ความเสี่ยงในการสะสมโลหะหนักของผักคะน้า (Brassica oleracea L. var. alboglabra Bailey) และผักกาดหอม (Lactuca sativa var. crispa) เมื่อใช้กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนร่วมกับแกลบ ในพื้นที่การเกษตรจังหวัดปทุมธานี

นาย คมกฤช ภาคย์ทองสุข

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ.2535

ISBN 974-581-410-5

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018124 I14556856

RISK TO HEAVY METAL ACCUMULATION BY CHINESE KALE (*Brassica oleracea* L. var. *alboglabra* Bailey) AND LETTUCE (*Lactuca sativa* var. crispa) TREATED WITH SEWAGE SLUDGE AND RICE HUSK IN PATHUM THANI AGRICULTURAL AREA

Mr. Komkrit Bharktongsook

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Interdepartment of Environmental Science

Graduate School

Chulalongkorn University

1992

ISBN 974-581-410-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ความเสี่ยงในการสะสมโลหะหนักของผักคะน้า (Brassica oleracea L. var. alboglabra Bailey) และผักกาดหอม (Lactuca sativa var. crispa) เมื่อใช้กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนร่วมกับแกลบ ในพื้นที่การเกษตรจังหวัดปทุมธานี

โดย นาย คมกฤช ภาคย์ทองสุข

สหสาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรวรรณ ศิริรัตน์นิริยะ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.กาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธรรมนูญ โรจนะบุรานนท์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรวรรณ ศิริรัตน์นิริยะ)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ไพรัช สายเสื้อ)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ เปรมจิตต์ แทนสถิตย์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.จริยา สุจารีกุล)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คมกฤช ภาคย์ทองสุข : ความเสี่ยงในการสะสมโลหะหนักของผักคะน้า (Brassica oleracea L. var. alboglabra Bailey) และผักกาดหอม (Lactuca sativa var. crispa) เมื่อใช้กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนร่วมกับแกลบในพื้นที่การเกษตรจังหวัดปทุมธานี (RISK TO HEAVY METAL ACCUMULATION BY CHINESE KALE (Brassica oleracea L. var. alboglabra Bailey) AND LETTUCE (Lactuca sativa var. crispa) TREATED WITH SEWAGE SLUDGE AND RICE HUSK IN PATHUMTHANI AGRICULTURAL AREA) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ, 121 หน้า. ISBN 974-581-410-5

การนำกากตะกอนน้ำเสียจากโรงบำบัดน้ำเสียชุมชน กรุงเทพมหานคร (ชุมชนห้วยขวาง) มากำจัดร่วมกับแกลบ โดยนำมาใช้ประโยชน์เสมือนธาตุอาหารพืช ในการเพาะปลูกผักคะน้า เพื่อพิจารณาถึงความเสี่ยงต่อโลหะหนัก (ตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง นิเกิล แมงกานีส สังกะสี เหล็ก) ที่สะสมในส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดินของพืชทั้ง 2 ชนิด ดำเนินการศึกษาวิจัยในภาคสนาม ที่พื้นที่การเกษตรจังหวัดปทุมธานี โดยวางแผนการทดลองแบบ 2 x 4 factorial in - completely randomize สำหรับพืชทั้ง 2 ชนิด พืชแต่ละชนิดจะมีตำรับทดลอง 7 ตำรับทดลอง (ควบคุม ปุ๋ยเคมี (สูตร 25-7-7 อัตรา 96 กิโลกรัม/ไร่) กากตะกอนอัตรา 3,200 กิโลกรัม/ไร่ กากตะกอนอัตรา 3,200 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับแกลบอัตรา 320 640 960 และ 1,280 กิโลกรัม/ไร่) แต่ละตำรับทดลองจะทำ 3 ซ้ำ

จากการทดลองพบว่า กากตะกอนน้ำเสียมีศักยภาพเพียงพอต่อการนำมาใช้ประโยชน์ในการเป็นแหล่งธาตุอาหารพืช การเติมกากตะกอนอัตรา 3,200 กิโลกรัม/ไร่ และการเติมกากตะกอนอัตรา 3,200 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับแกลบ 320 640 960 และ 1,280 กิโลกรัม/ไร่ ทำให้ผลผลิตของผักคะน้าและผักกาดหอม สูงกว่าค่าเฉลี่ยผลผลิตจากพื้นที่การเกษตรจังหวัดปทุมธานี ทั้งนี้ผลผลิตของผักคะน้า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างตำรับทดลองทั้งหมด นอกจากนี้แล้วการเติมกากตะกอนร่วมกับแกลบทุกอัตราก็ไม่มีผลทำให้ผลผลิตผักคะน้าแตกต่างกับการเติมกากตะกอนเพียงอย่างเดียว สำหรับผักกาดหอมนั้นผลผลิตผักกาดหอมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างตำรับทดลอง โดยการเติมกากตะกอนร่วมกับแกลบอัตราต่าง ๆ มีผลทำให้ผลผลิตผักกาดหอมลดลงกว่าการเติมกากตะกอน การลดลงของผลผลิตนี้จะลดลงตามอัตราการเติมแกลบที่เพิ่มขึ้นจึงกล่าวได้ว่า การเติมแกลบลงไปร่วมกับกากตะกอนนั้น ไม่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตพืชทั้ง 2 ชนิดให้สูงกว่าการเติมกากตะกอนเพียงอย่างเดียว

การสะสมโลหะหนักของผักคะน้าและผักกาดหอม พบว่าผักกาดหอมมีแนวโน้มการสะสมโลหะหนักทั้ง 7 ธาตุที่ตรวจพบสูงกว่าผักคะน้า การเติมแกลบที่อัตราเติมทั้ง 4 อัตราร่วมกับกากตะกอนนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับการเติมเฉพาะกากตะกอนแล้ว ไม่พบความแตกต่างของการสะสมโลหะหนักในส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดินของพืชทั้ง 2 ชนิดได้เด่นชัด อย่างไรก็ตามโลหะหนักทุกธาตุที่ตรวจพบ ก็อยู่ในระดับที่ยอมรับให้มีได้ทั่วไปในพืช อีกทั้งไม่เป็นอันตรายต่อการบริโภคเมื่อเทียบกับปริมาณที่ยอมรับให้ปนเปื้อนในอาหารและบริโภคได้สูงสุดในแต่ละวันของ FAO/WHO ส่วนตะกั่ว แคดเมียม และนิเกิลนั้น ตรวจไม่พบในทุกส่วนของพืชทั้ง 2 ชนิด

ภาควิชา สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2534 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

C225900 : MAJOR ENVIRONMENTAL SCIENCE
KEY WORD : VEGETABLE/RICE HUSK/RISK TO HEAVY METAL/SEWAGE SLUDGE
KOMKRIT BHARKTONGSOOK : RISK TO HEAVY METAL ACCUMULATION BY CHINESE KALE (Brassica oleracea L. var. alboglabra Bailey) AND LETTUCE (Lactuca sativa var. crispa) TREATED WITH SEWAGE SLUDGE AND RICE HUSK IN PATHUM THANI AGRICULTURAL AREA. THESIS ADVISOR : ASST.PROF.ORAWAN SIRIRATPIRIYA, D.Sc., 121 PP. ISBN 974-581-410-5

Use of sewage sludge from Bangkok domestic wastewater treatment plant (Huay Kawng community) for utilization as fertilizer to grow Chinese Kale (Brassica oleracea L. var. alboglabra Bailey) and Lettuce (Lactuca sativa var. crispa) with consideration on risk of heavy metal (Pb, Cd, Ni, Mn, Zn,Cu, Fe) accumulation in shoot and root system of plants. Field experiment was carried out at Pathum thani agricultural area. The experiment design was 2 x 4 factorial in - completely randomize with 3 replication of 7 treatment for each plant (control, fertilizer (25-7-7 at 96 kg/rai), sewage sludge (3,200 kg/rai), sewage sludge (3,200 kg/rai) with rice husk 320, 640, 960 and 1,280 kg/rai).

The results showed that sewage sludge had adequate potential for utilization as fertilizer. Applied the sludge 3,200 kg/rai and the sludge 3,200 kg/rai together with rice husk 320 640 960 and 1,280 kg/rai to soil gave Chinese Kale and Lettuce products higher than that of Pathum thani's average product value. Non significant difference among treatments of Chinese Kale product. Applied the sludge gave Chinese Kale product equal to apply the sludge together with rice husk 4 rates. In case of Lettuce, it had significant difference in production among treatments. Lettuce product was decreased after applied the sludge with rice husk than applied only the sludge. This decreasing was followed with the increasing rate of rice husk application. In general, applied sewage sludge with or without rice husk had no effected on increasing vegetables product.

Lettuce had tendency to accumulate the heavy metals higher than Chinese Kale. There had no difference of heavy metals accumulation in shoot and root system of vegetables between applied the sludge with or without rice husk at 4 rates. However, the quantity of heavy metals in vegetables were lower than heavy metals permissible value for vegetable. This quantity also was safe for consumer compared with heavy metal acceptable daily intake (ADI, FAO/WHO). In addition, Pb, Cd and Ni accumulated in vegetables were too less to detect.

ภาควิชา สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม ..... ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2534 ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีอันเนื่องมาจาก การให้แนวคิด ความเห็น คำปรึกษา ตลอดจนการเอาใจใส่ดูแล และแก้ไขปัญหาต่าง ๆ จากท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรวรรณ ศิริรัตน์นิรันดร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ของผู้เขียน ผู้ซึ่งสละทั้งเวลาและความคิด ตลอดระยะเวลาที่ทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ไพบูลย์ ประพฤติธรรม จากภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ข้อเสนอแนะในการทำวิทยานิพนธ์ และกรุณาสละเวลาอันมีค่ายิ่งเป็นกรรมการสอบโครงร่างวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในส่วนราชการต่าง ๆ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ของโรงบำบัดน้ำเสียกรุงเทพมหานคร สุขุมวิท หัวหมาก ในการอำนวยความสะดวกในเรื่องของการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย

งานวิจัยนี้จะสำเร็จลุล่วงไปไม่ได้เลยหากปราศจากน้ำใจอันสูงส่งของ คุณสุชัย กุลอนุสถาพรชัย และครอบครัว ที่กรุณาเอื้อเฟื้อพื้นที่สำหรับทดลอง ตลอดจนให้การดูแลเอาใจใส่ ตลอดการเพาะปลูกโดยมิได้หวังสิ่งตอบแทนอย่างใด

ผู้เขียนขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้เงินทุนอุดหนุนงานวิจัย และสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในการให้เงินทุนอุดหนุนตลอดจนเอื้อเฟื้อห้องปฏิบัติการในการวิเคราะห์ตัวอย่าง และขอบคุณ คุณทิพย์วรรณ แซ่มา ที่ได้ช่วยเหลือและแนะนำการใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ของสถาบันฯ ทุก ๆ ท่านที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกตลอดการวิจัย

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณ พ่อ แม่ พี่ ๆ และผู้ที่มิได้กล่าวนามข้างต้นทุก ๆ ท่านที่คอยเป็นกำลังใจให้ตลอดระยะเวลาการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนสำเร็จลุล่วงทุกประการ

ผมกฤช ภาคย์ทองสุก

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่

1. บทนำ 1

2. การสำรวจเอกสาร 4

3. วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินงานวิจัย 17

4. ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง 28

5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 84

เอกสารอ้างอิง 92

ภาคผนวก 103

ประวัติผู้เขียน 121

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	องค์ประกอบหลักของแกลบ	13
2	ส่วนประกอบของขี้เถ้าแกลบ	16
3	น้ำหนักโดยประมาณของกากตะกอนและแกลบที่ปริมาตรเดียวกัน	22
4	การวางแผนการทดลอง	23
5	พารามิเตอร์และวิธีวิเคราะห์สำหรับดินและกากตะกอน	26
6	ลักษณะสมบัติและองค์ประกอบทางเคมีของกากตะกอนและดินก่อนการเพาะปลูก	28
7	ค่าความเข้มข้นสูงสุดของโลหะหนัก (มก./กก.) ที่ยอมรับให้มีในกากตะกอนที่ใส่ในพื้นที่การเกษตรประเทศต่าง ๆ	33
8	ลักษณะสมบัติทางกายภาพของดินก่อนการเพาะปลูก	37
9	ผลผลิตผักคะน้าและผักกาดหอม (น้ำหนักแห้ง, กิโลกรัมต่อไร่)	42
10	ปริมาณโลหะหนักที่สะสมในส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดินของผักคะน้า.... (หน่วยเป็น มก./กก.)	44
11	ปริมาณโลหะหนักที่สะสมในส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดินของผักกาดหอม (หน่วยเป็น มก./กก.)	51
12	ปริมาณโลหะหนักชนิดต่าง ๆ ที่ปนเปื้อนในอาหารและยอมรับให้บริโภคสูงสุดในแต่ละวัน (สำหรับทองแดง เหล็ก และสังกะสี) และในแต่ละสัปดาห์ (สำหรับตะกั่ว และแคดเมียม)	56
13	การเปลี่ยนแปลงนีเอชของดินที่เพาะปลูกผักคะน้าระหว่างทำการทดลอง	62

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
14	การเปลี่ยนแปลงพีเอชของดินที่เพาะปลูกผักกาดหอมระหว่างทำการทดลอง	63
15	ปริมาณโลหะหนักในดินหลังการเพาะปลูกผักคะน้าและผักกาดหอม.....	67
16	ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./กก.) สูงสุด ที่ยอมรับให้มีได้ในดินเกษตรกรรมของประเทศต่าง ๆ	71
17	ลักษณะสมบัติของดินหลังการเพาะปลูกผักคะน้าและผักกาดหอม (หน่วยเป็น มก./กก.)	[illegible]
18	ลักษณะสมบัติทางกายภาพของดินหลังการเพาะปลูกผักคะน้าและผักกาดหอม	82
19	Analysis of Variance ของผลผลิตผักคะน้าและผักกาดหอม	105
20	Analysis of Variance ของปริมาณโลหะหนักในผักคะน้า	106
21	Analysis of Variance ของปริมาณโลหะหนักในผักกาดหอม	107
22	Analysis of Variance ของปริมาณโลหะหนักในดินหลังการเพาะปลูกผักคะน้าและผักกาดหอม	108
23	Analysis of Variance ลักษณะสมบัติของดินหลังการเพาะปลูกผักคะน้าและผักกาดหอม	109

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
1	กากตะกอนสด	111
2	กากตะกอนแห้ง	111
3	แกลบ	112
4	ลักษณะพื้นที่ทดลอง	112
5	ผลผลิตผักคะน้าจากต่ำรับทดลองควบคุม	113
6	ผลผลิตผักคะน้าจากต่ำรับทดลองปุ๋ยเคมี	113
7	ผลผลิตผักคะน้าจากต่ำรับทดลองเติมกากตะกอนอัตรา 3,200 กิโลกรัมต่อไร่	114
8	ผลผลิตผักคะน้าจากต่ำรับทดลองเติมกากตะกอนอัตรา 3,200 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับแกลบอัตรา 320 กิโลกรัมต่อไร่	114
9	ผลผลิตผักคะน้าจากต่ำรับทดลองเติมกากตะกอนอัตรา 3,200 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับแกลบอัตรา 640 กิโลกรัมต่อไร่	115
10	ผลผลิตผักคะน้าจากต่ำรับทดลองเติมกากตะกอนอัตรา 3,200 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับแกลบอัตรา 960 กิโลกรัมต่อไร่	115
11	ผลผลิตผักคะน้าจากต่ำรับทดลองเติมกากตะกอนอัตรา 3,200 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับแกลบอัตรา 1,280 กิโลกรัมต่อไร่	116
12	ผลผลิตผักกาดหอมจากต่ำรับทดลองควบคุม	116
13	ผลผลิตผักกาดหอมจากต่ำรับทดลองปุ๋ยเคมี	117
14	ผลผลิตผักกาดหอมจากต่ำรับทดลองเติมกากตะกอนอัตรา 3,200 กิโลกรัมต่อไร่	117
15	ผลผลิตผักกาดหอมจากต่ำรับทดลองเติมกากตะกอนอัตรา 3,200 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับแกลลอัตรา 320 กิโลกรัมต่อไร่	118

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
16	ผลผลิตผักกาดหอมจากต่ำรับทดลองเติมกากตะกอนอัตรา 3,200 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับแกลบอัตรา 640 กิโลกรัมต่อไร่	118
17	ผลผลิตผักกาดหอมจากต่ำรับทดลองเติมกากตะกอนอัตรา 3,200 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับแกลบอัตรา 960 กิโลกรัมต่อไร่	119
18	ผลผลิตผักกาดหอมจากต่ำรับทดลองเติมกากตะกอนอัตรา 3,200 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับแกลบอัตรา 1,280 กิโลกรัมต่อไร่	119
19	ส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดินของผักตะน้า	120
20	ส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดินของผักกาดหอม	120