

การปนเปื้อนของบิสฟีนอลเอในน้ำชะขยะเทศบาล

Bisphenol A Contaminated in Salinity Municipal Wastewater Leachate

ยุภาพร อำนาค^{*}

Yupaporn Amnath^{*}

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

Environmental Science Program, Faculty of Science, Ubon ratchathani Rajabhat University

Received : 23 August 2018

Accepted : 13 November 2018

Published online : 22 November 2018

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสารบิสฟีนอลเอที่ปนเปื้อนในน้ำชะมูลฝอย เครื่องเก็บน้ำชะขยะที่เก็บรวบรวมในเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2561 ตรวจวิเคราะห์ด้วย High Performance Liquid Chromatography, (HPLC) บิสฟีนอลเอพบปนเปื้อนในน้ำชะขยะมูลฝอยของเทศบาลอยู่ในช่วง 15.45 ถึง 54.09 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณซีโอดี ในช่วง 3,330.67 ถึง 4,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และ ปริมาณบีโอดีในช่วง 2,664 ถึง 3,200 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งบิสฟีนอลเอที่ปนเปื้อนในน้ำชะขยะมูลฝอยอาจเกิดจากการย่อยหรือการเกิดปฏิกิริยาเคมีของขยะพลาสติก ความเข้มข้นของบิสฟีนอลเอที่พบสามารถเกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ดังนั้นการฝังกลบขยะมูลฝอยอาจเป็นแหล่งปลดปล่อยบิสฟีนอลเอให้ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ : ขยะมูลฝอย, เทศบาล, น้ำชะขยะบิสฟีนอลเอ

Abstract

The objective of this research was to study the bisphenol A contaminated in municipal landfill leachates. Leachates collected in December, 2016 to March, 2018 were determined by High Performance Liquid Chromatography (HPLC). Bisphenol A found in municipal solids waste landfills with leachates contaminated ranged from 15.45 to 54.09 mg/L. The COD found 3,330.67 to 4,000 mg/L and the BOD found 2,664 to 3,200 mg/L. The source of bisphenol A in landfill leachates could be the waste plastics from the landfill. The concentrations of bisphenol A in some samples exceeded aquatic biota. Landfill leachates may be a significant source of bisphenol A found in the environment.

Keywords: bisphenol A, municipal solids waste, wastewater leachate

^{*}Corresponding author. E-mail : ayupaporn@gmail.com

บทนำ

บิสฟีนอลเอ (Bisphenol A; BPA) หรือ 4,4'-(propane-2,2-diyl) diphenol มีมวลโมเลกุล 228.29 g/mol เป็นสารกลุ่มฟีนอลิกและสารรบกวนฮอร์โมนของระบบต่อมไร้ท่อ (Endocrine disrupter compounds, EDCs) จะยับยั้งการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อของมนุษย์และสัตว์ ส่งผลต่อการเกิดมะเร็งเต้านมในมนุษย์เกิดความผิดปกติของฮอร์โมนในปลาและสัตว์ไม่มีกระดูกในน้ำ มีผลต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ การเจริญพันธุ์และเป็นพิษต่อสารเคมีในระบบภูมิคุ้มกันความผิดปกติของหัวใจหลอดเลือดและเมตาบอลิซึม รวมทั้งสารพันธุกรรมและมีคุณสมบัติเป็นสารก่อมะเร็ง (K. Koleset *et al.*, 2012) สาร BPA ตรวจพบปนเปื้อนในเลือดของชาวแคนาดาที่มีอายุ 6-79 ปี ร้อยละ 91 (X. L. Cao *et al.*, 2012) ที่ กรีน และคณะ (2012) รายงานว่าหน่วยงานด้านความปลอดภัยทางอาหารของยุโรปในปี 2006 ได้ตีพิมพ์ปริมาณสาร BPA ต่ำสุดที่ยอมให้มีได้ในมนุษย์เนื่องจากการบริโภคไม่เกิน 50 µg/kg- bw/d โดยเฉพาะในเด็กเล็กและทารกนอกจากนี้สาร BPA มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่อสัตว์น้ำจืดและพันธุ์สัตว์น้ำอยู่ในช่วง 1-10 µg/mL (J-H Kang *et al.*, 2006) องค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา (FDA) รายงานการปนเปื้อนสาร BPA เป็นสารอันตรายต่อตัวอ่อนทารกและเด็กเล็ก และแนะนำให้การสัมผัสสาร BPA เริ่มต้นสำหรับผู้ใหญ่ ไม่เกิน 0.185 µg/kg- bw/d และทารก 2.42 µg/kg- bw/d การรับสาร BPA จากการบริโภคอาหารเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.2-0.4 µg/kg-bw/d สำหรับทารกและ 0.1-0.2 µg/kg- bw/d สำหรับเด็กและผู้ใหญ่ สำนักงานคุ้มครองสิ่งแวดล้อมของสหรัฐ (EPA) ได้กำหนดปริมาณสาร BPA ที่ยอมรับได้สูงสุด เท่ากับ 0.05 mg/kg-bw/d สาร BPA เป็นสารโมโนเมอร์ของการผลิตพลาสติกโพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate; PC) เรซินอีพ็อกซี และโพลีคาร์บอเนตนิยมนำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์อุปโภคบริโภคที่ต้องการความใสและแข็ง เช่น แผ่นหลังคาใสกันแดด แว่นกันแดด แผ่นซีดี ภาชนะบรรจุน้ำและอาหารตลอดจนขวดนมเด็กชนิดตกไม่แตกและเป็นส่วนผสมอยู่ในโพลีเมอร์ที่ใช้อุดฟัน ส่วนเรซินอีพ็อกซีถูกนำมาใช้เคลือบด้านในของกระป๋องบรรจุอาหารและท่อส่งน้ำนอกจากนั้น BPA ยังเป็นสารด้านการเกิดออกซิไดส์ในพลาสติกไซเซออร์ (plasticizer) เป็นสารยับยั้งการเกิดโพลีเมอร์ในโพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) เป็นสารหน่วงการติดไฟ เช่น เตตระโบรโมบิสฟีนอลเอ และเป็นยาฆ่าเชื้อรา BPA พบปนเปื้อนได้หลายแหล่งในสิ่งแวดล้อม แต่แหล่งที่พบมาก คือ น้ำเสียและน้ำทิ้ง ปริมาณที่พบ 0.01-2.5 mg/L น้ำชะขยะจากระบบบำบัดขยะอันตรายพบในช่วง 1.3-17,200 µg/L BPA ปนเปื้อนในน้ำชะขยะพลาสติกความเข้มข้นสูงสุดเท่ากับ 17.2 mg/L และจากการศึกษาของนักวิจัยหลายแหล่งรายงานว่า พบ BPA ปนเปื้อนในบ่อบำบัดขยะของประเทศแคนาดา เยอรมนี และประเทศจีน ที่ความเข้มข้น 0.033-36.7 µg/g, 30-330 µg/g และ 28.3 µg/g ตามลำดับ BPA จำนวนเพียงเล็กน้อย อาจทำให้เกิดมะเร็ง ภูมิคุ้มกันบกพร่อง ฮอร์โมนการเจริญเติบโตระบบสืบพันธุ์ โรคอ้วน โรคเบาหวาน และ ไฮเปอร์ (Hyperactivity) (Muhammad Umar *et al.* 2013; Basile *et al.*, 2011; J-H Kang *et al.*, 2006; Schwarzenbach *et al.*, 2006; Xie *et al.*, 2014 ; Meesters & Schroder, 2002) จากข้อมูลดังกล่าวนี้แสดงถึงความเสี่ยงของ BPA ที่สามารถกระจายสู่สิ่งแวดล้อมอื่นๆ ได้

น้ำชะขยะ (leachate) คือ น้ำที่เกิดจากปฏิกิริยาการย่อยสลายของมูลฝอยโดยจุลินทรีย์แล้วซึมผ่านกองมูลฝอยโดยละลายหรือชะเอาสารปนเปื้อนต่างๆ ที่อยู่ในดินในรูปของสารละลาย สารแขวนลอย และสารตะกอนปะปนออกมาหรืออาจรวมถึงน้ำจากภายนอกที่ผ่านเข้ามาในชั้นของขยะมูลฝอย เช่น น้ำฝน ก็จะรวมเป็นส่วนหนึ่งของน้ำชะมูลฝอย อาจกล่าวได้ว่าน้ำชะมูลฝอยเป็นน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูง (high strength wastewater) ทั้งในด้านพีเอช บีโอดี ซีโอดี และโลหะหนัก ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะ สมบัติของมูลฝอย สภาพอุทกธรณีวิทยา สภาพภูมิอากาศ ฤดูกาล และอายุของหลุมฝังกลบ

ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการปนเปื้อนของบิสฟีนอลเอในน้ำชะขยะเทศบาลในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี

วิธีดำเนินการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำชะขยะจากบ่อพักน้ำเสียของบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย โครงการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เทศบาลเมืองวารินชำราบ อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งเป็นบ่อฝังกลบขยะมูลฝอยชุมชนในลักษณะบ่อฝังกลบขยะแบบปิด (Closed landfills) ขยะส่วนใหญ่เป็นขยะพลาสติก แก้ว กระจังโลหะและเศษอาหาร และมีเตาเผาขยะอันตรายอยู่ในพื้นที่ฝังกลบด้วยแสดงดังภาพที่ 1

2. การเก็บตัวอย่าง

ตัวอย่างน้ำชะขยะใช้วิธีการเก็บตัวอย่างแบบจ้วง (Grab sampling) จำนวน 10 จุด ของบ่อรวบรวมน้ำเสีย บ่อที่ 1 ดังภาพที่ 1 นำน้ำตัวอย่างมาผสมให้เข้ากันในภายหลังแล้วนำมาวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ พีเอช ความขุ่น สี สารแขวนลอย ซีไอดี บีไอดี ความเป็นด่าง และบิสฟีนอลเอ ตามวิธีมาตรฐาน APHA (1995) ในห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี นำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน (พ.ศ.2539)



ภาพที่ 1 พื้นที่เก็บตัวอย่างน้ำชะขยะในพื้นที่โครงการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

3. สารเคมีและสารมาตรฐาน

สารมาตรฐาน : บิสฟีนอลเอ และฟีนอล ความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.5 ผลิตภัณฑ์ Sigma Aldrich สารเคมี: เมทานอล อะซีโตนไดคลอโรมีเทน และอะซีโตนไทรล์ ระดับHPLC เกรด สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำพารามิเตอร์บีโอดี ซีโอดี สภาพต่าง และทีเคเอ็น ระดับคุณภาพสำหรับการวิเคราะห์ (AR grade) น้ำกลั่นที่ใช้คือน้ำปราศจากไอออน (deionized water (DI)) และกรดอะซิติกเข้มข้น (glacial acetic acid)

4. การวิเคราะห์หาสารบิสฟีนอลเอในน้ำเสีย

การวิเคราะห์ใช้เทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography, HPLC) โดยใช้คอลัมน์ในการวิเคราะห์ คือ คอลัมน์ C-18 ฉีดตัวอย่างปริมาณ 5 μ L ตัวทำละลายที่ใช้พาตัวอย่างเข้าไปคอลัมน์ (Mobile phase) ใช้ส่วนผสมของอะซีโตนไทรล์ (60:40) อัตราการไหลในการพาตัวอย่างเข้าไปในคอลัมน์ 1 ml/min ในการวิเคราะห์ UV detector ที่ความยาวคลื่น 278 nm ที่อุณหภูมิห้อง

5. สถิติที่ใช้ คือ t-test one sample

ผลการวิจัย

โครงการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมเทศบาลเมืองวารินชำราบ ตั้งอยู่ที่บ้านดอนผอุง ตำบลคูเมือง อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานีมีพื้นที่ 197 ไร่ให้บริการฝังกลบขยะมูลฝอยชุมชนและกำจัดขยะอันตรายปริมาณมูลฝอยทั่วไป 350 ตันต่อวัน คิดเป็นขยะพลาสติกร้อยละ 15 หรือ 52.5 ตันต่อวัน ส่วนที่เหลือเป็นขยะอินทรีย์และขยะอื่นๆ สำหรับปริมาณรับขยะอันตราย 5 ตันต่อวัน ภายในโครงการมีบ่อบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝู่ จำนวน 3 บ่อ ซึ่งการศึกษาครั้งนี้เก็บตัวอย่างน้ำชะขยะมาจากบ่อที่ 1 เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งและการปนเปื้อนของ BPA ซึ่งอาจเกิดขึ้น

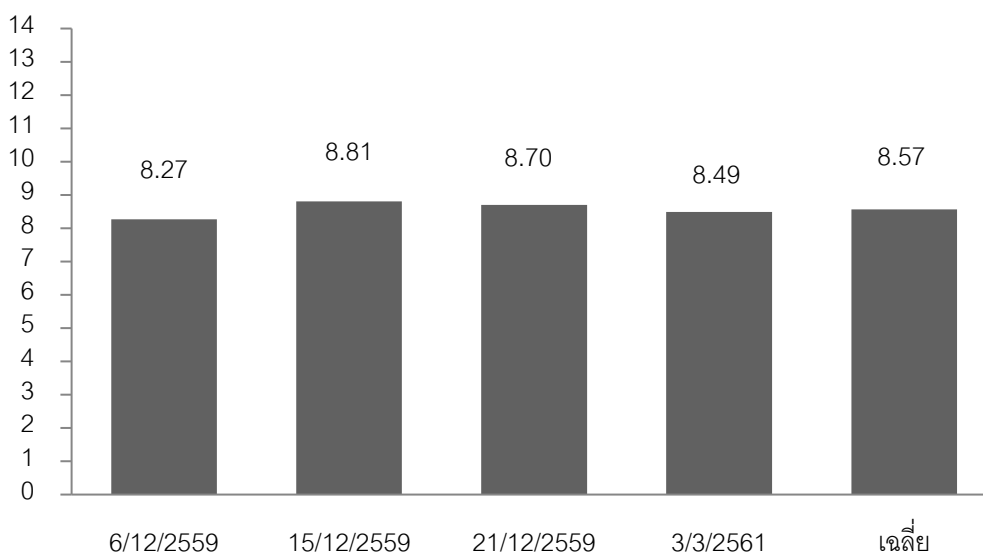
จากการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำชะขยะจากบ่อรวบรวมน้ำเสีย บ่อที่ 1 ในเดือนธันวาคม 2559 และเดือนมีนาคม 2561 พบว่า มีค่าพีเอช 8.27 – 8.82 ความขุ่น 225 – 271 NTU สี 248 – 250 ADMI สารแขวนลอย 103-260 mg/L ซีโอดี 3,330.67- 3,809.25 mg/L บีโอดี 2,664 – 3,040 mg/L ความเป็นด่าง 818.15 – 942.22 mg/L ทีเคเอ็น 29.86 – 32.36 mg/L และบิสฟีนอลเอ 15.45-54.09 mg/L ตามลำดับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน (พ.ศ.2539) พบว่า มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนด แสดงดังตารางที่ 1 และภาพที่ 2 ถึงภาพที่ 9

ตารางที่ 1 คุณภาพน้ำชะขยะเทศบาล

วัน/ เดือน/ ปี	พีเอช (pH)	สี (ADMI)	ความขุ่น (NTU)	สารแขวนลอย (mg/L)	ซีโอดี (mg/L)	บีโอดี (mg/L)	ความเป็นด่าง (mg/L)	BPA (mg/L)
06/12/ 2559	8.27	250	271	110	3,330.67	2,664	942.22	15.45
15/12/ 2559	8.82	250	225	103	3,764.94	3,012	818.15	26.50
21/12/ 2559	8.70	248	253	110	3,809.25	3,040	943.00	28.00
03/3/ 2561	8.5	250	270	260	4000	3,200	510.00	54.09
มาตรฐาน*	5.5-9.0	300	-	150	≤120	≤ 20	-	-

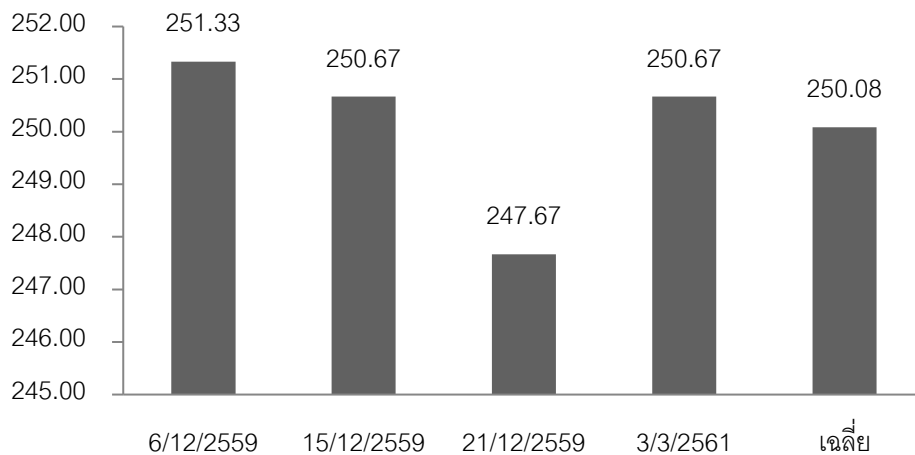
ที่มา * ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ.2539) ออกตาม พ.ร.บ.โรงงาน พ.ศ.2535 เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน

พีเอช



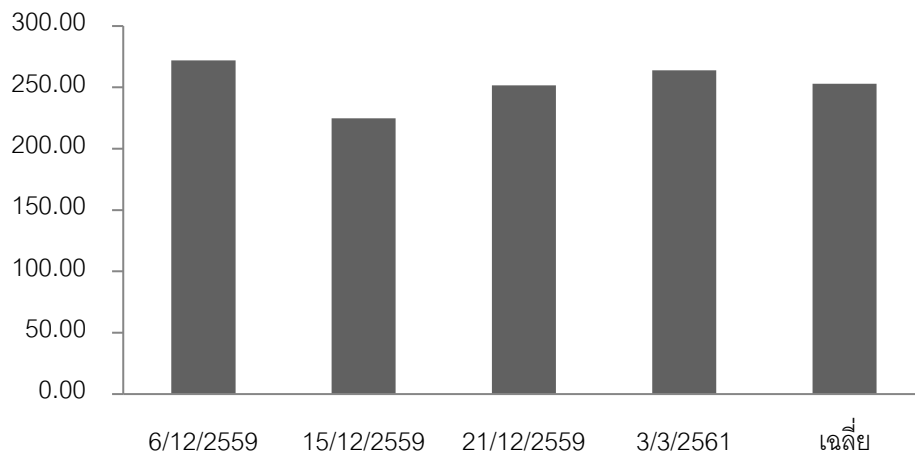
ภาพที่ 2 ค่าพีเอชของน้ำชะขยะมูลฝอยเทศบาล

สี (ADMI)



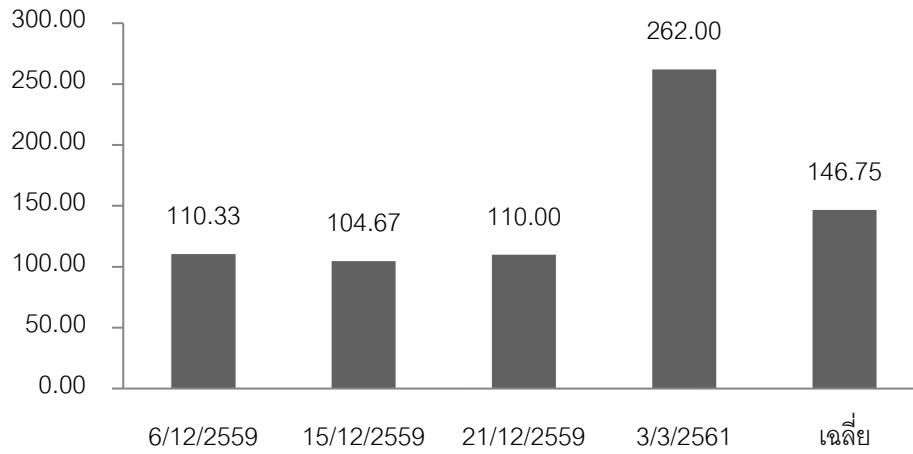
ภาพที่ 3 ค่าสีของน้ำชะขยะมูลฝอยเทศบาล

ความขุ่น (NTU)



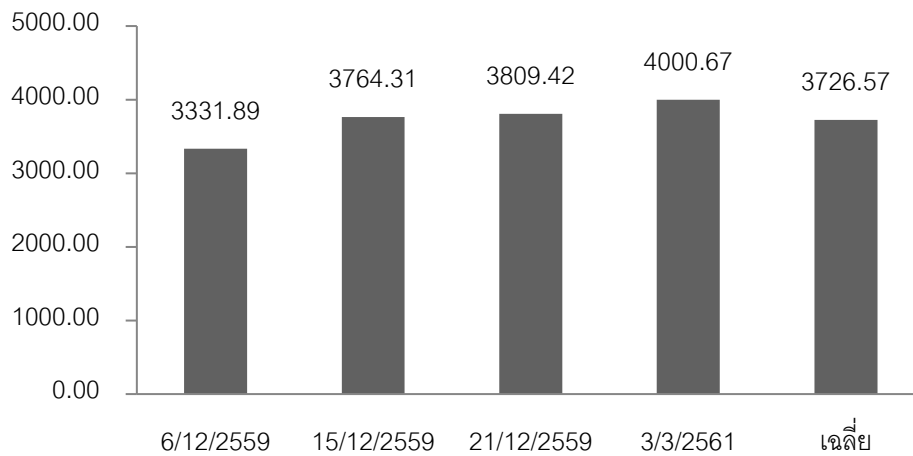
ภาพที่ 4 ค่าความขุ่นของน้ำชะขยะมูลฝอยเทศบาล

สารแขวนลอย (mg/L)

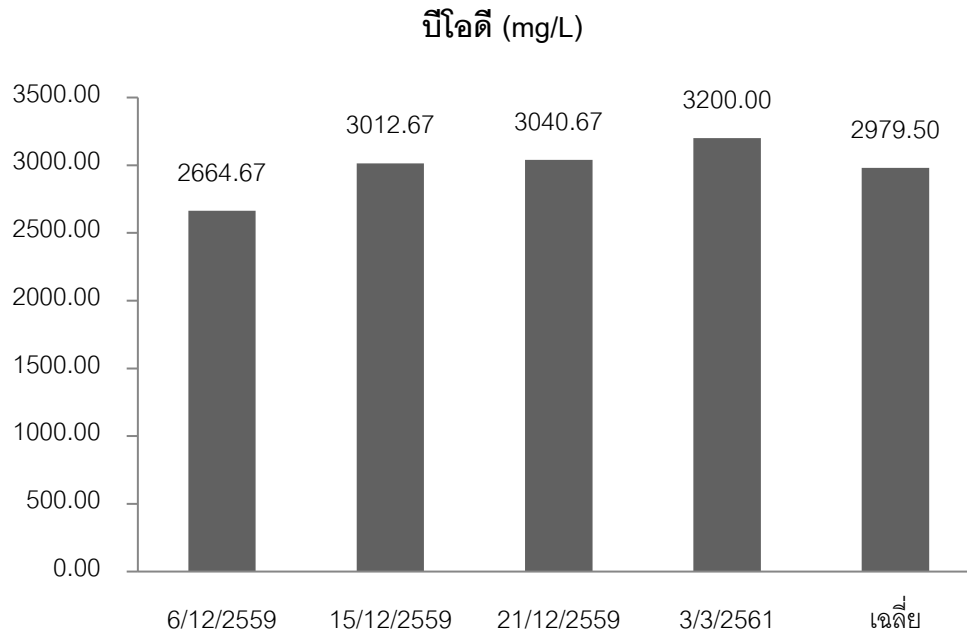


ภาพที่ 5 ค่าสารแขวนลอยของน้ำชะขยะมูลฝอยเทศบาล

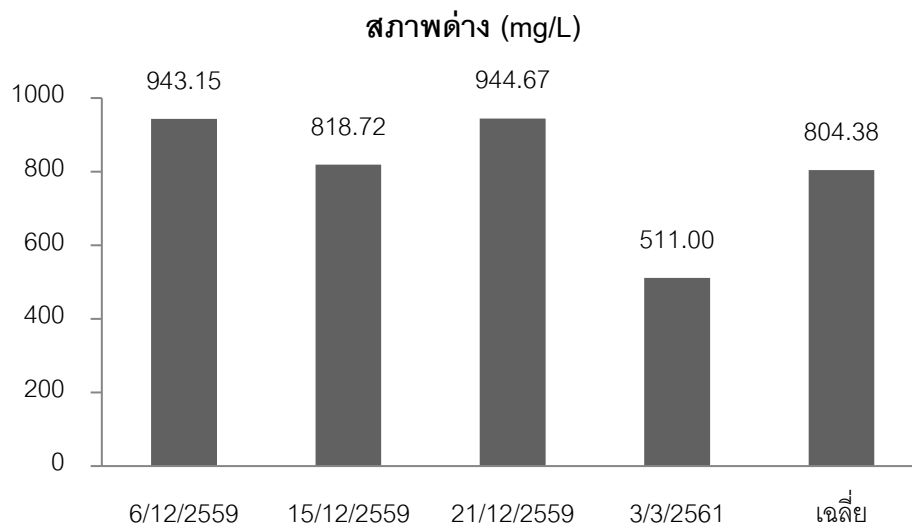
ซีโอติ (mg/L)



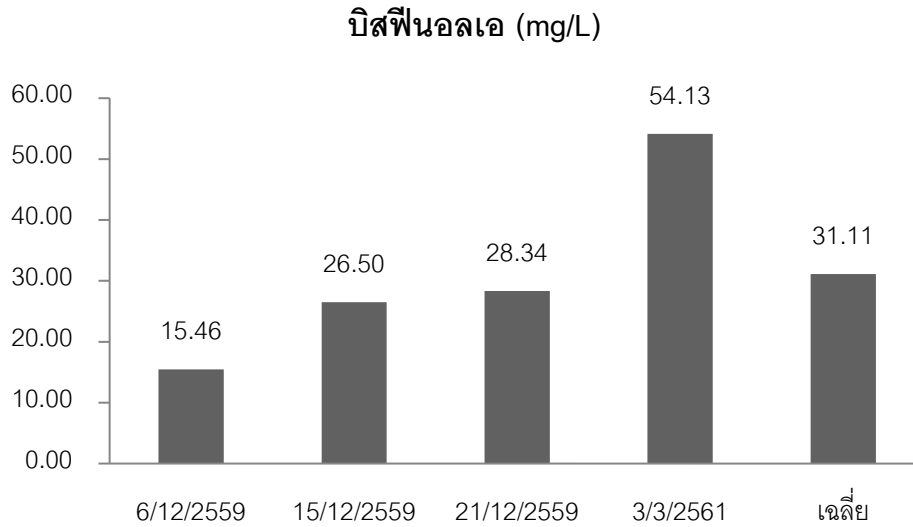
ภาพที่ 6 ค่าซีโอติของน้ำชะขยะมูลฝอยเทศบาล



ภาพที่ 7 ค่าบีโอดีของน้ำชะขยะมูลฝอยเทศบาล



ภาพที่ 8 ค่าความเป็นต่างของน้ำชะขยะมูลฝอยเทศบาล



ภาพที่ 9 ค่าบิสฟีนอลเอของน้ำชะขยะมูลฝอยเทศบาล

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากผลการศึกษาพบว่า น้ำชะขยะมูลฝอยของเทศบาล มีค่าพีเอชเป็นเบส (8.27 – 8.82) เมื่อทดสอบผลการวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test one sample พบว่า มีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น $p < .01$ ความเข้มข้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (248-250 ADMI) แต่มีแนวโน้มที่จะมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาฝังกลบนานขึ้นและอาจมีค่าเกินมาตรฐานได้ เมื่อทดสอบผลการวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test one sample พบว่า มีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น $p < .01$ ความขุ่น 225-271 NTU มีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น $p < .01$ ปริมาณสารแขวนลอยแปรผันตรงกับเวลาในการฝังกลบนานขึ้น มีค่าเท่ากับ 103-260 mg/L ซึ่งมีค่าสูงเกินมาตรฐาน และไม่มีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น $p < .01$ ค่าซีโอดี มีค่าเท่ากับ 3,330.67 – 4,000 mg/L และบีโอดีมีค่าเท่ากับ 2,664 – 3,200 mg/L สภาพต่างมีค่าเท่ากับ 510 – 942.22 mg/L โดยทั้งซีโอดี บีโอดี และสภาพต่างมีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น $p < .01$ และบิสฟีนอลเอมีค่าเท่ากับ 15.45 – 54.09 mg/L ไม่มีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น $p < .01$ ซึ่งมีปริมาณบิสฟีนอลเอมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการฝังกลบขยะมูลฝอยนานขึ้น แสดงถึงค่าความสกปรกที่ค่อนข้างสูง โดยวัดในรูปของบีโอดีเฉลี่ย 2,979 mg/L ซีโอดี 3,726.22 mg/L และบิสฟีนอลเอ 31.01 mg/L ซึ่งมีความเสี่ยงที่สารมลพิษในหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยจะปนเปื้อนไปสู่แหล่งน้ำผิวดินที่อยู่ใกล้บริเวณร่องน้ำชะขยะมูลฝอยจากขยะประเภทพลาสติก เศษอาหาร เศษกระดาษ ขยะอิเล็กทรอนิกส์ สภาพอากาศที่ร้อนขึ้นทำให้เกิดการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์และเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้น ทำให้ค่าซีโอดี บีโอดี และบิสฟีนอลเอ มีค่าเพิ่มขึ้น โดยบิสฟีนอลเอเป็นโมโนเมอร์ของพลาสติกสามารถถูกสลายตัวได้ด้วยความร้อนและความชื้น และเปลี่ยนเป็นสารอนุพันธ์ตัวอื่นๆ ได้ ระดับของบิสฟีนอลเอในน้ำชะขยะจากการฝังกลบขยะมูลฝอยมีค่าระหว่าง 15.45 – 54.09 mg/L ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเวลานานขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษานี้ของ Nicolas Morinet *et al.* (2001) รายงานว่าปริมาณบิสฟีนอลเอพบในขยะพลาสติกบางประเภทที่เก็บได้ในพื้นที่ฝังกลบมีบิสฟีนอลเอและสามารถเคลื่อนย้ายไปยังน้ำได้อย่างรวดเร็ว โดยระดับบิสฟีนอลเอที่ได้รับการชะออกจากพลาสติก เช่น สายหนังหรือหนังเทียม มีค่าตั้งแต่ 700 ถึง 12,300 $\mu\text{g/L}$ ดังนั้นขยะพลาสติกอาจเป็นแหล่งที่มาของบิสฟีนอลเอที่พบในน้ำชะมูลฝอย เนื่องจากขยะพลาสติกหรือขยะมูล

ฝอยชุมชนภายในประเทศส่วนใหญ่เป็นพลาสติกจำนวนมาก ค่า COD อาจมาจากน้ำมันหล่อลื่นที่เป็นเป็อนและแปรผันตรงกับปริมาณบิสฟีนอลเอตามที่ Nicolas Morinet *al.* (2001) รายงานพบบิสฟีนอลเอจากการเผาและสิ่งปฏิกูล ความเข้มข้นตั้งแต่ 0.002 mg/kg (ถ้ำลอย) ถึง 188 ± 125 mg/kg (พลาสติก) บิสฟีนอลเอสามารถถูกชะได้ง่าย ความเข้มข้นของน้ำชะขยะมีความคล้ายคลึงกันสำหรับหลุมฝังกลบและสิ่งปฏิกูล (0.7 ถึง 200 μ g/L) และมีส่วนที่ละลายได้ง่ายโดยไม่ต้องพึ่งสารเคมี (พลาสติก) ความเข้มข้นของบิสฟีนอลเอในฝุ่นอยู่ในช่วง 2.3 ถึง 50.7 mg/kg การเผาไหม้จะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการลดความเข้มข้นของบิสฟีนอลเอในขยะมูลฝอยและน้ำชะขยะ บิสฟีนอลเอมีความสัมพันธ์กับปริมาณ BOD (มีค่าระหว่าง 2,664 – 3,200 mg/L) นอกจากนี้ขยะมูลฝอยที่ฝังกลบยังมีสารเคมีหลายชนิดเช่น alkylphenols หรือ phthalate esters ซึ่งมีลักษณะเป็น estrogenic เพราะฉะนั้นแหล่งฝังกลบขยะมูลฝอยอาจเป็นหนึ่งในแหล่งสำคัญของสารเคมีที่ก่อให้เกิดการรบกวนต่อมไร้ท่อที่พบได้ในสิ่งแวดล้อมสารเติมแต่งพลาสติกบิสฟีนอลเอ (BPA) มักพบในน้ำชะขยะที่ระดับเกินมาตรฐานความเป็นพิษเฉียบพลัน Hans Peter และคณะ (2017) บิสฟีนอลเอถูกรายงานว่ามีผลต่อความเป็นพิษของ estrogenicity จากผลการศึกษาครั้งนี้ พบปริมาณบิสฟีนอลเอในช่วง 15.45 – 54.09 mg/L ซึ่งสูงกว่าระดับความปลอดภัยที่มีต่อระบบสืบพันธุ์และสิ่งมีชีวิตในน้ำ การวิจัยในอนาคตควรมุ่งเน้นไปที่เส้นทางขนถ่ายของ BPA ตลอดจนทางเลือกของ BPA ในกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่และกระบวนการรีไซเคิลซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการเปลี่ยนไปใช้ระบบเศรษฐกิจแบบครบวงจร

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษา พบว่าการปนเปื้อนของสารบิสฟีนอลเอ (BPA) ในน้ำชะขยะจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยแบบเทศบาลซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกับขยะพลาสติกและขยะอิเล็กทรอนิกส์และอาจมีการเปลี่ยนรูปเป็นอนุพันธ์ของบิสฟีนอลเอเนื่องจากปัจจัยด้านความร้อนและกลไกทางเคมีที่ทำให้ Bisphenol A monomer เกิดการรวมตัวเป็นสารตัวอื่นทำให้มีค่า retention time ของ peak ที่ตำแหน่งเวลาอื่นๆ เพิ่มขึ้นด้วยเมื่อเทียบกับสารละลายมาตรฐานบิสฟีนอลเอ การฝังกลบทำให้เกิดการปล่อย Bisphenol A ปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมการเผาขยะมูลฝอยที่อุดมด้วย Bisphenol A เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการลดการปล่อยสาร Bisphenol A ต้องการข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการรีไซเคิล Bisphenol A และการปล่อยสารรีไซเคิล การวิเคราะห์ปริมาณการไหลโดยรวมได้ประมาณการปล่อยสาร Bisphenol A จากสถานการณ์การจัดการขยะมูลฝอยที่แตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

- APHA, AWWA & WPCF. (1995). Standard Method for the Examination of Water and Wastewater. 19th ed. American Public Health Association. Washington DC.
- Abdulahakeem AliAlturki, James A McDonald, Stuart J. Khan, William E. Price, Long D. Nghiem, & Menachem Elimelech. (2013). Removal of trace organic contaminants by the forward osmosis process. *Separation and Purification Technology*, 103, 258-266.
- Basile T., Petrella A., Petrella M., Boghetich G., Petruzzelli V., Colasuonno S., & Petruzzelli D. (2011). Review of endocrine disrupting – compound removal technologies in water and wastewater treatment plants: an EU Perspective. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 50(14), 8389-8401.

- Baoxia Mi & Menachem Elimelech. (2010). Organic fouling of forward osmosis membranes: Fouling reversibility and cleaning without chemical reagents. *Journal of Membrane Science*, 348, 337-345.
- Brahima Seyhi, Patrick Drogui, Gerardo Buelna, & Jean Francois Blais. (2012). Removal of bisphenol – A from spiked synthetic effluents using an immersed membrane activated sludge process. *Separation and Purification Technology*, 87, 101-109.
- Brahima Seyhi, Patrick Drogui, Gerardo Buelna, Antonin Azais, & Maro Heran. (2013). Contribution of a submerged membrane bioreactor in the treatment of synthetic effluent contaminated by bisphenol A: Mechanism of BPA removal and membrane fouling. *Environmental Pollution*, 180, 229-235.
- Cao X-L, Corriveau J, & Popovic S. (2010). Bisphenol A in canned food products from Canadian markets. *J Food Prot*, 73, 1085-9.
- Geens T, Aerts D, Berthot C, Bourguignon J-P, Goeyens L, & Lecomte P. (2012). A review of dietary and non-dietary exposure to bisphenol-A. *Food Chem Toxicol* 2012a, 50, 3725-40.
- Geens T, Goeyens L, Kannan K, Neels H, & Covaci A. (2012). Levels of bisphenol-A in thermal paper receipts from Belgium and estimation of human exposure. *Sci Total Environ* 2012b, 435-436, 30-3.
- Hans Peter H. Arp, Nicolas A. O. Morin, Sarah E. Hale, Gudny Okkenhaug, Knut Breivik, & Magnus Sparrevik. (2017). The mass flow and proposed management of bisphenol A in selected Norwegian waste streams. *Waste Management*, 60, 775-785.
- Kang J. H, Kondo F, & Katayama Y. (2006). Human exposure to bisphenol A. *Toxicology*, 226, 79-89.
- Kolsek K., Mavri J., & Sollner Dolenc M. (2012). Reactivity of bisphenol A-3,4-quinone with DNA. A Quantum chemical study. *Toxicol in Vitro*, 26, 102-106.
- Meesters, R.J. & Schröder, H.F. (2002). Simultaneous determination of 4-nonylphenol and bisphenol A in sewage sludge. *Anal. Chem*, 74, 3566-3574.
- Notification of the Ministry of Industry No. 2 (DC 1996) issued under the Act DC 1992 subject Determine the characteristics of sewage discharged from the factory. (1996, 27 June). *Government Gazette*. Volume 113(52).
- Nicolas Morin, Hans Peter H. Arp & Sarah E. Hale. (2015). Bisphenol A in Solid Waste Materials, Leachate Water, and Air Particles from Norwegian Waste-Handling Facilities: Presence and Partitioning Behavior. *Environ. Sci. Technol*, 49 (13), 7675-7683.
- Schwarzenbach, R.P., Escher, B.I., Fenner, K., Hofstetter, T.B., Johnson, C.A., von Gunten, U., & Wehrli, B. (2006). The challenge of micropollutants in aquatic systems. *Science* 313 (5790), 1072-1077.
- V. A. Santhi, N. Sakai, E. D. Ahmad, & A. M. Mustafa. (2012). Occurrence of bisphenol A in surface water, drinking water and plasma from Malaysia with exposure assessment from consumption of drinking water. *Science of the Total Environment*, 427-428, 332-338.

Y. Q. Huang, C.K.C. Wong, J.S. Zheng, H. Bouwman, B. Wahlstrom, L. Neretin, & M. H. Wong. (2012).
Bisphenol-A (BPA) in China: A review of sources, environmental levels, and potential human health
impacts. *Environment International*, 42, 91-99.