

# สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

## ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพกากถั่วเหลือง  
Computer-Assisted Instruction on Quality Control of Soybean Meal



โดย

นายวรพันธ์ จันทรมณฑล

ร.พ.  
๖ ๒๓๑๒  
๒๕๔๔

เลขที่.....
เลขทะเบียน..... 47264
วัน, เดือน, ปี..... 24 ส.ย. 2546

.b.....
.i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต  
สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร – การผลิตสัตว์  
ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีคนนำไปใช้

๒๓๑๒๒๒

## บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2544

**ชื่อเรื่อง** บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพกากถั่วเหลือง  
Computer-Assisted Instruction on Quality Control of Soybean Meal

**ชื่อ-สกุล** นายวรพันธ์ จันทรมณฑล

**สาขาวิชา** เทคโนโลยีการเกษตร – การผลิตสัตว์ **ภาควิชา** วิศวกรรมเกษตร

**คณะ** วิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม

**อาจารย์ที่ปรึกษา** อาจารย์จันทร์พร เจ้าทรัพย์

### บทคัดย่อ

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อผลิตสื่อการสอนในรูปแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง “การตรวจสอบคุณภาพของกากถั่วเหลือง” ประกอบในการเรียนการสอน วิชาเทคโนโลยีการผลิตอาหารสัตว์เป็นการค้า (03620213) ระดับปริญญาตรีหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรอุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตสัตว์ 2) เพื่อเป็นแหล่งข้อมูลสำหรับผู้สนใจศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพกากถั่วเหลือง

การดำเนินการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขั้นตอนดังนี้คือ เลือกรหัสชื่อปัญหาพิเศษ ทำการศึกษาหลักสูตรการศึกษาระดับปริญญาตรี (ต่อเนื่อง 2 ปี) คณะวิศวกรรมศาสตร์ และศึกษารายละเอียดของวิชาเทคโนโลยีการผลิตอาหารสัตว์เป็นการค้า (03620213) โดยเฉพาะหัวข้อการตรวจสอบคุณภาพกากถั่วเหลือง ซึ่งนำมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากนั้นศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพกากถั่วเหลือง หลังจากได้ข้อมูลแล้วจึงเริ่มถ่ายรูปเพื่อใช้ประกอบการทำบทเรียนซึ่งใช้โปรแกรม Adobe photoshop 5.5 ช่วยตกแต่งอีกครั้ง และสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Authorware version 5

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นประกอบด้วย 2 ส่วน คือส่วนของเนื้อหาและส่วนของแบบทดสอบ เมื่อสร้างเสร็จแล้วนำมาประเมินคุณภาพโดย นักศึกษาของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร – การผลิตสัตว์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ชั้นปีที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวน 5 ท่าน ผลการประเมินปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดนี้มีความเหมาะสมในการใช้ประกอบการเรียนการสอน

บทเรียนที่สร้างขึ้นได้บันทึกข้อมูลไว้ในแผ่นซีดี พร้อมคู่มือการใช้ โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อใหญ่ๆ ได้ 7 หัวข้อ ได้แก่ ลักษณะทั่วไปของเมล็ดถั่วเหลืองและกากถั่วเหลือง, การตรวจสอบโดยใช้ประสาทสัมผัส, การตรวจสอบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ, การตรวจสอบความสุก – ดิบ, การตรวจสอบการปนปลอมแป้ง, การตรวจสอบการปนปลอมหินฝุ่น, และแบบทดสอบโดยมีข้อสอบทั้งหมด 20 ข้อ บทเรียนมีการคิดคะแนนของผู้ทดสอบออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ และมีการคิดเกรดให้ด้วย ซึ่งมี 5 เกรด คือ A, B, C, D, และ F การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดนี้ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง

ข้อเสนอแนะในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้จัดทำต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ มีความรู้เรื่องการใช้โปรแกรมที่จะนำมาสร้างบทเรียนเป็นอย่างดี และต้องมีการวางแผนในการดำเนินการสร้างอย่างรัดกุม เพื่อให้เกิดข้อผิดพลาดน้อยที่สุด

ประโยชน์ที่ได้รับ ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง “การตรวจสอบคุณภาพกากถั่วเหลือง” สำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาเทคโนโลยีการผลิตอาหารสัตว์เป็นการค้า (03620213) ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) ของสาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร – การผลิตสัตว์ ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และให้เผยแพร่ให้กับผู้ที่สนใจเรื่องการตรวจสอบคุณภาพกากถั่วเหลือง

## กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เพราะได้รับการช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน ท่านแรกที่จะกล่าวถึง คือ อาจารย์จันทร์พร เจ้าทรัพย์ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษของข้าพเจ้า ท่านได้สละเวลาจากงานมาดูแลการทำปัญหาพิเศษตั้งแต่ต้นจนเสร็จสิ้น ข้าพเจ้าขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

ขอใจเพื่อนร่วมหอที่น่ารัก นายปัญญา สีสัน ที่ให้ความสะดวกเรื่องสถานที่และจุดประกายแนวความคิดใหม่ๆ ในการสร้างบทเรียน

ขอใจเพื่อนร่วมรุ่น น.ส.เกศณี เรืองนัว ที่อนุเคราะห์โปรแกรม Adobe photoshop 6.0 รวมทั้งโปรแกรมช่วยสอน Adobe photoshop 6.0 version 1, 2 สำหรับใช้ตกแต่งรูป เพื่อนๆ ที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลือทางด้านเสมอมา

ขอขอบคุณคุณครู – อาจารย์ ทั้งในอดีตและปัจจุบันทุกท่าน ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ให้ข้าพเจ้าได้มีความรู้ และเป็นผลให้การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งนี้สำเร็จ

ท้ายสุดนี้ขอขอบคุณ พ่อ แม่ และครอบครัว ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน ตลอดระยะเวลาการทำปัญหาพิเศษ ทั้งทางด้านกำลังกาย กำลังใจ และด้านทุนทรัพย์

วรพันธ์ จันทรมณฑล

มีนาคม 2544

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
<b>บทที่</b>	
1    บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	3
1.3 ขอบเขตของปัญหา.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2    การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 การศึกษาเอกสารเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอน.....	4
2.1.1 ความหมายของกระบวนการสื่อความหมาย.....	4
2.1.2 ลักษณะของการสื่อสาร.....	5
2.1.3 องค์ประกอบของการสื่อสาร.....	5
2.1.4 ความหมายของสื่อการเรียนการสอน.....	6
2.1.5 บทบาทของสื่อการเรียนการสอนในกระบวนการเรียนการสอน.....	7
2.1.6 คุณค่าของสื่อการเรียนการสอนต่อผู้เรียน.....	8
2.1.7 หลักเกณฑ์ในการเลือกสื่อการเรียนการสอน.....	9
2.1.8 ประเภทของสื่อการเรียนการสอน.....	9
2.1.9 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษา.....	10
2.1.10 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	10
2.1.11 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	11
2.1.12 ลักษณะโครงสร้างของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	12
2.1.13 รูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2.1.14 โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	13
2.1.15 ข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	14
2.1.16 คุณค่าทางการศึกษาของบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	15
2.2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับถั่วเหลืองและกากถั่วเหลือง.....	16
2.2.1 ลักษณะประจำพันธุ์ของถั่วเหลือง.....	16
2.2.2 ความสำคัญทางเศรษฐกิจและประโยชน์ของถั่วเหลือง.....	17
2.2.3 วิธีการแยกน้ำมันออกจากเมล็ดถั่วเหลือง.....	17
2.2.4 ผลิตผลจากถั่วเหลืองที่นิยมนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์.....	19
2.2.5 หลักในการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบอาหารสัตว์.....	24
2.2.6 วิธีตรวจสอบในลักษณะคุณภาพวัตถุดิบอาหารสัตว์.....	26
3 วิธีการสร้างอุปกรณ์.....	35
3.1 การวิเคราะห์หลักสูตร.....	35
3.2 การวิเคราะห์เนื้อหา.....	36
3.3 เนื้อหา.....	40
3.4 คำบรรยายในการทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	50
4 การตรวจสอบและแก้ไขอุปกรณ์.....	67
4.1 วิธีการตรวจสอบ.....	67
4.2 สรุปผลการตรวจสอบคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	68
5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	69
5.1 สรุป.....	69
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	70
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	70
บรรณานุกรม.....	71
ภาคผนวก.....	72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลจากขบวนการผลิตกากถั่วเหลืองโดยวิธีต่าง.....	21
2	เปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารระหว่าง FFS กับ SBM.....	22
3	เปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของถั่วเหลืองเมล็ดที่ผ่านกระบวนการทำให้สุกโดย ไม่ได้เอาน้ำมันออก.....	23
4	ลักษณะบางประการของพันธุ์ถั่วเหลือง.....	40
5	เปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของถั่วเหลืองทั้งเมล็ดที่ผ่านการทำให้สุกโดยไม่ได้ เอาน้ำมันออก (FFS).....	44
6	แสดงการสรุปผลการตรวจสอบทางด้านคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน.....	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยมีความจำเป็นที่จะต้องเร่งพัฒนาประเทศในทุกด้าน และการศึกษาก็คือเป็นกระบวนการอย่างหนึ่ง ที่ทำให้คนมีความรู้ ความสามารถเพียงพอต่อการเป็นผู้สร้างความเจริญ และการเป็นผู้รับการเปลี่ยนแปลงของสังคม การศึกษานับว่ามีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนา เศรษฐกิจ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งปรากฏผลเด่นชัดทางด้านวัตถุ และการศึกษายังเป็น ปัจจัยหลัก ในการพัฒนาสังคม วัฒนธรรม การเมือง การปกครอง ซึ่งเน้นหนักทางคุณธรรมและ คุณภาพของประชาชน (สุมน อมรวิวัฒน์ , 2540 : 188)

การนำสื่อมาช่วยในการเรียนการสอนนั้น ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างถูกต้องชัดเจน ง่าย ต่อการเข้าใจ สร้างความสนใจและประทับใจ ตลอดจนสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการ เรียนการสอนอย่างพอใจและประทับใจและกระตือรือร้น ซึ่งจะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้าง สรรค์ขึ้นและยังสร้างความเสมอภาคทางการศึกษา เพราะสื่อช่วยให้ผู้เรียนเรียนได้จำนวนมาก เรียนรู้ได้ทั่วถึงและประสบความสำเร็จ (วาสนา ชาวหา, 2533 : 17)

สื่อ (Media, Medium) ตามความหมายพจนานุกรม หมายถึงการทำการติดต่อกันหรือการ ทำการติดต่อให้ทั่วถึงกัน เช่น สื่อสาร แม่สื่อ ดังนั้นถ้าพิจารณาคำว่าสื่อและก็จะมีความหมายว่าสื่อ คือ ตัวกลางที่ใช้ในการสื่อความหมายเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้กิจกรรมต่างๆ ที่ใช้ในกระบวนการเรียน การสอน เพื่อใช้เป็นเครื่องมือหรือช่องทางสำหรับการถ่ายทอดความรู้ของครูถึงผู้เรียน และทำ ให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์ (เชียรศรี วิวิธสิริ, 2535 : 31) สื่อแต่ละชนิดมีส่วนสร้าง เสริมการเรียนรู้ได้ต่างกัน ครูควรเลือกสื่อที่จะร่วมกันสร้างเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ (อรพรรณ พรสีมา, 2530 : 95)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อประกอบการสอนชนิดหนึ่ง ทำหน้าที่ได้ครบทุกสื่อใน เวลาเดียวกัน สามารถควบคุมการนำเสนอได้ด้วยตัวของมันเอง ช่วยประหยัดเวลาในการสอนและมี ประสิทธิภาพดีกว่าสื่ออื่นๆ (บุรณะ สมชัย, 2542 : 17) ผู้เรียนจะสามารถสัมผัสโดยตรงกับ คอมพิวเตอร์ ซึ่งได้เก็บข้อมูลเนื้อหาวิชาและเรียงลำดับเอาไว้ มีสี สัน ดนตรี กราฟฟิกเคลื่อนไหว เหมือนจริงทำให้น่าสนใจ เป็นการเพิ่มความน่าสนใจในบทเรียน (วารินทร์ รัชมีพรหม, 2531 : 190)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการสอนชนิดหนึ่ง ที่ทำหน้าที่ได้ครบทุกสื่อในเวลาเดียวกัน ด้วยโปรแกรมใช้งานที่เรียกว่า Authorware ซึ่งจัดเป็นโปรแกรมประเภท Authoring System ที่ใช้สำหรับพัฒนา Application ใช้งานที่มีความสามารถในการโต้ตอบกับผู้ใช้โดยเฉพาะ โปรแกรมด้านการเรียนการสอนการฝึกอบรมด้วยคอมพิวเตอร์ (Interactive learning program) รวมทั้งมีความสามารถในด้าน Multimedia ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสื่อทั้งภาพและเสียง ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น (วิศิษฐ์ พัวรุ่งโรจน์, 2542 : 1)

วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพดี หมายถึงวัตถุดิบนั้นมีคุณค่าทางอาหารสูงทั้งในด้านส่วนประกอบทางเคมี และการนำโภชนะไปใช้ประโยชน์ได้ในตัวสัตว์ วัตถุดิบที่มีคุณค่าทางอาหารสูง อาจมีการปลอมปน หรือปนเปื้อนวัสดุอื่นที่มีคุณค่าทางอาหารต่ำ อาจหมายถึงวัตถุดิบที่มีส่วนประกอบทางเคมีได้มาตรฐาน แต่อาจมีปัจจัยที่มีผลเสียต่อการใช้ประโยชน์ของโภชนะเช่น สารยับยั้งการเจริญเติบโต หรือสารพิษ เป็นต้น ดังนั้นการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบที่จะนำมาประกอบสูตรอาหารควรมีการตรวจสอบคุณภาพในเรื่องต่างๆ ดังนี้

1. ปริมาณโภชนะที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในวัตถุดิบ
2. ชนิดและปริมาณของสารพิษหรือสารยับยั้งการเจริญเติบโต
3. การปลอมปนด้วยสิ่งที่ไม่มีความคุณค่าทางอาหารหรือโภชนะ หรือสิ่งที่สัตว์ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้หรือใช้ประโยชน์ได้ต่ำ
4. การเสื่อมคุณภาพของวัตถุดิบ
5. กรรมวิธีในการผลิตวัตถุดิบ มีอิทธิพลต่อคุณภาพของวัตถุดิบอาหารสัตว์

วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มักมีการปลอมปนหรือมีการนำวัตถุดิบที่ไม่ดีมาจำหน่ายให้แก่เกษตรกรนั้นส่วนใหญ่จะเป็นวัตถุดิบจำพวกที่ให้โปรตีนแก่สัตว์เพราะมีราคาแพง เช่น ปลาป่น และกากถั่วเหลือง เป็นต้น

กากถั่วเหลืองถือว่าเป็นแหล่งโปรตีนจากพืชที่สำคัญในสูตรอาหารสัตว์กระเพาะเดียวโดยเฉพาะ ไก่เนื้อ ไก่ไข่ และสุกร ดังนั้นจึงควรมีการเผยแพร่วิธีการตรวจสอบคุณภาพของกากถั่วเหลืองด้วยเหตุที่กล่าวมาแล้วจึงทำให้ผู้จัดทำได้เลือกทำสื่อประกอบการเรียนการสอนเรื่อง “การตรวจสอบคุณภาพกากถั่วเหลือง” สื่อที่เหมาะสมน่าจะเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน(Computer-Assisted Instruction : CAI) เพราะเป็นสื่อที่ทันสมัย ซึ่งจะกล่าวถึงลักษณะส่วนประกอบของกากถั่วเหลืองคุณภาพของถั่วเหลือง การปลอมปนและการตรวจสอบการปลอม-ปนของกากถั่วเหลือง และผู้เรียนสามารถนำกลับไปศึกษาต่อที่บ้านได้ ผู้จัดทำได้จัดทำเพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนในวิชาเทคโนโลยีการผลิตอาหารสัตว์เป็นการค้า (03620213) ระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาเกษตรกรรมบัณฑิต

## 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อผลิตสื่อการสอนในรูปแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง "การตรวจสอบคุณภาพของกากถั่วเหลือง" ประกอบในการเรียนการสอน วิชาเทคโนโลยีการผลิตอาหารสัตว์เป็นการค้า (03620213) ระดับปริญญาตรีหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตสัตว์
2. เพื่อเป็นแหล่งข้อมูลสำหรับผู้สนใจศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพกากถั่วเหลือง

## 1.3 ขอบเขตของปัญหา

การสร้างสื่อการสอนประเภทคอมพิวเตอร์ช่วยสอน(CAI) เรื่อง "การตรวจสอบคุณภาพกากถั่วเหลือง" เพื่อใช้ในการสอนวิชาเทคโนโลยีอาหารสัตว์เป็นการค้า(03621213) ระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต(ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตสัตว์เพื่อที่จะแสดงให้เห็นถึงเรื่องต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ลักษณะทั่วไปและส่วนประกอบของเมล็ดถั่วเหลือง
2. ลักษณะทั่วไปของกากถั่วเหลือง
3. การตรวจสอบคุณภาพของกากถั่วเหลือง

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำเร็จรูปเรื่อง การตรวจสอบคุณภาพของกากถั่วเหลือง
2. เพื่อเผยแพร่ให้กับผู้เรียนที่สนใจ
3. เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างชุดอุปกรณ์การเรียนการสอนในหัวข้ออื่นๆ ต่อไป

## บทที่ 2

### การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

การทำปัญหาพิเศษเรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การตรวจสอบคุณภาพของ กากถั่วเหลือง เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชา เทคโนโลยีการผลิตอาหารสัตว์เป็นการค้า (03620213) นั้นผู้จัดทำได้ศึกษาค้นคว้าจากเอกสารต่างๆ นอกจากนั้นแล้วได้สอบถามจากผู้มีประสบการณ์และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องซึ่งประกอบด้วย

1. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับสื่อการเรียนการสอน
2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับถั่วเหลือง กากถั่วเหลือง และการตรวจสอบคุณภาพ

#### 2.1 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับสื่อการสอน

##### 2.1.1 ความหมายของกระบวนการสื่อความหมาย

สมบูรณ สงวนญาติ (2534 : 30 – 31) กล่าวถึงกระบวนการสื่อความหมายว่าเป็นกระบวนการส่ง หรือถ่ายทอดความรู้ เนื้อหาสาระ ประสบการณ์ ความคิด ความรู้สึก ความต้องการ ความสนใจ ทักษะ ค่านิยม ทักษะ และความชำนาญจากบุคคลฝ่ายหนึ่งเรียกว่า ผู้ส่ง ไปยังบุคคลอีกฝ่ายหนึ่งเรียกว่า ผู้รับ โดยมีวัตถุประสงค์คือ เปลี่ยนพฤติกรรมของผู้รับให้เป็นไปตามที่ผู้ส่งต้องการ ซึ่งครอบคลุมพฤติกรรมทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย

ด้านพุทธิพิสัย มุ่งให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ ในเนื้อหาสาระและเรื่องราวต่างๆ

ด้านจิตพิสัย มุ่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านอารมณ์ ความรู้สึก ทักษะ และค่านิยมต่างๆ

ด้านทักษะพิสัย มุ่งให้เกิดความชำนาญในการกระทำสิ่งต่างๆ ที่ต้องอาศัยกล้ามเนื้อและอวัยวะต่างๆ

## 2.1.2 ลักษณะของการสื่อสาร

กิดานันท์ มลิทอง (2540 : 22) ได้กล่าวถึงลักษณะของการสื่อสารไว้ดังนี้

### ก. วิธีการสื่อสาร แบ่งออกเป็นได้เป็น 3 วิธี คือ

1. การสื่อสารด้วยวาจา หรือ วจนภาษา (Oral Communication) เช่นการพูด การร้องเพลง เป็นต้น
2. การสื่อสารที่มีไมใช่วาจา หรือ อวจนภาษา (Nonverbal Communication) และการสื่อสารด้วยภาษาเขียน (Written Communication) เช่น ภาษามือ ท่าทาง ตัวหนังสือ
3. การสื่อสารโดยใช้จักขุสัมผัส หรือ การเห็น (Visual Communication) เช่น การสื่อสารด้วยภาพ โปสเตอร์ สไลด์ เป็นต้น หรือการใช้สัญลักษณ์และเครื่องหมายต่างๆ

### ข. รูปแบบของการสื่อสาร

- 1) การสื่อสารทางเดียว (One-way Communication) เป็นการส่งข่าวสาร หรือการสื่อสารความหมายไปยังผู้รับแต่เพียงฝ่ายเดียว โดยที่ผู้รับไม่สามารถมีการตอบสนองได้ทันที (Immediate response) ให้ผู้ส่งทราบได้ แต่อาจมีผลป้อนกลับไปยังผู้ส่งภายหลังได้ จึงเป็นการสื่อสารที่ผู้ส่งและผู้รับไม่สามารถมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันได้ทันที มักเป็นการสื่อสารที่อาศัยสื่อมวลชน เช่น การฟังวิทยุ การดูโทรทัศน์
- 2) การสื่อสาร 2 ทาง (Two-Way Communication) เป็นการสื่อสารหรือสื่อความหมายที่ผู้รับมีโอกาสตอบสนองมายังผู้ส่งได้ทันที โดยผู้ส่งและผู้รับอาจอยู่ต่อหน้ากันหรืออยู่คนละที่ก็ได้ แต่สามารถมีการเจรจาโต้ตอบกันได้ โดยแต่ละฝ่ายผลัดกันเป็นผู้ส่งและผู้รับในเวลาเดียวกัน เช่น การพูดโทรศัพท์ การประชุม เป็นต้น

## 2.1.3 องค์ประกอบของการสื่อความหมาย

สมบุญ สงวนญาติ (2534 : 31) กล่าวว่า กระบวนการสื่อความหมายจะเกิดขึ้นได้ต้องประกอบด้วยองค์ประกอบดังนี้

1. ผู้ส่ง (Sender or Source) คือบุคคลที่มีเจตนาจะส่งสารไปยังผู้รับอาจเป็นคน สัตว์ องค์การ หรือหน่วยงาน
2. สาร (Message) คือ เนื้อหา ข้อความ เรื่องราว ความต้องการ ความรู้สึก และทักษะที่จะเป็นตัวควบคุมการเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สื่อ หรือช่องทาง (Media or Channel) คือ ตัวกลางหรือพาหนะที่จะนำสารไปถึงผู้รับ อาจเป็น ภาษาพูด ภาษาเขียน สัญลักษณ์ ท่าทาง วัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือสื่อสาร มวลชนในรูปแบบต่างๆ ที่อาจรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5
4. ผู้รับ (Receiver) คือ บุคคล องค์กร หรือหน่วยงาน ซึ่งผู้ส่งต้องการให้มีพฤติกรรม เปลี่ยนไปรูปแบบที่ผู้ส่งพึงประสงค์

กิดานันท์ มลิทอง (2540 : 26) กล่าวว่า การเรียนการสอนในห้องเรียน เป็นกระบวนการสื่อ ความหมายรูปแบบหนึ่ง เป็นการถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนจากครูผู้สอนไปยังผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมี ความเข้าใจในบทเรียนนั้น และทำการตอบสนองเพื่อเกิดการเรียนรู้ขึ้น สอดคล้องกับ จริยา เหนียน เฉลย (2535 : 1) กล่าวว่า จุดมุ่งหมายพื้นฐานของการศึกษา คือ การจัดการให้การเรียนรู้เป็นไป อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ให้เกิดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหา สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการ ปฏิบัติวิชาชีพได้ ซึ่งกิดานันท์ มลิทอง (2540 : 26) ได้ให้องค์ประกอบของการสื่อสารในห้องเรียนไว้ ดังนี้

1. ผู้ส่งสาร คือ ผู้สอน ครู วิทยากร หรือผู้บรรยาย
2. เนื้อหาความรู้ ได้แก่ เนื้อหาวิชาตามหลักสูตรที่กำหนดไว้
3. สื่อหรือช่องทาง เช่น สไลด์ เครื่องฉายแผ่นโปร่งใส โทรทัศน์ฯ
4. ผู้รับสาร ได้แก่ ผู้เรียน
5. ผลที่เกิดขึ้นในการเรียนการสอน คือ ผลของการเรียนรู้เพื่อแสดงว่าผู้เรียนเข้าใจสาร หรือความรู้ที่รับมาหรือไม่
6. ผลป้อนกลับ คือ การที่ผู้เรียนตอบคำถามได้ หรืออาจจะถามคำถามกลับไปยังผู้สอน หรือการที่ผู้เรียนมีอาการตอบสนองต่างๆ

#### 2.1.4 ความหมายของสื่อการเรียนการสอน

กิดานันท์ มลิทอง (2535 : 75) ได้ให้ความหมายของสื่อการเรียนการสอนว่า สิ่งใดก็ตามที่ บรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับการเรียนการสอน ใช้เป็นเครื่องมือหรือช่องทางสำหรับทำให้การสอนของผู้สอน ส่งไปถึงผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายที่ผู้สอนวางไว้ เป็นอย่างดี สอดคล้องกับวรรณมา เจริญทรวงศ์ (2528 : 1) ที่ให้ความหมายของสื่อการเรียนการสอน ไว้ว่า สิ่งที่ใช้เป็นตัวกลางในการถ่ายทอดความรู้ ทักษะและเจตคติให้แก่ผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเรียนได้ ตามวัตถุประสงค์ สื่อการสอนที่ดีย่อมทำให้การเรียนบรรลุเป้าหมายซึ่งต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมในด้านต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมบุรณ์ สงวนญาติ (2534 : 43-44) กล่าวว่า สื่อการเรียนการสอนหมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่ผู้สอนและผู้เรียนนำมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อช่วยในกระบวนการเรียนรู้ดำเนินไปสู่เป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ วัตถุประสงค์ของในธรรมชาติหรือมนุษย์สร้างขึ้นมา รวมทั้งวิธีการสอนและกิจกรรมในรูปแบบต่างๆ ซึ่งผู้สอนได้เลือกมาใช้ช่วยในการถ่ายทอดความรู้ไปสู่ผู้เรียน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการเรียนการสอน และวิรุฬห์ วิชาพฤทธิ (2521 : 2) กล่าวถึงสื่อการสอนว่า สื่อการสอน คือ โสตทัศนูปกรณ์ที่เป็นอุปกรณ์การสอน ซึ่งเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งซึ่งช่วยครูในการถ่ายทอดสิ่งต่างๆ ที่เป็นจริง ทักษะทัศนคติ ความรู้ความเข้าใจ และความซาบซึ้งไปยังผู้เรียนได้

ขณะที่ณรงค์ สมพงษ์ (2530 : 40) กล่าวว่า สื่อการสอนนั้น (Instructional media) เป็นสื่อที่มุ่งเน้นการนำไปใช้ทางด้านการสอนทั้งในและนอกห้องเรียน เช่น การใช้สไลด์และภาพยนตร์ประกอบการสอน การใช้ตำรา บทเรียนในโปรแกรม รายการวิทยุโรงเรียน เป็นต้น เนื่องจากสื่อการสอนเป็นส่วนหนึ่งของระบบการศึกษา จึงกล่าวได้ว่า สื่อการสอนเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษานั้นเอง และนิพนธ์ สุขปรีดี (2521 : 26) ได้กล่าวว่า สื่อการสอน คือ โสตทัศนศึกษาหรือการศึกษาให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์โดยผ่านประสาทสัมผัสทางตาและหูเท่ากับ 94 เปอร์เซ็นต์ ประสาทสัมผัสอื่นๆ ที่เหลือเพียง 6 เปอร์เซ็นต์

ดังได้กล่าวมาข้างต้นสื่อการเรียนการสอนจึงหมายถึง สิ่งที่ยอมรับไว้ซึ่งเนื้อหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนที่เป็นทั้งวัตถุประสงค์สร้างขึ้นหรือเกิดเองตามธรรมชาติ รวมถึงกิจกรรมและวิธีการต่างๆ ที่ผู้สอนเลือกมาใช้ในการถ่ายทอดความรู้ไปสู่ผู้เรียน สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และบรรลุวัตถุประสงค์ที่ผู้สอนตั้งไว้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 2.1.5 บทบาทของสื่อการเรียนการสอนในกระบวนการเรียนการสอน

การเรียนการสอนในห้องเรียน เป็นกระบวนการสื่อความหมายรูปแบบหนึ่ง และเพื่อให้การเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ สมบุรณ์ สงวนญาติ (2534 : 39) กล่าวว่า ครูผู้สอนซึ่งเป็นผู้กำหนดระบบการสอนจะต้องตระหนักถึงกระบวนการสื่อความหมาย วิธีการเสริมสร้างคุณภาพในการสื่อความหมาย รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคต่างๆ หากได้มีการวางแผนและพยายามกำจัดอุปสรรคต่างๆ ให้หมดไป หรือให้มีน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ การเรียนการสอนนั้นจะดำเนินไปสู่เป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จรรยา เหนียนเฉลย (2535 : 6-7) กล่าวไว้ว่า สื่อการสอนทำให้การเรียนรู้ง่ายขึ้น ประหยัดเวลา ช่วยถ่ายทอดความรู้สึก ความคิดเห็นระหว่างครูและนักเรียน ช่วยสร้างความเข้าใจในเรื่องราวที่ครูสอนได้เร็วและจำได้อย่างถาวร ครูต้องรู้จักใช้สื่อการสอนและเทคนิคที่จะทำให้นักเรียนมีความสนใจในบทเรียนและเกิดประสิทธิผลในการเรียน ดังนั้นสื่อจึงมีบทบาทในการเรียนการสอนดังนี้

1. ช่วยให้คุณนำภาพการเรียนรู้ดีขึ้น เพราะผู้เรียนเกิดความเข้าใจเป็นรูปธรรมชัดเจน  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ได้ในปริมาณมากขึ้น ในเวลาที่กำหนดไว้
3. ช่วยให้ผู้เรียนสนใจ และมีส่วนร่วมอย่างแข็งขันในกระบวนการเรียนการสอน
4. ช่วยให้ผู้เรียนจดจำ มีความประทับใจ และการเรียนรู้มีความคงทน
5. ช่วยส่งเสริมการคิด และการแก้ปัญหาในการเรียนรู้
6. ช่วยให้ผู้สามารถเรียนรู้ในสิ่งที่เรียนรู้ได้ยาก เนื่องจาก
  - 6.1 ทำให้สิ่งที่ซับซ้อนง่ายขึ้น
  - 6.2 ทำให้สิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมขึ้น
  - 6.3 ทำให้สิ่งที่เคลื่อนไหวเร็วให้ดูช้าลง
  - 6.4 ทำให้สิ่งที่เคลื่อนไหวหรือเปลี่ยนแปลงช้าดูเร็วขึ้น
  - 6.5 ทำให้สิ่งที่มีขนาดใหญ่มาย่อขนาดลง
  - 6.6 ทำให้สิ่งที่เล็กมากขยายขนาดขึ้น
  - 6.7 นำอดีตมาให้ศึกษาได้
  - 6.8 นำสิ่งที่อยู่ไกลหรือลึกลับมาศึกษาได้

#### 2.1.6 คุณค่าของสื่อการเรียนการสอนต่อผู้เรียน

กิดานันท์ มลิทอง (2540 : 88) กล่าวถึงคุณค่าของสื่อการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. เป็นสิ่งที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ เกิดความเข้าใจเนื้อหาบทเรียนได้ง่ายขึ้น ในระยะเวลาอันสั้น และสามารถช่วยให้เกิดความคิดรวบยอดในเรื่องนั้นได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว
2. สื่อจะช่วยกระตุ้น และสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน ทำให้เกิดความสนุกไม่รู้สึกเบื่อหน่ายการเรียน
3. การใช้สื่อจะช่วยทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจตรงกัน และเกิดประสบการณ์ร่วมกันในวิชาที่เรียน
4. ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนมากขึ้น ทำให้เกิดมนุษยสัมพันธ์อันดีในระหว่างผู้เรียนด้วยกัน และผู้สอนด้วย
5. ช่วยเสริมสร้างลักษณะที่ดีในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์จากการใช้สื่อเหล่านั้น
6. ช่วยแก้ปัญหาเรื่องของการแตกต่างระหว่างบุคคล โดยการจัดให้มีการใช้สื่อในการศึกษารายบุคคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมบุรณ์ สงวนญาติ (2534 : 39) กล่าวว่า ความล้มเหลวอย่างหนึ่งในการสื่อความหมายในการสอนคือ ครูไม่สนใจที่จะใช้สื่อการสอน หรือเลือกใช้สื่อการสอนไม่เหมาะสมกับเนื้อหา และระดับของผู้เรียน ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพในการสอนลดลง ครูจึงต้องให้ความสำคัญในการเลือกใช้สื่อการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียน และเนื้อหาที่เรียนให้มากที่สุด

### 2.1.7 หลักเกณฑ์ในการเลือกสื่อการสอน

กิดานันท์ มลิทอง (2540 : 89) กล่าวว่า สื่อการสอนจะมีคุณค่าก็ต่อเมื่อผู้สอนได้นำไปใช้อย่างเหมาะสมและถูกวิธี การเลือกสื่อการสอนที่นำมาใช้ประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง โดยในการเลือกสื่อ ผู้สอนจะต้องตั้งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในการเรียนให้แน่นอนเสียก่อน เพื่อใช้เป็นตัวชี้้นำในการเลือกสื่อการสอนที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังมีหลักการอื่นๆ เพื่อประกอบการพิจารณา คือ

1. สื่อนั้นต้องสัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียนและจุดมุ่งหมายที่จะสอน
2. เลือกสื่อที่มีเนื้อหาถูกต้อง ทันสมัย น่าสนใจ และเป็นสื่อที่จะให้ผลต่อการเรียนการสอนมากที่สุด ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาได้ดี เป็นลำดับขั้นตอน
3. เป็นสื่อที่เหมาะสมกับวัย ระดับชั้น ความรู้และประสบการณ์ของผู้เรียน
4. สื่อนั้นควรสะดวกในการใช้ มีวิธีใช้ไม่ยุ่งยากจนเกินไป
5. ต้องเป็นสื่อที่มีคุณภาพ เทคนิคการผลิตดี มีความชัดเจนและเป็นจริง
6. มีราคาไม่แพงจนเกินไป หรือถ้าผลิตเองควรคุ้มกับเวลาและการลงทุน

นอกจากนี้ จริยา เหนียนเฉลย (2535 : 7-8) ยังเพิ่มเติมหลักการพิจารณาการเลือกสื่อการสอนดังนี้

1. ก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้ ช่วยเพิ่มพูนประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียน
2. สื่อที่ใช้จะต้องช่วยให้นักเรียนเกิดกิจกรรมตามที่ครูต้องการ
3. สื่อนั้นจะต้องมีระยะเวลาในการนำเสนอที่เหมาะสม

### 2.1.8 ประเภทของสื่อการสอน

De Kieffer อ้างโดย จริยา เหนียนเฉลย (2535 : 4-5) ได้แบ่งประเภทของสื่อการสอนเป็น 3 ประเภท คือ

1. Non-Projected Materials หมายถึง วัสดุหรือเครื่องฉายที่ไม่ต้องอาศัยเครื่องฉายในการนำเสนอ แต่สามารถนำเสนอได้ด้วยตัวของมันเอง ได้แก่ รูปภาพ แผนที่ หุ่นจำลอง ฯลฯ ตลอดจนกิจกรรมต่างๆ เช่น การสาธิต นิทรรศการ ทศนศึกษา เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Projected Materials หมายถึง วัสดุหรือเครื่องฉายภาพยนตร์ ภาพโปร่งใส และเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ เป็นต้น
3. Audio Materials หมายถึง โสตวัสดุอุปกรณ์หรือวัสดุและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง สามารถรับรู้ได้โดยการฟัง เช่น เครื่องบันทึกเสียงและเทปเครื่องเล่นแผ่นเสียงเครื่องขยายเสียง เครื่องรับวิทยุ เป็นต้น

### 2.1.9 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษา

บุรณะ สมชาย (2542 : 13-16) กล่าวว่าในการเรียนการสอนนั้น มีการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในกระบวนการเรียนการสอน หรือที่เรียกว่า Computer assisted education สามารถจำแนกได้เป็น 3 ชนิด ดังนี้

1. CAI (Computer assisted instruction) คือ โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยครูสอน เป็นสื่อการเรียนการสอนเหมือนแผ่นใส สไลด์ หรือวีดิทัศน์ ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน
2. CAL (Computer assisted learning) คือ โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เรียน เหมือนกับสมุดหรือตำราอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งรวบรวมเนื้อหาวิชานั้นไว้ทั้งหมด เหมือนกับสารานุกรม บางตอนนำเสนอด้วยข้อความและรูปภาพ บางตอนจัดให้มีการปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน มีแบบฝึกหัดให้ทดสอบ แต่ไม่บังคับผู้เรียนจะเลือกเรียนเนื้อหาไหน หรือจะข้ามไปก็ได้ จึงถือได้ว่าช่วยเสริมประสบการณ์ผู้เรียน
3. CBT (Computer based training) คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยในการฝึกทักษะจะต้องมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน 100 เปอร์เซ็นต์ เช่น โปรแกรมฝึกพิมพ์ดีด โปรแกรมต่อคำศัพท์ หรือเกมทางการเรียนต่างๆ โดยทำในลักษณะจำลองสถานการณ์ หรือเสมือนจริง

### 2.1.10 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ยี่น ภู่วรรณ (2531 : 12) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนย่อมาจาก ภาษาอังกฤษว่า Computer assisted instruction : CAI คือการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด หรือการวัดผล นักเรียนแต่ละคนที่นั่งอยู่ที่ไมโครคอมพิวเตอร์ แต่ละเครื่องหรือ เทอร์มินอลที่ต่อเข้ากับเครื่องเมนเฟรม เรียนโปรแกรมสำเร็จรูปที่จัดเตรียมไว้เป็นพิเศษสำหรับการสอนวิชานั้นๆ ขึ้นมาบนจอภาพ โดยปกติจอภาพจะแสดงผลแสดงเรื่องราวเป็น คำอธิบาย เป็นบทเรียน เป็นการแสดงรูปภาพ โปรแกรมสำหรับการสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) สำหรับการเรียน เกมที่ให้ความรู้ (Instruction Games) การแก้ปัญหา (Problem Solving) การให้คำแนะนำ (Information) เพื่อการศึกษาเท่านั้น

ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วสันต์ อดิศักดิ์ (2530 : 17) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ย่อมาจากภาษาอังกฤษว่า Computer assisted instruction เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีลักษณะเป็นโปรแกรมสำหรับใช้ในด้านการสอน เนื้อหาวิชา และการฝึกทักษะ หรือฝึกปฏิบัติ (Tutorials, Drill and Practice)

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2531 : 14) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสอนไม่ได้หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์สอนแทนครูทั้งหมด แต่อาจมีเนื้อหาบางส่วนที่ครูสอน และบางส่วนให้เรียนจากคอมพิวเตอร์ หรือครูสอนเนื้อหาทั้งหมด โดยการทบทวนและการทดสอบความรู้เป็นหน้าที่ของคอมพิวเตอร์ หรือครูทำหน้าที่สอนเนื้อหาและผู้เรียนเรียนตามไม่ทันก็ให้เรียนจากคอมพิวเตอร์ในลักษณะการสอนเสริม ซึ่งวิธีการเหล่านี้อยู่ภายใต้ขอบข่ายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน “เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด หรือการวัดผล” (ทักษิณา สนวนานนท์, 2530 : 206)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ “การนำคอมพิวเตอร์ไปสอนคน สอนวิชาต่างๆ เช่น เลข คณิตศาสตร์ วิชาคณิต วิชาไฟฟ้า ฟิสิกส์ ฯลฯ” (ครรชิต มาลัยวงศ์, 2526 : 5)

CAI คือ สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสม เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียน หรือองค์ความรู้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด โดยคอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่เสนอบทเรียนแทนผู้สอน และผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง สามารถประเมินและตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนได้ตลอดเวลา ขณะเดียวกันผู้เรียนสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการเรียนโดยปราศจากข้อจำกัดทางด้านเวลาและสถานที่ในการศึกษา ผู้ที่เรียนอ่อนสามารถนำไปใช้ในการเรียนเพิ่มเติมนอกเวลาได้

### 2.1.11 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นบทเรียนที่ประยุกต์มาจากบทเรียนโปรแกรมของ B.F. Skinner โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์นำเสนอบทเรียนซึ่งมีลักษณะเป็นโมเดล (Model) 2 แบบ คือ

- 1) แบบเชิงเส้น (Linear Programming) เป็นบทเรียนที่ต้องเรียนทีละหน่วยตามลำดับ
- 2) แบบสาขา (Branching Programming) เป็นบทเรียนที่โยงระหว่างหน่วยถึงกันได้ ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามความสามารถของตน (บุญระ สมชัย, 2538 : 26-27)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.12 ลักษณะโครงสร้างของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บุรณะ สมชาย (2542 : 23-27) กล่าวถึงโครงสร้างของคอมพิวเตอร์ว่าประกอบด้วย 3 ลักษณะดังนี้

1. การนำเสนอเนื้อหา (Presentation) คือการนำเสนอข้อมูลหรือเนื้อหาบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหานั้นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามวัตถุประสงค์ไม่ว่าจะเป็นขั้นความรู้ ขั้นความจำหรือขั้นนำไปใช้ในเวลาจำกัด โดยการนำเสนอให้มีประสิทธิภาพนั้นต้องนำเสนอด้วยมัลติมีเดีย
2. การปฏิสัมพันธ์ (Interactive) คือการโต้ตอบกับผู้เรียน
 

ลักษณะการปฏิสัมพันธ์กับ CAI นั้น ได้แก่

  - ก. Mouse-click คือ การใช้เมาส์คลิกที่ออบเจกต์ เช่น พลิกหน้า เลื่อนหน้าขึ้น-ลง เป็นต้น
  - ข. Hot-Key คือ การใช้นิ้วกดแป้นคีย์บอร์ดลัด เช่น แป้นลูกศร แป้นอักษร Y = Yes, N = No
  - ค. Text – Matching คือ การพิมพ์ข้อความตามเงื่อนไข ถ้าตรงตามเงื่อนไขจะเป็นจริง (True) ถ้าไม่ตรงก็จะเป็นเท็จ (False) เช่น เติมคำในช่องว่าง พิมพ์ตัวเลขเพื่อนำไปประเมินผล เป็นต้น
  - ง. Time คือการกำหนดเวลาให้กระทำ จะเป็นตัวแรงให้ผู้เรียนมีความสนใจต่อเนื้อหาบทเรียน
  - จ. Sound คือ การใช้เสียงเป็นสื่อโต้ตอบกับบทเรียน เช่น ฝึกการอ่านภาษา ถ้าอ่านไม่ถูกหรือเสียงเพี้ยนก็จะให้บททวนใหม่หรือผ่านหน้าต่อไปไม่ได้
3. การประเมินผล (Evaluation) คือ การประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยจะรวบรวมผลของการโต้ตอบที่ต้องการมาเป็นข้อมูลและคำนวณผลออกมา โดยออกมาเป็น “เปอร์เซ็นต์” เป็น “เกณฑ์” หรือเป็น “เกรด” ก็ได้ โดยจะประเมินผลเพื่อเหตุผลต่อไปนี้
  - ก. วัดผลการสอบหรือวัดผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้
  - ข. หาความเป็นมาตรฐานของข้อสอบ
  - ค. หาเกณฑ์ตัดสิน เช่น ผ่าน – ไม่ผ่าน

### 2.1.13 รูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541 : 11-12) กล่าวว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบ่งได้เป็น 5 ประเภทดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์ คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ซึ่งนำเสนอเนื้อหาแก่ผู้เรียน ไม่ว่าจะป็นเนื้อหาใหม่หรือการทบทวนเนื้อหาเดิมก็ตาม ส่วนใหญ่จะมีแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดเพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนอยู่ด้วย ผู้เรียนมีอิสระพอที่จะเลือกทำแบบทดสอบหรือไม่ หรือจะเลือกเรียนเนื้อหาส่วนไหน เรียงลำดับรูปแบบใดก็ได้ เพราะผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนของตนเองได้ตามความต้องการของตนเอง
2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่เน้นให้ผู้ใช้ทำแบบฝึกหัดจนสามารถเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนนั้นๆ ได้ ประเภทนี้น้อยมากในระดับอุดมศึกษาเนื่องจากเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนอ่อน หรือเรียนไม่ทันคนอื่นๆ ได้มีโอกาสทำความเข้าใจได้โดยที่ครูผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาอธิบายซ้ำอีก
3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลอง คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่เสนอบทเรียนในรูปการจำลองแบบ (Simulation) โดยการจำลองสถานการณ์ที่เหมือนจริงขึ้นและบังคับให้ผู้เรียนต้องตัดสินใจแก้ปัญหา (Problem – solving) ในตัวบทเรียน จะมีคำแนะนำเพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้เรียนและแสดงผลลัพธ์ในการตัดสินใจนั้นๆ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้คือ ลดค่าใช้จ่ายและอันตรายอันอาจเกิดขึ้นจากการเรียนรู้ในสถานการณ์จริง
4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ผู้ใช้มีความสนุกสนาน เพลิดเพลิน ช่วยกระตุ้นให้เกิดความสนใจ นิยมใช้กับเด็กตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้ในระดัพบุดมศึกษาเพื่อเป็นการปูทางให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกที่ดีกับการเรียนทางคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย
5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทดสอบ คือ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบทดสอบ การจัดการสอบ การตรวจให้คะแนน การคำนวณผลสอบ ข้อดีของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ประเภทนี้คือ ผู้เรียนได้รับผลป้อนกลับทันที และการคำนวณผลยังมีความแม่นยำ รวดเร็วอีกด้วย

### 2.1.14 โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์

โปรแกรมประยุกต์ที่ใช้สร้าง CAI – Multimedia หรือ Authoring application tools บางทีก็เรียกกันในหมู่ผู้จัดทำ CAI ว่า “Tool” ซึ่งปัจจุบันมีด้วยกันหลายโปรแกรม เช่น

1. จูฬ CAI พัฒนาโดยอาจารย์จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Aouthware ของบริษัท Macromedia, Inc. USA. เป็น Tools ที่ออกแบบให้มีการทำงานเป็น Flow line ทำให้ดูใกล้เคียงกับ Flow chart ง่ายต่อการออกแบบ และกำหนดให้การควบคุมวัตถุ (Object) ต่างๆ ที่จะปรากฏบนจอภาพเป็นแบบ Visual Graphics เกือบทั้งหมด ทำให้ผู้ใช้ไม่ต้องกังวลการจดจำคำสั่งต่างๆ
3. Multimedia Toolbook ของบริษัท Asymetrix, Inc. USA. จะเน้นให้มีการควบคุมวัตถุ (Object) ด้วยภาษาสคริปต์เป็นหลัก ซึ่งดูยากกว่า Aouthware แต่ความยืดหยุ่นในการใช้งานจะดีกว่า สามารถนำไปใช้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์หรือโปรแกรมสำเร็จรูปได้ในตนเอง ทำให้สามารถสร้างโปรแกรมย่อยๆ สำหรับผู้ใช้งานทั่วไป และสามารถสร้างเนื้อหาจากโปรแกรมได้ทันที
4. Macromedia Director ของบริษัท Macromedia, Inc. USA. เป็นการควบคุมวัตถุด้วยภาษาสคริปต์เช่นเดียวกับ Multimedia Toolbook แต่จะเป็นแนวคิดของการสร้างภาพยนตร์ มีตารางแสดงช่วงเวลา (Time Duration) และการแสดง (Action) แต่ละวัตถุจึงยืดหยุ่นมากกว่าทั้ง 2 โปรแกรมแรก และการใช้งานก็ยากกว่า โดยเฉพาะผู้ที่ยังไม่คุ้นเคยกับการสร้าง CAI Tool ตัวนี้จึงเหมาะกับผู้ที่มีความชำนาญแล้วหรือคุ้นเคยกับโปรแกรมหนึ่งข้างต้นแล้ว (บุรณะ สมชัย, 2542 : 31-33)

#### 2.1.15 ข้อดีและข้อจำกัดของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์

การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนนั้น ย่อมมีทั้งข้อดีและข้อจำกัดในการใช้ ซึ่ง กิดานันท์ มลิทอง (2540 : 240-241) ได้กล่าวไว้ดังนี้

##### ข้อดี

1. คอมพิวเตอร์ช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เนื่องจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์นั้นเป็นประสบการณ์ที่แปลกใหม่
2. การใช้สี ภาพลายเน้นที่แลดูเคลื่อนไหว ตลอดจนเสียงดนตรี จะเป็นการเพิ่มความเหมือนจริง และเร้าใจผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้ ทำแบบฝึกหัด หรือทำกิจกรรมต่างๆ เหล่านี้เป็นต้น
3. ความสามารถของหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการบันทึกคะแนนและพฤติกรรมต่างๆ ของผู้เรียนไว้เพื่อใช้ในการวางแผนบทเรียนในขั้นต่อไปได้
4. ความสามารถในการเก็บข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถนำมาใช้ได้ในลักษณะของการศึกษารายบุคคลได้เป็นอย่างดี โดยสามารถกำหนดบทเรียนให้แก่ผู้เรียนแต่ละคน และแสดงผลความก้าวหน้าให้เห็นได้ในทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ลักษณะของโปรแกรมบทเรียนที่ให้ความเป็นส่วนตัวแก่ผู้เรียน เป็นการช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนช้า สามารถเรียนไปได้ตามความสามารถของตนโดยสะดวกอย่างไม่เร่งรีบ ไม่ต้องอายผู้อื่น และไม่ต้องอายเครื่องเมื่อตอบคำถามผิด
6. เป็นการช่วยขยายขีดความสามารถของผู้สอนในการควบคุมผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิด เนื่องจากสามารถบรรจุข้อมูลได้ง่าย และสะดวกในการนำออกมาใช้

นอกจากนี้ ถนอมพร เลหาจรุสแสง (2541 : 12) ยังได้กล่าวถึงข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ไว้เพิ่มเติมดังนี้

1. ผู้สอนสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ไปช่วยในการสอนเสริม หรือสอนทบทวนการสอบปรกติในชั้นเรียนได้ โดยผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาสอนซ้ำ
2. ผู้เรียนสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ไปใช้เรียนด้วยตนเองในสถานที่ซึ่งผู้เรียนสะดวก และยังสามารถเรียนในเวลาใดก็ได้ที่ต้องการ

#### ข้อจำกัด

1. การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษานั้นจำเป็นต้องมีการพิจารณาอย่างรอบคอบ เพื่อให้คุ้มกับค่าใช้จ่าย ตลอดจนการดูแลรักษาด้วย
2. การให้ผู้สอนออกแบบโปรแกรมเองเป็นงานที่ต้องอาศัยเวลา สติปัญญาและความสามารถ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มภาระให้แก่ผู้สอน
3. บทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นการวางโปรแกรมไว้ล่วงหน้า จึงไม่สามารถช่วยในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้
4. ผู้เรียนบางคน โดยเฉพาะที่เป็นผู้ใหญ่ อาจไม่ชอบโปรแกรมที่เป็นขั้นตอน ทำให้เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ได้
5. ค่าใช้จ่ายในการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ค่อนข้างสูง ต้องพิจารณาให้คุ้มค่ากับค่าใช้จ่ายและเวลาที่เสียไป

#### 2.1.16 คุณค่าทางการศึกษาของบทเรียนคอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์มีบทบาทในการเรียนการสอนในประเทศไทยกว่า 10 ปี สาเหตุที่ได้รับความนิยมเรื่อยมา และมีแนวโน้มว่าจะเป็นสื่อที่สำคัญต่อไปในอนาคตเนื่องจาก คอมพิวเตอร์สามารถเข้ามาช่วยแก้ปัญหาทางการศึกษาได้ ซึ่งได้แก่

1. ปัญหาการสอนแบบตัวต่อตัว ในปัจจุบันอัตราส่วนของครูต่อนักเรียนที่สูงมาก การสอนแบบตัวต่อตัวในชั้นเรียนจึงเป็นไปได้ยาก บทเรียนคอมพิวเตอร์จะช่วยทดแทนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สอนลักษณะตัวต่อตัวได้ดีที่สุด เนื่องจากเป็นการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้โต้ตอบกับผู้สอนได้มาก และผู้สอนตอบสนองผู้เรียนได้ทันที

2. ปัญหาเรื่องภูมิหลังที่แตกต่างกันของผู้เรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์จะช่วยให้ผู้เรียนศึกษาตามความรู้ความสามารถของตนเอง โดยเลือกลักษณะและรูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตนได้ เช่น ความเร็วช้าของบทเรียน เนื้อหาและลำดับของการเรียน
3. ปัญหาการขาดแคลนเวลา ผู้สอนมักประสบปัญหาการมีเวลาในการทำงานไม่เพียงพอจากงานวิจัยหลายชิ้นพบว่า การสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์นั้น จะใช้เวลา 2 ใน 3 เท่าของการสอนด้วยวิธีปรกติเท่านั้น
4. ปัญหาการขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญ สถานศึกษาที่อยู่ห่างไกลมักประสบปัญหาขาดแคลนผู้สอน บทเรียนคอมพิวเตอร์จึงเป็นทางออกให้ผู้เรียนได้ศึกษาจากคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังใช้ได้กับสถานศึกษาที่ขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน โดยผู้เชี่ยวชาญไม่ต้องเดินทางไปสอนด้วยตนเองแต่ถ่ายทอดลงในบทเรียนคอมพิวเตอร์ และเผยแพร่ให้แก่ผู้เรียนในสถานศึกษาอื่นๆ ต่อไป เพราะบทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นรูปแบบการสอนที่พร้อมจะทำงานอย่างต่อเนื่องและตลอดเวลา (ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2541 : 13)

## 2.2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับถั่วเหลืองและกากถั่วเหลือง

### 2.2.1 ลักษณะประจำพันธุ์ของถั่วเหลือง

ทรงศักดิ์ จุนธิระพงษ์ (2539 : 48) กล่าวเอาไว้ว่า ถั่วเหลือง (Soybean) เป็นพืชล้มลุกตระกูลถั่ว มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Glycine max L.* อยู่ในตระกูล Papilionaceae (Fabaceae) มีระบบรากเป็นรากแก้ว ส่วนใหญ่ของถั่วเหลืองที่ปลูกเป็นการค้าจะมีลำต้นตั้งตรงเป็นพุ่ม มีการแตกกิ่งและแขนงสูงประมาณ 50 – 70 เซนติเมตร ส่วนต่างๆ ของถั่วเหลืองจะมีขนปกคลุมอยู่ทั่วไป ยกเว้นใบเลี้ยงกับกลีบดอก ใบของถั่วเหลืองเป็นใบประกอบ มีใบย่อย 3 ใบ แต่ใบเลี้ยงและใบจริงคู่แรกแก่ใบจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง เมื่อฝักแก่เต็มทีใบจะร่วง ดอกถั่วเหลืองจะเกิดเป็นช่อ ช่อดอกเป็นแบบราซิม (Raceme) ช่อหนึ่งมีดอก 2 – 35 ดอก ผลหรือฝักจะเกิดเป็นกลุ่ม เมื่อฝักแก่จะมีสีเหลืองฟางน้ำตาลหรือดำแตกต่างกันไป ฝักหนึ่งๆ มีเมล็ด 1 – 5 เมล็ด ฝักที่เกิดก่อนจะมีจำนวนเมล็ดมากกว่าฝักที่เกิดทีหลัง เมล็ดมีรูปร่างกลมรีรูปไข่ มีขนาดและน้ำหนักแตกต่างกันออกไป เมล็ดส่วนใหญ่จะมีสีเหลืองฟางบางพันธุ์อาจมีสีดำ น้ำตาล หรือสีเหลืองอมเขียว อายุเก็บเกี่ยวโดยทั่วๆ ไป 100 – 120 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2.2 ความสำคัญทางเศรษฐกิจและประโยชน์ของถั่วเหลือง

ทรงศักดิ์ จุนถิระพงศ์ (3539 : 51) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของถั่วเหลืองดังนี้คือ ถั่วเหลืองเป็นพืชน้ำมันที่มีความสำคัญมากชนิดหนึ่งของโลก และเป็นพืชที่ประเทศไทยเรามีการนำเข้ามาจากต่างประเทศทั้งในรูปกากถั่วเหลือง และน้ำมันถั่วเหลือง ประเทศไทยต้องการถั่วเหลืองมากต่อเศรษฐกิจของประเทศ ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีปริมาณโปรตีนและไขมันสูง จึงมีประโยชน์มากทั้งในรูปแบบเมล็ด ซึ่งนำมาบริโภคในรูปถั่วสด ส่วนเมล็ดก็นำมาทำเป็นอาหารแปรรูปต่างๆ เช่น เต้าหู้ ซีอิ๊ว น้ำมันถั่วเหลือง เป็นต้น สำหรับกากถั่วเหลืองก็เป็นแหล่งโปรตีนสำหรับสัตว์เลี้ยง นอกจากนี้ยังใช้ในรูปแบบน้ำมันถั่วเหลือง ซึ่งใช้ในอุตสาหกรรมปรุงอาหาร และในโรงงานอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น ทำสี และยังใช้เป็นพืชบำรุงรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน

## 2.2.3 วิธีการแยกน้ำมันออกจากเมล็ด

พันทิพา พงษ์เพียงจันทร์ (2529 : 260 – 261) ได้กล่าวไว้ว่า วิธีการแยกเอาน้ำมันมีหลายวิธี แต่ละวิธีจะมีผลกระทบต่อคุณภาพของกากที่ได้ ซึ่งมีวิธีดังนี้คือ การแยกโดยวิธีกล (Extracted mechanical) และการแยกโดยใช้สารเคมีสกัด (Solvent extraction)

### 1. การแยกโดยวิธีกล (Extracted mechanical)

หรือการแยกโดยใช้แรงอัดหรือบีบเอาน้ำมันออก ซึ่งการที่จะทำให้เกิดแรงบีบหรือแรงอัดสูงๆ ได้ ต้องอาศัยหลักการของการขันเกลียว ดังนั้นวิธีการนี้จึงเรียกรวมๆ ว่า เป็นการขันเกลียวอัด (Screw pressing) ซึ่งการขันเกลียวอัดได้แยกออกเป็น 2 รูปแบบ เรียกว่าเป็นขบวนการแบบเก่าที่ทำมานาน ปัจจุบันยังใช้กันอยู่ได้แก่

- 1) Expeller process ชั้นแรกเมล็ดพืชจะถูกทำให้แตกก่อนแล้วทำให้แห้ง โดยผ่านเข้าไปในห้องที่ทำให้ร้อนด้วยไอน้ำ (Steam jacketed) วิธีนี้ไอน้ำจะไม่สัมผัสกับวัตถุดิบ แต่จะถูกกั้นอยู่ชั้นนอก อากาศชั้นในที่มีวัตถุดิบอยู่จะร้อนโดยการอบ ให้ค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิจาก 85°C จนถึง 270°C เป็นเวลา 8 นาที จากนั้นส่งเข้าถังที่อุณหภูมิคงที่ 270°F เป็นเวลา 13 นาที ทำให้ความชื้นในวัตถุดิบระเหยออกจนเหลือ 2 – 3 % (ชั้นตอนนี้บางแห่งจะใช้แก๊สเป็นแหล่งให้ความร้อนที่ 160°F ความชื้นไม่ควรเกิน 3% หรือใช้คั่วในกระทะที่มีใบพายหมุนตลอดเวลา การให้ความร้อนในขั้นนี้ สารพิษหลายชนิดจะถูกทำลาย) เพื่อให้วัตถุดิบร้อนอย่างทั่วถึง จะต้องมีการกวน 10 – 15 นาที จากนั้นส่งต่อเข้าเครื่อง Expeller ซึ่งเป็นถังที่มีแกนกลางเป็นเกลียวตัวหนอน แกนนี้จะหมุนอัดเอาน้ำมันออกจากวัตถุดิบ ซึ่งแรงอัดจะทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 283 –

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวน 302°C อัดนาน 3 นาที ด้วยแรงดัน 6,000 ปอนด์./นิ้ว<sup>2</sup> วัตถุดิบที่ถูกอัดน้ำมันราคา ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกไปแล้ว จะหลุดออกมาเป็นเกล็ดแบนๆ (Flaked) ใหญ่บ้างเล็กบ้างจากนั้น จึงนำไปบด กากที่ออกมาใหม่ๆ จะร้อนจนจับเกือบไม่ได้

- 2) Hydraulic process นำเอาเมล็ดพืชมาบดให้แตกหรือรีดให้เป็นแผ่นบางๆ นำไปทำให้แห้งและสุก โดยใช้ความร้อนจากไอน้ำ อุณหภูมิ 218 – 230°F ความชื้นในเมล็ดพืชจะเหลือประมาณ 7% (วิธีพื้นบ้านจะใช้คั่วในกระทะที่มีใบพายกวนอยู่ตลอดเวลา) ใช้เวลาประมาณ 90 นาที จากนั้นนำไปห่อด้วยผ้าหนาๆ แล้วใส่เข้าไปในเครื่องอัด Hydraulic อัดทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง ด้วยแรงดัน 2,000 ป./นิ้ว<sup>2</sup> ขณะอัดอุณหภูมิของกากจะขึ้นสูงประมาณ 146 – 167°F ซึ่งต่ำกว่าของ Expeller ซึ่งใช้แรงดันสูงกว่า กากจึงมีไขมันเหลืออยู่มากกว่า กากที่อัดได้จะเป็นก้อนใหญ่ (Cake) มีไขมัน 5 – 8% หรือมากกว่า นำมาป่นอีกครั้ง วิธีนี้ทางโรงงานเล็กๆ สามารถทำโดยใช้ไม้ทั้งต้นเจาะรูตรงกลางให้เป็นโพรงกว้างพอประมาณ ทำขอบให้หนา ส่วนหัวไม่ต้องเจาะ ส่วนด้านในสุด โดยใช้แรงคนหมุนเกลียว อัดทิ้งไว้ 1 – 2 ชั่วโมง หรือทิ้งค้างคืน วิธีนี้จะเหลือไขมันตกค้างในกากมาก แต่เหมาะที่จะแนะนำให้คนชนบททำการเลี้ยงสัตว์แบบครบวงจรได้ โดยเฉพาะใช้กับถั่วลิสง ถั่วเหลือง ได้เป็นอย่างดี

## 2. การแยกโดยใช้สารเคมีสกัด (Solvent extraction, Extracted solvent)

วิธีนี้จะเลือกใช้สารเคมีที่มีคุณสมบัติละลายไขมัน (Solvent) ได้ เป็นตัวสกัดไขมันออกจากวัตถุดิบอาหารสัตว์ เช่น Trichloroethylene และ Hexane เป็นต้น ข้อสำคัญสารเคมีจะต้องราคาถูก ไม่มีพิษตกค้าง ะไขมันออกได้ 100% ระเหยได้ง่าย ด้วยเหตุผลดังกล่าว เพื่อเป็นการประหยัดต้นทุนค่าสารเคมีซึ่งมักจะสูญหายไปโดยการระเหย หากใช้เป็นจำนวนมากย่อมจะมีโอกาสระเหยหรือสูญหายได้ง่ายดังนั้นจึงนิยมเอากากที่ได้จากขบวนการ Screw pressing มาเข้าขบวนการ Solvent extraction ต่อเพื่อจะได้ไม่ต้องใช้สารเคมีจำนวนมากๆ สกัดไขมันออกจากวัตถุดิบ กากที่ได้จากขบวนการนี้จะมีโปรตีนสูง และไขมันไม่เกิน 1% ความชื้นไม่เกิน 5%

แต่หากจะผ่านขบวนการนี้ตั้งแต่แรก ควรนำเมล็ดพืชไปรีดให้เมล็ดที่หุ้มเนื้อในแตกออก หรือใช้วิธีบดก่อน จากนั้นผ่านความร้อนที่อุณหภูมิ 140°F ประมาณ 10 นาที เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ Oil gland อยู่ในสภาพพร้อมที่ละลายปนมากับ Solvent และเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิว เพื่อให้สารเคมีซึมเข้าไปชะเอาไขมันออกมาได้มากที่สุด นำไปรีดให้แบนทั้งวัตถุดิบให้เย็นประมาณ 113°F แล้วจึงนำวัตถุดิบส่งเข้าเครื่องสกัด ซึ่งมีหลายรูปแบบทั้งแนวอนแนวตั้ง สารเคมีจะถูกพ่นฝอยลงบนวัตถุดิบ ชะเอาไขมันละลายในลงไปด้วยกันอย่างต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่อง ในเวลาเดียวกัน สารละลายไขมันจะถูกกลั่นแยกเอาออกจากน้ำมันน้ำกลั่นไปใช้ใหม่ น้ำมันจะถูกแยกออกมา วัตถุประสงค์จะถูกเอาสารเคมีออกที่อุณหภูมิ 208°F นาน 10 นาที นำไปคั่วให้สุกที่ 220°F เป็นเวลา 90 นาที ทำให้เย็นที่ 100°F 10–20 นาที และนำไปบด กากที่ได้จึงมักเรียกตามชื่อขบวนการผลิตตามไปด้วย เพื่อให้ผู้ใช้เข้าใจว่าผ่านขบวนการอะไร เพราะคุณภาพจะแตกต่างกันเมื่อผ่านขบวนการแยก น้ำมันออกต่างกัน เช่น กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมัน เกล็ดถั่วเหลือง หรือ Soybean meal (Solvent) กากถั่วเหลืองอัดน้ำมันหรือ Soybean meal (Expeller) เป็นต้น

## 2.2.4 ผลผลิตจากถั่วเหลืองที่นิยมนำมาใช้เป็นวัตถุดิบผลิตอาหารสัตว์

พันทิพา พงษ์เพ็ญจันทร์ (2529 : 261 - 267) กล่าวว่า ผลผลิตจากถั่วเหลืองที่นิยมนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้แก่

### 1. กากถั่วเหลือง (Soybean meal, SBM)

เป็นแหล่งโปรตีนจากพืชที่มีคุณภาพสูงสุด มี EAA หลายตัว แต่มี Cystine และ Methionine ในระดับต่ำโดยเฉพาะ Methionine มีน้อยมากจึงถูกจัดเป็น First limiting amino acid (Chief limiting amino acid) เม็ดถั่วเหลืองมีโปรตีนประมาณ 38% ไขมัน 16–21% แต่เมื่อสกัดเอาน้ำมันออกแล้วจะมีโปรตีนเฉลี่ย 44% อาจสูงถึง 50% ขึ้นอยู่กับวิธีสกัดน้ำมันและขนาดของเมล็ด ในทางการค้าได้แบ่งออกเป็น 2 เกรด คือ กากถั่วเหลือง 44% และ 49% ตัวเลขนี้ไม่ได้ไปถึงเปอร์เซ็นต์โปรตีนแต่หมายถึงคุณสมบัติของกากถั่วเหลืองนั้นๆ ซึ่งถ้าเป็นชนิด 44% หมายถึงกากถั่วเหลืองที่มีเปลือกผสมอยู่ด้วย เปอร์เซ็นต์โปรตีนมีได้ทั้งสูงหรือต่ำกว่านี้เล็กน้อย 49% หมายถึง กากถั่วเหลืองที่กะเพาะเอาเปลือกออก ไม่มีส่วนของเปลือกปนมาเลย เป็นเนื้อในของถั่วเหลืองแท้ๆ โปรตีนอาจสูงถึง 51–52% ถั่วเหลืองดิบมีสารพิษอยู่มาก มีทั้งสารที่เป็นตัวเป็นตัวกระตุ้น และแก่งแย่ง รวมทั้งสารที่ทำให้เกิด การแพ้บวม (Allergenic) สาร Goitrogenic และ สารต้านการจับตัวเป็นก้อน (Anticoagulant factors) และที่สำคัญคือ Trypsin inhibitor ดังนั้นในกรณีของถั่วเหลือง จึงพบว่าถั่วเหลืองที่โดนความร้อนจะมีคุณค่าของโภชนะสูงกว่าถั่วดิบ แต่หากความร้อนที่สูงเกินไปจะทำให้คุณค่าของโภชนะเสียได้ โดยเฉพาะการใช้ประโยชน์ได้ของ Lysine และ Arginine ลดลง

### การสังเกตความสุกดิบของถั่วเหลืองด้วยตาเปล่า (Field test)

1. กากถั่วเหลืองที่สุกไม่พอหรือดิบ กากจะซีด มีกลิ่นเหม็นเขียว
2. กากถั่วเหลืองที่สุกพอดี จะมีสีน้ำตาลอ่อนกลิ่นหอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กากถั่วเหลืองที่สูงมากเกินไปซึ่งไม่เป็นที่ต้องการ จะมีสีคล้ำกว่า มีกลิ่นเหม็นไหม้

#### ข้อสังเกตในการใช้กากถั่วเหลือง

1. ถ้าเป็นกากถั่วเหลืองชนิดอัดน้ำมัน (Expeller process) จะเก็บได้ประมาณ 1 เดือนครึ่ง ถ้าเป็นชนิดสกัดน้ำมัน (Solvent extracted) จะเก็บได้นานเกิน 2 เดือน แต่แมลงรบกวน
2. ถ้ากากถั่วเหลืองชนิดไม่สุกจริงจะมีสาร Trypsin inhibitor ตกค้างอยู่ สัตว์ที่ได้รับจะมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำ หรือชะงักการเจริญเติบโต
3. ถั่วเหลืองดิบจะมีเอนไซม์ยูริเอส ซึ่งจะย่อยโปรตีนในถั่วให้สลายไปเรื่อยๆ หากถั่วที่เก็บไว้นานเปอร์เซ็นต์โปรตีนจะลดลงและคุณภาพของโปรตีนจะลดลง
4. การใช้กากถั่วเหลืองผสมในอาหารสัตว์ควรเสริมกรดอะมิโน Methionine Cystine (Threonine Valine และ Tyrosine) ลงไปด้วย จะทำให้อัตราการเจริญเติบโตดีขึ้น กรดอะมิโนอีก 3 ตัวที่อยู่ในวงเล็บทดลองได้ผลดีในหนู
5. การใช้ในสัตว์กระเพาะเดี่ยว นอกจากระวังเรื่องการขาดกรดอะมิโนแล้ว ยังต้องระวังเรื่องการขาดวิตามินบีรวมอีกด้วย เพราะพบว่าถ้าไม่เสริมบีรวม (B – complex) ในสูตรอาหารแม่สุกรที่ใช้ SBM ลูกที่เกิดออกมาจะอ่อนแอทั้งคอก โตช้า แม่มีน้ำนมเลี้ยงลูกน้อย ไก่ไข่จะฟักออกน้อย ลูกไก่ไม่แข็งแรง มีลักษณะ Haenorrhages คล้ายการขาดวิตามินเค
6. มีคุณสมบัติเป็นยาระบายอ่อนๆ
7. มี Ca และ P สูง
8. ในไทยมักพบว่าการปนปลอม SBM ด้วย รำ ช้างข้าวโพด ดิน หิน กากปูน กากฝ้าย จากการสังเกตพบว่า ถ้าปนด้วยรำ หรือช้างข้าวโพด บด ปริมาณโปรตีนจะต่ำกว่าปกติ ปริมาณเถ้าจะเป็นปกติ ถ้าปนด้วยดินหินปริมาณโปรตีนจะลดน้อย แต่ปริมาณเถ้าจะเพิ่มขึ้นมากจนผิดสังเกต ถ้าปนด้วยกากเมล็ดพืชอื่นๆ สังเกตดูได้จากลักษณะของกากเยื่อใย จากกล้อง Stereo จะมีลักษณะแตกต่างออกไป

9. เมล็ดถั่วเหลืองสุก (ไม่ได้สกัดน้ำมัน) ถ้าใช้ในสูตรอาหารสุกรเกิน 10% จะเกิด Soft pork
- 10 ในสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถใช้ถั่วเหลืองดิบได้ และกากถั่วเหลืองที่ผ่านขบวนการ Expeller จะใช้ค่า Bypass protein สูงกว่าของกากถั่วเหลืองที่ผ่านขบวนการสกัดน้ำมันด้วยสารเคมี

ตารางที่ 1 ผลจากขบวนการผลิตกากถั่วเหลืองโดยวิธีต่างๆ

Material	Cooking Temp. °C	Time (Minute)	Relative protein Efficiency (RPA)
<b>Processing Expeller process</b>			
Raw – SB	-	-	38
Low Temp	105	2	47
Medium Temp	112 – 125	2.5	80
High Temp	140 – 150	2.5	84
<b>Hydraulic process</b>			
Raw – SB	-	90	60
Low Temp	82	90	80
Medium Temp	105	90	88
High Temp	121		84
<b>Solvent extracted</b>			
Raw – SB		15	57
Cook - SB	98		92

ที่มา : พันทิพา พงษ์เพียจันทร์, 2539 : 263

## 2. ถั่วเหลืองไขมันเต็ม (Full Fat soybean, FFS)

ชื่อของถั่วเหลืองชนิดนี้บางท่านอาจเรียก ถั่วอุดมไขมัน ถั่วผง ถั่วทอง หมายถึงถั่วเหลืองทั้งเมล็ดที่ถูกทำให้สุก และไม่มีกรสกัดไขมันออกแต่อย่างใด ด้วยขบวนการหลายๆแบบ ดังนั้นถั่วนี้จึงมีคุณสมบัติพิเศษคือ เป็นทั้งแหล่งโปรตีน (38%) และแหล่งพลังงาน เพราะมีไขมันประกอบอยู่ถึง 18% มีสารพิษ Trypsin inhibitor และ Urease ประกอบอยู่น้อยมาก แป้งมีลักษณะเป็น Gelatin ด้วยเหตุนี้ ถั่ว FFS จึงมีคุณค่าทางอาหารสูง เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเทียบกับถั่วอัดหรือสกัดน้ำมันดังตารางที่ 2 แต่กระบวนการผลิตมีหลายวิธีการ ซึ่งทำให้ราคาไม่เท่ากันทีเดียว ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณค่าที่ได้ต่างกันออกไป และขณะนี้ยังไม่เป็นที่นิยมทั่วไป จะใช้แต่เฉพาะในสูตรอาหาร ลูกสุกรขุนเท่านั้น เพราะราคาสูง หากสามารถทำให้ราคาถูกลงได้ จะเป็นที่ยอมรับใช้กันมากยิ่งขึ้น หากจะนำมาใช้กับสุกรขุนควรระวังเรื่องซากมีไขมันเหลว

ขบวนการผลิต FFS มีวิธีการให้ความร้อนแตกต่างกัน ทำให้ถั่วที่ได้ออกมามีคุณค่าทางอาหารต่างกันรวมทั้งความย่อยได้ดังนั้น หากจะซื้อใช้ต้องพิจารณาถึงเรื่องนี้ควบคู่กับราคาด้วย จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่า FFS ที่ผลิตโดยขบวนการ Dry extrusion จะให้คุณค่าทางอาหารสูงสุด เช่นเดียวกับงานทดลองของ Marty และ Chavez, 1993. ที่ศึกษาในสุกรหย่านม สุกรรุ่น และสุกรขุน ซึ่งพบว่า Dry extrusion จะให้ค่าโปรตีนที่ย่อยได้สูงถึง 86.4% เทียบกับ Jet – sploding Micromization และ Roasting ซึ่งมีค่าเป็น 79.8, 79.9 และ 80% ตามลำดับ ส่วนกากถั่วเหลืองอัดน้ำมันมีค่าเพียง 78.2% นอกจากนี้ยังให้ค่าพลังงานที่ย่อยได้สูงที่สุดเช่นกัน

**ตารางที่ 2** เปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารระหว่าง FFS กับ SBM\* (อ้างโดย พงษ์เพียจันทร์, 2538)

Extruded	Solvent Extracted FFS	SBM 44%	SBM 47%
Crude Protein (%)	38.0	44.0	47
Fat (%)	18.0	0.1	0.8
Crude Fiber (%)	5.0	6.2	3.4
Moisture (%)	9.0	12.0	12.0
Linoleic acid (%)	8.8	0.4-0.55	0.39-0.4
Lecithin (%)	4.4	0.0	0.0
Energy (ME./lb)	1820	1280	1425

ที่มา : พันทิพา พงษ์เพียจันทร์, 2539 : 264 (รวบรวมข้อมูลจาก Waldroup, 1985.;Helgren, 1987.; Johnston, 1984)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 3** เปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของถั่วเหลืองทั้งเมล็ด ที่ผ่านขบวนการทำให้สุกโดยไม่ได้อาบน้ำมันออก (FFS) ( Wiseman, 1984 อ้างโดย Johnston, 1984)

Process	ME Poultry MJ/kg	Nitrogen Retention %	หลักการผลิต
Extrusion : Dry	17.88	56	ใช้แรงเสียดสี (Friction)
Extrusion : Wet	17.69	84	ทำให้เกิดความร้อน โดยเพิ่มแรงดันและแรงเบียด (Attrition) อาจมีการเติมน้ำในกรณีแบบเปียก T 130°C
Micronized	15.80	66	ใช้ความร้อนจากแสง Infrared ซึ่งเป็นรังสีของสนามแม่เหล็ก ไฟฟ้า ความถี่กว้างกว่า คลื่น Micro wave อุณหภูมิ 110-115°C นาน 90 นาที
Toasted	15.56	67	ส่งถั่วผ่านเข้าห้องที่ให้ความร้อนด้วยแก๊ส อุณหภูมิ 110 -130°C นาน 2 - 5 นาที
Jet-sploded	14.25	63	ใช้ไอร้อนพ่นเข้าไปที่ถั่ว อุณหภูมิ 316°C นาน 1 นาทีขึ้นไป หรือ ใช้อุณหภูมิต่ำ 149 - 163°C แต่เพิ่มแรงดันไอน้ำให้สูงกว่าปกติ
Raw soybean	13.53	30	
SBM + Oil	17.46	60	

ที่มา : พันทิพา พงษ์เพ็ญจันทร์, 2539 : 265

#### ข้อสังเกตในการใช้ FFS

เนื่องจาก FFS เป็นอาหารที่มีไขมันประกอบอยู่สูง หากขบวนการผลิตไม่ดีพอ จะหืนเร็ว เป็นอันตรายต่อสัตว์โดยเฉพาะลูกสัตว์ เนื่องจากไขมันที่ประกอบอยู่ส่วนใหญ่เป็น Polyunsaturated fatty acid (PUFA) ดังนั้นจึงควรเติมวิตามิน E ในอาหารให้สูงขึ้น เพื่อป้องกันการหืน โดยมีข้อเสนอแนะว่า ทุกๆ 1 กรัมของ PUFA ในอาหารควรมีสัดส่วนของวิตามิน E ประมาณ 2.5 มก. จะทำให้สุกได้ดีและมีคุณภาพซากดี

ด้วยหลักการดังกล่าวนี้ สูตรอาหารสุกรรุ่น-ขุน ที่แนะนำให้ใช้ FFS 20% จะมี PUFA ประกอบอยู่ 3% จะต้องมีวิตามินประกอบอยู่ 75 มก. ต่ออาหาร 1 กก.

## 2.2.5 หลักในการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบอาหารสัตว์

สุกัญญา จัตตุพรพงษ์ (2539 : 13 –14) กล่าวว่า หลักการในการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบอาหารสัตว์เพื่อให้ได้วัตถุดิบที่มีคุณภาพดีสำหรับการใช้ในการผสมอาหารเลี้ยงสัตว์นั้นขึ้นอยู่กับวัตถุดิบหรือเป้าหมายของการตรวจสอบว่าต้องการผลในระดับใด ในทางปฏิบัติทั่วไปก็จะมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ

### 1. การตรวจสอบในลักษณะคุณภาพ

วัตถุดิบหลักคือ เพื่อช่วยตัดสินใจในการเลือกซื้อหรือใช้วัตถุดิบต่างๆ ได้อย่างรวดเร็วและดีพอสมควรโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าผู้ตรวจสอบเป็นผู้ที่ช่างสังเกต จดจำและทำอยู่เป็นประจำ สำหรับการตรวจสอบในลักษณะคุณภาพนี้ทำได้หลายวิธีด้วยกัน ซึ่งอาจใช้วิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลายๆ วิธีประกอบกันได้สุดแต่อุปกรณ์และสารเคมีหรือจะหามาใช้ได้ วิธี การต่างๆ ได้แก่

1. การตรวจสอบโดยใช้ประสาทสัมผัสของผู้ตรวจสอบ วิธีนี้นับว่าเป็นวิธีที่ทำได้สะดวกและประหยัดที่สุดเพราะไม่ต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ใดๆ เพียงแต่ใช้อวัยวะหู ตา ปาก จมูกและประสาทสัมผัสสัมผัสก็สามารถบอกถึงคุณภาพของวัตถุดิบต่างๆ ได้อย่างคร่าวๆ แต่ก็ต้องอาศัยการเรียนรู้ ประสบการณ์ และความชำนาญในการตรวจสอบพอสมควร เนื่องจากในบางครั้งหรือบางกรณี รูปร่าง ขนาด สี กลิ่น และสิ่งที่สัมผัสได้ อาจถูกปรุงแต่งให้ต่างไปจากธรรมชาติของวัตถุดิบนั้นๆ ทำให้ผู้ตรวจสอบอาจเข้าใจหรือตัดสินใจผิดไปได้ วิธีการนี้จึงให้ผลความถูกต้องได้ไม่สมบูรณ์
2. การตรวจสอบโดยการใช้อุปกรณ์ตรวจสอบ เป็นวิธีการที่ดัดแปลงขึ้นมาเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของวิธีการแรกที่ใช้ประสาทสัมผัสแล้วอาจได้ผลไม่ชัดเจน วิธีการก็โดยการใช้อุปกรณ์ขยายให้สามารถเห็นวัตถุดิบได้ชัดเจนขึ้น การตัดสินใจก็จะทำได้ดีขึ้นเพราะวัตถุดิบแต่ละชนิดนั้นจะมีลักษณะรูปร่างเฉพาะตัว ซึ่งสามารถใช้ในการระบุชนิดรวมทั้งคุณภาพของวัตถุดิบบางชนิดได้ แต่ผู้ที่จะตรวจสอบได้ดีก็ต้องหมั่นฝึกฝนและจดจำรูปร่างลักษณะของวัตถุดิบแต่ละชนิดให้ได้ อย่างไรก็ตามกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ในการตรวจสอบมีราคาสูงพอสมควร การใช้ต้องระมัดระวังและดูแลรักษาอย่างดีเพื่อให้สามารถใช้งานได้เป็นเวลานาน
3. การตรวจสอบโดยใช้สารเคมีอย่างง่าย ๆ และรวดเร็ว เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้แก้ปัญหาในกรณีรูปร่าง ลักษณะ สีหรือกลิ่นของวัตถุดิบนั้นถูกทำให้เปลี่ยนแปลงไป และผู้ตรวจสอบไม่มีกล้องจุลทรรศน์ไปใช้ได้ก็อาจใช้สารเคมีบางไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดทำปฏิกิริยากับองค์ประกอบบางอย่างในวัตถุดิบ ซึ่งผลจากการทำปฏิกิริยาก็จะสามารถใช้ชี้บ่งถึงชนิดและคุณภาพของวัตถุดิบนั้นได้อย่างคร่าวๆ เช่นกัน แต่สารเคมีที่ใช้ก็ตรวจได้เฉพาะวัตถุดิบบางชนิดเท่านั้น

## 2. การตรวจสอบในลักษณะปริมาณ

เป็นวิธีตรวจสอบที่สามารถบอกค่าปริมาณโภชนะหรือองค์ประกอบที่มีอยู่ในวัตถุดิบแต่ละชนิดเป็นตัวเลขที่แน่นอน เพื่อใช้ในการคำนวณสูตรอาหารหรือการกำหนดราคาของวัตถุดิบอาหาร ซึ่งได้แก่การวิเคราะห์หาปริมาณโภชนะ (Proximate analysis) รวมถึงการวิเคราะห์ปริมาณสารพิษต่างๆ ที่เป็นข้อจำกัดในการใช้วัตถุดิบด้วย

การตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบอาหารสัตว์และอาหารผสมอื่นๆ โดยการวิเคราะห์ปริมาณโภชนะ (Proximate analysis) ซึ่งได้แก่การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย รวมทั้งธาตุแคลเซียมและธาตุฟอสฟอรัส เป็นวิธีที่ยอมรับกันทั่วไปและมีการกำหนดมาตรฐานคุณภาพของวัตถุดิบชนิดต่างๆ สำหรับการใช้ผสมเป็นอาหารสัตว์และการตกลงราคาในการซื้อ – ขายวัตถุดิบ อาหารชนิดนั้นๆ ด้วย อย่างไรก็ตามในการวิเคราะห์หาปริมาณโภชนะต่างๆ ในวัตถุดิบหรืออาหารนั้น จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือ อุปกรณ์ สารเคมีมากมายหลายชนิด ซึ่งคิดค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์เป็นเงินจำนวนไม่น้อยทีเดียวและประการที่สำคัญคือ ต้องใช้เวลาในการวิเคราะห์นานพอสมควร ซึ่งในทางปฏิบัตินั้นผู้ที่สามารถทำได้ก็คือ บริษัทผู้ผลิตอาหารสัตว์หรือหน่วยราชการ แต่ก็ทำให้ผู้นำวัตถุดิบมาวิเคราะห์ต้องเสียเวลาคายนานกว่าจะรู้ผลการตรวจสอบและได้รับอนุญาตให้นำของลงจากรถได้

### 2.2.6 วิธีการตรวจสอบในลักษณะคุณภาพวัตถุดิบอาหารสัตว์

สุกัญญา จัตตพรพงษ์ (2539 : 22 – 41) ได้กล่าวไว้ว่า ในการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบอาหารสัตว์หรืออาหารผสมรวมทั้งหัวอาหารที่จำหน่ายทั่วไปนั้น สามารถทำการตรวจสอบได้หลายวิธีด้วยกัน ขึ้นอยู่กับเครื่องมือ อุปกรณ์ สารเคมีที่มีอยู่และที่สำคัญคือความรู้ความสามารถของบุคคลที่ทำหน้าที่ตรวจสอบดังที่กล่าวแล้ว อย่างไรก็ตามวิธีการตรวจสอบทั้ง 4 วิธีนั้นต่างก็มีข้อดี ข้อเสียและเทคนิควิธีการของแต่ละวิธี ซึ่งจะได้กล่าวในรายละเอียดดังนี้คือ

#### 1. การตรวจสอบคุณภาพอาหารสัตว์โดยการใส่ประสาทสัมผัส

วิธีการในการตรวจสอบคุณภาพโดยใช้ประสาทสัมผัส ทำได้โดยการนำตัวอย่างที่สุ่มเก็บมาได้เทใส่ในฝ่ามือเพื่อ

- 1) ใช้มือสัมผัสดูความชื้น ลักษณะเนื้อของวัตถุดิบ การจับตัวเป็นก้อน ความหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนเบาของวัตถุดิบอาหารสัตว์ การสังเกตความชื้นของวัตถุดิบโดยการใช้มือทดลองการค้ำไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุดิบนั้น ถ้ามีความชื้นสูงจะมีความรู้สึกเหนียวติดมือหรือวัตถุดิบนั้นจับตัวเป็นก้อนซึ่งมักมีปัญหาเชื้อราและสารพิษจากเชื้อราตามมาด้วย

- 2) ใช้ตา พิจารณาถึงลักษณะ รูปร่าง สี ขนาด เนื้อวัตถุดิบ สิ่งเจือปนอื่นๆ รวมทั้งเมล็ดเสียและเมล็ดที่ถูกทำลาย สิ่งเหล่านี้บ่งบอกได้ถึงกรรมวิธีในการผลิตและคุณภาพของวัตถุดิบนั้นๆ ได้ อาทิ สีที่ผิดปกติในวัตถุดิบอาหารสามารถบ่งชี้ได้ว่าขบวนการผลิตให้ความร้อนสูงเกินไปหรือไม่ ตัวอย่างเช่นว่ากากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันที่ไหม้เกินไป สีมักออกทางน้ำตาลมากกว่าสีเหลืองปกติหรือสีเหลืองทองซึ่งถ้าสงสัยว่าไหม้ก็ควรมีการตรวจสอบความสุก - ดิบต่อไป ทำนองเดียวกันพวกกากเมล็ดพืชชนิดอื่นๆ ที่สกัดแยกน้ำมันไปโดยขบวนการผลิตที่ใช้ความร้อนสูงเกินไปก็จะให้สีของกากออกมาทางน้ำตาลเข้มกว่าปกติเช่นกันรวมไปถึงขบวนการผลิตปลาป่นบางประเภทโดยเฉพาะพวกที่มีไขมันอยู่ในระดับสูงก็จะได้ปลาป่นที่มีสีน้ำตาลเข้มหรือสีน้ำตาลไหม้

- 3) ใช้จมูกดมกลิ่นว่าสด (ความเก่าใหม่) หรือไม่มีกลิ่นเน่า บุด เบี้ยว ชุน หืน อับ ซึ่งมักเกิดจากมีสิ่งปนปลอมมา การเก็บวัตถุดิบชนิดนั้นไว้นานจนเก่า มีเชื้อราเกิดขึ้นหรือเกิดจากกลิ่นของยาฆ่าแมลงโดยปกติวัตถุดิบแต่ละชนิดมักมีกลิ่นเฉพาะตัว ซึ่งผู้ใช้หรือผู้ตรวจสอบคุณภาพอาหารสัตว์ควรทราบและจดจำไว้ เมื่อมีกลิ่นที่ผิดปกติไปก็เป็นเครื่องบ่งชี้ว่าวัตถุดิบนั้นมีคุณภาพลดลง เสื่อมคุณภาพ หรือมีการปนปลอมด้วยวัตถุดิบชนิดอื่นเกิดขึ้นแล้ว

สำหรับการดมกลิ่นวัตถุดิบที่เสื่อมคุณภาพนั้น หากจะทำให้ได้กลิ่นเด่นชัดขึ้นให้นำวัตถุดิบนั้นจำนวนเล็กน้อยไปทำให้อุ่นขึ้นที่อุณหภูมิ 30 - 40 องศาเซลเซียสในภาชนะที่ปิดหรือนำไปผสมกับน้ำอุ่นอุณหภูมิ 40 - 50 องศาเซลเซียสในกระบอกแก้วแล้วใช้จานแก้วเล็กๆ ปิดไว้ก่อนที่จะนำมาดมกลิ่นอีกครั้ง

- 4) ใช้ลิ้นสัมผัสเพื่อชิมรส ซึ่งสามารถบอกถึงคุณภาพของวัตถุดิบชนิดได้ เช่น รำละเอียดที่สุดใหม่จะมีรสออกหวานเล็กน้อย หรือกากถั่วเหลืองถ้าใหม่จะมีรสขม ดิบจะเหม็นเขียว แต่ถ้าสุกพอดีจะมีรสมัน

วิธีการตรวจสอบโดยการใช้น้ำประสาทมัสต์ต่างๆ ดังกล่าวนั้นนับเป็นวิธีที่ค่อนข้างง่ายเพียงแต่ผู้ตรวจสอบมีความรู้และประสบการณ์มาบ้างก็จะสามารถตรวจสอบได้ อย่างไรก็ตามมีนักอาหารสัตว์และนักเคมีอีกเป็นจำนวนมากไม่น้อยที่ไม่สนับสนุนให้ใช้วิธีการนี้ โดยให้เหตุผลว่าการตรวจสอบบางอย่าง

เช่น การดมกลิ่นหรือชิมรสวัตถุดิบบางชนิดเป็นการเสี่ยงอันตรายเกินไป ทั้งนี้ เพราะอาจมีสารเคมี ยาฆ่าแมลง ยาฆ่าเชื้อรา ฯลฯ หลงเหลือหรือปะปนมา โดยเจตนาหรือไม่ก็ตาม สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นอันตรายและบั่นทอนสุขภาพของผู้ที่ตรวจสอบเป็นประจำ

## 2. การตรวจสอบคุณภาพอาหารสัตว์โดยใช้กล้องจุลทรรศน์

วัตถุประสงค์ในการตรวจสอบอาหารสัตว์ด้วยกล้องจุลทรรศน์นั้น มีอยู่หลายประการด้วยกัน ได้แก่

- 1) เพื่อชี้บ่งถึงชนิดและประเภทของวัตถุดิบซึ่งปกติมีลักษณะทางกายภาพ เช่น ขนาด สี รูปร่าง ลักษณะเนื้อ ฯลฯ ที่แตกต่างกันในวัตถุดิบแต่ละชนิดและสามารถนำมาใช้ในการจำแนกได้
- 2) เพื่อทราบถึงองค์ประกอบของวัตถุดิบหรืออาหารผสมแต่ละชนิด
- 3) เพื่อบ่งบอกถึงคุณภาพ ความสดใหม่ของอาหาร เช่น การตรวจสอบการเข้าทำลายของแมลง
- 4) เพื่อตรวจสอบความบริสุทธิ์ของวัตถุดิบ การปะปนหรือปนปลอมโดยเฉพาะอย่างยิ่งสิ่งที่จะมีผลต่อคุณภาพของอาหารหรือสิ่งที่จะก่อให้เกิดอันตรายหรือเป็นพิษกับสัตว์เลี้ยง
- 5) บอกลักษณะการผลิที่มีผลต่อคุณภาพของอาหารได้ด้วย อาทิ ขบวนการผลิตโดยวิธีการอัดน้ำมันหรือสกัดน้ำมันด้วยสารเคมี ซึ่งจะให้ได้วัตถุดิบที่มีสารอาหารในสัดส่วนและคุณภาพที่ต่างกัน เป็นต้น

อย่างไรก็ตามการตรวจสอบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์นั้นต้องอาศัยประสบการณ์โดยการสังเกตและจดจำลักษณะเฉพาะของวัตถุดิบแต่ละชนิด ทั้งนี้ทั้งนั้นผู้ตรวจสอบต้องหมั่นฝึกฝนและทำความรู้จักกับวัตถุดิบอาหารแต่ละชนิด ซึ่งวิธีที่แนะนำคือการเก็บสะสมตัวอย่างอาหารเพื่อใช้เป็นตัวอย่างหรืออ้างอิงในการวิเคราะห์ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) เก็บตัวอย่างวัตถุดิบอาหารที่บริสุทธิ์และยังไม่ได้ผ่านขบวนการนำมาพิจารณาลักษณะรูปร่าง สี ขนาด เนื้อวัตถุดิบด้วยตาเปล่า แล้วจดจำหรือบันทึกไว้โดยเฉพาะลักษณะที่แตกต่างจากวัตถุดิบอื่น
- 2) นำตัวอย่างนั้นมาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายประมาณ 7 – 40 เท่า แล้วนำวัตถุดิบนั้นบางส่วนมาบดด้วยโกร่งเพื่อให้มีขนาดเล็กลงหรือเลือกเมล็ดแตกออก ทำให้สามารถมองเห็นลักษณะของเปลือกเนื้อในเมล็ดชัดเจนขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3) สำหรับตัวอย่างที่ไม่ใช่เมล็ดธัญพืชก็ให้ใช้ตะแกรงร่อนแยกส่วนละเอียดและส่วนหยาบออกจากกันแล้วนำมาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ทั้ง 2 ส่วน จะพบรูปร่างลักษณะและส่วนประกอบที่แตกต่างกันก็ให้บันทึกและจดจำ
- 4) เก็บตัวอย่างไว้ในขวดที่ปิดสนิทโดยมีป้ายติดข้างขวดหรือมีสมุดบันทึกลักษณะต่างๆ ที่เก็บคู่กันไว้เพื่อใช้เป็นตัวอย่างอ้างอิง ซึ่งถ้าจะให้เก็บไว้ได้นานควรเก็บไว้ในตู้เย็น แต่ต้องระวังอย่าให้น้ำหรือความชื้นเข้าไปได้เพราะจะทำให้ตัวอย่างเสียหรือเปลี่ยนแปลงสภาพไปได้
- 5) ฝึกในดูวัตถุติดแต่ละชนิดจนจำได้ จากนั้นทดลองนำวัตถุติดหลายชนิดรวมกันแล้วทดลองแยกดูเพื่อให้เกิดความชำนาญ หากไม่มั่นใจอาจนำตัวอย่างที่เก็บไว้อ้างอิงมาเปรียบเทียบหรือใช้วิธีการทดสอบอย่างอื่น อาทิ นำสารเคมีมาใช้ในการตรวจสอบร่วมกัน
- 6) นำตัวอย่างอาหารผสมของคนอื่นซึ่งทราบส่วนประกอบเพื่อทดสอบความแม่นยำ ประการสำคัญ คือ ต้องหมั่นฝึกฝนเป็นประจำจะทำให้เกิดความชำนาญ เพราะถ้าละเลยก็อาจลืมได้เช่นกัน

กล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ในการตรวจสอบวัตถุติดอาหารสัตว์มีอยู่ 2 ประเภท คือ

- ก. กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ (Stereoscopic microscopy) มีกำลังขยายตั้งแต่ประมาณ 7 – 40 เท่า เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ส่องดูลักษณะทางกายภาพเป็นส่วนใหญ่และนิยมใช้กันมากเนื่องจากสามารถส่องดูวัตถุติดในพื้นที่ได้มากเท่าที่ต้องการ มีระยะระหว่างเลนส์กับวัตถุติดมากทำให้ใช้เข็มเขี่ยแยกวัตถุติดได้ สามารถเปลี่ยนกำลังขยายได้ง่ายและรวดเร็ว ขนาดของวัตถุติดที่มองเห็น สามารถระบุชนิด ประเภท คุณภาพและการปลอมปนได้ตามวัตถุประสงค์เกือบทุกอย่าง
- ข. กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง (Compound microscopy) มีกำลังขยายตั้งแต่ประมาณ 100 – 400 เท่า กล้องชนิดนี้สามารถส่องขยายได้เห็นถึงเซลล์หรือเนื้อเยื่อต่างๆ ของวัตถุติดแต่ละชนิดซึ่งแตกต่างกันได้ แต่ดูได้ในพื้นที่น้อย วัตถุอยู่ใกล้เลนส์มากทำให้ไม่สามารถใช้เข็มเขี่ยได้ มักใช้ดูวัตถุติดที่บดละเอียดจนไม่สามารถดูด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังต่ำได้ แต่ผู้ที่จะใช้กล้องชนิดนี้ตรวจสอบต้องมีความรู้ความชำนาญที่จะแยกลักษณะองค์ประกอบของเซลล์แต่ละชนิดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### วิธีการตรวจสอบคุณภาพอาหารสัตว์ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ

การตรวจสอบวัตถุบิอาหารสัตว์ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอซึ่งมีกำลังขยายต่ำประมาณ 7 - 40 เท่า นับเป็นการตรวจสอบที่ดีและเหมาะสมสำหรับห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ทั่วไป ทั้งโรงงานผลิตอาหารสัตว์เป็นอุตสาหกรรมและฟาร์มที่ผสมอาหารใช้เลี้ยงสัตว์เอง เนื่องจากกล้องจุลทรรศน์ประเภทนี้ราคาไม่แพงเกินไปนัก แต่สามารถเพื่อดูหรือตรวจสอบวัตถุบิและอาหารผสมได้แทบทุกชนิดแม้ว่าผลการตรวจสอบจะออกมาในลักษณะเชิงคุณภาพก็ตาม แต่ผู้ตรวจก็สามารถนำผลนั้นมาใช้ในการประเมินคุณภาพหรือตัดสินใจได้ว่าวัตถุบิชนิดดีหรือไม่ มีการปะปนหรือปนปลอมด้วยวัตถุบิอื่นใดบ้างซึ่งวิธีการสามารถทำได้รวดเร็วมาก โดยเฉพาะผู้ตรวจสอบที่มีความชำนาญแล้ว

#### อุปกรณ์

1. กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำหรือกล้องแบบสเตอริโอ ส่วนใหญ่จะมีกำลังตั้งแต่ประมาณ 7 - 40 เท่า ประกอบด้วยเลนส์ใกล้ตากำลังขยาย 10 เท่า และเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายเป็นแบบต่อเนืองตั้งแต่ประมาณ 0.7 - 4 เท่า
2. หลอดไฟสำหรับส่องวัตถุบิ อาจเป็นหลอดไฟสีน้ำเงินหรือมีแผ่นกรองแสงสีน้ำเงินจะทำให้เห็นสีของตัวอย่างเป็นธรรมชาติมากขึ้น
3. จานแก้วสำหรับใส่ตัวอย่าง (Petri dish)
4. ตะแกรงที่ใช้ร่อนขนาดต่างๆ ตั้งแต่ 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 1.5, 3 และ 5 มิลลิเมตร หรืออาจใช้ตะแกรงสำหรับร่อนแป้งทั่วไปหรือกระชอนเล็กๆ ซึ่งลักษณะเป็นตาข่ายถี่ๆ เช่นเดียวกับตะแกรงร่อนแป้งได้
5. ถาดอลูมิเนียมสำหรับรองรับตัวอย่างขณะร่อน
6. เข็มเขี่ยปลายแหลมสำหรับเขี่ยตัวอย่าง
7. คีมปลายแหลมสำหรับใช้คีบชิ้นตัวอย่างเพื่อแยกมาดูให้ชัดเจน หรือนำไปทดสอบอย่างอื่นต่อไป
8. ช้อนสำหรับตักตัวอย่าง

#### วิธีการตรวจสอบวัตถุบิ

1. เริ่มจากการตักตัวอย่างที่ต้องการดูมาประมาณ 1 ช้อนชาใส่ตะแกรงร่อนเพื่อแยกส่วนละเอียดให้ลอดผ่านตะกรงและกระจายอยู่เพียงบางๆ บนจานแก้วข้างหนึ่ง หากเห็นว่าส่วนละเอียดจะมากเกินไปก็ร่อนทิ้งไปบ้าง ส่วนหยาบที่ค้างอยู่บนตะแกรงก็ค่อยๆ เทให้กระจายอยู่บนจานแก้วที่เหลืออีกข้างหนึ่งซึ่งก็

ไม่จำเป็นต้องใช้ตัวอย่างทั้งหมดเช่นกัน เพราะถ้าใส่ตัวอย่างมากหรือหนาเกินไป กลับจะทำให้ดูได้ไม่ชัดเจน

2. เมื่อจะดูให้นำงานซึ่งมีตัวอย่างที่ร่อนแล้ว วางลงที่ฐานกลิ้งซึ่งมีแผ่นวงกลมสามารถเลือกใช้ได้ 2 ด้าน ด้านสีขาวใช้เมื่อต้องการดูตัวอย่างวัตถุที่มีสีเข้ม ส่วนอีกด้านหนึ่งมีสีดำใช้เมื่อต้องการดูตัวอย่างที่มีสีอ่อน
3. การดูตัวอย่างควรเริ่มจากหมุนเลนส์ใกล้วัตถุไปที่กำลังขยายต่ำสุดก่อนสองดูที่ส่วนหยาบก่อนโดยเริ่มจากมุมหนึ่งมุมใดแล้วค่อยๆ หมุนจนไปรอบๆ จนสามารถดูวัตถุได้ทั้งหมด หากชิ้นส่วนไหนไม่ชัดเจน อาจใช้เข็มเขี่ยหรือคีบคีบตัวอย่างชิ้นนั้นแยกออกมาจากกลุ่มและอาจหมุนเลนส์ใกล้วัตถุเพิ่มกำลังขยายให้สูงขึ้น พร้อมกับปรับโฟกัสเพื่อให้เห็นชิ้นวัตถุได้ด้วย
4. เมื่อดูตัวอย่างเสร็จไป 1 ครั้งแล้วควรทำซ้ำอีก 2 ครั้ง เป็นอย่างน้อยเพื่อความแน่ใจ อนึ่งในการใช้กล้องกำลังขยายต่ำซึ่งเป็นกล้องสองตานั้นต้องดูด้วย 2 ตาจริงๆ แล้วปรับระบอบเลนส์ใกล้ตาให้เห็นภาพเป็นภาพเดียวและดูห่างจากเลนส์ใกล้ตาเล็กน้อย การกดกระบอกตาจนชิดเลนส์หรือหลับตาข้างหนึ่งขณะดูกล้องจะทำให้ปวดศีรษะและส่องดูวัตถุได้ไม่นาน

#### ข้อปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้กล้องจุลทรรศน์

1. ทำในกรณึ่ง จะต้องนั่งในตำแหน่งที่รู้สึกสบายที่สุดในขณะดูภาพผ่านเลนส์ตา คือศีรษะต้องไม่ก้มหรือเงยขึ้นมากจนต้องลุกจากเก้าอี้ที่นั่งอยู่ การที่เป็นเช่นนี้ขึ้นอยู่กับความสูงกับความสูงของโต๊ะที่วางกล้องกับเก้าอี้ที่นั่งดู ซึ่งควรจะปรับเก้าอี้ที่ปรับความสูงต่ำได้ตามความเหมาะสมกับผู้ใช้กล้องเมื่ออยู่ในตำแหน่งที่พอดีมือทั้ง 2 ข้างวางอยู่ในตำแหน่งพอดีกับปุ่มปรับโฟกัสและทำให้สามารถนั่งดูวัตถุด้วยกล้องได้เป็นเวลาไม่นานโดยไม่มีเมื่อย
2. เสียบปลั๊กของคอมพิวเตอร์สำหรับสองวัตถุอาหารที่จะดู แต่ก่อนที่จะเสียบปลั๊กไฟต้องตรวจสอบระบบไฟว่าเป็นระบบเดียวกัน เช่น 220 โวลท์ ก็ต้อง 220 โวลท์ด้วยกัน หรือ 110 โวลท์ก็ต้อง 110 โวลท์ด้วยกัน เพราะมีไฟสองกล้องบางรุ่นใช้ไฟ 110 โวลท์ พอมาใช้กับไฟ 220 โวลท์ก็จะทำให้หลอดไฟเสียได้
3. การเปิดสวิตช์ไฟของคอมพิวเตอร์ที่ส่องกล้องจุลทรรศน์ ซึ่งถ้าเป็นคอมพิวเตอร์ที่สามารถปรับความเข้มของแสงได้ให้ปรับปุ่มความเข้มของแสงมาอยู่ในตำแหน่งต่ำสุดก่อนเปิดสวิตช์ เพราะจะทำให้อายุการใช้งานของหลอดไฟนานขึ้น หลังจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั่นจึงค่อยๆ เพิ่มความเข้มของแสงมากขึ้นตามที่ต้องการ และถ้าใช้ความเข้มสูงๆ ไม่ควรเปิดสวิตช์ไว้นานมากๆ เมื่อหยุดใช้ก็ลองควรรีบบิดไฟ ไม่เปิดทิ้งไว้ เพราะอาจทำให้หลอดขาดได้และทุกครั้งที่ปรับความเข้มของแสงควรค่อยๆ ปรับที่ละชั้นไม่ปรับขึ้นหรือลงเร็วเกินไปอาจทำให้หลอดขาดได้เช่นกัน

4. ปรับโฟกัสหรือความคมชัดของภาพ สำหรับกล้องแบบสเตอริโอต่างจากกล้องขยายสูง (Compound microscope) คือเลนส์วัตถุของกล้องแบบสเตอริโอติดอยู่กับตัวอย่างวัตถุที่อยู่กับที่และมีปุ่มปรับโฟกัสหยวนเพียงอย่างเดียวเนื่องจากเป็นกล้องกำลังขยายต่ำ ขยายเพียง 7 – 40 เท่า ซึ่งวิธีปรับโฟกัสควรปฏิบัติดังนี้

- 4.1 วางจานแก้วซึ่งใส่ตัวอย่างวัตถุอาหารบางๆ ลงบนแผ่นรอง (plate) ซึ่งมีให้เลือก 3 สี คือ สีขาว ดำ และเป็นแก้วใส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตัวอย่างที่ต้องการดู เช่น ถ้าเป็นวัตถุที่มีสีอ่อนและไม่ต้องการให้มีการสะท้อนแสงควรใช้แผ่นรองสีดำ แต่ถ้าเป็นตัวอย่างที่มีสีเข้มควรใช้แผ่นรองสีขาวซึ่งจะช่วยสะท้อนแสงทำให้ เห็นภาพได้ชัดเจนขึ้น

- 4.2 ปรับกำลังขยาย ซึ่งควรเริ่มจากกำลังขยายต่ำก่อนเพราะจะทำให้เห็นพื้นที่หรือภาพของวัตถุได้กว้างๆ ก่อน จากนั้นเมื่อต้องการดูจุดหรือวัตถุขึ้นใดให้ชัดเจนขึ้นจึงเพิ่มกำลังขยายแล้วปรับโฟกัสให้ภาพชัดอีกครั้ง สำหรับกำลังขยายของเลนส์วัตถุของกล้องสเตอริโอมี 2 แบบ คือ แบบเห็นภาพต่อเนื่องซึ่ง เรียกว่าแบบซูม (Zoom) กำลังขยาย 7 – 40 เท่า ก็ จะเห็นภาพต่อเนื่องตั้งแต่ขนาด 7 ถึง 40 เท่า ส่วนอีก แบบหนึ่งเป็นกำลังขยายแยกกัน ส่วนใหญ่จะมีขนาด 10 20 30 เท่าในช่วงกลางจะมองไม่เห็น

- 4.3 ในการปรับโฟกัสเพื่อให้เห็นภาพได้ชัดนั้น ถ้าตัวอย่างมีความหนาปรับจนสุดแล้วยังเห็นไม่ชัดสามารถปรับระยะหัวกล้องให้สูงไปได้อีก โดยการปลดลิ้อระหว่างฐานกับหัวกล้องให้เป็นอิสระแล้วลิ้อเหมือนเดิม แล้วจึงปรับโฟกัสใหม่จนเห็นภาพชัด ในทางตรงข้ามหากตั้งหัวกล้องไว้สูงเกินไปก็ปลดลิ้อ แล้วลดหัวกล้องให้ต่ำลงมาได้เช่นกัน

5. ปรับระยะห่างระหว่างตา 2 ข้าง เนื่องจากกล้องชนิดนี้มีกระบอกตาคู่จึงจำเป็นต้องปรับกระบอกตาให้ถูกต้องก่อน มิฉะนั้นอาจเห็นภาพเป็นภาพเป็นภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ 2 ข้างโฟกัสภาพไม่เท่ากัน คือขณะที่ข้างหนึ่งชัด อีกข้างหนึ่งจะไม่ชัด หรือพร้อมกันทั้งสองตาไม่ได้ ทำให้ต้องหลับตาหรือใช้มือปิดตาอีกข้างหนึ่งไว้ จึงได้แบบไม่สบายตา

5.1 การปรับให้เริ่มระยะห่างของกระบอกตาล้องจุลทรรศน์ให้เท่ากับ ระยะระหว่างตาทั้ง 2 ข้างของผู้ดู เนื่องจากระยะห่างของตาแต่ละคน ไม่เท่ากัน ซึ่งเมื่อปรับระยะห่างกระบอกตาได้พอดีจะเห็นภาพเป็นวง เดียวกันไม่เกิดภาพซ้อนหรือไม่จะเป็นต้องปิดตาข้างใดข้างหนึ่งไว้ก็สามารถดูได้อย่างสบายตา

5.2 ระยะระหว่างนัยน์ตาของผู้ดูใกล้กับเลนส์ตา ควรดูให้ห่างจากเลนส์ ตาเล็กน้อย คือไม่ควรกดเบ้าตาของผู้ดูให้ชิดติดกับกระบอกยางที่ คลุมเลนส์ตาเลยเพราะจะทำให้รู้สึกเจ็บเล็กน้อย ดูได้ไม่สบายตาบาง ครั้งอาจเห็นขนตาของผู้ดูไปปรากฏในภาพด้วย

5.3 ปรับความชัดของทั้ง 2 ตา ซึ่งบางครั้งหรือบางท่านอาจไม่เท่ากัน โดยดูที่กระบอกตาของกล้องว่าเป็นชนิดที่ปรับได้ข้างเดียวหรือปรับ ได้ทั้ง 2 ข้าง ถ้าเป็นชนิดที่ปรับได้ข้างเดียวส่วนมากจะเป็นข้างซ้าย โดยที่กระบอกตาขวาปรับโฟกัสให้ภาพที่ตาขวาชัดหลังจากนั้นมาดูที่ ตาซ้าย ถ้าเห็นภาพไม่ชัดก็ให้หมุนกระบอกตาซ้ายเข้าหรือออกจน กว่าจะเห็นภาพชัดทั้งสองข้าง ดังนั้น ตำแหน่งของกระบอกตาซ้ายใน การดูภาพจากกล้องของแต่ละคนจะไม่เท่ากัน กรณีกล้องจุลทรรศน์ สามารถปรับกระบอกตาได้ทั้ง 2 ข้าง ส่วนมากที่กระบอกตาของทั้ง สองข้างจะมีตัวเลขเหมือนกับตัวเลขที่บอกค่าระยะระหว่างตา (ID) เราต้องปรับตัวเลข ID ให้เท่ากับตัวเลขที่กระบอกตา หลังจากนั้นยึด ตาข้างขวาเป็นหลัก ปรับระยะโฟกัสภาพตาขวาให้ชัดแล้วปรับภาพ ซ้ายให้ชัดตาม

### 3. การทดสอบคุณภาพวัตถุบอาหารสัตว์โดยใช้สารเคมีอย่างง่าย ๆ

การตรวจสอบคุณภาพโดยวิธีการใช้สารเคมีอย่างง่าย ๆ เป็นวิธีการตรวจสอบที่ อาศัยหลักการที่ว่าสารประกอบบางอย่างในวัตถุบอาหารสัตว์แต่ละชนิดจะทำปฏิกิริยากับ สารเคมีหรือสารละลายเฉพาะอย่าง แล้วทำให้เกิดตะกอนหรือเกิดก๊าซ หรือสีของสาร ละลายและวัตถุบนั้นเปลี่ยนไปจนสังเกตเห็นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### วิธีการปฏิบัติในการตรวจสอบ

1. ก่อนที่จะนำสารเคมีหรือชุดตรวจสอบแต่ละอย่างมาใช้ ควรศึกษารายละเอียด และขั้นตอนในการตรวจสอบให้เข้าใจเสียก่อน เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดทำให้ผลวิเคราะห์ไม่ถูกต้อง เสียเวลาและเสียสารเคมีหรืออุปกรณ์ไปโดยเปล่าประโยชน์
2. ตรวจสอบความเรียบร้อยของอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสะอาดของเครื่องแก้วต่างๆ ทุกชิ้น เพราะความสกปรกอาจทำให้ผลการตรวจสอบผิดพลาดได้
3. ตรวจสอบสภาพของสารเคมีหรือสารละลายที่ใช้ให้อยู่ในสภาพปกติก่อนนำมาใช้ตรวจสอบซึ่งอาจดูได้จากสีของสารละลาย หรืออาจทดสอบกับตัวอย่างมาตรฐาน บางอย่างอาจปรับหรือแก้ไขได้ แต่บางอย่างอาจต้องเตรียมใหม่
4. ในกรณีของสารที่ต้องเก็บรักษาไว้ในตู้เย็น ก่อนนำมาใช้ตรวจสอบควรนำออกจากตู้เย็นมาวางไว้ในอุณหภูมิห้อง เพื่อให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับสภาพแวดล้อม มิฉะนั้นการเกิดปฏิกิริยาอาจช้าทำให้การอ่านผลผิดพลาดไปได้
5. ทุกครั้งที่น่าสารละลายหรือสารเคมีใดมาใช้ควรทำด้วยความระมัดระวัง อย่าให้มีสิ่งใดปะปนเข้าไปในสารนั้นได้ เพราะจะทำให้สารเคมีนั้นไม่บริสุทธิ์หรือเสื่อมคุณภาพ อาทิ การบีบสารเคมีจากหลอดหยด ควรหยดห่างจากวัตถุที่พอสมควร ไม่สูงเกินไปจะทำให้กระเด็นหรือใกล้จนเกินไปทำให้ปลายหลอดหยดสัมผัสกับวัตถุ และอาจมีวัตถุบางชิ้นติดปลายหลอดแก้ว และหลุดไปอยู่ในขวดของสารเคมีนั้นทำให้สารเคมีนั้นเสียได้ แต่ถ้าเป็นสารเคมีที่ต้องใช้จำนวนมากควรเทออกมาเท่ากับจำนวนที่ต้องการใช้หรือจำนวนที่ใกล้เคียงที่สุด เพื่อไม่ให้มีเหลือมากนักและไม่ควรนำสารที่เหลือเทคืนกลับไปในขวดเดิมแต่ก็ไม่ควรใช้ไปเปตจุ่มลงไปในขวดเพื่อดูดสารละลายออกจากขวดโดยตรง นอกจากนี้ขณะตรวจสอบไม่ควรวางหลอดหยดหรือฝาขวดคว่ำลงบนพื้นโต๊ะ ควรปิดไว้กับขวดทุกครั้งที่ไม่ได้ใช้เพื่อป้องกันการปนเปื้อนหรืออาจเกิดอุบัติเหตุ ทำให้ขวดสารละลายนั้นล้ม ขวดแตก สารละลายไหลเปราะเปื้อนหรือเกิดอันตรายต่อผู้ตรวจสอบและผู้อยู่ใกล้เคียงได้
6. ห้ามสูบบุหรี่ในขณะที่ทำการตรวจสอบด้วยสารเคมี เนื่องจากสารเคมีบางชนิดติดไฟง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ให้ทำความสะอาดอุปกรณ์ เครื่องแก้วที่ใช้แล้วหลังจากการตรวจสอบ ไม่ควรปล่อยทิ้งไว้จนแห้งเพราะจะทำความสะอาดได้ยากขึ้น โดยเทแยกส่วนวัตถุดิบอาหารใส่ถุงสำหรับทิ้งขยะ ส่วนสารเคมีและสารละลายต่างๆ ควรมีภาชนะรวบรวมเพื่อนำไปทิ้งในสถานที่เหมาะสมหรือนำไปบำบัดก่อนนำไปทิ้งไม่ควรทิ้งสารที่เป็นกรดและด่างเข้มข้นลงในอ่างหรือทำระบายน้ำเพราะทำให้เกิดการกัดกร่อนได้
8. ให้น้ำล้างมือให้สะอาดทุกครั้งที่ทำกรตรวจสอบเสร็จ ระวังอย่าให้สารเคมีหรือสารละลายที่ใช้สัมผัสกับผิวหนังโดยตรงหรือแม้แต่การสูดดมเข้าไปมากๆ เนื่องจากสารเคมีหลายชนิดที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพมาก อาทิ สารคาร์บอนเตตระคลอไรด์ คลอโรฟอร์ม เมทธานอล กรดเกลือเข้มข้น โซเดียมไฮดรอกไซด์ สารละลายที่มีปรอท / ตะกั่วเป็นองค์ประกอบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### วิธีการสร้างอุปกรณ์

#### 3.1 การวิเคราะห์หลักสูตร

การทำปัญหาพิเศษเรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การตรวจสอบคุณภาพของกากถั่วเหลือง เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชา เทคโนโลยีการผลิตอาหารสัตว์เป็นการค้า (03620213) ในหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ.) สาขาเทคโนโลยีการเกษตร – การผลิตสัตว์ ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

#### โครงสร้างหลักสูตร

##### ก. พื้นฐานการศึกษาก่อนมาต่อหลักสูตร

เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หรือเทียบเท่าในสาขาวิชาเกษตรศาสตร์ หรือสัตวศาสตร์ หรือสาขาอื่นที่เกี่ยวข้อง

##### ข. ระบบการศึกษา

- จัดการศึกษาแบบทวิภาคี โดยแบ่งระยะเวลาการศึกษาแต่ละปีออกเป็น 2 ภาค แต่ละภาคการศึกษาใช้เวลาเรียนไม่น้อยกว่า 15 สัปดาห์ และอาจเปิดสอนภาคฤดูร้อน โดยใช้เวลาการศึกษาไม่น้อยกว่า 6 สัปดาห์ โดยจัดเวลาสอนครบตามหน่วยกิต

##### - การคิดหน่วยกิต

รายวิชาที่มีทั้งทฤษฎี และปฏิบัติ โดยใช้เวลาเรียนภาคทฤษฎี 2 คาบ/สัปดาห์ และใช้เวลาในภาคปฏิบัติ 3 คาบ/สัปดาห์ ต่อภาคการศึกษาปกติมีค่าเท่ากับ 3 หน่วยกิต

##### ค. ระยะเวลาการศึกษา

ระยะเวลาการศึกษาตามหลักสูตร ใช้เวลาการศึกษาอย่างน้อยไม่ต่ำกว่า 4 ภาคการศึกษาสำหรับการเรียนเต็มเวลา และอย่างมากไม่เกิน 6 ภาคการศึกษา สำหรับการเรียนไม่เต็มเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง. จำนวนหน่วยกิกรวมตลอดหลักสูตร	79	หน่วยกิต
จ. องค์ประกอบของหลักสูตร		
หมวดวิชาศึกษาทั่วไป	12	หน่วยกิต
กลุ่มวิชาภาษา/สังคมศาสตร์/มนุษยศาสตร์	4	หน่วยกิต
บังคับ	2	หน่วยกิต
เลือกเรียน	2	หน่วยกิต
กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์/วิทยาศาสตร์	8	หน่วยกิต
บังคับ	8	หน่วยกิต
หมวดเฉพาะ	64	หน่วยกิต
กลุ่มวิชาชีพครูทั่วไป	18	หน่วยกิต
บังคับเรียน	14	หน่วยกิต
เลือกเรียน	4	หน่วยกิต
กลุ่มวิชาครุศาสตร์เกษตร	22	หน่วยกิต
บังคับเรียน	22	หน่วยกิต
กลุ่มวิชาชีพเทคโนโลยีการเกษตร – การผลิตสัตว์	24	หน่วยกิต
บังคับเรียน	12	หน่วยกิต
เลือกเรียน	12	หน่วยกิต
หมวดวิชาเลือกเสรี	3	หน่วยกิต

### 3.2 การวิเคราะห์เนื้อหา

วิชาเทคโนโลยีการผลิตอาหารสัตว์เป็นการค้า (03620213) อยู่ในกลุ่มวิชาเลือก สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร – การผลิตสัตว์ ระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) มีจำนวน 3 หน่วยกิต ใช้เวลาเรียนภาคทฤษฎี 2 คาบ/สัปดาห์ และใช้เวลาเรียนภาคปฏิบัติ 3 คาบ/สัปดาห์ โดยมีคำอธิบายและจุดประสงค์ทั่วไปดังนี้

#### คำอธิบายรายวิชา

อุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ภายในประเทศเปรียบเทียบกับต่างประเทศ การบริหารโรงงานอาหารสัตว์และการจำหน่าย การตรวจสอบ และการควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบก่อนเข้าโรงงานการควบคุมอาหารสัตว์ก่อนและหลังจำหน่าย การคำนวณสูตรอาหารสัตว์และการคิดต้นทุนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วัตถุประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้ทราบขอบเขตการผลิตอาหารสัตว์ในระบบอุตสาหกรรมได้
2. เพื่อให้เข้าใจการควบคุมคุณภาพวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้
3. เพื่อให้ทราบวิธีการคำนวณสูตรอาหารและราคา

## รายการสอนทฤษฎี

บทที่	จำนวนคาบ
1.อาหารสัตว์และการใช้ประโยชน์ได้ของอาหารสัตว์	2
- ความสำคัญของอาหารสัตว์	
- โภชนะอาหารแต่ละชนิด	
- ประโยชน์ของโภชนะแต่ละชนิด	
2.วัตถุดิบอาหารสัตว์	4
- ประเภทของวัตถุดิบอาหารสัตว์	
- ความแตกต่างของวัตถุดิบของอาหารสัตว์แต่ละประเภท	
- หน้าที่และความสำคัญของวัตถุดิบอาหารสัตว์	
3.การตรวจสอบและควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ด้วยกล้องจุลทรรศน์	4
- ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการซื้อวัตถุดิบอาหารสัตว์	
- วิธีการเก็บตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์เพื่อนำไปตรวจสอบคุณภาพ	
- ความแตกต่างทางกายภาพของวัตถุดิบแต่ละตัวเมื่อดูจากกล้องจุลทรรศน์	
- ขั้นตอนการตรวจสอบวัตถุดิบอาหารสัตว์ด้วยกล้องจุลทรรศน์	
4.การเก็บรักษาวัตถุดิบอาหารสัตว์	2
- ความสำคัญที่จะต้องเก็บรักษาวัตถุดิบอาหารสัตว์	
- วิธีการเก็บรักษาวัตถุดิบอาหารสัตว์	
5.สารพิษในอาหารสัตว์	2
- ชนิดของสารพิษที่พบในวัตถุดิบอาหารสัตว์	
- วิธีป้องกันและทำลายสารพิษ	
6.ขอบเขตเตรียมวัตถุดิบอาหารสัตว์	4
- ความสำคัญของหลักการถ่ายเทความร้อนและความชื้นในการเตรียมวัตถุดิบ	
- ความสำคัญของการบดลดขนาดวัตถุดิบ	

เอกสารนี้เป็นเอกสาร **คุณสมบัติวัตถุดิบ** การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่	จำนวนคาบ
<ul style="list-style-type: none"> <li>- เลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการบดวัตถุดิบ</li> <li>- ขบวนการในการเตรียมวัตถุดิบ</li> <li>- การเตรียมวัตถุดิบด้วยขบวนการ extrusion</li> <li>- การเตรียมวัตถุดิบด้วยขบวนการ expansion</li> </ul>	
<b>7. คำนวณสูตรอาหารสัตว์</b>	<b>4</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- การคำนวณสูตรอาหารสัตว์</li> <li>- คำนวณราคาสูตรอาหารสัตว์</li> </ul>	
<b>8. การผสมอาหารและเครื่องผสม</b>	<b>2</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ความหมายของการผสมอาหาร</li> <li>- ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพอาหารผสม</li> <li>- ความแปรปรวนของการผสมอาหาร</li> <li>- หลักการทำงานของเครื่องผสมแต่ละชนิด</li> <li>- วิธีการตรวจสอบมาตรฐานของเครื่องผสมอาหาร</li> <li>- วิธีการเตรียมตัวอย่างมาตรวจสอบ</li> </ul>	
<b>9. การเตรียมวัตถุดิบอาหารสัตว์เหลวในอาหารผสม</b>	<b>2</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- คุณสมบัติของวัตถุดิบเหลวที่เติมลงในอาหารสัตว์</li> <li>- ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการผสมวัตถุดิบอาหารสัตว์เหลว</li> <li>- หลักการในการเติมไขมันลงในอาหารสัตว์</li> </ul>	
<b>10. การอัดเม็ด</b>	<b>2</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ความหมายของการอัดเม็ด</li> <li>- ประโยชน์ในการอัดเม็ด</li> <li>- หลักการในการอัดเม็ด</li> <li>- วิธีการอัดเม็ด</li> </ul>	
<b>11. ความปลอดภัยในโรงงานอาหารสัตว์</b>	<b>2</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ข้อควรระวังในโรงงานอาหารสัตว์</li> <li>- วิธีการทำความสะอาดในระบบโรงงานอาหารสัตว์</li> <li>- หน้าที่ของบุคคลที่ปฏิบัติงานในโรงงานอาหารสัตว์ที่สำคัญ</li> </ul>	
<b>รวม</b>	<b>30 คาบ</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รายการสอนภาคปฏิบัติ

บทปฏิบัติการที่	จำนวนคาบ
1. หลักการและขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบอาหารสัตว์	3
2. การตรวจสอบคุณภาพข้าวโพด ข้าว และผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์	6
3. การตรวจสอบคุณภาพข้าวฟ่าง มันสำปะหลัง	6
4. การตรวจสอบคุณภาพกากถั่วเหลือง	3
5. การตรวจสอบคุณภาพกากถั่วลิสง	3
6. การตรวจสอบคุณภาพกากเมล็ดฝ้าย กากเมล็ดนุ่น กากเมล็ดทานตะวัน	3
7. การตรวจสอบคุณภาพปลาป่น ขนไก่ป่น	6
8. การตรวจสอบคุณภาพเนื้อป่น เนื้อและกระดูกป่น และเลือดป่น	3
9. การตรวจสอบคุณภาพแหล่งวัตถุดิบ แร่ธาตุ	3
10. การทดสอบเทคนิคการลอยตัว(Floating Method)	3
11. การทดสอบยูเรีย	3
12. การทดสอบความสุกดิบ	3
รวม	45 คาบ

การทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้เป็นการผลิตอุปกรณ์ประกอบการสอนประเภทคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่องการตรวจสอบคุณภาพกากถั่วเหลือง มีรายละเอียดต่อไปนี้

### วิธีการตรวจสอบ

1. การตรวจสอบลักษณะภายนอกโดยใช้ประสาทสัมผัส
2. การตรวจสอบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์
3. การตรวจสอบโดยใช้สารเคมี

### 3.3 เนื้อหา

#### วัตถุประสงค์ของการตรวจสอบคุณภาพ

วัตถุประสงค์ในการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดถั่วเหลืองและกากถั่วเหลืองในลักษณะคุณภาพ คือ เพื่อช่วยตัดสินใจในการเลือกซื้อวัตถุดิบต่างๆ และมีประโยชน์ดังนี้คือ

1. จ่ายเงินตามคุณภาพของวัตถุดิบชนิดนั้นๆ
2. สามารถซื้อเฉพาะวัตถุดิบอาหารที่มีคุณภาพดีมาใช้
3. ลดปัญหาอื่นๆ ในการเลี้ยงสัตว์ที่จะตามมาภายหลัง
4. ทำให้ทราบว่าคุณได้ขายของดีหรือไม่ดี
5. สามารถคำนวณสูตรอาหารได้ถูกต้อง
6. ได้อาหารที่มีคุณภาพและปริมาณโภชนะตามที่ต้องการ
7. เพิ่มความเชื่อมั่นให้กับลูกค้าในกรณีที่เป็นผู้จำหน่ายวัตถุดิบ

#### วัตถุดิบจากถั่วเหลืองที่นิยมนำมาตรวจสอบคุณภาพ

##### 1. เมล็ดถั่วเหลือง

เมล็ดถั่วเหลืองมีรูปร่างกลมรีรูปไข่ มีขนาดและน้ำหนักแตกต่างกันออกไปตามพันธุ์ เมล็ดส่วนใหญ่จะมีสีเหลืองฟาง บางพันธุ์อาจมีสีดำ น้ำตาล หรือสีเหลืองอมเขียว

#### ตารางที่ 4 ลักษณะบางประการของพันธุ์ถั่วเหลือง

ลักษณะ	พันธุ์				
	เสียงใหม่ 60	นครสวรรค์ 1	สุโขทัย	สจ. 5	สจ. 4
ลักษณะลำต้น	ไม่ทอดยอด	ไม่ทอดยอด	กิ่งทอดยอด	ไม่ทอดยอด	ไม่ทอดยอด
สีโคนต้น	เขียว	ม่วง	ม่วง	ม่วง	ม่วง
สีดอก	ขาว	ม่วง	ม่วง	ม่วง	ม่วง
อายุออกดอก (วัน)	25	25 – 30	30	35	36
อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	97	75	90	90 – 100	90 – 95
สีฝักแก่	น้ำตาลเข้ม	เหลืองทอง	เทาเข้ม	น้ำตาลเข้ม	น้ำตาลเข้ม
ลักษณะเมล็ด	กลม	ค่อนข้างแบน	กลม	ค่อนข้างกลม	ค่อนข้างกลม
สีตาของเมล็ด	น้ำตาล	น้ำตาลอ่อน	ฟางขาว	น้ำตาลอ่อน	น้ำตาล
น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	15.5	18.5	17.2	15.2	15.6
ผลผลิต (กก./ไร่)	320	320	307	320	300
เปอร์เซ็นต์น้ำมัน	20.2	21.3	23.2	18.7	19.0
เปอร์เซ็นต์โปรตีน	43.8	39.4	34.4	41.8	37.8

เอกสารนี้เป็นที่มาจาก **ทรงศักดิ์ จุนถิระพงศ์, 3539 :51** ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ลักษณะและคุณสมบัติมาตรฐานของเมล็ดถั่วเหลือง

- ความชื้น ไม่เกิน 13 เปอร์เซ็นต์
- 13.01 – 16 เปอร์เซ็นต์ ตัดน้ำหนัก 1 : 1
- โดยเน้นเฉพาะในเรื่องของกากถั่วเหลือง มากกว่า 16 เปอร์เซ็นต์ ไม่รับ
- โปรตีนไม่ต่ำกว่า 38 เปอร์เซ็นต์
- ไขมัน ไม่ต่ำกว่า 17 เปอร์เซ็นต์
- เมล็ดแตก เมล็ดเสีย เมล็ดอ่อน ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์
- มีเปลือก กิ่ง ก้าน ดิน ทราาย ไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์
- ไม่มีเชื้อรา

### กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันด้วยสารเคมี

เป็นแหล่งโปรตีนจากพืชที่มีคุณภาพสูงสุด มี EAA หลายตัว แต่มี Cystine และ Methionine ในระดับต่ำโดยเฉพาะ Methionine มีน้อยมากจึงถูกจัดเป็น First limiting amino acid (Chief limiting amino acid) เมล็ดถั่วเหลืองมีโปรตีนประมาณ 38% ไขมัน 16 – 21% แต่เมื่อสกัดเอาน้ำมันออกแล้วจะมีโปรตีนเฉลี่ย 44% อาจสูงถึง 50% ขึ้นอยู่กับวิธีสกัดน้ำมันและขนาดของเมล็ด ในทางการค้าได้แบ่งออกเป็น 2เกรด คือ กากถั่วเหลือง 44% และ 49% ตัวเลขนี้ไม่ได้บ่งถึงเปอร์เซ็นต์โปรตีน แต่หมายถึงคุณสมบัติของกากถั่วเหลืองนั้นๆ ซึ่งถ้าเป็นชนิด 44% หมายถึงกากถั่วเหลืองที่มีเปลือกผสมอยู่ด้วย เปอร์เซ็นต์โปรตีนมีได้ทั้งสูงหรือต่ำกว่านี้เล็กน้อย 49% หมายถึง กากถั่วเหลืองที่กะเพาะเอาเปลือกออก ไม่มีส่วนของเปลือกปนมาเลย เป็นเนื้อในของถั่วเหลืองแท้ๆ โปรตีนอาจสูงถึง 51 – 52% ถั่วเหลืองดิบมีสารพิษอยู่มาก มีทั้งสารที่เป็นตัวกระตุ้น และแก่งแย่ง รวมทั้งสารที่ทำให้เกิด การแพ้บวม (Allergenic) สาร Goitrogenic และ สารต้านการจับตัวเป็นก้อน (Anticoagulant factors) และที่สำคัญคือ Trypsin inhibitor ดังนั้นในกรณีของถั่วเหลือง จึงพบว่าถั่วเหลืองที่โดนความร้อนจะมีคุณค่าของโภชนะสูงกว่าถั่วดิบ แต่หากความร้อนที่ให้สูงเกินไปจะทำให้คุณค่าของโภชนะเสียได้ โดยเฉพาะการใช้ประโยชน์ได้ของ Lysine และ Arginine ลดลง

### การสังเกตความสุกดิบของถั่วเหลืองด้วยตาเปล่า (Field test)

1. กากถั่วเหลืองที่สุกไม่พอหรือดิบ กากจะซีด มีกลิ่นเหม็นเขียว
2. กากถั่วเหลืองที่สุกพอดี จะมีสีน้ำตาลอ่อนกลิ่นหอม
3. กากถั่วเหลืองที่สุกมากเกินไปซึ่งไม่เป็นที่ต้องการ จะมีสีคล้ำกว่า มีกลิ่นเหม็นไหม้

### ลักษณะและคุณสมบัติมาตรฐานของกากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันด้วยสารเคมี

- ความชื้นไม่เกิน 12 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โปรตีน ไม่ต่ำกว่า 44 เปอร์เซ็นต์
- เยื่อใย ไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์
- Urease Activity  $\Delta$  pH 0.02 – 0.2 (ความดิบ 0.5 – 2.5 เปอร์เซ็นต์)
- ดิน ทราาย ไม่เกิน 3 เปอร์เซ็นต์
- กลิ่นหอม ไม่เหม็นหืน เหม็นอับ เหม็นเขียว หรือเหม็นไหม้
- ไม่เจือสิ่งเจือปน ไม่มียูเรีย
- ไม่มีมอด/แมลง ไม่มีเชื้อรา
- เป็นเกรด ไม่จับตัวเป็นก้อน

### กากถั่วเหลืองอัดน้ำมัน

เป็นกากถั่วเหลืองที่ได้จากการแยกโดยใช้แรงอัดหรือบีบเอาน้ำมันออก ซึ่งการที่จะทำให้เกิดแรงบีบหรือแรงอัดสูงๆ ได้ ต้องอาศัยหลักการของการขันเกลียว ดังนั้นวิธีการนี้จึงเรียกรวมๆ ว่า เป็นการขันเกลียวอัด (Screw pressing) ซึ่งการขันเกลียวอัดได้แยกออกเป็น 2 รูปแบบ เรียกว่าเป็นขบวนการแบบเก่าที่ทำมานาน ปัจจุบันยังใช้กันอยู่ได้แก่

#### 1. Expeller process

ขั้นแรกเมล็ดพืชจะถูกทำให้แตกก่อนแล้วทำให้แห้ง โดยผ่านเข้าไปในห้องที่ทำให้ร้อนด้วยไอน้ำ (Steam jacketed) วิธีนี้ไอน้ำจะไม่สัมผัสกับวัตถุดิบ แต่จะถูกกั้นอยู่ชั้นนอก อากาศชั้นในที่มีวัตถุดิบอยู่จะร้อนโดยการอบ ให้ค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิจาก 85°C จนถึง 270°C เป็นเวลา 8 นาที จากนั้นส่งเข้าถังที่อุณหภูมิคงที่ 270°F เป็นเวลา 13 นาที ทำให้ความชื้นในวัตถุดิบระเหยออกจนเหลือ 2 – 3% (ขั้นตอนนี้อาจจะใช้แก๊สเป็นแหล่งให้ความร้อนที่ 160°F ความชื้นไม่ควรเกิน 3% หรือใช้คั่วในกระทะที่มีใบพายหมุนตลอดเวลา การให้ความร้อนในขั้นนี้ สารพิษหลายชนิดจะถูกทำลาย) เพื่อให้วัตถุดิบร้อนอย่างทั่วถึง จะต้องมีการกวน 10 – 15 นาที จากนั้นส่งต่อเข้าเครื่อง Expeller ซึ่งเป็นถังที่มีแกนกลางเป็นเกลียวตัวหนอน แกนนี้จะหมุนอัดเอาน้ำมันออกจากวัตถุดิบ ซึ่งแรงอัดจะทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 283 – 302°C อัดนาน 3 นาที ด้วยแรงดัน 6,000 ป./นิ้ว<sup>2</sup> วัตถุดิบที่ถูกอัดน้ำมันออกไปแล้ว จะหลุดออกมาเป็นเกล็ดแบนๆ (Flaked) ใหญ่บ้างเล็กบ้างจากนั้นจึงนำไปบด กากที่ออกมาใหม่จะร้อนจนจับเกือบไม่ได้

#### 2. Hydraulic process

นำเอาเมล็ดพืชมาบดให้แตกหรือรีดให้เป็นแผ่นบางๆ นำไปทำให้แห้งและสุก โดยให้ความร้อนจากไอน้ำ อุณหภูมิ 218 – 230°F ความชื้นในเมล็ดพืชจะเหลือประมาณ 7% (วิธีนี้พื้นบ้านจะใช้คั่วในกระทะที่มีใบพายกวนอยู่ตลอดเวลา) ใช้เวลาประมาณ 90 นาที จากนั้นนำเอากากที่ออกมาใหม่จะร้อนจนจับเกือบไม่ได้

ไปห่อด้วยผ้าหนาๆ แล้วใส่เข้าไปในเครื่องอัด Hydraulic อัดทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง ด้วยแรงดัน 2,000 ป/นิ้ว<sup>2</sup> ขณะอัดอุณหภูมิของกากจะขึ้นสูงประมาณ 146 – 167°F ซึ่งต่ำกว่าของ Expeller ซึ่งใช้แรงดันสูงกว่า กากจึงมีไขมันเหลืออยู่มากกว่า กากที่อัดได้จะเป็นก้อนใหญ่ (Cake) มีไขมัน 5 – 8 % หรือมากกว่า นำมาป่นอีกครั้ง วิธีนี้ทางโรงงานเล็กๆ สามารถทำโดยใช้ไม้ทั้งต้นเจาะรูตรงกลางให้เป็นโพรง กว้างพอประมาณ ทำขอบให้หนา ส่วนหัวไม่ต้องเจาะ ส่วนด้านในสุดโดยใช้แรงคนหมุนเกลียว อัดทิ้งไว้ 1 – 2 ชั่วโมง หรือทิ้งค้างคืน วิธีนี้จะเหลือไขมันตกค้างในกากมาก แต่เหมาะที่จะแนะนำให้คนชนบททำการเลี้ยงสัตว์แบบครบวงจรได้ โดยเฉพาะใช้กับถั่วลิสง ถั่วเหลือง ได้เป็นอย่างดี

### ลักษณะและคุณสมบัติมาตรฐานของกากถั่วเหลืองอัดน้ำมัน

- ความชื้นไม่เกิน 12 เปอร์เซ็นต์
- โปรตีน ไม่ต่ำกว่า 42 เปอร์เซ็นต์
- ไขมัน ไม่เกิน 7 เปอร์เซ็นต์
- เยื่อใยไม่เกิน 7 เปอร์เซ็นต์
- Urease Activity  $\Delta$  pH 0.02 – 0.2 (ความดิบ 0.5 – 2.5 เปอร์เซ็นต์)
- กลิ่นหอม ไม่เหม็นหืน เหม็นอับ เหม็นเขียว หรือ เหม็นไหม้
- ไม่มีมอดหรือแมลงอื่น รวมทั้งไม่มีเชื้อราขึ้น

### ถั่วเหลืองไขมันเต็ม (Full Fat Soybean)

ชื่อของถั่วเหลืองชนิดนี้บางท่านอาจเรียก ถั่วอุดมไขมัน ถั่วผง ถั่วทอง หมายถึงถั่วเหลืองทั้งเมล็ดที่ถูกทำให้สุก และไม่มีการสกัดไขมันออกแต่อย่างใด ด้วยขบวนการหลายๆ แบบ ดังนั้นถั่วนี้จึงมีคุณสมบัติพิเศษคือ เป็นทั้งแหล่งโปรตีน (38%) และแหล่งพลังงาน เพราะมีไขมันประกอบอยู่ถึง 18% มีสารพิษ Trypsin inhibitor Urease ประกอบอยู่น้อยมาก แบ่งมีลักษณะเป็น Gelatin ด้วยเหตุนี้ ถั่ว FFS จึงมีคุณค่าทางอาหารสูง เมื่อเทียบกับถั่วอัดหรือสกัดน้ำมันดังตารางที่ 2 แต่กระบวนการผลิตมีหลายวิธีการ จึงทำให้คุณค่าที่ได้ต่างกันออกไป และขณะนี้ยังไม่เป็นที่นิยมทั่วไป จะใช้แต่เฉพาะในสูตรอาหารลูกสุกรขุนเท่านั้น เพราะราคาสูง หากสามารถทำให้ราคาถูกลงได้ จะเป็นที่ยอมรับใช้กันมากยิ่งขึ้น หากจะนำมาใช้กับสุกรขุนควรระวังเรื่องซากมีไขมันเหลว

ขบวนการผลิต FFS มีวิธีการให้ความร้อนแตกต่างกัน ทำให้ถั่วที่ได้ออกมามีคุณค่าทางอาหารต่างกันรวมทั้งความย่อยได้ดังนั้น หากจะซื้อใช้ต้องพิจารณาถึงเรื่องนี้ควบคู่กับราคาด้วย จากตารางที่ 5 จะเห็นได้ว่า FFS ที่ผลิตโดยขบวนการ Dry extrusion จะให้คุณค่าทางอาหารสูงสุด เช่นเดียวกับงานทดลองของ Marty และ Chavez, 1993. ที่ศึกษาในสุกรหย่านม สุกรรุ่น และสุกรขุน ซึ่งพบว่า Dry extrusion จะให้ค่าโปรตีนที่ย่อยได้สูงถึง 86.4% เทียบกับ Jet – sploding Micromization และ

Roasting ซึ่งมีค่าเป็น 79.8, 79.9 และ 80% ตามลำดับ ส่วนกากถั่วเหลืองอัดน้ำมันมีค่าเพียง 78.2% นอกจากนี้ยังให้ค่าพลังงานที่ย่อยได้สูงที่สุดเช่นกัน

**ตารางที่ 5** เปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของถั่วเหลืองทั้งเมล็ด ที่ผ่านขบวนการทำให้สุกโดยไม่ได้อาบน้ำมันออก (FFS) (Wiseman, 1984 อ้างโดย Johnston, 1984)

Process	ME Poultry MJ/kg	Nitrogen Retention %	หลักการผลิต
Extrusion : Wet	17.88	56	ใช้แรงเสียดสี (Friction)
Extrusion : Dry	17.69	84	ทำให้เกิดความร้อน โดยเพิ่มแรงดันและแรงเบียด (Attrition) อาจมีการเติมน้ำในกรณีแบบเปียก T 130°C
Micronized	15.80	66	ใช้ความร้อนจากแสง Infrared ซึ่งเป็นรังสีของสนามแม่เหล็ก ไฟฟ้า ความถี่กว้างกว่า คลื่น Micro wave อุณหภูมิ 110-115°C นาน 90 นาที
Toasted	15.56	67	ส่งถั่วผ่านเข้าห้องที่ให้ความร้อนด้วยแก๊ส อุณหภูมิ 110-130°C นาน 2-5 นาที
Jet-sploded	14.25	63	ใช้ไอร้อนพุ่งเข้าไปที่ถั่ว อุณหภูมิ 316°C นาน 1 นาทีขึ้นไป หรือ ใช้อุณหภูมิต่ำ 149-163°C แต่เพิ่มแรงดันไอน้ำให้สูงกว่าปกติ
Raw soybean	13.53	30	
SBM + Oil	17.46	60	

ที่มา : พันทิพา พงษ์เพียงจันทร์, 2539 : 265

#### ลักษณะและคุณสมบัติมาตรฐานของถั่วเหลืองไขมันเต็ม

- ความชื้นไม่เกิน 12 เปอร์เซ็นต์
- โปรตีน ไม่ต่ำกว่า 38 เปอร์เซ็นต์
- ไขมัน 18 เปอร์เซ็นต์
- Urease Activity  $\Delta$  pH 0.02 – 0.2 (ความดิบ 0.5 – 2.5 เปอร์เซ็นต์)
- กลิ่นหอม ไม่เหม็นหืน เหม็นฉับ เหม็นเขียว หรือ เหม็นไหม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การตรวจสอบคุณภาพของถั่วเหลืองและกากถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองและโดยเพราะอย่างยิ่งกากถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่นิยมใช้เป็นแหล่งเสริมโปรตีนเช่นเดียวกับปลาป่น ซึ่งเดิมไม่ค่อยพบปัญหาบ่อยนัก แต่ปัจจุบันราคากากถั่วเหลืองสูงขึ้นมาก ปัญหาด้านคุณภาพจึงพบมากขึ้นเรื่อยๆ ที่สำคัญมากคือปัญหากากถั่วเหลืองดิบมากเกินไปหรือสุกมากเกินไปจนไหม้ ส่วนปัญหาปนปลอมก็พบได้เช่นกัน ดังนั้นการตรวจสอบคุณภาพควรทำเป็นขั้นเป็นตอนดังนี้คือ

### การตรวจสอบโดยใช้ประสาทสัมผัส

#### 1. การดูสี ลักษณะและการจับตัวเป็นก้อน

##### 1.1 การดูถั่วเหลืองเมล็ด

ถั่วเหลืองเมล็ดมีสีต่างๆ กัน ตั้งแต่สีเขียวตองอ่อน เหลืองนวล เหลืองทอง เหลืองเข้มจนถึงดำ ลักษณะดีคือ เมล็ดถั่วเหลืองต้องมีขนาดเท่ากัน ไม่แตก เสีย หรืออ่อน หรืออาจจะมีแต่ไม่ควรเกิน 5 เปอร์เซ็นต์

##### 1.2 การดูกากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันด้วยสารเคมี

กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันด้วยสารเคมีหรือที่เรียกว่าถั่วเกล็ด ส่วนมากเป็นแบบไม่กะเทาะเปลือก ซึ่งมักแยกเปลือกและเนื้อออกจากกันได้ด้วยตาเปล่า

สีมีตั้งแต่สีเหลืองอ่อนออกเขียว สีเหลืองนวล สีเหลืองทอง หรือสีเหลืองเข้ม ถ้ามีสีเหลืองเข้มหรือน้ำตาลอ่อนแสดงว่ากากถั่วเหลืองใหม่ที่เกิดจากการอบเพื่อไล่สารเคมีและทำให้สุกในขั้นตอนสุดท้าย

ลักษณะเกล็ดที่ดีควรมีลักษณะเป็นเกล็ด บาง เบา เมื่อใช้มือบีบรู้สึกแข็งกรอบ แต่ถ้าจับตัวเป็นก้อนแสดงว่ากากถั่วเหลืองมีความชื้นสูงอาจมีเชื้อราเกิดขึ้นได้ แต่ถ้ากากถั่วเหลืองมีลักษณะร่วนแสดงว่ามีการปนปลอมขึ้น

##### 1.3 การดูกากถั่วเหลืองอัดน้ำมัน

กากถั่วเหลืองอัดน้ำมันที่อัดด้วยไฮโดรลิคและเกลียวตะเข้ นั้น กากถั่วเหลืองมีลักษณะเป็นแผ่นหนาอัดตัวกันแน่น กากถั่วเหลืองชนิดนี้ผิวจะมันเป็นเงา แต่ถ้ามีราปนมาด้วยผิวจะด้านกว่า

##### 1.4 การดูถั่วเหลืองไขมันเต็ม

ถั่วเหลืองไขมันเต็มผ่านกระบวนการให้ความร้อนกับเมล็ดถั่วเหลืองแล้วนำมาบดโดยไม่ผ่านกระบวนการสกัดน้ำมันออก จึงทำให้ถั่วเหลืองไขมันเต็มที่ให้มีสีเหลืองทองล้วน ถ้ามีสีแตกต่างกันในวัตถุดิบที่มาจากที่เดียวกันแสดงว่ามีการปนปลอมหรือถ้าสีเข้มมากเกินไปแสดงว่าไหม้ และมีกลิ่นหอมชวนรับประทาน

## 2. การดมกลิ่นและการชิมรส

แก้วเหลืองหรือกากแก้วเหลืองที่ผ่านความร้อนที่เหมาะสมจะมึกลิ่นหอมมันน่ากิน ถ้าเคี้ยวแล้วได้กลิ่นเหม็นเขียวแสดงว่ายังดิบอยู่ แต่ถ้ามึกลิ่นเหม็นใหม่และมีรสขม แสดงว่าไหม้

ถ้าดมกลิ่นแล้วได้กลิ่นเหม็นหืนแสดงว่าเก่า โดยเฉพาะแก้วเหลืองเมล็ดที่ทำให้สุกแล้วนำไปทอดหรือกากแก้วเหลืองอัดน้ำมัน ส่วนกากแก้วเหลืองสกัดน้ำมันปกติจะมึกลิ่นหอมอยู่บ้าง ถ้าไม่มีกลิ่นแสดงว่าเก่าเช่นกัน

### การตรวจสอบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ

#### 1. ลักษณะที่บ่งบอกว่าเป็นกากแก้วเหลืองเมื่อดูจากกล้องจุลทรรศน์

##### 1.1 ไฮลัม

เป็นส่วนของขั้วเมล็ดซึ่งเคยติดอยู่กับเปลือกฝัก มีลักษณะเป็นวงรีมีรอยผ่าครึ่งตรงกลาง ปลายด้านหนึ่งมีรูขนาดเล็ก เรียกว่า ไมโครไพล์ ไฮลัมส่วนใหญ่มีสีดำหรือน้ำตาล

##### 1.2 เปลือกแก้วเหลือง

ส่วนของเปลือกแก้วเหลืองจะมีสีแตกต่างกันตามพันธุ์ ตั้งแต่สีเหลืองนวล เหลืองทอง เหลืองเข้ม เหลืองอมเขียวทองอ่อนหรือสีดำ มีลักษณะแข็งและมักมีวงงอ ผิวด้านนอกจะเข้มและเป็นเงากว่าผิวด้านใน เมื่อใช้กำลังขยายสูงขึ้นจะเป็นจุดเหมือนเอาเข็มมาแทงเป็นรูขนาดเล็กกระจายอยู่ทั่วเปลือก

##### 1.3 ฮัลล์

ฮัลล์หรือผิวด้านในของกากแก้วเหลือง มีสีค่อนข้างขาวเห็นลักษณะโปร่งๆ คล้ายฟองน้ำ มีความหนาประมาณ 0.1 มม. ในกระบวนการอัดน้ำมันจะทำการเอาส่วนเนื้อและฮัลล์ติดออกมากับส่วนกากที่ได้จากการใช้สารเคมีสกัด รูปร่างของฮัลล์จะแบนและไม่สม่ำเสมอ ตามขอบจะโค้งมนและสะท้อนแสง ส่วนในการกระการอัดน้ำมันฮัลล์มักจะม้วนงอ สีคล้ำกว่า

##### 1.4 เนื้อของกากแก้วเหลือง

จะเป็นแผ่นหนากว่าเปลือกมาก มีรูปร่างแบนผิวไม่เรียบ มีสีเหลืองอ่อน สีเหลืองนวล หรือถ้าไหม้จะมีสีเข้มจนเป็นสีน้ำตาลอ่อน ผิวสะท้อนแสงเป็นเงาเล็กน้อย

## 2. การตรวจสอบการปนปลอม

### 2.1 การปนปลอมด้วยรำละเอียด

ลักษณะของรำละเอียดสกัดน้ำมันส่วนที่เป็นเยื่อหุ้มเมล็ดจะมีลักษณะคล้ายกับเนื้อของกากถั่วเหลือง แต่ส่วนที่มักติดมากับรำเสมอคือ ส่วนของแกลบ ซึ่งส่วนของแกลบจะมีสีเหลืองเข้มและที่ผิวด้านนอกจะมีลักษณะเป็นตารางสี่เหลี่ยมขนาดเล็ก ผิวหูนและเป็นร่องสลับกันคล้ายฝักข้าวโพดอ่อน ผิวดวนในเรียบและมีสีอ่อนกว่า

### 2.2 การปนปลอมด้วยข้าวโพด

ส่วนของแป้งแข็งและแป้งอ่อนของข้าวโพดมีลักษณะที่คล้ายกับเนื้อถั่วเหลืองมาก ส่วนที่สามารถตรวจสอบได้คือเปลือกเมล็ดข้าวโพด (bran) ซึ่งมีลักษณะใสโปร่ง สะท้อนแสง มีลายเส้นขนานไปทางเดียวกันทั้งแผ่น จากนั้นแล้วอาจสังเกตได้จากส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวโพด (glume) ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นบางใสกว่ามีลายเส้นขนานและค่อนข้างอ่อนนุ่มกว่า

### 2.3 การปนปลอมด้วยกากถั่วลิสงสกัดน้ำมัน

ส่วนที่สามารถแยกได้คือส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ด ซึ่งมีสีออกม่วง ม่วงแดง หรือน้ำตาล กระจายปะปรายอยู่บนก้อนเนื้อถั่วลิสง ซึ่งในถั่วเหลือง ไม่มีเลย หรือหากกากถั่วลิสงมีส่วนของเปลือกฝักปนมาด้วยก็จะเป็นตัวบ่งชี้ได้ว่าการปนปลอมด้วยกากถั่วลิสง

## 3. การตรวจสอบความสุก - ดิบของกากถั่วเหลือง

เป็นการตรวจสอบเพื่อให้ทราบว่ากากถั่วเหลืองที่ผ่านกรรมวิธีต่างๆ เพื่อให้ทำให้อุณหภูมิยังมีสารยับยั้งน้ำย่อยทริปซินหลงเหลืออยู่หรือไม่ แต่การตรวจสอบสารยับยั้งน้ำย่อยทริปซินนั้นยุ่งยากและเสียค่าใช้จ่ายสูง จึงหันมาตรวจสอบน้ำย่อยยูเรีย (ยูรีเอส) แทน เพราะสามารถทำได้ง่ายกว่า

### หลักการ

วัดปริมาณน้ำย่อยอย่างคร่าวๆ จากการเปลี่ยนยูเรียเป็นแอมโมเนีย ซึ่งอยู่ในสารละลายฟีนอลเรด

### อุปกรณ์และสารเคมี

1. จานแก้ว
2. ขวดสีขาขนาดประมาณ 50 มิลลิลิตร พร้อมหลอดหยด
3. สารฟีนอลเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในห้องปฏิบัติการเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่สู่สาธารณะโดยไม่ได้รับอนุญาต  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในห้องปฏิบัติการเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่สู่สาธารณะโดยไม่ได้รับอนุญาต  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในห้องปฏิบัติการเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่สู่สาธารณะโดยไม่ได้รับอนุญาต

5. สารละลายต่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 นอร์มอล
6. ยูเรีย เอ.อาร์.เกรด
7. น้ำกลั่น

#### วิธีการเตรียมสารเคมี

1. เตรียมสารละลายกรดซัลฟูริก 0.1 นอร์มอล ซึ่งถ้าจะให้สะดวกให้ใช้กรดซัลฟูริกมาตรฐานความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล ชนิดหลอดสำเร็จ เติมด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรครบ 1 ลิตรเก็บใส่ขวดไว้ใช้
2. เตรียมสารละลายต่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล โดยใช้ต่างโซเดียมไฮดรอกไซด์มาตรฐาน ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล ชนิดหลอดสำเร็จ เติมด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรครบ 1 ลิตร เช่นเดียวกัน
3. ชั่งสารฟีนอลเรด จำนวน 1.4 กรัม ละลายในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล ที่ได้เตรียมไว้ในข้อ 2 จำนวน 70 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นลงไปอีก 350 มิลลิลิตร
4. ชั่งยูเรีย จำนวน 210 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 3 ลิตร
5. นำสารในข้อ 3 และข้อ 4 ผสมเข้าด้วยกัน จะได้สารละลายสีแดงแล้วปรับสีของสารละลายด้วยกรดซัลฟูริก 0.1 นอร์มอล โดยค่อยๆ เติมลงไปพร้อมกับคนด้วยแท่งแก้วจนได้สารละลายสีเหลืองอำพัน
6. แบ่งบรรจุใส่ขวดสีชา ขนาดเล็กเพื่อเก็บไว้ใช้

#### วิธีการตรวจสอบ

1. นำตัวอย่างแก้วเหลืองหรือกากแก้วเหลืองที่ต้องการตรวจสอบ มาบดด้วยโกร่งหรือครกให้มีขนาดเล็กพอสมควร
2. ตักตัวอย่างใส่ในจานแก้วเพียงเล็กน้อย เกลี่ยตัวอย่างให้บางๆ และผิวหน้าเรียบสม่ำเสมอ ซึ่งถ้าใช้กระดาษกรองตัด 1 ใน 4 ส่วน ของแผ่นวางรองตัวอย่างก่อนแล้วเกลี่ยให้กระจายทั่วกระดาษนั้นจะช่วยให้สังเกตผลได้ชัดเจนขึ้น และยังสามารถประมาณค่าความสูง - ดิบได้โดยการเปรียบเทียบกับภาพมาตรฐาน
3. หยดสารละลายที่ใช้ในการตรวจสอบลงบนตัวอย่างให้เปียกชุ่ม วางทิ้งไว้ 5 นาที แล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้น

### ระดับการเปลี่ยนสี

1. ถ้าถั่วเหลืองหรือกากถั่วเหลืองสุกพอดี จะเกิดจุดสีชมพูน้อยที่สุด เพียง 2-3 จุดเท่านั้น
2. ปริมาณจุดสีชมพูจะเพิ่มขึ้นตามระดับความดิบที่เพิ่มขึ้น
3. ถ้าไม่เกิดการเปลี่ยนสีเลย ให้รอจนถึง 30 นาที หากยังไม่มี การเปลี่ยนสีอีก ให้ถือว่าถั่วเหลืองหรือกากถั่วเหลืองนั้นใหม่ แต่ถ้ามีจุดสีชมพูเกิดขึ้นบ้างก็ให้อนุโลมว่าใช้ได้ไม่ถึงกับใหม่

### การประเมินผล

1. สุก เป็นถั่วเหลืองหรือกากถั่วเหลืองที่ดีที่สุด
2. สุก - ดิบ 2.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถใช้ผสมอาหารเลี้ยงสัตว์เล็กได้
3. ดิบมากกว่า 2.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถใช้เลี้ยงสัตว์ที่เจริญเติบโตเต็มที่ ได้
4. ใหม่ใช้ได้กับสัตว์ทุกกระยะ แต่การใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนและ

กรดอะมิโนลดลง

### 4. การตรวจสอบกากถั่วเหลืองด้วยสารเคมีอย่างง่าย ๆ

#### 4.1 การตรวจสอบแป้ง

##### หลักการ

แป้งหรือคาร์โบไฮเดรตทำปฏิกิริยากับสารละลายของไอโอดีนจะเปลี่ยนสีของวัตถุเป็นสีดำ

##### อุปกรณ์และสารเคมี

1. จานแก้ว
2. สารละลายไอโอดีน 2.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีขายตามร้านขายยาทั่วไปในรูปแบบของทิงเจอร์ไอโอดีนสำหรับใส่แผล

##### วิธีการ

1. นำตัวอย่างที่ต้องการตรวจสอบด้วยจำนวนเล็กน้อยใส่ในจานแก้วเกลี่ยให้กระจายอยู่บางๆ ถ้าใช้การตาชกรองรอดไว้วัตถุก็จะทำให้สังเกตเห็นสีได้ชัดเจน
2. หยดสารละลายไอโอดีนลงบนตัวอย่างให้เปียกชุ่มเพื่อให้วัตถุติดดูดซับสารละลายเข้าไปในตัววัตถุทิ้งไว้ 2-3 นาที แล้วสังเกตผล
3. ถ้าตัวอย่างมีการปนปลอมด้วยวัตถุที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบมาก เช่น ข้าวโพด รำ ก็จะพบว่าสีของวัตถุเปลี่ยนเป็นสีดำ และถ้าต้องการให้เห็นได้ชัดเจนให้นำไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำอีกครั้ง

## 4.2 การตรวจสอบหินฝุ่น

### หลักการ

องค์ประกอบหลักของหินฝุ่นคือ แคลเซียมคาร์บอเนตซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับกรดเกลือแล้วจะเกิดฟองของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

### อุปกรณ์และสารเคมี

1. จานแก้วหรือจานกระเบื้องเคลือบ
2. กรดเกลือเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์

### วิธีการ

1. ตักตัวอย่างวัตถุที่ต้องการตรวจสอบใส่ลงในจานแก้วหรือจานกระเบื้องประมาณครึ่งช้อนชา แล้วเกลี่ยให้กระจายบางๆ
2. หยดกรดเกลือลงบนตัวอย่าง ประมาณ 4 – 5 หยด แล้วสังเกตผล
3. ถ้าเกิดฟองฟูของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แสดงตัวอย่างนั้นมีการปนปลอมด้วยหินฝุ่น

## 3.4 คำบรรยายในการทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบ	ภาพ/หัวข้อ	คำบรรยาย	หมายเหตุ
1	ตราสถาบัน		เลื่อนอัตโนมัติ ดนตรีบรรเลง
2	ชื่อเรื่อง	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง "การตรวจสอบคุณภาพกากถั่วเหลือง"	เลื่อนอัตโนมัติ ดนตรีบรรเลง
3	ผู้จัดทำ รูปผู้จัดทำ	นายวรพันธ์ จันทรมณฑล รหัสประจำตัว 43035493 สาขาวิชา เทคโนโลยีการเกษตร – ผลิตภัณฑ์ ภาควิชา คุรุศาสตร์เกษตร คณะคุรุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง	เลื่อนอัตโนมัติ ดนตรีบรรเลง
4	อาจารย์ที่ปรึกษา รูปที่ปรึกษา	อาจารย์ จันทิพร เจ้าทรัพย์	เลื่อนอัตโนมัติ ดนตรีบรรเลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ/หัวข้อ	คำบรรยาย/เพลงประกอบ	หมายเหตุ
5	วัตถุประสงค์ในการตรวจสอบคุณภาพ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.จ่ายเงินตามคุณภาพของวัตถุดิบชนิดนั้นๆ</li> <li>2.สามารถซื้อเฉพาะวัตถุดิบอาหารที่มีคุณภาพดีมาใช้</li> <li>3.ลดปัญหาอื่นๆ ในการเลี้ยงสัตว์ที่จะตามมาภายหลัง</li> <li>4.ทำให้ทราบว่าคุณได้ขายของดีหรือไม่ดี</li> <li>5.สามารถคำนวณสูตรอาหารได้ถูกต้อง</li> <li>6.ได้อาหารที่มีคุณภาพและปริมาณโภชนาการตามที่คำนวณ</li> <li>7.เพิ่มความเชื่อมั่นให้กับลูกค้าในกรณีที่เป็นผู้จำหน่าย</li> </ol>	<p>เลื่อนอัตโนมัติ</p> <p>ดนตรีบรรเลง</p>
6	Main menu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ลักษณะทั่วไปของเมล็ดถั่วเหลืองและกากถั่วเหลือง</li> <li>- การตรวจสอบโดยใช้ประสาทสัมผัส</li> <li>- การตรวจสอบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ</li> <li>- การตรวจสอบความสุก – ดิบ</li> <li>- การตรวจสอบการปนปลอมแป้ง</li> <li>- การตรวจสอบการปนปลอมหินฝุ่น</li> <li>- แบบทดสอบ</li> <li>- ออกจากบทเรียน</li> </ul>	<p>ไปกรอบที่ 7</p> <p>ไปกรอบที่ 15</p> <p>ไปกรอบที่ 20</p> <p>ไปกรอบที่ 30</p> <p>ไปกรอบที่ 37</p> <p>ไปกรอบที่ 41</p> <p>ไปกรอบที่ 45</p> <p>ไปกรอบที่ 66</p>
7	เมล็ดถั่วเหลือง	เมล็ดถั่วเหลืองมีรูปร่างกลมรีรูปไข่ มีขนาดและน้ำหนักแตกต่างกันออกไปตามพันธุ์ เมล็ดส่วนใหญ่มีสีเหลืองฟาง สีดำ สีน้ำตาล หรือสีเหลืองอมเขียว	<p>Next ไปกรอบที่ 8</p> <p>Main menu</p> <p>ดนตรีบรรเลง</p>
8	ตารางแสดงลักษณะบางประการของพันธุ์ถั่วเหลือง		<p>Next ไปกรอบที่ 9</p> <p>Back ไปกรอบที่ 8</p> <p>ดนตรีบรรเลง</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตเนื้อหาไปใช้ประโยชน์ใด ๆ  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ/หัวข้อ	คำบรรยาย	หมายเหตุ
9	กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันด้วยสารเคมี	เมล็ดถั่วเหลืองเมื่อสกัดน้ำมันออกด้วยวิธีใช้สารเคมีแล้วจะได้กากถั่วเหลืองที่มีโปรตีนเฉลี่ย 44% ซึ่งอาจสูงถึง 50% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการสกัด ในทางการค้าสามารถแบ่งออกเป็น 2 เกรด คือ กากถั่วเหลือง 44% และกากถั่วเหลือง 49% กากถั่วเหลืองชนิดนี้มักพบปัญหาเรื่องการปนปลอมรำละเอียด ข้าวโพดบด กากถั่วลิสง หินฝุ่น ซึ่งทำให้คุณภาพของกากถั่วเหลืองลดลง นอกจากนี้แล้วยังพบปัญหาเรื่องความสุก - ดิบ ซึ่งถ้ากากถั่วดิบเกินไปสารพิษที่เรียกว่า Trysin inhibitor จะไปยับยั้งการทำงานของน้ำย่อย Trysin แต่ถ้าใหม่จะทำให้คุณค่าของโภชนาเสียได้ โดยเฉพาะ Lysine และ Arginine	Next ไปกรอบที่ 10 Back ไปกรอบที่ 8 ดนตรีบรรเลง
10	ลักษณะและคุณสมบัติมาตรฐานของกากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันด้วยสารเคมี	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ความชื้นไม่เกิน 12%</li> <li>- โปรตีนไม่ต่ำกว่า 44%</li> <li>- เยื่อใย ไม่เกิน 8%</li> <li>- ความดิบ 0.5 – 2.5%</li> <li>- กลิ่นหอม</li> <li>- เป็นเกล็ดไม่จับตัวเป็นก้อน</li> </ul>	Next ไปกรอบที่ 11 Back ไปกรอบที่ 9 ดนตรีบรรเลง
11	กากถั่วเหลืองอัดน้ำมัน	กากถั่วเหลืองชนิดนี้ สกัดน้ำมันออกโดยอาศัยแรงบีบหรือแรงอัดสูง ใช้หลักการขันเกลียว จึงนิยมเรียกว่า เกลียวอัด (Screw pressing) ซึ่งแยกเป็น 2 แบบคือ แบบ Expeller process และแบบ Hydraulic process กระบวนการสกัดน้ำมันทั้งสองมีความแตกต่างกันออกไป มีปัญหาเช่นเดียวกับกากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันด้วยสารเคมี	Next ไปกรอบที่ 12 Back ไปกรอบที่ 10 ดนตรีบรรเลง
12	ลักษณะและคุณสมบัติมาตรฐานของกากถั่วเหลืองอัดน้ำมัน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ความชื้นไม่เกิน 12%</li> <li>- โปรตีนไม่ต่ำกว่า 42%</li> <li>- เยื่อใย ไม่เกิน 7%</li> <li>- ความดิบ 0.5 – 2.5%</li> </ul>	Next ไปกรอบที่ 13 Back ไปกรอบที่ 11 ดนตรีบรรเลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรณีสั่งงานเพื่อการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ/หัวข้อ	คำบรรยาย	หมายเหตุ
		- กลิ่นหอม - เป็นเกล็ดไม่จับตัวเป็นก้อน	
13	ถั่วเหลืองไขมันเต็ม	ชื่อของกากถั่วเหลืองชนิดนี้บางท่านอาจเรียกว่า ถั่วอุดมไขมัน ถั่วผง ถั่วทอง เป็นกากถั่วที่ถูกทำให้สุก และไม่มีการสกัดน้ำมันออกแต่อย่างใด จึงทำให้กากถั่วชนิดนี้อุดมไปด้วย โปรตีนและไขมัน มีสารพิษตกค้างน้อยมาก แต่ยังมีราคาสูงอยู่ จึงไม่นิยมใช้กันมาก	Next ไปกรอบที่ 14 Back ไปกรอบที่ 12 ดนตรีบรรเลง
14	ลักษณะและคุณสมบัติมาตรฐานของถั่วเหลืองไขมันเต็ม	- ความชื้นไม่เกิน 12% - โปรตีนไม่ต่ำกว่า 38% - ไขมัน 18% - ความดิบ 0.5 – 2.5% - กลิ่นหอม - เป็นเกล็ดไม่จับตัวเป็นก้อน	Next Main menu Back ไปกรอบที่ 13 ดนตรีบรรเลง
15	การตรวจสอบโดยใช้ประสาทสัมผัส	ดนตรีบรรเลง การตรวจสอบโดยใช้ประสาทสัมผัสนั้นสามารถทำได้โดยการ ดูสี ลักษณะ การจับตัวเป็นก้อน การชิมรส และการดมกลิ่น	Next ไปกรอบที่ 16 Main menu ดนตรีบรรเลง
16	เมล็ดถั่วเหลืองที่มีลักษณะต่างๆ ดังนี้ - ดี - ไม่เท่ากัน - แตก	การใช้ประสาทสัมผัสตรวจสอบเมล็ดถั่วเหลืองนั้น ให้สังเกตดูสีซึ่งจะมีตั้งแต่สีเขียวทองอ่อน เหลืองนวล เหลืองทอง เหลืองเข้ม จนถึงดำ ลักษณะที่ดีต้องมีขนาดเท่ากันไม่แตก ไม่เสียหรืออ่อนจนเกินไป	Next ไปกรอบที่ 17 Black ไปกรอบที่ 15 ดนตรีบรรเลง
17	กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันด้วยสารเคมี - ลักษณะดี - ใหม่	กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันด้วยสารเคมีหรือที่เรียกว่าถั่วเกล็ด ส่วนมากเป็นแบบไม่กะเทาะเปลือก ซึ่งมักแยกเปลือกและเนื้อออกจากกันได้ด้วยตาเปล่า สีมีตั้งแต่สีเหลืองอ่อนออกเขียว สีเหลืองนวล สีเหลืองทอง หรือสีเหลืองเข้ม ถ้ามีสีเหลืองเข้ม	Next ไปกรอบที่ 18 Black ไปกรอบที่ 16 ดนตรีบรรเลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากกรม

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ/หัวข้อ	คำบรรยาย	หมายเหตุ
		<p>หรือน้ำตาลอ่อนแสดงว่ากากถั่วเหลืองใหม่ที่เกิดจากการอบเพื่อไล่น้ำมันและทำให้สุกในขั้นตอนสุดท้าย</p> <p>ลักษณะเกล็ดที่ดีควรมีลักษณะเป็นเกล็ดบาง เบา เมื่อใช้มือบีบรู้สึกแข็งกรอบ แต่ถ้าจับตัวเป็นก้อนแสดงว่ากากถั่วเหลืองมีความชื้นสูงอาจมีเชื้อราเกิดขึ้นได้ แต่ถ้ากากถั่วเหลืองมีลักษณะร่วนแสดงว่ามีการปนปลอมขึ้น</p> <p>ปกติกากถั่วเหลืองจะมีกลิ่นหอม น่ากิน ถ้ามีกลิ่นเหม็นใหม่และรสขมแสดงว่าใหม่ และถ้าเหม็นเขียวแสดงว่าดิบ</p>	
18	กากถั่วเหลืองอัดน้ำมัน	<p>กากถั่วเหลืองอัดน้ำมันที่อัดด้วยไฮโดรลิกและเกลียวตะเข้้นั้น กากถั่วเหลืองมีลักษณะเป็นแผ่นหนาอัดตัวกันแน่น กากถั่วเหลืองชนิดนี้ผิวจะมันเป็นเงา แต่ถ้ามีราปนมาด้วยผิวจะด้านกว่า</p> <p>ถ้าดมแล้วได้กลิ่นหืนแสดงว่าเป็นกากถั่วเหลืองเก่า</p>	Next ไปกรอบที่ 19 Black ไปกรอบที่ 17 ดนตรีบรรเลง
19	กากถั่วเหลืองไขมันเต็ม	<p>กากถั่วเหลืองไขมันเต็มผ่านกระบวนการให้ความร้อนกับเมล็ดถั่วเหลืองแล้วนำมาบดโดยไม่ผ่านกระบวนการสกัดน้ำมันออก จึงทำให้กากถั่วเหลืองที่ได้มีสีเหลืองทองล้วน ถ้ามีสีแตกต่างกันในวัตถุดิบที่มาจากที่เดียวกันแสดงว่ามีการปนปลอมหรือถ้าสีเข้มมากเกินไปแสดงว่าใหม่ และมีกลิ่นหอมชวนรับประทาน</p> <p>ถ้าดมแล้วได้กลิ่นหืนแสดงว่าเป็นกากถั่วเหลืองเก่า</p>	Main menu Black ไปกรอบที่ 18 ดนตรีบรรเลง
20	การตรวจสอบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ		Next ไปกรอบที่ 21 Main menu ดนตรีบรรเลง

กรอบ	ภาพ/หัวข้อ	คำบรรยาย	หมายเหตุ
21	ลักษณะทั่วไปของกากถั่วเหลืองเมื่อดูจากกล้องจุลทรรศน์		Next ไปกรอบที่ 22 Black ไปกรอบที่ 20 ดนตรีบรรเลง
22	ไฮลัม	ลักษณะที่บ่งบอกว่าเป็นกากถั่วเหลือง เมื่อดูจากกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ ส่วนแรกได้แก่ ไฮลัม ไฮลัม เป็นส่วนของขั้วเมล็ดซึ่งเคยติดอยู่กับเปลือกฝัก มีลักษณะเป็นวงรีมีรอยผ่าครึ่งตรงกลาง ปลายด้านหนึ่งมีรูขนาดเล็ก เรียกว่า ไมโครไฟล์ ไฮลัมส่วนใหญ่มีสีดำหรือน้ำตาล	Next ไปกรอบที่ 23 Black ไปกรอบที่ 21 ดนตรีบรรเลง
23	เปลือกถั่วเหลือง	ส่วนของเปลือกถั่วเหลืองจะมีสีแตกต่างตามพันธุ์ ตั้งแต่สีเหลืองนวล เหลืองทอง เหลืองเข้ม เหลืองอมเขียวตองอ่อนหรือสีดำ มีลักษณะแข็งและมักมีวงงอ ผิวด้านนอกจะเข้มและเป็นเงากว่าผิวด้านใน เมื่อใช้กำลังขยายสูงขึ้นจะเป็นจุดเหมือนเอาเข็มมาแทงเป็นรูขนาดเล็กกระจายอยู่ทั่วเปลือก	Next ไปกรอบที่ 24 Black ไปกรอบที่ 22 ดนตรีบรรเลง
24	ฮัล	ฮัลหรือผิวด้านในของกากถั่วเหลือง มีสีค่อนข้างขาวเห็นลักษณะโปร่งๆ คล้ายฟองน้ำ มีความหนาประมาณ 0.1 มม. ในกระบวนการอัดน้ำมัน จะทำการเอาส่วนเนื้อและฮัลติดออกมาพร้อมกับกากที่ได้จากการใช้สารเคมีสกัด รูปร่างของฮัลจะแบนและไม่สม่ำเสมอ ตามขอบจะโค้งมนและสะท้อนแสง ส่วนในการกระการอัดน้ำมันฮัลมักจะม้วนงอ สีคล้ำกว่า	Next ไปกรอบที่ 25 Black ไปกรอบที่ 23 ดนตรีบรรเลง
25	เนื้อ	จะเป็นแผ่นหนากว่าเปลือกมาก มีรูปร่างแบนผิวไม่เรียบ มีสีเหลืองอ่อน สีเหลืองนวล หรือถ้าใหม่จะมีสีเข้มจนเป็นสีน้ำตาลอ่อน ผิวสะท้อนแสงเป็นเงาเล็กน้อย	Next ไปกรอบที่ 26 Black ไปกรอบที่ 24 ดนตรีบรรเลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น เมื่อนุญาติให้นำไปเผยแพร่บนการใดๆ  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ/หัวข้อ	คำบรรยาย	หมายเหตุ
26	การตรวจสอบการปนปลอมด้วยกล้องจุลทรรศน์	ดนตรีบรรเลง	Next ไปกรอบที่ 27 Black ไปกรอบที่ 25 ดนตรีบรรเลง
27	แกลบ	การปนปลอมด้วยรำสกัดน้ำมัน ลักษณะของรำสกัดน้ำมันส่วนที่เป็นเยื่อหุ้มเมล็ดจะมีลักษณะคล้ายกับเนื้อของกากถั่วเหลือง แต่ส่วนที่มักติดมากับรำเสมอคือส่วนของแกลบ ซึ่งส่วนของแกลบจะมีสีเหลืองเข้มและที่ผิวด้านนอกจะมีลักษณะเป็นตารางสี่เหลี่ยมขนาดเล็ก ผิวขรุขระและเป็นร่องสลับกันคล้ายฝักข้าวโพดอ่อน ผิวด้านในเรียบและมีสีอ่อนกว่า	Next ไปกรอบที่ 28 Black ไปกรอบที่ 26 ดนตรีบรรเลง
28	- เปลือกเมล็ดข้าวโพด - เยื่อหุ้มเมล็ดข้าวโพด	ส่วนของแป้งแข็งและแป้งอ่อนของข้าวโพดมีลักษณะที่คล้ายกับเนื้อถั่วเหลืองมาก ส่วนที่สามารถตรวจสอบได้คือเปลือกเมล็ดข้าวโพด (bran) ซึ่งมีลักษณะใสโปร่ง สะท้อนแสง มีลายเส้นขนานไปทางเดียวกันทั้งแผ่น นากจากนั้นแล้ว อาจสังเกตได้จากส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวโพด (glume) ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นบางใสกว่ามีลายเส้นขนานและค่อนข้างอ่อนนิ่มกว่า	Next ไปกรอบที่ 29 Black ไปกรอบที่ 27 ดนตรีบรรเลง
29	เปลือกหุ้มเมล็ดกากถั่วลิสง	การปนปลอมด้วยกากถั่วลิสงสกัดน้ำมัน ส่วนที่สามารถแยกได้คือส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ด ซึ่งมีสีออกม่วง ม่วงแดง หรือน้ำตาล กระจายปะปรายอยู่บนก้อนเนื้อถั่วลิสง ซึ่งในถั่วเหลืองไม่มีเลย หรือหากกากถั่วลิสงมีส่วนของเปลือกฝักปนมาด้วยก็จะเป็นตัวบ่งชี้ได้ว่าการปนปลอมด้วยการถั่วลิสง	Main menu Black ไปกรอบที่ 28 ดนตรีบรรเลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ/หัวข้อ	คำบรรยาย	หมายเหตุ
30	การตรวจสอบ ความสูง - ดิบของ กากถั่วเหลือง	เป็นการตรวจสอบเพื่อให้ทราบว่ากากถั่วเหลือง ที่ผ่านกรรมวิธีต่างๆ เพื่อให้สุกนั้นยังมีสาร ยับยั้งน้ำย่อยทริปซินหลงเหลืออยู่หรือไม่ แต่การ ตรวจสอบสารยับยั้งน้ำย่อยทริปซินนั้นยุ่งยาก และเสียค่าใช้จ่ายสูง จึงหันมาตรวจสอบน้ำย่อย ยูเรีย (ยูรีเอส) แทน เพราะสามารถทำได้ง่าย กว่า	Next ไปกรอบที่ 31 Main menu ดนตรีบรรเลง
31	หลักการ	วัดปริมาณน้ำย่อยอย่างคร่าวๆ จากการ เปลี่ยนยูเรียเป็นแอมโมเนีย ซึ่งอยู่ในสารละลาย ฟีนอลเรด	Next ไปกรอบที่ 32 Black ไปกรอบที่ 30 ดนตรีบรรเลง
32	อุปกรณ์และสาร เคมี	<ul style="list-style-type: none"> <li>- จานแก้ว</li> <li>- ขวดสีขาขนาดประมาณ 50 มิลลิลิตร พร้อม หลอดหยด</li> <li>- สารฟีนอลเรด</li> <li>- สารละลายกรดซัลฟูริก (<math>H_2SO_4</math>) 0.1 นอร์มอล</li> <li>- สารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 นอร์มอล</li> <li>- ยูเรีย เอ.อาร์.เกรด</li> <li>- น้ำกลั่น</li> </ul>	Next ไปกรอบที่ 33 Black ไปกรอบที่ 31 ดนตรีบรรเลง
33	วิธีการเตรียมสาร เคมี	<p>1.เตรียมสารละลายกรดซัลฟูริก 0.1 นอร์มอล ซึ่ง ถ้าจะให้สะดวกให้ใช้กรดซัลฟูริกมาตรฐานความ เข้มข้น 0.1 นอร์มอล ชนิดหลอดสำเร็จ เต็มด้วย น้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรครบ 1 ลิตรเก็บใส่ขวดไว้ใช้</p> <p>2.เตรียมสารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล โดยใช้ด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์มาตร- ฐาน ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล ชนิดหลอดสำเร็จ เต็มด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรครบ 1 ลิตร เช่น เดียวกัน</p> <p>3.ชั่งสารฟีนอลเรด จำนวน 1.4 กรัม ละลายใน สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล ที่</p>	Next ไปกรอบที่ 34 Black ไปกรอบที่ 32 ดนตรีบรรเลง

กรอบ	ภาพ/หัวข้อ	คำบรรยาย	หมายเหตุ
		<p>ได้เตรียมไว้ในข้อ 2 จำนวน 70 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นลงไปอีก 350 มิลลิลิตร</p> <p>4. ชั่งยูเรีย จำนวน 210 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 3 ลิตร</p> <p>5. นำสารในข้อ 3 และข้อ 4 ผสมเข้าด้วยกัน จะได้สารละลายสีแดงแล้วปรับสีของสารละลายด้วยกรดซัลฟูริก 0.1 นอร์มอล โดยค่อยๆ เติมลงไปพร้อมกับคนด้วยแท่งแก้วจนได้สารละลายเหลืองอำพัน</p> <p>6. แบ่งบรรจุใส่ขวดสีชา ขนาดเล็กเพื่อเก็บไว้ใช้</p>	
34	วิธีการตรวจสอบ	<p>1. นำตัวอย่างแก้วเหลืองหรือกากแก้วเหลืองที่ต้องการตรวจสอบ มาบดด้วยโกร่งหรือครกให้มีขนาดเล็กพอสมควร</p> <p>2. ตักตัวอย่างใส่ในจานแก้วเพียงเล็กน้อย เกือบตัวอย่างให้บางๆ และผิวหน้าเรียบสม่ำเสมอ ซึ่งถ้าใช้กระดาษกรองตัด 1 ใน 4 ส่วน ของแผ่นวางรองตัวอย่างก่อนแล้วเกลี่ยให้กระจายทั่วกระดาษนั้นจะช่วยให้สังเกตผลได้ชัดเจนขึ้น และยังสามารถประมาณค่าความสูง - ดิบได้โดยการเปรียบเทียบกับภาพมาตรฐาน</p> <p>3. หยดสารละลายที่ใช้ในการตรวจสอบลงบนตัวอย่างให้เปียกชุ่ม วางทิ้งไว้ 5 นาที แล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้น</p>	Next ไปกรอบที่ 35 Black ไปกรอบที่ 33 ดนตรีบรรเลง
35	<p>- พอดี</p> <p>- ดิบ 0.5%</p> <p>- ดิบ 1%</p> <p>- ดิบ 2%</p> <p>- ดิบ 2.5%</p>	<p>1. ถ้าแก้วเหลืองหรือกากแก้วเหลืองสูงพอดี จะเกิดจุดสีชมพูน้อยที่สุด เพียง 2-3 จุดเท่านั้น</p> <p>2. ปริมาณจุดสีชมพูจะเพิ่มขึ้นตามระดับความดิบที่เพิ่มขึ้น</p> <p>3. ถ้าไม่เกิดการเปลี่ยนสีเลย ให้รอจนถึง 30 นาที หากยังไม่มีการเปลี่ยนสีอีก ให้ถือว่าแก้วเหลืองหรือกากแก้วเหลืองนั้นใหม่ แต่ถ้ามีจุดสีชมพูเกิด</p>	Next ไปกรอบที่ 36 Black ไปกรอบที่ 34 ดนตรีบรรเลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น การนำเอกสารนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อผู้อื่น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ/หัวข้อ	คำบรรยาย	หมายเหตุ
		ขึ้นบ้างก็ให้อนุโลมว่าใช้ได้ไม่ถึงกับใหม่	
36	การประเมินผล	1. สุก เป็นถั่วเหลืองหรือกากถั่วเหลืองที่ดีที่สุด 2. สุก - ดิบ 2.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถใช้ผสมอาหารเลี้ยงสัตว์เล็กได้ 3. ดิบมากกว่า 2.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถใช้เลี้ยงสัตว์ที่เจริญเติบโตเต็มที่ 4. ใหม่ใช้ได้กับสัตว์ทุกกระยะ แต่การใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนและกรดอะมิโนลดลง	Main menu Black ไปกรอบที่ 35 ดนตรีบรรเลง
37	การตรวจสอบแป้งหลักการ	แป้งหรือคาร์โบไฮเดรตทำปฏิกิริยากับสารละลายของไอโอดีนจะเปลี่ยนสีของวัตถุดิบเป็นสีดำ	Next ไปกรอบที่ 38 Main menu ดนตรีบรรเลง
38	อุปกรณ์และสารเคมี	1. จานแก้ว 2. สารละลายไอโอดีน 2.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีขายตามร้านขายยาทั่วไปในรูปของทิงเจอร์ไอโอดีนสำหรับใส่แผล	Next ไปกรอบที่ 39 Black ไปกรอบที่ 37 ดนตรีบรรเลง
39	วิธีการ	1. นำตัวอย่างที่ต้องการตรวจสอบด้วยจำนวนเล็กน้อยใส่ในจานแก้วเกลี่ยให้กระจายอยู่บางๆ ถ้าใช้การตาชั่งกรองรองใต้วัตถุดิบก็จะทำให้สังเกตเห็นสีได้ชัดเจน 2. หยดสารละลายไอโอดีนลงบนตัวอย่างให้เปียกชุ่มเพื่อให้วัตถุดิบดูดซับสารละลายเข้าไปในตัวอย่าง ทิ้งไว้ 2 - 3 นาที แล้วสังเกตผล 3. ถ้าตัวอย่างมีการปนปลอมด้วยวัตถุดิบที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบมาก เช่น ข้าวโพด รำ ก็จะพบว่าสีของวัตถุดิบเปลี่ยนเป็นสีดำ และถ้าต้องการให้เห็นได้ชัดเจนให้นำไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำอีกครั้ง	Next ไปกรอบที่ 40 Black ไปกรอบที่ 38 ดนตรีบรรเลง
40	- วัตถุดิบที่มีการปนปลอม	ถ้าตัวอย่างมีการปนปลอมด้วยวัตถุดิบที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบมาก เช่น ข้าวโพด รำ ก็จะพบว่า	Main menu Black ไปกรอบที่ 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ/หัวข้อ	คำบรรยาย	หมายเหตุ
	- วัตถุติดที่ไม่มีการ ปนปลอม	สีของวัตถุติดเปลี่ยนเป็นสีดำ	ดนตรีบรรเลง
41	การตรวจสอบหิน ฝุ่น หลักการ	องค์ประกอบหลักของหินฝุ่นคือ แคลเซียม- คาร์บอเนตซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับกรดเกลือแล้วจะ เกิดฟองของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	Next ไปกรอบที่ 42 Main menu ดนตรีบรรเลง
42	อุปกรณ์และสาร เคมี	1.จานแก้วหรือจานกระเบื้องเคลือบ 2.กรดเกลือเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์	Next ไปกรอบที่ 43 Black ไปกรอบที่ 41 ดนตรีบรรเลง
43	วิธีการ	- แล้วเกลี่ยให้กระจายบางๆ 2.หยดกรดเกลือลงบนตัวอย่าง ประมาณ 4 – 5 หยด แล้วสังเกตผล 3. ถ้าเกิดฟองฟูของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แสดงตัวอย่างนั้นมีการปนปลอมด้วยหินฝุ่น	Next ไปกรอบที่ 44 Black ไปกรอบที่ 42 ดนตรีบรรเลง
44	- วัตถุ ติด ที่ มีการ ปน ปลอม  - วัตถุติดที่ไม่มีการ ปนปลอม	ถ้าเกิดฟองฟูของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แสดงว่าวัตถุติดนั้นมีการปนปลอม	Main menu Black ไปกรอบที่ 43 ดนตรีบรรเลง
45	-แบบทดสอบ -พิมพ์ชื่อ	โปรดพิมพ์ชื่อและนามสกุลและกด Enter	ดนตรีบรรเลง
46	ข้อ 1	ข้อใดไม่ใช่วัตถุประสงค์ของการตรวจสอบคุณ ภาพวัตถุติดอาหารสัตว์ ก.ลดปัญหาอื่นๆ ที่จะตามมาภายหลัง ข.ทราบว่าผู้ใดขายของดีหรือไม่ ค.ง่ายต่อการจัดการ ง.จ่ายเงินตามคุณภาพของวัตถุติด	ดนตรีบรรเลง ค. ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปยังเว็บไซต์อื่นใด

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ/หัวข้อ	คำบรรยาย	หมายเหตุ
47	ข้อ 2	เมล็ดถั่วเหลืองที่นำมาเก็บรักษา ควรมีความชื้นไม่เกินกี่เปอร์เซ็นต์ ก.13% ข.14% ค.15% ง.16%	ดนตรีบรรเลง ก. ถูกต้อง
48	ข้อ 3	ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติของกากถั่วเหลืองที่มีคุณภาพดี ก. กลิ่นหอม ข. สีเหลืองคล้ำ ค. สีเหลืองอ่อน ง. ร่วน	ดนตรีบรรเลง ข. ถูกต้อง
49	ข้อ 4	ในทางการค้ากากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันด้วยสารเคมีมี 2 เกรดตามเปอร์เซ็นต์โปรตีนคือ ก. โปรตีน 41% และ 46% ข. โปรตีน 42% และ 47% ค. โปรตีน 43% และ 48% ง. โปรตีน 44% และ 49%	ดนตรีบรรเลง ง. ถูกต้อง
50	ข้อ 5	กากถั่วเหลืองอัดน้ำมันมีกี่ชนิด ก. 1 ชนิด ข. 2 ชนิด ค. 3 ชนิด ง. 4 ชนิด	ดนตรีบรรเลง ข. ถูกต้อง
51	ข้อ 6	ช่วงกากถั่วเหลืองที่อนุโลมให้นำมาเลี้ยงสัตว์เล็กได้คือ ก. ดิบ 0.5 – 2.5% ข. ดิบ 2.5 – 5% ค. ดิบ 5 – 7.5% ง. ดิบ 7.5 – 10%	ดนตรีบรรเลง ก. ถูกต้อง

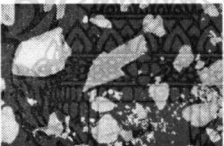
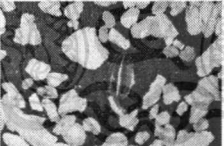

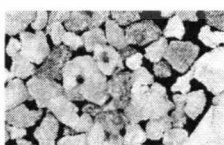
เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ/หัวข้อ	คำบรรยาย	หมายเหตุ
52	ข้อ 7	ข้อใดไม่ใช่ลักษณะเมล็ดที่ดีของกากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันด้วยสารเคมี เมื่อตรวจสอบโดยการใส่ประสาทสัมผัส ก.บาง ข.เบา ค.แข็งกรอบ ง.จับตัวเป็นก้อน	ดนตรีบรรเลง ง. ถูกต้อง
53	ข้อ 8	ถ้ากากถั่วเหลืองอัดน้ำมันมีผิวด้านผิดปกติแสดงว่ามีการปนปลอมด้วยอะไร ก.ข้าวโพดบด ข.หินฝุ่น ค.รำสกัดน้ำมัน ง.ถูกทุกข้อ	ดนตรีบรรเลง ค. ถูกต้อง
54	ข้อ 9	ถ้าถั่วเหลืองไขมันเต็ม (Full fat soybean) มีสีแตกต่างกันในวัตถุดิบเดียวกัน แสดงว่าเป็นอย่างไร ก.ดิบ ข.ไหม้ ค.มีการปนปลอม ง.ถูกทุกข้อ	ดนตรีบรรเลง ง. ถูกต้อง
55	ข้อ 10	ส่วนใดของกากถั่วเหลืองเมื่อดูด้วยกล้องจุลทรรศน์แล้ว บอกได้ว่าเป็นกากถั่วเหลืองได้ทันที ก.ไฮลัม ข.เปลลิวค ค.ฮัล ง.เนื้อ	ดนตรีบรรเลง ก. ถูกต้อง


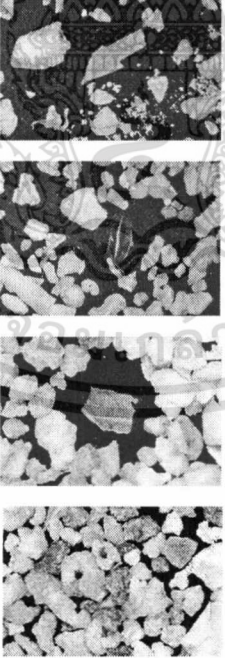
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ/หัวข้อ	คำบรรยาย	หมายเหตุ
56	ข้อ 11	“เป็นส่วนซึ่งเคยติดอยู่กับเปลือกฝักถั่วเหลือง มีลักษณะเป็นวงรีมีรอยผ่าครึ่งตรงกลาง” จากคำพูดดังกล่าวเป็นส่วนใดของกากถั่วเหลือง ก.เปลือก ข.ฮัล ค.เนื้อ ง.ไฮลัม	ดนตรีบรรเลง ง. ถูกต้อง
57	ข้อ 12	ถ้าดมกากถั่วเหลืองแล้วได้กลิ่นเหม็นหืนแสดงว่ากากถั่วเหลืองนั้นเป็นอย่างไร ก.ดิบเกินไป ข.เก่าหรือเก็บไว้นาน ค.ไหม้เล็กน้อย ง.เก็บไว้ในที่โล่งแจ้ง	ดนตรีบรรเลง ข. ถูกต้อง
58	ข้อ 13	จากตัวเหลืองการตรวจสอบคุณภาพใดที่สามารถทำได้สะดวกและง่ายที่สุด ซึ่งไม่มีห้อง Lab ก็สามารทำได้ ก.ตรวจสอบการปนปลอมแป้ง ข.ตรวจสอบการปนปลอมหินฝุ่น ค.ตรวจสอบการปนปลอมรำสกัดน้ำมัน ง.ตรวจสอบการปนปลอมข้าวโพด	ดนตรีบรรเลง ก. ถูกต้อง
59	ข้อ 14	สารเคมีชนิดใดที่นำมาตรวจสอบหินฝุ่น ก.ทิงเจอร์ไอโอดีน ข.ฟีนอลเรด ค.เกลือแกง ง.กรดเกลือเข้มข้น 50%	ดนตรีบรรเลง ง. ถูกต้อง

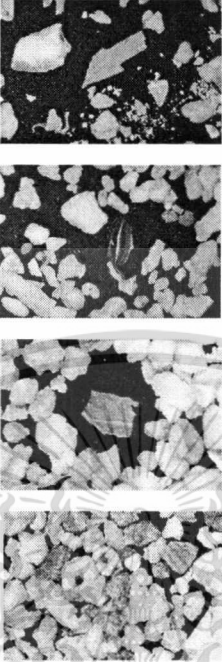
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ/หัวข้อ	คำบรรยาย	หมายเหตุ
60	ข้อ 15	จากข้อ 14 ถ้ามีการปนปลอมด้วยหินฝุ่น จะเกิดอะไรขึ้น ก. สารเคมีที่หยดลงไปจะเปลี่ยนสีเป็นสีดำ ข. สารเคมีที่หยดลงไปจะเปลี่ยนเป็นสีชมพู ค. เกิดฟองของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ง. ไม่มีข้อถูก	ดนตรีบรรเลง ค. ถูกต้อง
61	ข้อ 16	การทดสอบโดยใช้ทิงเจอร์ไอโอดีน ถ้ามีการปนปลอมด้วยวัตถุที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบจะเกิดอะไร ก. เกิดฟองของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ข. วัตถุขี้บจะเปลี่ยนเป็นสีดำ ค. สารเคมีจะเปลี่ยนเป็นสีชมพู ง. ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ	ดนตรีบรรเลง ข. ถูกต้อง
62	ข้อ 17	ภาพไฮลัมคือภาพใด ก.  ข.  ค.  ง. 	ดนตรีบรรเลง ข. ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ/หัวข้อ	คำบรรยาย	หมายเหตุ
63	ข้อ 18	ภาพได้คือภาพปนปลอมรำละเอียด 	ดนตรีบรรเลง ก. ถูกต้อง
64	ข้อ 19	ภาพได้คือภาพปนปลอมข้าวโพด 	ดนตรีบรรเลง ค. ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ/หัวข้อ	คำบรรยาย	หมายเหตุ
65	ข้อ 20	<p>ภาพได้คือภาพปนปลอมกากถั่วลิสงสกัดน้ำมัน</p>  <p>ก</p> <p>ข</p> <p>ค</p> <p>ง</p>	<p>ดนตรีบรรเลง</p> <p>ง. ถูกต้อง</p>
66	ออก	<p>ขอบคุณ</p> <p>อาจารย์จันทร์พร เจ้าทรัพย์</p> <p>อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เกษตร</p> <p>คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม</p> <p>สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร</p> <p>ลาดกระบัง</p>	<p>เลื่อนอัตโนมัติ</p> <p>ดนตรีบรรเลง</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การตรวจสอบและแก้ไขอุปกรณ์

#### 4.1 วิธีการตรวจสอบ

การจัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพกากแก้วเหลือง ผู้จัดทำได้ค้นคว้าส่วนของเนื้อหา เรื่องการตรวจสอบคุณภาพกากแก้วเหลืองจากเอกสารต่างๆ และถ่ายภาพประกอบการสร้างบทเรียนจากห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อสร้างบทเรียนเสร็จแล้วได้นำมาตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ การตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผู้ประเมินจำนวน 5 ท่าน หัวข้อของการประเมินคุณภาพมีดังนี้คือ

- 1) ตัวอักษร โดยประเมินจากสีตัวอักษร ขนาดตัวอักษร และชนิดของตัวอักษร
- 2) ฉาก โดยประเมินจากสีสัน ความสั้นยาวของเนื้อหาในฉากนั้นๆ ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับภาพ และกราฟฟิก
- 3) ภาพประกอบ โดยประเมินจากความชัดเจนของภาพ จำนวนของภาพ และการจัดเรียงภาพในแต่ละฉาก
- 4) เสียงประกอบ โดยประเมินจากเสียงบรรยายในแต่ละฉาก ความดังและความชัดเจนของเสียง

#### 4.2 สรุปผลการตรวจสอบคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพกากั่วเหลือง ได้ตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงการสรุปผลการตรวจสอบทางด้านคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีผู้ประเมิน 5 ท่าน

ลำดับ	ลักษณะเนื้อหาในการประเมิน	จำนวนผู้ประเมิน (ท่าน)	
		เหมาะสม	ไม่เหมาะสม
1	ตัวอักษร		
	- สี	5	-
	- ขนาด	5	-
2	ฉาก		
	- สี	5	-
	- ความสั้นยาวของเนื้อหา	5	-
	- ความสอดคล้องของเนื้อหา	5	-
3	ภาพประกอบ		
	- ความชัดเจน	5	-
	- จำนวนภาพ	5	-
4	เสียงประกอบ		
	- เสียงบรรยายในแต่ละฉาก	-	5
	- ความดังและความชัดเจนของเสียง	5	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุป

การผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพกากถั่วเหลือง เพื่อใช้เป็นสื่อและอุปกรณ์การเรียนการสอน รายวิชาเทคโนโลยีการผลิตอาหารเป็นการค้า (03620213) ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร – การผลิตสัตว์ ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังนั้น ผู้จัดทำได้ศึกษารายละเอียด ความเป็นไปได้ก่อนการดำเนินงาน และนำไปปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ โดยมีเหตุผลในการดำเนินการคือ ต้องการจัดทำสื่อสำหรับการเรียนการสอนในวิชาเทคโนโลยีการผลิตอาหารเป็นการค้า (03620213) ซึ่งในการเรียนการสอนนั้นยังขาดสื่อช่วยสอนด้านนี้ การจัดทำสื่อที่เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยให้นักศึกษาเกิดเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น เพราะเป็นการนำเสนอที่น่าสนใจ และเป็นที่ยอมรับในปัจจุบัน

จากนั้นผู้จัดทำได้ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำอย่างละเอียด เพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด จัดทำรูปเล่มปัญหาพิเศษพร้อมๆ กับจัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้โปรแกรม Authware 5.5 เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน ในส่วนของรูปภาพนั้นผู้จัดทำได้ถ่ายภาพจากห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์และคัดเลือกรูปที่ดีที่สุด คือมีความชัดเจนและสัมพันธ์กับเนื้อหามากที่สุด แล้วนำมาประกอบการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และตกแต่งบทเรียนให้สมบูรณ์ด้วยภาพและรูปแบบการนำเสนอต่างๆ จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ จึงนำมาทำการประเมินคุณภาพและตรวจสอบแก้ไขเพื่อให้ได้บทเรียนที่มีความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการเรียนการสอน

การทำปัญหาครั้งนี้ผู้จัดทำเริ่มดำเนินการตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2544 จนถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2545 โดยมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการทั้งสิ้นประมาณ 2,000 บาท ผลงานที่ได้ประกอบด้วย

- |   |        |
|---|--------|
| 1. แผ่น CD- ROM เรื่องการตรวจสอบคุณภาพกากถั่วเหลือง | 1 แผ่น |
| 2. คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์                   | 1 เล่ม |
| 3. รูปเล่มปัญหาพิเศษ                                | 3 เล่ม |

## 5.2 ปัญหาและอุปสรรค

การผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพกากถั่วเหลือง ผู้จัดทำประสบปัญหามากมายหลายประการ บางปัญหาผู้จัดทำสามารถแก้ไขได้ด้วยตนเอง และบางกรณีต้องอาศัยผู้รู้ แต่ปัญหาต่างๆ ก็สามารถแก้ไขคล่องด้วยดี พอสรุปปัญหาที่ประสบไว้เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับผู้ที่จะทำปัญหาพิเศษท่านอื่นๆ ไว้ดังนี้

1. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องให้โปรแกรมสำเร็จรูป ผู้ทำต้องมีพื้นฐานทางด้านคอมพิวเตอร์มากพอสมควร และต้องมีความชำนาญในการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปนั้นๆ เป็นอย่างดีจึงจะทำให้การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นไปตามที่ต้องการ ซึ่งผู้สร้างมักประสบปัญหาเรื่องการให้โปรแกรมในระยะแรกของการจัดทำมากพอสมควร ทำให้การดำเนินการสร้างล่าช้ากว่าที่กำหนดไว้
2. รูปประกอบการสร้างบทเรียน ถือได้ว่าเป็นสิ่งเพิ่มสีสันในการนำเสนอ ทำให้บทเรียนมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น ผู้จัดทำมักประสบปัญหาเรื่องรูปภาพที่จะนำมาใช้ประกอบการสร้างบทเรียนเสมอ เนื่องจากรูปที่ถ่ายได้ในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ไม่ชัดเจนซึ่งปัญหาดังกล่าวเกิดจากความไม่ชำนาญในการใช้กล้องถ่ายภาพ
3. การทำปัญหาพิเศษนั้นจะควบคู่ไปกับการฝึกสอนของแต่ละเทอม เวลาส่วนมากนำไปใช้สำหรับการเตรียมการสอนในแต่ละวัน จึงมีเวลาในการดำเนินการจัดทำน้อย ทำให้งานล่าช้า

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการประสบการณ์ทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ สามารถเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้ทำปัญหาพิเศษท่านอื่นๆ ได้ดังต่อไปนี้

1. การเลือกหัวข้อปัญหาพิเศษควรเลือกหัวข้อที่ผู้จัดทำถนัด สนใจ และมีความเป็นไปได้มากที่สุด เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างรวดเร็วและราบรื่น
2. ควรเริ่มดำเนินการทำปัญหาพิเศษในส่วนที่สามารถทำได้ล่วงหน้าก่อน เพื่อให้งานเสร็จทันเวลา ไม่ต้องเร่งรีบ
3. ผู้ที่สนใจการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรมีคอมพิวเตอร์ส่วนตัวเพราะจำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ตลอดเวลาสำหรับการดำเนินการสร้าง
4. ต้องมีความชำนาญในการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการสร้างบทเรียนพอสมควร
5. ต้องมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เพื่อให้สื่อที่น่าสนใจ และน่าติดตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

กิดานันท์ มะลิทอง. 2536. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : เอสเอ็นเพรสโปรดักส์. 72 น.

-----, 2540. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัยและนวัตกรรม. กรุงเทพฯ : ชวนพิมพ์. 84 น.

จรรยา เหนียนเฉลย. 2535. เทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพฯ : สหมิตรออฟเซ็ท. 231 น.

ณรงค์ สมพงษ์. 2530. สื่อเพื่องานส่งเสริมเผยแพร่. งานพิมพ์สื่อการศึกษา. สำนักงานส่งเสริมและฝึกอบรม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 504 น.

ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2541. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : วงกลมโปรดักชั่น. 304 น.

ทรงศักดิ์ จุนถิระพงศ์. 2539. หลักการตัดสินใจซื้อ. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์. 160 น.

พันทิพา ชูติมา พงษ์เพ็ญจันทร์. 2542. การตรวจสอบวัตถุดิบอาหารสัตว์ด้วยกล้องจุลทรรศน์และการควบคุมคุณภาพ. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์. 153 น.

พันทิพา พงษ์เพ็ญจันทร์. 2539. การผลิตอาหารสัตว์. กรุงเทพฯ : โอ. เอส. พรีนติ้ง เฮ้าส์. 274 น.

-----, 2539. หลักการให้อาหารสัตว์เล่ม 2. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์. 567 น.

วรรณภา เจียมทะวงศ์. 2528. ทักษะพื้นฐานของการผลิตสื่อการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : 145 น.

นิพนธ์ สุขปริดี. 2521. สื่อทัศนศึกษา. กรุงเทพฯ : แพร์พิทยา. 60 น.

บรรณะ สมชัย. 2542. การสร้าง CAI-Multimedia ด้วย Arthoware 4.0. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น. 204 น.

สุกัญญา จิตตพรพงษ์. 2539. การตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบอาหารสัตว์. นครปฐม : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 183 น.

สมบุญรณ์ สงวนญาติ. 2534. "เทคโนโลยีการเรียนการสอน". ตำราเอกสารวิชาการ. กรุงเทพฯ : ฉบับที่ 41. 50 น.

อุทัย คันไธ. 2529. อาหารและการผลิตอาหารสำหรับเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก. กรุงเทพฯ : ม. เกษตรศาสตร์. 289 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบฟอร์มตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**  
**เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพกากัวเห็ลียง**

คำชี้แจง ให้ผู้ตรวจสอบคุณภาพทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง เหมาะสม หรือไม่เหมาะสม

ลำดับ	ลักษณะเนื้อหาในการประเมิน	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม
1	<b>ตัวอักษร</b> - สี - ขนาด - ชนิด	✓ ✓ ✓	
2	<b>ฉาก</b> - สีสีน - ความสั้นยาวของเนื้อหา - ความสอดคล้องของเนื้อหา - การจัดกราฟฟิก	✓ ✓ ✓ ✓	
3	<b>ภาพประกอบ</b> - ความชัดเจน - จำนวนภาพ - การจัดเรียงภาพในแต่ละฉาก	✓ ✓ ✓	
4	<b>เสียงประกอบ</b> - เสียงบรรยายในแต่ละฉาก - ความดังและความชัดเจนของเสียง	✓	✓

ข้อเสนอแนะ.....  
เสียงเพลงประกอบฉากทำควมร่าตาม 9 กับผู้สนใจเรียนรู้  
ความยาวสั้นของเนื้อหา เหมาะสมดี  
.....  
.....

ลงชื่อ.....  
( นายสุเทพ ทาโชด )  
ผู้ตรวจสอบคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฟอร์มตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพกากัวเหลือ

คำชี้แจง ให้ผู้ตรวจสอบคุณภาพทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง เหมาะสม หรือไม่เหมาะสม

ลำดับ	ลักษณะเนื้อหาในการประเมิน	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม
1	ตัวอักษร - สี - ขนาด - ชนิด	/	
2	ฉาก - สีพื้น - ความสั้นยาวของเนื้อหา - ความสอดคล้องของเนื้อหา - การจัดกราฟฟิก	/	
3	ภาพประกอบ - ความชัดเจน - จำนวนภาพ - การจัดเรียงภาพในแต่ละฉาก	/	
4	เสียงประกอบ - เสียงบรรยายในแต่ละฉาก - ความดังและความชัดเจนของเสียง	/	/

ข้อเสนอแนะ: จัดภาพผิดได้นำสนใจ น่าจดจำ ดูแล้วเพลิน  
ไม่น่าเบื่อ ทำในสื่อ มี ความน่า สนใจ และ เสร็จ เสร: สมบูรณ์  
การจัด ตมตรีที่ นลกนลว ขัน อัก น้อยนึ่ง กั  
" very great ! and excellent. มากนึ่ง.

ลงชื่อ.....  
(นาย..... ส.....)

ผู้ตรวจสอบคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฟอร์มตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพกากถั่วเหลือง

คำชี้แจง ให้ผู้ตรวจสอบคุณภาพทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง เหมาะสม หรือไม่เหมาะสม

ลำดับ	ลักษณะเนื้อหาในการประเมิน	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม
1	ตัวอักษร - สี - ขนาด - ชนิด	/	
2	ฉาก - สีพื้น - ความสั้นยาวของเนื้อหา - ความสอดคล้องของเนื้อหา - การจัดกราฟฟิก	/	
3	ภาพประกอบ - ความชัดเจน - จำนวนภาพ - การจัดเรียงภาพในแต่ละฉาก	/	
4	เสียงประกอบ - เสียงบรรยายในแต่ละฉาก - ความดังและความชัดเจนของเสียง	/	/

ข้อเสนอแนะ: ทีวีอักษรบางฉากยากที่จะรู้สี 7/19/2563 นวรัตน์ นวรัตน์  
เสียงเพลงประกอบฉากสมจริงแต่ต่อเนื่องกัน ส่วนรูป: กอขบ 01 ยาน อ้น เขมมาสมการ

ลงชื่อ.....  
(นางสาวอลิษา กิจจร.....)

ผู้ตรวจสอบคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบฟอร์มตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**  
เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพภาคตัวเหลือง

คำชี้แจง ให้ผู้ตรวจสอบคุณภาพทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง เหมาะสม หรือไม่เหมาะสม

ลำดับ	ลักษณะเนื้อหาในการประเมิน	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม
1	ตัวอักษร - สี - ขนาด - ชนิด	✓ ✓ ✓	
2	ฉาก - สีสีน - ความสั้นยาวของเนื้อหา - ความสอดคล้องของเนื้อหา - การจัดกราฟฟิก	✓ ✓ ✓ ✓	
3	ภาพประกอบ - ความชัดเจน - จำนวนภาพ - การจัดเรียงภาพในแต่ละฉาก	✓ ✓ ✓	
4	เสียงประกอบ - เสียงบรรยายในแต่ละฉาก - ความดังและความชัดเจนของเสียง	✓	✓

ข้อเสนอแนะ: เนื้อเรื่องเด่นชัด น่าสนใจ 30 นาที ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
เป็นประโยชน์ ใช้สื่อได้มีประสิทธิภาพ โทนี่เสียง 61/630 ๓๓๐๐

ลงชื่อ.....  
(..... ๐๗๔๓๑.....)  
ผู้ตรวจสอบคุณภาพ

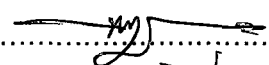
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบฟอร์มตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**  
เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพกากตัวเหลือง

คำชี้แจง ให้ผู้ตรวจสอบคุณภาพทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง เหมาะสม หรือไม่เหมาะสม

ลำดับ	ลักษณะเนื้อหาในการประเมิน	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม
1	ตัวอักษร - สี - ขนาด - ชนิด	✓ ✓ ✓	
2	ฉาก - สีพื้น - ความสั้นยาวของเนื้อหา - ความสอดคล้องของเนื้อหา - การจัดกราฟฟิก	✓ ✓ ✓ ✓	
3	ภาพประกอบ - ความชัดเจน - จำนวนภาพ - การจัดเรียงภาพในแต่ละฉาก	✓ ✓ ✓	
4	เสียงประกอบ - เสียงบรรยายในแต่ละฉาก - ความดังและความชัดเจนของเสียง	✓	✓

ข้อเสนอแนะ..... ภาพประกอบ สวย ทั่วถ้วน เหมาะสม มีเนื้อหาดี แต่ในส่วนของ  
ตัวอักษรที่ใช้ในบทเรียน บางส่วนกลมกลืนกับพื้นเกินไป ควรลด  
สีของตัวอักษรให้ดูเด่นชัดขึ้น ทดสอบอีก ไม่ทราบว่าอีกบทเรียนตอนต่อไปเสียง

ลงชื่อ.....   
(...สุรดาตม จันทวี ๑๙๖๓...)

ผู้ตรวจสอบคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้