



บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การศึกษาถึงผลของกากตะกอนจากการบำบัดน้ำเสียต่อการเติบโตและการสะสมโลหะหนักบางชนิดของผักคะน้า (*Brassica oleracea* L. var. *alboglabra* Bailey) ในสภาพเรือนทดลอง พอสรุปได้ดังนี้

1. กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำทิ้งชุมชน และ กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำทิ้งโรงงานสัตว์ สามารถเติมลงดินเพื่อการเพาะปลูกได้ เพราะมีอัตราส่วนระหว่างอินทรีย์คาร์บอนกับไนโตรเจนทั้งหมด ประมาณ 10:1 จึงเหมาะกับการย่อยสลายของจุลินทรีย์ดิน ซึ่งกากตะกอนทั้ง 2 ชนิดนี้เป็นประโยชน์ต่อพืชได้เทียบเท่ากับปุ๋ยเคมี โดยมีความเหมาะสมที่จะเป็นปุ๋ยอินทรีย์สำหรับพืช

2. การใส่กากตะกอนลงสู่ดิน จะมีผลทำให้ค่า pH แอมโมเนียมไนโตรเจนและไนเตรตไนโตรเจนในดิน มีการเปลี่ยนแปลงตามอัตราการใส่กากตะกอนและช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยที่ pH ลดต่ำลงประมาณ 1 หน่วย pH ปริมาณแอมโมเนียมและไนเตรตไนโตรเจนเพิ่มขึ้น และปริมาณโลหะหนักที่ศึกษา 7 ธาตุ คือ แคดเมียม ทองแดง เหล็ก แมงกานีส นิเกิล ตะกั่วและสังกะสี มีแนวโน้มจะเพิ่มสูงขึ้นตามการเพิ่มอัตราการใส่กากตะกอน

3. การทดลองใส่โลหะหนักในรูปของสารละลายโลหะหนักคลอไรด์มีผลทำให้ค่า pH ของดินลดลงต่ำกว่าการใส่กากตะกอน

4. อัตราเติมที่ให้ผลผลิตสูงสุดสำหรับกากตะกอนทั้ง 2 ชนิด คือ อัตราเติม 20 ตัน/เฮกตาร์ (เทียบเท่ากับ 50 กรัม/กระถาง) ซึ่งผลผลิตที่ได้นี้มีค่ามากกว่าผลผลิตจากการเติมปุ๋ยเคมีสูตร 20-10-10 ร่วมกับปุ๋ยยูเรีย อัตรา 160 กิโลกรัม/ไร่

5. การเพิ่มอัตราเติมกากตะกอนที่สูงกว่า 20 ตัน/เฮกตาร์ลงสู่ดิน มีผลทำให้ผลผลิตของผักคะน้าลดลงตามอัตราเติม อย่างไรก็ตาม ผลผลิตที่ลดลงนี้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมี ยกเว้นที่อัตราสูงสุด คือ 80 ตัน/เฮกตาร์

6. กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำทิ้งโรงงานฆ่าสัตว์ให้ผลผลิตผักคะน้าสูงกว่ากากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำทิ้งชุมชน
7. วิธีการใส่กากตะกอนแบบผสมกับดินจะให้ผลผลิตสูงกว่าการใส่แบบโรยบนผิวน้ำดิน
8. การใส่สารละลายโลหะหนักคลอไรด์ที่มีปริมาณโลหะหนักเทียบเท่ากับที่มีในกากตะกอนอัตรา 20, 40, 60 และ 80 ตัน/เฮกตาร์นั้น ปรากฏว่าไม่มีผลทำให้ผลผลิตผักคะน้ามีความแตกต่างกันทางสถิติ เพียงแต่ผลผลิตมีแนวโน้มจะเพิ่มตามอัตราการใช้ที่เพิ่มขึ้นแล้วเริ่มมีการลดผลผลิตที่อัตราเดิมเทียบเท่ากับกากตะกอน 80 ตัน/เฮกตาร์.
9. การใส่กากตะกอนและสารละลายโลหะหนักคลอไรด์มีผลทำให้การสะสมโลหะหนักทั้ง 7 ธาตุ คือ แคดเมียม ทองแดง เหล็ก แมงกานีส นิเกิล ตะกั่วและสังกะสี ในส่วนต่าง ๆ ของผักคะน้าสูงกว่า control แต่เมื่อเทียบกับปุ๋ยเคมีแล้ว การสะสมจะขึ้นกับชนิดของกากตะกอนและส่วนของพืชที่ศึกษา โดยที่แนวโน้มการสะสมจะใกล้เคียงกับปุ๋ยเคมี
10. การสะสมโลหะหนักในผักคะน้านั้น การใส่ในรูปสารละลายโลหะหนักคลอไรด์จะมีผลทำให้เฉพาะแมงกานีสและสังกะสีเท่านั้นที่การสะสมสูงกว่าการใส่กากตะกอน ส่วนโลหะอื่น ๆ มีค่าใกล้เคียงกัน
11. การเติมกากตะกอนลงสู่ดิน มีแนวโน้มจะทำให้เพิ่มปริมาณทองแดงและนิเกิลในผักคะน้ามากขึ้นตามอัตราการใช้ ในขณะที่ไม่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของแคดเมียม ส่วนเหล็ก แมงกานีส ตะกั่วและสังกะสีนั้น อัตราการใช้ไม่มีผลทำให้เกิดการสะสมในผักคะน้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
12. การสะสมโลหะหนักทั้ง 7 ธาตุ คือ แคดเมียม ทองแดง เหล็ก แมงกานีส นิเกิล ตะกั่วและสังกะสี ซึ่งเป็นผลมาจากการใส่กากตะกอนอัตรา 20, 40, 60 และ 80 ตัน/เฮกตาร์ ยังไม่ทำให้การสะสมโลหะหนักในผักคะน้ามีค่าสูงจนอาจก่อให้เกิดอันตรายทั้งต่อพืชและมนุษย์

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการปรับสภาพดินให้มี pH เป็นกลาง (pH ประมาณ 6-8) ก่อนการใส่กากตะกอน เพราะการปรับสภาพดินนี้จะช่วยป้องกันไม่ให้จุลธาตุอาหาร เช่น ทองแดง เหล็ก สังกะสี รวมทั้งโลหะหนักบางชนิดละลายออกสู่สารละลายดินเป็นจำนวนมากจนเกิดความเป็นพิษต่อพืชที่ปลูก และต่อเนื่องมาถึงมนุษย์ได้ตามห่วงโซ่อาหาร ซึ่งจากการศึกษานี้ก็พบว่า ผลผลิตที่ได้จากการเติมกากตะกอนลงสู่ดินเมื่อปรับสภาพดินให้เป็นกลางแล้ว มีความปลอดภัยจากโลหะหนัก 7 ธาตุที่ศึกษา คือ แคดเมียม ทองแดง เหล็ก แมงกานีส นิเกิล ตะกั่ว และสังกะสี
2. ผลการศึกษา พบว่า โลหะหนักที่มีแนวโน้มจะก่อให้เกิดปัญหาความเป็นพิษได้ คือ แคดเมียม และระดับที่จะก่อให้เกิดปัญหาความเป็นพิษของแคดเมียมต่อมนุษย์ก็ค่อนข้างต่ำ เช่น มีรายงานว่า การบริโภคอาหารที่มีแคดเมียมในปริมาณ 3 ppm. อยู่เป็นประจำจะก่อให้เกิดอันตรายได้ (Mengel and Kirkby, 1982) ดังนั้น การจะใช้กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำทิ้งชุมชนซึ่งมีปริมาณแคดเมียมทั้งหมด 4.2 ppm. หรือกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำทิ้งโรงงานฆ่าสัตว์ซึ่งมีปริมาณแคดเมียมทั้งหมด 2.9 ppm. ในอัตราเดิมที่สูงกว่า 80 ตัน/เฮกตาร์ จะต้องมีการวิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียมก่อนนำไปใช้
3. เนื่องด้วยว่า การศึกษานี้พบความแตกต่างของผลผลิต และการสะสมโลหะหนักบางธาตุในผักคะน้า เช่น ทองแดง อันเนื่องมาจากการใส่กากตะกอนต่างชนิดกัน ซึ่งแสดงว่า กากตะกอนจากแหล่งที่มาต่างกันจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตและพฤติกรรมการสะสมโลหะหนักของพืชได้ต่างกันด้วย จึงต้องระมัดระวังเมื่อนำผลการศึกษาของกากตะกอนประเภทหนึ่งไปประเมินการใช้ประโยชน์ของกากตะกอนอีกประเภทหนึ่ง
4. แนวทางการตัดสินใจเลือกอัตราและวิธีการใส่กากตะกอนน่าจะขึ้นกับเหตุผลหลายประการประกอบกัน ยกตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการได้รับผลผลิตสูงสุดจากผลการศึกษานี้ ก็น่าจะเลือกอัตรา 20 ตัน/เฮกตาร์ เพราะให้ผลผลิตสูงสุดรวมทั้งปลอดภัยจากโลหะหนักด้วย แต่ถ้าต้องการนำกากตะกอนไปใช้เพื่อจุดประสงค์ที่จะกำจัดกากตะกอนให้หมดไป อาจจะต้องเลือกอัตราเดิม 80 ตัน/เฮกตาร์ในทางปฏิบัติ แม้ว่าอัตรานี้จะไม่ให้ผลผลิตสูงสุด แต่ก็ยังปลอดภัยจากโลหะหนักเช่นกัน