ชื่องานวิจัย การปนเปื้อนของโบรเมตในน้ำ ใช้ในกระบวนการผลิตในแป้งมันสำปะหลังดิบ

ชื่อนักศึกษา นางสาวกาญจนา สุขคุ้ม

นางสาวสุธิสา งาคม

วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาชีววิทยา

ปี พ.ศ. 2562

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.วิภานุ รักใหม่

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการสำรวจการปนเปื้อนของโบรเมตที่ตกค้างในผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลัง ที่อาจมาจากการปนเปื้อนจากน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์แป้งมันสำประหลังดิบ บริษัท เอี่ยมเฮงอุตสาหกรรม จำกัด ซึ่งตั้งอยู่ที่ 15 หมู่ 12 ตำบลกุดโบสถ์ อำเภอเสิงสาง จังหวัดนครราชสีมา ในการศึกษาครั้งนี้ทำการเก็บตัวอย่าง น้ำ น้ำแป้ง แป้งหมาด และแป้งแห้ง ทั้งหมด 7 จุด ได้แก่ จุดที่ 1 น้ำดิบ (บ่อลูกบน) Fresh water จุดที่ 2 น้ำประปา (ก่อนผ่านกรอง) Outdoor จุดที่ 3 น้ำประปา (หลังผ่านกรอง) Indoor จุดที่ 4 น้ำในถังแชมเปญ (Used water) จุดที่ 5 น้ำแป้ง (Slurry) จุดที่ 6 แป้งหมาด (Wet cake) จุดที่ 7 แป้งแห้ง (Dry starch) โดยทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างทั้งหมดสองครั้งในเดือนธันวาคม 2562 และเดือนมกราคม 2563 ผลการศึกษาพบว่าไม่มีการปนเปื้อนของโบรเมตในทุกตัวอย่างที่ศึกษา

คำสำคัญ : โบรเมต, โบรไมด์, น้ำ

Research title Studies of bromate contamination in water used for the processing of native tapioca starch

Authors Miss Kanjana Sukkum
Miss Sutisa Ngakom

B.Sc. Biology

Academic Year 2019

Advisor Dr. Wipanu Rugmai

Abstract

This study examined the contamination of residual bromate in tapioca starch products. That may come from contaminated water used in the production processes in raw cassava starch products. The study had been carried out at the Iam Heng Industry Company Limited which is located at 15 /12 Bankutbot, Soeng Sang, Nakhon Ratchasima Province. Seven samples of water, flour, damp and dry powder were collected as follow; raw water (upper pond), tap water (before being filtered), tap water (after passing through filter), water in champagne bucket, slurry, wet cake, and dry starch. The survey and sample collection had been done twice on December 2019 and February 2020. The results show no bromate contamination in every sample.

Keywords : Bromate, Bromide, water

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยทางชีววิทยาฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ หัวหน้างาน และพนักงานหลายท่าน ที่ได้ถ่ายทอดความรู้ ประสบการณ์ คำแนะนำด้านวิชาการต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ดร.วิภานุ รักใหม่ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษารายงานวิจัย และคุณสุพัตรา เฮากระโทก หัวหน้างานที่ปรึกษาร่วมที่ได้กรุณาให้คำแนะนำข้อคิดเห็นตรวจสอบ และแก้ไขร่างรายงานวิจัยมาโดยตลอด คณะผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ผศ.ดร. แววดาว ดาทอง และ ผศ.ดร. ปิยสุดา เทพนอก อาจารย์ผู้สอนรายวิชาสหกิจศึกษา ที่กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษาแนะนำต่างๆ เป็นอย่างดีเสมอมา รวมถึงเจ้าหน้าที่และพนักงาน บริษัท แป้งมันเอี่ยมเฮงอุตสาหกรรม จำกัด ที่ได้ให้ความสะดวกในด้านต่างๆ และประสานงาน ในการทำโครงงานวิจัยให้ผู้วิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนค้นคว้าหาข้อมูลในการจัดทำรายงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ท้ายนี้ผู้ทำโครงการวิจัยขอกราบขอบพระคุณถึงผู้ที่ช่วยเก็บข้อมูลต่างๆ ในการจัดทำรายงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี นอกจากนี้ผู้ทำวิจัยยังได้รับการช่วยเหลือและกำลังใจจากบิดา มารดา ครอบครัว พี่น้องและเพื่อนๆ ตลอดจนผู้เขียนหนังสือ และบทความต่าง ๆ ที่ให้ความรู้แก่คณะผู้ทำวิจัยจนสามารถให้รายงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

นางสาวกาญจนา สุขคุ้ม
นางสาวสุธิสา งาคม
6 มีนาคม 2563

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อภาษาไทย ..... **(ก)**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... **(ข)**
กิตติกรรมประกาศ ..... **(ค)**
สารบัญ ..... **(ง)**
สารบัญภาพ ..... **(ฉ)**
สารบัญตาราง ..... **(ช)**
บทที่ 1 บทนำ 1
ที่มาและความสำคัญของปัญหาการวิจัย 1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
ขอบเขตการศึกษา 2
คำนิยามศัพท์ 2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
การผลิตแป้งมันสำปะหลัง 3
กระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังเป็นรูปผลิตภัณฑ์ 5
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 13
วัสดุและอุปกรณ์ 13
สารเคมี 13
พื้นที่ศึกษา 13
จุดสำรวจ 15
ระยะเวลาการเก็บตัวอย่าง 15
การเก็บตัวอย่าง 15
บทที่ 4 ผลการศึกษา 16
การปนเปื้อนของโบรเมตในน้ำ ใช้ในกระบวนการผลิตในผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลังดิบ 16
บทที่ 5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ 21
สรุปผล 21
อภิปรายผล 21

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

ข้อเสนอแนะ 22
บรรณานุกรม 23
ประวัติผู้วิจัย 24

สารบัญรูปภาพ

เรื่อง **หน้า**

ภาพที่ 1 การทำความสะอาดมันสำปะหลัง 5
ภาพที่ 2 การเทมันสำปะหลังลงเครื่อง 6
ภาพที่ 3 การบดหัวมันสำปะหลัง 6
ภาพที่ 4 การนำเข้าสู่เครื่องสกัดแป้ง 7
ภาพที่ 5 กระบวนการเพิ่มความเข้มข้นของแป้ง 8
ภาพที่ 6 กระบวนการแยกน้ำออกจากแป้งโดยการใช้เครื่องเซนติฟิวจ์ 9
ภาพที่ 7 การบรรจุใส่ถุงผลิตภัณฑ์ 10
ภาพที่ 8 แผนผังแสดงขั้นตอนการผลิตแป้งมันสำปะหลัง 10
ภาพที่ 9 พื้นที่ศึกษา 14

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

ตารางที่ 1 ตัวอย่างที่ทดสอบน้ำดิบ (บ่อลูกบน) 16
ตารางที่ 2 ตัวอย่างที่ทดสอบน้ำประปา (ก่อนผ่านกรอง) 17
ตารางที่ 3 ตัวอย่างที่ทดสอบน้ำประปา (หลังผ่านกรอง) 17
ตารางที่ 4 ตัวอย่างที่ทดสอบน้ำในถังแชมเปญ 18
ตารางที่ 5 ตัวอย่างที่ทดสอบน้ำแป้ง 18
ตารางที่ 6 ตัวอย่างที่ทดสอบแป้งหมาด 19
ตารางที่ 7 ตัวอย่างที่ทดสอบแป้งแห้ง 19

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหาการวิจัย

โบรเมตเป็นสารที่ถูกกล่าวถึงที่สำคัญและได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากพบการปนเปื้อนของสารโบรเมตในผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลังดิบ ที่อาจมาจากการตกค้างจากน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต จนก่อให้เกิดปัญหาของผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลังดิบ ซึ่งโบรเมตนั้นเป็นสารก่อมะเร็ง จากการใช้คลอรีนฆ่าเชื้อยังมีกลิ่นคลอรีนอยู่ แต่การฆ่าเชื้อด้วยโอโซนจะไม่มีกลิ่น แต่อาจไปทำปฏิกิริยากับสารโบรไมด์กลายเป็นโบรเมต ซึ่งในแหล่งน้ำธรรมชาติมีสารโบรไมด์อยู่แล้ว โดยแต่ละแหล่งอาจมีไม่เท่ากัน

โบรเมตไอออนเป็นสารอนินทรียที่มีความเสถียรมากที่อุณหภูมิห้อง และไมระเหยโบรเมตไอออนในน้ำเกิดจากการนำน้ำดิบซึ่งมีโบรไมด์ไอออนอยู่แล่วตามธรรมชาติมาผ่านโอโซนทำให้โบรไมด์ไอออนถูกออกซิไดซ์ เป็นโบรเมตไอออน หรือกรดไฮโปโบรมัส (HOBr) ซึ่งโบรเมตไอออนจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของโอโซนอันตรายของโบรเมตไอออนต่อสุขภาพคือทำให้ความสามารถในการไดยินลดลง คลื่นไส่อาเจียน เจ็บช่องท่อง ท้องร่วง ไตวาย และอาจก่อให้เกิดมะเร็ง โดยองค์การอนามัยโลก (WHO) ไดกำหนดมาตรฐานโบรเมตไอออนในน้ำดื่มไดไมเกิน 10 Mg/L (Jackson, L.K., *et al*, 1998)

ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผู้วิจัยให้ความสนใจที่จะศึกษาสำรวจการปนเปื้อนของโบรเมตที่ตกค้างในผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลัง ที่อาจมาจากการปนเปื้อนจากน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลังดิบ ซึ่งเป็นน้ำจากบ่อน้ำดิบที่มีความสำคัญในกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังเป็นจำนวนมาก เพื่อมุ่งหวังให้เกิดความเข้าใจต่อสถานการณ์การปนเปื้อนของสารโบรเมตอย่างรอบด้าน จนสามารถนำไปสู่แนวทางการแก้ไขจัดการสารโบรเมตที่พบในผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลังดิบ ที่อาจเข้าไปในร่างกายมนุษย์ ซึ่งจะนำไปสู่แนวทางการจัดการปัญหาการปนเปื้อนของสารโบรเมตจากแหล่งน้ำสู่ผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลังอย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาการปนเปื้อนของโบรเมตที่ตกค้างในน้ำและใช้ในกระบวนการผลิต ในผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลังดิบ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงสถานการณ์การปนเปื้อนของโบรเมตในน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต
2. ทราบถึงข้อมูลเกี่ยวกับการปนเปื้อนของโบรเมตในผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลังดิบ

ขอบเขตการศึกษา

ด้านระยะเวลา เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2563
ด้านเนื้อหา การปนเปื้อนของโบรเมตในน้ำและในผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลังดิบ

คำนิยามศัพท์

โบรเมต หมายถึง สารปนเปื้อนประจุลบที่มีศักยภาพในการก่อมะเร็งได้โดยเกิดจากกระบวนการฆ่าเชื้อโรคด้วยโอโซนนื่องจากการใช้คลอรีนฆ่าเชื้อยังมีกลิ่นคลอรีนอยู่ แต่การฆ่าเชื้อด้วยโอโซนจะไม่มีกลิ่นจากนั้นจึงเกิดการทำปฏิกิริยากับสารโบรไมด์ กลายเป็น "โบรเมต" (นวพรรษ บุญชาญ ,2556)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาการการปนเปื้อนของโบรเมตที่ตกค้างในน้ำและใช้ในกระบวนการผลิตในแป้งมันสำปะหลังดิบ มีแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ความหมายของโบรเมต
2. การผลิตแป้งมันสำปะหลัง
3. กระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังเป็นรูปผลิตภัณฑ์

2.1 ความหมายของโบรเมต

โบรเมต หมายถึง สารปนเปื้อนประจุลบที่มีศักยภาพในการก่อมะเร็งได้โดยเกิดจากกระบวนการฆ่าเชื้อโรคด้วยโอโซนเนื่องจากการใช้คลอรีนฆ่าเชื้อยังมีกลิ่นคลอรีนอยู่ แต่การฆ่าเชื้อด้วยโอโซนจะไม่มีกลิ่นจากนั้นจึงเกิดการทำปฏิกิริยากับสารโบรไมด์ กลายเป็น "โบรเมต" (นวพรรษ บุญชาญ, 2556)

2.2 การผลิตแป้งมันสำปะหลัง (native tapioca starch)

การรับและตรวจสอบคุณภาพหัวมันสำปะหลังหลังจากที่หัวมันสำปะหลังส่งมายังโรงงานและผ่านการชั่งน้ำหนัก และการสุ่มตัวอย่างนำมาวัดความหนาแน่น เพื่อหาปริมาณของแป้งในหัวมัน โดยอาศัยหลักการลอยตัว (Bouyancy) ของวัตถุในของเหลวแล้วจึงเข้ากระบวนการแปรรูปดังนี้

2.2.1. การเตรียมวัตถุดิบคือการทำความสะอาดหัวมันสำปะหลังและปอกเปลือก

2.2.1.1 ร่อนดินทราย ใช้รถตักป้อนหัวมันสำปะหลังสู่ถังป้อน (root hopper) สายพานลำเลียง (belt conveyor) จะพาหัวมันเข้าสู่ เครื่องร่อนดินทราย (root siever) เป็นการทำความสะอาด เพื่อทรายและหินที่ติดมากับมันสำปะหลัง ด้วยการร่อน (sieve) และทำให้ผิวหน้าของหัวมันหลุดออก

2.2.1.2 สับแยกเหง้า (chopping) เพื่อแยกเหง้าของหัวมันสำปะหลังออก ซึ่งแข็งเป็นอุปสรรคในการโม่หัวมัน

2.2.1.3. การปอกเปลือก (peeling)

2.2.1.4 ล้างทำความสะอาด (washing) โดยทั่วไปใช้น้ำพ่นฝอยฉีดที่หัวมัน

2.2.2. โม่หัวมัน (rasping) หลังจากมันสำปะหลังผ่านกระบวนการทำความสะอาดแล้ว จะถูกนำเข้าสู่เครื่องโม่หัวมันก่อนเพื่อสับเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดประมาณ 1-2 นิ้ว จากนั้นเข้าสู่เครื่องโม่ เพื่อบดหัวมันพร้อมเติมน้ำให้สามารถโม่ได้ง่ายขึ้น ได้มันบดมีลักษณะเป็นของเหลวข้น ที่มีส่วนผสมของแป้ง น้ำกากมัน และสารอาหารต่าง

2.2.3. เครื่องแยกกากหยาบ (coarse extractor) เครื่องแยกกากจะทำการแยกกากมันสำปะหลังที่ไม่ได้ใช้ในกระบวนการผลิตออกจากน้ำแป้ง โดยน้ำแป้งที่ได้จากเครื่องโม่หัวมัน จะมาผ่านเครื่องแยกกากหยาบ 2 ครั้ง กากหยาบที่ได้จากกระบวนการผลิตนี้จะถูกส่งต่อไปยังโรงอัดกาก

2.2.4. เครื่องแยกกากละเอียด (fine extractor) น้ำแป้งภายหลังจากผ่านเครื่องแยกกากหยาบมาแล้วนั้น ยังมีเยื่อของมันสำปะหลังหรือกากอ่อนรวมอยู่ในน้ำแป้ง ซึ่งจะทำให้น้ำแป้งที่ได้มีคุณภาพไม่ดี ดังนั้นน้ำแป้งภายหลังผ่านเครื่องแยกกากหยาบมาแล้วจะถูกนำมาผ่านเครื่องแยกกากละเอียด

2.2.5. น้ำแป้ง 20 โบเม่ น้ำแป้งที่ผ่านกระบวนการแยกกากละเอียด จะถูกนำมาปรับความเข้มข้นและความบริสุทธิ์ โดยการผ่านเครื่องแยกน้ำ (separator) 2 ครั้ง ซึ่งจะทำให้น้ำแป้งที่ผ่านกระบวนการนี้ จะมีความเข้มข้นประมาณ 20 โบเม่

2.2.6. เครื่องสลัดแป้ง (centrifuge) น้ำแป้งที่ได้จะไหลเข้าสู่เครื่องสลัดแป้ง ซึ่งจะทำการแปรสภาพน้ำแป้งเป็นแป้งหมาด โดยแป้งหมาดจะถูกส่งเข้าไปใน 2 กระบวนการผลิตคือ การผลิตแป้งมันสำปะหลังดิบ (native tapioca starch)

2.2.7. เครื่องอบแห้ง (flash dryer) : แป้งหมาดจะถูกลำเลียงตามสายพานเข้าสู่เครื่องอบแป้ง เพื่อผ่านลมร้อน ทำให้แป้งหมาดมีความชื้นลดลง จากนั้นก็จะทำให้เย็นลง แล้วส่งผ่านไปตามไซโลไปยังเครื่องร่อนแป้ง ซึ่งปัจจุบันเครื่องอบแป้งใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงในการอบแป้ง

2.2.8. เครื่องร่อนแป้ง (sieve) : แป้งที่ผ่านเครื่องอบแห้งมานั้น จะถูกนำมาผ่านเครื่องร่อนแป้ง เพื่อคัดขนาดเม็ดแป้ง ให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ

2.2.9. เครื่องบรรจุแป้ง : แป้งที่ผลิตได้จะถูกนำมาบรรจุใส่ถุงขนาด 25, 50, 500 หรือ 1,000 กิโลกรัม แล้วแต่คำสั่งของลูกค้า

2.2.10. การใช้ประโยชน์ของแป้งมันสำปะหลังในอาหาร (วนิดา เผอิญโชค, 2559)

2.2.10.1 สตาร์ชดัดแปร (modified starch)

2.2.10.2 น้ำเชื่อมกลูโคส (glucose syrup)

2.2.10.3 มอลโทเดกซ์ทริน (maltodextrin)

2.2.10.4 สาคู (cassava pearl)

2.3 กระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังเป็นรูปผลิตภัณฑ์

การเตรียมหัวมันสำปะหลังและทำความสะอาด (Washing) หัวมันสำปะหลังที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว จะถูกส่งเข้าสู่ตะแกรงร่อนดินและทราย เพื่อแยกเอาดินออก จากนั้นสำเลียงเข้าสู่เครื่องล้างเพื่อทำความสะอาดหัวมันอีกครั้ง แล้วจึงนำเข้าสู่เครื่องสับและขูดเปลือกเพื่อให้หัวมันมีขนาดเล็กลงและแยกเอาเปลือกออกก่อนเข้าสู่เครื่องบด

ภาพที่ 7 การทำความสะอาดมันสำปะหลัง

ภาพที่ 8 การเทหัวมันสำปะหลังลงเครื่อง

ภาพที่ 9 การบดหัวมันสำปะหลัง

การบดหัวมันสำปะหลัง (Rasping) หัวมันสำปะหลังที่สะอาดจะถูกส่งไปยังเครื่องสับหัวมัน เพื่อสับหัวมันสำปะหลังให้เล็กลงขนาดประมาณ 1-2 นิ้ว แล้วชิ้นมันสำปะหลังนี้จะตกเข้าสู่เครื่องขูดหรือบดหัวมันสำปะหลัง ซึ่งอยู่ด้านล่างทำให้ได้มันสำปะหลังมีชิ้นละเอียดยิ่งขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดแป้ง

ภาพที่ 10 การนำเข้าสู่เครื่องสกัดแป้ง

หลังจากนั้นมันบดจะถูกเติมน้ำและถูกนำเข้าสู่เครื่องสกัดแป้ง (Extractor) เพื่อสกัดแยกแป้งออกจากเซลลูโลส โดยทั่วไปจะเป็นการสกัดแบบหลายครั้ง โรงงานส่วนใหญ่จะใช้ชุดสกัด 3 ชุด แต่โรงงานขนาดใหญ่ อาจใช้ชุดสกัดถึง 4 ชุดต่อเนื่องกัน โดยชุดแรกซึ่งเป็นการสกัดหยาบจะใช้ตะแกรงขนาด 60-80 mesh และชุดสุดท้ายจะเป็นการสกัดละเอียดโดยใช้ผ้ากรองขนาด 90 mesh ในขั้นตอนนี้โรงงานมีการเติมน้ำกำมะถัน เพื่อยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ซึ่งจะเปลี่ยนโมเลกุลของแป้งเป็นกรดแลคติก กากมันสำปะหลังจากขั้นตอนการสกัดแป้งจะมีน้ำอยู่ในปริมาณมาก และมีปริมาณแป้งเหลือน้อยในกากมันสำปะหลัง กากมันสำปะหลังจะถูกแยกออกจากน้ำแป้งเพื่อนำเข้าสู่เครื่องอัดกากและนำไปตากแดดเพื่อนำไปผสมเป็นอาหารสัตว์หรือนำไปผสมกับมันเส้นเพื่อทำมันอัดเม็ดต่อไป

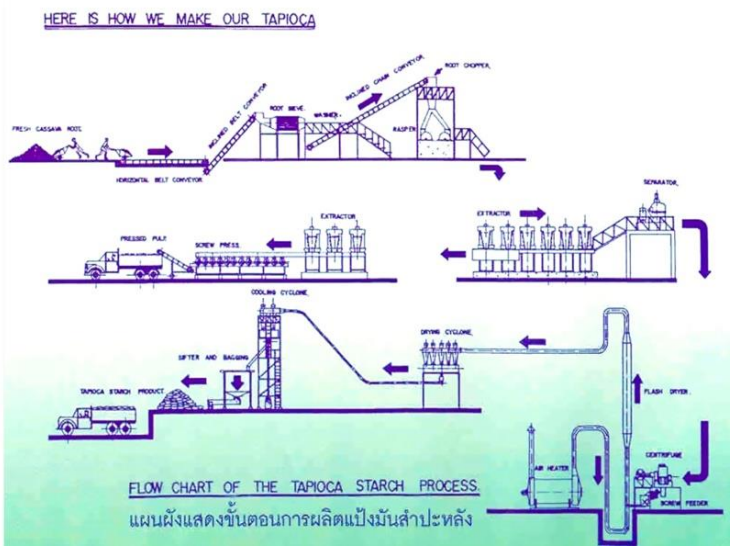
ภาพที่ 11 กระบวนการเพิ่มความเข้มข้นของแป้ง

การเพิ่มความเข้มข้นของน้ำแป้งเพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีและปฏิกิริยาชีวเคมีจากจุลินทรีย์ซึ่งจะส่งผลให้คุณภาพของแป้งลดลง การผลิตแป้งมันสำปะหลังจึงต้องกระทำภายในเวลาอันสั้นที่สุด ดังนั้นในกระบวนการเพิ่มความเข้มข้นของแป้ง จึงมักเป็นกระบวนการต่อเนื่องที่ไม่มีถังพัก เช่นเดียวกับกระบวนการอื่นๆ น้ำแป้งที่ถูกแยกออกจากกากมันสำปะหลังจะถูกส่งต่อไปยังเครื่องแยก ซึ่งอาจเป็นเครื่องแยกชนิดหมุนเหวี่ยงหรือไฮโดรไซโคลนโดยโรงงานส่วนใหญ่จะใช้เครื่องแยกชนิดหมุนเหวี่ยง และเพื่อให้ได้แป้งมันสำปะหลังที่มีคุณภาพดีจึงมักใช้เครื่องแยกแบบหมุนเหวี่ยงจำนวน 2 ชุดเพื่อแยกกากมันสำปะหลังออกให้หมด

ภาพที่ 12 กระบวนการแยกน้ำออกจากแป้งโดยการใช้เครื่องเซนติฟิวจ์

การทำให้แป้งแห้งและการบรรจุผลิตภัณฑ์ (Drying and packing)น้ำแป้งจะถูกแยกน้ำออกจากแป้งโดยการใช้เครื่องเซนติฟิวจ์ (Centrifuge) แป้งที่ถูกแยกเอาน้ำออกแล้วจะถูกพ่นเข้าสู่ท่อไอร้อนซึ่งมีลมร้อนประมาณ 200 องศาเซลเซียส จากเตาเผา เป่าเข้ามาด้วยความดันสูง ความแรงของลมจะพัดเอาแป้งขึ้นไปตามปล่องสูง แล้วตกมาสู่ไซโคลน (Cyclone) ระยะเวลาที่ใช้ใน การทำให้แป้งแห้งเป็นช่วงเวลาสั้นๆ เพื่อป้องกันการรวมตัวของแป้งเป็นเม็ดและเพื่อป้องกันการสลายตัวของแป้งอีกทางหนึ่งด้วย ลมร้อนที่ใช้ในการทำให้แป้งแห้งเกิดจากการเผาน้ำมันเตา และผ่านการกรองก่อนจะถูกเป่าเข้าสู่เครื่องอบแห้งเพื่อป้องกันแป้งถูกปนเปื้อนด้วยสิ่งสกปรกแป้งมันสำปะหลังที่ได้จากไซโคลนจะเป็นแป้งที่แห้งและละเอียด แต่ยังร้อนอยู่ ซึ่งจะต้องทำให้เย็นโดยทันที ด้วยการใช้ไซโคลนเย็น ก่อนจะถูกปล่อยลงสู่เครื่องร่อนแป้ง เพื่อให้อนุภาคของแป้งมีความสม่ำเสมอ แป้งที่แห้งแล้วจะถูกร่อนผ่านตะแกรงก่อนที่จะบรรจุลงสู่ไซโลโดยส่วนใหญ่ไซโลจะมีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะบรรจุแป้งที่เกิดจากการผลิตใน 24 ชั่วโมงได้ การบรรจุแป้งลงถุงของโรงงานที่มีขนาดเล็กจะใช้ระบบกึ่งอัตโนมัติ ส่วนโรงงานที่มีขนาดใหญ่จะใช้ระบบอัตโนมัติในการเปิดถุงและบรรจุ

ภาพที่ 13 การบรรจุใส่ถุงผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 14 แผนผังแสดงขั้นตอนการผลิตแป้งมันสำปะหลัง

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(Siddiqui *et al.* , 1995) ได้ศึกษาผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและมนุษย์ พบว่าโบรเมตไม่ระเหยและดูดซับบนดินหรือตะกอนเนื่องจากเป็นสารออกซิแดนท์ที่แรงที่สุดโอกาสที่จะเกิดปฏิกิริยากับสารอินทรีย์นำไปสู่การก่อตัวของโบรไมด์ไอออนระดับสิ่งแวดล้อม และน้ำปกติจะไม่พบโบรเมตในน้ำ การเปลี่ยนโบรไมด์เป็นโบรเมตโอโซนอาจได้รับผลกระทบจากสารอินทรีย์ธรรมชาติ pH และอุณหภูมิ

ปัจจัยอื่นๆ การเพิ่มขึ้นของโบรเมตสัมพัทธ์ขึ้นอยู่กับมาตรการที่ใช้การเปรียบเทียบ (เมื่อเวลาผ่านไป หรือเป็นฟังก์ชั่นของความเข้มข้น×เวลา หรือ CT) การใช้ CT ได้รับการแนะนำเป็นตัวบ่งชี้ที่มีประโยชน์มากขึ้นเพื่ออธิบายอัตราสัมพัทธ์ของโบรเมตการก่อตัวเพราะมันยังให้ตัวบ่งชี้พร้อมกันเพื่อประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อโรค (von Gunten,et al 2001) อัตราการก่อตัวของโบรเมตไอออนอาจเพิ่มขึ้นตามไปด้วยอุณหภูมิ (Awwarf, 1991; Siddiqui & Amy, 1993) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาอีกมากมาย ผลของความเป็นด่างต่อการก่อตัวของโบรเมตในระหว่างการเติมโอโซนแสดงให้เห็นว่าเพิ่มความเป็นด่างเพิ่มการสะสมโบรเมต (Siddiqui *et al.,* 1995) อย่างไรก็ตาม อัตราการก่อตัวของโบรเมตในช่วงโอโซนได้รับผลกระทบจากโอโซนลักษณะเฉพาะ ดังนั้น CT ขนาดเล็กอาจส่งผลให้โอโซนมีความเสถียรน้อยลงด้วยอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นและ ความเป็นด่าง ทุกปัจจัยเท่ากันโบรไมด์ความเข้มข้นและปริมาณโอโซนเป็นตัวทำนายที่ดีที่สุดของการเกิดโบรเมตในระหว่าง ozonation (IPCS, 2000)

(Jackson, L.K., *et al*. ,1998) พบว่าโบรเมตไอออนเป็นสารอนินทรีย์ที่มีความเสถียรมากที่อุณหภูมิห้อง และไม่ระเหยโบรเมตไอออนในน้ำดื่มเกิดจากการนำน้ำดิบซึ่งมีโบรไมด์ไอออนอยู่แล้วตามธรรมชาติมาผ่านโอโซนทำให้โบรไมด์ไอออนถูกออกซิไดซ์เป็นโบรเมตไอออนหรือกรดไฮโปโบรมัส (HOBr) ซึ่งโบรเมตไอออนจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของโอโซน อันตรายของโบรเมตไอออนต่อสุขภาพ คือ ทำให้ความสามารถในการได้ยินลดลง คลื่นไส้อาเจียน เจ็บช่องท้อง ไตวาย และอาจก่อให้เกิดมะเร็ง โดยองค์การอนามัยโลก (WHO) ได้กำหนดมาตรฐานโบรเมตไอออนในน้ำดื่มได้ไม่เกิน 25 ppb

(กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์และมูลนิธิวิทยาศาสตร์การแพทย์ , 2013) ได้ศึกษาการประเมินความเสี่ยงจากโบรเมตในน้ำดื่มบรรจุขวดและน้ำแร่ธรรมชาติ พบน้ำดื่มบรรจุขวด 20 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยของสารโบรเมตอยู่ที่ 14.9 Mg / L และน้ำแร่ 21 ตัวอย่าง มีโบรเมตมีค่าเฉลี่ยโบรเมตอยู่ที่ 20.5 Mg / L สูงกว่าที่องค์การอนามัยโลกกำหนด สำหรับการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งนั้นสมมุติว่ามีการดื่มน้ำดื่มยี่ห้อหนึ่งเป็นประจำ แล้วเกิดมีสารโบรเมตปริมาณเท่าไหร่ก็ไม่รู้ ก็อาจมีความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งเมื่ออายุ 70 ปี หมายความว่าในคนที่ดื่มน้ำที่มีสารโบรเมต 7 ใน 1 แสนคนจะเป็นมะเร็งเมื่ออายุ 70 ปี คือเวลาพูดถึงความเสี่ยงที่ จะเป็นมะเร็งคนอาจจะมองว่าไม่เยอะ พอจะยอมรับได้บ้าง แต่เมื่อใดก็ตามถ้าดื่มน้ำที่มีค่าโบรเมตปริมาณมากความเสี่ยงก็มากขึ้นด้วย

(นิรันดร แร่กาสินธุ์ และคณะ ,2015) ได้ทำจากการตรวจวิเคราะห์น้ำดื่มบรรจุขวดที่มีระบบฆ่าเชื้อด้วยโอโซน และน้ำแร่ธรรมชาติ ที่ผลิตในจังหวัดชุมพร ระนอง สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช จำนวน 30 ตัวอย่าง และ 4 ตัวอย่าง ตามลำดับ พบว่าน้ำดื่มบรรจุขวดไม่พบการปนเปื้อนโบรเมต และพบการปนเปื้อนโบรเมตในน้ำแร่ธรรมชาติ จำนวน 1 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 25 และจำแนกจำนวนตัวอย่างเป็นรายจังหวัดได้ดังตารางที่ 1 จากการขอข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับระบบการผลิต พบว่าร้อยละ 30 ของแหล่งผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดมีการใช้ระบบกรองแบบรีเวอร์สออสโมซิส และจากผลการตรวจวิเคราะห์พบว่าไม่มีการปนเปื้อนโบรเมต เนื่องจากระบบรีเวอร์สออสโมซิสสามารถกรองไอออนต่างๆ ออกไปได้ (WHO, 2004) ทำให้ไม่มีโบรไมด์ไปทำปฏิกิริยากับโอโซน จึงทำให้ไม่มีการปนเปื้อนโบรเมต แต่ในกระบวนการผลิตน้ำแร่ธรรมชาติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 199 (พ.ศ.2543) เรื่อง น้ำแร่ธรรมชาติ ต้องไม่ทำให้สารประกอบที่สำคัญเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้น หากในน้ำดิบมีโบรไมด์เมื่อทำปฏิริยากับโอโซนก็สามารถเกิดเป็นโบรเมตได้ (WHO, 2005)

(Calderon , 2019) ได้ศึกษาการปนเปื้อนโบรเมตในน้ำดื่ม และผัก ผลไม้ในชิลี โดยพบปริมาณโบรเมตในน้ำดื่มความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุดของโบรเมตในน้ำดื่ม 18.5 Mg / L ในผักพบ 9.52 Mg/ L ในผลไม้พบ 12 Mg / L นอกจากนี้โบรเมตในน้ำดื่มยังมีปริมาณมากกว่าภูมิภาคอื่นๆ ที่มีการศึกษาข้อมูล

(Alomirah. H. F. , 2020) ได้ศึกษาการการปนเปื้อนของโบรเมตในน้ำดื่มในคูเวต และประเมินความเสี่ยงสุขภาพของผู้บริโภค โดยพบโบรเมตในตัวอย่างน้ำประปาเกือบทั้งหมดที่ 19.6 Mg / L ซึ่งสูงกว่าระดับที่ยอมรับได้ คือ 10 Mg / L ความเข้มข้นเฉลี่ยของโบรไมด์ในตัวอย่างน้ำประปาเท่ากับ 46.2 Mg/L ซึ่งในกลุ่มเด็กอายุ 3-5 ปี พบว่ามีความเสี่ยงต่อการเกิดโรงมะเร็ง เนื่องจากพบปริมาณโบรเมตสูงสุดของโบรเมตที่ 15.4 Mg / L

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการสำรวจการปนเปื้อนของโบรเมตที่ตกค้างในน้ำและใช้ในกระบวนการผลิต ในผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลังดิบ โดยมีวัสดุและอุปกรณ์ และพื้นที่ศึกษา ดังนี้

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

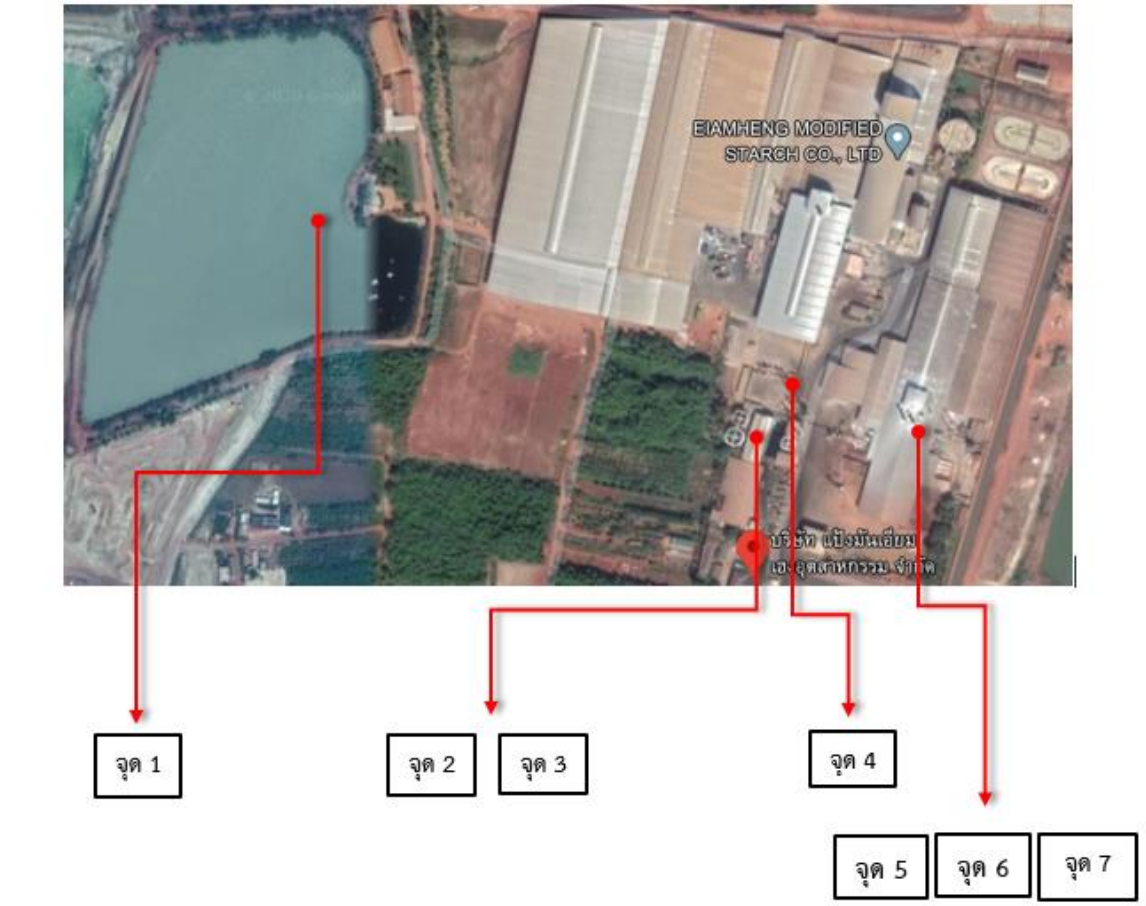
1. ขวดดูแรน 1000 มิลลิลิตร
2. บีกเกอร์สแตนเลส
3. ถุงพลาสติก
4. กระดาษทิชชู่
5. ถุงมือ

3.2 สารเคมี

1. แอลกอฮอล์ 70 %

3.3 พื้นที่ศึกษา

บริษัท เอี่ยมเฮงอุตสาหกรรม จำกัด ตั้งอยู่ที่ 15 หมู่ 12 ตำบลกุดโบสถ์ อำเภอเสิงสาง จังหวัดนครราชสีมา บ่อน้ำดิบ เป็นบ่อกักเก็บน้ำขนาดกลาง มีต้นกำเนิดมาจากลุ่มแม่น้ำลำปลายมาศ ตัวบ่อน้ำเป็นดินร่วนปนทราย บริเวณโดยรอบมีบ้านพักสำหรับไว้บริการแขกและลูกค้า ปัจจุบันได้มีการพัฒนาระบบการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาจัดสร้างหอถังส่งน้ำและท่อส่งน้ำ ขนาดท่อน้ำเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้วความหนาของท่อน้ำ 2 มิลลิเมตร ระยะทาง 5 กิโลเมตร



ภาพที่ 15 พื้นที่ศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำ น้ำแป้ง แป้งหมาด และแป้งแห้ง ใน 7 จุด บริเวณ บริษัท เอี่ยมเฮงอุตสาหกรรม จำกัด ตำบลกุดโบสถ์ อำเภอเสิงสาง จังหวัดนครราชสีมา

3.4 จุดสำรวจ

ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่าง 7 จุด ดังนี้

จุดที่ 1 น้ำดิบ (บ่อลูกบน) Fresh water

จุดที่ 2 น้ำประปา (ก่อนผ่านกรอง) Outdoor

จุดที่ 3 น้ำประปา (หลังผ่านกรอง) Indoor

จุดที่ 4 น้ำในถังแชมเปญ (Used water)

จุดที่ 5 น้ำแป้ง (Slurry)

จุดที่ 6 แป้งหมาด (Wet cake)

จุดที่ 7 แป้งแห้ง (Dry starch)

3.5 ระยะเวลาการเก็บตัวอย่าง

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำและผลิตภัณฑ์แป้ง วันที่ 4 ธันวาคม 2562 และ วันที่ 28 มกราคม 2563 เวลา 10.00-11.00 น.

3.6 การเก็บตัวอย่าง

3.5.1. เก็บตัวอย่างน้ำ 4 จุด

3.5.1.1 น้ำจากบ่อน้ำดิบ ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

3.5.1.2 น้ำประปา (ก่อนกรอง) ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

3.5.1.3 น้ำประปา (หลังกรอง) ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

3.5.1.4 น้ำในถังแชมเปญ ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

3.5.2. เก็บตัวอย่างน้ำแป้ง ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

3.5.3. เก็บตัวอย่างแป้งแห้ง แป้งหมาด ถุงละ 2 กิโลกรัม อย่างละ 1 ถุง

3.5.4. ส่งตัวอย่างไปตรวจวิเคราะห์ที่ บริษัท ศูนย์ห้องปฏิบัติการและวิจัยทางการแพทย์และการเกษตรแห่งเอเชีย จำกัด

3.5.5. นำผลที่ได้มาวิเคราะห์

3.5.6. สรุปผล

บทที่ 4
ผลการศึกษา

ในการสำรวจการปนเปื้อนของโบรเมตในน้ำ ใช้ในกระบวนการผลิตในผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลังดิบ โดยการเก็บตัวอย่างในเดือน ธันวาคม 2562 และ มกราคม พ.ศ. 2563 ผลสำรวจการปนเปื้อนของโบรเมตที่ตกค้างในน้ำและใช้ในกระบวนการผลิต ในผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลังดิบมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 การปนเปื้อนของโบรเมตในน้ำและใช้ในกระบวนการผลิตในผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลังดิบ

ไม่พบการปนเปื้อนของโบรเมตในน้ำและในผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลัง ที่มาจากการปนเปื้อนจากน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตในผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลังดิบ ในบริษัท เอี่ยมเฮงอุตสาหกรรม จำกัด อำเภอเสิงสาง จังหวัดนครราชสีมา ทั้งตัวอย่างน้ำ และผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลังดิบ

ตัวอย่างที่ทดสอบ : น้ำดิบ (บ่อลูกบน) Fresh water				
รายการตรวจสอบ	**ผล**		**หน่วย**	**ค่ามาตรฐานที่องค์การอนามัยโลกกำหนด**
	ครั้งที่ 1	**ครั้งที่ 2**		
1. Bromate	ไม่พบ	ไม่พบ	mg/L	10 mg/L
2. Bromide Ion	ไม่พบ	ไม่พบ	mg/L	10 mg/L
3. Chlorate	0.016	ไม่พบ	ppm	0.8 ppm
4. Chloride	16.51	16.75	mg/L	250 mg/L

ตารางที่ 1 ตัวอย่างที่ทดสอบ : น้ำดิบ (บ่อลูกบน)

ตัวอย่างที่ทดสอบ : น้ำประปา (ก่อนผ่านกรอง) Outdoor				
รายการตรวจสอบ	**ผล**		**หน่วย**	**ค่ามาตรฐานที่องค์การอนามัยโลกกำหนด**
	ครั้งที่ 1	**ครั้งที่ 2**		
1. Bromate	ไม่พบ	ไม่พบ	mg/L	10 mg/L
2. Bromide Ion	ไม่พบ	ไม่พบ	mg/L	10 mg/L
3. Chlorate	0.259	0.203	ppm	0.8 ppm
4. Chloride	1.23	38.31	mg/L	250 mg/L

ตารางที่ 2 ตัวอย่างที่ทดสอบ : น้ำประปา (ก่อนผ่านกรอง)

ตัวอย่างที่ทดสอบ : น้ำประปา (หลังผ่านกรอง) Outdoor				
รายการตรวจสอบ	**ผล**		**หน่วย**	**ค่ามาตรฐานที่องค์การอนามัยโลกกำหนด**
	ครั้งที่ 1	**ครั้งที่ 2**		
1. Bromate	ไม่พบ	ไม่พบ	mg/L	10 mg/L
2. Bromide Ion	ไม่พบ	ไม่พบ	mg/L	10 mg/L
3. Chlorate	0.470	0.373	ppm	0.8 ppm
4. Chloride	2.22	38.19	mg/L	250 mg/L

ตารางที่ 3 ตัวอย่างที่ทดสอบ : น้ำประปา (หลังผ่านกรอง)

ตัวอย่างที่ทดสอบ : น้ำในถังแชมเปญ (Uesd water)				
รายการตรวจสอบ	**ผล**		**หน่วย**	**ค่ามาตรฐานที่องค์การอนามัยโลกกำหนด**
	ครั้งที่ 1	**ครั้งที่ 2**		
1. Bromate	ไม่พบ	ไม่พบ	mg/L	10 mg/L
2. Bromide Ion	ไม่พบ	ไม่พบ	mg/L	10 mg/L
3. Chlorate	0.084	0.051	ppm	0.8 ppm
4. Chloride	22.54	26.12	mg/L	250 mg/L

ตารางที่ 4 ตัวอย่างที่ทดสอบ : น้ำในถังแชมเปญ

ตัวอย่างที่ทดสอบ : น้ำแป้ง (Slurry)				
รายการตรวจสอบ	**ผล**		**หน่วย**	**ค่ามาตรฐานที่องค์การอนามัยโลกกำหนด**
	ครั้งที่ 1	**ครั้งที่ 2**		
1. Bromate	ไม่พบ	ไม่พบ	mg/L	10 mg/L
2. Bromide Ion	ไม่พบ	ไม่พบ	mg/L	10 mg/L
3. Chlorate	0.322	0.051	ppm	0.8 ppm
4. Chloride	0.00	26.12	mg/L	250 mg/L

ตารางที่ 5 ตัวอย่างที่ทดสอบ : น้ำแป้ง

ตัวอย่างที่ทดสอบ : แป้งหมาด (Wet cake)				
รายการตรวจสอบ	**ผล**		**หน่วย**	**ค่ามาตรฐานที่องค์การอนามัยโลกกำหนด**
	ครั้งที่ 1	**ครั้งที่ 2**		
1. Bromate	ไม่พบ	ไม่พบ	mg/L	10 mg/L
2. Bromide Ion	ไม่พบ	ไม่พบ	mg/L	10 mg/L
3. Chlorate	0.406	0.27	ppm	0.8 ppm
4. Chloride	0.00	0.00	mg/L	250 mg/L

ตารางที่ 6 ตัวอย่างที่ทดสอบ : แป้งหมาด

ตัวอย่างที่ทดสอบ : แป้งแห้ง (Dry starch)				
รายการตรวจสอบ	**ผล**		**หน่วย**	**ค่ามาตรฐานที่องค์การอนามัยโลกกำหนด**
	ครั้งที่ 1	**ครั้งที่ 2**		
1. Bromate	ไม่พบ	ไม่พบ	mg/L	10 mg/L
2. Bromide Ion	ไม่พบ	ไม่พบ	mg/L	10 mg/L
3. Chlorate	0.462	0.24	ppm	0.8 ppm
4. Chloride	0.00	0.00	mg/L	250 mg/L

ตารางที่ 7 ตัวอย่างที่ทดสอบ : แป้งแห้ง

หมายเหตุ : ค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค

0 - 75 มิลลิกรัมต่อลิตร เรียก น้ำอ่อน

75 - 100 มิลลิกรัมต่อลิตร เรียก น้ำกระด้างปานกลาง

150 – 300 มิลลิกรัมต่อลิตร เรียก น้ำกระด้าง

300 มิลลิกรัมต่อลิตร เรียก น้ำกระด้างมาก

ที่มา : ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 332 (พ.ศ. 2521) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่องกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 95 ตอนที่ 68 ลงวันที่ 4 กรกฎาคม 2521

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการสำรวจ เมื่อพิจารณาจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 7 จุด ผลการตรวจวิเคราะห์ไม่พบการปนเปื้อนของโบรเมตที่ตกค้างในน้ำดิบและผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลังดิบ เนื่องจากบริษัท แป้งมันเอี่ยมเฮงอุตสาหกรรม จำกัด มีระบบรีเวอร์สออสโมซิสที่สามารถกรองไอออนต่างๆ ออกไปได้ (WHO, 2004) ทำให้ไม่มีโบรไมด์ไปทำปฏิกิริยากับโอโซน จึงทำให้ไม่มีการปนเปื้อนโบรเมต แต่ในกระบวนการผลิตน้ำแร่ธรรมชาติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 199 (พ.ศ. 2543) เรื่อง น้ำแร่ธรรมชาติ ต้องไม่ทำให้สารประกอบที่สำคัญเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้น หากในน้ำดิบมีโบรไมด์เมื่อทำปฏิริยากับโอโซนก็สามารถเกิดเป็นโบรเมตได้ (WHO, 2005) ส่วนครอเรตเกิดจากคลอรีนในน้ำประปาที่เกิดขึ้นจากการใช้เพื่อฆ่าเชื้อโรค ทำให้เกิดสารอินทรีย์ในรูปอื่นๆ เช่น คลอโรฟอร์ม และไตรคลอโรเอทีลีน เป็นต้น แต่ก๊าซโอโซนสามารถเกิดออกซิไดซ์แล้วกลายเป็นคลอเรตไอออน ส่วนครอไรด์มีการเติมลงไปจึงพบในกระบวนการผลิตเพื่อใช้ในการผลิต ผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลังดิบ อย่างไรก็ตามครอเรตและครอไรด์ที่พบในทุกตัวอย่างมีปริมาณไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการบริโภค

5.2 อภิปรายผล

จากการศึกษาเบื้องต้นเพื่อตรวจสอบการปนเปื้อนของโบรเมตที่ตกค้างในผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลัง ที่อาจมาจากการปนเปื้อนจากน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตในผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลังดิบ ในบริเวณ บริษัท เอี่ยมเฮงอุตสาหกรรม อำเภอเสิงสาง จังหวัดนครราชสีมา จากการศึกษาเบื้องต้นของตัวอย่างน้ำ น้ำแป้ง แป้งหมาด และแป้งแห้ง ที่ทำการเก็บตัวอย่างมาตรวจวิเคราะห์พบว่าไม่มีการปนเปื้อนของสารโบรเมตซึ่งอาจเกิดจากระบบรีเวอร์สออสโมซิสหรือการกรองโดยใช้เยื่อกรอง Membrane ที่มีความละเอียดถึง 0.0001 ไมครอนในการกรองซึ่งทำให้สารละลาย สิ่งปนเปื้อน รวมทั้งเชื้อโรคต่างๆ ที่มีขนาดใหญ่กว่ารูพรุนของเยื่อกรอง Membrane ไม่สามารถแทรกผ่านไปได้ มีเพียงโมเลกุลของน้ำบริสุทธิ์เท่านั้นที่สามารถไหลผ่าน โดยสารละลายและจะถูกแยกออกจากน้ำดีและกำจัดออกจากระบบ เพื่อป้องกันการตกค้างและสะสมภายในเยื่อเมมเบรน ซึ่งจะยอมให้เฉพาะ

อณูของน้ำหรือของธาตุที่เล็กกว่าน้ำเท่านั้นที่ซึมผ่านไปได้ และจะสกัดสิ่งสกปรก เชื้อโรค ไวรัส สารเคมีและสารพิษต่างๆที่ปะปนกับน้ำดิบได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยยังคงเหลือแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์แก่ร่างกาย ทั้งนี้ทำให้ผลการวิเคราะห์ไม่พบการปนเปื้อนของโบรเมต.(เชิดชาย ปิติวัชรากุล ,2559)

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงความเสี่ยงในการสะสมของสารโบรเมต การรักษาและวิธีการควบคุมของสารโบรเมต

บรรณานุกรม

Husam F Alomirah, (2020). ศึกษาการการปนเปื้อนของโบรเมตในน้ำดื่มในคูเวตและประเมินความเสี่ยงต่อผู้บริโภค [ออนไลน์]. เข้าถึงจาก https://bit.ly/2VMOiND. (วันที่ค้นข้อมูล : 20 ธันวาคม 2562)

ทิพวรรณ นิ่งน้อย (2556). ศึกษาการประเมินความเสี่ยงจากโบรเมตในน้ำดื่มบรรจุขวดและน้ำแร่ธรรมชาติ.[ออนไลน์]. เข้าถึงจาก https://2www.me/GTN3q. (วันที่ค้นข้อมูล : 20 ธันวาคม 2562)

นิรันดร แร่กาสินธุ์ และคณะ (2558). สำรวจปริมาณโบรเมตในน้ำดื่มและน้ำแร่ธรรมชาติบรรจุขวด.[ออนไลน์]. เข้าถึงจาก https://2www.me/rnM1P. (วันที่ค้นข้อมูล : 20 ธันวาคม 2562)

Siddiqui MS and Amy G (1995). การก่อตัวของโบรเมตไอออน. วารสาร American Water Works Association.ปีที่ 23 (ฉบับที่ 2). เข้าถึงได้จาก https://bit.ly/3aMw0R5. (วันที่ค้นข้อมูล : 20 ธันวาคม 2562)

Calderon , Jung Kim (2019). ศึกษาการปนเปื้อนโบรเมตในน้ำดื่ม และผัก ผลไม้ในชิลี. [ออนไลน์]. เข้าถึงจาก https://bit.ly/2Q9ObZ3. (วันที่ค้นข้อมูล : 20 ธันวาคม 2562)

นวพรรษ บุญชาญ (2556). การประเมินความเสี่ยงจากโบรเมต. [ออนไลน์]. เข้าถึงจาก https://2www.me/yLbax. (วันที่ค้นข้อมูล : 20 ธันวาคม 2562)

ประวัติย่อผู้ทำวิจัย

ชื่อ กาญจนา สุขคุ้ม
วันเดือนปีเกิด 10 เมษายน 2541
สถานที่เกิด อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน 70 หมู่ 3 บ้านโชคอำนวย ตำบลกุดชมภู อำเภอพิบูลมังสาหาร
จังหวัดอุบลราชธานี 34110
ตำแหน่งหน้าที่การงาน นักศึกษา
สถานที่ทำงานปัจจุบัน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา อำเภอเมือง
จังหวัดนครราชสีมา 30000
ประวัติการศึกษา
พ.ศ. 2559 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
จากโรงเรียนพิบูลมังสาหาร อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี
พ.ศ. 2562 ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
จากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

ชื่อ สุธิสา งาคม
วันเดือนปีเกิด 1 พฤศจิกายน 2540
สถานที่เกิด อำเภอแวงใหญ่ จังหวัดขอนแก่น
สถานที่อยู่ปัจจุบัน 250 หมู่ 11 บ้านรัตนะวดี ตำบลโนนทอง อำเภอแวงใหญ่
จังหวัดขอนแก่น 40330
ตำแหน่งหน้าที่การงาน นักศึกษา
สถานที่ทำงานปัจจุบัน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา
30000
ประวัติการศึกษา
พ.ศ. 2559 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
จากโรงเรียนท่านางแนววิทยายน อำเภอแวงน้อย จังหวัดขอนแก่น
พ.ศ. 2562 ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
จากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา