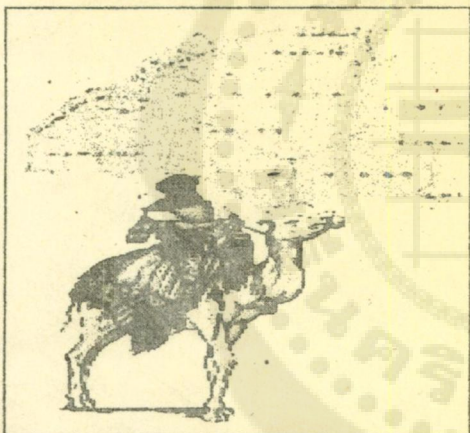
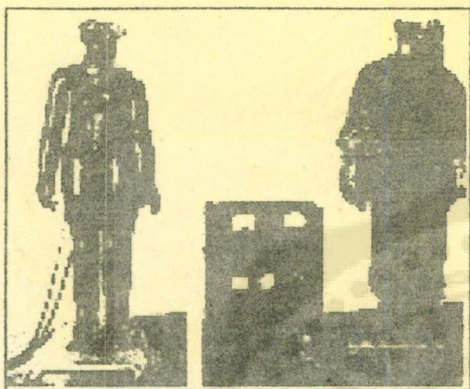


เอกสารคำสอนวิชา คส 332

สรีรวิทยากับเสื้อผ้า

(Physiology & Clothing)



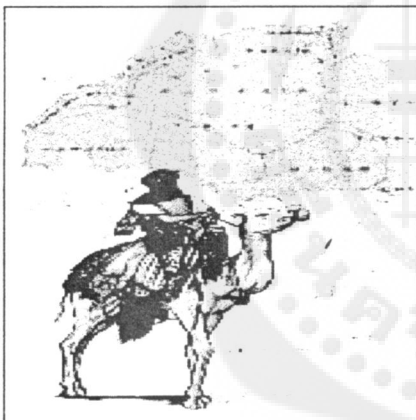
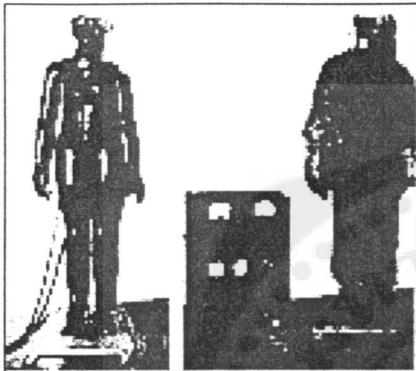
646.4
ม122อ
ร.2

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มณฑา โกเฮง
ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

เอกสารคำสอนวิชา คส 332

สรีรวิทยากับเสื้อผ้า

(Physiology & Clothing)



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มณฑา โกเฮง
ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คำนำ

เอกสารคำสอนรายวิชา คส 332 สรีรวิทยากับเสื้อผ้าฉบับนี้ ได้เรียบเรียงขึ้น เพื่อใช้ในการเรียนการสอนตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์) สำหรับผู้ที่เรียนกลุ่มวิชาเอกเลือก กลุ่มวิชาสิ่งทอและเครื่องแต่งกาย โดยเป็นรายวิชาชีพบังคับของกลุ่มวิชาเอกเลือกดังกล่าว วิชานี้มีหน่วยกิต 2 หน่วยกิต การบรรยาย มีเวลาเรียน 2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

เนื้อหาในรายวิชานี้ผู้เขียนซึ่งได้สอนรายวิชานี้มาตั้งแต่ปีการศึกษา 2535 ได้ศึกษาค้นคว้าและบูรณาการสาระความรู้ทางสรีรวิทยา กายวิภาคศาสตร์ ภูมิศาสตร์ ฟิสิกส์ วิทยาศาสตร์ เสื้อผ้า และหลักพื้นฐานการวัดขนาดตัวเพื่อทำเสื้อผ้า จากแหล่งความรู้ต่างๆ ที่เป็นตำรา งานศึกษาวิจัย และเอกสารวิชาการต่างๆ รวมทั้งได้เสนอแนวการเรียนการสอนและกิจกรรมที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ในแต่ละบทเรียน

การทำเสื้อผ้าซึ่งเป็นวัสดุที่ไม่มีชีวิตให้ใช้ได้กับร่างกาย โดยสัมผัสกับผิวหนังซึ่งเป็นอวัยวะที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของร่างกายและทำให้ผู้ใช้เสื้อผ้ารู้สึกสบาย สามารถปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ได้เป็นปกติ จำเป็นต้องอาศัยหลักการสำคัญ คือ ให้เสื้อผากับผิวหนังมีความสัมพันธ์กันในการทำหน้าที่ให้เกิดสมดุลความร้อนของร่างกายกับสิ่งแวดล้อมให้มากที่สุด การศึกษาด้านวิทยาศาสตร์เสื้อผ้า (Clothing Science) ในประเทศที่เจริญในวิทยาการต่างๆ มีมานานตั้งแต่ต้นคริสต์ศตวรรษที่ 20 โดยนักฟิสิกส์ นักสรีรวิทยา ชีวฟิสิกส์ วิศวกรและนักวิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆ ได้ศึกษาวิจัยในเรื่องวิทยาศาสตร์เสื้อผ้าไว้มากมาย ผลที่ได้จากการศึกษาวิจัยได้ถูกนำไปเป็นข้อมูลในการพัฒนาการผลิตเสื้อผ้าที่ทำหน้าที่สัมพันธ์กับสรีรวิทยาของคนได้มากขึ้น ทำให้สามารถทำกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถปฏิบัติงานที่เสี่ยงอันตรายต่อชีวิตได้ หลักสูตรการศึกษาเกี่ยวกับการผลิตเสื้อผ้าในประเทศแถบตะวันตก เช่น ยุโรป และสหรัฐอเมริกาจะกำหนดให้เรียนรายวิชาด้านวิทยาศาสตร์เสื้อผ้าด้วย แต่ในประเทศไทยเท่าที่ผู้เขียนมีประสบการณ์ หลักสูตรส่วนใหญ่ในระดับปริญญาตรียังมุ่งสอนให้เรียนรู้ในเรื่องการผลิตเสื้อผ้า ในเรื่องศิลปการออกแบบ แต่ยังไม่เห็นความสำคัญของการทำให้ทั้งสองเรื่องดังกล่าวสัมพันธ์กับสรีรวิทยาของผู้สวมใส่เสื้อผ้า

หลักสูตร วท.บ. (คหกรรมศาสตร์) กลุ่มวิชาเอกสิ่งทอและเครื่องแต่งกาย ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้ตระหนักถึงความสำคัญของรายวิชา คส 332 สรีรวิทยากับเสื้อผ้า จึงจัดให้เป็นรายวิชาชีพบังคับเพราะจะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับความรู้ที่ได้จากรายวิชาอื่นๆ ในสาขาสิ่งทอและเครื่องแต่งกาย โดยเฉพาะรายวิชาการตัดเย็บเสื้อผ้าประเภทต่างๆ รายวิชาการออกแบบเครื่องแต่งกาย การทำแบบตัด

เพื่อให้ผู้เรียนมีแนวคิดในกระบวนการผลิตที่มีคุณภาพตามหลักสากล นอกจากนี้ยังสามารถนำไปเป็นพื้นฐานต่อการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม เพื่อพัฒนางานวิชาชีพให้ทันต่อความก้าวหน้าของเทคโนโลยีในปัจจุบันและอนาคต

เอกสารคำสอนฉบับนี้มุ่งให้ผู้เรียนสามารถศึกษาค้นคว้าได้ด้วยตนเองจนเกิดความเข้าใจ สามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานและแก้ปัญหาต่างๆ ในงานวิชาชีพ เป็นพื้นฐานให้สามารถศึกษาความรู้ต่างๆ ให้ลึกซึ้งได้ต่อไป

ความดีทั้งหลายที่เกิดขึ้นจากประโยชน์ของเอกสารคำสอนนี้ ขอให้เป็นความดีของพ่อแม่ และครูของผู้เขียนที่ได้ให้สติปัญญา ความรู้ และความรับผิดชอบต่อวิชาชีพ รวมทั้งผู้ที่เห็นความสำคัญของเอกสารนี้ซึ่งเป็นผู้ที่จะช่วยให้เกิดประโยชน์ได้โดยแท้จริง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์มณฑา โกเฮง

ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

พฤษภาคม 2544

สารบัญ

คำนำ

สารบัญ

บัญชีตาราง

บัญชีภาพประกอบ

ตั้งเขปรายวิชา

บทที่

หน้า

1. ความสำคัญของเสื้อผ้า.....	1
จุดมุ่งหมายเฉพาะ แนวการสอนและกิจกรรม อุปกรณ์การสอน การประเมินผล....	1-2
มนุษย์เริ่มใช้เสื้อผ้าเพราะอะไร.....	6
เสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม ปัจจัยสำคัญของมนุษย์.....	8
สรุป.....	9
คำถามท้ายบท.....	9
2. เสื้อผ้าเพื่อความสบายและความปลอดภัย.....	10
จุดมุ่งหมายเฉพาะ แนวการสอนและกิจกรรม อุปกรณ์การสอน การประเมินผล....	10-11
โครงสร้างและสรีรวิทยาของร่างกาย.....	12
สภาวะแวดล้อมกับความสบายและความปลอดภัย.....	13
เสื้อผ้าที่ทำให้ความสบายและความปลอดภัย.....	14
สรุป.....	15
คำถามท้ายบท.....	15
3. โครงสร้างร่างกายกับเสื้อผ้า.....	16
จุดมุ่งหมายเฉพาะ แนวการสอนและกิจกรรม อุปกรณ์การสอน การประเมินผล....	16-17
ลักษณะโครงสร้างร่างกายกับเสื้อผ้า.....	18
ระบบโครงกระดูกกับเสื้อผ้า.....	19
ระบบผิวหนังกับเสื้อผ้า.....	22
สรุป.....	27
คำถามท้ายบท.....	27

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4. ขนาดร่างกายกับขนาดเสื้อผ้า.....	28
จุดมุ่งหมายเฉพาะ แนวการสอนและกิจกรรม อุปกรณ์การสอน การประเมินผล.....	28-29
การวัดขนาดร่างกายเพื่อทำเสื้อผ้า.....	30
ความแตกต่างของขนาดร่างกายกับขนาดเสื้อผ้า.....	37
ขนาดเสื้อผ้าสำเร็จรูปตามมาตรฐาน ISO.....	40
สรุป.....	42
คำถามท้ายบท.....	42
5. พลังงานเมตาบอลิซึมและอุณหภูมิร่างกาย.....	43
จุดมุ่งหมายเฉพาะ แนวการสอนและกิจกรรม อุปกรณ์การสอน การประเมินผล.....	43-44
พลังงานเมตาบอลิซึม.....	45
อุณหภูมิร่างกาย.....	47
อุณหภูมิแกนของร่างกาย.....	48
อุณหภูมิผิวหนัง.....	48
การส่งความร้อนของร่างกาย.....	50
การควบคุมอุณหภูมิร่างกาย.....	56
สรุป.....	58
คำถามท้ายบท.....	59
6. สภาวะแวดล้อมกับเสื้อผ้า.....	60
จุดมุ่งหมายเฉพาะ แนวการสอนและกิจกรรม อุปกรณ์การสอน การประเมินผล.....	60-61
อุณหภูมิอากาศ.....	62
ความกดดันอากาศ.....	63
ลม.....	64
ความชื้น.....	66
แสงและการแผ่รังสี.....	67
สรุป.....	69

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
คำถามท้ายบท.....	69
7. เสื้อผ้ากับภูมิอากาศของโลก.....	70
จุดมุ่งหมายเฉพาะ แนวการสอนและกิจกรรม อุปกรณ์การสอน การประเมินผล.....	70-71
ลักษณะภูมิอากาศของโลก.....	72
การแต่งกายของผู้ที่อาศัยในภูมิอากาศร้อนจัด-หนาวจัด.....	78
ลักษณะและจำนวนชั้นเสื้อผ้าที่ควรใช้ตามสภาพภูมิอากาศ.....	80
สรุป.....	82
คำถามท้ายบท.....	82
8. ฉนวนความร้อนของเสื้อผ้ากับความสบาย.....	83
จุดมุ่งหมายเฉพาะ แนวการสอนและกิจกรรม อุปกรณ์การสอน การประเมินผล.....	83-84
ค่าฉนวนความร้อนของเสื้อผ้า.....	85
ค่าฉนวนความร้อนที่ทำให้ความสบายในการใช้เสื้อผ้า.....	86
อากาศกับความเป็นฉนวนความร้อนของเสื้อผ้า.....	88
อากาศที่เคลื่อนที่กับค่าฉนวนความร้อน.....	90
ความหนาของผ้า เสื้อผ้า กับค่าฉนวนความร้อน.....	91
ความเปียก ความชื้น กับค่าฉนวนความร้อน.....	93
สรุป.....	94
คำถามท้ายบท.....	94
9. คุณสมบัติของเสื้อผ้าที่ทำให้ความสบาย.....	95
จุดมุ่งหมายเฉพาะ แนวการสอนและกิจกรรม อุปกรณ์การสอน การประเมินผล.....	95-96
การดูดความชื้นและการควบแน่น.....	97
การยอมให้อากาศผ่าน.....	101
การส่งความร้อน.....	105
ความต้านทานการแผ่รังสี.....	106
ความเป็นตัวนำประจุไฟฟ้าสถิต.....	106

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ความต้านทานจุลินทรีย์-กลืน.....	106
ความรู้สึกรู้สึกต่อการสัมผัสของเสื้อผ้า.....	107
สรุป.....	108
คำถามท้ายบท.....	108
10. การศึกษาเสื้อผ้าทางวิทยาศาสตร์.....	109
จุดมุ่งหมายเฉพาะ แนวการสอนและกิจกรรม อุปกรณ์การสอน การประเมินผล.....	110
ความสำคัญของการศึกษาเสื้อผ้าทางวิทยาศาสตร์.....	111
การศึกษาเรื่องเสื้อผ้ากับสภาวะแวดล้อม.....	111
การศึกษาความสัมพันธ์ของเสื้อผ้ากับร่างกายโดยการทดลองกับคน.....	112
การวัดอุณหภูมิผิวและอุณหภูมิแกนของร่างกาย.....	113
การหาค่าพลังงานความร้อนของร่างกาย.....	114
การศึกษาเรื่องการขับเหงื่อ.....	115
การศึกษาโดยการทดลองกับหุ่นคน.....	117
สรุป.....	119
คำถามท้ายบท.....	119
11. ความสำคัญของชุดแต่งกายป้องกันอันตราย.....	120
จุดมุ่งหมายเฉพาะ แนวการสอนและกิจกรรม อุปกรณ์การสอน การประเมินผล.....	120-121
ความสำคัญของชุดแต่งกายป้องกันอันตราย.....	122
ผลของสภาวะไม่ปลอดภัยต่างๆต่อสรีระของร่างกาย	123
เสื้อผ้าป้องกันอันตรายประเภทต่างๆ.....	127
ผ้าที่ใช้ทำเสื้อผ้าป้องกันอันตรายบางประเภท.....	129
สรุป.....	136
คำถามท้ายบท.....	136

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
12. ชุดแต่งกายป้องกันอันตรายและสารเคมี.....	137
จุดมุ่งหมายเฉพาะ แนวการสอนและกิจกรรม อุปกรณ์การสอน การประเมินผล.....	137-138
ลักษณะของชุดแต่งกายป้องกันอันตราย.....	139
ชุดป้องกันไฟ.....	139
ชุดป้องกันสารเคมีที่ใช้ในการเกษตร.....	144
ชุดป้องกันสำหรับการกู้ภัยจากสารเคมี.....	145
ชุดป้องกันอันตรายจากไฟและข้อกำหนดตามมาตรฐาน.....	147
สรุป.....	155
คำถามท้ายบท.....	156
ภาคผนวก ก.	157-159
ภาคผนวก ข.	160-162
ภาคผนวก ค.	163-165
บรรณานุกรม.....	166-171
ประวัติผู้เขียน.....	172-173

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ประเภทของผิวหนังแบ่งตามความไวต่อรังสีอัลตราไวโอเลต และเวลาที่สามารถป้องกันตัวเองจากรังสีได้.....	25
2 ขนาดโครงสร้างร่างกายชายไทยเปรียบเทียบสัดส่วนต่างๆ (ค่าเฉลี่ยที่เปลี่ยนแปลงไปตามช่วงอายุ)	39
3 อัตราเมตาบอลิซึมพื้นฐานของเพศชาย และ เพศหญิงที่อายุต่างกัน.....	45
4 การใช้พลังงานเพื่อทำกิจกรรมต่างๆของร่างกาย.....	47
5 ตำแหน่งต่างๆของร่างกายที่มีอุณหภูมิและการส่งความร้อนออกเพื่อให้ร่างกายสบายขณะพัก.....	49
6 การส่งความร้อนของร่างกายและอุณหภูมิร่างกายขณะที่มีการส่งความร้อนที่สภาวะอุณหภูมิต่างๆกัน.....	51
7 ปริมาณของสารต่างๆที่เป็นส่วนประกอบของเหงื่อ.....	54
8 ความกดอากาศเฉลี่ยที่ลดลงเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น.....	63
9 รังสีต่างๆของแสงอาทิตย์ ความเข้มและพลังงาน ของรังสี (วัดในฤดูร้อน).....	67
10 ฉนวนความร้อนของเสื้อผ้า เพื่อให้เกิดความสบายในสภาวะอุณหภูมิและขณะมีกิจกรรมต่างๆ.....	87
11 ฉนวนความร้อนของเสื้อผ้าที่ควรใช้เพื่อความสบายขณะทำกิจกรรมต่างๆ.....	88
12 ความหนาของเสื้อผ้า อากาศ และค่า clo ของเครื่องแบบทหารที่ใช้แถบขั้วโลกเหนือ.....	89
13 ค่าฉนวนของอากาศรอบตัวขณะที่มีกิจกรรมในสภาวะที่อากาศเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่างกัน.....	90
14 ลักษณะโครงสร้างผ้า ความหนา และ ฉนวนความร้อนของผ้าชนิดต่างๆ.....	92
15 แสดงรูปร่างภาคตัดขวางของเส้นใยที่มีการพัฒนาเพื่อให้มีสมบัติพิเศษ.....	99
16 อัตราสัมพัทธ์ของการระบายความชื้นของผ้าที่ทำจากเส้นใยชนิดต่างๆ.....	100
17 แสดงปริมาตรของเส้นใยในผ้าชนิดต่างๆ.....	102
18 เปรียบเทียบคุณสมบัติกายภาพของเส้นใยสมรรถนะสูง(High Performance Fiber Properties)	133

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1. เครื่องมือในยุคพาลีโอลิธิค ทำจากหินใช้ चुดหนังสัตว์ และชนิดที่แหลมยาว ทำจากงาช้าง กระดุกสัตว์ใช้ทำเข็มเย็บหนังสัตว์เป็นเสื้อผ้า.....	4
2. ภาพเขียนผนังถ้ำแสดงลักษณะการแต่งกายของคนในยุคแรกราว 20,000 ปี....	5
3. รูปหล่อโลหะซึ่งมีอายุราว 5,000 ปี แสดงการแต่งกายของชาวสุมาเรียน ในยุคนั้น.....	6
4. ลักษณะโครงสร้างร่างกายภายนอกและการเรียกชื่อส่วนต่างๆของร่างกาย มนุษย์.....	18
5. โครงกระดูกของคน.....	20
6. ข้อต่อและการเคลื่อนไหวของกระดูกส่วนต่างๆ.....	22
7. เนื้อเยื่อชั้นต่างๆของผิวหนัง.....	23
8. รังสีอุลตราไวโอเลตที่ผ่านผิวหนังได้ในระดับต่างๆ.....	24
9. ตำแหน่งการวัดความยาวและรอบตัวสำหรับผู้หญิง.....	31
10. ตำแหน่งการวัดตัวชายรอบส่วนต่างๆ วัดในแนวนอนและแนวตั้ง.....	32
11. ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนหญิงไทยตามเกณฑ์อายุต่างๆ.....	38
12. การส่งถ่ายความร้อนระหว่างร่างกายกับสิ่งแวดล้อมโดยวิธีต่างๆ.....	52
13. อัตราการขับเหงื่อของชายที่สวมเสื้อผ้าซึ่งทำกิจกรรมแตกต่างกันที่ อุณหภูมิต่างกัน.....	55
14. กลไกการปรับตัวในสภาวะที่มีอากาศร้อนจัด-อากาศหนาวจัด.....	57
15. Wind chill index table.....	65
16. แผนที่โลกที่แสดงอุณหภูมิ และ การเกิดน้ำฟ้าในส่วนต่างของโลก.....	73
17. แผนภูมิอากาศแสดงลักษณะภูมิอากาศเขตร้อน.....	74
18. ตัวอย่างแผนภูมิอากาศเขตร้อนและกึ่งเขตร้อน.....	76
19. แผนภูมิอากาศของแฟร์แบงส์ รัฐอลาสกา.....	77
20. ลักษณะเสื้อผ้าของชาวอาหรับ.....	79
21. ลักษณะการแต่งกายของชาวเอสกิโม.....	80
22. โครงสร้างผ้า Tactel ® Aquarter.....	101

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
23. อัตราเร็วของกระแสลมมีผลต่ออุณหภูมิของผ้า.....	103
24. ลักษณะของผ้าที่เย็บให้เป็นลูกฟูก เพื่อให้เป็น Bypass layer.....	104
25. การวัดอุณหภูมิผิวหนังและอุณหภูมิแกนของร่างกาย.....	113
26. การวัดอัตราเมตาบอลิซึม การเดินของหัวใจและอุณหภูมิร่างกาย.....	114
27. การทดลองความรู้สึกเมื่อสวมเสื้อผ้าและทำกิจกรรมในเขตอากาศร้อน.....	116
28. หุ่นคน (Manikin) ที่ใช้ทดลองเรื่องการส่งถ่ายความร้อนของร่างกายขณะ สวมเสื้อผ้า.....	118
29. ผ้าที่ใช้ทำชุดป้องกันสารเคมีและป้องกันไฟ.....	131
30. โครงสร้างผ้า SARATOGA.....	132
31. เปรียบเทียบโครงสร้างผ้าแบบเดิมกับ Spectral Shield.....	135
32. ลักษณะเสื้อ และ กางเกงชุดป้องกันไฟที่ต้องติดแถบสีในตำแหน่งที่กำหนด.....	140
33. ชุดเสื้อกางเกงติดกันหรือชุดหมี (Coveralls).....	141
34. หมวกนิรภัย (Helmet)	142
35. หมวกผ้าป้องกันศีรษะและถุงมือ.....	143
36. ลักษณะรองเท้าที่ใช้สวมผจญเพลิง.....	143
37. ชุดหมีและเครื่องแต่งกาย 2 ชั้น ใช้ป้องกันสารเคมีการเกษตร.....	144
38. อุปกรณ์ป้องกันดวงตาและใบหน้าในขณะใช้สารเคมีการเกษตร.....	145
39. ชุดป้องกันสารเคมีและป้องกันไฟ ชุดป้องกันสารเคมีในสงคราม.....	146
40. กระบังหน้าของหมวกนิรภัยและมุมของการเห็นได้เมื่อสวมหมวก.....	151
41. ตำแหน่งของกระดูกข้อมือ (Wrist crease)	152

สังเขปรายวิชา (Course outline)

1. ชื่อรายวิชา คส 332 สรีรวิทยากับเสื้อผ้า

HS 332 Physiology and Clothing

2. จำนวนหน่วยกิต 2 หน่วยกิต 2 ชั่วโมง

3. จุดมุ่งหมาย เพื่อให้ผู้เรียนสามารถ

- 3.1 อธิบายถึงความสำคัญของเสื้อผ้าต่อความสบายและความปลอดภัยได้
- 3.2 อธิบายเรื่องกายวิภาคศาสตร์ และ สรีรวิทยาที่สัมพันธ์กับลักษณะและสมบัติเสื้อผ้าที่ให้ความสบาย และ ความปลอดภัยได้
- 3.3 อธิบายถึงสภาวะแวดล้อมและกิจกรรมว่ามีความสำคัญต่อการใช้เสื้อผ้าให้เกิดความสบายและความปลอดภัยอย่างไร
- 3.4 อธิบายและหาคำนวณความร้อนของเสื้อผ้าได้
- 3.5 อธิบายและเลือกชนิดเส้นใย โครงสร้างผ้า ลักษณะเสื้อผ้าที่ให้ความสบาย ความปลอดภัยในสภาวะภูมิอากาศและกิจกรรมต่างๆ ได้
- 3.6 อธิบายถึงเรื่องการศึกษาเสื้อผ้าทางวิทยาศาสตร์ได้
- 3.7 ออกแบบเสื้อผ้าที่ให้ความสบายในสภาพภูมิอากาศต่างๆของโลก พร้อมทั้งระบุชนิดเส้นใย โครงสร้างผ้าที่ใช้ทำเสื้อผ้าที่ออกแบบได้
- 3.8 ออกแบบเสื้อผ้าที่ให้ความปลอดภัยต่อร่างกายในขณะปฏิบัติงานบางอาชีพ หรือ การทำกิจกรรมที่เสี่ยงต่ออันตรายได้ พร้อมทั้งระบุชนิดเส้นใย โครงสร้างผ้า มาตรฐานควบคุมคุณภาพเสื้อผ้านั้นๆ ได้

4. คำอธิบายรายวิชา

กายวิภาคศาสตร์ สรีรวิทยาของมนุษย์ สภาวะแวดล้อม และกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับความ ต้องการใช้เสื้อผ้า การศึกษาเสื้อผ้าทางวิทยาศาสตร์ วัสดุสิ่งทอ รูปแบบ และคุณสมบัติของเสื้อผ้าที่ ให้ความสบายและความปลอดภัย

5. สังเขปหัวข้อเนื้อหา

- 5.1 ความสำคัญของเสื้อผ้า
- 5.2 เสื้อผ้าเพื่อความสบาย และความปลอดภัย
 - 5.2.1 โครงสร้างและสรีรวิทยาของร่างกาย
 - 5.2.2 สภาวะแวดล้อมกับความสบาย และความปลอดภัย

- 5.2.3 เสื้อผ้าที่ให้ความสบาย และความปลอดภัย
- 5.3 โครงสร้างร่างกายกับเสื้อผ้า
 - 5.3.1 ลักษณะโครงสร้างร่างกายกับเสื้อผ้า
 - 5.3.2 ระบบโครงกระดูกกับเสื้อผ้า
 - 5.3.3 ระบบผิวหนังกับเสื้อผ้า
- 5.4 ขนาดร่างกายกับขนาดเสื้อผ้า
 - 5.4.1 การวัดขนาดร่างกายเพื่อทำเสื้อผ้า
 - 5.4.2 ความแตกต่างของขนาดร่างกายกับขนาดเสื้อผ้า
 - 5.4.3 ขนาดเสื้อผ้าสำเร็จรูปตามมาตรฐาน ISO
- 5.5 พลังงานเมตาบอลิซึม และอุณหภูมิร่างกาย
 - 5.5.1 พลังงานเมตาบอลิซึม
 - 5.5.2 อุณหภูมิร่างกาย
 - 5.5.3 การส่งความร้อนของร่างกาย
 - 5.5.4 การควบคุมอุณหภูมิร่างกาย
- 5.6 สภาวะแวดล้อมกับเสื้อผ้า
 - 5.6.1 อุณหภูมิอากาศ
 - 5.6.2 ความกดดันอากาศ
 - 5.6.3 ลม
 - 5.6.4 ความชื้น
 - 5.6.5 แสง และการแผ่รังสี
- 5.7 เสื้อผ้ากับภูมิอากาศของโลก
 - 5.7.1 ลักษณะภูมิอากาศของโลก
 - 5.7.2 การแต่งกายของผู้ที่อาศัยในภูมิอากาศร้อนจัด หนาวจัด
 - 5.7.3 ลักษณะ และจำนวนชั้นเสื้อผ้าที่ควรใช้ตามสภาพภูมิอากาศ
- 5.8 ผนวความร้อนของเสื้อผ้ากับความสบาย
 - 5.8.1 ค่าผนวความร้อนของเสื้อผ้า
 - 5.8.2 อากาศกับความเป็นผนวความร้อนของเสื้อผ้า
 - 5.8.3 อากาศที่เคลื่อนที่กับค่าผนวความร้อน
 - 5.8.4 ความหนาของผ้า เสื้อผ้า กับค่าผนวความร้อน
 - 5.8.5 ความเปียก ความชื้น กับค่าผนวความร้อน

5.9 คุณสมบัติของเสื้อผ้าที่ให้ความสบาย

- 5.9.1 การดูดความชื้น และการดูดน้ำ
- 5.9.2 การยอมให้อากาศผ่าน
- 5.9.3 การส่งความร้อน
- 5.9.4 ความต้านทานการแผ่รังสี
- 5.9.5 ความเป็นตัวนำประจุไฟฟ้าสถิต
- 5.9.6 ความต้านทานจุลินทรีย์ และกลิ่น
- 5.9.7 ความรู้สึกต่อการสัมผัสกับเสื้อผ้า

5.10 การศึกษาเสื้อผ้าทางวิทยาศาสตร์

- 5.10.1 ความสำคัญของการศึกษาเสื้อผ้าทางวิทยาศาสตร์
- 5.10.2 การศึกษาเรื่องเสื้อผ้ากับสภาวะแวดล้อม
- 5.10.3 การศึกษาความสัมพันธ์ของเสื้อผ้ากับร่างกายโดยทดลองกับคน
- 5.10.4 การศึกษาโดยการทดลองกับหุ่นคน

5.11 ความสำคัญของชุดแต่งกายป้องกันอันตราย

- 5.11.1 ความสำคัญของชุดแต่งกายป้องกันอันตราย
- 5.11.2 ผลของสภาวะไม่ปลอดภัยต่างๆต่อสรีระของคน
- 5.11.3 เสื้อผ้าป้องกันอันตรายประเภทต่างๆ
- 5.11.4 ผ้าที่ใช้ทำเสื้อผ้าป้องกันอันตรายบางประเภท

5.12 ชุดแต่งกายป้องกันอันตรายจากไฟและสารเคมี

- 5.12.1 ลักษณะของชุดแต่งกายป้องกันอันตราย
- 5.12.2 ชุดป้องกันไฟ
- 5.12.3 ชุดป้องกันสารเคมีที่ใช้ในการเกษตร
- 5.12.4 ชุดป้องกันสำหรับการกู้ภัยจากสารเคมี
- 5.12.5 ชุดป้องกันอันตรายจากไฟ และข้อกำหนดตามมาตรฐาน

6. แนวการเรียน การสอน

- 6.1 การตั้งคำถามให้นิสิตคิด ตอบ อภิปราย แล้วช่วยกันสรุปประเด็น
- 6.2 การบรรยายเพิ่มเติมให้เข้าใจในประเด็นสำคัญ
- 6.3 ให้นิสิตศึกษาจากเอกสารคำสอน เอกสารประกอบต่างๆเกี่ยวข้อง แล้วให้สรุปสาระสำคัญ

- 6.4 ให้นิสิตศึกษาค้นคว้าหัวข้อที่กำหนดจากแหล่งความรู้ต่างๆ เช่น ตำรา วารสาร วิชาการ สืบค้นทางอินเทอร์เน็ต แล้วส่งรายงานในรูปแบบเล่ม และการเสนอในห้องเรียน
- 6.5 แบ่งกลุ่มนิสิตให้สำรวจข้อมูลเกี่ยวกับขนาดตัว และขนาดเสื้อผ้าจากกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน ตามเพศ วัย และอาชีพ ทำรายงาน และผลการศึกษาในชั้นเรียน
- 6.6 นำนิสิตออกศึกษานอกสถานที่ในเรื่องการปฏิบัติงานและการใช้เสื้อผ้าป้องกันอันตรายในบางอาชีพ ทำรายงานสรุป
- 6.7 ให้นิสิตออกแบบเสื้อผ้า เครื่องแต่งกาย ที่ควรใช้ในสภาวะภูมิอากาศต่างๆ ชุดป้องกันอันตราย พร้อมทั้งระบุชนิดเส้นใยผ้า โครงสร้างผ้า จำนวนชั้นของเสื้อผ้า และคำนวณความร้อนของเสื้อผ้าเหล่านั้น

7. การประเมินผล

- 7.1 จากความสนใจอย่างสม่ำเสมอ การค้นคว้าจากแหล่งความรู้ต่างๆ การทำรายงาน การนำเสนอในห้องเรียน กรณีศึกษากลุ่มตัวอย่าง และการออกแบบเสื้อผ้า 20-25 %
- 7.2 การสอบย่อย การทำแบบฝึกหัด 10-15 %
- 7.3 การสอบ 60-65 % โดยใช้ข้อสอบแบบปรนัย และอัตนัย

8. อุปกรณ์การสอน

รูปภาพ แผนภูมิ สไลด์ วิดีทัศน์ ซีดีรอม และสื่อต่างๆทาง Internet ตัวอย่างเสื้อผ้าประเภทต่างๆ ฯลฯ

9. บุคลากร

อาจารย์ของมหาวิทยาลัย อาจารย์พิเศษ และวิทยากรจากภาครัฐ และเอกชน

10. เอกสารประกอบ

- 10.1 Carola, Robert., John P. Harley and Charles R. Noback. (1992). **Human Anatomy**. Toronto: Mc Graw Hill , Inc.
- 10.2 Fourt, Lyman. and Norman, R.S. Hollies. (1970).**Clothing Comfort and Function**. New York: Marcel Dekker, Inc.
- 10.3 Getis, Arthur., Judith Getis and Jerome Fellman. (1988). **Introduction to Geography**. 2nd ed. Iowa: Wm. C. Brown Publishers.
- 10.4 Horn, Marilyn J. (1968). **The Second Skin**. Boston : Little Brown and Co.

10.5 Renbourn, E.T. (1971) . **Physiology and Hygene of Materials and Clothing.**

Durham : Merrow Publishing Co. Ltd.

10.6 Roach, M. E. and Joanne B. Eicher. (1973). **The Visible Self : Perspectives**

on Dress. New Jersey: Prentice Hall, Inc.

10.7 Selkert, E.E. (1984). **Physiology.** 12th ed. Boston : Little Brown and Co.

10.8 เอกสารวิชาการ และวารสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง



บทที่ 1

ความสำคัญของเสื้อผ้า

เสื้อผ้าซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งของมนุษย์ ได้มีการเริ่มใช้กันตั้งแต่เมื่อไรนั้น ยังไม่มีใครตอบได้แน่นอนนอกจากอธิบายไปตามหลักฐานทางโบราณคดีที่ค้นพบ แต่ก็ยังไม่มีข้อสรุปว่าถูกต้องที่สุดหรือไม่ นอกจากนี้ยังมีคำถามว่ามนุษย์เริ่มใช้เสื้อผ้าเพราะสาเหตุอะไร ซึ่งมีแนวคิดหลายประเด็นที่อธิบายถึงความจำเป็นหรือสาเหตุที่ทำให้มนุษย์เริ่มใช้เสื้อผ้า ประเด็นสำคัญที่ต้องการศึกษาให้ลึกซึ้งคือ ความสัมพันธ์ระหว่างเสื้อผ้ากับสรีรวิทยาของคนที่สวมเสื้อผ้าแล้วจะต้องมีความรู้สึกสบาย ปลอดภัยในสถานะอันตราย และสามารถทำกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จุดมุ่งหมายเฉพาะ เพื่อให้บัณฑิตสามารถ

1. สรุปวิวัฒนาการของเสื้อผ้าของมนุษย์ได้
2. ยกตัวอย่างความสำคัญ หรือหน้าที่ของเสื้อผ้าในด้านต่างๆ ได้
3. อธิบายถึงองค์ประกอบของเสื้อผ้าที่ทำให้เกิดความสบายและปลอดภัยแก่ผู้สวมใส่ได้

แนวการสอนและกิจกรรม

1. ให้นักศึกษาอภิปรายแสดงความคิดเห็นต่อแนวคิดที่มีผู้ศึกษาว่ามนุษย์เริ่มใช้เสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มเพราะเหตุใด
2. ให้นักศึกษาช่วยกันยกตัวอย่างชนิดเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มที่ทำหน้าที่สอดคล้องกับแนวคิดในข้อ 1
3. ให้นักศึกษาอธิบายลักษณะทั่วไปของเสื้อผ้าที่ให้ความสบาย และความปลอดภัยพร้อมยกตัวอย่างชนิดเสื้อผ้าที่ให้ความสบายและความปลอดภัย
4. อาจารย์สรุปประเด็นและบรรยายเนื้อหาสำคัญเสริม

อุปกรณ์การสอน

1. แผนที่โลกแสดงลักษณะภูมิอากาศ
2. สไลด์หรือรูปภาพการแต่งกายของคนในยุคต่างๆ และของคนในประเทศต่างๆ ทั่วโลก

การประเมินผล

1. สังเกตความสนใจและแนวคิดของนิสิตขณะอภิปรายการยกตัวอย่างที่เหมาะสมกับประเด็น
2. ตอบคำถามท้ายบทและทำข้อสอบได้



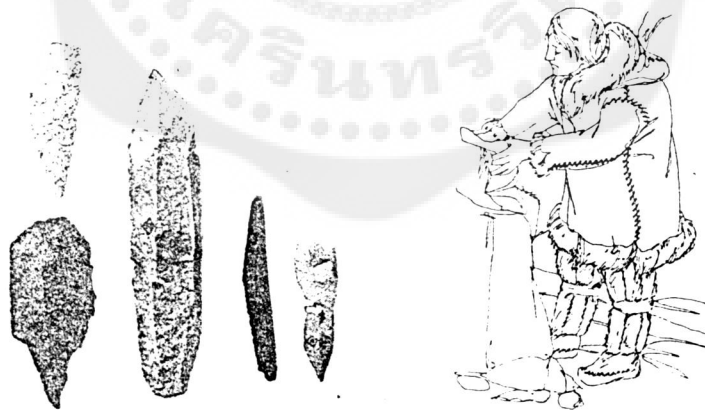
มนุษย์จำเป็นต้องใช้เสื้อผ้าในชีวิตประจำวันเพื่อให้เขาสามารถอยู่ในสังคมหรือสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีความสุข รู้สึกสบาย มีความมั่นใจและสามารถทำกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างสะดวก และมีความปลอดภัย

รูปแบบของเสื้อผ้าที่มนุษย์เริ่มใช้ในอดีตไม่เหมือนกับรูปแบบในปัจจุบันอย่างแน่นอน แต่จะมีลักษณะอย่างไรและมนุษย์เริ่มใช้เสื้อผ้ากันเมื่อไรนั้น นักโบราณคดีและนักมานุษยวิทยาเป็นผู้ให้คำอธิบายจากหลักฐานที่พบจากการศึกษาทางโบราณคดี แสดงว่าในยุค 500,000-300,000 ปี ที่ผ่านมามีมนุษย์พวกที่เป็นนักล่าได้เดินทางจากแหล่งกำเนิดในเขตอบอุ่นไปทางเหนือของโลกที่มีอากาศหนาวเย็น พวกเขาจึงจำเป็นต้องหาสิ่งที่ทำให้ร่างกายอบอุ่น และหาที่อยู่อาศัยที่ปลอดภัยที่สุด ซึ่งน่าจะเป็นในถ้ำ แต่ก็ต้องไล่หรือฆ่าสัตว์ที่อาศัยในถ้ำนั้นอยู่ก่อนแล้วเช่น หมี มนุษย์ในยุคนี้นอกจากจะฆ่าสัตว์เอาเนื้อเป็นอาหารยังใช้หนังสัตว์นั้นมาห่อหุ้มร่างกาย นักโบราณคดีได้พบหลักฐานสำคัญในถ้ำชื่อ Terra Amata ที่เมืองนีซในฝรั่งเศส เป็นซากฟอสซิลของมนุษย์ยุคแรกคือ Homo erectus เมื่อ 400,000 ปีที่ผ่านมา หลักฐานแสดงว่ามีหนังสัตว์ที่ถูกขูดเอาเนื้อออกแล้วใช้ประโยชน์บางอย่าง ซึ่งในยุคนี้น่าจะใช้เป็นเครื่องนุ่งห่ม มีการขุดพบโครงกระดูกของมนุษย์นีแอนเดอร์ทัล (Neanderthal) ที่ Dusseldorf ในประเทศเยอรมันนี เมื่อปี ค.ศ.1856 เป็นโครงกระดูกของมนุษย์ในยุคหินเก่ากลาง หรือ Paleolithic era มีอายุราว 100,000-60,000 ปี หลักฐานแสดงว่ามนุษย์มีการใช้เครื่องมือที่ทำจากหินลักษณะคล้ายมีด ใช้กระดูกที่มีปลายแหลมซึ่งเป็นหลักฐานทางอ้อมว่า เครื่องมือเหล่านั้นนอกจากจะใช้เป็นอาวุธแล้ว ยังน่าจะใช้ตัดหนังสัตว์ขูดเนื้อเยื่อและไขมันออกจากหนังเพื่อทำให้หนังนุ่มขึ้นแล้วนำไปใช้ห่อหุ้มร่างกายให้อบอุ่น (Horn, 1968 : 12)

มีการขุดพบโครงกระดูกของเด็กชายสองคนในตะวันออกเฉียงเหนือของมอสโคว์ที่ชั้นเกียในสหภาพรัสเซีย ซึ่งเป็นที่ที่มีอากาศหนาวเย็นตลอดปีมีอายุราว 23,000 ปี ทั้งคู่ถูกตกแต่งร่างกายด้วยกางเกงและเสื้อคลุมทำจากหนังสัตว์ สวมสร้อยลูกปัดทำด้วยงาช้างแมมมอธ ใส่สร้อยข้อมือและแหวนทำด้วยวัสดุชนิดเดียวกัน โครงกระดูกถูกล้อมรอบด้วยอาวุธที่ทำจากงาช้างเป็นหอกและมีด (งามพิศ สัตย์สงวน. 2537: 309)

นอกจากนี้ยังมีหลักฐานที่ได้จากการขุดพบหลุมฝังศพของมนุษย์โครมันยองซึ่งเป็นพวกล่าช้างแมมมอธ มีอายุราว 33,000 ปี ใกล้กรุงมอสโคว์ เป็นโครงกระดูกของชายแต่งกายด้วยกางเกง และเสื้อทำจากหนังสัตว์ตกแต่งด้วยลูกปัดทำจากงาช้างแมมมอธ มีเครื่องประดับทำจากฟันสุนัขจิ้งจอกที่อาศัยอยู่แถบอาร์กติกหรือเป็นสร้อยคอ ความหนาวเย็นในแถบที่ขุดพบทำให้ซากวัตถุต่างๆ ยังคงสภาพที่ค่อนข้างสมบูรณ์ (Horn, 1968 : 14)

นักมานุษยวิทยาได้ศึกษาเรื่องราวของมนุษย์โครมันยอง (Cro-Magnons) ที่อาศัยอยู่ในทวีปยุโรประหว่างยุคพาลีโอลิธิคตอนปลายราว 40,000-10,000 ปี ที่ผ่านมามีพวกโครมันยองอาศัยในถ้ำเป็นพวกที่มีความฉลาดและมีศิลปะในการทำเครื่องมือไว้มากกว่าเครื่องมือของบรรพบุรุษ นอกจากจะใช้เป็นเครื่องมือ เป็นอาวุธ ยังใช้ตัดชุดหนังสัตว์ที่จะนำมาทำเครื่องนุ่งห่ม พวกเขารู้จักใช้หินปลายแหลมและสลักเขาสัตว์งาช้างเป็นเครื่องประดับหรือทำให้มีลักษณะยาวเรียวคล้ายเข็ม ตามภาพประกอบที่ 1-1 ซึ่งหลักฐานที่พบนี้ทำให้สรุปได้ว่ามนุษย์เริ่มมีการเย็บหนังสัตว์ให้ใช้ได้พอดีกับสัดส่วนของร่างกาย ทำให้ใช้ได้สะดวกรู้สึกสบายขึ้น เคลื่อนไหวหรือทำกิจกรรมต่างๆ ได้ดีกว่าเดิม การใช้หนังสัตว์ห่อหุ้มหรือคลุมร่างกาย และพัฒนาเป็นเสื้อผ้าและรองเท้าช่วยให้คนพวกนี้สามารถเดินทางไปมาได้ไกลๆ เพราะทนต่ออากาศหนาวเย็นได้ จึงเป็นไปได้ที่มนุษย์ในยุคหินเก่าสามารถเดินทางจากเขตอบอุ่นขึ้นไปยังเขตที่มีอากาศหนาวเย็นได้เมื่อรู้จักทำให้ร่างกายอบอุ่นโดยใช้เสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่มที่ทำจากหนังสัตว์ แต่สำหรับมนุษย์ที่ยังคงอาศัยอยู่ในเขตอบอุ่นหรือในเขตอื่นๆ ของโลกจะแต่งกายกันอย่างไรนั้นทราบได้จากหลักฐานที่นักโบราณคดีและนักมานุษยวิทยาค้นพบได้ เช่น การพบภาพเขียนที่ผนังถ้ำที่มีอายุราว 20,000 ปี เป็นภาพที่ชัดเจนเขียนเป็นภาพมนุษย์ 2 เพศ ในคนเดียวกันที่เป็นหญิงสวมกระโปรงขนนกส่วนที่เป็นชายสวมหน้ากากสำหรับพิธีกรรม ตามภาพประกอบที่ 1-2



ภาพประกอบที่ 1-1 เครื่องมือในยุคพาลีโอลิธิคทำจากหินใช้ชุดหนังสัตว์และชนิดที่แหลมยาว
ทำจากงาช้าง กระดูกสัตว์ ใช้ทำเข็มเย็บหนังสัตว์เป็นเสื้อผ้า

ที่มา : Horn, M. J. (1968). The Second Skin. P 13.

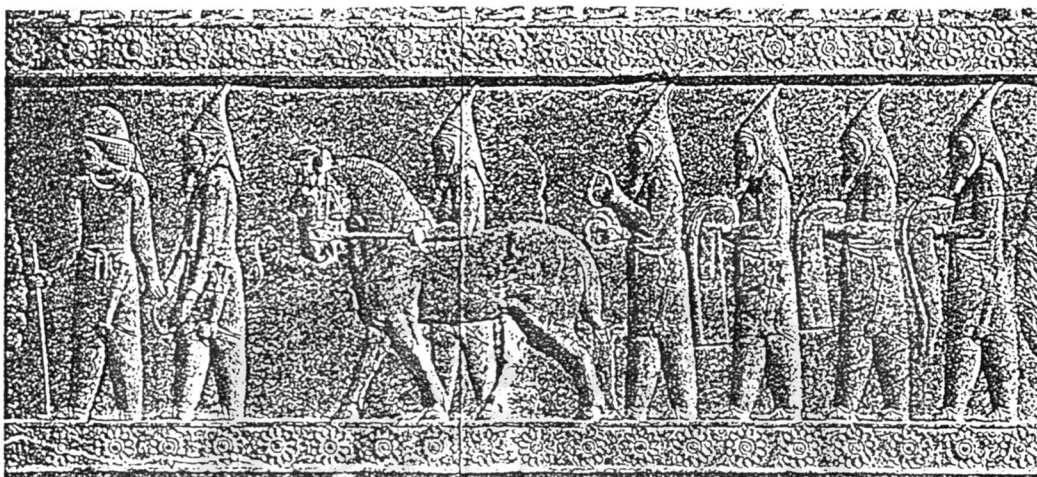


ภาพประกอบที่ 1-2 ภาพเขียนผนังถ้ำแสดงลักษณะการแต่งกายของคนในยุคราว
20,000 ปี

ที่มา : Horn, M. J. (1968). The Second Skin. P 15.

ในช่วงระยะราว 8,000 ปี ก่อนคริสตกาล มนุษย์ที่ไม่ย้ายที่อยู่อาศัยก็คงต้องพัฒนา
ความเป็นอยู่ของตนให้สามารถมีชีวิตอยู่ได้โดยเริ่มการเพาะปลูกหรือเลี้ยงสัตว์เพื่อเป็นอาหาร
มีการอาศัยอยู่ร่วมกันเป็นสังคมเมือง จากภาพเขียนฝาผนังถ้ำที่มีอายุราว 8,500 ปี แสดงภาพ
คนนุ่งผ้าผืนสั้นๆ (Loin cloth) ทำจากขนสัตว์สวมเสื้อผ้าทำจากหนังสัตว์ จากหลักฐานที่มี
การขุดพบโครงกระดูกมนุษย์ยุคนีโอลิธิคซึ่งมีอายุราว 10,000 ปี ที่ก้นทะเลสาบในประเทศ
สวิตเซอร์แลนด์ ซึ่งการขุดพบได้เป็นเพราะเกิดความแห้งแล้งอย่างรุนแรงในปี ค.ศ.1854 พบ
เศษผ้าลินินอยู่กับโครงกระดูกมนุษย์เหล่านั้น ซึ่งแสดงว่าคนในยุคนั้นรู้จักการเพาะปลูกต้น
แฟลกซ์และรู้วิธีเอาเส้นใยมาทอเป็นผ้าได้แล้ว เศษผ้าที่พบนั่นถือเป็นหลักฐานสำคัญยิ่งของ
โลกที่แสดงว่ามนุษย์เริ่มรู้จักการทอผ้าได้เมื่อไร

จากหลักฐานรูปหล่อโลหะตามภาพประกอบที่ 1-3 และภาพเขียนฝาผนังของชาวสุมาเรียนซึ่งมีอายุราว 5,500 ปี ที่ผ่านมา แสดงให้เห็นว่าคนในยุคนั้นแต่งกายด้วยเสื้อผ้าที่ทำจากผ้าทอ ชายและหญิงมีเครื่องแต่งกายต่างกัน ทรงผมต่างกัน (Horn. 1968 : 15-16)



ภาพประกอบที่ 1-3 รูปหล่อโลหะซึ่งมีอายุราว 5,500 ปี แสดงการแต่งกายของชาวสุมาเรียนในยุคนั้น

ที่มา : Horn, M.J. (1968). The Second Skin. P 17.

มีการขุดพบหลุมฝังศพของชาวสแกนดิเนเวียน (Scandinavian graves) ของยุคโลหะสัมฤทธิ์หรือยุคบรอนซ์ (Bronze Age 1,500-1,100 B.C.) ปรากฏหลักฐานในโลงศพไม้โอ๊คที่แสดงให้เห็นลักษณะการแต่งกายของชาวยุโรปตะวันตก เป็นเสื้อตัวนอก (Jackets) กระโปรงพันรอบตัว (Wraparound skirts) เสื้อคลุม (Gowns) ทำด้วยผ้าทอขนแกะ มีหมวกของชายและหญิง รองเท้า และเครื่องประดับ เช่น เข็มกลัด ต่างหู กำไล หวี และอื่นๆ ซึ่งทำด้วยโลหะสัมฤทธิ์ (Roach and Eicher. 1973 : 5)

มนุษย์เริ่มใช้เสื้อผ้าเพราะอะไร

มีการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมของมนุษย์ และอาศัยหลักฐานทางโบราณคดีมีผู้ทำให้เหตุผลว่ามนุษย์เริ่มใช้เครื่องนุ่งห่มหรือเสื้อผ้าเพราะเหตุใดไว้หลายแนวคิด สรุปที่สำคัญได้ 4 เรื่อง (Gurel. 1977 : 3-6) คือ

1. มนุษย์เริ่มใช้เสื้อผ้าเพราะมีความอาย

แนวคิดนี้เชื่อว่ามนุษย์มีความรู้สึกอาย ถ้าเปิดเผยร่างกายต่อสายตาผู้อื่น (The Modesty Theory) แต่จากหลักฐานต่างๆ ที่พบ มนุษย์ที่อาศัยในที่ต่างกันในโลกมีวัฒนธรรมต่างกันจะมี

ความรู้สึกในเรื่องความอายแตกต่างกัน ตัวอย่างหญิงชาวซุยา (Suya tribe) ในป่าอมซอน ประเทศบราซิล จะใช้แผ่นไม้ที่ใบหูทั้ง 2 ข้างและฝังที่ริมฝีปากด้านล่าง พวกเขาจะไม่อายที่เปลือยร่างกายโดยเฉพาะส่วนหน้าอก แต่จะอายมากถ้าผู้อื่นเห็นว่าเธอไม่มีแผ่นไม้ที่อวัยวะดังกล่าว ชาวเยป (Yap) ที่อาศัยในปาซิฟิกตอนใต้มีความอายต่อการเปิดเผยต้นขา แต่ไม่อายที่จะเปิดหน้าอก พวกเขาจะนุ่งผ้าปิดต้นขาแต่เปลือยอก หญิงชาวอียิปต์ในยุคอาณาจักรยุคเก่าจนถึงยุคกลางสวมเสื้อที่มีลักษณะเป็นถุงจากใต้อกลงไปถึงเข่า ที่ตัวเสื้อจะมีแถบผ้าคล้องพาดมาจากไหล่มายึดตัวเสื้อไว้

ทฤษฎีนี้ยังเป็นที่โต้แย้ง เพราะความรู้สึกอายของคนแตกต่างกันระหว่างสังคมมนุษย์ ความอายไม่ใช่เป็นสัญชาตญาณที่แท้จริง แต่เกิดจากการสร้างความรู้สึกอย่างนั้นขึ้นมาในสังคมหนึ่งๆ จึงไม่น่าที่มนุษย์จะเริ่มความต้องการใช้เสื้อผ้าด้วยความรู้สึกนี้

2. มนุษย์เริ่มใช้เสื้อผ้าเพราะต้องการดึงดูดความสนใจ

แนวคิดนี้เป็นแนวคิดที่ตรงข้ามกับแนวคิดแรก (The Immodest Theory) โดยเชื่อว่ามนุษย์ต้องการให้ผู้อื่นสนใจตนเอง ดังนั้นจึงอาศัยเครื่องนุ่งห่ม เสื้อผ้า หรือเครื่องประดับตกแต่งร่างกายส่วนที่ตนเองต้องการดึงดูดสายตาหรือความสนใจจากผู้อื่น แนวคิดนี้สามารถใช้อธิบายจุดประสงค์ของการใช้เสื้อผ้าเครื่องประดับของคนในยุคปัจจุบันได้เช่น การใช้กระโปรงสั้น กระโปรงยาวแต่มีช่องเปิดสูงหรือ เสื้อผ้าที่เน้นรูปทรงของร่างกาย เป็นต้น

3. มนุษย์เริ่มใช้เสื้อผ้าเพื่อป้องกันร่างกาย

เป็นแนวคิดที่แสดงว่ามนุษย์จำเป็นต้องใช้เสื้อผ้าเพื่อป้องกันร่างกาย (The Protection Theory) จากอันตรายที่จะได้รับเพื่อให้เขาสามารถมีชีวิตอยู่ในสิ่งแวดล้อมนั้นๆ ทฤษฎีนี้มีความเป็นไปได้มากสำหรับมนุษย์ที่อาศัยในบางส่วนของโลก เช่น คนในยุคหินเก่าที่อพยพจากเขตอบอุ่นขึ้นไปยังที่มีอากาศหนาวเย็น ซึ่งจำเป็นต้องหาเครื่องนุ่งห่มเพื่อป้องกันร่างกายจากความหนาวเย็นและทำให้มนุษย์รู้สึกสบายที่ทำกิจกรรมต่างๆ ได้ในสิ่งแวดล้อมนั้น

Langner (Horn. 1968 : 24; citing Langner. 1959 : 21) แสดงความคิดเห็นว่าเมื่อมนุษย์มีวิวัฒนาการเปลี่ยนทำขึ้นเป็นการยืนตัวตรงบนเท้าทั้งสองข้าง ส่วนของร่างกายด้านหน้าบริเวณท้องจะเปิดไม่มีอะไรปกป้องซึ่งเป็นจุดอ่อนที่เกิดอันตรายได้ง่ายจึงต้องหาสิ่งที่มาปกปิดอวัยวะสำคัญ มีหลักฐานแสดงว่า คนเริ่มใช้หนังสัตว์หรือผืนผ้าปิดเฉพาะส่วนหน้า โดยเฉพาะตรงอวัยวะเพศ นอกจากนี้เครื่องนุ่งห่มมีประโยชน์ในการป้องกันร่างกายจากหามความระคายเคืองจากขน ฝุ่นละออง แสงแดด แผลง หรือสัตว์ร้าย

มนุษย์ยังใช้เสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่มเนื่องจากความเชื่อในเรื่อง ภูติผีปิศาจ โชคลาง เช่นการเขียนสีที่หน้าและลำตัวให้แลดูน่ากลัว ใช้เครื่องราง ใช้หน้ากาก ใช้เสื้อผ้าที่มีสีที่คิดว่าจะทำให้เกิดโชคดี

4. มนุษย์เริ่มใช้เสื้อผ้าเพราะต้องการความสวยงาม

แนวคิดนี้เชื่อว่ามนุษย์มีสัญชาตญาณที่จะสร้างสรรค์ความงามให้ตัวเอง (The Adornment or Decorating Theory) เมื่อมนุษย์ได้เห็นสิ่งต่างๆรอบตัวจะเกิดความพอใจ เช่น พบดอกไม้ ใบไม้ หินสีต่าง ๆ กระดุกสัตว์ที่มีรูปร่างสวยงาม ขนนก ก็นำไปดัดแปลงตกแต่งร่างกาย ซึ่งน่าจะเป็นจุดเริ่มต้นที่มนุษย์รู้จักการแต่งกาย และเริ่มใช้เครื่องนุ่งห่มเพื่อความสวยงาม และอาจจะมีจุดประสงค์อื่น ๆ ร่วมด้วยเช่น การป้องกันอันตรายให้กับร่างกายด้วย มนุษย์บางเชื้อชาติมีความพอใจที่จะดัดแปลงร่างกายบางส่วน โดยเกิดความรู้สึกว่าสวยงาม เช่น การเจาะหู ไล่ต่างหู เจาะจมูก การสักที่ผิวหนังให้เป็นลวดลาย การทำให้ผิวหนังเกิดเป็นรอยแผลเป็นที่เป็นลวดลาย การเขียนสีตามตัว ซึ่งมนุษย์ในปัจจุบันยังใช้วิธีการดังกล่าวหลายวิธีเพื่อทำให้เกิดความสวยงามไปพร้อมกับการใช้เสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม

จากแนวคิดต่าง ๆ ที่อธิบายว่ามนุษย์เริ่มค้นใช้เสื้อผ้า เพราะเหตุใดนั้น ผู้เขียนเห็นว่าไม่อาจสรุปได้ว่าแนวคิดใดถูกต้องที่สุด ทุกแนวคิดมีส่วนถูกต้อง หรือน่าจะเป็นสาเหตุที่มนุษย์เริ่มใช้เครื่องแต่งกายได้ทั้งสิ้น ส่วนจะเป็นสาเหตุใดก็ขึ้นอยู่กับที่ว่ามนุษย์ยุคใด หรือมีถิ่นที่อยู่ที่ไหน มีความจำเป็นที่ต้องการแต่งกายเพราะอะไร ประเด็นที่น่าจะเป็นเหตุที่ทำให้มนุษย์แต่งกายอาจจะเป็นเพราะต้องการความงาม และความจำเป็นทางสรีรวิทยาเป็นสำคัญ ซึ่งด้วยสาเหตุสำคัญทั้งสองเมื่อมนุษย์มีวิวัฒนาการและมีการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีช่วยพัฒนาความเป็นอยู่มาจนถึงปัจจุบัน เสื้อผ้าซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งของการดำรงชีวิตมนุษย์ก็ได้รับการพัฒนารูปแบบ กระบวนการผลิต และให้ความสบายแก่ร่างกายเสมือนเป็นผิวหนังอีกชั้นหนึ่งของร่างกายรวมทั้งใช้เป็นเครื่องป้องกันอันตรายแก่อวัยวะหรือชีวิต

เสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม : ปัจจัยสำคัญของมนุษย์

ในปัจจุบันเสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่มเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งของมนุษย์ทุกเผ่าพันธุ์ในโลก สามารถสรุปได้ว่าเสื้อผ้าทำหน้าที่สำคัญ 2 ประการคือ

1. ทำหน้าที่เสริมโครงสร้างและสรีรวิทยาของร่างกายของผู้สวมใส่ นั่นคือเมื่อคนใช้เสื้อผ้าแล้ว จะต้องรู้สึกสบาย รู้สึกว่าเสื้อผ้าเป็นส่วนหนึ่งของร่างกาย สามารถอยู่ได้ในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ และทำกิจกรรมต่าง ๆ ของชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ทำหน้าที่ในทางสังคมวิทยาและจิตวิทยา เสื้อผ้าที่คนในยุคปัจจุบันใช้แสดงสถานะทางสังคมได้ เช่น เสื้อผ้าที่แสดงอาชีพ ตำแหน่ง ชนชั้น ศาสนา สมาชิกของกลุ่มคนที่ทำหน้าที่อย่างเดียวกัน เชื้อชาติ วัฒนธรรม เป็นต้น ในด้านจิตวิทยาเสื้อผ้าแสดงความรู้สึกให้กับผู้สวมใส่ และผู้ที่พบเห็น เช่นการสวมเสื้อผ้า เพื่อแสดงความเข้มแข็ง กล้าหาญ ความสงบ

เยือกเย็น ความรัก ความสนุกสนานร่าเริง ความเศร้า ถ้วนแสดงออกได้ด้วยเครื่องแต่งกาย ทั้งในลักษณะรูปแบบและสีของเสื้อผ้า

ในรายวิชาสรีรวิทยากับเสื้อผ้านี้ มุ่งให้ผู้เรียนศึกษาประเด็นความสัมพันธ์ของเสื้อผากับสรีรวิทยาของผู้สวมใส่ โดยศึกษาถึงเรื่องราวของสรีรวิทยาของคน ทั้งด้านโครงสร้างของร่างกายและการควบคุมสมดุลความร้อนของร่างกาย สภาพสิ่งแวดล้อมในเรื่องอุณหภูมิอากาศ ความชื้น กระแสลม และคุณสมบัติของสิ่งทอที่จะใช้ทำเสื้อผ้า รวมทั้งรูปแบบเสื้อผ้าที่จะให้ความสบาย ความปลอดภัย และช่วยในการทำกิจกรรมต่างๆ เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุป

มนุษย์จำเป็นต้องใช้เสื้อผ้าเพื่อให้รู้สึกสบายกาย มีความมั่นใจ สามารถทำกิจกรรมต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความปลอดภัย จากการศึกษาค้นคว้าของนักมานุษยวิทยา และนักโบราณคดีแสดงว่าการใช้ชีวิตของมนุษย์โฮโมอีเรคตัส จนถึงมนุษย์นีแอนเดอร์ทัล มีการใช้หนังสัตว์ห่อหุ้มร่างกาย มนุษย์โครมันยองซึ่งมีความฉลาดมากขึ้นสามารถใช้งาช้างแฉกมอหรือกระดูกสัตว์ทำเป็นเข็มเย็บหนังสัตว์ให้เป็นเสื้อผ้าที่สวมเข้ากับรูปร่างทำให้เกิดความสะดวกต่อการใช้ มีความสบายและปลอดภัยมากขึ้น การวิวัฒนาการของมนุษย์ทำให้มีการพัฒนาวัสดุ รูปแบบของเสื้อผ้าไปด้วยจนถึงยุคปัจจุบัน มีผู้ศึกษาถึงสาเหตุที่มนุษย์เริ่มใช้เสื้อผ้าเป็นสิ่งประการ คือ เพราะความอาย ความต้องการดึงดูดความสนใจ เพื่อป้องกันอันตราย และเพื่อความสวยงาม ในปัจจุบันเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มเป็นปัจจัยสำคัญของชีวิตมนุษย์โดยทำให้เกิดความสบายและความปลอดภัยในขณะทำกิจกรรมต่างๆ และทำหน้าที่ทางสังคมวิทยาและจิตวิทยา สำหรับรายวิชาสรีรวิทยากับเสื้อผ้าจะมุ่งให้ศึกษาประเด็นความสัมพันธ์ของเสื้อผากับสรีรวิทยาของผู้สวมใส่เป็นสำคัญ

คำถามท้ายบท

1. ให้นิสิตเขียนแผนภูมิแสดงวิวัฒนาการของเสื้อผ้าที่มนุษย์เริ่มใช้จนถึงปัจจุบัน
2. ให้นิสิตยกตัวอย่างชนิดเสื้อผ้าอย่างน้อย 10 ชนิดโดยหารูปประกอบ แล้วเขียนอธิบายด้วยว่าเสื้อผ้านั้นทำหน้าที่ในด้านสรีรวิทยา สังคม หรือ จิตวิทยา
3. ถ้านิสิตต้องการจะทำเสื้อผ้าที่ให้ความสบายแก่ผู้สวมใส่จะต้องคิดถึงองค์ประกอบอะไรบ้าง
4. อภิปรายแสดงความคิดเห็นว่าอะไรเป็นสาเหตุสำคัญ ที่ทำให้มนุษย์เริ่มค้นใช้เสื้อผ้า

บทที่ 2

เสื้อผ้าเพื่อความสบายและความปลอดภัย

เสื้อผ้าที่ผู้สวมใส่รู้สึกสบายและปลอดภัยจะต้องมีขนาดและลักษณะที่เหมาะสมกับโครงสร้างร่างกาย และมีคุณสมบัติของชนิดเส้นใย เส้นด้าย โครงสร้างผ้า และรูปแบบที่เหมาะสมกับสรีรวิทยาของผู้สวมใส่ ในสภาวะแวดล้อมใด ๆ หรือขณะทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี

จุดมุ่งหมายเฉพาะ เพื่อให้บัณฑิตสามารถ

1. อธิบายถึงความสำคัญของโครงสร้างร่างกาย และสรีรวิทยาของคนที่เกี่ยวข้องกับการใช้เสื้อผ้าได้
2. อธิบายถึงสภาวะแวดล้อมที่มีผลต่อความสบายและความปลอดภัยของร่างกายได้
3. อธิบายคุณสมบัติของเสื้อผ้าที่ทำให้ความสบายและความปลอดภัยต่อผู้สวมใส่ได้

แนวการสอนและกิจกรรม

1. ตั้งคำถามนิสิตถึงความรู้สึกสบายเมื่อสวมใส่เสื้อผ้าเกิดขึ้นจากอะไรบ้าง ให้ช่วยกันเขียนข้อความที่นิสิตตอบแล้วสรุปสาระที่เป็นหัวข้อสำคัญ
2. ให้นิสิตยกตัวอย่างการปฏิบัติงานเสี่ยงภัยต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้เสื้อผ้าเพื่อป้องกันอันตราย
3. บรรยายเนื้อหาที่สำคัญ ขยายความ พร้อมทั้งยกตัวอย่างเสื้อผ้าที่ทำให้ความสบายและความปลอดภัยแก่ผู้สวมใส่
4. ให้นิสิตร่วมอภิปราย แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมจากที่อาจารย์บรรยายเนื้อหา

อุปกรณ์การสอน

1. รูปภาพ หรือ หุ่น โครงสร้างของมนุษย์ ตัวอย่างเสื้อผ้า
2. สไลด์ภาพนิ่ง แสดงการแต่งกายของคนในสิ่งแวดล้อมและขณะทำกิจกรรมต่าง ๆ

การประเมินผล

1. สังเกตความสนใจ และแนวคิดของนิสิตขณะอภิปรายหรือยกตัวอย่างเลือฝ้าที่สวมใส่ แล้วให้ความสบายในสภาวะแวดล้อม หรือทำกิจกรรมต่าง ๆ
2. ตอบคำถามท้ายบทได้ถูกต้อง
3. ตอบคำถามข้อสอบได้



การเลือกใช้เสื้อผ้าที่จะให้ความสบายต่อผู้สวมใส่ได้นั้น ไม่ใช่จะพิจารณาเฉพาะที่เสื้อผ้าเท่านั้นจะต้องพิจารณาทั้งโครงสร้างร่างกาย สรีรวิทยาของผู้สวมใส่ และสภาวะแวดล้อมที่คนใช้เสื้อผ้านั้นอาศัยอยู่ หรือทำกิจกรรมใด ๆ เพราะถ้าองค์ประกอบทั้งสามมีความสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสมก็จะทำให้ผู้สวมใส่เสื้อผ้ารู้สึกสบาย เป็นปกติไม่ร้อนหรือหนาวเกินไป นอกจากนั้นการใช้เสื้อผ้า เครื่องแต่งกายของผู้ที่ทำกิจกรรม หรืออาชีพที่เสี่ยงอันตรายใดๆ จะต้องเลือกเสื้อผ้าที่มีประสิทธิภาพสูงในการให้ความปลอดภัยต่อผู้สวมใส่ที่อยู่ในสภาวะที่เสี่ยงภัยนั้นๆ

โครงสร้างและสรีรวิทยาของร่างกาย

เสื้อผ้าที่สวมใส่แล้วให้ความสบายจะต้องมีความพอดีกับโครงสร้างร่างกายของผู้สวมใส่ โครงสร้างร่างกายของคนแต่ละเชื้อชาติจะมีความแตกต่างกัน โครงสร้างร่างกายของคนในแต่ละเชื้อชาติเอง ยังแตกต่างกันในแต่ละเพศ คนแต่ละเพศก็จะมีโครงสร้างร่างกายที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุ การวัดขนาดตัวที่พอดี และวัดที่จุดสำคัญทุกจุดของร่างกายจะทำให้สามารถใช้สัดส่วนนั้นมาทำแบบตัดที่พอดีกับโครงสร้างร่างกาย เมื่อตัดเย็บเป็นเสื้อผ้าแล้วต้องสวมใส่ได้พอดี และเคลื่อนไหวร่างกายได้โดยสะดวก การเลือกแบบเสื้อผ้าที่เหมาะสมกับโครงสร้างร่างกายของผู้สวมใส่เป็นสิ่งสำคัญ เช่นเสื้อผ้าสำหรับคนชรา หรือเด็กเล็ก ควรเป็นเสื้อผ้าที่สวมเข้ากับร่างกายได้ง่าย มีเครื่องเกาะเกี่ยว ที่ผู้สวมใส่ใช้ได้ง่าย มีความทนทาน เสื้อผ้าสำหรับหญิงมีครรภ์ ควรมีลักษณะที่เหมาะสมกับโครงสร้างร่างกาย ใส่แล้วไม่รู้สึกอึดอัด เคลื่อนไหวและทำกิจกรรมต่างๆ ได้โดยสะดวกสบาย

การทำเสื้อผ้าชั้นในของสตรี เช่น เสื้อยกทรง หรือสตั๊ด จะต้องคำนึงถึงโครงสร้างร่างกายของผู้ใช้เป็นสำคัญ โครงสร้างร่างกายของผู้หญิงในยุโรปต่างจากของผู้หญิงในเอเชีย โครงสร้างร่างกายของผู้หญิงในเอเชียเองก็แตกต่างกันระหว่างผู้ที่อาศัยกันคนละส่วนของทวีป เช่น โครงสร้างร่างกายของหญิงญี่ปุ่นจะต่างจากของหญิงไทย โครงสร้างร่างกายของหญิงไทยก็ยังคงแตกต่างกันระหว่างช่วงอายุ จากข้อมูลการสำรวจของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมซึ่งได้สำรวจโครงสร้างของคนไทยเป็นสองระยะ คือ ในระยะแรกเมื่อ พ.ศ. 2524 - 2528 และในระยะที่ 2 เมื่อ พ.ศ. 2529 - 2533 พบว่าโครงสร้างของหญิงไทยจะแตกต่างกันไปเมื่ออายุเปลี่ยนไป (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2535 : 44 - 45) บริษัท ไทยวาโก้ จำกัด ซึ่งร่วมมือกับสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (บริษัท ไทยวาโก้ จำกัด. ม.ป.ป. : หน้า 17) ใช้ข้อมูลที่สำรวจได้ไปกำหนดแนวทางผลิตสินค้าเสื้อยกทรงสตรี ในวัยต่างๆ ให้มีขนาด และลักษณะของเต้าทรงเหมาะกับรูปร่างของหญิงไทย และได้นำไปเป็นข้อมูล

การผลิตชุดว่ายน้ำ และผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกายอื่น ๆ จะเห็นว่าการผลิตเสื้อผ้าชุดชั้นใน และชุดว่ายน้ำ หรือเสื้อผ้าเครื่องแต่งกายจะต้องคำนึงถึงโครงสร้างร่างกาย ลักษณะสัดส่วนของผู้ใช้ในแต่ละส่วนของโลกเป็นสำคัญ ดังนั้นการผลิตสินค้าเหล่านี้ไปขายยังประเทศใด ๆ ในโลก ผู้ผลิตจำเป็นต้องรู้ลักษณะของโครงสร้างและสัดส่วนของผู้ใช้เสื้อผ้าในประเทศนั้น ๆ

ในด้านสรีรวิทยานั้น ความรู้สึกสบายเกิดจากร่างกายมีสมดุลความร้อน หรือความร้อนที่ร่างกายสร้างขึ้นจะเท่ากับความร้อนที่ใช้และปลดปล่อยออกไปจากร่างกาย เพื่อให้อุณหภูมิของร่างกายอยู่ในระดับปกติ คือ 37°C (98.6°F) คนเป็นสัตว์เลือดอุ่น จึงปรับเปลี่ยนอุณหภูมิไปตามอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมไม่ได้ ในขณะที่มีชีวิต เซลล์ในร่างกายจะสร้างพลังงานโดยกระบวนการเมตาบอลิซึม โดยใช้สารอาหารที่กินเข้าไปและอากาศที่หายใจ ร่างกายใช้พลังงานที่เซลล์สร้างขึ้นเพื่อการทำงานของร่างกายและใช้เป็นพลังงานความร้อน ร่างกายมีการปรับระดับความร้อนได้หลายวิธี ได้แก่ การแผ่รังสี การนำความร้อน การพาความร้อน การเสียดความร้อนโดยกลไกการขับเหงื่อและการระเหยของเหงื่อ

สำหรับผู้มีอาชีพที่ต้องเสี่ยงภัย เช่น พนักงานดับเพลิง เจ้าหน้าที่ในหน่วยกู้ภัย จากสารเคมี จากระเบิด หรืออื่นๆ ผู้ทำกิจกรรมที่ต้องเสี่ยงอันตรายซึ่งจะเกิดกับอวัยวะต่างๆจนถึงขั้นพิการหรือเสียชีวิต เช่น นักกีฬาบางประเภท สรีระของคนเหล่านั้นในขณะที่ปฏิบัติงานหรือทำกิจกรรมจะมีการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างไปจากสภาวะปกติ จึงจำเป็นต้องใช้เครื่องแต่งกายที่มีการออกแบบ และการผลิตตามมาตรฐานที่กำหนดขึ้นเพื่อความปลอดภัยเฉพาะสภาวะ ซึ่งจะช่วยป้องกันอันตรายให้กับผู้สวมใส่และช่วยให้เขาสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สภาวะแวดล้อมกับความสบายและความปลอดภัย

สภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับความสบายขณะสวมใส่เสื้อผ้าหมายถึง อุณหภูมิของอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความกดดันอากาศ กระแสลม และแสงแดด การเลือกใช้เสื้อผ้าให้เหมาะสมกับสภาวะดังกล่าว จะช่วยให้ผู้สวมใส่เสื้อผ้ารู้สึกสบาย เช่นในที่ที่มีอากาศร้อนชื้นอย่างประเทศไทยควรสวมเสื้อผ้าที่ดูดซับความชื้นได้ดี และยอมให้ความชื้นระเหยได้เร็ว แต่ในที่ที่มีอากาศหนาวเย็นควรสวมเสื้อผ้าที่มีลักษณะช่วยเก็บความร้อนของร่างกายได้ดี เป็นต้น

สภาวะแวดล้อมที่จะเป็นอันตรายต่อการปฏิบัติงานเสี่ยงภัยต่างๆ เช่น อัคคีภัยที่เกิดจากการถูกไหม้ของเชื้อเพลิงประเภทต่างๆ ภัยจากสารเคมี รังสี เชื้อโรค หรือการถูกแรงกระแทกรุนแรง เป็นต้น จำเป็นจะต้องอาศัยเครื่องแต่งกายที่สามารถป้องกันอันตรายจากสภาวะดังกล่าว

เสื้อผ้าที่ให้ความสบายและความปลอดภัย

การพิจารณาเลือกเสื้อผ้าที่จะทำให้ผู้ใช้รู้สึกสบายในสภาวะแวดล้อมใด ๆ นั้นควรพิจารณาในเรื่องต่างๆ ดังนี้

1. เส้นใยผ้า ควรเลือกใช้เส้นใยที่มีคุณสมบัติสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่จะใช้ คุณสมบัติที่ต้องพิจารณาคือ การดูดซับความชื้น น้ำหนัก ความคงตัว ความยืดหยุ่น การนำความร้อน และการเป็นฉนวนนำประจุไฟฟ้าสถิต

2. เส้นด้าย ลักษณะเส้นด้ายมีผลต่อคุณสมบัติของผ้าที่ใช้ทำเสื้อผ้า คุณสมบัติที่ต้องพิจารณา เช่น เส้นด้ายเป็นแบบสปัน หรือฟีลามেন্ট เส้นด้ายยืด หรือไม่ยืด เส้นด้ายแน่นเรียบ หรือพองฟู

3. โครงสร้างผ้า ผ้าเป็นสิ่งสำคัญของเสื้อผ้า จึงต้องพิจารณาเลือกโครงสร้างผ้าที่จะใช้ทำเสื้อผ้าให้เหมาะกับวัตถุประสงค์ที่จะใช้ประโยชน์ จะเป็นผ้าทอ ผ้าถัก หรือผ้าไมทอ ต้องเลือกให้ถูกต้องว่าจะใช้ผ้ากี่ชนิดนำมาประกอบเป็นเสื้อผ้า ผู้ทำเสื้อผ้าจะต้องเข้าใจคุณสมบัติของผ้าแต่ละชนิด ว่าเป็นอย่างไร ในด้านความโค้งงอ ความทิ้งตัว การยอมให้อากาศผ่าน ความหนา ความคงขนาดไม่หดตัว มีน้ำหนักอย่างไร ผิวสัมผัสของผ้าเป็นอย่างไร มีการตกแต่งสำเร็จที่เหมาะสมหรือไม่ สีและลวดลายเป็นอย่างไร

4. รูปแบบเสื้อผ้าและจำนวนชั้นของเสื้อผ้า การสวมเสื้อผ้าเพื่อความสบายในสภาวะแวดล้อมหรือให้เหมาะกับการทำกิจกรรมใด ๆ ต้องพิจารณาถึงรูปแบบเสื้อผ้าที่จะใช้ ลักษณะโครงสร้างผ้า เส้นด้าย และเส้นใยผ้าที่เหมาะสมต่อการทำเสื้อผ้าให้ใช้ประโยชน์ที่ต้องการได้ นอกจากนี้ควรเลือกใช้จำนวนชั้นของเสื้อผ้าให้พอดีกับสภาวะอากาศ มีการแบ่งความต้องการจำนวนชั้นเสื้อผ้าตามเขตภูมิอากาศของโลก เช่น เสื้อผ้าชั้นเดียวจะเหมาะกับการใช้ในอากาศเขตร้อน เสื้อผ้าสองชั้นเหมาะกับการใช้ในเขตอากาศหนาวเย็น สำหรับอากาศที่หนาวถึงหนาวจัด จำเป็นจะต้องใช้เสื้อผ้าสามถึงสี่ชั้น

สำหรับการใช้เครื่องแต่งกายเพื่อป้องกันอันตรายนั้น ต้องพิจารณาเลือกใช้เฉพาะชนิดที่ผลิตโดยมีมาตรฐานคุณภาพผลิตภัณฑ์รับรอง

ดังนั้นการเลือกเสื้อผ้าเพื่อให้เกิดความสบายและปลอดภัยต่อร่างกายจะต้องพิจารณาองค์ประกอบสามประการคือ โครงสร้างและสรีรวิทยาของผู้ใช้เสื้อผ้านั้น สภาวะแวดล้อมหรือกิจกรรมขณะใช้เสื้อผ้า รูปแบบและจำนวนชั้นของเสื้อผ้าที่ใช้

สรุป

การเลือกใช้เสื้อผ้าเพื่อความสบายและความปลอดภัย จะต้องพิจารณาที่องค์ประกอบสามประการคือ โครงสร้างร่างกายและสรีรวิทยาของผู้สวมใส่ สภาพแวดล้อมซึ่งหมายถึงระดับอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความกดดันอากาศ กระแสลม แสงแดด และสภาพที่เสี่ยงภัยประเภทต่างๆ องค์ประกอบสุดท้ายคือ พิจารณาที่ชนิด และสมบัติของเส้นใยผ้า เส้นด้าย โครงสร้างผ้า รูปแบบและจำนวนชั้นเสื้อผ้าที่สวม มาตรฐานควบคุมคุณภาพการผลิตเสื้อผ้าที่ใช้เพื่อป้องกันอันตราย

คำถามท้ายบท

1. ให้ยกตัวอย่างชนิดเสื้อผ้าที่ใช้พอดีกับ โครงสร้างหรือสัดส่วนร่างกายของหญิงและชายวัยต่าง ๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้
2. เสื้อผ้าที่จะให้ความสบายต่อผู้สวมใส่ต้องมีคุณสมบัติอะไรบ้าง
3. การเลือกใช้เสื้อผ้า เพื่อความสบายในสภาพอากาศร้อนกับอากาศหนาว มีข้อที่ต้องพิจารณาต่างกันอย่างไร
4. ควรใช้เกณฑ์อะไรในการพิจารณาเลือกใช้เสื้อผ้าเพื่อป้องกันอันตรายขณะปฏิบัติงานหรือทำกิจกรรมใด ๆ

บทที่ 3

โครงสร้างร่างกายกับเสื้อผ้า

มนุษย์ในยุคปัจจุบันมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Homo sapiens มีวิวัฒนาการมาจนสามารถยืนตัวตรงด้วยขาหลัง 2 ขา ส่วนขาหน้ามีวิวัฒนาการเป็นแขน มีมือที่ใช้หยิบจับสิ่งต่างๆ ได้ ผิวหนังจะมีขนน้อยลง มนุษย์ต้องสวมเสื้อผ้าเพื่อป้องกันร่างกายจากความร้อน ความหนาวเย็นและอื่นๆ เสื้อผ้าจึงทำหน้าที่เหมือนเป็นผิวหนังอีกชั้นหนึ่งของร่างกาย การทราบลักษณะโครงสร้างร่างกาย ระบบโครงกระดูก และระบบผิวหนัง ตลอดจนการเคลื่อนไหว มีความสำคัญต่อการผลิต และการใช้เสื้อผ้าเพื่อให้มีความพอดีกับร่างกาย มีความสบาย และสามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จุดมุ่งหมายเฉพาะ เพื่อให้นิสิตสามารถ

1. ระบุชื่อส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้
2. เรียกชื่อกระดูกชิ้นสำคัญและอธิบายการเคลื่อนไหวของกระดูกบริเวณต่าง ๆ ได้
3. อธิบายสาเหตุความแตกต่างของโครงสร้างร่างกายมนุษย์ได้
4. อธิบายได้ว่าการทราบขนาดสัดส่วนของร่างกาย และการเคลื่อนไหวของอวัยวะ มีความสำคัญต่อการผลิตเสื้อผ้าอย่างไร
5. ระบุหน้าที่ของผิวหนัง และอธิบายความสัมพันธ์ของหน้าที่ผิวหนังกับการใช้เสื้อผ้าได้

แนวการสอนและกิจกรรม

1. การบรรยายเนื้อหาที่สำคัญ การตอบข้อซักถาม
2. ให้นิสิตทดลองสำรวจขนาดโครงสร้างร่างกาย โดยการวัดและการสังเกตเพื่อน เพศชาย เพศหญิง อย่างละ 10 คน แล้วเปรียบเทียบขนาด สัดส่วนของร่างกาย
3. ให้นิสิตสรุปและอภิปรายว่า การทราบขนาด สัดส่วน และการเคลื่อนไหวของอวัยวะ มีความสำคัญต่อการผลิตเสื้อผ้าอย่างไร
4. ให้อภิปรายความหมายของข้อความ “เสื้อผ้าเป็นเสมือนผิวหนังอีกชั้นหนึ่งของร่างกาย”
5. ให้นิสิตแบ่งกลุ่มศึกษาค้นคว้าเอกสาร เรื่องโครงสร้างและสัดส่วนร่างกายเด็กวัยต่างๆ แล้วนำมาเสนอในชั้นเรียนและทำรายงานรูปเล่ม

อุปกรณ์การสอน

1. ภาพหรือหุ่นจำลองโครงสร้างร่างกายมนุษย์ ระบบโครงกระดูกและระบบผิวหนัง
2. สไลด์ ภาพนิ่ง เรื่องเชื้อชาติมนุษย์

การประเมินผล

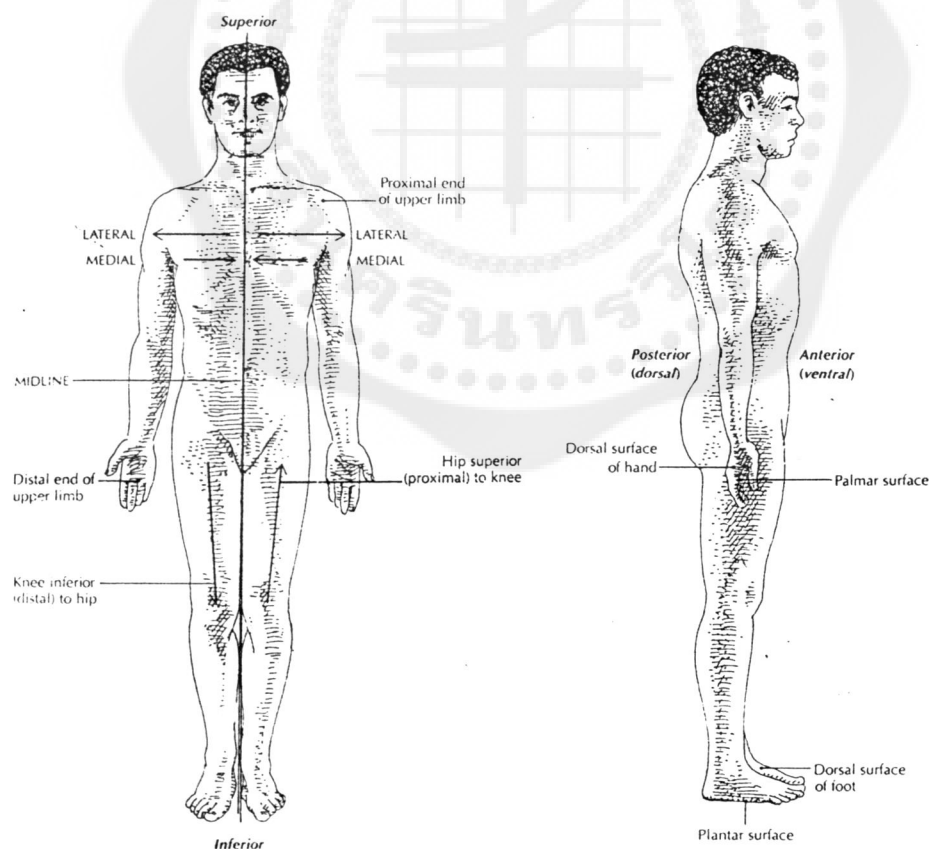
1. สังเกตความสนใจ และแนวคิด ขณะอภิปราย การยกตัวอย่างได้ถูกต้อง
2. นิเทศการใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม วัดขนาดสัดส่วนโครงสร้างร่างกาย และสรุปถึงประโยชน์ของการทราบขนาดสัดส่วนได้ถูกต้อง
3. การตอบคำถามท้ายบท และการสอบ



ลักษณะโครงสร้างร่างกายกับเสื้อผ้า

การรู้จักลักษณะโครงสร้างร่างกาย ขนาด และสัดส่วนการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ การเคลื่อนไหว มีความสำคัญต่อการทำเสื้อผ้าให้สวมใส่ได้พอดี ช่วยให้เสริมบุคลิกภาพและอำพรางลักษณะบกพร่องของร่างกายได้ โครงสร้างของเสื้อผ้าที่สวมเข้ากับร่างกายได้ง่าย ถอดง่าย ใส่แล้วรู้สึกสบายไม่อึดอัด จะทำให้ผู้สวมใส่เคลื่อนไหวได้สะดวกสบาย

มนุษย์ในยุคปัจจุบัน (Homo sapiens) จะมีลักษณะโครงสร้างร่างกายเป็นแบบเดียวกันในการศึกษาทางกายวิภาคศาสตร์ (Carola, Harley and Noback. 1992 : 12-18) จะเรียกส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมนุษย์ตามภาพประกอบที่ 3-1 เมื่อกำหนดเส้นแบ่งครึ่งกลางลำตัวตามความยาว (Midline of the body) จะแบ่งร่างกายออกเป็น 2 ส่วน ทางซ้ายและขวาที่เท่ากันและเหมือนกัน เรียกว่าเป็น Bisymmetry เมื่อดูจากด้านหน้าขณะยืนตัวตรง ให้ฝ่ามือเปิดออกด้านหน้าเท่าซีกกัน ส่วนของร่างกายที่มีตำแหน่งไปทางศีรษะ จะเป็นส่วนบน (Superior) ของอวัยวะที่ไปทางเท้า หรือส่วนล่าง (Inferior) เมื่อดูทางด้านข้าง ร่างกายส่วนหน้า หรือท้อง (Anterior or Ventral) จะต่างจากส่วนหลัง (Posterior or Dorsal)



ภาพประกอบที่ 3-1 ลักษณะโครงสร้างร่างกายภายนอกและการเรียกชื่อส่วนต่างๆ ของร่างกายมนุษย์

ที่มา: Carola, Robert. John P. Harley and Charles R. Noback. (1992). Human Anatomy. P17.

ร่างกายมนุษย์จะแบ่งเป็นระนาบ (Plane) ได้ในระนาบต่าง ๆ กัน สำหรับระนาบทางภาคตัดขวาง ร่างกายจะมีลักษณะค่อนข้างกลม รั้ว ตำแหน่งอวัยวะที่สำคัญของร่างกายตามรูปจะมีส่วนแกนของร่างกาย (Axial part) ซึ่งเป็นส่วนหัว (Head) คอ (Neck) อก (Chest) ท้อง (Abdomen) ตรงบริเวณเอว (Waist) จะคอดเล็กกว่าส่วนอกและตะโพก ส่วนล่างติดจากเอวจะผายกว้างออกเป็นส่วนตะโพก ลักษณะของร่างกายส่วนหน้า และด้านหลังจะต่างกัน ลักษณะส่วนอกของเพศหญิงจะมีเต้านม (Breast)

อวัยวะที่ยื่นออกไปจากส่วนแกนของร่างกาย เรียกว่าส่วนระยางค์ (Appendicular parts) ซึ่งมีแขน (Arms) และขา (Legs) ส่วนแขนเป็นอวัยวะยาวกลมประกอบด้วยส่วนต้นที่ติดกับลำตัวตรงบริเวณไหล่ เรียกว่าต้นแขน ต่อกับฝ่ามือตรงข้อมือ ตรงจุดที่ต้นแขนต่อกับปลายแขนจะงอพับได้ ตรงบริเวณข้อมือจะบิดตัวได้ ส่วนขาเป็นอวัยวะที่ใช้เดินเคลื่อนไหวได้ดี ต้นขาติดกับตะโพก และปลายขาติดกับต้นขาตรงหัวเข่า ที่จุดนี้จะทำให้งอพับขาได้ ที่ปลายขามีข้อเท้า และเท้า

ร่างกายจะถูกห่อหุ้มด้วยผิวหนังซึ่งเป็นส่วนที่ช่วยปรับให้ร่างกายสามารถอยู่ในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้ในระดับหนึ่ง โดยผิวหนังชั้นนอกจะมีช่องเปิดของต่อมเหงื่อ ต่อมน้ำมัน ต่อมน้ำนม (เพศหญิง) และสารขับออกต่าง ๆ เช่นเมือก ที่ผิวหนังขกเว้นฝ่ามือฝ่าเท้ามีขนปกคลุม จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพันธุกรรม หรือเชื้อชาติ สีจะมีผมปกคลุม สีผม และสีขนจะแตกต่างกันไปตามเชื้อชาติ เพราะการทำงานของระบบอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายมนุษย์จะมีชีวิตจึงทำให้สามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่ต้องทำในชีวิตได้มากมาย การทราบโครงสร้างของร่างกายและระบบอวัยวะที่จะเกี่ยวข้องกับการใช้เสื้อผ้าให้พอดีกับร่างกาย คือระบบโครงกระดูกและระบบห่อหุ้มร่างกายหรือผิวหนังจะช่วยให้สามารถวัดสัดส่วนที่สำคัญต่อการทำแบบตัด การกำหนดรูปแบบเสื้อผ้า โครงสร้างของเสื้อผ้า การเลือกวัสดุคือผ้า และชนิดเส้นใยได้เหมาะสมกับกิจกรรมของร่างกาย

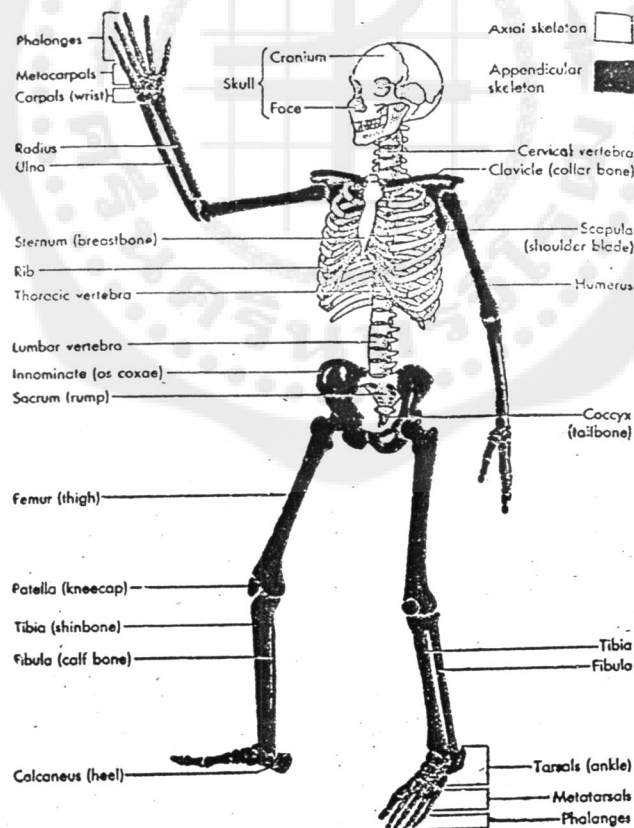
ระบบโครงกระดูกกับเสื้อผ้า

ระบบโครงกระดูก เป็นระบบโครงสร้างภายในของร่างกายที่เป็นหลักของลักษณะรูปร่าง ให้ความแข็งแรงและปลอดภัย ต่อระบบอวัยวะอื่น ๆ ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวได้อย่างดีและรวดเร็ว การเข้าใจถึงการทำงานของระบบโครงกระดูกจะมีประโยชน์ต่อการศึกษาเรื่องเสื้อผ้า ในเรื่องตำแหน่งที่จะใช้วัดขนาดตัว กำหนดรูปแบบและการตัดเย็บให้เข้ากับขนาดและทิศทางการเคลื่อนไหวของร่างกาย ซึ่งเกิดจากการทำงานของอวัยวะที่มีกระดูกเป็นโครงสร้างหลัก โดยจะรู้ว่าอวัยวะมีข้อพับ โค้งตัว บิดตัว หมุนตัวได้อย่างไร การยกแขน ก้าวขาจะทำให้

ในระดับใด การวัดขนาดตัวเพื่อจะใช้ทำแบบตัดเสื้อผ้าเครื่องแต่งกาย จึงวัดโดยอาศัยตำแหน่งของกระดูกเป็นสำคัญ

โครงกระดูกของคนตามภาพประกอบที่ 3-2 จำแนกเป็น 2 พวกใหญ่คือ กระดูกแกนกลาง (Axial skeleton) และกระดูกกระยางค์ (Appendicular skeleton) (เซาว์น ชิโนรัถย์ และ พรณี ชิโนรัถย์. 2519 : 352-363)

กระดูกแกนกลาง หมายถึง กะโหลกศีรษะ (Skull) ท่อหุ้มสมอง ซึ่งเป็นอวัยวะสำคัญของร่างกาย และกระดูกท่อนสันหลัง (Vertebra column) ภายในเป็นที่อยู่ของระบบประสาทไขสันหลัง กระดูกท่อนสันหลัง ประกอบด้วยกระดูกคอ (Cervical vertebra) 7 ข้อ ต่อกับกระดูกสันหลังตอนอก (Thoracic vertebra) 12 ข้อ ทุกข้อจะมีกระดูกซี่โครงติดอยู่ทั้งสองข้างของซี่กระดูก 1 คู่ ร่างกายคนมีกระดูกซี่โครง 12 คู่ ต่อไปเป็นกระดูกสันหลังตอนเอว (Lumbar vertebra) มีกระดูก 5 ข้อ ต่อไปเป็นกระดูกกระเบนเหน็บ (Sacrum) และก้นกบ (Coccyx) ที่ปลายสุด

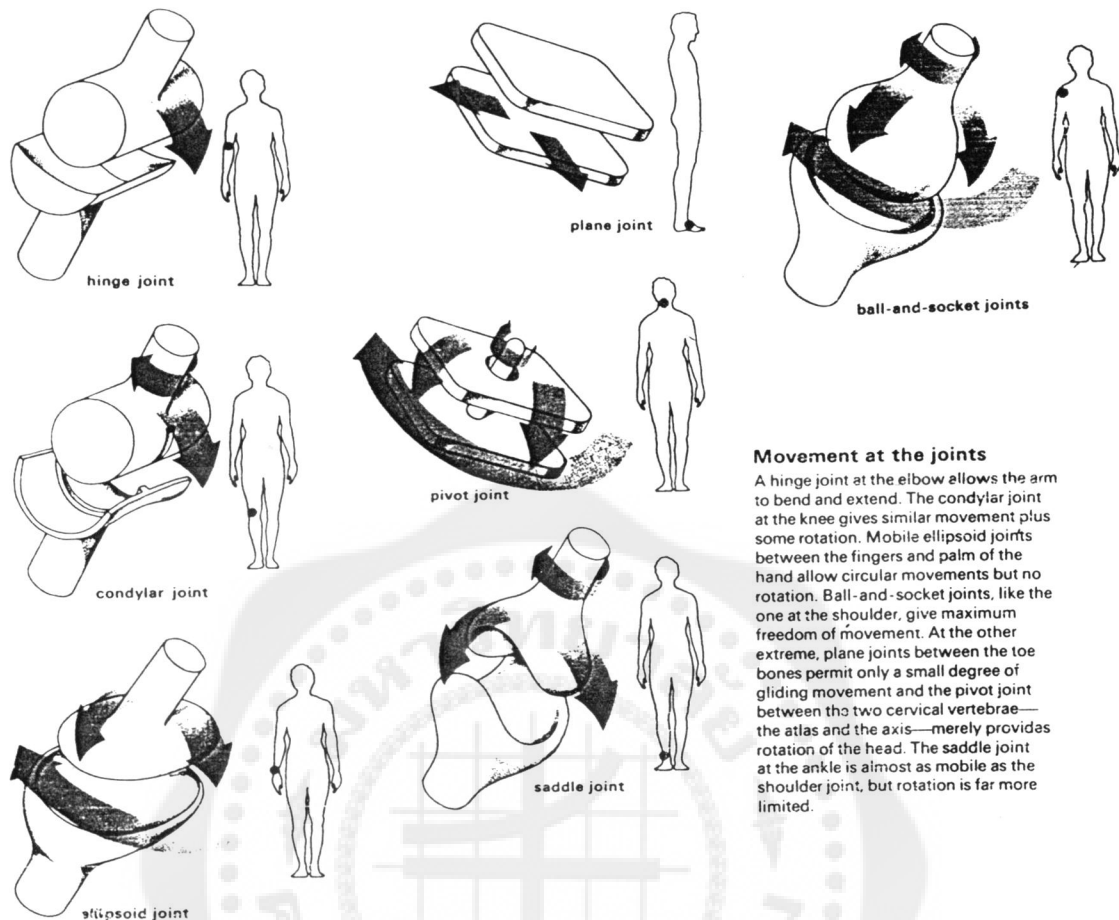


ภาพประกอบที่ 3-2 โครงกระดูกของคน

ที่มา : เซาว์น ชิโนรัถย์และพรณี ชิโนรัถย์. (2540). ชีวิตวิทยา เล่ม1. หน้า 352.

บริเวณข้อต่อของกระดูกที่เคลื่อนไหวได้ เนื่องจากมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันอื่นๆที่ยึดกระดูกไว้ ทำให้เคลื่อนไหวได้จะมีความสำคัญต่อการทำเสื้อผ้า โดยผู้ออกแบบและผลิตเสื้อผ้าต้องคิดถึงลักษณะการเคลื่อนไหว และทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้โดยสะดวกสบายเมื่อคนสวมใส่เสื้อผ้านั้น การเคลื่อนไหวของข้อต่อต่าง ๆ ตามภาพประกอบที่ 3-3 มีลักษณะไม่เหมือนกัน ตรงบริเวณข้อต่อที่เคลื่อนไหวได้บ้างแต่ไม่มากคือ บริเวณข้อมือ ข้อเท้า กระดูกสันหลัง กระดูกข้อต่อที่หัวเข่า ข้อศอก จะเคลื่อนไหวได้ในแนวเดียวคล้ายบานพับ ข้อต่อของกระดูกคอที่มีการเคลื่อนไหวทำให้ศีรษะหันจากซ้ายไปขวา และหันจากขวาไปซ้ายได้ ข้อต่อที่มีการเคลื่อนไหวได้มากคือ ข้อต่อระหว่างหัวของกระดูกต้นแขนกับกระดูกสะบัก และระหว่างหัวกระดูกต้นขากับกระดูกเชิงกราน ตรงบริเวณที่กระดูกมาต่อกันจะมีกระดูกอ่อนคลุมที่ปลายกระดูกเพื่อลดการเสียดทาน นอกจากนี้ยังมีเอ็นยึด มีของเหลวอัดแน่นสำหรับหล่อลื่นทำให้เคลื่อนไหวได้สะดวก เมื่อคนมีอายุมากขึ้นเซลล์บริเวณนี้เสื่อมลงทำให้เกิดการเคลื่อนไหวลำบากขึ้น การทำเสื้อผ้าสำหรับผู้สูงอายุจะต้องคิดถึงเรื่องเหล่านี้ด้วย

บทที่ 3 โครงสร้างร่างกายกับเสื้อผ้า



ภาพประกอบที่ 3-3 ข้อต่อและการเคลื่อนไหวของกระดูกส่วนต่างๆ

ที่มา : Rayner, Claire. (1980). Time : Atlas of the Body. P 30.

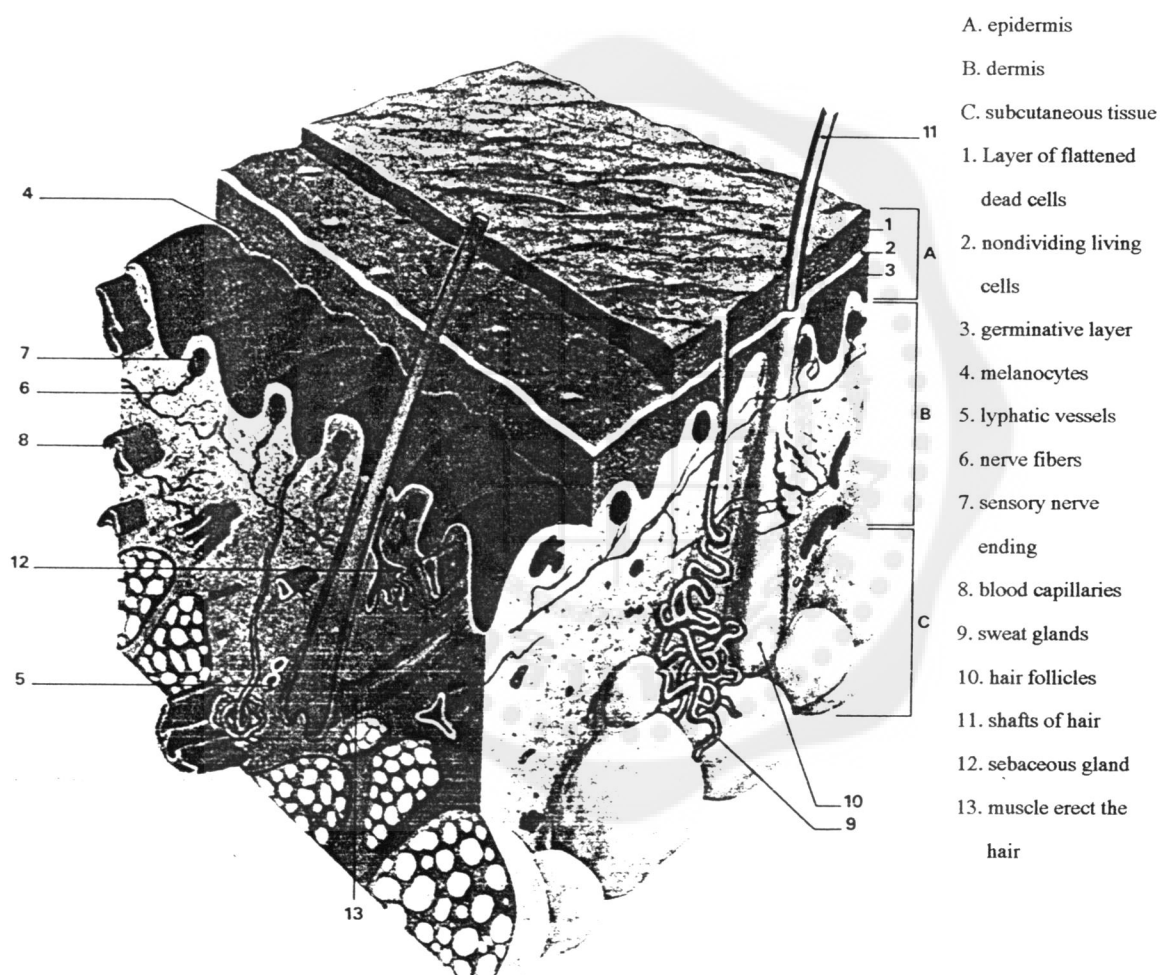
ระบบผิวหนังกับเสื้อผ้า

ผิวหนัง (Skin) เป็นอวัยวะที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของร่างกาย มีพื้นที่ทั้งหมดเกือบ 2 ตารางเมตร หรือ 21.5 ตารางฟุต ผิวหนังจะมีความหนาแตกต่างกันตามส่วนต่างๆ ของร่างกายโดยหนาตั้งแต่อย่างน้อยกว่า 0.5 มิลลิเมตร ตรงบริเวณหนังตา ถึงที่หนามากกว่า 5 มิลลิเมตรที่บริเวณกลางหลังส่วนบน ความหนาโดยเฉลี่ยจะเป็น 1-2 มิลลิเมตร (Carola, Harley and Noback. 1992 : 111-112)

ผิวหนังเป็นเนื้อเยื่อที่มีลักษณะเฉพาะ ประกอบด้วยผิวหนังชั้นนอก (Epidermis) และผิวหนังชั้นใน (Dermis) ตามภาพประกอบที่ 3-4 ผิวหนังชั้นนอกเป็นชั้นที่บางมากไม่มีเส้นเลือดมาหล่อเลี้ยง เป็นชั้นเซลล์เรียงตัวซ้อนกัน โดยชั้นในสุดซึ่งอยู่ติดกับผิวหนังชั้น Dermis จะแบ่งตัวสร้างเซลล์ใหม่ขึ้นทดแทนเซลล์เก่าชั้นนอกที่จะตายและหลุดออก และที่ชั้นนี้จะมีเซลล์สร้างเม็ดสีผิว (Melanocyte) ที่จะสร้างเม็ดสีผิว (Melanin) ซึ่งทำให้ผิวหนังมี

สีอ่อน สีเข้มจนถึงสีดำตามเชื้อชาติ เมลานินจะช่วยกรองแสงอุลตราไวโอเลต บี (Ultraviolet B) ทำให้ลดอันตรายต่อเซลล์ผิวหนัง ที่ผิวหนังนอกจะมีรูขุมขน รูเปิดของต่อมเหงื่อมากมาย

ผิวหนังชั้น Dermis จะหนากว่าชั้น Epidermis เป็นชั้นที่มีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันทำหน้าที่ให้ความแข็งแรงและยืดหยุ่นกับผิวหนัง ในผิวหนังชั้นนี้จะมีเส้นเลือด หลอดน้ำเหลือง ปลายประสาท ต่อมเหงื่อ ต่อมไขมัน รากผม ชั้นล่างของ Dermis จะเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเชื่อมติดกับกล้ามเนื้อ



ภาพประกอบที่ 3-4 เนื้อเยื่อชั้นต่างๆ ของผิวหนัง

ที่มา : Rayner, Claire. (1980). Time : Atlas of the Body. P 24.

ผิวหนังมีหน้าที่สำคัญ ดังนี้

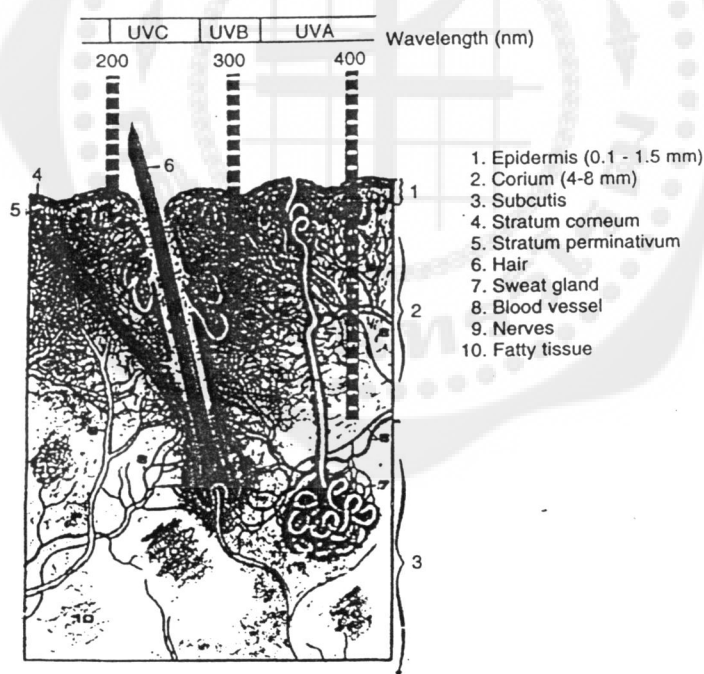
1. ป้องกันอันตรายให้กับร่างกาย ผิวหนังจะป้องกันการสูญเสียของเหลวออกจากร่างกาย ป้องกันน้ำ สิ่งแปลกปลอมที่จะผ่านเข้าสู่ร่างกาย ป้องกันจุลินทรีย์ ป้องกันอันตรายจากการรับแสงอุลตราไวโอเลต บี

2. ปรับอุณหภูมิให้กับร่างกาย โดยการหดตัวและขยายตัวของเส้นเลือดและการขับเหงื่อ

3. รับความรู้สึกได้ ทำให้มีการตอบสนองต่อสิ่งต่าง ๆ ได้

4. สร้างวิตามิน D3 (Cholecalciferol) เมื่อได้รับแสงแดด

ผิวหนังเป็นอวัยวะที่สัมผัสโดยตรงกับสิ่งแวดล้อมและเสื้อผ้า ผิวหนังที่ไม่มีเสื้อผ้าปกคลุมจะได้รับแสงที่ตามองเห็น(400-800nm) และรังสีอุลตราไวโอเลต เอ รังสีอุลตราไวโอเลต บี และอุลตราไวโอเลต ซี ซึ่งมีช่วงคลื่นแตกต่างกัน รังสีอุลตราไวโอเลตชนิดต่างๆจะผ่านชั้นผิวหนังได้ต่างกัน ตามภาพประกอบที่ 3-5



ภาพประกอบที่ 3-5 รังสีอุลตราไวโอเลตที่ผ่านผิวหนังได้ในระดับต่างๆ

ที่มา : Reinert, G. and Others. (1997, December). “UV-Protecting Properties of Textile Fabrics and their Improvement” **Textile Chemist Colorist**. 29 (12) : P 37.

รังสีอัลตราไวโอเลต เอ (320-400nm) จะผ่านผิวหนังได้ลึกกว่า รังสีอัลตราไวโอเลต บี(280-320nm) แต่รังสีอัลตราไวโอเลต บี มีพลังงานโฟตอนสูงกว่ารังสีอัลตราไวโอเลต เอ คือ รังสีอัลตราไวโอเลต บี จะมีพลังงาน 400 กิโลจูล/โมล แต่รังสีอัลตราไวโอเลต เอ จะมีพลังงาน 350-315 กิโลจูล/โมล การได้รับรังสีเกินพอดีจะทำให้เกิดอันตรายต่อผิวหนัง แต่โดยปกติผิวหนังจะปรับการกระจายตัวของเม็ดสีเมลานิน เพื่อป้องกันอันตรายได้ในระดับหนึ่ง ผู้ที่มีสีผิว ซึ่งตามเชื้อชาติจะต่างกัน จะมีความสามารถป้องกันรังสีได้ในระดับต่างๆกัน ตามตารางที่ 3-1 โดยดูจากเวลาที่ผิวสามารถป้องกันตนเองได้ (Self Protection Time) โดยไม่เกิดอาการผิวแดง เพราะแดด (Skin reddening)

ตารางที่ 3-1 ประเภทของผิวหนังแบ่งตามความไวต่อรังสีอัลตราไวโอเลตและเวลาที่
สามารถป้องกันตัวเองจากรังสีได้

(ศึกษาคนยุโรปตอนใต้, เทียงวันในฤดูร้อน)

ประเภท	มีสีผิว (ขณะยังไม่ถูกแสง)	ปริมาณแสงที่ได้รับจน เกิดอาการผิวแดง (mJ/cm ² at 290-300nm)	เวลาที่ผิวสามารถ ป้องกันตัวเองได้ (นาที)	ปฏิกิริยาต่อ รังสี
I.	ขาว	15-20	5-10	ผิวไหม้เกรียมง่าย ไม่เป็นสีแทน
II.	ขาว	25-35	8-12	ผิวไหม้เกรียม และมีสีแทน
III.	น้ำตาลอ่อน	30-50	10-15	ผิวไหม้เกรียม ปานกลางมีสีแทน
IV.	น้ำตาล	45-60	15-20	ผิวไหม้เกรียมน้อย สีเข้มมาก
V.	น้ำตาล	60-100	20-35	ผิวไหม้ยากแต่เปลี่ยน เป็นสีเข้มมาก
VI.	น้ำตาลเข้มถึงดำ	100-200	35-70	ไม่ไหม้เกรียมแต่เป็น สีเข้มมากขึ้น

ที่มา : Reinert, G. and Others. (1997, December). “UV-Protecting Properties of Textile

Fabrics and their Improvement” **Textile Chemist and colorist**. 29 (12) : P 37.

บทที่ 3 โครงสร้างร่างกายกับเสื้อผ้า

ปัจจุบันมีการศึกษาค่าความสามารถในการป้องกันรังสีได้ของเครื่องสำอาง ของผ้า ค่าดังกล่าวคือ Sun Protection Factor (SPF) หรือ Ultraviolet Protection Factor (UPF) การใช้เสื้อผ้าที่มีค่า SPF ของผ้าที่เหมาะสมจะช่วยป้องกันผิวหนังจากรังสีอุลตราไวโอเลตได้ ในระยะเวลาต่างกัน โดยจะทราบเวลาที่จะไม่เป็นอันตรายจนถึงอาการผิวไหม้แดงได้จากผลคูณของค่า Self Protection time ของผิวหนังกับค่า SPF ของผ้า ตัวอย่างเช่น ผิวมีค่า Self Protection time เป็น 10 นาที เมื่อใช้เสื้อผ้าที่ทำจากผ้าที่มีค่า SPF เป็น 5 ผิวหนังจะได้รับการป้องกันจากการถูกแสงจนเกิดอาการผิวไหม้แดง ถึง 50 นาที (Reinert and Others. 1997 : 37-38)

การทำเสื้อผ้าเครื่องแต่งกายต้องพิจารณาถึงโครงสร้างของเสื้อผ้าให้มีลักษณะที่สวมใส่แล้วห่อหุ้มอวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกายได้พอดี ทำให้เคลื่อนไหวทำกิจกรรมต่างๆ ได้ตามปรกติ รู้สึกสบายไม่อึดอัด ลักษณะของเสื้อผ้าส่วนที่ใช้กับร่างกายส่วนลำตัว แขน ขา ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 80% ของร่างกาย จะมีลักษณะรูปทรงหลัก คือ เป็นรูปทรงกระบอก (Cylinder) คือ มีพื้นที่ผิวโดยรอบมีช่องเปิด 2 ด้าน และส่วนที่สวมกับลำตัวจะต่อกับส่วนที่สวมเข้ากับแขน ขา ส่วนเครื่องแต่งกายที่ใช้กับมือคือถุงมือ กับเท้าคือถุงเท้า ถุงน่อง และหมวกที่ใช้กับศีรษะจะต้องทำให้เข้ากับลักษณะอวัยวะนั้นๆ

ขณะสวมใส่เสื้อผ้า เนื้อผ้าจะสัมผัสกับผิวหนังจึงควรเลือกใช้ชนิดที่มีสมบัติของเส้นใย โครงสร้างผ้า และรูปแบบเสื้อผ้าที่สามารถเสริมหน้าที่ของผิวหนังได้เป็นอย่างดี หรือให้เสื้อผ้าทำหน้าที่เป็นเสมือนผิวหนังอีกชั้นหนึ่งของร่างกาย ผู้ที่ผลิตเสื้อผ้าควรเข้าใจถึงลักษณะโครงสร้างร่างกายและการทำงานของอวัยวะต่างๆ เพื่อให้มีหลักเกณฑ์ในการผลิตเสื้อผ้าที่ผู้สวมใส่สามารถทำกิจกรรมต่างๆ ได้โดยไม่อึดอัดและสะดวกสบาย ในกระบวนการทำเสื้อผ้าเริ่มจากการออกแบบเสื้อผ้า ผู้ออกแบบต้องคำนึงการสวมใส่โดยต้องคิดถึงช่องเปิดเพื่อการสวมเข้ากับร่างกายอย่างไร ตรงบริเวณไหนของตัวเสื้อผ้าควรมีช่องเปิดดังกล่าว ขนาดช่องเปิดที่เหมาะสมกับอวัยวะ เครื่องเกาะเกี่ยวเพื่อปิดช่องเปิดนั้นควรเป็นอะไรจึงจะเหมาะสม เมื่อได้แบบแล้วต้องวัดขนาดตัวของผู้สวมใส่เพื่อจะนำไปทำแบบตัด การตัดเย็บเสื้อผ้าที่สวมใส่ได้พอดีและมีความมั่นคงแข็งแรง

นอกจากนั้นการทราบถึงลักษณะและการทำงานของโครงสร้างร่างกายระบบอวัยวะต่างๆ ยังมีความจำเป็นต่อการผลิตเสื้อผ้าเพื่อใช้งานตามจุดมุ่งหมายต่างๆ เช่น เสื้อผ้าป้องกันอันตรายจากอาวุธ จากความกดดันของอากาศที่มากเกินไปหรือสภาวะไร้อากาศ อันตรายจากสารเคมี อันตรายจากความร้อน อันตรายจากการกระทบกระเทือน หรือการกระทบกระเทือนอย่างรุนแรง เสื้อผ้าสำหรับนักกีฬา เสื้อผ้าสำหรับผู้ป่วย เสื้อผ้าสำหรับคนชรา เป็นต้น

สรุป

การเรียนรู้ลักษณะโครงสร้างร่างกายมนุษย์ ระบบโครงกระดูกและผิวหนังมีความสำคัญต่อการทำแบบตัดเสื้อผ้า เลือกวัสดุ และรูปแบบของเสื้อผ้าเครื่องแต่งกายที่เมื่อสวมใส่จะพอดีกับร่างกาย สามารถเคลื่อนไหวทำกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างสะดวกสบาย

คำถามท้ายบท

1. ให้ระบุส่วนต่างๆ ของโครงสร้างร่างกายและชื่ออวัยวะที่อยู่ในส่วนต่างๆ นั้น
2. ให้ระบุตำแหน่งที่กระดูกจะหมุนหรืองอพับได้ จากรูปโครงกระดูกและหารูปเสื้อผ้ามาเปรียบเทียบกับระบบโครงกระดูก แสดงตำแหน่งที่สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของข้อต่อ
3. โครงสร้างของร่างกายมนุษย์แตกต่างกันเพราะอะไร
4. อภิปรายว่าการทราบลักษณะโครงสร้างและตำแหน่งที่กระดูกหมุนหรืองอพับได้จะสัมพันธ์กับการผลิตเสื้อผ้าเครื่องแต่งกายอย่างไร
5. ผิวหนังมีโครงสร้างและหน้าที่อย่างไร
6. เสื้อผ้ากับผิวหนังมีความสำคัญต่อร่างกายอย่างไร

บทที่ 4

ขนาดร่างกายกับขนาดเสื้อผ้า

ขั้นตอนสำคัญของการทำเสื้อผ้าให้พอดีกับขนาดร่างกายของผู้สวมใส่ คือต้องวัดขนาดร่างกายตรงตำแหน่งต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการนำไปสร้างแบบตัดและกำหนดขนาดของเสื้อผ้าที่ผลิต การวัดขนาดร่างกายจะต้องวัดด้วยอุปกรณ์ที่เหมาะสมและเที่ยงตรง โดยใช้วิธีการวัดที่ถูกต้อง โครงสร้างร่างกายของคนทั่วโลกจะมีความแตกต่างกันเนื่องด้วย ความแตกต่างของเชื้อชาติ เพศ อายุ ภาวะโภชนาการ การออกกำลังกาย และสภาพภูมิศาสตร์ การทำเสื้อผ้าสำเร็จรูปเพื่อขายให้กับคนทั่วโลกที่มีขนาดร่างกายแตกต่างกันจึงต้องใช้ขนาดตัวมาตรฐานของคนในแต่ละประเทศ หรือในกลุ่มประชากรของแต่ละส่วนของโลกที่มีขนาดร่างกายใกล้เคียงกันมากำหนดขนาดเสื้อผ้า มีแนวโน้มที่จะใช้ขนาดเสื้อผ้าตามระบบมาตรฐานสากล เพื่อสะดวกต่อการติดต่อซื้อขายกันระหว่างประเทศต่าง ๆ ในโลก

จุดมุ่งหมายเฉพาะ เพื่อให้บัณฑิตสามารถ

1. อธิบายความสำคัญของการวัดขนาดร่างกายต่อการผลิตเสื้อผ้าได้
2. ใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมวัดขนาดร่างกาย เพื่อทำแบบตัดเสื้อผ้าได้
3. ระบุได้ว่าขนาดเสื้อผ้าสำเร็จรูปในท้องตลาดมีแบบต่าง ๆ อะไรบ้าง
4. วัดขนาดตัวตามระบบ ISO 3635-1981(E) ได้

แนวการสอนและกิจกรรม

1. ให้นักศึกษาอธิบายถึงความหมายของขนาดตัว ขนาดมาตรฐาน ขนาดเสื้อผ้า และสาเหตุที่คนมีขนาดตัวแตกต่างกัน
2. ให้นักศึกษาวัดขนาดตัวจากเพื่อนหญิง และชายแล้วบันทึกข้อมูลที่ถูกต้อง โดยวาดรูปเส้นรอบนอกร่างกาย ระบุชื่อสัดส่วนที่วัดและขนาดที่วัดได้
3. ให้นักศึกษาศึกษาขนาดเสื้อผ้าของสตรีเยอรมันและสตรีชาวฝรั่งเศสจากตารางในภาคผนวก ข แล้วเปรียบเทียบว่าขนาดเสื้อเบอว์เดียวกันมีสัดส่วนเท่ากันหรือต่างกันอย่างไร
4. ให้นักศึกษาแบ่งกลุ่มเพื่อสำรวจตัวอย่างขนาดเสื้อผ้าแบบต่าง ๆ ที่มีขายในปัจจุบัน ส่งเอกสารรายงาน และรายงานการสำรวจที่ได้ในชั้นเรียน โดยกำหนดเวลาให้ทำ 2 สัปดาห์
5. ให้นักศึกษาแบ่งกลุ่มศึกษาค้นคว้าขนาดเสื้อผ้าที่นิยมใช้ในประเทศต่างๆ นอกเหนือจากที่ศึกษาในข้อ 3 กำหนดเวลาและวิธีการเสนอผลการศึกษาเช่นเดียวกับข้อ 4

อุปกรณ์การสอน

รูปภาพต่าง ๆ สายวัดตัว และ Anthropometer

การประเมินผล

1. สังเกตความสนใจ ในการร่วมอภิปราย ทำกิจกรรม การทำรายงาน
2. ตอบคำถามท้ายบทและคำถามของข้อสอบได้ถูกต้อง



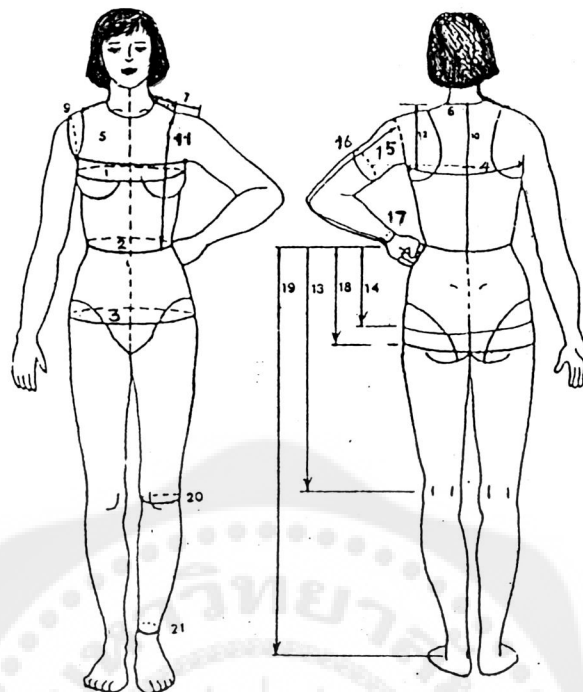
การวัดขนาดร่างกายเพื่อทำเสื้อผ้า

ขั้นตอนที่สำคัญของการทำเสื้อผ้าให้ใช้ได้พอดีกับร่างกายผู้สวมใส่ คือ การวัดขนาดร่างกายตรงตำแหน่งที่สำคัญเพื่อนำไปสร้างแบบตัด (Pattern) และการกำหนดขนาดเสื้อผ้า (size) การวัดขนาดร่างกายหรือที่เรียกกันว่า การวัดตัว มีวิธีวัด 2 แบบคือ วัดความยาวและการวัดรอบส่วนต่างๆ ของร่างกาย การวัดความยาวเป็นการวัดระยะระหว่างจุด 2 จุดบนร่างกาย โดยวัดความยาวตามแนวนอน ขนานกับพื้น หรือวัดตามแนวตั้งโดยระยะที่วัดตั้งฉากกับพื้น ส่วนการวัดรอบส่วนต่างๆ จะวัดจากจุดเริ่มต้น ระยะจะเพิ่มขึ้นรอบส่วนของร่างกายและไปสิ้นสุดที่จุดเดียวกัน เช่น การวัดรอบเอว การวัดรอบอก และรอบศีรษะ (อังนราพร ไสละสูตร. 2541 : 37-41)

ในการวัดตัวจะต้องมีสายวัดตัวที่เป็นมาตรฐาน มีความเที่ยงตรง หน่วยที่วัดควรเป็นระบบเมตริก ก่อนการวัดตัวให้ผู้ที่จะถูกวัดตัวอยู่ในท่าสบายแล้วใช้เชือกผูกรอบร่างกายตรงตำแหน่งที่สำคัญ 3 ตำแหน่งคือ รอบอก รอบเอว และรอบตะโพก การวัดรอบส่วนต่างๆ ให้ใช้นิ้วมือของผู้วัดสอดไว้ระหว่างสายวัดกับร่างกายผู้ถูกวัด 2 นิ้วเพื่อให้มีเนื้อที่สำหรับหายใจ การบันทึกข้อมูลที่วัดได้ต้องบันทึกตัวเลขที่ถูกต้องของตำแหน่งที่วัด

การวัดตัวในรายละเอียดจะวัดตรงส่วนใดบ้างนั้นขึ้นอยู่กับความต้องการที่จะนำขนาดของส่วนนั้นๆ ไปทำแบบตัดของเสื้อผ้าประเภทใด ภาพประกอบที่ 4-1 เป็นตัวอย่างแสดงตำแหน่งที่มีการวัดตัวสำหรับทำแบบตัดเสื้อผ้าสตรี เป็นการวัดความยาวและการวัดรอบส่วนต่างๆ ของร่างกาย

บทที่ 4 ขนาดร่างกายกับขนาดเสื้อผ้า



ภาพประกอบที่ 4-1 ตำแหน่งการวัดความยาวและรอบตัวสำหรับผู้หญิง
ที่มา : อัจฉราพร ไสละสูตร. (2541). “ความรู้เชิงเทคนิคสำหรับหัวหน้า
แผนกเย็บ” เอกสารประกอบการฝึกอบรมของมูลนิธิพัฒนาอุตสาหกรรม
เครื่องนุ่งห่มไทย. หน้า 41.

จากภาพประกอบที่ 4.1 แสดงตำแหน่งการวัดตัวสตรีในแนวนอนดังนี้

- | | |
|---------------|---------------|
| อก (1) | กว้างอก (5) |
| เอว (2) | คอกกว้าง (6) |
| ตะโพก (3) | ไหล่กว้าง (7) |
| กว้างหลัง (4) | |

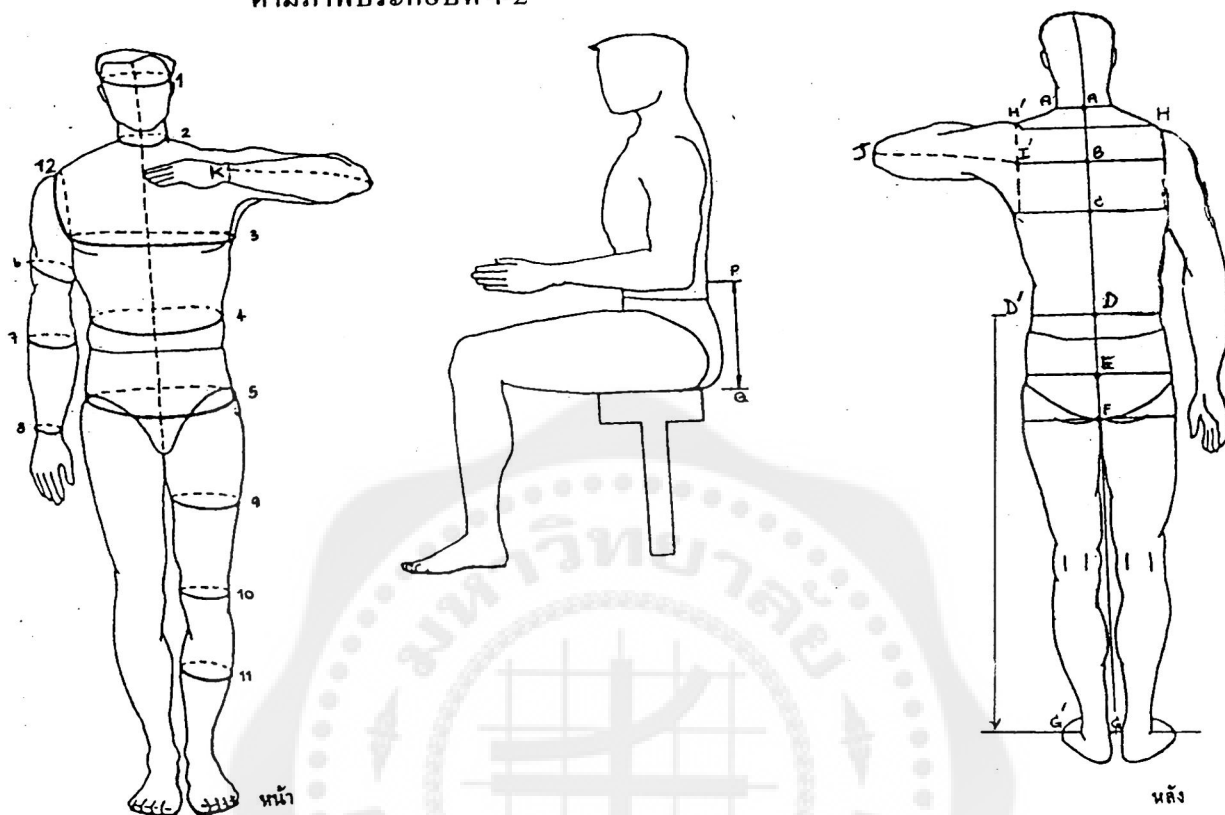
ตำแหน่งที่มีการวัดในแนวตั้งคือ

- | | |
|------------------------------|-----------------------------|
| จุดกึ่งกลางคอหลังถึงเอว (10) | ไหล่หน้าถึงเอว (11) |
| ความลึกของวงแขน (12) | เอวถึงเข้า (13) |
| เอวถึงตะโพก (14) | ความยาวแขน วัดขณะแขนงอ (15) |

การวัดรอบส่วนต่างๆ มีดังนี้

- | | |
|----------------|----------------|
| รอบวงแขน (9) | รอบต้นแขน (16) |
| รอบข้อมือ (17) | รอบเข้า (20) |

การวัดขนาดตัวของชายมีความแตกต่างจากการวัดขนาดตัวสตรีในบางส่วน
ตามภาพประกอบที่ 4-2



ภาพประกอบที่ 4-2 ตำแหน่งการวัดตัวชายรอบส่วนต่างๆ วัดในแนวนอนและแนวตั้ง
ที่มา: อัจฉราพร ไสละสูตร. (2541). “ความรู้เชิงเทคนิคสำหรับหัวหน้าแผนกเย็บ”
เอกสารประกอบการฝึกอบรมของมูลนิธิพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่มไทย.
หน้า 46.

การวัดรอบส่วนต่างๆ ดังนี้

รอบศีรษะ (1)	รอบแขน (วัดขณะงอแขนและกำมือ) (7)
รอบคอ (2)	ข้อมือ (8)
รอบอก (3)	รอบต้นขา (9)
รอบเอว (4)	หัวเข่าขณะงอเข่า (10)
รอบตะโพก (5)	น่องวัดขณะงอเข่า (11)
ต้นแขน(วัดขณะงอแขน) (6)	รอบวงแขน (12)

การวัดตามแนวนอนตรงตำแหน่งต่อไปนี้

ความกว้างไหล่ (H-H)	ความกว้างหลัง (I-I)
ความยาวแขนวัดจากเส้นกลางหลัง (B-I-J-K)	
ความยาวแขนวัดจากกระดูกปุ่มคอ (A-H-J-K)	

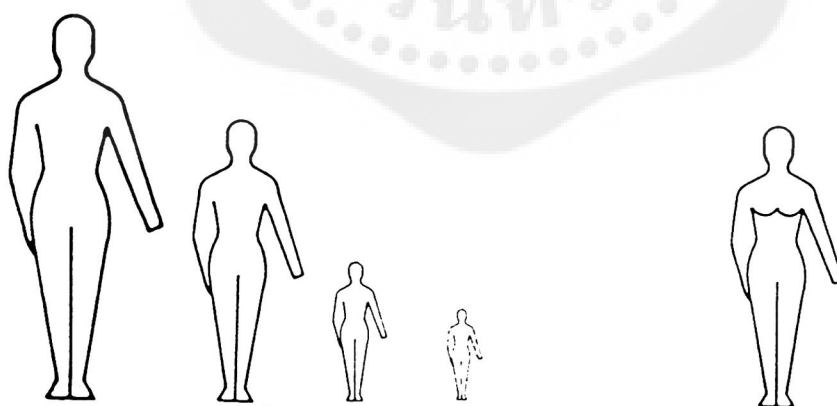
การวัดในแนวตั้ง ตามตำแหน่ง

ปุ่มคอหลังถึงเอว	(A-D)
ปุ่มคอหลังถึงอก	(A-C)
ปุ่มคอหลังถึงจุดกลางหลัง	(A-B)
ความยาวเป้า	(D-F)(P-Q)
ขาด้านใน	(F-G)
ขาด้านนอก	(D-G)

การวัดขนาดตัวแบบมาตรฐานสากล ขององค์การมาตรฐานระหว่างชาติ (International Standard Organization ISO) จะแสดงตำแหน่งที่วัดเป็นรูปภาพ Pictogram กำหนดวิธีวัดตัวระบุขนาดเป็นเซนติเมตร และนำไปใช้ในการกำหนดขนาดเสื้อสำเร็จรูปมาตรฐาน (Size designation) ตามแบบของ ISO และขนาดตัวจะแสดงบนป้าย (Label) ที่ติดอยู่กับผลิตภัณฑ์ (ISO 3635-1981(E). 1981 : 1-5)

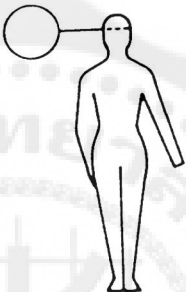
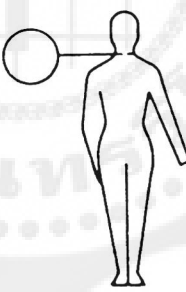
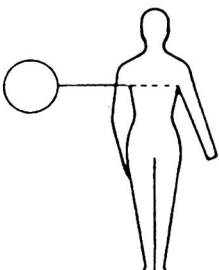
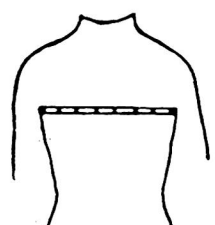
พิกโตแกรมมาตรฐาน
(Standard Pictogram)

พิกโตแกรมที่ดัดแปลง
(Modified Pictogram)

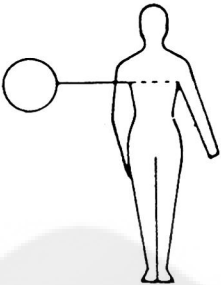
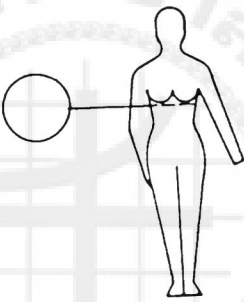
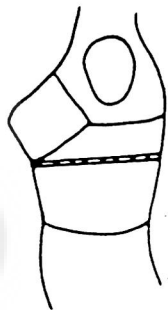
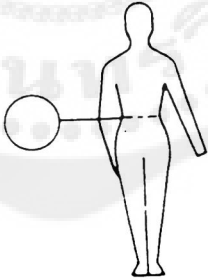
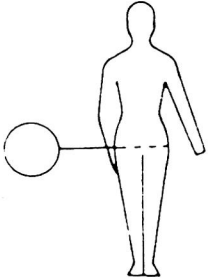
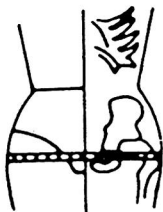


บทที่ 4 ขนาดร่างกายกับขนาดเสื้อผ้า

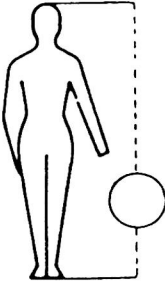
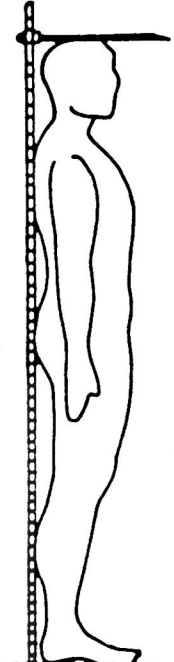
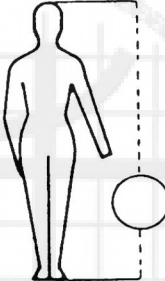
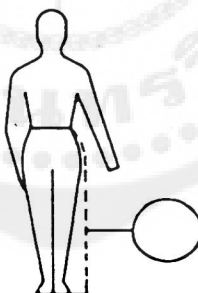
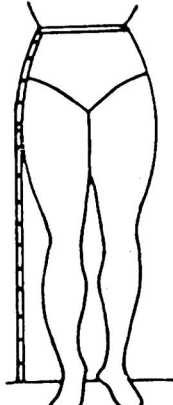
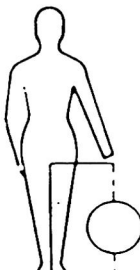
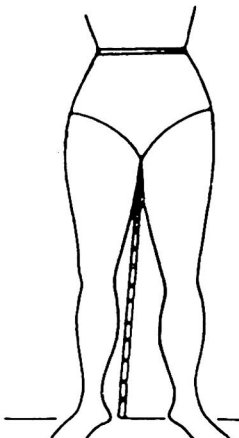
ในการวัดขนาดส่วนต่างๆ ของร่างกายจะใช้อุปกรณ์ Anthropometer หรือ Somatometer วัดความยาวในแนวตั้งและใช้สายวัดที่มีความกว้างประมาณ 15 มิลลิเมตร วัดความยาวในแนวนอน และแนวตั้ง แสดงตำแหน่งการวัดกับพิคโตแกรม ได้ดังนี้

	พิคโตแกรม (Pictogram)	ตำแหน่งที่วัด (Measuring position)
การวัดรอบศีรษะ (Head girth) วัดโดยรอบศีรษะในแนวนอนตำแหน่ง เหนือใบหูในส่วนที่มีขนาดใหญ่ที่สุด		
การวัดรอบคอ (Neck girth) วัดรอบคอให้สายวัดผ่านด้านหน้าใต้ ลูกกระเดือก 2 เซนติเมตร และด้านหลัง ที่ตำแหน่งกระดูกสันหลังส่วนคอข้อที่ 7 หรือกระดูกปุ่มคอ		
การวัดรอบหน้าอก (Chest girth) วัดรอบอกในแนวขนานกับพื้นตรง ส่วนที่กว้างที่สุด สายวัดต้องพาดบน กระดูกสะบัก หายใจตามปกติ		

บทที่ 4 ขนาดร่างกายกับขนาดเสื้อผ้า

	พิกโตแกรม (Pictogram)	ตำแหน่งที่วัด (Measuring position)
การวัดรอบอกสตรี (Bust girth) วัดเช่นเดียวกับการวัดรอบอกแต่ชาย วัดต้องผ่านปลายเต้า		
การวัดรอบใต้อก (Underbust girth) วัดรอบในแนวนอนใต้เต้านม		
การวัดรอบเอว (Waist girth) วัดรอบเอวตรงตำแหน่งที่อยู่ระหว่างซี่โครงล่างสุดและเหนือกระดูกเชิงกราน วัดขณะหายใจปกติ ปล่อยท้องตามสบาย		
การวัดรอบตะโพก (Hip girth) วัดรอบตรงตำแหน่งที่กว้างที่สุดของตะโพกผ่านก้น (buttock)		

บทที่ 4 ขนาดร่างกายกับขนาดเสื้อผ้า

	พิกโตแกรม (Pictogram)	ตำแหน่งที่วัด (Measuring position)
การวัดความสูง (Height) วัดระยะแนวตั้งของร่างกายตั้งแต่ กระดูกข้อเท้าถึงสันเท้า ยืนตัว ตรงไม่สวมรองเท้า		
สำหรับทารกที่ขึ้นไม่ได้ให้วัด ขณะนอนยึดตัววัดจากกระดูกข้อเท้า ถึงสันเท้า		
การวัดความยาวขาข้างนอก (Outside leg length) ระยะที่วัดจากเอวถึงพื้นวัดด้วย สายวัดตัว		
การวัดความยาวขาข้างใน (Inside leg length) ระยะที่วัดระหว่างง่ามขากับ สันเท้าวัดขณะยืนตัวตรง เท้า แยกเล็กน้อยน้ำหนักร่างกาย อยู่ที่ขาทั้งสองข้าง		

ความแตกต่างของขนาดร่างกายกับขนาดเสื้อผ้า

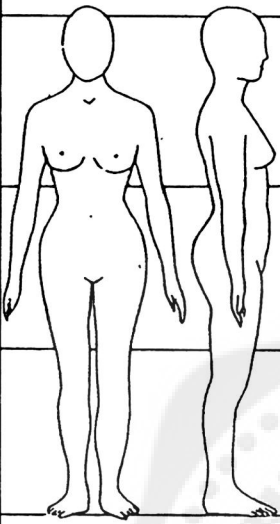
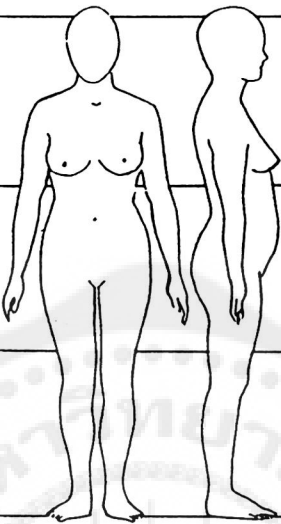
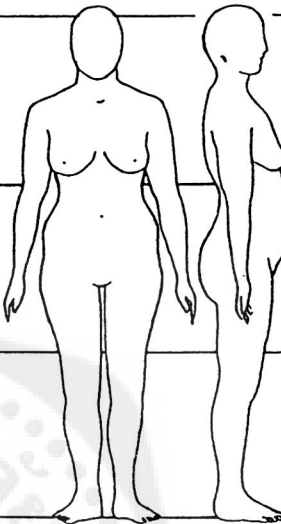
จะเห็นว่าขนาดสัดส่วนของร่างกายของคนจะแตกต่างกันระหว่างเพศอย่างชัดเจน นอกจากนี้ ในคนแต่ละเพศยังมีความแตกต่างกันของร่างกายอันเนื่องมาจาก เชื้อชาติ (race) ที่ต่างกัน อายุ ภาวะโภชนาการ การออกกำลังกายและโรคภัยไข้เจ็บที่ต่างกัน

ถ้าจะแบ่งคนทั่วโลกตามเชื้อชาติ ซึ่งมีพันธุกรรม การปรับตัววิวัฒนาการ ที่ทำให้คนต่างกัน เป็น 4 พวกใหญ่ คือ คอเคซอย (Caucasoid) มองโกลอย (Mongoloid) เนกรอย (Negroid) และออสเตรเลีย (Australoid) ซึ่งจะมีลักษณะและขนาดโครงสร้างร่างกายรูปสี่เหลี่ยม ลักษณะใบหน้า สีผิว สีตา สีผม ขน ลักษณะเส้นผม แตกต่างกัน (วิทย์ พิณคันเงิน. 2515 : 236-241) แต่ในปัจจุบันซึ่งการติดต่อของคนในโลกทำได้ง่าย ไม่มีอุปสรรคในเรื่องการเดินทาง ภาษา วัฒนธรรม ทำให้คนมีเพศสัมพันธ์กันระหว่างเชื้อชาติเกิดประชากรที่เป็นเชื้อชาติผสมมากมาย อย่างไรก็ตามผู้คนที่อยู่ ในเขตภูมิอากาศ ภูมิประเทศที่ต่างกัน ก็จะมีขนาดโครงสร้างร่างกายที่แตกต่างกัน

ขนาดของร่างกายของคนแต่ละคนจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงอายุ ทั้งนี้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของร่างกายและลักษณะนิสัยการบริโภค กิจกรรมของคนคนนั้น มีผลทำให้มีการเปลี่ยนแปลง จะเห็นได้จากผลการสำรวจสัดส่วนสตรีไทยของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมร่วมกับ บริษัทไทยวาโก้ จำกัด ในโครงการศึกษาขนาดโครงสร้างร่างกายของคนไทย ทั้งชาย หญิงและเด็กซึ่งดำเนินการในระยะแรกเมื่อ พ.ศ. 2524-2528 และระยะที่ 2 ในปีพ.ศ. 2529-2533 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2535 : 2-3)

ผลจากการสำรวจที่บริษัท ไทยวาโก้ จำกัด ได้สรุปในส่วนที่สำรวจเกี่ยวกับสัดส่วนของสตรีไทย อายุ 17-49 ปี จำนวน 3,130 คนในจังหวัดกรุงเทพมหานคร เชียงใหม่ ขอนแก่น และสงขลา ในปี 2530 โดยใช้วิธีวัดขนาดสัดส่วนจริงตามวิธีการของ Rudolf Martin โดยวัดความยาว ความสูง และความยาวโดยรอบขนานไปกับพื้นราบ และสัมภาษณ์ให้ตอบแบบสอบถาม รวมทั้งจำแนกประเภทจากการมองเห็นลักษณะพิเศษของสัดส่วนต่าง ๆ ประกอบกัน ผลที่ได้จากการศึกษา สรุปได้ว่า ถ้าพิจารณาที่เกณฑ์อายุ สตรีไทย เมื่ออายุสูงขึ้นจะมีสัดส่วนใหญ่ขึ้นทั้งขนาดรอบอก ใต้ออก รอบเอว รอบหน้าท้อง รอบตะโพก และเมื่อนำผลที่ได้จากการวัดและการมองเห็นมาสรุปเป็นภาพได้ดังภาพประกอบที่ 4-3 (บริษัทไทยวาโก้ จำกัด. ม.ป.ป. : 3-5)

บทที่ 4 ขนาดร่างกายกับขนาดเสื้อผ้า

20-29 ปี		30-39 ปี		40-49 ปี	
					
สูง	154.2 ซม.	สูง	153.8 ซม.	สูง	153.3 ซม.
น้ำหนัก	48.3 กก.	น้ำหนัก	51.0 กก.	น้ำหนัก	54.6 กก.
รอบอก	81.6 ซม.	รอบอก	84.3 ซม.	รอบอก	87.6 ซม.
รอบเอว	62.5 ซม.	รอบเอว	66.4 ซม.	รอบเอว	70.7 ซม.
รอบตะโพก	87.8 ซม.	รอบตะโพก	90.2 ซม.	รอบตะโพก	92.4 ซม.
ความสูงอก	109.6 ซม.	ความสูงอก	108.5 ซม.	ความสูงอก	107.4 ซม.
ความสูงตะโพก	77.1 ซม.	ความสูงตะโพก	76.8 ซม.	ความสูงตะโพก	76.6 ซม.
ความสูงเป้า	70.7 ซม.	ความสูงเป้า	70.0 ซม.	ความสูงเป้า	69.7 ซม.

ภาพประกอบที่ 4-3 ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนหญิงไทยตามเกณฑ์อายุต่างๆ

ที่มา : บริษัทไทยวาโก้ จำกัด. ม.ป.ป. สัดส่วนวิไลสตรีไทย. กรุงเทพฯ : หน้า 5.

ผลจากการสำรวจ ในโครงการเดียวกันโดยสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมร่วมกับ บริษัทธนุลักษณ์ จำกัด ในปีพ.ศ. 2532-2535 ได้สำรวจขนาดโครงสร้างร่างกายชายไทย อายุ 17-49 ปี จำนวน 3,193 คน ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร ลพบุรี เชียงใหม่ พิชญ โลก นครราชสีมา ขอนแก่น สงขลา และนครศรีธรรมราช สรุปผลได้ว่าขนาดโครงสร้างร่างกายชายไทย จะเปลี่ยนแปลงไปในทางเพิ่มขึ้นตามอายุ ตามตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ขนาดโครงสร้างร่างกายชายไทยเปรียบเทียบสัดส่วนต่างๆ (ค่าเฉลี่ย) ที่เปลี่ยนแปลงไปตามช่วงอายุ

อายุ (ปี) สัดส่วน (ซม.)	17-19	20-29	30-39	40-49
ความสูง	166.7	166.5	166.2	164.8
น้ำหนัก (กก.)	55.2	57.4	61.4	64.1
รอบอก	82.0	84.5	87.9	90.3
รอบเอว	69.6	72.4	78.4	82.8
รอบหน้าท้อง	77.1	79.4	83.8	86.6
รอบตะโพก	85.2	86.5	89.1	90.7
ความหนาอก	19.2	19.7	20.6	21.5
ความหนาเอว	16.9	17.7	19.5	21.1
ความหนาหน้าท้อง	19.1	19.6	20.9	21.9
ความหนาตะโพก	20.6	20.7	21.6	22.2
ความกว้างอก	27.2	27.9	28.8	29.3
ความกว้างเอว	24.3	25.0	26.6	27.6
ความกว้างหน้าท้อง	28.4	28.9	30.0	30.4
ความกว้างตะโพก	30.4	30.7	31.6	31.8

ที่มา : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2535). รายงานการสำรวจ และ วิจัย ขนาดโครงสร้างร่างกายคนไทยระยะที่ 2 : พ.ศ.2533. หน้า117.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้สำรวจและวิจัยขนาดโครงสร้างร่างกายคนไทยในระยะที่ 3 ระหว่างปี พ.ศ. 2536-2537 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2538 : 264) พบว่าโครงสร้างร่างกายของคนไทยแตกต่างไปจากผลการสำรวจระยะที่ 1 และระยะที่ 2 เล็กน้อย โดยมีแนวโน้มที่พัฒนาขึ้นกว่าเดิม การนำขนาดโครงสร้างร่างกายไปประยุกต์ใช้งานจึงควรได้ข้อมูลที่ใกล้เคียงกับสภาวะการณ์ปัจจุบันให้มากที่สุด

อุตสาหกรรมเสื้อผ้าสำเร็จรูปประกอบที่ต้องผลิตเสื้อผ้าเป็นจำนวนมาก ให้กับคนที่มีขนาดร่างกายต่างกันเป็นช่วงพิสัยขนาด จึงจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลจากการสำรวจหาขนาดของคนในส่วนต่าง ๆ ของโลกที่ต้องการซื้อเสื้อผ้า ข้อมูลที่ได้จากการวัดขนาดรูปร่างคน ในแต่ละประเทศหรือแต่ละเขตภูมิศาสตร์ แยกตามเพศ กลุ่มอายุ จะถูกนำไปหาค่าเฉลี่ย กำหนดเป็นตารางขนาดมาตรฐานของเสื้อผ้า ของคนในกลุ่มนั้น ๆ และใช้ในการกำหนดขนาดเสื้อผ้าให้เป็นที่ยอมรับและใช้กันในประเทศนั้น ๆ

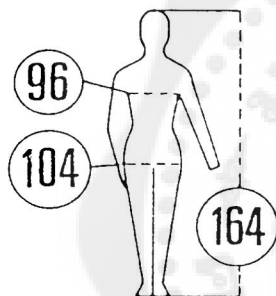
ตัวอย่างที่แสดงขนาดมาตรฐานของเสื้อผ้าสตรีเยอรมันและสตรีฝรั่งเศสในภาคผนวก ก แสดงให้เห็นว่าขนาดเสื้อผ้า(Size)เดียวกันแต่สัดส่วนของร่างกายไม่เท่ากัน

ขนาดเสื้อผ้าสำเร็จรูปตามแบบมาตรฐาน ISO

การกำหนดขนาดเสื้อผ้าสำเร็จรูป จะมีการกำหนดที่แตกต่างกันแล้วแต่ผู้ผลิต หรือความนิยมของผู้บริโภค อาจเป็นหมายเลข เช่น ขนาด 10, 12, 14 หรือเป็นตัวอักษร เช่น S, M, L, X, XL, หรือระบุเป็นขนาดคอเสื้อเชิ้ตชายหรือขนาดรอบเอวกางเกงและกระโปรง หรือขนาดรอบอกและขนาดของเต้าน้อยทรง เช่น B 75 ,A 75 เป็นต้น

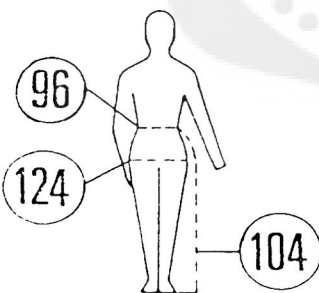
การกำหนดขนาดตามแบบมาตรฐานระหว่างชาติ (ISO) สำหรับเสื้อผ้าสตรีและเด็กหญิง (ISO 3637 – 1977 (E). 1977 : 3-4) กำหนดเป็นรูปพิคโตแกรมหรือขนาดของส่วนสำคัญของเสื้อผ้านั้น ๆ เช่นตัวอย่าง

เสื้อตัวนอกของสตรี (Woman's Jacket)



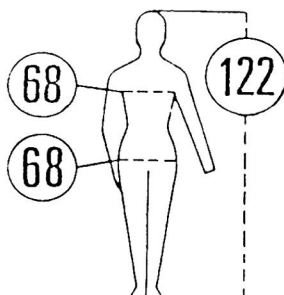
BUST GIRTH	96
HIP GIRTH	104
HEIGHT	164

กางเกงสแลค (Woman's slack)



HIP GIRTH	124
WAIST GIRTH	96
OUTSIDE LEG LENGTH	104
SIZE CODE	50

เสื้อชุดของเด็กหญิง (Girl's dress)

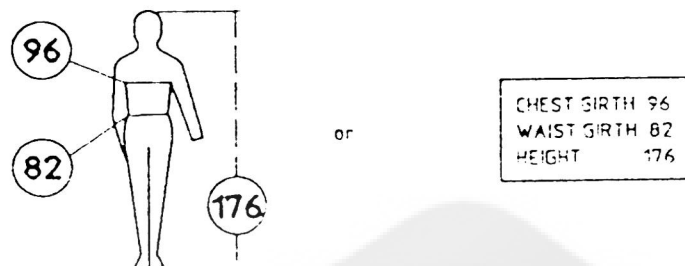


HEIGHT	122
BUST GIRTH	68
HIP GIRTH	68
WAIST GIRTH	60

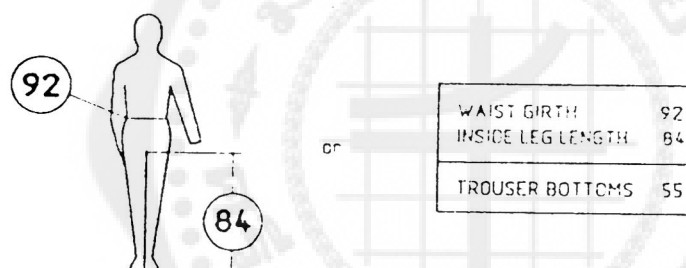
ตัวอย่างการกำหนดขนาดมาตรฐานของเสื้อผ้าชาย (ISO3636 : 1977/Cor 1 : 1990 (E) : 1990.

2-3)

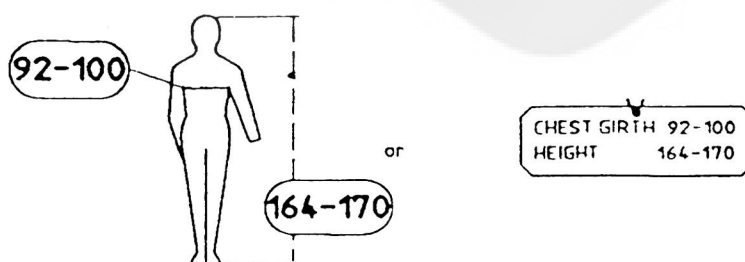
เสื้อนอก (Man's jacket)



กางเกงขายาว (Man's trousers)



เสื้อสเวตเตอร์ (Man's sweater)



อย่างไรก็ตาม การกำหนดขนาดเสื้อผ้ามาตรฐานของ ISO ก็ยังไม่เป็นที่ยอมรับของทุกประเทศทั่วโลก การกำหนดขนาดเสื้อผ้าสำเร็จรูปจะเป็นแบบใดต้องแล้วแต่ประเทศผู้สั่งซื้อหรือตลาด ผู้ผลิตจำเป็นต้องทราบว่าจะกำหนดขนาดอย่างไรจึงจะผลิตได้ตามที่ลูกค้าต้องการ โดยให้มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของลูกค้าเพื่อให้สามารถแข่งขันกับผู้ผลิตรายอื่น ๆ ได้

สรุป

การผลิตเสื้อผ้าให้พอดีกับขนาดร่างกายของคนแต่ละเพศ อายุ และแต่ละเชื้อชาติจำเป็นต้องใช้วิธีการวัดและอุปกรณ์การวัดขนาดที่ถูกต้องและเที่ยงตรง เพื่อสามารถนำไปทำแบบตัดเสื้อผ้าและนำไปกำหนดขนาดมาตรฐานของเสื้อผ้า โดยทั่วไปลักษณะโครงสร้างของร่างกายคนจะแตกต่างกันเนื่องจากเพศ และอายุ นอกจากนี้ในเรื่องขนาดของร่างกายคนทั่วโลกจะมีความแตกต่างกันเนื่องจากเชื้อชาติ ภาวะโภชนาการ การออกกำลังกาย สภาพภูมิศาสตร์ และ วัฒนธรรมที่แตกต่างกัน การทำเสื้อผ้าสำเร็จรูป จึงจำเป็นต้องใช้ขนาดมาตรฐานของกลุ่มประชากรของโลกที่มีขนาดร่างกายใกล้เคียงกันมากำหนดขนาดเสื้อผ้า ปัจจุบันมีระบบกำหนดขนาดเสื้อผ้าหลายแบบในแต่ละประเทศที่มีการใช้ระบบการกำหนดขนาดเสื้อผ้าของตนเอง มีแนวโน้มที่จะใช้ระบบมาตรฐานสากลกำหนดขนาดเสื้อผ้าเพื่อให้สะดวกต่อการติดต่อซื้อขายกันทุกประเทศทั่วโลก

คำถามท้ายบท

1. การวัดขนาดร่างกายมีความสำคัญต่อการผลิตเสื้อผ้าอย่างไร
2. อุปกรณ์ที่ใช้วัดขนาดร่างกายเพื่อทำแบบตัดเสื้อผ้าควรมีลักษณะและคุณสมบัติอย่างไร
3. ให้วิเคราะห์ขนาดเสื้อผ้าของคนในทวีปยุโรปและเอเชียแล้วเปรียบเทียบว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ และอย่างไร
4. อภิปรายถึงข้อดีข้อด้อยของการกำหนดขนาดเสื้อผ้าตามวิธีมาตรฐานระหว่างชาติ (ISO)
5. ให้เขียนรูปลายเส้นรอบนอกร่างกายแทนเพศชายหญิงระบุสัดส่วนต่าง ๆ เป็นภาษาไทย ภาษาอังกฤษแล้วให้ทดลองวัดขนาดร่างกายที่จำเป็นต้องใช้ในการทำเสื้อผ้าตามระบบ ISO 3635-1981(E) แล้วระบุขนาดของสัดส่วนต่างๆ ที่วัดได้

บทที่ 5

พลังงานเมตาบอลิซึมและอุณหภูมิร่างกาย

ร่างกายสร้างพลังงานชีวิตได้เนื่องจาก ภายในเซลล์ที่มีชีวิตจะเกิดปฏิกิริยาชีวเคมีเปลี่ยนแปลงสารอาหารที่ถูกดูดซึมเข้าไปภายในเซลล์ให้เป็นพลังงานเคมี ร่างกายจะใช้พลังงานโดยเปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานที่ใช้ในการทำงานของอวัยวะต่างๆ เป็นพลังงานเมตาบอลิซึมขั้นพื้นฐาน และเป็นพลังงานความร้อน สำหรับพลังงานความร้อนมีความสำคัญต่อร่างกายในการรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้อยู่ในระดับพอดีที่เอ็นไซม์จะช่วยทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ได้ตามปกติ ความร้อนจะทำร่างกายอบอุ่นในสิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าร่างกายมาก แต่ในสภาวะที่อุณหภูมิภายนอกสูงกว่าอุณหภูมิร่างกายจะต้องมีการระบายความร้อนออกจากร่างกายเพื่อให้เกิดสมดุลความร้อน การระบายความร้อนของร่างกายเกิดขึ้นได้ด้วยการแผ่รังสี การนำความร้อน การพาความร้อน และการระเหยของน้ำจากร่างกาย เสื้อผ้าที่คนสวมใส่ในสภาวะอากาศต่าง ๆ จะเป็นฉนวนระหว่างร่างกายกับอากาศ การเลือกเสื้อผ้าที่สวมใส่แล้วรู้สึกสบายในสภาวะต่าง ๆ จึงมีความสำคัญมาก

จุดมุ่งหมายเฉพาะ เพื่อให้บัณฑิตสามารถ

1. อธิบายถึงความหมายของพลังงานเมตาบอลิซึม สมดุลความร้อนของร่างกาย และอุณหภูมิร่างกายได้
2. อธิบายได้ว่าร่างกายมีการปรับสมดุลความร้อนอย่างไร
3. อธิบายถึงการส่งถ่ายความร้อนของร่างกายได้
4. อธิบายถึงกลไกการควบคุมอุณหภูมิร่างกายในสภาวะอากาศร้อนและอากาศหนาวได้
5. อธิบายได้ว่าเสื้อผ้า เครื่องแต่งกายมีความสัมพันธ์กับการปรับตัวในสภาวะอากาศร้อนและอากาศหนาวหรือไม่ และอย่างไร

แนวการสอนและกิจกรรม

1. ให้นักศึกษาเนื้อหาจากเอกสารบทที่ 5
2. อาจารย์ตั้งคำถามซักถามประเด็นต่างๆ เรื่องพลังงานเมตาบอลิซึมแล้วช่วยกันสรุป
3. อาจารย์ตั้งประเด็นให้นักศึกษาอภิปรายเกี่ยวกับความรู้สึกร้อน หนาว และอธิบายถึงการปรับตัวเพื่อให้คลายร้อน-หนาว
4. ให้นักศึกษาตัวอย่างเสื้อผ้าที่ควรใช้ขณะที่อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมสูงและต่ำ

อุปกรณ์การสอน

1. ภาพประกอบ วีดีโอ สไลด์

การประเมินผล

1. สังเกตความสนใจ การตอบคำถาม ร่วมอภิปรายและการทำกิจกรรมที่มอบหมาย
2. ตอบคำถามท้ายบทได้ ทำข้อสอบได้จากการสอบ

พลังงานเมตาบอลิซึม (Metabolic Energy)

ร่างกายมนุษย์ขณะที่มีชีวิตจะมีการสร้างพลังงาน และใช้พลังงานเพื่อกระบวนการต่าง ๆ ของชีวิต ร่างกายสร้างพลังงานจากการกินอาหาร เมื่ออาหารถูกย่อย และดูดซึมเข้าไปสู่เซลล์จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีจนเป็นพลังงานเคมีในรูปของสาร Adenosine Triphosphate (ATP) พลังงานนี้จะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการมีชีวิตคือเปลี่ยนเป็นพลังงานในการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ที่ต้องใช้กล้ามเนื้อเพื่อการเคลื่อนไหว โดยใช้พลังงานประมาณร้อยละ 25 ของพลังงานที่ร่างกายได้รับ พลังงานส่วนหนึ่งจะถูกใช้เพื่อกระบวนการเมตาบอลิซึมพื้นฐาน (Basal metabolism) หรือเป็นพลังงานเพื่อการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกาย เพื่อการมีชีวิต ซึ่งจะต้องทำงานตลอดเวลา การวัดหรือการหาค่าพลังงานนี้จะวัดขณะพัก โดยปกติจะวัดเวลาเช้าหลังจากหลับอย่างน้อย 8 ชั่วโมงโดยร่างกายจะต้องไม่ใช้กล้ามเนื้อทำงาน พลังงานเมตาบอลิซึมพื้นฐานถูกใช้ไปประมาณ 50 % ของพลังงานที่ร่างกายได้รับ ส่วนพลังงานอีกประมาณ 18 % เป็นพลังงานความร้อน (Thermal energy) ซึ่งร่างกายใช้พลังงานความร้อนเพื่อรักษาอุณหภูมิร่างกายให้อยู่ในระดับพอดีที่จะทำให้ปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ซึ่งใช้เอนไซม์เป็นไปได้ตามปกติ ข้อมูลในตารางที่ 5-1 แสดงอัตราเมตาบอลิซึมพื้นฐานของคนที่มีอายุน้อยซึ่งจะมีค่าสูงกว่าของคนอายุมาก และอัตราเมตาบอลิซึมพื้นฐานของหญิงจะต่ำกว่าของชายที่มีอายุและขนาดร่างกายเท่ากัน (Ganong. 1973 : 200)

ตารางที่ 5-1 อัตราเมตาบอลิซึมพื้นฐานของเพศชาย และ เพศหญิง ที่อายุต่างกัน

อายุ ปี	อัตราเมตาบอลิซึม (กิโลแคลอรี/ตารางเมตร/ชั่วโมง)	
	ชาย	หญิง
2	57.0	52.5
6	53.0	50.6
8	51.8	47.0
10	48.5	45.9
16	45.7	38.8
20	41.4	36.1
30	39.3	35.7
40	38.0	35.7
50	36.7	34.0
60	35.5	32.6

ที่มา : Ganong, William F. (1973). **Review of Medical Physiology**. P 200.

บทที่ 5 พลังงานเมตาบอลิซึมและอุณหภูมิร่างกาย

จะเห็นว่า อัตราเมตาบอลิซึมของเด็กจะมีค่าสูงกว่าคนสูงอายุ ร่างกายของเด็กจะอบอุ่นขณะหลับ ผู้ใหญ่มักห่มผ้าให้เด็กขณะนอนหลับ ซึ่งเด็กจะรู้สึกร้อนจึงพยายามคืน และ สลัดผ้าออก

ความร้อนที่ร่างกายสร้างขึ้นจะช่วยให้ร่างกายรู้สึกอบอุ่นขณะที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าร่างกายมาก แต่ในสภาวะที่อุณหภูมิภายนอกสูงกว่า อุณหภูมิร่างกาย จะมีการระบายความร้อนออกจากร่างกายเพื่อให้เกิดสมดุลความร้อน(Heat balance) ระหว่างร่างกายกับสิ่งแวดล้อม ร่างกายจะใช้ความร้อนรวมประมาณ 93 % ส่วนพลังงานอีกประมาณ 7 % จะถูกเก็บไว้ (วิชัย ตันไพจิตร 2530 : 5)

การวัดพลังงานของร่างกายซึ่งเกิดจากระบวนการเมตาบอลิซึมจะมีหน่วยเป็น kilocalorie หรือมักเรียกแคลอรีใหญ่ (Calorie) ซึ่งเป็นพลังงานความร้อนที่ต้องใช้เพื่อให้น้ำ 1 กิโลกรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1°C หรือ วัดเป็นจูล (Joule) โดย 1 kilocalorie จะมีค่าเท่ากับ 4,187 จูล (Joules) หรือ 4.187 กิโลจูล (kilojoules) อัตราการเปลี่ยนแปลงพลังงาน (Metabolic rate) จะแสดงเป็นกิโลแคลอรี/ชั่วโมง (kilocalories/hour) หรือวัตต์ (watts) หรือ มีค่าเป็นจูล/วินาที (joules/sec) และโดยที่การสร้างหรือใช้พลังงานจะสัมพันธ์กับขนาดของร่างกายซึ่งจะใช้แทนด้วยพื้นที่ผิวของร่างกายเป็นตารางเมตร การวัดอัตราการผลิตหรือใช้พลังงานของร่างกายจึงวัดโดยเป็นหน่วย กิโลแคลอรี/ตารางเมตร/ชั่วโมง ($\text{kcal}/\text{m}^2/\text{hr}$) (Selkurt.1984 : 538) ร่างกายจะมีการใช้พลังงานในอัตราต่างๆกันตามกิจกรรมดังตารางที่ 5-2 ซึ่งเป็นตัวอย่างการใช้พลังงานทำงานต่างๆ ของชายอายุ 20 ปี สำหรับผู้หญิงจะมีอัตราการใช้พลังงานน้อยกว่าชาย 6-10 % ซึ่งมีอายุและขนาดตัวเท่ากัน

ตารางที่ 5-2 การใช้พลังงานเพื่อทำกิจกรรมต่างๆ ของร่างกาย

กิจกรรม	กิโลแคลอรี/ตารางเมตร/ชั่วโมง
พัก	
หลับ	35
นอนนิ่ง(ตื่น)	40
นั่งตัวตรง	50
ทำงานเบา	
เขียนหนังสือ	60
ยืน	85
ทำงานปานกลาง	
ล้างจาน แต่งตัว	100
เดิน(3 ไมล์/ชั่วโมง)	140
ทำงานบ้าน	140
ทำงานหนัก	
ขี่รถจักรยาน	250
ว่ายน้ำ	350
เล่นสกี	500
วิ่งเร็ว	600
กล้ามเนื้อสั่นสะท้าน(Shivering)	250

ที่มา : Selkurt, E. (1984). Physiology. P 546.

อุณหภูมิร่างกาย (Body temperature)

มนุษย์เป็นสัตว์เลือดอุ่น มีระบบอวัยวะทำหน้าที่ควบคุมและปรับอุณหภูมิของร่างกายได้ในขอบเขตจำกัด พลังงานความร้อนที่ร่างกายสร้างขึ้นจากกระบวนการเมตาบอลิซึม จะนำไปใช้และปลดปล่อยออกไปเพื่อให้ร่างกายมีภาวะสมดุลความร้อน มนุษย์จะอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีสภาพภูมิอากาศแตกต่างกันได้ โดยร่างกายจะมีความสามารถปรับสมดุลความร้อนให้เหมาะที่จะอาศัยอยู่ได้ในสิ่งแวดล้อมนั้นได้ในระดับหนึ่ง แต่ก็จำเป็นต้องอาศัยเครื่องนุ่งห่มและที่อยู่อาศัยเพื่อช่วยให้มีชีวิตอยู่ได้ในสิ่งแวดล้อมที่มีสภาวะอุณหภูมิที่ต่างจากอุณหภูมิร่างกายมาก

อุณหภูมิร่างกายที่ส่วนต่างๆ จะไม่เท่ากัน อุณหภูมิร่างกายที่ระบุจึงเป็นอุณหภูมิเฉลี่ย (Mean body temperature) ซึ่งได้จากการรวมสัดส่วนของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวหนัง (Skin temperature) กับค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิแกนของร่างกาย (Core temperature) ตามสมการต่อไปนี้ (Selkurt. 1984 : 550)

$$\bar{T}_b = 0.67 \bar{T}_r + 0.33 \bar{T}_s$$

$\bar{T}_b$ แทนอุณหภูมิร่างกาย

$\bar{T}_r$ แทนอุณหภูมิแกน ซึ่งแสดงเป็นอุณหภูมิที่ทวารหนัก

$\bar{T}_s$ แทนอุณหภูมิที่ผิวหนังที่วัดที่อุณหภูมิห้อง 24-25 °C

อุณหภูมิแกนของร่างกาย (Body core temperature)

อุณหภูมิแกนของร่างกายคืออุณหภูมิที่วัดได้ที่บริเวณปาก ช่องทวารหนัก หรือใต้รักแร้ เป็นอุณหภูมิแสดงแทนอุณหภูมิที่เกิดจากความร้อนซึ่งผลิตโดยเซลล์ของอวัยวะภายในที่สำคัญของร่างกายที่อยู่ในส่วนลึกของร่างกายคือ สมอง หัวใจ ปอด อวัยวะในช่องอก ช่องท้อง ในขณะที่ร่างกายพักผ่อนจะสามารถผลิตความร้อนได้ประมาณ 72 % ของความร้อนของร่างกาย แต่จะผลิตความร้อนเพียง 25 % ในขณะที่ออกกำลังกาย อวัยวะสำคัญดังกล่าวถึงแม้จะมีน้ำหนักรวมแล้ว 8-10 % ของน้ำหนักร่างกายแต่ก็สามารถผลิตความร้อนได้ถึง 3/4 ของความร้อนของร่างกายขณะพักผ่อน และตลอดเวลาอุณหภูมิแกนกับอุณหภูมิผิวหนังของร่างกายจะแตกต่างกัน ทำให้มีการถ่ายเทความร้อนจากภายในสู่ภายนอกของร่างกายได้ อุณหภูมิแกนที่วัดที่ทวารหนักของผู้ที่มีสุขภาพดีจะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 37 °C

อุณหภูมิผิวหนัง (Skin temperature)

อุณหภูมิที่ผิวหนังจะแปรผันไปตามบริเวณต่างๆ ของร่างกายและแปรตามอุณหภูมิของอากาศด้วย อุณหภูมิผิวหนังของร่างกายของคนทั่วไปขณะพักที่อุณหภูมิห้อง(24-25°C)จะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 33°C ผิวหนังบริเวณที่อยู่ติดกับบริเวณที่ผลิตความร้อนสูง จะมีอุณหภูมิสูงถึง 34.6°C บริเวณที่อยู่ติดกับกล้ามเนื้อเป็นส่วนใหญ่ เช่น บริเวณแขน ขา จะมีอุณหภูมิเฉลี่ย 30.8°C บริเวณมือและเท้าจะมีอุณหภูมิผิวหนังต่ำสุดคือ 28.6°C อุณหภูมิของร่างกายที่ตำแหน่งต่าง ๆ แสดงตามตารางที่ 5-3

ตารางที่ 5-3 ตำแหน่งต่าง ๆ ของร่างกายที่มีอุณหภูมิและการส่งความร้อนออกเพื่อให้ร่างกาย

สภาวะขณะพัก			
ตำแหน่ง	พื้นที่ (m ²)	อุณหภูมิ °C	การส่งความร้อนออกที่อุณหภูมินั้น Kcal/m ² /hr
ศีรษะ	0.20	34.6	20.0
ทรวงอก	0.17	34.6	48.3
ท้อง	0.12	34.6	37.5
หลัง	0.23	34.6	53.9
ก้น	0.18	34.6	46.2
ต้นขา	0.33	33.0	36.0
น่อง	0.20	30.8	73.0
เท้า	0.12	28.6	83.3
แขน	0.10	33.0	84.0
ปลายแขน	0.08	30.8	107.5
มือ	0.07	28.6	228.6
รวม	1.80	33.0 (ค่าเฉลี่ย)	59.4 (ค่าเฉลี่ย)

ที่มา : Selkurt, E. E. (1984). Physiology. P 551.

อุณหภูมิผิวหนังจะเปลี่ยนแปลงจากอุณหภูมิเฉลี่ยปกติได้ $\pm 10-12^{\circ}\text{C}$ โดยที่ผิวหนังไม่เป็นอันตราย แต่ถ้าอยู่ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 18°C นานๆ ก็ทำให้เนื้อเยื่อชา เจ็บปวดกล้ามเนื้อเสียหายได้ ถ้าอุณหภูมิสูงที่อุณหภูมิ 4°C จะทำให้ผิวหนังไหม้เกรียม บวมพองมีน้ำคั่งใต้ผิวหนัง

ความร้อนที่ระบายจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย จะไม่เท่ากัน โดยทั่วไปขณะที่ร่างกายพักผ่อน บริเวณผิวหนังของร่างกายที่มีอุณหภูมิสูงจะระบายความร้อนออกไปต่อพื้นที่ผิวน้อยกว่าบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ ทั้งนี้เพื่อให้ร่างกายมีระดับความร้อนที่พอดีที่จะทำให้รู้สึกสบาย อย่างไรก็ตาม หญิงและชายมีสรีระที่สัมพันธ์กับระบบควบคุมอุณหภูมิต่างกันคือ หญิงจะมีชั้นไขมันใต้ผิวหนังที่หนากว่าชายและมีจำนวนต่อมเหงื่อต่อพื้นที่ผิวมากกว่าของชาย ร่างกายที่หญิงมีความรู้สึกสบายจะอยู่ในช่วงอุณหภูมิ $27^{\circ}-33^{\circ}\text{C}$ ($80^{\circ}-91.4^{\circ}\text{F}$) ส่วนชายจะรู้สึกสบายที่อุณหภูมิ $28^{\circ}-31^{\circ}\text{C}$ ($82.4^{\circ}-87.8^{\circ}\text{F}$) (Roach and Eicher. 1973 : 53)

การส่งความร้อนของร่างกาย

(External heat transfer of the body)

ร่างกายมีการผลิตความร้อนภายในอย่างสม่ำเสมอ โดยเกิดจากระบวนการเมตาบอลิซึม และการหดตัวของกล้ามเนื้อลาย ความร้อนส่วนที่เหลือจากการใช้เพื่อรักษาอุณหภูมิภายในร่างกายจะถูกส่งออกไปเพื่อให้มีการสะสมจนเกินไป การส่งความร้อนจากร่างกายในร่างกายออกมาข้างนอกโดยอาศัยหลักการนำความร้อน (Thermal conduction) ระหว่างเซลล์ที่อยู่ติดกันที่มีอุณหภูมิต่างกัน ความร้อนจะส่งถ่ายจากเซลล์ที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังเซลล์ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า การพาความร้อน (Thermal convection) โดยความร้อนจากเซลล์ต่าง ๆ จะผ่านผนังของหลอดเลือดไปสู่ของเหลวข้างในซึ่งจะไหลไปสู่ส่วนที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า และเนื้อเยื่อของร่างกายเป็นตัวนำความร้อนที่ไม่ดีโดยมีค่าฉนวนสัมพัทธ์ (Relative insulating qualities) เพียง 0.0005 เมื่อเทียบกับโลหะเงินซึ่งมีค่า 0.99 ทำให้การส่งความร้อนในร่างกายโดยการนำความร้อนเกิดขึ้นได้ช้ากว่าการพาความร้อน

การส่งความร้อนจากร่างกายสู่สิ่งแวดล้อมเป็นกระบวนการที่เกิดจากการแลกเปลี่ยนความร้อนที่ผิวหน้ากับอากาศรอบ ๆ ตัวซึ่งเกิดขึ้นได้โดยการแผ่รังสี การนำความร้อน การพาความร้อน ซึ่งรวมเรียกว่า การแลกเปลี่ยนความร้อนโดยไม่มีการระเหย (Non-evaporative heat exchange) และโดยวิธีการระเหยของเหงื่อ (Evaporative heat exchange) เมื่ออุณหภูมิผิวหน้าสูงกว่าสิ่งแวดล้อมหรือวัตถุที่อยู่ใกล้ ร่างกายจะส่งความร้อน (heat loss) ออกไปยังสิ่งแวดล้อมหรือวัตถุนั้น ๆ แต่เมื่ออุณหภูมิผิวหน้าต่ำกว่าอุณหภูมิบริเวณรอบ ๆ ร่างกายจะได้รับความร้อนเพิ่ม (heat gain) เพื่อช่วยให้ร่างกายมีความอบอุ่น

การส่งความร้อนในลักษณะดังกล่าวเป็นวิธีควบคุมอุณหภูมิร่างกายให้ค่อนข้างคงที่ โดยอุณหภูมิแกนจะเปลี่ยนแปลงไปไม่มาก ส่วนอุณหภูมิที่ผิวหน้าจะเปลี่ยนแปลงได้มากกว่า ข้อมูลที่มีการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของการส่งถ่ายความร้อนกับอุณหภูมิร่างกายแสดงดังตารางที่ 5-4 แสดงถึงความร้อนที่ส่งถ่ายออกจากร่างกายโดยวิธีต่าง ๆ ในที่มีอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมต่างกันและแสดงให้เห็นการเปลี่ยนอุณหภูมิแกนและอุณหภูมิผิวหน้า (Selkurt, 1984 : 553-555)

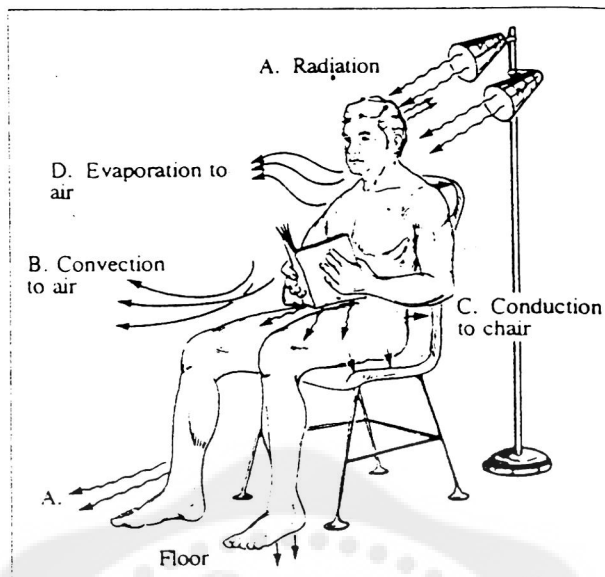
ตารางที่ 5-4 การส่งความร้อนของร่างกายและอุณหภูมิร่างกายขณะที่มีการส่งความร้อนที่
สภาวะอุณหภูมิต่าง ๆ กัน

ตัวแปร	ที่อุณหภูมิ (แคลอรีมิเตอร์-°C)				
	20	25	30	35	40
การส่งถ่ายความร้อนแบบระเหย (%)	17	30	50	90	100
การส่งความร้อนแบบไม่ระเหย (%)	83	70	50	10	-
อุณหภูมิแกน (°C)	36	36.3	36.5	36.8	37
อุณหภูมิผิวหนัง (°C)	27.8	30.0	33.5	35.5	35.7
พลังงานความร้อนที่ส่งออก (Cal/m ² /hr/°C)	11	16	18	35	39

ที่มา : Selkurt, E. E. (1984). *Physiology*. P 554.

ข้อมูลในตารางได้จากการทดลองโดยให้ชายไม่สวมเสื้อผ้าตามภาพประกอบที่ 5-1 อยู่ในสภาวะอากาศที่วัดอุณหภูมิโดยใช้แคลอรีมิเตอร์ได้ 20°C-40°C การส่งพลังงานความร้อนออกจากร่างกายโดยวิธีระเหยจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมที่เพิ่มขึ้น ที่อุณหภูมิ 40°C ส่วนพลังงานความร้อนโดยวิธีอื่นจะค่อยๆ ลดลงเป็น 0 ที่ 40°C การส่งถ่ายความร้อนที่เกิดขึ้นทำให้อุณหภูมิแกนของร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากเพียงประมาณ 1°C ส่วนอุณหภูมิผิวหนังจะเปลี่ยนไปมากเพื่ออุณหภูมิภายนอกเปลี่ยน จากรูปจะแสดงการส่งถ่ายความร้อนระหว่างร่างกายกับสิ่งแวดล้อม โดยมีการแผ่รังสีความร้อน (A.Radiation) เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากแหล่งที่มีความร้อนสูง (ดวงไฟ) ไปยังวัตถุที่เย็นกว่า (ร่างกาย) การพาความร้อน (B.Convection) โดยความร้อนจากร่างกายจะส่งไปกับโมเลกุลของอากาศที่เคลื่อนที่ระหว่างพื้นที่ที่มีอุณหภูมิไม่เท่ากัน การนำความร้อน (C.Conduction) เป็นการแลกเปลี่ยนความร้อนของวัตถุ 2 ชนิด ที่สัมผัสกัน และ การระเหย (D.Evapoation) เป็นการลดความร้อนของร่างกายโดยการขับเหงื่อ และ การระเหยของเหงื่อเป็นไอน้ำ

บทที่ 5 พลังงานเมตาบอลิซึมและอุณหภูมิร่างกาย



ภาพประกอบที่ 5-1 การส่งถ่ายความร้อนระหว่างร่างกายกับสิ่งแวดล้อมโดยวิธีต่างๆ
ที่มา : Selkurt, E. E. (1984). *Physiology*. P 554.

การแผ่รังสี (Radiation)

คือการส่งถ่ายความร้อนระหว่างวัตถุที่ไม่ได้อยู่ติดกันโดยส่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic wave) วัตถุแน่นที่ทุกชนิดจะมีการแผ่รังสีได้ ถ้ายังมีอุณหภูมิที่ต่างกันมากก็ จะยังมีการแผ่รังสีจากวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าได้มาก ในสภาวะที่ อุณหภูมิภายนอกร่างกายต่ำ 20°C (68°F) ร่างกายจะส่งความร้อนโดยวิธีแผ่รังสีถึง 70 % ของ ความร้อนที่สร้างขึ้น แต่ถ้าอุณหภูมิภายนอกร่างกายสูง ถึง 35°C ร่างกายจะได้รับความร้อน โดยการแผ่รังสีจากแหล่งที่ให้ความร้อน ผิวหนังของคนเป็นวัตถุที่แผ่รังสีที่ดี (Excellent radiator) แต่จะเป็นตัวสะท้อนรังสีของแสงที่ไม่ดี (Poor reflector) อย่างไรก็ตามผิวสีขาวจะ สะท้อนรังสีได้ดีกว่าผิวสีดำ โดยผิวสีขาวสะท้อนรังสีได้ประมาณ 30-43 % ส่วนผิวสีดำ สะท้อนได้น้อยกว่า 18 % การสวมเสื้อผ้าจะช่วยป้องกันผิวหนังจากการถูกรังสีและความร้อน โดยเสื้อผ้าจะช่วยสะท้อนรังสี และ เป็นฉนวนกั้นความร้อนได้ในระดับหนึ่ง (Horn. 1968 : 350)

การพาความร้อน (Convection)

เป็นการส่งพลังงานความร้อนไปกับตัวกลางที่เป็นโมเลกุลแก๊ส หรือของเหลวที่อยู่ระหว่างบริเวณที่มีอุณหภูมิต่างกัน เช่น เมื่ออุณหภูมิผิวหนังสูงกว่าอุณหภูมิอากาศรอบ ๆ ความร้อนจากผิวหนังจะส่งไปยังโมเลกุลของอากาศที่อยู่ติดกับผิวหนังโดยการนำหรือการแผ่รังสี เมื่ออากาศได้รับความร้อนจะขยายตัว ลดความหนาแน่น และกระจายตัวออก พาความร้อนเคลื่อนที่ไปสู่อากาศที่เย็นกว่าที่อยู่รอบๆจะเคลื่อนที่เข้ามาแทนที่

การนำความร้อน (Conduction)

เป็นการส่งความร้อนระหว่างอะตอมหรือโมเลกุลของวัตถุที่อยู่ติดกัน ความร้อนถูกส่งในรูปพลังงานไคเนติกส์ผ่านโมเลกุลของวัตถุที่อยู่ติดกัน โดยที่อะตอมหรือโมเลกุลไม่เคลื่อนที่ โดยทั่วไปความร้อนจากร่างกายที่ส่งออกโดยการนำความร้อนจะไม่มากเท่ากับการพาและการแผ่รังสี

การระเหย (Evaporation)

เป็นกลไกส่งความร้อนออกจากร่างกาย โดยความร้อนจะถูกใช้ในการระเหยน้ำจากร่างกายเกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะคือ Insensible perspiration และ Sweating

Insensible perspiration เป็นการระเหยของน้ำจากผิวหนังในปริมาณเล็กน้อยที่ไม่ใช่เหงื่อ การระเหยของน้ำจากเยื่อเมือกในปากและลมหายใจ การระเหยในลักษณะนี้จะเกิดขึ้นตลอดเวลา ซึ่งจะทำให้มีการระเหยน้ำไปได้ โดยน้ำที่ระเหย 1 กรัม จะใช้ความร้อน 0.6 kilocalorie ทำให้ร่างกายเสียน้ำโดยวิธีนี้ได้ถึง 50 มิลลิลิตร/ชั่วโมง หรือ 1.2 ลิตร/วัน

Sweating คือการขับเหงื่อ ซึ่งเป็นกลไกของร่างกายที่ต้องการลดความร้อนที่เพิ่มขึ้น อันอาจเกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อ หรืออุณหภูมิภายนอกร่างกายสูงมาก ร่างกายจะเย็นลงเมื่อเหงื่อมีการระเหยอย่างรวดเร็ว ถ้ามีการระเหยของเหงื่อได้ 1 ลิตร จะลดความร้อนได้ถึง 2,500 kilojoules แต่ถ้ามีความชื้นในอากาศสูง เหงื่อก็จะระเหยได้น้อยและช้าทำให้การลดความร้อนของร่างกายเกิดขึ้นได้น้อย การระบายความร้อนออกจากร่างกายโดยวิธีนี้จะเป็นสัดส่วนผกผันกับปริมาณความชื้นในอากาศ เหงื่อจะถูกขับออกจากต่อมเหงื่อซึ่งกระจายอยู่ทั่วไปในชั้นผิวหนัง Subcutaneous โดยทั่วไปคนจะมีต่อมเหงื่อประมาณ 2.5 ล้านต่อม คนที่อาศัยอยู่ในเขตร้อนจะมีจำนวนต่อมเหงื่อมากกว่าผู้ที่อยู่ในเขตที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า การทำงานของต่อมเหงื่อจะถูกควบคุมการทำงานโดยประสาท Sympathetic postganglionic cholinergic ซึ่งเป็น

ส่วนหนึ่งของระบบประสาทอัตโนมัติ การขับเหงื่อเกิดขึ้นจากการหดตัวของท่อในต่อม ขับน้ำให้เหงื่อออกมาสู่ผิวหนัง การหดตัวจะเกิดมากขึ้นเมื่อร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้น

เหงื่อเป็นสารที่ร่างกายขับออกเพื่อลดความร้อนของร่างกายเมื่อมีการระเหยของเหงื่อเป็นของเหลวใสที่มี PH 4.5-7.5 มีส่วนประกอบของน้ำถึง 99.2-99.7% โซเดียมคลอไรด์และสารอื่น ๆ ดังตารางที่ 5-5 (Oser. 1965 : 351)

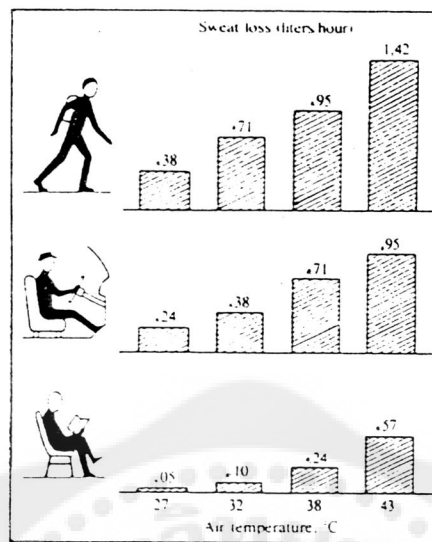
ตารางที่ 5-5 ปริมาณของสารต่างๆ ที่เป็นส่วนประกอบของเหงื่อ

สารที่มีในเหงื่อ 100 ml.	ปริมาณสาร (mg)
Sodium ion (Na^+)	24-312
Potassium ion (K^+)	21-126
Calcium ion (Ca^{++})	1-8
Chloride ion (Cl^-)	36-468
Bicarbonate (HCO_3^-)	0-23
NPN	24-64
Urea	12-57
Urea N	15-36
Glucose	1-3

ที่มา : Oser, B. L. (1965). Hawk's Physiology Chemistry. P 351.

อัตราการขับเหงื่อจะแตกต่างกันไปตามกิจกรรมและสิ่งแวดล้อม ตามภาพประกอบที่ 5-2 แสดงถึงชายที่ทำงานในที่ที่มีอากาศร้อนและชื้นจะขับเหงื่อออกได้ถึง 4 ลิตร/ชั่วโมง ร่างกายของผู้ใหญ่จะกระตุ้นให้มีการขับเหงื่อที่อุณหภูมิ 32°C - 34°C ส่วนทารกร่างกายจะกระตุ้นให้ขับเหงื่อที่ 35°C - 37°C (Selkurt. 1984 : 557) การระเหยของเหงื่อจะเกิดขึ้นในอากาศร้อนแห้งได้ดีกว่าในที่ที่มีอากาศร้อนชื้น ในระหว่างที่ร่างกายทำงานในขณะอากาศร้อน การขับเหงื่อเกิดขึ้นได้ถึง 1,600 มิลลิลิตร/ชั่วโมง และถ้าอยู่ในสภาวะที่อากาศแห้ง เหงื่อที่ขับออกมาจะระเหยหมดซึ่งทำให้มีการเสียความร้อนไปเพื่อการระเหยของน้ำได้ตั้งแต่ 30 กิโลแคลอรี/ชั่วโมง ถึงมากกว่า 900 กิโลแคลอรี/ชั่วโมง (Ganong. 1971 : 170)

บทที่ 5 พลังงานเมตาบอลิซึมและอุณหภูมิร่างกาย



ภาพประกอบที่ 5-2 อัตราการขับเหงื่อของชายที่สวมเสื้อผ้าซึ่งทำกิจกรรมแตกต่างกันที่อุณหภูมิต่างกัน

ที่มา : Selkurt, E. E. (1984). *Physiology*. P 557.

ร่างกายจะมีการระบายความร้อนที่สร้างขึ้นจากระบบการเมตาบอลิซึม การทำงานของกล้ามเนื้อ โดยวิธีการต่าง ๆ ที่ได้อธิบายแล้วในปริมาณความร้อนที่ไม่เท่ากัน ที่อุณหภูมิ 21°C ร่างกายส่งความร้อนออกโดยการแผ่รังสี และการนำความร้อนได้ถึง 70% ของความร้อนที่ร่างกายสร้าง การระเหยของน้ำจะทำให้ลดความร้อนได้ 27% การหายใจลดความร้อนได้ 2% การขับถ่ายปัสสาวะอุจจาระลดความร้อนได้ 1% (Ganong, 1971 : 169)

จะเห็นว่าร่างกายมีการส่งความร้อนออกสู่สิ่งแวดล้อมตลอดเวลา เพื่อรักษาสมดุลความร้อนของร่างกาย เมื่อสวมเสื้อผ้าร่างกายจะมีฉนวนกันการส่งความร้อนออกจากร่างกาย จึงควรเลือกเสื้อผ้าที่จะทำหน้าที่ช่วยให้ร่างกายส่งถ่ายความร้อนออกได้สะดวกโดยไม่ขัดขวางกลไกที่ร่างกายต้องการลดความร้อน แต่เมื่อร่างกายอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิร่างกายมาก ๆ ร่างกายต้องการกักเก็บความร้อนไว้ นอกเหนือจากการปรับตัวทางสรีรวิทยาแล้ว ร่างกายจะต้องอาศัยเสื้อผ้าเพื่อช่วยในการกักเก็บความร้อนของร่างกายได้ด้วย เสื้อผ้าจึงเป็นสิ่งที่ทำหน้าที่เสมือนเป็นส่วนหนึ่งของร่างกาย หรือเหมือนเป็นผิวหนังอีกชั้นหนึ่ง

การควบคุมอุณหภูมิร่างกาย (Body temperature regulation)

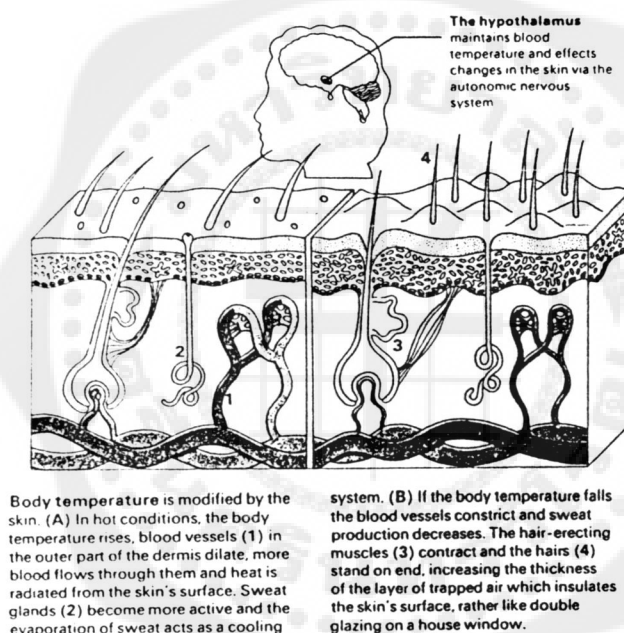
ร่างกายมนุษย์มีกลไกที่จะปรับตัวให้อยู่ได้ในสิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงและแตกต่างจากอุณหภูมิร่างกายได้ในระดับหนึ่ง เพื่อจะรักษาอุณหภูมิเฉลี่ยของร่างกายให้อยู่ที่ 37°C โดยมีกลไกควบคุมอุณหภูมิร่างกายซึ่งประกอบด้วยเซลล์ประสาทที่รับรู้อุณหภูมิ (Thermoreceptors) ที่กระจายอยู่ทั่วไปได้ผิวหนัง เซลล์เหล่านี้จะรับรู้การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมได้เพราะมีเซลล์รับรู้ความเย็น และ เซลล์รับรู้ความร้อน นอกจากนี้ยังมีเซลล์รับรู้อุณหภูมิอยู่ที่สมองส่วน ไฮโปทาลามัส (Hypothalamus) ทำหน้าที่รับรู้อุณหภูมิจากเซลล์รับรู้ความร้อนและความเย็นจากผิวหนังและจากประสาทไขสันหลัง การรับรู้จะถูกส่งไปยังระบบประสาทที่ทำหน้าที่ควบคุม คือ Somatomotor system ซึ่งจะควบคุมให้เกิดการสั่นของกล้ามเนื้อลาย ระบบประสาทซิมพาเทติกซึ่งจะควบคุมการหดตัวของหลอดเลือด และเพิ่มการขับเหงื่อ ระบบควบคุมจะส่งสัญญาณไปกระตุ้นระบบทำงาน (Effectors) ได้แก่กล้ามเนื้อลาย ค่อมเหงื่อ และหลอดเลือด ให้ทำงานเพื่อปรับอุณหภูมิของร่างกายให้อยู่ในภาวะปกติ

การควบคุมอุณหภูมิของร่างกายเมื่ออยู่ในที่ที่มีอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้น เช่นที่ 30°C หรือสูงกว่านี้ ร่างกายจะควบคุมอุณหภูมิของร่างกายไม่ให้สูงเกินไป โดยระบายความร้อนออก ซึ่งเกิดขึ้นจากการที่เซลล์ประสาทรับรู้ความร้อนที่ผิวหนังจะส่งคลื่นประสาทไปกระตุ้นศูนย์ประสาทซิมพาเทติก ทำให้หลอดเลือดที่บริเวณผิวหนังขยายตัว อัตราการไหลของเลือดมาที่ผิวหนังจะเพิ่มขึ้น ความร้อนจึงถูกระบายออกได้มากขึ้น และ ด้วยการส่งถ่ายความร้อนออกจากร่างกายโดยการแผ่รังสี การนำความร้อน และการพาความร้อนที่มีประสิทธิภาพ จะช่วยให้การระบายความร้อนเกิดได้เร็วขึ้น การใช้เสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มจึงควรเลือกใช้ชนิดที่ทำจากเส้นใย ชนิดผ้า และรูปแบบของเสื้อผ้า ที่จะช่วยให้การระบายความร้อนเกิดขึ้นได้สะดวก

การควบคุมอุณหภูมิของร่างกายเมื่ออยู่ในที่ที่มีอุณหภูมิสูงมากเกินไป จนร่างกายต้องการจะลดความร้อนอย่างรวดเร็ว เกิดขึ้นโดยระบบประสาทซิมพาเทติก จะกระตุ้นให้ค่อมเหงื่อขับเหงื่อออกมาที่ผิวหนัง เมื่อเหงื่อระเหย ความร้อนของร่างกายจะลดลง การใช้เสื้อผ้าที่ดูดซับเหงื่อได้ดีและไม่ขัดขวางการระเหยของเหงื่อจะช่วยให้ร่างกายรู้สึกสบายเมื่อความร้อนของร่างกายลดลงและไม่รู้สึกเปียกชื้น

การควบคุมอุณหภูมิร่างกายเมื่ออยู่ในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ จนรู้สึกหนาว ในขณะที่นั้นร่างกายจะมีการถ่ายความร้อนออกไปยังบริเวณรอบๆ ร่างกายจะมีกลไกรักษาความร้อนไว้โดยเซลล์ประสาทที่รับรู้ความเย็นจะถูกกระตุ้นและส่งคลื่นประสาทไปยังศูนย์ไฮโปทาลามัส ซึ่งจะไปกระตุ้นศูนย์ประสาทซิมพาเทติกที่ควบคุมการหดตัวของหลอดเลือดที่ผิวหนัง ทำให้ปริมาณเลือดที่ไหลไปสู่ผิวหนังลดลง เลือดส่วนใหญ่อจะถูกส่งไปเลี้ยงอวัยวะภายใน มีอาการขนลุกทำ

ให้เพิ่มความหนาของชั้นคากาที่ผิวหนังเป็นฉนวนความร้อน เกิดอาการคันของกล้ามเนื้อ มีอัตราเมตาบอลิซึม เพิ่มและพยายามลดพื้นที่ผิวของร่างกายโดยการกอดคอหรืออตัว ที่บริเวณมือ นิ้วมือ ริมฝีปาก จมูกและใบหู จะมีหลอดเลือดแดงและหลอดเลือดดำที่ทำงานเหมือนเส้นเลือดบริเวณอื่น ๆ โดยเมื่อมีอากาศเย็นหลอดเลือดจะหด เมื่อร้อนจะขยายตัว แต่ก็จะมีอาการที่ต่างออกไป โดยถ้าบริเวณดังกล่าวถูกความเย็นจัดอยู่นาน ร่างกายจะปรับให้หลอดเลือดบริเวณดังกล่าวขยายตัวเพื่อส่งเลือดไปเลี้ยงบริเวณนั้นเพื่อป้องกันการตายของเนื้อเยื่อที่ขาดเลือดไปเลี้ยง ถ้าร่างกายไม่ได้รับการป้องกันหรือให้ความอบอุ่นเพียงพอ น้ำในเซลล์ส่วนที่อยู่ใกล้ผิวหนังจะเย็นจนแข็งทำให้รู้สึกปวดและเนื้อเยื่อตายได้ ภาพประกอบที่ 5-3 แสดงถึงกลไกการปรับตัวในขณะที่อยู่ในสภาวะร้อนจัดและหนาวจัด



ภาพประกอบที่ 5-3 (A) กลไกการปรับตัวในสภาวะที่มีอากาศร้อนจัด

(B) กลไกการปรับตัวในสภาวะที่มีอากาศหนาวจัด

ที่มา : Rayner, Claire. (1980). **Time : Atlas of the Body**. P 25.

ร่างกายของเราสามารถปรับสรีรวิทยาให้สามารถทนหรือเคยชินกับสภาวะสิ่งแวดล้อมได้ โดยเฉพาะในเรื่องอุณหภูมิของอากาศที่ร้อนหรือเย็นมากกว่าอุณหภูมิปกติของร่างกาย หรือที่แตกต่างไปจากที่ร่างกายเคยชิน การปรับตัวจะเกิดขึ้นช้า ๆ เมื่อร่างกายพบกับสภาวะที่เปลี่ยนแปลงไปจากที่เคยชินเรียกว่า Acclimation สำหรับการปรับตัวต่อความหนาวเย็น (Cold acclimation) ร่างกายจะปรับอัตราเมตาบอลิซึมให้สูงกว่าคนทั่วไป ชันไขมันใต้ผิวหนังจะเพิ่มขึ้น ส่วนการปรับตัวต่ออากาศร้อนจัด (Heat acclimation) เช่น การอยู่ในเขตอากาศร้อน หรือ

ทะเลทราย ซึ่งมีอุณหภูมิสูงถึง 40°C หรือนั้น หรือคนที่ทำงานในที่ร้อนจัด ร่างกายจะมีการปรับตัวโดยเพิ่มการขับเหงื่อ ซึ่งพอจะเพิ่มขึ้นในระยะแรก ๆ ต่อมาซึ่งพอจะลดลงแต่เหงื่อยังคงออกมากและมีความต้องการน้ำมาก มีการปรับระดับเกลือในเหงื่อให้พอดี (Selkurt. 1984 : 562)

ถึงแม้ว่าร่างกายคนจะมีกลไกทางสรีรวิทยาในการควบคุมอุณหภูมิร่างกาย และสามารถปรับตัวในสภาวะสิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิร้อนจัดหรือหนาวจัด เพื่อที่จะรักษาอุณหภูมิเฉลี่ยของร่างกายให้อยู่ที่ 37°C ได้ในระดับหนึ่ง แต่อย่างไรก็ตามคนยังต้องการเสื้อผ้าและที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมกับสภาวะอากาศเพื่อช่วยปรับอุณหภูมิร่างกายให้รู้สึกสบายและสามารถจะมีชีวิตและทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุป

ในขณะที่มีชีวิต ร่างกายของเราจะสร้างพลังงานจากอาหาร และ อากาศ โดยมีปฏิกิริยาชีวเคมีภายในเซลล์ ทำให้ได้พลังงานที่ใช้ในการทำงานของระบบอวัยวะ และ พลังงานความร้อน เพื่อรักษาอุณหภูมิร่างกายให้อยู่ในระดับพอดี อุณหภูมิร่างกาย เป็นค่าเฉลี่ยได้จากการรวมสัดส่วนของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวหนัง และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิแกนของร่างกาย มนุษย์เป็นสัตว์เลือดอุ่น ร่างกายจะมีระบบอวัยวะและกลไกควบคุม และปรับอุณหภูมิร่างกายได้ระดับหนึ่ง เพื่อรักษาความร้อนของร่างกายไว้ เมื่ออยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิต่ำ เพื่อเพิ่มการระบายความร้อนออกจากร่างกายเมื่ออยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง โดยการส่งถ่ายความร้อน และการระเหยของเหงื่อ ในสภาวะที่ร่างกายต้องอยู่กับสิ่งแวดล้อมที่หนาวจัดหรือเย็นจัด จนเกินกว่าที่ร่างกายจะปรับอุณหภูมิให้เกิดสมดุลความร้อนได้ เสื้อผ้าเครื่องแต่งกาย และ ที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมจะช่วยให้เราสามารถมีชีวิตอยู่ได้ในสภาวะนั้นๆ

คำถามท้ายบท

1. อธิบายความหมายของคำต่อไปนี้
 - พลังงานเมตาบอลิซึม (Metabolic energy)
 - สมดุลความร้อนของร่างกาย (Body heat balance)
 - อุณหภูมิร่างกาย (Body temperature)
 - อุณหภูมิผิวหนัง (Skin temperature)
 - อุณหภูมิแกน (Body temperature)
2. ร่างกายปรับสมดุลความร้อนได้อย่างไร
3. ร่างกายส่งถ่ายความร้อนได้อย่างไร
4. ร่างกายมีกลไกควบคุมอุณหภูมิร่างกายในสภาวะอากาศร้อนและอากาศหนาวได้อย่างไร
5. เพราะเหตุใดคนจึงยังต้องการใช้เสื้อผ้าให้เหมาะสมกับสภาพอากาศต่างๆที่ร่างกายมีกลไกควบคุมอุณหภูมิร่างกายได้

บทที่ 6

สภาวะแวดล้อมกับเสื้อผ้า

สภาวะแวดล้อมมีความสำคัญต่อความสบายของร่างกายขณะสวมเสื้อผ้าอย่างยิ่ง สภาวะแวดล้อมจะหมายถึง อุณหภูมิอากาศ ความกดอากาศ ลม ความชื้น แสง และรังสี ซึ่งจะ มีผลต่อการปรับสมดุลความร้อนของร่างกาย การสวมเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มที่มีคุณสมบัติเหมาะสมต่อการทำให้ร่างกายสามารถปรับสมดุลความร้อนได้พอดีกับสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกัน จะทำให้รู้สึกสบาย สามารถปฏิบัติงานหรือทำกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพในสภาวะแวดล้อมนั้น ๆ

จุดมุ่งหมายเฉพาะ เพื่อให้บัณฑิตสามารถ

1. อธิบายได้ว่าสภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับความสบายของร่างกายขณะสวมเสื้อผ้าคืออะไร
2. อธิบายได้ว่าสภาวะแวดล้อมมีความสำคัญต่อการเลือกเส้นใยผ้า โครงสร้าง และ ลักษณะของเสื้อผ้าอย่างไร
3. ยกตัวอย่างชนิดเสื้อผ้าที่ควรใช้ในสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ได้

แนวการสอนและกิจกรรม

1. ตั้งคำถามว่าฤดูร้อนและฤดูหนาวในประเทศไทยเกิดขึ้นเพราะอะไร
2. ตั้งประเด็นให้บัณฑิตอภิปรายว่าเพราะเหตุใดจึงมีการแต่งกายด้วยเสื้อผ้าที่ต่างกันในแต่ละฤดูร้อน และฤดูหนาวแล้วช่วยกันสรุปประเด็นสำคัญ
3. ให้นักศึกษาค้นคว้าอุณหภูมิและความชื้นในห้องเรียน แล้วให้แต่ละคนแสดงความรู้สึกว่าขณะนั้น เขาารู้สึกอย่างไรและอภิปรายว่าหากเขาสวมเสื้อผ้าที่แตกต่างไปจากที่สวมอยู่ในขณะนั้นเขา จะรู้สึกอย่างไร
4. ให้นักศึกษาบทเรียนแล้วซักถามประเด็นต่าง ๆ จนเข้าใจพร้อมทั้งอธิบายเพิ่มเติมถึง สภาวะแวดล้อมที่มีความสัมพันธ์กับการเลือกเสื้อผ้าเพื่อให้เกิดความสบาย

อุปกรณ์การสอน

1. รูปภาพการแต่งกายในสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ
2. เทอร์โมมิเตอร์ ไฮโกรมิเตอร์
3. แผนที่ภูมิอากาศ ลูกโลกจำลอง

การประเมินผล

1. ประเมินจากความสนใจในการศึกษาบทเรียน การร่วมกิจกรรม
2. ประเมินจากแนวคิดในการตอบข้อซักถาม อภิปรายประเด็นต่าง ๆ และสรุปประเด็นได้อย่างถูกต้อง
3. ตอบคำถามท้ายบทได้อย่างถูกต้อง



สภาวะแวดล้อมที่มีความสำคัญต่อความรู้สึกสบายของร่างกายขณะสวมใส่เสื้อผ้าคือ อุณหภูมิอากาศ ความกดอากาศ กระแสลม ความชื้นของอากาศ แสง และรังสี การมีความรู้ถึง สภาวะแวดล้อมและการเปลี่ยนแปลงที่มีผลต่อความเป็นอยู่ของผู้ที่อาศัยในสภาวะนั้น จะช่วยให้เขาเลือกใช้เสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มได้เหมาะสมที่จะทำให้อุณหภูมิร่างกายและทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ตามปกติ

อุณหภูมิอากาศ (Temperature)

อุณหภูมิอากาศเป็นค่าที่แสดงระดับความร้อนของอากาศและมีผลต่อการแลกเปลี่ยน ความร้อนของร่างกายกับอากาศ การวัดอุณหภูมิอากาศจะใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบหลอดแก้วที่มี ของเหลวบรรจุภายในหลอด ซึ่งอาจจะเป็นปรอทหรือแอลกอฮอล์ หรือวัดและบันทึกอุณหภูมิ ด้วยเทอร์โมกราฟ (Thermograph) หน่วยของอุณหภูมิที่วัดกันมากคือ องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) หรือองศาฟาเรนไฮต์ ($^{\circ}\text{F}$)

อุณหภูมิอากาศของโลกจะแตกต่างกันเนื่องจากโลกกลม โอกาสที่โลกจะได้รับแสง จากดวงอาทิตย์ในตำแหน่งต่าง ๆ จะไม่เท่ากัน ประกอบกับสภาวะการต่าง ๆ ของโลกที่ทำให้มี การถ่ายเทความร้อนในลักษณะต่าง ๆ เช่น กระแสลม กระแสน้ำ เป็นผลให้อุณหภูมิอากาศใน พื้นที่ต่าง ๆ ของโลกแตกต่างกัน การวัดอุณหภูมิอากาศจะวัดอุณหภูมิของแต่ละวัน ทำให้ทราบ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุด สูงสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิประจำเดือนของอากาศในพื้นที่ นั้น ๆ อุณหภูมิอากาศจะกระจายในแนวดิ่งและแนวนอน สำหรับการกระจายอุณหภูมิในแนว ดิ่งนั้น อุณหภูมิจะลดลงตามความสูงของพื้นที่ อุณหภูมิของอากาศในระดับสูงจะต่ำกว่า อุณหภูมิอากาศที่อยู่ใกล้กับพื้นผิวโลก และอัตราการลดลงจะแตกต่างกันไปตามวัน ฤดูกาล ที่ ตั้ง และปัจจัยอื่น ๆ โดยทั่วไปเมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้นจากพื้นดินประมาณ 100 เมตรอุณหภูมิ จะลดลงโดยเฉลี่ย 0.6°C ส่วนการกระจายอุณหภูมิในแนวนอนเกิดจากผิวโลกได้รับพลังงาน ความร้อนจากดวงอาทิตย์ไม่เท่ากัน บริเวณที่อยู่ตรงศูนย์สูตรจะได้รับแสงมากที่สุด บริเวณที่ อยู่ในละติจูดที่อยู่ห่างจากศูนย์สูตรจะได้รับพลังงานความร้อนลดลงไปตามลำดับ บริเวณ ละติจูดเดียวกันจะได้รับความร้อนใกล้เคียงกัน ส่วนพื้นที่ในละติจูดต่างกันจะมีอุณหภูมิที่ต่าง กัน (ควงพร นพคุณ. 2536. หน้า 26-27.)

ความกดอากาศ (Atmospheric Pressure)

ความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเลจะมีค่า 14.7 ปอนด์/ตารางนิ้ว (Pounds/Square inches or PSI) หรือ 1 บรรยากาศ ถ้าวัดในมาตราเมตริกจะเป็น 1 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตรหรือ 1 บาร์ การวัดความกดอากาศจะวัดโดยใช้เครื่องวัดบาโรมิเตอร์แบบปรอทและแบบแอนเนอรอยด์ และบันทึกข้อมูลที่วัดได้เป็นบาร์กราฟ ในที่สูงขึ้นไปจากระดับน้ำทะเลมาก ๆ อากาศจะยิ่งเจือจางลง ความกดอากาศจะมีค่าน้อยลงดังข้อมูลในตารางที่ 6-1

ตาราง 6-1 ความกดอากาศเฉลี่ยที่ลดลงเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น

ความสูง (ฟุต)	ความดัน		
	ปอนด์/ตารางนิ้ว	ความสูงของปรอท-นิ้ว	มิลลิบาร์
50000	1.68	3.44	116.0
45000	2.14	4.36	147.5
40000	2.72	5.54	187.6
35000	3.46	7.04	238.4
30000	4.36	8.88	300.9
25000	5.45	11.10	376.0
20000	6.75	13.75	465.6
18000	7.34	14.94	506.0
16000	7.97	16.21	549.1
14000	8.63	17.57	595.2
12000	9.35	19.03	644.4
10000	10.11	20.58	696.8
8000	10.92	22.22	752.6
6000	11.08	23.98	812.0
4000	12.69	25.84	875.1
2000	13.66	27.82	942.1
0	14.70	29.92	1013.2

ที่มา : Finch, V.C., Glenn T. Trewartha and M.H. Shearer. (1948). **The Earth and Its Resources**. P 48.

ความกดอากาศมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของอากาศ โดยอากาศที่ได้รับความร้อนจะมีความหนาแน่นลดลง น้ำหนักของอากาศจะลดลงต่ำกว่าน้ำหนักอากาศที่เย็นกว่าในปริมาตรเดียวกัน ดังนั้นอากาศที่ร้อนจะมีความกดดันของอากาศต่ำกว่าอากาศเย็นจะมีความกดอากาศสูง (วิชัย เทียนน้อย. ม.ป.ป. หน้า 56.)

เมื่ออยู่ในน้ำความกดดันจะเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้น โดยในน้ำทะเลที่มีระดับความลึก 33 ฟุต ในน้ำจะมีความกดดันเพิ่มขึ้นเท่ากับความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเล ดังนั้นความกดดัน 1 บรรยากาศน้ำทะเลจึงเป็นความดันที่ลึก 33 ฟุต มีค่าเท่ากับ 1 บรรยากาศ ในระดับลึก 33 ฟุต + 1 บรรยากาศของอากาศที่ระดับน้ำทะเล ซึ่งจะมีค่าเป็น 29.47 ปอนด์/ตร.นิ้ว หรือ 2 บาร์ ถ้าลึก 66 ฟุตก็จะมีค่าเป็น 3 บาร์ ตามลำดับ

ความกดของอากาศมีผลต่อการมีชีวิตอยู่ได้หรือไม่ของคนที่ต้องอยู่ในสภาวะที่ความดันเปลี่ยนแปลงไปจากความดันปรกติมากจนเกินกว่าที่ร่างกายจะปรับตัวได้ เมื่อคนต้องการจะทำกิจกรรมในสภาวะที่ความกดดันเปลี่ยนไปจากปรกติ 1 บรรยากาศ เช่น นักไต่เขาที่ขึ้นไปยังที่สูงเหนือระดับน้ำทะเลมาก ร่างกายจะมีการปรับตัวเองได้ในระดับหนึ่งการใช้เสื้อผ้าจะต้องเลือกชนิดที่จะช่วยในการปรับตัว เช่น มีน้ำหนักน้อย ให้ความอบอุ่น มีการขยายตัวบริเวณเอว และ ช่วงอกได้ง่าย เสื้อผ้าชุดที่นักอวกาศใช้เป็นตัวอย่างของเสื้อผ้าที่จะต้องรักษาความกดดันของร่างกายให้อยู่ได้ในสภาวะสูญญากาศ นักดำน้ำลึกจำเป็นต้องใช้เสื้อผ้าที่มีสมบัติพิเศษที่ช่วยรักษาระดับความร้อนของร่างกายและปรับความกดดัน ให้สามารถอยู่ได้ในระดับลึกที่มีความกดดันสูงกว่าปรกติ

ลม (Wind)

ลม คือ อากาศที่เคลื่อนที่ เมื่ออากาศมีความกดอากาศต่างกัน อากาศในที่ที่มีความกดอากาศสูงกว่าจะเคลื่อนที่ไปสู่บริเวณที่มีความกดอากาศต่ำกว่า การวัดอัตราความเร็วของลมจะใช้เครื่องแอนนิโมมิเตอร์ ซึ่งวัดได้ทั้งอัตราความเร็วลม ทิศทาง และอุณหภูมิของอากาศขณะที่วัด อัตราเร็วของลมมีหน่วยเป็นเซนติเมตร/วินาที หรือ ฟุต/นาที หรือ ไมล์/ชั่วโมง

ในขณะที่ร่างกายรู้สึกร้อน ลมที่ผ่านร่างกายจะช่วยพาความร้อนออกไปทำให้รู้สึกสบาย แต่ในสภาวะที่รู้สึกหนาวเพราะอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมต่ำกว่าอุณหภูมิร่างกาย เมื่อมีลมจะยิ่งผ่านเรา รู้สึกหนาวยิ่งขึ้น ในเขตภูมิอากาศของโลกที่หนาวจัด เมื่อมีลมพัดอุณหภูมิของอากาศจะยิ่งลดลง ผู้ที่อยู่อาศัยบริเวณดังกล่าวจะต้องทราบข้อมูลเรื่องภูมิอากาศ กระแสลม หรือการมีพายุหิมะเพื่อที่จะได้เตรียมเครื่องแต่งกายที่ให้ความอบอุ่นเพียงพอเมื่อจะต้องออกไปทำกิจกรรมใด ๆ นอกที่พักอาศัย จากการศึกษาสภาวะที่คนจะอยู่ได้ในบริเวณขั้วโลก

Antarctic ของนักวิทยาศาสตร์ในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 มีการทำตารางอุณหภูมิที่วัดได้ สัมพันธ์กับความเร็วลม หรือที่เรียกว่าตาราง Wind Chill Factor ซึ่งจะแสดงอุณหภูมิของ อากาศหนึ่งกับอุณหภูมิของอากาศที่เทียบเท่ากับอุณหภูมิขณะมีลมที่มีอัตราความเร็วต่าง ๆ กัน ดังภาพประกอบที่ 6-1 ตารางดังกล่าวมีประโยชน์ในการเตรียมตัวให้พร้อมที่จะอยู่ได้ใน สภาพอากาศหนาวที่มีลมแรงซึ่งจะมีความหนาวเย็นลงไปมากกว่าอุณหภูมิที่วัดได้ เช่น อุณหภูมิที่วัดได้ 20°F (Equivalent temperature) และถ้ามีลมแรงขึ้นเป็น 20 ไมล์/ชั่วโมง ก็จะ ยิ่งหนาวมากขึ้นเทียบเท่ากับอุณหภูมิ -9°F (Gates. 1972 : 89-91)

wind chill table^a

dry-bulb temperature (°F)		35	30	25	20	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45
mph	equivalent temperature ^b of wind chill index (°F)																	
calm		35	30	25	20	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45
5		33	27	21	16	12	7	1	-6	-11	-15	-20	-26	-31	-35	-41	-47	-54
10		21	16	9	2	-2	-9	-15	-22	-27	-31	-38	-45	-52	-58	-64	-70	-77
15		16	11	1	-6	-11	-18	-25	-33	-40	-45	-51	-60	-65	-70	-78	-85	-90
20		12	3	-4	-9	-17	-24	-32	-40	-46	-52	-60	-68	-76	-81	-88	-96	-103
25		7	0	-7	-15	-22	-29	-37	-45	-52	-58	-67	-75	-83	-89	-96	-104	-112
30		5	-2	-11	-18	-26	-33	-41	-49	-56	-63	-70	-78	-87	-94	-101	-109	-117
35		3	-4	-13	-20	-27	-35	-43	-52	-60	-67	-72	-83	-90	-98	-105	-113	-123
40		1	-4	-15	-22	-29	-36	-45	-54	-62	-69	-76	-87	-94	-101	-107	-116	-128
45		1	-6	-17	-24	-31	-38	-46	-54	-63	-70	-78	-87	-94	-101	-108	-118	-128
50		0	-7	-17	-24	-31	-38	-47	-56	-63	-70	-79	-88	-96	-103	-110	-120	-128

^aWind speeds greater than 40 mph have little additional chilling effect.

^bEquivalent in cooling power or exposed flesh under calm condition.

ภาพประกอบที่ 6-1 wind chill index table

ที่มา : Gates, David M. (1972). **Man and His Environment : Climate**. P 91.

ความชื้น (Humidity)

ความชื้น คือ ปริมาณไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ อากาศจะรับไอน้ำได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิอากาศ อากาศที่มีอุณหภูมิสูงจะรับไอน้ำได้ในปริมาณมากกว่าอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำ และถ้าอากาศไม่สามารถรับไอน้ำได้อีกก็เป็นสภาวะที่อากาศมีไอน้ำอิ่มตัว ความชื้นที่มีอยู่ในอากาศอาจแสดงเป็นค่าความชื้นจำเพาะ หรือค่าความชื้นสัมพัทธ์ (ดวงพร นพคุณ. 2536 : 110-111)

ความชื้นจำเพาะ (Specific Humidity)

ความชื้นจำเพาะ หมายถึง น้ำหนัก หรือ ความชื้นที่มีในอากาศ (Q) เป็นอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของไอน้ำในอากาศ (Mv) ต่อน้ำหนักของอากาศนั้นที่ชื้นซึ่งเป็นน้ำหนักของอากาศ (Ma) รวมกับน้ำหนักไอน้ำ (Mv) ซึ่งมักคิดเป็น กรัมของไอน้ำต่อ 1 กิโลกรัม ของอากาศชื้น

$$Q = \frac{Mv}{Mv + Ma}$$

ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)

ความชื้นสัมพัทธ์ เป็นค่าแสดงน้ำหนักของไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศที่อุณหภูมิและความกดดันหนึ่ง คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักของไอน้ำอิ่มตัวที่มีในอากาศที่อุณหภูมิและความกดดันนั้น ความชื้นสัมพัทธ์ จะแปรผัน ในทางตรงกันข้ามกับอุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิสูง ความชื้นสัมพัทธ์จะต่ำ แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำ ความชื้นสัมพัทธ์จะสูง

การวัดความชื้น มักนิยมวัดด้วยไฮโกรมิเตอร์ (Hygrometer) ไฮโครมิเตอร์ (Psychrometer) ซึ่งประกอบด้วยเทอร์โมมิเตอร์ คัมแห้ง (Dry-bulb thermometer) และเทอร์โมมิเตอร์คัมเปียก (Wet-bulb thermometer)

ความชื้นสัมพัทธ์มีความสำคัญต่อปริมาณการดูดความชื้นของเสื้อผ้าซึ่งทำจากเส้นใยที่มีสมบัติการดูดความชื้นได้ต่างกัน และมีลักษณะโครงสร้างผ้าที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิของอากาศ ยังมีผลต่ออัตราการระเหยของเหงื่อจากผิวหนัง ในขณะที่อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ 100% ถ้าร่างกายมีการขับเหงื่อ เหงื่อจะยังคงระเหยไปได้ถ้าอุณหภูมิของอากาศต่ำกว่าอุณหภูมิของผิวหนัง หรือ มีความแตกต่างกันของความดันไอน้ำที่ผิวหนังกับความดันไอน้ำในอากาศ โดยจะมีการระเหยจากพื้นผิวที่มีความดันไอน้ำสูงกว่าไปยังบริเวณที่มีความดันไอน้ำต่ำกว่า เมื่อสวมเสื้อผ้า ความชื้นที่อยู่บริเวณผิวหนังจะแพร่และถูกดูดซึมผ่านเสื้อผ้า ถ้าอัตราการแพร่นั้นช้ากว่าการระเหยจากผิวหนังสู่อากาศ ไอน้ำในอากาศรอบ ๆ

ผิวหนังจะอึดตัว ควบแน่นเป็นหยดน้ำ และในขณะที่เกิดการควบแน่นจะคายความร้อนแฝงออกมา ทำให้บริเวณรอบ ๆ มีอุณหภูมิสูงขึ้น สภาวะเช่นนี้จะทำให้อุณหภูมิที่ผิวหนังกับอุณหภูมิบริเวณใกล้เคียง หรือ อุณหภูมิของเสื้อผ้ามีความแตกต่างน้อยลง การถ่ายเทความร้อนจากร่างกายก็เกิดขึ้นน้อยทำให้รู้สึกร้อนอึดอัด แต่ถ้าเลือกใช้เสื้อผ้าที่มีคุณสมบัติดูดซับความชื้นได้ดีก็จะช่วยให้รู้สึกสบายขึ้น ไม่ร้อนหรืออึดอัดมาก (Fourt and Hollies. 1970 : 11-12)

แสงและการแผ่รังสี (Light and Radiation)

แสงเป็นพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แหล่งกำเนิดแสงที่สำคัญต่อการมีชีวิตของสิ่งมีชีวิตในโลกคือดวงอาทิตย์ คลื่นแสงอาทิตย์ที่ส่องมาถึงผิวโลกจะมีช่วงคลื่น 280-3,000 nm ตามตารางที่ 6-2 แสดงถึงความยาวคลื่น ความเข้มของรังสี และ พลังงานของรังสีที่ส่องมาถึงผิวโลก

ตารางที่ 6-2 รังสีต่างๆของแสงอาทิตย์ ความเข้ม และ พลังงานของรังสี
(วัดในฤดูร้อน)

รังสี (Radiation)	(nm)	ความเข้มของรังสี (Radiation Intensity)		พลังงานเฉลี่ย (Mean Photon Energy)	
		W/m ²	%	(kJ/mol)	
UV-B	280-320	5	0.5	6.1%	400
UV-A	320-360	27	2.4	6.1%	350
	360-400	36	3.2	6.1%	315
visible	400-800	580	51.8		200
IR	800-3000	472	42.1		63

ที่มา : Reinert, G. and others. (1997, December). "UV-Protecting Properties of Textile Fabrics and their Improvement" Textile Chemist and Colorist. 29(12) : P 36.

รังสี UV-B จะมีพลังงานสูงสุด จึงมีอนุภาพสูงสุด ในการทำลายผิวหนัง ความเข้มของรังสี และการกระจายตัว ขึ้นอยู่กับมุมที่รังสีส่องลงมาตรง หรือ เอียง ทำมุมกับผิวโลก โดยขึ้นอยู่กับเวลาของช่วงวันที่แสงตกลงมากระทบผิวโลก ฤดูกาล ในฤดูร้อนแสงจะเข้มกว่าในฤดูหนาว รังสีที่ส่องมาบริเวณเส้นศูนย์สูตรจะมีความเข้มกว่าบริเวณขั้วโลก ปริมาณรังสีอุลตราไวโอเลต จะเพิ่มขึ้นตามระดับความสูงของโลก คือประมาณ 20 % ที่เพิ่มขึ้น ในระดับสูง 1000 เมตร และ เพิ่มขึ้นในสถานที่ ที่มีการสะท้อนแสงอย่างมาก เช่น บนลานน้ำแข็ง ลานหิมะ ชายหาด เป็นต้น

เมื่อแสงกระทบวัตถุ จะผ่านวัตถุ (Transmission) ถ้าวัตถุนั้นโปร่งใส ไม่มีสี แสงจะผ่านไปได้เกือบทั้งหมด แต่ถ้ากระทบวัตถุทึบแสง มีสี มีผิวเรียบ มันวาว แสงจะสะท้อนกลับ (Reflection) ถ้าผิววัตถุเรียบ มัน จะทำให้แสงสะท้อนไปในทิศทางเดียวกัน แต่ถ้าผิววัตถุไม่เรียบจะทำให้แสงสะท้อนในทิศทางต่างกัน แสงที่ผ่านวัตถุชนิดต่าง ๆ จะมีแสงปริมาณหนึ่งที่ถูกดูดไว้ การดูดแสง (Absorption) จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสมบัติของวัตถุที่แสงผ่าน ถ้าวัตถุมีสมบัติดูดแสงไว้ได้มากก็จะเกิดความร้อนสะสมในวัตถุนั้นมาก เช่นวัตถุที่มีสีเข้มจะดูดแสงไว้ได้ดีกว่าวัตถุชนิดเดียวกันแต่มีสีอ่อนกว่า เพราะสมบัติของวัตถุสีดำ จะดูดแสงไว้ทุกช่วงคลื่น แต่วัตถุสีขาวจะสะท้อนแสงได้เกือบทุกช่วงคลื่น สำหรับผิวหนังเป็นวัตถุที่มีสมบัติการสะท้อนแสงที่ไม่ดี (Poor reflector) แต่จะแผ่รังสีความร้อนได้ดีมาก (Excellent radiator) (Horn. 1968 : 351)

วัตถุจะดูดแสงได้มากหรือน้อยอย่างไร อธิบายได้ด้วยกฎของแลมเบิร์ต (Lambert's Law) และกฎของเบียร์ (Beer's Law) (Billmeyer and Saltzman. 1966 : 9-10)

กฎของแลมเบิร์ต อธิบายว่า เมื่อแสงชนิดเดียวกันผ่านวัตถุชนิดเดียวกัน ที่มีความหนาเท่า ๆ กันแสงจะถูกดูดไว้ในปริมาณเท่ากัน วัตถุที่มีความหนาเท่ากันวางซ้อนกัน เมื่อแสงผ่านวัตถุชั้นแรก แสงจะถูกดูดไว้ครึ่งหนึ่ง และเมื่อผ่านวัตถุชั้นที่สอง แสงจะถูกดูดไว้ครึ่งหนึ่งของแสงที่ผ่านมาจากวัตถุชั้นแรกและถ้าแสงผ่านวัตถุชั้นต่อ ๆ ไป แสงจะถูกดูดไว้ครึ่งหนึ่งของปริมาณแสงที่ผ่านมาจากวัตถุชั้นที่อยู่ก่อนหน้านั้น

สำหรับกฎของเบียร์ (Beer's Law) อธิบายว่า แสงในปริมาณเดียวกันที่ผ่านวัตถุดูดแสงชนิดเดียวกัน จะถูกดูดไว้ในปริมาณเท่ากัน โดยกฎของเบียร์ อธิบายได้กับวัตถุที่มีสีชนิดเดียวกัน ปริมาณเดียวกันและแสงที่ผ่านต้องเป็นช่วงคลื่นเดียวกัน

ความรู้ในเรื่องแสง รังสี และคุณสมบัติของวัตถุที่สะท้อนแสงหรือดูดแสงหรือให้แสงผ่านได้ สามารถนำไปใช้ในการเลือกชนิดเส้นใยผ้า โครงสร้างผ้า ลักษณะเสื้อผ้าที่ใช้ป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์ในภูมิอากาศที่ร้อนจัด เช่น เขตทะเลทราย หรือเพื่อเลือกใช้เสื้อผ้าที่จะรักษาความร้อนของร่างกายไว้ได้ขณะที่อยู่ในเขตภูมิอากาศหนาวจัด

สรุป

สภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับความสบายของร่างกายขณะสวมเสื้อผ้าคือ อุณหภูมิอากาศ ความกดอากาศ กระแสลม ความชื้น แสงและรังสี การมีความรู้ในปรากฏการณ์ต่างๆ ของสภาวะแวดล้อมจะนำไปใช้ในการเลือกวัสดุเส้นใย โครงสร้างผ้า และลักษณะโครงสร้างเสื้อผ้าที่จะทำให้เกิดสมดุลความร้อนของร่างกายขณะใช้ในสภาวะแวดล้อมนั้น

คำถามท้ายบท

1. สภาวะแวดล้อมที่ทำให้ร่างกายรู้สึกสบายขณะสวมเสื้อผ้าคืออะไรบ้างและอธิบายให้ชัดเจน
2. สภาวะอุณหภูมิ ความกดอากาศ ความชื้น ลม แสงและรังสีมีความสำคัญต่อการเลือกเส้นใยผ้า โครงสร้างผ้า และลักษณะเสื้อผ้าอย่างไร
3. ให้นิสิตยกตัวอย่างชนิดเสื้อผ้า 5 ชนิดแล้วอธิบายว่าแต่ละชนิดเหมาะที่จะใช้ในสภาวะแวดล้อมอย่างไรและเพราะอะไร
4. เสื้อผ้าของนักไต่ภูเขาสูงและนักดำน้ำลึกจะต้องมีสมบัติสำคัญอย่างไร

บทที่ 7

เสื้อผ้ากับภูมิอากาศของโลก

การที่ประชากรโลกใช้เครื่องนุ่งห่มที่แตกต่างกันตามสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากร่างกายจำเป็นต้องอาศัยเสื้อผ้าให้เป็นฉนวนความร้อนที่จะช่วยให้ร่างกายปรับสมดุลความร้อนให้พอดีกับภูมิอากาศ เพื่อให้มีความสุขและทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ตามปกติ ผู้ผลิตและผู้ใช้เสื้อผ้าจึงควรมีความรู้เรื่องภูมิอากาศของโลกเพื่อสามารถเลือกเส้นใย โครงสร้างผ้า ลักษณะเสื้อผ้า และจำนวนชั้นเสื้อผ้าให้เหมาะกับการสวมใส่ในสภาพภูมิอากาศแบบต่าง ๆ ได้

จุดมุ่งหมายเฉพาะ เพื่อให้นิสิตสามารถ

1. อธิบายได้ว่าภูมิอากาศของโลกมีความสำคัญต่อการเลือกใช้เสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มอย่างไร
2. เลือกแบบ ออกแบบเครื่องนุ่งห่มที่เหมาะสมกับภูมิอากาศของโลกได้

แนวการสอนและกิจกรรม

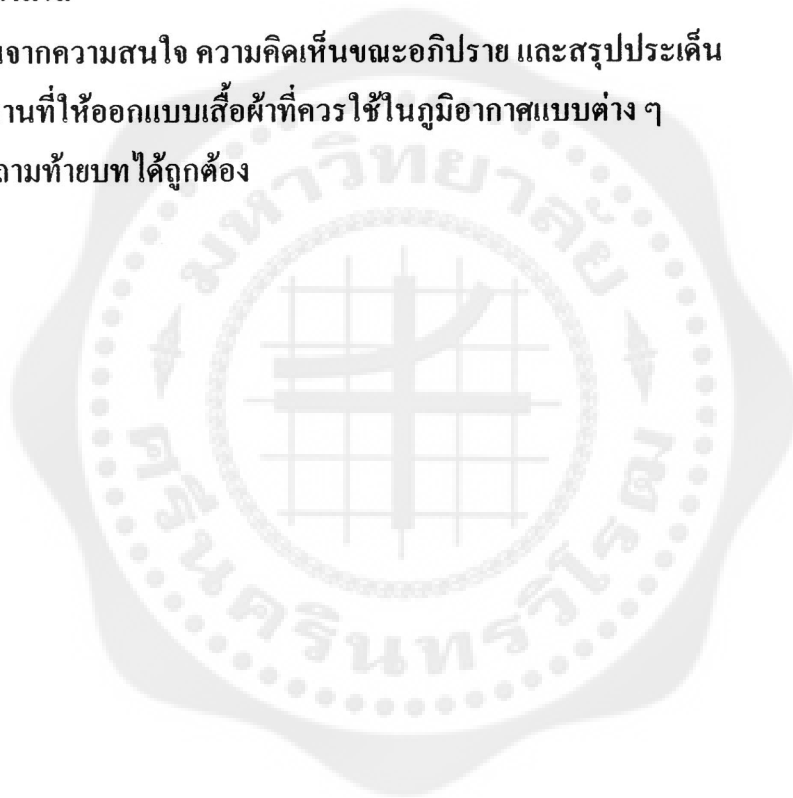
1. ให้นิสิตศึกษาเรื่องภูมิอากาศของโลกจากบทเรียนล่วงหน้า
2. ให้นิสิตศึกษาสภาพภูมิอากาศทั่วโลก ลักษณะการแต่งกายของคนในสภาพภูมิอากาศต่าง ๆ จากวิดีโอ หรือสไลด์แล้วให้อภิปรายสรุปประเด็นต่อไปนี้
 - 2.1 ภูมิอากาศของโลกมีความสำคัญต่อการเลือกใช้เสื้อผ้าอย่างไร
 - 2.2 ระบุชนิดเสื้อผ้า จำนวนชั้นเสื้อผ้าที่ควรใช้ในเขตภูมิอากาศแบบต่างๆ
3. ให้ศึกษาตัวอย่างเสื้อผ้าที่ควรใช้ในอากาศหนาว-ร้อน และแสดงความคิดเห็นว่าควรทำจากวัสดุ โครงสร้างผ้า และมีลักษณะเสื้อผ้าที่เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์อย่างไร
4. ให้นิสิตออกแบบเสื้อผ้าที่ควรใช้ในสภาพภูมิอากาศต่างๆ แล้วนำเสนอในชั้นเรียนในครั้งต่อไป

อุปกรณ์การสอน

1. แผนที่ภูมิอากาศ ลูกโลกจำลอง
2. วิดีโอ สไลด์แสดงภูมิอากาศของโลก และ คนที่อยู่อาศัยในภูมิอากาศนั้น ๆ
3. ตัวอย่างเสื้อผ้าที่ใช้ในอากาศหนาว เช่น ปาร์กา เสื้อคลุมโอเวอร์โคท เสื้อผ้าที่ใช้ในอากาศร้อน เช่น เสื้อผ้าที่สวมใส่ในฤดูร้อนของประเทศไทย

การประเมินผล

1. ประเมินจากความสนใจ ความคิดเห็นขณะอภิปราย และสรุปประเด็น
2. จากผลงานที่ให้ออกแบบเสื้อผ้าที่ควรใช้ในภูมิอากาศแบบต่าง ๆ
3. ตอบคำถามท้ายบทได้ถูกต้อง



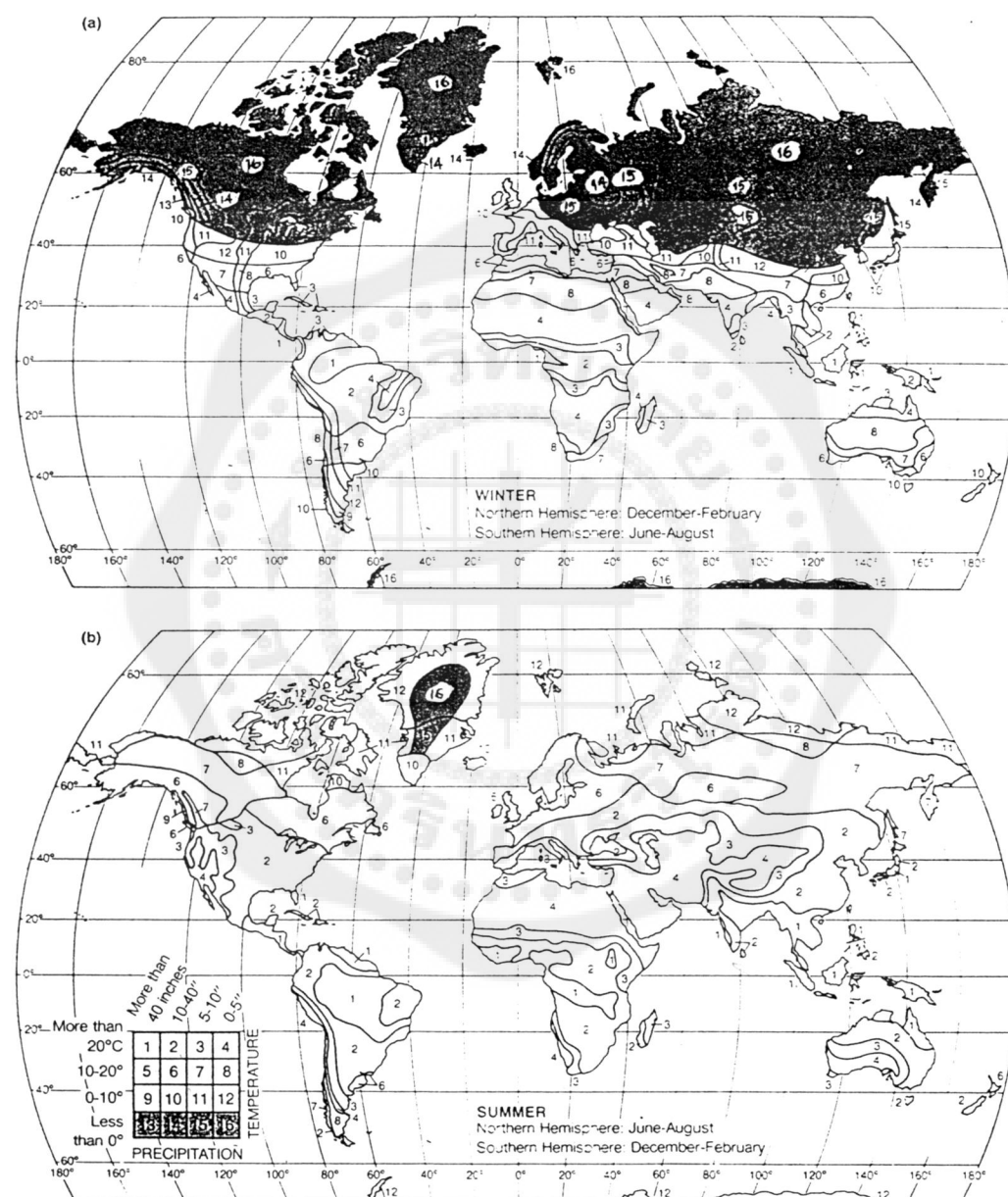
สภาวะแวดล้อมเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้คนที่อาศัยอยู่ในที่ต่างกันอย่างเลือกใช้เสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มให้เหมาะสม เพื่อให้ร่างกายมีสมดุลความร้อน จากข้อเท็จจริงที่คนทั่วโลกใช้เครื่องนุ่งห่มที่ต่างกันอย่างนี้เนื่องจากคนมีที่อยู่อาศัยในภูมิอากาศที่ต่างกัน จึงต้องเลือกชนิดของเสื้อผ้า เส้นใย ลักษณะโครงสร้างผ้า จำนวนชั้นเสื้อผ้าที่สวมใส่แล้วทำให้เขารู้สึกสบายไม่ร้อนอบอ้าวแก่ผู้ที่อยู่ในภูมิอากาศร้อน หรือไม่ทำให้รู้สึกหนาวจนทนไม่ได้ในที่ที่มีอากาศหนาวเย็น ส่วนภาพประกอบที่แบบเสื้อผ้า สีสัณ การตกแต่งให้สวยงามนั้นก็แตกต่างกันไปตามศิลปวัฒนธรรมหรือค่านิยมของคนแต่ละเชื้อชาติ หรือแต่ละประเทศ

ลักษณะภูมิอากาศของโลก

ถ้าจะพิจารณาลักษณะการใช้เสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มของคนที่อยู่อาศัยอยู่ในสภาพภูมิอากาศต่างกันว่ามีความสัมพันธ์กับลักษณะภูมิอากาศทั่วโลกอย่างไร ควรทราบลักษณะภูมิอากาศของโลกว่าเป็นอย่างไรก่อน จากภาพประกอบที่ 7-1 แสดงลักษณะอุณหภูมิและการเกิดน้ำฟ้า (Precipitation) ในส่วนต่าง ๆ ของโลก นักภูมิศาสตร์แบ่งภูมิอากาศของโลกเป็นเขตต่าง ๆ โดยสรุปดังนี้ (Getis and Fellmann. 1988 : 105-119)

1. ภูมิอากาศเขตร้อน (Tropical climates) เป็นลักษณะภูมิอากาศในบริเวณที่อยู่ระหว่างเส้นรุ้ง Tropic of Cancer และ Tropic of Capricorn หรือระหว่างเส้นรุ้งที่ 23 องศาเหนือและใต้ ลักษณะภูมิอากาศแบ่งเป็นเขตป่าฝนเมืองร้อน เขตลมมรสุม และเขตทะเลทราย ภูมิอากาศแบบเขตป่าฝนจะเป็นพื้นที่แถบกลุ่มแม่น้ำอะเมซอน กลุ่มแม่น้ำคองโกในแอฟริกา หมู่เกาะอินเดียนตะวันออก หมู่เกาะฟิลิปปินส์ คาบสมุทรมลายู หมู่เกาะอินเดียนตะวันตก ทวีปเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ลักษณะอากาศโดยทั่วไปอุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละเดือนประมาณ 27°C มีฝนตกชุกตลอดปี จากแผนภูมิอากาศ (Climagraph) ตามภาพประกอบที่ 7-2a เป็นลักษณะอากาศของประเทศสิงคโปร์ ซึ่งเป็นประเทศหนึ่งที่อยู่ในเขตภูมิอากาศดังกล่าวแสดงให้เห็นค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิแต่ละเดือนตลอดปี โอกาสที่จะเกิดน้ำฟ้า (Precipitation) และค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนของแต่ละเดือน ภูมิอากาศเขตร้อนมีลักษณะเป็นภูมิอากาศแบบลมมรสุม (Monsoon type) จะครอบคลุมพื้นที่แถบพม่า อินเดีย รัฐฟลอริดา และภูมิอากาศเขตทะเลทรายซึ่งครอบคลุมพื้นที่ทะเลทรายซาฮารา คาลาฮารี อาราเบีย และทะเลทรายในออสเตรเลีย จะแสดงตามแผนภูมิอากาศ ภาพประกอบที่ 7-2b และ 7-2c

บทที่ 7 เสือผ้ากับภูมิอากาศของโลก

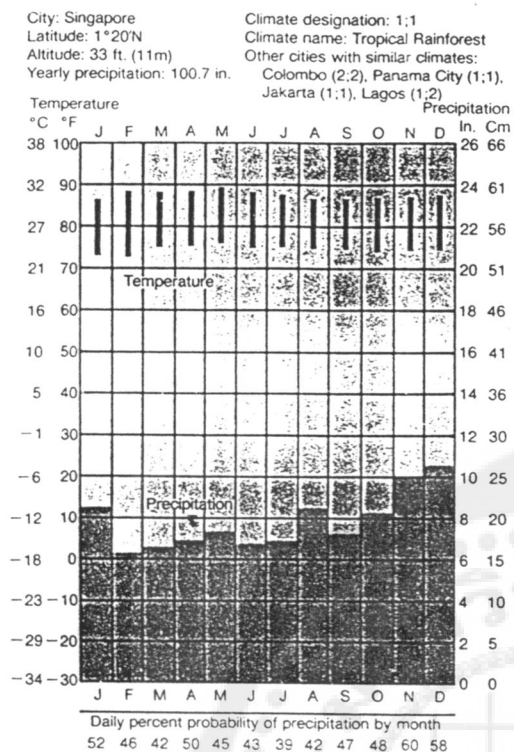


ภาพประกอบที่ 7-1 แผนที่โลกแสดงอุณหภูมิและการเกิดน้ำฟ้าในส่วนต่างๆ ของโลก

ที่มา : Getis, Author., Judith Getis and Jerome Fellman. (1988). *Introduction to Geography*.

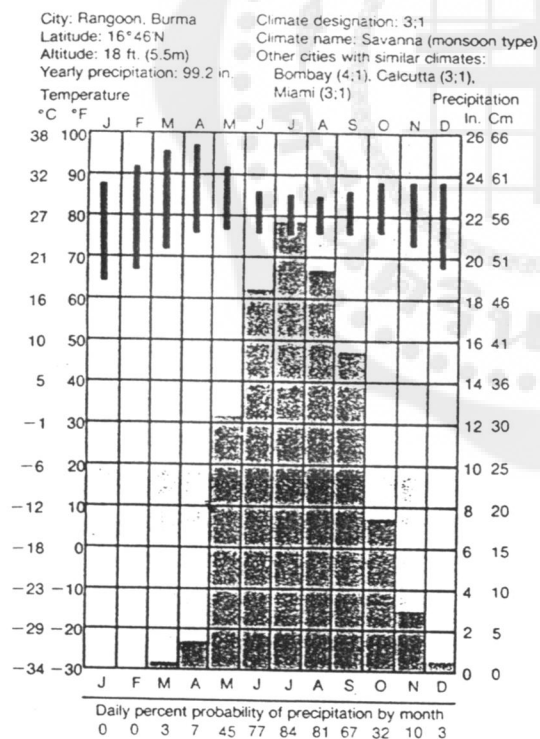
P 106.

บทที่ 7 เสื้อผ้ากับภูมิอากาศของโลก

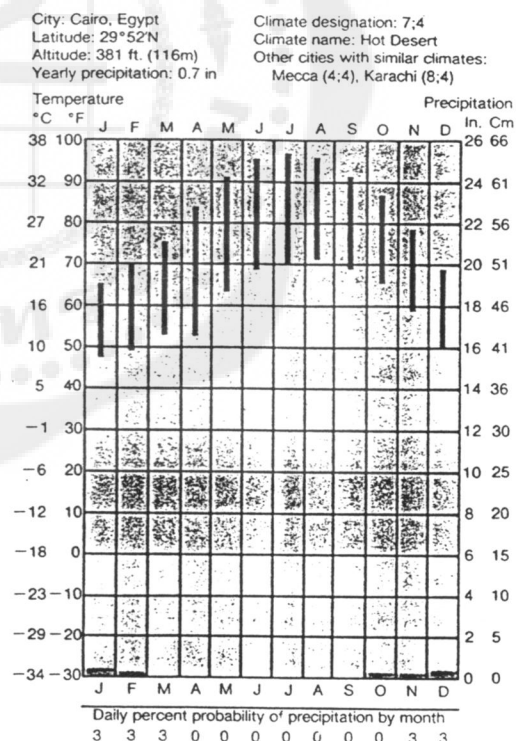


7.2a: แผนภูมิอากาศแสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูง

สุด-ต่ำสุดของวันในแต่ละเดือน ค่าเฉลี่ยน้ำฟ้าของแต่ละเดือน และโอกาสที่น้ำฟ้าจะเกิดน้ำฟ้าในแต่ละเดือน สำหรับสิงคโปร์จะมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุดประจำวันในเดือนสิงหาคม คือ 87°F (30.5°C) อุณหภูมิต่ำสุดคือ 75°F (24°C) ฝนตกเฉลี่ย 8.4 นิ้ว (21 ซม.) วันที่มีโอกาสฝนจะตกในเดือนนี้ คิดเป็น 42 %



7-2 b



7-2 c

ภาพประกอบที่ 7-2 แสดงลักษณะภูมิอากาศเขตร้อน

ที่มา : Getis, Author. , Judith Getis and Jerome Fellman. (1988). **Introduction to**

Geography. P 109,111.

2. ภูมิอากาศเขตซึ้นละติจูดกลาง (Humid Mid-Latitude Climates) แบ่งเป็นภูมิอากาศในเขตต่าง ๆ คือ

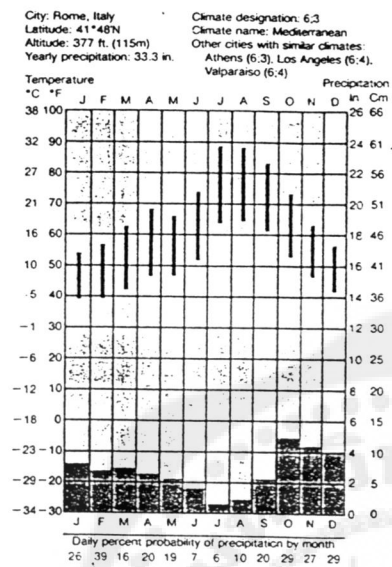
2.1 ภูมิอากาศเขตเมดิเตอเรเนียน ซึ่เป็นภูมิอากาศของพื้นที่ระหว่างละติจูด 30° และ 45° บริเวณรอบๆ ทะเลเมดิเตอเรเนียน แคลิฟอร์เนีย ตอนกลางและใต้ อาฟริกาตอนใต้ ออสเตรเลียตอนใต้ มีฝนตกน้อยในฤดูร้อน ตกปานกลางในฤดูหนาว มีอากาศอบอุ่น อุณหภูมิประมาณ 17° - 32°C ตามลักษณะอากาศในภาพประกอบที่ 7-3a

2.2 ภูมิอากาศภาคพื้นสมุทรชายฝั่งตะวันตก เป็นภูมิอากาศของบริเวณชายฝั่งตะวันตกของยุโรปและหมู่เกาะอังกฤษ ฝั่งตะวันตกของอเมริกาเหนือ จากมลรัฐโอเรกอน ฝั่งโคลัมเบีย คานาดา เกาะนิวซีแลนด์ ทัสมาเนีย ชายฝั่งทะเลตอนใต้ของซิดนีย์ ลักษณะอากาศมีความหนาวเย็น ฝนตกปานกลางตลอดปี ฤดูร้อนไม่ร้อนมาก อุณหภูมิของเดือนที่ร้อนที่สุดต่ำกว่า 22°C ดังตัวอย่างของภูมิอากาศเมืองแวนคูเวอร์ ประเทศแคนาดา ตามภาพประกอบที่ 7-3b

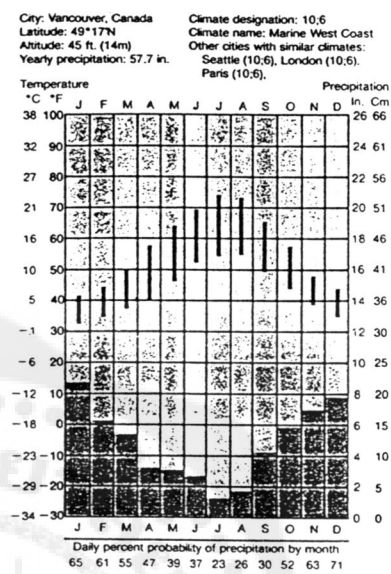
2.3 ภูมิอากาศซึ้นถึดจากแถบร้อน หรือลักษณะอากาศอบอุ่นซึ้นของพื้นที่บริเวณตอนใต้ของมหาสมุทรแอตแลนติก และรัฐที่อยู่ชายฝั่งอเมริกา อาเจนตินา อุรุกวัย บราซิลตอนใต้ ตะวันออกของจีน ญี่ปุ่นตอนใต้ ชายฝั่งตะวันออกของออสเตรเลีย เป็นพื้นที่ที่มีความชื้นและมีฝนตกมากถึงปานกลาง อากาศร้อนจัดในฤดูร้อน ดังตัวอย่างลักษณะอากาศของเมืองซาลส์ตัน มลรัฐเซาท์แคโรไลนา ตามภาพประกอบที่ 7-3c

2.4 ภูมิอากาศซึ้นภาคพื้นทวีป เป็นภูมิอากาศที่อยู่ในเขตพื้นที่ทวีปอเมริกาเหนือ ตอนใต้ของแคนาดา ตอนกลางของยุโรป ตอนเหนือของจีนและญี่ปุ่น อากาศในฤดูหนาวมีหิมะตก ในบริเวณตอนใต้จะมีฤดูร้อนที่มีอากาศอบอุ่น มีฝนตก ส่วนบริเวณตอนเหนือซึ้นไปมีอากาศหนาวเย็นในฤดูร้อน ดังตัวอย่างที่แสดงลักษณะอากาศเมืองมอสโกตามภาพประกอบที่ 7-3d

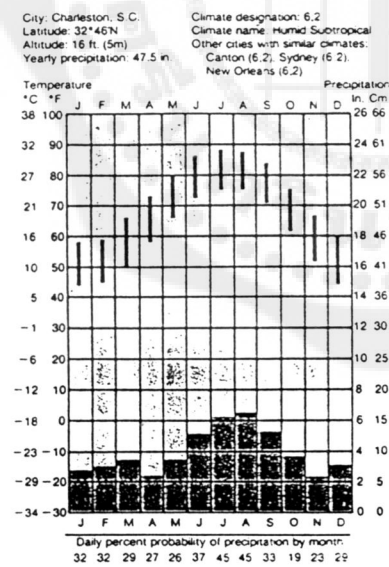
บทที่ 7 เสื้อผ้ากับภูมิอากาศของโลก



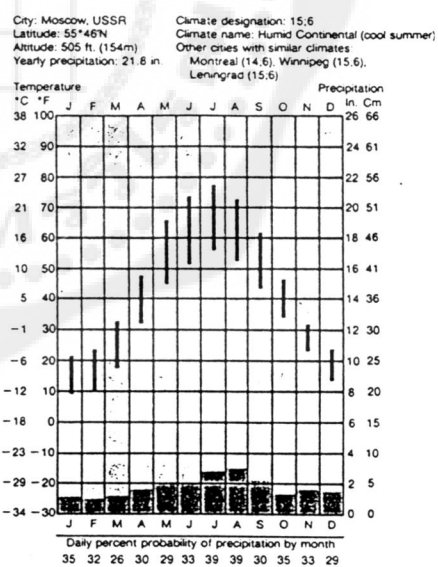
7-3 a



7-3 b



7-3 c



7-3 d

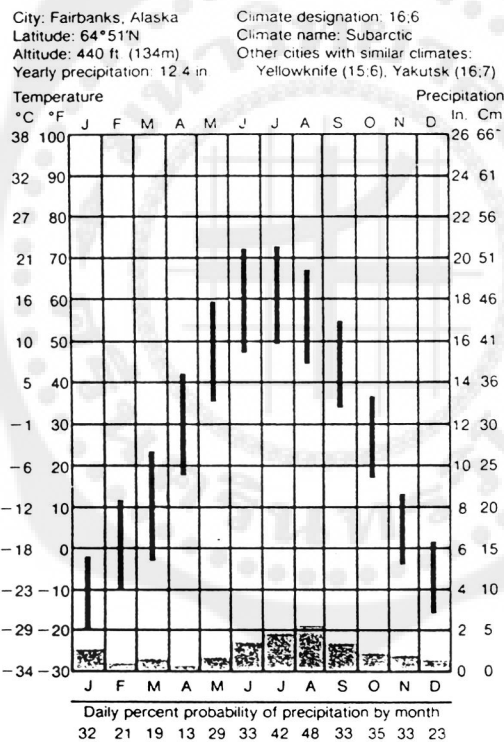
ภาพประกอบที่ 7-3 ตัวอย่างแผนภูมิอากาศเขตร้อนละติจูดกลาง

ที่มา : Getis, Author. , Judith Getis and Jerome Fellman. (1988). **Introduction to**

Geography. p 113,114,115.

3. ภูมิอากาศภาคพื้นทวีปกึ่งอาร์กติก และอาร์กติก (Subarctic and Arctic Climates)

เป็นภูมิอากาศของพื้นที่อยู่ระหว่างละติจูด 50° - 70° เหนือ บริเวณที่อยู่เหนืออเมริกาเหนือ ยูเรเชีย ซึ่งจะมีอากาศหนาวจัดอยู่หลายเดือนพื้นที่ที่ถูกปกคลุมด้วยหิมะ ในฤดูร้อนอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 21°C ดังตัวอย่างลักษณะอากาศของเมืองแฟร์แบงก์ รัฐอลาสกา ที่แสดงตามภาพประกอบที่ 7-4 ส่วนพื้นที่อยู่บริเวณอาร์กติกหรือเขตทุนดรา และเขตขั้วโลกจะเป็นพื้นที่ที่มีอากาศหนาวจัดมีน้ำแข็งปกคลุม และมีลมแรงตลอดปี



ภาพประกอบที่ 7-4 แผนภูมิอากาศของแฟร์แบงก์ รัฐอลาสกา

ที่มา : Getis, Arthur. Judith Getis and Jerome Fellman. (1998). *Introduction to Geography*. P 119.

การแต่งกายของผู้ที่อาศัยในภูมิอากาศร้อนจัด-หนาวจัด

จากสภาวะภูมิอากาศในโลกที่แตกต่างกัน เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้คนที่อาศัยในพื้นที่แต่ละแห่งมีการแต่งกายด้วยเครื่องนุ่งห่มที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีอากาศร้อนและแห้งแล้ง หรือหนาวจัด คนที่อาศัยอยู่ในที่มีภูมิอากาศรุนแรงดังกล่าวสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในแต่ละสภาพอากาศด้วยการปรับสรีระเพื่อควบคุมอุณหภูมิของร่างกายได้ในระดับหนึ่ง แต่จำเป็นต้องใช้เสื้อผ้าให้พอเหมาะต่อการทำหน้าที่เป็นฉนวนความร้อนพอดีที่จะทำให้ร่างกายรู้สึกสบายในสภาวะอากาศต่าง ๆ กัน

การแต่งกายด้วยเสื้อผ้าที่เหมาะสมจะช่วยให้คนสามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ของชีวิตได้ตามปรกติในเขตภูมิอากาศต่าง ๆ เช่น ในที่มีความร้อนจัดและแห้งแล้ง ในเขตทะเลทราย ซึ่งมีอุณหภูมิขณะมีแสงแดดจ้าสูงถึง 50°C มีลมร้อน อากาศแห้งความชื้นต่ำ แต่คนจะมีชีวิตและทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้โดยมีเสื้อผ้าช่วยปรับสภาวะร่างกาย ซึ่งโดยปรกติจะทนต่อสภาวะความร้อนได้ในระดับหนึ่ง เมื่อผิวหนังสัมผัสกับความร้อนที่อุณหภูมิ $44^{\circ}\text{--}46^{\circ}\text{C}$ จะรู้สึกเจ็บปวดและหนีออกจากความร้อนนั้น แต่คนที่อาศัยอยู่ในเขตทะเลทรายได้เพราะร่างกายมีการปรับตัวและด้วยเสื้อผ้าที่มีลักษณะช่วยให้ร่างกายทนได้ในสภาวะดังกล่าว

ร่างกายมีการปรับตัวเมื่อรู้สึกร้อนมาก โดยจะระบายความร้อนออกด้วยการขับเหงื่อเมื่อเหงื่อระเหย ความชื้นที่อยู่รอบ ๆ ผิวหนังไม่กระจายออกไปได้ง่ายเพราะคนที่อาศัยในทะเลทรายจะสวมเสื้อผ้าหลายชั้น หลวม คลุมร่างกาย สภาวะที่คนอยู่ได้ในทะเลทรายก็คล้ายกับสภาวะที่คนอยู่ในห้องอบซาวนา ซึ่งเป็นห้องที่ร้อนจัดแต่ความชื้นต่ำ เมื่อเริ่มเข้าไปในห้องซาวนาจะรู้สึกร้อนและอึดอัด ร่างกายจะขับเหงื่อออกเพื่อลดความร้อน เส้นเลือดฝอยที่ผิวหนังจะขยายตัว อุณหภูมิของชั้นอากาศรอบ ๆ ผิวหนังจะสูงประมาณ $40\text{--}45^{\circ}\text{C}$ แต่ก็ยังต่ำกว่าอากาศในห้อง อากาศชั้นที่ติดกับผิวหนังจะมีความชื้นสูงเพราะการระเหยของเหงื่อ ทำให้อากาศชั้นรอบผิวหนังเป็นฉนวนกั้นความร้อน ร่างกายจะทนอยู่ได้ในระยะหนึ่ง เช่นเดียวกับคนที่อยู่ในทะเลทราย พวกเขาจะไม่อยู่ท่ามกลางอากาศร้อนจัดนานจนทนไม่ได้ ในเวลากลางวันเสื้อผ้าที่เขาสวมใส่เป็นเสื้อผ้าหลวมตัวยาว มีหลายชั้นทำด้วย ขนแกะเรียก White burnoose ตามภาพประกอบที่ 7-5 เสื้อผ้าจะช่วยให้ร่างกายรู้สึกสบายด้วยการป้องกันความร้อนจากการแผ่รังสีซึ่งมีปริมาณความร้อนถึง 2 แคลอรี/ ตร.ซม/นาท (Gates. 1972 : 78-80)

บทที่ 7 เสื้อผ้ากับภูมิอากาศของโลก



ภาพประกอบที่ 7-5 ลักษณะเสื้อผ้าของชาวอาหรับ

ที่มา : Huxley, Francis. (1964). Peoples of the World. P 37.

สำหรับการแต่งกายของผู้ที่อาศัยอยู่ หรือต้องปฏิบัติภารกิจในสภาพภูมิอากาศที่หนาวจัด จะต้องใช้เสื้อผ้าที่มีจำนวนชั้นหลายชั้นเพื่อให้มีความเป็นฉนวนความร้อนที่พอดีให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย และต้องเหมาะสมกับกิจกรรมเช่น เล่นกีฬา ทำงานเบาหนัก หรือการพักผ่อน โดยเสื้อผ้าจะช่วยให้อวัยวะปรับสมดุลความร้อนให้พอดีกับสิ่งแวดล้อม โดยทั่วไปเสื้อผ้าที่ใช้ในขณะที่พักผ่อนควรมีคุณสมบัติเป็นฉนวนความร้อน 5-6 เท่าของเสื้อผ้าที่ใช้ขณะทำงาน การใช้เสื้อผ้าหลายชั้นหรือหลายตัวสวมทับกันมีข้อดีเพราะในระหว่างชั้นจะมีอากาศทำหน้าที่เป็นฉนวนความร้อน ทำให้เพิ่มความอบอุ่น แต่เมื่อร่างกายต้องการลดความเป็นฉนวนความร้อน ก็ถอดเสื้อผ้าชั้นนอกออก ซึ่งจะทำให้ร่างกายไม่รู้สึกร้อนจนมีเหงื่อออก ดังตัวอย่างการสวมเสื้อผ้าของชาวเอสกีโม ตามภาพประกอบที่ 7-6 ซึ่งอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีลมแรงและอุณหภูมิต่ำมาก พื้นที่ถูกปกคลุมด้วยน้ำแข็ง ในขณะที่หนาวสุดอาจมีอุณหภูมิถึง -88°C เขาจะสวมเสื้อผ้าชั้นนอก 2 ตัวทำจากหนังสัตว์ เช่น หนังกวาง แคริบู หรือแมวน้ำและมีเสื้อข้างในอีกตัวเป็นเสื้อคลุมยาว (Parka) ที่มีหมวกคลุมศีรษะ กางเกงยาว รองเท้าบูท ถุงมือมิตเตน (Mittens) โดยให้ด้านที่มีขนอยู่ด้านนอก ชุดชั้นในจะเป็นเสื้อติดกับกางเกงที่มีขนนุ่มอยู่ด้านใน เสื้อผ้าจะพอดีกับรูปร่างแต่ไม่คับ เสื้อชั้นนอกจะสวมทับกางเกง และใช้เข็มขัดรัดบริเวณเอวเมื่อหนาวมาก แต่เมื่อรู้สึกอบอุ่นเกินไปก็จะคลายเข็มขัดออกเปิดหมวกคลุมศีรษะหรือถอดเสื้อชั้นนอกออกเมื่ออยู่ภายในที่พัก เขาจะถอดเสื้อผ้าออกผึ่งให้แห้ง (Roach and Eicher. 1973 : 67)



Alaskan man



Caribou Eskimo woman

ภาพประกอบที่ 7-6 ลักษณะการแต่งกายของชาวเอสกิโม

ที่มา : Huxley, Francis. (1964). **Peoples of the World**. P 73.

การสวมเสื้อผ้าในอากาศที่หนาวเย็นจัดในขณะที่ทำงานหรือเล่นกีฬา ต้องระวังไม่ให้มีเหงื่อและความชื้นเพราะจะทำให้ลดความร้อนของร่างกาย เนื่องจากขณะที่ทำงาน ร่างกายจะมีความร้อนเพิ่มขึ้นมีเหงื่อออก เมื่อหยุดพักกิจกรรม เหงื่อที่ผิวหนังจะระเหยโดยอาศัยความร้อนจากผิวหนังจนทำให้รู้สึกหนาวเย็นสั่นสะท้าน (Chilling) เมื่อเสื้อผ้าเปียกชื้นมักจะแนบติดผิวหนังทำให้ลดบริเวณชั้นอากาศที่เป็นฉนวนความร้อน เสื้อผ้าที่เปียกชื้นจะลดคุณสมบัติการเป็นฉนวนความร้อนแต่เพิ่มสมบัติการนำความร้อน ซึ่งเป็นเหตุให้เสื้อผ้าลดประสิทธิภาพในการให้ความอบอุ่นกับร่างกาย

ลักษณะและจำนวนชั้นเสื้อผ้าที่ควรใช้ตามสภาพภูมิอากาศ

Siple (Fourt and Hollies. 1970 : 26 ; citing Siple. 1944) ซึ่งเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาด้านสรีรวิทยากับเสื้อผ้า ได้ศึกษาเรื่องเสื้อผ้าที่ควรจะใช้ในพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วโลก โดยกำหนดลักษณะและจำนวนชั้นเสื้อผ้าที่ควรใช้ตามสภาพภูมิอากาศต่าง ๆ ดังนี้

1. แถบภูมิอากาศที่ใช้เสื้อผ้าน้อย (The Minimum Clothing Zone)

ในสภาพภูมิอากาศที่อยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความร้อนในเวลากลางวันมีแสงแดดแรงกล้า มีความชื้นในอากาศสูง เสื้อผ้าที่ควรใช้ในพื้นที่ควรเป็นเสื้อผ้าที่มีน้ำหนักน้อย ดูดซับความเปียกชื้นจากเหงื่อได้ดี และยอมให้ความชื้นระเหยไปได้ง่าย ทำให้ช่วย

ระบายความร้อนจากร่างกาย เสื้อผ้าควรมีทางระบายอากาศได้สะดวก มีโครงสร้างผ้าที่แข็งแรงเพื่อป้องกันการขูด การเกี้ยวคืบ และป้องกันเชื้อโรคได้สำหรับ โดยเฉพาะเสื้อผ้าของทหาร

2. แถบภูมิอากาศที่ใช้เสื้อผ้าสำหรับเขตร้อนแห้ง (Hot-Dry Clothing Zone)

เป็นเขตอากาศร้อนจัดและแห้งแล้ง ในพื้นที่ทะเลทรายอุณหภูมิแตกต่างกันมากระหว่างกลางวันและกลางคืน ผู้ที่อยู่ในพื้นที่นี้ต้องใช้เสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มที่ป้องกันความร้อนจากการแผ่รังสีได้ดี เป็นเสื้อคลุมตัวยาวหวมทำด้วยผ้าฝ้ายหรือขนแกะมีเสื้อคลุมสวมทับ คลุมแขน ขา เสื้อคลุมที่คลุมตัวจะช่วยให้มีอากาศหมุนเวียนภายในเสื้อผ้ารอบ ๆ ร่างกายขณะที่มีการเคลื่อนไหว รังสีความร้อนจะถูกดูดซับจากเสื้อผ้าชั้นนอก ทำให้ผิวหนังไม่ถูกความร้อน

3. แถบภูมิอากาศที่ใช้เสื้อผ้าชั้นเดียว หรือบริเวณอากาศชั้นถัดจากเขตร้อน (One-Layer Clothing or Subtropical Zone)

เป็นบริเวณที่มีอากาศสบาย การใช้เสื้อผ้าในเพื่อให้ความอบอุ่นจำเป็นเฉพาะที่บริเวณลำตัวไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องแต่งกายที่ให้ความอบอุ่นที่มือหรือเท้าเป็นพิเศษ เสื้อผ้าชั้นนอกเพียงชั้นเดียวทำจากวัสดุเส้นใยผ้าหรือโครงสร้างผ้าแบบใดก็ได้ การออกแบบตามแฟชั่นทำได้โดยไม่มีขีดจำกัด เช่น ตัวอย่างการแต่งกายของผู้ที่อาศัยอยู่ในภูมิอากาศตอนเหนือของยุโรปกลางในฤดูร้อน ฟลอริดาในฤดูหนาว คานาดาในฤดูร้อนและของพื้นที่ส่วนใหญ่ของสหรัฐอเมริกาในฤดูใบไม้ผลิและฤดูใบไม้ร่วง

4. แถบภูมิอากาศที่ใช้เสื้อผ้าสองชั้น (Two-Layers Clothing Zone)

ในพื้นที่ที่มีอากาศอบอุ่น (Temperate) อากาศมีความชื้นมาก มีฝน มีหิมะตกในฤดูหนาว เสื้อผ้าที่ควรใช้ในแถบภูมิอากาศเช่นนี้ต้องมีคุณสมบัติเป็นฉนวนความร้อนที่จะให้ความอบอุ่นและป้องกันความเปียกชื้นจากฝนได้ดี เครื่องแต่งกายจำเป็นต้องอาศัยหมวก ถุงมือ ถุงเท้า รองเท้าที่เหมาะสมกับสภาพอากาศ ตัวอย่างการแต่งกายในภูมิอากาศดังกล่าว เช่น ในอลาสก้าทางใต้ บริติชโคลัมเบีย ชายฝั่งตะวันตกเฉียงเหนือของสหรัฐอเมริกา ชายฝั่งตะวันตกของไอร์แลนด์

5. แถบภูมิอากาศที่ใช้เสื้อผ้าสามชั้น (Three-Layers Clothing Zone)

เป็นพื้นที่ที่มีอากาศหนาวเย็น มีหิมะ และเมฆ มีอากาศหนาวจัดอยู่หลายเดือนพื้นที่ที่มีหิมะปกคลุม ฤดูร้อนมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 21°C เช่น บริเวณพื้นที่ทางเหนือของอเมริกาเหนือ ยูเรเชีย อลาสกา การแต่งกายต้องอาศัยเสื้อผ้าที่ให้ความอบอุ่นเพียงพอ ควรใช้สามชั้น มีเครื่องแต่งกายที่ให้ความอบอุ่นกับมือศีรษะ และเท้าที่เหมาะสม

6. แถบภูมิอากาศที่ใช้เสื้อสี่ชั้น (Four-Layers Clothing Zone)

ในพื้นที่กึ่งขั้วโลก และเขตขั้วโลกจะมีอากาศหนาวถึงหนาวจัดตลอดปี มีน้ำแข็งปกคลุมพื้นที่ มีลมแรง มาก ต้องใช้เสื้อผ้าที่มีความเป็นฉนวนความร้อนสูง ใช้มากถึงสี่ชั้นแต่ละชั้นต้องมีสมบัติให้ความอบอุ่นที่ดีและระบายความชื้นได้ ไม่สะสมความเปียกชื้นและควรเลือกวัสดุที่มีน้ำหนักเบา เมื่อร่างกายทำกิจกรรมก็สามารถถอดเสื้อผ้าออกได้ที่ละชั้นได้ตามสภาวะอากาศ ต้องมีหมวก ถุงมือ ถุงเท้า และรองเท้าที่ให้ความอบอุ่นได้เพียงพอ

สรุป

สภาวะแวดล้อมที่สัมพันธ์กับสมดุลความร้อนของร่างกายขณะสวมเสื้อผ้าคือ อุณหภูมิอากาศ ความกดดันอากาศ ความชื้น ลม แสงและรังสี คนที่อาศัยอยู่ในสภาพภูมิอากาศต่าง ๆ ทั่วโลกจะแต่งกายด้วยเสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่มที่มีลักษณะต่าง ๆ กันก็เพื่อช่วยปรับสมดุลความร้อนของร่างกายให้รู้สึกสบายในสภาวะอากาศและกิจกรรมที่ทำ นักวิทยาศาสตร์ด้านเสื้อผ้าได้ศึกษาเรื่องฉนวนความร้อนของเสื้อผ้าที่ควรใช้ในสภาพภูมิอากาศทั่วโลกและกำหนดจำนวนชั้นของเสื้อผ้าที่ควรใช้ในพื้นที่มีภูมิอากาศต่าง ๆ กัน ซึ่งมีประโยชน์ทั้งกับผู้ที่จะเตรียมเครื่องแต่งกายของตนเองให้เหมาะสมกับภูมิอากาศและผู้ผลิตเสื้อผ้าสำหรับใช้ในพื้นที่ย่างต่าง ๆ ของโลก

คำถามท้ายบท

1. การศึกษาสภาพภูมิอากาศของโลกมีความสำคัญต่อผู้ใช้และผู้ผลิตเสื้อผ้าหรือไม่ และอย่างไร
2. การแต่งกายในเขตร้อนชื้นและร้อนแห้งแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร และเพราะอะไร ให้หาภาพประกอบที่ภาพเครื่องแต่งกายที่ควรใช้ในเขตภูมิอากาศทั้งสองแบบประกอบด้วย
3. เพราะเหตุใดผู้ที่อาศัยอยู่ในเขตหนาวจึงควรสวมเสื้อผ้าสามถึงสี่ชั้น มากกว่าสวมเสื้อผ้านาแค่น้อยชั้น
4. เสื้อผ้าที่ใช้ในเขตหนาวถึงหนาวจัดควรมีสมบัติอย่างไร
5. จากแผนภูมิอากาศแบบต่าง ๆ ที่นิสิตศึกษาในบทเรียน ให้ทำตารางสรุปอุณหภูมิของเขตต่าง ๆ ในโลกแล้วให้ออกแบบเสื้อผ้า เครื่องแต่งกายที่ควรใช้ในภูมิอากาศ 3 แบบที่แตกต่างกัน พร้อมระบุชนิดเส้นใย โครงสร้างผ้า และจำนวนชั้นเสื้อผ้า

บทที่ 8

ฉนวนความร้อนของเสื้อผ้ากับความสบาย

คนทุกเพศ ทุกวัย ต้องแต่งกายด้วยเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มที่เหมาะสมกับกิจกรรมของชีวิต ทั้งขณะพักผ่อน ทำงาน หรือออกกำลังกาย เสื้อผ้ามีความสำคัญต่อสรีรวิทยาของผู้สวมใส่ คือ ทำหน้าที่เสมือนเป็นผิวหนังอีกชั้นหนึ่งของร่างกายโดยจะช่วยให้ร่างกายปรับตัวอยู่ได้ในสภาวะอากาศที่หนาวเย็นจัดหรือร้อนจัดได้ การศึกษาเสื้อผ้าในเชิงวิทยาศาสตร์ถือว่าเสื้อผ้าเป็นฉนวนความร้อนที่มีหน่วยเฉพาะ ค่าของหน่วยจะแตกต่างกันไปตามวิธีการศึกษาเพื่อให้ได้ค่าที่แน่นอน ๆ มีการศึกษาในเรื่องฉนวนความร้อนของเสื้อผ้าที่ทำให้ความสบายขณะที่ร่างกายมีกิจกรรมต่าง ๆ ในสภาวะอุณหภูมิที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถที่จะนำผลการศึกษามาเป็นหลักในการเลือกใช้เสื้อผ้าเพื่อให้มีความสบาย โดยเลือกเสื้อผ้าที่มีค่าฉนวนความร้อนที่จะทำให้ร่างกายมีสมดุลความร้อนพอดีกับสิ่งแวดล้อม

จุดมุ่งหมายเฉพาะ เพื่อให้ห็นิติดสามารถ

1. อธิบายได้ว่าฉนวนความร้อนของเสื้อผ้าคืออะไร
2. อธิบายค่าฉนวนความร้อนของเสื้อผ้าแต่ละค่าได้อย่างไรถูกต้อง
3. อธิบายได้ว่าฉนวนความร้อนของเสื้อผ้าสัมพันธ์กับความสบายในการสวมใส่เสื้อผ้าอย่างไร
4. เลือกเสื้อผ้าที่มีค่าฉนวนความร้อนพอเหมาะกับกิจกรรมและสภาวะอากาศได้

แนวการสอนและกิจกรรม

1. ยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่นิสิตคุ้นเคยเช่น การใช้ผ้าหรือถุงมือผ้าจับของร้อน หรือภาชนะใส่อาหารร้อน หรือการใช้ผ้าหนา ๆ ห่มหม้ออาหารไว้เพื่อให้คงความร้อนของอาหารไว้ได้นาน แล้วตั้งคำถามว่าผ้าที่ใช้ทำหน้าที่อะไร
2. ให้ร่วมกันอภิปรายว่าเหตุการณ์ในข้อหนึ่ง เหตุการณ์ใดที่คล้ายกับสภาวะการแต่งกายในอากาศหนาว แล้วสรุปประเด็นว่าเสื้อผ้าทำหน้าที่เป็นฉนวนความร้อน
3. ให้นิสิตยกเหตุการณ์ ในชีวิตประจำวันในเรื่องการส่งถ่ายความร้อนที่สามารถเปรียบเทียบว่าคล้ายกับการแต่งกายในฤดูร้อนได้
4. อธิบายให้เข้าใจเรื่องฉนวนความร้อน หน่วยฉนวนความร้อนและค่าของหน่วยว่ามีที่มาอย่างไร

บทที่ 8 ฉนวนความร้อนของเสื้อผ้ากับความสบาย

5. ให้นักศึกษาข้อมูลจากตารางที่สรุปผลการศึกษาวิจัยในเรื่องฉนวนความร้อน แล้วช่วยกันสรุปประเด็นสำคัญ
6. ให้นักศึกษาคำนวณความร้อนของเสื้อผ้าที่พอดีที่จะรู้สึกสบายในสภาวะต่าง ๆ โดยใช้ตารางข้อมูลเรื่องค่าฉนวนความร้อน

อุปกรณ์การสอน

1. รูปภาพหุ่นมนุษย์ (Manikin)
2. ตารางข้อมูลค่า clo ของเสื้อผ้า

การประเมินผล

1. ประเมินแนวคิดขณะนิสิตตอบคำถาม อภิปราย สรุปประเด็นและร่วมทำกิจกรรมที่กำหนด
2. ทำแบบฝึกหัดท้ายบทได้ถูกต้อง
3. ตอบคำถามของข้อสอบได้

ไม่ว่าจะพักผ่อนหรือทำกิจกรรมใด ๆ ก็ตาม คนทุกคนต้องแต่งกายด้วยเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม หน้าที่สำคัญของเสื้อผ้าต่อสรีรวิทยาของร่างกายคือ ช่วยให้ร่างกายปรับตัวอยู่และรู้สึกสบายในสภาวะอากาศที่หนาวจัดหรือร้อนจัดได้ สภาวะที่ร่างกายรู้สึกสบายเกิดขึ้นจากร่างกายมีสมดุลความร้อนพอดีกับสิ่งแวดล้อม มีการศึกษาถึงความรู้สึกสบายในสภาวะอุณหภูมิต่าง ๆ คนส่วนใหญ่จะรู้สึกสบายที่อุณหภูมิ $28-30^{\circ}\text{C}$ ($82-86^{\circ}\text{F}$) ความรู้สึกสบายในขณะที่พักผ่อนร่างกายจะไม่ร้อนขึ้นหรือเย็นลง ไม่มีเหงื่อออก เส้นเลือดไม่ขยายตัวหรือหดตัว แต่เมื่อร่างกายมีกิจกรรมเช่นการทำงาน การออกกำลังกายซึ่งทำให้ร่างกายมีการสร้างความร้อนเพิ่มมากขึ้น ร่างกายจะมีการปรับตัวโดยการขับเหงื่อเพื่อลดความร้อนลงในขณะที่เหงื่อระเหยเป็นไอน้ำ Gagge และผู้ร่วมงาน (Fourt and Hollies. 1970 : 3-4; citing Gagge et.al. 1969) ได้ศึกษาถึงสภาวะที่คนรู้สึกสบายขณะออกกำลังกายพบว่าร่างกายจะมีเหงื่อออกมากถึง 65% ของพื้นที่ผิวของร่างกาย และอุณหภูมิผิวหนัง ขณะออกกำลังกายและรู้สึกสบายวัดได้ 33°C

ฉนวนความร้อนของเสื้อผ้า (Thermal insulation of clothing)

เสื้อผ้าเป็นวัสดุที่ต้านทานการส่งถ่ายความร้อน (Heat resistance) หรือเป็นฉนวนความร้อน (Thermal resistance or thermal insulation) ผู้ที่ศึกษาในเรื่องวิทยาศาสตร์ของเสื้อผ้าใช้หลักทฤษฎีและวิธีการด้านฟิสิกส์ สรีรวิทยา และหลักวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ศึกษาเรื่องฉนวนความร้อนของเสื้อผ้า มีการกำหนดหน่วยของฉนวนความร้อนของเสื้อผ้าเป็น clo เพื่อให้ง่ายต่อการสื่อสารและเข้าใจได้โดยง่ายในเรื่องที่ศึกษาที่เป็นเรื่องเดียวกัน มีการใช้หน่วย clo เพื่อศึกษาเรื่องเสื้อผ้าของทหารในกองพันของสหรัฐอเมริกา และใช้กำหนดค่าฉนวนความร้อนของเสื้อผ้าชุดทำงานและเครื่องแบบทหารที่ใช้ในที่ที่มีอากาศหนาวจัด (Fourt and Hollies. 1970 : 8)

ค่าฉนวนความร้อนของเสื้อผ้า

ค่าฉนวนความร้อนของเสื้อผ้า หรือ clo คืออะไร Gagge และคณะ ได้ให้ความหมายของหน่วย 1 clo ว่าเป็นค่าฉนวนความร้อนของเสื้อผ้าที่จำเป็นต้องใช้เพื่อให้รู้สึกสบายในขณะที่นั่งพักตามปกติในห้องที่มีอากาศเคลื่อนที่ในอัตรา 20 ฟุต/นาทีก หรือ 10 เซนติเมตร./วินาที ที่อุณหภูมิ 21°C (70°F) และความชื้นสัมพัทธ์ในห้องเป็น 50% หรือน้อยกว่า (Gagge, Burton and Bazett. 1941 : 429)

หน่วย clo มีค่าเป็น 3 แบบ แตกต่างกันไปตามวิธีศึกษาหาค่านั้น (Fourn and Hollies. 1970 : 16-17) คือ

1. ค่าที่วัดโดยวิธีทางสรีรวิทยา (Physiological measured clo)

เป็นค่าที่วัดจากอัตราความร้อนที่ร่างกายสร้างขึ้น และส่งออกจากร่างกายผ่านเสื้อผ้า เพื่อให้รู้ สึกสบาย

$$\begin{aligned} 1 \text{ clo} &= 0.18^{\circ}\text{C} \cdot \text{ตารางเมตร} \cdot \text{ชั่วโมง} / \text{กิโลแคลอรี} \\ &= 0.88^{\circ}\text{F} \cdot \text{ตารางฟุต} \cdot \text{ชั่วโมง} / \text{บี.ที.ยู} \end{aligned}$$

2. ค่าที่วัดโดยวิธีทางฟิสิกส์ (Physically measured clo)

เป็นค่าที่วัดการส่งถ่ายความร้อนจากหุ่นมนุษย์ (Thermal manikin) ผ่านเสื้อผ้าที่สวมพอดี และวัดขณะความแตกต่างของอุณหภูมิที่ผิวหุ่นและอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม คงที่

$$1 \text{ clo} = 0.155^{\circ}\text{C} \cdot \text{ตารางเมตร} / \text{วัตต์}$$

3. ค่าที่วัดจากความหนาของผ้า (Thickness measured clo)

เป็นค่าผนวณความร้อนที่คิดจากความหนาของผ้าหรือเสื้อผ้าซึ่งมีวิธีการวัดตามที่กำหนด เป็นค่าความสัมพันธ์แบบ linear relation ระหว่างความหนากับผนวณความร้อน ทำให้ได้ค่าผนวณความร้อนที่เป็นค่าประมาณที่เที่ยงตรง (Accurate estimate of thermal insulation)

$$\begin{aligned} 1 \text{ clo} &= 0.62 \text{ เซนติเมตร} \\ &= 0.25 \text{ นิ้ว} \end{aligned}$$

ค่าผนวณความร้อนที่ให้ความสบายในการใช้เสื้อผ้า

ขณะที่นักออกแบบเสื้อผ้า หรือผู้ที่ตัดเย็บเสื้อผ้าสนใจศึกษาในเรื่องความสวยงามของเสื้อผ้า การตัดเย็บที่ประณีต นักวิทยาศาสตร์จะศึกษาว่าเสื้อผ้าที่ใส่แล้วรู้สึกสบายต่อการอยู่ในสิ่งแวดล้อม หรือทำกิจกรรมใด ๆ ก็ตามควรมีค่าผนวณความร้อนเป็นเท่าไร Gagge ได้ศึกษาค่าผนวณความร้อนของเสื้อผ้าที่ใช้เป็นชุดทำงานของชาย สรุปว่าควรมีค่าประมาณ 1 clo ซึ่งประกอบด้วยเสื้อผ้าเครื่องแต่งกายชนิดต่างๆ คือ เสื้อตัวนอกสวมทับเสื้อเชิ้ตผ้าทอ และเสื้อชั้นใน กางเกงขายาว กางเกงชั้นใน ถุงเท้า และรองเท้า ซึ่งในยุคนั้น เครื่องแต่งกาย จะมีน้ำหนัก

มากกว่าเสื้อผ้าที่ใช้ในปัจจุบัน เนื่องจากเสื้อผ้าส่วนใหญ่ทำจากเส้นใยธรรมชาติ ในระยะ 30 ปี ต่อมาเสื้อผ้าที่ใช้เพื่อความสบายในสภาวะเดียวกันจะมีผนวณความร้อนประมาณ 0.8 clo

Nevins, McNall. Jr. and Stolwijk (1974 : 41-42) ได้ศึกษาเรื่องค่าผนวณความร้อนของเสื้อผ้าที่ควรใช้เพื่อให้เกิดความสบายในขณะที่มีกิจกรรมต่าง ๆ ที่สภาวะอุณหภูมิต่าง ๆ กัน คือ $18-20^{\circ}\text{C}$ ($65-68^{\circ}\text{F}$) และ $21-22^{\circ}\text{C}$ ($70-72^{\circ}\text{F}$) โดยใช้สูตรการหา clo รวมของเสื้อผ้าที่ใช้จากตารางค่า clo ของเสื้อผ้าแต่ละชนิด (ดูในภาคผนวก ข) เพื่อจะช่วยให้ผู้ใช้เลือกเสื้อผ้าได้เหมาะสมกับอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมโดยมีการหา clo รวมของเสื้อผ้าที่ควรใช้ดังนี้

1. เลือกเสื้อผ้าที่จะใช้ให้ในสภาวะอุณหภูมิจากตาราง clo แล้วรวมค่า clo
2. เสื้อผ้าชาย ใช้สูตร (clo รวม * $\frac{3}{4}$) + $\frac{1}{10}$
3. เสื้อผ้าสตรี ใช้สูตร (clo รวม * $\frac{4}{5}$) + $\frac{1}{20}$

ค่า clo ที่ได้จะเป็นค่าประมาณที่แสดงในตารางที่ 8-1

ตารางที่ 8-1 ผนวณความร้อนของเสื้อผ้าเพื่อให้เกิดความสบายในสภาวะอุณหภูมิและขณะมีกิจกรรมต่าง ๆ

กิจกรรม	ผนวณความร้อน (clo)	
	ที่ $18-20^{\circ}\text{C}$ ($65-68^{\circ}\text{F}$)	ที่ $21-22^{\circ}\text{C}$ ($70-72^{\circ}\text{F}$)
นั่งอ่านหนังสือ	1.6-2.0	1.2-1.4
ยืน นั่งพัก พิมพ์งาน	1.2-1.5	0.9-1.1
ทำครัว ล้างจาน สอนหนังสือ	0.8-1.0	0.5-0.7
ทำความสะอาดบ้าน	0.5-0.7	0.3-0.5
เดินอัตรา 3 ไมล์ / ชั่วโมง	0.5-0.7	0.3-0.5
ซักรีดเสื้อผ้า	0.5-0.7	0.3-0.5

ที่มา : Nevins, R.G., Preston E. McNall Jr., J.A.J. Stolwijk. (1974). ASHRAE Journal. P 42.

Gagge และคณะ (1941:430) ศึกษาการใช้เสื้อผ้าที่เป็นค่าผนวณความร้อนที่เหมาะสมสำหรับผู้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ในสภาวะต่าง ๆ สรุปผลดังตารางที่ 8-2

ตารางที่ 8-2 ผนวณความร้อนของเสื้อผ้าที่ควรใช้เพื่อให้ความสบายขณะทำกิจกรรมต่าง ๆ

อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม °F (°C)	ผนวณความร้อน clo			
	นั่งพัก	เดินช้า	เดินปกติ	เดินเร็ว
70 (21)	1.5	0.7	0.4	0.3
50 (10)	3.1	1.5	0.9	0.7
30 (1)	4.7	2.3	1.5	1.1
0 (-18)	7.2	3.5	2.3	1.7

ที่มา : Gagge, A.P., A.C. Burton, H.C. Bazett. (1941 ,December). Science. 94 (2445). P 430.

จากตารางที่ 8-1 และตารางที่ 8-2 จะเห็นว่าเมื่อร่างกายมีการทำงานของกล้ามเนื้อมากขึ้น ก็จะมีการสร้างความร้อนมากขึ้นด้วย และมีการ ส่งถ่ายความร้อนจากร่างกายเพิ่มขึ้น ในขณะนั้นความต้องการใช้เสื้อผ้าจะน้อยลง การเลือกใช้เสื้อผ้าจึงต้องพิจารณาถึงกิจกรรมที่ร่างกายทำว่าจะมีอัตราเมตาบอลิซึม หรือมีการสร้างพลังงานความร้อนในสภาวะอุณหภูมิต่างๆ อย่างไร

อากาศกับความเป็นผนวณความร้อนของเสื้อผ้า

ขณะสวมใส่เสื้อผ้า ผิวหนังจะสัมผัสกับชั้นอากาศและผ้า ผิวหนังจะสัมผัสกับอากาศมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะโครงสร้างของผ้า ผ้าที่มีผิวเรียบมันอ่อนนุ่มจะสัมผัสกับผิวได้มาก ถ้าเป็นผ้าที่ผิวไม่เรียบหรือมีขน ก็จะมีอากาศแทรกอยู่ อากาศจะมีอยู่ระหว่างตัวเสื้อผ้าที่สวมใส่ ระหว่างชั้นของผ้าที่ประกอบเป็นเสื้อผ้าแต่ละตัว และ ยังมีอากาศแทรกอยู่มากภายในเนื้อผ้า แต่ละชั้นอากาศดังกล่าวทำหน้าที่เป็นผนวณความร้อนด้วย การหาค่าผนวณความร้อนของเสื้อผ้าจากความหนาจึงต้องวัดความหนาของตัวเสื้อและของชั้นอากาศ การวัดความหนาของเสื้อผ้าจะวัดเพื่อให้ได้ความหนารัศมี (Radial thickness) โดยจะวัดขณะที่เสื้อผ้าสวมกับหุ่นคน (manikin) หรือคน การวัดต้องใช้ สายวัดตัววัดรอบตัวคนหรือหุ่น ขณะที่ยังไม่สวมเสื้อผ้าก่อน แล้วจึงวัดรอบตัวเมื่อสวมเสื้อผ้าแต่ละชั้น ค่าที่วัดได้ถือเป็นค่าของเส้นรอบวงแล้วคิดเป็นรัศมี ความยาวรัศมีขณะที่สวมเสื้อผ้าที่เพิ่มขึ้นจากรัศมีของร่างกายขณะที่ไม่สวมเสื้อผ้า จะเป็นความหนาของเสื้อผ้าและอากาศ ในการศึกษาได้กำหนดความหนาของอากาศระหว่างชั้นเสื้อผ้าให้มีค่าสูงสุดไม่เกิน 5 มิลลิเมตร (Fourt and Hollies. 1970 : 18) ข้อมูลที่แสดงในตาราง 8-3 เป็นตัวอย่างการศึกษาเรื่องผนวณความร้อนของเครื่องแบบทหารที่สวมส่วนบนของร่างกาย เป็น

บทที่ 8 ผนวณควมรอนของเลื้อผ้กบควมสบย

ครื่องเบบที่ใ้แถบขั้วโลกเหนือ คำนวณควมรอนจะคคจากควมหนาของเลื้อผ้และชั้น
อากศ

ตารงที่ 8-3 ควมหนาของเลื้อผ้ อากศและ ค่ำ clo ของครื่องเบบทหรรที่ใ้แถบขั้ว
โลกเหนือ

ชั้นเลื้อผ้ – อากศ	รัศมีที่เพิ่ม (ม.ม.)	ควมหนาสะสม	
		อากศ ม.ม.	ผ้ ม.ม.
ผวหน้ง	0.0	0.0	0.0
อากศ	5.0	5.0	-
เลื้อเจ็ดควใน	2.0	-	2.0
อากศ	5.0	10.0	-
เลื้อเจ็ดผ้ล้ล	2.0	-	4.0
อากศ *	8.1	18.1	-
เลื้อเจ็ดเก็ด	11.0	-	15.0
อากศ	5.0	23.1	-
เลื้อปร้ก	11.2	-	26.2
อากศ	2.5	25.6	-
เลื้อคลุมทบชั้นนอก	1.3	-	27.5
รวม (total)	53.1	25.6	27.5
รวมค้ำที่คค (total effective)	50.0	22.5	27.5

* ควมหนาอากศน้มาคคไม่เกน 5 ม.ม.

ผนวณควมรอน clo = 8

ท้มา : Fourt, Lyman and Nouman. R.S. Hollies. (1970). **Clothing Comfort and Function.**
P 36.

ในเลื้อผ้แต่ละควมีกรออกแบบและใ้ผ้ในการผลคเป็นควเลื้อ แตกต่างกันไป เลื้อ
ผ้บางควเช่นเจ็ดจะมีผ้ชั้นเคยเป็นส่วนหญในคอรงสร้างควเลื้อน้น เลื้อเจ็ดเก็ดหรือเลื้อที่
สวมคลุมทบเลื้อควในน้กจะมีผ้หลยชั้นประกบเป็นควเลื้อ (Morris. 1955 : 766-773) ได้
ศคษาผนวณควมรอนของผ้ที่ซ้อนกันหลยชั้น (Multi layer Fabric) และผนวณควมรอน

บทที่ 8 คำนวนความร้อนของเสื้อผ้ากับความสบาย

ของผ้าชั้นเดียว(Single layer Fabric) โดยศึกษาคำนวนความร้อนของผ้าตัวอย่างด้วยเครื่อง Fitch heat transfer apparatus มีการวัดค่าคำนวนความร้อนของผ้าหลายชั้นเปรียบเทียบกับคำนวนความร้อนรวมที่ได้มาจากการวัดค่าคำนวนความร้อนผ้าที่ประกอบเป็นผ้าหลายชั้นแล้ววัดทีละชั้น ผลจากการศึกษาพบว่า สำหรับผ้าที่มีผิวเรียบเป็นมัน ค่าคำนวนความร้อนของผ้าหลายชั้นจะมีผ้าใกล้เคียงมากกับค่าคำนวนความร้อนรวมของผ้าที่หาคำนวนทีละชั้น แต่ถ้าเป็นผ้าที่มีผิวไม่สม่ำเสมอมีขน ค่าที่เปรียบเทียบจะต่างกันมากโดยค่าคำนวนความร้อนของผ้าหลายชั้นจะมีค่าสูงกว่าค่าคำนวนความร้อนที่วัดทีละชั้นแล้วนำมารวมกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอากาศที่แทรกอยู่ระหว่างชั้นผ้าเป็นคำนวนความร้อนมีผลทำให้ค่าคำนวนความร้อนสูงขึ้น การหาคำนวนความร้อนของผ้าหลายชั้นที่มีผ้าแต่ละชั้นไม่เรียบจะมีอากาศแทรกอยู่ ต้องวัดโดยใช้เครื่องวัดและวัดจากผ้าที่ซ้อนกันจึงจะให้ค่าคำนวนความร้อนที่ถูกต้อง

อากาศที่เคลื่อนที่กับค่าคำนวนความร้อน

ในขณะที่ร่างกายทำกิจกรรมต่างๆ เสื้อผ้าที่สวมอยู่เคลื่อนไหวตามอากัปกิริยาของร่างกายด้วย อากาศที่อยู่ระหว่างชั้นเสื้อผ้าหรือภายในเนื้อผ้าก็จะมี การไหลเคลื่อนที่ค่าคำนวนความร้อนของอากาศที่ไหลเคลื่อนที่เปลี่ยนแปลงไปจากค่าคำนวนความร้อนขณะอากาศนิ่ง ข้อมูลในตาราง 8-4 เป็นข้อมูลที่ได้จากการศึกษาคำนวนความร้อนของอากาศรอบ ๆ ตัวขณะที่มีกิจกรรมต่างๆ ในสภาวะสิ่งแวดล้อมที่มีลมพัดเร็ว อัตราต่าง ๆ กัน (Fourt and Hollies. 1970 : 42)

ตารางที่ 8-4 ค่าคำนวนของอากาศรอบตัวขณะที่มีกิจกรรมในสภาวะที่อากาศเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่างกัน

การเคลื่อนที่ของอากาศ (อัตราเร็ว)	ค่าคำนวนของอากาศรอบตัวขณะมีกิจกรรม (clo)			
	นั่งพัก	เดินช้า	เดินปกติ	เดินเร็ว
ในที่พัก (20 ฟุต/นาทีก)	0.78	0.37	0.33	0.29
นอกที่พัก ลมปกติ (5 ไมล์/ชม.)	0.30	0.24	0.22	0.20
นอกที่พัก ลมแรง (20 ไมล์/ชม.)	0.19	0.18	0.17	0.16

ที่มา : Fourt, Lyman and Norman R.S. Hollies. (1970). **Clothing Comfort and Function**. P 42.

จากข้อมูลในตาราง 8-4 จะเห็นว่ายิ่งลมพัดแรงและร่างกายมีการเคลื่อนไหวมากก็จะทำให้ค่าคำนวนความร้อนของอากาศยิ่งลดลงมาก การเลือกเสื้อผ้าที่จะต้องใช้ในสภาวะที่มีอุณหภูมิต่ำและมีกระแสลมแรงจะต้องเลือกให้มีค่าคำนวนความร้อนที่สูงกว่าเสื้อผ้าที่ใช้ใน

บทที่ 8 คำนวนความร้อนของเสื้อผ้ากับความสบาย

สภาวะหนาวเย็นจัดแต่ไม่มีกระแสลม ในทางตรงกันข้าม การใช้เสื้อผ้าในสิ่งแวดล้อมที่มีอากาศร้อนผู้ใช้จะต้องเลือกเสื้อผ้าที่หลวมมีช่องเปิดมาก เมื่ออากาศมีการเคลื่อนไหวจะทำให้มีการถ่ายเทความร้อนออกคล้ายปรากฏการณ์ระบายความร้อนออกทางปล่องไฟ(Chimney effect)ค่าจนวนความร้อนของอากาศจะลดลง ร่างกายระบายความร้อนออกได้ง่ายทำให้รู้สึกสบาย

ความหนาของผ้า เสื้อผ้า กับค่าจนวนความร้อน

การหาคำนวนความร้อนของเสื้อผ้าทำได้โดยวิธีการต่าง ๆ ผู้ที่ศึกษาในเรื่องวิทยาศาสตร์ของเสื้อผ้า (Clothing science) มีทั้งผู้ที่ศึกษาทางสรีรวิทยากับเสื้อผ้า ศึกษาทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับเสื้อผ้า และสาขาวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ที่นำมาอธิบายในเรื่องเสื้อผ้าที่ให้ความสบายกับผู้ใช้ ค่าจนวนความร้อนที่ได้มาจากการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ในแต่ละสาขาก็จะแตกต่างกัน เช่น การศึกษาในเรื่องความหนาของเสื้อผ้าที่สัมพันธ์กับค่าจนวนความร้อนเพื่อให้สามารถนำผลการศึกษาไปใช้ได้จริงในการผลิตเสื้อผ้า การเลือกใช้เสื้อผ้า ในที่นี้จะนำผลการศึกษาลำดับหนึ่งของ Morris, (1955 : 766-773) มาแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของโครงสร้างผ้า ความหนาของผ้า และจนวนความร้อนของผ้าบางชนิดที่เขาศึกษา ตามตารางที่ 8-5

ตารางที่ 8-5 ลักษณะโครงสร้างผ้า ความหนา และฉนวนความร้อนของผ้าชนิดต่าง ๆ

ชนิดผ้า	องค์ประกอบเส้นใย	โครงสร้างผ้า	จำนวนเส้นด้าย/นิ้ว ด้ายยืน ด้ายพุ่ง	น้ำหนัก ผ้า oz / yd ²	ความหนาของผ้า วัดที่ความดัน 0.02 lb / in ²	ฉนวน ความร้อน °C sec.m ² / cal
ผ้าเวอร์สเตท	ขนแกะ	ลายสอง (Twill even 4 Shaft)	112 51	9.70	0.0397	0.0937
เวอร์สเตท	ขนแกะ / อะซิเตท 40% / 60%	ลายสอง (Twill even 4 Shaft)	117 56	0.44	0.0361	0.0874
เวอร์สเตท	ขนแกะ / อะซิเตท 30% / 70%	ลายสอง (Twill even 4 Shaft)	105 52	9.94	0.0405	0.0874
วูลเลนบาง	ขนแกะ 100%	ลายสอง (Twill even 4 Shaft)	45 39	10.75	0.0866	0.1977
วูลเลนหนา ปานกลาง	ขนแกะ 100%	ลายสอง (Twill even 3 Shaft)	31 24	9.93	0.1074	0.2532
วูลเลนหนา	ขนแกะ 100%	ลายสอง (Twill even 4 Shaft)	28 28	11.62	0.1683	0.3889
ผ้าผสมไคเนล	เรยอน+อะซิเตท/ไคเนล 85 % / 15 %	ลายสอง (Twill even 4 Shaft)	56 39	8.68	0.0452	0.1047

ที่มา : Morris, Mary Ann. (1955, September). "Thermal Insulation of Single and Multiple layers of Fabrics," Textile Research Journal. P767.

จากตารางที่ 8-5 จะเห็นความสัมพันธ์ของความหนาของผ้าเป็นปฏิภาคตรงกับความฉนวนความร้อน ผ้าที่มีความหนามากก็จะมีค่าฉนวนความร้อนมาก การวัดความหนาของผืนผ้าจะต่างจากการวัดความหนาของตัวเสื้อซึ่งต้องวัดเพื่อให้ได้ความหนาแบบ Radial thickness กล่าวคือ การวัดความหนาของผืนผ้าจะวัดโดยมีแรงกดดัน (Pressure) เฉพาะหรือแรงดึง (Tension) ตามที่กำหนดในวิธีการมาตรฐานที่ใช้วัดเช่น ASTM method D1777-64 (ASTM Committee D-13. 1968) และ Federal Specification Method 5030 (CCC-T-191b. 1968)

ความเปียก ความชื้นกับค่าฉนวนความร้อน

ขณะที่สวมเสื้อผ้าร่างกายจะมีระบายความร้อนโดยการระเหยน้ำเป็นไอซึ่งเรียกว่า Insensible perspiration โดยที่มองไม่เห็นหรือรู้สึกว่ามีเหงื่อเกิดขึ้นก่อนแล้วจึงระเหยเป็นไอ ดังนั้น อากาศที่อยู่รอบ ๆ ผิวหนังจึงมีความชื้น (Moisture of humidity) หรือโมเลกุลของไอน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วยเสมอ แต่ในขณะที่ร่างกายมีความร้อนเพิ่มมากขึ้น จะมีกลไกขับเหงื่อเพื่อช่วยลดความร้อนของร่างกายในขณะที่ร้อนได้มากขึ้น เหงื่อซึ่งเป็นสารละลายที่มีน้ำเป็นส่วนใหญ่จะทำให้ผิวหนังและเสื้อผ้าเปียก (Wetting) ทั้งความชื้นและความเปียกจะมีผลทำให้ค่าฉนวนความร้อนของอากาศและของเสื้อผ้าลดลง ซึ่งจะมีผลต่อความรู้สึกในขณะสวมใส่เสื้อผ้าที่มีความเปียกชื้น โดยเฉพาะการสวมใส่เสื้อผ้าในอากาศหนาวจัดแล้วทำกิจกรรมที่ร่างกายมีความร้อนเพิ่มขึ้นมากจนมีเหงื่อออก เมื่อหยุดออกกำลังกายก็จะไม่มีเหงื่อออกอีก ผิวหนังและเสื้อผ้าที่เปียกเหงื่อจะเริ่มแห้งโดยจะดึงความร้อนจากร่างกายไปช่วยให้น้ำเหงื่อระเหย เสื้อผ้าที่เปียกน้ำจะเป็นตัวนำความร้อนที่ดีขึ้นทำให้ในขณะนั้นความร้อนของร่างกายที่ผิวหนังลดลงอย่างรวดเร็ว ถ้าร่างกายไม่สามารถปรับตัวให้เกิดสมดุลความร้อนในสภาวะนั้นได้พอดีจะทำให้รู้สึกหนาวสะท้าน (Chilling)

อาการที่เกิดขึ้นหลังการออกกำลังกายในสภาวะอากาศหนาวเย็นจัด จะทำให้ร่างกายเจ็บป่วยได้ การเลือกใช้เสื้อผ้าที่ไม่สะสมความเปียกของน้ำเหงื่อหรือความชื้นของไอน้ำที่ระเหยจะช่วยคงสภาพความเป็นฉนวนความร้อนของเสื้อผ้าที่ใช้ในอากาศหนาวเย็นจัด และมีการออกกำลังกาย เช่น เสื้อผ้าที่สวมเล่นกีฬาสกีหิมะ ใต้อู๋เข้าน้ำแข็ง เป็นต้น เสื้อผ้างดแล่วควรผลิตจากผ้าที่มีสมบัติดูดซึมได้ดี (Wicking) ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาผ้าที่มีสมบัติดังกล่าวโดยผลิตจากเส้นใยที่มีการพัฒนารูปร่าง ให้มีสมบัติช่วยดูดน้ำได้ดีขึ้น พัฒนาการผลิตโครงสร้างผ้าที่มีรูเล็กในเสื้อผ้าจำนวนมาก โดยมีช่องว่างขนาดเล็กระหว่างเส้นใย เส้นด้าย หรือรูพรุนเล็ก ๆ ที่เส้นใยซึ่งจะช่วยให้มีการดูดซึมน้ำจากผ้าชั้นหนึ่งไปยังอีกชั้นหนึ่งได้ดีมากขึ้น (Crow and Osczevski. 1998 : 280)

สรุป

เสื้อผ้าทำหน้าที่เป็นฉนวนความร้อนผู้ที่ศึกษาด้านวิทยาศาสตร์เสื้อผ้าได้กำหนดหน่วย clo เพื่อใช้แทนฉนวนความร้อน หน่วย clo มีค่าแตกต่างกันตามวิธีการที่วัด คือวัดเป็นค่าทางสรีรวิทยาวัดเป็นค่าทางฟิสิกส์ และ วัดจากความหนาของผ้าหรือเสื้อผ้า การเรียนรู้ในเรื่องฉนวนความร้อนของเสื้อผ้าจะช่วยให้เลือกเสื้อผ้าที่มีฉนวนความร้อนได้เหมาะสมกับกิจกรรมของร่างกาย และสภาพสิ่งแวดล้อม โดยร่างกายจะรู้สึกสบายเพราะมีสมดุลความร้อนระหว่างร่างกายกับสิ่งแวดล้อม

คำถามท้ายบท

1. จงอธิบายความหมายของ clo
2. clo มีค่าที่ต่างกันอย่างไร
3. ผู้ที่ทำงานในสภาพภูมิอากาศที่ร้อนชื้นและผู้ทำงานในเขตขั้วโลกจะแต่งกายด้วยเสื้อผ้าที่มีค่าฉนวนความร้อนต่างกันอย่างไรอธิบายให้ชัดเจน
4. ถ้านิสิตจะผลิตเสื้อผ้าสำหรับนักกีฬาสกีหิมะ เสื้อผ้านั้นต้องมีลักษณะสำคัญอย่างไรและเพราะเหตุใด
5. การวัดความหนาของผ้าและของเสื้อผ้ามีวิธีต่างกันอย่างไร
6. จากตารางที่ 8-5 ให้นิสิตหาว่าผ้าแต่ละชนิดมีค่า clo เท่าไร โดยใช้สูตร

$$1 \text{ clo} = 0.18^{\circ}\text{C} \cdot \text{ตารางเมตร} \cdot \text{ชั่วโมง} / \text{กิโลแคลอรี}$$
7. ในฤดูร้อนอุณหภูมิ 32°C และฤดูหนาวอุณหภูมิ 18°C ควรใช้เสื้อผ้าอย่างไรมีค่า clo เท่าไรทั้งชายและหญิง คิดโดยใช้ข้อมูลในตารางภาคผนวก ข

บทที่ 9

คุณสมบัติของเสื้อผ้าที่ให้ความสบาย

พลังงานความร้อนที่ร่างกายสร้างขึ้น จะส่งออกจากร่างกาย โดยการแผ่รังสี การนำความร้อน และการพาความร้อน การสวมใส่เสื้อผ้าซึ่งเป็นฉนวนความร้อน จะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมเพื่อการปรับสมดุลความร้อนของร่างกายกับสิ่งแวดล้อม คุณสมบัติของเสื้อผ้าที่เกี่ยวข้องกับความสบายขณะสวมใส่ คือ การดูดความชื้น และ ดูดน้ำได้ การส่งความร้อน การยอมให้อากาศผ่าน และสมบัติอื่น ๆ เช่น การป้องกันรังสี การเป็นตัวนำประจุไฟฟ้าสถิต และการป้องกันจุลินทรีย์ เป็นต้น การทราบคุณสมบัติของเส้นใย โครงสร้างผ้า และลักษณะรูปร่างเสื้อผ้า ที่จะทำหน้าที่ได้พอดีกับ สรีรวิทยาของร่างกาย ในสภาวะต่าง ๆ จะช่วยในการเลือกใช้เสื้อผ้าได้เหมาะสมกับสภาวะอากาศและกิจกรรมที่ทำ

จุดมุ่งหมายเฉพาะ เพื่อให้ให้นิสิตสามารถ

1. อธิบายถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ที่ช่วยให้เกิดความสบายในการสวมใส่เสื้อผ้า
2. เลือกแบบเสื้อผ้า และระบุว่าควรทำจากเส้นใยและโครงสร้างผ้าชนิดใด จึงจะเหมาะสมกับการใช้ในอากาศร้อน และอากาศหนาวจัด

แนวการสอนและกิจกรรม

1. นำตัวอย่างเสื้อผ้าที่ใช้ในภูมิอากาศแบบต่าง ๆ เช่นที่ใช้ในอากาศร้อนจัด หนาวจัด ให้นิสิตศึกษาว่า ประกอบด้วยผ้าที่มีโครงสร้างอย่างไร ทำจากเส้นใยชนิดใด และมีผ้ากี่ชั้นที่ประกอบเป็นตัวเสื้อผ้า
2. ชักถามในประเด็นสมบัติของเส้นใยผ้า โครงสร้างผ้า และรูปแบบเสื้อผ้า ว่าควรเป็นอย่างไรจึงจะทำให้เกิดความสบายในการสวมใส่ แล้วช่วยกันสรุปประเด็น
3. ให้นิสิต ช่วยกันออกแบบเสื้อผ้าที่ใช้ในสภาวะอากาศต่าง ๆ โดยให้ระบุว่าเสื้อผ้าแต่ละแบบนั้นควรทำจากผ้าที่มีโครงสร้างและเส้นใยชนิดใด และให้อธิบายเหตุผล
4. ให้นำผลการออกแบบมาอภิปราย ในชั้นเรียนแล้วช่วยกันสรุป

อุปกรณ์การสอน

1. ตัวอย่างเสื้อผ้าที่ใช้ในอากาศร้อน และอากาศหนาว
2. รูปเสื้อผ้าจากแคตตาล็อก

การประเมินผล

1. ความตั้งใจในการร่วมอภิปราย การทำกิจกรรมต่าง ๆ และการสรุปประเด็นที่ชัดเจน ถูกต้อง
2. ตอบคำถามท้ายบทได้



ดังที่ได้ทราบแล้วว่า ร่างกายของมนุษย์ขณะยังมีชีวิตอยู่นั้นจะสร้างและใช้พลังงานอยู่ตลอดเวลา พลังงานความร้อนนั้นเกิดขึ้นมากจนต้องระบายออกจากร่างกายโดยการแผ่รังสี การนำความร้อน และการพาความร้อนเพื่อให้ร่างกายมีสมดุลความร้อนพอดีกับสภาวะแวดล้อม ร่างกายมนุษย์มีผิวหนังห่อหุ้มและยังต้องใช้เสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่มปกปิดร่างกายเกือบตลอดเวลาของการดำรงชีวิต การศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของเสื้อผ้านั้นถือว่าวัสดุที่ใช้ทำเสื้อผ้ามีสมบัติเป็นฉนวนความร้อนเพราะจะกั้นหรือขวางการส่งความร้อนออกจากร่างกาย และสามารถที่จะทำหน้าที่ป้องกันความร้อนจากสิ่งแวดล้อมที่ส่งให้กับร่างกายได้ด้วยเช่นกัน เมื่อเราจำเป็นต้องใช้เสื้อผ้าเพื่อให้เกิดความสบายจึงต้องศึกษาสมบัติทางฟิสิกส์ของวัสดุที่ใช้ทำเสื้อผ้า คือเส้นใยและผ้าที่ประกอบเป็นเสื้อผ้า ทั้งนี้เพื่อให้สามารถเลือกใช้เสื้อผ้าที่มีคุณสมบัติทางฟิสิกส์ที่เหมาะสมกับความเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผู้สวมใส่เสื้อผ้า เพื่อให้รู้สึกสบายดีในสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ และสามารถปฏิบัติงานหรือทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในกระบวนการผลิตเสื้อผ้าแต่ละชนิด ผู้ผลิตจะต้องมีจุดประสงค์ว่าจะผลิตเสื้อผ้าเพื่อใช้ในกิจกรรมใด ใช้ในสภาวะภูมิอากาศแบบใด ใครจะเป็นผู้ใช้ เมื่อได้มีการออกแบบเสื้อผ้าที่คิดว่าเหมาะสมกับเงื่อนไขต่าง ๆ แล้ว ผู้ผลิตจะต้องเลือกวัสดุที่จะใช้ทำเสื้อผ้าให้มีคุณสมบัติที่จะทำให้เสื้อผ้าชนิดนั้น ให้ความสบายกับผู้สวมใส่ ทนทานต่อสภาวะต่าง ๆ ด้วย นอกเหนือจากความสวยงาม และคุณสมบัติด้านอื่น ๆ

ในบทนี้จะเป็นเรื่องของรายละเอียดที่เกี่ยวกับคุณสมบัติของเสื้อผ้าที่ให้ความสบายกับผู้สวมใส่ สมบัติดังกล่าวที่สำคัญคือ

1. การดูดความชื้นและการดูดน้ำ (Moisture absorption and Water absorption)
2. การยอมให้อากาศผ่าน (Air permeability)
3. การส่งความร้อน (Heat transfer)
4. คุณสมบัติด้านอื่น ๆ ที่ให้ความสบาย

1. การดูดความชื้นและการดูดน้ำ (Moisture absorption and Water absorption)

เสื้อผ้าที่จะให้ความสบายแก่ผู้สวมใส่จะต้องมีคุณสมบัติดูดความชื้นและดูดน้ำได้ดี ความชื้นและน้ำเกิดจากกระบวนการทางสรีรวิทยาของร่างกายเพื่อการระบายความร้อน ร่างกายมีการระเหย เป็นไอน้ำออกจากผิวหนังตลอดเวลา (Insensible perspiration) ถ้าร่างกายต้องการลดความร้อนเมื่อมีการออกกำลังกายหรืออยู่ในสภาวะที่มีอากาศร้อนจัดก็จะขับเหงื่อ

เหงื่อที่ระเหยก็จะเป็นความชื้นอีกส่วนหนึ่ง ทั้งน้ำเหงื่อและไอน้ำหรือความชื้นที่เกิดขึ้นที่ผิวหนังถ้าไม่มีการดูดซึมหรือระบายออกไปจากผิวหนังอย่างสม่ำเสมอแล้ว จะเป็นเหตุให้รู้สึกไม่สบาย ถ้าในสภาวะที่อากาศร้อนมากเหงื่อที่ออกมาเปียกชุ่มโชกที่ผิวหนัง ถ้าเสื้อผ้าไม่ดูดซับจะทำให้รู้สึกเปียกแฉะ เสื้อผ้าติดที่ผิวหนังมีความรู้สึกเหนอะหนะ นอกจากนี้จะทำให้เกิดกลิ่นเหงื่อได้ในเวลาต่อมา ส่วนในสภาวะที่อากาศหนาวจัดถ้าผู้สวมใส่เสื้อผ้ามีกิจกรรมที่ทำให้เหงื่อออก เมื่อหยุดทำกิจกรรมเหงื่อที่อยู่บริเวณผิวหนังจะระเหยโดยดูดความร้อนออกจากผิวหนังในสภาวะเช่นนี้ร่างกายจะเสียความร้อนออกไปมากเกินกว่าที่ร่างกายจะรักษาสมดุลความร้อนในขณะนั้นได้ จะทำให้รู้สึกหนาวสะท้าน ดังนั้นเสื้อผ้าที่จะทำให้ผู้สวมใส่รู้สึกสบายจะต้องผลิตจากเส้นใย เส้นด้าย และมีโครงสร้างผ้าที่มีการดูดความชื้น คุณค่าได้รวมทั้งส่งผ่านความชื้นและน้ำได้ดีด้วย

การดูดซึมน้ำของผ้าเกิดขึ้นได้เนื่องจากหลักการซึมของน้ำผ่านเข้าไปในหลอดเล็ก ๆ (Capillary effect) ส่วนความชื้นจะถูกดูดและแพร่กระจายไปในผืนผ้าด้วยหลักการแพร่จากที่ที่มีความดันไอสูงกว่าไปสู่ที่ที่มีความดันไอลดกว่า โดยผ้าจะต้องมีโครงสร้างที่มีช่องหรือรูเล็ก ๆ (Porosity) ที่ยอมให้โมเลกุลของไอน้ำแทรกผ่านไปได้

เส้นใยธรรมชาติทั้งชนิดเซลลูโลสและโปรตีน มีโครงสร้างโมเลกุลที่ชอบน้ำ (Hydrophilic polymers) ส่วนเส้นใยสังเคราะห์จะมีโพลีเมอร์เป็นชนิดไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic polymers) จึงมีคุณสมบัติในการดูดความชื้นไม่เท่ากัน ดังตารางในภาคผนวก ค ในสภาวะที่ร่างกายมีการสร้างพลังงานมากเช่น เล่นกีฬา ออกกำลังกาย ทำงานหนัก มีการขับเหงื่อออกมากในความรู้สึกทั่ว ๆ ไปจะต้องเลือกใช้เสื้อผ้าใยธรรมชาติเพราะดูดซับความชื้น และน้ำได้ดี แต่เพราะเส้นใยเหล่านั้นชอบน้ำจึงไม่ระบายความเปียกชื้นอย่างรวดเร็ว ผ้าจะเปียกชื้นอยู่นานและแนบติดตามผิวหนัง เพิ่มน้ำหนัก ทำให้รู้สึกอึดอัดที่ไม่สบายขณะสวมเสื้อผ้า

ในปัจจุบันมีการพัฒนาการผลิต เส้นใยสังเคราะห์ให้มีรูปร่างที่มีสมบัติดูดซับความชื้นและน้ำได้ดี และผลิตในชื่อการค้าหลายชนิด Toshinari Nakajima ได้รวบรวมลักษณะและคุณสมบัติของเส้นใยที่ผลิตในประเทศญี่ปุ่นซึ่งได้รับการพัฒนา ให้มีคุณสมบัติที่ใช้ประโยชน์ได้ดีมาก ดังแสดงในตารางที่ 9-1 (Nakajima. 2000 : 12)

ตารางที่ 9-1 แสดงรูปร่างภาคตัดขวางของเส้นใยที่มีการพัฒนาเพื่อให้มีสมบัติพิเศษ

ชื่อการค้า	ผู้ผลิต	รูปร่างภาคตัดขวาง	สมบัติพิเศษของผลิตภัณฑ์
Solo Sowale	Asahi Chemical Industries Ltd.	 รูปทรงแท่งในเส้นใยที่มีรูปร่างสามเหลี่ยมหนาและบาง	มีความแข็งและโค้งงอได้มากกว่า(higher bending stiffness)สีอ่อน
Fontana μ	Asahi Chemical Industries Ltd.	 รูปร่างตัวคับเบิ้ลยู (w - shape) เส้นใยหยิก (Self crimping)	พองฟู แข็งกรอบมือ (crispy) ให้สัมผัสแห้งและเย็น
Soiellse N	Kanebo Ltd.	 รูปดาวห้าแฉก (Pentagonal)	มีความมันอ่อน ๆ ให้สัมผัสแห้ง ดูดซับน้ำได้ดี
Vivan	Kanebo Ltd.	 รูปตัวยูมีส่วนหนาและบาง (u-shaped)	มีความมันอ่อน ๆ สัมผัสแห้งเส้นด้ายจะดูละเอียดกับทำจากใยสั้น มีความแข็ง (Stiffness)
Defori	Kuraroy Ltd.	 รูปร่างแบนกว้างมีรอยหยิกในเส้นใยหยิก (Flat cross section)	สีเข้ม พองฟู มีความแข็ง เนื้อแน่น โค้งงอได้
MSC	Unitika Ltd.	 คล้ายหัวธนู (Arrow-like)	ให้สัมผัสแห้งและเย็น
Mixy	Unitika Ltd.	 เป็นแบบต่างๆ(Random and multi shaped)	ให้สัมผัสแห้ง ลักษณะผ้าคล้ายทำจากใยธรรมชาติแข็งแรงโค้งงอได้

ที่มา : Nakajima, Toshinari. (n. d.) “ Directions of Research Concerning the Evalution of Fabrics and Garments in Japan. ” เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการ เมื่อ 16 มีนาคม 2543. ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ. หน้า 12.

นอกจากนี้ ในญี่ปุ่นยังมีการพัฒนาเส้นใยให้มีสมบัติดูดน้ำได้มาก เช่น เส้นใย “Moisty” ของ Toray หรือ Wellkey ของ Teijin เป็นเส้นใยที่มีช่องกลวงตรงกลาง มีผิวเป็นรูพรุน ที่ทะลุถึงช่องกลวงตรงกลาง เส้นใย “Exs” เป็นเส้นใยโพลีเอสเตอร์ที่ดูดความชื้นได้ 3.5 เท่าของฝ้ายและเมื่อดูดความชื้นจะปล่อยความร้อนออกมาเป็น 2 เท่าของที่เกิดขึ้นกับเส้นใยขนแกะ (Nakajima, 2000 : 1-2)

บริษัทคูปองท์ในสหรัฐอเมริกา ผลิตผ้าที่ทำจากเส้นใยโพลีเอสเตอร์ มีชื่อการค้า “Coolmax” (Etters, 1999 : 30) ซึ่งมีช่องกลวงภายในสี่ช่อง (Tetrachannel polyester fiber) เมื่อผลิตเป็นผ้าจะทำให้มีสมบัติดูดความชื้นได้ดีมาก มีการเปรียบเทียบการระบายความชื้นของผ้าที่มีโครงสร้างแบบเดียวกันแต่ทำจากเส้นใยชนิดต่าง ๆ กัน เปรียบเทียบกับผ้าที่ทำจากเส้นใย “Coolmax” โดยใช้เวลา 30 นาที ภายใต้สภาวะเดียวกัน ผลการเปรียบเทียบ % การระบายความชื้นของผ้าชนิดต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 9-2

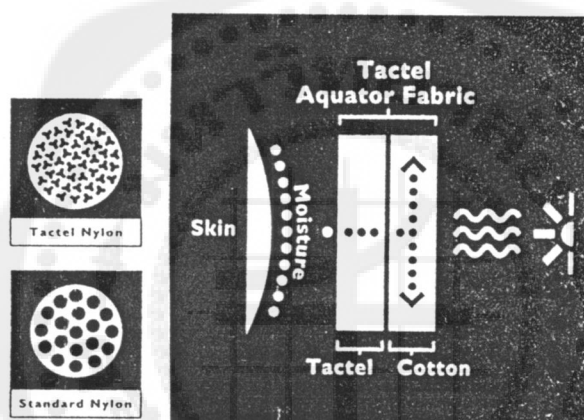
ตารางที่ 9-2 อัตราสัมพัทธ์ของการระบายความชื้นของผ้าที่ทำจากเส้นใยชนิดต่างๆ

ชนิดเส้นใยผ้า	% การระบายความชื้น
ฝ้าย	52
ไนลอน	75
โพลีโพรพิลีน	81
อะคริลิก	85
โพลีเอสเตอร์ “Coolmax”	95

ที่มา : Etters, J.N. (1999, October). “New Developments in High Performance Textiles ” Textile Chemist and Colorist & American Dyestuff Reporter. P 30.

เส้นใย Coolmax มีพื้นที่ผิวเพิ่มมากกว่าเส้นใยทั่ว ๆ ไปจึงทำให้มีการกระจายความเปียกชื้นไปได้มากและรวดเร็ว แห้งเร็ว ทำให้ผู้สวมใส่เสื้อผ้าไม่มีความเปียกชื้นที่ผิวหนัง จะรู้สึกสบาย ผ้าที่ทำจากเส้นใยชนิดนี้ใช้ในการผลิตเสื้อผ้าทหารในคานาดา เสื้อผ้าชุดชั้นในที่ต้องการความอบอุ่น เสื้อผ้าสวมใส่เล่นกีฬาในฤดูหนาว หรือในที่ที่มีอากาศหนาวจัด เพราะให้ความอบอุ่น น้ำหนักน้อยและระบายความเปียกชื้นได้ดี

เส้นใยที่มีสมบัติเช่นเดียวกับ “Coolmax” ที่บริษัทดูปองท์ผลิตออกสู่ตลาด คือ “Therma Stat TM” เป็นเส้นใยที่มีช่องว่างตรงกลาง (Hollow core fibers) นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์ผ้า “Tactel® Aquator” เป็นผ้า 2 ด้าน (two sided fabric) โดยด้านในเป็นผ้าที่ทำจาก polyamide 6,6 ซึ่งพัฒนารูปร่างเส้นใยด้านตัดขวาง เป็น triangle lobe จึงช่วยให้ดูดความชื้นได้ดี ด้านนอกเป็นผ้าฝ้ายมีคุณสมบัติทำให้กระจายความชื้นออกไปทำให้ระเหยได้เร็ว ตามภาพประกอบที่ 9-1 ผ้า Tactel® Aquator เหมาะสำหรับการทำเสื้อผ้าที่ถักนิต ชุดชั้นใน ถุงเท้า ที่สวมใส่เล่นกีฬาทั้งในอากาศร้อนและอากาศหนาว



ภาพประกอบที่ 9-1 โครงสร้างผ้า Tactel® Aquator

ที่มา : DuPont (U. K.) Limited. (1996). “Tactel® Aquator,” DuPont technical Bulletin. P 5.

2.การยอมให้อากาศผ่าน (Air Permeability)

ในโครงสร้างผ้าทั่ว ๆ ไปที่เรามองเห็นว่าเป็นเส้นใย เส้นด้ายทั้งผืนนั้น ความเป็นจริงจะมีอากาศแทรกอยู่ภายในเส้นใย ระหว่างเส้นใยและระหว่างเส้นด้าย เป็นปริมาณที่มากกว่าปริมาณเส้นใย แต่ในเรื่องน้ำหนักของผ้าส่วนใหญ่จะเป็นน้ำหนักของเส้นใย Fourt ,Hollies (1970:32) ได้รวบรวมข้อมูลจากการศึกษาเรื่องปริมาณของเส้นใยในผืนผ้าชนิดต่าง ๆ ซึ่งได้เลือกข้อมูลของผ้าบางชนิดแสดงในตารางที่ 9-3

ตารางที่ 9-3 แสดงปริมาณของเส้นใยในผ้าชนิดต่าง ๆ

ชนิดเส้นใย/ผ้า	ปริมาณของเส้นใย %	น้ำหนักผ้า กรัม/ตร.ม	ความดัน กรัม/ตร.ซม	ความหนา ม.ม.
ฝ้าย				
ซาติน(Sateen)	21	360	0.7	1.12
	28	-	7.0	0.81
	38	-	7.0	0.61
ลายสองเฮอริงโบน (Herringbone twill)	27	274	7.0	0.66
นิตด้ายยืน(Warp knit)	12	145	3.5	0.81
ผ้าสำลี(Flannelette)	10	155	3.5	0.99
ทอเรียบ(plain)	32	152	3.5	0.31
ขนแกะ				
เสิร์จ(Serge)	25	351	7.0	0.96
ลายสอง 2/2(2/2 twill)	19	338	3.5	1.35
ไนลอนฟิลาเมนต์				
ลายสอง(twill)	40	9.61	7.0	0.20

ที่มา : คัดบางส่วนจาก Fourn, Lyman and Norman R.S. Hollies. (1970). **Clothing Comfort and Function**. P 32.

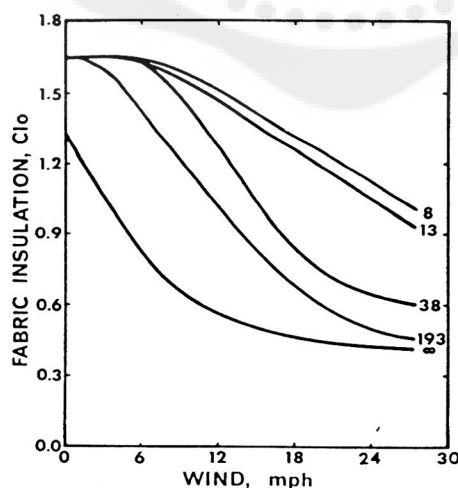
จากข้อมูลในตารางที่ 9-3 จะเห็นว่าในผืนผ้าที่มีโครงสร้างแบบต่าง ๆ นั้นมีปริมาณของเส้นใยมีไม่ถึง 50 % และผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายใยสั้นจะมีปริมาณของอากาศมากกว่าผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายใยยาว

เมื่อมีความกดดันต่อผืนผ้า หรือทำให้อากาศเคลื่อนที่ผ่านผืนผ้า อากาศจะผ่านไปได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับสมบัติ Air Permeability ของผ้า ผ้าที่ยอมให้อากาศผ่านไปได้เพราะมีรูเล็ก ๆ หรือช่องเล็ก ๆ (Porosity) ที่ยอมให้สารที่เป็นแก๊ส หรือของเหลว หรืออะไรก็ตามที่มีขนาดเล็กกว่าช่องเหล่านี้ผ่านไปได้ (Permeability) ช่องว่างที่จะยอมให้น้ำผ่านจะต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะให้หยดน้ำเล็ก ๆ ที่มีขนาด 100 μm ผ่าน ส่วนช่องที่จะให้อิอน้ำผ่านได้ก็ต้องมีขนาดเล็กกว่านี้มาก เพราะโมเลกุลของไอน้ำเล็กกว่าหยดน้ำถึง 100,000 เท่า (Nakajima, 2000 : 2)

รู หรือ ช่องเล็ก ๆ นี้จะมีอยู่ที่เส้นใย (Intrafiber porosity) ตามผนังเซลล์ของเส้นใยธรรมชาติ หรือเกิดขึ้นโดยกระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์เพื่อจุดประสงค์ที่จะให้เส้นใยมีคุณสมบัติดูดความชื้นได้ ช่องเล็ก ๆ ที่มีระหว่างเส้นใย (Interfiber Porosity) หรือระหว่างเส้นด้าย (Interyarn porosity) จะมีขนาดใหญ่กว่าช่องที่มีอยู่ในเส้นใย

รู หรือ ช่องเล็ก ๆ ในพื้นผ้ามีความสัมพันธ์ต่อการยอมให้อากาศผ่าน การดูดซึมน้ำ (Wicking) และมีความสำคัญต่อความสบายขณะสวมใส่เสื้อผ้า เสื้อผ้าที่มีการระบายอากาศได้ดี โดยเฉพาะให้อากาศจากร่างกาย ซึ่งเกิดขึ้นตลอดเวลาจะมีสมบัติ Breathability ช่องว่างในพื้นผิวยังมีความสำคัญที่จะต้องนำมาพิจารณาในการผลิตเสื้อผ้าที่จะใช้เพื่อป้องกันสารเคมี สารชีวภาพ และรังสี (CBR)

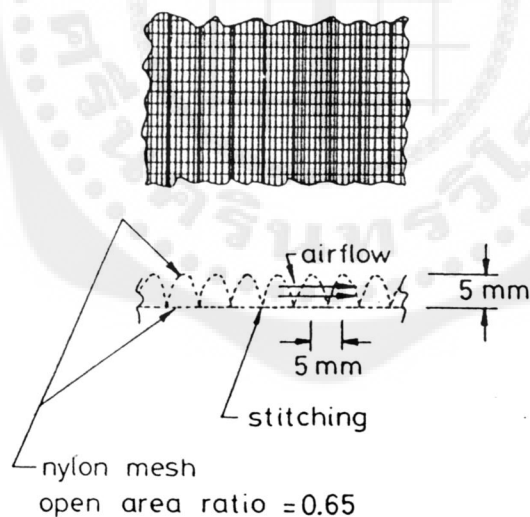
เสื้อผ้าที่ใช้เพื่อกันลม กันน้ำ และให้ความสบายคือไม่กักเก็บไอน้ำและให้ความอบอุ่น จำเป็นต้องใช้ผ้าที่มีโครงสร้างที่ทำหน้าที่ดังกล่าวได้ดี เสื้อผ้าที่ทำหน้าที่ได้ในลักษณะนี้จะทำจากผ้าหลายชั้น มีการศึกษาในเรื่องการยอมให้อากาศผ่านผ้าหลายชั้นมากมาย ยกตัวอย่างการศึกษาของ Larose (Fourt and Hollies. 1970 : 39-40, 153; Citing Larose, 1947 : 169-190) ได้ศึกษาสมบัติการยอมให้อากาศผ่านผ้า 2 ชั้น เพื่อพิจารณาค่าฉนวนความร้อนของผ้าที่กันลม ซึ่งผ้าชั้นนอกเป็นผ้าทอเรียบส่วนผ้าชั้นในเป็นผ้าขน โดยผ้า 2 ชั้นจะมีค่าการยอมให้อากาศผ่าน (Air permeability) ก่อนทดลอง ต่ำกว่า 13 ลูกบาศก์ฟุต/ตารางฟุต/นาทีก โดยวัดที่ความดันน้ำ 0.5 นิ้ว เมื่อทดลองให้กระแสลมผ่านผ้าทั้ง 2 ชั้น พบว่าเมื่อเพิ่มความเร็วลมมากขึ้น ค่าฉนวนความร้อนของผ้าจะลดลงตามกราฟในภาพประกอบที่ 9-2



ภาพประกอบที่ 9-2 อัตราเร็วของกระแสลมมีผลต่อค่าฉนวนความร้อนของผ้า

ที่มา : Fourt, Lyman and Norman R. S. Hollies. 1970. *Clothing comfort and Function*. P 40.

Kind และ Broughton (2000 : 171-176) ศึกษาคุณสมบัติของผ้าหลายชั้นต่อการลดการสูญเสียความร้อนไปกับกระแสลมโดยทดลองใช้ผ้าชั้นนอกเป็นผ้าทอจากฝ้าย และในลอนที่ขอมให้อากาศผ่านได้ในระดับปานกลางและต่ำตามลำดับ ส่วนผ้าชั้นในมีโครงสร้างเป็นผ้าไม่ทอ ผ้าที่อยู่ตรงกลางระหว่างชั้นนอกและชั้นใน เป็นผ้าที่มีความต้านทานต่อการไหลของอากาศต่ำทำจากผ้าในลอนตาข่าย นำมาเย็บให้เป็นลูกฟูก เพื่อให้มีสมบัติเป็นทางผ่าน (bypass) ของอากาศ ตามภาพประกอบที่ 9-3 เขาทดสอบให้อากาศผ่านผ้าทั้ง 3 ชั้น โดยใช้วิธีอุโมงค์ลม (Wind tunnel test) กระแสลมผ่านผ้าชั้นนอกเข้าไปข้างใน และจะผ่านไปตามผิวหน้าผ้าของลูกฟูกชั้นกลางที่เป็นเหมือนทางผ่าน (bypass) ของลม ทำให้ลมไม่แทรกผ่านไปยังผ้าชั้นในซึ่งทำหน้าที่เป็นฉนวนความร้อน เมื่อวัดการสูญเสียความร้อนจากผ้าชั้นในขณะที่ผ่านกระแสลม พบว่าจะมีการสูญเสียความร้อนลดลงมากกว่าที่ผ่านกระแสลมโดยไม่มีผ้าชั้นกลาง ซึ่งผลการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ในการออกแบบและผลิตเสื้อผ้าที่ต้องใช้ผ้าหลายชั้นเป็นส่วนประกอบเพื่อใช้ในอากาศหนาวเย็นและมีลมแรง ซึ่งต้องการเสื้อผ้าที่ให้ความอบอุ่นได้พอเหมาะที่ทำให้ร่างกายรู้สึกสบาย



ภาพประกอบที่ 9-3 ลักษณะผ้าที่เย็บให้เป็นลูกฟูกเพื่อให้เป็น Bypass layer

ที่มา : Kind, R. J. and C. A. Broughton. (2000, February). “Reducing Wind. Induced Heat loss through Multilayer Clothing Systems by Means of a Bybass Layer”, Textile Research Journal. 70 (2) : 173.

3. การส่งความร้อน (Heat Transfer)

ในขณะที่เราสวมเสื้อผ้าและทำกิจกรรมในสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ร่างกายมีการสร้างพลังงานความร้อน และมีกลไกปรับอุณหภูมิร่างกายอยู่ตลอดเวลา เสื้อผ้าที่ใช้จะต้องเป็นสิ่งที่ช่วยให้ร่างกาย ปรับอุณหภูมิแล้วรู้สึกสบายไม่ร้อนจนเกินไป ไม่หนาวจนเกินไป และสามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้โดยสะดวก ปลอดภัย บริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่ไม่มีเครื่องแต่งกายปกปิดจะส่งความร้อนออกโดยการแผ่รังสี การนำความร้อน และการพาความร้อนได้โดยง่าย แต่บริเวณร่างกายส่วนที่มีเสื้อผ้าเมื่อส่งความร้อนจะมีเสื้อผ้าเป็นฉนวนกัน เราจึงจำเป็นต้องเลือกเสื้อผ้าซึ่งมีค่าฉนวนความร้อนพอดีที่จะช่วยให้การส่งความร้อนออกจากร่างกายมีสมดุลกับอุณหภูมิในสภาวะแวดล้อมซึ่งจะมีผลทำให้รู้สึกสบายในสภาวะนั้น ๆ

ความร้อนที่ส่งออกจากร่างกายจะผ่านอากาศ ผ่านเสื้อผ้า ในขณะที่ผ่านชั้นของเสื้อผ้า ถ้าเสื้อผ้าแห้งไม่มีความชื้นมาก เสื้อผ้าจะนำความร้อนได้ไม่ดีเท่ากับขณะที่เปียกชื้น ในขณะที่อากาศร้อนจัดเมื่อเสื้อผ้าเปียกแห้งแล้วเริ่มแห้ง เราจะรู้สึกเย็นสบายที่ผิวหนัง เพราะความร้อนจากผิวหนังลดลงไปช่วยการระเหยของเหงื่อ แต่ในสภาวะที่อากาศหนาวจัดไม่ควรให้เสื้อผ้าเปียกชื้น เพราะในขณะนั้นความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าจะลดลงทำให้คุณสมบัติให้ความอบอุ่นของเสื้อผ้านั้นต่ำลง

กลไกส่งความร้อนออกจากร่างกายในขณะที่สวมเสื้อผ้าอีกวิธี คือการส่งความร้อนออกโดยการพาความร้อน เมื่ออากาศที่อยู่ระหว่างผิวหนังกับเสื้อผ้า หรือระหว่างชั้นเสื้อผ้าได้รับความร้อนเพิ่ม จะขยายตัวลอยขึ้นและเคลื่อนที่ออกไปตามช่องเปิด เช่นเดียวกับการเกิดปรากฏการณ์การลอยตัวของอากาศร้อนออกไปทางปล่องไฟ (Chimney effect) การสวมเสื้อผ้าที่มีช่องเปิดที่คอ ใหล่ ปลายแขน จะช่วยทำให้เกิดการระบายความร้อนออกจากร่างกายได้โดยวิธีนี้ และเมื่อร่างกายเคลื่อนไหวเช่นเปลี่ยนอิริยาบถ หรือเพิ่มอัตราการเคลื่อนไหวให้เร็วขึ้น ก็จะทำให้เพิ่มการระบายความร้อนออกจากร่างกายได้มากขึ้น

การใช้เสื้อผ้าเพื่อให้สามารถอยู่ได้ในอากาศหนาวมากควรจะใช้หลายชั้น เพราะในระหว่างชั้นจะมีอากาศซึ่งทำหน้าที่เป็นฉนวนอากาศในกรณีที่อากาศนั้นไม่เคลื่อนที่ แต่ถ้ามีอากาศระหว่างชั้นของเสื้อผ้ามามาก อากาศจะมีการเคลื่อนที่ได้ง่าย โอกาสที่จะเกิดการพาความร้อนแบบ Chimney effect จะเกิดขึ้นได้ง่าย ดังนั้นถ้าต้องการให้เสื้อผ้าให้ความอบอุ่นที่ดีแล้วไม่ควรให้มีชั้นอากาศหนาเกิน 1 นิ้ว ระหว่างชั้นเสื้อผ้า

4. สมบัติอื่น ๆ ที่มีผลต่อความสบายในการสวมใส่เสื้อผ้า

4.1 ความต้านทานการแผ่รังสี (Radiation resistance)

ความร้อนจากร่างกายส่งออกสู่สิ่งแวดล้อมโดยการแผ่รังสี ผิวหนังของเรามีคุณสมบัติเป็นตัวแผ่รังสีที่ดี (Good radiator) แต่สะท้อนรังสีได้ต่ำ (Poor reflector) คนผิวขาวสะท้อนรังสีความร้อนของแสงอาทิตย์ได้ 30 – 40 % ขณะที่คนผิวดำสะท้อนรังสีได้น้อยกว่าถึง 18 % (Horn. 1968 : 350) ในทางตรงกันข้ามหากเราถูกแสงอาทิตย์หรือว่าใกล้เปลวเพลิงร่างกายก็จะได้รับความร้อนในรูปของการแผ่รังสีจากแหล่งความร้อนนั้น การสวมเสื้อผ้าเพื่อจุดประสงค์ที่จะลดความร้อนจากรังสีหรือมีความต้านทานรังสีที่ดี จึงควรใส่ผ้าชนิดที่มีสมบัติสะท้อนรังสีได้ดีเช่น สีขาว หรือสีอ่อน หรือใช้ผ้าที่เคลือบสารที่จะช่วยให้มีการสะท้อนได้ดีเช่น ผ้าเคลือบโลหะอลูมิเนียม หรือผ้าที่มีการตกแต่งด้วยสารดูดรังสีอุลตราไวโอเลต (UV absorbers) ซึ่งจะเป็นผ้าที่ได้รับการพัฒนาให้มี Sunprotection factor สูงเพื่อป้องกันอันตรายต่อผิวหนังจากรังสีอุลตราไวโอเลต (Reinert. et. al. 1997 : 39)

4.2 ความเป็นตัวนำประจุไฟฟ้าสถิต (Electrostatic conductance)

การสวมเสื้อผ้าที่มีการสะสมประจุไฟฟ้าสถิตจะทำให้รู้สึกรำคาญ เนื่องจากเสื้อผ้าจะแนบติดกับผิวหนัง เสื้อผ้าเสียลักษณะรูปทรง ในสภาวะที่อากาศมีความชื้นต่ำ เสื้อผ้าที่ทำด้วยเส้นใยธรรมชาติจะไม่มีปัญหาเรื่องการสะสมประจุไฟฟ้าสถิต แต่เสื้อผ้าที่ทำจากผ้าใยสังเคราะห์จะเกิดปัญหาการสะสมประจุไฟฟ้าสถิต วิธีป้องกันการสะสมประจุไฟฟ้าสถิตทำได้โดยการตกแต่งสำเร็จเสื้อผ้าด้วยสารด้านการสะสมประจุไฟฟ้าสถิต หรือใช้น้ำยาปรับผ้านุ่มตกแต่งเสื้อผ้าในช่วงซักน้ำสุดท้ายปัจจุบันได้มีการพัฒนาเส้นใยในลอนเคลือบเงิน (Silver Coated Nylon) ใช้ทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการให้มีสมบัติด้านจุลินทรีย์และด้านการสะสมประจุไฟฟ้าสถิต (Etters. 1999 : 31)

4.3 ความต้านทานจุลินทรีย์- กลิ่น

ความสะอาดของเสื้อผ้าเป็นสิ่งที่ทำให้ผู้ใช้รู้สึกสบายขณะสวมใส่ เสื้อผ้าที่มีกลิ่นสะอาดจะทำให้รู้สึกสบายกายสบายใจ กลิ่นอาจเกิดจากแบคทีเรียทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสารอินทรีย์ที่ร่างกายขับออกเป็นกลิ่นของแอมโมเนีย กลิ่นเหงื่อ กลิ่นแก๊สไข่เน่า (Hydrogen sulphide) นอกจากนี้ยังมีกลิ่นบูหรีที่มักก่อให้เกิดความรำคาญแก่ผู้ที่ไม่ชอบกลิ่นบูหรี มีการพัฒนาด้านเคมีสิ่งทอโดยใช้สารตกแต่งสำเร็จกับผ้าเพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย สารตกแต่งผ้าเพื่อไม่ให้คราบสกปรกติดเส้นใยผ้า ในปัจจุบันมีการผลิตเส้นใยที่มีสมบัติด้านการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ โดยบริษัท คูปองท์ เพอร์ฟอร์แมนซ์ แฟบรีค และบริษัท โนเบิล ไฟเบอร์เทคโนโลยีในสหรัฐอเมริกา ได้ทำความร่วมมือทางการตลาดเพื่อขายเส้นใยที่ด้าน

จุลินทรีย์เป็นเส้นใยในลอนเคลือบเงินชื่อ X-Static fiber เหมาะที่จะใช้ทำผลิตภัณฑ์ชุดชั้นใน และถุงเท้าเพราะไม่ทำให้เกิดกลิ่น ไม่สะสมประจุไฟฟ้าสถิต และเป็นตัวนำความร้อนได้ดี (Etters, 1999 : 31.)

ในญี่ปุ่น มีการพัฒนาเส้นใยที่สามารถทำลายกลิ่นบุหรี่ ชื่อ Smoke Clean ผลิต โดย บริษัท Asahi Kasei มีการผลิตเส้นใยซึ่งมีสมบัติทำให้กลิ่นที่เส้นใยดูดถูกทำลายโดยแสงที่ชื่อ ว่า Shine Up (SU-10) เป็นผลิตภัณฑ์ของ Kuraray และ Takeda Chemical Industry นอกจากนี้ ยังมีผลิตภัณฑ์ของบริษัท Unitica ที่ ชื่อ Tobacut II ที่กำจัดกลิ่นบุหรี่ได้ (Nakajima, 2000 : 3) การเลือกใช้วัตถุดิบคือเส้นใยมาทำเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มในปัจจุบันมีทางเลือกได้มากเพื่อที่จะทำ ให้ได้ผลิตภัณฑ์ซึ่งมีความสมบูรณ์แบบทั้งในด้านให้ความสบาย ทนทาน และสวยงาม

4.4 ความรู้สึกต่อการสัมผัสกับเสื้อผ้า

ขณะสวมใส่เสื้อผ้า การสัมผัสระหว่างผิวหนังกับผ้ามีผลต่อความรู้สึกสบายได้ ผ้า ชนิดต่างๆ จะให้ความรู้สึกสัมผัสต่างกัน เนื่องจากเส้นใยมีรูปร่าง ผิวของเส้นใย และสมบัติใน การยืด หดตัวได้ต่างกัน (ดูในตารางภาคผนวก ค) นอกจากนี้ลักษณะของเส้นด้ายและโครงสร้างผ้าก็มีผลต่อความรู้สึกสัมผัสที่ต่างกัน เช่น การสัมผัสแล้วรู้สึกระคายผิว เนื่องจากความ แข็งกระด้างของเส้นใยผ้า และเส้นด้ายหยาบ หรือรู้สึกลื่นจากผิวสัมผัสของผ้าที่เรียบเป็นมัน ของผ้าต่วน หรือรู้สึกอ่อนนุ่มจากผิวสัมผัสของผ้าที่มีโครงสร้างเป็นผ้าขน ทอหรือถัก จาก เส้นด้ายใยสั้นที่อ่อนนุ่ม หรือมีความรู้สึกเย็นชื้น (Clammy sensation) การสัมผัสเหล่านี้จึงเป็น เรื่องที่ควรพิจารณาอย่างยิ่งในการเลือกผ้ามาทำเสื้อผ้าเพื่อความสบาย

สรุป

เสื้อผ้าที่จะให้ความสบายต่อผู้สวมใส่จะต้องทำหน้าที่เป็นฉนวนความร้อนที่พอดีที่จะทำให้มีการปรับสมดุลความร้อนของร่างกายกับสิ่งแวดล้อม โดยผู้ใช้ควรเลือกใช้ชนิดและจำนวนชั้นของเสื้อผ้า และพิจารณาโครงสร้างผ้า ชนิดเส้นใยผ้าที่จะทำหน้าที่ให้ความสบายได้ คุณสมบัติที่สำคัญของเสื้อผ้าที่จะให้ความสบายคือ การดูดความชื้นได้ การดูดน้ำและมีการซึมผ่านไปได้ดี เพราะช่วยให้เกิดความสบายทั้งในอากาศร้อน และอากาศหนาว การยอมให้อากาศผ่านเป็นสมบัติที่ดีของเสื้อผ้าที่จะให้ความสบายในอากาศร้อน การส่งความร้อนด้วยหลัก Chimney effect เป็นคุณสมบัติที่ต้องพิจารณาเพื่อระบายความร้อนโดยการใช้เสื้อผ้าที่มีช่องเปิดให้ระบายอากาศได้ง่าย คุณสมบัติอื่น ๆ ที่ช่วยให้เกิดความสบาย คือ เสื้อผ้าที่สามารถป้องกันรังสีความร้อนได้ เสื้อผ้าที่ไม่สะสมประจุไฟฟ้าสถิต และเป็นเสื้อผ้าที่สะอาดปราศจากกลิ่นที่น่ารังเกียจ ซึ่งปัจจุบันได้มีการพัฒนาเส้นใยผ้าและการตกแต่งสำเร็จเพื่อช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ดังกล่าวที่ผู้ใช้เสื้อผ้าควรทราบและสามารถเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่ให้ความสบายตามต้องการได้

คำถามท้ายบท

1. เสื้อผ้าที่ดูดความชื้นได้ ดูดน้ำได้มีความสำคัญต่อความสบายในการใช้เมื่ออากาศร้อนและอากาศหนาวอย่างไร
2. เพราะเหตุใดในปัจจุบันจึงนิยมใช้ผ้าที่ทำจากใยสังเคราะห์ทำเสื้อผ้าสวมใส่เล่นกีฬา ในสภาวะอากาศหนาวจัด
3. จงออกแบบเสื้อชุดสกีแจ็กเก็ต และระบุว่าควรทำจากผ้าชนิดใด กี่ชั้น และให้เหตุผลว่าเพราะอะไร
4. จงระบุชื่อผลิตภัณฑ์ที่ควรทำจากเส้นใยชนิดต่าง ๆ ที่มีการพัฒนาในปัจจุบันให้มากที่สุด
5. Capillary effect , Chimney effect คืออะไร เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของเสื้อผ้าที่ให้ความสบายต่อผู้สวมใส่อย่างไร

บทที่ 10

การศึกษาเสื้อผ้าทางวิทยาศาสตร์

การศึกษาเสื้อผ้าทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้ความรู้พื้นฐานทางด้านสรีรวิทยา ฟิสิกส์ และความรู้สาขาอื่นๆ ที่ประยุกต์หลักวิทยาศาสตร์หลายสาขา รวมทั้งเทคโนโลยีด้านต่างๆ มาศึกษาสมบัติของเสื้อผ้าที่ให้ความสบายแก่ผู้สวมใส่ เนื่องจากทำให้เกิดสมดุลความร้อนระหว่างร่างกายกับสิ่งแวดล้อม และใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง การศึกษาทดลองคุณสมบัติและการใช้ประโยชน์เสื้อผ้าในสภาวะต่างๆ ต้องทดลองกับคนหรือหุ่นคน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาการผลิตเสื้อผ้าที่ใช้ประโยชน์ได้สูงสุด

จุดมุ่งหมายเฉพาะ เพื่อให้บัณฑิตสามารถ

1. อธิบายความสำคัญของการศึกษาเสื้อผ้าทางวิทยาศาสตร์ได้
2. อธิบายได้ว่าการทดลองใช้เสื้อผ้าทางวิทยาศาสตร์ทำได้โดยวิธีการใดบ้าง
3. ค้นคว้าศึกษางานวิจัยเรื่องเสื้อผ้าทางวิทยาศาสตร์ได้

แนวการสอนและกิจกรรม

1. ให้นักศึกษาค้นคว้าเอกสารงานวิจัยหรือการทดลองเรื่องเสื้อผ้าทางวิทยาศาสตร์แล้วนำมาอภิปรายในห้องเรียนและทำรายงานการศึกษา
2. การบรรยาย สรุปรูปเนื้อหา
3. การซักถาม และการทำแบบฝึกหัด

อุปกรณ์การสอน

รูปภาพ การทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ศึกษาเรื่องเสื้อผ้า

การประเมินผล

1. ความสนใจในการศึกษาค้นคว้า การอภิปรายประเด็นที่ศึกษาและการสรุปประเด็นสำคัญอย่างถูกต้อง
2. ทำรายงานการศึกษาค้นคว้า
3. ตอบคำถามท้ายบทได้
4. ตอบคำถามในข้อสอบได้



ความสำคัญของการศึกษาเสื้อผ้าทางวิทยาศาสตร์

การศึกษาเรื่องเสื้อผ้าทางวิทยาศาสตร์ ทำให้มีความรู้ในเรื่องคุณสมบัติทางวิทยาศาสตร์ของเสื้อผ้าที่มีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กับร่างกายแล้วรู้สึกสบายเมื่อสวมใส่ สามารถทำกิจกรรมต่างๆ ได้ตามปรกติในสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกัน ร่างกายมีความสบายขณะสวมใส่เสื้อผ้าเนื่องจากมีสมดุลความร้อนของร่างกายขณะสวมเสื้อผ้าพอดีกับสภาวะแวดล้อม นักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเรื่องเสื้อผ้าได้นำหลักการทางฟิสิกส์มาศึกษาความเป็นฉนวนความร้อนของเสื้อผ้า และใช้ความรู้ในเรื่องสรีรวิทยาของร่างกาย ระบบเมตาบอลิซึม การควบคุมความร้อน และความสามารถในการปรับตัวต่อสภาวะแวดล้อม มาศึกษาการใช้ประโยชน์ของเสื้อผ้าที่ร่างกายต้องการใช้เพื่อมีความสบายขณะสวมใส่ นอกจากนี้ยังต้องมีความรู้ในเรื่องสภาวะแวดล้อมในเรื่องภูมิอากาศ อนุนิยมนิเทศ และปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามธรรมชาติที่มีผลต่อการเลือกใช้เสื้อผ้า

การศึกษาเรื่องวิทยาศาสตร์ของเสื้อผ้า (Clothing science) มีมานานแล้ว ในช่วงต้นศตวรรษที่ 20 โดยนักฟิสิกส์ นักสรีรวิทยา นักชีวฟิสิกส์ วิศวกร และนักวิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆ โดยมีการศึกษาวิจัยกันอย่างมากระหว่างปี ค.ศ. 1940-1970 และยังมีการศึกษาวิจัยต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน ผลการวิจัยนอกเหนือจากจะถูกนำไปพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเสื้อผ้าที่ใช้ในสภาวะแวดล้อมตามปรกติ ยังมีความสำคัญต่อการผลิตเสื้อผ้าให้กับคนที่ต้องทำกิจกรรมในสภาวะแวดล้อมที่มีอันตรายต่อชีวิต โดยเสื้อผ้าจะทำหน้าที่ป้องกันอันตรายและช่วยปรับสภาพร่างกายให้สามารถอยู่ได้ในสภาวะนั้นๆ เช่น เสื้อผ้าชุดอวกาศ ชุดดำน้ำลึก ชุดป้องกันกระสุน ชุดป้องกันไฟ สารเคมี รังสี หรือเชื้อโรค เป็นต้น

การศึกษาเรื่องเสื้อผ้ากับสภาวะแวดล้อม

มีการศึกษาวิจัยอย่างเป็นระบบในเรื่องการใช้เสื้อผ้าเพื่ออยู่ได้ในสภาวะภูมิอากาศแบบต่างๆ โดยมีการร่วมมือกันของนักสรีรวิทยา นักฟิสิกส์ และนักวิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆ ของประเทศสหรัฐอเมริกาและแคนาดา ในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 เพื่อศึกษาและหารูปแบบเสื้อผ้าให้กับทหารที่ต้องออกไปสู่สมรภูมิในที่ต่างๆ ของโลก โดยมีการตั้งหน่วยงานที่ทำงานเฉพาะเรื่องเครื่องแบบทหาร มีห้องทดลองเพื่อศึกษาข้อมูลต่างๆ และกำหนดลักษณะเสื้อผ้าเครื่องแบบทหารทุกเหล่าทัพที่ต้องไปประจำการในภูมิอากาศหนาวจัด หรือในเขตร้อนในที่ต่างๆ ของโลก (Fourt and Hollies, 1970 : 63-114) มีการกำหนดเขตภูมิอากาศของโลกโดยสัมพันธ์กับจำนวนชั้นของเสื้อผ้า ดังรายละเอียดที่อยู่ในบทที่ 6 การกำหนดค่าฉนวนความร้อนของเสื้อผ้าเป็น clo ทำให้ผู้ศึกษาวิจัยเรื่องวิทยาศาสตร์เสื้อผ้า และผู้ใช้เสื้อผ้าสามารถสื่อ

สารกันด้วยความเข้าใจ นักวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม จะศึกษาและพัฒนาชนิดเส้นใย โครงสร้างผ้าและการผลิตเสื้อผ้า จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลจากการศึกษาวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ด้านเสื้อผ้า เพื่อพัฒนาการผลิตเสื้อผ้าที่ให้ความสบายและมีประโยชน์สูงสุดต่อผู้ใช้

การศึกษาความสัมพันธ์ด้านสรีรวิทยาของคนกับเสื้อผ้าทำโดยการทดลองสวมใส่เสื้อผ้าในสภาวะถึงแวดล้อมจริง หรือภาคสนาม (Field test) เพื่อทราบผลของตัวแปรในเรื่อง อุณหภูมิ ความชื้น กระแสลม แสงแดด ว่าจะมีผลต่ออุณหภูมิความร้อนของเสื้อผ้าที่ให้ความสบายพอดีในสภาวะที่ศึกษาอย่างไร หรืออาจทดลองในสภาวะจำลอง เช่น ห้องทดลองที่ปรับสภาวะภูมิอากาศ (Climatic chamber) ซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น ความกดดันอากาศในการศึกษาทดลอง ผู้ที่ศึกษาวิจัยจะต้องออกแบบการทดลอง วางขอบเขตการวิจัยอย่างรัดกุมทั้งในด้านการกำหนดกลุ่มผู้ถูกทดลอง (Subjects) ว่าจะเป็นการทดลองกับคน (Living subjects) หรือหุ่นคน (Manikin) กำหนดชนิดเสื้อผ้าที่จะศึกษาทดลอง สภาวะที่จะศึกษาและวิธีการที่ใช้ในการทดลอง การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การศึกษาที่ออกแบบการวิจัยโดยใช้แบบสอบถามสำรวจความรู้สึก หรือการยอมรับ ต้องมีผู้ที่เชี่ยวชาญในการสร้างเครื่องมือสำรวจ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ไม่เอนเอียงเพราะความรู้สึกจากอารมณ์หรือแรงงูใจ

การศึกษาความสัมพันธ์ของเสื้อผ้ากับร่างกายโดยทดลองกับคน (Living subject)

การศึกษาความสัมพันธ์ของเสื้อผ้ากับคนนั้นต้องกำหนดสภาวะการทดลองว่าจะทำในห้องทดลองหรือภาคสนาม ซึ่งต้องเป็นสภาวะที่ร่างกายจะทนอยู่ได้ ไม่ร้อนจัดหรือหนาวจัดเกินไป ไม่มีปรากฏการณ์รุนแรงที่ไม่คาดคิดเกิดขึ้นโดยไม่ได้เตรียมการป้องกัน เช่น พายุหิมะ หรือพายุทราย สุขภาพของผู้ถูกทดลองเป็นปกติ ผู้ถูกทดลองไม่ใช้ความรู้สึกตามอารมณ์ หรือแรงงูใจ ในการตอบแบบสอบถาม ไม่เคยมีประสบการณ์จากการทดลองในสภาวะนั้นๆ มาก่อน (Fourt and Hollies. 1970 : 91-93) ได้สรุปขอบเขตการศึกษาทดลองเรื่องเสื้อผ้ากับคนไว้ดังนี้

1. ปริมาณน้ำและความชื้นที่กระจายที่พื้นที่ผิวของร่างกายและในเสื้อผ้า
2. อุณหภูมิผิวและอุณหภูมิแกนของร่างกาย
3. การระบายความร้อนโดยการขับเหงื่อ อัตราการขับเหงื่อ พื้นที่ผิวที่ขับเหงื่อ และการระเหยของเหงื่อ
4. เมตาบอลิซึมกับการใช้เสื้อผ้า

5. การสูญเสียความร้อนของร่างกาย
6. ผนวนความร้อนของเสื้อผ้าและอากาศ
7. ผลของการเคลื่อนไหวของร่างกายต่อความเป็นผนวนของเสื้อผ้า
8. ความรู้สึกต่อการสัมผัสและการสะสมประจุไฟฟ้าสถิตของเสื้อผ้า
9. ความรู้สึกยอมรับ (Acceptability) หรือความชอบ (Preference)

การวัดอุณหภูมิผิวและอุณหภูมิแกนของร่างกาย

การวัดอุณหภูมิผิวหนังในระยะแรกๆ ของการศึกษาใช้อุปกรณ์ Thermocouples วัดที่ผิวหนังตามตำแหน่งต่างๆ ของร่างกาย Hardy & DuBois (Fourt and Hollies. 1970 : 108; citing Hardy and DuBois. 1938 : 477-497) ใช้วิธีวัดตามจุดต่างๆ 20 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นอุณหภูมิผิวของร่างกาย Teichner (Fourt and Hollies. 1970 : 108; citing Teicher. 1958 : 169-176) ศึกษาเปรียบเทียบการวัดอุณหภูมิตามตำแหน่งที่น้อยกว่าระบบ 10 จุด (10 points system) ซึ่งเป็นข้อกำหนดที่ใช้วัดในห้องทดลองของกองทัพสหรัฐอเมริกาพบว่าอุณหภูมิที่วัดตรงตำแหน่งกึ่งกลางของต้นขาด้านใน เป็นตัวแทนอุณหภูมิผิวหนังของร่างกายที่ดีที่สุด Ramanathan (Fourt and Hollies. 1970 : 108; citing Ramanathan. 1964 : 531-533) สนับสนุนการศึกษาของ Teichner แต่พบว่าถ้าเฉลี่ยอุณหภูมิที่วัดจาก 5 จุด ตามวิธีของ Hardy และ DuBois คือ บริเวณหน้าอกด้านหน้า ด้านหลังและจุดอื่นๆ อีก 3 ตำแหน่ง จะได้ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวหนังที่เป็นตัวแทนอุณหภูมิผิวหนังของร่างกายที่ดีกว่า

สำหรับการวัดอุณหภูมิแกนที่สะดวกและเป็นอุณหภูมิแทนอุณหภูมิแกนของร่างกายได้ดี คือ อุณหภูมิที่วัดที่ทวารหนัก (Rectal temperature) ภาพประกอบที่ 10-1 เป็นการวัดอุณหภูมิผิวหนังและอุณหภูมิที่ทวารหนัก โดยการใช้ชุดวัดอุณหภูมิแบบ thermocouples ตำแหน่งที่วัดจะวัดตามจุดต่างๆ สองข้างร่างกายตรงกันแบบสมมาตร ให้อุปกรณ์ที่วัดสัมผัสผิวหนังเบาๆ



ภาพประกอบที่ 10-1 การวัดอุณหภูมิผิวหนังและ
อุณหภูมิแกนของร่างกาย

ที่มา : Renbourn, E.T. (1971). Physiology
and Hygiene of Materials and
Clothing. P 42.

การหาค่าพลังงานความร้อนของร่างกาย

การหาค่าพลังงานความร้อนจากกระบวนการเมตาบอลิซึมจะใช้แคลอรีมิเตอร์ชนิดต่างๆ เช่น ชนิด Direct calorimetry ซึ่งมีความไวและทราบผลได้ง่าย (Benzinger and, Kitzinger. 1963 : 87-109) หรือเป็นชนิด Indirect calorimetry ซึ่งมีผู้ใช้ในการศึกษาหลายคน โดยวัดจากปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจ แล้วนำมาเปลี่ยนเป็นค่าพลังงานความร้อน ภาพประกอบที่ 10-2 เป็นการทดลองวัดอัตราเมตาบอลิซึม การเต้นของหัวใจ และอุณหภูมิร่างกายของชายในเครื่องแบบทหารที่กำลังเดินแถว มีอุปกรณ์การวัดปริมาณอากาศที่หายใจผิออกซ์ที่เข็มขัด อุปกรณ์วัดการเต้นของหัวใจอยู่ในกระเป๋าเสื้อ และ thermocouples วัดอุณหภูมิผิวหนังและอุณหภูมิแกนติดอยู่กับร่างกาย



ภาพประกอบที่ 10-2 การวัดอัตราเมตาบอลิซึม การเต้นของหัวใจและอุณหภูมิร่างกาย

ที่มา : Renbourn, E.T. (1971). *Physiology and Hygiene of Materials and Clothing*. P 43.

การศึกษาเรื่องการขับเหงื่อ

การศึกษาเรื่องการขับเหงื่อมีความสำคัญเพราะการขับเหงื่อเป็นกลไกทางสรีระ เพื่อควบคุมสมดุลความร้อนวิธีหนึ่ง ซึ่งทำให้ลดความร้อนของร่างกายได้โดยเร็ว

การหาพื้นที่ผิวของร่างกายจำเป็นต่อการคิดพื้นที่ผิวที่จะมีการขับเหงื่อว่าเป็นสัดส่วนเท่าไรต่อพื้นที่ผิวของร่างกาย ซึ่งสามารถคำนวณโดยใช้สูตรดังนี้ (Fourt and Hollies. 1970 : 109; Citing DuBois. 1916.)

$$A = Cw^{0.425} h^{0.725}$$

A คือ พื้นที่ผิวของร่างกาย เป็นตารางเซนติเมตร

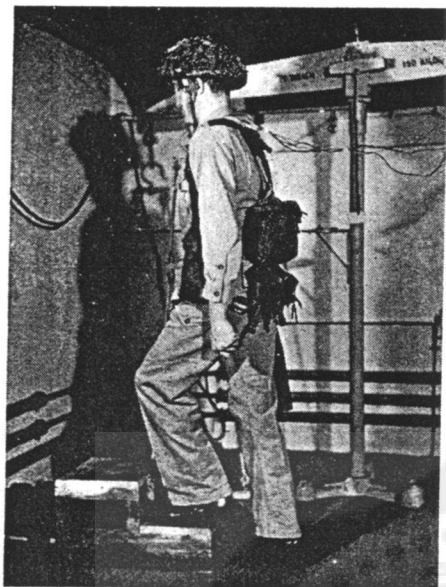
C คือ ค่าคงที่ 71.81

w คือ น้ำหนักตัว เป็นกิโลกรัม

h คือ ความสูง เป็นเซนติเมตร

การตรวจสอบว่าร่างกายเริ่มขับเหงื่อเมื่อไรสามารถทำได้โดยวิธีง่ายๆ โดยทาบริเวณผิวหนังที่จะตรวจสอบด้วยสารละลายไอโอดีน (15 กรัม ไอโอดีนผสมด้วยน้ำมันละหุ่ง 100 มิลลิลิตร และแอลกอฮอล์ 900 มิลลิลิตร) แล้วปล่อยให้สารที่ทาไว้แห้งสนิท ไรผ่งแป้งที่บริเวณนั้นจะมองไม่เห็นสีไอโอดีน เมื่อมีเหงื่อออก น้ำในเหงื่อจะทำให้ไอโอดีนเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนสีแป้งที่โรยไว้ ซึ่งทำให้สามารถบันทึกเวลาที่เริ่มต้นขับเหงื่อ

การหาอัตราการขับเหงื่อเฉพาะที่ (Local sweating) ในระยะแรกที่มีการศึกษาเมื่อประมาณ 40 ปีที่ผ่านมา เป็นการทดลองโดยใช้อุปกรณ์ง่ายๆ โดยการใช้กล่องเก็บเหงื่อซึ่งบรรจุสารดูดความชื้นที่ทราบน้ำหนักก่อนทดลอง แล้วนำไปวางครอบปิดตรงบริเวณผิวหนังที่ต้องการหาอัตราการขับเหงื่อ ทดลองตามเวลาที่กำหนดแล้วจึงชั่งน้ำหนักอีกครั้ง เพื่หาน้ำหนักเหงื่อต่อหน่วยเวลา อาจใช้กระดาษกรองหรือกระดาษซับแทนสารดูดความชื้น ในกรณีที่มีการขับเหงื่อออกมา การหาอัตราการขับเหงื่อทั้งหมด (Total sweat losses) จะใช้วิธีชั่งน้ำหนักตัวและเสื้อผ้าก่อน แล้วจึงสวมเสื้อผ้าทดลองทำกิจกรรม ในสภาวะที่กำหนดเป็นตัวแทน ในขณะที่ทดลองผู้ถูกทดลองต้องไม่ดื่มน้ำหรือถ่ายปัสสาวะ เมื่อเสร็จสิ้นเวลาการทดลองชั่งน้ำหนักตัว ชั่งน้ำหนักเสื้อผ้าที่ใช้ในการทดลองโดยชั่งในถุงพลาสติก เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำระเหยไปก่อนที่จะชั่งน้ำหนัก (Fourt and Hollies. 1970 : 99-101) ภาพประกอบที่ 10-3 แสดงการทดลองทำกิจกรรมของชายที่สวมเครื่องแบบทหารในแถบอากาศร้อน โดยให้เดินขึ้นลงตามขั้นบันได ตามจังหวะที่กำหนดในห้องที่ปรับสภาวะสิ่งแวดล้อมจำลองเขตร้อน มีการวัดชีพจร อุณหภูมิผิว อุณหภูมิแกน และการเสียเหงื่อ นอกจากชั่งน้ำหนักร่างกายและเสื้อผ้าแล้วยังมีการสัมภาษณ์ความรู้สึกสบายหรือไม่ขณะสวมเสื้อผ้าในสภาวะนั้น (Renbourn. 1971 : 46)



ภาพประกอบที่ 10-3 การทดลองความรู้สึกเมื่อ
สวมเสื้อผ้าและทำ กิจกรรม
ในเขตอากาศร้อน

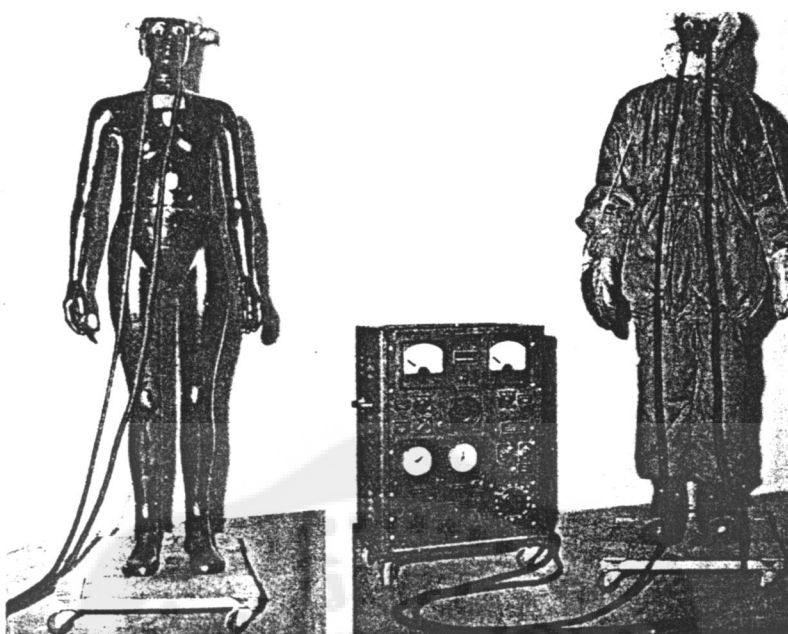
ที่มา : Renbourn E.T. (1971). *Physiology
and Hygiene of Materials and
Clothing*. P46.

ในปัจจุบันเนื่องจากมีความก้าวหน้าด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากมาย ทำให้เกิดมีการพัฒนาอุปกรณ์และเครื่องมือที่ทันสมัยใช้ในการทดลองในห้องทดลองด้านวิทยาศาสตร์เสื้อผ้า ทำให้สามารถศึกษาได้มากและได้ข้อมูลที่มีความลึกซึ้งชัดเจนและเที่ยงตรงมากกว่าวิธีการง่ายๆ ในระยะแรก เช่น ในรายงานการศึกษาเรื่องการขับเหงื่อของ Nakajima (2000 : 8-9) มีการศึกษาด้วยการใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า แคปซูลเหงื่อ (Sweat capsule) อุปกรณ์นี้ทำด้วยหลอดแก้วใส มีช่องหน้าต่างเล็กๆ ที่เปิดและวางสัมผัสกับผิวหนังตรงบริเวณแขนของผู้ถูกทดลอง ขณะทดลองจะปล่อยแก๊สไนโตรเจนผ่านเข้าไปในอุปกรณ์ในอัตราคงที่ เพื่อทำให้เหงื่อระเหย ปริมาณเหงื่อที่ขับออกมาจะถูกวัดอย่างต่อเนื่องโดยอุปกรณ์ตรวจความชื้น (Humidity sensor) และวัดอุณหภูมิด้วย Temperature sensor การสังเกตการขับเหงื่อออกจากต่อมเหงื่อ จะดูจากภาพที่บันทึกด้วยกล้องถ่ายภาพวิดีโอที่ติดอยู่กับกล้องจุลทรรศน์ ที่ติดตั้งให้ขยายภาพบริเวณผิวหนังที่มีการขับเหงื่อ การบันทึกข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้คอมพิวเตอร์ การทดลองนี้ให้ผลที่ดีในการศึกษาเรื่องรอบของการขับเหงื่อ (Sweating cycle) และความถี่ของการขับเหงื่อ (Frequency of sweating)

การศึกษาโดยทดลองกับหุ่นคน (Manikin)

ปัญหาหนึ่งที่พบในการทดลองใช้เสื้อผ้ากับคนก็คือ มีความแปรผันที่ควบคุมให้คงที่ไม่ได้ เนื่องจากสาเหตุหลายประการ คือ อัตราเมตาบอลิซึมของคนในแต่ละช่วงเวลาของวันไม่เท่ากัน อุณหภูมิของร่างกายในวันหนึ่งจึงไม่เท่ากันในแต่ละช่วงเวลา โดยในตอนเช้าของวันอุณหภูมิร่างกายจะลดต่ำสุดและจะเพิ่มสูงสุดในเวลากลางวัน และค่อยๆ ลดต่ำลงในเวลาเย็นถึงกลางคืน นอกจากนี้ยังมีความแตกต่างกันในด้านสรีระ ความรู้สึก และมีความสามารถปรับตัวในสภาวะแวดล้อมได้ เช่น การทดลองในห้องทดลองที่ปรับอุณหภูมิ 20°C ผู้ที่ถูกทดลองจะรู้สึกอบอุ่นถ้าการทดลองทำในฤดูหนาวแต่จะรู้สึกหนาวถ้าทดลองในฤดูร้อน ทั้งๆ ที่การทดลองทำในห้องทดลองที่ปรับสภาวะให้คงที่เท่ากัน (Nakajima. 2000 : 6)

นักวิทยาศาสตร์ด้านเสื้อผ้าได้จำลองสภาวะของร่างกายคน โดยสร้างหุ่นคน (Manikin) ขึ้นมา เพื่อศึกษาเรื่องการแลกเปลี่ยนความร้อนของร่างกาย การกระจายความชื้นและน้ำในเสื้อผ้ารวมทั้งศึกษาเรื่องอื่นๆ ที่ไม่สามารถทดลองกับคนได้ หุ่นคนจะมีขนาดสัดส่วนเท่ากับร่างกายคนที่มีขนาดตัวปานกลาง ในระยะแรกโครงสร้างตัวหุ่นจะทำจากทองแดง ภายในตัวหุ่นมีระบบสร้างความร้อนและควบคุมอุณหภูมิหุ่น ให้มีความร้อนเท่ากับร่างกายคน (Heat manikin or Thermal manikin) Fitzgerald อธิบายอย่างชัดเจนถึงการศึกษาที่ใช้หุ่นคนทำจากทองแดงเพื่อใช้ทดลองคำนวณความร้อนของเสื้อผ้าที่ห้องทดลองวิจัยสภาวะอากาศ (Quarter - Master Climatic Research Laboratory) ที่เมืองลอเรนซ์ รัฐแมสซาชูเซต มีรายงานจากผู้ศึกษาเรื่องคำนวณความร้อนอีกหลายคน เช่น Herrington และคณะที่มีข้อสรุปว่าคำนวณความร้อนที่ศึกษากับหุ่นคน ให้ค่าที่แน่นอน ชัดเจนกว่าที่ได้จากการศึกษากับคน (Fourt and Hollies. 1970 : 75; citing Fitzgerald : 1946; citing Herrington : 1959) ภาพประกอบที่ 10-4 แสดงลักษณะหุ่นทองแดง (Copper man) ที่ใช้ในห้องทดลองกองทัพบกสหรัฐอเมริกา เพื่อทดลองวัดคำนวณความร้อนของเสื้อผ้า และถุงนอน โดยใช้เป็นเครื่องทดสอบหาความบกพร่องของเสื้อผ้าเพื่อแก้ไขให้สมบูรณ์ก่อนจะนำไปทดลองการยอมรับของผู้ใช้เสื้อผ้าในภาคสนาม



ภาพประกอบที่ 10-4 หุ่นคน (Maniki) ที่ใช้ทดลองเรื่องการส่งถ่ายความร้อนของร่างกายขณะสวมเสื้อผ้า

ที่มา : Renbourn, E.T. (1971). *Physiology and Hygiene of Materials and Clothing*. P 41

ปัจจุบันมีการพัฒนาหุ่นคนให้มีลักษณะใกล้เคียงกับคนมากขึ้น โดยให้มีระบบควบคุมอุณหภูมิของอวัยวะแต่ละส่วนของร่างกายโดยอิสระ เดิมมักจะทำให้หุ่นมีสีดำ เพื่อให้มีสมบัติการส่งถ่ายความร้อนใกล้เคียงกับเทหวัตถุมาตรฐาน (Standard black body) แต่เมื่อไม่นานมานี้ มีการผลิตหุ่นคนให้มีสีของผิวคล้ายผิวหนังของคน วัสดุที่ใช้ทำก็พัฒนาเป็นโลหะอัลลอยหรือพลาสติก และหุ่นยังถูกควบคุมให้เดินหรือเคลื่อนไหวได้ หรือยังได้รับการควบคุมให้มีเหงื่อออกตามผิวของตัวหุ่นได้ (Nakajima. 2000 : 5-6)

การศึกษาเรื่องวิทยาศาสตร์ของเสื้อผ้าในปัจจุบันทำได้มากโดยอาศัยความรู้ที่เป็นสหวิทยาการ และเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถศึกษาวิจัยได้ลึกซึ้ง และได้ข้อมูลที่มีความเชื่อมั่นสูง สามารถนำความรู้จากข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการพัฒนาเสื้อผ้าที่ให้ประโยชน์และมีประสิทธิภาพมากขึ้น

สรุป

การศึกษาเสื้อผ้าทางด้านวิทยาศาสตร์ ทำให้มีความรู้ถึงสมบัติทางวิทยาศาสตร์ของเสื้อผ้าที่มีปฏิสัมพันธ์กับสรีระของคนสวมเสื้อผ้าแล้วรู้สึกสบายเพราะมีสมดุลความร้อนระหว่างร่างกาย เสื้อผ้าและสิ่งแวดล้อม แนวทางการศึกษาเรื่องเสื้อผ้าในระยะแรก ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาทางด้านสรีรวิทยา ฟิสิกส์ วิศวกรรมศาสตร์ แต่ในปัจจุบันการศึกษายกใช้ศาสตร์ที่เป็นสหวิทยาการ (Multidisciplinary) รวมทั้งอาศัยเทคโนโลยีด้านการสร้างเครื่องทดสอบต่างๆ และคอมพิวเตอร์ ซึ่งช่วยให้สามารถวิจัยการใช้เสื้อผ้าในสภาวะจำลองหรือสภาวะจริงภาคสนาม โดยทดลองกับผู้ใช้เสื้อผ้าหรือกับหุ่นคน ทำให้ได้ข้อมูลที่ลึกซึ้งและเชื่อมั่นได้มาก สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาเสื้อผ้าที่ให้ประโยชน์และมีประสิทธิภาพมากขึ้น

คำถามท้ายบท

1. การศึกษาเสื้อผ้าทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างไร
2. การศึกษาเสื้อผ้าทางวิทยาศาสตร์โดยการทดลองกับ Living subject และ Manikin คืออะไร มีข้อดีและข้อเสียอย่างไร
3. การศึกษาเสื้อผ้าทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้านใดบ้าง
4. จากการให้ศึกษาค้นคว้าบทความงานวิจัยในเรื่องวิทยาศาสตร์เสื้อผ้า ให้แสดงความคิดเห็นว่าผลการศึกษาสามารถนำไปพัฒนาการผลิตเสื้อผ้าได้อย่างไร

บทที่ 11

ความสำคัญของชุดแต่งกายป้องกันอันตราย

ชุดแต่งกายป้องกันอันตรายเป็นเครื่องแต่งกายที่จำเป็นต้องใช้ของผู้ที่ปฏิบัติงานหรือทำกิจกรรมใดๆ ในสถานะที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย เสื้อผ้าและเครื่องแต่งกายอื่นๆ จะเป็นทั้งเครื่องป้องกันอันตรายให้กับร่างกาย และช่วยให้ผู้สวมใส่สามารถปฏิบัติงานได้ในสถานะที่ไม่ปลอดภัยต่ออวัยวะหรือชีวิต เสื้อผ้าป้องกันอันตรายในสถานะใดๆ ต้องมีคุณสมบัติที่สามารถต้านทานความรุนแรงของสภาวะนั้นๆ โดยเฉพาะได้ และเมื่อใช้แล้วจะต้องให้ความปลอดภัยและให้ความคล่องตัวในการทำกิจกรรมในสภาวะนั้นๆ ด้วย

จุดมุ่งหมายเฉพาะ เพื่อให้บัณฑิตสามารถ

1. อธิบายความหมายและความสำคัญของชุดแต่งกายป้องกันอันตรายได้
2. ยกตัวอย่างชนิดของเสื้อผ้าป้องกันอันตรายได้ไม่น้อยกว่า 5 ชนิด
3. อธิบายได้ว่าร่างกายจะเป็นอันตรายอย่างไรในสภาวะไม่ปลอดภัยต่างๆ หากไม่มีชุดแต่งกายป้องกันอันตราย
4. อธิบายถึงชนิดผ้าที่ควรเลือกใช้เพื่อทำเสื้อผ้าป้องกันอันตรายประเภทต่างๆ ได้

แนวการสอนและกิจกรรม

1. ตั้งคำถามให้นักศึกษาอภิปรายเกี่ยวกับการปฏิบัติงานอาชีพที่เสี่ยงต่ออันตรายต่างๆ ว่ามีงานประเภทใดบ้าง
2. ให้นักศึกษาร่วมแสดงความคิดเห็นว่าเสื้อผ้าเครื่องแต่งกายมีความสำคัญอย่างไร ในการปฏิบัติงานที่เสี่ยงต่ออันตรายแล้วสรุปความหมายของคำว่าเสื้อผ้าป้องกันอันตราย
3. ให้นักศึกษาศึกษาเอกสารเผยแพร่ข้อมูลของบริษัทผู้ผลิตเสื้อผ้าป้องกันอันตรายชนิดต่างๆ แล้วให้ช่วยกันสรุปถึงความแตกต่างกับเสื้อผ้าที่สวมในชีวิตประจำวัน
4. ให้นักศึกษาศึกษาคุณสมบัติที่สำคัญของเสื้อผ้าเพื่อป้องกันอันตรายจากบทเรียนแล้วสรุป
5. อาจารย์ซักถามประเด็นต่างๆ พร้อมทั้งอธิบายขยายความเพิ่มเติม

บทที่ 11 ความสำคัญของชุดแต่งกายป้องกันอันตราย

อุปกรณ์การสอน

1. รูปภาพเครื่องแต่งกายที่ใช้สำหรับป้องกันอันตรายในสภาวะต่างๆ
2. เอกสารเผยแพร่ข้อมูลของบริษัทผู้ผลิตเสื้อผ้าป้องกันอันตรายชนิดต่างๆ เช่น เสื้อผ้าป้องกันไฟป้องกันสารเคมี ป้องกันกระสุน ฯลฯ
3. ตัวอย่างผ้าที่ใช้ทำเสื้อผ้าป้องกันอันตราย

การประเมินผล

1. ประเมินจากความสนใจในการศึกษาบทเรียน แนวคิดในการตอบข้อซักถาม การร่วมอภิปรายประเด็นต่างๆ และการสรุปประเด็นอย่างถูกต้อง
2. ตอบคำถามท้ายบทได้ถูกต้อง



ความสำคัญของชุดแต่งกายป้องกันอันตราย

ชุดแต่งกายป้องกันอันตราย (Protective clothing) เป็นเครื่องแต่งกายที่ประกอบด้วย เสื้อผ้าและเครื่องป้องกันร่างกายส่วนศีรษะ มือและเท้า ซึ่งจำเป็นมากสำหรับผู้ทำงานอาชีพบางประเภทหรือทำกิจกรรมใดๆ ในสถานะที่ไม่เป็นไปตามปกติ ซึ่งในสถานะดังกล่าวหากผู้ปฏิบัติงานทำกิจกรรมโดยไม่มีเครื่องแต่งกายที่มีความเหมาะสมป้องกันร่างกาย จะเกิดอันตรายกับอวัยวะจนถึงขั้นพิการหรือเสียชีวิตได้

การเกิดอันตรายจากอุบัติเหตุหรืออุบัติเหตุนั้นจะก่อให้เกิดผลเสียหายตามมาอีกมากมาย ทั้งกับตัวผู้ปฏิบัติงานซึ่งจะมีผลกระทบต่อครอบครัวหากผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถทำงานได้อีกจากความพิการหรือเสียชีวิต และยังมีผลเสียหายกับผู้ประกอบการหรือเจ้าของกิจการด้วย เพราะเมื่อเกิดเหตุร้ายในโรงงานหรือองค์กรใดๆ ก็จะทำให้เกิดความสูญเสียต่างๆ ตามมา ซึ่งถือเป็นต้นทุนการผลิตอย่างหนึ่ง จากการศึกษาเรื่องข้อมูลอุบัติเหตุหรืออุบัติเหตุนั้นพบว่า การเกิดเหตุดังกล่าวในโรงงานนั้นกว่า 96% ของเหตุที่เกิดขึ้น เป็นเพราะการกระทำที่ไม่ปลอดภัย (Unsafe act) ได้แก่ การปฏิบัติงานโดยไม่มีหน้าที่รับผิดชอบ ปฏิบัติงานด้วยความเร็วที่ไม่ปลอดภัย ใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือชำรุด ไม่ตระเตรียมเรื่องความปลอดภัย ไม่ให้สัญญาณหรือให้สัญญาณผิด เก็บบรรจุ ผสมสารอย่างไม่ปลอดภัย คัดแปลงแก้ไขอุปกรณ์ความปลอดภัย และไม่ให้ใช้อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล (ชนรดา อินเทียง. 2541 : 3) ซึ่งหมายถึง เสื้อผ้า เครื่องแต่งกายที่เหมาะสมกับงานที่ทำซึ่งจะเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดความปลอดภัยขณะปฏิบัติหน้าที่ได้ในระดับหนึ่ง

ปัจจุบันองค์กรต่างๆ มีความตระหนักถึงความสำคัญของความปลอดภัยในการทำงาน โดยมีการปฏิบัติตามข้อกำหนดต่างๆ ที่ตั้งขึ้นเพื่อความปลอดภัย เช่น มีการดำเนินการเพื่อให้ได้การรับรองตามมาตรฐาน มอก/ISO 18000 : มาตรฐานระบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ซึ่งเป็นมาตรฐานที่มีความสำคัญต่อระบบการจัดการ เพื่อให้เกิดผลในเรื่องการลดและการควบคุมความเสี่ยงอันตรายของลูกจ้างและผู้เกี่ยวข้อง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการดำเนินงานขององค์กรและแสดงถึงความรับผิดชอบต่อสังคม ในมาตรฐานนี้มีข้อกำหนดหลายข้อ จะมีข้อหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการจัดซื้อผลิตภัณฑ์ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือ เครื่องจักร และต้องมีการควบคุมการใช้วัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือ เครื่องจักร การบำรุงรักษา การเคลื่อนย้าย การจัดเก็บ เพื่อให้มีผลต่ออาชีวอนามัยและความปลอดภัยขององค์กร ซึ่งการจัดหาเสื้อผ้าและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ป้องกันอันตรายให้กับร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน จึงเป็นข้อที่ต้องปฏิบัติเพื่อให้เกิดความปลอดภัยตามมาตรฐานดังกล่าว

ชุดแต่งกายป้องกันอันตรายเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อการปฏิบัติการในภาวะเสี่ยงภัยของทหาร หรือตำรวจ เช่น เสื้อเกราะกันกระสุน เสื้อผ้าชุดป้องกันอันตรายจากอาวุธนิวเคลียร์ ชีวภาพ เคมี เสื้อผ้าชุดป้องกันการตรวจวัดรังสีความร้อนอินฟราเรด เสื้อผ้าป้องกันอันตรายยังจำเป็นสำหรับผู้ปฏิบัติงานหลายอาชีพที่เสี่ยงต่ออันตราย เช่น ผู้ปฏิบัติงานกู้ภัยจากอัคคีภัย การระเบิด หรือสารเคมีอันตราย เป็นต้น

ชุดแต่งกายป้องกันอันตรายจะทำหน้าที่ป้องกันอวัยวะต่างๆ ของร่างกายให้มีความปลอดภัยขณะทำงาน หรือทำกิจกรรมใดๆ ที่เสี่ยงต่ออันตรายหรืออยู่ในสภาวะที่ร่างกายไม่สามารถทนได้หากไม่มีเครื่องป้องกันที่เหมาะสม

การจะเลือกใช้ชุดป้องกันอันตรายจะต้องพิจารณาองค์ประกอบต่อไปนี้

1. สภาวะที่ไม่ปลอดภัยต่างๆ มีผลต่อสรีระของร่างกายอย่างไร หากไม่มีชุดป้องกันอันตราย
2. ชนิดของชุดป้องกันเฉพาะอันตรายประเภทต่างๆ
3. ชนิดผ้าที่ใช้ทำเสื้อผ้าป้องกันอันตรายประเภทต่างๆ
4. รูปแบบ มาตรฐานการผลิต การทดสอบสมรรถนะของผลิตภัณฑ์และข้อกำหนดอื่นๆ ตามมาตรฐานที่กำหนดขึ้น โดยองค์กรที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล

การผลิตเสื้อผ้าและเครื่องแต่งกายอื่นๆ เพื่อป้องกันอันตราย จะต้องใช้เทคโนโลยีการผลิตขั้นสูง และต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดในมาตรฐานควบคุมเสื้อผ้าป้องกันอันตรายแต่ละประเภทโดยเคร่งครัด

ในบทนี้จะให้ศึกษารายละเอียดในเรื่องสภาวะที่ไม่ปลอดภัยที่มีผลต่อร่างกายอย่างไร เสื้อผ้าป้องกันอันตรายประเภทต่างๆ และชนิดผ้าที่ใช้ทำเสื้อผ้าป้องกันอันตรายประเภทต่างๆ

ผลของสภาวะไม่ปลอดภัยต่างๆ ต่อสรีระของร่างกาย

เมื่อคนจำเป็นต้องเข้าไปอยู่ในสภาวะที่ไม่ปกติที่จะทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย จึงต้องสวมเสื้อผ้าเครื่องแต่งกายที่มีคุณสมบัติให้การป้องกันอันตรายในสภาวะนั้นๆ ได้ ในสภาวะไม่ปกติต่างๆ จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีระของร่างกาย ร่างกายสามารถจะปรับตัวได้ช้าๆ ในระดับหนึ่งในสภาวะที่แตกต่างไปจากสภาวะปกติ แต่ถ้าปรับตัวไม่ได้ก็จำเป็นต้องใช้เครื่องแต่งกายเพื่อป้องกันตัวเพื่อให้อยู่ในสภาวะนั้น จากการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถของคนที่ทำงานกู้ภัยในเหมืองว่าจะมีความสามารถทนอยู่ได้ต่อความร้อนสูงสุดเท่าไร ระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่ร่างกายไม่คุ้นชินกับความร้อน (Unacclimatized) ซึ่งเป็นคนงานชาวอังกฤษกับกลุ่มตัวอย่างที่ร่างกายมีความคุ้นชิน (Acclimatized) กับความร้อน คือ คนงาน

เหมืองทองชาวอินเดีย พบว่ากลุ่มตัวอย่างชาวอินเดียทนต่อสภาวะที่มีความร้อนได้สูงสุด 40.6°C (105°F) นาน 20 นาที ขณะทำงานในอากาศที่มีไอน้ำอึดตัว ขณะที่กลุ่มตัวอย่างชาวอังกฤษทนไม่ได้ในสภาวะเดียวกัน (Fourt and Hollies. 1970:111-112) ร่างกายมนุษย์จะทนความร้อนไม่ได้มากในขณะที่ทำงานหรืออยู่ในสภาวะที่มีความร้อนสูงมาก การถูกไหม้ของวัสดุต่างๆ จะให้ความร้อนสูงมาก เช่น การถูกไหม้ของแก๊สหรือน้ำมันปิโตรเลียม จะให้ความร้อนสูงมากกว่า $1,000^{\circ}\text{C}$ ดังนั้นถ้าร่างกายไม่มีเครื่องป้องกันที่มีสมรรถภาพเพียงพอที่จะให้ความปลอดภัย ย่อมมีอันตรายจนถึงขั้นเสียชีวิต

อีกตัวอย่างของการเปลี่ยนแปลงทางสรีระของร่างกายในสภาวะที่มีความกดดันไม่ปกติ ซึ่งจะมีผลต่อชีวิตในทันทีหากไม่มีเครื่องป้องกันที่เพียงพอ คือการทำงานของนักดำน้ำลึกในสภาวะที่มีความกดดันบรรยากาศสูงมาก อันตรายที่เกิดขึ้น คือการบาดเจ็บของอวัยวะในร่างกายที่มีโพรงอากาศ เช่น หูชั้นกลาง ปอด ไชนัส โดยในขณะที่ดำน้ำร่างกายจะมีการปรับความกดดันของอากาศภายในโพรงอากาศต่างๆ ให้เท่ากับความกดดันของน้ำตลอดเวลา ในขณะลอยตัวขึ้นร่างกายก็จะปรับโดยถ่ายเทอากาศออกจากโพรงอากาศในร่างกายเพื่อลดความดันให้พอดีกับความกดดันของน้ำในระดับต่างๆ หากร่างกายไม่สามารถปรับความกดดันอากาศในโพรงอากาศได้เท่ากับความดันภายนอก จะทำให้เกิดการฉีกขาดของเนื้อเยื่อรอบๆ โพรงอากาศเหล่านั้น โดยจะปรากฏอาการ ปวดหู ปวดบริเวณไซนัส ถ้ารุนแรงมากแก้วหูอาจทะลุ มีเลือดออกทางจมูก หากเกิดการฉีกขาดของถุงลมในปอด จะมีฟองอากาศอุดตันในหลอดเลือดที่อวัยวะต่างๆ ที่สำคัญ ทำให้มีอันตรายถึงขั้นเสียชีวิตทันทีขณะลอยตัวถึงผิวน้ำ นอกจากนี้ นักดำน้ำลึกยังประสบปัญหาเรื่องไนโตรเจนในอากาศที่หายใจในขณะที่ยกตัวขึ้น โดยเร็วไนโตรเจนจะถูกขับออกทางปอดไม่ทันจะเปลี่ยนสภาพเป็นฟองอากาศในเลือดและเนื้อเยื่อ ทำให้เกิดอาการโรคลดความกด (Decompression sickness or BEND) ซึ่งมีอันตรายต่อชีวิตหากแก้ไขไม่ทัน (น.อ. สุริยา ณ นคร. ม.ป.ป.) ดังนั้นนักดำน้ำลึกอาชีพจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ในการช่วยหายใจ มีความสามารถและชำนาญในการปรับตัว ขณะดำน้ำ เสื้อผ้าและเครื่องแต่งกายอื่นๆ เช่น ถุงมือ รองเท้าและแว่นตา เป็นสิ่งสำคัญที่จำเป็นต้องใช้ในการปรับตัวขณะอยู่ใต้น้ำและทำกิจกรรมต่างๆ

ปัจจุบันมีผู้คนจำนวนมากที่มีงานอาชีพที่เสี่ยงต่อการสัมผัสสารเคมีที่มีอันตรายมาก เช่น ผู้ที่ทำงานในโรงงานผลิตสารเคมี ผู้ที่ต้องใช้สารเคมีเพื่อการผลิตในอุตสาหกรรมต่างๆ เกษตรกรที่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์ หรือพนักงานกู้ภัยต่างๆ อันเกิดจากสารเคมีบุคคลเหล่านี้จำเป็นต้องใช้เครื่องแต่งกายที่ป้องกันตนเองได้ปลอดภัยขณะทำงาน

พิษภัยจากสารเคมีต่อร่างกายนั้นมีความรุนแรงทั้งแบบเฉียบพลัน และสะสมจนปรากฏอาการภายหลัง การเกิดพิษต่อร่างกายอย่างไรขึ้นอยู่กับชนิดสารเคมี การออกฤทธิ์ต่อเซลล์อวัยวะต่างๆ ปริมาณของสารเคมีที่ร่างกายได้รับ สารเคมีเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทางคือ ทางปาก จมูก และผิวหนัง และออกฤทธิ์เป็น 2 แบบ คือ

1. ออกฤทธิ์เฉพาะแห่ง (Local action) เช่น เนื้อเยื่อบริเวณที่ถูกสารเคมีจะถูกทำลายหรือระคายเคือง มีอาการแพ้ ช็อค แผลพุพอง ผิวหนังอักเสบ หรือเป็นมะเร็ง หากเข้าไปทางลมหายใจหรือทางเดินอาหารจะทำให้บริเวณที่สัมผัสสารเคมีทำงานไม่ได้ตามปกติ ทำให้หายใจไม่ได้หรือมีอาการปวดท้องรุนแรงและอาเจียน
2. ชนิดที่เป็นพิษที่ออกฤทธิ์ต่อระบบ (Systematical action) โดยเมื่อสารเคมีถูกดูดซึมเข้าไปในกระแสเลือด จะไปสู่เนื้อเยื่อและสะสมอยู่ทำให้เกิดความเสียหายต่ออวัยวะนั้นๆ ตามมา เช่น เกิดกับระบบประสาทส่วนกลาง ดับ หัวใจ กระดูก ระบบกล้ามเนื้อ ไต หรือระบบอวัยวะอื่นๆ หากรุนแรงมากก็ถึงขั้นเสียชีวิต

กลไกการเกิดพิษของสารเคมีแต่ละอย่างจะเชื่อมโยงไปถึงการทำให้ระบบชีวเคมีภายในเซลล์เสียหาย ซึ่งมีผลกระทบต่อความผิดปกติในการทำงานของเอนไซม์ในเซลล์ต่อการขนส่งออกซิเจนระหว่างเซลล์ และต่อกรณีนิวคลีอิกโดยเฉพาะ DNA ในโครโมโซม ซึ่งมีผลต่อการกลายพันธุ์และเกิดสารก่อมะเร็งได้

ปริมาณสารเคมีที่ผ่านเข้าสู่ร่างกายมีผลต่ออาการที่จะเกิดกับร่างกาย มีการวัดปริมาณสารที่เป็นพิษแต่ละชนิดว่าจะมากหรือน้อยแค่ไหนจึงจะเป็นพิษต่อร่างกายได้โดยการวัดค่า Lethal Dose LD ซึ่งวัดจากปริมาณสารที่ทำให้สัตว์ทดลองตายได้เป็นเท่าไรในกลุ่มตัวอย่างที่ทดลอง เช่น LD50 หมายถึงปริมาณสารที่ทำให้สัตว์ทดลองตายเป็นจำนวนครึ่งหนึ่งของทั้งหมด (ไมตรี สุทธจิตต์. 2534 : 30-32)

สารเคมีที่เป็นอันตรายมีทั้งชนิดที่เป็นของแข็ง ของเหลว และแก๊สอาจแบ่งเป็น สารไวไฟ สารระเบิดได้ สารกัมมันตรังสี สารกัดกร่อน สารพิษต่อร่างกาย เช่น สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ (สุชาติ ชินะจิตร. 2535 : 3-41)

สารไวไฟ เป็นสารที่เมื่อถูกติดไฟจะให้ความร้อนสูง เมื่อทำงานกับสารไวไฟ จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับชนิดสาร จุดเดือด จุดวาบไฟ จุดถูกติดไฟได้เองของสารแต่ละชนิด การป้องกันอันตรายและ การแก้ปัญหาเมื่อเกิดอุบัติเหตุ สารเหล่านี้ที่เป็นของเหลว เช่น อาซิโตน เบนซิน คาร์บอนไดซัลไฟด์ อีเทอร์ แอลกอฮอล์ ฯลฯ ที่เป็นแก๊ส เช่น โพรเพน บิวเทน มีเทน อาเซทิลีน ไฮโดรเจน และออกซิเจน

สารระเบิดได้ ชนิดที่มีอันตรายรุนแรง เช่น แอมโมเนียมไนเตรด (NH_4NO_3) สารคลอเรต เปอร์คลอเรต ไนโตรเซลลูโลส ไตรไนโตรโทลูอิน ฯลฯ

สารกัดกร่อน จะทำอันตรายต่อนื้อเยื่อร่างกายเมื่อสัมผัสโดยตรงหรือจากการสูด ไอ การกลืนกิน ได้แก่ สารพวกกรด ค่างต่างๆ ที่มีความเข้มข้นสูง

สารกัมมันตรังสี เป็นสารที่ให้กัมมันตรังสีหลายชนิด คือ รังสีแอลฟา (alpha ray or α -ray) ซึ่งมีอำนาจการทะลุทะลวงน้อย แต่ก็มีอันตรายกับร่างกายถ้าสูดเข้าไป กิน หรือเข้าทางแผล รังสีจะไปทำลายเนื้อเยื่อได้ สารที่ให้รังสีนี้เช่น เรเดียม พลูโตเนียม ยูเรเนียม ธอเรียม ฯลฯ

รังสีเบตา (Beta ray or β -ray) มีความรุนแรงกว่า α -ray ทะลุทะลวงเข้าไปในผิวหนังได้ลึกถึง 2 ซม. ทำลายเนื้อเยื่อ ชักนำให้เกิดมะเร็งได้ สิ่งที่ยกกันรังสีได้ คือ แผ่นพลาสติก กระดาษ และอลูมิเนียม

รังสีแกมมา (Gamma-ray or γ -ray) มีอำนาจการทะลุทะลวงสูงมาก ส่องผ่านไปใ้อากาศได้ระยะไกล ทะลุผ่านกระดาษ พลาสติก โลหะบางๆ ได้ การกั้นรังสีต้องใช้กำแพงคอนกรีต หรือแผ่นตะกั่วหนา รังสีนี้จะเป็นอันตรายต่อร่างกายมาก เพราะผ่านเข้าไปในเนื้อเยื่อจะทำให้เซลล์ตาย และอวัยวะถูกทำลาย รังสีนี้ได้จาก Cobalt 60

หน่วยที่ใช้วัดกัมมันตรังสีทางชีวภาพ เป็น rad มีค่าเท่ากับการดูดซึมพลังงาน 100 ergs โดยสสาร 1 กรัม ร่างกายจะมีอันตรายเมื่อได้รับรังสีในระดับใด จะขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีที่ได้รับเช่น

ถ้าได้รับ 270-330 rad จะพบอาการในวันแรกและเสียชีวิตร้อยละ 20 ในเวลา 2-6 สัปดาห์

ถ้าได้รับ 400-500 rad จะเสียชีวิตร้อยละ 50

ถ้าได้รับ 550-750 rad ปรากฏอาการอาเจียน อ่อนเพลีย ภายใน 4 ชั่วโมง เสียชีวิตเกือบร้อยละ 100

ถ้าได้รับ 1,000 rad ปรากฏอาการอาเจียน อ่อนเพลีย ภายใน 1-2 ชั่วโมง และเสียชีวิต

สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ (Pesticides) ซึ่งมีหลายประเภทสำหรับใช้เป็นสารฆ่าแมลง เช่น ดีดีที ออร์แกนโนฟอสเฟต คาร์บาเมต เป็นสารฆ่าวัชพืช เช่น พาราควอต-2-4D เป็นสารฆ่าเชื้อรา เช่น ไคคลอแรน แคปแทน สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ทุกชนิดเป็นสารเคมีที่มีพิษต่อร่างกาย เช่น สารดีดีที มีพิษเฉียบพลันโดยทำอันตรายต่อระบบประสาทส่วนกลาง ระบบควบคุมการหายใจ ขนาดดีดีที ที่ได้รับ 3 กรัม ค่อน้ำหนักร่างกาย 70 กิโลกรัม ทำให้ตายได้ นอกจากนี้หากได้รับในปริมาณน้อยก็จะสะสมทำให้เกิดมะเร็งได้ มะเร็งเม็ดเลือดขาว

ปัจจุบันได้มีกฎหมายห้ามใช้คีติในหลายประเทศแล้ว สารคาร์บาเมตซึ่งใช้เป็นทั้งสารฆ่าแมลง ฆ่าหญ้า และเชื้อรา มีพิษทำให้เกิดการระคายเคืองและหืดของกล้ามเนื้ออย่างมาก ปวดศีรษะ คลื่นไส้ สายตาพร่ามัว เจ็บหน้าอก ท้องร่วง ถ้าได้รับปริมาณมากก็ทำให้ตายได้

ชุดแต่งกายป้องกันอันตรายซึ่งประกอบด้วย เสื้อผ้าซึ่งเป็นเครื่องแต่งกายที่สวมเพื่อป้องกันลำตัวส่วนบนและล่าง เครื่องป้องกันศีรษะหรือหมวกนิรภัย รองเท้า และถุงมือจะต้องได้รับการออกแบบ และใช้วัสดุที่มีสมรรถนะสูง มีวิธีการผลิตและการทดสอบสมรรถนะให้เป็นไปตามมาตรฐานรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์นั้นๆ ในรายวิชานี้ต้องการให้ศึกษาเรื่องของเสื้อผ้าป้องกันอันตรายที่สำคัญว่ามีชนิดใดบ้าง และเสื้อผ้าเหล่านั้นควรทำจากผ้าชนิดใด

เสื้อผ้าเพื่อป้องกันอันตรายประเภทต่างๆ

เสื้อผ้าป้องกันอันตรายแต่ละประเภทจะต้องมีคุณลักษณะเฉพาะเพื่อใช้ป้องกันร่างกายจากความรุนแรงหรืออันตรายจากสภาวะนั้นๆ ที่ร่างกายไม่สามารถทนได้หากไม่มีเครื่องป้องกันที่เหมาะสม ตัวอย่างเสื้อผ้าป้องกันอันตรายบางประเภทคือ :

1. เสื้อผ้าป้องกันอันตรายจากไฟ

ภัยอันตรายจากไฟไหม้เกิดขึ้นได้หลายสาเหตุ ล้วนแต่ทำให้เกิดอันตรายรุนแรงถึงขั้นเสียชีวิต ดังนั้นผู้ที่ต้องปฏิบัติงานในสภาวะที่เกิดอัคคีภัยในโรงเรือนหรือในอาคาร ในโรงเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง ไฟไหม้ป่า หรือต้องทำงานในที่ที่มีความร้อนสูง เช่น เตาถลุงแร่ หรือหล่อโลหะ จึงควรมีเสื้อผ้าและเครื่องป้องกันอวัยวะต่างๆ ที่เหมาะสม เช่น เสื้อผ้าชุดผจญเพลิงที่มีคุณสมบัติป้องกันอันตรายได้ตามระดับความรุนแรงที่เกิดขึ้น ผู้จัดหาเสื้อผ้าป้องกันอันตรายจะต้องทราบขอบเขตหรือระดับของความรุนแรงของสภาวะที่เกิดเหตุ และเตรียมเสื้อผ้าเครื่องป้องกันร่างกายที่จะใช้ได้เฉพาะกับการป้องกันอันตรายจากเหตุที่เกิด เช่น พนักงานดับเพลิงในตัวอาคาร พนักงานดับไฟฟ้าจะต้องใช้เสื้อผ้าป้องกันไฟเฉพาะงานตามมาตรฐาน NFPA

(National Fire Protection Association Inc. 1997 : NFPA 1971 ; 1998 : NFPA 1977.)

2. เสื้อผ้าป้องกันอันตรายจากสารเคมี

อันตรายจากการถูกสารเคมี อาจเกิดขึ้นได้กับผู้ปฏิบัติงานในโรงงานผลิตสารเคมี หรือในโรงงานที่ใช้สารเคมีเพื่อการผลิตในอุตสาหกรรมต่างๆ หรือเกิดกับผู้ที่ใช้สารเคมีในทางเกษตรกรรม หรือนักกู้ภัยอันเกิดจากสารเคมี การประกอบการหรือทำกิจกรรมเกี่ยวกับสารเคมีจะต้องปฏิบัติตามเอกสารข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมีหรือ MSDS (Material Safety Data Sheet) ซึ่งเอกสารนี้ที่สมบูรณ์ตามมาตรฐานที่ยอมรับในระดับนานาชาติจะมีโครงสร้างและข้อมูลประกอบรวม 16 ส่วน ข้อมูลส่วนที่ 1 ถึง 10 เป็นข้อมูลที่ต้องมีตามข้อกำหนดของ OSHA

(Occupational Safety and Health Administrations) ซึ่งเป็นองค์กรเกี่ยวกับความปลอดภัยและชีวอนามัยของประเทศสหรัฐอเมริกา โดยในตอนที่ 8 จะเป็นข้อมูลในเรื่องการป้องกันและควบคุมการเข้าสู่ร่างกาย ในส่วนนี้จะประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันและควบคุมการเข้าสู่ร่างกาย ข้อแนะนำในการจัดการเรื่องการป้องกัน ข้อมูลเรื่องอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่ควรสวมใส่เพื่อป้องกันอันตรายระหว่างการปฏิบัติงานตามปกติหรือสำหรับหน่วยกู้ภัยเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินและข้อมูลในเรื่องระดับหรือปริมาณที่ปลอดภัยเมื่อสารเคมีเข้าสู่ร่างกาย (ศุภวรรณ ตันตยานนท์. 2543 : 29-39) ในขณะที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับสารเคมีจึงจำเป็นต้องมีเครื่องป้องกันร่างกายที่เหมาะสม และการเลือกใช้เสื้อผ้าและเครื่องแต่งกายให้เหมาะสมกับชนิดและระดับความรุนแรงของสารเคมี จะช่วยให้เกิดความปลอดภัยกับร่างกายของผู้ที่ต้องอยู่กับสภาวะอันตรายนั้นๆ ได้

3. เสื้อผ้าป้องกันอันตรายจากอาวุธประเภทต่างๆ

อันตรายจากอาวุธประเภทต่างๆ หมายถึง จากอาวุธปืน จี๊ปนาวุธ ระเบิด อาวุธนิวเคลียร์ อาวุธชีวภาพ อาวุธเคมี ซึ่งความรุนแรงจากอาวุธประเภทต่างๆ นี้จะพบในการสงครามเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นผู้ปฏิบัติงาน เช่น ทหาร ตำรวจที่ต้องปฏิบัติการเสี่ยงกับอันตรายรุนแรงต่างๆ ที่กล่าวแล้วจำเป็นต้องใช้เสื้อผ้า เครื่องแต่งกายที่ป้องกันอันตรายได้เช่น เสื้อเกราะกันกระสุน หมวกนิรภัย เสื้อผ้าชุดป้องกันอาวุธนิวเคลียร์ ชีวภาพ และเคมี (Neuclear - Biological. Chemical Protective Clothing or NBC Protective Clothing) พร้อมทั้งอุปกรณ์ช่วยหายใจ และเครื่องป้องกันอวัยวะต่างๆ เช่น ส่วนมือ เท้า ใบหน้า เป็นต้น

4. เสื้อผ้าป้องกันอันตรายจากสภาวะความกดดันสูง -สภาวะสูญญากาศ

เมื่อต้องอยู่ในสภาวะความกดดันสูง เช่น การดำน้ำลึกจำเป็นต้องใช้ชุดดำน้ำลึก ซึ่งมีแบบ Wet suit และ Dry suit เป็นเสื้อผ้าสำหรับนักดำน้ำลึกในที่มีความกดดันสูงมาก ผู้ใช้จะต้องมีความชำนาญในการปรับความดันให้สอดคล้องกับความเปลี่ยนแปลงของสรีระในระดับความลึกต่างๆ และชำนาญในการใช้อุปกรณ์เครื่องช่วยหายใจ สำหรับผู้ที่ต้องปฏิบัติงานในสภาวะสูญญากาศ จำเป็นต้องสวมชุดอวกาศ ซึ่งเป็นเสื้อผ้าที่มีคุณสมบัติในการปรับสภาวะความกดดันรอบๆ ร่างกายให้ชุดอวกาศให้เท่ากับความดันของร่างกาย เสื้อผ้าชุดอวกาศจึงทำหน้าที่เหมือนบรรยากาศในโลกที่มนุษย์อาศัยอยู่

ในสภาวะอันตรายต่างๆ นอกจากจะต้องใช้เสื้อผ้าสวมร่างกายป้องกันส่วนลำตัวส่วนบนแขนและขา ยังต้องมีเครื่องแต่งกายอื่นๆ ที่จำเป็นในการช่วยป้องกันอวัยวะส่วนอื่นๆ เช่น ถุงมือ (Gloves) ที่ใช้ป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับมือและขณะเดียวกันต้องใช้มือทำงานได้โดยสะดวกด้วย, รองเท้า (Footwears), ครอบศีรษะ (Hoods), หมวกนิรภัย (Helmets), แว่นตา

นิรภัย (Goggles) และอุปกรณ์อื่นๆ ที่ต้องใช้ตามความจำเป็นในการป้องกันอวัยวะต่างๆ ของร่างกาย ในสถานะไม่ปลอดภัยที่แตกต่างกัน

การเลือกใช้เสื้อผ้าเพื่อป้องกันอันตรายจากสภาวะที่ไม่ปลอดภัยใดๆ จะต้องใช้ชนิดที่สร้างขึ้นเพื่อทำหน้าที่ป้องกันอันตรายเฉพาะเหตุรุนแรงนั้นๆ สำหรับผู้ผลิตเสื้อผ้าป้องกันอันตราย จะต้องมีความรู้ความเข้าใจอย่างแท้จริงถึงสภาวะที่ไม่ปลอดภัยต่างๆ ว่ามีผลต่อร่างกายอย่างไร เช่น ในการเกิดอัคคีภัยจะต้องทราบว่าเป็นอัคคีภัยในโรงเรือน ในอาคาร หรือจากไฟฟ้า หรือจากการถูกไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิง หรือจากสารเคมี แต่ละสภาวะมีความรุนแรงของไฟระดับใด มีผลกระทบในด้านอื่นๆ อย่างไรและมีอันตรายต่อร่างกายอย่างไร หรือในการทำงานกับสารเคมีอันตราย ก็จะต้องทราบว่าเป็นสารเคมีประเภทใด มีความรุนแรงต่อร่างกายและวัสดุต่างๆ อย่างไร ข้อมูลในเรื่องของความไม่ปลอดภัยต่างๆ จะต้องนำไปใช้ในการเลือกวัสดุและรูปแบบของเสื้อผ้าป้องกันอันตรายและผลิตเสื้อผ้าให้ทำหน้าที่ป้องกันอันตรายให้กับร่างกายได้สูงสุด

ผ้าที่ใช้ทำเสื้อผ้าป้องกันอันตรายบางประเภท

ผ้าที่ใช้ทำเสื้อผ้าป้องกันอันตรายจะต้องมีคุณสมบัติที่ทนทานต่อสภาวะที่ทำให้เกิดความไม่ปลอดภัยประเภทต่างๆ ได้ในระดับที่เป็นที่ยอมรับตามมาตรฐานเฉพาะเรื่อง ปัจจุบันมีการพัฒนาวัสดุเส้นใยสิ่งทอที่มีสมรรถนะสูง (High-Performance Textile Fibers) ออกสู่ตลาดหลายชนิด เพื่อใช้ทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ รวมทั้งชนิดที่ใช้เพื่อผลิตเสื้อผ้าป้องกันอันตรายประเภทต่างๆ

1. ผ้าที่ใช้ทำเสื้อผ้าป้องกันอันตรายจากไฟ

คุณสมบัติสำคัญของผ้าที่จะใช้ทำเสื้อผ้าป้องกันไฟ คือ เมื่อถูกไฟจะต้องไม่ลุกไหม้ ไม่เกิดการสันดาปที่สมบูรณ์ จึงไม่ทำให้มีความร้อนสูงมากเท่ากับขณะที่ลุกไหม้ตามปกติ อาจเป็นผ้าที่ทำจากเส้นใยที่มีคุณสมบัติทนไฟ หรือเป็นผ้าที่ได้รับการตกแต่งสำเร็จด้วยสารด้านการลุกไหม้

ผ้าที่ทำจากเส้นใยทนไฟ เป็นผ้าที่ทำจากเส้นใยที่ทนความร้อนสูงมาก เช่น ผ้าที่ผลิตจากเส้นใยอะรามิด ชนิด Nomex หรือ Kevlar โดยบริษัท ดูปองท์ ผ้าชนิดนี้จะมีคุณสมบัติทนความร้อนสูงถึง 760°C ผ้าที่ผลิตจากเส้นใยโนโวลอยด์ (Novoloid) จะสามารถทนความร้อนได้ถึง $2,500^{\circ}\text{C}$ ปัจจุบันผู้ผลิตผ้าทนไฟมีการพัฒนาให้เป็นผ้าที่มีคุณสมบัติทนความร้อนสูง และให้มีสมบัติอื่นๆ ที่เป็นที่ต้องการของผู้ใช้ เช่น Hoechst & Celanese ซึ่งอยู่ใน

Rockhill , South Carolina ผลิตผ้าที่ทำจากเส้นใย Polybenzimidazole หรือ PBI ผสมกับเส้นใยอะรามิด ผ้าที่ผลิตได้มีคุณสมบัติทนความร้อนสูง สารเคมีและให้ความสบายในขณะที่สวมใส่เนื่องจากยอมให้อากาศผ่านได้ (Breathability) จึงเหมาะที่จะใช้ทำเสื้อผาป้องกันอันตรายจากความร้อน และสารเคมี ได้มีการทดสอบเปรียบเทียบสมรรถนะในการป้องกันความร้อน (Thermal Protective Performance TPP) ของผ้าใยผสม 40/60 PBI/High Strength Aramid กับผ้าที่ทำจาก Aramid 100% พบว่าถึงแม้ว่าผ้าใยผสม 40/60 PBI/High Strength Aramid จะมีผลจากการทดสอบด้าน TPP น้อยกว่าผ้า Aramid 100% ถึง 17% แต่ก็มีย่านหนักเบากว่าผ้าอะรามิดถึง 33% ซึ่งผลดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงข้อดีที่จะทำให้ผู้สวมใส่เสื้อผาป้องกันไฟที่ทำจาก PBI/High Strength Aramid มีความคล่องตัวในขณะที่ปฏิบัติงาน (Fahl and Faile. 1991 : 239-242)

ผ้าที่ตกแต่งด้วยสารด้านการลุกไหม้ อาจทำจากผ้าฝ้าย ลินิน เรยอน ที่ได้รับการตกแต่งด้วยสารตกแต่งเพื่อให้มีสมบัติต้านไฟ เช่น Tetrakis (hydroxy methyl) phosphonium hydroxide THPOH หรือ Tetrakis phosphonium chloride THPC หรือ Tetrakis phosphonium sulphate THPS หรือสาร Pyrovatex เป็นต้น สำหรับผ้าขนสัตว์และไหม จะตกแต่งด้วยสารประกอบ THP และเกลือโลหะ

สารที่ตกแต่งด้านการลุกไหม้ จะมีผลด้านการติดไฟโดยในสารมีธาตุสำคัญ คือ P N C ซึ่งจะไปยับยั้งการสลายตัว (Pyrolysis) ของเส้นใยเป็นไอหรือสารที่ติดไฟ แต่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นถ่านที่ไหม้เกรียม (Char) ซึ่งจะไม่เกิดการลุกไหม้จนเกิดความร้อนสูงและจะไม่มีการลุกติดไฟต่อไป (Sanders. 1978 : 25-26)

บริษัท เทลลเบิร์ก ในสวีเดน (Trelleborg) ผลิตผ้า Akvarex ซึ่งเป็นผ้าใยเรยอนที่ตกแต่งกัน (Flame-Proof Impregnated) แล้วเคลือบผิวนอกด้วยโพลิเมอร์ผสมอลูมิเนียม ซึ่งจะทำให้ผ้าที่ผลิตได้มีคุณสมบัติกันไฟ และสะท้อนความร้อนได้ดี ไม่แข็งกระด้างมีน้ำหนักน้อย เมื่อทำเป็นเสื้อป้องกันไฟ จะมีชั้นรองข้างในทำจากขนแกะผสมโพลิเอสเตอร์และตกแต่งกันไฟ ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพป้องกันการลุกไหม้และความร้อนไม่ให้ผ่านมายังผิวหนังจนทนไม่ได้ (Trelleborg AB : n.d.)

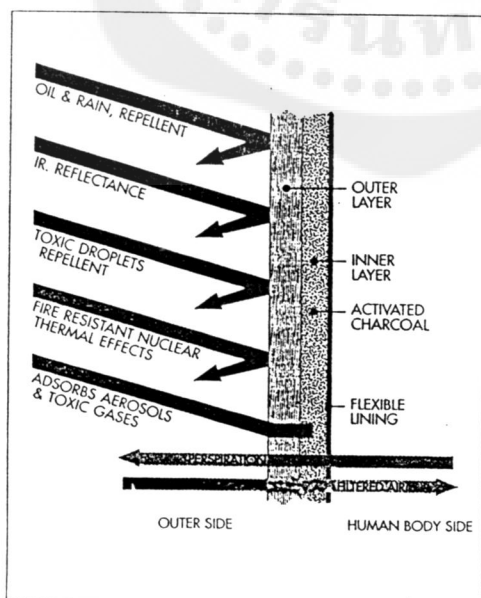
2. ผ้าที่ใช้ทำเสื้อผาป้องกันสารเคมี

ผ้าที่จะใช้ทำเสื้อผาป้องกันสารเคมีต้องมีคุณสมบัติพิเศษ คือ ป้องกันสารเคมีได้ทั้งชนิดที่เป็นของเหลวและชนิดที่เป็นไอ เช่น ชุดป้องกันสารเคมีทางสงคราม (Chemical Warfare Agents or CWA Protective garments) ซึ่งผลิตโดยความร่วมมือของ Haogenplast กับ Israeli Soreq Nuclear Research Center จะใช้ผ้าที่พัฒนาให้มีคุณสมบัติป้องกันการผ่านของสารพิษที่

เป็นแก๊สได้แต่ขณะเดียวกันก็ยอมให้อิออนระเหยผ่านไปได้ ทำให้มีความสบายขณะสวมใส่ผ้า จะมีโครงสร้างเป็นผ้าเคลือบพลาสติกโพลิเมอร์ที่มีผงถ่านกัมมันต์ (Activated charcoal) ที่มีคุณสมบัติดูดซับสารเคมี กระจายอยู่ในโพลิเมอร์ที่เคลือบผ้า สำหรับผ้าที่ใช้ทำเสื้อผ้าป้องกันสารเคมีทางการเกษตรอาจทำจากโพลิเอทิลีนโดยผลิตให้เป็นโครงสร้างผ้าไม่ทอ หรือเป็นผ้าที่เคลือบเรซิน ผ้าที่ใช้ทำเสื้อผ้าป้องกันสารเคมีที่ใช้ทางการเกษตรในประเทศที่มีอากาศร้อน อาจเป็นผ้าฝ้ายทอที่มีเนื้อผ้าแน่น และมีความหนาจะช่วยป้องกันได้ดี หรือใช้เสื้อผ้าที่ทำจากโพลิเอทิลีน เช่น ผ้า “คลีนการ์ด” ซึ่งผลิตโดยบริษัท คิมเบอร์ลีย์คลีลัค (บริษัท ชีบา-ไกกิ ประเทศไทย จำกัด . ม.ป.ป. : 28-29)

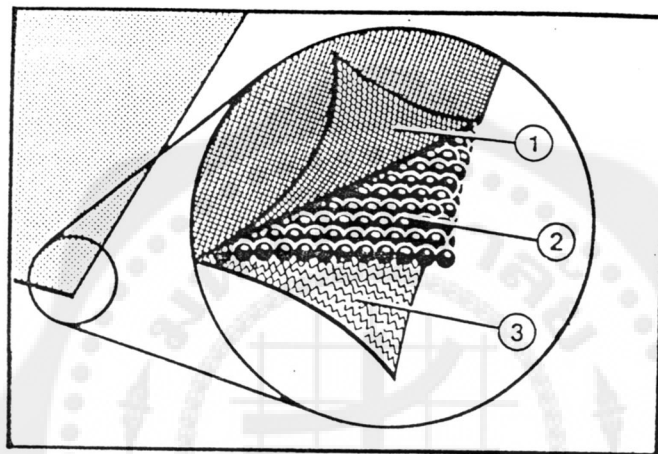
3. ผ้าที่ใช้ทำเสื้อผ้าป้องกันสารเคมีและความร้อน

ปัจจุบันมีการพัฒนาผ้าให้มีประสิทธิภาพในการป้องกันได้ทั้งสารเคมีและป้องกันไฟได้ในผ้าผืนเดียวกัน เช่น บริษัท พอล บอย (Paul Boy'e) ผลิตผ้าที่มีโครงสร้างเป็นผ้าสองชั้น ตามภาพประกอบที่ 11-1 ชั้นนอกทำจาก 50/50 Kernel (Aramid) /viscose(Rayon) ทอลายสองก้างปลา มีสมบัติป้องกันไฟ น้ำมัน และน้ำ ส่วนชั้นในเป็นโพลิเมอร์ผสมผงถ่านกัมมันต์ประกบติดกับผ้าไนลอนและฝ้าย ชั้นในเป็นชั้นที่สัมผัสกับผิวหนัง บริษัทผู้ผลิตใช้ผ้าที่มีโครงสร้างนี้ทำเสื้อผ้าชุดป้องกันสารเคมี และป้องกันไฟที่เรียกว่า Permanent Wear NBC/F Protection Coverall (Paul Boy'e : n.d.)



ภาพประกอบที่ 11-1 ผ้าที่ใช้ทำ
ชุดป้องกันสารเคมีและป้องกันไฟ
ที่มา : Paul Boy'e Technical
Bulletin.Paris : n. d.

บริษัท วินฟิลด์ แมนูแฟคเจอร์ริง ในสหรัฐอเมริกา ผลิตผ้าชื่อการค้า SARATOGA ที่ใช้ทำเสื้อผาป้องกันสารเคมีและความร้อน (Chemical Protective PBI SARATOGA CWU / 66P Coverall) เป็นผ้ามีโครงสร้าง 3 ชั้น ตามภาพประกอบที่ 11-2 โดยผ้าชั้นนอกมีน้ำหนัก 150 กรัม/ตร.เมตร เป็นผ้าทอเรียบ เส้นด้าย PBI/Aramid ผ้าชั้นกลางเป็นโพลิเมอร์ที่มีผงถ่านกัมมันต์ กระจายอยู่ เป็นผ้าที่มีน้ำหนัก 120 กรัม/ตร.เมตร ผ้าชั้นในเป็นผ้าถักนิต PBI/Aramid น้ำหนัก 60 กรัม/ตร.เมตร (Winfield Manufacturing Company. 1989.)



ภาพประกอบที่ 11-2 โครงสร้างผ้า SARATOGA 1: PBI/Aramid ทอเรียบ , 2 : Activated carbon spherical Absorber , 3 : PBI/Aramid นิตเจอร์ซี่

ที่มา : Winfield Manufacturing Company. (1989, June). **Technical Bulletin Sar-3**. New York.

4. ผ้าที่ใช้ทำเสื้อเกราะกันกระสุน ถุงมือป้องกันการถูกตัด การฉีกขาด

ผ้าที่ใช้ทำเสื้อเกราะกันกระสุน (Body armour) ถุงมือที่สวมขณะทำงานเพื่อป้องกันการถูกของมีคมบาด หรือการถูกตัดฉีกด้วยใบมีดในเครื่องจักรบางประเภท ต้องเป็นผ้าที่ทำจากเส้นใยที่มีความแข็งแรงสูงมาก เช่น Kevlar หรือ Nomex ปัจจุบันมีการผลิตโพลิเอทิลีนให้มีความสมรรถนะสูงมากขึ้น (High Performance Polyethylene or HPPE Fiber) ซึ่งจะมีความทนทานต่อแรงที่กระทำสูงมาก เนื่องจากการพัฒนาให้เป็นเส้นใยที่มีการจัดเรียงตัวของโพลิเมอร์ที่มีความเป็นระเบียบในระดับสูงมาก (High degree of crystalline) ถึง 95-99% บริษัทผู้ผลิตคือ Allied Fibers Technical Center Inc. (Kirkland, Tam and Weedon. 1991 : 215) HPPE เป็นเส้นใยที่มี Tensile Strength สูงใกล้เคียงกับเส้นใยสมรรถนะสูงชนิดอื่นๆ ดังการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพตามตารางที่ 11-1

ตารางที่ 11-1 เปรียบเทียบคุณสมบัติกายภาพของเส้นใยสมรรถนะสูง (High Performance Fiber Properties)

คุณสมบัติ	HPPE	Aramid		S-Glass	Graphite
	Spectra 1000	HM	UHM*		HM
ความหนาแน่น (Density)	0.97	1.44	1.47	2.49	1.86
% การยืดตัว (% Elongation)	2.7	2.5	1.5	5.4	0.6
ความแข็งแรง (Tensile Strength)	435	400	500	665	375
10 exp. 3psi					
ความแข็งแรงจำเพาะ(Specific Strength)	12.4	7.8	9.5	7.4	5.4
10 exp. 6psi					
เทนซิลโมดูลัส (Tensile Modulus)	25	19	25	13	57
10 exp. 6psi					
โมดูลัสจำเพาะ (Specific Modulus)	714	365	480	140	850
10 exp. 6psi					

* Kevlar 149-Epoxy Impregnated Strand

ที่มา : Kirkland, K.M., T. Y. Tam and G.C. Weedon. (1991) “ New Third-

Generation Protection Clothing from High-Performance Polyethylene

Fiber” High-Tech Fibrous Materials. P 219.

ผ้า HPPE เหมาะที่จะใช้ทำถุงมือที่ทนทานต่อการถูกตัด บาด หรือฉีก นอกจากนี้ยังมีความต้านทานสารเคมี ทนทานต่อการใช้งาน สวมใส่สบายเพราะมีความอ่อนนุ่ม สามารถทำความสะอาดด้วยสารฆ่าเชื้อโรคได้ มีการทำเส้นด้ายที่มี HPPE เป็นเส้นใยแกนกลางแล้วหุ้มด้วยไนลอน หรือโพลีเอสเตอร์ซึ่งย้อมสีได้ เส้นด้ายดังกล่าวถูกนำไปใช้ทำเสื้อถักชนิด (Protective sweater) สำหรับผู้ขับขี่จักรยานยนต์ เพื่อใช้สวมป้องกันการถูกของมีคมบาด ตัด หรือเสียดสีรุนแรง เสื้อดังกล่าวจะให้ความสบายดีกว่าสวมเสื้อที่ทำจากหนังเพราะอากาศผ่านได้ และยังทำความสะอาดได้ง่ายกว่าเสื้อหนังซึ่งต้องใช้วิธีซักพิเศษ

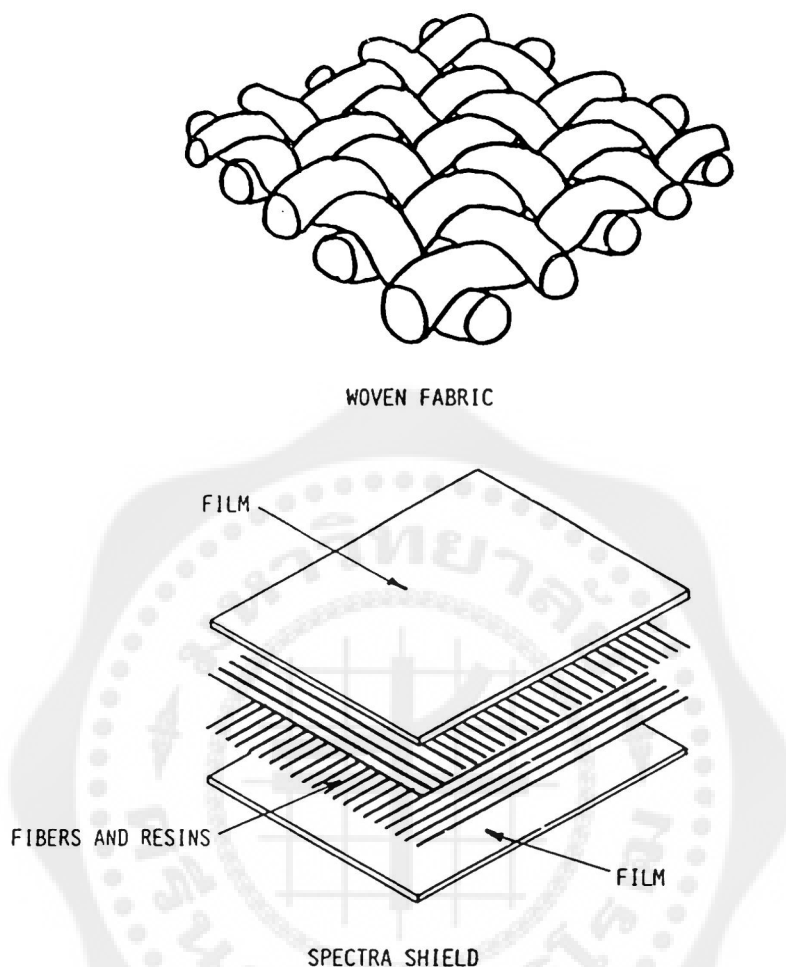
ด้วยคุณสมบัติที่ต่างจากอะรามิดในแง่ที่มีน้ำหนักน้อยกว่า แต่มีความเหนียวแข็งแรง ทนทานต่อการถูกตัด ทำให้มีการนำเส้นใย HPPE ไปทำเสื้อเกราะกันกระสุนปืน เพราะจะทำให้สวมสบาย คล่องตัวระบายอากาศได้ เมื่อได้มีการนำไปทดสอบสมรรถนะในการกันกระสุนปืน (Ballistic performance) โดยเปรียบเทียบกับเสื้อเกราะที่ทำจากเส้นใยอะรามิด พบว่าเสื้อ

บทที่ 11 ความสำคัญของชุดแต่งกายป้องกันอันตราย

เกราะที่ทำจากใย HPPE มีน้ำหนักเบากว่าแต่มีคุณสมบัติในการป้องกันกระสุนปืนได้ใกล้เคียงกัน เสื้อเกราะกันกระสุนที่สวมเฉพาะส่วนอก (vest) โดยทั่วไปผ้าที่ทำหน้าที่ป้องกันจะทำจากผ้าทอซ้อนกันหลายชั้นแล้วมีผ้าหุ้มชั้นนอก ผ้าที่ทำหน้าที่ป้องกันกระสุนจะมีจำนวนชั้นตามระดับของแรงที่มากระทำ แรงของกระสุนปืนที่เคลื่อนที่มาแบบโพรเจคไทล์ (Projectile) ถ้ามีแรงมากเท่าไร ผ้าที่จะรับแรงนั้นได้ก็ต้องมีจำนวนชั้นเพิ่มขึ้น โดยจะต้องพิจารณาจากประสิทธิภาพของผ้าแต่ละชนิด คุณสมบัติของเส้นใยแต่ละชนิด ขนาดของเส้นด้าย โครงสร้างผ้า และจำนวนชั้นผ้า เสื้อเกราะกันกระสุนที่ใช้เส้นใยผ้าที่มีสมรรถนะสูง จะทำหน้าที่ป้องกันกระสุนได้เพราะผ้าจะยับยั้งการเคลื่อนที่ของกระสุนปืนที่มาปะทะกับผ้าโดยมีแรงเสียดทานระหว่างกระสุนกับเส้นด้าย เส้นใยซึ่งไม่บดง่ายและจะมีการกระจายแรงปะทะของกระสุนไปยังบริเวณรอบๆ และซึมซับแรงไว้ในผ้าแต่ละชั้น ทำให้เมื่อกระสุนผ่านไประหว่างชั้นผ้าแต่ละชั้นจะลดแรงปะทะลงไปเรื่อยๆ จนหมดแรงที่ชั้นผ้าของเสื้อกันกระสุน ผ้าที่ทอเรียงด้วยเส้นด้ายขนาดเล็กจะเพิ่มประสิทธิภาพในการกันกระสุนได้ดียิ่งขึ้น เพราะเส้นด้ายจะเบียดกันแน่น ทำให้กระสุนผ่านไประหว่างเส้นใยและเส้นด้ายได้ยากกว่าผ้าที่ทำจากเส้นด้ายขนาดใหญ่

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เสื้อเกราะอ่อน (Soft armor) ซึ่งผลิตโดย Allied Fibers Technical Center ทำจากผ้า Spectra Shield ซึ่งจะประกอบกันเป็นผ้าหลายชั้น โดยแต่ละชั้นที่ให้ความแข็งแรงเป็นผ้าที่ทำจากเส้นใย HPPE เคลือบด้วย Elastomeric resin แล้ววางซ้อนสลับให้แนวเส้นใยตั้งฉาก 90° ตามภาพประกอบที่ 11-3 (Kirkland, Tam and Weedon. 1991 : 226-227)

บทที่ 11 ความสำคัญของชุดแต่งกายป้องกันอันตราย



ภาพประกอบที่ 11-3 เปรียบเทียบโครงสร้างพื้นแบบเดิมกับ Spectral Shield

ที่มา : Kirkland, K.M., T.Y.Tam and G.C. Weedon. (1991). “ New Third-

Generation Protective Clothing Clothing from High-Performance

Polyethylene Fiber” High-Tech Fibrous Materials. P 227.

การทราบถึงอันตรายต่างๆ ที่จะเกิดกับร่างกาย เพราะสภาวะผิดปกติที่ไม่ปลอดภัย
ต่างๆ ทำให้สามารถเลือกวัสดุและรูปแบบของเครื่องแต่งกาย เพื่อป้องกันอันตรายดังกล่าวให้
กับผู้ทำงานต้องปฏิบัติงานกับสิ่งที่เป็นพิษภัยนั้นๆ ได้ สำหรับเรื่องราวที่เกี่ยวกับรูปแบบเสื้อ
ผ้า และมาตรฐานการผลิต การทดสอบผลิตภัณฑ์ เสื้อผ้าป้องกันอันตรายจะอยู่ในบทที่ 12

สรุป

เสื้อผ้าป้องกันอันตรายเป็นเครื่องแต่งกายที่ใช้เพื่อการป้องกันอวัยวะต่างๆ ของร่างกาย ให้ความปลอดภัยขณะปฏิบัติงาน หรือทำกิจกรรมใดๆ ในสถานะที่เป็นอันตราย จึงมีความสำคัญต่อชีวิตของผู้มีอาชีพเสี่ยงต่ออันตรายต่างๆ การใช้เสื้อผ้าป้องกันอันตรายจะต้องใช้เฉพาะชนิดที่ทำจากวัสดุและมีรูปแบบที่มีคุณสมบัติที่ทนทานต่อสถานะอันตรายแต่ละประเภทที่จะเกิดกับร่างกาย ขณะเดียวกันต้องให้ผู้ใช้งานมีความคล่องตัว และรู้สึกสบายในการปฏิบัติงานด้วย การผลิตเสื้อผ้าป้องกันอันตรายต้องใช้เทคโนโลยีการผลิตเสื้อผ้าขั้นสูงและต้องมีมาตรฐานควบคุมผลิตภัณฑ์

คำถามท้ายบท

1. อธิบายความหมายของคำว่า “Protective Clothing” ให้ชัดเจน
2. จงยกตัวอย่างชื่อเสื้อผ้าป้องกันอันตราย 5 ชนิด
3. จงอธิบายว่าเสื้อผ้าป้องกันอันตรายแต่ละชนิดที่ตอบในข้อ 2 ควรทำจากผ้าที่โครงสร้างและมีคุณสมบัติอย่างไร
4. หากผู้ปฏิบัติงานไม่ใช้เสื้อผ้าป้องกันอันตรายจากสถานะต่างๆ ต่อไปนี้จะเกิดปัญหาอย่างไร
 - 4.1 คำน้าลึก
 - 4.2 ภูภัยจากอัคคีภัย
 - 4.3 พ่นฉีดสารฆ่าแมลง ฆ่าวัชพืช
 - 4.4 ทำงานกับเครื่องจักรตัดไม้ทำเฟอร์นิเจอร์

บทที่ 12

ชุดแต่งกายป้องกันอันตรายจากไฟและสารเคมี

การศึกษาลักษณะของชุดแต่งกายป้องกันอันตรายจากไฟและสารเคมี เพื่อเป็นตัวอย่างที่แสดงให้เห็นว่าเสื้อผ้าป้องกันอันตรายมีความสำคัญต่อการรักษาชีวิตของผู้มีอาชีพที่ต้องปฏิบัติการเสี่ยงภัยที่รุนแรง การเรียนรู้เกี่ยวกับลักษณะสำคัญของชุดแต่งกายป้องกันอันตราย และข้อกำหนดตามมาตรฐานควบคุมการผลิตเสื้อผ้าป้องกันอันตรายประเภทต่างๆ จะช่วยให้สามารถเลือกซื้อใช้และดูแลรักษาผลิตภัณฑ์ได้อย่างถูกต้อง และยังเป็นแนวทางส่งเสริมให้ผู้ศึกษามีแนวคิดสร้างสรรค์รูปแบบ และการผลิตเสื้อผ้าป้องกันอันตรายให้มีขึ้นในประเทศไทยได้ในอนาคต

จุดมุ่งหมายเฉพาะ เพื่อให้บัณฑิตสามารถ

1. อธิบายลักษณะของชุดแต่งกายป้องกันอันตรายจากไฟและสารเคมีได้
2. อธิบายได้ว่ามีข้อกำหนดอะไรบ้างในมาตรฐาน
3. ศึกษาข้อกำหนดตามมาตรฐานของเสื้อผ้าป้องกันอันตรายจากสารเคมีได้
4. ออกแบบลักษณะเสื้อผ้าป้องกันอันตรายที่ใช้ในงานบางอาชีพที่เสี่ยงอันตรายได้

แนวการสอนและกิจกรรม

1. ให้นิสิตศึกษาบทเรียนด้วยตนเองล่วงหน้า
2. แบ่งนิสิตเป็นกลุ่ม ให้แต่ละกลุ่มศึกษาข้อกำหนดในมาตรฐาน “NFPA 1971 Standard on Protective Ensemble for Structural Fire Fighting” โดยแบ่งหัวข้อที่ศึกษาแล้วรายงานในห้องเรียน
3. นิสิตและอาจารย์อภิปรายร่วมกันแล้วสรุปประเด็น
4. นำนิสิตออกศึกษาการบรรยายเรื่องปฏิบัติงานและการแสดงวิธีการใช้เสื้อผ้าป้องกันไฟของตำรวจดับเพลิง แล้วกลับมาอภิปรายสรุปทำเป็นรายงานส่ง
5. ให้นิสิตแบ่งกลุ่มศึกษาข้อกำหนดในมาตรฐานควบคุมเสื้อผ้าป้องกันสารเคมี แล้วทำรายงานส่ง
6. ให้นิสิตแต่ละคนออกแบบเสื้อผ้าป้องกันอันตรายในงานอาชีพ พร้อมทั้งระบุชนิดของวัสดุที่ควรใช้ทำเสื้อผ้านั้นๆ

อุปกรณ์การสอน

1. เอกสารเผยแพร่ผลิตภัณฑ์เสื้อผ้าป้องกันอันตรายจากบริษัทผู้ผลิตหรือผู้แทนจำหน่าย
2. ตำรามาตรฐาน NFPA 1971 Standard on Protective Ensemble for Structural Fire Fighting

การประเมินผล

1. ประเมินจากความสนใจในการศึกษาบทเรียน การร่วมอภิปรายประเด็นต่างๆ และสรุปประเด็นอย่างถูกต้อง
2. จากรายงานการศึกษานอกสถานที่, จากรายงานกลุ่มเรื่องการศึกษาข้อกำหนดในมาตรฐานที่ให้ศึกษา
3. งานออกแบบเสื้อผ้าป้องกันอันตรายที่เหมาะสมกับงานอาชีพ
4. การตอบคำถามท้ายบทได้ถูกต้อง

บทที่ 12 ชุดแต่งกายป้องกันอันตรายจากไฟและสารเคมี

จากที่ได้ให้ศึกษาแล้วในบทที่ 11 จะเห็นว่าชุดแต่งกายเพื่อป้องกันอันตรายมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการรักษาชีวิตและป้องกันอันตรายที่อาจทำให้เกิดความพิการกับผู้ที่มิอาชีพหรือผู้ที่ต้องทำกิจกรรมต่างๆ ที่เสี่ยงภัย และยังช่วยให้ผู้ที่สวมใส่ชุดแต่งกายป้องกันอันตรายแล้วสามารถทำงานในหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในบทนี้จะให้ศึกษาถึงรายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะสำคัญของชุดแต่งกายป้องกันอันตรายจากไฟและสารเคมีและศึกษาดูอย่างข้อกำหนดต่างๆ ตามมาตรฐานควบคุมการผลิตเสื้อผ้าป้องกันอันตรายจากไฟ เพื่อเป็นแนวทางศึกษาลักษณะและข้อกำหนดตามมาตรฐานของชุดแต่งกายป้องกันอันตรายชนิดอื่นได้ต่อไป

ลักษณะของชุดแต่งกายป้องกันอันตราย

ชุดแต่งกายป้องกันอันตราย นอกจากจะหมายถึง เสื้อผ้า (Protective Clothing) ยังรวมถึงเครื่องแต่งกายที่สวมเพื่อป้องกันอวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกายด้วย จึงมักเรียกว่าชุดแต่งกายป้องกันอันตราย (Protective Ensemble) ซึ่งประกอบด้วยเสื้อผ้าแบบต่างๆ ที่สวมป้องกันร่างกายส่วนบนและล่าง โดยจะมีการออกแบบเพื่อให้ทำหน้าที่ป้องกันอันตรายในสภาวะหนึ่งสภาวะใดโดยเฉพาะ หมวกนิรภัย กระบังหน้า แวนป้องกันตา ถุงมือ รองเท้า อุปกรณ์อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ช่วยหายใจ ที่ครอบจมูก หู เป็นต้น รูปแบบของเครื่องแต่งกายที่ทำหน้าที่ป้องกันอันตรายจะมีลักษณะเฉพาะที่จะใช้ในสภาวะใดสภาวะหนึ่งเท่านั้น ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. ชุดป้องกันไฟ

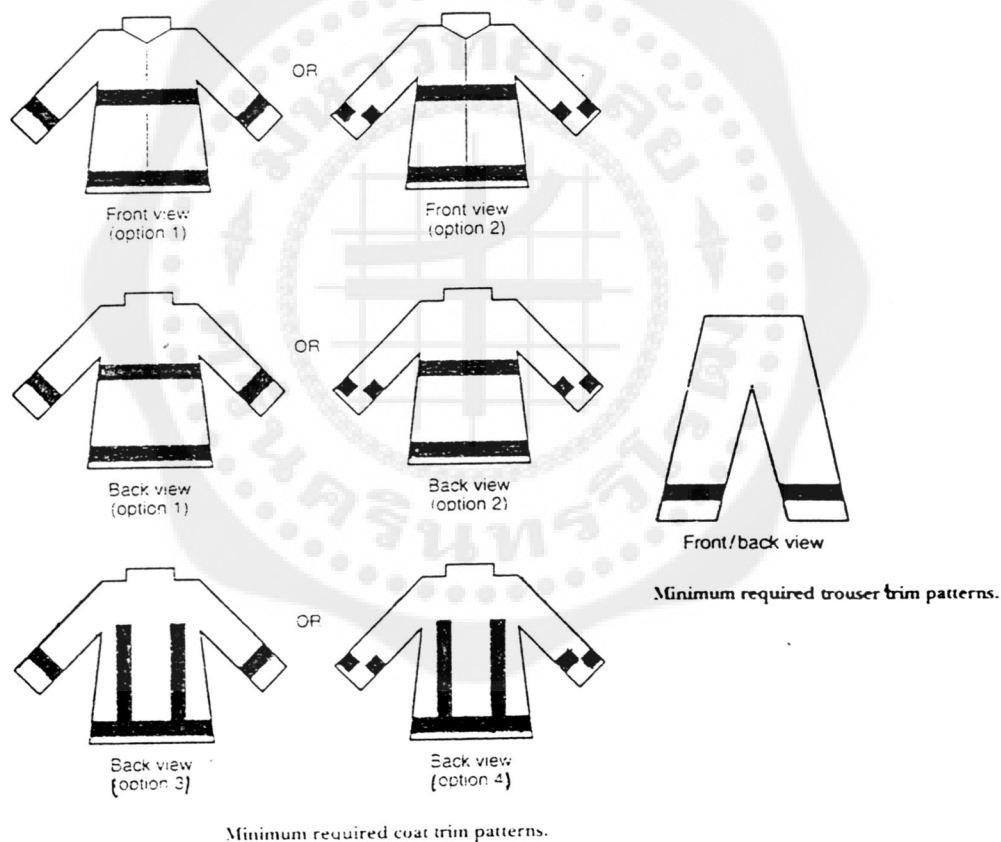
ชุดป้องกันไฟที่ใช้สำหรับพนักงานดับเพลิง ตามข้อกำหนดของ National Fire Protection Association, Inc. U.S.A. (National Fire Protection Association. 1998 : NFPA 1971 : 1-85) จะประกอบไปด้วย

1.1 เสื้อคลุมป้องกัน (Protective coats) หมายถึง เครื่องป้องกันที่ทำจากผ้าโดยออกแบบเพื่อให้การป้องกันขั้นต่ำสุด (minimum protection) กับส่วนลำตัวและแขนโดยไม่รวมศีรษะและมือทำจากผ้าทนไฟซึ่งมีข้อกำหนดว่าเป็นชนิดหนาไม่น้อยกว่า 3 ชั้น ชนิดที่ใช้ดับเพลิงผ้าชั้นนอกเป็นผ้า Nomex ส่วนที่ต้องเข้าไปใกล้หรือลุยเข้าไปในเพลิงชั้นนอกต้องเป็นผ้าที่กันไฟและสะท้อนความร้อน เช่น Aluminized PBI/Kevlar

บทที่ 12 ชุดแต่งกายป้องกันอันตรายจากไฟและสารเคมี

1.2 กางเกงป้องกัน (Protective trousers) หมายถึง เครื่องป้องกันที่ทำจากผ้าที่ออกแบบเพื่อป้องกันอันตรายขั้นต่ำสุดต่อร่างกายส่วนล่างและขาโดยไม่รวมการป้องกันบริเวณข้อเท้าและเท้า

เสื้อคลุมและกางเกงป้องกัน จะทำด้วยผ้าที่มีสมบัติอย่างเดียวกัน ในการป้องกันการถูกไหม้ ความร้อน ความเปียกชื้น สำหรับผู้ที่ต้องทำงานในเขตอากาศหนาว จะต้องมีชั้นที่ทำหน้าที่เป็นฉนวนความร้อนอยู่ข้างในด้วย เสื้อและกางเกงจะมีแถบสีติดไว้ที่ผ้าชั้นนอก (Trim) ตรงตำแหน่งที่กำหนดไว้ตามมาตรฐาน ดังภาพประกอบที่ 12-1



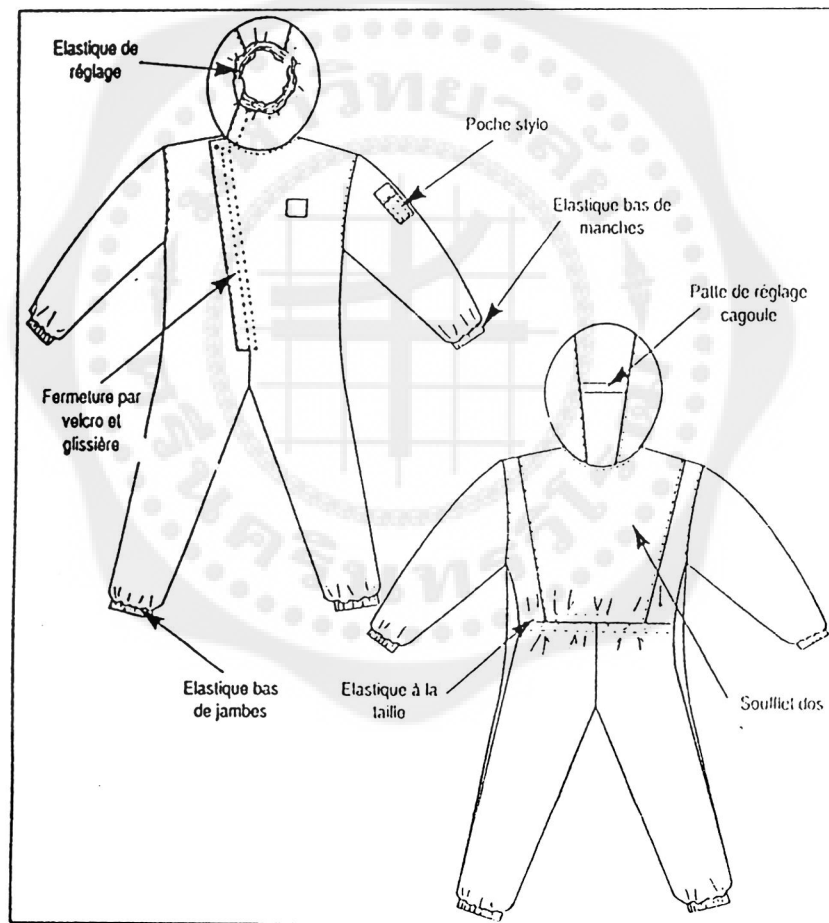
ภาพประกอบที่ 12-1 ลักษณะเสื้อและกางเกงชุดป้องกันไฟที่ต้องติดแถบสีในตำแหน่งที่กำหนด

ที่มา : National Fire Protection Association. (1998). NFPA Standard on “Protective Ensemble for Structural Fire Fighting” 1997 Edition. 23.

บทที่ 12 ชุดแต่งกายป้องกันอันตรายจากไฟและสารเคมี

แถบสีที่ติดที่เสื้อกางเกงจะต้องเป็นสีที่มีคุณสมบัติสะท้อนแสงให้เห็นได้ชัดเจนในเวลากลางคืน (Retroreflective material) และสะท้อนแสงให้เห็นได้ชัดในเวลากลางวัน (Fluorescent material)

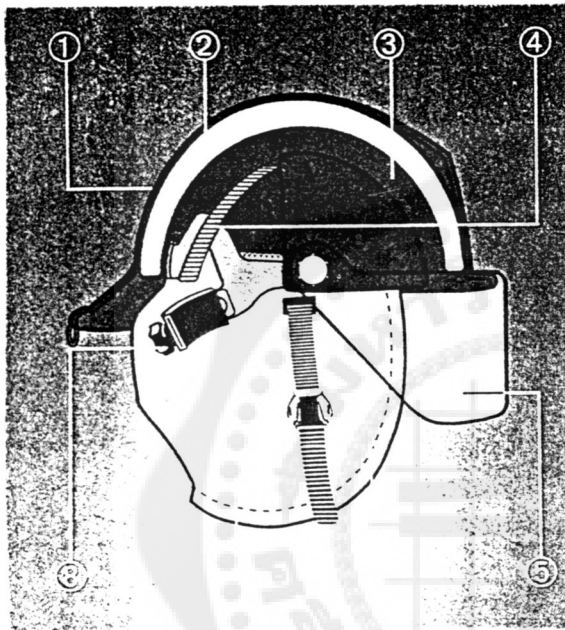
1.3 ชุดเสื้อ-กางเกงติดกันหรือชุดหมี (Coveralls) หมายถึง เสื้อผ้าตัวเดียวที่ทำหน้าที่ป้องกันในระดับต่ำสุดให้กับส่วนบนและส่วนล่างของลำตัว ขกเว้นศีรษะ มือ และเท้า ซึ่งเสื้อชนิดนี้อาจมีส่วนหมวกผ้าป้องกันศีรษะ (hood) ติดอยู่กับคอเสื้อ เพื่อเพิ่มการป้องกันรวมถึงส่วนศีรษะด้วย ดังภาพประกอบที่ 12-2



ภาพประกอบที่ 12-2 ชุดเสื้อกางเกงติดกันหรือชุดหมี (Coverall)

ที่มา : Paul Boy'e. (n.d.) **Technical Bulletin**. Paris

1.4 หมวกนิรภัย (Helmets) หมายถึง เครื่องป้องกันที่ได้รับการออกแบบที่ให้การป้องกันอันตรายในระดับสูงสุดที่ส่วนศีรษะ ด้านหน้าตัวหมวกจะมีส่วนกระบังหน้าที่เป็นกระจกใส (Faceshield) หรือแว่นป้องกันตา (Goggles) เพื่อป้องกันตาและส่วนใบหน้าด้านหลังจะมีผ้าทนไฟ เพื่อป้องกันบริเวณต้นคอ ตัวหมวกจะทำจากวัสดุที่ทนทานการกระแทก ทนไฟ ดังภาพประกอบที่ 12-3 ซึ่งแสดงส่วนประกอบของหมวกคือ



1. โครงสร้างหมวกชั้นนอก ทำด้วยไฟเบอร์กลาสหรือพลาสติกแข็ง
2. แผ่นโฟมรองรับแรงกระแทก
3. แผ่นรองในหมวก
4. แผ่นรองรับศีรษะ
5. กระจกป้องกันตา ใบหน้า
6. สายรัดคางปรับระดับได้
7. ผ้า Nomex ปิดบริเวณต้นคอ
8. ปุ่มปรับระดับความกว้างแผ่นรองรับ

ภาพประกอบที่ 12-3 หมวกนิรภัย (Helmet)

ที่มา : Fire and Rescue International Co.,LTD. (n.d.). **Fire and Chemical Suit**
Technical Bulletin. U.S.A.

1.5 หมวกผ้าป้องกันศีรษะ (Hoods) เป็นเครื่องแต่งกายที่ใช้ติดกับผิวหนังส่วนศีรษะ เพื่อช่วยในการป้องกันร่วมกับหมวกนิรภัย เสื้อป้องกันและอุปกรณ์ช่วยการหายใจ (Self Contained Breathing Apparatus SCBA) จะเป็นถุงผ้าที่ทำจาก Nomex หรือผ้าที่ทนไฟชนิดอื่น ดังภาพประกอบที่ 12-4

1.6 ถุงมือ (Gloves) เป็นสิ่งป้องกันหนึ่งของชุดป้องกันไฟที่ได้รับการออกแบบเพื่อให้การป้องกันในระดับสูงสุดต่อนิ้วมือ นิ้วหัวแม่มือ มือ และข้อมือ ดังภาพประกอบที่ 12-4 ถุงมือจะประกอบด้วยส่วนตัวถุงที่หุ้มมือ (Glove body) ซึ่งเป็นส่วนที่หุ้มจากปลายนิ้วมือ ถึงบริเวณกระดูกข้อมือ (wrist crease) ส่วนขอบถุงมือที่หุ้มข้อมือ (Glove wristlet) ที่ต่อจากตัวถุงมือจะเป็นส่วนที่ถักทอเพื่อทำให้รัดกระชับข้อมือ ถุงมือจะมีผ้าชั้นนอกและชั้นรองใน

บทที่ 12 ชุดแต่งกายป้องกันอันตรายจากไฟและสารเคมี



Hoods

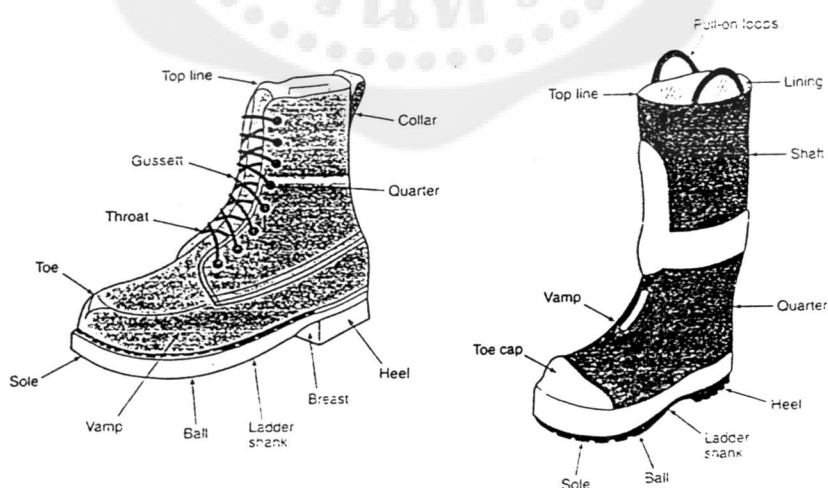


Gloves

ภาพประกอบที่ 12-4 หมวกผ้าป้องกันศีรษะและถุงมือ

ที่มา : Fire and Rescue International Co.,Ltd. (n.d.). **Fire and Chemical Suit. Technical Bulletin. U.S.A.**

1.7 รองเท้า (Footwear) เป็นสิ่งป้องกันที่ได้รับการออกแบบให้สามารถให้การป้องกันในระดับต่ำสุดต่อเท้า ข้อเท้า และขาส่วนล่าง ลักษณะของรองเท้าที่ใช้ผจญเพลิงดังภาพประกอบที่ 12-5 จะทำด้วยวัสดุที่ทนต่อความร้อน ทนการกระแทกสามารถทำงานได้สะดวก และปลอดภัย ผิวชั้นนอกจะเป็นยางสังเคราะห์กันสารเคมี ความร้อน น้ำมัน ไม่ติดไฟ บริเวณส่วนบนที่หุ้มขามีแผ่นยางกันกระแทก ชั้นกลางเป็นแผ่นฉนวนกันความร้อน ชั้นในจะเป็น Kevlar หรือผ้าสักหลาดหัวรองเท้าเสริมแผ่นเหล็ก พื้นรองเท้าเสริมเหล็ก



ภาพประกอบที่ 12-5 ลักษณะรองเท้าที่ใช้สวมผจญเพลิง

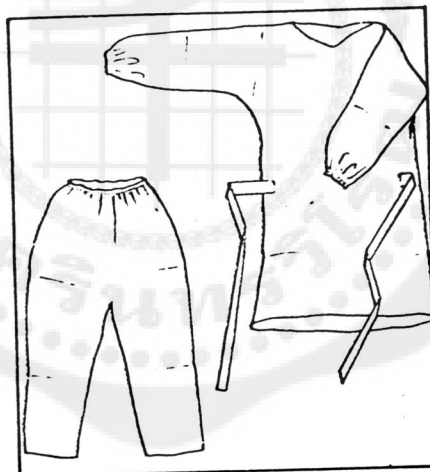
ที่มา : National Fire Protection Association Inc. (1998). **NFPA 1971 Standard on Protective Ensemble for Structural Fire Fighting** : 1998 ed. P8.

2. ชุดป้องกันสารเคมีที่ใช้ในการเกษตร

ในการผสมการถ่ายเทสารเคมีและการใช้สารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืช เกษตรกรจำเป็นต้องสวมเสื้อผ้าและใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายอันเกิดจากการได้รับสารเข้าไปในร่างกาย กลุ่มสมาคมผู้ผลิตสารเคมีกำจัดศัตรูพืชสากล (International Group of National Associations of Manufacturers of Agrochemical Products GIFAP) ได้ให้คำแนะนำเรื่องวัสดุ การออกแบบ และเสื้อผ้าป้องกันอันตรายแก่ผู้ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในคู่มือแนะนำการป้องกันอันตรายขณะใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในภูมิอากาศร้อนโดยแนะนำว่าชุดเสื้อกางเกงติดกันหรือชุดหมี (Coverall) จะใช้ได้ดีมาก ถ้าทำจากผ้าจะสวมใส่ได้สบาย ควรเลือกผ้าชนิดเนื้อหนาจะทำให้ทนทานหรืออาจใช้เสื้อผ้าที่ทำจากผ้าไม่ทอเส้นใยโพลีเอทิลีนทำเป็นกางเกงและเสื้อตามภาพประกอบที่ 12-6



“ชุดหมี” ใช้ป้องกันได้ดี

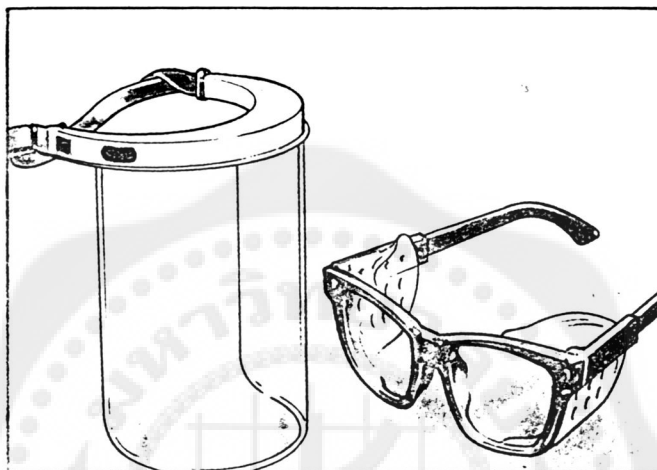


เครื่องแต่งกายชนิด 2 ชิ้น ช่วยป้องกันได้ดียิ่งขึ้น



ภาพประกอบที่ 12-6 ชุดหมีและเครื่องแต่งกาย 2 ชิ้น ใช้ป้องกันสารเคมีการเกษตร
ที่มา : บริษัทชิบา-ไกกิ (ประเทศไทย) จำกัด. (ม.ป.ป.) คู่มือแนะนำการป้องกันอันตราย
ขณะใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในภูมิอากาศร้อน. หน้า 28-29.

เครื่องแต่งกายอื่นๆ ที่จำเป็น คือ กระบังแผ่นใสหรือแว่นป้องกันดวงตาและใบหน้า ดังภาพประกอบที่ 12-7 รองเท้าหุ้มข้อ ถุงมือพลาสติกผสมยางที่ป้องกันสารเคมี ผ้ากันเปื้อนที่ทำด้วยพลาสติกยางหรือโพลีเอทรีลีน ควรใช้เฉพาะขณะผสมหรือถ่ายเทสารเคมีไม่ควรใช้เพื่อการฉีดพ่น



ภาพประกอบที่ 12-7 อุปกรณ์ป้องกันดวงตาและใบหน้าในขณะใช้สารเคมีการเกษตร
ที่มา : บริษัทชิบา-ไกกิ (ประเทศไทย) จำกัด. (ม.ป.ป.). คู่มือแนะนำการป้องกันอันตราย
ขณะใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในภูมิอากาศร้อน. หน้า 24

3. ชุดป้องกันสำหรับการกักกันจากสารเคมี

ชุดป้องกันภัยจากสารเคมีจะต้องถูกออกแบบตามมาตรฐานให้มีคุณสมบัติที่จะป้องกันอันตรายจากสารเคมีประเภทสารเหลวหรือสารระเหยได้ เสื้อผ้าป้องกันสารเคมีจะมีสมบัติป้องกันการลุกไหม้ได้ด้วย ตัวอย่างชุดป้องกันสารเคมีที่ใช้สวมในงานกักกันจากสารเคมีประเภทสารเหลวจะคลุมบางส่วน และถ้าเป็นชนิดที่ใช้เพื่อป้องกันสารเคมีประเภทสารระเหยจะต้องคลุมทั้งตัว พร้อมทั้งต้องมีอุปกรณ์เครื่องช่วยหายใจด้วย

ชุดป้องกันสารเคมีที่ใช้ในการสงครามจะต้องมีประสิทธิภาพสูง จะประกอบด้วยเสื้อชุดป้องกันพร้อมหมวก ผ้าป้องกันศีรษะ(hood) ถุงมือ รองเท้า และหน้ากากป้องกันสารเคมี ดังภาพประกอบที่ 12-8 ข้อจำกัดของการสวมเสื้อผ้าชุดป้องกันคือความร้อนและความรู้สึกรู้สึกรอไม่คล่องตัวขณะปฏิบัติงาน



Serviceman in full current IPE with rifle.

a. ชุดป้องกันสารเคมีและป้องกันไฟ

b. ชุดป้องกันสารเคมีในสงคราม

ภาพประกอบที่ 12-8 ชุดป้องกันสารเคมีและป้องกันไฟ

ที่มา : a. Fire and Rescue International Co.,LTD. (n.d.). **Fire and Chemical Suit.**

Technical Bulletin. U.S.A.

b. Hill, S.T. (1989). **Non-woven based tabrics in NBC protection**

equipment. Stering Publication. Ltd. Reprinted from Defence

International. P2.

ลักษณะสำคัญของเสื้อผ้าป้องกันอันตราย นอกจากจะต้องทำจากวัสดุที่มีสมรรถนะสูงในการป้องกันคือทนทานต่อสภาวะต่างๆ ได้ รูปแบบของเสื้อผ้าจะต้องป้องกันอวัยวะทุกส่วนได้อย่างมิดชิดปลอดภัย และต้องให้ความรู้สึกคล่องตัวในขณะที่ปฏิบัติงานโดยไม่ควรมีน้ำหนักมากเกินไป ต้องระบายความชื้นได้เพราะทำให้ไม่รู้สึกอึดอัด ไม่ทำให้รู้สึกร้อนจนทนไม่ได้ ควรเป็นชุดที่สวมใส่ได้ง่าย มีเครื่องเกาะเกี่ยว (Fasteners) ที่ติดได้ง่ายและติดแน่นไม่หลุดง่าย

และที่สำคัญจะต้องผลิตตามมาตรฐานที่กำหนดขึ้นเพื่อชุดป้องกันแต่ละประเภท ข้อกำหนดต่างๆในมาตรฐานทั้งผู้ผลิตและผู้ใช้นั้นควรถวายเพื่อการใช้เสื้อผ้าป้องกันอย่างมีประสิทธิภาพ

4. ชุดป้องกันอันตรายจากไฟและข้อกำหนดตามมาตรฐาน

เสื้อผ้าป้องกันไฟ (Fire Protective Clothings) และเครื่องป้องกันร่างกายส่วนอื่นๆ เช่น รองเท้า ถุงมือ แวนป้องกันดวงตา กระบังหน้า เป็นตัวอย่างของชุดป้องกันอันตรายให้กับผู้ที่ต้องปฏิบัติงานในการกู้ภัยอันเกิดจากเพลิงไหม้ ผู้ผลิตเสื้อผ้าเครื่องแต่งกายจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของมาตรฐานอย่างเคร่งครัดและต้องได้รับการรับรองคุณภาพตามมาตรฐานจากหน่วยงานที่มีอำนาจหน้าที่ในการให้การรับรอง แต่ละมาตรฐานจะเป็นข้อกำหนดเฉพาะเสื้อผ้าเครื่องแต่งกายที่ใช้งานในแต่ละสถานะ เช่น มาตรฐานสำหรับชุดป้องกันอันตรายเพื่อการผจญเพลิงในอาคาร (NFPA1971 Standard on Protective Ensemble for Structural Fire Fighting) มาตรฐานสำหรับชุดป้องกันอันตรายการผจญเพลิงในที่กว้าง เช่น ไฟป่า ทุ่งหญ้า หรือในที่อื่นๆ ที่ไม่ใช่ในอาคาร (NFPA1971 Standard on Protective Clothing and Equipment for Wildland Fire Fighting) ตัวอย่างที่จะให้ศึกษาต่อไปนี้เป็นข้อกำหนดต่างๆ ในมาตรฐานสำหรับชุดป้องกันอันตรายสำหรับการผจญเพลิงในอาคาร เพื่อให้ทราบขอบเขตของมาตรฐานนี้และเป็นแนวทางให้ไปศึกษาต่อในมาตรฐานเสื้อผ้าป้องกันอันตรายประเภทอื่นๆ ต่อไป

มาตรฐานเรื่องชุดแต่งกายป้องกันอันตรายสำหรับการผจญเพลิงในอาคาร (National Fire Protection Association. 1998 : NFPA 1971 : 1-85)

ในมาตรฐานนี้จะมีข้อกำหนดต่างๆ สำหรับการผลิตชุดแต่งกายป้องกันอันตรายขณะปฏิบัติการผจญเพลิงในอาคารซึ่งจะยกตัวอย่างข้อกำหนดที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. การบริหารมาตรฐาน (Administrations) ประกอบด้วยหัวข้อต่างๆ คือ

1.1 ขอบเขต (Scope) ในมาตรฐานนี้จะระบุขอบเขตข้อกำหนดต่างๆ ของการบริหารมาตรฐาน การให้การรับรองผลิตภัณฑ์ การติดป้ายและข้อมูลสำหรับผู้ใช้ รูปแบบ สมรรถนะ และการทดสอบ

1.2 จุดประสงค์ (Purpose) ข้อกำหนดต่างๆ ตามมาตรฐานนี้จะเป็นข้อกำหนดที่ทำให้เกิดผลในระดับต่ำ (Minimum requirement) ในเรื่องการกำหนดรูปแบบ การผลิต การประเมินสมรรถนะ การทดสอบและการรับรองคุณภาพตามมาตรฐาน

1.3 คำจำกัดความ (Definition) เป็นการให้ความหมายหรือจำกัดความของคำศัพท์เฉพาะที่สำคัญเกี่ยวกับเสื้อผ้า เครื่องแต่งกาย และอุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้เพื่อป้องกันร่างกายขณะปฏิบัติงานผจญเพลิงในตัวอาคาร

2. การให้การรับรอง (Certification) เป็นข้อกำหนดเกี่ยวกับการที่องค์กร National Fire Protection Association, Inc., U.S.A. จะให้การรับรองผลิตภัณฑ์จะต้องมีการดำเนินการตามข้อกำหนดอะไรบ้าง

3. การติดฉลากและข้อมูล (Labeling and Information) เป็นข้อกำหนดให้ปฏิบัติในเรื่องการทำฉลากที่ติดผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทโดยให้ระบุเป็นภาษาอังกฤษ จะเป็นสัญลักษณ์หรือรูปภาพที่เสริมความเข้าใจในข้อความที่ระบุ เช่น ข้อความสำคัญที่ต้องมีในฉลากผลิตภัณฑ์เสื้อผ้าที่ใช้สวมผจญเพลิงในอาคาร ต้องพิมพ์ด้วยตัวอักษรที่มีขนาดความสูงอย่างน้อย 2.5 มิลลิเมตร (.10 นิ้ว) “ THIS GARMENT MEETS THE GARMENT REQUIREMENTS OF NFPA 1971 STANDARD ON PROTECTIVE ENSEMBLE FOR STRUCTURAL FIRE FIGHTING , 1997 EDITION ”

3.1 ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ (Product label information)
มีข้อมูลต่อไปนี้ระบุในฉลากด้วยตัวอักษรที่สูงอย่างน้อย 1.6 มม. (0.063 นิ้ว)

1. ชื่อผู้ผลิตหรือข้อบ่งชี้เกี่ยวกับผู้ผลิต
2. ที่อยู่ของแหล่งผลิต
3. ประเทศที่ผลิต
4. หมายเลขลำดับที่ของการผลิต (Serial number or Lot number)
5. เดือน ปีที่ผลิต ไม่ใช้รหัส
6. แบบ รุ่น
7. ขนาด
8. วัสดุที่ใช้ทำเสื้อผ้าหรือผลิตภัณฑ์
9. ข้อระมัดระวังในการทำความสะดวก

3.2 ข้อมูลต่อผู้ใช้ (Use information)

ผู้ผลิตต้องให้ข้อมูลต่อผู้ใช้โดยติดข้อความที่เป็นข้อมูลต่างๆต่อไปนี้ที่ผลิตภัณฑ์หรือบรรจุภัณฑ์

3.2.1 ข้อมูลก่อนใช้ (Pre-use information) เป็นข้อมูลที่ระบุเรื่องต่างๆ ดังนี้

1. ความปลอดภัย
2. ขอบเขตของการใช้งานผลิตภัณฑ์

บทที่ 12 ชุดแต่งกายป้องกันอันตรายจากไฟและสารเคมี

3. ข้อเสนอแนะเรื่องเครื่องหมายและข้อจำกัด
4. ข้อความที่ระบุว่า การทดสอบคุณสมบัติด้านสมรรถนะของเสื้อผ้า ไม่ให้ทำโดยผู้ใช้ในภาคสนาม
5. การรับประกันคุณภาพผลิตภัณฑ์

3.2.2 ข้อมูลเตรียมใช้งาน (Preparation for use) เป็นข้อมูลในเรื่องขนาด การปรับขนาด การเก็บผลิตภัณฑ์

3.2.3 ข้อมูลการตรวจสอบสภาพ (Inspection) ให้ข้อมูลความถี่ของการตรวจสอบสภาพและรายละเอียดในการตรวจ

3.2.4 ข้อมูลการสวม-การถอดเสื้อผ้า (Don/doff) เป็นข้อมูลเกี่ยวกับ

1. วิธีการสวม ถอดเสื้อผ้า
2. ขนาดและวิธีปรับขนาด
3. ข้อมูลของชั้นวัสดุที่สัมผัสกับผิวหนัง

3.2.5 ข้อมูลการใช้ (Use)

แสดงข้อมูลการใช้ที่เป็นไปตามข้อกำหนดที่ระบุในมาตรฐาน NFPA 1500 Standard on Fire Department Occupational Safety and Health Program และ Title 29 Code of Federal Regulation, Part 1910.132.

3.2.6 ข้อมูลการดูแลสภาพและการทำความสะอาด (Maintenance and Cleaning) แสดงข้อมูลในเรื่องต่างๆ ดังนี้

1. วิธีทำความสะอาด
2. ข้อเสนอแนะไม่ให้ใช้เสื้อผ้าที่ไม่ผ่านการทำความสะอาด
3. รายละเอียดในการตรวจ ดูแลสภาพ
4. วิธีซ่อมที่ทำได้
5. การกำจัดรอยเปื้อนทางเคมี ชีวภาพ

3.2.7 ข้อมูลการหมดสภาพ การจำหน่าย (Retirement and Disposal) เป็นข้อมูลเกี่ยวกับเกณฑ์การพิจารณาการหมดสภาพและการจำหน่ายผลิตภัณฑ์

การปฏิบัติในเรื่องการให้ข้อมูลดังกล่าวทุกข้อจะต้องปฏิบัติกับผลิตภัณฑ์อื่นๆ คือ หมวกนิรภัย ถุงมือ รองเท้า ถุงครอบศีรษะ (Hood) เช่นเดียวกัน

4. ข้อกำหนดเรื่องแบบ (Design Requirements)

ชุดป้องกันอันตรายสำหรับการผจญเพลิงซึ่งประกอบด้วยเสื้อผ้า หมวกนิรภัย ถุงมือ รองเท้า เครื่องแต่งกายแต่ละชนิดต้องได้รับการออกแบบตามข้อกำหนดในมาตรฐาน ซึ่งจะยกตัวอย่างประเด็นที่สำคัญดังต่อไปนี้

4.1 เสื้อผ้า (Garment)

วัสดุที่ใช้ทำเสื้อผ้าป้องกันไฟตามมาตรฐานจะต้องประกอบด้วยผ้าชั้นนอก (Outer Shell) ที่ป้องกันการติดไฟ ชั้นที่ป้องกันความชื้น (Moisture barrier) และชั้นป้องกันความร้อน (Thermal barrier) การทำเป็นเสื้อผ้าด้วยวัสดุดังกล่าวจะใช้วัสดุทั้งสามชั้นทำเป็นเสื้อผ้าตัวเดียว หรือทำเป็นเสื้อหลายตัวเพื่อสวมซ้อนกันได้ โดยจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของมาตรฐาน NFPA1975 Standard on Station/Work Uniform for Fire Fighting เมื่อผลิตเป็นเสื้อผ้าจะต้องออกแบบให้มีวิธีการทำให้ผ้าชั้นที่ป้องกันความชื้นและชั้นที่ป้องกันความร้อนเสริมความปลอดภัยให้กับผ้าชั้นนอก ตามข้อกำหนดให้ผ้าป้องกันความชื้นและป้องกันความร้อนมีอยู่ถึงบริเวณตะเข็บคอของเสื้อคลุม (Coat) และถึงตะเข็บที่เอวกางเกง (Trousers) ให้ยาวไปถึงส่วนล่างของเสื้อถึงระยะที่สั้นกว่าชายผ้าชั้นนอก 7.62 ซม. (3.0 นิ้ว) ที่แขนเสื้อให้ยาวไปถึงระยะที่สั้นกว่าปลายแขนเสื้อชั้นนอก 2.54 ซม. (1.0 นิ้ว) ตามมาตรฐานยอมให้หัดตัวได้มากที่สุด 5.08 ซม. (2.0 นิ้ว) จากปลายแขนเสื้อตัวนอก สำหรับกางเกงกำหนดให้ผ้าป้องกันความชื้น ผ้าป้องกันความร้อนมีไปถึงระยะที่สั้นจากชายกางเกงชั้นนอก 7.62 ซม. (3.0 นิ้ว) และยอมให้หัดตัวได้มากที่สุด 10.2 ซม. (4.0 นิ้ว)

ระบบที่ใช้เครื่องเกาะเกี่ยวเพื่อปิดช่องเปิดของเสื้อผ้าเพื่อสวมใส่แล้ว ต้องมีคุณสมบัติตามข้อกำหนด ทั้งนี้เพื่อให้มีสมบัติป้องกันความเปื่อยฉีก ความร้อน เครื่องเกาะเกี่ยวอาจใช้เป็นตะขอเกี่ยว (Hook) หรือซิป (Zipper) กระดุม (Snap) เทปขนหรือดินตุ๊กแก (Pile tape)

ที่ตัวเสื้อคลุม กางเกงจะต้องมีการตกแต่งด้วยแถบที่สะท้อนแสง (Fluorescent and retroreflective trim) โดยกำหนดขนาดความกว้างของแถบต้องไม่น้อยกว่า 5.08 ซม. (2.0 นิ้ว) ติดตรงตำแหน่งที่ระบุตามข้อกำหนด

เสื้อคลุม (Coats) ต้องมีรูปแบบที่ให้การป้องกันลำตัวส่วนบน ลำคอ แขน และข้อมือ แต่ไม่รวมถึงการป้องกันส่วนมือและศีรษะ ที่แขนเสื้อแต่ละข้างจะต้องมีส่วนป้องกันข้อมือ (Protective wristlet) ซึ่งเป็นส่วนที่ยื่นจากปลายแขนเสื้อทำจากผ้าถักนิรภัยปิดปลายแขน ที่ตัวเสื้อคลุมหากมีส่วนประกอบที่ไม่ใช่ผ้าจะต้องไม่แทงทะลุผ่านผ้าชั้นนอก ชั้นที่ป้องกันความชื้นและชั้นที่ป้องกันความร้อนเข้าไปถูกร่างกาย

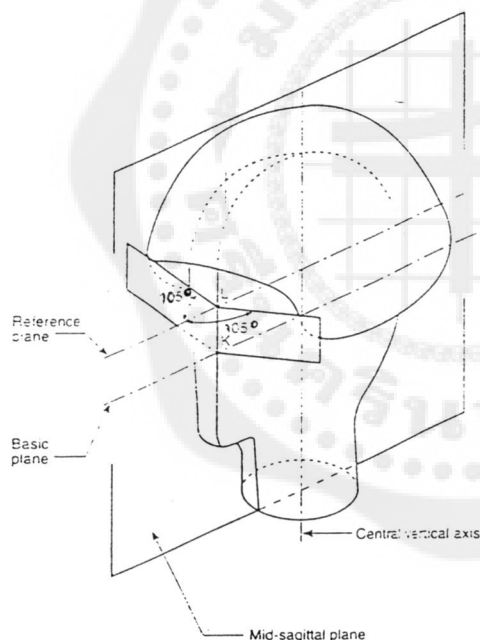
กางเกงขายาว (Trousers) ต้องมีรูปแบบให้การป้องกันลำตัวส่วนล่างจนถึงขา โดยไม่รวมข้อเท้าและเท้า

ชุดเสื้อกางเกงติดกัน (Protective coveralls) ข้อกำหนดรูปแบบให้เหมือนกับข้อกำหนดเรื่องเสื้อคลุมและกางเกงขายาว

4.2 หมวกนิรภัย (Helmet)

หมวกนิรภัยสำหรับการผจญเพลิงในตัวอาคารจะต้องประกอบด้วยส่วนวัสดุชั้นนอก ระบบรับและกระจายแรงกระแทก ระบบให้ความมั่นคงเมื่อสวมใส่ แถบติดสะท้อนแสง อุปกรณ์ปิดหู กระบังหน้า (Face shield) แว่นป้องกัน (Goggles)

กระบังหน้าที่ติดอยู่กับตัวหมวกนิรภัยจะต้องเป็นวัสดุโปร่งใสและมีพื้นที่ปิดส่วนบนของใบหน้าผู้สวมใส่ซึ่งต้องทำให้มองเห็นด้านข้างทั้งสองข้างได้อย่างน้อย 105° โดยวัดจากระนาบกลางศีรษะตามภาพประกอบที่จะต้องมีการมีแถบสายรัดคาง (Chin strap) ซึ่งมีความกว้างของแถบอย่างต่ำสุด 1.9 ซม. (0.75 นิ้ว) แถบนี้จะทำให้ตัวหมวกสวมอยู่กับศีรษะอย่างมั่นคง จะมีแถบสีสะท้อนแสงติดอยู่กับตัวหมวกด้านนอก มีพื้นที่อย่างน้อย 26 ตร.ซม. (4 ตร.นิ้ว) และมองเห็นได้ในระยะ 2.44 เมตร (8.00 ฟุต)



ภาพประกอบที่ 12-9 กระบังหน้าของหมวกนิรภัยและมุมของการมองเห็นได้เมื่อสวมหมวก

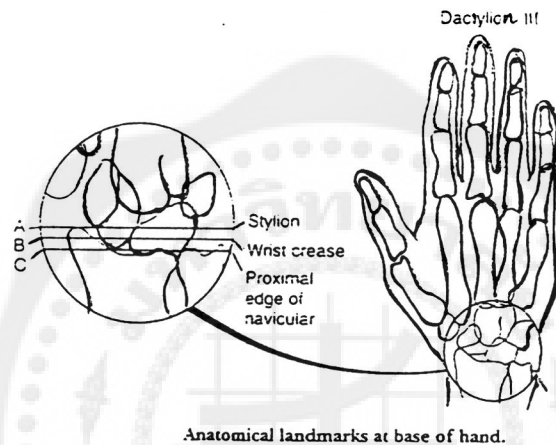
ที่มา : National Fire Protection Association Inc. (1998). **NFPA 1971 Standard on Protective Ensemble for Structural Fire Fighting** : 1998 ed. P23.

บทที่ 12 ชุดแต่งกายป้องกันอันตรายจากไฟและสารเคมี

4.3 ถุงมือป้องกัน (Protective gloves)

รูปแบบของถุงมือตามข้อกำหนดจะต้องป้องกันอันตรายให้กับมือ โดยส่วนของตัวถุงมือจะหุ้มตั้งแต่ปลายนิ้วมือถึงบริเวณที่ถัดจากกระดูกข้อมือ (Wrist crease) 2.5 ซม. (1 นิ้ว) ตามภาพประกอบที่ 12-10

ส่วนของถุงมือ (Glove wristlet or Gauntlet) จะยื่นจากตัวถุงเป็นวัสดุกันความร้อนซึ่งวัดจากกระดูกข้อมือขึ้นมาที่บริเวณแขน 5.08 ซม. (2 นิ้ว)



ภาพประกอบที่ 12-10 ตำแหน่งของกระดูกข้อมือ (Wrist crease)

ที่มา : National Fire Protection Association Inc. (1998). NFPA 1971 Standard on Protective Ensemble for Structural Fire Fighting : 1998 ed. P24.

4.4 รองเท้า (Foot wear)

ตามข้อกำหนดให้รองเท้ามีความสูงอย่างน้อย 20.32 ซม. (8 นิ้ว) โดยวัดจากตรงกลางของพื้นรองเท้าด้านข้างในรองเท้า ส่วนสันรองเท้าต้องมีความสูงไม่น้อยกว่า 1.27 ซม. (0.5 นิ้ว) หรือไม่มากกว่า 2.54 ซม. (1 นิ้ว) มีวัสดุป้องกันการทิ่มแทงที่พื้นรองเท้าด้านในส่วนที่เป็นโลหะป้องกันด้านนอกต้องไม่แทงผ่านเข้าไปข้างใน

4.5 หมวกป้องกันศีรษะ (Protective hood)

เป็นเครื่องป้องกันที่สวมสัมผัสกับผิวหนัง รูปแบบที่เป็นไปตามข้อกำหนดคือเพื่อป้องกันส่วนศีรษะ ใบหน้า และลำคอตรงบริเวณที่ไม่ได้รับการป้องกันจากหมวกนิรภัยหรือเครื่องช่วยหายใจ (Self Contained Breathing Apparatus SCBA) หมวกป้องกันศีรษะ จะต้องมีส่วนเปิดด้านหน้า พื้นที่ของหมวกที่จะให้การป้องกันโดยต้องวัดจากรูปศีรษะมาตรฐานและข้อกำหนดระยะที่จะให้การป้องกันศีรษะด้านข้าง ด้านหน้าและด้านหลัง

5. ข้อกำหนดเรื่องสมรรถนะของผลิตภัณฑ์ (Performance requirements)

ชุดแต่งกายเพื่อป้องกันอันตรายสำหรับใช้ในการผจญเพลิงในตัวอาคารซึ่งประกอบด้วยเสื้อผ้า หมวกนิรภัย รองเท้า ถุงมือ ถุงป้องกันสปีรเม้นนั้น แต่ละชนิดที่ผลิตแล้วจะต้องผ่านการทดสอบสมรรถนะของผลิตภัณฑ์ตามวิธีการทดสอบที่ระบุไว้ในมาตรฐาน ในที่นี้จะยกตัวอย่างเฉพาะข้อกำหนดเรื่องสมรรถนะของเสื้อผ้าในบางเรื่องดังนี้

5.1 สมรรถนะในการป้องกันความร้อน (Thermal Protective Performance TPP)

สมรรถนะของฉนวนความร้อนของวัสดุที่ใช้ทำเสื้อผ้าทั้ง 3 ชั้น จะต้องได้รับการทดสอบโดยวิธีทดสอบ Thermal Protective Performance (TPP) Test โดยเมื่อทดสอบแล้ววัสดุที่ใช้ทำเสื้อผ้าจะต้องมีค่าสมรรถนะในการป้องกันความร้อนหรือ TPP เฉลี่ยไม่น้อยกว่า 35.0

5.2 การป้องกันการซึมผ่านของของเหลว (Liquid Penetration Resistance)

วัสดุที่ใช้ทำเสื้อผ้าป้องกันอันตรายจากไฟจะต้องผ่านการทดสอบการซึมผ่านของเหลว โดยวิธีทดสอบมาตรฐานเรื่อง Liquid Penetration Test ผลจากการทดสอบต้องแสดงว่าผ้าหรือวัสดุไม่ยอมให้ของเหลวผ่านได้เลยในระยะเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง

5.3 การป้องกันไฟ (Flame Resistance)

วัสดุที่ใช้ทำเสื้อผ้าป้องกันไฟทั้งชั้นนอก ชั้นที่กันน้ำ ชั้นที่กันความร้อน ชั้นที่รองในปก (Collar lining) แอบดกแต่ง ตัวอักษรเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ที่ติดที่ตัวเสื้อผ้า ต้องผ่านการทดสอบตามวิธี Flame Resistance Test One ผลการทดสอบจะต้องมีระยะไหม้เกรียม (Char Length) เฉลี่ยไม่มากกว่า 10.16 เซนติเมตร (4.0 นิ้ว) เวลาหลังการติดไฟ (after flame) เฉลี่ยไม่มากกว่า 2.00 วินาที วัสดุไม่หลอมเหลวหรือหยดเป็นเม็ด

5.4 การต้านการหดตัวเนื่องจากความร้อน (Heat and Thermal Shrinkage Resistance)

ผ้าที่ใช้ทำเสื้อผ้าตามมาตรฐานนี้ทุกชั้น ผ้ารองในปก (Collar lining) ผ้าที่ใช้เป็นแอบสะท้อนแสง เครื่องเกาะเกี่ยว สัญลักษณ์ ตัวอักษร จะต้องผ่านการทดสอบสมรรถนะการต้านการหดตัวเนื่องจากความร้อนตามวิธี Heat and Thermal Shrinkage Resistance Test สมรรถนะตามข้อกำหนดผ้าชั้นนอก ชั้นที่กันน้ำ ชั้นที่กันความร้อน จะต้องหดตัวไม่มากกว่า 10% ทุกด้าน ส่วนที่ใช้ตกแต่งต้องไม่หลอมตัว ไม่ติดไฟ ไม่หลุดออกจากผ้า และส่วนที่ไม่ใช่ผ้าจะต้องไม่ติดไฟ และยังคงทำงานได้ตามหน้าที่ของสิ่งนั้น

5.5 การหลอมตัวของเส้นด้ายที่ใช้เย็บ (Thread Melting)

เส้นด้ายที่ใช้เย็บเสื้อผ้าต้องมีสมบัติต้านไฟ โดยจะต้องผ่านการทดสอบด้วยวิธี Thread Melting Test เส้นด้ายจะต้องไม่หลอมตัวที่อุณหภูมิต่ำกว่า 260°C (500°F)

5.6 ความคงทนต่อแรงฉีก (Tear Resistance)

วัสดุที่ใช้ทำเสื้อผ้าจะต้องผ่านการทดสอบสมรรถนะความคงทนต่อแรงฉีก โดยวิธีทดสอบมาตรฐาน Tear Resistance Test เมื่อผ่านการทดสอบแล้ว ผ้าชั้นนอก ผ้าส่วนที่รองในปกเสื้อจะต้องมีความคงทนต่อแรงฉีกไม่น้อยกว่า 10 กิโลกรัม (22 ปอนด์) ส่วนผ้าชั้นที่กั้นน้ำ ผ้าชั้นที่กั้นความร้อน ผ้าชั้นที่ป้องกันความหนาวเย็น (กรณีที่ต้องมี) เมื่อผ่านการทดสอบแล้วจะต้องมีความคงทนต่อแรงฉีกไม่น้อยกว่า 2.27 กิโลกรัม (5 ปอนด์)

5.7 ความแข็งแรงของตะเข็บ (Seam Breaking Strength)

ตะเข็บประเภทต่างๆ ของเสื้อผ้าจะต้องผ่านการทดสอบความแข็งแรงโดยวิธีทดสอบมาตรฐาน Seam Breaking Strength Test ตะเข็บผ้าทอที่มีสมรรถนะตามมาตรฐานจะต้องมีความแข็งแรงดังนี้

ตะเข็บระดับ Major A จะต้องมีความแข็งแรงเท่ากับหรือมากกว่า 675 นิวตัน (150 ปอนด์)

ตะเข็บระดับ Major B จะต้องมีความแข็งแรงเท่ากับหรือมากกว่า 337.50 นิวตัน (75 ปอนด์)

ตะเข็บ Minor จะต้องมีความแข็งแรงเท่ากับหรือมากกว่า 180 นิวตัน (40 ปอนด์) ส่วนตะเข็บของผ้าถักนิตหรือผ้าทอที่ยึดตัวได้จะต้องมีความแข็งแรงเท่ากับหรือมากกว่า 180 นิวตัน (40 ปอนด์)

5.8 ความต้านทานการซึมผ่านของน้ำ (Water Penetration Resistance)

ผ้าชั้นที่กั้นน้ำหรือความเปียกชื้นจะต้องผ่านการทดสอบโดยวิธีทดสอบมาตรฐาน Water Penetration Resistance Test โดยผ้าจะต้องมีความต้านทานการซึมของน้ำได้อย่างต่ำสุดที่ 1.76 กิโลกรัม/ตร.เซนติเมตร (1 ปอนด์/ตร.นิ้ว) ตะเข็บของชั้นที่กั้นน้ำจะต้องมีความต้านทานไม่น้อยกว่า 0.07 กิโลกรัม/ตร.เซนติเมตร (1 ปอนด์/ตร.นิ้ว)

5.9 ความต้านทานการซึมผ่านของไวรัส (Viral Penetration Resistance)

วัสดุที่ใช้ทำเสื้อผ้าชั้นที่กั้นความเปียกชื้นและตะเข็บของชั้นที่กั้นความเปียกชื้นจะต้องผ่านการทดสอบมาตรฐาน Viral Penetration Resistance Test โดยจะทดสอบว่ามีการผ่านของเชื้อที่อยู่ในเลือดที่สัมผัสกับผ้าหรือไม่ ซึ่งการทดสอบจะนำไปสู่การตรวจว่าไวรัส Phi-x-174 bacteriophage ผ่านผ้าหรือตะเข็บได้ในช่วงเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง หรือไม่ ผลจะต้องแสดงว่าไม่มีไวรัสผ่านได้เลย

5.10 ความต้านทานการดูดซับน้ำ (Water Absorption Resistance)

ผ้าชั้นนอก ผ้ารองในปก (Collar lining) จะต้องผ่านการทดสอบความต้านทาน การดูดซับน้ำ Water Absorption Resistance Test ผลการทดสอบต้องแสดงว่าผ้ามีการดูดซับน้ำไว้ได้ไม่มากกว่า 30%

5.11 ความแข็งแรงของผ้า (Breaking Strength)

ผ้าชั้นนอก ผ้ารองในปก จะต้องผ่านการทดสอบความแข็งแรงหลังจากผ่านการซักตามวิธีที่กำหนดในมาตรฐาน Breaking Strength Test ผ้าที่ผ่านการทดสอบจะต้องมีความแข็งแรงไม่น้อยกว่า 63.6 กิโลกรัม (140 ปอนด์) จึงจะถือว่ามีความสมรรถนะเป็นที่ยอมรับได้ตามมาตรฐาน

นอกจากนี้วัสดุที่เป็นโลหะที่จำเป็นต้องใช้กับเสื้อผ้าจะต้องผ่านการทดสอบเรื่องความต้านทานการกัดกร่อน (Corrosion Resistance Test) ป้ายหรือฉลากที่ติดกับเสื้อผ้าต้องได้รับการทดสอบความคงทนและความชัดเจนของข้อมูลในป้าย (Label Durability and Legibility Test) แถบสะท้อนแสงที่ใช้ติดกับเสื้อผ้าต้องผ่านการทดสอบ Retroreflectivity and Fluorescent Test

ในมาตรฐานจะมีข้อกำหนดเรื่องวิธีการทดสอบ (Test Methods) ซึ่งมีถึง 50 วิธี เพื่อทดสอบสมรรถนะของชุดแต่งกายป้องกันไฟในตัวอาคาร โดยการทดสอบแต่ละเรื่องจะเป็นข้อกำหนดเรื่องขอบเขตการทดสอบของแต่ละวิธี การเตรียมตัวอย่าง การเตรียมสภาวะทดสอบ เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบ วิธีดำเนินการทดสอบ การเก็บข้อมูลจากการทดสอบ การรายงานผลและการแปลผล

สรุป

ชุดแต่งกายป้องกันอันตรายจะประกอบด้วยเสื้อผ้า หมวกนิรภัย กระบังหน้า แว่นป้องกันดวงตา ถุงมือ รองเท้า อุปกรณ์อื่นๆ เช่น เครื่องช่วยหายใจ ที่ครอบจมูก หู เป็นต้น โดยเครื่องแต่งกายจะมีลักษณะเฉพาะที่จะใช้เพื่อป้องกันร่างกายในสภาวะรุนแรงที่แตกต่างกัน การออกแบบ การผลิต การให้ข้อมูลต่อผู้ใช้ การทดสอบสมรรถนะของชุดป้องกันอันตรายจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานควบคุมการผลิตเสื้อผ้าป้องกันอันตรายแต่ละประเภทซึ่งได้ให้ศึกษาดูอย่างข้อกำหนดบางเรื่องของมาตรฐานเรื่องชุดแต่งกายป้องกันอันตรายสำหรับการผจญเพลิงในตัวอาคาร

คำถามท้ายบท

1. เสื้อผ้าเครื่องแต่งกายที่ใช้เพื่อป้องกันอันตรายจากไฟและสารเคมีควรประกอบด้วยอะไร และมีลักษณะอย่างไร
2. ข้อกำหนดในมาตรฐานเรื่องชุดแต่งกายป้องกันอันตรายสำหรับการผจญเพลิงในตัวอาคาร มีหัวข้ออะไรบ้าง
3. การติดป้ายหรือฉลากที่ผลิตภัณฑ์ชุดป้องกันอันตรายต่างๆ มีความสำคัญอย่างไร และควรให้ข้อมูลในเรื่องใดบ้างในป้ายหรือฉลากผลิตภัณฑ์
4. การออกแบบผลิตภัณฑ์ชุดป้องกันอันตรายต้องมีหลักเกณฑ์อย่างไร
5. การทดสอบสมรรถนะของผลิตภัณฑ์ชุดป้องกันอันตรายสามารถทำได้โดยผู้ใช้ผลิตภัณฑ์หรือไม่ เพราะอะไร
6. อธิบายความหมายของคำศัพท์ที่พบในมาตรฐาน NFPA1971 ต่อไปนี้
 - Thermal Protective Performance TPP
 - Flame Resistance Test
 - Heat and Thermal Shrinkage Resistance
 - Viral Penetration Resistance



ภาคผนวก ก

ตารางขนาดมาตรฐานสตรีเยอรมัน

หน่วย: เซนติเมตร

สัดส่วน / SIZE	72	76	80	84	88	92	96	100
1. รอบอก (Ow *)	42	44	46	48	50	52	55	58
2. รอบเอว (Tw *)	32.5	34.5	36.5	38.5	40.5	42.5	45.5	46.5
3. รอบสะโพก (Hw *)	45.5	47.25	49	50.75	52.5	54.25	57	59.75
4. กว้างคอหน้า (Sp)	6.2	6.4	6.6	6.8	7	7.2	7.3	7.4
5. รอบคอ (Haw *)	19	19.5	20	20.5	21	21.5	21.75	22
6. ป่าหลัง (Rb *)	15.8	16.2	16.6	17	17.4	17.8	18.5	19.1
7. ความกว้างใต้ท้องแขน (Ad)	9.5	10.1	10.7	11.3	11.9	12.5	13.5	14.5
8. ความกว้างป่าหน้า (Bb *)	16.7	17.7	18.7	19.7	20.7	21.7	23	24.4
9. กว้างแก้มไหล่ (Ab)	6.5	7.7	8.9	10.1	11.3	12.5	14.2	15.9
10. เส้นไหล่ (Sb)	12	12.2	12.4	12.6	12.8	13	13.3	13.6
11. รอบคั่นแขน (Oaw)	27	28.2	29.4	30.6	31.8	33	34.8	36.6
12. รอบฝ่ามือ (Hg)	15	15.5	16	16.5	17	17.5	18	18.5
13. รอบเข่า (Kn)	23	23.5	24	24.5	25	25.5	26	27
14. ยาวหลัง (Hl)	45	→						
15. ยาวหน้า (Vl)	47.5	48	48.5	49	49.5	50	50.7	51.4
16. ข้างคอหน้าถึงอก (Bi)	27.5	28.3	29.1	29.9	30.7	31.5	32.6	33.7
17. ยาวหัวแขน (Ah)	17.4	17.6	17.8	18	18.2	18.4	18.9	19.4
18. ยาวตะเข็บข้างถึงเอว (Sh)	22.1	21.9	21.7	21.5	21.3	21.1	20.6	20.1
19. ยาวเอวถึงสะโพก (Hi)	22.5	→						
20. ความยาวแขน (Al)	45	→						
21. ความยาวกระโปรง (Rol)	64.5	Bis Knie →						
22. ความยาวจากเอวถึงพื้น (Sl)	111.5	Bis Erde →						
23. แนวลึกเป้า (วัดขณะนั่ง) (Sz)	28.6	28.8	29	29.2	29.4	29.6	29.8	30

* : ½ SIZE

ที่มา : พู ชู ฟาง. (ม.ป.ป.). “ขนาดมาตรฐานและการวัดตัวเสื้อ” เอกสารการอบรมหลักสูตร
การทำแบบตัดเสื้อผ้าอุตสาหกรรม. มูลนิธิพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่มไทย : อัด
สำเนา.

ตารางขนาดเสื้อผ้าสตรีชาวฝรั่งเศส

หน่วย: เซนติเมตร

ขนาด	36	38	40	42	44	46	48
รอบอก	80	84	88	92	96	100	104
รอบเอว	61	64	67	70	73	76	79
รอบตะโพก	88	92	96	100	102	106	110
รอบคอ	32	32	33	34	35	36	37
รอบวงแขน	34	34.5	35	36	37	38.5	40
รอบคั่นแขน	25	26	27	28	29	30	31
ความยาวหลัง	38	38.5	38	39.5	40	40.5	40.5
อกสูง	20	20.5	21	21	21.5	21.5	22
ความยาวแขน	57	58	59	60	61	61	61
ไหล่กว้าง	12.5	12.75	13	13.25	13.5	13.75	14
อกห่าง	19	20	20	20	20.5	20.5	20.5

ที่มา : พู ชู ฟาง. (ม.ป.ป.). เอกสารการอบรม หลักสูตรการทำแบบตัดเสื้อผ้าอุตสาหกรรม

มูลนิธิพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่มไทย เอกสารอัดต้นนา : หน้า 14.



Fabric Data and CLO Value for Individual Garments

Women's

Description	Fabric Construction	Total Weight	Fabric Weight	CLO Value
		Oz.	Oz./sq.yd.	
-	Knit	5.3	3.7 Dress	0.17
Cool dress	Plain weave		2.2 Lining	
Warm dress	Plain weave	41.7	17.8	0.63
Warm long Sleeve blouse.	Plain weave	5.9	2.8	0.29
Warm skirt	Twill weave	14.9	15.5 Skirt	0.22
	Plain weave		2.8 Lining	
Cool long Sleeve blouse	Plain weave	3.0	1.9	0.20
Cool slacks	Knit	5.7	3.7	0.26
Warm slacks	Twill	21.9	13.5	0.44
Warm jacket of blazer	weave	25.0	-	0.43
Cool jacket or blazer	weave	18.0	-	0.31
Cool sleeveless Sweater	Knit	6.1	-	0.17
Warm long Sleeve sweater	Knit	10.6	8.2	0.37
Cool vest	weave	6.8	5.7	0.20
Warm vest	weave	8.0	8.5	0.30
Warm shawl (over shoulders)	Knit	12.0	-	0.40
Cool shawl (over shoulders)	Knit	8.0	-	0.30
Cool short Sleeve blouse	Plain weave	3.1	-	0.17
Pantihose	-	-	-	0.01
Warm "tights"	Knit	5.0	-	0.25
Warm knee-high socks	Knit	6.0	-	0.08
Cool knee-high socks	Knit	4.0	-	0.06
Bra & panties	-	-	-	0.04
Girdle	-	-	-	0.04
Full slip	-	-	-	0.19
Half slip	-	-	-	0.13
Long underwear-tops	Knit	5.0	-	0.25
Long underwear-bottom	Knit	7.0	-	0.25
Long thermal underwear-tops	Waffle knit	6.0	-	0.35
Long thermal underwear-bottom	Waffle knit	8.0	-	0.35
Nylon-cotton coverall	50/50	16-18	-	0.55
Shoes	-	10.0	-	0.03
Knee-high Fashion boots	-	16.0	-	0.25
Knee-high boots, Leather lined	-	32.0	-	0.30

Fabric Data and CLO Value for Individual Garments

<i>Men's</i>				
Description	Fabric Construction	Total Weight Oz.	Fabric Weight Oz./sq.yd.	CLO Value
Briefs	Knit	2.0	-	0.05
Sleeveless undershirt	Knit	3.0	-	0.08
Short sleeve undershirt	Knit	3.5	-	0.09
Long underwear-tops	Knit	5.0	-	0.25
Long underwear-bottom	Knit	7.0	-	0.25
Long thermal underwear-tops	Waffle knit	6.0	-	0.35
Long thermal underwear-bottom	Waffle knit	8.0	-	0.35
Shoes,low	-	16.2	-	0.04
High shoes and side-zips	-	20.0	-	0.15
Knee-high boots, leather lined	-	32.0	-	0.30
Cool socks	-	2.0	-	0.03
Warm socks	-	4.0	-	0.04
Cool knee-high socks	-	4.0	-	0.06
Warm knee-high socks	-	6.0	-	0.08
Short sleeve woven shirt	Plain weave	7.1	4.0	0.19
Long sleeve woven shirt	Plain weave	5.9	2.8	0.29
Cool trousers	Plain weave	11.7	5.4	0.26
Warm trousers	Twill weave	18.1	8.4	0.32
Short sleeve cool knit shirt	Knit	7.1	5.6	0.22
Short sleeve warm knit shirt	Knit	6.8	6.8	0.25
Long sleeve cool knit shirt	Knit	6.9	6.1	0.14
Long sleeve warm knit shirt	Knit	10.6	9.2	0.37
Warm sports jacket or suit coat	Twill weave	29.9	-	0.49
Cool sports jacket or suit coat	Twill weave	20.0	-	0.35
Nylon-cotton coverall	50/50	16-18	-	0.55
Vest, cool	Weave	7.1	5.7	0.20
Vest, warm	Weave	8.2	8.5	0.30

Source ; Nevins,Raph G.,Prreston E. McNall Jr., J.A.J. Stolwijk.(1974.April). "How to be Comfort at 65 to 68 Degrees," P 42.



Physical properties of fibres

	Acetate	Acrylic	Cotton	Elastomeric	Flax
Polymer					
Chemical composition	Secondary cellulose acetate	At least 85% Polyacrylonitrile	Cellulose	85% segmented polyurethane, polyether type	Cellulose
Dimensions (approximate)	Short	Very long	Extremely long	Long	Extremely long
Approximate length	160 nm	500 nm	5 000 nm	Unavailable	18 000 nm
Approximate thickness	2.3 nm	0.3 to 0.53 nm	0.8 nm	0.7 nm	0.8 nm
Degree of polymerisation	130	2 000	5 000	Unavailable	18 000
Polymer system	Very amorphous	Very crystalline	Crystalline	Extremely	Crystalline
				Amorphous,	
				When not	
				stretched, to extremely crystalline when fully extended	
Estimated amorphous region	60%	30 to 20%	35 to 30%	-	Less than cotton
Estimated crystalline region	40%	70 to 80%	65 to 70%	-	More than cotton
Tenacity					
Dry ¹	12 to 27 g/tex ¹	20 to 27 g/tex	27 to 44 g/tex	5 to 7 g/tex	59 g/tex
Wet	8 to 24 g/tex	16 to 24 g/tex	27 to 46 g/tex	5 to 7 g/tex	64 g/tex
Wet/dry	60 to 70%	80 to 90%	100 to 105%	100%	108%
Elastic-plastic nature					
	Plastic	Slightly more plastic	Inelastic	Extremely elastic	Very inelastic
		Than elastic			
Elongation ²	2% 5% 10% 15% 20% ²	2% 4% 5% 8% 10%	1% 2% 3% 5%	5% 10% 20% 50%	1% 2% 3%
Elastic recovery ²	94% 73% 39% 27% 23% ²	97% 84% 81% 75% 72%	91% 74% 66% 45%	100% 100% 100% 95%	90% 70% 60%
Handle	Very soft, limp	Soft, waxy	Medium to hard, Crisp	Medium waxy	Hard, very crisp
Hygroscopic nature					
Moisture regain percentage ³	Slightly absorbent	Hydrophobic	Absorbent	Hydrophobic	Absorbent
At 65% RH	6.5 to 9.0% ³	1.2 to 2.0%	7.0 to 8.5%	0.4 to 1.3%	7.0%
At 95% RH	13.0 to 16.0%	1.5 to 3.0%	18.8 to 19.6%	Unavailable	Unavailable
At 100% RH	18.0%	4.0%	23.6%	3.0%	Unavailable
Thermal properties					
Softening range	Extremely heat sensitive	Very heat sensitive	Very heat resistant	Extremely heat sensitive	Very heat resistant
	175 to 190°C	235°C	150°C begins to discolour	110 to 120°C	280°C begins to discolour
Melting point	260°C	Does not melt	Does not melt	230°C	Does not melt
Decomposition begins	Unavailable	280 to 330°C	240°C	Unavailable	310°C
Ignition temperature	520°C	560°C	390°C	Unavailable	Unavailable

Physical properties of fibres

	Nylon	Polyester	Silk	Viscose	wool
Polymer					
Chemical composition	Polyhexamethylene diaminoadipate	Polyethylene glycol terephthalate	Fibroin	Regenerated cellulose	Keratin
Dimensions (approximate)	Short	Short	Short	Short	Short
Approximate length	90 to 140 nm	120 to 150 nm	140 nm	180 nm	140 nm
Approximate thickness	0.3 nm	0.6 nm	0.9 nm	0.8 nm	1 nm
Degree of polymerisation	50 to 80	115 to 140	Not known	175	Not known
Polymer system	Very crystalline	Extremely crystalline	Very crystalline	Very amorphous	Extremely amorphous
Estimated amorphous region	35 to 15%	35 to 15%	35 to 20%	65 to 60%	70 to 75%
Estimated crystalline region	65 to 85%	65 to 85%	65 to 70%	35 to 40%	30 to 25%
Tenacity	Strong to very strong	Strong to very strong	Strong	Fair	Weak
Dry ¹	36 to 65 g/tex	29 to 50 g/tex	30 to 41 g/tex	14 to 45 g/tex	9 to 18 g/tex
Wet	32 to 55 g/tex	29 to 50 g/tex	23 to 32 g/tex	7 to 24 g/tex	7 to 16 g/tex
Wet-dry	82 to 89%	100%	77 to 78%	50 to 53%	78 to 89%
Elastic-plastic nature	Elastic	More elastic than plastic	More plastic than elastic	Plastic	Elastic
Elongation ²	2% 5% 10% 15% 20%	2% 4% 5% 8% 10%	1% 2% 4% 10% 15%	2% 3% 10% 15% 20%	2% 5% 10% 15% 20%
Elastic recovery ²	100% 98% 90% 82% 75%	97% 90% 87% 89% 77%	99% 92% 70% 51% 40%	82% 52% 40% 34% 30%	99% 98% 90% 82% 75%
Handle	Medium to hard, waxy	Medium to hard waxy	Medium, warm	Medium to soft, limp	Medium to soft, warm
Hygroscopic nature	Not absorbent	Completely hydrophobic	Very absorbent	Extremely absorbent	Very absorbent
Moisture regain percentage ³					
At 65% RH	4.0 to 4.5%	0.1 to 0.3%	8.9 to 10.1%	12.0 to 14.0%	14.0 to 16.3%
At 95% RH	6.0%	0.4%	21.5 to 23.0%	25.0 to 30.0%	25.6 to 27.9%
At 100% RH	8.0%	0.4%	30.0%	45.0%	33.3%
Thermal properties	Heat sensitive	Heat sensitive	Very heat sensitive	Heat sensitive	Heat sensitive
Softening ranges	220 to 230°C	220 to 240°C	100°C begins to yellow	130°C begins to yellow	100°C handle harshens
Melting point	250 to 260°C	250 to 260°C	Does not melt	Does not melt	Does not melt, 130°C begins to yellow
Decomposition begins	315°C	Unavailable	170°C	230°C	180°C
Ignition temperature	520°C	Unavailable	420°C	430°C	590°C

¹ The dry tenacity of acetate is 12 to 17 g/tex. This means a load of mass 12 grams to 17 grams is required to break the acetate filament or staple fibre if 1 000 metres of it weighed 1 gram. Tex is the mass in grams of 1 000 metres of fibre, filament yarn.

² If acetate filament or staple fibre is stretched 2% of its original length, it will recover 94% of this elongation of 2%. Were it to be stretched 20%, that is, one-fifth of its original length, it would recover only 23% of this one-fifth elongation and, hence, remain considerably distorted. Therefore, the greater the elastic recovery percentage, the more elastic is the fibre, and vice versa.

³ Moisture regain percentage is the amount of moisture or water contained in the fibre and expressed as a percentage of the oven dry weight of the fibre. Triacetate has a moisture regain of 4.5% at 65% RH and 20°C. This increases to about 16% at 100% RH and 20°C. On heat setting of triacetate its moisture regain is permanently reduced to 2.5% to 3.0% at 65% RH and 20°C and to about 10% at 100% RH and 20°C.

บรรณานุกรม

- งามพิศ สัตย์สงวน. (2537). มานุษยวิทยากายภาพ : วิวัฒนาการทางกายภาพ และ
วัฒนธรรม. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชนรดา อินทรีย์. (2541). Safety. กรุงเทพฯ : สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ.
- เชาว์ ชีโนรักษ์ และ พรรณี ชีโนรักษ์. (2540). ชีววิทยา เล่ม 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ศิลปา
บรรณาการ.
- ดวงพร นพคุณ. (2536). ภูมิอากาศวิทยา. กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนากิจการพิมพ์ และกระจาย
จำกัด.
- บริษัท ชีบา-โกโก้ (ประเทศไทย) จำกัด. (ม.ป.ป.). คู่มือแนะนำการป้องกันอันตรายขณะใช้
สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในภูมิอากาศร้อน. กรุงเทพฯ : บริษัท ชีบา-โกโก้ (ประเทศไทย)
จำกัด.
- ฟู ชู ฟาง. (ม.ป.ป.). เอกสารการอบรม หลักสูตรการทำแบบตัดเสื้อผ้าอุตสาหกรรม.ขนาด
มาตรฐานและการวัดตัวเสื้อ. มูลนิธิพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่มไทย. อัดสำเนา
- ไมตรี สุทธจิตต์. (2534). สารพิษรอบตัวเรา. เชียงใหม่ : โรงพิมพ์ ดาวคอมพิวกราฟิค.
- วิชัย ตันไพจิตร. (2530). โภชนาการเพื่อสุขภาพ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์อักษรสมัย.
- บริษัท ไทยวาโก้ จำกัด. (ม.ป.ป.). สดส่วนวิไลสตรีไทย. กรุงเทพฯ : บริษัทไทยวาโก้ จำกัด.
- วิชัย เทียนน้อย. (ม.ป.ป.). ภูมิอากาศวิทยา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อักษรวัฒนา.
- วิทย์ พินคณเงิน. (2515). ความเป็นมาของมนุษยชาติ. กรุงเทพฯ : รุ่งโรจน์การพิมพ์.

ศุภวรรณ ตันตยานนท์. (2543). การจัดการความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมี. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุชาติ ชินะจิตร. (2535). อันตรายจากสารเคมี. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). กรุงเทพฯ : บริษัทดวงกมลสมัย จำกัด.

สุริยา ณ นคร. (ม.ป.ป.). “ อันตรายจากการดำนํ้าและการรักษา,” แผ่นพับ. กรุงเทพฯ : กองเวชศาสตร์ได้นํ้าและการบิน กรมการแพทยทหารเรือ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2535). รายงานการสำรวจและวิจัย “ขนาดโครงสร้างร่างกายคน. ไทยระยะที่ 2 : พ.ศ. 2529-2533. กรุงเทพฯ : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. อัดสำเนา.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2538). รายงานการสำรวจและวิจัย “ ขนาดโครงสร้างร่างกายคนไทยระยะที่3 : พ.ศ. 2536-2537. สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. อัดสำเนา.

Benzinger, T.H. and C. Kitzinger. (1963). **Gradient Layer Calorimetry and Human Calorimetry in Temperature-its Measurement and Control in Science and Industry.** Vol. 3. New York: Reinhold.

Billmeyer, Fred W. Jr. and M. Saltzman. (1966). **Principles of Color Technology.** NewYork : John Wiley& Sons.

Carola, Robert., John P. Harley and Charles R. Noback. (1992). **Human Anatomy.** Toronto : McGraw Hill, Inc.

Crow, Rita M. and Randall J. Osezevski. (1998, April). “The Interaction of Water with Fabrics,” **Textile Research Journal** . 68(4) :280-288.

DuPont (U.K.) Limited. (1996). **“Tactel® Aquator,” DuPont Technical Bulletin.**
England.

Etters, J.N. (1999, October). **“ New Developments in High Performance Textiles,” Textile Chemist and Colorist & American Dyestuff Reporter.** 1(2) : 30-31.

Fahl, Nona and Marian Faile. (1991). **“ Polybenzimidazole Blends in Protective Apparel,” High-Tech Fibrous Materials.** Washington DC: American Chemical Society. 238-247.

Finch, V.C., Glenn T. Trewartha and M.H. Shearer. (1948). **The Earth and Its Resources.** 2nd ed. London : McGraw Hill Book Company Inc.

Fire and Rescue International Co., Ltd. (n.d.). **Fire and Chemical Suit. Technical Bulletin.** U.S.A.

Fourt, Lyman and Norman R.S. Hollies. (1970). **Clothing Comfort and Function.** New York : Marcel Dekka, Inc.

Gagge, A.P, A.C. Burton and H.C. Bazett. (1941, December). **“ Practical System of Units for the Description of the Heat Exchange of Man with His Environment,” Science.** 94 (2445) : 428-430.

Ganong, William F. (1973). **Review of Medical Physiology.** 6th ed. Japan : Maruzen Company Limited.

Gates, David M. (1972). **Man and His Environment : Climate.** New York : Harper & Row.

Getis, Arthur., Judith Getis and Jerome Fellman. (1988). **Introduction to Geography**. 2nd ed. Iowa : Wm. C. Brown Publishing.

Gohl, E.P.G. and L.D. Vilensky. (1983). **Textile Science**. 2nd ed. Longman Chesshire.

Gurel, Lois M. and Marianne S. Beeson. (1977). **Dimension of Dress and Adornment**. 2nd ed. Iowa : Kendall Hunt Publishing.

Hill, S.T. (1989). **Non- woven Based Fabrics in NBC Protection Equipment**. U.S.A. : Sterling Publication. Ltd. Reprint from Defence International.

Horn, Marilyn J. (1968). **The Second Skin**. Boston : Houghton Mifflin Co.

Huxley, Francis. (1964). **Peoples of the World**. Pennsylvania : Dufour Edition Inc.

International Organization for Standardization. (1977). **ISO 3637-1977 (E). Size designation of clothes Women 's and girls' outerwear garment**. : Switzerland.

International Organization for Standardization. (1981). **ISO 3635-1981 (E). Size designation of Clothes-definitions and body measurement procedure**. 3rd ed. : Switzerland.

International Organization for Standardization. (1990). **ISO 3636 : 1977 / Cor. 1 1990 (E). Size designation of Clothes-Men 's and boys' outerwear garments. Technical corrigendum 1** : Switzerland.

Kind, R. J. and C. A. Broughton. (2000, February). “ **Reducing wind - Induced Heat Loss Through Multi layer Clothing Systems by Means of a Bypass Layer**, ” **Textile Resea Journal**. 1 (2) : 171-176.

- Kirkland, K. M. , T. Y. Tam and G. C. Weedon. (1991). “ **New Third-Generation Protection Clothing from High-Performance Polyethylene Fiber, ” High-Tech Fibrous Materials.** Washington DC: American Chemical Society. 214-237.
- Morris, Mary Ann. (1955, September). “ **Thermal Insulation of Single and Multiple Layers of Fabrics,**” **Textile Research Journal.** 766-773.
- Nakajima, Toshinari. (n.d.). “ **Directions of Research Concerning the Evaluation of Fabric and Garments in Japan,**” เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการเมื่อ 16 มีนาคม 2544. ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ : 1-23.
- National Fire Protection Association Inc. (1997). **NFPA 1971 Standard on Protective Ensemble for Structural Fire Fighting.** 1997 ed. U.S.A. : National Fire Protection Association 1-90.
- National Fire Protection Association Inc. (1998). **NFPA 1977 Standard on Protective Clothing and Equipment for Wildland Fire Fighting.** 1998 ed. U.S.A. : National Fire Protection Association. 1-70.
- Nevins, Raph G., Preston E. Mc Nall Jr., J. A. J. Stolwijk. (1974, April). “ **How to be Comfort at 65 to 68 Degrees,**” **ASHRAE Journal** : 41-42.
- Oser, Bernard L. (1965). **Hawk 's Physiology Chemistry.** London : Mc Graw Hill Book Company Inc.
- Paul Boy 'e (n.d.). **Permanent Wear NBC / F Protective Coverall Model T3P. Technical Bulletin.** Paris.
- Rayner, Claire. (1980). **Time : Atlas of the Body.** Illinois : Rand Mc Nally & Company.

Reinert, G. and Others. (1997, December). “ **UV-Protecting Properties of Textile Fabrics and their Improvement,** ” **Textile Chemist and Colorist.** 29 (12) : 36-43.

Renbourn, E. T. (1971). **Physiology and Hygiene of Materials and Clothing.** Durham : Merrow Publishing Co.Ltd.

Roach, M. E. and Joanne B. Eicher. (1973). **The Visible Self : Perspectives on Dress.** New Jersey : Prentice-Hall, Inc.

Sanders, Howard J. (1978, April). “ **Flame Retardants,** ” **Chemical and Engineering News.** 56 (17) : 23-26.

Selkurt, E. E. (1984). **Physiology.** 12th ed. Boston : Little Brown and Co.

Trelleborg AB. (n.d.). **Akvarex Trellfire Extra. Technical Bulletin.** Sweden.

Winfield Manufacturing Company. (1989, June). **Chemical Protective PBI SARATOGA CWU / 66 P. Technical Bulletin Sar-3.** New York.

ประวัติผู้เขียน

1. ชื่อ มณฑา โกเฮง
2. ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์
3. อายุ 56 ปี
4. วุฒิ กศ.บ. เคมี
กศ.ม. ชีววิทยา
M.Sc Textile Science

5. ประสบการณ์

5.1 การเรียนการสอน

รายวิชาในหลักสูตร กศ.บ คหกรรมศาสตร์ (2522-2535)

ผ้าและเส้นใย

การย้อมสีและพิมพ์ผ้า

การออกแบบลายผ้า

เคมีประยุกต์สำหรับคหกรรมศาสตร์

รายวิชาในหลักสูตร วท.บ.คหกรรมศาสตร์ (2535-ปัจจุบัน)

วิทยาศาสตร์สิ่งทอเบื้องต้น

สรีรวิทยากับเสื้อผ้า

เคมีสิ่งทอ

การตกแต่งสำเร็จและการดูแลรักษาสิ่งทอ

การออกแบบลายผ้าย้อม-พิมพ์

เคหะสิ่งทอ

วิทยาศาสตร์กับการพัฒนาคุณภาพชีวิต

ปัญหาพิเศษทางคหกรรมศาสตร์ สาขาสิ่งทอและเครื่องแต่งกาย

5.2 งานเขียน

1. เอกสารประกอบการสอนวิชาคหกรรมศาสตร์ 457 การย้อมสีและพิมพ์ผ้า. (2536)
2. หนังสือวิทยาศาสตร์สิ่งทอเบื้องต้น จัดพิมพ์โดยสมาคมคหเศรษฐศาสตร์แห่งประเทศไทยฯ พิมพ์ครั้งที่ 1. (2541)
3. หนังสือคู่มือปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งทอเบื้องต้น (2542)
4. เอกสารคำสอนวิชาคส 332 สรีรวิทยากับเสื้อผ้า.

5.3 งานวิจัย

เรื่องกรณีศึกษาสภาพการผลิตผ้าทอและการตลาดของศูนย์ฝึกอบรมการทอผ้าด้วย
กี่กระตุก อำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก (2543)

5.4 งานบริหารและอื่นๆ

1. หัวหน้าภาควิชาคหกรรมศาสตร์ ปี 2536-2540
2. ประธานกรรมการฝ่ายแผนและพัฒนาของภาควิชา (ปัจจุบัน)
3. ประธานกรรมการประกันคุณภาพการศึกษาระดับภาควิชา (ปัจจุบัน)
4. อนุกรรมการประกันคุณภาพการศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ (ปัจจุบัน)
5. ผู้ประสานงานสาขาส่งทอและเครื่องแต่งกาย (ปัจจุบัน)
6. กรรมการบริหารสำนักวิชาศึกษาทั่วไป วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์พื้นฐาน
ของมหาวิทยาลัย (ปัจจุบัน)
7. ฯลฯ

