



ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การทดสอบวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์
Computer Assisted Instruction on Packaging Material Testing

โดย

นางสาวจันทร์จิรา ฉายพุดชา

ปีการศึกษา 2543

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

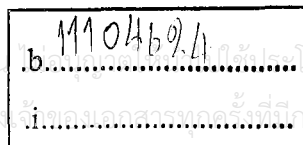
ร.พ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

จ 2532

เลขที่..... 2543

เลขทะเบียน..... 40278

วัน, เดือน, ปี..... 11 ก.ย. 2544



ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น
สงวนลิขสิทธิ์ในชื่อและนามสกุลของสำนักหอสมุดกลาง
สงวนลิขสิทธิ์ในชื่อและนามสกุลของสำนักหอสมุดกลาง
สงวนลิขสิทธิ์ในชื่อและนามสกุลของสำนักหอสมุดกลาง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การทดสอบวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์
Computer Assisted Instruction on Packaging Material Testing



โดย

นางสาวจันทร์จิรา ฉายพุดซา

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2543

ชื่อเรื่อง การทดสอบวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์

Computer Assisted Instruction on Packaging Material Testing

ชื่อ-สกุล นางสาวจันทร์จิรา นายพุดชา

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์จันทร์พร เจ้าทรัพย์

บทคัดย่อ

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตสื่อการเรียนการสอนประเภทบทเรียนคอมพิวเตอร์สำหรับการสอน เรื่อง การทดสอบวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์ สำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาหลักการบรรจุ (รหัส 03630112) ซึ่งเป็นวิชาในหมวดวิชาเลือก ตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อให้ นักศึกษาและผู้สนใจศึกษาเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องการทดสอบวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์

การดำเนินการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์มีขั้นตอนดังนี้ เลือกหัวข้อปัญหาพิเศษ ทำการศึกษาหลักสูตร วิเคราะห์เนื้อหา ศึกษาข้อมูล เขียนโครงร่างปัญหาพิเศษ เขียนบทสำหรับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ ดำเนินงานสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ ประเมินผลงานโดยผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบแก้ไข และทำการเขียนภาคเอกสาร

การผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งนี้ได้มีการบันทึกลงในแผ่นซีดี พร้อมทั้งได้มีการจัดทำคู่มือการใช้งานเพื่อให้ง่ายแก่การใช้บทเรียน เนื้อหาของบทเรียนทั้งหมดจะแบ่งออกเป็น 4 หัวข้อ ได้แก่ กระดาษ, พลาสติก, การทดสอบวัสดุ และแบบทดสอบจำนวน 30 ข้อ โดยในการทดสอบแต่ละครั้งจะเป็นการสุ่มมาทดสอบ 20 ข้อ เพื่อให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี โดยได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน ผู้จัดทำ
ขอกราบขอพระคุณ อาจารย์จันทร์พร เจ้าทรัพย์ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษซึ่งท่านได้กรุณาให้
คำแนะนำ ชี้แนะข้อบกพร่อง

ขอขอบคุณอาจารย์ไพศักดิ์ อนันต์นุกูล และเจ้าหน้าที่ศูนย์บรรณวิทยุหอไทย ที่ให้ความ
อนุเคราะห์ในการถ่ายภาพ และข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวกับบรรณภัณฑ์และการทดสอบวัสดุในการทำ
บรรณภัณฑ์

ขอขอบคุณอาจารย์ภัทพงศ์ ปวงสุข และพี่ๆเจ้าหน้าที่ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร ที่อำนวยความสะดวกในเรื่องอุปกรณ์ในการถ่ายภาพ และวัสดุในการทำปัญหาพิเศษ

ขอขอบคุณบิดา - มารดา ที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนกำลังใจทรัพย์ตลอดเวลา

สุดท้ายขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่คอยช่วยเหลือ ทั้งในด้านกำลังใจ กำลังกายเสมอมา

จันทร์จิรา ฉายพุดชา

ธันวาคม 2543

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ข
สารบัญ.....	ค
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตของปัญหา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับสื่อการสอน.....	4
2.2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์.....	23
3 วิธีการสร้างอุปกรณ์	35
3.1 การวิเคราะห์หลักสูตร.....	35
3.2 การวิเคราะห์เนื้อหา.....	36
3.3 คำบรรยายประกอบอุปกรณ์.....	43
3.4 ขั้นตอนการสร้างอุปกรณ์.....	71
4 การตรวจสอบและแก้ไขอุปกรณ์	72
4.1 วิธีการตรวจสอบ.....	72
4.2 ผลการตรวจสอบอุปกรณ์.....	73
4.3 ผลการปรับปรุงแก้ไข.....	75
5 สรุปและข้อเสนอแนะ	74
5.1 สรุปการดำเนินงาน.....	74
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	75
บรรณานุกรม	77
ภาคผนวก	78

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ในสังคมปัจจุบันนี้ความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีได้เจริญมากและนับว่ามีความสำคัญมากในทุกๆสาขาวิชาชีพคงจะเห็นได้จากการที่ได้มีการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในการทำงานในทุกๆส่วนของสายงาน ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่าคอมพิวเตอร์มีความสามารถในการทำงานได้หลายด้านและมีระบบการใช้งานที่สะดวก ซึ่งเรียกได้ว่าคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพมาก มีความถูกต้อง แม่นยำ สามารถเอื้ออำนวยความสะดวกแก่มนุษย์ได้เป็นอย่างมาก

ในการใช้งานคอมพิวเตอร์ในด้านการเรียนการสอนนั้นก็เช่นเดียวกันกับการใช้งานด้านอื่น ซึ่งปัจจุบันในสถาบันการศึกษาส่วนใหญ่ก็หันมาใช้คอมพิวเตอร์เป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นการเรียนในเรื่องที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์เองหรือว่าการใช้คอมพิวเตอร์มาช่วยครูในด้านการสอน โดยการสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION) คือการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อการสอน ซึ่งจัดได้ว่าเป็นสื่อการสอนรูปแบบใหม่ที่น่าสนใจ และผู้เรียนก็จะมีความสนใจในการเรียนมากขึ้นเนื่องจากว่าเป็นสื่อชนิดใหม่ที่มีความน่าสนใจในการเรียนรู้เป็นอย่างมาก ในการใช้งานในแต่ละครั้งผู้เรียนจะได้มีการเรียนรู้ในหลายๆรูปแบบทั้งในเรื่องของตัวคอมพิวเตอร์เองหรือในเรื่องของบทเรียนที่ผู้เรียนต้องศึกษาจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เมื่อผู้เรียนได้มีการลองใช้งานด้วยตัวเองก็จะเกิดการเรียนรู้ในสิ่งใหม่ๆได้เป็นอย่างมากและผู้เรียนก็จะมีความรู้และใช้งานคอมพิวเตอร์ได้อย่างชำนาญ

สำหรับการเรียนการสอนในภาควิชาครุศาสตร์เกษตรนั้น นับได้ว่าการนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในการสอนน้อยมาก อาจเนื่องมาจากการเรียนการสอนในภาควิชาสามารถพบได้จากของจริงที่มีอยู่อย่างมากมาย และยังไม่ค่อยเห็นความสำคัญของคอมพิวเตอร์มากนัก จึงทำให้มีการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนและการใช้งานกันเป็นจำนวนน้อย แต่ในปัจจุบันนี้ในการสมัครเข้าทำงานในแต่ละสถาบันนั้นจำเป็นอย่างยิ่งว่าผู้ที่เข้าทำงานในตำแหน่งหน้าที่การงานต่าง ๆ นั้นจำเป็นที่จะต้องมีความรู้ในทุกๆด้านและในด้านที่สำคัญเป็นอย่างมากก็คือการใช้งานทางด้านคอมพิวเตอร์

สำหรับสื่อการสอนในสมัยก่อนนั้น ครูผู้สอนมักจะประดิษฐ์จากวัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น แต่ในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีได้ก้าวไกลไปมาก ดังนั้นสื่อที่จะนำมาใช้ในการสอนจึงควรที่จะเป็นสิ่งที่ช่วยพัฒนาตัวผู้เรียน สื่อที่จะช่วยในการพัฒนาในด้านเทคโนโลยีดังกล่าวก็คือ คอมพิวเตอร์ และในการที่เราได้นำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อในการสอนนั้นก็ช่วยพัฒนาผู้เรียนในหลายๆด้าน และยังเป็นการผลิตบุคลากรที่มีความสามารถให้แก่สังคมอีกด้วย

ในด้านอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ต่างๆที่เราพบเห็นในท้องตลาดส่วนมากจะถูกบรรจุอยู่ในกล่อง กระป๋อง หรือ ถุงพลาสติก เพื่อความสะดวกในการวางโชว์ที่ชั้น และเพื่อสะดวกในการหยิบจับ บรรจุภัณฑ์ส่วนมากถ้าเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีคุณภาพที่ดีก็จะไม่บุบ แฉก หัก งอ แต่ถ้าเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ไม่ดีก็จะไม่คงรูปเหมือนเดิมที่ออกมาจาก โรงงานผู้ผลิต

บรรจุภัณฑ์ที่ใช้บรรจุผลิตภัณฑ์จะต้องมีคุณภาพที่ดี สามารถปกป้องคุ้มครองสินค้าไม่ให้แตกหักเสียหาย นอกจากปกป้องคุ้มครองแล้วยังต้องไม่ทำปฏิกิริยากับสินค้า ช่วยบอกรายละเอียดเกี่ยวกับสินค้าได้ บรรจุภัณฑ์ที่จะทำหน้าที่ต่างๆเหล่านี้ได้เป็นอย่างดีจะต้องทำมาจากวัสดุที่มีคุณภาพดี ดังนั้นการที่เราจะทราบได้ว่าบรรจุภัณฑ์จะมีคุณภาพดีหรือไม่ดีนั้นเราจึงต้องทำการทดสอบ เพราะการทดสอบจะช่วยให้ทราบว่าวัสดุที่จะนำมาทำบรรจุภัณฑ์แต่ละชนิดนั้นมีคุณสมบัติในด้านใดบ้าง แต่ละด้านจะมีประโยชน์อย่างไรต่อสินค้า จะช่วยปกป้องคุ้มครองสินค้าภายในได้มากน้อยเพียงใด เมื่อเราทราบแล้วว่าวัสดุที่จะนำมาผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์มีคุณภาพที่ดี ก็จะทำให้ช่วยลดต้นทุนในการผลิตและยังเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าของสินค้าได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง “การทดสอบวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์” สำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชา หลักการบรรจุ (03630112) ซึ่งเป็นวิชาในหมวดวิชาเลือก ตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาอุตสาหกรรมเกษตร ภาค วิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ผลิต CAI เรื่อง การทดสอบวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์ โดยมีเนื้อหาในส่วนของวิธีการทดสอบในด้านต่างๆของวัสดุก่อนที่จะนำมาทำบรรจุภัณฑ์ ซึ่งวัสดุต่างๆนั้นได้แก่ กระดาษ พลาสติก

กระดาษ จะมีวิธีการทดสอบหลายวิธีดังนี้

- การต้านแรงฉีกขาด
- การต้านแรงดันที่มทะเล
- ความแข็งคิง
- การต้านแรงคิงขาดและการยึดตัว
- การต้านแรงกดลอนลูกฟูก
- การต้านแรงกดในแนวคิง

พลาสติก จะมีวิธีการทดสอบหลายวิธีดังนี้

- อัตราการซึมผ่านของไอน้ำ
- การต้านแรงฉีกขาด
- การต้านแรงคิงขาดและการยึดตัว

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง “การทดสอบวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์” สำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชา หลักการบรรจุ (03630112) ซึ่งเป็นวิชาในหมวดวิชาเลือกตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. เพื่อใช้ในการเผยแพร่ความรู้แก่ผู้ที่สนใจ ในกระบวนการทดสอบวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในการทำปัญหาพิเศษประเภทบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การทดสอบวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์ เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาหลักการบรรจุ (03630112) ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารต่างๆ การสอบถามจากผู้มีประสบการณ์ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องซึ่งประกอบด้วย

1. การศึกษาเอกสารเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอน
2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับการทดสอบวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์

2.1 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับสื่อการสอน

2.1.1 ความหมายของการเรียนรู้

การเรียนรู้ (Learning) เป็นคำที่ใช้ในศาสตร์ทางจิตวิทยา เมื่อมาใช้คู่กับการสอนจะเรียนสั้นๆว่า การเรียน คำว่า การเรียนรู้หรือการเรียน มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

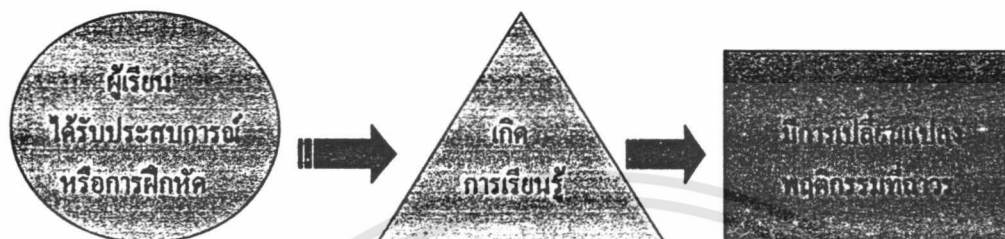
กันยา สุวรรณแสง อ้างโดย อาภรณ์ ใจเที่ยง (2537 : 13) ให้ความหมายการเรียนรู้ไว้ว่า การเรียนรู้ คือ กระบวนการที่ประสบการณ์ตรงและหรือประสบการณ์ทางอ้อม กระทำให้อินทรีย์เกิดการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมที่ค่อนข้างถาวร แต่ไม่รวมถึงการเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรม อันเนื่องมาจากสาเหตุอื่นๆ เช่น วุฒิภาวะ ความเจ็บป่วย ฤทธิ์ยา สารเคมี ฯลฯ

คณาจารย์ภาควิชาจิตวิทยา อ้างโดย อาภรณ์ ใจเที่ยง (2537 : 13) ให้ความหมายว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมที่เกิดขึ้น โดยการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนองบ่อยครั้งเข้า จนในที่สุดกลายเป็นพฤติกรรมที่ปรากฏขึ้นมาอย่างถาวร

จิตรา วสุวานิช อ้างโดย อาภรณ์ ใจเที่ยง (2537 : 13) อธิบายความหมายของการเรียนรู้ไว้ว่า การเรียนรู้ คือ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ซึ่งเป็นผลของปฏิกริยาตอบสนองที่มีต่อสิ่งเร้า การเรียนรู้ยังหมายถึงการปรับปรุง และการปรับปรุงที่เกิดขึ้นนี้อาจจะมีคุณค่าในทางที่ดีขึ้น หรือไม่ก็อาจเป็นได้

จากความหมายของการเรียนรู้ที่ข้อมากกว่าข้างต้น สรุปได้ว่า การเรียนรู้ คือ กระบวนการที่บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอย่างถาวร อันเนื่องมาจากประสบการณ์หรือการฝึกหัด ดังแผนภูมิข้างล่างนี้

แผนภูมิที่ 4 แสดงความหมายของการเรียนรู้



ที่มา : อารมณ์ ใจเที่ยง, พ.ศ. 2537 : 13

ลักษณะของการเรียนรู้

อารมณ์ ใจเที่ยง (2537 : 14-17) การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในลักษณะใดจึงจะเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ จะพิจารณาได้จากพฤติกรรมที่เกิดขึ้น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมนั้นเป็นพฤติกรรมที่เปลี่ยนไปจากเดิม หมายความว่า พฤติกรรมก่อนการเรียนรู้และหลักการเรียนรู้จะแตกต่างกัน เช่น เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมจากทำไม่เป็น ไม่เข้าใจ ไม่รู้ ทำไม่ได้ กลายมาทำเป็น เข้าใจ รู้ ทำดีขึ้นเรื่อยๆ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมนี้อาจเป็นได้ทั้งด้านดีและไม่ดี ไม่ใช่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านดีเพียงด้านเดียวอาจเป็นพฤติกรรมที่สังคมไม่ยอมรับ นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นได้ทั้งการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมภายนอกที่เรามองเห็นได้ หรืออาจเป็นพฤติกรรมทางด้านอารมณ์ ความรู้สึกนึกคิด จิตใจก็ได้ ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอาจเปลี่ยนได้ทั้งด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย

2. พฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปนั้นต้องเป็นพฤติกรรมที่มีลักษณะถาวร เช่น การว่ายน้ำเป็น ถือเป็นพฤติกรรมที่ถาวร เพราะเกิดการเปลี่ยนแปลงจากเดิม คือ ว่ายน้ำไม่เป็นกลายมาว่ายน้ำเป็น และเมื่อว่ายน้ำเป็นแล้ว แต่ไม่มีโอกาสว่ายน้ำอีกในช่วงเวลาหลายเดือน ก็ยังคงว่ายน้ำได้เช่นเดิม พฤติกรรมที่ว่ายน้ำได้นี้เป็นพฤติกรรมที่ถาวร เรียกได้ว่าการเกิดการเรียนรู้ แต่ถ้าเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ไม่ถาวร เช่น ความเหนื่อยล้า ความเจ็บป่วย การถูกบังคับถูกรักษา สารเคมี แอลกอฮอล์ ซึ่งทำให้พฤติกรรมของบุคคลเปลี่ยนไปจากเดิมชั่วระยะหนึ่ง ไม่นับว่าเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้

3. การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมนั้นจะต้องเนื่องมาจากประสบการณ์ ถ้าเป็นการเปลี่ยนแปลงเนื่องมาจากเหตุอื่น เช่น วุฒิภาวะ ความพิการ ความเคยชิน ซึ่งถึงแม้เป็นการเปลี่ยนอย่างถาวร ก็ไม่นับเป็นการเรียนรู้ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอันเนื่องมาจากวุฒิภาวะ เช่น การที่เด็ก

เปลี่ยนจากคลานมาเป็นยืน เดินได้ การเปลี่ยนพฤติกรรมอันเนื่องมาจากความเคยชิน เช่น ตอนแรกทนเสียงทกลิ่นบางอย่างไม่ได้ นานไปก็เคยชินจนไม่รู้สึกรู้ว่ามิเสียงหรือกลิ่นนั้นๆ หรือ ปฏิกริยาสะท้อนต่างๆ เช่น การไอ จาม กระพริบตา กระตุกสะดุ้งเมื่อถูกเข็มแทง ฯลฯ เหล่านี้ ไม่นับเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้

กล่าวโดยสรุป การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปจากเดิม อันเนื่องมาจากประสบการณ์หรือ การฝึกหัด และเป็นพฤติกรรมที่เป็นไปอย่างถาวร อย่างนี้จึงจะเรียกว่า เกิดการเรียนรู้

องค์ประกอบของการเรียนรู้

องค์ประกอบของการเรียนรู้ มีดังนี้

1. แรงขับ (Drive) มี 2 ประเภท คือ แรงขับปฐมภูมิ (Primary Drive) เช่น ความหิว กระหาย แรงขับทุติยภูมิ (Secondary Drive) เป็นเรื่องของความต้องการทางจิตใจและสังคม เช่น ความวิตกกังวล ความต้องการความรัก ความปลอดภัย ฯลฯ แรงขับทั้งสองประเภท มีผลให้เกิด ปฏิกริยา อันจะนำไปสู่การเรียนรู้

2. สิ่งเร้า (Stimulus) เป็นตัวการทำให้บุคคลมีปฏิกริยาโต้ตอบออกมา และเป็นตัวกำหนด พฤติกรรมว่าจะแสดงอาหารตอบสนองออกมาในลักษณะใด สิ่งเร้าอาจเป็นเหตุการณ์หรือวัตถุ และอาจเกิดภายในหรือภายนอกร่างกายก็ได้ เช่น เสียงนาฬิกาปลุกเร้าให้ตื่น กำหนดวันสอบ เร้า ให้เตรียมตัวสอบ

3. อาการตอบสนอง (Response) คือ พฤติกรรมที่แสดงออกมาเมื่อได้รับการกระตุ้นจากสิ่ง เร้า หรือพูดว่า คือ ผลทางพฤติกรรมของสิ่งเร้า เป็นการกระทำของร่างกาย และอาจเป็นได้ชัดหรือ ไม่ชัดก็ได้ ซึ่งมักจะเกิดตามหลังสิ่งเร้าเสมอ

4. สิ่งเสริมแรง (Reinforcement) คือ สิ่งที่มาเพิ่มกำลังให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับ อาการตอบสนอง เช่น รางวัล การทำโทษ ซึ่งมีผลต่อการเรียนรู้มาก อาจแบ่งสิ่งเสริมแรงออกได้ เป็น 2 ประเภทคือ

4.1 สิ่งเสริมแรงปฐมภูมิ เป็นสิ่งเสริมแรงที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ และบำบัดความต้องการ หรือลดแรงขับโดยตรง เช่นอาหารเป็นสิ่งเสริมแรงแก่นุคคลที่กำลังหิว

4.2 สิ่งเสริมแรงทุติยภูมิ เช่น เงิน ชื่อเสียง

นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบด้านอื่นอีก เช่น ความพร้อม ความสนใจ การตั้งใจ ระดับสติ ปัญญา การฝึก การทำซ้ำ สุขภาพจิต สิ่งแวดล้อม ฯลฯ ซึ่งแตกต่างกันไปตามธรรมชาติของนักจิต วิทยา อย่างไรก็ตาม กล่าวสรุปได้ว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ต้องประกอบด้วยองค์ประกอบทั้ง 4 เป็นอย่างน้อย ได้แก่ แรงขับ สิ่งเร้า การตอบสนอง และสิ่งเสริมแรง

ปัจจัยส่งเสริมการเรียนรู้

การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีต้องอาศัยปัจจัยส่งเสริมหลายด้าน ในที่นี้ขอเสนอ 4 ด้าน คือ

1. ตัวผู้เรียน
2. บทเรียน
3. วิธีการจัดการเรียนการสอน
4. สภาพแวดล้อม

ทั้ง 4 ข้อมีรายละเอียดดังนี้

1. ตัวผู้เรียน ได้แก่สิ่งเหล่านี้
 - 1.1 **วุฒิภาวะ** คือ การเจริญเติบโตที่สูงสุดในระยะเวลาหนึ่งที่พร้อมจะกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้เหมาะสมกับวัย เช่น เด็กที่สามารถเดินได้ในเวลาที่ควรจะเดิน ก็พูดได้ว่า เด็กมีวุฒิภาวะพร้อมที่จะเดิน และเมื่อสอนให้เดินท่าทางต่างๆ เด็กก็ทำได้ เรียกได้ว่า เด็กเกิดการเรียนรู้แล้ว ดังนั้น วุฒิภาวะจึงเป็นองค์ประกอบในตัวผู้เรียนอย่างหนึ่งที่ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้
 - 1.2 **ความพร้อม** คือ สภาพของคนที่มีวุฒิภาวะ รวมทั้งความสนใจและประสบการณ์เดิมที่จะทำให้เรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้ดี ดังนั้น ความพร้อมจึงทำให้การเรียนรู้ได้ผลดีและรวดเร็ว
 - 1.3 **ประสบการณ์เดิม** ผู้ที่มีประสบการณ์มากก็จะทำให้เกิดการเรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้มากเร็ว และดีกว่าผู้ที่มีประสบการณ์น้อย
 - 1.4 **อายุ** นักจิตวิทยาพบว่า ยิ่งอายุมากขึ้นความสามารถในการเรียนรู้จะยิ่งลดลง นั่นคือความสามารถในการเรียนรู้ถึงขีดสูงสุด เมื่ออายุ 20 ถึง 35 ปี หลังอายุ 35 ปีไปแล้ว ความสามารถในการเรียนรู้จะลดลงเรื่อยๆ
 - 1.5 **แรงจูงใจ** เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ได้ดี บางคนอาจจะเรียนรู้ได้ดี แต่ไม่เต็มตามที่ตามความสามารถของเขา ทั้งนี้อาจเป็นเพราะขาดแรงจูงใจ ดังนั้น การเรียนรู้จะได้ผลดีถ้าผู้เรียนมีแรงจูงใจที่จะเรียน
 - 1.6 **ระดับสติปัญญา** ผู้ที่มีระดับสติปัญญาสูง จะมีความสามารถในการเรียนรู้ได้ดีกว่าผู้ที่มีระดับสติปัญญาค่ำ
 - 1.7 **อารมณ์** ผู้ที่มีอารมณ์ปกติจะสามารถเรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้ดีกว่าผู้ที่มีอารมณ์ไม่มั่นคง หรือมีความกระวนกระวายใจ วิตกกังวล

1.8 สภาพร่างกาย ผู้ที่มีสภาพร่างกายปกติก็จะเรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้ดีกว่าผู้ที่มีความบกพร่องทางร่างกาย เช่น หูหนวก ตาบอด เป็นใบ้ มีโรคภัยไข้เจ็บต่างๆ ฯลฯ ถ้ายังมีความบกพร่องมากเท่าใด ความสามารถในการเรียนรู้ก็จะมีน้อยลงเท่านั้น

2. บทเรียน ซึ่งมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ ได้แก่

2.1 ความยากง่ายของบทเรียน บทเรียนที่ง่ายจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้เร็วกว่าบทเรียนที่ยากๆ

2.2 ความยาวของบทเรียน บทเรียนที่มีความยาวมาก ย่อมทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ช้ากว่าบทเรียนที่มีความสั้นกว่า

2.3 การมีความหมายของบทเรียน บทเรียนที่มีความหมายจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าบทเรียนที่ไม่มีมีความหมาย

3. วิธีจัดการเรียนการสอน ได้แก่

3.1 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้ดีและรวดเร็ว ถ้าผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนอย่างเหมาะสม

3.2 การใช้เครื่องล่อใจ (Incentive) เช่น การให้รางวัล การแข่งขัน ฯลฯ จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความปรารถนาที่จะเรียนและสนใจในการเรียนมากขึ้น

3.3 การแนะนำในการเรียน จะช่วยให้ผู้เรียนเรียนได้ดีขึ้น ถ้าได้รับการแนะนำที่ถูกต้องเหมาะสม กล่าวคือ ไม่มากเกินไป เพราะจะทำให้ผู้เรียนไม่เป็นตัวของตัวเอง และไม่น้อยเกินไป เพราะทำให้ผู้เรียนปฏิบัติไม่ถูกต้องได้

3.4 การส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ เช่น การโยงความสัมพันธ์ของประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ หรือการให้นำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์อื่น จะทำให้การเรียนรู้คงทนถาวรยิ่งขึ้น

3.5 ช่วงเวลาในการเรียน ถ้าจัดให้ผู้เรียนได้เรียนในช่วงก่อนพักกลางวัน จะช่วยให้เรียนรู้ได้ดีกว่าเรียนในตอนบ่าย

3.6 การฝึกฝน เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้แล้ว มีโอกาสฝึกฝนหรือกระทำซ้ำๆ อยู่เสมอจะทำให้การเรียนรู้สิ่งนั้นมีความมั่นคงถาวรขึ้น

4. สภาพแวดล้อมทางการเรียน ได้แก่

4.1 สภาพแวดล้อมทางจิตวิทยา เช่น บรรยากาศในห้องเรียน ความสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกัน ฯลฯ ถ้าเป็นสภาพแวดล้อมที่ดี มีจะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

4.2 สภาพแวดล้อมทางกายภาพ เช่น กระดานดำ โต้ะ แก้วใส แสงสว่าง อุณหภูมิ ความสะอาด ความเป็นระเบียบในห้องเรียน ฯลฯ สภาพแวดล้อมที่ดี ทำให้ผู้เรียนสบายใจ สบายกายในการเรียน การเรียนรู้จะดีขึ้นด้วย

ปัจจัยทั้ง 4 ด้าน ดังกล่าวข้างต้น มีประโยชน์สำหรับครูผู้สอน ถ้าครูได้คำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้ ก็จะช่วยให้การเรียนการสอนบรรลุผลสำเร็จได้

2.1.1 ลักษณะของการสื่อสาร

บุรณะ สมชัย (2538 : 22) กล่าวว่า กระบวนการเรียนการสอนคือ การสื่อสารข้อมูลระหว่างผู้สอนและผู้เรียน เมื่อผู้เรียนรับรู้ข้อมูลแล้วแปลผลก็แสดงว่ามีการเรียนรู้เกิดขึ้น

การสื่อสาร ในกระบวนการเรียนการสอนมี 2 ลักษณะได้แก่

1. การสื่อสารทางเดียว หรือระบบวงจรมีเปิด (Open – loop system) คือ การสื่อสาร ผ่านสื่อต่างๆ ไปยังผู้เรียนทางเดียว ผู้เรียนไม่สามารถสื่อสารไปยังผู้สอนได้ เช่น การเรียนระบบทางไกล การอ่านจากเอกสารและตำรา เป็นต้น

2. การสื่อสารสองทาง หรือระบบวงจรมีปิด (Close – loop system) คือ การสื่อสารที่ผู้เรียนและผู้สอนสามารถโต้ตอบกันได้ เช่น การสอนในห้องเรียน การสาธิต (Demonstration) เป็นต้น

การสื่อสารแบบสองทาง เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ผู้เรียนสามารถแปลผลหรือรับรู้ข่าวสาร ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เมื่อไม่เข้าใจก็สามารถซักถามได้

2.1.3 ความหมายของสื่อการสอน

นักเทคโนโลยีหลายท่านได้ให้ความหมาย “สื่อการสอน” ดังนี้

เป็รื่อง กุฎท อ่างโดย วาสนา ชาวหา (2537 : 8) กล่าวว่า “สื่อการสอน หมายถึง สิ่งต่างๆ ที่ใช้เป็นเครื่องมือหรือช่องทางส่งทำให้การสอนของครูถึงผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายที่ครูวางไว้เป็นอย่างดี”

ชัยรงค์ พรหมวงศ์ อ่างโดย วาสนา ชาวหา (2537 : 8) ได้ให้ทัศนะว่า “สื่อการสอน หมายถึง วัสดุ (สิ่งสิ้นเปลือง) อุปกรณ์ (เครื่องมือที่ไม่ผูกพันได้ง่าย) และวิธีการ (กิจกรรม ละคร เกม การทดลอง ฯลฯ) ที่ใช้เป็นสื่อกลางการสอน สามารถส่งหรือถ่ายทอดความรู้ เจตคติ (อารมณ์ ความรู้สึก ความสนใจ ทัศนคติ และค่านิยม)

อริพร ศรียมก อ่างโดย วาสนา ชาวหา (2537 : 8) กล่าวว่า สื่อการสอน หมายถึงอะไรก็ได้ (ที่ไม่ใช่ครูพูดปากเปล่าอย่างเดียว) ที่ทำให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างน่าสนใจ สนุกตื่นเต้น และทำให้เกิด ประสิทธิภาพในการเรียนการสอน

สมบุรณ์ สงวนญาติ (2534 : 43-44) กล่าวว่า สื่อการเรียนการสอนหมายถึงทุกสิ่งทุกอย่างที่ผู้สอนและผู้เรียนนำมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อช่วยให้กระบวนการเรียนรู้ดำเนินไปสู่เป้า

หมายอย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่วัตถุสิ่งของในธรรมชาติหรือมนุษย์สร้างขึ้นมา รวมทั้งวิธีการสอนและกิจกรรมในรูปแบบต่างๆซึ่งผู้สอนได้เลือกมาใช้ช่วยในการถ่ายทอดความรู้ไปสู่ผู้เรียน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการเรียนการสอน

วิรุฒ ลิลาพฤทธิ (2521 : 2) กล่าวถึงสื่อการสอนว่า สื่อการสอน คือ โสตทัศนูปกรณ์ที่เป็นอุปกรณ์การสอน ซึ่งเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งซึ่งช่วยครูในการถ่ายทอดสิ่งต่างๆที่เป็นจริง ทักษะ ทักษะ นคติ ความรู้ความเข้าใจ และความซาบซึ้งไปยังผู้เรียนได้

ฉรงค์ สมพงศ์ (2530 : 40) กล่าวว่า สื่อการสอนนั้นเป็นสิ่งที่มุ่งเน้นการนำไปใช้ทางด้านการสอนทั้งในและนอกห้องเรียน เช่น การใช้สไลด์และภาพยนตร์ประกอบการสอน การใช้ตำราบทเรียนในโปรแกรม ราชการวิทยุโรงเรียน เป็นต้น เนื่องจากสื่อการสอนเป็นส่วนหนึ่งของระบบการศึกษา จึงกล่าวได้ว่า สื่อการสอนเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษานั้นเอง

ดังนั้นสื่อการเรียนการสอนจึงหมายถึง สิ่งที่บรรจุไว้ซึ่งเนื้อหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนที่เป็นทั้งวัตถุที่มนุษย์สร้างขึ้นมาหรือเกิดเองตามธรรมชาติ รวมถึงกิจกรรมและวิธีต่างๆที่ผู้สอนเลือกมาเพื่อใช้ในการถ่ายทอดความรู้ไปสู่ผู้เรียน สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และบรรลุวัตถุประสงค์ที่ผู้สอนตั้งไว้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.4 ประเภทสื่อการเรียนการสอน

สำเนา วราภรณ์ (2523 : 112) ได้จำแนกสื่อการสอนเป็น 3 ประเภท คือ

1. วัสดุและเครื่องมือที่ไม่ต้องฉาย หมายถึง วัสดุหรือเครื่องมือที่ไม่ต้องอาศัยเครื่องฉายในการทำเสนอแต่สามารถนำเสนอได้ด้วยตัวของมันเอง ได้แก่ รูปภาพ แผนที่ หุ่นจำลอง ฯลฯ ตลอดจนกิจกรรม เช่น การสาธิต นิทรรศการ ทักษะศึกษา เป็นต้น

2. วัสดุและเครื่องมือที่ต้องฉาย หมายถึง วัสดุหรือเครื่องมือที่ต้องอาศัยเครื่องฉายจึงจะสามารถนำเสนอได้ ดังเช่น फिल्मภาพยนตร์ และเครื่องฉาย ภาพโปรเจกเตอร์และเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ เป็นต้น

3. โสตวัสดุและอุปกรณ์ หมายถึง วัสดุและอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับเสียง สามารถรับรู้ได้โดยการฟังจากเครื่องบันทึกเสียงและเทป เครื่องเล่นแผ่นเสียงและแผ่นเสียง เครื่องขยายเสียง เครื่องรับวิทยุ เป็นต้น

วาสนา ชาวหา (2537 : 13-14) กล่าวว่า สื่อการสอนสามารถจำแนกเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. ประเภทวัสดุ (Software or Material) บางครั้งก็เรียกว่า “สื่อเล็ก (Small Media) “เป็นการสอนประเภทสิ้นเปลือง เสียหายได้ง่ายและเป็นสื่อที่บรรจุเนื้อหาสาระ เรื่องราวหรือความรู้ไว้ในลักษณะต่างๆ เช่น สไลด์ บรรจุเรื่องราวไว้ในลักษณะของภาพนิ่ง หนังสือบรรจุเรื่องราวไว้ใน

ลักษณะของตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ แผ่นเสียงหรือเทปบันทึกเสียงบรรจुर่องราวไว้ในลักษณะเสียง และฟิล์มภาพยนตร์บรรจुर่องราวไว้ในรูปของภาพเคลื่อนไหวควบคู่กับเสียง เป็นต้น

สื่อการสอนประเภทวัสดุยังสามารถจำแนกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1.1 วัสดุที่ต้องอาศัยเครื่องมือหรืออุปกรณ์ จึงจะสามารถเสนอเรื่องราวความรู้ หรือเนื้อหาสาระไปยังผู้เรียนได้ ตัวอย่างวัสดุนั้นคือ แผ่นเสียง เทปเสียง เทปโทรทัศน์ ฟิล์มภาพยนตร์ ภาพโปร่งใส เป็นต้น

1.2 วัสดุที่สามารถเสนอเรื่องราว ความรู้ เนื้อหาวิชาไปสู่ผู้เรียนได้ด้วยตัวมันเอง โดยไม่ต้องอาศัยเครื่องมือหรืออุปกรณ์แต่อย่างใด ตัวอย่างวัสดุนั้นคือ หนังสือ แผนภูมิ รูปภาพ หุ่นจำลอง แผนที่ เป็นต้น

2. ประเภทเครื่องมือหรืออุปกรณ์ (Hardware or Equipment) บางครั้งก็เรียกว่า “สื่อใหญ่ (Big Media) “ ได้แก่ เครื่องฉายสไลด์ เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องฉายเทปโทรทัศน์ เครื่องฉายภาพโปร่งใส เครื่องฉายภาพทึบแสง เป็นต้น สื่อการสอนประเภทนี้เป็นเพียงเครื่องมือหรือตัวกลางซึ่งเป็นทางผ่านความรู้หรือเรื่องราวเท่านั้น โดยตัวมันเองแล้วไม่ได้บรรจุเนื้อหาสาระความรู้หรือเรื่องราวใดๆ ไว้เลยแต่สามารถจะสื่อความหมายไปยังผู้เรียนได้ แต่จะต้องอาศัยสื่อประเภทวัสดุ (Software) มาใช้ควบคู่กันจะสามารถเสนอเรื่องราวไปสู่ผู้เรียนในลักษณะต่างๆ ได้ แต่ถึงอย่างไรก็ตาม สื่อประเภทเครื่องมือนี้สามารถเสนอเรื่องราวความรู้ หรือเนื้อหาวิชาที่บรรจุอยู่ในสื่อประเภทวัสดุนั้นออกมาในลักษณะของภาพขนาดใหญ่ ผู้เรียนสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจนและทั่วถึง และบางครั้งก็สามารถเสนอในลักษณะภาพเคลื่อนไหวเป็นธรรมชาติสร้างความสมจริงและน่าเชื่อถือ ตลอดจนการเสนอในลักษณะของเสียงที่ดังฟังชัดสามารถได้ยินกันอย่างทั่วถึง

3. ประเภทเทคนิคและวิธีการ (Technique and Method) สื่อการสอนประเภทนี้ไม่จัดอยู่ในประเภทวัสดุหรือเครื่องมือ แต่ต้องอาศัยสื่อประเภทวัสดุหรือเครื่องมืออย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างมารวมกันในลักษณะ กิจกรรมหรือวิธีการ ตัวอย่างสื่อประเภทนี้คือ การแสดงละคร การศึกษานอกสถานที่ นิทรรศการ การสาธิต เป็นต้น

ไชยยศ เรื่องพหุนิช (2526 : 141) ได้แบ่งสื่อการสอนตามลักษณะรูปร่างของสื่อออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. สื่อประเภทเครื่องมือ เป็นสื่อที่ได้มาจากความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แขนงวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เช่น เครื่องฉายต่างๆ เครื่องเสียง โทรทัศน์

2. สื่อประเภทวัสดุ หมายถึง สื่อที่เป็นผลผลิตมาจากวิทยาศาสตร์ เป็นวัสดุที่มีการผูกพันสิ่งเปลืองได้ง่าย เช่น แผนที่ แผนภูมิ ฟิล์ม แผ่น โปร่งใส เป็นต้น

3. สื่อประเภทวิชาการ หมายถึง สื่อประเภทเทคนิค ระบบ กระบวนการต่างๆ เช่น การสาธิต การศึกษานอกสถานที่ การทดลอง นิทรรศการ เป็นต้น

4. สื่อประสม หมายถึง การนำสื่อประเภทต่างๆทั้งที่เป็นเครื่องมือ วัสดุและวิธีการมาใช้ร่วมกันอย่างมีความสัมพันธ์ในลักษณะที่สื่อแต่ละอย่างส่งเสริมสนับสนุนซึ่งกันและกัน เช่น บทเรียนแบบโปรแกรม ชุดการสอน

กมล เว็สุวรรณและนิตยา เว็สุวรรณ (2539 : 43) ได้จำแนกสื่อการสอนออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. ประเภทที่ต้องฉาย ได้แก่สิ่งที่ต้องใช้เครื่องฉาย เช่น สไลด์ ฟิล์มสตริป ฟิล์มรูป แผ่นภาพ โปร่งแสง ภาพทึบแสง ภาพยนตร์ ฯลฯ

2. ประเภทที่ไม่ต้องฉาย ได้แก่ สิ่งที่ไม่ต้องใช้เครื่องฉายเลย เช่น รูปภาพ แผนที่ แผนภูมิ กราฟ ของจริง ของตัวอย่าง หุ่นจำลอง ลูกโลก ป้ายนิเทศ กระดานดำ ฯลฯ

3. ประเภทโสตวัสดุและอุปกรณ์ ได้แก่ สิ่งที่เกี่ยวข้องกับอิเล็กทรอนิกส์ เช่น เทปและเครื่องเล่น เทป แผ่นเสียงและเครื่องเสียง เครื่องรับวิทยุ เครื่องรับโทรทัศน์

4. ประเภทกระบวนการ วิธีการ และกิจกรรมร่วม เช่น การแสดงละครนิทรรศการ การสาธิต การทดลอง การศึกษานอกสถานที่ ฯลฯ

2.1.5 คุณค่าของสื่อการเรียนการสอน

โดยทั่วไปแล้วสื่อการเรียนการสอนไม่ว่าจะอยู่ในประเภทใดก็ตาม จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนอย่างมากมาดั่งที่ เบรื่อง กุมุท (2519 : 4) ได้สรุปผลการวิจัยสื่อการเรียนการสอนชนิดต่างๆ โดยมีได้จำกัดเฉพาะชนิดใดชนิดหนึ่งว่ามีคุณค่าต่อการเรียนการสอนดังนี้

1. ช่วยให้คุณภาพการเรียนรู้ดีขึ้น เพราะมีความจริงจังและมีความหมายต่อผู้เรียน
2. ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ในปริมาณมากขึ้นในเวลาที่กำหนดไว้จำนวนหนึ่ง
3. ช่วยให้ผู้เรียนสนใจและมีส่วนร่วมอย่างแข็งขันในกระบวนการเรียนการสอน
4. ช่วยให้ผู้เรียนจำ ประทับความรู้สึกและทำอะไรเป็นเร็วและดีขึ้น
5. ช่วยส่งเสริมการคิดและการแก้ปัญหาในกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน
6. ช่วยให้ผู้เรียนรู้ในสิ่งที่เรียนได้ลำบาก โดยการช่วยแก้ปัญหาหรือข้อจำกัดต่างๆ ได้ดังนี้

6.1 ทำสิ่งที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้น

6.2 ทำนามธรรมให้เป็นรูปธรรมขึ้น

6.3 ทำสิ่งที่เคลื่อนไหวเร็วให้ดูช้าลง

6.4 ทำสิ่งที่เคลื่อนไหวหรือเปลี่ยนแปลงช้าให้ดูเร็วขึ้น

6.5 ทำสิ่งที่ใหญ่มากให้ย่อขนาดลง

6.6 ทำสิ่งทีเล็กมากให้ขยายขนาดขึ้น

6.7 นำอคติมาให้ศึกษาได้

6.8 นำสิ่งที่อยู่ไกลหรือลึกลับมาศึกษาได้

7. ช่วยให้นักเรียนเรียนสำเร็จง่ายขึ้น สอบได้มากขึ้น

อชิพร ศรียมก (2523 : 66-67) ได้ให้ทัศนะเกี่ยวกับประโยชน์ของสื่อการสอนว่า การใช้สื่อการสอนทำให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนการสอนด้วยเหตุผล 6 ประการ กล่าวคือ

1. สื่อการสอนจะกระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกรู้สึกอยากเรียน เพราะธรรมชาติของคนย่อมอยากรู้ อยากเห็นในสิ่งต่างๆ อยู่แล้ว ผู้เรียนจะเกิดความสนใจเกิดความในใจมากมาย เช่น ครูถือรูปอะไรมาในห้องเรียนนะ เอ ถือมาทำไมหนอ เป็นต้น และแน่นอน คราบใดที่ยังสงสัย คราบนั้นก็จะเฝ้ามอง ตั้งใจฟังอย่างจดจ่อด้วยความอยากรู้ อยากเห็น

2. สื่อการสอนทำให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้น เพราะสื่อการสอนสามารถแปลงนามธรรมกลายเป็นรูปธรรม ทำให้ประหยัดเวลาของผู้สอนไปได้มาก เช่น เมื่อครูพูดถึงนกเพนกวิน ซึ่งอาศัยอยู่ที่ขั้วโลกเหนือ นักเรียนหลายคนอาจไม่เคยเห็นรูปนกเพนกวินมาก่อนเลย ครูอาจต้องใช้เวลาหลายนาทีเพื่ออธิบายถึงรูปร่างของนกเพนกวินถึงกระนั้นก็ตามรูปร่างของนกเพนกวินที่นักเรียนแต่ละคนจินตนาการขึ้นมาจากคำบอกเล่าของครูก็ยังไม่เหมือนกันอยู่ดี แต่ถ้าครูเอาภาพ นกเพนกวินให้ดู นักเรียนจะเข้าใจตรงกัน ได้อย่างถูกต้องทันที

3. สื่อการสอนสามารถเอาชนะเวลา สถานที่ และระยะทางได้ กล่าวคือ สื่อการสอนสามารถนำสิ่งที่เกิดขึ้นในอดีตนานหลายสิบปีมาแล้วกลับมาให้เราชมได้ในปัจจุบัน ไม่ว่าสิ่งนั้นจะเกิดขึ้นในประเทศใดอยู่ไกลจากประเทศไทยเพียงไรก็ไม่เป็นอุปสรรค เช่น การรบที่ยุโรปในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 1

4. สื่อการสอนสามารถย่อขนาดของวัตถุที่ใหญ่เกินกว่าจะนำของจริงๆ มาประกอบการสอนได้ เช่น ครูจะสอนเรื่องช้างศึก ก็ไม่จำเป็นจะต้องไปหาช้างจริงๆ มาขึ้นหน้าชั้นให้เกิดความทุลักทุเล ใช้ภาพที่แทนของจริงได้ และสื่อการสอนยังสามารถขยายวัตถุซึ่งมีขนาดเล็กเกินกว่าจะนำของจริงๆ มาประกอบการสอนได้ เช่น พยาธิปากขอ เป็นต้น เพียงใช้ภาพโปรสเตอร์ก็มองเห็นหน้าพยาธินี้ชัดเจนนได้

5. สื่อการสอนสามารถทำให้นักเรียนจดจำสิ่งที่ควรจำไว้ได้นานมาก ลองสังเกตจากตัวท่านเองก็ได้ เช่น ภาพยนตร์ที่ท่านชอบประทับใจ ท่านจะจดจำได้นานแสนนาน ถ้าสู้กันฟังหนังสือแล้วหนเล่า

6. สื่อการสอนจะมีส่วนเสริมสร้างความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของผู้เรียนอย่างยิ่ง นักเรียนแต่ละคนจะมีประสบการณ์หรือพื้นเพเดิมแตกต่างกันอยู่แล้ว การได้พบเห็นสื่อการสอนที่น่าสนใจใหม่ๆ จะเสริมความคิดเดิมให้เกิดเป็นความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้เป็นอย่างดี

ชัยงค์ พรหมวงศ์ (2523 : 113) กล่าวว่า สื่อการสอนมีความจำเป็นต่อการเรียนการสอน ในฐานะตัวกลางที่จะช่วยในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

1. การเพิ่มจำนวนนักเรียน สื่อการสอนมีความสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการสอน เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้เรียน
2. สื่อการสอนช่วยแก้ปัญหาพื้นฐานหรือภูมิหลังของนักเรียนที่แตกต่างกัน
3. สื่อการสอนช่วยทำให้ครูสอน ได้ดีขึ้น และช่วยทำให้การสอนของครูบรรลุเป้าหมาย
4. สื่อการสอนสำเร็จรูปช่วยให้นักเรียนที่อยู่ในสภาพเสียเปรียบหรือผู้ยาก ไร้สามารถเรียน ได้ทัดเทียมผู้ที่มีฐานะดีกว่า

จากทัศนะของนักเทคโนโลยีและนักการศึกษาที่เสนอมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า สื่อการสอนมีประโยชน์ต่อผู้เรียนมากมายหลายประการ นั่นคือ ช่วยให้การเรียนรู้ถูกต้อง ชัดเจน ง่ายต่อการเข้าใจ สร้างความสนใจและประทับใจ ตลอดจนกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการะบวนการเรียนการสอนอย่างพอใจและกระตือรือร้นอันจะส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของผู้เรียน ให้บังเกิดขึ้น และยังสร้างความเสมอภาคทางการศึกษา เพราะสื่อการสอนช่วยให้ผู้เรียนจำนวนมากสามารถเรียนรู้ได้อย่างทั่วถึงและประสบความสำเร็จ

2.1.6 การพิจารณาเลือกสื่อการเรียนการสอน

วาสนา ชาวหา (2537 : 17 -19) ได้แนะนำการเลือกสื่อการสอนว่าสื่อที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนควรคำนึงถึงหลักการ 3 ประการ ดังนี้

1. ประสิทธิภาพ (Efficiency) เมื่อนำสื่อการสอนมาใช้ในการเรียนการสอนแล้วจะทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในแผนการสอนทุกประการ จึงนับได้ว่า สื่อการสอนนั้นมีประสิทธิภาพ
 2. ประสิทธิภาพ (Productivity) จำนวนผู้เรียนที่บรรลุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้เป็นจำนวนมาก ก็นับได้ว่าสื่อการสอนนั้นก่อให้เกิดประสิทธิผลสูง แต่ถ้าจำนวนผู้เรียนที่บรรลุวัตถุประสงค์มีน้อยก็แสดงว่าสื่อการสอนนั้น ไม่มีประสิทธิผล ควรพิจารณาปรับปรุงแก้ไขต่อไป
- ประหยัด (Economy) การนำสื่อการสอนมาใช้ในการเรียนการสอน นอกจากจะคำนึงถึงประสิทธิภาพและประสิทธิผลแล้ว จะต้องพิจารณาในเรื่องของการลงทุนที่คุ้มค่าทั้งด้านทุนทรัพย์ แรงงาน และระยะเวลาในการใช้งาน สื่อการสอนบางชนิดอาจมีประสิทธิภาพและ ประสิทธิภาพสูง แต่ต้อง

อาศัยให้ได้ประโยชน์มากในขณะที่เราสามารถพิจารณานำสื่อการสอนชนิดอื่นมาทดแทนได้โดยมีผลที่เหมือนกันและช่วยให้ประหยัดกว่า ควรเลือกสื่อที่ประหยัดกว่ามาใช้หรือถ้าสื่อการสอนนั้นอาจต้องใช้ทุนทรัพย์มาก แต่ตัวสื่อมีความคงทนถาวร สามารถใช้ได้ต่อเนื่องกันในระยะเวลาอันยาวนาน เมื่อเปรียบเทียบกับสื่อการสอนที่มีราคาถูกแต่ใช้เพียงครั้งสองครั้งก็ซำรุดเสียหาย ซึ่งอาจทำให้ต้องสูญเสยทุนทรัพย์มากกว่าสื่อที่ถาวรแต่มีราคาแพงกว่า ก็ควรพิจารณาเลือกสื่อที่คุ้มค่าที่สุด

จากหลักทั้ง 3 ประการที่ควรพิจารณาในการเลือกสื่อการสอนมาใช้ในกระบวนการเรียนการสอนจะพบว่าสื่อการสอนที่ดีควรมีลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. สอดคล้องและเหมาะสมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ยกตัวอย่างเช่น การสอนเรื่อง “ใบเลี้ยงคู่และใบเลี้ยงเดี่ยว” เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบอกความแตกต่างระหว่างใบไม้ทั้งสองชนิดได้อย่างถูกต้องควรพิจารณานำสื่อการสอนมาใช้เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในข้อนี้ก็ควรเป็นใบไม้จริงๆ ผู้เรียนจะได้สังเกตความแตกต่างจากของจริงและสามารถเปรียบเทียบได้เองแล้วจึงสรุปเป็นข้อความประกอบภาพลายเส้น ที่ผู้เรียนสามารถวาดได้โดยดูจากใบไม้จริงๆ

2. เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน ผู้เรียนแต่ละวัยจะมีความสนใจ ความต้องการและความสามารถต่างกัน ซึ่งควรศึกษาในสิ่งเหล่านี้จากผลการวิจัยทางด้านต่างๆอาทิเช่น ด้านจิตวิทยา ด้านเทคโนโลยีการสื่อสาร เป็นต้น ก็จะทำให้สามารถหยั่งรู้และพิจารณาเลือกใช้สื่อการสอนได้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน ดังเช่น ในการเลือกภาพเพื่อนำมาใช้เป็นสื่อการสอนกับเด็กระดับประถมศึกษา ก็ควรเป็นภาพที่แสดงเฉพาะโครงร่างเป็นภาพง่ายๆ ไม่แสดงรายละเอียด และสอดคล้องอารมณ์ขันก็จะสามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนในวัยนี้ได้ดี เปรียบเสมือนการเคลือบยาด้วยน้ำตาล หรือการปรุงยาด้วยเกสรดอกไม้ในปัจจุบันที่อาศัยความชอบในเรื่องรส กลิ่น สี ของเล็กๆ ยาสำหรับเด็กในปัจจุบัน จึงมีสีสดใส มีรสหวานชวนให้เด็กอยากรับประทาน ผู้ปกครองไม่ต้องบังคับเด็กดังเช่นสมัยก่อน เด็กก็จะรับประทานยาเข้าไปรักษาโรคร้ายไข้เจ็บด้วยความพอใจและเต็มใจ

3. เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน ในการกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนที่นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมเพื่อให้เกิดการเรียนรู้โดยการกระทำด้วยตนเองมากกว่าครูเป็นผู้กระทำ เพราะผู้เรียนเป็นผู้ที่ต้องเรียนรู้และเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในทางสร้างสรรค์ จากผู้ที่ไม่รู้กลายเป็นผู้รู้ จากผู้ที่ไม่มีความสามารถเปลี่ยนเป็นผู้ที่มีความสามารถ ดังนั้นในการใช้สื่อการสอนจะต้องเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน จึงจะทำให้การดำเนินกิจกรรมเป็นไปอย่างเรียบร้อยและได้ผลตรงตามความมุ่งหมาย

4. ใช้ง่าย สะดวก ปลอดภัย ในประเด็นนี้เป็นสิ่งจำเป็นที่ควรพิจารณาอีกประการหนึ่ง สื่อการสอนที่นำมาใช้นั้นผู้ใช้มีความยากลำบากและยุ่งยาก ไม่สะดวกที่จะใช้ก็อาจทำให้มีผลเสียต่อ

กระบวนการเรียนการสอนได้ และยังคงก่อให้เกิดความเบื่อหน่ายและท้อถอยที่จะใช้สื่อการสอนอื่นๆ ต่อไปและในที่สุดก็จะใช้เพียงสื่อคำพูดเท่านั้น ในเรื่องของความปลอดภัยก็ควรคำนึงให้มาก สื่อการสอนบางชนิดเมื่อนำมาใช้แล้วอาจจะมีอันตรายต่อผู้ใช้หรือผู้เรียน ก็อาจจะต้องละเว้นการใช้สื่อการสอนนั้นไป ดีกว่าที่จะเสี่ยงอันตรายอันอาจจะเกิดขึ้นได้

5. ไม่สิ้นเปลือง ประหยัด และคุ้มค่า ในปัจจุบันมีการจำหน่ายสื่อการสอนที่บริษัท ห้างร้าน ผลิตขึ้นเป็นสื่อสำเร็จรูป สื่อการสอนประเภทนี้ บางครั้งก็อาจจะเหมาะสมและตรงตามความต้องการของผู้สอน แต่บางครั้งก็ไม่ค่อยตรงตามความต้องการนัก เนื่องจากการเรียนการสอนในต่างสถานที่ ต่างเวลา ต่างกลุ่มผู้เรียน และต่างสภาพแวดล้อมก็ผิดแผกแตกต่างกันไป ดังนั้นการนำสื่อการสอนประเภทที่ผลิตจำหน่าย หรือสื่อการสอนประเภทอุตสาหกรรมที่ผลิตเป็นแบบเดียวกัน เหมือนกันเป็นจำนวนมากๆ อาจจะไม่สนองความต้องการของผู้สอน ดังนั้นผู้สอนจึงจำเป็นต้องผลิตขึ้นเอง โดยอาจจะนำสื่อที่ผลิตจำหน่ายมาผสมผสานกับสิ่งอื่นๆ เพื่อผลิตเป็นสื่อการสอนที่เหมาะสมที่สุด หรืออาจจะต้องผลิตขึ้นมาเอง ทั้งหมดโดยมีค้ำคือสื่อที่ผลิตจำหน่ายเลย แต่ทั้งนี้ทั้งนั้น ไม่ว่าจะเป็สื่อที่ผลิตขึ้นเองหรือหาหรือซื้อมาก็ตามควรพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายกับระยะเวลาในการใช้สื่อั้นๆ สื่อการสอนที่มีราคาถูกหรือเสียค่าใช้จ่ายน้อยหรืออาจไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเลย ก็ น่าจะได้รับการพิจารณานำมาใช้มากกว่าสื่อการสอนที่มีราคาแพง แต่ถ้าสื่อการสอนราคาถูกแต่ไม่ คงทนถาวร เมื่อเปรียบเทียบกับสื่อการสอนที่แพงกว่าเล็กน้อยแต่มีความคงทนถาวรสูงกว่ามาก สามารถใช้ได้ในระยะยาวและคุ้มค่ากว่า ก็เป็นสิ่งที่น่าพิจารณานำสื่อชนิดหลังมาใช้

2.1.7 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษา

บุรณะ สมชัย (2542 : 13-16) กล่าวว่าในการเรียนการสอนนั้น มีการนำคอมพิวเตอร์มาช่วย ในกระบวนการเรียนการสอน 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 ซึ่งรวบรวมเนื้อหาวิชานั้น ไว้ทั้งหมดเหมือนกับสารานุกรม บางตอนนำเสนอด้วยข้อความและรูปภาพ บางตอนจัดให้มีการปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน มีแบบฝึกหัด ให้ทดสอบ แต่ไม่บังคับผู้เรียนจะเลือกเรียนเนื้อหาไหน หรือจะข้ามไปก็ได้ จึงถือได้ว่าช่วยเสริม ประสิทธิภาพผู้เรียน

3. CBT (Computer based training) คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยในการฝึกทักษะจะต้องมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน 100 เปอร์เซ็นต์ เช่น โปรแกรมฝึกหัดพิมพ์ดีด โปรแกรมต่อคำศัพท์ หรือเกมส์ทางการเรียนต่างๆ โดยทำในลักษณะจำลองสถานการณ์ หรือ เสมือนจริง

2.1.8 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ทักษิณา สวานานนท์ (2530 : 206) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึงการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด หรือการวัดผล นักเรียนแต่ละคนจะได้นั่งอยู่หน้าไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง ซึ่งสอดคล้องกับบุรณะ สมชัย (2542 : 14) ที่กล่าวว่า CAI คือ โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยครูสอน ทำหน้าที่เป็นสื่อการเรียนการสอนเหมือนแผ่นใส สไลด์ หรือวีดิทัศน์ ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจง่ายในระยะเวลาอันจำกัด

2.1.9 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ทักษิณา สวานานนท์ (2530 : 216-230) กล่าวว่าวิธีการและประเภทงานการสอนที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีดังนี้

1. การฝึกทักษะ และทำแบบฝึกหัด (drill) วิธีนี้มักจะเริ่มต้นด้วยการเตรียมเนื้อหาให้อ่าน แล้วใช้แบบฝึกหัดเป็นการวัดความเข้าใจ ทบทวนและช่วยเพิ่มพูนความรู้ หรือความชำนาญ แต่แบบฝึกหัดในลักษณะนี้ มักจะเป็นบทเรียนสั้นที่นิยมกันมาก แบบหนึ่งก็คือ จับคู่ ชื่อถูก/ผิด และเลือกข้อที่ถูกจากตัวเลือก 3 – 5 ตัว

การสอนในลักษณะนี้ จะต้องทำเป็นโปรแกรมบทเรียน คือ ค่อยๆเพิ่มเนื้อหาโดยให้เริ่มจากง่ายไปจนถึงยาก

การเตรียมคำถามจะต้องเตรียมไว้มากๆ ผู้เรียนควรจะได้สุ่มเลือกขึ้นมาเอง โดยไม่สามารถจำคำตอบหรือแอบไปรู้คำตอบมาก่อน หรือจำได้จากการทำในครั้งแรก วิธีการนี้จะช่วยประกันว่าแบบฝึกหัดที่ทำทุกครั้งจะถูกเรียงข้อต่างกัน ผู้เรียนจะต้องไม่สามารถจำได้ว่าข้อทดสอบแต่ละข้อ ถ้าผู้เรียนตอบอย่างหนึ่งจะแสดงผลอย่างหนึ่ง ถ้าผู้เรียนตอบอีกอย่างหนึ่งจะแสดงผลอีกอย่างหนึ่ง ผู้สอนน่าจะมีโอกาสแก้ไขปรับปรุงตกแต่งแบบฝึกหัดให้เข้ากับกลุ่มเรียนที่มีลักษณะพิเศษเฉพาะกลุ่มได้ด้วย

2. การเจรจา (dialogue) วิธีนี้ได้รับความนิยมมากเช่นกัน กล่าวคือ พยายามให้เป็นการพูดคุยระหว่างผู้สอนและผู้เรียน โดยเลียนแบบการสอนในห้องเรียน เพียงแต่ว่าแทนที่จะเป็นเสียงก็เป็นตัวอักษรบนจอภาพ แล้วมีการสอนด้วยการตั้งปัญหาถาม ลักษณะในการใช้แบบสอบถามก็เป็น การแก้ปัญหาย่างหนึ่ง

3. การจำลองภาพ (simulation) วิธีการนี้เป็นการเสนอปรากฏการณ์ที่จำลองมาจากของจริง เพราะบางทีประสบการณ์จริงเสี่ยงเกินไปหรือแพงเกินไป การจำลองมี 3 ลักษณะคือ

3.1 การจำลองสภาพแบบการทำงาน เช่น การจำลองสภาพการบิน การขับรถ

3.2 การจำลองสภาพแบบจำลองระบบ จำลองระบบจัดการจราจรวันเวย์ในนครหลวง
ดูว่า จะมีปัญหาอย่างไร หรือไม่ ก่อนจะลงมือทำบนถนนจริงๆ

3.3 การจำลองสภาพแบบประสบการณ์ เช่น การลองให้ผู้ฝึกงานได้ทดลองทำงานบางอย่าง หรือตัดสินใจบางเรื่อง การทำงานจริงๆอาจยังไม่เกิด แต่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้จากการจำลองสภาพว่าประสบการณ์ของคนจะเป็นอย่างไร ถ้าอยู่ในสถานการณ์เช่นนั้น และรู้ว่าจะมีความรู้สึก ความคิดเห็นต่างๆอย่างไร

4. เกมส์ (games) การเรียนรู้จากการเล่น เป็นเรื่องที่เป็นที่ยอมรับกันมานานแล้ว การเล่นเกมส์เป็นกิจกรรมที่ให้ความสนุกสนานและหากเลือกเล่นให้เป็นแล้ว เกมส์นั้นจะช่วยในการเรียนรู้เป็นอย่างมาก

เกมส์นั้นจะมี 2 ประเภท คือ การแข่งขัน และการร่วมมือ เกมส์การแข่งขันมองแค่ชัยชนะสอนให้เป็นตัวของตัวเอง ให้อยากพบความสำเร็จ ส่วนเกมส์ความร่วมมือ มักจะเป็นการแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม การทำงานเป็นทีม เช่น เกมส์ที่นำคนกลุ่มหนึ่งไปทิ้งไว้บนเกาะที่มีทรัพยากรจำกัด ผู้เล่นแต่ละคนจะถูกกำหนดให้มีของติดตัวบางอย่าง และมีความสามารถพิเศษเฉพาะตัว เป้าหมายของทุกคนคือช่วยกันให้อยู่รอด

5. การแก้ปัญหาต่างๆ (Problem Solving) CAI ประเภทหนึ่งจะเน้นให้ฝึกการคิด การตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้ แล้วให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ มีการให้คะแนน หรือนำหนักกับเกณฑ์แต่ละข้อ การแก้ปัญหาบางอัน กว่าผู้เรียนจะตอบได้ จะต้องใช้คอมพิวเตอร์นั้นช่วยแก้ปัญหาด้วย เพราะเป็นการคำนวณที่สลับซับซ้อน ก็เท่ากับเป็นการวัดด้วยว่าผู้เรียนมีความรู้ทางคอมพิวเตอร์มากเพียงไร

6. การค้นพบของใหม่ ประสบการณ์เป็น ครู ที่ดี การให้โอกาสผู้เรียนมีประสบการณ์ในด้านต่างๆมาก ผู้เรียนจะเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเอง เป็นต้นว่า การคิดภาษาโลโก (LOGO) ทำให้นักเรียนตัวเล็กๆ สามารถเข้าใจอะไรได้ง่ายๆ เพราะโลโกเป็นภาษาอิงภาพขณะที่ผู้เรียนเรียนการใช้ภาษาต่างๆของโลก แล้วลองใช้คำสั่งต่างๆจะทำให้มีภาพเกิดขึ้น เขาก็จะเรียนรู้ไปด้วยตั้งแต่ศัพท์

7. การทดสอบ การใช้ CAI มักจะต้องรวมการทดสอบเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนไปด้วย โดยผู้ทำจะต้องคำนึงถึงหลักต่างๆต่อไปนี้

7.1 การสร้างข้อสอบ

7.2 การจัดการสอบ

7.3 การตรวจให้คะแนน

7.4 การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายชื่อ

7.5 การสร้างคลังข้อสอบ และการจัดให้ผู้สอบสุ่มเลือกข้อสอบเองได้

2.1.10 ลักษณะโครงสร้างของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บุรณะ สมชัย อ่างโคย นันทพร รุจิจร(2542 : 11-12) กล่าวถึงโครงสร้างของคอมพิวเตอร์ว่าประกอบด้วย 3 ลักษณะดังนี้

1. การนำเสนอเนื้อหา (Presentation) คือการนำเสนอข้อมูลหรือเนื้อหาบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหานั้นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามวัตถุประสงค์ไม่ว่าจะเป็นชั้นความรู้ ชั้นความจำหรือขั้นนำไปใช้ในเวลาจำกัด โดยการนำเสนอให้มีประสิทธิภาพนั้นต้องนำเสนอด้วยมัลติมีเดีย
2. การปฏิสัมพันธ์ (interactive) คือการโต้ตอบกับผู้เรียน

ลักษณะการปฏิสัมพันธ์กับ CAI นั้น ได้แก่

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

2.1.11 โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์

บุรณะ สมชัย อ้างโดยนันทพร รุจิจร (2542 : 13) กล่าวว่าโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้สร้าง CAI – Multimedia หรือ Authoring application tools บางทีก็เรียกกันในหมู่ผู้จัดทำ CAI ว่า “ Tool” ซึ่งปัจจุบันมีด้วยกันหลายโปรแกรม เช่น

1. จูฬา CAI พัฒนาโดยอาจารย์จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. Authoware 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, U.S.A จะเน้นให้มีการควบคุมวัตถุ (Object) ด้วยภาษาสคริปต์เป็นหลัก ซึ่งดูยากกว่า Authoware แต่ความยืดหยุ่นในการใช้งานจะดีกว่า สามารถนำไปใช้พัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปได้ในตนเอง ทำให้สามารถสร้างโปรแกรมย่อยๆสำหรับผู้ใช้ทั่วไป และสามารถสร้างเนื้อหาจากโปรแกรมได้ทันที
4. Macromedia Director ของบริษัท Macromedia, Inc. USA. เป็นการควบคุมวัตถุด้วยภาษาสคริปต์เช่นเดียวกับ Multimedia Toolbook แต่จะเป็นแนวคิดของการสร้างภาพยนตร์ มีตารางแสดงช่วงเวลา (Time Duration) และการแสดง (Action) แต่ละวัตถุจึงยืดหยุ่นมากกว่าทั้ง 2 โปรแกรมแรก และการใช้งานก็ยากกว่า โดยเฉพาะผู้ที่ยังไม่คุ้นเคยกับการสร้าง CAI Tools ตัวนี้จึงเหมาะกับผู้ที่มีความชำนาญแล้วหรือคุ้นเคยกับโปรแกรมใดโปรแกรมหนึ่งข้างต้นแล้ว

2.1.12 ข้อดีและข้อจำกัดของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์

นิพนธ์ สุขปรีดี (2528 : 177-178) ได้กล่าวว่า คอมพิวเตอร์กระทำงานได้ดีในเรื่องที่เห็นได้ชัดเจนดังนี้

1. คอมพิวเตอร์มีความรวดเร็วในการทำงาน ในเรื่องการรับข้อมูล การจัดการกระทำข้อมูล และการเสนอผล จากการวิจัยพบว่า ความเร็วของกระบวนการจัดการกระทำข้อมูล (Data Processing Speed) ในเครื่องคอมพิวเตอร์บางชนิดใช้เวลาเพียงหนึ่งในล้านของวินาทีและการเสนอผลในรูปแบบข้อความรวดเร็วถึงหมื่นบรรทัดต่อนาที การค้นหาข้อมูลที่เก็บไว้ได้อย่างถูกต้องในเวลาเพียงหนึ่งในพันล้านของวินาที
2. คอมพิวเตอร์สามารถจะเปลี่ยนความจำ ความคิด ได้อย่างรวดเร็ว โดยไม่ต้องคำนึงถึงประสบการณ์เดิมเหมือนกับคนทั่วไป การล้างความจำ ความคิด และการป้อนข้อมูลใหม่ให้ระบบ

คอมพิวเตอร์ทำได้ง่ายและสะดวก ปราศจากการโต้แย้งใดๆ ถ้าข้อมูลนั้นถูกต้องตามหลักตรรกศาสตร์ ทำให้ระบบคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพในการจัดกระทำข้อมูลในแต่ละเรื่องดีกว่าคนธรรมดา เพราะไม่สับสนเอาข้อมูลในเรื่องเก่าๆที่ไม่ใช่มาปะปนกับข้อมูลใหม่ในกระบวนการจัดกระทำข้อมูล

3. คอมพิวเตอร์ทำงานด้านการจำ คิด ได้นาน เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันในปัจจุบัน บางเครื่องสามารถใช้ในสภาวะอากาศของประเทศไทย ซึ่งมีความชื้นและอุณหภูมิสูง โดยไม่ต้องพักได้นานกว่า 24 ชั่วโมง

นอกจากนี้แล้วคอมพิวเตอร์สามารถเก็บข้อมูลต่างๆในรูปของเส้นแรงแม่เหล็ก เช่น เทปบันทึกเสียงธรรมดา แผ่นความจำ (Disket) หรือเก็บไว้ในรูปกระดาษเจาะรู (Computer card) ข้อมูลที่เก็บไว้ในรูปต่างๆนี้ สามารถจะถ่ายทอกลับ (Load) ไปใช้ในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ได้ตลอดเวลาไม่ว่าจะเก็บไว้นานเพียงใด

4. คอมพิวเตอร์ทำงานได้มีประสิทธิภาพ ระบบคอมพิวเตอร์ทำทุกอย่างตามเหตุผลด้วยหลักการของตรรกศาสตร์ การป้อนข้อมูลที่ไม่มีเหตุผล จะไม่ได้รับการยอมรับจากคอมพิวเตอร์ไม่ว่ากรณีใดๆ ยกเว้นบุคคลจะเป็นผู้กำหนดกฎเกณฑ์ของเหตุผลให้คอมพิวเตอร์ เมื่อป้อนข้อมูลถูกต้องคอมพิวเตอร์ก็จะเสนอผลที่ถูกต้อง ทั้งนี้เพราะระบบคอมพิวเตอร์ไม่เคยทำอะไรโดยไร้เหตุผล ดังนั้นกระบวนการจะกระทำข้อมูลของคอมพิวเตอร์จึงมีความยุติธรรมและประสิทธิภาพสูงมาก

เมื่อกล่าวถึงประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์แล้วเราก็ควรพิจารณาข้อเท็จจริงที่ว่าถึงแม้คอมพิวเตอร์จะวิเศษเพียงใดก็ตาม แต่ก็ยังมีบางสิ่งที่คนสามารถทำได้ดีกว่าคอมพิวเตอร์ เช่น

1. คอมพิวเตอร์ไม่มีจิตใจ ระบบคอมพิวเตอร์เป็นระบบที่มีความซื่อสัตย์ในการรับคำสั่งและกระทำตามคำสั่งของคนอย่างเคร่งครัด ดังนั้นคุณธรรมของคอมพิวเตอร์จะถูกควบคุมโดยคุณธรรมของบุคคลที่ป้อนข้อมูล ถ้าคอมพิวเตอร์คอกอยู่ในมือของผู้ใช้ที่ประพฤติมิชอบ เครื่องมือนี้ก็จะตกเป็นทาสผู้ซื่อสัตย์และกระทำทุกอย่างตามคำสั่งของผู้ใช้จึงขาดคุณธรรมโดยไม่รู้จักคิดหรือใคร่ตรองเหมือนมนุษย์ที่มีจิตใจอารมณณ์ของตนเอง ถ้าเครื่องคอมพิวเตอร์คอกอยู่ในมือของผู้ที่มีคุณธรรมก็จะเป็นทาสผู้ซื่อสัตย์ในการกระจายข้อมูลที่มีประสิทธิภาพช่วยให้สังคมดีขึ้น สิ่งที่สำคัญก็คือ คอมพิวเตอร์ไม่มีน้ำใจและไม่ทำงานใดๆโดยไม่ได้สั่งอย่างเด็ดขาด

2. การสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์กับคนทั่วไปยังเป็นเรื่องที่ยุ่งยากมาก ภาษาที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์กับคนทั่วไป มิใช่เป็นภาษาธรรมดาที่เราใช้กันระหว่างคนกับคน แต่เป็นภาษาที่เฉพาะเจาะจงระหว่างคนกับเครื่องเท่านั้น ดังนั้นปัญหาในปัจจุบันก็คือ ทั้งคนและเครื่องติดต่อสื่อสารกันไม่ค่อยจะรู้เรื่องนัก นอกจากคนเหล่านั้นจะต้องเรียนรู้ภาษาที่สามารถติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ได้

บุญชม ศรีสะอาด (2537 : 123-124) กล่าวว่าคอมพิวเตอร์มีคุณลักษณะที่เฉพาะตัวที่เด่นๆหลายประการ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีข้อดีดังนี้

1. ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างอิสระ ก้าวหน้าไปตามอัตราการเรียนรู้ของคน ผู้เรียนที่มีอัตราการเรียนรู้เร็วก็ไม่ต้องรอคนอื่นด้วยความเบื่อหน่าย ไร้คาถา ส่วนผู้เรียนที่มีอัตราการเรียนรู้ช้าก็ไม่ประสบกับปัญหาความบกพร่องไม่ทัน ไม่วิตกต่อความรู้สึกของคนอื่นๆ จึงมีความสบายใจในการเรียน

2. ผู้เรียนสามารถเลือกเวลาเรียนได้ตามที่ตนต้องการ ไม่จำเป็นต้องกำหนดเวลาตายตัว

3. ในบทเรียนที่สร้างขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพผู้เรียนจะสามารถเลือกบทเรียนที่มีความเหมาะสมกับความต้องการและสอดคล้องกับระดับความสามารถของคน คอมพิวเตอร์จะจดจำคำตอบของผู้เรียนให้คะแนนคำตอบ แล้วจัดให้ได้เรียนบทเรียนที่เหมาะสมกับผู้เรียนคนนั้น

4. ผู้เรียนได้รับข้อมูลแล้วสะท้อนกลับ (Feedback) ทันทีเป็นการย้ำความเข้าใจและการเรียนรู้

5. สามารถใช้เทคนิคที่ดึงดูดความสนใจได้หลายๆ เทคนิคอย่างมีประสิทธิภาพไม่ว่าจะใช้เทคนิคเดียวหรือหลายเทคนิคร่วมกัน เช่น การแสดงด้วยเส้นกราฟ คนตรี การใช้สี การใช้ภาพเคลื่อนไหว การใช้เสียงและการพูดคุยตอบโต้กับผู้เรียน เป็นต้น

6. สามารถกระทำกิจกรรมที่ซับซ้อน จำลองสถานการณ์ ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทดลองกับข้อมูลหลายชนิด หลายแบบ แก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ คำนวนได้อย่างแม่นยำ จึงช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างกว้างขวาง และลุ่มลึก

7. เหมาะสำหรับการสอนทักษะที่เป็นงานเสี่ยงอันตรายในระยะต้นๆ ของการฝึกทักษะนั้น เช่น การควบคุมการจราจร การขับเครื่องบิน เป็นต้น

8. เหมาะสมที่สุดสำหรับการเรียนรู้ที่ต้องการสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตจริง เช่นสภาวะไร้น้ำหนัก ความเฉื่อย เหตุการณ์ในประวัติศาสตร์ ซึ่งสามารถใช้การจำลองสถานการณ์

9. คอมพิวเตอร์เสนอบทเรียนโดยปราศจากอารมณ์ ไม่มีความเหน็ดเหนื่อย ไม่แสดงอาการเบื่อหน่าย

ปัญหาในการใช้คอมพิวเตอร์นั้นมีหลายประการ เช่น ปัญหาการติดต่อสื่อสารกับคนอื่นๆ การใช้คอมพิวเตอร์สอนเกี่ยวกับจริยธรรมจะไม่ได้ผล เป็นต้น

2.2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์

2.2.1 ความหมายของบรรจุภัณฑ์

คารณี พานทอง อ้างโดย ประชิต ทิณบุตร (2531 : 20-21) ได้กล่าวว่า บรรจุภัณฑ์ หมายถึง สิ่งห่อหุ้มหรือบรรจุผลิตภัณฑ์รวมทั้งภาชนะที่ใช้เพื่อการขนส่งผลิตภัณฑ์ จากแหล่งผู้ผลิต ไปยังแหล่งผู้บริโภคหรือแหล่งใช้ประโยชน์ เพื่อวัตถุประสงค์เบื้องต้นในการป้องกันและรักษาผลิตภัณฑ์ให้คงสภาพ ตลอดจนคุณภาพใกล้เคียงกับเมื่อแรกผลิตให้มากที่สุด นอกจากนี้ยังกล่าวได้ว่า หีบห่อหรือบรรจุภัณฑ์เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งในกระบวนการผลิตและหีบห่ออาจสร้างขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์อื่นๆ ได้อีกหลายอย่าง อาทิเช่น วัตถุประสงค์ทางการตลาด วัตถุประสงค์ทางการค้า การเก็บรักษา เป็นต้น

2.2.2 หน้าที่ของบรรจุภัณฑ์

ปุ่น คงเจริญเกียรติ (2541 : 8-9) กล่าวว่าหน้าที่ของบรรจุภัณฑ์อาหารแปรรูปมีความสำคัญ ดังนี้

1. การทำหน้าที่บรรจุได้ ได้แก่ได้ ห่อสินค้า ด้วยการขึงตวง วัด นับ
2. การทำหน้าที่ปกป้องคุ้มครอง ได้แก่ ป้องกันไม่ให้สินค้าเสียรูป แดกหัก ไหลซึม
3. การทำหน้าที่รักษาคุณภาพอาหาร ได้แก่ การใช้วัสดุที่ป้องกันอากาศซึมผ่าน ป้องกันแสง ป้องกันความชื้นจากภายนอก
4. การทำหน้าที่ขนส่ง ได้แก่ กล่องกระดาษลูกฟูก ถังพลาสติก ซึ่งบรรจุสินค้าหลายห่อไว้ภายในเพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้าย
5. การวางจำหน่าย คือ การนำบรรจุภัณฑ์ที่มีสินค้าอาหารแปรรูปอยู่ภายในวางจำหน่ายได้โดยไม่จำเป็นต้องให้เห็นสินค้าเลย
6. การรักษาสีแวดล้อม ได้แก่
 - 6.1 ใช้วัสดุบรรจุภัณฑ์ที่ให้ปริมาณขะน้อย เป็นวัสดุที่ย่อยสลายได้ง่าย
 - 6.2 นำบรรจุภัณฑ์เวียนใช้ใหม่หรือใช้ประโยชน์อื่นได้
 - 6.3 หมุนเวียนนำกลับมาผลิตใหม่
7. ทำหน้าที่ส่งเสริมการขาย เพราะบรรจุภัณฑ์ที่ออกแบบสวยงามสามารถใช้เป็นสื่อโฆษณาได้ด้วยตัวของมันเอง
8. ทำหน้าที่เป็นฉลากข้อมูลของอาหารแปรรูป ได้แก่ ข้อมูลด้านโภชนาการ
9. ทำให้ตั้งราคาขายได้สูงขึ้นเนื่องจากบรรจุภัณฑ์ที่สวยงามจะสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่สินค้า
10. การเพิ่มปริมาณขายด้วยการรวมหน่วยขายปลีกในบรรจุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. ให้ความถูกต้องรวดเร็วในการขาย โดยการพิมพ์บาร์โค้ดบนบรรจุภัณฑ์
12. ร่วมมือบทบาทในการรณรงค์ในเรื่องต่างๆ เช่น ฉลาดซื้อ เป็นต้น

2.2.3 วัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์

ปุ่น คงเจริญเกียรติ (2541 : 29) กล่าวว่าวัสดุที่ใช้ในการทำบรรจุภัณฑ์มี 4 ประเภท ได้แก่

1. กระดาษ เป็นวัสดุที่แพร่หลายและนิยมใช้กันมากที่สุด เพราะสามารถออกแบบสร้างสรรค์เป็น บรรจุภัณฑ์ได้มากมายหลายชนิดอย่างไม่มีที่สิ้นสุด (ประชิด ทิถบุตร , 2531 : 42)

คุณสมบัติทั่วไปของกระดาษ

- ความหนาและน้ำหนักมาตรฐาน หน่วยซื้อขายของกระดาษคือน้ำหนักเป็นกรัมต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ส่วนความหนาวัดเป็น ไมครอน หรือมิลลิเมตร
- ความขาวสว่าง ความขาวสว่างของกระดาษวัดจากการสะท้อนกลับของแสงสีขาว แสดงค่าระหว่าง 1 ถึง 100 โดยปกติกระดาษที่มีคุณภาพดีจะมีค่าของความขาวสว่างอยู่ระหว่าง 80 ซึ่งกระดาษที่มีค่าของความขาวสว่างสูงจะเพิ่มความมันวาวในการพิมพ์
- ปริมาณความชื้น กระดาษเป็นวัสดุที่สามารถดูดและคายความชื้น ได้ดีและรวดเร็ว เมื่อความชื้นสัมพัทธ์เป็น 20 เปอร์เซ็นต์ กระดาษจะมีปริมาณความชื้นประมาณ 4 เปอร์เซ็นต์ ณ อุณหภูมิห้อง 25° C ถ้าความชื้นสัมพัทธ์เป็น 80 เปอร์เซ็นต์ กระดาษจะมีปริมาณความชื้นประมาณ 14.8 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณความชื้นในกระดาษที่แตกต่างกันนี้ย่อมส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติต่างๆ ของกระดาษที่แปรรูปเป็นบรรจุภัณฑ์

กระดาษที่นำมาเป็นวัสดุบรรจุภัณฑ์สามารถแบ่งประเภทได้ ดังนี้

ก. กระดาษธรรมดา (Papers) ได้แก่ กระดาษจ้พวก

1. Tissue เป็นกระดาษที่มีน้ำหนักเบา ทำได้จากเยื่อไม้หลายชนิด ในอัตราระหว่าง 7-18 ปอนด์ต่อรีม อาจเป็นกระดาษแข็งหรือนุ่มก็ได้ นอกจากนี้ยังอาจปรับปรุงคุณภาพให้สามารถต้านแรงดึงขาดเมื่อเปียก ใช้เป็นกระดาษสำหรับ ปิด ห่อหุ้ม หรือเป็นผิวหน้า ที่อาจจะเคลือบขี้ผึ้งหรือเคลือบกับวัสดุอื่นๆ เช่น อลูมิเนียมฟอยด์ก็ได้
2. Bleached or Natural Laminating Paper เป็นกระดาษที่ผลิตจากเยื่อซัลเฟต (Sulfate or sulfite pulp) ในระดับ 10-90 ปอนด์ ต่อรีมที่อาจมีผิวหยาบหรือละเอียด โดยทั่วไปจะมีผิวที่ซึมซับได้ดี (Fairly porous) ถ้าทำมาจากเยื่อกระดาษคราฟท์จะมีความแข็งแรง ถ้าทำจากเยื่อไม้เนื้อดีจะได้พื้นผิวที่เรียบกว่า ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกระดาษฟอกสีด้วยเกลือของกรดกำมะถัน (Sulfite)
3. Bleach or Natural Printing Paper คล้ายกับกระดาษประเภทที่ 2 แต่มีหน้ากระดาษที่เรียบและละเอียดกว่า อย่างน้อย 1 ด้าน ซึ่งต้องนำเอาดิน Clay เข้ามารวมเพื่อให้

ได้คุณสมบัติตามที่ต้องการ มีการควบคุมคุณภาพของเนื้อกระดาษให้ทึบและสามารถดูดซับ หมึกพิมพ์หรือกั้นการซึมผ่านของหมึกพิมพ์ที่เหมาะสมกับเทคนิควิธีการพิมพ์ในแต่ละประเภทอีกด้วย

1. Pouch Paper ทำจากเยื่อกระดาษคราฟท์ที่ใหม่ อัดแรงโดยปกติมักฟอกสีเป็นกระดาษที่มีคุณภาพดีสำหรับการนำไปเคลือบหรือเหมาะสำหรับงานพิมพ์
2. Greaseproof ทำจากเยื่อไฮเดรตที่มีคุณภาพ มีความหนาแน่นสูง เนื้อละเอียดเป็นกระดาษกันน้ำ น้ำมัน และกันกลิ่น ได้ดี
3. Glassine ทำจากเยื่อไฮเดรตเช่นกันผิวเรียบเป็นมัน เป็นกระดาษไขโปร่งใส หลายระดับ ซึ่งมักจะผสมสารประกอบพลาสติกเข้าไปด้วย เพื่อลดการกรอบและเปราะแตกได้ง่าย
4. Parchment เป็นกระดาษผิวเรียบที่เคลือบผิวหน้าด้วยกรรมวิธีทางเคมี เพื่อป้องกันการซึมผ่านของน้ำ หรือน้ำมัน เช่นเดียวกันกับกระดาษ Greaseproof แต่กระดาษ Parchment จะมีคุณสมบัติในการต้านแรงดึงขาดเมื่อเปียก ได้ดีกว่า ถึงแม้ว่าจะนำไปต้มในน้ำก็ตาม

ข. กระดาษแข็ง (Paperbord) กระดาษแข็งที่ใช้สำหรับผลิตบรรจุภัณฑ์โดยทั่วไปได้แก่ประเภท

1. Chipboards เป็นกระดาษที่ทำจากเยื่อกระดาษที่ใช้แล้วนำมาย่อยสลายเนื้อเยื่อใหม่ มีคุณภาพหยาบ – ละเอียดและความเหนียวของกระดาษแตกต่างกันหลายระดับ เช่น Bending Boards สามารถโค้งงอได้ถึง 180° Semi – Bendingboard โค้งงอได้ 90° ฯลฯ กระดาษประเภทนี้ได้แก่กระดาษลูกฟูก หรือกระดาษอัด เป็นต้น
2. Solid Manila Boards เป็นกระดาษแข็งที่ทำมาจากกระดาษที่ใช้แล้ว ส่วนมากมักมีผิวกระดาษสีขาว มีความแข็งแรงและดัด โค้งงอ ได้ดี
3. Kraft Cylinder Boards ผลิตจากเยื่อกระดาษคราฟท์เก่าและใหม่ด้วยเครื่อง Cylinder Machine เป็นกระดาษที่มีคุณภาพทนต่อการ โค้ง งอ พับ ได้ดีเยี่ยม
4. Kraft Fourdrinier Boards ผลิตจากเยื่อกระดาษคราฟท์ใหม่ 100% มีความทนต่อการพับ โค้งงอ ได้ดีมาก ซึ่งสามารถที่จะเคลือบผิวด้วยวัสดุต่างๆ เช่น พลาสติก ขี้ผึ้ง ได้ในกรณีที่ต้องการป้องกันความเปียกชื้น (Griffin and Sacharow อ้างโดย ประจิด ทิณบุตร ,2531 : 55-57)

2. พลาสติก ผลิตได้จากวัตถุดิบจากหลายแหล่ง เช่น ผลิตผลทางการเกษตร ได้แก่ Cellulose จากพืช ปิโตรเลียมและถ่านหิน หรือปิโตรเลียมและสินแร่ แต่ในวงการอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์พลาสติก ส่วนมากใช้ผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียม

ปัจจุบันความนิยมในการใช้พลาสติกเป็นวัสดุในการผลิตภาชนะบรรจุหรือหีบห่อในรูปแบบต่างๆ ตลอดจนสิ่งประดิษฐ์อื่นๆสำหรับใช้เป็นส่วนประกอบในการบรรจุผลิตภัณฑ์ เพิ่มขึ้นตามลำดับการนำมาใช้ประโยชน์มิให้เห็นได้ในรูปต่างๆ เช่น ถุง ขวด ก่อง ฯลฯ และลักษณะพิเศษอื่นๆอีกเป็นจำนวนมาก ซึ่งอาจจัดเป็นประเภทได้หลายๆประเภท โดยปกติแล้วได้มีการจัดแบ่งประเภทของพลาสติกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

2.1 ประเภท Thermosetting Plastic พวกนี้สามารถให้ความร้อนแล้วพิมพ์เป็นผลิตภัณฑ์ในรูปของหีบห่อได้เพียงครั้งเดียวเมื่อแข็งตัวแล้วอาจแตกได้ ไม่สามารถทำให้หลอมตัวด้วยความร้อนหรือพิมพ์ใหม่ได้

2.2 ประเภท Thermoplastic พวกนี้สามารถให้ความร้อนทำให้หลอมตัว แล้วพิมพ์ออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายๆครั้งตามต้องการเช่น ภาชนะพลาสติกของทัฟเพอร์แวร์ ขวดน้ำโพลาลิส ฯลฯ(ประชิด ทิณบุตร, 2531 : 63-64)

คุณสมบัติของพลาสติก

ประเสริฐ มหาศรานนท์ (2527 : 195) กล่าวว่า พลาสติกมีคุณสมบัติทางโครงสร้างพิเศษที่เรียกว่า High Molecular Weight คือในหนึ่งโมเลกุลมีจำนวนอะตอมมากกว่าสารชนิดอื่นมากมาย จึงทำให้มีคุณสมบัติหลายๆอย่างพร้อมกันไป คือ

คุณสมบัติทางกายภาพ มีความแข็งแรง เหนียว ยืดหยุ่น ฯลฯ

คุณสมบัติทางไฟฟ้า เป็น ฉนวนไฟฟ้า

คุณสมบัติทางเคมี ทนกรด ด่าง และสารเคมีอื่นๆ

ชนิดของพลาสติก

1. โพลีเอทิลีน (Polyethylene – PE)

PE นับว่าเป็นพลาสติกที่มีการใช้มากที่สุดและราคาถูก สืบเนื่องจาก PE มีจุดหลอมเหลวต่ำเมื่อเทียบกับพลาสติกอื่นๆ ทำให้มีต้นทุนในการผลิตต่ำ PE ผลิตจากกระบวนการโพลิเมอไรเซชันของก๊าซเอทิลีน ภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูง โดยอยู่ในสภาวะปราศจากตัวเร่งปฏิกิริยาโลหะ การจับตัวของโมเลกุลในลักษณะโซ่สั้นและยาวจะส่งผลให้ PE ที่ได้ออกมามีความหนาแน่นแตกต่างกัน PE แบ่งเป็น 3 ประเภทตามค่าความหนาแน่น คือ

1. โพลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (Low Density Polyethylene หรือ LDPE) ความหนาแน่น 0.910 – 0.925 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

2. โพลีเอทิลีนความหนาแน่นปานกลาง (Medium Density Polyethylene หรือ MDPE) ความหนาแน่น 0.926 – 0.940 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
3. โพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene หรือ HDPE) ความหนาแน่น 0.941 – 0.965 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร.

2. โพลีโพรพิลีน (Polypropylene –PP)

PP มักจะรู้จักกันในนามของถุงร้อน ด้วยคุณสมบัติเด่นของ PP ซึ่งมีความใสและป้องกันความชื้นได้ดี มากกว่าครึ่งหนึ่งของ PP ที่นิยมใช้กันจะเป็นรูปของฟิล์ม อย่างไรก็ตาม การป้องกันอากาศซึมผ่านของ PP ยังไม่ดีเท่าพลาสติกบางชนิด เนื่องจากช่วงอุณหภูมิในการหลอมละลายมีช่วงอุณหภูมิสั้นทำให้ PP เชื่อมติดได้ยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ฟิล์มประเภท OPP (Oriented polypropylene) ที่มีการจัดเรียงโมเลกุลในทิศทางเดียวกันจะไม่สามารถเชื่อมติดได้เลย คุณสมบัติเด่นอีกประการหนึ่งของ PP คือ มีจุดหลอมเหลวสูงทำให้สามารถใช้เป็นบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับบรรจุอาหารในขณะร้อน (Hot – Fill)

การใช้งานของ PP กับผลิตภัณฑ์อาหาร

- 1) ใช้บรรจุอาหารร้อน เช่น ถุงร้อน (ชนิดใส)
- 2) ใช้บรรจุอาหารที่ต้องผ่านความร้อนในการฆ่าเชื้อ โดยที่ PP จะเป็นองค์ประกอบหนึ่งของวัสดุที่ใช้ผลิตของประเภทนี้ ซึ่งนิยมเรียกว่า Retort Pouch ของนี้จะไม่สามารถใช้แทนกระป๋องโลหะได้บางครั้งจึงเรียกว่า Flexible Can
- 3) ใช้ทำถุงบรรจุผักผลไม้
- 4) ใช้ทำซองบรรจุอาหารแห้ง เช่น บะหมี่สำเร็จรูป และอาหารที่มีไขมันอายุการเก็บรักษาไม่สูง เช่น ลูกกอล์ฟ ถั่วทอด เป็นต้น
- 5) ใช้ทำกล่องอาหาร ลัง ถาด และตะกร้า

บรรจุภัณฑ์ขนส่งอีกประเภทหนึ่งที่มีการใช้ PP อย่างมากมาย คือ ถุงพลาสติกสาน ที่มีขนาดบรรจุมาตรฐาน 50 กิโลกรัมซึ่งทนทานต่อการใช้งาน วิศวกรรมการทางด้านนี้ได้ก้าวไปสู่การผลิตถุงขนาดใหญ่ที่บรรจุสินค้าได้ ที่เรียกว่า FIBC (Flexible Intermediate Bulk Containers)

3. โพลีเอทิลีน เทเรฟทาเลต (Polyethylene Terephthalate – PET)

PET บรรจุภัณฑ์ที่ได้รับการคิดค้นขึ้นมาเพื่อการบรรจุน้ำอัดลม โดยเฉพาะคุณสมบัติเด่นทางด้านความใสแวววับเป็นประกาย ทำให้ได้รับความนิยมในการบรรจุน้ำมันพืชและน้ำดื่ม นอกจากขวดแล้ว PET ในรูปฟิล์มซึ่งมีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้เป็นอย่างดี จึงมีการนำไปเคลือบหลายชั้นทำเป็นซองสำหรับบรรจุอาหารที่มีความไวต่อก๊าซ เช่น ขนมขบเคี้ยว เป็นต้น นอกจากนี้ ฟิล์ม PET ยังมีคุณสมบัติเด่นอีกหลายประกาย เช่น ทนแรงยึดและแรงกระแทก

เสียดสีได้ดี จุดหลอมเหลวสูง แต่ข้อด้อยคือ ไม่สามารถปิดผนึกด้วยความร้อนและเปิดฉีกยาก ทำให้โอกาสใช้ฟิล์ม PET อย่างเดียวน้อยมาก แต่มักใช้เคลือบชั้นกับพลาสติกอื่นๆ

นอกจากขวดและฟิล์มแล้ว PET ยังสามารถนำมาขึ้นรูปเป็นถาด ด้วยการพัฒนา PET ให้โมเลกุลตกผลึก กลายมาเป็น CPET หรือ Crystallized วัสดุ PET จะสามารถทนอุณหภูมิได้สูง จึงเหมาะสำหรับทำเป็นถาดบรรจุภัณฑ์อาหารใช้ได้ทั้งเตาอบและไมโครเวฟ

พิจารณาจากในแง่ของสิ่งแวดล้อม PET นับได้ว่าเป็นพลาสติกเพียงไม่กี่ประเภทที่สามารถเปลี่ยนกลับมาเป็นเม็ดพลาสติกที่เป็น โมโนเมอร์ และทำการผลิตใหม่ได้ด้วยการใช้กระบวนการ Depolymerising วัสดุ PET ที่มีคุณภาพดีและมูลค่าค่อนข้างสูง สามารถนำกลับมาใช้ใหม่เพื่อผลิตสินค้าอย่างอื่นได้ เช่น ในเมืองไทยมีการนำเอาขวด PET น้ำดื่มกลับมาผลิตใหม่เป็นพรม ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้ ทำให้ขวด PET ได้รับความนิยมใช้กันมากขึ้น และแย่งตลาดของขวด PVC นอกจากนี้ยังนิยมใช้สำหรับบรรจุภัณฑ์แบบการ์ด

4. โพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinylchloride – PVC)

PVC เป็นพลาสติกที่สามารถแปรเปลี่ยนคุณสมบัติได้ โดยการเติมสารเคมีปรุงแต่งต่างๆ เช่น Plasticizer , Modifier และ Fillers ทำให้ PVC นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆมากกว่า อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ โดย PVC มักใช้ในรูปแบบของขวด ฟิล์ม และแผ่น แม้ว่าครั้งหนึ่งเคยมีข่าวจะให้เลิกใช้ PVC ในบรรจุภัณฑ์ เนื่องจากมีสารตกค้างของไวนิลคลอไรด์ ซึ่งอาจก่อให้เกิดมะเร็งในตับได้ แต่พัฒนาการทางการผลิตในปัจจุบัน ทำให้สามารถผลิต PVC ที่มีไวนิลคลอไรด์ตกค้างน้อยกว่า 1 ส่วนในล้านส่วน (PPM) ส่งผลให้บรรจุภัณฑ์ที่ทำจาก PVC นี้ปลอดภัยสำหรับใช้เป็นบรรจุภัณฑ์อาหาร

ในแง่ของการผลิตฟิล์ม PVC จะผลิตยากกว่าฟิล์ม PE หรือ PP จุดเด่นของฟิล์ม PVCคือทนต่อน้ำมันและกันกลิ่นได้ดี โส แข็งแรงทนทานต่อการเสียดสี ในขณะที่ความต้านทานต่อการซึมผ่านของความชื้นอยู่ในขั้นปานกลาง อุณหภูมิใช้งานของ PVC ไม่เกิน 90 °C และถ้าอุณหภูมิการใช้งานเกินกว่า 137 °C จะเริ่มเปลี่ยนคุณภาพขวด PVC สามารถใช้แทนที่ขวดแก้ว เนื่องจากเบาและแตกไม่แตก แต่ในระยะขวด PET จะมีผู้นิยมใช้มากกว่าเนื่องจากเหตุผลทางด้านสิ่งแวดล้อมดังกล่าวมาแล้วส่วนแผ่น PVC มักใช้กับบรรจุภัณฑ์แบบการ์ด ประเภท บลิสเตอร์แพ็ค เนื่องจากมีความใสและเหนียว

การใช้งานของ PVC กับผลิตภัณฑ์อาหาร

1) นิยมใช้ทำฟิล์มยืดสำหรับห่อเนื้อสด ผักและผลไม้สด เนื่องจากความใสและมันวาวทำให้เห็นผลิตภัณฑ์ได้ดีและอัตราการซึมผ่านของก๊าซและไอน้ำอยู่ในช่วงที่เหมาะสม

2) นิยมใช้ทำถาดบรรจุอาหารแห้ง เช่น ขนมปังกรอบ คุกกี้ ช็อกโกแลตและอื่นๆ เพื่อแบ่งเป็นสัดส่วนและป้องกันการแตกหัก

3) นิยมใช้ทำถาดหรือกล่องบรรจุอาหารสด

4) นิยมใช้ทำขวดบรรจุน้ำมันพืชปรุงอาหาร

5. โพลิสไตรีน (Polystyrene – PS)

พลาสติกจำพวก PS นี้ ใช้ผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ โดยการอัดขึ้นรูปด้วยความร้อนเป็นรูปถ้วย ถาด ในกรณีที่มีการเติมสารพองตัว PS จะสามารถผลิตออกมาเป็นโฟมที่เรียกว่า EPSซึ่งนำมาใช้เป็นวัสดุป้องกันการสั่นกระแทก เมื่อทำเป็นฟิล์ม PS จะมีความใสมากแวววับเป็นประกายแต่เนื่องจากมีลักษณะได้ง่ายและ ป้องกันการซึมผ่านความชื้นและก๊าซได้ดีทำให้ฟิล์ม PS จึงจำกัดอยู่เพียงการใช้ห่อสินค้า เช่น ผลไม้ ดอกไม้ เป็นต้น หรือทำเป็นบลิสเตอร์แพ็ค ถาดที่ขึ้นรูปจากแผ่น PS จะมีความใสและแข็งแรงพอสมควร ในสภาวะปกติ PS จะเปราะจึงมีการพัฒนาด้วยการเติมสาร Butadine เพื่อเพิ่มความแข็งแรงซึ่งรู้จักกันในนามของ HIPS (High Impact Polystyrene)

การใช้งานของ PS กับผลิตภัณฑ์อาหาร

1. นิยมใช้ทำช่องหน้าต่างของกล่องกระดาษ
2. ใช้ห่อผัก ผลไม้สด และดอกไม้สด เนื่องจากความใสและยอมให้ก๊าซซึมผ่านได้ง่าย
3. ใช้ทำโฟมทั้งเป็นภาชนะบรรจุและแผ่นฉนวนกันความร้อน
4. นิยมใช้ทำถ้วย ถาด หรือแก้วน้ำสำหรับใช้ครั้งเดียว
5. ใช้ทำถาดหลุมสำหรับรองขนมปังกรอบ คุกกี้ ช็อกโกแลต และอื่นๆก่อนบรรจุใส่กล่อง(ปุ่น คงเจริญเกียรติ , 2541 : 60-66)

2.2.4 ขั้นตอนการทดสอบ

ปุ่น คงเจริญเกียรติ (2541 : 152-155) กล่าวว่า ในการทดสอบวัสดุและบรรจุภัณฑ์แต่ละครั้งจะมีขั้นตอนการทดสอบที่คล้ายคลึงกัน กล่าวคือ เริ่มแรกต้องทราบถึงจุดมุ่งหมายของการทดสอบเพื่อนำข้อมูลการทดสอบไปใช้เป็นประโยชน์ ขั้นตอนต่อมาคือ การเลือกมาตรฐานที่จะใช้ในการทดสอบ ซึ่งมีขั้นตอนสำคัญของการทดสอบที่เกี่ยวข้องกับบรรจุภัณฑ์ คือ ต้องทำการควบคุมสถานะของบรรจุภัณฑ์ก่อนการทดสอบทุกครั้ง

2.2.4.1 จุดมุ่งหมาย

ก่อนการทดสอบวัสดุและบรรจุภัณฑ์ใดๆจะต้องรู้ถึงจุดมุ่งหมายในการทดสอบ เนื่องจากการทดสอบมีหลายวิธี แต่ละวิธีกำหนดมาตรฐานและวิธีการทดสอบที่แตกต่างกัน แม้ว่าจะใช้เครื่องมือทดสอบอย่างเดียวกัน กล่าวโดยทั่วไปแล้ว การทดสอบอาจมีจุดมุ่งหมายดังต่อไปนี้

1. เปรียบเทียบวัสดุต่างชนิดกันโดยการทำการทดสอบพร้อมๆกัน

2. ควบคุมคุณภาพของวัสดุที่ใช้จริงกับวัสดุที่เคยผ่านการทดสอบมาแล้ว โดยการเปรียบเทียบผลที่เกิดจากการทดสอบต่างชนิดและต่างวาระกัน

3. ศึกษาถึงคุณสมบัติการใช้งานของวัสดุหรือตัวบรรจุภัณฑ์ เช่น การทดสอบความสามารถทนแรงกดในแนวตั้ง เพื่อจำลองการรับน้ำหนักการเรียงซ้อนกันของสินค้า เป็นต้น

จุดมุ่งหมายที่ 3 เป็นการทดสอบที่สำคัญที่สุด เนื่องจากการทดสอบเพื่อจำลองการใช้งานของวัสดุและบรรจุภัณฑ์ ส่วนการทดสอบตามจุดมุ่งหมายที่ 1 และ ที่ 2 อาจรวมสรุปได้ว่าเป็นการทดสอบเพื่อบ่งบอกคุณลักษณะของวัสดุ

2.2.4.2 มาตรฐานการทดสอบ

จำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบและวิธีการทดสอบจะขึ้นอยู่กับมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ มาตรฐานการทดสอบแบ่งได้ในหลายระดับดังต่อไปนี้

1. มาตรฐานของแต่ละองค์กร บริษัทหรือหน่วยงานที่มีการจัดซื้อจัดหาวัสดุบรรจุภัณฑ์และระบบบรรจุภัณฑ์ต่างๆ จะร่างมาตรฐานการทดสอบของตัวเองออกมาใช้เพื่อให้ได้คุณภาพของบรรจุภัณฑ์ตามแต่ความเหมาะสมที่จะใช้งาน มาตรฐานของแต่ละองค์กรเหล่านี้จะมีความต้องการหรือรายละเอียดทางการทดสอบเฉพาะเจาะจงมากที่สุด

2. มาตรฐานของกลุ่มอาชีพเดียวกัน มาตรฐานการทดสอบใหม่ๆที่เกิดขึ้นมักจะเกิดจากองค์กรเหล่านี้เนื่องจากมีความพร้อมในห้องปฏิบัติการและนักวิจัย กลุ่มอาชีพเหล่านี้จะมีการจัดตั้งในแต่ละประเทศและมีการถ่ายทอดแลกเปลี่ยนความรู้ทางวิชาการซึ่งกันและกัน กลุ่มที่มีชื่อเสียง ได้แก่

- FEFCO , Federation Europeene des Fabricants de Carton Ondule Test Methods (มาตรฐานทดสอบของสหพันธ์แปรรูปกล่องกระดาษลูกฟูกของยุโรป)
- TAPPI หรือ The Technical Association of Pulp and Paper Industry , Atlanta.
- Uniform Freight Classification Committee , Atlanta.
- The American Society of Mechanical Engineers, New York.
- INCPEN, Industry Council for Packaging in the Environment, London.
- USDA , Forest Products Laboratory, Madison, Wisconsin.
- BPBMA, British Paper of Board Manufacturers Association.

องค์กรต่างๆเหล่านี้ ส่วนมากจะเป็นองค์กรเอกชนที่ไม่ได้แสวงหากำไร แต่เป็นการเผยแพร่ความรู้ให้กับกลุ่มอาชีพเดียวกัน เพื่อยกระดับมาตรฐานความรู้ในการประกอบวิชาชีพ

3. มาตรฐานขององค์กรระดับประเทศและระหว่างประเทศ องค์กรสมอ.ของไทย เป็นองค์กรหนึ่งที่จัดอยู่ในประเภทนี้ ซึ่งประสานงานโดยตรงกับ ISO หรือ International Standard Organization สำหรับวงการบรรจุภัณฑ์มีองค์กรที่เรียกว่า ISTA (International Safe Transit Association) ที่มีเครือข่ายทั่วโลก โดยเน้นในเรื่องการทดสอบก่อนทำการขนส่งเพื่อลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น ในวงการอาหารมาตรฐานระหว่างประเทศที่ได้รับการอ้างอิงมากที่สุด คือ Codex ซึ่งมีชื่อเต็มว่า Codex Alimentarius Commission ซึ่งเป็นองค์กรร่วมระหว่าง Food and Agriculture Organization of the United Nations และ World Health Organization ส่วนองค์กรแต่ละประเทศที่มีร่างมาตรฐานเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ ได้แก่

- ASTM, American Society for Testing and Materials.
- BS, British Standard.
- JIS, Japan Institute of Standard.
- Normes Francaise (มาตรฐานฝรั่งเศส)
- Deutsche Industrie Norman (มาตรฐานเยอรมันที่รู้จักกันในนาม DIN)

2.2.4.3 การควบคุมสภาวะ

การควบคุมสภาวะก่อนทำการทดสอบและระหว่างการทดสอบ นับเป็นสิ่งสำคัญมากในการทดสอบบรรจุภัณฑ์ เพื่อเป็นการแน่ใจว่าวัสดุที่ใช้ในการทดสอบจะได้คุณภาพตามสภาวะหนึ่งๆตามที่กำหนดไว้ สาเหตุเพราะวัสดุบรรจุภัณฑ์หลายประเภท โดยเฉพาะกระดาษสามารถดูดซึมหรือคายความชื้นสู่อากาศรอบตัวได้ ในกรณีที่เป็นการทดสอบขึ้นวิกฤติ อาจจำเป็นต้องตรวจสอบว่าความชื้นจริงๆในวัสดุบรรจุภัณฑ์มีปริมาณเท่าไร เพื่อให้มั่นใจว่าวัสดุที่ใช้ทดสอบนั้นอยู่ในสภาวะเดียวกับที่ต้องการหรือตามข้อกำหนด

การกำหนดสภาวะทดสอบ ยังต้องคำนึงถึงสภาพความเป็นจริงที่บรรจุภัณฑ์ต้องประสบตัวอย่างเช่น ถ้าบรรจุภัณฑ์จะส่งออกไปยังสหรัฐอเมริกา ก็ควรใช้มาตรฐานของสภาวะการทดสอบของอเมริกาด้วย ห้องที่ใช้ในการทดสอบและเก็บวัสดุบรรจุภัณฑ์จึงต้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นด้วย ระบบปรับอากาศตามสภาวะควบคุมมาตรฐานที่ต้องการ

เมื่อมีการควบคุมสภาวะเป็นอย่างน้อย 24 ชั่วโมงแล้วจึงเริ่มทำการทดสอบ การทดสอบที่ดีจะต้องมีความแม่นยำ และไม่แปรปรวนจากการทดสอบแต่ละครั้ง ความแม่นยำนี้มีความสัมพันธ์กับปัจจัยต่อไปนี้

1. ความสลับซับซ้อนของเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ รวมทั้งการปรับเครื่อง
2. บุคลากรที่ใช้ในการทดสอบมีขีดความสามารถแค่ไหน รวมทั้งผู้บังคับบัญชาที่ทำการตัดสินใจและประเมินการทดสอบ
3. จำนวนครั้งในการทดสอบที่ไม่ทำให้เสียค่าใช้จ่ายมากเกินไป และได้ผลที่ใกล้เคียงความเป็นจริง ในกรณีนี้อาจจะต้องเปรียบเทียบกับมาตรฐานต่างๆที่มีอยู่ แล้วเลือกมาตรฐานที่เหมาะสมสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายในการทดสอบ

ขั้นตอนสุดท้ายของการทดสอบ คือ การนำเอาผลจากการทดสอบไปใช้งาน ซึ่งจะแปรตามประเภทและจุดมุ่งหมายของการทดสอบที่ได้ตั้งไว้

2.2.5 ประเภทของการทดสอบ

การทดสอบบรรจุภัณฑ์ สามารถแบ่งประเภทการทดสอบอย่างง่าย ๆ ได้เป็น 2 ประเภท คือ การทดสอบเพื่อการบ่งบอก และการทดสอบเพื่อประเมินการใช้งาน

2.2.5.1 การทดสอบเพื่อการบ่งบอก

การทดสอบประเภทนี้จะเป็นการทดสอบวัสดุที่ใช้ผลิตตัวบรรจุภัณฑ์เพื่อหาคุณลักษณะเฉพาะของวัสดุนั้น เช่น กระดาษมักใช้น้ำหนักเป็นเกณฑ์ในการซื้อขายการทดสอบจึงวัดค่าน้ำหนักมาตรฐาน ในขณะที่พลาสติกจะใช้ความหนาแน่นเป็นเกณฑ์ในการแยกประเภทของพลาสติก

2.2.5.2 การทดสอบเพื่อประเมินการใช้งาน

บรรจุภัณฑ์ที่ออกแบบมาใช้งานจะต้องทำหน้าที่ต่าง ๆ กันจึงมีการแยกประเภทการทดสอบโดยจัดแบ่งประเภทของการทดสอบที่คล้าย ๆ กันเป็น 3 กลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 การทดสอบคุณสมบัติบรรจุภัณฑ์ด้านการป้องกันรักษาคุณภาพและการบรรจุ เช่น การซึมผ่านของไอน้ำหรือก๊าซ และความเข้ากันได้ของบรรจุภัณฑ์กับผลิตภัณฑ์อาหาร

กลุ่มที่ 2 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของบรรจุภัณฑ์ ได้แก่ ความหนาที่แปรปรวน ความแข็งแรงของรอยปิดผนึก

กลุ่มที่ 3 การทดสอบคุณสมบัติทางด้านความสวยงามของบรรจุภัณฑ์สำเร็จรูป เช่น ความแวววาวเป็นประกาย ความสามารถด้านทานต่อการเสียดสี

2.2.6 การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้

2.2.6.1 การทดสอบกระดาษ

1. การด้านการฉีกขาด

การต้านแรงฉีกขาด หมายถึงความสามารถของกระดาษที่จะต้านแรงซึ่งทำให้แผ่นทดสอบหนึ่งแผ่นขาดต่อจากรอยขาดเดิม เครื่องมือที่ใช้คือ Elmendorf tear tester

2. การต้านแรงคั่นที่มทะเล

การต้านแรงคั่นที่มทะเล เป็นการทดสอบขั้นพื้นฐานของอุตสาหกรรมกระดาษ โดยการเพิ่มแรงคั่นต่อแผ่นกระดาษที่ถูกยึดไว้ให้แน่น เพื่อทดสอบว่ากระดาษจะทนแรงคั่นได้มากน้อยแค่ไหน เครื่องมือที่ใช้คือ Mullen tester

3. ความแข็งตึง

ความแข็งตึงของกระดาษจะสัมพันธ์กับความแข็งของภาชนะบรรจุ ความสามารถในการต้านการกดทับและสาเหตุทำให้เกิดการเสียดรูปต่างๆ เครื่องมือที่ใช้วัดคุณสมบัตินี้มีหลายแบบขึ้นอยู่กับลักษณะของกระดาษ ตัวอย่างเช่น กระดาษที่มีน้ำหนักน้อยจะใช้ Taber stiffness tester ถ้าเป็นกระดาษแข็งหรือแผ่นลูกฟูก จะใช้ Kodak stiffness tester

4. การต้านแรงดึงขาดและการยืดตัว

การต้านแรงดึงขาด หมายถึงความสามารถของกระดาษที่จะต้านแรงดึง ซึ่งกระทำที่ปลายข้างหนึ่งของแผ่นทดสอบที่มีความกว้างคงที่จนแผ่นทดสอบนั้นขาด เครื่องมือที่ใช้เรียกว่า Tensile tester

5. การต้านแรงกดลอนลูกฟูก

การต้านแรงกดลอนลูกฟูก หมายถึง ความสามารถของลูกฟูกในแผ่นกระดาษลูกฟูกที่จะต้านแรงกดบนลอนลูกฟูกในแนวราบจนลอนเสียดรูป เครื่องมือที่ใช้คือ เครื่องกด

6. การต้านแรงกดในแนวตั้ง

การต้านแรงกดในแนวตั้ง หมายถึงความสามารถของแผ่นกระดาษลูกฟูกรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่จะต้านแรงอัดเมื่อกระทำในทิศทางเดียวกับลูกฟูก (แนวตั้ง) จนกระทั่งแผ่นทดสอบหักหรือยุบตัวเอง เครื่องมือที่ใช้คือ เครื่องกด

2.2.6.2 การทดสอบพลาสติก

1. อัตราการซึมผ่านของไอน้ำ

อัตราการซึมผ่านของไอน้ำ หมายถึงปริมาณไอน้ำที่ซึมผ่านจากผิวหน้าหนึ่งไปยังอีกผิวหน้าหนึ่งของหนึ่งหน่วยพื้นที่ผิวของฟิล์มพลาสติกในระยะเวลาที่กำหนด และภายใต้สภาวะที่คงที่ วิธีการทดสอบสามารถทำได้หลายวิธีแต่ที่นิยมคือ แบบเชิงน้ำหนัก หรือที่รู้จักกันในชื่อว่า dish method นอกจากนี้ยังมีวิธีที่ทันสมัยโดยใช้

ระบบเคมี – ไฟฟ้า และใช้ระบบอินฟราเรดด้วย เช่นการใช้เครื่อง Lyssy-Water vapour permeability tester

2. การต้านแรงฉีกขาด

การต้านแรงฉีกขาดของฟิล์มพลาสติกเป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งที่ใช้เป็นเครื่องชี้บอกว่าพลาสติกนั้นมีความเหมาะสมกับการใช้งานเพียงใด เครื่องมือทดสอบ ได้แก่ เอลเมนเคอร์ แทร์ เทสเตอร์ หรือ เทนซาบัส เทสเตอร์

3. การต้านแรงดึงขาดและการยืดตัว

การต้านแรงดึงขาด หมายถึงความสามารถของฟิล์มพลาสติกที่จะต้านแรงดึงซึ่งกระทำที่ปลายข้างหนึ่งของแผ่นทดสอบที่มีความกว้างคงที่ จนแผ่นทดสอบนั้นขาด เครื่องมือที่ใช้คือ Tensile tester



บทที่ 3

วิธีการสร้างอุปกรณ์

3.1 การวิเคราะห์หลักสูตร

ในการทำปัญหาพิเศษเรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์เรื่องการทดสอบวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์ เพื่อให้ประกอบการเรียนการสอนวิชาหลักการบรรจุ (03630112) จำนวน 3 หน่วยกิต ทฤษฎี 3 คาบ ในหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ) สาขาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โครงสร้างหลักสูตร

ก. พื้นฐานการศึกษาก่อนมาต่อหลักสูตร

เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรชั้นสูง หรือเทียบเท่าในสาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาเกษตรกรรม หรือสาขาอื่นที่เกี่ยวข้อง

ข. ระบบการศึกษา

- จัดระบบการศึกษาแบบทวิภาคี โดยแบ่งระยะเวลาการศึกษาแต่ละปีออกเป็น 2 ภาค แต่ละภาคการศึกษาใช้เวลาเรียนไม่น้อยกว่า 15 สัปดาห์ และอาจเปิดสอนภาคฤดูร้อน โดยใช้เวลาการศึกษาไม่น้อยกว่า 6 สัปดาห์ โดยจัดเวลาสอนครบตาม หน่วยกิต

- การคิดหน่วยกิต

รายวิชาภาคทฤษฎี ใช้เวลาบรรยาย 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ตลอดหนึ่งภาคการศึกษาปกติ มีค่าเท่ากับ 1 หน่วยกิต

รายวิชาภาคปฏิบัติ ใช้เวลาฝึกหรือทดสอบ 2-3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ตลอดหนึ่งภาคการศึกษาปกติ มีค่าเท่ากับ 1 หน่วยกิต

รายวิชาภาคสนาม (ฝึกสอน) ใช้เวลาฝึก 3-6 ชั่วโมงตลอดหนึ่งภาคการศึกษาปกติ มีค่าเท่ากับ 1 หน่วยกิต

ค. ระยะเวลาการศึกษา

ระยะเวลาการศึกษาตามหลักสูตร ใช้เวลาการศึกษาอย่างมากไม่เกิน 4 ปีการศึกษา
สำหรับการเรียนเต็มเวลา และอย่างมากไม่เกิน 6 ปีการศึกษา สำหรับการเรียนไม่เต็ม
เวลา

ง. จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร	79 หน่วยกิต
จ. โครงสร้างหลักสูตร	
หมวดวิชาศึกษาทั่วไป	8 หน่วยกิต
กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์	2 หน่วยกิต
บังคับเรียน	2 หน่วยกิต
กลุ่มวิชาภาษา สังคมศาสตร์ และมนุษยศาสตร์	6 หน่วยกิต
บังคับเรียน	2 หน่วยกิต
เลือกเรียน	4 หน่วยกิต
หมวดวิชาเฉพาะ	68 หน่วยกิต
กลุ่มวิชาชีพครูทั่วไป	18 หน่วยกิต
บังคับเรียน	14 หน่วยกิต
เลือกเรียน	4 หน่วยกิต
กลุ่มวิชาครุศาสตร์เกษตร	20 หน่วยกิต
บังคับเรียน	20 หน่วยกิต
กลุ่มวิชาอุตสาหกรรมเกษตร	30 หน่วยกิต
บังคับเรียน	18 หน่วยกิต
เลือกเรียน	12 หน่วยกิต
หมวดวิชาเลือกเสรี	3 หน่วยกิต

3.2 การวิเคราะห์เนื้อหา

รายวิชา (๐3630112) หลักการบรรจุ

คำอธิบายรายวิชา

ประเภทของการบรรจุ หลักการเลือกภาชนะบรรจุ ประเภทของภาชนะบรรจุ การเลือกวัสดุ
เพื่อทำภาชนะบรรจุ หลักการบรรจุ เครื่องมือที่ใช้ในการบรรจุ และกรรมวิธีของอาหารที่บรรจุ
มาตรฐานการบรรจุ

รายการสอน (ภาคทฤษฎี)

บทที่	จำนวน	
1. บทนำ พัฒนาการบรรจุภัณฑ์	3	คาบ
2. บรรจุภัณฑ์อาหาร	9	คาบ
3. การพัฒนา โครงสร้างบรรจุภัณฑ์	3	คาบ
4. อายุของผลิตภัณฑ์อาหาร	6	คาบ
5. การทดสอบวัสดุและบรรจุภัณฑ์	6	คาบ
6. การออกแบบกราฟฟิค	3	คาบ
7. บรรจุภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อม	6	คาบ
8. เครื่องจักรบรรจุภัณฑ์	6	คาบ
9. กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับบรรจุภัณฑ์	6	คาบ
รวม	48	คาบ

หมายเหตุ หัวข้อที่นำมาผลิตเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ คือ หัวข้อย่อยในภาคทฤษฎี บทที่ 5 เรื่องการทดสอบวัสดุและบรรจุภัณฑ์

เนื้อหา

การทดสอบวัสดุก่อนที่จะนำไปทำเป็นบรรจุภัณฑ์นั้นเพื่อควบคุมคุณภาพของวัสดุให้ได้ วัสดุที่มีคุณภาพที่ดี เมื่อนำไปผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์แล้วสามารถที่จะช่วยปกป้องคุ้มครองสินค้าภายในให้อยู่ในลักษณะที่ดีได้เหมือนเดิม ในการทดสอบก็จะมีขั้นตอนต่างๆ ก่อนทำการทดสอบและมีวิธีการทดสอบดังนี้

ก่อนที่จะทำการทดสอบหาคุณภาพของวัสดุแต่ละชนิดจะต้องมีการเก็บตัวอย่างก่อน โดยวิธีการเก็บตัวอย่างนั้นก็เริ่มจากการควบคุมสภาวะก่อนทำการทดสอบ และในระหว่างการทดสอบก็จะต้องมีการควบคุมสภาวะในห้องทดสอบด้วย ที่ต้องมีการควบคุมสภาวะก็เพื่อเป็นการให้แน่ใจว่าวัสดุจะได้คุณภาพตามสภาวะหนึ่งๆตามที่กำหนดไว้ การกำหนดสภาวะทดสอบ ต้องคำนึงถึงความเป็นจริงที่บรรจุภัณฑ์ต้องประสบ เมื่อมีการควบคุมสภาวะเป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมงแล้วจึงเริ่มทำการทดสอบ การทดสอบที่ดีจะต้องมีความแม่นยำ (Precise) และไม่แปรปรวนจากการทดสอบแต่ละครั้ง

ประเภทของการทดสอบ

การทดสอบบรรจุภัณฑ์ สามารถแบ่งประเภทการทดสอบอย่างง่าย ๆ ได้เป็น 2 ประเภท คือ การทดสอบเพื่อการบ่งบอก (Identification Test) และการทดสอบเพื่อประเมินการใช้งาน (Performance Test)

1. การทดสอบเพื่อการบ่งบอก

การทดสอบประเภทนี้จะเป็นการทดสอบวัสดุที่ใช้ผลิตตัวบรรจุภัณฑ์เพื่อหาคุณลักษณะเฉพาะของวัสดุนั้น เช่น กระดาษมักใช้น้ำหนักเป็นเกณฑ์ในการซื้อขายการทดสอบจึงวัดค่าน้ำหนักมาตรฐาน ในขณะที่พลาสติกจะใช้เวลาหนาแน่นเป็นเกณฑ์ในการแยกประเภทของพลาสติก เป็นต้น

การทดสอบเพื่อการบ่งบอกคุณลักษณะของวัสดุบางประเภท ยังสัมพันธ์กับการใช้งานของบรรจุภัณฑ์ เช่น การวัดอัตราการซึมผ่านของน้ำและก๊าซ จะมีความสัมพันธ์กับการคาดคะเนอายุของผลิตภัณฑ์อาหาร หรือการทดสอบความแข็งแรงตามขอบของกระดาษลูกฟูกจะสัมพันธ์กับความสามารถรับแรงกดในแนวค้ำของกล่องลูกฟูก เป็นต้น

ในกรณีที่มีการทดสอบเพื่อการบ่งบอกของวัสดุจากหลายแหล่งพร้อมกัน เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุจากแต่ละแหล่งนั้น จะมีการทดสอบประเภทนี้ค่อนข้างจะบ่อย วิธีการทดสอบ จะทำโดยการแยกวัสดุที่กำลังใช้อยู่เป็นวัสดุหลัก (Control) และวัสดุอื่นที่ทดสอบเพื่อเปรียบเทียบเป็นวัสดุแปร (Variables) ในการทดสอบแต่ละครั้งควรทดสอบวัสดุหลักสลับกับวัสดุแปร เพื่อลดความแปรปรวนของอุปกรณ์ทดสอบหลังจากที่ทดสอบเป็นเวลานาน เช่น การทดสอบครั้งแรกจะเริ่มด้วยวัสดุหลักแล้วตามด้วยวัสดุแปร การทดสอบครั้งที่สองจะสลับกันโดยเริ่มด้วยวัสดุแปรค้อยตามด้วยวัสดุหลัก เป็นต้น

2. การทดสอบเพื่อประเมินการใช้งาน

บรรจุภัณฑ์ที่ออกแบบมาใช้งานจะต้องทำหน้าที่ต่างๆ กันจึงมีการแยกประเภทการทดสอบ โดยจัดแบ่งประเภทของการทดสอบที่คล้ายๆ กันจากมาตรฐานขององค์กรต่างๆ เป็น 3 กลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 การทดสอบคุณสมบัติบรรจุภัณฑ์ด้านการป้องกันรักษาคุณภาพและการบรรจุ เช่น การซึมผ่านของไอน้ำหรือก๊าซ และความเข้ากันได้ของบรรจุภัณฑ์กับผลิตภัณฑ์อาหาร

กลุ่มที่ 2 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของบรรจุภัณฑ์ ได้แก่ ความหนาที่แปรปรวน ความแข็งแรงของรอยปิดผนึก

กลุ่มที่ 3 การทดสอบคุณสมบัติทางด้านความสวยงามของบรรจุภัณฑ์สำเร็จรูป เช่น ความแวววาวเป็นประกาย ความสามารถด้านทานต่อการเสียดสี

การทดสอบวัสดุก่อนที่จะนำมาผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ จะทำการทดสอบโดย จะแยกวัสดุออกเป็นชนิดดังนี้ 1 กระดาษ 2 พลาสติก

โดยกระดาษจะมี 6 วิธีการทดสอบดังนี้

1. การต้านแรงฉีกขาด (Tear Strength)
2. การต้านแรงดันทะลุ (Bursting Strength)
3. ความแข็งตึง (Stiffness)
4. การต้านแรงดึงขาดและการยืดตัว (Tensile Strength and elongation)
5. การต้านแรงกดลอนลูกฟูก (Flat crush resistance)
6. การต้านแรงกดในแนวตั้ง (Edgewise crush resistance)

พลาสติกจะมี 3 วิธีการทดสอบดังนี้

1. อัตราการซึมผ่านของไอน้ำ (Water vapour transmission rate)
2. การต้านแรงฉีกขาด (Tear resistance)
3. การต้านแรงดึงขาดและการยืดตัว (Tensile strength and elongation)

ขั้นตอนและวิธีการทดสอบ

1. การต้านแรงฉีกขาด (Tear Strength)

การต้านแรงฉีกขาด หมายถึง ความสามารถของกระดาษที่จะต้านแรงซึ่งทำให้แผ่นทดสอบหนึ่งแผ่นขาดต่อจากรอยขาดเดิม การทดสอบแบบนี้คล้ายคลึงกับการทดสอบความต้านทานต่อแรงดันที่มทะเล คือเป็นการทดสอบขั้นพื้นฐาน เพื่อศึกษาความแข็งแรงของวัสดุ ส่วนมากใช้ทดสอบกับกระดาษ เนื่องจากการทดสอบที่ง่ายและอุปกรณ์ไม่แพงนัก

การทดสอบความต้านทานการฉีกขาดมีอยู่หลายวิธี วิธีที่มีการใช้มากคือ การใช้เครื่องมือที่มีชื่อว่า Elmendorf tear tester เป็นการวัดพลังงานที่ใช้ในการฉีกกระดาษออกจากกัน ค่าพลังงานที่วัดได้จากสเกล บนเครื่องจะแปลงมาเป็นแรงที่ใช้ในการฉีกกระดาษ มาตรฐานที่ใช้คือ ASTM D 607, TAPPI T 414

2. การต้านแรงดันทะลุ (Bursting Strength)

การต้านแรงดันทะลุ หมายถึงความสามารถของกระดาษที่จะต้านแรงดันที่กระทำบนแผ่นทดสอบด้วยอัตราที่เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอจนทำให้แผ่นทดสอบนั้นขาด การทดสอบชนิดนี้เป็นการทดสอบขั้นพื้นฐานของอุตสาหกรรมกระดาษ โดยการเพิ่มแรงดันต่อแผ่นกระดาษที่ถูกยึดไว้ให้แน่น เพื่อทดสอบว่ากระดาษจะทนแรงดันได้มากน้อยแค่ไหน การทดสอบนี้อาจเรียกตามชื่อของผู้ค้นพบว่า "Mullen Test" นอกจากนี้ยังเป็นชื่อเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบอีกด้วย

การทดสอบนี้เป็นวิธีง่าย ๆ ที่จะตรวจสอบความแข็งแรงของวัสดุบรรจุภัณฑ์ซึ่งใช้มากับกระดาษลูกฟูกและอาจจะใช้กับพลาสติกบางประเภทที่ยืดตัวได้น้อย สิ่งที่ต้องตระหนักถึงคือ การทดสอบนี้มิได้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความแข็งแรงของบรรจุภัณฑ์ที่นำวัสดุที่ทดสอบนี้ไปขึ้นรูป แต่เป็นการศึกษาความแข็งแรงของวัสดุเท่านั้น กล่าวคือ กระดาษลูกฟูก โครงสร้าง A ที่มีค่า Brust Test สูงกว่าโครงสร้าง B เมื่อขึ้นรูปเป็นกล่อง กล่องที่ทำจากกระดาษลูกฟูกโครงสร้าง A ไม่จำเป็นเสมอไปว่าจะแข็งแรงกว่ากล่องที่ทำจากกระดาษลูกฟูก B อย่างไรก็ตามการทดสอบนี้ยังนิยมใช้เนื่องจากทดสอบได้ง่ายและเร็ว เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบคือ Mullen tester มาตรฐาน ได้แก่ ISO 2759, ASTM D 774, ASTM D 2783, TAPPI T 403, TAPPI T 810

3. ความแข็งตึง (Stiffness)

ความแข็งตึงของกระดาษจะสัมพันธ์กับความแข็งของภาชนะบรรจุ ความสามารถในการด้านการกดทับและสาเหตุทำให้เกิดการเสียรูปต่างๆ เครื่องมือที่ใช้วัดคุณสมบัตินี้มีหลายแบบขึ้นกับลักษณะของกระดาษ ตัวอย่างเช่น กระดาษที่มีน้ำหนักน้อยจะใช้ Taber stiffness tester มีหน่วยเป็นคาเบร์ (Taber) ถ้าเป็นกระดาษแข็งหรือแผ่นลูกฟูก จะใช้ Kodak stiffness tester มีหน่วยเป็นเกอร์เลย์ (gurley) มาตรฐาน ได้แก่ TAPPI T 451, TAPPI T 489

4. การต้านแรงดึงขาดและการยืดตัว (Tensile strength and elongation)

การต้านแรงดึงขาด หมายถึง ความสามารถของกระดาษที่จะต้านแรงดึง ซึ่งกระทำที่ปลายข้างหนึ่งของแผ่นทดสอบที่มีความกว้างคงที่จนแผ่นทดสอบนั้นขาด การทดสอบความต้านทานต่อแรงดึงเป็นการทดสอบศึกษาความทนทานต่อแรงดึงของวัสดุ โดยวัสดุบรรจุภัณฑ์จะถูกแรงดึงอย่างช้าๆจนกระทั่งขาดออกจากกัน แล้ววัดค่าแรงดึงสูงสุดขณะที่ขาดและการยืดตัวของวัสดุสุดท้ายขณะที่ขาด การทดสอบนี้นับเป็นการทดสอบคุณสมบัติทางกลอย่างง่ายของวัสดุที่เป็นแผ่นหรือฟิล์ม การสอบมักจะทำใน 2 ทิศทาง คือ ในแนวทิศที่วัสดุผลิตจากเครื่องจักรแปรรูป เรียกว่า ทิศในแนวของเครื่องจักร (Machine Direction หรือ MD) และอีกทิศหนึ่ง คือแนวที่ตั้งฉากกับ MD (Cross - Machine Direction หรือ CD) เครื่องมือที่ใช้เรียกว่า Tensile tester ซึ่งมีหลายแบบมาตรฐาน ได้แก่ ASTM D 828, TAPPI T 404 T 457

5. การต้านแรงกดลอนลูกฟูก (Flat crush resistance)

การต้านแรงกดลอนลูกฟูก หมายถึง ความสามารถของลูกฟูกในแผ่นกระดาษลูกฟูกที่จะต้านแรงกดบนลอนลูกฟูกในแนวราบจนลอนเสียรูป มีหน่วยเป็นความดัน คือกิโลปาสกาล (kPa) ค่าที่ได้มีความสัมพันธ์กับความหนาของแผ่นกระดาษลูกฟูก และความสามารถในการป้องกันการกระแทก (Cushinning ability) ของกล่องกระดาษลูกฟูก เครื่องมือที่ใช้คือ เครื่องกด และเครื่องตัด

ขึ้นทดสอบให้เป็นวงกลม มาตรฐานได้แก่ ISO 3035, TAPPI T 808, ASTM D 1225 และ FEFCO Testing Method No.6

6. การต้านแรงกดในแนวตั้ง (Edgewise crush resistance)

การต้านแรงกดในแนวตั้ง หมายถึง ความสามารถของแผ่นกระดาษลูกฟูกรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่จะต้านแรงอัดเมื่อกระทำในทิศทางเดียวกับลูกฟูก (แนวตั้ง) จนกระทั่งแผ่นทดสอบหักหรือยุบตัวเอง มีหน่วยเป็นนิวตันต่อเมตร

การทดสอบนี้มีความสำคัญต่อแผ่นกระดาษลูกฟูกมาก เพราะเป็นค่าที่บอกถึงความแข็งแรงของแผ่นกระดาษลูกฟูก ซึ่งสัมพันธ์โดยตรงกับความแข็งแรงในการเรียงซ้อนของกล่องกระดาษลูกฟูกหรือค่าการรับแรงกดของกล่องนั่นเอง เครื่องมือที่ใช้คือ เครื่องกด มาตรฐานได้แก่ ISO 3037, FEFCO Testing Method No. 8

พลาสติกจะมีวิธีการทดสอบ ดังนี้

1. อัตราการซึมผ่านของไอน้ำ (Water vapour transmission rate)

อัตราการซึมผ่านของไอน้ำ หมายถึง ปริมาณไอน้ำที่ซึมผ่านจากผิวหน้าหนึ่งไปยังอีกผิวหน้าหนึ่งของหนึ่งหน่วยพื้นที่ผิวของฟิล์มพลาสติกในระยะเวลาที่กำหนดและภายใต้สภาวะที่คงที่มีหน่วยเป็นกรัมต่อตารางเมตรต่อ 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในการวิเคราะห์ (นิยมใช้ที่ 38 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 90 %) คุณสมบัตินี้มีความสัมพันธ์กับการเลือกใช้ชนิดของฟิล์มพลาสติกให้เหมาะสม เพื่อการคุ้มครองผลิตภัณฑ์ไม่ให้เสื่อมคุณภาพในระยะเวลาที่กำหนด วิธีการทดสอบสามารถทำได้หลายวิธีแต่ที่นิยมคือ แบบชั่งน้ำหนัก (gravimetric method) หรือที่รู้จักกันในชื่อว่า dish method ใช้มาตรฐาน ISO R 1195, ISO 2528, BS 3177, BS 1782, ASTM D 96 – 66 นอกจากนี้ยังมีวิธีที่ทันสมัยโดยใช้ระบบเคมี – ไฟฟ้า และใช้ระบบอินฟราเรดด้วย เช่นการใช้เครื่อง Lyssy – Water vapour permeability tester

2. การต้านแรงฉีกขาด (Tear Strength)

การต้านแรงฉีกขาด หมายถึง ความสามารถของพลาสติกที่จะต้านแรงซึ่งทำให้แผ่นทดสอบหนึ่งแผ่นขาดต่อจากรอยขาดเดิม การทดสอบแบบนี้คล้ายคลึงกับการทดสอบความต้านทานต่อแรงดันที่มทะเล คือเป็นการทดสอบขั้นพื้นฐาน เพื่อศึกษาความแข็งแรงของวัสดุ เป็นการทดสอบที่ง่ายและอุปกรณ์ไม่แพงนัก

การทดสอบความต้านทานการฉีกขาดมีอยู่หลายวิธี วิธีที่มีการใช้มากคือ การใช้เครื่องที่มีชื่อว่า Elmendorf tear tester เป็นการวัดพลังงานที่ใช้ในการฉีกกระดาษออกจากกัน ค่าพลังงานที่วัดได้จากสเกล บนเครื่องจะแปลงมาเป็นแรงที่ใช้ในการฉีกพลาสติก มาตรฐานที่ใช้คือ ASTM D 607, TAPPI T 414

3. การต้านแรงดึงขาดและการยืดตัว (Tensile strength and elongation)

การต้านแรงดึงขาด หมายถึง ความสามารถของพลาสติกที่จะต้านแรงดึง ซึ่งกระทำที่ปลายข้างหนึ่งของแผ่นทดสอบที่มีความกว้างคงที่จนแผ่นทดสอบนั้นขาด การทดสอบความต้านทานต่อแรงดึงเป็นการทดสอบศักยภาพความทนทานต่อแรงดึงของวัสดุ โดยวัสดุบรรจุภัณฑ์จะถูกแรงดึงอย่างช้าๆจนกระทั่งขาดออกจากกัน แล้ววัดค่าแรงดึงสูงสุดขณะที่ขาดและการยืดตัวของวัสดุสุดท้ายขณะที่ขาด การทดสอบนี้นับเป็นการทดสอบคุณสมบัติทางกลอย่างง่ายของวัสดุที่เป็นแผ่นหรือฟิล์ม การสอบมักจะทำใน 2 ทิศทาง คือ ในแนวทิศที่วัสดุผลิตจากเครื่องจักรแปรรูป เรียกว่า ทิศในแนวของเครื่องจักร (Machine Direction หรือ MD) และอีกทิศหนึ่ง คือแนวที่ตั้งฉากกับ MD (Cross – Machine Direction หรือ CD) เครื่องมือที่ใช้เรียกว่า Tensile tester ซึ่งมีหลายแบบมาตรฐาน ได้แก่ ASTM D 828, TAPPI T 404 T 457



3.3 คำบรรยายประกอบอุปกรณ์

บทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง การทดสอบวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
1.	ตราสถาบัน	เพลงบรรเลง	จอภาพสีดำ มีตราสถาบันรูปพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ด้านล่างมีชื่อสถาบันภาพจะเปลี่ยนเป็นกรอบที่ 2
2.	ตราสถาบัน บทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง การทดสอบวัสดุในการทำ บรรจุภัณฑ์	เพลงบรรเลง	จอภาพจะเปิดเป็นรูปสี่เหลี่ยมรอมอยู่สักครู่แล้วจึงเปลี่ยนเป็นกรอบที่ 3
3.	จัดทำโดย นางสาวจันทร์จิรา ฉายพุดชา สาขาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง	เพลงบรรเลง	ตัวหนังสือจะเลื่อนขึ้นมาสักครู่แล้วจึงเลื่อนหายไปเป็นกรอบที่ 4
4.	อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์จันทร์พร เจ้าทรัพย์	เพลงบรรเลง	ตัวหนังสือจะเลื่อนขึ้นมา ค้างไว้สักครู่แล้วจึงเลื่อนหายไปเป็นกรอบที่ 5
5.	เมนูทางเลือก Paper, Plastic, Material testing, Quiz, Exit	เพลงบรรเลง	ภาพจะค่อยๆเลื่อนขึ้นมาอยู่รอนกระทั่งผู้เรียนเลือกหัวข้อที่จะศึกษา Paper ไปกรอบ 6 plastic ไปกรอบ 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
			Material testing ไป กรอบ 48 Quiz ไปกรอบ 100
6.	กระดาษเป็นวัสดุที่แพร่หลาย นิยมใช้กันมากที่สุดเพราะ สามารถออกแบบเป็นบรรจุ ภัณฑ์ได้มากมาย	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 7 Menu ไปกรอบ 5
7.	กระดาษสามารถแบ่งออกได้ เป็น 2 ชนิด 1. กระดาษธรรมดา(Paper) 2. กระดาษแข็ง(Paper Boards)	เพลงบรรเลง	กระดาษธรรมดา ไป กรอบ 7 กระดาษแข็ง ไปกรอบ 18 Menu ไปกรอบ 5
8.	กระดาษธรรมดาได้แก่ -Tissue -Glassine -Parchment -Pouch Paper -Greaseproof -Bleached or natural laminating paper -Bleach or natural printing paper	เพลงบรรเลง	Tissue ไปกรอบ 9 Glassine ไปกรอบ 11 Parchment ไปกรอบ 12 Pouch Paper ไปกรอบ 13 Greaseproof ไปกรอบ 14 Bleached or natural laminating paper ไปกรอบ 15 Bleach or natural printing paper ไปกรอบ 17 Back ไปกรอบ 7
9	Tissue เป็นกระดาษที่มีน้ำ หนักเบา ทำได้จากเชื้อไม้ หลายชนิดในระดับระหว่าง	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 10 Menu ไปกรอบ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
	7-18 ปอนด์ต่อรีม อาจเป็นกระดาษแข็งหรือนุ่มก็ได้		
10.	ได้มีการปรับปรุงผิวหน้าของ Tissue ให้สามารถต้านแรงดึงขาดเมื่อเปียก ใช้ Tissue ในการทำเป็นกระดาษสำหรับปิด ห่อ หุ้ม หรือเป็นผิวหน้า	เพลงบรรเลง	Menu ไปกรอบ 8 Back ไปกรอบ 9
11.	Glassine เป็นกระดาษที่ทำมาจากเยื่อไฮดรอลแต่มีผิวที่เรียบเป็นมัน เป็นกระดาษไฮโปริงใส ในขั้นตอนการทำจะผสมพลาสติกลงไปด้วยเพื่อป้องกันการเปราะแตกได้ง่าย	เพลงบรรเลง	Menu ไปกรอบ 8
12.	Parchment เป็นกระดาษผิวเรียบที่เคลือบผิวหน้าเพื่อป้องกันการซึมผ่านของน้ำหรือน้ำมัน มีความสามารถในการต้านแรงดึงขาด	เพลงบรรเลง	Menu ไปกรอบ 8
13.	Pouch paper ทำจากเยื่อกระดาษกราฟท์ใหม่ เป็นกระดาษที่มีคุณภาพดี สำหรับนำไปเคลือบหรือเหมาะสำหรับงานพิมพ์	เพลงบรรเลง	Menu ไปกรอบ 8
14.	Greaseproof ทำจากเยื่อไฮดรอลที่มีคุณภาพมีความหนาแน่นสูง เนื้อละเอียด เป็นกระดาษกันน้ำ น้ำมันและกลิ่น	เพลงบรรเลง	Menu ไปกรอบ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
15.	Bleached or natural laminating paper เป็นกระดาษที่ผลิตจากเยื่อซัลเฟต ในระดับ 10-90 ปอนด์ต่อรีม อาจมีผิวที่หยาบหรือละเอียดก็ได้ แต่โดยทั่วไปจะมีผิวที่ซึมซับได้ดี	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 16 Menu ไปกรอบ 8
16.	ถ้าทำมาจากเยื่อกระดาษกราฟทั้งที่มีความแข็งแรง ถ้าทำมาจากเยื่อไม้เนื้อดีก็จะได้พื้นผิวที่เรียบ ส่วนใหญ่จะเป็นกระดาษฟอกสีด้วยเกลือของกรดกำมะถัน (Sulfite)	เพลงบรรเลง	Menu ไปกรอบ 8 Back ไปกรอบ 15
17.	Bleach or natural printing paper คล้ายกับ Bleached or natural laminating paper แต่จะมีหน้ากระดาษที่เรียบและละเอียดกว่าอย่างน้อย 1 ด้าน ซึ่งในการทำได้มีการนำเอาดิน Clay เข้ามาผสมเพื่อที่จะให้ได้คุณสมบัติตามที่ต้องการ	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 18 Menu ไปกรอบ 8
18.	ได้มีการควบคุมคุณภาพของเนื้อกระดาษให้สามารถดูดซับหมึกพิมพ์หรือกั้นการซึมผ่านของหมึกพิมพ์ที่เหมาะสมกับเทคนิควิธีการพิมพ์	เพลงบรรเลง	Menu ไปกรอบ 8 Back ไปกรอบ 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
19.	กระดาษแข็ง (Paperboards) ที่ใช้ในการผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์โดยทั่วไปได้แก่ -Chipboards -Solid Manila Boards -Kraft Cylinder Boards -Kraft Fourdrinier Boards	เพลงบรรเลง	Chipboardsไปกรอบ 20 Solid Manila Boards ไปกรอบ 22 Kraft Cylinder Boards ไปกรอบ 23 Kraft Fourdrinier Boardsไปกรอบ 25 Menu ไปกรอบ 7
20.	Chipboards เป็นกระดาษที่ทำจากเยื่อกระดาษที่ใช้แล้วนำมาย่อยสลายให้เป็นกระดาษจะคุณภาพหยาบ-ละเอียดของกระดาษแตกต่างกัน กระดาษประเภทนี้ได้แก่ กระดาษลูกฟูก หรือกระดาษอัด	เพลงบรรเลง	Click รูปไปกรอบ 21 Menu ไปกรอบ 19
21.	ภาพรูปบรรจุภัณฑ์ที่ทำมาจากกระดาษลูกฟูก	เพลงบรรเลง	Menu ไปกรอบ 19
22.	Solid Manila Boards เป็นกระดาษที่ทำมาจากกระดาษที่ใช้แล้วส่วนมากมักมีผิวกระดาษสีขาว มีความแข็งแรงสามารถตัด โค้งงอได้ดี	เพลงบรรเลง	Menu ไปกรอบ 19
23.	Kraft Cylinder Boards ผลิตมาจากเยื่อกระดาษคราฟท์เก่าและใหม่เป็นกระดาษที่มีคุณภาพหยาบ คงทนต่อการโค้งงอได้เป็นอย่างดี	เพลงบรรเลง	Click รูปไปกรอบ 24 Menu ไปกรอบ 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
19.	กระดาษแข็ง (Paperboards) ที่ใช้ในการผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์โดยทั่วไปได้แก่ -Chipboards -Solid Manila Boards -Kraft Cylinder Boards -Kraft Fourdrinier Boards	เพลงบรรเลง	Chipboardsไปกรอบ 20 Solid Manila Boards ไปกรอบ 22 Kraft Cylinder Boards ไปกรอบ 23 Kraft Fourdrinier Boardsไปกรอบ 25 Menu ไปกรอบ 7
20.	Chipboards เป็นกระดาษที่ทำจากเยื่อกระดาษที่ใช้แล้วนำมาข่อยสลายให้เป็นกระดาษจะคุณภาพหยาบ-ละเอียดของกระดาษแตกต่างกัน กระดาษประเภทนี้ได้แก่ กระดาษลูกฟูก หรือกระดาษอัด	เพลงบรรเลง	Click รูปไปกรอบ 21 Menu ไปกรอบ 19
21.	ภาพรูปบรรจุภัณฑ์ที่ทำมาจากกระดาษลูกฟูก	เพลงบรรเลง	Menu ไปกรอบ 19
22.	Solid Manila Boards เป็นกระดาษที่ทำมาจากกระดาษที่ใช้แล้วส่วนมากมักมีผิวกระดาษสีขาว มีความแข็งแรงสามารถตัด โค้งงอได้ดี	เพลงบรรเลง	Menu ไปกรอบ 19
23.	Kraft Cylinder Boards ผลิตมาจากเยื่อกระดาษkraftที่เก่าและใหม่เป็นกระดาษที่มีคุณภาพหยาบ คงทนต่อการโค้งงอได้เป็นอย่างดี	เพลงบรรเลง	Click รูปไปกรอบ 24 Menu ไปกรอบ 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
24.	กระดาษคราฟท์ คือกระดาษที่มีความเหนียว สี น้ำตาล สามารถทนต่อแรง ทิ่มทะลุได้เป็นอย่างดี ทำให้ สามารถผลิตเป็นถุงบรรจุ ปริมาณน้ำหนัก ได้มาก เช่น ถุงแป้ง	เพลงบรรเลง	Menu ไปกรอบ 19 Back ไปกรอบ 23
25.	Kraft Fourdrinier Boards เป็นกระดาษที่ผลิตมาจากเยื่อ กระดาษคราฟท์ใหม่ 100% มี ความคงทนต่อการพับ โค้งงอ ได้ดีมากซึ่งสามารถที่จะ เคลือบผิวด้วยวัสดุต่างๆ เช่น พลาสติกและซีพีจีได้ในกรณี ที่ต้องการป้องกันความเปียก ชื้น เช่น ในการใช้บรรจุแป้ง	เพลงบรรเลง	Menu ไปกรอบ 19
26.	ภาพเม็ดพลาสติกและผลิต ภัณฑ์จากพลาสติก Plastic มี -Polyethylene -Polypropylene -Polyethyleneterephthalate -Polyvinylchloride -Polystyrene	เพลงบรรเลง	Menu ไปกรอบ 5 -Polyethylene ไปกรอบ 26 -Polypropylene ไป กรอบ35 -Polyethylene terephthalateไปกรอบ38 -Polyvinylchlorideไป กรอบ42 Polystyreneไปกรอบ 46
27.	Polyethylene (PE) นับเป็นพลาสติกที่มีการใช้ มากที่สุดและมีราคาถูก	เพลงบรรเลง	Next กรอบ 25 Menu ไปกรอบ 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
	เนื่องจาก PE มีจุดหลอมเหลวที่ต่ำเมื่อเทียบกับพลาสติกชนิดอื่น ทำให้มีต้นทุนในการผลิตต่ำ		
28.	ในกระบวนการผลิต PE การจับตัวกันของ PE จะส่งผลให้ PE ที่ผลิตได้ออกมามีความหนาแน่นต่างกัน โดยที่จะแบ่ง PE ได้เป็น 3 ประเภท -Low Density Polyethylene -Medium Density Polyethylene -High Density Polyethylene	เพลงบรรเลง	-Low Density Polyethylene ไปกรอบ 29 -Medium Density Polyethylene ไปกรอบ -High Density Polyethylene ไปกรอบ Menu ไปกรอบ 26 Back ไปกรอบ 27
29.	Low Density Polyethylene เป็นพลาสติกที่มีการใช้มากที่สุดที่รู้จักกันคือ ถุงเย็น มักใช้ LDPE ทำถุงฟิล์มหัดและฟิล์มยืด ขวดน้ำและฝาขวดเนื่องจากมีการยึดตัวได้ดีทนต่อการทิ่มทะลุและการฉีกขาดพร้อมทั้งสามารถใช้ความร้อนปิดผนึกได้ดี	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 30 Menu ไปกรอบ 26
30.	จุดอ่อนของ LDPE คือ ปล่อยให้ไขมันซึมผ่านได้ง่าย อาหารที่ไวต่ออากาศ เช่น ขนมขบเคี้ยวของทอด เมื่อใส่ในถุงเย็นธรรมดา คุณภาพจะเปลี่ยน	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 31 Menu ไปกรอบ 26 Back ไปกรอบ 29

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
31.	ภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจาก LDPE	เพลงบรรเลง	Menu ไปกรอบ 26 Back ไปกรอบ 30
32.	-Medium Density Polyethylene เป็นพลาสติกที่มีการใช้เป็นจำนวนน้อย หรืออาจจะไม่มีการนำมาใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เลยก็ได้	เพลงบรรเลง	Menu ไปกรอบ 26
33.	-High Density Polyethylene เป็นพลาสติกที่มีความหนาแน่นสูงส่วนใหญ่ จะเป่าเป็นขวด จะมีความเหนียวและทนต่อการซึมผ่านได้ดี แต่ก็ยังไม่สามารถที่จะป้องกันการซึมผ่านของอากาศได้ดี	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 34 Menu ไปกรอบ 26
34.	ในปัจจุบันได้มีการนำเอา HDPE มาใช้ผลิตเป็นขวด แทนการใช้ LDPE เนื่องจากช่วยลดน้ำหนักลงได้มากกว่า 40 % เพราะสามารถเป่าได้เป็นขวดที่มีผิวที่บาง	เพลงบรรเลง	Menu ไปกรอบ 26 Back ไปกรอบ 33
35.	Polypropylene มักจะรู้จักกันในนามของถุงร้อน ด้วยคุณสมบัติเด่นคือมีความใสและป้องกันความชื้น ได้อย่างดี	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 36 Menu ไปกรอบ 26
36.	อย่างไรก็ตามการป้องกันอากาศของ PP ยังไม่ดี คุณสมบัติเด่นอีกประการหนึ่งของ PP คือ มีจุดหลอมเหลว	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 37 Menu ไปกรอบ 26 Back ไปกรอบ 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
37.	ภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จาก Polypropylene	เพลงบรรเลง	Menu ไปกรอบ 26 Back ไปกรอบ 36
38.	Polyethylene terephthalate เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการคิดค้นขึ้นมาเพื่อการบรรจุน้ำอัดลม โดยเฉพาะ คุณสมบัติเด่นในด้านความใสแวววับเป็นประกาย ทำให้ได้รับความนิยมในการบรรจุน้ำมันพืชและน้ำดื่ม	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 39 Menu ไปกรอบ 26
39.	นอกจากจะมีการนำ PET ไปผลิตเป็นขวดแล้ว ยังมีการนำไปเคลือบหลายๆชั้นเพื่อนำไปทำเป็นซองสำหรับบรรจุอาหารที่มีความไวต่อก๊าซ	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 40 Menu ไปกรอบ 26 Back ไปกรอบ 38
40.	ฟิล์ม PET ยังมีคุณสมบัติเด่นอีกประการ เช่น ทนต่อแรงขีดและแรงกระแทกเสียดสีได้ดี จุดหลอมเหลวสูง	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 41 Menu ไปกรอบ 26 Back ไปกรอบ 39
41.	ภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมาจาก PET	เพลงบรรเลง	Menu ไปกรอบ 26 Back ไปกรอบ 40
42.	Polyvinylchloride เป็นพลาสติกที่สามารถแปรเปลี่ยนคุณสมบัติได้โดยการเติมสารเคมีปรุงแต่ง	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 42 Menu ไปกรอบ 26
43.	โดยปกติจะมีการใช้ PVC ในรูปแบบของขวด ฟิล์มและแผ่น	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 44 Menu ไปกรอบ 26 Back ไปกรอบ 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
44.	ได้มีการนำ PVC มาผลิตเป็นฟิล์ม เนื่องจาก PVC มีคุณสมบัติในการทนต่อน้ำมัน มีความใส แข็งแรง ทนทานต่อการเสียดสี	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 45 Menu ไปกรอบ 26 Back ไปกรอบ 43
45.	รูปฟิล์มพลาสติกที่ผลิตมาจาก PVC	เพลงบรรเลง	Menu ไปกรอบ 26 Back ไปกรอบ 44
46.	Polystyrene จะนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์โดยการอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน นอกจากนี้ยังมีการนำมาทำเป็นฟิล์มพลาสติก	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 47 Menu ไปกรอบ 26
47.	PS จะสามารถผลิตเป็นโฟมซึ่งนำมาใช้เป็นวัสดุที่ป้องกันการกระแทกได้โดยการเติมสารพองตัว	เพลงบรรเลง	Click รูปไปกรอบ 48 Menu ไปกรอบ 26 Back ไปกรอบ 46
48.	รูปบรรจุภัณฑ์ประเภทโฟม	เพลงบรรเลง	Menu ไปกรอบ 26 Back ไปกรอบ 47
49.	การทดสอบวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์ -ขั้นตอนการทดสอบ -การทดสอบ	เพลงบรรเลง	ขั้นตอนการทดสอบไปกรอบ 50 การทดสอบไปกรอบ Menu ไปกรอบ 5
50.	ขั้นตอนการทดสอบ -จุดมุ่งหมายการทดสอบ -การเลือกมาตรฐานการทดสอบ -การควบคุมสถานะการทดสอบ	เพลงบรรเลง	-จุดมุ่งหมายการทดสอบไปกรอบ 51 -การเลือกมาตรฐานการทดสอบไปกรอบ 54 -การควบคุมสถานะไปกรอบ 59 -Menu ไปกรอบ 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
60.	สาเหตุที่ต้องมีการควบคุม สภาวะก็เพราะว่าวัสดุหลาย ประเภทโดยเฉพาะกระดาษ สามารถดูดซึมหรือคาย ความชื้นสู่อากาศรอบๆตัวได้	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 61 Menu ไปกรอบ 49 Back ไปกรอบ 59
61.	การกำหนดสภาวะการ ทดสอบจะแตกต่างกันแล้ว แต่สภาพที่ตั้งของแต่ละ ประเทศ การควบคุมจะต้อง ทำอย่างน้อย 24 ชั่วโมง	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 62 Menu ไปกรอบ 49 Back ไปกรอบ 60
62.	การทดสอบวัสดุในการทำ บรรจุภัณฑ์ -การทดสอบกระดาษ -การทดสอบพลาสติก	เพลงบรรเลง	-การทดสอบกระดาษไป กรอบ 63 -การทดสอบพลาสติกไป กรอบ 88 Menu ไปกรอบ 5
63.	การทดสอบกระดาษจะแบ่ง ออกได้เป็น -การด้านการฉีกขาด -การด้านแรงคั้นทิ่มทะลุ -ความแข็งตึง -การด้านแรงคึงขาดและการ ยึดตัว -การด้านแรงกดลอนลูกฟูก -การด้านแรงกดในแนวตั้ง	เพลงบรรเลง	-การด้านการฉีกขาดไป กรอบ 64 -การด้านแรงคั้นทิ่มทะลุ ไปกรอบ 67 -ความแข็งตึงไปกรอบ 73 -การด้านแรงคึงขาดและ การยึดตัวไปกรอบ 77 -การด้านแรงกดลอนลูก ฟูกไปกรอบ 81 -การด้านแรงกดในแนว ตั้งไปกรอบ 85 Menu ไปกรอบ 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
			Back ไปกรอบ 70
72.	ภาพการทดสอบที่มีการค้น ทะลุขึ้นมาของเครื่องมือที่ ทดสอบ	เพลงบรรเลง	Menu ไปกรอบ 63 Back ไปกรอบ 71
73.	ความแข็งคืด ของกระดาษจะ สัมพันธ์กับความแข็งของ ภาชนะบรรจุ ความสามารถ ในการด้านการกดทับและ สาเหตุที่ทำให้กระดาษเกิด การเสียรูปทรงต่างๆ	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 74 Menu ไปกรอบ 63
74.	ภาพเครื่องมือที่ใช้ทดสอบหา ความแข็งคืดของวัสดุ	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 75 Menu ไปกรอบ 63 Back ไปกรอบ 73
75.	ภาพการใส่แผ่นทดสอบใน เครื่องทดสอบ	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 76 Menu ไปกรอบ 63 Back ไปกรอบ 74
76.	การทดสอบหาความแข็งคืด ของวัสดุ	เพลงบรรเลง	Menu ไปกรอบ 63 Back ไปกรอบ 75
77.	การด้านแรงคืดขาดและการ ขีดตัว หมายถึง ความสามารถ ของกระดาษที่จะด้านแรงคืด ที่กระทำที่ปลายข้างหนึ่งของ แผ่นทดสอบจนแผ่นทดสอบ นั้นขาด	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 78 Menu ไปกรอบ 63
78.	ภาพเครื่องทดสอบหาการ ด้านแรงคืดขาดและการขีดตัว	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 79 Menu ไปกรอบ 63 Back ไปกรอบ 77
79.	ภาพแผ่นทดสอบที่ใส่ใน เครื่องที่พร้อมจะทำการ	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 80 Menu ไปกรอบ 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
	ทดสอบ		Back ไปกรอบ 78
80.	ภาพการทดสอบที่แผ่นทดสอบขาดออกจากกัน	เพลงบรรเลง	Menu ไปกรอบ 63 Back ไปกรอบ 79
81.	การต้านแรงกดลอนลูกฟูก หมายถึง ความสามารถของลูกฟูกในแผ่นกระดาดลูกฟูกที่จะต้านแรงกดบนลอนลูกฟูกในแนวราบจนลอนเสียรูป	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 82 Menu ไปกรอบ 63
82.	ภาพเครื่องทดสอบหาการต้านแรงกดลอนลูกฟูก	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 83 Menu ไปกรอบ 63 Back ไปกรอบ 81
83.	ภาพการทดสอบหาการต้านแรงกดลอนลูกฟูก	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 84 Menu ไปกรอบ 63 Back ไปกรอบ 82
84.	ภาพแผ่นทดสอบที่ผ่านการทดสอบ	เพลงบรรเลง	Menu ไปกรอบ 63 Back ไปกรอบ 83
85.	การต้านแรงกดในแนวตั้ง หมายถึง ความสามารถของแผ่นกระดาดลูกฟูกรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่จะต้านแรงอัดเมื่อกระทำในทิศทางเดียวกับลูกฟูก (แนวตั้ง) จนกระทั่งแผ่นทดสอบหักหรือยุบตัวเอง	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 86 Menu ไปกรอบ 63
86.	ภาพเครื่องมือที่ใช้ทดสอบหาการต้านแรงกดในแนวตั้ง	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 87 Menu ไปกรอบ 63 Back ไปกรอบ 85
87.	การทดสอบพลาสติก-อัตราการซึมผ่านของไอน้ำ	เพลงบรรเลง	-อัตราการซึมผ่านของไอน้ำไปกรอบ 85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
94.	รูปเครื่องหาการด้านการฝึก ขาด	เพลงบรรเลง	Menu ไปกรอบ 87 Back ไปกรอบ 93
95.	การต้านแรงดึงขาดและการ ยึดตัว หมายถึง ความสามารถ ของกระดาษที่จะต้านแรงดึง ที่กระทำที่ปลายข้างหนึ่งของ แผ่นทดสอบจนแผ่นทดสอบ นั้นขาด	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 96 Menu ไปกรอบ 87
96.	ภาพเครื่องทดสอบหาการ ด้านการดึงขาดและการยึดตัว	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 97 Menu ไปกรอบ 87 Back ไปกรอบ 95
97.	ภาพการเช็ดเครื่องก่อนทำ การทดสอบ	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 98 Menu ไปกรอบ 87 Back ไปกรอบ 96
98.	ภาพเครื่องมือทดสอบที่มีชิ้น ทดสอบอยู่ในเครื่อง	เพลงบรรเลง	Next ไปกรอบ 99 Menu ไปกรอบ 87 Back ไปกรอบ 97
99.	ภาพการทดสอบการด้านการ ดึงขาดและการยึดตัว	เพลงบรรเลง	Menu ไปกรอบ 87 Back ไปกรอบ 98
100.	Quiz คำแนะนำแบบทดสอบ	เพลงบรรเลง	คำอธิบายจะขึ้นมาซ้ำๆ ปรากฏอยู่สักครู่แล้วจะ เปลี่ยนเป็นกรอบที่ 101
101.	ข้อ 1 กระดาษที่ใช้ในการทำบรรจุ ภัณฑ์มีกี่ชนิด ก. 2 ชนิด ข. 3 ชนิด ค. 4 ชนิด ง. 5 ชนิด	เพลงบรรเลง	คลิกเลือกคำตอบ ข้อที่ถูก ข้อ ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
102.	<p>ข้อ 2</p> <p>Bleached or Natural Laminating ที่ผลิตจากเยื่อกระดาษชนิดใดจะได้กระดาษที่มีความแข็งแรง</p> <p>ก. กระดาษสา</p> <p>ข. เยื่อซัลเฟต</p> <p>ค. เยื่อไม้</p> <p>ง. เยื่อกระดาษคราฟท์</p>	เพลงบรรเลง	คลิกเลือกคำตอบ ข้อที่ถูก ข้อ ง.
103.	<p>ข้อ 3</p> <p>เหตุใดจึงต้องมีการเคลือบผิวหน้าของ Parchment</p> <p>ก. เพื่อป้องกันการซึมผ่านของอากาศ</p> <p>ข. เพื่อป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำ</p> <p>ค. เพื่อป้องกันการซึมผ่านของน้ำ</p> <p>ง. เพื่อป้องกันแมลงกัดแทะ</p>	เพลงบรรเลง	คลิกเลือกคำตอบ ข้อที่ถูก ข้อ ค.
104.	<p>ข้อ 4</p> <p>เหตุใดจึงต้องมีการเติมสารประกอบพลาสติกเข้าไปในการผลิตกระดาษ Glassine</p> <p>ก. เพื่อให้เกิดความมันวาว</p> <p>ข. เพื่อให้สามารถกันน้ำได้</p> <p>ค. เพื่อให้ได้เนื้อกระดาษที่ละเอียด</p> <p>ง. เพื่อลดการกรอบและเปราะแตก</p>	เพลงบรรเลง	คลิกเลือกคำตอบ ข้อที่ถูก ข้อ ง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
105	<p>ข้อ 5</p> <p>กระดาษที่ผลิตจากเครื่อง Cylinder machine คือ กระดาษชนิดใด</p> <p>ก. Kraft Fourdrinier boards</p> <p>ข. Kraft cylinder boards</p> <p>ค. Parchment</p> <p>ง. Tissue</p>	เพลงบรรเลง	คลิกเลือกคำตอบ ข้อที่ถูก ข้อ ข.
106.	<p>ข้อ 6</p> <p>ในขั้นตอนวิธีการทำกระดาษ Bleach or Natural Printing Paper มีการนำเอาดิน Clay มาผสมเพื่อให้เกิดข้อดีอย่างไร</p> <p>ก. เพื่อให้ได้คุณสมบัติของ กระดาษตามต้องการ</p> <p>ข. เพื่อให้ได้ลักษณะของ กระดาษที่ดี</p> <p>ค. เพื่อให้ได้สีของกระดาษ ที่ดูสวยงาม</p> <p>ง. เพื่อให้ได้น้ำหนักของ กระดาษหลายๆ</p>	เพลงบรรเลง	คลิกเลือกคำตอบ ข้อที่ถูก ข้อ ก.
107.	<p>ข้อ 7</p> <p>Polyethylene สามารถแบ่ง ออกได้เป็นกี่ชนิด</p> <p>ก. 2 ชนิด</p> <p>ข. 3 ชนิด</p> <p>ค. 4 ชนิด</p>	เพลงบรรเลง	คลิกเลือกคำตอบ ข้อที่ถูก ข้อ ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
	ง. 5 ชนิด		
108.	<p>ข้อ 8</p> <p>LDPE ช่อมาจากคำว่าอะไร</p> <p>ก. Long Density Polyethylene</p> <p>ข. Lift Density Polyethylene</p> <p>ค. Low Density Polyester</p> <p>ง. Low Density Polyethylene</p>	เพลงบรรเลง	คลิกเลือกคำตอบ ข้อที่ถูก ข้อ ง.
109.	<p>ข้อ 9</p> <p>Polyethylene Terephthalate</p> <p>นิยมนำมาผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์จำพวกใด</p> <p>ก. ถาดบรรจุอาหาร</p> <p>ข. ฟิล์มพลาสติก</p> <p>ค. แก้วน้ำดื่ม</p> <p>ง. ขวดน้ำอัดลม</p>	เพลงบรรเลง	คลิกเลือกคำตอบ ข้อที่ถูก ข้อ ง.
110.	<p>ข้อ 10</p> <p>Plasticizer เป็นสารปรุงแต่งที่ใส่ในกระบวนการผลิตพลาสติกชนิดใด</p> <p>ก. Polyethylene</p> <p>ข. Polystyrene</p> <p>ค. Polypropylene</p> <p>ง. Polyvinylchloride</p>	เพลงบรรเลง	คลิกเลือกคำตอบ ข้อที่ถูก ข้อ ง.
111.	<p>PVC เป็นพลาสติกที่มีอันตรายเนื่องมาจากสาเหตุใด</p>	เพลงบรรเลง	คลิกเลือกคำตอบ ข้อที่ถูก ข้อ ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
	ก. มีสารตกค้างของไวนิล คลอไรด์ ข. มีสารตกค้างของ Plasticizer ค. มีสารติดค้าง ง. มีสารตะกั่วตกค้าง		
112.	ข้อ 12 พลาสติก PVC ผลิตจากแต่จะมี ข้อดีอย่างไร ก. ทนต่อน้ำมันและกันกลิ่น ได้ดี ข. ทนต่อความชื้นและกัน น้ำได้ดี ค. ทนต่อการดึงขาด ง. ทนต่อน้ำได้ดี	เพลงบรรเลง	คลิกเลือกคำตอบ ข้อที่ถูก ข้อ ก.
113.	ข้อ 13 Polystyrene ส่วนมากจะนำ ไปผลิต โดยการอัดขึ้นรูปเป็น บรรจุภัณฑ์ประเภทใด ก. แก้วน้ำ ข. ขวดน้ำ ค. ถูพลาสติก ง. ถ้วย, ถาด	เพลงบรรเลง	คลิกเลือกคำตอบ ข้อที่ถูก ข้อ ง.
114.	ข้อ 14 ในกรณีที่มีการเติมสารฟอง ตัว ใน Polystyrene จะได้ผลิต ภัณฑ์ใหม่ชนิดใด ก. ฟองน้ำ ข. โฟม	เพลงบรรเลง	คลิกเลือกคำตอบ ข้อที่ถูก ข้อ ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
	ก. ถุงแก้ว ง. พลาสติก		
115.	ข้อ 15 ข้อใดไม่ใช่ขั้นตอนของการทดสอบวัสดุ ก. จุดมุ่งหมายการทดสอบ ข. การเลือกมาตรฐานการทดสอบ ค. การควบคุมภาวะการทดสอบ ง. การคัดเลือกตัวอย่างการทดสอบ	เพลงบรรเลง	คลิกเลือกคำตอบ ข้อที่ถูก ข้อ ง.
116.	ข้อ 16 จุดมุ่งหมายของการทดสอบในข้อใดจัดว่าเป็นข้อที่มีความสำคัญที่สุด ก. ข้อ 1 การทดสอบเพื่อเปรียบเทียบวัสดุ ข. ข้อ 2 การทดสอบเพื่อควบคุมคุณภาพของวัสดุ ค. ข้อ 3 การทดสอบเพื่อศึกษาคุณสมบัติการใช้งาน ง. ไม่มีข้อใดถูกต้อง	เพลงบรรเลง	คลิกเลือกคำตอบ ข้อที่ถูก ข้อ ค.
117.	ข้อ 17 มาตรฐานที่ใช้ของแต่ละองค์กรนั้นจะร่างขึ้นมาจากผู้ใด ก. รัฐบาล ข. รัฐวิสาหกิจ	เพลงบรรเลง	คลิกเลือกคำตอบ ข้อที่ถูก ข้อ ค.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
	ค. องค์กร ง. บริษัทเอกชน		
118.	ข้อ 18 การควบคุมสภาวะก่อนการทดสอบจะทำการควบคุมสิ่งใด ก. วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ ข. ห้องที่ใช้ในการทดสอบ ค. ตัวผู้ทดสอบ ง. เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ	เพลงบรรเลง	คลิกเลือกคำตอบ ข้อที่ถูก ข้อ ก.
119.	ข้อ 19 ในการควบคุมสภาวะของวัสดุจะต้องมีการควบคุมอย่างน้อยกี่ชั่วโมง ก. 10 ชั่วโมง ข. 16 ชั่วโมง ค. 24 ชั่วโมง ง. 48 ชั่วโมง	เพลงบรรเลง	คลิกเลือกคำตอบ ข้อที่ถูก ข้อ ค.
120.	ข้อ 20 ประเทศไทยได้มีการกำหนดการทดสอบไว้ที่อุณหภูมิเท่าใด ก. 25 °C ข. 26 °C ค. 27 °C ง. 29 °C	เพลงบรรเลง	คลิกเลือกคำตอบ ข้อที่ถูก ข้อ ค.
121.	ข้อ 21 การทดสอบความสามารถ	เพลงบรรเลง	คลิกเลือกคำตอบ ข้อที่ถูก ข้อ ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
	<p>ของกระดาษที่จะต้านแรงซึ่งจะทำให้แผ่นทดสอบหนึ่งแผ่นขาดเป็นการทดสอบประเภทใด</p> <p>ก. การต้านแรงคั้นทิ่มทะลุ</p> <p>ข. การต้านแรงฉีกขาด</p> <p>ค. การต้านแรงดึงขาดและการฉีกตัว</p> <p>ง. การต้านแรงกดในแนวตั้ง</p>		
122.	<p>ข้อ 22</p> <p>เครื่องมือชนิดใดใช้ในการทดสอบการต้านการฉีกขาด</p> <p>ก. Densometer</p> <p>ข. Tensil tester</p> <p>ค. Puncture tester</p> <p>ง. Elmendorf tester</p>	เพลงบรรเลง	คลิกเลือกคำตอบข้อที่ถูก ข้อ ง.
123.	<p>ข้อ 23</p> <p>การทดสอบในข้อใดจัดเป็นการทดสอบขั้นพื้นฐานทางอุตสาหกรรม</p> <p>ก. การต้านการฉีกขาด</p> <p>ข. การต้านแรงคั้นทิ่มทะลุ</p> <p>ค. ความแข็งตั้ง</p> <p>ง. การต้านแรงกด</p>	เพลงบรรเลง	คลิกเลือกคำตอบข้อที่ถูก ข้อ ข.
124.	<p>ข้อ 24</p> <p>การทดสอบด้วยวิธีการต้านแรงคั้นทิ่มทะลุ จะใช้มากกับวัสดุชนิดใด</p>	เพลงบรรเลง	คลิกเลือกคำตอบข้อที่ถูก ข้อ ง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
	ก. กระจกแข็ง ข. กระจกใส ค. พลาสติก ง. กระจกฉลุฟูก		
125.	ข้อ 25 การต้านแรงดึงขาดและการ ยืดตัว จะมีวิธีการทดสอบ แบบใด ก. การดึงวัสดุอย่างช้าๆจน กระทั่งขาดออกจากกัน ข. การดึงวัสดุอย่างรวดเร็วจน กระทั่งขาดออกจากกัน ค. การดึงวัสดุด้วยแรงที่มาก ง. การดึงวัสดุด้วยมือจน ขาดออกจากกัน	เพลงบรรเลง	คลิกเลือกคำตอบ ข้อที่ถูก ข้อ ก.
126.	ข้อ 26 การต้านแรงกดลอนลูกฟูกจะ ใช้ค้ำใดในการทดสอบ ก. แนวขวางของลอน ข. แนวตั้งของลอน ค. แนวราบของลอน ง. ไม่มีข้อใดถูกต้อง	เพลงบรรเลง	คลิกเลือกคำตอบ ข้อที่ถูก ข้อ ค.
127.	ข้อ 27 การต้านแรงกดในแนวตั้ง จะ ใช้กับกระจกฉลุฟูกแนวใด ในการทดสอบ ก. แนวนอนของลอน ข. แนวขวางของลอน	เพลงบรรเลง	คลิกเลือกคำตอบ ข้อที่ถูก ข้อ ง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
	ก. แนวราบของลอน ง. แนวตั้งของลอน		
128.	ข้อ 28 การทดสอบการต้านแรงกด ในแนวตั้ง จะต้องตัดชิ้น ทดสอบเป็นรูปใด ก. รูปสี่เหลี่ยม ข. รูปสามเหลี่ยม ค. รูปวงกลม ง. รูปหลายเหลี่ยม	เพลงบรรเลง	คลิกเลือกคำตอบ ข้อที่ถูก ข้อ ก.
129.	ข้อ 29 การต้านแรงกดในแนวตั้ง ใช้ เครื่องมือชนิดใดในการ ทดสอบ ก. Puncture Tester ข. Crush Tester ค. Mullen Tester ง. Tensile Tester	เพลงบรรเลง	คลิกเลือกคำตอบ ข้อที่ถูก ข้อ ข.
130.	ข้อ 30 ในการควบคุมความชื้น สัมพัทธ์ของประเทศไทย กำหนดไว้ที่เท่าใด ก. ร้อยละ 50 ข. ร้อยละ 70 ค. ร้อยละ 80 ง. ร้อยละ 90	เพลงบรรเลง	คลิกเลือกคำตอบ ข้อที่ถูก ข้อ ข.

3.4 ขั้นตอนการสร้างอุปกรณ์

วัสดุที่ใช้เพื่อการสร้างอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์
2. โปรแกรม Authoware 5.0
3. กล้องถ่ายภาพ และฟิล์ม
4. สแกนเนอร์
5. แผ่นดิสก์ และแผ่นซีดีรอม
6. กระดาษ A4
7. เครื่อง CD Writer

วิธีการสร้างอุปกรณ์

1. ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรวิชาหลักการบรรจุ (03630112) ในหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ) สาขาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ศึกษาเอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง การทดสอบวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์ และการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์
3. เรียบเรียงเนื้อหา และจัดทำสคริปต์ กำหนดรูปภาพที่จะใช้ประกอบในบทเรียน
4. ติดต่อศูนย์บรรจุหีบห่อไทย จัดทำจดหมายราชการ เพื่อขอข้อมูลและถ่ายภาพประกอบบทเรียน
5. ถ่ายภาพ เลือกรูปภาพและนำภาพ ไปสแกนเพื่อใช้ประกอบในบทเรียน
6. จัดสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยทำตัวหนังสือในบทเรียน ใส่ภาพประกอบจัดรูปแบบการนำเสนอให้เสร็จสมบูรณ์ โดยใช้โปรแกรม Authoware 5.0 และ โปรแกรม Photoshop 5
7. ตรวจสอบความสมบูรณ์ของบทเรียนทั้งหมด วิธีการนำเสนอ แก้ไขข้อบกพร่อง
8. นำบทเรียนที่จัดสร้างไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพ
9. ทำการแก้ไขบทเรียนที่มีข้อผิดพลาด
10. นำบทเรียนที่จัดสร้างทั้งหมดบันทึกลงในแผ่นซีดีรอม
11. จัดทำคู่มือประกอบการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ และจัดทำรูปเล่มปัญหาพิเศษ
12. ส่งผลงานที่เสร็จสมบูรณ์

บทที่ 4

การตรวจสอบและแก้ไขอุปกรณ์

4.1 วิธีการตรวจสอบ

ในการจัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การทดสอบวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์ ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาค้นคว้าด้านเนื้อหาในหัวข้อเรื่อง การทดสอบวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์ รวมทั้งได้ข้อมูลและภาพจากศูนย์บรรจุหีบห่อไทย จากนั้นได้นำมาทำการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่จัดสร้าง โดยแบ่งการตรวจสอบเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นการตรวจสอบทางด้านเนื้อหาที่เกี่ยวกับรายวิชา และส่วนที่ 2 เป็นการตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์รายวิชาหลักสูตรการบรรจุ (03630112) ตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ได้ทำการประเมินโดยมีผู้ทำการประเมิน 3 ท่าน รายละเอียดในการประเมินอุปกรณ์ดังนี้

4.1.1 ด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ มีรายละเอียดดังนี้

- เนื้อหาถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร
- ความครบถ้วนของเนื้อหา
- ความเหมาะสมของเครื่องมือกับระดับผู้เรียน
- การเรียงเนื้อหาเป็นขั้นตอน จากง่าย ไปยาก

4.1.2 ด้านคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ มีรายละเอียดดังนี้

- ความชัดเจนของภาพ
- องค์ประกอบของภาพ
- ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและคำบรรยาย
- ความถูกต้องและชัดเจนของคำบรรยาย
- ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- ความน่าสนใจของการนำเสนอบทเรียน

- การทำงานของบทเรียนสอดคล้องกันหรือไม่

4.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง การทดสอบวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คุณภาพที่ประเมิน	ระดับคุณภาพที่ประเมิน		
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ต้องแก้ไข
1. ความถูกต้องของเนื้อหา	3		
2. ความครบถ้วนของเนื้อหา	3		
3. ความเหมาะสมของเครื่องมือกับระดับผู้เรียน	3		
4. การเรียงเนื้อหาเป็นขั้นตอนจากง่ายไปยาก	1	2	
5. ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและคำบรรยาย	3		
6. ความชัดเจนของภาพ	3		
7. องค์ประกอบของภาพ	3		
8. ความถูกต้องและชัดเจนของคำบรรยาย	1	2	
9. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	2	1	
10. ความน่าสนใจของการนำเสนอบทเรียน	3		
11. การทำงานของบทเรียนสอดคล้องกันหรือไม่	1	2	

นอกจากนี้ยังมีข้อเสนอแนะอีกดังนี้

- ควรมีการใช้รูปแบบตัวอักษรที่น่าสนใจ
- ควรจัดให้มี Background ที่หลากหลายขึ้นเพื่อที่จะได้น่าสนใจ
- ควรมีหลักการการทำงานของเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ
- หัวข้อไหนที่เข้าไปเรียนแล้วควรที่จะมีสัญลักษณ์ปรากฏ
- แก้ไขคำผิดในบทเรียน

4.3 ผลการปรับปรุงแก้ไข

เมื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้ผ่านการประเมินแล้วผู้จัดทำได้ทำการแก้ไข โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ทำการแก้ไขคำผิด
- แก้ไขรูปแบบตัวอักษรบางส่วนและบางส่วนแก้ไขไม่ได้เนื่องจากถ้าเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้เรียนไม่มีรูปแบบตัวอักษรที่ใช้ในบทเรียน ก็จะเปิดดูบทเรียนไม่ได้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปการดำเนินงาน

ในการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง การทดสอบวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์ สำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชา หลักการบรรจุ (03630112) ตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้จัดทำได้ศึกษารายละเอียดในด้านต่างๆก่อนการดำเนินงาน และนำไปปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ โดยมีเหตุผลในการดำเนินงานคือ ต้องการจัดทำสื่อการเรียนการสอนที่ใช้ประกอบการสอนวิชา หลักการบรรจุ ซึ่งเนื้อหาส่วนที่ได้นำมาทำเป็นบทเรียนนั้นก็จัดทำในเรื่องของการทดสอบวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์ เป็นส่วนหนึ่งของบทเรียนที่ 5 บทเรียนที่ได้เลือกมานี้เป็นบทเรียนที่สำคัญเป็นอย่างมากเนื่องจากในการทำบรรจุภัณฑ์ การทดสอบวัสดุเป็นเรื่องที่สำคัญถ้าวัสดุที่นำมาผลิตเป็นวัสดุที่มีคุณภาพที่ไม่ดีก็จะทำให้ผลิตภัณฑ์ข้างในเกิดการเสียหายได้เป็นอย่างมาก

จากนั้นผู้จัดทำได้ทำการศึกษาข้อมูลอย่างละเอียด เพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด จัดทำรูปเล่มปัญหาพิเศษพร้อมกับจัดสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การจัดทำบทเรียนได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Authware 5 นอกจากนี้ในส่วนของคุณภาพยังได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์บรรจุหีบห่อไทย ผู้จัดทำได้คัดเลือกภาพที่เหมาะสมนำมาใช้ประกอบในบทเรียนให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่จัดสร้าง และมีการตกแต่งบทเรียนให้สมบูรณ์และน่าสนใจด้วยภาพและรูปแบบการนำเสนอต่างๆ จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ จึงนำมาทำการประเมินและตรวจสอบแก้ไข โดยได้ทำการตรวจสอบเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของเนื้อหาที่ใช้ในการสร้างบทเรียน และคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ผลการประเมินปรากฏว่าบทเรียนที่ได้จัดสร้างขึ้นนี้มีคุณภาพที่ดี เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นสื่อสำหรับการเรียนการสอน

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ผู้จัดทำเริ่มดำเนินการตั้งแต่เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2543 จนถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ.2543 โดยมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานทั้งสิ้น 1,360 บาท ผลงานที่ได้ประกอบด้วย

1. แผ่น CD-ROM บทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง การทดสอบวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์ 2 แผ่น
2. คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ 2 เล่ม

3. รูปเล่มปัญหาพิเศษ

4 เล่ม

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

การผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการทดสอบวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์ ผู้จัดทำได้ประสบปัญหาหลายอย่างด้วยกันแต่ก็พยายามแก้ไขปัญหาดังกล่าวตามความสามารถ ปัญหาในข้อใดที่แก้ไขเองไม่ได้ก็ได้้นำไปปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญในการทำ CAI ปัญหาในด้านนี้ก็ได้สำเร็จลุล่วงไปได้เป็นอย่างดี ผู้จัดทำได้รวบรวมปัญหาที่ได้ประสบไว้เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับผู้ทำปัญหาพิเศษท่านอื่น ดังนี้

1. การทำปัญหาพิเศษจะต้องทำการควบคุมไปกับการฝึกสอนซึ่งเป็นวิชาที่อยู่ในเทอมเดียวกัน ซึ่งในการฝึกสอนในแต่ละวันก็จะต้องมีหน้าที่ในการรับผิดชอบที่หนักพอสมควร นอกจากนี้แล้วยังมีงานที่จะต้องรับผิดชอบด้วย จึงทำให้ผู้จัดทำเกิดความรู้สึกเหนื่อยล้าและละเลยการทำปัญหาพิเศษจนทำให้เกิดความล่าช้า
2. แหล่งข้อมูลที่จะต้องไปทำการบันทึกภาพนั้นเป็นสถานที่ราชการ เวลาที่จะทำการติดต่อเข้าไปนั้นก็จะต้องมีการนัดเวลาในการทำงานล่วงหน้าก่อน ซึ่งในหลายๆครั้งทั้งวันและเวลาในการนัดหมายนั้นผู้จัดทำและศูนย์บรรจุหีบห่อไทยจะว่างไม่ตรงกัน
3. ผู้จัดทำตั้งใจจะใช้วีดิโอประกอบในบทเรียนเพื่อให้มีความน่าสนใจมากขึ้น แต่ไม่สามารถนำมาใช้ได้ เนื่องจากในการถ่ายทำนั้นได้ภาพที่ไม่สวยและภาพยังเกิดการสั่นไม่ชัดเจน จึงทำให้ผลงานที่ได้ออกมาไม่ตรงตามความตั้งใจ
4. ผู้จัดทำมีความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์น้อย แต่ก็ได้พยายามศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองและสอบถามจากผู้รู้ จนผลงานออกมาเสร็จสมบูรณ์ ฉะนั้นผลงานที่ได้อาจยังไม่ดีเท่าที่ควรและเนื่องจากต้องทำการศึกษาเองจึงเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ผลงานที่ได้มีความล่าช้ามาก
5. ผู้จัดทำได้ประสบปัญหาเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์เนื่องจากอุปกรณ์ในคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นส่วนที่ทำการเก็บข้อมูลเกิดปัญหาไม่สามารถเปิดดูข้อมูลได้ จึงต้องทำการหาคอมพิวเตอร์ในการทำงานสำรองไว้และทำการเก็บข้อมูลในหลายๆแหล่งเพื่อที่จะได้มีข้อมูลเหลืออยู่หากเกิดปัญหากับคอมพิวเตอร์ของผู้จัดทำ

5.3 ข้อเสนอแนะ

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ผู้จัดทำได้รับประสบการณ์มากมาย จากปัญหาที่ได้ประสบและ การแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น สามารถเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่ทำปัญหาพิเศษท่านอื่นๆ ได้ดังต่อไปนี้

1. การเลือกหัวข้อปัญหาพิเศษควรเลือกหัวข้อที่ผู้ทำถนัด สนใจ และมีความเป็นไปได้ในการผลิตมากที่สุด เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างราบรื่น และรวดเร็ว
2. การเลือกหัวข้อปัญหาพิเศษถ้าเป็นหัวข้อที่ผู้จัดทำ ไม่มีความถนัดควรทำการศึกษาเนื้อหาและวิธีการทำอย่างละเอียดพร้อมทั้งให้เวลาในการศึกษามากเป็นพิเศษ
3. ควรเริ่มดำเนินงานในการทำปัญหาพิเศษในส่วนที่ทำได้ก่อนล่วงหน้า เพื่อให้งานเสร็จทันในเวลาที่กำหนด ไม่ต้องเร่งรีบ ผลงานที่ได้ออกมาจะได้เป็นผลงานที่มีคุณภาพที่ดี
4. ในการทำปัญหาพิเศษเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนผู้ทำควรเป็นผู้ที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีแนวความคิดที่แปลกน่าสนใจ
5. ในการติดต่อกับส่วนต่างๆ เช่นการขอใช้อุปกรณ์ต่างๆควรทำการศึกษาหรือสอบถามจากผู้รู้ว่าจะต้องดำเนินงานตามขั้นตอนใดบ้าง และในการติดต่อกับสถานที่ภายนอกสถาบัน ควรจะดำเนินการติดต่อแต่แรกเริ่มอย่าดำเนินงานกระชั้นชิด เพราะสถานที่บางสถานที่กว่าจะทำการอนุญาตให้เข้าไปได้นั้นจะต้องใช้เวลานาน
6. ผู้ที่จะทำปัญหาพิเศษเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ควรทำการศึกษาถึง โปรแกรมที่จะใช้ช่วยในการสร้างบทเรียนให้ได้ออกมามีลักษณะที่ดีว่ามี โปรแกรมอะไรบ้างที่จะสามารถนำมาใช้ได้ เพื่อที่บทเรียนจะได้นำสนใจมากขึ้น
7. คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ความการทำงานที่ซับซ้อนและเข้าใจได้ยาก ในบางครั้งการทำงานของคอมพิวเตอร์ก็ไม่ได้ตรงกับความต้องการของเรานัก ดังนั้นในการดำเนินงานควรที่จะต้องมีความรอบคอบและในการทำการเก็บข้อมูลควรที่จะมีการบันทึกข้อมูลในหลายๆส่วนเช่น เก็บในแผ่นดิสก์, แผ่นซีดี รอม และในฮาร์ดดิสก์จากหลายๆแหล่ง เพื่อหากเกิดความผิดพลาดกับอุปกรณ์ชิ้นใดชิ้นหนึ่งก็ยังมีข้อมูลสำรองเหลืออยู่จะได้ไม่ทำให้เสียเวลาในการดำเนินงาน

บรรณานุกรม

- จินตนา ไบกาซูยี. 2536. การเขียนสื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น. 303 น.
- ฉรงค์ สมพงษ์. 2530. สื่อเพื่องานส่งเสริมเผยแพร่งานการพิมพ์สื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักงานส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 40 น.
- ทักษิณา สวานานนท์. 2530. คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : กุรุสภา. 385 น.
- บุญชม ศรีสะอาด. 2537. การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น. 173 น.
- บุรณะ สมชัย. 2542. การสร้าง CAI – Multimedia ด้วยAuthoware 4.0. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ด-ยูเคชั่น. 204 น.
- ประชิด ทิณบุตร. 2531. การออกแบบบรรจุภัณฑ์. กรุงเทพฯ : โอ เอส พรินต์ติ้งเฮาส์. 170 น.
- ประเสริฐ มหาศรานนท์. 2527. วัสดุอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : พิทักษ์อักษร. 237 น.
- ปุ่น คงเจริญเกียรติ และ สมพร คงเจริญเกียรติ. 2541. บรรจุภัณฑ์อาหาร. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์หทัยเฮง. 358 น.
- ไพศักรดี อนันต์นุกูล. ม.ป.ป. “การทดสอบบรรจุภัณฑ์”. ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (อัสส์นา)
- วาสนา ชาวหา. 2533. สื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : โอ เอส พรินต์ติ้งเฮาส์. 206 น.
- วิรุฬ ลิลาพฤทธิ. 2519. โสตทัศนูปกรณ์. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช. 57 น.
- สมหญิง กลั่นศิริ. 2526. เทคโนโลยีทางการศึกษาเบื้องต้น. นครปฐม : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. 144 น.
- สุมน อมรวิวัฒน์. 2540. “การศึกษา”สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่ม2(2518-2540). 265 น.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. 2537. หลักการสอน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเคียนสโตร์. 252 น.



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง การทดสอบวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และแสดงความ
 คิดเห็นในช่องว่างที่กำหนด

ส่วนที่ 1 การตรวจสอบด้านเนื้อหาบทเรียน

คุณภาพที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ต้องแก้ไข
ความถูกต้องของเนื้อหา	/		
ความครบถ้วนของเนื้อหา	/		
การเรียงเนื้อหาเป็นขั้นตอน จากง่ายไปยาก	/		
ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและคำบรรยาย		/	
ความเหมาะสมของเครื่องมือกับระดับผู้เรียน	/		

ส่วนที่ 2 การตรวจสอบด้านคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์

คุณภาพที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ต้องแก้ไข
ความชัดเจนของภาพ	/		
องค์ประกอบของภาพ	/		
ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและคำบรรยาย	/		
ความถูกต้องและชัดเจนของคำบรรยาย	/		
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	/		
ความน่าสนใจของการนำเสนอบทเรียน	/		
การทำงานของบทเรียนสอดคล้องกันหรือไม่	/		

ข้อเสนอแนะ ~~บท~~ ในหัวข้อการทดสอบวัสดุ (testing) น่าจะมีคำบรรยาย นวัตกรรม ที่งาน
 ของเครื่องมือทดสอบ งดงามขึ้นๆ ประกอบ จะได้นำใจได้ดีขึ้น ยกตัวอย่าง เช่น
 การวัดอัตราความชื้น เอาสิ่วมา เจาะไปทำอะไร ก็ได้ค่า ดังกล่าวออกมา

ลงชื่อ..... ปชฉ. ปวศ.
 (.....)ผู้ประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง การทดสอบวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และแสดงความ
คิดเห็นในช่องว่างที่กำหนด

ส่วนที่ 1 การตรวจสอบด้านเนื้อหาบทเรียน

คุณภาพที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ต้องแก้ไข
ความถูกต้องของเนื้อหา	✓		
ความครบถ้วนของเนื้อหา	✓		
การเรียงเนื้อหาเป็นขั้นตอน จากง่าย ไปยาก	✓		
ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและคำบรรยาย		✓	
ความเหมาะสมของเครื่องมือกับระดับผู้เรียน	✓		

ส่วนที่ 2 การตรวจสอบด้านคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์

คุณภาพที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ต้องแก้ไข
ความชัดเจนของภาพ	✓		
องค์ประกอบของภาพ	✓		
ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและคำบรรยาย	✓		
ความถูกต้องและชัดเจนของคำบรรยาย		✓	
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์		✓	
ความน่าสนใจของการนำเสนอบทเรียน	✓		
การทำงานของบทเรียนสอดคล้องกันหรือไม่		✓	

ข้อเสนอแนะ คำอธิบายที่มากกว่าครึ่ง มีการใช้รูปแบบ 3 มิติ หรือ background ที่

หลากหลายสีที่ 4: ทำให้หน้าสนใจ มากขึ้น

ลงชื่อ.....
(นางสาว ชลลภรณ์.....)ผู้ประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง การทดสอบวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และแสดงความ
 คิดเห็นในช่องว่างที่กำหนด

ส่วนที่ 1 การตรวจสอบด้านเนื้อหาบทเรียน

คุณภาพที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ต้องแก้ไข
ความถูกต้องของเนื้อหา	✓		
ความครบถ้วนของเนื้อหา	✓		
การเรียงเนื้อหาเป็นขั้นตอน จากง่ายไปยาก	✓		
ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและคำบรรยาย	✓		
ความเหมาะสมของเครื่องมือกับระดับผู้เรียน	✓		

ส่วนที่ 2 การตรวจสอบด้านคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์

คุณภาพที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ต้องแก้ไข
ความชัดเจนของภาพ	✓		
องค์ประกอบของภาพ	✓		
ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและคำบรรยาย		✓	
ความถูกต้องและชัดเจนของคำบรรยาย	✓		
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	✓		
ความน่าสนใจของการนำเสนอบทเรียน	✓		
การทำงานของบทเรียนสอดคล้องกันหรือไม่		✓	

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ.....
 (.....)ผู้ประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้