

## การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลึกยาลดน้ำหนัก โดยเทคนิคไมโครคริสตัลไลน์

### The Study Of Morphology Of Microcrystals Of Slimming Drugs By Micocrystalline Technique

นิโลบล บุญกระจ่าง (Nilobon Bunkrajang)<sup>\*</sup>

ธิติ มหาเจริญ (Thiti Mahacharoen)<sup>\*\*</sup>

#### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลึกยาลดน้ำหนัก โดยใช้ตัวทำปฏิกิริยา 2 ชนิด ได้แก่ ซิลเวอร์ไนเตรต ( $\text{AgNO}_3$ ) และ โพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) โดยเทคนิค Microcrystalline ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ การทดสอบ Microcrystalline ของผลึกยาลดน้ำหนักทั้ง 5 ยี่ห้อ ได้แก่ (A) Madam Kate Detox (Piperine), (B) Ninetricaps (Bisacodyl), (C) New Queen (Chromium Picolinate), (D) ย่าจันท์ (Chitosan) และ (E) Finz (Collagen Peptides) เป็นการทดสอบรูปร่างของผลึก ขนาด สี และคุณสมบัติทางแสง โดยใช้ตัวทำปฏิกิริยาที่มีความเข้มข้นและมีความเหมาะสมกับยาลดน้ำหนักแต่ละชนิด และสังเกตการเกิดปฏิกิริยาดังกล่าวภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบแสงโพลาไรซ์เพื่อดูคุณสมบัติทางแสง พบว่า ( $\text{AgNO}_3$ ) ใช้ความเข้มข้นที่ 5%, 10% 20% และ 30% w/v และความเข้มข้นที่เหมาะสมคือ 20% w/v โดยจะให้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลึกยาลดน้ำหนัก ที่มีความจำเพาะทั้งทางกายภาพ และมีคุณสมบัติทางแสงแบบ anisotropic และ (KI) ใช้ความเข้มข้นที่ 1% 2% 3% และ 4% w/v ความเข้มข้นที่เหมาะสมคือ 3% w/v โดยจะให้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลึกยาลดน้ำหนัก ที่มีความจำเพาะทั้งทางกายภาพ และมีคุณสมบัติทางแสงแบบ isotropic และยาลดน้ำหนักตัวอย่างทั้ง 5 ยี่ห้อ พบว่าเกิดปฏิกิริยา 4 ยี่ห้อ และไม่เกิดปฏิกิริยากับตัวทำปฏิกิริยาทั้งสองชนิด 1 ยี่ห้อ

**คำสำคัญ :** สัณฐานวิทยา ยาลดน้ำหนัก ตัวทำปฏิกิริยา

<sup>\*</sup> นักศึกษาปริญญาโท คณะนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ

Graduate student's in faculty of Forensic Science, Royal Police Cadet Academy. E-mail [nilobonninay@gmail.com](mailto:nilobonninay@gmail.com), 063-969-6829

<sup>\*\*</sup> อาจารย์ (สบ.3) ประจำคณะนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ

Lecturer (level 3) in faculty of Forensic Science, Royal Police Cadet Academy. E-mail [m\\_thiti@yahoo.com](mailto:m_thiti@yahoo.com), 099-795-4321

## Abstract

The aim of this study was to investigate the microcrystals morphology of slimming drugs. In this study, two different reagents consisting of silver nitrate ( $\text{AgNO}_3$ ) and potassium iodide (KI) were used for microcrystalline test. This test was performed on five different slimming drugs—(A) Madam Kate Detox (Piperine), (B) Ninetricaps (Bisacodyl), (C) New Queen (Chromium Picolinate), (D) Yajun (Chitosan), (E) Finz (Collagen Peptide). The observation of their shape, color, and arrangement of the forming crystals was taken under a polarized light microscope. The concentrations series of silver nitrate were prepared in 5%, 10%, 20% and 30% w/v. The result showed that the formation of anisotropic microcrystals of four drugs was observed better at the concentration of 20% w/v. For potassium iodide reagent, 1%, 2%, 3%, and 4% w/v concentration of 3% w/v, the isotropic microcrystals of four drugs was clearly and more observed. One out of five slimming drugs did not exhibit the formation of microcrystals in both reagents.

**Keywords:** morphology, slimming drugs, reagent

## บทนำ

ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันความอ้วนเป็นปัญหาของผู้คนจำนวนมาก อีกทั้งความอ้วนยังทำให้อัตราการเสียชีวิตสูงขึ้น และเพิ่มปัจจัยเสี่ยงต่อโรคหลายอย่าง เช่น ความดันโลหิตสูง ไขมันในเลือดสูง และเบาหวาน การรักษาความอ้วน มีหลายวิธี อาทิ การปรับเปลี่ยนพฤติกรรม การผ่าตัด และการใช้ยาซึ่งเป็นวิธีหลักที่ใช้มาก จึงทำให้ยาลดน้ำหนักมีอิทธิพลต่อผู้บริโภคเป็นอย่างยิ่ง โดยไม่คำนึงถึงผลข้างเคียงที่จะเกิดขึ้น ประการสำคัญผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่ทราบถึงส่วนผสมที่แท้จริงของยาลดน้ำหนักดังกล่าว ถึงแม้ว่าจะมียาลดน้ำหนักที่ได้รับอนุญาตจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาให้จำหน่ายได้ แต่ก็มียาลดน้ำหนักไม่น้อยที่มีส่วนผสมเป็นสารเสพติดที่ถูกระบุว่าเป็นสารควบคุมและเมื่อใช้ยาลดน้ำหนักเหล่านี้ในระยะยาว ยาเหล่านี้จะทำให้เกิดอาการติดยา และต้องยาเพราะใช้ยาเกินขีดจำกัด ซึ่งสามารถแบ่งยาลดน้ำหนักได้เป็น 2 ประเภทคือ ยาเคมีและสมุนไพร โดยยาลดน้ำหนักจากสารเคมีจะมีฤทธิ์ต่อระบบประสาทและจิตมากกว่ายาจากสมุนไพร (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2545) ทำให้เกิดอาการมึนงง วิดกกังวล บางครั้งเกิดภาพหลอน หรือ ที่หนักกว่านั้นคือ หัวใจวายเฉียบพลัน

สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข (สวรส.) สำรวจพฤติกรรมการกินยาของประชาชนไทยในปี 2560 พบว่าคนไทยทุกกลุ่มมีพฤติกรรมกินยาอย่างต่อเนื่องโดยในวัยรุ่นอายุ 15-25 ปี พบว่ายามีการกินต่อเนื่องกันมากที่สุดคือ ยาลดความอ้วน ซึ่งเริ่มเป็นปัญหามากขึ้นในสมัยนี้ ประกอบกับการซื้อหา ยาลดความอ้วนทำได้ง่าย จึงทำให้สถิติการกินยาลดความอ้วนในวัยรุ่นสูงมากเฉลี่ยร้อยละ 0.3 ของประชากรกลุ่มนี้ทั้งหมด หรือเกือบ 200,000 คน (สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข, 2560)

จากข่าวการตรวจพบแหล่งผลิตยาลดความอ้วนที่ไม่ได้มาตรฐาน อย. (ไทยรัฐทีวี, 2560) รวมถึงข่าวการขายยาลดความอ้วนโดยการโฆษณาเกินจริง ทำให้มีผู้หลงเชื่อและซื้อยาลดความอ้วนที่ผิดกฎหมายมารับประทานโดยไม่ทราบส่วนประกอบที่แท้จริงของยา จึงพบว่ามีผู้เสียชีวิตจำนวนมากจากการใช้ยาลดน้ำหนัก หรือยาลดความอ้วน โดยผลการชันสูตรจากพยาธิวิทยาเบื้องต้น พบว่า ส่วนใหญ่เสียชีวิตด้วยภาวะหัวใจวายเฉียบพลัน ประสาทหลอน ผู้ตายมีอาการช็อก ซึ่งในเบื้องต้นคาดว่าเสียชีวิตด้วยสาเหตุจากการกินยาหรือใช้ยาเสริมความงามเกินขนาด อีกทั้งผู้ตายมีโรคประจำตัวหอบหืดจึงทำให้ช็อกจนเสียชีวิต ซึ่งอาการดังกล่าวบ่งชี้สาเหตุการเสียชีวิตเพราะกินยาลดน้ำหนักที่มีสารไซบูทรามิน สารเสพติด และสารควบคุม จากสภาวะผู้เสียชีวิตจำนวนมากหลายรายทำให้กระทรวงสาธารณสุขเริ่มควบคุมยาลดน้ำหนัก และห้ามจำหน่ายยาลดน้ำหนักที่มีส่วนประกอบของสารไซบูทรามิน สารเสพติด และสารควบคุม (ไทยรัฐทีวี, 2559)

อย่างไรก็ตาม แม้จะมีการห้ามจำหน่ายยาลดน้ำหนักที่มีส่วนประกอบของสารไซบูทรามินแต่ก็ยังมีผู้เสียชีวิตจากการใช้ยาลดน้ำหนักอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งยาลดน้ำหนักดังกล่าวไม่มีส่วนผสมของสารไซบูทรามิน และการตรวจยาลดน้ำหนักสามารถทำได้หลายเทคนิค เช่น Gas Chromatography (GC), Liquid Chromatography (LC) เป็นต้น (Hunsel F. v. et al., 2015, Leonie E. et al., 2011) แต่เทคนิคดังกล่าวต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญและมีค่าใช้จ่ายที่สูง จึงเป็นปัญหาในการทำการตรวจวิเคราะห์ แต่งานวิจัยนี้ใช้การตรวจด้วยเทคนิค Microcrystalline เป็นการทดสอบทางเคมีที่ใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูการเกิดผลึกที่เกิดจากส่วนผสมของสารเคมีที่เลือกโดยเฉพาะกับตัวอย่างยาที่น่าสงสัย สามารถให้คำตอบง่ายๆในเรื่องยาที่สงสัยว่า มีอยู่หรือไม่ และสามารถดำเนินการโดยมีค่าใช้จ่ายน้อยมาก ไม่จำเป็นต้องมีเครื่องมือวิเคราะห์เฉพาะด้าน ใช้แค่กล้องจุลทรรศน์เพียงอย่างเดียวเพื่อสังเกตผล การตีความผลลัพธ์จะขึ้นอยู่กับการเปรียบเทียบผลึกโดยตรงกับสารมาตรฐานที่ทำควบคุม (Fulton, 1969: 4) เช่นเดียวกับการทดสอบสีโดยทั่วไปมักใช้เพื่อทดสอบตัวอย่างยาที่น่าสงสัยเบื้องต้น (Nichols, 1997: 191-196) ยาที่ต้องสงสัยจะให้ผลบวก อย่างไรก็ตามการทดสอบแบบ microcrystalline สามารถทำได้มากกว่าการตรวจคัดกรองอย่างง่าย งานวิจัยล่าสุดแสดงให้เห็นว่าการทดสอบแบบ microcrystalline สามารถใช้เป็นเทคนิคการยืนยัน (M.P. Elie & L.E. Elie, 2009) เนื่องจากผลึกขนาดเล็กจะมีลักษณะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับตัวยาและตัวทำปฏิกิริยา คุณสมบัติของคริสตัล สีและรูปร่างที่เฉพาะเจาะจงมากพอที่จะให้ผลการยืนยันได้ อีกทั้งยังใช้ตัวทำปฏิกิริยา (Reagent) ในปริมาณน้อย การดำเนินการทดลอง และอุปกรณ์เครื่องมือในการวิเคราะห์มีราคาถูกสามารถนำไปปรับใช้กับงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งการจะช่วยให้เกิดปฏิกิริยาต้องทำให้ของแข็งเป็นสารละลาย จากนั้นหยดลงบนแผ่นสไลด์ แล้วจึงสังเกตด้วยกล้องจุลทรรศน์ แต่การทำให้เกิดปฏิกิริยาจะต้องคำนึงถึง อุณหภูมิ ความเข้มข้นของสารทดสอบ ความเข้มข้นของตัวทำปฏิกิริยา (Mirza et al., 2009: 113–119) ชนิดของตัวทำละลาย ปริมาตรของตัวทำละลาย และเวลาในการเกิดผลึก (Zoubi, Kachrimanis & Malamataris, 2002: 13-21) หากสารทดสอบไม่สามารถเข้ากันได้กับสารตัวทำปฏิกิริยา Nucleation จะไม่เกิด และกล้องจุลทรรศน์แบบแสงโพลาไรซ์ (Polarized Light Microscope, PLM) คือกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้แสงโพลาไรซ์บนกล้องจุลทรรศน์แบบออปติคัลช่วยให้เราสามารถตรวจสอบสมบัติทาง crystallographic ทางแสงของคริสตัลได้ ผลึกเชิงแสงนี้มีความแตกต่างจากผลึก X-ray แต่ละเทคนิคมีข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับโครงสร้างคริสตัลและการรวมกันของทั้งสองมีประสิทธิภาพจริง สามารถใช้สำหรับการระบุที่ชัดเจนของรูปแบบสถานะของแข็ง ในขณะเดียวกันก็มีเรื่องของคุณสมบัติเชิงสีและรูปร่างของคริสตัลด้วย การใช้ PLM เป็นเครื่องมือในการทำผลึกกลับคืนมา เป็นเครื่องมือ

สำคัญสำหรับการตรวจสอบคุณสมบัติของแร่ธาตุและสารเคมีอนินทรีย์รวมทั้งสารอินทรีย์ โดยคำนึงถึงความแตกต่างของค่าดัชนีหักเหของแสง (refractive index) ที่เป็องค์ประกอบในตัวอย่างว่ามีทิศทางเรียงตัวเป็นแนวเดียวกับแนวแกนยาวของกล้องหรือไม่ (Philip & Michael, 2017) เพื่อเก็บเป็นฐานข้อมูล ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้ระยะเวลาในการตรวจทดสอบน้อย (Leonie Elie, Mark Baron, Ruth Croxton, Mathieu Elie, 2012) นอกจากนี้ ยังเป็นเทคนิคที่ใช้ศึกษาวัตถุที่เป็น anisotropic และ isotropic โดย anisotropic หมายถึง วัตถุที่มีค่าดัชนีหักเหของแสง (Refractive Index) มากกว่า 1 ค่า ซึ่งค่าความแตกต่างของค่าดัชนีหักเหของแสงนี้ เรียกว่าค่า Birefringence สามารถตรวจสอบค่า Birefringence ของวัตถุชิ้นนั้นได้โดยการนำตัวอย่างส่องผ่านด้วยแสงโพลาไรซ์บนภาพพื้นหลังสีดำ (crossed polar) จะปรากฏสีสว่างขึ้นบนวัตถุ สำหรับวัตถุที่เป็น isotropic จะมีค่าดัชนีหักเหของแสงเท่ากันในทุกทิศทาง เมื่อส่องผ่านด้วยแสงโพลาไรซ์แล้วจะไม่สามารถพบการส่องสว่างบนพื้นผิวตัวอย่าง ดังนั้นวัตถุประเภทนี้จะไม่มีความ Birefringence จึงสามารถแบ่งแยกชนิดของผลึกยาลดน้ำหนักอย่างง่าย ๆ โดยใช้การ crossed polar (Robert Weaver, 2003) ผู้เขียนจึงสนใจที่จะศึกษาผลึกของยาลดน้ำหนักแต่ละยี่ห้อ ด้วยเทคนิค Microcrystalline (Leonie Elie, Mark Baron, Ruth Croxton, Mathieu Elie, 2012) ควบคู่กับกล้องจุลทรรศน์แบบแสงโพลาไรซ์ (Polarized Light Microscope, PLM) โดยศึกษาตัวทำปฏิกิริยาที่เหมาะสมกับยาลดน้ำหนักที่จำหน่ายในประเทศไทยจำนวน 5 ยี่ห้อ ที่ได้รับการรับรองอย่างถูกต้องตามกฎหมายซึ่งยาลดน้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ ได้แก่ (A) Madam Kate Detox (Piperine), (B) Ninetricaps (Bisacodyl), (C) New Queen (Chromium Picolinate), (D) ย่าจันท์(Chitosan) และ (E) Finz (Collagen Peptides) เพื่อนำผลึกของยาลดน้ำหนักเหล่านี้มาสร้างฐานข้อมูลด้านสัณฐานวิทยาของยาลดน้ำหนัก ซึ่งผลการวิจัยในครั้งนี้จะมีประโยชน์ต่อหน่วยงานปฏิบัติงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ในเชิงฐานข้อมูลที่น่ามาเปรียบเทียบผลึกที่เกิดขึ้นในยาลดน้ำหนักชนิดอื่นๆ เพื่อวิเคราะห์หาสารเสพติด สารพิษ หรือสารปนเปื้อนในยาลดน้ำหนัก

## วิธีการศึกษา

ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยใช้ยาลดน้ำหนัก จำนวน 5 ยี่ห้อ ประกอบด้วย (A) Madam Kate Detox (Piperine), (B) Ninetricaps (Bisacodyl), (C) New Queen (Chromium Picolinate), (D) ย่าจันท์(Chitosan) และ (E) Finz (Collagen Peptides) และใช้ตัวทำปฏิกิริยา 2 ชนิด ได้แก่ ซิลเวอร์ไนเตรต ( $\text{AgNO}_3$ ) และ โพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) ขั้นตอนดำเนินการ มีดังนี้

1. เตรียมตัวทำปฏิกิริยา ซิลเวอร์ไนเตรต ( $\text{AgNO}_3$ ) ที่ความเข้มข้น 5%, 10%, 20% และ 30% w/v และ โพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) ที่ความเข้มข้น 1%, 2%, 3% และ 4% w/v
2. ทำการทดสอบ Microcrystalline ของสารในยาลดน้ำหนักทั้ง 5 ยี่ห้อ โดยแบ่งการทดสอบเป็นแบบผง และแบบสารละลาย (ละลายผงยา 0.3500 กรัม ในเมทานอล 10 มิลลิลิตร) ผสมเข้ากับตัวทำปฏิกิริยาปริมาตร 10 ไมโครลิตร ของ ซิลเวอร์ไนเตรต ( $\text{AgNO}_3$ ) ที่ความเข้มข้น 5%, 10%, 20% และ 30% w/v และ โพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) ที่ความเข้มข้น 1%, 2%, 3% และ 4% w/v
3. ทำการสังเกตภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง สังเกตลักษณะของผลึก ขนาด สี และคุณสมบัติทางแสง

4. ภาพภาพของผลึก ทำการจดบันทึกคุณสมบัติ และโครงสร้างลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลึกยา  
ลดน้ำหนักแต่ละยี่ห้อ

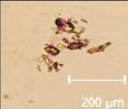
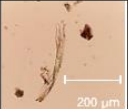
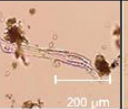
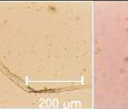
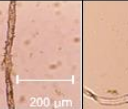
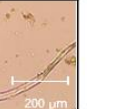
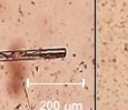
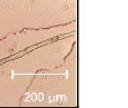
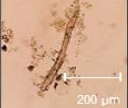
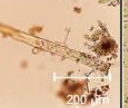
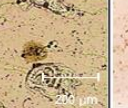
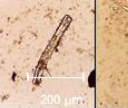
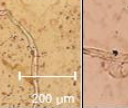
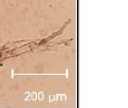
### ผลการศึกษา

จากการทดสอบยาลดน้ำหนัก 5 ยี่ห้อ ที่มีส่วนประกอบหลักได้แก่ (A) Madam Kate Detox (Piperine), (B) Ninetricaps (Bisacodyl), (C) New Queen (Chromium Picolinate), (D) ยาจันท์ (Chitosan) และ (E) Finz (Collagen Peptides) ด้วยตัวทำปฏิกิริยา 2 ชนิด คือ ซิลเวอร์ไนเตรต และ โพแทสเซียมไอโอไดด์ ผู้เขียนได้สรุปผลการศึกษา ดังนี้

1) การทดสอบโดยใช้ตัวทำปฏิกิริยาซิลเวอร์ไนเตรต ( $\text{AgNO}_3$ ) ที่ความเข้มข้น 5%, 10%, 20% และ 30% w/v

เมื่อสารทดสอบทำปฏิกิริยากับตัวทำปฏิกิริยา จากนั้นจึงนำไปสังเกตภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบแสง โพลาไรซ์ โดยจำแนกการทดสอบออกเป็นแบบผง และแบบสารละลาย จากการศึกษาดังกล่าวยาลดน้ำหนักทั้ง 5 ยี่ห้อ ได้แก่ (A) Madam Kate Detox (Piperine), (B) Ninetricaps (Bisacodyl), (C) New Queen (Chromium Picolinate), (D) ยาจันท์ (Chitosan) และ (E) Finz (Collagen Peptides) ด้วยตัวทำปฏิกิริยา ซิลเวอร์ไนเตรตพบว่า ความเข้มข้นที่เหมาะสมของ ซิลเวอร์ไนเตรตในการทำปฏิกิริยากับตัวอย่างยาลดน้ำหนักทั้ง 5 ยี่ห้อได้อย่างสมบูรณ์ คือ 20% w/v ในการทำปฏิกิริยาแบบผงใช้เวลาในการเกิดผลึกประมาณ 1 – 2 นาที แต่แบบสารละลายจะเกิดผลึกเร็วกว่าโดยใช้เวลาประมาณ 3 – 5 วินาที โดย ยี่ห้อ (A) Madam Kate Detox (Piperine) มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาแบบ thin rectangular plates and prisms ที่เป็นเส้นและมีความโปร่งแสง ยี่ห้อ (B) Ninetricaps (Bisacodyl) มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาแบบ long slender needle เป็นทรงสี่เหลี่ยมไม่สมมาตร ยี่ห้อ (C) New Queen (Chromium Picolinate) มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาแบบ tetragonal prisms และยี่ห้อ (D) ยาจันท์ (Chitosan) มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาแบบ thick needle ดังแสดงในตารางที่ 1 สำหรับยาลดน้ำหนักยี่ห้อ (E) Finz (Collagen Peptides) ไม่เกิดการทำปฏิกิริยากับตัวทำปฏิกิริยา และไม่ปรากฏผลึกขึ้น

ตารางที่ 1 ตารางแสดงการทดสอบยาลดน้ำหนักแบบผงและแบบสารละลาย ด้วยตัวทำปฏิกิริยาซิลเวอร์ไนเตรต ที่ความเข้มข้น 5%, 10%, 20% และ 30%w/v

| สาร                                     | แบบผง                                                                             |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   | แบบสารละลาย                                                                        |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                         | 5%w/v                                                                             | 10%w/v                                                                            | 20%w/v                                                                            | 30%w/v                                                                            | 5%w/v                                                                              | 10%w/v                                                                              | 20%w/v                                                                              | 30%w/v                                                                              |
| A (Piperine)<br>Madam Kate<br>Detox     |  |  |  |  |  |  |  |  |
| B (Bisacodyl)<br>Ninetricaps            |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C (Chromium<br>Picolinate)<br>New Queen |  |  |  |  |  |  |  |  |
| D (Chitosan)<br>ยาจันทร์                |  |  |  |  |  |  |  |  |

2) การทดสอบโดยใช้ตัวทำปฏิกิริยาโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) ที่ความเข้มข้น 1%, 2%, 3% และ 4% w/v

เมื่อสารทดสอบทำปฏิกิริยากับตัวทำปฏิกิริยา จากนั้นจึงนำไปสังเกตภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบแสง โพลาไรซ์ โดยจำแนกการทดสอบออกเป็นแบบผง และแบบสารละลาย จากการศึกษาดตัวอย่างยาลดน้ำหนักทั้ง 5 ยี่ห้อ ได้แก่ (A) Madam Kate Detox (Piperine), (B) Ninetricaps (Bisacodyl), (C) New Queen (Chromium Picolinate), (D) ยาจันทร์ (Chitosan) และ (E) Finz (Collagen Peptides) ด้วยตัวทำปฏิกิริยาโพแทสเซียมไอโอไดด์ พบว่า ความเข้มข้นที่เหมาะสมของ โพแทสเซียมไอโอไดด์ ในการทำปฏิกิริยากับตัวอย่างยาลดน้ำหนักทั้ง 5 ยี่ห้อได้อย่างสมบูรณ์ คือ 3% w/v ในปฏิกิริยาแบบผง ผลึกค่อยๆ เกิดขึ้นในเวลาประมาณ 5 วินาทีแรก แต่แบบสารละลายผลึกจะค่อยๆ เกิดขึ้นทันทีเมื่อหยดตัวทำปฏิกิริยาลงไป โดยยี่ห้อ (A) Madam Kate Detox (Piperine) มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาแบบ cloven paddle ที่เป็นแผ่นสามเหลี่ยมโค้ง โปร่งแสง ยี่ห้อ (B) Ninetricaps (Bisacodyl) มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาแบบ granular ที่เป็นสามเหลี่ยมไม่สมมาตร และเกาะกลุ่มเป็นก้อน ยี่ห้อ (C) New Queen (Chromium Picolinate) มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาแบบ elongated square ที่เป็นเหลี่ยมคล้ายกริช และมีความโปร่งใส และยี่ห้อ (D) ยาจันทร์ (Chitosan) มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาแบบ elongated rhombi form plates ที่เป็นสี่เหลี่ยมหลายแผ่นซ้อนกัน ดังแสดงในตารางที่ 2 สำหรับยี่ห้อ (E) Finz (Collagen Peptides) ไม่เกิดการทำปฏิกิริยากับตัวทำปฏิกิริยา และไม่ปรากฏผลึกขึ้น

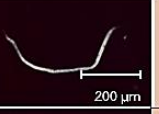
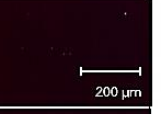
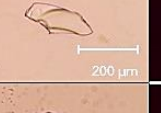
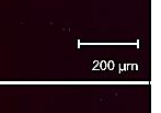
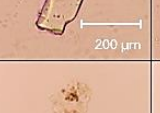
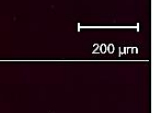
ตารางที่ 2 ตารางแสดงการทดสอบยาลดน้ำหนักแบบผงและแบบสารละลาย ด้วยตัวทำปฏิกิริยา โพแทสเซียมไฮไดรด์ ที่ความเข้มข้น 1%, 2%, 3% และ 4% w/v

| สาร                                     | แบบผง |       |       |       | แบบสารละลาย |       |       |       |
|-----------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|
|                                         | 1%w/v | 2%w/v | 3%w/v | 4%w/v | 1%w/v       | 2%w/v | 3%w/v | 4%w/v |
| A (Piperine)<br>Madam Kate<br>Detox     |       |       |       |       |             |       |       |       |
| B (Bisacodyl)<br>Ninetricaps            |       |       |       |       |             |       |       |       |
| C (Chromium<br>Picolinate)<br>New Queen |       |       |       |       |             |       |       |       |
| D (Chitosan)<br>ย่ำจันทร์               |       |       |       |       |             |       |       |       |

### 3) การศึกษาคุณสมบัติทางแสงของผลึกยาลดน้ำหนัก

จากการทดสอบยาลดน้ำหนักตัวอย่างทั้ง 5 ยี่ห้อ ได้แก่ (A) Madam Kate Detox (Piperine), (B) Ninetricaps (Bisacodyl), (C) New Queen (Chromium Picolinate), (D) ย่ำจันทร์ (Chitosan) และ (E) Finz (Collagen Peptides) ด้วยเทคนิค Microcrystalline โดยใช้ตัวทำปฏิกิริยา 2 ชนิด กับยาลดน้ำหนักแบบผง และแบบสารละลาย สรุปได้ดังนี้ ซิลเวอร์ไนเตรตเมื่อทำปฏิกิริยากับยาลดน้ำหนักตัวอย่าง (A) Madam Kate Detox (Piperine), (B) Ninetricaps (Bisacodyl), (C) New Queen (Chromium Picolinate) และ (D) ย่ำจันทร์ (Chitosan) มีคุณสมบัติทางแสงแบบ anisotropic หมายความว่าค่าดัชนีหักเหของแสงมากกว่า 1 ค่า เพราะเมื่อนำตัวอย่างมาส่องผ่านด้วยแสงโพลาไรซ์ที่มุม 45 องศา หรือเรียกว่า การ crossed polar แล้วปรากฏสีบนตัวอย่าง แตกต่างกับ โพแทสเซียมไฮไดรด์ เมื่อใช้เป็นตัวทำปฏิกิริยาแล้ว พบว่า ผลึกที่ได้มีคุณสมบัติทางแสงแบบ isotropic เพราะเมื่อทำการ crossed polar แล้วไม่ปรากฏสีขึ้น หมายความว่า โพแทสเซียมไฮไดรด์ เมื่อทำปฏิกิริยากับตัวอย่างแล้วมีค่าดัชนีหักเหของแสงเหมือนกันในทุกทิศทาง สำหรับยาลดน้ำหนักตัวอย่างยี่ห้อ E (Collagen Peptides) ไม่เกิดปฏิกิริยากับตัวทำปฏิกิริยาทั้ง 2 ชนิด

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาคุณลักษณะทางแสงของผลึกยาลดน้ำหนักตัวอย่าง 5 ยี่ห้อ ได้แก่ (A) Madam Kate Detox (Piperine), (B) Ninetricaps (Bisacodyl), (C) New Queen (Chromium Picolinate), (D) ย่าจันท์ (Chitosan) และ (E) Finz (Collagen Peptides) โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบแสงโพลาไรซ์ (Polarized Light Microscope) เมื่อใช้ตัวทำปฏิกิริยา  $\text{AgNO}_3$  ที่ความเข้มข้น 20% w/v และ KI ที่ความเข้มข้น 3% w/v ในการทดสอบ

| ยาลดน้ำหนัก<br>(slimming<br>Drugs) | $\text{AgNO}_3$                                                                     |                                                                                     |                                                                                     | KI                                                                                   |                                                                                       |                                                                                       |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                                    | Plain Polarized Light                                                               |                                                                                     | Crossed Polar                                                                       | Plain Polarized Light                                                                |                                                                                       | Crossed Polar                                                                         |
|                                    | ตั้งฉาก                                                                             | ขนาน                                                                                |                                                                                     | ตั้งฉาก                                                                              | ขนาน                                                                                  |                                                                                       |
| A (Piperine)                       |    |    |    |    |    |    |
| B (Bisacodyl)                      |    |    |    |    |    |    |
| C (Chromium Picolinate)            |   |   |   |   |   |   |
| D (Chitosan)                       |  |  |  |  |  |  |

## อภิปรายผล

จากงานวิจัยจะเห็นได้ว่ายาลดน้ำหนักเป็นสาเหตุหนึ่งในการเสียชีวิต เนื่องจากในยาลดน้ำหนักบางประเภทมีส่วนผสมของสารเสพติดและสิ่งเจือปนอื่นๆ ที่ทำให้ร่างกายทำงานผิดปกติหรือเสียสมดุลจนเป็นผลให้ถึงแก่ชีวิตในสาเหตุ หัวใจล้มเหลวเฉียบพลัน ดังนั้นการตรวจวิเคราะห์ลักษณะของผลึกยาลดน้ำหนักจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะจัดทำเป็นฐานข้อมูลสำหรับการตรวจเปรียบเทียบต่อไป

ในการวิจัยนี้ทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลึกยาลดน้ำหนักโดยใช้เทคนิค Microcrystalline และตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสงโพลาไรซ์ (Polarized Light Microscope, PLM) ซึ่งเป็นการตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางแสง และลักษณะของผลึกเพื่อเก็บเป็นฐานข้อมูล โดยเป็นเทคนิคที่ใช้ระยะเวลาในการตรวจทดสอบน้อย (Leonie Elie, 2012) นอกจากนี้ PLM ยังเป็นเทคนิคที่ใช้ศึกษาวัตถุที่เป็น anisotropic และ isotropic ได้อีกด้วย สำหรับ anisotropic หมายถึง วัตถุที่มีค่าดัชนีหักเหของแสง (Refractive Index) มากกว่า 1 ค่าที่มีความแตกต่างกันซึ่งค่าความแตกต่างของค่าดัชนีหักเหของแสงทั้ง 2 ค่านี้เป็นค่า Birefringence เมื่อจัดวางวัตถุที่เป็น anisotropic ในแนว 45 องศา โดยส่องผ่านด้วยแสงโพลาไรซ์บนภาพพื้นหลังสีดำ (crossed polar) จะปรากฏสีสว่างขึ้นบนวัตถุ ในการจัดวางแนวในการส่องแสงนั้น ที่ใช้มุม 45 องศา เพราะเป็นมุมรวมแสงที่ดีที่สุด ทำให้ปรากฏสีบนตัวอย่างได้ชัดเจนที่สุด สำหรับวัตถุที่เป็น isotropic จะมีค่าดัชนีหักเหของแสงเหมือนกันในทุกทิศทาง และจะไม่พบการส่องสว่างบนพื้นผิวตัวอย่าง ดังนั้นวัตถุประเภทนี้จะไม่มีความ Birefringence จึงสามารถแบ่งแยกคุณสมบัติทางของผลึกยาลดน้ำหนักจากการทำปฏิกิริยากับตัวทำ

ปฏิกิริยาได้อย่างง่ายๆ โดยใช้การ crossed polar (Robert Weaver, 2003) บนกล้องจุลทรรศน์แบบแสงโพลาไรซ์ จากการทดลองในงานวิจัยนี้พบว่า ผลึกยาลดน้ำหนักที่ปรากฏของทั้ง 5 ยี่ห้อ เมื่อใช้ตัวทำปฏิกิริยาซิลเวอร์ไนเตรต เป็นตัวทำปฏิกิริยาจะให้คุณสมบัติของผลึกเป็น anisotropic เนื่องจากการ crossed polar แล้วปรากฏสีบนผลึกยาลดน้ำหนัก แต่เมื่อใช้ตัวทำปฏิกิริยาโพแทสเซียมไฮโอไดด์ ผลึกที่ได้เป็น isotropic เพราะเมื่อทำการ crossed polar แล้วไม่ปรากฏสีขึ้น

เทคนิค Microcrystalline ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ซิลเวอร์ไนเตรต และโพแทสเซียมไฮโอไดด์เป็นตัวทำปฏิกิริยากับยาลดน้ำหนักที่ละลายในตัวทำละลาย (แบบสารละลาย) และไม่ละลายในตัวทำละลาย (แบบผง) เพราะเป็นสารที่หาซื้อได้ง่าย ราคาไม่แพง ใช้ทั่วไปในห้องปฏิบัติ และเป็นตัวทำปฏิกิริยาที่ใช้บ่อยที่สุด (Fulton C.C. 1969) สรุปได้ดังนี้ซิลเวอร์ไนเตรต ใช้ช่วงความเข้มข้นในการทดสอบคือ 5%, 10%, 20% และ 30% w/v โดยที่ความเข้มข้นต่ำ จะให้คุณภาพของผลึกที่ไม่ดีเท่าที่ความเข้มข้นสูง และความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับตัวทำปฏิกิริยานี้คือ 20% w/v โดยจะให้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลึกยาลดน้ำหนักทั้ง 5 ยี่ห้อเป็นดังนี้ (A) Madam Kate Detox (Piperine) มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาแบบ thin rectangular plates and prisms ยี่ห้อ (B) Ninetricaps (Bisacodyl) มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาแบบ long slender needle ยี่ห้อ (C) New Queen (Chromium Picolinate) มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาแบบ tetragonal prisms ยี่ห้อ (D) ยาจันท์ (Chitosan) มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาแบบ thick needle และมีคุณสมบัติทางแสงแบบ anisotropic เพราะเมื่อสารทดสอบทำปฏิกิริยากับซิลเวอร์ไนเตรตแล้วเกิดผลึกที่ปรากฏสีขึ้นภายใต้กล้องจุลทรรศน์เมื่อทำการ crossed polar สำหรับยี่ห้อ (E) Finz (Collagen Peptides) ไม่เกิดปฏิกิริยากับตัวทำปฏิกิริยา

โพแทสเซียมไฮโอไดด์ โดยใช้ช่วงความเข้มข้นในการทดสอบคือ 1%, 2%, 3% และ 4% w/v ความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการทดลองนี้คือ 3% w/v เนื่องจากที่ความเข้มข้นต่ำถึงแม้จะแสดงผลออกมาแต่ก็ไม่แสดงได้ชัดเจนหรือไม่สามารถมองเห็นผลึก เพราะถูกบดบังด้วยสิ่งเจือปนในยาลดน้ำหนักที่ละลายออกมาหมด แต่ที่ความเข้มข้นสูง พบว่าผลึกที่ได้มีลักษณะที่หนา และเกาะเป็นกลุ่มจนไม่สามารถแยกออกจากกันได้ ทำให้ไม่สามารถระบุได้ว่าผลึกอยู่ส่วนใด ดังนั้น จึงเลือกที่ความเข้มข้น 3% w/v เป็นตัวทำปฏิกิริยาที่ดีที่สุดสำหรับช่วงความเข้มข้นที่นำมาทำการทดสอบ ผู้วิจัยทำการทดสอบช่วงที่เหมาะสมโดยใช้ความเข้มข้น 5% w/v เป็นตัวทดสอบ พบว่าสำหรับซิลเวอร์ไนเตรตเกิดได้ดีเมื่อใช้ความเข้มข้นที่สูง แตกต่างกับโพแทสเซียมไฮโอไดด์ที่เมื่อความเข้มข้นสูงจะไม่สามารถทำให้ผลึกเกิดได้ดีเท่าความเข้มข้นต่ำ ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลึกยาลดน้ำหนักทั้ง 5 ยี่ห้อเป็นดังนี้ (A) Madam Kate Detox (Piperine) มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาแบบ cloven paddle ยี่ห้อ (B) Ninetricaps (Bisacodyl) มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาแบบ granular ยี่ห้อ (C) New Queen (Chromium Picolinate) มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาแบบ elongated square ยี่ห้อ (D) ยาจันท์ (Chitosan) มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาแบบ elongated rhombi form plates และมีคุณสมบัติทางแสงแบบ isotropic เพราะเมื่อสารทดสอบทำปฏิกิริยากับโพแทสเซียมไฮโอไดด์แล้วไม่ปรากฏผลึกที่มีสีภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เมื่อทำการ crossed polar สำหรับยี่ห้อ (E) Finz (Collagen Peptides) ไม่เกิดปฏิกิริยา ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกช่วงความเข้มข้นดังแสดงในข้างต้น จากการทดสอบตัวทำปฏิกิริยาทั้ง 2 ชนิดกับยาลดน้ำหนักพบว่าโพแทสเซียมไฮโอไดด์ทำปฏิกิริยากับสารทดสอบได้ดีกว่าซิลเวอร์ไนเตรต เพราะใช้ความเข้มข้นต่ำในการทำปฏิกิริยาก็สามารถให้ผลึกที่ชัดเจนได้ ราคาไม่แพง และหาได้ง่ายในห้องปฏิบัติการ ปัจจัยสำคัญที่ผู้วิจัยเลือกตัว

ทำปฏิกิริยาซิลเวอร์ไนเตรต และโพแทสเซียมไอโอไดด์ เพราะพบว่าเคยใช้การศึกษาในผลึกของยาเสพติด และให้ประสิทธิภาพที่ดี (Andera, KM., Evans, HK., and Wojcik, CM. 2000) จึงเลือกใช้สารทั้งสองตัวนี้ แต่การศึกษาทำให้ผู้วิจัยพบปัญหาในการทดลองคือ ซิลเวอร์ไนเตรตต้องใช้ความเข้มข้นที่ค่อนข้างสูงในการทดลอง จึงทำให้ผลึกที่ได้มีพื้นหลังที่ค่อนข้างสกปรก ดังนั้นผู้วิจัยจึงแนะนำให้ใช้โพแทสเซียมไอโอไดด์ในการทดสอบกับผลึกยาเสพติด เพราะใช้ความเข้มข้นต่ำก็สามารถให้ผลที่มีประสิทธิภาพได้

การตรวจสอบด้วยเทคนิค Microcrystalline เป็นการตรวจวิเคราะห์ทางเคมีโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบแสงโพลาไรซ์ ซึ่งจัดเป็นการตรวจแบบคัดกรอง แต่มีความจำเพาะสูง สามารถนำไปใช้ในการยืนยันได้ดีในการทดสอบ และใช้ตัวทำปฏิกิริยาในปริมาณน้อย การดำเนินการทดลอง อุปกรณ์ และเครื่องมือในการวิเคราะห์มีราคาถูก สามารถนำไปใช้กับงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ได้หลากหลาย อีกทั้งเครื่องมือวิทยาศาสตร์บางชนิดมีราคาค่อนข้างสูง แล้วใช้พื้นที่ค่อนข้างมาก ดังนั้นการใช้เทคนิค Microcrystalline นี้ สามารถนำมาใช้ในการตรวจคัดกรองของสารเสพติด และสิ่งปนเปื้อน ในด้านการเก็บเป็นฐานข้อมูลด้านสัณฐานวิทยา ดังนั้นควรมีการพัฒนาเทคนิคการตรวจโดยเทคนิค Microcrystalline กับสารเสพติด และสิ่งปนเปื้อนในยาประเภทอื่นๆ เพื่อทำเป็นฐานข้อมูลในการเตรียมเปรียบเทียบที่มีประสิทธิภาพต่อไป

## เอกสารอ้างอิง

### ภาษาไทย

- สุชาติ อีสริยपालกุล และคณะ. (2549). การศึกษาทัศนคติและการลดความอ้วนของวัยรุ่น. รายงานการวิจัย. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.
- สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. (2545). ยาลดความอ้วน. กองพัฒนาศักยภาพผู้บริโภค. เอกสารเผยแพร่.
- มัลลิกา จันทรผืน. (2557). “การศึกษาพฤติกรรมสุขภาพต่อโรคอ้วน ของนิสิตสาขาวิชาสุศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน.” ปริญญาศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสุศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 46.
- พัชรารณ อารีย์, สุภารัตน์ วังศรีคุณ, และศรีพรรณ กันธวัง. (2550). “ภาวะโภชนาการพฤติกรรมการบริโภคอาหารและกิจกรรมด้านร่างกายของเด็กวัยรุ่น: การศึกษาเบื้องต้น.” พยาบาลสาร 34, 2 : 98-105.
- ศิวรักษ์ กิจชนะไพบูลย์. (2555). “พฤติกรรมการลดน้ำหนักที่ไม่ถูกต้องของวัยรุ่นและเยาวชนไทย.” วารสารการพยาบาล 39, 4 : 179-190.
- ศุภลักษณ์ หนูสาย. (2560). “การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลึกของสารประกอบวัตระเบิด โดยวิธี Microcrystalline.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขานิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ.
- พิชญา ดิลกพัฒน์มงคล. (2010). “เรื่องของยาลดความอ้วน.” บทความเผยแพร่ความรู้สู่ประชาชน ภาควิชาเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ทิพาพร พงษ์เมษา. (2556). “เอกสารประกอบการบรรยาย หัวข้อ Metformin used in diabetes with renal impairment: still not recommended?.” งานประชุมวิชาการ “Diabetes Educator Training Program for Pharmacists.”, 13-15 กุมภาพันธ์ 2556.
- ไทยรัฐทีวี. (2559). สลด! นร.หญิง ม.5 แน่นหน้าอก-อาเจียนขณะเข้าแถว เสียชีวิต คาดกินยาลดอ้วน. เข้าถึงเมื่อ 23 มีนาคม. เข้าได้จาก <https://www.thairath.co.th/content/628488>.
- ไทยรัฐทีวี. (2560). บุกลายแหล่งจำหน่ายอาหารเสริมเถื่อนที่บางพลี ขายผ่านเว็บ มูลค่า 145 ล. เข้าถึงเมื่อ 23 มีนาคม. เข้าได้จาก <https://www.thairath.co.th/content/1106770>.

### ภาษาต่างประเทศ

- Andera, KM., Evans. HK., & Wojcik, CM. (2000). Microchemical identification of gamma-hydroxybutyrate (GHB). J Forensic Sci, 45(3). 665.
- Al-Zoubi, N., Kachrimanis, K., and Malamataris, S. (2002). Effects of harvesting and cooling on crystallization and transformation of orthorhombic paracetamol in ethanolic solution. European Journal of Pharmaceutical Sciences, 17(1–2) (October). 13-21.
- Elie M.P. & Elie L.E. (2009). Microcrystalline tests in forensic drug analysis: Encyclopaedia of Analytical Chemistry. USA: John Wiley & Sons Ltd.

- F. v. Hunsel, Bastiaan J. Venhuis, Peter H. J. Keizers and Agnes Kant. (2015). A ‘natural’ weight loss product containing sibutramine. *Drug Testing and Analysis*, (October).
- Fulton, C.C. (1969). Modern Microcrystal Tests for Drugs. In *Materials analysis in Forensic Science*, 139-144. Edited by Max M. Houck. New York: Wiley.
- Leonie, E. et al., (2011). Reversing microcrystalline tests—An analytical approach to recycling of microcrystals from drugs of abuse. *Forensic Science International*. 207. e55-e58.
- \_\_\_\_\_. (2012). Microcrystalline identification of selected designer drugs. *Forensic Science International*. 214. 182-188.
- \_\_\_\_\_. (2016). Microcrystalline testing used in combination with Raman micro-spectroscopy for absolute identification of novel psychoactive substances. *Journal of Raman Spectroscopy*. (April).
- Maffeis, C. (2000). Aetiology of overweight and obesity in children and adolescents. *European Journal of Pediatric*, 159(1). 35–44.
- Marjan Khazan et al. (2014). Identification and Determination of Synthetic Pharmaceuticals as Adulterants in Eight Common Herbal Weight Loss Supplements. *Iran Red Crescent Med J*, 16(3). e15344.
- McCrone, WC., McCrone, LB., and Delly, JG. (2002). Polarized light microscopy. McCrone Research Institute: Chicago.
- Mirza S., Miroshnyk I., Heinamaki J., et al., (2009). Crystal morphology engineering of pharmaceutical solids: tableting performance enhancement. *AAPS Pharm Sci Technol*, 10 (1). 113-119.
- Nicholas Petraco and Thomas Kubic. (2003). *Color Atlas and Manual of Microscopy for Criminalists, Chemists and Conservators*. New York: Boca Raton London New York Washington.
- Nichols, R.G. (1997). Drug proficiency test false positives: a lack of critical thought. *Science and Justice*, 37. 191-196.
- Norbert Rasenack and Bernd W.M. (2002). Crystal habit and tableting behavior. *International Journal of Pharmaceutics*, 244. 1–2 (September). 45-57.
- Sabiruddin Mirza et al. (2009). Crystal Morphology Engineering of Pharmaceutical Solids: Tableting Performance Enhancement. *AAPS PharmSciTech*, 10(1) (March). 113–119.
- Torgerson, JS., and other. (2004). “XENical in the prevention of diabetes in obese subjects (XENDOS) study: a randomized study of orlistat as an adjunct to lifestyle changes for the prevention of type 2 diabetes in obese patients.” *Diabetes Care*. 27:155.