

การพัฒนาชุดตรวจสอบสารทองแดงบนร่องรอยที่เกิดจากลูกกระสุนปืน

Development of test kit for copper detection in Bullet wipe

ปริตา สุวรรณศรี¹ นวลลอ เกียมา² ภัทรียา บุตรกระจำ³
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
39 หมู่ 1 ถนนรังสิต – นครนายก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

สถานที่ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา : ศูนย์พิสูจน์หลักฐาน 1 อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

บทคัดย่อ

การตรวจสอบร่องรอยลูกกระสุนปืน ด้วยชุดตรวจสอบ Bullet Hole Testing Kit จากต่างประเทศ ทั้งร่องรอยจากกระสุน ที่มีองค์ประกอบของตะกั่ว ทองแดง และนิกเกิล โดยมีหลักการสกัดโลหะจากร่องรอยที่เกิดเหตุ และเติมตัวทำปฏิกิริยาให้เกิดสี เพื่อดูชนิดของโลหะ เป็นการตรวจสอบชนิดของลูกกระสุนปืน วิธีการดังกล่าวมีราคาแพง ผู้วิจัยสนใจตรวจสอบร่องรอยจากกระสุนปืนในราคาที่ถูกลง โดยเลือกลูกกระสุนปืนชนิดหุ้มเปลือกแข็งที่มีส่วนประกอบของทองแดง 90 % ก่อน จากปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนสีเขียวเข้ม ระหว่าง Dithiooxamide (DTO) กับไอออนของทองแดง (Cu^{2+}) โดยมีแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) เป็นตัวสกัด พบว่าสามารถสกัดทองแดงโดยใช้แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 2 % (v/v) และใช้ Dithiooxamide (DTO) 0.2 % (w/v) ทำปฏิกิริยากับทองแดงได้ ที่ความเข้มข้นต่ำสุด 40 ppm เมื่อนำไปประกอบชุด Test Kit แล้วจะมีราคาเพียง 15 บาท

คำสำคัญ

ทองแดง, Dithiooxamide Test ,ชุดตรวจสอบ,ลูกกระสุนปืน

1. บทนำ

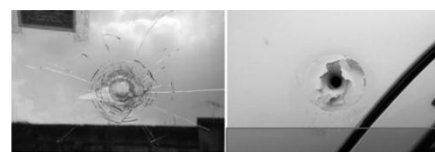
1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันปัญหาอาชญากรรมได้ทวีความรุนแรงขึ้นเรื่อยๆ มีคดีอุกฉกรรจ์สะเทือนขวัญเกิดขึ้นทุกวัน และมีการนำอาวุธปืนมาใช้ในการกระทำความผิดค่อนข้างมาก การค้นหาวัดดูพยานและการตรวจพิสูจน์หลักฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยใช้หลักการทางด้านวิทยาศาสตร์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการยืนยันการกระทำความผิด และนำไปสู่การคลี่คลายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

สภาพที่เกิดหลังจากการยิงปืนปรากฏว่ามีวัตถุพยานต่างๆ ที่มีความสำคัญหลงเหลืออยู่จำนวนมากนอกจากลูกกระสุนปืน และปลอกกระสุนปืนแล้วร่องรอยต่างๆ ที่ก่อความเสียหายต่อวัตถุ สามารถบ่งชี้ว่าร่องรอยที่เกิดขึ้นนั้นสาเหตุเกิดจากลูกกระสุนปืนยิง และยังสามารถบอกขนาดของอาวุธปืนรวมถึงระยะยิงและทิศทางการยิงได้

วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีมากมายและแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับวัตถุพยานที่พบ และวัตถุพยานชนิดเดียวกันก็ยังสามารถใช้วิธีการที่แตกต่างกันในการตรวจพิสูจน์ได้ เพื่อให้ได้ผลการตรวจพิสูจน์ที่ถูกต้อง

รวดเร็ว เช่น การตรวจหาวิถีกระสุนปืนเป็นการตรวจพิสูจน์อีกแขนงหนึ่งที่ใช้สำหรับการพิสูจน์ทราบร่องรอยลูกกระสุนปืนยิง ดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ลักษณะร่องรอยการถูกลูกกระสุนปืนยิง (a) บนแผ่นกระฉาก (b) บนแผ่นโลหะ

ลูกกระสุนปืน (Bullet) ที่ใช้บรรจุกระสุนปืนในปัจจุบันมีหลายชนิดหลายขนาดขึ้นกับชนิดของอาวุธปืน และวัตถุประสงค์ของการใช้งาน โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือลูกกระสุนปืนชนิดตะกั่ว (Lead Bullet) และลูกกระสุนปืนชนิดหุ้มเปลือกแข็ง (Jacketed Bullet)

ลูกกระสุนปืนชนิดตะกั่ว (Lead Bullet) เป็นลูกกระสุนปืนที่ส่วนใหญ่ทำจากตะกั่ว ซึ่งมีราคาถูก และทนความร้อน ดังแสดงในรูปที่ 1.2



ภาพที่ 1.2 ลูกกระสุนปืนชนิดตะกั่ว (Lead Bullet) แบบต่างๆ

ลูกกระสุนปืนชนิดหุ้มเปลือกแข็ง (Jacketed Bullet) ปัจจุบันทำด้วยทองแดง 90 % ดีบุก 5 % และสังกะสี 5 % บางชนิดทำด้วยเหล็กชุบนิกเกิล หรือชุบทองแดง ดังแสดงในรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 ลูกกระสุนปืนชนิดหุ้มเปลือกแข็ง (Jacket Bullet) แบบต่างๆ

การก่อเหตุโดยใช้อาวุธปืนทำให้เกิดร่องรอยต่าง ๆ ขึ้นที่วัตถุ

1. ปริตา สุวรรณศรี นวลลอ เกียมา ภัทรียา บุตรกระจำ ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
2. พันตำรวจโทตะวัน ไวยรัตน์ ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ (สัญญาบัตร 3) หน่วยงานที่สังกัด สำนักงานตำรวจแห่งชาติ ศูนย์พิสูจน์หลักฐาน 1
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิธยา ไ้ววัฒนา และอาจารย์กนกวรรณ ฤทธิศักดิ์ ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

และมีการแลกเปลี่ยนของสารระหว่างวัตถุที่กระทบกับลูกกระสุนปืนซึ่งโดยทั่วไปหากวัตถุที่ลูกกระสุนไปกระทบมีความแข็งกว่าลูกกระสุนปืนมักมีคราบโลหะที่เป็นส่วนประกอบของลูกกระสุนปืนติดอยู่ที่วัตถุนั้นด้วย ทำให้เป็นการยืนยันว่าร่องรอยดังกล่าวเป็นร่องรอยที่เกิดจากการถูกลูกกระสุนปืนยังมีความชัดเจนขึ้น

สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณทองแดงสามารถทำได้หลายวิธีทั้งวิธีทางคุณภาพวิเคราะห์ เช่น การตรวจสอบการเกิดปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงของสี (Color test) โดยวิธี Dithiooxamide test เป็นการวิเคราะห์ทางด้านคุณภาพวิเคราะห์ (Qualitative analysis) ที่นิยมนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาตะกั่วที่เกิดจากการยิงปืน (Gun shot residue) ที่มีของผู้อยิงปืนโดยนำเอา Dithiooxamide มาทดสอบหาทองแดง (Cu) และนิเกิล (Ni) จากลูกกระสุนปืน และอาศัยปฏิกิริยาเคมีระหว่าง Dithiooxamide กับ ทองแดงหรือ นิเกิล ให้สารประกอบสีเขียวเข้ม และสีชมพูถึงม่วง ของ Copper dithiooxamide และ Nickel dithiooxamide ตามลำดับ

ปัจจุบันสำนักงานพิสูจน์หลักฐานตำรวจ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ ได้มีการจัดซื้อชุดตรวจสอบจากประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีราคาแพงมาใช้งาน หากสามารถจัดทำขึ้นใช้เองได้ภายในประเทศจะเป็นการประหยัดงบประมาณของทางราชการ

การวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษา และพัฒนาเทคนิควิธีการตรวจสอบทองแดงจากร่องรอยที่เกิดจากการถูกลูกกระสุนปืน โดยปรับปรุงจากวิธี Dithiooxamide test ซึ่งมีวิธีการทำงานที่แตกต่างกันเพื่อพิสูจน์ว่าร่องรอยที่พบเป็นร่องรอยที่เกิดจากลูกกระสุนปืนหรือไม่ โดยหาทองแดงที่เกิดจากลูกกระสุนปืนชนิด Full metal jacketed (Copper) บนพื้นผิวและวัสดุต่างๆ โดยการจัดทำให้อยู่รูปของ Test Kit ให้สามารถใช้งานง่ายให้ผลการทดสอบที่รวดเร็วถูกต้องและเสียค่าใช้จ่ายน้อย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาชุดตรวจสอบ (Test Kit) ทองแดงบนร่องรอยที่เกิดจากลูกกระสุนปืนที่สามารถใช้งานง่าย ประหยัด และให้ผลถูกต้อง

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ศึกษาวิธีการตรวจสอบทองแดงโดยใช้ปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนของ Copper dithiooxamide

1.3.2 สร้างชุดตรวจสอบ (Test Kit) ทองแดงบนร่องรอยที่เกิดจากลูกกระสุนปืน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

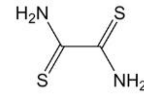
ได้ชุดตรวจสอบ (Test Kit) ทองแดงที่สามารถนำไปใช้ในงานด้านการพิสูจน์หาทองแดงบนร่องรอยที่สงสัยว่าเกิดจากลูกกระสุนปืนเพื่อสนับสนุนการยืนยันผลการพิสูจน์ร่องรอย โดยเน้นให้สามารถนำไปใช้งานในภาคสนามได้สะดวก ราคาถูก และมีประสิทธิภาพสูง

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเกิดสารประกอบเชิงซ้อนของทองแดง และ Dithiooxamide

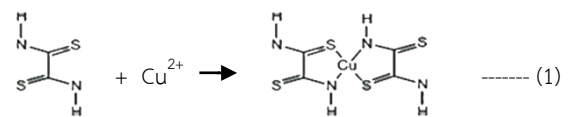
Dithiooxamide เป็นสารเคมีผงสีส้มเข้ม มีสมบัติละลายได้ดีใน Ethanol ในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ Dithiooxamide ถูกนำไปใช้งานอย่างกว้างขวางในการตรวจสอบหาตะกั่วปืน และร่องรอยที่เหลือจากการยิงปืน โดยอาศัยปฏิกิริยาระหว่างทองแดง และนิเกิลจากลูกกระสุนปืนกับสารละลายอิมิตัว Dithiooxamide เพื่อให้ได้สารประกอบเชิงซ้อนของ

Copper dithiooxamide ซึ่งให้สีเขียวเข้มและ Nickel dithiooxamide ให้สีชมพูถึงม่วง หากมีปริมาณมากจะแสดงผลให้เห็นชัดเจน ชื่ออื่น Rubenic acid ; Ethanedithioamide ; Ethanebis(thioamide) มีสูตรโครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 2.1



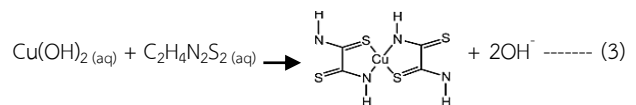
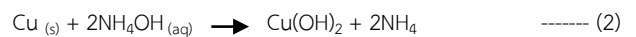
รูปที่ 2.1 สูตรโครงสร้างของ Dithiooxamide

ตัวอย่างการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนสีเขียวก่อนของ Copper Dithiooxamide ดังแสดงในสมการที่ (1)



Dithiooxamide สีส้ม Copper Dithiooxamide สีเขียวเข้ม

การเกิดสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างทองแดง กับ Dithiooxamide สามารถควบคุมการเกิดปฏิกิริยา เพื่อให้การแตกตัวของ Dithiooxamide เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์โดยใช้ Ammonium hydroxide ดังสมการที่ (2) และ (3)



อ้างอิงจาก : Molecular nanotechnologies of gelatin-immobilization using macrocyclic metal chelates

ซึ่งจะเหลือ 2 OH^- หลังเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์

จากทฤษฎีการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนได้นำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ทางเคมีดังนี้

- (1) ใช้ในการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณ Metal Ion โดยการไตเตรตด้วย Standard Solution ของ Complexing agent เช่น EDTA ซึ่งมีการนำมาใช้กันอย่างกว้างขวางในการวิเคราะห์ไอออนโลหะโดยทั่วไป
- (2) ในการหาปริมาณ Metal Ion โดยการ Form Complex ที่ให้สีที่สามารถตรวจวัดโดยวิธีทาง Spectrophotometry
- (3) ใช้ในการแยกสกัดสารเช่น Solvent Extraction หรือ Ion Exchange Chromatography

2.2 การออกแบบชุดตรวจสอบ (Test Kit)

2.2.1 การออกแบบชุดตรวจสอบเพื่อให้สามารถใช้ในการตรวจสอบหาสารประกอบ หรือธาตุโดยจัดทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีขนาดเล็กพกพาได้สะดวก ใช้งานง่าย สามารถให้ผลได้ในระยะเวลาอันสั้น สามารถตรวจวัดสารประกอบ หรือธาตุได้ที่มีความเข้มข้นต่ำ และมีราคาถูก

2.2.2 หลักการในการจัดทำชุดทดสอบในครั้งนี้เป็นการออกแบบชุดทดสอบสำหรับการเก็บตัวอย่างด้วยวิธี Direct Application Technique (DAT)

ซึ่งเป็นการใช้งานชุดทดสอบกับตัวอย่างที่ต้องการหาโดยตรง

2.2.3 สารเคมีแยกเป็นสองส่วนส่วนแรกใช้สารละลายอิมตัวของ Dithiooxamide ทำปฏิกิริยากับทองแดงที่เหลือยู่บนร่องรอยที่เกิดจากการถูกลูกกระสุนปืนยิง และส่วนที่สองใช้ Ammonium hydroxide เป็นตัวควบคุมปฏิกิริยา และเป็นตัวละลายทองแดง

2.2.4 ชุด Swab มีลักษณะเป็นสำลีพันปลายไม้ ทำมาจาก Cotton 100 % ซึ่งมีคุณสมบัติเหนียวสามารถดูดซับของเหลวได้ดี และราคาถูก

2.2.5 หลอดพลาสติกสำหรับบรรจุสารเคมี

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันมีศึกษาวิธีการตรวจหาเขม่าดินปืน (Powder) เขม่าที่เกิดจากชนวนท้ายกระสุนปืน (Primer) และเศษชิ้นส่วนโลหะจากลูกกระสุนปืน ด้วยวิธีการต่าง ๆ

การตรวจหาทองแดงนั้นปัจจุบันมีอยู่ 2 วิธีคือ

(1) วิธีทางปริมาณวิเคราะห์ (Quantitative analysis) ได้แก่ วิธี X-ray fluorescence spectroscopy และวิธี Scanning electron microscopy ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ธาตุสำคัญที่มาจากกรยิงปืน ของสำนักงานพิสูจน์หลักฐานตำรวจ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ และสถาบันนิติวิทยาศาสตร์กระทรวงยุติธรรมใช้วิเคราะห์อยู่ในปัจจุบัน

(2) วิธีทางคุณภาพวิเคราะห์ (Qualitative analysis) ได้แก่ วิธี Color test ร้อยตำรวจโทมนตรัตอนฟุ้งไพร และคณะสถาบันนิติวิทยาศาสตร์ ได้กล่าวถึง วิธี Dithiooxamide test ว่าเป็นวิธีวิเคราะห์ด้านคุณภาพวิเคราะห์ (Qualitative analysis) ซึ่งได้ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาเขม่าปืนที่เกิดจากการยิงปืน (Gun shot residue) โดยได้นำวิธีการนี้มาใช้ตรวจเขม่าปืนโดยนำเอา Dithiooxamide มาทดสอบทองแดง (Cu) และนิเกิล (Ni) จากร่องกระสุนปืน และอาศัยปฏิกิริยาเคมีระหว่าง Dithiooxamide กับทองแดง หรือนิเกิล ให้สารประกอบสีเขียวเข้มของ Copper dithiooxamide และสีชมพูถึงม่วงของ Nickel dithiooxamide

ปัจจุบันมีการทำ Test Kit โดยมีลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันออกไปแต่มีชุดทดสอบที่มีลักษณะที่ใช้งานได้ง่ายได้แก่



รูปที่ 2.1 Bullet Hole Examination Kit – 25 tests ราคา 7,115 บาท

ชุดตรวจสอบทองแดง Bullet Hole Testing Kit สหรัฐอเมริกา ได้พัฒนาขึ้นมา เพื่อใช้ตรวจสอบหาทองแดงจากร่องรอยที่เกิดจากลูกกระสุนปืน ดังแสดงในภาพที่ 2.5



รูปที่ 2.2 Bullet Hole Testing Kit - 40 tests ราคา 11,380 บาท

3.วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

3.1.1 เครื่องมือและวัสดุวิทยาศาสตร์

- 3.1.1.1 เครื่องมือวิเคราะห์-วิเคราะห์สเปกโฟโตมิเตอร์ (UV - Visible Spectrophotometer) ยี่ห้อ SHIMADZU รุ่น 2401 PC
- 3.1.1.2 สารเคมี
 - 1) Dithiooxamide ($C_2H_4N_2S_2$) 98 %
 - 2) Ammonia (NH_4OH) 30 % PA-ACS
 - 3) Ethanol absolute (C_2H_5OH) 95%
 - 4) Deionize distilled water
 - 5) Copper (II) Chloride ($CuCl_2 \cdot 2H_2O$) Ajax AR

grade

3.1.1.3 วัสดุทำชุดทดสอบ

- 1) ขวดพลาสติก ขนาด 50 มิลลิลิตร
- 2) ไม้ Swab

3.1.2 เครื่องมือสำหรับการทดสอบ

3.1.2.1 ปืนพกวีวอลเวอร์ (Smith&Wesson)

ขนาด .38 Special

3.1.2.2 กระสุนปืนวีวอลเวอร์ขนาด .38 Special

ชนิด Full metal jacketed (Copper)

3.2 การเตรียมสารละลายทดสอบ

3.2.1 สารละลาย 0.2 % (w/v) Dithiooxamide ใน ethanol โดยละลาย Dithiooxamide 0.2 กรัม ในเอทานอล 100 มิลลิลิตร

3.2.2 สารละลาย 2 % (v/v) Ammonia ในน้ำกลั่น โดยเจือจาง Ammonia 6.67 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

3.3 การศึกษาสเปกตรัมการดูดกลืนแสง

เตรียมสารละลายมาตรฐานทองแดง (Cu^{2+}) เข่นชั้น 20,30, 40,50 และ 60 ppm ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร มาทำปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับ Dithiooxamide ใน ethanol ที่ความเข้มข้น 0.1,0.15,0.2,0.25 และ 0.3 % (w/v) ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร และ Ammonium hydroxide 2 % (v/v) 0.5 มิลลิลิตร จากนั้นนำสารประกอบเชิงซ้อนสีเขียวเข้มที่ได้ ไปวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงเริ่มต้นจาก 400-800 นาโนเมตร และสร้างกราฟระหว่างค่าการดูดกลืนแสง (แกนตั้ง) กับความยาวคลื่น (แกนนอน) จะได้สเปกตรัมการดูดกลืนแสง

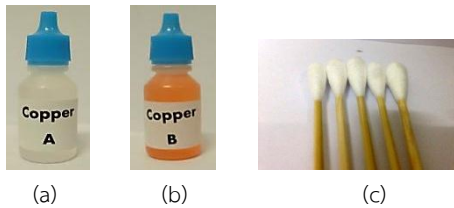
3.4 การทำชุดทดสอบ

3.4.1 ส่วนประกอบของชุดทดสอบ

3.4.1.1 ชุด solvent เป็นขวดพลาสติกขนาด 25 มิลลิลิตร มีจุดปิดลักษณะเป็นหลอดหยด ภายในบรรจุ Ammonium hydroxide 1 มิลลิลิตร และไม้พันสำลี สำหรับ swab ทองแดง

3.4.1.2 ชุด Reagent เป็นขวดพลาสติกขนาด 25 มิลลิลิตร มีจุดปิดลักษณะเป็นหลอดหยด ภายใน บรรจุ Dithiooxamide ใน ethanol 1 มิลลิลิตร

3.4.1.3 สำลีพันปลายไม้ทำมาจาก Cotton 100 % ใช้ในการ Swab ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 (a) ขวด Copper Solvent (A) , (b) ขวด Copper Reagent (B) และ (c) สำลีพันปลายไม้ทำมาจาก Cotton 100 %

3.5.2 การใช้งานชุดทดสอบ

3.5.2.1 หยตชุด Copper Solvent (A) ประมาณ 2-3 หยด ลงบนสำลีพันปลายไม้แล้วนำไปเช็ดรูหรือร่องรองที่สงสัยว่าถูกถูกระสุนปืนยิง

3.5.2.2 เช็ดบนร่องรอยประมาณ 10-15 วินาที

3.5.2.3 นำสำลีพันปลายไม้ที่เช็ดร่องรอยจากบริเวณดังกล่าวมาหยดด้วยชุด Copper Reagent (B) จำนวน 2-3 หยด

3.5.2.4 ทำตามขั้นตอนแบบเดิมในบริเวณหรือร่องรอยที่ต้องการตรวจสอบอื่น

3.5 การทดสอบชุดตรวจสอบ

ใช้ชุดตรวจสอบกับตัวอย่างชนิดต่างๆ

3.5.1 ถูกระสุนปืน ชนิด Full metal jacketed (Copper)

3.5.2 พื้นผิวชนิดต่างๆจำนวน 3 ชนิด

3.5.2.1 แผ่นไม้

3.5.2.2 แผ่นคอนกรีต

3.5.2.3 แผ่นเหล็ก

3.6 การทดสอบอายุการใช้งาน

3.6.1 เก็บรักษาชุดทดสอบไว้ในถุงพลาสติกชนิดมีซิปปิดปาก ถุงที่อุณหภูมิห้อง

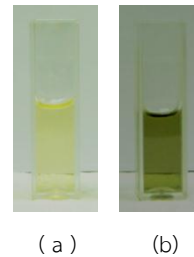
3.6.2 นำชุดทดสอบออกมาทดสอบ กับ สารละลายมาตรฐานทองแดง (Cu^{2+}) เข่นข้น 40 ppm ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร รวม 5 ครั้ง หรือเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ แต่ละครั้งมีระยะเวลาต่างกัน 1 สัปดาห์ โดยนำสารประกอบเชิงซ้อนสีเขียวเข้มที่ได้ในแต่ละครั้งไปวัดค่าการดูดกลืนคลิ่นแสง แล้วสร้างกราฟระหว่างค่าการดูดกลืนแสง (แกนตั้ง) กับจำนวนครั้งที่ทำการทดสอบ (แกนนอน) แล้วคาดคะเน แนวโน้มของอายุการใช้งานของชุดทดสอบ โดยวิเคราะห์จากค่าการดูดกลืนแสงที่ลดลง

4. ผลการทดลอง

4.1 การศึกษาสเปกตรัมการดูดกลืนแสง

จากการศึกษาสเปกตรัมการดูดกลืนแสงของสารประกอบเชิงซ้อน Copper Dithiooxamide โดยใช้สารละลายมาตรฐานทองแดงความเข้มข้น 20,30,40,50 และ 60 ppm ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ทำปฏิกิริยา กับสารละลาย Dithiooxamide 0.2 % (w/v) ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร และ Ammonium hydroxide 2 % (v/v) ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนสีเขียวเข้ม ดังแสดงในรูปที่ 4.1 (b) และสามารถวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นจาก 400-800 นาโนเมตร พบว่าที่ 650 นาโนเมตร จะให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1 และเมื่อทำการทดลองกับน้ำกลั่นปริมาตร 0.5 มิลลิลิตรทำปฏิกิริยา กับสารละลาย

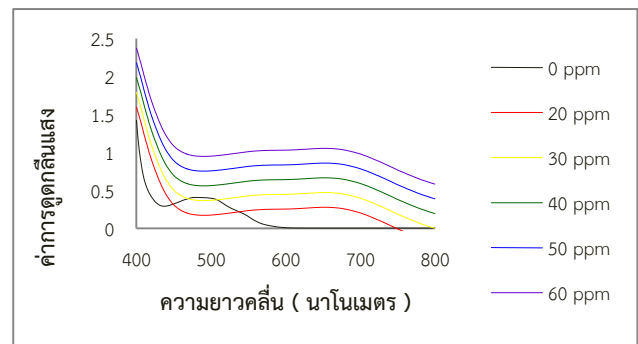
Dithiooxamide ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร และ Ammonium hydroxide ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ได้สารละลายสีเหลืองส้มอ่อน ดังแสดงในภาพที่ 4.1 (a) และสามารถวัดค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ 488 นาโนเมตรดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 สีของสารละลายที่เปลี่ยนแปลงจากการเกิดปฏิกิริยาของ Dithiooxamide กับ (a) น้ำกลั่น (b) สารละลายมาตรฐานทองแดงความเข้มข้น 20,30,40,50 และ 60 ppm

ตารางที่ 4.1 ค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) ที่เกิดจากปฏิกิริยาของ Dithiooxamide กับ น้ำกลั่น และสารละลายมาตรฐานทองแดง

ความเข้มข้น (ppm)	ค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร
0	0.0038
20	0.2781
30	0.4719
40	0.6657
50	0.8595
60	1.0533



รูปที่ 4.2 สเปกตรัมการดูดกลืนแสง (Absorbance) ที่เกิดจากปฏิกิริยาของ Dithiooxamide กับ (a) น้ำกลั่น (b) สารละลายมาตรฐานทองแดงความเข้มข้น 20,30,40,50 และ 60 ppm

4.2 การใช้งานชุดตรวจสอบ

ขั้นตอนที่ 1 นำชุดตรวจสอบ Copper Solvent (A) หยดลงบนสำลีพันปลายไม้ ประมาณ 2-3 หยด นำไปเช็ดจุดที่ต้องการจะหาทองแดง ใช้เวลาในการเช็ดประมาณ 10-15 วินาที โดย Ammonium hydroxide ทำหน้าที่ละลายทองแดง ส่วนไม้ Swab จะทำหน้าที่ดูดซับสารละลายทองแดง ดังแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.3 การใช้ชุดทดสอบ Copper Solvent (A) เช็ดที่ลูกกระสุนปืนชนิด Full metal jacketed (Copper)

ขั้นตอนที่ 2 นำชุดตรวจสอบ Copper Reagent (B) หยดลงบนสำลีพันปลายไม้ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 ประมาณ 2-3 หยด สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสี ดังแสดงในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.4 การใช้ชุดทดสอบ Copper Reagent (B) หยดลงบนสำลีพันปลายไม้ที่นำไปเช็ดทองแดงมาแล้ว

ขั้นตอนที่ 3 สังเกตผลการทดสอบ ถ้าตรวจพบทองแดงสีของ Dithiooxamide จะเปลี่ยนจากสีส้ม เป็นสีเขียวเข้มของ Copper Dithiooxamide อย่างชัดเจน ดังแสดงในรูปที่ 4.6



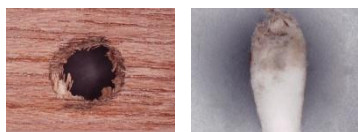
รูปที่ 4.5 สีของสารประกอบเชิงซ้อนของ Copper dithiooxamide ที่เกิดขึ้นบนสำลีพันปลายไม้

ผลการใช้ชุดตรวจสอบ พบว่าในขั้นตอนที่ 3 สารละลายสีส้มของ Dithiooxamide เข้าทำปฏิกิริยากับทองแดงเกิดสีเขียวเข้มของสารประกอบเชิงซ้อน Copper dithiooxamide โดยปริมาณทองแดงบนผิวหน้าของสำลีพันปลายไม้ มากกว่า Dithiooxamide ทำให้หลังการเกิดปฏิกิริยา มีทองแดงเหลืออยู่ แต่ Dithiooxamide ใช้ทำปฏิกิริยาหมดไป จึงไม่ปรากฏสีส้มของ Dithiooxamide เหลืออยู่

4.5 การทดสอบการใช้งานกับตัวอย่าง

ตารางที่ 4.2 การทดสอบใช้ชุดตรวจสอบเข็ตรอยซึ่งถูกยิงด้วยลูกกระสุนปืน ชนิด Full metal jacketed (Copper)

ลำดับที่	ตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ	ผลการทดสอบ
1	แผ่นไม้อัด	สีเขียวเข้ม
2	แผ่นคอนกรีต	สีเขียวเข้ม
3	แผ่นเหล็ก	สีเขียวเข้ม



รูปที่ 4.6 ผลการทดสอบบนแผ่นไม้อัด ปรากฏสีเขียวเข้มของสารประกอบเชิงซ้อน Copper dithiooxamide



รูปที่ 4.7 ผลการทดสอบบนแผ่นคอนกรีต ปรากฏสีเขียวเข้มของสารประกอบเชิงซ้อน Copper dithiooxamide



รูปที่ 4.8 ผลการทดสอบบนแผ่นเหล็ก ปรากฏสีเขียวเข้มของสารประกอบเชิงซ้อน Copper dithiooxamide

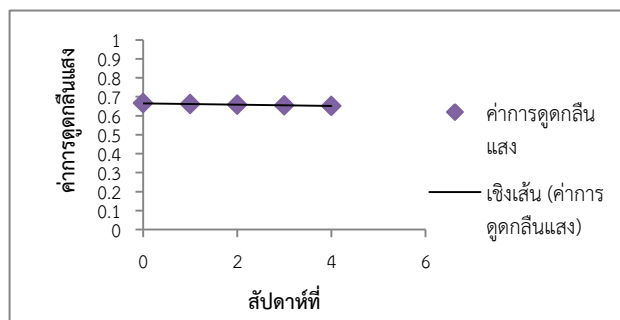
4.3 การทดสอบอายุการใช้งานของชุดตรวจสอบ

4.5.1 การเก็บรักษาชุดตรวจสอบโดยเก็บรักษาชุดทดสอบไว้ในถุงพลาสติกมีซิปล

4.5.2 เมื่อนำชุดตรวจสอบออกมาทดสอบกับสารละลายมาตรฐานทองแดง (Cu^{2+}) ความเข้มข้น 40 ppm เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ แต่ละครั้งจะนำสารประกอบเชิงซ้อนสีเขียวเข้ม ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) ที่ 650 นาโนเมตร ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.3 การทดสอบอายุการใช้งานของชุดทดสอบกับสารละลายมาตรฐานทองแดง (Cu^{2+}) ความเข้มข้น 40 ppm ที่ระยะเวลาต่างๆ

ระยะเวลา (สัปดาห์ที่)	ค่าเฉลี่ยการดูดกลืนแสง 650 นาโนเมตร (n = 5)
0	0.6657
1	0.6612
2	0.6584
3	0.6549
4	0.6508



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) กับเวลา (สัปดาห์) ในการใช้งานชุดตรวจสอบ

จากกราฟที่ศึกษาในระยะเวลา 4 สัปดาห์ จะเห็นว่าค่าการดูดกลืนแสงยังลดลงไม่ถึง 50 %

5.สรุปผลอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ชุดตรวจสอบใช้ Dithiooxamide ความเข้มข้น 0.2 % (w/v) และ Ammonium hydroxide 2 % (v/v) ในการละลายทองแดง ซึ่งสามารถตรวจสอบทองแดงได้ที่มีความเข้มข้นต่ำสุด 40 ppm

5.1.2 ชุดตรวจสอบสามารถใช้งานได้ในระยะเวลา 4 สัปดาห์ โดยที่ค่าการดูดกลืนแสงยังลดลงไม่ถึง 50 %

5.1.3 ราคาชุดทดสอบใช้งบประมาณในการจัดทำในราคา 15 บาท มีราคาถูกมาก เมื่อเปรียบเทียบกับชุดตรวจสอบทองแดง Bullet Hole Testing Kit 40 tests จากสหรัฐอเมริกาที่มีลักษณะของชุดทดสอบคล้ายคลึงกัน มีราคาอยู่ที่ชุดละประมาณ 11,380 บาท

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากจุดมุ่งหมายเพื่อจัดทำชุดทดสอบโลหะทองแดงบนร่องรอยที่เกิดจากถูกกระสุนปืนซึ่งสามารถใช้งานง่ายประหยัด และให้ผลที่ถูกต้องนั้นผลการทดสอบให้ผลเป็นที่น่าพอใจ การแสดงผลชัดเจน สามารถนำไปใช้งานได้จริงใช้งานสะดวกเก็บรักษาง่าย และมีราคาถูก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ ศูนย์พิสูจน์หลักฐาน 1 พันตำรวจโทตะวัน ไวยรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิตยา ไ้ววัฒนา และอาจารย์กนกวรรณ ฤทธิศรีศักดิ์ ที่ให้คำปรึกษาในการปฏิบัติสหกิจศึกษาครั้งนี้ด้วยดีตลอดมา

เอกสารอ้างอิง

[1] มนตรี ดอนฟุ้งไพร,ร.ต.ท. การพัฒนามาตรฐานวิธีการตรวจพิสูจน์หาระยะยิงและรอยกระสุนปืนแบบไม่ทำลายตัวอย่าง : สถาบันนิติวิทยาศาสตร์, 2555.

[2] อรรถพล แซ่มสุวรรณวงศ์ และคณะ. นิติวิทยาศาสตร์เพื่อการสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพฯ : ทีซีซี พรินติ้ง, 2544.

[3] อัมพรจารุจินดา,พล.ต.ท. การตรวจพิสูจน์อาวุธปืนและเครื่องกระสุนปืน.กรุงเทพฯ : สำนักงานวิทยาการตำรวจ, 2542.

[4] ธาณินท์แดงกาวรัมย์. "UV - Visible spectrophotometer", คม 210 เคมีวิเคราะห์.

ประวัติผู้เขียนบทความ



ชื่อ-สกุล ปรีดา สุวรรณศรี
สาขาวิชา เคมี
มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ที่อยู่ 29/2 หมู่ 8 ต.คลองสอง อ.คลองหลวง
 จ.ปทุมธานี 12120

เบอร์โทรศัพท์
อีเมลล์

095-252-7521
S.Parita@hotmail.com



ชื่อ-สกุล
สาขาวิชา
มหาวิทยาลัย
ที่อยู่

นวลลอ เกียมา
เคมี
เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
353/109 แขวงคลองสองต้นนุ่น เขตลาดกระบัง
กรุงเทพมหานคร 10520
084-929-4160
13423_nuang@windowslive.com

เบอร์โทรศัพท์
อีเมลล์



ชื่อ-สกุล
สาขาวิชา
มหาวิทยาลัย
ที่อยู่

ภัทษริยา บุตรกระจำง
เคมี
เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
88/10 หมู่ 1 ตำบลห้วยทราย อำเภอหนองแค
จังหวัดสระบุรี 18230
092-251-8681
poppy_o@live.com

เบอร์โทรศัพท์
อีเมลล์