ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 : การศึกษาวิธีการหมักเพื่อเพิ่มโปรตีนในเยื่อในลำต้นสาคู

ผลการแยกเชื้อยีสต์จากเยื่อในลำต้นสาคู พบว่า เยื่อในลำต้นสาคูมีเชื้อยีสต์อยู่ 11 ชนิด จากนั้นได้ทดสอบความสามารถในการย่อยแป้งในอาหาร starch agar โดยวิธี point inoculation เปรียบเทียบกับเชื้อ *Endomycopsis fibuligera* พบว่า มีเชื้อยีสต์ 2 ชนิด สามารถย่อยแป้งสาคูได้ดี

ผลการทดลองหมักเยื่อในลำต้นสาคูสด ด้วยการใช้เยื่อในลำต้นสาคูสดหมักกับเชื้อยีสต์ที่คัดแยกจากเยื่อในลำต้นสาคูที่มีคุณสมบัติย่อยแป้งได้ดี จำนวน 2 ชนิด เปรียบเทียบกับการหมักด้วยเชื้อ *Endomycopsis fibuligera* และเชื้อ *Schwanniomyces alluvius* TISTR 5164 พบว่า เชื้อยีสต์ทั้งสี่ชนิดดังกล่าวมีการเจริญน้อยมาก ทั้งนี้เนื่องจากแป้งสาคูดิบยีสต์ไม่สามารถย่อยได้ เช่นเดียวกับการทดลองของ ทิพยรัตน์ (2523) จึงทำให้เชื้อยีสต์เจริญได้น้อย

ผลการเปรียบเทียบการหมักเยื่อในลำต้นสาคูสดและนึ่ง ผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าเยื่อในลำต้นสาคูที่ผ่านการนึ่งมีผลทำให้แป้งที่มีอยู่ในเยื่อในลำต้นสาคูสุก ยีสต์จึงสามารถนำแป้งสุกมาใช้เพื่อการเจริญได้ ทำให้ปริมาณโปรตีนมีแนวโน้มสูงขึ้น ยกเว้นการหมักด้วยเชื้อยีสต์หมายเลข 2 การใช้เยื่อในสาคูสดหรือนำไปนึ่ง ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีน โดยมีปริมาณไม่ต่างจากการไม่หมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์ อย่างไรก็ดี เป็นที่น่าสังเกตได้ว่าปริมาณโปรตีนในเยื่อในสาคูในกลุ่มที่ไม่มีการเติมเชื้อลงไป (กลุ่มควบคุม) มีโปรตีนเพิ่มขึ้นมากกว่าเยื่อในสาคูทั่ว ๆ ไป ประมาณ 3-4 % (4.58-5.38 vs 1.1 %, ตามลำดับ) ทั้งนี้เนื่องจากผลของการเติมยูเรียลงไปเพื่อเป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับเชื้อจุลินทรีย์ นั่นเอง

ตารางที่ 3 ปริมาณโปรตีนของเยื่อในลำต้นสาคูนึ่งและสดที่หมักด้วยเชื้อยีสต์ทั้ง 4 ชนิด

กลุ่มที่	ลักษณะของเยื่อในสาคูก่อนหมัก	ชนิดเชื้อยีสต์ที่ใช้หมัก	ปริมาณโปรตีน (% air dry)
1	นึ่ง[1/]	ไม่ใส่เชื้อยีสต์	5.38
2	นึ่ง	ยีสต์หมายเลข 1	20.99
3	นึ่ง	ยีสต์หมายเลข 2	3.84
4	นึ่ง	*E. fibuligera*	16.31
5	นึ่ง	*S. alluvius*	9.54
6	สด	ไม่ใส่เชื้อยีสต์	4.58
7	สด	ยีสต์หมายเลข 1	3.74
8	สด	ยีสต์หมายเลข 2	3.76
9	สด	*E. fibuligera*	3.88
10	สด	*S. alluvius*	3.61

[1/] นำเยื่อในสาคูไปนึ่งให้สุกที่อุณหภูมิประมาณ 100°C

ผลการเปรียบเทียบการหมักเยื่อในลำต้นสาคูโดยมีการกลับพลิกเชื้อและไม่มีการกลับพลิกเชื้อ ผลปรากฏว่า การหมักแบบไม่มีการกลับพลิกเชื้อจะมีการปนเปื้อนจากเชื้อราจำนวนมาก ทำให้ยีสต์ทั้ง 4 ชนิด เจริญไม่ดี ส่วนการหมักแบบมีการกลับพลิกเชื้อทุกวันนั้น เชื้อยีสต์สามารถเจริญได้ดีโดยไม่มีการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นปนเปื้อน ซึ่งเกิดจากเชื้อยีสต์โดยทั่วไปจำเป็นต้องใช้อากาศออกซิเจนในการเจริญและการกลับพลิกเชื้อทำให้เชื้อยีสต์ได้รับอากาศเพียงพอ และเจริญเร็วขึ้นจึงมีผลข่มการเจริญของเชื้ออื่น ๆ ดังนั้นทำให้กลุ่มที่มีการกลับพลิกเชื้อไม่มีการปนเปื้อน

ผลการเปรียบเทียบการหมักเยื่อในลำต้นสาคูโดยเติมยูเรียและไม่เติมยูเรีย ทดลองโดยมีการนึ่งเยื่อในลำต้นสาคูและมีการกลับพลิกเชื้อทุกวัน พบว่า การเติมยูเรีย 0.5 % เป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับเชื้อยีสต์ มีผลทำให้เชื้อ *Endomycopsis fibuligera* และเชื้อ *Schwanniomyces alluvius* TISTR 5164 สามารถเจริญและเพิ่มโปรตีนในเยื่อในลำต้นสาคูได้ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณโปรตีนของเยื่อในลำต้นสาคูที่หมักด้วยเชื้อยีสต์ 4 ชนิด ทั้งที่ไม่มีและมีการเติมยูเรีย

กลุ่มที่	ไม่ใส่/ใส่ยูเรีย	ชนิดเชื้อยีสต์ที่นำไปหมัก	ปริมาณโปรตีน (% air dry)
1	ไม่ใส่	-	1.1
2	ไม่ใส่	ยีสต์หมายเลข 1	1.2
3	ไม่ใส่	ยีสต์หมายเลข 2	0.2
4	ไม่ใส่	*E. fibuligera*	0.6
5	ไม่ใส่	*S. alluvius*	1.3
6	ใส่[y]	-	2.6
7	ใส่	ยีสต์หมายเลข 1	2.0
8	ใส่	ยีสต์หมายเลข 2	2.5
9	ใส่	*E. fibuligera*	9.0
10	ใส่	*S. alluvius*	6.3

[y] เติมยูเรียปริมาณ 0.5 % ลงไปในเยื่อในลำต้นสาคู จำนวน 500 กรัม

ผลการทดลองหาปริมาณเชื้อยีสต์เริ่มต้นระดับต่าง ๆ ในการหมักเยื่อในลำต้นสาคู

จากการทดลองที่ผ่านมา พบว่า ควรมีการนึ่งเยื่อในลำต้นสาคูก่อนนำมาหมัก ระหว่างการหมักต้องมีการกลับพลิกเชื้อ และควรเติมแหล่งไนโตรเจนด้วย รวมทั้งยังพบว่าเชื้อ *Endomycopsis fibuligera* และเชื้อ *Schwanniomyces alluvius* TISTR 5164 สามารถเพิ่มโปรตีนได้มากกว่าเชื้อยีสต์อีก 2 ชนิด ที่คัดแยกจากเยื่อในลำต้นสาคู ดังนั้นการทดลองนี้จึงใช้เชื้อยีสต์ ชนิด *S. alluvius* และ *E. fibuligera* ระดับ 5-25 % มาหมักเยื่อในสาคูนึ่งที่มีการเติมยูเรียเป็นแหล่งไนโตรเจนปริมาณ 0.5 % ต่อเยื่อในสาคู 500 กรัม และระหว่างการหมักมีการพลิกกลับเชื้อด้วย ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 5 ปรากฏว่าเชื้อ *E. fibuligera* และเชื้อ *S. alluvius* TISTR 5164 สามารถเพิ่มปริมาณโปรตีนของเยื่อในลำต้นสาคูได้ โดยการหมักด้วย *E. fibuligera* เมื่อเพิ่มปริมาณเชื้อเริ่มต้นมากขึ้นมีแนวโน้มทำให้โปรตีนสูงขึ้นด้วย ในขณะที่เชื้อ *S. alluvius* ที่ระดับ 10 % ขึ้นไป ไม่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณโปรตีน ระดับที่เหมาะสมของการเติมเชื้อ *E. fibuligera* และ *S. alluvius* สำหรับการหมักเยื่อในสาคูคือที่ 20 และ 10 % ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม เชื้อ *S. alluvius* มีแนวโน้มเพิ่มปริมาณโปรตีนได้มากกว่า

ตารางที่ 5 ปริมาณโปรตีนของเยื่อในลำต้นสาคูเมื่อหมักด้วยเชื้อ *E. fibuligera* และ *S. alluvius* ที่ระดับต่าง ๆ ในสภาพที่มีการเติมยูเรีย 0.5 % และมีการกลับพลิกเชื้อระหว่างการหมัก

กลุ่มที่	ระดับของเชื้อที่ใช้หมัก (%)	ปริมาณโปรตีนของเยื่อในสาคูที่ได้ (%)
1	-	6.6
เชื้อ *E. fibuligera*		
2	5	5.8
3	10	6.2
4	15	7.5
5	20	9.5
6	25	10.0
	เฉลี่ย	7.8
เชื้อ *S. alluvius*		
7	5	6.3
8	10	10.5
9	15	10.8
10	20	10.8
11	25	11.3
	เฉลี่ย	9.9

การทดลองที่ 2 : การศึกษาการใช้เยื่อในสาคูหมักเป็นอาหารนกกระทา

ได้ทดลองหมักเยื่อในลำต้นสาคูโดยใช้เชื้อ *Schwanniomyces alluvius* TISTR 5164 ปริมาณ 25% ร่วมกับการใช้ยูเรีย 0.5% เพื่อเป็นแหล่งไนโตรเจน ในถาดอลูมิเนียม แบบมีการกลับพลิกเชื้อทุกวัน สำหรับเยื่อในลำต้นสาคูนั้นได้ผ่านการนึ่งเป็นเวลา 20 นาทีและทิ้งให้เย็นก่อนใส่เชื้อ หลังจากหมักครบ 5 วัน นำเยื่อในสาคูที่หมักแล้วนั้น มาอบแห้งในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 80° c นาน 2 วัน จากนั้นนำไปใช้ในสูตรอาหารนกกระทาระยะเจริญเติบโตและระยะไข่ ในระดับ 0-25 % และ 0-30 % เป็นเวลา 6 และ 8 สัปดาห์ ตามลำดับ การทดลองมีรายละเอียด ดังนี้

การใช้ในนกกระทาระยะเจริญเติบโต ผลแสดงไว้ในตารางที่ 6 ปรากฏว่า การใช้เยื่อในลำต้นสาคูหมักในอาหารระดับดังกล่าวมีผลทำให้นกกระทามีน้ำหนักตัว (Body weight) การเพิ่มน้ำหนักตัว (Weight gain) และอัตราการเจริญเติบโต (Growth rate) ลดลง แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในทำนองเดียวกันปริมาณอาหารที่กินและประสิทธิภาพการใช้อาหารก็ไม่แตกต่างกันในทุกระดับการใช้เยื่อในลำต้นสาคูหมัก อย่างไรก็ตาม เยื่อในลำต้นสาคูหมักมีแนวโน้มทำให้อัตราการตายของนกกระทาสูงขึ้น (18-20 vs 14 %, ตามลำดับ) ทั้งนี้อาจเกิดเนื่องจากยูเรียซึ่งเหลือจากการใช้ของยีสต์และยูเรียเป็นพิษต่อนกกระทา และจากรายงานของ Church (1993) กล่าวว่า เมื่อสัตว์ได้รับยูเรียและลงสู่กระเพาะอาหารจะทำให้ความเป็นกรด-ด่างสูงขึ้น ยูเรียจะเกิดการย่อยสลายไปเป็นแอมโมเนียและร่างกายสัตว์ดูดซึมอย่างรวดเร็ว เพื่อเกินความสามารถที่ตับจะกำจัดได้ ทำให้มีการสะสมในเลือดและเนื้อเยื่อสูงขึ้น มีผลทำให้สัตว์ตายในที่สุด อย่างไรก็ตาม นกกระทาทดลองชุดนี้เป็นนกกระทาที่ไม่แข็งแรงจึงทำให้มีอัตราการตายของทุกกลุ่มสูงกว่าปกติ

ตารางที่ 6 อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการแลกเนื้อและอัตราการตายของนกกระทาที่ได้รับอาหารผสมเยื่อในสาคูหมักในระดับต่าง ๆ ช่วง 0-6 สัปดาห์ 1/

ระดับเยื่อในสาคูหมักในอาหาร (%)	0	10	15	20	25
น้ำหนักตัว (ก)					
- เริ่มต้น	8.4[a]	8.4[a]	8.4[a]	8.6[a]	8.4[a]
- สิ้นสุดทดลอง	141.1[a]	138.2[a]	133.7[a]	137.5[a]	132.9[a]
- น้ำหนักตัวเพิ่ม	132.7[a]	129.8[a]	125.3[a]	128.9	124.5[a]
อัตราการเจริญเติบโต (ก./วัน)	3.2[a]	3.1[a]	3.0[a]	3.1[a]	3.0[a]
ปริมาณอาหารที่กิน (ก./วัน)	12.01[a]	12.35[a]	12.12[a]	12.04[a]	12.42[a]
อัตราแลกเนื้อ	3.82[a]	4.01[a]	4.08[a]	3.92[a]	4.24[a]
อัตราการตาย (%)	14.4[a]	17.8[a]	18.9[a]	14.4[a]	20.0[a]

1/ ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

การใช้ในนกกระทาไข่ ผลแสดงไว้ในตารางที่ 7, 8 และ 9 และภาพที่ 2 พบว่าเยื่อในลำต้นสาคูหมักระดับสูง (25, 30%) มีผลทำให้อัตราการไข่ลดลงอย่างรวดเร็ว ส่วนระดับ 10-20% นั้น อัตราการไข่เริ่มลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงการทดลองที่ 4 (ภาพที่ 1) ทั้งนี้น่าจะเกิดจากความเป็นพิษจากยูเรียตกค้าง ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อใช้ระดับสาคูหมักเพิ่มขึ้นจะมีผลกระทบมากขึ้น นอกจากนี้ ปริมาณ ME ของอาหารที่ลดต่ำลงรวมทั้งความสมดุลย์ของกรดอะมิโน น่าจะมีผลด้วยเช่นกัน กล่าวได้ว่าเยื่อในลำต้นสาคูหมัก ระดับ 10% สามารถใช้ในอาหารนกกระทาไข่ได้ สำหรับคุณภาพไข่นั้น พบว่าไม่มีผลต่อน้ำหนักไข่ ส่วนสีไข่แดงมีแนวโน้มจางลง แต่เนื่องจากเก็บไข่ได้น้อยมากในกลุ่มที่ใช้เยื่อในลำต้นสาคูหมักระดับสูง จึงไม่มีการตรวจวัดสีไข่แดง ทั้งนี้เกิดจากปริมาณ Xanthophyll ลดลงจากการลดปริมาณของข้าวโพดลงเมื่อเพิ่มระดับเยื่อในลำต้นสาคูหมักขึ้น และสุขภาพของนกไม่ดี ซึ่งจะเห็นได้จากมีน้ำหนักตัวลดลงมาก

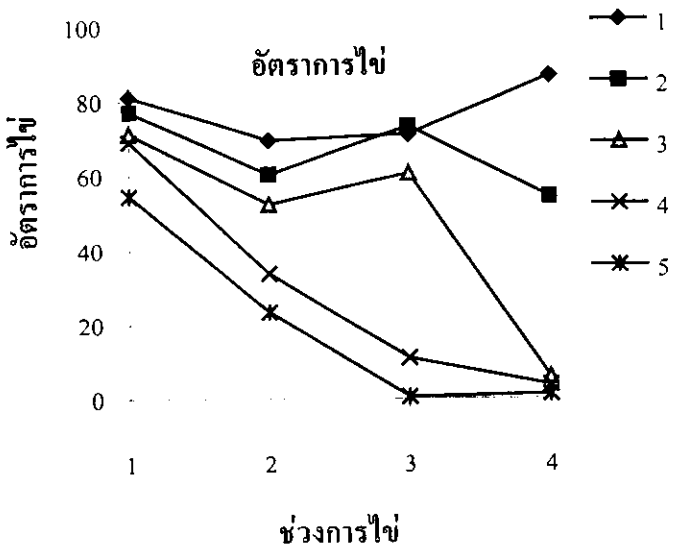
การกินอาหารและประสิทธิภาพการใช้อาหารนั้น พบว่าทุกระดับของเยื่อในลำต้นสาคูหมักไม่มีผลต่อการกินอาหาร แต่มีผลทำให้ปริมาณอาหารที่กินต่อการผลิตไข่หนึ่งโหล และปริมาณอาหารที่กินต่อการผลิตไข่หนึ่งกิโลกรัมสูงขึ้นตามลำดับ อย่างไรก็ตามพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากความผันแปรของการไข่ของนกกระทาสูงมาก สำหรับอัตราการตายนั้นสูงขึ้นตามระดับของเยื่อในลำต้นสาคูหมัก โดยเฉพาะการใช้สาคูหมักในระดับสูงสุด (30 %) นกกระทาไข่ตายมากกว่ากลุ่มอื่น อย่างมีนัยสำคัญ (22.7 vs 0.6-5.0 %, ตามลำดับ)

ตารางที่ 7 อัตราการไข่ของนกกระทาที่ได้รับอาหารผสมเยื่อในสาคูหมักในช่วงการทดลองต่าง ๆ

ระดับเยื่อในสาคูหมัก	อัตราการไข่ในแต่ละช่วงการทดลอง[1/]			
	1	2	3	4
0	81.18 ^{a}	69.47 ^{a}	71.00 ^{a}	86.76 ^{a}
10	77.10 ^{a}	60.26 ^{ab}	73.07 ^{a}	54.19 ^{b}
20	71.22 ^{a}	52.27 ^{abc}	60.53 ^{a}	5.82 ^{c}
25	69.09 ^{a}	33.74 ^{bc}	10.92 ^{b}	3.64 ^{c}
30	54.58 ^{a}	23.37 ^{c}	0.48 ^{b}	1.19 ^{c}

[1/] ในคอลัมน์เดียวกัน ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) สำหรับค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

Central Library
Prince of Songkhla University



1. หมายถึง ไม่ใช้เยื่อในลำต้นสาคูหมัก
2. หมายถึง ใช้เยื่อในลำต้นสาคูหมัก 10%
3. หมายถึง ใช้เยื่อในลำต้นสาคูหมัก 20%
4. หมายถึง ใช้เยื่อในลำต้นสาคูหมัก 25%
5. หมายถึง ใช้เยื่อในลำต้นสาคูหมัก 30%

ภาพที่ 2 อัตราการไข่ของนกกระทาแต่ละกลุ่มในแต่ละช่วงการทดลอง

ตารางที่ 8 อัตราการไข่ น้ำหนักไข่และสีไข่แดงของนกกระทาไข่ที่ได้รับอาหารผสมเยื่อในลำต้นสาคูหมักระดับต่าง ๆ เป็นเวลา 56 วัน

ระดับเยื่อในลำต้นสาคูหมัก	อัตราการไข่ [1/] (%)	น้ำหนักไข่ [1/] (กรัม)	สีไข่แดง [2/] (แต้มคะแนน)
0	77.10[a]	10.12[a]	2.75[a]
10	66.15[a]	9.93[a]	1.76[a]
20	47.46[b]	9.25[a]	1.0[a]
25	29.35[b]	9.64[a]	1.2[a]
30	29.65[b]	9.27[a]	-

[1/] ในคอลัมน์เดียวกัน ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) สำหรับค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

[2/] เก็บข้อมูลในช่วงที่ 4 ของการทดลอง บางกลุ่มไม่สามารถเก็บข้อมูลได้

ตารางที่ 9 ปริมาณอาหารที่กิน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (ต่อการผลิตไข่ 1 โหล และ 1 กก.) และอัตราการตายของนกกระทาไข่ที่ได้รับอาหารผสมเยื่อในลำต้นสาคูหมักระดับต่าง ๆ เป็นเวลา 56 วัน

ระดับเยื่อในลำต้นสาคูหมัก	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/วัน)	ปริมาณอาหารที่กินต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัม (กก.)	ปริมาณหารที่กินต่อการผลิตไข่ 1 โหล (กก.)	อัตราการตาย (%)
0	22.70[a]	2.85[a]	0.35[a]	0.56[a]
10	22.33[a]	3.34[a]	0.42[a]	2.30[a]
20	20.13[a]	15.36[a]	1.81[a]	2.34[a]
25	19.66[a]	25.70[a]	2.95[a]	5.00[b]
30	21.99[a]	26.94[a]	3.17[a]	22.70[c]

[3/] ในคอลัมน์เดียวกัน ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P> 0.05) สำหรับค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภ (P<0.05)