



สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

นำยาหยุดภาพฟิล์มเอ็กซ์เรย์ที่หมดสภาพแล้ว ที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้ เก็บมาจากแผนกรังสีวิทยาของโรงพยาบาลมหาสารคาม ซึ่งเป็นโรงพยาบาลประจำจังหวัดขนาด 90 เตียง (จำนวนเตียงที่มีจริงคือ 347 เตียง) อัตราครองเตียงเฉลี่ย 91 % และมีผู้เข้ารับบริการถ่ายภาพรังสี 45,550 คน/ปี และปริมาณน้ำยาหยุดภาพฟิล์มเอ็กซ์เรย์ที่ใช้ประมาณ 350 ลิตร/ปี คิดเป็นอัตราการเกิดน้ำยาหยุดภาพฟิล์มเอ็กซ์เรย์ที่หมดสภาพแล้ว 0.008 ลิตร/คนไข้นอก 1 คน หรือคิดเป็น 1.009 ลิตร/เตียง/ปี หรือ 1.1084 ลิตร/เตียงที่มีผู้ป่วย/ปี (อัตราครองเตียง 91%)(ข้อมูลปีงบประมาณ 2542)

การที่เลือกภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นตัวแทนเก็บตัวอย่างน้ำยาหยุดภาพเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากผู้ประกอบการสกัดเงินจากน้ำยาหยุดภาพฟิล์มเอ็กซ์เรย์ที่หมดสภาพแล้ว ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีน้อยรายและอาจทำการสกัดไม่ถูกวิธี ทำให้เกิดพิษภัยต่อตัวเอง และเมื่อสกัดได้เงินแล้ว มักทิ้งน้ำเสียส่วนที่เหลือทิ้งโดยไม่บำบัดเพื่อลดสารมลพิษก่อนปล่อยทิ้งเป็นมลพิษออกสู่สิ่งแวดล้อม จึงได้ทำการศึกษาเพื่อหาวิธีสกัดเงินที่มีประสิทธิภาพ ไม่เป็นอันตราย รวมถึงการตรวจวัดคุณภาพน้ำทิ้งหลังการสกัดเงินออกแล้วด้วย เพื่อเป็นแนวทางการปฏิบัติงานของผู้ที่ประกอบอาชีพนี้ในปัจจุบัน และข้อมูลจากงานวิจัยนี้อาจเป็นประโยชน์ต่อทางราชการ ในการริเริ่มจัดตั้งศูนย์กำจัดน้ำยาหยุดภาพฟิล์มเอ็กซ์เรย์ที่หมดสภาพแล้วหรือจัดการของเสียอันตรายรวม ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือในอนาคต

สำหรับลักษณะสมบัติของน้ำยาหยุดภาพฟิล์มเอ็กซ์เรย์ที่หมดสภาพแล้ว มีโลหะหนัก คือ เงิน 2,267 มก./ล. แคดเมียม 0.812 มก./ล. สังกะสี 0.329 มก./ล. เหล็ก 3.85 มก./ล. โบรไมด์ 3,100 มก./ล. และมีค่า พีเอช 4.78 และ COD 83,930 มก./ล. ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า น้ำยาหยุดภาพฟิล์มเอ็กซ์เรย์ที่หมดสภาพแล้วมีเงินและสารมลพิษต่างๆ ปนเปื้อนอยู่ในปริมาณมาก ซึ่งเกินมาตรฐานน้ำทิ้งของกรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม และเงินในน้ำยานี้สามารถ

สกัดออกมาใช้งานใหม่ได้ ดังนั้นจึงทำการทดลองเพื่อหาวิธีและสภาวะที่เหมาะสมต่อการการสกัดเงินออกจากน้ำยาหยุดภาพฟิล์มเอ็กซ์เรย์ที่หมดสภาพแล้วซึ่งแสดงผลสรุปในตารางที่ 5.1 ของทั้ง 4 วิธี คือ การสร้างตะกอนผลึกด้วยโซเดียมซัลไฟด์ การสร้างตะกอนผลึกด้วยกรดไนตริก การแทนที่เหล็ก และการสกัดเงินด้วยไฟฟ้า

ตารางที่ 5.1 ผลสรุปการทดลองสกัดเงินจากน้ำยาหยุดภาพฟิล์มเอ็กซ์เรย์ที่หมดสภาพแล้ว

วิธีการสกัดเงิน	สภาวะที่เหมาะสม	ปริมาณเงินที่สกัดได้ (กรัม)/น้ำเสีย 1 ลิตร	ต้นทุนในการสกัดเงิน 1 กรัม (บาท)	มูลค่าที่ขาดทุนจากการขายเงินที่สกัดได้ ¹ (บาท)
การสร้างตะกอนผลึกเงินด้วยสารละลายโซเดียมซัลไฟด์เข้มข้น 240 กรัม/ลิตร	- ปรับพีเอชด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 6 N ให้เป็น 10 - ปริมาณสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ 10 มล./น้ำเสีย 100 มล. - เวลาในการทำปฏิกิริยา 2 วัน	0.1339	18.35	11.97
การสร้างตะกอนผลึกเงินด้วยกรดไนตริกเข้มข้น 65 % V/V	- ปริมาณกรดไนตริก 12 มล./น้ำเสีย 100 มล. - เวลาในการทำปฏิกิริยา 4 ชั่วโมง	0.1310	27.96	21.58
การสกัดเงินโดยการแทนที่เหล็ก	- ปรับพีเอชด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 6 N ให้เป็น 6.5 - เวลาในการทำปฏิกิริยา 27 ชั่วโมง	1.9210	6.65	0.27
การสกัดเงินด้วยไฟฟ้า	- ปรับพีเอชด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 6 N ให้เป็น 7.5 - ความต่างศักย์ 2 โวลต์ - เวลาในการทำปฏิกิริยา 10 ชั่วโมง	2.1972	6.50	0.12

หมายเหตุ 1. ราคาซื้อเงิน ณ วันที่ 24 กันยายน 2544 มีราคา 6.38 บาท/1 กรัม

จึงได้ข้อสรุปว่า การสกัดเงินด้วยไฟฟ้าเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด และสภาวะที่เหมาะสม คือ ปรับพีเอชของน้ำยาเป็น 7.5 ใช้ค่าความต่างศักย์ 2 โวลต์ และที่กระแสไฟฟ้า 0.5 แอมแปร์ เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการทำปฏิกิริยา 10 ชั่วโมง พบว่าสามารถสกัดเงินได้ 2.1972 กรัมต่อน้ำเสีย 1000 มล. และความเข้มข้นของเงินในน้ำทิ้งที่ผ่านการสกัดเงินแล้วมีค่า 2.27 มก./ล. ต้นทุนในการสกัดเงินด้วยวิธีนี้คิดจากค่าอุปกรณ์ คือ ค่าน้ำยาหยุดภาพฟิล์มเอ็กซ์เรย์ที่หมดสภาพแล้ว ถึงปฏิกิริยาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้า แท่งคาร์บอน แผ่นสแตนเลส สารเคมี ค่าไฟฟ้า ค่าแรงงาน และค่าขนส่งน้ำยา รวมแล้วเป็นเงิน 6.50 บาท/เงิน 1 กรัม ซึ่งเป็นมูลค่าต้นทุนในการสกัดเงินที่ต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทั้ง 4 วิธี และราคาการรับซื้อเงิน (ความบริสุทธิ์ 99.99%) ในวันที่ 24 กันยายน 2544 เป็น 97 บาท/เงิน 15.2 กรัม (6.38 บาท/เงิน 1 กรัม) ดังนั้นการสกัดเงินด้วยไฟฟ้าจะมีมูลค่าขาดทุน 0.12 บาท/เงิน 1 กรัม

ซึ่งในการวิจัยนี้ ได้ทำการทดลองกับน้ำยาหยุดภาพฟิล์มเอ็กซ์เรย์ที่หมดสภาพแล้วที่มีความเข้มข้นของเงิน 2,267 มก./ล. ซึ่งถือว่ามีความเข้มข้นของเงินน้อย จึงทำให้สกัดเงินได้น้อย และค่าใช้จ่ายสูงกว่ารายรับ ดังนั้นการสกัดเงินเพื่อให้ได้กำไรจึงควรใช้น้ำยาที่มีความเข้มข้นของเงินประมาณ 4,000 มก./ล.ขึ้นไป หากโรงพยาบาลใดที่น้ำยามีความเข้มข้นของเงินต่ำกว่าค่านี้ ควรระเหยน้ำยาให้มีความเข้มข้นของเงินมากขึ้นก่อนทำการสกัดเงินด้วยกระแสไฟฟ้า หรือจะนำน้ำยาที่มีความเข้มข้นของเงินต่ำนี้ ส่งศูนย์จัดการของเสียอันตราย เนื่องจากไม่คุ้มทุนที่จะทำการสกัดเงิน และศูนย์จัดการก็จะได้กำจัดน้ำยาอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ

อย่างไรก็ตาม น้ำยาหยุดภาพเป็นน้ำเสียเคมีอันตรายเมื่อผ่านการสกัดเงินแล้วก็ยังมีความเข้มข้นของพาราเมเตอร์บางตัวสูง ดังนั้นจึงควรนำน้ำเสียที่ผ่านการสกัดเงินแล้ว ส่งให้ศูนย์จัดการของเสียอันตรายที่ได้รับการรับรองจากทางราชการ จึงจะเป็นวิธีที่กำจัดน้ำเสียขั้นสุดท้าย ซึ่งเป็นวิธีเดียวในขณะนี้ที่ทำให้การจัดการน้ำยาหยุดภาพฟิล์มเอ็กซ์เรย์ที่หมดสภาพแล้วครบวงจร และไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยที่ควรศึกษาต่อ

1. ควรมีการทดสอบการสกัดเงินจากน้ำยาหยุดภาพฟิล์มของโรงพิมพ์ และโรงพยาบาลเอกชน เนื่องจากน้ำยาจะมีความเข้มข้นของเงินสูงมากเช่นกัน

2. ควรมีการศึกษารวบรวมปริมาณน้ำยาและน้ำเสียจากอุตสาหกรรมภาพถ่าย และภาพถ่ายรังสี เพื่อศึกษาความเหมาะสมในการสร้างระบบรวมเพื่อสกัดเงินคืน และบำบัดน้ำทิ้งหลังการสกัดเงินแล้ว
3. ก่อนนำน้ำยาหยุดภาพฟิล์มเอ็กซ์เรย์ที่หมดสภาพแล้วไปสกัดเงิน ควรทำให้น้ำยาระเหยเพื่อลดปริมาณของถึงปฏิกรณ์และปริมาณสารเคมีที่ใช้
4. หลังจากการทำวิจัยเมื่อได้ข้อสรุปการทดลองแล้ว ควรมีการประชาสัมพันธ์ข้อมูลให้แก่ผู้ประกอบการสกัดเงินจากน้ำยาหยุดภาพฟิล์มเอ็กซ์เรย์ที่หมดสภาพแล้ว ให้ทราบและตระหนักถึงอันตราย และความจำเป็นในการบำบัดน้ำเสียที่ผ่านการสกัดเงินแล้ว