ผลของการเสริมกระเทียมผงเพื่อยับยั้งเชื้อซัลโมเนลลาและการประเมินค่าความคงตัว ของสารอัลลิซินในกระเทียมผงและอาหารไก่กระทง

Effect of Garlic Powder for Inhibiting *Salmonella* sp. and Evaluation of Allicin Stability in Garlic Powder and Broiler Feeds

ธัญญารัตน์ สมสู่

Thanyarat Somsu

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of

Master of Science in Animal Science

Prince of Songkla University

2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ผลของการเสริมกระเทียมผงเพื่อยับยั้งเชื้อซัลโมเนลลาและการประเมินค่าความคงตัวของสารอัลลิซินในกระเทียมผงและอาหารไก่กระทง

Effect of Garlic Powder for Inhibiting *Salmonella* sp. and Evaluation of Allicin Stability in Garlic Powder and Broiler Feeds

ธัญญารัตน์ สมสู่

Thanyarat Somsu

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of

Master of Science in Animal Science

Prince of Songkla University

2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลของการเสริมกระเทียมผงเพื่อยับยั้งเชื้อซัลโมเนลลาและการประเมินค่าความคงตัวของสารอัลลิซินในกระเทียมผงและอาหารไก่กระทง

ผู้เขียน นางสาวธัญญารัตน์ สมสู่

สาขาวิชา สัตวศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

....

(รองศาสตราจารย์ สุธา วัฒนสิทธิ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุปรียา ยืนยงสวัสดิ์)

....

(ดร.นายสัตวแพทย์ ศิริวัฒน์ วาสิกศิริ)

คณะกรรมการสอบ

....ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร. ดวงพร คันธโชติ)

....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. เกียรติศักดิ์ สร้อยสุวรรณ)

....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ สุธา วัฒนสิทธิ์)

....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุปรียา ยืนยงสวัสดิ์)

....กรรมการ

(ดร.นายสัตวแพทย์ ศิริวัฒน์ วาสิกศิริ)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์

....

(รองศาสตราจารย์ ดร. ธีระพล ศรีชนะ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ ....
(รองศาสตราจารย์ สุธา วัฒนสิทธิ์)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ ....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุปรียา ยืนยงสวัสดิ์)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ลงชื่อ ....
(ดร.นายสัตวแพทย์ ศิริวัฒน์ วาสิกศิริ)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ลงชื่อ ....
(นางสาวธัญญารัตน์ สมสู่)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ ....

(นางสาวธัญญารัตน์ สมสู่)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลของการเสริมกระเทียมผงเพื่อยับยั้งเชื้อซัลโมเนลลาและการประเมินค่าความคงตัวของสารอัลลิซินในกระเทียมผงและอาหารไก่กระทง

ผู้เขียน นางสาวธัญญารัตน์ สมสู่

สาขาวิชา สัตวศาสตร์

ปีการศึกษา 2559

บทคัดย่อ

กระเทียมเป็นพืชสมุนไพรที่สามารถหาได้ในท้องถิ่น โดยมีสารออกฤทธิ์สำคัญในการยับยั้งเชื้อจุลชีพ คือ อัลลิซิน และการใช้พืชสมุนไพรยังสามารถช่วยลดปัญหาการดื้อยาของเชื้อจุลชีพ การตกค้างของยาต้านจุลชีพและสารเคมีในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ปีกได้ วิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบปริมาณสารอัลลิซินในกระเทียมสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีน ทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อซัลโมเนลลาของสารอัลลิซิน และหาค่าความคงตัวของสารอัลลิซินในกระเทียมผงและอาหารไก่กระทงทั้งในรูปแบบผงและรูปแบบอัดเม็ด โดยแบ่งออกเป็น 3 การทดลอง

การทดลองที่ 1 การวิเคราะห์ปริมาณสารอัลลิซินในสารสกัดกระเทียมจากกระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีนด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) โดยการใช้กระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีน พบว่ากระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีนมีสารอัลลิซินดังนี้ 3.68 ± 0.06, 4.82 ± 0.02 และ 7.27 ± 0.05 มิลลิกรัมต่อกระเทียมผง 1 กรัมตามลำดับ

องค์ประกอบทางโภชนะของกระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีนทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีประมาณ พบว่ากระเทียมสายพันธุ์จีนมีค่าความชื้น (สภาพสด)และ ค่าไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก (ฐานวัตถุแห้ง)มากที่สุดเมื่อเทียบกับกระเทียมสายพันธุ์เชียงใหม่และศรีสะเกษที่ 33.44 ± 0.52 และ 63.39 ± 0.33 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในขณะที่กระเทียมผงสายพันธุ์เชียงใหม่ ในฐานวัตถุแห้งมีค่าความชื้น วัตถุแห้ง โปรตีนรวม เถ้า เยื่อใยรวมและไขมันรวมมากที่สุดเมื่อเทียบกับกระเทียมสายพันธุ์อื่นอยู่ที่ 9.25 ± 0.03, 90.75 ± 0.03, 26.86 ± 0.09, 5.03 ± 0.02, 6.43 ± 0.88, 1.09 ± 0.05 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

การทดลองที่ 2 การทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อซัลโมเนลลา (*Salmonella enterica* subspecies *enterica* serovar Typhimurium) ของสารสกัดกระเทียมบนอาหาร

เลี้ยงเชื้อ พบว่าค่าความเข้มข้นต่ำที่สุดที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อได้ของกระเทียมสายพันธุ์ศรีสะเกษ เชียงใหม่ จีนและยาโคลิสตินเท่ากับ 0.22, 0.20, 0.57 และ 0.32 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และค่าความเข้มข้นต่ำที่สุดที่สามารถทำลายเชื้อได้ของกระเทียมสายพันธุ์ศรีสะเกษ เชียงใหม่ จีน และยาโคลิสติน เท่ากับ 0.22, 0.39, 1.14 และ 0.63 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

การทดลองที่ 3 การทดสอบหาค่าความคงตัวของสารอัลลิซินในกระเทียมผงและอาหารไก่กระทง พบว่าสารอัลลิซินในกระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ เชียงใหม่และจีนค่อยๆ เพิ่มขึ้นได้ถึง 30 วันและลดลงในเวลาต่อมา รวมถึงอัตราการสลายตัวของสารอัลลิซินในกระเทียมผงสายพันธุ์จีนมีอัตราน้อยกว่ากระเทียมผงสายพันธุ์เชียงใหม่และศรีสะเกษ

การศึกษาเพื่อทดสอบการยอมรับอาหารที่ผสมกระเทียมในไก่กระทงสายพันธุ์รอส จำนวน 99 ตัว อายุ 1 วัน เลี้ยงโดยการให้น้ำและอาหารอย่างเต็มที่เป็นระยะเวลา 21 วัน โดยประเมินจากปริมาณอาหารที่กินได้ น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการแลกเนื้อและอัตราการตาย ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วยอาหาร 3 สูตร คือ อาหารที่ไม่เสริมกระเทียมผง (กลุ่มควบคุม) อาหารแบบผงและอัดเม็ดที่เสริมกระเทียมผง พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารอัดเม็ดมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มการทดลองอื่นและมีอัตราการแลกเนื้อลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มการทดลองอื่นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีปริมาณการกินอาหารและอัตราการตายมากกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มการทดลองอื่น ($P>0.05$)

สรุปผลการศึกษาครั้งนี้พบว่ากระเทียมสายพันธุ์จีนมีปริมาณสารอัลลิซินสูงที่สุดเมื่อเทียบกับกระเทียมสายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์ศรีสะเกษ รวมทั้งอัตราการสลายตัวของสารอัลลิซินในกระเทียมสายพันธุ์จีนมีอัตราการสลายตัวได้น้อยกว่าเมื่อเทียบกับกระเทียมสายพันธุ์อื่นๆ และในอาหารไก่เนื้อที่เสริมกระเทียมในรูปแบบผงจะพบปริมาณสารอัลลิซินมากกว่ารูปแบบอัดเม็ด และยังสามารถยับยั้งและทำลายเชื้อซัลโมเนลลาได้ ทั้งนี้จากผลการศึกษาพบว่ากระเทียมผงสามารถช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่กระทงได้

Thesis Effect of Garlic Powder for Inhibiting *Salmonella* sp. and Evaluation of Allicin Stability in Garlic Powder and Broiler Feeds

Author Miss Thanyarat Somsu

Major Program Animal Science

Academic Year 2016

ABSTRACT

Garlic is a medicinal herb that can be found in Thailand. Allicin, one of the active ingredient of freshly crushed garlic homogenatesm, had a wide range of antimicrobial activities. In the present, medicinal herbs helped to reduce antimicrobial resistance and residue in poultry meat and products. This research was conducted to compare allicin concentration of Sisaket, Chiangmai and Chinese garlic cultivars, tested about MIC and MBC of allicin to *Salmon*ella sp. (*in vitro*) and studied about allicin stability in garlic powder and broiler feeds (mash and pellet forms). The trial was divided to 3 experiments.

The first experiment aimed to compare allicin concentration of crude garlic extract from Sisaket, Chiangmai and Chinese garlic cultivars by HPLC. Sisaket, Chiangmai and Chinese crude garlic extract had contained allicin 3.68 ± 0.06, 4.82 ± 0.02 and 7.27 ± 0.05 milligrams per 1 gram of garlic powder, respectively. The nutritional compositions of Sisaket, Chiangmai and Chinese garlic cultivars was analyzed for proximate analysis. Chinese cultivar had the highest of moisture (fresh feed) and nitrogen free extract as-fed basis at 33.44 ± 0.52 and 63.39 ± 0.33 %, respectively. As dry matter basis, Chiangmai cultivar had the highest of dry matter, moisture, crude protein, ash, crude fiber and crude fat at 25 ± 0.03, 90.75 ± 0.03, 26.86 ± 0.09, 5.03 ± 0.02, 6.43 ± 0.88, 1.09 ± 0.05%, respectively.

In experiment 2 studied about MIC and MBC of Sisaket, Chiangmai, Chinese garlic cultivars and colistin to *Salmonella* sp. The MIC of Sisaket, Chiangmai, Chinese garlic cultivars and colistin were 0.22, 0.20, 0.57 and 0.32 milligrams per milliliter, respectively. The MBC of Sisaket, Chiangmai, Chinese garlic cultivars and colistin were 0.22, 0.39, 1.14 and 0.63 milligrams per milliliter, respectively.

The third experiment conducted to evaluate allicin stability of garlic powder and broiler feeds. Allicin of Sisaket, Chiangmai and Chinese cultivars were gradually increased about 30 days and declined later. Degradation rate of Chinese garlic powder was less than other cultivars. The allicin stability of broiler feeds could detect only 7 days and mash form more stable than pellet form of broiler feed.

This study was conducted to investigate the potential of garlic powder in feed palatability that detected from feed intake, body weight gain, FCR and mortality rate. A total of ninety nine 1-day-old Ross were used. Feed and water were offered *ad libitum* till the termination of the trial after 21 days. Broilers were randomly allotted into 3 dietary treatment group in a complete randomized design experiment. The 3 dietary treatment were control (no garlic addition), mash form (added garlic powder 5 MBC) and pellet form (added garlic powder 5 MBC). The results showed that feed intake, body weight gain and FCR were not significantly difference (P>0.05) between the dietary treatment. Feed intake and mortality rate trended to decrease in dietary with added garlic powder group (P>0.05) compared with control group.

The conclusion of this research indicated that Chinese garlic cultivar had the highest allicin when compared with Chiangmai and Sisaket garlic cultivars. The study of allicin stability revealed that degradation of Chinese garlic cultivar was less than other cultivars and mash form of feed, that added garlic powder, could detect allicin more than powder form of feed. *Salmonella* sp. was inhibited and killed by Chinese, Chinagmai and Sisaket garlic cultivars. Finally, From the obtained results, it could be recommended that garlic powder helped to improve growth performance; therefore garlic powder should be added to the diets of poultry.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รศ. สุธา วัฒนสิทธิ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร. สุปรียา ยืนยงสวัสดิ์ และ ดร.น.สพ. ศิริวัฒน์ วาสิกศิริ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ น.สพ. สุรพล ชลดำรงค์กุล และ ศาสตราจารย์ ดร. ดวงพร คันธโชติ กรรมการสอบโครงร่างวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ความกรุณาช่วยเหลือให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไขเพื่อให้การดำเนินงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ ศาสตราจารย์ ดร. ดวงพร คันธโชติ และรองศาสตราจารย์ เกียรติศักดิ์ สร้อยสุวรรณ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ความกรุณาช่วยเหลือให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไขเพื่อให้การดำเนินงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กิติญา วงษ์คำจันทร์ ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมการเกษตร ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและความอนุเคราะห์สถานที่ในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่หมวดการผลิตสัตว์ปีก หมวดอาหารสัตว์ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ ทุกท่านที่อำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำในการวิเคราะห์

ขอขอบคุณ คุณสุจิตร์ ชลดำรงค์กุล คุณทรงสุดา พรหมทอง คุณนัสวัล บุญวงศ์ คุณเกตวรรณ บุญเทพ คุณสุวรรณา ทองดอนคำ คุณณัฐฐา รัตนโกศล และนักศึกษาปริญญาโทที่มีส่วนในการช่วยเหลือและให้คำแนะนำในเรื่องงานทดลองและคำแนะนำต่างๆ ขอขอบคุณทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้ ซึ่งได้ให้ความช่วยเหลือติชม จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อไพรัตน์ และคุณแม่จุรีรัตน์ สมสู่ ที่ให้การสนับสนุนทุนการศึกษาและเป็นกำลังใจที่ดีที่สุดให้เสมอมา

คุณประโยชน์ใดๆ อันพึงเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบให้ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เพื่อใช้เป็นแหล่งศึกษาค้นคว้าและเป็นข้อมูลอ้างอิง รวมทั้งเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา และคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ข้าพเจ้าตลอดมา

ธัญญารัตน์ สมสู่

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(10)
รายการตาราง	(12)
รายการตารางภาคผนวก	(14)
รายการภาพ	(15)
รายการภาพภาคผนวก	(16)
บทที่	
1. บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
2. การตรวจเอกสาร	4
3. การทดลองที่ 1	27
บทนำ	27
วัตถุประสงค์	27
วัสดุและอุปกรณ์	28
วิธีการทดลอง	29
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	33
สรุปผลการทดลอง	39
4. การทดลองที่ 2	40
บทนำ	40
วัตถุประสงค์	40
วัสดุและอุปกรณ์	40

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
วิธีการทดลอง	42
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	44
สรุปผลการทดลอง	45
5. การทดลองที่ 3	46
บทนำ	46
วัตถุประสงค์	46
วัสดุและอุปกรณ์	46
วิธีการทดลอง	48
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	53
สรุปผลการทดลอง	59
6. บทสรุปและข้อเสนอแนะ	61
สรุป	61
ข้อเสนอแนะ	63
เอกสารอ้างอิง	65
ภาคผนวก	72
ก	72
ข	73
ค	74
ง	76
จ	77
ประวัติผู้เขียน	81

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สมบัติทางชีวเคมีที่สำคัญของเชื้อซัลโมเนลลา (*Salmonella* sp.)	4
2	โรคติดเชื้อซัลโมเนลลาที่สำคัญในไก่	11
3	เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ปริมาณผลผลิตและผลผลิตต่อเนื้อที่เพาะปลูกของกระเทียมในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2557-2558	17
4	ผลของกรรมวิธีการผลิตกระเทียมผงด้วยการผึ่งแดด และการอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆต่อปริมาณสารออกฤทธิ์อัลลิซินและความชื้น	21
5	ผลของการใช้สารอัลลิซินในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อซัลโมเนลลา	23
6	ผลของการใช้กระเทียมในรูปแบบต่างๆต่อสมรรถนะในการผลิตเนื้อไก่กระทง	25
7	องค์ประกอบทางโภชนะ(%บนฐานวัตถุแห้ง) ของกระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีน (mean ± S.D.)	35
8	ปริมาณต่อมน้ำมันของกระเทียมสายพันธุ์จีน สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์ศรีสะเกษ (mean ± S.D.)	36
9	ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอัลลิซินจากกระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีนด้วย HPLC (mean ± S.D.)	38
10	วิธีการทดสอบความไวของเชื้อด้วยวิธี broth macrodilution test	43
11	ค่า MIC และค่า MBC ของสารสกัดจากกระเทียมสายพันธุ์จีน สายพันธุ์เชียงใหม่ สายพันธุ์ศรีสะเกษและยาปฏิชีวนะโคลิสติน ต่อ *Salmonella* Typhimurium (TISTR 1469)	45
12	การวัดค่าความคงตัวของสารอัลลิซินในกระเทียมผง	48
13	ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์ (as-fed basis) และองค์ประกอบทางโภชนะในสูตรอาหารไก่กระทงชนิดผง	49

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
14	ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์ (as-fed basis) และองค์ประกอบทางโภชนะในสูตรอาหารไก่กระทงแบบอัดเม็ด	50
15	การวัดค่าความคงตัวของสารอัลลิซินในอาหารไก่กระทง	51
16	ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอัลลิซินในวันที่ 0, 15, 30, 45 และ 60 จากกระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีนด้วย HPLC (mean ± S.D.)	54
17	ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอัลลิซินในวันที่ 0, 15 และ 30 จากอาหารไก่กระทงด้วย HPLC (mean ± S.D.)	55
18	องค์ประกอบทางโภชนะ(%บนฐานวัตถุแห้ง) ของอาหารไก่กระทง (mean ± S.D.)	57
19	ผลการของการใช้กระเทียมผงผสมในอาหารไก่กระทง (mean ± S.D.)	58

รายการตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวก		หน้า
1	ราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ในการประกอบสูตรอาหารไก่กระทง	77
2	ข้อมูลสารแอลลิซินที่พบในกระเทียมผงสายพันธุ์จีน เชียงใหม่และศรีสะเกษ	78
3	ผลการทดสอบหาค่า MIC ของเชื้อ *Salmonella* Typhimurium ต่อสารสกัดกระเทียมสายพันธุ์จีน เชียงใหม่ ศรีสะเกษและโคลิสติน	78
4	ผลการทดสอบหาค่า MBC ของเชื้อ *Salmonella* Typhimurium ต่อสารสกัดกระเทียมสายพันธุ์จีน เชียงใหม่ ศรีสะเกษและโคลิสติน	78
5	สูตรอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงไก่กระทงอายุ 0-3 สัปดาห์	79
6	ปริมาณสารแอลลิซินที่พบในอาหารไก่กระทงในสูตรต่างๆ	80
7	ผลการของการใช้กระเทียมผงผสมในอาหารไก่กระทงต่อสมรรถนะในการเจริญเติบโตของไก่กระทง	80

รายการภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะของเชื้อซัลโมเนลลา	4
2	ระยะการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย	6
3	ลักษณะของกระเทียม	15
4	กระเทียมสายพันธุ์ศรีสะเกษ	15
5	กระเทียมสายพันธุ์เชียงใหม่	16
6	กระเทียมสายพันธุ์จีน	17
7	การเปลี่ยนแปลงของสารอัลลิซินภายในกระเทียม	18
8	ลักษณะทางกายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ของกระเทียมสายพันธุ์จีน สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์ศรีสะเกษ	37

รายการภาพประกอบภาคผนวก

ภาพภาคผนวกที่ **หน้า**

ภาพภาคผนวกที่		หน้า
1	กระเทียมหลังอบ 50 องศาเซลเซียส	72
2	เครื่องบดขนาดเล็กสำหรับเตรียมกระเทียมผง	72
3	กระเทียมผงจากเครื่องบด	72
4	ถุงฟอยด์ทึบแสงสำหรับเก็บกระเทียมผง	72
5	เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC)	73
6	การกรองตัวอย่างก่อนวิเคราะห์	73
7	ตัวพาแบบเคลื่อนที่ (mobile phase)	73
8	ขวดและถาดบรรจุตัวอย่างของเครื่อง HPLC	73
9	เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง	74
10	เครื่องเขย่าและให้ความร้อน	74
11	การเพิ่มจำนวนเชื้อในหลอดทดลอง	74
12	การแยกโคโลนีของเชื้อ *Salmonella* Typhimurium เป็นโคโลนีเดี่ยวๆ	74
13	การทดสอบหาค่า MIC (positive result)	75
14	การทดสอบหาค่า MIC (negative result)	75
15	การทดสอบหาค่า MBC (positive result)	75
16	การทดสอบหาค่า MBC (negative result)	75
17	อาหารผง	76
18	อาหารอัดเม็ด	76
19	เครื่องผสมอาหารแบบแนวนอน	76

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

อุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ปีกนับว่าเป็นอุตสาหกรรมที่มีการขยายตัวอย่างรวดเร็วและเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้แก่ประเทศไทยเป็นมูลค่าเพิ่มขึ้น 80,000 ล้านบาทของปีพ.ศ. 2557 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) แต่สืบเนื่องมาจากการระบาดของโรคไข้หวัดนกในประเทศไทยในพ.ศ. 2547 ทำให้การส่งออกเนื้อไก่แปรรูปและเนื้อไก่แช่แข็งต้องชะลอตัวลง ต่อมาเมื่อประเทศไทยแก้ไขปัญหาการระบาดของโรคไข้หวัดนกด้วยการจัดทำระบบคอมพาร์ทเมนต์ ทำให้การส่งออกเนื้อไก่แปรรูปและเนื้อไก่แช่แข็งไปสู่ตลาดโลกกลับเข้าสู่สภาวะปกติ โดยในช่วงปีพ.ศ. 2554-2558 ที่ผ่านมาการผลิตไก่กระทงของประเทศไทยมีอัตราการผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.13 ต่อปี การบริโภคเนื้อไก่เพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 8.12 ต่อปีและปริมาณการส่งออกเนื้อไก่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 5.29 ต่อปี โดยสัดส่วนในการส่งออกไปยังต่างประเทศ เป็นดังนี้ ญี่ปุ่น (ร้อยละ 50.70) สหภาพยุโรป (ร้อยละ 34.87) กลุ่มประเทศในอาเซียน (ร้อยละ 7.43) และกลุ่มประเทศอื่นๆ (ร้อยละ 7.00) (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558)

อย่างไรก็ตามอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ปีกของประเทศไทยต้องมีการปรับตัวในเรื่องคู่แข่งทางด้านการค้าที่เพิ่มขึ้นและปรับเปลี่ยนในส่วนกระบวนการผลิตที่จะต้องสอดคล้องกับมาตรการด้านความปลอดภัยของประเทศคู่ค้าทั้งในเรื่องของการใช้สารเคมีหรือยาต้านจุลชีพรวมถึงในเรื่องการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์โดยเฉพาะการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา (*Salmonella* sp.) โดยทางสหภาพยุโรปได้มีข้อกำหนดสำคัญเพื่อควบคุมมาตรฐานทางด้านการส่งออกผลิตภัณฑ์ดังข้อกำหนด 1) Reg.(EC) No.2160/2003 กำหนดให้การสุ่มตรวจเนื้อไก่สดที่วางจำหน่ายทั่วไปเพื่อการบริโภคต้องปลอดจากเชื้อซัลโมเนลลาในตัวอย่างปริมาณ 25 กรัม 2) Reg.(EC) No.1003/2005 กำหนดให้มีการตรวจเชื้อซัลโมเนลลาทั้ง 5 ชนิดในฝูงสัตว์ปีกพ่อแม่พันธุ์ (*Salmonella* Enteritidis, *Salmonella* Typhimurium, *Salmonella* Hadar, *Salmonella* Infantis, *Salmonella* Virchow) สามารถตรวจพบได้ชนิดละไม่เกินร้อยละ 1 ของจำนวนตัวอย่างที่สุ่มตรวจ และ 3) Reg.(EC) No. 1177/2006 กำหนดไม่ให้มีการใช้ยาต้านจุลชีพเพื่อยับยั้งเชื้อซัลโมเนลลายกเว้นในกรณีที่มีการใช้วัคซีนเชื้อเป็นในการป้องกันโรคต้องสามารถตรวจหาที่มาของเชื้อซัลโมเนลลานั้นๆได้

ปัจจุบันได้มีการศึกษาวิธีลดปัญหาการติดเชื้อซัลโมเนลลาในคนและสัตว์ โดยการใช้ยาต้านจุลชีพ (Kim *et al.*, 2012) แต่เนื่องจากเชื้อซัลโมเนลลามีความสามารถในการสร้างไบโอฟิล์ม (biofilm) เพื่อต่อต้านยาหรือสารเคมีที่มีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อได้ ส่งผลให้เกิดปัญหาการดื้อยาของเชื้อตามมา โดยได้มีรายงานการดื้อยาต้านจุลชีพของเชื้อซัลโมเนลลา ดังนี้ คลอแรมเฟนิคอล (chloramphenicol), เจนตามัยซิน (gentamicin) และ เตตราไซคลีน (tetracycline) ในอัตรา 32, 8.6 และ 68.8 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (พรเพ็ญ และคณะ, 2550; Todhanakasem *et al.*, 2010) ในเวลาต่อมาได้มีการทดลองใช้สารในกลุ่มอื่นๆเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อซัลโมเนลลา เช่น โปรไบโอติก, กรดอินทรีย์ (organic acid) เช่น กรดแลกติก (lactic acid), กรดอะซีติก (acetic acid) และพืชสมุนไพร(medicinal herbs) ได้แก่ พืชในกลุ่ม *Allium* sp. เช่น กระเทียมซึ่งเป็นพืชสมุนไพรที่มีสารออกฤทธิ์สำคัญในการยับยั้งเชื้อจุลชีพ คือ อัลลิซิน (allicin หรือ diallyl thiosulfinate) โดยมีผลในการยับยั้งการสร้างโปรตีน ดีเอ็นเอและอาร์เอ็นเอของเชื้อซัลโมเนลลาโดยตรง และการใช้พืชสมุนไพรยังสามารถช่วยลดปัญหาการดื้อยาของเชื้อจุลชีพ การตกค้างของยาต้านจุลชีพและสารเคมีในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ปีกได้อีกด้วย (Feldberg *et al.*, 1988; Ankri *et al.*, 1999; Belguith *et al.*, 2010; Todhanakasem *et al.*, 2010; Yabaya *et al.*, 2010; Hannan *et al.*, 2012) ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปริมาณสารอัลลิซินในกระเทียมสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีน และหาค่าความคงตัวของสารอัลลิซินในกระเทียมผงและอาหารไก่กระทงทั้งในรูปแบบผงและรูปแบบอัดเม็ดก่อนนำไปใช้ในการเลี้ยงสัตว์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อซัลโมเนลลาและช่วยเพิ่มสมรรถนะในการผลิตของไก่ให้ดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณสารอัลลิซินในกระเทียมสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีน

2. เพื่อศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อซัลโมเนลลาของสารสกัดจากกระเทียม

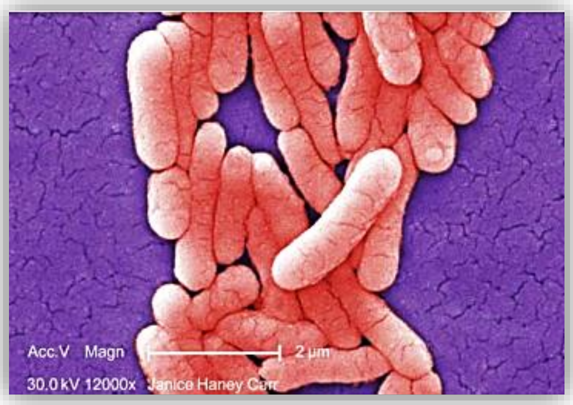
3. เพื่อศึกษาค่าความคงตัวของสารอัลลิซินในรูปกระเทียมผงและในอาหารไก่กระทงแบบผงและแบบอัดเม็ด

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

เชื้อซัลโมเนลลา (*Salmonella* sp.)

เชื้อซัลโมเนลลาจัดอยู่ในตระกูล Enterobacteriaceae เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปร่างแท่ง (rod shape) ขนาดประมาณ 0.7-1.5 ไมครอน ยาว 2-5 ไมครอน ดังภาพที่ 1 โดยซัลโมเนลลาเป็นแบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์ แต่สามารถเคลื่อนที่ได้โดยอาศัยแส้ที่อยู่รอบตัว (peritrichous flagella) ยกเว้น *Salmonella* Pullorum และ *Salmonella* Gallinarum ที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้เนื่องจากไม่มีแส้รอบๆตัว ทั้งนี้เชื้อซัลโมเนลลาสามารถเจริญเติบโตได้ทั้งสภาวะที่มีและไม่มีออกซิเจน (facultative anaerobes) (อรุณ และคณะ, 2547) โดยเชื้อซัลโมเนลลามีคุณสมบัติทางเคมี (ตารางที่ 1)



ภาพที่ 1 ลักษณะของเชื้อซัลโมเนลลา

ที่มา : Centers for Disease Control and Prevention (2013)

ตารางที่ 1. สมบัติทางชีวเคมีที่สำคัญของเชื้อซัลโมเนลลา (*Salmonella* sp.)

Biochemical test	Reactions
ortho-nitrophenyl-β-galactopyranoside test	negative
arginine dehydrolase test	negative
lysine decarboxylase test	positive
ornithine decarboxylase test	positive
citrate test	negative
hydrogen sulfide test	positive

Biochemical test	Reactions
urease test	negative
tryptophan deamination test	negative
indole test	negative
VP test	negative
gelatinase test	negative
glucose fermentation	positive
mannitol fermentation	positive
inositol fermentation	negative
sorbitol fermentation	positive
rhamnose fermentation	positive
sucrose fermentation	negative
melibiose fermentation	positive
amygdalin fermentation	negative
arabinose fermentation	positive

ที่มา : ดัดแปลงจาก Imen and Ridha (2012)

คุณสมบัติทางแอนติเจนของเชื้อซัลโมเนลลา

คุณสมบัติทางแอนติเจนของเชื้อซัลโมเนลลามีความสำคัญใช้ในการตรวจเพื่อแยกชนิดของเชื้อซัลโมเนลลา จำแนกได้เป็น 3 ประเภท คือ

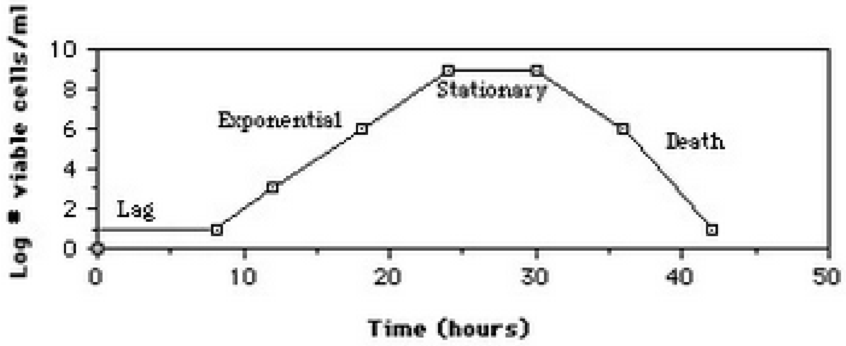
1) โซมาติกแอนติเจน (somatic antigen หรือ O antigen) คือ แอนติเจนที่ผิวเซลล์ของเชื้อซัลโมเนลลา มีสารประกอบชนิดไลโปโพลีแซคคาไรด์ (lipopolysaccharide) อยู่ด้านนอกของเยื่อหุ้มเซลล์และโปรตีนที่ทนต่อความร้อน (heat stable protein)

2) แฟลกเจลลาแอนติเจน (flagella antigen หรือ H antigen) คือ แอนติเจนที่แส้หรือหนวดของเชื้อซัลโมเนลลา ประกอบด้วยโปรตีนที่ไม่ทนความร้อน (heat labile protein)

3) แคปซูลาร์แอนติเจน (capsular antigen หรือ Vi antigen) คือ แอนติเจนที่เปลือกหุ้มเซลล์หรือแคปซูล พบได้ในเชื้อซัลโมเนลลาบางชนิดเท่านั้น ได้แก่ *Salmonella* Typhi, *Salmonella* Paratyphi C, *Salmonella* Dublin

การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย

Todar (2008) ได้อธิบายถึงลักษณะการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียแบ่งออกเป็น 4 ระยะ ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ระยะการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย
ที่มา : Todar (2008)

1) ระยะปรับตัว (lag phase) เป็นระยะที่เชื้อแบคทีเรียไม่มีการแบ่งตัวเพิ่มจำนวน แต่มีการเพิ่มขนาดของเซลล์และสังเคราะห์โปรโตพลาสซึม (protoplasm) ใหม่ ซึ่งระยะนี้เป็นระยะเพื่อการปรับตัวของเซลล์ในสภาพแวดล้อมใหม่ โดยในระยะนี้แบคทีเรียยังคงมีการเมตาบอลิซึมในเซลล์ (metabolism) แต่ไม่มีการแบ่งเซลล์

2) ระยะเพิ่มจำนวน (log phase หรือ exponential phase) เป็นระยะที่เซลล์มีการแบ่งตัวเพิ่มขึ้นแบบอนุกรมเรขาคณิตดังแสดงในภาพที่ 2 โดยจะเกิดภายใต้สภาวะที่เหมาะสมซึ่งจะพบว่าในระยะนี้แบคทีเรียจะมีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด

3) ระยะคงเดิม (stationary phase) เป็นระยะที่เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงอีกครั้ง หลังจากผ่านไปช่วงระยะเวลาหนึ่ง แบคทีเรียจะมีแนวโน้มที่จะหยุดการเจริญเติบโตมีสาเหตุจากสารอาหารลดน้อยลงและเกิดสารพิษในระหว่างการเจริญเติบโตของแบคทีเรียเอง

4) ระยะตาย (death phase) เป็นระยะที่เชื้อแบคทีเรียตาย เนื่องมาจากแบคทีเรียจะมีอัตราการตายเร็วกว่าการทำให้เกิดเซลล์ใหม่ โดยสภาวะที่สำคัญที่ทำให้แบคทีเรียตาย คือ สารอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของแบคทีเรียหมดและเกิดการสะสมสารพิษ จำนวนเซลล์มีชีวิตของแบคทีเรียจะลดลงแบบอนุกรมเรขาคณิตซึ่งมีทิศทางตรงข้ามกับช่วงระยะเพิ่มจำนวน (log phase หรือ exponential phase)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อซัลโมเนลลา

การเจริญเติบโตของเชื้อซัลโมเนลลานั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่

1) อุณหภูมิ (temperature) เชื้อซัลโมเนลลาสามารถเจริญได้ดีในอุณหภูมิร่างกายของคนหรือสัตว์ (mesophilic bacteria) โดยช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโต คือ 30-45 องศาเซลเซียส แต่เมื่ออุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมที่เชื้อซัลโมเนลลาอาศัยอยู่เพิ่มสูงขึ้น เชื้อจะเริ่มตายเนื่องจากความเสียหายของโครงสร้างเซลล์ที่เกิดขึ้นในส่วนที่เป็นไขมันของเยื่อหุ้มเซลล์ และโปรตีนของเซลล์โดยเฉพาะอย่างยิ่งเอนไซม์ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อซัลโมเนลลาส่งผลให้เยื่อหุ้มเซลล์รั่วและการสังเคราะห์โปรตีนหยุดชะงักลง ทำให้เซลล์ไม่สามารถรักษาสภาวะสมดุลที่เป็นสภาวะปกติไว้ได้และตายในที่สุด (Chung and Goepfert, 1970) โดยอุณหภูมิสูงสุดที่เชื้อสามารถเจริญเติบโตได้ คือ 49.5 องศาเซลเซียส (ICMSF, 1978)

2) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ต่ำที่สุดในสภาวะกรดที่เชื้อซัลโมเนลลาสามารถเจริญเติบโตได้ คือ 3.8 และสูงสุดที่ 9.5 แต่ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่เชื้อใช้ในการเจริญเติบโตด้วย ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของเชื้อซัลโมเนลลาอยู่ที่ 7-7.5

3) แอคติวิตี้ของน้ำ (water activity; a_w) คือ ปริมาณน้ำที่อยู่ในอาหารและเชื้อสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ ดังนั้นค่าปริมาณน้ำที่ใช้จึงมีค่าต่ำกว่าค่าความชื้นในอาหารเสมอ และน้ำในอาหารบางส่วนนั้นเชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถนำไปใช้ได้เนื่องจากน้ำส่วนนั้นได้จับตัวอยู่กับสารชนิดอื่น เช่น น้ำเกลือหรือน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นสูงๆ ทำให้น้ำส่วนใหญ่ไปจับตัวกับเกลือหรือน้ำตาล แบคทีเรียจึงไม่สามารถใช้ประโยชน์จากน้ำในส่วนนั้นๆได้ โดยปริมาณน้ำที่ใช้ในการเจริญเติบโตของเชื้อซัลโมเนลลาอยู่ที่ 0.99 - 1.00 (อรุณ และคณะ, 2547)

4) อากาศหรือออกซิเจน เนื่องจากเชื้อซัลโมเนลลาต้องใช้ออกซิเจนเป็นตัวรับอิเลคตรอนตัวสุดท้ายในกระบวนการถ่ายเทอิเลคตรอนเพื่อสร้างพลังงาน (ATP) และสามารถสร้างพลังงานได้จากกระบวนการหมัก (fermentation) แต่เนื่องจากประสิทธิภาพการหายใจแบบอาศัยออกซิเจนจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบไม่อาศัยออกซิเจน เชื้อซัลโมเนลลาจึงใช้การหายใจแบบอาศัยออกซิเจนในสภาวะที่มีออกซิเจนมากกว่าการหายใจแบบไม่อาศัยออกซิเจนเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีปริมาณออกซิเจนที่เพียงพอ

โรคติดเชื้อซัลโมเนลลาในไก่ (Salmonellosis in chickens)

เชื้อซัลโมเนลลาที่ก่อให้เกิดโรคในไก่ แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. เป็นเชื้อก่อโรคที่จำเพาะเจาะจงในไก่ โดยมีสาเหตุมาจาก 2 ซีโรไทป์ คือ *Salmonella* Pullorum, *Salmonella* Gallinarum

2. เป็นเชื้อที่ไม่จำเพาะเจาะจงต่อชนิดสัตว์ ได้แก่ *Salmonella* Typhimurium, *Salmonella* Enteritidis เป็นต้น โดยเชื้อในกลุ่มนี้สามารถก่อให้เกิดโรคได้ทั้งในคนและสัตว์

การแพร่กระจายของเชื้อซัลโมเนลลาในไก่ (transmission of *Salmonella* sp.)

1. การติดเชื้อในแนวดิ่ง (vertical transmission) เป็นการติดเชื้อโดยตรงซึ่งลูกไก่จะได้รับการถ่ายทอดเชื้อจากแม่พันธุ์ โดยพบว่าสามารถติดต่อได้ผ่านทางรังไข่ (ovarian transimission) ซึ่งเชื้อดังกล่าวได้ก่อโรคในระบบสืบพันธุ์แต่เนื่องจากระบบสืบพันธุ์ของไก่อยู่ร่วมกับระบบขับถ่าย จึงส่งผลให้ไข่เกิดการติดเชื้อ ดังนั้นลูกไก่จึงติดเชื้อได้ตั้งแต่ฟักออกมา

2. การติดเชื้อในแนวราบ (horizontal transmission) เป็นการติดเชื้อที่เกิดจากการเลี้ยงไก่รวมฝูงกันโดยเกิดได้จากสาเหตุ ดังนี้

2.1 จากการสัมผัสไก่ที่ป่วย เนื่องจากไก่มีลักษณะนิสัยชอบจิกก้นส่งผลให้ไก่ตัวที่ไม่ติดเชื้อซัลโมเนลลาสามารถติดเชื้อได้

2.2 ติดเชื้อขณะอยู่ในตู้ฟักและตู้กก โดยลูกไก่แรกเกิดสามารถติดเชื้อซัลโมเนลลาได้โดยผ่านทางการแพร่กระจายของเชื้อได้ในตู้ฟักที่ใช้ในการฟักไข่ร่วมกันกับไข่ที่มีการติดเชื้อซัลโมเนลลา

2.3 ไก่ที่ป่วยถ่ายเชื้อลงไปในอาหาร น้ำและสิ่งรองนอน เมื่อไก่ที่ไม่ติดเชื้อซัลโมเนลลาได้สัมผัสอาหาร น้ำหรือสิ่งรองนอนที่มีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาจะส่งผลให้ไก่ดังกล่าวติดเชื้อซัลโมเนลลา

2.4 จากสัตว์พาหะซึ่งเป็นตัวพาเชื้อซัลโมเนลลา เช่น นก (ดัดแปลงจาก จิโรจ, 2553; Davies and Wales, 2010; Edwards, 2010)

วิธีที่ใช้ในการกำจัดเชื้อซัลโมเนลลาในไก่

วิธีที่ใช้กำจัดเชื้อซัลโมเนลลาในอุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ปีกในปัจจุบันเพื่อลดปัญหาการเกิดโรคติดเชื้อที่เกิดจากซัลโมเนลลาในสัตว์ปีก ได้แก่

1. การใช้ยาต้านจุลชีพ ได้แก่ คลอแรมเฟนิคอล, เตตราไซคลีน เป็นต้น แต่เนื่องจากเชื้อซัลโมเนลลามีความสามารถในการสร้างไบโอฟิล์ม (biofilm) เพื่อช่วยในการยับยั้งการทำงานของยาต้านจุลชีพส่งผลทำให้เกิดปัญหาการดื้อยาต้านจุลชีพของซัลโมเนลลาตามมา

2. การใช้กรดอินทรีย์หรือเกลือของกรดอินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อซัลโมเนลลา ได้แก่แคลเซียมโปรปิโอเนต, โซเดียมโปรปิโอเนต และเกลือของแอมโมเนียม เป็นต้น โดยกรดจะผ่านผนังเซลล์ของเชื้อซัลโมเนลลาเข้าไปในสภาพที่ยังไม่แตกตัวแล้วจะมีการแตกตัวภายในเชื้อซัลโมเนลลาให้เป็นประจุบวก ส่งผลให้ภายในเซลล์ของเชื้อซัลโมเนลลามีสภาพเป็นกรด ซัลโมเนลลาต้องใช้พลังงานในการสร้างพลังงานในการปรับสมดุลความเป็นกรด-ด่างภายในเซลล์ ทำให้ไม่สามารถสร้างดีเอ็นเอและโปรตีนได้ เชื้อจึงไม่สามารถแบ่งตัวเพื่อเพิ่มจำนวนเชื้อได้ ซึ่งในสภาวะที่เป็นกรดรวมกับอุณหภูมิร่างกายของไก่ด้วยแล้วทำให้เชื้อซัลโมเนลลาถูกทำลายและไม่สามารถก่อโรคได้ โดยการใช้กรดอินทรีย์ชนิดที่ระเหยได้ง่ายจะสามารถแทรกผ่านไปในวัตถุดิบได้ดีและเกิดผลได้อย่างรวดเร็ว แต่ประสิทธิภาพในการควบคุมหรือทำลายเชื้อจะหมดไปอย่างรวดเร็วเช่นกัน ในขณะที่การใช้เกลือของกรดอินทรีย์จะคงสภาพในการทำลายเชื้อซัลโมเนลลาได้นานกว่า แต่การกระจายแทรกตัวในอาหารและประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อจะไม่ดีเท่ากรด

3. การทำวัคซีน โดยปัจจุบันวัคซีนที่มีการใช้ในประเทศไทยเป็นวัคซีนป้องกันโรคพาราไทฟอยด์มีทั้งชนิดเชื้อเป็นและเชื้อตาย ซึ่งโดยหลักการแล้วคาดว่าการใช้วัคซีนจะสามารถช่วยป้องกันโรคได้ดีกว่าการใช้ยาต้านจุลชีพเนื่องจากวัคซีนสามารถช่วยลดปัญหาการดื้อยาและสารตกค้างซึ่งเป็นผลของยาต้านจุลชีพได้ แต่จะมีปัญหาในเรื่องของการตรวจเลือดซึ่งจะให้ผลบวกเนื่องจากการตรวจเลือดหาเชื้อซัลโมเนลลาไม่สามารถแยกได้ว่าเป็นผลบวกของวัคซีนหรือจากการติดเชื้อซัลโมเนลลา

4. การใช้แบคเทอริโอฟาจ (bacteriophage) คือเชื้อไวรัสที่อาศัยอยู่กับเซลล์แบคทีเรียซึ่งเป็นโฮสต์เพื่อเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวน โดยพบว่าไลติคฟาจ (lytic phage) สามารถช่วยในการทำลายแบคทีเรียได้อย่างจำเพาะด้วยเอนไซม์ แต่เนื่องจากในเวลาต่อมาได้มีการคิดค้นการใช้ยาต้านจุลชีพที่สามารถออกฤทธิ์ได้กว้างมากขึ้นการใช้แบคเทอริโอฟาจในการยับยั้งเชื้อซัลโมเนลลาจึงลดน้อยลง

5. การใช้โปรไบโอติก (probiotics) หลังจากสัตว์ได้รับโปรไบโอติกเข้าไปจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์จะสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนในลำไส้ได้โดยมีผลในการแย่งที่ในการเกาะผนังลำไส้ทำให้เชื้อแบคทีเรียก่อโรคไม่สามารถเกาะติดกับผนังลำไส้และก่อโรคได้ และจะแย่งใช้สารอาหารของเชื้อก่อโรคและเพิ่มจำนวนของโปรไบโอติกให้มากขึ้น รวมทั้งกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นโปรไบโอติกยังสามารถหลั่งสารออกมายับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อก่อโรคได้ แต่ทั้งนี้การ

ใช้โปรไบโอติกจะมีข้อจำกัดในเรื่องของสายพันธุ์เชื้อที่เลือกใช้ต้องมีคุณสมบัติที่ทนต่อสภาพในระบบทางเดินอาหารของสัตว์ และการให้โปรไบโอติก ด้วยการผสมกับน้ำที่มีคลอรีนจะมีผลทำให้เชื้อจุลชีพตายได้ ทำให้การใช้โปรไบโอติกไม่ได้ผล และสัตว์ที่กำลังหย่านมหรือมีอายุน้อย มีสุขภาพที่ดีจะตอบสนองต่อการใช้โปรไบโอติกได้ดีกว่าสัตว์ที่มีอายุมากและสัตว์ที่กำลังป่วย

6. การใช้พืชสมุนไพร (medicinal herbs) ในกลุ่ม *Allium* sp. ได้แก่ หัวหอม (*Allium cepa*), กระเทียม (*Allium sativum*) โดยปัจจุบันมีการใช้พืชสมุนไพรเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อซัลโมเนลลา เนื่องจากพืชสมุนไพรมีคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของสัตว์อย่างมาก เช่น ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันของสัตว์ รวมถึงความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้อีกด้วย และการใช้พืชสมุนไพรยังช่วยลดปัญหาในเรื่องของการตกค้างของสารปฏิชีวนะในเนื้อสัตว์อีกด้วย (ดัดแปลงจาก จิโรจ, 2553; นิตยา และคณะ, 2553; วรรณพร, 2557; Garland, 2003; Todhanakasem *et al*., 2010)

โรคสำคัญที่เกิดจากเชื้อซัลโมเนลลาในไก่ ประกอบด้วย 3 โรคหลัก (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 โรคติดเชื้อซัลโมเนลลาที่สำคัญในไก่

โรค	สาเหตุ	การแพร่เชื้อ	อาการ	รอยโรค
โรคขี้ขาว (pullorum disease, bacillary white diarrhea)	*Salmonella* Pullorum	เกิดได้ 3 ทาง ดังนี้ 1.การแพร่เชื้อผ่านทางไข่ 2.การแพร่เชื้อไปกับสิ่งขับถ่าย ทำให้มีเชื้อปนเปื้อนไปกับน้ำ อาหารและสิ่งแวดล้อม 3.การแพร่เชื้อเนื่องจากจิกกันของไก่ในฝูง	ไก่ใหญ่จะไม่แสดงอาการที่ชัดเจน แต่ในลูกไก่ที่ฟักออกมาจะอ่อนแอ และตาย โดยอัตราการตายจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และเพิ่มขึ้นในวันที่ 4-5 พบว่าไก่จะตายมากในช่วง 2-3 สัปดาห์ โดยไก่จะแสดงอาการอ่อนเพลีย ยืนหลับ ไม่กินอาหาร ท้องเสีย และมีมูลสีขาวติดที่ก้น	พบกล้ามเนื้อหัวใจมีก้อนกลมนูน และกล้ามเนื้อหัวใจอักเสบ เยื่อหุ้มหัวใจอักเสบ รังไข่ ท่อนำไข่และอัณฑะผิดปกติ โดยพบว่ารังไข่มีสภาพเลือดออก ฝ่อหรือสีเปลี่ยนไป และอาจพบการอัดแน่นของไข่ในท่อนำไข่ได้
โรคไทฟอยด์ (fowl typhoid)	*Salmonella* Gallinarum	เกิดได้ 3 ทาง ดังนี้ 1.การแพร่เชื้อผ่านทางไข่ 2.การแพร่เชื้อไปกับสิ่งขับถ่าย ทำให้มีเชื้อปนเปื้อนไปกับน้ำ อาหารและสิ่งแวดล้อม 3.การแพร่เชื้อเนื่องจากจิกกันของไก่ในฝูง	ไก่ที่อายุน้อยกว่า 1 เดือนจะมีลักษณะอาการที่คล้ายกับโรคขี้ขาว ในไก่รุ่นและไก่ใหญ่จะพบการระบาดของโรคแบบเฉียบพลัน โดยไม่มีประวัติการติดโรคมาก่อน อาการที่เจอได้แก่ หน้าซีด หงอนเหี่ยว ท้องเสีย	ลูกไก่มีอาการคล้ายกับโรคขี้ขาว ส่วนในไก่ใหญ่รอยโรคที่พบได้แก่ ซากไก่ที่ตายมีสภาพซีดและเลือดจาง ตับโตและมีน้ำดีคั่ง ตับมีสีเหลือง พบเนื้อตายร่วมด้วย ในแบบเรื้อรังจะพบความผิดปกติของอวัยวะสืบพันธุ์ ได้แก่ รังไข่อักเสบ

โรค	สาเหตุ	การแพร่เชื้อ	อาการ	รอยโรค
โรคพาราไทฟอยด์ (parathyphoid infection)	*Salmonella* Enteritidis, *Salmonella* Typhimurium, *Salmonella* Hadar, *Salmonella* Infantis	1.จากไก่ที่เป็นพาหะของโรค 2.เชื้อปนเปื้อนมาจากน้ำและอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงไก่ 3.มาจากมูลไก่ที่มีเชื้อและติดที่เปลือกไข่ โดยเชื้อเจาะผ่านเข้ารูของเปลือกไข่เข้าไปได้ ทำให้ลูกไก่บางตัวติดเชื้อเมื่อฟักออกมา 4.การติดเชื้อที่รังไข่ทำให้มีการแพร่เชื้อผ่านไข่ 5.สัตว์พาหะต่างๆ เช่น คน สัตว์เลื้อยคลาน ไก่ แมลง หนู เป็นต้น	พบเฉพาะในไก่ที่มีอายุน้อยกว่า 7 สัปดาห์ ได้แก่ ยืนหลับ ท้องเสีย ร่างกายมีสภาพขาดน้ำ ก้นแฉะ ปีกตก ตัวสั่น สุมกัน มีอัตราการป่วยและอัตราการตายที่สูง	ไก่ตายอย่างรวดเร็วภายหลังภาวะเลือดเป็นพิษ จึงมักไม่พบรอยโรคใดๆหรืออาจพบจุดเลือดออกเล็กๆอยู่บ้าง ไก่มีสภาพร่างกายขาดน้ำ ลำไส้อักเสบอย่างชัดเจน พบจุดเนื้อตายที่เยื่อเมือกของลำไส้เล็กและที่ตับ อาจพบไข่แดงไม่ดูดซึมในลูกไก่ ส่วนในไก่ที่รอดตายเมื่อนำมาผ่าซากจะพบแผ่นสีขาวนูน (raised plaque) ที่เยื่อเมือกของลำไส้ และพบการอักเสบของผนังลำไส้

ที่มา : จิโรจ (2553)

สมุนไพร

สมุนไพร ตามความหมายในพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 หมายถึง พืชที่ใช้ทำเครื่องยา ซึ่งหาได้ตามพื้นเมืองมิใช่เครื่องเทศ แต่ในความหมายของตามพระราชบัญญัติยามีความหมายตรงกับคำว่า crude drugs หมายถึง ยาที่ได้จากพืช สัตว์ หรือแร่ธาตุ ที่ยังไม่ได้ผสม ปรุง หรือ แปรสภาพ (พระราชบัญญัติยา, 2510)

สารประกอบทางเคมีของพืชสมุนไพร

สารสำคัญที่มีอยู่ในธรรมชาติในพืชสมุนไพรนั้นสามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

1. สารประกอบปฐมภูมิ (primary metabolite) เป็นสารประกอบที่พบในพืชชั้นสูงทั่วไป โดยสามารถพบได้ในพืชทุกชนิด เป็นผลิตผลที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) เช่น กรดอะมิโน กรดไขมัน นิวคลีโอไทด์ น้ำตาล เป็นต้น ซึ่งสารในกลุ่มดังกล่าวเป็นสารตั้งต้นที่สำคัญในการผลิตสารประกอบทุติยภูมิหรือผลิตภัณฑ์ธรรมชาติต่อไป

2. สารประกอบทุติยภูมิ (secondary metabolite) เป็นสารประกอบที่มีลักษณะค่อนข้างพิเศษ พบได้แตกต่างกันในพืชแต่ละชนิด โดยอาจเกิดจากกระบวนการชีวสังเคราะห์ (biosynthesis) ที่มีเอนไซม์เข้าร่วม ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วสารในกลุ่มนี้จะมีสรรพคุณทางยา แต่ไม่ได้แน่นอนเสมอไป และสารประกอบในพืชสมุนไพรกลุ่มนี้ที่สำคัญ ได้แก่

2.1 อัลคาลอยด์ (alkaloid) เป็นสารอินทรีย์ที่มีลักษณะเป็นด่างและมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ มีรสขม ไม่ละลายน้ำ แต่สามารถละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ (organic solvent) และเป็นสารที่พบได้มากในพืชสมุนไพร แต่ปริมาณสารจะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับฤดูกาล

2.2 ไกลโคไซด์ (glycoside) เป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นน้ำตาล และส่วนที่ไม่ใช่น้ำตาลที่เรียกว่า aglycone หรือ genin ซึ่งในส่วนที่เป็นน้ำตาลนั้นส่งผลให้ละลายได้ดีในน้ำ ส่วน aglycone เป็นสารอินทรีย์ซึ่งส่งผลให้สูตรโครงสร้างและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของพืชหลายชนิดแตกต่างกันออกไป แบ่งไกลโคไซด์ได้เป็นหลายประเภท ดังนี้

2.2.1 cardiac glycoside เป็นสารที่มีผลต่อระบบกล้ามเนื้อหัวใจและรับการไหลเวียนเลือด เช่น สารจากใบยี่โถ

2.2.2 anthraquinone glycoside มีฤทธิ์เป็นยาระบาย ยาฆ่าเชื้อและสีย้อม ได้แก่สารในใบชุมเห็ดเทศ ใบขี้เหล็ก ใบมะขามแขก เป็นต้น

2.2.3 saponin glycoside สารในกลุ่มนี้เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำจะได้ฟองคล้ายสบู่ มักใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตยาประเภทสเตียรอยด์ เช่น ผลมะคำดีควาย

2.3 น้ำมันหอมระเหย (essential oil) เป็นสารที่มีลักษณะเป็นน้ำมันที่ได้จากการกลั่นด้วยไอน้ำ มีกลิ่นและรสเฉพาะตัว ระเหยได้ง่ายในอุณหภูมิปกติ มีน้ำหนักเบากว่าน้ำ มักมีคุณสมบัติทางเภสัชวิทยาด้านการขับลมและฆ่าเชื้อโรค พบได้ในพืชสมุนไพร เช่น กระเทียม ขิง ข่า ตะไคร้ เป็นต้น

2.4 แทนนิน (tannin) เป็นสารที่พบได้ทั่วไป มีรสฝาด มีฤทธิ์เป็นกรดอ่อนและสามารถตกตะกอนโปรตีนได้ มีคุณสมบัติทางเภสัชวิทยาในด้านการสมานและทำลายแแบคทีเรีย พบได้ในพืชสมุนไพร เช่น ใบฝรั่ง กล้วยน้ำว้าดิบ เป็นต้น

ประวัติความเป็นมาของกระเทียม

กระเทียม (garlic) เป็นพืชล้มลุกประเภทผักที่เป็นทั้งสมุนไพรและเครื่องเทศ โดยจากหลักฐานการค้นคว้าพบว่ามนุษย์รู้จักปลูกและใช้กระเทียมในการประกอบอาหารมานานกว่า 5,000 ปี ซึ่งมีถิ่นกำเนิดทางตอนใต้ของทวีปยุโรปถึงตอนกลางของทวีปเอเชีย และต่อมาได้แพร่กระจายไปยังส่วนต่างๆของโลก และจากหลักฐานทางประวัติศาสตร์พบว่าชาวอียิปต์ให้ทาสรับประทานกระเทียมเป็นประจำทุกวัน เพื่อให้มีพลังงานในการสร้างปิรามิดเช่นเดียวกับชาวโรมันและชาวบุลกาเรียที่เชื่อว่าการเคี้ยวกระเทียมเป็นประจำจะช่วยบำรุงกำลังทำให้ร่างกายแข็งแรงและอายุยืนถึง 100 ปี สำหรับการนำกระเทียมเข้ามาปลูกในไทยเป็นครั้งแรกนั้นไม่มีรายงานการยืนยันที่แน่ชัด แต่มีผู้สันนิษฐานว่าถูกนำเข้ามาโดยชาวจีนในสมัยสุโขทัยหรือชาวเปอร์เซียที่เข้ามาค้าขายในสมัยกรุงศรีอยุธยา โดยการปลูกในช่วงแรกๆจะเป็นการปลูกแบบพืชสวนครัวเฉพาะในพื้นที่จังหวัดราชบุรีและแถบชานเมืองกรุงเทพมหานครเท่านั้น (กรองทอง, 2526; สมพร, 2542 อ้างโดย อุไร, 2545)

กระเทียมและลักษณะทั่วไปของกระเทียม

กระเทียม มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ คือ *Allium sativum* อยู่ในวงศ์ Alliaceae มีลักษณะเป็นพืชล้มลุกที่มีอายุยืน หัวอยู่ใต้ดิน แต่ละหัวประกอบด้วยกลีบเรียงซ้อนกันประมาณ 4-15 กลีบ หยั่งรากลึกประมาณ 16 นิ้ว แผ่ออกกว้างประมาณ 10 นิ้ว ลำต้นมีลักษณะแข็งสีขาว ใบมีลักษณะยาวแบน ปลายใบแหลมและแคบ (ภาพที่ 3) สามารถพบได้ทั่วไปและมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย อีกทั้งกระเทียมยังเป็นพืชสมุนไพรที่คุณสมบัติทางยาที่สำคัญ คือ ฤทธิ์ในการต้านจุลชีพ ได้แก่ เชื้อรา เช่น *Candida albicans* โปรโตซัว เช่น *Giardia lamblia* แบคทีเรีย เช่น *Escherichia coli*, *Salmonella* Typhimurium และเชื้อไวรัส (Ankri *et al*., 1999)

ภาพที่ 3 ลักษณะของกระเทียม
ที่มา : นิรนาม (2556)

การจำแนกประเภทของกระเทียม

ชนิดของกระเทียมแบ่งตามอายุการเก็บเกี่ยว ดังนี้

1. กระเทียมสายพันธุ์เบา เป็นกระเทียมชนิดที่มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น โดยมีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 75 วัน ได้แก่ กระเทียมสายพันธุ์ศรีสะเกษ ซึ่งมีลักษณะทั่วไป คือ มีหัวกระเทียมขนาดเล็ก เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 เซนติเมตร เปลือกหัวมีสีขาวอมเหลือง สีขาวอมชมพู หรือสีขาวอมม่วง เปลือกหุ้มกลีบหนาและแข็ง ปลายกลีบยาวเรียวแหลม เนื้อแน่น แข็ง รสฉุนจัด ใน 1 หัวประกอบไปด้วยกลีบกระเทียม 11-13 กลีบ ส่วนใบมีลักษณะห่าง แทงออกสลับ 2 ข้าง มีลักษณะคล้ายพัดและเมื่อแก่ใบจะหักล้ม (ภาพที่ 4) โดยกระเทียมสายพันธุ์ศรีสะเกษมีผลผลิตเฉลี่ย 53.3-60.0 กิโลกรัมต่อไร่ต่อวัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2544; อุไร, 2545)

ภาพที่ 4 กระเทียมสายพันธุ์ศรีสะเกษ

2. กระเทียมสายพันธุ์กลาง เป็นกระเทียมที่มีอายุการเก็บเกี่ยวอยู่ที่ประมาณ 100-120 วัน ได้แก่ กระเทียมสายพันธุ์เชียงใหม่ กระเทียมสายพันธุ์บางช้าง ซึ่งมีลักษณะทั่วไป คือ มีหัว

กระเทียมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.12 เซนติเมตร มีขนาดใหญ่กว่าพันธุ์เบา กลีบกระเทียมเรียงซ้อนกันประมาณ 2-3 ชั้น กลีบชั้นนอกใหญ่กว่ากลีบชั้นใน และให้กลีบประมาณ 9-15 กลีบต่อกระเทียม 1 หัว แต่ละกลีบมีลักษณะเป็นเหลี่ยม และโค้งงอ เปลือกหัวมีสีชมพูอ่อนถึงเข้ม สีม่วงปนแดงหรือสีชมพูอ่อน เปลือกหุ้มกลีบสั้น มีเนื้อที่แน่น กลิ่นฉุนปานกลาง ส่วนใบมีลักษณะอวบใหญ่แบนกว้าง แต่เตี้ยกว่าพันธ์เบา ใบแทงออกเวียนเป็นวงกลมและเมื่อแก่ใบจะไม่ล้ม (ภาพที่ 5) โดยกระเทียมสายพันธุ์เชียงใหม่มีผลผลิตเฉลี่ย 16.7-29.2 กิโลกรัมต่อไร่ต่อวัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2544; อุไร, 2545)

ภาพที่ 5 กระเทียมสายพันธุ์เชียงใหม่

3. กระเทียมสายพันธุ์หนัก เป็นกระเทียมที่มีอายุการเก็บเกี่ยวอยู่ที่ประมาณ 150 วัน หรือมากกว่า แต่ถ้าปลูกในที่ที่อากาศเย็นไม่มากจะแก่เมื่ออายุประมาณ 135 วัน โดยส่วนใหญ่เป็นกระเทียมที่มาจากต่างประเทศ ได้แก่ กระเทียมสายพันธุ์จีน ซึ่งมีลักษณะทั่วไป คือ หัวกระเทียมมีขนาดใหญ่กว่าสายพันธุ์กลาง เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4.3 เซนติเมตร เปลือกหุ้มสีขาวหรือสีขาวปนม่วง กลีบมีลักษณะอ้วนใหญ่ ค่อนข้างกลม การเรียงตัวของกลีบไม่เป็นระเบียบ ขนาดของกลีบจะไม่สม่ำเสมอ กลิ่นฉุนปานกลาง ส่วนใบมีลักษณะอวบใหญ่ และหนากว่าทุกสายพันธุ์ (ภาพที่ 6) โดยกระเทียมสายพันธุ์จีนมีผลผลิตเฉลี่ย 26.6 กิโลกรัมต่อไร่ต่อวัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2544; อุไร, 2545)

ภาพที่ 6 กระเทียมสายพันธุ์จีน

แหล่งเพาะปลูกที่สำคัญของกระเทียมในประเทศไทย

ในประเทศไทยมีแหล่งผลิตกระเทียมที่สำคัญอยู่ที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จังหวัดนครพนม ศรีสะเกษ ชัยภูมิ ในภาคกลาง ได้แก่ จังหวัดลพบุรีและภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน พะเยา ลำปาง ตาก ลำพูน เชียงราย เพชรบูรณ์ น่าน แพร่และอุตรดิตถ์ โดยในพื้นที่ที่มีการปลูกกระเทียมที่มากที่สุดของประเทศไทยอยู่ที่จังหวัดเชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน พะเยา ลำปาง ตากและลำพูน ซึ่งเนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ปริมาณผลผลิตและผลผลิตต่อเนื้อที่เพาะปลูกของกระเทียมในประเทศไทยดังแสดงในตารางที่ 3 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558)

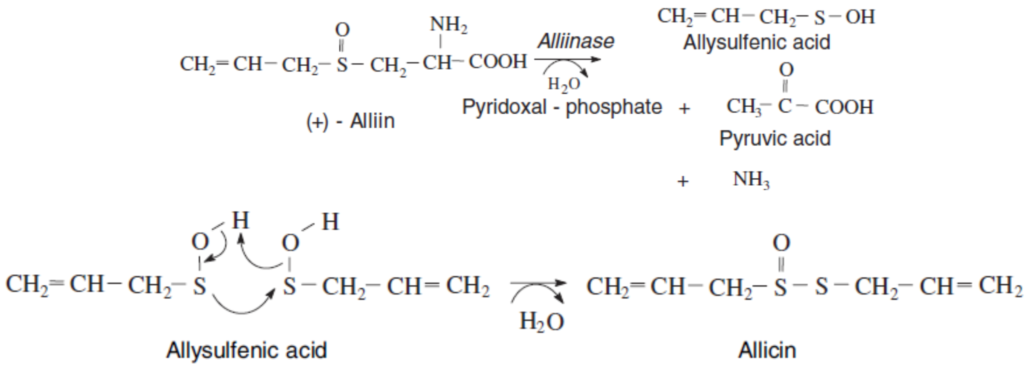
ตารางที่ 3 เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ปริมาณผลผลิตและผลผลิตต่อเนื้อที่เพาะปลูกของกระเทียมในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2557-2558

พื้นที่	เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่)		เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่)		ผลผลิต (ตัน)		ผลผลิตต่อเนื้อที่ปลูก (กิโลกรัม)	
	2557	2558	2557	2558	2557	2558	2557	2558
ทั้งประเทศ	79,719	71,706	79,146	71,538	72,109	73,626	905	1,027
ภาคเหนือ	78,868	71,115	78,358	70,985	71,479	73,204	906	1,029
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	851	591	788	553	630	422	740	714

ที่มา : ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2558)

สารออกฤทธิ์ที่สำคัญในกระเทียม

สารออกฤทธิ์ที่สำคัญในกระเทียมประกอบไปด้วยสารดังนี้ allicin, ajoene, S-allylcysteine, diallyl disulfide, S-methylcysteine sulfoxide และ S-allylcysteine sulfoxide มีสารออกฤทธิ์ที่สำคัญที่มีผลในการยับยั้งจุลชีพ คือ อัลลิซิน (allicin หรือ diallyl thiosulfinate) สารอัลลิซินในกระเทียมจะถูกเก็บไว้ในรูปของอัลลิอิน (alliin) ซึ่งเป็นรูปแบบที่ยังไม่สามารถใช้งานได้ แต่เมื่อกระเทียมถูกทำให้แตก อาจด้วยการทุบ บด หรือ หั่นจะมีเอนไซม์อัลลิเนส (alliinase) ถูกหลั่งออกมาเพื่อไปเปลี่ยนสารอัลลิอินให้กลายเป็นสารอัลลิซินซึ่งเป็นรูปแบบที่พร้อมสำหรับใช้งาน (ภาพที่ 7) โดยมีผลในการยับยั้งการสร้างโปรตีน ดีเอ็นเอและอาร์เอ็นเอของเชื้อซัลโมเนลลาโดยตรง (Feldberg *et al*., 1988; Ankri *et al*., 1999; Curtis *et al*., 2004; Yabaya *et al*., 2010)



ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงของสารอัลลิซินภายในกระเทียม
ที่มา : Nikolic และคณะ (2004)

คุณสมบัติของสารอัลลิซินในกระเทียม

อัลลิซิน (allicin) เป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนรูปของสารอัลลิอินหลังทำปฏิกิริยากับเอนไซม์อัลลิเนส ซึ่งสารอัลลิซินเป็นสารที่มีลักษณะเป็นของเหลว มีสีเหลืองสว่าง ไม่ทนต่อความร้อน ไม่ทนต่อแสง และเป็นสารที่ไม่มีความเสถียรสามารถสลายหรือแตกตัวไปเป็นสารอื่นๆได้อย่างรวดเร็ว เช่น diallyl disulfide (DADS), diallyl sulfide (DAS), diallyl trisulfide และ sulfur dioxide และเมื่อทำการทดลองในหลอดทดลอง พบว่าเมื่อสารอัลลิซินเข้าสู่กระแสเลือดจะสลายตัวภายใน 2-3 นาที เนื่องจากสารอัลลิซินจะไปจับตัวกับโปรตีนของเม็ดเลือดแดงและเกิดการออกซิไดซ์ฮีโมโกลบิน (hemoglobin) เปลี่ยนเป็นเมทฮีโมโกลบิน (methemoglobin) ทันที แต่ทั้งนี้ในการศึกษาถึงชีวปริมาณออกฤทธิ์ของสารอัลลิซินนั้นยังไม่สามารถทราบได้อย่างแน่ชัด (Amagase, 2006; Ilic *et al*., 2011)

คุณสมบัติของเอนไซม์อัลลิเนสในกระเทียม

เอนไซม์อัลลิเนส (alliinase) เป็นเอนไซม์ที่มีบทบาทในการเปลี่ยนสารอัลลิอิน (alliin) ให้เปลี่ยนเป็นสารอัลลิซิน (allicin) ภายหลังจากการที่กระเทียมถูกทำให้แตกภายใน 10-15 นาที โดยที่ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการทำงานของเอนไซม์อัลลิเนสอยู่ที่ 6.5 และถึงแม้ว่ากระเทียมถูกแปรรูปจากกระเทียมสดให้กลายเป็นกระเทียมผง เอนไซม์อัลลิเนสก็ยังคงสามารถเปลี่ยนสารอัลลิอินให้กลายเป็นสารอัลลิซินเมื่อทำการบ่มให้อยู่ในสารละลายบัฟเฟอร์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 2-10 ได้และเอนไซม์อัลลิเนสจะเกิดปฏิกริยาได้อย่างสมบูรณ์เมื่ออยู่ในสภาวะที่เป็นกรดภายในกระเพาะอาหาร (Amagase, 2006; Ilic *et al*., 2011)

สรรพคุณของสารอัลลิซินในกระเทียม

1. สารอัลลิซินมีคุณสมบัติในการต้านจุลชีพต่างๆ เช่น *Staphylococcus aureus, Escherichia coli*, *Salmonella* Typhimurium, *Candida albicans* เป็นต้น

2. สารอัลลิซินมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งจะช่วยในการชะลอและลดการเกิดโรคต่างๆ ได้แก่ โรคหัวใจ โรคมะเร็ง เป็นต้น

3. สารอัลลิซินมีคุณสมบัติในการลดปริมาณของคลอเลสเตอรอลในเลือด โดยลดการทำงานของเอนไซม์ squalene-monooxygenase และ acetyl-CoA synthetase ซึ่งมีความสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์คลอเลสเตอรอล

4. สารอัลลิซินมีคุณสมบัติในการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน รวมถึงยังช่วยยับยั้งสารที่ก่อให้เกิดการอักเสบ เช่น SDF1α-chemokine-induced chemotaxis (Borlinghaus *et al*., 2014)

รูปแบบการใช้กระเทียมในการเลี้ยงสัตว์

ในปัจจุบันกระเทียมมีคุณสมบัติทางยาที่สำคัญทั้งในด้านของการป้องกันการติดเชื้อแบคทีเรีย เพิ่มสมรรถนะทางการผลิตและเพื่อปรับปรุงคุณภาพของเนื้อสัตว์ให้ดีขึ้น รวมทั้งกระเทียมยังมีคุณสมบัติในการช่วยลดปริมาณคลอเลสเตอรอลในเลือด กระตุ้นภูมิคุ้มกันได้ทั้งในคนและสัตว์ จึงได้มีการพัฒนาเพื่อนำกระเทียมมาใช้ในรูปแบบต่างๆ ดังนี้

1. น้ำกระเทียม (garlic juice) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระเทียมที่มีรูปแบบไม่คงตัว เนื่องจากสารอัลลิอินและอัลลิซินสามารถสลายตัวไปได้อย่างรวดเร็ว ผลิตภัณฑ์รูปแบบนี้จึงควรใช้ทันที ไม่ควรเก็บไว้นานเกินไป

2. กระเทียมผงแห้ง (garlic powder) Lawson and Hughes (1991) รายงานว่ากระเทียมผงที่มีความชื้นประมาณ 3-5 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บไว้ภายใต้อุณหภูมิห้องได้นานเป็นปี แต่ต้องเก็บในภาชนะที่ปิดสนิทสามารถป้องกันแสงและความชื้นได้

3. กระเทียมบ่มสกัด (aged garlic extract) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำกระเทียมสดที่บดเรียบร้อยแล้วไปแช่สกัดและบ่มในแอลกอฮอล์ 15-20 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลานาน 20 เดือนแล้วจึงนำมาทำให้เข้มข้น

4. น้ำมันหอมระเหยกระเทียม (garlic oil) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการผลิต 2 กระบวนการ คือ กระบวนการกลั่นด้วยไอน้ำ ซึ่งสารออกฤทธิ์ส่วนใหญ่ที่พบได้ในน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการผลิตด้วยกระบวนการดังกล่าว ได้แก่ diallyl sulfide, diallyl disulfide และ diallyl trisulfide โดยสารเหล่านี้จะมีกลิ่นฉุนที่รุนแรง และกระบวนการแช่กระเทียมในน้ำมันพืชทำให้น้ำมันหอมระเหยที่ได้ส่วนใหญ่ประกอบด้วยสารที่เป็นอนุพันธ์ของสารอัลลิซิน ได้แก่ ajoene และ vinyl dithiin

5. สารสกัดด้วยน้ำหรือแอลกอฮอล์ของกระเทียม (garlic extract) เป็นผลิตภัณฑ์ที่นำกระเทียมที่สกัดด้วยน้ำหรือแอลกอฮอล์มาทำให้เป็นผงแห้ง

6. กระเทียมไร้กลิ่น (odorless garlic) ได้มาจากการนำกระเทียมไปทำให้สุกหรือเติมคลอโรฟิลล์ เพื่อทำหน้าที่กลบกลิ่น

กรรมวิธีในการผลิตกระเทียมผงต่อปริมาณสารออกฤทธิ์อัลลิซิน

เนื่องจากสารอัลลิซินจากกระเทียมเป็นสารที่ไม่มีความคงตัวและสามารถแตกตัวเปลี่ยนรูปไปเป็นสารอื่นๆได้อย่างรวดเร็ว ในปัจจุบันจึงได้มีการศึกษาถึงปัจจัยต่างๆในการผลิตกระเทียมผงต่อปริมาณสารอัลลิซิน ดังนี้

1. อุณหภูมิ (temperature)

อุไร (2545) ได้ศึกษาถึงกรรมวิธีในการผลิตกระเทียมผง ได้แก่ การผึ่งแดด การอบแห้งที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียสต่อปริมาณสารอัลลิซินในกระเทียมสายพันธุ์ศรีสะเกษด้วยการวิเคราะห์ปริมาณสารอัลลิซินโดยการใช้เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง พบว่าวิธีการที่ใช้ในการผลิตกระเทียมผงมีผลต่อปริมาณสารอัลลิซินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ดังแสดงในตารางที่ 4 และกล่าวได้ว่าวิธีการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ทำให้พบปริมาณอัลลิซินในกระเทียมผงมากที่สุด คือ 0.36 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง

ตารางที่ 4. ผลของกรรมวิธีการผลิตกระเทียมผงด้วยการผึ่งแดด และการอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆต่อปริมาณสารออกฤทธิ์อัลลิซินและความชื้น

วิธีการผลิต	อัลลิซิน (%, as fed basis)[1/]	อัลลิซิน (%, dry matter)[1/]	ความชื้น (%)[1/]
การผึ่งแดด	0.29[b]	0.32[b]	7.27[a]
อบแห้งที่ 40 องศาเซลเซียส	0.27[b]	0.30[b]	7.56[a]
อบแห้งที่ 50 องศาเซลเซียส	0.33[a]	0.36[a]	6.42[b]
อบแห้งที่ 60 องศาเซลเซียส	0.33[a]	0.34[a]	3.42[c]
CV (%)	8.74	8.79	3.55

[1/] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง ($P<0.01$)

ที่มา : อุไร (2545)

Mansor และคณะ (2015) ได้ศึกษาถึงอุณหภูมิที่สารอัลลิซินสามารถคงอยู่ได้นานที่สุด พบว่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสจะมีความคงตัวมากที่สุด ในขณะที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสจะพบสารอัลลิซินลดลง 0.33 เปอร์เซ็นต์ และที่ 40 องศาเซลเซียส สารอัลลิซินจะลดลง 4.40 เปอร์เซ็นต์ และเมื่ออุณหภูมิสูงถึง 85 องศาเซลเซียสในช่วงเวลา 60 นาทีแรกพบสารอัลลิซินจะลดลง18.24 เปอร์เซ็นต์

2. ตัวทำละลาย (solvent) ที่ใช้

Bakht และคณะ (2011) ได้ศึกษาการใช้ตัวทำละลายที่แตกต่างกันในการสกัดสารอัลลิซินจากกระเทียมเพื่อใช้ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Salmonella* Typhi ด้วยตัวทำละลายดังนี้ methanol, ethyl acetate, petroleum ether, chloroform, butanol และน้ำกลั่นพบว่าเชื้อซัลโมเนลลาจะมีความไวต่อกระเทียมที่สกัดด้วยน้ำมากที่สุด ในขณะที่กระเทียมที่สกัดด้วย petroleum ether และ methanol ไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อได้

Ilic และคณะ (2012) ได้ศึกษาตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดสารอัลลิซินซึ่งได้ใช้ตัวทำละลาย ดังนี้ acetonitrile, acetone, methanol และ chloroform ที่อุณหภูมิห้อง พบปริมาณความเข้มข้นของสารอัลลิซินที่สูงสุดใน chloroform และปริมารสารอัลลิซินที่มีความเข้มข้นต่ำที่สุดใน acetonitrile

Syed และ Bari (2014) ได้ศึกษาถึงการใช้ตัวทำละลายที่แตกต่างกันในการสกัดสารอัลลิซินจากกระเทียมด้วยสารดังนี้ chloroform, ethanol, ethyl acetate, hexane และ methanol

แล้วทำการวัดปริมาณสารอัลลิซินด้วย GC-high resolution mass spectrophotometer (JMS-700) พบว่าเมื่อใช้ ethanol และ ethyl acetate จึงจะสามารถตรวจพบสารอัลลิซินได้ แต่สารอัลลิอินนั้นสามารถตรวจพบได้ในตัวทำละลายทั้ง 5 ชนิด คือ chloroform, ethanol, ethyl acetate, hexane และ methanol

3. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

Mansor และคณะ (2015) ได้ศึกษาถึงค่าความเป็นกรด-ด่างของสารอัลลิซินในกระเทียมพบว่าสารอัลลิซินไม่สามารถอยู่ได้ในสภาวะที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างในช่วง 4-5 เนื่องจากสารอัลลิซินในสภาวะกรดนั้นมีความสามารถในการแตกตัวเป็นสารอื่นๆสูง โดยพบว่าสารอัลลิซินจะมีความคงตัวเมื่ออยู่ในภาวะที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างในช่วง 6-8

การใช้สารอัลลิซินในการยับยั้งเชื้อซัลโมเนลลาในไก่กระทง

กระเทียมมีคุณสมบัติในการต้านจุลชีพต่างๆตลอดจนมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ลดปริมาณของคลอเลสเตอรอลในเลือดและกระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกาย ทำให้มีการทดลองเพื่อนำกระเทียมมาใช้ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อซัลโมเนลลาในการเลี้ยงสัตว์ปีก ดังแสดงในตารางที่ 5 และตารางที่ 6

การใช้สารอัลลิซินในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อซัลโมเนลลา

ตารางที่ 5 ผลของการใช้สารอัลลิซินในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อซัลโมเนลลา

รูปแบบที่ใช้	ระดับการใช้	วิธีการศึกษา	ผลการศึกษา	ผู้ทำการวิจัย
สารสกัดอัลลิซิน	5-13 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ศึกษาการใช้สารอัลลิซินจากกระเทียมไปยับยั้งเชื้อ *Salmonella* Typhimurium ในอาหารเลี้ยงเชื้อ	พบว่าสารอัลลิซินมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อโดยตรง และยับยั้งการสร้างอาร์เอ็นเอได้ 88 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการยับยั้งการสร้างดีเอ็นเอและโปรตีนเป็นผลการยับยั้งได้ชั่วคราวโดยปริมาณสารอัลลิซินที่มีความเข้มข้น 0.5 มิลลิโมลาร์ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งได้ดีที่สุด	Feldberg และคณะ (1988)
สารสกัดอัลลิซิน	0.09-0.10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ศึกษาการใช้สารสกัดอัลลิซินในการยับยั้งเชื้อซัลโมเนลลาในน้ำ อาหารและของเสียต่างๆแล้วหาปริมาณของสารอัลลิซินด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์	พบว่าเมื่อใช้สารอัลลิซินที่ปริมาณสูงขึ้นส่งผลทำให้เชื้อซัลโมเนลลามีอัตราการเจริญเติบโตที่ลดต่ำลงเมื่อเทียบกับกลุ่มทดลองกลุ่มอื่น	Belguith และคณะ (2010)
กระเทียมผง	250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	ศึกษาในไก่สายพันธุ์ Cobb 400 อายุ 1 สัปดาห์ จำนวน 360 ตัว มี 3 กลุ่มการทดลอง ดังนี้ กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกับเวอจินามัยซิน (virginamycin) 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมและกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมสารอัลลิซิน 250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เป็นเวลา 42 วัน	พบว่าไก่ทดลองที่ได้รับอาหารผสมสารอัลลิซินปริมาณ 250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมและกลุ่มที่ได้รับยาปฏิชีวนะ 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมพบ *Salmonella* sp. จำนวน 566 และ 10,000 ซีเอฟยูต่อกรัม ($P<0.05$)	Kumar และคณะ (2010)

ตารางที่ 5 (ต่อ) ผลของการใช้สารอัลลิซินในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อซัลโมเนลลา

รูปแบบที่ใช้	ระดับการใช้	วิธีการศึกษา	ผลการศึกษา	ผู้ทำการวิจัย
สารสกัดกระเทียมในรูปของน้ำมันหอมระเหย	40,60 มิลลิกรัมกิโลกรัม	ศึกษาในไก่กระทง สายพันธุ์ Hubbard อายุ 1 วัน เพศผู้และเพศเมียอย่างละ 24 ตัว ให้อาหารและน้ำอย่างเต็มที่ มี 4 กลุ่มการทดลอง ดังนี้ กลุ่มควบคุม (ไม่เสริมยาปฏิชีวนะ) กลุ่มที่ได้รับสารสกัดกระเทียมปริมาณ 40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม, กลุ่มที่ได้รับสารสกัดกระเทียมปริมาณ 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมและกลุ่มที่ได้รับยาปฏิชีวนะ (streptomycin) 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ระยะเวลาในการเลี้ยง 47 วัน เพื่อดูปริมาณเชื้อซัลโมเนลลาและเชื้อชิเกลล่าในลำไส้ไก่	พบว่ากลุ่มที่ได้รับสารสกัดกระเทียม 40 และ 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบเชื้อเชื้อซัลโมเนลลาและเชื้อชิเกลล่า จำนวน 2.28×10^5 และ 1.65×10^5 ซีเอฟยูต่อกรัมตามลำดับ ส่วนในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับยาปฏิชีวนะพบเชื้อเชื้อซัลโมเนลลาและเชื้อชิเกลล่าจำนวน 4.53×10^5 และ 2.70×10^5 ซีเอฟยูต่อกรัมตามลำดับ แสดงว่ากลุ่มที่ได้รับกระเทียมพบจำนวนเชื้อที่ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับยาปฏิชีวนะอย่างมีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.001$)	Dieumou และคณะ (2011)
กระเทียมผง	0, 30 และ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	ศึกษาในไก่ไข่สายพันธุ์ Dekalb White อายุ 30 สัปดาห์ จำนวน 72 ตัว มี 3 กลุ่มการทดลอง ดังนี้ กลุ่มควบคุม (ไม่เสริมยาปฏิชีวนะ) กลุ่มที่ได้รับกระเทียมผง 30 และ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ให้น้ำและอาหารอย่างเต็มที่ เลี้ยงเป็นเวลา 7 สัปดาห์ เพื่อลดปริมาณแบคทีเรียในมูลไก่	พบว่ากลุ่มที่ได้รับกระเทียมในปริมาณที่เพิ่มสูงขึ้นจะช่วยลดปริมาณแบคทีเรียในมูลไก่ให้ลดต่ำลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)	Olobatoke และ Mulugeta (2011)

ผลของการใช้กระเทียมรูปแบบต่างๆต่อสมรรถนะในการผลิตไก่กระทง

ตารางที่ 6 ผลของการใช้กระเทียมในรูปแบบต่างๆต่อสมรรถนะในการผลิตไก่กระทง

รูปแบบที่ใช้	ระดับการใช้	วิธีการศึกษา	ผลการศึกษา	ผู้ทำการวิจัย
กระเทียมผงที่เสริมสารอัลลิซิน	สารอัลลิซิน 0, 50, 100, 150, 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	ศึกษาในไก่กระทงสายพันธุ์ Arbor acres แบบคละเพศ อายุ 1 วัน จำนวน 480 ตัว เป็นระยะเวลา 42 วัน แบ่งออกเป็น 6 กลุ่มการทดลอง ดังนี้ กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมกระเทียมผงที่ระดับสารอัลลิซิน 0, 50, 100, 150, 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และกลุ่มที่ได้รับยาปฏิชีวนะที่ระดับ 0.01 เปอร์เซ็นต์	พบว่าปริมาณการกินอาหารและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่ในกลุ่มที่ได้รับกระเทียมไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มที่ไม่ได้รับกระเทียมผง แต่ไก่ที่ได้รับสารอัลลิซินในปริมาณที่สูงขึ้นจะมีปริมาณการกินอาหารที่ลดลง ในขณะที่ไก่ที่น้ำหนักตัวไก่ที่ได้รับกระเทียมจะเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับกระเทียมผง ($P<0.05$) และพบว่าปริมาณเชื้อซัลโมเนลลาในสิ่งขับถ่ายของไก่กลุ่มที่ได้รับกระเทียมผงและกลุ่มที่ไม่ได้รับกระเทียมผงไม่มีความแตกต่างกัน	อุไร (2545)
กระเทียมผง	0, 2.5, 5.0 และ 7.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	ศึกษาในไก่สายพันธุ์ Arbor acres อายุ 1 วัน จำนวน 200 ตัว เป็นเวลา 42 วัน แบ่งออกเป็น 5 กลุ่มการทดลอง ดังนี้ กลุ่มที่ได้รับกระเทียมผงตากแห้ง 0, 2.5, 5.0, 7.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมและกลุ่มที่ได้รับยาปฏิชีวนะโคลิสติน 105 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	พบว่ากลุ่มที่ได้รับกระเทียมผงตากแห้งระดับ 2.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีอัตราการเพิ่มของน้ำหนักตัวมากกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมสารปฏิชีวนะและมีอัตราการแลกเนื้อที่ดีกว่ากลุ่มที่เสริมสารปฏิชีวนะ	สาโรช และคณะ (2546)

ตารางที่ 6 (ต่อ) ผลของการใช้กระเทียมในรูปแบบต่างๆต่อสมรรถนะในการผลิตไก่กระทง

รูปแบบที่ใช้	ระดับการใช้	วิธีการศึกษา	ผลการศึกษา	ผู้ทำการวิจัย
อาหารเสริมกระเทียม	0, 15 และ 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	ศึกษาในไก่กระทงสายพันธุ์ทางการค้าแบบคละเพศ อายุ 45 วัน จำนวน 45 ตัวเป็นเวลา 8 สัปดาห์ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มการทดลอง ดังนี้ กลุ่มที่ได้รับกระเทียม 0, 15 และ 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมกระเทียมจะมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) และมีอัตราการแลกเนื้อที่ดีกว่ากลุ่มควบคุม (P>0.05)	Prasad และคณะ (2009)
กระเทียมผง	0, 30 และ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	ศึกษาในไก่กระทงสายพันธุ์คอปป์ อายุ 1 วัน จำนวน 63 ตัว เป็นระยะเวลา 42 วัน มี 3 กลุ่มการทดลอง ดังนี้ กลุ่มที่ได้รับกระเทียมผงในปริมาณ 0, 30 และ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	พบว่ากลุ่มที่ได้รับกระเทียมผงในปริมาณ 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีปริมาณอาหารที่กินได้ น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ในขณะที่กลุ่มที่ได้รับกระเทียมผง 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมพบว่าไก่มีปริมาณอาหารที่กินได้ น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับกระเทียมผง 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่มีค่าที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (P<0.05)	Elagib และคณะ (2013)

บทที่ 3

การทดลองที่ 1

สารสกัดกระเทียมจากกระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีนและการวิเคราะห์หาปริมาณสารอัลลิซินด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC)

บทนำ

กระเทียมเป็นพืชสมุนไพรที่มีองค์ประกอบทางเคมีที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ได้แก่ ต้านเชื้อจุลชีพต่างๆ เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ รวมทั้งยังช่วยในเรื่องของการกระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกายได้อีกด้วย ในปัจจุบันจึงได้มีการนำกระเทียมมาใช้ในการเลี้ยงสัตว์ เพื่อช่วยในด้านของการป้องกันการติดเชื้อจุลชีพชนิดต่าง เช่น *Salmonella* sp., *Candida albicans* เป็นต้น เพิ่มสมรรถภาพทางการผลิตและเพื่อปรับปรุงคุณภาพของเนื้อสัตว์ให้ดีขึ้น ส่งผลให้มีการพัฒนากระเทียมในรูปแบบต่างๆ เช่น น้ำมันหอมระเหย น้ำกระเทียม กระเทียมผงแห้ง เป็นต้น และจากการรวบรวมงานวิจัยต่างๆ พบว่ากระเทียมผงแห้ง เป็นรูปแบบที่นิยมใช้ในการเลี้ยงสัตว์ อันเนื่องมาจากกระเทียมผงสามารถนำไปใช้ผสมในอาหารได้ง่ายและวิธีการเก็บรักษาไม่ยุ่งยาก (Lawson and Hughes, 1991) โดยสารออกฤทธิ์ที่สำคัญที่มีคุณสมบัติในการต้านเชื้อจุลชีพต่างๆในอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ปีกอันเป็นผลจากการใช้กระเทียมในการเลี้ยงสัตว์นั้น คือ สารอัลลิซิน ซึ่งเป็นสารที่ไม่มีความคงตัวและสามารถแตกตัวเปลี่ยนรูปไปเป็นสารอื่นๆได้อย่างรวดเร็ว

ประเทศไทยมีการปลูกพืชสมุนไพรหลากหลายชนิดทั้งใช้ในครัวเรือนและเพื่ออุตสาหกรรมการส่งออก อาทิ หัวหอม กระเทียม เป็นต้น จากการรวบรวมงานวิจัยต่างๆนั้น พบว่ากระเทียมซึ่งเป็นพืชสมุนไพรที่มีด้วยกันหลากหลายสายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์เชียงใหม่ สายพันธุ์ศรีสะเกษและสายพันธุ์จีน เป็นต้น การศึกษาในครั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบทางโภชนะและปริมาณสารอัลลิซินของกระเทียมทั้ง 3 สายพันธุ์ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ปีกสำหรับยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อซัลโมเนลลา ซึ่งเป็นเชื้อก่อโรคที่ส่งผลให้เกิดความเสียหายเป็นอย่างมากในอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ปีกในปัจจุบัน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางโภชนะของกระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีน

2. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณสารอัลลิซินของกระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีน

วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมีและวิธีการทดลอง

วัสดุและอุปกรณ์

1. วัสดุ

1.1 กระเทียมสายพันธุ์ศรีสะเกษ

1.2 กระเทียมสายพันธุ์เชียงใหม่

1.3 กระเทียมสายพันธุ์จีน

2. อุปกรณ์

2.1 อุปกรณ์สำหรับการเตรียมกระเทียมผง

2.1.1 เครื่องบดละเอียดขนาดเล็ก (รุ่น CYCLOTEC 1093 Sample mill ของบริษัทฟอส ประเทศสวีเดน)

2.1.2 ตู้อบ (บริษัทไบเดอร์จำกัด ประเทศเยอรมัน)

2.1.3 เครื่องชั่งไฟฟ้า (รุ่น ED2245 บริษัทซาร์โทเรียส ประเทศเยอรมัน)

2.1.4 อุปกรณ์สำหรับปอกเปลือกกระเทียม ได้แก่ มีด เขียงพลาสติก

2.2 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ปริมาณสารอัลลิซินในกระเทียมผง

2.2.1 อ่างอัลตร้าโซนิก (รุ่น E100H ของบริษัทเอลมา ประเทศเยอรมัน)

2.2.2 เครื่องเซนทริฟิวส์ (รุ่น D-78532 ของบริษัทเอแจ๊ก ประเทศเยอรมัน)

2.2.3 เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (รุ่น1100 Agilent technologies ประเทศเยอรมัน) ซึ่งประกอบไปด้วยคอลัมน์เหล็กไร้สนิม เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร ยาว 250 มิลลิเมตร ขนาดอนุภาค 5 ไมครอน

2.2.4 อุปกรณ์สำหรับเตรียมสารสกัดกระเทียม ได้แก่ หลอดเซนทริฟิวส์ขนาด 15 และ 60 มิลลิลิตร กระบอกตวงขนาด 10 มิลลิลิตร ขวดปรับปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร กรวยแก้ว หลอดหยด บีกเกอร์ขนาด 100 และ 600 มิลลิลิตร ตะกร้าพลาสติก ปิเปตอัตโนมัติ ปิเปตปริมาตร 1 มิลลิลิตรพร้อมจุกยางดูดสาร ขวดสีชาขนาด 125 และ 1,000 มิลลิลิตร

2.2.5 อุปกรณ์สำหรับเตรียมสารละลายมาตรฐาน ได้แก่ ขวดสีชาขนาด 60 มิลลิลิตร บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร

3. สารเคมี

3.1 สำหรับเตรียมสารละลายมาตรฐานได้แก่ น้ำกลั่นปราศจากไอออน (HPLC grade จากห้องปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์) เมทานอล (A.R. grade ของบริษัทเอแจ๊กประเทศออสเตรเลีย) สารมาตรฐาน (butyl parahydroxy-benzoate ความบริสุทธิ์ 99.6% ของบริษัทซิกม่า-อัลดริช ประเทศเยอรมัน)

3.2 สำหรับเตรียมสารสกัดจากกระเทียม ได้แก่ กรดฟอร์มิก 1% (ความบริสุทธิ์ 98% ของบริษัทฟิชเชอร์) เมทานอล (A.R. grade ของบริษัทเอแจ๊ก ประเทศออสเตรเลีย) น้ำกลั่นปราศจากไอออน (HPLC grade จากห้องปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์)

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมกระเทียมผง

1.1 นำกระเทียมสดสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่ และสายพันธุ์จีน มาปอกเปลือกให้เหลือเฉพาะส่วนเนื้อกลีบของกระเทียม นำไปชั่งน้ำหนักที่แน่นอน ทุบให้พอแตก หลังจากนั้นให้หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ วางทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที ก่อนนำไปผ่านกระบวนการทำให้แห้งโดยอบที่ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง

1.2 จากนั้นนำกระเทียมที่ผ่านกระบวนการทำให้แห้งแล้วมาปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นอีกครั้งจนเป็นผงละเอียดแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 20 mesh (ประมาณ 0.8 มิลลิเมตร)

1.3 นำกระเทียมผงที่ได้ไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางโภชนะโดยวิธีการวิเคราะห์แบบประมาณ (proximate analysis) ตามมาตรฐาน AOAC (1990) และวิเคราะห์หาปริมาณสารอัลลิซินด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีสมรรถนะสูง (HPLC) ตามมาตรฐาน INA method 110.001 (ดัดแปลงจาก อุไร, 2545; สาโรชและคณะ, 2546; National Sanitation Foundation, 2005; Ilic *et al.*, 2011)

2. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนะของกระเทียม

นำตัวอย่างกระเทียมผงมาวิเคราะห์หาค่าองค์ประกอบทางโภชนะของกระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีน ด้วยวิธีวิเคราะห์โดยประมาณตามมาตรฐาน AOAC (1990)

2.1 การวิเคราะห์หาค่าความชื้น โดยอบขวดชั่งที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 40 นาที หลังจากนั้นนำขวดชั่งที่อบใส่ในโถดูดความชื้นรอจนเย็นแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก ชั่งตัวอย่าง

กระเทียมผงที่ต้องการหาความชื้นใส่ในขวดชั่ง ปริมาณ 3 กรัม แล้วนำไปอบที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง นำตัวอย่างที่อบใส่ในโถดูดความชื้นรอจนเย็น แล้วชั่งน้ำหนัก ทำซ้ำ 3 ครั้ง จนน้ำหนักตัวอย่างคงที่ (AOAC, 1990)

2.2 การวิเคราะห์ค่าโปรตีนรวม โดยทำการวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.2.1 การย่อย ทำได้โดยชั่งตัวอย่างกระเทียมผง 0.5 กรัม เติมสารเร่งรวม 3 กรัม กรดกำมะถันเข้มข้น 98 เปอร์เซ็นต์ 15 มิลลิลิตร นำไปต้มบนเครื่องย่อยจนตัวอย่างในหลอดวิเคราะห์โปรตีนใส แล้วทิ้งไว้ให้เย็น

2.2.2 การกลั่น เติมอินดิเคเตอร์ 5 หยดลงในขวดรูปชมพู่ ปริมาตร 250 มิลลิลิตร นำหลอดวิเคราะห์โปรตีนไปกลั่นด้วยเครื่องกลั่นเป็นเวลา 2 นาที

2.2.3 การไตเตรท นำตัวอย่างที่ได้จากการกลั่นมาไตเตรทเพื่อหาโปรตีนด้วยกรดเกลือมาตรฐาน 0.1 นอร์มอล จนถึงจุดยุติโดยสังเกตจากการเปลี่ยนแปลงของสีอินดิเคเตอร์

2.3 การวิเคราะห์ไขมันรวม ทำโดยการนำคัฟสำหรับวิเคราะห์ไขมันและลูกแก้วไปอบที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง แล้วเตรียมตัวอย่าง โดยใช้ตัวอย่างละ 1 กรัมห่อด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 นำไปอบที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง เพื่อไล่ความชื้น ทำการบันทึกน้ำหนักก่อนทำการสกัด หลังจากนั้นทำการสกัดไขมันจากตัวอย่างด้วยเครื่องสกัดไขมัน โดยเติมไดคลอโรมีเทน ปริมาตร 70 มิลลิลิตรในส่วนของคัฟลำดับที่ 1 และ 6 ส่วนคัฟลำดับที่ 2-5 ให้เติมไดคลอโรมีเทน ปริมาตร 80 มิลลิลิตร นำตัวอย่างใส่ในหลอดไขมันก่อนอัดด้วยสำลีลงในหลอดไขมัน ทำการสกัดไขมันด้วยเครื่องไขมัน ใช้เวลา 90 นาที นำคัฟไขมันที่ได้จากการสกัด อบที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง หลังจากนั้นให้ทำการชั่งคัฟไขมันก่อนไปคำนวณหาค่าไขมันรวมของตัวอย่าง

2.4 การวิเคราะห์เยื่อใยรวม ทำการชั่งตัวอย่างกระเทียมผง 1 กรัมใส่ในครูซิเบิลแก้ว แล้วนำไปใส่ในเครื่องวิเคราะห์เยื่อใย เติมกรดกำมะถันความเข้มข้น 1.25 เปอร์เซ็นต์ ใส่ในเครื่องวิเคราะห์เยื่อใยต้มนาน 30 นาที แล้วปล่อยกรดกำมะถันออกจากเครื่องวิเคราะห์เยื่อใย ล้างด้วยน้ำร้อน 3 ครั้ง หลังจากนั้นเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1.25 เปอร์เซ็นต์ ใส่ในเครื่องวิเคราะห์เยื่อใยต้มนาน 30 นาที แล้วปล่อยโซเดียมไฮดรอกไซด์ออกจากเครื่องวิเคราะห์เยื่อใย ล้างด้วยน้ำร้อน 3 ครั้ง หลังจากนั้นล้างด้วยอะซีโตน 3 ครั้ง ก่อนนำตัวอย่างไปอบที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง แล้วนำตัวอย่างเข้าโถดูดความชื้น ทำการชั่งและบันทึกน้ำหนัก หลังจากนั้นนำ

ตัวอย่างไปเผาในเตาเผาที่ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำตัวอย่างเข้าโถดูดความชื้น ทำการชั่งและบันทึกน้ำหนัก ก่อนนำไปคำนวณเพื่อหาเยื่อใยรวม

2.5 การวิเคราะห์เถ้า (อนินทรียวัตถุ) นำถ้วยกระเบื้องเคลือบอบที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที แล้วนำเข้าโถดูดความชื้น รอจนเย็น ทำการชั่งน้ำหนักถ้วยกระเบื้องเคลือบ ใส่ตัวอย่างกระเทียมผง 3 กรัมในถ้วยกระเบื้องเคลือบ แล้วนำไปเผาบนเตาต้มร้อนในตู้ดูดควันจนหมดควัน ก่อนเผาในเตาเผาที่ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จนเป็นเถ้าสีขาว แล้วนำเข้าโถดูดความชื้น รอจนเย็น ทำการชั่งน้ำหนัก แล้วนำไปคำนวณหาปริมาณเถ้า ดังสมการ

3. การศึกษาลักษณะกายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์

การศึกษาลักษณะทางกายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ของกระเทียมสดสายพันธุ์จีน เชียงใหม่และศรีสะเกษ นำกระเทียมสดสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่ และสายพันธุ์จีน ปอกเปลือกให้เหลือเฉพาะส่วนเนื้อกลีบของกระเทียมหลังจากนั้นใช้มีดหั่นกระเทียมเป็นแผ่นบางๆ วางลงบนกระจกสไลด์ นำสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.9 เปอร์เซ็นต์ (w/v) หยดลงบนชิ้นส่วนกระเทียมบนกระจกสไลด์แล้วปิดทับด้วยกระจกปิดสไลด์ นำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 4 เท่าและ 10 เท่า

4. การวิเคราะห์หาปริมาณสารอัลลิซินด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC)

4.1 การเตรียมสารละลายที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณสารอัลลิซิน

4.1.1 สารละลายมาตรฐาน (internal standard solution) เตรียมโดยการชั่งสาร butyl parahydroxybenzoate 20 มิลลิกรัมใส่ในขวดปรับปริมาตร ขนาด 100 มิลลิลิตรและละลายในสารละลายผสมระหว่างเมทานอลกับน้ำกลั่นในสัดส่วนปริมาตรที่เท่ากันแล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร

4.1.2 สารละลายที่ใช้ในการทดสอบ (test solution)

4.1.2.1 ชั่งตัวอย่างกระเทียมผงที่จะใช้ในการทดสอบ 0.8 กรัมใส่ในหลอดเซนทริ-ฟิวส์ขนาด 60 มิลลิลิตร ใช้ปิเปตดูดน้ำกลั่นลงไป 20 มิลลิลิตร เขย่านาน 5 นาทีแล้วนำไปสกัดด้วยอ่างอัลตร้าโซนิกที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั้นนำมาวางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที

4.1.2.2 นำสารที่ได้ไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงความเร็วสูงที่ความเร็ว 5,000 รอบต่อนาที เป็นระยะเวลา 30 นาทีจากนั้นดูดสารละลายส่วนใสจำนวน 10 มิลลิลิตรใส่ในขวด

ปรับปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร แล้วเจือจางด้วยสารละลายที่ผสมระหว่างสารละลายกรดฟอร์มิก 1% กับเมทานอลในอัตราส่วน 2:3 จนครบปริมาตร 25 มิลลิลิตรแล้วเขย่าให้เข้ากัน หลังจากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงความเร็วสูงที่ความเร็ว 5,000 รอบต่อนาทีเป็นระยะเวลา 5 นาที จะได้ stock solution

4.1.2.3 การเตรียมสารละลายที่ใช้ในการทดสอบโดยนำสารละลายจากข้อ 4.1.1 ปริมาณ 0.5 มิลลิลิตรผสมกับสารละลายที่ได้จากข้อ 4.1.2.2 ทำการปรับปริมาตรจนครบ 10 มิลลิลิตรแล้วเขย่าให้เข้ากัน

4.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาสารอัลลิซิน

4.2.1 กรองตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ด้วย HPLC ใช้ไซริงค์ฟิลเตอร์ (syringe filter) ที่มีขนาด 0.45 ไมครอนใส่ในขวดตัวอย่างสีชาขนาด 1.5 มิลลิลิตร

4.2.2 ทำการทดสอบตัวอย่างซึ่งจะแบ่งตัวอย่างออกเป็น ดังนี้ สารละลายมาตรฐาน สารสกัดจากกระเทียมสายพันธุ์จีน สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์ศรีสะเกษ

4.2.3 ฉีดสารอ้างอิงโดยการใช้เมทานอลผสมน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:1 ในปริมาตร 25 ไมโครลิตรเข้าส่วนหัวฉีดของ HPLC แล้วรอจนกระทั่งเครื่องอ่านผลเสร็จ กราฟที่ได้ต้องเป็นกราฟเส้นตรงบ่งบอกว่าไม่มีสารละลายตัวอื่นๆรบกวนในการทดลองครั้งนี้

4.2.4 ฉีดสารละลายมาตรฐานปริมาตร 25 ไมโครลิตร เข้าส่วนหัวฉีดของ HPLC รอจนกระทั่งเครื่องอ่านผลเสร็จจนได้กราฟของสารละลายมาตรฐาน

4.2.5 หลังจากนั้นทำการฉีดสารสกัดกระเทียมสายพันธุ์จีน สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์ศรีสะเกษในปริมาตร 25 ไมโครลิตรเข้าส่วนหัวฉีดของ HPLC รอจนเครื่องอ่านผลเสร็จจะได้โครมาโตแกรมของสารอัลลิซินและสารละลายมาตรฐาน (ดัดแปลงจาก National Sanitation Foundation, 2005; Office of British Pharmachopoeia, 2009)

การคำนวณปริมาณสารอัลลิซิน

จากข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย HPLC สามารถคำนวณหาสารอัลลิซิน ดังนี้

$$\text{อัลลิซิน} = \frac{S_1 \times M_2 \times 22.75}{S_2 \times M_1}$$

S1 = พื้นที่ของ peak ขนาดใหญ่ที่สุดที่ตอบสนองต่อสารอัลลิซิน

S2 = พื้นที่ของ peak ที่ตอบสนองต่อสาร butyl parahydroxybenzoate ในโครมาโตแกรมของสารละลายที่ต้องการทดสอบ (test solution)

M1 = น้ำหนักของกระเทียมผงที่ใช้ในการทดสอบ (กรัม)

M2 = น้ำหนักของ butyl parahydroxybenzoate (กรัม) ในสารละลายมาตรฐาน ปริมาตร 100 มิลลิลิตร โดยที่ butyl parahydroxybenzoate 1 มิลลิกรัมมีค่าเท่ากับสารอัลลิซิน 8.65 มิลลิกรัม

22.75 = dilution factor x 8.65

5. การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan’s new multiple range test (DMRT) ตามวิธีการของ Steel และ Torrie (1980)

6. สถานที่ทำการวิจัย

6.1 ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพอาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

6.2 ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

องค์ประกอบทางโภชนะของกระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีน

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนะอ้างอิงตามมาตรฐานของ AOAC (1990) พบว่ากระเทียมผงทั้ง 3 สายพันธุ์มีค่าวัตถุแห้ง โปรตีนรวม ไขมันรวม เยื่อใยรวม เถ้าและไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก ดังแสดงตารางที่ 7 โดยกระเทียมสายพันธุ์เชียงใหม่จะมีค่าวัตถุแห้ง โปรตีนรวมและเถ้ามากกว่ากระเทียมสายพันธุ์ศรีสะเกษและสายพันธุ์จีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และมีค่าไขมันรวมและเยื่อใยรวมมากกว่ากระเทียมสายพันธุ์อื่นๆแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ในขณะที่กระเทียมสายพันธุ์จีนมีค่าไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรกสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกระเทียมผงสายพันธุ์อื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งจากการศึกษากระเทียมสายพันธุ์ศรีสะเกษพบว่าค่าโปรตีนรวมเท่ากับ $26.22 \pm 0.07\%$ ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานทดลองของสมศรี (2528) อ้างโดยอุไร (2545) ที่มีโปรตีนรวมเท่ากับ 28.13% ในขณะที่กระเทียมสายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีนมีปริมาณเถ้าอยู่ที่ $5.03 \pm 0.02\%$ และ $4.40 \pm 0.00\%$ มีความสอดคล้องกับงานวิจัยสมศรี (2528) อ้างโดยอุไร (2545) ที่มีปริมาณเถ้าอยู่ที่ 4.39% และ 4.32% ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยในต่างประเทศพบว่าค่าไขมันรวมในกระเทียมสายพันธุ์ศรีสะเกษเท่ากับ $0.94 \pm 0.19\%$ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Okolo และคณะ (2012)ทำการวิเคราะห์ในกระเทียมผงจาก

ประเทศไนจีเรียพบว่ามีค่าไขมันรวมอยู่ที่ 0.87 ± 0.01% และค่าวัตถุแห้งของกระเทียมสายพันธุ์ศรีสะเกษ เชียงใหม่และจีนเท่ากับ 90.33 ± 0.04%, 90.75 ± 0.03% และ 90.67 ± 0.01% ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Oluwatoyin (2014) ทดลองในกระเทียมผงจากประเทศไนจีเรียพบว่ามีค่าวัตถุแห้งเท่ากับ 90.30 ± 0.30% ค่าโปรตีนรวมของกระเทียมสายพันธุ์ศรีสะเกษและสายพันธุ์เชียงใหม่มีค่าเท่ากับ 26.22 ± 0.07% และ 26.86 ± 0.09% ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Oluwatoyin (2014) ที่ทำการทดลองในกระเทียมผงจากประเทศไนจีเรียโดยมีค่าโปรตีนรวมเท่ากับ 27.40 ± 0.50% ในขณะที่ค่าโปรตีนรวมของกระเทียมสายพันธุ์จีนมีค่าโปรตีนรวมเท่ากับ 16.93 ± 0.17% ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sultan และคณะ (2014) ที่ทดลองในกระเทียมจากประเทศปากีสถานพบว่ามีค่าโปรตีนรวมอยู่ที่ 17.85 ± 0.77% รวมถึงค่าไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรกของกระเทียมสายพันธุ์จีนเท่ากับ 63.39 ± 0.33% ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sultan และคณะ (2014) ที่ทดลองในกระเทียมจากประเทศปากีสถานพบว่ามีค่าไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรกอยู่ที่ 63.33 ± 3.10%

องค์ประกอบทางโภชนะของกระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีน สรุปว่า ค่าวัตถุแห้งสภาพสดของกระเทียมผงสายพันธุ์จีนมีค่ามากที่สุด ในขณะที่ค่าวัตถุแห้งในสภาพแห้งมีความชื้นของกระเทียมผงสายพันธุ์เชียงใหม่มีค่ามากที่สุด และจากการวิเคราะห์องค์ประกอบอื่นๆของกระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีนพบว่ากระเทียมผงสายพันธุ์เชียงใหม่มีค่าโปรตีนรวม และเถ้ามากกว่ากระเทียมผงสายพันธุ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และยังมีค่าไขมันรวม เยื่อใยรวมที่มากกว่ากระเทียมผงสายพันธุ์อื่นเช่นกันแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนกระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษนั้นมีค่าอินทรียวัตถุที่มากกว่ากระเทียมผงสายพันธุ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และค่าไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรกของกระเทียมผงสายพันธุ์จีนมีค่ามากที่สุดเมื่อเทียบกับกระเทียมผงสายพันธุ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

จากการศึกษาถึงลักษณะทางกายภาพของกระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษพบว่ามีลักษณะเป็นผง เหนียว เกาะตัวกันเป็นก้อน มีสีเหลืองอ่อน กลิ่นหอม มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 6.31 กระเทียมผงสายพันธุ์เชียงใหม่พบว่ามีลักษณะเป็นผงร่วน ไม่เกาะตัวกัน มีสีขาว กลิ่นหืนเล็กน้อย มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 6.23 ส่วนกระเทียมผงสายพันธุ์จีนพบว่ามีลักษณะเป็นผงร่วน สีขาวอมเหลือง ค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 6.19

ตารางที่ 7 องค์ประกอบทางโภชนะ (%บนฐานวัตถุแห้ง) ของกระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีน (mean ± S.D.)

รูปแบบกระเทียม	ค่าองค์ประกอบทางโภชนะ (% ฐานวัตถุแห้ง)						อ้างอิง
	วัตถุแห้ง(%)	โปรตีนรวม (%)	ไขมันรวม (%)	เยื่อใยรวม (%)	เถ้า (%)	ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก (%)	
กระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ	90.33^{c} ± 0.04	26.22^{b} ± 0.07	0.94^{a} ± 0.19	4.62^{a} ± 0.03	3.89^{c} ± 0.04	54.66^{b} ± 0.23	การศึกษาครั้งนี้
กระเทียมผงสายพันธุ์เชียงใหม่	90.75^{a} ± 0.03	26.86^{a} ± 0.09	1.09^{a} ± 0.05	6.43^{a} ± 0.88	5.03^{a} ± 0.02	51.36^{c} ± 0.75	การศึกษาครั้งนี้
กระเทียมผงสายพันธุ์จีน	90.67^{b} ± 0.01	16.93^{c} ± 0.17	1.05^{a} ± 0.10	4.91^{a} ± 0.08	4.40^{b} ± 0.00	63.39^{a} ± 0.33	การศึกษาครั้งนี้
กระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ	-	28.13	0.43	2.93	5.17	70.03	สมศรี (2528) อ้างโดยอุไร (2545)
กระเทียมผงสายพันธุ์เชียงใหม่	-	23.19	0.43	3.19	4.39	75.03	สมศรี (2528) อ้างโดยอุไร (2545)
กระเทียมผงสายพันธุ์จีน	-	20.66	0.44	2.84	4.32	57.79	สมศรี (2528) อ้างโดยอุไร (2545)
กระเทียมผงไนจีเรีย	95.71 ± 0.65	17.29 ± 0.01	0.87 ± 0.01	3.19 ± 0.15	5.22 ± 0.11	73.46 ± 0.11	Okolo และคณะ (2012)
กระเทียมผงไนจีเรีย	90.30 ± 0.30	27.40 ± 0.50	2.50 ± 0.20	1.00 ± 0.60	1.50 ± 0.60	57.80 ± 0.50	Oluwatoyin (2014)
กระเทียมผงปากีสถาน	92.93 ± 0.11	17.85 ± 0.77	0.73 ± 0.03	8.74 ± 0.17	3.57 ± 0.19	63.33 ± 3.10	Sultan และคณะ (2014)

[1/] วัตถุแห้งของกระเทียมสภาพสด

[2/] ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก = 100 - (%โปรตีนรวม + %เยื่อใยรวม + %ไขมันรวม + %เถ้า)

[a, b, c] ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

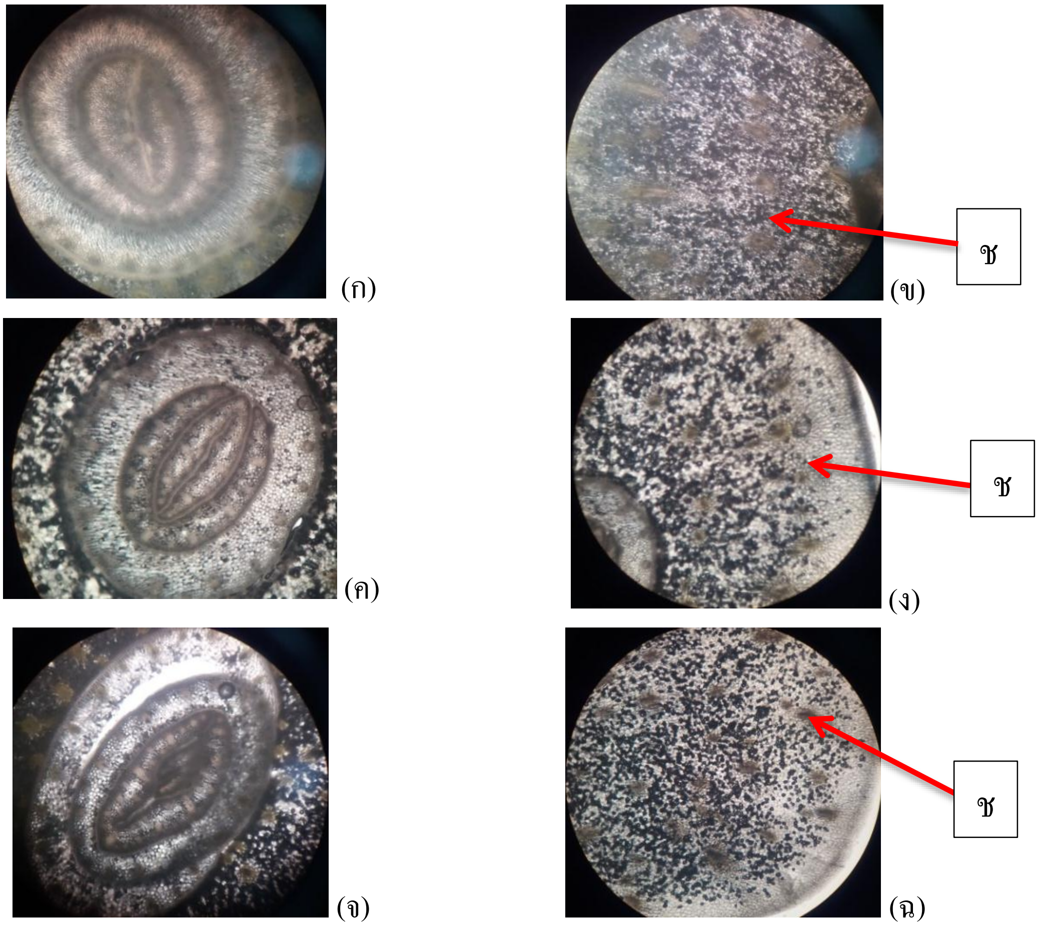
ลักษณะทางกายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ของกระเทียมสายพันธุ์จีน พันธุ์เชียงใหม่และพันธุ์ศรีสะเกษ

เมื่อเปรียบเทียบลักษณะของกระเทียมทั้ง 3 สายพันธุ์จากการตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ดังแสดงในภาพที่ 10 พบว่ามีลักษณะโครงสร้างที่คล้ายคลึงกัน แต่มีความแตกต่างกันในส่วนของปริมาณต่อมน้ำมัน โดยพบว่าในพื้นที่ 4x4 ตารางมิลลิเมตร กระเทียมสายพันธุ์จีนมีจำนวนต่อมน้ำมันเท่ากับ 20 ต่อมน้ำมัน กระเทียมสายพันธุ์เชียงใหม่มีจำนวนต่อมน้ำมันเท่ากับ 15 ต่อมน้ำมันและกระเทียมสายพันธุ์ศรีสะเกษมีจำนวนต่อมน้ำมันเท่ากับ18 ต่อมน้ำมัน ($P<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 8 ซึ่งพบว่าในพื้นที่เท่ากันกระเทียมสายพันธุ์จีนมีความหนาแน่นของต่อมน้ำมันมากกว่ากระเทียมสายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์ศรีสะเกษ

ตารางที่ 8 ปริมาณต่อมน้ำมันของกระเทียมสายพันธุ์จีน สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์ศรีสะเกษ (mean ± S.D.)

สายพันธุ์ (พื้นที่ 4x4 ตารางมิลลิเมตร)	จำนวนต่อมน้ำมัน (ต่อม)
กระเทียมสายพันธุ์จีน	$20.00^{a} \pm 2.08$
กระเทียมสายพันธุ์เชียงใหม่	$15.00^{b} \pm 1.00$
กระเทียมสายพันธุ์ศรีสะเกษ	$18.00^{ab} \pm 1.53$

^{a,b} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)



ภาพที่ 8 ลักษณะทางกายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ของกระเทียมสายพันธุ์จีน สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์ศรีสะเกษ

(ก), (ค), (จ) ลักษณะทางกายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ของกระเทียมสายพันธุ์จีน, สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์ศรีสะเกษด้วยกำลังขยาย 4 เท่า

(ข), (ง), (ฉ) ลักษณะทางกายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ของกระเทียมสายพันธุ์จีน, สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์ศรีสะเกษด้วยกำลังขยาย 10 เท่า

(ช) ต่อมน้ำมัน (essential oil gland)

ปริมาณสารอัลลิซินจากสารสกัดกระเทียมสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีน

จากการวิเคราะห์หาปริมาณสารอัลลิซินจากกระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีนตามมาตรฐานของ National Sanitation Foundation (2005) และ Office of British Pharmachopoeia (2009) ในกระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีนดังแสดงในตารางที่ 9 พบว่ากระเทียมผงสายพันธุ์จีนมีอัลลิซินสูงกว่ากระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษและสายพันธุ์เชียงใหม่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เนื่องจากช่วงอายุการเก็บ

เกี่ยวของกระเทียมสายพันธุ์จีนนั้นมีระยะเวลาที่ยาวนานกว่ากระเทียมสายพันธุ์อื่นๆ ทำให้การดึงสารอาหารและสารอัลลิซินมาไว้ที่ส่วนของหัวกระเทียมเกิดได้อย่างเต็มที่เมื่อทำการวิเคราะห์จึงพบว่ากระเทียมสายพันธุ์จีนมีปริมาณสารอัลลิซินที่สูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆ (พิษณุ, 2555)

เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับงานทดลองอื่นๆ พบว่าปริมาณสารอัลลิซินจากกระเทียมสายพันธุ์ศรีสะเกษมีปริมาณมากกว่างานทดลองของสาโรชและคณะ (2547) ในขณะที่เมื่อเทียบกับงานทดลองของ Farias-Campomanes และคณะ (2014) พบว่ามีค่าปริมาณสารอัลลิซินในกระเทียมน้อยกว่ากระเทียมสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีน แต่ในงานทดลองของ Zhou และคณะ (2015) พบว่ามีปริมาณสารอัลลิซินใกล้เคียงกับกระเทียมสายพันธุ์เชียงใหม่ แต่มากกว่ากระเทียมสายพันธุ์ศรีสะเกษ และน้อยกว่ากระเทียมสายพันธุ์จีน โดยความแตกต่างระหว่างปริมาณสารอัลลิซินที่เกิดขึ้นในกระเทียม ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของกระเทียม ช่วงอายุที่เก็บเกี่ยวและสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการปลูก ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน ระยะเวลาของแสงแดดในแต่ละวันและธาตุอาหารที่ให้เสริมขณะปลูก (พิษณุ, 2555)

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอัลลิซินจากกระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีนด้วย HPLC (mean ± S.D.)

สายพันธุ์กระเทียม	ปริมาณสารอัลลิซิน (มิลลิกรัม)	ผู้ทำการศึกษา
กระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ	$3.68^{c} \pm 0.06$	การศึกษาในครั้งนี้
กระเทียมผงสายพันธุ์เชียงใหม่	$4.82^{b} \pm 0.02$	การศึกษาในครั้งนี้
กระเทียมผงสายพันธุ์จีน	$7.27^{a} \pm 0.05$	การศึกษาในครั้งนี้
กระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ	2.44	สาโรชและคณะ (2546)
กระเทียมผงจากตลาดประเทศบราซิล	0.19	Farias-Campomanes และคณะ (2014)
กระเทียมผงสายพันธุ์จีนจากพื้นที่ Shouguang	3.90	Zhou และคณะ (2015)
กระเทียมผงสายพันธุ์จีนจากพื้นที่ Chengwu	4.70	Zhou และคณะ (2015)
กระเทียมผงสายพันธุ์จีนจากพื้นที่ Yutai	4.30	Zhou และคณะ (2015)

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (SEM) = 0.18

$^{a, b, c}$ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สรุปผลการทดลอง

การวิเคราะห์ปริมาณสารอัลลิซินจากสารสกัดกระเทียมจากกระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีนและวิเคราะห์หาปริมาณสารอัลลิซินด้วย HPLC สรุปว่า กระเทียมผงสายพันธุ์จีนมีอัลลิซินสูงกว่ากระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษและสายพันธุ์เชียงใหม่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

องค์ประกอบทางโภชนะของกระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีน สรุปว่า ค่าวัตถุแห้งสภาพสดของกระเทียมผงสายพันธุ์จีนมีค่ามากที่สุด ในขณะที่ค่าวัตถุแห้งในสภาพแห้งมีความชื้นของกระเทียม3ผงสายพันธุ์เชียงใหม่มีค่ามากที่สุด และจากการวิเคราะห์องค์ประกอบอื่นๆของกระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีน พบว่ากระเทียมผงสายพันธุ์เชียงใหม่มีค่าโปรตีนรวม และเถ้ามากกว่ากระเทียมผงสายพันธุ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และยังมีค่าไขมันรวม เยื่อใยรวมที่มากกว่ากระเทียมผงสายพันธุ์อื่นเช่นกันแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ส่วนกระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษนั้นมีค่าอินทรียวัตถุที่มากกว่ากระเทียมผงสายพันธุ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และค่าไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรกของกระเทียมผงสายพันธุ์จีนมีค่ามากที่สุดเมื่อเทียบกับกระเทียมผงสายพันธุ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

บทที่ 4

การทดลองที่ 2

การทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อซัลโมเนลลา (*Salmonella* Typhimurium) ของสารสกัดกระเทียมบนอาหารเลี้ยงเชื้อ

บทนำ

เชื้อซัลโมเนลลาเป็นเชื้อแบคทีเรียก่อโรคที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมการผลิตและการส่งออกของไก่กระทง เนื่องจากเป็นเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคในสัตว์และยังสามารถติดต่อสู่คนได้ ในปี 2003 ทางสหภาพยุโรปจึงได้ออกข้อกำหนดในการควบคุมเชื้อซัลโมเนลลาจากสัตว์โดยเฉพาะสัตว์ปีกที่ปนเปื้อนสู่อาหารตามข้อกำหนด EC 2160/2003 (Mainar-Jaime *et al*., 2012) ในปัจจุบันได้มีการคิดค้นและพัฒนาวิธีการในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อซัลโมเนลลาเพื่อนำไปใช้ในอาหารสัตว์ เช่น การใช้โปรไบโอติก กรดอินทรีย์ แบคเทอริโอฟาจ และพืชสมุนไพร โดยก่อนการนำไปใช้ในตัวสัตว์จริงนั้นจะมีการทดสอบในห้องปฏิบัติการเบื้องต้น ซึ่งวิธีที่ใช้ในการทดสอบ คือ การหาค่าความเข้มข้นต่ำที่สุดของสารสกัดกระเทียมที่ใช้ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อซัลโมเนลลาได้ (Minimun inhibitory concentration; MIC) และการหาค่าความเข้มข้นต่ำที่สุดของสารสกัดกระเทียมที่สามารถทำลายเชื้อซัลโมเนลลาได้ (Minimum bactericidal concentration; MBC) โดยวิธีการดังกล่าวเป็นวิธีการมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบขั้นต้นในห้องปฏิบัติการ (Andrew, 2006)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาฤทธิ์ในการต้าน *Salmonella* Typhimurium ของสารสกัดจากกระเทียมสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีน
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการยับยั้งเชื้อซัลโมเนลลาด้วยสารสกัดจากกระเทียมและยาปฏิชีวนะ

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วัสดุและอุปกรณ์

1. วัสดุ

1.1 กระเทียมสายพันธุ์ศรีสะเกษ 2 กิโลกรัม

1.2 กระเทียมสายพันธุ์เชียงใหม่ 2 กิโลกรัม

1.3 กระเทียมสายพันธุ์จีน 2 กิโลกรัม

1.4 Tryptic Soy Agar (TSA)

1.5 Tryptic Soy Broth (TSB)

1.6 *Salmonella* Typhimurium (TISTR 1469) จากศูนย์วิจัยจุลินทรีย์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร

2. อุปกรณ์

2.1 อุปกรณ์สำหรับเพาะเชื้อซัลโมเนลลา ได้แก่ จานเพาะเชื้อ เข็มเขี่ยเชื้อ ตะเกียงแอลกอฮอล์

2.2 อุปกรณ์สำหรับหาค่า MIC ได้แก่ หลอดทดลองพร้อมฝาปิด ขนาด 13 x 100 มิลลิเมตร ที่วางหลอดทดลอง ปิเปตอัตโนมัติและทิป กระดาษทิชชู่ ตะเกียงแอลกอฮอล์

2.3 อุปกรณ์สำหรับหาค่า MBC ได้แก่ จานเพาะเชื้อ ตะเกียงแอลกอฮอล์ ปิเปตอัตโนมัติและทิป กระดาษทิชชู่

2.4 หม้อนึ่งไอน้ำ (autoclave)

2.5 ตู้อบฆ่าเชื้อ (hot air oven)

2.6 ตู้บ่มชื้อ (incubator)

2.7 เครื่อง spectrophotometer

2.8 เครื่องเขย่า (vortex)

2.9 Laminar air flow

3. สารเคมี

3.1 น้ำกลั่นปราศจากไอออน (HPLC grade จากห้องปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์)

3.2 0.85% โซเดียมคลอไรด์ (A.R. grade ของบริษัทเมอร์ค ประเทศเยอรมนี)

3.3 เมทานอล (A.R. grade ของบริษัทเอเจ็ค ประเทศออสเตรเลีย)

3.4 แอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70%

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมเชื้อที่ใช้ในการทดสอบ

เขี่ยโคโลนีของเชื้อซัลโมเนลลาจากจานอาหารเลี้ยงเชื้อใส่ในหลอดทดลองฝาเกลียวที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลว คือ TSB แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส จนได้ระดับความขุ่นเท่ากับระดับความขุ่นของ 0.5 McFarland ใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ถ้าภายในหลอดทดลองมีระดับความขุ่นมากกว่าระดับความขุ่นมาตรฐานให้ทำการเจือจางด้วยน้ำเกลือปลอดเชื้อจนได้ระดับความขุ่นเท่ากับระดับความขุ่นมาตรฐาน แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:100 (สารละลายเชื้อ 1 ส่วนในน้ำเกลือ 99 ส่วน) จะได้สารละลายแบคทีเรียเข้มข้นประมาณ 10^6 ซีเอฟยูต่อมิลลิลิตร (ดัดแปลงจาก สาโรช และคณะ, 2546)

2. การเตรียมสารสกัดจากกระเทียมสายพันธุ์จีน สายพันธุ์เชียงใหม่ สายพันธุ์ศรีสะเกษ

2.1 นำกระเทียมผงสายพันธุ์จีน สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์ศรีสะเกษผสมกับน้ำกลั่นในอัตรา 1:3 แล้วนำไปปั่นให้ละเอียด หลังจากนั้นนำกระเทียมปั่นละเอียดใส่ในหลอดเซนตริฟิวส์

2.2 นำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงความเร็วสูงที่ความเร็ว 5,000 รอบต่อนาทีเป็นระยะเวลา 5 นาที แล้วทำการดูดสารละลายส่วนใสใส่ในหลอดทดลองที่เตรียมไว้ด้วยกระบอกฉีดยาที่ต่อส่วนกรองด้วยฟิลเตอร์ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 0.2 ไมครอน

3. การเตรียมยาปฏิชีวนะโคลิสตินเพื่อทดสอบการยับยั้งเชื้อซัลโมเนลลา

ชั่งโคลิสตินขนาด 10 มิลลิกรัมต่อน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตรใส่ในหลอดเซนตริฟิวส์แล้วผสมให้เข้ากัน หลังจากนั้นนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงความเร็วสูง แล้วทำการดูดสารละลายส่วนใสใส่ในหลอดทดลองที่เตรียมไว้ด้วยกระบอกฉีดยาที่ต่อส่วนกรองด้วยฟิลเตอร์ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 0.2 ไมครอน

4. การทดสอบผลการยับยั้งเชื้อซัลโมเนลลาบนอาหารเลี้ยงเชื้อ

4.1 เตรียมเชื้อซัลโมเนลลาที่มีความเข้มข้น 0.5 McFarland (ประมาณ 10^8 ซีเอฟยูต่อมิลลิลิตร) ในน้ำเกลือที่ปลอดเชื้ออัตราส่วน 1:100 จะได้ปริมาณเชื้อมาตรฐานที่ 10^6 ซีเอฟยูต่อมิลลิลิตร

4.2 เตรียมหลอดปลอดเชื้อจำนวน 10 หลอด โดยทำการเตรียมสารดังแสดงในตารางที่ 10 โดยปริมาตรสุดท้ายในแต่ละหลอดทดลอง คือ 2 มิลลิลิตร แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-20 ชั่วโมง

4.3 หลังจากเติมสารครบตามที่ระบุไว้ให้สังเกตความขุ่นของสารละลายในหลอดทดลอง โดยความเข้มข้นของของเหลวต่ำสุดในหลอดทดลองที่ใสจะบันทึกเป็นค่า MIC

4.4 นำของเหลวจากหลอดที่ไม่ขุ่นทั้งหมดมาหลอดละ 0.1 มิลลิลิตร ทำการเพาะบน TSA แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง บันทึกความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดกระเทียมบน TSA ที่แบคทีเรียไม่มีเจริญเติบโตเป็นค่า MBC (ดัดแปลงจากสาโรชและคณะ, 2546; เมธัส, 2552)

ตารางที่ 10 วิธีการทดสอบความไวของเชื้อด้วยวิธี broth macrodilution test

หลอดที่	ปริมาณอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลว (มล.)	ปริมาณสารสกัดกระเทียม	ปริมาณเชื้อซัล-โมเนลลา (มล.)	อัตราการเจือจาง
1	-	สารสกัดจากกระเทียม 1 มล.	1	1:2
2	1	สารสกัดจากกระเทียม 1 มล.	1	1:4
3	1	จากหลอดที่ 2 : 1 มล.	1	1:8
4	1	จากหลอดที่ 3 : 1 มล.	1	1:16
5	1	จากหลอดที่ 4 : 1 มล.	1	1:32
6	1	จากหลอดที่ 5 : 1 มล.	1	1:64
7	1	จากหลอดที่ 6 : 1 มล.	1	1:128
8	1	จากหลอดที่ 7 : 1 มล. แล้วดูดทิ้งไป 1 มล.	1	1:256
9	1	-	1	-
10	1	-	-	-

ที่มา : ดัดแปลงจาก สาโรช และคณะ (2546)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดสอบความสามารถในการยับยั้ง *Salmonella* Typhimurium บนอาหารเลี้ยงเชื้อด้วยสารสกัดจากกระเทียมผงสายพันธุ์จีน สายพันธุ์เชียงใหม่ สายพันธุ์ศรีสะเกษและยาปฏิชีวนะ

จากการทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อซัลโมเนลลาของสารสกัดกระเทียมสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีนดังแสดงในตารางที่ 11 พบว่าค่าความเข้มข้นต่ำที่สุดของสารสกัดกระเทียมสายพันธุ์จีน สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์ศรีสะเกษที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Salmonella* Typhimurium มีค่าดังนี้ 0.22, 0.20 และ 0.57 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Shobana และคณะ (2009) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการใช้กระเทียม 2 สายพันธุ์ คือ *Allium ophioscordon* และ *Allium sativum* ในประเทศอินเดียต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Salmonella* Typhi พบว่ากระเทียมสายพันธุ์ *Allium ophioscordon* ที่ความเข้มข้น 0.20-0.50 มิลลิกรัมและกระเทียมสายพันธุ์ *Allium sativum* ที่ความเข้มข้น 0.30-0.50 มิลลิกรัม สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Salmonella* Typhi ได้ และในงานทดลองของสาโรชและคณะ (2546) ได้ทำการทดสอบหาค่า MIC ของเชื้อซัลโมเนลลาด้วยสารสกัดจากกระเทียมสายพันธุ์ศรีสะเกษพบว่ามีค่า MIC เท่ากับ 5.20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ในขณะที่ค่า MIC ของยาปฏิชีวนะโคลิสตินที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Salmonella* Typhimurium อยู่ที่ 0.32 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ในขณะเดียวกัน Tagoe และ Gbadago (2009) ได้ศึกษาผลของการใช้สารสกัดจากกระเทียมในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อซัลโมเนลลาพบว่ามีค่า MIC เท่ากับ 150 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรซึ่งเป็นระดับที่สูงกว่างานวิจัยในครั้งนี้และผู้วิจัยอื่นๆ และจากการทดสอบหาค่า MBC ของสารสกัดกระเทียมสายพันธุ์จีน สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์ศรีสะเกษ เป็นดังนี้ 0.22, 0.39 และ 1.14 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรตามลำดับ ซึ่งจากงานทดลองของ Tagoe และ Gbadago (2009) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้สารสกัดจากกระเทียมในการทำลายเชื้อซัลโมเนลลาพบว่ามีค่า MBC เท่ากับ 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

จากการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Salmonella* Typhimurium ของสารสกัดจากกระเทียมผงสายพันธุ์จีน สายพันธุ์เชียงใหม่ สายพันธุ์ศรีสะเกษ และยาปฏิชีวนะโคลิสติน ซึ่งเป็นยาที่ใช้ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Salmonella* Typhimurium พบว่าสารสกัดจากกระเทียมผงสายพันธุ์เชียงใหม่มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Salmonella* Typhimurium ได้ดีที่ความเข้มข้น 0.20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรเมื่อเปรียบเทียบกับกระเทียมผงสายพันธุ์จีน สายพันธุ์ศรีสะเกษและยาปฏิชีวนะโคลิสตินที่มีค่า MIC

เท่ากับ 0.22, 0.57 และ 0.32 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรตามลำดับ และประสิทธิภาพในการทำลาย *Salmonella* Typhimurium ของสารสกัดจากกระเทียมผงสายพันธุ์จีน สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์ศรีสะเกษเมื่อเปรียบเทียบกับยาปฏิชีวนะโคลิสตินพบว่าสารสกัดจากกระเทียมผงสายพันธุ์จีนที่ความเข้มข้น 0.22 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรสามารถทำลายเชื้อได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับสารสกัดจากกระเทียมสายพันธุ์เชียงใหม่ สายพันธุ์ศรีสะเกษและยาปฏิชีวนะโคลิสตินที่มีค่า MBC เท่ากับ 0.39, 1.14 และ 0.63 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรตามลำดับ

ตารางที่ 11 ค่า MIC และค่า MBC ของสารสกัดจากกระเทียมสายพันธุ์จีน สายพันธุ์เชียงใหม่ สายพันธุ์ศรีสะเกษและยาปฏิชีวนะโคลิสติน ต่อ *Salmonella* Typhimurium (TISTR 1469)

สารที่ทดสอบ	ความไวของเชื้อต่อสารที่ทดสอบ (mg/ml)							
	พันธุ์จีน		พันธุ์เชียงใหม่		พันธุ์ศรีสะเกษ		ยาปฏิชีวนะโคลิสติน	
	MIC	MBC	MIC	MBC	MIC	MBC	MIC	MBC
ความเข้มข้น	0.22^{c}	0.22^{C}	0.20^{d}	0.39^{D}	0.57^{a}	1.14^{A}	0.32^{b}	0.63^{B}

$^{a, b, c, d}$ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ของ MIC

$^{A, B, C, D}$ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ของ MBC

สรุปผลการทดลอง

การทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อซัลโมเนลลา (*Salmonella* Typhimurium) ของสารสกัดกระเทียมบนอาหารเลี้ยงเชื้อ สรุปว่า สารสกัดจากกระเทียมสายพันธุ์เชียงใหม่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Salmomella* Typhimurium ได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับกระเทียมสายพันธุ์จีน สายพันธุ์ศรีสะเกษและโคลิสติน (P<0.05) และพบว่าสารสกัดจากกระเทียมสายพันธุ์จีนมีประสิทธิภาพในการฆ่า *Salmomella* Typhimurium ได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับกระเทียมสายพันธุ์อื่นๆ (P<0.05) เนื่องจากกระเทียมสายพันธุ์จีนเป็นสายพันธุ์ที่พบสารแอลลิซินซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์สำคัญในการยับยั้งเชื้อซัลโมเนลลามากที่สุด ทำให้กระเทียมสายพันธุ์จีนมีผลในการยับยั้งเชื้อซัลโมเนลลาสูงที่สุด

บทที่ 5

การทดลองที่ 3

การทดสอบหาค่าความคงตัวของสารอัลลิซินในกระเทียมผงและอาหารไก่กระทง และการทดสอบการยอมรับสูตรอาหารที่ผสมกระเทียมผงของไก่กระทง

บทนำ

อัลลิซิน (allicin) เป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนรูปของสารอัลลิอินหลังทำปฏิกิริยากับเอนไซม์อัลลิเนส ซึ่งสารอัลลิซินเป็นสารที่มีลักษณะเป็นของเหลว มีสีเหลืองสว่าง ไม่ทนต่อความร้อน ไม่ทนต่อแสง และเป็นสารที่ไม่มีความเสถียรสามารถสลายหรือแตกตัวไปเป็นสารอื่นๆได้อย่างรวดเร็ว เช่น diallyl disulfide (DADS), diallyl sulfide (DAS), diallyl trisulfide และ sulfur dioxide (Amagase, 2006; Ilic *et al.*, 2011) โดยสารอัลลิซินมีคุณสมบัติที่สำคัญ ได้แก่ ต้านจุลชีพต่างๆ สารต้านอนุมูลอิสระ ลดปริมาณคลอเลสเตอรอลและช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกาย ดังนั้นความคงตัวของสารอัลลิซินจึงมีผลต่อคุณสมบัติและการออกฤทธิ์ของอัลลิซิน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาค่าความคงตัวของสารอัลลิซินในกระเทียมผงและอาหารไก่กระทง
2. เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเก็บรักษาสารอัลลิซินในรูปของกระเทียมผงและอาหารไก่กระทง
3. เพื่อทดสอบการยอมรับสูตรอาหารที่ผสมกระเทียมผงในรูปแบบผงและอัดเม็ดในไก่กระทง

วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมีและวิธีการทดลอง

วัสดุและอุปกรณ์

1. วัสดุ

1.1 กระเทียมสายพันธุ์ศรีสะเกษ เชียงใหม่และจีน

1.2 สัตว์ทดลอง โดยใช้ลูกไก่กระทงเพศผู้ สายพันธุ์รอส (Ross) อายุ 1 วัน จำนวน 100 ตัว

1.3 อาหารสำหรับเลี้ยงไก่กระทงในช่วงอายุ 1-3 สัปดาห์

2. อุปกรณ์

2.1 อุปกรณ์สำหรับการเตรียมกระเทียมผง

2.1.1 เครื่องบดละเอียดขนาดเล็ก (รุ่น CYCLOTEC 1093 Sample mill ของบริษัทฟอส ประเทศสวีเดน)

2.1.2 ตู้อบ (บริษัทไบเดอร์จำกัด)

2.1.3 เครื่องชั่งไฟฟ้า (บริษัทซาร์โทเรียส รุ่น ED2245 ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

2.1.4 อุปกรณ์สำหรับปอกเปลือกกระเทียม ได้แก่ มีด เขียงพลาสติก

2.2 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ปริมาณสารอัลลิซินในกระเทียมผง

2.2.1 อ่างอัลตร้าโซนิก (รุ่น E100H ของบริษัทเอลมา ประเทศเยอรมัน)

2.2.2 เครื่องเซนทริฟิวส์ (รุ่น D-78532 ของบริษัทเอแจ๊ก ประเทศเยอรมัน)

2.2.3 เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (รุ่น 1100 Agilent Technologies ประเทศเยอรมัน) ซึ่งประกอบไปด้วยคอลัมน์เหล็กไร้สนิม เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร ยาว 250 มิลลิเมตร ขนาดอนุภาค 5 ไมครอน

2.2.4 อุปกรณ์สำหรับเตรียมสารสกัดกระเทียม ได้แก่ หลอดเซนทริฟิวส์ขนาด 15 และ 60 มิลลิลิตร กระบอกตวงขนาด 10 มิลลิลิตร ขวดปรับปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร กรวยแก้ว หลอดหยด บีกเกอร์ขนาด 100 และ 600 มิลลิลิตร ตะกร้าพลาสติก ปิเปตอัตโนมัติ ปิเปตปริมาตร 1 มิลลิลิตรพร้อมจุกยางดูดสาร ขวดสีชาขนาด 125 และ 1,000 มิลลิลิตร

2.2.5 อุปกรณ์สำหรับเตรียมสารละลายมาตรฐาน ได้แก่ ขวดสีชาขนาด 60 มิลลิลิตร บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร

3. สารเคมี

3.1 สารเคมีสำหรับเตรียมสารละลายมาตรฐานได้แก่ น้ำกลั่นปราศจากไอออน (HPLC grade จากห้องปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์) เมทานอล (A.R. grade ของบริษัทเอแจ๊ก ประเทศออสเตรเลีย) สารมาตรฐาน (butyl parahydroxybenzoate ความบริสุทธิ์ 99.6% ของบริษัทซิกม่า-อัลดริช ประเทศเยอรมัน)

3.2 สารเคมีสำหรับเตรียมสารสกัดจากกระเทียม ได้แก่ กรดฟอร์มิก 1% (ความบริสุทธิ์ 98% ของบริษัท FISHER) เมทานอล (A.R. grade ของบริษัทเอแจ๊ก ประเทศออสเตรเลีย) น้ำกลั่นปราศจากไอออน (HPLC grade จากห้องปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์)

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมกระเทียมผงแห้ง

1.1 นำกระเทียมสดสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่ และสายพันธุ์จีน มาปอกเปลือกให้เหลือเฉพาะส่วนเนื้อกลีบของกระเทียม นำไปชั่งน้ำหนักที่แน่นอน ทำการทุบให้พอแตก หลังจากนั้นให้หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ วางทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที ก่อนนำไปผ่านกระบวนการทำให้แห้งโดยอบที่ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง

1.2 จากนั้นนำกระเทียมที่ผ่านกระบวนการทำให้แห้งแล้วมาปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นอีกครั้งจนเป็นผงละเอียดแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 20 mesh (ประมาณ 0.8 มิลลิเมตร)

1.3 นำกระเทียมผงที่ได้ไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางโภชนะด้วยวิธี proximate analysis (AOAC, 1990) และวิเคราะห์หาปริมาณสารอัลลิซินด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีสมรรถนะสูง (HPLC) ตามมาตรฐาน INA method 110.001 (ดัดแปลงจาก อุไร, 2545; สาโรช และคณะ, 2546; National Sanitation Foundation, 2005; Ilic *et al.*, 2011)

2. การทดสอบหาค่าความคงตัวของสารอัลลิซินในกระเทียมผง

นำกระเทียมผงที่วิเคราะห์หาปริมาณสารอัลลิซินในวันที่ 0 ใส่ไว้ในถุงฟอยด์ทึบแสง เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แล้วทำการวัดหาปริมาณสารอัลลิซินทุก 15 วัน จนครบ 60 วัน ดังแสดงในตารางที่ 12 (ดัดแปลงจาก Fujisawa *et al.*, 2008; National Sanitation Foundation & International, Institue for Nutraceutrical Advancement, (2005) อ้างโดย Prati *et al.*, 2014)

ตารางที่ 12 การวัดค่าความคงตัวของสารอัลลิซินในกระเทียมผง

ซ้ำที่	วันที่ทำการวัดปริมาณสารอัลลิซิน
1	วันที่ 0 --> วันที่ 15 --> วันที่ 30 --> วันที่ 45 --> วันที่ 60
2	วันที่ 0 --> วันที่ 15 --> วันที่ 30 --> วันที่ 45 --> วันที่ 60
3	วันที่ 0 --> วันที่ 15 --> วันที่ 30 --> วันที่ 45 --> วันที่ 60

ที่มา : ดัดแปลงจาก National Sanitation Foundation & International, Institue for Nutraceutrical Advancement, (2005) อ้างโดย Prati และคณะ, 2014

3. การเตรียมอาหารไก่กระทง

เตรียมอาหารไก่กระทง 7 สูตร โดยอาหาร 3 สูตรแรกเป็นอาหารชนิดผง (mash) ดังแสดงในตารางที่ 13 และอาหารอีก 4 สูตรเป็นอาหารอัดเม็ด (pellet) ดังแสดงในตารางที่ 14 เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารอัลลิซินด้วย HPLC

ตารางที่ 13 ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์ (as-fed basis) และองค์ประกอบทางโภชนะในสูตรอาหารไก่กระทงชนิดผง

วัตถุดิบอาหาร	สูตรอาหาร		
	GPM 1 MBC	**GPM 3 MBC**	**GPM 5 MBC**
ข้าวโพดบด	53.51	52.79	52.01
กากถั่วเหลือง	30.85	30.60	30.40
ปลาป่น	8.00	8.00	8.00
น้ำมันปาล์ม	5.00	5.00	5.00
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	1.00	1.00	1.00
เกลือ	0.30	0.30	0.30
พรีมิกซ์	0.50	0.50	0.50
ดีแอล-เมทไธโอนีน	0.12	0.12	0.12
แอล-ไลซีน	0.25	0.25	0.25
กระเทียมผง	0.48	1.45	2.42
รวม	100.00	100.00	100.00
ราคา (บาทต่อกิโลกรัม)	20.01	20.83	21.66
องค์ประกอบทางโภชนะจากการคำนวณ (%น้ำหนักแห้ง)			
โปรตีนรวม	23.00	23.00	23.00
พลังงานใช้ประโยชน์ได้			
(ME: kcal/kg)	3,200	3,200	3,200
แคลเซียม	0.42	0.42	0.42
ไลซีน	1.47	1.46	1.45
เมทไธโอนีน	0.48	0.48	0.48
โซเดียม	0.15	0.15	0.15
ธรีโอนีน	0.79	0.79	0.78

ตารางที่ 14 ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์ (as-fed basis) และองค์ประกอบทางโภชนะในสูตรอาหารไก่กระทงแบบอัดเม็ด

วัตถุดิบอาหาร	สูตรอาหาร			
	กลุ่มควบคุม	**GPG 1 MBC**	**GPG 3 MBC**	**GPG 5 MBC**
ข้าวโพดบด	53.83	53.51	52.79	52.01
กากถั่วเหลือง	34.83	30.85	30.60	30.40
ปลาป่น	8.91	8.00	8.00	8.00
น้ำมันปาล์ม	5.00	5.00	5.00	5.00
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	1.12	1.00	1.00	1.00
เกลือ	0.34	0.30	0.30	0.30
พรีมิกซ์	0.57	0.50	0.50	0.50
ดีแอล-เมทไธโอนีน	0.13	0.12	0.12	0.12
แอล-ไลซีน	0.29	0.25	0.25	0.25
กระเทียมผง	0.00	0.48	1.45	2.42
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00
ราคา (บาทต่อกิโลกรัม)	19.61	20.01	20.83	21.66
องค์ประกอบทางโภชนะจากการคำนวณ (%น้ำหนักแห้ง)				
โปรตีนรวม	23.00	23.00	23.00	23.00
พลังงานใช้ประโยชน์ได้				
(ME: kcal/kg)	3,200	3,200	3,200	3,200
แคลเซียม	0.42	0.42	0.42	0.42
ไลซีน	1.47	1.47	1.46	1.45
เมทไธโอนีน	0.49	0.48	0.48	0.48
โซเดียม	0.15	0.15	0.15	0.15
ธรีโอนีน	0.80	0.79	0.79	0.78

4. การทดสอบหาค่าความคงตัวของสารอัลลิซินในอาหารไก่กระทง

นำอาหารไก่กระทงชนิดผงซึ่งเป็นสูตรอาหารที่อ้างอิงค่าโภชนะตามมาตรฐานของ NRC (1994) แล้ววิเคราะห์หาปริมาณสารอัลลิซินในวันที่ 0 ใส่ไว้ในถุงฟอยด์ทึบแสง เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยทำการวัดหาปริมาณสารอัลลิซินทุก 15 วัน เป็นเวลา 30 วัน ดังแสดงในตารางที่ 15 (ดัดแปลงจาก Fugisawa และคณะ, 2008; National Sanitation Foundation & International, Institue for Nutraceutrical Advancement, (2005) อ้างโดย Prati *et al*., 2014)

ตารางที่ 15 การวัดค่าความคงตัวของสารอัลลิซินในอาหารไก่กระทง

ซ้ำที่	วันที่ทำการวัดปริมาณสารอัลลิซิน
1	วันที่ 0 --> วันที่ 7 --> วันที่ 15
2	วันที่ 0 --> วันที่ 7 --> วันที่ 15
3	วันที่ 0 --> วันที่ 7 --> วันที่ 15

ที่มา : ดัดแปลงจาก National Sanitation Foundation & International, Institue for Nutraceutrical Advancement, (2005) อ้างโดย Prati และคณะ, 2014

5. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนะของอาหารไก่กระทง

นำตัวอย่างอาหารไก่กระทงทั้ง 7 สูตรมาวิเคราะห์หาค่าองค์ประกอบทางโภชนะด้วยวิธีวิเคราะห์โดยประมาณตามมาตรฐาน AOAC (1990)

6. การศึกษาผลของการใช้กระเทียมผงต่อสมรรถนะในการเจริญเติบโตของไก่กระทง

6.1 ระบบการเลี้ยงและการให้อาหารไก่กระทง

ทำการเลี้ยงแบบปล่อยพื้นในคอกขังรวมโดยใช้แกลบเป็นวัสดุรองพื้น คอกละ 11 ตัวจำนวน 9 คอก โดยให้ไก่ทั้งหมดได้รับอาหารสูตรสำหรับช่วงอายุ 0-3 สัปดาห์ ดังแสดงในตารางภาคผนวกที่ 5 โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่มการทดลอง กลุ่มการทดลองละ 3 ซ้ำ คือ กลุ่มควบคุม (ไม่มีการเสริมกระเทียมผง) กลุ่มที่ได้รับอาหารแบบผงที่มีกระเทียมผง 5 เท่าของค่า MIC และกลุ่มที่ได้รับอาหารอัดเม็ดที่มีกระเทียมผง 5 เท่าของค่า MIC ให้น้ำและอาหารแบบเต็มที่ (*ad libitum*)

6.2 การเก็บข้อมูลการเลี้ยงไก่กระทง

6.2.1 บันทึกน้ำหนักไก่ทดลอง ทำการชั่งน้ำหนักไก่เมื่อเริ่มต้นการทดลอง จากนั้นชั่งน้ำหนักตัวทุก 1 สัปดาห์ จนสิ้นสุดการทดลอง

6.2.2 บันทึกปริมาณอาหาร บันทึกปริมาณอาหารที่ให้ ปริมาณอาหารที่เหลือของแต่ละกลุ่มทดลองทุกวัน เพื่อคำนวณหาน้ำหนักตัวเพิ่ม (body weight gain, BWG) ปริมาณอาหารที่กิน (feed intake, FI) และประสิทธิภาพการใช้อาหาร (feed conversion ratio, FCR) ซึ่งคำนวณได้จากสูตรดังต่อไปนี้

BWG = น้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง – น้ำหนักตัวเริ่มต้นการทดลอง

FI = ปริมาณอาหารที่ให้ทั้งหมด – ปริมาณอาหารที่เหลือ

FCR = ปริมาณอาหารที่กิน / น้ำหนักตัวไก่ที่เพิ่มขึ้น

6.2.3 บันทึกจำนวนไก่ตาย บันทึกจำนวนไก่ที่ตายในแต่ละวัน เพื่อคำนวณอัตราการตายของไก่แต่ละสัปดาห์

$$\text{อัตราการตาย (\%)} = \frac{\text{จำนวนไก่ที่ตาย}}{\text{จำนวนไก่เริ่มต้น}} \times 100$$

7. การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's new multiple range test (DMRT) ตามวิธีการของ Steel and Torrie (1980)

8. สถานที่ทำการวิจัย

8.1 ห้องปฏิบัติการคุณภาพอาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

8.2 ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

8.3 โรงอาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัย-สงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ปริมาณสารอัลลิซินในกระเทียมผงวันที่ 0, 15, 30, 45 และ 60

จากการวิเคราะห์หาปริมาณสารอัลลิซินในกระเทียมผงด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง เพื่อหาค่าความคงตัวของสารอัลลิซิน ซึ่งเป็นสารสำคัญในกระเทียมที่มีคุณสมบัติสามารถสลายตัวไปเป็นสารอื่นได้ง่ายและไม่คงตัว โดยทำการวิเคราะห์ทุกๆ 15 วันดังแสดงในตารางที่ 16 พบว่ากระเทียมสายพันธุ์จีนในวันที่ 0, 15, 30, 45 และ 60 มีปริมาณสารอัลลิซินดังนี้ 7.27 ± 0.55, 8.15 ± 0.19, 10.31 ± 0.23, 9.01 ± 0.01 และ 8.23 ± 0.24 มิลลิกรัม กระเทียมสายพันธุ์เชียงใหม่ในวันที่ 0, 15, 30, 45 และ 60 มีปริมาณสารอัลลิซิน ดังนี้ 4.82 ± 0.02, 6.94 ± 0.07, 6.69 ± 0.13, 7.18 ± 0.12 และ 6.06 ± 0.01 มิลลิกรัมและกระเทียมสายพันธุ์ศรีสะเกษในวันที่ 0, 15, 30, 45 และ 60 มีปริมาณสารอัลลิซิน ดังนี้ 3.67 ± 0.07, 4.38 ± 0.15, 4.65 ± 0.11, 4.53 ± 0.03 และ 4.21 ± 0.11 มิลลิกรัม ซึ่งจากงานทดลองของสาโรชและคณะ (2546) ได้ทำการหาค่าความคงตัวของสารสกัดกระเทียมสายพันธุ์ศรีสะเกษเป็นระยะเวลา 30 วันพบว่าสารอัลลิซินที่อยู่ในสารสกัดที่ได้จากกระเทียมมีค่าความคงตัวที่สามารถตรวจพบได้อยู่ที่ 15 วัน แต่มีปริมาณเหลืออยู่เพียง 51.88% ของปริมาณสารอัลลิซินเริ่มต้น (ปริมาณเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 27.14 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร) และในวันที่ 30 ไม่สามารถตรวจพบปริมาณสารอัลลิซินจากสารสกัดกระเทียมได้ และจากงานทดลองของ Prati และคณะ (2014) ได้ทำการทดสอบหาค่าความคงตัวของสารอัลลิซินในกระเทียมสายพันธุ์จากประเทศจีน เป็นระยะเวลา 180 วัน พบว่ากระเทียมสายพันธุ์ Roxinho, SC Roxo, Gigante, Assai และ Comercial มีปริมาณสารอัลลิซินเริ่มต้นที่ 23.53, 19.32, 20.35, 19.78 และ 18.61 มิลลิกรัมตามลำดับ และปริมาณสารอัลลิซินที่เหลือในวันที่ 180 เท่ากับ 7.74, 6.34, 7.60, 7.19 และ 6.90 มิลลิกรัมตามลำดับ ซึ่งพบว่าปริมาณสารอัลลิซินเหลืออยู่ 33% แต่ทั้งนี้จากการทดลองพบว่าปริมาณสารอัลลิซินที่ได้ในกระเทียมแต่ละสายพันธุ์นั้นจะเพิ่มขึ้นในช่วง 1-30 วันแรก หลังจากนั้นจะค่อยๆมีปริมาณที่ลดลง เนื่องจากการทำปฏิกิริยาของสารอัลลิซินจะสมบูรณ์สามารถใช้เวลาอย่างน้อย 30 วันจากการทำงานของเอนไซม์อัลลิเนสในการเปลี่ยนแปลงสารอัลลิอินให้กลายเป็นสารอัลลิซิน (Mazelis and Crews, 1986)

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอัลลิซินในวันที่ 0, 15, 30, 45 และ 60 จากกระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีนด้วย HPLC (mean ± S.D.)

อายุการเก็บ (วัน)	ปริมาณสารอัลลิซิน (มิลลิกรัม)		
	กระเทียมสายพันธุ์จีน	กระเทียมสายพันธุ์เชียงใหม่	กระเทียมสายพันธุ์ศรีสะเกษ
0	$7.27^{Ea} \pm 0.55$	$4.82^{Eb} \pm 0.02$,	$3.67^{Ec} \pm 0.07$
15	$8.15^{Ca} \pm 0.19$	$6.94^{Cb} \pm 0.07$	$4.38^{Cc} \pm 0.15$
30	$10.31^{Aa} \pm 0.23$	$6.69^{Ab} \pm 0.13$	$4.65^{Ac} \pm 0.11$
45	$9.01^{Ba} \pm 0.01$	$7.18^{Bb} \pm 0.12$	$4.53^{Bc} \pm 0.03$
60	$8.23^{Da} \pm 0.24$	$6.06^{Db} \pm 0.01$	$4.21^{Dc} \pm 0.11$

$^{A, B, C, D, E}$ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

$^{a, b, c}$ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ปริมาณสารอัลลิซินในอาหารไก่กระทงวันที่ 0, 15 และ 30

จากการวิเคราะห์หาปริมาณสารอัลลิซินจากอาหารไก่กระทงที่ผสมด้วยกระเทียมผงเพื่อหาค่าความคงตัวของสารอัลลิซินที่ผสมอยู่ โดยทำการวิเคราะห์ในวันที่ 0, วันที่ 7 และวันที่ 15 ดังแสดงในตารางที่ 17 พบว่าอาหารกลุ่มการทดลองที่ 1 ซึ่งเป็นกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ผสมกระเทียมผงไม่พบสารอัลลิซิน อาหารกลุ่มการทดลองที่ 2 ซึ่งเป็นอาหารชนิดผงที่มีการผสมกระเทียมผงในปริมาณ 1 เท่าของค่า MIC ในวันที่ 0, 7 และ 15 ดังนี้ 21.76 ± 2.05, 10.87 ± 1.04 และ 0.00 ไมโครกรัม อาหารกลุ่มการทดลองที่ 3 ซึ่งเป็นอาหารชนิดผงที่มีการผสมกระเทียมผงในปริมาณ 3 เท่าของค่า MIC ในวันที่ 0, 7 และ 15 ดังนี้ 26.98 ± 0.71, 13.49 ± 0.36 และ 0.00 ไมโครกรัม อาหารกลุ่มการทดลองที่ 4 ซึ่งเป็นอาหารชนิดผงที่มีการผสมกระเทียมผงในปริมาณ 5 เท่าของค่า MIC ในวันที่ 0, 7 และ 15 ดังนี้ 29.49 ± 0.70, 14.74 ± 0.36 และ 0.00 ไมโครกรัม อาหารกลุ่มการทดลองที่ 5 ซึ่งเป็นอาหารอัดเม็ดที่มีการผสมกระเทียมผงในปริมาณ 1 เท่าของค่า MIC ในวันที่ 0, 7 และ 15 ดังนี้ 12.36 ± 0.41, 6.96 ± 0.55 และ 0.00 ไมโครกรัม อาหารกลุ่มการทดลองที่ 6 ซึ่งเป็นอาหารอัดเม็ดที่มีการผสมกระเทียมผงในปริมาณ 3 เท่าของค่า MIC ในวันที่ 0, 7 และ 15 ดังนี้ 12.75 ± 0.50, 6.38 ± 0.25 และ 0.00 ไมโครกรัม และอาหารกลุ่มการทดลองที่ 7 ซึ่งเป็นอาหารอัดเม็ดที่มีการผสมกระเทียมผงในปริมาณ 5 เท่าของค่า MIC ในวันที่ 0, 7 และ 15 ดังนี้ 21.28 ± 0.75, 10.64 ± 0.37และ 0.00 ไมโครกรัม

จากผลการทดลองดังกล่าวพบว่าอาหารไก่กระทงชนิดผงจะพบปริมาณสารอัลลิซินในอาหารชนิดผงมากกว่าอาหารอัดเม็ด เนื่องจากกระบวนการในการอัดเม็ดอาหารนั้นจะต้องผ่านความร้อนก่อนจะอัดเป็นเม็ดอาหาร ซึ่งจากรายงานของ Mansor และคณะ (2015) พบว่าสารอัลลิซินจะสามารถสลายตัวได้ง่าย เมื่ออุณหภูมิที่ใช้มีค่ามากกว่า 30 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอัลลิซินในวันที่ 0, 7 และ 15 จากอาหารไก่กระทงด้วย HPLC (mean ± S.D.)

อายุการเก็บ (วัน) / รูปแบบอาหาร		ปริมาณสารอัลลิซิน (ไมโครกรัม)		
		0	7	15
กลุ่มควบคุม		0.00	0.00	0.00
อาหารชนิดผง	GPM 1 MBC	$21.76^{Ca} \pm 2.05$	$10.87^{Cb} \pm 1.04$	0.00
	GPM 3 MBC	$26.98^{Ba} \pm 0.71$	$13.49^{Bb} \pm 0.36$	0.00
	GPM 5 MBC	$29.49^{Aa} \pm 0.70$	$14.74^{Ab} \pm 0.36$	0.00
อาหารอัดเม็ด	GPG 1 MBC	$12.36^{Da} \pm 0.41$	$6.96^{Db} \pm 0.55$	0.00
	GPG 3 MBC	$12.75^{Da} \pm 0.50$	$6.38^{Db} \pm 0.25$	0.00
	GPG 5 MBC	$21.28^{Ca} \pm 0.75$	$10.64^{Cb} \pm 0.37$	0.00

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (SEM) = 0.03

$^{A, B, C, D}$ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

$^{a, b}$ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

องค์ประกอบทางโภชนะในอาหารไก่กระทง

จากการหาค่าองค์ประกอบทางโภชนะของอาหารไก่กระทงดังแสดงในตารางที่ 18 ทั้ง 7 สูตร คือ สูตรควบคุม สูตรอาหารแบบผงที่มีการเสริมกระเทียมผงปริมาณ 1, 3 และ 5 เท่าของค่า MIC และสูตรอาหารแบบอัดเม็ดที่มีการเสริมกระเทียมผงปริมาณ 1, 3 และ 5 เท่าของค่า MIC พบว่าสูตรอาหารที่มีการเสริมกระเทียมผงปริมาณ 5 เท่าของค่า MIC ทั้งแบบอาหารผงและอัดเม็ดมีโปรตีนรวม ค่าความเป็นกรด-ด่าง พลังงานรวมและไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรกสูงที่สุดเมื่อเทียบกับอาหารกลุ่มควบคุมและอาหารที่มีการเสริมกระเทียมผงปริมาณ 1 และ 3 เท่าของค่า MIC ในอาหารลักษณะเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และปริมาณเถ้าในกลุ่มอาหารควบคุมจะมีค่าที่มากกว่าอาหารกลุ่มอื่นๆที่มีการเสริมกระเทียมผงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนไขมัน

รวมพบว่าในกลุ่มอาหารชนิดผงมีปริมาณมากกว่าเมื่อเทียบกับอาหารกลุ่มควบคุม (P>0.05) รวมทั้งปริมาณเยื่อใยรวมของอาหารกลุ่มที่มีการเสริมกระเทียมผงมีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุม (P<0.05)

ค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารสูตรต่างๆ เป็นดังนี้ สูตรควบคุม 6.82 ± 0.04 สูตรที่ 2 6.86 ± 0.02 สูตรที่ 3 6.80 ± 0.09 สูตรที่ 4 6.88 ± 0.11 สูตรที่ 5 6.80 ± 0.00 สูตรที่ 6 6.81 ± 0.13 และสูตรที่ 7 6.94 ± 0.01 (P >0.05) โดยพบว่าอาหารไก่กระทงสูตรที่มีการเสริมกระเทียมผงปริมาณ 5 เท่าของค่า MIC ทั้งในรูปแบบผงและอัดเม็ดมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงกว่าเมื่อเทียบกับอาหารสูตรอื่นๆ ในขณะเดียวกันนั้นค่าพลังงานรวมของอาหารสูตรต่างๆ เป็นดังนี้ สูตรควบคุม 4699.80 ± 147.96 kcal สูตรที่ 2 4169.40 ± 374.84 kcal สูตรที่ 3 4446.70 ± 186.12 kcal สูตรที่ 4 4663.90 ± 88.35 kcal สูตรที่ 5 4584.50 ± 61.37 kcal สูตรที่ 6 3771.80 ± 0.43 kcal และสูตรที่ 7 4774.00 ± 95.49 kcal (P<0.05) โดยพบว่าอาหารไก่กระทงสูตรที่มีการเสริมกระเทียมผงปริมาณ 5 เท่าของค่า MIC ทั้งในรูปแบบผงและอัดเม็ดมีค่าพลังงานสูงกว่าเมื่อเทียบกับอาหารสูตรอื่นๆ

ตารางที่ 18 องค์ประกอบทางโภชนะ (%บนฐานวัตถุแห้ง) ของอาหารไก่กระทง (mean ± S.D.)

พารามิเตอร์	สูตรควบคุม	GPM 1 เท่า MBC	GPM 3 เท่า MBC	GPM 5 เท่า MBC	GPG 1 เท่า MBC	GPG 3 เท่า MBC	GPG 5 เท่า MBC	SEM
วัตถุแห้ง (%)	92.44^{b}±0.06	90.37^{c}±0.07	90.08^{d}±0.11	90.01^{d}±0.13	87.36^{e}±0.13	93.22^{a}±0.01	86.93^{f}±0.21	0.09
อินทรียวัตถุ (%)	88.33^{e}±0.01	89.74^{d}±0.29	91.23^{b}±0.12	92.42^{a}±0.04	89.79^{d}±0.18	90.43^{c}±0.01	92.12^{a}±0.06	0.10
เถ้า (%)	11.68^{a}±0.01	10.27^{b}±0.29	8.78^{d}±0.12	7.59^{e}±0.04	10.22^{b}±0.18	9.58^{c}±0.01	7.88^{e}±0.06	0.10
โปรตีนรวม (%)	25.36^{b}±0.18	23.94^{b}±0.53	24.24^{b}±1.27	24.84^{b}±0.33	24.19^{b}±0.18	24.74^{b}±0.33	26.97^{a}±1.00	0.22
เยื่อใยรวม (%)	3.48±0.29	3.77±0.97	3.76±0.06	3.76±0.25	3.91±0.11	4.14±0.02	3.80±0.06	0.17
ไขมันรวม (%)	9.43±0.23	11.76±0.23	11.40±0.01	10.47±0.28	10.00±0.24	9.61±0.46	10.32±2.28	0.25
pH	6.82±0.04	6.86±0.02	6.80±0.09	6.88±0.11	6.80±0.00	6.81±0.13	6.94±0.01	0.08
ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก (%) [1]	42.51^{bc}±0.76	40.65^{cd}±0.57	41.90^{bc}±1.33	43.35^{ab}±0.97	39.04^{de}±0.83	45.17^{a}±0.15	37.96^{e}±1.38	0.26
พลังงานรวม	4699.80^{a}±147.96	4169.40^{bc}±374.84	4446.70^{ab}±186.12	4663.90^{a}±88.35	4584.50^{ab}±61.37	3771.80^{c}±0.43	4774.00^{a}±95.49	3.55

[1/] ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก = 100 - (%โปรตีนรวม + %เยื่อใยรวม + %ไขมันรวม + %เถ้า)

[a, b, c,d,e,f] ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

การทดสอบการยอมรับสูตรอาหารที่ผสมกระเทียมผงของไก่กระทง

จากการทดลองเลี้ยงไก่กระทงสายพันธุ์รอส เพศผู้ อายุ 1 วัน เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ในคอกขังรวม โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มการทดลอง กลุ่มการทดลองละ 3 ซ้ำ ดังนี้ กลุ่มควบคุม (ไม่ได้เสริมกระเทียมผง) กลุ่มที่ได้รับอาหารผงที่มีการเสริมกระเทียมผง 5 เท่าของค่า MBC และกลุ่มที่ได้รับอาหารอัดเม็ดที่มีการเสริมกระเทียมผง 5 เท่าของค่า MBC พบว่า ไก่กระทงในกลุ่มที่ได้รับอาหารอัดเม็ดที่มีการเสริมกระเทียมผง 5 เท่าของค่า MBC มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น เป็น 718.63 กรัมต่อตัว ซึ่งมากกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับอาหารอัดเม็ดแบบไม่มีการเสริมกระเทียมผงและกลุ่มที่ได้รับอาหารผงที่มีการเสริมกระเทียมผง 5 เท่าของค่า MBC แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานทดลองของอุไร (2545) และสาโรชและคณะ (2546) พบว่าเมื่อไก่ได้รับกระเทียมผงในปริมาณที่เพิ่มสูงขึ้นมีปริมาณการกินอาหารลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับกระเทียมผงและประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่กระทงในกลุ่มที่ได้รับอาหารอัดเม็ดที่เสริมกระเทียมผงดีกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับอาหารอัดเม็ดแบบไม่มีการเสริมกระเทียมผงและกลุ่มที่ได้รับอาหารผงที่มีการเสริมกระเทียมผง 5 เท่าของค่า MBC แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งมีผลการทดลองสอดคล้องกับงานทดลองของ Prasad และคณะ (2009) และ Elagib และคณะ (2013) และปริมาณอาหารที่ไก่กระทงกินในกลุ่มควบคุมที่ได้รับอาหารอัดเม็ดแบบไม่มีการเสริมกระเทียมผงมีปริมาณที่มากกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารแบบผงและอัดเม็ดที่มีการเสริมกระเทียมผง 5 เท่าของค่า MBC ($P>0.05$) ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานทดลองของอุไร (2545) และสาโรชและคณะ (2546) ที่พบว่าเมื่อไก่ได้รับกระเทียมผงในปริมาณที่เพิ่มสูงขึ้นมีปริมาณการกินอาหารลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับกระเทียมผง สำหรับอัตราการตายพบว่าในกลุ่มควบคุมมีอัตราการตาย 9.09 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กลุ่มที่ได้อาหารที่ผสมกระเทียมผงทั้งในรูปแบบอัดเม็ดและผงมีอัตราการตาย 3.03 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการเสริมกระเทียมผงในอาหารไก่มีอัตราการตายที่มากกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมกระเทียมผง ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ผลการของการใช้กระเทียมผงผสมในอาหารไก่กระทง (mean ± S.D.)

กลุ่มการทดลอง	FI (กรัมต่อตัว)	BWG (กรัมต่อตัว)	FCR	อัตราการตาย (%)
กลุ่มควบคุม	1174.22 ± 79.88^{ns}	715.59 ± 15.88^{ns}	1.70 ± 0.21^{ns}	9.10 ± 4.63^{ns}
อาหารผง	1102.39 ± 57.92^{ns}	698.65 ± 37.82^{ns}	1.60 ± 0.09^{ns}	3.03 ± 1.75^{ns}
อาหารอัดเม็ด	1126.61 ± 76.28^{ns}	718.63 ± 45.14^{ns}	1.59 ± 0.12^{ns}	3.03 ± 1.75^{ns}

^{ns} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

สรุปผลการทดลอง

การทดสอบหาค่าความคงตัวของสารอัลลิซินในกระเทียมผง สรุปว่า กระเทียมสายพันธุ์จีนมีปริมาณสารอัลลิซินสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับกระเทียมสายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์ศรีสะเกษ ในขณะที่อัตราการสลายตัวของสารอัลลิซินในกระเทียมสายพันธุ์จีนนั้นมีปริมาณที่มากกว่ากระเทียมสายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์ศรีสะเกษอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P <0.05) และปริมาณสารอัลลิซินในกระเทียมผงสายพันธุ์ต่างๆ สามารถตรวจพบได้ถึง 60 วัน เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และในที่ทึบแสง

การทดสอบหาค่าความคงตัวของสารอัลลิซินในอาหารไก่กระทง สรุปว่า อาหารไก่กระทงชนิดผงตรวจพบปริมาณสารอัลลิซินในอาหารชนิดผงมากกว่าอาหารอัดเม็ด เนื่องจากอาหารที่ทำการอัดเม็ดนั้นต้องผ่านอุณหภูมิที่มากกว่า 50 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นอุณหภูมิที่สารอัลลิซินมีความคงตัวสูงที่สุด ทำให้อาหารอัดเม็ดที่ทำการผสมสารอัลลิซินลงไปเกิดการสลายตัวของสารดังกล่าวได้เร็วขึ้น รวมทั้งเมื่อนำสารอัลลิซินจากกระเทียมผงไปผสมในอาหารไก่กระทงแล้ววางไว้ที่อุณหภูมิห้อง พบว่าสารอัลลิซินสามารถตรวจพบได้เพียง 7 วัน ในอุณหภูมิที่ 4 องศาเซลเซียสที่มีผลให้สารอัลลิซินคงตัวได้มากที่สุด แต่ทั้งนี้ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารไก่กระทงนั้นจะไม่ได้ทำการเก็บอาหารไว้ในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แต่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้เกิดการสลายตัวของสารอัลลิซินได้อย่างรวดเร็ว และเมื่อนำสารอัลลิซินจากกระเทียมผงไปผสมในอาหารไก่กระทงแล้ววางไว้ที่อุณหภูมิห้อง พบว่าสารอัลลิซินสามารถตรวจพบได้ในช่วงระยะเวลา 7 วัน

จากการหาค่าองค์ประกอบทางโภชนะของอาหารไก่กระทงทั้ง 7 สูตร คือ สูตรควบคุม สูตรอาหารแบบผงที่มีการเสริมกระเทียมผงปริมาณ 1, 3 และ 5 เท่าของค่า MIC และสูตรอาหารแบบอัดเม็ดที่มีการเสริมกระเทียมผงปริมาณ 1, 3 และ 5 เท่าของค่า MIC พบว่าสูตรอาหารที่มีการเสริมกระเทียมผงปริมาณ 5 เท่าของค่า MIC ทั้งแบบอาหารผงและอัดเม็ดมีโปรตีนรวม ค่าความเป็นกรด-ด่าง พลังงานรวมและไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรกสูงที่สุดเมื่อเทียบกับอาหารกลุ่มควบคุมและอาหารที่มีการเสริมกระเทียมผงปริมาณ 1 และ 3 เท่าของค่า MIC ในอาหารลักษณะเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และปริมาณเถ้าในกลุ่มอาหารควบคุมจะมีค่าที่มากกว่าอาหารกลุ่มอื่นๆที่มีการเสริมกระเทียมผงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ส่วนไขมันรวมพบว่าในกลุ่มอาหารชนิดผงจะมีปริมาณมากกว่าเมื่อเทียบกับอาหารกลุ่มควบคุม (P>0.05) รวมทั้งปริมาณเยื่อใยรวมของอาหารกลุ่มที่มีการเสริมกระเทียมผงจะมีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุม (P<0.05) และค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารไก่กระทงพบว่าอาหารไก่กระทงสูตรที่มีการเสริมกระเทียมผงปริมาณ 5 เท่าของค่า MIC ทั้งในรูปแบบผงและอัดเม็ดมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงกว่าเมื่อเทียบกับ

อาหารสูตรอื่นๆ ในขณะเดียวกันนั้นค่าพลังงานรวมของอาหารสูตรต่างๆพบว่าอาหารไก่กระทงสูตรที่มีการเสริมกระเทียมผงปริมาณ 5 เท่าของค่า MIC ทั้งในรูปแบบผงและอัดเม็ดมีค่าพลังงานสูงกว่าเมื่อเทียบกับอาหารสูตรอื่น

การทดสอบการยอมรับสูตรอาหารที่ผสมกระเทียมผงของไก่กระทง พบว่าไก่กระทงในกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมกระเทียมผงในรูปแบบอัดเม็ดมีค่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มการทดลองอื่นๆและมีค่าประสิทธิภาพในการใช้อาหารที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มการทดลองอื่นๆ ($P>0.05$) ในขณะที่ไก่กระทงในกลุ่มควบคุมมีค่าปริมาณการกินอาหารที่มากกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มการทดลองอื่นๆ ($P>0.05$) และพบว่าในกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมกระเทียมผงทั้งในกลุ่มที่ได้อาหารผงและอาหารอัดเม็ดมีอัตราการตายน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ($P>0.05$) เนื่องจากกระเทียมผงมีส่วนในการช่วยกระตุ้นและเพิ่มภูมิคุ้มกันให้แก่ไก่กระทง ทำให้อัตราการรอดชีวิตในกลุ่มที่มีการเสริมกระเทียมมีอัตราสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับอาหารที่มีการเสริมกระเทียม (Fadlalla et al., 2010)

บทที่ 6

สรุปและข้อเสนอแนะ

อัลลิซิน (allicin) เป็นสารสำคัญในกระเทียมมีลักษณะเป็นของเหลว มีสีเหลืองสว่าง ไม่ทนต่อความร้อน ไม่ทนต่อแสง และเป็นสารที่ไม่มีความเสถียรสามารถสลายหรือแตกตัวไปเป็นสารอื่นๆได้อย่างรวดเร็ว คุณสมบัติที่สำคัญ ได้แก่ ต้านจุลชีพต่างๆ สารต้านอนุมูลอิสระ ลดปริมาณคลอเลสเตอรอลและช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกาย

การทดลองที่ 1

การวิเคราะห์ปริมาณสารอัลลิซินจากสารสกัดกระเทียมจากกระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีนและวิเคราะห์หาปริมาณสารอัลลิซินด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) สรุปว่า กระเทียมผงสายพันธุ์จีนมีอัลลิซินสูงกว่ากระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษและสายพันธุ์เชียงใหม่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

องค์ประกอบทางโภชนะของกระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีน สรุปว่า กระเทียมสายพันธุ์จีน (สภาพสด) มีค่าความชื้นมากที่สุด ในขณะที่กระเทียมผงสายพันธุ์เชียงใหม่ (สภาพแห้งมีความชื้น) มีค่าความชื้นมากที่สุด และจากการวิเคราะห์องค์ประกอบอื่นๆของกระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ สายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์จีน พบว่ากระเทียมผงสายพันธุ์เชียงใหม่มีค่าโปรตีนรวม และเถ้ามากกว่ากระเทียมผงสายพันธุ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P <0.05$) และยังมีค่าไขมันรวม เยื่อใยรวมที่มากกว่ากระเทียมผงสายพันธุ์อื่นเช่นกันแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P >0.05$) ส่วนกระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษนั้นมีค่าอินทรียวัตถุที่มากกว่ากระเทียมผงสายพันธุ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P <0.05$) และค่าไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรกของกระเทียมผงสายพันธุ์จีนมีค่ามากที่สุดเมื่อเทียบกับกระเทียมผงสายพันธุ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P <0.05$)

การทดลองที่ 2

การทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อซัลโมเนลลา (*Salmonella* Typhimurium) ของสารสกัดกระเทียมบนอาหารเลี้ยงเชื้อ สรุปว่า สารสกัดจากกระเทียมสายพันธุ์เชียงใหม่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Salmomella* Typhimurium ได้ดีที่สุดเมื่อ

เทียบกับกระเทียมสายพันธุ์จีน สายพันธุ์ศรีสะเกษและโคลิสติน และพบว่าสารสกัดจากกระเทียมสายพันธุ์จีนมีประสิทธิภาพในการฆ่า *Salmomella* Typhimurium ได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับกระเทียมสายพันธุ์อื่นๆ เนื่องจากเป็นกระเทียมสายพันธุ์ที่สามารถตรวจพบสารอัลลิซินซึ่งมีผลในการยับยั้งเชื้อซัลโมเนลลาสูงที่สุด

การทดลองที่ 3

การทดสอบหาค่าความคงตัวของสารอัลลิซินในกระเทียมผง สรุปว่า กระเทียมสายพันธุ์จีนมีปริมาณสารอัลลิซินสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับกระเทียมสายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์ศรีสะเกษ ในขณะที่อัตราการสลายตัวของสารอัลลิซินในกระเทียมสายพันธุ์จีนนั้นจะมีปริมาณที่มากกว่ากระเทียมสายพันธุ์เชียงใหม่และสายพันธุ์ศรีสะเกษอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และปริมาณสารอัลลิซินในกระเทียมผงสายพันธุ์ต่างๆ สามารถตรวจพบได้ถึง 60 วัน เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และในที่ทึบแสง

การทดสอบหาค่าความคงตัวของสารอัลลิซินในอาหารไก่กระทง สรุปว่า อาหารไก่กระทงชนิดผงตรวจพบปริมาณสารอัลลิซินมากกว่าอาหารอัดเม็ด

จากการหาค่าองค์ประกอบทางโภชนะของอาหารไก่กระทงทั้ง 7 สูตร คือ สูตรควบคุม สูตรอาหารแบบผงที่มีการเสริมกระเทียมผงปริมาณ 1, 3 และ 5 เท่าของค่า MIC และสูตรอาหารแบบอัดเม็ดที่มีการเสริมกระเทียมผงปริมาณ 1, 3 และ 5 เท่าของค่า MIC พบว่าสูตรอาหารที่มีการเสริมกระเทียมผงปริมาณ 5 เท่าของค่า MIC ทั้งแบบอาหารผงและอัดเม็ดมีโปรตีนรวม ค่าความเป็นกรด-ด่าง พลังงานรวมและไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรกสูงที่สุดเมื่อเทียบกับอาหารกลุ่มควบคุมและอาหารที่มีการเสริมกระเทียมผงปริมาณ 1 และ 3 เท่าของค่า MIC ในอาหารลักษณะเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และปริมาณเถ้าในกลุ่มอาหารควบคุมจะมีค่าที่มากกว่าอาหารกลุ่มอื่นๆที่มีการเสริมกระเทียมผงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนไขมันรวมพบว่าในกลุ่มอาหารชนิดผงจะมีปริมาณมากกว่าเมื่อเทียบกับอาหารกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) รวมทั้งปริมาณเยื่อใยรวมของอาหารกลุ่มที่มีการเสริมกระเทียมผงจะมีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) และค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารไก่กระทงพบว่าอาหารไก่กระทงสูตรที่มีการเสริมกระเทียมผงปริมาณ 5 เท่าของค่า MIC ทั้งในรูปแบบผงและอัดเม็ดมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงกว่าเมื่อเทียบกับอาหารสูตรอื่นๆ ในขณะเดียวกันนั้นค่าพลังงานรวมของอาหารสูตรต่างๆจะพบว่าอาหารไก่กระทงสูตรที่มีการเสริมกระเทียมผงปริมาณ 5 เท่าของค่า MIC ทั้งในรูปแบบผงและอัดเม็ดมีค่าพลังงานสูงกว่าเมื่อเทียบกับอาหารสูตรอื่นๆ

การทดสอบการยอมรับสูตรอาหารผสมกระเทียมในไก่กระทง พบว่าไก่กระทงในกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมกระเทียมผงในรูปแบบอัดเม็ดจะมีค่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มการทดลองอื่นๆและมีค่าประสิทธิภาพในการใช้อาหารที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มการทดลองอื่นๆ (P>0.05) ในขณะที่ไก่กระทงในกลุ่มควบคุมจะมีค่าปริมาณการกินอาหารที่มากกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มการทดลองอื่นๆ (P>0.05) และพบว่าในกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมกระเทียมผงทั้งในกลุ่มที่ได้อาหารผงและอาหารอัดเม็ดมีอัตราการตายน้อยกว่ากลุ่มควบคุม (P>0.05)

ข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษาทางห้องปฏิบัติการในการทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งของกระเทียมต่อเชื้อจุลชีพอยู่ในรูปแบบสารสกัดหยาบ แต่เนื่องจากการเลี้ยงสัตว์ในระดับอุตสาหกรรมนั้นต้องการความสะดวกและรวดเร็วในการใช้จึงนิยมใช้ในรูปแบบกระเทียมผง ซึ่งจากการทดสอบพบว่าการเก็บกระเทียมผงที่ 4 องศาเซลเซียส และในที่ทึบแสงจะสามารถรักษาปริมาณสารอัลลิซินในกระเทียมผงได้นานขึ้น

2. การทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อซัลโมเนลลาของสารสกัดกระเทียม สารสกัดที่นำไปใช้ควรผ่านการกรองด้วยไซริงค์ฟิลเตอร์ขนาด 0.22 ไมครอนก่อนนำไปใช้ ซึ่งหากนำสารจากกระเทียมไปใช้โดยไม่ผ่านการกรองอนุภาคของกระเทียมที่ติดไปจะส่งผลรบกวนต่อการแปลผลการยับยั้งในหลอดทดลอง เนื่องจากเมื่อสารที่ใช้ไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อได้ หลอดทดลองจะขุ่น แต่ทั้งนี้ถ้ามีการปนเปื้อนด้วยอนุภาคของกระเทียม เมื่อนำไปบ่มหลอดทดลองก็จะขุ่นเช่นกัน ถึงแม้ว่าจะสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อได้ก็ตาม

3. จากงานทดลองที่ได้ทำการศึกษาพบว่าควรเลือกใช้กระเทียมสายพันธุ์จีน เนื่องจากมีฤทธิ์ที่สามารถยับยั้งและทำลายเชื้อซัลโมเนลลาได้ในความเข้มข้นเท่ากัน หาซื้อได้ง่ายและราคาถูก

4. อาหารที่มีการผสมกระเทียมผงควรมีการผสมขึ้นทุกๆ 15 วัน เพื่อให้มีปริมาณสารอัลลิซิน เพียงพอในการช่วยต้านจุลชีพและเพิ่มสมรรถนะการผลิตต่างๆเพียงพอและทำให้การออกฤทธิ์ในการต้านเชื้อซัลโมเนลลามีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และในปัจจุบันได้มีการศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อการรักษาสารสำคัญของสมุนไพรให้อยู่ได้นานขึ้น เช่น การนำเทคโนโลยีมาช่วยในการจับสารอัลลิซินด้วยการใช้สารจำพวกแอลจิเนต (alginates) มาช่วยในการจับหรือห่อหุ้มสารอัลลิซินไว้ เพื่อรักษาสารอัลลิซินไม่ให้สลายหายไป (Touloupakis and Ghanotakis, 2010)

5. กระเทียมเป็นพืชสมุนไพรที่สามารถนำมาใช้ทดแทนยาปฏิชีวนะในการยับยั้งเชื้อซัลโมเนลลาได้ และการใช้พืชสมุนไพรยังช่วยลดการตกค้างของยาปฏิชีวนะและสารเคมีในเนื้อสัตว์ก่อนนำไปจำหน่ายแก่ผู้บริโภคได้

6. การทดลองเบื้องต้นมีการทดสอบผลของการใช้กระเทียมผงในอาหารไก่กระทงในกลุ่มประชากรที่น้อย จึงควรมีการทดสอบในกลุ่มประชากรที่มากขึ้นเพื่อศึกษาผลของการใช้กระเทียมผงในไก่ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและคุณภาพซากไก่กระทงเพิ่มขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินการใช้กระเทียมผงในอาหารไก่กระทงในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2544. การปลูกกระเทียม (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://www.doa.go.th/hort/index.php?option=com_content&view=article&id=104:garlicplant&catid=25:plantmanagement. (เข้าถึงเมื่อวันที่ 19 สิงหาคม 2558).

กรองทอง จันทร. 2526. กระเทียม. กสิกร. 56: 167-175.

จิโรจ ศศิปรียจันทร์. 2553. โรคสำคัญในไก่. กรุงเทพมหานคร. คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เทอด เทศประทีป, เลิศรัก ศรีกิจการ, นิวัฒน์ สินสุวงศ์, ขวัญชาย เครือสุคนธ์, ประมวล คิ้วสุวรรณ, อนุชา ศิริมาลัยสุวรรณ, สุวรรณา เวชอภิกุล, วีรศักดิ์ เชื้อมโนชาญ, ดำรงณ์ ศานติอาวรณ์, จักรพันธ์ ศิริธัญญาลักษณ์, บรรยง คันธวะและประสิทธิ์ ธราวิจิตรกุล. 2545. การใช้สมุนไพรฟ้าทะลายโจรในการผลิตไก่เพื่อการส่งออก. รายงานผลฉบับสมบูรณ์ของชุดแผนงานประจำปีงบประมาณ 2545 เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นิตยา ค้าคุ้ม, อุมาพร ยอดประทุมและรศนา วงศ์รัตนชีวิน. 2553. แบคเทอริโอเฟจและการประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์. ศรีนครินทร์เวชสาร 25: 47-53.

นิรนาม. 2556. กระเทียม สรรพคุณและประโยชน์ของกระเทียม 49 ข้อ (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://frynn.com/กระเทียม. (เข้าถึงเมื่อวันที่ 19 สิงหาคม 2558).

พระราชบัญญัติยา. (2510, 15 ตุลาคม). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 84 ตอนที่ 101. หน้า 1-50.

พนิดา ชัยเนตร, ศุภวรรณ บุญสอง, อรุณ บ่างตระกลูนนท์, และดำรง เชี่ยวศิลป์. 2531. ซาลโมเนลโลลิสในประเทศไทย : จุลชีววิทยาและระบาดวิทยา. รามาธิบดีเวชสาร 4: 233 –245.

พิษณุ สุขแก้ว. 2555. ผลของธาตุอาหาร อายุเก็บเกี่ยวและสภาพการเก็บรักษาต่อปริมาณอัลลิซินในกระเทียม (*Allium sativum* L.). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

พรเพ็ญ พัฒนโสภณ, วัชรชัย ณรงค์ศักดิ์, และศศิ เจริญพจน์. 2550. ความชุก ซีโรวาร์ และความไวต่อยาต้านจุลชีพของเชื้อ *Salmonella* sp. ที่แยกได้จากฟาร์มไก่และสุกรในเขตภาคกลาง. สัตวแพทยสาร สัตวแพทยสมาคมแห่งประเทศไทย. 58: 49-63.

เมธัส พัฒนกุล. 2552. ผลการเสริมใบฝรั่งและใบคูนต่อการยับยั้งเชื้อ *E. coli* ในระบบทางเดินอาหารของสุกรหย่านม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วรรณพร ทะพิงค์แก. 2557. ทางเลือกในการทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะเป็นสารเร่งการเจริญเติบโตสำหรับปศุสัตว์. วารสารเกษตร 30: 201-212.

สาโรช ค้าเจริญ, บังอร ศรีพานิชกุลชัย, เยาวมาลย์ ค้าเจริญและสิงหนาท พวงจันทร์แดง. 2546. การพัฒนาการใช้สมุนไพรกระเทียมเพื่อเป็นสารต้านจุลินทรีย์และวัตถุเติมในอาหารสำหรับอุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่และสุกร. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ของชุดแผนงานประจำปีงบประมาณ 2546 ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. กระเทียม: เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิตและผลผลิตต่อไร่ ปี 2557-2559 (ออนไลน์). สืบค้นจาก: www. www.oae.go.th/download/prcai/vegetable/garlic.pdf. (เข้าถึงเมื่อวันที่ 8 ธันวาคม 2558).

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กรมศุลกากร. 2558. สถานการณ์สินค้าการเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2558 (ออนไลน์). สืบค้นจาก: www.foodfti.com/Files/Name/CONTENT 1257713626911.pdf. (เข้าถึงเมื่อวันที่ 19 สิงหาคม 2558).

อรุณ บ่างตระกูลนนท์, สุมณฑา วัฒนสินธุ์, และชัยวัฒน์ พูลศรีกาญจน์. 2547. โรคซาลโมเนลโลซิส (Salmonellosis)(ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_nih/.../ Salmonella1 .pdf. (เข้าถึงเมื่อวันที่ 1 ธันวาคม 2557).

อุไร แสนคุณท้าว. 2545. กรรมวิธีการผลิตและผลการเสริมกระเทียมผงในอาหารต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต การควบคุมโรค และคุณภาพซากของไก่เนื้อ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Andrew, J. M. 2006. Determination of Minimum Inhibitory Concentrations (online). Available at: http://bsac.org.uk/wp-content/uploads/2012/02/Chapter-2-Determination-of-MICs-2006 updated.pdf. (Accessed on 19 May 2015).

Amagase, H. 2006. Clarifying the real bioactive constituents of garlic. J. Nutr. 136: 716-725.

Ankri, S., and D. Mirelman. 1999. Antimicrobial properties of allicin from garlic. Microbes infect. 2: 125-129.

AOAC. 1990. Official Method of Analyses. The 15th ed., Washington, D. C.: Association of Official Analytical Chemists.

Bakht, J., M. Tayyab, H. Ali, A. Islam, and M. Shafi. 2011. Effect of different solvent extracted sample of *Allium sativum* (Linn) on bacteria and fungi. Afri. J. Biotechnol. 10: 5910-5915.

Belguith, H., F. Kthiri, A. Chati, A. A. Sofah, J. B. Hamida, and A. Landoulsi. 2010. Study of the effect of aqueous garlic extract *(Allium sativum)* on some *Salmonella* serovars isolates. Emir. J. Food Agric. 22: 189-206.

Borlinghaus, J. F. Albrecht, M. C. H. Gruhlke, I. D. Nwachukwu, and A. J. Slusarenko. 2014. Allicin: chemistry and biological properties. Molecules 19: 12591-12618.

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). 2013. National Enteric Disease Surveillance: *Salmonella* Annual Report (online). Available at: http://www.cdc.gov/nationalsur veillance/PDFs/National SalmSurveillOverview508.pdf. (Accessed on 19 May 2015).

Chong, K., M. P. Zamora, D. A. Tilakawardane, N. E. Buckley, J. A. Rego, and Y. Liu. 2015. Investigation of Allicin Stability in Aqueous Garlic Extract by High Performance Liquid Chromatography Method. J. Sci. Res. 4: 590-598.

Chung, K. C., and J. M. Goepfert. 1970. Growth of *Salmonella* at low pH. J. Food Sci. 35: 326-328.

Curtis, H., U. Noll, J. Stormann, and A. J. Slusarenko. 2004. Broad-spectrum activity of the volatile phytoanticipin allicin in extracts of garlic (*Allium sativum* L.) against plant pathogenic bacteria, fungi and Oomycetes. Physiol. Mol. Plant P. 65: 79–89.

Davies, R. H., and A. D. Wales. 2010. Investigations into *Salmonella* contamination in poultry feedmills in the United Kingdom. J. Appl. Microbiol. 109: 1430-1440.

Dieumou, F. E., A. Teguia, J. R. Kuiate, J. D. Tamokou, U. D. Doma, U. S. Abdullahi, and A. E. Chiroma. 2011. Effect of supplemented diets with garlic organic extract and streptomycin sulphate on intestinal microflora and nutrients digestibility in broilers. J. Anim. Feed Res. 1: 107-113.

Edwards. S. 2010. Salmonellosis. Manual of diagnostic test and vaccines for terrestrial animals 1: 1267-1283.

El-Aziz, D. M. A. 2013. Detection of *Salmonella typhimurium* in retail chicken meat and chicken giblets. Asian Pac. J. Trop. Biomed. 3: 678-681.

Elagib, H. A. A., W. I. A. El-Amin, K. M. Elamin, and H. E. E. Malik. 2013. Effect of dietary (*Allium sativum*) supplementation as feed additive on broiler performance and blood profile. J. Anim. Sci. Adv. 3: 58-64.

Fadlalla, I. M. T., B. H. Mohammad, and A. O. Bakhiet. 2010. Effect of feeding garlic on performance and immunity of broilers. J. Poult. Sci. 4: 182-189.

Farias-Campomanes, A. M., C. N. Horita, M. A. R. Pollonio and M. A. A. Meireles. 2014. Allicin-rich extract obtained from garlic by pressurized liquid extraction: quantitative determination of allicin in garlic samples. Food Public Heal. 4: 272-278.

Feldberg, R. S., S. C. Chang, A. N. Kotik, M. N., Z. Neuwirth, D. C. Sundstrom, and H. Nathan Thompson. 1988. In vitro mechanism of inhibition of bacterial cell growth by allicin. Am. Soc. Microbiol. 32: 1763-1768.

Fujisawa, H., K. Suma, K. Origuchi, T. Seki, and T. Ariga. 2008. Thermostability of allicin determined by chemical and biological assays. Biosci. Biotechnol. Biochem. 72: 2877-2883.

Garland, P. W. 2003. In-feed Salmonella inhibitors. Poult. Inter. 33: 40-42.

Garcia, C., J. M. Soriano, V. Benitez, and P. Catala-Gregori. 2010. Assessment of *Salmonella* sp. in feces, cloacal swabs, and eggs (eggshell and content separately) from a laying hen farm. Poult. Sci. 90: 1581-1585.

Hannan, A., K. Rauf, M. Ikram Ullah, T. Naeem, M. Raja, M. U. Qamar, R. Tahir, and M. Saba. 2012. Inhibitory effect of aqueous garlic (*Allium sativum*) extract against clinical isolates of *Salmonella* Typhi. Afr. J. Microbiol. Res. 6: 4475-4480.

Ilic, D., V. D. nikolic, L. B. Nikolic, M. Z. Stankovic, L. P. Stanojevic, and M. D. Cakic. 2011. Allicin and related compounds: biosynthesis, synthesis and pharmacological activity. Phys. Chem. Technol. 9: 9-20.

Ilic, D., V. nikolic, M. Stankovic, L. Nikolic, L. Stanojevic, I. Mladenovic-Ranisavljevic, and A. Smelcerovic. 2012. Transformation of synthetic allicin: the influence of ultrasound, microwave, different solvents and temperatures and the product isolation. The Sci. World J. 2012: 1-7.

Imen, B. S., and M. A. Ridha. 2012. Laboratory typing methods for diagnostic of *Salmonella* strains, the "old" organism that continued challenges, Salmonella (online). Available at: http://www.intechopen.com/books/salmonella-a-dangerous-foodborne-pathogen/laboratory-typing-methods-for-diagnostic-of-salmonella-strains-the-old-organism-that-continued-chall. (Accessed on 19 May 2015).

International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). 1978. Microorganisms in Foods I: Their Significance and Methods of Enumeration. (2nd ed.), pp. 72-160. Toronto: Univ. of Toronto Press.

Kim, M. S., T. H. Lim, J. H. Jang, D. H. Lee, B. Y. Kim, J. H. Kwon, S. W. Choi, J. Y. Noh, Y. H. Hong, S. B. Lee, S. Y. Yang, H. J. Lee, J. B. Lee, S. Y. Park, I. S. Choi, and C. S. Song. 2012. Prevalence and antimicrobial resistance of *Salmonella* species isolated from chicken meats produced by different integrated broiler operations in Korea. Poult. Sci. 91: 2370-2375.

Kumar, S., K. C. Sharadamma, and P. M. Radhakrishna. 2010. Effects of a garlic active based growth promoter on growth performance and specific pathogenic intestinal microbial counts of broiler chicks. Int. J. Poult. Sci. 9: 244-246.

Lawson, L. D., and B. G. Hughes. 1991. Antimicrobial effects of Allium sativum L. (garlic), Allium ampeloprasum L. (elephant garlic), and Allium cepa L. (onion), garlic compounds and commercial garlic supplement products. Phytother. Res. 5: 154-158.

Mainar-Jaime, R. C., S. Andres, J. P. Vico, B. S. Roman, V. Garrido, and M. J. Grillo. 2012. Sensitivity of the ISO 6579: 2002/ Amd 1: 2007 Standard Method for Detection of *Salmonella* spp. On Mesenteric Lymph Nodes from Slaughter Pigs. J. Clin. Microb. 51: 89-94.

Mansor, N., H. J. Herng, S. J. Samsudin, S. Sufian, and Y. Uemura. 2015. Quantification and characterization of allicin in garlic extract. J. Med. Bioeng. 5: 24-27.

Maron, D. F., T. J. S. Smith and K. E. Nachman. 2013. Restrictions on antimicrobial use in food animal production: an international regulatory and economic survey. Glob. Health. 9: 1-11.

Mazelis, M., and L. Crews. 1986. Purification of the Alliin Lyase of Garlic, *Allium sativum* L. Biochem. J. 108: 725-730.

National Sanitation Foundation. 2005. Determination of allicin in garlic by high-performance liquid chromatography. Allicin by high-performance liquid chromatography (INA method 110.001) (online). Available source: http://www.nature4science.com/Garlic/HTMLs/allicin_testing_method.html (December 8, 2015).

Nikolic, V., M. Stankovic, L. J. Nikolic, and D. Cvetkovic. 2004. Mechanism and kinetics of synthesis of allicin. Pharmazie. 59: 10-14.

Office of the British Pharmacopoeia. 2009. British Pharmacopoeia. The stationery Office, London.

Okolo, S. C., O. O. Olajide, D. I. Idowu, A. B. Adebiyi, P. P. Ikokoh and A. T. Orishadipe. 2012. Comparative proximate studies on some Nigerian food supplements. Ann. Biol. Res. 3: 773-779.

Olobatoke, R. Y., and S. D. Mulugeta. 2011. Effect of dietary garlic powder on layer performance, fecal bacterial load, and egg quality. J. Poult. Sci. 90: 665-670.

Oluwatoyin, A. 2014. Physicochemical characterisation, and antioxidant properties of the seeds and oils of ginger (*Zingiber officinale*) and garlic (*Allium sativum*). Sci. J. Chem. 2: 44-50.

Prasad, R., M. K. Rose, M. Virmani, S. L. Garg, and J. P. Puri. 2009. Effect of garlic (*Allium sativum*) supplementation productional traits in chicken (*Gallus domesticus*). Haryana Vet. 48: 23-25.

Prati, P., C. M. Henrique, A. S. Souza, V. S. N. Silva, C. M. Henrique, and M. T. B. Pacheco. 2014. Evaluation of allicin stability in processed garlic of different cultivars. Food Sci. Technol. 34: 623-628.

Promkingkaew, V., D. Pichpol, and P. Padungtod. 2007. Accuracy of most probable technique for *Salmonella* sp. KKU. Vet. J. 17: 1-9.

Rybak, M. E., E. M. Calvey, and J. M. Harnly. 2004. Quantitative Determination of Allicin in Garlic: Supercritical Fluid Extraction and Standard Addition of Alliin. Food Chem. 52: 682-687.

Shobana, S., V. G. Vidhya, and M. Ramay. 2009. Antibacterial activity of garlic varieties (*Ophioscordon* and *Sativum*) on enteric pathogens. Curr. Res. J. Biol. Sci. 1: 123-126.

Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics : A Biometrics Approach. (2nd ed.) McGraw-Hill : New York.

Sultan, M. T., A. N. Ahmad, M. S. Saddique, M. Aghazadeh, M. Imran, M. M. N. Qayyum and M. S. Abbas. 2014. Antioxidant and antimicrobial potential of locally sun dried garlic and ginger powder available in district Layyah, Punjab, Pakistan. Pak. J. Nutri. 13: 642-647.

Syed, S. A., and A. Bari. 2014. Qualitative analysis of varoius components of *Allium sativum* (fresh garlic bulb), extracted in different organic solvents using GC-high resolution mass spectrophotometer (JMS-700). Int. J. Curr. Res. Chem. Pharma. Sci. 1: 122-126.

Tagoe, D., and F. Gbadago. 2009. A Comparison of the Antimicrobial Effectiveness of Aqueous Extracts of Garlic, Ginger and Lime and Two Conventional Antibiotics on *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Shigella* spp. and *Bacillus cereus*. J. Microb. 8: 1-6.

Todar, K. 2008. Growth of bacterial populations. Online Textbook of Bacteriology (online). Available at: http://www.textbookofbacteriology.net. (Accessed on 9 September 2014).

Todhanakasem, T., D. Phositlimpakul, and R. Jongsupangkarat. 2010. Reduced formation and elimination of *Salmonella* Typhimurium biofilm using crude garlic extract. KKU Res. J. 15: 331-342.

Touloupakis, E, and D. F. Ghanotakis. 2010. Nutraceutical use of garlic sulfur-containing compounds. In *Bio-farm for nutraceuticals*, M. T. Giardi (Eds.). 110-121 pp. University of Crete,Greece.

Yabaya, A., Orukotan, A., and Jonathan, M. 2010. Determination of anti-*Salmonella* Typhi activity of the crude extract of *Allium sativum* (garlic). J. Biol. Sci. Bioconserv. 2: 22-28.

Zhou, C., X. Hu, C. Chao, H. Li, S. Zhang, X. Yan, F. Yang and Q. Li. 2015. Quantitation of allicin in garlic-based products: comparisons among spectrophotometry, GC and HPLC. Adv. J. Food Sci. Technol. 9: 269-277.

ภาคผนวก ก

การเตรียมกระเทียมผง

ภาพที่ 1 กระเทียมหลังอบ 50 องศาเซลเซียส

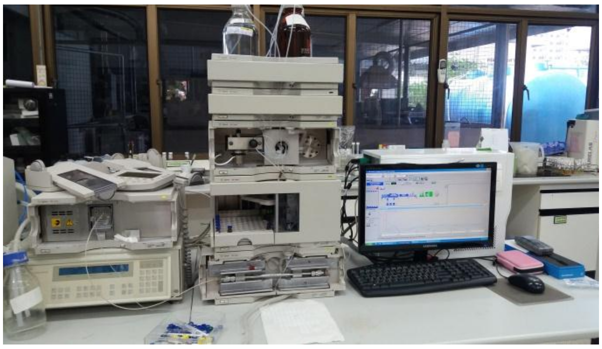
ภาพที่ 2 เครื่องบดขนาดเล็กสำหรับเตรียมกระเทียมผง

ภาพที่ 3 กระเทียมผงจากเครื่องบด

ภาพที่ 4 ถุงฟอยด์ทึบแสงสำหรับเก็บกระเทียมผง

ภาคผนวก ข

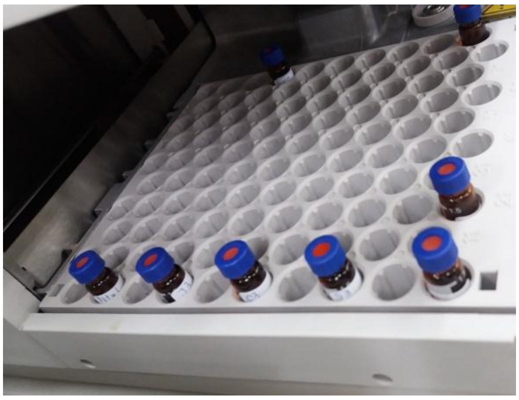
การวิเคราะห์ปริมาณสารแอลลิซินด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC)



ภาพที่ 5 เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC)

ภาพที่ 6 การกรองตัวอย่างก่อนวิเคราะห์

ภาพที่ 7 ตัวพาแบบเคลื่อนที่ (mobile phase)

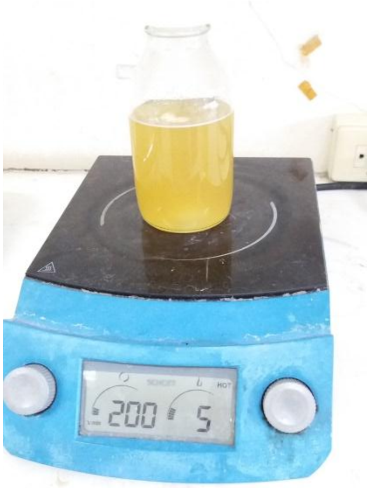


ภาพที่ 8 ขวดและถาดบรรจุตัวอย่างของเครื่องHPLC

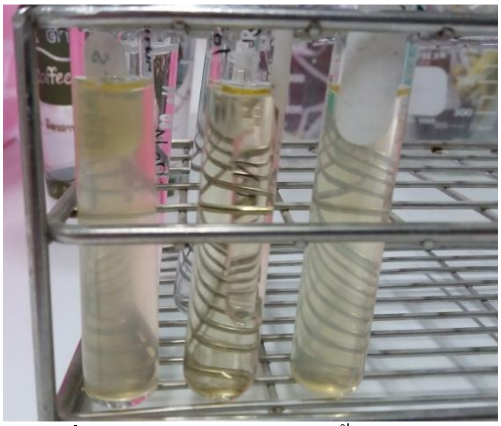
ภาคผนวก ค

การทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อซัลโมเนลลาของสารสกัดกระเทียม

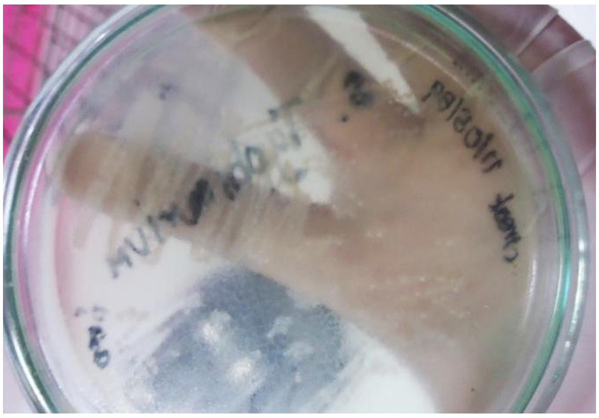
ภาพที่ 9 เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง



ภาพที่ 10 เครื่องเขย่าและให้ความร้อน



ภาพที่ 11 การเพิ่มจำนวนเชื้อในหลอดทดลอง



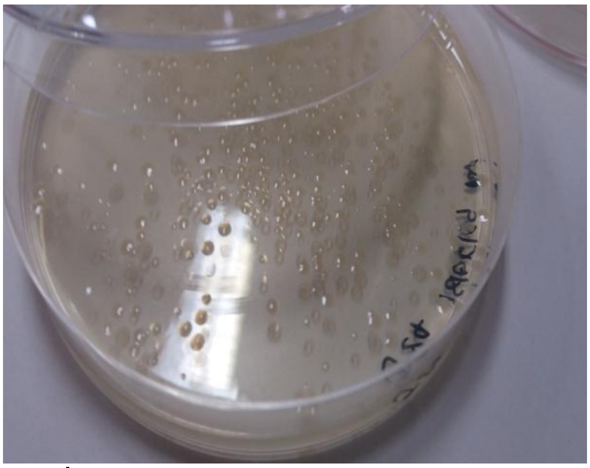
ภาพที่ 12 การแยกโคโลนีเชื้อ *Salmonella* Typhimurium เป็นโคโลนีเดี่ยวๆ

ภาคผนวก ค (ต่อ)

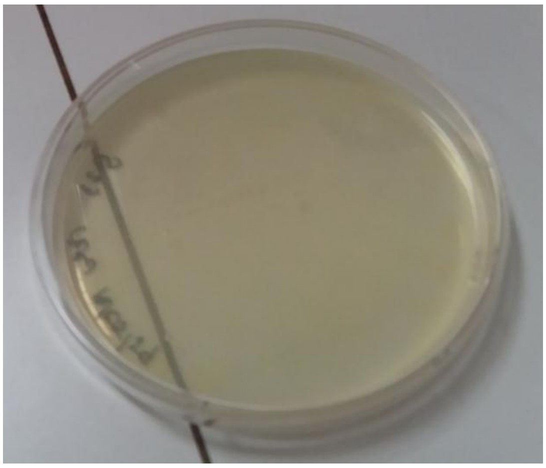
การทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อซัลโมเนลลาของสารสกัดกระเทียม

ภาพที่ 13 การทดสอบหาค่า MIC (positive result)

ภาพที่ 14 การทดสอบหาค่า MIC (negative result)



ภาพที่ 15 การทดสอบหาค่า MBC (positive result)



ภาพที่ 16 การทดสอบหาค่า MBC (negative result)

ภาคผนวก ง

การเตรียมอาหารไก่กระทง

ภาพที่ 17 อาหารผง

ภาพที่ 18 อาหารอัดเม็ด

ภาพที่ 19 เครื่องผสมอาหารแบบแนวนอน

ภาคผนวก จ

ตารางภาคผนวกที่ 1 ราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ในการประกอบสูตรอาหารไก่กระทง

วัตถุดิบอาหารสัตว์	ราคา (บาทต่อกิโลกรัม)[1]
ข้าวโพดบด	14
กากถั่วเหลือง	20
ปลาป่น 55%	35
น้ำมันพืช	50
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	10
เกลือ	2
พรีมิกซ์	40
ดีแอล-เมทไธโอนีน	200
แอล-ไลซีน	95
กระเทียมจีน	100

หมายเหตุ [1]ราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ทดลองโดยเฉลี่ยระหว่างเดือนกรกฎาคม 2559 ถึง เดือนสิงหาคม 2559 จากร้านขายวัตถุดิบอาหารสัตว์ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ตารางภาคผนวกที่ 2 ข้อมูลสารแอลลิซินที่พบในกระเทียมผงสายพันธุ์จีน เชียงใหม่และศรีสะเกษ

สารแอลลิซิน (mg)	ซ้ำที่	วันที่ 0	วันที่ 15	วันที่ 30	วันที่ 45	วันที่ 60
กระเทียมจีน	1	6.88	8.09	10.13	9.02	8.06
	2	7.66	8.37	10.48	9.01	8.40
กระเทียมเชียงใหม่	1	4.83	7.15	6.97	7.27	6.06
	2	4.80	7.04	6.77	7.10	6.05
กระเทียมศรีสะเกษ	1	3.72	4.54	4.60	4.56	4.28
	2	3.63	4.33	4.75	4.51	4.14

ตารางภาคผนวกที่ 3 ผลการทดสอบหาค่า MIC ของเชื้อ *Salmonella* Typhimurium ต่อสารสกัดกระเทียมสายพันธุ์จีน เชียงใหม่ ศรีสะเกษและโคลิสติน

สารที่ทดสอบ	ความไวของเชื้อต่อสารที่ทดสอบ (mg/ml)							
	พันธุ์จีน		พันธุ์เชียงใหม่		พันธุ์ศรีสะเกษ		ยาปฏิชีวนะโคลิสติน	
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2
ความเข้มข้น	0.22	0.22	0.20	0.20	0.57	0.57	0.32	0.32

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลการทดสอบหาค่า MBC ของเชื้อ *Salmonella* Typhimurium ต่อสารสกัดกระเทียมสายพันธุ์จีน เชียงใหม่ ศรีสะเกษและโคลิสติน

สารที่ทดสอบ	ความไวของเชื้อต่อสารที่ทดสอบ (mg/ml)							
	พันธุ์จีน		พันธุ์เชียงใหม่		พันธุ์ศรีสะเกษ		ยาปฏิชีวนะโคลิสติน	
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2
ความเข้มข้น	0.22	0.22	0.39	0.39	1.14	1.14	0.63	0.63

ตารางภาคผนวกที่ 5 สูตรอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงไก่กระทงอายุ 0-3 สัปดาห์

วัตถุดิบอาหาร (กิโลกรัม)	สูตรอาหาร		
	กลุ่มควบคุม	**กลุ่มที่ได้รับอาหารผง**	**กลุ่มที่ได้รับอาหารอัดเม็ด**
ข้าวโพดบด	53.83	52.01	52.01
กากถั่วเหลือง	31.00	30.40	30.40
ปลาป่น	8.00	8.00	8.00
น้ำมันปาล์ม	5.00	5.00	5.00
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	1.00	1.00	1.00
เกลือ	0.30	0.30	0.30
พรีมิกซ์	0.50	0.50	0.50
ดีแอล-เมทไธโอนีน	0.12	0.12	0.12
แอล-ไลซีน	0.25	0.25	0.25
กระเทียมผง	0.00	2.42	2.42
รวม	100.00	100.00	100.00
ราคา (บาทต่อกิโลกรัม)	19.61	21.66	21.66
องค์ประกอบทางโภชนะจากการคำนวณ (%น้ำหนักแห้ง)			
โปรตีนรวม	23.00	23.00	23.00
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME: kcal/kg)	3,200	3,200	3,200
แคลเซียม	0.42	0.42	0.42
ไลซีน	1.47	1.46	1.45
เมทไธโอนีน	0.48	0.48	0.48
โซเดียม	0.15	0.15	0.15
ธรีโอนีน	0.79	0.79	0.78

ตารางภาคผนวกที่ 6 ปริมาณสารแอลลิซินที่พบในอาหารไก่กระทงในสูตรต่างๆ

รูปแบบอาหาร		วันที่วิเคราะห์ปริมาณสารอัลลิซิน					
		วันที่ 0(ไมโครกรัม)		วันที่ 7 (ไมโครกรัม)		วันที่ 15 (ไมโครกรัม)	
ซ้ำที่		1	2	1	2	1	2
กลุ่มควบคุม		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
อาหารชนิดผง	GP 1 MIC	23.2084	20.3051	11.6042	10.1358	0.0000	0.0000
	GP 3 MIC	26.4742	27.4818	13.2370	13.7409	0.0000	0.0000
	GP 5 MIC	29.9896	28.9987	14.9948	14.4900	0.0000	0.0000
อาหารอัดเม็ด	GP 1 MIC	12.0684	12.6516	7.0345	6.5655	0.0000	0.0000
	GP 3 MIC	12.4036	13.1040	6.2020	6.5500	0.0000	0.0000
	GP 5 MIC	21.8121	20.7571	10.9063	10.3780	0.0000	0.0000

ตารางภาคผนวกที่ 7 ผลการของการใช้กระเทียมผงผสมในอาหารไก่กระทงต่อสมรรถนะในการเจริญเติบโตของไก่กระทง

กลุ่มการทดลอง	ซ้ำที่	ปริมาณอาหารที่กินได้ (กรัมต่อตัว)	ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กรัมต่อตัว)	อัตราการตาย (%)
อาหารกลุ่มควบคุม	1	1057.73	1.49	7808.64	0.00
	2	831.36	1.26	7035.00	3.03
	3	1304.92	1.90	6601.82	6.07
อาหารผงที่เสริมกระเทียมผง	1	1163.09	1.69	7174.09	3.03
	2	1047.73	1.60	7206.36	0.00
	3	1096.36	1.52	7957.73	0.00
อาหารอัดเม็ดที่เสริมกระเทียมผง	1	1213.45	1.68	7523.18	3.03
	2	1095.91	1.64	7340.45	0.00
	3	1070.45	1.45	8097.73	0.00

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวธัญญารัตน์ สมสู่

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5710620010

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
สัตวแพทยศาสตรบัณฑิต	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	2557

ทุนการศึกษา

1. ทุนอุดหนุนเพื่องานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา จากบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
2.ทุนสนับสนุนการทำวิจัยจากสถานวิจัยความเป็นเลิศเทคโนโลยีชีวภาพเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

อาจารย์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตทุ่งใหญ่

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

ธัญญารัตน์ สมสู่, สุธา วัฒนสิทธิ์, สุปรียา ยืนยงสวัสดิ์ และ ศิริวัฒน์ วาสิกศิริ. 2560. องค์ประกอบทางโภชนาการและปริมาณสารแอลลิซินในกระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ เชียงใหม่และจีน. วารสารเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 33(1) : 131-140.