สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ระดับการประเมินคุณภาพ

☐ ดีเยี่ยม ☑ ดีมาก

☐ ดี ☐ ปานกลาง

การใช้เชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในการเพิ่มโปรตีนจากมันสำปะหลังเพื่อเป็นอาหารสัตว์ปีก

กัลยานี วุฒิศรี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์
สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2551

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์

ชื่อเรื่อง

การใช้เชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในการเพิ่มโปรตีนจากมันสำปะหลัง
เพื่อเป็นอาหารสัตว์ปีก

โดย

กัลยานี วุฒิศรี

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.เพิ่มศักดิ์ ศิริวรรณ)
วันที่ 29 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2551

กรรมการที่ปรึกษา .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์ ทองวิทยา)
วันที่ 29 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2551

กรรมการที่ปรึกษา .....
(อาจารย์ ดร.ทองเลียน บัวจูม)
วันที่ 29 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2551

กรรมการที่ปรึกษา .....
(อาจารย์ ดร.บัวเรียม มณีวรรณ์)
วันที่ 9 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2551

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมปอง สรวมศิริ)
วันที่ 29 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2551

สำนักงานบัณฑิตศึกษารับรองแล้ว

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.เทพ พงษ์พานิช)
ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา
วันที่ 9 เดือน มิ.ย. พ.ศ. 2551

ชื่อเรื่อง การใช้เชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในการเพิ่มโปรตีนจากมันสำปะหลังเพื่อเป็นอาหารสัตว์ปีก

ชื่อผู้เขียน นางสาวกัลยานี วุฒิศรี

ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์

ประธานกรรมการที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.เพิ่มศักดิ์ ศิริวรรณ

บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้เชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในการเพิ่มโปรตีนจากมันสำปะหลังหมักเพื่อเป็นอาหารสัตว์ปีก พบว่าสามารถเพิ่มโปรตีนในมันสำปะหลังหมักจาก 2.46% เป็น 13.48% และได้ทำการทดลองเสริมในอาหารไก่เนื้อ และไก่ไข่ ดังต่อไปนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาด้านสมรรถภาพการผลิต และการย่อยได้ของโภชนะในไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ โดยใช้ไก่เนื้อพันธุ์โรส 308 วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design, CRD) มี 5 กลุ่มการทดลองตามสูตรอาหาร มี 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้ไก่เนื้อเพศผู้แรกเกิด จำนวน 10 ตัวรวมทั้งหมด 200 ตัวเลี้ยงจนอายุ 6 สัปดาห์ ในแต่ละกลุ่มได้รับอาหารที่มีมันสำปะหลังหมักในระดับที่แตกต่างกันคือ 0, 5, 10, 15 และ 20% ให้อาหารและน้ำอย่างเต็มที่ ส่วนในการศึกษาด้านการย่อยได้ของโภชนะ ได้ใช้ไก่เนื้อที่อายุครบ 6 สัปดาห์จากการศึกษาทดลองด้านสมรรถภาพการผลิต เลี้ยงบนกรงยกพื้นโดยใช้แผนการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองด้านสมรรถภาพการผลิตแต่เพิ่มอีก 2 กลุ่มการทดลอง โดยไก่เนื้อจะได้รับอาหารทดลอง 5 สูตรเดิม และเพิ่มอีก 2 สูตร คืออาหารกลุ่มควบคุมผสมกับมันสำปะหลังหมักอย่างละครึ่ง (50:50) และ กลุ่มที่ใช้มันสำปะหลังหมักล้วนๆ (100%) ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 11 วัน โดยระยะ 7 วันแรกทำการปรับสภาพให้ไก่คุ้นเคยกับอาหาร และสภาพแวดล้อม ในวันที่ 8 และ 11 ให้ Chromic oxide เสริมในอาหารเพื่อแบ่งแยกมูลออกไป และในวันที่ 9 และ 10 เก็บมูล นำตัวอย่างอาหารและมูลไปวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมี และคำนวณค่าการย่อยได้ของโภชนะ

ผลการศึกษาด้านสมรรถภาพการผลิตในไก่เนื้อพบว่า ในช่วงอายุ 0–3 สัปดาห์มีน้ำหนักตัว, ปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ของทุกกลุ่มการทดลอง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับต่างๆของมันสำปะหลังหมักสามารถเสริมในอาหารไก่เนื้อได้โดยไม่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิต และในช่วงอายุ 4-6 สัปดาห์ พบว่าน้ำหนักตัว, ปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโต ในกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักทุกระดับ ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนในด้านประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว พบว่าทุกกลุ่มการทดลองมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการศึกษาด้านการย่อยได้ของโภชนะในไก่เนื้อพบว่า การย่อยได้ของโปรตีน และไขมันในกลุ่มที่ได้รับมันสำปะหลังหมักล้วนๆ (100%) มีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) การย่อยได้ของวัตถุแห้ง, เยื่อใย, เถ้า, แคลเซี่ยม และฟอสฟอรัสในกลุ่มควบคุม มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักทุกระดับ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนการย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรค และพลังงาน ในกลุ่มที่ได้รับมันสำปะหลังหมักล้วนๆ (100%) มีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

การทดลองที่ 2 การศึกษาด้านสมรรถภาพการผลิต (%HD) คุณภาพไข่ และการย่อยได้ของโภชนะในไก่ไข่ ที่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆโดยใช้ไก่ไข่พันธุ์อีซ่าบราวน์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดมี 5 กลุ่มการทดลองตามสูตรอาหาร มี 4 ซ้ำแต่ละซ้ำใช้ไก่ไข่ อายุ 26 สัปดาห์ จำนวน 10 ตัวรวมทั้งหมด 200 ตัวเลี้ยงจนอายุ 36 สัปดาห์ ในแต่ละกลุ่มได้รับอาหารที่มีมันสำปะหลังหมักในระดับที่แตกต่างกันคือ 0, 5, 10, 15 และ 20% ส่วนในการศึกษาด้านการย่อยได้ของโภชนะ ใช้ไก่ไข่ที่อายุครบ 36 สัปดาห์ โดยวางแผนการทดลอง และดำเนินการทดลองเช่นเดียวกับการย่อยได้ในไก่เนื้อ

ผลการศึกษาด้านสมรรถภาพการผลิต (%HD) และคุณภาพไข่ในไก่ไข่ พบว่าผลผลิตไข่ตลอดการทดลองในแม่ไก่ที่ได้รับอาหารทุกกลุ่มการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามผลผลิตไข่ในกลุ่มที่ได้รับมันสำปะหลังหมักระดับ 5% มีแนวโน้มให้ผลผลิตไข่สูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ส่วนด้านคุณภาพไข่ตลอดการทดลองในแม่ไก่ที่ได้รับอาหารทุกกลุ่มการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการศึกษาด้านย่อยได้ของโภชนะในไก่ไข่ พบว่าการย่อยได้ของ วัตถุแห้ง และพลังงานในทุกกลุ่มการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ด้านการย่อยได้ของโปรตีนและไขมัน ในกลุ่มที่ได้รับมันสำปะหลังหมักล้วนๆ (100%) มีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) การย่อยได้ของเยื่อใย เถ้า และแคลเซี่ยมในกลุ่มที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุมผสมกับมันสำปะหลังหมักอย่างละครึ่ง (50:50) และ กลุ่มที่ได้รับมันสำปะหลังหมักล้วนๆ (100%) มีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) การย่อยได้ของฟอสฟอรัส ในกลุ่มที่ได้รับมันสำปะหลังหมักล้วนๆ (100%) มีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนการย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรค ในกลุ่มที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุมผสมกับมันสำปะหลังหมักอย่างละครึ่ง (50:50) และ กลุ่มที่ได้รับมันสำปะหลังหมักล้วนๆ (100%) มีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

Title The use of *Amylomyces rouxii* in increasing cassava protein for poultry feed

Author Miss Kunlayanee Wuttisri

Degree of Master of Science in Animal Science

Advisory Committee Chairperson Associate Professor Dr. Permsak Siriwan

ABSTRACT

The study on the use of *Amylomyces rouxii* in increasing cassava protein for poultry feed showed that *Amylomyces rouxii* was able to increase protein from 2.46 to 13.48%. The product was experimented as a feed supplement to broiler and layer diets, as follows.

Experiment 1. A study on production efficiency and feed digestion of broilers fed on various levels of fermented cassava meal (FCM) with *Amylomyces rouxii*. The experiment was conducted using Ross 308 broilers in a completely randomized design (CRD). Five dietary treatments with 4 replications of each were used in the experiment. Ten male chicks at birth were randomly selected into each replication of 5 treatments for the total of 200 chicks. Dietary treatments consisted of FCM at 0, 5, 10, 15, and 20%. Water and tested diets were supplied *ad libilum* over 6 weeks period. In a study on feed digestion, two 6-week-old chicks from the production study were randomly allocated to cages with raised wire floor for 11days using the former experimental design. Two additional treatments were used in this study, The treatments consisted of 50% control diet with 50% FCM, and 100% FCM, respectively. At 8^{th} and 11^{th} days, chromic oxide was added to the tested diet to separate feces. Feces were collected and feed intake was recorded at 9^{th} and 10^{th} days. Feed and feces were analyzed for chemical contents and digestibility of nutrients were calculated.

On production efficiency, results showed that live weight, feed intake, increased weight growth rate, and feed conversion of broilers during 0-3 weeks of age were not significantly different among the experimental groups. Therefore, levels of FCM can be used to supplement broilers' diets with no effect on the production efficiency. During 4-6 weeks of age, the results showed that live weight, feed intake, increased weight, and growth rate in all supplemented

groups were significantly lower ($P<0.05$) than the control group. Feed conversion was not significantly different among treatment groups.

A study on nutrient digestion showed that digestibility values of protein and fat in broilers fed on 100% FCM were highly significantly lower than other groups ($P<0.01$). Similarly, digestibility values of dry matter, fiber, ash, calcium and phosphorus in a control group were highly significantly higher than other supplemented FCM groups ($P<0.01$). In contrast, digestibility values of nitrogen free extract and energy of broilers fed 100% FCM were highly significantly higher than other groups ($P<0.01$).

Experiment 2. A study on production efficiency (%HD), egg quality and nutrient digestion in layers fed on diets supplemented with various levels of FCM. The experiment was conducted using 26-week-old Esa brown layers in a completely randomized design (CRD). Five dietary treatments with 4 replications of each were used in the experiment. Ten layers at 26 weeks of age were randomly allocated to each replication of 5 treatment for the total of 200 layers. Layers were fed experimental diets until 36 weeks of age. Dietary treatments consisted of FCM at 0, 5, 10, 15, and 20%. In a study on nutrient digestion, 36 weeks of age layers were used and the experimental design on digestibility trial as in broilers was applied.

Results on production efficiency (%HD) and egg quality showed that egg production of all treatments were not significantly different. However, egg production in layers fed on diets supplemented with 5% FCM tended to be higher than other groups. Also, egg quality was not significantly different among treatment groups.

Futher study on nutrient digestion showed that digestibility values of dry matter and energy were not significantly different among the group of layers fed on diets containing FCM. On the other hand, digestibility values of protein and fat in layers fed on diet containing 100% FCM were significantly lower ($P<0.05$) than those of the other groups. In contrast, digestibility values of fiber, ash, and calcium of layers fed on diet supplemented with 50% control diet plus 50% and 100% FCM were significantly lower ($P<0.01$) than those of other groups. Digestibility values of phosphorus in layers fed on diet supplemented with 100% FCM were significantly lower ($P<0.01$) than other groups. Digestibility values of nitrogen free extract in layers fed on diet supplemented with 50% control diet plus 50% and 100% FCM were highly significantly higher than the other groups ($P<0.01$).

กิตติกรรมประกาศ

ความสำเร็จของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เกิดขึ้น จากความกรุณาและความช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่าย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.เพิ่มศักดิ์ ศิริวรรณ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์ ทองวิทยา อาจารย์ ดร.ทองเลียน บัวจูม และอาจารย์ ดร.บัวเรียม มณีวรรณ์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร. สุชน ตั้งทวีพิพัฒน์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ให้ความรู้ คำแนะนำ วิธีการทำงานและแนวทางในการวิจัย ตลอดจนให้ความเอาใจใส่แก้ไขจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจริญ เจริญชัย มหาวิทยาลัยราชมงคลธัญบุรี ที่ได้ให้คำแนะนำในการศึกษาวิจัย และให้เชื้อรา *Amylomyces rouxii* เพื่อการศึกษาในครั้งนี้ขอขอบคุณ คุณเผ่าพงษ์ ปูระณะพงษ์ และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำและความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ทางเคมีในห้องปฏิบัติการ

ขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษาปริญญาโทสาขาวิชาการผลิตสัตว์ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาสัตวศาสตร์ นักศึกษาปริญญาตรีสาขาสัตวศาสตร์ สัตว์ปีก และสัตว์ทดลองทุกตัวที่ทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้ให้ความรัก ความอบอุ่น คอยเป็นกำลังใจ และสนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยมาโดยตลอด

กัลยานี วุฒิศรี

พฤษภาคม 2551

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
สารบัญตาราง	(10)
สารบัญภาพ	(12)
สารบัญตารางผนวก	(13)
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
ขอบเขตการศึกษาวิจัย	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
มันสำปะหลัง	3
ขบวนการหมัก	9
โปรตีนเซลล์เดียว	10
เชื้อรา	17
เชื้อรา *Amylomyces rouxii*	21
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
ระยะเวลาที่ทำการวิจัย	26
สถานที่ทำการวิจัย	26
อุปกรณ์การดำเนินงาน	26
วิธีการวิจัย	27
บทที่ 4 ผลการทดลอง และวิจารณ์	
ผลการทดลอง	
การศึกษาสมรรถภาพการผลิต และการย่อยได้ของโภชนะในไก่เนื้อ	41
การศึกษาสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ	41
การศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในไก่เนื้อ	46

การศึกษาสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่ และการย่อยได้ของโภชนะในไก่ไข่ 49
การศึกษาสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพของไข่ไก่ 49
การศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในไก่ไข่ 53
วิจารณ์ผลการทดลอง 56
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ
สรุปผลการทดลอง 60
ข้อเสนอแนะ 60
เอกสารอ้างอิง 61
ภาคผนวก 67
ภาคผนวก ก การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ 68
ภาคผนวก ข วิธีการคำนวณข้อมูล 70
ภาคผนวก ค ตารางภาคผนวก 73
ภาคผนวก ง ประวัติผู้วิจัย 134

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1.	เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ และผลผลิตมันสำปะหลังปีเพาะปลูก 2545-2550	4
2.	องค์ประกอบทางโภชนะของมันสำปะหลัง (หัวมันสด)	6
3.	ส่วนประกอบของอาหารในส่วนที่กินได้ 100 กรัม ของมันสำปะหลัง (หัวมันสด)	6
4.	กรดอะมิโนชนิดต่างๆในมันสำปะหลัง	7
5.	ปริมาณโปรตีนในจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ	12
6.	สมรรถภาพการผลิตของเป็ดเนื้อที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมด้วยมันสำปะหลังหมักทดแทนปลายข้าวในระดับต่างๆ	14
7.	สมรรถภาพการผลิตของเป็ดเนื้อที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักด้วยเชื้อรา *Aspergillus niger*	15
8.	สมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักยีสต์เป็นเวลา 6 สัปดาห์ (อายุไก่ 1 - 42 วัน)	15
9.	การใช้มันสำปะหลังหมักด้วยเชื้อรา *Aspergillus sp* และเชื้อยีสต์ *Saccharomycopsis fibuligera* ต่อการเจริญเติบโตของไก่เนื้อช่วงอายุ 1 - 28 วัน	16
10.	ผลการใช้มันสำปะหลังหมักด้วยเชื้อรา *Aspergillus niger* และเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อช่วงอายุ 0 - 7 สัปดาห์	17
11.	สูตรที่ทดลองในการหาส่วนประกอบของมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii*	27
12.	ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน และแอมโมนิคอลไนโตรเจนของมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* โดยวิธี Proximate Analysis	28
13.	ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะของมันสำปะหลังบด และมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii*	30
14.	ส่วนประกอบ และคุณค่าทางโภชนะของสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่เนื้อระยะ 0-3 สัปดาห์	33
15.	ส่วนประกอบ และคุณค่าทางโภชนะของสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่เนื้อระยะ 4-6 สัปดาห์	34
16.	ส่วนประกอบ และคุณค่าทางโภชนะของสูตรอาหารในการทดลองการย่อยได้ของโภชนะในไก่เนื้อ	35

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

17. ส่วนประกอบ และคุณค่าทางโภชนะของสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่ไข่ 37
18. ส่วนประกอบ และคุณค่าทางโภชนะของสูตรอาหารในการทดลองการย่อยได้ของโภชนะในไก่ไข่ 38
19. สมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ ซึ่งได้รับอาหารที่เสริมด้วยมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆ กัน 45
20. การย่อยได้ของโภชนะ(%)ในไก่เนื้อที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆ กัน 48
21. ผลผลิตไข่ไก่ (%HD) ในสัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 6 และช่วงระยะ 1-6 สัปดาห์ ของแม่ไก่ไข่ ที่ได้รับอาหารเสริมด้วยมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ระดับต่างๆ กัน 49
22. น้ำหนักไข่หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆ กัน 50
23. ความแข็งของเปลือกไข่หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆ กัน 50
24. ความหนาของเปลือกไข่ หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆ กัน 51
25. ความสูงของไข่ขาวหลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆ กัน 51
26. ความสูงของไข่แดงหลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆ กัน 52
27. ความกว้างของไข่แดงหลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆ กัน 52
28. การย่อยได้ของโภชนะในไก่ไข่ ซึ่งได้รับอาหารที่เสริมด้วยมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆ 55

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1.	วงจรการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์	19
2.	ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของรา *Amylomyces rouxii*	21
3.	เชื้อรา *Amylomyces rouxii* บนจานเพาะเชื้อด้วยอาหาร PDA	29
4.	เชื้อราที่ขึ้นบนมันสำปะหลังจนเป็นเส้นใย	29

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวก		หน้า
1.	เนื้อที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง เนื้อที่เก็บเกี่ยว และผลผลิต (ตัน)เป็นรายภาค ปี 2548-2550	74
2.	น้ำหนักไก่เนื้อเพศผู้เมื่อเริ่มการทดลอง	75
3.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA) ของน้ำหนักไก่เนื้อเพศผู้เมื่อเริ่มการทดลอง	75
4.	น้ำหนักไก่เนื้อเพศผู้ในสัปดาห์ที่ 3	76
5.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA) ของน้ำหนักไก่เนื้อเพศผู้สัปดาห์ที่ 3	76
6.	น้ำหนักไก่เนื้อเพศผู้ในสัปดาห์ที่ 6	77
7.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA) ของน้ำหนักไก่เนื้อเพศผู้ในสัปดาห์ที่ 6	77
8.	ปริมาณอาหารที่กินในสัปดาห์ที่ 0-3 (กรัม/ตัว)	78
9.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA) ของปริมาณอาหารที่กินสัปดาห์ที่ 0-3	78
10.	ปริมาณอาหารที่กินในสัปดาห์ที่ 4-6 (กรัม/ตัว)	79
11.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA) ของปริมาณอาหารที่กินสัปดาห์ที่ 4-6	79
12.	ปริมาณอาหารที่กินในสัปดาห์ที่ 0-6 (กรัม/ตัว)	80
13.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA) ของปริมาณอาหารที่กินสัปดาห์ที่ 0-6	80
14.	น้ำหนักไก่เนื้อที่เพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 0-3 (กรัม/ตัว)	81
15.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA) ของน้ำหนักไก่เนื้อที่เพิ่มขึ้นสัปดาห์ที่ 0-3	81
16.	น้ำหนักไก่เนื้อที่เพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 4-6 (กรัม/ตัว)	82
17.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA) ของน้ำหนักไก่เนื้อที่เพิ่มขึ้นสัปดาห์ที่ 4-6	82
18.	น้ำหนักไก่เนื้อที่เพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 0-6 (กรัม/ตัว)	83
19.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA) ของน้ำหนักไก่เนื้อที่เพิ่มขึ้นสัปดาห์ที่ 0-6	83
20.	อัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อในสัปดาห์ที่ 0-3 (กรัม/ตัว)	84
21.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA) ของ อัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ สัปดาห์ที่ 0-3	84
22.	อัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อในสัปดาห์ที่ 4-6 (กรัม/ตัว)	85
23.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA) ของ อัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ สัปดาห์ที่ 4-6	85
24.	อัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อในสัปดาห์ที่ 0-6 (กรัม/ตัว)	86

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวก		หน้า
25.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA) ของ อัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ สัปดาห์ที่ 0 -6	86
26.	อัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อในสัปดาห์ที่ 0-6 (กรัม/ตัว)	87
27.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA) ของ อัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ สัปดาห์ที่ 0-3	87
28.	อัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อในสัปดาห์ที่ 4-6 (กรัม/ตัว)	88
29.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA) ของ อัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ สัปดาห์ที่ 4-6	88
30.	อัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อในสัปดาห์ที่ 0-6 (กรัม/ตัว)	89
31.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA) ของ อัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ สัปดาห์ที่ 0 -6	89
32.	ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (บาท/กิโลกรัม)	90
33.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (บาท/กิโลกรัม)	90
34.	ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก	91
35.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้วัตถุแห้งในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ	91
36.	ค่าการย่อยได้ของโปรตีนในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก	92
37.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้โปรตีนในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ	92
38.	ค่าการย่อยได้ของไขมันในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก	93
39.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของไขมันในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ	93
40.	ค่าการย่อยได้ของเยื่อใยในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ	94
41.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของเยื่อใยในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ	94

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวก		หน้า
42.	ค่าการย่อยได้ของเถ้าในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก	95
43.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของเถ้าในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ	95
44.	ค่าการย่อยได้ของแคลเซี่ยมในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก	96
45.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของแคลเซี่ยมในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ	96
46.	ค่าการย่อยได้ของฟอสฟอรัสในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก	97
47.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของฟอสฟอรัสในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ	97
48.	ค่าการย่อยได้ของพลังงานในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก	98
49.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของพลังงานในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ	98
50.	ค่าการย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรกในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก	99
51.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรกในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ	99
52.	ค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนผลผลิตไข่ (%HD) หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์	100
53.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนผลผลิตไข่หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์	100
54.	ค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนผลผลิตไข่ (%HD) หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์	101
55.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนผลผลิตไข่หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์	101
56.	ค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนผลผลิตไข่ไก่ (%HD) หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์	102
57.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนผลผลิตไข่หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์	102

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวก		หน้า
58.	ค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนผลผลิตไข่(%HD) หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	103
59.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนผลผลิตไข่หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	103
60.	ค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนผลผลิตไข่ (%HD) หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์	104
61.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนผลผลิตไข่หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์	104
62.	ค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนผลผลิตไข่ (%HD) หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์	105
63.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนผลผลิตไข่หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์	105
64.	ค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนผลผลิตไข่ (%HD) หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบในสัปดาห์ที่ 1-6	106
65.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนผลผลิตไข่หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบในสัปดาห์ที่ 1-6	106
66.	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักไข่หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์	107
67.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยน้ำหนักไข่หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์	107
68.	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักไข่หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	108
69.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยน้ำหนักไข่ หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	108
70.	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของไข่หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์	109
71.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยน้ำหนักของไข่ หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์	109
72.	ค่าเฉลี่ยความแข็งของเปลือกไข่ไก่ หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์	110

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวก		หน้า
73.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความแข็งของเปลือกไข่ หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์	110
74.	ค่าเฉลี่ยความแข็งของเปลือกไข่ไก่หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้ว เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	111
75.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความแข็งของเปลือกไข่ หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	111
76.	ค่าเฉลี่ยความแข็งของเปลือกไข่ หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้ว เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์	112
77.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความแข็งของเปลือกไข่ หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์	112
78.	ค่าเฉลี่ยความหนาของเปลือกไข่ หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้ว เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์	113
79.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความหนาของเปลือกไข่ หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์	113
80.	ค่าเฉลี่ยความหนาของเปลือกไข่ไก่ หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้ว เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	114
81.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความหนาของเปลือกไข่ หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	114
82.	ค่าเฉลี่ยความหนาของเปลือกไข่ไก่ หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้ว เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์	115
83.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความหนาของเปลือกไข่ หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์	115
84.	ค่าเฉลี่ยความสูงของไข่ขาว หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้ว เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์	116
85.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความสูงของไข่ขาว หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์	116

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวก		หน้า
86.	ค่าเฉลี่ยความสูงของไข่ขาว หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้ว เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	117
87.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความสูงของไข่ขาว หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	117
88.	ค่าเฉลี่ยความสูงของไข่ขาว หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้ว เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์	118
89.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความสูงของไข่ขาว หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์	118
90.	ค่าเฉลี่ยความสูงของไข่แดง หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้ว เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์	119
91.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความสูงของไข่แดง หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์	119
92.	ค่าเฉลี่ยความสูงของไข่แดง หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้ว เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	120
93.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความสูงของไข่แดง หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	120
94.	ค่าเฉลี่ยความสูงของไข่แดง หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้ว เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์	121
95.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความสูงของไข่แดง หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์	121
96.	ค่าเฉลี่ยความกว้างของไข่แดง หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์	122
97.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความกว้างของไข่แดง หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์	122
98.	ค่าเฉลี่ยความกว้างของไข่แดง หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้ว เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	123

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวก		หน้า
99.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความกว้างของไข่แดง หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	123
100.	ค่าเฉลี่ยความกว้างของไข่แดง หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้ว เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์	124
101.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความกว้างของไข่แดง หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์	124
102.	ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งในอาหารไก่ไข่ที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก	125
103.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้วัตถุแห้งในอาหารไก่ไข่ ที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ	125
104.	ค่าการย่อยได้ของโปรตีนในอาหารไก่ไข่ที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก	126
105.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้โปรตีนในอาหารไก่ไข่ ที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ	126
106.	ค่าการย่อยได้ของไขมันในอาหารไก่ไข่ที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก	127
107.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของไขมันในอาหารไก่ไข่ ที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ	127
108.	ค่าการย่อยได้ของเยื่อใยในอาหารไก่ไข่ที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ	128
109.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของเยื่อใยในอาหารไก่ไข่ ที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ	128
110.	ค่าการย่อยได้ของเถ้าในอาหารไก่ไข่ที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก	129
111.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของเถ้าในอาหารไก่ไข่ ที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ	129
112.	ค่าการย่อยได้ของแคลเซี่ยมในอาหารไก่ไข่ที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก	130
113.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของแคลเซี่ยมในอาหาร ไก่ไข่ที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ	130
114.	ค่าการย่อยได้ของฟอสฟอรัสในอาหารไก่ไข่ที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก	131
115.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของฟอสฟอรัสในอาหาร ไก่ไข่ที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ	131

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวก		หน้า
116.	ค่าการย่อยได้ของพลังงานในอาหารไก่ไข่ที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก	132
117.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของพลังงานในอาหารไก่ไข่ที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ	132
118.	ค่าการย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรตในอาหารไก่ไข่ที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก	133
119.	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรกในอาหารไก่ไข่ที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ	133

บทที่ 1
บทนำ

การเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทยโดยเฉพาะการเลี้ยง ไก่เนื้อ ไก่ไข่ และสุกร ได้มีการพัฒนาการเลี้ยงให้ก้าวหน้าเป็นอย่างมาก จนเป็นธุรกิจอุตสาหกรรมที่มีการใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ เข้ามาช่วย ทั้งในด้านพันธุ์สัตว์ อาหารสัตว์ การจัดการดูแล และการป้องกันโรค ทำให้การเลี้ยงสัตว์มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ให้ผลผลิตมากขึ้น เช่นโตเร็ว ให้เนื้อหรือไข่มากขึ้น

ปัจจุบันการเลี้ยงไก่เนื้อ และไก่ไข่ ได้ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว และได้รับความสนใจมากขึ้นจากเกษตรกรผู้เลี้ยง เนื่องจากเป็นทางหนึ่งที่ช่วยเพิ่มแหล่งโปรตีนจากสัตว์ อาหารไก่เนื้อและไก่ไข่นั้นได้มีการปรับปรุงให้มีคุณภาพดีขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเลี้ยง ปัญหาการเลี้ยงสัตว์ที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ ต้นทุนค่าอาหารสัตว์ที่มีราคาสูงขึ้นตลอดเวลา เนื่องจากวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้เป็นหลักในสูตรอาหารมีราคาสูงขึ้นมาก มีความพยายามทั้งเกษตรกร นักวิจัยขององค์กรทั้งภาครัฐและเอกชน ในการหาวิธีผลิตอาหารให้มีต้นทุนต่ำ แต่ยังคงมีคุณค่าทางโภชนะสูงเช่นเดิม ดังนั้นผู้ผลิตอาหารจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องวัตถุดิบอาหารสัตว์ และการประกอบสูตรอาหารสัตว์ โดยที่ปัจจุบันราคาของวัตถุดิบอาหารสัตว์สูงมากขึ้น ผู้เลี้ยงหรือผู้ประกอบสูตรอาหารสัตว์จำเป็นต้องเลือกใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพดี ราคาถูก สามารถหาได้ง่ายในพื้นที่ และมีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย และเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญ การผลิตมันสำปะหลังภายในประเทศ ในช่วงปี 2550 ถึง 2551 คาดว่าผลผลิตจะมีประมาณ 27.6 ล้านตัน (ตารางที่ 1) และประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังเป็นจำนวนมาก ทั้งภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคกลาง มันสำปะหลังถือเป็นวัตถุดิบอาหารที่เป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่หาได้ง่ายและราคาถูก แต่การใช้มันสำปะหลังในสูตรอาหารสัตว์ยังไม่แพร่หลายนัก เนื่องจากเป็นที่ทราบกันดีว่าหัวมันสำปะหลังมีสารพิษ (hydrocyanic acid, HCN) รวมทั้งมีโปรตีนและกรดอะมิโนต่ำ ซึ่งมีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตของสัตว์ต่ำลง เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงได้ศึกษาเพื่อพัฒนาวิธีการใช้ประโยชน์จากมันสำปะหลังโดยกรรมวิธีการหมัก เพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนจากเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งเจริญเติบโตในระหว่างการหมัก ซึ่งเป็นวิธีการเพิ่มคุณค่าทางโภชนะในมันสำปะหลังให้สูงขึ้น เนื่องจากสามารถลดแหล่งอาหารโปรตีนที่ใช้ เช่นปลาป่น และกากถั่วเหลือง ซึ่งมีแนวโน้มว่าจะมีราคาสูงขึ้นตลอดเวลาด้วย

กรรมวิธีการหมักมันสำปะหลังในการศึกษาครั้งนี้จะใช้เชื้อรา *Amylomyces rouxii* เลี้ยงบนมันสำปะหลังบด เพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนจากเชื้อราที่เจริญเติบโตในมันสำปะหลัง ซึ่งจะเป็นวิธีการ

เพิ่มคุณค่าทางโภชนะให้แก่มันสำปะหลังมากขึ้น และสามารถนำมาใช้เป็นอาหารเสริมโปรตีนสำหรับสัตว์ปีกและสัตว์อื่นๆ เพื่อลดต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์ได้บ้าง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิธีการปรับปรุงคุณภาพมันสำปะหลังให้มีโปรตีนสูงขึ้นโดยใช้เชื้อรา *Amylomyces rouxii*
2. เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์ได้ของมันสำปะหลังหมักเชื้อราในอาหารไก่เนื้อและไก่ไข่
3. เพื่อหาระดับที่เหมาะสมของมันสำปะหลังหมักเชื้อราในอาหารไก่เนื้อและไก่ไข่

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบวิธีการหมักมันสำปะหลังโดยใช้เชื้อรา *Amylomyces rouxii* ซึ่งเป็นการเพิ่มโปรตีนในมันสำปะหลังหมักให้สูงขึ้น
2. ผู้เลี้ยงไก่ (ไก่เนื้อ และไก่ไข่) สามารถใช้มันสำปะหลังหมักเป็นวัตถุดิบได้อีกชนิดหนึ่ง ซึ่งอาจช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ส่วนหนึ่ง

ขอบเขตการศึกษา

1. ทำการศึกษาเพื่อหาสูตร และวิธีการที่เหมาะสมในการผลิตมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงจากเชื้อรา *Amylomyces rouxii*
2. ศึกษาสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ และไก่ไข่ เมื่อใช้อาหารผสมด้วยมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii*
3. ศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในอาหารที่มีส่วนประกอบมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในไก่เนื้อและไก่ไข่

บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

ประเทศไทยมีการผลิตมันสำปะหลังในปริมาณมาก และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในแต่ละปี การที่จะนำเอามันสำปะหลัง ซึ่งมีโปรตีนต่ำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ จำเป็นต้องมีการปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้น อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องมีการศึกษาเรื่องมันสำปะหลังก่อนที่จะนำไปใช้ประโยชน์

มันสำปะหลัง

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2542) กล่าวถึงมันสำปะหลังว่า มีชื่อเรียกแตกต่างกันตามภาษาท้องถิ่น เช่น Cassava, Tapioca, manihoc หรือ Yuca ในภาษาไทยเคยเรียกว่า มันไม้ มันสำโรง หรือมันสำปะหลัง แต่ปัจจุบันนิยมเรียกว่ามันสำปะหลัง ซึ่งถือว่ามันสำปะหลังที่ปลูกเป็นการค้าทั่วโลกนั้นมีเพียงชนิดนี้ชนิดเดียวเท่านั้น มีการจำแนกมันสำปะหลังไว้ดังนี้

Subdivision	Angiospermae
Class	Dicotyledonae
Order	Geraniales
Family	Euphorbiaceae
Genus	Manihot
Scientific name	*Manihot esculenta Crantz*

มันสำปะหลังเป็นพืชดั้งเดิมของชาวพื้นเมือง (อเมริกันอินเดียน) ในเขตร้อนของทวีปอเมริกา ตั้งแต่อเมริกากลาง คือตอนใต้ของประเทศเม็กซิโก ลงไปถึงบราซิล ชนเหล่านี้ปลูกมันสำปะหลังเพื่อใช้เป็นอาหาร หลังจากนั้นจึงมีการนำมาปลูกยังทวีปแอฟริกาและเอเชียตามลำดับ การปลูกมันสำปะหลังเป็นการค้าครั้งแรกในประเทศไทยปลูกที่ภาคใต้ โดยการปลูกระหว่างแถวของต้นยางพาราขนาดเล็ก ผลผลิตนำส่งโรงงานทำแป้ง แต่การปลูกในภาคใต้ค่อยๆ ลดไป เนื่องจากต้นยางพาราโตคลุมพื้นที่หมด สำหรับการปลูกที่แพร่หลายในปัจจุบันนั้น เริ่มมาตั้งแต่สมัยหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 เพราะในระยะนั้นญี่ปุ่นขาดวัตถุดิบ และได้เริ่มสั่งแป้งมันสำปะหลังจากประเทศไทย มันสำปะหลังมีการปลูกมากที่จังหวัดชลบุรี และระยอง ซึ่งมีพื้นที่ไม่เหมาะแก่การทำนาจึงใช้ปลูกมันสำปะหลังและปลูกพืชไร่ชนิดอื่นๆ (ไสว, 2534) จากข้อมูลการสำรวจผลผลิตมันสำปะหลังของมูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย พบว่าพื้นที่เพาะปลูก รวมถึง

ผลผลิตมันสำปะหลัง มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นด้วย ดังแสดงในตารางที่ 1 (สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย, 2550)

ตาราง 1 เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ และผลผลิตมันสำปะหลังปีเพาะปลูก 2545-2550

ปี	พื้นที่เก็บเกี่ยว (ไร่)	ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (ตัน)	ผลผลิตหัวมันสด (ตัน)
2545/46	6,744,481	2.50	17,236,873
2546/47	6,973,157	2.90	20,333,510
2547/48	6,695,502	3.30	22,192,509
2548/49	6,692,537	3.40	22,584,402
2549/50	7,201,000	3.60	26,411,000
2550/51(คาดการณ์)	7,302,000	3.78	27,619,000

ข้อมูล: มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย

ที่มา: สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย (2550)

หฤทัย (2534) รายงานว่า พืชจำพวกมันสำปะหลังซึ่งอยู่ใน Genus Manihot มีหลาย Species สามารถใช้เป็นอาหารได้ พืชเศรษฐกิจอื่นๆที่อยู่ใน Family เดียวกับมันสำปะหลังได้แก่ ยางพารา และละหุ่ง ณรงค์ (2521) รายงานว่า มันสำปะหลังมี 2 ชนิดคือ ชนิดขม (*M. palmata* หรือ *M. dolcis*) และชนิดหวาน (*M. esculenta*) ซึ่งต่างกันที่พันธุ์และถือเอาปริมาณกรดไฮโดรไซยานิค หรือ กรด prussic เป็นเกณฑ์ โดยมันสำปะหลังชนิดขม มีกรดไฮโดรไซยานิคมากกว่ามันสำปะหลังชนิดหวาน

ลักษณะ และส่วนต่างๆ ของมันสำปะหลัง

มหาวิทยาลัยเกษตรสาสตร์ (2542) รายงานลักษณะ และส่วนต่างๆ ของมันสำปะหลังไว้ดังนี้

ราก เมื่อนำท่อนมันสำปะหลังไปปลูกจะมี adventitious root ออกจาก cambium ตรงรอยตัด หลังจากปลูกประมาณ 2 เดือนจะเริ่มสะสมอาหารที่รากทำให้รากขยายใหญ่ขึ้นเป็นหัว ต้นๆหนึ่งอาจมี 5-20 หัว จำนวน รูปร่าง ขนาด และน้ำหนักหัวแตกต่างไปตามพันธุ์ บางพันธุ์หัวยาว บางพันธุ์หัวกลมป้อมสั้น ภายในหัวมีแป้งสะสมอยู่ 10-30 เปอร์เซ็นต์ มีสีแตกต่างกันไปตามพันธุ์ตั้งแต่ขาว ครีม จนไปถึงเหลือง

ลำต้น มันสำปะหลังเป็นไม้พุ่มมีอายุได้หลายปี แต่ที่ปลูกเป็นการค้าทั่วไปมักนิยมเก็บเกี่ยวที่อายุ 1 ปี ลำต้นมีความสูงตั้งแต่ 1-5 เมตร ขึ้นกับสภาพแวดล้อมและพันธุ์ ลำต้นมีหลายหลากสี

แตกต่างกันไปตามพันธุ์ เช่น เทา เงิน เหลือง และน้ำตาล ส่วนที่เป็นยอดอ่อนมีสีเขียวหรือแดงปนม่วง ลำต้นมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-6 เซนติเมตร

ใบ เป็นใบเดี่ยวแบบ palmate มีแฉกเว้าลึก 3-9 แฉก ลักษณะแตกต่างกันไปตามพันธุ์ก้านใบค่อนข้างยาว มีหลายสี เช่น เขียว แดงและม่วง

ดอก มันสำปะหลังจัดเป็นพืชผสมข้าม เนื่องจากมีดอกตัวผู้ และดอกตัวเมีย อยู่กันคนละดอก แต่อยู่ในช่อเดียวกัน และจะบานไม่พร้อมกัน ดอกตัวผู้มีขนาดเล็ก อยู่ส่วนบนของช่อดอก ส่วนดอกตัวเมียมีขนาดใหญ่กว่าอยู่ด้านล่าง และจะบานก่อนดอกตัวผู้ในช่อเดียวกัน 7-10 วัน หลังจากผสมเกษรแล้ว 2-3 เดือน ผลจะแก่

ผล และเมล็ด เมื่อผลแห้งจะแตก และดีดเมล็ดกระจายออกไป ภายในหนึ่งผลจะมี 3 เมล็ด ลักษณะคล้ายเมล็ดละหุ่ง แต่มีขนาดเล็กกว่า มีสีน้ำตาลลายดำหรือเทา

ประโยชน์ของมันสำปะหลัง

1. ใช้เป็นอาหารมนุษย์ โดยนำหัวสดไป ต้ม นึ่ง ปิ้ง เผา หรือเชื่อม

2. ใช้เป็นอาหารสัตว์ ประเทศไทยส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังในรูปมันเส้น และมันอัดเม็ด ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ของผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังที่ส่งออกทั้งหมด เพื่อการเลี้ยงสัตว์ของประเทศในกลุ่มประชาคมยุโรป ส่วนการเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยใช้มันสำปะหลังน้อยมาก แม้ว่ามันสำปะหลังสามารถใช้เลี้ยงสัตว์ทุกชนิด แต่ผู้ใช้ต้องปรับสูตรอาหารให้เหมาะสมกับการเลี้ยงสัตว์แต่ละชนิด ข้อดีของการใช้มันสำปะหลังในการเลี้ยงสัตว์คือ ราคาถูก และไม่ค่อยพบสาร aflatoxin จึงปลอดภัยต่อการบริโภค (อุทัย และ สุกัญญา, 2545)

3. ใช้ในอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่จะทำแป้งดิบ เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปอื่นๆ เช่น ผงชูรส และไลซีน ผลิตสารให้ความหวานเช่น glucose, dextrose, sorbital, manitol และ inositol นอกจากนี้ยังใช้ในการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ เช่น สารดูดน้ำ พลาสติกที่ละลายได้ทางชีวภาพ ผลิตเชื้อไรโซเบียม ผลิต flexible foam สำหรับทำที่นอนและเฟอร์นิเจอร์ ผลิต rigid foam เพื่อการบรรจุหีบห่อ และตกแต่งภายใน นอกจากนี้ยังนำไปผลิตแป้งแปรรูป โดยการนำเอาแป้งดิบมาผ่านกระบวนการต่างๆ เพื่อเปลี่ยนแปลงโมเลกุลของแป้งให้เหมาะกับอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม อุตสาหกรรมไม้อัด อุตสาหกรรมทำกาว และอุตสาหกรรมแอลกอฮอล์ (มหาวิทยาลัยเกษตรสาสตร์, 2542)

อุทัย และคณะ (2540) รายงานว่า มันสำปะหลังแม้จะเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีโปรตีนต่ำ (2%) และมีแป้งมาก แต่เมื่อพิจารณาถึงราคาที่ถูกและปริมาณที่มีอยู่ในประเทศจำนวนมาก พบว่าการใช้มันสำปะหลังในสูตรอาหารสัตว์ชนิดต่างๆ อย่างถูกต้อง จะทำให้ราคาอาหารสัตว์และต้นทุน

การผลิตถูกลง โดยสัตว์ยังให้ผลผลิตเหมือนเดิม องค์ประกอบทางโภชนะของมันสำปะหลัง แสดงไว้ในตาราง 2

ตาราง 2 องค์ประกอบทางโภชนะของมันสำปะหลัง (หัวมันสด)

ส่วนประกอบ	เปอร์เซ็นต์
ส่วนที่กินได้	81.40
ความชื้น	63.80
เถ้า	1.44
โปรตีน	0.96
ไขมัน	0.26
กรดไฮโดรไซยานิค	0.02
กาก	0.85
แป้ง	27.56
อื่นๆ	5.04
พลังงาน, Kcal GE/kg	1,403.00

ที่มา: หฤทัย (2534)

ตาราง 3 ส่วนประกอบของอาหารในส่วนที่กินได้ 100 กรัม ของมันสำปะหลัง (หัวมันสด)

ส่วนประกอบ	ปริมาณ	หน่วย
พลังงาน	146.0	กิโลแคลอรี่
น้ำ	62.5	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	34.7	กรัม
โปรตีน	1.2	กรัม
แคลเซี่ยม	3.3	มิลลิกรัม
เหล็ก	น้อยมาก	มิลลิกรัม
ไทอะมีน (บี 1)	0.06	มิลลิกรัม
ไรโบฟลาวิน (บี 2)	0.03	มิลลิกรัม
วิตามินซี	36.0	มิลลิกรัม

ที่มา: ณรงค์ (2532)

วิชัย (2523) รายงานว่าปริมาณโปรตีนในหัวมันสำปะหลัง นอกจากจะมีปริมาณต่ำแล้ว ยังมีคุณภาพต่ำด้วย แต่จะมีปริมาณอาร์จินีนเป็นองค์ประกอบสูงสุด ปริมาณกรดอะมิโนชนิดต่างๆ แสดงไว้ในตาราง 4

ตาราง 4 กรดอะมิโนชนิดต่างๆในมันสำปะหลัง

ชนิดกรดอะมิโน	กรดอะมิโนทั้งหมดในหัวมันสำปะหลัง (%)
อาร์จินิน	38.30
อิสติดิน	1.50
ไอโซลูซิน	2.21
ไลซิน	3.44
เมทไธโอนิน	0.82
ซีสตีน	0.63
ทรีโอนิน	2.33
เฟนนิลอาลานิน	2.12
อาลานิน	5.18
ทริปโตแฟน	1.26

ที่มา: วิชัย (2523)

สารพิษ และการลดสารพิษในมันสำปะหลัง

ในหัวมันสำปะหลังสดมีน้ำยางสีขาวข้นอยู่ใต้เปลือก ซึ่งมีสารพิษประเภทไซยาโนจีนิคกลูโคไซด์ (cyanogenic glucocide) 2 ชนิด ได้แก่ สารลินามาริน (linamarin) และสารโลทอสตราลิน (lotoustralin) เป็นองค์ประกอบ และเมื่อมีการสับหัวมันและหัวมันได้รับความร้อนระหว่างการผึ่งแดด เอนไซม์ลินามาเรส (linamarase) ที่อยู่ในเซลล์ของหัวมันสำปะหลังจะทำการย่อยสลายสารลินามาริน ได้กรดไฮโดรไซยานิคหรือกรดปรัสสิค (prussic adid) กลูโคส และอะซีโตน โดยกรดไฮโดรไซยานิคจะระเหยไปในบรรยากาศ ทำให้กรดไฮโดรไซยานิคในชิ้นมันสำปะหลังลดต่ำลงจนไม่เป็นอันตรายต่อตัวสัตว์ ระดับการเป็นพิษของไฮโดรไซยานิค หรือสารพิษไซยาไนด์ในอาหารสัตว์อยู่ที่ระดับ 80 - 100 มก./กก. (พีพีเอ็ม) เป็นต้นไป (อุทัย และ สุกัญญา, 2547)

Khajarern, *et al.* (1982) รายงานว่าการผลิตมันเส้นโดยวิธีการตากแดด 2 - 3 วัน ก่อนที่จะส่งไปยังโรงงานอาหารสัตว์ หรือส่งไปยังผู้ใช้ จะทำให้ระดับสารพิษกรดไฮโดรไซยานิคลดต่ำลงจนอยู่ห่างจากระดับที่เป็นพิษต่อสัตว์มาก แต่ถ้าเก็บไว้ในโรงงานอาหารสัตว์อีกระยะหนึ่งก่อนการ

ใช้จะเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ใช้ ทำให้สามารถใช้มันสำปะหลัง ได้โดยไม่ต้องเสี่ยงกับความเป็นพิษของกรดไฮโดรไซยานิค นอกจากนี้ผู้วิจัยยังระบุว่าการลดสารพิษในมันสำปะหลังยังสามารถทำได้โดยการทำให้สุก การใช้ไอน้ำ การทำให้แห้ง การหมัก หรือการล้างน้ำ ซึ่งวิธีการนี้อาจไม่เหมาะสำหรับทำผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังที่ใช้ในอาหารสัตว์แต่กรรมวิธีบางอย่างสามารถใช้กับการผลิตแป้งมันสำหรับคนบริโภคได้

Oboh, *et al.* (2002) รายงานว่า จากการศึกษาโภชนะในมันสำปะหลังที่หมักด้วยเชื้อรา *Aspergillus niger* พบว่า มันสำปะหลังที่ผ่านการหมักมีองค์ประกอบที่เป็นเถ้า และเยื่อใย ไม่แตกต่างจากมันสำปะหลังที่ไม่ได้หมัก ส่วนโปรตีน ไขมัน และปริมาณของแร่ธาตุโซเดียม โปแตสเซี่ยม และแคลเซี่ยม มีปริมาณสูงขึ้น และยังพบว่าสารพิษไฮโดรไซยานิค มีปริมาณลดลงด้วย

การใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์

การศึกษาการใช้ประโยชน์ของมันสำปะหลังสำหรับอาหารสัตว์ ได้กระทำกันมานานกว่า 20 ปีแล้ว โดย Oke (1978) รายงานว่าผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบอาหารประเภทพลังงานที่ดีทั้งสัตว์กระเพาะเดี่ยวและสัตว์กระเพาะรวม แป้งในมันสำปะหลังย่อยได้ง่ายมากเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวโพด เนื่องจากมีส่วนของอะไมโลเพคตินอยู่สูงและสามารถใช้มันสำปะหลังเป็นแหล่งพลังงานหลักในอาหารสุกร สัตว์ปีก และสัตว์กระเพาะรวมได้ แต่ต้องระวังเรื่องสารพิษของกรดไฮโดรไซยานิค ระดับโปรตีน และกรดอะมิโนด้วย

สำหรับประเทศไทย มีการศึกษาวิจัยการใช้มันสำปะหลังในอาหารสัตว์เป็นจำนวนมาก และผลการศึกษาต่างๆ ก็แสดงให้เห็นว่า มันสำปะหลังสามารถทดแทนวัตถุดิบอาหารประเภทพลังงานที่ใช้กันทั่วไป ได้แก่ ข้าวโพด ปลายข้าว ในสูตรอาหารชนิดต่าง ๆ โดยโรงงานอาหารสัตว์และฟาร์มเลี้ยงสัตว์จำนวนมาก ซึ่งก็ให้ผลดีเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป จากผลการวิจัยการใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์ของเกษตรกรและโรงงานอาหารสัตว์ สรุปว่ามันสำปะหลังมีข้อดีในการใช้เป็นอาหารสัตว์ ดังนี้

1. มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ ที่ย่อยง่ายโดยเฉพาะในกระเพาะหมักของโค เพราะแป้งมันสำปะหลังเป็นแป้งอ่อนจึงย่อยง่าย สัตว์จึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย

2. มีผนังเซลล์ที่น้อยไม่มีปัญหาเรื่องเยื่อใย ระดับเยื่อใยประมาณ 4 – 5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่ามีระดับเหมาะสมกับการใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ หากใช้ในอาหารโคจะสามารถลดความเครียดเนื่องจากความร้อนได้ด้วยเนื่องจากมีผนังเซลล์ต่ำ ความร้อนที่เกิดขึ้นจากขบวนการหมักโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักก็จะมีค่าต่ำตามไปด้วย

3. สัตว์ที่กินอาหารสูตรมันสำปะหลังโดยรวมมีสุขภาพดีขึ้น ไม่ค่อยเจ็บป่วยสามารถลดการใช้ยาในการผสมอาหารหรือการรักษา สุวรรณี (2543) ได้ใช้มันสำปะหลังทดแทนข้าวโพดในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 0, 50, 75 และ 100% พบว่าสามารถใช้มันสำปะหลังทดแทนข้าวโพดได้ 50% หรือใช้ได้ในระดับ 27% ในสูตรอาหารไก่เนื้อโดยไม่มีผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิตแต่อย่างใด นอกจากนี้ผลการทดลองยังแสดงให้เห็นว่าการใช้มันสำปะหลังในสูตรอาหารทำให้อัตราการตายของไก่ลดลง รวมทั้งจะใช้ยาน้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารสูตรควบคุมซึ่งใช้ข้าวโพด

4. มูลของสัตว์ที่กินอาหารสูตรมันสำปะหลังมีปริมาณน้อยลงเมื่อเทียบกับสูตรข้าวโพด และกลิ่นไม่เหม็น แมลงวันไม่ค่อยมาวางไข่ ทำให้มีจำนวนแมลงวันในฟาร์มลดลง

5. ไม่มีปัญหาเรื่องสารพิษจากเชื้อราหรือสารขัดขวางโภชนะที่จะเป็นอันตรายต่อสัตว์

ขบวนการหมัก

ขบวนการหมัก (fermentation) เป็นคำที่มีรากศัพท์มาจากภาษาลาติน "fervere" แปลว่า เดือด โดยในครั้งแรกใช้เพื่ออธิบายลักษณะที่เกิดจากการกระทำของยีสต์ ในน้ำสกัดจากผลไม้หรือเมล็ดข้าวมอลท์ เนื่องจากยีสต์ย่อยสลายน้ำตาลภายใต้สภาวะไม่มีออกซิเจน ทำให้เกิดฟองแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ผุดขึ้นมาเหมือนน้ำเดือด ปัจจุบันนักชีวเคมีและนักจุลชีววิทยาอุตสาหกรรมได้นำคำว่า การหมัก มาใช้ในความหมายที่แตกต่างกันออกไปบ้าง ในทางชีวเคมี การหมัก หมายถึง การสร้างพลังงานจากขบวนการย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์ โดยมีสารอินทรีย์เป็นทั้งตัวให้และตัวรับอิเล็กตรอน ส่วนการหมักในทางจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม หมายถึง กระบวนการผลิตผลผลิตใดๆ ก็ตาม ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์จำนวนมาก (mass culture) ซึ่งจะครอบคลุมทั้งกระบวนการแบบใช้และไม่ใช้ออกซิเจน ในขณะที่การหมักในทางชีวเคมีจะหมายถึงเฉพาะกระบวนการที่ไม่ใช้ออกซิเจนเท่านั้น (Abdullah, *et al.*, 1985)

โดยทั่วไปกระบวนการหมักเกิดขึ้นเมื่อมีวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งอาหาร (substrates) และจุลินทรีย์ รวมทั้งสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม โดยมีการปล่อยจุลินทรีย์เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อ หรือทำปฏิกิริยากับอาหารเลี้ยงเชื้อ ภายใต้สภาวะที่มีการควบคุมในระยะเวลาที่กำหนด ก็จะได้ผลผลิตออกมา กระบวนการหมักขนาดเล็กแบบธรรมดามักไม่มีปัญหาในการผลิต แต่หากกระบวนการหมักมีขนาดใหญ่ ซับซ้อนมาก ปัญหาก็จะมีมากขึ้น จึงต้องมีการพัฒนากระบวนการหมัก รวมทั้งเครื่องมือเครื่องใช้ในการหมักอยู่ตลอดเวลา กระบวนการหมักมีอยู่ 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ การหมักในอาหารเหลว (liquid fermentation) เช่น การเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ในอาหารเหลวโดยพ่นอาหารเหลว

เข้าไป (submerged cultivation) หรือการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์บนผิวอาหารเหลว (surface culture) และการหมักบนอาหารแข็ง (solid fermentation) (วราวุฒิ และรุ่งนภา, 2532)

โปรตีนเซลล์เดียว

ดวงพร (2530) รายงานว่าโปรตีนเซลล์เดียว (Single cell protein) หรือเขียนย่อว่า SCP ถูกบัญญัติขึ้น โดยศาสตราจารย์ C.L. Wilson, Massachusetts Institute of Technology ในปี ค.ศ. 1966 โดยโปรตีนจากจุลินทรีย์ซึ่งได้แก่ สาหร่าย เชื้อรา ยีสต์และแบคทีเรีย ไม่จำเป็นจะต้องเป็นจุลินทรีย์ที่มีเซลล์เดียว (unicellular cell) ซึ่งได้แก่ แบคทีเรีย ยีสต์และสาหร่ายบางชนิด แต่รวมถึงจุลินทรีย์ที่มีหลายเซลล์ (multicellular cell) ได้แก่ สาหร่ายและเชื้อรา แต่โดยทั่วไปก็ยังนิยมเรียกว่า โปรตีนเซลล์เดียว โปรตีนเซลล์เดียวเริ่มได้รับความสนใจ เมื่อองค์การอนามัยโลก (WHO) ได้จัดตั้งหน่วยงานหนึ่ง เพื่อหาแหล่งโปรตีนใหม่สำหรับมนุษย์ ซึ่งจะต้องมีความปลอดภัยและเหมาะสมสำหรับเป็นอาหารของมนุษย์ (food) หรือเป็นอาหารสัตว์ (feed) หน่วยงานนี้คือ Protein Advisory Group โดยจัดตั้งเมื่อปี ค.ศ. 1955 สาเหตุที่โปรตีนเซลล์เดียวเป็นที่สนใจเพราะมีการขาดแคลนอาหารโปรตีน ขาดแคลนวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตโปรตีนจากเนื้อสัตว์ และปัญหาการกำจัดของเหลือใช้ ดังนั้นการใช้โปรตีนเซลล์เดียว จึงเป็นหนทางหนึ่งที่จะใช้แก้ปัญหาดังกล่าวได้ การใช้โปรตีนเซลล์เดียวเพื่อประโยชน์ 2 ประการ คือ การกำจัดของเสียเพื่อป้องกันมลภาวะและการได้ผลตอบแทนจากการใช้ประโยชน์ของวัตถุดิบเหล่านี้ เนื่องจากวัสดุเหลือใช้ส่วนใหญ่จะมีส่วนประกอบของสารอินทรีย์อยู่สูง เป็นที่ยอมรับของนักเทคโนโลยีชีวภาพว่า การแปรรูปสารอินทรีย์และอื่นๆ ในวัสดุเหลือใช้เป็นสารที่มีประโยชน์และมีราคาถูก โดยใช้จุลินทรีย์เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแปรรูปเป็นเซลล์จุลินทรีย์ที่มีโปรตีนและคุณค่าทางอาหารอื่นๆ สูง เหมาะสำหรับเป็นอาหารสัตว์หรืออาหารเสริมสำหรับสัตว์

ประพิมพ์พักต์ (2547) รายงานว่า โปรตีนเป็นอาหารที่สำคัญยิ่งของสัตว์เลี้ยงทุกชนิด เนื่องจากสัตว์ต้องการโปรตีนเพื่อเป็นส่วนประกอบของร่างกาย เช่น เลือด กล้ามเนื้อ และอวัยวะส่วนต่างๆ จึงเป็นอาหารที่จำเป็นสำหรับสัตว์ที่อยู่ในวัยกำลังเจริญเติบโต และแม้แต่สัตว์ที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้ว ก็ยังจำเป็นต้องใช้โปรตีนในการสร้าง ซ่อมแซมเซลล์ใหม่แทนเซลล์เก่าที่สึกหรอสลายตัวไป นอกจากนี้โปรตีนยังเป็นส่วนประกอบของฮอร์โมน เอนไซม์ ซึ่งเป็นตัวการในการช่วยย่อยอาหารและควบคุมการทำงานของต่อมต่างๆ ในร่างกายให้เป็นปกติ ในสัตว์ที่กำลังให้ผลผลิต เช่น ไข่ นม หรืออุ้มท้อง ต้องการโปรตีนเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าโปรตีนเป็นอาหารที่จำเป็นต่อสัตว์ทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นสัตว์ที่อยู่ในระหว่างการเจริญเติบโต กำลังให้

ผลผลิต หรือสัตว์ที่โตเต็มที่แล้วก็ตาม ประเทศไทยเป็นประเทศที่ผลิตมันสำปะหลังเป็นอันดับหนึ่งของโลก ผลผลิตที่ได้สามารถนำมาใช้เป็นอาหารปลาได้โดยไม่เกิดอาหารเป็นพิษ และยังทำให้ได้น้ำหนักปลามากกว่าเลี้ยงด้วยอาหารปลาอย่างเดียวถึง 22.62%

จุลินทรีย์ที่ใช้ในการผลิตโปรตีนเซลล์เดียว

ดุษณี (2546) รายงานว่าจุลินทรีย์ที่นิยมใช้ในการผลิตโปรตีนเซลล์เดียวเช่น แบคทีเรีย ยีสต์ สาหร่าย และเชื้อรา โดยมีรายละเอียดดังนี้

<u>แบคทีเรีย</u>

แบคทีเรีย เป็นจุลินทรีย์โปรตีนเซลล์เดียวที่สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารได้ เนื่องจากมีปริมาณโปรตีนสูงประมาณ 50-83% ของน้ำหนักแห้ง แบคทีเรียมีอัตราการเจริญเติบโตเร็วกว่าจุลินทรีย์กลุ่มอื่นๆ และประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นหลายชนิด โดยเฉพาะไลซีน

<u>ยีสต์</u>

ยีสต์ เป็นจุลินทรีย์โปรตีนเซลล์เดียวที่มีการนำมาใช้กันมากที่สุด เนื่องจากยีสต์มีคุณสมบัติที่เหมาะต่อการนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารมนุษย์และสัตว์ ยีสต์มีโปรตีนประมาณ 45-55% ของน้ำหนักแห้ง

<u>สาหร่าย</u>

สาหร่าย เป็นจุลินทรีย์โปรตีนเซลล์เดียวที่สามารถสังเคราะห์แสงได้ (phototrophic microorganism) สาหร่ายมีปริมาณโปรตีนประมาณ 47-63% ของน้ำหนักแห้ง รวมทั้งมีวิตามินซีและวิตามินบีรวมสูง แต่สาหร่ายมีข้อเสียคือ มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่าจุลินทรีย์ในกลุ่มอื่นๆ

<u>เชื้อรา</u>

เชื้อรา เป็นจุลินทรีย์โปรตีนเซลล์เดียวที่ดีกว่าการใช้จุลินทรีย์ในกลุ่มอื่นๆ เพราะว่ามีคุณค่าทางอาหาร และมีปริมาณกรดอะมิโนที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบในปริมาณสูงกว่า เชื้อรา มีปริมาณโปรตีนประมาณ 31-55% ของน้ำหนักแห้ง นอกจากนั้นเชื้อรายังสามารถเจริญได้หลายรูปแบบ เช่น เจริญในรูปเซลล์เดียว หรือใยรา ปริมาณโปรตีนในจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ แสดงไว้ในตารางที่ 5

ตาราง 5 ปริมาณโปรตีนในจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ

ชนิดจุลินทีย์	ปริมาณโปรตีน (%)
แบคทีเรีย	50-83
ยีสต์	45-55
สาหร่าย	47-63
เชื้อรา	31-55

ที่มา: ดุษณี (2546)

คุณสมบัติของจุลินทรีย์ที่ใช้ผลิตโปรตีนเซลล์เดียว

Bhattacharjee (1970) กล่าวถึงคุณสมบัติของจุลินทรีย์ที่ใช้ผลิตโปรตีนเซลล์เดียว ดังนี้

1. เจริญได้เร็วในอาหารที่มีราคาถูก ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่หาง่ายในท้องถิ่นนั้นๆ

2. เจริญได้ดีในอาหารที่มีส่วนประกอบง่ายๆ มีความต้องการวิตามินและสารเร่งการเจริญเติบโตต่างๆ น้อยหรือไม่ต้องการเลย

3. คงลักษณะทางพันธุกรรมได้ดีไม่กลายพันธุ์ง่าย เมื่อเลี้ยงติดต่อกันเป็นเวลานาน

4. การแยกและเก็บเกี่ยวเซลล์ทำได้ง่าย

5. มีความต้านทานต่อการปะปนของจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ

6. ทราบคุณสมบัติทางพันธุกรรม สรีรวิทยา และสามารถปรับปรุงทางด้านพันธุกรรมได้

7. ใช้แหล่งพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

8. หลังจากผ่านกระบวนการเลี้ยงแล้ว มีวัสดุเหลือทิ้งน้อยหรือไม่มีเลย

9. ไม่เป็นพิษและไม่ทำให้เกิดอาการภูมิแพ้

10. ให้ปริมาณโปรตีนสูง โดยเฉพาะโปรตีนจะต้องมีกรดอะมิโนที่มีคุณค่า

11. เก็บรักษาง่าย เช่น การทำให้แห้งได้

ประโยชน์ของการใช้จุลินทรีย์ในการผลิตโปรตีนเซลล์เดียว

ดุษณี (2546) รายงานประโยชน์ของการใช้จุลินทรีย์ในการผลิตโปรตีนเซลล์เดียว มีดังนี้

1. จุลินทรีย์สามารถเจริญได้อย่างรวดเร็วและเป็นจำนวนมาก ภายใต้ภาวะที่เหมาะสม แบคทีเรียและยีสต์สามารถเพิ่มจำนวนได้ทุกๆ 0.5-2 และ 1-3 ชั่วโมง ตามลำดับ ในขณะที่สาหร่ายและราใช้เวลาในการเพิ่มจำนวน 2 - 6 และ 4 - 12 ชั่วโมง ตามลำดับ

2. การปรับปรุงพันธุ์จุลินทรีย์สามารถทำได้ง่ายกว่าการปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์ เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดียิ่งขึ้น เช่น มีอัตราการเจริญเร็ว มีปริมาณกรดอะมิโนมากขึ้นและอื่นๆ

3. จุลินทรีย์ประกอบด้วยปริมาณโปรตีนและคุณค่าอาหารอื่นๆ ที่เป็นประโยชน์

4. จุลินทรีย์สามารถเจริญได้เป็นจำนวนมากในพื้นที่จำกัด และต้องการน้ำในปริมาณน้อย สามารถผลิตได้ตลอดเวลาในถังหมักขนาดใหญ่ และไม่ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม เช่น ดิน ฟ้า อากาศ เหมือนเช่นการเพาะปลูกพืช

5. จุลินทรีย์สามารถใช้วัตถุดิบหลายชนิดในการเจริญ รวมทั้งของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมแอลกอฮอล์ อุตสาหกรรมปิโตรเคมี

6. ปัญหาเกี่ยวกับของเสียของจุลินทรีย์มีน้อย เมื่อเทียบกับการผลิตอาหาร โดยกระบวนการอื่นๆ กระบวนการผลิตโปรตีนเซลล์เดียวจากของเสียทางการค้า โดยการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ในถังหมัก เช่น การผลิตยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* จากกากน้ำตาลในประเทศสหรัฐอเมริกาเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์

ประพิมพ์พักต์ (2547) ระบุว่าวัตถุดิบหลายชนิดสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารในการผลิตโปรตีนเซลล์เดียวได้ ซึ่งรวมไปถึงของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมและการเกษตรด้วย ในปัจจุบันประเทศต่างๆ แถบตะวันออกและญี่ปุ่น มีการศึกษาถึงผลิตภัณฑ์โปรตีนเซลล์เดียวจากแอลกอฮอล์และของเสียพวกอินทรีย์สาร ของเสียที่นำมาใช้ เช่น น้ำทิ้งจากโรงงานกระดาษ กากน้ำตาลจากโรงงานผลิตน้ำตาล หางนมจากโรงงานนม มูลสัตว์ ชานอ้อย กากกาแฟ ฯลฯ ซึ่งนับว่ามีประโยชน์อย่างยิ่งที่มีการนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ โดยสามารถช่วยลดมลภาวะสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ ช่วยลดปัญหาการขาดแคลนโปรตีนของชุมชน ช่วยลดต้นทุนการผลิตและยังสามารถเปลี่ยนรูปให้เป็นพลังงานและโปรตีนได้ รวมทั้งสามารถนำเทคโนโลยีใหม่ๆ มาประยุกต์ใช้ในประเทศที่กำลังพัฒนา

การใช้มันสำปะหลังหมักเชื้อจุลินทรีย์เลี้ยงสัตว์

Scudamore, *et al.* (1997) ได้ศึกษาการเกิดสารพิษจากเชื้อราในตัวอย่างจากโรงงานอาหารสัตว์ในประเทศอังกฤษและตัวอย่างมันสำปะหลังจากประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ไม่พบการปนเปื้อนสารพิษอัลฟลาทอกซินและสารพิษชนิดอื่น

กรกช และคณะ (2545) รายงานว่าการเพิ่มปริมาณโปรตีนในกากมันสำปะหลัง ทำได้โดยการใช้เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเชื้อรา *Rhizopus oligosporus* ซึ่งจะพบว่าเมื่อใช้เอนไซม์ในรูปวัสดุแข็งย่อยกากมันสำปะหลังพร้อมกับการหมักด้วย *Rhizopus oligosporus* จะมีปริมาณโปรตีนสูงสุด 23.41% และมีปริมาณกลูโคซามีนเท่ากับ 63.01 มก./ก.น้ำหนักแห้ง

สุชีพ และคณะ (2533) รายงานว่า การใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงทดแทนปลายข้าวในสูตรอาหารเป็ดเนื้อ โดยใช้มันสำปะหลังหมักในระดับ 0, 25, 50 และ 100% เลี้ยงเป็ดเนื้อในช่วงอายุ 1 - 4 สัปดาห์ ส่งผลให้เป็ดเนื้อมีสมรรถภาพการผลิตต่ำกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ทางสถิติ ($P < 0.01$) แต่ถ้าเลี้ยงในช่วงอายุ 4-8 สัปดาห์ การใช้มันสำปะหลังหมักที่ระดับ 25% มีผลทำให้สมรรถภาพการผลิตดีที่สุด รายละเอียดผลการศึกษาแสดงไว้ในตาราง 6

ตาราง 6 สมรรถภาพการผลิตของเป็ดเนื้อที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมด้วยมันสำปะหลังหมักทดแทนปลายข้าวในระดับต่างๆ

สมรรถภาพการผลิต	ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)				
	0	25	50	75	100
<u>อายุ 1-4 สัปดาห์</u>					
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)[2/]	53.76[a]	54.29[a]	51.73[ab]	47.97[b]	42.45[c]
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/วัน)[2/]	112.89[a]	119.13[a]	115.76[a]	113.49[a]	103.06[b]
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ[2/]	2.09[a]	2.19[b]	2.23[b]	2.36[c]	2.42[c]
<u>อายุ 4-6 สัปดาห์</u>					
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)	46.38	46.95	45.52	43.96	42.60
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/วัน)[1/]	206.86[a]	214.83[a]	215.58[ab]	229.21[b]	223.42[b]
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ[2/]	4.48[a]	4.39[a]	4.74[a]	5.21[b]	5.23[b]

ที่มา: ดัดแปลงจาก สุชีพ และคณะ (2533)

หมายเหตุ: [1/ a,b] ตัวอักษรในแถวนอนเดียวกันต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P < 0.05$)

[2/ a,b,c] ตัวอักษรในแถวนอนเดียวกันต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P < 0.01$)

อุษณีย์ภรณ์ และคณะ (2550) ศึกษาการหมักมันสำปะหลังด้วยเชื้อรา *Aspergillus niger* ปรากฏว่าทำให้มีระดับโปรตีนเพิ่มขึ้นประมาณ 9% จาก 2.22 เป็น 11.25% เมื่อใช้เลี้ยงเป็ดเนื้อทางการค้า จะสามารถใช้ได้ดีที่ระดับ 10% ซึ่งทำให้อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีที่สุด รายละเอียดแสดงไว้ในตาราง 7

ตาราง 7 สมรรถภาพการผลิตของเป็ดเนื้อที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักด้วยเชื้อรา *Aspergillus niger*

สมรรถภาพการผลิต	ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)			
	0	10	20	30
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)	56.46[b]	58.79[a]	55.56[b]	53.84[c]
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	2.16[b]	2.07[c]	2.19[b]	2.27[a]

ที่มา: ดัดแปลงจาก อุษณีย์ภรณ์ และคณะ (2550)

หมายเหตุ: [a,b,c] ตัวอักษรในแถวนอนเดียวกันต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ทวีศักดิ์ และ คณะ (2544) ศึกษาการใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในอาหารเลี้ยงไก่เนื้อ โดยใช้มันสำปะหลังหมักยีสต์ *Schwanninomyces alluvius* และ *Schwanninomyces castelli* ซึ่งปรากฏว่าช่วยเพิ่มโปรตีนได้ประมาณ 9 - 10% เพิ่มจาก 2.5 เป็น 11-13% เมื่อนำมันสำปะหลังหมักไปเลี้ยงไก่เนื้อช่วงอายุ 1 – 42 วัน ปรากฏว่าสามารถใช้มันสำปะหลังหมักยีสต์ทั้ง 2 ชนิดได้ในระดับ 15% โดยไม่มีผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิต รายละเอียดผลการศึกษาแสดงไว้ใน ตาราง 8

ตาราง 8 สมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักยีสต์เป็นเวลา 6 สัปดาห์ (อายุไก่ 1 - 42 วัน)

สมรรถภาพการผลิต	ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)						
	0	5[1/]	10[1/]	15[1/]	5[2/]	10[2/]	15[2/]
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)	42.09	40.06	41.37	39.82	41.15	41.55	40.66
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/วัน)	85.65	89.93	87.93	86.43	85.67	89.36	87.62
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	2.04	2.20	2.13	2.17	2.16	2.16	2.16

ที่มา: ดัดแปลงจาก ทวีศักดิ์ และคณะ (2544)

หมายเหตุ: [1/] หมักด้วยยีสต์ เอส อัลลูเวียส *(Schwanninomyces alluvius)*

[2/] หมักด้วยยีสต์ เอส คาสเทลไล (*Schwanninomyces castellii*)

ส่วนการศึกษาของ จรูญ (2541) ได้ใช้เชื้อรา *Aspergillus sp* และเชื้อยีสต์ *Saccharomycopsis fibuligera* หมักมันสำปะหลังทำให้มีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นเป็น 16.89% นำไปเลี้ยงไก่เนื้อเพื่อเปรียบเทียบกับสูตรอาหารทางการค้า พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมักที่ระดับ 15% มีอัตรา

การเจริญเติบโตดีที่สุด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) รายละเอียดแสดงไว้ใน ตาราง 9

ตาราง 9 การใช้มันสำปะหลังหมักด้วยเชื้อรา *Aspergillus sp* และเชื้อยีสต์ *Saccharomycopsis fibuligera* ต่อการเจริญเติบโตของไก่เนื้อช่วงอายุ 1 - 28 วัน

กลุ่มการทดลอง	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)
อาหารควบคุม (สูตรการค้า)	400[a]
มันสำปะหลังหมัก 5%	461.67[b]
มันสำปะหลังหมัก 15%	531.67[c]

ที่มา: ดัดแปลงจาก จรูญ (2541)

หมายเหตุ: [a,b,c] ตัวอักษรในแถวนอนเดียวกันต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

รณชัย (2530) ศึกษาการใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงเลี้ยงไก่เนื้อ โดยหมักด้วยเชื้อรา *Aspergillus niger* และเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ซึ่งช่วยทำให้มีปริมาณโปรตีนสูงขึ้นจาก 2.50 เป็น 9.50% และยังสามารถนำไปเลี้ยงไก่เนื้อได้ทุกระยะ โดยไม่มีผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิตในด้านต่าง ๆ แต่มีแนวโน้มว่าการใช้มันสำปะหลังหมักที่ระดับ 20% ทำให้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเลวกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) รายละเอียดแสดงไว้ในตาราง 10

ตาราง 10 ผลการใช้มันสำปะหลังหมักด้วยเชื้อรา *Aspergillus niger* และเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อช่วงอายุ 0 - 7 สัปดาห์

สมรรถภาพการผลิต	ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)					ความแตกต่างทางสถิติ
	0	5	10	15	20	
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)						
0-3 สัปดาห์	26.40	27.85	26.92	26.96	25.97	ns
3-6 สัปดาห์	45.78	47.13	45.68	47.89	44.72	ns
0-7 สัปดาห์	37.30	38.53	37.26	38.57	36.98	ns
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ						
0-3 สัปดาห์	1.64[a]	1.60[a]	1.64[a]	1.64[a]	1.70[b]	*
3-6 สัปดาห์	2.45[a]	2.49[a]	2.54[a]	2.54[a]	2.72[b]	*
0-7 สัปดาห์	2.30[a]	2.31[a]	2.38[a]	2.38[a]	2.49[b]	*
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/วัน)						
0-3 สัปดาห์	43.19	44.51	44.25	44.30	44.26	ns
3-6 สัปดาห์	112.29	117.52	116.17	121.84	121.59	ns
0-7 สัปดาห์	85.64	89.20	88.55	91.90	91.93	ns

ที่มา : ดัดแปลงจาก รณชัย (2530)

หมายเหตุ: [a,b] ตัวอักษรในแถวนอนเดียวกันต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

การใช้จุลินทรีย์ในการผลิตโปรตีนเซลล์เดียว โดยนำจุลินทรีย์พวกแบคทีเรีย รา และยีสต์มาเพาะเลี้ยงในอาหาร ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้มีคุณสมบัติในการเจริญเติบโตได้เร็ว และมีการผลิตโปรตีนสูง การศึกษาครั้งนี้จะใช้เชื้อรา *Amylomyces rouxii* เลี้ยงบนมันสำปะหลังบด เพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนโดยเชื้อราที่เจริญเติบโตในมันสำปะหลัง อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องมีการศึกษาเรื่องเชื้อรา และลักษณะของเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ก่อนที่จะนำไปใช้ประโยชน์

เชื้อรา (Molds)

อโณทัย (2535) รายงานว่า ราเจริญในอาหารจะมีลักษณะคล้ายปุยฝ้าย บางชนิดมีสีทำให้อาหารมีลักษณะไม่น่ารับประทาน ราที่เกี่ยวข้องกับอาหารมีทั้งพวกที่ทำให้อาหารเน่าเสียและพวก

ที่มีประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร หรือส่วนประกอบของอาหารบางชนิด เช่น เนยแข็งบางชนิดต้องใช้ราในการบ่มทำให้เกิดกลิ่นและรส การใช้ราในการทำซีอิ๊ว เต้าเจี้ยว และอื่นๆ หรืออาจใช้ราเป็นอาหารโดยตรง เช่น เห็ดชนิดต่างๆ หรือการนำผลิตผลจากราไปใช้ประโยชน์ในการผลิตอาหาร เช่นการใช้เอนไซม์อะไมเลสในการผลิตขนมปัง การใช้กรดซิทริกในการผลิตเครื่องดื่ม แต่ราบางชนิดสร้างสารที่เป็นพิษออกมาในขณะที่เจริญอยู่ในอาหาร เช่น อะฟลาทอกซิน

ลักษณะทั่วไปของรา

รา เป็นคำที่ใช้เรียกฟังไจ (fungi) ที่มีลักษณะเป็นเส้นสายประกอบด้วยเซลล์หลายเซลล์ เมื่อเจริญในอาหารจะเห็นมีลักษณะคล้ายปุยฝ้าย ส่วนใหญ่จะมีสีขาว แต่บางครั้งก็มีสีสด หรือสีหม่นๆจนถึงดำได้ สีของสปอร์จะแสดงถึงการเจริญเต็มที่ของราบางชนิด ซึ่งทำให้ราที่เจริญมีสีเพียงบางส่วนหรือทั้งหมด (อโณทัย, 2535)

การสืบพันธุ์ของรา

นงลักษณ์ และปรีชา (2547) ระบุว่า เชื้อรามีการสืบพันธุ์ 2 แบบคือ แบบไม่อาศัยเพศ และแบบอาศัยเพศ มีรายละเอียดดังนี้

1. การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (Asexual reproduction) มีหลายแบบ ได้แก่

1.1 การแตกหักเป็นท่อนๆ (Fragmentation) เส้นใยที่ฉีกขาดเป็นท่อนๆ สามารถเจริญเป็นเส้นใยใหม่ได้

1.2 การแตกหน่อ (Budding) โดยเซลล์แม่มีส่วนยื่นออกมาเป็นหน่อเล็กๆ หน่อเจริญเติบโตขึ้น จนแยกจากเซลล์แม่

1.3 การแบ่งตัว (Fission) เซลล์แต่ละเซลล์คอดตรงกลางแล้วแบ่งออกเป็นสองส่วน

1.4 การสร้างสปอร์ (Sporulation) สปอร์แบบไม่อาศัยเพศ (Asexual spore) ของราเกิดขึ้นโดยการแบ่งไมโทซิสและไม่มีการรวมกันของนิวเคลียสของเซลล์

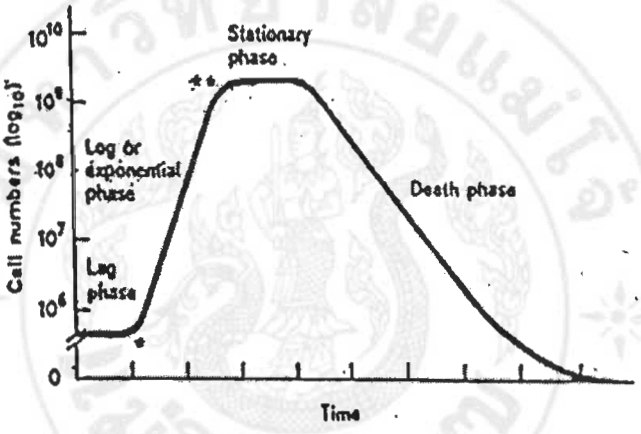
2. การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Sexual reproduction)

การรวมกันของนิวเคลียสของสองเซลล์ เริ่มจากโพรโทพลาสต์ (protophast) มารวมกันเป็นเซลล์เดียวเรียก พลาสโมแกมี (plasmogamy) ต่อมานิวเคลียสมารวมกันเรียกว่า คาริโอแกมี (karyogamy) เป็น 2n ในราชั้นสูงระยะทั้งสองจะเกิดไม่ต่อเนื่องกัน เมื่อเกิดพลาสโมแกมี แล้วจะได้เซลล์ที่มี 2 นิวเคลียส เรียกเซลล์นั้นว่า ไดคาริออน (dikaryon) และอาจอยู่ในลักษณะไดคาริออนได้

นานโดยนิวเคลียสต่างก็แบ่งตัวไปพร้อมกับการแบ่งเซลล์จนระยะต่อมาจึงมีการรวมนิวเคลียส แล้วเกิดไมโอซิสลดโครโมโซมลงเป็นแฮพลอยด์ (n)

รูปแบบการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

วราวุฒิ (2529) รายงานถึงการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ มักจะแบ่งวงจรการเจริญเติบโตออกเป็นระยะต่าง ๆ โดยดูจากการเปลี่ยนแปลงอัตราการเจริญเติบโต (growth rate) ซึ่งปกติแบ่งออกเป็น 4 ระยะ คือ Lag phase, Logarithmic phase หรือ Exponential phase, Stationary phase และ Death phase ดังแสดงในภาพที่ 1 สำหรับรายละเอียดแต่ละระยะมีดังนี้



ภาพที่ 1 วงจรการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

ที่มา: วราวุฒิ (2529)

1. Lag phase เมื่อมีการย้ายเชื้อจุลินทรีย์ไปยังอาหารเลี้ยงเชื้อใหม่ จำนวนจุลินทรีย์จะคงที่ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นช่วงสั้นๆ หรือบางครั้งอาจยาวนานเป็นชั่วโมง ทั้งนี้เพื่อปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่ ในช่วงที่เซลล์ปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม (lag phase) จะมีการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ดังนี้

ก. อัตราการขยายขนาด (rate of growth) ซึ่งได้แก่การเพิ่มขนาดหรือมวลของเซลล์ มีค่าสูงกว่าอัตราการเพิ่มจำนวนเซลล์ (rate of multiplication) ดังนั้นขนาดของเซลล์จะใหญ่กว่าเซลล์ในระยะอื่นๆ ของวงจร กระบวนการเมทาบอลิซึมของเซลล์จะใกล้เคียงกับในช่วง Log phase เมื่อคิดต่อหน่วยน้ำหนักแห้ง

ข. ระยะเวลาของ Lag phase ขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์

ค. อายุของต้นเชื้อ (inoculum) หากต้นเชื้อที่ถ่ายลงในอาหารที่ใช้เลี้ยงเชื้อ (ซับสเตรท) อยู่ใน Log phase (ประมาณ 12-24 ชม.) จุลินทรีย์เกือบไม่ต้องการ Lag phase เลย แต่หากต้นเชื้ออยู่ใน Stationary phase จะต้องการ Lag phase ค่อนข้างนาน นอกจากนี้แล้วปริมาณของต้นเชื้อยังมีผลต่อ Lag phase ในทางปฏิบัตินิยมใช้ 5% แต่ถ้าต้นเชื้อมีอายุน้อยเกินไป (อยู่ในช่วง Lag phase) จะไม่ทนทานต่อการเปลี่ยนสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะความร้อนและสารเคมี ทำให้ต้องการระยะ Lag phase ยาวนานกว่าปกติ

2. Logarithmic phase หรือ Exponential phase เป็นระยะที่จำนวนจุลินทรีย์แบ่งตัวอย่างรวดเร็ว มีอัตราการเจริญ (growth rate) เพิ่มขึ้นสูงที่สุดในช่วงนี้มีค่าเฉลี่ยของ Generation time คงที่ ซึ่งจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตอยู่ในระยะที่เรียกว่า Steady state period ซึ่งหมายถึงการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์อยู่ในสภาพสมดุล (balance growth) แต่ความเป็นจริงสภาวะนี้เป็นแต่เพียงทฤษฎีเท่านั้น ในทางปฏิบัติสภาพเช่นนี้จะไม่เกิดขึ้น เพราะส่วนประกอบของเซลล์และขนาดของเซลล์มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาของการหมัก ดังนั้นสภาพนี้จึงเป็นสมมติฐานที่เกิดขึ้นและสามารถรักษาให้คงที่ได้ในช่วง Logarithmic phase เท่านั้น

3. Stationary phase เป็นช่วงที่จำนวนเซลล์จะค่อนข้างคงที่ที่จุดสูงสุด ระยะนี้จะมีความสำคัญมากต่อกระบวนการหมักเพื่อผลิตสารต่างๆ เช่น การหมักแอลกอฮอล์ การหมักจะสิ้นสุดหลังจากที่ Viable cell ถึงจุดสูงสุดเล็กน้อย แต่ในกรณีของการผลิตยาปฏิชีวนะ เช่น เพนนิซิลิน การสังเคราะห์เพนนิซิลินจะเริ่มเกิดขึ้นหลังจากถึง Stationary phase แล้ว สำหรับกรณีที่มีสารอาหารอย่างจำกัด รวมทั้งปัจจัยอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสะสมของสารพิษจะเป็นตัวยับยั้งการเจริญเติบโตและทำให้วงจรของจุลินทรีย์เข้าสู่ระยะนี้เช่นเดียวกัน

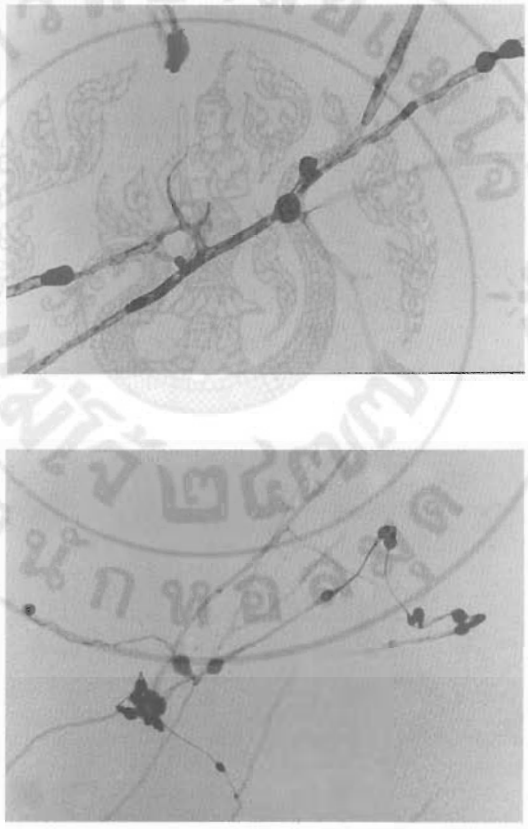
4. Death phase หรือ Decline phase เป็นระยะที่มีอัตราการตายมากกว่าอัตราการแบ่งเซลล์ เนื่องจากเกิดสภาวะที่ไม่เหมาะสมอย่างต่อเนื่อง มีการลดจำนวนของเซลล์แบบทวีคูณ มีการแตกสลายของเซลล์เพราะเกิด autolysis

เชื้อราที่ได้มาจากลูกแป้งผลิตสาโท การใช้ประโยชน์ของลูกแป้ง คือ ใช้ในการหมักที่มีกิจกรรมการเปลี่ยนแป้งในวัตถุดิบ ประเภทธัญพืชและพืชหัว ให้เป็นน้ำตาล เครือข่ายสุราไทยออนไลน์ (2551) รายงานว่าเชื้อราที่พบในลูกแป้งมากที่สุดได้แก่ *Amylomyces rouxii* และ *Rhizopus* spp. ซึ่งเชื้อราที่เหมาะสมในการหมักสาโทมากที่สุดคือ *Amylomyces rouxii* เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการย่อยแป้งได้สูง และสร้างกรดในปริมาณที่เหมาะสมจึงไม่ทำให้เกิดรสเปรี้ยวในสาโท ในการศึกษาครั้งนี้จึงเลือกใช้เชื้อรา *Amylomyces rouxii* และควรมีการศึกษาถึงลักษณะทั่วไปของเชื้อรา ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของรา *Amylomyces rouxii* ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

เชื้อรา *Amylomyces rouxii*

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Amylomyces rouxii*

Deacon (1997) รายงานว่าเชื้อรา *Amylomyces rouxii* เป็นเชื้อราจำพวกไซโกไมโคตินา (zygomycotina) เป็นพวกที่สร้างเส้นใย สืบพันธุ์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ สปอร์ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้อยู่ภายในอับสปอร์ (sporangium) ซึ่งอยู่บนก้านชูสปอร์ (sporangiophore) สำหรับสปอร์ที่เกิดจากการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจะเรียกว่า ไซโกสปอร์ (zygospore) และผนังเซลล์ประกอบด้วยสารไคโตซานและไคติน ที่ทำหน้าที่ให้ความแข็งแรงกับเซลล์ ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Amylomyces rouxii* แสดงในภาพ 2



ภาพ 2 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Amylomyces rouxii*

ที่มา: เจริญ (2547)

เชื้อราใน Class zygomycetes เป็นเชื้อราที่สร้างเส้นใยที่ไม่มี Septum กั้นตามขวาง เส้นใยของราแบ่งออกเป็น 2 พวกคือ พวกแรกได้แก่ nutritive hypha ซึ่งหมายถึง เส้นใยที่เจริญอยู่บน

ผิวหน้า พวกที่สองได้แก่ aerial hypha หมายถึง เส้นใยที่เจริญอยู่เหนือ substrate เป็นส่วนที่พบการสร้างอวัยวะสืบพันธุ์ (วิจัย, 2546)

เชื้อรา *Amylomyces rouxii* ที่มีระดับการสร้างน้ำตาลรีดิวซ์สูง เนื่องจากมีเอนไซม์ glucoamylase และไม่ทำให้เกิดรสเปรี้ยวในสาโท เป็นที่น่าสังเกตว่ากรดที่เกิดขึ้นนี้จะเป็นตัวช่วยยับยั้งพวกจุลินทรีย์อื่นที่เป็นสาเหตุของการปนเปื้อนได้ ที่เรียกว่า Protected fermentation เชื้อราจะสร้างเส้นใยจำนวนมากแผ่กระจายปกคลุมบนผิวเมล็ดข้าว และแทรกตัวเข้าไปในช่องว่างระหว่างเมล็ดข้าว บางส่วนแทงทะลุเข้าไปในเมล็ดข้าว ราจะสร้างเอนไซม์จำนวนมากออกมาย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลเฟอร์เมนต์ ได้แก่ มอลโตไตรโอส (maltotriose) มอลโตส (maltose) กลูโคส (glucose) และน้ำตาลนอนเฟอร์เมนต์ได้แก่ ลิมิตเดกซ์ตริน (limit dextrins) และสร้างกรดอินทรีย์ รวมถึงยังได้สารอาหารและวิตามินที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญของยีสต์ (นภา, 2535)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของรา *Amylomyces rouxii*

การผลิตมวลชีวภาพของราในกระบวนการหมักแบบแห้ง ควรพิจารณาสภาวะที่เหมาะสม ซึ่งได้แก่ ความชื้น ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อุณหภูมิ การให้อากาศและปริมาณต้นเชื้อเริ่มต้นที่ต้องการ เพื่อที่จะผลิตมวลชีวภาพของราที่มีคุณภาพดีและสม่ำเสมอ (Reid, 1989) โดยตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและสร้างสปอร์ของรา ได้แก่

1. แหล่งสารอาหาร

จุลินทรีย์แต่ละชนิดได้พลังงานในการดำรงชีวิตแตกต่างกันไป จุลินทรีย์ที่สังเคราะห์แสงได้จะได้พลังงานจากแสง ในขณะที่จุลินทรีย์พวกเคมโมออแกโนโทรป (Chemoorganotroph) จะได้พลังงานจากการออกซิไดซ์สารเคมีที่เป็นส่วนประกอบของอาหาร จุลินทรีย์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมส่วนใหญ่เป็นพวกเคมโมออแกโนโทรป ซึ่งโดยทั่วไปได้พลังงานจากสารประกอบคาร์บอน เช่น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน และจุลินทรีย์บางชนิดอาจใช้มีเทนหรือเมทธานอลเป็นแหล่งพลังงานได้ด้วย

1.1 แหล่งคาร์บอน

คาร์บอนเป็นธาตุที่มีความสำคัญในการสังเคราะห์เซลล์และพลังงาน โดยทั่วไปจุลินทรีย์ที่เจริญในสภาวะไม่มีอากาศ จะใช้แหล่งคาร์บอนประมาณ 10% ในการสังเคราะห์เซลล์ ส่วนจุลินทรีย์ที่เจริญในสภาวะที่มีอากาศ จะใช้แหล่งคาร์บอนประมาณ 50-55% ในการสังเคราะห์เซลล์

กระบวนการหมักโดยทั่วไปนิยมใช้คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งคาร์บอน คาร์โบไฮเดรตที่มีปริมาณมากและนิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง ได้แก่ แป้งข้าวโพด แป้งจากธัญพืชชนิดต่างๆ แป้งมันฝรั่ง และแป้งมันสำปะหลัง นอกจากนี้ยังมีสารอื่นๆ ที่ใช้เป็นแหล่งคาร์บอนในอุตสาหกรรมการ

หมัก ได้แก่ เมล็ดข้าวบาร์เลย์ กากน้ำตาล (กลูโคส) หางนม (แลคโตส) กากถั่วเหลือง น้ำมันพืช สารอื่นๆ ที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ เช่น แอลกอฮอล์ กรดอินทรีย์ และอัลเคน ก็สามารถใช้เป็นแหล่งคาร์บอนในอุตสาหกรรมการหมักได้ด้วย แม้ว่าสารเหล่านี้จะมีราคาแพงกว่าคาร์โบไฮเดรต แต่สามารถผลิตได้ในรูปที่บริสุทธิ์ และเมื่อใช้เป็นซับสเตรทในกระบวนการหมักจะทำให้กระบวนการเก็บเกี่ยวผลผลิต และการทำให้บริสุทธิ์ง่ายขึ้น (Abdullah, *et al.*, 1985)

1.2 แหล่งไนโตรเจน

เซลล์จุลินทรีย์มีไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบประมาณ 8-10% ของน้ำหนักแห้ง ความต้องการไนโตรเจนของจุลินทรีย์แต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป จุลินทรีย์บางชนิดสามารถเจริญได้ในอาหารที่มีอนินทรีย์ไนโตรเจน แต่บางชนิด ต้องการไนโตรเจนจากสารอินทรีย์

แหล่งอนินทรีย์ไนโตรเจนที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมการหมักได้แก่ ก๊าซแอมโมเนีย เกลือแอมโมเนียม และไนเตรท เป็นต้น สำหรับแหล่งอินทรีย์ไนโตรเจน อาจใช้ในรูปกรดอะมิโน โปรตีนหรือยูเรีย โดยทั่วไป จุลินทรีย์จะเจริญในอาหารที่มีอินทรีย์ไนโตรเจนได้เร็วกว่าในอาหารที่มีอนินทรีย์ไนโตรเจน และจุลินทรีย์บางชนิด โดยเฉพาะพวกมิวแตนท์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตกรดอะมิโน จะเจริญได้เฉพาะในอาหารที่มีกรดอะมิโนชนิดที่มันต้องการอยู่ด้วยเท่านั้น แต่เนื่องจากกรดอะมิโนบริสุทธิ์มีราคาแพง ดังนั้น จึงนิยมใช้กรดอะมิโนจากสารประกอบเชิงซ้อน เช่น การผลิตไลซีนจะใช้ถั่วเหลืองไฮโดรไลท์เป็นแหล่งเมทไธโอนีน และทรีโอนีน เป็นต้น วัตถุดิบอื่นๆ ที่นิยมใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนในอุตสาหกรรมการหมัก ได้แก่ ถั่วเหลือง กากถั่วเหลือง กากถั่วลิสง คาเซอีนไฮโดรไลเซท กากปลา และยีสต์สกัด (yeast extract) เป็นต้น (Abdullah, *et al.*, 1985)

1.3 แหล่งแร่ธาตุ

แร่ธาตุที่มีความสำคัญซึ่งตามปกติจะต้องเติมลงในอาหารเลี้ยงเชื้อได้แก่ แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ แคลเซียมและคลอรีน นอกจากนี้ยังมีแร่ธาตุที่มีความจำเป็น แต่ต้องการในปริมาณน้อย (trace element) ได้แก่ โคบอลต์ ทองแดง เหล็ก แมงกานีส โมลิบดินัม และสังกะสี ซึ่งความเข้มข้นของแร่ธาตุเหล่านี้จะมีผลโดยตรงต่อการผลิตสารบางชนิดของจุลินทรีย์ เช่น สารเมแทบอไลท์ทุติยภูมิ เป็นต้น แต่โดยทั่วไปจะพบแร่ธาตุในส่วนหลังนี้ในปริมาณเพียงพออยู่แล้วในวัตถุดิบที่ใช้เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ เช่น แป้งข้าวโพด กากน้ำตาล ฯลฯ ยกเว้นการเตรียมอาหารสังเคราะห์ (synthetic media) จึงจำเป็นต้องเติมแร่ธาตุเหล่านี้ลงไปในอาหารโดยตรง

1.4 แหล่งวิตามิน

วิตามินเป็นสารที่จำเป็นสำหรับการเจริญของสิ่งมีชีวิต จุลินทรีย์บางชนิดจะสังเคราะห์วิตามินที่ต้องการได้เอง แต่จุลินทรีย์บางชนิดไม่สามารถสังเคราะห์ได้ ดังนั้นจึงต้องมีการเติม

วิตามินลงไปในอาหารเลี้ยงเชื้อ อาทิ ไทอะมีน ไรโบโฟลวิน ไบโอติน กรดนิโคตินิค เป็นต้น แหล่งวิตามินที่ใช้ในอาหารเลี้ยงเชื้อในอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ ได้จากแหล่งคาร์บอนและแหล่งไนโตรเจน ซึ่งเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่ได้จากธรรมชาติ ในกรณีที่แหล่งคาร์บอนหรือแหล่งไนโตรเจนที่เลือกใช้นั้นขาดวิตามินบางชนิดที่จุลินทรีย์ต้องการ อาจแก้ปัญหาได้โดยการใช้แหล่งคาร์บอนหรือแหล่งไนโตรเจนหลายชนิดผสมกันเพื่อให้ได้วิตามินครบถ้วน

2. ปริมาณความชื้น

สำหรับซับสเตรทที่เหลือทิ้งจากผลผลิตทางการเกษตร ความชื้นมีผลอย่างยิ่งต่อการถ่ายโอนมวลออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์และอัตราการถ่ายเทความร้อน ซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตของรา กิจกรรมของเอนไซม์ ความสามารถในการทะลุผ่านของซับสเตรทและอัตราการเกิดผลิตภัณฑ์ มีรายงานปริมาณความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของราหลายชนิดในการหมักแบบแห้งจะอยู่ในช่วง 65-75% (Zadrazil and Brunnert, 1982; Babitskaya *et al.*, 1986) ในสภาวะที่เปอร์เซ็นต์ความชื้นมากกว่า 75% ก๊าซจะมีปริมาณลดลง และการแลกเปลี่ยนก๊าซจะถูกขัดขวางมากขึ้น ทำให้เกิดสภาวะไร้อากาศภายในซับสเตรท แต่ที่ระดับความชื้นต่ำ การเจริญเติบโตของราจะลดลงเนื่องจากความตึงของน้ำสูงขึ้น และระดับการพองตัวของซับสเตรทต่ำ (Zadrazil and Brunnert, 1982)

Abdullah, *et al.* (1985) ได้ให้ข้อมูลว่า ปริมาณความชื้นที่ต่ำเกินไปจะยับยั้งการเจริญของราและนำไปสู่ช่วงเริ่มต้นของการสร้างสปอร์ ส่วนปริมาณน้ำที่มากเกินไปจะชะล้างสารอาหารและทำให้เกิดการอุดตันในช่องว่างระหว่างรูของซับสเตรท แต่กรณีนี้จะลดการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนและอาจเกิดการปนเปื้อนจากเชื้อแบคทีเรี

3. อุณหภูมิ

ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเมทาบอลิซึมในการหมักแบบแห้งสูงมาก (14,960 บีทียู / กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง) (Edwards, 1977) ซึ่งขึ้นกับกิจกรรมการเผาผลาญของจุลินทรีย์และความหนาของซับสเตรท โดยอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอยู่ที่ 3 องศาเซลเซียสต่อเซนติเมตรของความหนาซับสเตรท เมื่อทดลองเพาะเลี้ยงราที่ความหนา 6 เซนติเมตร (Rathbun and Shuler, 1983)

4. ความเป็นกรด-ด่าง

แม้ว่าพีเอชจะเป็นตัวแปรที่สำคัญตัวแปรหนึ่ง แต่การวัดและควบคุมพีเอชในระหว่างกระบวนการหมักแบบแห้งนั้นไม่นิยมกระทำ ความสามารถทำให้เป็นกลางและซับสเตรทบางชนิดจะช่วยให้ไม่ต้องมีการควบคุมพีเอชระหว่างการหมัก (Chahal, 1983) จุดเด่นของวิธีนี้ได้แก่ ใช้การปรับพีเอชเริ่มต้นของซับสเตรทที่ช่วง 4.5-5.0 (Brook, *et al.*, 1969; Tauro, *et al.*, 1976) ใน

ระหว่างทำให้ชื้นด้วยน้ำให้ได้ระดับพีเอชที่ต้องการ วิธีการอื่นนอกเหนือจากวิธีนี้ในการต้านทานความเป็นกรดในซับสเตรทที่หมักเมื่อใช้เกลือแอมโมเนียมเป็นแหล่งไนโตรเจน คือ การใช้ยูเรียเพื่อให้ได้อย่างน้อย 40-50% ของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด วิธีนี้จะกระตุ้นการเจริญเติบโตของราได้ดี(Raimbault and Alazard, 1980)

5. การให้อากาศ และถ่ายโอนออกซิเจน

ออกซิเจนเป็นธาตุชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับการเจริญของจุลินทรีย์ โดยเฉพาะจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจน (aerobe) ปริมาณออกซิเจนในอาหารจะเป็นตัวควบคุมอัตราการเจริญและการผลิตสารเมตะบอลิสม การให้ออกซิเจนแก่จุลินทรีย์นิยมให้โดยการอัดอากาศเข้าไปในอาหารเลี้ยงเชื้อ หรืออาจให้ในรูปก๊าซออกซิเจนบริสุทธิ์ก็ได้ (Abdullah, *et al.*, 1985)

6. การกวน

การผสมกันของซับสเตรทที่เป็นของแข็ง จะทำให้สภาวะในกระบวนการหมักสม่ำเสมอมากยิ่งขึ้น เพิ่มการถ่ายโอนมวลออกซิเจนไปยังจุลินทรีย์และถ่ายเทก๊าซที่เกิดจากการเมตะบอลิสมออกจากช่องว่างของซับสเตรท นอกจากนี้การผสมกันยังป้องกันการเกิดความร้อนจากจุลินทรีย์เฉพาะบริเวณใดบริเวณหนึ่ง และยังช่วยในการกระจายสารอาหารที่เติมลงไปให้สม่ำเสมอภายในถังหมัก การกวนยังมีประโยชน์ต่อการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่องอัตโนมัติและการขยายขนาดกระบวนการผลิตอีกด้วย (Weiland, 1988)

สปอร์รา และปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *Amylomyces rouxii*

สปอร์ราเป็นส่วนที่แตกต่างจากเส้นใย เป็นส่วนที่มีความสำคัญต่อการสืบพันธุ์ ความอยู่รอดและการแพร่กระจายพันธุ์ สปอร์ราเป็นส่วนที่อธิบายได้ด้วยสภาวะที่อัตราการเมตะบอลิสมที่ลดลง ปริมาณน้ำในระบบลดลงและไม่มีการเคลื่อนที่ของไซโตพลาสซึม (Gregory, 1966) สปอร์ราอาจเกิดจากการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศจากกระบวนการไมโตซิส (mitosis) หรือการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจากกระบวนการไมโอซิส (meiosis) ราจะสร้างสปอร์เมื่อต้องการรักษาสายพันธุ์ไว้ในช่วงที่ไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโต เนื่องจากความแห้งแล้งหรือสภาวะขาดสารอาหาร เป็นต้น

มันสำปะหลังถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ซึ่งในแต่ละปีสามารถผลิตได้เป็นจำนวนมาก แต่มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีปริมาณโปรตีนต่ำ และมีสารพิษ ทำให้เกษตรกรไม่นิยมนำมาเลี้ยงสัตว์ ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จะใช้มันสำปะหลังหมักด้วยเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ที่ได้มาจากลูกแป้งในการผลิตสาโท ใช้เพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนจากปริมาณเชื้อราที่เจริญเติบโตในระหว่างการหมัก เป็นการปรับปรุงคุณภาพมันสำปะหลังให้มีโปรตีนสูงขึ้น สามารถนำไปใช้ในอาหารสัตว์ได้อย่างมีคุณภาพ

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

เริ่มดำเนินการทดลอง	เดือน มกราคม 2549
เสร็จสิ้นการทดลอง	เดือน พฤษภาคม 2550

สถานที่ทำการวิจัย

1. ฟาร์มสัตว์ปีก สาขาสัตว์ปีก ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่

2. ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่

อุปกรณ์การดำเนินงาน

จานเพาะเชื้อ (plate)
ถาดสแตนเลส
กระสอบป่าน
ตู้ถ่ายเชื้อ (laminar flow: holten laminar HB 2472)
ตู้บ่มเชื้อ (incubator: heraeus B12)
ตู้อบลมร้อน (hot air oven: WTB binder BD 115)
หม้อนึ่งความดันไอ (autoclave: hirayama HV 50)
ไมโครปิเปต (micropipette)
โถดูดความชื้น (desiccator)
เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (analytical balance: sartorius LA 230S)
เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง (analytical balance: sartorius BP 610)
โรงเรือนเลี้ยงไก่เนื้อทดลอง ซึ่งกั้นเป็นห้อง
โรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่ทดลองแบบขังกรง

กรงเลี้ยงยกพื้นสำหรับใช้ในการทดลองการย่อยได้

อุปกรณ์ทำความสะอาด และฆ่าเชื้อโรค

วัสดุรองพื้น (แกลบ)

แผงกั้นกก

อุปกรณ์ที่ใช้ในการให้อาหาร

อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างอาหาร และมูล

อุปกรณ์ทำความสะอาด และฆ่าเชื้อโรค

เทอร์โมมิเตอร์ (thermometer)

เครื่องวัดความหนาของเปลือกไข่ (digital micrometer: mitutoyo SR44)

เครื่องวัดความแข็งแรงของเปลือกไข่ (egg shell force gauge: model I)

เครื่องวัดความสูงของไข่แดงและไข่ขาว (albumen height gauge: technical services and supplies)

เครื่องวัดความกว้างของไข่แดง (vernier caliper)

อาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA)

วิธีการวิจัย

การวิจัยเรื่องการศึกษาผลของการใช้มันสำปะหลังหมักเชื้อราในอาหารไก่เนื้อ และไก่ไข่

การศึกษาเบื้องต้น: ทำการทดลองหมักมันสำปะหลังเพื่อหาสูตรที่เหมาะสมจากการทดลองเลือกสูตรที่ 4 จากตาราง 11 เนื่องจากมีปริมาณโปรตีนสูงสุด

ตาราง 11 สูตรที่ทดลองในการหาส่วนประกอบของมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii*

สูตร	ไดแอมโมเนียมซัลเฟต $(NH_4)_2SO_4$(กรัม)	โปแตสเซี่ยมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) (กรัม)	กากน้ำตาล (กรัม)	ต้นเชื้อรา (กรัม)
1	40	0.5	20	150
2	50	0.5	20	150
3	60	0.5	20	150
4	90	0.5	20	150

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน และแอมโมนิคอลไนโตรเจนของมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* โดยวิธี Proximate Analysis (AOAC, 1989)

สูตร	โปรตีน (%)	แอมโมนิคอลไนโตรเจน (%)
1	8.89	0.21
2	9.27	0.24
3	10.62	0.31
4	13.48	0.44

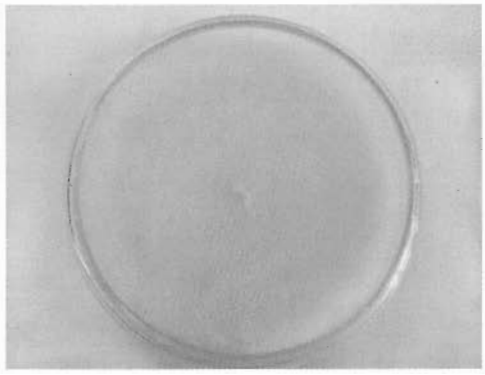
การจัดเตรียมมันสำปะหลัง ต้นเชื้อรา และการทำมันสำปะหลังหมักเชื้อรา

การเตรียมมันสำปะหลัง

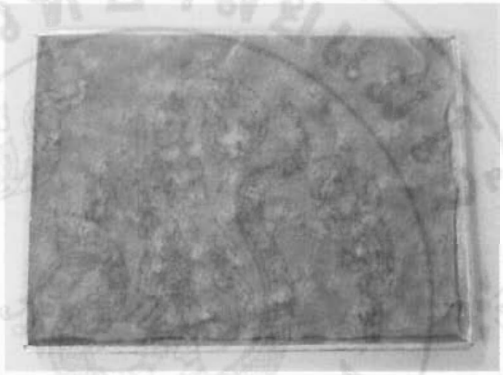
นำมันสำปะหลังมาล้างทำความสะอาด จากนั้นนำไปตากให้แห้ง แล้วบดให้ละเอียด เพื่อใช้ทำมันสำปะหลังหมัก

การเตรียมต้นเชื้อรา *Amylomyces rouxii*

เขี่ยเชื้อรา *Amylomyces rouxii* จากหลอดทดลองซึ่งเลี้ยงในอาหารเลี้ยงวุ้น Potato Dextrose Agar (PDA) ลงบนจานเพาะเชื้อ ประมาณ 20-30 จาน (plate) บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน เลือกเชื้อราที่โตเต็มที่ (ภาพ 3) จำนวน 10 plate ทำการลอกสปอร์ของเชื้อราออกจากหน้าวุ้นโดยใช้ลวดเขี่ยเชื้อ ลงบนมันสำปะหลังบดละเอียด 500 กรัม ที่ให้ความชื้นโดยเติมน้ำกลั่นปริมาณ 250 มิลลิลิตร จากนั้นถ่ายลงในถาดสแตนเลส หนาถาดละ 1 เซนติเมตร เกลี่ยให้กระจายเต็มถาด คลุมด้วยผ้าขาวบางชุบน้ำหมาดๆ นำไปหมักต่อเป็นเวลา 3-4 วันที่อุณหภูมิห้อง เชื้อราที่ขึ้นบนมันสำปะหลังจนเป็นเส้นใย (ภาพ 4) นำมาอบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 10 ชั่วโมง จนแห้ง นำไปบดเพื่อเป็นต้นเชื้อรา สำหรับใช้ในการขยายจำนวนเชื้อรา ในการทำมันสำปะหลังหมักขั้นต่อไป



ภาพ 3 เชื้อรา *Amylomyces rouxii* บนจานเพาะเชื้อด้วยอาหาร PDA



ภาพ 4 เชื้อราที่ขึ้นบนมันสำปะหลังจนเป็นเส้นใย

การเตรียมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii*

ส่วนประกอบของมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* มีดังนี้

1. มันสำปะหลังบดละเอียด 1 กิโลกรัม
2. ไดแอมโมเนียมซัลเฟต $(NH_4)_2SO_4$ 90 กรัม
3. โปแตสเซี่ยมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) 0.5 กรัม
4. กากน้ำตาล 20 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร
5. ต้นเชื้อรา *Amylomyces rouxii* เริ่มต้น 15% โดยน้ำหนักแห้งของมันสำปะหลังบดละเอียด

วิธีการหมัก

นำส่วนผสมต่างๆ คลุกเคล้าให้เข้ากัน จากนั้นถ่ายลงในถาดสแตนเลส หนาถาดละ 1 เซนติเมตร เกลี่ยให้กระจายเต็มถาด คลุมด้วยผ้าขาวบางชุบน้ำหมาดๆ โดยวางถาดเรียงสลับซ้อนกันเป็นชั้นๆ จากนั้นใช้กระสอบป่านชุบน้ำหมาดๆ คลุมทับอีกครั้ง และมีการเปลี่ยนกระสอบป่านชุบน้ำทุกวัน หมักไว้เป็นเวลา 3 วันที่อุณหภูมิห้อง จึงนำมันสำปะหลังที่ผ่านการหมักแล้วเข้าตู้อบ ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมงจนแห้ง นำไปบดให้ละเอียด จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางโภชนะโดยวิธี Proximate Analysis (Association of Official Analytical Chemists, 1989) ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะแสดงไว้ใน ตาราง 13

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะของมันสำปะหลังบด และมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii*

องค์ประกอบทางเคมี (% DM)	มันสำปะหลังเส้นบด[1/]	มันสำปะหลังเส้นหมักเชื้อรา[2/]
วัตถุแห้ง	100	100
เถ้า	6.20	3.65
ไขมันรวม	0.61	1.72
โปรตีนรวม	2.46	13.48
แอมโมนิคอลไนโตรเจน	-	0.41
เยื่อใยรวม	4.72	7.85
ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรค	86.01	73.30
แคลเซี่ยม	0.17	0.32
ฟอสฟอรัส	0.09	0.63
พลังงาน, Kcal ME/kg[3/]	3,490	3,505
พลังงาน, Kcal GE/kg	3,604	4,050

ที่มา: [1/] อุษณีย์ภรณ์ และคณะ (2550)

[2/] วิเคราะห์หาองค์ประกอบทางโภชนะโดยวิธี Proximate Analysis (Association of Official Analytical Chemists, 1989)

[3/] ME = 53+38 [%CP + (2.25 x %EE) + NFE] (เพิ่มศักดิ์, 2546)

การทดลองที่ 1 การศึกษาสมรรถภาพการผลิต และการย่อยได้ของโภชนะในไก่เนื้อเพศผู้ ซึ่งได้รับอาหารที่เสริมด้วยมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆ กัน

1.1 การศึกษาสมรรถภาพการผลิต ของไก่เนื้อเพศผู้ซึ่งได้รับอาหารที่เสริมด้วยมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆ กัน

วิธีการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design, CRD) ประกอบไปด้วย 5 กลุ่มการทดลองตามสูตรอาหาร (treatment) แต่ละกลุ่มการทดลองมี 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้ไก่เนื้อพันธุ์โรส 308 เพศผู้อายุ 1 วัน สุ่มเข้าเลี้ยงในห้องขนาด 1x1.5 เมตร ซึ่งปูพื้นด้วยแกลบหนา 5 เซนติเมตร ใช้ไก่เนื้อจำนวน 10 ตัว รวมทั้งหมด 200 ตัวไก่เนื้อทดลองจะได้รับอาหารทดลอง ทั้ง 5 สูตร อย่างเต็มที่ (*Ad libitum*) ได้รับน้ำดื่มตลอดเวลา ทำการเลี้ยงจนอายุครบ 6 สัปดาห์ ในการเลี้ยงแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือระยะไก่เล็ก (0-3 สัปดาห์) และระยะไก่ใหญ่ (4-6 สัปดาห์) ในช่วงอายุ 0-3 สัปดาห์ ไก่เนื้อจะได้รับอาหารที่มีโปรตีน 23% และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,000 Kcal ME/kg (ตาราง 14) ส่วนช่วงอายุ 4-6 สัปดาห์ ได้รับอาหารที่มีโปรตีน 20% พลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,000 Kcal ME/kg (ตาราง 15) โดยคำนวณคุณค่าทางโภชนะอื่นๆ ในอาหารตามคำแนะนำของ National Research Council (1994) อาหารแต่ละสูตรมีส่วนประกอบมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ดังนี้

กลุ่มการทดลองที่ 1 อาหารมีมันสำปะหลังหมัก 0% (กลุ่มควบคุม)

กลุ่มการทดลองที่ 2 อาหารมีมันสำปะหลังหมัก 5%

กลุ่มการทดลองที่ 3 อาหารมีมันสำปะหลังหมัก 10%

กลุ่มการทดลองที่ 4 อาหารมีมันสำปะหลังหมัก 15%

กลุ่มการทดลองที่ 5 อาหารมีมันสำปะหลังหมัก 20%

การบันทึก และคำนวณข้อมูล

บันทึกข้อมูลน้ำหนักตัวของไก่เนื้อก่อนเริ่มทำการทดลอง รวมถึงน้ำหนักตัว ปริมาณการกินอาหาร ปริมาณอาหารที่เหลือในทุกสัปดาห์ เพื่อคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวตามวิธีของ (มานิตย์, 2538) โดยมีวิธีคำนวณในภาคผนวก ข

1.2 การศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในไก่เนื้อ ซึ่งได้รับอาหารที่เสริมด้วยมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆ กัน

วิธีการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (ompletely randomized design, CRD) ประกอบไปด้วย 7 กลุ่มการทดลองตามสูตรอาหาร แต่ละกลุ่มการทดลองมี 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้ไก่เนื้อ 2 ตัว รวมทั้งหมด 42 ตัว สุ่มไก่เนื้อเพศผู้อายุครบ 6 สัปดาห์ จากการทดลองที่ 1.1 ที่มีสุขภาพดี สมบูรณ์ ใช้ไก่เนื้อ 2 ตัว/กรง เลี้ยงบนกรงยกพื้นโดยไก่เนื้อได้รับอาหารทดลองตามสูตรอาหารเดิม ส่วนไก่เนื้อในกลุ่มการทดลองที่ 6 และ 7 ใช้ไก่เนื้อจากกลุ่มควบคุม และเพิ่มอีก 2 สูตร ดังนี้

กลุ่มการทดลองที่ 6 อาหารกลุ่มควบคุมผสมกับมันสำปะหลังหมักอย่างละครึ่ง (50+50)

กลุ่มการทดลองที่ 7 กลุ่มที่ใช้มันสำปะหลังหมักล้วนๆ (100%)

ก่อนนำไก่เนื้อขึ้นกรงเลี้ยงจัดเตรียมน้ำ และอาหารให้พร้อมให้อาหารทดลอง 100 กรัม/ตัว/วัน ตลอดการทดลอง ให้อาหารทดลองก่อนเก็บมูลเป็นเวลา 7 วัน โดยใช้เวลาปรับสภาพให้ไก่เนื้อมีความคุ้นเคยกับอาหาร และสิ่งแวดล้อมใหม่ ๆ จากนั้น วันที่ 8 เริ่มให้อาหารทดลองที่ผสม Chromic oxide ในอัตรา 0.25 กรัม และทำการเก็บมูลในวันที่ 9 และ 10 ซึ่งเลือกเก็บมูลในส่วนที่ไม่มี Chromic oxide ปน จากนั้นให้อาหารทดลองที่ผสม Chromic oxide ในอัตรา 0.25 กรัม อีกครั้งในวันที่ 11 บันทึกปริมาณอาหารที่กิน นำตัวอย่างอาหารทดลองทั้ง 7 สูตร และมูลที่เก็บได้ไปวิเคราะห์หาส่วนประกอบโภชนะและคำนวณค่าการย่อยได้ของโภชนะต่างๆ

การบันทึก และคำนวณข้อมูล

นำตัวอย่างอาหาร และมูลไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมงเก็บตัวอย่างไว้ในห้องปฏิบัติการให้สัมผัสกับอากาศเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำมาชั่งน้ำหนัก จดบันทึกข้อมูล ก่อนนำตัวอย่างอาหาร และมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาโภชนะตามแบบ proximate analysis และวิเคราะห์หาปริมาณ แคลเซี่ยม ฟอสฟอรัส และพลังงาน แล้วคำนวณหาค่าการย่อยได้บนพื้นฐานของวัตถุแห้ง (dry matter basis) ตามวิธีของ (Church and Pond, 1974) ในภาคผนวก ข

ตาราง 14 ส่วนประกอบ และคุณค่าทางโภชนะของสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่เนื้อระยะ 0-3 สัปดาห์

วัตถุดิบ (%)	ระดับมันสำปะหลังหมักในสูตรอาหาร (%)				
	0	5	10	15	20
ข้าวโพด	42.70	38.57	34.41	30.24	26.06
รำละเอียด	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
ปลาป่น (60% CP)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
กากถั่วเหลือง (44% CP)	34.57	34.04	33.51	32.98	32.46
น้ำมันรำ	4.94	4.65	4.37	4.10	3.83
ไดแคลเซี่ยม (18% P)	1.88	1.82	1.75	1.69	1.63
พรีมิกซ์	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
เกลือ	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
มันสำปะหลังหมัก (FCM)	0	5.00	10.00	15.00	20.00
ดีแอล - เมทไธโอนีน	0.16	0.17	0.19	0.20	0.21
แอล - ไลซีน	0	0	0.02	0.04	0.06
รวม	100	100	100	100	100
ส่วนประกอบโภชนะจากการคำนวณ (% air dry basis)					
โปรตีน	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00
พลังงาน, Kcal ME/kg	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
แคลเซี่ยม	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
เมทไธโอนีน	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
ไลซีน	1.30	1.30	1.30	1.24	1.21

หมายเหตุ: พรีมิกซ์ที่ใช้เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท บี เอ เอส เอฟ (ประเทศไทย) จำกัด

ตาราง 15 ส่วนประกอบ และคุณค่าทางโภชนะของสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่เนื้อระยะ 4-6 สัปดาห์

วัตถุดิบ (%)	ระดับมันสำปะหลังหมักในสูตรอาหาร (%)				
	0	5	10	15	20
ข้าวโพด	53.36	49.18	45	40.83	36.65
รำละเอียด	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
ปลาป่น (60% CP)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
กากถั่วเหลือง (44% CP)	26.13	25.60	25.08	24.55	24.03
น้ำมันรำ	3.07	2.80	2.53	2.26	1.99
ไดแคลเซี่ยม (18% P)	1.62	1.56	1.49	1.43	1.37
พรีมิกซ์	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
เกลือ	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
มันสำปะหลังหมัก (FCM)	0	5.00	10.00	15.00	20.00
ดีแอล - เมทไธโอนีน	0.05	0.07	0.09	0.11	0.14
แอล - ไลซีน	0.02	0.04	0.06	0.07	0.07
รวม	100	100	100	100	100
ส่วนประกอบโภชนะจากการคำนวณ (% air dry basis)					
โปรตีน	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
พลังงาน, Kcal ME/kg	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
แคลเซี่ยม	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
เมทไธโอนีน	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
ไลซีน	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10

หมายเหตุ: พรีมิกซ์ที่ใช้เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท บี เอ เอส เอฟ (ประเทศไทย) จำกัด

ตาราง 16 ส่วนประกอบ และคุณค่าทางโภชนะของสูตรอาหารในการทดลองการย่อยได้ของโภชนะในไก่เนื้อ

วัตถุดิบ (%)	ระดับมันสำปะหลังหมัก (%)						
	0	5	10	15	20	50+50[1/]	100[2/]
ข้าวโพด	53.36	49.18	45	40.83	36.65	26.68	-
รำละเอียด	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	5.00	-
ปลาป่น (60% CP)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	2.50	-
กากถั่วเหลือง (44% CP)	26.13	25.60	25.08	24.55	24.03	13.07	-
น้ำมันรำ	3.07	2.80	2.53	2.26	1.99	1.54	-
ไดแคลเซี่ยม (18% P)	1.62	1.56	1.49	1.43	1.37	0.81	-
พรีมิกซ์	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.25	-
เกลือ	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.13	-
มันสำปะหลังหมัก (FCM)	0	5.00	10.00	15.00	20.00	50.00	100
ดีแอล - เมทไธโอนีน	0.05	0.07	0.09	0.11	0.14	0.03	-
แอล - ไลซีน	0.02	0.04	0.06	0.07	0.07	0.01	-
รวม	100	100	100	100	100	100	100
ส่วนประกอบโภชนะจากการคำนวณ (% air dry basis)							
โปรตีน	20	20	20	20	20	15.50	13.48
พลังงาน, Kcal ME/kg	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,260	3,505
แคลเซี่ยม	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.29	0.32
ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.14	0.63
เมทไธโอนีน	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	-	-
ไลซีน	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	-	-

หมายเหตุ: พรีมิกซ์ที่ใช้เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท บี เอ เอส เอฟ (ประเทศไทย) จำกัด

[1/] กลุ่มการทดลองที่ 6 อาหารกลุ่มควบคุมผสมกับมันสำปะหลังหมักอย่างละครึ่ง (50+50)

[2/] กลุ่มการทดลองที่ 7 กลุ่มที่ใช้มันสำปะหลังหมักล้วนๆ (100%)

การทดลองที่ 2 การศึกษาสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่ และการย่อยได้ของโภชนะในอาหารไก่ไข่ ซึ่งได้รับอาหารที่เสริมด้วยมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆกัน

2.1 ศึกษาสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพของไข่ไก่ ซึ่งได้รับอาหารที่เสริมด้วยมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆ กัน

วิธีการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design, CRD)ประกอบไปด้วย 5 กลุ่มการทดลองตามสูตรอาหาร (treatment) แต่ละกลุ่มการทดลองมี 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้แม่ไก่ไข่พันธุ์อีซ่าบราวน์ อายุ 26 สัปดาห์ 10 ตัว รวมทั้งหมด 200 ตัว แม่ไก่ที่ใช้ทดลองมีสุขภาพดี และน้ำหนักใกล้เคียงกัน นำไก่ไข่ขึ้นเลี้ยงบนกรงยกพื้น โดยให้ได้รับอาหารทดลองเฉลี่ยตัวละ 115 กรัม/วัน และได้รับน้ำดื่มตลอดเวลา ให้แสง 16 ชั่วโมง/วัน ซึ่งไก่ไข่จะได้รับอาหารที่มีโปรตีน 17 % และพลังงาน 2,900 Kcal ME/kg (ตาราง 17) โดยคำนวณคุณค่าทางโภชนะอื่นๆในอาหารตามคำแนะนำของ National Research Council (1994) อาหารแต่ละสูตรมีส่วนประกอบ มันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ดังนี้

กลุ่มการทดลองที่ 1 อาหารมีมันสำปะหลังหมัก 0% (กลุ่มควบคุม)

กลุ่มการทดลองที่ 2 อาหารมีมันสำปะหลังหมัก 5%

กลุ่มการทดลองที่ 3 อาหารมีมันสำปะหลังหมัก 10%

กลุ่มการทดลองที่ 4 อาหารมีมันสำปะหลังหมัก 15%

กลุ่มการทดลองที่ 5 อาหารมีมันสำปะหลังหมัก 20%

ในการทดลองมีการปรับตัวให้คุ้นเคยกับอาหารทดลองเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ก่อนการเก็บข้อมูล ทำการเก็บข้อมูลในแต่ละสัปดาห์ โดยการนับจำนวนไข่ และชั่งน้ำหนักไข่แต่ละซ้ำของกลุ่มการทดลองต่างๆ ตั้งแต่เริ่มการทดลองจนกระทั่งเสร็จสิ้นการทดลอง และตรวจสอบคุณภาพภายนอก (ความแข็ง และความหนาของเปลือกไข่) และคุณภาพภายใน (ความสูงของไข่แดง ไข่ขาว และความกว้างของไข่แดง)

การบันทึก และคำนวณข้อมูล

บันทึกน้ำหนักไก่เริ่มต้น บันทึกจำนวนไข่ และชั่งน้ำหนักไข่ทุกวัน ทำการวิเคราะห์คุณภาพไข่ทุก 2 สัปดาห์ มีวิธีคำนวณในภาคผนวก ข โดยสุ่มไข่จากแต่ละกลุ่มการทดลอง ซ้ำละ 6 ฟอง ทุก 2 สัปดาห์ ทดลองเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์

ตาราง 17 ส่วนประกอบ และคุณค่าทางโภชนะของสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่ไข่

วัตถุดิบ (%)	ระดับมันสำปะหลังหมักในสูตรอาหาร (%)				
	0	5	10	15	20
ข้าวโพด	62.92	58.83	54.69	50.56	46.42
กากถั่วเหลือง (44% CP)	20.62	20.08	19.55	19.02	18.48
ปลาป่น (60% CP)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
น้ำมันรำ	2.09	1.80	1.52	1.24	0.95
กระดูกป่น	1.46	1.41	1.36	1.31	1.26
หินแป้ง	7.12	7.11	7.10	7.09	7.08
เกลือ	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
พรีมิกซ์	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
มันสำปะหลังหมัก (FCM)	0	5.00	10.00	15.00	20.00
ดีแอล - เมทไธโอนีน	0.00	0.01	0.02	0.03	0.05
รวม	100	100	100	100	100
ส่วนประกอบโภชนะจากการคำนวณ (% air dry basis)					
โปรตีน	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00
พลังงาน, Kcal ME/kg	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900
แคลเซี่ยม	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40
ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
เมทไธโอนีน	0.89	0.86	0.84	0.82	0.80
ไลซีน	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32

หมายเหตุ: พรีมิกซ์ที่ใช้เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท บี เอ เอส เอฟ (ประเทศไทย) จำกัด

ตาราง 18 ส่วนประกอบ และคุณค่าทางโภชนะของสูตรอาหารในการทดลองการย่อยได้ของโภชนะในไก่ไข่

วัตถุดิบ (%)	ระดับมันสำปะหลังหมัก (%)						
	0	5	10	15	20	50+50[1/]	100[2/]
ข้าวโพด	62.92	58.83	54.69	50.56	46.42	31.46	-
กากถั่วเหลือง (44% CP)	20.62	20.08	19.55	19.02	18.48	10.31	-
ปลาป่น (60% CP)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	2.50	-
น้ำมันรำ	2.09	1.80	1.52	1.24	0.95	1.05	-
กระดูกป่น	1.46	1.41	1.36	1.31	1.26	0. 73	-
หินแป้ง	7.12	7.11	7.10	7.09	7.08	3.56	-
เกลือ	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.13	-
ฟรีมิกซ์	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.25	-
มันสำปะหลังหมัก (FCM)	0	5.00	10.00	15.00	20.00	50.00	100
ดีแอล - เมทไธโอนีน	0.00	0.01	0.02	0.03	0.05	0	-
รวม	100	100	100	100	100	100	100
ส่วนประกอบโภชนะจากการคำนวณ (% air dry basis)							
โปรตีน	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	14.00	13.48
พลังงาน, Kcal ME/kg	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900	3,200	3,505
แคลเซี่ยม	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	1.69	0.32
ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.19	0.63
เมทไธโอนีน	0.89	0.86	0.84	0.82	0.80	-	-
ไลซีน	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	-	-

หมายเหตุ: พรีมิกซ์ที่ใช้เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท บี เอ เอส เอฟ (ประเทศไทย) จำกัด

[1/] กลุ่มการทดลองที่ 6 อาหารกลุ่มควบคุมผสมกับมันสำปะหลังหมักอย่างละครึ่ง (50+50)

[2/] กลุ่มการทดลองที่ 7 กลุ่มที่ใช้มันสำปะหลังหมักล้วนๆ (100%)

2.2 การศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในไก่ไข่ ซึ่งได้รับอาหารที่เสริมด้วยมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆกัน

วิธีการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design, CRD) ประกอบไปด้วย 7 กลุ่มการทดลองตามสูตรอาหาร แต่ละกลุ่มการทดลองมี 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้ไก่ไข่ 2 ตัว รวมทั้งหมด 42 ตัว สุ่มไก่ไข่อายุครบ 36 สัปดาห์ จากการทดลองที่ 2.1 ที่มีสุขภาพดี สมบูรณ์ ใช้ไก่ไข่ 2 ตัว/กรง เลี้ยงบนกรงยกพื้นโดยไก่ไข่ได้รับอาหารทดลองตามสูตรอาหารเดิม ส่วนไก่ไข่ในกลุ่มการทดลองที่ 6 และ 7 ใช้ไก่ไข่จากกลุ่มควบคุม และเพิ่มอีก 2 สูตร ดังนี้

กลุ่มการทดลองที่ 6 อาหารกลุ่มควบคุมผสมกับมันสำปะหลังหมักอย่างละครึ่ง (50+50)

กลุ่มการทดลองที่ 7 กลุ่มที่ใช้มันสำปะหลังหมักล้วนๆ (100%)

ก่อนนำไก่ไข่ขึ้นกรงเลี้ยงจัดเตรียมน้ำ และอาหารให้พร้อมให้อาหารทดลอง 100 กรัม/ตัว/วัน ตลอดการทดลอง ให้อาหารทดลองก่อนเก็บมูลเป็นเวลา 7 วัน โดยใช้เวลาปรับสภาพให้ไก่ไข่มีความคุ้นเคยกับอาหาร และสิ่งแวดล้อมใหม่ ๆ จากนั้น วันที่ 8 เริ่มให้อาหารทดลองที่ผสม Chromic oxide ในอัตรา 0.25 กรัม และทำการเก็บมูลในวันที่ 9 และ 10 โดยเลือกเก็บมูลในส่วนที่ไม่มี Chromic oxide ปน จากนั้นให้อาหารทดลองที่ผสม Chromic oxide ในอัตรา 0.25 กรัม อีกครั้งในวันที่ 11 บันทึกปริมาณอาหารที่กิน นำตัวอย่างอาหารทดลองทั้ง 7 สูตร และมูลที่เก็บได้ไปวิเคราะห์หาส่วนประกอบโภชนะและคำนวณค่าการย่อยได้ของโภชนะต่างๆ

การบันทึก และคำนวณข้อมูล

นำตัวอย่างอาหาร และมูลไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมงเก็บตัวอย่างไว้ในห้องปฏิบัติการให้สัมผัสกับอากาศเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำมาชั่งน้ำหนัก จดบันทึกข้อมูล ก่อนนำตัวอย่างอาหาร และมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาโภชนะตามแบบ proximate analysis และวิเคราะห์หาปริมาณ แคลเซี่ยม ฟอสฟอรัส และพลังงาน แล้วคำนวณหาค่าการย่อยได้บนพื้นฐานของวัตถุแห้ง (dry matter basis) ตามวิธีของ (Church and Pond, 1974) ในภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดจากการศึกษาทดลองทั้งการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2 มาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (analysis of variances) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (สุทัศน์, 2540) โดยใช้โปรแกรม SAS/for Windows 6.12 (SAS Institute, 1996)

บทที่ 4
ผลการทดลอง และวิจารณ์

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การศึกษาสมรรถภาพการผลิต และการย่อยได้ของโภชนะในไก่เนื้อ

1.1 การศึกษาสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ

ผลการศึกษาด้านสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อเมื่ออายุ 3, 6 สัปดาห์ และช่วงอายุต่างๆ แสดงไว้ในตาราง 19 สำหรับผลการศึกษาในแต่ละสัปดาห์ แสดงไว้ในตารางภาคผนวก ง

น้ำหนักตัวของไก่เนื้อ (กรัม/ตัว)

น้ำหนักตัวที่อายุ 3 สัปดาห์ ในการทดลองทั้ง 5 กลุ่มการทดลอง พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดลองในกลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 10% มีน้ำหนักตัวสูงที่สุดเท่ากับ 716 กรัม รองลงมาคือกลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 5, 0, 15 และ 20% ซึ่งมีค่าเท่ากับ 700, 693, 669 และ 647 กรัม ตามลำดับ โดยน้ำหนักตัวในระหว่างกลุ่มการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

น้ำหนักตัวที่อายุ 6 สัปดาห์ ในการทดลองทั้ง 5 กลุ่มการทดลอง พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดลองในกลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 0% มีน้ำหนักตัวสูงที่สุดเท่ากับ 2,242 กรัม รองลงมาคือกลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 10, 5, 20 และ15% ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2,126, 2,076, 1,914 และ 1,912 กรัม ตามลำดับโดยน้ำหนักตัวในระหว่างกลุ่มการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อ (กรัม/ตัว)

ปริมาณอาหารที่กิน 0-3 สัปดาห์ ในการทดลองทั้ง 5 กลุ่มการทดลอง พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 10% มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 1,070 กรัม รองลงมาคือ กลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 5, 15, 0 และ 20% ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1,050, 1,050, 1,032 และ 987 กรัมตามลำดับ โดยปริมาณอาหารที่กินในระหว่างกลุ่มการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ปริมาณอาหารที่กิน 4-6 สัปดาห์ ในการทดลองทั้ง 5 กลุ่มการทดลอง พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 0% มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 2,828 กรัม รองลงมาคือ กลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 10, 5, 15 และ 20% ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2,795, 2,763, 2,633 และ 2,553 กรัมตามลำดับโดยปริมาณอาหารที่กินในระหว่างกลุ่มการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ปริมาณอาหารที่กิน 0-6 สัปดาห์ ในการทดลองทั้ง 5 กลุ่มการทดลอง พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 10% มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 3,863 กรัม รองลงมาคือ กลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 0, 5, 15 และ 20% ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3,857, 3,813, 3,678 และ 3,542 กรัมตามลำดับโดยปริมาณอาหารที่กินในระหว่างกลุ่มการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อ (กรัม/ตัว)

น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นในช่วง 0-3 สัปดาห์ ในการทดลองทั้ง 5 กลุ่มการทดลอง พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 10% มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 672 กรัม กลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 0, 5, 15 และ 20% ซึ่งมีค่าเท่ากับ 650, 650, 625 และ 602 กรัมตามลำดับโดยน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยในระหว่างกลุ่มการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นในช่วง 4-6 สัปดาห์ ในการทดลองทั้ง 5 กลุ่มการทดลอง พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 0% มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 1,640 กรัม รองลงมาคือ กลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 10, 5, 15 และ 20% ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1,410, 1,377, 1,315 และ 1,267 กรัมตามลำดับโดยน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นในระหว่างกลุ่มการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นในช่วง 0-6 สัปดาห์ ในการทดลองทั้ง 5 กลุ่มการทดลอง พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 0% มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 2,292 กรัม รองลงมาคือ กลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 10, 5, 15 และ 20% ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2,081, 2,024, 1,938 และ 1,869 กรัมตามลำดับโดยน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นในระหว่างกลุ่มการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

อัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ (กรัม/ตัว/วัน)

อัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อในช่วง 0-3 สัปดาห์ ในการทดลองทั้ง 5 กลุ่มการทดลอง พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 10% มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุดคือ 32.00 กรัม รองลงมาคือ กลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 0, 5, 15 และ 20% ซึ่งมีค่าเท่ากับ 31.05, 30.86, 29.75 และ 28.72 กรัม ตามลำดับโดยอัตราการเจริญเติบโตในระหว่างกลุ่มการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อในช่วง 4-6 สัปดาห์ ในการทดลองทั้ง 5 กลุ่มการทดลอง พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 0% มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุดคือ 78.07 กรัม รองลงมาคือ กลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 10, 5, 15 และ 20% ซึ่งมีค่าเท่ากับ 67.11, 65.51, 62.54 และ 60.31 กรัม ตามลำดับโดยอัตราการเจริญเติบโตในระหว่างกลุ่มการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

อัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อในช่วง 0-6 สัปดาห์ ในการทดลองทั้ง 5 กลุ่มการทดลอง พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 0% มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุดคือ 54.56 กรัม รองลงมาคือ กลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 10, 5, 15 และ 20% ซึ่งมีค่าเท่ากับ 49.56, 48.19, 46.14 และ 44.51 กรัม ตามลำดับโดยอัตราการเจริญเติบโตในระหว่างกลุ่มการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อ

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวในช่วง 0-3 สัปดาห์ ในการทดลองทั้ง 5 กลุ่มการทดลอง พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 0% มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีที่สุดคือ 1.58 รองลงมาคือ กลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 10, 5, 20 และ 15% ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.59, 1.63, 1.65 และ 1.68 ตามลำดับ โดยประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวในระหว่างกลุ่มการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวในช่วง 4-6 สัปดาห์ ในการทดลองทั้ง 5 กลุ่มการทดลอง พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 0% มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีที่สุดคือ 1.75 รองลงมาคือ กลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 10, 5, 15 และ 20% ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.98, 1.98, 2.00 และ 2.02 ตามลำดับ โดยประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวในระหว่างกลุ่มการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวในช่วง 0-6 สัปดาห์ ในการทดลองทั้ง 5 กลุ่มการทดลอง พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 0% มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีที่สุดคือ 1.70 รองลงมาคือ กลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 10, 5, 15 และ 20% ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.86, 1.88, 1.90 และ 1.90 ตามลำดับ โดยประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวในระหว่างกลุ่มการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ในการทดลองทั้ง 5 กลุ่มการทดลอง พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 0% มีต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ต่ำที่สุดคือ 19.95 รองลงมาคือ กลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 20, 10, 15 และ 5% ซึ่งมีค่าเท่ากับ 20.93, 21.13, 21.30 และ 21.78 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับโดยต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ในระหว่างกลุ่มการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 19 สมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อเพศผู้ที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆ กัน

สมรรถภาพการผลิต	ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)					ความแตกต่างทางสถิติ
	0	5	10	15	20	
น้ำหนักตัว, กรัม/ตัว						
เริ่มการทดลอง	41.00	41.25	41.00	41.00	41.50	ns
3 สัปดาห์	693	700	716	669	647	ns
6 สัปดาห์	2,242^{a}	2,076^{ab}	2,126^{a}	1,912^{b}	1,914^{b}	**
ปริมาณอาหารที่กิน, กรัม/ตัว						
0-3 สัปดาห์	1032	1050	1070	1050	987	ns
4-6 สัปดาห์	2,828^{a}	2,763^{ab}	2,795^{ab}	2,633^{bc}	2,553^{c}	*
0-6 สัปดาห์	3,857^{a}	3,813^{a}	3,863^{a}	3,678^{ab}	3,542^{b}	*
น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น, กรัม/ตัว						
0-3 สัปดาห์	650	650	672	625	602	ns
4-6 สัปดาห์	1,640^{a}	1,377^{b}	1,410^{b}	1,315^{b}	1,267^{b}	*
0-6 สัปดาห์	2,292^{a}	2,024^{ab}	2,081^{a}	1,938^{b}	1,869^{b}	**
อัตราการเจริญเติบโต, กรัม/ตัว						
0-3 สัปดาห์	31.05	30.86	32.00	29.75	28.72	ns
4-6 สัปดาห์	78.07^{a}	65.51^{b}	67.11^{b}	62.54^{b}	60.31^{b}	*
0-6 สัปดาห์	54.56^{a}	48.19^{ab}	49.56^{ab}	46.14^{b}	44.51^{b}	**
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว						
0-3 สัปดาห์	1.58	1.63	1.59	1.68	1.65	ns
4-6 สัปดาห์	1.75	1.98	1.98	2.00	2.02	ns
0-6 สัปดาห์	1.70^{b}	1.88^{a}	1.86^{a}	1.90^{a}	1.90^{a}	*
ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (บาท/กิโลกรัม)						
	19.95	21.78	21.13	21.30	20.93	ns

หมายเหตุ: ^{a,b} ตัวอักษรในแถวนอนเดียวกันต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (*) หรือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) (**)

1.2 การศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในไก่เนื้อ

ผลของการศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในไก่เนื้อ ซึ่งได้รับอาหารที่เสริมด้วยมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆกัน แสดงในตาราง 20

การย่อยได้ของวัตถุแห้ง

การเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในอาหารไก่เนื้อ มีผลทำให้การย่อยได้ของวัตถุแห้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยไก่เนื้อที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุม มีค่าการย่อยได้สูงสุดคือ 81.76% ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่มีการเสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 10, 5, 15, 20, 100 และ 50% โดยมีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งเท่ากับ 79.55, 78.64, 76.56, 75.36, 73.09 และ 72.68% ตามลำดับ

การย่อยได้ของโปรตีน

การเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในอาหารไก่เนื้อ มีผลทำให้การย่อยได้ของโปรตีน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยไก่เนื้อที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุม มีค่าการย่อยได้สูงสุดคือ 82.83% ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่มีการเสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 10, 5, 20, 50, 15 และ 100% โดยมีค่าการย่อยได้ของโปรตีนเท่ากับ 82.56, 81.95, 81.00, 80.42, 80.38 และ 65.95% ตามลำดับ

การย่อยได้ของไขมัน

การเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในอาหารไก่เนื้อ มีผลทำให้การย่อยได้ของไขมัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยไก่เนื้อที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุม มีค่าการย่อยได้สูงสุดคือ 90.71% ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่มีการเสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 10, 5, 20, 15, 50 และ 100% โดยมีค่าการย่อยได้ของไขมันเท่ากับ 90.36, 89.79, 89.20, 89.15, 88.81 และ 52.70% ตามลำดับ

การย่อยได้ของเยื่อใย

การเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในอาหารไก่เนื้อ มีผลทำให้การย่อยได้ของเยื่อใย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยไก่เนื้อที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุม มีค่าการย่อยได้สูงสุดคือ 71.02% ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่มีการเสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 100, 10, 5, 15, 20 และ 50% โดยมีค่าการย่อยได้ของเยื่อใยเท่ากับ 70.77, 68.57, 67.56, 65.42, 64.79 และ 62.83% ตามลำดับ

การย่อยได้ของเถ้า

การเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในอาหารไก่เนื้อ มีผลทำให้การย่อยได้ของเถ้า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยไก่เนื้อที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุม มีค่าการย่อยได้สูงสุดคือ 71.77% ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่มีการเสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 10, 5, 15, 20, 100 และ 50% โดยมีค่าการย่อยได้ของเถ้าเท่ากับ 67.36, 67.20, 65.72, 64.72, 57.08 และ 49.54% ตามลำดับ

การย่อยได้ของแคลเซียม

การเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในอาหารไก่เนื้อ มีผลทำให้การย่อยได้ของแคลเซี่ยม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยไก่เนื้อที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุม มีค่าการย่อยได้สูงสุดคือ 87.79% ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่มีการเสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 5, 10, 20, 15, 50 และ 100% โดยมีค่าการย่อยได้ของแคลเซี่ยมเท่ากับ 81.84, 81.43, 78.86, 78.82, 72.04 และ 22.65% ตามลำดับ

การย่อยได้ของฟอสฟอรัส

การเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในอาหารไก่เนื้อ มีผลทำให้การย่อยได้ของฟอสฟอรัส มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยไก่เนื้อที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุม มีค่าการย่อยได้สูงสุดคือ 66.06% ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่มีการเสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 5, 10, 15, 50, 20 และ 100% โดยมีค่าการย่อยได้ของฟอสฟอรัสเท่ากับ 64. 95, 63.81, 61.71, 59.03, 58.94 และ 58.52% ตามลำดับ

การย่อยได้ของพลังงาน

การเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในอาหารไก่เนื้อ มีผลทำให้การย่อยได้ของพลังงาน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 100% มีค่าการย่อยได้สูงสุดคือ 88.42% ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่มีการเสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 20, 50, 15, 0, 5 และ 10% โดยมีค่าการย่อยได้ของพลังงานเท่ากับ 87.37, 85.46, 84.86, 83.86, 83.69 และ 83.58% ตามลำดับ

การย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรค (NFE)

การเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในอาหารไก่เนื้อ มีผลทำให้การย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรต มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 20% มีค่าการย่อยได้สูงสุดคือ 95.45% ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่มีการเสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 100, 50, 15, 0, 10 และ 5% โดยมีค่าการย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรตเท่ากับ 94.78, 89.66, 89.49, 84.24, 82.67 และ 80.86% ตามลำดับ

ตาราง 20 การย่อยได้ของโภชนะ(%)ในไก่เนื้อที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆ กัน

การย่อยได้ของโภชนะ (%)	ระดับของมันสำปะหลังหมักเชื้อราในอาหาร (%)							ความแตกต่างทางสถิติ
	0	5	10	15	20	50[1/]	100[2/]	
วัตถุแห้ง	81.76^{a}	78.64^{b}	79.55^{b}	76.56^{c}	75.36^{c}	72.68^{d}	73.09^{d}	**
โปรตีน	82.83^{a}	81.95^{a}	82.56^{a}	80.38^{a}	81.00^{a}	80.42^{a}	65.95^{b}	**
ไขมัน	90.71^{a}	89.78^{a}	90.36^{a}	89.15^{a}	89.20^{a}	88.81^{a}	52.70^{b}	**
เยื่อใย	71.02^{a}	67.56^{ab}	68.57^{ab}	65.42^{bc}	64.79^{bc}	62.83^{c}	70.77^{a}	**
เถ้า	71.77^{a}	67.20^{b}	67.36^{b}	65.72^{b}	64.72^{b}	49.54^{d}	57.08^{c}	**
แคลเซี่ยม	87.79^{a}	81.84^{ab}	81.43^{ab}	78.82^{ab}	78.86^{ab}	72.04^{b}	22.65^{c}	**
ฟอสฟอรัส	66.06^{a}	64.95^{a}	63.81^{ab}	61.71^{abc}	58.94^{bc}	59.03^{bc}	66.06^{c}	**
พลังงานไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรค	83.86^{bc}	83.69^{bc}	83.58^{c}	84.86^{bc}	87.37^{a}	85.46^{b}	88.42^{a}	**
	84.24^{c}	80.86^{d}	82.67^{cd}	89.49^{b}	95.45^{a}	89.66^{b}	94.78^{a}	**

หมายเหตุ: ^{a,b,c,d} ตัวอักษรในแถวนอนเดียวกันต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

[1/] กลุ่มการทดลองที่ 6 อาหารกลุ่มควบคุมผสมกับมันสำปะหลังหมักอย่างละครึ่ง (50+50)

[2/] กลุ่มการทดลองที่ 7 กลุ่มที่ใช้มันสำปะหลังหมักล้วนๆ (100%)

การทดลองที่ 2 การศึกษาสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่ และการย่อยได้ของโภชนะในไก่ไข่

2.1 การศึกษาสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพของไข่ไก่

ผลการศึกษาสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพไข่ของไก่ไข่ ซึ่งได้รับอาหารเสริมด้วยมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* มีรายละเอียดดังนี้

ผลผลิตไข่ไก่ (% hen day production, % HD)

การเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ทุกระดับมีผลทำให้ผลผลิตไข่ไก่ (% HD) รายสัปดาห์ในสัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 6 และในช่วง 1-6 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กับกลุ่มควบคุม (ตาราง 21)

ตาราง 21 ผลผลิตไข่ไก่ (%HD) ในสัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 6 และช่วงระยะ 1-6 สัปดาห์ ของแม่ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมด้วยมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ระดับต่างๆ กัน

ระยะเวลาที่ให้ไข่	ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)				
	0	5	10	15	20
สัปดาห์ที่ 1	86.07	90.36	85.00	86.79	83.57
สัปดาห์ที่ 2	85.71	85.36	85.71	80.00	75.71
สัปดาห์ที่ 3	80.71	85.36	76.07	78.21	74.64
สัปดาห์ที่ 4	75.71	77.74	71.07	72.50	68.57
สัปดาห์ที่ 5	78.93	75.00	72.14	72.14	73.57
สัปดาห์ที่ 6	73.93	76.79	72.86	72.86	70.71
สัปดาห์ที่ 1-6	79.69	81.71	75.27	76.65	73.75

หมายเหตุ : ทุกช่วงระยะเวลาทดลอง ค่าเฉลี่ยในระหว่างกลุ่มการทดลองซึ่งอยู่ในบรรทัดเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

คุณภาพไข่ไก่

การเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆ กัน ต่อน้ำหนักของไข่ไก่ หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารเป็นระยะเวลา 2, 4 และ 6 สัปดาห์ พบว่าคุณภาพไข่ ในด้านน้ำหนักไข่ ในทุกกลุ่มการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 22)

ตาราง 22 น้ำหนักไข่หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆ กัน

น้ำหนักไข่ (ก.)	ระดับมันสำปะหลังหมักเชื้อรา (%)				
	0	5	10	15	20
สัปดาห์ที่ 2	56.18	57.56	55.63	55.72	56.22
สัปดาห์ที่ 4	57.72	58.86	56.18	56.49	56.30
สัปดาห์ที่ 6	60.11	59.44	58.53	58.45	58.78

หมายเหตุ : ทุกช่วงระยะเวลาทดลอง ค่าเฉลี่ยในระหว่างกลุ่มการทดลองซึ่งอยู่ในบรรทัดเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ความแข็งของเปลือกไข่

การเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆ กัน ต่อความแข็งของเปลือกไข่ หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารเป็นระยะเวลา 2, 4 และ 6 สัปดาห์ พบว่าคุณภาพไข่ ในด้านความแข็งของเปลือกไข่ในทุกกลุ่มการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 23)

ตาราง 23 ความแข็งของเปลือกไข่หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆ กัน

ความแข็งของเปลือกไข่ (กก./ตร.ซม.)	ระดับมันสำปะหลังหมักเชื้อรา (%)				
	0	5	10	15	20
สัปดาห์ที่ 2	3.80	3.76	3.87	3.80	3.83
สัปดาห์ที่ 4	4.31	4.31	4.28	4.06	4.02
สัปดาห์ที่ 6	4.01	4.08	3.95	3.89	3.99

หมายเหตุ : ทุกช่วงระยะเวลาทดลอง ค่าเฉลี่ยในระหว่างกลุ่มการทดลองซึ่งอยู่ในบรรทัดเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ความหนาของเปลือกไข่

การเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆ กัน ต่อความความหนาของเปลือกไข่หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารเป็นระยะเวลา 2, 4 และ 6 สัปดาห์ พบว่าคุณภาพไข่

ในด้านความหนาของเปลือกไข่ในทุกกลุ่มการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 24)

ตาราง 24 ความหนาของเปลือกไข่ หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆ กัน

ความหนาของเปลือกไข่ (มม.)	ระดับมันสำปะหลังหมักเชื้อรา (%)				
	0	5	10	15	20
สัปดาห์ที่ 2	0.343	0.349	0.340	0.338	0.349
สัปดาห์ที่ 4	0.407	0.426	0.420	0.431	0.414
สัปดาห์ที่ 6	0.369	0.379	0.364	0.378	0.371

หมายเหตุ : ทุกช่วงระยะเวลาทดลอง ค่าเฉลี่ยในระหว่างกลุ่มการทดลองซึ่งอยู่ในบรรทัดเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ความสูงของไข่ขาว

การเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆ กัน ต่อความความสูงของไข่ขาวหลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารเป็นระยะเวลา 2, 4 และ 6 สัปดาห์ พบว่าคุณภาพไข่ ในด้านความสูงของไข่ขาวในทุกกลุ่มการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 25)

ตาราง 25 ความสูงของไข่ขาวหลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆ กัน

ความสูงของไข่ขาว (มม.)	ระดับมันสำปะหลังหมักเชื้อรา (%)				
	0	5	10	15	20
สัปดาห์ที่ 2	7.81	8.18	8.47	8.77	8.50
สัปดาห์ที่ 4	9.09	8.39	8.62	8.62	8.48
สัปดาห์ที่ 6	7.85	8.38	8.50	8.42	7.93

หมายเหตุ : ทุกช่วงระยะเวลาทดลอง ค่าเฉลี่ยในระหว่างกลุ่มการทดลองซึ่งอยู่ในบรรทัดเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ความสูงของไข่แดง

การเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆ กัน ต่อความความสูงของไข่ขาวหลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารเป็นระยะเวลา 2, 4 และ 6 สัปดาห์ พบว่าคุณภาพไข่ ในด้านความสูงของไข่ขาวในทุกกลุ่มการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 26)

ตาราง 26 ความสูงของไข่แดงหลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆ กัน

ความสูงของไข่แดง (มม.)	ระดับมันสำปะหลังหมักเชื้อรา (%)				
	0	5	10	15	20
สัปดาห์ที่ 2	17.94	18.14	18.42	18.24	18.40
สัปดาห์ที่ 4	18.41	18.30	17.96	18.44	18.34
สัปดาห์ที่ 6	18.47	18.43	18.34	18.67	18.50

หมายเหตุ : ทุกช่วงระยะเวลาทดลอง ค่าเฉลี่ยในระหว่างกลุ่มการทดลองซึ่งอยู่ในบรรทัดเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ความกว้างของไข่แดง

การเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆ กัน ต่อความกว้างของไข่แดงหลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารเป็นระยะเวลา 2, 4 และ 6 สัปดาห์ พบว่าคุณภาพไข่ ในด้านความกว้างของไข่แดงในทุกกลุ่มการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 27)

ตาราง 27 ความกว้างของไข่แดงหลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆ กัน

ความกว้างของไข่แดง (มม.)	ระดับมันสำปะหลังหมักเชื้อรา (%)				
	0	5	10	15	20
สัปดาห์ที่ 2	3.86	3.88	3.89	3.83	3.80
สัปดาห์ที่ 4	3.85	3.86	3.84	3.85	3.85
สัปดาห์ที่ 6	3.93	3.85	3.84	3.88	3.85

หมายเหตุ : ทุกช่วงระยะเวลาทดลอง ค่าเฉลี่ยในระหว่างกลุ่มการทดลองซึ่งอยู่ในบรรทัดเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2.1 การศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในไก่ไข่

ผลของการศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในไก่ไข่ ซึ่งได้รับอาหารที่เสริมด้วยมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆ แสดงในตาราง 25

การย่อยได้ของวัตถุแห้ง

การเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในอาหารไก่ไข่ มีผลทำให้การย่อยได้ของวัตถุแห้ง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยไก่เนื้อที่ได้รับอาหารกลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 20% มีค่าการย่อยได้สูงสุดคือ 89.81% ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่มีการเสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 10, 50, 0, 100, 15 และ 5% โดยมีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง เท่ากับ 89.58, 89.56, 89.55, 89.51, 89.39 และ 89.23% ตามลำดับ

การย่อยได้ของโปรตีน

การเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในอาหารไก่ไข่ มีผลทำให้การย่อยได้ของโปรตีน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 50% มีค่าการย่อยได้สูงสุดคือ 74.77% ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่มีการเสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 20, 15, 0, 10, 5 และ 100% โดยมีค่าการย่อยได้ของโปรตีน เท่ากับ 74.72, 74.69, 74.44, 73.16, 72.96 และ 67.89% ตามลำดับ

การย่อยได้ของไขมัน

การเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในอาหารไก่ไข่ มีผลทำให้การย่อยได้ของไขมัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 15% มีค่าการย่อยได้สูงสุดคือ 82.46% ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่มีการเสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 0, 5, 20, 10, 50 และ 100% โดยมีค่าการย่อยได้ของไขมันเท่ากับ 81.19, 80.08, 79.98, 79.69, 75.84 และ 66.11% ตามลำดับ

การย่อยได้ของเยื่อใย

การเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในอาหารไก่ไข่ มีผลทำให้การย่อยได้ของเยื่อใย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยไก่เนื้อที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุม มีค่าการย่อยได้สูงสุดคือ 88.08% ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่มีการเสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 15, 10, 5, 20, 50 และ 100% โดยมีค่าการย่อยได้ของเยื่อใยเท่ากับ 87.54, 86.69, 86.59, 86.26, 82.64 และ 71.25% ตามลำดับ

การย่อยได้ของเถ้า

การเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในอาหารไก่ไข่ มีผลทำให้การย่อยได้ของเถ้า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 20% มีค่าการย่อยได้สูงสุดคือ 57.17% ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่มีการเสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 10, 0, 5, 20, 50 และ 100% โดยมีค่าการย่อยได้ของเถ้า เท่ากับ 55.98, 55.78, 55.35, 54.16, 46.79 และ 36.79% ตามลำดับ

การย่อยได้ของแคลเซียม

การเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในอาหารไก่ไข่ มีผลทำให้การย่อยได้ของแคลเซี่ยม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 5% มีค่าการย่อยได้สูงสุดคือ 91.79% ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่มีการเสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 0, 10, 20, 15, 50 และ 100% โดยมีค่าการย่อยได้ของแคลเซี่ยม เท่ากับ 90.03, 89.76, 89.36, 89.05, 83.96 และ 56.52% ตามลำดับ

การย่อยได้ของฟอสฟอรัส

การเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในอาหารไก่ไข่ มีผลทำให้การย่อยได้ของฟอสฟอรัส มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 15% มีค่าการย่อยได้สูงสุดคือ 85.18% ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่มีการเสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 10, 20, 0, 50, 5 และ 100% โดยมีค่าการย่อยได้ของฟอสฟอรัส เท่ากับ 84.43, 84.25, 84.10, 83.77, 82.28 และ 66.54% ตามลำดับ

การย่อยได้ของพลังงาน

การเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในอาหารไก่ไข่ มีผลทำให้การย่อยได้ของพลังงาน มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 50% มีค่าการย่อยได้สูงสุดคือ 82.19% ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่มีการเสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 15, 100, 20, 5, 0 และ10% โดยมีค่าการย่อยได้ของพลังงาน เท่ากับ 81.30, 80.12, 79.63, 79.15, 79.02 และ 78.73% ตามลำดับ

การย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรค (NFE)

การเสริมมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในอาหารไก่ไข่ มีผลทำให้การย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรค มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 50% มีค่าการย่อยได้สูงสุดคือ 86.52% ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่มีการเสริมมันสำปะหลังหมักระดับ 100, 15, 0, 5, 10 และ 20% โดยมีค่าการย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรค เท่ากับ 83.04, 81.95, 81.62, 81.09, 80.85 และ 80.78% ตามลำดับ

ตาราง 28 การย่อยได้ของโภชนะในไก่ไข่ ซึ่งได้รับอาหารที่เสริมด้วยมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆ

การย่อยได้ของโภชนะ (%)	ระดับของมันสำปะหลังหมักเชื้อราในอาหาร (%)							ความแตกต่างทางสถิติ
	0	5	10	15	20	50[1/]	100[2/]	
วัตถุแห้ง	89.55	89.23	89.58	89.39	89.81	89.56	89.51	ns
โปรตีน	74.44[a]	72.96[a]	73.16[a]	74.69[a]	74.72[a]	74.77[a]	67.89[b]	*
ไขมัน	81.19[a]	80.08[a]	79.69[a]	82.46[a]	79.98[a]	75.84[a]	66.11[b]	*
เยื่อใย	88.08[a]	86.59[a]	86.69[a]	87.54[a]	86.26[a]	82.64[b]	71.25[c]	**
เถ้า	55.78[ab]	55.35[ab]	55.98[ab]	57.17[a]	54.16[ab]	46.79[b]	36.79[c]	**
แคลเซี่ยม	90.03[ab]	91.79[a]	89.76[ab]	89.05[ab]	89.36[ab]	83.96[b]	56.52[c]	**
ฟอสฟอรัส	84.10[a]	82.28[a]	84.43[a]	85.18[a]	84.25[a]	83.77[a]	66.54[b]	**
พลังงาน	79.02	79.15	78.73	81.30	79.63	82.19	80.12	ns
ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรค	81.62[b]	81.09[b]	80.85[b]	81.95[b]	80.78[b]	86.52[a]	83.04[ab]	**

หมายเหตุ: [a,b,c] ตัวอักษรในแถวนอนเดียวกันต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (*), มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) (**)

[1/] กลุ่มการทดลองที่ 6 อาหารกลุ่มควบคุมผสมกับมันสำปะหลังหมักอย่างละครึ่ง (50+50)

[2/] กลุ่มการทดลองที่ 7 กลุ่มที่ใช้มันสำปะหลังหมักล้วนๆ (100%)

วิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาสมรรถภาพการผลิต และการย่อยได้ของโภชนะในไก่เนื้อ ซึ่งได้รับอาหารที่เสริมด้วยมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในระดับต่างๆ กัน (การทดลองที่ 1)

การศึกษาสมรรถภาพการผลิต ของไก่เนื้อ

ผลการศึกษาด้านสมรรถภาพการผลิตในไก่เนื้อ พบว่าช่วงอายุที่ 0-3 สัปดาห์ การใช้มันสำปะหลังหมัก มีผลทำให้ น้ำหนักตัว น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กินมีค่าดีที่สุด เมื่อใช้มันสำปะหลังหมักที่ระดับ 10% การเสริมมันสำปะหลังหมักในทุกระดับ มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องมาจากปริมาณเยื่อใยในมันสำปะหลังหมักที่มีอยู่ถึง 6.77% ซึ่งถ้าเสริมในระดับที่สูงก็จะทำให้ปริมาณเยื่อใยในอาหารผสมสูงเกินไปมีผลทำให้การเจริญเติบโตของไก่เนื้อลดลง (Abdelsamie, *et al.*, 1983) ดังนั้นการเสริมที่ระดับ 10% จึงเป็นระดับที่เหมาะสมต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ ส่วนในช่วงอายุ 4-6 สัปดาห์ การเสริมมันสำปะหลังหมักในทุกระดับทำให้น้ำหนักตัว น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กินลดลง โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เห็นได้ว่าการเสริมมันสำปะหลังหมักในระดับที่สูงขึ้นทำให้สมรรถภาพการผลิตในด้านต่างๆ ลดลง อาจเนื่องมาจากมันสำปะหลังบดที่นำมาประกอบสูตรอาหารมีลักษณะฟ่าม เบา และเป็นฝุ่น (อุทัย และสุกัญญา, 2545) จึงส่งผลให้เกิดการระคายเคืองต่อสัตว์ขณะกินอาหารทำให้สัตว์กินอาหารได้น้อยลง สอดคล้องกับส่วน Ravindran (1991) รายงานว่า เมื่อใช้มันสำปะหลังในสูตรอาหารเพิ่มขึ้นมีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อลดลง นอกจากนี้มันสำปะหลังที่นำมาหมักในการทดลองนี้มีคุณภาพไม่ดี มีส่วนของราก เหง้าปนมามาก จึงทำให้ปริมาณการกินอาหารลดลงตามระดับของมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้น และจากการสังเกตุเห็นได้ว่าไก่เนื้อในกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมักในระดับสูง มีการถ่ายมูลเหลว อาจเนื่องมาจากในมันสำปะหลังหมักมีสิ่งเจือปนในระหว่างการเก็บรักษาและทั้งนี้เนื่องจากการทดลองอยู่ในช่วงฤดูร้อนมีผลทำให้อุณหภูมิสูง ประกอบกับมีข้อจำกัดในเรื่องของจำนวนพัดลม ซึ่งจากการสังเกต พบว่าจะมีเพียงบางซ้ำของกลุ่มที่ได้รับมันสำปะหลังหมักที่มีปริมาณอาหารที่กินลดลง เพื่อลดอุณหภูมิที่เกิดจากการย่อยอาหาร ทำให้ไก่ได้รับสารอาหารไม่เพียงพอในการนำไปใช้ ซึ่งสอดคล้องกับ อุทัย (2529) ที่รายงานว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นสัตว์ปีกจะลดการกินอาหารลง เพื่อปรับระดับพลังงานที่ได้รับให้พอดีกับการเผาผลาญในร่างกายที่น้อยลง ในขณะที่สัตว์ได้รับสารอาหารตัวอื่นๆ ต่อวันลดน้อยลงทั้งๆ ที่ปริมาณความต้องการสารอาหารตัวอื่นๆ ยังคงเดิม ส่วนประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ช่วงอายุที่ 0-3 สัปดาห์ พบว่าการเสริมมันสำปะหลังหมักทุกระดับมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ต่ำกว่ากลุ่ม

ควบคุมแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และในช่วงอายุ 4-6 สัปดาห์ กลุ่มที่เสริมมันสำปะหลังหมักทุกระดับมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Jorgensen *et al.* (1996) ที่พบว่าความสามารถในการย่อยได้ของไก่เนื้อจะลดลงเมื่อระดับเยื่อใยในอาหารเพิ่มขึ้น

การศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในไก่เนื้อ

จากผลการศึกษาด้านการย่อยได้ของโภชนะในอาหารไก่เนื้อ พบว่ามีการย่อยได้ของโปรตีน และไขมัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ในกลุ่มที่ได้รับมันสำปะหลังหมักล้วนๆ (100%) มีค่าการย่อยได้ต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ การย่อยได้ของวัตถุแห้ง เถ้า แคลเซี่ยม และฟอสฟอรัส มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ในกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมัก การย่อยได้ส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ในการย่อยได้ของ เยื่อใย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)ในกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมัก พบว่าการย่อยได้ส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ยกเว้นกลุ่มที่ได้รับมันสำปะหลังหมักล้วนๆ (100%) มีค่าไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม ส่วนการย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรค และพลังงาน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) พบว่าในกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมัก 20% และกลุ่มที่ได้รับมันสำปะหลังหมักล้วนๆ (100%) มีค่าไม่แตกต่างกันซึ่งมีค่ามีสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารที่เสริมมันสำปะหลังหมักจะมีแนวโน้มทำให้การย่อยได้ลดลง ตามระดับมันสำปะหลังหมักที่เพิ่มขึ้น ซึ่งอโณชา (2529) รายงานว่ามันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงมีค่าการย่อยได้ต่ำ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากมันสำปะหลังหมัก มีคาร์โบไฮเดรตย่อยง่ายต่ำ และมีระดับเยื่อใยสูง เมื่อผสมในอาหารจึงส่งผลให้อาหารมีเยื่อใยสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งเยื่อใยมีผลต่อการขัดขวางการย่อยได้ของโภชนะ (บุญล้อม และคณะ, 2550) ส่วน สินชัย และนวลจันทร์ (2529) รายงานว่าการใช้มันสำปะหลังหมักด้วยเชื้อรา *Aspergillus niger* และยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ในระดับ 100% (มันสำปะหลังหมักล้วนๆ) ในอาหารไก่เนื้อ ทำให้สมรรถภาพการผลิตต่ำมาก จึงไม่แนะนำให้ใช้มันสำปะหลังหมักในระดับสูง สาโรช และเยาวมาลย์ (2529) รายงานว่า การปลอมปนของมันสำปะหลัง ซึ่งมีส่วนของราก เหง้า ดิน ทราย ปนมากมีผลทำให้การย่อยได้ และการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะลดลง

การศึกษาด้านสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่ และการย่อยได้ของโภชนะในไก่ไข่ซึ่งได้รับอาหารที่เสริมด้วยมันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ระดับต่างๆ กัน (การทดลองที่ 2)

การศึกษาสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพของไข่ไก่

ผลการศึกษาด้านสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพไข่ในไก่ไข่ พบว่าผลผลิตไข่ ในแม่ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักทุกกลุ่มการทดลองในทุกสัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีแนวโน้มว่าผลผลิตไข่ ของกลุ่มการทดลองที่ใช้มันสำปะหลังหมักที่ระดับ 5% ดีกว่ากลุ่มการทดลองกลุ่มอื่นๆ ซึ่งสอดคล้องกับ Eruvbetine and Oguntona (1997) ทดลองใช้มันเส้นในอาหารไก่ไข่ ที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30% เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า อัตราการให้ผลผลิตไข่ไม่แตกต่างกัน เมื่อทำการปรับระดับกรดอะมิโนที่จำเป็นให้เพียงพอ ทำนองเดียวกับ สุวรรณี (2543) ที่รายงานว่า ไก่ไข่ช่วงอายุ 22-37 สัปดาห์ เมื่อได้รับอาหารผสมใช้มันสำปะหลังทดแทนข้าวโพดที่ระดับ 0, 50, 75 และ 100% มีผลผลิตไข่ต่อจำนวนแม่ไก่เมื่อสิ้นสุดการทดลองไม่แตกต่างกัน ส่วนด้านคุณภาพไข่ น้ำหนักไข่ ความแข็งและ ความหนาของเปลือกไข่ ความสูงของไข่ขาว ความสูงและความกว้างของไข่แดงในแม่ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมัก เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ทำให้ทุกกลุ่มการทดลองในทุกสัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับ Eruvbetine and Oguntona (1997) โดยเฉพาะในเรื่อง ความหนาเปลือกไข่ จากการทดลองใช้มันสำปะหลังที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30 % ในสูตรอาหารไก่ไข่ พบว่า ความหนาเปลือกไข่ และคุณภาพภายในของไข่ไม่แตกต่างจากการไม่ใช้มันสำปะหลังและที่ใช้ข้าวโพดแทน นอกจากนี้ Aina and Fanimo (1997) และ Onifade, *et al.* (1999) รายงานว่า เมื่อใช้มันสำปะหลังเป็นแหล่งพลังงานทดแทนข้าวโพด จะไม่ทำให้ความหนาเปลือกไข่แตกต่างกับกลุ่มที่ใช้ข้าวโพด ในขณะที่ นิลุบล (2543) รายงานว่า ความหนาเปลือกไข่ของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารสูตรมันเส้นดัดแปลงไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ใช้ข้าวโพด ดังนั้นจากการทดลองในครั้งนี้สามารถใช้มันสำปะหลังหมัก ได้ถึงระดับ 20% ในอาหารไก่ไข่โดยไม่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพไข่

การศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในไก่ไข่

ผลการศึกษาด้านการย่อยได้ของโภชนะในอาหารไก่ไข่ พบว่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง และพลังงาน มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ การย่อยได้ของโปรตีน และไขมัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักที่ระดับ 0, 5, 10, 15, 20 และ 50% มีค่าการย่อยได้ไม่แตกต่างกัน ยกเว้นในกลุ่มที่ใช้มันสำปะหลังหมักล้วนๆ (100%) ซึ่งมีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ และการย่อยได้ของเยื่อใย เถ้า และแคลเซี่ยม มีความ

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ในกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักที่ระดับ 0, 5, 10, 15, และ 20% มีค่าการย่อยได้ไม่แตกต่างกัน ยกเว้นในกลุ่มที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุมผสมกับมันสำปะหลังหมักอย่างละครึ่ง (50:50) และ กลุ่มที่ใช้มันสำปะหลังหมักล้วนๆ (100%) ซึ่งมีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ การย่อยได้ของฟอสฟอรัส มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ในกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมมันสำปะหลังหมักที่ระดับ 0, 5, 10, 15, 20 และ 50% มีค่าการย่อยได้ไม่แตกต่างกัน ยกเว้นในกลุ่มที่ใช้มันสำปะหลังหมักล้วนๆ (100%) ซึ่งมีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ ส่วนการย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรค มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) กลุ่มที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุมผสมกับมันสำปะหลังหมักอย่างละครึ่ง (50:50) และ กลุ่มที่ใช้มันสำปะหลังหมักล้วนๆ (100%) มีการย่อยได้สูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารที่เสริมมันสำปะหลังหมักจะมีแนวโน้มทำให้การย่อยได้ลดลง ตามระดับมันสำปะหลังหมักที่เพิ่มขึ้น สุชีพ และคณะ (2533) รายงานว่า การใช้มันสำปะหลังหมักในระดับสูงทดแทนปลายข้าวทั้งหมดในสูตรอาหารเป็ดเนื้อ มีผลทำให้สมรรถภาพการผลิตของเป็ดเนื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญ สาโรช และเยาวมาลย์ (2529) รายงานว่า การปลอมปนของมันสำปะหลัง ซึ่งมีส่วนของราก เหง้า ดิน ทราย ปนมากมีผลทำให้การย่อยได้ และการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะลดลง

บทที่ 5
สรุป และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

1. การหมักมันสำปะหลังด้วยเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ทำให้มันสำปะหลังมีคุณค่าทางโภชนะโดยเฉพาะโปรตีนสูงขึ้นประมาณ 11% คือเพิ่มจาก 2.46 เป็น 13.48%

2. ไก่เนื้อในช่วงอายุ 0–3 สัปดาห์ สามารถใช้ได้ถึง 20%ในสูตรอาหาร แต่ถ้าจะให้ได้ผลดีที่สุดควรใช้ที่ระดับ 10% โดยไม่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิต ส่วนในช่วงอายุ 4-6 สัปดาห์ไม่ควรใช้อาหารเสริมมันสำปะหลังหมักในระดับสูง เนื่องจากทำให้ผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตเลวลง

3. การใช้มันสำปะหลังหมักในอาหารไก่เนื้อ มีผลต่อการย่อยได้ของโภชนะอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

4. ผลการศึกษาสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพไข่ สามารถใช้มันสำปะหลังหมักได้ถึงระดับ 20%ในอาหารไก่ไข่ โดยมีผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพไข่น้อยมาก แต่ถ้าจะให้ผลดีที่สุดควรเสริมที่ระดับ 5% ในอาหาร

5. การใช้มันสำปะหลังหมักในอาหารไก่ไข่ ส่วนใหญ่มีผลต่อการย่อยได้ของโภชนะยกเว้นการย่อยได้ของวัตถุแห้ง และพลังงาน

ข้อเสนอแนะ

1. การเลือกมันสำปะหลังเส้นเพื่อนำมาหมัก ควรเลือกมันเส้นที่มีคุณภาพดี ใหม่ และมีสิ่งปลอมปนในปริมาณต่ำ

2. การนำมันสำปะหลังหมักมาใช้เลี้ยงสัตว์ในรูปอาหารผง ทำให้สัตว์กินอาหารได้น้อย เพื่อกระตุ้นให้สัตว์กินอาหารควรให้อาหารทีละน้อยแต่ให้หลายๆ ครั้ง

3. การใช้มันสำปะหลังหมักในระดับสูงในสูตรอาหารจะทำให้อาหารมีลักษณะฟ่ามเบาและเป็นฝุ่นมากสัตว์ไม่ชอบกิน ดังนั้นควรมีการอัดเม็ดอาหาร อาจจะทำให้ไก่กินอาหารและได้รับโภชนะอย่างครบถ้วน

เอกสารอ้างอิง

กรกช ฮามสุโพธิ์, ทรงศักดิ์ วัฒนชัยเสรีกุล และเพ็ญจิต ศรีนพคุณ. 2545. การใช้เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเชื้อรา *Rhizopus oligosporus* เพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนในกากมันสำปะหลัง. **วิศวกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยรังสิต**. 6(1): 39-46.

เครือข่ายสุราไทยออนไลน์. 2551. **ราที่เกี่ยวกับการหมักสาโท**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.surathai.net/index.php. (7 มีนาคม 2551)

จรูญ พุทธจรรยา. 2541. **แนวทางการพัฒนาการเพิ่มปริมาณโปรตีนเซลล์เดียวจากมันสำปะหลังในระดับการนำไปใช้สำหรับเกษตรกรเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารมนุษย์ และอาหารสัตว์.** เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 87 น.

เจริญ เจริญชัย. 2547. **การพัฒนากระบวนการผลิตสาโทระดับอุตสาหกรรม**. ปทุมธานี: คณะวิศวกรรม และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. 47 น.

ณรงค์ เพ็งปรีชา. 2521. **มันสำปะหลัง : วัสดุเส้นใยแห่งใหม่**. กรุงเทพฯ: กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 17 น.

ณรงค์ วงษ์พานิช. 2532. **การผลิตโปรตีนเซลล์เดียวจากมันสำปะหลังด้วยการหมักยีสต์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 140 น.

ดวงพร คันธโชติ. 2530. **จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์จากจุลินทรีย์**. กรุงเทพฯ: โอ เอส พริ้นติ้งเฮาส์. 191 น.

ดุษณี ธนะบริพัฒน์. 2546. **จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โครงการตำราคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 407 น.

ทวีศักดิ์ นิยมบัณฑิต, อรัญ หันพงศ์กิตติกูล และ สมเกียรติ ทองรักษ์. 2544. การใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในอาหารไก่กระทง. **สงขลานครินทร์**. 23(1): 27-35.

นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และ ปรีชา สุวรรณพินิจ. 2547. **จุลชีววิทยาทั่วไป**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 735 น.

นภา โล่ห์ทอง. 2535. **กล้าเชื้ออาหารหมัก และเทคโนโลยีการผลิต**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 159 น.

นิลุบล บุตรโพธิ์ศรี. 2543. **ผลของการใช้มันเส้นดัดแปลง (โดยการเสริมโปรตีนจากพืชชนิดต่างๆ และสารสีจากดอกดาวเรือง) ทดแทนข้าวโพดในสูตรอาหารต่อสมรรถนะการผลิตของไก่ไข่**. ขอนแก่น: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 187 น.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล, องอาจ ส่องสี และ สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์. 2550. องค์ประกอบทางเคมี การย่อยได้ และค่าพลังงานของใบกระถินหมัก และปอสาหมักในสุกร. น. 281-287 ใน **รายงานการประชุมวิชาการสัตวศาสตร์ ครั้งที่ 45**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประพิมพ์พักต์ เถื่อนสุคนธ์. 2547. **โปรตีนเซลล์เดียว**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.gpo.or.th/rdi/htmls/protein.html. (12 มกราคม 2548)

เพิ่มศักดิ์ ศิริวรรณ. 2546. **โภชนศาสตร์สัตว์ปีก.** เชียงใหม่: ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 382 น.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2542. **พืชเศรษฐกิจ**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 471 น.

มานิตย์ เทวรักษ์พิทักษ์. 2538. **เอกสารประกอบการสอนการจัดการฟาร์มสัตว์ปีก**. เชียงใหม่: ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. 351 น.

รณชัย สิทธิไกรพงษ์. 2530. **การใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในอาหารไก่กระทง**. กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 134 น.

วราวุฒิ ครูส่ง. 2529. **เทคโนโลยีชีวภาพ**. กรุงเทพฯ: โอ เอส. พริ้นติ้งเฮ้าส์. 163 น.

วราวุฒิ ครูส่ง และ รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2532. **เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ: โอ เอส. พริ้นติ้งเฮาส์. 209 น.

วิจัย รังวิทยาศาสตร์. 2546. **ราวิทยาเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 1. นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 351 น.

วิชัย หฤทัยธนาสินต์. 2523. การเพิ่มโปรตีนในมันสำปะหลังโดยการหมัก. **วิทยาศาสตร์การอาหาร.** 12(7): 19-20 .

สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย. 2550. ทิศทางการใช้มันเส้น/มันอัดเม็ดในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ในอนาคตของไทย. **ธุรกิจอาหารสัตว์**. 24(115): 35-42.

สุชีพ สุขสุแพทย์, ทรงศักดิ์ ตันพิพัฒน์ และ รณชัย สิทธิไกรพงษ์. 2533. การใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในอาหารเป็ดเนื้อ. **เกษตรพระจอมเกล้า.** 8(3): 9-17.

สุทัศน์ ศิริ. 2540. **เทคนิคการวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์งานวิจัยทางสถิติ.** เชียงใหม่: ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. 211 น.

สุมาลี เหลืองสกุล. 2543. **คู่มือปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. 127 น.

สุวรรณี แสนทวีสุข. 2543. **การใช้มันสำปะหลังทดแทนข้าวโพดในอาหารไก่กระทง.** นครปฐม: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 90 น.

สาโรช ค้าเจริญ และ เยาวมาลย์ ค้าเจริญ. 2529. **การใช้มันสำปะหลังในอาหารสัตว์ สุกร เป็ด และไก่.** กรุงเทพ ฯ: ชุมนุมสหกรณ์ผู้เลี้ยงสุกร. 68 น.

สินชัย พารักษา และ นวลจันทร์ แซ่โอ้ว. 2529. การใช้มันสำปะหลังเพิ่มโปรตีนจากเชื้อรา และยีสต์ในอาหารสุกรรุ่น – ขุน. **เกษตรศาสตร์.** 21: 25 - 32 .

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2550. **สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2549**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.oae.go.th/pdffile/yearbook_1.pdf. (27 กุมภาพันธ์ 2551).

ไสว พงษ์เก่า. 2534. **พืชเศรษฐกิจ เล่ม 2.** ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 904 น.

หฤทัย จิตต์ภักดี. 2534. **การย่อยสลายแป้งมันสำปะหลังโดยใช้เอนไซม์ผสมแอลฟ่าอะมิเลส และอะมิโนกลูโคซิเดส**. เชียงใหม่: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 250 น.

อโณชา เลาศรีรัตนชัย. 2529. **การใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงเป็นอาหารหนูและสุกรระยะเจริญเติบโต**. กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 102 น.

อโณทัย คมเศวต. 2535. **จุลชีววิทยาทางอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่: คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. 319 น.

อุทัย คันโธ. 2529. **อาหารและการผลิตอาหารเลี้ยงสุกร และสัตว์ปีก**. เอกสารเผยแพร่ของศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ. นครปฐมฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 294 น.

อุทัย คันโธ และ สุกัญญา จัตตุพรพงษ์. 2545. **การใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสุกร และสัตว์ปีก**. นครปฐมฯ: ศูนย์ค้นคว้า และพัฒนาวิชาการอาหารสัตว์ และภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 35 น.

อุทัย คันโธ และ สุกัญญา จัตตุพรพงษ์. 2547. **การส่งเสริมการพัฒนาการผลิตการตลาดมันเส้นสะอาด ศูนย์การค้นคว้า และการพัฒนาอาหารสัตว์.** กรุงเทพฯ: กรมการค้าต่างประเทศ. 99 น.

อุทัย คันโธ, สุกัญญา จัตตุพรพงษ์ และ วิไลลักษ์ ชาวอุทัย. 2540. **การใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์**. นครปฐมฯ: ศูนย์ค้นคว้าและพัฒนาวิชาการอาหารสัตว์และภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 48 น.

อุษณีย์ภรณ์ สร้อยเพ็ชร์, เทอดศักดิ์ คำเหมือง, ฉลอง วชิราภากร และ วิชัย ลีลาวัชรมาศ. 2550. การใช้มันสำปะหลังหมักแบบกึ่งแห้งด้วยเชื้อรา *Aspergillus niger* เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ในสูตรอาหารเป็ดเนื้อ. น. 58-66. ใน **รายงานการประชุมวิชาการสัตวศาสตร์ ครั้งที่ 3.** ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Abdelsamie, R. E., K. N. P. Ranaweera and W. E. Nano. 1983. The influence of fibre content and physical texture of the diet on the performance of broilers in the tropics. **British Poultry Science.** 24: 383- 390.

Abdullah, A. L., R. P. Tangeraly and V. G. Murphy. 1985. Optimization of solid substrate fermentation of wheat straw. **Biotechnology and Bioengineering.** 27: 20-27.

Aina., A. B. J. and A. O. F. Fanimo. 1997. Substitution of maize with cassava and sweet potato meal as the energy source in the ration of layer diets. **Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science.** 74(4): 299-302.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1989. **Official methods of analysis.** 14th (ed). Virginia: AOAC.

Babitskaya, V. G., I. V. Stakhav, V. V. Shcherba and B. Y. Vadetsky. 1986. Bioconversion of lignocellulosic substrates by mycelial fungi in solid state culture. **Prikladnaia Biochemical Microbiology.** 22: 531-539.

Bhattacharjee, J. K. 1970. Microorganism as potential sources of food. **Journal of Applied Microbiology.** 13: 139-161.

Brook, E. J., W. R. Stanton and A. Wall-Bridge. 1969. Fermentation methods for protein enrichment of cassava. **Biotechnology and Bioengineering.** 11: 1271-1284.

Chahal, D. S. 1983. Foundation of biochemical engineering kinetics and thermodynamics in biological systems, pp. 421-442. In H. W. Blanch, E.T. Papautsakis and G. Stephanopoulos, (eds.). **American Chemical Society Symposium Series vol. 207.** Washington DC.: American Chemical Society.

Church, D. C. and W. G. Pond. 1974. **Basic animal nutrition and feeding.** Oregon: O & B Books. 300 p.

Deacon, J. W. 1997. **Modern Mycology.** Oxford: Blackwell Science. 303 p.

Edwards, R. L. 1977. The Mushroom Growers Association. In W. A. Hayes, (ed.) **Composting.** London: UK Books. 894 p.

Eruvbetine, D. E. and B. Oguntona. 1997. Unpeel cassava root meal in diets for laying hen. **Journal of Tropical Agriculture.** 74(4): 299-302.

Gregory, P. H. 1966. The Fungus spore: What it is and what it does. In M. F. Madelin, (ed.). **The Fungus Spore.** London: Butterworth Science Publications. 321p.

Jorgensen, H., X.Q. Zhao, K.E.B. Knuden and B.O. Eggum. 1996. The influence of dietary fibre source and level on the development of the gastrointestinal tract, digestibity and energy metabolism in broiler chickens. **Nutrition.** 75: 379-395.

Khajarern, J. S. , A. Sivapraphagon and L. Nandhapipat. 1982. A survey on the changes in chemical composition of cassava root products in Khon Kaen region in 1980. pp 22 – 29. In **KKU – IDRC Cassava / Nutrition Project 1976 Annual Report, Khon Kaen University.** Bangkok: Khon Kaen University.

National Research Council (NRC). 1994. **Nutrient Requirement of Poultry.** 9th ed. Washington, D.C: National Academy Press. 155 p.

Oboh, G., A. A. Akindahunsi and A. A. Oshodi. 2002. Nutrient and anti-nutrients contents of *Aspergillus niger* fermented cassava product (flour and gari). **Journal of Food Composition Analysis.** 15: 617-622.

Oke, O. I. 1978. Problems in the use of cassava as animal feed. **Animal Feed Science and Technology.** 3: 345-350.

Onifade, A. A., O. O. Tewe., O. Okunola and A. O. Fanimo. 1999. Performance of laying pullets fed on cereal-free diets based on maize offal, cassava peel and reject cashew nut meal. **British Poultry Science.** 40(1): 84-87.

Raimbault, M. and D. Alazard. 1980. Culture method to study fungal growth in solid fermentation. **European Journal of Applied Microbiology Biotechnoloy.** 9: 199-209.

Rathbun, B. L. and M. L. Shuler. 1983. Heat and mass transfer effects in static solid-substrate fermentations: Design of fermentation chambers. **Biotechnology and Bioengineering.** 33: 929-938.

Ravindran, V. 1991. Preparation of cassava and their use as animal feeds. pp. 11-22. In **Proceedings of the FAO Expert Cosultation, CIAT, Cali, Colombia 21-25 January 1991.** FAO Animal production and Health Paper No. 95. Rome: Italy.

Reid, I. D. 1989. Solid state fermentations for biological delignification. **Enzyme Microbial Technology.** 11: 789-803.

SAS Institute. 1996. **SAS for Windows: User' s guide, release 6.12.** Cary, North Carolina: Statistical Analysis System Institute Inc. [Computer file].

Scudamore, K. A., M. I. Hetmanski, H. K. Chan and S. Collins. 1997. Occurrence of mycotoxins in raw ingredients used for animal feeding stuffs in the United Kingdom in 1992. **Food Additives and Contaminants.** 14(1): 167-173.

Tauro, P., K. Chaudhary and S. Ethiraj. 1976. Production of cellulose by solid-state fermentation In H. Dellweg (ed) **Fifth International Fermentation Symposium.** Berlin: Westkreuz Druckerei und Verlag. 407 p.

Weiland, P. 1988. Principle of solid state fermentation. pp. 64-76. In. **Treatment of Lignocellulosics with White Rot Fungi.** F. Zadrazil and P. Reiniger, (eds). London: Elsevier Applied Science.

Zadrazil, F. and H. Brunnert. 1982. Solid state fermentation of lignocellulose containing plant residue with *Sporotrichum pulverulentum* Nov. and *Dichomitus squalens* (Karst) Reid. **European Journal of Applied Microbiology Biotechnoloy.** 16: 45-51.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar (PDA) (สุมาลี, 2543)

มันฝรั่ง	200	กรัม
Dextrose	20	กรัม
ผงวุ้น	15	กรัม
น้ำกลั่น	1,000	มิลลิลิตร

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

ภาคผนวก ข

วิธีการคำนวณข้อมูล

วิธีการคำนวณข้อมูล

การศึกษาสมรรถภาพการผลิตในไก่เนื้อ (มานิตย์, 2538)

$$\text{น้ำหนักตัวเฉลี่ย} = \frac{\text{น้ำหนักไก่เนื้อทั้งหมดในหน่วยทดลอง}}{\text{จำนวนไก่เนื้อในหน่วยทดลอง}}$$

$$\text{ปริมาณอาหารที่กิน/ตัว/วัน} = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม)}}{\text{จำนวนไก่เนื้อในหน่วยทดลอง x จำนวนวัน}}$$

$$\text{อัตราการเจริญเติบโต/ตัว/วัน} = \frac{\text{น้ำหนักเฉลี่ย/ตัวในปลายสัปดาห์ - น้ำหนักตัวเมื่อเริ่มต้น (กรัม)}}{\text{จำนวนวัน}}$$

$$\text{ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ} = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ย/ตัว/สัปดาห์}}{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น/ตัว/สัปดาห์}}$$

การศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในไก่เนื้อ และไก่ไข่ (Church and Pond, 1974)

$$\text{การย่อยได้ที่ปรากฏของโภชนะ (\%)} = \frac{(\text{ปริมาณโภชนะที่กิน} - \text{ปริมาณโภชนะที่ขับออกมาในมูล}) \times 100}{\text{ปริมาณโภชนะที่กิน}}$$

การการศึกษาด้านสมรรถภาพการผลิต (%HD) และคุณภาพไข่

ด้านสมรรถภาพการผลิต

ผลผลิตไข่ (Hen-day production, %) โดยนับจำนวนไข่ใน แต่ละหน่วยการทดลองตั้งแต่เริ่มการทดลองจนกระทั่งเสร็จสิ้นการทดลอง

ด้านคุณภาพไข่

ความแข็งของเปลือกไข่ (egg shell strength) โดยใช้เครื่องมือวัดความแข็งของเปลือกไข่ Egg Shell Force Gauge: Model I มีหน่วยเป็น (kg force)

ความหนาเปลือกไข่ (shell thickness) โดยใช้เครื่องมือวัดความหนาเปลือกไข่ Digital Micrometer: Mitutoyo SR44 มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร วัดคุณภาพไข่ 3 จุด บริเวณด้านป้าน วัดบริเวณส่วนกลาง และด้านแหลม โดยไม่ลอกเยื่อหุ้มไข่ออก มาหาค่าเฉลี่ยเป็นความหนาของเปลือกไข่ทั้งฟอง

ความสูงไข่ขาว (albumen height) โดยใช้เครื่องมือวัดความสูงของไข่ albumen height gauge: technicals and supplies มีหน่วยเป็น มิลลิเมตรโดยวัดส่วนของไข่ขาวข้นด้านป้านห่างจากไข่แดง 1 เซนติเมตร

ความสูงไข่แดง (yolk height) โดยใช้เครื่องมือวัดความสูงของไข่ มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร ทำการวัดบริเวณส่วนกลางของฟองไข่แดง

ความกว้างไข่แดง วัดโดยใช้เครื่องมือวัดความกว้างไข่แดง vernier Caliper มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

ภาคผนวก ค

ตารางภาคผนวก

ตารางผนวก 1 เนื้อที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง เนื้อที่เก็บเกี่ยว และผลผลิต (ตัน) เป็นรายภาค ปี 2548-2550

	เนื้อที่เพาะปลูก(ไร่)			เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่)			ผลผลิต (ตัน)		
ภาค	2548	2549	2550	2548	2549	2550	2548	2549	2550
รวมทั้งประเทศ	6,523,899	6,933,418	7,478,753	6,161,928	6,692,537	7,201,243	16,938,245	22,584,402	26,411,233
เหนือ	937ม916	967,717	1,092,469	906,651	936,958	1,057,593	2,595,908	3,208,418	3,822,862
ตะวันออกเฉียงเหนือ	3,492,630	3,814,409	4,127,456	3,260,412	3,682,924	3,961,165	8,719,235	12,152,480	14,286,485
กลาง	2,093,352	2,151,292	2,258,828	1,994,865	2,072,655	2,182,485	5,623,102	7,223,504	8,301,886

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2550)

ตารางผนวก 2 น้ำหนักไก่เนื้อเพศผู้เมื่อเริ่มการทดลอง (กรัม/ตัว)

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	41	41	41	41	41.00
5	43	42	40	41	41.25
10	43	41	40	41	41.00
15	41	41	41	41	41.00
20	43	41	41	41	41.50

ตารางผนวก 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักไก่เนื้อเพศผู้เมื่อเริ่มการทดลอง

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	1.0000	0.25	0.29 ^{ns}	3.06	4.89
Error	15	12.75	0.85			
Total	19	13.75	0.7237			

GRAND MEAN = 1.25

CV = 2.2350%

SEM = 0.46097722286

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 4 น้ำหนักไก่เนื้อเพศผู้ในสัปดาห์ที่ 3 (กรัม/ตัว)

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	704	691	693	684	693
5	688	652	760	700	700
10	704	741	698	722	716
15	646	625	674	731	669
20	678	640	580	693	647

ตารางผนวก 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักไก่เนื้อเพศผู้ในสัปดาห์ที่ 3

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	11635.7	2908.925	2.05 ^{ns}	3.06	4.89
Error	15	21329.5	1421.9667			
Total	19	32965	1735.0105			

GRAND MEAN = 685.2

CV = 5.5034%

SEM = 18.8544866

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 6 น้ำหนักไก่เนื้อเพศผู้ในสัปดาห์ที่ 6 (กรัม/ตัว)

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	2,336	2,264	2,311	2,055	2,241.50 [a]
5	2,056	2,000	2,220	2,027	2,075.70 [ab]
10	2,060	2,170	2,122	2,150	2,125.50 [a]
15	1,882	1,873	1,900	1,991	1,911.50 [b]
20	2,040	1,920	1,778	1,918	1,914.00 [b]

ตารางผนวก 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักไก่เนื้อเพศผู้ในสัปดาห์ที่ 6

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	322588.8	80647.2	9.42 **	3.06	4.89
Error	15	128473.75	8564.9167			
Total	19	451062.55	23740.1342			

GRAND MEAN = 2053.65

CV = 4.5065%

SEM = 46.27341749

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวก 8 ปริมาณอาหารที่กินในสัปดาห์ที่ 0-3 (กรัม/ตัว)

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่				
	1	2	3	4	เฉลี่ย
0	1,060	1,020	1,020	1,030	1,032
5	1,030	1,000	1,120	1,050	1,050
10	1,070	1,110	1,000	1,100	1,070
15	1,040	1,000	1,020	1,140	1,050
20	930	990	970	1,060	987

ตารางผนวก 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณอาหารที่กินในสัปดาห์ที่ 0-3

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	15570	3892.5	1.59^{ns}	3.06	4.89
Error	15	36750	2450			
Total	19	52320	2753.6842			

GRAND MEAN = 1038

CV = 4.7685%

SEM = 24.74874

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 10 ปริมาณอาหารที่กินในสัปดาห์ที่ 4-6 (กรัม/ตัว)

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	2,900	2,910	2,800	2,700	2,827.50[a]
5	2,640	2,680	2,960	2,770	2,762.50[ab]
10	2,650	2,890	2,790	2,850	2,795.00[ab]
15	2,760	2,570	2,560	2,640	2,632.50[bc]
20	2,680	2,490	2,430	2,610	2,552.50[c]

ตารางผนวก 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณอาหารที่กินในสัปดาห์ที่ 4-6

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	218080	54520	4.37*	3.06	4.89
Error	15	187000	12466.6667			
Total	19	405080	21320			

GRAND MEAN = 2714

CV = 4.1140%

SEM = 55.8271141

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางผนวก 12 ปริมาณอาหารที่กินในสัปดาห์ที่ 0-6 (กรัม/ตัว)

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	3,954.55	3,927.27	3,820.04	3,725.45	3,856.83 [a]
5	3,672.59	3,681.39	4,082.18	3,814.55	3,812.68 [a]
10	3,716.00	3,999.27	3,789.07	3,947.27	3,862.90 [a]
15	3,790.91	3,563.64	3,581.09	3,776.36	3,678.00 [ab]
20	3,614.00	3,477.82	3,401.41	3,674.55	3,541.95 [b]

ตารางผนวก 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณอาหารที่กินในสัปดาห์ที่ 0-6

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	306229.3573	76557.3393	4.00 *	3.06	4.89
Error	15	286898.0239	19126.5349			
Total	19	593127.3812	31217.2306			

GRAND MEAN = 3750.4705078

CV = 3.6875%

SEM = 69.1493581468777

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางผนวก 14 น้ำหนักไก่เนื้อที่เพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 0-3 (กรัม/ตัว)

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	660	650	650	640	650
5	630	600	710	660	650
10	660	700	650	680	672
15	610	580	620	690	625
20	620	600	540	650	602

ตารางผนวก 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักไก่เนื้อที่เพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 0-3

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	11550	2887.5	2.04 ^{ns}	3.06	4.89
Error	15	21250	1416.6667			
Total	19	32800	1726.3158			

GRAND MEAN = 640

CV = 5.8810%

SEM = 18.819316

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 16 น้ำหนักไก่เนื้อที่เพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 4-6 (กรัม/ตัว)

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	2,000	1,570	1,620	1,370	1,640[a]
5	1,370	1,350	1,460	1,330	1,377[b]
10	1,360	1,430	1,420	1,430	1,410[b]
15	1,320	1,440	1,240	1,260	1,315[b]
20	1,360	1,280	1,200	1,230	1,267[b]

ตารางผนวก 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักไก่เนื้อที่เพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 4-6

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	331870	82967.5	4.79*	3.06	4.89
Error	15	260050	17336.6667			
Total	19	591920	31153.6842			

GRAND MEAN = 1402

CV = 9.3915%

SEM = 65.834388177203

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางผนวก 18 น้ำหนักไก่เนื้อที่เพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 0-6 (กรัม/ตัว)

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	2,659.82	2,222.82	2,270.29	2,013.36	2,291.57[a]
5	1,998.01	1,944.59	2,166.18	1,986.36	2,023.79[ab]
10	2,017.64	2,129.27	2,069.22	2,109.18	2,081.33[a]
15	1,922.00	2,022.00	1,857.00	1,949.00	1,937.50[b]
20	1,983.36	1,879.82	1,736.69	1,877.64	1,869.38[b]

ตารางผนวก 19 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักไก่เนื้อที่เพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 0-6

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	419145.8	104786.45	5.26**	3.06	4.89
Error	15	298762.75	19917.5167			
Total	19	717908.55	37784.6605			

GRAND MEAN = 2040.35

CV = 6.9169%

SEM = 70.5647161594707

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวก 20 อัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อในสัปดาห์ที่ 0-3 (กรัม/ตัว)

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	31.59	30.97	31.04	30.60	31.05
5	30.02	28.40	33.63	31.40	30.86
10	31.50	33.35	30.71	32.44	32.00
15	28.83	27.83	29.48	32.87	29.75
20	29.59	28.55	25.66	31.06	28.72

ตารางผนวก 21 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของอัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อในสัปดาห์ที่ 0-3

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	25.7040	6.4260	1.96^{ns}	3.06	4.89
Error	15	49.1174	3.2745			
Total	19	74.8215	3.9380			

GRAND MEAN = 30.475999

CV = 5.9376%

SEM = 0.904778

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 22 อัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อในสัปดาห์ที่ 4-6 (กรัม/ตัว)

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	95.07	74.88	77.07	65.27	78.07[a]
5	65.12	64.20	69.52	63.19	65.51[b]
10	64.58	68.05	67.82	68	67.11[b]
15	62.74	68.48	58.95	59.97	62.54[b]
20	64.86	60.97	57.04	58.36	60.31[b]

ตารางผนวก 23 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของอัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อในสัปดาห์ที่ 4-6

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	756.5478	189.1369	4.84*	3.06	4.89
Error	15	586.3775	39.0918			
Total	19	1342.9253	70.6803			

GRAND MEAN = 66.707000160

CV = 9.3728%

SEM = 3.126173120

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางผนวก 24 อัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อในสัปดาห์ที่ 0-6 (กรัม/ตัว)

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	63.33	52.92	54.05	47.94	54.56[a]
5	47.57	46.30	51.58	47.29	48.19[ab]
10	48.04	50.70	49.27	50.22	49.56[ab]
15	45.78	48.15	44.22	46.42	46.14[b]
20	47.22	44.76	41.35	44.71	44.51[b]

ตารางผนวก 25 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของอัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อในสัปดาห์ที่ 0 -6

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	237.5105	59.3776	5.26**	3.06	4.89
Error	15	169.4419	11.2961			
Total	19	406.9525	21.4186			

GRAND MEAN = 48.59099

CV = 6.9169%

SEM = 1.680488

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวก 26 ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อในช่วง 0-3 สัปดาห์

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่				
	1	2	3	4	เฉลี่ย
0	1.59	1.57	1.56	1.60	1.58
5	1.64	1.68	1.59	1.59	1.63
10	1.62	1.58	1.55	1.62	1.59
15	1.71	1.70	1.65	1.65	1.68
20	1.50	1.65	1.80	1.63	1.65

ตารางผนวก 27 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อในช่วง 0-3 สัปดาห์

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.0249	0.0062	1.60 ^{ns}	3.06	4.89
Error	15	0.0585	0.0039			
Total	19	0.0835	0.0044			

GRAND MEAN = 1.62

CV = 3.85%

SEM = 3.12

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 28 ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อในช่วง 4-6 สัปดาห์

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร	ซ้ำที่				
(%)	1	2	3	4	เฉลี่ย
0	1.45	1.85	1.73	1.97	1.75
5	1.93	1.89	2.03	2.08	1.98
10	1.95	2.02	1.96	1.99	1.98
15	2.09	1.78	2.06	2.10	2.00
20	1.97	1.94	2.03	2.13	2.02

ตารางผนวก 29 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อในช่วง 4-6 สัปดาห์

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.1991	0.0498	2.81^{ns}	3.06	4.89
Error	15	0.2658	0.0177			
Total	19	0.4650	0.0245			

GRAND MEAN = 1.95

CV = 6.84%

SEM = 6.66

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 30 ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อในช่วง 0-6 สัปดาห์

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	1.49	1.77	1.68	1.85	1.70[b]
5	1.84	1.89	1.88	1.92	1.88[a]
10	1.84	1.88	1.83	1.87	1.86[a]
15	1.97	1.76	1.93	1.94	1.90[a]
20	1.82	1.85	1.96	1.96	1.90[a]

ตารางผนวก 31 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อในช่วง 0-6 สัปดาห์

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.1161	0.0290	3.63*	3.06	4.89
Error	15	0.1199	0.0080			
Total	19	0.2361	0.0124			

GRAND MEAN = 1.847

CV = 4.84%

SEM = 4.47

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางผนวก 32 ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (บาท/กิโลกรัม)

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่				
	1	2	3	4	เฉลี่ย
0	17.51	20.80	19.74	21.74	19.95
5	21.29	21.87	21.75	22.21	21.78
10	20.96	21.41	20.84	21.30	21.13
15	22.08	19.73	21.64	21.75	21.30
20	20.07	20.04	21.62	21.62	20.93

ตารางผนวก 33 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (บาท/กิโลกรัม)

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	7.3217	1.8304	1.72^{ns}	3.06	4.89
Error	15	15.9308	1.0621			
Total	19	23.2525	1.2238			

GRAND MEAN = 21.017

CV = 4.90%

SEM = 0.515

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 34 ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	เฉลี่ย
0	81.26	82.20	81.83	81.76[a]
5	78.93	78.00	78.99	78.64[b]
10	79.60	79.47	79.58	79.55[b]
15	77.99	75.32	76.37	76.56[c]
20	76.37	74.58	75.12	75.36[c]
50+50	72.00	73.42	72.61	72.68[d]
100	73.28	73.84	72.15	73.09[d]

ตารางผนวก 35 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้วัตถุแห้งในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	6	205.4681	34.2447	54.01**	2.85	4.46
Error	14	8.8762	0.6340			
Total	20	214.3443	10.7172			

GRAND MEAN = 76.80

CV = 1.04%

SEM = 0.46

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวก 36 ค่าการย่อยได้ของโปรตีนในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	เฉลี่ย
0	83.83	80.74	83.92	82.83[a]
5	81.91	82.20	81.73	81.95[a]
10	82.45	82.43	82.81	82.56[a]
15	81.13	81.14	78.87	80.38[a]
20	81.39	81.82	79.78	81.00[a]
50+50	79.62	80.54	81.11	80.42[a]
100	65.42	69.40	63.03	65.95[b]

ตารางผนวก 37 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้โปรตีนในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	6	640.9336	106.8223	43.56**	2.85	4.46
Error	14	34.3335	2.4524			
Total	20	675.2671	33.7634			

GRAND MEAN = 79.30

CV = 1.97%

SEM = 0.90

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวก 38 ค่าการย่อยได้ของไขมันในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร	ซ้ำที่			
(%)	1	2	3	เฉลี่ย
0	90.53	90.75	90.84	90.71[a]
5	89.83	90.27	89.27	89.78[a]
10	90.96	89.83	90.30	90.36[a]
15	88.60	90.16	88.70	89.15[a]
20	88.71	89.91	88.99	89.20[a]
50+50	90.26	87.77	88.40	88.81[a]
100	53.88	54.24	49.98	52.70[b]

ตารางผนวก 39 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของไขมันในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	6	3523.1728	587.1955	456.06**	2.85	4.46
Error	14	18.0257	1.2576			
Total	20	3541.1985	177.0599			

GRAND MEAN = 84.39

CV = 1.34%

SEM = 0.65

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวก 40 ค่าการย่อยได้ของเยื่อใยในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร	ซ้ำที่			
(%)	1	2	3	เฉลี่ย
0	70.11	71.08	71.86	71.02[a]
5	68.30	67.15	67.22	67.56[ab]
10	68.15	66.18	71.39	68.57[ab]
15	64.47	67.51	64.30	65.42[bc]
20	63.77	65.21	65.39	64.79[bc]
50+50	63.99	61.39	63.10	62.83[c]
100	72.53	70.60	69.18	70.77[a]

ตารางผนวก 41 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของเยื่อใยในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	6	172.0775	28.6796	12.00**	2.85	4.46
Error	14	33.4577	2.3893			
Total	20	205.5352	10.2768			

GRAND MEAN = 67.28

CV = 2.30%

SEM = 0.89

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวก 42 ค่าการย่อยได้ของเถ้าในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	เฉลี่ย
0	71.08	72.47	71.75	71.77[a]
5	67.00	66.92	67.69	67.20[b]
10	66.11	67.42	68.54	67.36[b]
15	65.78	64.92	64.89	65.72[b]
20	64.37	64.92	64.89	64.72[b]
50+50	50.14	47.51	50.98	49.54[d]
100	55.79	58.26	57.20	57.08[c]

ตารางผนวก 43 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของเถ้าในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	6	1017.4939	169.5823	162.45**	2.85	4.46
Error	14	14.6149	1.0439			
Total	20	1032.1088	51.6054			

GRAND MEAN = 63.34

CV = 1.61%

SEM = 0.59

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวก 44 ค่าการย่อยได้ของแคลเซี่ยมในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	เฉลี่ย
0	90.50	87.23	85.65	87.79[a]
5	77.56	81.54	86.41	81.84[ab]
10	84.73	80.76	78.80	81.43[ab]
15	81.85	78.07	76.54	78.82[ab]
20	78.59	78.53	79.47	78.86[ab]
50+50	72.93	69.96	73.24	72.04[b]
100	33.21	22.41	12.34	22.65[c]

ตารางผนวก 45 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของแคลเซี่ยมในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	6	8891.3483	1481.8914	66.99**	2.85	4.46
Error	14	309.7077	22.1220			
Total	20	9201.0560	460.0528			

GRAND MEAN = 71.92

CV = 6.54%

SEM = 2.71

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวก 46 ค่าการย่อยได้ของฟอสฟอรัสในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร	ซ้ำที่			
(%)	1	2	3	เฉลี่ย
0	65.31	66.69	66.18	66.06[a]
5	63.61	67.41	63.84	64.95[a]
10	63.66	64.94	62.84	63.81[ab]
15	59.09	63.47	62.57	61.71[abc]
20	55.94	58.09	62.80	58.94[bc]
50+50	59.17	60.12	57.80	59.03[bc]
100	65.31	66.69	66.18	66.06[a]

ตารางผนวก 47 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของฟอสฟอรัสในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	6	176.2214	29.3702	8.03**	2.85	4.46
Error	14	51.2099	3.6578			
Total	20	227.4313	11.3716			

GRAND MEAN = 61.86

CV = 3.09%

SEM = 1.10

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวก 48 ค่าการย่อยได้ของพลังงานในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร	ซ้ำที่			
(%)	1	2	3	เฉลี่ย
0	83.97	83.46	84.16	83.86^{bc}
5	84.57	83.55	82.95	83.69^{bc}
10	83.58	82.58	84.59	83.58^{c}
15	84.40	85.42	84.77	84.86^{bc}
20	86.79	87.76	87.56	87.37^{a}
50+50	86.11	84.63	85.65	85.46^{b}
100	88.93	88.49	87.85	88.42^{a}

ตารางผนวก 49 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของพลังงานในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	6	65.5710	10.9285	23.84**	2.85	4.46
Error	14	6.4189	0.4585			
Total	20	71.9900	3.5995			

GRAND MEAN = 85.32

CV = 0.79%

SEM = 0.39

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวก 50 ค่าการย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรคในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	เฉลี่ย
0	84.02	84.58	84.12	84.24^{c}
5	81.41	80.93	80.25	80.86^{d}
10	82.84	80.80	84.36	82.67^{cd}
15	88.31	89.95	90.21	89.49^{b}
20	94.44	95.67	96.25	95.45^{a}
50+50	90.79	88.59	89.59	89.66^{b}
100	95.52	94.18	94.63	94.78^{a}

ตารางผนวก 51 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรคในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	6	599.2986	99.8831	96.92**	2.85	4.46
Error	14	14.4273	1.0305			
Total	20	63.7259	30.6863			

GRAND MEAN = 88.16

CV = 1.15%

SEM = 0.59

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวก 52 ค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนผลผลิตไข่ (%HD) หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่				
	1	2	3	4	เฉลี่ย
0	85.71	88.57	77.14	92.86	86.07
5	94.29	88.57	92.86	85.71	90.36
10	87.14	84.29	81.43	87.14	85.00
15	90.00	88.57	81.43	87.14	86.79
20	80.00	67.14	94.29	92.86	83.57

ตารางผนวก 53 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนผลผลิตไข่ (%HD) หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	103.4578	25.8644	0.53^{ns}	3.06	4.89
Error	15	727.3951	48.4930			
Total	19	830.8529	43.7291			

GRAND MEAN = 86.36

CV = 8.06%

SEM = 3.48

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 54 ค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนผลผลิตไข่ (%HD) หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	82.86	91.43	81.43	87.14	85.71
5	90.00	92.86	77.14	81.43	85.36
10	87.14	82.86	84.29	88.57	85.71
15	90.00	82.86	72.86	74.29	80.00
20	78.57	61.43	75.71	87.14	75.71

ตารางผนวก 55 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนผลผลิตไข่ (%HD) หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	286.1224	71.5306	0.73^{ns}	3.06	4.89
Error	15	1465.3058	97.6871			
Total	19	1751.4282	92.1804			

GRAND MEAN = 78.99

CV = 12.51%

SEM = 4.94

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 56 ค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนผลผลิตไข่ (%HD) หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	84.29	82.86	75.71	80.00	80.71
5	82.86	95.71	92.86	70.00	85.36
10	82.86	75.71	61.43	84.29	76.07
15	82.86	92.86	70.00	67.14	78.21
20	70.00	71.43	68.57	88.57	74.64

ตารางผนวก 57 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนผลผลิตไข่ (%HD) หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	286.1333	71.5333	0.73^{ns}	3.06	4.89
Error	15	1465.5441	97.7029			
Total	19	1751.6773	92.1935			

GRAND MEAN = 79.00

CV = 12.51%

SEM = 4.94

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 58 ค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนผลผลิตไข่(%HD) หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	71.43	90.00	68.57	72.86	75.71
5	76.67	80.00	87.14	67.14	77.74
10	77.14	71.43	51.43	84.29	71.07
15	84.29	72.86	64.29	68.57	72.50
20	68.57	55.71	71.43	78.57	68.57

ตารางผนวก 59 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนผลผลิตไข่ (%HD) หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	213.3255	53.3314	0.51^{ns}	3.06	4.89
Error	15	1581.6114	105.4408			
Total	19	1794.9369	94.4704			

GRAND MEAN = 73.12

CV = 14.04%

SEM = 5.13

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 60 ค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนผลผลิตไข่ (%HD) หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	77.14	88.57	74.29	75.71	78.93
5	78.57	82.86	67.14	71.43	75.00
10	72.86	72.86	64.29	78.57	72.14
15	85.71	72.86	71.43	58.57	72.14
20	75.71	55.71	81.43	81.43	73.57

ตารางผนวก 61 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนผลผลิตไข่ (%HD) หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	126.8770	31.7192	0.40^{ns}	3.06	4.89
Error	15	1197.5155	79.8344			
Total	19	1324.3924	69.7049			

GRAND MEAN = 74.36

CV = 12.02%

SEM = 4.47

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 62 ค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนผลผลิตไข่ (%HD) หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	72.86	77.14	77.14	68.57	73.93
5	85.71	72.86	78.57	70.00	76.79
10	74.29	74.29	64.29	78.57	72.86
15	82.86	67.14	78.57	62.86	72.86
20	75.71	64.29	75.71	67.14	70.71

ตารางผนวก 63 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนผลผลิตไข่ (%HD) หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	78.1639	19.5410	0.43^{ns}	3.06	4.89
Error	15	674.1889	44.9459			
Total	19	752.3528	39.5975			

GRAND MEAN = 73.43

CV = 9.13%

SEM = 3.35

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 64 ค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนผลผลิตไข่ (%HD) หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบในสัปดาห์ที่ 1-6

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่				
	1	2	3	4	เฉลี่ย
0	78.75	86.43	74.82	78.75	79.69
5	83.45	86.07	84.46	72.86	81.71
10	80.18	76.07	65.00	79.82	75.27
15	85.36	80.36	71.61	69.29	76.65
20	73.39	62.86	75.89	82.86	73.75

ตารางผนวก 65 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนผลผลิตไข่ (%HD) หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบในสัปดาห์ที่ 1-6

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F0.01
Treatment	4	168.9937	42.2484	0.90^{ns}	3.06	4.89
Error	15	705.3719	47.0248			
Total	19	874.3657	46.0192			

GRAND MEAN = 77.41

CV = 8.86%

SEM = 3.43

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 66 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักไข่หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	57.90	54.57	57.60	54.65	56.18
5	56.03	58.15	57.25	58.80	57.56
10	54.38	55.63	55.37	57.12	55.63
15	55.87	57.72	54.25	55.05	55.72
20	57.47	55.47	56.28	55.67	56.22

ตารางผนวก 67 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยน้ำหนักไข่หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	9.5506	2.3877	1.32^{ns}	3.06	4.89
Error	15	27.1145	1.8076			
Total	19	36.6651	1.9297			

GRAND MEAN = 56.26

CV = 2.39%

SEM = 0.67

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 68 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักไข่หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	58.78	56.27	55.17	60.67	57.72
5	59.53	56.80	60.82	58.28	58.86
10	51.87	56.17	57.22	59.47	56.18
15	55.77	57.83	55.77	56.60	56.49
20	56.42	55.05	55.78	57.97	56.30

ตารางผนวก 69 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยน้ำหนักไข่ หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	21.2739	5.3185	1.22^{ns}	3.06	4.89
Error	15	65.2640	4.3509			
Total	19	86.5379	4.5546			

GRAND MEAN = 57.11

CV = 3.65%

SEM = 1.04

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 70 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของไข่หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	61.92	59.00	58.83	60.70	60.11
5	60.37	57.65	60.58	59.17	59.44
10	59.28	58.22	58.32	58.32	58.53
15	56.75	59.93	57.57	59.55	58.45
20	60.38	54.35	60.00	60.38	58.78

ตารางผนวก 71 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยน้ำหนักของไข่ หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	7.9269	1.9817	0.65^{ns}	3.06	4.89
Error	15	46.0107	3.0674			
Total	19	53.9376	2.8388			

GRAND MEAN = 59.06

CV = 2.97%

SEM = 0.88

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 72 ค่าเฉลี่ยความแข็งของเปลือกไข่ หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่				
	1	2	3	4	เฉลี่ย
0	3.57	3.99	4.00	3.65	3.80
5	3.66	4.06	3.61	3.72	3.76
10	3.87	3.85	3.85	3.92	3.87
15	3.94	4.01	3.91	3.35	3.80
20	3.55	3.84	3.97	3.94	3.83

ตารางผนวก 73 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความแข็งของเปลือกไข่ หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.0258	0.0065	0.15^{ns}	3.06	4.89
Error	15	0.6672	0.0445			
Total	19	0.6930	0.0365			

GRAND MEAN = 3.81

CV = 5.53%

SEM = 0.11

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 74 ค่าเฉลี่ยความแข็งของเปลือกไข่ หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	4.25	4.41	4.41	4.15	4.31
5	4.23	4.32	4.19	4.50	4.31
10	4.51	4.40	3.93	4.27	4.28
15	4.07	4.01	4.09	4.07	4.06
20	4.21	3.74	3.89	4.24	4.02

ตารางผนวก 75 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความแข็งของเปลือกไข่หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.3239	0.0810	2.53^{ns}	3.06	4.89
Error	15	0.4794	0.0320			
Total	19	0.8033	0.0423			

GRAND MEAN = 4.19

CV = 4.26%

SEM = 8.94

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 76 ค่าเฉลี่ยความแข็งของเปลือกไข่ หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	4.17	3.69	4.23	3.97	4.01
5	3.49	4.66	4.25	3.93	4.08
10	3.93	3.79	3.80	4.28	3.95
15	3.82	3.84	3.80	4.11	3.89
20	4.12	3.84	3.86	4.16	3.99

ตารางผนวก 77 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความแข็งของเปลือกไข่หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.0812	0.0203	0.25^{ns}	3.06	4.89
Error	15	1.2133	0.0809			
Total	19	1.2945	0.0681			

GRAND MEAN = 3.99

CV = 7.13%

SEM = 0.14

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 78 ค่าเฉลี่ยความหนาของเปลือกไข่ หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	0.326	0.354	0.353	0.339	0.343
5	0.342	0.353	0.357	0.345	0.349
10	0.345	0.351	0.337	0.326	0.340
15	0.314	0.346	0.361	0.329	0.338
20	0.356	0.343	0.358	0.342	0.349

ตารางผนวก 79 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความหนาของเปลือกไข่หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.0005	0.0001	0.74^{ns}	3.06	4.89
Error	15	0.0025	0.0002			
Total	19	0.0030	0.0002			

GRAND MEAN = 0.34

CV = 3.74%

SEM = 6.43

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 80 ค่าเฉลี่ยความหนาของเปลือกไข่ไก่ หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	0.414	0.408	0.406	0.401	0.407
5	0.404	0.443	0.437	0.419	0.426
10	0.42	0.417	0.41	0.434	0.420
15	0.423	0.415	0.451	0.433	0.431
20	0.416	0.411	0.435	0.394	0.414

ตารางผนวก 81 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความหนาของเปลือกไข่หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.0014	0.0003	1.76^{ns}	3.06	4.89
Error	15	0.0029	0.0002			
Total	19	0.0043	0.0002			

GRAND MEAN = 0.42

CV = 3.32%

SEM = 6.97

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 82 ค่าเฉลี่ยความหนาของเปลือกไข่ไก่ หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	0.372	0.371	0.367	0.367	0.369
5	0.373	0.391	0.371	0.382	0.379
10	0.356	0.354	0.369	0.376	0.364
15	0.372	0.376	0.375	0.39	0.378
20	0.375	0.354	0.377	0.378	0.371

ตารางผนวก 83 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความหนาของเปลือกไข่หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.0007	0.0002	2.12^{ns}	3.06	4.89
Error	15	0.0012	0.0002			
Total	19	0.0019	0.0002			

GRAND MEAN = 0.37

CV = 2.39%

SEM = 4.45

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 84 ค่าเฉลี่ยความสูงของไข่ขาว หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	6.87	9.58	8.52	6.28	7.81
5	8.45	8.43	7.38	8.47	8.18
10	8.57	9.03	8.53	7.73	8.47
15	9.03	7.72	9.93	8.38	8.77
20	8.40	8.78	7.87	8.97	8.50

ตารางผนวก 85 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความสูงของไข่ขาวหลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	2.1054	0.5264	0.66^{ns}	3.06	4.89
Error	15	11.9695	0.7980			
Total	19	14.0749	0.7408			

GRAND MEAN = 8.35

CV = 10.70%

SEM = 0.45

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 86 ค่าเฉลี่ยความสูงของไข่ขาว หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	9.60	8.67	8.90	9.18	9.09
5	8.75	8.15	7.92	8.75	8.39
10	9.30	8.83	7.97	8.38	8.62
15	8.87	8.43	9.00	8.18	8.62
20	8.75	8.85	7.80	8.53	8.48

ตารางผนวก 87 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความสูงของไข่ขาวหลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	1.1485	0.2871	1.38^{ns}	3.06	4.89
Error	15	3.1162	0.2077			
Total	19	4.2647	0.2245			

GRAND MEAN = 8.64

CV = 5.28%

SEM = 0.23

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 88 ค่าเฉลี่ยความสูงของไข่ขาว หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	8.40	7.12	8.30	7.60	7.85
5	8.45	8.95	7.83	8.28	8.38
10	8.87	7.73	8.55	8.83	8.50
15	8.03	8.03	8.63	8.98	8.42
20	8.08	7.80	7.25	8.58	7.93

ตารางผนวก 89 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความสูงของไข่ขาวหลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	1.4323	0.3581	1.29^{ns}	3.06	4.89
Error	15	4.1698	0.2780			
Total	19	5.6021	0.2948			

GRAND MEAN = 8.21

CV = 6.42%

SEM = 0.26

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 90 ค่าเฉลี่ยความสูงของไข่แดง หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	18.95	18.07	17.27	17.47	17.94
5	18.50	18.17	17.63	18.25	18.14
10	18.45	18.82	18.18	18.23	18.42
15	18.57	18.18	18.25	17.95	18.24
20	18.72	18.53	17.88	18.45	18.40

ตารางผนวก 91 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความสูงของไข่แดงหลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.6238	0.1560	0.79^{ns}	3.06	4.89
Error	15	2.9529	0.1969			
Total	19	3.5767	0.1882			

GRAND MEAN = 18.23

CV = 2.43%

SEM = 0.22

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 92 ค่าเฉลี่ยความสูงของไข่แดง หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	18.35	18.85	18.23	18.22	18.41
5	18.38	18.45	18.37	18.00	18.30
10	18.45	18.57	17.87	16.97	17.96
15	18.48	18.62	18.30	18.35	18.44
20	18.30	18.47	18.13	18.47	18.34

ตารางผนวก 93 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความสูงของไข่แดงหลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.5809	0.1452	1.02^{ns}	3.06	4.89
Error	15	2.1309	0.1421			
Total	19	2.7119	0.1427			

GRAND MEAN = 18.29

CV = 2.06%

SEM = 0.19

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 94 ค่าเฉลี่ยความสูงของไข่แดง หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	18.47	18.30	18.55	18.57	18.47
5	18.25	18.53	18.45	18.47	18.43
10	18.93	18.83	17.58	18.02	18.34
15	18.50	18.65	18.78	18.73	18.67
20	18.72	18.23	18.17	18.90	18.50

ตารางผนวก 95 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความสูงของไข่แดง หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.2301	0.0575	0.48^{ns}	3.06	4.89
Error	15	1.7928	0.1195			
Total	19	2.0229	0.1065			

GRAND MEAN = 18.48

CV = 1.87%

SEM = 0.17

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 96 ค่าเฉลี่ยความกว้างของไข่แดง หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	3.89	3.73	3.92	3.88	3.86
5	3.82	3.88	3.75	4.05	3.88
10	3.90	3.83	3.82	4.00	3.89
15	3.75	3.73	3.85	3.97	3.83
20	3.90	3.73	3.85	3.73	3.80

ตารางผนวก 97 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความกว้างของไข่แดงหลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.0197	0.0049	0.49^{ns}	3.06	4.89
Error	15	0.1503	0.0100			
Total	19	0.1700	0.0089			

GRAND MEAN = 3.85

CV = 2.60%

SEM = 5.00

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 98 ค่าเฉลี่ยความกว้างของไข่แดง หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	3.83	3.85	3.87	3.83	3.85
5	3.87	3.93	3.83	3.82	3.86
10	3.83	3.77	3.88	3.87	3.84
15	3.87	3.85	3.83	3.83	3.85
20	3.90	3.82	3.78	3.92	3.85

ตารางผนวก 99 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความกว้างของไข่แดง หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.0015	0.0004	0.19^{ns}	3.06	4.89
Error	15	0.0303	0.0020			
Total	19	0.0318	0.0017			

GRAND MEAN = 3.85

CV = 1.17%

SEM = 2.25

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 100 ค่าเฉลี่ยความกว้างของไข่แดง หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	4	เฉลี่ย
0	3.97	3.92	3.92	3.92	3.93
5	3.93	3.83	3.78	3.87	3.85
10	3.93	3.87	3.72	3.85	3.84
15	3.93	3.87	3.90	3.83	3.88
20	3.93	3.88	3.70	3.90	3.85

ตารางผนวก 101 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความกว้างของไข่แดง หลังจากแม่ไก่ได้รับอาหารทดสอบแล้วเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.0216	0.0054	1.08^{ns}	3.06	4.89
Error	15	0.0752	0.0050			
Total	19	0.0968	0.0051			

GRAND MEAN = 3.87

CV = 1.83%

SEM = 3.54

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 102 แสดงค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งในอาหารไก่ไข่ที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร	ซ้ำที่			
(%)	1	2	3	เฉลี่ย
0	89.45	89.40	89.80	89.55
5	89.08	89.26	89.35	89.23
10	89.80	89.90	89.05	89.58
15	89.80	89.35	89.02	89.39
20	89.90	89.65	89.90	89.81
50+50	89.05	89.85	89.80	89.56
100	89.85	89.05	89.65	89.51

ตารางผนวก 103 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของวัตถุแห้งในอาหารไก่ไข่ที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	6	0.5883	0.0980	0.83^{ns}	2.85	4.46
Error	14	1.6611	0.1186			
Total	20	2.2493	0.1125			

GRAND MEAN = 89.52

CV = 0.38%

SEM = 0.20

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 104 แสดงค่าการย่อยได้ของโปรตีนในอาหารไก่ไข่ที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร	ซ้ำที่			
(%)	1	2	3	เฉลี่ย
0	73.57	74.53	75.22	74.44[a]
5	72.92	74.25	71.72	72.96[a]
10	71.43	73.29	74.75	73.16[a]
15	74.84	71.58	77.66	74.69[a]
20	72.91	74.05	77.21	74.72[a]
50+50	71.37	77.83	75.10	74.77[a]
100	67.50	69.73	66.43	67.89[b]

ตารางผนวก 105 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของโปรตีนในอาหารไก่ไข่ที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	6	110.4734	18.4122	3.95*	2.85	4.46
Error	14	65.2568	4.6612			
Total	20	175.7302	8.7865			

GRAND MEAN = 73.23

CV = 2.95%

SEM = 1.25

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางผนวก 106 แสดงค่าการย่อยได้ของไขมันในอาหารไก่ไข่ที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	เฉลี่ย
0	81.53	81.21	80.84	81.19 [a]
5	75.07	82.04	83.13	80.08 [a]
10	77.60	83.12	78.36	79.69 [a]
15	79.65	82.24	85.48	82.46 [a]
20	76.08	80.42	83.44	79.98 [a]
50+50	65.91	84.44	77.17	75.84 [a]
100	69.29	69.32	59.71	66.11 [b]

ตารางผนวก 107 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของไขมันในอาหารไก่ไข่ที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	6	561.6091	93.615	3.89*	2.85	4.46
Error	14	336.5349	24.0382			
Total	20	898.225	44.9113			

GRAND MEAN = 77.91

CV = 6.29%

SEM = 2.83

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางผนวก 108 แสดงค่าการย่อยได้ของเยื่อใยในอาหารไก่ไข่ที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	เฉลี่ย
0	88.27	88.85	87.13	88.08 [a]
5	87.08	87.22	85.46	86.59 [a]
10	87.47	86.40	86.21	86.69 [a]
15	85.96	86.60	90.06	87.54 [a]
20	87.17	85.86	85.75	86.26 [a]
50+50	81.59	84.81	81.52	82.64 [b]
100	71.62	72.64	69.49	71.25 [c]

ตารางผนวก 109 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของเยื่อใยในอาหารไก่ไข่ที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	6	637.5338	106.2556	53.94 **	2.85	4.89
Error	14	27.5792	1.9699			
Total	20	665.1131	33.2557			

GRAND MEAN = 84.15

CV = 1.67%

SEM = 1.99

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวก 110 แสดงค่าการย่อยได้ของเถ้าในอาหารไก่ไข่ที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	เฉลี่ย
0	55.25	56.16	55.93	55.78 [ab]
5	53.78	56.24	56.04	55.35 [ab]
10	55.10	54.64	58.21	55.98 [ab]
15	55.44	53.30	62.77	57.17 [a]
20	51.23	54.10	57.16	54.16 [ab]
50+50	41.23	54.84	44.30	46.79 [b]
100	39.50	35.30	35.57	36.79 [c]

ตารางผนวก 111 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของเถ้าในอาหารไก่ไข่ที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	6	992.2287	165.3714	12.08**	2.85	4.46
Error	14	191.6108	13.6865			
Total	20	1183.8395	59.1920			

GRAND MEAN = 51.72

CV = 7.15%

SEM = 2.14

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวก 112 แสดงค่าการย่อยได้ของแคลเซี่ยมในอาหารไก่ไข่ที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	เฉลี่ย
0	88.80	88.90	92.39	90.03 [ab]
5	91.94	92.94	90.50	91.79 [a]
10	90.18	90.66	88.43	89.76 [ab]
15	87.79	87.41	91.94	89.05 [ab]
20	86.07	91.96	90.06	89.36 [ab]
50+50	82.23	86.04	83.60	83.96 [b]
100	59.82	57.14	52.59	56.52 [c]

ตารางผนวก 113 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของแคลเซี่ยมในอาหารไก่ไข่ที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	6	2816.8172	469.4695	83.20 **	2.85	4.46
Error	14	78.9952	5.6425			
Total	20	2895.8123	144.7906			

GRAND MEAN = 84.35

CV = 2.82%

SEM = 1.37

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวก 114 แสดงค่าการย่อยได้ของฟอสฟอรัสในอาหารไก่ไข่ที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	เฉลี่ย
0	84.70	80.67	86.67	84.01[a]
5	81.82	79.71	85.32	82.28[a]
10	84.97	84.61	83.72	84.43[a]
15	86.29	84.77	84.47	85.18[a]
20	83.90	83.36	85.50	84.25[a]
50+50	83.82	83.39	84.11	83.77[a]
100	58.75	70.90	69.96	66.54[b]

ตารางผนวก 115 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของฟอสฟอรัสในอาหารไก่ไข่ที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	6	798.3853	133.0642	14.01**	2.85	4.46
Error	14	132.9973	9.4998			
Total	20	931.3826	46.5691			

GRAND MEAN = 81.51

CV = 3.78%

SEM = 9.50

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางผนวก 116 แสดงค่าการย่อยได้ของพลังงานในอาหารไก่ไข่ที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร	ซ้ำที่			
(%)	1	2	3	เฉลี่ย
0	78.54	77.40	81.12	79.02
5	80.22	78.88	78.35	79.15
10	77.72	80.50	77.96	78.73
15	79.78	80.48	84.66	81.30
20	78.39	80.84	80.01	79.63
50+50	79.69	85.23	81.64	82.19
100	80.23	81.71	78.43	80.12

ตารางผนวก 117 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของพลังงานในอาหารไก่ไข่ที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	6	29.8349	4.9725	1.28^{ns}	2.85	4.46
Error	14	54.3756	3.8840			
Total	20	84.2105	4.2105			

GRAND MEAN = 80.02

CV = 2.46%

SEM = 1.14

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวก 118 แสดงค่าการย่อยได้ ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรคในอาหารไก่ไข่ที่ได้รับมันสำปะหลังหมัก

ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)	ซ้ำที่ 1	2	3	เฉลี่ย
0	81.11	80.20	83.54	81.62 [b]
5	80.98	81.28	80.88	81.09 [b]
10	80.81	81.51	80.23	80.85 [b]
15	82.60	79.58	83.68	81.95 [b]
20	79.55	82.77	80.02	80.78 [b]
50+50	85.62	88.13	85.82	86.52 [a]
100	81.63	84.97	82.51	83.04 [ab]

ตารางผนวก 119 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรคในอาหารไก่ไข่ที่ได้รับมันสำปะหลังหมักในระดับต่างๆ

Source	DF	SS	MS	F	F 0.05	F 0.01
Treatment	6	74.8134	12.4689	5.48**	2.85	4.46
Error	14	31.8399	2.2743			
Total	20	106.6533	5.3327			

GRAND MEAN = 82.26

CV = 1.83%

SEM = 0.87

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ภาคผนวก ง

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวกัลยานี วุฒิศรี	
เกิดเมื่อ	31 พฤษภาคม พ.ศ. 2525	
ภูมิลำเนา	จังหวัด พะเยา	
ประวัติการศึกษา	พ.ศ.2544	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนถ้ำปีนวิทยาคม จังหวัดพะเยา
	พ.ศ.2548	วท.บ. สาขาสัตวศาสตร์ (สัตว์ปีก) มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่
ประวัติการฝึกงาน	พ.ศ.2546	ได้ผ่านการฝึกงานหลักสูตรการจัดการฟาร์ม สัตว์ปีก ระหว่างวันที่ 1 เมษายน ถึง วันที่ 15 พฤษภาคม 2546 ณ ฟาร์มไก่เนื้อ บริษัทเครือเจริญโภคภัณฑ์
ประวัติการฝึกอบรม	พ.ศ.2547	ได้ผ่านการฝึกอบรมหลักสูตร “ผู้ประกอบการมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสุกร” กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
	พ.ศ.2547	ได้ผ่านการฝึกอบรมหลักสูตร “ผู้ประกอบการมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงไก่ไข่” กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
	พ.ศ.2547	ได้ผ่านการฝึกอบรมหลักสูตร “ผู้ประกอบการมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อ” กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
ผลงานวิจัย	กัลยานี วุฒิศรี, เพิ่มศักดิ์ ศิริวรรณ และ บัวเรียม มณีวรรณ. 2550. ผลของการใช้มันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* เสริมในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ. หน้า 31-38 ใน **รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ครั้งที่ 46 สาขาสัตว์.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.	