

บทที่ 5

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์สาร PAHs ด้วยเครื่องแก๊ส

โครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี (GC-MS)

ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐาน PAHs ทั้ง 9 ชนิด ที่ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อลิตร ด้วยเครื่อง GC-MS โดยใช้ Scan Mode พบว่าให้ค่าการแยก (Resolution) อยู่ในช่วง 3.20 - 99.07 ซึ่งมีค่ามากกว่า 2 แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการแยกที่ดี และเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ 18 นาที ซึ่งค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับงานวิจัยอื่นที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS ด้วยกัน นอกจากนี้ยังได้วิเคราะห์ข้อมูลในเชิงคุณภาพ เพื่อบ่งชี้ว่าเป็นสาร PAHs โดยการเปรียบเทียบแมสสเปกตรัมที่ได้ของแต่ละพีคกับแมสสเปกตรัมจากฐานข้อมูลของ NIST (National Institute of Standards and Technology) ส่วนในการวิเคราะห์หาปริมาณใช้ SIM Mode (Selected Ion Monitoring) ซึ่งจะเลือกตรวจวัดเฉพาะมวลของสารที่เราสนใจ ไม่ได้ตรวจวัดเป็นช่วงมวลเหมือน Scan Mode จึงมีสภาพไว (Sensitivity) สูงกว่า

2. ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัด PAHs ระดับจุลภาคด้วยวัฏภาคของเหลว

(Liquid-phase Microextraction หรือ LPME) โดยใช้เมมเบรนชนิดเส้นใยกลวง

2.1 ผลการศึกษาตัวทำละลายที่เหมาะสม

คุณสมบัติของตัวทำละลายที่เหมาะสมสำหรับการสกัดด้วยเทคนิค LPME คือ ไม่ละลายน้ำแต่สามารถละลายสารที่เราสนใจได้ดี มีจุดเดือดสูงและความดันไอต่ำเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการระเหยในขณะที่สกัด ณ อุณหภูมิสูง มีความหนืดสูงเพียงพอที่จะทำให้ไม่แพร่ผ่านรูพรุนของเมมเบรนไปยังสารละลายตัวอย่างได้ และเหมาะสมกับเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ (Jiang, Basheer, Zhang, & Lee, 2005; Muller, Moder, Schrader, & Popp, 2003)

จากภาพที่ 4-2 แสดงผลการศึกษาศักยภาพของตัวทำละลายที่เหมาะสม โดยใช้ตัวทำละลาย 5 ชนิด ได้แก่ ออกเทน โทลูอีน ไอโซออกเทน เฮกเซน และไซโคลเฮกเซน พบว่าออกเทนและโทลูอีนสามารถใช้ในการสกัดได้ เนื่องจากตัวทำละลายชนิดอื่นไม่สามารถคงตัวอยู่ในเมมเบรนได้ เมื่อถูกการปั่นกววจึงแพร่ออกจากเมมเบรนเข้าสู่สารละลายตัวอย่าง และเมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากการใช้ออกเทนและโทลูอีนเป็นตัวทำละลาย พบว่าเมื่อใช้ออกเทนเป็นตัวทำละลาย พื้นที่พีคของ PAHs ทั้ง 9 ชนิด มีแนวโน้มสูงกว่าโทลูอีน เมื่อพิจารณาคุณสมบัติทางเคมีจากตารางที่ 5-1 พบว่าตัวทำ

ละลายทั้งสองมีคุณสมบัติทางเคมีใกล้เคียงกัน แต่การละลายน้ำแตกต่างกัน โทลูอินสามารถละลายน้ำได้ 0.47 กรัมต่อลิตร ส่วนออกเทนไม่สามารถละลายน้ำได้ คุณสมบัติดังกล่าวนี้สอดคล้องกับค่าดัชนีความมีขั้ว (Polarity Index) ซึ่งโทลูอินมีค่ามากกว่าออกเทน เมื่อทำการสกัดโทลูอินจึงสามารถละลายเข้าสู่สารละลายตัวอย่างได้ ทำให้ปริมาตรตัวทำละลายที่เหลืออยู่ในเมมเบรนลดลง ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการสกัดลดลง ดังนั้นจึงเลือกออกเทนในการสกัด ซึ่งมีคุณสมบัติของตัวทำละลายที่เหมาะสมสำหรับการสกัดสาร PAHs เมื่อใช้กับเมมเบรนชนิดพอลิพรอพิลีนซึ่งมีความเป็นขั้วต่ำ จึงทำให้สามารถคงตัวอยู่ในรูพรุนที่ผนังของเมมเบรนได้ดี และมีความเป็นพิษน้อยกว่าโทลูอิน ผลการศึกษานี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zhang and Andrews (2000) ที่ได้ทำการศึกษาศักยภาพที่เหมาะสมในการสกัดสาร PAHs ในตัวอย่างดิน โดยใช้เทคนิคการสกัดระดับจุลภาคด้วยวัฏภาคของเหลว และพบว่าออกเทนเป็นตัวทำละลายที่เหมาะสมเช่นเดียวกัน

ตารางที่ 5-1 คุณสมบัติทางเคมีของออกเทนและโทลูอิน (Wikipedia, 2010)

คุณสมบัติทางเคมี	ออกเทน	โทลูอิน
สูตรโมเลกุล	C_8H_{18}	C_7H_8 หรือ $C_6H_5CH_3$
มวลโมเลกุล (g/mol)	114.23	92.14
ความหนาแน่น (g/mL)	0.703	0.867
จุดเดือด ($^{\circ}C$)	125.52	110.6
การละลายน้ำ (g/L ที่ 20-25 $^{\circ}C$)	ไม่ละลาย	0.47
ค่า Polarity Index	0.4	2.3
ความหนืด (cP ที่ 20 $^{\circ}C$)	0.542	0.590

2.2 ผลศึกษาอัตราเร็วของการปั่นกววนที่เหมาะสม

เนื่องจากการสกัดด้วยเทคนิค LPME นี้เป็นการสกัดแบบสมดุล (Equilibrium Extraction) กล่าวคือ ความเข้มข้นของสารที่เราสนใจในตัวทำละลายที่ใช้สกัดเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อเวลาผ่านไป จนกระทั่งเวลาผ่านไปช่วงหนึ่งระบบอยู่ในสภาวะสมดุล ความเข้มข้นของสารที่เราสนใจจะคงที่ การปั่นกววนจึงเป็นปัจจัยหนึ่งซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัด เนื่องจากสารที่เราสนใจจะเคลื่อนที่ผ่านผนังของเมมเบรนเข้าสู่ตัวทำละลายที่ใช้ในสกัดได้ง่ายขึ้น ทำให้ระบบเข้าสู่สภาวะสมดุลเร็วขึ้น ช่วยลดระยะเวลาในการสกัด (Charalabaki et al., 2005; Ratola, Alves, Kalogerakis, & Psillakis, 2008)

จากภาพที่ 4-3 แสดงผลการศึกษาอัตราเร็วของการปั่นกววนที่เหมาะสม พบว่าเมื่ออัตราเร็วในการปั่นกววนเพิ่มขึ้น พื้นที่พิคของ PAHs ทั้ง 9 ชนิด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย และสูงที่สุดที่อัตราเร็ว 700 รอบต่อนาที หลังจากนั้นเมื่อเพิ่มอัตราเร็วการปั่นกววนมากขึ้นจนกระทั่ง 1,200 รอบต่อนาที พบว่าพื้นที่พิคมีแนวโน้มลดลงเมื่ออัตราเร็วการปั่นกววนเพิ่มขึ้น ผลที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากเมื่ออัตราการปั่นกววนสูงเกินไปทำให้ตัวทำละลายที่ใช้สกัดเกิดการละลายออกจากครุพูนที่ผนังของเมมเบรนเข้าสู่สารละลายตัวอย่าง ซึ่งส่งผลให้มีการสูญเสียตัวทำละลายไปในระหว่างการสกัด และอาจเกิดฟองอากาศขึ้นได้ขณะที่มีการปั่นกววนด้วยอัตราเร็วสูง ส่งผลให้ลดพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างผนังของเมมเบรนกับสารละลายที่เราสนใจ (Huang & Huang, 2006) เมื่อนำไปวิเคราะห์ด้วย GC-MS ทำให้สัญญาณที่ได้ลดลง ประสิทธิภาพในการสกัดลดลง ดังนั้นจึงเลือกอัตราเร็วการปั่นกววนที่ 700 รอบต่อนาที สำหรับการสกัด

2.3 ผลการศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการสกัด

จากภาพที่ 4-4 พบว่าพื้นที่พิคสูงขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มมากขึ้น ตั้งแต่ 0 - 50 นาที แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพในการสกัดเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มมากขึ้น จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นในข้อ 2.2 ว่าการสกัดด้วยเทคนิค LPME นี้อาศัยสภาวะสมดุลของการแพร่ แต่ละระบบใช้เวลาแตกต่างกัน ในการวิเคราะห์หาปริมาณจึงไม่จำเป็นต้องให้ระบบเข้าสู่สภาวะสมดุลซึ่งบางระบบอาจใช้เวลานานมาก แต่เราสามารถควบคุมตัวแปรเวลานี้ให้คงที่ได้ ดังนั้นจึงเลือกใช้เวลา 20 นาที เพื่อให้เหมาะสมกับเวลาที่ใช้วิเคราะห์สารด้วยเครื่อง GC-MS (18 นาที) และหลีกเลี่ยงการใช้เวลาในการสกัดนานเกินไปเพราะส่งผลให้เกิดการสูญเสียตัวทำละลายไปในระหว่างการสกัด (Ratola et al., 2008)

2.4 ผลการศึกษาอิทธิพลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อประสิทธิภาพของการสกัด

มีงานวิจัยได้ศึกษาและพบว่าการเติมเกลือลงในสารละลายตัวอย่างก่อนการสกัดเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัด ด้วยเหตุนี้จึงได้ศึกษาผลของเกลือที่มีต่อประสิทธิภาพในการสกัดโดยใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ จากภาพที่ 4-5 พบว่าเมื่อความเข้มข้นของเกลือเพิ่มมากขึ้น พื้นที่พิคของ PAHs มีแนวโน้มลดลง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงไม่มีการเติมเกลือลงในสารละลายตัวอย่างก่อนการสกัด

จากงานวิจัยหลายฉบับพบว่า เมื่อเติมเกลือลงในสารละลายตัวอย่างก่อนการสกัด จะส่งผลให้เพิ่มประสิทธิภาพในการสกัด เนื่องจากผลของ Salting-out Effect โดยโมเลกุลของน้ำในสารละลายตัวอย่างจะไปล้อมรอบโมเลกุลของเกลือมากกว่าโมเลกุลของสารที่เราสนใจ ทำให้เพิ่มความเป็น Hydrophobic (ความไม่ชอบน้ำ) ของสารที่เราสนใจ ส่งผลให้ความสามารถในการละลายน้ำของสารที่เราสนใจลดลง สารที่เราสนใจจึงละลายในตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดได้มากขึ้น ประสิทธิภาพในการสกัดจึงเพิ่มขึ้น แต่สำหรับการสกัดด้วยเทคนิค LPME นี้ การเติมเกลือใน

สารละลายตัวอย่างก่อนการสกัดนั้นไม่ได้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดตามผลของ Salting-out Effect แต่อาจทำให้ประสิทธิภาพในการสกัดลดลงหรือไม่มีผลต่อประสิทธิภาพในการสกัดเลย โดยขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่เราสนใจด้วย (Basheer et al., 2002; Huang & Huang, 2006; Psillakis, Mantzavinos, & Kalogerakis, 2004; Sarafraz-Yazdi, Amiri, & Eshaghi, 2008; Zhao, Zhu, & Lee, 2002)

จากผลการศึกษาในงานวิจัยนี้ซึ่งพบว่า เมื่อความเข้มข้นของเกลือเพิ่มมากขึ้น พื้นที่ที่ปลดของ PAHs มีแนวโน้มลดลง แสดงว่าการเติมเกลือลงในสารละลายตัวอย่างก่อนการสกัดไม่ได้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพแต่ตรงกันข้ามเป็นการลดประสิทธิภาพในการสกัดลง ผลที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการสกัดนี้มีการใช้เมมเบรน สาร PAHs จะต้องแพร่ผ่านรูพรุนของเมมเบรนไปยังตัวทำละลายเมื่อเติมเกลือลงในสารตัวอย่างที่อยู่ภายนอกเมมเบรน ไอออนของเกลือที่มีโมเลกุลของน้ำล้อมรอบจึงมีขนาดใหญ่ขึ้น และไปกีดขวางการแพร่ของสาร PAHs เข้าไปในเมมเบรน ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับที่ได้มีผู้รายงานไว้ โดยอธิบายเหตุผลว่าเกลือจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพที่ชั้นฟิล์มที่ติดกับผิวเมมเบรน (Nernst Diffusion Film) ทำให้อัตราการแพร่ของสารเข้าสู่ตัวทำละลายลดลง ประสิทธิภาพการสกัดจึงลดลง (Psillakis & Kalogerakis, 2001)

จากสภาวะที่ได้เมื่อนำมาสกัด PAHs ทั้ง 9 ชนิด ในตัวอย่างน้ำ พบว่าวิธีนี้นอกจากเป็นการเตรียมตัวอย่างแล้วยังสามารถเพิ่มความเข้มข้นซึ่งเกิดขึ้นในขั้นตอนเดียวกันได้อีกด้วย และวิธีนี้สามารถเพิ่มความเข้มข้นของ PAHs ทั้ง 9 ชนิด ได้ 19-129 เท่า โดยแสดงด้วยค่า Enrichment Factor ที่คำนวณได้ แสดงดังตารางที่ 5-2

3. ผลการศึกษาคความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์ (Method Validation)

เมื่อนำสภาวะที่ได้จากการสกัดมาศึกษาความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์พบว่าค่า LOD อยู่ในช่วง 3.0 – 30.0 นาโนกรัมต่อลิตร ค่า LOQ อยู่ในช่วง 9.0 – 90.0 นาโนกรัมต่อลิตร แสดงให้เห็นว่าวิธีนี้สามารถวิเคราะห์ปริมาณ PAHs ได้ในระดับนาโนกรัม และมีสภาพไว (Sensitivity) สูง เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเทคนิคการสกัดแบบอุลตราโซนิคซึ่งเป็นเทคนิคการสกัดแบบดั้งเดิมที่สามารถวิเคราะห์หาปริมาณ PAHs ได้เพียงระดับไมโครกรัมต่อลิตร (Ratola et al., 2008)

จากการศึกษากราฟมาตรฐานและช่วงความเป็นเส้นตรง พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกราฟมาตรฐานอยู่ในช่วง 0.9852 – 1 ค่าที่ได้เข้าใกล้ 1 แสดงถึงแนวโน้มที่ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารและสัญญาณมีความเป็นเส้นตรงอย่างดี

จากการศึกษาความเที่ยงภายในวัน (Intra-day) และระหว่างวัน (Inter-day) ที่ 3 ระดับความเข้มข้น ได้แก่ 25, 60 และ 90 นาโนกรัมต่อลิตร และสำหรับ Chrysene ที่ความเข้มข้น 125,

250 และ 475 นาโนกรัมต่อลิตร พบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์สำหรับความเที่ยงภายในวันอยู่ในช่วง 2 – 15 เปอร์เซ็นต์ ความเที่ยงระหว่างวันอยู่ในช่วง 3 – 14 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าวิธีการนี้มีความเที่ยงตรงสูง เมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิคการสกัดแบบเดียวกัน (King et al., 2002) และค่าที่ได้ไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์ ตามมาตรฐานของ Association of Official Analytical Chemists INTERNATIONAL [AOAC] (1993)

จากการศึกษาความแม่นยำ 3 ระดับความเข้มข้น ได้แก่ 25, 60 และ 90 นาโนกรัมต่อลิตร และสำหรับ Chrysene ที่ความเข้มข้น 125, 250 และ 475 นาโนกรัมต่อลิตร พบว่าค่าร้อยละการได้กลับคืนมีค่าสูง อยู่ในช่วง 93 – 109 เปอร์เซ็นต์ เป็นที่ยอมรับตามมาตรฐาน AOAC (1993)

4. ผลการศึกษาอิทธิพลของสารรบกวนในตัวอย่างน้ำชา (Matrix Effect)

จากการศึกษาอิทธิพลของสารรบกวนโดยการเตรียมสารละลายมาตรฐานเดิมลงในตัวอย่างน้ำชาจากใบชาและน้ำชาบรรจุขวด เพื่อให้ได้ความเข้มข้น 25, 60 และ 90 นาโนกรัมต่อลิตร และสำหรับ Chrysene ความเข้มข้น 125, 250 และ 475 นาโนกรัมต่อลิตร พบว่าค่าร้อยละการได้กลับคืนอยู่ในช่วง 25 – 117 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าที่ได้มีการกระจายตัวสูง แสดงให้เห็นว่าในน้ำชามีสารรบกวนต่อการวิเคราะห์หาปริมาณ PAHs จึงทำให้ประสิทธิภาพในการสกัดลดลง ดังนั้นในการวิเคราะห์หาปริมาณ PAHs ในตัวอย่างน้ำชาจึงใช้วิธี Standard Addition

จากการงานวิจัยต่าง ๆ พบว่าในน้ำชา มีสารประกอบอื่นที่มีโครงสร้างหลักคล้ายคลึงกับสาร PAHs อีกหลายชนิด สารประกอบเหล่านี้ ได้แก่ คาเฟอีน Catechin, Polyphenol, Pectin, Polysaccharide, Flavone, Alkaloid, กรดอะมิโน โปรตีน และอื่น ๆ (Owuor & Obanda, 2007; Yin, Xu, Yuan, Luo, & Qian, 2009) โดยมีงานวิจัยรายงานว่าพบกรดอะมิโนในใบชาถึง 26 ชนิด (Yao et al., 2006) ดังนั้นสารเหล่านี้อาจทำให้เกิดการรบกวนหรือกีดขวางการแพร่ของ PAHs เข้าสู่ตัวนำละลายในเมมเบรนได้ จึงทำให้ประสิทธิภาพในการสกัดลดลง ค่าร้อยละการได้กลับคืนที่ได้จึงต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการสกัด PAHs ในตัวอย่างน้ำ

5. การวิเคราะห์หาปริมาณ PAHs ในตัวอย่างน้ำชาด้วยวิธี Standard Addition

ในการวิเคราะห์หาปริมาณ PAHs ในตัวอย่างน้ำชาใช้วิธี Standard Addition ซึ่งเหมาะสำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณสารที่เราสนใจในกรณีที่ตัวอย่างมีสารรบกวนการวิเคราะห์สูง ดังผลที่ได้จากการศึกษาอิทธิพลของสารรบกวนในตัวอย่างน้ำชามาแล้วข้างต้น โดยวิเคราะห์หาปริมาณ PAHs ในตัวอย่างน้ำชา 19 ตัวอย่าง ได้แก่ น้ำชาจากใบชา 2 ตัวอย่าง น้ำชาสมุนไพร 8 ตัวอย่างและน้ำชาบรรจุขวด 9 ตัวอย่าง ผลที่ได้พบว่าตรวจวัดไม่พบ Acenaphthylene และ Acenaphthene ในทุกตัวอย่าง ส่วนปริมาณ PAHs ชนิดอื่นที่ตรวจพบได้อยู่ในช่วง 14.9-199.8 นาโนกรัมต่อลิตร ซึ่งไม่เกินค่า Maximum Contaminant Level และสำหรับตัวอย่างน้ำสมุนไพรตรวจวัดไม่พบ PAHs

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเทคนิคการสกัดสาร PAHs ในระดับจุลภาคด้วยวัฏภาคของเหลว โดยใช้เมมเบรนชนิดเส้นใยกลวงเป็นตัวพุงและนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS โดยวิเคราะห์ PAHs 9 ชนิด ได้แก่ Acenaphthylene, Acenaphthene, Fluorene, Phenanthrene, Anthracene, Fluoranthene, Pyrene, Benzo[a]anthracene และ Chrysene ชนิดของเมมเบรนที่ใช้ได้แก่ พอลิพรอพิลีน ปริมาตรของสารละลายตัวอย่าง 15 มิลลิลิตร ปริมาตรของตัวทำละลายอินทรีย์ 25 ไมโครลิตร ได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสม ได้แก่ ตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัด อัตราเร็วของการปั่นกวน เวลาที่ใช้ในการสกัด และ อิทธิพลของเกลือที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการสกัด ผลการศึกษาพบว่า ตัวทำละลายที่เหมาะสมได้แก่ ออกเทน ภายใต้สภาวะการปั่นกวนที่อัตราเร็ว 700 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที โดยไม่มีการเติมเกลือ จากนั้นนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS โดยใช้วิธีโปรแกรมอุณหภูมิ สภาวะดังกล่าวนี้สามารถวิเคราะห์ปริมาณ PAHs ได้ในระดับนาโนกรัมต่อลิตร ให้ค่า LOD อยู่ในช่วง 3.0-30.0 นาโนกรัมต่อลิตร และค่า LOQ อยู่ในช่วง 9.0-90.0 นาโนกรัมต่อลิตร ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกราฟมาตรฐานอยู่ในช่วง 0.9852-1 ความเที่ยงระหว่างวันและภายในวันของวิธีการสกัดให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์น้อยกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ ความแม่นยำของวิธีการสกัดให้ค่าร้อยละการได้กลับคืน อยู่ในช่วง 93-109 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำวิธีการนี้มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณสาร PAHs ในตัวอย่างน้ำขาบบรรจุขวด น้ำชาสมุนไพร และน้ำชาจากใบชา พบว่ามี PAHs ในตัวอย่างน้ำชา 9 ตัวอย่างในช่วงความเข้มข้น 15-200 นาโนกรัมต่อลิตร ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานสูงสุดของ PAHs ที่ยอมให้ปนเปื้อนได้ในน้ำดื่ม (Maximum Contaminant Level ; MCL) ที่กำหนดโดย USEPA

สำหรับข้อดีของวิธีการนี้คือ ใช้ปริมาณตัวทำละลายอินทรีย์น้อยในระดับไมโครลิตร จัดเป็นเคมีสะอาด (Green Chemistry) เป็นการเตรียมตัวอย่างที่ง่าย สามารถสกัดและเพิ่มความเข้มข้นได้ในขั้นตอนเดียว โดยสามารถเพิ่มความเข้มข้นได้ 19-129 เท่า เป็นการลดระยะเวลาในขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง สามารถตรวจวัดปริมาณสารได้ในระดับนาโนกรัม อุปกรณ์ที่ใช้ไม่สลับซับซ้อนและราคาไม่สูง สามารถเตรียมตัวอย่างพร้อมกันได้ครั้งละหลายตัวอย่าง

ข้อเสนอแนะ

นำวิธีการวิเคราะห์นี้ไปใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณ PAHs ในตัวอย่างประเภทอื่น เช่น น้ำฝน น้ำผิวดิน