

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการทดลอง

การทดลองนี้มีวิธีดำเนินการทดลองและอุปกรณ์ที่ใช้ดังต่อไปนี้

3.1 อุปกรณ์

ภาคสนาม (field experiments)

3.1.1 พืชทดลอง ใช้ผักกาดหอมพันธุ์โบ หรือเรียกว่า ผักกาดหอมใบหยิก (Lactuca sativa var crispa) พันธุ์ GRAND RAPID จากบริษัท Neuman Seed Co. สหรัฐอเมริกา เบอร์เซ็นต์ความงอก 85%, ความบริสุทธิ์ 99%

3.1.2 ดินปลูก ใช้ดินที่ได้รับการผสม จากบริษัท ดินสีดำจำกัด ใช้ชื่อทางการค้าว่า ดินชุยไผ่

3.1.3 กากตะกอน จากระบบบำบัดน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร และ/หรือ เครื่องดื่ม ที่มีการบำบัดน้ำทิ้งด้วยระบบ Activated Sludge 3 โรงงาน คือ

โรงงานของบริษัท โฟร์โมสต์อาหารนม (กรุงเทพ) จำกัด

โรงงานของบริษัท บุญรอดบริวเวอรี่ จำกัด

โรงงานของบริษัท อุตสาหกรรมไทยซูรส จำกัด

3.1.4 ปุ๋ยอินทรีย์ทางการค้า ใช้ปุ๋ยยูเรีย (Urea) 46% N, ทริเบิลซูเปอร์ฟอสเฟต (Triple Super Phosphate) 46% P_2O_5 , โพแทสเซียมซัลเฟต (Potassium Sulphate) 50% K_2O

3.1.5 ภาชนะ ใช้กระถางดินเผาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว จำนวน 84 กระถาง

3.1.6 อุปกรณ์การปลูกและดูแลรักษาพืชอื่น ๆ ที่จำเป็น

การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ (Laboratory experiments)

3.1.7 สารเคมีที่จำเป็นในการวิเคราะห์เชิงปริมาณและคุณภาพที่ต้องการ ชนิด analytical grade

3.1.8 เครื่องแก้วที่จำเป็นทุกชนิดสำหรับการวิเคราะห์ : บีกเกอร์ กระบอกตวง บิวเรต ปีเปต ฯลฯ

3.1.9 เครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์เชิงปริมาณและคุณภาพ ได้แก่

pH meter

Spectrophotometer : Spectronic 21

เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด

เครื่องบดสำหรับบดเนื้อเยื่อพืช : Mulinex

เตาเผา

ตู้อบ

Atomic Absorption Spectrophotometer : Shimadzu AA 650

Flame Photometer

Macro-Kjeldahl Apparatus

Mechanical shaker

3.1.10 สถานที่ทำการทดลอง

โรงเรียนและ ห้องปฏิบัติการสรีระวิทยาพืช ของภาควิชาพฤกษศาสตร์,

ห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์,

ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 วิธีดำเนินการศึกษา

3.2.1 การเก็บตัวอย่างกากตะกอน

สุ่มเก็บตัวอย่างกากตะกอนจากโรงงานของบริษัท ไฟร์โมสต์อาหารนม (กรุงเทพ) จำกัด, บริษัท บุญรอดบริวเวอรี่ จำกัด, บริษัท อุตสาหกรรมไทยซูรส จำกัด มาในปริมาณหนึ่งเพื่อการวิเคราะห์ในขั้นต้น เมื่อเห็นว่ามีความเข้มข้นของอาหารพืชที่จำเป็นอยู่ในปริมาณที่มากพอสมควร จึงทำการเก็บตัวอย่างจริงโดยเลือกเก็บในพื้นที่ Sludge Treatment

โรงงานของบริษัท ไฟร์โมสต์อาหารนม (กรุงเทพ) จำกัด เก็บจาก drying beds ในวันที่ 16 กันยายน 2530,

โรงงานของบริษัท บุญรอดบริวเวอรี่ จำกัด เก็บจาก Vacuum Filtration ในวันที่ 17 กันยายน 2530

โรงงานของบริษัท อุตสาหกรรมไทยซูรส จำกัด เก็บจาก Drying beds ในวันที่ 18 กันยายน 2530

นำกากตะกอนจากทั้ง 3 โรงงานมาตากแดดให้แห้งเป็นเวลา 1 สัปดาห์ เพื่อให้คงสภาพ (stable) ย่อยให้เล็กลงด้วยครกหิน แล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตรเก็บใส่ถุงพลาสติกไว้เพื่อการวิเคราะห์และทดลอง

3.2.2 การตรวจวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของกากตะกอนและดินที่ใช้ปลูก

สุ่มเก็บตัวอย่างกากตะกอนและดินที่จะใช้การทดลองมาอย่างละประมาณ 1 กิโลกรัม (น้ำหนักแห้ง) จากบริเวณที่ตากแดดไว้ แต่ละชนิดผสมให้เป็นเนื้ออันเดียว

กัน วิเคราะห์ด้วยวิธีการจาก Methods of Soil Analysis (40) ศึกษาคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- 3.2.2.1 pH โดย pH meter
- 3.2.2.2 ปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมด Macro-kjeldahl Apparatus
- 3.2.2.3 ปริมาณของแอมโมเนียมไนโตรเจน โดย Stream Distillation method
- 3.2.2.4 ปริมาณของไนเตรดไนโตรเจน โดย Stream Distillation method
- 3.2.2.5 ปริมาณของ Available P โดยสกัดด้วย Dilute Hydrochloric Acid and Sulfuric acid และวัดปริมาณด้วย spectronic 21
- 3.2.2.6 ปริมาณของ Exchangeable K โดยสกัดด้วย Ammonium Acetate ($\text{NH}_4 \text{OAc}$), 1 N, pH 7.0 และวัดปริมาณด้วย Flame Photometer
- 3.2.2.7 ปริมาณของ Organic Carbon โดย Walkley and Black method
- 3.2.2.8 ปริมาณของ Available Al โดย สกัดด้วย KCl , 1 N และวัดปริมาณ ด้วย Atomic Absorption Spectrophotometer
- 3.2.2.9 ปริมาณของ Available Na โดยสกัดด้วย $\text{NH}_4 \text{OAc}$ 1N pH 7.0 และวัดปริมาณด้วย Atomic Absorption Spectrophotometer
- 3.2.2.10 ปริมาณของ Available Mg โดยสกัดด้วย $\text{NH}_4 \text{OAc}$ 1N pH 7.0 และวัดปริมาณด้วย Atomic Absorption Spectrophotometer
- 3.2.2.11 ปริมาณของ Available Ca โดยสกัดด้วย $\text{NH}_4 \text{OAc}$ 1N pH 7.0 และวัดปริมาณด้วย Atomic Absorption Spectrophotometer
- 3.2.2.12 ปริมาณของแร่ธาตุประเภทโลหะหนัก ได้แก่ แคดเมียม (Cd), ทองแดง (Cu) เหล็ก (Fe), มังกานีส (Mn), นิกเกิล (Ni), ตะกั่ว (Pb), และสังกะสี (Zn) สกัดด้วย 0.005 M DTPA (diethylene triamine pentaacetic acid) และวัดปริมาณด้วย Atomic

Absorption Spectrophotometer

3.2.3 การวางแผนทดลองปลูกผักกาดหอม

3.2.3.1 สิ่งทดลอง

3.2.3.1.1 ปริมาณ N,P,K, นิยามมาจากอัตราที่แนะนำสำหรับผักกาดหอม(38), (39), (41), คือปุ๋ยสูตร (15-15-15) 50 กิโลกรัม/ไร่ และ ปุ๋ยยูเรีย (Urea) 25 กิโลกรัม/ไร่

3.2.3.1.2 กากตะกอนแห้งจากโรงงานอุตสาหกรรมอาหารและ/หรือ เครื่องดื่มในปริมาณที่จะให้ไนโตรเจนเท่ากับที่กำหนดสำหรับผักกาดหอม ซึ่งจะใช้กากตะกอนจากแต่ละโรงงานในปริมาณที่แตกต่างกันไปขึ้นกับ ปริมาณไนโตรเจน ที่มีอยู่ในกากตะกอนนั้น ๆ

3.2.3.1.3 ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทางการค้า ประกอบด้วยไนโตรเจนในรูปของยูเรีย (Urea), ฟอสฟอรัสในรูปของ ทริบเปิ้ล ซุปเปอร์ฟอสเฟต (Triple Super Phosphate), และ โพตัสเซียมในรูปของ โพตัสเซียมซัลเฟต (Potassium Sulphate) ในปริมาณเท่ากับที่ได้จากกากตะกอน

3.2.3.2 แผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design RCB) 4 ซ้ำที่รีดเมนต์แต่ละอันมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ที่รีดเมนต์ที่ 1 (C) เป็น Control ได้รับปุ๋ยอัตราที่แนะนำสำหรับผักกาดหอม คือปุ๋ยสูตร(15-15-15) 50 กิโลกรัม/ไร่ และปุ๋ยยูเรีย 25 กิโลกรัม/ไร่ หรือ Urea 1.32 กรัม/กระถาง, Triple Super Phosphate 0.52 กรัม/กระถาง, Potassium Sulphate 0.48 กรัม/กระถาง

ที่รีดเมนต์ที่ 2 (F) ได้รับกากตะกอนแห้งจากโรงงานของบริษัท โฟร์โมสต์อาหารนม(กรุงเทพ) จำกัด ในอัตราที่จะให้ ไนโตรเจนเท่ากับที่ C ได้รับ คือ 486.62 กิโลกรัม/ไร่ หรือ 15.60 กรัม/กระถาง

ที่รีดเมนต์ที่ 3 (B) ได้รับกากตะกอนแห้งจากโรงงานของบริษัท บุญรอดบริวเวอรี่ จำกัด ในอัตราที่จะให้ ไนโตรเจนเท่ากับที่ C ได้รับ คือ 374.63 กิโลกรัม/ไร่ หรือ 12.01 กรัม/กระถาง

ที่รีดเมนต์ที่ 4 (T) ได้รับกากตะกอนแห้งจากโรงงานของบริษัท อุตสาหกรรมไทยซูรส จำกัด ในอัตราที่จะให้ไนโตรเจนเท่ากับที่ C ได้รับ คือ 500.31 กิโลกรัม/ไร่ หรือ 16.04 กรัม/กระถาง

ที่รีดเมนต์ที่ 5 (FS) ได้รับปุ๋ยอินทรีย์ที่ประกอบด้วย N,P,K, ในปริมาณที่ F ได้รับคือ Urea 41.184 กิโลกรัม/ไร่, Triple Super Phosphate 29.016 กิโลกรัม/ไร่

, Potassium Sulphate 1.807 กิโลกรัม/ไร่ หรือ Urea 1.32 กรัม/กระถาง, Triple Super Phosphate 0.93 กรัม/กระถาง, Potassium Sulphate 0.06 กรัม/กระถาง
 ทรีตเมนต์ที่ 6 (BS) ได้รับปุ๋ยอินทรีย์ที่ประกอบด้วย N,P,K, ในปริมาณที่ B ได้รับคือ Urea 41.184 กิโลกรัม/ไร่ Triple Super Phosphate 17.758 กิโลกรัม/ไร่, Potassium Sulphate 2.345 กิโลกรัม/ไร่หรือ Urea 1.32 กรัม/กระถาง, Triple Super Phosphate 0.57 กรัม/กระถาง, Potassium Sulphate 0.08 กรัม/กระถาง

ทรีตเมนต์ที่ 7 (TS) ได้รับปุ๋ยอินทรีย์ที่ประกอบด้วย N,P,K, ในปริมาณที่ T ได้รับคือ Urea 41.184 กิโลกรัม/ไร่, Triple Super Phosphate 18.954 กิโลกรัม ไร่, Potassium Sulphate 1.690 กิโลกรัม/ไร่ หรือ Urea 1.32 กรัม/กระถาง, Triple Super Phosphate 0.61 กรัม/กระถาง , Potassium Sulphate 0.054 กรัม/กระถาง

3.2.5 การปลูกผักกาดหอม และการดูแลรักษา

ทดลองในสภาพกึ่งโรงเรือน โดยเพาะกล้าผักในกระบะเพาะ เมื่อกล้าผักมีอายุ 2 สัปดาห์ เลือกต้นกล้าที่มีขนาดเท่ากัน ลงปลูกในกระถางที่เตรียมดินโดยการใส่ปุ๋ยหรือกากตะกอน และคลุมเคล้าให้เข้ากันอย่างดีไว้ กระถางละ 3 ต้น ใช้กรวยกระดาษครอบต้นอ่อนผักเอาไว้เพื่อป้องกันแสงแดดที่แรงเกินไป 1 สัปดาห์จึงเปิดกรวยออก ให้นำผักโดยพิจารณาจากความชื้นของดิน สภาพอากาศ และอุณหภูมิในภาคสนาม พ่นยาปราบศัตรูพืช Sevin 75% ในอัตราส่วน 1 ซ็อนซา : น้ำ 1 ลิตร สัปดาห์ละครั้งเพื่อป้องกันและกำจัดหนอนและแมลง ใช้แถบเชือกฟางผูกเป็นระยะรอบแปลงทดลองเพื่อป้องกันแมลงรบกวน

3.2.6 การเก็บข้อมูลผัก และดินหลังปลูก

ตัวอย่างผักกาดหอม

เมื่อผักมีอายุครบ 2 เดือน เก็บเกี่ยวผักโดยใช้พลั่วฝังดินให้ร่วนซุยเสียก่อนเพื่อให้รากขาดน้อยที่สุด ถอนผักขึ้นมาพร้อมราก ล้างดินด้วยน้ำประปาให้สะอาดอย่างรวดเร็ว นำมาชั่งน้ำหนักสด (total fresh weight) และวัดส่วนสูงของต้นส่วนเหนือดิน (shoot length) หลังจากนั้นแยกเก็บส่วนใบจากส่วนล่างของต้นผัก (basal leaves) ในตำแหน่งที่ 3-5 ทุกต้น ๆ ละ 3 ใบ ล้างด้วยน้ำประปา 2 ครั้ง ตามด้วยน้ำกลั่น 1 ครั้ง อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ใน air-circulation oven ซึ่งน้ำหนักบันทึกไว้และ ใส่ถุงพลาสติกไว้ใน desicator สำหรับหาปริมาณโลหะหนักตามวิธีวิเคราะห์เนื้อเยื่อพืช (42) ผักส่วนที่เหลือทั้งหมดนำไปอบให้แห้งที่ตู้อบ อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นำมาชั่งน้ำหนักบันทึกไว้เป็นน้ำหนักแห้ง (dry weight) โดยนำน้ำหนักจากส่วนที่แยกไว้มารวมด้วย

ตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างดิน จากแต่ละทรีตเมนต์ กระถางละเท่า ๆ กัน นำมาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ในตู้อบ ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วร่อนผ่านตะแกรง

2 มิลลิเมตร นำไปวิเคราะห์หาแร่ธาตุปริมาณโลหะหนักที่ตกค้างในดินปลูก ได้แก่ แคดเมียม, นิเกิล, เหล็ก, ตะกั่ว, มังกานีส, ทองแดง, สังกะสี และหาปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่เหลือในดินปลูก

3.2.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ analysis of variance เพื่อหา F-value และเปรียบเทียบความแตกต่างของทรีตเมนต์โดยใช้ Duncan's multiple range test (DMRT)



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย