ใบรับรองปัญหาพิเศษ

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

เรื่อง

ผลของการใช้สารไคโตซานระดับ 300 และ 400 ppm.ต่อสมรรถภาพการผลิตในไก่กระทง

Effect of Chitosan at level 300 and 400 ppm. on Productive Performance of Broiler

โดย

นางสาวศรีสกุล อรชุน

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา .....

(รศ.ดร.รณชัย สิทธิไกรพงษ์)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.ดร.รณชัย สิทธิไกรพงษ์)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

วันที่ 6 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18041

หอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของการใช้สารไคโตซานระดับ 300 และ 400 ppm. ต่อสมรรถภาพการผลิตในไก่กระทง

Effect of Chitosan at level 300 and 400 ppm. on Productive Performance of Brolier

T100732

โดย

นางสาวศรีสกุล อรชุน

เสนอ

ปพ.
ศ259ศ
2545

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....100732
วัน,เดือน,ปี.....22 JUN 2009

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

พ.ศ. 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ ถ้าขาดความช่วยเหลือและร่วมมือจากทุกฝ่าย ทั้งนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตร์ตราจารย์รณชัย สิทธิไกรพงษ์ ที่คอยให้คำแนะนำปรึกษาตลอดจนแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลอง อาจารย์ห้องปฏิบัติการโภชนศาสตร์ เจ้าหน้าที่คอกทดลองที่คอยช่วยเหลืออย่างเต็มที่ เพื่อน ๆ ทุกคนที่คอยช่วยเหลือเป็นอย่างดี พี่และเพื่อนร่วมทำปัญหาพิเศษที่คอยปรึกษาและช่วยเหลือกันมาโดยตลอด ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่คอยเป็นกำลังใจด้วยดีเสมอมา โดยเฉพาะคุณแม่และน้อง ๆ ที่เป็นกำลังใจที่ดีเยี่ยม สุดท้ายข้าพเจ้าขอขอบพระคุณทุกท่านที่เป็นอย่างสูง

นางสาวศรีสกุล อรชุน

28 เมษายน 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญภาพ	(2)
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญตารางผนวก	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	13
ผลการทดลอง	20
วิจารณ์	25
สรุป	27
เอกสารอ้างอิง	28
ภาคผนวก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงสูตรโครงสร้างของไคติน	3
2	แสดงสูตรโครงสร้างของไคโตซาน	3
3	แสดงกระบวนการผลิตไคติน	7
4	แสดงกระบวนการผลิตไคโตซาน	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงส่วนประกอบสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่กระทงระยะ 0 –3 สัปดาห์	14
2	แสดงส่วนประกอบสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่กระทงระยะ 3 –6 สัปดาห์	15
3	แสดงส่วนประกอบสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่กระทงระยะ 6 –7 สัปดาห์	16
4	แสดงส่วนประกอบทางเคมีของอาหารทดลองเลี้ยงไก่กระทง	20
5	แสดงลักษณะน้ำหนักเริ่มทดลอง น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักที่เพิ่ม และอัตราการเจริญเติบโตของไก่กระทง	23
6	แสดงปริมาณอาหารที่กิน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม และอัตราการรอด	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
1	แสดงอุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุด และความชื้นสัมพัทธ์ แต่ละช่วงตลอดทำการทดลอง	31
2	แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำหนักเฉลี่ยของไก่กระทงที่ได้รับอาหารทดลอง	32
3	แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำหนักไก่เฉลี่ยที่เพิ่ม	32
4	แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ย	32
5	แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของอัตราการเจริญเติบโต	33
6	แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก	33
7	แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว	33
8	แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของอัตราการรอด	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของการใช้สารไคโตซานระดับ 300 และ400 ppm. ต่อสมรรถภาพการผลิตในไก่กระทง

Effect of Chitosan at level 300 and 400 ppm. on Productive Performance of Brolier

การศึกษาการใช้ไคโตซานที่ระดับ 300 และ 400 ppm.ต่อสมรรถภาพการผลิตในไก่กระทง โดยสุ่มไก่กระทงคละเพศอายุ 1 วัน จำนวน 800 ตัว ออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 ตัว ซึ่งมีการสุ่มตามอาหารทดลองคือ สูตร 1 อาหารควบคุม สูตร 2 อาหารควบคุมเสริมคลอเตตร้าไซคลิน 50 ppm. สูตร 3 อาหารควบคุมเสริมไคโตซาน 300 ppm. สูตร 4 อาหารควบคุมเสริมไคโตซาน 400 ppm. ทำการให้อาหารตามระยะการเจริญเติบโตคือ ระยะ 0-3 สัปดาห์, ระยะ 3-6 สัปดาห์ และระยะ 6-7 สัปดาห์ตามลำดับ ผลการทดลองปรากฏว่า น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักไก่ที่เพิ่ม อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กิน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม และอัตราการรอดของไก่กระทง ที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยน้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง, น้ำหนักไก่ที่เพิ่ม, อัตราการเจริญเติบโตของไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรที่ 4 มีแนวโน้มดีกว่าสูตรที่1สูตรที่ 3 และสูตรที่ 2 ปริมาณอาหารที่กินประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก ไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรที่ 3 มีแนวโน้มประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักดีกว่าไก่กระทงที่ได้รับอาหาร สูตรที่ 4 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 1 และปริมาณอาหารที่กินต่อวันต่ำที่สุด ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ของไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรที่ 4 มีต้นทุนค่าอาหารถูกที่สุด และอัตราการรอดของไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของการใช้สารไคโตซานระดับ 300 และ400 ppm. ต่อสมรรถภาพการผลิตในไก่กระทง

Effect of Chitosan at level 300 and 400 ppm on Productive Performance of Brolier

คำนำ

การเลี้ยงไก่กระทงในปัจจุบัน จะเห็นได้ว่าอาหารเป็นปัจจัยสำคัญภายใต้สภาวะการแข่งขันทางเศรษฐกิจการเกษตรปัจจุบันโดยเฉพาะสัตว์ปีกซึ่งต้องพยายามเพิ่มผลผลิตให้ได้สูงสุด ต้นทุนการผลิตที่ต่ำ และเพื่อให้เกิดประโยชน์จากการใช้อาหารให้ได้มากที่สุด

ปิยะบุตร (2544) กล่าวว่าปัจจุบันมีการนำสารไคติน-ไคโตซานมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการเกษตร ทางการแพทย์และเภสัชกรรมมากขึ้น อาทิ การบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม อุตสาหกรรมสิ่งทอเส้นใย ป้องกันแบคทีเรียและเชื้อรา ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารในการลดไขมันคอเลสเตอรอล เร่งการเจริญเติบโตในพืชและสัตว์แลกเนื้อต่างๆ เช่น สุกร กุ้ง เป็ด ไก่ จากประโยชน์ของสารไคติน-ไคโตซาน ทำให้เล็งเห็นความสำคัญ ในการเลี้ยงสัตว์โดยเน้นผลของการใช้ไคโตซานในการเร่งการเจริญเติบโต ปรับปรุงสุขภาพให้แข็งแรง ลดการใช้ยาปฏิชีวนะผสมอาหาร ลดการสูญเสีย และลดต้นทุนการผลิต ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาการเสริมไคโตซานในอาหารสัตว์ปีก

วัตถุประสงค์

เพื่อทำการศึกษาผลของการเสริมสารไคโตซานในอาหารที่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่กระทงที่ระดับ 300 และ 400 ppm. เช่น อัตราการเจริญเติบโต, ปริมาณอาหารที่กิน, ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารและต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวไก่กระทง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ความหมายของไคโตซาน

ไคติน (chitin) เป็นสารประกอบเชิงซ้อน (high polymer) ของ (β-1,4-N-acetyl-D-glucosamine) จัดเป็นพวกสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ยาว (linear macro-molecular biopolymer) ที่มีโครงสร้างคล้ายเซลลูโลส สูตรโครงสร้างของไคตินต่างจากเซลลูโลสที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 2 เป็นหมู่อะซิทาไมด์ ($NH\text{-}CO\text{-}CH_3$) แทนที่จะเป็นหมู่ไฮดรอกซิล (OH) ส่วนไคโตซาน (Chitosan) เป็นอนุพันธ์ (derivative) ของไคติน ที่ได้จากการนำหมู่อะเซทิล ($CO\text{-}CH_3$) ออกไปจากไคติน (อิทธิพล, 2543) ไคตินเป็นเป็นสารที่เกิดตามธรรมชาติมีปริมาณมากเป็นที่สองของโลกรองจากเซลลูโลส พบไคตินได้ในผนังเซลล์ของพืชบางชนิด สัตว์ และจุลินทรีย์ เช่น ในไดอะตอม ในยีสต์ที่ใช้ทำเบียร์ และสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสัตว์ที่มีเปลือกและกระดอง เช่น หอย กุ้ง แกนหมึก และปู สามารถพบไคตินได้ทั้งบนบก ทะเลและน้ำจืด ไคตินประกอบด้วยไนโตรเจนประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์ ไคติน เชื่อมอยู่กับคาร์โบไฮเดรต ด้วยพันธะโควาเลนต์ในรูปของโปรตีน และอาจพบรวมอยู่กับเกลือแคลเซียมคาร์บอเนตในเปลือกของสัตว์พวกกุ้ง ปู ในพืช พบไคตินอยู่รวมอยู่กับเซลลูโลส ส่วนในสัตว์ พบอยู่ร่วมกับคอลลาเจน ไคติน เป็นสารโมเลกุลยาวที่ไร้ประจุ (non-electrolytic polymer) ซึ่งทำให้ไม่สามารถละลายในน้ำหรือสารละลายทั่วไป เช่น สารละลายอินทรีย์แต่หากแยกเอา หมู่อะเซทิลออกมา จะได้สารชื่อว่า "ไคโตซาน" ที่ละลายน้ำและตัวทำละลายหลายชนิดได้ดี เพราะมีประจุบวกบนหมู่อะมิโน ได้มีผู้รายงายว่าหากนำเอาสิ่งที่เหลือจากการแปรรูปกุ้ง ปู เคย ทั่วโลกมารวมกัน เราจะได้ไคตินมีน้ำหนักถึง 150 ล้านกิโลกรัม สารไคตินในธรรมชาติที่พบจะมีโครงสร้างต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับแหล่งที่พบสายของไคตินจะมีการจัดเรียงตัวได้หลายแบบซึ่งจะให้ความแข็งแรงต่างกันออกไปด้วย เราสามารถจัดลักษณะโครงสร้างของไคตินในธรรมชาติออกได้ 3 ประเภท คือ

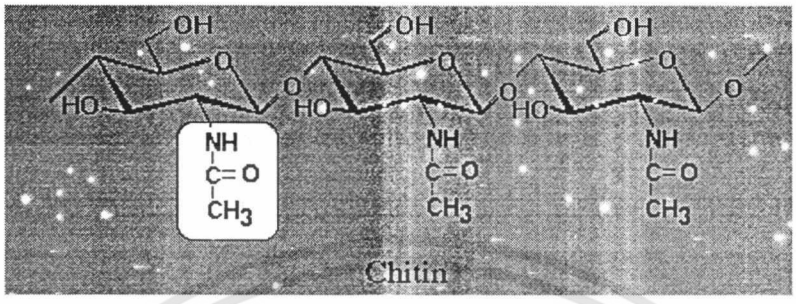
1.อัลฟ่าไคติน (α-chitin) เป็นแบบที่เส้นใยจัดเรียงตัวกลับไปมา ซ้อนกัน เส้นใยเรียงตัวได้แน่นและมีความแข็งแรงสูงสุด

2.เบต้าไคติน (β-chitin) เป็นแบบที่เส้นใยเรียงตัวในทิศทางเดียวกัน เส้นใยเรียงตัวไม่แน่น

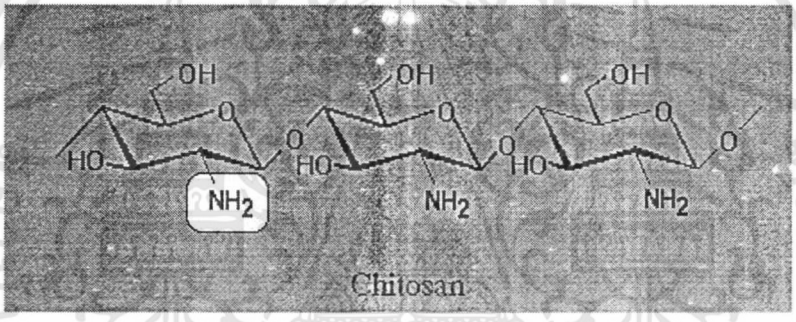
3.แกมมาไคติน (γ-chitin) เป็นลักษณะผสมของ β และ γ เป็นแบบที่เส้นใยเรียงตัวไม่เป็นระเบียบไปในทิศทางกลับทิศทางกันบ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทโครงสร้างของไคตินส่วนใหญ่ที่เรานำมาใช้ได้แก่ แบบอัลฟ่าที่พบในเปลือกกุ้งและปู และแบบเบต้าที่พบในแกนในของปลาหมึก (Anonymous, 2002a)



ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างของไคติน (Anonymous, 2002b)



ภาพที่ 2 สูตรโครงสร้างของไคโตซาน (Anonymous, 2002b)

สมบัติของไคติน

ไคตินบริสุทธิ์เป็นสารสีขาวเหมือนเยื่อกระดาษ ไม่ละลายน้ำ กรดเจือจาง (dilute acid) และตัวทำละลายอินทรีย์ใดๆ แต่ละลายใน anhydrous formic acid, สารละลาย hypochloride และใน mineral acid เข้มข้น สมบัติทางเคมีของไคตินและไคโตซานขึ้นอยู่กับปริมาณการเกิดปฏิกริยา deacetylation (Poul, 1993) นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับกระบวนการแยกไคตินออกจากเปลือกสัตว์ ดังนั้น สมบัติของไคตินและไคโตซานจึงแตกต่างกันไม่แน่นอน เช่น น้ำหนักโมเลกุล, องศาดีอะซิติเลชัน, ความหนาแน่น, ความสามารถในการดูดจับสีและความสามารถในดูดจับน้ำและไขมัน (อิทธิพล, 2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้าง

ไคตินเป็นพอลิเมอร์ของ N-acetyl-2amino-deoxy-D-glucose โครงสร้างผลึกของไคติน ศึกษาโดยใช้ X-ray Diffaction และ Infared Absorption Spectra Orthorhombic ปกติไคตินจะมีไนโตรเจนประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ไคตินที่ผ่านการทำปฏิกริยา deacetylation จะได้เป็นไคโตซานที่เป็นพอลิเมอร์ น้ำหนักโมเลกุลสูงเป็น linear polyamine ที่หมู่เอมีนที่ว่องไวต่อปฏิกริยาเคมี และอยู่ในรูปของเกลือเมื่ออยู่ในสภาวะกรดและแม้ว่าไคตินและไคโตซานมีพันธะ β (1$\rightarrow$4) anhydroglucosidic ที่ตำแหน่ง C_1 และ C_4 และที่ตำแหน่งหมู่ไฮดรอกซิลตรง primary (C_6) และsecondary (C_3) ซึ่งเหมือนในเซลลูโลส แต่สมบัติของไคตินและไคโตซานก็ไม่เหมือนเซลลูโลส หมู่ acetyl amine ของไคตินสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนซึ่งเป็นการป้องกันการรวมตัวและป้องกันการละลายในสารละลาย media (สุมาลัยและคณะ, 2540)

ไคตินที่ผ่านการทำปฏิกริยา deacetylation จะได้เป็นไคโตซานมีสมบัติเป็น cationic และเป็น linear polyelectrolyte ในช่วง pH ที่เป็นกรด มีความหนาแน่นประจุสูงคือ 1ประจุต่อ 1หน่วย glucosamine ประจุบวกบนไคตินจะว่องไวที่จะเกิดปฏิกริยากับผิววัตถุที่มีประจุลบซึ่งจะทำให้เกิดสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้าขึ้นและไคโตซานจะยึดเหนี่ยวได้ดีมากเนื่องจากมีหมู่ NH_3^+ เป็นจำนวนมากและ NH_3^+ สามารถทำปฏิกริยากับประจุลบที่แขวนลอยเป็นคอลลอยด์อยู่ ดังนั้นหากนำไคโตซานมาไว้บนพอลิเมอร์ธรรมชาติไคโตซานจะเกิดพันธะยึดติดทันที ตัวอย่างพอลิเมอร์ธรรมชาติได้แก่ เส้นผมและผิวหนัง ซึ่งประกอบไปด้วยประจุลบของโปรตีนและโมโนแซคคาไรด์ (monosaccharides) (ชมพูนุชและคณะ, 2539) นอกจากนี้ไคโตซานยังสามารถเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับไอออนบวกของโลหะได้ด้วย จัดไคโตซานเป็นตัวคีเลต (chelator) ที่ดีสามารถคีเลตกับโลหะที่มีความเป็นพิษ เช่น ทองแดง, เหล็ก, นิเกิล, เงิน, สังกะสี, โครเมียมและยูเรเนียม เป็นต้น ซึ่งผลการคีเลตจะทำให้ได้สารประกอบเชิงซ้อนที่มีความเป็นพิษลดลง (Onsoyen and Skangrud, 1990)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหล่งที่พบ

ไคตินเป็นพอลิเมอร์ที่มีมากในธรรมชาติเป็นอันดับสองรองจากเซลลูโลส พบได้ทั่วไปเสมอตามผนังเซลล์ของพืชและสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังไคตินจะทำหน้าที่เป็นโครงร่างภายนอก (exoskeleton) ของสัตว์ในไฟลัมอาร์โทรโปดา และยังเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของผนังเซลล์ของราและยีสต์อีกด้วย ในพืชบางชนิดอาจจะมีไคตินแทนเซลลูโลสหรือเกิดร่วมกับเซลลูโลสก็ได้ ปริมาณไคตินที่พบจะมีปริมาณแตกต่างกันไปตามชนิดของสัตว์

ไคโตซานเป็นส่วนประกอบหลักในผนังเซลล์ของราพวก *Zygomycetes* เช่น *Mucor rouxii* และ *Phycomyces blakesleeamus* และจะมองเห็นเป็นชั้นแยกกันชัดเจนในผนังแอสโคสปอร์ของ *Sacchaomyces cerevisiae* ไคโตซานเชื่อมต่อกันด้วย anionic polymer ซึ่งมีกรดกลูโคโลนิคและอาจมีพอลิฟอสเฟตอยู่ด้วย อาจพบไคโตซานในรากลุ่มอื่นๆได้แต่จะมีปริมาณน้อย เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับไคโตซานมี 2 ชนิดคือ

1.chitin decetylase พบใน *Mucor rouxii*

2.chitosanase ทำหน้าที่สลายพอลิมอร์ของไคโตซาน พบในจุลินทรีย์บางชนิด เช่น *Myxobacter* AL-1 (สุกันยาและสันทนา, 2540)

การผลิตไคติน

วัตถุดิบที่เป็นแหล่งสำคัญที่ใช้ในการผลิตไคติน ได้แก่ เปลือกกุ้งและเปลือกปูที่เป็นของเสียจากอุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็ง ในสมัยก่อนไคตินบริสุทธิ์มีราคาแพง เนื่องจากการผลิตให้บริสุทธิ์ทำได้ค่อนข้างยาก มักจะมีสารอื่น เช่น แคลเซียมซัลไฟต์ ($CaSO_3$) ซึ่งไม่ละลายน้ำปะปนมาแต่ถ้าผลิตจากเปลือกหอยหรือกระดองปู พบว่าแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นส่วนประกอบอยู่ ซึ่งในการผลิตไคติน ต้องใช้กรดซัลฟิวริกในการละลายแคลเซียมเพื่อแยกออกจากไคติน ซึ่งถ้าหากใช้กรดซัลฟิวริกผิดส่วน จะได้แคลเซียมซัลไฟต์ปนเปื้อนอยู่ในไคติน (สุมาลัยและคณะ, 2540)

การสกัดแยกส่วนประกอบต่างๆออกจากเปลือกกุ้งหรือเปลือกปูที่ใช้เป็นวัตถุดิบ ควรทำการเตรียมวัตถุดิบตามขั้นตอนต่อไปนี้

1.เนื่องจากเปลือกกุ้งหรือเปลือกปูที่ได้จากแหล่งต่างๆ เช่นโรงงานอุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็ง ตลาดสดหรือร้านอาหาร มักอยู่ในสภาพเปียกชื้นและอาจมีส่วนเนื้อติดปนมา ดังนั้นจึงควรนำมาตากแดดให้แห้งเสียก่อน เพื่อให้ง่ายต่อการเก็บหรืออาจจะแช่เก็บไว้ในที่เย็นหรือห้องเย็นก็ได้ อย่างไรก็ตามการตากแดดจัดๆประมาณ 1-2 วัน จะเป็นวิธีประหยัดและยังทำให้สีของไค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตินที่ได้สีขาวขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถลดขั้นตอนการแยกรงควัตถุด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ เนื่องจากรังสีอุลตร้าไวโอเลตในแสงแดดสามารถทำปฏิกริยากับรงควัตถุในเปลือกกุ้งหรือเปลือกปูทำให้รงควัตถุสลายตัวอยู่ในรูปที่ไม่มีสี

2.บดเปลือกกุ้งหรือเปลือกปูที่ได้จากที่ตากแห้งแล้วให้มีขนาดประมาณ 0.5 ตารางเซนติเมตร ล้างด้วยน้ำหลายๆครั้งเพื่อแยกส่วนที่เป็นเนื้อกุ้งหรือเนื้อปูที่อาจจะเหลือติดอยู่กับเปลือกออกให้หมด หลังจากนั้นนำมาตากให้แห้งอีกครั้ง เปลือกกุ้งหรือเปลือกปูที่เตรียมได้จะสามารถเก็บได้นานหลายเดือนที่อุณหภูมิห้อง ในเปลือกของสัตว์ทะเลประเภทกุ้ง และปูมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ ไคติน 20-30 เปอร์เซ็นต์, โปรตีน 30-40 เปอร์เซ็นต์, แคลเซียมคาร์บอเนต 30-50 เปอร์เซ็นต์, แมกนีเซียมและฟอสฟอรัส เฉลี่ย 1-2 เปอร์เซ็นต์ และสารอื่นๆที่มีอยู่ในปริมาณเล็กน้อย ได้แก่ สารรงควัตถุ เช่น คาโรทีนอยด์ และไขมัน เนื่องจากไคตินไม่สามารถละลายในตัวทำละลายที่ใช้กันทั่วไปได้ ดังนั้นการเตรียมไคตินจากเปลือกกุ้งและเปลือกปูจึงทำโดยการใช้ตัวทำละลายสกัดแยกส่วนประกอบอื่นๆออก และส่วนที่เหลือเป็นไคติน

การเตรียมไคตินสามารถแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอน คือ

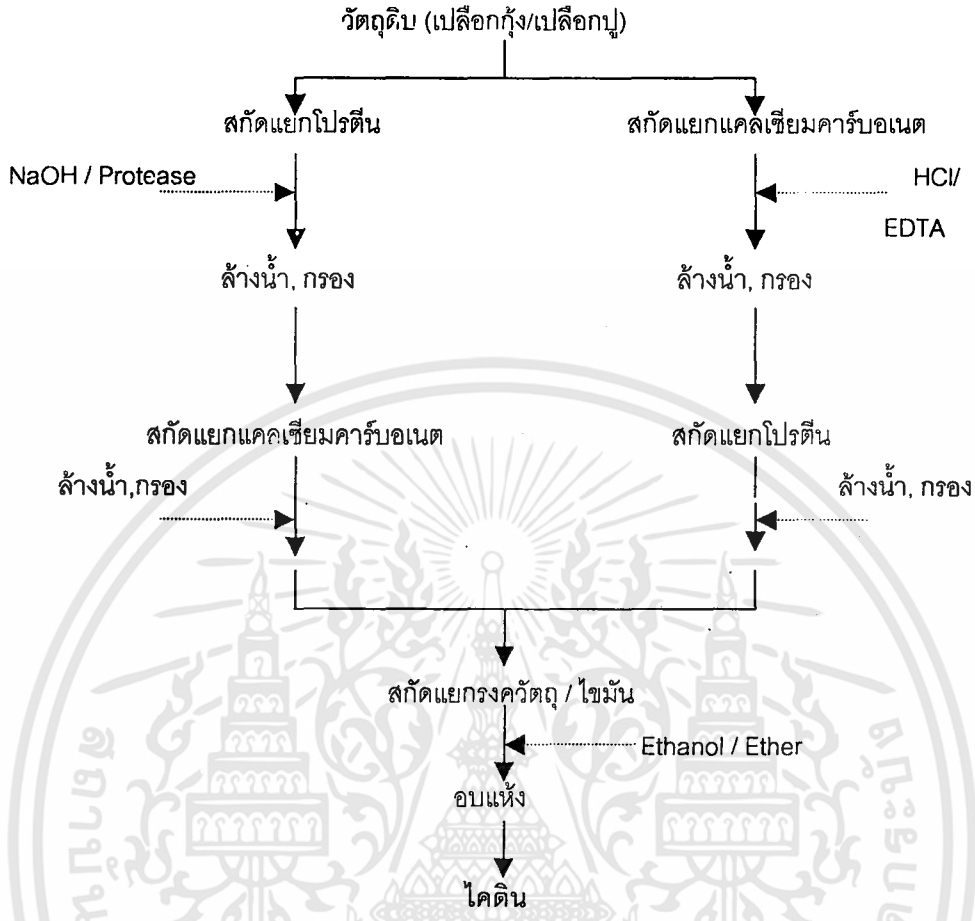
1.ขั้นตอนการแยกโปรตีน (deproteinization) สามารถทำได้ 2 วิธี คือ การสกัดแยกโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 1-10% และ การสกัดแยกโดยใช้เอนไซม์โปรติเอส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ย่อยสลายโปรตีน เช่น เป็บซิน (pepsin) ทริพซิน (trypsin)

2.ขั้นตอนการแยกแคลเซียม (demineralization) สามารถทำได้ 2 วิธี คือ การสกัดแยกโดยใช้สารละลายกรด เช่น กรดไฮโดรคลอริค กรดไนตริก กรดอะซิติก กรดที่นิยมใช้ คือกรดไฮโดรคลอริค และการสกัดแยกโดยใช้สารละลาย EDTA

3.ขั้นตอนการแยกรงควัตถุ (decoloration) สกัดโดยการล้างด้วยเอธานอล หรืออะซิโตน นอกจากนี้อาจจะใช้สารฟอกขาวอื่นๆ เช่น โซเดียมไฮเปอร์คลอไรด์ โปรแตสเซียมเปอร์มังกาเนต หรือไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ หรือนำมาตากแดด 1-2 วัน (Rutherford and Austin, 1978)

ขั้นตอนการแยกโปรตีนและขั้นตอนการแยกแคลเซียมคาร์บอเนต อาจจะสลับลำดับก่อนหลังได้ โดยถ้าต้องการนำโปรตีนที่สกัดแยก มาใช้ประโยชน์ เช่น นำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ ก็ควรทำการแยกโปรตีนก่อนเพื่อให้ได้ปริมาณโปรตีนสูง เนื่องจากในขั้นตอนการแยกแคลเซียมคาร์บอเนตมักใช้สารละลายกรดในการสกัดแยก ซึ่งกรดสามารถย่อยสลายโปรตีนได้ทำให้สูญเสียโปรตีนโดยไม่ได้ใช้ประโยชน์ ส่วนรงควัตถุและไขมันที่มีอยู่ในปริมาณเล็กน้อย สามารถสกัดโดยใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น แอลกอฮอล์ และใช้อีเทอร์ (ether) ในการสกัดแยกไขมัน (จิราภรณ์, 2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 ขั้นตอนทั่วไปของกระบวนการผลิตไคติน (สุกันยาและสันทนา, 2540)

การผลิตไคโตซาน

จิราภรณ์ (2544) สารตั้งต้นที่ใช้ในการเตรียมไคโตซาน คือ ไคตินและปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในการเตรียมไคโตซานจากไคตินในสภาวะที่เป็นด่างเข้มข้น คือ ปฏิกิริยาดิอะซิทิเลชัน (deacetylation) ผลจากการเกิดปฏิกิริยาดิอะซิทิเลชัน จะทำให้หมู่อะซิทาไมด์ที่คาร์บอนอะตอมตำแหน่งที่สองในวงแหวน ไพราโนส (pyranose ring) ของไคตินถูกเปลี่ยนเป็นหมู่อะมิโน การดึงหรือตัดเอาหมู่อะซิทิลออกจากไคตินนั้น สามารถดึงออกได้เพียงบางส่วน หรือเกือบทั้งหมด ซึ่งจะทำให้สมบัติหลายประการของ ไคตินนั้นเปลี่ยนแปลงไป พบว่าเมื่อดึงหมู่อะซิทิลของไคตินออกเกินครึ่งหนึ่ง หรือคิดเป็นร้อยละ 50 ขึ้นไป จะทำให้ได้สารที่มีสมบัติในการละลายได้ในกรดอินทรีย์อ่อน ๆ เช่น กรดน้ำส้มสายชู กรด แลกติกที่พบในนมเปรี้ยว หรือ กรดซิตริกที่พบในมะนาว หรือพืชตระกูลส้ม ซึ่งเป็นสมบัติที่ต่างไปจากสารเริ่มต้นหรือไคติน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าต้องการไคโตซานที่มีค่าระดับของการเกิดดิอะซิทิเลชันสูง ๆ ก็ให้ทำปฏิกิริยาในสภาวะที่รุนแรง คือ เพิ่มความเข้มข้น หรือ ความแรงของด่างที่ใช้ และใช้อุณหภูมิสูงในการทำปฏิกิริยา หรือการทำปฏิกิริยากับด่างซ้ำหลาย ๆ ครั้ง

วิธีการที่ใช้ในการเตรียมไคโตซานจากไคตินได้มีผู้รายงานไว้หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธี จะมีความแตกต่างกันในรายละเอียดแต่สามารถแบ่งวิธีการที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาดิอะซิทิเลชันได้เป็น 2 วิธีใหญ่ ๆ คือ

1. การทำปฏิบกิริยาดิอะซิทิเลชัน ของไคตินกับด่างที่หลอมละลาย (Alkali fusion)

วิธีนี้เป็นการทำปฏิกิริยาดิอะซิทิเลชันในสภาวะที่รุนแรง โดยการหลอมละลายด่างที่อุณหภูมิสุงเพื่อให้ทำปฏิกิริยากับไคติน เช่น การหลอมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ที่อุณหภูมิ 180 ^{o}C โดยให้ทำปฏิกิริยา ภายใต้บรรยากาศของไนโตรเจน แม้ว่าไคโตซานที่เตรียมได้จากวิธีนี้ จะมีค่า เปอร์เซนต์ของการเกิดดิอะซิทิเลชันสูงได้ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ แต่ผลจากภาวะที่รุนแรงในการทำปฏิกิริยาทำให้เกิดปฏิกิริยาดีพอลิเมอร์ไรเซชัน ทำให้ไคโตซานที่ได้มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ (ค่าดีกรีของการพอลิเมอร์ไรเซชันประมาณ 20)

2. การทำปฏิกิริยาดิอะซิทิเลชันของไคตินในสารละลายด่าง

วิธีนี้มีการใช้และศึกษากันมากกว่าวิธีแรก โดยสารละลายด่างที่ใช้กันมาก คือ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ แต่ก็มีรายงานการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ แต่ก็มีรายงานการใช้สารละลายด่างชนิดอื่น ๆ ด้วย เช่น โปแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ลิเทียมไฮดรอกไซด์ และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ค่าระดับของการดิอะซิทิเลชันของไคโตซานที่ได้จะขึ้นกับความเข้มข้นของสารละลายด่าง อุณหภูมิ และระยะเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาเป็นสำคัญ ในกรณีที่ต้องการเตรียมไคโตซานที่สามารถละลายได้ในสารละลายกรด ตัวอย่างสภาวะที่อาจเลือกใช้ในการทำปฏิกิริยา เช่น

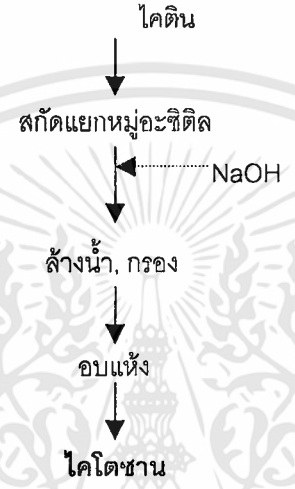
(1) สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 150 ^{o}C ทำปฏิกิริยานาน 24 ชั่วโมง

(2) สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 100 ^{o}C ทำปฏิกิริยานาน 24 ชั่วโมง

(3) สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 100 ^{o}C ทำปฏิกิริยานาน 1 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากจะป้องกันการเกิดปฏิกิริยาดีพอลิเมอร์ไรเซชัน ซึ่งจะทำให้ไคโตซานที่ได้มีค่าความหนืด และน้ำหนักโมเลกุลลดต่ำลงโดยการทำปฏิกิริยาระหว่างไคติน กับสารละลายด่างเข้มข้นภายใต้บรรยากาศของไนโตรเจนแล้ว การเติม reducing agents เช่น โซเดียมโบโรไฮไดด์จะมีผลช่วยลดปฏิกิริยาดีพอลิเมอร์ไรเซชันของไคโตซานได้ (จิราภรณ์, 2544)



ภาพที่ 4 ขั้นตอนทั่วไปของกระบานการผลิตไคโตซาน (สุกันยาและสันทนา, 2540)

สุกันยาและสันทนา (2540) รายงานคุณสมบัติของไคโตซานไว้ดังนี้

1.คุณสมบัติทางเคมี

การละลาย : ไคโตซานไม่สามารถละลายในน้ำ ด่าง และตัวทำละลายแต่สามารถละลายในสารละลายกรดเกลือเจือจาง

2.คุณสมบัติทางกายภาพ

ความหนืดของสารละลาย : ไคโตซานเมื่อละลายในตัวทำละลายจะได้สารละลายที่มีความข้นหนืด โดยที่ความหนืดของสารละลายขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆดังนี้

-ความเข้มข้นของสารละลาย คือ เมื่อสารละลายมีความเข้มข้นสูงขึ้น ความหนืดของสารละลายก็จะเพิ่มขึ้นด้วย

-อุณหภูมิของสารละลาย คือ เมื่อสารละลายมีอุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้สารละลายมีความหนืดลดลง

-ความเข้มข้นของกรด คือ เมื่อความเข้มข้นของกรดเพิ่มขึ้น (พีเอชลดลง) จะทำให้สารละลายมีความหนืดเพิ่มขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ระยะเวลาในขณะเป็นสารละลาย (aging) คือ เมื่อตั้งสารละลายทิ้งเอาไว้นานขึ้นจะทำให้ความหนืดของสารละลายเปลี่ยนแปลงไป

ลักษณะของสารละลายที่สังเกตเห็น คือ จะมีลักษณะใสและไม่มีสี เมื่อสารละสลายแข็งตัวจะมีลักษณะคล้ายเจลาติน

3.คุณสมบัติทางชีวภาพ

ไคโตซานมีคุณสมบัติเป็นสารต้านเชื้อรา (Antifungal) ทำให้เชื้อราไม่สามารถเจริญได้เนื่องจาก

1.ไคโตซานกระตุ้นการสร้างสารประกอบฟีโนลิกซึ่งเป็นสารยับยั้งการเจริญของเชื้อราในเมล็ดพืชนั้น

2.ความหนืดของสารละลายไคโตซานจะทำให้เกิดการเคลือบผิวของอาหารนั้นทำให้เชื้อราไม่สามารถใช้เป็นแหล่งอาหารได้

การใช้ประโยชน์ของไคโตซานและแนวทางการประยุกต์ใช้ในอนาคต

1.การบำบัดน้ำเสีย

- การสกัดไอออนโลหะหนักและแบคทีเรียในสระว่ายน้ำ บ่อน้ำแร่และน้ำดื่ม
- การตกตะกอน ได้แก่ การตกตะกอนสารประเภทโปรตีน สีย้อมผ้า และ กรดอะมิโน
- การกรองใช้เป็นตัวกรองแทนกระดาษกรอง (filter paper)หรือแผ่นกรองน้ำ
- สารกำจัดสารแขวนลอยและกรดอินทรีย์บางชนิด สำหรับการผลิตเครื่องดื่มจากกระบวนการหมัก เช่น ไวน์ เบียร์ และอาหารแปรรูป (จิราภรณ์, 2544)

2.การผลิตเยื่อกระดาษและเส้นใย

- การปรับผิวหน้ากระดาษ กระดาษอัดรูป กระดาษก๊อปปี้แบบใช้ผงคาร์บอน
- การเคลือบเส้นใยและผ้าที่ไม่ใช่ผ้าขนสัตว์
- เป็นตัวยึดหรือเชื่อมในอุตสาหกรรมกระดาษและเป็นสารเชื่อมดินเหนียว และเยื่อเซลลูโลสทำให้ภาชนะคุณภาพดีขึ้น (สุกันยา และสันทนา, 2540)

3.การแพทย์และเภสัชกรรม (จิราภรณ์, 2544)

- ใช้รักษาเหงือกและฟัน
- เป็นพลาสเตอร์ปิดแผล ฟองน้ำ
- ใช้รักษาและเสริมสร้างสุขภาพของกระดูกอ่อน
- เป็นเส้นเลือดเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เป็นสารหล่อลื่นในเยื่อปาก
- การควบคุมคลอเลสเตอรอล
- การช่วยให้เลือดแข็งตัวเร็วขึ้น
- การยับยั้งเนื้องอก (Tumor Inhibtion)
- เป็นไหมเย็บแผล ได้ดีกว่าไหมเย็บสังเคราะห์เพราะผูกปมง่าย แผลหายเร็ว
- การยับยั้งการเกิด คราบจุลินทรีย์ที่ฟัน (Dental/Plaque Inhibition)
- การรักษาผิว ไฟไหม้ น้ำร้อนลวก โดยใช้เป็นหนังเทียม (Skin Burms/Artificial)
- น้ำตาเทียมหรือน้ำยาสำหรับซอฟคอนแทคเลนซ์ (Eyes Humor Fluid)
- คอนแทคเลนซ์ (Contact Lens)
- ควบคุมการปลดปล่อยฤทธิ์ยา (Controlled Release of Drugs)
- การเยียวยาโรคทางกระดูก (Bone Disease Treatment)
- เป็นอาหารเสริมใช้ลดไขมันและลดน้ำหนัก

4. เครื่องสำอางค์

เนื่องจากมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำ และต่อต้านจุลินทรีย์จึงใช้เป็นสาร เติมแต่งให้ความชุ่มชื้น ทำให้ความหอมติดทนนาน เนื้อของเครื่องสำอางค์ละเอียดเนียน ปราศจากการแยกชั้น ดังนั้นจึงใช้เป็นสารพื้นฐานของเครื่องสำอางหลายประเภท เช่น แป้งแต่งหน้า น้ำหอม ผงขัดเล็บ ครีมหรือโลชั่นบำรุงผิว สำหรับหน้า มือ และผิวกาย ผสมในแชมพูใช้บำรุงเส้นผม โลชั่นกันแดด และเจลล้างหน้า ยาสีฟัน ตัวเพิ่มโฟม เป็นตาข่ายคลุมผิวหนัง

5. ทางการเกษตร

- การเคลือบเมล็ดพันธุ์ เพื่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ และกันแมลง
- การเคลือบใบเพื่อต้านทานต่อโรคและแมลง
- เป็นสารกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช

6. ทางด้านอาหาร

- เป็นสารกันบูด เนื่องจากมีประจุบวกจึงมีคุณสมบัติต้านทานแบคทีเรียและรา
- เป็นสารปรุงแต่งอาหารคงรูปและสี
- สารเคลือบอาหาร และผัก ผลไม้

7. ทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพ

- เป็นสารห่อหุ้มเอนไซม์และเซลล์ด้วยเทคนิคอิมโมบิไลเซชัน (Immobilization)
- เป็นตัวแยกโดยวิธีโครมาโตกราฟี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การใช้ทำขั้วไฟฟ้าทางชีวภาพ เพื่อการวิเคราะห์และตรวจสอบสารต่าง ๆ
- ใช้ขึ้นรูปจุลินทรีย์เป็นเม็ด สำหรับกำจัดน้ำเสียรักษาสิ่งแวดล้อม
- เป็นสารช่วยทำปฏิกิริยาในการเคลือบผิวแผ่นโพลิเอสเตอร์ด้วยโลหะในการผลิต
- วัสดุป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (จิราภรณ์, 2544)

ความปลอดภัยและพิษวิทยาของไคโตซาน

ไคตินและไคโตซานเป็นสารธรรมชาติที่พบได้ทั่วไป เป็นพอลิเมอร์ที่มีประจุบวกเช่นเดียวกับ กัวกัม (guar gum) เซลลูโลส และคาราจีนีน อีกทั้งโมเลกุลของไคตินและไคโตซานมีขนาดใหญ่ ดังนั้นร่างกายคนจึงไม่สามารถย่อยได้สมบูรณ์โดยระบบย่อยอาหาร ทำให้ร่างกายไม่มีการดูดซึมสารนี้ และส่วนใหญ่ขับถ่ายออกไปโดยไม่เกิดความเป็นพิษต่อการทำงานของร่างกาย (Knorr, 1991)

ระบบการทำงานของร่างกายคนและสัตว์ไม่สามารถย่อยสลายพันธะ β–1,4 glycosidic ที่มีโมเลกุลของไคโตซาน และยังสามารถสรุปได้ว่า glucosamine backbone ของไคตินและไคโตซานไม่มีพิษและอันตรายต่อคนเนื่องจากอนุมูลย่อยกลูโคซามีนเป็น aminosugar จากที่มีในธรรมชาติและพบได้ในปริมาณมากในอาหารธรรมชาติทั่วไป เช่น ไข่ ตับ และยีสต์ ส่วนในร่างกายคนนั้นจะพบกลูโคซามีนปนเป็นองค์ประกอบอยู่ในมิวโคพอลีแซคคาไรด์ในมิวโคโปรตีน และมิวโคลิปิด อนุมูลย่อยกลูโคซามีนนี้มีระดับความเป็นพิษต่ำ และผ่านการทดสอบพิจารณาต่างๆมากมายเกี่ยวกับการใช้ในด้านการแพทย์ แล้ว ดังนั้นไคตินและไคโตซานจึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์กับร่างกายและอาหารเนื่องจากมีความเป็นพิษต่ำด้วยเช่นเดียวกับกลูโคซามีน (ฉกามาศ, 2539)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์

1.ลูกไก่กระทงคละเพศพันธุ์อาร์เบอร์เอเคอร์อายุ 1 วัน จำนวน 800 ตัว

2.กรงขนาด 2x3 ตารางเมตร จำนวน 16 คอก

3.เครื่องกกไก่โดยใช้แก๊ส 16 อัน

4.ถาดให้อาหาร จำนวน 16 ถาด

5.ถังให้อาหารลูกไก่และกระติกให้น้ำลูกไก่ อย่างละ 16 อัน

6.เครื่องชั่งน้ำหนักขนาด 20 กิโลกรัม 1 เครื่อง

7.เครื่องชั่งน้ำหนักขนาด 7 กิโลกรัม 1 เครื่อง

8.อุปกรณ์ที่ใช้ในการผสมอาหาร

9.ผ้าม่านกันลมเข้าโรงเรือน

10.อาหารทดลองแบ่งเป็น 4 สูตร

สูตร 1 อาหารควบคุม

สูตร 2 อาหารควบคุมเสริมคลอเตตร้าไซคลิน (Chlortetracyclin) 50 ppm.

สูตร 3 อาหารควบคุมเสริมไคโตซาน 100 ppm.

สูตร 4 อาหารควบคุมเสริมไคโตซาน 200 ppm.

โดยอาหารควบคุมคำนวณตามความต้องการของไก่กระทงในแต่ละระยะอายุที่แนะนำโดย NRC (1994) แบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะ 0 – 3 สัปดาห์, ระยะ 3 – 6 สัปดาห์, ระยะ 6 – 7 สัปดาห์ รายละเอียดดูส่วนประกอบของสูตรอาหารแต่ละระยะแสดงในตารางที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่กระทงระยะ 0 –3 สัปดาห์

วัตถุดิบอาหาร	ระยะ 0 –3 สัปดาห์			
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
ข้าวโพด	45.16	45.16	45.16	45.16
กากถั่วเหลือง	39.07	39.07	39.07	39.07
ถั่วเหลืองอบ	6.00	6.00	6.00	6.00
น้ำมันพืช	5.70	5.70	5.70	5.70
โมโนแคลเซียมฟอสเฟต	1.60	1.60	1.60	1.60
เกลือ	0.50	0.50	0.50	0.50
ดีแอลเมทไธโอนีน	0.22	0.22	0.22	0.22
หินฝุ่น	1.50	1.50	1.50	1.50
พรีมิกซ์	0.25	0.25	0.25	0.25
คลอเตตร้าไซคลิน	-	0.025	-	-
ไคโตซาน	-	-	0.03	0.04
รวม	100.00	100.025	100.03	100.04
ราคา (บาท/กิโลกรัม)	9.22	9.30	9.40	9.46
ปริมาณโภชนะจากการคำนวณ				
โปรตีน (เปอร์เซ็นต์)	22.00	22.00	22.00	22 00
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม)	3052.20	3052.20	3052.20	3052.20
แคลเซียม (เปอร์เซ็นต์)	1.02	1.02	1.02	1.02
ฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์)	0.47	0.47	0.47	0.47
ไลซีน (เปอร์เซ็นต์)	1.29	1.29	1.29	1.29
เมทไธโอนีน+ซีสตีน(เปอร์เซ็นต์)	0.91	0.91	0.91	0.91
ทริปโตเฟน (เปอร์เซ็นต์)	0.30	0.30	0.30	0.30
ทรีโอนีน (เปอร์เซ็นต์)	0.91	0.91	0.91	0.91

หมายเหตุ คลอเตตร้าไซคลิน ราคากิโลกรัมละ 320 บาท (1 กิโลกรัมมีคลอเตตร้าไซคลิน 200 กรัม)

ไคโตซาน ราคากิโลกรัมละ 600 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงส่วนประกอบสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่กระทงระยะ 3 –6 สัปดาห์

วัตถุดิบอาหาร	ระยะ 3 –6 สัปดาห์			
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
ข้าวโพด	50.69	50.69	50.69	50.69
กากถั่วเหลือง	34.37	34.37	34.37	34.37
ถั่วเหลืองอบ	5.00	5.00	5.00	5.00
น้ำมันพืช	6.40	6.40	6.40	6.40
โมโนแคลเซียมฟอสเฟต	1.30	1.30	1.30	1.30
เกลือ	0.50	0.50	0.50	0.50
ดีแอลเมทไธโอนีน	0.90	0.90	0.90	0.90
หินฝุ่น	1.40	1.40	1.40	1.40
พรีมิกซ์	0.25	0.25	0.25	0.25
คลอเตตร้าไซคลิน	-	0.025	-	-
ไคโตซาน	-	-	0.03	0.04
รวม	100.00	100.025	100.03	100.04
ราคา (บาท/กิโลกรัม)	8.93	9.01	9.11	9.17
ปริมาณโภชนะจากการคำนวณ				
โปรตีน (เปอร์เซ็นต์)	20.00	20.00	20.00	20.00
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม)	3012.63	3152.63	3152.63	3152.63
แคลเซียม (เปอร์เซ็นต์)	0.92	0.92	0.92	0.92
ฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์)	0.40	0.40	0.40	0.40
ไลซีน (เปอร์เซ็นต์)	1.15	1.15	1.15	1.15
เมทไธโอนีน+ซีสตีน(เปอร์เซ็นต์)	0.73	0.73	0.73	0.73
ทรีโอนีน (เปอร์เซ็นต์)	0.83	0.83	0.83	0.83

หมายเหตุ คลอเตตร้าไซคลิน ราคากิโลกรัมละ 320 บาท (1 กิโลกรัมมีคลอเตตร้าไซคลิน 200 กรัม)

ไคโตซาน ราคากิโลกรัมละ 600 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงส่วนประกอบสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่กระทงระยะ 6 –7 สัปดาห์

วัตถุดิบอาหาร	ระยะ 6 –7 สัปดาห์			
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
ข้าวโพด	57.61	57.61	57.61	57.61
กากถั่วเหลือง	28.62	28.62	28.62	28.62
ถั่วเหลืองอบ	5.00	5.00	5.00	5.00
น้ำมันพืช	5.60	5.60	5.60	5.60
โมโนแคลเซียมฟอสเฟต	1.10	1.10	1.10	1.10
เกลือ	0.50	0.50	0.50	0.50
ดีแอลเมทไธโอนีน	0.02	0.02	0.02	0.02
หินฝุ่น	1.30	1.30	1.30	1.30
คลอเตตร้าไซคลิน	-	0.025	-	-
ไคโตซาน	-	-	0.03	0.04
รวม	100.00	100.025	100.03	100.04
ราคา (บาท/กิโลกรัม)	8.31	8.39	8.49	8.55
ปริมาณโภชนะจากการคำนวณ				
โปรตีน (เปอร์เซ็นต์)	18.00	18.00	18.00	18.00
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม)	3183.44	3183.44	3183.44	3183.44
แคลเซียม (เปอร์เซ็นต์)	0.82	0.82	0.82	0.82
ฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์)	0.36	0.36	0.36	0.36
ไลซีน (เปอร์เซ็นต์)	1.01	1.01	1.01	1.01
เมทไธโอนีน+ซีสตีน(เปอร์เซ็นต์)	0.61	0.61	0.61	0.61
ทรีโอนีน (เปอร์เซ็นต์)	0.76	0.76	0.76	0.76

หมายเหตุ คลอเตตร้าไซคลิน ราคากิโลกรัมละ 320 บาท (1 กิโลกรัมมีคลอเตตร้าไซคลิน 200 กรัม)

ไคโตซาน ราคากิโลกรัมละ 600 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD = Complete Randomize Design) ทำการแบ่งลูกไก่กระทงคละเพศ อายุ 1 วัน ออกเป็น 4 กลุ่ม โดยการสุ่มตามอาหารทดลอง คือ

กลุ่มที่ 1 เลี้ยงด้วยสูตรอาหารควบคุม (control)

กลุ่มที่ 2 เลี้ยงด้วยสูตรอาหารควบคุม+คลอเตตร้าไซคลิน 25 กรัมต่ออาหาร 100 กิโลกรัม

กลุ่มที่ 3 เลี้ยงด้วยสูตรอาหารควบคุม+ไคโตซาน 30 กรัมต่ออาหาร 100 กิโลกรัม

กลุ่มที่ 4 เลี้ยงด้วยสูตรอาหารควบคุม+ไคโตซาน 40 กรัมต่ออาหาร 100 กิโลกรัม

ซึ่งแต่ละกลุ่มมี 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้ลูกไก่จำนวน 50 ตัว ทำการให้อาหารตามระยะการเจริญเติบโตคือ ระยะ 0 –3 สัปดาห์, ระยะ 3 –6 สัปดาห์ และ 6 –7 สัปดาห์ ตามลำดับ

2. วิธีการเลี้ยงไก่กระทง

ในการทดลองใช้ไก่กระทงพันธุ์อาร์เบอร์เอเคอร์ (Arbor Acre) จำนวน 800 ตัว วิธีการเลี้ยงในระยะแรกจะสุ่มลูกไก่ทั้งหมดเอวไว้ในคอก คอกละ 50 ตัว จำนวน 16 คอก ในระยะ 0 –3 สัปดาห์แรกมีการให้ความอบอุ่นลูกไก่โดยใช้เครื่องกกแก๊ส และใช้ผ้าม่านคลุมบริเวณรอบข้างของคอกไก่ป้องกันลมโกรก และป้องกันการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่เร็วเกินไป ภายนอกโรงเรือนจะมีอ่างน้ำที่ใส่น้ำยาฆ่าเชื้อเอา2ไว้รุ่มเท้า ก่อนที่จะเข้ามาภายในโรงเรือนเป็นการฆ่าเชื้อโรค มีการให้น้ำและอาหารกินตลอดเวลา น้ำที่ใช้เลี้ยงจะต้องสะอาดอยู่เสมอ โดยเปลี่ยนน้ำวันละ 2 ครั้ง ในเวลาประมาณ 7.00 น.และเวลา 16.00 น. ในการให้อาหารถือหลักที่ว่าให้น้อยๆแต่บ่อยครั้ง เพื่อไม่ให้อาหารเหลืออยู่ในถาดอาหารมากเกินไป และเป็นการป้องกันการสูญเสียอาหาร เนื่องจากการตกหล่น เพราะลูกไก่จิกกิน หรือคุ้ยเขี่ยอาหารที่มีอยู่เต็มถาดอาหาร นอกจากนี้ยังเป็นการป้องกันมดที่จะมากินเศษอาหารที่ตกหล่น

การให้ยาปฏิชีวนะ และไวตามิน โดยการผสมลงไปในน้ำกินในช่วงอายุ 1 –3 วันแรกที่นำลูกไก่เข้ามา และก่อนการทำวัคซีน 3 วัน และหลังทำวัคซีน 3 วัน เพื่อเป็นการลดความเครียดเมื่อไก่อายุ 2 หรือ 3 สัปดาห์ มีการทำวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิล โดยการหยอดตาหรือจมูก และทำวัคซีนป้องกันโรคกัมโบโร เมื่อไก่อายุ 4 สัปดาห์ และทำการกลับแกลบรองพื้นคอกทุกๆสัปดาห์เพื่อป้องกันไม่ให้ความชื้นและปริมาณแก๊สแอมโมเนียสูงเกินไป ทำการตรวจสุขภาพไก่ทุกวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

100732

3.การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

สุ่มอาหารทดลองของไก่กระทงทั้ง 3 กลุ่มทุกระยะอายุ นำไปวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี (Proximate analysis) ที่แนะนำโดย ศรีสกุล (2538)

4.การบันทึกข้อมูล

4.1 บันทึกปริมาณอาหารที่กินของไก่กระทงทุกสัปดาห์ ตลอดระยะการทดลอง

4.2 บันทึกน้ำหนักเริ่มต้น และชั่งน้ำหนักไก่กระทงทุกสัปดาห์ ตลอดระยะการทดลอง

4.3 บันทึกไก่กระทงที่ตาย ตลอดระยะการทดลอง

4.4 บันทึกอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ในโรงเรือนเวลาเช้า กลางวัน และเย็นตลอดระยะการทดลอง

5.การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

5.1 นำข้อมูลที่เก็บได้ในข้อ 4 มาคำนวณค่าต่างๆดังนี้

5.1.1 ปริมาณการกินอาหารต่อวันต่อวัน คำนวณได้โดยใช้สูตร

$$\text{ปริมาณการกินอาหารต่อตัวต่อวัน} = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กิน}}{\text{จำนวนวัน} \times \text{จำนวนไก่}}$$

5.1.2 อัตราการเจริญเติบโตต่อตัวต่อวัน คำนวณได้โดยใช้สูตร

$$\text{อัตราการเจริญเติบโตต่อตัวต่อวัน} = \frac{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น}}{\text{จำนวนวัน} \times \text{จำนวนไก่}}$$

5.1.3 ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก 1 หน่วย คำนวณได้โดยสูตร

$$\text{ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร} = \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่กิน}}{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.4 ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไก่กระทง 1 กิโลกรัม คำนวณได้โดยใช้สูตร

$$\text{ต้นทุนค่าอาหารในการผลิต} = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กิน} \times \text{ราคาอาหารต่อกิโลกรัม}}{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น}}$$

5.1.5 อัตราการรอดตาย คำนวณได้โดยใช้สูตร

$$\text{อัตราการรอดตาย} = \frac{\text{จำนวนไก่ที่รอด} \times 100}{\text{จำนวนไก่ทั้งหมด}}$$

5.2 นำข้อมูลที่ได้ในข้อ 5.1 มาวิเคราะห์ ความแปรปรวน (Analysis of Variance) โดยใช้แผนการทดลอง CRD และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธี New Multiple Range Test โดยโปรแกรม SAS (อาวุธ, 2542)

6.สถานที่ทำการทดลอง

สถานที่เลี้ยงไก่กระทง

ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

สถานที่วิเคราะห์คุณค่าทางเคมีอาหารสัตว์

ห้องปฏิบัติการโภชนะศาสตร์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

7.ระยะเวลาในการทดลอง

ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2544 ถึง กุมภาพันธ์ 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ผลการนำเอาอาหารทดลองในแต่ละระยะอายุของไก่ทดลองไปวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง (Proximate analysis)

วัตถุดิบอาหาร	ระยะ 0 –3 สัปดาห์	ระยะ 3 –6 สัปดาห์	ระยะ 6 –7 สัปดาห์
ส่วนประกอบทางเคมีของอาหาร			
ความชื้น (%)	9.614	8.883	8.426
วัตถุแห้ง (%)	90.385	91.113	91.573
โปรตีน (%)	22.714	19.929	19.072
ไขมัน (%)	11.803	12.271	11.434
เยื่อใย (%)	4.202	3.991	3.402
ไนโตรเจนฟรีแอกแทรก (%)	44.350	48.906	52.806
เถ้า (%)	7.161	6.017	4.863
แคลเซียม (%)	1.173	1.006	0.906
ฟอสฟอรัส (%)	1.116	1.107	1.115
พลังงานทั้งหมด (Kcal/Kg)	4511.41	4614.74	4693.58

การศึกษาการเสริมไคโตซานในอาหารไก่กระทงเพื่อศึกษาสมรรถภาพการผลิต โดยแบ่งอาหารออกเป็น 4 สูตร คือ

สูตรที่ 1 อาหารควบคุม

สูตรที่ 2 อาหารควบคุมเสริมคลอเตตร้าไซคลิน 50 ppm.

สูตรที่ 3 อาหารควบคุมเสริมไคโตซาน 300 ppm.

สูตรที่ 4 อาหารควบคุมเสริมไคโตซาน 400 ppm.

ทำการเลี้ยงไก่กระทงตั้งแต่อายุแรกเกิดจนกระทั่งอายุ 49 วัน ได้ทดผลการทดลองดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18541

1.น้ำหนักจากการทดลองในระยะต่าง ๆ

จากการศึกษาปรากฏว่าไก่กระทงในระยะ 0-3 สัปดาห์ 0-6 สัปดาห์ และ 0-7 สัปดาห์ ที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 ,สูตรที่ 2 ,สูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 น้ำหนักสิ้นสุดของไก่กระทงที่ได้รับอาหารทั้ง 4 สูตร ทุกระยะให้ความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรที่ 4 มีแนวโน้มน้ำหนักสิ้นสุดการทดลองดีกว่าไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1,สูตรที่ 3 และสูตรที่ 2 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 5

2.น้ำหนักไก่ที่เพิ่ม

จากการศึกษาปรากฏว่าไก่กระทงในระยะ 0-3 สัปดาห์,3-6 สัปดาห์,6-7 สัปดาห์,0-6 สัปดาห์ และ 0-7 สัปดาห์ ที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 ,สูตรที่ 2 ,สูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 มีน้ำหนักเพิ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรที่ 4 มีแนวโน้มน้ำหนักเพิ่มดีกว่าไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1,สูตรที่ 3 และสูตรที่ 2 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 5

3.อัตราการเจริญเติบโต

จากการศึกษาปรากฏว่าไก่กระทงที่ได้รับอาหารทั้ง 4 สูตร มีอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรที่ 4 มีแนวโน้มอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1,สูตรที่ 3 และสูตรที่ 2 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 5

4.ปริมาณอาหารที่กิน

จากการศึกษาปรากฏว่าไก่กระทงในระยะ 0-3 สัปดาห์,3-6 สัปดาห์,6-7 สัปดาห์,0-6 สัปดาห์ และ 0-7 สัปดาห์ ที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 ,สูตรที่ 2 ,สูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 มีปริมาณอาหารที่กินแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 มีแนวโน้มปริมาณอาหารที่กิน สูงกว่าไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรที่ 4,สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

5.ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร

จากการศึกษาปรากฏว่าไก่กระทงในระยะ 0-3 สัปดาห์,3-6 สัปดาห์,6-7 สัปดาห์,0-6 สัปดาห์ และ 0-7 สัปดาห์ ที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 ,สูตรที่ 2 ,สูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรที่ 3 มีแนวโน้มประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ดีกว่าไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรที่ 4,สูตรที่ 2 และสูตรที่ 1 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 6

6.ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม

จากการศึกษาต้นทุนของค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ไก่กระทงในระยะ 0-7 สัปดาห์ ที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 ,สูตรที่ 2 ,สูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรที่ 3 ซึ่งเสริมสารไคโตซานที่ระดับ 300 ppm.มีแนวโน้มของต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ต่ำกว่าไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรที่ 4 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 1 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 6

7.อัตราการรอด

จากการศึกษาอาหารทั้ง 4 สูตรในไก่กระทงในระยะ 0 – 7 สัปดาห์ ปรากฏว่าที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 ,สูตรที่ 2 ,สูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) พบว่าไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2 มีอัตราการรอด ดีกว่าอาหารสูตรที่ 4 สูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 97.50, 96.50, 94.50 และ 92.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ลักษณะน้ำหนักเริ่มการทดลอง,น้ำหนักสิ้นจากการทดลอง, น้ำหนักที่เพิ่ม, และอัตรา การ เจริญเติบโตของไก่ทดลอง

ลักษณะที่ทำการศึกษา	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
น้ำหนักเริ่มต้นการทดลอง (กรัมต่อตัว)	43.00	43.00	43.00	43.00
น้ำหนักจากการทดลอง (กิโลกรัมต่อตัว)				
ระยะ 0-3 สัปดาห์	0.703	0.706	0.708	0.711
ระยะ 0-6 สัปดาห์	1.988	2.009	1.980	1.997
ระยะ 0-7 สัปดาห์	2.382	2.344	2.381	2.418
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัมต่อตัว)				
ระยะ 0-3 สัปดาห์	0.660	0.670	0.664	0.667
ระยะ 3-6 สัปดาห์	1.246	1.230	1.208	1.292
ระยะ 0-6 สัปดาห์	1.955	1.966	1.948	1.954
ระยะ 6-7 สัปดาห์	0.340	0.322	0.376	0.376
ระยะ 0-7 สัปดาห์	2.339	2.301	2.338	2.374
อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อตัวต่อวัน)				
ระยะ 0-3 สัปดาห์	31.45	31.60	31.53	31.78
ระยะ 3-6 สัปดาห์	59.63	58.58	57.57	59.19
ระยะ 0-6 สัปดาห์	46.52	46.82	46.12	46.52
ระยะ 6-7 สัปดาห์	48.66	46.07	53.97	53.82
ระยะ 0-7 สัปดาห์	47.74	46.97	47.72	48.46

หมายเหตุ ทุกลักษณะที่ทำการทดลองให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ลักษณะปริมาณอาหารที่กิน,ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร, ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (บาท/กิโลกรัม)

ลักษณะที่ทำการศึกษา	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
ปริมาณอาหารที่กิน (กิโลกรัมต่อตัว)				
ระยะ 0-3 สัปดาห์	1.016	1.016	1.015	1.021
ระยะ 3-6 สัปดาห์	2.910	2.888	2.653	2.895
ระยะ 0-6 สัปดาห์	3.926	3.904	3.834	3.916
ระยะ 6-7 สัปดาห์	1.185	1.074	1.153	1.180
ระยะ 0-7 สัปดาห์	5.120	4.985	4.988	5.097
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร				
ระยะ 0-3 สัปดาห์	1.535	1.527	1.525	1.525
ระยะ 3-6 สัปดาห์	2.185	2.162	2.130	2.140
ระยะ 0-6 สัปดาห์	2.015	1.980	1.980	2.000
ระยะ 6-7 สัปดาห์	3.500	3.610	3.270	3.157
ระยะ 0-7 สัปดาห์	2.222	2.197	2.137	2.132
ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (บาท/กิโลกรัม)				
ระยะ 0-3 สัปดาห์	14.659	14.571	14.548	14.549
ระยะ 3-6 สัปดาห์	21.063	21.306	21.172	21.089
ระยะ 0-6 สัปดาห์	18.535	18.213	18.183	17.385
ระยะ 6-7 สัปดาห์	29.808	30.455	27.598	26.650
ระยะ 0-7 สัปดาห์	19.703	19.532	19.210	19.446
อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)				
ระยะ 0-3 สัปดาห์	99.50	99.50	97.50	99.00
ระยะ 0-6 สัปดาห์	96.50	99.00	93.50	98.00
ระยะ 0-7 สัปดาห์	94.50	97.50	92.00	96.50

หมายเหตุ ทุกลักษณะที่ทำการทดลองให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์

ผลจากการทดลองปรากฏว่า ปริมาณอาหารที่กินของไก่กระทงที่ได้รับอาหารสูตรเสริมไคโตซานที่ระดับ 300 ppm. มีแนวโน้มการกินอาหารต่ำกว่าสูตรอาหารที่เสริมไคโตซานที่ระดับ 400 ppm. รวมทั้งสูตรอาหารควบคุมและสูตรอาหารที่เสริมคลอเตตร้าไซคลิน แต่การเสริมไคโตซานระดับ 300 ppm. ให้ผลของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่าอาหารสูตรอื่นๆ ชี้ให้เห็นว่า ไคโตซานที่ระดับ 300 ppm. นี้เมื่อผสมในสูตรอาหารจะทำให้ไก่กินอาหารน้อยแต่ประสิทธิภาพการเป็นอาหารเป็นน้ำหนักดีกว่าอาหารสูตรอื่นๆ ในขณะที่ไก่กระทงได้รับอาหารควบคุมที่กินนั้นปริมาณการกินจะสูงกว่าสูตรอื่นๆ แต่การเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวต่ำกว่าสูตรอื่นๆ อาจเป็นเพราะการเสริมไคโตซานจะไปลดปริมาณการกินอาหาร และช่วยเร่งการเจริญเติบโตของไก่กระทงและทำให้ประสิทธิภาพการเป็นอาหารเป็นน้ำหนักดีขึ้น ซึ่งอาหารควบคุมไม่เสริมสารไคโตซานลงในอาหาร ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักนั้นไม่ดีและมีปริมาณการกินอาหารที่สูง

น้ำหนักจากการทดลอง, น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโต พบว่าสูตรอาหารเสริมไคโตซานที่ระดับ 400 ppm.มีแนวโน้มของน้ำหนักจากการทดลอง, น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโต ดีกว่าอาหารสูตรควบคุม สูตรอาหารที่เสริมคลอเตตร้าไซคลินและสูตรอาหารเสริมไคโตซานที่ระดับ 300 ppm. ตามลำดับ ดังผลที่ได้รับจากการทดลอง สอดคล้องกับปิยะบุตร (2544) ที่กล่าวว่าไคโตซานมีคุณสมบัติเร่งการเจริญเติบโตในสัตว์แลกเนื้อ โดยที่กระเพาะส่วนต้นมีสภาพเป็นกรดจะช่วยย่อยโปรตีนได้ดีขึ้น ซึ่งการใช้ไคโตซานสามารถช่วยลดความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะที่มากเกินความจำเป็นและยังเป็นตัวช่วยเสริมสร้างให้ร่างกายแข็งแรง ลดภาวะการติดเชื้อโรค เสริมสร้างภูมิคุ้มกันโรค ซึ่งเห็นได้จากการสังเกตสีผิว ขนเป็นมัน แววตาสดใส อาการเจ็บป่วยมีไม่บ่อยนัก

อาหารสูตรเสริมคลอเตตร้าไซคลินนั้นโดนรวมแล้วให้สมรรถภาพในการผลิตที่ค่อนข้างต่ำ อาจเนื่องมาจากการเสริมคลอเตตร้าไซคลินที่ระดับ 50 ppm. อาจจะไม่ใช่ระดับที่เป็นตัวช่วยเร่งการเจริญเติบโตของไก่กระทง แต่พบว่าการเสริมคลอเตตร้าไซคลินที่ระดับ 50 ppm. ทำให้อัตราการรอดตายสูงว่าอาหารสูตรอื่นๆ เพราะคลอเตตร้าไซคลินเป็นยาปฏิชีวนะที่มีผลทั้งในทางการเร่งการเจริญเติบโต,ป้องกันและรักษาโรค

ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวของไก่กระทง พบว่า สูตรอาหารควบคุมมีต้นทุนในการผลผลิตสูงที่สุด นั้นอาจเนื่องมาจากผลของปริมาณการกินอาหารที่เพิ่มขึ้น ซึ่งได้จากการคำนวณจากสูตร โดยใช้ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวคูณราคาอาหาร (บาทต่อกิโลกรัม)หารด้วยน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนักตัวที่เพิ่มขึ้น ทำให้ต้องเพิ่มปริมาณการผลิตอาหาร ในขณะที่สูตรอาหารอาหารเสริมไคโตซานต้นทุนค่าอาหารถูกกว่า อาจจะเป็นผลมาจากการเสริมไคโตซานเป็นตัวช่วยให้การเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงดีขึ้นจากปริมาณอาหารที่กิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

จากการทดลองการเสริมไคโตซานในอาหารไก่กระทง ที่ระดับ 300 ppm. และ 400 ppm. ต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่กระทง สรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. สูตรอาหารเสริมไคโตซานที่ระดับ 400 ppm.ในอาหารไก่กระทงมีแนวโน้มของสมรรถภาพการให้ผลผลิตต่าง ๆ เช่น น้ำหนักจากการทดลอง น้ำหนักไก่ที่เพิ่ม อัตราการเจริญเติบโต สูงกว่าอาหารที่เสริมไคโตซานที่ระดับ 300 ppm.

2. สูตรอาหารเสริมไคโตซานที่ระดับ 300 ppm. จะมีแนวโน้มประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักดีกว่าการเสริมไคโตซานในระดับ 400 ppm. และมีแนวโน้วของปริมาณอาหารที่กิน ต่ำกว่าที่ระดับ 400 ppm.

3. เมื่อนำสูตรอาหารเสริมไคโตซานในไก่กระทงที่ระดับ 300 ppm.และ 400 ppm. เปรียบเทียบกับสูตรอาหารควบคุม อาหารเสริมไคโตซานที่ระดับ 400 ppm. แนวโน้มน้ำหนักจากการทดลอง ,น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น,อัตราการเจริญเติบโต สูงกว่าอาหารควบคุม

4. สูตรอาหารเสริมคลอเตตร้าไซคลินที่ระดับ 50 ppm. มีแนวโน้มน้ำหนักจากการทดลอง ,น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น,อัตราการเจริญเติบโต ต่ำกว่าสูตรอาหารเสริมไคโตซาน แต่ปริมาณอาหารที่กินดีกว่าสูตรอาหารเสริมไตโคซานที่ระดับ 300 ppm.และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักดีกว่าสูตรอาหารควบคุม และมีอัตราการรอดตายสูงที่สุด

5. สูตรอาหารควบคุม มีแนวโน้มปริมาณอาหารที่กินสูงกว่ากว่าสูตรอื่นๆ และมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวสูง แต่มีอัตราการรอดตายต่ำกว่าสูตรที่เสริมคลอเตตร้าไซคลินและเสริมไตโคซานที่ระดับ 300 ppm.และมีต้นทุนค่าอาหารสูงอาหารสูตรอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จิราภรณ์ เชาวสิกาสุขุมาวาสี. 2544. ไคติน-ไคโตซาน สารมหัศจรรย์จากธรรมชาติ. วารสารเพื่อเสริมการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ของไทย 1(2) : 12-20.

ฉกามาศ วงศ์ข้าหลวง. 2539. การใช้ประโยชน์จากไคติน. วารสารสถาบันวิจัยและส่งเสริมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ฉบับเทคโนโลยี 19(104) : 50-55.

ชมพูนุช ตลสุขาเลิศ, วรวุฒิ ศรีสุวิภา และวันชัย สัทธาฉัตรมงคล. 2539. การสกัดไคตินและไคโตซานและความจุของการแลกเปลี่ยนไอออนบวก. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.

ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์. 2544. ชี้ประสิทธิภาพ "ไคโตซาน" ลดการใช้ยากว่า 400 ล้านบาท/ปี. สัตว์เศรษฐกิจ 19(429) : 20-24.

ศรีสกุล วรจันทรา. 2538. การคำนวณสูตรอาหารและเทคโนโลยีอาหารสัตว์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.

สุกันยา เพ็ญทะเล และสันทนา พุ่มพวง. 2540. ผลของไคโตซานที่มีต่อการเจริญและการผลิตสาร พิษอฟาทอคซินของเชื้อรา *Aspergillus flavus* ในปลายข้าว. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.

สุมาลัย ศรีกำลัยทอง, ปาริชาติ หลายชูไทย, เรวดี นาคดี, พรศ วิจารณ์รัฐขันธ์, ณรงค์เดช ยาษา, ไช-อิชิ ไอบา และชัน-อิชิ ชินากาวา. 2540. การผลิตไคโตซานจากหัวกุ้งกุลาดำและการใช้ประโยชน์ในการดูดซับโลหะหนัก. วารสารการวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 12(2) : 11-18.

อาวุธ ตันโช. 2542. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร. 374น.

อิทธิพล แจ้งชัด. 2543. ไคโตซาน : พอลิเมอร์สารพัดประโยชน์ จากธรรมชาติ. วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง.10(1) : 27-33.

Anonymous. 2002a. Chitin and chitosan munufacturing and application. http://www.geocities.com/chitosanus/index.html.

Anonymous. 2002b. Product information. http://www.wellable/chitosan.htm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Knorr, D. 1991. Recovery and utilization of chitin and chitosan in feed processing waste managenment, J. feed. Technol. 28 :115-120.

Onsoyen, E. and O. Skangrud. 1990. Metal recovery using chitosan. J.Chem. Tech. Biotechnol. 49 : 395-404.

Poul, A.S. .1993. Chitosan Commercial Uses and Potential Applications Chitin and Chitosan, Philippines. 18p.

Rutherford, F.A. and P.R.Austin. 1978. Marine Chitin Properties and Solvents In : Processding of the First International Conference of Chitin/Chitosan. R.A.A.,Muzzarelli and E.R. Pariser (Eds.). Cambridge MA. MIT Sea Grant Program 52 : 182-192.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 แสดงอุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุด และความชื้นสัมพัทธ์แต่ละช่วงตลอดทำการทดลอง

สัปดาห์ที่	อุณหภูมิสูงสุด	อุณหภูมิต่ำสุด	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)			
	(C^o)	(C^o)	เช้า	กลางวัน	เย็น	เฉลี่ย
1	29.82	26.42	81.16	62.62	74.07	72.61
2	30.42	26.65	88.00	66.21	69.07	74.42
3	29.45	24.35	72.92	59.49	62.72	65.04
4	26.23	21.57	71.28	58.78	53.42	61.16
5	26.9	21.32	68.50	66.42	53.42	62.78
6	28.69	23.12	75.92	57.06	53.10	62.02
7	30.02	23.40	81.35	64.07	58.05	67.82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำหนักเฉลี่ยของไก่กระทงที่ได้รับอาหารทดลอง

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr >F	C.V.
ระยะ 0-3 ส.	3	113.235	37.745	0.14	0.936	2.540
ระยะ 0-6 ส.	3	0.00190	0.0006	0.15	0.925	3.228
ระยะ 0-7 ส.	3	0.01095	0.00036	1.91	0.181	1.833

ตารางผนวกที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำหนักไก่เฉลี่ยที่เพิ่ม

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr >F	C.V.
ระยะ 0-3 ส.	3	216.452	72.150	0.25	0.858	2.540
ระยะ 3-6 ส.	3	0.01525	0.0050	0.86	0.490	6.195
ระยะ 0-6 ส.	3	0.00073	0.0002	0.07	0.976	3.091
ระยะ 6-7 ส.	3	8695.46	2892.48	0.43	0.736	23.249
ระยะ 0-7 ส.	3	0.01058	0.00352	1.85	0.192	1.870

ตารางผนวกที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ย

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr >F	C.V.
ระยะ 0-3 ส.	3	0.00007	0.00002	0.25	0.862	0.964
ระยะ 3-6 ส.	3	0.18065	0.06021	2.51	0.108	5.463
ระยะ 0-6 ส.	3	0.02085	0.00695	0.55	0.655	2.874
ระยะ 6-7 ส.	3	0.03156	0.01052	2.35	0.123	5.820
ระยะ 0-7 ส.	3	0.06000	0.02000	1.42	0.283	2.347

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของอัตราการเจริญเติบโต

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr >F	C.V.
ระยะ 0-3 ส.	3	0.232	0.077	0.11	0.953	2.684
ระยะ 3-6 ส.	3	9.541	3.180	0.31	0.818	5.463
ระยะ 0-6 ส.	3	1.097	0.365	0.15	0.925	3.319
ระยะ 6-7 ส.	3	183.955	61.318	0.43	0.732	23.641
ระยะ 0-7 ส.	3	4.426	1.475	1.85	0.192	1.871

ตารางผนวกที่ 6 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr >F	C.V.
ระยะ 0-3 ส.	3	0.00026	0.00008	0.07	0.977	2.417
ระยะ 3-6 ส.	3	0.00721	0.00240	0.76	0.535	2.604
ระยะ 0-6 ส.	3	0.00347	0.00115	0.26	0.853	3.349
ระยะ 6-7 ส.	3	0.51531	0.17177	0.31	0.819	22.075
ระยะ 0-7 ส.	3	0.02380	0.00793	3.21	0.062	2.289

ตารางผนวกที่ 7 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr >F	C.V.
ระยะ 0-3 ส.	3	0.033	0.011	0.06	0.970	2.895
ระยะ 3-6 ส.	3	0.143	0.047	0.04	0.988	5.119
ระยะ 0-6 ส.	3	2.872	0.957	0.67	0.585	6.606
ระยะ 6-7 ส.	3	38.815	12.938	0.33	0.802	21.798
ระยะ 0-7 ส.	3	0.505	0.168	0.67	0.587	2.579

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 8 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของอัตราการรอด

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr >F	C.V.
ระยะ 0-3 ส.	3	10.750	3.583	2.05	0.160	1.337
ระยะ 0-6 ส.	3	69.000	23.000	2.00	0.167	3.505
ระยะ 0-7 ส.	3	70.750	23.583	1.53	0.257	4.127

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้