รักษาโรคในมนุษย์ เช่น อาการบาดเจ็บภายใน เพิ่มความอยากอาหาร ลดอุณหภูมิในร่างกาย และช่วยรักษาร่างกายให้มีสุขภาพที่ดี (Ahmad et al., 2016) นอกจากนี้ยังสามารถช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน (Abood et al., 2014) อีกทั้งมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย (Mamta and Jakhar,[a] 2016) และต้านอนุมูลอิสระได้ (Zulkefli et al., 2013) มีรายงานระบุว่าสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดจะช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพในการเลี้ยงสัตว์เพิ่มขึ้น อาทิ สามารถเพิ่มเม็ดเลือดขาวชนิด $CD4^+$ และ $CD8^+$ (Latheef et al., 2017) ลดปริมาณเชื้อ *E. coli* (Mamta and Jakhar, [b] 2016) และช่วยให้ร่างกายของไก่เนื้อกำจัดเชื้อแบคทีเรียเหล่านั้นได้เร็วยิ่งขึ้น ซึ่งส่งผลให้เพิ่มอัตราการรอดชีวิต (Mamta and Jakhar, 2016[b]) นอกจากนี้ยังมีรายงานเพิ่มเติมอีกว่าสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของไก่เนื้อได้ (Joshi et al., 2015) อย่างไรก็ตาม ผลจากการศึกษาดังกล่าวส่วนใหญ่ยังไม่ชัดเจนถึงกลไกการทำงาน แต่มีแนวโน้มและศักยภาพที่ดีในการทดแทนสารเคมีและยาปฏิชีวนะ นอกจากนี้หากได้รับในปริมาณที่มากเกินไป หรือได้รับติดต่อกันเป็นระยะเวลานานอาจเป็น

พิษต่อตับและไตได้ (Ahmad et al., 2016) ดังนั้นจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะศึกษาระดับการเสริม TCE ในระดับที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้เป็นสารเสริมในการเลี้ยงสัตว์อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพเจริญเติบโต องค์ประกอบซาก คุณภาพเนื้อ ปริมาณจุลินทรีย์ กิจกรรมของเอนไซม์ทริปซิน และลักษณะสัณฐานวิทยาในลำไส้เล็กของไก่เนื้อ ซึ่งเลี้ยงด้วยอาหารทั่วไปและอาหารที่ได้รับการเสริมสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดในระดับที่แตกต่างกัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถใช้สารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะ โดยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดปริมาณแบคทีเรีย *E. coli* และส่งเสริมการทำงานของแบคทีเรียกรดแลคติก
2. สามารถปรับปรุงองค์ประกอบซาก และคุณภาพเนื้อให้ดียิ่งขึ้น

ขอบเขตการวิจัย

สกัดสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดด้วยน้ำกลั่น และเอทานอลเข้มข้น 50, 60, 70, 80 และ 95 เปอร์เซ็นต์ และศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการระเหยตัวทำละลาย

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่าง คือไก่เนื้อเพศผู้ อายุ 1 วัน จำนวน 240 ตัว เลี้ยงด้วยอาหารทั่วไปและอาหารที่ได้รับการเสริมสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดในระดับที่แตกต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพเจริญเติบโต องค์ประกอบซาก คุณภาพเนื้อ ปริมาณแบคทีเรีย *E. coli* และแบคทีเรียกรดแลคติกในไส้ติ่ง กิจกรรมของเอนไซม์ทริปซิน และลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็ก โดยใช้เวลาเลี้ยงทั้งหมด 35 วัน

บทที่ 2
ทฤษฎีและการตรวจเอกสาร

บอระเพ็ด

บอระเพ็ด เป็นไม้เถาเลื้อยที่จัดอยู่ในประเภทไม้เนื้ออ่อน ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสมุนไพรชนิดหนึ่ง (Samuel et al., 2010) จำแนกบอระเพ็ดตามหลักอนุกรมวิธาน ได้ดังนี้

ชื่อสามัญ: Heart-Leaved Moonseed

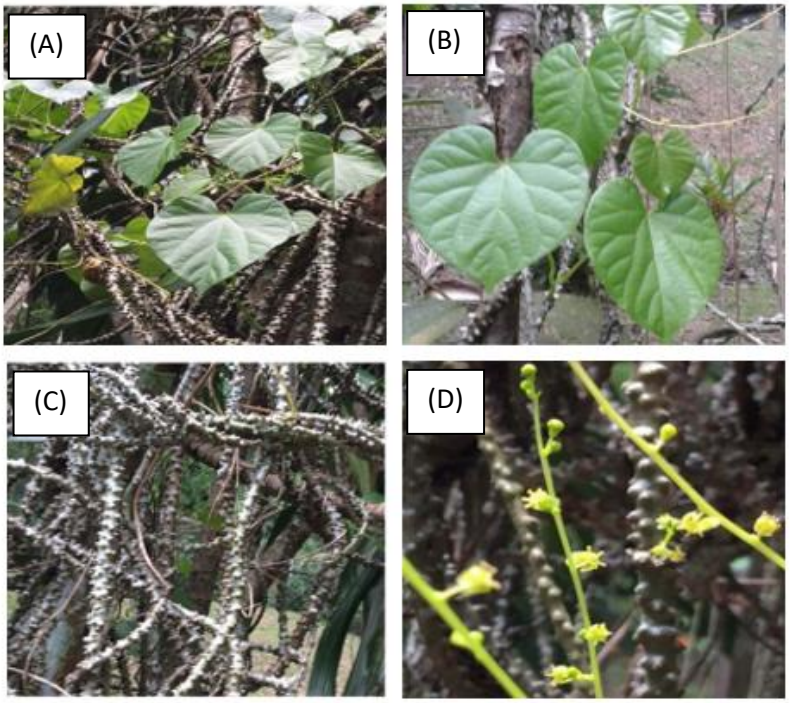
ชื่อวิทยาศาสตร์: *Tinospora crispa (L.) Miers ex Hook.f. & Thoms*

Species: *T. cordifolia*

Family: Menispermaceae

Genus: Tinospora

บอระเพ็ดเป็นไม้เลื้อย เนื้ออ่อน ไม่มีขน เถากลม ขรุขระ ยาวได้ถึง 15 เมตร เถามีรสขมจัด (สุดารัตน์, 2553) พบได้ตามป่าฝนหรือป่าผลัดใบผสมในภาคตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปเอเชียและทวีปแอฟริกา เช่น ประเทศไทย มาเลเซีย และอินโดนีเซีย (Pathak et al., 1995) *Tinospora cordifolia* มีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามแต่ละพื้นที่ เช่น ในประเทศมาเลเซียเรียกว่า Akar Patawali หรือ Akar Seruntum (Noor et al., 1989) ประเทศอินโดนีเซียเรียกว่า Antawali Brotowali (Roosita et al., 2008) ประเทศกัมพูชาเรียกว่า Banndol Pech (Hout et al., 2006) ประเทศฟิลิปินเรียกว่า Makubuhay (Quisumbing, 1951) ประเทศจีนเรียกว่า Da ye ruan jin teng (Li et al., 2006) ประเทศบังกะลาเทศเรียกว่า Guloncho-ban หรือ Golonchi (Rahmatullah et al., 2011) ส่วนประเทศฝรั่งเศสเรียกว่า Lyann span Zeb kayenn (Longuefosse and Nossin, 1996) และในประเทศไทยเรียกว่า บอระเพ็ด ซึ่งก็มีชื่อเรียกแตกต่างกันตามท้องถิ่น ภาคเหนือเรียกเครือเขาฮอ หรือจุ่งจิง ภาคอีสานเรียกเจตมูลยาน หนาม หรือหางหนู หรือในจังหวัดสระบุรีเรียกว่าเถาหัวด้วน (จำรัส, 2556) บอระเพ็ด (Heart-leaved moonseed) เป็นสมุนไพรอีกชนิดหนึ่งที่ขยายพันธุ์ได้ง่าย เพาะปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย มีตัวยาหลายชนิดที่เป็นประโยชน์ต่อคนและสัตว์ ใช้เป็นยาแก้ไข้ แก้ธาตุไม่ปกติ บำรุงกำลัง แก้ร้อนใน เจริญอาหาร และบำรุงน้ำดี ลดระดับน้ำตาลในเลือด โดยกระตุ้นการหลั่งอินซูลิน (จุไรรัตน์, 2552)



ภาพที่ 1 (A) บอระเพ็ดทั้งต้น (B) ใบของบอระเพ็ด (C) ลำต้นของบอระเพ็ด (D) ดอกของบอระเพ็ด

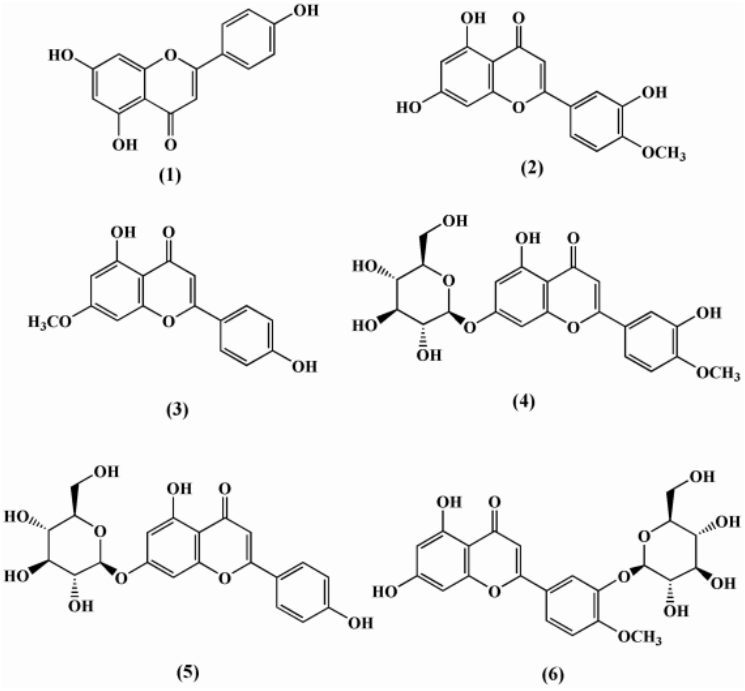
ที่มา: Ahmad et al. (2016)

สารสำคัญที่พบได้ในบอระเพ็ด

นพมาศ (2544) กล่าวว่าสารพฤกษเคมีสามารถแบ่งกลุ่มสารเคมีในพืชตามสารตั้งต้น (Biosynthesis origin) ของสารเคมีเหล่านี้ได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือสารปฐมภูมิ (Primary metabolites) และสารทุติยภูมิ (Secondary metabolites) สารปฐมภูมิเป็นสารเคมีพื้นฐานที่พบในพืชชั้นสูง โดยทั่วไปพบได้ในพืชเกือบทุกชนิด เป็นกลุ่มสารที่เกี่ยวข้องกับเมตาโบลิซึมที่จำเป็น (Essential metabolism) ของเซลล์ส่วนใหญ่เป็นสารที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช และกระบวนการชีวสังเคราะห์กรดอะมิโนบางชนิด สารปฐมภูมิได้แก่ คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrates) ไขมัน (Lipid) โปรตีน (Protein) กรดอะมิโน (Amino acid) และเอนไซม์ (Enzymes) สารเหล่านี้เกิดจากกระบวนการชีวสังเคราะห์ในพืช มักจะแสดงฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาอย่างชัดเจน นอกจากนี้สารทุติยภูมิยังเกี่ยวข้องในวงจรเมตาบอลิซึมพื้นฐานของเซลล์ที่มีชีวิตอีกด้วย สารทุติยภูมิที่พบในบอระเพ็ด เช่น

1. ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) เป็นสารประกอบโพลีฟีนอลิก (Polyphenolic compound) ซึ่งสารโพลีฟีนอล (Polyphenol) สามารถพบได้ทุกส่วนของบอระเพ็ด มีสูตรโครงสร้างทางเคมีเป็นวงแหวนแอโรมาติก (Aromatic ring) ที่มีจำนวนหมู่ไฮดรอกซิล (Hydroxyl group) รวมอยู่ในโมเลกุล

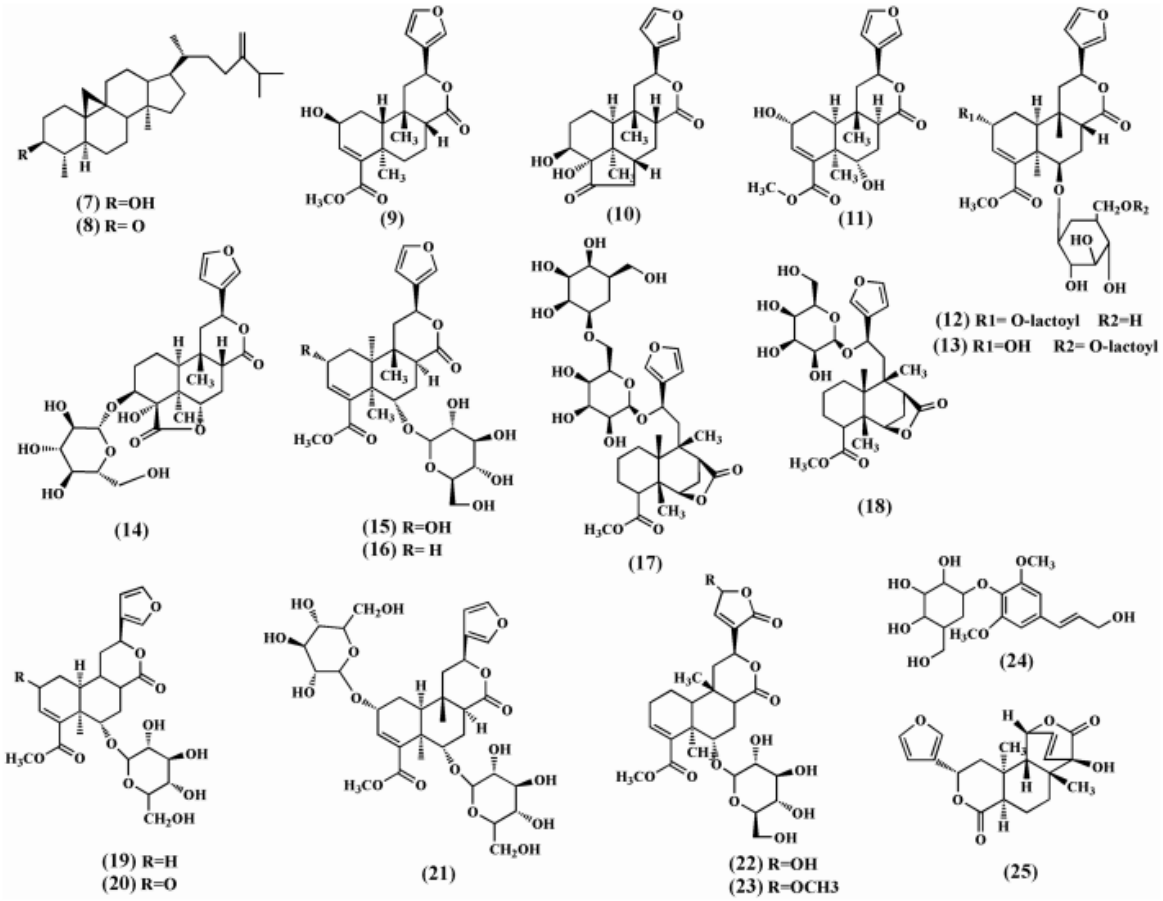
ตั้งแต่ 2 วงขึ้นไป มีคุณสมบัติละลายในน้ำได้ ส่วนใหญ่มักพบอยู่รวมกับน้ำตาล ในรูปของสารประกอบไกลโคไซด์ (Glycoside) บางชนิดมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา เช่น ทำให้เส้นเลือดฝอยแข็งแรง ต้านเชื้อไวรัส และลดการอักเสบ (ณัฏฐิกา, 2548) (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 โครงสร้างทางเคมีของสารประกอบในกลุ่มฟลาโวนอยด์

ที่มา: Ahmad et al. (2016)

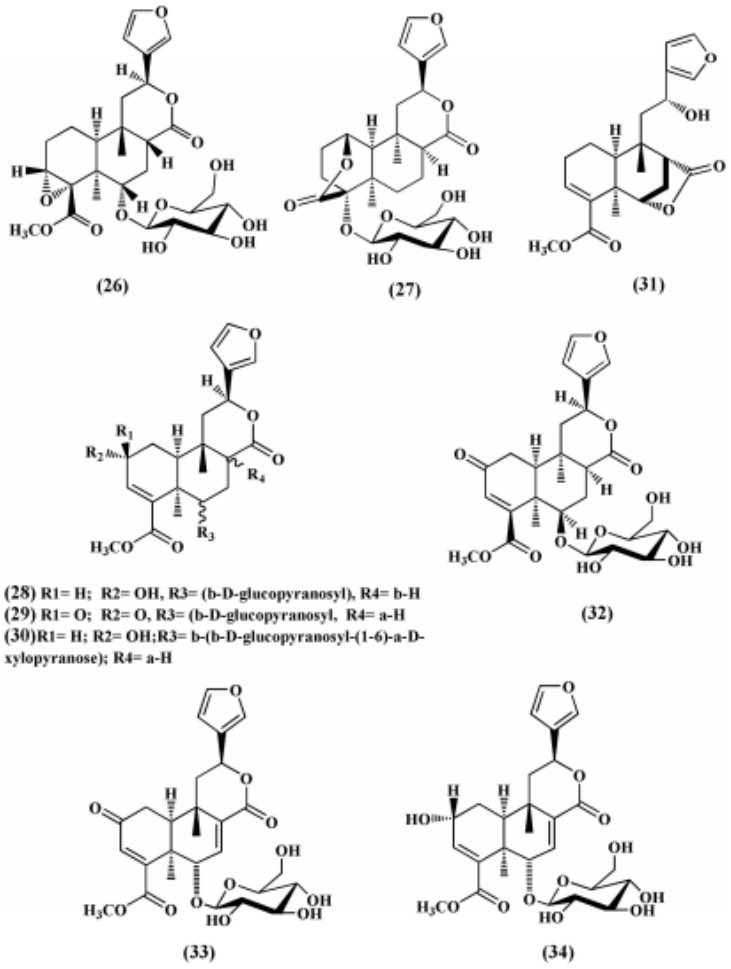
2. เทอร์ปีนอยด์ (Terpenoids) เป็นสารประกอบในกลุ่มลิพิด (Lipid) ละลายได้ดีในไขมัน ไม่มีสี ยกเว้น Carotenoid พบมากในน้ำมันหอมระเหย (Essential oil) มีกลิ่นหอม หรือมีคุณสมบัติทางยา สารประกอบเทอร์ปีนอยด์จะมีธาตุคาร์บอน ธาตุไฮโดรเจน และธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ นอกจากนี้เทอร์ปีนอยด์ยังเป็นสารประกอบที่เหมาะสำหรับการใช้ศึกษาคุณสมบัติทางยา (วาทินี, 2559) ล่าสุดมีความพยายามในการวิจัยและพัฒนายาต้านมะเร็งที่ได้จากธรรมชาติ ซึ่งได้นำไปสู่การระบุชนิดของเทอร์ปีนอยด์ที่สามารถยับยั้งการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็งผ่านกลไกต่าง ๆ ได้ แม้จะมีรายงานการวิจัยเพิ่มขึ้น แต่ยังขาดข้อมูลด้านกลไกการต่อต้านเซลล์มะเร็งของเทอร์ปีนอยด์ (Ahmad et al., 2016) (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 โครงสร้างทางเคมีของสารประกอบในกลุ่มเทอปีนอยด์

ที่มา: Ahmad et al. (2016)

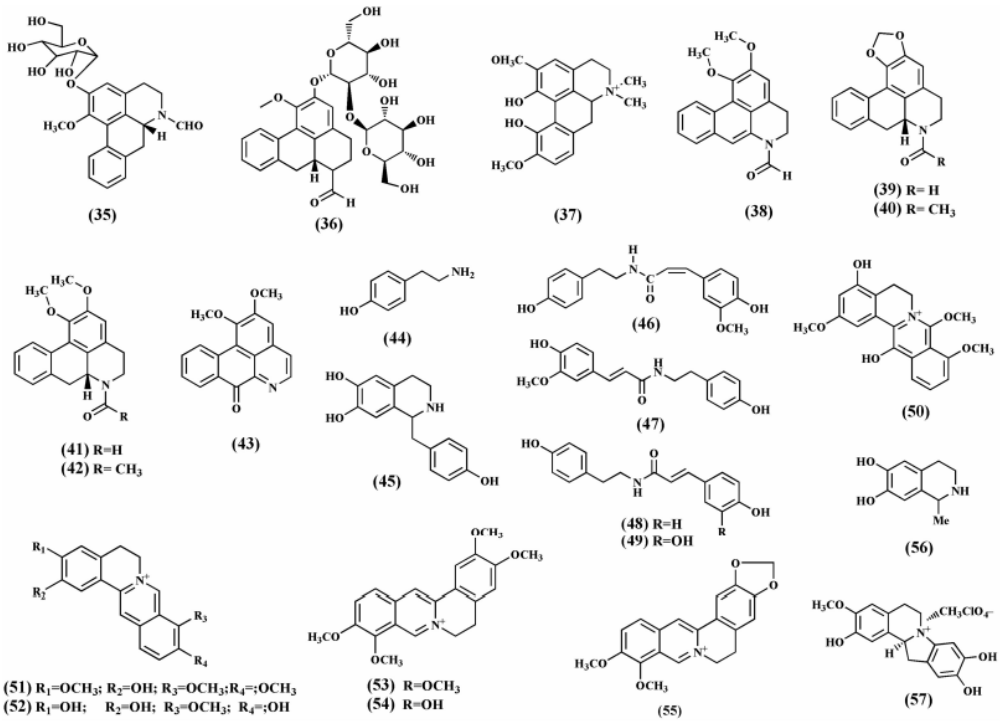
3. สารประกอบกลุ่ม cis-clerodane-type furanoditerpenoids ในปัจจุบันมีการค้นพบสารในกลุ่มนี้เพิ่มเติมอีก 9 ชนิด จากเดิม 6 ชนิด รวมเป็นทั้งหมด 15 ชนิด ซึ่งสารกลุ่มนี้พบว่าสามารถใช้รักษาซีสต์ในช่องปากมนุษย์และมะเร็งลำไส้ใหญ่ในมนุษย์ ปัจจุบันสารกลุ่มนี้กำลังมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับกลไกการทำลายเซลล์มะเร็งที่เกิดขึ้น (Ahmad et al., 2016) (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 โครงสร้างทางเคมีของสารประกอบในกลุ่ม cis-clerodane-type furanoditerpenoids.

ที่มา: Ahmad et al. (2016)

4. อัลคาลอยด์ (Alkaloids) เป็นสารอินทรีย์ที่มีฤทธิ์เป็นด่าง มีไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบอย่างน้อย 1 อะตอม มักพบในพืช แต่อาจพบได้บ้างในแบคทีเรีย รา และสัตว์ เป็นสารที่มักจะมีพิษและมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาในหลายระบบ อัลคาลอยด์จึงถูกนำมาใช้ในการรักษาโรคอย่างกว้างขวาง เช่น ใช้เป็นยาระงับปวด ยาชาเฉพาะที่ ยาแก้ไอ ยาแก้หอบหืด ยาลดความดัน ยาควบคุมการเต้นของหัวใจ ยารักษาแผลในกระเพาะและลำไส้ รักษาโรคมาเลเรีย (Quinine) เป็นต้น และอัลคาลอยด์บางชนิดมีฤทธิ์ต้านมะเร็ง อัลคาลอยด์แต่ละชนิดมีสูตรโครงสร้างซับซ้อนและแตกต่างกัน คุณสมบัติของอัลคาลอยด์ คือ ไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้ในสารอินทรีย์ ส่วนใหญ่มีรสขม (วาทินี, 2559) (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 โครงสร้างทางเคมีของสารประกอบในกลุ่มอัลคาลอยด์

ที่มา: Ahmad et al. (2016)

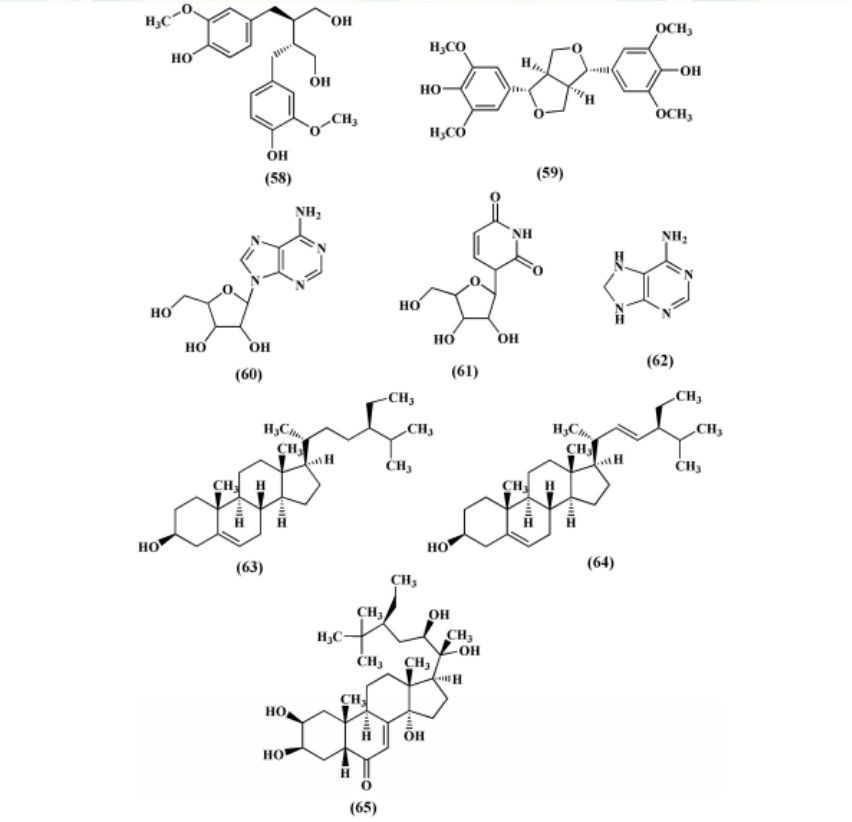
5. ลิกแนน นิลคลีโอไซด์ และสเตอรอล

ลิกแนน (Lignans) จัดเป็นสารพฤกษเคมีชนิดหนึ่งที่พบได้ในอาณาจักรพืช มักพบได้ในพืชที่มีเยื่อใยสูง มีคุณสมบัติในการป้องกันมะเร็ง ป้องกันโรคเบาหวาน โรคหัวใจ ลดความเครียดและเพิ่มระบบภูมิคุ้มกันในสัตว์ นอกจากนี้มีศึกษาการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียด้วยสารประกอบลิกแนนจากชิแซนดร้าเบอร์รี่ พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียแกรมลบได้ เช่น *Chlamydia pneumoniae* และ *Chlamydia trachomatis* ซึ่งก่อให้เกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจและระบบสืบพันธุ์ตามลำดับ (Everett et al., 1999; เจนจิต, 2557) (ภาพที่ 6)

นิลคลีโอไซด์ (Nucleosides) นิวคลีโอไซด์ คือสารประกอบพิวรีน หรือพิริมิดีนเบสที่ต่ออยู่กับน้ำตาลไรโบส หากอยู่ในโมเลกุลของอาร์เอ็นเอ หรือต่ออยู่กับน้ำตาลดีออกซีไรโบส หากอยู่ในโมเลกุลของดีเอ็นเอ (Jones, 1980) นอกจากนี้มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2557) ได้ทดลองนำลำต้นบอระเพ็ดมาสกัดและนำไปทดสอบฤทธิ์ต่อระบบหัวใจและหลอดเลือดของหนูขาวใหญ่ โดยตัดแยกหลอดเลือดแดงออกมาศึกษาในหลอดทดลอง พบว่าสารสกัดบอระเพ็ดมีผลทำให้หลอดเลือดคลายตัว และยังมีศึกษาเพิ่มเติมโดยการฉีดสารสกัดบอระเพ็ดเข้าหลอดเลือดดำ พบว่าสารสกัดบอระเพ็ดมีฤทธิ์

ลดความดันโลหิต และมีฤทธิ์ต่ออัตราการเต้นของหัวใจสองแบบ คือลดอัตราการเต้นของหัวใจก่อนและตามด้วยการเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจ สารสำคัญที่มีผลลดความดันโลหิตได้แก่ อะดีโนซีน (adenosine) ซาลโซลีนอล (salsolinol) และไฮเจนนามีน (higenamine) ซึ่งสอดคล้องกับ Kitakaze and Hori (2000) ที่ระบุว่าอะดีโนซีนเป็นสารสำคัญที่ช่วยป้องกันและรักษาภาวะโรคหัวใจล้มเหลว

สเตอรอล (Sterols) หรือไฟโตสเตอรอล (phytosterol) จัดเป็นสารในตระกูลที่มีโครงสร้างทางเคมีใกล้เคียงกับคอเลสเตอรอลซึ่งพบได้ในพืช สามารถแบ่งออกได้ 2 กลุ่มใหญ่ คือ แพลนสเตอรอล (Plant sterol) และแพลนสตานอล (Plant stanol) โดยสเตอรอลจะไปจับตัวกับไมเซลล์ (Micelles) สิ่งที่พาคอเลสเตอรอลเข้าสู่ร่างกาย เพื่อป้องกันการดูดซึมคอเลสเตอรอลในลำไส้ จึงช่วยลดคอเลสเตอรอลได้ ซึ่งสามารถพบได้ในเซลล์และเนื้อเยื่อพืช เช่น ในเมล็ด ลำต้น หรือดอกของพืช โดยมีหน้าที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของเซลล์พืช รักษาความคงตัวของเยื่อหุ้มเซลล์ (Cell membrane stabilizer) และมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราและแบคทีเรียได้ (สมศักดิ์, 2554)



ภาพที่ 6 โครงสร้างทางเคมีของสารประกอบในกลุ่มลิกแนน นิลคลีโอไซด์ และสเตอรอล

ที่มา: Ahmad et al. (2016)

ตารางที่ 1 สารกลุ่ม Flaone และ Flavone, Glucosides, Triterpene, Diterpene และ Glucoside และสารเคมีที่แยกได้จากบอระเพ็ด

Chemical group	Structure no.	Chemical constituents
Flavanone and Flavone	1	Apigenin
Glucosides	2	Diosmtin (Luteolin 4'-methyl ether)
	3	Genkwanin
	4	Luteolin 4'-methyl ether 7-glucoside
	5	Genkwanin 7-glucoside
	6	Luteolin 4'-methyl ether 3'-glucoside
Triterpene	7	Cycloeucalenol
	8	Cycloeucalenone
Diterpene and Glucoside	9	Tinocrispol A
	10	Borapetol A
	11	Borapetols B
	12	2-O-lactoylborapetoside B
	13	6'-O-lactoylborapetoside B
	14	Borapetoside A
	15	Borapetoside B
	16	Borapetoside C
	17	Borapetoside D
	18	Borapetoside E
	19	Borapetoside F
	20	Borapetoside G
	21	Borapetoside H
	22	Rumphioside A
	23	Rumphioside B
	24	Syringin
	25	Columbin

ที่มา: ดัดแปลงจาก Ahmad et al. (2016)

ตารางที่ 2 สารกลุ่ม Cis-clerodane-Type Furnanoditerpenoids และสารเคมีที่แยกได้จากบอระเพ็ด

Chemical group	Structure no.	Chemical constituents
Cisclerodane-Type Furnanoditerpenoids	26	(3R,4R,5R,6S,8R,9S,19S,12S)-15,16-Epoxy-3,4-epoxy-6-O-(β-D-glucopyranosyl) -cleroda3,13(16), 14-trien-17,12- olid-18-oic acid methyl ester
	27	(1R,4S,5R,8S,9R,10S,12S)-15,16-Epoxy-4-O-(β)-D-glucopyranosyl)- cleroda-2,13(16),14-triene-17(12),18(1)-diolide
	28	(2R,5R,6R,8R,9S,10S,12S)-15,16-Epoxy-2-hydroxy-6-O-(β-D-glucopyranosyl)-cleroda-3,13(16),14-trien-17,12-olid-18- oic acid methyl ester
	29	(5R,6R,8S,9R,10R,12S)-15,16-Epoxy-2-oxo-6-O-(β- D-glucopyranosyl)-cleroda-3,13(16),14-trien-17,12-olid-18- oic acid methyl ester
	30	(2R,5R,6R,8S,9S,10S,12S)-15,16-Epoxy-2-hydroxy-6-O-{β- D-glucopyranosyl-(1-6)α-D-xylopyranosyl}-cleroda-3,13(16),14-trien-17,12-olid-18-oic acid methyl ester
	31	Rumphiol E
	32	(5R,6R,8S,9R,10S,12S)-15,16-Epoxy-2-oxo-6-O-(β-D-glucopyranosyl)- cleroda-3,13(16),14-trien-17,12-olid- 18-oic acid methyl ester
	33	(5R,6S,9S,10S,12S)-15,16-Epoxy-2-oxo-6-O-(β-D-glucopyranosyl)- cleroda-3,7,13(16),14-tetraen-17,12- olid-18-oic acid methyl ester
	34	(2R,5R,6S,9S,10S,12S)-15,16-Epoxy-2-hydroxy-6-O-(β-D-glucopyranosyl)-cleroda-3,7,13(16),14-tetraen- 17,12- olid-18-oic acid methyl ester

ที่มา: ดัดแปลงจาก Ahmad et al. (2016)

ตารางที่ 3 สารกลุ่ม Alkaloids และสารเคมีที่แยกได้จากบอระเพ็ด

Chemical group	Structure no.	Chemical constituents
Alkaloids	35	N-formylasimilobine 2-O-β-D-glucopyranoside
	36	N-formylasimilobine 2-O-β-D-glucopyranosyl-(1 ⟶ 2)-β-D-glucopyranoside
	37	Magnoflorine
	38	N-demethyl-N-formyldehydronornuciferine
	39	N-formylanonaine
	40	N-acetylanonaine
	41	N-formylnornuciferine
	42	N-acetylnornuciferine
	43	Lysicamine
	44	Tyramine
	45	Higenamine
	46	N-cis-feruloyltyramine
	47	N-trans-feruloyltyramine
	48	Paprazine
	49	N-trans-caffeoyltyramine
	50	4,13-dihydroxy-2,8,9-trimethoxydibenzo[a,g]quinolizinium
	51	Columbamine
	52	Dihydrodiscretamin
	53	Palmatine
	54	Jatrorrhizine
	55	Berberine
	56	Salsolinol
	57	(−)-Litcubinine

ที่มา: ดัดแปลงจาก Ahmad et al. (2016)

ตารางที่ 4 สารกลุ่ม Lignan และ sterol groups และสารเคมีที่แยกได้จากบอระเพ็ด

Chemical group	Structure no.	Chemical constituents
Lignan	58	Secoisolariciresinol
	59	Syringaresinol
	60	Adenosine
	61	Uridine
	62	Adenine
Sterol	63	β-sitosterol
	64	Stigmastero
	65	Makisterone C

ที่มา: ดัดแปลงจาก Ahmad et al. (2016)

การศึกษาการลักษณะการออกฤทธิ์ของสารสกัดบอระเพ็ด

ฤทธิ์ต้านการอักเสบ

มีการศึกษาฤทธิ์ลดการอักเสบของชาชงบอระเพ็ดโดยการกรอกให้แกะเพศผู้ตอนในขนาด 8 มิลลิลิตรต่อตัว พบว่าชาชงบอระเพ็ดมีฤทธิ์ต้านการอักเสบเทียบเท่ากับแอสไพริน 30 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 200 กรัม และมีศึกษาฤทธิ์ต้านการอักเสบของสารสกัดเถาบอระเพ็ดด้วยเมทานอล 50 เปอร์เซ็นต์ กับหนูขาวที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดการอักเสบที่อุ้งเท้าด้วยคาร์ราจีนิน โดยให้กินสารสกัดในขนาด 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่าสารสกัดมีฤทธิ์ต้านการอักเสบ นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าบอระเพ็ดที่สกัดด้วยบิวทานอลในปริมาณ 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อให้โดยการฉีดเข้าใต้ผิวหนังของหนูขาวมีฤทธิ์เทียบเท่ากับซัลไพริน 250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมและไดเฟนไฮดรามีน 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (สำนักงานข้อมูลสมุนไพร มหาวิทยาลัยมหิดล, ม.ป.ป.)

ฤทธิ์ต้านเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส

แอซิติลโคลีน (acelylcholine) เป็นสารอินทรีย์เคมีที่เป็นสารสื่อประสาทสร้างโดยเซลล์สมองในระบบประสาทส่วนปลายหรือระบบประสาทอัตโนมัติ มีคุณสมบัติเป็นทั้งแบบกระตุ้นและแบบยับยั้งขึ้นอยู่กับชนิดของรีเซปเตอร์ (receptors) ที่กระทำต่อแอซิลติลโคลีน ซึ่งเมื่อทำงานเสร็จจะถูกทำลายอย่างรวดเร็วโดยแอซิติลโคลีนเอสเตอเรส ซึ่งทำหน้าที่ในการทำลายสาร Acetylcholine ที่อยู่ตามผิวเยื่อหุ้มเซลล์ให้กลายเป็นโคลีนและกรดอเซติกนอกจากนี้โคลีนส่วนหนึ่งจะถูกดูดกลับเข้าปลายประสาทเพื่อใช้สังเคราะห์แอซิติลโคลีนใหม่ หนึ่งในสี่ของอัลคาลอยด์ที่พบในบอระเพ็ด (4,13-

dihydroxy-2 ,8 ,9 -trimethoxydibenzo, quinolizinium, maganoflorine, columbamine, N-formylannonaine, dihrdrodiscretamine, N-formylnornuciferine และ N-trans-feruloyltyr -mine) พบว่ามาสารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอซิติลโคลีนเอสเตอเรสได้ สารประกอบแต่ละชนิดให้ผลในการยับยั้งในระดับที่แตกต่างกัน ซึ่ง columbamine พบว่ามีความสามารถในการยับยั้ง AChE ได้ดีที่สุด (Yusoff et al., 2014) การยับยั้ง AChE จากพืชสมุนไพร อาจสามารถใช้เป็นยารักษาโรคพาคินสัน อัลไซเมอร์และกล้ามเนื้ออ่อนแรงได้ (Ahmad et al., 2016)

ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์

Zakaria et al. (2006) รายงานว่าการสกัดสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดด้วยน้ำ เอทานอล แอลกอฮอล์ และโคโลฟอร์มสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแกรมบวกบางชนิด (*Bacillus cereus, Staphylococcus aureus, Listeria monoctogens, Staphylococcus pneumonia* และ *Clostridium diphitheria*) และแบคที่เรียแกรมลบได้ (*Shigella flexneri, Salmonella typhi, Proteus vulgaris, Escherichia coli* และ *Klebsiella pneumonia*) โดยสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *L. monoctogens* และ *P. vulgaris* ได้เล็กน้อย และสารสกัดหยาบบอระเพ็ดที่ได้จากการสกัดด้วยเอทานอลแอลกอฮอล์สามารถยับยั้ง *S. pneumonia, S. aureus, S. flexneri* และ *C. diphitheria* ส่วนสารสกัดหยาบบอระเพ็ดที่ได้จากการสกัดด้วยโคโลฟอร์มสามารถยับยั้ง *S. flexneri, C. diphitheria* และ *S. pneumonia* ได้ แต่สารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดที่ได้จากการสกัดด้วยทุกตัวทำลายพบว่าไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของ *E. coli, B. cereus* และ *S. typhi* ขัดแย้งกับ Md and Mohammad (2011) และ Chittur and Gunjan (2012) ที่ระบุว่าสารสกัดที่ได้จากการสกัดด้วยโคโลฟอร์มสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *E.coli, B. cereus* และ *S. typhi* และสารสกัดที่ได้จากการสกัดด้วยเอทานอลสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *E. coli* ได้

ฤทธิ์ต้านปรสิต

สารสกัดบอระเพ็ดทั้งต้นด้วยเมทานอลในขนาด 2.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Plasmodium falciparum* ซึ่งเป็นปรสิตที่เป็นสาเหตุของโรคมาลาเรียได้ 100 เปอร์เซ็นต์ หลังได้รับสารสกัดเป็นเวลา 72 ชั่วโมง (Najib Nik a Rahman et al., 1999) และจากการศึกษาของ Bertani et al. (2005) พบว่าสารสกัดที่ได้จากการสกัดด้วยน้ำในปริมาณ 110 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Plasmodium yoelii 17X* ได้มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ Niljan et al. (2014) ได้ศึกษาการใช้สารสกัดด้วยเมทานอลในหนูทดลองที่

ได้รับเชื้อมาลาเรียจากปรสิต *P. berghei ANKA* พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ Rungruang and Boonmars (2009) ศึกษาเพิ่มเติมพบว่าการใช้สารสกัดในระดับ 80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของปรสิต *P. yoelii* ได้ แต่ยังไม่มีการศึกษาและคำอธิบายถึงกลไกการยับยั้งปรสิตที่ก่อให้เกิดโรคมาลาเรียในปัจจุบัน

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

จากการศึกษาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระด้วย 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) Ferric reducing antioxidant power (FRAP) และ Thiobarbituric acid value (TBA) พบว่าสารสกัดที่ได้จากการสกัดด้วยน้ำมีปริมาณสารต่อต้านอนุมูลอิสระเทียบเท่ากับ Butylhydroxytoluene (BHT) และวิตามินซี (Amon et al., 2011) และจากการศึกษาของ Froemming (2011) การสกัดสารสกัดด้วยเมทานอลจะมีปริมาณสารต่อต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด โดยการตรวจสอบหาปริมาณของสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ องค์ประกอบฟีนอลิกและการทดสอบด้วย DPPH นอกจากนี้ Cavin et al. (1998) ได้ศึกษาแยกสารจากสารสกัดด้วยโคโลฟอร์ม พบว่า N-cis-feruloyltyramine N-trans-ferulotyramine และ secoisolariciresinol มีคุณสมบัติเป็นสารต่อต้านอนุมูลอิสระสูงกว่า BHT ซึ่งสารต่อต้านอนุมูลอิสระนี้สามารถใช้ป้องกันภาวะถูกออกซิไดซ์เกินสมดุลและอาจเป็นต้นเหตุของโรคต่าง ๆ รวมถึงโรคที่เกี่ยวข้องกับหัวใจและระบบประสาท

ฤทธิ์ลดไข้

มีผู้ทำการศึกษาฤทธิ์ลดไข้ของบอระเพ็ด โดยทดลองกับสัตว์ทดลองที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดไข้ด้วยสารต่าง ๆ โดยทดลองกรอกสารสกัดบอระเพ็ดด้วยแอลกอฮอล์และน้ำ (1:1) ให้กระต่ายที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดไข้ด้วยยีสต์ พบว่าสารสกัดไม่มีฤทธิ์ลดไข้ นอกจากนี้มีทดลองให้สารสกัดบอระเพ็ดด้วยน้ำกับหนูเพศผู้ที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดไข้ด้วยวัคซีนไทฟอยด์ในขนาด 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยการผสมกับน้ำดื่ม พบว่าสารสกัดมีฤทธิ์ลดไข้ Kongsaktrakoon et al. (1994) ได้ศึกษาเพิ่มเติมโดยทำการทดลองให้สารสกัดบอระเพ็ดกับกระต่ายและหนูขาวเพศผู้ที่เหนี่ยวนำให้เกิดไข้ด้วย LPS (Lipopolysaccharide) ในขนาด 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ พบว่าสารสกัดมีฤทธิ์ลดไข้ได้เช่นเดียวกัน จากการศึกษาเชื่อว่ากลไกในการยับยั้งการเกิดไข้ของสารสกัดบอระเพ็ดน่าจะเกิดขึ้นจากการไปยับยั้งการสร้าง Interleukin-1 หรือ prostaglandins (PGs) ซึ่งกลไกนี้เป็นกลไกที่อยู่ในระบบ CNS นอกจากนี้ยังพบอีกว่าส่วนสกัดด้วยบิวทานอลมีฤทธิ์ลดไข้ ไม่มีการทดลองแยกสารออกฤทธิ์ลดไข้จากบอระเพ็ด แต่มีรายงานฤทธิ์ลดไข้ของสารที่พบในบอระเพ็ดคือ

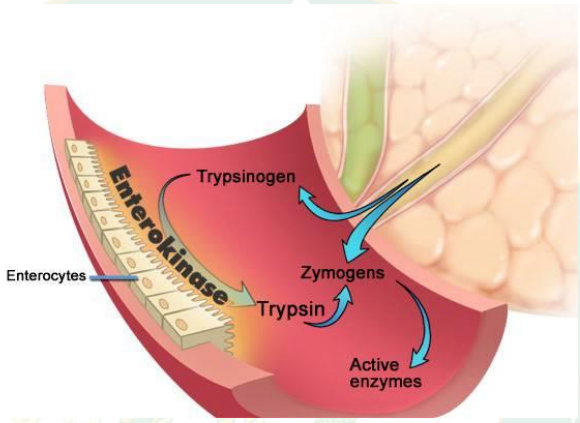
berberine เมื่อป้อนให้หนูในขนาด 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ α-sitosterol ซึ่งออกฤทธิ์ในขนาด 160 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (สำนักงานข้อมูลสมุนไพร มหาวิทยาลัยมหิดล, ม.ป.ป.)

เอนไซม์ทริปซิน

ตับเป็นอวัยวะที่มีส่วนสำคัญต่อระบบการย่อยอาหาร โดยเฉพาะน้ำดีที่มีส่วนช่วยให้ไขมันแตกตัว เอนไซม์บางชนิด หรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากตับมีความไวต่อความผิดปกติ ซึ่งสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับตับได้ เช่น Serum bilirubin, alanine amino transferase (ALT), aspartate amino transferase (AST), AST/ALT Ratio, Alkaline phosphatase (ALP), Gamma glutamyl transferase (GGT), 5’ nucleotidase (NTP), Ceruloplasmin และ α-fetoprotein (AFP) (Gowda et al., 2009) นอกจากนี้มีการทดลองป้อนสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดที่สกัดด้วยน้ำในหนูที่ติดเชื้อมาลาเรีย พบว่าในระหว่างการติดเชื้อ AST และ ALT มีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ Albumin ซึ่งเป็นตัวชี้วัดการทำงานของตับมีค่าลดลง แต่หลังจากได้รับสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดพบว่า AST และ ALT ลดลง และ Albumin มีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งบ่งบอกว่าตับมีประสิทธิภาพการทำงานดีขึ้น เนื่องจากในสารสกัดหยาบของบอระเพ็ดมีสารกลุ่ม Polyphenolic ซึ่งเป็นสารต่อต้านอนุมูลอิสระ ช่วยรักษาและป้องกันอันตรายที่เกิดจากอนุมูลอิสระต่อตับเนื่องจากการติดเชื้อมาลาเรีย นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าโรคที่เกี่ยวข้องกับความผิดปกติของตับนั้นจะส่งผลต่อคุณภาพชีวิตทางกาย เช่น หายใจตื้น เบื่ออาหาร ปวดเรื้อรัง บวมอาการคันตามร่างกาย อาการอ่อนล้า มีปัญหาในการนอนหลับ (ปิยะณัฐ และคณะ, 2015) ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตต่อไป อีกทั้งการศึกษาของวันทณี และอารีย์ (2015) ที่ได้ทำการทดลองให้สารเอสเพอริดีน ซึ่งเป็นสารต่อต้านอนุมูลอิสระในกลุ่ม Polyphenol พบว่าหนูทดลองที่ป่วยเป็นโรคเบาหวานและได้รับสารเอสเพอริดินเป็นระยะเวลา 30 วัน มีกลูโคสในเลือดลดลง และการศึกษาก่อนหน้ายังระบุว่า เอสเพอริดินมีฤทธิ์ในการต้านการแพ้ การอักเสบ ต้านมะเร็ง และต้านอนุมูลอิสระ การให้เอสเพอริดินในหนูที่เป็นโรคเบาหวาน พบว่าสามารถป้องกันการเกิดภาวะเครียดออกซิเดชัน ดังนั้นจากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าเอสเพอริดินมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเนื้อเยื่อตับอ่อน และสามารถทำให้การทำงานของเบต้าเซลล์ของตับอ่อนดีขึ้น โดยสามารถสรุปได้ว่าบอระเพ็ดเป็นพืชสมุนไพรจากธรรมชาติที่สามารถรักษาความผิดปกติและส่งเสริมการทำงานที่เกี่ยวข้องกับตับได้ และอาจเป็นไปได้ว่าสารสกัดบอระเพ็ดจะสามารถส่งเสริมการทำงานของตับและตับอ่อนให้ดีขึ้น โดยเฉพาะเอนไซม์ทริปซินที่ผลิตจากตับอ่อน

เอนไซม์ทริปซิน คือเอนไซม์ที่ใช้ย่อยโปรตีนและพอลิเปปไทด์ที่มาจากกระเพาะอาหารให้มีโมเลกุลเล็กลงเป็นไดเปปไทด์หรือกรดอะมิโนก่อนดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย โดยเอนไซม์ทริปซินจะถูกหลั่ง

ออกมาในรูปของทริปซิโนเจน ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ทำงานไม่ได้ (Inactive proenzyme) จากนั้น ทริปซิโนเจน จะถูกเปลี่ยนเป็นทริปซิน ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ทำงานได้ (Active enzyme) โดยเอนไซม์เอนเทอโรเพปทิเดส (เอนเทอโรไคเนส) ที่หลั่งจากบรัชบอร์เดอร์ของลำไส้เล็ก เอนไซม์ทริปซินจะเปลี่ยนไคโมทริปซิโนเจนเป็นเอนไซม์ไคโมทริปซิน รวมทั้งเปลี่ยนโปรคาร์บอกซิเปปทิเดสเป็นเอนไซม์คาร์บอกซิเปปทิเดส ซึ่งทั้งเอนไซม์ทริปซิน เอนไซม์ไคโมทริปซิน และเอนไซม์คาร์บอกซิเปปทิเดสจะทำงานร่วมกันในการย่อยโปรตีนและพอลิเปปไทด์ ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ถูกผลิตโดยตับอ่อน และทำการย่อยทางเคมีภายในลำไส้เล็ก



ภาพที่ 7 การกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ในทางเดินอาหาร

ที่มา: Gorelick et al. (2003)

โครงสร้างและหน้าที่ของลำไส้เล็ก

หน้าที่สำคัญของลำไส้เล็ก คือการย่อยและการดูดซึมสารอาหารแล้ว ในส่วนของชั้นเนื้อเยื่อของลำไส้ยังสามารถทำหน้าที่เป็นผนังป้องกันจุลินทรีย์ก่อโรคและสารพิษบางชนิดได้ (Pelicano et al., 2005) ลำไส้เล็กสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ ลำไส้เล็กส่วนต้น (Duodinum) ลำไส้เล็กส่วนกลาง (JeJunum) ลำไส้เล็กส่วนปลาย (Iluem) ซึ่งลำไส้เล็กส่วนต้นจะอยู่ติดกับกระเพาะบด มีลักษณะเป็นท่อขดเป็นวง เชื่อมติดกันด้วยตับอ่อนอยู่ที่ระหว่างกึ่งกลางของสำไส้ ลำไส้เล็กส่วนกลางจะเริ่มตั้งแต่จุดสิ้นสุดของลำไส้เล็กส่วนต้นจนถึง Meckel's diverticulum มีลักษณะเป็นถุงขนาดเล็ก และลำไส้เล็กส่วนปลายจะเริ่มตั้งแต่ Meckel's diverticulum จนถึงจุดเชื่อมต่อระหว่างไส้ติ่งทั้ง 2 ข้าง

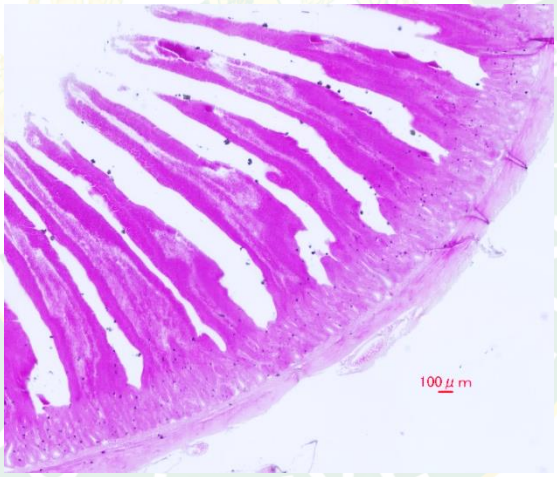
Turk (1982) กล่าวว่าโดยพื้นฐานของผนังลำไส้ประกอบด้วย 5 ชั้น คือ ชั้นเยื่อเลื่อม (sesoral layer) ชั้นกล้ามเนื้อตามยาว (longitudinal) ชั้นกล้ามเนื้อรอบวง ชั้นใต้เยื่อเมือก (circular

muscle layer) (submucosal layer) ชั้นเยื่อเมือก (mucosal layer) ความหนาของผนังลำไส้จะค่อยๆ ลดลงตามความยาวของลำไส้ วิลไลมีความยาวที่สั้นลง และความลึกของเซลล์คริปลดลง ซึ่งจะสังเกตได้จากลำไส้ส่วนต้นจะมีขนาดใหญ่กว่าลำไส้ส่วนปลาย (ภาพที่ 8)

ชั้นเยื่อเมือกของลำไส้ประกอบด้วย 2 ส่วน

1. วิลไล (Villi) พื้นผิวด้านในของลำไส้จะมีลักษณะเป็นชั้นเยื้อเมือกพับไปมา เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสสำหรับการหลั่งเอนไซม์และการดูดซึมสารอาหารภายในลำไส้

2. Crypts of Liberkuhn คริปเป็นพื้นที่ที่มีการแบ่งตัวของเซลล์เพื่อมาทดแทนเอนเทอโรไซต์ (Enterocyte) ในลำไส้เล็ก และแต่ละคริปจะพัฒนาไปเป็น Epithelium ซึ่งพื้นที่ผิวของลำไส้ประกอบไปด้วย เซลล์กอบเลท (Goblet) เซลล์เอนเทอโรเอนโดไครน์ (Entero-endocrine) และเซลล์สำหรับดูดซึม (Absorptive cell) (Yamauchi, 2007)



ภาพที่ 8 ลักษณะของวิลไลและเซลล์คริปท์ในลำไส้เล็กของไก่เนื้อ

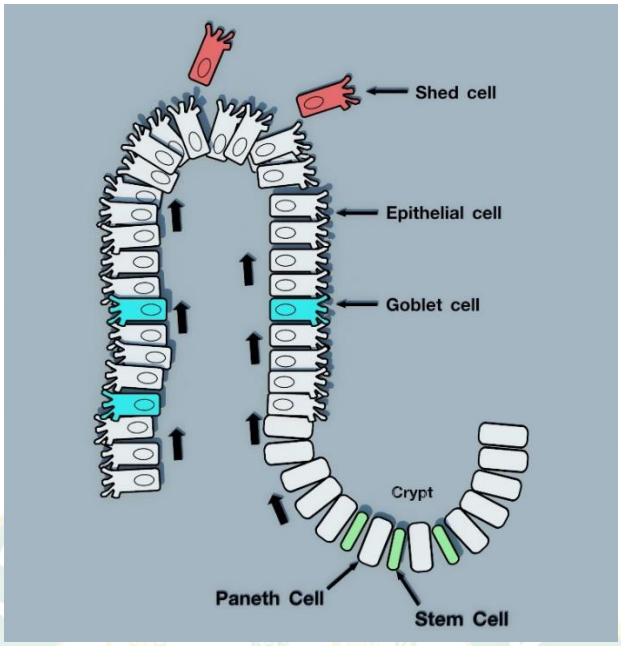
การสร้างและการเสื่อมของเซลล์ลำไส้เล็ก

ในระยะกก ไข่แดงถือเป็นแหล่งพลังงานหลักและให้พลังงานโดยตรงต่อตัวอ่อนที่อยู่ในไข่ หลังจากนั้นในระยะก่อนฟักลูกไก่จะเปลี่ยนจากการรับสารอาหารจากไข่แดงเป็นอาหารที่รับจากภายนอก (Uni et al., 1999) ในระหว่างนี้ลำไส้เล็กของไก่จะมีการพัฒนาเร็วกว่าการพัฒนาอวัยวะอื่นๆ (Yegani and Korver, 2008) ในทางตรงกันข้ามมีหลักฐานที่ระบุได้ว่าชั้นเยื่อเมือกของลำไส้มีพัฒนาการที่ช้าและมีประสิทธิภาพลดลงเมื่อลูกไก่ได้รับอาหารล่าช้า (Geyra et al., 2001) การพัฒนาการของลำไส้เล็กส่วนต้น (Duodenal) พบว่ามีการพัฒนาการที่เร็วในช่วงวันที่ 2 หลักการฟัก

และจะเสร็จสิ้นกระบวนการพัฒนาในช่วงวันที่ 7 ในขณะที่ลำไส้เล็กส่วนกลางและลำไส้เล็กส่วนปลายจะพัฒนาในวันที่ 14 (Uni et al., 1998)

ในขณะที่ไก่ฟักออกจากไข่ เอนเตอโรซัยท์ (Enterocyte) จะมีขนาดเล็ก รูปร่างกลม ยังไม่มีไมโครวิลไล (Microvilli) หลังจากฟักได้ 24 ชั่วโมง จำนวนเอนเตอโรซัยท์ (Enterocyte) มีปริมาณเพิ่มขึ้น เริ่มมีการพัฒนาของคริป (Crypt) และไมโครวิลไล (Microvilli) (Geyra et al., 2001) หลังจากฟัก 5 วัน คริป (Crypt) และเอนเตอโรซัยท์ (Enterocyte) จะแบ่งเซลล์และเพิ่มจำนวนเซลล์จนกระทั่งเห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน จากนั้นการแบ่งเซลล์จะมีความเร็วคงที่ (Uni et al., 2000) ในขณะแบ่งเซลล์ (ภาพที่ 9) เอนเตอโรซัยท์ (Enterocyte) จะแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มความยาวและพื้นที่ผิวของวิลลัส (Villus) และขยายตัวไปจนถึงส่วนปลายสุดของวิลลัส ซึ่งเซลล์ที่แบ่งตัวออกมาจะมีชนิดและหน้าที่แตกต่างกัน คือสำหรับการย่อย การดูดซึม และการหลั่งสารเหลวคล้ายเมือก (Imondi et al., 1969) เมื่อมีการแบ่งเซลล์ไปจนถึงตำแหน่งปลายสุดของวิลลัส เซลล์จะหลุดออกและถูกทดแทนด้วยเซลล์ใหม่ ในสภาวะปกติจะมีความสมดุลกันระหว่างการสร้างและการหลุดออกของเซลล์ ซึ่งเซลล์เหล่านี้จะมีอายุประมาณ 48 ถึง 96 ชั่วโมง (Imondi and Bird., 1966) โดยปกติลำไส้เล็กของไก่จะมีลักษณะคล้ายกับทารกของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Geyra et al., 2001) บริเวณที่มีการหลุดออกของเซลล์หรือบริเวณปลายสุดของวิลลัสสามารถสังเกตได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Bayer et al., 1975; Yamauchi et al., 2006) การตรวจสอบการพัฒนาของลำไส้สามารถวัดได้จากจำนวนเซลล์คริป ความยาวของวิลลัส จำนวนวิลลัส และพื้นที่ผิวของวิลลัส ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะบ่งบอกประสิทธิภาพการย่อยและการดูดซึม (Yamauchi, 2007) สามารถวัดด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Maneewan and Yamauchi, 2004)

การใช้บอระเพ็ดเป็นยารักษาโรคในไก่พื้นเมืองและไก่ชนเป็นภูมิปัญญาพื้นบ้านอย่างหนึ่ง และนอกจากนี้ยังมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวของไก่กระทง ทำให้มีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น (กานดา และณภัทร, 2547) และการทดลองของธันวา (2555) พบว่าการเสริมสารสกัดจากบอระเพ็ดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ในระดับที่ 0.4 เปอร์เซ็นต์ สามารเพิ่มประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารและประสิทธิภาพการเจริญเติบโตเฉลี่ยของเป็ดเนื้อได้ นอกจากนี้หากเสริมสารสกัดบอระเพ็ดด้วยน้ำในอาหารแพะในระดับที่ 1 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตได้ (Abdullah et al., 2014) จากผลดังกล่าวอาจเป็นไปได้ว่าสารสกัดจากบอระเพ็ดจะสามารถพัฒนาและส่งเสริมการทำงานของลำไส้เล็กในไก่ได้



ภาพที่ 9 การเคลื่อนที่ของเซลล์อิพิทิเลียมของลำไส้

เชื้อ *E. coli* (*Escherichia coli*)

จันทร์เพ็ญ (2554) กล่าวว่า โดยปกติเชื้อ *E. coli* จะอาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่น พบเป็นจำนวนมากในอุจจาระ ด้วยเหตุนี้ทำให้ *E. coli* มีความสำคัญในการตรวจเชื้อเพื่อควบคุมคุณภาพของอาหารและผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ โดยใช้เป็นตัวบ่งชี้ (Indicator) ที่บ่งบอกว่าผลิตภัณฑ์มีการปนเปื้อนของสิ่งปฏิกูลหรือไม่ ในภาวะร่างกายปกติเชื้อ *E. coli* ไม่ทำให้เกิดโรค แต่จะก่อให้เกิดโรคได้ในกรณีภูมิคุ้มกันบกพร่อง หรือในสภาวะที่ร่างกายอ่อนแอ เรียกว่า เชื้อฉวยโอกาส (Opportunistic pathogen) ซึ่งเป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดปัญหาการติดเชื้อในโรงพยาบาล (Secondary infection) นอกเหนือจากกลุ่มที่กล่าวมาข้างต้น กลุ่มผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อที่สำคัญคือ ผู้ที่ต้องทำงานเกี่ยวข้องกับเชื้อโรค ทำให้เกิดการติดเชื้อจากการทำงาน (Occupational infection) ได้แก่ บุคลากรทางการแพทย์ที่สัมผัสกับผู้ป่วยที่ติดเชื้อและผู้ที่ทำงานในห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ซึ่งต้องสัมผัสกับสารคัดหลั่งจากร่างกายผู้ที่ติดเชื้อ เป็นต้น เชื้อ *E. coli* ทำให้เกิดการติดเชื้อโดยเกาะกับผนังเซลล์ของอวัยวะส่วนต่าง ๆ เช่น ไต กระเพาะปัสสาวะ และจะสร้างสารช่วยในการยึดเกาะให้เชื้ออยู่ในบริเวณนั้นได้และจะสร้างสารต่าง ๆ ออกมาเพื่อทำลายเซลล์ก่อให้เกิดโรคติดเชื้อขึ้น เชื้อ *E. coli* ทำให้เกิดกลุ่มอาการที่สำคัญ คือการติดเชื้อที่ทางเดินปัสสาวะ เยื่อหุ้มสมองอักเสบในทารก และท้องร่วง

แบคทีเรียกรดแลคติก

แบคทีเรียกรดแลคติก เป็นแบคทีเรียที่พบได้ทั่วไปในธรรมชาติที่มีคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนประกอบ เช่น พืช อาหารหมัก ชั้นเยื่อเมือกของสัตว์ สัตว์ทะเล และพื้นดิน และแบคทีเรียกรดแลคติกนี้จัดว่าเป็นโปรไบโอติกหรือแบคทีเรียที่มีประโยชน์ชนิดหนึ่ง เนื่องจากสามารถทนต่อกรดและน้ำดีในระบบทางเดินอาหารได้ (กานต์ชนา, 2559) มีประโยชน์ต่อทั้งคนและสัตว์ (Brashears et al., 2003; Chen et al., 2005) สามารถย้อมติดสีแกรมบวก ไม่สร้างสปอร์และเอนไซม์คะตะเลส (Catalase) การเสริมโปรไบโอติกส์ในอาหารสัตว์ มีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต กล่าวคือโดยปกติสัตว์ที่มีสุขภาพดีจะมีระบบย่อยอาหารที่สามารถย่อยและดูดซึมอาหารได้ดี ทำให้สัตว์มีการเจริญเติบโตและมีประสิทธิภาพการผลิตสูง เนื่องจากมีจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์อยู่ในปริมาณที่สมดุล แต่ในช่วงที่สัตว์มีความเครียด ร่างกายอ่อนแอหรือมีภูมิคุ้มกันต่ำ แบคทีเรียก่อโรคจะเข้าสู่ร่างกายได้ง่ายและเจริญเติบโตได้เร็ว การเสริมโปรไบโอติกจะช่วยให้เกิดการแข่งขันกับแบคทีเรียก่อโรคได้มากขึ้น จึงทำให้สัตว์มีสุขภาพและประสิทธิภาพการผลิตดีขึ้น เพราะจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์จะเข้าไปเพิ่มจำนวนในระบบทางเดินอาหารและช่วยกำจัดแบคทีเรียก่อโรค ทำให้การดูดซึมอาหารดีขึ้น เพิ่มศักดิ์ และคณะ (2551) ระบุว่าการเสริม *Lactobacillus reuterii* (LR) ในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 0.10 เปอร์เซ็นต์ หรือ 0.15 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้ รวมถึงการย่อยได้ของโภชนะและค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้มีแนวโน้มที่ดีขึ้น นอกจากนี้โปรไบโอติกยังมีคุณสมบัติในการช่วยลดระดับของโคเลสเทอรอลและสร้างเอมไซม์บางชนิดที่ร่างกายของสัตว์ไม่สามารถสร้างเองได้ โดยเฉพาะแบคทีเรียกรดแลคติกที่สามารถผลิตเอนไซม์ Bile Salt Hydrolase ซึ่งส่งผลให้เกลือน้ำดีไม่สามารถจับตัวกันได้และลำไส้ดูดซึมเกลือน้ำดีกลับได้น้อยลง โดยส่วนหนึ่งจะถูกขับออกไปพร้อมกับมูล (Klaver and Van Der Meer, 1993) เพื่อรักษาระดับเกลือน้ำดี (Bile salt) ให้สมดุลกับกรดน้ำดี (Bile acid) ซึ่งมีโคเลสเทอรอลเป็นส่วนประกอบจะถูกนำไปใช้ในการสร้างเกลือน้ำดีทดแทนส่วนที่ถูกขับออกไป โคเลสเทอรอลรวมในร่างกายจึงถูกดึงไปใช้ทำให้ระดับของคอเลสเตอรอลในร่างกายลดลง (วรการ และคณะ, 2550) นอกจากนี้ยังสามารถสร้างกรดแลคติคในทางเดินอาหารซึ่งเป็นแหล่งในการสร้างวิตามินที่จำเป็นหลายชนิด โดยเฉพาะวิตามิน B ซึ่งจากการศึกษาพบว่าโปรไบโอติกมีความสามารถในการสร้างวิตามินที่มีโมเลกุลซับซ้อน เช่น วิตามิน B12 (กานต์ชนา, 2559) และอีกหนึ่งจุดประสงค์หลักในการเสริมโปรไบโอติกในอาหารสัตว์ คือเพื่อเพิ่มความปลอดภัยในกระบวนการผลิตและเพิ่มความปลอดภัยของสินค้าปศุสัตว์ เนื่องจากสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ก่อโรคในระบบทางเดินอาหารของสัตว์ เช่น *Salmonella* sp., *Campylobacter* sp. และ *E. coli* ส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารในสัตว์ดีขึ้น เนื่องจากสภาวะที่สมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้ เอื้อให้สัตว์สามารถใช้อาหารได้เกิดประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นและเอื้อให้มีการดูดซึมสารอาหารได้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคเข้าสู่กระบวนการผลิตลด

การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคเข้าสู่โรงงานแปรรูป และลดการส่งผ่านของจุลินทรีย์ก่อโรคระบบทางเดินอาหารจากสัตว์มาสู่ ซึ่งกลไกที่โปรไบโอติกส์สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ก่อโรคในระบบทางเดินอาหาร คือโปรไบโอติกส์สามารถลดการเกาะของจุลินทรีย์ก่อโรคในทางเดินอาหารของสัตว์ มีผลให้จุลินทรีย์ก่อโรคไม่สามารถเกาะติดกับผิวลำไส้ได้ ซึ่งการยึดครองพื้นที่ทางเดินอาหารของจุลินทรีย์ที่ดีส่งผลให้จุลินทรีย์ก่อโรคไม่สามารถเพิ่มจำนวนภายในลำไส้สัตว์ได้ (กานต์ชนา, 2559) โปรไบโอติกจะยึดเกาะกับระบบทางเดินอาหารของสัตว์และสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อโรคแบคทีเรียก่อโรคได้ อีกทั้งโปรไบโอติกยังสามารถสร้างสารหรือเมตาบอไลท์ที่มีผลยังยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรคได้ เช่น สารจำพวกกรดอินทรีย์ซึ่งทำให้สภาวะของทางเดินอาหารไม่เหมาะกับการเจริญเติบโตของเชื้อก่อโรค และสารจำพวก Bacteriocin ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์อื่น (กานต์ชนา, 2559) และจากการทดลองของ Jeyachandran et al. (2003) พบว่าการใช้สารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดที่สกัดด้วยเอทานอล สามารถลดปริมาณเชื้อ *E. coli* ลงได้มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการสกัดด้วยน้ำและโคโลฟอร์ม และจากการทดลองของ Chim-anage et al. (2008) พบว่าปริมาณของเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกและแบคทีเรีย *E. coli* มีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกัน กล่าวคือ เมื่อเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกมีปริมาณเพิ่มขึ้น ปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* จะลดลงทั้งในลำไส้เล็กและในไส้ติ่งของไก่ รวมถึงเชื้อซัลโมเนลล่าที่พบว่าปริมาณลดลงด้วย ดังนั้นความพยายามที่จะลดยาปฏิชีวนะในการผลิตปศุสัตว์โดยใช้อาหารที่มีการเสริมโปรไบโอติกโดยตรงหรือสารเสริมอื่น ๆ ที่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของโปรไบโอติกในระบบทางเดินอาหาร จึงเป็นอีกทางเลือกที่คุ้มค่าต่อการควบคุมโรคในสัตว์และปลอดภัยต่อผู้ที่เกี่ยวข้องตลอดจนถึงผู้บริโภค

สารปฏิชีวนะเร่งการเจริญเติบโต (Antibiotic growth promoters; AGPs)

เยาวมาลย์ (2556) กล่าวว่า การใช้วัตถุที่เติมในอาหารสัตว์ โดยเฉพาะสารปฏิชีวนะเร่งการเจริญเติบโต เป็นสาเหตุก่อให้เกิดเชื้อดื้อยา และเกิดโรคภัยในมนุษย์ โดยหลังจากที่เชื้อก่อโรคได้รับ AGPs ในระดับต่ำ ๆ เป็นระยะเวลาติดต่อกัน ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ และเกิดมีสารพันธุกรรมที่สามารถต้านฤทธิ์ยาโดยวิธีการต่าง ๆ ซึ่งสารพันธุกรรมนี้สามารถถ่ายทอดไปสู่เชื้อชนิดอื่นได้ รวมทั้งถ่ายทอดไปสู่เชื้อก่อโรคในมนุษย์ หลังจากนั้นประเทศสมาชิกประชาคมยุโรป (EU) ต่างเริ่มออกกฎหมายห้ามใช้ AGPs ในอาหารสัตว์จนถึงปัจจุบัน ยกเว้นเพียง 4 ชนิด ที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ได้ คือ อวิลามัยซิน (Avilamycin) เฟลโวฟอสโฟลิโพล (Flavophospholipol) โมเนนซิน โซเดียม (Monensin sodium) และซาลิโนมัยซิน โซเดียม (Salinomycin sodium) ดังนั้นประเทศไทยในฐานะของผู้ส่งออกเนื้อไก่รายใหญ่ของโลก จึงต้องลด และในที่สุดต้องงดการเติม AGPs ในอาหารไก่และสุกร ด้วยเหตุนี้ วงการอุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ของไทยทั้งเกษตรกร ผู้เลี้ยง และโรงงานอาหาร

สัตว์ จึงจำเป็นต้องแสวงหา วัสดุอาหารสัตว์ทางเลือกที่จะช่วยป้องกันและควบคุม โรคสัตว์แทน AGPs มาเติมในอาหารสัตว์ยุคใหม่ หนึ่งในหลาย ๆ ทางเลือกที่มีศักยภาพในการป้องกัน และควบคุมโรคสัตว์ได้ คือการใช้สมุนไพรเติมลงในอาหารสัตว์แทนยาปฏิชีวนะ โดยสมุนไพรที่ใช้ควรต้องมีบทบาทหน้าที่สำคัญหลายประการ เช่น สรรพคุณในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ (Antimicrobials) กระตุ้นการกิน และการย่อยอาหาร (Aids in ingestion and digestion) ขับพยาธิ (Anthelmintics) และมีบทบาทอื่น (Auxiliary roles) เช่น เปลี่ยนแปลงเมตาบอลิซึมของอาหาร ช่วยลดไขมันในเนื้อและไข่ กระตุ้นภูมิคุ้มกันและต่อต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidation) ช่วยปกป้องการทำงานของตับ เป็นต้น

บทที่ 3
วิธีดำเนินการทดลอง

สถานที่ทำการวิจัย

- ฟาร์มสัตว์ปีก คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้เชียงใหม่
- ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้เชียงใหม่

ระยะเวลาดำเนินงานวิจัย

เริ่มดำเนินการทดลอง 1 ธันวาคม 2560

เสร็จสิ้นการทดลอง 30 เมษายน 2561

วัสดุและอุปกรณ์ดำเนินงานวิจัย

ไก่เนื้อ เพศผู้ อายุ 1 วัน	จำนวน	240	ตัว
สารสกัดหยาบจากบอระเพ็ด	จำนวน	4	กิโลกรัม
เครื่องชั่งน้ำหนัก 3 ตำแหน่ง	จำนวน	1	เครื่อง
เครื่องชั่งน้ำหนักขนาด 7 กิโลกรัม	จำนวน	1	เครื่อง
เครื่องชั่งน้ำหนักขนาด 20 กิโลกรัม	จำนวน	1	เครื่อง
โรงเรืองสำหรับเลี้ยงไก่	จำนวน	1	หลัง
กระปุกน้ำ	จำนวน	20	ใบ
อุปกรณ์ให้อาหารแบบถังแขวน	จำนวน	20	ใบ
หลอดไฟขนาด 60 วัตต์	จำนวน	25	หลอด
วิตามินบีรวม	จำนวน	25	ซอง
อุปกรณ์ทำความสะอาด			
ไม้กวาด	จำนวน	2	อัน
ฟองน้ำ	จำนวน	2	อัน
น้ำยาล้างจาน	จำนวน	1	ขวด
น้ำยาฆ่าเชื้อ	ปริมาตร	200	มิลลิลิตร
เครื่องผสมอาหาร	จำนวน	1	เครื่อง
วัคซีน			
นิวคาสเซิล (ND) + หลอดลมอักเสบ (IB) เชื้อตาย	จำนวน	1	ขวด

นิวคาสเซิล (ND) + หลอดลมอักเสบ (IB) เชื้อเป็น	จำนวน	1	ขวด
วัตถุดิบอาหารสัตว์			
วัสดุรองพื้น (แกลบ)	จำนวน	15	กระสอบ
สมุดบันทึก	จำนวน	1	เล่ม
เครื่องบดแบบแฮมเมอร์มิลล์ ตะแกรงขนาด 2×2 เซนติเมตร			

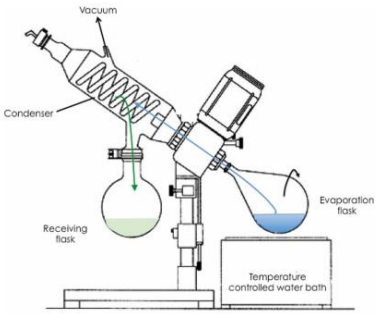
การทดลองที่ 1 การศึกษาปริมาณสารสกัดหยาบที่สกัดด้วยน้ำเปรียบเทียบกับเอทานอล

ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างบอระเพ็ดก่อนการสกัดสาร

1. ล้างเศษดิน หรือโคลนที่ติดบอระเพ็ดให้สะอาด หลังจากนั้นสับให้เป็นชิ้นเล็กๆ ยาว 2-3 เซนติเมตร
2. อบให้แห้งในตู้อบที่อุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน
3. บดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร

การสกัดสารจากบอระเพ็ดด้วยน้ำกลั่นและเอทานอล และการระเหยแห้งตัวทำละลาย

1. แช่บอระเพ็ดที่บดละเอียดแล้วในน้ำ และเอทานอลเข้มข้น 50, 60, 70, 80 และ 95 เปอร์เซ็นต์ ในอัตราส่วนบอระเพ็ดต่อเอทานอลเท่ากับ 1:6
2. นำสารสกัดที่ได้มาระเหยตัวทำละลายด้วยเครื่องระเหยแบบหมุนเหวี่ยง (Rotary Vacuum Evaporator) (ภาพที่ 10) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส
3. เก็บสารสกัดที่ได้ไว้ในขวดแก้วสีชา ปิดฝาสนิท และแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส
4. นำสารสกัดที่ได้ไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส บันทึกระยะเวลาที่ใช้ในการอบและชั่งน้ำหนัก เพื่อหาตัวทำละลายที่เหมาะสม



ภาพที่ 10 เครื่องระเหยแบบหมุนเหวี่ยง (Rotary Vacuum Evaporator)

ที่มา: Ruiz et al. (2013)

การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของการเสริมสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดในอาหารในระดับที่แตกต่างกันต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ ปริมาณแบคทีเรียในไส้ติ่ง กิจกรรมของเอนไซม์ทริปซิน และลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้ในไก่เนื้อ

การวางแผนการทดลอง

ใช้ไก่เนื้อเพศผู้ อายุ 1 วัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) แบ่งการทดลองออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 12 ตัว รวมไก่ทั้งสิ้น 240 ตัว เลี้ยงในเล้าขนาด 1×2 เมตร

การเตรียมสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ด

ใช้ลำต้นของบอระเพ็ดที่เจริญเติบโตในธรรมชาติ จากอำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน นำมาล้างด้วยน้ำสะอาด หลังจากนั้นตัดเป็นชิ้นขนาด 2-3 เซนติเมตร และตากแดดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน หรือจนกว่าบอระเพ็ดจะแห้งสนิท แล้วบดละเอียดด้วยเครื่องบดแบบค้อนเหวี่ยง โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 เซนติเมตร และทำการสกัดด้วยตัวทำลายเอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ ก่อนนำไประเหยตัวทำละลายออก จนได้เป็นสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ด

สัตว์ทดลองและการจัดการสัตว์

การศึกษาครั้งนี้ใช้ไก่เนื้อเพศผู้อายุ 1 วัน จำนวน 240 ตัว วางแผนการทดองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) แบ่งออกเป็น 5 กลุ่มทดลองตามสูตรอาหาร กลุ่มที่ 1 คือกลุ่มที่ได้รับอาหารควบคุม (0 เปอร์เซ็นต์) และกลุ่มที่ 2, 3, 4 และ 5 คือกลุ่มที่ได้รับการเสริมสารสกัดหยาบบอระเพ็ด 0.05, 0.10, 0.15 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ละกลุ่มประกอบด้วย 4 ซ้ำ ซ้ำละ 12 ตัว โดยใช้อาหาร 2 ระยะ คือ 0-3 และ 4-5 สัปดาห์ มีระดับโปรตีนเท่ากับ 23 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ระดับพลังงานเท่ากับ 3,200 และ 3,000 กิโลแคลลอรี่ต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ระหว่างทำการทดลองไก่เนื้อจะได้รับน้ำและอาหารอย่างเต็มที่ (ad libitum) เป็นเวลา 35 วัน ในโรงเรือนเปิด ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงเช้าเท่ากับ 24 องศาเซลเซียส และช่วงเย็นเท่ากับ 32 องศาเซลเซียส ทำการบันทึกน้ำหนักตัวเริ่มต้น น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และปริมาณอาหารที่กินในแต่ละสัปดาห์ตลอดระยะทำการทดลอง เมื่อไก่เนื้ออายุครบ 35 วัน ทำการสุ่มเลือกไก่เนื้อ 3 ตัว จากแต่ละซ้ำ เพื่อศึกษาองค์ประกอบซากของไก่เนื้อ และซ้ำละ 1 ตัว เพื่อศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าสี ค่า

การสูญเสียน้ำระหว่างการทำให้สุก ค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษาของเนื้อ (Pearson and Duston, 1994) และปริมาณจุลินทรีย์ในไส้ติ่งด้วยวิธี Total plate count (จักรี และคณะ, 2555)

ตารางที่ 5 วัตถุดิบและองค์ประกอบทางเคมีของอาหารไก่เนื้อพื้นฐานอายุ 1-3 และ 4-5 สัปดาห์ จากการคำนวณ

รายการ	อายุ (สัปดาห์)	
	1-3	4-5
วัตถุดิบ (เปอร์เซ็นต์)		
ข้าวโพด	51.01	60.34
กากถั่วเหลือง	32.99	28.20
ปลาป่น	6.00	3.50
น้ำมันรำ	6.38	4.86
หินฝุ่น	1.97	0.65
ไดแคลเซียม	0.90	1.70
เกลือป่น	0.50	0.50
พรีมิกซ์	0.25	0.25
รวม	100	100
องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์)		
โปรตีน	23.00	20.00
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม)	3,200.08	3,200.06
เยื่อใย	3.52	3.42
ไขมัน	3.03	3.09
แคลเซียม	0.97	0.78
ฟอสฟอรัส	0.45	0.52
เมทไธโอนีน	0.61	0.52
ไลซีน	1.30	1.08

การศึกษาประสิทธิภาพการเจริญเติบโต

บันทึกน้ำหนักของไก่เมื่อเริ่มทำการทดลอง หลังจากนั้นทำการชั่งน้ำหนักไก่ทุกกลุ่มทุกสัปดาห์ บันทึกปริมาณอาหารที่กิน โดยบันทึกน้ำหนักอาหารเมื่อเริ่มต้นสัปดาห์ และน้ำหนักอาหารที่เหลือในแต่ละสัปดาห์ รวมถึงน้ำหนักสุดท้ายเมื่อสิ้นสุดการทดลอง เพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ปริมาณอาหารที่กินในแต่ละสัปดาห์ และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร นอกจากนี้ระหว่างเลี้ยงไก่หากพบว่ามีการตายหรือคัดทิ้ง ต้องบันทึกจำนวนตัวที่ตายหรือคัดทิ้งด้วย

ปริมาณอาหารที่กิน (Feed intake; FI) (กรัม/ตัว/วัน)

= ((น้ำหนักอาหารเริ่มต้น-น้ำหนักอาหารสิ้นสุด) / จำนวนตัว) / จำนวนวัน

น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (Body weight gain; BWG) (กรัม/ตัว/วัน)

= ((น้ำหนักไก่สิ้นสุด-น้ำหนักไก่เริ่มต้น) / จำนวนตัว) / จำนวนวัน

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (Feed conversion ratio; FCR)

= ปริมาณอาหารที่กิน / น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น

การศึกษาคุณภาพซากของไก่เนื้อ

ก่อนทำการเก็บข้อมูลต้องอดอาหารไก่ก่อนเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และทำการเก็บข้อมูลโดยการสุ่มไก่ซ้ำละ 3 ตัว รวมทั้งหมด 60 ตัว ทำการชั่งน้ำหนักไก่รายตัว หลังจากนั้นทำการตัดหัวไก่เพื่อเอาเลือดออก ถอนขน ตัดแบ่งเป็นชิ้นส่วน โดยแบ่งเป็นปีก น่อง สะโพก แข้งและเท้า เนื้ออก เนื้อสันใน หัวและคอ ตับ ม้าม หัวใจ กระเพาะแท้และกระเพาะบด น้ำหนักอวัยวะภายในรวม และโครงกระดูก หลังจากนั้นทำการจดบันทึกน้ำหนักแต่ละชิ้นส่วน และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ซาก

น้ำหนักซากอุ่น

= น้ำหนักมีชีวิต – น้ำหนักเลือด – น้ำหนักขน – น้ำหนักเครื่องใน

น้ำหนักซากตัดแต่ง

= น้ำหนักซากอุ่น – น้ำหนักคอและหัว – น้ำหนักแข้ง

เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น

$$= \frac{\text{น้ำหนักซากอุ่น}}{\text{น้ำหนักมีชีวิต}} \times 100$$

เปอร์เซ็นต์ซากตัดแต่ง

$$= \frac{\text{น้ำหนักซากตัดแต่ง}}{\text{น้ำหนักมีชีวิต}} \times 100$$

องค์ประกอบซาก (ร้อยละของน้ำหนักซากอุ่น)

$$= \frac{\text{น้ำหนักชิ้นส่วน}}{\text{น้ำหนักซากอุ่น}} \times 100$$

องค์ประกอบอวัยวะภายใน (ร้อยละของน้ำหนักมีชีวิต)

$$= \frac{\text{น้ำหนักชิ้นส่วนอวัยวะภายใน}}{\text{น้ำหนักมีชีวิต}} \times 100$$

การศึกษาคุณภาพเนื้อของไก่เนื้อ

ทำการสุ่มเนื้ออก และเนื้อสะโพกจากการเก็บข้อมูลคุณภาพซาก ซ้ำละ 1 ตัวอย่าง เป็นเนื้ออก 20 ตัวอย่าง และเนื้อสะโพก 20 ตัวอย่าง รวมทั้งหมด 40 ตัวอย่าง ทำการวัดสี ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น การสูญเสียน้ำจากการทำให้สุก แรงตัดผ่านเนื้อ และค่าออกซิเดชันของไขมันในเนื้อ

ค่าความเป็นกรด– ด่าง (pH) ของเนื้อ ทำการวัดค่า pH ของเนื้อ 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 คือหลังจากฆ่า 45 นาที และเก็บรักษาตัวอย่างเนื้อที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จึงทำการวัดค่า pH ครั้งที่ 2 ด้วยเครื่อง pH meter ทำการวัดค่า pH ของเนื้อ 3 ซ้ำต่อตัวอย่าง โดยไม่ซ้ำกับบริเวณเดียวกัน จดบันทึกค่า pH ที่ได้ และนำมาหาค่าเฉลี่ยของ pH ทั้งในส่วนเนื้ออกและเนื้อสะโพก เพื่อวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

ค่าสีของเนื้อ ทำการวัดค่า pH ของเนื้อ 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 คือหลังจากฆ่า 45 นาที และเก็บรักษาตัวอย่างเนื้อที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จึงทำการวัดค่า pH ครั้งที่ 2 ด้วยเครื่อง Color meter ทำการวัดค่า pH ของเนื้อ 3 ซ้ำต่อตัวอย่าง โดยไม่ซ้ำกับบริเวณเดียวกัน จดบันทึกค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ของเนื้อที่ได้ และนำมาหาค่าเฉลี่ยของค่าสีต่างๆ ทั้งในส่วนเนื้ออกและเนื้อสะโพก เพื่อวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (Water holding capacity) โดยทำการศึกษา 2 ส่วน ดังนี้

การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น (Drip loss) ทำการตัดเนื้อตัวอย่างเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีน้ำหนักประมาณ 20-30 กรัม จำนวน 2 ชิ้นต่อตัวอย่าง ซับน้ำบริเวณพื้นผิวของตัวอย่างเนื้อตัวอย่างและชั่งน้ำหนักตัวอย่างเนื้อพร้อมจดบันทึก ห่อตัวอย่างเนื้อด้วยผ้าก๊อซ แล้วมัดด้วยเชือก เก็บในถุงพลาสติก และมัดปากถุงให้แน่น โดยที่ตัวอย่างเนื้อไม่สัมผัสกับถุงพลาสติก หลังจากนั้นนำตัวอย่างเนื้อแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำตัวอย่างเนื้อออกจากถุงพลาสติก และซับน้ำที่พื้นผิวของตัวอย่างเนื้อ ทำการชั่งน้ำหนักพร้อมบันทึกน้ำหนัก แล้วนำมาหาค่าน้ำหนักของน้ำที่สูญเสียไป

การสูญเสียน้ำจากการทำให้สุก (Cooking loss) การตัดเนื้อตัวอย่างเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีน้ำหนักประมาณ 20-30 กรัม จำนวน 2 ชิ้นต่อตัวอย่าง ซับน้ำบริเวณพื้นผิวของตัวอย่างเนื้อตัวอย่างและชั่งน้ำหนักตัวอย่างเนื้อพร้อมจดบันทึก นำตัวอย่างเนื้อใส่ในถุงพลาสติกชนิดร้อน แล้วมัดปากถุงให้แน่น โดยไม่ให้มีอากาศอยู่ในถุงพลาสติก หลังจากนั้นนำตัวอย่างเนื้อใส่ลงในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิจนกระทั่งใจกลางของเนื้อมีอุณหภูมิเท่ากับ 70 องศาเซลเซียส และนำขึ้นจากน้ำร้อน ทิ้งไว้ให้เย็นและนำตัวอย่างเนื้อออกจากถุง ซับน้ำบนพื้นผิวของเนื้อ ทำการชั่งน้ำหนักพร้อมจดบันทึก และหาน้ำหนักของน้ำที่สูญเสียไป

แรงตัดผ่านเนื้อ นำตัวอย่างเนื้อที่วิเคราะห์การสูญเสียน้ำจากการทำให้สุก นำมาตัดแต่งให้มีความกว้าง ความยาว ความสูงใกล้เคียงกัน โดยมีความกว้าง และความยาวประมาณ 2×2 เซนติเมตร และมีความสูงประมาณ 1 เซนติเมตร หลังจากนั้นวิเคราะห์ค่าแรงตัดผ่านของเนื้อด้วยเครื่อง Instron Model 3433 Universal test machine, USA จากนั้นบันทึกข้อมูลที่ได้ เพื่อวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

ค่าออกซิเดชันของเนื้อ

1. นำเนื้อออกมาบด ประมาณ 10 กรัม เติมน้ำกลั่น ปริมาตร 100 มิลลิลิตร และเติม HCl 4 N ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร

2. เติมสารละลาย Antifoaming และปั่นตัวอย่างให้เข้ากัน หลังจากนั้นกลั่นด้วยชุดกลั่นตัวอย่าง

3. กลั่นตัวอย่างให้ได้ประมาณ 30 มิลลิลิตร หลังจากนั้นนำสารละลายที่กลั่นได้ปริมาตร 5 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลาย TBARs 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองแล้วเขย่าให้เข้ากัน

4. นำหลอดทดลองที่มีสารละลายตัวอย่างมาต้มในน้ำเป็นเวลา 30 นาที โดยเริ่มจับเวลาเมื่อน้ำที่ใช้ต้มเดือด หลังจากนั้นพักทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนสารลายเย็นลง

5. นำสารลายตัวอย่างมาวัดการดูดกลืนแสงด้วย Spectophotometer ความยาวคลื่น 538 นาโนเมตร และจดบันทึกข้อมูลที่ได้

การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็ก

คัดเลือกไก่ในแต่ละซ้ำที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกัน ฆ่าโดยวิธีการตัดเส้นเลือดใหญ่ที่คอ เปิดช่องท้องและนำเอาอวัยวะภายในทั้งหมดออกมาอย่างรวดเร็ว โดยตัดแบ่งลำไส้เล็กของไก่ออกเป็น 3 ส่วน คือ ลำไส้เล็กส่วนต้น (Duodenum) ลำไส้เล็กส่วนกลาง (Jejunum) ลำไส้เล็กส่วนปลาย (Ileum) และเก็บตัวอย่างของลำไส้แต่ละส่วน ตรึงตัวอย่างลำไส้ด้วย Bouin solution หลังจากนั้นทำการดึงน้ำออกจากตัวอย่างลำไส้เพื่อขจัดน้ำออกจากเนื้อเยื่อด้วยแอทธิลแอลกอฮอล์ ทำการตรึงตัวอย่างในพาราฟินและตัดด้วยไมโครโทม (Microtome) จัดเรียงบนสไลด์ ย้อมสีด้วย Hymatocylene และ Eosin ทำการนับจำนวนวิลลัส วัดความสูงของวิลลัส พื้นที่ของวิลลัส จำนวนคริปด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง โดยมีวิธีการอย่างละเอียด ดังนี้

1. ดึงน้ำอออกจากตัวอย่าง

1.1 ทำการตัดลำไส้ที่แช่อยู่ใน Bouin solution ยาว 1-2 เซนติเมตร

1.2 นำชิ้นส่วนที่ได้มาแช่ในสารละลายทิงเจอร์ไอโอดีน 5-10 หยด ในแอกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตรประมาณ 20 มิลิลิตร 2 ครั้ง ครั้งละ 24 ชั่วโมง

1.3 นำชิ้นส่วนลำไส้มาแช่ในแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1-16 ชั่วโมง

1.4 นำชิ้นส่วนลำไส้มาแช่ในแอลกอฮอล์ 80 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

1.5 นำชิ้นส่วนลำไส้มาแช่ในแอลกอฮอล์ 90 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

1.6 นำชิ้นส่วนลำไส้มาแช่ในแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

1.7 นำชิ้นส่วนลำไส้มาแช่ในแอลกอฮอล์ 99.99 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

1.8 นำชิ้นส่วนลำไส้มาแช่ในสารละลายไซลีนเข้มข้น 2 ครั้ง ครั้งละ 1 ชั่วโมง 30 นาที

1.9นำชิ้นส่วนลำไส้มาแช่ในพาราฟินเหลวที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 15 นาที

1.10นำชิ้นส่วนลำไส้วางในแม่พิมพ์ซิลิโคน และเทพาราฟินเหลวลงในแม่พิมพ์ซิลิโคน พักทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จึงแกะออกจากแม่พิมพ์ซิลิโคน หลังจากนั้นนำไปติดจนแท่งไม้ สำหรับนำไปตัดตัวอย่างต่อไป

2. การตัดลำไส้

ตัดตัวอย่างลำไส้ด้วยเครื่องสไลด์ดิงไมโครโตม (Sliding Microtome) โดยตัดตัดตัวอย่างำไส้ให้มีความหนา 5-8 ไมโครเมตร และนำชิ้นตัวอย่างลำไส้ที่ตัดได้วางลงบนสไลด์แก้วที่มีน้ำกลั่น เพื่อให้

ตัวอย่างแผ่ออก หลังจากนั้นอุ่นสไลด์แก้วบนเครื่องให้ความร้อน อุณหภูมิ 30-40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อตรึงตัวอย่างให้ติดกับสไลด์แก้ว

3. การย้อมสีตัวอย่าง

3.1 การขจัดพาราฟิน (Deparaffinization) คือ การล้างพาราฟินออกจากโครงสร้างของเนื้อเยื่อ โดยการจุ่มตัวอย่างลำไส้

3.2 การนำน้ำเข้าสู่เซลล์ (Hydration) คือ การที่ค่อยๆ นำน้ำเข้าสู่เซลล์ โดยเริ่มจากแอลกอฮอล์ที่ระเข้มข้นสูง แล้วลดความเข้มข้นลง ดังนี้

- แอลกอฮอล์ 99.99 เปอร์เซ็นต์ 2 ครั้ง ครั้งละ 30 วินาที
- แอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 วินาที
- แอลกอฮอล์ 90 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 วินาที
- แอลกอฮอล์ 80 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 วินาที
- แอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 วินาที

3.3 การย้อมสีครั้งแรก (Primary Stain) ย้อมด้วยสีฮีมาโทไซลีน (Hematoxylin) สีย้อมชนิดนี้จะมีความเป็นด่าง จึงย้อมติดส่วนของนิวเคลียสที่มีความเป็นกรด ทำการย้อมด้วยการแช่สไลด์ตัวอย่างลำไส้ลงในสีย้อม เป็นเวลา 10-20 นาที หลังจากนั้นล้างออกด้วยน้ำประปา โดยให้มีน้ำไหลผ่านตลอด

3.4 การย้อมสีซ้ำ (Counterstain) ย้อมด้วยสีอีโอซีน (Eosin) สีย้อมชนิดนี้จะมีความเป็นกรด จึงย้อมติดส่วนของไซโตพลาสซึมที่มีความเป็นด่าง ทำการย้อมด้วยการแช่สไลด์ตัวอย่างลำไส้ลงในสีย้อม เป็นเวลา 2 นาที หลังจากนั้นล้างออกด้วยน้ำประปา โดยให้มีน้ำไหลผ่านตลอด

3.5 การขจัดน้ำ (Dehydration) เป็นการนำน้ำออกจากเซลล์อีกครั้ง โดยเริ่มจากแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้นต่ำ แล้วเพิ่มความเข้มข้นขึ้น ดังนี้

- แอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 วินาที
- แอลกอฮอล์ 80 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 วินาที
- แอลกอฮอล์ 90 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 วินาที
- แอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 วินาที
- แอลกอฮอล์ 99.99 เปอร์เซ็นต์ 2 ครั้ง ครั้งละ 30 วินาที

3.6 การขจัดแอลกอฮอล์และทำให้เนื้อเยื่อใส (Clearing) เพื่อให้เนื้อเยื่อมีลักษณะโปร่งใสมากขึ้น

3.7 การปิดกระจกปิดสไลด์ (Mounting) ใช้กระจกปิดสไลด์ปิดลงบนตัวอย่างลำไส้ที่ย้อมสีเรียบร้อยแล้ว ในการศึกษาครั้งนี้ใช้น้ำยาทาเล็บใสเป็นตัวผสาน

การคำนวณพื้นที่วิลไล

พื้นที่ของวิลลัส

$$= \frac{1}{2} \times \frac{\text{ความกว้างส่วนตัวของวิลลัส}}{\text{ความสูงของวิลลัส}}$$

การศึกษากิจกรรมของเอนไซม์ทริปซินในลำไส้เล็กของไก่เนื้อ

คัดเลือกไก่ในแต่ละซ้ำที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกัน ฆ่าโดยวิธีการตัดเส้นเลือดใหญ่ที่คอ เปิดช่องท้องและนำเอาอวัยวะภายในทั้งหมดออกมาอย่างรวดเร็ว โดยตัดแบ่งลำไส้เล็กของไก่ออกเป็น 3 ส่วน คือ ลำไส้เล็กส่วนต้น (Duodenum) ลำไส้เล็กส่วนกลาง (Jejunum) ลำไส้เล็กส่วนปลาย (Ileum) เลือกเฉพาะลำไส้เล็กส่วนกลาง (Jejunum) ใช้กรรไกรตัดลำไส้ตามความยาวและนำตัวอย่างภายในลำไส้ (ภาพที่ 11 (A)) ทั้งหมดใส่ถุงพลาสติก และแช่ตัวอย่างในกล่องน้ำแข็ง

การสกัดตัวอย่าง

1. ตัวอย่าง 1 กรัม ละลายใน Tris buffer 0.1 M ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
2. นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 3000 rpm ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

วิธีการทดลอง

1. นำ Supernutant (สารที่สกัดได้หลังการปั่นเหวี่ยง) 0.2 มิลลิลิตร ลงใน cuvette ใน spectrophotometer
2. เติมสารละลาย 1.3 mM BAPA ปริมาตร 2.8 มิลลิลิตร ส่งใน cuvette พร้อมจับเวลา
3. อ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 410 mM ที่เวลาเริ่มต้น และทุกๆ 15 วินาที เป็นเวลาทั้งหมด 60 วินาที
4. นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าการดูดกลืนแสง หาค่าความชันของกราฟ (ค่าดูดกลืนแสงต่อนาที)

การคำนวณ

Trypsin activity (Unit/ml)

$$= \frac{\text{A410/min} \times \text{ml of total volume}}{8{,}800 \times \text{ml of sample solution}} \times 100$$

โดย 8,800 คือ molar extinction coefficient of *p-nitroanline*

หรือ

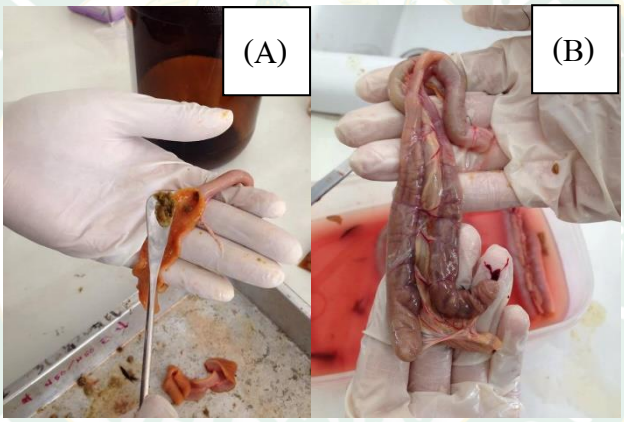
$$\text{Trypsin activity (Unit/ml)} = \frac{\text{A410/min} \times 3 \times 100}{8{,}800 \times 0.2}$$

ในขั้นตอนท้ายสามารถแปลงหน่วยสุดท้ายเป็น unit/g sample ดังนั้น

$$\text{Trypsin activity (unit/g sample)} = \text{A410/min} \times 17.04$$

การศึกษาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในไส้ติ่ง

เก็บตัวอย่างไส้ติ่งของไก่จากตัวอย่างเดียวกันกับการศึกษากิจกรรมของเอนไซม์ทริปซินในลำไส้เล็ก โดยตัดไส้ติ่ง (ภาพที่ 11 (B)) เก็บในถุงพลาสติกและแช่ในกล่องน้ำแข็ง ทำการวิเคราะห์ทันทีหลังการเก็บตัวอย่าง



ภาพที่ 11 การเก็บตัวอย่างของเหลวในลำไส้เล็ก (A) และไส้ติ่งสำหรับหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (B)

วิธีการตรวจหาปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในไส้ติ่ง

1. นำมูลจากไส้ติ่งทั้งสองข้างที่ผสมกันดีแล้วปริมาณ 1 กรัม
2. ผสมกับสารละลาย NaCl ที่มีความเข้มข้น 0.85 เปอร์เซ็นต์ ที่ฆ่าเชื้อแล้ว ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ในหลอดทดลอง
3. ผสมให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวด้วย Vertex mixer
4. เจือจางด้วยสารละลาย NaCl ที่มีความเข้มข้น 0.85 เปอร์เซ็นต์ ที่ฆ่าเชื้อแล้วต่อไปเรื่อย ๆ จนได้สารละลายเจือจาง 10^{-6} 10^{-7} 10^{-8}
5. ทำการ pour plate โดยนำสารละลาย 1 มิลลิลิตร ถ่ายลงในจานเพาะเลี้ยงเชื้อ ภายใต้สภาพปลอดเชื้อในตู้เขี่ยเชื้อ (Lamina flow hood) เทอาหารเลี้ยงเชื้อ EMB Agar ที่ฆ่า

เชื้อแล้ว ปริมาตร 20-25 มิลลิลิตร แล้วผสมให้เข้ากัน (โดยหมุนจานเพาะเลี้ยงเชื้อไปด้ายซ้าย 5 ครั้ง ด้านขวา 5 ครั้ง)

6. บ่มจานเพาะเลี้ยงเชื้อไว้ในสภาพไร้อากาศ ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน
7. ทำการนับจำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในจานเพาะเลี้ยงเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ในช่วง 30-300 โคโลนี
8. คำนวณจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ต่อปริมาณมูล 1 กรัม

วิธีการตรวจหาปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* ในไส้ติ่ง

1. นำมูลจากไส้ติ่งทั้งสองข้างที่ผสมกันดีแล้วปริมาณ 1 กรัม
2. ผสมกับสารละลาย NaCl ที่มีความเข้มข้น 0.85 เปอร์เซ็นต์ ที่ฆ่าเชื้อแล้ว ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ในหลอดทดลอง
3. ผสมให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวด้วย Vertex mixer
4. เจือจางด้วยสารละลาย NaCl ที่มีความเข้มข้น 0.85 เปอร์เซ็นต์ ที่ฆ่าเชื้อแล้วต่อไปเรื่อย ๆ จนได้สารละลายเจือจาง 10^{-2} 10^{-3} 10^{-4}
5. ทำการ pour plate โดยนำสารละลาย 1 มิลลิลิตร ถ่ายลงในจานเพาะเลี้ยงเชื้อ ภายใต้สภาพปลอดเชื้อในตู้เขี่ยเชื้อ (Lamina flow hood) เทอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS ที่ฆ่าเชื้อแล้ว ปริมาตร 20-25 มิลลิลิตร แล้วผสมให้เข้ากัน (โดยหมุนจานเพาะเลี้ยงเชื้อไปด้ายซ้าย 5 ครั้ง ด้านขวา 5 ครั้ง)
6. บ่มจานเพาะเลี้ยงเชื้อไว้ในสภาพไร้อากาศ ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน
7. ทำการนับจำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในจานเพาะเลี้ยงเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ในช่วง 30-300 โคโลนี
8. คำนวณจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ต่อปริมาณมูล 1 กรัม

การวิเคราะห์ข้อมูล

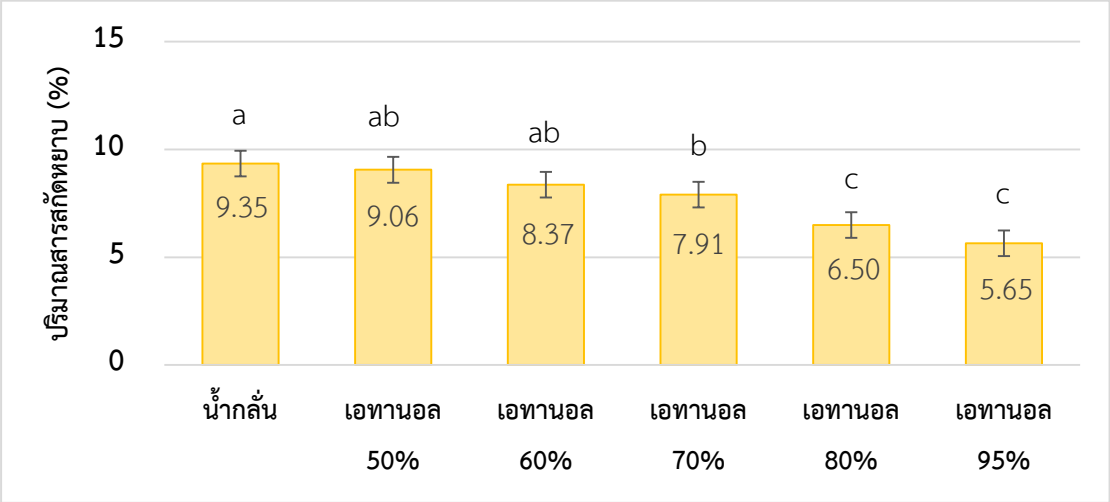
นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองด้วยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (Steel et al., 1997)

บทที่ 4
ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การศึกษาปริมาณสารสกัดหยาบที่สกัดด้วยน้ำเปรียบเทียบกับเอทานอล

ปริมาณสารสกัดหยาบจากตัวทำละลายที่ต่างชนิดกัน

จากการศึกษาการสกัดสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดด้วยน้ำกลั่น และเอทานอลในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน พบว่าการสกัดด้วยน้ำกลั่น เอทานอลเข้มข้น 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และการสกัดเอทานอลเข้มข้น 50, 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และกลุ่มที่สกัดด้วยเอทานอลเข้มข้น 80 และ 95 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับทุกกลุ่มทดลอง ($P<0.05$) (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 ปริมาณสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดที่สกัดด้วยน้ำกลั่น และเอทานอลในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน

แต่เมื่อนำมาระเหยให้แห้ง พบว่าการสกัดด้วยน้ำกลั่นใช้ระยะเวลาในการระเหยแห้งมากกว่า 5 วัน การสกัดด้วยเอทานอลเข้มข้น 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ใช้ระยะเวลาในการระเหยแห้งมากกว่า 3 วัน และการสกัดด้วยเอทานอลเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ ใช้ระยะเวลาในการระเหยแห้ง 3 วัน ในขณะที่การสกัดด้วยเอทานอลเข้มข้น 80 และ 95 เปอร์เซ็นต์ ใช้ระยะเวลาในการระเหยแห้ง 2 วัน

(ตารางที่ 6) และเมื่อพิจารณถึงปริมาณสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดร่วมกับระยะเวลาในการทำให้แห้ง จึงสรุปได้ว่าการสกัดบอระเพ็ดด้วยเอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ มีความเหมาะสมที่สุด

ตารางที่ 6 ระยะเวลาในการทำให้แห้งของสารสกัดหยาบที่สกัดด้วยน้ำ และเอทานอลในระดับความเข้มข้นที่แตกต่าง

ตัวทำละลาย	ระยะเวลาในการทำให้แห้ง (วัน)
น้ำ	> 5
เอทานอล 50 เปอร์เซ็นต์	> 3
เอทานอล 60 เปอร์เซ็นต์	> 3
เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์	3
เอทานอล 80 เปอร์เซ็นต์	2
เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์	2

การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของการเสริมสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดในอาหารในระดับที่แตกต่างกันต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต องค์ประกอบซาก คุณภาพเนื้อ ปริมาณแบคทีเรีย *E. coli* และแบคทีเรียกรดแลคติกในไส้ติ่ง กิจกรรมของเอนไซม์ทริปซิน และลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็กในไก่เนื้อ

ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต

การศึกษาผลของการเสริม TCE ในอาหารไก่เนื้อ พบว่าปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารในทุกระยะของการเลี้ยงของทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ผลของสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต

สัปดาห์	สารสกัดหยาบจากบอระเพ็ด (เปอร์เซ็นต์)					SEM	P-Value
	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20		
น้ำหนักสิ้นสุด (กรัม)							
	1,341.20	1,467.90	1,487.50	1,463.90	1,362.90	374.16	0.67
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)							
1-3	40.47	39.29	36.56	39.01	37.88	0.76	0.59
4-5	221.04	207.13	203.27	203.28	218.39	3.28	0.26
1-5	68.49	65.00	62.59	64.06	66.40	0.93	0.34
น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว/วัน)							
1-3	20.11	19.93	19.49	19.92	19.73	0.25	0.96
4-5	111.64	110.26	112.50	115.74	102.06	2.54	0.56
1-5	34.39	34.01	34.19	35.10	32.25	0.51	0.53
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร							
1-3	2.03	1.97	1.88	1.96	1.92	0.04	0.88
4-5	1.98	1.88	1.82	1.78	2.18	0.06	0.18
1-5	1.99	1.91	1.83	1.83	2.08	0.04	0.22

องค์ประกอบซาก

การศึกษาผลของการเสริม TCE ในอาหารไก่เนื้อ พบว่าน้ำหนักสิ้นสุด ซากอุ่น ซากตัดแต่ง และองค์ประกอบซากไม่มีความแตกต่างกันในทุกกลุ่มทดลอง (P>0.05) (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ผลของสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดต่อองค์ประกอบซาก

องค์ประกอบซาก	ปริมาณสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ด (เปอร์เซ็นต์)					SEM	P-value
	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20		
น้ำหนักมีชีวิต (กรัม)	1,244.2^{a}	1,155.0^{b}	1,199.2^{ab}	1,245.0^{a}	1,230.8^{a}	8.16	<0.01
น้ำหนักซากอุ่น (กรัม)	1,054.0^{a}	977.7^{b}	1,017.6^{a}	1,058.3^{a}	1,050.1^{a}	7.11	<0.01
น้ำหนักซากตัดแต่ง (กรัม)	902.85^{a}	836.51^{b}	869.19^{ab}	906.46^{a}	897.97^{a}	6.72	<0.01
ซากอุ่น (เปอร์เซ็นต์)	84.76	84.69	84.86	85.03	85.29	0.21	0.91
ซากตัดแต่ง (เปอร์เซ็นต์)	72.57	72.44	72.47	72.82	72.91	0.21	0.94
องค์ประกอบซาก (ร้อยละของน้ำหนักซากอุ่น)							
ปีกรวม	10.89	11.13	11.07	10.75	10.66	0.15	0.86
น่อง	12.58	12.66	12.93	12.80	12.91	0.08	0.56
สะโพก	16.66	16.41	16.28	17.06	16.81	0.15	0.52
หัวและคอ	8.99	8.78	9.12	8.86	9.00	0.13	0.94
แข้งและตีน	5.39	5.67	5.48	5.51	5.52	0.05	0.52
อกนอก	16.13	16.17	16.20	16.15	16.39	0.24	1.00
อกใน	4.08	3.82	4.08	4.11	4.10	0.06	0.47
โครงกระดูก	20.10	20.14	19.87	19.57	19.33	0.22	0.75
ไขมันหน้าท้อง	1.57	1.56	1.44	1.76	1.96	0.07	0.16
องค์ประกอบของอวัยวะภายใน (ร้อยละของน้ำหนักมีชีวิต)							
หัวใจ	0.63	0.60	0.60	0.63	0.65	0.01	0.33
ตับและถุงน้ำดี	2.59	2.64	2.53	2.61	2.58	0.03	0.83
กระเพาะบดและกระเพาะแท้	2.45	2.39	2.46	2.21	2.43	0.04	0.36
ม้าม	0.16	0.17	0.13	0.15	0.14	0.01	0.22
ไส้	6.27	5.94	5.97	6.09	6.01	0.08	0.66
เครื่องในรวม	12.21	11.86	11.84	11.70	11.81	0.11	0.66

คุณภาพเนื้อ

ค่าการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็นของทั้งเนื้ออกและเนื้อสะโพก พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกกลุ่มทดลอง (P>0.05) (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ผลของสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดต่อการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น การสูญเสียน้ำจากการทำให้สุก ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ และการออกซิเดชันของไขมันในเนื้อ

รายการ	ปริมาณสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ด (เปอร์เซ็นต์)					SEM	P-value
	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20		
การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น (Drip loss; %)							
เนื้ออก	7.73	6.07	5.62	6.82	7.45	0.46	0.60
เนื้อสะโพก	9.55	6.42	4.92	8.13	5.77	0.75	0.30
การสูญเสียน้ำจากการทำให้สุก (Cooking loss; %)							
เนื้ออก	20.37	16.50	19.16	20.04	18.29	0.71	0.47
เนื้อสะโพก	23.99^{a}	14.46^{b}	15.08^{b}	13.75^{b}	15.66^{b}	0.97	<0.01
ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (kg/cm^{3})							
เนื้ออก	2.84	2.53	2.05	2.65	1.45	0.20	0.15
เนื้อสะโพก	1.21	1.20	1.04	1.07	1.26	0.06	0.82
TBARs (มิลลิลิตร MDA ต่อกิโลกรัมเนื้อ)							
0 วัน	0.017^{a}	0.012^{b}	0.008^{bc}	0.006^{c}	0.009^{bc}	0.00	0.01
3 วัน	0.013	0.011	0.012	0.013	0.010	0.00	0.70
7 วัน	0.029	0.030	0.034	0.022	0.023	0.00	0.14

$^{a-b}$ ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ค่าการสูญเสียน้ำจากการทำให้สุกของเนื้อสะโพก พบว่ากลุ่มควบคุมมีค่าสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทุกกลุ่มทดลอง (P<0.05) ในขณะที่กลุ่มที่ได้รับการเสริม TCE ในระดับที่ 0.05, 0.10, 0.15 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) และค่าออกซิเดชันของไขมันในเนื้ออกหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 0 วัน พบว่ากลุ่มที่ได้รับ TCE ในทุกระดับมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (P<0.05) ในขณะที่กลุ่มที่ได้รับ TCE ในระดับที่ 0.05, 0.10 และ 0.20 ไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) และกลุ่มที่ได้รับ TCE ในระดับที่ 0.10, 0.15 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) ส่วนค่าการออกซิเดชันของไขมันในเนื้อหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 และ 7

วัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันในทุกกลุ่มทดลอง (P>0.05) ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าสีของเนื้ออกและเนื้อสะโพกของไก่เนื้อหลังฆ่า 45 นาที และ 24 ชั่วโมง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกกลุ่มทดลอง (P>0.05) (ตารางที่ 10-11)

ตารางที่ 10 ผลของสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าสีของเนื้ออกและเนื้อสะโพก หลังฆ่า 45 นาที

รายการ	ปริมาณสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ด (เปอร์เซ็นต์)					SEM	P-value
	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20		
ค่าความเป็นกรด-ด่างหลังฆ่า 45 นาที							
เนื้ออก	6.07	6.08	6.13	6.08	5.99	0.03	0.78
เนื้อสะโพก	6.35	6.40	6.32	6.38	6.34	0.03	0.95
ค่าสีหลังฆ่า 45 นาที							
ความสว่าง (L*)							
เนื้ออก	54.98	55.27	55.19	55.11	57.28	0.39	0.31
เนื้อสะโพก	53.81	54.87	55.6	54.49	55.03	0.32	0.53
ค่าความแดง (a*)							
เนื้ออก	16.05	14.96	15.99	15.46	15.4	0.30	0.80
เนื้อสะโพก	17.43	16.05	15.8	15.67	16.13	0.26	0.20
ค่าความเหลือง (b*)							
เนื้ออก	11.03	12.92	10.38	11.87	12.36	0.40	0.31
เนื้อสะโพก	9.08	10.63	8.33	8.79	10.41	0.34	0.11

ตารางที่ 11 ผลของสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าสีของเนื้ออกและเนื้อสะโพก หลังฆ่า 24 ชั่วโมง

รายการ	ปริมาณสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ด (เปอร์เซ็นต์)					SEM	P-value
	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20		
ค่าความเป็นกรด-ด่างหลังฆ่า 24 ชั่วโมง							
เนื้ออก	5.93	6.09	6.01	6.03	5.98	0.03	0.65
เนื้อสะโพก	6.42	6.50	6.34	6.46	6.37	0.03	0.80
ค่าสีหลังฆ่า 24 ชั่วโมง							
ค่าความสว่าง (L*)							
เนื้ออก	58.60	57.81	58.48	58.49	58.68	0.45	0.98
เนื้อสะโพก	54.76	56.01	57.13	54.46	56.80	0.51	0.39
ค่าความแดง (a*)							
เนื้ออก	14.94	15.26	16.05	15.44	16.06	1.47	0.81
เนื้อสะโพก	17.67	16.67	16.67	17.78	16.62	0.25	0.36
ค่าความเหลือง (b*)							
เนื้ออก	11.35	12.00	9.72	11.96	11.92	0.43	0.43
เนื้อสะโพก	8.50	9.93	8.46	8.57	10.01	0.30	0.23

กิจกรรมของเอนไซม์ทริปซิน

จากการศึกษาผลของสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดในอาหารไก่เนื้อต่อกิจกรรมของเอนไซม์ทริปซิน พบว่ากิจกรรมของเอนไซม์ทริปซินไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกกลุ่มทดลอง (P>0.05) (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 ผลของสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดต่อกิจกรรมของเอนไซม์ทริปซิน

กลุ่มทดลอง	กิจกรรมของเอนไซม์ทริปซิน (Unit/g sample)
เสริมสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ด 0.00 เปอร์เซ็นต์	0.06
เสริมสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ด 0.05 เปอร์เซ็นต์	0.12
เสริมสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ด 0.10 เปอร์เซ็นต์	0.10
เสริมสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ด 0.15 เปอร์เซ็นต์	0.08
เสริมสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ด 0.20 เปอร์เซ็นต์	0.12
SEM	0.014
P-Value	0.666

ปริมาณเชื้อแบคทีเรียในไส้ติ่งแบคทีเรีย *E. coli* และแบคทีเรียกรดแลคติก

จากการศึกษาผลของสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดต่อปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* และแบคทีเรียกรดแลคติก พบว่าปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกกลุ่มทดลอง (P>0.05) แต่กลุ่มที่ได้รับการเสริม TCE ในระดับที่ 0.05 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีแนวโน้มที่ปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* น้อยกว่าทุกกลุ่มทดลอง (P=0.06) (ตารางที่ 14) และปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกของกลุ่มที่ได้รับการเสริม TCE ในระดับที่ 0.00 เปอร์เซ็นต์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันกับกลุ่มที่ได้รับการเสริม TCE ในระดับที่ 0.15 เปอร์เซ็นต์ (P>0.05) แต่แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับการเสริม TCE ในระดับที่ 0.05, 0.10 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ (P<0.05) ในขณะที่กลุ่มที่ได้รับการเสริม TCE ในระดับที่ 0.10 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับการเสริม TCE ในระดับที่ 0.00 และ 0.15 เปอร์เซ็นต์ (P<0.05) แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มอื่น ๆ (P>0.05)

ตารางที่ 13 ผลของสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดต่อปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* และแบคทีเรียกรดแลคติก

แบคทีเรีย	สารสกัดหยาบจากบอระเพ็ด (เปอร์เซ็นต์)					SEM	P-value
	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20		
E. coli (Log CFU/g)	5.74	4.80	5.59	5.70	5.11	0.129	0.06
แบคทีเรียกลุ่มกรดแลคติก (Log CFU/g)	7.66[a]	7.09[bc]	6.64[c]	7.26[ab]	6.98[bc]	0.104	0.02

[a-c] ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็ก

จากการศึกษาผลของ TCE ต่อลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็ก พบว่าจำนวนวิลไล จำนวนเซลล์คริปท์ของลำไส้เล็กส่วนดูโอดินัม (ส่วนต้น) เจจูนัม (ส่วนกลาง) และไอเลียม (ส่วนปลาย) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติในทุกกลุ่มทดลอง (P>0.05) (ตารางที่ 14)

ความสูงของวิลไลของลำไส้เล็กส่วนดูโอดินัม พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) แต่ในลำไส้เล็กส่วนของเจจูนัม พบว่ากลุ่มที่ได้รับ TCE ในทุกระดับมีความสูงลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (P<0.05) และในลำไส้เล็กส่วนไอเลียม พบว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ได้รับ TCE ในระดับที่ 0.15 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ในขณะที่กลุ่มที่ได้รับ TCE ในระดับที่ 0.05, 0.10 และ 0.15 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

พื้นที่วิลลัสของลำไส้เล็กส่วนดูโอดินัม พบว่ากลุ่มที่ได้รับ TCE ในระดับที่ 0.15 เปอร์เซ็นต์ มีพื้นที่ของวิลลัสน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับทุกกลุ่มทดลอง (P<0.05) ลำไส้เล็กส่วนเจจูนัม พบว่ากลุ่มควบคุมมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับ TCE ในระดับที่ 0.10 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กลุ่มที่ได้รับ TCE ในระดับที่ 0.05 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับทุกกลุ่มทดลอง (P<0.05) และลำไส้เล็กส่วนไอเลียม พบว่ากลุ่มที่ได้รับ TCE ในระดับที่ 0.15 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) และกลุ่มควบคุมรวมกับกลุ่มที่ได้รับ TCE ในระดับที่ 0.05 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างต่าง (P>0.05) ในขณะที่กลุ่มที่ได้รับ TCE ในระดับที่ 0.10 เปอร์เซ็นต์ มีค่าน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกุบทุกกลุ่มทดลอง (P<0.05)

ตารางที่ 14 ผลของสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดต่อลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็กของไก่เนื้อ

รายการ	ปริมาณสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ด (เปอร์เซ็นต์)					SEM	P-value
	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20		
จำนวนวิลไล							
ดูโอดินัม	55.06	54.26	52.31	52.57	53.84	0.54	0.499
เจจูนัม	51.5	52.42	45.58	47.21	49.17	1.08	0.229
ไอเลียม	45.38	47.17	43.78	45.23	44.92	0.78	0.785
จำนวนเซลล์คริปท์							
ดูโอดินัม	332.28	281.25	368.72	377.1	361.76	6.64	0.134
เจจูนัม	272.71	251.13	241.08	233.58	249.63	12.81	0.923
ไอเลียม	341.04	318.08	313.10	352.46	327.74	8.94	0.664
ความสูงของวิลไล (มิลลิเมตร)							
ดูโอดินัม	0.47	0.50	0.47	0.48	0.45	0.01	0.689
เจจูนัม	0.37^{a}	0.26^{b}	0.28^{b}	0.28^{b}	0.26^{b}	0.01	0.006
ไอเลียม	0.17^{a}	0.14^{b}	0.13^{b}	0.15^{ab}	0.17^{a}	0.01	0.005
พื้นที่ของวิลไล (ตารางมิลลิเมตร)							
ดูโอดินัม	0.60^{a}	0.60^{a}	0.54^{a}	0.35^{b}	0.51^{a}	0.03	0.026
เจจูนัม	0.32^{a}	0.23^{d}	0.30^{b}	0.28^{c}	0.25^{d}	0.01	<0.001
ไอเลียม	0.17^{b}	0.15^{bc}	0.11^{c}	0.23^{a}	0.19^{ab}	0.01	0.001

$^{a-c}$ ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

บทที่ 5
วิจารณ์ผลทดลอง

การทดลองที่ 1 การศึกษาปริมาณสารสกัดหยาบที่สกัดด้วยน้ำเปรียบเทียบกับเอทานอล

ปริมาณสารสกัดหยาบจากตัวทำละลายที่ต่างชนิดกัน

จากการศึกษาการใช้ตัวทำละลายต่างชนิด และต่างความเข้มข้น พบว่าน้ำกลั่นมีประสิทธิภาพในการสกัดสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดได้ดีที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของ Sharma et al. (2013) ที่ระบุว่าการสกัดบอระเพ็ดด้วยน้ำกลั่นจะได้ปริมาณสารสกัดหยาบมากที่สุด เนื่องจากโปรตีน และคาร์โบไฮเดรตบางชนิดที่สามารถละลายน้ำได้ เช่น กรดอะมิโน และเปปไทด์ รวมถึงน้ำตาล และแป้งที่อยู่ในส่วนต่าง ๆ ของพืช (Maness, 2010) อาจถูกสกัด และละลายออกมาพร้อมกับตัวทำละลาย ส่งผลให้ได้ปริมาณสารสกัดหยาบมากขึ้น แต่หากพิจารณาเฉพาะปริมาณสารประกอบฟีนอลิคจะพบว่า สารประกอบฟีนอลิคจากการสกัดด้วยน้ำกลั่นจะมีปริมาณน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับการสกัดด้วยเมทานอล เอทานอล และอะซิโตน (Do et al., 2014) เนื่องจากสารประกอบฟีนอลิคจะละลายได้ดีในตัวทำละลายที่มีขั้วปานกลาง (Semi-polar solvent) เช่น เอทานอล เมทานอล และอะซิโตน เป็นต้น (Haminiuk et al., 2014) แต่เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการทำให้แห้ง พบว่าการสกัดด้วยน้ำกลั่นจะมีระยะเวลาทำให้แห้งมากที่สุด ในขณะที่การสกัดด้วยเอทานอลจะใช้ระยะเวลาในการทำให้แห้งน้อยลงตามระดับความเข้มข้นของเอทานอลที่มากขึ้น เนื่องจากเอทานอลเป็นแอลกอฮอล์นิดหนึ่ง ซึ่งมีคุณสมบัติในการระเหยได้ดี (เจษฎา และคณะ, 2557)

การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของการเสริมสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดในอาหารในระดับที่แตกต่างกันต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต องค์ประกอบซาก คุณภาพเนื้อ ปริมาณแบคทีเรีย *E. coli* และแบคทีเรียกรดแลคติกในไส้ติ่ง กิจกรรมของเอนไซม์ทริปซิน และสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็กในไก่เนื้อ

ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต

จากการศึกษาแสดงให้เห็นการเสริม TCE ในอาหารไก่เนื้อในระดับที่แตกต่างกัน ไม่ส่งผลปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารในทุกระยะของการเลี้ยง สอดคล้องกับรายงานของ Kulkami et al. (2011), Bhardwaj et al. (2011) และปริเยศ (2559) ที่พบว่าการเสริมผงบอระเพ็ดในอาหารไม่ส่งผล หรือส่งผลน้อยมากต่อประสิทธิภาพ

การผลิตไก่เนื้อ อีกทั้งการเสริมสารสกัดจากเมล็ดองุ่นที่มีสารประกอบฟีนอลิคอยู่สูงในอาหารไก่เนื้อ พบว่าประสิทธิภาพการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน เนื่องจากสารประกอบฟีนอลิคอาจทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลง โดยเฉพาะโปรตีน นอกจากนี้ยังสามารยับยังการทำงานของเอนไซม์ในระบบย่อยอาหารได้ (Brenes et al., 2010) ขัดแย้งกับการศึกษาของ Singh et al. (2018) ที่ระบุว่าการเสริมผงบอระเพ็ดในระดับที่ 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารจะส่งผลให้ปริมาณอาหาที่กิน น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้เสริมผงบอระเพ็ด อาจเนื่องมาจากหลายปัจจัย นอกจากการจัดการฟาร์มให้มีสุขลักษณะที่ดีแล้ว ปริมาณสารออกฤทธิ์ที่แตกต่างกันในแต่ละฤดูกาลปลูก การเตรียมตัวอย่างของพืชสมุนไพรและการสกัดสารออกฤทธิ์ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง

องค์ประกอบซาก

จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการเสริม TCE ในอาหารไม่ส่งผลต่อองค์ประกอบซากของไก่เนื้อ สอดคล้องกับการศึกษาของธันวา (2555) ที่ได้ศึกษาการเสริมสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดในระดับที่ 0.0, 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารเป็ดเนื้อ และพบว่าองค์ประกอบซากไม่มีความแตกต่างกันในทุกกลุ่มทดลอง นอกจากนี้ วรพล และคณะ (2545) ได้ศึกษาการเสริมผงบอระเพ็ดในระดับที่ 0, 5, 14 และ 23 กรัมต่อกิโลกรัมอาหาร และพบว่าผงบอระเพ็ดไม่ส่งผลต่อน้ำหนักตับ และน้ำหนักไขมันในช่องท้อง แต่บอระเพ็ดสามารถออกฤทธิ์ได้ดีในระดับจุลภาค เนื่องจากบอระเพ็ดจะออกฤทธิ์กับระบบประสาทส่วนกลาง (Hypothalamus) ที่ควบคุมการสร้างความร้อนของร่างกาย ทำให้ร่างกายสร้างความร้อนลดลง และสมองส่วน Parabrachial nucleus ซึ่งเป็นสมองส่วนที่ควบคุมอัตราการหายใจเมื่อไก่อยู่ในภาวะเครียด (Gregory, 1998) ส่งผลให้อัตราการหายใจลดลง ดังนั้นจากการที่บอระเพ็ดออกฤทธิ์ได้ดีในระดับจุลภาค จึงทำให้ไม่มีผลที่ชัดเจนในด้านองค์ประกอบซาก

คุณภาพเนื้อ

จากการศึกษา พบว่า TCE ไม่ส่งผลต่อค่าการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น และค่าแรงตัดผ่านของทั้งเนื้ออกและเนื้อสะโพก แต่สามารถค่าออกซิเดชันของไขมันในเนื้อในวันที่ 0 ของการเก็บรักษาได้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Kalem et al. (2018) ที่ผสมผงบอระเพ็ดในไส้กรอกในระดับที่ 0.00, 0.25, 0.50 และ 0.75 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อ พบว่าไส้กรอกที่ได้รับการผสมผงบอระเพ็ดในทุกระดับ มีค่าการออกซิเดชันของไขมันลดลง และไม่ส่งผลต่อค่าการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น เนื่องจากบอระเพ็ดมีสารต่อต้านอนุมูลอิสระ (Abu et al., 2015) ที่อาจส่งผลให้ระยะแรกของการเก็บรักษาเนื้อหลังการฆ่ายังคงมีสารต่อต้านอนุมูลอิสระหลงเหลืออยู่ และจะลดลงตามระยะเวลาหลังฆ่าที่

เพิ่มขึ้น (Papuc et al., 2016) ซึ่งสารต่อต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้จะทำให้การเกิดออกซิเดชันของไขมันลดลง และจากการทดลองพบว่า TCE ส่งผลให้ค่าการสูญเสียน้ำจากการทำให้สุกของเนื้อสะโพกลดลง เนื่องจากบอระเพ็ดจะส่งผลให้การสะสมไขมันในร่างกายลดลง ทำให้ปริมาณไขมันที่แทรกอยู่ตามมวลกล้ามเนื้อสะโพกลดลงด้วย (Abu et al., 2015) ซึ่งไขมันที่แทรกอยู่ในมวลกล้ามเนื้อเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญของค่าการสูญเสียน้ำจากการทำให้สุก โดยที่ค่าการสูญเสียน้ำจากการทำให้สุกจะลดลงเมื่อปริมาณไขมันแทรกในมวลกล้ามเนื้อลดลง (Hopkins et al., 2006) นอกจากนี้การออกซิเดชันของโปรตีนยังเป็นส่วนสำคัญของการสูญเสียน้ำของเนื้อ Xiong (2000) กล่าวว่าเมื่อออกซิเจนทำปฏิกิริยากับโปรตีนในเนื้อจะทำให้โปรตีนสูญเสียหมู่ซัลฟ์ไฮดริล และสร้างสารประกอบคาร์บอนิล โดยปกติเมื่อกระบวนการนี้เกิดขึ้นจะส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของโปรตีนลดลง นำไปสู่การสูญเสียน้ำของโปรตีน และความสมดุลของปฏิกิริยาอิมัลชัน

ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าสีของเนื้ออกและเนื้อสะโพกของไก่เนื้อหลังฆ่า 45 นาที และ 24 ชั่วโมง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันของทุกกลุ่มทดลอง Sharma et al. (2007) ได้กล่าวว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง และสีของเนื้อสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ขึ้นอยู่กับการออกซิเดชันของไขมัน และปริมาณไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ ทั้งนี้อาจมาจากการสะสมของสารต่อต้านอนุมูลอิสระในกล้ามเนื้อที่มีไม่เพียงพอ และปริมาณไกลโคเจนในกล้ามเนื้อก็ไม่แตกต่างกัน จึงส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อไม่มีแตกต่างกัน อีกทั้งค่าความเป็นกรด-ด่าง ยังเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ค่าสีของเนื้อเปลี่ยนแปลงไป เมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างไม่มีความแตกต่างกัน ค่าสีของเนื้อจึงไม่มีความแตกต่างกัน (Barbut, 1993)

กิจกรรมของเอนไซม์ทริปซิน

จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการเสริม TCE ในทุกระดับไม่ส่งผลต่อกิจกรรมของเอนไซม์ทริปซิน สอดคล้องกับการศึกษาของ Brenes et al. (2010) ที่พบว่าการเสริมสารสกัดจากเม็ดองุ่นที่อุดมไปด้วยสารโพลีฟีนอลนั้นไม่ส่งผลต่อน้ำหนักตับและตับอ่อน ถึงแม้ว่าในบอระเพ็ดจะมีสารยับยั้งเอนไซม์ทริปซิน (มากกว่าในถั่วเหลือง) และเอนไซม์ไคโมทริปซินในปริมาณมาก ซึ่งเป็นโปรตีนชนิดหนึ่งที่สามารถละลายน้ำ (Pachaiappan et al., 2018) และเอทานอลได้ (Mosolov et al., 1976) โดยสารเหล่านี้อาจละลายและรวมอยู่ใน TCE แต่ในการใช้เป็นสารเสริมในอาหารสัตว์ จะใช้ในระดับที่ต่ำมาก จึงอาจไม่กระทบต่อกิจกรรมของเอนไซม์ทริปซินของไก่เนื้อ และแม้ว่าบอระเพ็ดจะสามารถลดความเสียหายของตับที่เกิดจาก *Salmonella typhimurium* รวมถึงช่วยกระตุ้นการฟื้นฟูความเสียหายของตับและตับอ่อนจากเชื้อแบคทีเรีย และโรคเบาหวานได้ (Mohamed et al., 2016; Bhanudas and Gopal, 2016; Thakur et al., 2016) แต่ยังไม่พบข้อมูลว่าสามารถช่วยกระตุ้นการหลั่งเอนไซม์ทริปซินในสัตว์

ปริมาณแบคทีเรีย *E.coli* และแบคทีเรียดกรดแลคติกในไส้ติ่ง

เมื่อไก่เนื้อได้รับ TCE จะทำให้ปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกลดลง และเชื้อแบคทีเรีย *E.coli* ในลำไส้ก็มีแนวโน้มลดลง ขัดแย้งกับการศึกษาของ Hossain et al. (2013) ที่พบว่าสารสกัดหยาบจากใบบอระเพ็ดด้วยเมทานอล เอทิลอะซิเตท เพทรอล และไดคลอโรมีเทน สามารถลดปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* และ *E. coli* ได้ และ Singh et al. (2015) ได้ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้สารสกัดหยาบจากต้นบอระเพ็ดที่สกัดด้วยน้ำ เมทานอล และเอทานอลต่อการต้านเชื้อแบคทีเรีย *E.coli* ด้วยวิธี disc diffusion พบว่าสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดที่สกัดด้วยตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิด สามารถต้านเชื้อแบคทีเรีย *E.coli* ได้ แม้ว่าการสกัดด้วยเอทานอลจะพบบริเวณยับยั้ง (Inhibit zone) มากที่สุด นอกจากนี้ยังพบอีกว่าหากผสมผงบอระเพ็ดในไส้กรอกในระดับที่ 0.25, 0.50 และ 0.75 เปอร์เซ็นต์ จะสามารถลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่เจริญเติบโตในสภาพไร้ออกซิเจนได้ (Kalem et al., 2018) โดยฤทธิ์ในการต้านเชื้อจะเพิ่มขึ้น เมื่อความเข้มข้นของสารสกัดมากขึ้น (Dwivedi and Enespa, 2016) ทั้งนี้เนื่องจากบอระเพ็ดประกอบไปด้วยสารพฤกษเคมีหลายชนิด เช่น Quinones, Polyphenols, Alkaloids, Flavonoids, Tannins, Coumarins, Terpenoids, Lectins และ Polypeptides (Nimri et al., 1999; Mishra et al., 2014) ที่มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งแกรมบวกและแกรมลบ (Hossain et al., 2013) ในขณะที่ Quinones และ flavonoids จะเข้ายึดเกาะกับพื้นผิวของเชื้อแบคทีเรีย ส่งผลให้แบคทีเรียไม่สามารถยึดเกาะกับเซลล์ลำไส้ได้ อีกทั้งยังไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ของแบคทีเรียด้วย นอกจากนี้ Terpenoids, Polyphenols และ Tannins ยังสามารถทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ของเชื้อแบคทีเรียได้ จึงทำให้เชื้อแบคทีเรียไม่สามารถเจริญเติบโต และมีจำนวนลดลง (Choudhry et al., 2013) ซึ่งการศึกษาส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการ ยังไม่มีข้อมูลที่ชัดเจนเกี่ยวกับการศึกษาผลของสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลำไส้ของไก่เนื้อ และต้องมีศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

ลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็กในไก่เนื้อ

จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดไม่ส่งผลต่อจำนวนของวิลลัส และเซลล์คริปท์ แต่ส่งผลความสูงและพื้นที่ของวิลลัสของลำไส้เล็กส่วนเจจูนัมลดลง สอดคล้องกับการศึกษาของ Viveros et al. (2011) ที่พบว่าการเสริมสารสกัดจากเมล็ดองุ่นในอาหารไก่เนื้อจะทำให้ความสูงของวิลลัสของลำไส้เล็กส่วนเจจูนัมลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม นอกจากนี้ Sehm et al. (2007) ได้ศึกษาการเสริมกากไวน์แดงในอาหารลูกสุกร และพบว่าการเสริมกากไวน์แดงจะทำให้วิลลัสของลำไส้เล็กส่วนเจจูนัมลดลง อาจเป็นสาเหตุมาจากสารประกอบฟีนอลิคที่มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย Stappenbeck et al. (2002) กล่าวว่าแบคทีเรียที่มีประโยชน์ในลำไส้จะช่วยกระตุ้นการ

สร้างหลอดเลือดและกระตุ้นการเจริญเติบโตของวิลไล ดังนั้นเมื่อปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่มีประโยชน์ลดลง จึงทำให้ความสูงของวิลไลและพื้นที่ลดลงตามไปด้วย (Baurhoo et al., 2007)

บทที่ 6
สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาชนิดของตัวทำละลาย และความเข้มข้นของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ด พบว่าการใช้น้ำกลั่น และเอทานอลเข้มข้น 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ได้สารสกัดหยาบมากที่สุด แต่เมื่อพิจารณาร่วมกับระยะเวลาในการระเหยแห้งตัวทำละลาย พบว่าการสกัดด้วยเอทานอลแอลกอฮอล์เข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ มีความเหมาะสมมากที่สุด

การเสริม TCE ในอาหารไก่เนื้อในทุกระดับจะไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต แต่สามารถลดค่าการสูญเสียน้ำจากการทำให้สุกของเนื้อสะโพก และลดการเกิดออกซิเดชันของไขมันในเนื้อได้ อีกทั้งยังมีแนวโน้มในการช่วยลดปริมาณเชื้อ *E. coli* ในไส้ติ่ง ดังนั้นการเสริม TCE ในระดับที่ 0.05 เปอร์เซ็นต์ ก็เพียงพอสำหรับการปรับปรุงคุณภาพเนื้อ และมีแนวโน้มที่จะสามารถลดปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* ในไส้ติ่งได้

บรรณานุกรม

กานดา เกตุมณี และณภัทร จันทวี. 2547. **ผลของการเสริมสมุนไพรบอระเพ็ดในอาหารไก่กระทง.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สถาบันราชภัฏเพชรบุรี.

กานต์ชนา พูนสุข. 2559. **การใช้โปรไบโอติคและประโยชน์ของการใช้โปรไบโอติกส์ในปศุสัตว์**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https,//www.swinethailand.com.

จักรี มีแก้ว, สมปอง สรวมศิริ, ทองเลียน บัวจูม และชานนท์ ศรีโรย. 2555. องค์ประกอบทางเคมีและจำนวนจุลินทรีย์ในเปลือกและเมล็ดลำไยหมัก. **แก่นเกษตร,** 40(2), 526-530.

จันทร์เพ็ญ วิวัฒน์. 2554. **โรคอุจจาระร่วงจากเชื้ออีโคไล (*E. coli*)**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/52/โรคอุจจาระร่วงจากเชื้ออีโคไล(Ecoli).

จำรัส เซ็นนิล. 2556. **บอระเพ็ด "ยาอายุวัฒนะ–ลดเบาหวาน-แก้ไข้"**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http,//www.jamrat.net/jamrathealth.aspx?blogid=926.

จุไรรัตน์ เกิดดอนแฝก. 2552. **สมุนไพรบำบัดเบาหวาน150 ชนิด**. ศูนย์บริการสาธารณสุขกรุงเทพฯ.

เจนจิต ฉายะจินดา. 2557. **โรคติดเชื้อระบบสืบพันธุ์น่ารู้: การติดเชื้อคลาไมเดีย**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.si.mahidol.ac.th/sidoctor/e-pl/articledetail.asp?id=1083.

ณัฏฐิกา ศิลาลาย. 2548. ฟลาโวนอยด์ในใบชา หน้าที่ การใช้ประโยชน์ และการวิเคราะห์. **วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม**, 2(1), 1-10.

ธันวา ไวยบท. 2555. ผลการเสริมสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดในอาหารเป็ดเนื้อต่อสมรรถนะการผลิตและคุณภาพซาก. **แก่นเกษตร40 ฉบับพิเศษ**, 2, 484-487.

นพมาศ สุนทรเจริญนนท์. 2544. **เภสัชวินิจฉัย ยาและผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ (พิมพ์ครั้งที่3)**. กรุงเทพฯ, แสงเทียนการพิมพ์.

ปริเยศ สิทธิสรวง. 2559. ผลของอาหารเสริมสมุนไพรต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของไก่กระทง. **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า**, 34(3), 117-125.

ปิยะณัฐ อมรชีวานันท์, คนึงนิจ พงศ์ถาวรกมล, วิชชุดา เจริญกิจการ และทวีศักดิ์ แทนวันดี. 2015. อาการไม่พึงประสงค์และอิทธิพลของอาการต่อคุณภาพชีวิตในผู้ป่วยโรคตับแข็ง. **Journal of Nursing Science**, 33(2), 19-28.

เพิ่มศักดิ์ ศิริวรรณ, บัวเรียม มณีวรรณ์ และเพ็ญแข วันไชยธนวงศ์. 2551. ผลของการเสริม

Lactobacillus reuteri ในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและการย่อยได้ของโภชนะในไก่เนื้อ. **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**, 46, 64-70.

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2557. **ม.อ.แยกสารในบอระเพ็ด พิสูจน์แล้วช่วยลดความดันโลหิต**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http,//www.psu.ac.th/th/node/4040.

เยาวมาลย์ ค้าเจริญ. 2556. การใช้สมุนไพรในอาหารสัตว์ไทยมุ่งสู่มาตรฐานอาเซียน. **แก่นเกษตร**, 41(4), 369-376.

วรการ ชิตานนท์, สุภาพร อิสริโยดม, ปราโมทย์ ศิริโรจน์, ปทุมพร ฉิมอเนก, วรรณา มาลาพันธุ์, บุษบา ยงสมิทธ์, ชนินทร์ ติรวัฒนาวานิช, วราภรณ์ หิรัญวงษ และปกรณ์ ตาลสุข. 2550. ผลของการเสริมโปรไบโอติกส์ต่อคุณลักษณะทางการเจริญเติบโต ส่วนประกอบของซาก ระดับโคเลสเตอรอลและไขมันรวมในไก่กระทง. **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**, 45, 51-58.

วรพล เองวานิช, อรวรรณชินราศรี, รังสรรค์ชีมุน, พนม แสนป้อง, สาวิตรีแสงนาม และลำปาง มะโนธรรม. 2545. ผลของบอระเพ็ดต่อประสิทธิภาพการผลิต อุณหภูมิร่างกาย อัตราการหายใจ โลหิตวิทยา และชีวเคมีโลหิตในไก่เนื้อ เมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน. **รายงานการประชุมวิชาการสมุนไพรไทยโอกาสและทางเลือกใหม่ของอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์**.

วันทณี หาญช้าง และอารีย์ คำจันทร์. 2015. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของ hesperidin ในตับอ่อนของหนูที่ถูกเหนี่ยวนำให้เป็นเบาหวานด้วยสาร streptozotocin. **นเรศวรวิจัย**. 12, 877-890.

วาทินี เสล่าษฎร. 2559. **การสกัด การตรวจสอบสารพฤกษเคมี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และต้านเชื้อแบคทีเรียของทุเรียนเทศ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยบูรพา.

สมศักดิ์ วรคามิน. 2554. **ปัญจขันธ์ สมุนไพรอมตะ เหมือนโสมแต่ดีกว่า.** กรุงเทพฯ: สามเจริญพาณิชย์.

สำนักงานข้อมูลสมุนไพร มหาวิทยาลัยมหิดล. ม.ป.ป. **บอระเพ็ด**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http,//www.medplant.mahidol.ac.th/herb_aids/data/fever/t_crispa.htm.

สุดารัตน์ หอมหวน. 2553. ฐานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http,//www.phargarden.com/main.php?action=viewpage&pid=64.

Abdullah, N. , Padang, H., Sirajuddin, A. and Kaharuddin, K. 2014. The Effect of Tinospora crispa (L) on Performance, Rectal Temperature, Pulse and Respiratory

Frequency of Local Sheep Kept in Different Type of House. **Journal of Biology, Agriculture and Healthcare**, 4(16), 117-121.

Abood, W. N., Fahmi, I., Abdulla, M. A and Ismail, S. 2014. Immunomodulatory effect of an isolated fraction from Tinospora crispa on intracellular expression of INF-**γ**, IL-6 and IL-8. **BMC complementary and alternative medicine**, 14(205), 1-12.

Abu, M. N., Samat, S., Kamarapani, N., Hussein, F. N., Ismail, W. I. W. and Hassan H. F. 2015. *Tinospora cordifolia* ameliorates insulin resistance induced by high fat diet in Wistar rats. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, 1-6.

Ahmad, W., Jantan, I. and Bukhari, S. N. A. 2016. Tinospora cordifolia (L.) Hook. F. & Thomson, A review of Its Ethnobotanical, Phytochemical, and Pharmacological Aspects. **Frontiers in Pharmacology,** 7(59), 1-19.

Amon, Z., Azman, K. F., Ismail, N. A., Shah, Z. M. and Arshad, M. S. M. 2011. An aqueous extract of Tinospora crispa possesses antioxidative properties and reduces atherosclerosis in hypercholesterolemic-induced rabbits. **Journal of Food Biochemistry**, 35, 1083-1098.

Arcueno, R. O., Retumban, J. L. B., Echano, J. E. and Guerrero, J. J. G. 2015. Wound healing potential of Tinospora Cordifolia (Willd.) Miers [Menispermaceae] stem on diabetic mice. **Journal of Medicinal Plants Studies**, 3(2), 106-109.

Barbut, S. 1993. Colour measurements for evaluating the pale soft exudative (PSE) occurrence in turkey meat. **Food Research International**, 26, 39-43.

Baurhoo, B., Phillip, L. and Ruiz-Feria, C. A. 2007. Effects of Purified Lignin and Mannan Oligosaccharides on Intestinal Integrity and Microbial Populations in the Ceca and Litter of Broiler Chickens. **Poultry Science**, 86, 1070–1078.

Bayer, R. C., Chawan, C. B., Bird, F. H. and Musgrave, S. D. 1975. Characteristics of the absorptive surface of the small intestine of the chicken from 1 day to 14 weeks of age. **Poultry Science**, 54, 155-169.

Bayer, R. C., Chawan, C. B., BIRD, F. H. and Musgrave, S. D. 1975. Characteristics of the

absorptive surface of the small intestines of chickens from 1 day to 14 weeks of age. **Poultry Science**, 54, 155-169.

Bertani, S., Bourdy, G., Landau, I., Robinson, J. C., Esterre, P. and Deharo, E. 2005. Evaluation of French Guiana traditional antimalarial remedies. **Journal of Ethnopharmacology**, 95, 45-54.

Bhanudas, K. S. and Gopal, P. K. 2016. Histological structure of pancreas in normal control, diabetic control and extract treated Albino rats. **International Journal of Life Sciences**, 4(1), 78-82.

Bhardwaj, U., Tiwary, B. K., Prasad, A. and Ganguly, S. 2011. Use of *Tinospora cordifolia* as poultry feed supplement. **An International Journal of Bio Medical and Life Science Research**, 1(1), 18-22.

Brashears, M. M., Jaroni, D. and Trimble, J. 2003. Isolation, selection, and characterization of lactic acid bacteria for a competitive exclusion product to reduce shedding of Escherichia coli O157,H7 in cattle. **Journal of Food Protection**, 66, 355-363.

Brenes A., Viveros, A, Goñi, I., Centeno, C., Calixto, F. S. and Arija, I. 2010. Effect of grape seed extract on growth performance, protein and polyphenol digestibilities, and antioxidant activity in chickens. **Spanish Journal of Agricultural Research**, 8(2), 326-333.

Cavin, A., Hostettmann, K., Dyatmyko, W. and Potterat, O. 1998. Antioxidant and lipophilic constituents of Tinospora crispa. **Planta Medica**, 64, 393-396.

Chen, Y. J., Son, K. S., Min, B. J., Cho, J. H., Kwon, O. S. and Kim, I. H. 2005. Effects of dietary probiotic on growth performance, nutrients digestibility, blood characteristics and fecal noxious gas content in growing pigs. **Journal of Animal Science**, 18, 1464–1468.

Chim-anage, P., Hirunvong, V., Sirirote, P., Malaphan, W., Yongsmith, B., Isariyodom, S., Tirawattanawanich, C., Chitanont, W. and Talsook, P. 2008. Effect of Feed Supplementation of Lactic Acid Bacteria on Microbial Changes in Boiler Intestine. **Kasetsart Journal (Natural Science)**, 42, 269-276.

Chittur, M. A. I. and Gunjan, M. 2012. Antimicrobial activity of *Tinospora crispa* root extracts. **International Journal of Research in Ayurveda and Pharmacy**, 3, 417–419.

Choudhry, N., Siddiqui, B. M., Azmat, S. and Khatoon, S. 2013. Tinospora cordifolia comparison of the effect, Ethnobotany, phytopharmacology, and phytochemistry aspects. **International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research,** 4, 891–9.

Dar, S.A., Rather, B. A., Wani, A. R. and Ganie, M. A. 2017. Resistance against Insect Pests by Plant Phenolics and their Derivative Compounds. **Chemical Science Review and Letters,** 6(23), 1941-1949.

Do, Q. D., Angkawijaya, A. E., Tran-Nguyen, P. L., Huynh, L. H., Soetaredjoc, F. E., Ismadjic S., Y. Ju. 2014. Effect of extraction solvent on total phenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of Limnophila aromatic. **Journal of Food and Drug Analysis**, 22(3), 296-302.

Dwivedi, S. K. and Enespa. 2016. *Tinospora cordifolia* with Reference to Biological and Microbial Properties. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, 5(6), 446-465.

Everett, K. D., Hornung, L. J. and Andersen, A. A. **1999.** Rapid detection of the Chlamydiaceae and other families in the order Chlamydiales: Three PCR Tests. **Journal of Clinical Microbiology**, 37, 575-580.

Froemming, G. 2011. Anti-proliperative and antioxidant effects of *Tinospora crispa* (Batawali). **Biomedical Research**, 22, 57–62.

Geyra, A., Uni, Z. and Sklan, D. 2001. The effect of fasting at different ages on growth and tissue dynamics in the small intestine of the young chick. **British Journal of Nutrition**, 86, 53-61.

Gorelick, F., Pandol, S. J. and Topazian, M. 2003. **Pancreatic physiology, pathophysiology, acute and chronic pancreatitis. Gastrointestinal Teaching**

Project, American Gastroenterological Association.

Gowda, S., Desai, P. B., Hull, V. V., Math, A. A. K., Vernekar, S. N. and Kulkarni, S. S. 2009. A review on laboratory liver function tests. **Pan African Medical Journal,** 1-11.

Gregory, N. G. 1998. **Animal welfare and Meat Science.** New York: CABI. Plublising**.**

Haminiuk, C. W., Plata-oviedo, M. S., De mattos, G., Carpes, S. T.and Branco, I. G. 2014. Extraction and quantification of phenolic acids and flavonols from Eugenia pyriformis using different solvents. **Journal of Food Science and Technology**, 51(10), 2862-6.

Hopkins, D. L., Hegarty, R. S., Walker, P. J. and Pethick, D. W. 2006. Relationship between animal age, intramuscular fat, cooking loss, pH, shear force and eating quality of aged meat from sheep. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, 46, 879–884.

Hossain, S., Khatum, T. and Hassan, M. 2013. In vitro antibacterial effect of Tinospora cordifolia extracts against some selective bacterial pathogens. **International Journal of Biosciences**, 3(7), 156-161.

Hout, S., Chea, A., Bun, S. S., Elias, R., Gasquet, M. and Timon-David, P. 2006. Screening of selected indigenous plants of Cambodia for antiplasmodial activity. **Journal of Ethnopharmacology**, 107, 12–18.

Imondi, A. R. and Bird, F. H. 1966. The turnover of intestinal epithelium in the chick. **Poultry Science**, 45, 142–147.

Imondi, A. R., Balis, M. E. and Lipkin, M. 1969. Changes in enzyme levels accompanying differentiation of intestinal epithelial cells. **Experimental Cell Research**, 58, 323-330.

Jeyachandran, R., Xavier, T. F. and Anand, S. P. 2003. Antibacterial Activity of Stem Extracts of Tinospora Cordifolia (Willd) Hook. F & Thomson. **Ancient Science of Life**, 23(1), 40–43.

Jones, M.E. 1980. Pyrimidine nucleotide biosynthesis in animals: Genes, enzymes, and regulation of UMP biosynthesis. **Annual Review of Biochemistry**, 49(1), 253–79.

Joshi, S. S., Ingle, P. B, Bhahwat, S. R., Pawar, M. M., Prajapati, K. B. and Kulkarni, R. C. 2015. Effect of dietary addition of ashwagandha (Withania somnifera) and guduchi (Tinospora cordifolia) powder on broiler performance. **Indian Journal of Animal Science**, 85(12), 1358-1361.

Kalem, I. K., Bhat, Z. F., Kumar, S. and Jayawardena, R. M. 2018. Preservative potential of *Tinospora cordifolia*, a novel natural ingredient for improved lipid oxidative stability and storage quality of chevon sausages. **Nutrition and Food Science**, 48(4), 605–620.

Kasote, D. M., Katyare, S. S., Hegde, M. V. and Bae, H. 2015. Significance of Antioxidant Potential of Plants and its Relevance to Therapeutic Applications. **International Journal of Biological Sciences**, 11(8), 982-991.

Klaver, F.A.M. and Van Der Meer, R. 1993. The Assumed Assimilation of Cholesterol by Lactobacilli and Bifidobacterium bifidum Is Due to Their Bile Salt-Deconjugating Activity. **Applied Environmental Microbiology**, 59, 1120-1124.

Kongsaktrakoon, B., Temsiririrkkul, R., Suvitayavat, W., Nakornchai, S. and Wongkrajang, Y. 1994. The antipyretic effect of Tinospora crispa Mier ex Hook.f. & Thoms. **Mahidol University Journal of Pharmaceutical Sciences**, 21(1), 1-6.

Kulkami, R. C., Mandal, A. B., Munj, C. P., Dan, A., Saxena, A. and Tyagi, P. K. 2011. Response of coloured broilers to dietary addition of geloi (*Tinospora cordifolia)* during extreme summer. **Indian Journal of Poultry Science**, 46(1), 70-74.

Latheef, S. K., Dhama, K., Samad, H. A., Wani, M. Y., Kumar, M. A., Palanivelu, M., Malik, Y. S., Singh, S.D. and Singh R. 2017. Immunodulatory and prophylactic efficacy of hearbal extracts against experimentally induced chicken inflactious anaemia in chick, assessing the viral load and cell mediated immunity **Indian Virological. Society**, 28(1), 115-120.

Li, S., Long, C., Liu, F., Lee, S., Guo, Q. and Li, R. 2006. Herbs for medicinal baths among the traditional Yao communities of China. **Journal of Ethnopharmacology**, 108,

59–67.

Longuefosse, J. L. and Nossin, E. 1996. Medical ethnobotany survey in Martinique. **Journal of Ethnopharmacology**, 53, 117–142.

Mamta and Jakhar, K. K. [b]. 2016. Protective Effect of *tinospora Cordifolia* on Clinical Manifestations of Experiment Colobacillosis in Broiler Chicken. **Haryana Veterinarian**, 55(2), 145-148.

Mamta and Jakhar, K. K.[a]. 2016. Studies on *In vitro* Antibacterial Activity of *Tinospora cordifolia* Stem Extract on *escherichia coli*. **Veterinary research international**, 4(2), 74-77.

Maneewan, B. and Yamauchi, K., 2004. Intestinal villus recovery in chickens refed semi-purified protein-, fat-, fibre-free pellet diets. Brit. **Poultry Science**, 45, 163-170.

Maness, N. 2010. Extraction and analysis of soluble carbohydrates. **Plant Stress Tolerance**, 639, 341-370.

Md, H. A. and Mohammad, S. 2011. Antimicrobial, cytotoxicity and antioxidant activity of *Tinospora crispa*. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Sciences**, 13, 1–4.

Mishra, P, Jamdar, P, Desai, S, Patel, D and Meshram, D. 2014. Phytochemical analysis and assessment of in vitro antibacterial activity of *Tinospora cordifolia*. **International Journal of Current Microbiology and Applied**, 3, 224–34.

Mohamed, E., Dharmana, E., Suwondo, A. and Ausofro, M. 2016. Effect of Tinospora cordifolia Extract on the Liver Histopathology of Balb/c Mice Infected with Salmonella typhimurium. **International Journal of PharmTech Research**, 9(4), 344-348.

Mosolov, V. V., Fedurkina, N. V., Valueva, T. A. and Sokolova, E. V. 1976. An alcohol-soluble trypsin inhibitor from beans. **Prikl Biokhim Mikrobiol**, 12(1), 37-44.

Najib Nik a Rahman, N., Furuta, T., Takane, K. and Ali Mohd, M. 1999. Antimalarial activity of extracts of Malaysian medicinal plants. **Journal of Ethnopharmacology**,

64, 249–254.

Niljan, J., Jaihan, U., Srichairatanakool, S., Uthaipibull, C. and Somsak, V. 2014. Antimalarial activity of stem extract of *Tinospora crispa* against plasmodium berghei infection in mice. **Journal of Health Research**, 28, 199–204.

Nimri, L. F., Meqdam, M. M. and Alkofalri, A. 1999. Antibacterial activity of Jordanian medicinal. **Plants Pharmaceutical Biology**, 37, 196–201.

Noor, H., Hammonds, P., Sutton, R. and Ashcroft, S. J. 1989. The hypoglycaemic and insulinotropic activity of Tinospora crispa: studies with human and rat islets and HIT-T15 B cells. **Diabetologia**, 32, 354–359.

Pachaiappan, R., Tamboli, E., Acharya, A., Su, C. H., Gopinath, S. C. B., Chen, Y. and Velusamy, P. 2018. Separation and identification of bioactive peptides from stem of *Tinospora cordifolia* (Willd.) Miers. **Plos One**, 13(3), 1-21.

Papuc, C., Goran, V. G., Predescu, C. N. and Nicorescu, V. 2016. Mechanisms of Oxidative Processes in Meat and Toxicity Induced by Postprandial Degradation Products. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 16, 96-123.

Pathak, A. K., Jain, D. C. and Sharma, R. P. 1995. Chemistry and biological activities of the genera Tinospora. **Pharmaceutical Biology**, 33, 277–287.

Pearson, A. M. and Duston, T. R. 1994. **Quality Attributes and their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products**. London, Chapman & Hall.

Pelicano, E. R. L., Souza, P. A., Souza, H. B. A., Figueiredo, D. F., Biago, M. M., Carvalho, S. R. and Bordon, V. F. 2005. Intestinal mucosa development in broiler chickens fed natural growth promoters. **Brazilian Journal of Poultry Science**, 7, 221–229.

Quisumbing, E. 1951. **Medicinal Plants of the Philippines**. Quezon City: Katha Publishing Co., Inc.

Rahmatullah, M., Azam, M. N. K., Rahman, M. M., Seraj, S., Mahal, M. J. and Mou, S. M. 2011. A survey of medicinal plants used by Garo and nonGaro traditional medicinal practitioners in two villages of Tangail district, Bangladesh. **American-**

Eurasian Journal of Sustainable Agriculture, 5, 350–357.

Roosita, K., Kusharto, C. M., Sekiyama, M., Fachrurozi, Y. and Ohtsuka, R. 2008. Medicinal plants used by the villagers of a Sundanese community in West Java, Indonesia. **Journal of Ethnopharmacology**, 115, 72–81.

Ruiz, J., Calvarro, J., Sánchez del Pulgar, J. and Roldán, M. 2013. Science and Technology for New Culinary Techniques. **Journal of Culinary Science and Technology**, 11(1), 66–79.

Rungruang, T. and Boonmars, T. 2009. In vivo antiparasitic activity of the Thai traditional medicine plant-*Tinospora crispa*-against *plasmodium Yoelii*. **The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health**, 40, 898.

Samuel, A. J. S. J., Kalusalingam, A., Chellappan, D. K., Gopinath, R., Radhamani, S., Husain H. A., Muruganandham, V. and Promwichit, P. 2010. Ethnomedical survey of plants used by the orang asli in kampong bawong, Perak, West Malaysia. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, 6(5).

Sehm, J., Lindermayer, H., Dummer, C., Treutter, D. and Pfaffl, M. W. 2007. The influence of polyphenol rich apple pomace or red-wine pomace diet on the gut morphology in weaning piglets. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, 91,289–296.

Sharma, R. K., Maini, S. and Raavikanth, K. 2007. Beneficial effects of Superliv DS and Xlivpro on growth promotion and carcass quality traits in broilers. **Veterinary World**, 1(12), 363-365.

Sharma, R., Amin, H., Shukla, V. J., Kartar, D., Galib, R. and Prajapati, P. K. 2013. Quality control evaluation of Guduchi Satva (solid aqueous extract of Tinospora cordifolia (Willd.) Miers), An herbal formulation. **International Journal of Green Pharmacy**, 7(3), 258-263.

Singh, P., Katiyar, D., Singh, B. and Srivatava, A. 2015. Antimicrobial activity of Tinospora Cordifolia extracts against urinary tract infections causing bacteria. **International**

Journal of Pharma and Bio Sciences, 6(3), 571-577.

Singh, S., Maan, N. S., Rana, V., Jyotsana, Tewatia, B. S. and Sheoran, N. 2018. Effect of dietary inclusion of Giloy (Tinospora cordifolia) stem powder on growth performance and metabolizability in broilers. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, 6(5), 36-40.

Stappenbeck, T. S., Hooper, L. V. and Gordon, J. I. 2002. Developmental regulation of intestinal angiogenesis by indigenous microbes via Paneth cells. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, 99, 15451–15455.

Steel, J. C., Torrie, J. H. and Dickey D. A. 1997. **Principles and Procedures of Statistics, A biometrical Approach (3nd Ed.)**. Mc Graw-Hill Book Co., New York.

Surai, P. F. 2013. Polyphenol compounds in the chicken/animal diet, from the past to the future. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, 98, 19-31.

Thakur, K. R., Padmadeo, S. R., Mishra, B. B. and Pranay, K. 2016. Study of ameliorating properties of Tinospora cordifolia on Diabetes and acute Pancreatitis in Alloxan treated Rats. **Der Pharmacia Lettre**, 8(18), 133-140.

Turk, D. E. 1982. The anatomy of the avian digestive tract as related to feed utilization. **Poultry Science**, 61(7), 1225-44.

Uni, Z. Noy, Y. and Sklan, D. 1999. Posthatch development of small intestinal function in the poult. **Poultry Science**, 78(2), 215-222.

Uni, Z., Ganot, S. and Sklan, D., 1998. Posthatch development of mucosal function in the broiler small intestine. **Poultry Science**, 77, 75–82.

Uni, Z., Geyra, A., Ben-Hur, H. and Sklan, D. 2000. Small intestinal development in the young chick: Crypt formation and enterocyte proliferation and migration. **British Journal of Nutrition**, 39, 544–551.

Viveros, A., Chamorro, S., Pizarro, M., Arija, I., Centeno, C. and Brenes, A. 2011. Effects of

dietary polyphenol-rich grape products on intestinal microflora and gut morphology in broiler chicks. **Poultry Science**, 90, 566–578.

Xiong, Y. L. 2000. Protein oxidation and implications for muscle foods quality. In Decker, E. A., Faustman, C. and Lopez-Bote C. J. **Antioxidant in muscle foods**, 85-111.

Yamauchi, K. 2007. Review of a histological intestinal approach to assessing the intestinal function in chickens and pigs. **Animal Science Journal**, 78(4), 356-370.

Yamauchi, K., Samanya, M., Seki, K., Ijiri, N. and Thongwittaya, N. 2006. Influence of dietary sesame meal level on histological alterations of the intestinal mucosa and growth performance of chickens. **The Journal of Applied Poultry Research**, 15, 266–273.

Yegani, M. and Korver, D. R. 2008. Factors affecting intestinal health in poultry. **Poultry Science**, 87, 2052–2063.

Yusoff, M., Hamid, H. and Houghton, P. 2014. Anticholinesterase inhibitory activity of quaternary alkaloids from Tinospora crispa. **Molecules**, 19, 1201–1211.

Zakaria, Z. A., Mat Jais, A. M., Henie, E. F. P., Zaiton, H., Somchit, M. N. and Sulaiman, M. R. 2006. The in vitro antibacterial activity of Tinospora crispa extracts. **International Journal of Biological Sciences**, 6, 398–401.

Zulkefli, H. N., Mohamad, J. and Abidin, N. Z. 2013. Antioxidant Activity of Methanol Extract of *Tinospora cordifolia* and *Tabernaemontana corymbosa*. **Sains Malaysiana**, 42(6), 697–706.

มหาวิทยาลัยแม่โจ้
MAEJO UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล ธนภัทร ศิริพงศทัต

เกิดเมื่อ 17 สิงหาคม 2536

ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2559 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ว. ทบ.)
คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี (อาหารสัตว์) มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ประวัติการทำงาน พ.ศ. 2561 ธนภัทร ศิริพงศทัต, บัวเรียม มณีวรรณ์, ทองเลียน บัวจูม และจุฬากร ปานะถึก. 2561. ผลของการเสริมสารสกัดหยาบจากบอระเพ็ดในอาหารไก่เนื้อต่อประสิทธิภาพการผลิต คุณภาพเนื้อ และปริมาณเชื้อแบคทีเรียเอสเชอริเชีย โคไล (อีโคไล) และเชื้อแบคทีเรียกลุ่มกรดแลคติกในไส้ติ่ง. การประชุมวิชาการสัตวศาสตร์แห่งชาติ ครั้งที่ 7: 74-81.

ค.ศ. 2018 Thanaphat Siriphongsathat, Buaream Maneewan, Tonglian Buwjoom and Julakorn Panatuk. 2018. Effect of Tinospora crispa crude extract for animal feed additive. The 2nd GCIC 46th National and 9th International Graduate Research Conference: 62.

30 December 2016 - 2 November 2017. Student of Student Exchange Program at Graduate School of Agriculture, Kagawa University, Kagawa, Japan.

1 May 2013 - 16 May 2013. Student of Student Exchange Program at Faculty of Animal Science, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia.