

บทที่ 2

พฤติกรรมและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ปัญหาเกี่ยวกับโลหะหนักเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างยิ่งทั้งนี้ เพราะสารพิษดังกล่าวมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจด้วยความเป็นพิษของโลหะหนักต่อสิ่งมีชีวิตนั้น ขึ้นอยู่กับปริมาณและชนิดของสิ่งมีชีวิตกับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันออกไป การศึกษาของผลกระทบมีมานานแล้ว แต่ที่ได้รับการยอมรับและเห็นผลชัดที่สุด คือ ประเทคโนโลยีปูนที่อ่าวมินามาตะเนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่บริเวณอ่าวปล่อยน้ำเสียที่มีprotothip เป็นแหล่งสู่อ่าว ทำให้เกิดการสะสมอยู่ในปลา เมื่อประชาชนในบริเวณนั้นกินปลาที่มีprotothip เป็นสารสะสมอยู่ก็ทำให้มีการสะสมเอาไว้ในร่างกายจนถึงขีดที่เป็นอันตราย นอกจากนี้ยังมีการศึกษาพบว่าprotothip ในสภาพของสารประกอบอินทรีย์ จะถูกจุลินทรีย์เปลี่ยนสภาพให้เป็นprotothip และprotothip ได้ protothip ซึ่งสุดท้ายจะเกิดการตกตะกอนลงสู่ดินตะกอนได้น้ำ แต่ protothip และ protothip ไม่คงตัว เมื่อทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ในดินตะกอนและจะละลายกลับไปในน้ำ ได้อีกและในที่สุดจะเข้าสู่วงจรลูกริบอุ่นอาหารและสะสมอยู่ในปลาเป็นจำนวนมากเนื่องจากprotothip และ protothip จะถูกขับออกมากตามลำบาก สำหรับโลหะหนักอื่นๆ เช่น ตะกั่ว ทองแดง แคลแมกนีเซียม โครเมียม สังกะสี และเหล็ก ที่สามารถเข้าสู่วงจรลูกริบอุ่นอาหารและสะสมในปลา และมนุษย์ได้เช่นเดียวกับprotothip (พรพิมล ห่อสุวรรณชัย, 2542)

2.1 โลหะหนัก

โลหะหนัก (heavy metal) หมายถึงโลหะที่มีความถ่วงจำเพาะสูงตั้งแต่ 5.0 จิ้น/ໄบโคyi ไม่รวมโลหะที่เป็น例外คือไดน์และโลหะหนัก例外คือไดน์ เอ็นเอร์ทซิง โดยทั่วไปจะเป็นธาตุในตารางธาตุที่มีเลขอะตอมอยู่ในช่วง 23-92 และอยู่ในช่วง 4-7 ของตารางธาตุ โลหะหนักจึงมีทั้งหมด 68 ธาตุ จำกัดจำนวนธาตุที่เป็นโลหะหนักทั้งหมด 83 ธาตุ โดยทั่วไปโลหะหนัก จะมีสถานะเป็นของแข็ง ยกเว้นprotothip ที่เป็นของเหลวที่อุณหภูมิเป็นปกติ มีคุณสมบัติทางกายภาพ คือการนำไฟฟ้าและความร้อนได้ดีมีความมันเหนียวสามารถจารุมตัวกับสารอื่นเป็นสารประกอบเชิงซ้อนได้หลายรูปแบบที่เสถียรกว่าโลหะอิสระ โดยเฉพาะเมื่อร่วมตัวกับสารประกอบอินทรีย์ (รัชดา บุญแก้ว และวรรณฤทธิ์ หวั่นเช้ง, 2545)

2.1.1 โครเมียม (Chromium)

เป็นธาตุเคมีในตารางธาตุซึ่งมีสัญลักษณ์คือ Cr มีหมายเลขอะตอมเป็น 24 โครเมียมเป็นโลหะมันวาวสีเทา และมีจุดหลอมเหลวสูง ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และสามารถดึงขึ้นรูปได้ โครเมียมมีสูตรเคมี คือ Cr โดยที่สารโครเมียมมีความสามารถนำมาใช้งานด้านอุตสาหกรรมได้อย่างกว้างขวาง นำมาผสมกับโลหะทำให้เกิดความแข็งแรงมีความเหนียวทนทานทำให้โลหะไม่เป็นสนิมทนต่อ

การผุกร่อน โลหะ โครเมียมบริสุทธิ์ใช้มากในอุตสาหกรรมชุบ โลหะด้วยไฟฟ้า สารประกอบของ โครเมต (Chromate) ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา อุตสาหกรรมฟอกหนัง การข้อมสีบนสัตว์ เห็นได้ว่าประ โยชน์ของ โครเมียม และสารประกอบของ โครเมียมมีประ โยชน์มาก many แต่อันตราย ของ โครเมียมก็มีอยู่ไม่น้อย เช่น สูดหายใจเอาฝุ่นละอองหรือควันของเกรด โครมิก ก็จะทำให้ระบบทางเดินหายใจส่วนต้นบริเวณจมูกโดยแพ่นกันระหว่างจมูกซึ่งเป็นกระดูกอ่อนทำลายและทำให้เป็นมะเร็งที่ปอด นอกจากนี้การสัมผัสกับฝุ่นละออง หรือสารละลายของกรด โครมิกทำให้ผิวน้ำ ขัดเสบ โครเมียมในน้ำมีสองรูปคือ Cr^{+6} และ $\text{Cr}^{+3}\text{Cr}^{+6}$ มีพิษมากกว่าและพบได้มากกว่า Cr^{+3} จะพบน้อยมาก อุตสาหกรรมหลายอย่างมีการใช้ โครเมียมทั่วไปทั้งรูป โลหะและสารประกอบ เช่น ใน อุตสาหกรรมชุบ โลหะใช้เป็นสารห้ามสนิมในหอระบายความร้อนเป็นต้น ดังนั้น โครเมียมจึงเข้าสู่ แหล่งธรรมชาติได้โดยการระบายน้ำเสียของโรงงานพอกนี้ เนื่องจาก โครเมียมมีพิษต่อร่างกายจึง กำหนดให้มี โครเมียม (Cr^{+3} และ Cr^{+6}) ในน้ำดื่มน้ำไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร (ออนไลน์เข้าถึงได้ จาก: <http://www.warehouse.mnre.go.th/portal/>)

ข้อมูลทั่วไปของ โครเมียม (Cr – Chromium)

ชื่อชาตุ	: Chromium
สัญลักษณ์	: Cr
เลขอะตอม	: 24
Atomic Weight	: 51.9961
หมู่ที่	: 6
ชื่อหมู่	: -
ค่าบ	: 4
จุดหลอมเหลว	: 1863°C
จุดเดือด	: 2672°C
ความหนาแน่น (300K) g/cm ³	: 7.19
สี	: เงินแบบ โลหะ
สถานะปกติ (ณ อุณหภูมิห้อง)	: ของแข็ง
Electronegativity	: 1.66
การจัดเรียงอะตอม	: [Ar]3d ⁵

2.1.2 แหล่งที่พนโครเมียม

โครเมียมเป็นธาตุที่พบตามธรรมชาติในดิน หิน พืช สัตว์ ผู้คนจากปล่องภูเขาไฟ แหล่งที่พบโครเมียมที่ดีที่สุด คือ ในบีย์สต์ (Brewer's yeast) นอกจากนั้นก็ยังพบใน เมล็ดธัญพืช และซีเรียล ซึ่งปกติจะถูกทำลายไปในระหว่างกระบวนการผลิตเบียร์บางขี้ห้อก็อาจจะมีโครเมียมในปริมาณมาก (ออนไลน์เข้าถึงได้จาก : <http://www.chemtrack.org/News>)

2.1.3 คุณสมบัติเฉพาะตัวของโครเมียม

โครเมียมเป็นโลหะมั่นวาวสีเทา ที่สามารถขัดเป็นใบได้ และมีจุดหลอมเหลวสูง ไม่มีสี ไม่มีกลิ่นและสามารถตีบีนรูปได้ ใช้เคลือบผิวโลหะอื่น ๆ ทำให้ผิวนั้นมั่นวาว ไม่เป็นรอยเปื้อน ใช้ในการทำเหล็กด้า สะแตนเลส คัวเยมีอนกัน

สถานะออกซิเดชันที่ปราศภูมิคือ +2+3 และ +6 โดยที่ +3 เสถียรที่สุด +1, +4 และ +5 ปราศภูมิคือ สารประกอบโครเมียมที่มีสถานะ +6 เป็นตัวออกซิไดซ์ อนุภาคสูง

โครเมียมทำปฏิกิริยากับออกซิเจนทำให้เกิดชั้นอนออกไซด์บางๆ ที่ป้องกันการทำปฏิกิริยาเพิ่มเติมกับโลหะที่อยู่ภายใต้ (ศศิเกย์ ทองยงค์, 2520)

2.1.4 คุณสมบัติเชิงกลของโครเมียม

เนื่องจากการผลิต โครเมียมมีหลายขั้นตอนการทำให้คุณสมบัติเชิงกลของโลหะ โครเมียมแตกต่างกันมาก จากเอกสารอ้างอิงได้กล่าวไว้ว่า คุณสมบัติเชิงกลของ โครเมียมดังนี้

โครเมียมผลิตโดยกรรมวิธีแยกด้วยไฟฟ้า มีความต้านทานแรงดึง 83 MPa อัตราการยืดตัว และ Reduction of area 0% โดยดูดส ผลกระทบ การยืดหุ้น 0.248 GPa ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

โลหะ โครเมียมผลิตโดยกรรมวิธีใช้ Iodide หรือ Iodide chromium ในสภาพตีอัดบีนรูปได้ เป็นแท่งที่อุณหภูมิห้อง มีความต้านทานแรงดึง 413 MPa จุดคลาย (0.2 %) 362 MPa อัตราการยืดตัว 44 % และ Reduction of area 78% ภายหลังเมื่ออบความร้อนให้เกิดการตกผลึกใหม่ (Recrystallized) ความต้านทานแรงดึงลดลงเหลือ 282 MPa ไม่สามารถยืดตัวได้ (% elongation และ Reduction of area 0%) (มนัส สติรจินดา, 2538)

2.1.5 การนำไปใช้ประโยชน์

1. งานโลหกรรมใช้ในการป้องกันการกัดกร่อน และทำให้เกิดความมั่นวาว
2. ใช้เป็นส่วนผสมในสี
3. เป็นคาดตัวสี
4. โครโน่ต์ใช้ทำแม่พิมพ์สำหรับการเผาอิฐ
5. เกลือโครเมียมใช้ในการเคลือบหนัง

6. โปเปเทสเซียมไคโครเมตเป็นสารทำปฏิกิริยาใช้ในการทำความสะอาดเครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการและเป็นสารทำการไตเตอร์นอกจากนี้ยังใช้ในการทำให้สีขมวดฝ้า
7. โครเมียม (IV) ออกไซด์ ใช้ผลิตเทปแม่เหล็ก มีประสิทธิภาพสูงกว่าเทปที่ผลิตจากเหล็กออกไซด์
8. การป้องกันการกัดกร่อนในการเจาะปอ
9. อาหารเสริมหรือยาลดน้ำหนัก ส่วนใหญ่เป็นโครเมียม (III) คลอไรด์
10. โครเมียมเชกซ์คาร์บอนิล ($\text{Cr}(\text{CO})_6$) ใช้ผสมลงในเบนซิน
11. โครเมียมโนไทรด์ใช้เป็นตัวนำไฟฟ้าอุณหภูมิสูง
12. โครเมียม (III) ชัลเฟต ใช้เป็นสีเขียว ในสีเซอร์รามิกวาร์นิช และหมึกรวมทั้งการเคลือบโลหะ (ออนไลน์เข้าถึงได้จาก: <http://th.wikipedia.org/wiki>)

2.1.6 ประโยชน์ของโครเมียม

1. ช่วยลดระดับคลอเรสเตรออลในร่างกาย จากหลักฐานการศึกษาวิจัยพบว่า โครเมียม (ทั้งในรูปแบบพิกโคลินेटและอื่นๆ) พบร่วมกับน้ำตาลในร่างกายให้คงที่ (ในขบวนการย่อยสลายการมีนิบทบาทไปเพิ่ม HDL (High Density Lipoprotein) หรือคลอเรสเตรออลชนิดดีและลดระดับคลอเรสเตรออลทั้งหมด

2. ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดและโรคเบาหวาน ในผู้ป่วยโรคเบาหวาน แบบที่ 2 โครเมียมมีส่วนในการช่วยรักษาปริมาณน้ำตาลในร่างกายให้คงที่ (ในขบวนการย่อยสลายการโนไไตรด) ในงานวิจัยพบว่าอินซูลินที่หลังจากดับอ่อนจะมีความสัมพันธ์กับระดับน้ำตาลในเลือด แต่ปัจจุบันคือเซลล์ร่างกายผู้ป่วยไม่ตอบสนองต่ออินซูลิน โครเมียม เป็นส่วนประกอบของสารที่เรียกว่า GTF (Glucose tolerance factor) โดยทำงานร่วมกับไนอาซิน และกรดอะมิโน อีกหลายชนิดจะไปช่วยกระตุ้นให้เซลล์ร่างกายตอบสนองต่ออินซูลิน ได้ดียิ่งขึ้น ช่วยให้ระดับน้ำตาลเข้าสู่ระดับปกติ มีการทดลองซึ่งเป็นการทดลองแบบที่ห้องผู้ทดสอบและผู้ถูกทดสอบจะไม่มีทราบเลยว่าได้ยาที่มีส่วนผสมของโครเมียม หรือไม่มี เพื่อตัดตัวแปรด้านความรู้สึกของผู้เข้าการทดลองที่อาจจะมีผลต่อการวัดผลในประสิทธิภาพของโครเมียม ซึ่งผลการทดลองสนับสนุนสรรพคุณด้านการลดน้ำตาลในเลือดของโครเมียม เนื่องจากโครเมียม ช่วยในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด และช่วยในการทำให้ glucose tolerance ดีขึ้น ดังนั้นการได้รับโครเมียมมีประโยชน์ต่อผู้ป่วยโรคเบาหวาน ชนิดที่ 2 คนที่มีอาการระดับน้ำตาลในเลือดต่ำก็มีอาการดีขึ้นเมื่อได้รับโครเมียม 200 ไมโครกรัม

3. ช่วยลดน้ำหนักมีเพียงโครเมียมพิกโคลินेटที่แสดงผลในเรื่องนี้คือมันไปช่วยเร่งการเผาผลาญไขมันในร่างกายและไปเพิ่มมวลกล้ามเนื้อมีการศึกษาเมื่อปี 1998 โดยมีอาสาสมัครสุขภาพดีจำนวน 122 คนที่เป็นสมาชิกของเซลล์กลับต่างๆ ในแทเกซัสได้รับโครเมียม จำนวน 400 ไมโครกรัม

ต่อวัน ของโครเมียมพิกโคลินेटหรือยาหลอกเป็นระยะเวลาติดต่อกัน 3 เดือน คนที่ได้รับโครเมียมนี้ ในมันในร่างกายลดลง 2.72 กิโลกรัม (2.7 กิโลกรัม) ขณะที่คนที่ได้รับยาหลอกลดลงเพียง 3 ปอนด์

นอกจากนี้จากผลการทดลองดังกล่าวจึงมีการใช้โครเมียมพิกโคลินेटในกลุ่มผู้รักการออกกำลังกายเพื่อที่จะช่วยเพิ่มมวลกล้ามเนื้อและลดไขมันในร่างกายมีอัตราการเผาผลาญโครเมียมพิกโคลินे�ตร่วมกับการออกกำลังการอย่างสม่ำเสมอ (ออนไลน์เข้าถึงได้จาก : <http://health.deedeejang.com>)

2.1.7 อันตรายของโครเมียม

1. แผลที่เกิดจากโครเมียม (Chrome ulcers) เกิดจากสะสมของผุนละอองของโครเมียมซึ่งโดยมากจะเริ่มที่ร้อยละของผิวนัง พบรากที่สุดที่โคนเล็บมือ ตามข้อนิ้วมือหรือหลังเท้า มีลักษณะเป็นแผลวงกลม ขอบค่อนข้างบาง บุ๋มเล็กลงไปมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร หรือเล็กกว่า มองดูคล้ายถูกตะปูเจาะ แม้ว่าแผลนั้นจะไม่เจ็บปวดแต่คันมากในเวลาอันสั้น ต่อไปแผลนั้นจะเกิดการติดเชื้อขึ้นทำให้ลุก烂ไปถึงข้อต่อใกล้เคียงอาจต้องตัดนิ้วทิ้ง ผุนของเกลือโครเมียมหรือควันของกรดโครมิกอาจตกลงบนหนังตาหรือที่ปลายจมูก อาจทำให้เกิดแผลขึ้นได้ เช่นเดียวกัน

2. ผิวนังอักเสบ (Dermatitis) บริเวณมือ แขน ใบหน้า และหน้าอก ผิวนัง บริเวณนี้จะเกิดอักเสบขึ้น หลังจากคนงานทำงานมาแล้วประมาณ 6 เดือน ในรายที่เป็นมากจะมีสีแดงเข้ม และบวมบริเวณที่อักเสบ จะคันมาก มีอาการเจ็บแสบด้วย

3. ผนังกันในจมูกถูกเจาะทะลุ เมื่อสูดหายใจเข้าวันของกรด โครมิกหรือผุนของโครเมียม เป็นจมูก ถูกทำลายจนเป็นรูทะลุ ซึ่งการทะลุของแผ่นกันจมูกนี้จะไม่รักษาเจ็บปวดแต่อย่างใด แต่จะรู้ตัวเมื่อมีเสียงหือหรือดึงจมูกแบบลงแล้วเท่านั้น

4. มะเร็งของปอดมักจะเกิดกับคนที่สูดหายใจเอาโครเมียมเข้าไปทุกวันติดต่อกันเป็นเวลานานๆ เป็นอันตรายแก่ชีวิต เพราะไม่มีภารกิจให้หาย

2.2 มาตรฐานโลหะหนัก

กรมควบคุมมลพิษได้กำหนดค่ามาตรฐานของการปนเปื้อนโครเมียมดังนี้

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ปิดสนิท

คุณลักษณะ	ค่านิคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่ามาตรฐาน (เกณฑ์อนุโรมสูงสุด)
ทางเคมี	โครเมียม (Cr)	มก./ล.	0.05

ตารางที่ 2.2 มาตรฐานน้ำทึ้งลงบ่อนำ้ำคาด

คุณลักษณะ	ตัวนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่ามาตรฐาน
ทางเคมี	โครเมียม (Cr)	มก./ล.	2.0

ตารางที่ 2.3 มาตรฐานคุณภาพน้ำไดคิน

คุณลักษณะ	ตัวนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่ามาตรฐาน
ทางเคมี	โครเมียมชนิดเข็ก ขาวเลนท์	มก./ล.	ต้องไม่เกิน 0.05

ตารางที่ 2.4 มาตรฐานคุณภาพน้ำทึ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

คุณลักษณะ	ตัวนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน
ทางเคมี	1) โครเมียมชนิดเข็กขาวเลนท์ (Hexavalent Chromium)	ไม่เกิน 0.25 มก./ล.
	2) โครเมียมชนิดไตรวาเลนท์ (Trivalent Chromium)	ไม่เกิน 0.75 มก./ล.

ที่มา : ออนไลน์เข้าถึงได้จาก : <http://www.pcd.go.th>

2.3. วิธีการกำจัดโลหะหนักในน้ำเสียมีหลายวิธีดังนี้

2.3.1. การตกตะกอน (Precipitation) เป็นวิธีที่นิยมใช้บานานแล้ว โดยเติมสารเคมีลงไปในน้ำทึ้ง เพื่อทำปฏิกิริยากับโลหะที่ละลายอยู่ เกิดตะกอนแยกออกจากน้ำได้ ตัวอย่างเช่น การไฮดรอกไซด์ ออกไซด์ คาร์บอเนต ชัลไฟด์ โลหะหนักแต่ละชนิดสามารถตกตะกอนได้ที่ pH เช่นเดียวกัน เช่นตะกั่วตกตะกอนไฮดรอกไซด์ได้ที่ pH 7.5-9.5 แคนเดเมียมสามารถตกตะกอนด้วยไฮดรอกไซด์ได้ที่ pH 9.5-152.5 ตะกั่ว และสังกะสี ถ้าปรับ pH ให้สูงมากเกินไป จะเกิดเป็นพลัมเบท และซิงเคท ซึ่งสามารถกลับไปละลายได้อีก การตกตะกอนไฮดรอกไซด์จะจำเป็นต้องเลือกปรับ pH ให้เหมาะสม สำหรับโลหะแต่ละชนิดในน้ำเสีย

2.3.2. การแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange) วิธีนี้อาศัยเรซินเป็นตัวแยกโลหะหนักออก จากสารละลายโดยให้เกิดการแลกเปลี่ยน ไอออนในสารละลายกับ ไอออนบนผิวเรซิน ซึ่งเรซินเป็นตัวแลกเปลี่ยนประจุบวก เป็นพวงกรดอินทรีย์ที่ไม่ละลายอาจเป็นพวงซัลโฟนิก หรือ

การ์บอคซิลิกເອໜີກ ວິທີການແລກປັບປຸງໄອອອນນີ້ເໜາະສໍາຫັນກຳຈັດໂລທະໜັກທີ່ມີປຣິມາຜົນນຶ່ອຍ ແລະ ໄກປະສິທິກາພໃນກຳຈັດສູງ ມີຂໍ້ຈຳກັດຄື່ອດັ່ນນໍ້າເສີຍມີສາຮປນເປື້ອນໜີດອື່ນຍູ່ຕ້ອງກຳຈັດກ່ອນ ທີ່ຈະຜ່ານເຂົາເຮັດວຽກ ເພື່ອໃໝ່ມີປຣິທິກາພສູງສຸດ ເຊັ່ນ ນໍ້າເສີຍທີ່ມີສາຮອິນທີ່ຢູ່ປັນຍູ່ ຕ້ອງກຳຈັດອອກກ່ອນ ໂດຍຜ່ານຄອລັນນີ້ດ່ານກົມນັນຕົ້ນ

2.3.3 ກາຣະເໝຍ (Evaporation) ເປັນວິທີຈ່າຍາ ທີ່ໃຊ້ກັນນາກວິທີໜີ່ໂດຍກຳຈັດນໍ້າອອກຈາກ ນໍ້າເສີຍຈະໃຊ້ໄດ້ພົດຕືກໃນການທີ່ມີໂລທະໜັກໃນນໍ້າເສີຍມີປຣິມາຜົນນຶ່ອຍເທົ່ານັ້ນ

2.3.4 ຮີເວອ່ຣ໌ສອອສໂນໜີສ (Reverse Osmosis) ວິທີນີ້ກຳຈັດໂລທະໜັກໂດຍໃຊ້ຄວາມດັນສູງ ພ່ານເໜີມເພົມໃບລົມເບຣນ ຜົ່ງຈະຍອນໄທໄອອອນນາງໜີດເທົ່ານັ້ນທີ່ຜ່ານໄດ້ແລະຕ້ອງໃຊ້ຄວາມດັນສູງ ແລະຕ້ອງເສີຍຄ່າໃຊ້ຈ່າຍໃນການເລືອກເມນເບຣນທີ່ໃຊ້ໄດ້ແກ່ ເຊລຸໂລສ ອະຊີເຕເກ ພອລິເມີມິດ ພອລິຟຸແຣນ ວິທີນີ້ໃຊ້ກຳຈັດໂລທະໜັກ ໃນນໍ້າເສີຍຈາກໂຮງງານອຸດສາຫກຮ່ວມໜູນໂລທະ ດ້ວຍໄຟຟ້າ ນໍ້າເສີຍຈາກ ກະບວນການລ້ຳກາພ

2.3.5 ກາຣສັດດ້ວຍຕົວທຳລະລາຍ ເປັນວິທີການທີ່ແຍກໂລທະໜັກອອກຈາກສາຮລະລາຍ ໂດຍການ ເຕີນຕົວທຳລະລາຍທີ່ສາມາດລະລາຍໂລທະໜັກໄດ້ຄືກ່າວ່າ ວິທີນີ້ມີຂໍ້ເສີຍຄ່ອງ ດ້ວຍຈ່າຍຂອງຕົວທຳລະລາຍທີ່ ໃຊ້ໃນການສັດຄ່ອນຂັ້ງສູງ

2.3.6 ອີເລັກໂຕໂຄະໄລຈີສ ວິທີການນີ້ໃຊ້ກະແສໄຟຟ້າແຍກໂລທະໜັກອອກໂດຍໃໝ່ຜ່ານ ເພົມໃບລົມເບຣນຂໍ້ເສີຍຂອງວິທີການທີ່ມີຄ່າ ຮາຄາແພງ

2.3.7 ອອກຊີເຕັນ-ຮີດກັບ (Oxidation-Reduction) ໃຊ້ມາກໃນໂຮງງານໜູນໂລທະໜີ່ສົ່ງ ສາຮ ປະກອບໂລທະຕ່າງໆ ເລື່ອປັນຍູ່ ໃນກຳຈັດຕ້ອງເຕີມສາຮເຄມືລົງໄປເພື່ອທຳປົງກິໂຮຍາອອກຊີເຕັນກັບ ໂລທະໜັກທີ່ຕ້ອງການກຳຈັດ ທຳໄໝໂລທະໜັກປັບປຸງຢູ່ໄປເປັນສາຮປະກອບອື່ນທີ່ໄໝເປັນພິຍຫຼື ຕກຕະກອນໄດ້ ສາຮເຄມືທີ່ເປັນຕົວທຳໄໝເກີດປົງກິໂຮຍາອອກຊີເຕັນ ເຊັ່ນ ອອກຊີເຈັນໂອໂໂຈນ ຄລອຣິນ ໄກໂປໂຄລອໄຣົດ ເປົ້ອງແນການເນັດ ສ່ວນສາຮເຄມືທີ່ທຳໄໝເກີດປົງກິໂຮຍາຮີດກັບ ໄດ້ແກ່ ເຟອຮສ້າລັເຟ ໂໂຮເຄີນເມຕາໄບເປົ້ອງແນັດ ກັບເຟອຣ໌ໄດ້ອອກໄໝ໌ (ສົມບັນດາ ຕະນະສະ, 2543)

2.3.8 ກາຣໃຊ້ວິທີທາງຮຽນໜາຕີ (Natural treatment) ເປັນທີ່ວິທີການທາງກາຍກາພ ເຄນີ ແລະ ຂໍວິທີກາພປະກອບກັນນາມປຽບສະກັບນໍ້າເສີຍທີ່ມີໂລທະປນເປື້ອນຍູ່ໃໝ່ນ້ອຍລົງ ໂດຍນໍ້າເສີຍມາຜ່ານພື້ນທີ່ ຜູ້ນໍ້າເຊື່ອປະກອບດ້ວຍ ດິນ ຈຸລິນທີ່ ແລະບຣ່າກາສ ໂລທະໜັກຈະຖຸກຈັນໄວ້ໂດຍອາສີຕົວຄຸດໜັບ ກາຣຕກພຶກ ແລະການແລກປັບປຸງປະກຸງ ໂດຍທ່ວ່າໄປຈະຕ້ອງມີຄ່າພື້ເອຂຂອງນໍ້າເສີຍຫຼືອົບຮົວພື້ນທີ່ ບຳນັດນໍ້າເສີຍມາກກ່າວ່າ 7 ຈຶ່ງຈະໄດ້ປຣິທິກາພຂອງການບຳນັດຍູ່ໃນຮະດັບສູງ ແຕ່ລ້າພື້ເອຂຕໍ່ກ່າວ່າ 7

จะเกิดปัญหาโลหะหนักละลายปนกับน้ำออกจากระบบได้ (จิราพร เพ็ญจำรัส และพนอมแก้วพรัตน์, 2548)

2.4 การนำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนโดยเมื่อ

โดยทั่วไปโดยเมื่อขึ้นกอกบัดด้วยวิธีการตกลงกัน โดยใช้สารเคมีช่วยให้เกิดการรวมตัวกันของโลหะและตกลงสู่ด้านล่างตามแรงของพันธะเคมีและแรงโน้มถ่วง อย่างไรก็ตามวิธีการนี้ไม่สามารถลดความเข้มข้นของโดยเมื่อได้มากกว่าค่ามาตรฐานของกุญแจสิ่งแวดล้อม และการตกลงกันยังมีปัญหาและผลเสียที่ตามมา เช่น เกิดการรวมตัวของตกลงโลหะเหลือตกลงหลังการนำบัด ใช้เวลานำบัดนานและมีค่าใช้จ่ายสูงสำหรับห้องฟิติกอน วิธีเมมเบรนพิวเทอร์ชั่น และอัลตร้าพิวเทอร์ชั่น ก็ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการนำบัดโดยเมื่อแต่เดิมในโดยต้องการพลังงานสูง ดังนั้นจึงมีค่าใช้จ่ายที่สูงมากเช่นกัน การแลกเปลี่ยนอ่อนอาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่แก้ปัญหาการเกิดตกลงหลังการนำบัด แต่เป็นเทคโนโลยีสำหรับประเทศที่พัฒนาแล้ว จากวิธีการนำบัดข้างต้นจึงสามารถสรุปได้ว่า ทุกวิธียังมีข้อจำกัดทางเศรษฐกิจมีค่าใช้จ่ายในระบบและการจัดการที่สูง ดังนั้นวิธีการต่างๆ เหล่านั้นจึงไม่สามารถเป็นตัวเลือกที่ดีและตรงตามความต้องการของโรงงานอุตสาหกรรม

2.5 การนำบัดโดยเมื่อโดยวิธีการดูดซับ

การดูดซับเป็นระบบที่วัตถุชนิดเด็กๆ หรือโมเลกุลต่างๆ ถูกดูดซับบริเวณพื้นผิวของตัวกลางตัวกลางที่เป็นที่นิยมมากที่สุดในอุตสาหกรรมคือถ่านกัมมันต์ ชิลิกาเจล และอุบลินั่มนึ่งจากเป็นตัวกลางที่มีพื้นที่ผิวมาก อย่างไรก็ตามเนื่องด้วยความยากลำบากและระบบที่ซับซ้อนในการผลิตถ่านกัมมันต์นั้นมีราคาที่สูงอยู่ ดังนั้นจึงมีงานวิจัยมากmany ที่ศึกษาเกี่ยวกับสารชีวภาพเพื่อนำมาใช้เป็นตัวกลางแทนที่ถ่านกัมมันต์ สารชีวภาพเหล่านี้มีราคาต่ำ และส่วนใหญ่เป็นของเกษตรกรรม เช่นเปลือกกะลามะพร้าว ชานอ้อย และเปลือกกลุกยาง (ชาลิต ตันวิสุทธิ์, 2549)

2.5.1 กระบวนการดูดซับ (Absorption)

กระบวนการดูดซับเป็นวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้กันมากในด้านการนำบัดน้ำเสีย เนื่องจากสามารถกำจัดสารปนเปื้อนขนาดเล็กจนถึงขั้นโมเลกุล ซึ่งไม่อาจจัดได้โดยวิธีการตกลงกันหรือการกรองธรรมชาติ โดยอาศัยความสามารถเฉพาะตัวของสารในการดึงโมเลกุลของสารปนเปื้อนให้มาเกาะที่ผิวของตัวดูดซับ เรียกปรากฏการณ์ที่สารปนเปื้อนมาเกาะที่ผิวว่า กระบวนการดูดซับ (Adsorption) ตัวที่ทำหน้าที่ดูดซับเรียก ตัวดูดซับ (Adsorbent) ส่วนโมเลกุลที่มาเกาะติดที่ผิวตัวดูดซับเรียก ตัวถูกดูดซับ (Adsorbate) ปรากฏการณ์การดูดซับนี้เกิดขึ้นระหว่าง 2 พื้นผิว (Surface) โดย

ที่ตัวถูกดูดซับจะไปเกาะที่ผิวของตัวดูดซับ ซึ่งได้แก่ พื้นผิวระหว่างของเหลวกับของแข็ง พื้นผิวระหว่างของแข็งกับก้าช พื้นผิวระหว่างของแข็งกับของแข็ง และพื้นผิวระหว่างของเหลว กับของเหลว กระบวนการดูดซับเหล่านี้สามารถเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่นสารอินทรีย์และโลหะ ถูกดูดซับในดินหรือตะกอนดินในทะเล มหาสมุทร และแม่น้ำ กระบวนการดูดซับที่เกิดขึ้นโดย มนุษย์ เช่น การใช้สารกัมมันต์ในการดูดซับเพื่อกำจัดสิ่งปนเปื้อนจากอากาศและน้ำ กระบวนการ ดูดซับนี้มีการนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในด้านวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมหลายด้าน ด้วยกัน เช่น การใช้ดินเหนียวดูดซับยาฆ่าแมลงในดินหรือดูดซับโลหะหนักจาก Landfill เพื่อป้องกัน การปนเปื้อนของสารพิษที่จะลงสู่ชั้นน้ำได้ดี

2.5.2 ประเภทของตัวดูดซับ (Adsorbent)

ตัวดูดซับแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

- สารอนินทรีย์ ได้แก่ ดินเหนียวชนิดต่างๆ แมกนีเซียมออกไซด์ แอคติเวตเต็ด ซิลิกา (Activated Silica) เป็นต้น สารธรรมชาติมักมีพื้นที่ผิวจำเพาะประมาณ 50 – 200 ตารางเมตร ต่อกรัม แต่ตัวดูดซับประเภทสารอนินทรีย์นี้สามารถจับโนเลกุลหรือคลอสตอคได้เพียงไม่กี่ชนิดทำ ให้การใช้ประโยชน์จากสารดูดซับประเภทอนินทรีย์มีข้อจำกัดมาก

- ถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) อาจจัดเป็นสารอนินทรีย์สังเคราะห์แต่เป็น ตัวดูดซับที่ดีกว่าสารอนินทรีย์ชนิดอื่นๆ จึงเป็นที่นิยมกันมากเนื่องจากเป็นถ่านที่ผ่านกระบวนการตีบุบเพื่อให้มีความพรุนมากและมีพื้นที่ผิวจำเพาะสูงโดยทั่วไปมีพื้นที่ผิวประมาณ 450-1500 ตารางเมตร ต่อกรัม และมีขนาดรูพรุนตั้งแต่ 10-10000 อั้งสตรอม ถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากชิ้นส่วนของพืชและสัตว์ จะมีแร่ธาตุที่เป็นอันตรายน้อยกว่าถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากถ่านหิน (สิริชั่น ตะนุสະ, 2543)

- ประเภทสารอินทรีย์ ได้แก่ สารเรซินแลกเปลี่ยน ไอออน (Ion Exchange Resin) สังเคราะห์ขึ้นมาเพื่อกำจัดสารอินทรีย์ต่างๆ สารเรซินเหล่านี้มีพื้นที่ผิวจำเพาะประมาณ 300-500 ตารางเมตรต่อกรัม ซึ่งถือว่ามีค่าต่ำเมื่อเทียบกับพื้นที่ผิวจำเพาะของถ่านกัมมันต์ แต่เรซินมีข้อ ได้เปรียบมากกว่าคือ สามารถปรับสภาพนำมาใช้ใหม่ได้ง่ายและสารที่ใช้มีราคาถูก เช่น เกลือแกง (สิริชั่น ตะนุสະ, 2543)

2.5.3 รูปแบบของการดูดซับ

การดูดซับนิ่ว รูปแบบ ดังนี้

1. การดูดซับทางกายภาพ (Physisorption) ไม่เลกุลของตัวถูกดูดซับ (Adsorbate) ขึ้นติดกับผิwtัวดูดซับ (Adsorbent) โดยแรงวนเดอร์วัลล์ที่อ่อน (Weak Van Der Waal's force) เรียกกระบวนการดูดซับทางกายภาพนี้ว่า การดูดซับ (Adsorption) ซึ่งเป็นกระบวนการแบบผันกลับได้ (Reversible Process) ส่วนของวนการที่ตัวดูดซับหลุดออกจากผิwtัวดูดซับ เรียกว่า Desorption ไม่เลกุลของตัวถูกดูดซับจะอยู่บนผิwtัวดูดซับในลักษณะซ้อนกันเป็นหลายชั้นเรียกว่า Multilayer

2. การดูดซับทางเคมี (Chemisorption) ไม่เลกุลของตัวถูกดูดซับขึ้นติดอยู่กับผิwของตัวดูดซับ โดยพันธะเคมีที่แข็งแรง ซึ่งมีความแข็งแรงมากกว่าแรงวนเดอร์วัลล์และยากต่อการเกิด Desorption การดูดซับทางเคมีนี้ไม่เลกุลตัวถูกดูดซับจะอยู่บนผิwtัวดูดซับในลักษณะที่เป็นชั้นเดียว เรียกว่า Monolayer (สิริชื่น ตะนุสະ, 2543)

2.5.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดูดซับ

1. สมบัติของสารที่ถูกดูดซับ

ก) ความสามารถในการละลาย สารที่มีความสามารถในการละลายสูง จะถูกดูดซับได้น้อย เนื่องจากก่อนที่จะเกิดกระบวนการดูดซับขึ้นจะต้องมีการทำลายพันธะของตัวถูกละลาย และตัวทำละลายก่อนที่จะเกิดการดูดซับ ซึ่งถ้าไม่มีการทำลายพันธะก็จะไม่สามารถเกิดการดูดซับได้

ข) น้ำหนักและขนาดของไม่เลกุล ถ้าน้ำหนักไม่เลกุลและขนาดไม่เลกุลของสารที่ถูกดูดซับเพิ่มขึ้นความสามารถในการดูดซับจะเพิ่มขึ้น และไม่เลกุลที่มีโครงสร้างเป็นกิ่ง (Branched Chain) จะถูกดูดซับได้ก็ว่าไม่เลกุลที่เป็นตรง (Straight Chain)

ค) ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) การดูดซับเกิดขึ้นกับสภาพความเป็นกรดด่างของพื้นผิwtัวดูดซับ เช่น หาก pH ลดลงส่งผลให้เกิดไฮโตรเนียมไอออน (H_3O^+) ที่พื้นผิwtัวดูดซับเพิ่มขึ้นทำให้การดูดซับไอออนลบเกิดได้มากขึ้น

ง) อุณหภูมิ การเพิ่มอุณหภูมิจะทำให้การแพร่ผ่านของสารที่ถูกดูดซับลงไปยังรูพรุนของตัวดูดซับเร็วขึ้น แต่จะส่งผลให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างไม่เลกุลของสารที่ถูกดูดซับกับพื้นผิwtัวดูดซับอ่อนลง (สิริชื่น ตะนุสະ, 2543)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จินตนา สายวรรณ (2545) ได้ทำการศึกษาการกำจัดโครเมี้ยมในน้ำทึ้งจากโรงงานชุบโครเมี้ยม โดยใช้พอลิอิเล็กโทร ไอล์ที่มีประจุบวก คือ พอลิไดอัลลิคเคมทิลแอน โนเนียคลอไรด์ (น้ำหนักโมเลกุลมากกว่า 10000 Dalton) จับกับสาร โครเมี้ยมซึ่งอยู่ในรูปโครเมตแอน ไอออน เกิดเป็นสารเชิงซ้อน โมเลกุลใหญ่ของพอลิอิเล็กโทร ไอล์-โครเมตพอลิอิเล็กโทร ไอล์เพื่อการกรอง โครเมตแบบอัลตราไฟว์-เตอร์ชัน เมื่อนำไปกรองด้วยอัลตราไฟว์เตอร์ชันที่ใช้เมมเบรน มีค่าการตัดทึ้งน้ำหนักโมเลกุล เท่ากับ 10000 Dalton ให้ค่ารีเจ็กชันได้คือถึง 99.78% เมื่อใช้อัตราส่วนของ พอลิอิเล็กโทร ไอล์ต่อโครเมต เท่ากับ 20:1 การกรองโครเมตจากโรงงานชุบโครเมี้ยม ใช้อัตราส่วนของ พอลิอิเล็กโทร ไอล์ต่อโครเมตเริ่มต้นที่ 20:1 เพียงครั้งเดียว แต่การกรองได้ทำโดยเติมน้ำเสียลงไปเท่าปริมาตรเริ่มต้นถึง 4 ครั้ง นอกจากนี้การกรองอัลตราไฟว์เตอร์ชันของตัวอย่างน้ำเสียจริงไม่มี ตะกอนของ ไอออนเกิดขึ้นเหมือนการศึกษาน้ำเสียสังเคราะห์ และชัลเฟต์ ไอออน 60-77% ถูกจับอยู่ ในรีเทนเนท แต่ไอออนอื่นถูกจับไว้น้อย เนื่องจากตัวอย่างน้ำเสียมีความเป็นกรดมากกว่าน้ำเสีย สังเคราะห์

นงพะงา สุวพิศ และภารวิณี สุวรรณ (2545) ทดสอบความเป็นไปได้ในการนำเปลือกหอยแดง และเปลือกหอยใหญ่ มาใช้ในการกำจัดโครเมี้ยมที่มีปริมาณน้อยในน้ำตัวอย่าง โดยวิธีการผ่าน colloidal โดยทำการทดสอบที่ระดับความสูงของชั้นตัวกลางที่ต่างกัน อัตราการ ไหลของน้ำตัวอย่างที่ต่างกัน และความเข้มข้นที่ต่างกัน จากผลการทดลองพบว่า ที่ความสูง 15, 30, 45 และ 50 เซนติเมตร เปลือกหอยแดงสามารถกำจัดโครเมี้ยมได้ 77.1, 80.7, 80.8 และ 82.6 % ตามลำดับ และเปลือกหอยใหญ่สามารถกำจัดโครเมี้ยมได้ 86.3, 87.5, 91.7 และ 92.4 % ตามลำดับ พบว่าที่ชั้นความสูงของชั้นตัวกรองที่ 50 เซนติเมตร สามารถกำจัดโครเมี้ยมได้ดี ทั้งหอยแดงและหอยใหญ่ ที่อัตราการ ไหลของน้ำเสีย 2 และ 3 มิลลิลิตรต่อนาที เปลือกหอยแดงสามารถกำจัดโครเมี้ยมได้ 83.4 และ 78.7 % ตามลำดับ เปลือกหอยใหญ่สามารถกำจัดโครเมี้ยมได้ 93.2 และ 91.8 % ตามลำดับ พบว่าที่อัตราการ ไหลของน้ำเสียที่ 2 มิลลิลิตรต่อนาที สามารถกำจัดโครเมี้ยมได้ดี และที่ความเข้มข้น 1, 5, 10, 25 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร เปลือกหอยแดงสามารถกำจัดโครเมี้ยมได้ 82.3, 81.7, 68.6, 51.3 และ 50.2 % ตามลำดับ เปลือกหอยใหญ่สามารถกำจัดโครเมี้ยมได้ 92.5, 80.8, 77.9, 60.8 และ 54.7 % ตามลำดับพบว่าที่อัตราการ ไหลของน้ำเสียที่ 1 มิลลิลิตรต่อนาที สามารถกำจัดโครเมี้ยมได้ดี เมื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีทางสถิติที่ระดับความสูง มีค่าความสัมพันธ์ของเปลือกหอยแดงเท่ากับ 0.928 และเปลือกหอยใหญ่เท่ากับ 0.972 ที่อัตราการ ไหลมีค่าความสัมพันธ์ของเปลือกหอยแดงเท่ากับ -1.00 และเปลือกหอยใหญ่เท่ากับ 1.00 ที่ความเข้มข้นมีค่าความสัมพันธ์ของเปลือกหอยแดงเท่ากับ -0.888 และเปลือกหอยใหญ่เท่ากับ -0.912

ประสังค์ ออมสิริพานิชย์ (2545) ได้ทำการบำบัดน้ำเสียที่ปั้นเป็นปืนโครเมียมโดยการเติมผงถ่านกัมมันต์ในกระบวนการตะกอนเร่ง โดยที่โครเมียมจะถูกพับมากในน้ำเสียที่มาจากการฟอกหันงและอุตสาหกรรมฟอกหันงและอุตสาหกรรมวงจรไฟฟ้า โครเมียมเป็นโลหะหนักที่จัดว่าเป็นพิษต่อชีวภาพในระบบที่มีในระบบบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยา ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการกำจัดทางเคมีกายภาพในเบื้องต้นก่อนที่จะนำน้ำเสียไปบำบัดทางชีววิทยา อย่างไรก็ตามจากการศึกษาพบว่าระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่งมีความสามารถที่จะทนทานต่อปริมาณโครเมียมที่ปั้นเป็นปืนในน้ำเสียในระดับหนึ่ง งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงผลของผงถ่านกัมมันต์ที่มีต่อการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่งที่มีโครเมียมปั้นเป็นปืนอยู่ จากการทดลองแบบต่อเนื่องในห้องปฏิบัติการ โดยใช้น้ำเสียสังเคราะห์ที่มีค่า COD ประมาณ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีโครเมียมอยู่ในระดับเข้มข้น 2.5, 5.0 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร พบร่วมกับประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียไม่ได้รับผลกระทบมากนัก เมื่อมีปริมาณโครเมียมถึง 10 มิลลิกรัมต่อลิตร และประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจะสูงขึ้นเมื่อมีการเติมผงถ่านกัมมันต์ลงไปในระบบบำบัดน้ำเสีย และพบว่าเมื่อขังไม่ได้เติมผงถ่านกัมมันต์ลงไปในน้ำเสียที่มีโครเมียมผสมอยู่ สามารถกำจัด COD ได้ร้อยละ 86, 89 และ 88 ตามลำดับ และกำจัดโครเมียมได้ร้อยละ 13, 9 และ 5 ตามลำดับ เมื่อมีการเติมผงถ่านกัมมันต์ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถกำจัด COD ได้ร้อยละ 91, 92 และ 89 ตามลำดับ และกำจัดโครเมียมได้ร้อยละ 25, 17 และ 9 ตามลำดับ และเมื่อเพิ่มปริมาณผงถ่านกัมมันต์เป็น 5.5 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถกำจัด COD ได้ร้อยละ 93, 93 และ 91 และกำจัดโครเมียมได้ร้อยละ 29, 22 และ 15 ตามลำดับ

ปวีณา หนูคง และคณะ (2545) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดโครเมียมในน้ำเสียโดยใช้หมากและสาคูเป็นวัสดุคุณภาพซึ่งโดยศึกษาถึงผลของค่าความเป็นกรด-เบส เริ่มต้นของน้ำเสียความเข้มข้นเริ่มต้นของโครเมียม อุณหภูมิ เวลาที่การคุณภาพเข้าสู่สมดุล ขนาดอนุภาคของวัสดุคุณภาพซึ่ง ระหว่างค่าความจุการคุณภาพของวัสดุคุณภาพ ผลการศึกษาพบว่าค่าความเป็นกรด-เบสที่เหมาะสมสำหรับการคุณภาพโครเมียมด้วยหมากและสาคูคือ 3.0 และ 5.0 ตามลำดับ ความเข้มข้นเริ่มต้นของโครเมียมเท่ากับ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 30 องศาเซลเซียส เวลาที่การคุณภาพเข้าสู่สมดุลเท่ากับ 24 ชั่วโมง ขนาดอนุภาคที่เหมาะสมคือ 60 เมช และค่าความจุการคุณภาพโครเมียมของวัสดุหมากและสาคูมีค่าเท่ากับ 8.63 และ 7.85 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อนำสภาวะที่เหมาะสมนี้ไปใช้ในการกำจัดโครเมียมในน้ำเสียพบว่าหมาก และสาคู สามารถกำจัดโครเมียมได้ร้อยละ 81.90 และ 78.21 ตามลำดับ

วัลยา เพียรธนวนต์ และรัตรี ก้าวภักดี (2546) ทำการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดโครเมียมโดยใช้ตัวกลางเศษเหล็ก การทดลองนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การทดลองแบบคอลัมน์ต่อเนื่องและการทดลองแบบตัวอย่างที่ทำการทดลองในน้ำเสียสังเคราะห์และน้ำเสียโรงจานจากการทดลองแบบคอลัมน์ต่อเนื่องพบว่าความสูงของชั้นตัวกลางเศษเหล็กจะเปรียบเทียบกับ

ประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมียมทั้งในน้ำเสียสังเคราะห์และในน้ำเสียโรงงาน โดยที่ความสูง 20, 40, 60 และ 80 เซนติเมตร ในน้ำเสียสังเคราะห์มีประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมียมเท่ากับ 42.12, 60.67, 75.53 และ 89.51 % ตามลำดับ ส่วนในน้ำเสียโรงงานมีประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมียมเท่ากับ 30.45, 47.54, 64.97 และ 78.24 % ตามลำดับ ส่วนอัตราการไหลเพิ่มขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพลดลง ทั้งในน้ำเสียสังเคราะห์และน้ำเสียโรงงาน โดยที่อัตราการไหล 0.53 BV/hr 1.06 BV/hr 1.59 BV/hr และ 2.12 BV/hr ในน้ำเสียสังเคราะห์มีประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมียมเท่ากับ 92.53, 89.55, 46.26 และ 27.96 % ตามลำดับ ส่วนในน้ำเสียโรงงานมีประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมียมเท่ากับ 84.79, 78.81, 24.06 และ 15.22 % ตามลำดับ สรุปว่าประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมียมในน้ำเสียสังเคราะห์จะสูงกว่าประสิทธิภาพการกำจัดโครเมียมในน้ำเสียโรงงานเนื่องจากในน้ำเสียโรงงานมีการปนเปื้อนของโลหะหนาแน่น และมีความเข้มข้นของโครเมียมสูงกว่าในน้ำเสียสังเคราะห์ จากการทดลองแบบเบตซ์ พบร่วมกับพีเอชต่ำๆ เช่น พีเอช 3 ประสิทธิภาพการกำจัดโครเมียมจะต่ำเนื่องจากแยกไตรวาเลนท์โครเมียมออกจากน้ำเสียได้ยาก และที่พีเอชสูงกว่า 7 ประสิทธิภาพการกำจัดโครเมียมก็จะต่ำ เนื่องจากปฏิกิริยาเรดักชันเกิดขึ้นได้ยาก ดังนั้นพีเอชที่เหมาะสมในการกำจัดโครเมียมคือ พีเอช 5 ผลกระทบของอ่อนล้าทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมียมในน้ำเสียสังเคราะห์เพิ่มขึ้นเล็กน้อย และผลกระทบของอ่อนล้าทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมียมในน้ำเสียสังเคราะห์ลดลงเล็กน้อย

เพลยุประภา คำป้อม (2545) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการกำจัดโครเมียม ไอออนในน้ำเสียจากโรงงานฟอกหนังโดยวิธีตกลงด้วยขี้ถ้าโลย โดยเป็นการศึกษาเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมและประสิทธิภาพของการกำจัดโครเมียม ไอออนในน้ำเสียจากโรงงานฟอกหนังโดยวิธีตกลงด้วยขี้ถ้าโลย โดยใช้ปริมาณขี้ถ้าโลยแตกต่างกัน 6 ระดับ คือ 0, 1.25, 2.5, 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ และทำการศึกษาที่พีเอช 7 ระดับคือ 6, 7, 8, 9, 10, 11 และ 12 ผลการศึกษาพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดโครเมียม ไอออนในน้ำเสียจากโรงงานฟอกหนังโดยวิธีตกลงด้วยขี้ถ้าโลยที่พีเอช 9 ใช้ขี้ถ้าโลย 1.25 เปอร์เซ็นต์ โดยมีประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมียมเท่ากับ 95.79 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการกำจัดโครเมียมในน้ำเสียจากโรงงานฟอกหนังโดยวิธีการตกลงด้วยขี้ถ้าโลยที่อุณหภูมิบรรยายกาศ (24, 25, 27, 30, 33, 35, และ 37 องศาเซลเซียส) เปรียบเทียบกับ 60 องศาเซลเซียส โดยใช้พีเอชเท่ากับ 11 และใช้ปริมาณขี้ถ้าโลย 1 เปอร์เซ็นต์ ผลการศึกษาพบว่าอุณหภูมิดังกล่าวข้างต้นทั้ง 7 ระดับ มีผลต่อการประสิทธิภาพการกำจัดโครเมียมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

สุชาทิพย์ วินทะ ไชย และอภิพงศ์ สักธราพงษ์ (2545) ทำการศึกษาการคุณภาพของโครเมียมและแมงกานีสของตัวคุณภาพที่เหลือใช้จากการเกณฑ์ โดยเลือกใช้ชานอ้อยและเปลือกถั่วในการทดลอง เพื่อต้องการศึกษาประสิทธิภาพของการคุณภาพของโครเมียมและแมงกานีส เมื่อวัสดุคุณภาพแตกต่างกัน โดยกำหนดปริมาณของวัสดุคุณภาพ 2 ก้า คือ 20 และ 40 กรัม ศึกษาประสิทธิภาพของการคุณภาพ โครเมียมและแมงกานีส เมื่ออัตราการให้แลกต่างกัน โดยกำหนดอัตราการให้ลดลงจากคลั่นที่ 10, 20 และ 30 มิลลิลิตรต่อน้ำที่ ศึกษาประสิทธิภาพของการคุณภาพ โครเมียมและแมงกานีส เมื่อมีความเข้มข้นแตกต่างกัน โดยกำหนดความเข้มข้นของโครเมียมและแมงกานีส ก่อนทำการกรอง คือ 1, 10 และ 20 มิลลิกรัมตอลิตร และศึกษาประสิทธิภาพของการคุณภาพ โครเมียมและแมงกานีส เมื่อวัสดุคุณภาพนิดเดียวกันและต่างชนิดกัน ในการศึกษาครั้งนี้สารโครเมียมและแมงกานีสที่ใส่ในน้ำเสียสังเคราะห์ จะใช้สารละลายน้ำตราชาน และวิเคราะห์ผลด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

จากการศึกษาประสิทธิภาพของการคุณภาพ โครเมียมและแมงกานีส เมื่อความเข้มข้นแตกต่างกัน พบว่า ที่ความเข้มข้นน้อย และวัสดุคุณภาพมาก จะมีประสิทธิภาพในการคุณภาพที่ดีกว่าวัสดุคุณภาพน้อยที่มีความเข้มข้นมาก โดยที่ชานอ้อยสามารถคุณภาพ โครเมียมและแมงกานีสได้สูงสุด คือ 98.8 เปอร์เซ็นต์ และจากการทดลองได้สรุปผลว่า วัสดุคุณภาพที่สามารถคุณภาพ โครเมียมและแมงกานีสได้ดีที่สุดคือ ชานอ้อย

อัญชลี จันทวรรณกุ (2546) ได้ศึกษาการกำจัด โครเมียม โดยการตกผลึกในกระบวนการฟลูอิດ ไไซซ์เบด เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสม และมีประสิทธิภาพในการกำจัด โครเมียม โดยวิธีการตกผลึกในกระบวนการฟลูอิດ ไไซซ์เบด และสารทำให้เกิดตะกอน โครเมียม ไฮดรอกไซด์ คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ คลั่มน์ที่ใช้ทดลองทำด้วยอะลิค ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร สูง 3.45 เมตร บรรจุด้วยทรายขนาด 0.8-1.2 มิลลิเมตร ความสูงเบด 1,1.5,2 เมตร ภายใต้สภาวะที่มีการควบคุมระดับพื้นที่ 8.5, 9.0, 9.5 น้ำเสียสังเคราะห์ที่ใช้ในการทดลองกำหนดให้มีความเข้มข้น โครเมียม 5 ระดับ คือ 5, 10, 50, 100, 200 มิลลิกรัมตอลิตร ผลการทดลองพบว่า ความสูงเบด พื้นที่จะเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญในการกำจัด โครเมียม พื้นที่ที่เหมาะสมคือ 9.0 ความสูงของเบดที่ทำให้มีประสิทธิภาพการกำจัดได้ดีคือ 2 เมตร สามารถกำจัด โครเมียมได้ 45-60 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นความเข้มข้นของ โครเมียม 200 มิลลิกรัมตอลิตร เนื่องจากความเข้มข้นของไฮดรอกไซด์ไม่เพียงพอต่อการตกผลึก กลไกการกำจัด โครเมียมด้วยวิธีนี้จะเกิดกลไกการถ่ายเทมวลสารและการตกผลึกบนผิวเม็ดทราย สำหรับการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ในการวิจัยนี้ จะทำให้เกิดตะกอนเบาอัดตัวไม่แน่นบนผิวเม็ดทราย ของแข็งแขวนอยู่จึงมีมากในน้ำที่ผ่านการบำบัด

สิงหา รักย์แก้ว (2540) ทำการศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมี้ยมไออกอนด้วยถ่านกัมมันต์ชนิดเกลือที่ทำจากกลามะพร้าว โดยทำการศึกษาผลของปริมาณถ่านกัมมันต์ ความเข้มข้นเริ่มต้น และค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายโครเมี้ยมที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดโครเมี้ยมไออกอน จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณถ่านกัมมันต์ที่เหมาะสมในการคุณชับโครเมี้ยมไออกอนคือ 2 กรัมต่อลิตร และค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของสารละลายของโครเมี้ยมที่เหมาะสมคือ 3 เมื่อสารละลายโครเมี้ยมมีค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพของถ่านกัมมันต์ในการคุณชับโครเมี้ยมไออกอนจะลดลง

2.7 ชาโน้ออย (bagasse)

หมายถึง เศษที่เหลือจากการหินเนาอ้อยออกจากท่อนอ้อยแล้ว ชาโน้ออยมีความชื้น 46-52 เปอร์เซ็นต์ เส้นใย 43-52 เปอร์เซ็นต์ ของแข็งที่ละลายน้ำได้ (ส่วนใหญ่เป็นน้ำตาล) 2-6 เปอร์เซ็นต์ กรดอะมิโน ได้แก่ aspartic acid 13.25 มิลลิกรัม เปอร์เซ็นต์ threonine 5.58 มิลลิกรัม เปอร์เซ็นต์ methionine 7.84 มิลลิกรัม เปอร์เซ็นต์ valine 3.33 มิลลิกรัม เปอร์เซ็นต์ leucine 5.75 มิลลิกรัม เปอร์เซ็นต์ tyrosine 1.51 มิลลิกรัม เปอร์เซ็นต์ alanine 3.56 มิลลิกรัม เปอร์เซ็นต์ N ของโปรตีนทั้งหมดและยังมีสารที่สามารถดับไข้และการเจริญของเนื้องอก (Antitumor substances 0.1%) อาจเป็นสารพาก polysaccharides ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลที่มีคาร์บอน 6 อะตอม (hexose) และน้ำตาลที่มีคาร์บอน 5 อะตอม (pentose) มี 5, 7-dimethyl apigenin -4 – O- β -D- glucopyranoside (สมศักดิ์ ทองครี, 2547) และชาโน้ออยมีลิกนิน (lignin) เชลลูโลส ชนิด Cross และ Bevan เป็นองค์ประกอบ (ออนไลน์เข้าถึงได้จาก : <http://www.sugarzone.in.th>)

2.7.1 ลักษณะทางพฤกษาศาสตร์ทั่วไปของอ้อย

อ้อย เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจัดอยู่ในวงศ์หญ้า การจำแนกทางพืชจัดเป็นพืชที่มีอุบทาบถูกพันธุ์อ้อยที่ใช้ปลูกในปัจจุบันเกิดจากการผสมข้ามระหว่างพันธุ์ปลูกกับพันธุ์ที่เป็นเครื่องถ่ายตัวกัน

ราก มีระบบราช腐อย (fibrous root system) ในระยะแรกที่ลำต้นอ้อยจะได้รับน้ำและอาหารส่วนใหญ่จากท่อนพันธุ์ รากชุดแรกของท่อนพันธุ์เกิดขึ้นจากปุ่มราชในบริเวณเกิดราชซึ่งจะช่วยคงน้ำและธาตุอาหารจากดินให้แก่ต้นอ่อน เมื่อต้นอ่อนเจริญขึ้นจะเกิดข้อและปล้องสันๆ เป็นจำนวนมากได้ดิน บริเวณข้อของลำต้นได้ดินจะปรากฏปุ่มราชที่จะเกิดเป็นราชของต้นอ้อยส่วนตากของลำต้นได้ดินจะเจริญเติบโตแหงโผล่พ้นเหนือดินเป็นหน่อชุดที่ 2 และหน่อชุดที่ 3 ซึ่งเกิดจากตากของหน่อชุดที่ 2 ตามลำดับ รากของหน่ออ้อยเหล่านี้ จะเจริญเติบโตขึ้นมาทแหนงราชของท่อนพันธุ์ รากจะเจริญเติบโตแตกสาขามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสภาพของดิน และรากจะหยั่งลึกลงดินได้มากขึ้นในกรณีที่หน้าดินลึกหรือการได้ดินลึกได้เพียงพอ

ลำต้น อ้อยสามารถขยายพันธุ์แบบไม่ออาศัยเพศโดยใช้ส่วนของลำต้น ลำต้นอ้อยมีอยู่ 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่อยู่ใต้ดินและเหนือดิน ส่วนที่อยู่ใต้ดินเรียกว่า ตอบหรือเหง้า ส่วนที่อยู่เหนือดินนี้ ความสำคัญทางเศรษฐกิจ เป็นส่วนที่รองรับใบและช่อดอก บริเวณลำต้นหรือเหนือดินจะสังเกตเห็น ข้อและข้อปล้องอย่างซัดเจน จำนวนข้อและปล้องจะแตกต่างกันตามพันธุ์ อายุ สภาพดินและอากาศ ข้อเป็นส่วนรองรับใบเมื่อใบหลุดจะปรากฏรอยกานใบให้เห็น ความยาวระหว่างปล้องกับรอยกาน ในหนึ่งถึงรอบกานใบถัดไป เรียกรวมกันว่า ข้อปล้อง อ้อยแต่ละพันธุ์มีรูปร่างปล้องและการจัดเรียง แตกต่างกัน

ใน เกิดเรียงสลับกันบนลำต้น บางพันธุ์อาจเกิดเวียนรอบลำต้น ใบติดกับข้อของลำต้นตรง ส่วนของฐานใบ โครงสร้างของใบประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือกานใบและแผ่นใบ กานใบไม่มีเส้นกลางใบ มักมีสีเขียวอ่อนหรือสีม่วงแดง การที่กานใบมีสีแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณเม็ด สีในกานใบของอ้อยแต่ละพันธุ์สีของแผ่นใบมีตั้งแต่สีเขียวแกมเหลืองจนถึงเขียวเข้มแตกต่างกันตามพันธุ์และความอุดมสมบูรณ์ตามดิน ขอบแผ่นใบมีลักษณะเป็นฟันเลื่อยเล็กๆ ใบอ้อยมีความคมมาก รอยต่อระหว่างกานใบและแผ่นใบด้านในมีลิ้นใบ เป็นแผ่นบางขึ้นออกจากใบและมีหูใบชื่น แหลมของกานเหนือส่วนของการใบ ด้านหลังรอยต่อระหว่างกานใบกับแผ่นใบมีพื้นที่คล้ายสามเหลี่ยมทึ่งสองด้านเรียกว่า dewlap

ดอก ชื่อดอกอ้อยเรียกว่า arrow หรือ tassel เป็นแบบ panicle เกิดที่ปลายยอดของลำต้น ลักษณะของช่อดอกมีแกนกลาง ก้านแขนงแรกแตกออกจากแกนกลาง และก้านแขนงที่ 2 แตกออกจากก้านแขนงแรก ก้านแขนงที่สองนี้เป็นตัวแทนของกลุ่มดอกย่อยที่เกิดเป็นคู่ ประกอบด้วยกลุ่มดอกมีก้านและกลุ่มดอกไม่มีก้าน ขณะที่กลุ่มดอกบานเต็มที่ที่ฐานของกลุ่มดอกจะมีขนยาวสีขาว ภายในกลุ่มดอกทึ่งสองแบบประกอบไปด้วยดอกย่อยสองดอก อันเกราะจะแตกออกมีลักษณะของเกราะตัวผู้สีเหลืองเนื่องจากอ้อยเป็นพืชที่ໄວต่อช่วงแสง ถูกจัดเป็นพืชวันสั้น จะออกดอกเมื่อเวลากลางวัน สั้นกว่ากลางคืน อ้อยที่ปลูกในประเทศไทยจึงจะออกดอกในช่วงเวลาเดือนตุลาคมจนถึงเดือนมกราคม อ้อยบางพันธุ์ต้องการเวลากลางคืนที่ยาวนานจึงไม่ออกดอกเลย นอกจากปัจจัยด้านพันธุ์ อ้อยและช่วงแสงแล้วยังมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกของอ้อยได้แก่ อายุอ้อย อุณหภูมิ และความชื้น การซักนำของปัจจัยสภาพแวดล้อมเหล่านี้ จะทำให้ตាឋ่าส่วนยอดของอ้อยที่ปกติเจริญเป็นใบและลำต้นเปลี่ยนแปลงเป็นตาที่ให้กำเนิดดอก ซึ่งเป็นระยะที่ต้องเตรียมการหลายสัปดาห์ก่อนที่ช่อดอกจะแห้ง โผล่พื้นจากยอดออกมายังใบให้เห็นปล้องและกานใบที่เป็นฐานของช่อดอกมีความยาวปกติ ในระยะสุดท้ายจะมีใบห่อหุ้มช่อดอกมีขนาดเล็กและสั้นกว่าใบอื่นๆ เรียกว่า ใบธง (สมศักดิ์ ทองครี, 2547)

2.7.2 การใช้ประโยชน์และการแปรรูปจากชานอ้อย

1. ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตไอน้ำและกระแสไฟฟ้าสำหรับใช้ภายในโรงงานน้ำตาล ชานอ้อยสามารถใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิง (fuel oil) ได้ดี ชานอ้อยที่มีความชื้นร้อยละ 50 หนัก 3 ตัน เมื่อเผาจะให้พลังงานໄ่เลี้ยงกับน้ำมันเชื้อเพลิงหนัก 1 ตัน

2. ใช้ผลิตวัสดุก่อสร้างโดยอาศัยการ เช่น อัดเป็นแผ่น (particle board) ไม้อัดผิวเส้นใย (fiber-overlaid plywood) และแผ่นกันความร้อน (insulating board) เป็นต้น

3. ใช้ผลิตเยื่อกระดาษ (pulp) และกระดาษชนิดต่างๆ ชานอ้อยส่วนใหญ่ประกอบด้วยลิกนิน (lignin) และมีเซลลูโลสอยู่บ้างเล็กน้อย ไฟเบอร์ของชานอ้อยค่อนข้างสัน្តิ้น คือ มีความยาวเฉลี่ยเพียง 1.4 มิลลิเมตรเท่านั้น ในขณะที่เยื่อใบของไม้ไผ่เฉลี่ย 2.5-0.40 เซนติเมตร

4. ใช้เป็นอาหารสัตว์ ชานอ้อยถ้าให้สัตว์กิน โดยตรงมักจะเกิดปัญหาเกี่ยวกับสชาติ การย่อยของสัตว์ ตลอดจนมีอัตราส่วนต่อระหว่างอาหารที่สัตว์กินกับน้ำหนักตัวที่เพิ่ม วิธีที่ดีคือ นำมาหมักก่อนที่จะให้สัตว์กิน วัสดุที่หมักประกอบด้วยชานอ้อย 1 ตัน (ความชื้นร้อยละ 55.3) โซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 5 ของน้ำหนักแห้ง กากน้ำตาลร้อยละ 15 ญี่รีร้อยละ 0.8 และ ข้าวโพดร้อยละ 12 โดยน้ำหนัก ผสมแล้วทำให้มีความชื้นประมาณร้อยละ 60 หนักไว้ 4-6 สัปดาห์ จึงให้สัตว์กิน

5. ใช้เป็นวัตถุคุบสำหรับอุดสาหกรรมผลิต furfural, furfuryl alcohol และ xylitol

6. ใช้ทำปุ๋ยหมัก โดยหมักร่วมกับปุ๋ยคอก ภาคตะวันออก หรือปุ๋ยวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ ยังใช้ปุ๋ยกอสัตว์เพื่อรับรับนุ่ลดัตว์ และทำปุ๋ยหมักต่อไป

7. ใช้เป็นวัตถุคุณคินเพื่อรักษาความชื้นของคินและป้องกันวัชพืช
ที่มา : ออนไลน์เข้าถึงได้จาก : <http://guru.sanook.com>

2.8 เปลือกหัวใหญ่ (Onion shells)

หมายถึง เปลือกที่หุ้มหองหัวใหญ่ จะอุดมไปด้วยธาตุแคลเซียม, แมกนีเซียม, ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม กำมะถัน ซีลีเนียม บีต้าแคโรทีน กรดโฟลิก และฟลาโวนอยด์เชือเชทิน หองหัวใหญ่เป็นพืชล้มลุก ส่วนที่สะสมอาหารเรียกว่า “หัว” หองใหญ่หนึ่งตันมี 1 หัว หัวมีลักษณะค่อนข้างกลม เปลือกบางสีน้ำตาลอ่อนส้ม หรือน้ำตาลอ่อนเหลือง (ระพิพรรณ ใจภักดี, 2544)

หองหัวใหญ่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Allium cepa linn.* ชื่อพื้นเมืองอื่นๆ cebolla, lunu, bulb onion, oignons ถิ่นกำเนิดของหองหัวใหญ่อยู่ในทวีปแอเซียบริเวณตะวันออกกลาง ปัจจุบัน ปลูกกันอย่างกว้างขวางในประเทศไทย บรากิล โคลัมเบีย แปซิฟิก เลบานอน ซีเรีย ตุรกี อินเดีย ปากีสถาน ไทย และภาษา ในประเทศที่กล่าวข้างต้นส่วนใหญ่จะปลูกหองเพื่อเก็บหัวตากแห้ง หองหัวใหญ่เป็นพืชตระกูลเดียวกับหอมแดง มีรากสะสมอาหารเรียกว่า “หัว” ส่วนที่อยู่เหนือดิน ประกอบด้วยกาบใบและใบ หองใหญ่มีทั้งชนิดหัวใหญ่และหัวเล็ก ชนิดผิวเปลือก

สีน้ำตาลอมเหลือง ผิวเปลือกสีน้ำตาลอมส้มหรือผิวเปลือกสีแดง ชนิดที่นิยมปลูก คือ ชนิดผิวเปลือกสีน้ำตาลอมเหลือง หอมหัวใหญ่มีเนื้อใสสีขาว กรอบชุ่มน้ำ เส้นไข่น้อย ให้ผลผลิตมากในฤดูหนาว ระยะเวลาตั้งแต่ปีก่อนถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 120-150 วันหอมใหญ่กินได้ทั้งสุก และสดนำไปประกอบเป็นอาหาร นำไปแปรรูปเป็นหอมหัวใหญ่ชนิดผง หอมหัวใหญ่มีน้ำมันหอมระเหยซึ่งอัลลิลซัลไฟฟ์ (Allyl sulphide) ซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษที่ระเหยเร็วมาก สรรพคุณของหอมหัวใหญ่ช่วยเพิ่มคอเลสเตอรอลชนิดดีหรือ HDL (High Density Lipoprotein) ซึ่งมีคุณสมบัติป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน และโรคเส้นเลือดในสมองอุดตัน ช่วยป้องกันโรคเบาหวาน โรคหัวใจน้ำหอมหัวใหญ่ใช้ทำรักษาผิวหนังที่ถูกน้ำร้อนลวกหรือไฟไหม้ ชื่ออื่นๆ ของหอมหัวใหญ่ คือ หอมใหญ่ หอมฟรัง (กฤษณา สามพันธารักษ์, 2531)

2.8.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของหอมใหญ่

ต้นหอมจัดอยู่ใน Family Amaryllidaceae ส่วนที่จัดเป็นต้นหอมแท้จริงจะอยู่ตระกูลของหัว หัวหอมซึ่งเป็นส่วนที่สะสมอาหารจะประกอบด้วย ก้านใบ ส่วนของใบที่ไม่เจริญ และส่วนของต้น ส่วนของใบรวมตัวกันเข้าซึ่งมีลักษณะของรูปทรงกระบอกอยู่ระหว่างหัวหอมกับใบเรียกว่า คอหอม หากอยู่ในภาวะอากาศเย็นนานๆ ส่วนยอดตรงจุดเจริญจะเปลี่ยนสภาพจาก การสร้างใบมาเป็นการสร้างดอก ลักษณะของก้านดอกจะกลมและกลวง และมีกลุ่มของดอกที่ส่วนยอด (นพพร สายมพล, 2542)

ตารางที่ 2.5 คุณค่าทางโภชนาการของหอมหัวใหญ่หนัก 100 กรัม

องค์ประกอบของหอมหัวใหญ่	ปริมาณสารอาหาร
พลังงาน (Energy)	38 แคลอรี
คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)	9.0 กรัม
เส้นใย (Fiber)	0.7 กรัม
โปรตีน (Protein)	1.6 กรัม
แคลเซียม (Calcium)	30 มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส (Phosphorus)	44 มิลลิกรัม
เหล็ก (Iron)	1.0 มิลลิกรัม
ไนอะซิน (Niacin)	0.2 มิลลิกรัม
วิตามินบี 1 (vitamin B1)	0.06 มิลลิกรัม
วิตามินบี 2 (vitamin B2)	0.04 มิลลิกรัม
วิตามินซี (vitamin C)	9 มิลลิกรัม

ที่มา : ระพีพรรณ ใจภักดี, 2544

2.9. อะตอมมิกซ์แอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectroscopy, AAS)

การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักจะต้องทำการย่อยลายโลหะหนักด้วยกรดเข้มข้น ภายใต้อุณหภูมิสูงเพื่อเปลี่ยนโลหะหนักให้อยู่ในรูปที่ละลายน้ำ แล้วจึงอ่านค่าความเข้มข้นด้วยวิธี AAS

เทคนิคทาง AAS เป็นวิธีวิเคราะห์ธาตุอย่างหนึ่ง ซึ่งสามารถทำได้ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณเป็นวิธีการวิเคราะห์ที่ได้รับความนิยมมากวิธีหนึ่ง เพราะเป็นเทคนิคที่ให้ความเที่ยง ความแม่น มีความไวสูง และเป็นเทคนิคเฉพาะที่ดีมาก สามารถใช้วิเคราะห์ธาตุต่างๆ ได้ถึง 67 ธาตุ (แม่น อมรสิทธิ์ และอมร เพชรส, 2539)

2.9.1. หลักการของอะตอมมิกซ์แอบซอร์พชัน (Principles of Automic Absorption)

อะตอมมิกซ์แอบซอร์พชัน เป็นกระบวนการที่เกิดจากอะตอมเสรีของธาตุคุณลักษณะที่ความยาวคลื่นอันหนึ่ง โดยเฉพาะ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของธาตุ ธาตุแต่ละชนิดจะมีระดับของพลังงานแตกต่างกัน จึงมีการคุณลักษณะที่แตกต่างกัน เช่น อะตอมของโซเดียมจะคุณลักษณะที่ความยาวคลื่น 589 นาโนเมตร เพราะความยาวคลื่นนี้เป็นแสงที่มีพลังงานพอดีที่จะทำให้อิเล็กตรอนของโซเดียมอะตอมเกิดการเปลี่ยนสถานะจากสถานะพื้นสู่สถานะกระตุ้น ซึ่งเห็นว่าความยาวคลื่นเหล่านี้จัดเป็น spectroscopic line ของอะตอม มีสเปกตรัมซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะตัวของธาตุแต่ละชนิด

ในการที่จะทำให้อะตอมของธาตุในสารประกอบเกิดเป็นสารอะตอมเสรีได้นั้น ต้องมีการคุณลักษณะที่ความยาวคลื่นพลังงานเข้าไป ซึ่งจะอยู่ในรูปต่างๆ กัน เช่น พลังงานความร้อนจากเปลวไฟหรือพลังงาน ความร้อนจากไฟฟ้า เป็นต้น ความร้อนจะทำให้เกิดกระบวนการแตกตัว หรือเปลี่ยนเป็นไอ หรืออาจจะแตกตัวเป็นอะตอม หรือทำให้อะตอมอยู่ในสถานะกระตุ้นหรือจากภายในเป็นอะตอมก็ได้

การเกิดอะตอมมิกซ์แอบซอร์พชัน อิมิสชัน และฟลูออเรซเซนต์นั้นมีลักษณะการเกิดทرانซิชันจากสถานะพื้นไปยังสถานะกระตุ้นระดับแรก มีด้วยกัน 3 แบบ คือ

แบบที่ 1 เมื่ออิเล็กตรอนระดับพลังงานสถานะพื้นไปยังสถานะกระตุ้นระดับแรกโดยการคุณลักษณะที่ความยาวคลื่นจากไฟฟ้า เป็นอะตอมมิกซ์แอบซอร์พชัน

แบบที่ 2 เมื่ออิเล็กตรอนได้รับพลังงานจากความร้อนทำให้อิเล็กตรอนเปลี่ยนระดับพลังงานไปยังสถานะกระตุ้นระดับแรก แล้วปล่อยพลังงานออกมานี้ เมื่อกลับสู่สถานะพื้นจะให้ไฟฟ้าออกมาระบุว่าอะตอมมิกซ์อิมิสชัน

แบบที่ 3 เมื่ออิเล็กตรอนได้รับพลังงานจากไฟฟ้าที่มาจากสเปกตรัมทำให้เปลี่ยนระดับพลังงานไปยังสถานะกระตุ้นเมื่อกลับสู่สถานะพื้นจะให้ไฟฟ้าออกมาระบุว่า เป็นการเกิดอะตอมมิกฟลูออเรสเซนต์

2.9.2 เทคนิคต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วยวิธี AAS

เทคนิคต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ธาตุด้วยวิธี AAS นั้น สามารถทำได้หลายวิธี คือ

1. ใช้ Flame Atomization Technique ใช้กระบวนการทำให้สารตัวอย่างแตกตัวเป็นอะตอม ด้วยเปลวไฟ (Flame)

2. ใช้ Flame Technique หรือ Non – Flame Atomization Technique ซึ่งเทคนิคนี้ใช้กระบวนการทำให้สารตัวอย่างถลายตัวเป็นอะตอม ได้ด้วยความร้อนจากเปลวไฟ (Electro thermal atomizer หรือ graphite turnace) โดยสามารถโปรแกรมให้อุณหภูมิของการเผาเมื่อค่าต่างๆ กันและใช้เวลาต่างกันได้

3. ใช้ Hydride Generation Technique เนื่องจากมีธาตุบางชนิดซึ่งเปลี่ยนให้เป็นอะตอม โดยตรงด้วยเทคนิค 1 และ 2 ไม่ได้ แต่จะต้องใช้วิธีทำให้แตกตัวในบรรยากาศที่ปราศจากออกซิเจน เพื่อป้องกันการรวมตัวกับออกซิเจนของธาตุเหล่านี้ ดังนั้น จึงต้องใช้วิธีทำให้ธาตุเหล่านี้ถลายเป็นไอได้ง่ายที่อุณหภูมิห้องด้วยการรีดิวช์ส์ให้เป็นไอโอดรัวแล้วให้ไอโอดรัวรีฟผ่านเข้าไปในเปลวไฟ ไอโอดรูเจน ความร้อนจากเปลวไฟไอโอดรูเจนจะทำให้ธาตุถลายเป็นอะตอมเสร็จได้ เทคนิคนี้ใช้วิเคราะห์ธาตุ As, Se, Te, Ge, Bi และ Sb

2.9.3 ส่วนประกอบที่สำคัญของ AAS

1. Hallow Ctohode Lamp ใช้เป็น ligh source ใน Atomic Absorption Analysis lamp ทำด้วยโลหะชนิดเดียวกับธาตุ ที่ต้องการศึกษา

2. Flame Atomizer ใช้ spray sample solution ให้เป็นฟอยเล็ก เพื่อลดกระบวนการที่เกิดจากสารอื่นรบกวนเข้ามาและทำให้สารตัวอย่างถูกคลื่น thermal energy จาก flame ถลายเป็น vapor atom ได้ง่ายขึ้น flame ที่เกิดจากการผ่าไห้น้ำของเชื้อเพลิงต่างกันจะทำให้อุณหภูมิต่างกันไปด้วย เช่น

Air acetylene	ให้อุณหภูมิประมาณ	2300 องศาเซลเซียส
Air /propene	ให้อุณหภูมิประมาณ	1900 องศาเซลเซียส
Nitrous oxide/acetalene	ให้อุณหภูมิ ประมาณ	3000 องศาเซลเซียส

3. Wavelength selection แบ่งเป็น 2 ชนิด

- 3.1.Chopper ใช้เลือก Wavelength ที่เหมาะสมในการวัดธาตุหนึ่งเพื่อให้ Absorp radiant Energy มากที่สุดในการวัดหาปริมาณของสาร

- 3.2.Monochromator มีหน้าที่ทำให้แสงจาก source ที่กระจายทุกทิศทางเป็นลำแสง ขนาดเพียงพอที่จะผ่านเข้าไปยัง path cell ของ sample

4. Detector ใช้วัดความเข้มของแสงที่ผ่านออกจาก sample

5. Read out system เป็นส่วนแสดงค่า absorbance



2.9.4 ประโยชน์ของ AAS ที่ใช้งานวิเคราะห์ทางเคมี Application of AAS

เนื่องจากเทคนิคทาง AAS เป็นที่นิยมกันมากในการวิเคราะห์ธาตุ ในแบบทุกชนิดของสารตัวอย่าง ไม่ว่าจะเป็นของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส ซึ่งอาจสรุปได้ดังนี้

1. ใช้ในงานวิเคราะห์เพื่อการเกษตร (agricultural analysis) เช่น การวิเคราะห์ดิน พืช น้ำ เป็นต้น
2. ใช้ในงานวิเคราะห์เพื่อการแพทย์และชีวเคมี (clinical and biochemistry) เช่น การหาปริมาณของธาตุ และอื่นๆ ในเลือด ปัสสาวะ และเนื้อเยื่อ
3. ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อการ โลหะวิทยา (oil and petroleum) เช่น การวิเคราะห์โลหะผสมต่างๆ เช่น ห้าปริมาณของสารเจือปนต่างๆ ในโลหะบริสุทธิ์
4. ใช้ในงานวิเคราะห์พอกน้ำมันและปิโตรเลียม เช่น การห้องค์ประกอบที่เป็นโลหะของน้ำมันหล่อลื่น น้ำมันเครื่อง น้ำมันปิโตรเลียม และน้ำมันเชื้อเพลิง
5. ใช้ในงานวิเคราะห์พอกแร่และวัสดุต่างๆ
6. ใช้ในงานวิเคราะห์น้ำจากแหล่งต่างๆ เช่น น้ำเสีย น้ำทิ้ง น้ำแร่ เป็นต้น
7. ใช้ในงานวิเคราะห์ทางด้านสิ่งแวดล้อม
8. ใช้ในงานวิเคราะห์ทางอาหารและยา (จิราพร เพ็งจำรัส และพนอม แก้ววนพรัตน์, 2548)