บทที่ 4

ผลการทดลอง

องค์ประกอบทางเคมีของกากมะเขือเทศ

กากมะเขือเทศที่นำมาจากโรงงานผลิตซอสมะเขือเทศในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งประกอบไปด้วยเปลือกและเมล็ด มีความชื้น 81% เมื่อนำไปตากแดดบนลานปูนซีเมนต์ ใช้เวลาประมาณ 3 วัน กากจึงจะแห้ง ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของกากมะเขือเทศที่ทำให้แห้งแล้วนี้เทียบกับกากถั่วเหลือง แสดงไว้ในตารางที่ 13 ปรากฏว่า มีปริมาณโปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า อินทรียวัตถุ และ NFE เฉลี่ยเป็นร้อยละของวัตถุแห้ง (%DM basis) เท่ากับ 22.6, 13.0, 34.9, 5.7, 94.3 และ 24.2 ตามลำดับและมีค่าพลังงานรวม (GE) เท่ากับ 5.537 kcal/g. DM ซึ่งจะเห็นได้ว่ากากมะเขือเทศมีปริมาณโปรตีนเพียงครึ่งหนึ่งของกากถั่วเหลือง แต่มีเยื่อใยสูงกว่าถึง 4 เท่า (34.9 vs. 7.9%)

ตารางที่ 13. องค์ประกอบทางโภชนะของกากมะเขือเทศตากแห้งเทียบกับกากถั่วเหลือง (% DM)

	กากมะเขือเทศ			ผลมะเขือเทศสด	กากถั่วเหลือง
	(1)	(2)	เฉลี่ย		(NRC, 1994)
วัตถุแห้ง	90.30	92.26	91.28	79.10	89.0
โปรตีน	23.59	21.67	22.63	18.17	49.4
ไขมัน	10.29	15.72	13.01	3.13	0.9
เยื่อใย	33.32	36.45	34.88	34.75	7.9
เถ้า	5.97	5.52	5.74	12.02	n.a.
NFE	26.83	21.64	24.23	31.93	n.a.
อินทรียวัตถุ	94.03	94.48	94.25	87.98	n.a.
พลังงานรวม (kcal/g.)	5.635	5.440	5.537	4.532	n.a.

n.a. = No data available.

(1) ใช้ในการศึกษาหาค่า ME

(2) ใช้ในการศึกษาเพื่อประเมินสมรรถภาพการผลิตของสัตว์ปีก

ค่า ME ของกากมะเขือเทศ

วิธีกรอกกากมะเขือเทศทางปาก

ค่า TME จากการให้ไก่และเป็ดสายพันธุ์ไข่เพศผู้ได้รับกากมะเขือเทศล้วนๆ (60 และ 30 ก./ตัว ตามลำดับ) ด้วยวิธีกรอกเข้าทางปาก ผลแสดงไว้ในตารางที่ 14 ปรากฏว่า ไก่มีค่า TME สูงกว่าเป็ดค่อนข้างมากทั้งแบบ AME และ TME โดยไก่มีค่าดังกล่าวเท่ากับ 1.97 และ 2.15 kcal/g. DM ในขณะที่เป็ดมีค่าเท่ากับ 1.29 และ 1.59 kcal/g. DM ตามลำดับ จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่า TME มีค่าสูงกว่า AME เสมอ ทั้งนี้เป็นเพราะค่า TME มีการนำ endogenous loss มาลบออกจากสิ่งขับถ่ายด้วย

ตารางที่ 14. ค่าพลังงานใช้ประโยชน์แบบปรากฏและแท้จริง (AME และ TME; kcal/g. DM) ของกากมะเขือเทศเมื่อศึกษาในไก่และเป็ด

เบอร์สัตว์ทดลอง	ไก่		เป็ด	
	AME	TME	AME	TME
1	1.875	2.064	1.168	1.478
2	2.023	2.212	1.514	1.824
3	2.127	2.297	1.254	1.554
4	1.837	2.007	1.219	1.518
เฉลี่ย ± SD	***1.965±0.134***	***2.145±0.133***	***1.289±0.154***	***1.593±0.156***

S.D. = Standard deviation

วิธีการใช้กากมะเขือเทศแทนที่อาหารฐาน

การใช้กากมะเขือเทศแทนที่อาหารฐานที่ระดับต่างๆ (0–24%) พบว่า เมื่อเพิ่มสัดส่วนของกากมะเขือเทศให้สูงขึ้น ค่า AME ของสูตรอาหารทดลองจะลดลงตามระดับการเพิ่มขึ้นของกากมะเขือเทศในอาหาร กล่าวคือ มีค่า AME ลดลงจาก 3.23 ไปเป็น 3.11, 2.95 และ 2.70 kcal/g.DM เมื่อเพิ่มการใช้กากมะเขือเทศจาก 0 ไปเป็น 8, 16 และ 24% ตามลำดับ เมื่อนำค่า AME ของอาหารทดลองแต่ละสูตรเหล่านี้ไปเข้าสมการคาดคะเนเส้นตรงเพื่อคำนวณค่า AME ของกากมะเขือเทศ พบว่า มีค่าเท่ากับ 1.06 kcal/g. DM (ตารางที่ 15) โดยสมการคาดคะเนเส้นตรงมีค่าดังนี้

$Y = 3.26 - 0.022X \quad (r = 0.987; n = 4)$

เมื่อ Y = ค่า AME ของกากมะเขือเทศ (kcal/g.DM) ในไก่

X = ระดับการใช้กากมะเขือเทศแทนที่ในอาหารฐาน (%)

r = ค่าสหสัมพันธ์

n = จำนวนข้อมูลที่ใช้คำนวณ

รายละเอียดข้อมูลการคำนวณค่า AME ของอาหารทดลองทั้ง 4 สูตรแสดงไว้ในตารางภาคผนวก ก. ที่ 6

ตารางที่ 15. ค่า AME ของอาหารและกากมะเขือเทศที่ศึกษาในไก่เพศผู้จากวิธีการแทนที่ในอาหารฐานระดับต่างๆ เปรียบเทียบกับวิธีกรอกกากมะเขือเทศทางปาก

ระดับกากมะเขือเทศที่ใช้แทนที่อาหารฐาน (%)	$AME_{สูตรอาหาร}$ ← kcal/g. DM →	$_AME^{1/}{}_{กากมะเขือเทศ}$ ← kcal/g. DM →
0 (อาหารฐาน)	3.231	-
8	3.109	1.706
16	2.945	1.443
24	2.699	1.014
เฉลี่ย	-	1.388±0.35
100 (Regression)	-	1.060
100 (force feeding)	-	1.965±0.13

[1/] คำนวณด้วยสูตร

$$AME_{กากมะเขือเทศ} = \frac{AME_{อาหารผสมที่ระดับทดสอบ} - (\%\ อาหารฐานที่ระดับทดสอบ \times AME_{อาหารฐาน})}{\%\ กากมะเขือเทศที่ระดับนั้นๆ}$$

การใช้กากมะเขือเทศเป็นอาหารไก่เนื้อ

สมรรถภาพการผลิต

เมื่อใช้กากมะเขือเทศผสมในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 10, 20 และ 30% ตลอดระยะการทดลอง 6 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า สมรรถภาพการผลิต (น้ำหนักตัวเพิ่ม ปริมาณอาหารที่กิน และอัตราแลกน้ำหนัก) มีแนวโน้มด้อยลงตามระดับการเพิ่มขึ้นของกากมะเขือเทศในอาหาร โดยการใช้ที่ระดับ 10 และ

20% ปริมาณอาหารที่กินและอัตราแลกน้ำหนักให้ผลไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการใช้กากมะเขือเทศ (4.5-4.7 vs. 4.6 กก. และ 2.3-2.4 vs. 2.2, ตามลำดับ) ยกเว้นน้ำหนักตัวเพิ่มของกลุ่ม 20% ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (1.86 vs. 2.09 กก.) สำหรับการใช้ที่ระดับ 30%ทำให้มีสมรรถภาพการผลิตต่ำที่สุด (ตารางที่ 16) ส่วนการนำปลายข้าวมาใช้แทนที่ข้าวโพดทั้งหมดในสูตรอาหาร ปรากฏว่า มีแนวโน้มทำให้สมรรถภาพการผลิตดีกว่าการใช้ข้าวโพดเล็กน้อย แต่ไม่พบนัยสำคัญ (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16. สมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อที่อายุ 7 สัปดาห์ เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารที่มีกากมะเขือเทศระดับต่างๆในช่วงไก่อายุ 2-7 สัปดาห์

ระดับกากมะเขือเทศ (%)		น้ำหนักตัวเพิ่ม (กก.)[1/]	อาหารที่กิน (กก.)[1/]	อัตราแลกน้ำหนัก	อัตราการการตาย (%)
ในอาหาร	แทนที่ SBM				
0	0	2.09^{ก}	4.59^{กข}	2.20^{กข}	5.3
0[2/]	0	2.17^{ก}	4.88^{ก}	1.94^{ข}	10.0
10	10-11-13[3/]	2.01^{กข}	4.67^{กข}	2.33^{ก}	2.0
20	21-23-26	1.86^{ข}	4.49^{ขค}	2.42^{ก}	6.0
30	31-34-40	1.66^{ค}	4.28^{ค}	2.58^{ก}	2.0
S.E.M		0.21	0.25	0.27	0.5

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีอักษรกำกับไม่เหมือนกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$).

S.E.M. = standard error of mean

[1/] น้ำหนักตัวเพิ่มและปริมาณอาหารที่กินของลูกไก่ในสัปดาห์แรก (อายุ 1-7 วัน) เท่ากับ 106 และ 120 ก./ตัว ตามลำดับ ซึ่งไม่ได้นำมารวมด้วย

[2/] ใช้ปลายข้าวเป็นแหล่งพลังงานหลักแทนที่ข้าวโพดทั้งหมดในสูตรอาหาร

[3/] ระดับการแทนที่กากถั่วเหลือง (%) ในสูตรอาหารช่วงไก่อายุ 2-3, 4-6 และ 7 สัปดาห์

สำหรับอัตราการตายไม่ปรากฏว่ามีความแตกต่างกัน ไม่ว่าจะใช้หรือไม่ใช้กากมะเขือเทศระดับใดก็ตาม โดยมีอัตราการตายตลอดระยะการทดลองเท่ากับ 2-6% ยกเว้นเมื่อใช้ปลายข้าวแทนที่ข้าวโพดทั้งหมดในสูตรอาหาร จะพบว่า มีไก่ตายมากกว่ากลุ่มอื่นๆ (10%) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกลุ่มนี้มีไก่โตมากกว่ากลุ่มอื่น ซึ่งอาจช็อคตายเพราะเครียดจากความร้อนเนื่องจากในระหว่างการทดลองนี้มีสภาพอากาศค่อนข้างร้อน เฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 31^{o}ซ

ตารางที่ 17. สมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อในแต่ละช่วงอายุ เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารที่มีส่วนผสมของกากมะเขือเทศระดับต่างๆ

ระดับกากมะเขือเทศ (%)		น้ำหนักตัวเพิ่ม	อาหารที่กิน	อัตราแลกน้ำหนัก
ในอาหาร	แทนที่ SBM	(กก.)	(กก.)	
สัปดาห์ที่ 2-3				
0	0	0.53^{กข}	0.88	1.66^{ขค}
0[1/]	0	0.60^{ก}	0.88	1.46^{ค}
10	10	0.51^{ข}	0.87	1.70^{กขค}
20	21	0.49^{ขค}	0.85	1.76^{กข}
30	31	0.43^{ค}	0.84	1.96^{ก}
สัปดาห์ที่ 4-6				
0	0	1.06^{กขค}	2.58^{กข}	2.60^{กข}
0[1/]	0	1.17^{ก}	2.78^{ก}	2.15^{ค}
10	11	1.12^{กข}	2.72^{ก}	2.45^{ขค}
20	23	1.01^{ขค}	2.59^{กข}	2.63^{กข}
30	34	0.95^{ค}	2.46^{ข}	2.99^{ก}
สัปดาห์ที่ 7				
0	0	0.38^{ข}	1.12^{กข}	2.92^{ข}
0[1/]	0	0.50^{ก}	1.22^{ก}	2.43^{ข}
10	13	0.38^{ข}	1.08^{ขค}	2.85^{ข}
20	26	0.36^{ข}	1.05^{ขค}	2.94^{ข}
30	40	0.28^{ค}	0.97^{ค}	3.50^{ก}

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีอักษรกำกับไม่เหมือนกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$).

[1] ใช้ปลายข้าวแทนที่ข้าวโพดทั้งหมดในสูตรอาหาร

เมื่อแยกพิจารณาในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโตของไก่ ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้ได้ลดระดับโปรตีนในสูตรอาหารลงช่วงละ 2% ปรากฏว่า สามารถใช้กากมะเขือเทศได้ที่ระดับ 10% ในช่วงไก่อายุ 2-6 สัปดาห์ ส่วนสัปดาห์ที่ 7 สามารถใช้ได้สูงถึง 20% โดยไม่มีผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิต (ตาราง

ที่ 17) ส่วนการใช้ปลายข้าวแทนที่ข้าวโพดในสูตรอาหารนั้น จะให้ผลดีกว่าตั้งแต่ช่วงแรกของการเจริญเติบโต (อายุไก่ 2-3 สัปดาห์) จนสิ้นสุดในช่วงท้าย (สัปดาห์ที่ 7)

เปอร์เซ็นต์ซากและอวัยวะภายใน

เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองที่ไก่อายุ 7 สัปดาห์ ได้สุ่มไก่มาจำนวนเพศละ 3 ตัว/กลุ่ม ฆ่าชำแหละเพื่อศึกษาคุณภาพซาก ผลปรากฏว่า เปอร์เซ็นต์ซากของไก่ลดต่ำลงตามระดับการเพิ่มขึ้นของกากมะเขือเทศในอาหาร โดยเฉพาะเมื่อใช้ที่ระดับ 30% มีเปอร์เซ็นต์ซากต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (75.7 vs. 79.5% ตามลำดับ) อย่างไรก็ดี เมื่อใช้ปลายข้าวแทนที่ข้าวโพดทั้งหมดในสูตรอาหารจะมีเปอร์เซ็นต์ซากสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมที่ใช้ข้าวโพด (ตารางที่ 18)

สำหรับสัดส่วนของอวัยวะภายใน เนื้อหน้าอกและน่องของไก่ เมื่อเทียบเป็นร้อยละของน้ำหนักตัว ปรากฏว่า เครื่องในรวมทั้งหมดและกึ๋นมีสัดส่วนเพิ่มขึ้น ในขณะที่ไขมันในช่องท้องรวมกับส่วนที่ห่อหุ้มอวัยวะภายในลดลงตามการเพิ่มระดับกากมะเขือเทศในอาหาร ส่วนตับและน่องมีสัดส่วนไม่แตกต่างกันไม่ว่าจะใช้หรือไม่ใช้กากมะเขือเทศในอาหาร แต่ปริมาณเนื้อหน้าอกกลับลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อมีการใช้กากมะเขือเทศ (ตารางที่ 18)

ตารางที่ 18. เปอร์เซ็นต์ซาก น้ำหนักอวัยวะภายใน เนื้อหน้าอกและน่องของไก่เนื้อ (% น้ำหนักตัว) เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารที่มีส่วนผสมของกากมะเขือเทศระดับต่างๆ เป็นเวลา 6 สัปดาห์

กากมะเขือเทศในอาหาร (%)	0	0[1/]	10	20	30	เฉลี่ย	
กากมะเขือเทศแทนที่ SBM (%)	0	0[1/]	10-11-13[2/]	21-23-26	31-34-40	เพศผู้	เพศเมีย
เปอร์เซ็นต์ซาก[3/]	79.5^{ก}	82.0^{กข}	79.2^{ง}	77.8^{งค}	75.7^{ค}	78.6±2.7	78.8±3.8
เครื่องในรวม	10.6^{ค}	11.9^{ค}	13.8^{ง}	14.7^{จ}	17.2^{ก}	14.3±3.0	13.3±2.5
ตับ	2.2^{ก}	2.9^{ก}	2.6^{กข}	2.7^{ก}	2.4^{กข}	2.4±0.4	2.5±0.4
ไขมัน[4/]	2.4^{กข}	2.9^{ก}	2.2^{กขค}	1.9^{ขค}	1.6^{ค}	1.9±0.7	2.2±0.6
กึ๋น	1.5^{จ}	1.1^{ค}	1.8^{กข}	1.7^{กข}	1.9^{ก}	1.8±0.4	1.7±0.2
เนื้อหน้าอก	14.5^{ก}	13.4^{กข}	11.9^{จ}	12.4^{จ}	12.8^{จ}	12.2±1.6	13.5±1.4
เนื้อน่อง	9.9	9.3	10.2	10.0	9.6	10.2±0.7	9.6±0.6

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีอักษรกำกับไม่เหมือนกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

[1/] ใช้ปลายข้าวแทนที่ข้าวโพดทั้งหมดในสูตรอาหาร [2/] ระดับที่ใช้แทนที่ในช่วงไก่อายุ 2-3, 4-6 และ 7 สัปดาห์ ตามลำดับ [3/] คำนวณจากน้ำหนักตัวไก่ที่เอาเครื่องในออกทั้งหมดเทียบกับน้ำหนักไก่เมื่อมีชีวิตก่อนฆ่า

[4/] ไขมันในช่องท้องรวมกับส่วนที่หุ้มอวัยวะภายใน

เมื่อมีการใช้ปลายข้าวแทนที่ข้าวโพดทั้งหมดในสูตรอาหาร ไม่พบว่ามีผลทำให้คุณภาพซากแตกต่างกัน ยกเว้นสัดส่วนของกึ๋น พบว่า มีปริมาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อใช้ปลายข้าวเทียบกับกลุ่มอื่นๆ (1.1 vs. 1.5-1.9% น้ำหนักตัว, ตามลำดับ; ตารางที่ 18)

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเพศของไก่เนื้อทั้งที่ใช้และไม่ใช้กากมะเขือเทศในอาหาร โดยพิจารณาระหว่างเพศ ผลปรากฏว่า เพศไม่มีความแตกต่างกัน ในแง่ของสีผิวหนังหลังจากฆ่าไก่และถอนขนแล้ว พบว่า กลุ่มที่ใช้ข้าวโพดเป็นแหล่งพลังงานหลักในสูตรอาหาร มีผิวหนังสีเหลืองมากกว่ากลุ่มเสริมกากมะเขือเทศทุกระดับ ในขณะที่กลุ่มใช้ปลายข้าวแทนที่ข้าวโพดทั้งหมดซึ่งไม่มีสารสีธรรมชาตินั้น มีผลทำให้ซากไก่มีสีผิวหนังขาวซีดมากกว่ากลุ่มอื่นๆ

ต้นทุนการผลิตเนื้อไก่

เมื่อพิจารณาเฉพาะค่าอาหารอย่างเดียวโดยกำหนดราคาวัตถุดิบตามราคาเฉลี่ยในท้องตลาด และกำหนดให้กากมะเขือเทศแห้งมีราคากิโลกรัมละ 3 บาท ปรากฏว่า อาหารผสมกากมะเขือเทศมีราคาถูกลงตามระดับการใช้กากมะเขือเทศในอาหาร แต่เนื่องจากประสิทธิภาพการใช้อาหารด้อยลงเมื่อมีการใช้กากมะเขือเทศ จึงทำให้ต้นทุนการผลิตเนื้อไก่ต่อกิโลกรัมสูงขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มที่ใช้กากมะเขือเทศระดับ 10% มีต้นทุนการผลิตสูงกว่าเล็กน้อย (0.84 บาท/กก., ตารางที่ 19) อย่างไรก็ดี เมื่อมีการใช้ปลายข้าวแทนที่ข้าวโพดทั้งหมดในอาหารกลับทำให้ราคาอาหารแพงขึ้นค่อนข้างมาก (7.40-8.77 vs. 6.85-7.86 บาท/กก.) ทั้งนี้เพราะในช่วงระหว่างทดลองปลายข้าวมีราคาสูงกว่าข้าวโพด 0.5 บาท/กก. จึงทำให้ต้นทุนการผลิตเนื้อไก่สูงกว่ากลุ่มที่ใช้ข้าวโพดค่อนข้างมาก (38.46 vs. 33.45 บาท/ตัว หรือ 17.72 vs. 16.04 บาท/กก.น้ำหนักตัว, ตามลำดับ) แม้ว่าจะมีอัตราแลกน้ำหนักและน้ำหนักตัวเพิ่มดีกว่ากลุ่มที่ใช้ข้าวโพดก็ตาม (ตารางที่ 19)

ตารางที่ 19. ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไก่เนื้อที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมซึ่งมีกากมะเขือเทศที่ระดับต่างๆ ระหว่างช่วงอายุ 2-7 สัปดาห์

กลุ่มที่	ระดับกากมะเขือเทศ (%)		น้ำหนักตัวเพิ่ม (กก.)	อัตราแลกน้ำหนัก	ต้นทุนค่าอาหาร[1/]	
	ในอาหาร	แทนที่ SBM			(บาท/ตัว)	(บาท/กก.น้ำหนักตัว)
1	0	0	2.09	2.20	33.45	16.04
2	0[2/]	0	2.17	1.94	38.46	17.72
3	10	10-11-13[3/]	2.01	2.33	33.99	16.88
4	20	21-23-26	1.86	2.42	32.53	17.50
5	30	31-34-40	1.66	2.58	30.86	18.59

[1/] ราคาวัตถุดิบ (บาท/กก.) : ข้าวโพด 5.60, ปลายข้าว 6.10, รำละเอียด 4.10, กากถั่วเหลือง 9.10, ปลาป่น 16.50, น้ำมันรำ 20.00, ไดแคลเซียมฟอสเฟต 12.00, เปลือกหอย 2.00, ดีแอล-เมทไธโอนีน 160.00, แอล-ไลซีน 75.00, เกลือ 3.00, พรีมิกซ์ 65.00 และกากมะเขือเทศตากแห้ง 3.00. โดยอาหารทดลองกลุ่มที่ 1-5 มีราคา ดังนี้ 7.86, 8.77, 7.83, 7.79 และ 7.77 ในช่วงอายุ 2-3 สัปดาห์; 7.31, 7.81, 7.28, 7.25 และ 7.22 ในช่วงอายุ 4-6 สัปดาห์และสำหรับอายุ 7 สัปดาห์มีราคาเท่ากับ 6.85, 7.40, 6.81, 6.78 และ 6.75 ตามลำดับ

[2/] ใช้ปลายข้าวแทนที่ข้าวโพดทั้งหมดในสูตรอาหาร

[3/] ระดับที่ใช้แทนที่ในช่วงไก่อายุ 2-3, 4-6 และ 7 สัปดาห์ ตามลำดับ

การใช้กากมะเขือเทศเป็นอาหารไก่ไข่

สมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่

การใช้กากมะเขือเทศเลี้ยงไก่ไข่ที่ระดับ 10, 20 และ 30% ในสูตรอาหาร โดยใช้ข้าวโพดเป็นแหล่งพลังงานหลัก ผลแสดงไว้ในตารางที่ 20 ปรากฏว่า ผลผลิตไข่และปริมาณอาหารที่กินลดลงตามระดับการเพิ่มขึ้นของกากมะเขือเทศในอาหาร โดยการใช้ที่ระดับ 30% ไก่กินอาหารได้น้อยกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ (86.9 ก.) ในขณะที่ใช้ระดับ 10 และ 20% มีปริมาณไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม (98.8 และ 93.2 vs. 98.6 ก./วัน, ตามลำดับ) ส่วนผลผลิตไข่และน้ำหนักตัวเพิ่มของแม่ไก่ กลุ่มที่ให้กากมะเขือเทศระดับ 20 และ 30% ต่ำกว่าทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่กลุ่มได้รับกากมะเขือเทศระดับ 10% ให้ผลไม่ต่างจากกลุ่มควบคุม สำหรับประสิทธิภาพการใช้อาหาร (ปริมาณอาหารที่ใช้ต่อการผลิตไข่ 1 โหล หรือ 1 กก.) ไม่แตกต่างกันในทุกกลุ่ม

เมื่อพิจารณาถึงผลการใช้ปลายข้าวเป็นแหล่งพลังงานหลัก โดยใช้แทนที่ข้าวโพดทั้งหมดในสูตรอาหารทั้งที่ไม่มีและมีการเสริมด้วยสารสกัดจากดอกดาวเรือง (แซนโทฟิล, xanthophyll) ที่ระดับ

0.1% นั้น ปรากฏว่า แม่ไก่สามารถกินอาหารได้มากกว่ากลุ่มควบคุมที่ใช้ข้าวโพดและกลุ่มที่ใช้กากมะเขือเทศในอาหารทุกระดับอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่มีผลทำให้ผลผลิตไข่ดีขึ้น คือ ยังคงให้ผลผลิตไข่และประสิทธิภาพการใช้อาหารไม่ต่างจากกลุ่มควบคุมที่ใช้ข้าวโพด แต่มีผลทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มสูงกว่าทุกกลุ่ม (ตารางที่ 20)

สำหรับผลด้านคุณภาพไข่ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม คะแนนสีไข่แดงลดลงตามระดับการใช้กากมะเขือเทศเพิ่มขึ้นในอาหาร (9.5 vs. 9.2, 8.3 และ 7.5 แต้มคะแนน, ตามลำดับ) โดยการใช้ที่ระดับ 10% ให้สีไข่แดงไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มควบคุมที่ใช้ข้าวโพดเป็นแหล่งพลังงานหลัก ส่วนกลุ่มที่ใช้ปลายข้าวแทนที่ข้าวโพดทั้งหมดซึ่งไม่มีแหล่งสารให้สีธรรมชาติในสูตรอาหารเลยนั้น ปรากฏว่า มีคะแนนความเข้มสีไข่แดงเท่ากับเบอร์ 1 ในขณะที่เมื่อเสริมด้วยแซนโทฟิล 0.1% มีคะแนนความเข้มสีไข่แดงเพิ่มขึ้นเป็นเบอร์ 7-8 ไม่ต่างจากกลุ่มที่ใช้กากมะเขือเทศระดับ 30% (7.8 vs. 7.5 แต้มคะแนน, ตามลำดับ) ส่วนผลด้านความหนาเปลือกไข่และความถ่วงจำเพาะด้อยลงเมื่อใช้กากมะเขือเทศระดับสูงสุด (30%) ดังตารางที่ 20 ส่วนค่า Haugh unit และน้ำหนักไข่ไม่มีความแตกต่างกันในทุกกลุ่ม ไม่ว่าจะใช้หรือไม่ใช้กากมะเขือเทศ รวมทั้งที่ไม่ใช้และใช้แซนโทฟิลในอาหารที่ใช้ปลายข้าวแทนที่ข้าวโพดทั้งหมด

ในกรณีของน้ำหนักไข่ แม้ว่าจะให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกกลุ่มก็ตาม แต่มีแนวโน้มให้ไข่ฟองเล็กในกลุ่มควบคุม (ใช้ข้าวโพด) และกลุ่มที่ใช้กากมะเขือเทศระดับ 10% (63.2 และ 63.9 ก./ฟอง) ในขณะที่กลุ่มอื่นๆ มีน้ำหนักไข่ระหว่าง 65.5-66.8 ก./ฟอง จึงมีผลทำให้สัดส่วนของไข่แต่ละเบอร์ โดยเฉพาะเบอร์ 0 ซึ่งเป็นไข่ที่มีขนาดฟองใหญ่ที่สุด (มากกว่า 70 ก./ฟอง) มีจำนวนน้อยในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้กากมะเขือเทศระดับ 10% ดังได้กล่าวมาแล้ว (ตารางที่ 20)

ตารางที่ 20 . สมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากมะเขือเทศที่ระดับต่างๆ ในช่วงไก่อายุ 36-48 สัปดาห์

	ระดับกากมะเขือเทศ (%)						
ในสูตรอาหาร	0	0[1/]	0[2/]	10	20	30	S.E.M
แทนที่กากถั่วเหลือง	0	0	0	18	37	55	
สมรรถภาพการผลิต							
ผลผลิตไข่ (%)	77.39[ก]	78.05[ก]	78.47[ก]	72.70[กข]	65.83[ข]	65.58[ข]	6.92
ปริมาณอาหารที่กิน (ก.)	98.6[ข]	107.8[ก]	106.7[ก]	98.8[ข]	93.2[ข]	86.9[ค]	1.87
อาหาร (กก.)/ ไข่ 1 โหล	1.53	1.66	1.63	1.65	1.70	1.59	0.12
อาหาร (กก.)/ ไข่ 1 กก.	2.02	2.11	2.06	2.15	2.12	2.00	0.16
น้ำหนักตัวเพิ่ม (ก.)	159[ข]	210[กข]	256[ก]	162[ข]	90[ค]	93[ค]	16.00
คุณภาพไข่							
น้ำหนักไข่ (ก.)	63.20	65.49	66.23	63.87	66.80	66.49	1.88
สีไข่แดง (คะแนน)	9.5[ก]	1.0[ง]	7.8[ค]	9.2[ก]	8.3[ข]	7.5[ค]	2.95
ความหนาเปลือกไข่ (มม.)	0.351[ข]	0.357[ก]	0.351[ข]	0.352[กข]	0.352[กข]	0.344[ค]	0.01
ความถ่วงจำเพาะ	1.096[ก]	1.092[กขค]	1.093[กข]	1.091[ขค]	1.090[ขค]	1.088[ค]	0.00
Haugh unit	97.3	96.1	94.1	98.6	96.2	95.7	2.07
เกรดไข่ (%)							
เบอร์ 0 (>70 ก.)	15.52	24.71	20.28	18.96	19.96	26.21	4.75
เบอร์ 1 (66-70 ก.)	34.41[ขค]	28.45[ค]	47.31[ก]	38.14[กขค]	35.67[ขค]	42.04[กข]	7.43
เบอร์ 2 (61-65 ก.)	26.33	31.40	21.92	27.63	31.97	23.07	6.33
เบอร์ 3 (56-60 ก.)	19.30[ก]	14.51[กข]	7.53[ขค]	13.16[กข]	10.87[ขค]	5.04[ค]	5.74
เบอร์ 4 (<55 ก.)	3.51	0.62	0.31	1.80	1.54	0.83	1.62

[1/] ใช้ปลายข้าวทดแทนข้าวโพดทั้งหมดในสูตรอาหาร

[2/] ใช้ปลายข้าวทดแทนข้าวโพดทั้งหมดในสูตรอาหารเสริมด้วยสารสกัดจากดอกดาวเรือง (แซนโทฟิล) ระดับ 0.1% ในสูตรอาหาร

ต้นทุนการผลิตไข่ไก่

เมื่อพิจารณาต้นทุนการผลิตคำนวณเฉพาะค่าอาหารอย่างเดียว โดยกำหนดให้วัตถุดิบมีราคาเฉลี่ยตามท้องตลาด เช่นเดียวกับการทดลองในไก่เนื้อ ผลแสดงไว้ในตารางที่ 21 ปรากฏว่า อาหารทดลองมีราคาถูกลงตามระดับการเพิ่มขึ้นของกากมะเขือเทศในสูตรอาหาร แต่เนื่องจากปริมาณอาหารที่ใช้เพื่อการผลิตไข่ 1 โหล หรือ 1 กก. ของกลุ่มที่ใช้กากมะเขือเทศทุกระดับ (10-30%) มีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุม จึงทำให้ต้นทุนการผลิตไข่ต่อ 1 โหลสูงกว่ากลุ่มควบคุม 0.24–1.03 บาท (10.35–11.14 vs. 10.11 บาท/ไข่ 1 โหล) ทำนองเดียวกับต้นทุนการผลิตไข่ 1 กก. ก็พบว่ามีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุม ยกเว้นเมื่อใช้ที่ระดับ 30% มีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าเล็กน้อย (13.02 vs. 13.35 บาท/ไข่ 1 กก.)

สำหรับกลุ่มที่ใช้ปลายข้าวเป็นแหล่งพลังงานหลักแทนที่ข้าวโพดทั้งหมด ทั้งที่ไม่เสริมและเสริมแซนโทฟิลระดับ 0.1% ในสูตรอาหาร จะมีราคาอาหารต่อกิโลกรัมสูงกว่าสูตรที่ใช้ข้าวโพด 0.50 และ 0.80 บาท/กก. ตามลำดับ ทั้งนี้เพราะในช่วงทดลองปลายข้าวมีราคาแพงกว่าข้าวโพดมาก (6.10 vs. 5.60 บาท/กก.) และเมื่อเสริมด้วยแซนโทฟิลซึ่งมีราคาสูงมาก (10 บาท/ก. แซนโทฟิล) มีผลทำให้ราคาอาหารทดลองยิ่งสูงขึ้นอีก ต้นทุนการผลิตไข่ 1 โหล หรือ 1 กก. จึงสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ค่อนข้างมาก (ตารางที่ 21) อย่างไรก็ดี หากในพื้นที่ใดมีปลายข้าวจำนวนมาก หรือในภาวะที่ข้าวโพดหายาก และปลายข้าวมีราคาถูกกว่าข้าวโพดมาก เกษตรกรก็สามารถนำปลายข้าวมาใช้แทนที่ข้าวโพดในสูตรอาหารได้ แต่ควรเสริมด้วยสารสี เช่น จากดอกดาวเรืองหรือจากสารสีสังเคราะห์ เพื่อช่วยให้สีไข่แดงมีความเข้มไม่ต่างจากการใช้ข้าวโพด

ตารางที่ 21. ต้นทุนการผลิตไข่ไก่เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารผสมกากมะเขือเทศที่ระดับต่างๆ ในช่วงไก่อายุ 36-48 สัปดาห์ (84 วัน)

	ระดับกากมะเขือเทศ (%)					
ในสูตรอาหาร	0	0[1/]	0[2/]	10	20	30
แทนที่กากถั่วเหลือง	0	0	0	18	37	55
สมรรถภาพการผลิต						
ผลผลิตไข่ (%)	77.4	78.1	78.5	72.7	65.8	65.6
ปริมาณอาหารที่กิน (ก.)	98.6	107.8	106.7	98.8	93.2	86.9
อาหาร (กก.)/ ไข่ 1 โหล	1.53	1.66	1.63	1.65	1.70	1.59
อาหาร (กก.)/ ไข่ 1 กก.	2.02	2.11	2.06	2.15	2.12	2.00
ต้นทุนค่าอาหารต่อ						
อาหาร 1 กก.[3/]	6.61	7.11	7.41	6.58	6.55	6.51
ไข่ 1 โหล	10.11	11.80	12.08	10.86	11.14	10.35
ไข่ 1 กก.	13.35	15.00	15.26	14.15	13.89	13.02

[1/] ใช้ปลายข้าวแทนที่ข้าวโพดทั้งหมดในสูตรอาหาร

[2/] เสริมแซนโทฟิล 0.1% ในสูตรอาหารที่ใช้ปลายข้าวแทนที่ข้าวโพดทั้งหมด

[3/] ราคาวัตถุดิบ (บาท/กก.) : ข้าวโพด 5.60, ปลายข้าว 6.10, รำละเอียด 4.10, กากถั่วเหลือง 9.10, ปลาป่น 16.50, น้ำมันรำ 20.00, ไดแคลเซียมฟอสเฟต 12.00, เปลือกหอย 2.00, ดีแอล-เมทไธโอนีน 160.00, แอล-ไลซีน 75.00, เกลือ 3.00, พรีมิกซ์ 65.00, กากมะเขือเทศ 3.00 และแซนโทฟิล กรัมละ 10 บาท

การใช้กากมะเขือเทศเป็นอาหารเป็ดไข่

สมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่

- **การใช้มะเขือเทศสด**

การใช้มะเขือเทศสดเลี้ยงเป็ดไข่ที่อายุ 96 สัปดาห์ เพื่อให้เป็ดได้เลือกกินนั้น สามารถทดลองได้เพียง 28 วันเท่านั้น เนื่องจากมะเขือเทศขาดตลาดเพราะไม่ใช่ช่วงฤดูปลูกของมะเขือเทศ จึงจำเป็นต้องยกเลิกกลุ่มทดลองนี้ไป อย่างไรก็ดีจากข้อมูลที่ได้ในช่วง 28 วันนั้น ปรากฏว่า เป็ดยังกินอาหารข้นได้เป็นปกติ คือ กินได้เฉลี่ยวันละ 148.5 ก. ในขณะที่กลุ่มควบคุมกินได้ 143.8 – 146.9 ก. ส่วนปริมาณมะเขือเทศสดที่เป็ดไข่เลือกกินนั้น เมื่อคำนวณเป็นน้ำหนักแห้งได้เท่ากับ 5.8 ก./วัน รวมกับ

อาหารข้นแล้วจึงเท่ากับเป็ดได้กินอาหารทั้งหมด 154.3 ก./วัน สูงกว่ากลุ่มอื่นๆ แต่ไม่พบค่านัยสำคัญ นอกจากนี้ยังไม่พบว่ามีผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิต (ผลผลิตไข่ ปริมาณอาหารที่กิน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และน้ำหนักไข่) แต่มีแนวโน้มที่จะได้ผลผลิตไข่สูงกว่า และมีสมรรถภาพการเปลี่ยนอาหารดีกว่า รวมทั้งได้ความเข้มของสีไข่แดงสูงกว่ากลุ่มควบคุมทั้งที่ไม่เสริมและเสริมแซนโทฟิล (0.1% ในอาหาร) อย่างมีนัยสำคัญด้วย (8.7 vs. 2.9–7.5 แต้มคะแนน, ตามลำดับ) ในขณะที่ไข่มีขนาดฟองเล็กกว่ามาก สำหรับผลการใช้กากมะเขือเทศแบบตากแห้งในอาหารเป็ดไข่ที่ระดับ 10, 20 และ 30% ในช่วง 28 วันแรกของการทดลองนี้ ผลปรากฏว่า เป็ดกินอาหารได้ลดลงตามการเพิ่มขึ้นของกากมะเขือเทศในอาหาร โดยเฉพาะการใช้ที่ระดับ 30% เป็ดกินอาหารได้น้อยกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ผลผลิตไข่และประสิทธิภาพการใช้อาหารและน้ำหนักไข่ของกลุ่มที่ได้รับกากมะเขือเทศทุกกลุ่มมีแนวโน้มว่าดีกว่ากลุ่มควบคุม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้กากมะเขือเทศแห้งไม่เกิน 20% ของสูตรอาหาร สำหรับสีของไข่แดงจะเข้มมากขึ้นตามระดับการใช้กากมะเขือเทศเพิ่มขึ้นในอาหาร (ตารางที่ 22)

- **การใช้กากมะเขือเทศตากแห้ง**

การใช้กากมะเขือเทศแห้งในอาหารระดับ 10, 20 และ 30% โดยมีปลายข้าวเป็นแหล่งพลังงานแทนข้าวโพดเลี้ยงเป็ดไข่ช่วงอายุ 96-112 สัปดาห์ ผลแสดงไว้ในตารางที่ 23 ปรากฏว่า ผลผลิตไข่ ประสิทธิภาพการใช้อาหารและน้ำหนักไข่ของกลุ่มที่ได้รับกากมะเขือเทศแห้ง 10 และ 20% มีแนวโน้มดีกว่ากลุ่มควบคุม ในขณะที่กลุ่มได้รับกากมะเขือเทศ 30% มีสมรรถภาพการผลิตต่ำกว่าที่ระดับ 20% เล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ความเข้มของสีไข่แดง พบว่า เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญตามระดับการเพิ่มขึ้นของกากมะเขือเทศในอาหาร โดยในทุกระดับของการใช้กากมะเขือเทศมีความเข้มของสีไข่แดงสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมทั้งที่ไม่ใช้และใช้แซนโทฟิลระดับ 0.1% ในอาหารอีกด้วย (8.1–11.4 vs. 3.3-7.5 แต้มคะแนน, ตามลำดับ) ความหนาเปลือกไข่ของทุกกลุ่มไม่แตกต่างกัน ยกเว้นกลุ่มที่ได้รับกากมะเขือเทศระดับสูงสุด (30%) ซึ่งมีเปลือกไข่บางกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ สำหรับค่า Haugh unit และความถ่วงจำเพาะของไข่ไม่มีความแตกต่างกันไม่ว่าจะใช้หรือไม่ใช้กากมะเขือเทศในอาหาร

ตารางที่ 22. สมรรถภาพการผลิตของเป็ดไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหาร[1/]ที่เสริมด้วยมะเขือเทศสดและกากมะเขือเทศตากแห้งที่ระดับต่างๆ ระหว่างช่วงอายุ 96-100 สัปดาห์

	ระดับกากมะเขือเทศ (%)						
ในสูตรอาหาร	0	0[2/]	0[3/]	10	20	30	S.E.M
แทนที่กากถั่วเหลือง	0	0	0	22	44	63	
สมรรถภาพการผลิต							
ผลผลิตไข่ (%)	56.6	61.1	69.7	66.5	62.7	59.7	1.48
ปริมาณอาหารที่กิน (ก.)	143.8[ก]	146.9[ก]	154.3[4/ก]	151.6[ก]	140.2[กข]	126.2[ข]	2.78
อาหาร (กก.)/ ไข่ 1 โหล	3.06	2.90	2.66	2.74	2.70	2.54	0.06
อาหาร (กก.)/ ไข่ 1 กก.	3.86	3.59	3.55	3.43	3.36	3.33	0.08
คุณภาพไข่							
น้ำหนักไข่ (ก.)	66.01	67.44	62.65	66.69	67.32	63.65	0.69
สีไข่แดง (คะแนน)	2.9[ง]	7.5[ก]	8.7[ข]	9.0[กข]	8.5[ข]	9.6[ก]	0.55
ความหนาเปลือกไข่ (มม.)	0.307[ก]	0.303[กข]	0.306[ก]	0.29[ขค]	0.298[ขค]	0.297[ค]	0.00
ความถ่วงจำเพาะ	1.079[กข]	1.077[ข]	1.081[ก]	1.081[ก]	1.080[กข]	1.076[ข]	0.00
Haugh unit	94.65	94.95	95.41	94.79	93.47	95.53	0.30
เกรดไข่ (%)							
เบอร์ 0 (>70 ก.)	52.78[กข]	42.78[ขค]	31.55[ค]	69.63[ก]	41.34[ขค]	32.74[ขค]	3.78
เบอร์ 1 (66-70 ก.)	30.92	40.00	50.38	40.46	32.86	57.27	4.29
เบอร์ 2 (61-65 ก.)	22.22[กข]	14.44[ข]	20.44[กข]	0.00[ค]	23.25[กข]	31.45[ก]	2.66
เบอร์ 3 (56-60 ก.)	12.22	10.83	7.88	0.00	11.49	12.20	2.19
เบอร์ 4 (<55 ก.)	5.56	3.33	0.00	0.00	0.00	4.76	1.26

[1/] อาหารทุกสูตรใช้ปลายข้าวเป็นแหล่งพลังงานหลักในสูตรอาหาร (ไม่ใช้ข้าวโพด)

[2/] เสริมแซนโทฟิล 0.1% (30 ก./กก.)

[3/] เสริมมะเขือเทศสด

[4/] รวมปริมาณมะเขือเทศสดที่เป็ดเลือกกินและคำนวณเป็น น.น.แห้ง เท่ากับ 5.8 ก. ไว้แล้ว

ตารางที่ 23. สมรรถภาพการผลิตของเป็ดไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหาร[1/]ผสมกากมะเขือเทศที่ระดับต่างๆ ในช่วงอายุ 96-112 สัปดาห์ (112 วัน) โดยไม่มีกลุ่มที่ให้กินมะเขือเทศสด

	ระดับกากมะเขือเทศ (%)					
ในสูตรอาหาร	0	0[2/]	10	20	30	S.E.M
แทนที่กากถั่วเหลือง	0	0	22	44	63	
สมรรถภาพการผลิต						
ผลผลิตไข่ (%)	52.0	54.6	57.3	58.4	52.9	1.1
ปริมาณอาหารที่กิน (ก.)	145.6	153.1	157.2	146.6	144.8	1.8
อาหาร (กก.)/ ไข่ 1 โหล	3.36	3.37	3.30	3.03	3.29	0.1
อาหาร (กก.)/ ไข่ 1 กก.	4.27	4.20	4.05	3.81	4.24	0.1
น้ำหนักเพิ่ม (ก.)	113	100	120	117	110	7.7
คุณภาพไข่						
น้ำหนักไข่ (ก.)	65.53^{ขค}	66.94^{กข}	67.95^{ก}	66.19^{กขค}	64.61^{ค}	0.4
สีไข่แดง (คะแนน)	3.3^{จ}	7.5^{ง}	8.1^{ค}	9.5^{ข}	11.4^{ก}	0.7
ความหนาเปลือกไข่ (มม.)	0.312^{ก}	0.306^{กข}	0.310^{ก}	0.313^{ก}	0.301^{ข}	0.001
ความถ่วงจำเพาะ	1.081	1.081	1.082	1.082	1.079	0.001
Haugh unit[3/]	100.0	100.1	100.1	99.7	100.5	0.9
เกรดไข่ (%)						
เบอร์ 0 (>70 ก.)	35.06^{ข}	39.25^{กข}	51.21^{ก}	30.95^{ข}	27.55^{ข}	2.8
เบอร์ 1 (66-70 ก.)	30.39	41.73	29.52	26.99	39.81	2.4
เบอร์ 2 (61-65 ก.)	21.51	22.98	30.82	27.17	27.95	1.7
เบอร์ 3 (56-60 ก.)	26.02	16.41	14.98	17.89	20.80	1.6
เบอร์ 4 (<55 ก.)	8.10	3.33	16.78	6.99	9.04	2.3

[1/] อาหารทุกสูตรใช้ปลายข้าวเป็นแหล่งพลังงานหลักในสูตรอาหาร

[2/] เสริมแซนโทฟิล 0.1% (30 ก./กก.)

[3/] ใช้มาตรฐาน USDA ซึ่งเป็นมาตรฐานสำหรับการวัดคุณภาพไข่ไก่

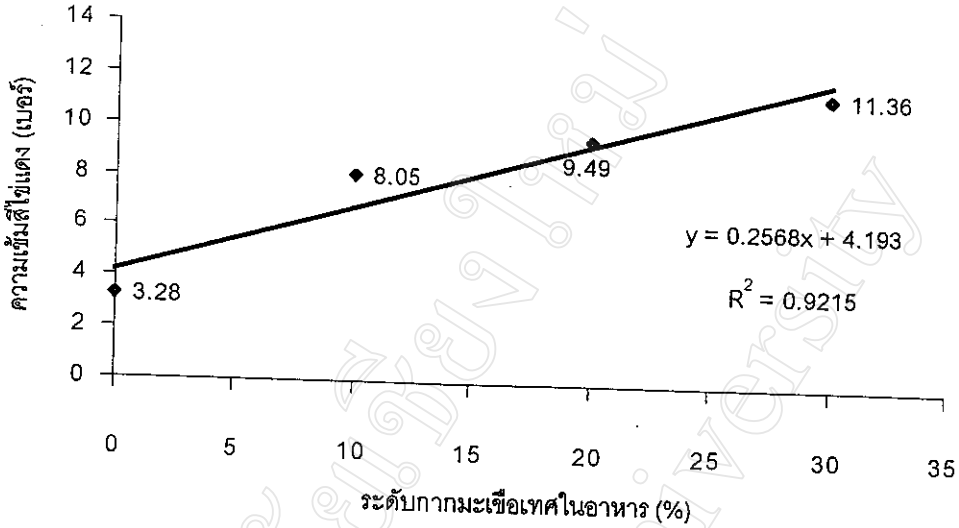
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

เมื่อแบ่งขนาดฟองไข่ออกเป็นเกรดต่างๆ ตามน้ำหนัก ผลปรากฏว่า การใช้กากมะเขือเทศระดับ 10% มีสัดส่วนของไข่ที่เบอร์ 0 (น้ำหนักมากกว่า 70 ก.) มากกว่าทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่เสริมด้วยแซนโทฟิล (ตารางที่ 23)

เมื่อพิจารณาความเข้มของสีไข่แดงจากการใช้กากมะเขือเทศและมะเขือเทศสดในแต่ละช่วงการทดลอง (1–4) ดังผลที่แสดงไว้ในตารางที่ 24 ปรากฏว่า สีไข่แดงเพิ่มขึ้นตามระดับการใช้กากมะเขือเทศในอาหาร คือ เพิ่มขึ้นจากเบอร์ 8.1 ไปเป็น 9.5 และ 11.4 เมื่อเพิ่มการใช้กากมะเขือเทศจากระดับ 10% ไปเป็น 20 และ 30% ตามลำดับ ในขณะที่กลุ่มควบคุมที่ไม่มีแหล่งสารสีอยู่เลยและใส่แซนโทฟิลระดับ 0.1% ในอาหาร มีคะแนนความเข้มสีไข่แดงเพียง 3.3 และ 7.5 เท่านั้น อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณาถึงผลของระยะเวลาที่ให้กากมะเขือเทศยาวนานขึ้น มีผลทำให้ความเข้มสีไข่แดงเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในกลุ่มที่ได้รับกากมะเขือเทศระดับ 20% แต่เพิ่มขึ้นสูงมากในกลุ่มที่ได้รับระดับ 30% กล่าวคือ ความเข้มสีไข่แดงเพิ่มจากเบอร์ 9.5 ไปเป็นเบอร์ 10.9, 12.4 และ 12.5 ในช่วงการทดลองที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ (ตารางที่ 24) ในขณะที่เมื่อให้กากมะเขือเทศในระดับ 10% ไม่แสดงความเข้มของสีไข่แดงเพิ่มขึ้นเลย ทำนองเดียวกับผลเมื่อให้แซนโทฟิลในอาหาระดับ 0.1% ก็ไม่พบว่าแต้มคะแนนของสีไข่แดงเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน

เมื่อนำค่าเฉลี่ยของคะแนนความเข้มสีไข่แดงเมื่อไม่ใช้และใช้กากมะเขือเทศระดับต่างๆ ในอาหารมาเข้าสมการคาดคะเนเส้นตรง โดยให้ X เป็นระดับกากมะเขือเทศในสูตรอาหาร และ Y เป็นคะแนนความเข้มสีไข่แดง พบว่า ยิ่งใช้กากมะเขือเทศสูงขึ้นจะยิ่งทำให้ความเข้มสีไข่แดงเพิ่มขึ้น โดยมีสมการ ดังนี้

$$Y = 4.193+0.2568X \quad (n=4, R^2 = 0.92)$$



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของสีไข่แดงกับระดับการใช้กากมะเขือเทศในอาหารเป็ดไข่

ตารางที่ 24. ความเข้มของสีไข่แดงเมื่อเลี้ยงด้วย[1/]อาหารผสมกากมะเขือเทศและมะเขือเทศสดในเป็ดไข่ช่วงอายุ 96 – 112 สัปดาห์

ระยะเวลาในการให้มะเขือเทศ (period)	1	2	3	4	เฉลี่ย
ไม่มีสารสี	2.8	3.7	3.6	3.0	3.3
มีแซนโทฟิล 0.1% ในอาหาร	7.5	7.5	7.5	7.7	7.5
กากมะเขือเทศในอาหารที่ระดับ (%)					
10	8.9	7.6	7.7	8.0	8.1
20	8.5	8.1	11.0	10.3	9.5
30	9.5	10.9	12.4	12.5	11.4
มะเขือเทศสด[2/]	8.7	-	-	-	8.7

[1/] อาหารทุกสูตรใช้ปลายข้าวเป็นแหล่งพลังงานหลักในสูตรอาหาร

[2/] จัดหาให้ได้เฉพาะช่วงที่ 1 โดยให้แบบเลือกกินระหว่างอาหารควบคุม (ไม่มีสารให้สี) กับมะเขือเทศสด

ต้นทุนการผลิตไข่เป็ด

เมื่อพิจารณาต้นทุนการผลิตไข่เป็ด โดยคำนวณเฉพาะค่าอาหารอย่างเดียว กำหนดให้วัตถุดิบที่ใช้มีราคาเฉลี่ยเช่นเดียวกับการศึกษาในไก่เนื้อและไก่ไข่ ผลแสดงไว้ในตารางที่ 25 ปรากฏว่า อาหารทดลองมีราคาลดลงตามการเพิ่มขึ้นของกากมะเขือเทศในอาหารประกอบกับการใช้อาหารเพื่อการผลิตไข่ 1 โหล หรือ 1 กก. ของกลุ่มที่ได้รับกากมะเขือเทศทุกระดับสิ้นเปลืองน้อยกว่ากลุ่มควบคุม จึงทำให้ต้นทุนในการผลิตไข่ 1 โหล หรือ 1 กก. ถูกกว่ากลุ่มควบคุม (18.60–20.86 vs. 21.81 บาท/ไข่ 1 โหล หรือ 23.39–25.61 vs. 27.71 บาท/ไข่ 1 กก.) สำหรับกรณีการเสริมด้วยแซนโทฟิลถึงแม้ว่าจะมีประสิทธิภาพการใช้อาหารไม่ต่างจากกลุ่มควบคุมก็ตาม แต่มีต้นทุนการผลิตสูงกว่าทุกกลุ่ม ทั้งนี้เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายสำหรับแซนโทฟิลซึ่งมีราคาสูงมาก (10 บาท/ก. แซนโทฟิล) อาหารทดลองจึงมีราคาสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้แซนโทฟิล 0.30 บาท/กก. และสูงกว่ากลุ่มที่ใช้กากมะเขือเทศมากถึง 0.47-0.75 บาท/กก.

ตารางที่ 25. ต้นทุนการผลิตไข่เป็ดเมื่อเลี้ยงด้วย[1/]อาหารผสมกากมะเขือเทศตากแห้งระดับต่างๆ ในช่วง เป็ดอายุ 96-112 สัปดาห์

	ระดับกากมะเขือเทศ (%)				
ในสูตรอาหาร	0	0[2/]	10	20	30
แทนที่กากถั่วเหลือง	0	0	22	44	63
สมรรถภาพการผลิต					
ผลผลิตไข่ (%)	52.0	54.6	57.3	58.4	52.9
ปริมาณอาหารที่กิน (ก.)	145	153	157	146	145
อาหาร (กก.)/ ไข่ 1 โหล	3.36	3.37	3.30	3.03	3.29
อาหาร (กก.)/ ไข่ 1 กก.	4.27	4.20	4.05	3.81	4.24
ต้นทุนค่าอาหารต่อ					
อาหาร 1 กก.[3/]	6.49	6.79	6.32	6.14	6.04
ไข่ 1 โหล	21.81	22.88	20.86	18.60	19.87
ไข่ 1 กก.	27.71	28.52	25.60	23.39	25.61

[1/] อาหารทุกสูตรใช้ปลายข้าวเป็นแหล่งพลังงานหลักแทนที่ข้าวโพดในสูตรอาหาร [2/] เสริมแซนโทฟิล 0.1% (30 ก./กก.)

[3/] ราคาวัตถุดิบ (บาท/กก.) : ปลายข้าว 6.10, รำละเอียด 4.10, กากถั่วเหลือง 9.10, ปลาป่น 16.50, น้ำมันรำ 20.00, ไดแคลเซียมฟอสเฟต 12.00, เปลือกหอย 2.00, ดีแอล-เมทไธโอนีน 160.00, แอล-ไลซีน 75.00, เกลือ 3.00, พรีมิกซ์ 65.00, กากมะเขือเทศ 3.00, และแซนโทฟิลกรัมละ 10 บาท