

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

การศึกษาผลของกากตะกอนจากการบำบัดน้ำเสียต่อการเติบโตและการสะสมโลหะหนัก
บางชนิดของผักคะน้าในสภาพเรือนทดลอง มีอุปกรณ์และวิธีดำเนินการทดลอง ดังนี้

3.1 อุปกรณ์

3.1.1 พืชทดลอง คือ ผักคะน้า (Brassica oleracea L. var. alboglabra
Bailey) พันธุ์ยอด

3.1.2 ดิน ดินที่ใช้ทดลองเป็นดินบน (top soil) ณ ระดับความลึก 15 เซนติเมตร
จากพื้นที่เกษตรกรรม ตำบลบางแก้ว อำเภอมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา

3.1.3 กากตะกอนจากการบำบัดน้ำเสียที่ใช้ทดลองมี 2 ชนิด คือ กากตะกอนจากการ
บำบัดน้ำเสียของโรงกำจัดน้ำเสียห้วยขวาง การเคหะแห่งชาติ และกากตะกอนจากการบำบัดน้ำ
เสียของโรงงานฆ่าสัตว์สุขาภิบาล บางแค

3.1.4 ปุ๋ยเคมีที่ใช้ เป็นปุ๋ยเคมีสูตร 20-10-10 และปุ๋ยยูเรีย 46-0-0

3.1.5 กระจาดดินเผาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 นิ้ว จำนวน 84 กระจาด

3.1.6 อุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับการปลูกพืช เช่น พลั่ว บัวรดน้ำ เป็นต้น

3.1.7 เคมีภัณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ และใช้ใส่ลงในดินเพื่อทดลอง
ถึงผลของโลหะหนักในรูปของสารละลายโลหะคลอไรด์ เป็นเคมีภัณฑ์แบบ analytical grade

3.1.8 เครื่องแก้วที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ เช่น บิวเรต ปิเปต
กระบอกตวง ปิกเกอร์ เป็นต้น

3.1.9 เครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ เช่น

- pH meter
- เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด
- เครื่องบดเนื้อเยื่อพืช Wiley Mill
- เครื่อง Kjeltac System ของ Tecator รุ่น 1002
- Oven
- Muffle furnace
- เครื่อง Spectrophotometer ของ Bausch & Lomb รุ่น 88
- เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer ของ Perkin Elmer รุ่น 4000 และของ Instrumentation Laboratory รุ่น 551

3.1.10 สถานที่ทำการทดลอง เรือนกระจกและห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาของพืช ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และห้องปฏิบัติการสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 วิธีการดำเนินการทดลอง

3.2.1 การเตรียมดินสำหรับการปลูกผักคะน้าในกระถาง

เก็บจากดินบน (top soil) ณ ระดับความลึกประมาณ 1 หน้าพลั่ว (6 นิ้ว) โดยเก็บแบบสุ่มหลายจุด แล้วทำตัวอย่างรวม (composite sample) จากพื้นที่เกษตรกรรม ตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา บรรจุใส่กระสอบ นำกลับมาผึ่งให้แห้งที่เรือนกระจก ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แล้วบดด้วยเครื่องบดที่ภาควิชาธรณีวิทยา หลังจากนั้น จึงร่อนผ่านตะแกรง 2 มิลลิเมตร

เมื่อดินมีขนาดตามต้องการแล้ว แบ่งชั่งในถุงพลาสติก ถุงละ 5 กิโลกรัม นำไปใส่กระถางที่เตรียมไว้

3.2.2 การเตรียมกากตะกอนจากการบำบัดน้ำเสีย

นำตัวอย่างกากตะกอนจาก anaerobic digester ของโรงกำจัดน้ำเสียห้วยขวาง และกากตะกอนจาก aeration tank ของโรงงานฆ่าสัตว์สุขาภิบาลบางแค มาผึ่งให้แห้ง ย่อยให้

เล็กลงด้วยเครื่องบด แล้วร่อนผ่านตะแกรง 2 มิลลิเมตร

3.2.3 นำดินและกากตะกอนมาวิเคราะห์ก่อนเริ่มทำการทดลอง โดยใช้วิธีการตาม Method of Soil Analysis, 2nd ed., (1982)

พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ มีดังนี้

- 3.2.3.1 pH โดย pH meter
- 3.2.3.2 อินทรีย์วัตถุ โดย Walkley and Black method
- 3.2.3.3 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด โดย Kjeldahl method
- 3.2.3.4 แอมโมเนียมไนโตรเจน โดยวิธีการกลั่นและดีเตรต
- 3.2.3.5 ไนเตรตไนโตรเจน โดย Devarda Alloy method
- 3.2.3.6 available P สกัดด้วยน้ำยา Bray II และหาปริมาณด้วย ascorbic acid reduction
- 3.2.3.7 exchangeable K สกัดด้วยน้ำยา ammonium acetate 1.0 N., pH 7.0 และวัดปริมาณด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (AAS)
- 3.2.3.8 โลหะหนัก ได้แก่ แคดเมียม (Cd) ทองแดง (Cu) เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) นิกเกิล (Ni) ตะกั่ว (Pb) และสังกะสี (Zn) สกัดด้วย 0.005 M DTPA (diethylenetriaminepentaacetic acid) และวัดปริมาณด้วยเครื่อง AAS

3.2.4 การวางแผนการทดลอง

การทดลองในวิทยานิพนธ์นี้ วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design ทำ 3 ซ้ำ

ตำรับทดลองที่ใช้สำหรับกากตะกอนแต่ละชนิด สรุปได้ดังนี้

- 3.2.4.1 ตำรับที่ 1 เป็น Control คือไม่เติมกากตะกอนและปุ๋ย
- 3.2.4.2 ตำรับที่ 2 เป็นตำรับที่ใส่ปุ๋ยครบถ้วน ซึ่งการทดลองนี้ได้ใช้ปุ๋ยเคมีกับปุ๋ยยูเรียรวมกัน 5 กรัม/กระถาง ในอัตราส่วน 1:1 (หรือเทียบเท่ากับ 160 กิโลกรัมต่อไร่

3.2.4.3 ตำรับที่ 3-6 ใส่กากตะกอนแบบผสมคลุกเคล้ากับดิน อัตราการใส่ตามลำดับ ดังนี้ 50, 100, 150 และ 200 กรัม/กระถาง (หรือเทียบเท่ากับ 20, 40, 60 และ 80 ตัน/เฮกตาร์)

3.2.4.4 ตำรับที่ 7-10 ใส่กากตะกอนแบบโรยบนผิวน้ำดิน อัตราการใส่ตามลำดับ ดังนี้ 50, 100, 150 และ 200 กรัม/กระถาง

3.2.4.5 ตำรับที่ 11-14 ใส่สารละลายโลหะหนักคลอไรด์ ซึ่งประกอบด้วยโลหะหนักที่จะศึกษา คือ แคดเมียม ทองแดง เหล็ก แมงกานีส นิเกิล ตะกั่ว และสังกะสี ในปริมาณที่เทียบเท่ากับที่มีในกากตะกอนแต่ละอัตรา คือ 50, 100, 150 และ 200 กรัม/กระถาง พร้อมทั้งใส่ปุ๋ยเคมีกับปุ๋ยยูเรีย 5 กรัม/กระถาง อัตราส่วน 1:1 เพื่อมิให้ธาตุอาหารพืชในดินเป็น limiting factor สำหรับการเติบโตของพืช

ฉะนั้น กากตะกอน 1 ชนิด จะมีตำรับทดลอง (treatment) รวม 14 ตำรับ ทำ 3 ซ้ำ รวมเป็น 42 หน่วยการทดลอง เมื่อคิดรวมกากตะกอนทั้ง 2 ชนิดแล้ว จะมี 84 หน่วยการทดลอง โดยที่ 1 หน่วยการทดลอง คือ 1 กระถาง

3.2.5 การปรับสภาพดินก่อนเริ่มปลูกผัก

เนื่องจากการวิเคราะห์สมบัติของดินก่อนเริ่มทำการทดลอง พบว่ามีค่า pH ต่ำ ประมาณ 4 จึงทำการปรับสภาพดินก่อนด้วยการใส่แคลเซียมคาร์บอเนตลงไปในดิน 24 กรัม/กระถาง เพื่อยกระดับ pH ให้ได้ประมาณ 6.5 ปริมาณของแคลเซียมคาร์บอเนตที่ใส่ลงในดินคำนวณได้จากการทดลองหาค่าความต้องการปูน (Lime requirement) ของดิน ตามวิธี Barium Chloride-Triethanolamine method

หลังจากผสมแคลเซียมคาร์บอเนตลงไปในดินไว้แล้วประมาณ 1 สัปดาห์ จึงใส่กากตะกอนในแต่ละกระถางตามตำรับทดลองที่ได้ทำการสุ่มใน Block ไว้แล้ว รวมทั้งการใส่สารละลายโลหะหนักคลอไรด์ด้วย หลังจากนั้นอีกประมาณ 3 สัปดาห์ จึงทำการเพาะเมล็ดผักคะน้า

3.2.6 การปลูกผักคะน้าและการดูแลรักษา

การปลูกผักในกระถางใช้วิธีการหว่านเมล็ดลงในแต่ละกระถางด้วยปริมาณเมล็ดผักที่เท่ากัน หลังจากเมล็ดผักเริ่มงอกจนมีอายุได้ 24 วัน จึงถอนแยกให้เหลือกระถางละ 2 ต้น

การรดน้ำจะใช้น้ำกรอง ปริมาณการรดน้ำแต่ละครั้ง จะใช้ค่าความชื้นสนาม (field capacity) เป็นเกณฑ์ พร้อมทั้งดูสภาพอากาศและดินในกระถางด้วย

นอกจากนี้ เพื่อเป็นการป้องกันแมลงศัตรูพืชที่จะมารบกวน ได้ทำการพ่นยาปราบศัตรูพืช เอส-85 (สารออกฤทธิ์ คือ 1-naphtyl methylcarbamate ซึ่งมีชื่อสามัญว่า คาร์บาริล (carbaryl)) จำนวน 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 1 สัปดาห์ โดยเริ่มครั้งแรกเมื่ออายุผักคะน้าได้ประมาณ 1 เดือน

การใส่ปุ๋ยเคมี แบ่งเป็น 2 ครั้ง คือ ครั้งแรกใส่ปุ๋ยเคมี 20-10-10 ก่อนทำการหว่านเมล็ดผัก ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 ใส่ปุ๋ยยูเรีย เมื่ออายุผักได้ 25 และ 40 วันตามลำดับ

3.2.7 การเก็บเกี่ยวและเก็บข้อมูล

3.2.7.1 ตัวอย่างดิน เก็บตัวอย่างดินจากแต่ละกระถาง 2 สัปดาห์ต่อ 1 ครั้ง นับจากวันปลูกผักคะน้า เพื่อวิเคราะห์ pH, แอมโมเนียมไนโตรเจน และไนเตรตไนโตรเจน

หลังจากเก็บเกี่ยวผักคะน้า ทำการเก็บตัวอย่างดินจากแต่ละกระถางเพื่อวิเคราะห์ pH, แอมโมเนียมไนโตรเจน, ไนเตรตไนโตรเจนและปริมาณโลหะหนัก 7 ชนิด ได้แก่ แคดเมียม, ทองแดง, เหล็ก, แมงกานีส, นิเกิล, ตะกั่ว และ สังกะสี

3.2.7.2 ตัวอย่างผักคะน้า การเก็บผักคะน้า กระทำเมื่อผักคะน้าอายุ 55 วัน โดยแยกเก็บเป็นส่วนลำต้น และส่วนราก ล้างด้วยน้ำสะอาดหลาย ๆ ครั้ง ครั้งสุดท้ายล้างด้วยน้ำกลั่น ผึ่งให้แห้ง นำมาชั่งน้ำหนักสด หลังจากนั้น นำตัวอย่างผักคะน้าอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักแห้งเพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นในแต่ละต้น เสร็จแล้ว แยกส่วนของราก ลำต้น และใบ บดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดเนื้อเยื่อพืช ชั่งด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด แล้วนำไปเผาในเตาเผา muffle furnace ที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส จากนั้นก็นำไปหาปริมาณโลหะหนักในส่วนของพืช ตามวิธีการ dry ashing (Chapman and Pratt, 1961) ต่อไป

3.2.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์โดยใช้ analysis of variance เพื่อหา F-value และการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่ารับทดลอง จะใช้ Duncan's multiple range test (DMRT)



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย