

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 การศึกษาเกี่ยวกับน้ำเสียจากโรงพยาบาล

ชัยวัฒน์ (2531) ศึกษาปริมาณน้ำเสีย จากโรงพยาบาลเอกชนในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล พบว่า มีปริมาณน้ำเสียโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1.265 ลูกบาศก์เมตร/เตียง/วัน แต่ สมชาติ (2531) ศึกษาปริมาณน้ำเสียจากโรงพยาบาล ในเขตกรุงเทพมหานครเช่นเดียวกัน พบ ว่า มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำเสียเพียง 0.766 ลูกบาศก์เมตร/เตียง/วัน สำหรับปริมาณน้ำเสียใน สถานพยาบาล และโรงพยาบาลทั่วไป ชงชัย (2537) รายงานว่า สถานพยาบาลจะเกิดน้ำเสีย ระหว่าง 0.500 - 0.900 ลูกบาศก์เมตร/เตียง/วัน และไชยยุทธ์ (2536) ได้เสนอว่า น้ำเสียจากโรงพยาบาลมีปริมาณระหว่าง 0.250 - 1.500 ลูกบาศก์เมตร/เตียง/วัน ส่วนความ สกปรกของน้ำเสียจากโรงพยาบาลเมื่อวัดค่า BOD (Biological Oxygen Demand) ธาณี (2529) พบว่ามีค่า BOD เฉลี่ยเท่ากับ 94 กรัม/เตียง/วัน ส่วนพัศตร์วิมล และชงชัย (2537) เสนอว่า น้ำเสียจากสถานพยาบาลและโรงพยาบาลมีค่า BOD ระหว่าง 32.8 - 47.1 มิลลิกรัม /ลิตร แต่ธานี (2533) และนิตยา (2532) ได้รายงานว่ น้ำเสียจากโรงพยาบาล มีค่า BOD ประมาณ 70 มิลลิกรัม/ลิตร

2.2 ระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับโรงพยาบาล

ศุภฤกษ์ (2536) รายงานว่า ระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับโรงพยาบาลชุมชนนั้น มีใช้อยู่ 2 ระบบ คือระบบคลองวนเวียน (Oxidation ditch) และระบบสระพักน้ำผันสภาพ (Oxidation pond) แต่ นิตยา (2532) รายงานว่า ระบบบำบัดน้ำเสียที่น่าจะเหมาะสม สำหรับโรงพยาบาลชุมชน คือ ระบบสระพักน้ำผันสภาพ ส่วนการทำงานในระบบสระพักน้ำผัน สภาพนั้น กิตติ (2528) สรุปว่า กระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ ในระบบเกิดขึ้นโดยการ เปลี่ยนรูปจากสารอินทรีย์ไปเป็นเซลล์จุลินทรีย์ และอยู่ในรูปตะกอนแขวนลอย

กระบวนการเปลี่ยนแปลงของสารอินทรีย์ในระบบนั้น เกิดขึ้นตั้งแต่สารอินทรีย์เข้าสู่ระบบที่น้ำชั้นล่าง (Hypolimnion) แล้วเกิดการย่อยสลายโดย แบคทีเรียที่ไมใช้ออกซิเจน และใช้ออกซิเจน ผลจากการย่อยสลายทำให้ได้ คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และสารอินทรีย์บางชนิด คาร์บอนไดออกไซด์ จะลอยขึ้นสู่น้ำชั้นบน (Epilimnion) และมีแพลงก์ตอนพืชซึ่ง ได้แก่ สาหร่าย (Algae) นำก๊าซนี้ไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง ออกซิเจนที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสงจะถูกนำไปใช้ ในกระบวนการเมแทบอลิซึม (Metabolism) ของแบคทีเรีย ดังนั้น ออกซิเจนที่เพิ่มขึ้นในน้ำเสียที่อยู่ในระบบ จึงเกิดจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย ส่วนหนึ่งและการพัดผ่านของลมที่ผิวน้ำชั้นบนอีกส่วนหนึ่ง ทำให้น้ำชั้นบนมีคุณภาพดีขึ้น น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว จึงปล่อยออกจากน้ำชั้นบนเท่านั้น (ปรีดา, 2534)

2.3 ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้อยู่ในโรงพยาบาล

ธานี (2533) ได้ศึกษาสมรรถนะของระบบบำบัดน้ำเสีย ที่ใช้สำหรับโรงพยาบาลใน เขตกรุงเทพมหานคร 12 แห่ง พบว่า น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากระบบบำบัดน้ำเสียมาแล้ว (Effluent) มีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ส่วน Schwary (1986) ได้ศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงพยาบาลที่เป็นระบบบำบัดน้ำเสีย พบว่า ระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศ (Aerator) มีความสามารถในการลดปริมาณสารอินทรีย์ได้ต่ำกว่าระบบระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยออกซิเจนจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย ทำให้คุณภาพของน้ำเสียที่บำบัดโดยระบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้ออกซิเจน โดยการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย ดีกว่าน้ำเสียที่บำบัดโดยระบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้ออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศ ซึ่งปรีดา (2534) ได้เสนอว่า ออกซิเจนที่ไหลไปในระบบนั้นมีผลต่อการทำงานของระบบ ในเรื่องของกาเกิดออกซิเจนโดย การสังเคราะห์แสงของสาหร่ายนั้น Friendman et.al. (1977) ได้สรุปไว้ว่า สาหร่าย 1 มิลลิกรัม (น้ำหนักแห้ง) จะทำให้เกิดออกซิเจนเท่ากับ 1.59 มิลลิกรัม ในระบบบำบัดน้ำเสียที่มีระยะพักตัวของน้ำในระบบ 5 วัน

ประสิทธิภาพของระบบระบบบำบัดน้ำเสีย นอกจากจะขึ้นอยู่กับปริมาณของออกซิเจนในระบบแล้วยังขึ้นอยู่กับ ระยะพักตัวของน้ำเสียและพื้นที่ผิวของระบบอีกด้วย ซึ่ง Witherow & Hornberger (1983) พบว่า ระยะพักตัวของน้ำเสียในระบบระบบบำบัดน้ำเสียเท่ากับ 30 วัน

สามารถลดปริมาณสารอินทรีย์ได้ร้อยละ 85 ลดค่า BOD ประมาณร้อยละ 80 ซึ่งสอดคล้องกับ รายงานของ Bryant (1986) ที่รายงานไว้ว่า ระบบพักตัวในระบบสระพักน้ำฝนสภาพเท่ากับ 30 วัน สามารถลดค่า BOD ได้ร้อยละ 70-80 ส่วนในเรื่องพื้นที่ผิวในระบบนั้น George (1980) ได้รายงานไว้ว่า ถ้าระบบมีพื้นที่ผิวมากระบบจะมีประสิทธิภาพดีกว่า เนื่องจากการรับแสงสำหรับการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายมีมาก ทำให้ระบบเกิดปริมาณออกซิเจนมากเช่นกัน

2.4 สารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำเสีย

กรมควบคุมมลพิษ (2537) รายงานว่า ในน้ำเสียจากห้องน้ำ-ส่วนมีสารประกอบไนโตรเจนสูงถึง 300 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งถ้าน้ำเสียนั้นเกิดขึ้นมานานจะพบสารประกอบไนโตรเจนอยู่ในรูปสารอินทรีย์ไนโตรเจน (Organic nitrogen) แต่ถ้าน้ำเสียเกิดขึ้นมานานแล้วจะพบสารประกอบไนโตรเจนในรูปสารประกอบอย่างอื่นได้แก่ แอมโมเนียไนไตรต์ และไนเตรต ซึ่งเกี่ยวกับสารประกอบไนโตรเจนในน้ำเสียนั้น มั่นสิน และไพพรรณ (2536) ได้รายงานไว้ว่าสามารถตรวจสอบ สารประกอบไนโตรเจนในน้ำเสียได้ในรูปของ สารอินทรีย์ไนโตรเจน แอมโมเนีย ไนไตรต์ ไนเตรตและก๊าซไนโตรเจน (N_2)

ในการบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยา สารประกอบไนโตรเจนจะเปลี่ยนรูปไปตามสภาวะของระบบ ซึ่งพิศมัย (2526) ได้รายงานไว้ว่า การเปลี่ยนรูปของสารประกอบไนโตรเจนในระบบบำบัดน้ำเสียนั้น ประมาณ 1 สัปดาห์หลังจากน้ำเสียเข้าสู่ระบบจะตรวจพบ แอมโมเนียลดลงและลดลงเรื่อย ๆ จนตรวจไม่พบเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 4 สัปดาห์ ในขณะที่ปริมาณของไนเตรตจะเพิ่มขึ้นและตรวจพบสูงสุด เมื่อเวลาประมาณ 3 สัปดาห์

การเปลี่ยนรูปจาก แอมโมเนียไปเป็นไนเตรตนั้น อาศัยกระบวนการไนตริฟิเคชัน (Nitrification) ซึ่งมั่นสินและไพพรรณ (2536) ได้สรุปไว้ว่า กระบวนการไนตริฟิเคชันประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเป็นการออกซิไดซ์ (Oxidize) แอมโมเนียให้เป็นไนไตรต์ โดยแบคทีเรียพวก ไนโตรโซโมแนส (Nitrosomonas) และขั้นตอนหลังเป็นการออกซิไดซ์ไนไตรต์ให้เป็นไนเตรต โดยแบคทีเรียพวก ไนโตรแบคเตอร์ (Nitrobacter) ดังนั้น การออกซิไดซ์เพื่อเปลี่ยนรูปจาก แอมโมเนียไปเป็นไนเตรตจึงต้องใช้ออกซิเจน โดย Degyansky & Sherrand (1977) ได้รายงานไว้ว่า ต้องใช้ออกซิเจนเท่ากับ 4.57 มิลลิกรัม จึงจะ

สามารถเปลี่ยนแอมโมเนีย 1 กรัม ไปเป็นไนเตรตได้

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้ออกซิเจน ที่ใช้สำหรับชุมชนทั่วไปจะทำให้ ปริมาณไนเตรตในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาแล้วสูง และถ้าน้ำเสียพักตัวในระบบนาน และได้รับออกซิเจนมากกว่า การเปลี่ยนจากแอมโมเนียไปเป็นไนเตรตจะมากขึ้น (Johnston, 1992; Hubert, 1991; Guan, 1990) แต่ถ้าระบบบำบัดน้ำเสียนั้นมีระยะพักตัวในระบบไม่นาน และได้รับออกซิเจนไม่มาก การเปลี่ยนรูปของสารประกอบไนโตรเจนจาก แอมโมเนียไปเป็นไนเตรตนั้นก็จะไม่มาก โดย สุรชัย (2530) พบว่า น้ำเสียจะต้องมีระยะพักตัวอยู่ในระบบไม่น้อยกว่า 10 วัน ในสภาพที่มีออกซิเจนจึงจะทำให้ แอมโมเนียเปลี่ยนไปเป็นไนเตรต ส่วน Kim (1992) พบว่า การเปลี่ยนรูปของสารประกอบไนโตรเจนจาก แอมโมเนียไปเป็นไนเตรตนั้น ระยะเวลาในการเปลี่ยนจะแปรผันตรงกับ ปริมาณออกซิเจน ระยะพักตัวของน้ำเสียและปริมาณสารอินทรีย์ที่เข้าสู่ระบบ

ระบบบำบัดน้ำเสียบางระบบที่ไม่มีออกซิเจนในระบบ เช่น ระบบเกราะกรองไร้อากาศ (Septic anaerobic filter) จะมีปริมาณแอมโมเนียสูงมาก เนื่องจากไม่มีออกซิเจนที่จะออกซิไดส์ แอมโมเนียให้เปลี่ยนรูปไป ทำให้ น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากระบบไร้ออกซิเจน มีปริมาณแอมโมเนียอยู่มาก

ในเรื่องของสารประกอบฟอสฟอรัสในน้ำเสียนั้น เกรียงศักดิ์ (2536) รายงานว่า พบสารโพลีฟอสเฟต (Polyphosphate) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของผงซักฟอก แล้วเปลี่ยนมาอยู่ในรูปของฟอสเฟต เมื่อน้ำเสียนั้นเข้ามาอยู่ในระบบบำบัดน้ำเสีย ส่วน Hurwitz *et.al.* (1965) ได้ศึกษา สารประกอบฟอสฟอรัสในระบบบำบัดน้ำเสีย พบว่า มีสารประกอบฟอสฟอรัสในน้ำเสียอยู่ในรูปของออร์โธฟอสเฟต (Orthophosphate) โพลีฟอสเฟต (Polyphosphate) และออกาณิกฟอสเฟต (Organicphosphate) ส่วน จารูวัฒน์และคณะ (2536) รายงานว่า สารประกอบฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปของโพลีฟอสเฟตและออกาณิกฟอสเฟต ส่วนมากมาจากสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่มาจากครัวเรือน อันเนื่องมาจากการใช้ผงซักฟอกและน้ำยาขัดล้างที่มีส่วนผสมของโซเดียมไตรฟอสเฟต (Sodium triphosphate) โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (Sodium tripolyphosphate, STPP) และเตตราโซเดียมไพโรฟอสเฟต (Tetrasodium tripyrophosphate) ซึ่ง สารประกอบฟอสฟอรัสในรูปฟอสเฟต ถูกระบายทิ้งพร้อมน้ำเสียประมาณ 0.38-0.71 กรัม/

คน/วัน และ Maschlanka (1992) ได้รายงานเกี่ยวกับเรื่องนี้ไว้ว่า สารประกอบฟอสฟอรัส ในรูปฟอสเฟตในน้ำเสียชุมชนมีประมาณ 10-25 มิลลิกรัม/ลิตร

การใช้ฟอสเฟตผสมในผงซักฟอกและน้ำยาขัดล้างต่าง ๆ เพื่อลดปัญหาน้ำกระด้างและลดแรงตึงผิว ทำให้สิ่งสกปรกที่ติดอยู่กับเส้นใยผ้าหลุดออกได้ง่าย แต่ปัจจุบันผู้ผลิตผงซักฟอกและน้ำยาขัดล้างต่าง ๆ พยายามลดปริมาณฟอสเฟตในผลิตภัณฑ์ดังกล่าว โดยการพยายามนำสารชนิดอื่นมาแทนฟอสเฟตเช่น ผงซักฟอกชนิดผสมซีโอไลท์-10 (Zeolite-10) และเอนไซม์มาใช้แทนฟอสเฟตแต่ประสิทธิภาพยังไม่ดีเท่าฟอสเฟต โดยดัลลิต (2536) เสนอว่า ปัจจุบันยังไม่มีสารชนิดใดที่จะมีประสิทธิภาพในการกำจัดสิ่งสกปรกในใยผ้าได้ดีเท่าฟอสเฟต เพราะเมื่อนำสารชนิดอื่นมาใช้แทนฟอสเฟตแล้ว พบว่า สภาพเส้นใยของผ้าจะยับเยินไม่ทนดู จึงทำให้ยังคงมีการนำฟอสเฟตมาใช้อย่างกว้างขวางใน ผงซักฟอกและน้ำยาขัดล้างทั่วไป

2.5 ความสำคัญทางสิ่งแวดล้อมของไนโตรเจนและฟอสเฟต

น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากระบบน้ำเสีย มักจะพบสารประกอบไนโตรเจน และสารประกอบฟอสฟอรัสเสมอ การปล่อยน้ำทิ้งที่มีสารประกอบไนโตรเจนในรูปไนเตรตออกสู่สภาพแวดล้อมจะมีผลกระทบต่อ สัตว์และสุขภาพของมนุษย์ได้ แต่ถ้าปล่อยสารประกอบไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียออกสู่สภาพแวดล้อม แอมโมเนียจะไปใช้ออกซิเจนในแหล่งน้ำ เพื่อการออกซิไดซ์ ทำให้ใช้ออกซิเจนในแหล่งน้ำนั้นต่ำลง (สุจินต์, 2530) จนเกิดการเน่าเสียของแหล่งน้ำได้

ส่วนฟอสเฟตที่ถูกปล่อยออกจากระบบบำบัดน้ำเสียสู่สภาพแวดล้อมนั้น มักจะทำให้แหล่งน้ำนั้นมีปัญหาโดย จารุวัฒน์ และคณะ (2536) รายงานไว้ว่า มักพบการเกิดยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) ในแหล่งน้ำ ถ้ามีปริมาณของสารประกอบฟอสฟอรัสในรูปฟอสเฟต มากกว่า 1.10 ดัชนีฟอสฟอรัส/โมล²/ปี

2.6 การกำจัดไนเตรตและฟอสเฟตในระบบบำบัดน้ำเสีย

การกำจัดไนเตรตและฟอสเฟต ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมีหลายวิธี แต่การกำจัดโดยสาหร่ายนั้นเป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ให้ความสนใจมาก เนื่องจากทำให้ฟอสเฟตและไนเตรตในระบบลดลง Gibb (1990) ศึกษาจุลินทรีย์หลายกลุ่มในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาแล้ว พบว่า การเกิดสาหร่ายอย่างมากจะทำให้ฟอสเฟตลดลงเป็นสัดส่วนกัน ส่วน Crumpton & Isenhardt (1987) ศึกษาการบำบัดจากขั้นทุติยภูมิ (Secondary treatment) พบว่า สาหร่ายจะเจริญได้ดีถ้ามีไนเตรตอยู่ และพบการเจริญสูงสุดในขณะที่ปริมาณไนเตรตในน้ำลดลงต่ำสุด ซึ่งในเรื่องการเจริญของสาหร่ายกับการลดลงของไนเตรตและฟอสเฟตนั้น Bryant (1988) รายงานว่า การเจริญของสาหร่ายสูงสุดในน้ำที่ผ่านการบำบัดมาแล้วนั้น จะทำให้ค่าไนเตรตและฟอสเฟตลดลงถึง ร้อยละ 87 ส่วนในระบบบำบัดน้ำเสียนั้น Bryant (1987) ได้พบว่า สาหร่ายที่เจริญอยู่ในระบบบำบัดดังกล่าว สามารถลดปริมาณไนเตรตและฟอสเฟตได้ร้อยละ 50 และ 70 ตามลำดับ เช่นเดียวกับ Michael *et.al.* (1974) ใช้น้ำเสียวิเคราะห์โดยที่มีค่าฟอสเฟตไนเตรตและแอมโมเนียเท่ากับ 20 มิลลิกรัม/ลิตร, 32.5 มิลลิกรัม/ลิตร และ 0.2 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ โดยทดลองในระบบบำบัดจำลอง (Lab scale) หลังจากนั้น 72 ชั่วโมง พบว่าการเจริญของสาหร่ายอย่างมากทำให้ค่าทั้ง 3 ลดลงเหลือเพียง 15.50, 20.20 และ 0.15 มิลลิกรัม/ลิตร เท่านั้น ซึ่ง Ferrara & Avci (1982) ก็ได้ศึกษาในกรณีเดียวกันพบว่า ถ้าสามารถนำสาหร่ายออกจากระบบบำบัดน้ำเสีย ในขณะที่เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่นได้ จะทำให้ไนเตรตลดลงได้ ร้อยละ 80

การกำจัดสาหร่ายออกจากน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาแล้ว จะทำให้ปริมาณไนเตรตและฟอสเฟตลดลงได้ แต่จะกระทำได้ยาก เนื่องจากสาหร่ายมีขนาดเล็กและมีปริมาณมากทำให้มีปัญหาลำบากในการเก็บเกี่ยว เช่น John *et.al.* (1980) ได้ทดลองกำจัดสาหร่ายออกจากน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาแล้ว โดยใช้สารส้มเติมลงในน้ำเสีย พบว่า สาหร่ายเกิดการตกตะกอนชั่วคราวและกลับมาเจริญใหม่ก่อนที่จะนำตะกอนไปกำจัด ส่วน Middlebrooks (1988) ได้กำจัดสาหร่ายออกจากน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาแล้ว โดยใช้การกรองด้วยหิน พบว่า หินตัวกรองนั้นอุดตัน ถ้าค่าปริมาณของแข็งในน้ำเสีย (Total suspended solid, TSS) เกิน 30 มิลลิกรัม/ลิตร

ส่วนการกำจัด สารประกอบไนโตรเจนและสารประกอบฟอสฟอรัส โดยวิธีอื่น ๆ นั้น Diagger *et.al.* (1988) ทดลองกำจัดสารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำเสีย โดยการสร้างกระบวนการยับยั้งปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน พบว่า ปริมาณไนเตรตลดลงอย่างมากแต่ปริมาณแอมโมเนียกลับสูงขึ้น ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสรวม (Total phosphorus) ลดลงร้อยละ 85 ซึ่งถ้าใช้กระบวนการทางไฟฟ้า ต่อจากกระบวนการนี้ จึงจะสามารถลดปริมาณแอมโมเนียได้ และ นิธิวัฒน์ (2530) ได้ทดลองใช้สารละลายแมกนีเซียม (Mg) เติมลงในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาแล้ว จากชั้นทุติยภูมิ เพื่อให้ฟอสเฟตตกตะกอน ในรูปแมกนีเซียมแอมโมเนียมฟอสเฟต (Magnesium ammoniumphosphate) ทำให้ฟอสเฟตลดลงได้เช่นกัน ซึ่งในลักษณะเดียวกันกับ Philip (1985) ได้ใช้เฟอร์รัสคลอไรด์ (Ferrous chlorides) และเฟอร์ริกคลอไรด์ (Ferric chlorides) เติมลงในน้ำเสีย ที่ออกมาจากระบบน้ำเสียชั้นทุติยภูมิ พบว่า สามารถทำให้ สารประกอบฟอสฟอรัสตกตะกอนได้เช่นกัน

2.7 อันตรายต่อสิ่งมีชีวิตของไนเตรตและฟอสเฟต

ไนเตรตที่ถูกปล่อยออกไปกับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว อาจเปลี่ยนรูปแบบตามสภาวะของแหล่งน้ำ และพบว่า มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำหลายชนิด ได้มีผู้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ไว้คือ ชวัญชูศรี (2533) พบว่า ในไนเตรต เท่ากับ 35.60 มิลลิกรัม/ลิตร และ แอมโมเนียเท่ากับ 15.78 มิลลิกรัม/ลิตร ทำให้ปลาตุ๊กที่นำมาทดลองตายร้อยละ 50 ภายในเวลาเพียง 48 ชั่วโมง ส่วน Gary & Hardanan (1984) พบว่า แอมโมเนียมีผลต่อการตายของลูกปลาเรนโบว์เทราต์ (Rainbow trout) แต่ถ้าแอมโมเนียถูกเปลี่ยนเป็นไนเตรต จะมีพิษต่อคน ซึ่งพิศมัย (2526) รายงานว่า ไนเตรตจะเป็นพิษต่อคน เมื่ออยู่ในสภาวะที่ค่า pH มากกว่า 4.6 โดยจะทำปฏิกิริยากับเมทฮีโมโกลบิน (Methemoglobin) ทำให้เกิดโรคเมทฮีโมโกลบินีเมีย (Methemoglobine-mia) มีอาการตัวเขียวซีด เนื่องจากขาดออกซิเจน

ส่วนฟอสเฟตนั้น มีรายงานว่า เมื่อแตกตัวออกมาจาก โซเดียมไนโตรโพลีฟอสเฟต ซึ่งเป็นส่วนผสมของผงซักฟอก เมื่อสัมผัสกับผิวหนังนาน ๆ จะทำให้เกิดโรคผิวหนังได้ และถ้าเข้าระบบหายใจอาจทำให้เกิด โรคระบบทางเดินหายใจได้ด้วย (ส.พริ้งลาภู, 2534)

2.8 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของไนเตรตและฟอสเฟต

น้ำเสียชุมชนที่ผ่านการบำบัดจากชั้นทุติยภูมิแล้ว ถ้ามีคุณภาพน้ำทั้งต่ำกว่ามาตรฐานเมื่อปล่อยออกสู่สภาพแวดล้อม จะทำให้เกิดการปนเปื้อนกับแหล่งน้ำผิวดิน ทำให้แหล่งน้ำนั้นมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานตามไปด้วย และเมื่อน้ำแหล่งน้ำผิวดินนั้น มาปรับปรุงคุณภาพเพื่อการบริโภค ทำให้คุณภาพน้ำบริโภคมีคุณภาพต่ำ ตามไปด้วย เกี่ยวกับเรื่องการปนเปื้อนของไนเตรตในน้ำบริโภคนั้น ปทุม และคณะ (2534) ได้ทำการตรวจคุณภาพน้ำบริโภคบรรจุขวดที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน 10 จังหวัด รวม 52 ตัวอย่าง พบว่า ตัวอย่างน้ำบริโภคมีค่าไม่ได้มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ.2524) จำนวนร้อยละ 1.9 มีค่าไนเตรตเกินมาตรฐานคือ 4.1 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งตามประกาศฯ ฉบับที่ 61 กำหนดปริมาณไนเตรตไว้เพียง ร้อยละ 4 มิลลิกรัม/ลิตร สอดคล้องกับ จุมพล (2536) ที่ได้รายงานไว้ว่า น้ำดื่มร้อยละ 43.1 ไม่ได้มาตรฐาน สาเหตุมาจากปริมาณสารเคมีไม่ได้มาตรฐาน รวมทั้งปริมาณไนเตรตเกินมาตรฐานอีกด้วย

ส่วนการปนเปื้อนของฟอสเฟตในแหล่งน้ำนั้น ถึงแม้ว่าจะไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพโดยตรง แต่มีผลในการทำให้แหล่งน้ำนั้นเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน ทำให้น้ำมีสีเขียวคล้ำ ไม่อาจนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม (จารุวัฒน์ และคณะ, 2536)

2.9 การใช้พิษน้ำในการลดปริมาณไนเตรตและฟอสเฟต

กิตติ (2528) ได้เสนอรูปแบบการกำจัดน้ำเสียระบบน้ำท่วมไว้ว่า การกำจัดน้ำเสียโดยวิธีธรรมชาติ เป็นการทำให้สิ่งแวดล้อมทางน้ำที่ควบคุม แต่น้ำเสียนั้น ควรจะได้รับการบำบัดมาขึ้นหนึ่งก่อน เพราะถ้าปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสียมีมากเกินไป สิ่งแวดล้อมก็ไม่สามารถรับภาระได้ อีกทั้งการบำบัดน้ำเสียส่วนใหญ่ เป็นเพียงการประวิงเวลาอันที่จะเกิดปัญหาเท่านั้น เพราะสิ่งที่บำบัดออกมาส่วนมากเป็นเพียงตะกอนของสารอินทรีย์ และอนุภาคขนาดใหญ่ สารบางอย่าง เช่น สารประกอบไนโตรเจน สารประกอบฟอสฟอรัส และสารพิษบางอย่างยังคงเหลืออยู่กับน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว ซึ่งงานการใช้สิ่งมีชีวิตน้ำมาช่วยในการบำบัดของเสียที่เหลืออยู่น้ำนี้ น่าจะทำให้พื้นที่ปล่อยออกมามีคุณภาพดีขึ้น

เกี่ยวกับสังคมพืชที่มีผลกับคุณภาพน้ำนั้น Stephan *et.al.* (1975) พบว่า ปริมาณพืชที่ Iowa steam แปรผันตรงกับปริมาณของออร์โธฟอสเฟต ซึ่งเป็นไปได้ว่า ปริมาณของออร์โธฟอสเฟต มีผลในการเจริญของพืชน้ำนั้น และในขณะที่ปริมาณของฟอสเฟตลดลงต่ำสุด พบว่าพืชน้ำมีมวลชีวภาพสูงสุด ส่วน กพพ. (2533) เคยตั้งจุดสังเกตบริเวณที่น้ำเสียไหลผ่านชุมชนของพืชน้ำ พบว่า หลังจากน้ำเสียผ่านชุมชนของพืชน้ำออกมาแล้ว น้ำเสียนั้นมีคุณภาพดีขึ้น

การใช้พืชน้ำเพื่อใช้ในการบำบัดน้ำเสียนั้น สันธิ (2529) ได้แนะนำผักตบชวามาใช้ในการกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย พบว่า น้ำเสียที่มีผักตบชวาอยู่มีปริมาณสารอินทรีย์น้อยกว่าน้ำเสียที่ไม่ได้ปลูกด้วยผักตบชวา ซึ่งสอดคล้องกับ อภิชัย (2532) ที่ได้นำเอาผักตบชวามาใช้ในการลดค่า TKN (Total Kjeldahl Nitrogen) และค่าฟอสฟอรัสรวม พบว่า ลดค่า TKN ได้ร้อยละ 70.6 ลดค่าฟอสฟอรัสรวมได้ร้อยละ 4.3 โดยพบการเจริญสูงสุดของผักตบชวาในหน่วยทดลองเท่ากับ 0.47 กิโลกรัม/ตารางเมตร/วัน ส่วน ข้าวทิพย์และฉิมล (2533) ได้ทดลองใช้ผักตบชวาเพื่อลดโลหะหนักในน้ำเสีย และสารอินทรีย์บางตัว พบว่า ผักตบชวาสามารถลดโลหะหนักและสารอินทรีย์บางตัวดังกล่าวได้ดี ในช่วง 10 วัน หลังปลูกพืชน้ำเท่านั้น

จากการศึกษาเรื่องผักตบชวาที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียที่ผ่านมา นั้น โครงการบำบัดน้ำเสีย อำเภอเมืองสกลนคร (2528) ได้นำเอาผักตบชวามาร่วมกับการใช้ ระบบสระพักน้ำฝนสภาพ พบว่า ในไตรเจนรวมและฟอสฟอรัสรวมลดลงจาก 1.89 มิลลิกรัม/ลิตร และ 17.06 มิลลิกรัม/ลิตร เหลือเพียง 0.88 มิลลิกรัม/ลิตร และ 14.80 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ

ในเรื่องการใช้ผักตบชวาร่วมกับระบบบำบัดน้ำเสียนั้น บุญส่ง (2526) ได้เสนอว่าควรใช้หลังจากที่น้ำเสียผ่านระบบบำบัดน้ำเสียขั้นทุติยภูมิมาแล้ว แต่การใช้ผักตบชวาร่วมกับระบบบำบัดน้ำเสียมักมีปัญหาในการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ทำให้มีปัญหามารบกวนการเก็บเกี่ยว จึงมีผู้หันมาใช้วัชพืชน้ำอย่างอื่นแทนผักตบชวา ซึ่งในวัชพืชน้ำอย่างอื่นนั้น มุกดา และคณะ (2535) ได้ทดลองใช้ สาหร่ายเส้นด้ายและรูปถาวยี่ เพื่อใช้ในการลดค่าฟอสเฟตในน้ำเสีย พบว่า ลดได้ระดับหนึ่ง หรืออันกรณีของ กิตติ และสำออง (2530) เคยชักกักกลบในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานเยื่อกระดาษ พบว่า กกกกลบลดค่าฟอสเฟตได้มากกว่าผักตบชวา ส่วน Moreno (1990) ได้ใช้พืชน้ำในสกุล Phragmites และแนะนำในการลดค่า TSS ในน้ำเสียที่ออกมาจากระบบบำบัดน้ำเสีย พบว่า ลดลงได้ ซึ่งเขาได้สรุปไว้ว่า พืชน้ำได้ใช้ปริมาณสารอาหารใบ ทำให้ TSS (Total

suspended solid) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวกสาหร่ายลดลง และปริมาณพืชน้ำนั้นจะเพิ่มขึ้น

Cary & Weerts (1984) ได้ใช้พืชน้ำสกุล จอกหูหนู เพื่อดูปริมาณการใช้ไนเตรต และฟอสเฟต พบว่า พืชน้ำดังกล่าวสามารถใช้ไนเตรต ฟอสเฟตได้ดี นอกจากนี้แล้ว Oron & Hams (1989) ได้ใช้ แหนเปิดทดลองปลูกในน้ำเสีย พบว่า พืชน้ำสามารถเจริญได้ดีในน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูง อีกทั้งยังเจริญได้เร็วถึง 15 กรัม/ตารางเมตร/วัน อีกด้วย และจากการที่แหนเปิดสามารถเจริญได้ดีในน้ำเสียได้นั้น ทากให้ลดค่าไนโตรเจนได้ประมาณ 2 ตัน/ปี/เฮกตาร์ และ 700 ปอนด์/ปี/เฮกตาร์ ของฟอสฟอรัส (Logsdon, 1989) แต่ Shi & Xichun (1989) ได้ใช้พืชน้ำ 5 ชนิด บำบัดน้ำเสียขั้นตติยภูมิจากโรงพยาบาล พบว่า ปริมาณสารอาหารในน้ำนั้นลดลง และมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของปริมาณพืชน้ำนั้นด้วย

ซึ่งการลดลงของสารอาหารดังกล่าวเมื่อนำวัชพืชน้ำไปปลูกในระบบ ไม่เพียงแต่วัชพืชน้ำจะขึ้นอย่างเดียว แต่อาจจะมีสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่อยู่บริเวณรากของพืชน้ำนั้นไปใช้ด้วย ซึ่งแต่ละชนิดของวัชพืชน้ำ จะพบสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กดังกล่าวไม่เหมือนกัน เช่น ในสังคมของสัตว์บริเวณรากพืชน้ำกลุ่ม แหนเปิด จอกผักกาด ผักตบชวา พบโปรโตซัว (Protozoa) 94 สกุล ไฮดรา (Hydra) 9 สกุล แกสโตรตริกา (Gastrotrica) 1 สกุล โรติเฟอร์ (Rotifer) 27 สกุล และอื่น ๆ 16 สกุล (นันทพร, 2535)

2.10 วัชพืชน้ำที่นำมาใช้ในการทดลอง

1. ชื่อ จอกหูหนู (*Salvinia cucullata* Roxb.)

สถานที่สำรวจ : พบ 6 แห่ง จากการสำรวจ 12 แห่ง

ลักษณะโดยทั่วไป

ใบ แตกกิ่งก้านทอดราบไปตามผิวน้ำ มีใบออกตามข้อของลำต้น โดยข้อหนึ่ง ๆ จะมีใบ 3 ใบ ใบคู่แรกเขียวสดชูอยู่เหนือน้ำ ส่วนใบที่สามแตกเป็นฝอยคล้ายรากสีน้ำตาลจม อยู่ใต้น้ำ ใบที่ลอยน้ำนั้นด้านบนมีสีเขียวสด ขอบใบเรียบและโค้งขึ้นด้านบน แล้วม้วนโค้งเข้าหากัน ขอบใบด้านล่างจะชิดกันคล้ายรูปสามเหลี่ยม ด้านบนของใบมีขนเล็ก ๆ ส่วนผิวใบด้านล่างมีสีน้ำตาล มีขนเล็กๆ เบิกน้ำได้ แต่ผิวใบด้านบนไม่เบิกน้ำ ขนาดของใบเหนือน้ำ พบว่า มีขนาดเมื่อแผ่ ออก กว้างประมาณ 1.0 เซนติเมตร ยาวประมาณ 1.2 เซนติเมตร เห็นเส้นกลางใบชัดเจน

ใบที่จมน้ำมีลักษณะคล้ายรากรวมอยู่เป็นกระจุก พบมีตั้งแต่ 10 - 15 เส้น มีขนาดเล็กละเอียดประมาณ 2 มิลลิเมตร อยู่โดยรอบ ความยาวของใบจมน้ำตั้งแต่ 0.3 - 1.5 เซนติเมตร

ลำต้น ขนาดเล็ก มีเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นประมาณ 0.5 มิลลิเมตร เป็นที่ยึดเกาะของใบ ระหว่างลำต้นและแผ่นใบมีก้านใบสั้น ๆ ขนาดยาวประมาณ 1.0 - 3.0 มิลลิเมตร ยึดใบเหนือน้ำอยู่ ใบที่อยู่เหนือน้ำสองใบยึดก้านใบติดกันก่อนที่จะยึดติดกับลำต้น ระหว่างข้อของลำต้นยาวประมาณ 3.0 - 7.0 มิลลิเมตร บริเวณรอบลำต้นมีขนยาวประมาณ 1.0 มิลลิเมตร ติดอยู่โดยรอบ ลำต้นมีการแตกออกจากข้อหลายทิศทาง ทำให้เกิดเป็นกอแผ่ราบไปตามผิวน้ำ ขนาดกอหนึ่ง ๆ จะมีความกว้างที่สุดประมาณ 4.0 เซนติเมตร และยาวที่สุดประมาณ 9.0 เซนติเมตร การเจริญเติบโตเมื่อเลี้ยงในน้ำเสียที่น้ำมาทดลองนั้น มีการแตกใบเหนือน้ำทำให้ขนาดของกอใหญ่ขึ้นอย่างชัดเจน ใน 1 กอ ก่อนทำการทดลอง พบว่ามีใบเหนือน้ำ ประมาณ 40 - 70 ใบ และหลังจากเลี้ยงไว้ในหน่วยทดลอง (Experimental unit) จนถึงวันเก็บเกี่ยววันสุดท้าย พบว่ามีใบเหนือน้ำ ประมาณ 106-140 ใบ ใบที่แก่มีลักษณะเขียวคล้ำและใหญ่กว่าใบที่เกิดใหม่ ที่ปลายของลำต้น พบใบอ่อนที่กำลังแตกลักษณะคล้ายเมล็ดข้าวสารสีเขียว มีขนโดยรอบ

น้ำหนักสดโดยประมาณ 70 - 110 กอต่อ 1 กิโลกรัม ก่อนการทดลองและหลังจากนำออกมาจากหน่วยทดลองครั้งสุดท้ายพบว่า 1 กิโลกรัมมีประมาณ 50 - 90 กอ

น้ำหนักสด 500 กรัม เมื่อทำให้แห้งจะเหลือเพียง 28 กรัม

2. ชื่อ จอกผักกาด (*Pistia stratiotes* L.)

สถานที่สำรวจพบ : 5 แห่ง จากการสำรวจ 12 แห่ง

ลักษณะโดยทั่วไป

ใบ แตกออกเป็นกอแบบ รังมีที่ออกจากจุดเดียวกัน (Rosette) ใบเป็นใบเดี่ยวไม่มีก้าน แผ่นใบแผ่กว้าง ส่วนด้านปลายใบกว้างกว่าส่วนฐานของใบ ผิวใบเป็นลอนเล็กน้อย ใบอวบและพอง ส่วนใบอ่อนมีวุ้นเป็นหลอด และมักจะมีสีม่วง ตรงปลายใบด้านบนมีปุ่มเร้าเล็กน้อย เส้นใบบริเวณฐานใบมี ประมาณ 5 - 6 เส้น ใบที่แก่แล้วจะแบนราบออกค่อนข้างขนานกับผิวน้ำ ส่วนใบที่อ่อนยังห่อรวมกันเป็นกระจุกอยู่กลางกอ ใน 1 กอ พบมีใบอยู่ ประมาณ 11 - 27 ใบ

ขนาดกอลเล็กที่สุดมีส่วนกว้างที่สุด ประมาณ 8.5 เซนติเมตร และกอลที่ใหญ่ที่สุดมีส่วนกว้างที่สุด ประมาณ 12.0 เซนติเมตร เมื่อกลับด้านล่างของใบจะเห็นลอนด้านล่างใบชัดเจน 5 ลอน มีขนที่เปื่อยน้ำได้มากมายอยู่บริเวณผิวด้านล่างใบ ใบที่อยู่ส่วนบนของกอลและใบที่แตกใหม่จะมีสีเขียวอ่อนสดกว่าใบที่แตกก่อน ส่วนใบที่แก่แล้วมักจะมีสีเหลืองและเปื่อยจนน้ำ

ลำต้น ประกอบด้วยใบที่แตกออกเป็นกอลและมีรากเป็นกระจุกอยู่ตรงกลางด้านล่างเมื่อหักลำต้นดูคล้ายพองน้ำแข็งๆ มีสีขาว รากที่แตกออกมาจากส่วนที่เป็นลำต้นอยู่ชิดกับฐานใบด้านล่าง ขนาดของลำต้นมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.5 มิลลิเมตร มีขน จุดที่แตกออกใบเป็นลำต้นทอดเสมอน้ำ (Stolon) นั้น มีทั้งสีขาว งอกออกมาจากกอล ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.7 มิลลิเมตร ไม่มีขน เมื่อเป็นลำต้นทอดเสมอน้ำพบมีขนโดยรอบ ซึ่งยาวประมาณ 1.0 - 1.5 มิลลิเมตร เปื่อยน้ำได้ ความยาวมีของลำต้นนั้นนี้ ตั้งแต่ 2.0 - 10.0 เซนติเมตร ใน 1 กอลแตกออกได้หลายทิศทาง

ราก สีน้ำตาลอ่อน มีความยาวมากพอมิตั้งแต่ 3.0 - 22.0 เซนติเมตร รากเป็นเส้นสีขาว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.3 มิลลิเมตร รากมีขน ขนาดยาวประมาณ 1.0 - 1.5 เซนติเมตร อยู่โดยรอบ ขนรากแต่ละอันติดอยู่กับรากห่างกันประมาณ 2.0 มิลลิเมตร

น้ำหนักสดโดยประมาณ 110 - 150 กอ ต่อ 1 กิโลกรัมก่อนทอดลง และหลังจากนำออกมาจากหน่วยทอดครั้งสุดท้าย พบว่า 1 กิโลกรัมมีประมาณ 70-90 กอ มีกอลใหม่ที่แตกออกจากลำต้นที่ทอดเสมอน้ำมากขึ้น

น้ำหนักสด 500 กรัม เมื่อทำให้แห้งจะเหลือเพียง 27 กรัม

3. ชื่อ แพนเป็คเล็ก (*Lemna perpusilla* Torr.)

สถานที่สำรวจพบ : พบ 12 แห่ง จากการสำรวจ 12 แห่ง

ลักษณะโดยทั่วไป

เป็นแผ่นแบน (Thallus) ขนาดเล็กประมาณ 5 มิลลิเมตร ลอยเป็นอิสระอยู่ผิวน้ำ พบอยู่เดี่ยว ๆ หรือติดกัน 2 - 3 แผ่น แต่ละแผ่นมีลักษณะกลมรี ส่วนฐานกว้างกว่าส่วนยอด โดยมีความยาวเป็นหนึ่งเท่าครึ่งของความกว้าง แต่ละแผ่นมีราก 1-3 ราก สีขาว ติดอยู่ตรงกลางของแผ่น (Peltate) ขนาดเล็กยาวประมาณ 5 มิลลิเมตร ด้านบนแผ่นมีสีเขียวสด ด้าน

ล่างมีสีน้ำตาลปนเล็กน้อย พบว่ามีการแตกแผ่นเล็ก ๆ ออกจากแผ่นเดิมมากมาย โดยเฉลี่ย 1 ตารางเซนติเมตร มีประมาณ 20 - 25 แผ่น เมื่ออยู่ชิดกันแผ่นที่อ่อนจะมีสีอ่อนกว่า แผ่นที่แก่แล้ว แผ่นใดที่ตายมีสีขาวและเปื่อยไป

น้ำหนักสด 500 กรัม เมื่อทำให้แห้งจะเหลือเพียง 29 กรัม

4. ชื่อ สาหร่ายเส้นไผ่ (*Najas graminea* Del.)

สถานที่สำรวจพบ : พบ 6 แห่ง จากการสำรวจ 12 แห่ง

ลักษณะโดยทั่วไป

ใบ เล็กเรียวยาว ฐานใบแผ่หุ้มกิ่งเอาไว้ ข้อหนึ่ง ๆ มีใบแตกออกมา 1 ใบ ลักษณะของใบเล็ก เรียว ยาว ขอบของใบหยักเป็นฟันเลื่อยเล็ก ๆ ความยาวของใบ ประมาณ 2.5 เซนติเมตร ฐานใบแผ่เป็นกาบ ใบแตกจากกิ่งแบบตรงข้าม (Opposite) มีบางข้อแตกออกเป็นวงแต่พบน้อย ใบอ่อนและใบที่แก่แล้วความยาวใบและขนาดใบมีขนาดใกล้เคียงกัน ลำต้นสีเขียว คล้าย พบว่า มีพวงแอลจีที่เป็นสาย (Filament) เกาะอยู่โดยรอบ เป็นส่วนใหญ่ พบว่าความยาวของลำต้นที่นำมาใช้ในการทดลองนี้ยาวประมาณ 60.0 เซนติเมตร ความยาวระหว่างข้อประมาณ 4.0 มิลลิเมตร มองเห็นข้อปล้องได้อย่างชัดเจน การแตกแขนงตรงข้อแตกแบบไม่มีระเบียบ จึงทำให้มองเห็นเป็นพุ่มเมื่อพืชอยู่ในธรรมชาติ

น้ำหนักสด 500 กรัม เมื่อทำให้แห้งจะเหลือเพียง 23 กรัม

5. ชื่อ สาหร่ายหางกระรอก (*Hydrilla verticillata* (L.F.) Royle)

สถานที่สำรวจพบ : พบ 8 แห่ง จากการสำรวจ 12 แห่ง

ลักษณะโดยทั่วไป

ใบ เป็นแบบสาวยาว ปลายแหลม (Linearlanceolate) ไม่มีก้าน โคนใบติดอยู่กับส่วนของลำต้น โดยแตกออกจากลำต้น 8 ใบ รอบต้นเป็นวงกลม (Whorled) เห็นเส้นกลางใบชัดเจน จำนวน 1 เส้น ขอบใบหยัก ใบยาวประมาณ 1.3 เซนติเมตร สีเขียวสดกว้างประมาณ 2.0 มิลลิเมตร ใบที่แตกใหม่สั้นกว่าใบที่แก่แล้วมาก แต่ความกว้างมีขนาดใกล้เคียงกัน ใบที่แก่แล้วจะมีสีเขียวปนเหลืองอ่อน ๆ

ลำต้น เป็นสายกลมยาว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.5 - 3.0 มิลลิเมตรมองเห็น ข้อ ปล้อง ชัดเจน ข้อแต่ละข้อ ยาวตั้งแต่ 0.5 - 1.0 เซนติเมตร มีการแตกแขนงออกจากบริเวณข้อได้ และมีการแตกแขนงมากมายตามข้อเพื่อออกไปเป็นกิ่งใหม่ บางครั้งมีการแตกแขนงเป็นพวงความยาวของสายลำต้น ประมาณ 1.00 เมตร หรืออาจมากกว่าแล้วแต่ความลึกของน้ำ ส่วนของลำต้นที่ติดอยู่กับพื้นดิน สามารถแตกรากออกยึดกับพื้นดินไว้ได้ เมื่อทำการปลูกลงในหน่วยทดลอง พบว่า มีการแตกแขนงมากมาย

น้ำหนักสด 500 กรัม เมื่อทำแห้งเหลือเพียง 25 กรัม

6. ชื่อ สหรัยพุงชะโด (*Ceratophyllum demersum* L.)

สถานที่สำรวจพบ : พบ 2 แห่ง จากการสำรวจ 12 แห่ง

ลักษณะโดยทั่วไป

ใบ แตกออกรอบข้อเป็นวง ข้อหนึ่ง ๆ มีใบ 7 - 12 ใบ ลักษณะของใบนั้นแตกเป็นริ้ว ๆ ขนาดเล็ก แยกออกเป็น 2 แฉกเท่า ๆ กัน (Dichotomous) พบว่า มีการแตก 3 ชั้น ริ้วที่แตกนั้น ขอบใบตอนปลายด้านหนึ่งมีลักษณะเป็นฟันเลื่อยเล็ก ๆ ส่วนอีกด้านหนึ่งเรียบ ความยาวใบมีขนาดตั้งแต่ 2.0 - 3.3 เซนติเมตร ใบที่แก่มีความยาวมากกว่าใบอ่อน และรัศมีการกระจายของใบแก่มากกว่า ใบอ่อน ใบที่อ่อนจะรวมตัวกันอยู่บริเวณส่วนปลายของสาย ความกว้างของใบประมาณ 0.3 - 1.0 มิลลิเมตร มองเห็นเส้นกลางใบชัดเจน รัศมีของใบเมื่อแผ่แบนเต็มที่ประมาณ 3.0 เซนติเมตร ใบมีสีเขียวสด ถ้าพืชนั้นได้รับแสงแดดมากจะมีสีเขียวแก่ แต่ถ้าได้รับแสงน้อยพืชจะมีสีน้ำตาลผสมอยู่ทั่วไปตามใบ

ลำต้น สีเขียวสดสีเดียวกับใบเป็นสายยาว วัชพืชที่ได้นำมาทำการทดลอง มีความยาวของลำต้นถึง 35 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น ประมาณ 1.0 - 1.2 มิลลิเมตร มีข้อและปล้องชัดเจน ความยาวระหว่างปล้องประมาณ 0.4 - 0.7 มิลลิเมตร ลำต้นไม่กลม แต่จะเป็นเหลี่ยมเล็กน้อย พบว่ามีการแตกแขนงออกมาจากข้อได้ ใน 1 ข้อ พบมีการแตก 1 แขนง เพื่อเจริญไปเป็นลำต้นใหม่ ในระหว่างทำการทดลองไม่พบรากของวัชพืชเลย

น้ำหนักสด 500 กรัม เมื่อทำแห้งจะเหลือเพียง 20 กรัม