รายงานการวิจัย

การศึกษามลภาวะทางดินและน้ำ อันเนื่องจากของเสียจากอุตสาหกรรมการผลิตผ้าไหม

ได้รับทุนวิจัยจาก
โครงการศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ไหม (R & D)

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

รายงานการวิจัย

การศึกษามลภาวะทางดินและน้ำอันเนื่องจากของเสียและอุตสาหกรรมการผลิตผ้าไหม

คณะผู้วิจัย

ผศ.ดร.กุลวดี รังษีวัฒนานนท์	หัวหน้าโครงการ
ผศ.ดร.ยุวดี มานะเกษม	ผู้ร่วมวิจัย
นายชัยวัฒน์ คงมั่นกลาง	ผู้ร่วมวิจัย
นายบุญร่วม คิดค้า	ผู้ร่วมวิจัย
นางสาวชุติมา ทองเกษม	ผู้ร่วมวิจัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากโครงการศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ผ้าไหม (R&D)

มิถุนายน 2548

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณทางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และทางจังหวัดนครราชสีมา ให้การสนับสนุนงบประมาณในโครงการศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ไหม (R&D) ซึ่งคณะผู้วิจัยได้มีโอกาสรับทุนในโครงการนี้ ขอขอบคุณ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์บางประเภทในการวิจัย และขอขอบคุณพัฒนากร นางศุภาวรรณ พลดงนอก ที่ได้นำคณะวิจัยเก็บตัวอย่างดินที่อำเภอห้วยแถลง

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก ทองแดง โครเมียม สังกะสี และตะกั่ว ของตัวอย่างดิน น้ำ และสี พบว่าตัวอย่างสี 35 ตัวอย่าง มีองค์ประกอบของโลหะหนัก โครเมียม ทองแดง และสังกะสี ในปริมาณมากแต่ไม่พบโลหะตะกั่ว ชนิดและปริมาณโลหะต่าง ๆ ในตัวอย่างสีมากน้อยขึ้นกับประเภทของสี และเนื้อสี กรณีตัวอย่างดิน ที่ผิวดินถึงลึก 10 ซม. และดินลึก 60 ซม. ที่อำเภอห้วยแถลง และปักธงชัย พบว่ามีโลหะหนักทั้ง 4 ชนิด ในปริมาณสูง ในสถานประกอบการที่ย้อมด้วยสีเคมี มีปริมาณโลหะสูงกว่าการย้อมด้วยสีธรรมชาติและพบโลหะสังกะสีมีปริมาณสูงมากผิดปกติ ทั้งนี้สังกะสีอาจมาจากผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ด้วย เช่น สีทาบ้าน สารเคลือบดินเผา หรือสังกะสีที่เป็นองค์ประกอบของแร่ดิน ในตัวอย่างน้ำ 24 แห่ง ในอำเภอปักธงชัย พบว่าเจือปนด้วยโลหะทั้ง 4 ชนิดในปริมาณน้อยไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้ง จากค่า BOD และ COD พบว่าลำน้ำสาธารณะบริเวณที่ไหลผ่านในหลายพื้นที่เป็นแหล่งน้ำเสีย ค่าความเป็นกรด ด่าง ของตัวอย่าง ดินและน้ำ มีค่า pH อยู่ระหว่าง 5.5 – 8.5 และค่าสภาพนำไฟฟ้าของทั้งสองตัวอย่าง มีค่าสูงมากโดยเฉพาะน้ำทิ้งจากการย้อม จากข้อมูลดังกล่าวคาดได้ว่า ถ้าไม่มีการจัดการที่เหมาะสมจะส่งผลต่อสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะปัญหาน้ำเสีย จะส่งกลิ่นเน่าเหม็นในระยะเวลาอันใกล้

พืชที่พบในอำเภอปักธงชัย ซึ่งคล้าย ๆ กับในห้วยแถลง ไม่มีความผิดปกติแต่อย่างใด ทั้งวัชพืชที่ขึ้นอยู่ และไม้ใหญ่ที่อยู่ในบริเวณนั้น น้ำทิ้งจากสีย้อมผ้ายังไม่ส่งผลทำให้พืชในบริเวณนั้นมีการเจริญเติบโตผิดปกติ อย่างไรก็ตามควรทำการทดลองเฉพาะเจาะจงในพืชหลัก เช่น ในข้าวอาจจะมีผลในระยะหลังจากการเจริญทางลำต้นและใบได้

สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วิธีดำเนินการ	7
บทที่ 3 ผลการทดลอง	14
บทที่ 4 อภิปรายผลการทดลองและสรุป	26
บรรณานุกรม	29
ภาคผนวก	30
ประวัติคณะผู้วิจัย	32

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก พีเอช และค่าสภาพนำไฟฟ้าในตัวอย่างสี	14
ตารางที่ 2	แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก พีเอช และค่าสภาพนำไฟฟ้าในตัวอย่างดิน	16
ตารางที่ 3	แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก พีเอช และค่าสภาพนำไฟฟ้า บีโอดี และซีโอดี ในตัวอย่างน้ำ	19
ตารางที่ 4	แสดงผลการสำรวจพืชที่พบในบริเวณจุดทิ้งสีแต่ละกลุ่มผลิต	21
ตารางที่ 5	ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม และนิคมอุตสาหกรรม	30

บทที่ 1
บทนำ

ในกระบวนการผลิตสิ่งทอและผ้าไหม จนได้ผลิตภัณฑ์นั้น มีการผ่านกระบวนการทางเคมีและกายภาพหลายขั้นตอน แต่ละขั้นตอนส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไม่มากก็น้อย ขั้นตอนการย้อมสีถือว่าเป็นขั้นตอนที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาก น้ำทิ้งที่เกิดจากการย้อมสีด้วยสีสังเคราะห์ หรือสีธรรมชาติ ทำให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนัก รวมทั้งสารพิษอื่น ๆ ลงสู่ดิน แหล่งน้ำ และอากาศ การปนเปื้อนนี้เพิ่มมากขึ้น อันเนื่องจาก การเพิ่มขึ้นของอุตสาหกรรมผลิตสิ่งทอ การขาดความรู้ในการจัดการ และขาดระบบบำบัดของเสียในอุตสาหกรรมย้อมสีส่วนมากใช้สารช่วยให้สีติดผ้าได้ดี เรียกว่า สารมอร์แดนท์ (mordant) สารเหล่านี้เป็นเกลือของโลหะหนัก เช่น โครเมียม ทองแดง สังกะสี และอลูมิเนียม โลหะเหล่านี้เป็นพิษต่อพืชและมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโครเมียม อาจก่อให้เกิดมะเร็งได้ นอกจากนี้โมเลกุลสี (dye molecule) เอง บางประเภทเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของโลหะหนัก และยิ่งกว่านั้นสีอินทรีย์ที่ประกอบด้วยหมู่ไนโตร หรือ อะตอมพวกฮาโลเจนก็จะส่งผลต่อการเกิดมะเร็งได้เช่นกัน เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหามลพิษ และปัญหาสุขภาพของผู้ที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมสิ่งทอนี้ การศึกษาเบื้องต้นถึงปริมาณของโลหะหนัก จึงมีความจำเป็น

โลหะที่ออกจากกระบวนการผลิต จะเข้าสู่ระบบนิเวศน์โดยตรง กล่าวคือ โลหะจะกระจายเข้าสู่บรรยากาศและตกลงในแหล่งน้ำ รวมทั้งเกิดการตกตะกอนบนพื้นดิน ซึ่งจะกลับคืนสู่วงจรพืชและสัตว์ต่อไป อย่างไม่มีสิ้นสุด

แร่โลหะสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง คือระบบทางเดินหายใจ ทางผิวหนัง ทางการกิน หลังจากที่โลหะได้เข้าสู่ร่างกายแล้วก็จะซึมไปตามเนื้อเยื่อชนิดต่างๆ และจะเข้าสู่ระบบไหลเวียนเลือดจากนั้นก็จะกระจายออกไปสู่อวัยวะเป้าหมาย

กลไกการเกิดพิษของสารโลหะในร่างกาย อธิบายได้ดังนี้คือ โลหะที่เข้าสู่ร่างกายทั้ง 3 ทางจะถูกดูดซึมเข้าสู่เนื้อเยื่อ และจะทำปฏิกิริยาทางเคมีกับของเหลวในร่างกาย โลหะส่วนใหญ่จะรวมตัวทางเคมีเป็นกลุ่มอัลคิล (alkyl) หรือสารประกอบของอัลคิล และสารประกอบนี้สามารถละลายได้ดีในไขมัน ซึ่งเป็นของเหลวมีอยู่ทั่วไปในเนื้อเยื่อต่างๆ ทำให้เกิดการซึมผ่าน และกระจายตัวได้เร็ว หลังจากที่กระจายเข้าสู่ระบบไหลเวียนเลือด สารโลหะอาจจะถูกเปลี่ยนให้เป็นโลหะอนินทรีย์ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับภาวะของเอ็นไซม์ในตับ โลหะอนินทรีย์มักจะถูกขับออกทางทางปัสสาวะ ส่วนโลหะประเภทอินทรีย์อาจยังลอยตัวอยู่ในวงจรของการไหลเวียน การเปลี่ยนสภาพของโลหะทั้งอินทรีย์ และอนินทรีย์จะมีไม่เหมือนกันทุกครั้ง อย่างไรก็ตาม ทั้งสองสภาพ คือ อินทรีย์โลหะ และอนินทรีย์โลหะ จะทำให้เกิดพิษต่อระบบของร่างกายได้ทั้งคู่

โลหะที่ไหลเวียนเข้าสู่วงจรการไหลเวียนจะมี 2 ลักษณะ คือ อยู่เป็นสารประกอบของโลหะโดดเดี่ยวและอยู่รวมกับของเหลวจำพวกเลือดและพลาสมา จากนั้นมันจะเคลื่อนที่เข้าสู่อวัยวะเป้าหมายต่างๆ ซึ่งโลหะมักจะชอบเนื้อเยื่อบุ หรือเนื้อเยื่อที่อ่อนนุ่ม โลหะส่วนใหญ่จะรวมตัวกับสารโปรตีน และอาจเกาะติดอยู่เป็นระยะเวลานาน ขึ้นกับสภาพความเป็นกรด-ด่างของเนื้อเยื่อด้วยโลหะสามารถกระจายไปได้ทุกส่วนของร่างกาย ไม่ว่าจะเป็นเส้นผม เล็บ ตับ ไต กระดูก และผิวหนัง หลังจากที่โลหะได้ฝังตัวอยู่ในอวัยวะเป้าหมายต่างๆ แล้ว ก็จะทำให้เกิดพิษขึ้นเฉพาะที่

โรคจากการแพ้พิษตะกั่วชนิดอนินทรีย์

1. ชนิดเฉียบพลัน

1.1 ระบบทางเดินอาหาร อาการระบบทางเดินอาหาร ได้แก่ กระหายน้ำ ลิ้นรู้สึกรสของโลหะ คลื่นไส้ ปวดท้อง และอาเจียน อาเจียนที่ออกมาอาจมีสีขาวคล้ายน้ำนม เนื่องจากมีตะกั่วคลอไรด์ บางครั้งอาจปวดท้องมาก อุจจาระมีสีดำเนื่องจากมีตะกั่วซัลไฟด์ อาจมีท้องเดินหรือท้องผูกก็ได้

1.2 ระบบประสาทส่วนกลาง มีอาการชา ปวดกล้ามเนื้อ และกล้ามเนื้ออ่อนแรง

1.3 ระบบเลือด อาจเกิดภาวะเม็ดเลือดแดงแตกเฉียบพลัน ทำให้เกิดอาการเลือดจาง และมีเฮโมโกลบินในปัสสาวะ ทำให้ปัสสาวะมีสีคล้ำเหมือนน้ำโคคาโคลา

1.4 ระบบไต เกิดภาวะไตวายเฉียบพลันได้ทำให้ปัสสาวะน้อยหรือไม่มีปัสสาวะ หรือเกิดกลุ่มอาการแฟนโคไน (Fanconi) ซึ่งทำให้มีการสูญเสียกรดอะมิโน กลูโคส และฟอสเฟตทางปัสสาวะ ผู้ป่วยอาจเสียชีวิตใน 1-2 วัน

2. ชนิดเรื้อรัง

2.1 ระบบทางเดินอาหาร เป็นอาการที่พบได้บ่อยที่สุด อาจมาด้วยอาการเบื่ออาหาร ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ และปวดศีรษะ อาการท้องผูกมักเป็นอาการเริ่มแรก แต่บางรายอาจมีอาการท้องเดิน ความรู้สึกรสของโลหะอาจยังคงอยู่ในระยะแรก เมื่อภาวะเป็นพิษเพิ่มมากขึ้น จะมีอาการเบื่ออาหาร ท้องผูกมากขึ้น ลำไส้บิดตัวเกิดอาการปวดท้องมากเรียกเลด โคลิก(lead colic) กล้ามเนื้อหน้าท้องเกร็งและกดเจ็บ โดยเฉพาะบริเวณรอบสะดือ

2.2 ระบบประสาทส่วนปลายและกล้ามเนื้อ จะมีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อและกล้ามเนื้ออ่อนแรง หรืออัมพาตมักเกิดกับกล้ามเนื้อที่ใช้บ่อยและข้างที่ถนัด ถ้าเกิดกับกล้ามเนื้อข้อมือและข้อเท้า ทำให้ข้อมือตกและข้อเท้าตก ส่วนความผิดปกติของประสาทรับความรู้สึกนั้นพบได้น้อยหรือแทบไม่พบเลย

2.3 ระบบประสาทส่วนกลาง อาการอันตรายที่สุดประกอบด้วย อาการหงุดหงิดง่าย งุ่มง่าม เวียนศีรษะ เดินเซ หกล้มง่าย ปวดศีรษะ นอนไม่หลับ บุคลิกภาพเปลี่ยนแปลง ในรายที่เป็นรุนแรงจะซึมหมดสติ และชักได้ ผู้ป่วยที่มีอาการทางระบบประสาทส่วนกลางมีอัตราตายประมาณร้อยละ 25

2.4 ระบบเลือด พิษตะกั่วทำให้เกิดภาวะเลือดจาง ผู้ป่วยจะซีดและเพลีย โดยทั่วไปภาวะเลือดจางมักไม่รุนแรง ยกเว้นในรายที่มีเม็ดเลือดแดงแตก จากภาวะพิษตะกั่วเฉียบพลัน

2.5 ระบบไต ผู้ป่วยที่ได้รับตะกั่วสะสมทีละน้อยเป็นเวลานานๆ อาจเกิดไตวายเรื้อรัง หรือกรดยูริกคั่งในร่างกายจนเกิดอาการทางโรคเก๊าต์ หรือเกิดความดันเลือดสูงได้

2.6 อื่นๆ อาจพบเส้นสีดำที่เหงือกเรียก "เลดไลน์" ("lead line") ซึ่งเกิดจากการเกาะตัวของตะกั่วซัลไฟด์

โรคจากการแพ้ตะกั่วชนิดอินทรีย์

อาการของโรคจะแตกต่างไปจากการแพ้พิษตะกั่วชนิดอนินทรีย์ ตะกั่วอินทรีย์โดยเฉพาะเตตระเอทิลเลด ทำให้เกิดพิษชนิดเฉียบพลันต่อระบบประสาทส่วนกลาง ไม่พบชนิดเรื้อรัง อาการส่วนใหญ่จะเริ่มด้วยอาการง่วงซึม กระสับกระส่ายเป็นบางครั้ง เบื่ออาหาร น้ำหนักตัวลดลง คลื่นไส้ อาเจียนปวดศรีษะ ตาพร่า บางรายมีอาการท้องเดิน เหนื่อยง่าย กล้ามเนื้อสั่นกระตุก

โรคจากการแพ้พิษโครเมียม

1. โครม อัลเซอเรชั่น (Chrome Ulceration) บาดแผลจากโครเมียมเป็นรอยโรคที่พบบ่อยที่สุด เกิดขึ้นจากฤทธิ์กัดกร่อนของโครเมต โดยทะลุผ่านผิวหนังบริเวณที่มีรอยถลอกหรือมีบาดแผลอยู่ก่อน พบบ่อยที่มือ นิ้วมือ แขน และเท้า รอยโรคเริ่มต้นด้วยการเป็นตุ่มน้ำ ไม่เจ็บ ต่อมากลายเป็นหลุมแผลมีรูปร่างกลม ขอบยกขึ้น ค่อนข้างเรียบ แข็ง แผลมีน้ำเหลืองและสะเก็ด หากไม่ได้รับการดูแลรักษา แผลจะกินลึกลงไปในชั้นเนื้อเยื่อและบาดแผลกลายเป็นมะเร็ง ถ้ามีการติดเชื้อโรคแทรกซ้อนแผลทะลุถึงชั้นกระดูก อาจจำเป็นต้องตัดเนื้อทิ้ง
2. ผิวหนังอักเสบ สารประกอบโครเมียมเวเลนซี 6 ทำให้เกิดการระคายเคืองผิวหนังโดยเฉพาะบริเวณคอเสื้อ ข้อมือ ทำให้ผิวหนังอักเสบได้ ซึ่งเกิดจากการสัมผัสโดยตรงหรือเกิดจากการระคายเคือง
3. ผลต่อทางเดินหายใจชนิดเฉียบพลัน การหายใจเอาฝุ่นหรือละอองของสารประกอบโครเมียมเวเลนซี 6 เข้าไปทำให้เกิดการระคายเคืองต่อเยื่อบุทางเดินหายใจมีอาการจาม น้ำมูกไหลใสๆ เกิดรอยที่ผนังสันจมูก หลอดคออักเสบ แดง และหลอดลมตีบได้
4. แผลที่ผนังกั้นจมูกและผนังกั้นจมูกทะลุ (Ulceration and perferation of nasal septum) การแคะจมูกนอกจากจะทำให้ฝุ่นหรือละอองของโครเมตเกาะที่ผนังกั้นจมูก ยังทำให้เกิดบาดแผล และผนังกั้นจมูกส่วนที่เป็นกระดูกอ่อน เกิดการทะลุเป็นรูได้ ฝุ่นหรือละอองของโครเมตที่หายใจเข้าไปจะปะทะส่วนที่เป็นกระดูกอ่อน เยื่อบุจะบวมแดง น้ำมูกไหล อาจมีเลือดออก ต่อมาจะกลายเป็นสะเก็ด ไม่เจ็บปวด แต่รำคาญ ผู้ป่วยมักจะแคะ เมื่อแคะเอาสะเก็ดออกทำให้เกิดรอยถลอก สะเก็ดจะเกิดขึ้นใหม่เป็นดังนี้ไปเรื่อยๆ ในเวลา 1-2 สัปดาห์ เยื่อผนังกั้นจมูกจะทะลุเป็นรู ระยะเวลา 3 เดือน ขนาดของรูทะลุจะขยายขนาดขึ้น การดมกลิ่นยังคงปกติ ไม่พบว่าแผลกลายเป็นมะเร็ง

5. มะเร็งปอด การสัมผัสกับโครเมียมเป็นระยะเวลานานๆ ทำให้อุบัติการณ์ของมะเร็งปอดเพิ่มขึ้น

โรคจากการแพ้พิษสังกะสี ที่พบบ่อยๆ มี 3 ประเภท ได้แก่ การแพ้พิษสังกะสีออกไซด์ การแพ้พิษสังกะสีคลอไรด์ และการแพ้พิษสังกะสีโครเมต

1. การแพ้พิษสังกะสีออกไซด์

1.1 อาการเฉพาะที่ เมื่อผิวหนังสัมผัสกับสังกะสีออกไซด์ จะทำให้รูขุมขนต่อมไขมันถูกอุดตันทำให้กลายเป็นตุ่มใสๆ ขึ้นมามีอาการคันมาก เมื่อเกาจะอักเสบและกลายเป็นตุ่มหนองได้

1.2 อาการทั่วไปการสูดหายใจเอาฟูมของสังกะสีออกไซด์เข้าไป ทำให้เกิดอาการแบบไข้หวัดใหญ่เริ่มด้วยอาการ คลื่นไส้ ปวดศรีษะ อ่อนเพลีย ปวดเมื่อย ตามกล้ามเนื้อและข้อต่อ กระหายน้ำ ไอ เหนื่อย เหงื่อออก รู้สึกรสของโลหะ ซึ่งมักเกิดขึ้น 4-12 ชั่วโมง หลังการสัมผัส ตามมาด้วยการมีไข้สูง เหงื่อออกและหนาวสั่น อาการดังกล่าวจะหายเป็นปกติภายใน 1-2 วัน

2. การแพ้พิษสังกะสีคลอไรด์

2.1 อาการเฉพาะที่ สังกะสีคลอไรด์มีฤทธิ์กัดกร่อนอย่างรุนแรง การสัมผัสกับผิวหนัง ทำให้ผิวหนังเกิดบาดแผลได้ การสัมผัสสังกะสีคลอไรด์บริเวณตา เยื่อบุผิวจมูก คอ หลอดลม ปอด ทำให้เกิดอาการกัดกร่อนและระคายเคืองในความรุนแรงต่างกัน ในรายที่เป็นรุนแรงทำให้ปอดบวมมีน้ำคั่งในปอดถึงแก่ความตายได้ การกินเข้าไปจะกัดกร่อนบริเวณทางเดินอาหารส่วนต้น ได้แก่หลอดอาหารและกระเพาะอาหาร ทำให้มีการอักเสบและปวดอย่างรุนแรง เมื่อหายแล้วทำให้ทางเดินอาหารตีบตันได้

2.2 อาการทั่วไป มีอาการคล้ายเป็นหวัด ไข้สูงปวดเมื่อยตามกล้ามเนื้อ อาการดังกล่าวมักหายไปได้ง่ายโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าหยุดการสัมผัสสังกะสี

3. การแพ้พิษสังกะสีโครเมต เชื่อว่าสังกะสีโครเมตเป็นสารก่อมะเร็งในคน

อันตรายที่เกิดกับร่างกายและอวัยวะเป้าหมายของทองแดงทำให้เกิดโรคที่เรียกว่า "มีทอลฟูมพิเวอร์" มีอาการคันบนผิวหนัง หนาวสั่น กระหายน้ำ ถ้ากินเข้าไปจะทำให้เกิดน้ำลายฟูมปาก ท้องเกิดเดิน มีเลือดออกในระบบทางเดินอาหาร ไตอักเสบ

อันตรายที่เกิดกับร่างกายและอวัยวะเป้าหมายของอะลูมิเนียม ระคายเคืองต่อนัยน์ตา ตาแดงเยื่อหุ้มตาอักเสบ ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อเยื่อบุผิวหนังทั่วๆ ไป ทำให้ผิวหนังด้านและคล้ำ ฝุ่นที่เข้าปอดทำให้เกิดพังผืดในปอดเยื่อหุ้มสมองอักเสบ ปอดบวม

อันตรายที่เกิดกับร่างกายและอวัยวะเป้าหมายของเหล็ก

อันตรายของเหล็กขึ้นกับอนุมูลของสารประกอบ ส่วนใหญ่จะมีไข้ตัวเขียวคล้ำ ไอ ตับถูกทำลายระบบท่ออูกทำลาย ระบบประสาทส่วนกลางถูกกดคนไข้อาจตายได้ โรคนี้มักเรียกว่าซิเดอร์โรซีส

การศึกษาผลกระทบต่อพืช

ในกระบวนการย้อมไหมของกลุ่มผู้ผลิตผ้าไหมถ้าไม่มีการปล่อยน้ำทิ้งให้ไหลลงสู่ดินว่างเปล่าที่มีวัชพืชขึ้นอยู่ซึ่งบางชนิดเป็นอาหารสัตว์หรืออาหารของคนได้ หรือบางแห่งปล่อยให้ไหลลงสู่พื้นที่ทำการเกษตร เช่น นาข้าว ผักสวนครัว เช่น แมงลัก กระเพรา หรือตะไคร้ เป็นต้น จากการบอกเล่าของชาวบ้านใกล้เคียงกับแหล่งย้อมไหม พบว่า บางพื้นที่มีปัญหาข้าวไม่ออกรวง ซึ่งเป็นสิ่งที่น่าสนใจว่าเป็นผลกระทบจากสีย้อมไหมหรือไม่ ซึ่งหากผลที่เกิดขึ้นมีนัยสำคัญกับการใช้สีย้อมไหมก็จะเป็นสัญญาณเตือนถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นต่อระบบการเกษตร และจะมีผลกระทบโดยตรงต่อมนุษย์ในฐานะผู้บริโภคอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

ในสีย้อมไหม มีธาตุบางธาตุเป็นอาหารพืช ทั้งธาตุหลัก เช่น ไนโตรเจน หรือ โพแทสเซียม จุลธาตุ เช่น เหล็ก ทองแดง สังกะสี และธาตุอื่นๆ เช่น อะลูมิเนียม ปรอท ตะกั่ว หรือโครเมียม เป็นต้น ซึ่งธาตุเหล่านี้ อาจสะสมอยู่ในดินและอาจทำให้พืชใบบริเวณนั้นแสดงอาการบางอย่างออกมาให้เห็นได้ กรณีของธาตุเหล็กนั้นในพืชทั่วไปมีระดับขาดแคลนวิกฤติในระหว่าง 50-150 มก./กก. (พืชแห้ง) และความเป็นพิษจากเหล็กมิได้เกิดกับพืชทั่วไปแต่มักเกิดกับข้าวซึ่งปลูกในดินนาน้ำขังโดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินที่เป็นกรดจัด โดยข้าวจะมีลักษณะผิดปกติคือ ใบแห้งอย่างรวดเร็ว การเจริญของราก ใบ ต้น ลดลง รากเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล โดยความเข้มข้นขั้นวิกฤติของเหล็กคือ 500 มก./กก. ใบแห้ง (ยงยุทธ โอสถสภา, 2543)

พืชที่มีทองแดงในใบ 3-5 มก./กก. น้ำหนักแห้ง อาการขาดที่เด่นชัดคือ ต้นแกร็น ใบอ่อนบิดเบี้ยว เยื่อเจริญที่ยอดตาย ใบอ่อนสีเหลืองซีด ปลายกิ่งแห้งลุกลามลงมาหาโคนกิ่ง ในพืชใบเลี้ยงเดียวมีการแตกแขนงมาก พืชใบเลี้ยงคู่มีการแตกตาข้างมากจึงมีจำนวนยอดมากกว่าปกติ (Robson and Reuter, 1981) ระดับเป็นพิษของทองแดงในพืชทั่วไปอยู่ระหว่าง 20-30 มก./กก. (น้ำหนักแห้ง) อย่างไรก็ตามพืชแต่ละชนิดทนต่อทองแดงได้ต่างระดับกันไป

ระดับขาดแคลนวิกฤติของสังกะสีในพืชทั่วไป มีค่าต่ำกว่า 15-20 มก./กก. (น้ำหนักแห้ง) อาการขาดในพืชใบเลี้ยงคู่มีอาการแกร็น ข้อปล้องสั้นลง ส่วนยอดยืดตัวช้า กว่าปกติ มีอาการ rosetting ขนาดใบเล็กลงกว่าปกติ (Polar, 1975) ความเป็นพิษของสังกะสี ในพืชทั่วไป มีค่าตั้งแต่ 100 จนสูงถึง 400-500 มก./กก. (น้ำหนักแห้ง) ในพืชที่ไม่ทนต่อธาตุนี้ อาการที่เด่นชัดคือ รากหยุดการยืดตัว ใบอ่อน

เหลืองซีดซึ่งเป็นอาการขาดธาตุเหล็กในสภาวะที่มีสังกะสีมากเกินไป ทั้งนี้เพราะทั้งสองธาตุมีขนาดของไฮเดรตไอออนใกล้เคียงกันจึงเป็นปฏิปักต่อกันในการดูดที่ราก รากพืชจึงดูดเหล็กได้น้อยลง (Boardman and McGuire, 1990) ในสภาพแวดล้อมที่ปนเปื้อนด้วยสังกะสี เช่น พื้นที่ใกล้แหล่งอุตสาหกรรม อาจทำให้พืชบางชนิดทนต่อความเป็นพิษของธาตุนี้และเจริญเติบโตได้ เช่น *Pinus sylvestris* มีการขับสังกะสีออกจากเซลล์ (Marscher, 1995)

พืชบางชนิดอาจสะสมธาตุสังกะสีในเนื้อเยื่อได้มากพอประมาณ แต่ก็ไม่ได้ถือว่าเป็นธาตุอาหารที่ที่จำเป็นสำหรับพืช เพียงแต่มีรายงานว่าหากพืชได้รับเพียงเล็กน้อยก็เสริมการเจริญเติบโต เช่น ข้าวโพด และถั่วบางชนิดเจริญเติบโตได้ดีขึ้นถ้าปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีธาตุอะลูมิเนียม 71.4-185 ไมโครโมลาร์ สำหรับชา ซึ่งเป็นพืชที่ทนต่อธาตุนี้ได้ค่อนข้างดี หากได้รับ 1000 ไมโครโมลาร์ (Bollard, 1983)

ข้อมูลด้านความเข้มข้นของธาตุโลหะหนัก เช่น แคดเมียม โครเมียม ตะกั่ว และปรอท ในพืชได้รับความสนใจจากนักสิ่งแวดล้อมมากในสองทศวรรษที่ผ่านมา เนื่องจากธาตุเหล่านี้เป็นสารมลพิษจึงเน้นการศึกษาธาตุทั้งสี่ในห่วงโซ่อาหาร และกำลังมีการทดสอบความเป็นพิษวิกฤติของพืชแต่ละชนิด (Marscher, 1995)

กระบวนการการย้อมไหมของกลุ่มผู้ผลิต จะมีการเทสีย้อมทิ้งไปอย่างต่อเนื่องมาเป็นระยะเวลาหลายปีในบริเวณเดียวกัน ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการสะสมของสารเคมีต่างๆ เช่น ธาตุโลหะหนัก ปรอท และโครเมียม อย่างต่อเนื่อง จึงอาจเกิดการสะสมในดินหรือในต้นพืชได้ นอกจากนี้ ปัญหาความเป็นพิษต่อพืชจากความผิดปกติของระดับจุลธาตุบางชนิดที่เป็นองค์ประกอบในสีย้อมไหม ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นธาตุอาหารของพืชได้ เช่น เหล็ก (Fe) อลูมิเนียม (Al) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) การสำรวจถึงพืชที่พบในแหล่งดังกล่าวอาจแสดงลักษณะหรืออาการต่างๆที่บ่งบอกถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสีย้อมไหมต่อพืชในปัจจุบันและคาดการณ์ไปถึงในอนาคตได้

บทที่ 2
วิธีดำเนินการ

การเก็บข้อมูล

ตัวอย่างสี : ตัวอย่างสีได้จากสถานประกอบการบางแห่ง ที่อำเภอปักธงชัย และได้จากร้านค้าปลีกที่จำหน่ายสีตราสิงห์โตตีกลอง ที่อำเภอห้วยแถลง ตามคำบอกเล่าของกลุ่มแม่บ้านหลุ่มประดู่ โดยเลือกตัวอย่างสีตามความหลากหลายของเนื้อสี ตามที่ระบุในตารางที่ 1 ตัวอย่างสีที่ได้นำมาดำเนินการทดลองเพื่อหาค่าต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 1

ตัวอย่างดิน : เก็บตัวอย่างดินในบริเวณที่ระบุในตารางที่ 2 ที่อำเภอห้วยแถลง และอำเภอปักธงชัย ตัวอย่างดินถูกเก็บในระดับผิวถึงลึก 10 ซม. และในระดับลึกประมาณ 60 ซม. ในแต่ละจุดจะเก็บตัวอย่างดินประมาณ 3 กิโลกรัม ตัวอย่างดินในแต่ละจุดนำไปผึ่งแดดให้แห้ง แล้วผสมให้เข้ากันดี จากนั้นแบ่งตัวอย่างดินออกเป็น 3 ส่วน แล้วนำแต่ละส่วนมาดำเนินการทดลองต่อไปเพื่อวิเคราะห์หาค่าต่าง ๆ ที่ได้กำหนดไว้ นำค่าที่ได้ทั้ง 3 ค่ามาเฉลี่ยผลวิเคราะห์ปรากฏในตารางที่ 2

ตัวอย่างน้ำ : เก็บตัวอย่างน้ำตามแหล่งน้ำสาธารณะและในสถานประกอบการที่อำเภอปักธงชัยดังระบุในตารางที่ 3 และในแผนที่อำเภอปักธงชัย (หน้า 13)โดยสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำที่บริเวณนั้นมา 3 ตัวอย่าง จากนั้นนำตัวอย่างน้ำมาดำเนินการทดลองต่อไปเพื่อวิเคราะห์หาค่าต่าง ๆ ตามที่ได้กำหนดไว้ ค่าทั้ง 3 นำมาเฉลี่ย และผลที่ได้ดังปรากฏในตารางที่ 3

ตัวอย่างพืช : สำรวจพืชที่พบในบริเวณที่มีการทิ้งน้ำสีย้อมไหม ถ่ายรูป ศึกษารายละเอียดของพืชที่พบ เช่น ชื่อสามัญ ชื่อวิทยาศาสตร์ และลักษณะทางพฤกษศาสตร์ทั่วไป และเปรียบเทียบลักษณะของต้นที่พบในแหล่งทิ้งสีกับต้นที่ขึ้นอยู่นอกบริเวณทิ้งและล้างสีย้อมไหม

การทดลอง

เครื่องมือ

ลำดับที่	เครื่องมือ	ยี่ห้อ	รุ่น
1	เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)	Mettler	Delta 320
2	เครื่องวัดค่าความนำไฟฟ้า (Conductivity meter)	Jenway	2020
3	Flame Atomic Absorption Spectrometer	Varian	SpectrAA 250 plus
4	Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometer	Hewlett Packard	Analyst 100
5	เครื่องควบคุมอุณหภูมิ 20 $^{\circ}$C	Aqualytic	AL365
6	Heater	Gerhardt	KI26

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ขวดบีโอดีมาตราฐาน ความจุ 300 มล. มีจุกปิดได้สนิท ปากกว้างเล็กน้อย ทำให้มีร่องเหนือจุกและปากขวด เพื่อให้มีน้ำหล่ออยู่เสมอขณะ incubator ที่ 20 $^{\circ}C$
2. กระบอกตวงขนาด 1 ลิตร
3. ขวดก้นกลม ขนาดความจุ 250 มล.
4. คอนเดนเซอร์

ชื่อสาร	เกรด	ยี่ห้อ
KH_2PO_4	AnalaR	BDH
K_2HPO_4	AnalaR	BDH
$MgSO_4.7H_2O$	AnalaR	BDH
$FeCl_3.6H_2O$	AnalaR	BDH
$MnSO_4.H_2O$	AnalaR	BDH
NaOH	Pro analysis	Merck
NaI	AnalaR	BDH
NaN_3	AnalaR	BDH
H_2SO_4 conc.	AnalaR	BDH
Starch	PRE-ACS	Carlo Erba
$Na_2S_2O_3.5H_2O$	AnalaR	BDH
$K_2Cr_2O_7$	AnalaR	BDH
KI	AnalaR	BDH
Ag_2SO_4	AnalaR	BDH
$Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$	AnalaR	BDH
$HgSO_4$	AnalaR	BDH
AgI	AnalaR	BDH
Orthophosphoric acid	AnalaR	Merk
ชื่อสาร	**เกรด**	**ยี่ห้อ**
KCl	ACS ISO for analysis	Carlo
Buffer pH 4 , 7	For analysis	Carlo Erba
Standard Cu Cr Pb Zn	For spectroscopy	Fluka

วิธีการทดลอง

การวัดค่าพีเอช

1. กรณีตัวอย่างดิน ชั่งตัวอย่างดิน ด้วย balance (มีความละเอียด 0.01 กรัม) 10 กรัม เติมน้ำปราศจากอิออนปริมาตร 10 มล. คนให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที
2. กรณีตัวอย่างน้ำ ตวงน้ำตัวอย่างปริมาตร 50 มล. ใส่ลงในบีกเกอร์
3. กรณีตัวอย่างสี ละลายตัวอย่างสีให้มีความเข้มข้น 0.15 กรัม/ลิตร
4. calibrated เครื่อง pH meter ด้วย buffer pH 4 และ 7
5. วัดค่า pH ด้วยเครื่อง pH meter

การวัดค่าความนำไฟฟ้า

1. กรณีตัวอย่างดิน ชั่งตัวอย่างดิน ด้วย balance (มีความละเอียด 0.01 กรัม) 10 กรัม เติมน้ำปราศจากอิออนปริมาตร 50 มล. คนให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที
2. กรณีตัวอย่างน้ำ ตวงน้ำตัวอย่างปริมาตร 50 มล. ใส่ลงในบีกเกอร์
3. กรณีตัวอย่างสี ละลายตัวอย่างสีให้มีความเข้มข้น 0.15 กรัม/ลิตร
4. calibrated เครื่อง conductivity meter ด้วย 0.1 M KCl
5. วัดค่า conductivity ด้วยเครื่อง conductivity meter

การหาค่า BOD (Biochemical Oxygen Demand)

การหาค่า BOD เป็นการหาปริมาณออกซิเจนที่ต้องการโดยแบคทีเรียเพื่อใช้ในปฏิกิริยาย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียค่า BOD นี้จะบอกถึงคุณลักษณะของน้ำเสียนั้นว่ามีสารอินทรีย์ปนอยู่มากน้อยแค่ไหน ถ้ามีสารอินทรีย์ปนอยู่มาก ค่า BOD ก็จะมากด้วย และในทำนองเดียวกันถ้ามีสารอินทรีย์ปนอยู่น้อยค่า BOD ก็จะน้อย

1. การเตรียมน้ำสำหรับใช้เจือจาง
    1) ตวงน้ำกลั่นให้มากกว่าปริมาตรที่ต้องการใช้ 1 ลิตร ใส่ลงในภาชนะที่สะอาด
    2) เติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์, แมกนีเซียมซัลเฟตและเฟอร์ริกคลอไรด์ ตามลำดับ ใช้สารละลายแต่ละชนิด 1 มล.ต่อน้ำเจือจาง 1 ลิตร
    3) เป่าอากาศที่สะอาด เพื่อเพิ่มปริมาณสารละลายออกซิเจนให้กับน้ำเจือจางเป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชม.
2. วิธีการเจือจาง
    1) เลือกเปอร์เซนต์ตัวอย่างในการเจือจางที่คาดว่าจะให้ค่า BOD อยู่ในช่วงที่กำหนดแล้วจึงเลือกเปอร์เซนต์ตัวอย่างเจือจางที่สูงกว่าและต่ำกว่า
    2) ค่อยๆ รินน้ำเจือจาง 700-800 มล. ในกระบอกตวงขนาด 1000 มล. โดยพยายามอย่าให้มีฟองอากาศ
    3) เติมตัวอย่างน้ำจำนวนที่ต้องการ แล้วเติมน้ำเจือจางจนปริมาตรเป็น 1 ลิตร

4) ใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากันอย่าให้มีฟองอากาศ

5) ค่อยๆ รินใส่ขวด BOD 3 ขวด ปิดจุก นำไปเก็บในตู้ 20 $^{\circ}$C 2 ขวด ส่วนขวดที่เหลือนำไปหา DO (Dissolved Oxygen) ทันที เพื่อทราบค่า DO ที่จุดเริ่มต้น

6) ทำเช่นเดียวกันตั้งแต่ข้อ 2 ถึง ข้อ 5 สำหรับตัวอย่างที่เจือจางที่มีเปอร์เซนต์ความเข้มข้นต่ำกว่าและสูงกว่าตามลำดับ

3. วิธีการวิเคราะห์สารละลายออกซิเจน (DO) โดยวิธี Azide Modification of Iodometric

1) จากตัวอย่างน้ำที่เก็บได้ในขวด BOD ขนาด 300 มล. เติมสารละลายแมงกานีสซัลเฟต 1 มล.

2) แล้วเติมสารละลายอัลคาไลด์-ไอโอไดด์-อาไซด์ ตามลงไปทันที 1 มล. ให้ปลายหลอดจมอยู่ในตัวอย่างน้ำ

3) ปิดจุกระวังอย่าให้มีฟองอากาศติดอยู่ในขวด จับขวดคว่ำลงเขย่าแบบพลิกมือให้ขวดตั้งขึ้นและคว่ำลงสลับกันอย่างน้อย 15 ครั้ง ตั้งปล่อยทิ้งไว้ให้ตะกอนที่เกิดขึ้นนอนก้น

4) รอจนได้น้ำใสส่วนบนประมาณ 100 มล. ค่อยๆ เปิดจุก แล้วเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นลงไปทันที 1 มล. ให้กรดไหลลงไปตามคอขวด

5) ปิดจุก ค่อยๆ เขย่าจนกระทั่งตะกอนละลายหมด

6) ตวงสารละลายที่ได้ 201 มล. ใส่ลงใน flask ขนาด 500 มล. ปริมาตรจำนวนนี้จะแทนปริมาตรของตัวอย่างน้ำจริงๆ 200 มล. เนื่องจากปริมาตรของตัวอย่างน้ำที่ถูกแทนที่ด้วยน้ำยาทั้งหมด 2 มล. คือแมงกานีสซัลเฟต 1 มล. และอัลคาไลด์-ไอโอไดด์-อาไซด์ 1 มล. ที่เติมลงไปในขวดขนาด 300 มล. ดังนั้นปริมาตรที่จะนำมาเพื่อไตเตรทจึงควรเป็น

$$\frac{200\times300}{(300-2)} = 201.5 \text{ มล}$$

7) ไตเตรทด้วยสารละลายมาตราฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.0250 N จนได้สีเหลืองอ่อนๆ

8) เติมน้ำแป้ง 1-2 มล. และไตเตรทจนกระทั่งสีน้ำเงินหายไป

การคำนวณ

เนื่องจาก 1 มล.ของ 0.025 N โซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ในการไตเตรทจะเท่ากับปริมาณ DO 0.200 มก. เพราะฉะนั้น 1 มล. ของโซเดียมไธโอซัลเฟตจะเท่ากับ 1 มก/ลิตร DO เมื่อใช้ปริมาตร ตัวอย่าง 200 มล. ในการไตเตรท

การหาค่า COD (Chemical Oxygen Demand)

COD คือค่าความต้องการออกซิเจนของน้ำทิ้งที่หาได้โดยวิธีการทางเคมี ดังนั้นค่า COD จึงแสดงถึงปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมดในน้ำทิ้งทั้งที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้และย่อยสลายไม่ได้

1) ใส่ $HgSO_4$ 0.4 กรัม ลงในขวดกลั่น
2) เติมตัวอย่างน้ำ 20 มล. หรือส่วนของตัวอย่างเจือจางเป็น 20 มล.
3) เติมสารละลายมาตรฐาน $K_2Cr_2O_7$ 0.250 นอร์มอล 10 มล.
4) ค่อยๆ เติม H_2SO_4 เข้มข้นที่มี Ag_2SO_4 ผสมอยู่ ลงไป 30 มล. (Ag_2SO_4 22 g / H_2SO เข้มข้น 2.65 ลิตร)
5) ใส่ลูกแก้วลงไป 5-10 เม็ด
6) กลั่นสารผสมทั้งหมดเป็นเวลา 2 ชม.
7) ปล่อยให้เย็นและฉีดล้างส่วนที่ค้างอยู่ใน condenser ด้วยน้ำกลั่น
8) เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 140 มล. โดยประมาณ ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นเท่าอุณหภูมิห้อง
9) ไตเตรท สารละลาย $K_2Cr_2O_7$ ที่เหลือจากปฏิกิริยาด้วยสารละลายมาตรฐานเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต ใช้เฟอโรอินเป็นอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด จนกระทั่งเป็นจากน้ำเงินแกมเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง แสดงว่าถึงจุดสมดุลย์
10) ทำ blank โดยใช้น้ำกลั่น 20 มล.แทนตัวอย่างน้ำ และทำเช่นเดียวกับตัวอย่างน้ำทุกประการ reflux พร้อมกันไป

การคำนวณ

$$\text{Mg/l COD} = \frac{(a-b)\times c\times 8000}{\text{sample (ml)}}$$

where COD = Chemical Oxygen Demand from Dichromate

a = ml.$Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ used for blank

b = ml.$Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ used for sample

c = Normality of $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$

การตรวจสอบค่าโลหะหนัก

1. การเตรียมตัวอย่างน้ำ

ปิเปตต์น้ำตัวอย่างปริมาตร 25 มล. ลงในบีกเกอร์ และเติมกรดไนตริกเข้มข้นปริมาตร 3 มล. ค่อยๆ ให้ความร้อนจนกระทั่งแห้ง ทิ้งให้เย็น และเติมกรดไนตริกเข้มข้นปริมาตร 3 มล. แล้วให้ความร้อนจนกระทั่งการย่อยสมบูรณ์ จากนั้นเติมกรดไฮโดรคลอริก (HCl : H_2O = 1 : 1) ใส่ 2 ml. และให้ความร้อนเบาๆ จนกระทั่งตะกอนละลายหมด นำสารละลายที่ได้ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มล. ล้างบีกเกอร์หลายๆ ครั้งด้วยน้ำกลั่น และปรับปริมาตรให้ครบด้วยน้ำกลั่น

2. การเตรียมตัวอย่างดิน

1. ชั่งดินตัวอย่างที่บดผ่านตะแกรงขนาด 100 mesh จำนวน 1 กรัม ลงในบีกเกอร์ขนาด 150 มล. เติม 10 มล. (1:1) HNO_3 ผสมให้เข้ากัน และปิดด้วยกระจกนาฬิกา

2. ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ทิ้งให้เย็น และเติม HNO_3 เข้มข้น 5 มล. และรีฟลั๊กเป็นเวลา 30 นาที หากมีไอสีน้ำตาลเกิดขึ้นทำซ้ำโดย เติม HNO_3 เข้มข้น 5 มล. จนกระทั่งหมดควันสีน้ำตาล และระเหยสารละลายให้เหลือปริมาตรประมาณ 5 มล.

3. ทิ้งสารละลายให้เย็น เติมน้ำกลั่น 2 มล. และเติม 30% H_2O_2 3 มล. ปิดด้วยกระจกนาฬิกา ให้ความร้อนจนกระทั่งฟองลดลง และทิ้งให้เย็น

4. ให้ความร้อนจนกระทั่งหมดฟองหรือตัวอย่างไม่มีการเปลี่ยนแปลง ปิดตัวอย่างด้วยกระจกนาฬิกา ให้ความร้อนต่อจนกระทั่งปริมาตรลดลงเหลือประมาณ 5 มล

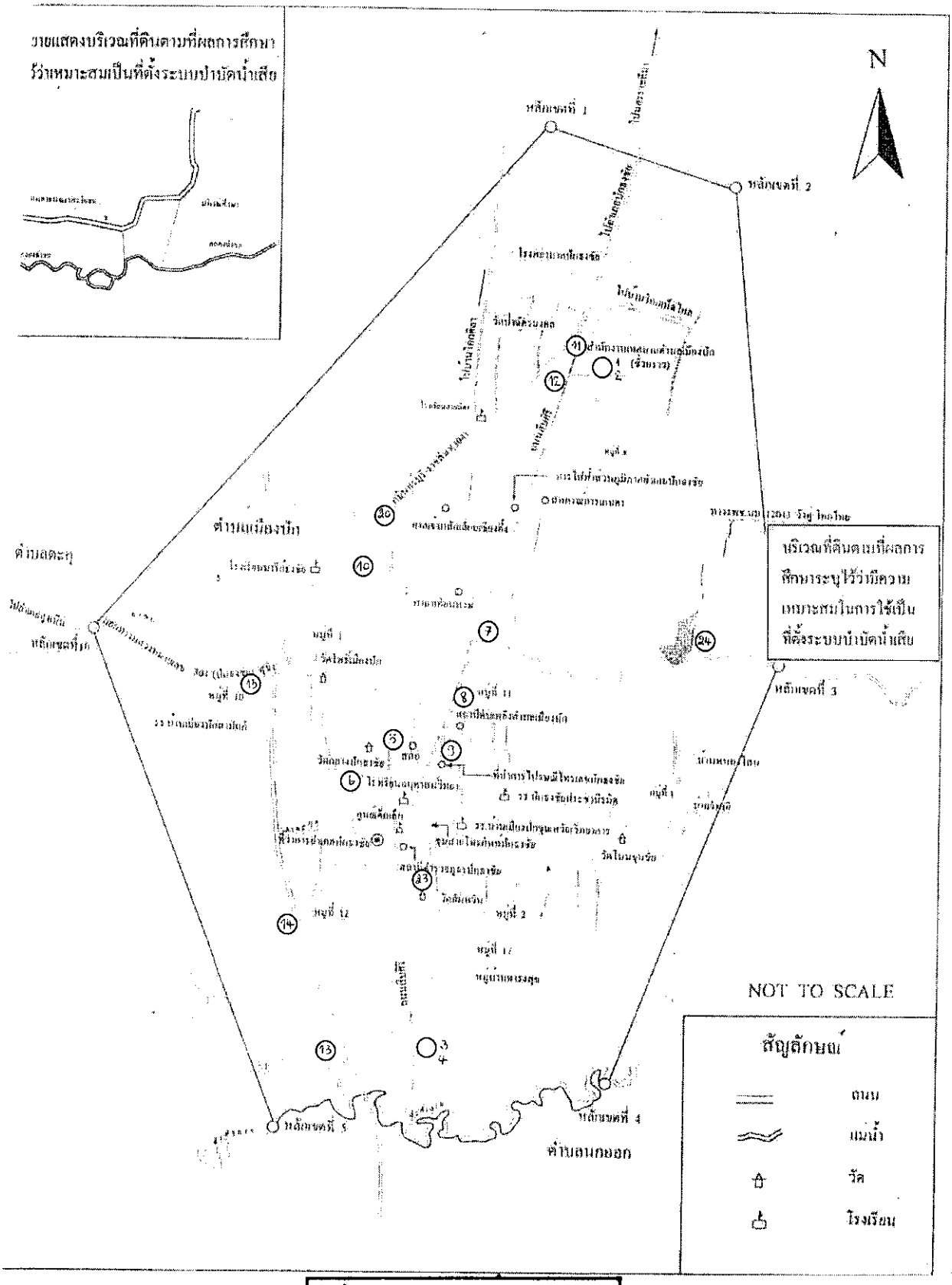
5. ทิ้งให้เย็น ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 มล.

3. การเตรียมตัวอย่างสี

ละลายตัวอย่างสีให้มีความเข้มข้น 0.15 กรัม/ลิตร นำตัวอย่างที่เตรียมได้วิเคราะห์หาปริมาณโลหะ Cr Cu Pb ด้วยเครื่อง Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometer (GFAAS) และวิเคราะห์หาปริมาณโลหะ Zn ด้วยเครื่อง Flame Atomic Absorption Spectrophotometer (FAAS) โดยเตรียมสารมาตราฐานให้ความเข้มข้นอยู่ในช่วงที่เหมาะสม

แผนที่แสดงเขตเทศบาลตำบลเมืองปัก

ตำบลเมืองปัก อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา



ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3

ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก ค่า pH และสภาพนำไฟฟ้าของตัวอย่างสีแสดงในตารางที่ 1 และตัวอย่างดินแสดงในตารางที่ 2 กรณีตัวอย่างน้ำได้วิเคราะห์ BOD และ COD ด้วย ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก พีเอช และค่าสภาพนำไฟฟ้าในตัวอย่างสี

ตัวอย่าง	สี	แหล่งที่มาของตัวอย่างสีเคมี	Cu/ ppm	Cr/ ppm	Pb/ ppm	Zn/ ppm	pH	Conductivity/ μScm^{-1}
1	แดง	อำนวยไหมไทย	36.83	68.33	N.D.	N.D.	6.60	45.0
2	เหลือง	อำนวยไหมไทย	25.27	9.52	N.D.	N.D.	6.75	40.2
3	เขียวขี้ม้า	อำนวยไหมไทย	108.93	1367.86	N.D.	N.D.	6.89	17.28
4	ม่วง	อำนวยไหมไทย	3.20	163.75	N.D.	N.D.	7.17	26.3
5	ดำ	อำนวยไหมไทย	47.43	730.00	N.D.	N.D.	6.95	44.9
6	น้ำเงิน	บุญคุ้มไหมไทย	38941.88	63.75	1.61E-06	N.D.	6.98	81.9
7	ดำ	บุญคุ้มไหมไทย	8.42	26.47	N.D.	N.D.	7.13	63.0
8	ม่วง	กลุ่มทอผ้าทับสวาย อ.ห้วยแถลง	1.18	33.80	N.D.	N.D.	6.74	155.4
9	เทา	กลุ่มทอผ้าทับสวาย อ.ห้วยแถลง	4.72	1104.00	N.D.	N.D.	7.26	117.1
10	แดงอิฐ	กลุ่มทอผ้าทับสวาย อ.ห้วยแถลง	N.D.	495.36	N.D.	N.D.	7.00	76.5
11	เขียวหัวเป็ด	สีเคมีตราสิงห์โตตีกลอง	N.D.	8.87	N.D.	N.D.	6.97	72.6
12	แดงครั่ง	สีเคมีตราสิงห์โตตีกลอง	40.06	1.32	N.D.	N.D.	7.04	170.2
13	เหลืองอ่อน	สีเคมีตราเครื่องบิน	9.47	N.D.	N.D.	N.D.	7.17	126.2
14	น้ำเงินแก่	สีเคมีตราสิงห์โตตีกลอง	20.41	26.35	N.D.	N.D.	6.82	225

ตัวอย่าง	สี	แหล่งที่มาของตัวอย่างสี	Cu/ ppm	Cr/ ppm	Pb/ ppm	Zn/ ppm	pH	Conductivity/ μScm^{-1}
15	ชมพู	สีเคมีตราสิงห์โตตีกลอง	10.06	N.D.	N.D.	288.46	6.80	132.2
16	ดำ	สีเคมีตราสิงห์โตตีกลอง	17.61	N.D.	N.D.	113.64	7.02	75.2
17	ม่วง	สีเคมีตราสิงห์โตตีกลอง	36.02	64.05	N.D.	N.D.	6.80	152.8
18	น้ำเงิน	สีเคมีตราสิงห์โตตีกลอง	31.77	16.48	N.D.	59.52	6.77	166.3
19	กรมท่า	สีเคมีตราสิงห์โตตีกลอง	7.19	2.25	N.D.	172.41	7.12	149.9
20	เหลืองเขียว	สีเคมีตราสิงห์โตตีกลอง	34.30	N.D.	N.D.	62.50	7.32	140.8
21	ตะกั่ว	สีเคมีตราสิงห์โตตีกลอง	N.D.	N.D.	N.D.	380.43	6.91	192.3
22	เม็ดมะขาม	สีเคมีตราสิงห์โตตีกลอง	61.64	2.71	N.D.	N.D.	7.04	147.0
23	น้ำทะเล	สีเคมีตราสิงห์โตตีกลอง	8.68	842.84	N.D.	135.14	7.04	136.1
24	เขียวตองอ่อน	สีเคมีตราสิงห์โตตีกลอง	N.D.	45.38	N.D.	192.31	7.24	27.1
25	ไพรเน่า	สีเคมีตราสิงห์โตตีกลอง	1.01	N.D.	3.34E-02	96.15	7.08	289
26	น้ำตาลทอง	สีเคมีตราสิงห์โตตีกลอง	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	7.25	401
27	แดงเปลือกมังคุด	สีเคมีตราสิงห์โตตีกลอง	17.86	N.D.	N.D.	N.D.	7.04	101.9
28	เขียวมรกต	สีเคมีตราสิงห์โตตีกลอง	34.61	146.70	N.D.	750.00	7.08	234
29	ครีม	สีเคมีตราสิงห์โตตีกลอง	4.25	1.65	1.32E-03	221.52	7.00	397
30	โอรสสด	สีเคมีตราสิงห์โตตีกลอง	N.D.	N.D.	N.D.	48.08	6.88	276
31	เขียวขี้ม้า	สีเคมีตราสิงห์โตตีกลอง	5.80	N.D.	N.D.	67.57	6.98	190.4
32	โอรส	สีเคมีตราสิงห์โตตีกลอง	26.18	N.D.	N.D.	328.95	6.89	226
33	กะปิ	สีเคมีตราสิงห์โตตีกลอง	0.97	2.51	N.D.	164.47	6.94	395

ตัวอย่าง	สี	แหล่งที่มาของตัวอย่างสี	Cu/ ppm	Cr/ ppm	Pb/ ppm	Zn/ ppm	pH	Conductivity/ μScm^{-1}
34	เหลืองสด	สีเคมีตราสิงห์โตตีกลอง	7.33	14.58	N.D.	32.05	7.28	373
35	ม่วงดอกอัญชัน	สีเคมีตราสิงห์โตตีกลอง	5.15	366.03	N.D.	86.21	6.88	343

หมายเหตุ สีเคมีตราสิงห์โตตีกลอง และตราเครื่องบินได้จากร้านค้าปลีกอำเภอห้วยแถลง

N.D. : ไม่สามารถตรวจวัดได้

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก พีเอช และค่าสภาพนำไฟฟ้าในตัวอย่างดิน

ตัวอย่าง	สถานที่เก็บตัวอย่างดิน	Cu/ ppm	Cr/ ppm	Pb/ ppm	Zn/ ppm	pH	Conductivity/ μScm^{-1}
1	ฉลวยไหมไทย : ตัวอย่างดินระดับเดียวกับน้ำทิ้ง	3.66	27.54	10.03	79.82	5.51	105.2
2	ฉลวยไหมไทย : ตัวอย่างดินตอนบนของร่องน้ำทิ้ง	3.97	29.72	11.01	59.99	6.91	82.3
3	ราตรีไหมไทย : ตัวอย่างดินที่ระดับผิวถึงลึก 10 ซม.	7.82	43.56	13.92	279.83	8.20	607
4	ราตรีไหมไทย : ตัวอย่างดินที่ระดับลึก 60 ซม.	6.29	59.90	7.30	288.27	7.60	171.8
5	บุญคุ้มผ้าไหม : ตัวอย่างดินลึก 60 ซม. บริเวณพื้นที่ดินเดิมในการสถานประกอบการ	4.16	53.10	16.84	158.76	6.74	95.0
6	บุญคุ้มผ้าไหม : ตัวอย่างดินลึก 60 ซม. บริเวณพื้นที่ใหม่ใกล้ท่อน้ำทิ้งในสถานประกอบการ	2.17	53.70	7.24	79.64	7.18	233
7	อำนวยไหมไทย : ตัวอย่างดินบริเวณบ่อน้ำทิ้งด้านนอกสถานประกอบการ	11.25	40.32	62.92	4073.71	7.72	820
8	ที่ทำการกลุ่มทอผ้าใช้สีเคมี บ้านเลขที่ 245 บ้านหนองสาย ม.6 ต. หลุ่งตะเคียน อ.ห้วยแถลง ตัวอย่างดินที่ผิวหน้าถึงลึก 10 ซม.	7.92	24.71	184.80	4094.03	6.60	534

ตัวอย่าง	สถานที่เก็บตัวอย่างดิน	Cu/ ppm	Cr/ ppm	Pb/ ppm	Zn/ ppm	pH	Conductivity/ μScm^{-1}
9	ที่ทำการกลุ่มทอผ้าใช้สีเคมี บ้านเลขที่ 245 บ้านหนองสาย ม.6 ต.หลุ่งตะเคียน อ.ห้วยแถลง ตัวอย่างดินลึก 60 ซม.	3.43	27.72	12.87	507.92	6.50	40.2
10	บ้านทับสวายพัฒนา ม.2 ตำบลทับสวาย กลุ่มทอผ้าทับสวายใช้สีเคมี ตัวอย่างดินเก็บที่ผิวถึงลึก 10 ซม.	5.22	34.82	12.19	317.46	7.64	355.0
11	กลุ่มทอผ้าใช้สารเคมี (เช่นเดียวกับบ้านทับสวาย) บ้านตะค้อเหนือ ม.2 ต.หินดาด ตัวอย่างดินที่ผิวถึงลึก 10 ซม.	3.03	15.47	3.35	720.00	7.55	168.3
12	กลุ่มท่อผ้าใช้สเคมี (เช่นเดียวกับบ้านทับสวาย) บ้านตะค้อเหนือ ม.2 ต.หินดาด ตัวอย่างดินลึก 60 ซม.	4.36	17.98	8.46	119.69	8.49	160
13	กลุ่มไหมไทยหลุ่งประดู่ : เป็นกลุ่มย้อมผ้าสีธรรมชาติและสีสังเคราะห์ ตัวอย่างดินเก็บที่ หมู่ 2 บ้านหลุ่มประดู่สามัคคี บริเวณผิวข้างบ่อน้ำทิ้ง	5.03	16.42	8.47	376.50	8.45	313
14	กลุ่มไหมไทยหลุ่งประดู่ : เป็นกลุ่มย้อมผ้าสีธรรมชาติและสีสังเคราะห์ ตัวอย่างดินเก็บที่ หมู่ 2 บ้านหลุ่มประดู่สามัคคี บริเวณลึกระดับเดียวกับฐานบ่อ	4.79	15.61	5.02	515.41	8.43	292.0
15	ศาลากลางบ้านหมู่ 7 หนองแสง เป็นสถานที่ฝึกอบรมการย้อมด้ายสีธรรมชาตินาน 3 เดือน เก็บตัวอย่างดินที่ผิวถึงลึก 10 ซม.	3.68	18.14	7.87	709.29	6.84	37.0
16	ศาลากลางบ้านหมู่7หนองแสงเป็นสถานที่ฝึกอบรมการย้อมด้วยสีธรรมชาตินาน3 เดือนเก็บตัวอย่างดินลึก60ซม.	1.67	13.46	0.39	69.90	6.48	25.7

ตัวอย่าง	สถานที่เก็บตัวอย่างดิน	Cu/ ppm	Cr/ ppm	Pb/ ppm	Zn/ ppm	pH	Conductivity/ μScm^{-1}
17	บ้านเลขที่ 91 ม.12 บ้านโนนฤษี ตำบลเมืองพลับพลา ย้อมด้ายสีธรรมชาติ ตัวอย่างดินบริเวณผิวถึงลึก 10 ซม.	7.19	39.17	4.47	179.30	7.53	1148
18	บ้านเลขที่ 289 ม.2 บ้านโนนสุวรรณ ย้อมด้วยสีธรรมชาติ ตัวอย่างดินบริเวณผิวถึงลึก 10 ซม.	5.28	6.49	3.60	79.95	5.97	131.0
19	บ้านเลขที่ 289 ม.2 บ้านโนนสุวรรณ ย้อมด้วยสีธรรมชาติ ตัวอย่างดินบริเวณลึก 60 ซม.	2.84	21.01	8.61	119.80	7.88	83.7
20	ที่ทำการกลุ่มเกษตรกรทำนางิ้วใช้สีเคมีในการย้อมบ้านหนองม่วงใหญ่ ตำบลงิ้ว ตัวอย่างดินบริเวณผิวถึงลึก 10 ซม.	16.93	56.68	22.79	268.79	8.13	83.1
21	บ้านเลขที่ 68 บ้านกลุ่มหนองแสง ม.7 ที่ทำการกลุ่มย้อมผ้าสีธรรมชาติ ตัวอย่างดินที่ผิวถึงลึก 10 ซม.	4.82	15.44	7.51	638.21	7.50	125.2
22	บ้านเลขที่ 68 บ้านกลุ่มหนองแสง ม.7 ที่ทำการกลุ่มย้อมผ้าสีธรรมชาติ ตัวอย่างดินลึก 60 ซม.	1.65	11.44	4.92	89.57	7.10	36.8
23	บ้านหนองม่วงหวาน ต.งิ้ว ตัวอย่างดินเก็บในวัดบ้านหนองม่วงหวานใช้เป็นสถานที่ฝึกอบรมการเรียนย้อมผ้าสีธรรมชาตินาน 3 เดือน เก็บบริเวณผิวถึงดินลึก 10 ซม.	5.81	44.65	15.91	508.32	7.15	93.5
24	ศาลาเฉลิมพระเกียรติ์ บ้านโนนสุวรรณ ย้อมด้ายสีเคมี ตัวอย่างดินเก็บบริเวณผิวถึงลึก 10 ซม.	62.44	23.92	19.72	179.84	7.42	1142

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก พีเอช ค่าสภาพนำไฟฟ้า บีโอดี และ ซีโอดี ในตัวอย่างน้ำ

ตัวอย่าง	บริเวณเก็บตัวอย่างน้ำ	Cu/ ppb	Cr/ ppm	Pb/ ppb	Zn/ ppb	pH	Conductivity /μScm^{-1}	BOD (mg/L)	COD (mg/L)
1	ลำน้ำสาธารณะตรงสามแยกรัชดา ไหมไทย	6.74	0.4200	0.73	N.D.	7.83	408	2.11	12.45
2	สะพานข้ามขดน้ำอ้อม	N.D.	0.4800	N.D.	N.D.	7.55	406	2.10	10.24
3	ลำน้ำสำราย ฝั่งซ้าย	0.04	0.8800	N.D.	N.D.	7.91	686	82.8	73.76
4	ลำน้ำสำราย ฝั่งขวา	N.D.	0.2500	N.D.	N.D.	7.63	461	31.52	71.86
5	สะพานติดมูลนิธิพุทธธรรมฮุก 31 ถ. นิวาสวัฒนกิจ เส้นทางน้ำจากลำซอผ่านตัวเมือง	N.D.	0.0087	N.D.	N.D.	7.36	571	77.2	73.76
6	สะพานถนนวุฒิประไพ เส้นทางน้ำจากคลองลำซอผ่านในเมือง	N.D.	0.3100	N.D.	N.D.	7.52	502	83.0	188.51
7	ลำซอตรงชุมชนวังดู่ ถนนสืบศิริ	0.07	0.0310	N.D.	N.D.	7.62	776	76.2	114.74
8	ลำซอหน้าบริษัท จิมทอมสัน (บริษัท อุตสาหกรรมไหมไทย จำกัด) บนถนนสืบศิริ	2.69	0.0076	N.D.	N.D.	7.98	712	51.0	40.98
9	บริเวณถนนเมืองใหม่หน้าคุณน้องซุปเปอร์มาร์เก็ต ตรงสะพานบนถนนสืบศิริ	2.54	0.0820	5.47	N.D.	8.06	577	41.5	90.16
10	ลำซอบนถนนใหญ่ 4 เลน กบินทร์บุรีโคราช	N.D.	0.1200	5.29	N.D.	7.93	404	24.8	115.77
11	คลองขดน้ำอ้อม ที่มัชชาดาไหมไทย	7.11	0.0065	8.74	10.00	7.29	610	3.34	11.98
12	เหมืองชลประทานด้านข้างของมัชชาดาไหมไทย	2.11	0.0230	2.16	N.D.	6.83	907	90	93.05
13	ต้นลำสำราย บนถนนกบินทร์โคราช 304	5.79	0.0019	N.D.	N.D.	7.22	388	18.0	23.24
14	บนถนนกบินทร์โคราช บริเวณสะพานห้วยหางโศก	3.32	0.0970	10.62	N.D.	7.38	548	35.0	30.99

ตัวอย่าง	บริเวณเก็บตัวอย่างน้ำ	Cu/ ppb	Cr/ ppm	Pb/ ppb	Zn/ ppb	pH	Conductivity /μScm^{-1}	BOD (mg/L)	COD (mg/L)
15	ลำน้ำสาธารณะกุดหว้า ในบุญคุ้มไหมไทย : ลำน้ำเชื่อมกับลำซอ	2.56	0.0036	N.D.	N.D.	7.81	344	1.6	23.24
16	บุญคุ้มไหมไทย บ้านตะคุ ม.10 : เป็นตัวอย่างน้ำในบ่อหลังจากล้างผ้าไหม	2.67	0.0340	N.D.	N.D.	6.17	974	580	2148
17	ตัวอย่างน้ำในบ่อพักน้ำจากการย้อมผ้าที่มัชชดาไหมไทย	17.42	0.0190	0.65	20.00	6.98	947	100	138.05
18	ตัวอย่างน้ำในแอ่งนาที่ปล่อยออกจากวราภรณ์ไหมไทย	N.D.	0.0170	N.D.	30.00	7.33	1164	58.0	182.21
19	ตัวอย่างน้ำสีย้อมบริเวณย้อมสีที่ วราภรณ์ไหมไทย	32.16	0.2700	N.D.	80.00	7.20	10.45 mS	14250	15108
20	บ่อน้ำย้อมของฉลวยไหมไทย	5.47	0.0130	N.D.	20.00	8.42	4.12 mS	120	1404
21	น้ำย้อมสีที่ทิ้งในบ่อพัก ที่โรงย้อมอำนวยไหมไทย	1.74	0.0015	N.D.	20.00	6.89	585	225	483.19
22	น้ำทิ้งที่ไหลออกจากโรงย้อมอำนวยไหมไทย เพื่อลงท่อสาธารณะ	2.71	0.0130	N.D.	N.D.	5.52	1720	2200	2305.88
23	ท่อน้ำชุมชนใกล้กับโรงย้อมอำนวยไหมไทย	8.76	0.0180	N.D.	N.D.	6.56	690	210	298.47
24	โครงการก่อสร้างสะพาน ค.ส.ล. คลองลำซอ	9.98	0.0145	3.73	N.D.	6.65	660	80	85.82

ผลการศึกษา

การสำรวจชนิดพืชที่พบ

ตารางที่ 4 แสดงผลการสำรวจพืชที่พบในบริเวณจุดทิ้งสีแต่ละกลุ่มผู้ผลิต

พืชที่พบ	กลุ่มผู้ผลิต /1						
	1	2	3	4	5	6	7
หญ้าขัดใบยาว (*Sida acuta* Brum f.)				/	/		
หญ้ากำมะหยี่ (*Lagascea mollis* Cav.)		/					
พันธุ์งูขาว ตีนงูขาว (*Achyranthes aspera* Linn.)				/			
ผักปลาบ (*Commelina benghalensis* L.)		/					
ผักโขม (*Amaranthus viridis* Linn.)	/		/				
ตำแยแมว *(Acalypha indica* Linn.)				/			
หญ้านกสีชมพู *(Echinochloa colonum*)	/				/		
หญ้าปล้อง (*Hymenachne pseudointerrupta*)			/				

/1 1. อำนวยไหมไทย 2. ป้ากี่ไหมไทย 3. บุญคุ้มผ้าไหม 4. ราตรีไหมไทย 5. ฉลวยไหมไทย

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ทั่วไปของพืชที่พบ (สมาคมวิทยาการวัชพืชแห่งประเทศไทย, 2545)

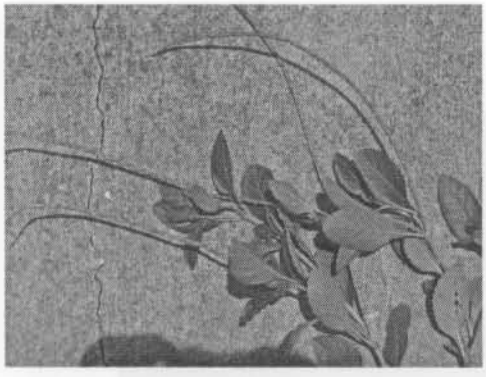
1. หญ้าขัดใบยาว ต้นไม้กวาด (*Sida acuta* Brum f.)

เป็นไม้พุ่มเตี้ย ลำต้นสูงประมาณ 40-60 ซม. หรืออาจสูงถึง 1 ม. เป็นใบเดี่ยวออกดอกตามข้อ ๆละใบสลับกัน ปลายใบแหลมเรียว ขอบใบจัก ดอกเดี่ยวสีเหลืองอ่อนอยู่ที่ซอกก้านใบ ก้านดอกสั้น ดอกบานตอนเช้า เมื่อบานเต็มที่มีขนาดประมาณ 10 ซม. ผลกรมแป้น ผลแก่จะแตกเป็นกลีบ ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด

2. หญ้ากำมะหยี่ (*Lagascea mollis* Cav.)

เป็นพืชอายุปีเดียว ลำต้นแตกแขนงมาก มีขนอ่อนสีขาว สูงประมาณ 60 ซม. ใบรูปไข่แกมหอก ปลายเรียวแหลม ขอบใบจักฟันเลื่อยตื้น สีเขียวเทามีขนอ่อนนุ่มทั้งสองด้าน ออกตรงข้าม ก้านใบสั้น ช่อดอกแบบดอกย่อยจำนวนมาก เรียงบนฐานรองดอกที่แผ่กว้างมีใบรองรับช่อดอก 2-3 ชั้น ดอกย่อยสีขาว ผลเดี่ยวแบบผลแห้ง เมื่อแก่ไม่แตก มีเพียง 1 เมล็ด

3. พันธุ์งูขาว ตีนงูขาว (*Achyranthes aspera* Linn.)



พืชอายุปีเดียวหรือข้ามปี ลำต้นตั้งตรง แตกกิ่งก้านที่บริเวณโคนต้น ลำต้นเป็นสัน ข้อโป่งพองออก มีขนหนาแน่น ใบเดี่ยว เรียงสลับ ขอบขนาน มีขนปกคลุมทั้งสองด้าน ดอกออกช่อที่ด้านข้างและปลายกิ่งใบประดับบางและแห้ง รูปไข่ปลายเรียวแหลม คงอยู่จนติดผล ใบประดับย่อยมีหนามแหลมที่ปลาย กลีบรวมรูปไข่แกมใบหอก ผิวเกลี้ยง ผลกระเปาะผิวเกลี้ยงปลายตัด เมล็ดรูปทรงกระบอก ผิวเรียบ

4. ผักปลาบ (*Commelina benghalensis* L.)

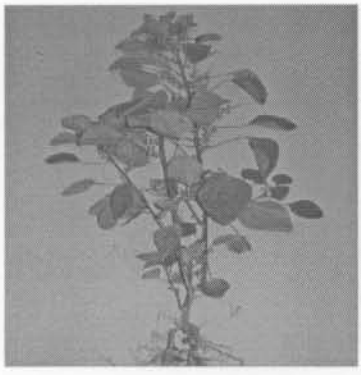
อายุปีเดียวหรือหลายปีลำต้นเลื้อยทอดไปตามผิวดินยาว 30-50 ซม. ปลายยอดชูตั้งเล็กน้อย ลำต้นกลมอวบมีขนละเอียดปกคลุมใบเป็นแบบเดียว โคนก้านใบแผ่เป็นกาบหุ้มลำต้นหลวมๆ แผ่นใบเป็นรูปไข่ปลายแหลม ใบยาว 3-7 ซม. กว้าง 1-3 ซม. ขอบใบเรียบเป็นคลื่นฐานใบ ไม่ค่อยเท่ากัน ดอกย่อยประกอบด้วยกลีบเลี้ยง 3 กลีบ กลีบดอกสีม่วงน้ำเงินขนาดไม่เท่ากัน 3 กลีบ ผลเป็นผลเดี่ยวแบบผลแห้ง เมล็ดสีน้ำตาลรูปร่างคล้ายเมล็ดถั่วขนาดเล็ก ผิวหยาบขรุขระ

5. ผักโขม ผักขม ผักขมหัด (*Amaranthus viridis* Linn.)

พืชอายุปีเดียว ลำต้นอวบ ตั้งตรงผิวเรียบและมักมีรอยแตกเป็นร่องยาวสีเขียวเป็นมันมีสีม่วงและสีแดงปนเขียว ทรงพุ่มสูง 20-60 ซม. ใบเป็นใบเดี่ยวออกจากลำต้นแบบสลับ รูปร่างค่อนข้างจะเป็นสามเหลี่ยม หรือรูปไข่ฐานใบกว้างปลายใบค่อนข้างมน มีรอยหยักเล็กน้อยบริเวณปลายใบ ขอบใบเรียบหรือเป็นคลื่นเล็กน้อย ก้านใบเรียวเล็กยาวใกล้เคียงกับความยาวของใบ คือ 4-10 ซม. ดอกเพศผู้และดอกเพศเมียเกิดแยกคนละดอก บนช่อดอกเดียวกัน ดอกย่อยขนาดเล็ก สีม่วงปนเขียว ใบประดับสีเขียวคล้ายใบรองรับ แต่สั้นกว่า กลีบดอกหลวมรวมกัน มี 3 กลีบ เกสรเพศผู้ 3 อัน

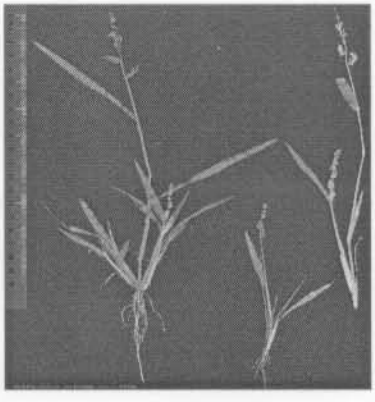
ผลรูปร่างกลมรี แก่แล้วอาจแตกหรือไม่แตกก็ได้ เมล็ดขนาดเล็กรูปร่างเหมือนเลนส์ สีน้ำตาลแดงถึงสีดำเป็นมัน

6. ตำแยแมว *(Acalypha indica* Linn.)



อายุปีเดียว ลำต้นมีขนปกคลุม ใบรูปไข่ ขอบใบหยัก ด้านบนมีขนปกคลุม เรียงแบบเป็นเกลียว ดอกเป็นช่อดอก ส่วนยอดของช่อดอกเป็นดอกเพศเมีย มีใบประดับหยักเป็นซี่ฟัน มีขนปกคลุมแต่ละใบประดับหุ้มห่อ ดอก 2-6 ดอก ผลแห้งแตกได้ ภายในมี 1 เมล็ด

7. หญ้านกสีชมพู หญ้าข้าวนก *(Echinochloa colonum* (Linn.) Link.)



อายุปีเดียว ลำต้นตั้งตรง แตกกอ สูงถึง 60 ซม. กาบใบเกลี้ยงแต่อาจพบขนแข็งบริเวณรอยต่อ กาบใบและแผ่นใบ มักมีสีแดง ขอบใบขนาน ปลายแหลมขอบอาจเป็นคลื่น ยาว 11 ซม. กว้าง 3-6 ซม. ผิวเกลี้ยงไม่มีลิ้นใบ ดอกออกเป็นช่อแบบช่อแขนง ยาว 5-15 ซม. มี 8-10 แขนงสั้นๆ ค่อนข้างแบน และมีขนสากคาย ช่อดอกย่อยจำนวนมากยาว 2.5-3 มม. เรียงตัวหนาแน่นทางด้านบนของแกนเป็น 4 แถว กาบคลุมล่างมีเส้นสัน 3 เส้น กาบคลุมบนรูปเรือ ปลายแหลมมีขนาดใหญ่กว่ากาบ

คลุมล่าง ช่อดอกย่อยประกอบด้วย 2 ดอก ดอกล่างเป็นหมันใบประดับนอกรูปเรือปลายแหลม ใบประดับในเป็นแผ่นใสดอกย่อยบนเป็นดอกสมบูรณ์เพศ ผลยาว 2-3 มม.

8. หญ้าปล้อง (*Hymenachne pseudointerrupta* C.Muell.)

หญ้าที่ขึ้นได้ดีตามดินแฉะๆและเจริญลงน้ำอยู่ในน้ำก็ขึ้นได้ดีลำต้นอวบ ใบเกลี้ยง ยาว ๕-๘ เซนติเมตร กว้าง ๑-๑.๒ เซนติเมตร และต้นมีเนื้อเยื่อเบาๆสีขาวคล้ายฟองน้ำอยู่ในลำต้นทำให้ช่วยลอยตัว ในน้ำได้ดีต้นสูงประมาณ 60-120เซนติเมตรแตกรากตามข้อแก่ๆ ดอกเป็นช่อเดี่ยวคล้ายหญ้าคาแต่ดอกไม่มีขนฟูเหมือนหญ้าคา

บทที่ 4
อภิปรายผลการทดลองและสรุป

ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ของสี

จากตัวอย่างสี 35 ตัวอย่าง พบว่า ปริมาณโลหะทองแดงพบมากที่สุดในสีหมายเลข 6 (สีน้ำเงิน) มีถึง 30941.88 ppm รองลงมาสีหมายเลข 3 (สีเขียวขี้ม้า) มีปริมาณทองแดง 108.93 ppm และสีหมายเลข 22 (สีเม็ดมะขาม) มีอยู่ 61.64 ppm และตัวอย่างสีที่มีปริมาณทองแดงอยู่ 10 – 48 ppm มี 13 ตัวอย่าง และช่วงปริมาณทองแดงน้อยกว่า 10 ppm จนถึงตรวจวัดไม่พบ มี 18 ตัวอย่าง

ปริมาณโลหะโครเมียม พบมากที่สุดในสีหมายเลข 3 (สีเขียวขี้ม้า) มีถึง 1367.86 ppm รองลงมาได้แก่สีหมายเลข 9 (สีเทา) มีโครเมียมอยู่ 1104.00 ppm และพบโลหะโครเมียมในตัวอย่างสีมีปริมาณในช่วงต่าง ๆ ดังนี้ ช่วง 700 – 850 ppm 2 ตัวอย่าง ช่วง 300 – 500 ppm 2 ตัวอย่าง ช่วง 100 – 200 ppm 2 ตัวอย่าง ช่วง 40 – 70 ppm มี 4 ตัวอย่าง ในช่วง 10 – 35 ppm 5 ตัวอย่าง และที่อยู่ในช่วงที่ตรวจวัดไม่พบถึง 10 ppm มี 18 ตัวอย่าง

ปริมาณโลหะสังกะสี พบมากที่สุดในตัวอย่างสีหมายเลข 28 (สีเขียวมรกต) มีสังกะสีอยู่ 750 ppm รองลงมาได้แก่สีหมายเลข 21 (สีตะกั่ว) และ 32 (สีโอรส) มีสังกะสี 380.43 และ 328.95 ppm ตามลำดับ สีตัวอย่างที่มีสังกะสีอยู่ในช่วง 200 – 300 ppm 2 ตัวอย่าง ช่วง 100 – 195 ppm 5 ตัวอย่าง ช่วง 40 – 99 ppm 7 ตัวอย่าง และช่วงที่ตรวจวัดไม่พบมี 18 ตัวอย่าง

กรณีของโลหะตะกั่ว พบว่าสีทั้ง 35 ตัวอย่างมีปริมาณตะกั่วน้อยมาก ๆ สีส่วนใหญ่ตรวจไม่พบ และมีบางตัวอย่างสีที่พบอยู่ในช่วง $10^{-6} – 10^{-2}$ ppm เท่านั้น

เมื่อวิเคราะห์ตัวอย่างสี 35 ตัวอย่างดังกล่าว ตามชนิดโลหะที่ผสมอยู่พบว่าสีส่วนใหญ่ประมาณ 57% ประกอบด้วยโลหะ 2 ชนิด และในจำนวนสีที่มีโลหะ 2 ชนิด พบว่า 70% ผสมระหว่างทองแดงและโครเมียม อีก 30% ผสมระหว่างสังกะสีและทองแดง หรือสังกะสีและโครเมียม ตัวอย่างสีประมาณ 23% มีโลหะทั้ง 3 ชนิด คือ ทองแดง โครเมียม และสังกะสี อีก 17% มีโลหะชนิดเดียว และ 3% ไม่ตรวจพบโลหะที่ทำการวิเคราะห์ อาจเนื่องจากสีดังกล่าวประกอบด้วยสารช่วยติดสีที่ไม่ใช่โลหะที่ทำการวิเคราะห์อยู่อย่างเช่นโลหะอลูมิเนียม หรือ โลหะเหล็ก

ภาพโดยรวมเห็นได้ว่าตัวอย่างสีแต่ละสีจะมีโลหะหนักผสมอยู่มากกว่า 1 ชนิด เป็นส่วนใหญ่เป็นโลหะชนิดใดนั้นขึ้นอยู่กับประเภทของสีนั้น และสารช่วยติด ตัวอย่างสีทั้งหมด 35 ตัวอย่าง ยกเว้นหมายเลข 26 พบว่า มีโลหะหนักเกินมาตรฐานอย่างมาก เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของน้ำทิ้งที่อนุญาตให้มีได้ (โครเมียม ไม่เกิน 1.00 ppm ทองแดง ไม่เกิน 2.0 ppm และสังกะสี ไม่เกิน 5.0 ppm) สีตัวอย่างอาจจะมีโลหะทั้ง 3 (โครเมียม ทองแดง สังกะสี) เกินมาตราฐาน บางสีอาจมีเพียง 2 โลหะ (โครเมียม และทองแดง) ที่เกินมาตรฐาน และบางสีอาจมีเพียงโลหะเดียว (ทองแดง หรือสังกะสี) เกินมาตรฐาน สีตัวอย่างที่ไม่พบว่ามีโลหะทั้ง 3 เกินมาตรฐานนั้น อาจจะมีโลหะชนิดอื่น เช่น อลูมิเนียม

หรือเหล็ก หรือสีเหล่านี้เมื่อใช้ในการย้อม อาจต้องเติมสารช่วยติดสีทีหลัง อย่างไรก็ตามปริมาณโลหะดังกล่าวลดลงบ้างเมื่อผ่านกระบวนการย้อม

เป็นที่น่ายินดีที่ไม่ตรวจพบโลหะตะกั่วผสมอยู่ในสีหรือกรณีที่พบ 2 ตัวอย่าง นับว่ามีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้ง

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

พบว่าตัวอย่างดินทุกตัวอย่างทั้งดินบน (ที่ผิวถึงลึก 10 ซม.) และดินล่าง (ที่บริเวณลึกประมาณ 60 ซม.) มีโลหะหนักทั้ง 4 ปนเปื้อนอยู่ในปริมาณค่อนข้างสูง ดินบนและดินล่างมีปริมาณสังกะสีแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด จำนวนตัวอย่างที่มีโลหะแต่ละชนิดในช่วงปริมาณต่าง ๆ แสดงดังตารางข้างล่าง

ปริมาณ/ppm	ทองแดง	โครเมียม	ตะกั่ว	สังกะสี	ปริมาณ/ppm	ทองแดง	โครเมียม	ตะกั่ว	สังกะสี
0 – 10	21 ตัวอย่าง	1 ตัวอย่าง	14 ตัวอย่าง	-	101 – 200	-	-	1 ตัวอย่าง	5 ตัวอย่าง
11 – 20	2 ตัวอย่าง	8 ตัวอย่าง	7 ตัวอย่าง	-	201 – 300	-	-	-	3 ตัวอย่าง
21 – 30	-	6 ตัวอย่าง	1 ตัวอย่าง	-	301 – 400	-	-	-	2 ตัวอย่าง
31 – 40	-	3 ตัวอย่าง	-	-	401 – 500	-	-	-	-
41 – 50	-	2 ตัวอย่าง	-	-	501 – 600	-	-	-	3 ตัวอย่าง
51 – 60	-	4 ตัวอย่าง	-	-	601 – 800	-	-	-	3 ตัวอย่าง
61 – 80	1 ตัวอย่าง	-	1 ตัวอย่าง	-	4,000 – 4,100	-	-	-	2 ตัวอย่าง
81 – 100	-	-	-	-		-	-	-	

เห็นได้ว่าปริมาณโลหะที่ปนเปื้อนเข้มข้นสูงมาก ๆ คือ สังกะสี ในขณะที่ทองแดง ปนเปื้อนน้อยกว่าโลหะอื่น โลหะตะกั่วไม่ตรวจพบในสีแต่พบในดิน และพบในปริมาณสูง อาจเกิดจากการปนเปื้อนของน้ำมันเครื่อง สีทาบ้าน แบตเตอรี่หรือสิ่งปนเปื้อนในปุ๋ย หรือ ผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการย้อมสี การพบสังกะสีมีปริมาณสูงมากอย่างผิดปกตินั้น อาจมาจากผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เช่นกัน ในสถานประกอบการที่อำเภอห้วยแถลงที่ย้อมไหมด้วยสีธรรมชาติ หรือสีเคมี ปริมาณโลหะหนักที่สะสมในดินตัวอย่างที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติมีน้อยกว่าสีเคมี ค่าพีเอส เป็นค่าวัดสภาพความเป็นกรดและด่าง พบว่าสภาพดินโดยทั่วไป ณ บริเวณย้อมสีและเทน้ำล้าง อยู่ในช่วง 5.5 – 8.5 สภาพดินส่วนใหญ่ที่พบเป็นกลาง ส่วนค่าสภาพการนำไฟฟ้า (condnctivity) มีค่าอยู่ในช่วง 25 – 1150 μScm^{-1} ค่าสมการนำไฟฟ้าบอกถึงปริมาณไอออนที่ละลายออกจากตัวอย่างดิน ไอออนเหล่านี้อาจมาจากโลหะหนักในตัวสี เกลือ ปุ๋ย เป็นต้น ยังมีค่ามากแสดงว่าดินน้ำมันมีเกลือที่ละลายน้ำมาก

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

พบว่าปริมาณโลหะหนักที่ทำการวิเคราะห์ทั้ง 4 ชนิด เจือปนในน้ำตัวอย่างทั้ง 24 แห่ง ในปริมาณที่น้อยไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้ง ที่อนุญาติให้มีได้ อาจกล่าวได้ว่า ณ ขณะนี้แหล่งน้ำสาธารณะมีความปลอดภัยจากโลหะหนักทั้ง 4 แต่ค่า BOD และ COD มีค่าเกินมาตรฐานน้ำทิ้งมาก มีเพียง 5 ตัวอย่างเท่านั้น ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง (BOD มีค่าไม่เกิน 20 มก/ล และ COD ไม่เกิน 120 มก/ล) จาก

ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า เส้นทางน้ำสาธารณะไหลผ่านบ้าง บริเวณเป็นลำน้ำที่อยู่ในสภาพดีมาก และบางช่วงกำลังจะเสีย หรือเสียน้อย หรือเสียมาก ซึ่งส่งกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ ยิ่งค่า BOD หรือ COD มีค่ามาก แสดงว่า น้ำตัวอย่างเสียมากสภาวะของน้ำขาดออกซิเจนอย่างรุนแรง น้ำเสียนี้เกิดจากน้ำทิ้งจากสถานประกอบการอุตสาหกรรมทอผ้าไหม และจากน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน สิ่งสกปรกต่างๆ ในน้ำทิ้งส่วนมากเป็นสารอินทรีย์ที่มาจากตัวสี เศษอาหาร อุจจาระ และปัสสาวะ เป็นต้น ค่า pH ของตัวอย่างน้ำที่วัดได้อยู่ในช่วง 5.5 – 8.5 ช่วง pH ดังกล่าวพืชสามารถเจริญเติบโตได้ดี ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของลำน้ำสาธารณะพบว่าอยู่ในช่วง 350 - 900 $\mu S\,cm^{-1}$ ส่วนน้ำจากสถานประกอบการมีค่าสูงมาก

จากการสำรวจพืชจากจุดที่ได้รับการยืนยันว่ามีการเทสีย้อมไหมทิ้งมาอย่างต่อเนื่อง ทั้ง 5 จุด พบว่า ส่วนใหญ่เป็นพืชที่พบได้ทั่วไปในพื้นที่ของอำเภอปักธงชัย และพืชในแหล่งที่มีการเทน้ำทิ้งจากสีย้อมผ้ายังมีการเจริญเติบโตที่ดีด้วย แสดงว่า ชนิดของพืชที่พบเป็นผลของการกระจายตัวในธรรมชาติ เพราะการพบชนิดพืชที่ซ้ำกันในแต่ละแห่งไม่แตกต่างกันมาก จากการวิเคราะห์ธาตุโลหะหนักที่สะสมในบริเวณผิวดิน ของการทิ้งน้ำเสียจากการย้อมไหม ผลปรากฏว่ามีปริมาณ สังกะสีอยู่ในปริมาณที่สูงมาก ทั้งที่ อ.ปักธงชัย และที่ อ.ห้วยแถลง อย่างไรก็ตาม พืชที่ขึ้นอยู่ในบริเวณดังกล่าว ซึ่งเป็นวัชพืช เสียเป็นส่วนใหญ่ไม่แสดงอาหารผิดปกติใด ๆ ทั้งไม้ผลที่ขึ้นอยู่ในบริเวณไม่ห่างนัก ก็ไม่แสดงอาการผิดปกติใด ๆ เช่นกัน ในกรณีของไม้ผล รากอาจจะลึกกว่า 50 ซม. ซึ่งในระดับความลึก เช่นนี้ ปริมาณ Zn ที่พบก็มีอยู่น้อยแล้ว อย่างไรก็ตามในบริเวณผิวดิน พืชที่ใกล้เคียงกับวัชพืช (ใบเดี่ยว) ที่น่าจะทนได้น่าจะเป็นพวกหญ้าเลี้ยงสัตว์ใหญ่ เช่น วัว กระบือ แพะ หรือสัตว์กระเพาะคู่ทั่ว ๆ ไป ในอาหารของสัตว์พวกนี้จะขาด Zn และมีการเติมลงไปในอาหารสัตว์ดังกล่าว และโดยที่เป็นสัตว์กระเพาะคู่ฤทธิ์ของ Zn ก็จะถูกย่อยสลายในสัตว์ดังกล่าว และโดยที่เป็นสัตว์กระเพาะคู่ ฤทธิ์ของ Zn ก็จะถูกย่อยสลายไปมาก ความเป็นพิษอาจจะหมดไปหรือมีน้อยมาก เมื่อคนเอาเนื้อมาบริโภคก็น่าจะไม่เป็นอันตรายใด ๆ การวางแผนการปลูกพืชในอนาคตในบริเวณดังกล่าว ควรจะวางแผนเป็นการปลูกทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์จะปลอดภัยกว่า อย่างไรก็ตามควรมีการทดลองปลูกพืชในดินดังกล่าวหลายชนิด ๆ พืชไร่ พืชผัก ข้าว ไม้ผล ไม้ดอก พืชสมุนไพร ฯลฯ แล้ววิเคราะห์หาผลตกค้างของธาตุโลหะหนักในพืชนั้น ๆ ว่าเป็นอันตรายกับคนหรือไม่ ก่อนจะตัดสินใจว่าจะปลูกพืชอะไรในบริเวณดังกล่าวในอนาคตอีกครั้ง

บรรณานุกรม

1. APHA, AWWA, WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater** 1992; 18 th Edition.
2. Richard D. Thompson. Chapter Editor. U.S. Food and Drug Administration. **AOAC Official Methods of Analysis** 2000; Chapter 11 Water and Salt.
3. คณะกรรมการกลุ่มผลิตชุดวิชาพิษวิทยาและเวชศาสตร์อุตสาหกรรม.**พิษวิทยาและเวชศาสตร์อุตสาหกรรม.** มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช:4:2540.
4. ยงยุทธ โอสถสภา. (2543). ธาตุอาหารพืช. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 424 หน้า สมาคมวิทยาการวัชพืชแห่งประเทศไทย. (2545). วัชพืชสามัญภาคกลาง. กรุงเทพฯ: ฟันนี่พับลิชชิ่ง. 135 หน้า.
5. Boardman, R. and D. O. McGuire. 1990. the role of zine in forestry I. Zine in forest environments, ecosystem and tree nutrition. Forest Ecol. Mgmt. 37: 167-205.
6. Bollard, E.G. 1983. Involvement of unusual elements in plant growth and nutrition. In "Encyclopedia of plant physiology, new series" (Lauchli and Bieleski eds.) Vol.15B, pp. 695-755. Springer-Verlag, Berlin.
7. Marscher, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2 nd ed.. Academic press, New York. pp. 405- 435.
8. Polar, E. 1975. Zinc in pollen and it concentration into seeds. Planta 123: 97-103.
9. Robson, A. D. and D. J. Reuter. 1981. Diagnosis of copper deficiency and toxicity. In "copper in soil and plant" (J.F. Loneragan et al. eds.) pp. 287-312. Academic press, London.

มาตรฐานน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทย

แหล่งกำเนิดมลพิษที่ต้องควบคุมการปล่อยน้ำเสียให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการระบายน้ำทิ้งก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อม

1. โรงงานอุตสาหกรรมจำพวกที่ 2 และจำพวกที่ 3 ตามบัญชีท้ายประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2539)
2. นิคมอุตสาหกรรม

ตารางที่ 5 ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน
1. ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH value)	- 5.5-9.0
2. ค่าทีดีเอส (TDS หรือ Total Dissolved Solids)	- ไม่มากกว่า 3,000 มก./ล.หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามที่คระกรรมการมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่มากกว่า 5,000 มก./ล. - น้ำทิ้งที่จะระบายลงแหล่งน้ำกร่อยที่มีค่าความเค็ม (Saltnity) มากกว่า 2,000 มก./ล.หรือลงสู่ทะเล ค่าทีดีเอสในน้ำทิ้งจะมีค่ามากกว่าค่าทีดีเอสที่มีอยู่ในแหล่งน้ำกร่อยหรือน้ำทะเลได้ไม่มากกว่า 5,000 มก./ล.
3. สารแขวนลอย (Suspended Solids)	- ไม่มากกว่า 50 มก./ล. หรืออาจแตกต่างแล้วแต่แหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมหรือประเภทของระบบบำบัดน้ำเสียตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 150 มก./ล.
4. อุณหภูมิ (Temperature)	- ไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส
5. สีหรือกลิ่น (Color and Odour)	- ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ
6. ซัลไฟด์ (Sulfide as H_2S)	- ไม่เกิน 1.0 มก./ล
7. ไซยาไนด์ (Cyanide as HCN)	- ไม่เกิน 0.2 มก./ล.
8. น้ำมันและไขมัน (Fat , Oil and Grease)	- ไม่เกิน 0.5 มก./ล. หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็น สมควรแต่ไม่เกิน 15 มก./ล.
9. ฟอร์มาลดีไฮด์ (Formaldehyde)	- ไม่เกิน 1.0 มก./ล.
10. สารประกอบฟีนอล (Phenols)	- ไม่เกิน 1.0 มก./ล.

ตารางที่ 5 ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม (ต่อ)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน
11. คลอรีนอิสระ (Free Chlorine)	- ไม่เกิน 1.0 มก./ล.
12. สารที่ใช้ป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์ (Pesticide)	- ต้องตรวจไม่พบตามวิธีตรวจสอบที่กำหนด
13. ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand : BOD)	- ไม่เกิน 20มก./ล. หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของโรงงาน อุตสาหกรรม
14. ค่าทีเคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeidahl Nitrogen)	- ไม่เกิน 100 มก./ล. หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็น สมควรแต่ไม่เกิน 200 มก./ล.
15. ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand : COD)	- ไม่เกิน 120 มก./ล. หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 400 มก./ล.
16. โลหะหนัก (Heavy Metal)	
1. สังกะสี (Zn)	- ไม่เกิน 5.0 มก./ล.
2. โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเล้นท์ (Hexavalent Chromium)	- ไม่เกิน 0.25 มก./ล
3. โครเมียมชนิดไตรวาเล้นท์ (Trivalent Chromium)	- ไม่เกิน 0.75 มก./ล.
4. ทองแดง (Cu)	- ไม่เกิน 2.0 มก./ล.
5. แคดเมียม (Cd)	- ไม่เกิน 0.03 มก./ล.
6. แบเรียม (Ba)	- ไม่เกิน 1.0 มก./ล.
7. ตะกั่ว (Pb)	- ไม่เกิน 0.2 มก./ล
8. นิกเกิล (Ni)	- ไม่เกิน 1.0 มก./ล
9. แมงกานีส (Mn)	- ไม่เกิน 5.0 มก./ล.
10. อาร์เซนิก (As)	- ไม่เกิน 0.25 มก./ล
11. เซเลเนียม (Se)	- ไม่เกิน 0.02 มก./ล.
12. ปรอท (Hg)	- ไม่เกิน 0.05 มก./ล

ที่มา: ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2539)

ประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติหัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ **นางสาวกุลวดี รังษีวัฒนานนท์**

   Kunwadee Rangsriwatananon

2. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์

3. หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้

   สาขาวิชาเคมี สำนักวิชาวิทยาศาสตร์

   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

   อ. เมือง จ. นครราสีมา 30000

   โทรศัพท์ 044-22-4639 โทรสาร 044-22-4185

4. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชา/วิชาเอก	ชื่อสถาบัน ศึกษา	ประเทศ
2522	ตรี	B.Sc. Bachelor of Scier (honor)	Chemistry	Khon Kaen University	Thailand
2525	โท	M.Sc. Master of Science	Physical Chemistry	Mahidol University	Thailand
2533	เอก	Dr.rer.nat. Doctors der Natarwissenschaften	Physical Chemistry	Marburg University	Germany

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ molecular adsorption และ surface Chemistry
6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ :

   6.1 งานวิจัยภายในประเทศ

   6.1.1 หัวหน้าโครงการวิจัย : การใช้ประโยชน์จากแร่ที่มีอยู่ในประเทศเพื่อปรับปรุงดินสำหรับการเพาะปลูก(Improvement of soil by using minerals for crop production)

   6.1.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : เรื่อง Synthesis and Physical Properties Studies of zeolites as Selective Ion Exchangers

6.1.3 หัวหน้าโครงการวิจัย : เรื่อง Synthesis and Kinetic Study of zeolite Na-A from Thai Kaolin

6.1.4 หัวหน้าโครงการวิจัย : เรื่อง Synthesis, Kinetic and Particle Size Study of Zeolite Na-X from Thai Kaolin

6.2 งานวิจัยภายนอกประเทศ

6.2.1 ผู้ร่วมวิจัย : เรื่อง Diffusion of Cu^{2+}, Ni^{2+}, Pb^{2+}, Zn^{2+} and Ag^{+} in Synthetic Analcime (England)

6.2.2 ผู้ร่วมวิจัย เรื่อง Structure Determination of Treated Diatomite with Acid and Heat by 29 Si NMR (Australia)

6.3 งานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ :

Dyer, A., Tangkawanit, S., Rangsriwatananon, K. 2004. Exchange diffusion of Cu^{2+}, Ni^{2+}, Pb^{2+} and Zn^{2+} into analcime synthesized from perlite, *Microporous and Mesoporous Materials* 75. 273-279

Tangkawanit, S., Rangsriwatananon, K. and Dryer, A. 2005. Ion exchange of Cn^{2+}, Ni^{2+}, Pb^{2+} and Zn^{2+} in analcine (ANA) Synthesized from Thai perlite, *Microporous and Mesoporous Materials* 79. 171-175

Chaisena, A. and Rangsriwatananon, K. 2005. Synthesis of sodium zeolites from natural and modified diatomite, *Materials Letters* 59. 1474-1479

Rangsriwatananon, K., Manakasem, Y., Kidka, B. and Kongmanklang, C. 2005. Improvement of soil by using minerals for crop production. Proceeding of "*The Suitable Technology Transfer for Development of the Northeasthern of Thailand*". 11 February 2005. Khon Kaen, Thailand.

Chaisena, A., Rangsriwatananon, K., 2003. Effectiveness of thermal and acid treatments on some physico-chemical properties of Lampang diatomite. *29th Congress on Science and Technology of Thailand*, pp.139.

Thammavong, S., Rangsriwatananon, K., 2003. Synthesis, Kinetic and particle size study of zeolite Na-X from Thai kaolin. *29th Congress on Science and Technology of Thailand*, p 160.

Tangkawanit, S., Rangsriwatananon, K., 2003. Diffusion of Cu^{2+}, Ni^{2+}, Pb^{2+}, Zn^{2+} and Ag^{+} in synthetic Analcime. *29th congress on Science and Technology of Thailand*, pp 165.

Wangwiwattana, J., Rangsriwatananon, K., 2002. Synthesis and kinetic study of zeolite Na-A from Thai kaolin. *28th Congress of Science and Technology of Thailand*, pp 130.

Luck, W.A.P., Rangsriwatananon, K., 1997. Desorption isotherm of cellulose-acetate membranes. *Colloid Polym Sci.*, 275, 964-971.

Luck, W.A.P., Rangsriwatananon, K., 1997. The structure of adsorbed water in cellulose-acetate membranes. *Colloid Polym Sci.*, 275-1018-1026.

Luck, W.A.P., Klein, D., Rangsriwatananon, K., 1997. Anti-cooperativity of the two water OH-groups. *J. Mol. Struct.*, 416, 287-296.

Rangsriwatananon, K., Kleeberg, H., 1987. Hydration of Chlorophyll a. In : Interaction of Water in *Ionic and Nonionic Hydrates*, Springer Verlag, Berlin Heideberg, pp.187-191.

Rangsriwatananon, K., Konomemko, A.A., Kleeberg, H., Luckm W.A.P., 1997. Infrared spectroscopy of hydration effects in photosynthestic reaction centers. In : Interaction of Water in *Ionic and Nonionic Hydrates*, Springer Verlag, Berlin Heideberg, pp.179-182

Curriculum Vitae

1. Name **Asst.Prof Dr.Yuvadee Manakasem**

Date of birth 2 March 1951

Contact address : School of crop Production Technology
Institute of Agricultural Technology
Suranaree University of Technology
111 University Avenue, Muang District
Nakhon Ratchasima, 30000 Thailand
Phone : +66 44 22 4152–3 (work)
+66 44 22 4354 (work)
+66 44 22 5401 (home)
Fax : +66 44 22 4150
Email : yuvadee@ccs.sut.ac.th

2. Current position : Assistant Professor
School of Crop Production Technology
Suranaree University of Technology, Thailand.

3. Education :

B.Sc. (Plant Science) 1975. Bachelor of Science (Agriculture) Khon Kaen University, Thailand

M.Sc. (Crop Physiology) 1984. University of the Philippines at Los Banos (UPLB) The Philippines.
Thesis : Microclimate of corn (*Zea mays* L.) + Mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) Intercrop at Three Planting Densities of Corn.

Ph.D. (Horticulture) 1991. The University of Sydney, Australia.
Thesis : Temperature and Strawberry (*Fragaria ananassa* Duch). Production.

4. Field of Specialization
(1) Physiology of flowering and fruit setting
(2) Plant growth regulators
(3) SEM

5. Experience

Period	Position	Institute
1975 – 1993	Agriculturist	Department of Agriculture (DOA) of Thailand
1993 – 1995	Lecturer	Suranaree University of Technology, Thailand
1996	Asst. Prof.	Suranaree University of Technology, Thailand

6. Current research projects :

Grants

(1) Influence of environmental and copper on vegetative growth, flowering, fruit setting and constituents of daidzein and genistein in tuberous roots of white Kwao Krua [*Pueraria candollei* Grah. Var. mirifica (Airy Shaw et Suvatabandhu) Niyomdham andhu] and red Kwao Krua (*Butia superba* Roxb). And the Influence of Environment on Cultivation, Growth and Constituent of Chemicals in Tuberous Root of Red Kwao Krua *(Butea superba* Roxb.) Thailand Research Fund (TRF) : 760,000 Thai Baht. Duration 3 years. (Ended in Sept 2005)

(2) The study on the secondary initiation of the inflorescence of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) .TRF 43,500 Thai Bath. Duration 3 years. (Ended in Sept 2002)

(3) Study on the interaction of day-length and growth regulators on flowering of white marigolds (*Tagetes erecta* L.) TRF 97,400 Thai Baht. Duration 2 years (Ended May 2002)

7. Publications

1. Isarangkul, L. And **Y. Manakasem**. 1977 Study on Aspergillus Disease of Silk Worm. Research Report of Department of Agiculture. (in Thai)
2. **Manakasem, Y.** and P. Kammueng. 1981 Procedure for farm Trials. Booklet 19 p. Funny Press. (in Thai)
3. Pantastico, E.B. and **Y. Manakasem** 1982. Rainfed Crop Production Research and Development. Proc., DOA Ann. Conf.
4. **Manakasem, Y.**, 1982 Study on Growth of *Chrysanthemum morifolium* Meristems by Tissue Culture Technique. Annual Report of Botany and Weed Science Division, DOA. (in Thai)
5. **Manakasem, Y.**, 1984 Microclimate of Corn *(Zea mays L.)* + Mungbean [Vigna radiata (L.) Welczek] Intercrop at Three Planting Densities of Corn. M.Sc. Thesis, UPLB, College, Laguna, Philippines. 129 p.
6. **Manakasem, Y.**, 1985 Tissue Culture of Mulberry for Rapid Propagation. Annual Report of Botany and Weed Science Division, DOA. (in Thai).
7. Pantastico, E.B., **Manakasem, Y.**, and P. Chotikunta. 1985 Women in Agriculutre : Issues and Research Questions in Thailand. Proceedings Farming System Research Institute. DOA. 13 p.

8. Pantastico, E.B., Chandrapanya, D., **Manakasem, Y.**, and P. Chotikunta. 1985. Farming Systems Development in Thailand. Proceedings FAO Seminar, RAPA, BANGKOK. 20 p.
9. **Manakasem, Y.**, et. at., 1985. Mungbeen-Rice System. Extension Leaflet. Fainfed Farming Research and Development Project. Farming System Research Institute. DOA. (in Thai)
10. **Manakasem, Y.**, et. at., 1985. Direct Seeded Rice. Extension Leaflet. Rainfed Farming Research and Development Project. Farming System Research Institute DOA. (in Thai)
11. **Manakasem, Y.** 1991. Temperature and Strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) Production. Ph.D. Thesis. The University of Sydney. N.S.W. Australia.
12. **Manakasem, Y.**, 1995. Changes in Apices and Effect of Microclimate on Floral Initiation of Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.). Suranaree J. Sci. Technol. 2 : 15-20
13. **Manakasem, Y.**, 1995. Changes in Apices and Effect of Microclimate on Floral Initiation of Rambutan (*Nephelium lappaceam* L.) Suranaree J. Sci. Technol. 2 : 81 – 87
14. **Manakasem, Y.**, 1996. The Comparative Studies of the Changes in Apices of Some Kinds of Tropical Fruit and Temperate Fruit. Proceedings of the International Conference on Tropical Fruit. 'Global Commercialisation of Tropical Fruits'. Kuala Lumpur, Malaysia, 23-26 July, 1996. 2 : 160-167.
15. **Manakasem, Y.**, Sornsuk P. and Ketudat-Cairns M., 1998. A Survey of the Status and Problems of the Vegetable and Fruit Production and Post-Harvest Handling System in Nakhon Ratchasima Province. Suranaree J. Sci. Technol. 5: 95 – 100.
16. **Manakasem, Y.**, and P.B. Goodwin. 1998. Using the Floral Status of Strawberry Plants, and Determined by Stereomicroscopy and Scanning Electron Microscopy, to Survey the Phenology of Commercial Crops. J. AMER.Soc. Hort. Sci. 123(4): 513-517.
17. **Manakasem, Y.**, and Sawaschai, C. 1999. Using Tissue Culture Technique to Produce Ready to Plant Strawberry Runners. Suranaree J. Sci.Technol. 6 : 32-41.
18. **Manakasem, Y.**, and R. Opassiri, 2000. Application of SEM for Studying Physiology of flowering in Rice (*Oryza sativa L.*). Proceeding of in the 7th Asia-Pacific Electron Microscope Conference, 26-30 June 2000, Singapore.
19. **Manakasem, Y.**, 2001. Strawberry Production and Strwaberry Marketing in Australia. Technical paper presented in the Seminar "Status and Direction of the Development of Strawberry Marketing in and out Thailand. BIOTEC 28 Nov. 2001, Ching Mai. Thailand. 12 p. (in Thai)
20. **Manakasem, Y.**, 2002. Strawberry Production and Strawberry Marketing in Australia. Technical paper. Royal Project Journal. 6(3): 9-10
21. Wongput, N. And **Y. Manakasem** 2002. Application of SEM for Studying the changes in Apices of White Marigold (*Tagetes erecta L.*) to Form Flower. J. Electron Microscopy Society of Thailand. 16 (1) : 181-182
22. **Manakasem, Y.**, 2002 Changes in Apices from Vegetative to Flower Induction by SEM. Processding of the 15 th International Congress on Electron Microscopy, 1 – 6 Sept 2002. Durban South Africa.

23. Chaladket, P., **Manakasem, Y.**, Sriyotha, P., Soothumrong, A., and Srijakawan, S 2002. Grawth and Development of white Kwao Krua [*Pueraria candollei* Grah. Ex. Benth. Var Mirifica Shaw et. Suwat Niyomdh.] Extended Abstracts of Oral Presentation on The 3 rd National Symposium on Graduate Research of Thailand. 18-19 July 2002 at Suranaree university of Technology. Nakhon Ratchasima. Thailand. P 49-50. (in Thai)
24. Toasanarj, P., **Manakasem, Y.**, Sookthumrong, A., and Sriyotha, p. 2002. The Study of the Secondary Initiation of the Inflorescence of Strawberry (*Fragaria annassa* Duch.) Extended Abstracts of Oral presenlation on the 3 rd Nationsl Symposium on Graduate Research of Thailand. 18-19 July 2002 at Suranaree University of Technology. Nakhon Ratchasima. Thailand. P 47 – 48. (in Thai)
25. Thatphithakkul, N., Attakitmongcol, k., Sujitjorn, S. and **Manakasem, Y.** 2002. EM Image Comprssion. Extended Abstracts of Oral Presentation on The 3 rd National Symposium on Graduate Research of Thailand. 18 – 19 July 2002 at Suranaree University of Technology. Nakhon Ratchasima. Thailand. P 353 – 354. (in Thai)
26. Chalardkid, P., **Manakasem, Y.** and Sriyotha, P. 2003. **Growth, Development and the Accumulation of Daidzein and Genistein in theTuberous Roots of White Kwao Krua [*Pueraria candollei* Grah. Var. mirifica (Airy Shaw et Suvatabandhu) Niyomdham].** Suranaree J. Sci. Technol. 10:350-358.
27. **Manakasem, Y.**, 2004. Inspection of the Increased Emergence of Jasmine Flower in Winter by SEM. Proceeding of the 4th Asean Microscopy Conference, 5-6 Jan 2004. Hanoi Vietnam.
28. **Manakasem, Y.** and P. Tuasange. 2004. Flowering Aspect in Strawberry by Light Microscopy and Electron Microscopy. Proceeding of the 8th Asia-Pacific Conference on Electron Microscopy, 7-11 June 2004. Kanazawa, Japan.
29. Rangsriwatananon, K., **Manakasem, Y.**, Kidka, B. and Kongmanklang, C. 2005. Improvement of soil by using minerals for crop production. Proceeding of "The Suitable Technology Transfer for Development of the Northeasthern of Thailand". 11 February 2005. Khon Kaen, Thailand.

8. Teaching Experience

8.1 Research Tranining : Supervision of graduate students, undergraduate student and research assistants.

8.2 Graduate Subjects Taught:

(1) Physiology of Environmental Stress

(2) Physiology of flowering and Fruit Setting

(3) Plant Biochemistry

8.3 Undergraduate Subjects Taught :

(1) Physiology of Crop Production

(2) Plant Biology

(3) Plant Growth Regulators

(4) Landscape and Turf Management

(5) Economic Ornamental Crop Production

(6) CO-OP (Cooperative Education)

9. Awards :

(1) UNDP/FAO scholarship funding to study for the Master Degree at UPLB. The Philippines. (1982 – 1984).

(2) Australia Government Scholarship under ACNARP Project award to study for the Doctoral Degree at The University of Sydney, Australia. (1986-1991).

(3) Lee Foundation, Singapore Travel scholarship for presentation in the 7th APEM Asia-Pacific Electron Microscopy Conference, 26 to 30 June 2000. Singapore.

(4) German Academic Exchange Service (DAAD) award for Internation Summer School Course "Integrated Agricultural Engineering" Facultry of Agriculture, University of Gottingen, 23 July – 4 August 2001.

(5) NSTDA (National Science and Technology Development Agency) award supporting a presentation at the 15th International Congress on Electron Microscopy, 1-6 Sept. 2002 Durban South, Africa.

(6) Kazato Research Foundation scholarship award to participate in the 8th Asia-Pacific Conference on Electron Microscopy, 7-11 June 2004, Kanazawa, Japan.

10. Members

(1) Electron Microscopy Society of Thailand (EMST)

(2) Thai–Australian Technological Services Center (TATSC) (administrative committee for 2 periods)

(3) The Thai Phytopathological Society (TSP)

(4) The Australian Student Center.

11. Administrative Position Agricultural

(1) The Secretary of the Agricultural Institute Committee (1993 – 1995).

(2) The Committee and the Secretary of the Agricultural Committee (1996 – 1999).

(3) The Committee and the Secretary of The Agricultural Committee (2001 – 2003).

(4) The Member of the Academic Senate of the Suranaree University of Technology, since 2000

(5) Acting Associate Dean in 2003.

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี