บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์

4.1 การหาความบริสุทธิ์ของปรอทโดยวิธีการล้างด้วยกรดไนตริกเจือจาง

เติมกรดไนตริกความเข้มข้น 1 2 3 4 5 หรือ 6% น้ำหนัก/ปริมาตร ลงในเครื่องล้างปรอทที่ประดิษฐ์ขึ้นดังแสดงในภาคผนวก ก นำปรอทมาล้างโดยการปล่อยให้ไหลผ่านสารละลายกรดไนตริกดังกล่าว นำสารละลายกรดที่ผ่านปรอทแล้วมาวิเคราะห์เพื่อหาโลหะมลทินในปรอทที่ถูกชะล้างออกมาได้โดยใช้ AAS เพื่อยืนยันว่าสารละลายกรดสามารถล้างสารมลทินออกจากปรอทได้ และหาความบริสุทธิ์ของปรอทโดยนำปรอทมาละลายในกรดไนตริกเข้มข้น และวิเคราะห์โลหะมลทินในปรอทด้วย AAS และ XRF ดังนั้นในหัวข้อ 4.1 นี้จะแสดงผลการทดลองดังนี้

4.1.1 ผลการหาชนิดโลหะมลทินในปรอทโดยใช้ XRF

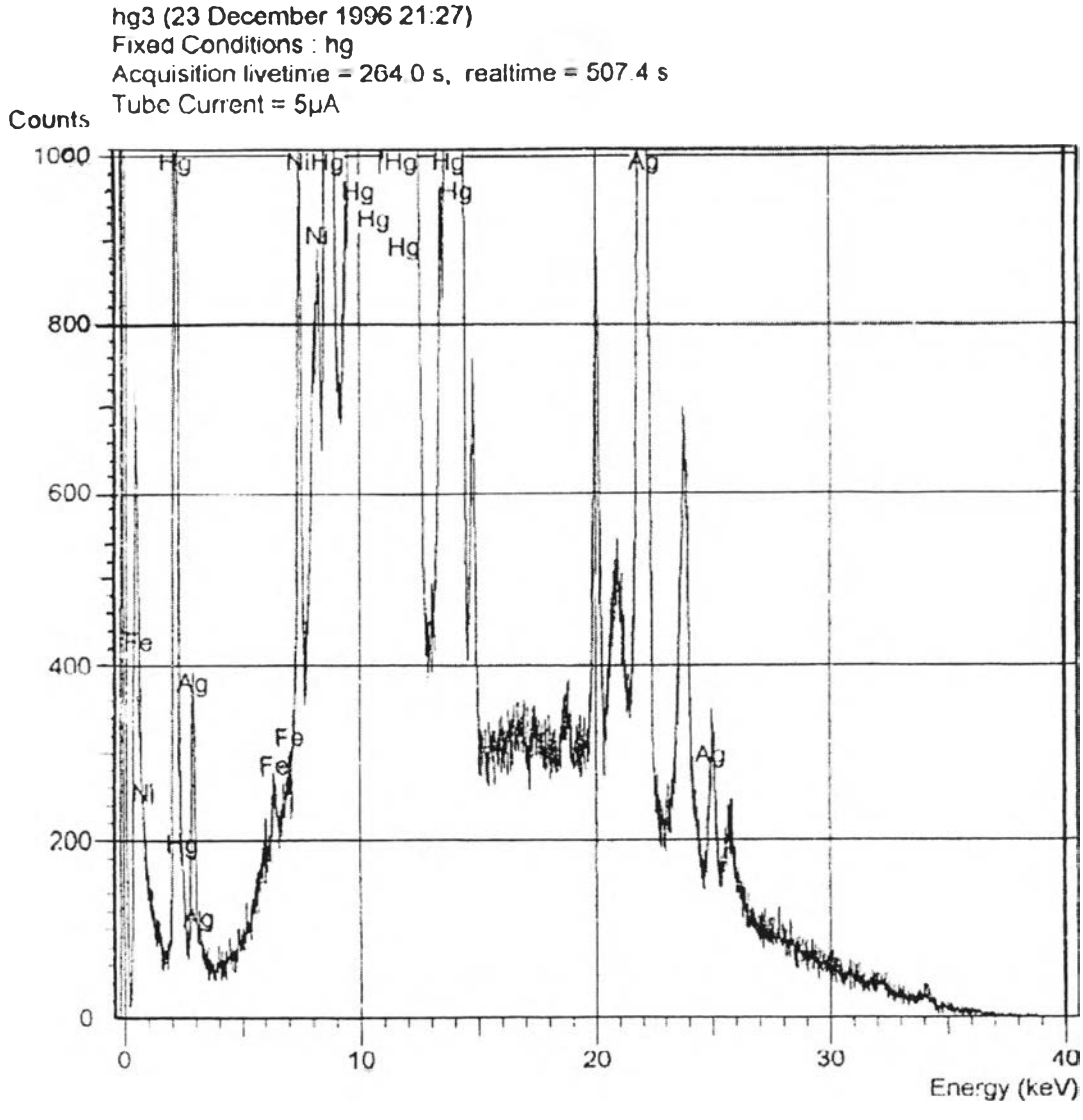
4.1.2 ผลการหาปริมาณโลหะมลทินที่ตรวจพบในสารละลายกรดไนตริกเจือจาง

4.1.3 ผลของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโลหะชนิดต่างๆ ที่ละลายออกมาจากปรอทกับความเข้มข้นของกรดไนตริกที่ใช้ล้าง

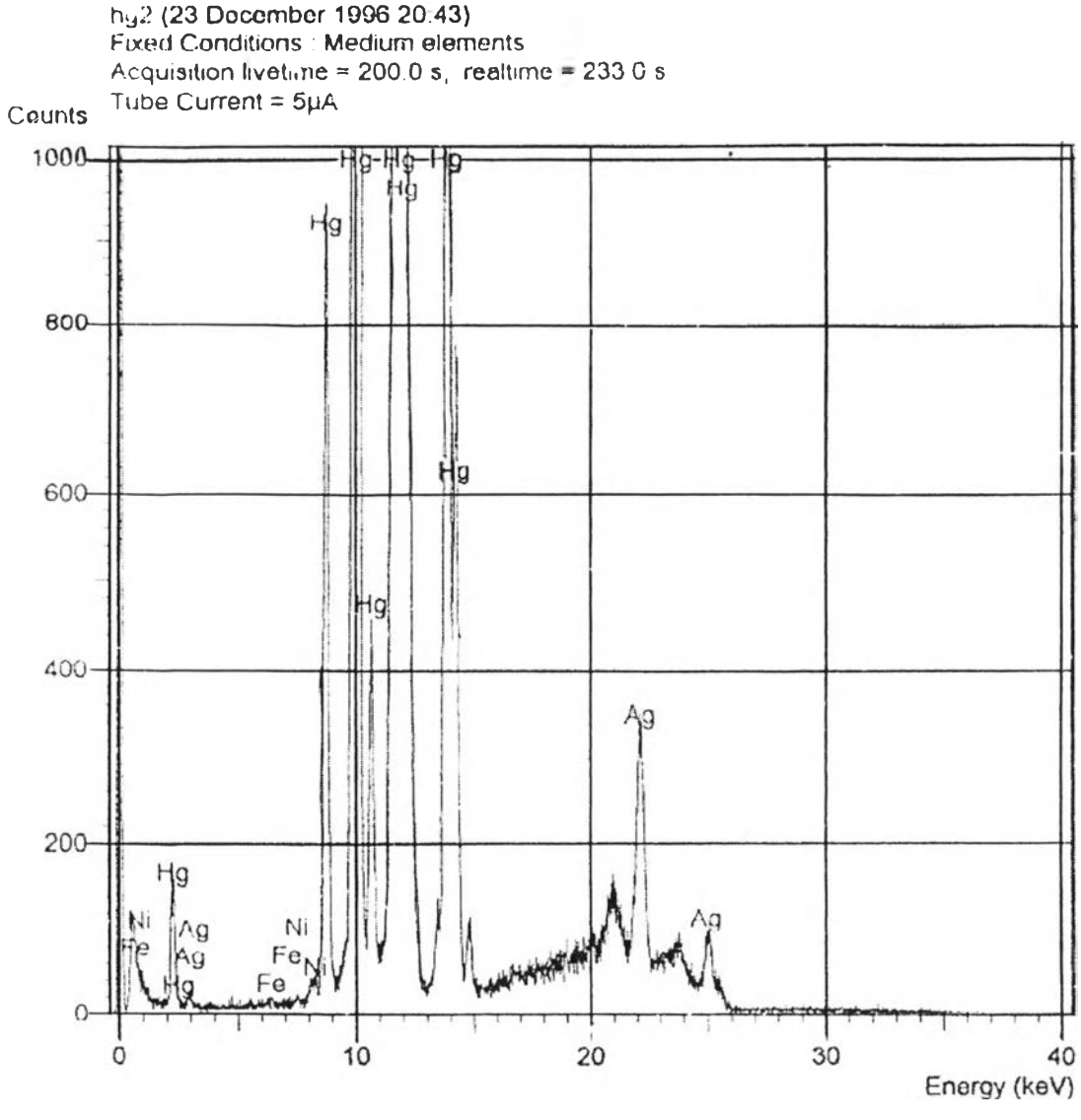
4.1.4 ผลการหาปริมาณโลหะมลทินในปรอทภายหลังการล้างด้วยกรดโดยใช้ AAS

4.1.1 ผลการหาชนิดโลหะมลทินในปรอทโดยใช้ XRF

จากการนำปรอทตั้งต้นจากโรงแยกกาซ และปรอทที่ผ่านการล้างด้วยสารละลายกรดไนตริกความเข้มข้นต่าง ๆ มาวิเคราะห์ทางคุณภาพวิเคราะห์ (Quanlitative Analysis) ด้วย XRF พบว่ามีโลหะมลทินเป็นเหล็กและนิกเกิลเจือปนในปรอท ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.1-4.2



รูปที่ 4.1 แสดง X-ray Fluorescence Spectrum ของปรอทตั้งต้นจากโรงแยกกาซ

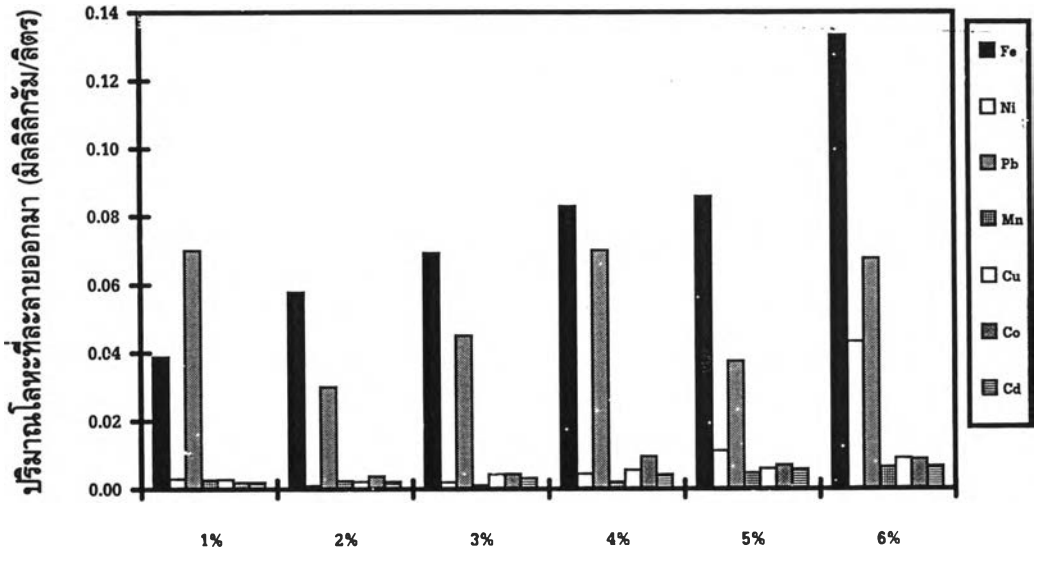


รูปที่ 4.2 แสดง X-ray Fluorescence Spectrum ของปรอทที่ผ่านการล้างด้วยกรดไนตริก 6 % น้ำหนัก/ปริมาตร

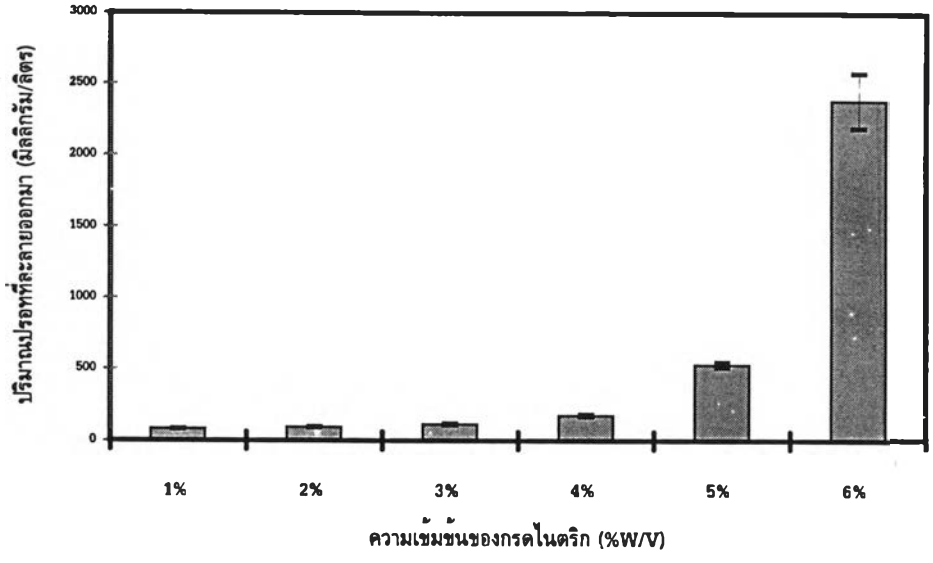
ผลจาก X-ray Fluorescence Spectrum นี้จะสามารถแสดงให้เห็นว่าการล้างด้วยกรดไนตริก จะสามารถสกัดโลหะมลทินเหล็กและนิกเกิลออกจากปรอทได้ สวนโลหะมลทินชนิดอื่นๆ ซึ่งคาดว่ามีปนเปื้อนในปรอทแต่ไม่สามารถเห็นได้จาก X-ray Fluorescence Spectrum เนื่องจากมีปริมาณน้อยมากจึงถูก Spectrum ของธาตุปรอทบดบัง แต่ก็จะสามารถตรวจสอบได้จากการหาปริมาณโลหะมลทินในสารละลายกรดไนตริกเจือจางที่ใช้ล้างปรอทได้ต่อไป

4.1.2 ผลการหาปริมาณโลหะมลทินที่ตรวจพบในสารละลายกรดไนตริกเจือจาง

ในการวิเคราะห์ปริมาณโลหะมลทินได้แก่ โลหะเหล็ก นิกเกิล ตะกั่ว แมงกานีส โคบอลต์ ทองแดง และแคดเมียม พบว่าได้ผลดังรูปที่ 4.3 และข้อมูลดิบแสดงในภาคผนวก ค ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เมื่อใช้สารละลายกรดไนตริกที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นจะมีแนวโน้มทำให้โลหะมลทินต่าง ๆ ในปรอทละลายออกมาได้มากขึ้น ซึ่งน่าจะเป็นแนวทางที่ดีในการทำให้ปรอทมีความบริสุทธิ์ขึ้น แต่พบว่าในขณะเดียวกันสารละลายกรดไนตริกที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นจะสามารถละลายปรอทจากโลหะปรอทออกมาเป็นปรอทในรูปไอออนที่ละลายในกรดไนตริกได้เป็นปริมาณมากด้วย ดังรูปที่ 4.4 ด้วยเหตุนี้จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาต่อไปว่าวิธีการล้างปรอทด้วยกรดไนตริกจะเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการทำปรอทให้บริสุทธิ์ต่อไปหรือไม่ เนื่องจากปัญหาจากการบำบัดน้ำกรดที่มีปรอทละลายอยู่จำนวนมากอาจจะเป็นปัญหาในการกำจัดต่อไป



รูปที่ 4.3 แสดงปริมาณโลหะมลทินที่ถูกชะออกจากปรอทภายหลังการล้างด้วยสารละลายกรดไนตริกเจือจาง



รูปที่ 4.4 แสดงปริมาณปรอทที่ถูกชะออกจากปรอทภายหลังการล้างด้วยสารละลายกรดไนตริกเจือจาง

4.1.3 ผลการหาความสัมพันธ์ระหว่างโลหะหนักต่าง ๆ ที่ละลายออกมาจากปรอท เมื่อล้างด้วยกรดไนตริก

ในการทดลองล้างปรอท 500 กรัม โดยนำมาผ่านกรดไนตริกที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน 1-6 % น้ำหนัก/ปริมาตร พบว่าสามารถละลายโลหะมลทินชนิดต่าง ๆ ออกจากปรอทได้ ซึ่งทำให้ปรอทมีความบริสุทธิ์สูงขึ้น เมื่อทดสอบหาความสัมพันธ์ของความสามารถของกรดไนตริกความเข้มข้นต่าง ๆ ในการ ชะโลหะเหล็ก นิกเกิล ตะกั่ว แมงกานีส โคบอลต์ ทองแดง แคดเมียม และปรอท ออกจากปรอท 500 กรัม พบว่าได้ความสัมพันธ์ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel ได้สมการถดถอยและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงสมการถดถอย และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจของโลหะชนิดต่าง ๆ

โลหะ	สมการถดถอย	ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2)
เหล็ก	y = 0.0168x + 0.0221	0.8826
นิกเกิล	y = 0.0050x - 0.0088	0.5866
ตะกั่ว	y = 0.0109x - 0.0191	0.6373
แมงกานีส	y = 0.0009x - 0.0002	0.6824
โคบอลต์	y = 0.0017x - 0.0007	0.9020
ทองแดง	y = 0.0011x + 0.0011	0.8847
แคดเมียม	y = 0.0010x + 0.0005	0.9680
ปรอท	y = 368.13x - 725.32	0.5755

สมการถดถอย

$$y = a + bx$$

เมื่อ y = ปริมาณโลหะที่ถูกชะออก (มิลลิกรัม/ลิตร)

x = ความเข้มข้นของกรดไนตริก (ร้อยละของน้ำหนัก/ปริมาตร)

b = สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระ X (Regression Coefficient)

a = ค่าคงที่ (Constant)

R^2 = ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination)

จากการหาความสัมพันธ์ที่ได้พบว่า

1. ความเข้มข้นของสารละลายกรดไนตริกที่บรรจุในอุปกรณ์ล้างปรอทมีผลต่อปริมาณเหล็กที่ถูกชะออกมาจากปรอท โดยมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในทางบวกหรือแปรผันตามกัน (ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย = 0.0168) สมการถดถอยของเหล็ก Y = 0.0168X + 0.0221 สามารถอธิบายได้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล็กที่ถูกชะออกกับความเข้มข้นกรดไนตริกที่ใช้ตามสมการที่ประเมินจะมีจุดที่อยู่บนเส้นตรงตามสมการนี้ 88.26 %

2. ความเข้มข้นของสารละลายกรดไนตริกที่บรรจุในอุปกรณ์ล้างปรอทมีผลต่อปริมาณนิกเกิล ที่ถูกชะออกมาจากปรอท โดยมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในทางบวกหรือแปรผันตามกัน (ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย =

0.0050) สมการถดถอยของนิกเกิล y = 0.005x - 0.0088 สามารถอธิบายได้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณนิกเกิลที่ถูกชะออกกับความเข้มข้นกรดไนตริกที่ใช้ตามสมการที่ประเมินจะมีจุดที่อยู่บนเส้นตรงตามสมการนี้ 58.66 %

3. ความเข้มข้นของสารละลายกรดไนตริกที่บรรจุในอุปกรณ์ล้างปรอทมีผลต่อปริมาณตะกั่วที่ถูกชะออกมาจากปรอท โดยมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในทางบวกหรือแปรผันตามกัน (ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย = 0.0109) สมการถดถอยของตะกั่ว Y = 0.0109X - 0.0191 สามารถอธิบายได้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่วที่ถูกชะออกกับความเข้มข้นกรดไนตริกที่ใช้ตามสมการที่ประเมินจะมีจุด ที่อยู่บนเส้นตรงตามสมการนี้ 63.73 %

4. ความเข้มข้นของสารละลายกรดไนตริกที่บรรจุในอุปกรณ์ล้างปรอทมีผลต่อปริมาณแมงกานีสที่ถูกชะออกมาจากปรอท โดยมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในทางบวกหรือแปรผันตามกัน (ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย = 0.0009) สมการถดถอยของแมงกานีส Y = 0.0009X - 0.0002 สามารถอธิบายได้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมงกานิสที่ถูกชะออกกับความเข้มข้นกรดไนตริกที่ใช้ตามสมการที่ประเมิน จะมีจุดที่อยู่บนเส้นตรงตามสมการนี้ 68.24 %

5. ความเข้มข้นของสารละลายกรดไนตริกที่บรรจุในอุปกรณ์ล้างปรอทมีผลต่อปริมาณโคบอลต์ที่ถูกชะออกมาจากปรอท โดยมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในทางบวกหรือแปรผันตามกัน (ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย = 0.0017) สมการถดถอยของโคบอลต์ Y = 0.0017X - 0.0007 สามารถอธิบายได้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโคบอลต์ที่ถูกชะออกกับความเข้มข้นกรดไนตริกที่ใช้ตามสมการที่ประเมินจะมีจุดที่อยู่บนเส้นตรงตามสมการนี้ 90.20 %

6. ความเข้มข้นของสารละลายกรดไนตริกที่บรรจุในอุปกรณ์ล้างปรอทมีผลต่อปริมาณทองแดงที่ถูกชะออกมาจากปรอท โดยมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในทางบวกหรือแปรผันตามกัน (ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย = 0.0011) สมการถดถอยของทองแดง Y = 0.0011X + 0.0011 สามารถอธิบายได้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทองแดงที่ถูกชะออกกับความเข้มข้นกรดไนตริกที่ใช้ตามสมการที่ประเมินจะมีจุดที่อยู่บนเส้นตรงตามสมการนี้ 88.47 %

7. ความเข้มข้นของสารละลายกรดไนตริกที่บรรจุในอุปกรณ์ล้างปรอทมีผลต่อปริมาณแคดเมียมที่ถูกชะออกมาจากปรอท โดยมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในทางบวกหรือแปรผันตามกัน (ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย = 0.001) สมการถดถอยของแคดเมียม Y = 0.001X + 0.0005 สามารถอธิบายได้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคดเมียมที่ถูกชะออกกับความเข้มข้นกรดไนตริกที่ใช้ตามสมการที่ประเมินจะมีจุดที่อยู่บนเส้นตรงตามสมการนี้ 96.80 %

8. ความเข้มข้นของสารละลายกรดไนตริกที่บรรจุในอุปกรณ์ล้างปรอทมีผลต่อปริมาณปรอทที่ถูกชะออกมาจากปรอท โดยมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในทางบวกหรือแปรผันตามกัน (ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย = 368.13) สมการถดถอยของปรอท Y = 368.13X - 725.32 สามารถอธิบายได้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปรอทที่ถูกชะออกกับความเข้มข้นกรดไนตริกที่ใช้ตามสมการที่ประเมิน จะมีจุดที่อยู่บนเส้นตรงตามสมการนี้ 57.55 %

4.1.4 ผลการหาปริมาณโลหะมลทินในปรอทภายหลังการล้างด้วยกรดไนตริกโดยใช้ AAS

ภายหลังการล้างด้วยกรดไนตริก นำปรอทประมาณ 0.2 กรัมมาละลายในกรดไนตริกเข้มข้น เจือจางด้วยน้ำที่กำจัดอิออนแล้ว จากนั้นนำไปวิเคราะห์โดยใช้ AAS เพื่อตรวจวัดปริมาณโลหะมลทินได้แก่ เหล็ก นิกเกิล ตะกั่ว แมงกานีส โคบอลต์ ทองแดง และแคดเมียม พบว่าโลหะเหล็ก นิกเกิล ตะกั่ว และแมงกานีส มีค่าไม่ต่ำกว่าขีดจำกัดต่ำสุดที่จะสามารถตรวจวัดได้ของเครื่อง (ตารางแสดงปริมาณโลหะที่ตรวจพบอยู่ในภาคผนวก ง) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Window ด้วยวิธี One-way Analysis of Variance พบว่าปรอทที่ถูกล้างด้วยสารละลายกรดไนตริกเจือจางความเข้มข้นแตกต่างกัน จะมีเหล็ก นิกเกิล ตะกั่ว และแมงกานีสเจือปนแตกต่างกับปรอทตั้งต้น ปรอทที่ล้างด้วยสารลดแรงตึงผิว และปรอทมาตรฐานทางทันตกรรมดังนี้

1. ผลการตรวจความบริสุทธิ์ของปรอทที่ผ่านการล้างกรดโดยคำนวณจากปริมาณเหล็กในปรอท

พบว่าการล้างด้วยสารละลายต่าง ๆ ทำให้ปริมาณเหล็กที่เหลืออยู่ในปรอทแตกต่างกันไปโดย การล้างด้วยสารละลายกรดไนตริก 5% และ 6% จะล้างเหล็กออกได้ในปริมาณเท่ากันและล้างเหล็กออกได้มากที่สุด ในขณะที่การล้างด้วยสารละลายกรดไนตริก 1-4 % จะล้างเหล็กออกได้เล็กน้อยและไม่มีความ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่าค่าเฉลี่ยของโลหะเหล็กที่ตรวจพบในโลหะปรอทที่ล้างด้วยสารละลายกรดไนตริก 1% 2% 3% และ 4% ปรอทตั้งต้น ปรอทที่ล้างด้วยสารลดแรงตึงผิว และปรอทมาตรฐานทางทันตกรรมไม่แตกต่างกันโดยการเปรียบเทียบแบบพหุคูณของ Duncan ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 อย่างไรก็ตามการใช้วิธีล้างด้วยกรดไนตริกนี้จะสามารถชะเอาโลหะเหล็กออกมาได้มากกว่าโลหะชนิดอื่นๆ ทำให้ความบริสุทธิ์ของปรอทที่ตรวจนั้นขึ้นอยู่กับการดึงเหล็กออกจากปรอทมากกว่าการดึงโลหะชนิดอื่นออกจากปรอท

2. ผลการตรวจหาความบริสุทธิ์ของปรอทที่ผ่านการล้างกรด โดยคำนวณจากปริมาณนิกเกิลในปรอท

พบว่าปริมาณนิเกิลในปรอทแต่ละชนิดที่ล้างด้วยสารละลายกรดไนตริก 1-6 % ไม่แตกต่างกัน และไม่แตกต่างกับปรอทตั้งต้น ปรอทที่ล้างด้วยสารลดแรงตึงผิว และปรอทมาตรฐานทางทันตกรรม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3. ผลการตรวจความบริสุทธิ์ของปรอทที่ผ่านการล้างกรด โดยคำนวณจากปริมาณตะกั่วในปรอท

พบว่าการล้างด้วยสารละลายต่าง ๆ ทำให้ปริมาณตะกั่วที่เหลืออยู่ในปรอทแตกต่างกันโดยการล้างด้วยสารละลายกรดไนตริก 1% 4% 5% และ 6% จะล้างตะกั่วออกได้ในปริมาณเท่ากันและล้างตะกั่ว ออกได้เล็กน้อย และพบว่าค่าเฉลี่ยของโลหะตะกั่วที่ตรวจพบในโลหะปรอทที่ล้างด้วยสารละลายกรดไนตริก 2% และ 3% ไม่แตกต่างจากค่าเฉลี่ยของโลหะตะกั่วที่ตรวจพบในปรอทตั้งต้น ปรอทที่ล้างด้วยสารลดแรงตึงผิว และปรอทมาตรฐานทางทันตกรรม โดยใช้วิธีเปรียบเทียบแบบพหุคูณของ Duncan ที่ระดับ นัยสำคัญ 0.05 อย่างไรก็ตามผลที่ได้อาจจะเกิดความผิดพลาดจากการทดลองก็เป็นได้

ในการเปรียบเทียบความบริสุทธิ์ของปรอทที่ผ่านกรดโดยคำนวณจากปริมาณตะกั่วนั้น คาดว่าจะมีความผิดพลาดค่อนข้างสูง เนื่องจากตะกั่วในปรอทนั้นมีปริมาณน้อยมากและเมื่อละลายปรอทในกรดไนตริกเข้มข้นแล้วนำไปวิเคราะห์โดยใช้ AAS จะทำให้ปริมาณตะกั่วในสารละลายกรดที่ตรวจด้วย AAS นั้นมีความเข้มข้นใกล้เคียงค่า detection limit หรือความสามารถในการตรวจวัดของเครื่องมือ (ข้อมูลในภาคผนวก ง) จึงน่าจะเป็นสาเหตุให้การแปรผลข้อมูลมีความถูกต้อง (accuracy) และแม่นยำ (precision) ต่ำ

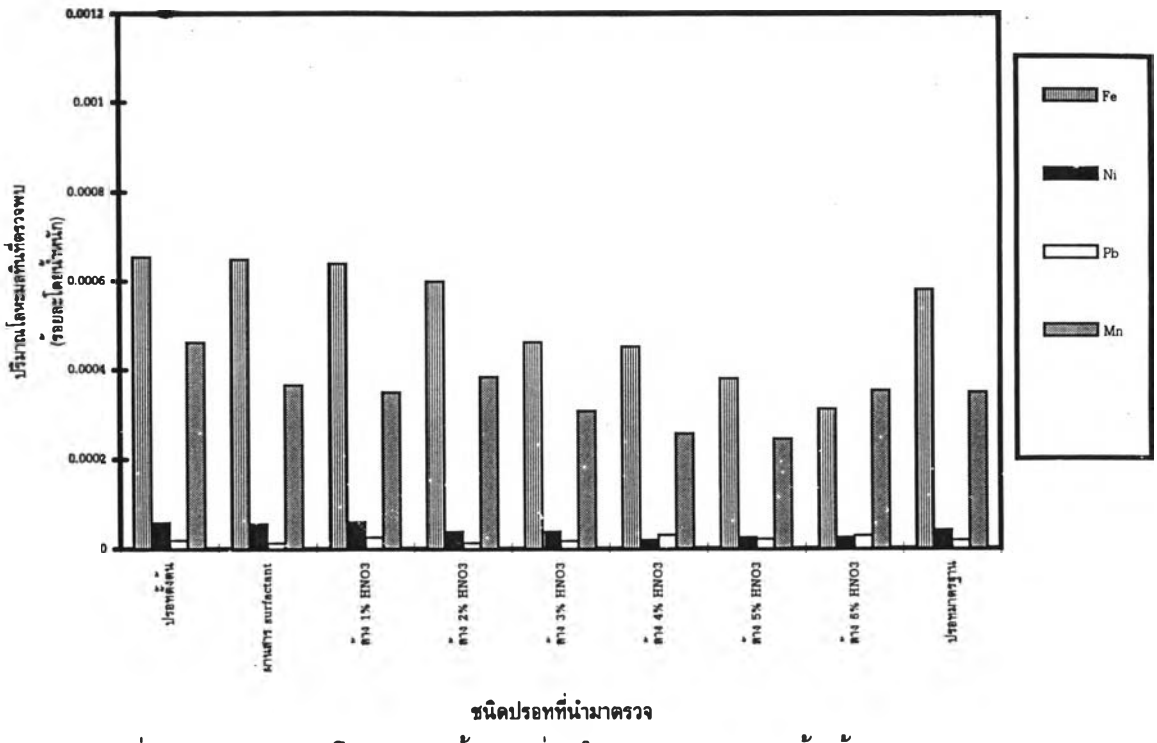
4. ผลการตรวจความบริสุทธิ์ของปรอทที่ผ่านการล้างกรด โดยคำนวณจากปริมาณแมงกานีสในปรอท

พบว่าการล้างด้วยสารละลายต่าง ๆ ทำให้ปริมาณแมงกานีสที่เหลืออยู่ในปรอทแตกต่างกันโดย การล้างด้วยสารละลายกรดไนตริก 3% 4% และ 5% จะล้างแมงกานีสออกได้มากที่สุด ในขณะที่ปรอท จากการล้างด้วยสารละลายกรดไนตริก 1% 2% ปรอทตั้งต้น และปรอทที่ล้างด้วยสารลดแรงตึงผิวมีปริมาณแมงกานีสไม่แตกต่างกันโดยการเปรียบเทียบแบบพหุคูณของ Duncan ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และข้อสำคัญพบว่าในปรอทตั้งต้น มีปริมาณแมงกานีสน้อยกว่าปรอทมาตรฐานทางทันตกรรมอย่างมีนัยสำคัญ

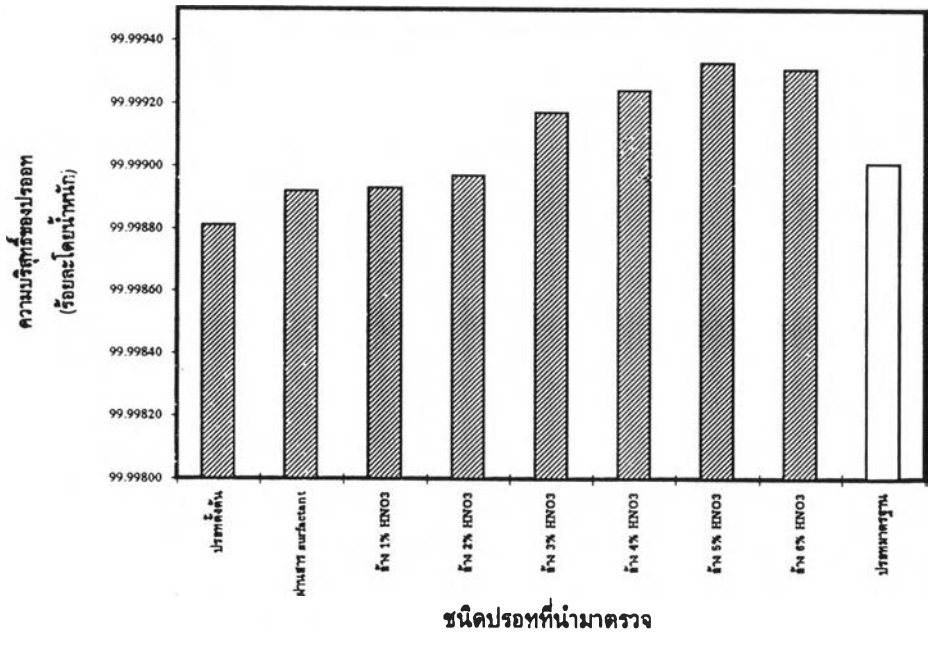
จากปริมาณสารมลทินที่ตรวจพบด้วย AAS คือ เหล็ก นิกเกิล ตะกั่ว และแมงกานีสในปรอทชนิดต่าง ๆ เมื่อนำมาคำนวณปริมาณสารมลทินทั้งหมดที่พบได้ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.5 และคำนวณความบริสุทธิ์ของปรอทได้ผลดังตารางที่ 4.2 และแสดงในรูปที่ 4.6

ตารางที่ 4.2 แสดงความบริสุทธิ์ของปรอทจากการล้างกรดไนตริกที่ตรวจสารมลทินด้วย AAS

ชนิดของปรอท	**ความบริสุทธิ์ของปรอท (ร้อยละโดยน้ำหนัก)**	**ค่าเฉลี่ย (ร้อยละโดยน้ำหนัก)**
ปรอทตั้งต้น	99.99878 - 99.99881	99.998795
ปรอทที่ผ่านสารลดแรงตึงผิว	99.99889 - 99.99892	99.998905
ปรอทที่ผ่าน 1% กรดไนตริก	99.99890 - 99.99893	99.998915
ปรอทที่ผ่าน 2% กรดไนตริก	99.99894 - 99.99897	99.998955
ปรอทที่ผ่าน 3% กรดไนตริก	99.99915 - 99.99917	99.999160
ปรอทที่ผ่าน 4% กรดไนตริก	99.99922 - 99.99924	99.999230
ปรอทที่ผ่าน 5% กรดไนตริก	99.99930 - 99.99933	99.999315
ปรอทที่ผ่าน 6% กรดไนตริก	99.99926 - 99.99929	99.999275
ปรอทมาตรฐานทางทันตกรรม	99.99898 - 99.99901	99.998995



รูปที่ 4.5 แสดงปริมาณโลหะมลทินทั้งหมดที่พบในปรอทภายหลังการล้างด้วยสารละลายกรดไนตริกเจือจางซึ่งตรวจด้วย AAS



รูปที่ 4.6 แสดงความบริสุทธิ์ของปรอทภายหลังการล้างด้วยสารละลายกรดไนตริกเจือจางที่ตรวจหาสารมลทินด้วย AAS

จากการทดสอบทางสถิติแบบ t-Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าความบริสุทธิ์ของปรอทที่ได้จากการล้างด้วยกรดไนตริกความเข้มข้น 1 - 6 % น้ำหนัก/ปริมาตร มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 99.9% อย่างมีนัยสำคัญ และปรอทที่ได้ผ่านการล้างด้วยกรดไนตริกจะมีความบริสุทธิ์จากโลหะมลทิน และมีแนวโน้มว่าเมื่อใช้สารละลายกรดที่เข้มข้นมากขึ้นจะทำให้ปรอทบริสุทธิ์ยิ่งขึ้นจากร้อยละ 99.99878 - 99.99881 (ปรอทตั้งต้น) เป็นร้อยละ 99.99926 - 99.99929 (ปรอทที่ล้างด้วยกรดไนตริก 6%) แต่พบว่าในขณะเดียวกันสารละลายกรดไนตริกที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นนั้นสามารถละลายปรอทออกมาเป็นปรอทในรูปไอออนที่ละลายในกรดไนตริกได้เป็นปริมาณมากด้วย

4.2 การหาความบริสุทธิ์ของปรอทโดยวิธีการกลั่นสุญญากาศ

จากการทดลองนำปรอท 500 กรัม มาเขย่ากับอะซิโตนแล้วนำมากลั่นสุญญากาศโดยใช้อุปกรณ์เครื่องกลั่นที่ประดิษฐ์ขึ้นและผ่านการพัฒนารูปแบบหลายขั้นตอนดังแสดงในภาคผนวก ข และภายหลัง การทดลองกลั่น 1, 2 และ 3 ครั้ง ที่อุณหภูมิ 192° ซ ความดัน 10 มิลลิบาร์ นาน 3 ชั่วโมง พบว่าเมื่อกลั่นปรอทครั้งแรกจะมีคราบสีดำเกาะติดอยู่ที่ condenser เป็นปริมาณมาก และจะลดลงในการกลั่นครั้งที่ 2 และหมดไปในครั้งที่ 3 แสดงให้เห็นว่าการใช้วิธีการกลั่นจะสามารถดึงเอาสารปนเปื้อนที่เจือปนในลักษณะของคราบสีดำออกมาได้ ในขณะที่การใช้สารละลายกรดไนตริกเจือจางล้างปรอทจะไม่สามารถสกัดคราบเหล่านี้ได้ และพบว่าในการกลั่นแต่ละครั้งจะมีปรอทจำนวนหนึ่งตกค้าง (residue) อยู่ในขวดก้นกลม ทำให้ภายหลังการกลั่น 3 ครั้ง จะเหลือปรอทประมาณ 410 กรัม (ดังแสดงในภาคผนวก ง) ผลการทดลองแปรเปลี่ยนจำนวนครั้งของการกลั่นปรอทภายใต้สภาวะอุณหภูมิและความดันคงเดิม นำปรอทที่กลั่นได้มาวิเคราะห์ด้วย AAS เพื่อหาปริมาณสารมลทินที่เหลืออยู่ในปรอทพบว่าปรอทมีโลหะเหล็ก นิกเกิล ตะกั่ว และแมงกานีส ปนเปื้อนอยู่ เช่นเดียวกับปรอทที่ผ่านการล้างด้วยกรดไนตริก และเมื่อนำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Window ด้วยวิธี One-way Analysis of Variance พบว่าปรอทที่นำมากลั่นโดยแปรเปลี่ยนจำนวนครั้งของการกลั่น จะมีเหล็ก นิกเกิล ตะกั่ว และแมงกานีสเจือปนในปริมาณที่เหมือนกันและแตกต่างกับปรอทตั้งต้น ปรอทที่ล้างผ่าน สารลดแรงตึงผิว และปรอทมาตรฐานทางทันตกรรมดังนี้

1. ผลการตรวจความบริสุทธิ์ของปรอทที่ผ่านการกลั่นสุญญากาศโดยคำนวณจากปริมาณเหล็กในปรอท

วิธีการกลั่นสามารถเอาเหล็กออกจากปรอทได้ โดยตรวจพบว่าปรอทตั้งต้นมีปริมาณเหล็กเจือปนมากกว่าปรอทที่กลั่นแล้วอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งการกลั่นครั้งแรกจะสามารถเอาเหล็กออกจากปรอทได้มากกว่ากลั่น 2 ครั้งและกลั่น 3 ครั้ง และในการกลั่น 2 ครั้งหรือกลั่น 3 ครั้งจะดึงเหล็กออกจากปรอทได้เท่ากันที่

ระดับนัยสำคัญ 0.05 ในการกลั่นครั้งที่ 1 2 และ 3 กำจัดเหล็กได้ร้อยละ 46.23 63.18 และ 77.36 ตามลำดับ ส่วนปรอทมาตรฐานทางทันตกรรมนั้นตรวจพบว่ามีเหล็กสูงกว่าปรอทที่กลั่นได้อย่างมีนัยสำคัญ

2. ผลการตรวจหาความบริสุทธิ์ของปรอทที่ผ่านการกลั่นสุญญากาศ โดยคำนวณจากปริมาณนิกเกิลในปรอท

วิธีการกลั่นสามารถเอานิกเกิลออกจากปรอทได้ โดยตรวจพบว่าปรอทตั้งต้นมีปริมาณนิกเกิล เจือปนมากกว่าปรอทที่กลั่นแล้วอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งการกลั่นครั้งแรกจะสามารถเอานิกเกิลออกจากปรอทได้มากกว่ากลั่น 2 ครั้งและกลั่น 3 ครั้ง คือการกลั่นครั้งที่ 1 สามารถกำจัดนิกเกิลได้ร้อยละ 70.57 และในการกลั่น 2 ครั้งหรือกลั่น 3 ครั้งจะดึงนิกเกิลออกจากปรอทได้ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และตรวจพบว่าปรอทที่ได้จากการกลั่นทุกครั้งมีปริมาณนิกเกิลไม่แตกต่างกับปรอทมาตรฐานทางทันตกรรมอย่างมีนัยสำคัญ

3. ผลการตรวจความบริสุทธิ์ของปรอทที่ผ่านการกลั่นสุญญากาศโดยคำนวณจากปริมาณตะกั่วในปรอท

พบว่าในปรอทแต่ละชนิดที่ทดสอบมีปริมาณตะกั่วไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.ผลการตรวจความบริสุทธิ์ของปรอทที่ผ่านการกลั่นสุญญากาศโดยคำนวณจากปริมาณแมงกานีสในปรอท

วิธีการกลั่นสามารถเอาแมงกานีสออกจากปรอทได้ โดยตรวจพบว่าปรอทตั้งต้นมีปริมาณแมงกานีสเจือปนมากกว่าปรอทที่กลั่นแล้วอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งการกลั่นครั้งแรกจะสามารถเอาแมงกานีสออกจากปรอทได้มากกว่ากลั่น 2 ครั้งและกลั่น 3 ครั้ง คือในการกลั่นครั้งที่ 1 สามารถกำจัดแมงกานีสได้ร้อยละ 71.45 การกลั่น 2 ครั้งหรือกลั่น 3 ครั้งจะดึงแมงกานีสออกจากปรอทได้ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนปรอทมาตรฐานทางทันตกรรมนั้นตรวจพบว่ามีแมงกานีสสูงกว่าปรอทที่กลั่นได้อย่างมีนัยสำคัญ

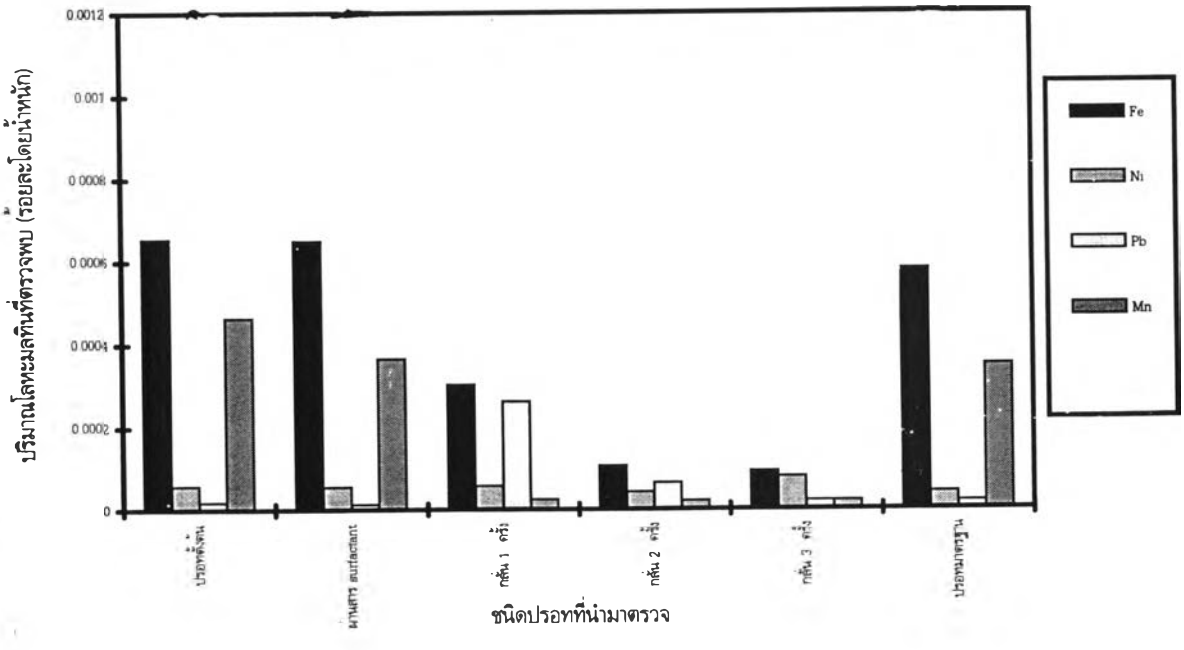
จากปริมาณสารมลทินที่หาได้ด้วย AAS คือ เหล็ก นิกเกิล ตะกั่ว และแมงกานีสในปรอทชนิดต่าง ๆ เมื่อนำมาคำนวณปริมาณสารมลทินทั้งหมดที่พบได้ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.7 และคำนวณความบริสุทธิ์ของปรอทได้ผลดังตารางที่ 4.3 แสดงในรูปที่ 4.8

ผลการทดสอบทางสถิติแบบ t-Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าความบริสุทธิ์ของปรอทที่ได้จากการกลั่นสุญญากาศ 1 - 3 ครั้ง มีค่ามากกว่า หรือ เท่ากับ 99.9% อย่างมีนัยสำคัญ และ ปรอทที่ได้ผ่าน

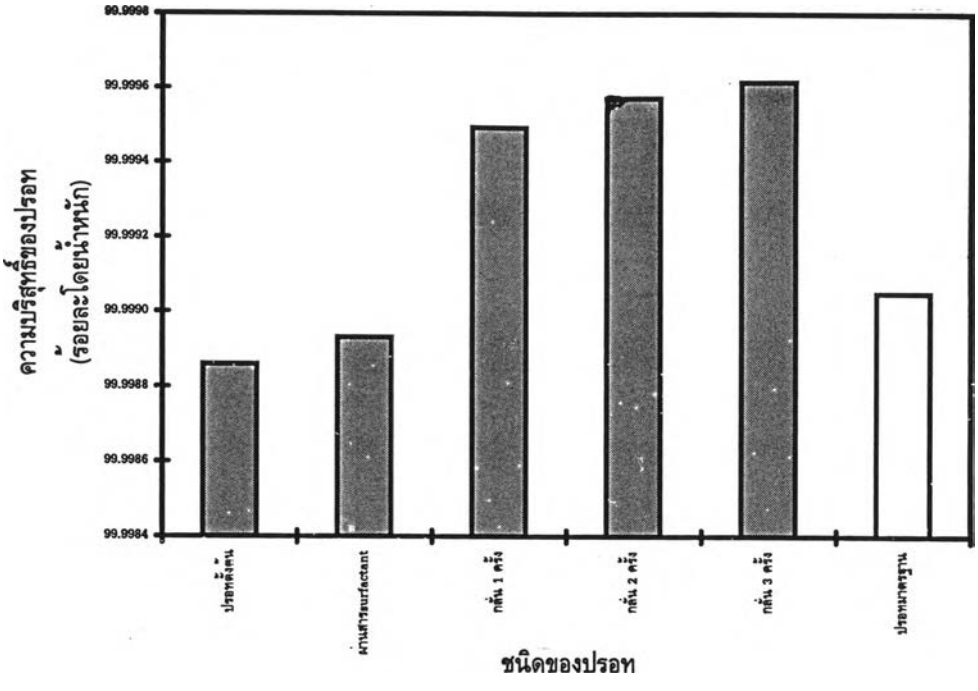
การกลั่นสุญญากาศจะมีความบริสุทธิ์ขึ้นจากปรอทตั้งต้นมาก และบริสุทธิ์กว่าการล้างปรอทด้วยสารละลายกรดไนตริกดังแสดงในรูปที่ 4.9 และ 4.10

ตารางที่ 4.3 แสดงความบริสุทธิ์ของปรอทจากการกลั่นที่ตรวจสารมลทินด้วย AAS

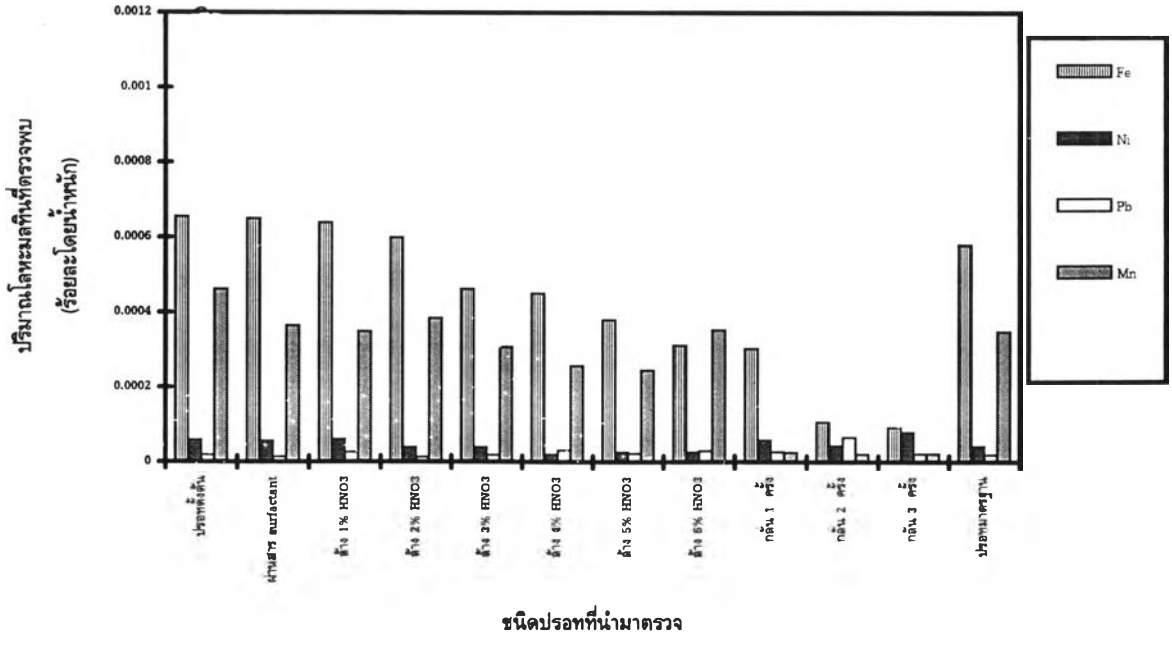
ชนิดของปรอท	ความบริสุทธิ์ของปรอท (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละโดยน้ำหนัก)
ปรอทตั้งต้น	99.99878 - 99.99881	99.998795
ปรอทที่ผ่านสารลดแรงตึงผิว	99.99889 - 99.99892	99.998905
ปรอทที่กลั่น 1 ครั้ง	99.99933 - 99.99936	99.999345
ปรอทที่กลั่น 2 ครั้ง	99.99974 - 99.99976	99.999750
ปรอทที่กลั่น 3 ครั้ง	99.99976 - 99.99978	99.999770
ปรอทมาตรฐานทางทันตกรรม	99.99898 - 99.99901	99.998995



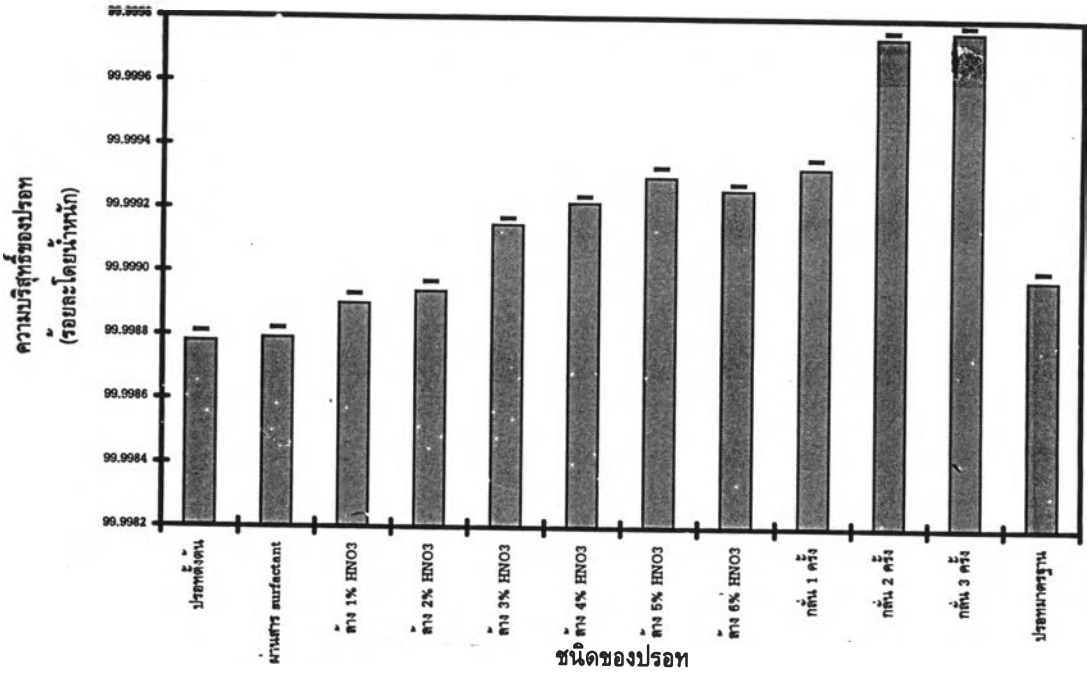
รูปที่ 4.7 แสดงปริมาณโลหะมลทินทั้งหมดที่พบในปรอทภายหลังการกลั่นสุญญากาศ ซึ่งตรวจด้วย AAS



รูปที่ 4.8 แสดงความบริสุทธิ์ของปรอทภายหลังการกลั่นสุญญากาศที่ตรวจสารมลทินด้วย AAS



รูปที่ 4.9 แสดงปริมาณสารมลทินในปรอทภายหลังการกลั่นสุญญากาศและการล้างด้วยกรดไนตริกโดยการตรวจด้วย AAS



รูปที่ 4.10 แสดงความบริสุทธิ์ของปรอทภายหลังการกลั่นสุญญากาศและการล้างด้วยกรดไนตริก โดยตรวจสารมลทินด้วย AAS

4.3 การติดตามปริมาณปรอทในอากาศในห้องปฏิบัติงาน

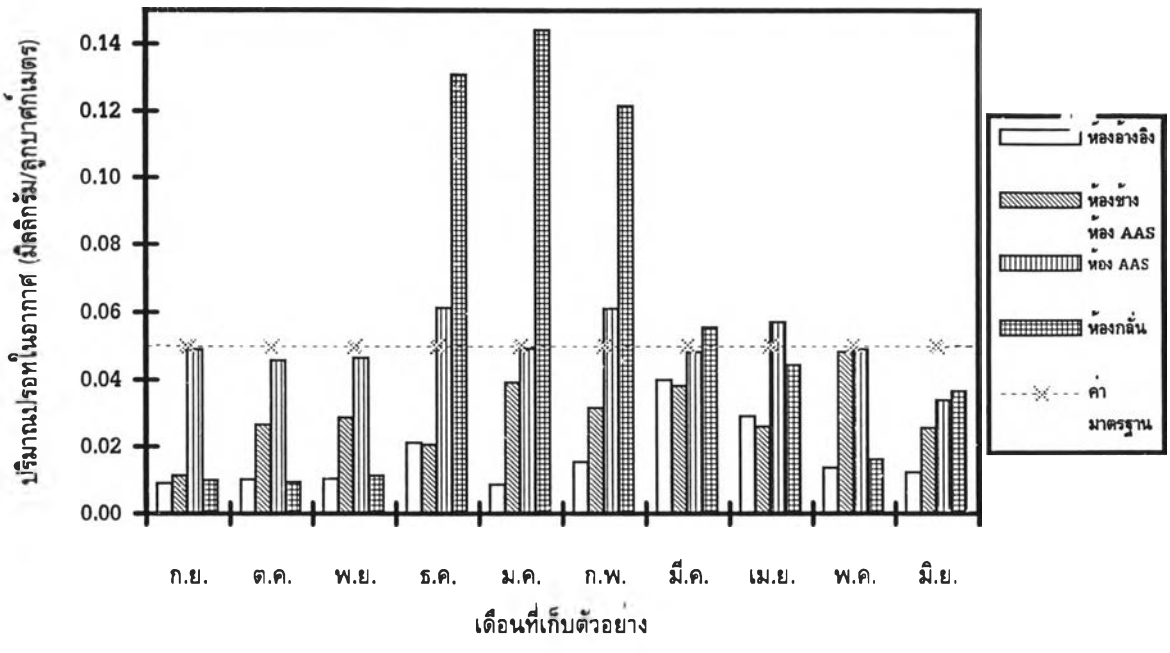
จากการเก็บตัวอย่างอากาศในห้องปฏิบัติงาน ซึ่งได้แก่ ห้องกลั่นและล้างปรอท ห้องวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก ห้องข้างเคียงห้องวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก และห้องอ้างอิงซึ่งได้แก่ ห้องบรรยายนักศึกษาช่างทันตกรรมประดิษฐ์ปี 1 ของคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เป็นระยะเวลา 10 เดือน (กันยายน 2539 - มิถุนายน 2540) นำตัวอย่างที่ได้มาวิเคราะห์ปริมาณปรอทด้วย AAS-Cold Vapor (ดังข้อมูลแสดงในภาคผนวก จ) แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistic Package for Social Science (SPSS) for Window ด้วยวิธี Two-way Analysis of Variance

ผลที่ได้พบว่า ปริมาณปรอทในอากาศในรูป Hg^{0} โดยเฉลี่ยตามห้องต่าง ๆ ที่เก็บและในแต่ละเดือนที่เก็บ มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($P \leq 0.05$) และพบว่า ตัวแปรอิสระทั้ง 2 ตัว ซึ่งได้แก่ ห้องต่างๆ และเดือนมีปฏิสัมพันธ์กัน จึงนำตัวแปรอิสระทั้ง 2 ตัวไปวิเคราะห์ต่อด้วยวิธีวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และ ใช้ Multiple Comparision Test โดยวิธีของ Duncan ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการทดลองที่ได้เป็นไปตามที่คาดการณ์ เนื่องจากห้องต่าง ๆ ที่ใช้ในการปฏิบัติงานใช้ในกิจกรรมที่แตกต่างกัน จึงควรที่จะมีปริมาณปรอทตกค้างในอากาศแตกต่างกัน สำหรับเดือนที่ทำการวิเคราะห์นั้นหมายถึงกิจกรรมการใช้ห้องเพื่อการล้างและกลั่นปรอทในแต่ละเดือนจึงควรจะมีผลต่อปริมาณปรอทในอากาศในห้องเช่นเดียวกัน ซึ่งเนื่องจากเป็นการเก็บอากาศในห้องที่ปิดมิดชิดและควบคุมอุณหภูมิภายในดังนั้นปริมาณปรอทในอากาศในห้องจึงไม่น่าจะเกี่ยวข้องกับปัจจัยภายนอก เช่น ฤดูกาลต่าง ๆ ใน 1 ปี แต่ควรจะเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของแต่ละห้องเท่านั้น

เมื่อนำผลของปริมาณปรอทในแต่ละห้องมาวิเคราะห์ ด้วยวิธีการเปรียบเทียบแบบพหุคูณของ Duncan ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ห้องกลั่นและล้างปรอท มีปริมาณปรอทในอากาศสูงกว่า ห้องวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก ห้องข้างเคียงห้องวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก และห้องอ้างอิงตามลำดับ โดยปริมาณปรอทในห้องกลั่นและห้องวิเคราะห์โลหะหนักแตกต่างจากห้องข้างเคียงห้องวิเคราะห์โลหะหนัก และห้องอ้างอิงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้ เพราะว่าห้องกลั่นและห้องล้างปรอทมีกิจกรรมโดยตรงที่จะทำให้เกิดการรั่วไหลของไอปรอทได้สูงกว่าห้องอื่นๆ ดังนั้นโอกาสที่ปรอทจะกลายเป็นไอ หรือ ตกหล่นตามพื้นภายนอกดูดดูดควันจึงเป็นไปได้สูง รวมทั้งกิจกรรมการกลั่นต้องใช้ความร้อนในการระเหยปรอทด้วย จึงเป็นสาเหตุให้ไอปรอทในอากาศมีมากกว่าห้องอ้างอิงและห้องข้างเคียงห้องวิเคราะห์โลหะหนัก สำหรับห้องวิเคราะห์โลหะหนักก็มีกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับปรอทคือ มีการวิเคราะห์ปริมาณโลหะปนเปื้อนในสารละลายของปรอทเป็นประจำโดยใช้เครื่อง AAS ซึ่งจะผ่านกระบวนการทำให้สารละลายที่ถูกดูดเข้าไปกลายเป็นละอองเล็ก ๆ ที่ผสมกับเชื้อเพลิง (fuel) และออกซิแดนท์ (oxidant) กระบวนการกำจัดตัวทำละลายออกไป และกระบวนการสลายตัวของสารประกอบต่างๆในเปลวไฟในรูปของอะตอมเสรี ซึ่งกระบวนการสุดท้ายนี้ทำให้เกิดไอปรอทเป็นจำนวนมาก เนื่องจากสารละลายปรอทที่นำมาดูดเข้า nebulizer ของ AAS เพื่อวิเคราะห์โลหะมลทินนี้ มีปริมาณปรอทในสารละลายถึง 20,000 ส่วนในล้านส่วน (ppm) ประกอบกับห้องวิเคราะห์โลหะมีกิจกรรมอื่นที่เกี่ยวกับปรอทอยู่ด้วย เช่น การอัดเม็ดอะมัลกัมที่ต้องผสมปรอทเป็นส่วนประกอบ การชั่งปรอทที่ใช้ทางทันตกรรม เป็นต้น ซึ่งกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้ก็จะเป็นสาเหตุของการตกค้างของปรอทในอากาศเช่นกัน

ส่วนกิจกรรมของแต่ละห้องมีผลโดยตรงต่อปริมาณไอปรอทในอากาศของแต่ละห้อง โดยพบว่าในช่วงระยะเวลาที่มีการทำการปฏิบัติการอย่างต่อเนื่องในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2539 - กุมภาพันธ์ 2540 จะทำให้มีปริมาณไอปรอทในอากาศ ห้องกลั่นและล้างปรอทมีปริมาณปรอทในอากาศสูงกว่าเดือนอื่นๆ ส่วนห้องวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก ห้องข้างเคียงห้องวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก และห้องอ้างอิงมีปริมาณปรอทในอากาศไม่แตกต่างกันในแต่ละเดือน ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวนี้สามารถอธิบายได้ว่ากิจกรรมของแต่ละห้องโดยเฉพาะห้องกลั่นและล้างปรอทซึ่งมีกิจกรรมโดยตรงที่จะทำให้เกิดการรั่วไหลของไอปรอทได้สูงกว่าห้องอื่นๆ มีผลโดยตรงต่อปริมาณไอปรอทในอากาศในแต่ละเดือน ในรูปที่ 4.11 จะแสดงให้เห็นถึงปรอทในอากาศที่ตรวจวัดในห้องต่าง ๆ ในแต่ละเดือนเป็นระยะเวลา 10 เดือนของระยะเวลาทำการวิจัย



รูปที่ 4.11 แสดงปริมาณปรอทที่ตรวจพบในห้องต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงาน

จากกราฟจะเห็นว่าในเดือนพฤศจิกายน 2539 ถึงเดือนมกราคม 2540 มีปริมาณปรอทในห้องกลั่นและห้องล้างปรอทสูงกว่าค่ามาตรฐานความปลอดภัยมากเนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวมีการใช้งานสูง และประกอบด้วยระบบกำจัดไอพิษไม่ได้เปิดทุกวัน รวมทั้งไม่ได้ดักจับไอปรอทที่เกิดจากการตกหล่นลงพื้นด้วยผงกำมะถัน จึงเป็นสาเหตุให้มีการเพิ่มขึ้นของปรอทในอากาศภายในห้อง แต่พบว่าภายหลังจากที่แก้ไขแล้ว ปริมาณปรอทจะเริ่มลดลงในเกณฑ์ปกติในเดือนมีนาคม 2540 ถึงปัจจุบัน (มิถุนายน 2540) ดังนั้นจึงแสดงให้เห็นว่าปริมาณปรอทในอากาศสามารถควบคุมได้

4.4 การติดตามปริมาณปรอทในปัสสาวะของบุคคลที่อยู่บริเวณสถานที่ปฏิบัติงาน

จากการเก็บตัวอย่างปัสสาวะของบุคคลที่อยู่บริเวณสถานที่ปฏิบัติงาน โดยตัวอย่างปัสสาวะจากบุคคลจำนวน 9 คน ซึ่งเป็นตัวอย่างของกลุ่มบุคคลดังนี้

กลุ่มที่ 1 ได้แก่ บุคคลที่ทำงานในห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ปรอทและทำการทดลองเกี่ยวกับปรอทโดยตรง (บุคคลที่ 1)

กลุ่มที่ 2 ได้แก่ บุคคลที่ทำงานในบริเวณห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ปรอทแต่ไม่ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับปรอท (บุคคลที่ 2, 3, 4 และ 5)

กลุ่มที่ 3 ได้แก่บุคคลที่ไม่ได้เกี่ยวข้องในบริเวณห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปรอท หรือบุคคลอ้างอิง (บุคคลที่ 6, 7, 8 และ 9)

เก็บตัวอย่างเป็นระยะเวลา 10 เดือน (กันยายน 2539 - มิถุนายน 2540) นำตัวอย่างที่ได้มาวิเคราะห์ปริมาณปรอทด้วยเครื่อง AAS - Cold Vapor (ข้อมูลใน ภาคผนวก จ) แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Window ด้วยวิธี Two-way Analysis of Variance

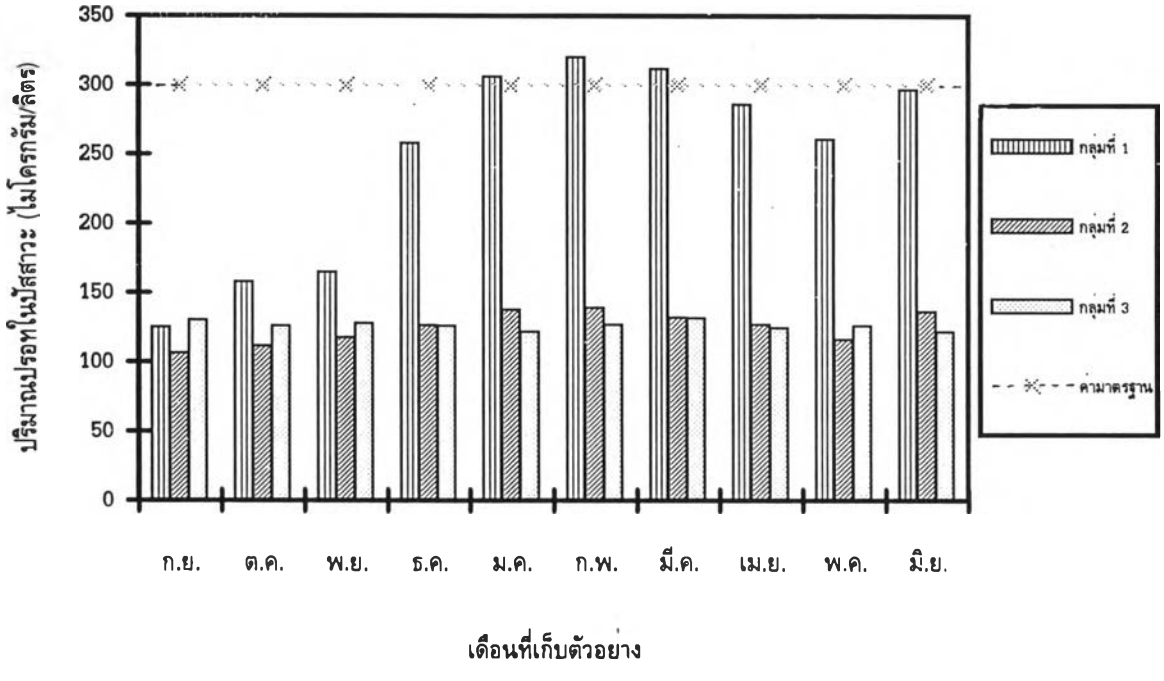
ผลที่ได้พบว่า ปริมาณปรอทในปัสสาวะโดยเฉลี่ยในบุคคลกลุ่มต่าง ๆ ที่เก็บและในแต่ละเดือนที่เก็บมีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($P \leq 0.05$) และพบว่า ตัวแปรอิสระทั้ง 2 ตัวแปร ซึ่งได้แก่ บุคคลกลุ่มต่างๆ และเดือนมีปฏิสัมพันธ์กัน จึงนำตัวแปรอิสระทั้ง 2 ตัวไปวิเคราะห์ต่อด้วยวิธีวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และ ใช้ Multiple Comparision Test โดยวิธีของ Duncan ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการทดลองที่ได้เป็นไปตามที่คาดการณ์ เนื่องจากบุคคลกลุ่มต่าง ๆ ทำการปฏิบัติงานเกี่ยวกับปรอทแตกต่างกันจึงควรที่จะมีปริมาณปรอทตกค้างในปัสสาวะแตกต่างกัน สำหรับเดือนที่ทำการวิเคราะห์นั้นหมายถึงความที่จะสัมผัสกับปรอทซึ่งได้แก่ กิจกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเพื่อการล้างและกลั่นปรอทในแต่ละเดือนซึ่งมีปริมาณไอปรอทในอากาศสูงจึงควรจะมีผลต่อปริมาณปรอทในปัสสาวะในบุคคลเช่นเดียวกัน

เนื่องจากการสะสมในร่างกายของแต่ละคนนั้นเกิดจากการหายใจเอาไอปรอทเข้าสู่ปอดซึ่งในกรณีการศึกษานี้จะเกี่ยวข้องกับกิจกรรมและระยะเวลาการทำงานของแต่ละคนในห้องที่ทำการทดลองทำปรอทให้บริสุทธิ์ แต่อย่างไรก็ตามการสะสมของปรอทในร่างกายมนุษย์ยังเกิดจากการสะสมในรูปของปรอทอินทรีย์อันเนื่องจากพฤติกรรมการบริโภคอาหารของแต่ละคนอีกด้วย

เมื่อนำผลของปริมาณปรอทในปัสสาวะในแต่ละบุคคลมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธีการเปรียบเทียบแบบพหุคูณของ Duncan ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าปริมาณปรอทในบุคคลที่ 1 แตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้ เนื่องจากบุคคลที่ 1 ทำงานในห้องกลั่นและห้องล้างปรอทมากกว่าบุคคลอื่น ๆ และเนื่องจากปริมาณปรอทในห้องกลั่นและห้องล้างปรอทในเดือนพฤศจิกายน 2539 ถึงเดือนมกราคม 2540 มีปริมาณปรอทในห้องกลั่นและห้องล้างปรอทสูงกว่าค่ามาตรฐานความปลอดภัยมาก จึงน่าจะเป็นสาเหตุของการเพิ่มขึ้นของปรอทในปัสสาวะของบุคคลที่ 1 ในระหว่างเดือนธันวาคม 2539 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2540 และเริ่มมีแนวโน้มที่จะลดต่ำลงเรื่อย ๆ ถึงปัจจุบัน (เดือน มิถุนายน 2540) เนื่องจากการ

สะสมของปรอทในรูปของไอปรอทเป็นชนิดสะสมแล้วค่อย ๆ ถูกร่างกายกำจัดออกไป โดยมีค่าครึ่งชีวิตในร่างกายมนุษย์เท่ากับ 70 วัน แต่กรณีที่ปรอทในปัสสาวะของบุคคลที่ 1 ยังไม่ลดลงมาภายหลังเดือนมกราคม 2540 เนื่องจากบุคคลที่ 1 ยังมีกิจกรรมเกี่ยวกับการล้างและการกลั่นปรอทอยู่อย่างต่อเนื่องจึงเป็นเหตุให้ปรอทในปัสสาวะยังสูงอยู่แต่ปริมาณที่พบนั้นยังอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย ดังแสดงในรูปที่ 4.12 และภาคผนวก จ



รูปที่ 4.12 แสดงปริมาณปรอทที่ตรวจพบในปัสสาวะของบุคคลกลุ่มต่างๆที่อยู่ในบริเวณสถานที่ปฏิบัติงาน

4.5 ผลการคำนวนต้นทุน-กำไรจากวิธีการทำปรอทให้บริสุทธิ์

การคำนวนต้นทุนของกระบวนการกลั่นปรอทให้บริสุทธิ์ ซึ่งได้แก่ ต้นทุนเริ่มต้น และต้นทุนต่อหน่วย (ปรอท 500 กรัมต่อวัน) มีมูลค่าเท่ากับ 382,703 บาท และ 161.46 บาท ตามลำดับ (รายละเอียดการคำนวนแสดงในภาคผนวก ฉ) โดยต้นทุนเริ่มต้นคำนวนจากราคาค่าทำห้องกลั่นและล้างปรอท ราคาเครื่องกำจัดไอปรอท ราคาเครื่องควบคุมอุณหภูมิ ราคาชุดเครื่องกลั่นปรอท ราคาหน้ากากกันไอปรอท ต้นทุนต่อหน่วยคำนวนจากราคาค่าไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ผลิตปรอท 500 กรัม ส่วนผลประโยชน์ต่อหน่วย (ปรอท 500 กรัม) มีมูลค่าเท่ากับ 550 บาทซึ่งเป็นราคาของปรอทมาตรฐานทางทันตกรรม

ผลการคำนวนคุณค่าทางเศรษฐศาสตร์พบว่าวิธีการกลั่นปรอทให้บริสุทธิ์ ทำให้เกิดกำไรต่อหน่วยมูลค่าเท่ากับ 388.54 บาทต่อวัน หรือ 99,466.24 บาทต่อปี (คำนวนจากวันทำการของราชการ) ซึ่งจากผลกำไรดังกล่าวนับว่ากระบวนการทำปรอทให้บริสุทธิ์นี้คุ้มค่าต่อการลงทุนเป็นอย่างมาก เนื่องจากปรอทตั้งต้นจากโรงแยกก๊าซเป็นวัตถุดิบที่ไม่มีมูลค่าหรือไม่ต้องซื้อ และมีอยู่อย่างพอเพียงในปัจจุบัน ทั้งนี้ผลประโยชน์หรือคุณค่าทางเศรษฐศาสตร์นี้ยังไม่ได้รวมรายจ่ายที่จะต้องเสียจากการกำจัดปรอททิ้งในลักษณะของเสียอันตราย