# อิทธิพลของธาตุโลหะบางอย่างที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืชผักบางชนิด

นางวิไลภรณ์ บุญญกิจจินดา

004820

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาพฤกษศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2523

1738834X

# The Effect of Some Metallic Elements on Growth of Certain Vegetable Plants

Mrs. Vilaiporn Boonyakijjinda

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements
for the Degree of Master of Science

Department of Botany
Graduate School
Chulalongkorn University

1980

| | |
|---|---|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | อิทธิพลของธาตุโลหะบางอย่างที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืชผักบางชนิด |
| โดย | นางวิไลภรณ์ บุญญกิจจินดา |
| ภาควิชา | พฤกษศาสตร์ |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | รองศาสตราจารย์ ดร. ไววิทย์ พูทธารี |

---

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

. . . . . คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

. . . . . ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ พรรณี ชิโนรักษ์)

. . . . . กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ไววิทย์ พูทธารี)

. . . . . กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อรดี สหวัชรินทร์)

. . . . . กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รัชนี วีรพลิน)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ อิทธิพลของธาตุโลหะบางอย่างที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืชผักบางชนิด
ชื่อนิสิต นางวิไลภรณ์ บุญญกิจจินดา
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ไววิทย์ พุทธารี
ภาควิชา พฤกษศาสตร์
ปีการศึกษา 2523

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทคัดย่อ

ในการปลูกพืชผัก 5 ชนิด ได้แก่ผักคะน้า (Brassica alboglabra Bailey) ผักกาดขาวกวางตุ้ง (Brassica chinensis Jusl) ผักกาดเขียวกวางตุ้ง (B. chinensis Jusl. var parachinensis Tsen & Lee) ผักบุ้งจีน (Ipomoea aquatica Forsk) และผักกาดหอม (Lactuca sativa L.) ในสารละลายของสารอาหารที่มี $Cd^{2+}$ $Ni^{2+}$ และ $Co^{2+}$ ที่ระดับ 0, 1, 2, 5, 10 และ 20 ppm $Cr^{3+}$ และ $Sr^{2+}$ ที่ระดับ 0, 1, 10, 50, 100 และ 200 ppm พบว่า ผลกระทบของโลหะต่อพืชแต่ละชนิดขึ้นกับชนิดและระดับความเข้มข้นของโลหะ แคดเมียม นิคเกิล และโคบอลท์ ทำให้น้ำหนักแห้งของพืชชนิดต่าง ๆ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ 1 หรือ 2 ppm ขึ้นไป แต่อาการผิดปกติต่าง ๆ สังเกตเห็นได้ชัดเจนที่ 2 หรือ 5 ppm ขึ้นไป ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดพืช โครเมียมทำให้น้ำหนักแห้งของพืชทั้งห้าชนิดลดลงอย่างมีนัยสำคัญและแสดงอาการผิดปกติต่าง ๆ อย่างชัดเจนที่ 100 ppm ขึ้นไป อาการผิดปกติดังกล่าวได้แก่ ต้นเล็กแกร็น เนื้อเยื่อระหว่างเส้นใบซีดเหลือง คล้ายอาการขาดธาตุเหล็ก ตามลำต้น ก้านใบ และเส้นใบเป็นสีม่วง นิกเกิล และโคบอลท์ ทำให้เกิดอาการ necrosis หลังอาการ chlorosis เฉพาะในผักกาดหอม พบว่า แคดเมียมทำให้ใบล่าง ๆ หยอยกันแห้งอย่างรวดเร็ว และเส้นกลางใบเป็นสีน้ำตาล ส่วนโครเมียมทำให้ใบล่าง ๆ เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอมแดง และแห้งอย่างรวดเร็วเช่นกัน สำหรับสตรอนเทียมไม่ทำให้พืชทั้งห้าชนิดมีอาการผิดปกติ นอกจากน้ำหนักแห้งของผักกาดหอมลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่สตรอนเทียม 200 ppm

| | |
|---|---|
| Thesis Title | The Effect of Some Metallic Elements on Growth of Certain Vegetable Plants |
| Name | Mrs. Vilaiporn Boonyakijjinda |
| Thesis Advisor | Associated Professor Waiwit Buddhari, Ph.D. |
| Department | Botany |
| Academic year | 1980 |


## ABSTRACT

Five species of vegetable plants, namely, Chinese kale (Brassica alboglabra Bailey), Chinese cabbage (Brassica chinensis Jusl), edible rape (B. chinensis Jusl. var. parachinensis Tsen & Lee), water convolvulus (Ipomoea aquatica Forsk), and lettuce (Lactuca sativa L.) were grown in nutrient solutions containing $Cd^{2+}$, $Ni^{2+}$, or $Co^{2+}$ at 0, 1, 2, 5, 10 and 20 ppm levels, or $Cr^{3+}$ or $Sr^{2+}$ at 0, 1, 10, 50, 100 and 200 ppm levels. It was found that the toxic effect of metallic ions on each plant species depended on the type and concentration of the ions used. Cadmium, nickel and cobalt caused significant reductions in dry weights at 1 Or 2 ppm, or higher. But toxicity symptoms can be observed clearly at 2 or 5 ppm, or higher, depending on plant species. Chromium caused significant reductions in dry weights of all plants studied and showed marked toxicity symptoms at 100 ppm, or higher. The general symptoms of toxicity were stunted growth, interveinal chlorosis resembling that caused by an Fe deficiency, and purple coloration in stems, petioles and midribs. In the case of nickel and cobalt toxicities, there was interveinal chlorosis

followed by interveinal necrosis. It was only in lettuce that cadmium caused rapid desiccation in lower leaves and brown coloration in midribs whereas chromium caused red brown coloration and rapid desiccation in lower leaves. There was no visible toxic symptom caused by strontium with the exception that at 200 ppm, the dry weight of lettuce was significantly decreased.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ไววิทย์ พูทธารี อาจารย์ที่ปรึกษาและควบคุมการวิจัย รองศาสตราจารย์พรรณี ชิโนรักษ์ รองศาสตราจารย์ ดร.อรดี สหวัชรินทร์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัชนี วีรพลิน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธวัช ลวเปารยะ อาจารย์สมศักดิ์ เกรอต และขอขอบคุณอาจารย์เกษรา จอนสัน อาจารย์ปรีชา อัศวเดชานุกร อาจารย์จิตรีบูล สุวรรณประไพ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ช่วยแก้ไขปัญหาและแก้ไขข้อบกพร่อง ทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้

ขอขอบคุณ คุณสาโรจน์ ปัญญามหานนท์ ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือในด้านการถ่ายภาพด้วยดีตลอดมา

และขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ


| | | หน้า |
|---|---|---|
| บทคัดย่อภาษาไทย | | ฆ |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | | ง |
| กิตติกรรมประกาศ | | ฉ |
| รายการตารางประกอบ | | ช |
| รายการภาพประกอบ | | ฎ |
| บทที่ | | |
| 1 | บทนำ | 1 |
| 2 | อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ | 12 |
| 3 | ผลการทดลอง | 18 |
| 4 | การอภิปรายผลการทดลอง | 83 |
| 5 | ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ | 90 |
| เอกสารอ้างอิง | | 92 |
| ภาคผนวก | | 104 |
| ประวัติ | | 144 |


หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# รายการตารางประกอบ


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | ผลของ Cd ต่อน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลง pH ในสารอาหารของผักคะน้า . . . . . | 21 |
| 2 | ผลของ Cd ต่อน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลง pH ในสารอาหารของผักกาดขาวกวางตุ้ง . . . . . | 22 |
| 3 | ผลของ Cd ต่อน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลง pH ในสารอาหารของผักกาดเขียวกวางตุ้ง . . . . . | 23 |
| 4 | ผลของ Cd ต่อน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลง pH ในสารอาหารของผักบุ้งจีน . . . . . | 24 |
| 5 | ผลของ Cd ต่อน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลง pH ในสารอาหารของผักกาดหอม . . . . . | 25 |
| 6 | ผลของ Ni ต่อน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลง pH ในสารอาหารของผักคะน้า . . . . . | 29 |
| 7 | ผลของ Ni ต่อน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลง pH ในสารอาหารของผักกาดขาวกวางตุ้ง . . . . . | 30 |
| 8 | ผลของ Ni ต่อน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลง pH ในสารอาหารของผักกาดเขียวกวางตุ้ง . . . . . | 31 |
| 9 | ผลของ Ni ต่อน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลง pH ในสารอาหารของผักบุ้งจีน . . . . . | 32 |
| 10 | ผลของ Ni ต่อน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลง pH ในสารอาหารของผักกาดหอม . . . . . | 33 |

ตารางที่ (ต่อ) หน้า


11 ผลของ Co ต่อน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลง pH ในสารอาหารของผักคะน้า . . . . . 37

12 ผลของ Co ต่อน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลง pH ในสารอาหารของผักกาดขาวกวางตุ้ง . . . . . 38

13 ผลของ Co ต่อน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลง pH ในสารอาหารของผักกาดเขียวกวางตุ้ง . . . . . 39

14 ผลของ Co ต่อน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลง pH ในสารอาหารของผักบุ้งจีน . . . . . 40

15 ผลของ Co ต่อน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลง pH ในสารอาหารของผักกาดหอม . . . . . 41

16 ผลของ Cr ต่อน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลง pH ในสารอาหารของผักคะน้า . . . . . 44

17 ผลของ Cr ต่อน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลง pH ในสารอาหารของผักกาดขาวกวางตุ้ง . . . . . 45

18 ผลของ Cr ต่อน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลง pH ในสารอาหารของผักกาดเขียวกวางตุ้ง . . . . . 46

19 ผลของ Cr ต่อน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลง pH ในสารอาหารของผักบุ้งจีน . . . . . 47

20 ผลของ Cr ต่อน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลง pH ในสารอาหารของผักกาดหอม . . . . . 48

21 ผลของ Sr ต่อน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลง pH ในสารอาหารของผักคะน้า . . . . . 50

ตารางที่ (ต่อ) หน้า


22 ผลของ Sr ต่อน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลง pH ในสารอาหารของผักกาดขาวกวางตุ้ง . . . . . 51

23 ผลของ Sr ต่อน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลง pH ในสารอาหารของผักกาดเขียวกวางตุ้ง . . . . . 52

24 ผลของ Sr ต่อน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลง pH ในสารอาหารของผักบุ้งจีน . . . . . 53

25 ผลของ Sr ต่อน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลง pH ในสารอาหารของผักกาดหอม . . . . . 54

26 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักคะน้าเนื่องจากผลของแคดเมียม . . . . . 110

27 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักกาดขาวกวางตุ้งเนื่องจากผลของแคดเมียม 112

28 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักกาดเขียวกวางตุ้งเนื่องจากผลของแคดเมียม 114

29 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักบุ้งจีนเนื่องจากผลของแคดเมียม . . . . . 115

30 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักกาดหอมเนื่องจากผลของแคดเมียม . . . . 117

31 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักคะน้าเนื่องจากผลของนิกเกิล . . . . . 119

32 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักกาดขาวกวางตุ้งเนื่องจากผลของนิกเกิล . . 121

33 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักกาดเขียวกวางตุ้งเนื่องจากผลของนิกเกิล . 123

34 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักบุ้งจีนเนื่องจากผลของนิกเกิล . . . . . 124

35 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักกาดหอมเนื่องจากผลของนิกเกิล . . . . . 126

36 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักคะน้าเนื่องจากผลของโคบอลท์ . . . . . 128

37 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักกาดขาวกวางตุ้งเนื่องจากผลของโคบอลท์ . 130

38 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักกาดเขียวกวางตุ้งเนื่องจากผลของโคบอลท์ 131

39 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักบุ้งจีนเนื่องจากผลของโคบอลท์ . . . . . 133

40 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักกาดหอมเนื่องจากผลของโคบอลท์ . . . . 135

ตารางที่ (ต่อ) หน้า


| | | |
|---|---|---|
| 41 | อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักคะน้าเนื่องจากผลของโครเมียม . . . . | 136 |
| 42 | อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักกาดขาวกวางตุ้งเนื่องจากผลของโครเมียม | 138 |
| 43 | อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักกาดเขียวกวางตุ้งเนื่องจากผลของโครเมียม | 139 |
| 44 | อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักบุ้งจีนเนื่องจากผลของโครเมียม . . . . | 140 |
| 45 | อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักกาดหอมเนื่องจากผลของโครเมียม . . . | 141 |
| 46 | อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักคะน้า ผักกาดขาวกวางตุ้ง ผักกาดเขียว-กวางตุ้ง และผักบุ้งจีน เนื่องจากผลของสตรอนเทียม. . . . . | 142 |
| 47 | อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักกาดหอมเนื่องจากผลของสตรอนเทียม . . | 143 |


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# รายการภาพประกอบ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | การเพาะเมล็ดผักในกะบะทราย . . . . . | 16 |
| 2 | ต้นอ่อนที่ย้ายลงปลูกในสารละลายธาตุอาหาร . . . . . | 16 |
| 3 | สถานที่ใช้ทดลอง . . . . . | 17 |
| 4 | ผักคะน้า หลังจากได้รับแคดเมียมความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 3 สัปดาห์ . . . . . | 60 |
| 5 | ผักคะน้า หลังจากได้รับแคดเมียม 10 ppm เป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . . | 60 |
| 6 | ผักกาดขาวกวางตุ้ง หลังจากได้รับแคดเมียมความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . . . . | 61 |
| 7 | ผักกาดขาวกวางตุ้ง หลังจากได้รับแคดเมียม 20 ppm เป็นเวลา 2 สัปดาห์ . . . . . | 61 |
| 8 | ผักกาดเขียวกวางตุ้ง หลังจากได้รับแคดเมียมความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 3 สัปดาห์ . . . . . | 62 |
| 9 | ผักกาดเขียวกวางตุ้ง หลังจากได้รับแคดเมียม 10 ppm เป็นเวลา 3 สัปดาห์ . . . . . | 62 |
| 10 | ผักบุ้งจีน หลังจากได้รับแคดเมียมความเข้มข้นต่าง ๆ กันเป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . . . . | 63 |
| 11 | ผักบุ้งจีน หลังจากได้รับแคดเมียม 20 ppm เป็นเวลา 3 สัปดาห์ . . . | 63 |
| 12 | ผักกาดหอม หลังจากได้รับแคดเมียมความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . . . . | 64 |
| 13 | ผักกาดหอม หลังจากได้รับแคดเมียม 5 ppm เป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . | 64 |
| 14 | ผักคะน้า หลังจากได้รับนิกเกิลความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . . . . | 65 |
| 15 | ผักคะน้า หลังจากได้รับนิกเกิล 1 ppm เป็นเวลา 3 สัปดาห์ . . . . | 65 |

ภาพที่ (ต่อ) หน้า

16 ผักกาดขาวกวางตุ้ง หลังจากได้รับนิกเกิลความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . . . . 66
17 ผักกาดขาวกวางตุ้ง หลังจากได้รับนิกเกิล 5 ppm เป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . . . . 66
18 ผักกาดเขียวกวางตุ้ง หลังจากได้รับนิกเกิลความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . . . . 67
19 ผักกาดเขียวกวางตุ้ง หลังจากได้รับนิกเกิล 20 ppm เป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . . . . 67
20 ผักบุ้งจีน หลังจากได้รับนิกเกิลความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . . . . 68
21 ผักบุ้งจีน หลังจากได้รับนิกเกิล 10 ppm เป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . 68
22 ผักกาดหอม หลังจากได้รับนิกเกิลความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . . . . 69
23 ผักกาดหอม หลังจากได้รับนิกเกิล 10 ppm เป็นเวลา 2 สัปดาห์ . 69
24 ผักคะน้า หลังจากได้รับโคบอลท์ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . . . . 70
25 ผักคะน้า หลังจากได้รับโคบอลท์ 5 ppm เป็นเวลา 3 สัปดาห์ . . 70
26 ผักกาดขาวกวางตุ้ง หลังจากได้รับโคบอลท์ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . . . . 71
27 ผักกาดขาวกวางตุ้ง หลังจากได้รับโคบอลท์ 5 ppm เป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . . . . 71
28 ผักกาดเขียวกวางตุ้ง หลังจากได้รับโคบอลท์ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 3 สัปดาห์ . . . . . 72

ภาพที่ (ต่อ) หน้า

29 ผักกาดเขียวกวางตุ้ง หลังจากได้รับโคบอลท์ 10 ppm เป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . . . . 72
30 ผักบุ้งจีน หลังจากได้รับโคบอลท์ความเข้มข้นต่าง ๆ กันเป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . . . . 73
31 ผักบุ้งจีน หลังจากได้รับโคบอลท์ 10 ppm เป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . . 73
32 ผักกาดหอม หลังจากได้รับโคบอลท์ความเข้มข้นต่าง ๆ กันเป็นเวลา 3 สัปดาห์ . . . . . 74
33 ผักกาดหอม หลังจากได้รับโคบอลท์ 20 ppm เป็นเวลา 2 สัปดาห์ . . 74
34 ผักคะน้า หลังจากได้รับโครเมียมความเข้มข้นต่าง ๆ กันเป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . . . . 75
35 ผักกาดขาวกวางตุ้ง หลังจากได้รับโครเมียมความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . . . . 75
36 ผักกาดขาวกวางตุ้ง หลังจากได้รับโครเมียม 100 ppm เป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . . . . 76
37 ผักกาดขาวกวางตุ้ง หลังจากได้รับโครเมียม 200 ppm เป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . . . . 76
38 ผักกาดเขียวกวางตุ้ง หลังจากได้รับโครเมียมความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . . . . 77
39 ผักกาดเขียวกวางตุ้ง หลังจากได้รับโครเมียม 100 ppm เป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . . . . 77
40 ผักกาดเขียวกวางตุ้ง หลังจากได้รับโครเมียม 200 ppm เป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . . . . 78

ภาพที่ (ต่อ) หน้า


41 ผักบุ้งจีน หลังจากได้รับโครเมียมความเข้มข้นต่าง ๆ กันเป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . . . . 78

42 ผักกาดหอม หลังจากได้รับโครเมียมความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . . . . 79

43 ผักกาดหอม หลังจากได้รับโครเมียม 200 ppm เป็นเวลา 3 สัปดาห์ . . . . . 79

44 ผักคะน้า หลังจากได้รับสตรอนเทียมความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . . . . 80

45 ผักกาดขาวกวางตุ้ง หลังจากได้รับสตรอนเทียมความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . . . . 80

46 ผักกาดเขียวกวางตุ้ง หลังจากได้รับสตรอนเทียมความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 3 สัปดาห์ . . . . . 81

47 ผักบุ้งจีน หลังจากได้รับสตรอนเทียมความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . . . . 81

48 ผักกาดหอม หลังจากได้รับสตรอนเทียมความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ . . . . . 82


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย