

บทที่ 2

พิษและอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันนี้ปัญหาเกี่ยวกับโลหะหนักนับเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างยิ่งทั้งนี้เพราะสารพิษดังกล่าวมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจด้วยความเป็นพิษของโลหะหนักต่อสิ่งมีชีวิตคนนี้ จะขึ้นอยู่กับปริมาณและชนิดของสิ่งมีชีวิตกับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันออกไป การศึกษาผลกระทบของโลหะหนักมีนานานแล้ว แต่ที่ได้รับการยอมรับและเห็นผลชัดที่สุด คือ ประเทศญี่ปุ่นที่อ่าวมินามาตะเกิดโรคมินามาตะ เนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่บริเวณอ่าวปล่อยนำเสียที่มีprotothium เป็นจำนวนมากสู่อ่าว ทำให้เกิดการสะสมอยู่ในปลา เมื่อประชาชนบริเวณนั้นกินปลาที่มีprotothium เข้าไปก็จะทำให้มีการสะสมเอาไว้ในร่างกายจนถึงขีดที่เป็นอันตราย นอกจากนี้ยังมีการศึกษาพบว่าprotothium ในสภาพของสารประกอบอินทรีย์ จะถูกยุ่นทรีย์เปลี่ยนสภาพให้เป็นprotothium และprotothium ซึ่งสุดท้ายจะเกิดการตกตะกอนลงสู่ดินตะกอนได้น้ำแต่protothium จะไม่คงตัว เมื่อทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ ในดินตะกอนและละลายน้ำแล้วจะหายไปในน้ำได้อีก และในที่สุดจะเข้าสู่ร่างกายเด็กและสะสมอยู่ในปลา เป็นจำนวนมาก เนื่องจากprotothium จะขึ้นออกมาร้าวมาก สำหรับโลหะหนักอื่น ๆ เช่น ตะกั่ว ทองแดง แคดเมียม โครเมียม สังกะสี และเหล็ก ก็สามารถเข้าสู่ร่างกายเด็กและสะสมในปลา และมนุษย์ได้ เช่นเดียวกับprotothium (พรพิมล ห่อสุวรรณชัย, 2542 : 8)

2.1 โลหะหนัก

โลหะหนัก (Heavy metals) หมายถึง โลหะมีความถ่วงจำเพาะสูง ตั้งแต่ 5.0 ขึ้นไป โดยไม่รวมโลหะที่เป็นแอลคาไลน์ (Alkali) และโลหะหนักแอลคาไลน์เอิร์ท (Alkaline earth) ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นธาตุในตารางธาตุที่มีเลขอะตอมอยู่ในช่วง 23-92 และอยู่ในช่วง 4-7 ของตารางธาตุ โลหะหนักที่มีทั้งหมด 68 ธาตุ จากจำนวนธาตุที่เป็นโลหะหนักทั้งหมด 83 ธาตุ โดยทั่วไปโลหะหนักมีสถานะเป็นของแข็ง ยกเว้นprotothium ที่เป็นของเหลวที่อุณหภูมิปกติ มีคุณสมบัติทางกายภาพ คือการนำไปเผาและความร้อนได้ดี มีความนิ่นนิ่ว เหนียว สามารถจารวนตัวกับสารอื่น ๆ เป็นสารประกอบเชิงซ้อนได้หลายรูปแบบที่เสถียรกว่าโลหะอิสระ โดยเฉพาะเมื่อร่วมตัวกับสารประกอบอินทรีย์ (รัชดา บุญแก้ว และวรรณาฤทธิ์ หวั่นเช้ง, 2545 : 4)

2.1.1 ตะกั่ว

ตะกั่ว เป็นโลหะที่มีสถานะเป็นของแข็ง สำหรับน้ำมีจุดหลอมเหลวต่ำ นำมาทำให้บริสุทธิ์ได้ร่ายทันต่อการผู้กร่อนได้ดี ละลายน้ำได้ดี และถาวรเป็นไอได้ที่อุณหภูมิต่ำ ๆ ตะกั่วมีอยู่ในรูปอิฐอิสระเป็นรูปที่มีความว่องไวในการทำปฏิกิริยา และตะกั่วรูปนี้จะเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตมากที่สุด

ตะกั่วถูกนำมาใช้กันอย่างกว้างขวาง ทำให้เกิดการปนเปื้อนของตะกั่วในสิ่งแวดล้อมมากขึ้น โดยเกิดจากน้ำฝน ขยาย และน้ำทึบจากโรงงานอุตสาหกรรม ชุมชน การเกษตรกรรม รวมทั้งการเผาใหม่ของเชื้อเพลิง จากการสำรวจปริมาณความเสี่ยงของตะกั่วในช่วงปี 2529 – 2531 ในแม่น้ำแม่กลอง พนวณว่ามีค่า

ไม่เกิน 10 ใน โครงการม/ลิตอร ตะกั่วที่พับปนเปื้อนอยู่ในธรรมชาติ อาจอยู่ในรูปสารอินทรีหรืออนินทรี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบบนหลาดประการ เช่น ลักษณะของดิน และน้ำสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีเป็นต้น และหากพื้นที่ได้มีตะกั่วปนเปื้อนอยู่มาก ก็จะตรวจพบว่าปริมาณตะกั่วในดินตะกอนมีมากตามไปด้วย เพราะเกิดจากภาระตัวของหิน และดินที่มีตะกั่วปนเปื้อนอยู่

ความเป็นพิษของโลหะตะกั่ว ปริมาณตะกั่วที่มีในเดือดประมาณ 0.25 ppm จะไม่เป็นพิษถ้าได้รับในปริมาณมากในทันทีทันใด เช่นพบในเดือดมากกว่า 0.8 ppm เกิดเป็นพิษลับพลันได้ในปั๊สสาระประมาณ 0.15 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับมาตรฐานของตะกั่วในอากาศ ในบริเวณที่ทำงานกำหนดไว้ว่าไม่ควรเกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อสูบากาศเมตรของอากาศสำหรับคนงานที่งาน 8 ชั่วโมง/วัน หรือ 40 – 42 ชั่วโมง/สัปดาห์ ความเป็นพิษของตะกั่วจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีสังกะสีและprotothoriumอยู่ด้วย (ไมตรี สุทธิจิตต์, 2531 : 75)

วงพันธุ์ ลิมป์เสนีย์ และคณะ (2540 : 46) ได้อธิบายธาตุตะกั่วไว้ว่าตะกั่ว (Pb) เป็นโลหะอ่อนสีเทาเงินหรือแกรนนี่เงิน เกิดขึ้นตามธรรมชาติในเปลือกโลก (Earth crust) ในระดับความเข้มข้นประมาณ 13 มิลลิกรัมต่อกรัม เป็นธาตุที่อยู่ในกลุ่มของธาตุเรพีเซนเตติฟ (Representative element) โดยมีเลขอะตอม 82 มวลอะตอม 207.19 มีจุดหลอมเหลวที่ 324.4 องศาเซลเซียส จุดเดือดที่ 1,740 องศาเซลเซียส อยู่ในกลุ่มธาตุหมู่ IVA ของตารางธาตุ มีเลขออกซิเดชัน คือ 2+ และ 4+ แต่โดยส่วนใหญ่จะมีเลขออกซิเดชันเท่ากับ 2+ ตะกั่วมีน้ำหนักมาก หนักกว่าเหล็กประมาณ 2 เท่า และหนักกว่าเงินประมาณ 3 เท่า เป็นโลหะที่อ่อน สามารถหุบ รีด หลอมได้ง่าย ง่ายต่อการตัดขึ้นรูป จึงนำมาใช้ทำเป็นแผ่นหรือห่อ ทนต่อการผุกร่อนได้ดี ทนต่อกรดกำมะถัน และกรดเกลือโดยทั่วไป ไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้อย่างช้า ๆ ในกรดคินประสิวและละลายได้บ้างในสารประกอบ อะซิเตทและไนเตรท

2.1.1.1 แหล่งกำเนิด

ศุภนาม พนิชศักดิ์พัฒนา (2540 : 237-238) และวงพันธุ์ ลิมป์เสนีย์ (2540 : 49) ได้อธิบายว่า ตะกั่วเป็นธาตุที่มีการกระจายอยู่ทั่วไปในธรรมชาติ ที่เปลือกโลกมีตะกั่วโดยเฉลี่ยประมาณ 10 ถึง 15 ส่วนในล้านส่วน (ppm) แต่ปรากฏเป็นธาตุอิสระน้อยมาก ตะกั่วที่พบในเปลือกโลกจึงอยู่ในรูปสารประกอบเป็นสิ่นแร่ต่าง ๆ เช่น Galena (PbS), Cerussite (PbCO₃), Minium (Pb₃O₄), Wulfenite (PbMnO₄) และ Crocite (PbCrO₄) เป็นต้น หรือพบตะกั่วรวมอยู่กับโลหะอื่น ๆ เช่น ทองแดง สังกะสี เงินและแคนเดเมียม ตะกั่วในธรรมชาติมีแหล่งกำเนิดมาจากการหินประเภทต่าง ๆ เช่น หินอัคนี (Igneous) และหินแปร (Metamorphic) ซึ่งมีตะกั่ว 10-20 ㎎.ต่อกก. ของหิน นอกจากนี้ยังพบตะกั่วในดิน พืช น้ำ อากาศ โดยในดินมีปริมาณตะกั่วตั้งแต่ 1.5 ถึง 189 ส่วนในล้านส่วน (ppm) โดยเฉลี่ยสูงสุดไม่เกิน 70 ส่วนในล้านส่วน (ppm) และค่าเฉลี่ยของตะกั่วในดินชนิดต่างๆ มีค่าระหว่าง 22 ถึง 29 ส่วนในล้านส่วน (ppm) สำหรับปริมาณตะกั่วในพืชมีค่าระหว่าง 0.5 ถึง 3 ส่วนในล้านส่วน (ppm) สำหรับปริมาณตะกั่วที่เป็นพิษต่อพืชนั้นมีอยู่ระหว่าง 5 ถึง 500 ส่วนในล้านส่วน (ppm) ในน้ำประมาณ 13.1 ส่วนในพื้นล้านส่วน (ppb) ในอากาศประมาณ 36 ในโครงการต่อกรัม (μg/L)

การผลิตสารตะกั่วจำแนกออกได้เป็นสองประเภทใหญ่ ๆ คือ ตะกั่วปฐมภูมิ (Primary lead) และตะกั่วภูมิที่สอง (Secondary lead) ตะกั่วปฐมภูมินั้นเป็นการผลิตจากการลุกแร่ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการลีน่า

(PbS) แล้วหลอมให้บริสุทธิ์ ส่วนตะกั่วทุติยภูมิ เป็นการหลอมเศษตะกั่ว ส่วนไห庾ได้แก่แบตเตอรี่ แล้วน้ำกลั่นมาใช้อีก ในการผลิตทั้งสองประเภทนี้ทำให้เกิดปัจจัยการปนเปื้อนสารตะกั่วในสภาวะแวดล้อม

2.1.1.2 การนำมายใช้ประโยชน์

ตะกั่วถูกนำมาใช้ประโยชน์ใน 2 รูปแบบ คือ ในรูปของโลหะ โดยใช้ทำข้าวไฟฟ้าในแบตเตอรี่ หุ้มสายเคเบิล สายไฟฟ้า สายโทรศัพท์ ชุดเคลื่อนโลหะอื่นเพื่อป้องกันสนิม เชื่อมบัดกรีจนวนกัมมันตรังสี และในรูปสารประกอบทางเคมี เช่น เป็นสารผสมเพื่อเพิ่มค่าอึดอิสระในน้ำมันเบนซิน ทำเม็ดสีทำพลาสติก เป็นต้น นอกจากนี้จะถูกนำมาใช้ในปืนและสารเคมีที่ใช้ในการเพิ่มผลผลิตและปรับศักดิ์สิริและนำมาเป็นวัสดุคุณในอุตสาหกรรมทั่วๆไป เช่น ทำโลหะผสมทองเหลือง ทองบรรณาช์ พิวส์ ลูกปืน หมึกพิมพ์ เครื่องเคลือบ สีทาบ้าน เป็นต้น (พรพิมล ห่อสุวรรณชัย, 2542 : 11)

ตัวอย่างของสารตะกั่วที่พบบ่อย ๆ ได้แก่

- ตะกั่วโมโนออกไซด์ (Lead monoxide : PbO) หรือ Litharge ใช้เป็นสารตีเหลืองผสมสีทาบ้าน

- ตะกั่วไดออกไซด์ (Lead dioxide : PbO₂) ใช้ทำเป็นข้ออีเลคโทรดของแบตเตอรี่ร่องรอยน้ำและเครื่องขักกร

- ตะกั่วคาร์บอนเนต (Lead Cabonate : PbO₃) ผสมกับ Lead hydroxide, Pb(OH)₂ รวมกันเรียกว่า "white lead" หรือตะกั่วขาว ผสมในผุ่นสีขาว สีน้ำมัน หมึกพิมพ์ สีพลาสติก ฯลฯ

- ตะกั่วออกไซด์ (Lead Oxide : Pb₃O₄) หรือ "Red lead" หรือ ตะกั่วแดงใช้เป็นสีทาโลหะเพื่อกันสนิม หรือที่ชาวบ้านเรียกว่าสีสำหรับโปรดักชน์

- ตะกั่วโครเมต (Lead Chromate : PbCrO₄) หรือ "Chrome yellow" ใช้ทำสีเหลืองสำหรับผสมในสีน้ำมัน สีพิมพ์ ผงผุ่นสีเหลือง หมึกพิมพ์ ฯลฯ

- ตะกั่วอาร์เซนेट (Lead arsenate : Pb(AsO₄)₂) ใช้เป็นยาฆ่าแมลงและปรับศักดิ์สิริ
- ตะกั่วซิลิเกต (Lead silicate : PbSiO₃) ใช้ผสมในกระเบื้อง เครื่องเคลือบหรือเซรามิกเพื่อให้เกิดความเป็นเงางามและมีผิวเรียบ

- ตะกั่วเตตราเอธิล (Tatraethyl – Lead : Pb(C₂H₅)₄) และตะกั่วเตตราเมธิล(Tetramethylead : (Pb(CH₃)₄) เป็น "สารกันน็อก" หรือสารป้องกันการกระตุกของเครื่องยนต์เวลาทำงานทำให้ค่าออกเทนของน้ำมันสูงขึ้น (ไมตรี สุทธิจิตต์, 2531 : 76-78)

2.1.1.3 การแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อม

ตะกั่วสามารถแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมได้จากสภาพเหตุการณ์ธรรมชาติ โดยการพังทลายของเปลือกโลก และการเกิดภูเขาไฟและการกระทำของมนุษย์ เช่น จากการถลุงแร่ จากควัน น้ำทึ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม และการเผาใหม่ของเชื้อเพลิงรถยนต์ทำให้เกิด ไอที่มีสารประกอบตะกั่วสูงระบาด

แล้วเกิดการตอกค้างในคินและในน้ำ การทึ้งกากตะกอนของน้ำเดี๋ย นูลสัตว์ การใช้ปุ๋ย สารกำจัดศัตรูพืช แบบเตอร์ที่สื่อมสภาพ และขยะนูลฟอยลงสู่ดิน ทำให้เกิดการแพร่กระจายของตะกั่วลงสู่คินและแหล่งน้ำ นอกจากนี้การใช้ตะกั่วในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น การทำเหมืองและการถุุงแร่ การทำแบบเตอร์ การทำให้เกิดผุน ควัน และน้ำเสียที่มีตะกั่วประปนอยู่ สิ่งเหล่านี้เมื่อปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมย่อมท้าให้เกิดการปนเปื้อน และสะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อม ได้โดยเฉพาะในบริเวณที่มีการทำการเกษตรในเมืองและชุมชนที่การจราจร หนาแน่นและบริเวณใกล้เคียงโรงงานอุตสาหกรรม (ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2540 : 238)

2.1.1.4 การดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย

ตะกั่วที่มนุษย์ได้รับจากสิ่งแวดล้อมประมาณ 20 – 50% ผ่านทางอากาศ สำหรับตะกั่วที่มนุษย์ได้รับทางน้ำและอาหารในผู้ใหญ่จะดูดซึมเข้าสู่กระเพาะเลือด ได้เพียง 10% แต่ในเด็กจะดูดซึมได้สูงถึง 40 - 50% (ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2540 : 245) ซึ่งเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะกระจายไปอยู่ในอวัยวะต่าง ๆ เช่น สมอง ปอด ตับ น้ำมัน และมากที่สุด คือ ที่กระดูก ซึ่งจะอยู่ได้ยาวนานถึง 16 – 27 ปี ตามปกติจะก่อให้เกิดคุณค่าดูดซึมเข้าสู่ร่างกายทางเดินหายใจอย่างช้า ๆ แต่ส่วนใหญ่จะเข้าสู่ 3 ทาง คือ ทางการหายใจ ทางปาก และทางผิวนัง (พรพิมล ห่อสุวรรณชัย, 2542 : 12)

1. ทางการหายใจ

ตะกั่วจะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายทางระบบหายใจโดยการหายใจเข้าไป สารตะกั่วในบรรยากาศ ส่วนใหญ่เป็นตะกั่วอนินทรี และอยู่ในรูปอนุภาคสารซึ่งมีขนาดเล็กกว่า 2 ไมครอนเป็นส่วนมาก จึงมีการผ่านเข้าสู่ระบบการหายใจส่วนล่าง (Lower respiratory system) และคงอยู่ในระบบส่วนนั้นได้มากพอกว่า ทึ้งนี้ขึ้นอยู่กับอัตราการหายใจของแต่ละบุคคล ตะกั่วในบรรยากาศ 1 ไมครอนรัมต่อสูบากาศก็เมตร จะทำให้เกิดตะกั่วประมาณ 1-2 ไมครอนรัมต่อเดือด 100 มิลลิลิตร (วงศ์พันธ์ ลิมป์เสนี แสงฉาย, 2540 : 53-54) 35% ของตะกั่วทั้งหมดที่ปนมากับลมหายใจเข้าจะเก็บเข้าในปอด ตะกั่วจะถูกดูดซึมได้ทุกส่วนของทางเดินหายใจตั้งแต่รูจมูกจนถึงปลายสุดของถุงลมเล็ก ๆ ของปอดและยิ่งปริมาณ CO_2 สูง ๆ ในส่วนลึกของปอดจะทำให้ตะกั่วถูกดูดซึมเข้าทางปอด ได้ดีขึ้นก้าวหรือลดลงของตะกั่วและผุนขนาดเล็กกว่า 0.75 ไมครอน สามารถผ่านสู่ถุงลมในปอดและผ่านสู่กระเพาะเลือด ผุนขนาดใหญ่จะติดค้างบริเวณทางเดินหายใจตอนบน เช่น จมูก ช่องต่อระหว่างโพรงจมูก คอ และหลอดลมใหญ่ ซึ่งร่างกายจะขับออกในรูปของเสมหะ (ไมตรี สุทธิจิตต์, 2531 : 79)

2. ทางเดินอาหาร

ตะกั่วที่ได้รับจากการเดินอาหาร เกิดจากการปนเปื้อนมาในอาหาร เช่น ไข่เยี่ยวม้า เจือปนมากับภาษะใส่อาหาร น้ำดื่ม เครื่องดื่มที่มีตะกั่วเจือปนอยู่ มือที่หยนอาหาร การสูบบุหรี่ขณะทำงาน ตะกั่วจะผ่านสู่กระเพาะอาหารรวมทั้งการกิน semen ตะกั่วที่เข้าไปกับอาหาร ไม่ว่าจะอยู่ในรูปสารละลาย หรือไม่ละลาย เช่น ตะกอนของตะกั่วชัลเฟต ตะกั่วชัลไฟด์ เมื่อตกถึงกระเพาะอาหารซึ่งมีกรด

ໄໂຄຣຄລອດິກອບູ່ ຈະລະລາຍໄດ້ນາກເຂົ້າ ແນໍໄລທະກໍວ່າຊື່ແບ່ງກໍຈະກາຍເປັນເກລີອຕະກໍວ່າຄລອໄຣດີຊື່ລະລາຍໄດ້ດີ ຕະກໍວ່າທີ່ລະລາຍໄດ້ສ່ວນໃຫຍ່ຈະຄູກຄູດເຈີນທີ່ສ່ວນຄູໂອດືນນັ້ນ ຄືອ່ານຸ້ມ ສ່ວນດັນຂອງດຳໄສເລີກ ສ່ວນທີ່ຈະຄູກເຂົ້າອອກທາງອຸງຈາຮະ ໃນກາວະທີ່ອ່າວງຫຼືອ່າວັດຫາດໜາດແກລເຊີຍ ແລ້ວ ແລ້ວທອງແຄງ ຂະທຳໄຫ້ຄູດເຈີນຕະກໍວ່າໄດ້ເຂົ້າ (ໄມຕີ ສຸກທີ່ຈິຕີ, 2531 : 80)

3.ກາຍພິວຫັນ

ຮ່າງກາຍຄູດເຈີນຕະກໍວ່າອິນທີ່ຢີ ເຊັ່ນ ຕະກໍວ່າເຕຕະຮົມເມທິດ ແລະ ຕະກໍວ່າເຕຕະຮົມເອຣິດ ໃນໄອເສີຍ ນ້ຳມັນຮອບນັດຕະກູກຄູດເຈີນທາງພິວຫັນໄດ້ຈ່າຍ ສ່ວນສາຣະຕະກໍວ່າອິນທີ່ຢີນີ້ໄນ້ເຈີນຜ່ານພິວຫັນ ຊຶ່ງປົກຕິພິວຫັນຈີ່ ຈະມີເຂົ້າໄຟມັນທຳນັ້ນທີ່ປ່ອງກັນກາຍຄູດເຈີນສິ່ງແປລກປາລອນທີ່ເຂົ້າສູ່ຮ່າງກາຍ ແຕ່ສາຣະຕະກໍວ່າອິນທີ່ຢີສາມາດຮັບເຈີນຜ່ານໄຟມັນເຫັນໄປສູ່ເຂົ້າພິວຫັນທີ່ເລີກ ຈະ ລົງໄປໄຕ ຊຶ່ງເຂົ້າພິວຫັນທີ່ເລີກໄປນັ້ນຈະມີເສັ້ນໄລທິມາຫລວດເລີ່ມ ຈຶ່ງທຳໄຫ້ຕະກໍວ່າເຈີນເຂົ້າສູ່ຮ່າງກາຍແລ້ວໄດ້ ດ້ວຍພິວຫັນມີແພດ ຢີ້ອຮອຍຄລອກແລະສັນພັດກັບສາຣະຕະກໍວ່າໂອກາສແລະປ່ຽນມາລົງຂອງສາຣະຕະກໍວ່າຈະເພີ່ມມາກັບເຂົ້າສູ່ຮ່າງກາຍ

ກາຍຮັບສາຣະຕະກໍວ່າເຂົ້າສູ່ຮ່າງກາຍໄນ້ໄດ້ເຂົ້າຍູ້ກັບຮະດັບຄວາມເຂັ້ມຂັ້ນຂອງສາຣະນີເພີ່ມປະກາດເດືອນ ແຕ່ເຂົ້າຍູ້ກັບສັກພາກເຄີມແລະພິສິກສົ່ງຂອງໄລທະ ແລະສນມຣຣອກາພຣ່າງກາຍ ເຊັ່ນ ອາຍຸ ເພດ ຂອງຜູ້ຮັບ ເຫັນນີ້ນທານາຖາກເກີ່ຂວ່າງຂອງດ້ວຍ ນອກຈາກນັ້ນຍັງເຂົ້າຍູ້ກັບປ່ຽນມາລົງຂອງອາຫານທີ່ແຕ່ລະຄນນິໂກກແລະປ່ຽນມາລົງຂອງອາກາສທີ່ສູດທາຍໃຈເຂົ້າໄປ (ຮັບຄາ ບຸນຍຸແກ້ວ ແລະວຽກຄຸດ ທົ່ວ່ານເຊິ່ງ, 2545 : 7)

2.1.1.5 ກາຍກະຈາຍຕົວແລະກາຍສະສົນຂອງຕະກໍວ່າ

ກາຍກະຈາຍຕົວຂອງຕະກໍວ່າໃນຮ່າງກາຍນີ້ຄວາມສຳຄັນຕ່ອງຄວາມເປັນພິຍຂອງຕະກໍວ່າມາກ ພັນຈາກທີ່ຄູກຄູດເຈີນຈາກດຳໄສເລີກແລະຕະກໍວ່າຈະຄູກສ່າງຜ່ານທາງເສັ້ນເລືອດດຳ ເຂົ້າສູ່ຕົນດ້າຫາກເຂົ້າໃນປົດຕະກໍວ່າຈະເຂົ້າສູ່ກະແສເລືອດໂຄຍຄຮງໄດ້ເລີຍ ກະແສໄຫລວິທີນຂອງເລືອດຈະນຳພາຕະກໍວ່າວິເນວີເວີນໄປນາທ້າວ່າຮ່າງກາຍ ໃຊ້ເວລາປ່ຽນມາ 14 ວິນາທີ ຕະກໍວ່າຈະຄູກເນື້ອເຢືອດ້າງ ຈະ ເກີນໄວ້ ຊຶ່ງດັບແລະໄຕເປັນວ້າຍະທີ່ເກີນຕະກໍວ່າໄວ້ມາກທີ່ສູດຕ່ອງຈາກນັ້ນຮະດັບຂອງຕະກໍວ່າໃນເນື້ອເຢືອໝັດອ່ອນນິ້ນ (Soft tissue) ທັງຫລາຍ ເຊັ່ນ ຕັບ ໄດ້ ແລະເນື້ອເຢືອປະສາກເປັນດັນ ຈະຄ່ອຍ ຈະ ລດລອງ ແລ້ວເກີ່ອນທີ່ຕາມກະແສເລືອດໄປເກາະສະສົນທີ່ກະຽກ ແລະປ່ຽນມາລົງໃນກະຽກຈະເພີ່ມຕາມອາຍຸຂໍຂອງຄນ ແຕ່ຮະດັບຕະກໍວ່າໃນເນື້ອເຢືອອ່ອນນິ້ນບັນຍົງຄົງທີ່ເສມອ (ຮັບຄາ ບຸນຍຸແກ້ວ ແລະວຽກຄຸດ ທົ່ວ່ານເຊິ່ງ, 2545 : 7)

2.1.1.6 ກາຍຂັບອອກຈາກຮ່າງກາຍ

ຕະກໍວ່າປ່ຽນມາ 76 % ຈະຄູກເຂົ້າອອກທາງປັສສາວະ ອີກ 16 % ຄູກເຂົ້າອອກທາງອຸງຈາຮະ ແລະ 8% ຄູກເຂົ້າອອກທາງພິວຫັນ ທາງເໜື້ອແລະເສັ້ນນີ້ ຮີ້ອເສັ້ນພົມ ໃນວັນທີນີ້ ຈະຮ່າງກາຍສາມາດຂັບຕະກໍວ່າອອກໄດ້ເຕັມທີ່ປ່ຽນມາ 2 ມີລັກຮັນທ່ານັ້ນ (ໄມຕີ ສຸກທີ່ຈິຕີ, 2331 : 80)

2.1.1.7 ความเป็นพิษของตะกั่ว

ตะกั่วจะก่อให้เกิดพิษต่อระบบต่าง ๆ ในร่างกายดังนี้ (ศุภมาศ พนิชศักดิ์, 2540 :245-246)

1.ระบบเลือด ตะกั่วไปปั๊บขึ้นการทำงานของเอนไซม์ ในการสร้างเม็ดเลือดแดงที่ไขกระดูก เมื่อเม็ดเลือดแดงรับสารตะกั่ว จะ pragglutinins แรงด้านทันต่อการอสูตรในซิติส (Osmotic resistance) เพิ่มความเปราะบางทางกายภาพ ทำให้ร่างกายมีเม็ดเลือดน้อย เม็ดเลือดแดงผิดปกติและแตกง่าย เลือดจาง ทำให้ผู้ป่วยมีอาการซื้ด อ่อนเพลีย

ตารางที่ 2.1 อาการพิษของตะกั่วจะผันแปรตามระดับของตะกั่วในเลือด

ระดับของตะกั่วในเลือด (มิลลิกรัม 100/มิลลิลิตร)	อาการพิษ
30-25	โปรโทเพอร์ไฟรินเพิ่มขึ้นในเลือดและALA เพิ่มขึ้นในปัสสาวะ
50-40	เขนาโคคริตและเอโน โกลบินลดลง และALA เพิ่มขึ้น
60-50	เกิดภาวะโลหิตจาง
>60	ตื่นเต้น ไม่อุ่นร้อน ควบคุมตัวเองไม่ได้ ก้าวร้าว
>120	ปัญญาอ่อน ตาบอด และตาย

ALA = δ – aminolevulinic acid

ที่มา : นิติยา รัตนานปนนท์และวิญูลย์ รัตนานปนนท์, 2543 : 172

2. ระบบประสาท ตะกั่วเป็นพิษต่อเซลล์ประสาท ทำให้เนื้อสมองบวมขึ้นจากการทำงานของสารเคมี ในสมอง และทำลายเนื้อเยื่อหุ้มปลายประสาท ผู้ป่วยมีอาการปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน อาจมีอาการซัก ควบคุมการทรงตัวไม่ได้ ปวดหัวเรื้อรัง ชา วิปริต ยุนง เชื่องซึม ความจำเสื่อม ในเด็กเล็ก อาจพบพัฒนาการทางสมองช้ากว่าปกติ

3. ไต ตะกั่วทำความเสียหายต่อท่อไต ทำให้มีการขับกรดอะมิโน น้ำตาล และฟอสเฟตออกมากับปัสสาวะมากผิดปกติ ทั้งนี้เนื่องจากตะกั่วรวมตัวกับโปรตีนของเซลล์ภายในไต ทำให้หลอดไตทำงานผิดปกติ ในรายที่มีอาการรุนแรงเฉียบพลัน ท่อไตส่วนต้นจะถูกทำลาย ในรายที่เป็นเรื้อรัง อาจเกิดภาวะไตวาย และไตพิการ

4. ระบบสืบพันธุ์ อสูจิของเพศชาย และไข่ของเพศหญิงผิดปกติ ทำให้ป่วยด้วยโรคพิษตะกั่วเรื้อรัง เป็นหมัน มีความผิดปกติของประจำเดือน รวมถึงอาการอื่น ๆ เกี่ยวกับระบบสืบพันธุ์

ตารางที่ 2.2 อาการพิษตะกั่ว เรียงลำดับจากอาการที่พบได้บ่อยไปหาที่พบได้น้อย

สารอนินทรีย์		สารคุนิทรีย์
ผู้ใหญ่	เด็ก	
ป่วยท้อง	ง่วงซึม	รบกวนระบบการนอนหลับ
ท้องผูก	ระคายเคือง	กลิ่นเหม็น
อาเจียน	อาเจียน	อาเจียน
หืด	อาการระบบทางเดิน	กล้ามเนื้อไม่มีแรง
อาการทางประสาท	อาหาร	น้ำหนักลด
ท้องร่วง	โ่ง	ไส้สั่น
	ซึม	ท้องร่วง
	อ่อนเพลีย	ป่วยท้อง
		ตกใจง่าย
		คลื่นคลื่น

ที่มา : ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2540 : 246

2.2 มาตรฐานโลหะหนัก

โลหะหนักและสารประกอบของโลหะหนักเกือบทุกชนิดเป็นพิษจึงเป็นอันตรายต่อร่างกายโดยอาจทำให้เจ็บป่วย พิการ หรือตายได้ ถ้าได้รับเข้าสู่ร่างกายในปริมาณที่มากเกินไป ดังนั้น จึงต้องมีการทำหน้าที่ในการกำหนดมาตรฐานการปนเปื้อนของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมมิให้เกินกว่าที่กำหนดไว้

สำหรับโลหะหนักที่ทำการศึกษา คือ ตะกั่วมีมาตรฐานความคุณภาพนานาชาติทั่วโลกแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมนิกมุกข์อุตสาหกรรม ตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ได้กำหนดให้มีปริมาณตะกั่วไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (พรพินิล ห้องสุวรรณชัย, 2542 : 15)

2.2.1 มาตรฐานความปลอดภัยในสิ่งแวดล้อมและในสภาพการทำงาน

1. ในอาคาร

- ความเข้มข้นของตะกั่วในบรรยากาศบริเวณที่พักอาศัย (Ambient air) ไม่ควรเกิน 0.005

มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรของอากาศ

- ความเข้มข้นของตะกั่วในบรรยากาศบริเวณที่ทำงานสำหรับคนทำงานที่ทำงานตลอด 8 ชั่วโมงต่อวัน หรือ 40 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ไม่ควรเกิน 0.15 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรของอากาศ

2.น้ำทึ้งตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (2522) ห้ามนิให้ระบายน้ำทึ้งที่มีค่าตะกั่วมากกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตรออกจากโรงงาน

3.ในน้ำดื่ม ปริมาณตะกั่วไม่ควรเกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.ภาระน้ำได้อาหาร เครื่องเคลือบดินเผารหรือเครื่องเคลือบที่ใช้ในการบรรจุอาหารเพื่อบริโภคทุกชนิดที่มีตะกั่วละลายนอกนำไปได้ต้องไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม 1 ลิตร

5.อาหาร อาหารที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ปิดมิชิด ซึ่งเป็นอาหารควบคุมของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับ 24 (พ.ศ. 2502) ต้องมีมาตรฐานโดยคำนวณน้ำหนักของตะกั่วในอาหารได้ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

6.ค่าปกติของความเข้มข้นของตะกั่วในดิน ไม่ควรเกิน 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ระดับปกติของตะกั่วในดิน มีค่าไม่เกินในโครงการต่อเดซิลิตร WHO (1980) กำหนดค่ามาตรฐาน ตะกั่วในเลือดของคนงานผู้ชายที่ต้องทำงานสัมผัสกับตะกั่ว มีค่าไม่เกิน 40 ในโครงการต่อเดซิลิตรและค่ามาตรฐานตะกั่วในเลือดของผู้หญิงและเด็ก มีค่าไม่เกิน 25 ในโครงการต่อเดซิลิตร

ตารางที่ 2.3 แสดงเกณฑ์กำหนดค่าตะกั่วในอาหารตามมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข

ประเภทอาหาร	เกณฑ์กำหนด (ppm)
ผลไม้	0.1
ผัก	0.1
ธัญพืช	0.2
เนื้อสัตว์ (หมู วัว ไก่)	0.1
เครื่องใน (หมู วัว ไก่)	0.5
ปลา	0.2
กุ้ง	0.5
หอย	1.0
น้ำผลไม้	0.05
อาหารเด็ก	0.02

ที่มา : กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ , 2532

2.3 การนำบัดโดยหลักในน้ำเสีย

การนำบัดโดยหลักในน้ำเสียมีด้วยกันหลายวิธี โดยอาจใช้วิธีการทางเคมี ได้แก่ การตกตะกอน พนีกทางเคมี (Chemical precipitation) การเกิดออกซิเดชันทางเคมี (Chemical oxidation – reduction) วิธีการทางกายภาพเคมี ได้แก่ การดูดซับด้วยถ่าน (carbon adsorption) การแลกเปลี่ยนประจุ (Ion exchange)

อสโนซิสผันกลับ (Reverse osmosis) และการแยกด้วยไฟฟ้าและเยื่อกรองชีวิทฯประกอบกัน การนำบัดโลหะหนักด้วยวิธีที่กล่าวมาข้างต้นได้ก่อตัวไว้ใน (เกรียงศักดิ์ อุดมลิน โจนน์, 2539 : 418 – 421) โดยสามารถสรุปหลักการของวิธีดังกล่าวโดยย่อดังนี้

1. การตกลงกอนผลึกทางเคมี (Chemical precipitation) เป็นการเปลี่ยนสภาพของไอออนของโลหะหนักที่ละลายอยู่ในรูปสารละลาย ให้เป็นสารที่อยู่ในสภาพที่ไม่ละลาย โดยการเติมสารเคมีผสมกับน้ำเสียให้ทั่วถึง สารเคมีที่นิยมใช้ ได้แก่ สารส้ม ปูนขาว เฟอร์ริกคลอไรด์ เฟอร์ริกซัลเฟต เป็นต้น ซึ่งเมื่อผสมเข้ากันคือแล้วจะเกิดการจับตัวกันระหว่างสารเคมีกับสารละลาย ทำให้สามารถแยกโลหะหนักออกจากน้ำเสียได้ การเกิดการตกลงกอนผลึกได้ผลดีต้องพิจารณาค่าพีเอช (pH) หลังจากการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีแล้ว โดยทั่วไปต้องมีค่าพีเอชสูงกว่า 7 จึงจะได้ผลดี

2. การเกิดออกซิเดชัน – ริดกชั่นทางเคมี (Chemical – oxidation – reduction) เป็นการเปลี่ยนสภาพของสารประกอบของโลหะหนักที่มีพิษไปเป็นสารประกอบของโลหะหนักที่ไม่มีพิษ หรือตกลงกอนได้โดยการเติมสารเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ซึ่งเป็นปฏิกิริยาเกี่ยวกับการสูญเสียอิเล็กตรอนและปฏิกิริยา ริดกชั่น ซึ่งเป็นปฏิกิริยาเกี่ยวกับการเพิ่มอิเล็กตรอน สารเคมีที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ได้แก่ อากาศ หรือออกซิเจน โอโซน ไปตัดเชิงเปลอร์แมงกานेट ($KMnO_4$) คลอรินหรือโปรดอไรด์คลอรีน ไคลอไนด์ (ClO_2) โลหะหนักที่สามารถนำบัดได้โดยวิธีนี้ เช่น สังกะสี เหล็ก แมงกานีส เป็นต้น ส่วนสารเคมีที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาริดกชั่น ได้แก่ เฟอร์รัสซัลเฟตซัลเฟอร์ไคลอไนด์ โซเดียมโพโรไซโคโรไซเดียมไบซัลเฟต โลหะหนักที่สามารถนำบัดโดยวิธีนี้ เช่น โครเมียม ทองแดง ปรอท เเงิน เป็นต้น

3. การดูดซับด้วยถ่าน (Carbon adsorption) เป็นการนำบัดโลหะหนักที่ละลายปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสีย โดยใช้หลักการดูดซับด้วยถ่าน (Carbon) ถ่านที่ใช้มี 2 ลักษณะ คือ แบบเป็นเม็ด (Granular Carbon) ทำมาจากเมล็ดของ almond, walnut, hulls, มะพร้าว ไม้อ่อน ๆ หรือถ่านทั่วไป โดยถูกนำมายาทำที่อุณหภูมิสูงมาก และพยายามทำให้ได้พื้นที่ผิวของรูบอนมาก ๆ โดยทั่วไปมีขนาดพื้นที่ผิวตั้งแต่ 500 ถึง 1,500 ตารางเมตรต่อกรัม โลหะหนักที่สามารถนำบัดด้วยวิธีนี้ เช่น ปรอท เเงิน ตะกั่ว ทองแดง เป็นต้น

4. การแลกเปลี่ยนประจุ (Ion exchange) เป็นการนำบัดโลหะในน้ำเสีย โดยใช้หลักการแลกเปลี่ยนประจุไอออนของโลหะหนักในน้ำเสียกับไอออนในสารที่เป็นของแข็งที่สามารถเกิดพันธุ์เคมีกับไอออนได้ ซึ่งสารของแข็งที่สามารถแลกเปลี่ยนไอออนได้นี้เรียกว่า เรซิน มี 2 แบบ คือ เรซินที่สามารถแลกเปลี่ยนไอออนบวก (Cation exchange resins) ซึ่งมีทั้งชนิดกรดแก่ เช่น Sulfonic, Methylene Sulfonic เป็นต้น และชนิดกรดอ่อน เช่น Carboxylic, Phosphonic เป็นต้นและเรซินที่สามารถแลกเปลี่ยนไอออนลบ (Anion exchange resins) ซึ่งมีทั้งชนิดค่างแก่ เช่น Quaternary ammonium และชนิดค่างอ่อน เช่น Primary amine, Secondary amine เป็นต้น โลหะหนักที่สามารถนำบัดด้วยวิธีนี้ เช่น ทองแดง สังกะสี และนิเกิล เป็นต้น

5. ออสโนซิสผันกลับ (Reverse osmosis) เป็นการแยกโลหะหนักจากน้ำเสียโดยการกรองผ่านแผ่นเยื่อกรองแบบเยื่อกั่งซึ่งผ่านໄด (semipermeable membrane) ณ ความดันที่สูงกว่าความดันอสโนซิส เพื่อ

กรองจะขอนให้เฉพาะ ไม่เลเกลุของน้ำให้หล่อ่าน โดยปกติจะมีขนาดความดันคงตัวแต่ความดันบรรยายการกรองถึง 6,900 กิโลนิตันต่อตารางเมตร แผ่นเยื่อกรองที่นิยมใช้กันมากได้แก่ เซลลูโลสอะซีเตท และไนลอน

6. การแยกตัวไฟฟ้าและเยื่อกรอง (Electrodialysis) เป็นการแยกไฮเดอกอนของโลหะหนักออกจากน้ำ เสียกระแสไฟฟ้าและเยื่อกรองแบบ Permeable membrane ที่มีอยู่ 2 ชนิด คือ เยื่อกรองประจุบวกจะจับสารเป็นปืนที่มีประจุลบ และปล่อยสารที่มีประจุบวกผ่านไปได้ และเยื่อกรองที่มีประจุลบจะจับสารปืนปืนที่มีประจุบวก และปล่อยสารที่มีประจุบวกผ่านไปได้ แต่ไม่เลเกลุของน้ำจะอยู่ช่วงตรงกลาง ให้หล่อ่านออกไปได้ยาก

7. การใช้วิธีธรรมชาติ (Natural treatment) เป็นทั้งวิธีการทางเคมี และชีวิทยา ประกอบกัน มาปรับสภาพน้ำเสียที่มีโลหะปืนปืนอยู่ให้ลดลง โดยนำน้ำเสียมาผ่านพื้นที่ชุ่มน้ำซึ่งประกอบด้วย ดิน พืช จุลินทรีย์ และบรรยายกาศ โลหะหนักจะถูกจับไว้โดยอาศัยการดูดซับ การตกผลึก และการแลกเปลี่ยนประจุ โดยทั่วไปจะต้องมีค่าพิเชชของน้ำเสียหรือริเวณพื้นที่นำบดค่าน้ำเสียมากกว่า 7 จึงจะได้ประสิทธิภาพของการนำบดค่ายู่ในระดับสูง แต่ถ้าค่าพิเชชต่ำกว่า 7 จะเกิดปัญหาโดยโลหะหนักจะละลายปนกับน้ำออกจากระบบได้ (พรพิมล ห่อสุวรรณชัย, 2542 : 15 – 17)

2.4 การนำบดค่าน้ำเสียที่มีตะกั่ว

ตะกั่วเป็นธาตุранสิชั่น (Transition) ที่พบกระจายอยู่ทั่วไปในธรรมชาติเป็นโลหะหนักที่มีความอ่อนตัวสามารถ ดัก ริด หรือติดได้ง่าย เนื่องต่อปฏิกิริยาเคมี ทนทานต่อการกัดกร่อน สามารถนำมาผสมกับโลหะต่าง ๆ ได้หลายชนิดมีคุณสมบัติเหมาะสมต่อการนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางอย่างสาหกรรมที่ก่อให้เกิดน้ำเสียที่ปนเปื้อนด้วยตะกั่ว และโลหะหนักต่าง ๆ ได้แก่ อุตสาหกรรมเหมืองแร่ อุตสาหกรรมชุบโลหะ อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น การกำจัดตะกั่วในน้ำเสียจะใช้วิธีการทางเคมีในการเปลี่ยนสารละลายของตะกั่วให้อยู่ในรูปของสารประกอบตะกั่วที่ไม่ละลายน้ำ โดยการเติมสารเคมี เช่น ใช้โซดาไฟเพื่อให้เกิดการตกตะกอนผลึกในรูปของตะกั่วไฮดรอกไซด์ ($Pb(OH)_2$) ใช้โซดาแอลูมิเนียมเพื่อให้เกิดการตกตะกอนผลึกในรูปของตะกั่วฟอสเฟต ($PbCO_3$) และใช้ฟอสเฟต เพื่อให้เกิดการตกตะกอนผลึกในรูปตะกั่วฟอสเฟต ($Pb_3(PO_4)_2$) นอกจากการตกตะกอนทางเคมีแล้ว การกำจัดตะกั่วออกจากน้ำเสียสามารถใช้กระบวนการกรองโดยกรุเลชันด้วยสารสัมหรือสารประกอบเหล็ก การแลกเปลี่ยนไฮเดอกอนและการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) (ขวัญฤทธิ์ โชติชนากวีวงศ์, 2545 : 5 – 65)

2.5 การนำพีชนาใช้ในการนำบดค่าน้ำเสีย

สำหรับพีชนี้นักวิชาการจะช่วยในการนำบดค่าน้ำเสียโดยการดูดซึมธาตุอาหาร โลหะหนักและสารอื่น ๆ ที่ปนเปื้อนมากับน้ำเสียเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโต โดยผ่านระบบ rak ก่อนเข้าสู่ลำต้นแล้ว ระบบ rak ของพีชยังเป็นส่วนสำคัญในการนำบดค่าน้ำเสีย คือ ทำหน้าที่เป็นที่เกาะของจุลินทรีย์บางชนิดที่อยู่ในดิน ซึ่งทำหน้าที่ย่อยสลายสารต่าง ๆ ในดิน และยังทำหน้าที่เคลื่อนขยับก้าชออกซิเจน และก้าชอื่น ๆ จากยอด

ไปขั้งราก และจากรากไปขั้งยอด จึงเป็นการเพิ่มก้าชออกซิเจนให้กับดิน นอกจากนี้ก้าน หรือลำต้นที่อ่อนุ่มน้ำ ยังเป็นตัวกลางในการกรอง และดูดซึมตะกอน และของแข็งที่ลอยอยู่ในน้ำ ทำให้ความเนื้องของแสงแดดที่ส่องตรงผิวน้ำลดลง จึงช่วยป้องกันการเริบตืบโตที่มากเกินไปของสาหร่ายที่อ่อนุ่มน้ำ ส่วนก้านลำต้นและใบที่อ่อนุ่มน้ำ จะช่วยลดผลกระทบของลมที่มีต่อน้ำ (รัชดา บุญแก้ว และวรรษฤทธิ์ หวันนเช่น, 2545 : 16)

2.5.1 การนำบัคน้ำเสียด้วยผักสวนครัว

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญยิ่งคือสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ เพื่อการอุปโภคและบริโภค ตั้งนี้น้ำ เป็นทรัพยากรที่เกิดจากน้ำทึบซึ่งมีผลโดยตรงต่อคุณภาพชีวิต ไม่ว่าจะเป็นปัญหาขาดแคลนน้ำหรือปัญหา คุณภาพน้ำ โดยทั่วไปแล้วน้ำจากแหล่งต่างๆ มีคุณภาพแตกต่างกัน แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ค่า BOD ของคุณภาพน้ำโดยทั่วไป

คุณภาพน้ำ	BOD (mg/L)
ดีเยี่ยม	0 – 1.5
ดีมาก	1.5 – 3.0
ดี	3.0 – 6.0
พอใช้	6.0 – 12.0
เลว	มากกว่า 12.0

ที่มา : ข้าวทิพย์ เจนธนกิจ และคณะ, 2533

การที่นำมีคุณภาพแตกต่างกันเข้าอยู่กับปริมาณสารสกปรกที่เรือน้ำเรียกว่า นลสารແນ่งได้ เป็น 2 ประเภท คือ สารพิษ และสารอินทรีย์ปราศจากพิษ

สารพิษ ได้แก่ โลหะหนัก สารหนู ตะกั่ว ปรอท โครเมียม ทองแดง และอื่นๆ รวมทั้งยาฆ่าแมลง

สารอินทรีย์ปราศจากพิษ ได้แก่ สารอินทรีย์ที่เกิดจากการย่อยสลายของชากพืชและสัตว์เศษอาหาร ตลอดจนน้ำทึบจากชุมชนและอุตสาหกรรมบางชนิด

นลสารในน้ำเสียไม่ว่าจะเป็นสารอินทรีย์ สารอินทรีย์ หรือโลหะหนัก สามารถดูดปริมาณให้เหลือน้อยลงหรือแปรสภาพเป็นสารไร้พิษได้ด้วยกรรมวิธีการนำบัคน้ำเสีย ซึ่งมีหลายวิธีและมีข้อได้เปรียบ เสียเปรียบแตกต่างกัน

การนำบันดูเสียด้วยผักตบชวาเป็นวิธีที่อาชัยคุณสมบัติต่อไปนี้ คือ

1. ทำหน้าที่กรอง

ผักตบชวาที่ขึ้นอย่างหนาแน่นเปรียบได้กับการบรรจุสกุลพูนในกรวยกรองน้ำที่ไอล์ฟานกอ ผักตบชวาอ่อนช้ำ ๆ จะทำให้ของแข็งแขวนลอยต่าง ๆ ที่ปนอยู่ในน้ำถูกสกัดกั้น นอกจากนั้นแบบแรก ผักตบชวาที่มีจำนวนมากจะช่วยกรองสารอินทรีย์ที่ละเอียดและอาชัยชุลินทรีย์ที่เกาะที่รากช่วยดูดสารไว้ออกทางหนึ่ง

2. คุณลักษณะในไตรเจนและฟอสฟอรัส

ในการปลูกพืชโดยทั่วไปที่ใช้คินปลูก พืชจะใช้รากนกออนดูดนำ และอาหารจากดิน สารอาหารที่พืชต้องการได้แก่ ในไตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ผักตบชวามีความต้องการไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเช่นเดียวกัน แตกต่างกันที่ผักตบชวาเป็นพืชที่เรียบเดินโตกินน้ำ ดังนั้น การเกิดอาหารจึงใช้รากดูดสารอาหารที่อยู่ในน้ำลำเลียงไปยังใบเพื่อใช้สังเคราะห์แสง ในไตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำเสียจัดเป็นผลสารที่ต้องการกำจัดให้หมดไปการดูดกินอาหารจากน้ำของผักตบชวา จึงเป็นการลดผลสารดังกล่าวให้น้อยลง อย่างไรก็ตามในไตรเจนในน้ำเสียส่วนมากจะอยู่ในรูปของสารประกอบทางเคมี เช่น สารอินทรีย์ในไตรเจน แอนโนเนียในไตรเจน และไนเตรตในไตรเจน ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ผักตบชวาสามารถดูดในไตรเจนได้ทั้ง 3 ชนิด แต่ในปริมาณที่แตกต่างกัน คือ ในสภาพที่ใช้ผักตบชวาในการนำบันดูเสียที่มีค่าการบรรรุทุกในไตรเจน 11.6 -76.1 กิโลกรัม/เฮกตาร์ - วัน ผักตบชวาสามารถดูดนมสารอินทรีย์ในไตรเจนได้สูงกว่าในไตรเจนรูปอื่น คือ ประมาณร้อยละ 95 ในขณะที่มูลสารในเขตไนโตรเจนและแอนโนเนียในไตรเจนจะลดลงประมาณร้อยละ 80 และ 77 ตามลำดับ

จากการลดสารประกอบฟอสฟอรัสในน้ำเสียโดยใช้ผักตบชวาให้ผลที่มีประสิทธิภาพน้อยกว่าในไตรเจน เพราะผักตบชวาสามารถดูดฟอสฟอรัสได้ในปริมาณที่ต่ำกว่า

3. การลดสารอิน

นอกจากในไตรเจนและฟอสฟอรัสแล้ว ผักตบชวาสามารถลดสารอิน ๆ ได้ดังต่อไปนี้

คาร์บอน	28	กรัม/ตารางเมตร/วัน
โพแทสเซียม	2	กรัม/ตารางเมตร/วัน
แคลเซียม	1	กรัม/ตารางเมตร/วัน
แมกนีเซียม	0.2	กรัม/ตารางเมตร/วัน
โซเดียม	2	กรัม/ตารางเมตร/วัน

ด้วยคุณสมบัตินี้ จึงมีทางเป็นไปได้ที่จะใช้ผักตบชวาในการนำบันดูเสียจากชุมชนขนาด 5,000 คน โดยใช้บ่อสำนักประมาณ 200x200 เมตร ที่บรรจุผักตบชوار้อยละ 40 ของพื้นที่ผิวน้ำ (ข้าวทิพย์ เจนชันกิจ และคณะ, 2533)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลังจากที่มีการใช้สิ่งมีชีวิตจำพวกจุลินทรีย์ในการบำบัดสารโลหะหนักที่เจือปนอยู่ในน้ำทึ้งแล้ว ต่อมาจึงได้มีการทดลองนำพืชเข้ามาริใช้ในการบำบัดสารโลหะหนักที่เจือปนในน้ำโดยตรง ซึ่งพืชที่ได้รับความนิยมน่าจะค่อนข้างมากที่สุดคือ พักดูชวา ทั้งนี้เนื่องจากพักดูช瓦เป็นวัชพืชรากยาว การที่สามารถนำพักดูชوانาใช้ประโยชน์ได้จึงเป็นเรื่องดี

ในระบบรายงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้พักดูชวาบำบัดสารโลหะหนักนั้น เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการโดยใช้น้ำเสียที่มีสารโลหะเจือปน ซึ่งเป็นน้ำทึ้งจากโรงงานจริง ๆ ซึ่งจากการทดลองนำพักดูชوانามาเลี้ยงแบ่งตามขนาดเด็ก กกลาง ใหญ่ ในน้ำทึ้งที่ประกอบไปด้วยโลหะหนัก 3 ชนิด คือ โครเมี่ยม ทองแดง และนิกели พนว่าประสิทธิภาพในการกำจัดสารโลหะหนักจากน้ำเป็นดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 แสดงประสิทธิภาพของพักดูชวาในการกำจัดโครเมี่ยม ทองแดง และนิกели

ชนิดของสาร โลหะหนัก	ประสิทธิภาพในการกำจัด (ร้อยละ)		
	ลำต้นขนาดเด็ก	ลำต้นขนาดกลาง	ลำต้นขนาดใหญ่
โครเมี่ยม	46.25	59.3	71.25
ทองแดง	86.51	93.97	99.65
นิกели	81.23	93.37	94.65

ที่มา : สนธิ คหวัฒน์, 2529 : 25

นอกจากนี้ยังพบว่าพักดูชวาที่มีค่า Biomass มากจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดโลหะหนักได้สูงตามไปด้วย และการศึกษานี้ยังได้รวบรวมวิธีการที่เป็นไปได้ในการนำพักดูชวาที่ถูกซับโลหะหนักแล้วนี้ไปใช้ประโยชน์ โดยได้มีการเสนอให้นำพักดูชวาดังกล่าวไปทำ Biogas หรือนำไปสกัดเพื่อ recycle โลหะหนักเหล่านี้กลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ (สนธิ คหวัฒน์, 2529 : 26)

เล ธ วัน อัน (2539) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการใช้พืชบำบัดน้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะ โดยใช้พักดูชวาและกอก ในการทดลอง ได้จำลองระบบบำบัดน้ำเสียขึ้นประกอบด้วย บ่อเดี่ยงพักดูชวาและกระถางที่ปูกรอก ตัวอย่างน้ำเสียได้เตรียม จากการทดสอบน้ำเสียจากฟาร์มสุกร กับโลหะหนัก Ni และ Cr ให้ได้ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำเสียจะถูกปั๊มผ่านเข้าไปในระบบอย่างต่อเนื่อง โดยใช้ระยะเวลา กักเก็บ 15 วัน ในบ่อพักดูชวา และ 1.7 วันในกระถางกอก เก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์หาโครเมี่ยมและนิกели โดยวิธีอะตอนมิกเอบวอร์พชัน และวิเคราะห์หาพารามิเตอร์อื่น ๆ เช่น COD, BOD₅ และ TSS ผลการศึกษาพบว่าคุณภาพของน้ำที่ผ่านการบำบัด แล้วอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้เมื่อเทียบกับมาตรฐานน้ำทึ้งของประเทศไทย แต่สำหรับโครเมี่ยมและนิกелиนั้นค่อนข้างสูงเล็กน้อย แต่มีความใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน

ปกรณ์ ประดิษฐ์ทอง (2540) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารพืชและโลหะหนัก เช่น ตะกั่ว นิกเกิล โตรเมียม แแคดเมียม โดยจำลองลักษณะของพื้นที่ชั่วน้ำแบบประดิษฐ์ ทำการนำบัวค่าน้ำเสียชุมชน เมือง จังหวัดเพชรบุรี ใช้พืชชนิด กกกลม ญูป่าไช แล้วแปลงทดลองที่ไม่ปลูกพืช ใช้ช่วงเวลาการขันน้ำในแปลง 3 วัน 5 วัน และ 7 วัน หลังจากนั้นระบายน้ำออกให้แห้ง 3 วัน ทำการเก็บตัวอย่างดิน น้ำ และพืชจากแปลงทดลอง และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการนำบัวค่าน้ำเสียจากการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารพืช และโลหะหนักในแปลงทดลอง พบร้าธาตุพืชในดินมีปริมาณสูงขึ้น ในขณะที่ธาตุอาหารในน้ำที่ออกจากแปลงมีปริมาณลดลง เช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงของโลหะหนัก ธาตุอาหารส่วนที่ลดลงนั้นพบสะสมอยู่ในดินและพืช แต่โลหะหนักที่ลดลงพบสะสมอยู่ในพืชเท่านั้น

ข้าวทิพย์ เจนธนกิจ และคณะ (2533) การนำผักตบชวามาใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากโลหะหนัก พบร้าผักตบชวาสามารถดูดซับโลหะหนักได้ดีในช่วง 3 วันแรก และลดลงเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นจนถึง 10 วัน ผักตบชวาขนาดกลางมีความสามารถในการกำจัดโลหะหนักได้ดีกว่าขนาดใหญ่ และขนาดเด็ก โดยพบว่า โลหะหนักจะไปสะสมที่ใบมากกว่าสะสมที่ก้าน

รัชดา บุญญา แล้ววรรณฤทธิ์ หวานเจี๊ยง (2545) ศึกษาประสิทธิภาพของขอกในการดูดซึมตะกั่วที่ละลายในน้ำ โดยเตรียมตัวอย่างน้ำจาก การผสมน้ำกับโลหะหนัก Pb ตัวอย่างน้ำจะเก็บในวันที่ 1 และเก็บอีกครั้ง เมื่อปล่อยให้ออกดูดซึมตะกั่วแล้ว 7 วันในแต่ละการทดลอง นำมาวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วที่ละลายในน้ำโดยวิธีอะตอมมิครอนซอร์พชั่น (AAS) จากการศึกษาริ่มน้ำที่ความเข้มข้น 10 ppm ของตะกั่วในการทดลองที่ 1 พบร้าจอกมีประสิทธิภาพในการดูดซึมตะกั่ว 84.67 % ในการทดลองที่ 2 เพิ่มความเข้มข้นของตะกั่วเป็น 20 ppm พบร้ามีประสิทธิภาพการดูดซึมต่ำกว่าในการทดลองที่ 1 คือมีประสิทธิภาพ 71.99 % และในการทดลองที่ 3 ให้มีความเข้มข้นของตะกั่วเป็น 20 ppm เมื่อเทียบกับการทดลองที่ 2 แต่ไม่ให้ธาตุอาหารพบร้ามีประสิทธิภาพในการดูดซึมตะกั่วต่ำกว่าการทดลองที่ 1 และ 2 คือประสิทธิภาพ 48.30 %

2.7 พรรณไม้น้ำที่ใช้ในการศึกษา

พรรณไม้น้ำ หรือพืชน้ำ ตรงกับภาษาอังกฤษว่า Aquatic plant, Water plant หรือ Hydrophytes หมายถึง พืชที่ขึ้นอยู่ในน้ำ โดยที่พืชน้ำอาจจะเจริญลอยที่ผิวน้ำ เจริญอยู่ใต้ผิวน้ำ เจริญโผล่ขึ้นเหนือน้ำ หรือเจริญอยู่ต่ำน้ำชานน้ำ ริมตลิ่ง และรวมถึงพืชที่ชอบเจริญอยู่ตามที่น้ำขังและ ส่วนการจัดจำแนกพรรณไม้น้ำนั้น จะจำแนกได้หลายแบบด้วยกันคือ (สุชาดา ศรีเพ็ญ, 2542 : 8 – 11)

1) การจัดจำแนกของตามแหล่งน้ำที่พรรณไม้น้ำขึ้นอยู่ได้ดังนี้

1.1 พวกริ่มน้ำในแหล่งน้ำจืด จัดว่าเป็นพวกริมน้ำ limnophytes

1.2 พวกริ่มน้ำในแหล่งน้ำกร่อยหรือน้ำเค็ม จัดเป็นพวกริมทะเล halophyte

2) การจัดจำแนกของตามหลักของการจำแนกอาณาจักรพืช

2.1 พืชกลุ่มแอลจี ประกอบด้วย กลุ่มแอลจีสีเขียว กลุ่มแอลจีสีฟ้า และกลุ่มแอลจีสีทอง

2.2 พืชกลุ่มใบเรือไฟร์ ประกอบด้วย กลุ่มอโลแลดิเวอร์วิต

2.3 พืชกลุ่มเฟร็น ประกอบด้วยเฟอร์นิคต่าง ๆ ทั้งที่เป็นเฟร็นลอยน้ำ เฟร็นขึ้นตามริมน้ำ หรือขึ้นใต้น้ำ

2.4 พืชเม้มลีด จะมีแต่เฉพาะพวงพืชเม้มลีดอย่างจะเป็นกลุ่มที่สวยงามที่สุด เป็นกลุ่มพืชที่มีขนาดใหญ่ ทั้งชนิดพืชใบเดี้ยงเดี่ยว และพืชใบเดี้ยงจู่

3) การจัดจำแนกออกตามลักษณะทางนิเวศวิทยาที่พรณ ไม่น้ำนี้ขึ้นอยู่ คือ

3.1 พืชใต้น้ำ (Submerged plants) พรณ ไม่น้ำประเภทที่มีการเจริญเติบโตอยู่ใต้น้ำทั้งหมด อาจจะมีรากยึดกับพื้นดินใต้น้ำ หรือไม่มีรากก็ได้ บางชนิด ทั้งรากและลำต้นเจริญอยู่ในพื้นดินใต้น้ำ มีลำต้น บางส่วนและใบเจริญอยู่ใต้ระดับน้ำ เช่น สาหร่ายหางกระรอก

3.2 พืชโผล่เหนือน้ำ (Emerged plants) พรณ ไม่น้ำ ประเภทที่มีการเจริญเติบโตอยู่ใต้น้ำ บางส่วน และเห็นอ่อนน้ำบางส่วน โดยมีรากหรือทั้งรากและลำต้นเจริญอยู่ในพื้นดินใต้น้ำ ส่วนของใบและดอกขึ้นมาเจริญเหนือน้ำ เช่น พวงบัวสายบางชนิด

3.3 พืชลอยน้ำ (Floating plants) พรณ ไม่น้ำประเภทนี้เป็นพวงที่เจริญลอยอยู่ที่ระดับน้ำ มีรากน้อยลอยอยู่ในน้ำ ส่วนต้นใบและดอกเจริญบริเวณน้ำ หรือเห็นอ่อนน้ำบางชนิดถ้านำต้นเขิน รากอาจจะหยักยึดพื้นดินให้ตัวก็ได้ เช่น ผักบูรีมีลำต้นที่ภายในการลงเป็นช่องอากาศใหญ่ ช่วยพยุงให้ต้นพืชลอยน้ำอยู่ได้ ผักกระเฉดลำต้นเมื่อมีอายุมากก็จะมีเนื้อเยื่ออ่อน化 เรียกว่า นมผักกระเฉด ล้อมรอบลำต้นไว้เพื่อพยุงลำต้นให้ลอยน้ำอยู่ได้

3.4 พืชชายน้ำ (Marginal plants) พรณ ไม่น้ำประเภทนี้มักขึ้นอยู่ตามชายน้ำ ริมคลอง หนอง หนองน้ำ สร่าน้ำหรือทะเลสาบ ลักษณะ โดยทั่วไปนั้นมีรากหรือทั้งรากและลำต้นเจริญอยู่ใต้ดิน ส่วนบางส่วนของต้น ใบ และดอกเจริญเหนือน้ำ พรณ ไม่น้ำประเภทนี้ใกล้เคียงกับพวงพืชโผล่เหนือน้ำมาก เช่น พวงบัว

2.7.1 ผักบูรีไทย (Water Convolvulus)

ผักบูรี (Water Convolvulus) เป็นพรณ ไม่น้ำ จัดจำแนกอยู่ในประเภท พืชลอยน้ำ

ชื่อสามัญ : Woolly morning – glory, Morning gloryj, Swamp cabbage

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Ipomoea aquatica* Forsk.

ชื่อวงศ์ : CONVOLVULACEAE

ชื่ออื่น : ผักบูรี (ทั่วไป), ผักทอดยอด (กลาง), โหนเดาะ (กะหรี่ยง – แม่อ่องสอน)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำต้น : กลวงมีข้อปล้องสีเขียว ขึ้นเลี้ยวแผ่ตามหน้าน้ำหนึ่งในที่ลุ่มตามพื้นดินที่มีความชื้นหรือดินที่แฉะ

ใบ : สีเขียวเข้มลักษณะของใบจะเป็นรูปสามเหลี่ยมมนแหลมคล้ายกับปลายหอก หรือขอบขนาด ผิวใบเรียบ ขอบใบเรียบหรือหยักเล็กน้อย ปลายใบแหลมหรือมน โคนใบเว้าเป็นรูปหัวใจ รูปกลุ่มหรือตัดตรง เป็นไม้ใบเดี่ยว ในกรีง 2-7 ซม. ยาว 3-15 ซม. ก้านใบยาว 1-3 ซม.

ดอก : ลักษณะของดอกเป็นรูปประดังเกล มีสีขาวอ่อน ๆ หรือชมพูด้านในของโคนดอกจะมีสีเข้มกว่าด้านนอกของใบเดี่ยว ประมาณ 2 นิ้ว และจะดอกในฤดูแล้ง

ผลและเมล็ด : กลมเป็นกลีบ ขนาดใหญ่ 4-6 เมล็ด มีขนปุกคุณหรือผิวเรียบ ผักบุ้งเป็นทั้งพืชบกและพืชน้ำ ขยายพันธุ์โดยการปักชำหรือใช้เมล็ด เป็นพืชที่ขึ้นได้ในที่แห้งแล้ง พบรากและน้ำทั่วไป หนอนน้ำ บ่อเดี่ยงปลา ทุ่งนา พบรากในน้ำดื่นและน้ำลึก ทั้งในน้ำดื่นและน้ำไหลอยู่หลายฤดู

ประโยชน์

ยอดอ่อนและใบใช้เป็นอาหารสด ๆ เป็นผักจิ้มน้ำพริก และนำมาต้มเอาน้ำثانใช้เป็นยาระบาย ดอคุณรักษาโรคภัยทางเดิน ใบคำพอฟี ถอนพิษสัตว์กัดต่อย ทั้งต้นแก้โรคประสาท ปวดศีรษะ เบาหวาน แก้ต้ออักเสบ บำรุงสายตา รากแก็ตอกขาว แก้ไอเรื้อรัง แก็บวน แก้ปวดทัน ผสมกับยากระเพรา มะขามและจิ้งแก้โรคหืด

2.7.2 ผักกระเฉด (Water cress)

ผักกระเฉด (Water cress) เป็นพืชใบไม้เดี่ยว จัดจำแนกอยู่ในประเภท พืชลอยน้ำ

ชื่อสามัญ : -

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Neptunia oleracea* Lour.

ชื่อวงศ์ : MIMOSACEAE

ชื่ออื่น : ผักรุ้นน่อง ผักน้ำ ผักหนอง ผักหลาหนอง ผักกระเฉด

ลักษณะทางพฤกษาศาสตร์

ลำต้น : กลมยาวอวบน้ำ เส้นผ่านศูนย์กลาง 4-6 มม. หรือตามพื้นดินที่แฉะมีข้อปล้องหัดเจน นิ่กรากออกอกรตามข้อ มีเนื้อยื่นคล้ายฟองน้ำหรือนาม สีขาวทึบปล้องแต่ละปล้อง แต่ถ้าเลือยกุ่มน้ำดินจะไม่มีน้ำ แต่ลำต้นไม่มีราก

ใบ : เป็นใบประกอบ แต่จากลำต้นแบบสลับ มีก้านใบ ใบย่อย แต่ครั้งกันข้าม มี 13-18 คู่ ขนาดเล็ก ขอบใบเรียบ มีขนาดเล็กไว้ต่อสั่งเร้าเมื่อสัมผัสถูกใบจะหุบ

ดอก : เป็นดอกช่อแบบ Hernandezia ทรงกลมเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 เซนติเมตร เกิดที่ซอกใบ ช่อละ 30-50 ดอก มีก้านช่อดอกขึ้นเหนือน้ำ มีก้านช่อดอกยาว 14-18 เซนติเมตร ดอกประกอบด้วยกลีบรวมสีเหลือง ดอกย่อยด้านบนเป็นดอกสมบูรณ์เพศ ดอกด้านล่างเป็นหนัน

ผลและเมล็ด : ผลเป็นฝัก มีลักษณะแบบ มีเมล็ด 4-10 เมล็ด

ผักกระเพราเป็นไม้ล้มลุก จัดอยู่ในประเภทพืชลolloynia ต้นลอกหัวหรือเลือยแผ่ไก่ด้วยฝักพับทั่วทุกภาคของไทย ขึ้นในฤดู คล่อง

ประโยชน์

1. เป็นพืชเศรษฐกิจชนิดนำมารับประทานเป็นอาหาร เป็นผักใน 100 กรัมให้พลังงาน 29 กิโลแคลอรี่ โปรตีน 6.4 กรัม แคลเซียม 387 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 7 มิลลิกรัม เหล็ก 5.3 มิลลิกรัม ในชาตีน 3.2 มิลลิกรัม วิตามินซี 22 มิลลิกรัม เบต้า-คาโรทีน 472.08 หน่วย RE~
2. มีสรรพคุณทางสมุนไพรรักษาโรค
3. ใช้เป็นยาเสียบ

2.7.3 ความสัมพันธ์ของพรมไม้น้ำกับปัจจัยทางด้านกายภาพ

พรมไม้น้ำโดยทั่วไปน้ำเจริญได้ดีหรือมีการแพร่กระจายได้มากและรวดเร็วอย่างไม่น้อยจำเป็นต้องมีปัจจัยบางอย่างมาเกี่ยวข้องด้วย ปัจจัยทางด้านกายภาพมีความสัมพันธ์กับพรมไม้น้ำอย่างมาก และสภาพของแหล่งน้ำที่มีพืชขึ้นอยู่ก็มีผลต่อพรมไม้น้ำเช่นกัน (สุชาดา ศรีเพ็ญ, 2542 : 11-12) ปัจจัยต่างๆ นี้มีดังต่อไปนี้คือ

1. แสง เป็นปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับพรมไม้น้ำมาก การสังเคราะห์ทำให้พืชสามารถสร้างอาหารเพื่อการเจริญเติบโต พืชลolloynia พืชдолเหนือน้ำ พืชชายน้ำ จะได้รับแสงโดยตรง พืชใต้น้ำจะได้รับแสงสว่างผิดไปจากความเป็นจริง พืชที่อยู่ระหว่างดับความลึกต่างกันก็จะได้รับปริมาณแสงต่างกันไปด้วย และถ้าในบริเวณที่แสงล่องไม่ถึงจะไม่ค่อยพบพรมพืชเลย

2. อุณหภูมิ เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญกับพรมไม้น้ำเช่นกัน พรมไม้น้ำทนต่อ ๗ ที่เจริญอยู่ในแหล่งน้ำเดิวกันนั้นมักไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมากนัก พรมไม้น้ำอย่างชอนชินในที่อุณหภูมิต่ำ ถ้านำมาปลูกในแหล่งน้ำที่มีอุณหภูมิสูงนักจะเจริญเติบโตได้ไม่ดีก็จะเดิวกับพรมไม้น้ำบางอย่างที่เจ็บในประเทศไทยตอนนาก็จะเจริญเติบโตได้ไม่ดีหรือไม่สามารถเจริญเติบโตได้ถ้านำไปปลูกในประเทศหน้า แต่ถ้าพรมไม้น้ำอย่างกีสามารถปรับตัวได้ทั้งในที่อุณหภูมิสูงและอุณหภูมิค่อนข้างต่ำ

3. ปริมาณกําชา เป็นปัจจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับพรมไม้น้ำ กําชาสำคัญคือกําชาคาร์บอนไดออกไซด์ เพราะพืชจำเป็นต้องใช้ในการสังเคราะห์แสงจะเดิวกับพืชจะหายกําชาออกซิเจนให้กับแหล่งน้ำ ซึ่งจะเป็นประโยชน์กับสัตว์น้ำต่าง ๆ จะพบว่าถ้าอัตราการหายกําชาของกําชาบนอนได้ออกไซด์ของสัตว์และอัตราการหายกําชาออกซิเจนของพรมไม้น้ำอยู่ในลักษณะที่พอเหมาะสม จะทำให้แหล่งน้ำนั้นมีสภาพที่สมดุลย์ ในแหล่งน้ำดีก ฯ ปริมาณกําชาออกซิเจนจะมีน้อยหรือเกือบไม่มีเลย สิ่งที่มีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ก็เกือบจะอยู่ไม่ได้เลย

4. ความกระต้างของน้ำ พรมพืชบางอย่างชอบชื้นในน้ำที่มีหินปูนมากคือชอบชื้นในน้ำกระต้าง ดังนั้นจะเห็นว่าพืชชนิดนี้ไม่ขึ้นในน้ำที่มีหินปูนน้อย ในขณะเดียวกับพรมพืชที่ชอบชื้นในน้ำอ่อนก็จะไม่

ขึ้นในน้ำที่มีหินปูนด้วย โดยลักษณะเช่นนี้จะมีผลต่อพรมไม้น้ำในเบื้องชนิดของพืชที่ชอบความกระต้างของน้ำต่างๆ กัน

5. ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (pH) จะมีผลต่อการเจริญเติบโตและการกระจายของพรมไม้น้ำ โดยทั่วไปพืชมากชอบน้ำที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างกลาง ๆ คือระหว่าง 7.5-6.5 แต่ก็มีพืชบางอย่างที่สามารถขึ้นได้ในที่ที่มีน้ำมีค่าค่อนข้างเป็นกรด

6. ความชุ่มน้ำของน้ำ น้ำที่มีตะกอนของดินทรายหรือแร่ธาตุมาก เช่น ในลำธารหรือหนองน้ำที่มีตะกอนซุ่น พืชใต้น้ำจะได้รับแสงสว่างไม่เต็มที่ ทำให้ไม่สามารถเจริญเติบโตได้บ้างครั้งถึงกับเน่าตายไป

7. ชาต้อาหารในน้ำ ถ้าในน้ำมีชาต้อาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพรมพืชเป็นผลทำให้พืชทุกประเภท ทั้งพืชลอยน้ำ พืชโผล่น้ำ และพืชใต้น้ำเจริญเติบโตได้ดีแหล่งน้ำที่รับน้ำเสียจากชุมชนจะมีพืชลอยน้ำเจริญอย่างหนาแน่น ทั้งนี้ เพราะในน้ำเหล่านั้นมีชาต้อาหารที่พืชต้องการอยู่เป็นจำนวนมาก

8. สภาพของพื้นดินใต้น้ำ ผิวน้ำล่างของแหล่งน้ำนั้นทั้งที่เป็นกรวด ทราย หิน ดิน โคลน และดินที่เกิดจากชาต้อาหารทับถมกัน ลักษณะเช่นนี้มีผลต่อพรมไม้น้ำ ทั้งต่อชนิดของพืชและการเจริญเติบโตของพืช

9. การเคลื่อนที่ของน้ำ ในแหล่งน้ำที่เป็นสาร บ่อ บึง หรือทะเลสาบ การเคลื่อนที่ของน้ำเกิดจากการแสลง ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำ แต่ในลำธารหรือแม่น้ำการเคลื่อนที่ของน้ำเกิดจากการไหลของกระแสน้ำ ซึ่งจะข้าหรือเร็วตามจะมีอิทธิพลต่อพรมพืชที่ขึ้นอยู่ พืชบางอย่างชอบขึ้นในที่น้ำไหลเพื่อจะได้รับแร่ธาตุและกําชีวที่มากับกระแสน้ำ พืชพากนี้จะมีรากยึดแน่นกับพื้นดิน ในมักเห็นบัวและพลีวไปตามกระแสน้ำได้ พืชบางอย่างชอบขึ้นในน้ำนิ่งเพื่อใบจะได้รับแสงได้เต็มที่ ในมักประบวงจีกหาดได้ง่าย เป็นต้น

2.8 ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ เทคนิคการหาดใหญ่

2.8.1 สถานที่ทั้งระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสียตั้งอยู่บริเวณด้านล่างน้ำอ้อย และด้านลูกเต่า อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ในพื้นที่ขนาดประมาณ 2,040 ไร่ 2 งาน 216 ตารางวา อยู่ห่างจากเทศบาลฯ ไปทางทิศเหนือประมาณ 13 กิโลเมตร ซึ่งเทศบาลนกรหาดใหญ่ ดำเนินการจัดซื้อในวงเงิน 629.86 ล้านบาท โดยใช้งบประมาณเงินอุดหนุนจากกองทุนฯ งบประมาณจากโครงการพัฒนาเมืองหลัก และงบประมาณสมทบจากเทศบาลนกรหาดใหญ่

2.8.2 ระบบรวบรวมน้ำเสีย

ระบบรวบรวมน้ำเสียเป็นแบบรวม (Combined System) ออกแบบให้รับได้ทั้งน้ำฝนและน้ำเสียจากบ้านเรือน พาณิชกรรมและแหล่งกำเนิดน้ำเสียอื่นๆ เพื่อรับไว้ให้น้ำเสียไหลลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ อันได้แก่ คลองเตย และคลองอู่ตะเภาอีกด้วย โครงสร้างระบบประกอบด้วยท่อรวบรวมน้ำเสียขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ตั้งแต่ 0.60 – 2.00 เมตร ความยาวรวมทั้งสิ้น 24.5 กิโลเมตร สถานียกระดับน้ำ (Lift

Station 4) แห่ง สถานีสูบน้ำเสีย 1 แห่ง ท่อส่งน้ำเสียแรงดันขนาดเดือนผ่านศูนย์กลาง 1.50 เมตร เพื่อส่งน้ำเสียจากสถานีสูบน้ำเสียไปที่ระบบน้ำเสีย ความยาวรวม 9.5 กิโลเมตรและอาคารน้ำเสีย (Combined Sewer Overflow หรือ CSO) จำนวน 203 แห่ง เพื่อผันน้ำส่วนที่เกิน 5 เท่าของปริมาณ น้ำเสียในท่อแล้ง (หรือ Dry Weather Flow) ออกสู่แหล่งรองรับน้ำ ดังนั้น น้ำเสียหรือน้ำเสียรวมน้ำฝนที่มีปริมาณไม่เกิน 5 Dry Weather Flow จะถูกรวบรวมและส่งต่อไปยังระบบบำบัดน้ำเสียรวมต่อไป นอกจากนี้ได้มีการออกแบบระบบท่อระบายน้ำเสียแบบท่อแยก (Separated System) เพื่อแยกน้ำฝนและน้ำเสียไม่ให้หลอมในท่อเดียวกัน สำหรับพื้นที่ใกล้เคียงเพื่อเตรียมการก่อสร้างในอนาคตด้วย

2.8.3 ระบบบำบัดน้ำเสียรวม (หรือระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ)

ระบบบำบัดน้ำเสียรวมเทศบาลนครหาดใหญ่ สามารถรองรับน้ำเสียได้ระยะเวลา 20 ปี กล่าวคือ ในระยะเวลา 10 ปีแรก พ.ศ. 2539-2548 สามารถรับน้ำเสียได้ระหว่างเวลา 20 ปี กล่าวคือ ในระยะเวลา 10 ปีถัดไป (พ.ศ. 2549-2558) จะรับน้ำเสียได้รวมทั้งสิ้น ประมาณ 138,000 ลบ.ม. ต่อวัน ระบบบำบัดน้ำเสียรวมดังกล่าวเป็นระบบแบบบ่อผึ้ง (Stabilization Pond) ร่วมกับการใช้น้ำประดิษฐ์ (Constructed Wetland) โดยอาศัยกลไกการทำงานของธรรมชาติช่วยในการปรับสภาพน้ำเสียให้มีคุณภาพดีขึ้น ทำให้ไม่จำเป็นต้องพึ่งพาเทคโนโลยีขั้นสูงและเครื่องจักรมากนัก ซึ่งจะทำให้ไม่สิ้นเปลืองพลังงานและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการระบบน้ำเสียอีกด้วย การบำบัดน้ำเสียดังกล่าว มี 4 ขั้นตอน คือ การบำบัดเบื้องต้น (Preliminary Treatment) การบำบัดขั้นแรก (Primary Treatment) การบำบัดขั้นที่สอง (Secondary Treatment) และการบำบัดขั้นสูง (Advanced Treatment)

1. **การบำบัดเบื้องต้น (Preliminary Treatment)** เป็นการบำบัดน้ำเสียทางกายภาพเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกที่อยู่ในรูปของแข็งขนาดใหญ่หรือเศษของที่ป่นปี้อนมากับน้ำเสีย โดยมีตัวตั้งแต่แรงดันของน้ำ อัตโนมัติ (Automatic Fine Screen) ที่สถานีแบ่งน้ำเสีย หรือ Head Works เพื่อแยกออกจากน้ำเสียที่ส่งมาจากสถานีสูบน้ำ (LS3A) ก่อนระบายน้ำสู่บ่อบำบัดขั้นแรก (Primary Pond) ต่อไป

2. **บ่อบำบัดน้ำเสียขั้นแรก (Primary Pond)** หรือบ่อหมัก จำนวน 2 บ่อ ต่อเรื่องแบบคู่ขนานมีพื้นที่บ่อประมาณ 45 ไร่ และ 48 ไร่ เป็นบ่อบำบัดแบบไม่ใช้อกซิเจน (Anaerobic Pond) ทำหน้าที่ตัดตะกอนของแข็งที่อยู่ในรูปตะกอนสารอินทรีย์และครວதรายอกจากน้ำเสีย และยังสามารถลดปริมาณความสกปรกในรูปบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand หรือ BOD) ได้บางส่วน บ่อหมักนี้จะมีความลึกประมาณ 3.4 เมตร ทั้งนี้เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาของสลายสารอินทรีย์แบบไม่ใช้อกซิเจน น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดในบ่อจะได้ว่าเป็นการบำบัดขั้นแรก (Primary Treatment) หลังจากนั้นก็จะไหลเข้าสู่บ่อ Facultative Pond ต่อไป

3. บ่อบำบัด (Facultative Pond) มีจำนวน 2 บ่อ ต้องขนาดกันมีพื้นที่ต่อบ่อประมาณ 138 ไร่ และ 171 ไร่ มีความลึกประมาณ 1.70 – 1.80 เมตร ขนาดการบำบัดจากบ่อ Facultative Pond จะเกิดขึ้นสองแบบภายในบ่อเดียวกัน คือ ส่วนชั้นบนของบ่อซึ่งแสงอาทิตย์ส่องลงไปถึง จะมีการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยกระบวนการใช้ออกซิเจน ส่วนชั้นล่างของบ่อซึ่งแสงอาทิตย์ส่องลงไม่ถึง จะเกิดการย่อยสลายตะกอนด้วยกระบวนการไม่ใช้ออกซิเจน โดยอาศัยการทำงานร่วมกันระหว่างสาหร่ายและแบคทีเรียและเกิดปฏิกิริยา>y>ย่อยสลายตามธรรมชาติ

4. บ่อบำบัด (Maturation Pond) มีจำนวน 2 บ่อ ต้องขนาดกันมีพื้นที่ต่อบ่อประมาณ 78 ไร่ และ 39 ไร่ มีความลึกประมาณ 1.30 – 1.40 เมตร ทำหน้าที่ปรับสภาพและคุณภาพน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากบ่อ Facultative Pond โดยจะช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำ และช่วยในการฆ่าเชื้อโรคจากแสงอาทิตย์อีกด้วย น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากบ่อ Facultative Pond และ Maturation Pond ถือได้ว่าเป็นการบำบัดขั้นที่สอง (Secondary Treatment)

5. บึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland) มีจำนวน 5 บ่อ ระดับความลึกแตกต่างกันตั้งแต่ 0.7 – 1.40 เมตร ใช้พื้นที่บ่อรวมทั้งสิ้นประมาณ 587 ไร่ น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นที่สองจากบ่อพึ่งจะไหลลงสู่บึงประดิษฐ์ ซึ่งถือว่าเป็นการบำบัดขั้นสูง (Advance Treatment) เพื่อปรับสภาพและคุณภาพน้ำให้มีคุณภาพดีขึ้น รวมทั้งสามารถกำจัดได้ทั้งค่าความสกปรกในรูปปีโอดี ค่าสารแurenoloy (Suspended Solids) รวมทั้งสามารถกำจัดได้ในไตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำเสียได้ โดยอาศัยกระบวนการทางชีวเคมีและแบคทีเรีย หรือ กระบวนการ Nitrification และ Denitrification ที่เกิดขึ้นภายในบึงประดิษฐ์ เนื่องจากมีการปลูกพืชต่างชนิดไว้ในบึงประดิษฐ์ แต่ละบ่อให้เหมาะสมกับหน้าที่การทำงานของแต่ละบ่อ ดังเช่น ต้นกลางามเหลี่ยม จอกแหน เพื่อช่วยในการลดค่าปีโอดี ในไตรเจนและฟอสฟอรัส และยังช่วยกรองสารแurenoloyในน้ำเสียด้วย

นอกจากนี้ ยังได้จัดให้มีบ่อเก็บน้ำฉุกเฉิน (Emergency Pond) ขนาดความจุสูงสุดประมาณ 720,000 ลูกบาศก์เมตร เพื่อให้กักเก็บน้ำเสียสำรองในกรณีเกิดภาวะฉุกเฉินต่าง ๆ และเก็บกักน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแต่ยังไม่ได้นำตัวฐานน้ำทิ้งที่กำหนด รวมทั้งเป็นบ่อคักเก็บน้ำในกรณีชำรุดรักษาหรืออุบัติเหตุในบ่ออื่น ๆ

2.9 อะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรสโคปี (Atomic Absorption Spectroscopy, AAS)

การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักจะต้องทำการย่อยสลายโลหะหนักด้วยกรดเข้มข้นภายในอุณหภูมิสูงเพื่อเปลี่ยนให้อยู่ในรูปละลายน้ำ แล้วจึงอ่านค่าความเข้มข้นด้วยวิธี AAS

เทคนิคทาง AAS เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ธาตุอย่างหนึ่ง ซึ่งสามารถทำได้ทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณเป็นการวิเคราะห์ที่ได้รับความนิยมมากวิธีหนึ่ง เพราะเป็นเทคนิคที่ให้ความเที่ยง ความแม่น มี



ความไวสูง และเป็นเทคนิคที่เฉพาะคุณภาพ สามารถใช้วิเคราะห์ธาตุต่าง ๆ ได้ถึง 67 ธาตุ (แม่น อนสิตธิ แฉลอมรเพชรสม, 2539 : 322)

2.9.1 หลักการของอะตอมมิกแอบซอร์พชัน (Principles of Atomic Absorption)

อะตอมมิกแอบซอร์พชัน เป็นกระบวนการที่เกิดจากอะตอมเสรีของธาตุคุณลักษณะที่ความยาวคลื่นอันหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของธาตุ ธาตุแต่ละชนิดจะมีระดับของพลังงานแตกต่างกัน ซึ่งมีการคุณลักษณะพลังงานแตกต่างกัน เช่น อะตอมของโซเดียมจะคุณลักษณะที่ความยาวคลื่น 589 นาโนเมตร เพราะแสดงความยาวคลื่นนี้เป็นแสงที่มีพลังงานพอดีที่จะทำให้อิเล็กตรอนของโซเดียมอะตอมเกิดการเปลี่ยนสถานะจากสถานะพื้นไปสู่สถานะกระตุ้น ซึ่งจะเห็นว่าความยาวคลื่นเหล่านี้จัดเป็น spectroscopic line ของอะตอมมีสเปกตรัม ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะตัวของธาตุแต่ละชนิด

ในการที่ทำให้อะตอมของธาตุในสารประกอบเกิดเป็นอตอมเสรีได้นั้น ต้องมีการคุณลักษณะพลังงานเข้าไป ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปต่าง ๆ กัน เช่น พลังงานความร้อนจากเปลวไฟ หรือความร้อนจากไฟฟ้า เป็นต้น ความร้อนจะทำให้เกิดกระบวนการแตกตัว (Dissociation) หรือเปลี่ยนให้เป็นไอ (vaporization) หรืออาจจะแตกตัวเป็นอะตอม หรือทำให้อะตอมอยู่ในสถานะกระตุ้นหรือจากลายเป็นไออ่อนก็ได้

การเกิดอะตอมมิกแอบซอร์พชัน อิมิสชัน และฟลูออเรสเซนต์นั้นมีลักษณะการเกิดทราบซึ้งกันจากสถานะพื้นไปยังสถานการณ์กระตุ้นระดับแรก (First excited state) มีด้วยกัน 3 แบบ คือ

แบบที่ 1 เมื่ออิเล็กตรอนเปลี่ยนระดับพลังงานจากสถานะพื้นไปยังสถานะกระตุ้นระดับแรก โดยการคุณลักษณะพลังงานจากไฟฟ่อนเป็นอะตอมมิกแอบซอร์พชัน

แบบที่ 2 เมื่ออิเล็กตรอนได้รับพลังงานจากความร้อน ทำให้อิเล็กตรอนเปลี่ยนระดับพลังงานไปยังสถานะกระตุ้นระดับแรก แล้วปล่อยพลังงานออกมานะ เมื่อกลับสู่สถานะพื้นจะให้ไฟฟ่อนออกมาระบุกว่า อะตอมมิกอิมิสชัน

แบบที่ 3 เมื่ออิเล็กตรอนได้รับพลังงานจากไฟฟ่อนที่มาจากการสเปกตรัมทำให้เปลี่ยนระดับพลังงานไปยังสถานะกระตุ้นเมื่อกลับมาสู่สถานะพื้นจะให้ไฟฟ่อนออกมาระบุว่าเป็นการเกิดอะตอมมิกฟลูออเรสเซนต์

2.9.2 เทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วยวิธี AAS

เทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ธาตุนั้น สามารถทำได้หลายวิธี คือ

1. ใช้ Flame Atomization Technique ใช้กระบวนการการทำให้สารตัวอย่างแตกตัวเป็นอะตอมด้วยเปลวไฟ (flame)

2. ใช้ Flameless Technique หรือ Non – Flame Atomization Technique ซึ่งเทคนิคนี้ใช้กระบวนการทำให้สารตัวอย่างถูกเผาเป็นอะตอมได้ด้วยความร้อนจากการแสไฟฟ้า (electro thermal

atomizer หรือ graphite turnace) โดยสามารถโปรแกรมให้อุณหภูมิของการเผาไม่ค่าต่าง ๆ กัน และใช้เวลาต่างกันได้

3. ใช้ Hydride Generation Technique เนื่องจากมีธาตุบางชนิดซึ่งเปลี่ยนให้เป็นอะตอมโดยตรงด้วยเทคนิค 1 และ 2 ไม่ได้ แต่จะต้องใช้วิธีทำให้แตกตัวในบรรเทากาศที่ปราศจากออกซิเจนเพื่อป้องกันการรวมตัวกับออกซิเจนของธาตุเหล่านี้ ดังนั้น จึงต้องใช้วิธีทำให้ธาตุเหล่านี้กลายเป็นไอ ได้ง่าย ๆ ที่อุณหภูมิห้องด้วยการรีดิวชัฟให้เป็นไอโอดีน แล้วให้ไอโอดีนไครน์ผ่านเข้าไปในเบลวไฟไฮโคลเรน ความร้อนจากเบลวไฟไฮโคลเรนจะทำให้ธาตุกลายเป็นอะตอมเสร็จได้ เทคนิคนี้ใช้วิเคราะห์ธาตุ As, Se, Te, Ge, Bi, และ Sb

4. ใช้ Cold Vapor Generation Technique สำหรับเทคนิคนี้หมายความว่าที่จะใช้เป็นวิเคราะห์ธาตุบางชนิดที่สามารถเปลี่ยนให้เป็นไอ ได้ง่าย ๆ ซึ่งได้แก่การวิเคราะห์protothที่มีปริมาณโดยเฉพาะ เพื่อที่จะให้เข้าใจถึงขั้นตอนของเทคนิคการวิเคราะห์ AAS (แม่น อมรสิทธิ์ และอมร เพชรสุม, 2539 : 325 – 330)

2.9.3 ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่อง AAS

1. Hallow Cathode Lamp ใช้เป็น light source ใน Atomic Absorption Analysis Lamp ทำด้วยโลหะชนิดเดียวกับธาตุที่ต้องการศึกษา

2. Flame atomizer ใช้ spray sample solution ให้เป็นฝอยเล็ก ๆ เพื่อลดการรบกวนที่เกิดจากสารอื่นปนเข้ามา และทำให้สารตัวอย่างดูดกลืน thermal energy จาก Flame กลายเป็น vapor atom ได้ง่ายขึ้น Flame ที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงต่างกันจะทำให้อุณหภูมิค่างกันไปด้วย เช่น

Air / acetylene	ให้อุณหภูมิประมาณ	2,300 องศาเซลเซียส
Air / propene	ให้อุณหภูมิประมาณ	1,900 องศาเซลเซียส
Nitrous oxide/acetalene	ให้อุณหภูมิประมาณ	3,000 องศาเซลเซียส

3. Wavelength selection แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

3.1 Chopper ใช้เลือก wavelength ที่เหมาะสมในการวัดธาตุให้ธาตุหนึ่งเพื่อให้ Absorbed radiant Energy มากที่สุดในการวัดหาปริมาณของสาร

3.2 Monochromator มีหน้าที่ทำให้แสงจาก source ที่กระจายทุกทิศทางเป็นลำแสงนานเพื่อผ่านเข้าไปยัง path cell ของ sample

4. Detector ใช้วัดความเข้มของแสงที่ผ่านออกจากการ sample

5. Read out system เป็นส่วนแสดงค่า absorbance

2.9.4 ประโยชน์ของ AAS ที่ใช้ในงานวิเคราะห์ทางเคมี (Application of AAS)

เนื่องจากเทคนิคทาง AAS เป็นที่นิยมกันมากในการวิเคราะห์ธาตุในแบบทุกชนิดของสารตัวอย่าง ไม่ว่าจะเป็นของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส ซึ่งอาจสรุปได้ดังนี้

- 1.ใช้ในงานวิเคราะห์เพื่อการเกษตร (agricultural analysis) เช่น การวิเคราะห์ คิน พีช ราก เป็นต้น
- 2.ใช้ในงานวิเคราะห์เพื่อการแพทย์และชีวเคมี (clinical and biochemistry) เช่น การหาปริมาณของธาตุ Pb, Cu, Fe, Zn และอื่น ๆ ในเลือด ปัสสาวะ และเนื้อเยื่อ
- 3.ใช้ในงานวิเคราะห์เพื่อการโลหะวิทยา (metallurgy) เช่น การวิเคราะห์โลหะผสมต่าง ๆ เช่น ห้าปริมาณของสารเจือปนต่าง ๆ ในโลหะบริสุทธิ์
- 4.ใช้ในงานวิเคราะห์พอกน้ำมันและเพื่อการปิโตรเลียม (oil and petroleum) เช่น การหาองค์ประกอบที่เป็นโลหะของน้ำมันหล่อลื่นและน้ำมันเครื่อง น้ำมันปิโตรเลียม น้ำมันเชื้อเพลิง
- 5.ใช้ในงานวิเคราะห์พอกแรกและวัสดุต่าง ๆ
- 6.ใช้ในงานวิเคราะห์น้ำจากแหล่งต่าง ๆ เช่น น้ำเสีย น้ำทิ้ง น้ำแร่ เป็นต้น
- 7.ใช้ในงานวิเคราะห์ทางค้านลิ่งแวดล้อม
- 8.ใช้ในงานวิเคราะห์ทางอาหารและยา