การใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในอาหารไก่เนื้อ

พัชรา บุพิ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการผลิตสัตว์
สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2550

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการผลิตสัตว์

ชื่อเรื่อง

การใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในอาหารไก่เนื้อ

โดย

พัชรา บุพิ

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์ ทองวิทยา)

วันที่ ๒๒ เดือน ก.ค. พ.ศ. 2550

กรรมการที่ปรึกษา .....

(อาจารย์ ดร.วีรศักดิ์ ปรกติ)

วันที่ ๒๒ เดือน ก.ค. พ.ศ. ๒๕๕๐

กรรมการที่ปรึกษา .....

(อาจารย์ ดร.สมคิด ดีจริง)

วันที่ ๒๒ เดือน ก.ค. พ.ศ. ๒๕๕๐

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร .....

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมปอง สรวมศิริ)

วันที่ ๒๒ เดือน ก.ค. พ.ศ. ๒๕๕๐

สำนักงานบัณฑิตศึกษารับรองแล้ว .....

(รองศาสตราจารย์ ดร.เทพ พงษ์พานิช)

ประธานคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา

วันที่ ๒๙ เดือน ก.ค. พ.ศ. ๒๕๕๐

ชื่อเรื่อง การใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในอาหารไก่เนื้อ
ชื่อผู้เขียน นางสาวพัชรา บุพิ
ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการผลิตสัตว์
ประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์ ทองวิทยา

บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในอาหารไก่เนื้อ แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง คือ 1) ศึกษาผลการใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในอาหาร ต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อช่วงอายุ 1– 6 สัปดาห์ และคุณภาพซากของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์ โดยใช้อาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 5 ระดับ คือ 0 15 30 45 และ 60% ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ในการทดลองใช้ไก่เนื้อพันธุ์อาร์เบอร์เอเคอร์แบบคละเพศ อายุ 7 วัน จำนวน 180 ตัว แบ่งเป็น 5 กลุ่ม ๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 9 ตัว ให้อาหารและน้ำกินอย่างเต็มที่ 2) ศึกษาผลของการใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในอาหารต่อการย่อยได้ของโภชนะในอาหาร โดยใช้แผนการทดลองแบบ 4 x 2 factorial in CRD มี 2 ปัจจัยคือ ปัจจัยที่ 1 ได้แก่ ระดับของมันสำปะหลังหมักในอาหาร (0 15 30 และ 100%) ปัจจัยที่ 2 ได้แก่ ไก่ (ไก่ปกติและไก่ที่ทำทวารเทียม) จากผลการทดลอง พบว่า

การทดลองที่ 1 ไก่เนื้อในกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีมันสำปะหลังหมัก 0% (กลุ่มควบคุม) มีปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นดีที่สุด และกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมักที่ระดับสูงขึ้น จะมีปริมาณอาหารที่กินลดลงและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยไก่เนื้อช่วงอายุ 1-3 สัปดาห์ ที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมักจะมีสมรรถภาพการผลิตเลวลง ส่วนไก่เนื้อช่วงอายุ 4-6 สัปดาห์ สามารถเลี้ยงด้วยอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 30% โดยน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กับกลุ่มควบคุม ส่วนผลของคุณภาพซากไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์ การให้อาหารผสมมันสำปะหลังหมัก เปอร์เซ็นต์น้ำหนักซากหลังถอนขนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

การทดลองที่ 2 พบว่า อาหารที่ผสมมันสำปะหลังหมักที่ระดับ 0 15 30 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลต่อการย่อยได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน เยื่อใย ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรค เถ้า และพลังงาน ($P>0.05$) การใช้มันสำปะหลังหมักทำให้การย่อยได้ของฟอสฟอรัสดีขึ้น ($P<0.05$) แต่

ถ้าใช้มากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ทำให้การย่อยได้ของแคลเซียมลดลง ($P<0.05$) ไก่ทดลองที่ผ่าตัดทำทวารเทียมมีการย่อยได้ของแคลเซียมดีกว่าของไก่ปกติ แต่การย่อยได้ของโปรตีนต่ำกว่าไก่ปกติ ($P<0.05$) ค่าปฏิสัมพันธ์ร่วม (Interaction) ระหว่างระดับมันสำปะหลังหมักและไก่ ส่วนใหญ่ไม่มีผลต่อการย่อยได้ของโภชนะ ยกเว้นการย่อยได้ของแคลเซียม

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ก่อตั้ง ๒๔๗๙ สำนักหอสมุด

Title	Utilization of Protein-Enriched Cassava in Broiler Diets
Author	Miss Patchara Bupi
Degree of	Master of Science in Animal Production
Advisory Committee Chairperson	Assistant Professor Dr. Narin Thongwittaya

ABSTRACT

The study on protein-enriched cassava in broiler diets was conducted in two experiments. In Experiment 1, the effect of protein-enriched cassava on the productive performance of 1-6 week old broiler and carcass percentage of 6 week old broiler, was investigated. A total of 180 7 - day old birds were divided into five treatment groups with every treatment having four replications of 9 birds each. Experimental diets contained fermented cassava at 0, 15, 30, 45 and 60%. For statistical analysis, both Completely Randomized Design (CRD) and Duncan's New Multiple Range Test were used to compare means. In Experiment 2, a total of 10 – week old male birds were divided into 4 x 2 factorial in CRD, with two factors, namely: Factor 1 as diets containing fermented cassava at 0, 15, 30 and 100%, and Factor 2 as birds having natural and artificial anus.

Results from Experiment 1 showed that birds fed fermented cassava at 0% (control), gave the best value for feed intake, weight gain and feed conversion ratio. Birds fed fermented cassava at increasing level showed highly significant reduction in feed intake ($P<0.05$). But birds on 1-3 week old which were fed fermented cassava, showed reduced productive performance while 4-6 week old birds fed fermented cassava of up to 30% of the ration were not significantly affected in terms of weight gain and feed convertion ratio ($P>0.05$). Carcass percentage of 6 - week old birds that were fed fermented cassava, did not show any significant effect ($P>0.05$).

Results from Experiment 2 indicated that feed with fermented cassava at 0 15 30 and 100% were not significantly affect in nutrients digestibility ($P>0.05$), except digestibility of calcium and phosphorus ($P<0.05$). In birds with artificial anus, digestibility of crude protein and calcium were significantly ($P<0.05$). Interaction between the level of protein-enriched cassava

with the chicken did not affect the digestion of various nutrients in feed, except digestibility of calcium.

กิตติกรรมประกาศ

ความสำเร็จของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เกิดขึ้นจากความกรุณาและความช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่าย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์ ทองวิทยา ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.วีรศักดิ์ ปรกติ อาจารย์ ดร.สมคิด ดีจริง กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รองศาสตราจารย์ ดร.สุชน ตั้งทวีพิพัฒน์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ให้ความรู้ คำแนะนำ วิธีการทำงานและแนวทางในการวิจัย ตลอดจนให้ความเอาใจใส่แก้ไขจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ คุณเผ่าพงษ์ ปูรณะพงษ์ และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำและความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ทางเคมีในห้องปฏิบัติการ อาจารย์จรูญ พุทธจรรยา ที่เอื้อเฟื้อและให้คำแนะนำเกี่ยวกับเชื้อยีสต์ในการวิจัย พี่ครรชิต ชมภูพันธ์ นักวิชาการประจำฟาร์มสัตว์ปีก ที่ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการใช้โรงเรือนเลี้ยงไก่

ขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษาปริญญาโทสาขาวิชาการผลิตสัตว์ และสาขาวิชาสัตวศาสตร์ นักศึกษาปริญญาตรีสาขาสัตว์ปีกและสัตว์ทดลองทุกตัว ที่ทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้ทุนการศึกษา ความรัก ความอบอุ่น คอยเป็นกำลังใจและสนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยมาโดยตลอด

พัชรา บุพิ

ตุลาคม 2550

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
สารบัญตาราง	(9)
สารบัญตารางผนวก	(11)
อักษรย่อ	(16)
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
มันสำปะหลัง	3
การใช้ประโยชน์ของมันสำปะหลัง	5
องค์ประกอบของหัวมันสำปะหลังสด	6
การใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์	7
ข้อควรพิจารณาในการเลือกใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์	12
ความสำคัญของโปรตีน	14
โปรตีนจากแหล่งไนโตรเจนอื่น	17
พิษของยูเรียและ NPN อื่น ๆ	17
โปรตีนเซลล์เดียว	18
การหมัก	25
คุณสมบัติของยีสต์	28
คุณค่าทางอาหารของยีสต์	32
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	34
อุปกรณ์และวิธีการ	34
ระเบียบและวิธีวิจัย	34

ระยะเวลาที่ทำการทดลอง 42
สถานที่ทำการทดลอง 42
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 43
ผลการทดลอง 43
วิจารณ์ผลการทดลอง 60
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 66
สรุปผลการทดลอง 66
ข้อเสนอแนะ 66
บรรณานุกรม 67
ภาคผนวก 72
ภาคผนวก ก ตารางผนวก 73
ภาคผนวก ข ประวัติผู้วิจัย 123

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	ส่วนประกอบหัวมันสำปะหลังสด	6
2	ส่วนประกอบทางเคมีของมันสำปะหลัง	9
3	เปรียบเทียบส่วนประกอบทางเคมีของข้าวโพด ปลายข้าวและมันสำปะหลัง	11
4	ส่วนประกอบทางเคมีของมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูง โดยยีสต์ *S. castellii*	12
5	กรดอะมิโนที่จำเป็นและไม่จำเป็น	15
6	ปริมาณกรดอะมิโนที่สำคัญที่เป็นองค์ประกอบของเซลล์ยีสต์ชนิดต่าง ๆ	16
7	คุณภาพทางเคมีของยีสต์ สาหร่าย กากถั่วเหลือง	29
8	ยีสต์ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่ม	30
9	คุณค่าทางโภชนะของมันสำปะหลังหมัก	35
10	ส่วนประกอบสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่ทดลอง	39
11	ความหนาแน่นของอาหารทดลอง	40
12	โปรแกรมการทำวัคซีน	40
13	ผลของการใช้มันสำปะหลังหมักในอาหารต่อปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อ (กรัม/ตัว)	45
14	ผลของการใช้มันสำปะหลังหมักในอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อ (กรัม/ตัว)	48
15	ผลของการใช้มันสำปะหลังหมักในอาหารต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของไก่เนื้อ	50
16	ผลของการใช้มันสำปะหลังหมักในอาหารต่ออัตราการตายของไก่เนื้อ	51
17	ผลของการใช้มันสำปะหลังหมักในอาหารต่อเปอร์เซ็นต์ซากของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	55
18	ผลของการใช้มันสำปะหลังหมักต่อการย่อยได้ของโภชนะในอาหารไก่เนื้อ	59

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวก		หน้า
1	ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 2 สัปดาห์	74
2	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 2 สัปดาห์	74
3	ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 3 สัปดาห์	75
4	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 3 สัปดาห์	75
5	ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 4 สัปดาห์	76
6	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 4 สัปดาห์	76
7	ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 5 สัปดาห์	77
8	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 5 สัปดาห์	77
9	ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	78
10	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	78
11	ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 1 - 3 สัปดาห์	79
12	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 1- 3 สัปดาห์	79
13	ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 4 - 6 สัปดาห์	80
14	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 4 - 6 สัปดาห์	80
15	ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 1 - 6 สัปดาห์	81
16	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 1 - 6 สัปดาห์	81
17	น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 2 สัปดาห์	82
18	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 2 สัปดาห์	82

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวก		หน้า
19	น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 3 สัปดาห์	83
20	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 3 สัปดาห์	83
21	น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 4 สัปดาห์	84
22	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 4 สัปดาห์	84
23	น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 5 สัปดาห์	85
24	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 5 สัปดาห์	85
25	น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	86
26	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	86
27	น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 1 - 3 สัปดาห์	87
28	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 1 - 3 สัปดาห์	87
29	น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 4 - 6 สัปดาห์	88
30	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 4 - 6 สัปดาห์	88
31	น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 1 - 6 สัปดาห์	89
32	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 1 - 6 สัปดาห์	89
33	ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 2 สัปดาห์	90
34	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 2 สัปดาห์	90
35	ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 3 สัปดาห์	91
36	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 3 สัปดาห์	91

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวก		หน้า
37	ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 4 สัปดาห์	92
38	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 4 สัปดาห์	92
39	ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 5 สัปดาห์	93
40	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 5 สัปดาห์	93
41	ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	94
42	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	94
43	ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 1 - 3 สัปดาห์	95
44	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 1 - 3 สัปดาห์	95
45	ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 4 - 6 สัปดาห์	96
46	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 4 - 6 สัปดาห์	96
47	ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 1 - 6 สัปดาห์	97
48	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 1 - 6 สัปดาห์	97
49	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักหลังเชือดของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	98
50	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักหลังเชือดของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	98
51	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักหลังถอนขนของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	99
52	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักหลังถอนขนของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	99
53	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเครื่องในของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	100
54	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเครื่องในของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	100

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวก		หน้า
55	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักปีกบนของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	101
56	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักปีกบนของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	101
57	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักปีกกลางของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	102
58	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักปีกกลางของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	102
59	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักปีกล่างของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	103
60	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักปีกล่างของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	103
61	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักอกนอกของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	104
62	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักอกนอกของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	104
63	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักอกในของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	105
64	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักอกในของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	105
65	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตับของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	106
66	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตับของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	106
67	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักกระเพาะแท้รวมกึ๋นของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	107
68	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักกระเพาะแท้รวมกึ๋นของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	107
69	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักถุงน้ำดีของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	108
70	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักถุงน้ำดีของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	108
71	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักม้ามของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	109
72	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักม้ามของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	109

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวก		หน้า
73	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักน่องของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	110
74	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักน่องของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	110
75	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักสะโพกของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	111
76	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักสะโพกของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	111
77	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแข้งรวมหัวของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	112
78	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแข้งรวมหัวของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	112
79	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักหัวใจของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	113
80	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักหัวใจของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์	113
81	การย่อยได้ของวัตถุแห้ง	114
82	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของวัตถุแห้ง	114
83	การย่อยได้ของโปรตีน	115
84	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของโปรตีน	115
85	การย่อยได้ของไขมัน	116
86	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของไขมัน	116
87	การย่อยได้ของเยื่อใย	117
88	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของเยื่อใย	117
89	การย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรค	118
90	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรค	118
91	การย่อยได้ของแคลเซียม	119
92	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของแคลเซียม	119
93	การย่อยได้ของฟอสฟอรัส	120
94	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของฟอสฟอรัส	120

อักษรย่อ

อักษรย่อ	ย่อมาจาก	ความหมาย
FCR	Feed Conversion Ratio	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว
Fe	Iron	ธาตุเหล็ก
HCN	Hydrogen cyanide	สารพิษไฮโดรเจนไซยาไนด์
Kcal	Kilocalory	กิโลแคลอรี
Kg	Kilogram	กิโลกรัม
ME	Metabolizable energy	พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้
Mg	Magnesium	ธาตุแมกนีเซียม
NFE	Nitrogen free extract	คาร์โบไฮเดรตที่ละลายง่าย
NPN	Non protein nitrogen	ไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน
ppm	part per million	หนึ่งในล้านส่วน
SCP	Single cell protein	โปรตีนเซลล์เดียว
WHO	World Health Organization	องค์การอนามัยโลก

บทที่ 1
บทนำ

ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ ได้แก่ มันเส้นและมันอัดเม็ด จัดเป็นวัตถุดิบประเภทคาร์โบไฮเดรต เช่นเดียวกับข้าวโพดและปลายข้าว ขณะที่มันเส้นหรือมันอัดเม็ดมีราคาถูกกว่าแต่มีโปรตีนและกรดอะมิโนต่ำ ซึ่งเป็นโภชนะที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของสัตว์ การที่จะตัดสินใจว่าจะใช้มันเส้นในการเลี้ยงสัตว์หรือไม่ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการปรับระดับโปรตีนให้เท่ากับข้าวโพดหรือปลายข้าว จากการวิจัยและงานทดลองที่ผ่านมาพบว่าสามารถใช้มันเส้นหรือมันอัดเม็ดทดแทนข้าวโพดหรือปลายข้าวในสูตรอาหารสัตว์ได้ แต่ในสูตรอาหารสัตว์ที่ใช้มันสำปะหลัง จะให้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารด้อยกว่าสูตรที่ใช้ข้าวโพดหรือปลายข้าว การนำเทคโนโลยีชีวภาพมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มคุณค่าทางด้านโภชนาการโดยการเพิ่มปริมาณโปรตีนในมันสำปะหลัง ด้วยการนำมันสำปะหลังมาหมักกับเซลล์ยีสต์น่าจะสามารถเพิ่มปริมาณโปรตีนให้กับมันสำปะหลังที่ผ่านการหมักแล้ว ได้ถึง 18 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ คุณภาพของโปรตีนที่ได้เป็นสิ่งที่ควรพิจารณา โดยเฉพาะปริมาณไลซีนและเมไธโอนีนของโปรตีนที่ได้ ซึ่งไลซีนและเมไธโอนีนเป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของมนุษย์และสัตว์ และเป็นดัชนีตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพของโปรตีน โดยทั่วไปในธัญพืชมักจะขาด เช่น มันสำปะหลัง ข้าวโพด ปลายข้าว เป็นต้น รวมทั้งในวัตถุดิบแหล่งโปรตีน เช่น กากถั่วเหลือง ก็มักจะขาดด้วย ปัจจุบันนิยมเติมกรดอะมิโนสังเคราะห์ไลซีนและเมทไธโอนีนเข้าไปในสูตรอาหารสัตว์เพื่อเพิ่มคุณภาพโปรตีน

การนำยีสต์ที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์ให้สามารถผลิตโปรตีน มาใช้สำหรับการหมักมันสำปะหลัง จะทำให้ได้มันสำปะหลังที่ผ่านการหมักมีคุณภาพและคุณสมบัติเหมาะจะนำเอาไปใช้เป็นอาหารสัตว์ ช่วยลดต้นทุนการผลิต เนื่องจากสามารถลดแหล่งอาหารโปรตีนที่ใช้ปลาป่นและกากถั่วเหลือง ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ราคามีแนวโน้มจะเพิ่มสูงขึ้น เป็นปัญหาของเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ขณะนี้ ดังนั้นการทดลองนี้ จึงเป็นแนวทางที่จะช่วยลดปัญหาด้านคุณภาพโภชนาการของมันสำปะหลังที่ใช้ในการเลี้ยง และช่วยลดต้นทุนการผลิตไก่เนื้อได้

วัตถุประสงค์

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. เพิ่มคุณค่าทางด้านโภชนาการให้กับมันสำปะหลังในการนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ โดยเฉพาะปริมาณของโปรตีน

2. ศึกษาผลของมันสำปะหลังหมักต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของไก่เนื้อ

3. ศึกษาความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะในอาหารผสมมันสำปะหลังหมักของไก่เนื้อ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จากการปรับปรุงมันสำปะหลัง และนำไปใช้เป็นอาหารไก่เนื้อ คาดว่าจะเกิดประโยชน์ดังนี้

1. ได้กรรมวิธีเพิ่มคุณค่าทางโภชนะให้กับมันสำปะหลัง โดยเฉพาะปริมาณของโปรตีน

2. ได้สูตรอาหารไก่เนื้อที่สามารถใช้มันสำปะหลังหมักที่เหมาะสมในสูตรอาหารระยะ 1-6 สัปดาห์ โดยไม่มีผลเสียหายต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของไก่เนื้อ

3. เพิ่มทางเลือกให้กับเกษตรกรสำหรับการนำมันสำปะหลังมาเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์

4. สามารถสร้างมูลค่าและเป็นทางเลือกในการเลือกใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบ ซึ่งในประเทศมีปริมาณการผลิตมาก

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

มันสำปะหลัง

ณรงค์ (2532) รายงานว่า มันสำปะหลัง มีชื่อเรียกแตกต่างกันตามภาษาท้องถิ่น เช่น Cassava, Tapioca, Manioc และ Yuca ในภาษาไทยเคยเรียกว่า มันไม้ มันสำโรง หรือมันสำปะหลัง แต่ปัจจุบันนิยมเรียกว่ามันสำปะหลัง มันที่ปลูกเป็นการค้าทั่วโลกนั้นมีเพียงชนิดนี้ชนิดเดียวเท่านั้น มันสำปะหลังจัดอยู่ใน

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

วิโรจน์ (2543) รายงานว่า มันสำปะหลังมีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนของทวีปอเมริกา ตั้งแต่บริเวณตอนใต้ของประเทศเม็กซิโกในทวีปอเมริกากลางไปจนถึงประเทศบราซิลในอเมริกาใต้ จากหลักฐานทางโบราณคดีที่ขุดพบเครื่องปั้นดินเผาเป็นรูปหัวมันสำปะหลังที่ประเทศเปรู แสดงให้เห็นว่าชนชาวพื้นเมืองรู้จักใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารมานานกว่า 2,500 ปี และก่อนที่คริสโตเฟอร์ โคลัมบัสจะสำรวจพบทวีปอเมริกาใน ค.ศ. 1492 (พ.ศ. 2035) นั้น ยังไม่เคยพบพืชชนิดนี้ที่ใดมาก่อน มันสำปะหลังได้แพร่กระจายไปยังส่วนต่าง ๆ ของโลกในสมัยที่มีการล่าอาณานิคมในราวศตวรรษที่ 16 โดยชาวโปรตุเกสได้นำมันสำปะหลังจากประเทศบราซิลไปยังทวีปแอฟริกา ส่วนทวีปเอเชียนั้นชาวสเปนได้นำมันสำปะหลังจากประเทศเม็กซิโกไปยังประเทศฟิลิปปินส์ก่อนในราวศตวรรษที่ 17 และชาวดัทช์ได้นำมันสำปะหลังจากสุรินัม (อังกฤษ) เข้ามายังเกาะชวาในราวต้นศตวรรษที่ 18 สำหรับประเทศไทยเชื่อกันว่ามีการนำมันสำปะหลังจากมลายูเข้ามาปลูกในภาคใต้ราว พ.ศ. 2329 ซึ่งตรงกับรัชกาลที่ 1 แห่งกรุงรัตนโกสินทร์ เป็นมันสำปะหลังชนิดหวานใช้ทำขนม ส่วนพันธุ์ชนิดขมที่ปลูกส่งโรงงานนั้นนำเข้ามาภายหลัง โดยปลูกเป็นพืชแซมในสวนยางพาราโดยเฉพาะที่จังหวัดสงขลามีโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันและสาคูส่งออกไปยังปีนังและสิงคโปร์ เมื่อยางพาราโตขึ้นคลุมพื้นที่ทั้งหมดไม่สามารถปลูกมันสำปะหลังได้ จึงได้ย้ายแหล่งปลูกไปยังภาคตะวันออกที่จังหวัดชลบุรีและระยอง การปลูกมันสำปะหลังเป็นการค้าขนาดใหญ่นั้นเริ่มหลังจากสงครามโลกครั้งที่สอง (พ.ศ. 2489) เพราะประเทศญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกาต้องการ

แป้งมันสำปะหลังเป็นจำนวนมาก ทำให้พื้นที่ปลูกขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ประกอบกับประเทศไทยได้ส่งกากมัน มันเส้นและมันอัดเม็ด ไปยังยุโรปเพื่อเลี้ยงสัตว์มากขึ้น จึงได้ขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นไปทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จนกระทั่งปัจจุบันเป็นแหล่งผลิตมันสำปะหลังใหญ่ที่สุดของประเทศ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากเป็นพืชที่ทนแล้งได้ดี ขยายพันธุ์ง่าย สามารถปลูกได้ทั่วไป จึงเป็นที่นิยมของเกษตรกร ดังนั้นจึงพบว่ามีการปลูกมันสำปะหลังกระจายอยู่ทั่วไปในทุกภาคของประเทศ จากสถิติปี 2532-2541 ประเทศไทยผลิตหัวมันสำปะหลังสดได้ประมาณ 16-24 ล้านตันต่อปี ถือได้ว่าประเทศไทยเป็นผู้ผลิตรายใหญ่รายหนึ่งในโลก (วิโรจน์, 2543) ตลาดมันสำปะหลังของไทยนับวันจะแคบลง โดยเฉพาะในตลาดร่วมยุโรป ซึ่งที่มีนโยบายลดการนำเข้าผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังของไทย ทำให้เกิดปัญหาผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังไม่สมดุลกับปริมาณการผลิต ทำให้มีผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศเป็นอย่างมาก (ณรงค์, 2532)

ประเทศไทยผลิตแป้งมันสำปะหลังได้ประมาณ 2 ล้านตันต่อปี โดยใช้หัวมันสำปะหลังสดประมาณ 9-10 ล้านตัน โดยประมาณครึ่งหนึ่งของแป้งมันสำปะหลังที่ผลิตได้ใช้ในประเทศ ที่เหลือส่งออก ส่วนผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังที่ใช้เลี้ยงสัตว์ (มันเส้นและมันสำปะหลังอัดเม็ด) ตลาดส่งออกส่วนใหญ่เป็นประเทศในสหภาพยุโรป มีปริมาณการส่งออกปีละประมาณ 4-5 ล้านตัน (เท่ากับหัวมันสำปะหลังสดประมาณ 10-12 ล้านตัน) จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังส่วนใหญ่เป็นการผลิตเพื่อส่งออก โดยมีสัดส่วนการพึ่งพาตลาดสหภาพยุโรปถึง ร้อยละ 52-53 ดังนั้นหากสหภาพยุโรปงดหรือลดการนำเข้าผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังของไทย โดยการกำหนดมาตรการต่าง ๆ เพื่อกีดกันทางการค้า ซึ่งมาตรการหลังสุดที่ได้กำหนดไว้คือ การจัดทำสมุดปกขาวด้านความปลอดภัยอาหาร (white paper on food safety) มีผลทำให้กระทบต่อการผลิตและการส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังของไทยอย่างมาก ดังนั้นหากประเทศไทยสามารถเพิ่มปริมาณการใช้มันสำปะหลังภายในประเทศให้สูงขึ้น ก็จะช่วยลดผลกระทบดังกล่าว การใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์ในประเทศ จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดผลกระทบจากการที่สหภาพยุโรปลดปริมาณการนำเข้าผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังไทย (วิโรจน์, 2543)

ส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง (ภาควิชาพืชไร่นา, 2542) ราก เมื่อนำท่อนมันสำปะหลังไปปลูกจะมี adventitious root ออกจาก cambium ตรงรอยตัด หลังจากปลูกประมาณ 2 เดือนจะเริ่มสะสมอาหารที่ราก ทำให้รากขยายใหญ่ขึ้นเป็นหัว ต้นหนึ่ง ๆ อาจมี 5-20 หัว จำนวน รูปร่าง ขนาด และน้ำหนักหัวแตกต่างไปตามพันธุ์ บางพันธุ์หัวยาว บางพันธุ์หัวกลมป้อมสั้น ภายในหัวมีแป้งสะสมอยู่ 10-30 เปอร์เซ็นต์ มีสีแตกต่างไปตามพันธุ์ตั้งแต่ ขาว ครีมจนถึงเหลือง

ลำต้น มันสำปะหลังเป็นไม้พุ่มมีอายุอยู่ได้หลายปี แต่ที่ปลูกเป็นการค้าทั่วไปนิยมเก็บเกี่ยวที่อายุ 1 ปี ลำต้นมีความสูงตั้งแต่ 1-5 เมตร ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและพันธุ์ ลำต้นมีหลายสี แตกต่างไปตามพันธุ์ เช่น เทา เงิน เหลืองและน้ำตาล ส่วนที่เป็นยอดอ่อนมีสีเขียวหรือแดงปนม่วง ลำต้นมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-6 เซนติเมตร

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

ดอก มันสำปะหลังจัดเป็นพืชผสมข้าม เนื่องจากมีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่กันคนละดอก แต่อยู่ในช่อดอกเดียวกัน และจะบานไม่พร้อมกัน ดอกตัวผู้มีขนาดเล็ก อยู่ส่วนบนของช่อดอก ส่วนดอกตัวเมียมีขนาดใหญ่กว่าอยู่ด้านล่าง และจะบานก่อนดอกตัวผู้ในช่อเดียวกัน 7-10 วัน หลังจากผสมเกสรแล้ว 2-3 เดือน ผลจะแก่

ผลและเมล็ด เมื่อผลแห้งจะแตกดีดเมล็ดกระจายไป ภายในหนึ่งผลมี 3 เมล็ด ลักษณะคล้ายเมล็ดละหุ่ง แต่มีขนาดเล็กกว่า มีสีน้ำตาลลายดำหรือสีเทา

การใช้ประโยชน์ของมันสำปะหลัง (ภาควิชาพืชไร่นา, 2542)

1. ใช้เป็นอาหารมนุษย์ โดยนำหัวสดไปต้ม นึ่ง ปิ้ง เผาหรือเชื่อม สำหรับประเทศที่บริโภคมันสำปะหลังเป็นอาหารหลัก จะมีวิธีปรุงแต่งโดยเฉพาะ เช่น Gari อาหารของชาวไนจีเรีย หรือ Banonoka ของชาวมาดากัสกา นอกจากนี้ยังนำแป้งมันสำปะหลังไปปรุงเป็นอาหารทั้งคาวและหวานอีกหลายชนิด

2. ใช้เป็นอาหารสัตว์ ประเทศไทยส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังในรูปมันเส้นและมันอัดเม็ด ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ของผลิตภัณฑ์ส่งออกทั้งหมด เพื่อการเลี้ยงสัตว์ของประเทศในกลุ่มประชาคมยุโรป ส่วนการเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยใช้มันสำปะหลังน้อยมาก แม้ว่ามันสำปะหลังสามารถใช้เลี้ยงสัตว์ทุกชนิด แต่ผู้ใช้จะต้องปรับสูตรอาหารให้เหมาะสมกับการเลี้ยงสัตว์แต่ละชนิด ข้อดีของการใช้มันสำปะหลังในการเลี้ยงสัตว์คือ ราคาถูก และยังไม่เคยพบสาร aflatoxin จึงปลอดภัยต่อการบริโภค แต่มีข้อเสียบ้างที่ว่า การใช้มันสำปะหลังต้องป่นให้ละเอียดและต้องผสมกากน้ำตาล ซึ่งวิธีการผสมค่อนข้างยุ่งยาก (อุทัย และสุกัญญา, 2545)

3. ใช้ในอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่จะทำแป้งดิบ เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปอื่น ๆ เช่น ผงชูรส และไลซีน สารให้ความหวาน เช่น glucose, dextrose, sorbital, manitol และ inositol สร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ เช่น สารดูดน้ำ พลาสติกที่สลายได้ทางชีวภาพ ผลิต flexible foam สำหรับทำที่นอนและเฟอร์นิเจอร์ ผลิต rigid foam เพื่อการบรรจุหีบห่อและตกแต่งภายใน นอกจากนี้ ยังนำไปผลิตแป้งแปรรูป โดยการนำเอาแป้งดิบมาผ่านกระบวนการต่าง ๆ เพื่อเปลี่ยนแปลงโมเลกุล

ของแป้งให้เหมาะสมกับอุตสาหกรรมเฉพาะอย่าง เช่น อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม อุตสาหกรรมไม้อัด อุตสาหกรรมทำกาวและอุตสาหกรรมแอลกอฮอล์ เป็นต้น

องค์ประกอบของหัวมันสำปะหลังสด

มันสำปะหลังเป็นพืชที่เก็บสะสมอาหารไว้ที่รากในรูปของแป้ง ความสามารถในการสร้างและสะสมแป้งที่รากจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับพันธุ์ อายุการเก็บเกี่ยว และปริมาณน้ำฝน โดยทั่วไปหัวมันสำปะหลังที่มีอายุ 12 เดือน ที่ได้รับปริมาณน้ำฝนเพียงพอและมีฝนตกไม่ชุกขณะเก็บเกี่ยว จะมีส่วนประกอบดังแสดงในตาราง 1 (ดัดแปลงจาก กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2542)

ตาราง 1 ส่วนประกอบหัวมันสำปะหลังสด

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (%)
น้ำ	60.21 - 75.32
เปลือก	4.08 - 14.08
เนื้อ (แป้ง)	25.87 - 41.88
ไฮโดรเจนไซยาไนด์ (ppm)	2.85 - 39.27

จากองค์ประกอบของหัวมันสำปะหลังสด พบว่าองค์ประกอบส่วนใหญ่นอกจากน้ำแล้วยังมีแป้ง ดังนั้น มันสำปะหลังจึงเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่ให้พลังงานกับสัตว์ได้ดี อย่างไรก็ตามในหัวมันสำปะหลังจะมีไฮโดรเจนไซยาไนด์ในปริมาณแตกต่างกันไป ตั้งแต่ 2.85 ถึง 39.27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของหัวมันสด ซึ่งไฮโดรเจนไซยาไนด์นี้เป็นอันตรายต่อสัตว์ แต่จะถูกทำลายเมื่อถูกความร้อน เช่น การตากแดด เผา ต้ม หรือความร้อนจากการอัดเม็ด ดังนั้นผลิตภัณฑ์มันเส้นหรือมันอัดเม็ดซึ่งผ่านการตากแดดและอัดเม็ด จึงปลอดภัยจากพิษของไฮโดรเจนไซยาไนด์เมื่อนำไปเลี้ยงสัตว์

Maner (1971) รายงานว่า มันสำปะหลังเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรตและมีปริมาณโปรตีนต่ำ โดยเฉลี่ยมันสำปะหลังสดประกอบด้วยน้ำ 60-65 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 30-35 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน (crude protein) 1-2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณแร่ธาตุและวิตามินค่อนข้างต่ำ แต่ปริมาณของแคลเซียม และวิตามินซีสูง ซึ่ง จะผันแปรไปตามพันธุ์ สถานที่ และสภาวะแวดล้อม Johnson and Raymond (1965) รายงานว่า มันสำปะหลังมีองค์ประกอบทางเคมีส่วนใหญ่เป็นคาร์โบไฮเดรต 30-35 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด หรือประมาณ 70-90 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง คาร์โบไฮเดรต

ประกอบด้วยแป้ง น้ำตาล และ cellulose แป้งประกอบด้วยอะไมโลส (Amylose) 16-18 เปอร์เซ็นต์ นอกนั้นจะเป็นอะไมโลเพคติน (Amylopectin) Rogers (1959) รายงานว่า ปริมาณน้ำตาลที่อยู่ในหัวมันสำปะหลังประมาณ 2-5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ส่วนใหญ่อยู่ในรูปซูโครส (Sucrose) ประมาณ 71.03 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในใบมีปริมาณของโปรตีนสูงตั้งแต่ 20-36 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง

ยุพดี (2539) กล่าวว่า มันสำปะหลัง เป็นพืชหัวที่มีความสามารถในการสร้างผลผลิตแป้งสูง แม้ว่ามันสำปะหลังเป็นพืชอาหารที่มีบทบาทเกี่ยวข้องกับมนุษย์และสัตว์มากเป็นเวลานานมาแล้ว แต่ปัญหาเกี่ยวกับการเพาะปลูกและการใช้ประโยชน์จากมันสำปะหลังยังไม่ได้รับการสนใจเท่าที่ควร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องเกี่ยวกับการเป็นพิษ เนื่องมาจากสารพิษไฮโดรเจนไซยาไนด์ สารพิษนี้เกิดจากไซยาไนด์ในรูปของกลูโคไซด์ ซึ่งพบกระจัดกระจายอยู่ในทุกส่วนของต้น ใบ และหัวมันสำปะหลัง เมื่อถูก hydrolyse ด้วยเอนไซม์ ทำให้เกิดไฮโดรเจนไซยาไนด์ เมธิลคีโตน และน้ำตาลกลูโคส โดยทั่วไป พบไฮโดรเจนไซยาไนด์ในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง ตั้งแต่ 10-2,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัมของน้ำหนักสด แต่ส่วนใหญ่จะมีประมาณ 30-150 มิลลิกรัม/กิโลกรัมของน้ำหนักสด มันสำปะหลังที่ปลูกในประเทศไทย มี 2 ชนิด คือ ชนิดขมและชนิดหวาน โดยสารกลูโคไซด์ มีอยู่ในชนิดขมมากกว่าชนิดหวาน มันสำปะหลังที่ปลูกในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นชนิดขม เช่น พันธุ์พื้นเมือง หรือพันธุ์ระยอง 1 ซึ่งใช้สำหรับอุตสาหกรรมแป้งมัน และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เพื่อการเลี้ยงสัตว์ มันสำปะหลังชนิดนี้มีพื้นที่เพาะปลูกมากกว่า 7.6 ล้านไร่ ในปี 2529 สำหรับมันสำปะหลังชนิดหวานนั้นใช้สำหรับทำขนมหวาน เช่น พันธุ์ห้านาที, พันธุ์ระยอง 2 เป็นต้น

การเป็นพิษต่อคนและสัตว์เกิดขึ้นได้ เมื่อรับประทานในปริมาณมากพอ ปริมาณไฮโดรเจนไซยาไนด์ที่เป็นพิษของหัวมันสำปะหลังอาจแบ่งได้เป็น 3 ระดับของน้ำหนักหัวสด คือ ความเป็นพิษระดับต่ำ มีไฮโดรเจนไซยาไนด์น้อยกว่า 50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เป็นพิษปานกลาง 50-100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และเป็นพิษสูง ถ้ามากกว่า 100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ยุพดี, 2539)

การใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์

อุทัย และสุกัญญา (2545) รายงานว่า การเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมการเลี้ยงสุกร ไก่เนื้อและไก่ไข่ ได้พัฒนาก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว จนเป็นธุรกิจที่มีการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่มีความทันสมัยเข้ามาใช้ควบคู่กับแรงงานคน ไม่ว่าจะเป็นด้านพันธุ์สัตว์ อาหารสัตว์ การจัดการดูแล และการควบคุมป้องกันโรค ทำให้อุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ในด้านของตัวสัตว์เองก็มีการพัฒนาตามมา คือ ให้ผลผลิตที่มากขึ้น ไม่ว่า

จะเป็นเนื้อ นม และไข่ ขณะที่ตัวสัตว์ต้องการอาหารในปริมาณที่น้อยลง ปัญหาและอุปสรรคที่สำคัญในอุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์อย่างหนึ่งคือ ต้นทุนค่าอาหารสัตว์ที่นับวันจะยิ่งแพงขึ้น เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ ได้แก่ ข้าวโพด ปลายข้าว และปลาป่น เป็นต้น มีแนวโน้มที่จะมีราคาสูงขึ้นทุกๆ ปี เนื่องจากปริมาณความต้องการใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์เพิ่มมากขึ้นตามการขยายตัวของอุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ แต่การผลิตภายในประเทศมีปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการ ดังนั้นจึงต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งก็ไม่ได้ช่วยแก้ปัญหาให้กับผู้เลี้ยงสัตว์ในแง่ของต้นทุนค่าอาหารสัตว์เลย การแก้ปัญหาในเรื่องของต้นทุน จึงต้องหันมาพิจารณาวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีในประเทศชนิดอื่นที่มีราคาถูก แต่มีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกับข้าวโพด หรือปลายข้าว และสามารถใช้เลี้ยงสัตว์ได้มาทดแทน มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดหนึ่งที่มีราคาถูก ผลิตในประเทศสามารถนำมาใช้ทดแทนข้าวโพดและปลายข้าวในสูตรอาหารสัตว์ได้ โดยปกติประเทศไทยปลูกและมีการส่งออกมันเส้นและมันอัดเม็ดไปขายยังต่างประเทศ เพื่อเป็นอาหารสัตว์จำนวนหลายล้านตันต่อปี แต่การนำมาใช้เพื่อผลิตเป็นอาหารสัตว์ในประเทศกลับมีปริมาณน้อยมาก ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจาก การขาดความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการนำมันสำปะหลังมาใช้ประกอบในสูตรอาหารสัตว์ จึงทำให้การใช้ในสูตรอาหารไม่ประสบความสำเร็จ ผู้เลี้ยงสัตว์ส่วนใหญ่จึงไม่กล้าใช้มันสำปะหลัง แม้ว่าจะทำให้ต้นทุนค่าอาหารสัตว์ถูกลง เมื่อเทียบกับการใช้ข้าวโพดหรือปลายข้าวในสูตรอาหารสัตว์ก็ตาม ซึ่งส่วนประกอบทางเคมีของมันสำปะหลังที่ใช้เลี้ยงสัตว์แสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ส่วนประกอบทางเคมีของมันสำปะหลัง

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (% air dry basis)
ความชื้น	10.00
โปรตีน	2.50
ไขมัน	0.75
เยื่อใย	3.70
เถ้า	3.70
แคลเซียม	0.12
ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้	0.05
พลังงานในสุกร (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)	3,260
พลังงานในสัตว์ปีก (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)	3,500
ไลซีน	0.09
เมทไธโอนีน	0.03
เมทไธโอนีน+ซีสตีน	0.06
ทริปโตเฟน	0.02
ทรีโอนีน	0.07
ไอโซลูซีน	0.07
อาร์จินีน	0.12
ลูซีน	0.12
เฟนิลอะลานีน+ไทโรซีน	0.12
ฮิสติดีน	0.03
เวลีน	0.09
ไกลซีน	0.08

ที่มา: กรมปศุสัตว์ (2547)

จารุรัตน์ (2528) รายงานไว้ว่า มันสำปะหลังที่นำมาใช้เลี้ยงสัตว์มีหลายรูปแบบ ได้แก่ มันเส้น ซึ่งได้จากการนำหัวมันมาหั่นเป็นแผ่นแล้วตากแดดให้แห้ง มันอัดเม็ดได้จากการนำเอามันเส้นมาอัดเป็นเม็ดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร ยาว 2 เซนติเมตร และมันหมักได้จากการเอามันสำปะหลังสดมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วหมักในถังหมักเช่นเดียวกับการหมักพืช นอกจากนั้นยังมี

กากมันซึ่งเป็นเศษเหลือของหัวมันสำปะหลังหรือมันเส้นที่ผ่านกระบวนการผลิตแป้งมันแล้ว มีแป้งเหลืออยู่ประมาณ 55-65 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่นิยมนำมาใช้เลี้ยงสัตว์มากนักเพราะคุณค่าทางอาหารต่ำ และมีสิ่งเจือปนมาก อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปมันสำปะหลังจัดเป็นวัตถุดิบที่ให้พลังงานสูง เมื่ออยู่ในสภาพแห้งมีพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้สำหรับสุกรและสัตว์ปีก 3,260 และ 3,500 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และมีโภชนะที่สัตว์ย่อยได้ทั้งหมดประมาณ 73 เปอร์เซ็นต์ แต่มีโปรตีนน้อยมากคือ 2-3 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น และเป็นโปรตีนที่ขาดกรดอะมิโนที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ ดังนั้นในการใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบหลักในสูตรอาหาร จึงต้องใช้อาหารที่มีโปรตีนสูงและคุณภาพดี เช่น ปลาป่น หรือกากถั่วเหลืองในปริมาณมากกว่าการใช้วัตถุดิบหลักชนิดอื่น เช่น ข้าวโพด หรือปลายข้าว เพื่อปรับระดับโปรตีนและกรดอะมิโนในสูตรอาหารให้เพียงพอกับความต้องการของสัตว์ การใช้มันสำปะหลังปริมาณมากในสูตรอาหารจะทำให้อาหารมีลักษณะฟ่าม เบาและเป็นฝุ่นมาก ทำให้ไม่น่ากินและสัตว์กินได้น้อย ซึ่งแก้ไขได้โดยการทำเป็นอาหารเปียกหรืออาหารอัดเม็ด นอกจากนี้มันสำปะหลังยังมีไขมันน้อยมาก (ประมาณ 0.62 เปอร์เซ็นต์) การใช้มันสำปะหลังในระดับสูงอาจทำให้สัตว์ขาดกรดไขมันที่จำเป็น จึงควรผสมร่วมกับอาหารที่มีกรดไขมันที่จำเป็นสูงหรืออาจเสริมไขมันลงไปในสูตรอาหารด้วย

ส่วน Kanjanapruthipong (1998) รายงานว่า มันสำปะหลังมีส่วนประกอบของโปรตีน ไขมันและเยื่อใยค่อนข้างน้อย แต่ขณะเดียวกันก็อุดมไปด้วยแป้งและน้ำตาล มันสำปะหลังเป็นแหล่งที่ให้พลังงานสูง เนื่องจากพลังงานเหล่านี้มาจากแป้งและน้ำตาล ซึ่งในมันสำปะหลังนั้นมีสัดส่วนของแป้งและน้ำตาลเท่ากับ 80:20 แป้งและน้ำตาลในมันสำปะหลังเป็นชนิดที่ย่อยได้ง่ายในกระเพาะหมักของโค อัตราการย่อยในกระเพาะหมักของโคมีค่าเท่ากับ 11.8 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง และเมื่อผ่านไป 24 ชั่วโมงสามารถย่อยได้ถึง 89 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้มันสำปะหลังยังถือได้ว่าเป็นแหล่งพลังงานที่ย่อยได้ง่ายสำหรับจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในกระเพาะหมักของโคอีกด้วย ดังตาราง 3

ตาราง 3 เปรียบเทียบส่วนประกอบทางเคมีของข้าวโพด ปลายข้าว และมันสำปะหลัง (ดัดแปลงจาก Kanjanapruthipong, 1998)

ส่วนประกอบทางเคมี (%)	ข้าวโพด	ปลายข้าว	มันสำปะหลัง
โปรตีน	8.00	8.00	2.00
แป้งและน้ำตาล	73.60	86.50	78.60
แป้งและน้ำตาลที่ย่อยง่ายในกระเพาะรูเมน	27.60	26.00	75.60
อัตราการย่อยในกระเพาะรูเมน (% ต่อชั่วโมง)	4.00	7.60	11.80
ผนังเซลล์	12.20	4.00	8.00
น้ำมัน	4.00	0.90	0.80
แคลเซียม	0.01	0.03	0.12
ฟอสฟอรัส	0.01	0.04	0.05
ราคา (บาท/กก.)	4.50	7.00	3.50

Oboh et al. (2002) รายงานไว้ว่า โภชนะในมันสำปะหลังที่หมักด้วยเชื้อรา *Aspergillus niger* มีองค์ประกอบที่เป็นเถ้า และเยื่อใย ไม่แตกต่างจากมันสำปะหลังที่ไม่ได้หมัก แต่ส่วนของโปรตีน ไขมัน และปริมาณของแร่ธาตุ โซเดียม โพแทสเซียม และ แคลเซียม มีปริมาณสูงขึ้นเมื่อผ่านการหมัก และยังพบว่า สารพิษไฮโดรเจนไซยาไนด์มีปริมาณลดลงด้วย กรกช และคณะ (2545) ได้ศึกษาการเพิ่มปริมาณโปรตีนในกากมันสำปะหลัง ด้วยการใช้เอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเชื้อรา *Rhizopus oligosporus* จะทำให้มีปริมาณโปรตีนสูงขึ้นเป็น 23.41 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณกลูโคซามีนเท่ากับ 63.01 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง แม้ว่าขอบเขตของความเป็นพิษยังไม่กระจ่างชัด แต่ก็เป็นที่ยอมรับกันว่าไฮโดรเจนไซยาไนด์ เป็นสารพิษร้ายแรงทำให้คนหรือสัตว์ที่บริโภคเสียชีวิตได้ง่าย คนหรือสัตว์ที่บริโภคไฮโดรเจนไซยาไนด์ 50-60 มิลลิกรัม/วัน อาจมีอันตรายถึงตาย ดังนั้น การใช้ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังเป็นอาหาร จึงต้องผ่านกรรมวิธีทำลายหรือลดปริมาณสารพิษเสียก่อน

สุชีพ และคณะ (2533) รายงานว่า การใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงทดแทนปลายข้าวในอาหารเป็ดเนื้อที่ระดับ 0 25 50 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ผลปรากฏว่า เป็ดเนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงทดแทนปลายข้าวทุกระดับ มีสมรรถภาพการผลิตต่ำกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ ทวีศักดิ์ และคณะ (2544) รายงานว่า การใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในอาหารไก่กระทง โดยการหมักด้วยยีสต์ *Schwanninomyces alluvius* และด้วยยีสต์ *Schwanninomyces castellii* ในสูตรอาหารระดับ 5 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ เท่ากัน ปรากฏว่า สามารถใช้มัน

สำปะหลังหมักโปรตีนสูง ซึ่งหมักด้วยเชื้อยีสต์ทั้ง 2 ชนิดในอาหารไก่กระทงในระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ ได้โดยไม่มีผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิตและต้นทุนการผลิตที่ระยะเวลา 1-42 วัน สำหรับมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงที่ผ่านการหมักกับเซลล์ยีสต์ *Schwanninomyces castellii* มีส่วนประกอบทางเคมี ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ส่วนประกอบทางเคมีของมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงด้วยยีสต์ *S. castellii*

โภชนะ	ปริมาณ (%น้ำหนักแห้ง)	
	มันเส้น	มันหมัก
โปรตีนรวม	2.50	11.00
ไขมัน	0.75	3.40
เยื่อใย	3.70	6.40
แคลเซียม	0.12	0.31
ฟอสฟอรัส	0.05	0.08
พลังงานรวม (Kcal/kg)	3,350	3,500

ที่มา: ทวีศักดิ์ และคณะ (2544)

ข้อควรพิจารณาในการเลือกใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์

อุทัย และสุกัญญา (2545) รายงานไว้ว่า การเลือกใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์ ควรเลือกที่มีคุณภาพดีเกรดอาหารสัตว์ มันสำปะหลังที่นำมาใช้ควรเป็นมันเส้นที่สะอาด มีส่วนของต้นหรือเหง้าและดินทรายติดปนมาน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย ซึ่งจะทำให้ได้มันเส้นที่มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูง มันเส้นที่ใช้ต้องผ่านการผึ่งแดดมาแล้วอย่างน้อย 3-4 แดด เพราะจะทำให้มีปริมาณสารไฮโดรเจนไซยาไนด์เหลืออยู่น้อยที่สุด และมีความชื้นอยู่ไม่เกิน 13 เปอร์เซ็นต์ ควรมีการตรวจสอบคุณภาพมันเส้นหรือมันบดก่อนนำมาใช้ผสมอาหารสัตว์ โดยมีมาตรฐานดังนี้

แป้ง	ไม่น้อยกว่า	70 เปอร์เซ็นต์
เยื่อใย	ไม่มากกว่า	4 เปอร์เซ็นต์
เถ้า	ไม่มากกว่า	2 เปอร์เซ็นต์
ความชื้น	ไม่มากกว่า	13 เปอร์เซ็นต์
โปรตีน	ไม่น้อยกว่า	2 เปอร์เซ็นต์

อนึ่งการเลือกซื้อมันเส้นที่แห้งสนิทและไม่มีเชื้อราขึ้น จะเป็นการลดความเสี่ยงต่อปัญหา

สารพิษชนิดอื่น ๆ ที่อาจเกิดขึ้นภายหลังได้เป็นอย่างดี

ประโยชน์ที่ได้จากการนำมันสำปะหลังมาใช้ในสูตรอาหารสัตว์

หากมีการเลือกมันสำปะหลังที่มีคุณภาพ ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น มาใช้ในการประกอบสูตรอาหารสัตว์ อุทัย และสุกัญญา (2545) รายงานไว้ว่า จะได้รับประโยชน์ต่อไปนี้

1. ลดต้นทุนค่าอาหาร เนื่องจากวัตถุดิบอาหารสัตว์มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น การใช้มันเส้นหรือมันสำปะหลังทดแทนปลายข้าวหรือข้าวโพดในสูตรอาหารสัตว์สามารถช่วยลดต้นทุนการเลี้ยงสัตว์ได้เป็นอย่างดี เพราะมันสำปะหลังมีราคาที่ถูกกว่า แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับราคาของกากถั่วเหลืองหรือปลาป่นที่จะใช้ในการปรับโปรตีนและกรดอะมิโนด้วย ถึงแม้ว่าในการทำสูตรอาหารสัตว์ที่ใช้มันสำปะหลังจะต้องใช้วัตถุดิบอาหารโปรตีนสูง เช่น กากถั่วเหลือง ปลาป่น และ ดีแอล-เมทไธโอนีน ในปริมาณสูงมากขึ้นกว่าสูตรอาหารที่ใช้ปลายข้าว ข้าวโพด หรือข้าวฟ่าง เพื่อปรับระดับโปรตีนและกรดอะมิโนให้อยู่ในสภาวะสมดุลเหมาะกับความต้องการของสัตว์ก็ตาม แต่ราคาสูตรอาหารมันสำปะหลังก็ยังมีราคาถูกกว่าสูตรอาหารปกติ ซึ่งจะทำให้ผู้เลี้ยงสัตว์ลดต้นทุนค่าอาหารได้

2. คุณภาพผลผลิตสัตว์ดีขึ้น จากการศึกษาวิจัยของศูนย์ค้นคว้าและพัฒนาวิชาการอาหารสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตนม และภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตลอดจนประสบการณ์ ในการส่งเสริมให้เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ทั่วประเทศใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสุกร และสัตว์ปีก อันได้แก่ ไก่ไข่ ไก่เนื้อ เป็ดเนื้อ เป็ดไข่ โคนม โคเนื้อ และปลาดุก พบว่า มันสำปะหลังคุณภาพดีสามารถใช้ทดแทนข้าวโพด หรือปลายข้าวในสูตรอาหารประเภทและชนิดต่างๆ ได้เป็นอย่างดี โดยที่สัตว์ยังคงมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต รวมทั้งคุณภาพซากดีไม่ต่างจากการใช้สูตรอาหารปกติ แต่ที่น่าสังเกตว่า การใช้มันสำปะหลังในสูตรอาหารมีผลทำให้สัตว์ทุกชนิดทุกประเภท มีสุขภาพดีขึ้น มีการเจ็บป่วยและอัตราการตายลดลง ปริมาณการใช้ยาและสารเคมีลดลงอย่างเห็นได้ชัด นอกจากจะช่วยให้ผู้เลี้ยงลดต้นทุนการผลิตได้ระดับหนึ่งแล้ว ยังส่งผลให้ผู้บริโภคเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ มีความสบายใจและรู้สึกปลอดภัยขึ้น และสิ่งที่สำคัญคือ จะเป็นพื้นฐานต่อการผลิตสัตว์ปลอดสารพิษ ซึ่งจะทำให้การผลิตสัตว์ของประเทศสามารถก้าวเข้าสู่มาตรฐานสากลของการส่งออกได้

ข้อดีของมันสำปะหลัง

อุทัย และสุกัญญา (2545) รายงานไว้ว่า นอกจากคุณค่าทางอาหารของมันสำปะหลังที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น มันสำปะหลังยังมีข้อดีอีกหลายประการที่ผู้เลี้ยงสัตว์ควรนำมาพิจารณา เพื่อเลือกใช้มันสำปะหลังในสูตรอาหารสัตว์ คือ

1. ย่อยง่าย แป้งในมันสำปะหลังเป็นแป้งที่อ่อน สัตว์สามารถย่อยได้ง่ายและนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ แม้กระทั่งลูกสุกรหย่านมก็ใช้ประโยชน์จากแป้งในมันเส้นได้ดี ส่วนแป้งในข้าวโพดจะย่อยยากกว่า ทำให้สัตว์เครียดและมีโอกาสป่วยได้ง่าย

2. ไม่มีปัญหาเรื่องเยื่อใย มันสำปะหลังที่แนะนำให้ใช้ในอาหารสัตว์ คือ มันเส้นคุณภาพดี ซึ่งได้จากการนำหัวมันสำปะหลังสดที่สะอาด มีทรายปนน้อยหรือไม่มีเลย ไม่มีต้นและเหง้าปนมา หั่นหรือสับเป็นชิ้น ๆ แล้วผึ่งแดด จะมีระดับเยื่อใยไม่เกิน 4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับต่ำสามารถใช้เลี้ยงสัตว์ได้ โดยไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของสัตว์

3. ไม่มีปัญหาเรื่องสารขัดขวางโภชนะที่จะเป็นอันตรายต่อสัตว์ และสารพิษอะฟลาท็อกซินจากเชื้อรา แม้หัวมันสำปะหลังสดจะมีสารไฮโดรเจนไซยาไนด์ แต่ในระหว่างการทำมันเส้นโดยการผึ่งแดดให้แห้ง 3-4 แดดนั้น จะทำให้กรดดังกล่าวระเหยออกสู่บรรยากาศจนเหลือเพียงประมาณ 30 ส่วนต่อล้านส่วน (ppm) ซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์ และยิ่งถ้าเก็บมันเส้นไว้เป็นระยะเวลาหนึ่ง ปริมาณไฮโดรเจนไซยาไนด์ยิ่งลดลง นอกจากนี้แม้มันเส้นจะมีการปนเปื้อนของเชื้อรา แต่เชื้อราในมันเส้นนั้นส่วนใหญ่ตรวจไม่พบสารอะฟลาท็อกซินหรือพบในปริมาณต่ำมาก ซึ่งเป็ระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์ ผลจากการใช้มันเส้นในสูตรอาหารเลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอาหารสุกรระยะเล็ก สุกรระยะอุ้มท้องและเลี้ยงลูก และอาหารเป็ดระยะต่าง ๆ ซึ่งมีความไวต่อสารพิษอะฟลาท็อกซินมาก พบว่าสัตว์เหล่านี้ไม่ได้รับผลกระทบจากสารพิษอะฟลาท็อกซินแต่ประการใด แต่สัตว์เหล่านี้กลับมีสุขภาพดีขึ้น มีการเจ็บป่วยและอัตราการตายลดลงอย่างเห็นได้ชัด ทำให้การเลี้ยงสัตว์ใช้ยาลดลง ต้นทุนการผลิตสัตว์ในส่วนนี้จะลดลงอย่างมาก ขณะเดียวกันก็เพิ่มความปลอดภัยในเรื่องสารพิษและสารตกค้างให้กับผู้บริโภคผลิตภัณฑ์จากสัตว์เหล่านี้ด้วย

ความสำคัญของโปรตีน

เพิ่มศักดิ์ (2533) รายงานไว้ว่า โปรตีนเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสัตว์ทุกชนิด ซึ่งสัตว์ในทุกช่วงอายุต้องการโปรตีนเพื่อนำไปสร้าง ซ่อมแซม อวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และสัตว์แต่ละวัยมีความต้องการโปรตีนที่แตกต่างกันออกไป โปรตีนประกอบด้วยโมเลกุลของกรดอะมิโนเป็นจำนวนมากต่อกันคล้ายลูกโซ่ โดยมีกลุ่มอะมิโน (amino group) ของกรดอะมิโนตัวหนึ่งจับกับกลุ่มคาร์บอกซิล (carboxyl group) ของกรดอะมิโนอีกตัวหนึ่ง การจับตัวกันในลักษณะนี้เรียกว่าการจับตัวแบบเปปไทด์ (peptide) โปรตีนตามธรรมชาติแตกต่างกันตามชนิดและจำนวนกรดอะมิโนที่ประกอบขึ้น จึงทำให้โปรตีนตามเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของร่างกายแตกต่างกัน อาจกล่าวได้ว่าไม่มีโปรตีนในส่วนใดของร่างกายที่เหมือนกัน นอกจากนี้โปรตีนจากสัตว์ต่างชนิดกันยังแตกต่างกันไปด้วย เช่น เคซีน ในน้ำนมโค แตกต่างจาก เคซีน ในน้ำนมแพะ โปรตีน

ประกอบด้วยกรดอะมิโน 24-25 ชนิด ซึ่งอาจจะแบ่งกรดอะมิโนเหล่านี้เป็นสองพวกใหญ่ ๆ ดังแสดงไว้ในตาราง 5

กรดอะมิโนที่จำเป็น (Essential amino acids) ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ได้ สัตว์มีความต้องการมากจะขาดไม่ได้ จำเป็นต้องได้รับจากอาหารภายนอก ถ้าขาดจะทำให้ร่างกายแคระแกรนการเจริญเติบโตชะงัก

กรดอะมิโนที่ไม่จำเป็น (Non-essential amino acids) หมายถึง กรดอะมิโนที่ร่างกายสัตว์สร้างเองได้โดยอาศัยกรดอะมิโนที่จำเป็นหรือไนโตรเจนจากแหล่งอื่น สำหรับการสังเคราะห์นี้ในสัตว์เคี้ยวเอื้องจะอาศัยพวกจุลินทรีย์ช่วยสังเคราะห์ แต่ในสัตว์ไม่เคี้ยวเอื้องจะอาศัยกระบวนการเมตาบอลิซึมภายในร่างกายของสัตว์เอง

ตาราง 5 กรดอะมิโนที่จำเป็นและไม่จำเป็น

กรดอะมิโนที่จำเป็น	กรดอะมิโนที่ไม่จำเป็น
Arginine (Arg)	Alanine (Ala)
Histidine (His)	Aspartic acid (Asp)
Isoleucine (Ile)	Asparagine (Asn)
Leucine (Leu)	Cysteine (Cys)
Lysine (Lys)	Glutamic acid (Glu)
Methionine (Met)	Glutamine (Gln)
Phenylalanine (Phe)	Glycine (Gly)
Threonine (Thr)	Proline (Pro)
Tryptophan (Trp)	Serine (Ser)
Valine (Val)	Tyrosine (Tyr)

ที่มา: บุญล้อม (2542)

ไลซีนเป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นสำหรับโภชนาการของมนุษย์และสัตว์ ซึ่งร่างกายของสิ่งมีชีวิตจะได้รับไลซีนจากการรับประทานไลซีนบริสุทธิ์เข้าไปโดยตรง ในอาหารที่มนุษย์และสัตว์ได้รับส่วนใหญ่มาจากธัญพืชและแป้ง ในเมล็ดธัญพืชโดยส่วนใหญ่จะมีความบกพร่องคือการขาดกรดอะมิโนที่จำเป็นบางชนิดไม่เพียงพอต่อความต้องการของสัตว์ เช่น ทรีโอนีน เมทไธโอนีน ทริปโตเฟน และโดยเฉพาะอย่างยิ่งไลซีน ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่มีความสำคัญมากที่สุด

ตัวหนึ่ง ที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพของโปรตีนที่มนุษย์และสัตว์จะต้องได้รับอย่างเพียงพอ ดังนั้นยีสต์ที่มีไลซีนสูงที่ผ่านกระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพ รวมทั้งกรดอะมิโนชนิดอื่นดังตาราง 6 จึงมีบทบาทสำคัญยิ่งในการใช้เป็นส่วนหนึ่งของอาหาร โดยผสมเข้าไปกับธัญพืชและแป้ง ที่จะนำไปเสริมเป็นอาหารสัตว์ได้ เป็นการเพิ่มปริมาณไลซีนในอาหาร นอกจากนี้เซลล์ยีสต์ยังประกอบด้วยวิตามินหลายชนิดซึ่งเป็นประโยชน์ต่อตัวสัตว์ และยิ่งกว่านั้นการเติมยีสต์ลงไปในอาหารสัตว์ยังเป็นการเพิ่มรสชาดให้กับอาหาร ทำให้สัตว์กินอาหารได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งในเซลล์ยีสต์แต่ละชนิดจะมีปริมาณของกรดอะมิโนแต่ละชนิดแตกต่างกันไป ดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 ปริมาณกรดอะมิโนที่สำคัญที่เป็นองค์ประกอบของเซลล์ยีสต์ชนิดต่าง ๆ

สายพันธุ์	Lysine	Threonine	Methionine	Isoleucine	Leucine	โปรตีน
	(กรัมอะมิโนต่อ 16 กรัมไนโตรเจน)					(N x 6.25)
มาตรฐาน FAO	4.2	2.8	2.2	4.2	1.8	-
Candida. utilis	7.1	4.7	1.0	4.3	7.0	48.0
Kluyveromyces. fragilis	6.9	5.8	1.9	4.0	6.1	56.2
Candida. lipolytica	7.8	5.4	1.6	5.3	7.8	66.0
Sacharomyces. serevisiae	8.2	4.8	2.5	5.5	7.9	53.7

ที่มา: สาโรจน์ (2547)

พันทิพา (2535) กล่าวว่า ข้าวและพืชที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ ส่วนใหญ่ประกอบด้วยโปรตีนทั้งในเรื่องของคุณภาพและปริมาณที่ต่ำ เช่น ข้าวโพดจะขาดไลซีนและทริปโตเฟน ซึ่งหากใช้ในอาหารปริมาณสูงโดยไม่ปรับสมดุลกรดอะมิโน จะทำให้สัตว์เจริญเติบโตช้า แต่ถ้าผสมกากถั่วเหลืองลงไปในข้าวโพด กากถั่วเหลืองมีกรดอะมิโนไลซีนและทริปโตเฟนมากพอ พบว่าจะทำให้สมดุลของกรดอะมิโนดีขึ้น ดังนั้นอาหารที่ใช้ในการลี้ยงสัตว์จึงจำเป็นจะต้องมีการผสมโปรตีนที่ได้จากสัตว์ด้วย เช่น ปลาป่น เนื้อป่น และนม เป็นต้น เนื่องจากโปรตีนที่ได้จากสัตว์มีคุณภาพสูงกว่าโปรตีนที่ได้จากพืช เพราะโปรตีนจากพืชจะขาดกรดอะมิโนบางชนิดที่จำเป็นต่อตัวสัตว์ เช่น ไลซีน เมทไธโอนีน และทริปโตเฟน การขาดกรดอะมิโนที่จำเป็นจะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของร่างกาย เนื่องจากกรดอะมิโนแต่ละชนิดใช้ประโยชน์ได้เต็มที่ก็ต่อเมื่อกรดอะมิโนทุกชนิดมีความสมดุล อาหารแต่ละอย่างประกอบด้วยชนิดและปริมาณของกรดอะมิโนที่แตกต่างกันไป และตัวสัตว์เองในสภาวะที่แตกต่างกัน ย่อมมีความต้องการกรดอะมิโนทั้งชนิดและปริมาณที่แตกต่างกัน ดังนั้นหากสัตว์ได้รับอาหารชนิดใดแล้วแสดงอาการขาดกรดอะมิโนชนิดใดชนิดหนึ่งออกมา ย่อมแสดงว่ากรดอะมิโนชนิดนั้นเป็นชนิดที่มีปริมาณจำกัด

ในอาหารนั้นๆ สำหรับสัตว์ตัวนั้น (limiting factor) และถ้ากรดอะมิโนชนิดใดที่สัตว์แสดงอาการขาดให้เห็นก่อน ชนิดนั้นก็จะได้ชื่อว่าเป็น First limiting essential amino acid

จรูญ (2541) รายงานว่า อุตสาหกรรมการผลิตแอล-ไลซีน เพื่อใช้เป็นสารเติมแต่งในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ โดยเฉพาะสัตว์ปีกและสุกร มีผลผลิตทั่วโลกรวมกว่า 70,000 ตันต่อปี เป็นผลผลิตอันดับสองรองจากแอลกลูตาเมท อุตสาหกรรมการผลิตกรดอะมิโนในประเทศไทย บริษัทอายิโนะโมะโต๊ะ จำกัด มีโรงงานผลิตแอล-ไลซีน กำลังผลิต 4,500 ตันต่อปี ซึ่งใช้วัตถุดิบมันสำปะหลังในการผลิตได้ถึง 15,000 ตันต่อปี ถือว่าเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าวัตถุดิบทางการเกษตรให้สูงขึ้นได้เป็นอย่างดีทางหนึ่ง สำหรับการผลิตแอล-ไลซีน โดยการใช้ยีสต์ขนมปัง *Saccharomyces cerevisiae* กลายพันธุ์นั้น มีข้อได้เปรียบกว่าการใช้จุลินทรีย์จากแหล่งอื่น โดยที่ยีสต์ขนมปังเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวาง สามารถใช้เป็นอาหารสำหรับมนุษย์ได้และใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์

Haidari and Bhattacharjee (1978) กล่าวว่า การผลิตไลซีนโดยใช้ยีสต์ หรือ filamentus fungi มีการศึกษากันน้อยทั้งที่ *Saccharomyces cerevisiae* และ *Toluropsis utilis* ให้ไลซีนสูงประมาณ 16-20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง Nelson et al. (1959) กล่าวว่า โดยทั่วไปยีสต์ *Saccharomyces sp.* ประกอบด้วยไลซีนประมาณ 7.6 ± 0.7 กรัมต่อ 16 กรัมไนโตรเจน

โปรตีนจากแหล่งไนโตรเจนอื่น

วิโรจน์ (2546) รายงานว่า โปรตีนจากธรรมชาติทั้งโปรตีนจากสัตว์และโปรตีนจากพืชจัดเป็นอาหารสำคัญของสัตว์ทุกชนิด ในโคนมซึ่งเป็นสัตว์กระเพาะรวมจะมีความสามารถพิเศษในการใช้โปรตีนอื่นที่ไม่ใช่โปรตีนจริง เช่น จากยูเรีย (urea) จากเกลือแอมโมเนีย เป็นต้น ซึ่งเราเรียกไนโตรเจนที่มาจากแหล่งนี้ว่า ไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (non protein nitrogen, NPN) NPN จึงเป็นกลุ่มสารประกอบเคมี ที่มีแนวโน้มจะนำมาใช้ในอาหารสัตว์มากขึ้น ดังนั้นเราต้องเข้าใจการใช้ให้มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยสำหรับสัตว์ ในโคนมจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักจะใช้ NPN เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์เอง ซึ่งจะนำไปใช้ในรูปแอมโมเนีย (ammonia, NH_3) แต่ในสัตว์กระเพาะเดี่ยวไม่มีจุลินทรีย์เป็นส่วนประกอบในการย่อยอาหาร การนำสารเหล่านี้มาใช้อาจส่งผลกระทบต่อระบบการย่อยอาหารของสัตว์ได้

พิษของยูเรียและ NPN อื่น ๆ

วิโรจน์ (2546) รายงานว่า ความเป็นพิษของยูเรีย และ NPN อื่น เกิดจากการมีปริมาณของแอมโมเนียในกระแสเลือดมากเกินไป เมื่อโคกินอาหารที่มียูเรียมากเข้าไปในเวลารวดเร็ว ยูเรียจะ

สลายตัวทันทีเป็นแอมโมเนีย จุลินทรีย์ใช้ไม่ทัน ยูเรียจะสลายได้หมดภายใน 3 ชั่วโมง หลังจากกินเข้าไป ซึ่งความเป็นพิษก็จะเกิดภายใน 3 ชั่วโมง การเพิ่มความถี่ในการให้อาหารจะช่วยลดปัญหาพิษจากยูเรียได้ การดูดซึมของแอมโมเนีย จะเกิดเร็วขึ้นถ้า pH ในกระเพาะสูงขึ้น และแอมโมเนียเองก็เป็น alkaline group ดังนั้น การมีแอมโมเนียมากเท่ากับเป็นการเพิ่มสภาพความเป็นด่างในกระเพาะหมักและเร่งการดูดซึม ในสภาพปกติแอมโมเนียในกระเพาะหมักควรมีความเข้มข้น 5-7 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตรของของเหลวในกระเพาะรูเมน การป้องกันปัญหาจากการใช้ยูเรียทำได้ดังต่อไปนี้

1. ระดับการใช้ยูเรียที่ปลอดภัยคือ ใช้ 1 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารผสมครบส่วน (Total mixed ration, TMR) หรือ 2 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารข้น การใช้ในอาหารข้นที่ระดับ 2-3 เปอร์เซ็นต์สามารถกระทำได้ แต่มีข้อควรระวังในเรื่องรสชาติของอาหารและกลิ่นของอาหารที่อาจมีกลิ่นแอมโมเนียสูง

2. ในโคที่ไม่เคยกินยูเรียผสมในอาหารเลย ควรค่อย ๆ ปรับเพิ่มปริมาณการใช้ยูเรีย โดยใช้เวลา 2-4 สัปดาห์

3. อาหารหยาบที่มีคุณภาพต่ำ มักมีปริมาณของคาร์โบไฮเดรตต่ำด้วย ทำให้จุลินทรีย์มีคาร์โบไฮเดรตชนิดย่อยง่ายไม่เพียงพอและมีโอกาสที่ NPN จะกลายเป็น free ammonia มากเกินไปจนเป็นพิษ การเสริมคาร์โบไฮเดรตให้พอจึงเป็นสิ่งจำเป็น

4. การให้อาหารที่เพิ่มสภาพ pH เป็นด่างในกระเพาะหมัก จะเพิ่มโอกาสในการดูดซึมแอมโมเนียด้วย

5. ปริมาณน้ำกินไม่เพียงพอ จะลดปริมาณน้ำในกระเพาะหมักและเพิ่มอัตราการดูดซึมแอมโมเนีย เช่นกัน

6. ทุกครั้งที่ใช้แหล่งจาก NPN ให้เพิ่มกำมะถันในอัตรา ไนโตรเจนต่อกำมะถัน เท่ากับ 9:1 ถึง 12:1

โปรตีนเซลล์เดียว

ดวงพร (2530) กล่าวว่า โปรตีนเซลล์เดียว (Single cell protein) หรือเขียนย่อว่า SCP ถูกบัญญัติขึ้นโดย Massachusetts Institute of Technology โดยศาสตราจารย์ Wilson C. L. ในปี ค.ศ. 1966 คือโปรตีนจากจุลินทรีย์ซึ่งได้แก่ สาหร่าย เชื้อรา ยีสต์และแบคทีเรีย ไม่จำเป็นจะต้องเป็นจุลินทรีย์ที่มีเซลล์เดียว (unicellular cell) ซึ่งได้แก่ แบคทีเรีย ยีสต์และสาหร่ายบางชนิด แต่รวมถึงจุลินทรีย์ที่มีหลายเซลล์ (multicellular cell) ได้แก่ สาหร่ายและเชื้อรา ซึ่งยังนิยม

เรียกว่า โปรตีนเซลล์เดียว โปรตีนเซลล์เดียวเริ่มได้รับความสนใจเมื่อองค์การอนามัยโลก (WHO) ได้จัดตั้งหน่วยงานหนึ่ง เพื่อหาแหล่งโปรตีนใหม่สำหรับมนุษย์ ซึ่งจะต้องมีความปลอดภัยและเหมาะสมสำหรับเป็นอาหารของมนุษย์ (Food) หรือเป็นอาหารสัตว์ (Feed) หน่วยงานนี้คือ Protein Advisory Group โดยจัดตั้งเมื่อปี ค.ศ. 1955 สาเหตุที่โปรตีนเซลล์เดียวเป็นที่สนใจเพราะมีการขาดแคลนอาหารโปรตีน ขาดแคลนวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตโปรตีนจากเนื้อสัตว์ และปัญหาการกำจัดของเหลือใช้ ดังนั้น การใช้โปรตีนเซลล์เดียว จึงเป็นหนทางหนึ่งที่จะใช้แก้ปัญหาดังกล่าวได้ การใช้โปรตีนเซลล์เดียวเพื่อประโยชน์ 2 ประการ คือ การกำจัดของเสียเพื่อป้องกันปัญหามลภาวะ และการได้ผลตอบแทนจากการใช้ประโยชน์ของวัตถุดิบเหล่านี้ เนื่องจากวัสดุเหลือใช้ส่วนใหญ่จะมีส่วนประกอบของสารอินทรีย์อยู่สูง เป็นที่ยอมรับของนักเทคโนโลยีชีวภาพว่าการแปรรูปสารอินทรีย์และอื่น ๆ ในวัสดุเหลือใช้เป็นสารที่มีประโยชน์และมีราคาถูก โดยใช้จุลินทรีย์เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแปรรูปเป็นเซลล์จุลินทรีย์ที่มีโปรตีนและคุณค่าทางอาหารอื่น ๆ สูง เหมาะสำหรับเป็นอาหารสัตว์หรืออาหารเสริมสำหรับสัตว์

เพิ่มศักดิ์ (2533) กล่าวว่า เนื่องจากโปรตีนเป็นอาหารที่สำคัญยิ่งของสัตว์เลี้ยงทุกชนิด เนื่องจากสัตว์ต้องการโปรตีนเพื่อเป็นส่วนประกอบของร่างกาย เช่น เลือด กล้ามเนื้อ และอวัยวะส่วนต่าง ๆ จึงเป็นอาหารที่จำเป็นสำหรับสัตว์ที่อยู่ในวัยกำลังเจริญเติบโต และแม้แต่สัตว์ที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้วก็ยังจำเป็นต้องใช้โปรตีนในการสร้าง ซ่อมแซมเซลล์ใหม่แทนเซลล์เก่าที่สึกหรอสลายตัวไป นอกจากนี้โปรตีนยังเป็นส่วนประกอบของฮอร์โมน เอนไซม์ ซึ่งเป็นตัวการในการช่วยย่อยอาหารและควบคุมการทำงานของต่อมต่าง ๆ ในร่างกายให้เป็นปกติ ในสัตว์ที่กำลังให้ผลผลิต เช่น ไข่ นม หรืออุ้มท้อง ต้องการโปรตีนเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าโปรตีนเป็นอาหารที่จำเป็นต่อสัตว์ทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นสัตว์ที่อยู่ในระหว่างการเจริญเติบโต กำลังให้ผลผลิต หรือสัตว์ที่โตเต็มที่แล้วก็ตาม มีความต้องการโปรตีนอยู่ตลอดชีวิต หากสัตว์ได้รับอาหารโปรตีนไม่เพียงพอกับความต้องการของร่างกายจะทำให้สัตว์โตช้า แคระแกรน หรือให้ผลผลิตลดลง

ดุษณี (2546) กล่าวว่า ปัจจุบันประชากรโลกมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะที่พื้นที่เพาะปลูกมีจำนวนจำกัด ดังนั้นผลิตผลทางการเกษตรจึงไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค โดยเฉพาะอย่างยิ่งแหล่งโปรตีน ประชากรโลกประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ เป็นโรคขาดสารอาหาร และเป็นประชากรในประเทศที่กำลังพัฒนา ซึ่งมีภูมิประเทศที่แห้งแล้งและมีพื้นที่ไม่เหมาะต่อการเพาะปลูก แม้ว่าจะมีการปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์เพื่อเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ให้สูงขึ้น ก็ยังมีสัดส่วนไม่สมดุลกับความต้องการของผู้บริโภคที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ธัญพืชเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของประเทศที่กำลังพัฒนาก็ขาดแคลนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ความต้องการโปรตีนในแต่ละประเทศจะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับเศรษฐกิจของประเทศ นอกจากนี้การที่ประเทศต่าง ๆ

เปลี่ยนแปลงการบริโภคอาหารจากพืชมาเป็นเนื้อสัตว์มากขึ้น ก็มีผลทำให้การใช้เมล็ดธัญพืชเพิ่มมากขึ้นด้วย เนื่องจากจะต้องใช้เมล็ดธัญพืช 3-10 กิโลกรัม ในการเลี้ยงสัตว์เพื่อให้ได้เนื้อสัตว์ 1 กิโลกรัม ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการเพิ่มแหล่งโปรตีนโดยวิธีต่าง ๆ ในปัจจุบันมีการศึกษาถึงการใช้จุลินทรีย์เป็นแหล่งโปรตีน เพราะเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มแหล่งโปรตีนที่มีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับความต้องการในปัจจุบัน การผลิตโปรตีนจากจุลินทรีย์ได้เริ่มขึ้นเมื่อประมาณ 25 ปีมาแล้ว โดยโปรตีนที่ผลิตได้จากจุลินทรีย์เรียกว่า โปรตีนเซลล์เดียว ซึ่งหมายถึงการนำจุลินทรีย์ส่วนใหญ่มาใช้เป็นแหล่งผลิตโปรตีน โดยจุลินทรีย์ส่วนใหญ่มีการเจริญในลักษณะเป็นเซลล์เดียวหรือเส้นใย มากกว่าที่จะเจริญเป็นหลายเซลล์หรือซับซ้อนเหมือนกับสิ่งมีชีวิตพวกพืชหรือสัตว์ การผลิตโปรตีนเซลล์เดียวเป็นกระบวนการผลิตทางเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาการขาดแคลนโปรตีนของโลก โดยอาจนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารโดยตรงสำหรับมนุษย์ อาหารเสริมสำหรับมนุษย์และสัตว์ หรือเป็นอาหารสัตว์ใช้เลี้ยงสัตว์เพื่อเป็นอาหารมนุษย์ จุลินทรีย์ที่สามารถนำมาผลิตเป็นโปรตีนเซลล์เดียว ได้แก่ แบคทีเรีย ยีสต์ ราและสาหร่าย สาเหตุที่มีการนำจุลินทรีย์มาใช้เป็นแหล่งโปรตีน เนื่องจากจุลินทรีย์ให้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ต่อหน่วยเวลาสูงกว่าโปรตีนจากแหล่งอื่น ๆ นอกจากนี้จุลินทรีย์ยังสามารถเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็วเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งมีชีวิตอื่น และมีโปรตีนในเซลล์สูง อีกทั้งจุลินทรีย์ยังประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นหลายชนิด และยังมีวิตามินต่าง ๆ ในปริมาณที่สูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิตามินบี 12 ซึ่งเป็นวิตามินที่มีความสำคัญทางโภชนาการ

ประพิมพ์พักตร์ (2547) กล่าวว่า ประเทศที่มีการนำจุลินทรีย์มาใช้ประโยชน์ในการผลิตโปรตีนมากที่สุด โดยผลิตได้มากกว่าล้านตันต่อปีคือประเทศรัสเซีย สำหรับประเทศไทยมีการศึกษาถึงการผลิตโปรตีนเซลล์เดียวจากแบคทีเรีย โดยใช้กากมันสำปะหลังและน้ำทิ้งจากโรงงานแป้งมันสำปะหลังหมักด้วย *Bacillus sp.* ประเทศไทยผลิตมันสำปะหลังได้เป็นอันดับหนึ่งของโลก ผลผลิตที่ได้สามารถนำมาใช้เป็นอาหารปลาได้โดยไม่เกิดอาการเป็นพิษ และยังทำให้ได้น้ำหนักปลามากกว่าเลี้ยงด้วยอาหารปลาอย่างเดียวถึง 22.62 เปอร์เซ็นต์

ประโยชน์ของการใช้จุลินทรีย์ในการผลิตโปรตีนเซลล์เดียว

จุลินทรีย์ที่นำมาใช้ในการผลิตโปรตีนเซลล์เดียวนั้นมีหลายชนิด สาเหตุของการเลือกใช้จุลินทรีย์ในการผลิตโปรตีนเซลล์เดียว ดุษณี (2546) รายงานไว้ว่า

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

2. การปรับปรุงพันธุ์จุลินทรีย์สามารถทำได้ง่ายกว่าการปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์ เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดียิ่งขึ้น เช่น มีอัตราการเจริญเร็วขึ้น ปริมาณกรดอะมิโนมากขึ้น

3. จุลินทรีย์ประกอบด้วยปริมาณโปรตีนและคุณค่าอาหารอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์

4. จุลินทรีย์สามารถเจริญได้เป็นจำนวนมากในพื้นที่จำกัด และต้องการน้ำในปริมาณน้อย สามารถผลิตได้ตลอดเวลาในถังหมักขนาดใหญ่ และไม่ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม เช่น ดิน ฟ้า อากาศ เหมือนเช่นการเพาะปลูก

5. จุลินทรีย์สามารถใช้วัตถุดิบหลายชนิดในการเจริญเติบโต รวมทั้งของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมแอลกอฮอล์ อุตสาหกรรมปิโตรเคมีและกระบวนการหมัก และเซลลูโลสจากพืช

6. ปัญหาเกี่ยวกับของเสียของจุลินทรีย์มีน้อย เมื่อเทียบกับการผลิตอาหารโดยกระบวนการอื่น ๆ กระบวนการผลิตโปรตีนเซลล์เดียวทางการค้า จากของเสีย โดยการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ในถังหมัก ได้แก่ การผลิตยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* จากกากน้ำตาลในประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์

ประพิมพ์พักต์ (2547) กล่าวว่า วัตถุดิบหลายชนิดสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารในการผลิตโปรตีนเซลล์เดียวได้ ซึ่งรวมไปถึงของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมและการเกษตรด้วย ในปัจจุบันประเทศต่าง ๆ แถบตะวันออกและญี่ปุ่น มีการศึกษาถึงผลิตภัณฑ์โปรตีนเซลล์เดียวจากแอลกอฮอล์และของเสียพวกอินทรีย์สาร ของเสียที่นำมาใช้ เช่น น้ำทิ้งจากโรงงานกระดาษ กากน้ำตาลจากโรงงานผลิตน้ำตาล หางนมจากโรงงานนม มูลสัตว์ ชานอ้อย กากกาแฟ ฯลฯ ซึ่งนับว่ามีประโยชน์อย่างยิ่งที่มีการนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ โดยสามารถช่วยลดมลภาวะสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ ช่วยลดปัญหาการขาดแคลนโปรตีนของชุมชน ช่วยลดต้นทุนการผลิต และยังสามารถเปลี่ยนรูปให้เป็นพลังงานและโปรตีนได้ รวมทั้งสามารถนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาประยุกต์ใช้ในประเทศที่กำลังพัฒนา

ดุษณี (2546) กล่าวว่า ยีสต์เป็นโปรตีนเซลล์เดียวที่มีการนำมาใช้กันมากที่สุด เนื่องจากยีสต์มีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารสำหรับมนุษย์และสัตว์ การใช้ยีสต์เป็นอาหารมีมานานตั้งแต่สมัยสงครามโลกครั้งที่ 1 ชาวเยอรมันได้บริโภคยีสต์เป็นอาหารเสริมโปรตีน ยีสต์ที่ใช้ในการบริโภค คือ *Saccharomyces cerevisiae* โดยใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งอาหาร ในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 ประเทศเยอรมันมีการผลิต Torula Yeast (*Candida utilis*) จากของเสียจากโรงงานผลิตเยื่อกระดาษเป็นวัตถุดิบ และจากน้ำตาลที่ได้จากการใช้กรดย่อยเนื้อไม้ โปรตีนที่ผลิตได้ใช้เป็นแหล่งอาหารสำหรับมนุษย์ นอกจากนี้ยีสต์ยังสามารถใช้ผลพลอยได้ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานได้ เช่น กากน้ำตาล วัตถุดิบพวกแป้ง หางนม ผลไม้ และน้ำทิ้งจากโรงงานต่าง ๆ ยีสต์ประกอบด้วยโปรตีน คาร์โบไฮเดรตและไขมัน

ปริมาณมาก และเป็นแหล่งวิตามินบีรวมสูงสุดแหล่งหนึ่ง แหล่งโปรตีนจากยีสต์จะมีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกับโปรตีนจากพืช มีกรดอะมิโนที่จำเป็นเกือบทุกชนิด ยกเว้นเมทไธโอนีนและซีสทีน โปรตีนของเซลล์ยีสต์จะมีประมาณ 45-55 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง Iyayi and Losel (2001) รายงานว่า การเพิ่มโปรตีนของมันสำปะหลังโดยการหมักด้วยเชื้อ *Aspergillus niger* และ *S. cerevisiae* พบว่า *A. niger* และ *S. cerevisiae* มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับโปรตีนในมันสำปะหลังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยสามารถเพิ่มระดับโปรตีน ได้ถึง 14.14 และ 15.22 เปอร์เซ็นต์ Oliveira et al. (2001) รายงานว่า การใช้ *S. cerevisiae* ไม่มีผลต่อเพิ่มปริมาณโปรตีนในแป้งมันสำปะหลัง ที่ใช้เป็นอาหารของหนูเพศเมียที่อยู่ในระหว่างตั้งท้องและการให้นม พบว่า Ganiyu (2006) รายงานว่า จากการใช้ เชื้อ *S. cerevisiae*, *Lactobacillus delbruckii* และ *L. coryneformis* หมักกับมันสำปะหลัง มีผลทำให้ปริมาณของโปรตีนเพิ่มขึ้น และในขณะที่มีไฮโดรเจนไซยาไนด์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) Azoulay et al. (1980) รายงานว่า สามารถใช้เชื้อ *Candida tropicalis* เพิ่มโปรตีนให้กับมันสำปะหลัง ด้วยขบวนการหมัก ได้ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ และยังสามารถใช้เป็นอาหารคน และสัตว์ได้

Obadina et al. (2006) รายงานว่า ส่วนเหลือที่เป็นเปลือกมันสำปะหลังมีปริมาณของคาร์โบไฮเดรต 42.6 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 1.6 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 12.1 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 5.0 เปอร์เซ็นต์ และ เยื่อใย 22.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเกษตรโดยใช้หมักกับเชื้อจุลินทรีย์ พวก *A. niger, A. flavus* และ *A. fumigatus* สามารถเพิ่มปริมาณโปรตีนให้กับเปลือกมันสำปะหลังได้

จุลินทรีย์ที่ใช้ในการผลิตโปรตีนเซลล์เดียว

จุลินทรีย์ที่ใช้ในการผลิตโปรตีนเซลล์เดียวมีทั้ง สาหร่าย เชื้อรา ยีสต์ และแบคทีเรีย Bhattacharjee (1970) ได้รวบรวมคุณสมบัติของจุลินทรีย์ที่เหมาะสมสำหรับใช้ผลิตเป็นโปรตีนเซลล์เดียวดังนี้

1. เจริญได้เร็วในอาหารที่มีราคาถูก ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่หาง่ายในท้องถิ่นนั้น ๆ
2. เจริญได้ดีในอาหารที่มีส่วนประกอบง่าย ๆ มีความต้องการวิตามินและสารเร่งการเจริญเติบโต ต่าง ๆ น้อยหรือไม่ต้องการเลย
3. คงลักษณะทางพันธุกรรมได้ดีไม่กลายพันธุ์ง่าย เมื่อเลี้ยงติดต่อกันเป็นเวลานาน
4. การแยกและเก็บเกี่ยวเซลล์ทำได้ง่าย
5. มีความต้านทานต่อการปะปนของจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ
6. ทราบคุณสมบัติทางพันธุกรรม สรีรวิทยา และสามารถปรับปรุงทางด้านพันธุกรรมได้

7. ใช้แหล่งพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
8. หลังจากผ่านกระบวนการเลี้ยงแล้ว มีวัสดุเหลือทิ้งน้อยหรือไม่มีเลย
9. ไม่เป็นพิษและทำให้เกิดอาการภูมิแพ้
10. ให้ปริมาณโปรตีนสูง โดยเฉพาะโปรตีนจะต้องมีกรดอะมิโนที่มีคุณค่า
11. เก็บรักษาง่าย เช่น การทำให้แห้งได้

การผลิตโปรตีนเซลล์เดียว

ดวงพร (2530) รายงานว่า โปรตีนเซลล์เดียวเป็นที่คาดหวังว่าจะเป็นแหล่งอาหารโปรตีนของโลก ที่กำลังขาดแคลน เพราะ

1. ราคาถูก เนื่องจากใช้วัตถุดิบที่มีราคาถูก สามารถใช้วัตถุดิบได้หลายชนิด รวมทั้งวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมและการเกษตร

2. การเลี้ยงใช้ระยะเวลาสั้น เนื่องจากมีอัตราการเจริญเติบโตเร็ว ซึ่งถ้าพิจารณาดูจากค่าการแบ่งตัวในแต่ละชั่วรุ่น (generation time) จะพบว่าแบคทีเรียจะมีอัตราการเจริญสูงสุดคือประมาณ 0.3-2.0 ชั่วโมง ยีสต์รองลงมาคือประมาณ 1-3 ชั่วโมง ส่วนสาหร่ายและเชื้อราจะใช้เวลาในการเพิ่มชีวมวลเป็น 2 เท่า ประมาณ 2-6 และ 4-12 ชั่วโมง ตามลำดับ

3. ประหยัดพื้นที่ในการผลิต ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับพืชหรือสัตว์ จะเห็นว่าในการผลิตเพื่อให้ได้ปริมาณโปรตีนเท่ากันการผลิตโปรตีนเซลล์เดียวใช้พื้นที่น้อยกว่ามาก

4. มีโปรตีนสูงประมาณ 7-12 กรัมไนโตรเจนต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้งและส่วนประกอบของกรดอะมิโนจำเป็นคล้ายกับสัตว์ และที่สำคัญอีกอย่างคือ สังเคราะห์ได้เร็วกว่าพืชและสัตว์ ในโปรตีนเซลล์เดียวจะมีไลซีน เมทไธโอนีน และทริปโตเฟน ซึ่งโปรตีนจากพืชมักจะขาด

ดวงพร (2530) กล่าวว่า ในการผลิตโปรตีนเซลล์เดียวต้องการเซลล์ที่ประกอบด้วยโปรตีนสูง ส่วนคาร์โบไฮเดรต กรดนิวคลีอิค ไขมันต้องการปริมาณต่ำ และสามารถแข่งขันกับโปรตีนจากพืชหรือปลาป่นได้ มีกลิ่นรสดี และที่สำคัญคือมีไลซีน เมไธโอนีนและทริปโตเฟนสูง ส่วนประกอบทางเคมีของเซลล์ นอกจากจะขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อแล้ว ยังขึ้นอยู่กับอาหารและสภาพการเจริญ ตัวอย่าง เช่น สัดส่วนของโปรตีนต่อไขมันเป็นผลจากสัดส่วนของ ค่าไนโตรเจนต่อคาร์บอนที่มีในอาหาร ถ้าไนโตรเจนมีน้อยจะเป็นตัวจำกัดการเจริญ ไขมันจะสะสมภายในเซลล์ โดยทั่วไปโปรตีนเซลล์เดียวมักขาดกรดอะมิโนที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ (Sulphur containing amino acids) โดยแบคทีเรียมีแนวโน้มผลิตเมไธโอนีนได้มากกว่ายีสต์ แต่ยีสต์ก็มีไลซีนมากกว่า วิตามินที่ได้จากจุลินทรีย์โดยเฉพาะยีสต์ ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มวิตามินบียกเว้นวิตามินบี 12 ที่ได้จากแบคทีเรียสาหร่ายจะมีพวกคาโรทีนอยด์และวิตามินบี ส่วนเชื้อรามีวิตามินน้อย

คนึงนิจ (2540) รายงานไว้ว่า การนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ในการเลี้ยงสัตว์ การพัฒนาคุณภาพอาหารสัตว์เพื่อให้ได้อาหารสัตว์ที่มีคุณภาพดี ต้นทุนต่ำ สัตว์โตเร็ว ได้เนื้อสัตว์ที่มีคุณภาพดีเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งภายในและต่างประเทศ การคิดค้นสูตรอาหารสัตว์ ความพิถีพิถันในการคัดเลือกวัตถุดิบที่ใช้ผลิตอาหารสัตว์ การใช้วัตถุที่เติมในอาหารสัตว์ซึ่งอาจเป็นสารเคมี สารธรรมชาติ สารสังเคราะห์ หรือจุลินทรีย์ เพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ เช่น 1) เพิ่มคุณภาพอาหาร เช่น วิตามิน แร่ธาตุต่าง ๆ 2) เร่งการเจริญเติบโต เช่น ยาปฏิชีวนะบางชนิด 3) ถนอมคุณภาพอาหารสัตว์ เช่น กรดโพรพิโอนิก อีทอกซีควิน เป็นต้น 4) ปรุงแต่งกลิ่นอาหารสัตว์ เช่น วานีลลิน 5) ปรับปรุงคุณภาพซากและผลิตภัณฑ์สัตว์ 6) ช่วยเสริมการย่อย และ 7) เสริมชีวนะ เช่น ยีสต์ แลกโตบาซิลลัส

วัตถุดิบในการผลิตโปรตีนเซลล์เดียว

ดวงพร (2530) วัตถุดิบสำหรับผลิตโปรตีนเซลล์เดียวแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ไฮโดรคาร์บอน และคาร์โบไฮเดรต

1. ไฮโดรคาร์บอน ซึ่งมีทั้งที่อยู่ในสภาพที่เป็นของเหลวเช่น เมทานอล เอทานอล n-paraffin และไฮโดรคาร์บอนในสภาพแก๊ส เช่น methane, n-buthane, propane และ ethane เป็นต้น จุดเริ่มต้นที่สนใจใช้สารประเภทนี้เป็นวัตถุดิบ เริ่มโดยบริษัท British Petrolium (BP) Kanegafuchi Chemical Industry Company Ltd. Dainippon Ink, Chemical Company Ltd. ต่างก็สนใจที่จะใช้สารประกอบ n-alkane ของปิโตเลียมเป็นวัตถุดิบ เพราะมีปริมาณมาก ราคาถูก และมีความบริสุทธิ์สูง แต่ใน ค.ศ. 1974 เกิดวิกฤตการณ์น้ำมัน จึงทำให้ความสนใจในการนำสารพวกนี้มาใช้เป็นวัตถุดิบเปลี่ยนไป

2. คาร์โบไฮเดรต ได้แก่ น้ำตาล แป้ง เซลลูโลส รวมถึงของเหลือใช้จากการเกษตรและอุตสาหกรรม ซึ่งได้จากแหล่งต่าง ๆ เช่น

2.1 กากน้ำตาล ได้จากโรงงานทำน้ำตาล ซึ่งเป็นน้ำตาลที่ได้จากอ้อยหรือหัวบีทขึ้นกับท้องถิ่น

2.2 น้ำทิ้งจากโรงงานทำกระดาษ (spent sulfite waste liquid)

2.3 น้ำทิ้งจากโรงงานมันฝรั่ง (potato waste water)

2.4 น้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมเนย (whey) มีลักษณะเป็นของเหลวสีเหลือง ประกอบด้วยน้ำตาลแลคโตส 5 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 1เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 0.3 เปอร์เซ็นต์ และเถ้า 0.6 เปอร์เซ็นต์

2.5 น้ำตาลโมเลกุลใหญ่ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ แป้งและเซลลูโลส โดยวัตถุดิบ

พวกนี้ต้องผ่านกระบวนการทางเคมีหรือเอ็นไซม์เพื่อย่อยให้เป็นน้ำตาลก่อน หลังจากนั้นจึงนำไปเลี้ยงจุลินทรีย์

2.6 เมล็ดธัญพืช โดยทั่วไปจะมีแป้งเป็นส่วนใหญ่ โปรตีนมีเพียงเล็กน้อยและขาดกรดอะมิโนที่จำเป็น เช่น ข้าวสาลี ขาดไลซีนและทริปโตเฟน พืชตระกูลถั่ว ขาดเมทไธโอนีน ไลซีน และทริปโตเฟน ดังนั้นการนำมาเป็นวัตถุดิบผลิตโปรตีนเซลล์เดียวจึงเป็นการเพิ่มคุณค่าทางอาหาร

2.7 มันสำปะหลัง ประกอบด้วยแป้งเป็นส่วนใหญ่ มีโปรตีนเพียง 1 เปอร์เซ็นต์ในหัวมันสำปะหลัง มันสำปะหลังถูกใช้เป็นอาหารหลักของประชากรแถบบราซิล แอฟฟริกาตะวันตกและอินโดนีเซีย มีหลายประเทศที่นิยมใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบในการผลิตโปรตีนเซลล์เดียว เนื่องจากราคาถูก หาง่าย มีทุกฤดูกาล

2.8 เซลลูโลส เป็นสารอินทรีย์ที่เป็นส่วนประกอบของพืชทุกชนิด ซึ่งเป็นของเหลือใช้จากการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร ในสหรัฐอเมริกาประมาณว่ามีของเหลือใช้จากการเกษตรสูงถึง 200 ล้านตันต่อปี และขยะจากที่อยู่อาศัยพบว่า 40-50 เปอร์เซ็นต์ของขยะที่ทิ้งเป็นพวกเซลลูโลส ชานอ้อยก็เป็นของเหลือทิ้งจำพวกเซลลูโลสซึ่งประกอบด้วย ความชื้น 50 เปอร์เซ็นต์ เซลลูโลส 50-60 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง hemicellulose 10-20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง นอกนั้นเป็นลิกนินและเถ้า

การหมัก

สมใจ (2537) กล่าวว่า การหมัก (Fermentation) เป็นคำที่มีรากศัพท์มาจากภาษาลาตินว่า fervere แปลว่า เดือด ซึ่งใช้ครั้งแรกเพื่ออธิบายลักษณะที่เกิดจากการกระทำของยีสต์ ในน้ำสกัดจากผลไม้หรือเมล็ดข้าวมอลท์ เนื่องจากยีสต์ย่อยสลายน้ำตาลภายใต้สภาวะไม่มีออกซิเจน ทำให้เกิดฟองแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ผุดขึ้นมาเหมือนน้ำเดือด อย่างไรก็ตามในปัจจุบันนักชีวเคมีและนักจุลชีววิทยาอุตสาหกรรมได้นำคำว่า การหมัก มาใช้ในความหมายที่แตกต่างกันออกไปบ้าง ในทางชีวเคมี การหมัก หมายถึง การสร้างพลังงานจากกระบวนการย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์โดยมีสารอินทรีย์เป็นทั้งตัวให้และตัวรับอิเล็กตรอน ส่วนการหมักในทางจุลชีววิทยาอุตสาหกรรมหมายถึง กระบวนการผลิตผลผลิตใด ๆ ก็ตาม ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์จำนวนมาก (mass culture) ซึ่งจะครอบคลุมทั้งกระบวนการแบบใช้และไม่ใช้ออกซิเจน ในขณะที่การหมักในทางชีวเคมีจะหมายถึงเฉพาะกระบวนการที่ไม่ใช้ออกซิเจนเท่านั้น ต่อมา Louis Pasteur ได้ให้คำจำกัดความของการหมักว่า เป็นปฏิกริยาที่จุลินทรีย์ได้รับพลังงานเพื่อการเจริญในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน ซึ่งคำจำกัดความนี้จะใช้อย่างเคร่งครัดในวิชาจุลชีววิทยา (Microbiology) ซึ่งเป็น

พื้นฐานสำหรับวิชาจุลชีวอุตสาหกรรม คำว่า การหมัก หมายถึง ทุกกระบวนการที่จุลินทรีย์เข้ามาเกี่ยวข้อง แล้วทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่มีค่าในทางเศรษฐกิจ ดังนั้น กระบวนการผลิตที่ใช้จุลินทรีย์พวกที่ต้องการอากาศหรือออกซิเจน (aerobes) จะเรียกว่า Aerobic fermentation process และกระบวนการผลิตที่ใช้จุลินทรีย์พวกที่ไม่ต้องการอากาศหรือออกซิเจน (anaerobes) จะเรียกว่า Anaerobic fermentation process

วราวุฒิ และรุ่งนภา (2532) กล่าวว่า โดยทั่วไปกระบวนการหมักเกิดขึ้นเมื่อมีวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งอาหาร (substrates) และจุลินทรีย์ รวมทั้งสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม โดยมีการปล่อยจุลินทรีย์เจริญในอาหาร หรือทำปฏิกิริยากับอาหารภายในสภาวะที่มีการควบคุม ในระยะเวลาที่กำหนดก็จะได้ผลผลิตออกมา กระบวนการหมักขนาดเล็กแบบธรรมดามักไม่มีปัญหาในการผลิต แต่หากกระบวนการหมักมีขนาดใหญ่ขึ้น ซับซ้อนมากขึ้น ปัญหาก็จะมีมากขึ้น จึงต้องมีการพัฒนากระบวนการหมักรวมทั้งเครื่องมือที่ใช้ในการหมักอยู่ตลอดเวลา กระบวนการหมักมีอยู่ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ การหมักในอาหารเหลว (liquid fermentation) เช่น การเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ในอาหารเหลวโดยพ่นอาหารเหลวเข้าไป (submerged cultivation) หรือการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์บนผิวอาหารเหลว (surface culture) และการหมักบนอาหารแข็ง (solid-substrate fermentation)

ปัจจัยที่มีผลต่อการหมัก

บุษบา (2542) รายงานไว้ว่า วิธีการหมักที่เราเลือกใช้เพื่อให้ได้กระบวนการหมักที่มีประสิทธิภาพ และประหยัดต้นทุนที่สุดนั้น จำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ปัจจัยภายใน

1. การเจริญของเซลล์มีผลอย่างไรต่อผลผลิตที่ต้องการ พิจารณาผลผลิตว่าเป็นแบบ 1) เมแทบอไลต์ปฐมภูมิผลผลิตจะเพิ่มขึ้นพร้อมกับการเจริญของจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้น (growth associated) หรือ 2) เมแทบอไลต์ทุติยภูมิ การเพิ่มของผลผลิตไม่สอดคล้องกับการเจริญของจุลินทรีย์ (non-growth associated)
2. การเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างของจุลินทรีย์
3. การใช้แหล่งของอาหาร
4. การตายของจุลินทรีย์ที่เป็นผลมาจากสารยับยั้งการเจริญ การย่อยสลายตัวเอง ความเสียหายจากใบพัดในถังหมัก หรือกลไกต่าง ๆ
5. การสะสมของสารเมแทบอไลต์
6. การใช้ออกซิเจนและความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำ
7. ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่จุลินทรีย์ผลิตขึ้นและออกซิเจนละลายน้ำ

8. กิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้อง
9. การเกิดฟองและการทำลายฟอง
10. ความหนืดของของเหลวในถังหมัก หรือความสม่ำเสมอของอาหาร
11. การกระจายความเข้มข้นในอาหารเหลว
12. ความร้อนในระหว่างการหมัก (อุณหภูมิภายในถังหมัก)
13. ลักษณะการไหลของอาหาร

ปัจจัยภายนอก

1. การปลูกเชื้อ
2. ส่วนประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อ
3. การทำให้อาหารปราศจากเชื้อ
4. อุณหภูมิ รวมทั้งระบบการระบายความร้อน
5. การเกิดฟองอากาศในอาหาร
6. การกวนและการให้อากาศ
7. ความดันอากาศภายในถังหมัก

วงจรการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Growth cycle)

วราวุฒิ (2529) รายงานว่า การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์มักจะแบ่งวงจรการเจริญเติบโตออกเป็นระยะต่าง ๆ โดยดูจากการเปลี่ยนแปลงอัตราการเจริญเติบโต (growth rate) โดยปรกติแล้วแบ่งออกเป็น 4 ระยะ คือ

ขั้นการปรับตัว (Lag phase) การย้ายเชื้อจุลินทรีย์ไปยังอาหารเลี้ยงเชื้อใหม่ จำนวนจุลินทรีย์จะอยู่คงที่ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นช่วงสั้น ๆ หรือบางครั้งอาจยาวนานเป็นชั่วโมง ทั้งนี้เพื่อปรับตัวเองให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่

ในช่วงที่เซลล์ปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม จะมีการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ดังนี้

1. อัตราการขยายขนาด (rate of growth) สูงกว่าอัตราการเพิ่มจำนวนเซลล์ (rate of multiplication) ดังนั้นขนาดของเซลล์จึงใหญ่กว่าเซลล์ในระยะอื่น ๆ ของวงจร ขบวนการเมตาบอลิซึมของเซลล์จะใกล้เคียงกันในช่วง lag phase เมื่อคิดต่อหน่วยน้ำหนักแห้ง

2. ระยะเวลาของ lag phase ขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์ และอาหารที่ใช้เลี้ยง ถ้าอาหารที่ใช้เลี้ยงไม่สมบูรณ์หรือมีการเปลี่ยนอาหารเลี้ยงเชื้อ จะมีผลโดยตรงต่อระยะ lag phase

3. อายุของกล้าเชื้อ (inoculum) กล้าเชื้อที่อยู่ใน lag phase (ประมาณ 12-24 ชั่วโมง)

จุลินทรีย์เกือบไม่ต้องการ lag phase เลย นอกจากนี้แล้วปริมาณของกล้าเชื้อยังมีผลโดยตรงต่อ lag phase ด้วย แต่ถ้ากล้าเชื้อมีอายุน้อยเกินไป (อยู่ในช่วง lag phase) จะไม่ทนทานต่อการเปลี่ยนสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะความร้อนและสารเคมีทำให้ต้องการระยะ lag phase ยาวนานกว่าปกติ

ขั้นการเจริญอย่างรวดเร็ว (Logarithmic phase) ในช่วงนี้ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการแบ่งเซลล์แต่ละครั้ง (generation time) จะคงที่ ซึ่งจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตอยู่ในระยะที่เรียกว่า steady state period ซึ่งหมายถึงการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์อยู่ในสภาพสมดุล (balanced growth) สภาวะนี้เป็นแต่เพียงทฤษฎีเท่านั้น แต่ทางปฏิบัติแล้วสภาพเช่นนี้จะไม่เกิดขึ้น เพราะส่วนประกอบของเซลล์และขนาดของเซลล์มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาของการหมัก ดังนั้นสภาพนี้จึงเป็นสมมติฐานที่เกิดขึ้น และสามารถรักษาให้คงที่ได้ในช่วง lag phase เท่านั้น

Retardation phase เป็นช่วงปลาย lag phase ก่อนที่จะเข้าสู่ stationary phase เมื่อสารอาหารในอาหารเลี้ยงเชื้อค่อย ๆ หมดลง หรือสภาพแวดล้อมอื่นไม่เหมาะสมอีกต่อไป รวมทั้งมีการสะสมสารพิษจากขบวนการเมตาบอลิซึมมากขึ้น อัตราการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ก็จะลดต่ำลง ซึ่งในช่วงการเปลี่ยนแปลงอาจจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว หรือค่อย ๆ เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ก็ได้ ในระยะนี้จำนวนเซลล์ที่มีชีวิต (viable cells) จะเริ่มลดลง โดยที่จำนวนเซลล์ทั้งหมด (total count) จะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย

ขั้นการเจริญคงที่ (Stationary phase) เป็นช่วงที่จำนวนเซลล์จะค่อนข้างคงที่ที่จุดสูงสุด ระยะนี้จะมีความสำคัญมากต่อขบวนการหมักเพื่อผลิตสารต่าง ๆ เช่น การหมักแอลกอฮอล์ การหมักจะสิ้นสุดลงหลังจากที่ viable cells ถึงจุดสูงสุดเล็กน้อย

ขั้นการเจริญถดถอย (Death phase) ในช่วงนี้จำนวน viable cells จะลดลงอย่างรวดเร็ว โดยอัตราการแบ่งเซลล์จะต่ำกว่าอัตราการตาย รวมทั้งมีการแตกของเซลล์ (Autolysis) เกิดขึ้นด้วย

คุณสมบัติของยีสต์

คนึงนิจ (2540) รายงานไว้ว่า Mycology เป็นการศึกษาเกี่ยวกับ fungi ได้แก่ ราและยีสต์ ซึ่งนักพฤกษศาสตร์จัด fungi เป็นพืชชั้นต่ำ ไม่มีราก ลำต้น และใบที่แท้จริง ไม่มีคลอโรฟิล ไม่มีระบบท่อลำเลียงอาหาร นำอาหารเข้าสู่เซลล์ในรูปสารละลาย มีการสืบพันธุ์ทั้งแบบมีเพศและไม่มีเพศ มีผนังเซลล์ มีลักษณะเซลล์ที่มีนิวเคลียส มีทั้งที่เป็นเซลล์เดียวและหลายเซลล์ พวกเซลล์เดียวได้แก่ยีสต์ พวกที่เป็นหลายเซลล์นั้น แต่ละเซลล์จะมาเรียงตัวกันเป็นเส้นใยที่อาจแตกแขนง

หรือไม่แตกแขนง ได้แก่ รา ยีสต์มีชีวิตมีประโยชน์และเป็นอาหารที่มีคุณค่ามากกว่ายีสต์ตาย ประโยชน์ทั่วไปของยีสต์มีชีวิตที่มีต่อสัตว์ คือ เพิ่มปริมาณผลผลิตน้ำนม และปริมาณไขมันนม เพิ่มน้ำหนัก เพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหาร เพิ่มการกินอาหาร เพิ่มคุณภาพไข่ และขนาดไข่ ยีสต์เป็นจุลินทรีย์ที่มีคุณภาพ มีโปรตีนสูง ดังจะเห็นได้จากการเปรียบเทียบคุณภาพทางเคมีของยีสต์ สาหร่าย และกากถั่วเหลือง ตามตาราง 7 จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์และมีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มตามตาราง 8

ตาราง 7 คุณภาพทางเคมีของยีสต์ สาหร่าย และกากถั่วเหลือง

คุณภาพทางเคมี (%)	ยีสต์	สาหร่าย	กากถั่วเหลือง
โปรตีน	47.0-56.0	50.0-62.0	42.0-44.0
นิวคลีอิก แอซิด	9.2	-	6.0-15.0
เถ้า	5.0-9.5	6.7-15.0	8.0
ไขมัน	2.0-6.0	3.0-16.0	7.0

ที่มา: คนึงนิจ (2540)

ตาราง 8 ยีสต์ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่ม

ชนิดของยีสต์	ผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่ม
Saccharomyces cerevisiae	Bread-type products, beer brewing, wine making distilled beverages, ethanol, cider, food yeast, feed yeast, yeast-derived products (autolysates, hydrolysates, protein, biochemicals), invertase
Saccharomyces uvarum (syn. S. carlsbergensis)	Beer brewing
Saccharomyces sake	Sake brewing
Saccharomyces bayanus	Sparkling wines
Saccharomyces lactis	Lactase
Saccharomyces fragilis(syn. S. fragilis)	Food yeast, feed yeast, ethanol
Candida utilis	Food yeast, nucleic acid, feed yeast
Candida tropicalis	Food yeast, feed yeast
Candida pseudotropicalis	Food yeast, feed yeast
Candida lipolytica	Feed yeast

ที่มา: Peppler (1979)

กลไกการออกฤทธิ์ของยีสต์ (Mode of action of Yeast culture)

คนึงนิจ (2540) รายงานไว้ว่า กลไกการออกฤทธิ์ของยีสต์ในการกระตุ้นผลผลิตสัตว์ยังไม่เป็นที่ทราบแน่นอน การออกฤทธิ์อาจเป็นดังนี้ คือ

1. ยีสต์มีสารปรุงแต่งรสธรรมชาติ (glutamic acid) จึงทำให้อาหารน่ารับประทานมากขึ้น
2. ยีสต์มีวิตามินบีรวม และปัจจัยที่ช่วยในการเจริญเติบโตที่ไม่ทราบว่าเป็นอะไร (Unknown growth factors) ซึ่งทั้งสองอย่างนี้เป็นสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อจุลินทรีย์ในทางเดินอาหารและการเมตาบอลิซึมของสัตว์ และยังให้ aminobezoic acid ซึ่งเป็นปัจจัยที่ช่วยในการเจริญเติบโตสำหรับแบคทีเรียหลายชนิด เช่น cellulolytic bacteria, hemicelulolytic bacteria เป็นต้น
3. ยีสต์ดูดซึมโปรตีนจำนวนมากและขับกรดอะมิโนที่จำเป็นออกมามากเช่นกัน
4. ยีสต์ให้แร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ในการจับ (chelation) ซึ่งเป็นการทำให้เกิดสารเชิงซ้อน

ของแร่ธาตุ แบบวงที่มีความเสถียร หลังจากเซลล์ยีสต์ย่อยตัวเองและแร่ธาตุเหล่านั้นจะถูกดูดซึมอย่างรวดเร็วในสัตว์ นอกจากนี้ ยีสต์ยังสร้าง ergosterol, sterols, lipids, glycolipid และ polypeptides บางชนิด

5. ยีสต์เป็นแหล่งที่อุดมมากที่สุดของปัจจัยที่ช่วยในการเจริญเติบโต ที่ไม่ทราบว่าเป็นอะไร แต่รู้ว่าเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโต เพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหารและเป็นอาหารอย่างดีสำหรับสัตว์

6. ยีสต์ขับเอนไซม์ช่วยย่อย เช่น Amylase, lipase, protease และเอนไซม์อื่น ๆ

7. ยีสต์มีคุณสมบัติดูดซึมได้อย่างดีที่ผนังเซลล์และเป็นเหมือนแหล่งอาหารและเป็นตัวปรับ pH ในทางเดินอาหาร

ปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญของยีสต์

ดวงพร (2530) รายงานว่า การที่จุลินทรีย์จะเจริญเติบโต และให้ผลผลิตในปริมาณสูงนั้นต้องอาศัยปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. แหล่งคาร์บอนและพลังงาน ยีสต์ใช้สารอินทรีย์เป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานทั้งในสภาพที่มีออกซิเจนและ ปราศจากออกซิเจน ยีสต์ส่วนมากจะใช้ fermentable sugar เช่น D-glucose, D-fructose และ D-mannose ได้ดี บางชนิดก็สามารถใช้แป้งได้ เช่น *Endomycopsis fibuligera* บางชนิดก็ใช้ insulin ได้ เช่น *Fabospora fragilis* บางชนิดก็ใช้ pentose ได้ เช่น *Candida utilis* นอกจากนี้บางชนิดยังใช้สารประกอบไฮโดรคาร์บอนได้

2. แหล่งไนโตรเจน ยีสต์ต้องการแหล่งไนโตรเจนเพื่อใช้ในการสร้างโปรตีนของตัวเอง แหล่งไนโตรเจนที่ยีสต์นำมาใช้ได้ดีมีหลายอย่าง ยีสต์ทุกชนิดใช้แอมโมเนียมซัลเฟตเป็นแหล่งไนโตรเจนได้ ส่วนแอมโมเนียมฟอสเฟต โมโนและไดแอมโมเนียมฟอสเฟต แอมโมเนียมไบคาร์บอเนต แอมโมเนียมคาร์บอเนต แอมโมเนียมทาร์เตรต และยูเรียนั้น ยีสต์หลายชนิดสามารถใช้ได้ดี ในการผลิตยีสต์เพื่อเป็นอาหารเสริมโปรตีน ส่วนมากนิยมใช้สารละลายแอมโมเนียมซัลเฟตหรือยูเรีย

3. แหล่งฟอสฟอรัส ยีสต์ต้องการแหล่งฟอสฟอรัส เพื่อใช้ในการสร้างพลังงาน เซลล์ยีสต์สามารถดูดซึมสารโปแตสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต ได้ดีกว่าไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต

สารอาหารอื่น ๆ ยีสต์ต้องการในปริมาณต่ำ ได้แก่ แร่ธาตุต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นโคแฟกเตอร์ของเอนไซม์ต่าง ๆ เช่น แมกนีเซียม โคบอลท์ โมลิบดินัม ทองแดง และสังกะสี เป็นต้น นอกจากนั้นยีสต์ยังต้องการ growth factor บางชนิด เช่น ไบโอติน แพนโททีนิคแอซิด อิโนซิทอล ไทอามีน นิโคตินิคแอซิด ไพริดอกซิน และโฟลิคแอซิด

4. ความเป็นกรด-เบส ของอาหาร ยีสต์เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ดีในอาหารที่มีความเป็นกรด มากกว่าจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ ปกติ pH ที่เหมาะสมสำหรับยีสต์ทั่วไปอยู่ระหว่าง 4.5-5.5 pH ที่เหมาะสมสำหรับยีสต์แต่ละชนิดจะแตกต่างกัน เช่น *C. utilis* pH ที่เหมาะสมคือ 4.5-5.5 และ *Endomycopsis fibuligera* pH ที่เหมาะสมคือ 6.0 เป็นต้น

5. อุณหภูมิ ยีสต์ส่วนใหญ่เจริญได้ดีในที่ที่มีอุณหภูมิระหว่าง 20-30 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิที่เหมาะสมของยีสต์แต่ละชนิดจะแตกต่างกัน

คุณค่าทางอาหารของยีสต์

ณรงค์ (2532) รายงานว่า ยีสต์เป็นจุลินทรีย์ที่อุดมไปด้วยโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และวิตามินบี โดยมีองค์ประกอบภายในเซลล์ยีสต์จะต่างกันไปตามสายพันธุ์ของเชื้อ สภาวะที่เลี้ยงเชื้อและกรรมวิธีการเก็บเกี่ยวเซลล์ ธรรมชาติของอาหารเลี้ยงเชื้อและอากาศเป็นปัจจัยสำคัญมาก ซึ่งมีผลต่อโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และวิตามินในเซลล์ของยีสต์

คุณค่าทางอาหารของยีสต์ขึ้นอยู่กับคุณภาพโปรตีน และวิตามินที่เป็นองค์ประกอบในเซลล์ยีสต์ โดยยีสต์มีค่าความสามารถในการย่อยได้ (digestibility) และคุณค่าทางชีวภาพ (biological value) 87 เปอร์เซ็นต์ ทั้งสองค่า ซึ่งในไข่ไก่มีค่า 96 และ 97 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

โดยทั่วไป ยีสต์มีโปรตีน (crude protein) ประมาณ 45-55 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง โดยเป็นกรดอะมิโน 80 เปอร์เซ็นต์ กรดนิวคลีอิค 12 เปอร์เซ็นต์ และแอมโมเนีย 8 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในเซลล์ยีสต์มีประมาณ 22-34 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง คาร์โบไฮเดรตประกอบด้วย trehalose 33 เปอร์เซ็นต์ glucan 27 เปอร์เซ็นต์ mannan 21 เปอร์เซ็นต์ และ glycogen 12 เปอร์เซ็นต์

ไขมันในเซลล์ยีสต์มีประมาณ 2-3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง โดยไขมันส่วนใหญ่เป็นพวก triglyceride, lecithin และ ergosterol

เกลือแร่ในเซลล์ยีสต์มีประมาณ 6-8 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง นอกจากนี้แล้ว ยีสต์ยังอุดมด้วยวิตามินต่าง ๆ ดังนี้ thiamine HCl, riboflavin, niacin, pyridoxine HCl, folacin, calcium-D-pantothenate, biotin, p-aminobenzoic acid, choline, chloride และ inositol

Oboh et al. (2003) รายงานว่า การใช้เชื้อยีสต์ *Saccharomyces. cerevisiae* สำหรับหมักมันสำปะหลัง เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบโภชนะในมันสำปะหลัง เมื่อนำมันสำปะหลังที่ผ่านการหมักไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบด้วยวิธี proximate analysis แล้ว พบว่าปริมาณของโภชนะมีการเปลี่ยนแปลง คือ มีโปรตีนรวม และไขมันเพิ่มขึ้น แต่ในทางตรงข้ามกัน ก็มีโภชนะที่ลดลง คือ คาร์โบไฮเดรต ในส่วนของแร่ธาตุพบว่าแมกนีเซียม และเหล็ก มีปริมาณ

เพิ่มขึ้น Oyewole (2001) รายงานว่า จากการศึกษาเชื้อยีสต์ทั้ง 6 สายพันธุ์ ได้แก่ *C. krusei, C. tropicalis, Pichia saitoi, S. cerevisiae, P. anomala* และ *Zygosaccharomyces bailii* หมักมันสำปะหลัง พบว่าเชื้อทั้งหมดสามารถที่จะสร้างน้ำย่อย amylolytic และในขณะเดียวกันไม่สามารถที่จะสร้าง cellulase ได้ อาทิตย์ และหทัยรัตน์ (2544) รายงานไว้ว่า จากการศึกษาการเสริมยีสต์ *S. cerevisiae* ที่มีชีวิตลงในอาหารไก่กระทง โดยอาหารทดลองมี 3 กลุ่ม คือ อาหารที่ไม่เสริมยีสต์ (กลุ่มควบคุม) อาหารเสริมยีสต์ที่ระดับ 0.05 และ 0.01 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ตลอดการทดลอง 6 สัปดาห์ ไก่กระทงทั้ง 3 กลุ่ม มีอัตราการเจริญเติบโต ปริมาณการกินอาหาร ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารและต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ไก่กระทงที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมยีสต์ทั้ง 2 กลุ่ม มีแนวโน้มของอัตราการเจริญเติบโตและปริมาณอาหารที่กินดีกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร พบว่าในช่วง 0-3 สัปดาห์ ไก่กระทงกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมยีสต์ทั้ง 2 กลุ่ม มีแนวโน้มของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนช่วงอายุ 4-6 สัปดาห์ พบว่าไก่กระทงกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมยีสต์ในระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มว่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีกว่ากลุ่มควบคุม และในส่วนของต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวพบว่า ในช่วงอายุ 0-3 สัปดาห์ ไก่กระทงกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมยีสต์ทั้ง 2 กลุ่ม มีแนวโน้มของต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนช่วงอายุ 4-6 สัปดาห์ พบว่า ไก่กระทงกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมยีสต์ในระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มว่าต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำกว่ากลุ่มควบคุม

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เกี่ยวกับการนำวัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้เป็นอาหารสัตว์ ซึ่งมันสำปะหลังที่ใช้เป็นพืชที่ปลูกได้ทั่วไปในประเทศไทย แต่พบว่าการนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์มีปริมาณน้อยมาก ดังนั้นการทดลองนี้จึงเป็นการเพิ่มแนวทางให้กับเกษตรได้เลือกใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์อีกทางหนึ่ง

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง คือ

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในอาหารต่อปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และคุณภาพซากของไก่เนื้อช่วง อายุ 1-3 และ 4-6 สัปดาห์

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในอาหาร ต่อการย่อยได้ของโภชนะในอาหารของไก่เนื้อ

ระเบียบวิธีวิจัย

การใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในอาหารไก่เนื้อ มีขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานดังต่อไปนี้

มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูง (protein-enriched cassava) ได้จากการนำมันเส้นมาหมักด้วยเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* โดยนำมันเส้นมาหั่นให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาด 1 เซนติเมตร เติมน้ำสะอาด 1.5 เท่าของน้ำหนักมันเส้น หลังจากนั้นเติมเอนไซม์อะไมเลส ในสัดส่วน เอนไซม์ : มันเส้นแห้ง เท่ากับ 0.25 : 100 แหล่งของไนโตรเจนใช้ยูเรีย 0.50 กิโลกรัม ต่อมันเส้นแห้ง 100 กิโลกรัม และเติมเชื้อยีสต์ที่ได้คัดเลือกให้สามารถผลิตไลซีนสูง จากการวิจัยของอาจารย์จรูญ พุทธจรรยา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (จรูญ, 2541) มีลักษณะเปียกเป็นน้ำ 10 ลิตรต่อมันเส้นแห้ง 100 กิโลกรัม ในระหว่างการหมักมีการให้อากาศผ่านทางสายยางที่ต่อเข้าไปภายในถังหมัก ใช้เวลาหมักทั้งสิ้น 48 ชั่วโมง มันสำปะหลังหมักที่ได้ นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จนเหลือความชื้นน้อยกว่า 13 เปอร์เซ็นต์ นำไปอบแล้วมาบดให้ละเอียด จากนั้นนำไป

วิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนะโดยวิธี proximate analysis (Cunniff, 1995) ผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในตาราง 9

ตาราง 9 คุณค่าทางโภชนะของมันสำปะหลังหมัก

โภชนะ	ปริมาณ (% air dry basis)
ความชื้น	10.80
โปรตีนรวม	11.71
ไขมัน	3.70
เยื่อใย	7.16
แคลเซียม	0.33
ฟอสฟอรัส	0.05
แอมโมนิคอล ไนโตรเจน (Ammonical nitrogen)[1/]	1.42
แอมโมนิคอล ไนโตรเจน (Ammonical nitrogen)[2/]	0.11
พลังงาน (Kcal ME/kg)[3/]	3,279.39
พลังงานรวม (Kcal GE/kg)	3,500.00

[1/] ก่อนหมัก

[2/] หลังหมัก

[3/] ME = 53+38 [%CP + (2.25 x %EE) + NFE] (เพิ่มศักดิ์, 2533)

สัตว์ทดลอง ใช้ไก่เนื้อ สายพันธุ์อาร์เบอร์เอเคอร์แบบคละเพศ ทดลองตั้งแต่อายุ 8-42 วัน โดยในช่วงอายุ 0-7 วัน ทำการกกลูกไก่ในคอกรวมกันที่อุณหภูมิ 95 องศาฟาเรนไฮน์ และให้อาหารสูตรควบคุม (control) อย่างเต็มที่ เมื่อไก่อายุครบ 7 วัน ทำการชั่งน้ำหนักไก่ทุกตัว โดยจะคัดลูกไก่ที่มีน้ำหนักมากกว่าและน้อยกว่าน้ำหนักเฉลี่ยของลูกไก่ทั้งหมด 10 เปอร์เซ็นต์ ออก เพื่อให้ได้ไก่ทดลองที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกัน จากนั้นนำลูกไก่ที่คัดได้ 180 ตัว มาสุ่มคัดเลือกเพื่อจัดเข้าสู่คอกทดลอง คอกละ 9 ตัว จำนวน 20 คอก

คอกทดลอง ลักษณะของคอกทดลองทำโดยการแบ่งพื้นที่ในโรงเรือนใหญ่ออกเป็นคอกย่อย ๆ โดยใช้แผงตาข่ายกั้นแบ่งออกเป็นคอก ๆ ละ 1.2 x 1.2 ตารางเมตร จัดให้อยู่ภายในบริเวณเดียวกันเพื่อง่ายต่อการจัดการเรื่องแสง การระบายอากาศ และสภาพแวดล้อมอื่น ๆ พื้นคอกมีวัสดุรองพื้นโดยใช้แกลบรองพื้นหนาไม่น้อยกว่า 2 นิ้ว และจะเปลี่ยนเมื่อวัสดุรองพื้นเปียกมีความชื้นสูงหรือมีการสะสมของมูลไก่ในปริมาณที่สูง และทำการกลับวัสดุรองพื้นบ้างเป็นครั้งคราว

อาหารทดลอง มีทั้งหมด 5 สูตร สูตรอาหารคำนวณให้มีคุณค่าทางโภชนะตามความต้องการของไก่เนื้อ ตามที่ระบุไว้โดย NRC (1994)

อุปกรณ์ให้อาหารและน้ำ อุปกรณ์ให้อาหารเป็นลักษณะถังพลาสติกกลมแขวน 1 ถังต่อคอก อุปกรณ์ให้น้ำเป็นแบบกระปุกแขวนขนาดความจุ 1 แกลลอนจำนวน 1 ถังต่อคอก

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

1. ไก่กระทงสายพันธุ์อาร์เบอร์เอเคอร์ คละเพศ อายุ 1 วัน จำนวน 200 ตัว
2. คอกทดลอง
3. อาหารทดลอง
4. อุปกรณ์ให้อาหาร ให้น้ำ
5. วัสดุรองพื้นคอก เช่น แกลบ
6. เชื้อจุลินทรีย์ *Saccharomyces cerevisiae*
7. เอนไซม์อะไมเลส
8. ยูเรีย
9. มันเส้น 400 กิโลกรัม
10. ถังขนาด 50 ลิตร
11. ตู้อบยี่ห้อ Memmert
12. เครื่องชั่งธรรมดา 50 กิโลกรัม
13. เครื่องชั่งดิจิตอล 3,000 กรัม อ่านได้ละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง
14. อุปกรณ์ผ่าซาก ได้แก่ กรรไกรผ่าซาก มีดผ่าตัด คีม
15. อุปกรณ์ผ่าตัด ได้แก่ มีดผ่าตัด กรรไกร คีม เข็มเย็บแผล ไหมเย็บแผล
16. อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะ

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้ทำการวิจัยเป็นผู้เก็บข้อมูลภายใต้การควบคุมของคณะกรรมการที่ปรึกษาโดยเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ชั่งและบันทึกน้ำหนักไก่ น้ำหนักอาหารที่ให้ ในแต่ละกลุ่มเมื่อเริ่มการทดลองและทุกสัปดาห์ตลอดการทดลอง
2. ชั่งและบันทึกน้ำหนักชิ้นส่วนของซากและอวัยวะภายใน
3. ชั่งและบันทึกน้ำหนักมูลที่เก็บได้ก่อนและหลังอบ

4. นำมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมี

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนตามวิธี Analysis of variance โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม SAS (มนชัย, 2537) และเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) (จรัญ, 2527) เพื่อใช้ในการประมวลผลทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ทำการประเมินข้อมูลที่ได้จากการวิจัย

การนำเสนอข้อมูล

1. น้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ปริมาณอาหารที่กิน และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น เฉลี่ยของแต่ละสัปดาห์และตลอดการทดลอง

2. คุณภาพซากและน้ำหนักของอวัยวะภายใน เสนอในรูปของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักซาก

3. การย่อยได้ของโภชนะในอาหาร คำนวณตามวิธีของบุญล้อม (2541) เสนอในรูปของเปอร์เซ็นต์การย่อยได้

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูง ในอาหารไก่เนื้อช่วงอายุ 1-3 และ4-6 สัปดาห์ ต่อปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และคุณภาพซากของ

แผนการทดลอง ใช้แบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) (สุทัศน์, 2540) แบ่งไก่ทดลองออกเป็น 5 กลุ่ม (Treatment) แต่ละกลุ่มมี 4 ซ้ำ ๆ ละ 9 ตัว รวมทั้งหมด 180 ตัว โดยอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่ม แสดงไว้ในตาราง 10 คือ

กลุ่มที่ 1 ให้อาหารผสมมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูง 0 เปอร์เซ็นต์
กลุ่มที่ 2 ให้อาหารผสมมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูง 15 เปอร์เซ็นต์
กลุ่มที่ 3 ให้อาหารผสมมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูง 30 เปอร์เซ็นต์
กลุ่มที่ 4 ให้อาหารผสมมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูง 45 เปอร์เซ็นต์
กลุ่มที่ 5 ให้อาหารผสมมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูง 60 เปอร์เซ็นต์

การให้น้ำและอาหาร ระหว่างการทดลองให้อาหารและน้ำอย่างเต็มที่ และจดบันทึกปริมาณอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือในภาชนะทุกสัปดาห์ เพื่อนำมาคำนวณหาปริมาณอาหารที่กิน

การผ่าซาก ทำการผ่าซากเมื่อไก่ทดลองอายุครบ 6 สัปดาห์ เพื่อศึกษาคุณภาพซากและน้ำหนักของอวัยวะภายใน โดยสุ่มไก่มาซ้ำละ 2 ตัว (เพศผู้ 1 ตัว และเพศเมีย 1 ตัว) ที่มีน้ำหนักใกล้เคียงค่าเฉลี่ยของกลุ่ม ทำการอดอาหารก่อนฆ่าอย่างน้อย 3 ชั่วโมง บันทึกน้ำหนักไก่ก่อนและหลังเชือดและชั่งน้ำหนักชิ้นส่วนของอวัยวะภายในแต่ละส่วน

ตาราง 10 ส่วนประกอบสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่ทดลอง

วัตถุดิบ	2-3 สัปดาห์					4-6 สัปดาห์				
(%)	0	15	30	45	60	0	15	30	45	60
ข้าวโพด	49.70	37.21	25.02	13.31	1.75	59.73	47.23	35.00	22.08	9.03
รำละเอียด	3.55	3.70	3.70	3.16	2.52	4.51	4.69	4.69	5.37	6.21
มันหมัก	0	15.00	30.00	45.00	60.00	0	15.00	30.00	45.00	60.00
กากถั่วเหลือง	31.00	29.08	27.17	25.20	23.14	22.43	20.53	18.60	16.50	14.33
น้ำมันพืช	5.42	4.65	3.85	3.03	2.20	3.46	2.70	1.90	1.20	0.52
หินฝุ่น	1.09	0.95	0.80	0.66	0.50	1.00	0.87	0.73	0.62	0.49
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	0.43	0.47	0.52	0.58	0.65	0.21	0.26	0.29	0.30	0.33
แอล-ไลซีน	0	0	0	0.07	0.17	0	0	0	0.08	0.17
ดีแอล-เมไธโอนีน	0.16	0.29	0.29	0.34	0.42	0.01	0.07	0.14	0.20	0.27
คุณค่าโภชนะจากการคำนวณ (%)										
ME (Kcal/Kg)[1/]	3,180.03	3,180.03	3,180.14	3,180.14	3,180.01	3,180.05	3,180.49	3,180.18	3,180.04	3,180.16
ME (Kcal/Kg)[2/]	3,180.03	3,143.98	3,108.04	3,072.10	3,036.01	3,180.05	3,144.04	3,108.03	3,072.04	3,036.01
Protein	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Crude fiber	3.65	4.28	4.92	5.54	6.15	3.35	3.98	4.62	5.25	5.89
Calcium	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00	0.90	0.90	0.90	0.90	0.91
Available Phosphorus	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.40	0.41	0.40	0.40	0.40
Lysine [3/]	1.36	1.29	1.22	1.21	1.20	1.15	1.08	1.01	1.00	1.00
Met + Cys	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.72	0.74	0.72	0.72	0.72

หมายเหตุ: สัปดาห์ที่ 1 ให้อาหารไก่เล็กเหมือนกันทุกกลุ่ม, วัตถุดิบที่ใช้เท่ากันคือ ปลาป่น เกลือและพรีมิกซ์ คือ 8.00 0.40 และ 0.25% ตามลำดับ พรีมิกซ์เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท บี เอ เอส เอฟ (ประเทศไทย) จำกัด, [1/] คำนวณโดยใช้ค่าพลังงาน (GE) ของมันสำปะหลังหมักจากการวิเคราะห์, [2/] คำนวณโดยใช้ค่าพลังงานของมันสำปะหลังจากค่า ME ที่คำนวณได้, [3/]ความต้องการไลซีน ที่ 1-3 สัปดาห์ = 1.20% , ที่ 4-6 สัปดาห์ = 1.00% (NRC, 1994)

ความหนาแน่นของอาหารทดลอง จะทำการวัดปริมาตรของอาหารทดลองทั้ง 5 สูตร ๆ ละ 4 ซ้ำ เนื่องจากมันสำปะหลังหมักที่ได้มีลักษณะฟ่าม เบาและเป็นฝุ่น โดยการใช้ภาชนะขนาด 1 ลิตร บรรจุอาหารแต่ละสูตร แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก พบว่าอาหารทั้ง 5 สูตรมีความแตกต่างของความหนาแน่นดังตาราง 11

ตาราง 11 ความหนาแน่นของอาหารทดลองช่วง 4-6 สัปดาห์

อาหารทดลอง	ความหนาแน่น (กรัม/ลิตร)
อาหารควบคุม	638.74
อาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 เปอร์เซ็นต์	548.12
อาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 30 เปอร์เซ็นต์	503.51
อาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 45 เปอร์เซ็นต์	437.11
อาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 60 เปอร์เซ็นต์	366.42

การจัดการด้านสุขาภิบาล โดย ให้ความอบอุ่นลูกไก่โดยใช้เครื่องกกลูกไก่ 1 สัปดาห์ ทำวัคซีนตามโปรแกรมการให้วัคซีน แสดงในตาราง 12 และทำความสะอาดคอกและอุปกรณ์อื่น ๆ

ตาราง 12 โปรแกรมการทำวัคซีน

อายุไก่ (วัน)	วัคซีน	วิธี
7	นิวคาสเซิล + หลอดลมอักเสบ	หยอดตา
14	หลอดลมอักเสบ	ละลายน้ำ
21	หลอดลมอักเสบ	ละลายน้ำ
28	นิวคาสเซิล + หลอดลมอักเสบ	ละลายน้ำ

ที่มา: มานิตย์ (2538)

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการใช้มันสำปะหลังโปรตีนสูง ในอาหารไก่เนื้อต่อการย่อยได้ของโภชนะ

แผนการทดลอง ใช้แผนการทดลองแบบ 4 x 2 Factorial in CRD (สุทัศน์, 2540) โดย มี 2 ปัจจัยหลัก คือ ปัจจัยที่ 1 ระดับของมันสำปะหลังหมักในอาหาร สูตรอาหารซึ่งมี 4 สูตร (Treatment) ปัจจัยที่ 2 ชนิดของไก่ประกอบด้วย ไก่ที่ได้รับการทำทวารเทียมและไก่ปกติ

กลุ่มที่ 1 ให้อาหารผสมมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูง 0 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 2 ให้อาหารผสมมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูง 15 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 3 ให้อาหารผสมมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูง 30 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 4 ให้อาหารมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูง 100 เปอร์เซ็นต์

ไก่ทดลองแต่ละตัวเลี้ยงในกรง ตับ ซึ่งมีภาชนะใส่อาหารและให้น้ำ แยกกันรายละเอียดของอาหารทดลองแสดงไว้ในตาราง 10 ยกเว้นกลุ่มที่ 4 ซึ่งเป็นมันหมักล้วน ๆ

การผ่าตัดทำทวารเทียม ทำการผ่าตัดทำทวารเทียมตามวิธีการของ Isshiki and Nakahiro (1988) โดยผ่าตัดที่ไก่อายุ 6 สัปดาห์ และเลี้ยงต่อเพื่อรักษาแผลที่เกิดจากการผ่าตัดรวมทั้งให้ปรับตัวเข้ากับสภาพกรงจนอายุประมาณ 10 สัปดาห์ เมื่อแผลหายดีแล้วนำไก่ที่ได้รับการผ่าตัดและไก่ที่ไม่ได้ผ่าตัดเข้าทดลองหาค่าการย่อยได้ของโภชนะ

การให้น้ำและอาหาร ให้อาหารทดลองตามกลุ่มที่กำหนด บันทึกปริมาณอาหารที่ไก่ได้รับในแต่ละวันซึ่งให้เท่ากัน คือ วันละ 200 กรัมต่อตัว และให้อาหารในเวลาเดียวกัน คือ 08.00 น. ส่วนน้ำให้กินอย่างเต็มที่

วิธีการศึกษาและการคำนวณค่าการย่อยได้ ก่อนการศึกษาทำการคัดเลือกไก่ที่มีสุขภาพแข็งแรงตามข้อ 2 มาเลี้ยงไว้บนกรงเป็นเวลา 1 สัปดาห์โดยให้อาหารกลุ่มควบคุม เพื่อให้ไก่ปรับตัวกับอาหาร ระยะนี้เรียกว่า ระยะก่อนการทดลอง (preliminary period) จากนั้นจะถึงระยะทดลองจริง (experimental period หรือ collection period) (บุญล้อม, 2541) โดยให้กินอาหารทดลองเป็นเวลา 10 วัน การเก็บมูลจะเก็บในช่วง 3 วันสุดท้าย นำมูลที่ได้ในแต่ละวันของแต่ละกลุ่มมาผสมให้เข้ากันแล้วนำมาอบให้แห้งและบดให้ละเอียด จากนั้นวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมี (proximate analysis) และคำนวณหาค่าการย่อยได้ตามวิธีที่บ่งไว้โดย บุญล้อม (2541)

$$\text{การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (\%)} = \frac{(\text{ปริมาณวัตถุแห้งที่กิน} - \text{ปริมาณวัตถุแห้งที่ขับออกในมูล}) \times 100}{\text{ปริมาณวัตถุแห้งที่กิน}}$$

หรือ Digestibility coefficient of dry matter (%) = $\frac{(\text{DM intake - DM excreted})}{\text{DM intake}} \times 100$

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ (%) = $\frac{(\text{โภชนะที่กิน} - \text{โภชนะที่ขับออกในมูล})}{\text{โภชนะที่กิน}} \times 100$

หรือ Apparent digestibility coefficient = $\frac{(I - F)}{I} \times 100$

เมื่อ I เป็นปริมาณโภชนะที่กิน (intake)

F เป็นปริมาณโภชนะที่ถ่ายออกในมูล (feces)

ระยะเวลาที่ทำการทดลอง

เริ่มดำเนินการ เดือน มกราคม 2549

เสร็จสิ้น เดือน มกราคม 2550

สถานที่ทำการทดลอง

1. โรงเรือนทดลอง ฟาร์มสัตว์ปีก มหาวิทยาลัยแม่โจ้

2. โรงเรือนทดลอง สาขาอาหารสัตว์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

3. ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ สาขาอาหารสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

การนำมันสำปะหลังมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารในการเลี้ยงสัตว์จะมีประโยชน์ต่อสมรรถภาพการผลิตและ สุขภาพของสัตว์ได้หรือไม่ ศึกษาได้จากผลการทดลองต่อไปนี้

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ผลการใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในอาหารไก่เนื้อช่วงอายุ 1-3 และ 4-6 สัปดาห์

ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ย

การทดลองเพื่อศึกษาการใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงที่ระดับต่างกัน ต่อปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อ ปรากฏผลการทดลองดังรายละเอียดที่แสดงในตาราง 13

อายุ 2 สัปดาห์ ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 (อาหารควบคุม) 15 30 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยเท่ากับ 249.16 242.49 232.49 226.38 และ 211.94 กรัม/ตัว/สัปดาห์ ตามลำดับ โดยไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารควบคุม มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยสูงสุด และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 30 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ แต่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 เปอร์เซ็นต์ ส่วนไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 และ 30 เปอร์เซ็นต์ 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

อายุ 3 สัปดาห์ ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 (อาหารควบคุม) 15 30 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยเท่ากับ 499.50 495.24 484.61 467.22 และ 438.88 กรัม/ตัว/สัปดาห์ ตามลำดับ โดยไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 และ 30 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณอาหารที่กินแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลัง 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์

อายุ 4 สัปดาห์ ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 (อาหารควบคุม) 15 30 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยเท่ากับ 737.69 705.62 724.13 680.63 และ 663.00

กรัม/ตัว/สัปดาห์ ตามลำดับ โดยไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารควบคุม มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยสูงสุด รองลงมา คือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 30 15 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

อายุ 5 สัปดาห์ ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 (อาหารควบคุม) 15 30 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยเท่ากับ 842.45 826.94 815.97 786.10 และ 779.68 กรัม/ตัว/สัปดาห์ ตามลำดับ โดยไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารควบคุม มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยสูงสุด รองลงมา คือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 30 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

อายุ 6 สัปดาห์ ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 (อาหารควบคุม) 15 30 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยเท่ากับ 1,085.03 972.02 937.08 902.77 และ 793.62 กรัม/ตัว/สัปดาห์ ตามลำดับ โดยไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกลุ่มที่ได้รับอาหารมันสำปะหลังหมัก 0 กับ 30 เปอร์เซ็นต์ และ 15 30 45 กับ 60 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณอาหารที่กินแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ช่วงอายุ 2-3 สัปดาห์ ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 (อาหารควบคุม) 15 30 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยเท่ากับ 748.66 737.73 717.11 693.60 และ 650.82 กรัม/ตัว ตามลำดับ โดยไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารควบคุม มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยสูงสุด และมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 เปอร์เซ็นต์ แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 30 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์

ช่วงอายุ 4-6 สัปดาห์ ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 (อาหารควบคุม) 15 30 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยเท่ากับ 2,665.17 2,501.58 2,482.00 2,369.43 และ 2,236.30 กรัม/ตัว ตามลำดับ โดยไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารควบคุม มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยสูงสุด และแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 และ 30 เปอร์เซ็นต์ แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 30 กับ 45 เปอร์เซ็นต์ และ 45 กับ 60 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณอาหารที่กินแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ช่วงอายุ 2-6 สัปดาห์ ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 (อาหารควบคุม) 15 30 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยเท่ากับ 3,413.83 3,242.31 3,199.11

3,063.03 และ 2,887.12 กรัม/ตัว ตามลำดับ โดยไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารควบคุม มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยสูงสุด และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 30 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ กับ 60 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) แต่กลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 30 กับ 45 เปอร์เซ็นต์ และ 45 กับ 60 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตาราง 13 ผลของการใช้มันสำปะหลังหมักในอาหารต่อปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อ (กรัม/ตัว)

อายุ (สัปดาห์)	ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)					C.V. (%)
	0	15	30	45	60	
2	249.16^{a}	242.49^{ab}	232.49^{bc}	226.38^{c}	211.94^{d}	3.35
3	499.50^{a}	495.24^{a}	484.61^{a}	467.22^{b}	438.88^{c}	2.30
4	737.69	705.62	724.13	680.63	663.00	5.02
5	842.45	826.94	815.97	786.10	779.68	6.15
6	1,085.03^{a}	972.02^{b}	937.08^{ab}	902.77^{b}	793.62^{b}	10.58
1-3	748.66^{a}	737.73^{ab}	717.11^{b}	693.60^{c}	650.82^{d}	2.11
4-6	2,665.17^{a}	2,501.58^{ab}	2,482.00^{ab}	2,369.43^{bc}	2,236.30^{c}	4.96
1-6	3,413.83^{a}	3,242.31^{b}	3,199.11^{b}	3,063.03^{bc}	2,887.12^{c}	3.76

$^{a, b, c, d}$ ตัวอักษรในแถวแนวนอนเดียวกันต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย

การทดลองเพื่อศึกษาการใช้มันสำปะหลังหมักที่ระดับต่างกันต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อ ปรากฏผลการทดลองดังรายละเอียดที่แสดงในตาราง 14

อายุ 2 สัปดาห์ ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุด คือ 186.94 กรัม/ตัว/สัปดาห์ รองลงมาคือ กลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลัง 15 30 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 178.64 167.22 147.50 และ 101.39 กรัม/ตัว/สัปดาห์ ตามลำดับ โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 กับ 15 เปอร์เซ็นต์ และ 15 กับ 30 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

(P>0.05) แต่ในกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 30 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ 15 เปอร์เซ็นต์ กับ 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ และ 30 กับ 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ และ 45 กับ 60 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

อายุ 3 สัปดาห์ ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 385.55 กรัม/ตัว/สัปดาห์ รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 30 45 15 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 301.15 288.05 277.08 และ 208.05 กรัม/ตัวสัปดาห์ ตามลำดับ โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 30 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ แต่กลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมักที่ระดับ 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่ทั้ง 2 กลุ่มมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 และ 60 เปอร์เซ็นต์

อายุ 4 สัปดาห์ ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 365.28 กรัม/ตัว/สัปดาห์ รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 30 15 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 348.78 340.72 333.33 และ 264.61 กรัม/ตัว/สัปดาห์ ตามลำดับ โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 15 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่ทั้ง 4 กลุ่มมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 60 เปอร์เซ็นต์

อายุ 5 สัปดาห์ ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 343.57 กรัม/ตัว/สัปดาห์ รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 30 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 314.30 294.61 275.83 และ 266.23 กรัม/ตัวสัปดาห์ ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

อายุ 6 สัปดาห์ ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 377.29 กรัม/ตัว/สัปดาห์ รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 45 30 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 347.79 322.50 319.21 และ 317.48 กรัม/ตัว/สัปดาห์ ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ช่วงอายุ 1-3 สัปดาห์ ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 572.50 กรัม/ตัว รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก

30 15 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 468.37 455.72 435.55 และ 309.44 กรัม/ตัว ตามลำดับ โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 30 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ทั้ง 3 กลุ่มมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 60 เปอร์เซ็นต์

ช่วงอายุ 4-6 สัปดาห์ ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 1,086.15 กรัม/ตัว รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 30 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1,002.82 962.61 931.67 และ 814.58 กรัม/ตัว ตามลำดับ โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 15 และ 30 เปอร์เซ็นต์ 15 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ และ 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่กลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์

ช่วงอายุ 1-6 สัปดาห์ ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 1,658.65 กรัม/ตัว รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 30 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1,458.54 1,430.98 1,367.22 และ 1,157.77 กรัม/ตัว ตามลำดับ โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 30 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ทั้ง 3 กลุ่มมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 60 เปอร์เซ็นต์

ตาราง 14 ผลของการใช้มันสำปะหลังหมักในอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อ (กรัม/ตัว)

อายุ (สัปดาห์)	ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)					C.V. (%)
	0	15	30	45	60	
2	186.94[a]	178.64[ab]	167.22[b]	147.50[c]	101.39[d]	7.72
3	385.55[a]	277.08[c]	301.15[b]	288.05[b]	208.05[d]	5.14
4	365.28[a]	340.72[a]	348.78[a]	333.33[a]	264.61[b]	10.52
5	343.57	314.30	294.61	275.83	266.23	20.31
6	377.29	347.79	319.21	322.50	317.48	12.51
1-3	572.50[a]	455.72[b]	468.37[b]	435.55[b]	309.44[c]	4.84
4-6	1,086.15[a]	1,002.82[ab]	962.61[ab]	931.67[bc]	814.58[c]	9.11
1-6	1,658.65[a]	1,458.54[b]	1,430.98[b]	1,367.22[b]	1,157.77[c]	6.18

[a, b, c,d] ตัวอักษรในแถวแนวนอนเดียวกันต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย

การทดลองเพื่อศึกษาการใช้มันสำปะหลังหมักระดับต่างกันต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อ ปรากฏผลการทดลองดังรายละเอียดที่แสดงในตาราง 15

อายุ 2 สัปดาห์ ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยดีที่สุดคือ 1.32 รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 30 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1.35 1.38 1.55 และ 2.09 ตามลำดับ โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 15 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ทั้ง 4 กลุ่มมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 60 เปอร์เซ็นต์

อายุ 3 สัปดาห์ ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยดีที่สุดคือ 1.29 รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 30 45 15 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1.60 1.61 1.78 และ 2.11 ตามลำดับ โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก

0 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 30 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่ทั้ง 2 กลุ่มมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 และ 60 เปอร์เซ็นต์

อายุ 4 สัปดาห์ ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยดีที่สุดคือ 2.03 รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ผสมมันสำปะหลังหมัก 45 15 30 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 2.04 2.07 2.08 และ 2.32 ตามลำดับ โดยทั้ง 5 กลุ่มมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

อายุ 5 สัปดาห์ ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยดีที่สุดคือ 2.45 รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 45 30 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 2.63 2.85 2.86 และ 3.16 ตามลำดับ โดยทั้ง 5 กลุ่ม มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

อายุ 6 สัปดาห์ ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 60 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยดีที่สุดคือ 2.47 รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 45 0 และ 30 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 2.70 2.80 2.89 และ 2.98 ตามลำดับ โดยทั้ง 5 กลุ่ม มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ช่วงอายุ 1-3 สัปดาห์ ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยดีที่สุดคือ 1.30 รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 30 45 15 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1.52 1.59 1.61 และ 2.10 ตามลำดับ โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลัง 15 30 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ส่วนกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่ทั้ง 3 กลุ่ม มี

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 60 เปอร์เซ็นต์

ช่วงอายุ 4-6 สัปดาห์ ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยดีที่สุดคือ 2.45 รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 45 30 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 2.50 2.52 2.58 และ 2.64 ตามลำดับ โดยทั้ง 5 กลุ่มมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ช่วงอายุ 1-6 สัปดาห์ ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยดีที่สุดคือ 2.06 รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมักที่ระดับ 15 30 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 2.19 2.23 2.23 และ 2.49 ตามลำดับ โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ กับ 60 เปอร์เซ็นต์ 15 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ กับ 60 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) แต่กลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 และ 15 เปอร์เซ็นต์ 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตาราง 15 ผลของการใช้มันสำปะหลังหมักในอาหารต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อ

อายุ	ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)					C.V.
(สัปดาห์)	0	15	30	45	60	(%)
2	1.32^{b}	1.35^{b}	1.38^{b}	1.55^{b}	2.09^{a}	9.51
3	1.29^{d}	1.78^{b}	1.60^{c}	1.61^{c}	2.11^{a}	6.28
4	2.03	2.07	2.08	2.04	2.32	6.90
5	2.45	2.63	2.86	2.85	3.16	20.81
6	2.89	2.70	2.98	2.80	2.47	12.91
1-3	1.30^{c}	1.61^{b}	1.52^{b}	1.59^{b}	2.10^{a}	6.14
4-6	2.45	2.50	2.58	2.52	2.64	6.10
1-6	2.06^{c}	2.19^{bc}	2.23^{b}	2.23^{b}	2.49^{a}	4.59

$^{a, b, c}$ ตัวอักษรในแถวแนวนอนเดียวกันต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

อัตราการตาย

ผลการทดลองแสดงไว้ในตาราง 16 อัตราการตายของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0-60 เปอร์เซ็นต์ ช่วงตลอดการทดลองที่อายุ 1-6 สัปดาห์ มีทั้งหมดจำนวน 9 ตัว โดยกลุ่มควบคุม มีจำนวนไก่ตายมากที่สุด คือ 3 ตัว รองลงมาคือ กลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 30 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนไก่ตายกลุ่มละ 2 ตัว และกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 และ 45 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนไก่ตายกลุ่มละ 1 ตัว ซึ่งไก่ทุกตัวที่ตายจะมีอายุแตกต่างกัน

ตาราง 16 ผลของการใช้มันสำปะหลังหมักในอาหารต่ออัตราการตายของไก่เนื้อ

อัตราการตาย	ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)				
	0	15	30	45	60
1-3 สัปดาห์ จำนวน (ตัว)	1	-	1	-	-
4-6 สัปดาห์ จำนวน (ตัว)	2	1	1	1	2
1-6 สัปดาห์ จำนวน (ตัว)	3	1	2	1	2

เปอร์เซ็นต์ซากของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

การทดลองเพื่อศึกษาการใช้มันสำปะหลังหมักที่ระดับต่างกัน ต่อเปอร์เซ็นต์ซากเฉลี่ยของไก่เนื้ออายุ 6 สัปดาห์ โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมีชีวิต ปรากฏผลการทดลองดังรายละเอียดที่แสดงในตาราง 16

ซากหลังเชือด ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 60 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักซากหลังเชือดดีที่สุดคือ 97.34 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมีชีวิต รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 30 45 และ 0 มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักซากหลังเชือด 95.75 95.51 95.36 และ 95.18 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมีชีวิต ตามลำดับ โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 60 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักซากหลังเชือดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 15 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ แต่ทั้ง 4 กลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ซากหลังถอนขน ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักซากหลังถอนขนดีที่สุดคือ 96.81 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก รองลงมาคือกลุ่ม

ที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 45 60 30 และ 0 มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักซากหลังถอนขน 96.49 96.28 96.25 และ 96.02 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

เครื่องใน ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเครื่องในสูงที่สุดคือ 20.66 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 60 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเครื่องใน 19.38 18.68 18.83 และ 18.40 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก ตามลำดับ โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารควบคุมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 30 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ แต่กลุ่มที่ได้รับอาหารมันสำปะหลังหมัก 30 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ทั้ง 3 กลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 เปอร์เซ็นต์

ปีกบน ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 60 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักปีกบนมากที่สุดคือ 4.34 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 30 15 และ 45 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักปีกบน 4.30 4.26 4.25 และ 4.21 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ปีกกลาง ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 45 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักปีกกลางมากที่สุดคือ 3.36 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 60 30 15 และ 0 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักปีกกลาง 3.28 3.19 3.06 และ 3.01 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ปีกล่าง ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 60 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักปีกล่างมากที่สุดคือ 1.27 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 45 30 15 และ 0 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักปีกล่าง 1.10 1.03 0.99 และ 0.99 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก ตามลำดับ โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 60 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักปีกล่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 15 และ 30 เปอร์เซ็นต์ แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 45 เปอร์เซ็นต์ ไก่ที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 15 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักปีกล่างแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

น่อง ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 45 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักน่องมากที่สุดคือ 11.82 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 60 0 15 และ 30 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักน่อง 11.53 11.46 11.40 และ 11.21 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

อกนอก ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 30 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักอกนอกมากที่สุดคือ 16.17 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 15 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักอกนอก 15.71 15.67 15.23 และ 13.57 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก ตามลำดับ โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 15 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักอกนอกแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ทั้ง 4 กลุ่ม มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักอกนอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 60 เปอร์เซ็นต์

อกใน ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักอกในมากที่สุดคือ 3.95 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 45 30 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักอกใน 3.91 3.77 และ 3.75 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

สะโพก ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักสะโพกมากที่สุดคือ 14.57 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 60 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักสะโพก 14.14 13.63 13.56 และ 13.32 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

แข้งรวมหัว ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 45 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแข้งรวมหัวมากที่สุดคือ 7.27 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 60 30 15 และ 0 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแข้งรวมหัว 7.22 6.89 6.65 และ 6.58 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก ตามลำดับ โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 15 และ 30 เปอร์เซ็นต์ และ 30 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์แข้งรวมหัวแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่กลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์แข้งรวมหัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีมันสำปะหลังหมัก 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์

ตับ ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตับมากที่สุดคือ 2.24 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 60 15 45 และ 30 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตับ 2.23 2.19 2.17 และ 2.10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

หัวใจ ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 45 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักหัวใจมากที่สุดคือ 0.45 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 60 30 และ 0 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักหัวใจ 0.43 0.43 0.42 และ 0.40 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

กระเพาะแท้รวมกึ๋น ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 60 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักกระเพาะแท้รวมกึ๋นมากที่สุดคือ 1.95 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 30 45 0 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักกระเพาะแท้รวมกึ๋น 1.82 1.80 1.71 และ 1.65 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ถุงน้ำดี ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 และ 45 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักถุงน้ำดีมากที่สุดคือ 0.13 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 60 15 และ 30 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักถุงน้ำดี 0.12 0.11 และ 0.10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ม้าม ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักม้ามมากที่สุดคือ 0.38 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 30 0 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักม้าม 0.35 0.29 0.25 และ 0.18 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตาราง 17 ผลของการใช้มันสำปะหลังหมักในอาหารต่อเปอร์เซ็นต์ซากของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์ (เปอร์เซ็นต์)

ลักษณะซาก	ระดับมันสำปะหลังหมักในอาหาร (%)					C.V.
(%น้ำหนักซาก)	0	15	30	45	60	(%)
น้ำหนักหลังเชือด	95.18[b]	95.75[b]	95.51[b]	95.36[b]	97.34[a]	0.79
น้ำหนักหลังถอนขน	96.02	96.81	96.25	96.49	96.28	0.95
น้ำหนักเครื่องใน	19.38[b]	20.66[a]	18.83[c]	18.40[c]	18.68[c]	1.46
น้ำหนักปีกบน	4.30	4.25	4.26	4.21	4.34	7.53
น้ำหนักปีกกลาง	3.01	3.06	3.19	3.36	3.28	7.06
น้ำหนักปีกล่าง	0.99[b]	0.99[b]	1.03[b]	1.10[ab]	1.27[a]	12.09
น้ำหนักน่อง	11.46	11.40	11.21	11.82	11.53	3.03
น้ำหนักอกนอก	15.71[a]	15.67[a]	16.17[a]	15.23[a]	13.57[b]	5.88
น้ำหนักอกใน	3.95	3.75	3.77	3.91	3.95	5.88
น้ำหนักสะโพก	14.57	14.14	13.56	13.33	13.63	8.49
น้ำหนักแข้ง + หัว	6.58[b]	6.65[b]	6.89[ab]	7.27[a]	7.22[a]	4.82
น้ำหนักตับ	2.24	2.19	2.10	2.17	2.23	8.22
น้ำหนักหัวใจ	0.40	0.43	0.42	0.45	0.43	10.03
น้ำหนักกระเพาะแท้ + กึ๋น	1.71	1.65	1.82	1.80	1.95	8.39
น้ำหนักถุงน้ำดี	0.13	0.11	0.10	0.13	0.12	22.29
น้ำหนักม้าม	0.29	0.38	0.35	0.25	0.18	55.63

[a, b, c] ตัวอักษรในแถวแนวนอนเดียวกันต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

การทดลองที่ 2 ผลของการใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในอาหารไก่เนื้อ ต่อการย่อยได้ของโภชนะ

ทำการทดลองโดยใช้ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมักเป็นปัจจัยที่ 1 ระดับมันสำปะหลังหมัก (0 15 30 และ 100 เปอร์เซ็นต์) และปัจจัยที่ 2 ชนิดของไก่ (ไก่ปกติ กับ ไก่ที่ทำทวารเทียม) ผลการทดลองแสดงไว้ในตาราง 18

การย่อยได้ของวัตถุแห้ง พบว่า ไก่ที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ มีการย่อยได้ของวัตถุแห้งดีที่สุด คือ 81.61 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลัง 100 30 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีการย่อยได้ของวัตถุแห้ง 80.61 80.24 และ 80.18

เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ไก่ที่ทำทวารเทียมมีการย่อยได้ของวัตถุแห้ง 81.06 เปอร์เซ็นต์ ดีกว่าไก่ที่ไม่ได้ทำทวารเทียม (ไก่ปกติ) ที่มีการย่อยได้ของวัตถุแห้ง 80.26 เปอร์เซ็นต์ แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) และปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างอาหารและไก่ทดลองไม่มีผลต่อการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (P>0.05)

การย่อยได้ของโปรตีน พบว่า ไก่ที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ มีการย่อยได้ของโปรตีนดีที่สุด คือ 83.94 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลัง 15 30 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีการย่อยได้ของโปรตีน 81.98 81.33 และ 80.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ไก่ที่ไม่ได้ทำทวารเทียมมีการย่อยได้ของโปรตีน 84.60 เปอร์เซ็นต์ ดีกว่าไก่ที่ทำทวารเทียมที่มีการย่อยได้ของโปรตีน 78.89 เปอร์เซ็นต์ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ทั้งนี้ปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างอาหารและไก่ทดลองไม่มีผลต่อการย่อยได้ของโปรตีน (P>0.05)

การย่อยได้ของไขมัน พบว่า ไก่ที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 เปอร์เซ็นต์ มีการย่อยได้ของไขมันดีที่สุด คือ 84.67 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลัง 100 30 และ 0 เปอร์เซ็นต์ มีการย่อยได้ของไขมัน 83.47 83.38 และ 82.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ไก่ที่ทำทวารเทียมมีการย่อยได้ของไขมัน 84.20 เปอร์เซ็นต์ ดีกว่าไก่ที่ไม่ได้ทำทวารเทียมที่มีการย่อยได้ของไขมัน 83.01 เปอร์เซ็นต์ แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ทั้งนี้ปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างอาหารและไก่ทดลองไม่มีผลต่อการย่อยได้ของไขมัน (P>0.05)

การย่อยได้ของเยื่อใย พบว่า ไก่ที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ มีการย่อยได้ของเยื่อใยดีที่สุด คือ 53.07 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลัง 30 15 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีการย่อยได้ของเยื่อใย 42.73 41.11 และ 40.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ไก่ที่ทำทวารเทียมมีการย่อยได้ของเยื่อใย 45.51 เปอร์เซ็นต์ ดีกว่าไก่ที่ไม่ได้ทำทวารเทียมที่มีการย่อยได้ของเยื่อใย 43.09 เปอร์เซ็นต์ แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ทั้งนี้ปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างอาหารและไก่ทดลองไม่มีผลต่อการย่อยได้ของเยื่อใย (P>0.05)

การย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรค พบว่า ไก่ที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ มีการย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรคดีที่สุด คือ 93.79 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลัง 15 30 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีการย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรค 87.90 83.56 และ 82.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ไก่ที่ทำทวารเทียมมีการย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรค 87.52

เปอร์เซ็นต์ ดีกว่าไก่ที่ไม่ได้ทำทวารเทียมที่มีการย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรค 86.60 เปอร์เซ็นต์ และมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ทั้งนี้ปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างอาหารและไก่ทดลอง ไม่มีผลต่อการย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรค (P>0.05)

การย่อยได้ของแคลเซียม พบว่า ไก่ที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 เปอร์เซ็นต์ มีการย่อยได้ของแคลเซียมดีที่สุด คือ 80.65 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลัง 0 30 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีการย่อยได้ของแคลเซียม 80.63 79.91 และ 71.37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 30 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ไก่ที่ทำทวารเทียมมีการย่อยได้ของแคลเซียม 83.80 เปอร์เซ็นต์ ดีกว่าไก่ที่ไม่ได้ทำทวารเทียมที่มีการย่อยได้ของแคลเซียม 72.62 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ทั้งนี้ปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างอาหารและไก่ทดลองมีผลต่อการย่อยได้ของแคลเซียม (P<0.05)

การย่อยได้ของฟอสฟอรัส พบว่า ไก่ที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 30 เปอร์เซ็นต์ มีการย่อยได้ของฟอสฟอรัสดีที่สุด คือ 99.31 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 100 และ 0 เปอร์เซ็นต์ มีการย่อยได้ของฟอสฟอรัส 99.07 96.36 และ 91.43 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 30 และ 100 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)) ส่วนกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 และ 30 เปอร์เซ็นต์ สำหรับไก่ทดลอง พบว่า ไก่ที่ทำทวารเทียมมีการย่อยได้ของฟอสฟอรัส 96.98 เปอร์เซ็นต์ ดีกว่าไก่ที่ไม่ได้ทำทวารเทียมที่มีการย่อยได้ของฟอสฟอรัส 96.11 เปอร์เซ็นต์ และมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ทั้งนี้ปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างอาหารและไก่ทดลองไม่มีผลต่อการย่อยได้ของฟอสฟอรัส (P>0.05)

การย่อยได้ของเถ้า พบว่า ไก่ที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 100 เปอร์เซ็นต์ มีการย่อยได้ของเถ้าดีที่สุด คือ 82.23 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 30 0 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีการย่อยได้ของเถ้า 81.94 81.53 และ 80.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ไก่ที่ไม่ทำทวารเทียมมีการย่อยได้ของเถ้า 82.98 เปอร์เซ็นต์ ดีกว่าไก่ที่ทำทวารเทียมที่มีการย่อยได้ของเถ้า 80.18 เปอร์เซ็นต์ และมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ทั้งนี้พบว่าปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างอาหารและไก่ทดลองไม่มีผลต่อการย่อยได้ของเถ้า (P<0.05)

การย่อยได้ของพลังงาน พบว่า ไก่ที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ มีการย่อยได้ของพลังงานดีที่สุด คือ 81.38 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลัง 30 15 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีการย่อยได้ของพลังงาน 81.36 81.22 และ 80.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ไก่ที่ไม่ได้ทำทวารเทียมมีการย่อยได้ของพลังงาน 81.87 เปอร์เซ็นต์ ดีกว่าไก่ที่ทำทวารเทียมที่มีการย่อยได้ของพลังงาน 80.54 เปอร์เซ็นต์ และมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ทั้งนี้ปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างอาหารและไก่ทดลองไม่มีผลต่อการย่อยได้ของพลังงาน (P>0.05)

ตาราง 18 ผลการใช้มันสำปะหลังหมักในอาหารต่อการย่อยได้ของโภชนะในอาหารของไก่เนื้อ

ปัจจัย	การย่อยได้ของโภชนะในอาหาร (% dry matter)								
	วัตถุแห้ง	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	ไนโตรเจน ฟรีเอกซ์แทรค	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส	เถ้า	พลังงาน
อาหารผสมมันสำปะหลังหมัก (%)									
- 0	81.61	83.94	82.90	53.07	93.79	80.63^{a}	91.43^{b}	81.53	81.38
- 15	80.18	81.98	84.67	41.11	87.90	80.65^{a}	99.07^{a}	80.58	81.22
- 30	80.24	81.33	83.38	42.73	83.56	79.91^{b}	99.31^{a}	81.94	81.36
- 100	80.61	80.98	83.47	40.29	82.98	71.37^{c}	96.36^{ab}	82.23	80.85
ไก่ทดลอง									
- ปกติ	80.26	84.60^{x}	83.01	43.09	86.60	72.62^{y}	96.11	82.98	81.87
- ทำทวารเทียม	81.06	78.89^{y}	84.20	45.51	87.52	83.80^{x}	96.98	70.18	80.54
Source of variation									
อาหาร	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns
ไก่ทดลอง	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
อาหาร x ไก่ทดลอง	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
C.V. (%)	3.62	6.18	8.01	33.53	10.09	8.96	2.97	6.25	6.05

$^{a, b, c, x, y}$ ตัวอักษรที่อยู่ในสดมภ์เดียวกันต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาการใช้มันสำปะหลังหมักในอาหารไก่เนื้อ ต่อสมรรถภาพการผลิต และการย่อยได้ของโภชนะ

การทดลองที่ 1 จากการศึกษาการใช้มันสำปะหลังหมักต่อปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อ ช่วงอายุ 1-3 4-6 และ 1-6 สัปดาห์ พบว่า ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมักสูงขึ้นจะมีกินอาหารได้ลดลง เพราะมันสำปะหลังหมักบดที่นำมาประกอบสูตรอาหารมีลักษณะฟ่าม เบา เมื่อนำมาผสมอาหารทำให้เกิดฝุ่น และส่งผลให้เกิดการระคายเคืองต่อสัตว์ขณะกินอาหาร (อุทัย และสุกัญญา, 2545) ในขณะเดียวกันก็พบว่ามันสำปะหลังหมักมีความหนาแน่นต่ำ เมื่อนำมาผสมอาหารจึงทำให้อาหารที่มีมันสำปะหลังหมักเป็นส่วนประกอบมีความหนาแน่นต่ำลงไปด้วย เมื่ออาหารมีความหนาแน่นต่ำ ไก่กินอาหารได้ปริมาตรเท่ากันแต่จะได้น้ำหนักอาหารน้อยกว่า จากผลการตรวจสอบความหนาแน่นในแต่ละกลุ่มที่ใช้ในช่วงอายุ 4-6 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ได้รับอาหารที่ผสมมันสำปะหลังหมัก 0 15 30 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ อาหารทดลองมีความหนาแน่นเท่ากับ 638.74 548.12 503.51 437.11 และ 366.42 กรัม/ลิตร ตามลำดับ (ตาราง 11) เมื่อคำนวณเป็นปริมาตรของอาหารที่กินจะได้เท่ากับ 4,172.54 4,563.93 4,929.40 5,420.67 และ 6,103.11 มิลลิลิตร ตามลำดับ กลุ่มที่ได้รับอาหารควบคุมมีปริมาตรอาหารที่กินต่ำสุด และปริมาตรของอาหารที่กินจะสูงขึ้นเมื่ออาหารมีส่วนผสมของมันสำปะหลังหมักสูงขึ้นในขณะที่น้ำหนักอาหารที่กินลดลง เมื่อปริมาตรของอาหารสูงขึ้น แต่กระเพาะอาหารของไก่จำกัดด้วยความจุของกระเพาะ ส่งผลให้ไก่กินอาหารได้น้อย และได้รับโภชนะต่าง ๆ ที่จะนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตในปริมาณที่น้อยไม่เพียงพอกับความต้องการของไก่ และอาหารทดลองที่มีมันสำปะหลังหมักผสมมากขึ้น มีพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME) ลดลง จึงทำให้ไก่ต้องกินอาหารมากขึ้น เพื่อที่จะให้ได้พลังงานที่พอเพียงกับความต้องการ สอดคล้องกับ วิโรจน์ (2546) ที่รายงานว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถของสัตว์ที่จะกินอาหาร คือ ความจุของกระเพาะอาหาร เช่นเดียวกับ สุชีพ และคณะ (2533) ที่รายงานไว้ว่าการใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงทดแทนปลายข้าวในอาหารเป็ดเนื้อที่ระดับ 0 25 50 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้เป็ดกินอาหารได้ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม แสดงให้เห็นว่า การใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในอาหารระดับต่าง ๆ มีผลต่อปริมาณการกินอาหารของเป็ดเนื้อ สอดคล้องกับ สาโรช และเยาวมาลย์ (2529) ที่รายงานไว้ว่า ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังมีความหนาแน่นต่ำ เมื่อนำไปแปรรูปทำให้เกิดฝุ่นมากเป็นที่ระคายเคืองแก่ผู้ที่ปฏิบัติงานในโรงงานผลิต

อาหารสัตว์ ตลอดจนเมื่อผสมลงไปในอาหารสัตว์ในระดับสูงแล้วทำให้อาหารผสมมีความหนาแน่นต่ำ สัตว์กินอาหารได้น้อยลง

การใช้มันสำปะหลังหมักต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อ ช่วงอายุ 1-3 4-6 และ 1-6 สัปดาห์ พบว่า น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สอดคล้องกับผลต่อปริมาณอาหารที่ไก่กิน โดยเมื่อใช้มันสำปะหลังมากขึ้นมีผลทำให้ไก่กินอาหารได้น้อยลง เมื่อกินอาหารได้น้อยลง มีผลทำให้ไก่ได้รับโภชนะน้อยลงด้วย จึงทำให้อัตราการเจริญเติบโตในแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันตามไปด้วย แสดงให้เห็นว่าการใช้มันสำปะหลังหมักผสมในอาหารที่ระดับต่าง ๆ มีผลต่อการเจริญเติบโตของไก่ แต่ เยาวมาลย์ และสาโรช (2519) รายงานไว้ว่า การทดลองโดยใช้มันสำปะหลังอัดเม็ดแทนข้าวโพดที่ระดับ 0 7.5 15.0 22.5 และ 30.0 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิตสามารถใช้แทนข้าวโพดได้ จากผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะของมันสำปะหลังหมักพบว่า มันสำปะหลังที่ผ่านการหมักแล้วจะมีปริมาณของโปรตีนรวม ไขมัน และ เยื่อใยสูงขึ้น (ตาราง 9) และเมื่อไก่ได้รับอาหารที่มีปริมาณเยื่อใยสูง จะส่งผลต่อปริมาณอาหารที่กินและการเจริญเติบโตของไก่ เนื่องจากไก่เป็นสัตว์ที่ไม่สามารถย่อยเยื่อใยเพื่อไปใช้เป็นแหล่งพลังงานของร่างกายได้ สอดคล้องกับ ทวีศักดิ์ และคณะ (2544) ที่รายงานไว้ว่า สูตรอาหารที่มีระดับมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในระดับสูงขึ้นจะมีปริมาณเยื่อใยในอาหารสูงขึ้น ทำให้การย่อยได้ของโภชนะและการนำไปใช้ประโยชน์ได้ของพลังงานในอาหารลดลง ประกอบกับสูตรอาหารทดลอง เมื่อใช้มันสำปะหลังหมักมากขึ้น ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME) ของอาหารลดลง จากการที่ไก่กินอาหารได้ลดลงและค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของอาหารลดลง เมื่อใช้มันสำปะหลังหมักในอาหารมากขึ้น จึงทำให้ไก่ได้รับโภชนะลดลง และมีผลทำให้น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของไก่ลดลง การใช้มันสำปะหลังหมักในช่วงอายุ 5 และ 6 สัปดาห์ ไม่มีผลต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย แสดงว่าในช่วงอายุดังกล่าวไก่สามารถใช้มันสำปะหลังหมักในอาหารได้ถึง 60 เปอร์เซ็นต์

การใช้มันสำปะหลังหมักในอาหารต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อ ช่วงอายุ 1-3 และ 1-6 สัปดาห์ พบว่า อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และไก่เนื้อที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมักสูงขึ้น อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยจะเลวลง ซึ่ง สาโรช และเยาวมาลย์ (2529) รายงานว่า การใช้อาหารผสมมันสำปะหลังทดแทนธัญพืชเลี้ยงสัตว์ในลักษณะอาหารผง ระดับการทดแทนที่ไม่เกิดผลเสียหายควรใช้ไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการใช้มันสำปะหลังหมักระดับสูงในสูตรอาหาร จะทำให้อาหารมีลักษณะฟ่าม เบา และเป็นฝุ่นมาก เกิดการระคายเคืองกับระบบทางเดินหายใจ ทำให้สัตว์ไม่ชอบกินอาหาร จึงทำให้มีปริมาณอาหารที่กิน

ลดลง แต่ปริมาตรของอาหารจะสูงขึ้น ส่งผลให้โภชนะที่ไก่กินได้ลดลงเนื่องจากความจุของกระเพาะมีความจำกัด และทำให้ไก่ได้รับโภชนะไม่เพียงพอที่จะนำไปใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ การเจริญเติบโตจึงลดลงดังที่ได้กล่าวมาแล้ว อีกทั้งในไก่เล็กการพัฒนากระเพาะพักและกึ๋นยังไม่เต็มที่ จึงทำให้ความสามารถในการใช้ประโยชน์จากอาหารลดลง จากผลการทดลองที่อายุ 4 5 และ 6 สัปดาห์ และช่วงอายุ 4-6 สัปดาห์ การใช้มันสำปะหลังหมักในอาหารถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย แสดงให้เห็นว่า ในไก่ที่มีอายุตั้งแต่ 4 สัปดาห์ สามารถใช้มันสำปะหลังหมักในอาหารได้ถึง 60 เปอร์เซ็นต์

จากการวิเคราะห์หาปริมาณของแอมโมนิคอลไนโตรเจน ซึ่งเป็นพวกไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน โดยในการหมักมันสำปะหลังมีการเสริมยูเรีย ซึ่งเป็นสารที่มีปริมาณไนโตรเจนสูงแต่เป็นไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน ถึงแม้ว่าปริมาณของแอมโมนิคอลไนโตรเจนของมันสำปะหลังหมักจะลดลงจากก่อนหมักจาก 1.42 เปอร์เซ็นต์ เหลือ 0.11 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อนำมาใช้ประกอบสูตรอาหารสัตว์จะเป็นการเพิ่มปริมาณของแอมโมนิคอลไนโตรเจนในอาหารให้กับสัตว์ (ตาราง 9) ดังนั้นเมื่อใช้มันสำปะหลังหมักในระดับสูงขึ้นจะยิ่งเพิ่มปริมาณของแอมโมนิคอลไนโตรเจน ซึ่งสารเหล่านี้สัตว์ปีกไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ จึงทำให้อาหารที่ไก่กินเข้าไปมีปริมาณของโปรตีนที่แท้จริง (true protein) ลดลง ดังนั้นไก่ที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนที่แท้จริงและโภชนะชนิดอื่นอยู่ในปริมาณต่ำ จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวเลวลงด้วย สอดคล้องกับ Balagopalan et al. (2004) ที่รายงานว่า การใช้ยูเรียเป็นแหล่งของไนโตรเจนในขบวนการหมัก พบว่าจะมีการสูญเสียไนโตรเจนในระหว่างการหมักเพียงเล็กน้อยจะทำให้ระดับ pH เพิ่มขึ้น และเมื่อใช้ยูเรียเพิ่มเป็น 2 เท่า จะทำให้ปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักเพิ่มขึ้นด้วย แต่สัดส่วนของไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนจะสูงตามปริมาณการใช้ยูเรีย ซึ่งมีผลทำให้อาหารที่มีส่วนผสมของมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในระดับที่สูงขึ้น จะมีปริมาณไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนสูงขึ้นตามไปด้วย

ในส่วนของอัตราการตาย จากผลการทดลอง ส่วนใหญ่พบไก่ตายในช่วงอายุ 4-6 สัปดาห์ แต่ก็ไม่มากนัก คือ กลุ่มละ 1 – 2 ตัว ซึ่งถือว่าเป็นเรื่องปกติเมื่อเลี้ยงในสภาพโรงเรือนเปิด ถ้าพิจารณาถึงความเป็นพิษของอาหารผสมมันสำปะหลังหมักที่ระดับต่าง ๆ กัน พบว่า ไก่กระทงกลุ่มควบคุม (มันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์) มีอัตราการตายสูงสุด ที่เหลือเป็นไก่ที่ตายในกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก 15 30 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตายน้อยกว่า ซึ่งเป็นการตายตามปกติอันเนื่องมาจากการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมและการเลี้ยงดู มิใช่เกิดจากสารพิษจากมันสำปะหลัง

ลักษณะเปอร์เซ็นต์ซากที่วัดจากไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์ พบว่า เปอร์เซ็นต์ซากส่วนใหญ่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) สอดคล้องกับ Leeson and Summer (1980) ที่รายงานไว้ว่า เปอร์เซ็นต์ซากของไก่เนื้อที่มีน้ำหนักตัวต่างกัน จะมีเปอร์เซ็นต์ซากของส่วนต่าง ๆ ใกล้เคียงกัน จากผลการทดลองนี้พบว่า เปอร์เซ็นต์น้ำหนักกระเพาะแท้รวมกึ๋นมีแนวโน้มสูงขึ้น เนื่องจากอาหารที่ผสมมันสำปะหลังหมักในปริมาณมากส่งผลให้อาหารสูตรนั้นมีปริมาณของเยื่อใยสูงตามไปด้วย ทำให้กึ๋นต้องทำงานมากขึ้น โปรตีนเป็นสิ่งที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของไก่ ในการทดลองนี้ ไก่ได้รับอาหารที่มีปริมาณโปรตีน กรดอะมิโนเมทไธโอนีน ไลซีนและโภชนะอื่น ๆ ในปริมาณที่มากเกินกว่าความต้องการสำหรับการดำรงชีพ จึงทำให้ลักษณะซากของไก่เนื้อที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมมันสำปะหลังหมักไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับ รณไชย (2539) ที่รายงานไว้ว่า ลักษณะคุณภาพซากของไก่ที่เลี้ยงด้วยแหนแดงทุกกลุ่ม มีคุณภาพซากทุกลักษณะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเปอร์เซ็นต์ไขมันในช่องท้องสูงกว่ากลุ่มควบคุม เนื่องจากแหนแดงมีระดับเถ้าและเยื่อใยสูง ทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะต่าง ๆ ลดลง ไก่กินอาหารมากขึ้น จึงมีพลังงานเหลือไปสะสมเป็นไขมัน จากผลการทดลองเปอร์เซ็นต์ซากหลังเชือด เครื่องใน ปีกล่างอกนอก และแข้งรวมหัว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ซึ่งขัดแย้งกับการเจริญเติบโตและลักษณะซากของเป็ดบาร์บารี่ เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารมันสำปะหลังระดับต่างๆ (2549) ที่ทำการศึกษาการเจริญเติบโตและลักษณะซากของเป็ดบาร์บารี่ เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารมันสำปะหลังที่ระดับต่าง ๆ ที่รายงานไว้ว่า เปอร์เซ็นต์เนื้ออก เปอร์เซ็นต์ปีก เปอร์เซ็นต์กึ๋น มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) และพบว่า เปอร์เซ็นต์แข้งของเป็ดที่ได้รับอาหารมันสำปะหลังที่ระดับต่ำจะสูงกว่าเป็ดที่ได้รับอาหารมันสำปะหลังที่ระดับสูง ๆ สุวรรณ (2529) รายงานไว้ว่า เปอร์เซ็นต์ซากของไก่กระทงจะแตกต่างกัน เนื่องจากการสูญเสียน้ำหนักตัวของไก่ที่รอเชือดเป็นเวลานานเกินไป การจับไก่แขวนห่างมือหรือทำให้ไก่ดิ้นมาก การเอาเลือดออกจากตัวไก่ไม่หมด ลวกน้ำร้อนนานเกินไปทำให้การชำแหละมีหนังฉีกขาด การถอนขนและการตัดชิ้นส่วนต่าง ๆ ทำให้เกิดความแตกต่างกันได้

การทดลองที่ 2 การศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในอาหารของไก่เนื้อที่ทำและไม่ทำทวารเทียม ที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมักที่ระดับต่างกัน ซึ่งพบว่า การย่อยได้ของแคลเซียมและฟอสฟอรัส มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และพบว่า ไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก การย่อยได้ของโภชนะส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม เนื่องจากกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมมันสำปะหลังหมัก กินอาหารได้ในปริมาณที่น้อยกว่า เพราะอาหารมีลักษณะฟ่าม และถูกจำกัดด้วยความจุของกระเพาะอาหาร นอกจากนี้แล้วยังพบว่ามันสำปะหลังหมักมีปริมาณของเยื่อใยสูง เมื่อผสมลงในอาหารในปริมาณมากขึ้นยิ่งทำให้ปริมาณ

ของเยื่อใยที่มีอยู่ในอาหารสูงตามไปด้วย จึงเป็นการรบกวนการย่อยและการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะชนิดอื่น ๆ ในอาหารนั้น ๆ ลดลง จึงทำให้โภชนะของมูลที่ถ่ายออกสูง (พิชิตร์, 2548) แต่การใช้มันสำปะหลังหมักในอาหารมีแนวโน้มทำให้การย่อยได้ของเถ้าเพิ่มขึ้น ($P>0.05$) และทำให้การย่อยได้ของฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อาจจะเนื่องมาจากจุลินทรีย์ช่วยย่อยฟอสฟอรัสในส่วนประกอบของวัตถุดิบจากพืช จึงทำให้ค่าการย่อยได้ของฟอสฟอรัสโดยรวมสูงขึ้น ซึ่ง อโณชา (2529) รายงานไว้ว่า มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงมีการย่อยได้ต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากมันสำปะหลังหมัก มีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่ายต่ำและเยื่อใยสูง ส่วนสินชัย และนวลจันทร์ (2529) ที่รายงานไว้ว่า การใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงที่หมักด้วยเชื้อรา (*Aspergillus niger*) และยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) ในระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ ของอาหารไก่เนื้อ (มันสำปะหลังหมักล้วน ๆ) ทำให้สมรรถภาพการผลิตของไก่ต่ำมาก จึงไม่แนะนำให้ใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงเป็นอาหารไก่เนื้อในระดับสูง สุชีพ และคณะ (2533) รายงานไว้ว่า การใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงทดแทนปลายข้าวทั้งหมดในสูตรอาหารเป็ดเนื้อ มีผลทำให้สมรรถภาพการผลิตของเป็ดเนื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

การย่อยได้ของโภชนะในอาหารของไก่เนื้อที่ผ่าตัดทำทวารเทียมและไม่ผ่าตัดทำทวารเทียม พบว่า การย่อยได้ปรากฏของ โปรตีนและแคลเซียม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนการย่อยได้ปรากฏของ วัตถุแห้ง ไขมัน เยื่อใย ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรค ฟอสฟอรัส เถ้าและพลังงาน มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยไก่กลุ่มที่ไม่ได้ผ่าตัดทำทวารเทียมพบว่ามีการย่อยได้ปรากฏของโปรตีน เถ้า และพลังงาน มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มที่ทำทวารเทียม เนื่องจากการทำทวารเทียมเป็นการตัดลำไส้ใหญ่ และเปิดออกทางหน้าท้อง อีกทั้งปลายเปิดของลำไส้ไม่มีกล้ามเนื้อหูรูดที่จะบีบรัดมูลเอาไว้ ทำให้ระยะเวลาที่อาหารอยู่ในลำไส้น้อยกว่าของไก่ปกติที่ไม่ทำทวารเทียม จากการที่มูลและปัสสาวะของสัตว์ปีกถูกขับออกมาทางเดียวกัน คือ cloaca การแยกโปรตีนในมูลและปัสสาวะออกจากกันทำได้โดยการวิเคราะห์ทางเคมี โดยอาศัยหลักที่ว่า ไนโตรเจนในปัสสาวะส่วนใหญ่อยู่ในรูปของกรดยูริค ส่วนไนโตรเจนในมูลส่วนใหญ่อยู่ในรูปโปรตีนแท้ (true protein) (บุญล้อม, 2541) ซึ่ง Isshiki and Nakahiro (1988) รายงานไว้ว่า การผ่าตัดทำทวารเทียมในสัตว์ปีก จะมีการสูญเสียน้ำหนักตัวหลังการผ่าตัดที่ 6 วันแรก และจะมีการฟื้นฟูร่างกายได้อย่างรวดเร็วเทียบเท่ากับไก่ที่ไม่ได้ผ่าตัดทวารเทียม ซึ่งอาจเป็นเหตุผลที่ทำให้การย่อยได้ของไก่ทั้ง 2 กลุ่ม มีการย่อยได้ปรากฏของโภชนะในอาหารไม่แตกต่างกันมากนัก สาโรช และเยาวมาลย์ (2529) รายงานไว้ว่า การปลอมปนของมันสำปะหลัง ระดับดินทรายที่วิเคราะห์ในผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังไทย ไม่มี

ผลกระทบในการเจริญเติบโตของไก่เนื้อและสุกร แต่มีผลทำให้ การย่อยได้ และการใช้ประโยชน์ของโภชนะลดลง

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในอาหารไก่เนื้อ สามารถสรุปผลการทดลองและมีข้อแนะนำในการนำไปใช้ดังต่อไปนี้

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองพอจะสรุปได้ดังนี้คือ

1. การหมักทำให้มันสำปะหลังมีคุณค่าทางโภชนะเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะโปรตีนจาก 2.00 เปอร์เซ็นต์ เป็น 11.71 เปอร์เซ็นต์

2. ไก่เนื้อที่อายุ 1-3 สัปดาห์ ไม่ควรใช้อาหารผสมมันสำปะหลังหมัก เนื่องจากทำให้สมรรถภาพการผลิตเลวลง ส่วนไก่เนื้อที่อายุ 4- 6 สัปดาห์ สามารถใช้อาหารผสมมันสำปะหลังหมักได้ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ โดยที่น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

3. การใช้มันสำปะหลังหมักที่ระดับ 60 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลกระทบต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักซากหลังถอนขน

4. การใช้มันสำปะหลังหมักในอาหารส่วนใหญ่ไม่มีผลต่อการย่อยได้ของโภชนะ ยกเว้นแคลเซียมและฟอสฟอรัส ไก่ที่ทำทวารเทียมมีการย่อยได้ของโปรตีนต่ำกว่า แต่การย่อยได้ของแคลเซียมดีกว่าของไก่ปกติ ($P<0.05$)

ข้อเสนอแนะ

1. การนำมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงเลี้ยงสัตว์ในรูปของอาหารผง ทำให้สัตว์กินอาหารได้น้อย เพื่อกระตุ้นให้สัตว์กินอาหาร ควรให้อาหารทีละน้อย แต่ให้หลาย ๆ ครั้ง

2. การนำมันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงมาใช้เป็นอาหารสัตว์ ควรให้สัตว์กินในรูปของอาหารอัดเม็ด เพราะมีลักษณะฟ่ามสูง อาจจะทำให้ไก่กินอาหารได้มากขึ้นและได้รับโภชนะอย่างครบถ้วน

3. การใช้มันสำปะหลังหมักเป็นอาหารสัตว์ควรเสริมน้ำมันหรือกากน้ำตาลลงไปด้วย เพื่อลดความเป็นฝุ่น

บรรณานุกรม

กนก ผลารักษ์, เยาวมาลย์ ค้าเจริญ, ธีระ เหมนิธิ และ สำเนาว์ ข้องสาย. 2520. การใช้มันสำปะหลังแทนข้าวโพดในอาหารไก่ระยะก่อนไข่. **แก่นเกษตร** 5(3): 107-117.

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

กรมปศุสัตว์. 2547. **วัตถุดิบอาหารสัตว์**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.dld.go.th/nutrition/exhibition/feed_stuff/ (6 สิงหาคม 2547).

การเจริญเติบโตและลักษณะซากของเป็ดบาร์บารี่เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารมันสำปะหลังระดับต่างๆ. 2549. **สัตว์เศรษฐกิจ** 24(541): 51.

กล้าณรงค์ ศรีรอต และ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2542. **เทคโนโลยีแป้ง**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เท็ก แอน เจอร์นัล พับลิเคชั่น. 292 น.

คนึงนิจ ก่อธรรมฤทธิ์. 2540. **การศึกษาการวิเคราะห์สถานภาพและศักยภาพการผลิต การใช้และความต้องการ Probiotics ของอุตสาหกรรมอาหารสัตว์**. กรุงเทพฯ: กองควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. 35 น.

จรัญ จันทลักขณา. 2527. **สถิติวิธีวิเคราะห์และการวางแผนงานวิจัย**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช จำกัด. 468 น.

จรูญ พุทธจรรยา. 2541. **แนวทางการพัฒนาการผลิตโปรตีนเซลล์เดียวจากมันสำปะหลังในระดับการนำไปใช้สำหรับการเกษตรเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารมนุษย์และอาหารสัตว์**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 87 น.

จารุรัตน์ เศรษฐภักดี. 2528. **อาหารสัตว์เศรษฐกิจ**. สงขลา: ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. 264 น.

ณรงค์ วงษ์พานิช. 2532. **การผลิตโปรตีนเซลล์เดียวจากมันสำปะหลังโดยการหมักยีสต์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 92 น.

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

ดุษณี ธนะบริพัฒน์. 2546. **จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โครงการตำรา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. (บทที่ 7 หน้า 4-8).

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

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2541. **โภชนศาสตร์สัตว์ : เล่ม 1**. พิมพ์ครั้งที่ 6. เชียงใหม่: ธนบรรณการพิมพ์. 258 น.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2542. **ชีวเคมีทางสัตวศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 3. เชียงใหม่: ธนบรรณการพิมพ์. 178 น.

บุษบา ยงสมิทธ์. 2542. **จุลชีววิทยาการหมัก วิตามินและสารสี**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 287 น.

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

พันทิพา พงษ์เพียจันทร์. 2535. **หลักการอาหารสัตว์ เล่ม 1 โภชนะ**. กรุงเทพฯ: โอ. เอส. พริ้นติ้งเฮ้าส์. 207 น.

พิชิตร์ วรรณคำ. 2548. **ผลของทองแดงต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่กระทง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่. 77 น.

เพิ่มศักดิ์ ศิริวรรณ. 2533. **โภชนศาสตร์สัตว์ปีก**. เชียงใหม่: สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้ เชียงใหม่. 304 น.

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

มนชัย ดวงจินดา. 2537. **การใช้โปรแกรม SAS เพื่องานวิจัยทางสัตว์**. ขอนแก่น: ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 128 น.

มานิตย์ เทวรักษ์พิทักษ์. 2538. **การจัดการฟาร์มสัตว์ปีก**. เชียงใหม่: สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. 351 น.

รณชัย สิทธิไกรพงษ์. 2539. อิทธิพลของแหนแดงต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากในไก่กระทง. **เกษตรพระจอมเกล้า** 14(1): 12-20.

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

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

วิโรจน์ ภัทรจินดา. 2546. **โคนม**. พิมพ์ครั้งที่ 2. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 450 น.

วิโรจน์ วนาสิทธชัยวัฒน์. 2543. การใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์. **สาส์นไก่และการเกษตร** 48(9): 48-55.

ยุพดี สิทธิบุศย์. 2539. ความเป็นพิษของมันสำปะหลัง. **กสิกร** 69(6): 572-575.

เยาวมาลย์ ค้าเจริญ และ สาโรช ค้าเจริญ. 2519. การใช้มันสำปะหลังแทนข้าวโพดในอาหารไก่กระทง. **สาส์นไก่และการเกษตร** 24(3): 21-27.

สมใจ ศิริโภค. 2537. **เทคโนโลยีการหมัก.** กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพฯ. 250 น.

สาโรจน์ ศิริศันสนียกุล. 2547. **เทคโนโลยีชีวภาพอาหาร การหมัก และสิ่งแวดล้อม.** กรุงเทพฯ: คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 326 น.

สาโรช ค้าเจริญ และ เยาวมาลย์ ค้าเจริญ. 2529. การใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์. **สาส์นไก่และการเกษตร** 34(5): 15-27.

สินชัย พารักษา และ นวลจันทร์ แซ่โอ้ว. 2529. การทดลองใช้มันสำปะหลังหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์. น. 5-9. ใน **รายงานการสัมมนาเรื่องการเพิ่มโปรตีนมันสำปะหลังโดยการหมักเพื่อเป็นอาหารสัตว์.** 13-14 พฤศจิกายน 2529 โรงแรมอิมพีเรียล กรุงเทพฯ.

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

สุทัศน์ ศิริ. 2540. **เทคนิคการวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์งานวิจัยทางสัตว์.** เชียงใหม่: ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 194 น.

สุวรรณ เกษตรสุวรรณ. 2529. **ไข่และเนื้อไก่.** กรุงเทพฯ: อมรการพิมพ์. 382 น.

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

อาทิตย์ พลายมาศ และ หทัยรัตน์ พงศ์พิพัฒนาการ. 2544. ผลของการเสริมยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ที่มีชีวิตในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตในไก่กระทง. **พระจอมเกล้าลาดกระบัง** 9(1): 31-34.

อุทัย คันโธ และ สุกัญญา จัตตุพรพงษ์. 2545. **การใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสุกรและสัตว์ปีก.** กรุงเทพฯ: มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี. 35 น.

Azoulay, E., F. Jouanneau, J. C. Bertrand, A. Raphael, J. Janssens and J. M. Lebeault. 1980. Fermentation methods for protein enrichment of cassava and corn with *Candida tropicaris*. **Appl. And Environ. Microbiol.** 39(1): 41-47.

Balagopalan, C., G. Padmaja and M. George. 2004. **Improving the Nutritional Value of Cassava Products Using Microbial Techniques.** [Online]. Available http://www.fao.org (25 July 2004)

Bhattacharjee, J. E. 1970. Microorganism as potential sources of food. **Appl. Microbiol.** 13: 139-159.

Cunniff, P. 1995. **Official Methods of Analysis of AOAC International.** 16 th ed. Virginia, U.S.A: AOAC International.

Haidari, C. G. and J. E. Bhattacharjee. 1978. High lysine excreting mutants of *Saccharomyces cerevisiae.* **J. Ferment. Technol.** 55(2): 189-192.

Isshiki, Y. and Y. Nakahiro. 1988. A technique for attaching an artificial anus using thereversed rectum method in domestic fowl. **Jpn. Poult. Sci.** 25(6): 394-39.

Iyayi, E. A. and D. M. Losel . 2001. Protein enrichment of cassava by-products through solid state fermentation by fungi. **J. Food Technol. Africa.** 6(4): 116-118.

Johnson, R. M. and W. D. Raymond. 1965. The chemical composition of some tropical food plant 4. **Tropical Sci.** 7 (3): 109-115.

Kanjanapruthipong, J. 1998. **The Use of Cassava in Cattle Feeding.** Bangkok: Kasetsart University. 20 p.

Leeson, S. and J. D. Summers. 1980. Product and carcass characteristic of the broiler chicken. **Poult. Sci.** 59(4): 786-798.

Maner, J. 1971. Process enriched cassava with protein. **Food Engineer** 42(5): 152-156.

Nelson, G. E. N., R. F. Anderson, R. A. Rhodes, M. C. Sheklrtion and H. H. Hall. 1959. Lysine, methionine and tryptophan content of microorganism. **Yeast Appl. Microbiol.** 8: 179-182.

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

Obadina, A. O., O. B. Oyewole, L. O. Sanni and S. S. Abiola. 2006. Fungal enrichment of cassava peels proteins. **African J. Biotechnol.** 5(3): 302-304.

Oboh, G. 2006. Nutrient enrichment of cassava peels using a mixed culture of *Saccharomyces a cerevisiae* and *Lactobacillus spp.* solid media fermentation techniques. **Plant Biotechnol.** 9(1): 11-14.

Oboh, G. and A. A. Akindahunsi. 2003. Biochemical change in cassava product subjected to *Saccharomyces cerevisiae* solid media fermentatiom. **Food Chem.** 82(4): 599-602.

Oboh, G., A. A. Akindahunsi and A. A. Oshodi. 2002. Nutrient and anti-nutrients of *Aspergillus niger* fermented cassava product (flour and gari). **Food Composition and Analysis.** 15(5): 617-622.

Ofuya, C. O. and S. N. Obilor. 1993. The suitability of fermented cassava peel as a poultry feedstuff. **Biores. Technol.** 44(2): 101-104.

Oliveira, S. R., F. M. Bion, S. M. Lopes and A. C. Metri. 2001. Use of diet containing (*Saccharomyces cerevisiae*) : Effects upon pregnancy, lactation and development in rats. **Arch Latinoam Nutr.** 51(1): 72-80.

Oyewole, O. B. 2001. Characteristics and significance of yeasts' involvement in cassava fermentation for fufu production. **Food Microbiol.** 65(3): 213-218.

Peppler, H. J. 1979. Production of yeasts and yeast products. **Microbial Technol.** 1: 157-182.

Rogers, F. E. 1959. Conversation of carbohydrates to protein. **Food Technol.** 3(8): 35-40.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางผนวก

ตารางผนวก 1 ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 2 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	250.00	252.22	250.0	244.44	249.16
2	255.55	227.77	244.44	242.22	242.49
3	226.66	233.33	247.77	222.22	232.49
4	222.22	233.33	227.77	222.22	226.38
5	216.66	211.11	210.00	210.00	211.94

ตารางผนวก 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 2 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	3350.5050	837.6263	13.76**	3.06	4.89
Error	15	913.1563	60.8771			
Total	19	4263.6614	224.4032			

C.V. = 3.35% SEM = 3.90

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.05)

^{ns} แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 3 ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 3 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	480.00	500.00	518.00	500.00	499.50
2	490.33	488.88	502.36	499.40	495.24
3	490.00	480.66	491.52	476.28	484.61
4	472.22	480.00	455.55	461.11	467.22
5	444.44	450.00	438.88	422.22	438.88

ตารางผนวก 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 3 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	9781.5422	2445.3855	20.25**	3.06	4.89
Error	15	1811.3222	120.7548			
Total	19	11592.8643	610.1508			

C.V. = 2.30% SEM = 6.21

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.05)

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 5 ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 4 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	748.22	761.18	750.27	691.11	737.69
2	702.22	691.11	762.50	666.66	705.62
3	672.22	691.11	775.00	758.19	724.13
4	665.55	691.11	674.77	691.11	680.63
5	665.55	677.77	688.68	620.00	663.00

ตารางผนวก 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 4 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	15016.8816	3754.2204	3.01^{ns}	3.06	4.89
Error	15	18713.2707	1247.5514			
Total	19	33730.1523	1775.2712			

C.V. = 5.02% SEM = 17.66

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.05)

^{ns} แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 7 ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 5 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	874.66	859.58	830.00	805.55	842.45
2	807.77	788.88	900.00	811.11	826.94
3	790.00	800.00	798.88	875.00	815.97
4	777.77	816.66	777.77	772.22	786.10
5	767.77	900.00	708.75	742.22	779.68

ตารางผนวก 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 5 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	11460.6070	2865.1518	1.15^{ns}	3.06	4.89
Error	15	37276.4411	2485.0961			
Total	19	48737.0481	2565.1078			

C.V. = 6.15% SEM = 24.92

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.05)

^{ns} แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 9 ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่กระทงที่อายุ 6 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	933.35	1,026.25	1,366.66	1,013.88	1,085.03
2	911.11	999.58	905.55	900.00	972.02
3	901.11	911.11	911.11	1,025.00	937.08
4	888.88	896.66	914.44	911.11	902.77
5	728.66	787.50	900.00	758.33	793.62

ตารางผนวก 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	173703.5778	43425.8796	4.49*	3.06	4.89
Error	15	145160.2033	9677.3469			
Total	19	318863.7210	16782.3011			

C.V. = 10.58% SEM = 49.18

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.05)

^{ns} แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 11 ปริมาณอาหารที่กินที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 1-3 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	730.00	752.22	768.00	744.44	748.66
2	745.88	716.65	746.80	741.62	737.73
3	716.66	713.99	739.29	698.50	717.11
4	694.44	713.33	683.32	683.33	693.60
5	661.10	661.11	648.88	632.22	650.82

ตารางผนวก 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 1-3 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	24336.9614	6084.2403	27.07**	3.06	4.89
Error	15	3371.5339	224.7689			
Total	19	27708.4953	1458.3419			

C.V. = 2.11% SEM = 7.49

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.05)

^{ns} แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 13 ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 4-6 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	2,556.23	2,647.01	2,946.93	2,510.54	2,665.17
2	2,471.10	2,479.57	2,618.05	2,449.62	2,501.58
3	2,382.63	2,402.22	2,484.99	2,658.19	2,482.00
4	2,332.20	2,404.12	2,366.98	2,374.44	2,369.43
5	2,161.98	2,365.27	2,297.43	2,120.55	2,236.30

ตารางผนวก 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 4-6 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	409797.1156	102449.2789	6.91**	3.06	4.89
Error	15	222342.5800	14822.8387			
Total	19	632139.6956	33270.5103			

C.V. = 4.96% SEM = 60.87

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.05)

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 15 ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 1-6 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	3,286.23	3,399.23	3,714.93	3,254.98	3,413.83
2	3,216.98	3,196.22	3,364.85	3,191.24	3,242.31
3	3,099.29	3,116.21	3,224.28	3,356.69	3,199.11
4	3,026.64	3,117.45	3,050.30	3,057.77	3,063.03
5	2,823.08	3,026.38	2,946.31	2,752.77	2,887.12

ตารางผนวก 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 1-6 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	706700.3511	176675.0878	12.39**	3.06	4.89
Error	15	213820.5024	14254.4003			
Total	19	920520.8535	48448.4660			

C.V. = 3.76% SEM = 59.69

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.05)

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 17 น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 2 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	198.89	184.45	184.45	180.00	186.94
2	182.23	184.44	182.33	165.56	178.64
3	168.89	166.67	174.44	158.89	167.22
4	117.78	146.67	163.33	162.22	147.50
5	108.89	108.89	88.89	98.89	101.39

ตารางผนวก 18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของไก่เนื้อที่อายุ 2 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	18600.7436	4650.1859	31.92**	3.06	4.89
Error	15	2185.4403	145.6960			
Total	19	2078.1838	1094.0097			

C.V. = 7.72% SEM = 6.03

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.05)

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 19 น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 3 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	394.44	364.44	393.33	390.00	385.55
2	245.55	291.11	288.34	283.33	277.08
3	301.11	287.78	322.37	293.34	301.15
4	282.22	291.11	280.00	298.89	288.05
5	212.22	213.34	188.89	217.77	208.05

ตารางผนวก 20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 3 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	64482.5922	16120.6481	71.45**	3.06	4.89
Error	15	3384.4864	225.6324			
Total	19	67867.0786	3571.9515			

C.V. = 5.14% SEM = 7.51

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$)

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

ตารางผนวก 21 น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 4 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	336.67	386.69	413.34	324.44	365.28
2	350.56	352.23	335.22	324.89	340.72
3	327.78	301.11	402.50	363.75	348.78
4	348.89	340.00	323.33	321.11	333.33
5	305.59	275.55	200.63	276.67	264.61

ตารางผนวก 22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 4 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	23993.5683	5998.3921	4.95**	3.06	4.89
Error	15	18161.9609	1210.7974			
Total	19	42155.5293	2218.7121			

C.V. = 10.52% SEM = 17.39

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.05)

^{ns} แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 23 น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 5 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	299.45	320.42	446.66	307.78	343.57
2	307.77	286.66	365.00	297.78	314.30
3	216.66	261.11	340.69	360.00	294.61
4	255.56	313.33	261.11	273.34	275.83
5	274.44	218.34	382.15	190.00	266.23

ตารางผนวก 24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 5 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	15403.3493	3850.8373	1.04^{ns}	3.06	4.89
Error	15	55287.9657	3685.8644			
Total	19	70691.3150	3720.5966			

C.V. = 20.31% SEM = 30.35

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$)

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

ตารางผนวก 25 น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	306.88	428.75	398.34	375.20	377.29
2	360.00	425.08	305.00	301.11	347.79
3	382.00	293.33	317.78	283.75	319.21
4	301.11	303.34	361.11	324.45	322.50
5	311.11	312.25	332.14	314.45	317.48

ตารางผนวก 26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	10588.7753	2647.1938	1.49^{ns}	3.06	4.89
Error	15	26669.0173	1777.9345			
Total	19	37257.7926	1960.9365			

C.V. = 12.51% SEM = 21.08

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$)

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

ตารางผนวก 27 น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 1-3 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	593.33	548.89	577.78	570.00	572.50
2	427.78	475.55	470.67	448.89	455.72
3	470.00	454.45	496.81	452.23	468.37
4	400.00	437.78	443.33	461.11	435.55
5	321.11	322.23	277.78	316.66	309.44

ตารางผนวก 28 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 1-3 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	141307.1493	35326.7873	74.93**	3.06	4.89
Error	15	7072.1023	471.4735			
Total	19	148379.2517	7809.4343			

C.V. = 4.84% SEM = 10.85

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$)

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางผนวก 29 น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 4-6 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	943.00	1,135.86	1,258.34	1,007.42	1,086.15
2	1,018.33	1,063.97	1,005.22	923.78	1,002.82
3	926.44	855.55	1,060.97	1,007.50	962.61
4	905.56	956.67	945.55	918.90	931.67
5	819.14	806.14	914.92	718.12	814.58

ตารางผนวก 30 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 4-6 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	158818.1378	39704.5344	5.20**	3.06	4.89
Error	15	114630.8015	7642.0534			
Total	19	273448.9393	14392.0494			

C.V. = 9.11% SEM = 43.70

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$)

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางผนวก 31 น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 1-6 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	1,536.33	1,684.75	1,836.12	1,577.42	1,658.65
2	1,446.11	1,539.52	1,475.89	1,372.67	1,458.54
3	1,396.44	1,310.00	1,557.78	1,459.73	1,430.98
4	1,305.56	1,394.45	1,388.88	1,380.01	1,367.22
5	1,212.25	1,128.37	1,192.70	1,097.78	1,157.77

ตารางผนวก 32 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของไก่เนื้อที่อายุ 1-6 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	519864.9717	129966.2429	17.00**	3.06	4.89
Error	15	114685.7209	7645.7147			
Total	19	634550.6926	33397.4049			

C.V. = 6.18% SEM = 43.71

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.05)

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 33 ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 2 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	1.25	1.36	1.35	1.35	1.32
2	1.40	1.23	1.34	1.46	1.35
3	1.34	1.39	1.42	1.39	1.38
4	1.88	1.59	1.39	1.36	1.55
5	1.98	1.93	2.36	2.12	2.09

ตารางผนวก 34 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 2 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	1.6537	0.4134	19.16**	3.06	4.89
Error	15	0.3236	0.0216			
Total	19	1.9773	0.1041			

C.V. = 9.51% SEM = 7.34

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.05)

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 35 ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 3 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	1.21	1.37	1.31	1.28	1.29
2	1.99	1.67	1.74	1.76	1.78
3	1.62	1.66	1.52	1.62	1.60
4	1.67	1.64	1.62	1.54	1.61
5	2.09	2.10	2.32	1.93	2.11

ตารางผนวก 36 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 3 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	1.4266	0.3566	31.83**	3.06	4.89
Error	15	0.1681	0.0112			
Total	19	1.5946	0.0839			

C.V. = 6.28% SEM = 5.29

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.05)

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 37 ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 4 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	2.22	1.96	1.81	2.13	2.03
2	2.00	1.96	2.27	2.05	2.07
3	2.05	2.29	1.92	2.08	2.08
4	1.90	2.03	2.08	2.15	2.04
5	2.17	2.45	2.43	2.24	2.32

ตารางผนวก 38 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 4 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.2347	0.0587	2.76^{ns}	3.06	4.89
Error	15	0.3186	0.0212			
Total	19	0.5536	0.0291			

C.V. = 6.90% SEM = 7.28

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$)

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางผนวก 39 ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 5 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	2.68	2.68	1.85	2.61	2.45
2	2.62	2.75	2.46	2.72	2.63
3	3.64	3.06	2.34	2.43	2.86
4	3.04	2.60	2.97	2.82	2.85
5	2.79	4.12	1.85	3.90	3.16

ตารางผนวก 40 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 5 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	1.1458	0.2865	0.85^{ns}	3.06	4.89
Error	15	5.0518	0.3388			
Total	19	6.2277	0.3278			

C.V. = 20.81% SEM = 0.29

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$)

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

ตารางผนวก 41 ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	3.04	2.39	3.43	2.68	2.89
2	2.53	2.35	2.96	2.98	2.70
3	2.35	3.10	2.86	3.61	2.98
4	2.95	2.95	2.53	2.80	2.80
5	2.34	2.45	2.70	2.41	2.47

ตารางผนวก 42 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.5999	0.1500	1.17^{ns}	3.06	4.89
Error	15	1.9194	0.1280			
Total	19	2.5193	0.1326			

C.V. = 12.91% SEM = 0.17

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.05)

^{ns} แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 43 ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 1-3 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	1.23	1.37	1.32	1.30	1.30
2	1.74	1.50	1.58	1.65	1.61
3	1.52	1.57	1.48	1.54	1.52
4	1.73	1.62	1.54	1.48	1.59
5	2.05	2.05	2.33	1.99	2.10

ตารางผนวก 44 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 1-3 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	1.3733	0.3433	34.19**	3.06	4.89
Error	15	0.1506	0.0100			
Total	19	1.5239	0.0802			

C.V. = 6.14% SEM = 0.05

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$)

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

ตารางผนวก 45 ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 4-6 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	2.41	2.40	2.42	2.60	2.45
2	2.42	2.33	2.60	2.65	2.50
3	2.57	2.80	2.34	2.63	2.58
4	2.57	2.51	2.50	2.51	2.52
5	2.42	2.93	2.51	2.71	2.64

ตารางผนวก 46 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 4-6 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.0849	0.0212	0.88^{ns}	3.06	4.89
Error	15	0.3605	0.0241			
Total	19	0.4459	0.0235			

C.V. = 6.10% SEM = 7.75

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$)

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

ตารางผนวก 47 ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 1-6 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	2.13	2.01	2.02	2.06	2.06
2	2.18	2.07	2.24	2.27	2.19
3	2.20	2.37	2.06	2.29	2.23
4	2.31	2.23	2.19	2.21	2.23
5	2.32	2.68	2.47	2.50	2.49

ตารางผนวก 48 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อที่อายุ 1-6 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.4024	0.1006	9.49**	3.06	4.89
Error	15	0.1591	0.0106			
Total	19	0.5615	0.0296			

C.V. = 4.59% SEM = 5.14

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.05)

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 49 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักหลังเชือดของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	96.81	94.71	95.07	94.11	95.18
2	95.41	95.89	95.26	96.45	95.75
3	96.53	95.36	94.91	95.24	95.51
4	95.63	95.63	95.22	94.96	95.36
5	98.03	98.03	96.87	96.44	97.34

ตารางผนวก 50 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักหลังเชือดของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	12.1839	3.0460	5.25**	3.06	4.89
Error	15	8.7042	0.5803			
Total	19	20.8881	1.0994			

C.V. = 0.79% SEM = 0.38

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.05)

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 51 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักหลังถอนขนของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	96.40	95.38	94.31	98.01	96.02
2	96.26	97.14	96.95	96.89	96.81
3	95.20	96.35	96.34	97.13	96.25
4	97.09	96.00	97.17	95.70	96.49
5	95.41	96.67	96.77	96.30	96.28

ตารางผนวก 52 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักหลังถอนขนของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	1.3880	0.3470	0.41^{ns}	3.06	4.89
Error	15	12.6063	0.8404			
Total	19	13.9943	0.7365			

C.V. = 0.95% SEM = 0.45

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.05)

^{ns} แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 53 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเครื่องในของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	19.00	19.53	19.30	19.71	19.38
2	20.53	20.84	20.68	20.61	20.66
3	18.42	19.07	18.63	19.20	18.83
4	18.14	18.56	18.16	18.74	18.40
5	18.36	18.74	18.67	18.96	18.68

ตารางผนวก 54 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเครื่องในของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	12.8995	3.2249	40.73**	3.06	4.89
Error	15	1.1877	0.0792			
Total	19	14.0872	0.7414			

C.V. = 1.46% SEM = 0.14

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.05)

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 55 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักปีกบนของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	4.03	4.22	4.27	4.68	4.30
2	3.88	4.42	4.72	4.00	4.25
3	4.51	4.16	4.53	3.86	4.26
4	4.10	4.16	4.37	4.23	4.21
5	3.94	4.92	4.14	4.38	4.34

ตารางผนวก 56 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักปีกบนของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.0385	0.0096	0.09^{ns}	3.06	4.89
Error	15	1.5574	0.1038			
Total	19	1.5959	0.0840			

C.V. = 7.53% SEM = 0.16

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$)

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

ตารางผนวก 57 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักปีกกลางของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	2.36	3.27	3.17	3.26	3.01
2	3.06	3.07	3.11	3.01	3.06
3	3.16	3.30	3.20	3.10	3.19
4	3.13	3.30	3.41	3.63	3.36
5	3.18	2.29	3.39	3.28	3.28

ตารางผนวก 58 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักปีกกลางของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.3489	0.0872	1.73^{ns}	3.06	4.89
Error	15	0.7582	0.0505			
Total	19	1.1071	0.0583			

C.V. = 7.06% SEM = 0.11

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$)

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

ตารางผนวก 59 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักหลังปีกล่างของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	1.04	1.06	0.88	0.98	0.99
2	1.05	0.99	0.96	0.98	0.99
3	1.04	0.96	1.11	1.02	1.03
4	1.15	1.02	1.09	1.15	1.10
5	1.08	1.13	1.24	1.66	1.27

ตารางผนวก 60 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักปีกล่างของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.2284	0.0571	3.35*	3.06	4.89
Error	15	0.2555	0.0170			
Total	19	0.4839	0.0255			

C.V. = 12.09% SEM = 6.52

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.05)

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 61 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักอกนอกของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	15.02	17.68	14.78	15.36	15.71
2	15.97	14.91	15.90	15.90	15.67
3	15.05	17.07	17.08	15.48	16.17
4	16.33	15.49	14.57	14.53	15.23
5	14.01	13.76	13.29	13.25	13.57

ตารางผนวก 62 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักอกนอกของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	16.1190	4.0297	5.00**	3.06	4.89
Error	15	12.0999	0.8067			
Total	19	28.2189	1.4852			

C.V. = 5.88 % SEM = 0.44

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$)

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางผนวก 63 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักอกในของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	3.77	3.87	4.07	4.09	3.95
2	3.64	3.39	4.19	3.80	3.75
3	3.64	3.76	3.99	3.69	3.77
4	3.79	4.30	3.75	3.80	3.91
5	3.77	3.92	4.19	3.95	3.95

ตารางผนวก 64 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักอกในของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.1555	0.0389	0.75^{ns}	3.06	4.89
Error	15	0.7772	0.0518			
Total	19	0.9327	0.0591			

C.V. = 5.88% SEM = 0.11

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$)

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

ตารางผนวก 65 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตับของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	2.38	1.91	2.26	2.41	2.24
2	2.10	2.30	2.06	2.31	2.19
3	1.93	2.30	2.02	2.15	2.10
4	2.30	2.06	2.06	2.27	2.17
5	2.56	2.16	2.10	2.10	2.23

ตารางผนวก 66 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตับของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.0499	0.0125	0.38^{ns}	3.06	4.89
Error	15	0.4858	0.0324			
Total	19	0.5356	0.0282			

C.V. = 8.22% SEM = 0.08

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$)

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

ตารางผนวก 67 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักกระเพาะแท้รวมกึ๋นของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	1.70	1.79	1.50	1.87	1.71
2	1.78	1.74	1.51	1.60	1.65
3	2.06	1.87	1.73	1.62	1.82
4	1.64	1.78	2.03	1.77	1.80
5	1.90	1.92	2.10	1.90	1.95

ตารางผนวก 68 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักกระเพาะแท้รวมกึ๋นของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.2061	0.0515	2.28^{ns}	3.06	4.89
Error	15	0.3392	0.0226			
Total	19	0.5453	0.0287			

C.V. = 8.39% SEM = 7.51

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.05)

^{ns} แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 69 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักถุงน้ำดีของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	0.17	0.11	0.11	0.13	0.13
2	0.15	0.10	0.12	0.10	0.11
3	0.17	0.08	0.16	0.10	0.10
4	0.14	0.14	0.14	0.12	0.13
5	0.16	0.13	0.10	0.12	0.12

ตารางผนวก 70 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักถุงน้ำดี ของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.0006	0.0002	0.20^{ns}	3.06	4.89
Error	15	0.0121	0.0008			
Total	19	0.0128	0.0007			

C.V. = 22.29% SEM = 1.42

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.05)

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 71 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักม้ามของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	0.44	0.16	0.26	0.30	0.29
2	0.57	0.21	0.18	0.59	0.38
3	0.68	0.27	0.13	0.33	0.35
4	0.24	0.14	0.27	0.38	0.25
5	0.25	0.13	0.10	0.26	0.18

ตารางผนวก 72 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักม้ามของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.1016	0.0254	0.95^{ns}	3.06	4.89
Error	15	0.4027	0.0268			
Total	19	0.5043	0.0265			

C.V. = 55.63% SEM = 8.19

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$)

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

ตารางผนวก 73 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักน่องของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	11.19	11.13	11.47	12.07	11.46
2	11.62	11.39	11.02	11.60	11.40
3	11.58	11.14	11.37	10.77	11.21
4	11.97	11.54	11.16	11.61	11.82
5	11.28	11.65	11.21	12.00	11.53

ตารางผนวก 74 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักน่องของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.7959	0.1990	1.63^{ns}	3.06	4.89
Error	15	1.8292	0.1219			
Total	19	2.6252	0.1382			

C.V. = 3.03% SEM = 0.17

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$)

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

ตารางผนวก 75 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักสะโพกของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	13.31	16.87	14.93	13.17	14.57
2	14.23	15.16	14.61	12.56	14.14
3	13.76	13.88	14.81	11.81	13.56
4	13.75	13.88	13.63	12.04	13.33
5	13.08	14.39	13.86	13.17	13.63

ตารางผนวก 76 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักสะโพกของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	4.0228	1.0057	0.73^{ns}	3.06	4.89
Error	15	20.7731	1.3849			
Total	19	24.7959	1.3050			

C.V. = 8.49% SEM = 0.58

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.05)

^{ns} แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 77 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแข้งรวมหัวของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	7.00	6.86	5.94	6.52	6.58
2	7.03	6.57	6.21	6.82	6.65
3	6.79	6.95	6.95	6.89	6.89
4	7.15	6.83	7.26	7.87	7.27
5	7.26	7.13	7.38	7.11	7.22

ตารางผนวก 78 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแข้งรวมหัวของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	1.6110	0.4028	3.61*	3.06	4.89
Error	15	1.6735	0.1116			
Total	19	3.2845	0.1729			

C.V. = 4.82% SEM = 0.16

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.05)

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 79 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักหัวใจของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

Treatment	ซ้ำ				ผลเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1	0.41	0.33	0.41	0.47	0.40
2	0.41	0.42	0.44	0.47	0.43
3	0.44	0.41	0.42	0.41	0.42
4	0.52	0.41	0.40	0.49	0.45
5	0.48	0.42	0.46	0.39	0.43

ตารางผนวก 80 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักหัวใจของไก่เนื้อที่อายุ 6 สัปดาห์

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	4	0.0057	0.0014	0.77^{ns}	3.06	4.89
Error	15	0.0280	0.0019			
Total	19	0.0337	0.0018			

C.V. = 10.03% SEM = 2.15

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.05)

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 81 การย่อยได้ของวัตถุแห้ง

Treatment	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย	
	1	2	3	4	X	A
A1B1	83.74	82.17	79.87	81.22	81.75	
A1B2	83.14	78.48	82.95	81.35	81.48	81.61
A2B1	82.27	75.07	80.39	80.91	79.66	
A2B2	82.94	84.45	82.95	72.50	80.71	80.18
A3B1	80.03	80.85	82.11	80.58	80.90	
A3B2	84.45	74.99	78.84	80.11	79.59	80.24
A4B1	74.23	76.13	77.46	87.25	78.76	
A4B2	82.10	82.38	84.20	81.19	82.46	80.61

A= อาหารทดลอง 4 ระดับ คือ 0 15 30 และ 100 เปอร์เซ็นต์

B = ไก่ที่ทำทวารเทียม และไม่ทำทวารเทียม

ค่าเฉลี่ย B1 = 80.26, B2 = 81.06

ตารางผนวก 82 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของวัตถุแห้ง

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	7	43.5773	6.2253	0.50^{ns}	2.42	3.50
A	3	10.4924	3.4975	0.28^{ns}	3.01	4.71
B	1	5.0721	5.0721	0.41^{ns}	4.26	7.82
AxB	3	28.0127	9.3376	0.75^{ns}	3.01	4.71
Error	24	297.1648	12.3819			
Total	31	340.7421	10.9917			

C.V. = 3.62% SEM = 1.17

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$)

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

ตารางผนวก 83 การย่อยได้ของโปรตีน

Treatment	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย	
	1	2	3	4	X	A
A1B1	86.15	87.44	88.47	84.83	86.72	
A1B2	84.95	79.14	79.88	80.72	81.17	83.94
A2B1	81.08	96.58	88.04	86.85	88.13	
A2B2	69.15	72.15	85.33	76.67	75.82	81.98
A3B1	87.69	83.74	74.75	81.24	81.85	
A3B2	85.55	74.62	82.55	70.52	78.31	81.33
A4B1	85.44	80.12	79.23	82.01	81.70	
A4B2	82.53	81.84	73.74	82.96	80.26	80.98

A= อาหารทดลอง 4 ระดับ คือ 0 15 30 และ 100 เปอร์เซ็นต์

B = ไก่ที่ทำทวารเทียม และไม่ทำทวารเทียม

ค่าเฉลี่ย B1 = 84.60, B2 = 78.89

ตารางผนวก 84 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของโปรตีน

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	7	460.0399	65.7200	2.57*	2.42	3.50
A	3	66.0014	22.0005	0.86^{ns}	3.01	4.71
B	1	260.8329	260.8329	10.21^{ns}	4.26	7.82
AxB	3	133.2056	44.4019	1.74^{ns}	3.01	4.71
Error	24	612.9110	25.5380			
Total	31	1072.9509	34.6113			

C.V = 6.18% SEM = 2.44

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.05)

^{ns} แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 85 การย่อยได้ของไขมัน

Treatment	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย	
	1	2	3	4	X	A
A1B1	80.64	70.47	88.90	89.91	82.48	
A1B2	88.25	82.80	78.11	84.08	83.31	82.90
A2B1	80.32	82.55	91.66	79.13	89.72	
A2B2	88.26	73.93	90.35	91.14	86.93	84.67
A3B1	89.21	78.64	82.25	82.21	77.84	
A3B2	82.27	86.33	85.11	80.98	73.08	83.38
A4B1	88.45	73.25	91.64	78.87	83.05	
A4B2	71.90	87.13	89.24	87.26	83.88	83.47

A= อาหารทดลอง 4 ระดับ คือ 0 15 30 และ 100 เปอร์เซ็นต์

B = ไก่ที่ทำทวารเทียม และไม่ทำทวารเทียม

ค่าเฉลี่ย B1 = 83.01, B2 = 84.20

ตารางผนวก 86 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของไขมัน

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	7	29.6517	4.2360	0.09^{ns}	2.42	3.50
A	3	13.6380	4.5460	0.10^{ns}	3.01	4.71
B	1	11.3288	11.3288	0.25^{ns}	4.26	7.82
AxB	3	1.6849	1.5616	0.03^{ns}	3.01	4.71
Error	24	1076.9000	44.8708			
Total	31	2464.5517	35.6952			

C.V. = 8.01% SEM = 2.11

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$)

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

ตารางผนวก 87 การย่อยได้ของเยื่อใย

Treatment	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย	
	1	2	3	4	X	A
A1B1	87.82	56.51	23.73	42.78	52.71	
A1B2	60.02	66.72	37.85	49.17	53.44	53.07
A2B1	57.29	42.62	42.04	45.23	46.79	
A2B2	55.09	23.18	51.62	11.83	35.43	41.11
A3B1	56.33	38.48	30.08	35.57	40.11	
A3B2	57.28	45.44	28.41	50.22	45.33	42.73
A4B1	42.55	22.15	38.59	27.68	32.74	
A4B2	50.12	45.90	49.14	49.20	48.59	40.29

A= อาหารทดลอง 4 ระดับ คือ 0 15 30 และ 100 เปอร์เซ็นต์

B = ไก่ที่ทำทวารเทียม และไม่ทำทวารเทียม

ค่าเฉลี่ย B1 = 43.09, B2 = 45.51

ตารางผนวก 88 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของเยื่อใย

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	7	1615.4705	230.7815	1.05 ^{ns}	2.42	3.50
A	3	845.6602	281.8867	1.28 ^{ns}	3.01	4.71
B	1	46.8996	46.8996	0.21 ^{ns}	4.26	7.82
AxB	3	722.9107	240.9702	1.09 ^{ns}	3.01	4.71
Error	24	5296.7049	220.6960			
Total	31	6912.1754	222.9734			

C.V. = 33.53% SEM = 5.19

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.05)

^{ns} แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางผนวก 89 การย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรค

treatment	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย	
	1	2	3	4	X	A
A1B1	95.16	95.98	95.53	91.42	94.52	
A1B2	94.98	95.14	92.10	90.02	93.06	93.79
A2B1	81.71	95.48	86.02	88.08	87.82	
A2B2	93.44	96.21	77.70	84.59	87.98	87.90
A3B1	64.10	96.21	85.09	86.29	82.92	
A3B2	96.66	73.43	76.75	89.91	84.18	83.56
A4B1	95.10	80.44	75.74	73.25	81.13	
A4B2	94.09	70.16	87.97	87.11	84.83	82.98

A= อาหารทดลอง 4 ระดับ คือ 0 15 30 และ 100 เปอร์เซ็นต์

B = ไก่ที่ทำทวารเทียม และไม่ทำทวารเทียม

ค่าเฉลี่ย B1 = 86.60, B2 = 87.52

ตารางผนวก 90 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรค

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	7	634.3724	90.6246	1.17 ns	2.42	3.50
A	3	599.4613	199.8204	2.59 ns	3.01	4.71
B	1	6.7161	6.7161	0.09 ns	4.26	7.82
AxB	3	28.1950	9.3983	0.12 ns	3.01	4.71
Error	24	1854.4083	77.2670			
Total	31	2488.7807	80.2832			

C.V. = 10.09% SEM = 6.59

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$)

ns แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางคผนวก 91 การย่อยได้ของแคลเซียม

treatment	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย	
	1	2	3	4	X	A
A1B1	87.77	78.74	81.04	83.20	82.68	
A1B2	81.94	72.34	84.90	75.15	78.58	80.63
A2B1	69.24	62.90	60.82	74.61	66.89	
A2B2	94.73	91.91	98.92	92.06	94.40	80.65
A3B1	84.46	80.76	76.09	74.67	78.99	
A3B2	82.63	79.33	81.10	80.30	80.84	79.91
A4B1	77.16	45.28	53.11	70.0	61.38	
A4B2	71.37	81.65	91.24	81.18	81.36	71.37

A= อาหารทดลอง 4 ระดับ คือ 0 15 30 และ 100 เปอร์เซ็นต์

B = ไก่ที่ทำทวารเทียม และไม่ทำทวารเทียม

ค่าเฉลี่ย B1 = 72.62, B2 = 83.80

ตารางผนวก 92 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของแคลเซียม

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	7	2777.7204	396.8172	8.07**	2.42	3.50
A	3	464.9784	154.9928	3.15*	3.01	4.71
B	1	1000.1630	1000.1630	20.33**	4.26	7.82
AxB	3	1312.5790	437.5263	8.89**	3.01	4.71
Error	24	1180.7328	49.1972			
Total	31	3958.4532	127.6920			

C.V. = 8.96% SEM = 7.10

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$)

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

ตารางผนวก 93 การย่อยได้ของฟอสฟอรัส

treatment	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย	
	1	2	3	4	X	A
A1B1	98.66	89.47	93.50	90.43	93.01	
A1B2	86.75	90.37	93.50	88.85	89.86	91.43
A2B1	98.43	99.70	99.37	98.85	99.08	
A2B2	98.95	98.89	99.39	99.01	99.06	99.07
A3B1	98.99	99.01	99.34	99.24	99.14	
A3B2	99.48	99.48	99.41	99.55	99.48	99.31
A4B1	98.27	99.00	89.12	86.43	93.20	
A4B2	99.44	99.58	99.56	99.47	99.51	96.36

A= อาหารทดลอง 4 ระดับ คือ 0 15 30 และ 100 เปอร์เซ็นต์

B = ไก่ที่ทำทวารเทียม และไม่ทำทวารเทียม

ค่าเฉลี่ย B1 = 96.11, B2 = 96.98

ตารางผนวก 94 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของฟอสฟอรัส

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	7	420.7012	60.1002	7.26**	2.42	3.50
A	3	321.0926	107.0309	12.94**	3.01	4.71
B	1	6.0118	6.0118	0.73^{ns}	4.26	7.82
AxB	3	93.5968	31.1989	3.77*	3.01	4.71
Error	24	198.5853	8.2744			
Total	31	619.2865	19.9770			

C.V. = 2.97% SEM = 7.21

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$)

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

ตารางผนวก 95 การย่อยได้ของเถ้า

treatment	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย	
	1	2	3	4	X	A
A1B1	86.98	88.75	81.74	81.12	84.64	
A1B2	78.99	80.22	81.79	72.74	78.43	81.53
A2B1	75.00	87.67	84.87	80.35	81.97	
A2B2	84.22	75.98	73.15	83.46	79.20	80.58
A3B1	82.22	85.76	80.43	80.82	82.30	
A3B2	79.09	81.48	85.66	80.16	81.59	81.94
A4B1	74.88	87.22	86.61	83.26	82.99	
A4B2	69.13	83.34	87.41	86.03	81.47	82.23

A= อาหารทดลอง 4 ระดับ คือ 0 15 30 และ 100 เปอร์เซ็นต์ B = ไก่ที่ทำทวารเทียม และไม่ทำทวารเทียม

ค่าเฉลี่ย B1 = 82.98, B2 = 80.18

ตารางผนวก 96 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของเถ้า

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	7	110.5695	15.7956	0.61 ^{ns}	2.42	3.50
A	3	12.4347	4.1449	0.16 ^{ns}	3.01	4.71
B	1	62.8040	62.8040	2.42 ^{ns}	4.26	7.82
AxB	3	35.3308	11.7769	0.45 ^{ns}	3.01	4.71
Error	24	624.0040	26.0002			
Total	31	734.5735	23.6959			

C.V. = 6.25% SEM = 4.31

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$)

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

ตารางผนวก 97 การย่อยได้ของพลังงาน

treatment	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย	
	1	2	3	4	X	A
A1B1	88.19	89.89	79.90	82.25	85.05	
A1B2	82.01	84.73	68.81	75.26	77.70	81.38
A2B1	73.13	83.32	80.08	89.25	81.44	
A2B2	88.11	78.42	83.51	73.98	81.00	81.22
A3B1	89.47	79.30	78.55	83.91	82.80	
A3B2	80.74	80.56	80.61	77.84	79.93	81.36
A4B1	80.14	75.42	76.22	80.96	78.18	
A4B2	83.35	83.41	85.36	81.94	83.51	80.85

A= อาหารทดลอง 4 ระดับ คือ 0 15 30 และ 100 เปอร์เซ็นต์

B = ไก่ที่ทำทวารเทียม และไม่ทำทวารเทียม

ค่าเฉลี่ย B1 = 81.87, B2 = 80.54

ตารางผนวก 98 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการย่อยได้ของพลังงาน

S.O.V.	df	SS	MS	F-ratio	F 0.05	F 0.01
Treatment	7	183.3517	26.1931	1.08 ^{ns}	2.42	3.50
A	3	1.4807	0.4936	0.02 ^{ns}	3.01	4.71
B	1	14.2311	14.2311	0.59 ^{ns}	4.26	7.82
AxB	3	167.6398	55.8799	2.31 ^{ns}	3.01	4.71
Error	24	579.7238	24.1552			
Total	31	763.0755	24.6153			

C.V. = 6.05% SEM = 1.13

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.05)

^{ns} แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ภาคผนวก ข
ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นางสาวพัชรา บุพิ

เกิดเมื่อ 7 เมษายน พ.ศ. 2523

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2542 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนชุมแพศึกษา จังหวัดขอนแก่น

พ.ศ. 2544 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาสัตวศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตลำปาง

พ.ศ. 2546 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ (สัตว์ปีก) มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

ประวัติการฝึกงาน

พ.ศ. 2545 ได้ผ่านการฝึกงานหลักสูตร "การจัดการฟาร์มสัตว์ปีก" ระหว่างวันที่ 1 เมษายน ถึง วันที่ 15 พฤษภาคม 2544 ณ ฟาร์มไก่เนื้อ บริษัทสหฟาร์ม

ประวัติการฝึกอบรม

พ.ศ. 2547 ได้ผ่านการฝึกอบรมหลักสูตร "ผู้ประกอบการมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสุกร"

พ.ศ. 2547 ได้ผ่านการฝึกอบรมหลักสูตร "ผู้ประกอบการมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงไก่ไข่"

พ.ศ. 2547 ได้ผ่านการฝึกอบรมหลักสูตร "ผู้ประกอบการมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อ"

ผลงานวิจัย พัชรา บุพิ, นรินทร์ ทองวิทยา, วีรศักดิ์ ปรกติ และ สมคิด ดีจริง. 2550. การศึกษาการใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในอาหารไก่เนื้อ. น. 43. **ใน รายงานการประชุมทางวิชาการวิทยาศาสตร์นเรศวร. ครั้งที่ 1** ณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.