

ผลของสภาวะความเป็นกรดและด่างต่อปริมาณของเมทแอมเฟตามีนในตัวอย่างปัสสาวะ ที่ตรวจวัดโดย CEDIA assay*

The effect of sample pH on methamphetamine levels in urine samples as measured by CEDIA assay

อรัทัย กฤษณานุวัฒน์ (Orathai Klitsananuwat)**

ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง (Sirirat Choosakoonkriang)***

ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี (Supachai Supaluknari)***

วชิรวิทย์ ตังธนานุวัฒน์ (Wachirawit Tungthanuwat)****

บทคัดย่อ

จุดมุ่งหมายของงานวิจัยฉบับนี้เพื่อศึกษาผลของสภาวะความเป็นกรดและด่างของตัวอย่างปัสสาวะต่อปริมาณของเมทแอมเฟตามีนในตัวอย่างปัสสาวะ ที่ตรวจวัดโดยวิธีภูมิคุ้มกันวิทยา Cloned enzyme donor immunoassay (CEDIA) โดยตัวอย่างปัสสาวะได้มาจากผู้เสพเมทแอมเฟตามีนจำนวน 26 ตัวอย่าง ถูกจับโดยตำรวจระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2558 ถึงเดือนมกราคม 2559 โดยตัวอย่างปัสสาวะที่ได้มี pH อยู่ในช่วง 6 ถึง 9 และปริมาณของเมทแอมเฟตามีนที่ตรวจวัดได้โดยวิธี CEDIA อยู่ในช่วง 600-2000 ng/mL ตามประกาศของสำนักงานปราบปรามยาเสพติด (2543) กำหนดค่าวิกฤตปริมาณของเมทแอมเฟตามีนที่ตรวจวัดได้คือ มากกว่าหรือเท่ากับ 1000 ng/mL จากตัวอย่างปัสสาวะทั้ง 26 ตัวอย่าง ซึ่งตรวจวัดโดยวิธี CEDIA พบค่าที่มีผลบวกจำนวน 14 ตัวอย่าง และผลลบจำนวน 12 ตัวอย่าง ซึ่งตัวอย่างที่ให้ผลบวกนำมาตรวจยืนยันผลด้วยเทคนิค GC-MS จากการศึกษาผลของ pH โดยปรับ pH ของตัวอย่างปัสสาวะจาก 1 ถึง 14 ตัวอย่างปัสสาวะในแต่ละ pH นำมาตรวจวัดโดยใช้วิธี CEDIA จากการศึกษาพบว่าปริมาณของเมทแอมเฟตามีนมีค่าเปลี่ยนแปลงเมื่อมีการเปลี่ยน pH ของตัวอย่างปัสสาวะ โดยจะตรวจพบแนวโน้มของปริมาณของเมทแอมเฟตามีนลดลง ในตัวอย่างปัสสาวะที่มีสภาวะเป็นเบส (pH>10) ในขณะที่ปริมาณของเมทแอมเฟตามีนเพิ่มขึ้นเมื่อ pH ของตัวอย่างปัสสาวะลดลง (pH<5) เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของเมทแอมเฟตามีนของตัวอย่างปัสสาวะก่อนปรับ pH จากผลการศึกษานี้แสดงว่า pH ของตัวอย่างปัสสาวะมีผลต่อค่าความถูกต้องของปริมาณของเมทแอมเฟตามีนที่ตรวจวัดโดยวิธี CEDIA และผลการวิจัยนี้จะเป็นปัญหาเมื่อปริมาณของเมทแอมเฟตามีนที่ได้นั้นใกล้เคียงกับค่าวิกฤตที่มีผลทางกฎหมาย

* เผยแพร่ผลงานวิจัยทางนิติวิทยาศาสตร์

** โครงการนิติวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

(Forensic science program, Faculty of Science, Silpakorn University)

*** ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร (Department of Chemistry, Faculty of Science, Silpakorn University (sirirat_157@yahoo.com))

**** โรงพยาบาลตำรวจ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ (Police General Hospital Royal Thai Police)

Abstract

The aim of this study is to investigate the effect of pH on the concentrations of methamphetamine (MA) in urine samples measured by cloned enzyme donor immunoassay (CEDIA). The samples were collected from 26 drug abusers arrested by police during February 2015 to January 2016. The pH values of the original urine samples were in the range of 6 - 9 and the MA concentrations detected by CEDIA assay were in the range of 600-2,000 ng/mL. According to the Office of the Narcotics Control Board Thailand guideline (2000), the qualitative cut-off for MA testing is ≥ 1000 ng/mL.

Among 26 samples, 14 samples were positive whereas 12 samples were presumed negative by CEDIA method. Positive samples were confirmed and quantitated by GC-MS analysis. The study on the effect of pH on CEDIA testing was carried out by varying the pH of the urine samples from 1 to 14. The samples of each pH unit were analyzed to determine MA concentration by CEDIA. The variation of MA concentrations measured by CEDIA with the varying pH of the urine samples was noted. A decreasing trend of the MA concentrations was observed in samples with more alkaline condition ($\text{pH} > 10$) whereas the MA concentrations increasing with decreasing pH of the samples ($\text{pH} < 5$) when compared to the original pH. The results in this study demonstrated that pH of the urine sample can affect the accuracy of CEDIA method, and this can be problematic when the concentration of MA is close to the legal cut-off value.

บทนำ

ปัจจุบันในประเทศไทยมีผู้เสพสารเสพติดเพิ่มขึ้น นำมาซึ่งปัญหาเศรษฐกิจ สังคม ครอบครัว และปัญหาสุขภาพ สารเมทแอมเฟตามีนเป็นยาเสพติดชนิดหนึ่งที่มีการใช้กันมากขึ้นในปัจจุบัน จัดเป็นยาเสพติดที่มีปริมาณการถูกจับมากขึ้น จากข้อมูลการจับกุม การลักลอบนำเข้ายาเสพติด และสถานการณ์การแพร่ระบาดของยาเสพติดตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันเป็นข้อบ่งชี้ว่ายาเสพติดทวีความรุนแรงมากขึ้นและขยายอาณาเขตครอบคลุมทุกกลุ่มชนชั้น

ยาบ้า หรือ เมทแอมเฟตามีน เป็นยาเสพติดให้โทษร้ายแรงประเภท 1 ตามพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ พ.ศ. 2522 โดยยาบ้าจัดอยู่ในกลุ่มแอมเฟตามีน เป็นสาเหตุแห่งความรุนแรงในคดีสะเทือนขวัญต่างๆ ความรุนแรงจากฤทธิ์ของยาบ้าเกี่ยวข้องกับคดีอาชญากรรมหลายๆคดีและสาเหตุหลักของการเสียชีวิตส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับยาเสพติดประเภทนี้ โดยเมทแอมเฟตามีนมีฤทธิ์ไปกระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง ผลจากการกระตุ้นของสารเสพติดประเภทนี้ทำให้เกิดความพึงพอใจ จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการเสพติด เมทแอมเฟตามีนมักจะอยู่ในรูปยาเม็ด (tablet) การขับออกของยาบ้าจะอยู่ในรูปเดิมคือ เมทแอมเฟตามีนประมาณ 40-50% ภายใน 24 ชั่วโมง ถ้าปัสสาวะเป็นกรดจะเร่งการขับออกของยาบ้าได้ดีกว่าปัสสาวะที่เป็นด่าง ซึ่งการขับออกมีได้หลายทาง เช่น เหงื่อ ปัสสาวะ น้ำจากกระเพาะ เส้นผม และเล็บ เป็นต้น

ในปัจจุบันการตรวจพิสูจน์ยาเสพติดเมทแอมเฟตามีน ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการตรวจเบื้องต้น (Screening test) และขั้นตอนการตรวจยืนยันผล (Confirmation test) ซึ่งมีความสำคัญทุกขั้นตอน ซึ่งตามประกาศของพระราชบัญญัติป้องกันและปราบปรามยาเสพติดให้โทษพบว่า กรณีตัวอย่างปัสสาวะที่ทำการตรวจวิเคราะห์ในขั้นตอนการตรวจเบื้องต้นให้ผลลบ (Negative methamphetamine) ทางห้องปฏิบัติการสามารถออกรายงานผลให้กับเจ้าหน้าที่นำส่งได้ทันที โดยยึดตามระเบียบการกำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขในการตรวจหรือทดสอบว่าบุคคลหรือกลุ่มบุคคลใดมียาเสพติดให้โทษอยู่ในร่างกาย โดยมีการกำหนดค่าที่มีความผิดทางกฎหมาย หรือค่าวิกฤต (cut off) ของสารเสพติดกลุ่มแอมเฟตามีน ที่ความเข้มข้น 1000 ng/mL จึงจะถือว่ามีความผิดทางกฎหมาย และถ้ากรณีที่ผลการตรวจเบื้องต้นของตัวอย่างปัสสาวะให้ผลบวก (Positive methamphetamine) ต้องมีการตรวจวิเคราะห์ในขั้นตอนการตรวจยืนยันผลอีก โดยจะใช้เครื่องมือที่มีลักษณะเฉพาะสำหรับการตรวจยืนยันผลสารเสพติดในกลุ่มแอมเฟตามีน ซึ่งได้แก่ เครื่อง Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC-MS) จะให้ผลการตรวจวิเคราะห์ที่ถูกต้องและแม่นยำมากขึ้นกว่าขั้นตอนการตรวจเบื้องต้น ความจำเป็นและความสำคัญของการตรวจในขั้นตอนการตรวจยืนยันนั้น เนื่องจากการให้ผลบวกในขั้นตอนการตรวจเบื้องต้นนั้นอาจจะเป็นผลบวกหลงได้ (False Positive) โดยผลบวกหลงนั้นอาจเกิดจากตัวยาที่มีสูตรโครงสร้างคล้ายกันจึงสามารถทำปฏิกิริยากับน้ำยาที่ใช้ทดสอบได้ (Cross reactivity) ตัวอย่างได้แก่ ยาลดน้ำหนัก ยาลดความอ้วน เบื้องต้นจึงจำเป็นต้องมีการตรวจยืนยันผลเพื่อพิสูจน์ทราบเอกลักษณ์สารเสพติดที่แท้จริง

จากการศึกษาพบว่า Stephen L. (1988) และคณะได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง Adulterants Causing False Negative in Illicit Drug Testing โดยทำการศึกษาสารปลอมปน (Adulterant) ทั้ง 8 ชนิด ได้แก่ เกลือแกง (NaCl) ยาหยอดตา (visineTM) น้ำยาล้างมือ (handsoap) น้ำยาล้างท่อ (DranoTM) สารฟอกขาว (bleach) น้ำส้มสายชู (vinegar) น้ำชา (golden seal tea) และน้ำมะนาว (lemon juice) ซึ่งอาจจะไปรบกวนการตรวจวิเคราะห์สารเสพติดและยาด้วยวิธี Enzyme immunoassay (EIA) จากการศึกษาวิจัยในการตรวจวิเคราะห์สารเสพติดพบว่า สารปลอมปนชนิดน้ำยาล้างท่อ (DranoTM) ผลการวิเคราะห์ที่ได้นั้นมีโอกาสเกิดผลบวก และในงานวิจัยของ Ann Warner และคณะ (1989) ได้ทำการศึกษาผลรบกวนของสารเคมีที่ใช้ในครัวเรือนต่อการตรวจวิเคราะห์สารเสพติดและยาโดยวิธีภูมิคุ้มกันวิทยา ได้มีการทำรายงานถึงสารปลอมปนบางตัวที่มีผลต่อการตรวจวิเคราะห์สารเสพติดหรือยาที่ถูกนำมาใช้ในทางที่ผิดโดยพบว่าสารปลอมปนชนิด NaHClO_4 จะไปรบกวนการตรวจวิเคราะห์สารเสพติดกลุ่มแอมเฟตามีน ด้วยวิธี Enzyme immunoassay (EIA) แต่สารปลอมปนชนิดนี้สามารถพิสูจน์ได้ง่ายเนื่องจากมีกลิ่นเฉพาะ

ผู้วิจัยจึงศึกษาผลของความเป็นกรดและด่างของตัวอย่างปัสสาวะเพื่อดูผลกระทบของความเป็นกรดและด่างต่อปริมาณเมทแอมเฟตามีนในตัวอย่างปัสสาวะ โดยวิธีตรวจเบื้องต้น CEDIA assay ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกและมีใช้กันในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ทั่วไป และงานวิจัยนี้ยังสามารถทำให้ทราบถึงความถูกต้องในการตรวจหาปริมาณของเมทแอมเฟตามีนในตัวอย่างปัสสาวะด้วย

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาผลของสภาวะความเป็นกรดและด่างในตัวอย่างปัสสาวะของผู้เสพเมทแอมเฟตามีน ต่อปริมาณเมทของแอมเฟตามีน โดยการตรวจเบื้องต้นโดยวิธี CEDIA assay

ขอบเขตของการศึกษา

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาถึงผลกระทบของสภาวะกรดและด่างที่มีต่อปริมาณของเมทแอมเฟตามีน ในตัวอย่างปัสสาวะของผู้เสพเมทแอมเฟตามีน โดยตัวอย่างปัสสาวะที่ใช้ในงานวิจัยมาจากการนำส่งของสถานีดำรวจที่อยู่ในเขตความรับผิดชอบของหน่วยงาน เพื่อพิสูจน์ทราบเอกลักษณ์ของสารเสพติดว่ามีชนิดใดบ้างตามพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ พ.ศ. 2522 โดยมีการเก็บตัวอย่างในช่วง เดือนกุมภาพันธ์ 2558 – เดือนมกราคม 2559 ทั้งสิ้น 26 ตัวอย่างโดยทำการคัดเลือกตัวอย่างจากผลการตรวจวิเคราะห์เบื้องต้น ที่มีช่วงปริมาณของเมทแอมเฟตามีน 600-2000 ng/mL

สมมุติฐานการวิจัย

สภาวะกรดและด่างมีผลต่อการตรวจหาปริมาณของเมทแอมเฟตามีนในตัวอย่างปัสสาวะ เมื่อทำการตรวจวิเคราะห์ด้วยชุดตรวจเบื้องต้น CEDIA assay

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงผลของสภาวะกรดและด่างของตัวอย่างปัสสาวะต่อปริมาณของเมทแอมเฟตามีนที่ตรวจพบในตัวอย่างปัสสาวะของผู้เสพยาเสพติด
2. สามารถนำผลงานวิจัยไปปรับใช้ในการเตรียมตัวอย่าง ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ในการตรวจวิเคราะห์ปริมาณของเมทแอมเฟตามีนในห้องปฏิบัติการได้

การดำเนินการวิจัย

คัดเลือกตัวอย่างปัสสาวะของผู้เสพเมทแอมเฟตามีน จากการนำส่งตัวอย่างของสถานีดำรวจซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของสถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ ซึ่งเป็นปัสสาวะของผู้ต้องสงสัยว่าจะมีการใช้สารเสพติดเมทแอมเฟตามีนที่ผ่านขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์เบื้องต้นด้วยเทคนิค CEDIA Assay และการตรวจยืนยันด้วยเทคนิค GC-MS จำนวน 26 ตัวอย่าง โดยให้ผลการทดสอบเป็นบวก (≥ 1000 ng/mL) 14 ตัวอย่าง และให้ผลการทดสอบเป็นลบ (< 1000 ng/mL) 12 ตัวอย่าง โดยตัวอย่างปัสสาวะที่คัดเลือกจะมีปริมาณของเมทแอมเฟตามีนอยู่ในช่วง 600-2000 ng/mL โดยตัวอย่างปัสสาวะถูกนำมาเก็บไว้ที่ตู้แช่เย็น ที่อุณหภูมิ 0-4 ($^{\circ}\text{C}$) ก่อนนำมาเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างปัสสาวะที่ได้มาทำการวัด pH ในเบื้องต้น จัดบันทึกลงในแบบฟอร์มที่ได้จัดทำขึ้น หลังจากนั้นทำการเตรียมตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ โดยปิเปตตัวอย่างปัสสาวะ 2 mL ใส่ลงในขวดแก้วขนาด 20 mL จำนวน 14 ขวด เพื่อทำการปรับตัวอย่างปัสสาวะให้มีสภาวะกรดและด่างในช่วง pH 1-14 โดยทำการปรับตัวอย่างปัสสาวะให้มีสภาวะเป็นกรด โดยใช้กรด 37 % Hydrochloric acid (HCl) และ 20% Glacial Acetic

acid และทำการปรับตัวอย่างปัสสาวะให้เป็นด่างโดยใช้ สารเคมี 5M และ 200mM potassium hydroxide (KOH) ปรับโดยใช้กรดหรือด่างทีละ 10 ul จนได้ pH ตามต้องการ (pH 1-14) ทำการวัด pH โดยใช้ pH – indicator strips (pH 0-14) ยี่ห้อ MColorpHast™ รุ่น pH-indicator strip (non-bleeding) ดังนั้นในการปรับ pH ของตัวอย่างจึงถือว่าไม่มีผลต่อปริมาตรรวมของตัวอย่าง ซึ่งปริมาตรที่ใช้ของกรดและเบสอยู่ในช่วง 10-60 μ L จากนั้นปิเปต 500 μ L ของตัวอย่างปัสสาวะที่ทำการปรับแล้วใส่ลง sample cup สำหรับการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่องอัตโนมัติในลำดับต่อไป นำตัวอย่างปัสสาวะที่เตรียมไว้มาตรวจวัดด้านเทคนิค โดยใช้ชุดตรวจเบื้องต้น Cloned Enzyme Donor Immunoassay (CEDIA assay) โดยวิธีภูมิคุ้มกันวิทยาด้วยเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Thermo Scientific รุ่น Indiko Plus เป็นเทคโนโลยีการผลิตเอ็นไซม์ลูกผสมโดยมีส่วนของ β -galactosidase donor (inactive) และในส่วนของ β -galactosidase acceptor (inactive) จะทำงานได้ก็ต่อเมื่อชิ้นส่วนทั้งสองของเอ็นไซม์จะต้องมารวมกันโดยจะอยู่ในรูปของ Active β -galactosidase (donor-acceptor) และวัดปริมาณการดูดกลืนคลื่นแสง (Absorbance) ความยาวคลื่น 570 nm ที่เกิดขึ้นจากเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Indiko plus โดยผลการวิเคราะห์ที่ได้จะผันโดยตรงกับปริมาณของสารเสพติดในตัวอย่างปัสสาวะ นอกจากนี้ยังมีการทดสอบความใช้ได้ของวิธี (Method Validation) ของการตรวจวิเคราะห์เบื้องต้น สารเสพติดในตัวอย่างชีววัตถุด้วยวิธีภูมิคุ้มกันวิทยา (Immunoassay) ในการทดสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์เบื้องต้นสารเสพติดเมทแอมเฟตามีน ด้วยชุดตรวจเบื้องต้น CEDIA® Amphetamine/Ecstasy Assay โดยใช้ Control reagent (d-Methamphetamine): DOAT-2(L2) (Mean= 750 ng/mL) , DOAT-3(L3) (Mean= 1250 ng/mL) และ Calibrator reagent (d-Methamphetamine) ความเข้มข้น 500, 1000 และ 3000 ng/mL สำหรับการทดสอบค่าทางสถิติโดยใช้วิธีทางสถิติเป็นการประเมินวิธีวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความใช้ได้ของวิธี ในงานวิจัยฉบับนี้ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation :SD) สัมประสิทธิ์ความแปรผัน (Coefficient of variation :CV) การทดสอบความแม่นยำ (Accuracy) ค่าการกลับคืน (% Recovery) และค่าความเที่ยง (Precision)

ผลการวิจัย

จากการนำสารละลายมาตรฐาน (Certified reference materials (CRM)) DOAT-2(L2), DOAT-3(L3) และ Calibrator reagent (d-Methamphetamine) ความเข้มข้น 500, 1000 และ 3000 ng/mL มาทดสอบความถูกต้องโดยวิธี CEDIA Assay โดยผลการทดสอบความถูกต้องของวิธี แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์เบื้องต้นสารเสพติดเมทแอมเฟตามีน จากตัวอย่างปัสสาวะด้วยวิธี CEDIA Assay

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ					
1.การทดสอบทางสถิติของน้ำยาควบคุมคุณภาพ (Control reagent)	MAS [®] DOA TOTAL control reagent (d-Methamphetamine)					
	DOAT-2(L2) : (750 ng/mL) ; n = 50					
	DOAT-2(L3) : (1250 ng/mL) ; n = 50					
2. การทดสอบความถูกต้อง (Accuracy) โดยพิจารณาจาก	Mean	SD	%CV	Mean	SD	
t - test (test on One mean)	739.65	24.34	3.29	1,084.18	50.10	
(p : 0.05)	4.62					
% Recovery	- ค่า t ที่ได้จากการวิเคราะห์ DOAT-2(L2) = 0.640 และ DOAT-3(L3) = 1.474 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า $t_{critical} = 2.2621$ แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างค่าที่วิเคราะห์ได้กับค่าจริง หรือ ค่าอ้างอิง ณ ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p= 0.05$ - ทำการทดสอบความเข้มข้นที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวอย่างที่ไม่ได้เติมสารมาตรฐาน(Reagent blank) และทดสอบหาความเข้มข้นของเมทแอมเฟตามีนในตัวอย่างปัสสาวะที่เติมสารมาตรฐาน (Certified reference materials : CRM) โดยหาความเข้มข้นเฉลี่ย ที่ความเข้มข้น 500, 1000 และ 3000 ng/mL และศึกษาว่าความเข้มข้นของเมทแอมเฟตามีนที่วิเคราะห์ได้มีค่าเท่าไร เมื่อเปรียบเทียบกับที่เติมลงไป โดยใช้สูตรคำนวณการหา % Recovery พบว่าเมทแอมเฟตามีน ที่ระดับความเข้มข้น 500, 1000 และ 3000 ng/mL ให้ผลการทดสอบอยู่ในช่วง 90-110% อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้					
3. การทดสอบความแม่นยำ (Precision) ชนิด Intraday ทำการทดสอบโดยใช้ความเข้มข้นของ Calibrator reagent ที่ระดับความเข้มข้น 500 1000 และ 3000 ng/mL ทำการวิเคราะห์ซ้ำ(n) 14 ครั้ง ภายใน 1 วัน ผลการวิเคราะห์ความแม่นยำที่ระดับความเข้มข้นต่างๆได้ค่า Horwitz ratio = 0.4 0.6 และ 0.5 อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดตามที่ได้ระบุใน The AOAC manual for the Peer Verified Method program(1993) Horwitz's ratio ≤ 2 ซึ่งพบว่าวิธีวิเคราะห์มีความสามารถในการทวนซ้ำได้ (Repeatability) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ						

จากตารางที่ 1 พบว่าค่าความถูกต้องและแม่นยำที่ทำการทดสอบ มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ จากนั้นนำตัวอย่างปัสสาวะ 26 ตัวอย่างมาทำการปรับ pH จาก pH 1- 14 และนำมาทดสอบด้วยเทคนิค CEDIA Assay โดยทุก pH ได้ทำการทดสอบซ้ำจำนวน 2 ครั้ง นำค่าเฉลี่ยที่ได้มาบันทึกลงในแบบฟอร์ม แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณของเมทแอมเฟตามีนที่ตรวจพบ (mean $\pm$ SD) ในตัวอย่างปัสสาวะก่อนปรับและหลังปรับ pH (pH 1-7)

NO.	เพศ	อายุ	พฤติกรรม	pH 1	pH 2	pH 3	pH 4	pH 5	pH 6	pH 7
1	ชาย	26	มีพริður	783 $\pm$ 7.78	933 $\pm$ 19.80	784 $\pm$ 14.14	739 $\pm$ 1.14	632 $\pm$ 10.61	687* $\pm$ 7.07	664 $\pm$ 11.31
2	ชาย	40	มีพริður	470 $\pm$ 23.33	741 $\pm$ 11.31	510 $\pm$ 2.83	499 $\pm$ 9.20	470 $\pm$ 14.14	479* $\pm$ 0.71	476 $\pm$ 4.24
3	ชาย	35			854 $\pm$ 16.26	1230 $\pm$ 9.90	840 $\pm$ 9.20	1076 $\pm$ 3.54	902 $\pm$ 19.1	787 $\pm$ 7.78
4	ชาย	21	มีพริður	751 $\pm$ 26.87	578 $\pm$ 7.78	582 $\pm$ 25.46	593 $\pm$ 16.97	654 $\pm$ 1.41	664 $\pm$ 8.49	628 $\pm$ 0.71
5	ชาย	42	มีพริður	448 $\pm$ 4.24	427 $\pm$ 1.41	447 $\pm$ 26.87	458 $\pm$ 6.36	430 $\pm$ 12.02	425* $\pm$ 2.12	414 $\pm$ 1.41
6	ชาย	24		648 $\pm$ 14.14	647 $\pm$ 15.56	658 $\pm$ 17.68	662 $\pm$ 4.24	662 $\pm$ 7.07	645 $\pm$ 20.51	629 $\pm$ 8.49
7	ชาย	24	มีพริður	968 $\pm$ 28.99	1054 $\pm$ 7.07	1100 $\pm$ 42.42	909 $\pm$ 4.95	851 $\pm$ 14.85	909* $\pm$ 2.12	846 $\pm$ 8.49
8	ชาย	26	มีพริður	911 $\pm$ 7.07	869 $\pm$ 47.38	953 $\pm$ 8.49	1114 $\pm$ 32.33	835 $\pm$ 14.14	833 $\pm$ 31.82	787* $\pm$ 0.71
9	ชาย	24	มีพริður	933 $\pm$ 11.31	913 $\pm$ 20.51	917 $\pm$ 40.08	876 $\pm$ 41.72	915 $\pm$ 33.23	801 $\pm$ 16.26	818 $\pm$ 23.3
10	ชาย	36	มีพริður	282 $\pm$ 9.90	290 $\pm$ 4.95	302 $\pm$ 9.19	290 $\pm$ 1.41	264 $\pm$ 14.14	255* $\pm$ 19.80	255 $\pm$ 11.31
11	ชาย	22	มีพริður	927 $\pm$ 0.71	900 $\pm$ 12.03	893 $\pm$ 15.56	928 $\pm$ 11.31	822 $\pm$ 7.07	825* $\pm$ 3.54	783 $\pm$ 2.83

12	ชาย			1095 ± 6.36	1026 ± 27.58	1588 ± 0.71	1506 ± 34.65	983 ± 16.26	1043 ± 2.83	1034 ± 4.24
13	ชาย	24		1557 ± 83.44	1507 ± 4.24	1564 ± 31.82	1419 ± 10.61	1286 ± 85.56	1323 ± 57.28	1377 ± 53.03
14	ชาย	40	มีพิรุณ	1427 ± 36.77	1226 ± 27.57	1680 ± 21.16	1667 ± 23.33	1384 ± 14.85	1305 ± 24.85	1278 ± 16.97
15	ชาย	18		1014 ± 6.36	1284 ± 162.63	1287 ± 0.71	1160 ± 13.44	990 ± 32.53	1013* ± 20.51	968 ± 21.92
16	ชาย	42		2204 ± 26.87	2605 ± 50.20	2561 ± 207.18	2278 ± 7.78	1864 ± 78.49	1933* ± 21.92	1674 ± 21.21
17	ชาย	22		1330 ± 33.94	1604 ± 59.80	1652 ± 35.36	1430 ± 31.82	1217 ± 2.12	1298* ± 2.12	1236 ± 0
18	ชาย	30		2440 ± 347.19	2456 ± 301.23	2635 ± 14.14	2143 ± 42.43	1900 ± 53.03	1973 ± 176.07	1988* ± 22.63
19	ชาย	19		2200 ± 162.63	2469 ± 9.90	2412 ± 102.53	1216 ± 12.02	1746 ± 43.13	2218* ± 36.72	1296 ± 14.14
20	ชาย	20		1992 ± 8.49	1758 ± 58.69	2370 ± 2.12	2539 ± 330.93	1850 ± 210.01	1752 ± 104.65	1646 ± 57.28
21	ชาย	18	มีพิรุณ	1895 ± 18.79	1679 ± 14.14	1945 ± 74.95	1816 ± 72.12	1468 ± 39.60	1567* ± 79.20	1426 ± 31.82
22	ชาย	32	มีพิรุณ	2440 ± 16.26	2388 ± 33.23	2105 ± 71.42	2290 ± 36.60	2196 ± 16.97	1857 ± 7.07	1640 ± 12.73
23	ชาย	17		1725 ± 139.30	1670 ± 4.95	1976 ± 207.18	2003 ± 4.95	1613 ± 16.26	1544 ± 56.57	1475 ± 0
24	หญิง	24		1580 ± 5.66	1575 ± 45.96	1389 ± 72.83	1400 ± 122.33	1308 ± 19.80	1385 ± 11.31	1389* ± 16.26
25	ชาย	20		2343 ± 13.43	2901 ± 96.87	2963 ± 12.02	2582 ± 157.68	2223 ± 133.64	2194 ± 77.07	2121* ± 33.23
26	ชาย	27	มีพิรุณ	2361 ± 2.83	2995 ± 7.07	2390 ± 99	2788 ± 289.21	2148 ± 99.70	1965* ± 100.41	2076 ± 34.65

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณของเมทแอมเฟตามีนที่ตรวจพบ (mean $\pm$ SD) ในตัวอย่างปัสสาวะก่อนปรับและหลังปรับ pH (pH 8-14)

NO.	เพศ	อายุ	พฤติกรรม	pH 8	pH 9	pH 10	pH 11	pH 12	pH 13	pH 14
1	ชาย	26	มีพิรุณ	692 $\pm$ 2.12	652 $\pm$ 9.20	635 $\pm$ 31.11	575 $\pm$ 10.61	531 $\pm$ 6.36	614 $\pm$ 0.71	469 $\pm$ 9.90
2	ชาย	40	มีพิรุณ	472 $\pm$ 2.83	475 $\pm$ 6.36	437 $\pm$ 8.49	401 $\pm$ 16.97	439 $\pm$ 11.31	424 $\pm$ 4.95	340 $\pm$ 7.78
3	ชาย	35		775 $\pm$ 17.68	736* $\pm$ 7.78	546 $\pm$ 14.85	459 $\pm$ 7.78	N/A	N/A	N/A
4	ชาย	21	มีพิรุณ	594 $\pm$ 26.12	649*$\pm$ 21.34	552 $\pm$ 14.14	510 $\pm$ 8.49	486 $\pm$ 13.44	471 $\pm$ 12.02	416 $\pm$ 7.78
5	ชาย	42	มีพิรุณ	406 $\pm$ 13.44	408 $\pm$ 0.71	383 $\pm$ 0.71	372 $\pm$ 2.83	385 $\pm$ 12.73	N/A	N/A
6	ชาย	24		641*$\pm$ 12.02	607 $\pm$ 1.41	533 $\pm$ 8.49	541 $\pm$ 16.26	551 $\pm$ 1.41	527 $\pm$ 24.75	341 $\pm$ 29.70
7	ชาย	24	มีพิรุณ	822 $\pm$ 36.77	897 $\pm$ 3.54	820 $\pm$ 70.71	749 $\pm$ 18.38	448 $\pm$ 13.44	344 $\pm$ 28.28	298 $\pm$ 11.31
8	ชาย	26	มีพิรุณ	732 $\pm$ 40.31	774 $\pm$ 12.02	764 $\pm$ 12.02	689 $\pm$ 3.54	518 $\pm$ 10.61	519 $\pm$ 18.38	481 $\pm$ 2.12
9	ชาย	24	มีพิรุณ	864*$\pm$ 2.82	816 $\pm$ 12.73	718 $\pm$ 10.61	706 $\pm$ 16.26	644 $\pm$ 17.68	651 $\pm$ 7.78	530 $\pm$ 7.71
10	ชาย	36	มีพิรุณ	264 $\pm$ 5.66	252 $\pm$ 6.36	256 $\pm$ 2.83	221 $\pm$ 34.65	229 $\pm$ 4.22	202 $\pm$ 1.41	156 $\pm$ 8.49
11	ชาย	22	มีพิรุณ	692 $\pm$ 9.90	751 $\pm$ 12.02	686 $\pm$ 9.19	596 $\pm$ 43.13	720 $\pm$ 9.19	625 $\pm$ 7.07	416 $\pm$ 16.26
12	ชาย			993 $\pm$ 5.66	988*$\pm$ 10.61	902 $\pm$ 4.24	898 $\pm$ 12.02	737 $\pm$ 12.73	715 $\pm$ 14.14	595 $\pm$ 9.90
13	ชาย	24		1242*$\pm$ 5.66	1200 $\pm$ 24.04	1156 $\pm$ 29	1169 $\pm$ 2.83	1131 $\pm$ 95.46	995 $\pm$ 58.69	883 $\pm$ 79.20
14	ชาย	40	มีพิรุณ	1285 $\pm$ 31.11	1290*$\pm$ 7.07	1162 $\pm$ 19.80	791 $\pm$ 27.58	568 $\pm$ 4.24	476 $\pm$ 4.24	178 $\pm$ 1.41

15	ชาย	18		898 ± 21.92	832 ± 5.66	912 ±0.71	831 ± 0.71	798 ± 7.78	758 ± 0	536 ± 7.07
16	ชาย	42		1694 ± 31.82	1742 ± 19.80	1584 ± 5.8	1548 ± 18.39	1348 ± 0.71	1122 ± 33.23	972 ± 16.26
17	ชาย	22		1211 ± 4.24	1160 ± 18.38	1104 ± 34.65	1036 ± 36.77	1040 ± 7.78	1003 ± 8.46	757 ± 0.71
18	ชาย	30		1832 ± 44.55	1819 ± 26.16	1756 ± 57.98	1609 ± 7.07	1736 ± 58.69	1717 ± 9.90	1399 ± 48.80
19	ชาย	19		1675 ± 96.87	1773 ± 5.66	1585 ± 61.52	1644 ± 38.90	1313 ± 18.38	1297 ± 6.36	953 ± 5.66
20	ชาย	20		1918*± 17.68	1840 ± 39.60	1783 ± 92.63	1762 ± 57.98	1293 ± 16.97	1164 ± 95.46	1133 ± 15.56
21	ชาย	18	มีพิรุณ	1433 ± 36.06	1507 ± 2.12	1269 ± 29	1233 ± 10.61	1220 ± 51.62	1163 ± 18.38	1056 ± 34.65
22	ชาย	32	มีพิรุณ	3000*± 0	1842 ± 33.23	1662 ± 29.70	1144 ± 16.26	930 ± 14.85	891 ± 15.56	398 ± 12.02
23	ชาย	17		1450*± 106.07	1534 ± 12.73	1445 ± 62.93	1346 ± 46.67	1130 ± 78.49	994 ± 25.46	958 ± 13.44
24	หญิง	24		1154 ± 12.73	1142 ± 12.73	1341 ± 2.12	1183 ± 113.14	1149 ± 10.61	1158 ± 36.77	1003 ± 34.65
25	ชาย	20		2012 ± 45.96	1852 ± 84.14	1748 ± 107.48	1822 ± 7.77	1557 ± 38.18	1442 ± 136.06	1573 ± 130.81
26	ชาย	27	มีพิรุณ	1769 ± 48.08	1891 ± 153.44	1861 ± 15.56	1762 ± 10.61	1714 ± 27.58	1596 ± 10.97	1269 ± 62.93

หมายเหตุ - *ค่า pH ของตัวอย่างปัสสาวะที่วัดได้ก่อนทำการปรับ pH

- พฤติการณ์ มีพิรุณ คือ แสดงกริยาน่าสงสัย เช่น อาจมีอาการกระวนกระวาย อยู่ไม่นิ่ง มีอาการตกใจ
- N/A ไม่ได้ทำการศึกษา

ตัวอย่างปัสสาวะจำนวน 26 ตัวอย่าง พบว่าเป็นตัวอย่างปัสสาวะจากเพศชายจำนวน 25 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 96 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด และเพศหญิง จำนวน 1 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 4 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ช่วงอายุที่พบว่ามีการใช้สารเสพติดมากที่สุดสำหรับการศึกษา ได้แก่ช่วงอายุตั้งแต่ 21-25 ปี โดยเป็นตัวอย่างปัสสาวะเพศชาย 7 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 26.92 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด และเก็บจากเพศหญิง 1

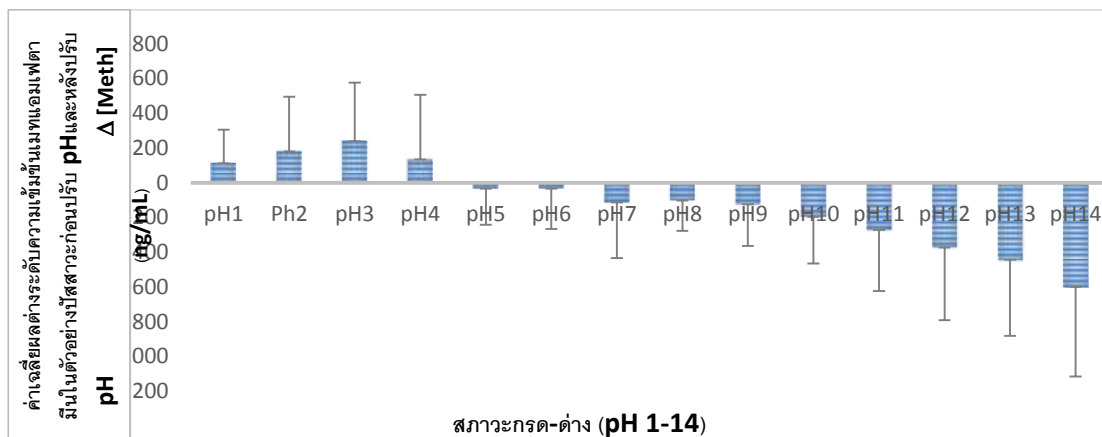
ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 100 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด โดย pH ของตัวอย่างปัสสาวะอยู่ในช่วง pH 6-9 และเมื่อทำการตรวจวิเคราะห์เบื้องต้นด้วยชุดน้ำยา CEDIA® Amphetamine/Ecstasy Assay สำหรับการตรวจหาปริมาณของเมทแอมเฟตามีน พบว่าให้ผลลบจำนวน 12 ตัวอย่าง (ตัวอย่างที่ 1- ตัวอย่างที่ 12) โดยมีปริมาณของเมทแอมเฟตามีนน้อยกว่า 1000 ng/mL และให้ผลบวกจำนวน 14 ตัวอย่าง (ตัวอย่างที่ 13 - ตัวอย่างที่ 26) โดยมีปริมาณของเมทแอมเฟตามีนมากกว่า 1000 ng/mL จากนั้นผลจากการปรับ pH ของตัวอย่างปัสสาวะพบว่าเมื่อปรับให้มีสภาวะต่าง pH >10 พบว่าตัวอย่างปัสสาวะทั้ง 26 ตัวอย่างมีปริมาณของเมทแอมเฟตามีนลดลง ส่วนตัวอย่างปัสสาวะเมื่อปรับให้มีสภาวะกรด pH < 5 พบว่าตัวอย่างปัสสาวะทั้ง 26 ตัวอย่าง มีปริมาณของเมทแอมเฟตามีนเพิ่มขึ้น จากผลการทดลองนี้พบว่าตัวอย่างปัสสาวะที่ถูกปรับให้มีสภาวะกรดที่ pH 3 มี 3 ตัวอย่าง (ตัวอย่างที่ 3, 7 และ 12) จาก 11 ตัวอย่าง และพบปริมาณของเมทแอมเฟตามีนเพิ่มขึ้นเกินค่าวิกฤต (cut off $\geq$ 1000 ng/mL) โดยตัวอย่างปัสสาวะก่อนปรับมีปริมาณของเมทแอมเฟตามีน น้อยกว่าค่าวิกฤต (cut off < 1000 ng/mL) และเมื่อนำข้อมูลจากการวิเคราะห์มาคำนวณเพื่อหาค่าทางสถิติพบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณของเมทแอมเฟตามีนที่ pH 3 = 1,495.88 ng/mL และตัวอย่างปัสสาวะก่อนปรับค่า pH มีปริมาณของเมทแอมเฟตามีน = 1,255.27 ng/mL และนำค่าเฉลี่ยที่ได้ไปทดสอบหาค่าเชิงสถิติ t -test พบว่าค่า t ที่ได้จากการวิเคราะห์ $t_{cal} = 3.660$ เมื่อเทียบกับค่า critical t -value ค่า t_{cal} มากกว่า $t_{critical}$ แสดงว่าผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีดังกล่าวแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติผลการวิเคราะห์ยอมรับได้ให้ค่า sig.(2- tailed) = 0.001 โดยมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p = 0.05$ แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการคำนวณทางสถิติ t -test ของการวิเคราะห์ปริมาณของเมทแอมเฟตามีนในตัวอย่างปัสสาวะหลังปรับและก่อนปรับ pH

* ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p = 0.05$

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	SD	t	sig
ปริมาณของเมทแอมเฟตามีนในตัวอย่างปัสสาวะหลังปรับ pH ให้เป็น pH =3	26	1495.88	766.26	3.660	.001
ปริมาณของเมทแอมเฟตามีนในตัวอย่างปัสสาวะก่อนปรับ pH	26	1255.27	670.91		

เมื่อนำค่าเฉลี่ยผลต่างปริมาณของเมทแอมเฟตามีนในตัวอย่างปัสสาวะก่อนปรับ pH และหลังจากปรับ pH ของตัวอย่างปัสสาวะ (Δ [Meth] (ng/mL)) โดยแสดงเป็นแผนภูมิแท่ง(รูปที่ 1) พบว่าเมื่อตัวอย่างปัสสาวะถูกปรับให้อยู่ในสภาวะกรด pH=3 มีโอกาสที่จะทำให้ตรวจพบปริมาณของเมทแอมเฟตามีน มากกว่าตัวอย่างปัสสาวะที่ถูกปรับให้มีสภาวะเป็นด่าง และถ้าตัวอย่างปัสสาวะถูกปรับให้มีสภาวะเป็นด่างมากขึ้นจนถึงระดับ pH=14 โอกาสที่จะตรวจพบปริมาณของเมทแอมเฟตามีนจะลดลง แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนภูมิแท่งค่าเฉลี่ยผลต่างของปริมาณของเมทแอมเฟตามีน (Δ [Meth] (ng/mL)) ในตัวอย่างปัสสาวะก่อนปรับและหลังปรับ pH

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของสภาวะความเป็นกรดและด่างต่อปริมาณของเมทแอมเฟตามีนในตัวอย่างปัสสาวะที่ตรวจวัดโดย CEDIA Assay พบว่าค่าความเป็นกรดและด่างของตัวอย่างปัสสาวะมีผลต่อปริมาณของเมทแอมเฟตามีน โดยพบว่าตัวอย่างปัสสาวะที่มีสภาวะเป็นด่าง $\text{pH} > 10$ ปริมาณของเมทแอมเฟตามีนจะลดลง ตัวอย่างปัสสาวะที่มีสภาวะเป็นกรด $\text{pH} < 5$ ปริมาณของเมทแอมเฟตามีนจะเพิ่มขึ้น โดย pH ที่แตกต่างกันของตัวอย่างปัสสาวะอาจจะไปทำให้การทำงานของเอนไซม์ลดลงทำให้ปริมาณของเมทแอมเฟตามีนที่ได้ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Stephen L. และคณะ (1988) ซึ่งพบว่าสารปลอมปนชนิดน้ำยาล้างท่อ (Drano™) ซึ่งมีส่วนประกอบที่เป็นสารเคมีชนิด NaOH และ NaHClO_4 มีส่วนทำให้ผลการตรวจวิเคราะห์ที่ได้เป็นผลลบลง โดยวิธีภูมิคุ้มกันวิทยา นอกจากนี้พบว่าตรวจพบปริมาณของเมทแอมเฟตามีนที่สูงขึ้นที่สภาวะกรด pH3 ซึ่งอาจเกิดจากการที่ pH ต่ำๆ ใช้กรดเกลือใส่ลงในตัวอย่าง ทำให้สารเสถียรตกตะกอนได้ เป็นผลให้การทดลองที่ได้มากเกินไปเกินความเป็นจริง เพราะเทคนิค CEDIA เป็นเทคนิคที่อาศัยการดูดกลืนแสงซึ่งตัวอย่างควรจะอยู่ในรูปของสารละลาย ทำให้ผลการทดลองที่ได้มีปริมาณของเมทแอมเฟตามีนมากกว่าความเป็นจริงได้

จากผลงานวิจัยฉบับนี้ทำให้ทราบว่าสภาวะกรดและด่างมีผลต่อการตรวจพบปริมาณของเมทแอมเฟตามีนในตัวอย่างปัสสาวะด้วยชุดตรวจ CEDIA Assay ดังนั้นจึงควรให้ความสำคัญในขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง ควรมีการทดสอบค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) ก่อนนำเข้าเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ ซึ่งจะช่วยลดปัญหาที่เกิดจากปัจจัยของกรดและด่างได้

ข้อเสนอแนะ

1. ผลงานวิจัยฉบับนี้เป็นเพียงฐานข้อมูลสำหรับการศึกษาวิจัยในลำดับต่อไป
2. เพื่อลดข้อผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นซึ่งอาจมีสาเหตุมาจาก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยควรคัดเลือกและเก็บตัวอย่างให้มีจำนวนที่เหมาะสม ต้องมีการศึกษาข้อมูลถึงผลกระทบจากตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัยอีกทั้ง

อุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยต้องผ่านการทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ซึ่งจะทำให้ผลการวิเคราะห์ที่ได้
นั้นมีความถูกต้อง และลดข้อผิดพลาดที่จะเกิดขึ้น

3. งานวิจัยฉบับนี้ใช้ pH – indicator strips 0-14 เป็นตัวทดสอบสภาวะกรดและด่างในตัวอย่าง
ปัสสาวะ อาจมีข้อผิดพลาดได้เนื่องจากการวัดผลโดยสายตาเทียบกับแถบสี

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

- _____. (2559) ส่วนข้อมูลเฝ้าระวังปัญหายาเสพติด สำนักยุทธศาสตร์. สถานการณ์เฝ้าระวังปัญหา
ยาเสพติด. เข้าถึงเมื่อ 21 มีนาคม เข้าถึงได้จาก [https://www.oncb.go.th/ONCB_OR7/
PublishingImages/Pages/Event/%E0%B8%AA%E0%B8%96%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%93%E0%B9%8C%E0%B8%A2%E0%B8%B2%E0%B9%80%E0%B8%AA%E0%B8%9E%E0%B8%95%E0%B8%B4%E0%B8%94%E0%B9%84%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%AA%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%88%201%20%E0%B8%9B%E0%B8%B5%E0%B8.pdf](https://www.oncb.go.th/ONCB_OR7/PublishingImages/Pages/Event/%E0%B8%AA%E0%B8%96%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%93%E0%B9%8C%E0%B8%A2%E0%B8%B2%E0%B9%80%E0%B8%AA%E0%B8%9E%E0%B8%95%E0%B8%B4%E0%B8%94%E0%B9%84%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%AA%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%88%201%20%E0%B8%9B%E0%B8%B5%E0%B8.pdf)
- _____. (2559) กฎหมายยาเสพติดและบทลงโทษ. เข้าถึงเมื่อ 21 มีนาคม เข้าถึงจาก
http://www.thailaws.com/aboutthailaw/knowledge_62.htm
- สุชัยญา พูลสุข (2010) “การตรวจวิเคราะห์เมทแอมเฟตามีนในน้ำลาย ด้วยเทคนิค GC-FID” **Veridian
E-Journal Silpakorn University** ปีที่ 3, ฉบับที่ 1:298-306

ภาษาต่างประเทศ

- Amitava dasgupta. (2003) “Urinary adulteration and drug-of-abuse testing.” **Clinical issues** 35,
2:317-335
- Ann warner. (2011) “Interference of Common Household Chemicals in Immunoassay Methods
for Drugs of Abuse.” **Clinical chemistry** 35, 4: 648-651
- Chiang WK. “Amphetamine.” In Goldfrank’s Toxicology Emergencies, 1078-1090. Edited by
Nelson LS, Lewin NA, Howland MA, Hoffman RS, Goldfrank LR, Flomenbaum NE.
USA: The McGraw-Hill Companies, 2011.
- Moore KA. “Amphetamines/sympathomimetic amines” In Principles of forensic toxicology,
245-264. Edited by Barry Levine. Washiton D.C: AACC Press, 2003.
- Stephen L. (1988) “Adulterants Causing False Negative in illicit Drug Testing.” **Clinical
chemistry** 34, 11:2333-2336.
- Suzanne bell. Forensic chemistry. New jersey: Pearson prentice hall, 2006.
- Uebel RA., Wium CA. (2002) “Toxicological screening for drug of abuse in samples adulterated
with household chemicals.” **South African Medical Journal** 92:547-549