บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ปริมาณโลหะหนักในดินและกากตะกอนที่ใช้ทดลอง

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักทั้ง 7 ธาตุ ในดินและกากตะกอนในรูปที่สกัดได้ด้วย 0.005 M DTPA และปริมาณโลหะหนักทั้งหมดในกากตะกอนแสดงไว้ดังตารางที่ 4.1 พบว่าโลหะหนักในดินที่ได้จากการสกัดด้วย 0.005 M DTPA ซึ่งมีปริมาณสูงที่สุดคือเหล็ก รองลงมาได้แก่ แมงกานีส สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว นิกเกิล และแคดเมียม ตามลำดับ สำหรับในกากตะกอนพบเหล็กมีปริมาณสูงที่สุดเช่นกัน รองลงมาได้แก่ สังกะสี แมงกานีส นิกเกิล ทองแดง ตะกั่ว และแคดเมียม ตามลำดับ ส่วนปริมาณโลหะหนักทั้งหมดในกากตะกอนนั้นพบว่าเหล็ก สังกะสี แมงกานีส ทองแดง ตะกั่ว นิกเกิล และตะกั่ว มีปริมาณเรียงตามลำดับจากสูงสุดถึงต่ำสุด

จากปริมาณโลหะหนักในรูปที่สกัดได้ด้วย 0.005 M DTPA ในดินและกากตะกอนพบว่ากากตะกอนมีปริมาณสังกะสี นิกเกิล และแคดเมียม สูงกว่าดิน แต่มีปริมาณทองแดง ตะกั่ว ต่ำกว่า สำหรับเหล็กและแมงกานีสพบในปริมาณใกล้เคียงกัน

4.2 ปริมาณโลหะหนักในดินหลังปลูกพืช

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในดินที่ได้จากการสกัดด้วย 0.005 M DTPA หลังปลูกผักคะน้าและผักกาดหอมฤดูเก็บเกี่ยวที่หนึ่ง แสดงไว้ในตารางที่ 4.2 และตารางที่ 4.3 ตามลำดับ ข้อมูลของปริมาณโลหะหนักทั้ง 7 ธาตุ ที่วิเคราะห์ได้ล้วนมีนัยสำคัญทางสถิติตั้งแต่ 95% ขึ้นไปทั้งสิ้น จากค่าเฉลี่ยของปริมาณโลหะหนักในดินหลังปลูกพืชทั้งสองชนิดพบว่าโลหะหนักเกือบทุกธาตุมีปริมาณไม่แตกต่างกันนัก ยกเว้นแมงกานีสและตะกั่วในดินหลังปลูกผักกาดหอมมีปริมาณค่อนข้างสูงกว่าในดินหลังปลูกผักคะน้า โลหะหนักในดินหลังปลูกผักคะน้าที่ตรวจพบในปริมาณสูงที่สุดคือเหล็ก รองลงมาได้แก่ แมงกานีส สังกะสี ทองแดง นิกเกิล ตะกั่ว และแคดเมียม ตามลำดับ สำหรับในดินหลังปลูก

ตารางที่ 4.1 ปริมาณโลหะหนักในดินและกากตะกอนที่ใช้ทดลอง

ชนิดของโลหะหนัก	ปริมาณโลหะหนัก (ppm.)[E]	
	ดิน	กากตะกอน
เหล็ก	134.80	133.00 (14,179.17)
แมงกานีส	44.12	43.00 (601.25)
สังกะสี	13.20	910.00 (3,571.83)
ทองแดง	6.80	1.22 (404.17)
นิกเกิล	0.81	12.82 (19.83)
ตะกั่ว	1.11	0.56 (143.25)
แคดเมียม	0.06	0.20 (3.50)

หมายเหตุ E หมายถึง ปริมาณโลหะหนักได้จากการสกัดด้วย 0.005 M DTPA

( ) หมายถึง โลหะหนักทั้งหมดในกากตะกอน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผักกาดหอมพบเหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว นิกเกิล และแคดเมียม มีปริมาณเรียงตามลำดับจากสูงสุดถึงต่ำสุด แต่อย่างไรก็ตามปริมาณโลหะหนักทั้ง 7 ธาตุ ที่ตรวจพบในดินหลังปลูกผักทั้งสองชนิดทุกตำรับทดลองยังมีปริมาณน้อยกว่าปริมาณโลหะหนักที่ยอมรับให้มีได้ในดินเพื่อการเกษตร (ดังรายละเอียดซึ่งวิจารณ์ไว้ในหัวข้อ 5.2) ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นต้องติดตามปริมาณโลหะหนักในดินหลังปลูกพืชในฤดูเก็บเกี่ยวที่สอง

4.2.1 <u>ปริมาณโลหะหนักในดินหลังปลูกผักคะน้า</u>

จากตารางที่ 4.2 เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในดินระหว่างตำรับควบคุม เติมธาตุอาหาร เติมปุ๋ยเคมี และเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุอาหาร พบว่า แมงกานีส ตะกั่ว และแคดเมียม มีปริมาณไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณเหล็กจากตำรับควบคุมมีค่าต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับปริมาณสังกะสีและทองแดงจากตำรับควบคุมมีค่าไม่แตกต่างกับตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมี แต่ต่ำกว่าตำรับทดลองที่เติมธาตุอาหาร และเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุอาหารอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนปริมาณนิกเกิลจากตำรับควบคุม เติมธาตุอาหาร และเติมปุ๋ยเคมี ไม่แตกต่างกัน แต่ต่ำกว่าตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุอาหารซึ่งนับว่ามีปริมาณสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ

สำหรับตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนและเติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหาร พบว่าปริมาณทองแดงจากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหารสูงกว่าตำรับทดลองที่เติมเฉพาะกากตะกอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนโลหะหนักอื่น ๆ แม้จะมีปริมาณไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ปริมาณโลหะหนักจากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหารมีแนวโน้มสูงกว่าตำรับทดลองที่เติมเฉพาะกากตะกอน หากเปรียบเทียบตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนและเติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหารกับตำรับทดลองทั้ง 4 คือ ตำรับควบคุม เติมธาตุอาหาร เติมปุ๋ยเคมี และเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุอาหาร พบว่า ปริมาณ สังกะสี ทองแดง และแคดเมียม จากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหารมีค่าสูงกว่าตำรับทดลองทั้ง 4 นั้น อย่างมีนัยสำคัญ เหล็กมีปริมาณสูงกว่าตำรับควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ และมีแนวโน้มสูงกว่าตำรับทดลองที่เติมธาตุอาหาร เติมปุ๋ยเคมี และเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุอาหาร แมงกานีสมีปริมาณไม่แตกต่างกับตำรับทดลองทั้ง 4 อย่างมีนัยสำคัญ นิกเกิลมีปริมาณไม่แตกต่างกับตำรับควบคุม เติมธาตุอาหาร และเติมปุ๋ยเคมีแต่ต่ำกว่าตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุอาหารอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับตะกั่วพบว่าปริมาณตะกั่วจากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหารสูงกว่าตำรับทดลองทั้ง 4 อย่างมี

ตารางที่ 4.2 ปริมาณโลหะหนักในดินหลังปลูกผักคะน้าถดูเก็บเกี่ยวที่หนึ่ง

ตำรับทดลอง	ปริมาณโลหะหนัก (ppm.)[E]						
	เหล็ก	แมงกานีส	สังกะสี	ทองแดง	นิกเกิล	ตะกั่ว	แคดเมียม
ควบคุม	119.33^{c}	21.64^{bc}	10.99^{f}	6.45^{d}	0.9560^{d}	0.7410^{b}	0.0253^{d}
ธาตุอาหาร	134.53^{b}	20.94^{bc}	12.99^{e}	7.00^{c}	1.2587^{bcd}	0.7410^{b}	0.0253^{d}
ปุ๋ยเคมี	137.47^{b}	20.47^{c}	12.33^{ef}	6.58^{d}	1.0540^{cd}	0.7410^{b}	0.0293^{d}
ปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร	136.93^{b}	20.60^{c}	13.66^{e}	6.99^{c}	1.8913^{a}	0.7410^{b}	0.0287^{d}
กากตะกอน	138.00^{b}	18.34^{c}	27.53^{b}	7.97^{b}	1.2413^{bcd}	0.9877^{ab}	0.0487^{ab}
กากตะกอนและธาตุอาหาร	140.93^{ab}	21.35^{bc}	28.86^{b}	8.52^{a}	1.4507^{abcd}	1.1110^{a}	0.0487^{ab}
โลหะหนักระดับที่ 1#	137.87^{b}	20.02^{c}	18.33^{d}	7.09^{c}	1.4393^{abcd}	0.7410^{b}	0.0360^{cd}
โลหะหนักระดับที่ 2#	147.33^{a}	25.48^{ab}	23.53^{c}	7.97^{b}	1.5907^{abc}	0.8643^{ab}	0.0407^{bc}
โลหะหนักระดับที่ 3#	148.13^{a}	26.29^{a}	27.79^{b}	8.40^{a}	1.6693^{ab}	0.9877^{ab}	0.0527^{a}
โลหะหนักระดับที่ 4#	148.00^{a}	22.08^{abc}	32.19^{a}	8.53^{a}	1.5233^{abcd}	1.1110^{a}	0.0520^{a}
ค่าเฉลี่ย	138.85	21.72	20.82	7.55	1.4075	0.8767	0.0390
F-Value	11.23**	2.82*	313.77**	59.21**	2.58*	2.76*	10.25**
% C.V.	3.17	11.52	3.78	2.42	21.84	18.87	15.17

หมายเหตุ 1) E หมายถึง ปริมาณโลหะหนักได้จากการสกัดด้วย 0.005 M DTPA

2) # หมายถึง ได้เติมปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารในตำรับทดลองนั้นด้วย

3) * และ ** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% และ 99% ตามลำดับ

4) ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละสดมภ์แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ตามวิธีการ DMRT

นัยสำคัญ ส่วนปริมาณตะกั่วจากตำรับทดลองที่เติมเฉพาะกากตะกอนไม่แตกต่างกับตำรับทดลองทั้ง 4 อย่างมีนัยสำคัญแต่มีแนวโน้มสูงกว่า

เมื่อพิจารณาปริมาณโลหะหนักจากตำรับทดลองที่เติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักทั้ง 4 ระดับร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร จะเห็นได้อย่างเด่นชัดว่าปริมาณสังกะสีในดินสูงขึ้นตามปริมาณเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักที่เติมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (สังเกตได้จากตัวอักษรที่ต่างกันของทุกค่าตัวเลข) สำหรับทองแดงและตะกั่วแสดงแนวโน้มสูงขึ้นเช่นกัน แม้จะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทุกค่าตัวเลข ส่วนเหล็ก แมงกานีส นิกเกิล และแคดเมียม ไม่แสดงแนวโน้มที่ชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักจากตำรับทดลองที่เติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักทั้ง 4 ระดับร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร กับ ตำรับทดลองทั้ง 4 คือ ตำรับควบคุม เติมธาตุอาหาร เติมปุ๋ยเคมี และเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุอาหาร พบว่า ปริมาณโลหะหนักจากตำรับทดลองที่เติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักทั้ง 4 ระดับร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารมักมีปริมาณสูงกว่าตำรับทดลองทั้ง 4 นั้น อย่างมีนัยสำคัญหรือมีแนวโน้มที่จะมีปริมาณสูงกว่าแม้จะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญก็ตาม ยกเว้นนิกเกิลโดยปริมาณนิกเกิลในตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมีและกากตะกอนมีค่าสูงที่ที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ หากเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักจากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนหรือเติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหารกับปริมาณโลหะหนักจากตำรับทดลองที่เติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนัก 4 ระดับร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร พบว่าปริมาณเหล็กจากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนไม่แตกต่างกับตำรับทดลองที่เติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 1 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร แต่ต่ำกว่าตำรับทดลองที่เติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 2-4 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนปริมาณเหล็กจากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหารไม่แตกต่างกับตำรับทดลองที่เติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักทั้ง 4 ระดับร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณแมงกานีสจากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนไม่แตกต่างกับตำรับทดลองที่เติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 1 และ 4 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร ส่วนปริมาณแมงกานีสจากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหารไม่แตกต่างกับตำรับทดลองที่เติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 1, 2 และ 4 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณสังกะสีจากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนและกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหารสูงกว่าตำรับทดลองที่เติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 1-2 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร และไม่แตกต่างกับตำรับทดลองที่เติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 3 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร แต่ต่ำกว่าตำรับทดลองที่เติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 4 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารอย่างมีนัยสำคัญ

ปริมาณทองแดงจากต้ำรับทดลองที่เติมกากตะกอนสูงกว่าต้ำรับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 1 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร และไม่แตกต่างกับต้ำรับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 2 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร แต่สูงกว่าต้ำรับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 3-4 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร ส่วนปริมาณทองแดงจากต้ำรับทดลองที่เติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหารสูงกว่าต้ำรับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 1-2 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร แต่ไม่แตกต่างกับต้ำรับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 3-4 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณนิกเกิลจากต้ำรับทดลองที่เติมกากตะกอนและเติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหารไม่แตกต่างกับต้ำรับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักทั้ง 4 ระดับร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณตะกั่วจากต้ำรับทดลองที่เติมกากตะกอน ไม่แตกต่างกับต้ำรับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักทั้ง 4 ระดับร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร ส่วนปริมาณตะกั่วจากต้ำรับทดลองที่เติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหารสูงกว่าต้ำรับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 1 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร แต่ไม่แตกต่างกับต้ำรับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 2-4 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารอย่างมีนัยสำคัญ และปริมาณแคดเมียมจากต้ำรับทดลองที่เติมกากตะกอนและเติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหารสูงกว่าต้ำรับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 1 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร แต่ไม่แตกต่างกับต้ำรับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 2-4 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารอย่างมีนัยสำคัญ

4.2.2 <u>ปริมาณโลหะหนักในดินหลังปลูกผักกาดหอม</u>

จากตารางที่ 4.3 เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในดินระหว่างต้ำรับควบคุม เติมธาตุอาหาร เติมปุ๋ยเคมี และปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุอาหาร พบว่าตะกั่วและแคดเมียมมีปริมาณไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณเหล็กจากต้ำรับทดลองที่เติมธาตุอาหารมีค่าสูงที่สุด และไม่แตกต่างกับต้ำรับควบคุม และเติมปุ๋ยเคมี ซึ่งทั้ง 3 ต้ำรับทดลองมีปริมาณเหล็กสูงกว่าต้ำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุอาหารอยางมีนัยสำคัญ ปริมาณแมงกานีสจากต้ำรับทดลองที่เติมธาตุอาหารมีค่าสูงที่สุด และไม่แตกต่างกับต้ำรับควบคุม ส่วนต้ำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมีมีปริมาณแมงกานีสสูงกว่าต้ำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุอาหารอย่างมีนัยสำคัญ แต่ทั้ง 2 ต้ำรับทดลองมีปริมาณแมงกานีสต่ำกว่าต้ำรับควบคุมและเติมธาตุอาหารอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณ

ตารางที่ 4.3 ปริมาณโลหะหนักในดินหลังปลูกผักกาดหอมถดูเก็บเกี่ยวที่หนึ่ง

ตำรับทดลอง	ปริมาณโลหะหนัก (ppm.)[E]						
	เหล็ก	แมงกานีส	สังกะสี	ทองแดง	นิกเกิล	ตะกั่ว	แคดเมียม
ควบคุม	159.73^{a}	38.47^{a}	13.26^{fg}	7.23^{e}	1.0667^{bcd}	1.1110^{ab}	0.0333^{bc}
ธาตุอาหาร	161.47^{a}	39.33^{a}	14.26^{f}	7.72^{cd}	1.1833^{abc}	1.3577^{a}	0.0267^{c}
ปุ๋ยเคมี	149.47^{ab}	30.67^{b}	12.19^{gh}	6.75^{f}	0.9733^{d}	1.4810^{a}	0.0333^{bc}
ปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร	128.13^{cde}	15.40^{d}	12.60^{h}	6.71^{f}	1.0533^{cd}	1.3580^{a}	0.0267^{c}
กากตะกอน	136.93^{bcd}	19.33^{cd}	26.79^{c}	8.04^{bc}	0.9733^{d}	1.4813^{a}	0.0400^{bc}
กากตะกอนและธาตุอาหาร	141.87^{bc}	26.00^{bc}	28.33^{b}	8.78^{a}	1.3067^{a}	1.1110^{ab}	0.0400^{bc}
โลหะหนักระดับที่ 1#	132.67^{bcde}	22.40^{cd}	17.13^{e}	7.03^{ef}	1.2133^{ab}	0.7410^{b}	0.0400^{bc}
โลหะหนักระดับที่ 2#	122.67^{de}	21.33^{cd}	21.39^{d}	7.48^{de}	1.2267^{a}	1.2343^{a}	0.0467^{ab}
โลหะหนักระดับที่ 3#	117.60^{e}	19.87^{cd}	25.93^{c}	7.75^{cd}	1.2067^{abc}	1.1110^{ab}	0.0600^{a}
โลหะหนักระดับที่ 4#	131.60^{cde}	21.87^{cd}	30.86^{a}	8.31^{b}	1.0667^{bcd}	1.4810^{a}	0.0600^{a}
ค่าเฉลี่ย	138.21	25.47	20.22	7.58	1.1270	1.2467	0.0407
F-Value	7.64**	9.57**	381.45**	19.11**	5.91**	3.04*	6.42**
% C.V.	6.74	17.96	3.21	3.54	7.28	18.78	19.82

หมายเหตุ 1) E หมายถึง ปริมาณโลหะหนักได้จากการสกัดด้วย 0.005 M DTPA

2) # หมายถึง ได้เติมปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารในตำรับทดลองนั้นด้วย

3) * และ ** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% และ 99% ตามลำดับ

4) ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละสดมภ์แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ตามวิธีการ DMRT

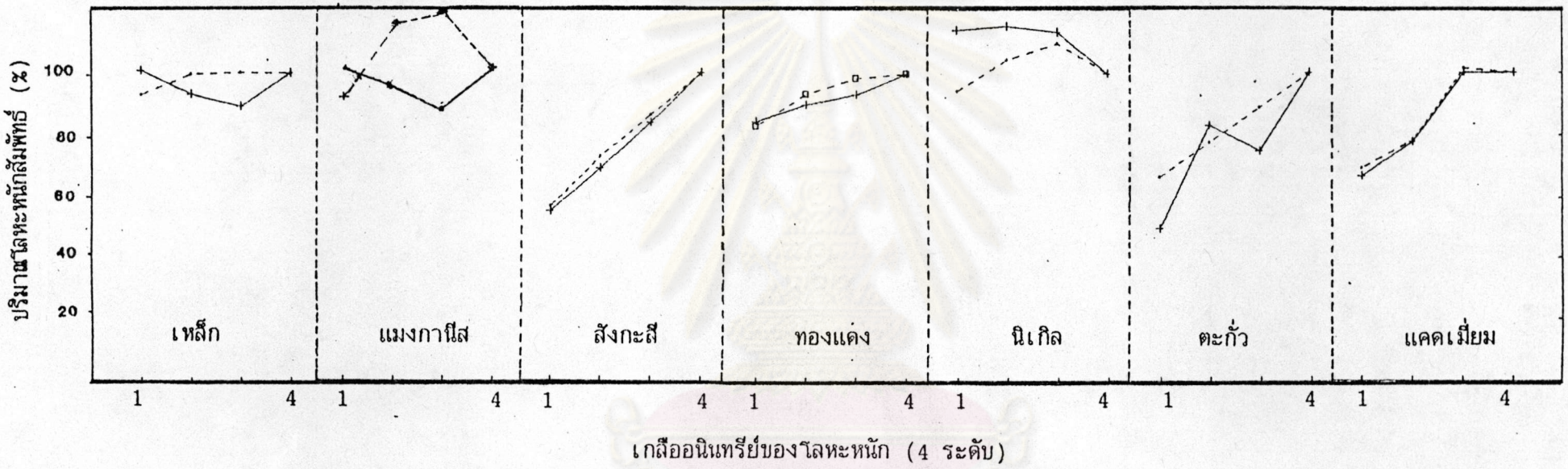
สังกะสีจากตำรับทดลองที่เติมธาตุอาหารไม่แตกต่างกับตำรับควบคุม แต่สูงกว่าตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมี และเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุอาหารซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และปริมาณสังกะสีจากตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมีไม่แตกต่างกับตำรับควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณทองแดงจากตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมี และเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุอาหารไม่แตกต่างกัน แต่สูงกว่าตำรับทดลองที่เติมธาตุอาหารและตำรับควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนปริมาณทองแดงจากตำรับทดลองที่เติมธาตุอาหารสูงกว่าตำรับควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ และสำหรับนิกเกิลพบว่าปริมาณนิกเกิลจากตำรับทดลองที่เติมธาตุอาหารไม่แตกต่างกับตำรับควบคุม และเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุอหาร แต่สูงกว่าตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญ

สำหรับตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน และเติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหาร พบว่าปริมาณสังกะสี ทองแดง และนิกเกิล จากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหารสูงกว่าตำรับทดลองที่เติมเฉพาะกากตะกอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณเหล็ก แมงกานีส ตะกั่ว และแคดเมียม จากทั้ง 2 ตำรับทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่สำหรับเหล็กและแมงกานีสจากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหารมีแนวโน้มสูงกว่าตำรับทดลองที่เติมเฉพาะกากตะกอน หากเปรียบเทียบตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน และเติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหารกับตำรับทดลองทั้ง 4 คือ ตำรับควบคุม เติมธาตุอาหาร เติมปุ๋ยเคมี และเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุอาหาร พบว่าปริมาณเหล็กและแมงกานีสจากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนและเติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหารต่ำกว่าตำรับควบคุมและเติมธาตุอาหารอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับปริมาณเหล็กไม่แตกต่างกับตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุอหาร ส่วนปริมาณแมงกานีสจากตำรับทดลองที่เติมเฉพาะกากตะกอนต่ำกว่าตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมี แต่ไม่แตกต่างกับตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุอาหารอย่างมีนัยสำคัญ และปริมาณแมงกานีสจากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหารไม่แตกต่างกับตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมีแต่สูงกว่าตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุอาหารอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณสังกะสีจากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน และเติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหารสูงกว่าตำรับทดลองทั้ง 4 อย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณทองแดงจากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหารสูงกว่าตำรับทดลองทั้ง 4 อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนปริมาณทองแดงจากตำรับทดลองที่เติมเฉพาะกากตะกอนสูงกว่าตำรับควบคุม เติมปุ๋ยเคมี และเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุอาหาร แต่ไม่ แตกต่างกับตำรับทดลองที่เติมธาตุอาหารอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณนิกเกิลจากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนร่วมกันธาตุอาหารสูงกว่าตำรับควบคุม เติมปุ๋ยเคมี และเติมปุ๋ยเคมีรวมกับธาตุอาหาร แต่ไม่แตกต่างกับตำรับทดลองที่เติมธาตุอาหารอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนปริมาณนิกเกิลจาก

ต่ำรับทดลองที่เติมเฉพาะกากตะกอนต่ำกว่าต่ำรับทดลองที่เติมธาตุอาหาร แต่ไม่แตกต่างกับต่ำรับควบคุม เติมปุ๋ยเคมี และเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุอาหารอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณตะกั่วและแคดเมียมจากต่ำรับทดลองที่เติมเฉพาะกากตะกอนและเติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหาร ไม่แตกต่างกับต่ำรับทดลองทั้ง 4 อย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อพิจารณาปริมาณโลหะหนักจากต่ำรับทดลองที่เติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักทั้ง 4 ระดับร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร จะเห็นได้อย่างเด่นชัดว่าปริมาณสังกะสีในดินสูงขึ้นตามปริมาณเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักที่เติมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับปริมาณทองแดงแนวโน้มสูงขึ้น แม้จะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทุกค่าตัวเลข เช่นเดียวกับในดินหลังปลูกผักคะน้า ส่วนเหล็ก แมงกานีส นิกเกิล ตะกั่ว และแคดเมียม ไม่แสดงแนวโน้มที่ชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักจากต่ำรับทดลองที่เติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักทั้ง 4 ระดับร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร กับต่ำรับทดลองทั้ง 4 คือ ต่ำรับควบคุม เติมธาตุอาหาร เติมปุ๋ยเคมี และเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุอาหาร พบว่าปริมาณสังกะสีจากต่ำรับทดลองที่เติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนัก 4 ระดับร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารสูงกว่าต่ำรับต่ำรับทดลองทั้ง 4 อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนปริมาณนิกเกิลและแคดเมียมจากต่ำรับทดลองที่เติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร บางต่ำรับทดลองมีปริมาณสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญและบางต่ำรับทดลองมีแนวโน้มสูงกว่าแม้จะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับเหล็ก แมงกานีส ทองแดง และตะกั่ว ไม่แสดงแนวโน้มที่ชัดเจน โดยปริมาณเหล็กและแมงกานีสมีค่าต่ำกว่าต่ำรับควบคุม เติมธาตุอาหาร และเติมปุ๋ยเคมี แต่ไม่แตกต่างกับต่ำรับทดลองที่เติมปุ๋ยร่วมกับธาตุอาหารอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณทองแดงจากต่ำรับทดลองที่เติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 4 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารเท่านั้นที่สูงกว่าต่ำรับทดลองทั้ง 4 อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนปริมาณทองแดงจากต่ำรับทดลองที่เติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 1 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารต่ำกว่าต่ำรับทดลองที่เติมธาตุอาหารอย่างมีนัยสำคัญ และสำหรับตะกั่วพบว่าปริมาณตะกั่วจากต่ำรับทดลองที่เติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 2-4 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารไม่แตกต่างกับต่ำรับทดลองทั้ง 4 อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนปริมาณตะกั่วจากต่ำรับทดลองที่เติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 1 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารไม่แตกต่างกับต่ำรับควบคุมแต่ต่ำกว่าต่ำรับทดลองที่เติมธาตุอาหาร เติมปุ๋ยเคมี และเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุอาหารอย่างมีนัยสำคัญ หากเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักจากต่ำรับทดลองที่เติมกากตะกอนและเติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหารกับต่ำรับทดลองที่เติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักทั้ง 4 ระดับร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร พบว่า ปริมาณเหล็กจากต่ำรับทดลองที่เติมกากตะกอน และ

เติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหาร ไม่แตกต่างกับต้ารับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 1 และ 4 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร แต่สูงกว่าต้ารับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 3 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารอย่างมีนัยส้าคัญ ส่วนปริมาณเหล็กจากต้ารับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 2 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารไม่แตกต่างกับต้ารับทดลองที่เติมเฉพาะกากตะกอน แต่ต้ากว่าต้ารับทดลองที่เติมทั้งกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหารอย่างมีนัยส้าคัญ ปริมาณแมงกานีสจากต้ารับทดลองที่เติมกากตะกอน และเติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหารไม่แตกต่างกับต้ารับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักทั้ง 4 ระดับร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารอย่างมีนัยส้าคัญ ปริมาณสังกะสีจากต้ารับทดลองที่เติมกากตะกอน และเติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหารต้ากว่าต้ารับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 4 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร แต่สูงกว่าต้ารับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 1 และ 2 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารอย่างมีนัยส้าคัญ ส่วนปริมาณสังกะสีจากต้ารับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 3 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร ไม่แตกต่างกับต้ารับทดลองที่เติมเฉพาะกากตะกอน แต่ต้ากว่าต้ารับทดลองที่เติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหารอย่างมีนัยส้าคัญ ปริมาณทองแดงจากต้ารับทดลองที่เติมกากตะกอนสูงกว่าต้ารับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 1 และ 2 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร แต่ต้ากว่าต้ารับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับ 3 และ 4 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารอย่างมีนัยส้าคัญ ส่วนปริมาณทองแดงจากต้ารับทดลองที่เติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหารสูงกว่าต้ารับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักทั้ง 4 ระดับร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารอย่างมีนัยส้าคัญ ปริมาณนิกเกิลจากต้ารับทดลองที่เติมกากตะกอนต้ากว่าต้ารับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 1-3 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารแต่ไม่แตกต่างกับต้ารับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 4 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารอย่างมีนัยส้าคัญ ส่วนปริมาณนิกเกิลจากต้ารับทดลองที่เติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหารไม่แตกต่างกับต้ารับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 1-3 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร แต่สูงกว่าต้ารับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 4 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารอย่างมีนัยส้าคัญ ปริมาณตะกั่วจากต้ารับทดลองที่เติมกากตะกอนและเติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหารไม่แตกต่างกับต้ารับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 2-4 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารอย่างมีนัยส้าคัญ ส่วนปริมาณตะกั่วจากต้ารับทดลองที่เติมกากตะกอนสูงกว่าต้ารับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 1 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารซึ่งไม่แตกต่างกับต้ารับทดลองที่เติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหารอย่างมีนัยส้าคัญ และส้าหรับปริมาณ



รูปที่ 4.1 ผลของการเติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนัก (4 ระดับ) ต่อปริมาณโลหะหนักสัมพัทธ์ในดินหลังปลูกผักคะน้าและผักกาดหอมฤดูเก็บเกี่ยวที่หนึ่ง

หมายเหตุ 1) ----- หมายถึงปริมาณโลหะหนักในดินหลังปลูกผักคะน้า ——— หมายถึงปริมาณโลหะหนักในดินหลังปลูกผักกาดหอม

2) กำหนดปริมาณโลหะหนักในดินจากการเติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนัก ระดับที่ 4 เท่ากับ 100 %

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แคดเมียมจากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนและเติมกากตะกอนร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารไม่แตกต่างกับตำรับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 1 และ 2 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารแต่ต่ำกว่าตำรับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 3 และ 4 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร

ผลของการเติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักทั้ง 4 ระดับ ต่อปริมาณโลหะหนักสัมพัทธ์ในดินหลังปลูกพืชทั้ง 2 ชนิดในฤดูเก็บเกี่ยวที่หนึ่ง แสดงไว้ในรูปที่ 4.1 ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณสังกะสีในดินหลังปลูกพืชทั้ง 2 ชนิด มีอัตราเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณการเติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักจากระดับที่ 1-4 อย่างเด่นชัดเมื่อเปรียบเทียบกับโลหะหนักอื่น ๆ และจากตารางที่ 4.2 และตารางที่ 4.3 พบว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณสังกะสีในดินนั้นมีนัยสำคัญทั้งปริมาณในดินหลังปลูกผักคะน้าและผักกาดหอม สำหรับปริมาณทองแดงและแคดเมียมในดินหลังปลูกพืชทั้ง 2 ชนิดรวมทั้งปริมาณตะกั่วในดินหลังปลูกผักคะน้า แสดงแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณการเติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักแม้ว่าบางตำรับทดลองจะมีปริมาณไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนปริมาณตะกั่วในดินหลังปลูกผักกาดหอม ตลอดจนปริมาณเหล็ก แมงกานีส และนิกเกิล ในดินหลังปลูกพืชทั้ง 2 ชนิด ไม่แสดงแนวโน้มที่ชัดเจน

4.3 ปริมาณโลหะหนักในพืช

จากการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในราก (root) และส่วนบริโภคได้ (edible part) ของผักคะน้าและผักกาดหอม ปรากฏว่าตรวจพบ เหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดงทั้งในรากและส่วนบริโภคได้ของพืชทั้ง 2 ชนิด ส่วนนิกเกิล ตะกั่ว และแคดเมียม มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถวิเคราะห์ปริมาณได้ เนื่องจากรากพืชที่ได้จากแต่ละหน่วยทดลองมีปริมาณน้อยในการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักจึงต้องนำรากจากหน่วยทดลองทั้ง 3 ซ้ำมารวมกันเป็นตัวอย่างรวม (Composite Sample) ทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของข้อมูลทางสถิติได้ ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในพืชทั้ง 2 ชนิด มีดังนี้

4.3.1 ปริมาณโลหะหนักในผักคะน้า

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในรากและส่วนบริโภคได้ของผักคะน้าในฤดู

ตารางที่ 4.4 ปริมาณโลหะหนักในราก (root) ของผักคะน้าถดูเก็บเกี่ยวที่หนึ่ง

ตำรับทดลอง	ปริมาณโลหะหนัก (ppm.)						
	เหล็ก	แมงกานีส	สังกะสี	ทองแดง	นิกเกิล	ตะกั่ว	แคดเมียม
ควบคุม	127.73	7.99	95.32	12.53	Tr.	Tr.	Tr.
ธาตุอาหาร	188.14	8.72	78.07	11.75	Tr.	Tr.	Tr.
ปุ๋ยเคมี	139.28	7.84	59.47	12.89	Tr.	Tr.	Tr.
ปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร	133.49	8.05	60.33	14.17	Tr.	Tr.	Tr.
กากตะกอน	128.20	7.74	58.28	15.83	Tr.	Tr.	Tr.
กากตะกอนและธาตุอาหาร	112.18	7.87	71.62	12.75	Tr.	Tr.	Tr.
โลหะหนักระดับที่ 1#	171.47	9.13	61.21	14.17	Tr.	Tr.	Tr.
โลหะหนักระดับที่ 2#	154.59	10.22	82.45	10.72	Tr.	Tr.	Tr.
โลหะหนักระดับที่ 3#	179.44	12.32	100.92	12.52	Tr.	Tr.	Tr.
โลหะหนักระดับที่ 4#	215.87	14.87	130.31	15.91	Tr.	Tr.	Tr.
ค่าเฉลี่ย	155.04	9.48	79.80	13.32	-	-	-

หมายเหตุ 1) # หมายถึง ได้เติมปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารในตำรับทดลองนั้นด้วย

2) เนื่องจากรากพืชที่ได้จากแต่ละหน่วยทดลองมีปริมาณน้อย ในการวิเคราะห์โลหะหนักในราก จึงต้องนำเอารากจากหน่วยทดลองทั้ง 3 ซ้ำมารวมกันเป็นตัวอย่างรวม (Composite sample) ทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของข้อมูลทางสถิติได้

3) Tr. หมายถึง มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบ

ตารางที่ 4.5 ปริมาณโลหะหนักในส่วนบริโภคได้ (edible part) ของผักคะน้าถูกเก็บเกี่ยวที่หนึ่ง

สำหรับทดลอง	ปริมาณโลหะหนัก (ppm.)						
	เหล็ก	แมงกานีส	สังกะสี	ทองแดง	นิกเกิล	ตะกั่ว	แคดเมียม
ควบคุม	178.27	12.99^{bc}	55.94^{c}	11.70	Tr.	Tr.	Tr.
ธาตุอาหาร	226.77	11.03^{c}	51.00^{c}	12.63	Tr.	Tr.	Tr.
ปุ๋ยเคมี	192.07	11.89^{bc}	61.10^{c}	10.40	Tr.	Tr.	Tr.
ปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร	165.33	12.35^{bc}	53.73^{c}	6.62	Tr.	Tr.	Tr.
กากตะกอน	166.07	13.42^{bc}	70.40^{bc}	7.84	Tr.	Tr.	Tr.
กากตะกอนและธาตุอาหาร	113.90	12.27^{bc}	72.16^{bc}	7.26	Tr.	Tr.	Tr.
โลหะหนักระดับที่ $1^{\#}$	204.27	15.37^{bc}	62.12^{c}	8.99	Tr.	Tr.	Tr.
โลหะหนักระดับที่ $2^{\#}$	134.47	15.23^{bc}	70.85^{bc}	9.57	Tr.	Tr.	Tr.
โลหะหนักระดับที่ $3^{\#}$	155.60	18.67^{ab}	88.02^{b}	6.73	Tr.	Tr.	Tr.
โลหะหนักระดับที่ $4^{\#}$	247.53	24.54^{a}	110.30^{a}	9.57	Tr.	Tr.	Tr.
ค่าเฉลี่ย	178.43	14.78	69.56	9.13	-	-	-
F-Value	2.37^{ns}	3.69^{**}	6.13^{**}	2.31^{ns}	-	-	-
% C.V.	25.65	24.97	18.10	25.71	-	-	-

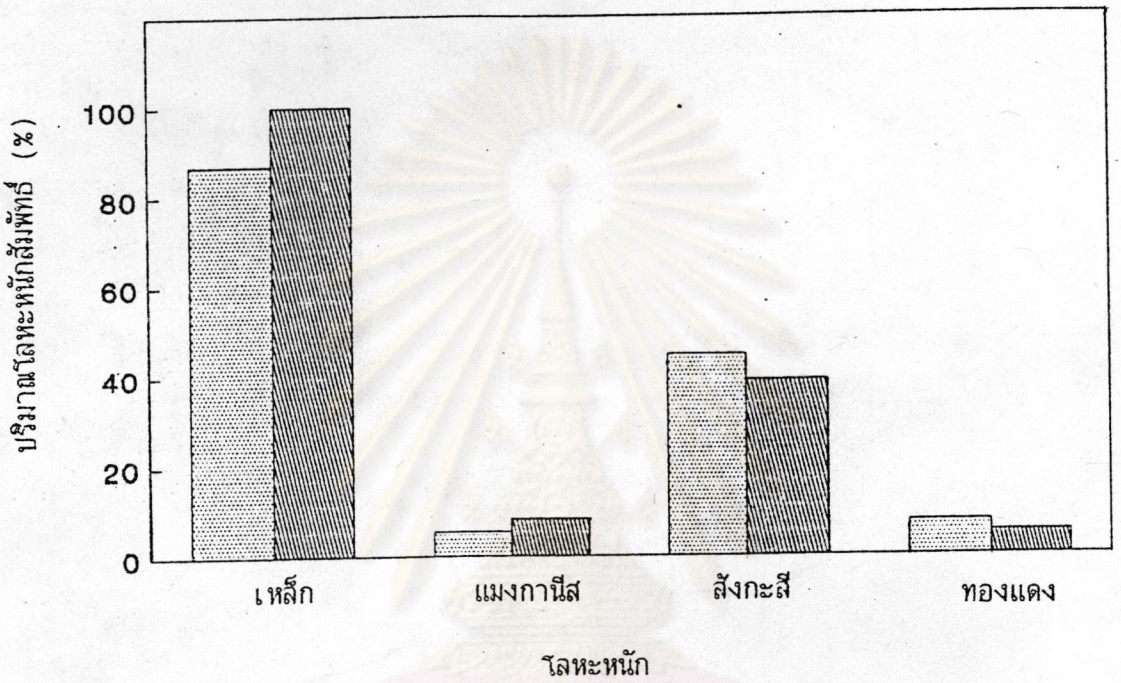
หมายเหตุ 1) # หมายถึง ได้เติมปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารในสำหรับทดลองนั้นด้วย

2) ** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99%

3) ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละสดมภ์แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99% ตามวิธีการ DMPT

4) ns หมายถึง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

5) Tr. หมายถึง มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบ



รูปที่ 4.2 เปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักเฉลี่ยในราก (root) และส่วนบริโภคได้ (edible part) ของผักคะน้าฤดูเก็บเกี่ยวที่หนึ่ง

หมายเหตุ 1) หมายถึงปริมาณโลหะหนักในราก
หมายถึงปริมาณโลหะหนักในส่วนบริโภคได้

2) กำหนดปริมาณเหล็กในส่วนที่บริโภคได้เท่ากับ 100 %

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เก็บเกี่ยวที่หนึ่ง แสดงไว้ดังตารางที่ 4.4 และตารางที่ 4.5 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของปริมาณโลหะหนักที่วิเคราะห์ได้ในรากพบว่าเหล็กมีปริมาณสูงที่สุด รองลงมาได้แก่สังกะสี ทองแดง และแมงกานีส ตามลำดับ หากพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของปริมาณโลหะหนักที่วิเคราะห์ได้ในส่วนบริโภคได้ พบว่าเหล็กมีปริมาณสูงสุด รองลงมาได้แก่ สังกะสี แมงกานีส และทองแดง ตามลำดับ ถ้าพิจารณาโดยภาพรวมแล้วพบว่าส่วนบริโภคได้ของผักคะน้ามีปริมาณเหล็กและแมงกานีสสูงกว่าราก แต่รากมีปริมาณสังกะสีและทองแดงสูงกว่าส่วนบริโภคได้ (รูปที่ 4.2)

ถ้าพิจารณาปริมาณโลหะหนักในส่วนบริโภคได้ของผักคะน้า พบว่าปริมาณแมงกานีสและสังกะสี ที่วิเคราะห์ได้จากแต่ละตำรับทดลองมีนัยสำคัญทางสถิติ 99% ส่วนปริมาณเหล็กและทองแดงไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% เมื่อพิจารณาปริมาณแมงกานีสและสังกะสีในส่วนบริโภคได้ของผักคะน้า พบว่าปริมาณแมงกานีสในส่วนบริโภคได้ของผักคะน้าจากตำรับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 4 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารมีแนวโน้มสูงกว่าตำรับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 3 แม้ว่าจะไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่สูงกว่าตำรับทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ สำหรับตำรับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 3 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารมีปริมาณแมงกานีสสูงกว่าตำรับทดลองที่เติมธาตุอาหารอย่างมีนัยสำคัญ และมีแนวโน้มสูงกว่าตำรับทดลองอื่น ๆ แม้จะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และทุกตำรับทดลองเว้นตำรับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 3 และ 4 ร่วมกับปุ๋ยและธาตุอาหาร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนปริมาณสังกะสีในส่วนบริโภคได้ของผักคะน้าจากตำรับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 4 มีค่าสูงสุด และแตกต่างจากทุกตำรับทดลองอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนตำรับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 3 มีแนวโน้มสูงกว่าตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน เติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหาร และเติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 2 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารแต่สูงกว่าตำรับทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ และทุกตำรับทดลองเว้นตำรับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 3 และ 4 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

4.3.2 ปริมาณโลหะหนักในผักกาดหอม

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในรากและส่วนบริโภคได้ของผักกาดหอมฤดูเก็บเกี่ยวที่หนึ่ง แสดงไว้ในตารางที่ 4.6 และตารางที่ 4.7 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากค่า

ตารางที่ 4.6 ปริมาณโลหะหนักในราก (root) ของผักคะน้าถดูเก็บเกี่ยวที่หนึ่ง

ตำรับทดลอง	ปริมาณโลหะหนัก (ppm.)						
	เหล็ก	แมงกานีส	สังกะสี	ทองแดง	นิกเกิล	ตะกั่ว	แคดเมียม
ควบคุม	317.32	15.25	139.15	21.17	- Tr.	Tr.	Tr.
ธาตุอาหาร	377.38	14.67	120.95	19.04	Tr.	Tr.	Tr.
ปุ๋ยเคมี	489.72	16.10	127.08	18.48	Tr.	Tr.	Tr.
ปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร	410.43	14.48	106.62	22.86	Tr.	Tr.	Tr.
กากตะกอน	497.68	16.82	135.87	21.52	Tr.	Tr.	Tr.
กากตะกอนและธาตุอาหาร	385.79	13.41	118.15	22.17	Tr.	Tr.	Tr.
โลหะหนักระดับที่ 1#	358.29	12.09	129.23	17.03	Tr.	Tr.	Tr.
โลหะหนักระดับที่ 2#	361.13	13.73	102.97	16.02	Tr.	Tr.	Tr.
โลหะหนักระดับที่ 3#	402.73	15.39	147.51	21.94	Tr.	Tr.	Tr.
โลหะหนักระดับที่ 4#	395.81	16.10	167.09	20.56	Tr.	Tr.	Tr.
ค่าเฉลี่ย	399.63	14.80	129.46	20.08	-	-	-

หมายเหตุ 1) # หมายถึง ได้เติมปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารในตำรับทดลองนั้นด้วย

2) เนื่องจากรากพืชที่ได้จากแต่ละหน่วยทดลองมีปริมาณน้อย ในการวิเคราะห์โลหะหนักในราก จึงต้องนำเอารากจากหน่วยทดลองทั้ง 3 ซ้ำมารวมกันเป็นตัวอย่างรวม (Composite sample) ทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของข้อมูลทางสถิติได้

3) Tr. หมายถึง มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.7 ปริมาณโลหะหนักในส่วนบริโภคได้ (edible part) ของผักกาดหอมถดูเก็บเกี่ยวที่หนึ่ง

ตำรับทดลอง	ปริมาณโลหะหนัก (ppm.)						
	เหล็ก	แมงกานีส	สังกะสี	ทองแดง	นิกเกิล	ตะกั่ว	แคดเมียม
ควบคุม	430.77	20.53^{ab}	117.31^{bc}	16.75	Tr.	Tr.	Tr.
ธาตุอาหาร	355.37	15.51^{cd}	107.88^{c}	13.94	Tr.	Tr.	Tr.
ปุ๋ยเคมี	575.90	22.08^{a}	129.25^{abc}	19.63	Tr.	Tr.	Tr.
ปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร	448.14	15.99^{cd}	133.82^{abc}	14.83	Tr.	Tr.	Tr.
กากตะกอน	662.14	22.02^{a}	143.82^{ab}	13.73	Tr.	Tr.	Tr.
กากตะกอนและธาตุอาหาร	564.53	17.50^{bcd}	134.19^{abc}	15.31	Tr.	Tr.	Tr.
โลหะหนักระดับที่ 1#	352.46	14.67^{d}	130.85^{abc}	12.63	Tr.	Tr.	Tr.
โลหะหนักระดับที่ 2#	360.46	16.37^{cd}	131.93^{abc}	15.75	Tr.	Tr.	Tr.
โลหะหนักระดับที่ 3#	494.87	18.28^{bc}	153.88^{a}	18.15	Tr.	Tr.	Tr.
โลหะหนักระดับที่ 4#	408.70	17.71^{bcd}	159.84^{a}	15.26	Tr.	Tr.	Tr.
ค่าเฉลี่ย	461.33	18.07	134.28	15.60	-	-	-
F-value	1.20^{ns}	6.65**	2.54*	1.62^{ns}	-	-	-
% C.V.	33.82	9.88	12.51	18.33	-	-	-

หมายเหตุ 1) # หมายถึง ได้เติมปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารในตำรับทดลองนั้นด้วย

2) * และ ** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% และ 99% ตามลำดับ

3) ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ตามวิธีการ DMRT

4) ns หมายถึง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

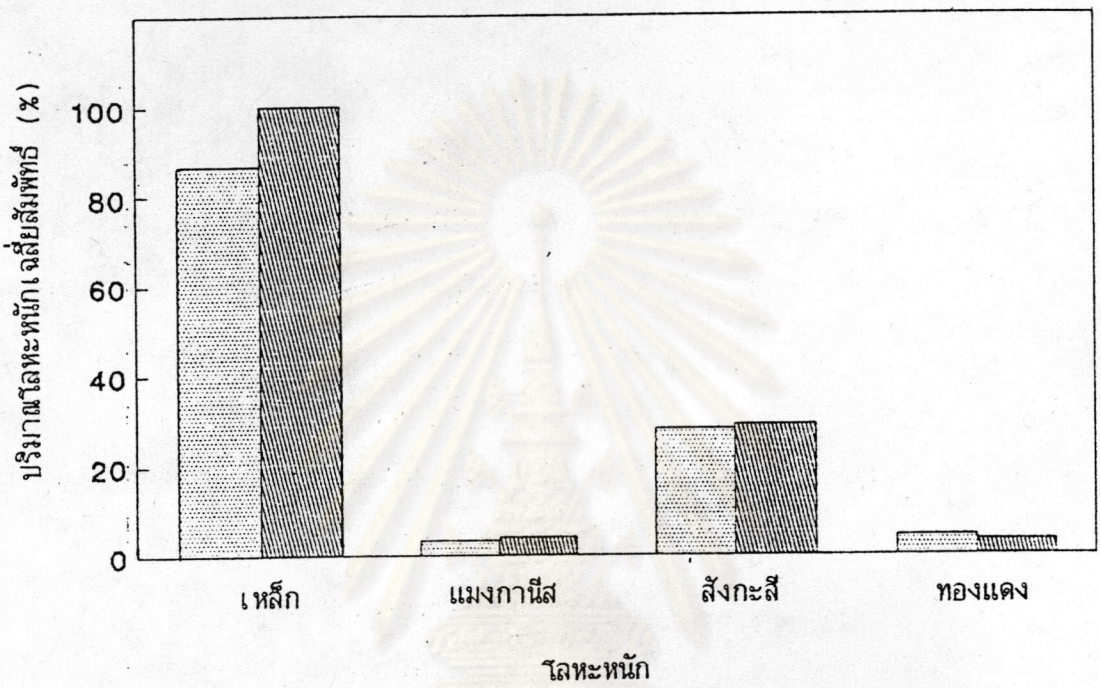
5) Tr. หมายถึง มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบ

เฉลี่ยของปริมาณโลหะหนักที่วิเคราะห์ได้ในราก พบว่าเหล็กมีปริมาณสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ สังกะสี ทองแดง และแมงกานีส ตามลำดับ เช่นเดียวกับในรากผักคะน้า และเมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของปริมาณโลหะหนักที่วิเคราะห์ได้ในส่วนบริโภคได้พบว่าเหล็กมีปริมาณสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ สังกะสี แมงกานีส และทองแดง เช่นเดียวกับในส่วนบริโภคได้ของผักคะน้า ถ้าพิจารณาโดยภาพรวมพบว่า ส่วนบริโภคได้ของผักกาดหอมมีปริมาณเหล็ก แมงกานีส และสังกะสี สูงกว่าราก แต่รากมีปริมาณทองแดงสูงกว่าส่วนบริโภคได้ (รูปที่ 4.3)

ถ้าพิจารณาปริมาณโลหะหนักในส่วนบริโภคได้ของผักกาดหอมพบว่าปริมาณแมงกานีสและสังกะสีที่วิเคราะห์ได้จากแต่ละตำรับทดลองมีนัยสำคัญทางสถิติตั้งแต่ 95% ขึ้นไป ส่วนเหล็กและทองแดงไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% เมื่อพิจารณาปริมาณแมงกานีสและสังกะสีในส่วนบริโภคได้ของผักกาดหอมพบว่า ปริมาณแมงกานีสจากตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมี และเติมกากตะกอนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีแนวโน้มสูงกว่าตำรับควบคุมแต่สูงกว่าทุกตำรับทดลองอย่างมีนัยสำคัญ ตำรับทดลองที่เติมธาตุอาหาร เติมปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุอาหาร เติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหาร และเติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 1, 2 และ 4 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารมีปริมาณแมงกานีสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณสังกะสีในส่วนบริโภคได้ของผักกาดหอมจากตำรับทดลองที่เติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 4 ร่วมกับปุ๋ยและธาตุอาหารมีปริมาณสูงที่สุด และสูงกว่าตำรับควบคุม และเติมธาตุอาหาร แต่ไม่แตกต่างกับตำรับทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ

หากเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในผักทั้ง 2 ชนิด พบว่าผักกาดหอมมีปริมาณโลหะหนักคือ เหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดง สูงกว่าผักคะน้าทั้งในรากและส่วนบริโภคได้ (รูปที่ 4.4 และรูปที่ 4.5)

จากรูปที่ 4.6 ซึ่งแสดงผลของการเติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักทั้ง 4 ระดับต่อปริมาณแมงกานีสและสังกะสีในส่วนบริโภคได้ของผักทั้ง 2 ชนิด จะเห็นได้ว่าปริมาณสังกะสีแสดงแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามการเติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักตั้งแต่ระดับที่ 1-4 ทั้งในผักคะน้าและผักกาดหอม แม้ว่าปริมาณสังกะสีในแต่ละตำรับทดลองที่เติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 1-4 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม (ตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.6) ส่วนแมงกานีสไม่แสดงแนวโน้มที่ชัดเจน



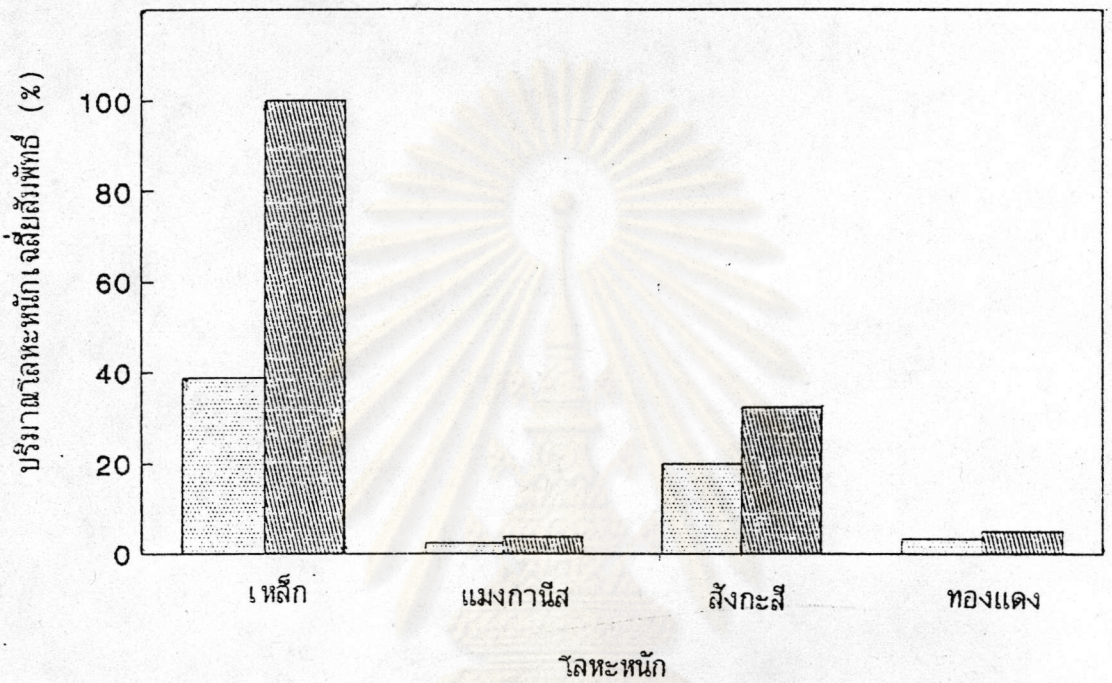
รูปที่ 4.3 เปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักเฉลี่ยในราก (root) และส่วนบริโภคได้ (edible part) ของผักกาดหอมฤดูเก็บเกี่ยวที่หนึ่ง

หมายเหตุ 1) หมายถึงปริมาณโลหะหนักในราก

หมายถึงปริมาณโลหะหนักในส่วนบริโภคได้

2) กำหนดปริมาณเหล็กในส่วนที่บริโภคได้เท่ากับ 100%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

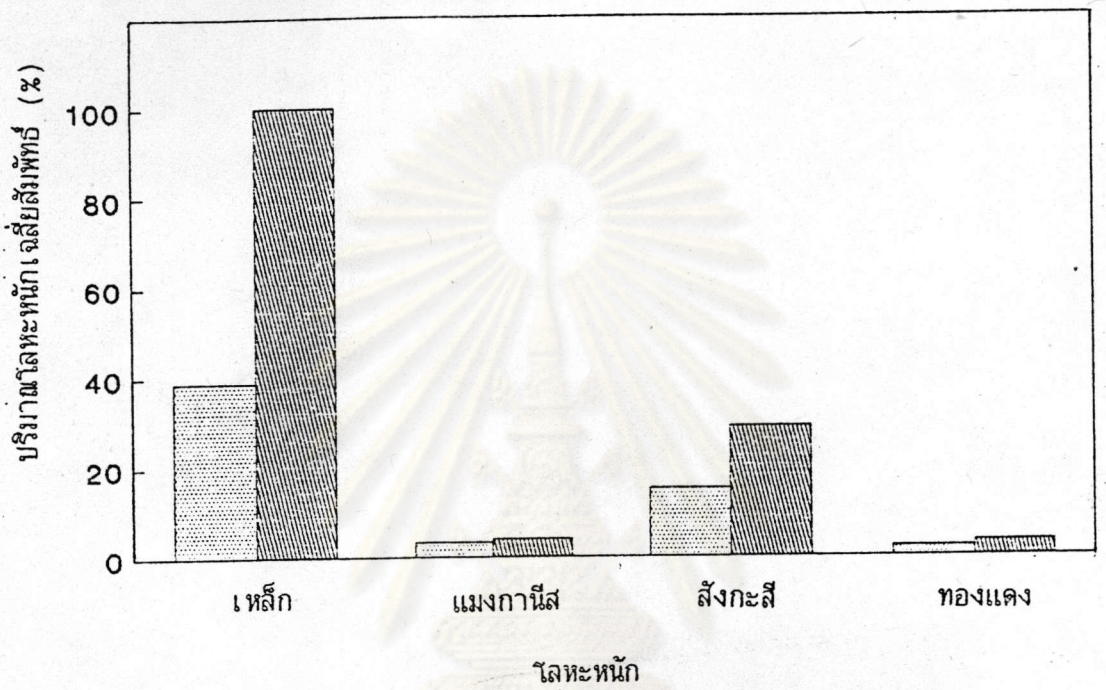


รูปที่ 4.4 เปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักเฉลี่ยในราก (root) ของผักคะน้าและผักกาดหอมในฤดูเก็บเกี่ยวที่หนึ่ง

หมายเหตุ 1) หมายถึงปริมาณโลหะหนักในรากผักคะน้า

หมายถึงปริมาณโลหะหนักในรากผักกาดหอม

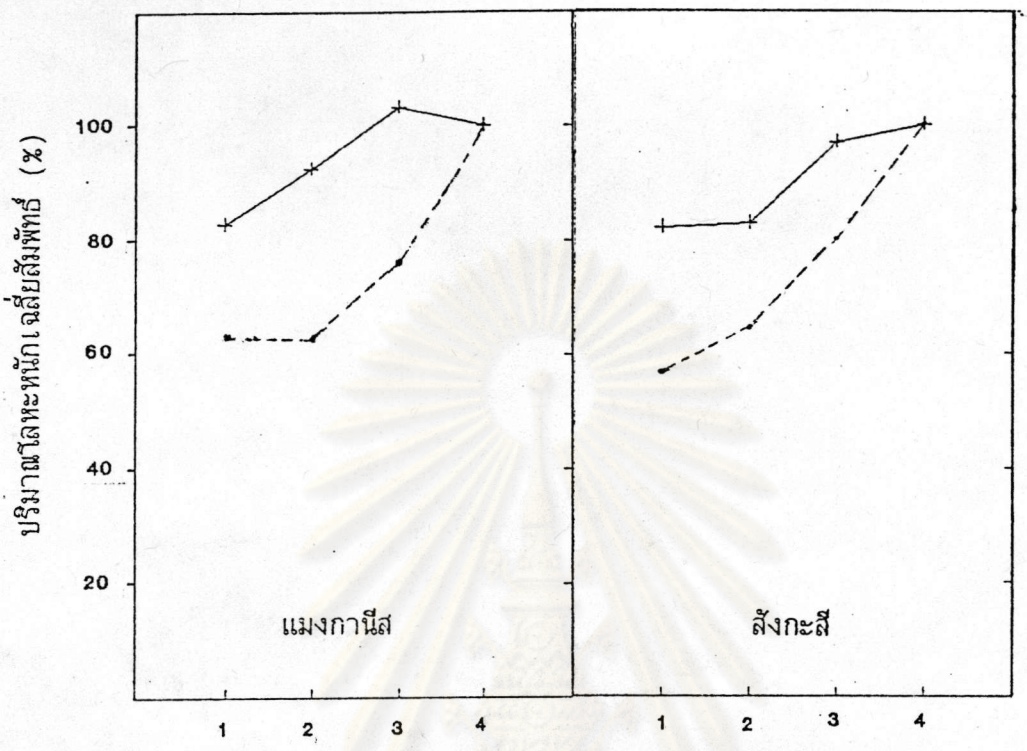
2) กำหนดปริมาณเหล็กในรากผักกาดหอมเท่ากับ 100%



รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักเฉลี่ยในส่วนบริโภคได้ (edible part) ของผักคะน้าและผักกาดหอมในฤดูเก็บเกี่ยวที่หนึ่ง

หมายเหตุ 1) หมายถึงปริมาณโลหะหนักในส่วนบริโภคได้ของผักคะน้า
หมายถึงปริมาณโลหะหนักในส่วนบริโภคได้ของผักกาดหอม

2) กำหนดปริมาณเหล็กในส่วนที่บริโภคได้ของผักกาดหอมเท่ากับ 100%



รูปที่ 4.6 ผลของการเติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนัก (4 ระดับ) ต่อปริมาณแมงกานีสและสังกะสีในส่วนที่บริโภคได้ (edible part) ของผักคะน้าและผักกาดหอม

หมายเหตุ 1) _____ หมายถึงปริมาณโลหะหนักในส่วนที่บริโภคได้ (edible part) ของผักคะน้า

_____ หมายถึงปริมาณโลหะหนักในส่วนที่บริโภคได้ (edible part) ของผักกาดหอม

2) กำหนดปริมาณโลหะหนักในส่วนบริโภคได้ของพืชจากการเติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 4 เท่ากับ 100 %

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4 ผลผลิตพืช

ผลผลิตทั้งหมดในรูปน้ำหนักแห้งของผักคะน้าและผักกาดหอมในฤดูเก็บเกี่ยวที่หนึ่งและที่สอง แสดงไว้ดังตารางที่ 4.8 - 4.11 สำหรับผลผลิตของทั้งผักคะน้าและผักกาดหมอจากแต่ละตำรับทดลองในฤดูเก็บเกี่ยวที่หนึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ส่วนผลผลิตของพืชทั้ง 2 ชนิด ในฤดูเก็บเกี่ยวที่สองมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99% รายละเอียดของผลผลิตพืชทั้ง 2 ชนิด มีดังต่อไปนี้

4.4.1 ผลผลิตผักคะน้า

ผลผลิตทั้งหมดในรูปน้ำหนักแห้งของผักคะน้าในฤดูเก็บเกี่ยวที่หนึ่งและที่สอง แสดงไว้ดังตารางที่ 4.8 และตารางที่ 4.9 ตามลำดับ เนื่องจากผลผลิตผักคะน้าของแต่ละตำรับทดลองในฤดูเก็บเกี่ยวที่หนึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% จึงไม่อาจพิจารณาความแตกต่างของผลผลิตจากแต่ละตำรับดทลองได้ชัดเจน หากพิจารณาผลผลิตผักคะน้าในฤดูเก็บเกี่ยวที่สองซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ 99% พบว่าผลผลิตผักคะน้าจากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหารสูงที่สุด และไม่แตกต่างกับตำรับทดลองที่เติมเฉพาะกากตะกอน และเติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 4 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร แต่สูงกว่าตำรับทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลผลิตผักคะน้าจากตำรับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักทั้ง 4 ระดับร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารไม่แตกต่างกันแต่สูงกว่าตำรับควบคุม เติมธาตุอาหาร และเติมปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญ และมีแนวโน้มสูงกว่าตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุอาหาร ผลผลิตผักคะน้าจากตำรับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 1, 3 และ 4 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร ไม่แตกต่างกับตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนอย่างมีนัยสำคัญ ผลผลิตผักคะน้าจากตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร มีแนวโน้มสูงกว่าตำรับทดลองที่เติมเฉพาะปุ๋ยเคมี และเติมธาตุอาหารตามลำดับ แต่สูงกว่าตำรับควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับผลผลิตผักคะน้าจากตำรับควบคุมและเติมธาตุอาหารไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตผักคะน้าในฤดูเก็บเกี่ยวที่หนึ่งและที่สอง พบว่าผลผลิตผักคะน้าในฤดูเก็บเกี่ยวที่สองสูงกว่าในฤดูเก็บเกี่ยวที่หนึ่งอย่างชัดเจน (รูปที่ 4.7)

ตารางที่ 4.8 ผลผลิตทั้งหมดในรูปน้ำหนักแห้งของผักคะน้าถูเก็บเกี่ยวที่หนึ่ง

สำรับทดลอง	น้ำหนักแห้งทั้งหมด (กรัม)
ควบคุม	2.30
ธาตุอาหาร	2.38
ปุ๋ยเคมี	2.51
ปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร	3.05
กากตะกอน	2.53
กากตะกอนและธาตุอาหาร	2.91
โลหะหนักระดับที่ 1#	2.53
โลหะหนักระดับที่ 2#	2.34
โลหะหนักระดับที่ 3#	2.45
โลหะหนักระดับที่ 4#	2.41
ค่าเฉลี่ย	2.54
F-Value	1.54^{ns}
% C.V.	13.52

หมายเหตุ 1) # หมายถึง ได้เติมปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารในสำรับทดลองนั้นด้วย

2) เปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ยของผักคะน้า 87.93

3) ns หมายถึง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

ตารางที่ 4.9 ผลผลิตทั้งหมดในรูปน้ำหนักแห้งของผักคะน้าถดูเก็บเกี่ยวที่สอง

ตำรับทดลอง	น้ำหนักแห้งทั้งหมด (กรัม)
ควบคุม	2.61^{f}
ธาตุอาหาร	3.32^{ef}
ปุ๋ยเคมี	3.49^{e}
ปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร	3.90^{de}
กากตะกอน	5.23^{ab}
กากตะกอนและธาตุอาหาร	5.67^{a}
โลหะหนักระดับที่ 1#	4.46^{bcd}
โลหะหนักระดับที่ 2#	4.12^{cde}
โลหะหนักระดับที่ 3#	4.50^{bcd}
โลหะหนักระดับที่ 4#	4.90^{abc}
ค่าเฉลี่ย	4.22
F-Value	11.46^{**}
% C.V.	11.27

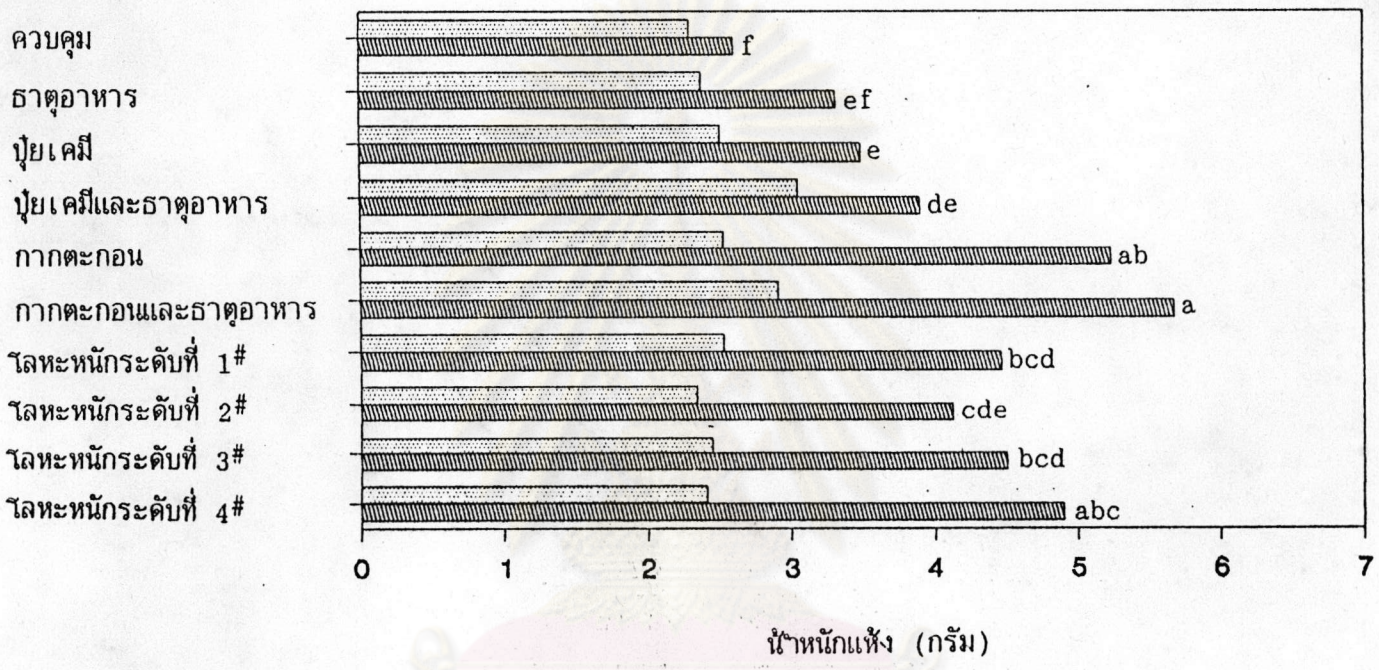
หมายเหตุ 1) # หมายถึง ได้เติมปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารในตำรับทดลองนั้นด้วย

2) เปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ยของผักคะน้า 89.84

3) ** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99%

4) ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99% ตามวิธีการ DMRT

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.7 เปรียบเทียบผลผลิตทั้งหมดในรูปน้ำหนักแห้งของผักคะน้าแต่ละตำรับทดลองในฤดูเก็บเกี่ยวที่หนึ่งและที่สอง

หมายเหตุ 1) ▨ หมายถึงฤดูเก็บเกี่ยวที่หนึ่ง ▨ หมายถึงฤดูเก็บเกี่ยวที่สอง

2) # หมายถึงได้เติมปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารในตำรับทดลองนั้นด้วย

3) ตัวอักษรที่ต่างกันในกราฟแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99 %

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.10 ผลผลิตทั้งหมดในรูปน้ำหนักแห้งของผักกาดหอมกดูเก็บเกี่ยวที่หนึ่ง

ตำรับทดลอง	น้ำหนักแห้งทั้งหมด (กรัม)
ควบคุม	1.21
ธาตุอาหาร	1.55
ปุ๋ยเคมี	1.59
ปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร	1.84
กากตะกอน	1.96
กากตะกอนและธาตุอาหาร	1.84
โลหะหนักระดับที่ 1#	2.04
โลหะหนักระดับที่ 2#	1.72
โลหะหนักระดับที่ 3#	1.50
โลหะหนักระดับที่ 4#	1.79
ค่าเฉลี่ย	1.70
F-Value	2.11^{ns}
% C.V.	17.25

หมายเหตุ 1) # หมายถึง ได้เติมปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารในตำรับทดลองนั้นด้วย

2) เปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ยของผักกาดหอม 91.33

3) ns หมายถึง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.11 ผลผลิตทั้งหมดในรูปน้ำหนักแห้งของผักกาดหอมถดูเก็บเกี่ยวที่สอง

ตำรับทดลอง	น้ำหนักแห้งทั้งหมด (กรัม)
ควบคุม	1.02[b]
ธาตุอาหาร	1.36[b]
ปุ๋ยเคมี	1.41[b]
ปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร	1.58[b]
กากตะกอน	2.43[a]
กากตะกอนและธาตุอาหาร	3.02[a]
โลหะหนักระดับที่ 1#	2.37[a]
โลหะหนักระดับที่ 2#	2.87[a]
โลหะหนักระดับที่ 3#	2.51[a]
โลหะหนักระดับที่ 4#	2.45[a]
ค่าเฉลี่ย	2.10
F-Value	12.20**
% C.V.	16.45

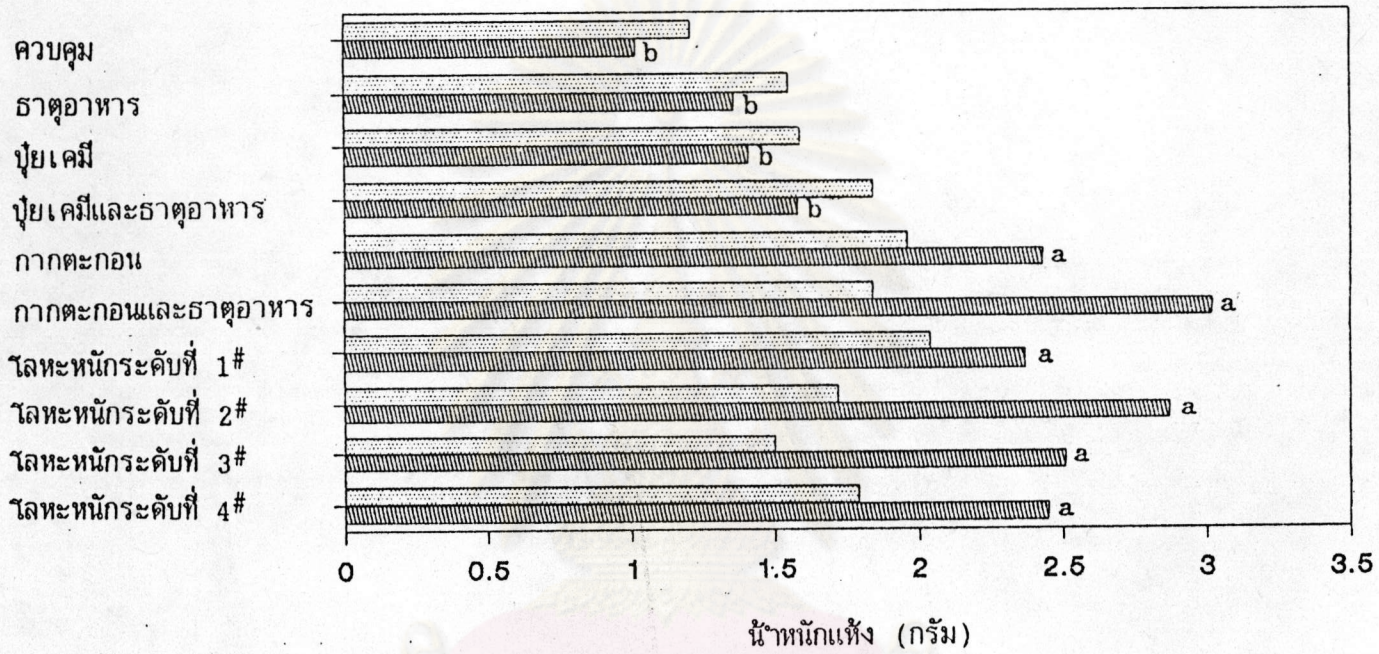
หมายเหตุ 1) # หมายถึง ได้เติมปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารในตำรับทดลองนั้นด้วย

2) เปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ยของผักกาดหอม 90.54

3) ** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99%

4) ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99% ตามวิธีการ DMRT

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.8 เปรียบเทียบผลผลิตทั้งหมดในรูปน้ำหนักแห้งของผักกาดหอมแต่ละตำรับทดลองในฤดูเก็บเกี่ยวที่หนึ่งและที่สอง

หมายเหตุ 1) ▒ หมายถึงฤดูเก็บเกี่ยวที่หนึ่ง ▒ หมายถึงฤดูเก็บเกี่ยวที่สอง

2) # หมายถึงได้เติมปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารในตำรับทดลองนั้นด้วย

3) ตัวอักษรที่ต่างกันในกราฟแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99 %

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4.2 ผลผลิตผักกาดหอม

ผลผลิตทั้งหมดในรูปน้ำหนักแห้งของผักกาดหอมในฤดูเก็บเกี่ยวที่หนึ่งและที่สอง แสดงไว้ดังตารางที่ 4.10 และตารางที่ 4.11 ตามลำดับ และเช่นเดียวกับผักคะน้า ผลผลิตผักกาดหอมในฤดูเก็บเกี่ยวที่หนึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% จึงพิจารณาผลผลิตของผักกาดหอมจากแต่ละตำรับทดลองในฤดูเก็บเกี่ยวที่สอง ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99% พบว่าผลผลิตผักกาดหอมจากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหารสูงที่สุดและไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลผลิตจากตำรับทดลองที่เติมเฉพาะกากตะกอนและเติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักทั้ง 4 ระดับร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร ส่วนผลผลิตผักกาดหอมจากตำรับควบคุม เติมธาตุอาหาร เติมปุ๋ยเคมี และเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุอาหาร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับ และตำรับทดลองทั้ง 4 นี้ต่ำกว่าตำรับทดลองที่เติมกากตะกอน เติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหาร และเติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักทั้ง 4 ระดับร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตผักกาดหอมในฤดูเก็บเกี่ยวที่หนึ่งและที่สอง พบว่าผลผลิตผักกาดหอมในฤดูเก็บเกี่ยวที่สองสูงกว่าฤดูเก็บเกี่ยวที่หนึ่งอย่างชัดเจน (รูปที่ 4.8) เช่นเดียวกับผลผลิตผักคะน้า

4.5 สมบัติทางเคมีของดินและกากตะกอนที่ใช้ทดลอง

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของทั้งดินและกากตะกอนที่ใช้ทดลอง แสดงไว้ดังตารางที่ 4.12 แต่สำหรับความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchange Capacity; CEC) วิเคราะห์เฉพาะดินที่ใช้ทดลองเท่านั้น จากตารางที่ 4.12 จะเห็นได้ว่าดินและกากตะกอนมีค่า pH และโปตัสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ไม่แตกต่างกัน แต่สำหรับสมบัติทางเคมีอื่น ๆ กากตะกอนมีค่าสูงกว่าดิน โดยเฉพาะอินทรีย์คาร์บอน อินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมด และแอมโมเนียม-ไนโตรเจน ของกากตะกอนมีค่าสูงกว่าดินอย่างเห็นได้ชัด

ตารางที่ 4.12 สมบัติทางเคมีของดินและกากตะกอนที่ใช้ทดลอง

สมบัติทางเคมี	ดิน	กากตะกอน
pH	6.79	6.62
อินทรีย์คาร์บอน (%)	0.88	16.07
อินทรีย์วัตถุ (%)	1.51	27.64
ไนโตรเจนทั้งหมด (ppm.)	1,115.00	19,803.00
แอมโมเนียมไนโตรเจน (ppm.)	33.26	889.13
ไนเตรตไนโตรเจน (ppm.)	28.01	47.51
ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้ (ppm.)	220.00	295.50
โปตัสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ppm.)	306.00	310.00
ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (มิลลิสมมูลย์/ 100 กรัมของดิน)	23.00	-

หมายเหตุ – หมายถึง ไม่ได้วิเคราะห์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.6 ระดับความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าแอมโมเนียมไนโตรเจน และค่าไนเตรตไนโตรเจนของดินระหว่างปลูกพืช

4.6.1 ระดับความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินระหว่างปลูกพืช

ผลการวัดค่า pH ในดินระหว่างปลูกผักคะน้าและผักกาดหอมในฤดูเพาะปลูกที่หนึ่งและที่สองของแต่ละตำรับทดลองทุก 2 สัปดาห์ แสดงไว้ดังตารางที่ 4.13-4.16

เมื่อพิจารณาถึงผลของตำรับทดลองต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของดินโดยภาพรวม พบว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่า pH เฉลี่ยตามตำรับทดลองของดินระหว่างปลูกผักคะน้าและผักกาดหอม โดยทั่วมีลักษณะเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือในฤดูเพาะปลูกที่หนึ่ง ค่า pH ของดินจากตำรับทดลองที่เติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักทั้ง 4 ระดับร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร มักต่ำกว่าหรือมีแนวโน้มต่ำกว่าตำรับทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่า pH ของดินจากตำรับควบคุม เติมธาตุอาหาร เติมปุ๋ยเคมี เติมปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุอาหาร เติมกากตะกอน และเติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหาร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นค่า pH ของดินระหว่างปลูกผักกาดหอมจากตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมี และเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุอาหารต่ำกว่าตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 4.13 และตารางที่ 4.15) ส่วนในฤดูเพาะปลูกที่สองก็ทำนองเดียวกันคือ ค่า pH ของดินระหว่างปลูกพืชทั้ง 2 ชนิดจากตำรับทดลองที่เติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักทั้ง 4 ระดับร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร มีแนวโน้มต่ำกว่าตำรับทดลองอื่น ๆ (ตารางที่ 4.14 และตารางที่ 4.16) เพียงแต่ค่า pH ของดินระหว่างปลูกพืชจากแต่ละตำรับทดลองในฤดูเพาะปลูกที่สองมีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าฤดูเพาะปลูกที่หนึ่ง ซึ่งสังเกตได้จากพิสัยของค่า pH ของดินตามตำรับทดลองระหว่างปลูกผักคะน้าและผักกาดหอมในฤดูเพาะปลูกที่สอง (0.42 และ 0.27 ตามลำดับ) มีค่าน้อยกว่าฤดูเพาะปลูกที่หนึ่ง (0.89 และ 0.79 ตามลำดับ) และยังเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของดินระหว่างปลูกผักคะน้าค่อนข้างมากกว่าดินระหว่างปลูกผักกาดหอมทั้งฤดูเพาะปลูกที่หนึ่งและที่สอง ถ้าพิจารณาถึงผลของการเติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของดิน โดยเปรียบเทียบค่า pH ของดินระหว่างปลูกพืชทั้ง 2 ชนิด ในฤดูเพาะปลูกที่หนึ่งและที่สองจากตำรับทดลองที่เติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักทั้งทั้ง 4 ระดับร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารกับตำรับทดลองที่เติมเฉพาะปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุอาหาร พบว่าค่า pH ของดินระหว่างปลูกผักคะน้าจากตำรับทดลองที่เติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักทั้ง 4

ตารางที่ 4.13 ค่า pH ของดินระหว่างปลูกผักคะน้าถดูเพาะปลูกที่หนึ่ง

ตำรับทดลอง	ค่า pH ของดินสัปดาห์ที่				ค่าเฉลี่ยตามตำรับทดลอง
	2	4	6	8	
ควบคุม	6.86	6.34	6.35	6.37	6.48^{a}
ธาตุอาหาร	6.80	5.52	6.04	6.16	6.13^{ab}
ปุ๋ยเคมี	6.77	5.81	5.95	6.37	6.23^{ab}
ปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร	6.71	5.88	5.83	6.26	6.15^{ab}
กากตะกอน	6.84	6.23	6.14	6.44	6.41^{a}
กากตะกอนและธาตุอาหาร	6.74	5.44	5.76	6.24	6.05^{abc}
โลหะหนักระดับที่ 1#	6.59	5.22	5.72	6.20	5.93^{bcd}
โลหะหนักระดับที่ 2#	6.50	5.01	5.14	5.91	5.64^{cd}
โลหะหนักระดับที่ 3#	6.39	4.82	5.49	5.66	5.59^{d}
โลหะหนักระดับที่ 4#	6.42	4.83	5.31	5.88	5.61^{d}
ค่าเฉลี่ยตามเวลา	6.67^{a}	5.50^{d}	5.77^{c}	6.15^{b}	6.02
F-Value ของตำรับทดลอง	5.25^{**}	% C.V. ของตำรับทดลอง			8.11
F-Value ของเวลา	59.89^{**}	% C.V. ของเวลา			5.92
F-Value ของตำรับทดลองและเวลา	20.76^{**}	% C.V. ของตำรับทดลองและเวลา			5.56

หมายเหตุ 1) # หมายถึง ได้เติมปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารในตำรับทดลองนั้นด้วย

2) ** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99%

3) ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99% ตามวิธีการ DMRT

4) ตัวอักษรที่ต่างกันในสดมภ์แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99% ตามวิธีการ DMRT

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.14 ค่า pH ของดินระหว่างปลูกผักคะน้าถูเพาะปลูกที่สอง

ตำรับทดลอง	ค่า pH ของดินสัปดาห์ที่				ค่าเฉลี่ยตามตำรับทดลอง
	2	4	6	8	
ควบคุม	6.25	6.21	6.21	6.26	6.24^{ab}
ธาตุอาหาร	6.10	5.83	5.91	6.03	5.97^{d}
ปุ๋ยเคมี	6.28	6.15	6.41	6.35	6.30^{a}
ปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร	5.93	5.80	6.17	5.97	5.97^{d}
กากตะกอน	6.33	6.17	5.91	6.01	6.10^{c}
กากตะกอนและธาตุอาหาร	6.04	6.09	6.24	6.32	6.17^{bc}
โลหะหนักระดับที่ 1#	6.00	5.73	5.85	5.94	5.88^{d}
โลหะหนักระดับที่ 2#	5.99	5.90	5.78	5.89	5.89^{d}
โลหะหนักระดับที่ 3#	5.95	5.80	5.90	5.94	5.90^{d}
โลหะหนักระดับที่ 4#	5.96	5.84	5.86	5.91	5.90^{d}
ค่าเฉลี่ยตามเวลา	6.09^{a}	5.95^{b}	6.03^{ab}	6.06^{a}	6.03
F-Value ของตำรับทดลอง	22.10^{**}	% C.V. ของตำรับทดลอง			1.93
F-Value ของเวลา	3.10^{*}	% C.V. ของเวลา			3.03
F-Value ของตำรับทดลองและเวลา	8.91^{**}	% C.V. ของตำรับทดลองและเวลา			3.01

หมายเหตุ 1) # หมายถึง ได้เติมปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารในตำรับทดลองนั้นด้วย

2) * และ ** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% และ 99% ตามลำดับ

3) ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ตามวิธีการ DMRT

4) ตัวอักษรที่ต่างกันในสดมภ์แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99% ตามวิธีการ DMRT

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.15 ค่า pH ของดินระหว่างปลูกผักกาดหอมฤดูเพาะปลูกที่หนึ่ง

ตำรับทดลอง	ค่า pH ของดินสัปดาห์ที่				ค่าเฉลี่ยตามตำรับทดลอง
	2	4	6	8	
ควบคุม	6.61	5.98	5.81	5.91	6.08^{abc}
ธาตุอาหาร	6.77	5.87	5.78	5.86	6.07^{abc}
ปุ๋ยเคมี	6.51	5.78	5.93	5.73	5.99^{bcd}
ปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร	6.73	5.16	5.73	5.92	5.89^{bcd}
กากตะกอน	6.94	6.26	6.28	6.17	6.41^{a}
กากตะกอนและธาตุอาหาร	6.83	5.91	6.11	5.97	6.21^{ab}
โลหะหนักระดับที่ 1#	6.41	5.34	5.53	5.68	5.74^{cd}
โลหะหนักระดับที่ 2#	6.31	5.27	5.58	5.32	5.62^{d}
โลหะหนักระดับที่ 3#	6.45	5.45	5.54	5.70	5.79^{cd}
โลหะหนักระดับที่ 4#	6.55	5.19	5.36	5.44	5.64^{d}
ค่าเฉลี่ยตามเวลา	6.61^{a}	5.62^{b}	5.77^{b}	5.77^{b}	5.94
F-Value ของตำรับทดลอง	4.29^{**}	% C.V. ของตำรับทดลอง			7.23
F-Value ของเวลา	76.89^{**}	% C.V. ของเวลา			4.73
F-Value ของตำรับทดลองและเวลา	31.29^{**}	% C.V. ของตำรับทดลองและเวลา			4.42

หมายเหตุ 1) # หมายถึง ได้เติมปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารในตำรับทดลองนั้นด้วย

2) ** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99%

3) ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99% ตามวิธีการ DMRT

4) ตัวอักษรที่ต่างกันในสดมภ์แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99% ตามวิธีการ DMRT

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.16 ค่า pH ของดินระหว่างปลูกผักกาดหอมฤดูเพาะปลูกที่สอง

ตำรับทดลอง	ค่า pH ของดินสัปดาห์ที่				ค่าเฉลี่ยตามตำรับทดลอง
	2	4	6	8	
ควบคุม	5.88	5.92	6.25	6.14	6.05^{ab}
ธาตุอาหาร	5.71	5.80	6.02	5.97	5.88^{bc}
ปุ๋ยเคมี	6.05	6.09	5.97	6.25	6.09^{a}
ปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร	5.86	5.88	6.09	6.12	5.92^{abc}
กากตะกอน	5.98	6.06	6.05	6.09	6.05^{ab}
กากตะกอนและธาตุอาหาร	5.71	6.07	6.00	6.05	5.96^{abc}
โลหะหนักระดับที่ 1#	5.48	5.87	6.08	6.17	5.90^{bc}
โลหะหนักระดับที่ 2#	5.42	6.14	6.05	6.08	5.92^{abc}
โลหะหนักระดับที่ 3#	5.64	6.03	5.79	5.98	5.86^{c}
โลหะหนักระดับที่ 4#	5.76	5.97	5.71	5.82	5.82^{c}
ค่าเฉลี่ยตามเวลา	5.75^{b}	5.99^{a}	6.00^{a}	6.07^{a}	5.95
F-Value ของตำรับทดลอง	2.83^{**}	% C.V. ของตำรับทดลอง			3.18
F-Value ของเวลา	21.74^{**}	% C.V. ของเวลา			2.75
F-Value ของตำรับทดลองและเวลา	7.32^{**}	% C.V. ของตำรับทดลองและเวลา			4.04

หมายเหตุ 1) # หมายถึง ได้เติมปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารในตำรับทดลองนั้นด้วย

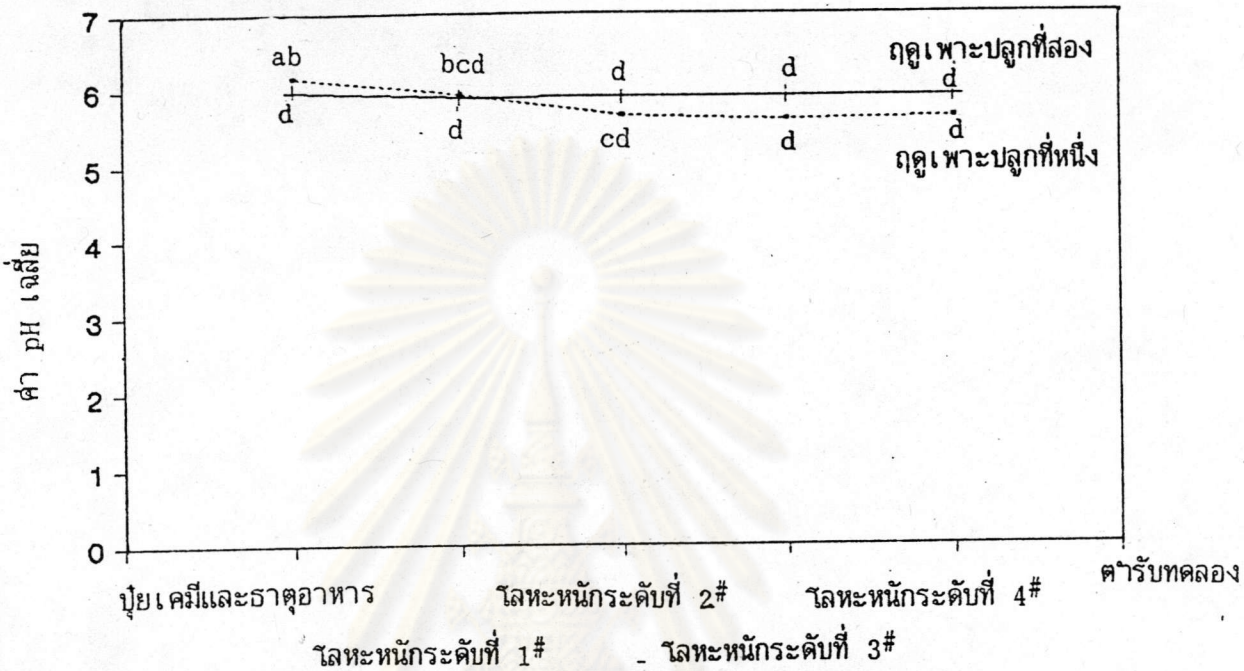
2) ** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99%

3) ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99% ตามวิธีการ DMRT

4) ตัวอักษรที่ต่างกันในสดมภ์แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99% ตามวิธีการ DMRT

ระดับในฤดูเพาะปลูกที่หนึ่งมีแนวโน้มลดลงชัดเจนกว่าในฤดูเพาะปลูกที่สองซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่า pH ของดินจากตำรับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 2-4 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารในฤดูเพาะปลูกที่สองนั้นสูงกว่าฤดูเพาะปลูกที่หนึ่ง (รูปที่ 4.9) ส่วนดินระหว่างปลูกผักกาดหอมในฤดูเพาะปลูกที่หนึ่งและที่สองพบว่าค่า pH ของดินจากตำรับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักทั้ง 4 ระดับร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร ไม่แตกต่างกับตำรับทดลองที่เติมเฉพาะปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งในฤดูเพาะปลูกที่หนึ่งและที่สอง แต่ค่า pH ของดินจากตำรับทดลองทั้ง 5 ในฤดูเพาะปลูกที่สองสูงกว่าฤดูเพาะปลูกที่หนึ่ง (รูปที่ 4.10)

เมื่อพิจารณาถึงผลของเวลาที่เพาะปลูกต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของดินโดยภาพรวม พบว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่า pH เฉลี่ยตามเวลาที่เพาะปลูกของดินระหว่างปลูกผักคะน้าและผักกาดหอมโดยทั่วไปมีลักษณะเป็นไปในทิศทางเดียวกัน (รูปที่ 4.11 และรูปที่ 4.12) คือในฤดูเพาะปลูกที่หนึ่งพบค่า pH ของดินระหว่างปลูกผักคะน้าในสัปดาห์ที่ 2 มีค่าสูงสุดต่อมาลดลงจนต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 4 แล้วเพิ่มสูงขึ้นในสัปดาห์ที่ 6 และ 8 โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกค่าตัวเลข (รูปที่ 4.11) และสำหรับดินระหว่างปลูกผักกาดหอมก็แสดงแนวโน้มทำนองเดียวกัน แต่ค่า pH ในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 4.12) สำหรับในฤดูเพาะปลูกที่สอง พบว่าค่า pH ของดินระหว่างปลูกผักคะน้าในสัปดาห์ที่ 2 มีค่าสูงสุดต่อมาลดลงจนต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 4 แล้วมีแนวโน้มสูงขึ้นในสัปดาห์ที่ 6 และ 8 โดยที่ค่า pH ในสัปดาห์ที่ 4 ต่ำกว่าสัปดาห์ที่ 2 และ 8 แต่ไม่แตกต่างกับสัปดาห์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญ (รูปที่ 4.11) ส่วนดินระหว่างปลูกผักกาดหอมพบว่าค่า pH ของดินในสัปดาห์ที่ 2 มีค่าต่ำสุดแล้วเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ตามลำดับ โดยที่ค่า pH ในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ไม่แตกต่างกันแต่สูงกว่าค่าในสัปดาห์ที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญ หากพิจารณาพิสัยของค่า pH เฉลี่ยของดินตามเวลาระหว่างผักคะน้าและผักกาดหอมในฤดูเพาะปลูกที่หนึ่ง (1.17 และ 0.99 ตามลำดับ) ซึ่งสูงกว่าในฤดูเพาะปลูกที่สอง (0.14 และ 0.3 ตามลำดับ) จึงกล่าวได้ว่าค่า pH ของดินตามเวลาระหว่างปลูกผักคะน้าและผักกาดหอมในฤดูเพาะปลูกที่สองมีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าฤดูเพาะปลูกที่หนึ่ง และด้วยเหตุที่ในฤดูเพาะปลูกที่สองมีการเปลี่ยนแปลงค่า pH ทั้งจากผลของตำรับทดลองและเวลาน้อยลงมากเมื่อเปรียบเทียบกับฤดูเพาะปลูกที่หนึ่ง จึงไม่จำเป็นต้องติดตามการเปลี่ยนแปลงค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนและค่าไนเตรตไนโตรเจนของดินในฤดูเพาะปลูกที่สอง และจากพิสัยของค่า pH ของดินตามเวลาของผักคะน้าและผักกาดหอมทั้ง 2 ฤดูเพาะปลูก จะเห็นได้ว่า การเปลี่ยน



รูปที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงค่า pH เฉลี่ยของดินจากการเติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระหว่างปลูกผักคะน้าฤดูเพาะปลูกที่หนึ่งและสอง

หมายเหตุ 1) # หมายถึงได้เติมปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารในตำรับทดลองนั้นด้วย

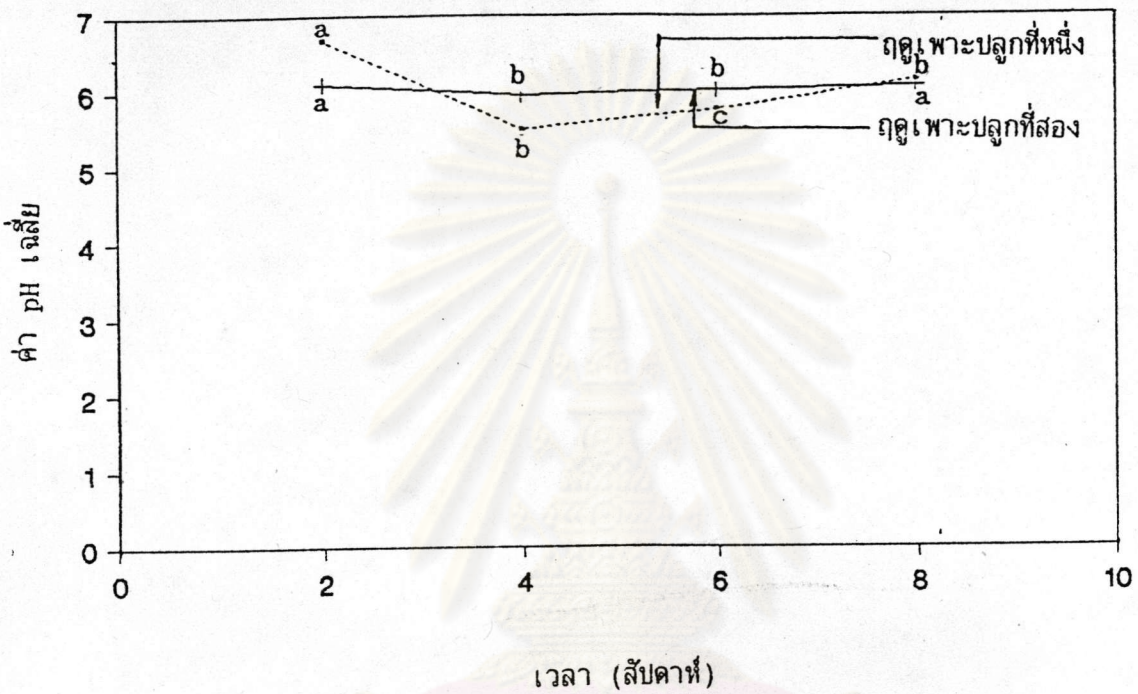
2) ตัวอักษรที่ต่างกันในกราฟของแต่ละฤดูเพาะปลูกแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99 %

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.10 การเปลี่ยนแปลงค่า pH เฉลี่ยของดินจากการเติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระหว่างปลูกผักกาดหอมฤดูเพาะปลูกที่หนึ่งและสอง

หมายเหตุ 1) # หมายถึงได้เติมปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารในตำรับทดลองนั้นด้วย

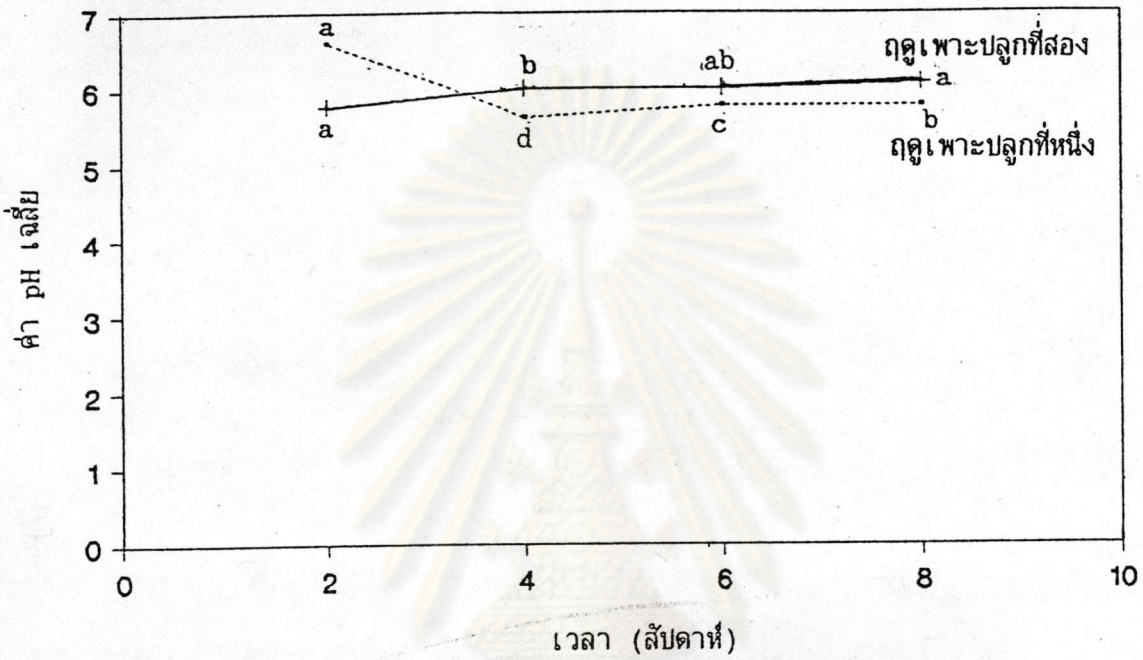
2) ตัวอักษรที่ต่างกันในกราฟแต่ละฤดูเพาะปลูกแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99 %



รูปที่ 4.11 การเปลี่ยนแปลงค่า pH เฉลี่ยของดินตามเวลาระหว่างปลูกผักคะน้า ฤดูเพาะปลูกที่หนึ่งและสอง

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในกราฟแต่ละฤดูเพาะปลูกแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99 % และ 95 % ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.12 การเปลี่ยนแปลงค่า pH เฉลี่ยของดินตามเวลาระหว่างปลูกผักกาดหอม ฤดูเพาะปลูกที่หนึ่งและสอง

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในกราฟแต่ละฤดูเพาะปลูก แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99 %

แปลงค่า pH ของดินระหว่างปลูกผักคะน้าในฤดูเพาะปลูกที่หนึ่งมากกว่าดินระหว่างปลูกผักกาดหอม ส่วนในฤดูเพาะปลูกที่สองพบค่า pH ของดินระหว่างปลูกผักกาดหอมมีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากผลของเวลามากกว่าดินระหว่างปลูกผักคะน้า แต่อย่างไรก็ตามชนิดของพืชที่ปลูกมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของดินน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับการเปลี่ยนแปลงระหว่างฤดูเพาะปลูก

4.6.2 ค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนของดินระหว่างปลูกพืช

ผลการวิเคราะห์ค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนของดินระหว่างปลูกผักคะน้าและผักกาดหอมในฤดูเพาะปลูกที่หนึ่ง แสดงไว้ในตารางที่ 4.17 และตารางที่ 4.18 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาถึงผลของตำรับทดลองต่อการเปลี่ยนแปลงค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนของดินโดยภาพรวม จะเห็นได้ว่าสำหรับดินระหว่างปลูกผักคะน้านั้น ค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนของดินจากตำรับทดลองที่เติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 2 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างกับตำรับทดลองที่เกลืออินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 1 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนของดินจากตำรับควบคุมต่ำที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับตำรับทดลองที่เติมปุ๋ยเคมี และเติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหาร โดยทั่วไปค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนของดินจากตำรับทดลองที่เติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักทั้ง 4 ระดับร่วมปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารมักสูงกว่าหรือมีแนวโน้มสูงกว่าตำรับทดลองอื่น ๆ แต่ไม่สูงขึ้นตามการเติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนัก สำหรับดินระหว่างปลูกผักกาดหอมพบว่าค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนของดินจากตำรับทดลองที่เติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 3 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารสูงที่สุดและสูงกว่าทุกตำรับทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนของดินจากตำรับทดลองที่เติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 1; 2 และ 4 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร เติมธาตุอาหาร เติมปุ๋ยเคมี และเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุอาหาร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและมีแนวโน้มสูงกว่าหรือสูงกว่าตำรับทดลองอื่น ๆ นอกจากที่ได้กล่าวมา ผลของการเติมเกลืออินทรีย์ของโลหะหนักต่อการเปลี่ยนแปลงค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนเฉลี่ยของดินระหว่างปลูกผักคะน้าและผักกาดหอมในฤดูเพาะปลูกที่หนึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 4.13 ถ้าพิจารณาพิสัยของค่า pH เฉลี่ยของดินตามตำรับทดลองระหว่างปลูกผักคะน้า (9.16) และผักกาดหอม (7.71) จะเห็นได้ว่าดินระหว่างปลูกผักคะน้ามีการเปลี่ยนแปลงค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนเนื่องจากผลของตำรับทดลองมากกว่าดินระหว่างปลูกผักกาดหอมแต่ไม่แตกต่างกันมากนัก

ตารางที่ 4.17 ค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนของดินระหว่างปลูกผักคะน้าถูเพาะปลูกที่หนึ่ง

ตำรับทดลอง	ค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนของดิน (ppm.) สัปดาห์ที่				ค่าเฉลี่ยตามตำรับทดลอง
	2	4	6	8	
ควบคุม	7.00	5.49	2.82	3.55	4.71^{e}
ธาตุอาหาร	6.15	10.32	8.64	8.15	8.32^{cd}
ปุ๋ยเคมี	7.02	5.58	8.42	5.45	6.62^{de}
ปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร	12.24	8.71	7.09	7.07	8.78^{cd}
กากตะกอน	7.56	11.74	4.42	8.48	8.05^{cd}
กากตะกอนและธาตุอาหาร	7.90	6.28	5.59	5.19	6.24^{de}
โลหะหนักระดับที่ 1#	21.20	5.58	11.45	10.87	12.28^{ab}
โลหะหนักระดับที่ 2#	23.39	11.79	8.73	11.58	13.87^{a}
โลหะหนักระดับที่ 3#	10.19	12.30	9.77	7.05	9.83^{bc}
โลหะหนักระดับที่ 4#	12.40	8.67	6.32	6.65	8.51^{cd}
ค่าเฉลี่ยตามเวลา	11.51^{a}	8.65^{b}	7.32^{b}	7.41^{b}	8.72
F-Value ของตำรับทดลอง	8.37^{**}	% C.V. ของตำรับทดลอง			37.66
F-Value ของเวลา	8.02^{**}	% C.V. ของเวลา			43.32
F-Value ของตำรับทดลองและเวลา	25.16^{**}	% C.V. ของตำรับทดลองและเวลา			60.60

หมายเหตุ 1) # หมายถึง ได้เติมปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารในตำรับทดลองนั้นด้วย

2) ** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99%

3) ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99% ตามวิธีการ DMRT

4) ตัวอักษรที่ต่างกันในสดมภ์แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99% ตามวิธีการ DMRT

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.18 ค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนของดินระหว่างปลูกผักกาดหอมถดูเพาะปลูกที่หนึ่ง

ตำรับทดลอง	ค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนของดิน(ppm.)สัปดาห์ที่				ค่าเฉลี่ยตามตำรับทดลอง
	2	4	6	8	
ควบคุม	6.60	3.62	10.38	3.65	6.06^{c}
ธาตุอาหาร	8.34	8.61	16.47	7.43	10.21^{b}
ปุ๋ยเคมี	8.94	4.35	6.19	11.82	7.82^{bc}
ปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร	10.30	7.81	4.46	7.66	7.56^{bc}
กากตะกอน	7.87	9.72	5.25	3.31	6.54^{c}
กากตะกอนและธาตุอาหาร	10.08	4.42	5.05	4.60	6.04^{c}
โลหะหนักระดับที่ 1#	12.23	8.87	3.25	12.29	9.16^{bc}
โลหะหนักระดับที่ 2#	10.80	14.47	2.83	13.63	10.44^{b}
โลหะหนักระดับที่ 3#	18.57	15.69	6.21	14.53	13.75^{a}
โลหะหนักระดับที่ 4#	16.62	8.73	6.36	5.39	9.27^{bc}
ค่าเฉลี่ยตามเวลา	11.03^{a}	8.63^{b}	6.65^{b}	8.43^{b}	8.69
F-Value ของตำรับทดลอง	4.95^{**}	% C.V. ของตำรับทดลอง			43.17
F-Value ของเวลา	6.01^{**}	% C.V. ของเวลา			46.35
F-Value ของตำรับทดลองและเวลา	31.70^{**}	% C.V. ของตำรับทดลองและเวลา			75.04

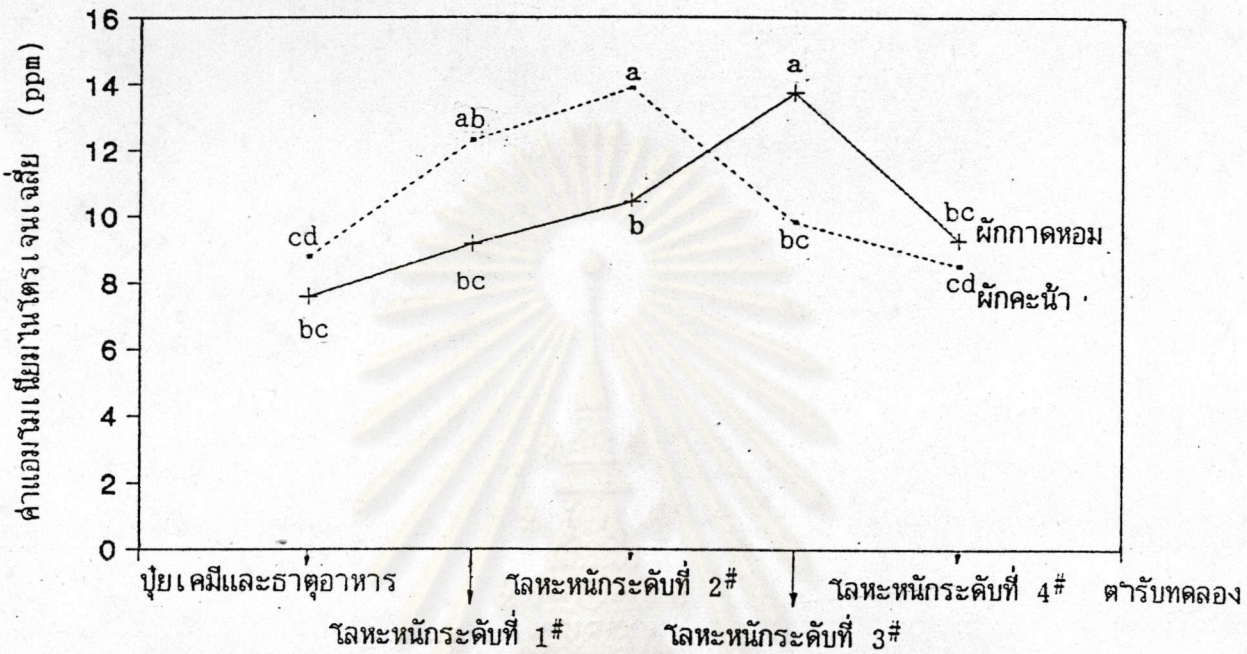
หมายเหตุ 1) # หมายถึง ได้เติมปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารในตำรับทดลองนั้นด้วย

2) ** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99%

3) ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99% ตามวิธีการ DMRT

4) ตัวอักษรที่ต่างกันในสดมภ์แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99% ตามวิธีการ DMRT

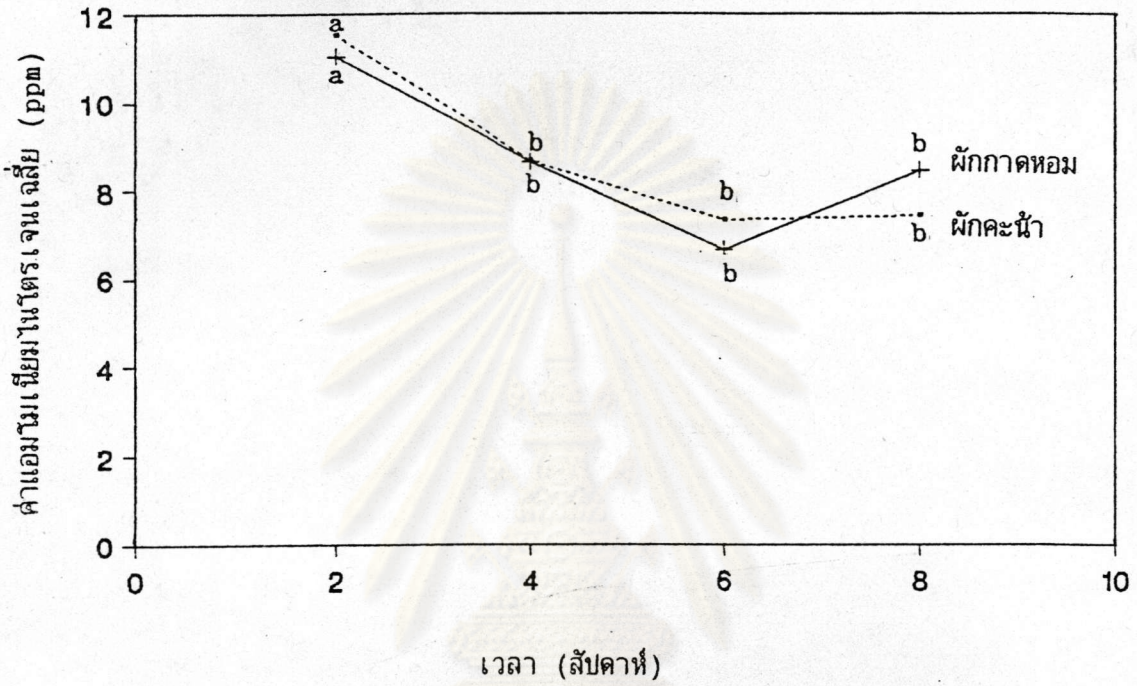
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.13 การเปลี่ยนแปลงค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนเฉลี่ยของดินจากการเติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระหว่างปลูกผักคะน้าและผักกาดหอมฤดูเพาะปลูกที่หนึ่ง

หมายเหตุ 1) # หมายถึงได้เติมปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารในตำรับทดลองนั้นด้วย

2) ตัวอักษรที่ต่างกันในกราฟแต่ละเส้นแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99 %



รูปที่ 4.14 การเปลี่ยนแปลงค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนเฉลี่ยของดินตามเวลาระหว่างปลูกผักคะน้าและผักกาดหอมฤดูเพาะปลูกที่หนึ่ง

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในกราฟแต่ละเส้น แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99 %

เมื่อพิจารณาถึงผลของเวลาที่เพาะปลูกพืชต่อการเปลี่ยนแปลงค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนของดินโดยภาพรวม จะเห็นได้ว่าสำหรับดินระหว่างปลูกผักคะน้าและผักกาดหอมมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงทำนองเดียวกัน คือจากค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนของดินระหว่างปลูกพืชทุก 2 สัปดาห์พบว่าค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนในสัปดาห์ที่ 2 สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนในสัปดาห์ที่ 6 ต่ำที่สุดแต่ไม่แตกต่างกับสัปดาห์ที่ 4 และ 8 อย่างมีนัยสำคัญ (รูปที่ 4.14) และถ้าพิจารณาพิสัยของค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนเฉลี่ยของดินตามเวลาระหว่างปลูกผักคะน้า (4.19) และปลูกผักกาดหอม (4.38) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันจึงกล่าวได้ว่าดินระหว่างปลูกผักคะน้าและผักกาดหอมมีการเปลี่ยนแปลงค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนของดินเนื่องจากผลของเวลาไม่แตกต่างกัน

4.6.3 <u>ค่าไนเตรตไนโตรเจนของดินระหว่างปลูกพืช</u>

ผลการวิเคราะห์ค่าไนเตรตไนโตรเจนของดินระหว่างปลูกผักคะน้าและผักกาดหอมในฤดูเพาะปลูกที่หนึ่ง แสดงไว้ในตารางที่ 4.19 และตารางที่ 4.20 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาถึงผลของตำรับทดลองต่อการเปลี่ยนแปลงค่าไนเตรตไนโตรเจนของดินโดยภาพรวม จะเห็นได้ว่าสำหรับดินระหว่างปลูกผักคะน้านั้น ค่าไนเตรตไนโตรเจนของดินจากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหาร และตำรับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักทั้ง 4 ระดับร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร ไม่แตกต่างกันแต่สูงกว่าตำรับทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนตำรับทดลองที่เติมธาตุอาหาร เติมปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร และเติมกากตะกอน ไม่แตกต่างกันแต่สูงกว่าตำรับควบคุมและเติมเฉพาะปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญ และตำรับควบคุมมีค่าไนเตรตไนโตรเจนต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับดินระหว่างปลูกผักกาดหอมพบว่าค่าไนเตรตไนโตรเจนของดินจากตำรับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 4 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับตำรับทดลองที่เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 3 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าไนเตรตไนโตรเจนของดินจากตำรับทดลองที่เติมกากตะกอนร่วมกับธาตุอาหาร เติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระดับที่ 2 และ 3 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร และเติมปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร ไม่แตกต่างกัน แต่สูงกว่าตำรับทดลองที่เติมธาตุอาหาร เติมกากตะกอน เติมปุ๋ยเคมี และควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามลำดับ สำหรับผลของการเติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักต่อการเปลี่ยนแปลงค่าไนเตรตไนโตรเจนของดิน

ตารางที่ 4.19 ค่าไนเตรตไนโตรเจนของดินระหว่างปลูกผักคะน้าถดูเพาะปลูกที่หนึ่ง

ตำรับทดลอง	ค่าไนเตรตไนโตรเจนของดิน(ppm.) สัปดาห์ที่				ค่าเฉลี่ยตามตำรับทดลอง
	2	4	6	8	
ควบคุม	44.50	37.27	32.59	35.95	37.58^{d}
ธาตุอาหาร	106.13	120.66	119.86	125.74	118.10^{b}
ปุ๋ยเคมี	91.04	70.73	74.79	80.48	79.26^{c}
ปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร	135.06	180.12	83.27	74.78	123.31^{b}
กากตะกอน	49.72	78.76	175.27	120.25	106.00^{b}
กากตะกอนและธาตุอาหาร	195.34	164.20	147.15	175.43	170.53^{a}
โลหะหนักระดับที่ 1#	184.71	164.78	166.31	154.75	167.64^{a}
โลหะหนักระดับที่ 2#	161.22	179.30	160.20	165.94	166.67^{a}
โลหะหนักระดับที่ 3#	264.42	188.56	147.13	166.92	191.76^{a}
โลหะหนักระดับที่ 4#	199.99	172.48	169.92	182.37	181.18^{a}
ค่าเฉลี่ยตามเวลา	143.21	135.69	127.65	130.26	134.20
F-Value ของตำรับทดลอง	37.68**		% C.V. ของตำรับทดลอง		21.04
F-Value ของเวลา	0.42^{ns}		% C.V. ของเวลา		41.16
F-Value ของตำรับทดลองและเวลา	19.26**		% C.V. ของตำรับทดลองและเวลา		38.62

หมายเหตุ 1) # หมายถึง ได้เติมปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารในตำรับทดลองนั้นด้วย

2) ** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99%

3) ตัวอักษรที่ต่างกันในสดมภ์แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99% ตามวิธีการ DMRT

4) ns หมายถึง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

ตารางที่ 4.20 ค่าไนเตรตไนโตรเจนของดินระหว่างปลูกผักกาดหอมถดูเพาะปลูกที่หนึ่ง

ตำรับทดลอง	ค่าแอมโมเนียมไนโตรเจนของดิน (ppm.) สัปดาห์ที่				ค่าเฉลี่ยตามตำรับทดลอง
	2	4	6	8	
ควบคุม	41.37	31.76	41.91	35.11	37.54^{f}
ธาตุอาหาร	119.46	118.42	111.14	82.77	107.95^{d}
ปุ๋ยเคมี	88.38	70.60	74.41	68.37	75.44^{e}
ปุ๋ยเคมีและธาตุอาหาร	156.43	161.10	154.48	75.36	136.85^{c}
กากตะกอน	58.73	76.35	94.94	91.59	80.40^{e}
กากตะกอนและธาตุอาหาร	143.72	178.08	143.88	127.38	148.26^{bc}
โลหะหนักระดับที่ 1#	143.84	140.57	97.74	171.56	138.43^{bc}
โลหะหนักระดับที่ 2#	137.50	113.76	145.54	143.59	135.10^{c}
โลหะหนักระดับที่ 3#	180.44	154.57	105.82	193.61	158.61^{ab}
โลหะหนักระดับที่ 4#	212.32	171.24	165.22	163.67	178.11^{a}
ค่าเฉลี่ยตามเวลา	128.22	121.65	113.51	115.30	119.67
F-Value ของตำรับทดลอง	37.21^{**}	% C.V. ของตำรับทดลอง			20.63
F-Value ของเวลา	0.58^{ns}	% C.V. ของเวลา			40.11
F-Value ของตำรับทดลองและเวลา	11.22^{**}	% C.V. ของตำรับทดลองและเวลา			35.93

หมายเหตุ 1) # หมายถึง ได้เติมปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารในตำรับทดลองนั้นด้วย

2) ** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99%

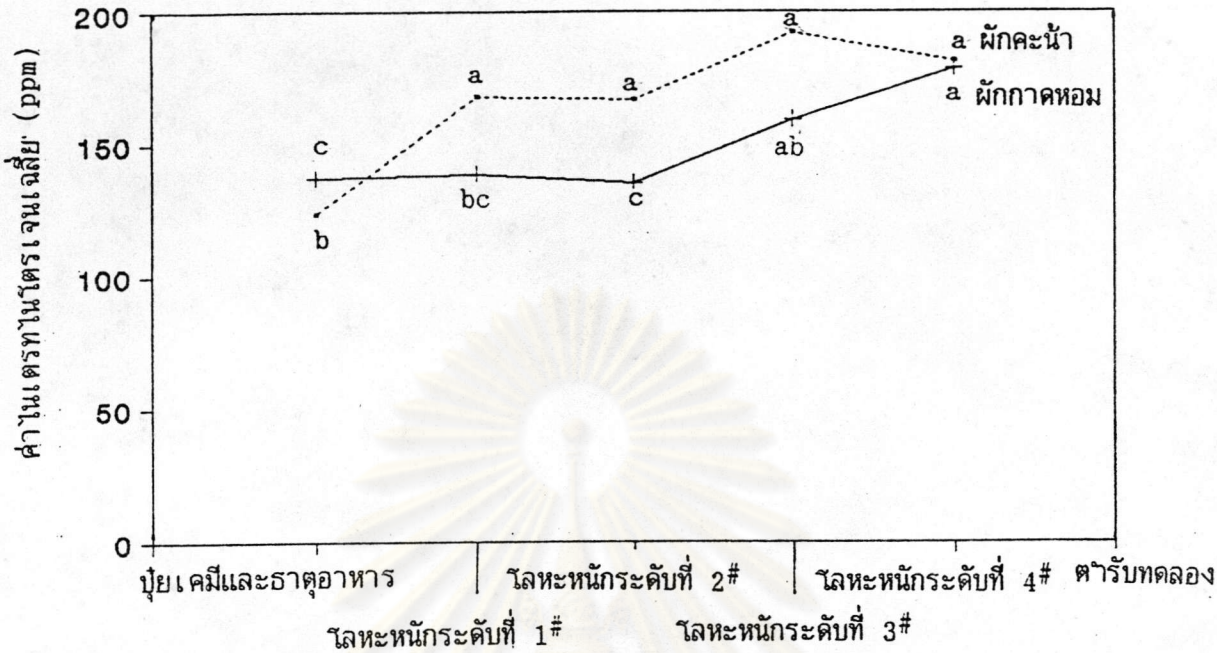
3) ตัวอักษรที่ต่างกันในสดมภ์แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99% ตามวิธีการ DMRT

4) ns หมายถึง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

ระหว่างปลูกผักคะน้าและผักกาดหอมโดยทั่วไปมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างไม่สม่ำเสมอ ดังรูปที่ 4.15 ถ้าพิจารณาพิสัยของค่าไนเตรตไนโตรเจนของดินตามตำรับทดลองระหว่างปลูกผักคะน้า (154.8) และปลูกผักกาดหอม (140.6) จะเห็นได้ว่าดินระหว่างปลูกผักคะน้ามีการเปลี่ยนแปลงค่าไนเตรตไนโตรเจนเนื่องจากผลของตำรับทดลองมากกว่าดินระหว่างปลูกผักกาดหอม แต่ไม่แตกต่างกันมากนัก

เมื่อพิจารณาถึงผลของเวลาที่เพาะปลูกพืชต่อการเปลี่ยนแปลงค่าไนเตรตไนโตรเจนของดินโดยภาพรวม จะเห็นได้ว่าสำหรับดินระหว่างปลูกผักคะน้าและผักกาดหอมมีการเปลี่ยนแปลงค่าไนเตรตไนโตรเจนของดินเนื่องจากผลของเวลาที่เพาะปลูกอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่าค่าไนเตรตไนโตรเจนในดินระหว่างปลูกผักคะน้าสูงกว่าในดินปลูกผักกาดหอมทุกช่วงเวลา และถ้าพิจารณาพิสัยของค่าไนเตรตไนโตรเจนของดินตามเวลาที่ปลูกผักคะน้า (15.6) และปลูกผักกาดหอม (14.7) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน จึงกล่าวได้ว่าดินระหว่างปลูกผักคะน้าและผักกาดหอมมีการเปลี่ยนแปลงค่าไนเตรตไนโตรเจนของดินเนื่องจากผลของเวลาไม่แตกต่างกัน(รูปที่ 4.16)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

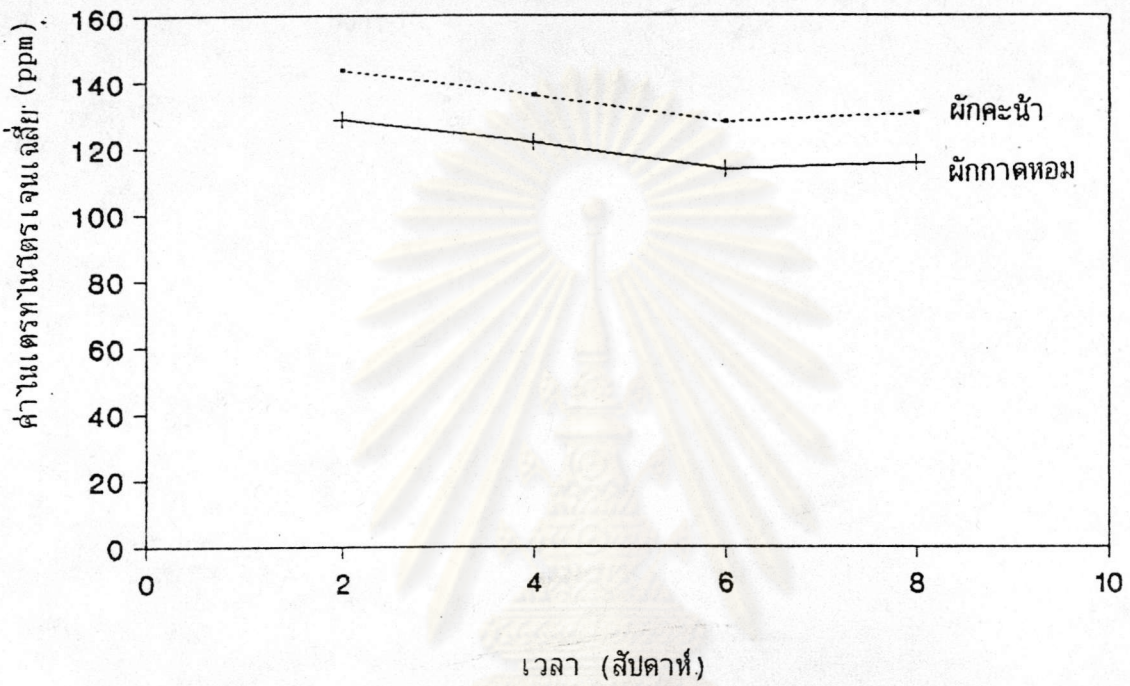


รูปที่ 4.15 การเปลี่ยนแปลงค่าไนเตรตไนโตรเจนเฉลี่ยของดินจากการเติมเกลืออนินทรีย์ของโลหะหนักระหว่างปลูกผักคะน้าและผักกาดหอมฤดูเพาะปลูกที่หนึ่ง

หมายเหตุ 1) # หมายถึงได้เติมปุ๋ยเคมีและธาตุอาหารในตำรับทดลองนั้นด้วย

2) ตัวอักษรที่ต่างกันในกราฟแต่ละเส้นแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99 %

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.16 การเปลี่ยนแปลงค่าไนเตรตไนโตรเจนเฉลี่ยของดินตามเวลาระหว่างปลูกผักคะน้าและผักกาดหอมฤดูเพาะปลูกที่หนึ่ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย