

## บทที่ 5

### อภิปรายผลการศึกษา

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างอุปกรณ์ตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงโดยใช้ไอโอดีนอย่างง่ายและราคาถูก ประกอบกับการศึกษาถึงอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงโดยใช้ไอโอดีน พร้อมทั้งเลือกสภาวะที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ตรวจรอยลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุจำนวน 7 ชนิด โดยในขั้นตอนการเก็บตัวอย่างจะให้ผู้นิ้วมือบริเวณหน้าผากและบริเวณรอบ ๆ จมูก ซึ่งการกระทำเช่นนี้จะเป็นการถ่ายเทสารคัดหลั่งจากต่อมไขมัน (Sebaceous secretions) ซึ่งมีมากบนใบหน้า (22) ในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงจะอาศัยหลักการใช้ความร้อนช่วยให้เกลือไอโอดีนระเหิดเป็นไอและควันสีม่วง ซึ่งถ้ามีไขมันหรือน้ำมันปรากฏอยู่บนรอยลายนิ้วมือแฝง มันจะดูดซึมไอควันเหล่านี้ไว้ปรากฏเห็นเป็นรอยลายเส้นสีน้ำตาลหรือออกสีเหลืองๆ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ A.A. Shvedova และคณะ (23) ที่ว่า ส่วนประกอบของไขมันที่มีปกติบนผิวหนังของมนุษย์สามารถถูกข้อมสีได้ด้วยไอของไอโอดีน เช่นเดียวกับในรายงานของ J. Rauch และคณะ (24) ที่ระบุว่าสามารถมองเห็นองค์ประกอบของไขมันได้เมื่ออยู่ในบรรยากาศของไอไอโอดีน

### ผลของการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิที่มีต่อการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝง

จากการศึกษาถึงอิทธิพลของอุณหภูมิที่เหมาะสมเมื่อทำการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงโดยใช้ไอโอดีน ที่อุณหภูมิของน้ำในระดับต่างๆ จะพบว่า เมื่อใช้ระดับอุณหภูมิของน้ำที่สูงขึ้นจะมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของคุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงที่ได้มีค่าสูงขึ้นตามไปด้วยเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากเมื่อใช้อุณหภูมิของน้ำสำหรับกระตุ้นการระเหิดของเกลือไอโอดีนสูงขึ้นจะทำให้ความดันไอ หรือ Vapor pressure ของเกลือไอโอดีนมีค่าสูงขึ้น (25) ดังแสดงในตาราง 5.1 จึงกลายเป็นไอ

ได้มากขึ้น ประกอบกับอัตราการระเหิดจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอุณหภูมิ จึงทำให้เกิดไอไอดีน มีอัตราการระเหิดที่สูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงขึ้น ทำให้มีปริมาณไอของไอไอดีนที่ออกมา มากมี โอกาสถูกดูดซึมในส่วนสารประกอบจำพวกไขมันและสารที่มีความมันในรอยลายนิ้วมือแฝงได้ สูงขึ้น มีผลทำให้รอยลายนิ้วมือแฝงที่ได้มีสีที่เข้มขึ้น การที่ค่าเฉลี่ยของคุณภาพของรอยลายแฝงไม่ ถึง 100 % นั้น อาจเกิดจากขั้นตอนการเก็บตัวอย่างรอยลายนิ้วมือ โดยบนนิ้วมืออาจมีสารคัดหลั่ง ไขมันมากจนเกินไป จึงทำให้ลายเส้นในรอยลายนิ้วมือหลังจากทำการประทับมีลักษณะไม่คมชัด ทั้งนี้ได้เลือกอุณหภูมิน้ำที่ 55-60 °C เป็นอุณหภูมิน้ำที่เหมาะสม เนื่องจากผลของค่าเฉลี่ยของ คุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงและความเข้มสีของรอยที่ได้ เมื่อเปรียบเทียบกับรอยลายนิ้วมือแฝงที่ได้ จากการใช้อุณหภูมิน้ำที่ 65-70°C จะไม่แตกต่างกันนัก ประกอบกับอุณหภูมิดังกล่าวก็สูงเพียงพอ แล้วสำหรับที่นำไปใช้ได้ เมื่อถูกบรรจุอยู่ในภาชนะพลาสติกที่ซึ่งใช้เป็นตัวแผ่รังสีความร้อนไปยัง เกิดไอไอดีน รวมทั้งการใช้น้ำที่อุณหภูมิต่ำลงก็เป็นการช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าในการทำน้ำ ร้อนด้วย

ตาราง 5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความดันไอของไอไอดีน (25)

Temperature, °C	Vapor pressure, Pa (psi)
0	3.97 (0.0006)
10	10.64 (0.0015)
20	26.50 (0.0038)
30	61.90 (0.0090)
40	136.46 (0.0198)
50	285.56 (0.0414)
60	570.35 (0.0827)
70	1090.44 (0.1581)
80	2006.10 (0.2909)
90	3561.03 (0.5163)

## ผลการศึกษาอิทธิพลของระดับความสูงจากพื้นของอุปกรณ์ตรวจที่มีต่อการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝง

จากการศึกษาถึงอิทธิพลของความสูงจากพื้นที่เหมาะสมของอุปกรณ์ตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงโดยใช้ไอโอดีนที่ทำขึ้น เมื่อทำการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวกระดาษตัวอย่างที่ระดับความสูงต่างๆ แสดงให้เห็นลักษณะของรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีความเข้มของสีที่น้อยลง ตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้นของอุปกรณ์ตรวจ เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการที่ใช้อุปกรณ์ตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงสูงจากพื้น 0 เซนติเมตร ทำการตรวจหาบริเวณเป้าหมายซึ่งเป็นกระดาษตัวอย่าง บริเวณผิวสัมผัสระหว่างตัวกระดาษกับตัวเคล็ดไอโอดีนอยู่ใกล้กันมาก จึงทำให้มีโอกาสได้รับไอควันที่เกิดขึ้นจากเคล็ดไอโอดีนในความเข้มข้นที่สูง จากนั้นเมื่อใช้อุปกรณ์ตรวจที่มีความสูงจากพื้นในระดับที่สูงขึ้น ความเข้มข้นของไอระเหยของเคล็ดไอโอดีนที่จะไปเกาะกับพื้นผิววัตถุก็มีน้อยลง จึงทำให้รอยลายแฝงที่ได้มีความเข้มสีน้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานที่ว่า ปริมาณความเข้มข้นของไอสารที่ออกมา นั้น จะลดน้อยลงเมื่อเพิ่มระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดของสารกับตัวเป้าหมายมากขึ้น (26) ทั้งนี้อาจเกิดการเจือจางไปตามสภาพอากาศและเงื่อนไขของสภาพแวดล้อม เช่น ลม ความชื้น เป็นต้น ทั้งนี้ได้เลือกความสูงของอุปกรณ์ตรวจที่ 0.3 เซนติเมตร เป็นความสูงที่เหมาะสม เนื่องจากที่ความสูงนี้เมื่อทำการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงจะให้ความเข้มสีของรอยลายแฝงที่เพียงพอสำหรับการตรวจเก็บ ประกอบกับเป็นการลดพื้นที่สัมผัสระหว่างอุปกรณ์ตรวจและพื้นผิววัตถุ ป้องกันไม่ให้อุปกรณ์ตรวจไปทำลายรอยลายแฝงที่มีอยู่ให้เกิดความเสียหาย เมื่อดำเนินการกวาดผ่านไปยังพื้นผิววัตถุเพื่อตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝง

## ผลการศึกษาอิทธิพลของสภาวะสิ่งแวดล้อมที่มีต่อการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝง

จากการศึกษาอิทธิพลของสภาวะสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงของอุปกรณ์ตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงโดยใช้ไอโอดีน จากรูป 4.3a จะแสดงลักษณะของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ได้จากการตรวจหาภายใต้สภาวะภายในอาคาร ซึ่งจะทำการทดสอบภายในพื้นที่เปิดที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี และรูป 4.3c แสดงลักษณะของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ได้จากการตรวจหาภายใต้สภาวะภายนอกอาคาร (กลางแจ้ง) ซึ่งทั้งนี้จากการสังเกตด้วยตาเปล่าพร้อมทั้งเปรียบเทียบลักษณะของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ได้จากการตรวจหาภายใต้สภาวะต่างๆ ก็พบว่ามีความแตกต่างกัน

ทั้งในด้านของลักษณะสีและความเข้มของรอยลายแฝงที่ปรากฏขึ้น เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับเงื่อนไขของสิ่งแวดลอม เช่น อุณหภูมิของอากาศ อุณหภูมิของพื้นผิว การเคลื่อนตัวของอากาศ และความชื้น เป็นต้น ที่จะส่งผลทำให้รอยลายนิ้วมือแฝงที่ได้มีความแตกต่างกัน ซึ่งลักษณะรอยลายนิ้วมือแฝงที่ได้จากการตรวจหาภายใต้สภาวะห้องปรับอากาศ พบว่ามีลักษณะของสีออกเหลืองๆ จากการสันนิษฐานอาจเป็นเพราะในบรรยากาศของห้องปรับอากาศ ที่มีอุณหภูมิ ความชื้น และการเคลื่อนตัวของอากาศที่ค่อนข้างต่ำ จึงทำให้การจับของไอไอโอดีนนั้นจึงเป็นไปได้ยาก ประกอบกับการทำการทดลองในสภาวะของห้องปรับอากาศนี้ ผิวหนังจะแห้ง ซึ่งบางทีอาจมีสาเหตุมาจากการลดลงในกิจกรรมของต่อมไขมันที่อยู่ใต้ผิวหนัง ทำให้ปริมาณและคุณภาพของสารที่ขับออกมาลดลง ส่วนลักษณะของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ได้จากการตรวจหาในสภาวะภายนอกอาคารหรือกลางแจ้งนั้น ทำให้ลักษณะของสีและความชัดเจนในรอยลายเส้นเกิดขึ้น สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเกิดจากการที่สารประกอบจำพวกไขมันที่มีอยู่บนรอยลายแฝงถูก Oxidize โดยอากาศได้ดีขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้ส่วนของไขมันจะละลายและหายไปมากที่สุด (8)

#### ผลการศึกษาอิทธิพลในการคงอยู่ของรอยลายนิ้วมือแฝงในแต่ละช่วงเวลา

จากการศึกษาอิทธิพลของช่วงระยะเวลาในการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝง โดยเลือกใช้สภาวะที่เหมาะสมที่ได้กำหนดไว้ ทำการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิววัสดุ 7 ชนิด ได้แก่ กระดาษถ่ายเอกสารสีขาว A4 กระดาษนิตยสาร กระดาษหนังสือพิมพ์ ซองใส่เอกสารสีเหลือง กระดาษกล่องพัสดุสีขาว กระดาษใส และกระดาษบานเกล็ดฝ้า ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า การติดของสารจำพวกกลุ่มไขมันเกิดขึ้นได้ดีบนกระดาษถ่ายเอกสารสีขาวและกระดาษนิตยสาร โดยยังสามารถตรวจพบรอยลายนิ้วมือแฝงได้แม้ระยะเวลาจะผ่านไป 72 ชั่วโมง รองลงมาคือซองใส่เอกสารสีเหลืองและกระดาษกล่องพัสดุสีขาว ส่วนกระดาษหนังสือพิมพ์นั้นการติดอยู่ของสารจำพวกกลุ่มไขมันบนพื้นผิวนั้นไม่ดีจึงทำให้สามารถตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงได้เพียงระยะเวลาแค่ 0.5 ชั่วโมง ส่วนกระดาษใสและกระดาษบานเกล็ดฝ้านั้น เมื่อทำการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงโดยใช้อุปกรณ์ตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงที่ทำขึ้นเองไม่สามารถทำให้รอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเบื้องต้นสันนิษฐานว่าอาจเป็นเพราะตัวเสริมความสูงของอุปกรณ์ตรวจไป

สัมผัส วัสดุเอารอยลายแฝงที่ติดอยู่ ทำให้รอยลายนิ้วมือแฝงเกิดความเสียหาย โดยเป็นการกระทำจากภายนอก ซึ่งสอดคล้องในรายงาน (8) ที่ว่า รอยลายนิ้วมือแฝงจะเสียหายได้ง่ายด้วยการขัดถูหรือการไปสัมผัสกับสิ่งภายนอก จะเกิดขึ้นบ่อยครั้งกับวัตถุที่มีผิวไม่ดูดซับ ผิวเรียบ เช่น แก้ว เป็นต้น

ทั้งนี้ลักษณะของพื้นผิวที่ไม่มีรูพรุน เช่น กระจก เมื่อทำการประทับรอยลายนิ้วมือแฝงลงไป ไขมันหรือคราบมันจากรอยลายนิ้วมือจะยังคงเกาะอยู่บนพื้นผิวของกระจก ไม่สามารถถูกดูดซับลงไปยังเนื้อในของวัตถุได้ เพราะเหตุนี้รอยลายนิ้วมือแฝงจึงมีโอกาสได้รับความเสียหายจากแรงกระทำภายนอกได้ เมื่อมีการสัมผัสเกิดขึ้น ดังนั้น ถ้าต้องการใช้อุปกรณ์ตรวจที่ประดิษฐ์ขึ้นขึ้นนี้ ตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุที่ไม่มีรูพรุน เช่น กระจก ก็ควรที่จะถอยอุปกรณ์ขึ้นมาสูงจากพื้นเพิ่มขึ้น ไม่ให้มีส่วนหนึ่งส่วนใดของอุปกรณ์สัมผัสกับพื้นผิววัตถุเลย เมื่อดำเนินการกวาดผ่าน

นอกจากนี้ลักษณะพื้นผิวของวัตถุที่ถูกประทับก็เป็นเงื่อนไขหนึ่งที่ทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงต่อการคงอยู่ของรอยลายนิ้วมือ (27) กระจกถ่ายเอกสารสีขาวมีเนื้อที่ละเอียด ความพรุนตัวน้อย มีความหนาแน่นสูง (14) ประกอบกับกระดาษนิตยสาร จะเป็นกระดาษที่ทำมาจากการผลิตเยื่อตามกรรมวิธีทางเคมี (เยื่อที่ผลิตโดยใช้สารเคมี) เส้นใยที่ได้จะมีความสมบูรณ์ จะมีการเคลือบผิวให้เรียบ และมีความแน่นตัวสูง (13) ทำให้ยากต่อการแทรกตัวขององค์ประกอบของรอยลายนิ้วมือแฝงผ่านลงไปยังชั้นล่างของผิวกระดาษเมื่อเทียบกับพื้นผิวที่มีรูพรุน (Porous surface) ทำให้สารคัดหลั่งจำพวกกลุ่มไขมันซึ่งไม่ละลายน้ำซึมผ่านได้ยาก จึงทำให้รอยลายนิ้วมือติดอยู่บนพื้นผิวได้ดี สามารถตรวจหาได้แม้ผ่านไปเป็นเวลานาน ส่วนของใส่เอกสารสีเหลืองทำมาจากกระดาษเหนียว (Kraft paper) มีเนื้อเหนียว หยาบ แต่มีสารกันซึม เช่น แวกซ์ หรือ เรซิน เคลือบอยู่ (14) จึงทำให้มีความพรุนตัวอยู่ ส่วนกระดาษกล่องพัสดุสีขาว เป็นกระดาษที่ทำจากเยื่อสด มักนำเยื่อจากกระดาษใช้แล้วมาผสม (13) จึงทำให้มีเนื้อมีความหยาบ และมีความพรุนตัว จึงทำให้การซึมผ่านของสารคัดหลั่งไขมันเป็นไปได้ดี ติดอยู่บนพื้นผิวในช่วงเวลาสั้นๆ เมื่อถูกขัดถูไปแล้วจะกระจายไปทั่วพื้นผิว ส่วนกระดาษหนังสือพิมพ์ทำมาจากกระดาษปรู๊ฟ ซึ่งมีส่วนผสมของเยื่อสดที่มีเส้นใยสั้น ทำให้มีเนื้อหยาบ ความพรุนสูง ทำให้อากาศและของเหลวซึมผ่านได้ดี (13) จึงทำให้สารคัดหลั่งไขมัน ซึ่งมีลักษณะเป็นของเหลวผ่านซึมผ่านลงไปได้ดีด้วย ประกอบกับหมึกที่ใช้สำหรับงานพิมพ์นั้น มีน้ำมันเป็นส่วนผสม จึงทำให้รอยลายนิ้วมือที่เต็มไปด้วยน้ำมันและไขมันถูก

ละลายและดูดซึมได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งเป็นไปตามหลักการ “like dissolves like” ที่ว่าสารที่ไม่มีขั้วมักจะละลายได้ซึ่งกันและกัน จึงส่งผลทำให้ตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงได้ในช่วงระยะเวลาอันสั้น กอปรกับความเข้มของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ลดลงนั้นอาจเป็นเพราะการแห้งและการแพร่กระจายของสารคัดหลั่งไขมัน (17) โดยการรมควันไอโอดีนมีความว่องไวในการทำปฏิกิริยากับรอยลายแฝงมากกว่าวิธีการทางเคมีอื่นๆ และเป็นเทคนิคที่ไม่ทำลายตัวอย่าง จึงทำให้นำมาใช้เป็นเทคนิคในลำดับแรกๆของการตรวจหารอยลายแฝงบนวัตถุ (4) ทั้งนี้มีบางทฤษฎีที่เชื่อว่าการเกิดปฏิกิริยากันระหว่างไขมันหรือน้ำมันกับไอโอดีนนั้น เกิดจากการที่ไอโอดีนจะเข้าไปถูกเติมลงในบริเวณพันธะคู่ของไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (12) จึงทำให้สามารถเห็นสีของไอโอดีนได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright© by Chiang Mai University  
 All rights reserved