

การใช้ประโยชน์จากตะกอนจากการบำบัดน้ำเสีย
เพื่อการปลูกผักคะน้า (*Brassica oleracea* L. var *alboglabra* Bailey)
ในดินเปรี้ยวจัด



นายคุณัย วนะภูติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตรสภาวะแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

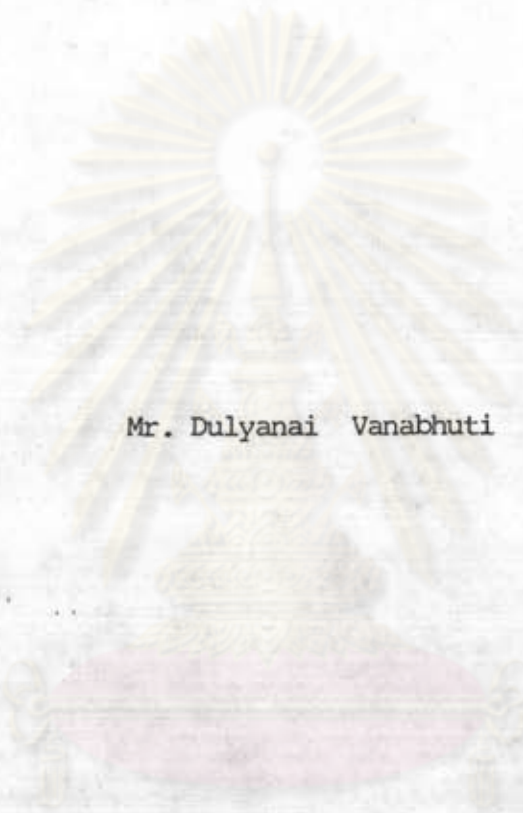
พ.ศ. 2529

ISBN 974-566-849-4

012124

I15602145

UTILIZATION OF TREATED WASTEWATER SLUDGE
FOR CHINESE KALE (Brassica oleracea L. var alboglabra Bailey)
CULTIVATION ON ACID SULFATE SOIL



Mr. Dulyanai Vanabhuti

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
Interdepartment of Environmental Science
Graduate School
Chulalongkorn University

1986

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การใช้ประโยชน์จากตะกอนจากการบำบัดน้ำเสีย เพื่อการปลูกผักคะน้า
(Brassica oleracea L. var alboglabra Bailey) ในดินเปรี้ยวจัด

โดย

นายคุณันย์ วนะภูติ

สาขา

วิทยาศาสตร์การเกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์อรรณพ ศิริรัตน์พิริยะ



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้มนัวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สรชัย พิศาบุตร)
รักษาการในตำแหน่งรองคณบดีฝ่ายวิชาการ
ปฏิบัติราชการแทนรักษาการในตำแหน่งคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ไพรัช สายเชื้อ)

..... กรรมการ
(อาจารย์ อรรณพ ศิริรัตน์พิริยะ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นันทนา อังกินันท์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไพบูลย์ ประพฤติกิธรม)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การใช้ประโยชน์จากตะกอนจากการบำบัดน้ำเสีย เพื่อการปลูกผักคะน้า
 (Brassica oleracea L. var alboglabra Bailey) ในดินเปรี้ยวจัด
 ชื่อนิสิต นายคุณนัย วนะภูติ
 อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์อรรพรรณ ศิริรัตน์พิริยะ
 สหสาขา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
 ปีการศึกษา 2528



บทคัดย่อ

การนำกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนและกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานฆ่าสัตว์ในรูปกากตะกอนแห้งมาใช้ศึกษาทดลองในภาคสนาม เพื่อพิจารณาถึงผลของกากตะกอนต่อผลผลิตและปริมาณโชนะหนักในผักคะน้า (Brassica oleracea L. var alboglabra Bailey) รวมทั้งผลต่อปริมาณโชนะหนักในดิน โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block ซึ่งประกอบด้วยตำรับทดลองเติมกากตะกอนด้วยวิธีผสมคลุกเคล้ากับดินและวิธีโรยบนผิวดิน ในอัตราเติม 20 40 60 และ 80 เมตริกตัน/เฮกตาร์ ตำรับทดลองเติมสารละลายโชนะหนักในรูปสารประกอบคลอไรด์ของแคลเซียม ทองแดง เหล็ก แมงกานีส นิเกิล ตะกั่ว และสังกะสี ด้วยอัตราเติมที่ทำให้มีปริมาณโชนะหนักเท่ากับที่ปนอยู่ในกากตะกอนในรูปที่หีบคูดึงได้ในอัตราเติม 20 40 60 และ 80 เมตริกตัน/เฮกตาร์ รวมทั้งตำรับทดลองเติมปุ๋ยเคมีสูตร 20-10-10 ร่วมกับปุ๋ยยูเรียอัตรา 1 เมตริกตัน/เฮกตาร์ (160 กก./ไร่)

การเติมกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนและจากระบบบำบัดน้ำเสียโรงงานฆ่าสัตว์ตามตำรับทดลอง ลงในดินเปรี้ยวจัดหรือดินกรดจัด ซึ่งเนื้อดินเป็นดินเหนียว และได้ปรับสภาพพีเอชให้สูงขึ้นเป็นพีเอช 6.5 แล้ว ด้วยวิธีเติมปูนมาร์ลอัตรา 1,722 กก./ไร่ เพื่อทำการเพาะปลูกผักคะน้า นั้น ปรากฏว่ามีผลทำให้ผลผลิตผักคะน้าเพิ่มปริมาณมากขึ้นตามการเพิ่มอัตราเติมกากตะกอน วิธีเติมแบบโรยบนผิวดินมีแนวโน้มจะให้ผลผลิตสูงกว่าวิธีเติมแบบผสมคลุกเคล้ากับดิน ทั้งนี้ในอัตราเติม 80 เมตริกตัน/เฮกตาร์ โดยวิธีโรยบนผิวดินเป็นอัตราเติมและวิธีเติมที่ดีที่สุดที่จะทำให้ได้รับผลผลิตสูงสุดและมีปริมาณมากกว่าผลผลิตจากการเติมปุ๋ยเคมีด้วย ปริมาณผลผลิตสูงสุดในรูปน้ำหนักแห้งของการเติมกากตะกอนจากระบบน้ำเสียชุมชน คือ 332.2 กรัม/

พื้นที่เก็บเกี่ยว 4 ตารางเมตร และจากการเติมภาคตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานฆ่าสัตว์ คือ 442.5 กรัม/พื้นที่เก็บเกี่ยว 4 ตารางเมตร ซึ่งเมื่อคิดเป็นผลผลิตในรูปน้ำหนักสดที่มีปริมาณความชื้นร้อยละ 91 จะมีค่าประมาณ 1,475 กก./ไร่ (9.22 เมตริกตัน/เฮกตาร์) และ 1,970 กก./ไร่ (612.3 เมตริกตัน/เฮกตาร์) ตามลำดับ

การเติมภาคตะกอนทั้งสองชนิดลงดินด้วยวิธีผสมคลุกเคล้ากับดิน และวิธีโรยบนผิวดินในอัตราเติม 20 40 60 และ 80 เมตริกตัน/เฮกตาร์ ไม่มีผลต่อการสะสมปริมาณแคดเมียม ทองแดง เหล็ก นิกเกิล และตะกั่วในผักคะน้า เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงควบคุมและตำรับทดลองเติมปุ๋ยเคมี แต่มีผลทำให้ปริมาณสังกะสีในผักคะน้าเพิ่มขึ้น จนมีปริมาณมากกว่าจากตำรับทดลองเติมปุ๋ยเคมี และแปลงควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ยังไม่แตกต่างจากตำรับทดลองเติมสารละลายโซะหนัก ในทางกลับกัน การเติมภาคตะกอนกลับมีแนวโน้มทำให้ปริมาณแมงกานีสในใบผักคะน้าลดน้อยลงตามการเพิ่มอัตราเติมภาคตะกอน อีกทั้งแมงกานีสในใบผักคะน้าจากการเติมภาคตะกอน จะมีปริมาณน้อยกว่าจากตำรับทดลองเติมปุ๋ยเคมี และตำรับทดลองเติมสารละลายโซะหนักอย่างมีนัยสำคัญด้วย

นอกจากนี้แล้วการเติมภาคตะกอนทั้งสองชนิดยังมีผลทำให้มีปริมาณโซะหนักในดินเพิ่มมากขึ้นตามการเพิ่มอัตราเติม โดยจะเป็นการเพิ่มขึ้นของแคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว และสังกะสี จากการเติมภาคตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน ส่วนภาคตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานฆ่าสัตว์นั้น จะทำให้แคดเมียม ทองแดง และสังกะสีเพิ่มขึ้น

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title Utilization of Treated Wastewater Sludge for
Chinese kale (Brassica oleracea L. var. alboglabra
Bailey) Cultivation on Acid Sulfate Soil

Name Mr. Dulyanai Vanabhuti

Thesis Advisors Miss Orawan Siriratpiriya

Inter-Department Environmental Science

Academic Year 1985



Abstract

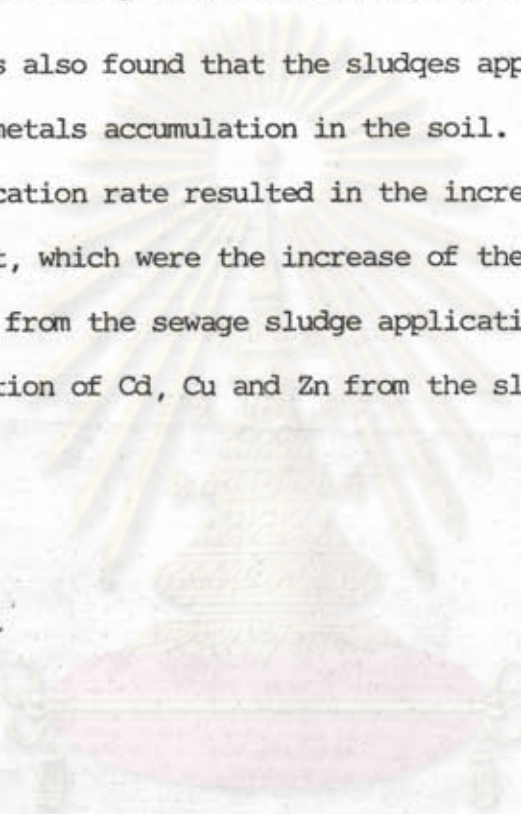
Anaerobically digested dry sewage sludge and dry slaughter-house sludge were used in the field study to determine their effects on yield and on heavy metals (Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn) accumulation both in soil and in Chinese kale (Brassica oleracea L. var alboglabra Bailey). The randomized complete block design of the mix and top-dress sludge applications at rate of 20, 40, 60 and 80 tons/ha. were used in this experiment. Each sludge was applied to the acid sulfate clay soil after the soil-pH was adjusted from 4.0 upto 6.5.

The results showed that kale's yield was increased with increasing the sludge application rates. The top-dress application method resulted in greater yield than did the mix application. Further, the greatest yields were obtained from the top-dress sludges application at the rate of 80 tons/ha., which were 9.22 and 12.3 tons/ha. respectively. (fresh weight of 91% water content)

Both application methods, the mix and top-dress at all rates showed significantly no effects on the accumulation of Cd, Cu, Fe, Ni and Pb-contents in kale, but had the significant effect on Zn and Mn

accumulations. The sludges application resulted in greater Zn-content in kale than did the control and the fertilization plot. In contrast, the Mn-content in kale leave was decreased when the sludge application rate was increased and was also lesser than the control, the fertilizationplot and the heavy metals application plots.

It was also found that the sludges application had the effects on the heavy metals accumulation in the soil. The increase of the sludges application rate resulted in the increase of the soil heavy metals content, which were the increase of the concentration of Cd, Cu, Pb and Zn from the sewage sludge application and the increase of the concentration of Cd, Cu and Zn from the slaughter-house sludge application.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ



ผู้เขียนขอขอบพระคุณ อาจารย์ อรวรรณ ศิริรัตนพิริยะ ผู้ให้การชี้แนะคำปรึกษา
แนะนำ แนวคิด การสนับสนุน ตลอดจนช่วยเหลือวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จสมบูรณ์ รวมทั้ง
ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ไพรัช สายเชื้อ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไพบุลย์
ประพฤทธิ์ธรรม ที่กรุณาให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ อีกทั้งขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์
ศศิธร บุญ-หลง ภาควิชาวิศวกรรมเคมี ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้เครื่องอะตอมมิค แอบสอร์บชั่น
สเปกโตรโฟโตมิเตอร์

ขอขอบคุณ คุณประเทือง เอี้ยวแซ เจ้าของที่ดินเป็นอย่างมากที่มึนน้ำใจสูงส่งและให้
ความช่วยเหลือ คุณแลร์กษาแปลงทลองอย่างมีเห็นแก่ผลประโยชน์ตอบแทน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง การใช้ประโยชน์จากกากตะกอน
น้ำเสีย ในรูปของปุ๋ยสำหรับพื้นที่เกษตรกรรม จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งได้รับทุนอุดหนุนจาก
สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสถาบันฯ ยังได้ให้ใช้ห้องปฏิบัติการ
เพื่อทำการวิเคราะห์ทางเคมีด้วย จึงขอขอบคุณสถาบันฯ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ได้ให้ความ
อนุเคราะห์

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนอุดหนุนในการทำวิจัยครั้งนี้

ท้ายสุดนี้ ขอขอบคุณ พ่อ-แม่ พี่ ๆ น้อง ๆ และเพื่อน ๆ ทุกคน ที่ได้มีส่วนช่วยจนส่งผล
ให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ



๗

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
กิตติกรรมประกาศ	ช
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่	
1 บทนำ	1
2 อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ	13
3 ผลและวิจารณ์ผลสารทดลอง	23
4 สรุปผลสารทดลองและขอเสนอแนะ	55
เอกสารอ้างอิง	58
ภาคผนวก	65
ประวัติ	80

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีของกากตะกอนจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ	4
2	พฤติกรรมของโลหะหนักบางชนิดต่อพืชและสัตว์.....	12
3.	ปริมาณโลหะหนักในรูปสารประกอบคลอไรด์ที่เติมลงแปลงทดลอง เทียบเท่ากับปริมาณโลหะหนักที่มีอยู่ในกากตะกอน ADS และ ATS ในอัตราเติม 20 40 60 และ 80 กิโลกรัม/แปลง.....	18
4	สมบัติและองค์ประกอบทางเคมีของกากตะกอนและดิน.....	24
5	ปริมาณสารอาหารพืชและโลหะหนักที่เกิดจากการเติมกากตะกอน ADS และ ATS ลงดินด้วยอัตราเติมต่าง ๆ	26
6	ผลผลิตของผักคะน้าจากการเติมกากตะกอน ADS และ ATS ในรูปน้ำหมักแห้ง.....	28
7	ปริมาณแคดเมียมในใบผักคะน้าจากการเติมกากตะกอน ADS และ ATS	34
8	ปริมาณทองแดงในผักคะน้าจากการเติมกากตะกอน ADS และ ATS	36
9	ปริมาณเหล็กในผักคะน้าจากการเติมกากตะกอน ADS และ ATS	38
10	ปริมาณแมงกานีสในใบผักคะน้าจากการเติมกากตะกอน ADS และ ATS	39
11	ปริมาณนิเกิลในใบผักคะน้าจากการเติมกากตะกอน ADS และ ATS	40
12	ปริมาณตะกั่วในใบและรากผักคะน้าจากการเติมกากตะกอน ADS และ ATS	41
13	ปริมาณสังกะสีในผักคะน้าจากการเติมกากตะกอน ADS และ ATS	43
14	ปริมาณโลหะหนักในดิน ภายหลังจากการเติมกากตะกอน ADS	45

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
15	ปริมาณโสมะหนักในดิน ภายหลังกการเติมกากตะกอน ATS	46
16	ค่าพีเอชดินที่ระยะเวลาทุก 2 สัปดาห์ ระหว่างการเพาะปลูกผักคะน้า ในดินที่เติมกากตะกอน ADS และ ATS	49
17	ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนในดินที่ระยะเวลาทุก 2 สัปดาห์ ระหว่างการเพาะปลูกผักคะน้าในดินที่เติมกากตะกอน ADS	51
18	ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนในดินที่ระยะเวลาทุก 2 สัปดาห์ ระหว่างการเพาะปลูกผักคะน้าในดินที่เติมกากตะกอน ATS	52
19	ปริมาณไนเตรคไนโตรเจนในดินที่ระยะเวลาทุก 2 สัปดาห์ ระหว่าง การเพาะปลูกผักคะน้าในดินที่เติมกากตะกอน ADS	53
20	ปริมาณไนเตรคไนโตรเจนในดินที่ระยะเวลาทุก 2 สัปดาห์ ระหว่าง การเพาะปลูกผักคะน้าในดินที่เติมกากตะกอน ATS	54
21	ปริมาณโสมะหนักในรูปสารประกอบคลอไรด์ที่ใช้เตรียมสารละลาย 1 ลิตร	66
22	ปริมาณสารละลายโสมะหนักที่เติมลงดิน แยกตามตำรับทดลองเติมกาก ตะกอน ADS และ ATS ด้วยอัตราเติมต่าง ๆ	66
23	ปริมาณแคดเมียมในใบผักคะน้า.....	67
24	ปริมาณเหล็กในสวนใบ ต้น และรากของผักคะน้า.....	68
25	ปริมาณนิกเกิลในใบผักคะน้า	69
26	ปริมาณตะกั่วในใบและรากของผักคะน้า	70

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
1	แผนผังแสดงการจับแปลงทดลอง	17
2	ผลผลิตฝักกระเน้าจากการเติมกากตะกอน ATS ด้วยวิธีโรยบนผิวดิน ในอัตราเติม 80 กก./แปลง	31
3	ผลผลิตฝักกระเน้าจากการเติมกากตะกอน ADS ด้วยวิธีโรยบนผิวดิน ในอัตราเติม 80 กก./แปลง	31
4	ผลผลิตฝักกระเน้าจากคาร์บอเนตเติมปุ๋ยเคมีสูตร 20-10-10 รวม กับปุ๋ยยูเรีย ด้วยอัตราเติม 160 กก./ไร่	32
5	ผลผลิตฝักกระเน้าจากแปลงควบคุม	32

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย