ผลการเสริมสารไคโตซานในอาหาร ต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพซากสุกรระยะรุ่น-ขุน

EFFECT OF CHITOSAN SUPPLEMENTATION IN THE DIETS ON PRODUCTION PERFORMANCES AND CARCASS QUALITY OF GROWING-FINISHING PIGS

ขวัญชัย ทรัพย์ทวีผลบุญ

KWANCHAI SUPTAVEPONBOON

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

KMITL-2009-AG-M-031-022

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลการเสริมสารไคโตซานในอาหาร ต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพซากสุกรระยะรุ่น-ขุน

EFFECT OF CHITOSAN SUPPLEMENTATION IN THE DIETS ON PRODUCTION PERFORMANCES AND CARCASS QUALITY OF GROWING-FINISHING PIGS

ขวัญชัย ทรัพย์ทวีผลบุญ

KWANCHAI SUPTAVEPONBOON

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....105147
วัน,เดือน,ปี.....16 มี.ค. 2552

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

KMIT-2009-AG-M-031-022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFECT OF CHITOSAN SUPPLEMENTATION IN THE DIETS ON PRODUCTION PERFORMANCES AND CARCASS QUALITY OF GROWING-FINISHING PIGS

KWANCHAI SUPTAVEPONBOON

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN ANIMAL SCIENCE

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2009

KMIT-2009-AG-M-031-022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2009

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลการเสริมสารไคโตซานในอาหาร ต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพซากสุกร ระยะรุ่น-ขุน

Effect of Chitosan Supplementation in the Diets on Production Performances and Carcass Quality of Growing-Finishing Pigs

นักศึกษา นายขวัญชัย ทรัพย์ทวีผลนุ

รหัสประจำตัว 47062402

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา สาขาวิชาสัตวศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.รณชัย สิทธิโกรพงษ์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รศ.ดร.จุฑารัตน์ เศรษฐกุล

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ดร.คมแข	พิสาสมัติ	
รศ.ดร.รณชัย	สิทธิโกรพงษ์	
รศ.ดร.จุฑารัตน์	เศรษฐกุล	
รศ.ดร.ญาณิน	โอภาสพัฒนกิจ	
รศ.เศรษฐสิทธิ์	แสงโสภณจิตร	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 18 พฤษภาคม 2552 เวลา 13.00-16.00 น.

สถานที่สอบ ณ ห้องโสตฯ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ (ชั้น 3 อาคารบุนนาค L)

คณบดีรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชัย ชูโชติ)

คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร

วันที่ 22 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลการเสริมสารไคโตซานในอาหาร ต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพซากสุกรระยะรุ่น-ขุน
นักศึกษา	นายขวัญชัย ทรัพย์ทวีผลบุญ
รหัสประตัว	47062402
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สัตวศาสตร์
พ.ศ.	2552
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.รณชัย สิทธิไกรพงษ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานพนธ์ร่วม	รศ. ดร.จุฑารัตน์ เศรษฐกุล

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการเสริมสารไคโตซานในอาหารสุกรต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพซากสุกรระยะรุ่น-ขุน โดยศึกษาอาหาร 6 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 อาหารควบคุม ข้าวโพด-กากถั่วเหลือง กลุ่มที่ 2 อาหารเสริมสารปฏิชีวนะ Amoxycilline ระดับ 100 พีพีเอ็ม ในอาหารควบคุม กลุ่มที่ 3 4 5 และ 6 เป็นอาหารควบคุมเสริมสารไคโตซานที่ระดับ 200 400 600 และ 800 พีพีเอ็ม ตามลำดับ แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลการใช้สารไคโตซานในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตสุกรระยะรุ่น-ขุน โดยใช้สุกรลูกผสม PIC น้ำหนักประมาณ 30 กิโลกรัม จำนวน 48 ตัว แบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 8 บล็อก วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) เมื่อสิ้นสุดการทดลองสุกรมีน้ำหนักประมาณ 110 กิโลกรัม ผลการทดลอง แสดงให้เห็นว่า น้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักเพิ่ม และระยะเวลาในการเลี้ยงมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) อัตราการเจริญเติบโตสุกรที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซาน 200 พีพีเอ็ม มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด (1.06 กิโลกรัม/ตัว/วัน) โดยสูงกว่าสุกรที่ได้รับอาหารควบคุม (0.93 กิโลกรัม/ตัว/วัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก สุกรที่ได้รับอาหารเสริมไคโตซานระดับ 200 พีพีเอ็ม จะมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักดีที่สุด (2.51) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเทียบกับสุกรที่รับได้อาหารควบคุมและสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซานระดับ 400 พีพีเอ็ม แต่แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กับสุกรกลุ่มอื่นที่เหลือ ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว สุกรที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซานระดับ 200 พีพีเอ็ม จะมีต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำที่สุด (19.31 บาท/กิโลกรัม) ต่ำกว่าสุกรที่ได้รับอาหารควบคุม และสุกรที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซานระดับ 400 และ 800 พีพีเอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สุกรที่ได้รับอาหารทดลองทุกกลุ่มจะมีความหนาไขมันสันหลังขณะมีชีวิตน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

ประมาณ 110 กิโลกรัมและปริมาณคอเลสเตอรอลในซีรั่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการเสริมสารไคโตซานต่อคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกร วางแผนการทดลองแบบสุ่มโดยสมบูรณ์ (Completely Ramdonized Design, CRD) ผลการทดลองปรากฏว่า น้ำหนักก่อนฆ่า น้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักซากเย็น เปอร์เซ็นต์ซาก และพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก และ ค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างกล้ามเนื้อสันนอก (LSQ) ของสุกรทุกกลุ่มทดลองให้ความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) การตัดแต่งชิ้นส่วนย่อย เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง และไขมันรวม สุกรที่ได้รับอาหารทดลองทุกกลุ่มจะมีปริมาณการตัดแต่งชิ้นส่วนย่อยส่วนมาก เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงและไขมันรวม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ส่วนคุณภาพเนื้อทุกลักษณะ สุกรทุกกลุ่มที่ได้รับอาหารทดลองให้ความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Effect of Chitosan Supplementation in the Diets on Production Performances and Carcass Quality of Growing-Finishing Pigs
Student	Mr. Kwanchai Suptaveeponboon
Student ID.	47062402
Degree	Master of Science
Program	Animal Science
Year	2009
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr.Ronachai Sitthigripong
Thesis Co-advisor	Assoc.Prof.Dr.Jutarat Sethakul

ABSTRACT

This study was conducted to determine the effect of chitosan supplementation in the diets on production performances and carcass quality of growing-finishing pigs. Forty-eight PIC crossbred pigs were divided into 6 group as diet 1: control diet (corn-soy diet) ; diet 2 : supplementation with Amoxycilline 100 ppm in control diet ; diet 3-6 : supplementation with 200, 400, 600 and 800 ppm chitosan supplementation in control diets, respectively. This study was consisted of 2 experiments.

Experiment 1, the experiment was conducted to evaluate the supplementation of chitosan in diets on production performance of growing – finishing pigs according to Randomized Complete Block Design (RCBD) with 8 animals was uesed in this experiment. Each block was randomly fed one of the experimental diets. The results of production performance in terms of initial weight, final weight, wight gain and feeding period were not significantly different ($P>0.05$). Pigs fed chitosan supplementation 200 ppm had higher ($P<0.05$) and better ($P<0.05$) in average daily gain and feed conversion ration than those fed control diet but not significantly different ($P>0.05$) with pigs fed Amoxycilline , chitosan supplementation 600 and 800 ppm diets. Feed cost per gain of pigs fed chitosan supplementation 200 ppm diet was the lower ($P<0.05$) than those fed control , chitosan supplementation 400 and 800 ppm diets. Pigs fed all of experimental diets were not significantly difference ($P<0.05$) in back fat thickness at P2 and serum cholesterol concentration.

Experiment 2, study on effect of chitosan supplementation in pig diets on carcass and meat quality according to Completely Ramdonized Design (CRD) in experiment. The results of carcass quality in terms of live weight , hot carcass weight , chilled carcass weight , dressing percentage , loin

เอกสารนี้เป็น... ไม่ว่า...

eye area and lenden-speck quotient (LSQ) were not significantly different (P>0.05). There was no significant different in most of retail cuts , total lean and fat percentages of pigs fed all of experimental diets. The meat quality of pig fed all of experimental diets had not significantly difference (P>0.05).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีนั้น ต้องขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.รณชัย สิทธิไกรพงษ์ และรศ. ดร.จุฑารัตน์ เศรษฐกุล ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำวิธีการวิจัยตลอดจนแก้ไขปัญหาต่างๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

กราบขอบพระคุณคณะกรรมการที่ร่วมพิจารณาวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ซึ่งประกอบด้วยกรรมการภายนอกสถาบันและอาจารย์ทุกท่านประจำภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ที่ให้ความรู้ในขณะศึกษา ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ให้สนับสนุนเงินงบประมาณการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการโภชนศาตรสัตว์ ที่ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการวิเคราะห์ค่าโภชนะและการใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการต่างๆ ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์สารไคโตซานและขอบคุณพนักงานประจำฟาร์มเลี้ยงสุกรของภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ที่ได้ให้ความช่วยเหลือขณะทำการทดลองวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณน้องๆ นักศึกษาปริญญาตรีที่ร่วมทำการทดลองจนสำเร็จลุล่วง ขอบคุณพี่ๆและเพื่อนๆปริญญาโท ซึ่งเป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ มารดาที่ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจในการศึกษาตลอดมา คุณประโยชน์ที่พึงได้รับจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ขวัญชัย ทรัพย์ทวีผลบุญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ III

กิตติกรรมประกาศ V

สารบัญ VI

สารบัญตาราง X

สารบัญภาพ XIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มา 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ 1

1.3 สถานที่ทำการทดลอง 2

1.4 ขั้นตอนการศึกษา 2

1.5 ระยะเวลาการศึกษา 2

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 คุณสมบัติของไคตินและไคโตซาน 3

2.1.1 แบบอัลฟา (α-chain) 3

2.1.2 แบบเบตา (β-chain) 3

2.1.3 แบบแกมมา (γ-chain) 3

2.2 คุณสมบัติของสารไคโตซาน 7

2.2.1 คุณสมบัติทางกายภาพของไคโตซาน 8

2.2.2 คุณสมบัติทางเคมีกายภาพของไคโตซาน 8

2.3 การประยุกต์ใช้สารไคตินและสารไคโตซาน 9

2.3.1 การผลิตสารไคติน 9

2.3.1.1 กระบวนการแยกโปรตีน (deproteination) 9

2.3.1.2 กระบวนการแยกแร่ธาตุ (demineralization) 9

2.3.1.3 ขั้นตอนการแยกสี (decoloration) 10

2.3.2 การผลิตสารไคโตซาน 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.2.1 ผลของอุณหภูมิต่อปฏิกิริยากำจัดหมู่อะซิทิล 10
2.3.2.2 ผลของระยะเวลาในการทำปฏิกิริยากำจัดหมู่อะซิทิลและความเข้มข้นของด่าง 10
2.3.2.3 ผลของสภาวะในช่วงการผลิตสารไคติน 11
2.3.2.4 อัตราส่วนของสารไคตินต่อสารละลายด่าง 11
2.3.2.5 ผลของขนาดวัตถุดิบ 11
2.4 การผลิตไคตินและไคโตซาน 11
2.5 ความเป็นพิษของไคโตซาน 12
2.5.1 ด้านอาหารและอาหารเสริม 12
2.5.2 ด้านการแพทย์และเภสัชกรรม 14
2.5.3 ด้านการผลิตกระดาษ 15
2.5.4 ด้านการบำบัดน้ำเสีย 15
2.5.5 ด้านสิ่งทอ 16
2.5.5.1 ใช้ผลิตเป็นเส้นใยและเส้นด้าย 16
2.2.5.2 ใช้เป็นสารตกแต่งสำเร็จสิ่งทอ 16
2.5.5.3 ใช้เป็นสารช่วยในกระบวนการสิ่งทอ 16
2.5.5.4 ใช้เป็นสารเติมแต่งในกระบวนการผลิตกระดาษ 16
2.5.6 ด้านเครื่องสำอาง 16
2.5.7 ด้านการเกษตร 17
2.5.7.1 ใช้เป็นสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ 17
2.5.7.2 ใช้เป็นยาฆ่าแมลง 17
2.5.7.3 ใช้เป็นปุ๋ยธรรมชาติ 17
2.5.7.4 ใช้เป็นตัวปรับสภาพดิน 17
2.5.7.5 ใช้เป็นสารต่อต้านเชื้อรา 18
2.5.7.6 ใช้ทางปศุสัตว์ 18
2.6 การเสริมสารไคโตซานต่อสมรรถภาพการผลิตของสัตว์ 18
2.7 การเสริมสารไคโตซานต่อการย่อยได้ 20
2.8 การเสริมสารไคโตซานต่อภูมิคุ้มกัน 21
2.9 การเสริมสารไคโตซานในอาหารต่อระดับคอเลสเตอรอล 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.10 การเสริมไคโตซานต่อคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อ 24

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 25

3.1 สัตว์ทดลอง 25

3.2 อาหารสัตว์ทดลอง 25

3.3 อุปกรณ์ 25

3.3.1 อุปกรณ์ในการศึกษาสมรรถภาพการผลิตของสุกร 25

3.3.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีโดยประมาณในอาหารสัตว์ (proximate analysis) 26

3.3.3 อุปกรณ์ในการศึกษาลักษณะซากของสุกร 26

3.3.4 อุปกรณ์ในการศึกษาคุณภาพเนื้อ 26

3.3.5 สารเคมีไคโตซาน 26

3.4 วิธีการ 27

3.4.1 ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาอิทธิพลของการเสริมสารไคโตซานต่อสมรรถภาพการผลิต 27

3.4.1.1 แผนการทดลอง 27

3.4.1.2 การเก็บตัวอย่าง 27

3.4.1.3 การบันทึกข้อมูล 27

3.4.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล 28

3.4.2 ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาอิทธิพลของการเสริมสารไคโตซานต่อคุณภาพซาก 28

3.4.2.1 การบันทึกข้อมูล 28

3.4.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล 29

3.4.3 ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาอิทธิพลของการเสริมสารไคโตซานต่อคุณภาพเนื้อสุกร 30

3.4.3.1 การบันทักข้อมูล 31

3.4.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล 32

บทที่ 4 ผลการทดลอง 33

4.1 ศึกษาผลของการเสริมสารไคโตซานต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร 33

4.1.1 น้ำหนักเริ่มการทดลอง น้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและระยะเวลาการเลี้ยง 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1.2 อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก และต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 34

4.1.3 ความหนาไขมันสันหลังเมื่อมีชีวิตและปริมาณคลอ-เลสเตอรอลในซีรั่ม 35

4.2 ศึกษาผลการเสริมสารไคโตซานต่อลักษณะซากของสุกร 37

4.2.1 ลักษณะซากทั่วไป 37

4.3.2 ปริมาณชิ้นส่วนย่อยจากการตัดแต่ง 38

4.2.3 ผลของการเสริมสารไคโตซานต่อคุณภาพเนื้อสุกร 38

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง 41

5.1 ผลการเสริมไคโตซานต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร 41

5.2 ผลการเสริมไคโตซานในอาหารต่อคุณภาพซาก 43

5.3 ผลการเสริมไคโตซานต่อคุณภาพเนื้อของสุกร 44

บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ 45

6.1 สรุป 45

6.2 ข้อสังเกต 45

บรรณานุกรม 47

ภาคผนวก ก 54

ภาคผนวก ข 58

ประวัติผู้เขียน 71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงปริมาณไคตินที่มีในสิ่งมีชีวิตต่างๆ เป็นเปอร์เซ็นต์ (%) 4

3.1 แสดงส่วนประกอบของสูตรอาหารที่ใช้ในอาหารทดลองสุกรระยะรุ่น 29

3.2 แสดงส่วนประกอบของสูตรอาหารที่ใช้ในอาหารทดลองสุกรระยะขุน 30

4.1 แสดงผลของการเสริมไคโตซานต่อปริมาณน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและระยะเวลาที่ใช้ในการเลี้ยงสุกรทดลอง 33

4.2 แสดงผลของการเสริมไคโตซานต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรที่ได้รับอาหารทุกกลุ่ม 36

4.3 แสดงความหนาไขมันสันหลังและปริมาณคอเลสเตอรอลในซี่รั่มสุกรที่ได้รับอาหารทดลองทุกกลุ่ม 37

4.4 แสดงผลของการเสริมไคโตซานต่อคุณภาพซากของสุกร 37

4.5 ผลของการเสริมไคโตซานต่อชิ้นส่วนย่อยสุกร 39

4.6 แสดงผลของการเสริมไคโตซานในอาหารที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อบางประการ 40

ก.1 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณโภชนะในอาหารทดลอง 55

ก.2 แสดงราคาวัตถุดิบของอาหารสุกรที่ใช้ผสมอาหารทดลอง 55

ก.3 แสดงอุณภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ตลอดระยะเวลาของการเลี้ยงสุกร 56

ก.4 เกณฑ์การจัดแบ่งระดับชั้นคุณภาพซากสุกรตามเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง 56

ก.5 แสดงส่วนประกอบทางเคมีในอาหารสุกร 57

ข.1 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของน้ำหนักเริ่มต้นในสุกรรุ่น,สุกรขุน 59

ข.2 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของน้ำหนักสิ้นสุดในสุกรรุ่น,สุกรขุน 59

ข.3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นในสุกรรุ่น,สุกรขุน และตลอดการทดลอง 59

ข.4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของจำนวนวันที่เลี้ยงในสุกรรุ่น,สุกรขุน และตลอดการทดลอง 60

ข.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของอัตราการเจริญเติบโตในสุกรรุ่น,สุกรขุน และตลอดการทดลอง 60

ข.6 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของปริมาณอาหารที่กินในสุกรรุ่น,สุกรขุน และตลอดการทดลอง 60

ข.7 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักในสุกรรุ่น,สุกรขุน และตลอดการทดลอง 61

ข.8 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของต้นทุนต่อค่าอาหารเป็นน้ำหนักตัวในสุกรรุ่น,สุกรขุน และตลอดการทดลอง 61

ข.9 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของความหนาไขมันสันหลังในสุกรน้ำหนัก 110 กิโลกรัม 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไปดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ค.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักก่อนฆ่าของสุกร 62

ค.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักซากอุ่นของสุกร 62

ค.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักซากเย็น(ซีกซ้าย)ของสุกร 62

ค.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นซาก 62

ค.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของพื้นที่หน้าตัดสันนอก(LA) 63

ค.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างกล้ามเนื้อสันนอก (LSQ) 63

ค.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักซากเย็นซีกซ้าย 63

ค.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เนื้อสันใน 63

ค.9 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เนื้อสันนอก 64

ค.10 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เนื้อสะโพก 64

ค.11 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ขาหมู 64

ค.12 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์คางหมู 64

ค.13 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์มันแข็ง 65

ค.14 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์หนังหมู 65

ค.15 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์มันติดหนัง 65

ค.16 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เศษไขมัน 65

ค.17 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เศษเนื้อแดง 66

ค.18 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงรวม 66

ค.19 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมันรวม 66

ค.20 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์สามชั้น 66

ค.21 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์กระดูกรวม (กระดูก+ซี่โครง) 67

ค.22 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์สันคอรวมหัวไหล่ 67

ค.23 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์สามชั้นรวมซี่โครง 67

ง.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของความเป็นกรด-ด่าง ภายหลังสัตว์ตายที่ 45 นาที 68

ง.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอุณหภูมิ ภายหลังสัตว์ตายที่ 45 นาที 68

ง.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ความชื้นในเนื้อสุกร 68

ง.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์โปรตีนในเนื้อสุกร 68

เอกสารนี้ ... ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ... ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ง.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมันในเนื้อสุกร 69

ง.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่า L* (lightness) 69

ง.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่า a* (redness) 69

ง.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่า b* (yellowness) 69

ง.9 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของการสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุก 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 โครงสร้างของไคติน 4

2.2 โครงสร้างของเซลลูโลส โครงสร้างของไคตินและโครงสร้างของไคโตซาน 6

2.3 แสดงการจับไขมันของไคโตซานในกระเพาะอาหารและลำไส้ 14

2.4 แสดงผลของไคโตซานต่อการย่อยและการดูดซึมคอเลสเตอรอล 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ปัจจุบันการเลี้ยงสุกรมีการขยายตัวอย่างรวดเร็วและพัฒนาสู่การผลิตเพื่อการส่งออกไปยังต่างประเทศรวมไปถึงการพัฒนาทางด้านอาหารสัตว์ให้มีคุณภาพ เพื่อให้มีศักยภาพในการผลิตที่สูงขึ้นของสุกร มีการนำสารเคมีมาใช้ในอาหารสัตว์ซึ่งรวมไปถึงยาปฏิชีวนะต่างๆเพื่อลดอัตราการตายและเพิ่มผลผลิต อย่างไรก็ตามสารเหล่านี้มักจะตกค้างในผลผลิตจากสัตว์เมื่อมีการใช้เป็นระยะเวลานานหรือ มีการใช้ยาอย่างไม่ระมัดระวัง โดยไม่มีการควบคุมปริมาณและชนิดของยาให้เหมาะสมกับการรักษาโรค ประกอบกับผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่ตระหนักถึงอันตรายจากการได้รับสารตกค้างเหล่านี้ ซึ่งเมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้วอาจถูกเปลี่ยนเป็นสารที่มีความเป็นพิษสูงกว่าสารตั้งต้น รวมทั้งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของจุลชีพในร่างกายและเกิดการขยายตัวของเชื้อที่ดื้อยาขึ้นได้ การประกาศยกเลิกการใช้ยาปฏิชีวนะในอาหารสัตว์ของทางรัฐบาลอาจจะสร้างความเสียหายอย่างรุนแรงต่ออุตสาหกรรมการเลี้ยงสุกร เนื่องจากการเลี้ยงสุกรส่วนมากมีสภาพการเลี้ยงอย่างหนาแน่น (intensive farm) ซึ่งก่อให้เกิดความเครียดได้ง่ายรวมถึงสภาพอากาศที่ร้อนชื้นทำให้เกิดการระบาดของโรคอยู่เป็นประจำ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชนจึงได้กำหนดทิศทางให้มีการศึกษา และวิจัยในเรื่องของการนำผลิตภัณฑ์ธรรมชาติมาใช้ทดแทนยาปฏิชีวนะเพื่อยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรคในสัตว์ และใช้เป็นสารเร่งการเจริญเติบโตของสัตว์ด้วย ทั้งนี้ไคตินและไคโตซานเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมอาหารทะเลมีคุณสมบัติในการป้องกันและยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ รวมทั้งเสริมสุขภาพให้แข็งแรงและยังสามารถลดปริมาณไขมันและปริมาณคอเลสเตอรอล (Cholesterol) ในเลือดได้อีกด้วย ดังนั้นถ้าหากนำมาใช้ประโยชน์ ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ได้อย่างแท้จริงก็จะช่วยลดปัญหาต่างๆได้และทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะในการเลี้ยงสัตว์

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาผลการเสริมสารไคโตซานในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะรุ่น-ขุน

2) เพื่อศึกษาหาระดับการเสริมสารไคโตซานที่เหมาะสมในสูตรอาหารสุกรระยะรุ่น-ขุน

3) เพื่อศึกษาผลตอบแทนที่ได้รับจากการเสริมสารไคโตซานในสูตรอาหารสุกรระยะรุ่น-ขุน

4) เพื่อศึกษาลักษณะซากและคุณภาพเนื้อสุกรที่ได้รับอาหารเสริมด้วยสารไคโตซานในสุกรขุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 สถานที่ทำการทดลอง

1) ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

2) ห้องปฏิบัติการโภชนศาสตรสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

3) ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

4) โรงฆ่าและชำแหละสุกร บริษัทเฟรชมีท โพรเซสซิ่ง จำกัด อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1) การทดลองที่ 1 ศึกษาผลการเสริมสารไคโตซานในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรรุ่น-ขุน และระดับคอเลสเตอรอลในซี่รั่ม

2) การทดลองที่ 2 ศึกษาอิทธิพลของการเสริมสารไคโตซานต่อคุณภาพซากและคุณเนื้อสุกรขุน

1.5 ระยะเวลาการศึกษา

ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน ใช้เวลาทดลอง 12 ปี

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1) ทราบถึงผลการเสริมสารไคโตซานในสูตรอาหารที่มีต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะรุ่น-ขุน

2) ทราบถึงระดับการใช้สารไคโตซานที่เหมาะสมในสูตรอาหารระยะรุ่น-ขุน

3) ทราบถึงผลการเสริมสารไคโตซานในสูตรอาหารที่มีผลต่อลักษณะซากสุกรขุน

4) ทราบถึงผลการเสริมสารไคโตซานในสูตรอาหารที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อสุกรขุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 คุณสมบัติของสารไคตินและสารไคโตซาน

สารไคติน (chitin) เป็นสารพอลิเมอร์ชีวภาพ (biopolymer) ประเภทโพลิแซคคาไรด์ จัดอยู่ในกลุ่มคาร์โบไฮเดรตประเภทโครงสร้างที่เป็นเส้นใย มีชื่อทางเคมีว่า Poly [β-(1→4)-2-acetamido-2-deoxy-D-glucose] (พูนทรัพย์ วิชัยพงษ์. 2548) ซึ่งพบมากเป็นอันดับสองของโลกรองจากเซลลูโลสในพืช สามารถแยกสกัดสารไคตินได้จากเปลือกของสัตว์ที่มีข้อปล้องในตระกูล crustacean โดยจะพบเป็นองค์ประกอบหลักในโครงสร้างภายนอก (exoskeleton) เช่น กระดองปูและเปลือกกุ้ง นอกจากนี้สารไคตินยังพบเป็นองค์ประกอบในโครงสร้างหลักของแมลง รา และยีสต์ (ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์. 2544) ซึ่งปริมาณที่พบในสัตว์ต่างๆจะมีปริมาณต่ำตั้งแต่ 0.01 เปอร์เซ็นต์ จนพบในปริมาณสูงถึง 40 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับน้ำหนักแห้งของตัวสัตว์เหล่านั้น เช่น ในกุ้งและปู จะพบองค์ประกอบของสารไคตินที่เป็นโครงสร้างต่อน้ำหนักตัวแห้งประมาณ 15-20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปริมาณสารไคตินที่เป็นองค์ประกอบของโครงสร้างต่อน้ำหนักแห้งของสัตว์ต่างๆจะมีปริมาณที่ต่างกันไป ดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.1 (สุพจน์ หารหนองบัวและคณะ. 2546) ในธรรมชาติจะพบสารไคตินในรูปที่เป็นสารประกอบปะปนอยู่กับสารอื่นๆ เช่นในเปลือกกุ้งหรือกระดองปูจะพบมีหินปูนหรือแคลเซียมและโปรตีนประกอบอยู่ด้วย ในขณะที่ในเปลือกแข็งหุ้มตัวของแมลงจะประกอบด้วยสารไคตินในรูปที่เป็นสารเชิงซ้อนของสารไคตินกับโปรตีน (chitin-protein complex) และในผนังเซลล์ของ รา ยีสต์ หรือจุลินทรีย์ สารไคตินจะอยู่ร่วมกับสารอินทรีย์อื่นๆ (พูนทรัพย์ วิชัยพงษ์. 2548) ส่วนลักษณะทางโครงสร้างของสารไคตินที่พบในธรรมชาติจะแตกต่างกัน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับแหล่งที่พบโดยสามารถแบ่งตามลักษณะของผลึก (crystalline form) ได้ 3 กลุ่ม ดังนี้

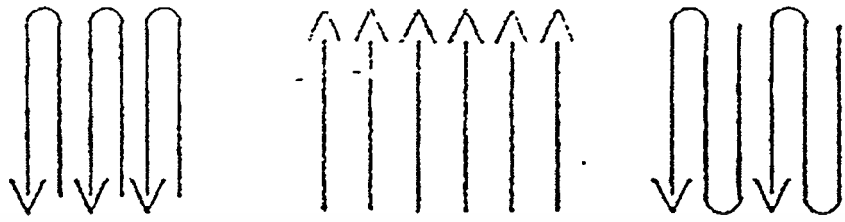
2.1.1 แบบอัลฟา (α-chain) มีการเรียงตัวของสายโซ่โมเลกุลในลักษณะสวนทางกันเส้นใยเรียงตัวแน่นมีความแข็งแรงสูง ได้แก่ สารไคตินจากเปลือกกุ้งและกระดองปู

2.1.2 แบบเบตา (β-chain) มีการเรียงตัวของสายโซ่โมเลกุลในทิศทางเดียวกัน จึงจับกันได้ไม่ค่อยแข็งแรงทำให้สามารถจะเปลี่ยนแปลงรูปแบบไปเป็นอัลฟาสารไคตินได้ ในสารละลายของกรดแก่ เช่น กรดเกลือเป็นต้น และมีความไวต่อปฏิกิริยาเคมีมากกว่าแบบอัลฟ่า ได้แก่ สารไคตินจากแกนปลาหมึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ

2.1.3 แบบแกมมา (γ-chain) มีการเรียงตัวของสายโซ่โมเลกุลในลักษณะที่ไม่แน่นอน (สวนทางกัน สลับทิศทางกันบ้าง) มีความแข็งแรงรองจากแบบอัลฟา ได้แก่ สารไคตินจากเห็ด ราและพืชชั้นต่ำ

ประเภทโครงสร้างของสารไคตินส่วนมากที่มีการนำมาใช้ ได้แก่ แบบอัลฟาที่พบในเปลือกกุ้งและปู และแบบเบตาที่พบในแกนปลาหมึก โดยรูปแบบโครงสร้างของสารไคติน ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของสารไคติน (Esaiassen. 1996)

ตารางที่ 2.1 แสดงปริมาณสารไคตินที่มีในสิ่งมีชีวิตต่างๆเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)

แหล่งวัตถุดิบ	ปริมาณที่พบ (%)
เชื้อรา	5-20
หนอน	20-38
ปลาหมึก	3-20
แมงป่อง	30
แมงมุม	38
แมลงสาบ	35
แมลงปีกแข็ง	37
กุ้ง	40
หนอนไหม	44
ปูเสฉวน	69
ปูหิน	70

ที่มา : สุพจน์ หารหนองบัวและคณะ (2546)

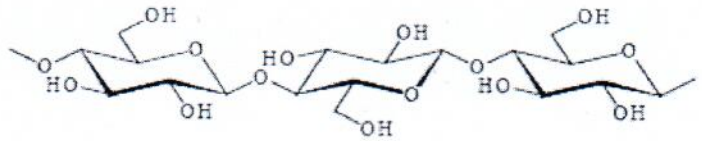
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารไคติน ประกอบด้วยน้ำตาลหน่วยย่อยๆ ที่เรียกว่า N-acetyl-D-glucosamine ต่อกันเป็นสายยาวและเป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทโครงสร้างที่เป็นเส้นใยคล้ายคลึงกับเซลลูโลสจากพืช แต่ที่สูตรโครงสร้างของสารไคตินจะต่างจากเซลลูโลส โดยที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 2 เป็นหมู่อะซิทาไมด์ (NH-CO-

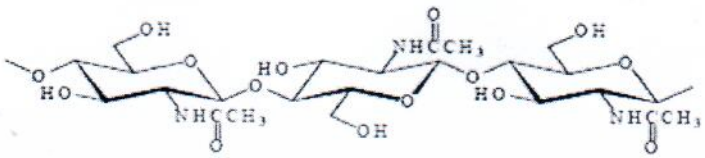
CH_3) ส่วนเซลลูโลสที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 2 จะเป็นหมู่ไฮดรอกซิล (OH) (จิราภรณ์ เชาวลิตสุขุมาวาสี. 2544) ดังภาพที่ 2.2 นอกจากนี้จากการที่สารไคตินเป็นสารที่ไร้ประจุจึงทำให้ไม่สามารถละลายน้ำหรือสารละลายอินทรีย์ได้ แต่สามารถละลายได้ในกรดอนินทรีย์ เช่น กรดเกลือ กรดกำมะถันและกรดฟอสฟอริกได้ ส่วนสารไคโตซาน (chitosan) มีชื่อทางเคมีว่า poly[β-(1→4)-2-amino-2-deoxy-D-glucose] เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ต่อกันด้วยพันธะ 1,4-β-glycoside และมีน้ำหนักโมเลกุลสูง (ปัทมา วิศาลนิตย์และทศพร ทองเที่ยง .2545) บางครั้งอาจเรียกสารไคโตซานว่า deacetylated chitin เนื่องจากสารไคโตซานเป็นอนุพันธ์ของสารไคติน คือเป็นการกำจัดหรือลดหมู่อะซิทิล ($CO-CH_3$) ของน้ำตาล N-acetyl-D-glucosamine ทำให้เกิดเป็น glucosamine จึงเรียกว่า ปฏิกิริยาดีอะซิทิเลชัน (deacetylation) และเมื่อลดหรือกำจัดหมู่อะซิทิลออกจะเกิดการเพิ่มขึ้นของหมู่อะมิโน ($-NH_2$) ทำให้สารไคโตซานมีคุณสมบัติเป็น cationic polyelectrolyte คือ โครงสร้างของสารไคโตซานเกิดประจุบวก (ประภัสสร สุรวัฒนาวรรณ. 2544) ส่งผลให้ประจุบวกบนโครงสร้างของสารไคโตซานสามารถเกิด interact กับประจุลบของสารประกอบอินทรีย์ เช่น protein , anionic polysaccharide และ nucleic acid ทำให้ได้ประจุไฟฟ้าที่เป็นกลาง นอกจากนี้ยังสามารถเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับไอออนของโลหะหนักได้ โดยใช้หมู่อะมิโนในการเกิด chelate metal ion กับพวก copper , magnesium และสามารถจับกับโลหะได้หลายชนิด เช่น chromium , silver และ cadmium เป็นต้น (ปัทมา วิศาลนิตย์และทศพร ทองเที่ยง. 2545)

ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์ (2544) กล่าวถึงการแสดงลักษณะการเป็นสารไคตินหรือสารไคโตซานว่า โดยทั่วไปตามธรรมชาติ มักจะพบสารไคตินและสารไคโตซานอยู่ร่วมกันในลักษณะเป็นโคโพลิเมอร์ คือจะพบทั้งวงแหวนน้ำตาลของสารไคตินและสารไคโตซานในสายโซ่เดียวกัน จึงมักรวมเรียกว่าสารเคมีพวกสารไคติน-ไคโตซาน เมื่อต้องการแยกแยะว่าเป็นสารไคตินหรือสารไคโตซานจะต้องอาศัยจำนวนหมู่เอมีน คือถ้ามีหมู่เอมีนมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ จึงจะจัดว่าเป็นสารไคโตซาน นิรนาม (2549) กล่าวว่าการแบ่งแยกว่าเป็นสารไคตินหรือสารไคโตซานจะดูที่ระหว่างสองโมโนเมอร์ของ anhydro–N-acetyl-D-glucosamine และ anhydro-D-glucosamine ถ้าสัดส่วนที่อยู่ร่วมกันของโมโนเมอร์แรกมากกว่า จะแสดงลักษณะสมบัติเด่นของสารไคติน แต่ถ้าสัดส่วนที่อยู่ร่วมกันของโมโนเมอร์ที่สองมากกว่าจะแสดงลักษณะสมบัติเด่นของสารไคโตซาน ส่วนขวัญใจ สุชินพงศ์พันธ์ (2541) กล่าวว่าในธรรมชาติย่อมมีสารไคตินและสารไคโตซานประกอบอยู่ในโพลิเมอร์ ที่เป็นสายยาวในสัดส่วนต่างๆกัน ถ้าหมู่ acetyl ถูกตัดหรือหลุดออกไปประมาณร้อยละ 60 สารไคตินจะถูกเรียกว่าสารไคโตซานและถ้าหมู่ acetyl ถูกตัดหรือหลุดไปประมาณร้อยละ 90-100 จะเรียกว่า fully deacetylated chitosan

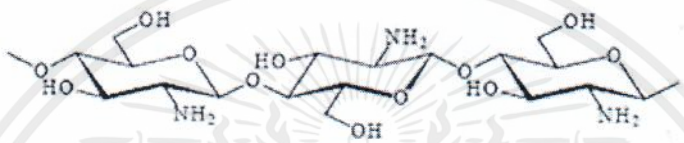
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a) cellulose



(b) chitin



(c) chitosan

ภาพที่ 2.2 โครงสร้างของเซลลูโลส โครงสร้างของสารไคตินและโครงสร้างของสารไคโตซาน (สุพจน์ หารหนองบัวและคณะ. 2546)

Yabuki *et al.* (1986) กล่าวว่าสารไคตินและสารไคโตซานสามารถย่อยได้โดยเอนไซม์ไคติเนส (chitinase) และไคโตซาเนส (chitosanase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ได้มาจากพวกราในดิน แบคทีเรีย ยีสต์ และพืช โดยเอนไซม์ไคติเนสจะย่อยสารไคตินได้เป็น N-acetyl-D-glucosamine ส่วนเอนไซม์ไคโตซาเนสจะย่อยสารไคโตซานได้เป็น chitosano-oligosaccharides Jeuniaux (1961) รายงานว่า มีการพบเอนไซม์ไคติเนสครั้งแรกในสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง โดยพบในหอยทากต่อมาพบในโปรโตซัวและต่อมในเนื้อเยื่อระบบย่อยอาหารของ coelenterates , nematodes , polychaets , oligochates , molluscs และ arthropods สำหรับในสัตว์ สารไคตินที่กินเข้าไปจะถูกย่อยเป็น N-acetyl glucosamine ก่อนจึงจะดูดซึมไปใช้ เอนไซม์ย่อยสารไคตินในระบบย่อยอาหารมาจาก 3 แหล่ง คือ เอนไซม์ที่ร่างกายผลิตขึ้นมาเอง เอนไซม์จากจุลชีพในลำไส้หรือทางเดินอาหารและจากอาหารที่กินเข้าไป (Place.1996) นอกจากนี้สิ่งมีชีวิตในกลุ่ม nematodes เอนไซม์ไคติเนสจะหลั่งจากเนื้อเยื่อชั้นอีพิเดอร์มิสขณะที่มีการลอกคราบ ส่วนในปลา สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์ครึ่งปกครึ่งน้ำ และสัตว์ปีกที่กินแมลงเป็นอาหาร เอนไซม์ไคติเนสจะหลั่งออกมาจากตับอ่อน (pancreas) และเนื้อเยื่อชั้นในของกระเพาะอาหาร (gastric mucosa) เพื่อย่อยอาหารที่กินเข้าไป ส่วนในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเอนไซม์ไคติเนสจะหลั่งออกมาจากเนื้อเยื่อชั้นในกระเพาะอาหาร ส่วน Pelletier and Sygusch (1990) รายงานว่าการทำงานของเอนไซม์ไคติเนสและสารไคโตซาเนสจะมีความสามารถในการย่อยสารไคโตซานที่มีระดับ deacetylation ที่แตกต่างกันโดยเอนไซม์ไคติเนสจะมี ประสิทธิภาพในการย่อยสายพอลิเมอร์ที่มี N-acetylated และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถย่อยสารไคโตซานได้ แต่การย่อยสารไคโตซานจะย่อยได้ต่ำกว่าการทำงานของเอนไซม์ไคโต-ซาเนส นอกจากนี้ Hirano *et al.* (1990) รายงานว่าไก่สามารถย่อยสารไคโตซานได้ถึง 88-98 เปอร์เซ็นต์ และกระต่ายสามารถย่อยสารไคโตซานได้ประมาณ 35-83 เปอร์เซ็นต์ โดยในลำไส้ของไก่มีแบคทีเรียที่สร้างเอนไซม์ไคโตซาเนส ซึ่งเอนไซม์ไคโตซาเนสนี้สามารถย่อยไคโตซานได้ และเกิดการดูดซึมในรูปของกลูโคซามีน (glucosamine) ต่อไป

2.2 คุณสมบัติของสารไคโตซาน

สารไคติน (chitin) เป็นสารโพลิเมอร์ชีวภาพในธรรมชาติ พบมากเป็นอันดับสองรองจากเซลลูโลส แต่ไม่พบเป็นโครงสร้างหลักเดี่ยวๆ ในสิ่งมีชีวิต โดยพบในรูปที่เป็นสารประกอบปะปนอยู่กับสารอื่นๆ เช่น อยู่รวมกับหินปูน หรือแคลเซียม และโปรตีน ในรูปสารประกอบเชิงซ้อน แหล่งวัตถุดิบของสารไคติน พบได้ในผนังเซลล์ของพืชบางชนิด สัตว์และจุลินทรีย์ เช่นในยีสต์ที่ใช้ทำเบียร์ และในสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสัตว์ที่มีเปลือกและกระดอง เช่น หอย กุ้ง แกนหมึกและปู (พูนทรัพย์ วิชัยพงษ์. 2548) สารไคตินเป็นสารประกอบเชิงซ้อน (high polymer) ของ β-1-1,4-N-acetyl D-glucosamine จัดเป็นสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ยาวที่มีโครงสร้างคล้ายเซลลูโลส สูตรโครงสร้างของสารไคตินต่างจากเซลลูโลสที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 2 เป็นหมู่อะซิทาไมด์ ($NH\text{-}CO\text{-}CH_3$) แทนที่จะเป็นหมู่ไฮดรอกซิล (OH) ส่วนสารไคโตซานเป็นอนุพันธ์ของสารไคตินที่ได้จากการนำหมู่อะซิทิล ($CO\text{-}CH_3$) ออกไปจากสารไคติน สารไคตินเชื่อมต่อกับคาร์โบไอเดรต ด้วยพันธะโควาเลนต์ในรูปของโปรตีนและอาจพบรวมอยู่กับเกลือแคลเซียมคาร์บอเนตในสัตว์จำพวกกุ้ง ปู ส่วนในสัตว์พบอยู่กับคอลลาเจน สารไคตินเป็นสารโมเลกุลยาวที่ไร้ประจุซึ่งทำให้ไม่สามารถละลายน้ำหรือสารละลายทั่วๆ ไป เช่น สารละลายอินทรีย์ แต่หากแยกหมู่อะซิทิลออกมา จะได้สารชื่อว่า "สารไคโตซาน" ที่ละลายน้ำและตัวทำละลายหลายชนิดได้ดี เพราะมีประจุบวกบนหมู่อะมิโน (จีราภรณ์ เชาวลิตสุขุมาวาสี. 2544)

สารไคโตซานที่ได้จะมีส่วนผสมของน้ำตาล N-acetyl-D-glucosamine และ glucosamine อยู่ในสายโพลิ-เมอร์เดียวกัน ซึ่งระดับการกำจัดหมู่อะซิทิลนี้ เรียกว่า ปฏิกิริยาดีอะซิทิเลชั่น (deacetylation) มีผลต่อสมบัติและการทำงานงานของสารไคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง จะมีสายยาวและสารละลายมีความหนืดมากกว่าสารไคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ เป็นต้น ดังนั้น การใช้ประโยชน์สารไคโตซานจะต้องพิจารณาทั้งเปอร์เซ็นต์การเกิด deacetylation และน้ำหนักโมเลกุล (ประภัสสร สุรวัฒนาวรรณ. 2544)

ความสามารถในการย่อยสลายสารไคติน-ไคโตซานภายในสัตว์ เนื่องจากมีเอนไซม์หลายชนิดสามารถย่อยสลายได้ ตัวสารไคติน-ไคโตซานแบ่งแยกสารไคตินกับสารไคโตซานโดยอาศัยจำนวนหมู่เอมีน ถ้ามีเอ-มีนมากว่า 70% จะเรียกว่าสารไคโตซาน เนื่องจากเปลือกกุ้งและเปลือกปู ซึ่งเป็นแหล่งสารไคตินและสารไคโตซานนั้นเป็นวัสดุเชิงประกอบที่นอกจากจะเหนียว ฉีกขาดยาก ยังสามารถรับแรงได้สูง และไม่เปลี่ยนรูปร่างได้ง่ายๆ สารไคโตซานมีความเป็นวัสดุพิเศษ คือตัววัสดุสามารถทำหน้าที่ทาง

เคมีหรือทางชีวภาพบางอย่างได้ด้วยตัวเอง เป็นแผ่นโพลาร์เมมเบรน (polarmenbrane) ซึ่งสามารถใช้ในการแยกแอลกอฮอล์โดยกระบวนการเพอร์วาพอเรชัน (pervaporation) (ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์. 2544)

2.2.1 คุณสมบัติทางกายภาพของสารไคโตซาน

สารไคตินและสารไคโตซานอยู่ในกลุ่มของ β - (1 ⟶ 4) โพลิแซคคาไรด์ ที่มีความแข็งแรงของโครงสร้างในสภาวะของแข็งโดยเฉพาะในสภาวะแห้ง ซึ่งมีการสร้างพันธะไฮโดรเจนจำนวนมากในวงผลึกทำให้จุหลอมเหลวมีค่าสูงเหมือนกับเซลลูโลส คือจะมีค่าอุณหภูมิเริ่มต้นที่ 170 องศาเซลเซียส และสูงสุดที่อุณหภูมิ 230 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ ทั้งสารไคตินและสารไคโตซานยังมีคุณสมบัติที่ดีในการส่งผ่านแสงที่มองเห็นได้อีกด้วย โดยสารไคโตซานจะมีความโปร่งแสงมากกว่า 180 นาโนเมตรในรูปของอะมิโนอิสระและมากกว่า 220 นาโนเมตรในรูปของแอมโมเนียม (ammonium) ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปแบบอิออนิกของสารไคโตซาน ขวัญใจ สุชินพงศ์พันธ์ (2541) สารไคโตซานมีคุณสมบัติเป็นของแข็งไม่ลายน้ำ มีความเสถียรสูง มีสี grayish-white มีมวลโมเลกุลสูงในช่วง 1 x 10^5 ถึง 1.2 x 10^6 ดาลตัน และเป็นพอลิเมอร์สารตรงที่เป็นของแข็งที่มีรูปร่างไม่แน่นอน (amorphous solid) และมีความหนืด โดยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น %DD (degree of deacetylation) มวนโมเลกุล ความเข้มข้น ความเป็นกรด-ด่างและอุณหภูมิ (พัฒนันท์ วงศ์วิวัฒน์.2545)

2.2.2 คุณสมบัติทางเคมีกายภาพของสารไคโตซาน

ขวัญใจ สุชินพงศ์พันธ์ (2541) กล่าวว่า คุณสมบัติทางเคมีกายภาพของสารไคโตซาน ดังนี้

1) ความสามารถในการละลาย ความสามารถในการละลายในน้ำของสารไคโตซานขึ้นอยู่กับความสมดุลระหว่างการขับออกของ electrostatic ซึ่งมาจากหมู่ protonated amine และพันธะไฮโดรเจน และความสามารถในการละลายในตัวทำละลาย โดยทั่วไปละลายในกรดอ่อนที่มี pH อยู่ในช่วง 1-6

2) พฤติกรรมสภาวะของแข็งของสารไคโตซาน ความเสถียรของเกลือสารไคโตซานในสภาวะของแข็ง ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของกรดที่เกี่ยวข้อง เช่น กรดฟอร์มิกจะมีความเสถียรภาพ เนื่องจากเมื่อมีการระเหยของสารละลาย acylaytion สามารถนำไปวางระหว่างองค์ประกอบของแข็งได้

3) ปฏิกริยาร่วมในความสัมพันธ์ของสารไคโตซาน คือ ปฏิกิริยาร่วมกับอิออน สารไคโตซานเป็น polyelectrolyte ที่อ่อน ซึ่งมีความหนาแน่นแป็นประจุ ทำให้ความสามารถของสารไคโตซานในการเป็นผู้เปลี่ยนแปลง anion น้อย อิเลคตรอนคู่โดดเดี่ยวในสภาพอิสระของไนโตรเจนอะตอมสามารถถูกนำไปใช้ในการสร้างพันธะโคออร์ดิเนตไควาเลนท์กับโลหะไอออน พันธะไฮโดรเจนและปฏิกิริยาแรงวัลเดอร์วาวส์ ปฏิกิริยาชนิดนี้ไม่ค่อยมีความแข็งแรงในการเหนี่ยวนำพันธะที่เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางธรรมชาติของ collagen double helix structure

เอกสารนี้มีไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การผลิตสารไคตินและสารไคโตซาน

2.3.1 การผลิตสารไคติน

กระบวนการผลิตสารไคตินจากเปลือกของสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง (crustacean shell waste) มีขั้นตอน ดังนี้

2.3.1.1 กระบวนการแยกโปรตีน (deproteination) โดยทั่วไป เปลือก หัวกุ้ง กระดองปูและแกนปลาหมึกมักจะถูกนำมาบดก่อนนำมาแยกเอาโปรตีนออก ซึ่งขั้นตอนการแยกโปรตีนนี้มักใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้นตั้งแต่ 1-10 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิที่ใช้ประมาณ 65-100 องศา-เซลเซียส นอกจากนี้ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับวิธีและสภาวะที่ใช้ในการสกัดโปรตีนอย่างไรก็ตามหากปล่อยให้กากเหล่านี้ทำปฏิกิริยานานเกินไปในสภาวะรุ่นแรงจะทำให้สายโซ่ของสารไคตินถูกตัด (depolymerization) และยังเกิดปฏิกิริยาการกำจัดหมู่อะซิทิลด้วย นอกจากนี้อัตราส่วนของกากเหล่านี้ต่อสารละลายด่าง ตั้งแต่ 1 ต่อ 10 ขึ้นไป สามารถเกิดปฏิกิริยาได้อ่างทั่วถึง แต่ต้องอาศัยการกวนอย่างสม่ำเสมอ (No and Meyer. 1997) ปัจจัยอีกประการที่มีผลต่อการแยกโปรตีน คือ ปริมาณไขมันในวัตถุดิบ ซึ่งไขมันเหล่านี้จะช่วยป้องกันโปรตีนจากการไฮโดรไลซีส (hydrolysis) โดยอาจทำให้พลังงานในการเกิดปฏิกิริยาต่ำ (Domard and Chaussard. 2002) โปรตีนสามารถสกัดได้ด้วยวิธีทางชีวภาพ เช่น การหมักด้วยจุลินทรีย์ หรือการย่อยด้วยเอนไซม์ปาเปน (papain) Stevens (2005) พบว่าขนาดของวัถุดิบไม่มีอิทธิพลต่อปริมาณโปรตีนในสารไคติน แต่จะมีผลต่อการเพิ่มอัตราเร็วในการแยกโปรตีน ซึ่งหากลดขนาดของวัตถุดิบจะทำอัตราในการแยกโปรตีนเร็วขึ้น ปัจจัยอีกประการที่มีผลต่อการแยกโปรตีน คือ ปริมาณไขมันในวัตถุดิบ นอกจากวิธีทางเคมีแล้วโปรตีนยังสามารถสกัดได้ด้วยวิธีทางชีวภาพ เช่น การหมักด้วยจุลินทรีย์หรือการย่อยด้วยเอนไซม์ (Rao *et al.* 2000) การหมักหัวกุ้งและเปลือกกุ้งด้วยจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* 541 เปรียบกับวิธีทางเคมี (ใช้ NaOH 12.5 M) พบว่าค่า deproteination ได้ผลไม่แตกต่างกันและเมื่อสกัดต่อจนได้สารไคโตซาน ผลจากการหมักด้วยจุลินทรีย์ได้ค่าระดับการกำจัดหมู่อะซิติล (degree of deacetylation, %DD) เป็น 81-84% ซึ่งเมื่อนำค่าที่ได้เปรียบเทียบกับการใช้วิธีทางเคมีจะให้ผลที่ไม่แตกต่างกัน (Stevens. 2005) ส่วนการย่อยด้วยเอนไซม์ Gagne and Simpson (1993) รายงานว่าการสร้างสภาวะที่ทำให้การสกัดโปรตีนจากเปลือกกุ้งมีความสมบูรณ์ขึ้นโดยใช้เอนไซม์ 2 ตัว คือ ไคโมทริปซิน (chymotrypsin) และปาเปน (papain)

2.3.1.2 กระบวนการแยกแร่ธาตุ (demineralization) การแยกแร่ธาตุออกจากวัตถุดิบมักใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเจือจางที่อุณหภูมิห้อง ใช้เวลาเพียง 2-3 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาจะมีผลเพียงเล็กน้อยต่อการดึงแต่ธาตุออกจากสารไคติน (No and Meyer. 1997) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเปลือกของสัตว์พวก crustacean มีแร่ธาตุประมาณร้อยละ 30-50 โดยมีแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบหลักและมีแคลเซียมฟอสเฟตในประมาณร้อยละ 80-10 ของปริมาณอนินทรีย์ทั้งหมด การใช้สารละลายไฮโดรคลอริกเจือจางหรือกรดซัลฟูริกเจือจาง เพื่อละลายแคลเซียมคาร์บอเนต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้อยู่ในรูปแคลเซียมคลอไรด์ และสารไคตินที่ไม่ละลาย (สุธวัฒน์ เบญจกุล. 2534) การแยกแร่ธาตุออกจากเปลือกปูจะทำได้ยากกว่าเปลือกกุ้ง และความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ที่ใช้ในการแยกแร่ธาตุไม่ควรน้อยกว่า 0.7 โมลาร์ การใช้กรดมากเกินไปจะทำให้น้ำหนักโมเลกุลของสารไคโตซานลดลง (Myint *et al.* 2002)

2.3.1.3 ขั้นตอนการแยกสี (decoloration) จากขั้นตอนข้างต้นพบว่าสารไคตินที่ได้มักยังคงมีสี หากต้องการสารไคตินผอกขาวจะต้องนำสารไคตินมาผ่านกระบวนการแยกสีโดยใช้สารฟอกขาว ได้แก่ เอทานอล โซเดียมไฮโปรคลอไรด์ อะซิโตน อีเทอร์และ 3% ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์หรือสารละลายเอร์แมงกาเนต แต่การใช้ oxidizing agent ที่รุนแรง เช่น สารละลายเปอร์แมงกาเนต จะมีผลต่อการทำลายสภาพธรรมชาติของสารไคตินได้ (เยาวภา ไหวพริบ. 2534) ในกระบวนการผลิตสารไคตินด้วยวิธีทางเคมี สามารถลดปริมาณการใช้สารเคมีในช่วงการแยกโปรตีน แยกแร่ธาตุและลดระยะเวลาในกรทำปฏิกิริยา โดยใช้เทคนิคต่างๆ อาทิ เช่น การบด การกด การอบแห้ง การล้างด้วยน้ำที่มีความเป็นกรด-ด่างเป็นกรด การต้มและการหมัก (No and Meyer. 1997)

ขั้นตอนการแยกโปรตีนและขั้นตอนการแยกแร่ธาตุออก สามารถทำขั้นตอนใดก่อนหลังก็ได้ แต่ถ้าต้องการนำโปรตีนที่สกัดได้กลับมาใช้ประโยชน์อีก จำเป็นจะต้องเริ่มจากขั้นตอนการแยกโปรตีนออกจากวัตถุดิบก่อนขั้นตอนการแยกแร่ธาตุ เนื่องจากโปรตีนที่ได้จะมีปริมาณคุณภาพที่ดีกว่า

2.3.2 การผลิตสารไคโตซาน

การผลิตสารไคโตซานจากสารไคตินสามารถทำได้ทั้งวิธีทางเคมีและวิธีทางชีวภาพ วิธีทางเคมีเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน แต่ข้อเสียของวิธีทางเคมี คือ คุณภาพในการผลิตจะควบคุมยาก ในการสกัดสารไคโตซานจากสารไคติน Muzzarelli (1977) รายงานว่า สามารถทำได้โดยการแช่สารไคตินในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์หรือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น (40-50 เปอร์เซ็นต์) ที่อุณหภูมิ 100-150 องศาเซลเซียส จะทำให้หมู่อะซิทิลบางส่วนหรือทั้งหมดจะถูกดึงออกจากโพลิเมอร์ได้ ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตสารไคโตซาน ได้แก่

2.3.2.1 ผลของอุณหภูมิต่อปฏิกิริยากำจัดหมู่อะซิทิล No and Meyer (1997) รายงานว่า การใช้อุณหภูมิในการกำจัดหมู่อะซิทิลที่สูงจะทำให้เปอร์เซ็นต์การกำจัดหมู่อะซิทิลเพิ่มขึ้น แต่ขนาดโมเลกุลของสารไคโตซานจะเกิดปฏิกิริยาdegradationได้ ทำให้สารไคโตซานมีมวลโมเลกุลลดลง

2.3.2.2 ผลของระยะเวลาในการทำปฏิกิริยากำจัดหมู่อะซิทิลและความเข้มข้นของด่าง Tsai (2002) รายงานว่า การเกิดปฏิกิริยากำจัดหมู่อะซิทิลจะใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ซึ่งหากแช่ในด่างเข้มข้นนานกว่านั้นไม่ทำให้ %deacetylation เพิ่มมากขึ้น แต่จะทำให้สายโซ่ของสารไคโตซานสั้นลง No and Meyer (1997) พบว่าสารไคโตซานที่ผลิตจากกระบวนการที่ใช้สารละลายด่างที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า 45% ไม่สามารถละลายในกรดอ่อน แม้ว่าจะแช่สารไคตินในด่างนานถึง 30 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.3 ผลของสภาวะในช่วงการผลิตสารไคติน กระบวนการแยกแร่ธาตุในขั้นตอนการผลิตสารไคตินนั้นมีผลต่อขนาดโมเลกุลของสารไคโตซาน การแยกแร่ธาตุด้วยกรดเกลือเจือจางที่มีความเป็นกรด-ด่าง สูงกว่า 3 จะได้ผลิตภัณฑ์สารไคโตซานที่มีความหนืดสูง (Myint *et al.* 2002) นอกจากนี้ Lertsutthiwong *et al.* (2002) พบว่าความหนืดของสารไคโตซานจะลดลงเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการแยกแร่ธาตุ ซึ่งในกระบวนการผลิตสารไคโตซานที่เริ่มจากกระบวนการแยกแร่ธาตุก่อนกระบวนการแยกโปรตีน จะให้สารไคโตซานที่มีความหนืดสูงกว่าสารไคโตซานที่ผลิตจากกระบวนการที่เริ่มต้นด้วยการแยกโปรตีน และตามด้วยการแยกแร่ธาตุ

2.3.2.4 อัตราส่วนของสารไคตินต่อสารละลายด่าง ในระหว่างการเกิดปฏิกิริยาการกำจัดหมู่อะซิติล การกวนอย่างทั่วถึงมีความจำเป็นอย่างมากเพื่อให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ อัตราส่วนของสารไคตินและสารละลายด่างที่สูงกว่า 1 : 10 ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดหมู่อะซิทิลของสารไคติน

2.3.2.5 ผลของขนาดวัตถุดิบ วัตถุดิบที่มีขนาดเล็กประมาณ 1 มิลลิเมตร จะให้ผลิตภัณฑ์สารไคโตซานที่มีความหนืดและน้ำหนักโมเลกุลที่สูงกว่าวัตถุดิบที่มีขนาด 2 และ 6.4 มิลลิเมตร นอกจากนี้ยังพบว่าสารไคตินที่มีขนาดใหญ่กว่า ต้องการระยะเวลาในการขยายตัวที่นานกว่า ส่งผลให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาการกำจัดหมู่อะซิทิลช้ากว่าและขนาดของสารไคติน ประมาณ 20–80 mesh ไม่มีผลต่อปฏิกิริยากำจัดหมู่อะซิทิลและความหนืดของสารละลายสารไคโตซาน

พูนทรัพย์ วิชัยพงษ์ (2548) กล่าวถึงคุณสมบัติที่สำคัญในการกำหนดคุณภาพของสารไคตินและสารไคโตซาน ได้แก่ ลักษณะของวัตถุดิบ ความชื้น (เปอร์เซ็นต์) เถ้า (เปอร์เซ็นต์) โปรตีน (เปอร์เซ็นต์) ระดับการกำจัดหมู่อะซิทิล (เปอร์เซ็นต์) ความหนืด (cps) กากที่เหลือหลังการละลาย (เปอร์เซ็นต์) สารหนู (As) (พีพีเอ็ม) ตะกั่ว (เปอร์เซ็นต์) (พีพีเอ็ม) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และกลิ่น ส่วนพัฒนันท์ วงศ์วิวัฒน์ (2545) กล่าวว่าคุณสมบัติและคุณภาพของสารไคตินและสารไคโตซาน จะขึ้นกับแหล่งของวัตถุดิบที่นำมาแยกสารไคตินและกรรมวิธีที่ใช้ในการแยกสารไคติน ในด้านขนาดของวัตถุดิบ (particle size) ส่วนในเรื่องของความชื้น กมลศิริ พันธนียะ (2546) กล่าวว่าผลิตภัณฑ์สารไคโตซานที่อยู่ในรูปเกล็ด (flake) ผงละเอียดคล้ายแป้ง (powder) และเม็ด (bead) นั้น หากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูงจะต้องมีความชื้นต่ำมากคือไม่เกิน 5-10 เปอร์เซ็นต์ หากความชื้นสูงกว่านี้ก็อาจจะทำให้เกิดเชื้อราหรือมีสิ่งปนเปื้อนอื่นๆเข้าไปปะปนอยู่ทำให้คุณภาพด้อยลงหรืออาจจะเกิดความเป็นพิษ เนื่องจากเชื้อรา เชื้อแบคทีเรียหรือสิ่งปนเปื้อนนั้นๆ ผลิตสารพิษออกมา

2.4 ความเป็นพิษของสารไคโตซาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา หรือนำไปเผยแพร่ต่อ ไม่ว่าในรูปแบบใดๆ ทั้งสิ้น

ภาวดี เมธะคานนท์ (2544) กล่าวว่า สารไคโตซานทำให้ไม่เกิดการย่อยในกระเพาะอาหารของคน ไม่ให้พลังงานหรือสารอาหารแก่ร่างกาย แต่มีประโยชน์ต่อระบบขับถ่าย ช่วยลดอัตราการเสี่ยงต่อโรคระบบทางเดินอาหาร เช่น มะเร็งลำไส้ ท้องผูกและริดสีดวงทวาร เป็นต้น จากการที่สารไคโตซานมี

บทบาทในการเป็นเส้นใยอาหารหรือไฟเบอร์ ส่วนมูลนิธิเพื่อผู้บริโภค (2548) รายงานว่าสารไคโตซานมีความสามารถในการดักจับพวกไขมันจากอาหาร คือ ถ้าเรากินสารไคโตซานไปพร้อมกับอาหารมันก็จะไปเกาะจับกับไขมันและรวมตัวกันเป็นกลุ่ม ซึ่งยากต่อการย่อยสลายร่างกายจึงไม่สามารถที่จะดูดซึมไขมันเหล่านี้ไปใช้ได้และสุดท้ายจะถูกขับออกมาพร้อมกับอุจจาระในที่สุด ในขณะเดียวกัน วิตามินจากอาหารที่ต้องอาศัยไขมันเป็นตัวละลายที่ร่างกายจะสามารถดูดซึมไปใช้ได้ ได้แก่ วิตามิน เอ ดี อี และ เค ก็จะถูกขับถ่ายออกมาด้วย เราจึงไม่ได้ประโยชน์จากวิตามินในอาหารที่เรากินร่วมกับสารไคโตซาน และยังมีผลข้างเคียงคือ เมื่อใช้ไปในปริมาณมากหรือบ่อยเกินไปจะไม่สามารถควบคุมการถ่ายอุจจาระหรืออาจมีไขมันซึมออกมาได้ นอกจากนี้ Shahidi *et al.* (1999) รายงานว่าฤทธิ์ในการขับไขมันออกจากร่างกายของสารไคโตซานจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อใช้ร่วมกับวิตามิน ซี แต่การกินสารไคโตซานในปริมาณมากเกินขนาดจะไปลดการดูดกลับของเกลือแร่และลดระดับวิตามิน อี ในน้ำเลือดได้

Arai *et al.* (1968) ได้ทำการทดลอง พบว่าเมื่อใช้สารไคโตซานที่มีความเข้มข้นสูงกว่า 18 กรัมต่อน้ำหนักตัวหนู 1 กิโลกรัม ทำให้เกิดอันตรายต่อหนูเมื่อใช้เพียง 1 วันเท่านั้น

Knoor (1984) กล่าวว่าจากการทดลองเปรียบเทียบกลุ่มอาหารควบคุมที่ใช้เซลลูโลส 5 เปอร์เซ็นต์ กับกลุ่มที่เสริมสารไคตินและสารไคโตซานจนถึงระดับ 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารสัตว์ พบว่าทำให้การดูดซึมไอออนลดลง

Koide (1998) รายงานว่าการให้สารไคโตซานเป็นอาหารเสริมในหนูนั้น แม้จะทำให้ปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือดลดต่ำลง แต่มีผลกระทบทำให้การเจริญเติบโตช้าลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ให้ในปริมาณมาก นอกจากนี้ยังพบว่าเกลือแร่และวิตามินที่ละลายในไขมันจะถูกดูดซึมลดลงด้วย จึงทำให้หนูทดลองที่ได้รับอาหารมีไขมันสูงร่วมกับสารไคโตซาน มีปริมาณวิตามิน อี ในเลือดลดต่ำลงอย่างมาก

ป๋วย อุ่นใจ (2547) รายงานการศึกษาความเป็นพิษของสารไคโตซานในคนว่า อาจเกิดอาการอาหารไม่ย่อยและไม่เหมาะสำหรับผู้ที่แพ้พวกอาหารทะเลและหญิงมีครรภ์หรือหญิงที่ให้นมบุตร

ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์ (2544) กล่าวถึงการใช้สารไคโตซานหากใช้ในปริมาณมากเกินความต้องการอาจมีผลเสีย โดยทำให้พืชแสดงรูปร่างลักษณะผิดปกติไปจากธรรมชาติ ส่วนผลกระทบกับสัตว์จะเห็นได้ชัดในกุ้งโดยกระตุ้นการลอกคราบ ซึ่งเกินสมดุลธรรมชาติและร่างกายอ่อนแอ ส่งผลให้ทำร้ายกันเอง

2.5 การประยุกต์ใช้สารไคตินและสารไคโตซาน

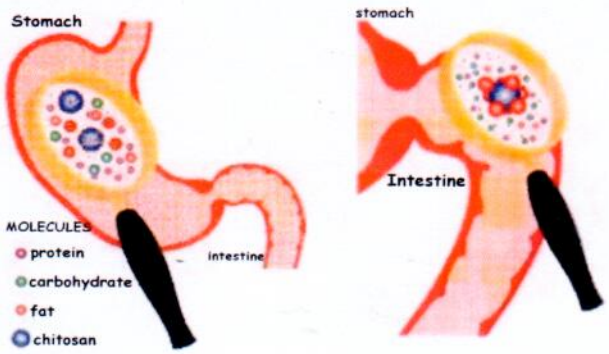
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 ด้านอาหารและอาหารเสริม สารไคโตซานมีสมบัติในการต่อต้านจุลินทรีย์และเชื้อราบางชนิดจึงนำไปใช้เป็นสารกันบูด สารช่วยรักษากลิ่นและรสของอาหาร (กฤษณา ศิรเลิศมุกุล. 2547) โดยการที่สารไคโตซานเป็นโมเลกุลที่มีประจุบวก ซึ่งสามารถเกิด interaction กับเซลล์เมมเบรน (cell

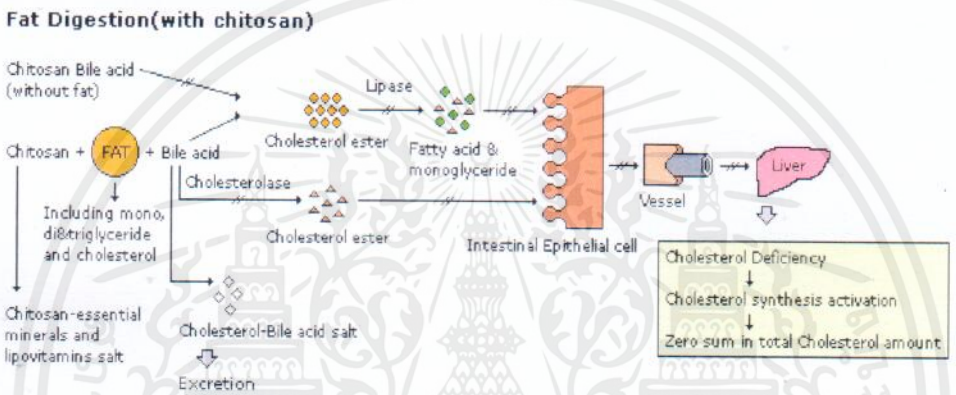
membrane) ของจุลินทรีย์ที่มีประจุลบ ทำให้เกิดการรั่วไหลของโปรตีนและสารอื่นของเซลล์หรือการที่สารไคโตซานเป็น chelating agent ซึ่งสามารถเลือกจับโลหะแม้ในปริมาณน้อยๆได้ ทำให้เกิดการยับยั้งการผลิตสารพิษ (toxin) และยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (ภาวดี เมธะคานนท์. 2544) ด้านอาหารเสริม สารไคโตซานช่วยลดคอเลสเตอรอลและไขมันในเส้นเลือด โดยสารไคโตซานไปจับกับไขมัน ซึ่งส่งผลให้คอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในกระแสเลือดและตับมีปริมาณลดลง รวมทั้งสามารถเพิ่มอัตราส่วนของ HDL และ LDL โดยที่ LDL เป็นคอเลสเตอรอลที่เลว ใช้ในการสร้างกรดน้ำดี เมื่อร่างกายได้รับสารไคโตซานจะรวมตัวกับกรดน้ำดี ส่งผลให้ LDL ลดลงทำให้ร่างกายไม่สามรถดูดซึมไปใช้หรือดูดซึมได้น้อยลง (Kobayashi *et al* .2006)

Spagna *et al.* (1996) ได้ศึกษาการใช้สารไคโตซานในกระบวนการผลิตเครื่องดื่ม โดยสารไคโตซานเป็นตัวดูดซับสารประเภท phenolic ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดสีน้ำตาล (browning) ของไวน์ขาว โดยพบว่าสารไคโตซานให้ประสิทธิภาพดีเทียบเท่ากับสารดูดซับที่ใช้อยู่เดิมในกระบวนการผลิต นอกจากนี้สารไคโตซานยังสามารถใช้เป็นตัวควบคุมความเป็นกรดในน้ำผลไม้ได้อีกด้วย (Shahidi *et al.* 1999) และสารไคโตซานยังสามารถนำมาขึ้นรูปเป็นแผ่นฟิล์มได้ ซึ่งแผ่นฟิล์มสารไคโตซานสามารถยืดอายุอาหารได้ดีเนื่องจากว่าสามารถควบคุมการถ่ายเทความชื้นระหว่างอาหารและสภาวะแวดล้อมภายนอก ควบคุมอัตราการหายใจและควบคุมอุณหภูมิได้ ดังนั้นจึงได้มีการนำสารไคโตซานมาใช้ในการถนอมอาหารหรือใช้ห่อหุ้ม ผัก ผลไม้หลายชนิด เช่น ส้ม ลูกพีท ลูกแพร กีวี สตรอเบอร์รี่และมะเขือเทศ เป็นต้น (ภาวดี เมธะคานนท์. 2544) นอกจากนี้สารไคโตซานมีการผลิตออกจำหน่ายอย่างแพร่หลายในรูปของอาหารเสริมเพื่อลดคอเลสเตอรอลและควบคุมน้ำหนัก โดยประจุบวกของสารไคโตซานจะดักจับกรดไขมันอิสระและคอเลสเตอรอลในระบบย่อยอาหาร (digestive system) ซึ่งมีประจุลบและทำให้ขับถ่ายออกมาพร้อมกับไขมันส่วนเกิน ดังภาพที่ 2.3 (ปิ่วย อุ่นใจ. 2547) ส่วน Dalwoo (2003) รายงานว่าในบริเวณกระเพาะอาหารและลำไส้ สารไคโตซานจะไม่ถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้แต่เมื่อเข้าสู่ลำไส้ใหญ่มันจะถูกย่อยโดยเอนไซม์และถูกส่งออกนอกร่างกาย ซึ่งเป็นการกำจัดของเสียภายในเซลล์ และพบว่าก่อนคอเลสเตอรอลจะถูกดูดซึมจะต้องเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของคอเลสเตอรอลเอสเตอร์เสียก่อนจึงจะดูดซึมได้ ซึ่งการเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของคอเลสเตอรอลเอสเตอร์ต้องใช้เอนไซม์คอเลสเตอเรส โดยการหลั่งเอนไซม์คอเลสเตอเรสต้องอาศัยทั้งกรดน้ำดีและคอเลสเตอรอลแต่ถ้าเสริมสารไคโตซานเข้าไปสารไคโตซานจะรวมตัวกับกรดน้ำดีก่อนที่กรดน้ำดีจะถูกนำไปสร้างเอนไซม์คอเลสเตอเรส ซึ่งทำให้คอเลสเตอรอลไม่สามารถเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของคอเลสเตอรอลเอสเทอร์ได้ จึงทำให้ไม่ถูกดูดซึมเข้าสู่ลำไส้เล็ก แสดงดังภาพที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 แสดงการจับไขมันของสารไคโตซานในกระเพาะอาหารและลำไส้ (ดัดแปลงจาก Anonymous. 2005)



ภาพที่ 2.4 แสดงผลของสารไคโตซานต่อการย่อยและการดูดซึมคอเลสเตอรอล (Dalwoo. 2003)

2.5.2. ด้านการแพทย์และเภสัชกรรม สารไคติน-ไคโตซานเป็นสารธรรมชาติที่มีความเข้ากันได้ดีกับเนื้อเยื่อและเซลล์ของร่างกาย สามารถรับประทานได้ และย่อยสลายได้ตามธรรมชาติโดยไม่เป็นพิษต่อร่างกาย ใช้ส่งเสริมการเจริญของแบคทีเรียในลำไส้ที่ช่วยส่งเสริมสุขภาพ ต่อต้านมะเร็ง ช่วยลดสารพาและยังยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่เป็นอันตรายอย่างเช่นเชื้อ *Salmonella* ใช้ในการรักษาเหงือกและฟัน Shibasaki *et al* .(1994) รายงานว่า การเสริมสารไคโตซานจะมีผลต่อการลดคราบแบคทีเรียบนเหงือกที่ระดับความเป็นกรด-ด่าง 5.5 สามารถกระตุ้นให้เกิดการสร้างกระดูกใหม่ มีคุณสมบัติที่จะเป็นคอนแท็กต์เลนส์และวัสดุแทนกระจกตาเพื่อรักษาโรคต้อ ทำเป็นพลาสติกปิดแผล ช่วยทำให้ไม่เป็นแผลเป็น กระตุ้นให้เกิดการซ่อมแซมบาดแผลให้หายเร็ว เป็นการหล่อลื่นในเยื่อปาก ควบคุมการปล่อยตัวยาใช้ในวัสดุทดแทนกระดูก ใช้ทางด้านระบบนำส่งยา ใช้เป็นสารป้องกันการจับตัวเป็นก้อนของเลือด ส่วนการใช้สารไคโตซานทำผลิตภัณฑ์แผ่นปิดตกแต่งแผล ด้ายเย็บแผล ซึ่งข้อดีของมันก็คือ สารไคโตซานช่วยลดการ contraction ของ fibroblast ทำให้แผลเรียบ กระตุ้นให้เกิดการซ่อมแซมบาดแผลให้หายเร็วขึ้นและสารไคโตซานจะสลายตัวอย่างช้าๆแล้วถูกดูดซับเข้าร่างกายอย่างไม่มีปฏิกิริยาต่อต้านจากร่างกาย (ประภัสสร สุรวัฒนาวรรณ. 2544) ใช้เป็นเลนส์สายตา เนื่องจากมีคุณสมบัติยอมให้ออกซิเจนผ่านเข้าออกได้และไม่ก่อให้เกิดอาการแพ้ ใช้เป็นแคปซูลบรรจุยา ใช้เป็นสารป้องกันการตกตะกอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเลือด ใช้เป็นตัวจับและตกตะกอนเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาว ใช้ผลิตผนังเทียม เช่น ผนังไต ใช้เป็นสารเชื่อมหรืออุดฟันในด้านทันตกรรมและใช้รักษาไขข้อเสื่อม อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อคนอีกด้วย

Mi *et al.* (2001) รายงานว่าการใช้ chitosan membrane แบบไม่สมมาตร ในลักษณะเป็นรูพรุนขนาดใหญ่คล้ายฟองน้ำและมีชั้นบนสุดเป็นชั้นผิวที่มีเนื้อแน่น (dense skin surface) จากการทดสอบพบว่าออกซิเจนสามารถซึมผ่าน membrane ได้ดี ช่วยควบคุมการสูญเสียน้ำและช่วยป้องกันเชื้อจุลินทรีย์ได้ ซึ่งปัจจุบันมีการผลิตวัสดุปิดแผลหรือผิวหนังเทียมที่ผลิตจากสารไคตินหรือสารไคโตซานเพื่อใช้งานด้านการแพทย์ทั้งในมนุษย์และสัตว์

ป๋วย อุ่นใจ (2547) กล่าวว่าสารไคโตซานสามารถกระตุ้นให้เกิดการสร้างกระดูกใหม่โดยทดลองจากกระต่ายและสุนัข

2.5.3 ด้านการผลิตกระดาษ สารไคโตซานสามารถใช้เป็น dry strength agent สำหรับกระบวนการ ผลิตกระดาษจากเยื่อยูคาลิปตัสได้ โดยกระดาษที่ผ่านการเคลือบด้วยสารไคโตซานจะมีความแข็งแรง (Lertsutthiwong *et al.* 2002) ทนต่อการฉีกขาดและซับหมึกได้ดี ทำให้สามารถช่วยยืดอายุการเก็บเอกสารสำคัญได้ (ป๋วย อุ่นใจ. 2547)

Pranee (2002) รายงานว่าการใช้สารไคโตซานในปริมาณ 0.25 – 1 เปอร์เซ็นต์ สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกระดาษได้ดี โดยเฉพาะสภาวะการผลิตที่เป็นกรดและกลาง ทำให้สารไคโตซานมีคุณสมบัติที่เด่นกว่าสารอื่นตรงที่สารไคโตซานสามารถใช้ได้ทั้งในสภาวะที่เป็น กรด กลาง และด่าง

2.5.4 ด้านการบำบัดน้ำเสีย สารไคโตซานมีประจุบวกสามารถจับกับโปรตีนและไขมันได้ดี และยังสามารถดูดซับอิออนของโลหะหนักและจับสี (dye)ได้ (ลาวัลย์ จีระพงษ์. 2544)

พัฒนันท์ วงศ์วิวัฒน์ (2545) กล่าวว่าในการทำน้ำดื่ม เมื่อใช้สารไคโตซานผสมกับถ่านกัมมันต์สามารถทำให้น้ำดื่มบริสุทธิ์ได้โดยสารไคโตซานสามารถกำจัดสารประกอบอินทรีย์ เช่น o-dichlorobenzene และ กำจัดโลหะหนัก เช่น ตะกั่ว ปรอท แคดเมียมและสังกะสีได้ ส่วนการบำบัดน้ำในสระว่ายน้ำ สารไคโตซานสามารถตกตะกอนสาร เช่น น้ำมัน สบู่ สิ่งสกปรกและฝุ่นที่ปะปนอยู่ในน้ำ ทำให้น้ำใสขึ้น Dunn *et al.* (1997) รายงานว่าการเตรียม adsorbent สำหรับดูดซับสีย้อมจากน้ำทิ้งโดยเตรียมขึ้นจากการผสมระหว่างสารไคโตซานกับเส้นใยเซลลูโลส พบว่าเส้นใยสารไคโตซานกับเซลลูโลสสามารถดูดซับสีรีแอค-ทีฟและสีแอซิดได้ ส่วน Chiou and Li (2003) ได้ศึกษาการใช้ cross-linked chitosan bead ในการดูดซับสีรีแอคทีฟในน้ำ พบว่าสามารถกำจัดสีได้ 63 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ chitosan bead ที่ดูดซับสีออกไปแล้วยังสามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่โดยมีกำลังในการดูดซับสีไม่ต่างจากเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5 ด้านสิ่งทอ สามารถแบ่งตามลักษณะการใช้งานได้ดังนี้

2.5.5.1 ใช้ผลิตเป็นเส้นใยและเส้นด้าย เส้นใยสารไคตินและไคโตวานสามารถนำไปใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ผ้านอนวูฟเวน (nonwoven) ผ้าปิดแผล นอกจากนี้ยังสามรถนำไปเคลือบลงบนเส้นใยหรือเส้นด้ายชนิดอื่น เช่น เส้นด้ายฝ้าย นำมาขึ้นรูปเป็นเส้นใย นำมาเคลือบเส้นใยฟ้าเพื่อลดกลิ่นเหงื่อและกลิ่มอับชื้น และต้านเชื้อราแบคทีเรีย ใช้ผลิตผ้าที่ย้อมสีติดทนนาน

2.2.5.2 ใช้เป็นสารตกแต่งสำเร็จสิ่งทอ เพื่อปรับปรุงสมบัติการต้านทานจุลชีพ และสามารถสร้างพันธะที่แข็งแรงกับเส้นใย นำมาขึ้นรูปเป็นเส้นใยและใช้ในการทอร่วมหรือเคลือบกับเส้นใยอื่นๆ เพื่อให้ได้คุณสมบัติในการลดการเกิดกลิ่นอับชื้นและการต้านจุลชีพ (กฤษณา ศิรเลิศมุกุล. 2547) ซึ่งการต้านจุลชีพ เกิดจากการที่ประจุบวกบนสายโซ่โมเลกุลสารไคโตซานเข้าไปจับกับผนังเซลล์ของจุลชีพแล้วทำให้เกิดช่องหรือโพรงทำให้ผนังเซลล์รั่วและตายลงในที่สุด หรือการที่สารไคโตซานแทรกตัวผ่านเข้าไปในเซลล์ของจุลชีพและไปยับยั้งการสังเคราะห์ mRNA และสารประเภทโปรตีน (Shahidi *et al.* 1999) Seong *et al.* (1999) ได้เตรียม chito-oligosaccharides โดยการ depolymerize ด้วย sodium nitrite ซึ่งเมื่อนำ chito-oligosaccharides ไปอัดรีดลงบนผ้าฝ้ายด้วยวิธีอัดรีด-อบแห้ง-อบผึก (pad-dry-cure) พบว่าผ้าที่ผ่านการตกแต่งหลังจากผ่านการซัก 50 ครั้งแล้วยังคงมีประสิทธิภาพที่ทำให้ *Staphylococcus aureus* ลดลง 95 เปอร์เซ็นต์ และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2.5.5.3 ใช้เป็นสารช่วยในกระบวนการสิ่งทอ เป็นทั้งตัวประสาน และสารให้ความหนืดขึ้นในแป้นพิมพ์ในการพิมพ์ผ้าโพลีเอสเตอร์ คุณภาพงานพิมพ์บนผืนผ้ามีความคมชัด และมีความสม่ำเสมอ คงทนต่อการซักได้ดี และสามารถทำความสะอาดกรีนได้ง่าย

2.5.5.4 ใช้เป็นสารเติมแต่งในกระบวนการผลิตกระดาษ สารไคโตซานสามารถใช้เป็น dry strength agent สำหรับกระบวนการผลิตกระดาษจากเยื่อบุคาลิปตัสได้ โดยกระดาษที่ผ่านการเคลือบด้วยสารไคโตซานจะมีความแข็งแรง และเมื่อผ่านการพิมพ์ด้วยระบบ anionic printing จะมีผลทำให้ได้งานพิมพ์ที่มีความคมชัด ใช้ในกระบวนการผลิตที่มีคุณสมบัติเหนียว แข็งแรง ทนทานต่อการฉีกขาด Pranee (2002) รายงานว่าใช้สารไคโตซานในปริมาณ 0.25-1% สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกระดาษได้ดี โดยเฉพาะสภาวะการผลิตที่เป็นกรดและกลาง ใช้ในการปรับผิวหน้ากระดาษ และนำมาทำกระดาษอัดรูปและกระดาษก๊อปปี้แบบใช้ผงคาร์บอน

2.5.6 ด้านเครื่องสำอาง สารไคโตซานแสดงคุณสมบัติในการสร้างแผ่นฟิล์ม ให้ความหนืดข้น ให้ความชุ่มชื้นและช่วยรักษาเสถียรภาพของอีมัลชั่น ทำให้ส่วนผสมของเครื่องสำอางสามารถผสมเข้ากันได้ดี นำมาทำผลิตภัณฑ์บำรุงผิวและดูแลเส้นผม ยาสีฟัน เครื่องสำอางโดยเฉพาะนำไปใส่ในเครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของกรดผลไม้ธรรมชาติ และยับยั้งเชื้อแบคทีเรียและลดอาการระคายเคืองและมีการใช้สารไคโตซานเป็นสารประเภท non-toxic polyelectrolyte ทำให้มีประโยชน์ต่อการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ทั้งนี้เพราะประจุบวกของหมู่แอมโมเนียมที่เรียงรายอยู่บนโครงสร้างของสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ไคโตซานจะมีความว่องไวต่อการจับกับผิวหนังและเส้นผมที่ประกอบด้วยสาร mucopolysaccharides โปรตีนและไขมันที่มีประจุลบได้เป็นอย่างดี สารไคโตซานที่เคลือบอยู่นี้จะก่อตัวเป็นฟิล์มบางๆ พร้อมกับดูดซับความชื้นและไขมันเอาไว้ จึงช่วยรักษาความชุ่มชื้นและความยืดหยุ่นให้แก่ผิวหนังและเส้นผม ส่วนปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่าง polysaccharides และโปรตีนของเส้นผมยังมีส่วนในการเพิ่มความเงางามให้แก่เส้นผมอีกด้วย (Dunn *et al.* 1997) นอกจากนี้ด้วยคุณสมบัติที่ไม่ละลายน้ำและอุ้มความชื้นได้ดี จึงได้มีการนำมาทำผลิตภัณฑ์บำรุงผิว ยาสีฟันและเครื่องสำอาง (ป๋วย อุ่นใจ. 2547)

2.5.7 **ด้านการเกษตร** การนำสารไคตินและสารไคโตซานมาใช้ในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรนั้น มีทั้งทางพืชและสัตว์ เนื่องจากการใช้สารไคตินและสารไคโตซานให้ผลดีในแง่ของการเป็นสารธรรมชาติที่ช่วยลดความเสี่ยงของเกษตรกรและผู้บริโภคต่อการได้รับสารพิษจากปุ๋ยและยาปราบศัตรูพืช พร้อมทั้งมีจุดเด่นที่สามารถช่วยเพิ่มผลผลิต ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาพืชผลทางการเกษตร รวมถึงสามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้และปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อม ดังนั้นจึงมีการนำมาประยุกต์ใช้ ดังนี้

2.5.7.1 ใช้เป็นสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ (seed treatment) เมื่อนำสารไคตินและสารไคโตซานไปเคลือบเมล็ดพันธุ์ สามารถป้องกันโรคและแมลงศัตรูพืชได้และยังส่งผลทำให้อัตราการงอกของเมล็ดเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ผลผลิตที่ได้ก็จะสูงขึ้น (ในนาข้าวประมาณ30-40 เปอร์เซ็นต์)

2.5.7.2 ใช้เป็นยาฆ่าแมลง (insecticide) สารไคตินและสารไคโตซานถูกนำไปใช้ในกระบวนการผลิตเอนไซม์ไคติเนส (chitinase) ซึ่งเป็นยาฆ่าแมลง โดยเอนไซม์ไคติเนสจะไปย่อยสลายสารไคตินที่เป็นองค์ประกอบของเปลือกหุ้มตัวของแมลงศัตรูพืช ปัทมา วิศาลนิตย์และทศพร ทองเที่ยง (2545) กล่าวว่าสารไคโตซานเป็นตัวเหนี่ยวนำให้สร้างเอนไซม์ chitinase และ β-1,3 glucanase ซึ่งเอนไซม์ทั้งสองนี้สามารถเปลี่ยนแปลงโมเลกุลของสารไคตินและกลูแคน ซึ่งเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์เชื้อราส่วนใหญ่ เพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคในพืชได้

2.5.7.3 ใช้เป็นปุ๋ยธรรมชาติ (fertilizer) โดยปกติในโครงสร้างทางเคมีของสารไคตินและสารไคโตซานจะมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ภายในโมเลกุลประมาณ 7-10% จะสามารถถูกปลดปล่อยออกจากโมเลกุลได้อย่างช้าๆ ด้วยเอนไซม์ที่สิ่งมีชีวิตผลิตขึ้น รวมทั้งสารไคตินและสารไคโตซานนั้นยังสามารถเป็นตัวตรึงไนโตรเจนไม่ว่าจากอากาศหรือจากดิน ในกรณีของเห็ดนั้นสารไคตินและสารไคโตซานยังแสดงความสามารถในการเป็นตัวตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 fixation) ได้ด้วย

2.5.7.4 ใช้เป็นตัวปรับสภาพดิน (soil-conditioner) สารไคตินและสารไคโตซาน สามารถนำมาใช้ในการปรับดินที่มีส่วนประกอบของดินเหนียวมาก โดยจะเพิ่มความพรุนในดิน การดูดซับน้ำ การอุ้มน้ำและการควบคุมอัตราการชะออก (erosion) ของดิน รวมทั้งยังเป็นตัวพา (carrier) สำหรับพวก micro-organic โดยปลดปล่อยสารดังกล่าวอย่างช้าๆ ให้ผลต่อเนื่องได้นานและอัตราคงที่ตามอัตราการย่อยสลายของสารไคตินและสารไคโตซาน ลดปัญหาการใช้สารเกินความจำเป็น ซึ่งมีผลต่อพืชและสภาพดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

105147

2.5.7.5 ใช้เป็นสารต่อต้านเชื้อรา ไวรัสและแบคทีเรียบางชนิด (antifungal/antivirus/ antibacteria) สารไคตินและสารไคโตซานมีผลต่อการต้านทานและกำจัดเชื้อราและแบคทีเรียบางประเภท ได้อย่างกว้างขวางหลายชนิด เช่น ไทรโคเดอร์มา ไฟทอปเธอรา พิเทียม แอนแทรคโนส เมลาโนส โรครากเน่า โรคโคนเน่า โรครำน้ำค้าง โรคราขาว โรคแคงคอร์ โรคใบติด โรคใบจุด โรคใบสีส้มในนาข้าวและอื่นๆ ซึ่งเกิดจากโครงสร้างทางประจุและสร้างเอนไซม์ ซึ่งทำให้ย่อยสลายทำลายเชื้อราของโรคพืชได้อย่างดี พบว่าสารไคโตซานยังสามารถเข้าสู่เซลล์เชื้อราและทำให้เกิดการยับยั้งการสร้างและสะสมของ RNA จึงทำให้เชื้อราถูกยับยั้งการเจริญเติบโต แต่ในเชื้อราบางประเภทและแบคทีเรียบางชนิดที่มีประโยชน์ จะมีการเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว เมื่อใช้สารไคตินและสารไคโตซาน เช่น ในการใช้กับเห็ดฟาง เห็ดเข็มทองและ เห็ดนางฟ้า เป็นต้น

2.5.7.6 ใช้ทางปศุสัตว์ นำสารไคตินและสารไคโตซานมาใช้เพื่อเป็นสารเร่งการเจริญเติบโตในสัตว์ ได้แก่ กุ้ง สุกร วัว ควาย ไก่ และเป็ด เป็นต้น โดยใช้เป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์เพื่อกระตุ้นภูมิคุ้มกันและลดการติดเชื้อ ทำให้น้ำหนักตัวของสัตว์เพิ่มขึ้น (ประภัสสร สุรวัฒนาวรรณ. 2544) นอกจากนี้สารไคตินและสารไคโตซาน ยังสามารถใช้ช่วยเพิ่มปริมาณแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ในทางเดินอาหาร ช่วยลดอาการท้องเสียของสัตว์และลดอัตราการตายของสัตว์วัยอ่อนอันเนื่องมาจากการติดเชื้อแบคทีเรียหลายชนิดในทางเดินอาหารได้ (ป๋วย อุ่นใจ. 2547)

2.6 การเสริมสารไคโตซานต่อสมรรถภาพการผลิตของสัตว์

ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์ (2543) รายงานว่าจากการเสริมสารไคโตซานลงในอาหารสุกรขุนด้วยอัตราส่วน 1.5 - 2 กิโลกรัมต่ออาหาร 1 ตันและมีการเสริมยาปฏิชีวนะAmoxicillin (AMOXY) และ Chlortetracycline 15 เปอร์เซ็นต์ (CTC15%) โดยเสริมลดลงจากที่เคยให้ คือ AMOXY จาก 300 พีพีเอ็ม ลดเป็น 100 พีพีเอ็ม และ CTC 15 % จาก 2 กิโลกรัมต่ออาหาร 1 ตัน เหลือ 1 กิโลกรัม ต่ออาหาร 1 ตัน ผลที่ได้คือ สารไคโตซานสามารถเร่งการเจริญเติบโตของสุกรทำให้อัตราแลกเนื้อดีขึ้นและสามารถลดปริมาณการใช้ยาปฏิชีวนะลงได้ในปริมาณมาก ทำให้ช่วยลดต้นทุนการผลิต นอกจากนี้ยังสามารถปรับปรุงสุขภาพสุกรให้แข็งแรง ลดอาการป่วยของสุกรภายในฟาร์ม ทำให้ลดอัตราการสูญเสียได้

ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์และสุวลี จันทร์กระจ่าง (2543) รายงานว่าจากการทดลองเสริมสารไคโตซานที่ระดับ 50 – 500 พีพีเอ็ม ในอาหารไก่เนื้อ พบว่าที่ระดับ 200 - 300 พีพีเอ็ม สารไคโตซานสามารถทำหน้าที่เป็นสารเร่งการเจริญเติบโตในไก่เนื้อ ช่วยให้ไก่มีสุขภาพแข็งแรงสมบูรณ์ ขนาดฝูงสม่ำเสมอ ขนสวยเป็นมันเงา สีหงอนและเหนียงแดงเข้ม สีแข้งเหลืองเข้ม ได้น้ำหนักตัวเฉลี่ยสูงที่สุด ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (FCR) ดีที่สุดและอัตราการตายต่ำสุด ดังนั้นการนำสารไคโตซานมาใช้ในการเลี้ยงไก่เนื้อจึงทำให้ได้มูลค่าสุทธิที่ขายไก่เพิ่มสูงขึ้นและช่วยลดต้นทุนการใช้ยาปฏิชีวนะและวัคซีนลงได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เยาวมาลย์ ค้าเจริญและสาโรช ค้าเจริญ (2545ก) ได้ทำการเสริมเฟิมคิโต (ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติของสารไคติน-สารไคโตซานและสารไคโตซานโอลิโกแซคคาไรด์จากการหมักด้วยโปรไบโอติก) 2 ระดับ (0.3 และ 0.6 เปอร์เซ็นต์) ในอาหารลูกสุกรดูดนมและลูกสุกรหย่านม (อายุ 21-56 วัน) ผลการทดลองพบว่าการเสริมเฟิมคิโตในอาหารลูกสุกรดูดนมและหย่านมจะมีผลทำให้สมรรถภาพการผลิตของลูกสุกรทั้งสองช่วงเพิ่มขึ้นและยังเป็นสารเร่งโภชนะทางชีวภาพ ซึ่งมีผลทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ได้จากอาหารทำให้สุขภาพของลูกสุกรดีขึ้นทั้งสองช่วงอายุ โดยลดการเกิดอาการท้องร่วง ($P<0.05$)ในลูกสุกรลง ซึ่งมีผลทำให้ความสม่ำเสมอของน้ำหนักลูกสุกรเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มลูกสุกรที่ไม่ได้เสริมเฟิมคิโต

เยาวมาลย์ ค้าเจริญและสาโรช ค้าเจริญ (2545ข) ได้ทำการเสริมเฟิมคิโตในอาหารไก่ไข่ (AA Brown) เสริม 2 ระดับ คือ 0.3 และ 0.6 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดลอง พบว่าการเสริมเฟิมคิโตในอาหารไก่ไข่จะมีผลต่อการเพิ่มสมรรถนะการผลิตของไก่ไข่และปรับปรุงคุณภาพของไข่ได้สูงสุด ซึ่งจะแสดงผลอย่างชัดเจนต่อผลผลิตไข่ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารให้เป็นไข่ ความหนาแน่นของไข่ ความสูงของไข่ขาว สีของไข่แดงและยังมีผลในการเพิ่มความหนาของเปลือกไข่และน้ำหนักของเปลือกไข่ นอกจากนี้เฟิมคิโตส่งผลในอัตราการเลี้ยงรอดของไก่ไข่ที่เลี้ยงภายใต้สภาพการเลี้ยงไก่ไข่ในประเทศให้สูงขึ้นด้วย

Landes and Bough (1976) ทำการเสริมสารไคโตซานในอาหารของหนูเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและสิ่งที่ประกอบอยู่ในตับและเลือด ได้ผลว่าหนูที่ได้รับสารไคโตซาน 5 เปอร์เซ็นต์หรือได้รับสารไคโตซานในระดับต่ำจะทำให้การเจริญเติบโตดีขึ้น แต่เมื่อเสริมสารไคโตซานเพิ่มขึ้นเป็น 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ของอาหารหรือได้รับสารไคโตซานในระดับสูงผลคือทำให้การเจริญเติบโตลดลง ตับและไตเกิดการขยายตัวเพิ่มขึ้น นอกจากนี้หนูที่ได้รับสารไคโตซานในระดับสูงสิ่งที่ประกอบในตับและเลือด (ในตับ : ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และ nucleic acid ; ในเลือด : hemoglobin , albumin , ceruloplasmin และ transferrin) มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามในสัตว์ที่ได้รับสารไคโตซานในสูตรอาหาร 5 เปอร์เซ็นต์หรือในระดับต่ำ เมื่อนำเนื้อเยื่อมาวัดส่วนประกอบภายในเนื้อเยื่อจะมีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม ยกเว้นความเข้มข้นของโปรตีนในตับของหนูที่ได้รับสารไคโตซาน 5 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร

Austin *et al.* (1981) รายงานว่าการทดลองในหนูและไก่ โดยใช้หางนม (cheese whey) ที่เป็นของเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมการผลิตเนยแข็งเป็นอาหารให้แก่สัตว์ทดลอง สัตว์เกิดอาการท้องเสียอย่างรุนแรงจนถึงขั้นตายได้เพราะการสูญเสียน้ำ แต่เมื่อผสมอนุพันธ์ของสารไคตินในรูป propyl N-acetyl-d-glucosamine glycoside หรือ microcrystalline chitin ลงในอาหาร ทำให้น้ำหนักตัวของสัตว์ทดลองเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดและปลอดภัยจากอาการโรคท้องเสียทั้งนี้อนุพันธ์ของสารไคตินยังสามารถช่วยลดต้นทุนในอาหารสัตว์ และสามารถทดแทนอาหารเดิมได้ถึง 20% โดยไม่มีผลกระทบต่อน้ำหนักของสัตว์ทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Zofia *et al.* (2003) ศึกษาผลของสารไคโตซานต่อลักษณะผลผลิตและการฟักออกของนกกระทา โดยใช้นกกระทาอายุ 5 สัปดาห์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมีตัวเมีย 36 ตัวและตัวผู้ 12 ตัว กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 2 เสริมด้วยสารไคโตซาน 5.2 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1.2 กิโลกรัม พบว่าปริมาณอาหารที่กินต่อวัน จำนวนผลผลิตไข่ของกลุ่มที่เสริมสารไคโตซานต่ำกว่ากลุ่มควบคุม แต่ปริมาณอาหารที่กินต่อจำนวนผลผลิตไข่สูงกว่ากลุ่มควบคุม นอกจากนี้ยังพบว่ามีอัตราการรอดชีวิตและอัตราการฟักออกสูงกว่ากลุ่มควบคุม

Yoon and Hyung (2004) ศึกษาผลของการเสริมสารไคโตซานต่อการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารโดยทำการเสริมในไก่กระทงสามสายพันธุ์ (Arbor Acres,Peterson และ Ross) ที่อายุต่างกัน จะแบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง การทดลองแรกใช้ไก่อายุ 1 วัน อาหารที่ใช้เลี้ยงจะใช้ข้าวโพดเป็นหลัก สูตรเปรียบเทียบจะเสริมสารไคโตซาน 10.5 มิลลิกรัม/ตัว/วัน ส่วนการทดลองที่ 2 และ 3 ใช้ไก่กระทงอายุ 15 วันเสริมสารไคโตซานเหมือนในการทดลองที่ 1 จากการทดลองที่ 2 พบว่าเมื่อเลี้ยงจนถึงอายุ 21 วัน ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวของกลุ่มที่เสริมสารไคโตซานมีน้ำหนักมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยของการทดลองที่ 3 น้ำหนักตัวที่ 35 วัน กลุ่มที่เสริมสารไคโตซานมีน้ำหนักมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เช่นกัน จากการเสริมเมื่ออายุ 15 วันเป็นต้นไป ผลของค่าเฉลี่ย FCR ช่วง 15-35 วัน กลุ่มที่เสริมไคโตซานจะมีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เฉพาะในการทดลองที่ 1 เท่านั้น

2.7 การเสริมสารไคโตซานต่อการย่อยได้

ไพฑูล แก้วหอม (2547) ศึกษาการย่อยได้ของอาหารที่เสริมสารไคโตซานในไก่เนื้อ โดยใช้ไก่เนื้อเพศผู้ อายุ 4 สัปดาห์ แบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม ตามอาหารทดลองคือกลุ่มที่ 1 อาหารควบคุม (ข้าวโพด-กากถั่วเหลือง) กลุ่มที่ 2 อาหารควบคุมเสริมยาปฏิชีวนะ (คลอเตตราซัยคลิน 50 พีพีเอ็ม) กลุ่มที่ 3 4 5 และ 6 เป็นอาหารควบคุมเสริมด้วยสารไคโตซานที่ระดับ 200 300 400 และ 500 พีพีเอ็มตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น โปรตีนในมูล การย่อยได้ของโปรตีนและเปอร์เซ็นต์โปรตีนใช้ประโยชน์ได้สุทธิ (NPU) ของไก่ที่ได้รับอาหารแต่ละกลุ่มของอาหารทั้ง 3 ระยะ (0-3 3-6 และ 6-7 สัปดาห์) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เปอร์เซ็นต์ไขมันและค่าพลังงานทั้งหมดในมูลเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของไขมันและค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏของอาหาร พบว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่มีการเสริมสารไคโตซาน 500 พีพีเอ็ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) และยังพบว่าเมื่อมีการเสริมสารไคโตซานในระดับที่เพิ่มขึ้นจะทำให้เปอร์เซ็นต์ไขมันและค่าพลังงานทั้งหมดในมูลเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของไขมันและค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัจฉริยา รักษ์รอด (2549) ศึกษาการย่อยได้ของอาหารที่เสริมสารไคโตซานในไก่ไข่ โดยใช้ไก่ไข่พันธุ์โรมัน อายุ 38 สัปดาห์ จำนวน 36 ตัว แบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม ตามอาหารทดลองคือกลุ่มที่ 1

อาหารควบคุม กลุ่มที่ 2 อาหารควบคุมเสริมยาปฏิชีวนะ (คลอเตตราซัยคลิน 50 พีพีเอ็ม) กลุ่มที่ 3 4 5 และ 6 เป็นอาหารควบคุมเสริมด้วยสารไคโตซานที่ระดับ 100 200 300 และ 400 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น โปรตีนในมูล การย่อยได้ของโปรตีนและเปอร์เซ็นต์โปรตีนใช้ประโยชน์ได้สุทธิ (NPU) ของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนเปอร์เซ็นต์ไขมันและค่าพลังงานทั้งหมดในมูล (Kcal/Kg) เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของไขมันและค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏ (Kcal/Kg) ของอาหาร พบว่าเมื่อมีการเสริมสารไคโตซานในระดับที่เพิ่มขึ้นจะทำให้เปอร์เซ็นต์ไขมันและค่าพลังงานทั้งหมดในมูลเพิ่มขึ้นส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของไขมันและค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏ (Kcal/Kg) ลดลง

Razdan and Pettersson (1994) ศึกษาผลของสารไคตินหรือสารไคโตซานต่อการย่อยได้ของโภชนะ ไก่เนื้อได้รับอาหารควบคุมเป็นข้าวโพดและแป้งข้าวโพด แล้วทำการเสริมสารไคตินและสารไคโตซานที่มีค่าdeacetylated เป็น 94 82 และ 76 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ที่ระดับ 30 กรัมต่อกิโลกรัมอาหาร จากการทดลองพบว่าการย่อยได้ของไขมันที่ลำไส้เล็กส่วนท้ายลดลง 26 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เติมสารไคติน ส่วนการย่อยได้ของโภชนะที่ลำไส้เล็กส่วนต้นของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารที่เติมสารไคติน พบว่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เติมสารไคโตซานเนื่องจากเวลาในการลำเลียงในลำไส้เล็กลดลง

Kanauchi *et al.* (1994) ได้ศึกษาผลของสารไคโตซานโดยผสมกับกรดอินทรีย์ในอาหารเพื่อดูการขับไขมันออกมากับมูลโดยให้หนูได้รับอาหารที่มีไขมันสูงเติมเซลลูโลสเป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 2 ได้รับอาหารที่มีไขมันสูงเติมสารไคโตซานแต่ไม่เติมกรดอินทรีย์ กลุ่มที่ 3 ได้รับอาหารที่มีไขมันสูงเติมไคโตซานร่วมกับ ascorbic acid กลุ่มที่ 4 ได้รับอาหารที่มีไขมันสูงเติมสารไคโตซานร่วมกับ lactic acid และกลุ่มที่ 5 ได้รับอาหารที่มีไขมันสูงเติมสารไคโตซานร่วมกับ citric acid ผลการทดลองพบว่าปริมาณมูลแห้ง ไขมันในมูล การย่อยได้ปรากฏของไขมันและความเข้มข้นของ plasma triacyl glycerol ของกลุ่มที่เติมสารไคโตซานต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

2.8 การเสริมสารไคโตซานต่อภูมิคุ้มกัน

Wei (2003) รายงานว่าสารไคโตซานมีบทบาทสำคัญในการยกระดับภูมิคุ้มกันของร่างกาย โดยสารไคโตซานสามารถกระตุ้น alexin system (ระบบของสารในโลหิตที่ทำลายแบคทีเรีย) ที่มีผลกระทบทางชีวภาพหลังมีการดูดซึม H^+ ซึ่งประจุบวกจะยึดติดกับ macrophage และ T-lymphocyte ที่มีประจุลบ ดังนั้นจึงมีการจับซึ่งกันและกัน จึงกระตุ้นเซลล์ของระบบน้ำเหลืองที่สามารถมีปฏิกิริยาสร้างภูมิคุ้มกันโรคตอบโต้ antigen

เอกสารนี้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ

ไพทูล แก้วหอม (2547) ศึกษาผลของสารไคโตซานต่อภูมิคุ้มกันในไก่เนื้อ อาหารทดลองคือ กลุ่มที่ 1 อาหารควบคุม (ข้าวโพด-กากถั่วเหลือง) กลุ่มที่ 2 อาหารควบคุมเสริมยาปฏิชีวนะ (คลอเตตราซัยคลิน 50 พีพีเอ็ม) กลุ่มที่ 3 4 5 และ 6 เป็นอาหารควบคุมเสริมด้วยสารไคโตซานที่ระดับ 200 300

400 และ 500 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าปริมาณไตเตอร์ (GMT titer) ของโรคนิวคาสเซิลในซีรั่มของไก่เนื้อ เมื่อไก่เนื้อได้รับอาหารทั้ง 6 กลุ่มพบว่าปริมาณไตเตอร์ของโรคนิวคาสเซิลมีค่าเป็น 3.55 3.05 3.57 3.78 3.12 และ 3.68 ตามลำดับ ในกลุ่มอาหารควบคุม อาหารควบคุมเสริมยาปฏิชีวนะ อาหารควบคุมเสริมสารไคโตซานที่ระดับ 200 400 300 และ 500 พีพีเอ็ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่พบว่าปริมาณไตเตอร์ของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารที่เสริมสารไคโตซานที่ระดับ 300 และ 500 พีพีเอ็ม มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมยาปฏิชีวนะ สำหรับปริมาณไตเตอร์ของโรคกัมโบโรในซีรั่มของไก่เนื้อ เมื่อไก่เนื้อได้รับอาหารทั้ง 6 กลุ่ม พบว่าปริมาณไตเตอร์ของโรคกัมโบโรมีค่าเป็น 1476 1539 1960 1482 1063 และ 1789 ตามลำดับ ซึ่ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เช่นกันแต่พบว่าปริมาณไตเตอร์ของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารที่เสริมสารไคโตซาน 200 และ 500 พีพีเอ็ม มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมยาปฏิชีวนะ

2.9 การเสริมสารไคโตซานในอาหารต่อระดับคอเลสเตอรอล

ธนเดช มหึเมืองและคณะ (2547) ศึกษาการลดคอเลสเตอรอลในไก่เนื้อโดยเสริมสารไคโตซานในอาหาร ใช้ไก่เนื้อสายพันธุ์อาร์เบอร์เอเคอร์คละเพศอายุ 8-49 วัน แบ่งไก่ออกเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งให้อาหารทดลองที่ไม่เสริมและเสริมสารไคโตซาน(chitin-chitosan 4.3 เปอร์เซ็นต์ chitosan oligosaccharide 4.1 เปอร์เซ็นต์ และ carotenoid 57.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในระดับ 0.6 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร การทดลองแบ่งออกเป็น 3 ระยะคือ ช่วงอายุไก่ 2-3 , 4-6 และ7 สัปดาห์ ผลการทดลอง พบว่าคอเลสเตอรอลทั้งในซีรั่มและเนื้อไก่ที่อายุ 4 สัปดาห์ทุกกลุ่มให้ผลไม่แตกต่างกัน แต่ไก่เพศผู้มีคอเลสเตอรอลสูงกว่าไก่เพศเมีย (115.9 และ 85.8 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร) อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) เมื่อไก่มีอายุ 7 สัปดาห์พบว่าการเสริมด้วยสารไคโตซานมีผลทำให้คอเลสเตอรอลในซีรั่ม รวมทั้งในกล้ามเนื้อหน้าอกและน่องลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่เสริมสารไคโตซาน โดยลดลงเท่ากับ 21.1 18.3 และ 13.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ไพทูล แก้วหอม (2547) ศึกษาผลของสารไคโตซานต่อคอเลสเตอรอลในซีรั่มของไก่เนื้อ โดยใช้อาหารทดลอง คือ กลุ่มที่ 1 อาหารควบคุม กลุ่มที่ 2 อาหารควบคุมเสริมคลอเตตราซัยคลิน 50 พีพีเอ็ม กลุ่มที่ 3 4 5 และ 6 เป็นอาหารควบคุมเสริมด้วยสารไคโตซานที่ระดับ 200 300 400 และ 500 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า ปริมาณคอเลสเตอรอลในซีรั่มของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทั้ง 6 กลุ่ม มีค่าเป็น 143.58 144.25 140.43 139.90 136.38 และ 133.53 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่มีแนวโน้มว่าเมื่อระดับการเสริมสารไคโตซานในอาหารเพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณคอเลสเตอรอลในซีรั่มของไก่ทดลองลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัจฉริยา รักษ์รอด (2549) ศึกษาผลของสารไคโตซานต่อคอเลสเตอรอลในซีรั่มของไก่ไข่และคอเลสเตอรอลในไข่แดง โดยใช้อาหารทดลองคือ กลุ่มที่ 1 อาหารควบคุม กลุ่มที่ 2 อาหารควบคุมเสริมคลอเตตราซัยคลิน 50 พีพีเอ็มกลุ่มที่ 3 4 5 และ 6 เป็นอาหารควบคุมเสริมด้วยสารไคโตซานที่ระดับ 100

200 300 และ 400 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าปริมาณคอเลสเตอรอลในซีรั่มของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารทั้ง 6 กลุ่ม มีค่าเป็น 152.91 148.83 139.82 128.00 125.70 และ 124.36 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ส่วนคอเลสเตอรอลในไข่แดง พบว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารทดลองตลอดอายุการทดลอง สูตรที่ 1 2 3 4 5 และ 6 มีปริมาณคอเลสเตอรอลในไข่แดงต่อน้ำหนักไข่แดงทั้งฟองเฉลี่ยเท่ากับ 198.91 188.82 181.45 188.28 187.97 และ 180.02 มิลลิกรัม/ฟอง ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่มีแนวโน้มว่าเมื่อระดับการเสริมสารไคโตซานในอาหารเพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณคอเลสเตอรอลในซีรั่มและในไข่แดงลดลง

Razdan and Pettersson (1994) ศึกษาผลของสารไคตินและสารไคโตซานต่อคอเลสเตอรอลในไก่เนื้อ โดยใช้อาหารควบคุมเป็นข้าวโพดและแป้งแล้วทำการเสริมสารไคตินหรือสารไคโตซานที่มีค่า deacetylated เป็น 94 82 และ 76 เปอร์เซ็นต์ โดยจะใช้ที่ระดับ 30 กรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ไก่จะได้รับอาหารและน้ำตลอดการทดลอง ทำการตรวจสอบคอเลสเตอรอลในวันที่ 11 และวันที่ 19 ของการทดลอง จากการทดลองพบว่ากลุ่มที่มีการเสริมสารไคตินหรือสารไคโตซาน total plasma cholesterol และความเข้มข้นของ HDL-Cholesterol ลดลง แต่อัตราส่วนของ HDL : total cholesterol เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

Razdan *et al.* (1997) ทำการศึกษาความเข้มข้นของ plasma lipid และความเข้มข้นของกรดน้ำดีของลำไส้เล็กในการตอบสนองต่ออาหารเสริมสารไคโตซานและ pectin ในไก่เนื้อ โดยใช้ไก่เนื้ออายุ 1 วัน ให้อาหารควบคุมที่ประกอบด้วยข้าวโพดและแป้งข้าวโพด กลุ่มที่ 2 เสริมสารไคโตซาน 89 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 30 กรัม/กิโลกรัม ส่วนกลุ่มสุดท้ายเสริมด้วย low methoxy pectin (34 เปอร์เซ็นต์ของ esterification) ผลที่ได้ คือ เมื่อเลี้ยงไก่ได้ 12 วัน ไก่ที่ได้รับอาหารที่มีสารไคโตซานจะมีความเข้มข้นของ plasma lipid , plasma cholesterol และ HDL-Cholesterol ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมด้วย pectin

Han *et al.* (1999) ได้ศึกษาผลของสารไคติน-ไคโตซานต่อคอเลสเตอรอลในหนู โดยหนูได้รับอาหารที่มีไขมันสูงเป็นเวลา 9 สัปดาห์แล้วเสริมด้วย สารไคติน-ไคโตซาน จากการทดลองเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารที่มีการเสริมด้วยสารไคติน-ไคโตซานที่ 3 , 7 และ 15 เปอร์เซ็นต์ serum triacylglycerol ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีไขมันสูงแต่ไม่ได้เสริมด้วยสารไคติน-ไคโตซาน และ serum total cholesterol จะลดลงเมื่อให้อาหารที่เสริมสารไคติน-ไคโตซานที่ 7 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ส่วนหนูที่ได้รับอาหารที่เสริมสารไคติน-ไคโตซาน 15 เปอร์เซ็นต์ ระดับ serum free fatty acid จะลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีไขมันสูงแต่ไม่ได้เสริมด้วยสารไคติน-ไคโตซาน ดังนั้นการเสริมสารไคติน-ไคโตซานที่ 3 7 และ 15 เปอร์เซ็นต์ สามารถป้องกันการสะสมของ liver triacylglycerol และ total liver cholesterol ที่เป็นสาเหตุจากอาหารที่มีไขมันสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Jean and Francine (1993) รายงานว่าการเสริมสารไคโตซาน 5 เปอร์เซ็นต์ในอาหารหนูพบว่าคอเลสเตอรอลในพลาสมามีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มที่เสริมสารไคโตซานมีค่า

เท่ากับ 47.8 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 52.5 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ส่วน HDL-cholesterol คอเลสเตอรอลในพลาสมาในกลุ่มที่เสริมสารไคโตซานมีค่าลดลงเช่นกันเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มที่เสริมสารไคโตซานมีค่าเท่ากับ 34.7 และ กลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 35.0 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร

2.10 การเสริมสารไคโตซานต่อคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อ

ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์ (2543) รายงานว่าจากการเสริมสารไคโตซานลงในอาหารสุกรขุน พบว่า สามารถช่วยปรับปรุงสภาพซากให้ดีขึ้น โดยมีไขมันลดลงทั้งไขมันในช่องท้องและไขมันสันหลัง ซึ่งกลุ่มที่เสริมสารไคโตซานวัดค่าความหนาไขมันสันหลังได้ความหนาเฉลี่ย 1.5 เซนติเมตร ส่วนกลุ่มควบคุมวัดค่าความหนาไขมันสันหลังเฉลี่ยได้เป็น 3 เซนติเมตร

ธนเดช มหึเมืองและคณะ (2547) ศึกษาการลดคอเลสเตอรอลในไก่เนื้อโดยเสริมสารไคโตซานในอาหาร ใช้ไก่เนื้อสายพันธุ์อาร์เบอร์เอเคอร์คละเพศอายุ 8-49 วัน แบ่งไก่ออกเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งให้อาหารทดลองที่ไม่เสริมและเสริมสารไคโตซาน (สารไคโตซานที่ผลิตเป็นการค้าโดยกระบวนการหมักด้วยจุลินทรีย์ซึ่งมี chitin-chitosan 4.3% และ chitosan oligosaccharide 4.1%) ระดับที่ใช้เสริมคือ 0.6% ของสูตรอาหาร การทดลองแบ่งออกเป็น 3 ระยะคือ ช่วงอายุไก่ 2-3 4-6 และ 7 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่าเปอร์เซ็นต์ซาก น้ำหนักของเครื่องในรวม กึ๋น ตับ ตลอดจนปริมาณเนื้อน่องและหน้าอก พบว่าทั้งกลุ่มที่ไม่เสริมและเสริมสารไคโตซานไม่มีความแตกต่างกัน ยกเว้นไขมันในช่องท้องมีสัดส่วนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเสริมด้วยสารไคโตซาน

Xiaozen (2001) ศึกษาผลกระทบของสารไคโตซานต่อการเจริญเติบโตและเมทาบอลิซึมของไขมันในไก่กระทงเพศผู้ โดยใช้ไก่ทดลอง 168 ตัวแบ่งเป็น 4 กลุ่มตามระดับสารไคโตซานที่เติมคือ 0 1 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ การทดลองแบ่งออกเป็น 3 ช่วง (0-3 , 4-6 และ 7-8 สัปดาห์) ให้ได้รับอาหารและน้ำแบบเต็มที่ ซึ่งจะสุ่มไก่ 3 ตัวต่อซ้ำในวันสุดท้ายของแต่ละช่วงมาตรวจเมทาบอลิซึมของไขมัน ผลการทดลอง พบว่าสารไคโตซานมีผลต่อการปรับปรุงการเจริญเติบโตอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้อง ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังจากการตัดแต่งซากลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) และปริมาณ triacylglycerol และ total bilirubin ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาผลการเสริมสารไคโตซานต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของสุกร มีรายระเอียดของขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

3.1 สัตว์ทดลอง

สัตว์ที่ใช้ในการทดลองคือ สุกรลูกผสมทางการค้า (Pig International Company, PIC) น้ำหนักประมาณ 30 กิโลกรัม จำนวน 48 ตัว แบ่งเป็นเพศผู้ 24 ตัว เพศเมีย 24 ตัว

3.2 อาหารสัตว์ทดลอง

แบ่งเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ใช้เลี้ยงสุกรน้ำหนักประมาณ 30 กิโลกรัม ถึง 60 กิโลกรัม

ระยะที่ 2 ใช้เลี้ยงสุกรตั้งแต่น้ำหนัก 61 กิโลกรัม ถึงน้ำหนักส่งฆ่า

จัดให้สุกรกินอาหารแบบเต็มที่ *(ad libitum)* ส่วนการให้น้ำจะให้สุกรได้กินอย่างเต็มที่ตลอดเวลาโดยใช้จุ๊บให้น้ำแบบอัตโนมัติ

3.3 อุปกรณ์

3.3.1 อุปกรณ์ในการศึกษาสมรรถภาพการผลิตของสุกร

1) เครื่องชั่งน้ำหนักสุกร
2) ถังอาหาร
3) เครื่องชั่งอาหาร
4) เทอร์โมมิเตอร์
5) เครื่องวัดความหนาไขมันสันหลังขณะมีชีวิต (RENCO LEAN – MEATER MN 55401 USA)
6) กระบอกฉีดยาขนาด 5 มิลลิลิตร
7) เข็มฉีดยาเบอร์ 18 G , 23 G
8) หลอดใส่สารขนาด 1.5 มิลลิเมตร (Eppendrof tube)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีโดยประมาณในอาหารสัตว์ (proximate analysis)

1) เครื่องชั่งอิเลคโทรนิค (Mettler TE/J 15.1)

2) เตาเผาอุณหภูมิสูง (Muffle furnace ; D – 2806)

3) เครื่องมือสกัดไขมัน (Labconco Glodfisch ; Tecator)

4) เครื่องวิเคราะห์โปรตีน (Gerhardt ; Kjeldatherm)

5) เครื่อง Spectrophotometer (Shimadzu)

6) ตู้อบแห้ง (Hot air oven ; Jouandin 12880)

7) ตู้ดูดควัน (Fume hood ; FH – 90)

3.3.3 อุปกรณ์ในการศึกษาลักษณะซากของสุกร

1) สายวัดความยาว

2) เวอร์เนียร์ แคลลิปเปอร์

3) เครื่องพลานิมิเตอร์ (Stamdara ; No. 82231)

4) เครื่องวัดอุณหภูมิแบบอิเลคโทรนิค (Sekunden – Thermometer 1103)

5) เครื่องมือวัดค่าความเป็นกรด – ด่างในเนื้อ (WISS.TECHN – WERKSTATTEN D812 WWILHEIM)

6) อุปกรณ์ที่ใช้ในการชำแหละและตัดแต่งซาก

3.3.4 อุปกรณ์ในการศึกษาคุณภาพเนื้อ

1) เครื่องบรรจุสุญญากาศ (Vacuum Packge, VAMA)

2) ถุงพลาสติกชนิดสุญญากาศ polyvinyl chloride : PVC

3) เครื่องชั่งอิเลคโทรนิค (Soehnlē – 9VEIE- 6LR61)

4) เครื่องมือวัดสีเนื้อ (Minolta Chromameter CR – 300)

5) เครื่องมือวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Instron Model 1011)

6) อุปกรณ์ที่ใช้ในการหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการปรุง ได้แก่ อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) ตัวอย่างเนื้อ เทอร์โมมิเตอร์ คีมคีบ และเตาให้ความร้อนด้วยไฟฟ้า (Hot plate)

3.3.5 สารเคมีไคโตซาน

สารไคโตซานที่นำมาทดลองได้จากเปลือกกุ้ง โดยมีค่า deacetylation 80 เปอร์เซ็นต์ ขนาด 100-200 mesh มีความชื้น 9.5 เปอร์เซ็นต์ เถ้าน้อยกว่า 1.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในระดับ industrial grade

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วิธีการ

การศึกษาผลการเสริมสารไคโตซานต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของสุกร แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

3.4.1 ขั้นตอน 1 ศึกษาอิทธิพลของการเสริมสารไคโตซานต่อสมรรถภาพการผลิต

3.4.1.1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ใช้สุกรทดลองน้ำหนักประมาณ 30 กิโลกรัม จำนวน 48 ตัว (เพศผู้ 24 ตัว เพศเมีย 24 ตัว) แบ่งเป็น 8 บล็อก (เพศผู้ 4 บล็อก เพศเมีย 4 บล็อก)โดยในแต่ละบล็อกจะมีสุกรเพศเดียวกัน และน้ำหนักใกล้เคียงกัน สุกรทดลองจะได้รับอาหารทดลอง 6 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 อาหารควบคุม (ข้าวโพด-กากถั่วเหลือง)

กลุ่มทดลองที่ 2 อาหารควบคุม+ ยาปฏิชีวนะ Amoxycilline 100 พีพีเอ็ม

กลุ่มทดลองที่ 3 อาหารควบคุม+ สารไคโตซาน 200 พีพีเอ็ม

กลุ่มทดลองที่ 4 อาหารควบคุม+ สารไคโตซาน 400 พีพีเอ็ม

กลุ่มทดลองที่ 5 อาหารควบคุม+ สารไคโตซาน 600 พีพีเอ็ม

กลุ่มทดลองที่ 6 อาหารควบคุม+ สารไคโตซาน 800 พีพีเอ็ม

อาหารควบคุมทำการคำนวณตามความต้องการโภชนะของสุกรทดลองที่แนะนำโดย NRC (1998) ส่วนประกอบของสูตรอาหารทดลองแสดงในตารางที่ 3.1 และ 3.2 เลี้ยงสุกรทดลองในกรงแบบขังเดี่ยวภายในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิประมาณ 28 องศาเซลเซียส (Evaporative Cooling Syatem) สุกรได้รับอาหารแบบเต็มที่ (*ad libitum*) ให้น้ำสุกรได้กินอย่างเต็มที่ตลอดเวลา โดยใช้จุ๊บให้น้ำแบบอัตโนมัติ อาหารที่ให้จะแบ่งการให้เป็น 2 ระยะ ตามข้อ 3.2

3.4.1.2 การเก็บตัวอย่าง

สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารที่สุกรได้รับในแต่ละช่วงของน้ำหนัก เพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีในอาหาร โดยใช้วิธี Proximate Analysis เพื่อหาความชื้น (moisture) เถ้า (ash) โปรตีน (crude protein) ไขมัน (crude fat) เยื่อใย (crude fiber) แคลเซียม (calcium) ฟอสฟอรัส (phosphorus) และพลังงาน (gross energy) ใช้วิธีการของ AOAC (1995)

3.4.1.3 การบันทึกข้อมูล

1) บันทึกน้ำหนักสุกรเริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลอง

2) บันทึกระยะเวลาการเลี้ยง

3) บันทึกปริมาณอาหารที่กิน

4) บันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนตลอดการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ความหนาไขมันสันหลังที่จุด P2 (ระหว่างกระดูกซี่โครงที่ 13-14) ขณะมีชีวิต เมื่อสุกรน้ำหนักประมาณ 110 กิโลกรัม

6) การวัดปริมาณคอเลสเตอรอลในซีรั่ม ทำการเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ประมาณ 5 มิลลิลิตรต่อตัว ใส่ microtube หลังจากนั้นนำส่วนของซีรั่มไปตรวจหาระดับ serum cholesterol ที่แนะนำโดยบริษัทโนเวลเมด (2547)

3.4.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการบันทึก นำมาคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโต ปริมาณการกินอาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก และต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักของสุกร จากนั้นนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

3.4.2 ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาอิทธิพลของการเสริมสารไคโตซานต่อคุณภาพซาก

การทดลองนี้จะทำการศึกษาคุณภาพซากของสุกรทุกตัวที่ได้จากการทดลองจากขั้นตอนที่ 1 เมื่อสุกรทดลองมีน้ำหนักประมาณ 110 กิโลกรัม ทำการฆ่าและชำแหละเพื่อศึกษาคุณภาพซากโดยทำการศึกษาเฉพาะซากซีกซ้ายของสุกร วางแผนการทดลองแบบสุ่มโดยสมบูรณ์ (Completely Ramdonized Design, CRD)

3.4.2.1 การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลที่โรงฆ่าและชำแหละสุกร โดยทำการเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้

1) น้ำหนักซากอุ่น

2) น้ำหนักซากเย็น

3) ความหนาไขมันสันหลัง

4) ค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างกล้ามเนื้อสันนอก (lenden-speck quotient ; LSQ)

5) ขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกบริเวณระหว่างซี่โครงซี่ที่ 13-14

6) น้ำหนักของชิ้นส่วนต่างๆ ที่ได้จากการตัดแต่งตามเกณฑ์มาตรฐานของโรงฆ่าและชำแหละสุกรเอกชน ข้อมูลที่ทำการเก็บได้แก่ น้ำหนักเนื้อสันใน (filet) เนื้อสันนอก (loin) เนื้อสะโพก (ham)เนื้อไหล่ (picnic shoulder) เนื้อสันคอ (boston) คางหมู (jowl) สามชั้น (belly) ซี่โครง (spareribs) ขาหมู (leg) กระดูกรวม (bone) ไขมันสันหลัง (back fat) เศษไขมัน (fat trimmings) เศษมัน (meat trimmings) และหนังหมู (skin)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับเจ้าใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลลักษณะซากที่บันทึกได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนและความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

ตารางที่ 3.1 แสดงส่วนประกอบของสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองสุกรระยะรุ่น

วัตถุดิบ (ก.ก.)	สุกรระยะรุ่น					
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6
ข้าวโพด	56.86	56.86	56.86	56.86	56.86	56.86
รำละเอียด	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
กากถั่วเหลืองไทย	17.73	17.73	17.73	17.73	17.73	17.73
กากถั่วเหลืองอบ	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
ปลาป่น	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
น้ำมันปาล์ม	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
เกลือ	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
แอล-ไลซีน	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
หินฝุ่น	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
พรีมิกซ์	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Amoxycilline (พีพีเอ็ม)	-	0.01	-	-	-	-
ไคโตซาน (พีพีเอ็ม)	-	-	0.02	0.04	0.06	0.08
อาหารรวม (ก.ก.)	100	100.01	100.02	100.04	100.06	100.08
ราคา (บาท/ ก.ก.)	8.85	8.88	8.97	9.09	9.21	9.33
ค่าโภชนะของสูตรอาหารจากการคำนวณ						
Protein (%)				18.00		
Fat (%)				7.45		
Fiber(%)				4.19		
Calcium (%)				0.85		
Total Phosphorus (%)				0.65		
Lysine (%)				1.22		
Met + Cys (%)				0.64		
ME (Kcal/Kg)				3252.31		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 แสดงส่วนประกอบของสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองสุกรระยะขุน

วัตถุดิบ (ก.ก.)	สุกรระยะรขุน					
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6
ข้าวโพด	50.02	50.02	50.02	50.02	50.02	50.02
รำละเอียด	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
กากถั่วเหลืองไทย	15.58	15.58	15.58	15.58	15.58	15.58
กากถั่วเหลืองอบ	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
ปลาป่น	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
น้ำมันปาล์ม	-	-	-	-	-	-
เกลือ	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
แอล-ไลซีน	-	-	-	-	-	-
หินฝุ่น	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
พรีมิกซ์	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Amoxycilline (พีพีเอ็ม)	-	0.01	-	-	-	-
ไคโตซาน (พีพีเอ็ม)	-	-	0.02	0.04	0.06	0.08
อาหารรวม (ก.ก.)	100	100.01	100.02	100.04	100.06	100.08
ราคา (บาท/ ก.ก.)	7.90	7.93	8.02	8.14	8.26	8.38
ค่าโภชนะของสูตรอาหารจากการคำนวณ						
Protein (%)				17.00		
Fat (%)				6.31		
Fiber (%)				5.61		
Calcium (%)				0.62		
Total Phosphorus (%)				0.74		
Lysine (%)				0.90		
Met + Cys (%)				0.58		
ME (Kcal/Kg)				3154.98		

3.4.3 ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาอิทธิพลของการเสริมสารไคโตซานต่อคุณภาพเนื้อสุกร ขั้นตอนนี้ทำการศึกษาคุณภาพของเนื้อสันนอกสุกรที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 วางแผนการทดลองแบบสุ่มโดยสมบูรณ์ (Completely Ramdonized Design, CRD)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไฟล์ไปเผยแพร่ต่อ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3.1 การบันทึกข้อมูล

ศึกษาคุณภาพเนื้อ โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอก (*M. longissimus dorsi*; LD) ระหว่างซี่โครงซี่ที่ 10 -13 น้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัม จากซากสุกรซีกซ้ายของสุกรขุนที่ได้รับอาหารทดลองจากขั้นตอนที่ 1 การเก็บตัวอย่างเนื้อสันนอก หลังจากทำการตัดแต่งซากแยกชิ้นส่วนแล้ว โดยตัดชิ้นเนื้อประมาณ 1 กิโลกรัม แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ส่วนที่ 1 ใส่ถุงเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อต่อไป ส่วนที่ 2 ใส่ถุงเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อทำการวัดสีของเนื้อ ส่วนที่ 3 ตัดให้มีขนาดกว้าง × ยาว เท่ากับ 10 × 5 เซนติเมตร และหนาประมาณ 2 เซนติเมตร จำนวน 2 ชิ้น เพื่อใช้ในการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุก

1) การวัดอุณหภูมิ (Temperature) วัดอุณหภูมิภายในกล้ามเนื้อสันนอก จากซากสุกรที่ 45 นาที ภายหลังสัตว์ตายโดยวัดที่ใจกลางกล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi* ;LD) ซึ่งแทงลึกลงไปประมาณ 3 เซนติเมตร

2) การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH Value) วัดค่าความเป็นกรด- ด่าง ภายในกล้ามเนื้อสันนอก โดยทำการวัด ณ จุดเดียวกันกับการวัดอุณหภูมิของเนื้อที่ 45 นาทีภายหลังสัตว์ตาย

3) การวัดสีของเนื้อ (Color measurement) นำตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกที่ทำการตัดแต่งซากแยกชิ้นส่วนแล้ว และเก็บไว้ที่อุณภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงภายหลังสัตว์ตาย มาทำการวัดสี โดยตัดแบ่งชิ้นเนื้อออกเป็น 2 ชิ้น ให้มีขนาดกว้าง × ยาว เท่ากับ 10 × 5 เซนติเมตร และหนาประมาณ 3 เซนติเมตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนานประมาณ 30 นาที จากนั้นนำไปวัดสีด้วยเครื่องมือวัดสีของเนื้อ (Minolta Chromameter CR-300) จะแสดงผลในรูปของค่า L* (lightness) , a* (redness) และ b* (yellowness) โดยในแต่ละตัวอย่างจะทำการวัดตัวอย่างละ 2 ซ้ำ (Leskanich *et al.*1997)

4) การหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก (Cooking loss) นำตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอกภายหลังสัตว์ตายแล้ว 24 ชั่วโมง มาตัดชิ้นเนื้อเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดประมาณ 2×3 นิ้ว หนาประมาณ 1.5 นิ้ว ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ ชั่งน้ำหนักแต่ละชิ้นบันทึกน้ำหนักเริ่มต้น เป็น C1 ใส่ชิ้นเนื้อลงในถุงสุญญากาศนำไปเข้าเครื่องบรรจุสุญญากาศ จากนั้นนำไปต้มที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส นาน 45-50 นาที หรือจนกระทั่งอุณหภูมิใจกลางเนื้อประมาณ 70 องศาเซลเซียส นำถุงที่บรรจุเนื้อที่ผ่านการทำให้สุกแล้วไปทำให้เย็น โดยแช่ในน้ำไหลผ่านประมาณ 25-30 นาที นำเนื้อออกจากถุงแล้วชั่งน้ำหนักเป็นค่า C2 คำนวนหาเปอร์เซ็นต์ของการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการทำให้สุกตามวิธีการของ Devine *et al.* (1999)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุก} = \frac{(C1 - C2)}{C1} \times 100$$

6) การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของตัวอย่าง ทำการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีในเนื้อ โดยวิธี Proximate analysis เพื่อหา ความชื้น (moisture) โปรตีน (crude protein) และไขมัน (crude fat) ตามวิธีการของ AOAC (1995)

3.4.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลคุณภาพซากทั้งหมดที่ได้จากการบันทึกมาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การศึกษาผลการเสริมสารไคโตซานต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของสุกร ได้ผลการศึกษาดังนี้

4.1 ศึกษาผลของการเสริมสารไคโตซานต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร

4.1.1 น้ำหนักเริ่มการทดลอง น้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและระยะเวลาการเลี้ยง

สุกรที่ได้รับอาหารทดลองทุกลุ่มมีน้ำหนักเริ่มต้นและน้ำหนักสิ้นสุดการทดลองทั้งในระยะสุกรรุ่นและสุกรขุนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) นอกจากนั้น สุกรทุกกลุ่มยังมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและจำนวนวันที่เลี้ยงในระยะสุกรรุ่น สุกรขุนและตลอดการทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) เช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลของการเสริมไคโตซานต่อปริมาณน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและระยะเวลาที่ใช้ในการเลี้ยงสุกรทดลอง

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มที่	Amoxycilline	เสริมสารไคโตซาน (พีพีเอ็ม)				SEM	P-
	ควบคุม	100 พีพีเอ็ม	200	400	600	800		value
จำนวนสุกร (ตัว)	8	8	8	8	8	8		
น้ำหนักเริ่มต้น (กก.)								
-สุกรรุ่น	35.15	35.83	35.40	34.95	35.45	35.11	0.46	0.7208
-สุกรขุน	59.28	60.15	59.96	61.96	59.55	56.90	0.56	0.7380
น้ำหนักสุดท้าย (กก.)								
-สุกรรุ่น	59.28	60.15	59.96	61.96	59.55	56.90	0.56	0.0815
-สุกรขุน	109.60	110.01	111.12	109.96	112.95	111.18	0.94	0.2260
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กก.)								
-สุกรรุ่น	24.13	24.32	24.56	27.01	24.10	21.79	0.78	0.0855
-สุกรขุน	50.33	49.86	50.85	48.21	53.40	54.28	1.18	0.0637
-สุกรรุ่น-ขุน	74.45	74.18	75.75	74.44	77.50	76.06	0.82	0.2470
ระยะเวลาที่ใช้เลี้ยง (วัน)								
-สุกรรุ่น	26.63	24.38	24.75	28.63	26.75	25.00	0.82	0.4005
-สุกรขุน	54.00	49.88	50.25	49.71	50.38	53.25	1.10	0.2439
-สุกรรุ่น-ขุน	80.63	74.25	73.25	77.86	77.38	78.25	1.17	0.1472

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก และต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว

ระยะสุกรรุ่น สุกรที่ได้รับอาหารเสริมยาปฏิชีวนะ Amoxycilline 100 พีพีเอ็ม ในอาหารควบคุมมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าสุกรที่ได้รับอาหารควบคุม สุกรที่รับอาหารเสริมสารไคโตซานระดับ 600 พีพีเอ็ม และ 800 พีพีเอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กับสุกรที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซานระดับ 200 พีพีเอ็ม และ 400 พีพีเอ็ม ในอาหารควบคุม ระยะสุกรขุน พบว่าสุกรที่ได้รับอาหารทดลองทุกกลุ่มมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยสุกรที่ได้รับอาหารควบคุมเสริมสารไคโตซานระดับ 600 พีพีเอ็ม มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุดและสุกรที่ได้รับอาหารควบคุมมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักต่ำที่สุด ส่วนตลอดระยะการทดลอง ปรากฏว่า สุกรที่ได้รับอาหารเสริมไคโตซาน 200 พีพีเอ็ม มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด (1.06 กิโลกรัม/ตัว/วัน) โดยสูงกว่าสุกรที่ได้รับอาหารควบคุม (0.93 กิโลกรัม/ตัว/วัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ให้ความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กับกลุ่มสุกรที่ได้รับอาหารเสริมยาปฏิชีวนะ Amoxycilline 100 พีพีเอ็ม , อาหารเสริมสารไคโตซานระดับ 400 600 และ 800 พีพีเอ็ม

สุกรทุกระยะทดลองทั้งระยะสุกรรุ่น สุกรขุนและตลอดระยะการเลี้ยงสุกรทดลอง พบว่าสุกรที่ได้รับอาหารทุกกลุ่มจะมีปริมาณอาหารที่กินแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) โดยตลอดการทดลองสุกรที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซานระดับ 200 พีพีเอ็ม ในอาหารควบคุมจะมีปริมาณการกินอาหารต่ำที่สุด (175.33 กิโลกรัม/ตัว) สุกรที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมมีปริมาณการกินอาหารสูงที่สุด (188.52 กิโลกรัม/ตัว)

สุกรรุ่นที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซานระดับ 800 พีพีเอ็ม จะมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักเลวที่สุด (2.38) โดยต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเทียบกับสุกรที่ได้รับอาหารเสริมยาปฏิชีวนะ Amoxycilline 100 พีพีเอ็ม และสุกรที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซานระดับ 200 พีพีเอ็ม และแสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กับสุกรที่ได้รับอาหารควบคุม อาหารเสริมสารไคโตซานระดับ 400 พีพีเอ็ม และ 600 พีพีเอ็ม ในระยะสุกรขุน สุกรที่ได้รับอาหารทดลองทุกกลุ่มมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยสุกรที่ได้รับอาหารควบคุมและอาหารเสริมสารไคโตซานระดับ 400 พีพีเอ็ม มีแนวโน้มของอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักเลวกว่าสุกรที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซาน 200 และ 600 พีพีเอ็ม เมื่อคิดตลอดระยะเวลาการทดลองจะเห็นว่า สุกรที่ได้รับอาหารเสริมไคโตซานระดับ 200 พีพีเอ็ม จะมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักดีที่สุด (2.35) โดยแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเทียบกับสุกรที่รับอาหารควบคุมและสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซานระดับ 400 พีพีเอ็ม แต่แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กับสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิชีวนะ Amoxycilline 100 พีพีเอ็ม สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซานระดับ 600 พีพีเอ็ม และ 800 พีพีเอ็ม ดังแสดงในตารางที่ 4.2

สุกรรุ่นที่ได้รับอาหารเสริมยาปฏิชีวนะ Amoxycilline จะมีต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำสุดโดยแสดงค่าต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสุกรที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซานที่ระดับ 400 , 600 และ 800 พีพีเอ็มในอาหารควบคุม และแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P> 0.05$) กับสุกรที่ได้รับอาหารควบคุมและอาหารเสริมสารไคโตซานระดับ 200 พีพีเอ็ม

ระยะสุกรขุน สุกรที่ได้รับอาหารทดลองทุกกลุ่มมีต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยสุกรที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซานระดับ 200 พีพีเอ็ม จะมีต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำที่สุด (19.44 บาท/กิโลกรัม) และสุกรที่ได้รับอาหารเสริมไคโตซานระดับ 400 พีพีเอ็ม มีต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวสูงสุด (21.51 บาท/กิโลกรัม) เมื่อพิจารณาตลอดระยะการทดลอง ปรากฏว่า สุกรที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซานระดับ 200 พีพีเอ็ม จะมีต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำสุด (19.31 บาท/กิโลกรัม) โดยแสดงค่าต่ำกว่าสุกรที่ได้รับอาหารควบคุม และสุกรที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซานระดับ 400 พีพีเอ็ม และ 800 พีพีเอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวดังกล่าวแสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเทียบกับสุกรที่ได้รับอาหารเสริมยาปฏิชีวนะ Amoxycilline และสุกรที่รับอาหารเสริมสารไคโตซานที่ระดับ 600 พีพีเอ็ม ดังแสดงในตารางที่ 4.2

4.1.3 ความหนาไขมันสันหลังเมื่อมีชีวิตและปริมาณคลอเลสเตอรอลในซีรั่ม

ความหนาไขมันสันหลังที่จุด P2 ขณะมีชีวิต พบว่า สุกรทุกตัวที่ได้รับอาหารทดลองทุกกลุ่มเมื่อได้น้ำหนักพร้อมส่งฆ่า (ประมาณ 110 กิโลกรัม) จะมีความหนาไขมันสันหลัง ที่จุด P2 ขณะมีชีวิตมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยสุกรที่ได้รับอาหารเสริมยาปฏิชีวนะ Amoxycilline 100 พีพีเอ็ม จะมีความหนาไขมันสันหลังหนาที่สุด (21.29 มิลลิเมตร) ขณะที่สุกรที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซาน 800 พีพีเอ็ม มีความหนาไขมันสันหลังต่ำสุด (19.56 มิลลิเมตร) แสดงในตารางที่ 4.3

ปริมาณคอเลสเตอรอลทั้งหมดในซีรั่ม เมื่อนำซีรั่มในเลือดที่ได้จากสุกรทดลองที่ได้จากการทดลองทุกกลุ่มไปวิเคราะห์หาปริมาณคอเลสเตอรอล ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า มีปริมาณคอเลสเตอรอลในซีรั่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่จากการสังเกตจะเห็นว่าปริมาณคอเลสเตอรอลในซีรั่มของสุกรที่ได้รับอาหารควบคุมจะมีค่าต่ำสุด (122.60 mg/d) และสุกรที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซาน 800 พีพีเอ็ม จะมีปริมาณคอเลสเตอรอลในซีรั่มสูงที่สุด (140.53 mg/d) ปริมาณ HDL ในซีรั่มสุกรทุกตัวที่ได้รับอาหารทดลองทุกกลุ่มให้ค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยสุกรที่ได้รับอาหารเสริมปฏิชีวนะ Amoxycilline จะมีปริมาณ HDL ในซีรั่มต่ำที่สุด (21.88 mg/d) ในขณะที่สุกรที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซานระดับ 800 พีพีเอ็ม จะมีปริมาณ HDL ใน

ซีรั่มสูงที่สุด (24.96 mg/d) ลักษณะปริมาณ LDL ปรากฏว่าสุกรที่ได้รับอาหารทดลองทุกกลุ่มจะมีค่า LDL แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยสุกรที่ได้อาหารควบคุมจะมีปริมาณ LDL ในซีรั่มต่ำที่สุด (98.43 mg/d) ในขณะที่สุกรที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซานระดับ 800 พีพีเอ็ม จะมีปริมาณ LDL ในซีรั่มสูงที่สุด (115.57 mg/d) แสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.2 แสดงผลของการเสริมสารไคโตซานต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรที่ได้รับอาหารทุกกลุ่ม

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มควบคุม	Amoxycilline 100 พีพีเอ็ม	เสริมสารไคโตซาน (พีพีเอ็ม)				SEM	P-value
			200	400	600	800		
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (กก./ตัว/วัน)								
-สุกรรุ่น	0.91^{ขก}	1.00^{ก}	0.99^{กง}	0.95^{กงก}	0.90^{งก}	0.87^{ก}	0.01	0.0177
-สุกรขุน	0.94	0.99	1.06	0.98	1.07	1.03	0.01	0.1376
-ตลอดการทดลอง	0.93^{ง}	1.00^{กง}	1.06^{ก}	0.96^{กง}	1.01^{กง}	0.98^{กง}	0.01	0.0207
อาหารที่กิน (กก.)								
-สุกรรุ่น	54.83	51.83	52.44	60.92	54.89	51.09	1.75	0.2261
-สุกรขุน	133.57	124.52	126.04	127.67	127.92	134.37	3.32	0.7125
-ตลอดการทดลอง	188.52	176.34	175.33	186.41	182.81	185.45	2.57	0.2662
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก								
-สุกรรุ่น	2.27^{กง}	2.13^{ง}	2.14^{ง}	2.26^{กง}	2.30^{กง}	2.38^{ก}	0.03	0.0204
-สุกรขุน	2.65	2.50	2.42	2.65	2.39	2.49	0.02	0.0576
-ตลอดการทดลอง	2.53^{ก}	2.38^{งก}	2.35^{ก}	2.51^{กง}	2.36^{งก}	2.44^{กงก}	0.02	0.0290
ต้นทุนอาหารในการเพิ่มน้ำหนัก (บาท/กก.)								
-สุกรรุ่น	20.13^{กคง}	18.89^{ง}	19.16^{กง}	20.57^{งก}	21.16^{กง}	22.22^{ก}	0.01	0.0004
-สุกรขุน	20.94	19.84	19.44	21.51	19.74	20.82	0.02	0.1076
-ตลอดการทดลอง	20.70^{กง}	19.52^{งก}	19.31^{ก}	21.19^{ก}	20.17^{กงก}	21.07^{ก}	0.01	0.0060

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ความหนาไขมันสันหลังและปริมาณคอเลสเตอรอลในซีรั่มสุกรที่ได้รับอาหารทดลอง

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มควบคุม	Amoxycilline 100 พีพีเอ็ม	เสริมสารไคโตซาน (พีพีเอ็ม)				SEM	P-value
			200	400	600	800		
ความหนาไขมันสันหลัง P2[1](มม.)	18.92	21.29	19.96	19.80	19.66	19.56	2.95	0.5393
คอเลสเตอรอลในซีรั่ม (mg/d)								
-คอเลสเตอรอลทั้งหมด	122.60	132.82	138.85	134.92	139.57	140.53	2.73	0.4155
-HDL	24.17	21.88	23.73	23.33	24.76	24.96	0.83	0.9165
-LDL	98.43	110.95	115.11	111.59	114.81	115.57	2.79	0.4819

[1] = ความหนาไขมันสันหลังขณะมีชีวิต

4.2 ศึกษาผลการเสริมสารไคโตซานต่อลักษณะซากของสุกร

4.2.1 ลักษณะซากทั่วไป

สุกรที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 6 กลุ่มมี น้ำหนักก่อนฆ่า น้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักซากเย็น เปอร์เซ็นต์ซาก และพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างกล้ามเนื้อสันนอก (LSQ) สุกรที่ได้รับอาหารทุกกลุ่มมีค่า LSQ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยสุกรที่ได้รับอาหารเสริมยาปฏิชีวนะ Amoxycilline 100 พีพีเอ็ม จะมีค่า LSQ สูงที่สุด (0.35) ในขณะที่สุกรที่ได้รับอาหารควบคุมมีค่า LSQ ต่ำที่สุด (0.29) แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงผลของการเสริมสารไคโตซานต่อคุณภาพซากของสุกร

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มควบคุม	Amoxycilline 100 พีพีเอ็ม	เสริมสารไคโตซาน (พีพีเอ็ม)				SEM	P-value
			200	400	600	800		
น้ำหนักก่อนฆ่า (กก.)	115.00	114.90	116.69	114.89	119.56	117.41	0.33	0.7021
น้ำหนักซากอุ่น[1] (กก.)	83.55	83.14	85.01	84.29	87.96	85.65	0.58	0.2326
น้ำหนักซากเย็น (ซีกซ้าย) (กก.)	40.92	41.26	41.54	41.06	42.91	41.93	0.35	0.6271
เปอร์เซ็นต์ซาก	72.20	72.59	71.55	71.94	72.70	72.32	0.31	0.9162
ค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างกล้ามเนื้อสันนอก (LSQ)	0.29	0.35	0.31	0.31	0.31	0.30	0.01	0.3010
พื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก (LA) (ตร.ซม.)	44.15	50.04	47.72	49.51	48.95	51.68	0.59	0.2685

[1] = น้ำหนักซากอุ่นไม่รวมหัวหมู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ปริมาณชิ้นส่วนย่อยจากการตัดแต่ง

ผลการศึกษาเปรียบเทียบการตัดแต่งชิ้นส่วนย่อยของสุกรตามมาตรฐานทางการค้าของโรงฆ่าและชำแหละสุกร บริษัทเฟรทมีท โพรเซสซิ่ง จำกัด จะเห็นว่า เปอร์เซ็นต์สันใน เปอร์เซ็นต์สันนอก เปอร์เซ็นต์สะโพก เปอร์เซ็นต์สามชั้น เปอร์เซ็นต์ขาหมู เปอร์เซ็นต์คางหมู เปอร์เซ็นต์มันแข็ง เปอร์เซ็นต์หนังหมู เปอร์เซ็นต์มันติดหนัง เปอร์เซ็นต์เศษมัน เปอร์เซ็นต์เศษเนื้อ มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ในสุกรที่ได้รับอาหารทดลองทุกกลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 4.5

สุกรที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 6 กลุ่ม จะมีว่า เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงรวม เปอร์เซ็นต์ไขมันรวม เปอร์เซ็นต์กระดูกรวม เปอร์เซ็นต์สันคอรวมไหล่ และเปอร์เซ็นต์สามชั้นรวมซี่โครง มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยสุกรที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซาน 200 พีพีเอ็ม มีปริมาณเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงสูงที่สุด (45.91 %) สุกรได้รับอาหารเสริมสารไคโตซานระดับ 600 พีพีเอ็ม จะมีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงต่ำที่สุด (44.80 %) สุกรที่ได้รับอาหารควบคุมมีเปอร์เซ็นต์ไขมันรวมต่ำสุด (16.33 %) สุกรที่ได้รับอาหารเสริมยาปฏิชีวนะ Amoxycilline 100 พีพีเอ็ม มีเปอร์เซ็นต์ไขมันรวมสูงที่สุด (17.78 %) สุกรที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซานระดับ 600 พีพีเอ็ม มีเปอร์เซ็นต์กระดูกต่ำสุด (11.04 %) สุกรที่ได้รับอาหารควบคุมมีเปอร์เซ็นต์กระดูกสูงสุด (11.82 %) สุกรที่ได้รับอาหารควบคุม มีเปอร์เซ็นต์สันคอรวมไหล่สูงสุด (16.58 %) สุกรที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซานระดับ 600 พีพีเอ็ม มีเปอร์เซ็นต์สันคอรวมไหล่ต่ำสุด (15.99 %) และ สุกรที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซานระดับ 600 พีพีเอ็ม มีเปอร์เซ็นต์สามชั้นรวมซี่โครงสูงสุด (19.70 %) สุกรที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซานระดับ 200 พีพีเอ็ม มีระดับสามชั้นรวมซี่โครงต่ำสุด (18.95 %) ดังตารางที่ 4.5

4.2.3 ผลของการเสริมสารไคโตซานต่อคุณภาพเนื้อสุกร

ผลการศึกษาการเสริมสารไคโตซานในอาหารต่อคุณภาพเนื้อสุกร แสดงในตารางที่ 4.6 จะสังเกตุได้ว่าคุณภาพเนื้อทุกลักษณะที่ศึกษาของสุกรที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 6 กลุ่ม ให้ความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ไม่ว่าจะเป็นลักษณะอุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อ สีของเนื้อ และการสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลของการเสริมสารไคโตซานต่อชิ้นส่วนย่อยสุกร

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่ม	Amoxycilline	เสริมสารไคโตซาน (พีพีเอ็ม)				SEM	P-
	ควบคุม	100 พีพีเอ็ม	200	400	600	800		value
จำนวนสุกร (ตัว)	8	7	8	7	7	8		
น้ำหนักซากเย็นชีกซ้าย (กก.)	40.92	41.26	41.54	41.06	42.91	41.93	0.35	0.6271
น้ำหนักชิ้นส่วนการตัดแต่ง (%)								
สันใน	1.20	1.15	1.31	1.20	1.10	1.18	0.02	0.1724
สันนอก	7.88	8.09	8.18	8.11	8.01	8.02	0.10	0.9912
สะโพก	17.67	18.18	18.33	17.73	18.16	18.04	0.15	0.7865
สามชั้น	13.73	14.69	14.12	14.48	14.95	14.35	0.16	0.2925
ขาหมู	9.68	9.44	9.50	9.64	9.33	9.50	0.07	0.7199
คางหมู	3.63	3.71	3.57	3.67	3.60	3.62	0.06	0.9886
มันแข็ง	4.13	5.12	4.52	4.41	4.76	4.50	0.14	0.4748
หนังหมู	1.74	1.59	1.65	1.72	1.57	1.70	0.02	0.1761
มันติดหนัง	6.22	6.67	6.61	6.58	6.91	6.47	0.13	0.7829
เศษมัน	2.42	2.30	2.28	2.56	2.46	2.37	0.08	0.7567
เศษเนื้อ	1.70	1.52	1.57	1.57	1.54	1.54	0.03	0.5035
เนื้อแดงรวม	45.03	44.82	45.91	45.16	44.80	44.84	0.34	0.9393
ไขมันรวม	16.33	17.78	16.95	17.18	17.68	16.88	0.31	0.8137
กระดูกรวม	11.82	11.07	11.26	11.62	11.04	11.25	0.10	0.1579
สันคอรวมไหล่	16.58	16.31	16.52	16.53	15.99	16.06	0.12	0.6768
สามชั้นรวมซี่โครง	18.98	19.43	18.95	19.68	19.70	19.20	0.17	0.6710

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงผลของการเสริมสารไคโตซานในอาหารที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อบางประการ

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มควบคุม	Amoxycilline 100 พีพีเอ็ม	เสริมสารไคโตซาน (พีพีเอ็ม)				SEM	P-value
			200	400	600	800		
จำนวนสุกร (ตัว)	8	7	8	7	7	8		
pH ที่ 45 นาที	6.58	6.50	6.30	6.18	6.46	6.37	0.33	0.0822
อุณหภูมิที่ 45 นาที (°C)	40.36	40.54	40.66	40.39	40.44	44.48	0.09	0.9607
ความชื้น(%)	74.18	73.85	73.87	74.15	73.87	73.10	0.13	0.1367
โปรตีน(%)	22.40	23.05	22.62	23.11	22.87	22.82	0.15	0.7998
ไขมัน (%)	1.29	1.15	1.69	0.99	1.45	1.76	0.12	0.4344
สีของเนื้อ								
ค่า L* (lightness)	42.63	42.98	43.13	42.77	43.84	44.58	0.39	0.6912
ค่า a* (redness)	5.08	5.25	4.62	5.42	4.61	5.11	0.14	0.4510
ค่า b* (yellowness)	0.95	1.13	1.02	1.04	0.95	1.17	0.09	0.9739
ค่าการสูญเสียน้ำ ระหว่างการปรุงสุก (%)	26.10	27.08	28.91	27.18	26.28	26.25	0.18	0.5479

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 ผลการเสริมสารไคโตซานต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกร

จากการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของสุกรที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 6 สูตร ตลอดระยะการทดลอง ปรากฏว่า สุกรที่รับอาหารเสริมสารไคโตซานที่ระดับ 200 พีพีเอ็ม มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าสุกรที่ได้รับอาหารควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 0.93 1.06 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งสุกรที่รับอาหารเสริมไคโตซานที่ระดับ 200 พีพีเอ็ม มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเทียบกับสุกรที่ได้รับอาหารเสริมยาปฏิชีวนะ Amoxycilline 100 พีพีเอ็ม อาหารเสริมสารไคโตซานระดับ 400 600 และ 800 พีพีเอ็มที่มีค่าเท่ากับ 1.00 0.96 1.01 และ 0.98 กิโลกรัมต่อวันตามลำดับ ปริมาณอาหารที่กิน ปรากฏว่า ตลอดระยะการทดลอง สุกรที่ได้รับอาหารทุกกลุ่มอาหารทดลองจะมีปริมารณอาหารที่กินแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) โดยสุกรที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซานระดับ 200 พีพีเอ็มในอาหารควบคุมจะมีปริมาณการกินอาหารต่ำที่สุด (175.33 กิโลกรัม/ตัว) สุกรที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมมีปริมาณการกินอาหารสูงที่สุด (188.52 กิโลกรัม/ตัว) จะเห็นได้ว่าการเสริมยาปฏิชีวนะและสารไคโตซานในระดับที่เหมาะสมมีแนวโน้มว่าจะช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของสุกร เนื่องจากสารไคโตซานมีคุณสมบัติเป็นสารกระตุ้นการเจริญเติบโต (growth promoter) สอดคล้องกับรายงานของ ปิยะบุตร ว่านิชพงษ์พันธุ์ (2543) เยาวมาลย์ ค้าเจริญและสาโรช ค้าเจริญ (2545ก) ที่รายงานตรงกันว่า สารไคโตซานสามารถทำให้การเจริญเติบโตของสุกรดีขึ้น เนื่องจากสารไคโตซานสามารถปรับปรุงสุขภาพสุกรให้แข็งแรง ลดอาการป่วยของสุกรภายในฟาร์ม ทำให้ลดอัตราการสูญเสียได้ และช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโต

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก จะเห็นว่า สุกรที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซานที่ระดับ 200 พีพีเอ็ม มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักสูงกว่าสุกรที่ได้รับอาหารควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) มีค่าเท่ากับ 2.35 และ 2.53 ตามลำดับ และสุกรที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซานที่ระดับ 200 พีพีเอ็ม มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) เทียบกับ สุกรที่ได้รับอาหารเสริมยาปฏิชีวนะ Amoxycilline 100 พีพีเอ็ม และ สุกรที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซานที่ระดับ 600 พีพีเอ็มที่มีค่าเท่ากับ 2.35 2.38 และ 2.36 ตามลำดับ สังเกตุได้ว่า สุกรที่ได้รับอาหารควบคุมมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักต่ำสุด (2.53) จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักของสุกรดีขึ้น เมื่อมีการเสริมสารไคโตซานที่ระดับ 200 พีพีเอ็ม ทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักของสุกรดีที่สุด ทั้งนี้เนื่องมาจากสุกรที่ได้รับการเสริมสารไคโตซานระดับ 200 พีพีเอ็มในอาหารควบคุมจะมีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด และมีปริมาณการกินอาหารต่ำที่สุด และใกล้เคียงกับอาหารเสริมยาปฏิชีวนะ Amoxycilline 100 พีพีเอ็ม และมีแนวโน้มที่จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กินอาหารเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มระดับสารไคโตซานในอาหารควบคุม อาจเนื่องมากจากสารไคโตซานมีคุณสมบัติในการจับไขมันในอาหารแล้วขับออกมากับมูลสุกร ไพทูล แก้วหอม (2547) รายงานว่าเมื่อเสริมสารไคโตซานในไก่เนื้อในระดับ 200 300 400 และ 500 พีพีเอ็ม ทำให้เปอร์เซ็นต์ไขมันและค่าพลังงานทั้งหมดในมูลสูงขึ้น เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของไขมันและค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏลดลง เมื่อเพิ่มระดับการเสริมสารไคโตซาน ทำให้ร่างกายขาดสมดุลของพลังงานเพื่อการดำรงชีพ ส่งผลให้สุกรเพิ่มปริมาณการกินอาหารมากขึ้น

ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนัก จากการทดลอง พบว่า สุกรที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซานที่ระดับ 400 และ 800 พีพีเอ็ม มีต้นทุนค่าอาหารสูงกว่าสุกรที่ได้รับอาหารเสริมยาปฏิชีวนะ Amoxycilline 100 พีพีเอ็ม และอาหารเสริมสารไคโตซานที่ระดับ 200 พีพีเอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งมีต้นทุนค่าอาหารเท่ากับ 21.19 21.07 19.52 และ19.31 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ สุกรที่ได้รับอาหารเสริมไคโตซานที่ระดับ 400 และ 800 พีพีเอ็ม เทียบกับอาหารควบคุมและอาหารเสริมไคโตซานที่ระดับ 600 พีพีเอ็ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (21.19 21.07 20.70 และ 20.17 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบอาหารเสริมสารไคโตซานที่ระดับ 600 พีพีเอ็ม และอาหารเสริมยาปฏิชีวนะ Amoxycilline 100 พีพีเอ็ม พบว่าต้นทุนค่าอาหารไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และสุกรที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซานที่ระดับ 600 พีพีเอ็ม มีต้นทุนค่าอาหารไม่แตกต่างกับสุกรที่ได้รับอาหารทุกสูตร และพบว่าสุกรที่ได้รับอาหารสูตรที่เสริมสารไคโตซานระดับ 200 พีพีเอ็ม มีต้นทุนค่าอาหารต่ำสุดในการเพิ่มน้ำหนักตัว เนื่องจากสุกรได้รับอาหารเสริมสารไคโตซานที่ระดับ 200 พีพีเอ็ม มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักดีที่สุด ถึงแม้ว่าราคาอาหารต่อกิโลกรัมจะสูงกว่าอาหารควบคุม แต่สุกรที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซานที่ระดับ 200 พีพีเอ็ม มีปริมาณการกินอาหารต่ำกว่า ($P<0.05$) และอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่า ($P<0.05$) จึงส่งผลทำให้ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวถูกที่สุดด้วย สอดคล้องกับ ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์ (2543) กล่าวว่า การใช้ไคโตซานในการเลี้ยงสุกรทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตโดยการใช้สารไคโตซาน 300 พีพีเอ็ม ผสมในอาหารสุกรทำให้การใช้แอมม็อกซี่ซิลิน ลดลงจาก 300 พีพีเอ็ม เหลือเพียง 100 พีพีเอ็ม และการใช้ Chlortetracycline (CTC) 15 เปอร์เซ็นต์ ลดลงจาก 2 กิโลกรัมต่อตัน เหลือเพียง 1 กิโลกรัมต่อตัน ตามลำดับ

ความหนาไขมันสันหลัง (Back fat) ขณะมีชีวิตในวันสิ้นสุดการทดลอง (น้ำหนักประมาณ 110 กิโลกรัม) ปรากฏว่า มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.92 21.29 19.96 19.80 19.66 และ 19.56 มิลลิเมตรในสุกรที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 1,2,3,4,5 และ6 ตามลำดับ เนื่องมาจากการที่สุกรมีอัตราการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว ทำให้มีการสะสมของไขมันเพิ่มมากขึ้นไปด้วย จากพลังงานและโปรตีนที่มีในอาหารทดลองที่เพียงพอกับความต้องการของสุกร แม้ว่าจะมีการเสริมสารไคโตซานในอาหารเพื่อช่วยจับไขมันในอาหารก่อนดูดซึมก็ตาม ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์ (2543) กล่าวว่า สารไคโตซานมีผลต่อไขมันในกระเพาะอาหารก่อนที่จะมีผลต่อการย่อยและดูดซึม มันจะมีการละลายในกระเพาะโดยตรง แล้วแปรสภาพเป็นเจลซึ่งห่อหุ้มไขมัน จึงสามารถป้องกันการดูดซึมและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสะสมไขมันในร่างกาย จากนั้นสารไคโตซานและไขมันที่ถูกดูดซับเอาไว้จะถูกขับออกจากร่างกาย Asaoka (1996) กล่าวว่า โดยธรรมชาติร่างการยต้องการรักษาความพอดีหรือสมดุลของร่างกาย และมีระบบการปรับตัวเพื่อก่อความพอดีหรือสมดุลใหม่ขึ้นเสมอ ดังนั้นในการเพิ่มระดับไคโตซาน ทำให้ร่างกายขาดสมดุลไขมันร่างกายจึงมีการปรับสมดุลไขมันขึ้นใหม่โดยการกินอาหารเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ได้รับพลังงานเพียงพอและใช้สร้างไขมันสันหลังมีผลให้มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ปริมาณคอเลสเตอรอลรวม ปริมาณ HDL และ LDL ในซีรั่มของสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม อาหารเสริมยาปฏิชีวนะ Amoxycilline 100 พีพีเอ็ม และอาหารเสริมสารไคโตซาน 200 400 600 และ 800 พีพีเอ็ม ให้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แสดงว่า แม้มีการเสริมสารไคโตซานลงในอาหารสุกรตลอดอายุการทดลองก็ไม่สามารถช่วยลดปริมาณคอเลสเตอรอล , HDL และ LDL ในซีรั่มของสุกรได้ อาจเนื่องจากสุกรมีการปรับสมดุลของปริมาณการสร้างคอเลสเตอรอลในร่างกายตัวเอง ถึงแม้ว่าในอาหารที่ย่อยได้จะมีปริมาณไขมันลดลงก็ตาม โดย ไขมันที่สัตว์ต้องการนั้นสามารถนำมาจากแหล่งอื่นได้ เช่น คาร์โบไฮเดรต ทำให้มีการสะสมของไขมันได้เช่นกัน จากการทดลอง จะเห็นได้ว่า การสะสมไขมันสันหลังที่วัดความหนาไขมันขณะมีชีวิตก่อนส่งฆ่า ในการเพิ่มระดับการเสริมสารไคโตซานในสูตรอาหารควบคุม มีแนวโน้มที่จะมีความหนาไขมันสันหลังมากกว่าสุกรที่ได้รับอาหารควบคุม ส่งผลให้ปริมาณคอเลสเตอรอลในซีรั่มเพิ่มปริมาณขึ้นด้วย และสุกรทดลองมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว จากการทำงานของระบบการย่อยอาหารที่ดีขึ้น เนื่องจากสารไคโตซานมีคุณสมบัติการยับยั้งการทำงานของแบคทีเรีย ซึ่งอาจเป็นแบคทีเรียร้ายในระบบย่อยอาหาร (ประภัสสร สุรวัฒนาวรรณ. 2544) ทำให้มีการสะสมของไขมันมากตามไปด้วย ส่งผลให้คอเลสเตอรอลในซีรั่มมีปริมาณเพิ่มขึ้น Asaoka (1996) กล่าวว่า โดยธรรมชาติร่างกายสัตว์ต้องการรักษาความพอดีหรือสมดุลของร่างกาย และมีระบบการปรับตัวเพื่อก่อความพอดีหรือสมดุลใหม่ขึ้นเสมอ จึงทำให้สุกรมีการปรับระดับการผลิต Total serum cholesterol HDL (high density lipoprotein) และ LDL (low density lipoprotein) ในซีรั่มให้มีปริมาณสมดุล แตกต่างจาก ไพทูล แก้วหอม (2547) รายงานว่า การย่อยได้ของไก่เนื้อ ถ้ามีสารไคโตซานในอาหารจะไปจับกับไขมันในอาหารแล้วขับออกนอกร่างกาย ทำให้ไก่เนื้อได้รับไขมันลดลง มีปริมาณคอเลสเตอรอลในซีรั่มลดลง

5.2 ผลการเสริมไคโตซานในอาหารต่อคุณภาพซาก

ผลการศึกษาลักษณะซากทั่วไปของสุกรทั้ง 6 กลุ่ม จะเห็นว่า น้ำหนักก่อนฆ่า น้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักซากเย็น (ซีกซ้าย) และเปอร์เซ็นต์ซาก มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างกล้ามเนื้อสันนอก (LSQ) สุกรที่ได้รับอาหารทุกกลุ่มมีค่า LSQ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยสุกรที่ได้รับอาหารเสริมยาปฏิชีวนะ Amoxycilline 100 พีพีเอ็ม จะมีค่า LSQ สูงที่สุด (0.35) ในขณะที่สุกรที่ได้รับอาหารควบคุมมีค่า LSQ ต่ำที่สุด (0.29) จากเกณฑ์แบ่งระดับชั้นดัชนี LSQ ที่รายงานโดยจุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ (2544) สุกรที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการใช้งานหรืออ้างอิง

ค่า LSQ ระหว่าง 0.27-0.32 จัดอยู่ในระดับชั้นที่สูง ในขณะที่สุกรที่มีค่า LSQ ระหว่าง 0.33-0.38 จัดอยู่ในระดับชั้นปานกลาง

ผลการศึกษาเปรียบเทียบการตัดแต่งชิ้นส่วนย่อยของสุกรตามมาตรฐานทางการค้าของโรงฆ่าและชำแหละสุกร บริษัทเฟรทมีท โพรเซสซิ่ง จำกัด จะเห็นว่า เปอร์เซ็นต์เนื้อสันใน เปอร์เซ็นต์เนื้อสันนอก เปอร์เซ็นต์เนื้อสะโพก เปอร์เซ็นต์สามชั้น เปอร์เซ็นต์ขาหมู เปอร์เซ็นต์คางหมู เปอร์เซ็นต์มันแข็ง เปอร์เซ็นต์หนังหมู เปอร์เซ็นต์มันติดหนัง เปอร์เซ็นต์เศษมัน เปอร์เซ็นต์เศษเนื้อ และเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงรวม เปอร์เซ็นต์ไขมันรวม เปอร์เซ็นต์กระดูกรวม เปอร์เซ็นต์สันคอรวมไหล่ เปอร์เซ็นต์สามชั้นรวมซี่โครง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) อาจเนื่องมาจากการที่สูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองมีปริมาณโปรตีน ปริมาณของไลซีนสูง และค่าพลังงานที่สัตว์ต้องการในสูตรอาหารทดลองมีความเหมาะสมในการเจริญเติบโตและสะสมเนื้อแดงของสุกรสายพันธุ์ PIC ตามคำแนะนำของ NRC (1998) ส่งผลให้การเสริมสารไคโตซานในสูตรอาหารทดลองไม่มีผลกระทบต่อลักษณะปริมาณของชิ้นส่วนย่อยของซากสุกรที่ได้รับอาหารทดลองทุกกลุ่ม แต่จะสังเกตุได้ว่า เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงรวมของสุกรที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซานระดับ 200 พีพีเอ็ม จะมีปริมาณสูงที่สุด

5.3 ผลการเสริมสารไคโตซานต่อคุณภาพเนื้อของสุกร

ผลจากการวิเคราะห์คุณภาพเนื้อทุกลักษณะที่ศึกษาของสุกรที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 6 กลุ่ม ให้ความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ไม่ว่าจะเป็นลักษณะอุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อ สีของเนื้อ และการสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุก

จากการศึกษาคุณภาพเนื้อโดยการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 45 นาที ภายหลังสัตว์ตายพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ในกลุ่มการทดลองทั้ง 6 กลุ่ม โดยมีค่าสูงกว่า 5.8 แสดงให้เห็นว่าสุกรที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 6 กลุ่มจะไม่แสดงลักษณะของเนื้อซีด นุ่ม และฉ่ำน้ำ (pale soft and exudative, PSE) อันเป็นผลอันเนื่องจากความเครียดของสุกรก่อนฆ่า โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของซากสุกรทดลองทุกกลุ่มอยู่ระหว่าง 6.18-6.58 สอดคล้องกับ จุฑารัตน์ เศรษฐกุล (2543) ที่รายงานว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างในกล้ามเนื้อสันนอก (M.*lonlgissimus dorsi*) ที่เป็น PSE วัดภายหลังสัตว์ตาย 45 นาที หรือไม่เกิน 1 ชั่วโมง จะมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ต่ำกว่า 5.8

สุกรที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 6 กลุ่ม มีค่า L^* (lightness) แสดงถึงความสว่างหรือค่าการสะท้อนแสงที่กระทบผิวเนื้อ ประมาณ 42.63-44.58 ซึ่งไม่แสดงลักษณะของเนื้อ PSE สอดคล้องกับรายงานของ Channon *et al.* (2000) เนื้อที่เป็น PSE จะมีสีค่อนข้างซีด การวัดค่าสีของเนื้อจะวัดจากค่าความสว่างของสีเนื้อ โดยใช้อุปกรณ์เครื่องมือ Minolta Chromameter 200 โดยเนื้อที่เป็น PSE จะมีค่า L^* สูงกว่า 50 ถ้าเนื้อเป็น DFD จะมีค่า L^* ต่ำกว่า 42 และเนื้อที่ปกติ (normal) จะมีค่า L^* ต่ำกว่า 50 และค่า a^* (redness) แสดงถึงความเข้มของสีแดงของเนื้อ ซึ่งจะสัมพันธ์กับปริมาณเม็ดสีในเนื้อ คือ ไมโอโกลบิน ค่า b^* (yellowness) ซึ่งสัมพันธ์กับสีของไขมัน พบว่า ให้ค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุป

จากการศึกษาผลการเสริมสารไคโตซานระดับ 200 400 600 และ 800 พีพีเอ็ม ในสุกรระยะรุ่น-ขุน สายพันธุ์ PIC น้ำหนัก 30 – 110 กิโลกรัม ผลการศึกษา ปรากฏว่า อัตราการเจริญโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักของสุกรที่ได้รับอาหารเสริมสารไคโตซานระดับ 200 พีพีเอ็ม ดีกว่าสุกรที่ได้รับอาหารควบคุม ($P<0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเทียบกับสูตรอาหารอื่นๆ และสุกรที่ได้รับอาหารเสริมไคโตซานระดับ 200 พีพีเอ็ม มีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักใกล้เคียงกับสุกรที่ได้รับอาหารเสริมยาปฏิชีวนะ Amoxycilline 100 พีพีเอ็ม ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าการเสริมสารไคโตซานในอาหารสุกรระดับที่เหมาะสมคือ 200 พีพีเอ็ม สามารถลดการใช้สารปฏิชีวนะในอาหารได้ โดยสุกรมีสมรรถภาพการผลิตใกล้เคียงกันกับสุกรที่ได้รับอาหารที่เสริมยาปฏิชีวนะ นอกจากนั้นสารไคโตซานยังไม่มีอันตรายต่อสุกร การใช้สารไคโตซานเสริมในอาหารควบคุม 200 พีพีเอ็ม เป็นระดับที่มีต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่ำที่สุด เมื่อพิจารณาจากระดับการเกรดซากหรือค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างกล้ามเนื้อสันนอก (LSQ) จะเห็นว่า สุกรที่ได้รับอาหารเสริมไคโตซานมีคุณภาพซากในระดับสูงในเกณฑ์มาตรฐานทั่วไป แม้ว่าเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงจะไม่แตกต่างกัน ในการศึกษาผลต่อคุณภาพเนื้อ ปรากฏว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าสีเนื้อและค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุก ไม่มีความแตกต่างกัน แสดงถึง ไม่แสดงอาการของการเกิดเนื้อซีด แฉะ ฉ่ำน้ำ (PSE)

ดังนั้นในการเสริมไคโตซานในอาหารสุกรระดับที่เหมาะสมคือ 200 พีพีเอ็ม จะมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก และอัตราการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด และมีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่ำที่สุด และไม่มีผลกระทบต่อลักษณะซากและคุณภาพเนื้อของสุกร

6.2 ข้อสังเกต

เนื่องจากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ได้ใช้โรงเรือนแบบปิด (Evaporative Cooling System) ในการเลี้ยงสุกร ซึ่งข้อดีของโรงเรือนแบบนี้ คือ สามารถควบคุมสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมกับความเป็นอยู่ของสุกร ได้แก่ อุณหภูมิ การระบายอากาศและแสงสว่าง อีกทั้งยังสามารถป้องกันพาหะนำโรคได้ สุกรสามารถอยู่ได้อย่างสบาย กินอาหารได้มากทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตที่รวดเร็วมาก ซึ่งการที่เลี้ยงภายในโรงเรือนที่ดีและสูตรอาหารที่ดีเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสุกร ทำให้การใช้สารไคโตซานเสริมในอาหารส่งผลต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซากและคุณเนื้อของสุกรทดลองไม่ชัดเจนมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งหากนำไปเลี้ยงในโรงเรือนระบบเปิดทั่วไปอาจทำให้ผลที่แสดงออกมาต่างไปจากการวิจัยในครั้งนี้บ้างก็เป็นไปได้

การศึกษาทดลองนี้สุกรถูกเลี้ยงในโรงเรือนแบบปิด (Evaporative Cooling System) ซึ่งมีการควบคุมอุณหภูมิในโรงเรือนให้อยู่สบาย เมื่อถึงระยะเวลาที่ต้องขนส่งไปโรงฆ่า อาจมีส่วนทำให้สุกรเกิดความเครียดมากขึ้นกว่าปกติ เนื่องจากอุณหภูมิของสภาพอากาศภายนอกเปลี่ยนแปลงไป อีกทั้งระยะทางในการขนส่งจากฟาร์มทดลองถึงโรงฆ่ามาตราฐานนั้น มีระยะทางไกล โดยการขนส่งสุกรไปโรงฆ่าด้วยรถบรรทุก 6 ล้อ ที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมขณะขนส่งได้ จึงทำให้มีโอกาสพบการเกิดเนื้อซีด แฉะ ฉ่ำน้ำ (PSE) สูงขึ้น แต่เมื่อพิจารณาจากค่า pH ที่วัดเมื่อ 45 นาที ภายหลังสัตว์ตายไม่พบว่ามีสุกรที่มีค่า pH ต่ำกว่า 5.8 และไม่มีสุกรตัวใดแสดงลักษณะเนื้อที่เป็น PSE ให้เห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กมลศิริ พันธนียะ. 2546. **ไคติน-ไคโตซาน.** [Online]. Available : www.nicaonline.com/articles9 /site/view_article.asp?idarticle=158-24k-. 04/12/2549.

กฤษณา ศิรเลิศมุกุล. 2547. **ไคโตซาน:พอลิเมอร์ธรรมชาติกับการเกษตร.** [Online]. Available : http://www.kmutt.ac.th/organization/Researh/chitin.html.16/02/2549.

ขวัญใจ สุชินพงศ์พันธ์. 2541. "**การนำไคโตซานไปใช้ประโยชน์ทางด้านภาชนะบรรจุ.**" วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

จิราภรณ์ เชาวลิตสุขุมาวาสี. 2544. ไคติน-ไคโตซานสารมหัศจรรย์จากธรรมชาติ. **LAB.TODAY.** 1(2) : 12-20.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2543. **การจัดการโรงฆ่า.** พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล รณชัย สิทธิไกรพงษ์ และกันยา ตันติวิสุทธิกุล.2544 "การพัฒนาการจัดระดับเกรดซากสุกรของประเทศไทย". 44-45. ใน **พิธีเปิดโรงงานแปรรูปสุกรและการประกวดซากสุกร.** ณะเชิงเทรา. กรมปศุสัตว์, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ธนเดช มหึเมือง สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์ และ บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2547. "การลดไขมันและคอเลสเตอรอลในไก่เนื้อโดยเสริมไคโตซานในอาหาร". **เอกสารการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร.

นิรนาม. 2549. **ประโยชน์ของไคติน-ไคโตซานในผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์.** [Online]. Available : http://www.sk-chitosan.com/ranch.htm. 07/11/2549.

บริษัทโนเวลเมค จำกัด. 2547. **คอเลสเตอรอล.** [เอกสารประกอบใบเสนอราคา]. กรุงเทพฯ : บริษัทโนเวลเมค จำกัด.

ประภัสสร สุรวัฒนาวรรณ. 2544. **เรื่องน่ารู้ไคติน–ไคโตซาน.** กลุ่มวิจัยอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพ. (เอกสารเผยแพร่).

ปัวย อุ่นใจ. 2547. **ไคติน–ไคโตซานสารมหัศจรรย์จากธรรมชาติ.** ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. กรุงเทพมหานคร.

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ การนำไปใช้

ปัทมา วิศาลนิตย์ และ ทศพร ทองเที่ยง. 2545. **การใช้ไคโตซานชะลอความเสียหายหลังการเก็บเกี่ยวของสตรอเบอรี่.** ศูนย์วิจัยและบริการอุตสาหกรรมเกษตรและอุตสาหกรรมชีวเคมี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ประไพภรณ์ พนาพงศ์ไพศาล. 2546. **การยับยั้งการเจริญของรก่อโรคพืชโดยไคโตซาน.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาลัยบูรพา. ชลบุรี

ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์. 2543. "ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้ไคติน-ไคโตซานในการเลี้ยงสุกร". **การประชุมสัมมนาพร้อมนิทรรศการ : เกษตรยุคใหม่กับไคติน-ไคโตซาน.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์. 2544. **สารไคตินและไคโตซาน.** ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพมหานคร.

ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์ และ สุวลี จันทร์กระจ่าง. 2543. "การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหารในไก่เนื้อโดยใช้ไคโตซาน". **การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 26 ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์.** กรุงเทพมหานคร.

พัฒนันท์ วงศ์วิวัฒน์. 2545. **การสกัดไคติน-ไคโตซานจากเปลือกหอย.** ปัญหาพิเศษ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม.

พูนทรัพย์ วิชัยพงษ์. 2548. **สาระน่ารู้ไคติน-ไคโตซาน.** [Online]. Available : http://www.dss.go.th/dssweb/st-articles/files/bsp_12_2548_chitin-chitosan.pdf. 23/06/2550.

ไพทูล แก้วหอม. 2547. **"อิทธิพลของสารไคโตซานในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ."** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร.

ภาวดี เมธะดานนท์. 2544. **ความรู้เกี่ยวกับไคติน–ไคโตซาน.** ศูนย์เทคโนโลยีโลหะวัสดุแห่งชาติ. กรุงเทพมหานคร.

มูลนิธิเพื่อผู้บริโภค. 2548. **ไคโตซาน.** [Online]. Available : http://www.consumerthai.org/behind_pro/notes/B2/b2-2.html.14/09/2549.

เยาวภา ไหวพริบ. 2534. **"การผลิตไคตินและไคโตซานจากเปลือกกุ้ง."** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เยาวมาลย์ ค้าเจริญและสาโรช ค้าเจริญ. 2545ก. "ประสิทธิภาพของเฟิมคิโต (ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติของไคติน ไคโตซานโอลิโกแซคคาไรด์จากการหมักด้วยโปรไบโอติก) ในอาหารลูกสุกรดูดนมและลูกสุกรหย่านม." **วารสารสัตว์เศรษฐกิจ**. 20(441) : 26-30.

เยาวมาลย์ ค้าเจริญและสาโรช ค้าเจริญ. 2545ข. "ประสิทธิภาพของเฟิมคิโต (ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติของไคติน ไคโตซานโอลิโกแซคคาไรด์จากการหมักด้วยโปรไบโอติก)ในอาหารไก่ไข่." **วารสารสัตว์เศรษฐกิจ**. 20(442) : 32-34.

ลาวัลย์ จีรพงษ์. 2544. **ไคโตซาน**. [Online]. Available : http://www.Doae.go.th/licrary/html /detail/chitosan.html. 23/01/2549.

วิสิฐ จะวะสิต และ ลูกจันทร์ ภัครัชพันธ์(2533). "ไคโตซานโพลิเมอร์ตัวใหม่จากของเหลือทิ้ง." **วารสารอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ**. 1(1) : 4-8

สุทธวัฒน์ เบญจกุล. 2534. **"แนวทางการใช้ประโยชน์จากเปลือกกุ้ง:ไคตินและไคโตซาน."** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

สุพจน์ หารหนองบัว สุวลี จันทร์กระจ่าง ปราณี เลิศสุทธิวงค์ กฤษณา ศิรเลิศมุกุล ปราณี รัตนวลีดิโรจน์และสุทธิรัตน์ ลิศนันท์. 2546. **การศึกษาและวิเคราะห์สถานภาพของโรงงานผู้ผลิตและตลาดการใช้ไคตินและไคโตซาน. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ** (MTEC).

อัจฉริยา รักษ์รอด. 2549. **"ผลการเสริมสารไคโตซานในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่และปริมาณคอเลสเตอรอล."** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร.

Anonymous. 2005. **Chitosan**. [Online]. Available : http://www.laughteraid.net/chito5.jpg. 16/12/ 2006

AOAC. 1995. **Official method of Analysis of Association of Official Analysis Chemists.** 16th ed. Washington D.C.

Arai, K., Kinumaki, T. and Fujita, T. 1968. **On the Toxicity of Chitosan**. Bulletin of the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory No. 56 : 889.

Asaoka, k.1996. **Chitin-Chitosan** : The Choice Food Supplement for over 10,000. Physicians in Japan, Vantage Press, USA.

Austin, P.R., Brine, C.J., Castle, J.E. and Zikakis, J.P. 1981. "Chitin : New Facets of Research." **Science**. 12 : 749-753.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Chiou, M.S. and Li, H.Y. 2003. "Adsorption Behavior of Reactive Dye in Aqueous Solution on Chemical Cross-Linked Chitosan Beads." **Chemosphere**. 50(8) : 1095-1105.

Channon, H.A., Payne, A. M. and Warner, R.D. 2000. "Halothane genotype, pre-slaughter handling and stunning method all influence pork quality." **Meat Sci.** 56: 291-299.

Dalwoo, B.L.S. 2003. **Remarkable Feature of Chitosan Oligosaccharide**. [Online]. Available : http://www.dalwoo.com. 16/12/2006.

Devine, C.E., Wahlgren, N.M. and Tornberg E. 1999. "Effect of Rigor Temperature on Muscle Shorterning and Tenderization of Restrained and Unrestrained Beef *m.longissimus thoracicus et lumborum*". **Meat Sci.** 51:61-72

Domard, A. and Chaussard, G. 2002. "New Approach in the Study of the Production of Chitosan from Squid Pens : Kinetics, Thermodynamic and Structural Aspects." **Advances in Chitin Science**. 5 : 1-5.

Dunn, Q., Li, E.T., Grandmaison, E.W. and Goosen, M.F.A. 1997. **Applications and Properties of Chitosan**. Applications of Chitin and Chitosan. Pennsylvania : Technomic Pubishing.

Esaiassen, M. 1996. **Chitinolytic Enzymes from Northern Shrimp Pandalus borealis**. Tromso University : Norway.

Gagne, N. and Simpson, B.K. 1993. "Use of Proteolytic Enzymes to Facilitate the Recovery of Chitin from Shrimp Wastes." **Food Biotechnology**. 7(3) : 253-263.

Han, L.K., Kimura, Y. and Okuda, H. 1999. "Reduction in Fat Storage During Chitin-Chitosan Treatment in Mice Fed a High-Fat Diet. " **International Journal of Obesity.** 23(2) : 174 -179.

Hirano, S., Chitoshi, I., Haruyoshi, S., Yasutoshi, A., Isao, N., Naoki, K. and Toshihiso, K. 1990. "Chitosan as an Ingredient for Domestic Animal Feeds." **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. 38 : 1214-1217.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Jean, G.L. and Francine, G. 1993. "Some Effects of Chitosan on Liver Function in the Rat." **Endocrinology**. 132(3) : 1078-1084.

Jeuniaux, C. 1961. "Chitinase : An Addition to the List of Hydrolase in the Digestive Tract of Vertebrates." **Nature**. 192 : 135-136.

Kanauchi, O., Deuchi, K., Imasato, Y. and Kobayashi, E. 1994. "Increasing Effect of a Chitosan and Ascorbic Acid Mixture on Fecal Dietary Fat Excretion." **Bioscience Biotechnology and Biochemistry.** 58(9) : 1617-1620

Knoor, D. 1984. "Use of Chitinous Polymera in Food." **Food Technology**. 38 : 85-97.

Kobayashi, S., Yoshiaki, T. and Hiroshi, I. 2006. "The Effects of Dietary Chitosan on Liver Lipid Concentrations in Broiler Chickens Treated with Propylthiouracil." **Poultry Science**. 43 : 162-166.

Koide, S.S. 1998. "Chitin-Chitosan : Properties , Benefit and Risks." **Nutrition Research**. 18(6) : 1091-1101.

Landes, D.R. and Bough, W.A. 1976. "Effects of Chitosan a Coagulating Agent for Food Processing Wastes in the Diets of Rats on Growth and Liver and Blood Composition." **Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology**. 15(5) : 555-563.

Leskanich, C.O., Matthews, K.R.,Warkup, C.C., Noble, R.C. and Hazzledine, M. 1997. "The Effect of Dietary Oil Containing (n-3) Fatty Acids on The Fatty acid, Physicochemical, and Organoleptic Characteristics of Pig Meat and Fat". **J. Anim. Sci.** 75:673-683.

Lertsutthiwong, P., Nig, C.H., Chandrkrachang, S. and Stevents, W.F. 2002. "Effect of Chemical Treatment on the Characteristics of Shrimp Chitosan." **Journal of Metals, Materials and Minerals.** 12(1) : 11-18.

Mi, F.L., Shyu, S.S., Wu, Y.B., Lee, S.T., Shyong, J.Y. and Huang, R.N. 2001. "Fabrication and Characterization of a Sponge-Like Asymmetric Chitosan Membrane as a Wound Dressing." **Biomaterials.** 22 : 165-173.

Muzzarelli, R.A.A. 1977. **Chitin**. Oxford : Pergamon Press.

Myint, K.T., Nig, C.H., Chandrkrachang, S. and Stevents, W.F. 2002. "Optimal Demineralization of Crab Shell Waste for Chitin Production." **Advances in Chitin Science**. 5 : 15-18.

No, H.K. and Meyer, S.P. 1997. **Preparation of Chitin and Chitosan.** Chitin Handbook. European Chitin Society, Torrette.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NRC. 1998. **Nutrient Requirements of Poultry.** 9th ed. Washington, D.C. : National Academy Press.

Okuyama K., Noguchi K. and Miyazawa T. 1997. "Molecular and Crystal Structure of Hydrated Chitosan". **Macromolecules.**30: 5849-5855.

Pelletier, A. and Sygusch, J. 1990. "Purification & Characterization of Three Chitosanase Activities from *Bacillus Megaterium* P1." **Applied and Environmental Microbiology.** 56 : 844-848.

Place, R.A. 1996. **The Biochemical Basis and Ecological Significance of Chitin Digestion.** In : Chitin Enzymology.

Pranee, L. 2002. "Effects of Chemical Treatment on the Characteristics of Shrimp Chitosan." **Journal of Chemical and Minerals.** 12(1) : 11-18.

Rao, M.S., Munoz, J. and Stevens, W.F. 2000. "Critical Factors in Chitin Production by Fermentation of Shrimp Biowaste." **Applied Microbiology and Biotechnology.** 54 : 808-813.

Razdan, A. and Pettersson, D. 1994. "Effect of Chitin and Chitosan on Nutrient Digestibility and Plasma Lipid Concentration in Broiler Chickens." **British Journal of Nutrition.** 72(2) : 277-288.

Razdan, A., Pettersson, D. and Pettersson, J. 1997. "Broiler Chicken Body Weights, Feed Intakes, Plasma Lipid and Small Intestinal Bile Acid Concentration in Response to Feeding of Chitosan and Pectin." **British Journal of Nutrition.** 78(2) : 283-291.

Seong, H.S., Kim, J.P. and Ko, S.W. 1999. "Preparation Chito -Oligosaccharides as Antimicrobial Agents for Cotton." **Textile Research Journal.** 69(7) : 483-488.

Shahidi, F., Kamil, J., Arahchi, V. and Jeon, Y. 1999. "Food Applications of Chitin and Chitosans." **Trends in Food Science and Technology.** 10 : 37-51.

Shibasaki K-I, Sano. H, Matsukubo .T. 1994. "Effects of low molecular weight chitosan on pH changes in human dental plaque". **Bull Tokyo Dent Coll.** 35(1):33-39.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Spagna, G., Pifferi, P.G., Rangoni, C., Mattivi, F., Nicolini, G. and Palmonari, R. 1996. "The Stabilization of White Wines by Adsorption of Phenolic Compounds on Chitin and Chitosan." **Food Research International.** 29(3) : 241-248.

Stevens, W.F. 2005. "Production and Storage of High Quality Chitosan from Shrimp, Crab and Fungus." **Advances in Chitin Science. 5** : 6-11.

Tsai, G.J., Su, W.H., Chen, H.C. and Pan, C.L. 2002. "Antimicrobial Activity of Shrimp Chitin and Chitosan from Different Treatment and Applications of Fish Preservation." **Fisheries Science.** 68(1) : 170-177.

Wei, T. 2003. **Chitosan and Immunochemistry, Resisting Weary.** [Online]. Available : http://www.haima-tech.com/doce/hm2-3.html. 23/01/2006.

Xiaozen, M. 2001. "Effect of Chitosan on Growth Performance and Lipid Metabolism of Male Broiler Chickens." **Fujian Journal of Agricultural Sciences.** 16(4) : 30-34. (Abstr.)

Yabuki, M., Mizushina, K., Amatatsu, T., Ando, A., Fujii, T., Shimada, M. and Yamashita M. 1986. "Purification and Characterization of Chitinase and Chitobiase Produced by *Aeromonas hydrophila* subsp. *Anaerogenes* A52." **Journal of General and Applied Microbiology**. 32 : 25-38.

Yoon, O.S. and Hyung, C.S. 2004. **Interaction of Breed by Chitosan Supplementation on Growth and Feed Efficiency at Different Supplementing Ages in Broiler Chickens.** [Online]. Available : http://www.fass.org/2004/abstracts/7.PDF. 18/02/2006.

Zofia, T., Aleksandra, B.R., Danuta, S., Alicja, D., Alojzy, R. and Bogumia, P. 2003. "Effects of Chitosan on Selected Production Characteristics and Hatching Success of the Pharaqh Quail." **Animal Husbandry.** 6(2) : 214-223.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณโภชนะในอาหารทดลอง

ส่วนประกอบทางเคมี	สุกรรุ่น	สุกรขุน
ความชื้น (%)	9.93	11.09
วัตถุแห้ง (%)	90.07	88.91
เถ้า (%)	5.30	5.27
โปรตีน (%)	17.87	17.24
ไขมัน (%)	8.82	6.79
เยื่อใย (%)	3.79	4.14
ไนโตรเจนฟรีเอกแทรกซ์ (kcal/kg)	54.29	55.47
แคลเซียม (%)	0.75	0.76
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%)	0.70	0.76
พลังงานทั้งหมด (%)	4188.25	4064.95

ตารางที่ ก.2 แสดงราคาวัตถุดิบของอาหารสุกรที่ใช้ผสมอาหารทดลอง (มีนาคม-พฤษภาคม พ.ศ.2549)

วัตถุดิบ	ระยะของสุกร	
	สุกรรุ่น (บาท/กิโลกรัม)	สุกรขุน (บาท/กิโลกรัม)
ข้าวโพด	6.00	6.00
รำละเอียด	6.67	6.67
กากถั่วเหลือง (44%)	11.20	11.20
ถั่วเหลืองอบ	13.10	13.10
ปลาป่น (50%)	24.00	24.00
น้ำมันปาล์ม	21.00	-
เกลือ	3.00	3.00
ไลซีน	75.00	-
หินฝุ่น	1.50	1.50
พรีมิกซ์	36.00	36.00
ราคาแอมม๊อกซี่ซิลิน	300.00	300.00
ราคาไคโตซาน	600.00	600.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 แสดงอุณภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ตลอดระยะเวลาของการเลี้ยงสุกร(อุณหภูมิภายในโรงเรียนปิด)

สัปดาห์ที่	เช้า		เย็น		ความชื้นสัมพันธ์	
	DRY	WET	DRY	WET	เช้า	เย็น
1	27.0	26.0	27.4	26.1	92.0	90.0
2	27.1	26.0	27.1	26.0	91.0	90.9
3	27.1	26.1	27.7	26.6	92.0	91.0
4	26.4	25.1	27.4	26.3	89.7	90.9
5	27.1	26.1	27.9	26.4	92.0	88.9
6	27.6	26.4	28.4	26.7	92.0	87.0
7	26.7	25.7	27.6	26.1	92.0	89.0
8	27.7	26.7	27.9	26.4	92.0	89.0
9	27.6	26.6	28.9	26.7	92.0	84.1
10	27.6	26.6	27.9	26.4	92.0	89.0
11	26.3	25.3	26.4	25.1	92.0	89.9
12	27.0	25.9	27.9	26.4	91.0	89.0
13	26.9	25.9	27.7	26.6	92.0	91.0

ตารางที่ ก.4 เกณฑ์การจัดแบ่งระดับชั้นคุณภาพซากสุกรตามเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง

ระดับชั้น	ค่าดัชนี (LSQ)	เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง[1/]
สูงที่สุด	≤0.2	48.76
สูงมาก	0.21-0.26	46.88
สูง	0.27-0.32	45.05
ปานกลาง	0.33-0.38	43.37
ต่ำ	0.39-0.44	42.00
ต่ำมาก	≥0.45	40.31

[1/]เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงที่ได้จากการตัดแต่งตามระบบการค้าของบริษัท เฟรทมีท โพรเซสซิ่ง จำกัด

ที่มา : จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ (2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.5 แสดงส่วนประกอบทางเคมีในอาหารสุกร

ลักษณะที่ศึกษา (%)	อาหารสุกรระยะที่1	อาหารสุกรระยะที่ 2
ความชื้น	9.93	11.09
เถ้า	5.30	5.27
โปรตีน	17.87	17.24
ไขมัน	8.82	6.79
เยื่อใย	3.79	4.14
แคลเซียม	0.75	0.76
ฟอสฟอรัส	0.70	0.76
พลังงานทั้งหมด (kcal/kg)	4188.25	4064.95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของน้ำหนักเริ่มต้นในสุกรรุ่น,สุกรขุน

	สุกรรุ่น				สุกรขุน		
SOV	df	MS	P-value	SEM	MS	P-value	SEM
Trt	5	0.7895	0.7208^{ns}	0.46	21.4508	0.7380^{ns}	0.56
Block	7	63.6739	0.0001**		39.1352	0.0024**	
C.V.(%)		3.3262			5.2093		

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางที่ ข.2 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของน้ำหนักสิ้นสุดในสุกรรุ่น,สุกรขุน

	สุกรรุ่น				สุกรขุน		
SOV	df	MS	P-value	SEM	MS	P-value	SEM
Trt	5	21.4508	0.0815^{NS}	0.56	13.7232	0.2260^{NS}	0.94
Block	7	37.6495	0.0037**		35.6200	0.0037**	
C.V.(%)		5.2889			2.7592		

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางที่ ข.3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นในสุกรรุ่น,สุกรขุน และตลอดการทดลอง

	สุกรรุ่น				สุกรขุน			ตลอดการทดลอง		
SOV	df	MS	P-value	SEM	MS	P-value	SEM	MS	P-value	SEM
Trt	5	22.0933	0.0855^{NS}	0.78	43.6020	0.0673^{NS}	1.18	13.0947	0.2470^{NS}	0.82
Block	7	129.4060	0.0001**		89.1481	0.0009**		7.8279	0.5620^{NS}	
C.V.(%)		13.2609			8.5159			4.0467		

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของจำนวนวันที่เลี้ยงในสุกรรุ่น,สุกรขุน และตลอดการทดลอง

	สุกรรุ่น				สุกรขุน			ตลอดการทดลอง		
SOV	df	MS	P-value	SEM	MS	P-value	SEM	MS	P-value	SEM
Trt	5	28.8452	0.4005^{NS}	0.82	20.8708	0.2439^{NS}	1.10	59.3105	0.1472^{NS}	1.17
Block	7	314.2048	0.1560^{NS}		131.6398	0.0001**		107.5272	0.0104*	
C.V.(%)		14.7724			10.1830			7.5530		

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางที่ ข.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของอัตราการเจริญเติบโตในสุกรรุ่น,สุกรขุน และตลอดการทดลอง

	สุกรรุ่น				สุกรขุน			ตลอดการทดลอง		
SOV	df	MS	P-value	SEM	MS	P-value	SEM	MS	P-value	SEM
Trt	5	0.0229	0.0177*	0.01	0.0183	0.1376^{NS}	0.01	0.0162	0.0207*	0.01
Block	7	0.0113	0.1721*		0.0232	0.0564^{NS}		0.0129	0.0366*	
C.V.(%)		9.0135			10.1049			7.300		

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ ข.6 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของปริมาณอาหารที่กินในสุกรรุ่น,สุกรขุน และตลอดการทดลอง

	สุกรรุ่น				สุกรขุน			ตลอดการทดลอง		
SOV	df	MS	P-value	SEM	MS	P-value	SEM	MS	P-value	SEM
Trt	5	130.0097	0.2261^{NS}	1.75	130.7063	0.7125^{NS}	3.32	236.3484	0.2662^{NS}	2.57
Block	7	568.0896	0.0001**		920.6404	0.0023**		346.1752	0.0867^{NS}	
C.V.(%)		15.4335			11.6006			7.2570		

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.7 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักในสุกรรุ่น, สุกรขุน และตลอดการทดลอง

	สุกรรุ่น				สุกรขุน			ตลอดการทดลอง		
SOV	df	MS	P-value	SEM	MS	P-value	SEM	MS	P-value	SEM
Trt	5	0.0774	0.0204*	0.03	0.1017	0.0576NS	0.02	0.5280	0.0290*	0.02
Block	7	0.1633	0.0001**		0.1522	0.0054*		0.0912	0.0006**	
C.V.(%)		7.0381			8.1928			5.5963		

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางที่ ข.8 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของต้นทุนต่อค่าอาหารเป็นน้ำหนักตัวในสุกรรุ่น, สุกรขุน และตลอดการทดลอง

	สุกรรุ่น				สุกรขุน			ตลอดการทดลอง		
SOV	df	MS	P-value	SEM	MS	P-value	SEM	MS	P-value	SEM
Trt	5	12.4464	0.0004**	0.01	5.3918	0.1076	0.02	5.0427	0.0060**	0.01
Block	7	13.5387	0.0001**		10.0921	0.0044**		6.1817	0.0007**	
C.V.(%)		7.1032			8.1183			5.5518		

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ตารางที่ ข.9 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของความหนาไขมันสันหลังในสุกรน้ำหนัก 110 กิโลกรัม

	สุกรน้ำหนัก 110 กิโลกรัม			
SOV	df	MS	P-value	SEM
Trt	5	4.8768	0.5393NS	2.95
Block	7	10.9066	0.0321*	
C.V.(%)		10.4182		

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ก่อน กรุณาอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักก่อนฆ่าของสุกร

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	139.1551178	27.8310236	0.57	0.7201^{NS}	0.33
Error	39	1990.6933929	48.5534974			
Total	44	2129.8485106				
C.V. (%)			5.984424			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ ค.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักซากอุ่นของสุกร

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	102.5227421	20.5045484	1.44	0.2326^{NS}	0.58
Error	39	556.3630357	14.2657189			
Total	44	658.8857778				
C.V. (%)			5.877188			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ ค.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักซากเย็น(ซีกซ้าย)ของสุกร

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	19.63108730	3.92621746	0.70	0.6271^{NS}	0.35
Error	39	218.92535714	5.61347070			
Total	44	238.55644444				
C.V. (%)			5.696593			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ ค.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ซาก

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	6.73041376	1.34608275	0.29	0.9162^{NS}	0.31
Error	39	181.60243114	4.65647259			
Total	44	188.33284490				
C.V. (%)			2.988614			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของพื้นที่หน้าตัดสันนอก(LA)

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	261.7054821	52.3410964	1.34	0.2685^{NS}	0.59
Error	39	1524.9715179	39.1018338			
Total	44	1786.6770000				
C.V. (%)			12.86126			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ ค.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่าดัชนีความหนาไขมันสันหลังต่อความกว้างกล้ามเนื้อสันนอก (LSQ)

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	0.01896298	0.00379260	1.26	0.3010^{NS}	0.01
Error	39	0.11748665	0.00301248			
Total	44	0.13644963				
C.V. (%)			17.61916			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ ค.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักซากเย็นซีกซ้าย

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	19.63108730	3.92621746	0.70	0.6271^{NS}	0.35
Error	39	218.92535714	5.61347070			
Total	44	238.55644444				
C.V. (%)			5.696593			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ ค.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เนื้อสันใน

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	0.18945098	0.03789202	1.64	0.1725^{NS}	0.02
Error	39	0.90141155	0.02311312			
Total	44	1.09086252				
C.V. (%)			12.80729			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.9 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เนื้อสันนอก

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	0.24347338	0.04869468	0.10	0.9912 ^{NS}	0.10
Error	39	18.65057831	0.47821996			
Total	44	18.89405170				
C.V. (%)			5.324910			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ ค.10 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เนื้อสะโพก

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	2.68495777	0.53699155	0.48	0.7865 ^{NS}	0.15
Error	39	43.33165190	1.11106800			
Total	44	46.01660966				
C.V. (%)			5.850135			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ ค.11 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ขาหมู

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	0.59012336	0.11802467	0.57	0.7199	0.07
Error	39	8.02674485	0.20581397			
Total	44	8.61686821				
C.V. (%)			4.766863			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ ค.12 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์คางหมู

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	0.09453192	0.01890638	0.11	0.9886 ^{NS}	0.06
Error	39	6.48011407	0.16615677			
Total	44	6.57464598				
C.V. (%)			11.22860			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.13 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์มันแข็ง

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	4.12099024	0.82419805	0.93	0.4748^{NS}	0.14
Error	39	34.72306743	0.89033506			
Total	44	38.84405767				
C.V. (%)			20.69607			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ ค.14 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์หนังหมู

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	0.17039744	0.03407949	1.63	0.1761^{NS}	0.02
Error	39	0.81758970	0.02096384			
Total	44	0.98798714				
C.V. (%)			8.699284			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ ค.15 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์มันติดหนัง

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	1.94906820	0.38981364	0.49	0.7829^{NS}	0.13
Error	39	31.13445091	0.79831925			
Total	44	33.08351911				
C.V. (%)			13.60340			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ ค.16 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เศษไขมัน

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	0.40425697	0.08085139	0.52	0.7567^{NS}	0.08
Error	39	6.01873890	0.15432664			
Total	44	6.42299587				
C.V. (%)			16.39820			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.17 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เศษเนื้อแดง

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	0.16175118	0.03235024	0.88	0.5035 ^{NS}	0.03
Error	39	1.43346108	0.03675541			
Total	44	1.59521226				
C.V. (%)			12.16684			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ ค.18 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงรวม

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	7.09569089	1.41913818	0.25	0.9393 ^{NS}	0.34
Error	39	224.94579572	5.76784092			
Total	44	232.04148661				
C.V. (%)			5.324910			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ ค.19 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมันรวม

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	10.93992973	2.18798595	0.45	0.8137 ^{NS}	0.31
Error	39	191.43735596	4.90865015			
Total	44	202.37728569				
C.V. (%)			12.95282			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ ค.20 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์สามชั้น

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	6.92189401	1.38437880	1.28	0.2925	0.16
Error	39	42.20907123	1.08228388			
Total	44	49.13096525				
C.V. (%)			7.241482			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.21 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์กระดูกรวม (กระดูก+ซี่โครง)

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	3.65031057	0.73006211	1.70	0.1579^{NS}	0.10
Error	39	16.76216996	0.42979923			
Total	44	20.41248053				
C.V. (%)			5.776839			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ ค.22 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์สันคอรวมหัวไหล่

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	2.44615837	0.48923167	0.63	0.6768^{NS}	0.12
Error	39	30.21336607	0.77470169			
Total	44	32.65952444				
C.V. (%)			5.387558			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ ค.23 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์สามชั้นรวมซี่โครง

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	4.12036373	0.82407275	0.64	0.6710^{NS}	0.17
Error	39	50.26536071	1.28885540			
Total	44	54.38572444				
C.V. (%)			5.880778			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของความเป็นกรด-ด่าง ภายหลังสัตว์ตายที่ 45 นาที

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	0.79214421	0.15842884	2.13	0.0822^{NS}	0.33
Error	39	2.90135357	0.07439368			
Total	44	3.69349778				
C.V. (%)			4.261603			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ ง.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอุณหภูมิ ภายหลังสัตว์ตายที่ 45 นาที

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	0.47667063	0.09533413	0.20	0.960^{NS}	0.09
Error	39	18.62910714	0.4776694			
Total	44	19.10577778				
C.V. (%)			1.707259			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ ง.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ความชื้นในเนื้อสุกร

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	6.09842798	1.21968560	1.79	0.1367^{NS}	0.13
Error	39	26.51063010	0.67975975			
Total	44	32.60905809				
C.V. (%)			1.116733			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ ง.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์โปรตีนในเนื้อสุกร

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	2.66884741	0.53376948	0.47	0.7998^{NS}	0.15
Error	39	44.76116966	1.14772230			
Total	44	47.43001707				
C.V. (%)			4.699380			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมันในเนื้อสุกร

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	3.30350972	0.66070194	0.99	0.4344^{NS}	0.12
Error	39	25.25814958	0.66468815			
Total	44	28.56165930				
C.V. (%)			58.55826			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ ง.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่า L* (lightness)

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	21.58693536	4.31738707	0.61	0.6912^{NS}	0.39
Error	39	275.13894464	7.05484473			
Total	44	296.72588000				
C.V. (%)			6.129829			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ ง.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่า a* (redness)

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	4.03365183	0.80673037	0.97	0.4510^{NS}	0.14
Error	39	32.60093929	0.83592152			
Total	44	36.63459111				
C.V. (%)			18.25087			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ ง.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่า b* (yellowness)

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	0.31877897	0.06375579	0.17	0.9739^{NS}	0.09
Error	39	15.05553214	0.38603929			
Total	44	15.37431111				
C.V. (%)			59.48814			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.9 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของการสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุก

SOV	df	SS	SM	F-value	P=value	SEM
Feed	5	43.96454409	8.79290882	0.81	0.5479^{NS}	0.18
Error	39	421.99578036	10.82040462			
Total	44	465.96032444				
C.V. (%)			12.19445			

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายขวัญชัย ทรัพย์ทวีผลบุญ
วัน เดือน ปีเกิด	7 มีนาคม 2524 ที่จังหวัดชลบุรี
ที่อยู่	27 ม.10 ต.หน้าพระธาตุ อ.พนัสนิคม จ.ชลบรี 20140
ประวัติการศึกษา	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนพนัสพิทยาคาร จ.ชลบุรี
	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนพนัสพิทยาคาร จ.ชลบุรี
	อุดมศึกษา(ปริญญาตรี) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
	คณะเกษตรศาสตร์ บางพระ จ.ชลบุรี
ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์	ขวัญชัย ทรัพย์ทวีผลบุญ จุฑารัตน์ เศรษฐกุล
	และรณชัย สิทธิไกรพงษ์ 2552. ผลการเสริมสารไคโตซาน
	ในอาหาร ต่อสมรรถภาพการผลิตสุกรระยะรุ่น-ขุน.
	การสัมมนาวิชาการเกษตร ประจำปี 2552
	ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์
	มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (โปสเตอร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้