

บทที่ 4

ผลการทดลอง

องค์ประกอบทางเคมีของกากมันสตาร์ด

กากมันสตาร์ดที่นำมาจากโรงงานของบริษัทลานนาโปรดักส์ จำกัด จ. ลำพูน ซึ่งได้สกัดเอาน้ำมันหอมระเหย และน้ำมันมันสตาร์ดบางส่วนออกไปแล้ว กากมีความชื้นค่อนข้างสูงประมาณ 77% เมื่อนำมาทำให้แห้งด้วยการตากแดดโดยใช้แรงงานคนพลิกกลับกากทุกวัน จะใช้เวลา 3-4 วัน แต่เมื่อนำไปทำให้แห้งด้วยการอบในตู้อบที่ใช้ลมร้อนจากไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 65 °ซ จะใช้เวลา 2 วัน ในขณะที่เมื่อใช้วิธีคั่วในกะทะขนาดใหญ่ที่ใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งอุณหภูมิเริ่มต้นอยู่ที่ 120-140 °ซ จะใช้เวลาประมาณ 8 ชั่วโมง กากมันสตาร์ดจึงจะแห้ง

ตารางที่ 9. องค์ประกอบทางโภชนาของกากมันสตาร์ดชนิดตากแดด ชนิดคั่วในกะทะและชนิดอบในตู้อบไฟฟ้า เทียบกับกากถั่วเหลือง (% DM)

| | กากมันสตาร์ดชนิด | | | กากถั่วเหลือง |
|------------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------|---------------|
| | ตากแดด ^{1/} | อบตู้อบไฟฟ้า ^{2/} | คั่วในกะทะ ^{3/} | NRC (1994) |
| วัตถุแห้ง : | | | | |
| - จากตัวอย่างเปียก | - | 22.90 | - | - |
| - จากตัวอย่างแห้ง (AD) | 90.92 | 95.84 | 90.82 | 89.0 |
| โปรตีน | 31.79 | 30.09 | 32.48 | 49.4 |
| ไขมัน | 18.77 | 20.27 | 22.07 | 0.9 |
| เยื่อใย | 12.47 | 12.47 | 12.73 | 7.9 |
| เถ้า | 5.77 | 5.76 | 5.03 | - |
| NFE | 31.20 | 31.40 | 27.69 | - |
| อินทรีย์วัตถุ | 94.23 | 94.24 | 94.97 | - |
| พลังงานรวม (kcal/g.) | 5.710 | - | 5.423 | - |

^{1/} ตากแดดใช้เวลาประมาณ 3-4 วัน

^{2/} อบที่ 65 °ซ ใช้เวลาประมาณ 2 วัน

^{3/} คั่วในกะทะขนาดใหญ่มีอุณหภูมิเริ่มต้นประมาณ 120-140 °ซ ใช้เวลาประมาณ 8 ชั่วโมง

เมื่อนำกากที่ได้จากกระบวนการทำให้แห้งทั้ง 3 วิธี ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ผลแสดงในตารางที่ 9 ปรากฏว่า กากทั้งสามชนิดมีปริมาณโปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า NFE และ อินทรีย์วัตถุไม่แตกต่างกัน กล่าวคือมีปริมาณโภชนะดังกล่าว เท่ากับ 30-32, 19-22, 12-13, 5-6, 28-31 และ 94-95% DM ตามลำดับ ส่วนพลังงานรวมในกากชนิดตากแดดและชนิดคั่วในกะทะมีค่าเท่ากับ 5.71 และ 5.42 กิโลแคลอรี/ก. DM ตามลำดับ

การย่อยได้ของกากมันสำปะหลัง

การย่อยได้ที่แท้จริงของโภชนะต่างๆ ของกากมันสำปะหลังชนิดตากแห้งและชนิดคั่วที่ทดลอง โดยการกรอกกากมันสำปะหลังเข้าทางปากของไก่ แสดงผลในตารางที่ 10 ปรากฏว่า การย่อยได้ที่แท้จริงของวัตถุแห้ง โปรตีน เยื่อใย และอินทรีย์วัตถุของกากชนิดตากแดดและชนิดคั่วมีค่าไม่แตกต่างกัน คือ มีค่าเท่ากับ 45.7 vs. 43.3, 58.2 vs. 56.9, 8.2 vs. 12.5 และ 46.5 vs. 45.0% ตามลำดับ ส่วนค่าการย่อยได้ของไขมันในกากชนิดตากแดดต่ำกว่า ในขณะที่การย่อยได้ NFE มีค่าสูงกว่ากากชนิดคั่วอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (77.5 vs. 81.6 และ 53.9 vs. 42.0%, ตามลำดับ)

ตารางที่ 10. ค่าการย่อยได้ที่แท้จริงของกากมันสำปะหลังชนิดตากแดดและชนิดคั่ว (ค่าเฉลี่ย \pm SD)

| การย่อยได้ที่แท้จริง (%) | กากมันสำปะหลังชนิด | |
|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | ตากแดด ^{1/} | คั่วในกะทะ ^{2/} |
| วัตถุแห้ง | 45.72 \pm 6.10 | 43.29 \pm 4.38 |
| โปรตีน | 58.20 \pm 12.38 | 56.94 \pm 12.07 |
| ไขมัน | 77.49 \pm 2.41 ⁿ | 81.58 \pm 3.03 ⁿ |
| เยื่อใย | 8.15 \pm 6.49 | 12.45 \pm 5.96 |
| NFE | 53.85 \pm 8.85 ⁿ | 41.97 \pm 8.55 ⁿ |
| อินทรีย์วัตถุ | 46.54 \pm 5.91 | 45.03 \pm 4.29 |

^{1/2/} ดูในตารางที่ 13

ⁿ ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีอักษรกำกับ ไม่เหมือนกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ (ME) ของกากมันสตาร์ด

จากการให้ไก่ไข่เพศผู้ได้รับกากมันสตาร์ดล้วนๆ (30 ก./วัน) ด้วยวิธีกรอกกากมันสตาร์ดทางปาก เพื่อหาค่า ME ผลแสดงในตารางที่ 11 ปรากฏว่า ค่า ME แบบปรากฏ (AME) มีค่าต่ำกว่าค่า ME แบบแท้จริง (TME) ทั้งในกากมันสตาร์ดชนิดตากแห้งและชนิดคั่ว (2.89 vs. 3.35 และ 2.44 vs. 2.89 kcal/g DM ตามลำดับ) แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดของกากมันสตาร์ดพบว่า กากชนิดตากแห้งมีค่า AME และ TME สูงกว่ากากชนิดคั่ว (2.89 vs. 2.44 และ 3.35 vs. 2.89 kcal/g DM ตามลำดับ)

ตารางที่ 11. ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้แบบปรากฏและแบบแท้จริง (AME และ TME) ของกากมันสตาร์ดชนิดตากแห้งและชนิดคั่ว

| ชนิดกากมันสตาร์ด | เบอร์ไก่ | AME | TME | AME | TME |
|--------------------------|-------------|------------------|-------------|-----------------------|-------------|
| | | ← (kcal/g. DM) → | | ← (kcal/g. air dry) → | |
| ตากแห้ง ^{1/} | 1 | 3.009 | 3.472 | 2.841 | 3.278 |
| | 2 | 2.624 | 3.088 | 2.478 | 2.915 |
| | 3 | 3.031 | 3.483 | 2.852 | 3.289 |
| | เฉลี่ย ± SD | 2.888±0.187 | 3.348±0.184 | 2.724±0.174 | 3.161±0.174 |
| คั่วในกะทะ ^{2/} | 1 | 2.161 | 2.618 | 2.066 | 2.503 |
| | 2 | 2.615 | 3.072 | 2.500 | 2.937 |
| | 3 | 2.530 | 2.987 | 2.418 | 2.855 |
| | เฉลี่ย ± SD | 2.435±0.197 | 2.892±0.197 | 2.328±0.188 | 2.765±0.188 |

ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างกากมันสตาร์ดทั้งสองชนิด

SD = Standard deviation.

^{1/ 2/} ดูในตารางที่ 9

การใช้กากมันฝรั่งเป็นอาหารไก่เนื้อ

สมรรถภาพการผลิต

เมื่อใช้กากมันฝรั่งชนิดที่ทำให้แห้งด้วยการตากแดดและการคั่วผสมในอาหารไก่เนื้อ ระดับ 0, 10, 20 หรือ 30% ตลอดระยะเวลาการทดลอง 6 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า สมรรถภาพการผลิต (น้ำหนักตัวเพิ่ม ปริมาณอาหารที่กิน และอัตราแลกน้ำหนัก) ต่ำลงตามระดับการเพิ่มขึ้นของกากมันฝรั่งในอาหาร การใช้กากมันฝรั่งที่ระดับ 10% ให้ผลไม่ต่างจากกลุ่มควบคุมไม่ว่าจะใช้กากมันฝรั่งที่ทำให้แห้งด้วยวิธีใดก็ตาม ส่วนอัตราการตายของไก่ทุกกลุ่มให้ผลไม่ต่างกัน และไม่พบอาการผิดปกติใดๆ ที่เกิดขึ้นกับตัวไก่ อย่างไรก็ตาม การศึกษาในครั้งนี้กระทำในช่วงฤดูร้อน (กุมภาพันธ์ – เมษายน) ซึ่งมีอุณหภูมิค่อนข้างสูงในช่วงท้ายของการเจริญเติบโตของไก่ คือ 37-40°C จึงเป็นเหตุให้ไก่ในกลุ่มที่ได้รับกากมันฝรั่งตากแดดระดับ 10% มีอัตราการตายมากกว่ากลุ่มอื่น โดยไก่ที่ตายนี้มีขนาดตัวโต ซึ่งอาจตายได้ง่ายเนื่องจากอากาศร้อน ส่งผลให้น้ำหนักตัวเพิ่มและประสิทธิภาพการใช้อาหารต่ำกว่ากลุ่มที่ใช้กากชนิดคั่วในกะทะที่ระดับเดียวกันเล็กน้อย (ตารางที่ 12)

สำหรับไก่กลุ่มที่ให้อิสระเลือกกินระหว่างอาหารควบคุมที่ไม่มีกากมันฝรั่งและกากมันฝรั่งล้วนๆ โดยใส่ในภาชนะแขวนไว้ในคอกแยกกันคนละใบ ปรากฏว่า ไก่เลือกกินกากมันฝรั่งน้อยมากเฉลี่ย 0.2-0.3 ก./ตัว จึงทำให้สมรรถภาพการผลิตของไก่กลุ่มนี้ให้ผลไม่ต่างจากกลุ่มควบคุม (ตารางที่ 12)

อย่างไรก็ดี เมื่อแยกพิจารณาในแต่ละช่วงอายุตามการเจริญเติบโตของไก่ ซึ่งจากการศึกษาได้ลดระดับโปรตีนของอาหารลง ผลปรากฏว่า สามารถใช้กากมันฝรั่งในระดับที่สูงขึ้นได้ เมื่อไก่มีอายุมากขึ้น โดยเฉพาะในช่วงสัปดาห์สุดท้าย (อายุไก่ 43-49 วัน) สามารถใช้ได้สูงถึง 30% โดยไม่มีผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิตและไม่มีความแตกต่างของกรรมวิธีการทำแห้งด้วย (ตารางที่ 13)

เปอร์เซ็นต์ซาก อวัยวะภายในและต่อมไทรอยด์

จากการบันทึกอวัยวะภายในของไก่เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง จำนวนเพศละ 2 ตัว/ซ้ำ (6 ตัว/กลุ่ม) ผลแสดงในตารางที่ 14 ปรากฏว่า เปอร์เซ็นต์ซาก น้ำหนักตับ ตับอ่อน และไขมันในช่องท้อง รวมกับส่วนห่อหุ้มอวัยวะภายใน ไม่แตกต่างกันในทุกกลุ่มทั้งที่ใช้และไม่ใช้กากมันฝรั่ง ส่วนต่อมไทรอยด์พบว่า มีขนาดโตขึ้น เมื่อเพิ่มระดับการใช้กากมันฝรั่งในอาหาร โดยเฉพาะการใช้กากชนิดคั่วที่ระดับ 20% ขึ้นไป มีขนาดใหญ่กว่า กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่า

ไก่เพศเมียมีสัดส่วนของต่อมไทรอยด์มากกว่าไก่เพศผู้อย่างมีนัยสำคัญ (4.29 vs. 3.51 มก./100 ก. น้ำหนักตัว) ส่วนเปอร์เซ็นต์ซากและน้ำหนักอวัยวะภายในอื่นๆ ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 12. สมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารที่มีกากมีสตาร์ชนิดตากแดด และชนิดคั่วระดับต่างๆ ในช่วงไก่อายุ 2-7 สัปดาห์

| ระดับกากมีสตาร์ (%) | | ชนิด กากมีสตาร์ | น้ำหนักตัว เพิ่ม (กก.) | อาหารที่ กิน (กก.) | อัตราแลก น้ำหนัก | อัตราการ ตาย (%) |
|---------------------|------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| ในอาหาร | แทนที่ SBM | | | | | |
| 0 | 0 | - | 2.25 ⁿ | 4.36 ^{nv} | 1.94 ⁿ | 7.3 |
| 0 ^{2/} | 0 ^{2/} | คั่วในกะทะ ^{3/} | 2.22 ⁿ | 4.41 ⁿ | 1.99 ^{vn} | 6.7 |
| 10 | 21-26-31 ^{5/} | ตากแดด ^{4/} | 2.14 ^{nv} | 4.36 ^{nv} | 2.04 ^{nv} | 13.3 |
| 10 | 21-26-31 | คั่วในกะทะ | 2.16 ⁿ | 4.34 ^{nv} | 2.01 ^{vn} | 6.0 |
| 20 | 42-52-62 | ตากแดด | 2.04 ^u | 4.30 ^{nv} | 2.13 ⁿ | 3.3 |
| 20 | 42-52-62 | คั่วในกะทะ | 2.04 ^u | 4.18 ^u | 2.11 ^{nv} | 3.3 |
| 30 | 64-78-94 | ตากแดด | 1.85 ⁿ | 3.94 ⁿ | 2.13 ⁿ | 4.7 |
| 30 | 64-78-94 | คั่วในกะทะ | 1.84 ⁿ | 3.81 ⁿ | 2.07 ^{nv} | 3.3 |
| S.E.M | | | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 1.1 |

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีอักษรกำกับไม่เหมือนกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

S.E.M. = standard error of mean

^{1/} น้ำหนักตัวเพิ่มและปริมาณอาหารที่กินของลูกไก่ในสัปดาห์แรกเท่ากับ 97 และ 119 ก./ตัว ตามลำดับ ซึ่งไม่ได้นำมารวมด้วย

^{2/} ได้รับอาหารควบคุมและกากมีสตาร์ชนิดคั่วแบบให้เลือกกินอย่างอิสระ (free choice)

^{3/4/} ดูตารางที่ 9

^{5/} ระดับการแทนที่กากถั่วเหลือง (%) ในสูตรอาหารช่วงไก่อายุ 2-3, 4-6 และ 7 สัปดาห์

ตารางที่ 13. สมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อในแต่ละช่วงอายุ เมื่อให้อาหารที่มีส่วนผสมของกาก
มีสตาร์ระดับต่าง ๆ

| ระดับกากมีสตาร์ (%) | | ชนิดกาก มีสตาร์ | น้ำหนักตัวเพิ่ม (กก.) | อาหารที่กิน (กก.) | อัตราแลกน้ำหนัก |
|---------------------------|------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------|
| ในอาหาร | แทนที่ SBM | | | | |
| ช่วงสัปดาห์ที่ 2-3 | | | | | |
| 0 | 0 | | 0.52 ⁿ | 0.77 ^{nv} | 1.48 ^g |
| 0 ^v | 0 | คั่วในกะทะ ^{2/} | 0.52 ⁿ | 0.78 ⁿ | 1.51 ^g |
| 10 | 21 | ตากแดด ^{3/} | 0.49 ^u | 0.76 ^{nv} | 1.55 ^{nv} |
| 10 | 21 | คั่วในกะทะ | 0.50 ^{nv} | 0.76 ^{nv} | 1.53 ^{nv} |
| 20 | 42 | ตากแดด | 0.46 ⁿ | 0.75 ^{nv} | 1.64 ⁿ |
| 20 | 42 | คั่วในกะทะ | 0.46 ⁿ | 0.73 ^u | 1.58 ^{nv} |
| 30 | 64 | ตากแดด | 0.42 ^g | 0.67 ⁿ | 1.61 ^{nv} |
| 30 | 64 | คั่วในกะทะ | 0.42 ^g | 0.68 ⁿ | 1.64 ⁿ |
| ช่วงสัปดาห์ที่ 4-6 | | | | | |
| 0 | 0 | | 1.37 ⁿ | 2.54 ⁿ | 1.86 ^u |
| 0 | 0 | คั่วในกะทะ | 1.30 ^{nv} | 2.58 ⁿ | 2.02 ⁿ |
| 10 | 26 | ตากแดด | 1.26 ^{uv} | 2.57 ⁿ | 2.04 ⁿ |
| 10 | 26 | คั่วในกะทะ | 1.24 ^{uv} | 2.51 ⁿ | 2.03 ⁿ |
| 20 | 52 | ตากแดด | 1.17 ^{nv} | 2.50 ⁿ | 2.13 ⁿ |
| 20 | 52 | คั่วในกะทะ | 1.20 ⁿ | 2.45 ⁿ | 2.03 ⁿ |
| 30 | 78 | ตากแดด | 1.10 ^g | 2.29 ^u | 2.09 ⁿ |
| 30 | 78 | คั่วในกะทะ | 1.10 ^g | 2.22 ^u | 2.02 ⁿ |
| ช่วงสัปดาห์ 7 | | | | | |
| 0 | 0 | | 0.36 ^{nv} | 1.05 ⁿ | 2.96 |
| 0 | 0 | คั่วในกะทะ | 0.40 ^{nv} | 1.01 ⁿ | 2.53 |
| 10 | 31 | ตากแดด | 0.40 ^{nv} | 1.06 ⁿ | 2.70 |
| 10 | 31 | คั่วในกะทะ | 0.43 ⁿ | 1.07 ⁿ | 2.50 |
| 20 | 62 | ตากแดด | 0.40 ^{nv} | 1.05 ⁿ | 2.67 |
| 20 | 62 | คั่วในกะทะ | 0.38 ^{nv} | 0.99 ^{nv} | 2.64 |
| 30 | 94 | ตากแดด | 0.34 ^{uv} | 0.97 ^{nv} | 2.89 |
| 30 | 94 | คั่วในกะทะ | 0.32 ⁿ | 0.91 ^u | 2.86 |

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีอักษรกำกับไม่เหมือนกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

^{1, 2, 3/} ดูตารางที่ 12

ตารางที่ 14. เปรอร์เซ็นต์ซาก น้ำหนักอวัยวะภายในและต่อมไทรอยด์ของไก่เนื้อ เมื่อเลี้ยงด้วยอาหาร ที่มีกากมัสตาร์ดระดับต่างๆ ในช่วงอายุ 2-7 สัปดาห์

| ระดับกากมัสตาร์ด ในอาหาร (%) | ชนิดกาก มัสตาร์ด | % ซาก | ตับ | ไขมัน ^{1/} (% BW) | ตับอ่อน | ไทรอยด์ (mg/100 g BW) |
|---------------------------------|--------------------------|----------|-----------|-------------------------------|----------|--------------------------|
| 0 | - | 88.38 | 1.85 | 2.23 | 0.154 | 3.26 ^u |
| 0 ^{2/} | กั่วในกะทะ ^{3/} | 88.68 | 1.87 | 2.28 | 0.165 | 3.02 ^u |
| 10 | ตากแดด ^{4/} | 88.83 | 1.91 | 2.43 | 0.169 | 3.99 ^{nu} |
| 10 | กั่วในกะทะ | 88.27 | 1.74 | 2.37 | 0.182 | 3.99 ^{nu} |
| 20 | ตากแดด | 86.91 | 1.79 | 2.04 | 0.152 | 3.22 ^{nu} |
| 20 | กั่วในกะทะ | 88.04 | 1.75 | 2.40 | 0.156 | 4.46 ⁿ |
| 30 | ตากแดด | 87.45 | 1.86 | 2.30 | 0.165 | 4.01 ^{nu} |
| 30 | กั่วในกะทะ | 88.89 | 1.83 | 2.70 | 0.179 | 4.65 ⁿ |
| เพศผู้ | เฉลี่ย± SD | 87.5±0.6 | 1.77±0.05 | 2.20±0.1 | 0.16±1.0 | 3.51±1.19 ^x |
| เพศเมีย | เฉลี่ย± SD | 88.9±1.1 | 1.88±0.08 | 2.49±0.3 | 0.17±1.2 | 4.29±1.23 ^y |

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีอักษรกำกับไม่เหมือนกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

^{1/} ไขมันในช่องท้องรวมกับส่วนที่หุ้มอวัยวะภายใน

^{2,3,4/} ดูตารางที่ 12

เมื่อนำอัตราการเจริญเติบโตและปริมาณอาหารที่กินต่อวันไปคำนวณหาสหสัมพันธ์กับระดับการใช้กากมีสตาร์คในอาหารจะได้สมการดัง

$$Y_g = 53.81 - 0.30X_s \dots\dots\dots 1$$

$$(r = -0.989; r^2 = 0.979; n = 4)$$

$$Y_g = 54.13 - 0.32X_r \dots\dots\dots 2$$

$$(r = -0.978; r^2 = 0.957; n = 4)$$

$$Y_i = 103.40 + 0.34X_s - 0.02X_s^2 \dots\dots\dots 3$$

$$(r = 0.987; r^2 = 0.975; n = 4)$$

$$Y_i = 103.63 + 0.20X_r - 0.02X_r^2 \dots\dots\dots 4$$

$$(r = 0.999; r^2 = 0.999; n = 4)$$

เมื่อ Y_g = น้ำหนักตัวเพิ่มต่อวัน (ก.)

Y_i = ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน (ก.)

X_s = ระดับของกากมีสตาร์คชนิดทำแห้งด้วยการตากแดด

X_r = ระดับของกากมีสตาร์คชนิดทำแห้งด้วยการคั่วในกระทะร้อน

r = ค่าสหสัมพันธ์

r^2 = สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

n = จำนวนข้อมูลที่ใช้คำนวณ

จากสมการดังกล่าวจะเห็นว่า ค่าสหสัมพันธ์ (r) และค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (r^2) มีค่าสูงมาก (0.978-0.999 และ 0.957-0.999 ตามลำดับ) แสดงให้เห็นถึงความแม่นยำของสมการ ซึ่งพอสรุปได้ว่า น้ำหนักตัวเพิ่มลดลงแบบเส้นตรงตามการเพิ่มขึ้นของระดับกากมีสตาร์คในอาหาร (รูปที่ 12) ส่วนปริมาณอาหารที่กินต่อวันมีความสัมพันธ์แบบ quadratic กับระดับกากมีสตาร์ค (รูปที่ 13)

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของกากมีสตาร์คทั้งสองชนิด จะเห็นได้ว่าเส้นกราฟของน้ำหนักตัวเพิ่ม (รูปที่ 12) แทบจะไม่ต่างกัน ในขณะที่เส้นกราฟของปริมาณอาหารที่กิน กากมีสตาร์คชนิดคั่วไก่อจะกินได้น้อยกว่าชนิดตากแดด โดยเฉพาะเมื่อใช้ในระดับสูง (รูปที่ 13) จึงมีผลทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มของไก่กลุ่มที่ได้รับกากชนิดคั่วมีแนวโน้มต่ำกว่ากากชนิดตากแดด เมื่อใช้ระดับ 30% ในสูตรอาหาร

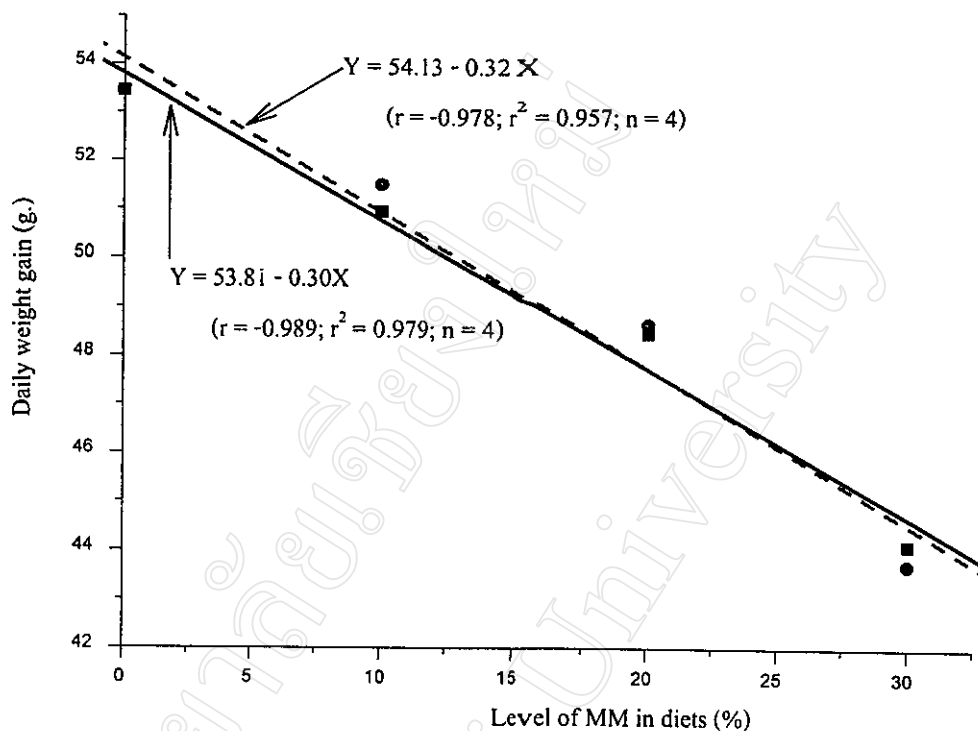


Figure 12. Relationship between daily weight gain and level of mustard meal in broiler diet.

(—■— Sun dried meal, —●— Gas dried meal)

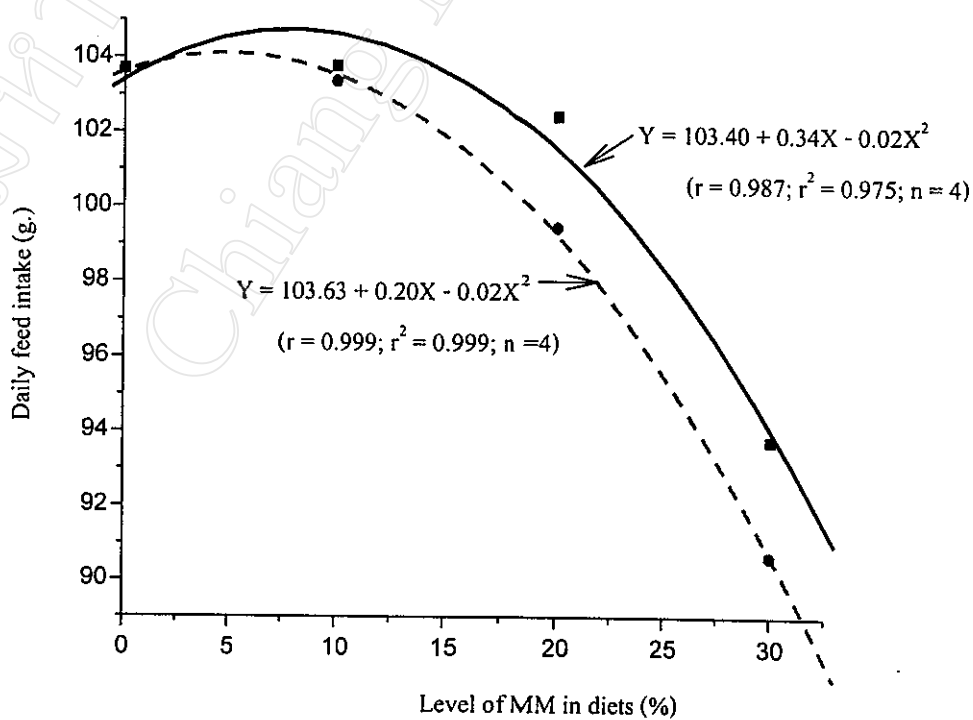


Figure 13. Relationship between daily feed intake and level of mustard meal in broiler diet.

(—■— Sun dried meal, —●— Gas dried meal)

ต้นทุนการผลิตเนื้อไก่

เมื่อพิจารณาเฉพาะค่าอาหารอย่างเดียว โดยกำหนดราคาวัตถุดิบตามราคาเฉลี่ยในท้องตลาด และกำหนดให้กากมัสตาร์ดมีราคาเป็นครึ่งหนึ่งของกากถั่วเหลือง (5.00 vs. 9.10 บาท/กก) ปรากฏว่า อาหารผสมกากมัสตาร์ดมีราคาถูกลง ประกอบกับอัตราแลกน้ำหนัก ของกลุ่มที่ใช้กากมัสตาร์ดไม่ต่างจากกลุ่มควบคุม จึงทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตเนื้อไก่ของกลุ่มที่ได้รับกากมัสตาร์ดบางระดับต่ำกว่ากลุ่มควบคุม 0.42-0.85 บาท/การเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กก. (14.2-14.63 vs. 15.05 บาท/กก.) โดยเฉพาะกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกากมัสตาร์ดชนิดตากแดดที่ระดับ 20% มีต้นทุนค่าอาหารต่ำที่สุด (14.20 บาท/กก., ตารางที่ 15)

ตารางที่ 15. ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไก่เนื้อที่ได้เลี้ยงด้วยอาหารผสมซึ่งมีกากมัสตาร์ดชนิดตากแห้งและชนิดคั่วที่ระดับต่างๆ ระหว่างช่วงอายุ 2-7 สัปดาห์

| ระดับกากมัสตาร์ด (%) | | ชนิดกาก มัสตาร์ด | น้ำหนักตัว เพิ่ม (กก.) | อัตราแลก น้ำหนัก | ต้นทุนค่าอาหาร ^{1/} | |
|----------------------|------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------|------------------------------|--------------|
| ในอาหาร | แทนที่ SBM | | | | (บาท/ตัว) | (บาท/กก. BW) |
| 0 | 0 | - | 2.25 | 1.94 | 34.04 | 15.05 |
| 10 | 21-26-31 ^{2/} | ตากแดด ^{3/} | 2.14 | 2.04 | 32.71 | 15.22 |
| 10 | 21-26-31 | คั่วในกะทะ ^{4/} | 2.16 | 2.01 | 30.90 | 14.30 |
| 20 | 42-52-62 | ตากแดด | 2.04 | 2.13 | 29.06 | 14.20 |
| 20 | 42-52-62 | คั่วในกะทะ | 2.04 | 2.11 | 31.35 | 15.39 |
| 30 | 64-78-94 | ตากแดด | 1.85 | 2.13 | 28.85 | 15.49 |
| 30 | 64-78-94 | คั่วในกะทะ | 1.84 | 2.07 | 27.03 | 14.63 |

^{1/} ราคาวัตถุดิบ (บาท/กก.): ข้าวโพด 5.60, รำละเอียด 4.10, กากถั่วเหลือง 9.10, ปลาป่น 16.50, น้ำมันรำ 20.00, ไคแคลเซียมฟอสเฟต 12.00, เปลือกหอย 2.00, ดีแอล-เมทไธโอนีน 160.00, แอล-ไลซีน 75.00, เกลือ 3.00, พรีเม็กซ์ 120.00 และกากมัสตาร์ด (ทั้งสองชนิด) 5.00

^{2/ 3/ 4/} ดูตารางที่ 12

การใช้กากมันฝรั่งเป็นอาหารไก่ไข่

สมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่

การใช้กากมันฝรั่งชนิดที่ทำให้แห้งด้วยการตากแดดและการคั่วมีผลทำให้ผลผลิตไข่ลดลงตามระดับของกากมันฝรั่งที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร โดยการใช้ที่ระดับ 10 และ 20% ไม่พบความแตกต่างทางสถิติกับกลุ่มควบคุม (81.4-83.6 และ 78.1-80.0% vs. 86.7%, ตามลำดับ) ทำนองเดียวกับปริมาณอาหารที่กิน ซึ่งพบว่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญตามระดับการเพิ่มขึ้นของกากมันฝรั่งในอาหาร ยกเว้นกลุ่มที่ได้รับกากชนิดตากแดดระดับ 10% ที่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม (112.6 vs. 120.2 ก./วัน, ตามลำดับ) ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (ปริมาณอาหารที่ใช้ต่อการผลิตไข่ 1 โหล หรือ 1 กก.) ไม่แตกต่างกันในทุกกลุ่ม ยกเว้นเมื่อใช้กากมันฝรั่งระดับสูงสุด (30%) ส่วนน้ำหนักตัวของแม่ไก่ตลอดเวลาทดลอง 84 วัน จะลดลงอย่างชัดเจน (-74 ถึง -95 ก.) เมื่อมีการใช้กากมันฝรั่งระดับสูง ในขณะที่กลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้กากมันฝรั่งระดับ 10% มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น (25-87 ก., ตารางที่ 16)

สำหรับผลด้านคุณภาพไข่ พบว่า การใช้กากมันฝรั่งในอาหารที่ระดับ 20-30% ทำให้น้ำหนักไข่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยพบว่าไข่เบอร์ 1 (น้ำหนักไข่อยู่ในช่วง 66-70 ก./ฟอง) น้อยกว่ากลุ่มอื่นๆ ส่วนสีไข่แดง มีความเข้มลดลงเมื่อใช้กากมันฝรั่งสำหรับคุณภาพไข่ด้านความถ่วงจำเพาะ Huagh unit และความหนาเปลือกไข่ ไม่แตกต่างกันไม่ว่าจะใช้หรือไม่ใช้กากมันฝรั่งในอาหาร (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16. สมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่ที่ได้เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากมันสำปะหลังชนิดตากแห้ง และชนิดคั่วที่ระดับต่างๆ ระหว่างช่วงอายุ 50-62 สัปดาห์

| ระดับกากมันสำปะหลัง | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|--------------------|---------------------|-------|
| ในสูตรอาหาร (%) | 0 | 10 | 20 | 30 | S.E.M | | | |
| แทนที่ SBM (%) | 0 | 31 | 63 | 94 | | | | |
| ชนิดกากมันสำปะหลัง ^{1/} | - | ตากแดด | คั่ว | ตากแดด | คั่ว | ตากแดด | คั่ว | |
| สมรรถภาพการผลิต | | | | | | | | |
| ผลผลิตไข่ (%) | 86.74 ⁿ | 83.58 ⁿ | 81.42 ^{nv} | 80.00 ^{nv} | 78.13 ^{nvk} | 70.71 ⁿ | 73.27 ^{vk} | 0.99 |
| ปริมาณอาหารที่กิน (ก.) | 120.2 ⁿ | 112.6 ^{nv} | 110.4 ^{vk} | 110.2 ^{vk} | 107.1 ^{vk} | 103.9 ⁿ | 101.3 ^v | 1.0 |
| อาหาร (กก.) / ไข่ 1 โหล | 1.66 | 1.62 | 1.63 | 1.65 | 1.65 | 1.77 | 1.66 | 0.01 |
| อาหาร (กก.) / ไข่ 1 กก. | 2.16 ^v | 2.15 ^v | 2.16 ^v | 2.25 ^v | 2.20 ^v | 2.42 ⁿ | 2.28 ^{nv} | 0.02 |
| น้ำหนักตัวเพิ่ม (ก.) | 86.7 ⁿ | 68.2 ⁿ | 25.1 ^{nv} | -6.2 ^{vk} | -26.7 ^{vk} | -94.6 ^v | -74.4 ^{nv} | 8.6 |
| คุณภาพไข่ | | | | | | | | |
| น้ำหนักไข่ (ก.) | 64.26 ⁿ | 62.78 ^{nv} | 62.69 ^{nv} | 61.24 ^v | 62.23 ^{nv} | 60.75 ^v | 60.56 ^v | 0.26 |
| ความถ่วงจำเพาะ | 1.088 | 1.089 | 1.087 | 1.088 | 1.088 | 1.088 | 1.088 | 0.001 |
| Haugh unit | 75.6 | 77.5 | 76.8 | 76.4 | 78.9 | 76.8 | 77.2 | 1.3 |
| ความหนาเปลือกไข่ (มม.) | 0.357 | 0.352 | 0.342 | 0.345 | 0.342 | 0.337 | 0.339 | 0.019 |
| สีไข่แดง (คะแนน) | 7.1 ⁿ | 6.5 ^v | 6.9 ⁿ | 6.5 ^v | 6.5 ^v | 6.4 ^v | 6.2 ^v | 0.04 |
| เกรดไข่ (%) | | | | | | | | |
| เบอร์ 0 (>70 ก.) | 18.7 | 12.2 | 13.0 | 9.2 | 10.1 | 5.9 | 9.0 | 1.3 |
| เบอร์ 1 (66-70 ก.) | 32.9 ⁿ | 29.8 ⁿ | 31.4 ⁿ | 20.8 ^{vk} | 27.9 ^{nv} | 18.6 ⁿ | 21.5 ^{vk} | 0.9 |
| เบอร์ 2 (61-65 ก.) | 35.5 | 32.5 | 31.7 | 34.5 | 33.5 | 35.4 | 28.7 | 1.8 |
| เบอร์ 3 (56-60 ก.) | 12.6 | 20.8 | 18.8 | 26.9 | 22.6 | 28.9 | 28.5 | 1.4 |
| เบอร์ 4 (< 55 ก.) | 0.4 | 4.6 | 5.0 | 8.6 | 6.0 | 11.2 | 12.3 | 1.4 |

ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีอักษรกำกับไม่เหมือนกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

^{1/}ดูตารางที่ 13

อวัยวะภายในและต่อมไทรอยด์

เมื่อใช้กากมันสำปะหลังในอาหารเป็นเวลา 84 วัน มีผลทำให้ไขมันในช่องท้องมีสัดส่วนลดลง ในขณะที่น้ำหนักไตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนขนาดของต่อมไทรอยด์และม้ามมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ไม่พบนัยสำคัญ สำหรับน้ำหนักอวัยวะภายในส่วนอื่นๆ (หัวใจ ตับ และตับอ่อน) ให้ผลไม่แตกต่างกันไม่ว่าจะใช้หรือไม่ใช้กากมันสำปะหลังในอาหาร (ตารางที่ 17)

ตารางที่ 17. น้ำหนักอวัยวะภายในและต่อมไทรอยด์ของไก่ไข่อายุ 62 สัปดาห์ ที่ได้เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากมันสำปะหลังชนิดตากแห้งและชนิดคั่วที่ระดับต่างๆ ระหว่างช่วงอายุ 50-62 สัปดาห์

| ระดับกากมันสำปะหลัง | 0 | | 10 | | 20 | | 30 | | S.E.M. |
|----------------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|------|--------|
| แทนที่ SBM (%) | 0 | 31 | 63 | 94 | | | | | |
| ชนิดกากมันสำปะหลัง ^{1/} | - | ตากแดด | คั่ว | ตากแดด | คั่ว | ตากแดด | คั่ว | | |
| อวัยวะภายใน (% BW) | | | | | | | | | |
| หัวใจ | 0.41 | 0.47 | 0.42 | 0.39 | 0.49 | 0.46 | 0.46 | 0.02 | |
| ตับ | 2.00 | 2.32 | 2.54 | 2.14 | 2.16 | 2.38 | 2.27 | 0.09 | |
| ตับอ่อน | 0.22 | 0.22 | 0.32 | 0.22 | 0.24 | 0.34 | 0.31 | 0.02 | |
| ไต | 0.50 ⁿ | 0.70 ^{ny} | 0.67 ^{nyk} | 0.68 ^{nyk} | 0.64 ^{yk} | 0.85 ⁿ | 0.74 ^{ny} | 0.02 | |
| ม้าม | 0.16 | 0.22 | 0.32 | 0.22 | 0.24 | 0.34 | 0.31 | 0.02 | |
| ไขมันในช่องท้อง | 6.59 ⁿ | 3.03 ^y | 2.85 ^y | 4.30 ^y | 2.08 ^y | 1.90 ^y | 2.59 ^y | 0.28 | |
| ต่อมไทรอยด์ | | | | | | | | | |
| (mg/100 g BW) | 5.61 | 7.88 | 7.87 | 6.62 | 7.45 | 7.03 | 9.31 | 0.38 | |

ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีอักษรกำกับไม่เหมือนกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

^{1/}ดูตารางที่ 13

เมื่อนำปริมาณอาหารที่กินต่อวัน น้ำหนักไข่ และผลผลิตไข่ไปคำนวณสหสัมพันธ์กับระดับการใส่กากมันสำปะหลังในอาหาร จะได้สมการดังต่อไปนี้

$$Y_i = 119.39 - 0.51X_i \dots\dots\dots 1$$

$$(r = -0.983; r^2 = 0.967; n = 4)$$

$$Y_i = 118.70 - 0.60X_r \dots\dots\dots 2$$

$$(r = -0.978; r^2 = 0.956; n = 4)$$

$$Y_w = 64.06 - 0.12X_s \dots\dots\dots 3$$

$$(r = -0.980; r^2 = 0.960; n = 4)$$

$$Y_w = 64.17 - 0.12X_r \dots\dots\dots 4$$

$$(r = -0.980; r^2 = 0.961; n = 4)$$

$$Y_p = 88.01 - 0.52X_s \dots\dots\dots 5$$

$$(r = -0.962; r^2 = 0.925; n = 4)$$

$$Y_p = 86.44 - 0.44X_r \dots\dots\dots 6$$

$$(r = -0.996; r^2 = 0.993; n = 4)$$

เมื่อ Y_i = ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน (ก.)

Y_w = น้ำหนักไข่ (ก.)

Y_p = ผลผลิตไข่ (%)

X_s = ระดับกากมันต์ระดับชนิดทำแห้งด้วยวิธีการตากแดด

X_r = ระดับกากมันต์ระดับชนิดทำแห้งด้วยการตู้อบในกะทะ

r = ค่าสหสัมพันธ์

r^2 = สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

n = จำนวนข้อมูลที่ใช้คำนวณ

จากสมการดังกล่าวจะเห็นว่า ค่าสหสัมพันธ์ (r) และสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (r^2) มีค่าสูงมาก (0.962-0.996 และ 0.925-0.993 ตามลำดับ) แสดงให้เห็นถึงความแม่นยำของสมการ ซึ่งพอสรุปได้ว่าปริมาณอาหารที่กินต่อวัน น้ำหนักไข่ และผลผลิตไข่ ลดลงแบบเส้นตรงตามระดับการใช้กากมันต์ระดับที่เพิ่มขึ้นในอาหาร (รูปที่ 14, 15 และ 16 ตามลำดับ)

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของกากมันต์ระดับทั้งสองชนิด โดยพิจารณาจากความชันของเส้นกราฟของปริมาณอาหารที่กิน (รูปที่ 14) จะเห็นได้ว่ากากมันต์ระดับคั่วในกะทะไถ่จะกินได้ต่ำกว่ากากมันต์ตากแดด แต่น้ำหนักไข่ (รูปที่ 15) กลับสูงกว่าไม่ว่าจะใช้ในระดับใดก็ตาม ส่วนผลผลิตไข่ (รูปที่ 16) เมื่อใช้ระดับต่ำกว่า 20% กากมันต์คั่วในกะทะมีแนวโน้มให้ผลผลิตต่ำกว่ากากมันต์ตากแดด แต่ถ้าใช้มากกว่านั้นกากคั่วกลับให้ผลดีกว่า

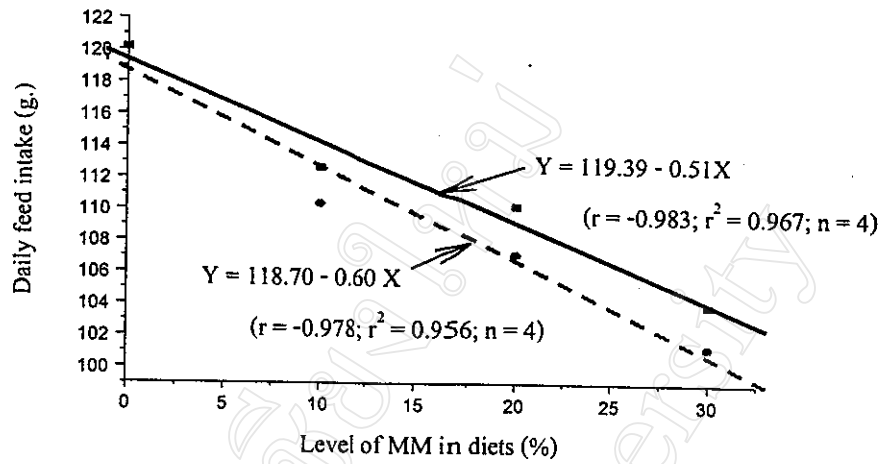


Figure 14. Relationship between the daily feed intake and the level of mustard meal in laying diets.

(—■— Sun dried meal, - -●- - Gas dried meal)

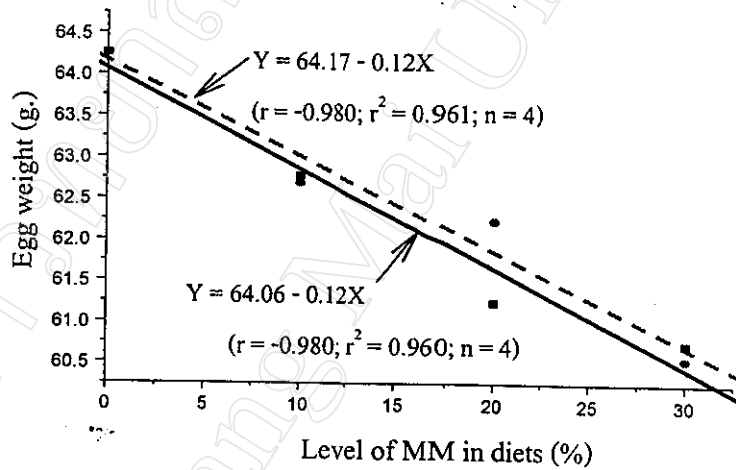


Figure 15. Relationship between the egg weight and the level of mustard meal in laying diets.

(—■— Sun dried meal, - -●- - Gas dried meal)

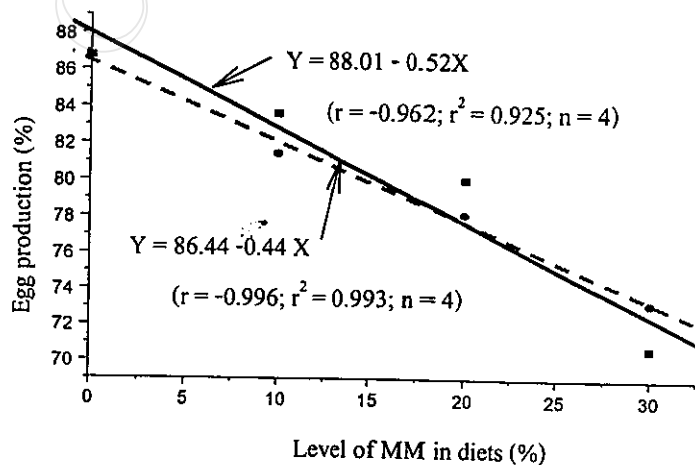


Figure 16. Relationships between the egg production and the level of mustard meal in laying diets.

(—■— Sun dried meal, - -●- - Gas dried meal)

ต้นทุนการผลิตไข่ไก่

เมื่อพิจารณาต้นทุนการผลิต (ตารางที่ 18) จำนวนเฉพาะค่าอาหารอย่างเดียว โดยกำหนดให้วัตถุดิบมีราคาเฉลี่ยตามท้องตลาด และกากมันสำปะรดมีราคาประมาณครึ่งหนึ่งของกากถั่วเหลือง (5.00 vs. 9.10 บาท/กก) ปรากฏว่า อาหารทดลองมีราคาถูกลงตามการเพิ่มขึ้นของกากมันสำปะรดในอาหาร ประกอบกับประสิทธิภาพการใช้อาหารเพื่อการผลิตไข่ของแม่ไก่ในกลุ่มต่างๆ แตกต่างกันไปไม่มากนัก จึงทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 โหล หรือ 1 กก. มีราคาถูกลงตามระดับการใช้กากมันสำปะรดที่เพิ่มขึ้นในอาหาร การใช้กากชนิดตากแดดระดับ 10 และ 20% มีต้นทุนการผลิตสูงกว่ากากชนิดคั่วในกะทะ (10.08 vs. 10.31 และ 9.73 vs. 10.04 บาท/ไข่ 1 โหล หรือ 13.39 vs. 13.70 และ 13.24 vs. 13.44 บาท/ไข่ 1 กก. ตามลำดับ) ส่วนการใช้ที่ระดับ 30% มีต้นทุนการผลิตใกล้เคียงกันไม่ว่าจะใช้กากชนิดใด

ตารางที่ 18. ต้นทุนการผลิตไข่ไก่ เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารผสมกากมันสำปะรด (MM) ชนิดตากแดดและชนิดคั่วในกะทะระดับต่างๆ ในช่วงไก่อายุ 50-62 สัปดาห์

| MM ในอาหาร (%) | 0 | 10 | 20 | 30 | | | |
|---------------------------------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| MM แทนที่ SBM (%) | 0 | 31 | 63 | 94 | | | |
| ชนิดของ MM ^{1/} | - | ตากแดด | คั่ว | ตากแดด | คั่ว | ตากแดด | คั่ว |
| สมรรถภาพการผลิต | | | | | | | |
| ผลผลิตไข่ (%) | 86.74 | 83.58 | 81.42 | 80.00 | 78.13 | 70.71 | 73.27 |
| ปริมาณอาหารที่กิน (ก.) | 120.2 | 112.6 | 110.4 | 110.2 | 107.1 | 103.9 | 101.3 |
| อาหาร (กก.) / ไข่ 1 โหล | 1.66 | 1.62 | 1.63 | 1.65 | 1.65 | 1.77 | 1.66 |
| อาหาร (กก.) / ไข่ 1 กก. | 2.16 | 2.15 | 2.16 | 2.25 | 2.20 | 2.42 | 2.28 |
| ต้นทุนค่าอาหาร (บาท) ต่อ | | | | | | | |
| อาหาร 1 กก. ^{2/} | 6.57 | 6.22 | 6.33 | 5.88 | 6.10 | 5.55 | 5.87 |
| ไข่ 1 กก. | 14.19 | 13.39 | 13.70 | 13.24 | 13.44 | 13.45 | 13.40 |
| ไข่ 1 โหล | 10.94 | 10.08 | 10.31 | 9.73 | 10.04 | 9.81 | 9.74 |

^{1/}ดูในตารางที่ 9

^{2/}ราคาวัตถุดิบ (บาท/กก.): ข้าวโพด 5.60, รำละเอียด 4.10, กากถั่วเหลือง 9.10, ปลาป่น 16.50, น้ำมันรำ 20.00, ไคแคลเซียมฟอสเฟต 12.00, เปลือกหอย 2.00, ดีแอล-เมทไธโอนีน 160.00, แอล-ไลซีน 75.00, เหลือ 3.00, ปริมิคซ์ 65.00 กากมันสำปะรดทั้งสองชนิด 5.00.

การใช้กากมันฝรั่งเป็นอาหารเปิดไข่

สมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่

การใช้กากมันฝรั่งชนิดตากแดดเป็นอาหารเปิดไข่พบว่าในช่วงเดือนแรกเปิดไม่ค่อยชอบกินอาหาร และไม่กินกากมันฝรั่งด้วย (ข้อมูลแสดงตารางภาคผนวก ข. ที่ 12) ซึ่งจะพบว่าในกลุ่มที่ปล่อยให้มียิสระในการเลือกกินระหว่างอาหารชั้น (สูตรควบคุม) และกากมันฝรั่ง เปิดไม่เลือกกินกากมันฝรั่งเลย จึงได้เปลี่ยนจากวิธีให้เลือกกินอย่างอิสระมาเป็นการคลุกรวมกับอาหารชั้น ซึ่งทำให้เปิดไม่สามารถจะเลือกกินได้อีก ผลแสดงในตารางที่ 19 ปรากฏว่า สมรรถภาพการผลิต (ผลผลิตไข่ ปริมาณอาหารที่กิน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร และน้ำหนักไข่) ด้อยลงและมีไข่ฟองเล็กเพิ่มขึ้น ตามการเพิ่มขึ้นของกากมันฝรั่งตากแดดในอาหาร แต่น้ำหนักตัวเพิ่มของเปิดทุกกลุ่มอยู่ในเกณฑ์ปกติ การใช้ที่ระดับ 20% ของสูตรอาหารให้ผล ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ยกเว้นน้ำหนักไข่และขนาดของฟองไข่ที่มีน้ำหนักมากกว่า 70 ก. มีสัดส่วนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

สำหรับการใช้กากมันฝรั่งสดจากโรงงานทั้งแบบนำไปผ่านการต้มและไม่ต้ม ไปคลุกรวมกับอาหารชั้นกลุ่มควบคุมที่ระดับ 15% (น้ำหนักแห้ง) ในสูตรอาหาร ผลแสดงในตารางที่ 19 ปรากฏว่า แม่เปิดกินอาหารเมื่อคิดเป็นน้ำหนักแห้งได้ต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ เฉลี่ยวันละ 13.5-31.0 ก. แต่ น้ำหนักไข่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามก็ตีกลุ่มที่ได้รับกากสดแบบผ่านการต้มคลุกรวมกับอาหารควบคุมให้ผลผลิตไข่ไม่ต่างจากกลุ่มควบคุม แต่กลุ่มที่ได้รับกากสดแบบไม่ผ่านการต้มคลุกรวมกับอาหารควบคุม ให้ผลผลิตไข่ไม่ต่างจากกลุ่มที่ได้รับกากมันฝรั่งแห้ง 20% ในสูตรอาหาร

เมื่อนำปริมาณอาหารที่กินต่อวัน ผลผลิตไข่ และน้ำหนักไข่ไปคำนวณหาสหสัมพันธ์กับระดับการใช้กากมันฝรั่งในอาหาร จะได้สมการดังต่อไปนี้

$$Y_i = 154.70 + 0.55X - 0.03X^2 \dots\dots\dots 1$$

$$(r = 0.911; r^2 = 0.830; n = 4)$$

$$Y_p = 71.86 + 0.67X - 0.04X^2 \dots\dots\dots 3$$

$$(r = 0.996; r^2 = 0.992; n = 4)$$

$$Y_w = 68.61 - 0.28X \dots\dots\dots 2$$

$$(r = -0.983; r^2 = 0.967; n = 4)$$

เมื่อ Y_i = ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน (ก.)

Y_p = ผลผลิตไข่ (%)

- Y_w = น้ำหนักไข่ (ก.)
 X = ระดับกากมีสตาร์ดในอาหาร
 r = ค่าสหสัมพันธ์
 r^2 = สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
 n = จำนวนข้อมูลที่ใช้คำนวณ

จากสมการดังกล่าวจะเห็นว่า ค่าสหสัมพันธ์ (r) และสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (r^2) มีค่าสูงมาก (0.911-0.996 และ 0.830-0.992 ตามลำดับ) แสดงให้เห็นถึงความแม่นยำของสมการ ซึ่งพอสรุปได้ว่า ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน และผลผลิตไข่ มีความสัมพันธ์กับระดับการใช้กากมีสตาร์ดในอาหารแบบ quadratic (รูปที่ 18 และ 19 ตามลำดับ) เมื่อคำนวณหาระดับกากมีสตาร์ดที่เป็ดกินอาหารต่อวันและให้ผลผลิตไข่ได้สูงสุดควรมีค่าเท่ากับ 9.2 และ 8.4% ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักไข่ (รูปที่ 20) ลดลงแบบเส้นตรงตามการเพิ่มระดับการใช้กากมีสตาร์ดในอาหาร

ตารางที่ 19. สมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ของเป็ดไข่ เมื่อได้รับอาหารที่มีกากมีสตาร์ค (MM) ชนิดตากแห้งระดับต่างๆ และกากสดคลุกกับอาหารชั้นในช่วงอายุเป็ด 50-66 สัปดาห์

| MM ในอาหาร (%) | 0 | 10 | 20 | 30 | 14.7 | 15.0 | |
|------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|
| MM แทนที่ SBM (%) | 0 | 28 | 55 | 83 | - | - | S.E.M |
| ชนิดของ MM | - | ← ตากแดด ¹ → | | | เปียก ² | ต้ม ³ | |
| สมรรถภาพการผลิต | | | | | | | |
| ผลผลิตไข่ (%) | 72.2 ^{nv} | 73.3 ⁿ | 69.1 ^{nv} | 53.2 ⁿ | 58.4 ^{vk} | 63.9 ^{nvk} | 1.72 |
| ปริมาณอาหารที่กิน (ก.) | 153.5 ^{nv} | 160.5 ⁿ | 149.1 ^{nv} | 143.0 ^{vk} | 129.7 ⁿ | 129.5 ⁿ | 1.71 |
| อาหาร/ไข่ 1 โหล (กก.) | 2.57 ^v | 2.63 ^v | 2.60 ^v | 3.31 ⁿ | 2.67 ^v | 2.45 ^v | 0.07 |
| อาหาร/ไข่ 1 กก. (กก.) | 3.15 ^v | 3.28 ^v | 3.46 ^v | 4.58 ⁿ | 3.31 ^v | 3.06 ^v | 0.09 |
| น้ำหนักตัวเริ่มต้น | 1.54 ⁿ | 1.55 ⁿ | 1.48 ^v | 1.45 ^v | 1.54 ⁿ | 1.57 ⁿ | 0.01 |
| น้ำหนักตัวสุดท้าย | 1.60 | 1.64 | 1.60 | 1.63 | 1.70 | 1.65 | 0.01 |
| น้ำหนักตัวเพิ่ม (ก.) | 0.48 | 0.83 | 1.04 | 1.62 | 1.49 | 0.67 | 0.12 |
| น้ำหนักไข่ (ก.) | 68.07 ⁿ | 66.78 ⁿ | 62.68 ^v | 60.08 ⁿ | 67.18 ⁿ | 66.66 ⁿ | 0.32 |
| เบอร์ไข่ (%) | | | | | | | |
| เบอร์ 0, >70 ก. | 45.94 ⁿ | 34.75 ^{nv} | 16.43 ^{vk} | 5.43 ⁿ | 36.21 ^{nv} | 36.25 ^{nv} | 2.85 |
| เบอร์ 1, 66-70 ก. | 32.45 | 34.51 | 27.04 | 20.75 | 39.46 | 35.95 | 1.97 |
| เบอร์ 2, 61-65 ก. | 16.19 | 18.77 | 27.76 | 28.25 | 18.88 | 15.52 | 1.58 |
| เบอร์ 3, 56-60 ก. | 4.72 ^v | 11.00 ^v | 21.05 ⁿ | 27.00 ⁿ | 4.42 ^v | 10.52 ^v | 0.95 |
| เบอร์ 4, < 55 ก. | 0.69 ⁿ | 0.96 ⁿ | 7.72 ^v | 18.58 ⁿ | 1.03 ⁿ | 1.76 ⁿ | 0.51 |

ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีอักษรกำกับไม่เหมือนกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

¹ ทำให้แห้งด้วยการตากแดด ใช้เวลาประมาณ 3-4 วัน

² คลุกกากมีสตาร์คสดจากโรงงานกับอาหารควบคุม โดยมีสัดส่วนของกากมีสตาร์คที่เป็ดได้รับเท่ากับ 19.0 ก. (air dry) และอาหารควบคุมเท่ากับ 110.7 ก. (air dry) หรือเทียบเท่ากับมีกากมีสตาร์คระดับ 14.7%

³ คลุกกากมีสตาร์คต้มพอเดือดกับอาหารควบคุม โดยมีสัดส่วนของกากมีสตาร์คที่เป็ดได้รับเท่ากับ 19.4 ก. (air dry) และอาหารควบคุมเท่ากับ 110.2 ก. (air dry) หรือเทียบเท่ากับมีกากมีสตาร์คระดับ 15.0%

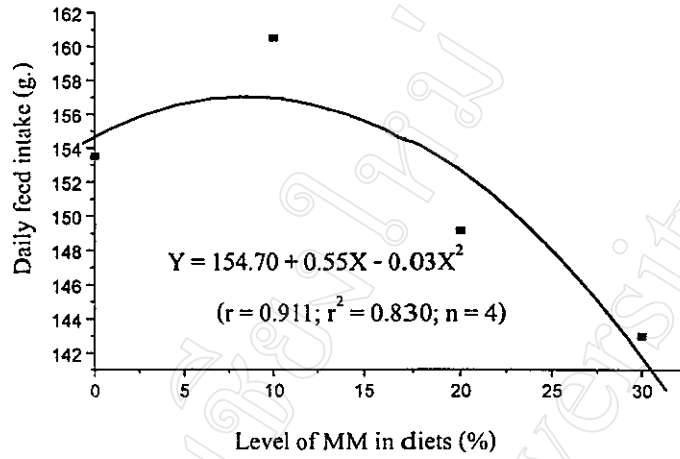


Figure 17. Relationship between the daily feed intake and the level of mustard meal in laying duck diet.

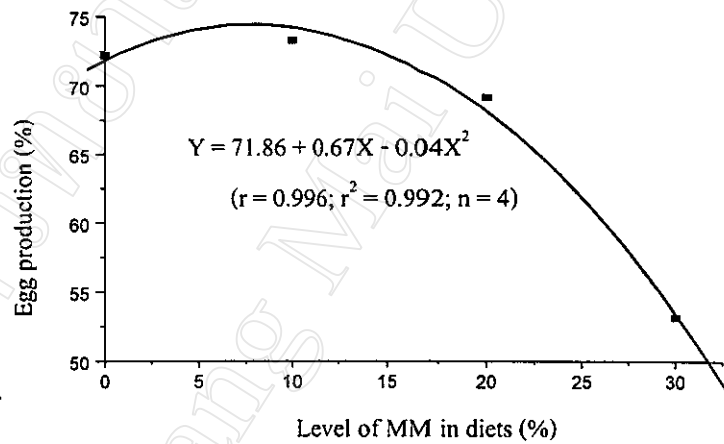


Figure 18. Relationship between the egg production and the level of mustard meal in laying duck diets.

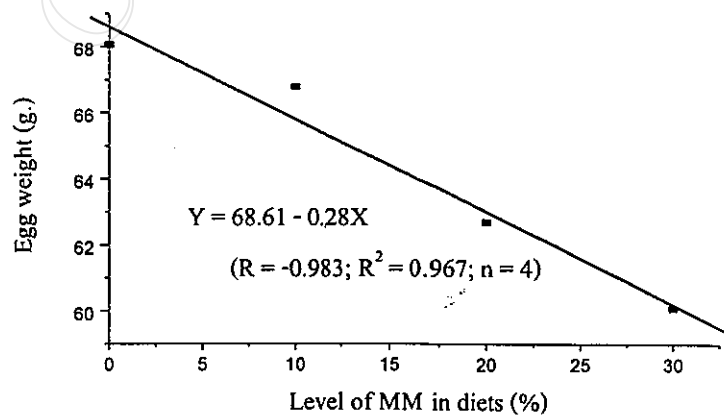


Figure 19. Relationship between the egg weight and the level of mustard meal in laying duck diets.

ต้นทุนการผลิตไข่เป็ด

เมื่อพิจารณาเฉพาะค่าอาหาร โดยกำหนดให้วัตถุดิบที่ใช้มีราคาเฉลี่ย เช่นเดียวกับการศึกษาในไก่เนื้อและไก่ไข่ ปรากฏว่า ถึงแม้ว่าอาหารทดลองมีราคาถูกลงตามระดับการเพิ่มขึ้นของกากมัสตาร์ดในอาหาร แต่การผลิตไข่ของเป็ดแล้วลงตามการเพิ่มขึ้นของกากมัสตาร์ด ยกเว้นกลุ่มที่ได้รับกากมัสตาร์ดต้มคลุกกับอาหารที่มีประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ดีกว่า จึงทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่เป็ด 1 โหล มีราคาถูกลงตามระดับการใช้กากมัสตาร์ดที่เพิ่มขึ้นในอาหาร โดยกลุ่มที่ใช้กากชนิดตากแดดระดับ 10 และ 20% มีต้นทุนการผลิตถูกกว่ากลุ่มควบคุม (15.75-14.77 vs. 16.22 บาท/ไข่ 1 โหล หรือ 19.66-19.63 vs. 19.88 บาท/ไข่ 1 กก.) ยกเว้นการใช้ที่ระดับ 30% มีต้นทุนการผลิตสูงที่สุด (17.75 บาท/ไข่ 1 โหล หรือ 24.61 บาท/ไข่ 1 กก.)

ส่วนกลุ่มที่ได้รับกากมัสตาร์ดต้มและไม่ต้มคลุกกับอาหารควบคุม เมื่อกำหนดให้กากทั้งสองชนิดดังกล่าวมีราคาเทียบเป็นน้ำหนักแห้งเท่ากับราคาของมัสตาร์ดชนิดตากแดด จะพบว่ากลุ่มที่ได้รับกากชนิดต้มคลุกอาหารควบคุมมีต้นทุนต่ำสุด (14.98 บาท/ไข่ 1 โหล หรือ 18.73 บาท/ไข่ 1 กก.) ในขณะที่กลุ่มไม่ต้มมีต้นทุนสูงกว่ากลุ่มควบคุมเล็กน้อย (20.29 vs. 19.88 บาท/ไข่ 1 โหล หรือ 16.35 vs. 16.22 บาท/ไข่ 1 กก.)

ตารางที่ 20. ต้นทุนการผลิตไข่เป็ด เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารผสมกากมันสำปะรด (MM) ชนิดตากแห้งและชนิดสด (ต้มและไม่ต้ม) ระดับต่างๆ ในช่วงเปิดอายุ 50-66 สัปดาห์

| | | | | | | |
|---------------------------------|-------|--------------------------|-------|-------|---------------------|-------------------|
| MM ในอาหาร (%) | 0 | 10 | 20 | 30 | 14.74 | 15.01 |
| MM แทนที่ SBM (%) | 0 | 28 | 55 | 83 | - | - |
| ชนิด MM | - | ← ตากแดด ^{1/} → | | | เปียก ^{2/} | ต้ม ^{3/} |
| สมรรถภาพการผลิต | | | | | | |
| ผลผลิตไข่ (%) | 72.2 | 73.3 | 69.1 | 53.2 | 58.4 | 63.9 |
| อาหารที่กิน (ก.) | 153.5 | 160.5 | 149.1 | 143.0 | 129.7 | 129.5 |
| อาหาร (กก.) / ไข่ 1 โหล | 2.57 | 2.63 | 2.60 | 3.31 | 2.67 | 2.45 |
| อาหาร (กก.) / ไข่ 1 กก. | 3.15 | 3.28 | 3.46 | 4.58 | 3.31 | 3.06 |
| ต้นทุนค่าอาหาร (บาท) ต่อ | | | | | | |
| อาหาร 1 กก. ^{4/} | 6.32 | 5.99 | 5.68 | 5.37 | 6.13 | 6.12 |
| ไข่ 1 กก. | 19.88 | 19.66 | 19.63 | 24.61 | 20.29 | 18.73 |
| ไข่ 1 โหล | 16.22 | 15.75 | 14.77 | 17.75 | 16.35 | 14.98 |

^{1/2/3/} ดูตารางที่ 17

^{4/} ราคาวัตถุดิบ (บาท/กก.) : ข้าวโพด 5.60, รำหยาบ 1.20, รำละเอียด 4.10, กากถั่วเหลือง 9.10, ปลาป่น 16.50, น้ำมันรำ 20.00, ไคแคลเซียมฟอสเฟต 12.00, เบิ้ลือกหอย 2.00, ดีแอล-เมทไธโอนีน 160.00, แอล-ไลซีน 75.00, เกลือ 3.00, ฟอสฟอรัส 65.00 และ กากมันสำปะรด 5.00.