อิทธิพลของข้าวโพดและข้าวโพดร่วมกับเส้นใยเห็ดหลินจือบดต่อระดับภูมิคุ้มกันและคลอเลสเตอรอลในซีรัมของหนูขาวไอซีอาร์

Effect of Corn Meal and *Ganoderma lucidum* P. Karst Infested Corn Meal on Serum Immunoglobulin and Cholesterol in ICR Mice

*นิวัฒ เสนาะเมือง (Niwat Sanoamuang)[1]**
ภัทยา ภาคมฤค (Pattaya Pakmaluek)[2]
ฤทธิชัย พิลาไชย (Rithichai Pilachai)[3]

บทคัดย่อ

ศึกษาอิทธิพลของข้าวโพดและข้าวโพดร่วมกับเส้นใยเห็ดหลินจือบดต่อระดับภูมิคุ้มกันและคลอเลสเตอรอลในซีรัม โดยศึกษาในหนูพันธุ์ไอซีอาร์ เพศผู้ อายุ 7 สัปดาห์ น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 30.84 + 0.68 กรัม จำนวน 10 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยมีสิ่งทดลองแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 5 ตัว กลุ่มที่ 1 คือ ข้าวโพดบด และกลุ่มที่ 2 คือ ข้าวโพดที่เป็นวัสดุในการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดหลินจือร่วมกับข้าวโพดสัดส่วน 50:50 หนูแต่ละตัวได้รับอาหารแบบเต็มที่ จากการศึกษาพบว่าหนูที่ได้รับข้าวโพดเพียงอย่างเดียวมีปริมาณการกินที่มากกว่าหนูที่ได้รับข้าวโพดที่เป็นวัสดุในการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดหลินจือร่วมกับข้าวโพด ($p<0.05$) แต่หนูที่ได้รับข้าวโพดที่เป็นวัสดุในการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดหลินจือร่วมกับข้าวโพด มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง และอินทรียวัตถุสูงกว่าหนูที่ได้รับข้าวโพดเพียงอย่างเดียว ($p<0.01$) และพบว่าน้ำหนักของอวัยวะ ได้แก่ หัวใจ ปอด และตับ ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่พบว่าหนูที่ได้รับข้าวโพดมีน้ำหนักม้ามมากกว่าหนูที่ได้รับข้าวโพดที่เป็นวัสดุในการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดหลินจือร่วมกับข้าวโพด ($p<0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าหนูที่ได้รับข้าวโพดที่เป็นวัสดุในการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดหลินจือร่วมกับข้าวโพด มีระดับคลอเลสเตอรอลลดลง ($p<0.01$) ขณะที่ระดับภูมิคุ้มกันในซีรัม ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$)

Abstract

The objective of this experiment was to study the effect of corn meal (CM) and Ganoderma-infested corn (GCM) meal on plasma immunoglobulin A (IgA), immunoglobulin G (IgG) and cholesterol in ICR mice. Ten 7-week old males with the average weight of 30 + 0.68 g were selected using a complete randomized design. The mice were separated randomly into two groups. The first group was fed ad libitum with CM and the second group was fed ad libitum on CM: GCM at a mix ratio of 50:50. After 29 days, all mice were weighed and analyzed for IgA, IgG and their spleens were checked. Feed intake on CM was significantly ($p<0.05$) greater than that on GCM but the degree of digestibility of GCM by IRC mouse was significantly greater

[1]*รองศาสตราจารย์ คณะเกษตรศาสตร์ และ ศูนย์วิจัยอนุกรมวิธานประยุกต์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*
[2]*อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี*
[3]*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาเทคนิคการสัตวแพทย์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี*
**corresponding author, e-mail: niwat@kku.ac.th*

(p<0.01) than the CM digestibility. There was no significant difference in the weight of their hearts, lungs and livers, but spleens of the CM fed mice were slightly larger than those of the GCM fed mice. Levels of cholesterol and immunoglobulin in the blood plasma of the experimental mice were analyzed and the level of cholesterol of the GCM fed mice was significantly lower (p<0.01) than that from the CM fed mice. There were no significant differences (p>0.05) in the levels of immunoglobulins in the blood plasma of all mice. These findings suggest the potential of using corn meal inoculated with Ganoderma for healthy feed in animals.

คำสำคัญ: เส้นใยเห็ดหลินจือ อิมมูโนโกลบุลิน คลอเลสเตอรอล

Keywords: Ganoderma mycelium, Immunoglobulin, Cholesterol

บทนำ

ข้าวโพดเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่เกษตรกรปลูกกันมากกว่า และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมด ได้แก่ ลำต้น ซัง และเมล็ด โดยสามารถนำมาใช้เป็นอาหารของมนุษย์และสัตว์ได้ จากการรวบรวมเอกสารพบว่า คุณค่าทางอาหารของเมล็ดข้าวโพดองค์ประกอบส่วนใหญ่ ได้แก่ แป้งประมาณ 65 เปอร์เซ็นต์ จึงจัดเป็นแหล่งพลังงานในอาหารสัตว์ มีเยื่อใยต่ำ มียอดโภชนะย่อยได้สูง (total digestible nutrient, TDN) ประมาณ 80.26 เปอร์เซ็นต์ และมีโปรตีนรวม ประมาณ 8-11.30 เปอร์เซ็นต์ แต่เป็นโปรตีนคุณภาพต่ำ ได้แก่ เซอีน และกลูเทนิน ซึ่งโปรตีนชนิดนี้ขาดกรดอะมิโนบางชนิด ได้แก่ ไลซีน และทริปโตเฟน (จินดา, 2539)

เห็ดหลินจือเป็นราขนาดใหญ่ชนิดหนึ่ง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ganoderma lucidum* P. Karst เห็ดหลินจือจัดอยู่ในอาณาจักรรา ไม่มีคลอโรฟิลล์จึงไม่สามารถสังเคราะห์อาหารจากแสงแดดได้เหมือนพืชทั่ว ๆ ไป ต้องดำรงชีพโดยการได้รับสารอาหารจากสิ่งแวดล้อม ซึ่งมักเป็นซากพืช เช่น ขอนไม้ เป็นต้น โดยเห็ดจะปล่อยน้ำย่อยออกมาย่อยสลายวัสดุที่เป็นอาหารแล้วดูดซึมเข้าสู่เซลล์ เปลี่ยนเป็นโปรตีนอีกต่อหนึ่ง ดังนั้นวัสดุรองรับตามธรรมชาติ หรือวัสดุเพาะเลี้ยงจึงมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของเห็ดหลินจือ เห็ดหลินจือมีฤทธิ์ต่อต้านมะเร็ง เสริมสร้างภูมิคุ้มกันโรค การรักษาอาการแพ้ การบำรุงตับ การกำจัดพิษ การรักษาโรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน การลดไขมันในเลือด การบรรเทาอาการปวด ลดการอักเสบโดยเฉพาะการตรวจสอบทางพิษวิทยาพบว่าเป็นสารสมุนไพรที่มีความปลอดภัย ไม่มีอันตรายต่อร่างกายแต่อย่างใด (Sliva, 2003; John and Gohel, 2005; Liu and Zhang, 2005; Lin et al., 2006a) โดย Lin et al. (2006a) ได้ศึกษาวิจัยถึงผลของเห็ดหลินจือต่อการยับยั้งการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็งทรวงอก MDA-MB - 231 เซลล์ และเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมาก PC-3 เซลล์ในห้องปฏิบัติการแล้วพบว่าไม่มีการลุกลามของเซลล์มะเร็งอย่างชัดเจนทั้งมะเร็งทรวงอกและมะเร็งต่อมลูกหมาก และ เห็ดหลินจือเป็นเห็ดที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยมีโปรตีนประมาณ 24.40 เปอร์เซ็นต์ (สาธิต, 2538)

ดังนั้นจึงเกิดแนวคิดประสานระหว่างข้าวโพดซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ดีแต่มีปริมาณโปรตีนต่ำ ร่วมกับเห็ดหลินจือ เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดใหม่ โดยการใช้เมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นวัสดุเพาะเลี้ยงในการเลี้ยงเส้นใยเห็ดหลินจือ ระยะเวลา 30 วัน เพื่อให้ได้เส้นใยเห็ดหลินจือหุ้มเมล็ดข้าวโพด จากนั้นนำไปอบแห้งเพื่อให้เป็นอาหารสัตว์ต่อไป เพื่อเพิ่มระดับโปรตีนในเมล็ดข้าวโพดจากปริมาณเส้นใยเห็ดหลินจือที่ห่อหุ้ม

วัตถุประสงค์การทดลองครั้งนี้เพื่อศึกษาถึงผลของเส้นใยเห็ดหลินจือที่ใช้ข้าวโพดเป็นวัสดุเพาะเลี้ยงต่อระดับภูมิคุ้มกันและคลอเลสเตอรอลในหนูขาวที่ได้รับข้าวโพดร่วมกับเห็ดหลินจือเป็นอาหาร

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

1. สัตว์ทดลอง

หนูขาวเพศผู้ พันธุ์ไอซีอาร์ (ICR mouse) ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Mus musculus* Linnaeus อายุ 7 สัปดาห์ ที่มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 30.84 + 0.68 กรัม จำนวน 10 ตัว จากนั้นสุ่มหนูแต่ละตัวไว้ในกรงขังเดี่ยวและให้อาหารแยกแต่ละตัว โดยมีน้ำสะอาดกินตลอดเวลาและทำการปรับสภาพหนูก่อนเข้าการทดลองเป็นเวลา 1 สัปดาห์

2. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) โดยแบ่งหนู ออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 5 ตัว โดยหนูทุกตัวได้รับทรีทเมนต์เป็นไปแบบสุ่มสมบูรณ์

3. อาหารทดลอง

อาหารที่ใช้มีทั้งหมด 2 สูตร ดังนี้

T1 = ข้าวโพดบด

T2 = ข้าวโพดที่เป็นวัสดุในการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดหลินจือร่วมกับข้าวโพด สัดส่วน 50:50

หนูแต่ละตัวจะได้รับอาหารแบบเต็มที่ (ad libitum) โดยแบ่งให้อาหาร 3 เวลา คือ 08.00 น., 12.00 น. และ 18.00 น. โดยเพิ่มปริมาณอาหารขึ้นหากอาหารเหลือในรางอาหารน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ คุณค่าทางโภชนาการของสูตรอาหารแสดงในตารางที่1

4. การเก็บข้อมูล

4.1 บันทึกน้ำหนักของหนูทุกตัวก่อนทำการทดลอง

4.2 บันทึกปริมาณการให้อาหารทุกวัน ด้วยการชั่งน้ำหนักอาหารก่อนให้และบันทึกปริมาณอาหารที่เหลือ โดยเก็บอาหารที่หนูกินเหลือในตอนเช้าก่อนให้อาหารของทุกวัน จนครบ 1 อาทิตย์ แล้วนำอาหารเหลือมาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน เนื่องจากในอาหารที่หนูกินเหลืออาจมีน้ำ น้ำลาย ปัสสาวะปนเปื้อนอยู่ เพื่อนำมาคำนวณปริมาณอาหารที่กินได้ในแต่ละวัน จากสมการ

การกินได้ต่อวัน (วัตถุแห้ง) =

[อาหารที่ให้ตอนเช้า (วัตถุแห้ง)-อาหารเหลือตอนเช้า (วัตถุแห้ง)]-[อาหารที่ให้ตอนเย็น (วัตถุแห้ง)-อาหารเหลือตอนเย็น (วัตถุแห้ง)]

4.3 สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารทั้ง 2 สูตร โดยแบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกนำไปอบที่ 100 องศาเซลเซียส เพื่อวิเคราะห์วัตถุแห้ง (dry matter) นำค่าที่ได้ไปปรับปริมาณการกินได้ และอาหารส่วนหนึ่งนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน จากนั้นนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีของโภชนะ ได้แก่ วัตถุแห้ง เถ้า ไขมัน และโปรตีน ตามวิธีของ AOAC (1985) และวิเคราะห์หาเถ้าที่ไม่ละลายในกรด (acid insoluble ash, AIA) ตามวิธีของ Van Keulen and Young (1977) เพื่อคำนวณหาสัมประสิทธิ์การย่อยได้ตามวิธีของ Schnieder and Flatt (1975) โดยสูตรที่ใช้ในการคำนวณคือ

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (%) =

$$\frac{100-[100(\%\text{AIA ในอาหาร})]}{\%\text{AIA ในมูล}}$$

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ (%) =

$$\frac{100-[100(\%\text{AIA ในอาหาร} \times \%\text{ โภชนะในมูล})]}{\%\text{AIA ในมูล} \times \%\text{ โภชนะในอาหาร}}$$

4.4 สุ่มเก็บอุจจาระของหนูมาทำการวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนะ ได้แก่ วัตถุแห้ง เถ้า และเถ้าที่ไม่ละลายในกรด

4.5 ชั่งน้ำหนักหนูหลังสิ้นสุดการทดลองเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัว

4.6 เก็บตัวอย่างเลือดหนูทุกตัว เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง เพื่อนำไปเพื่อตรวจวัดระดับ IgA IgG และคลอเรสเตอรอลในซีรัม

4.7 ทำการผ่าซากหนูและนำอวัยวะภายใน ได้แก่ หัวใจ ปอด ตับ ม้าม และไต มาชั่งน้ำหนัก

5. สถานที่ทำการทดลอง

5.1 ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

5.2 โรงพยาบาลสัตว์ สาขาวิชาเทคนิคการสัตวแพทย์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

5.3 ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนะ ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

5.4 สถานที่วิเคราะห์ IgA IgG และคลอเลสเตอรอล บริษัท ศูนย์แลบธนบุรี จำกัด กรุงเทพมหานคร

6. ระยะเวลาการทดลอง

ตั้งแต่วันที่ 26 มกราคม 2550 จนถึงวันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2550 รวมเวลาทั้งสิ้น 29 วัน

7. วิธีการทดลอง

7.1 นำหนูมาขังเดี่ยวในกรงที่มีถาดใส่อาหารและถาดใส่น้ำ ในห้องที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก ที่มีช่วงเวลากลางวันและกลางคืนเท่ากับ 12 ชั่วโมง และมีอุณหภูมิเฉลี่ย 29 + 2 องศาเซลเซียส

7.2 ให้อาหารแบบเต็มที่ (ad libitum) โดยแบ่งให้อาหาร 3 เวลา คือ 08.00 น., 12.00 น. และ 18.00 น. โดยเพิ่มปริมาณอาหารขึ้นหากอาหารเหลือในรางอาหารน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์

7.3. ระยะเวลาทดลองทั้งสิ้น 29 วัน โดยในวันที่ 29 หลังจากอดอาหาร 14 ชั่วโมง ทำการชั่งน้ำหนักและเจาะเลือดจำนวน 3 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 12,000 g นาน 15 นาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อแยกซีรัม จากนั้นเก็บซีรัมไว้ที่ตู้แช่อุณหภูมิ –30 องศาเซลเซียส เพื่อรอวิเคราะห์ (Lin et al., 2006b)

7.4 ใช้อีเทอร์ (ether) ซึ่งเป็นสารระเหยที่นิยมใช้กันมากเพราะราคาถูกและใช้ได้สะดวก ทำให้หนูสลบโดยการใช้สำลีชุบอีเทอร์วางไว้ในขวดโหลที่มีฝาปิดแต่มีข้อเสียที่หนูอาจจะตื่นเต้น เก็บตัวอย่างเลือด และรีบทำการผ่าตัดเพื่อแยกหัวใจ ปอด ตับ ม้าม และไต นำมาชั่งน้ำหนัก

7.5 การวัดระดับ IgA, IgG และคลอเลสเตอรอล โดยบริษัท ศูนย์แลบธนบุรี จำกัด กรุงเทพมหานคร

7.6 ชั่งน้ำหนักคำนวณการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว

8. การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสังเกตตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์โดยใช้ ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองด้วยวิธี Ducan's New Multiple Range Test ตามวิธีการของ Steel and Torrie (1980) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (SAS, 1998) โดยมีแบบหุ่นในการวิเคราะห์ดังนี้

แบบหุ่น สำหรับการวิเคราะห์แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์

$$Y_{ij} = \mu+\tau_i+\varepsilon_{ij}$$

เมื่อ Y_{ij} = ค่าสังเกตจากทรีทเมนต์ที่ i, ซ้ำที่ j เมื่อ j = 1, 2, 3, 4และ 5

μ = ค่าเฉลี่ยรวมของค่าสังเกต

τ_i = อิทธิพลเนื่องจากทรีทเมนต์ที่ i เมื่อ i = 1-2

ε_{ij} = ความคลาดเคลื่อนของงานทดลอง

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

1. ปริมาณการกินได้ต่อน้ำหนักตัว

การศึกษาปริมาณการกินได้ของหนูขาวพันธุ์ไอซีอาร์ที่ได้รับข้าวโพด และข้าวโพดที่เป็นวัสดุในการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดหลินจือร่วมกับข้าวโพด สัดส่วน 50:50 พบว่าหนูที่ได้รับข้าวโพดมีปริมาณการกินได้มากกว่าหนูที่ได้รับข้าวโพดที่เป็นวัสดุในการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดหลินจือร่วมกับข้าวโพด โดยมีค่าเท่ากับ 4.85 และ 4.44 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ($p<0.05$) (ตารางที่ 2) สาเหตุที่ทำให้หนูที่ได้รับข้าวโพดที่เป็นวัสดุในการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดหลินจือร่วมกับข้าวโพด มีปริมาณการกินได้น้อยกว่าเนื่องจากเห็ดหลินจือมีสารไตรเทอร์พินอยด์ชนิดขม (นิติ, ม.ป.ป.) ทำให้เห็ดมีรสขมและขาดความน่ากิน แต่อย่างไรก็ตาม พบว่าปริมาณการกินได้ของหนูทั้ง 2 กลุ่มทดลองมีค่าต่ำกว่ารายงานของ Mark et al. (2004) ที่กล่าวว่าหนูพันธุ์ไอซีอาร์มีปริมาณการกินได้เท่ากับ 6.14 + 0.17 กรัมต่อตัวต่อวัน เนื่องจากว่าประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนส่งผลให้สัตว์เบื่ออาหาร แต่ดื่มน้ำมากขึ้น

2. สัมประสิทธิ์การย่อยได้

จากการศึกษาสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของหนู พบว่า สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งของหนูขาวที่ได้รับข้าวโพดที่เป็นวัสดุในการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ด

หลินจือร่วมกับข้าวโพดสัดส่วน 50:50 มีการย่อยได้ของวัตถุแห้งสูงกว่าหนูที่ได้รับข้าวโพด โดยมีค่าเท่ากับ 83.33 และ 61.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และหนูขาวที่ได้รับข้าวโพดที่เป็นวัสดุในการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดหลินจือร่วมกับข้าวโพด มีการย่อยได้ของอินทรียวัตถุมากกว่าหนูที่ได้รับข้าวโพดเช่นกัน โดยมีค่าเท่ากับ 80.77 และ 63.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ปัจจัยที่ส่งผลให้หนูขาวที่ได้รับข้าวโพดที่เป็นวัสดุในการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดหลินจือร่วมกับข้าวโพด มีการย่อยได้ที่สูงกว่าอาจเนื่องมาจากว่า เห็ดรานั้นมีเอนไซม์ที่ย่อยเซลลูโลสได้ และเห็ดราเมื่อมีการเจริญเติบโตจะมีการย่อยสลายข้าวโพดไปบางส่วนสามารถนำอาหารจากข้าวโพดซึ่งเป็นโปรตีนที่ย่อยง่ายมาใช้ประโยชน์ในตัวของมันได้ นอกจากนี้ยังลดการตึงของเส้นใยหรือวัสดุในการเพาะเลี้ยง ทำให้เกิดการแตกของข้าวโพด สามารถทำให้ย่อยได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้เห็ดรายังมีเอนไซม์ย่อยเฮไมเซลลูโลส ลิกนินคอมเพล็กซ์ ละลายเพคตินและละลายลิกนินออกมา แต่ไม่สามารถย่อยทั้งเพคตินและลิกนินได้ (ฉลอง, 2541)

3. น้ำหนักอวัยวะ

จากการทดลองพบว่า หนูขาวที่ได้รับข้าวโพดมีน้ำหนักของหัวใจ ปอด และตับ เท่ากับ 170, 325 และ 1,542.5 มิลลิกรัม ตามลำดับ และข้าวโพดที่เป็นวัสดุในการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดหลินจือร่วมกับข้าวโพดสัดส่วน 50:50 พบว่า น้ำหนักของหัวใจ ปอด และตับมีค่า 162.5, 255 และ 1,362.5 มิลลิกรัม ตามลำดับ ($p>0.05$) แต่พบว่าน้ำหนักม้ามของหนูขาวที่ได้รับข้าวโพดมีค่ามากกว่าหนูที่ได้รับข้าวโพดที่เป็นวัสดุในการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดหลินจือร่วมกับข้าวโพด โดยมีค่าเท่ากับ 100 และ 72.5 มิลลิกรัม ตามลำดับ ($p<0.05$) แต่เมื่อประเมินน้ำหนักม้ามต่อน้ำหนักตัวของหนูที่ได้รับข้าวโพดและข้าวโพดที่เป็นวัสดุในการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดหลินจือร่วมกับข้าวโพด มีค่าเท่ากับ 2.99 และ 2.43 ตามลำดับ ($p>0.05$) ซึ่งพบว่าหนูที่ได้รับข้าวโพดที่เป็นวัสดุในการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดหลินจือร่วมกับข้าวโพดมีค่าใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานที่มีในรายงานของ Kyselova et al. (2003) ที่กล่าวว่าสัดส่วนของม้ามต่อน้ำหนักตัวของหนูพันธุ์ไอซีอาร์ควรมีค่าเท่ากับ 2.53 + 0.11 (ตารางที่ 3)

4. ระดับอิมมูโนโกลบุลิน เอ อิมมูโนโกลบุลิน จี และคลอเลสเตอรอลในซีรัม

จากการทดลองพบว่า หนูที่ได้รับข้าวโพดมีระดับคลอเลสเตอรอลสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่เป็นวัสดุในการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดหลินจือร่วมกับข้าวโพดสัดส่วน 50:50 โดยมีระดับคลอเลสเตอรอลเท่ากับ 145 และ 106 เปอร์เซ็นต์มิลลิกรัม ตามลำดับ ($p<0.05$) จากการศึกษาของ US and Canada Colonies (2005) พบว่าระดับคลอเลสเตอรอลของหนูพันธุ์ไอซีอาร์มีค่าเท่ากับ 159.60 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าข้าวโพดที่เป็นวัสดุในการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดหลินจือร่วมกับข้าวโพด สามารถลดระดับคลอเลสเตอรอลในกระแสเลือดสอดคล้องกับรายงานของ Jung et al. (2006) ที่กล่าวว่าเห็ดหลินจือช่วยลดระดับคลอเลสเตอรอลในกระแสเลือดได้ ขณะที่ระดับอิมมูโนโกลบุลิน เอ และระดับอิมมูโนโกลบุลิน จี ของหนูทั้ง 2 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) (ตารางที่ 4)

สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาอิทธิพลของข้าวโพดและข้าวโพดที่เป็นวัสดุในการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดหลินจือร่วมกับข้าวโพด 50:50 ต่อระดับภูมิคุ้มกันและระดับคลอเลสเตอรอลในซีรัมของหนูขาวไอซีอาร์ พบว่าหนูที่ได้รับข้าวโพดมีปริมาณการกินได้มากกว่าหนูที่ได้รับข้าวโพดที่เป็นวัสดุในการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดหลินจือร่วมกับข้าวโพด แต่หนูที่ได้รับข้าวโพดที่เป็นวัสดุในการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดหลินจือร่วมกับข้าวโพดมีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุมากกว่าหนูที่ได้รับข้าวโพด ($p<0.01$) นอกจากนี้ยังพบว่าหนูทั้งสองกลุ่มมีน้ำหนักอวัยวะได้แก่ หัวใจ ตับ และปอด ไม่แตกต่างกัน แต่พบว่าหนูที่ได้รับข้าวโพดมีน้ำหนักม้ามมากกว่าหนูที่ได้รับข้าวโพดที่เป็นวัสดุในการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดหลินจือร่วมกับข้าวโพด

($p<0.05$) และพบว่าหนูที่ได้รับข้าวโพดที่เป็นวัสดุในการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดหลินจือสามารถช่วยลดระดับคลอเลสเตอรอลในกระแสเลือดได้ ($p<0.01$) แต่ไม่ส่งผลต่อระดับภูมิคุ้มกันในกระแสเลือด ($p>0.05$)

เนื่องจากเส้นใยเห็ดหลินจือมีสารไตรเทอร์พินอยด์ชนิดขม ทำให้เห็ดมีรสขมและขาดความน่ากินตลอดทั้งมีกลิ่นเฉพาะตัว ส่งผลให้หนูกินอาหารได้ต่ำ ดังนั้นในการทดลองครั้งต่อไปควรเพิ่มวัตถุดิบอาหารชนิดอื่นเพื่อกลบกลิ่นและรสชาติ หรือสกัดสารออกฤทธิ์เพื่อให้สัตว์ดื่มหรือสามารถฉีดให้กับสัตว์โดยตรง

เอกสารอ้างอิง

จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา. 2539. **ข้าวโพดและเศษเหลือจากข้าวโพดเป็นอาหารสัตว์.** กรุงเทพมหานคร: กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ฉลอง วชิราภากร. 2541. **โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องเบื้องต้น.** ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นิติ โตชนันท์. ม.ป.ป. **คัมภีร์หลินจือ รากและดอก 6 สายพันธุ์.** จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: กรุงเทพมหานคร.

สาธิต ไทยทัตกุล. 2538. **การเพาะเห็ดหลินจือ.** กรุงเทพมหานคร: ฟ้าอภัย.

AOAC. 1985. **Official Methods of Analysis.** 15th ed. Washington, D.C., U.S.A.: The Association of Official Analytical Chemistry.

John, W.M.Y. and Gohel, M.D.I. 2005. Anticancer effects of *Ganoderma lucidum*: A review of scientific evidence. **Nutrition and Cancer** 53: 11-17.

Jung, K.H., Ha, E., Kim, M.J., Uhm, Y.K., Kim, H.K., Hong, S.J., Chung, J.H. and Yim, S.V. 2006. *Ganoderma lucidum* extract stimulates glucose uptake in L6 rat skeletal muscle cells. **Acta Biochimica Polunica** 55: 597-601.

Kyselova, V., Peknicova, J., Buckiova, D. and Boubelic, M. 2003. Effect of p-nonylphenol and esveratrol on body and organ weight and in vivo fertility of utbred CD-I mice. **Reproductive Biology and Endocrinology** 30: 1-10.

Lin, Y.L., Lee, S.S., Hou, S.M, and Chiang, B.L. 2006a. Polysaccharide purified from *Ganoderma lucidum* induces gene expression changes in human dendritic cells and promotes Th1 immune response in BABL/c mice. **American Society for Pharmacology and Experimental Therapeutics** (abstract).

Lin, J.Y., Lu, S., Liou, Y.L. and Liou, H.L. 2006b. Incresed IgA and IgG serum levels using a novel yam-boxthorn noodle in a BABL/c mouse model. **Food and Chemical Toxicology** 44: 170-178.

Liu, G.Q. and Zhang, K.C. 2005. Mechanisms of the anticancer action of *Ganoderma lucidum* (Leyss.ex Fr.) Karat.: A new understanding. **Journal of Integrative Plant Biology** 47: 129-135.

Mark, F.A., Eisen, E.J. and Pomp, D. 2004. The M16 mouse: an outbred animal model of early onset polygenic obesity and diabesity. **Obesity Research** 14: 1397-1407.

SAS. 1998. **User's Guide:Statistic.** NC: SAS Inst Cary.

Schneider, B.H. and Flatt, W.P. 1975. **The Evaluation of Feed Through Digestibility Experiment.** Georgia, U.S.A.: Athens: The University of Georgia Press.

Sliva, D. 2003. *Ganoderma lucidum* (Reishi) in cancer treatment. **Integrative Cancer Therapies** 2: 358-364.

Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. 1980. **Principles and Procedures of Statistics**. 2nd ed. New York: McGraw-Hill Book Co.

US and Canada Colonies. 2005. **CD-1 (ICR) mouse biochemistry**. [Online] [Cited 1 March 2007]. Available from: http:/www.criver.com/flex_content_area/documents/rm_rm_r_CD1_mouse_biochemistry_Jun_Dec05.pdf.

Van Keulen, J. and Young, B.A. 1977. Evaluation of acid insoluble ash as a neutral mark in ruminant digestibility studies. **Journal Animal Sciences** 44: 282-292.

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของข้าวโพด และข้าวโพดที่เป็นวัสดุในการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดหลินจือร่วมกับข้าวโพดสัดส่วน 50:50

	ข้าวโพด	ข้าวโพดร่วมกับเส้นใยเห็ดหลินจือ
วัตถุแห้ง (% DM)	97.00	94.33
	---------- on dry matter basis ----------	
เถ้า (ash)	1.10	1.27
อินทรียวัตถุ (organic matter, OM)	98.91	98.81
ไขมัน (ether extract, EE)	5.25	4.49
โปรตีนรวม (crude protein, CP)	7.80	15.92

ตารางที่ 2 น้ำหนักตัว การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวปริมาณการกินได้และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของหนูขาวที่ได้รับข้าวโพดและข้าวโพดที่เป็นวัสดุในการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดหลินจือร่วมกับข้าวโพดสัดส่วน 50:50

	ข้าวโพด	ข้าวโพดร่วมกับเส้นใยเห็ดหลินจือ	p-value	SEM
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว/วัน)	30.69	30.98	0.5274	0.1555
น้ำหนักสุดท้าย (กรัม/ตัว/วัน)	33.45[ก]	30.27[ข]	0.0320	0.4052
การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว	+2.76[ก]	-0.72[ข]	0.0058	0.2877
ปริมาณการกินได้ (กรัม/ตัว/วัน)	4.85[ก]	4.44[ข]	0.0380	0.0407
สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (%)	61.71[ก]	83.33[ข]	0.0001	0.0000
สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (%)	63.09[ก]	80.77[ข]	0.0001	0.0000

[ก,ข] ภายในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 3 น้ำหนักอวัยวะของหนูขาวที่ได้รับข้าวโพดและข้าวโพดที่เป็นวัสดุในการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดหลินจือร่วมกับข้าวโพดสัดส่วน 50:50

น้ำหนักอวัยวะ	ข้าวโพด	ข้าวโพดร่วมกับเส้นใยเห็ดหลินจือ	p-value	SEM
หัวใจ (มก.)	170.00	162.50	0.67	0.005
ปอด (มก.)	325.00	255.00	0.31	0.022
ตับ (มก.)	1,542.50	1,362.50	0.11	0.033
ม้าม (มก.)	100.00[ก]	72.50[ข]	0.04	0.003
หัวใจ/น้ำหนักตัว* (มก./ก.)	5.41	5.08	0.62	0.221
ปอด/น้ำหนักตัว (มก./ก.)	9.66	8.38	0.48	0.593
ตับ/น้ำหนักตัว (มก./ก.)	46.16	44.89	0.59	0.788
ม้าม/น้ำหนักตัว (มก./ก.)	2.99	2.43	0.19	0.136

[ก,ข] ภายในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

*คำนวณตามวิธีการของ Kyselova et al. (2003)

ตารางที่ 4 ผลของข้าวโพดและข้าวโพดที่เป็นวัสดุในการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดหลินจือร่วมกับข้าวโพดสัดส่วน 50:50 ต่อระดับคลอเลสเตอรอลและภูมิคุ้มกันในซีรัม

	ข้าวโพด	ข้าวโพดร่วมกับเส้นใยเห็ดหลินจือ	p-value	SEM
คลอเลสเตอรอล (มก.%)	145[ก]	106[ข]	0.0003	1.374
อิมมูโนโกลบุลิน เอ (ก./ล.)	0.4	0.4	-	-
อิมมูโนโกลบุลิน จี (ก./ล.)	2.2	2.2	-	-

[ก,ข] ภายในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$)