

ผลของแคดิโออ่อนของแคดเมียม นีเกล และสังกะสี ต่อปรากฏการณ์การขาดเหล็ก

ในพืชบางชนิด



นายสันติ บุญฟ้าประทาน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นล้วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ

ภาควิชาพฤกษศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2526

ISBN 974-562-373-3

011147

117806769

THE EFFECT OF Cd²⁺, Ni²⁺ AND Zn²⁺ ON THE INCIDENCE
OF IRON DEFICIENCY IN CERTAIN PLANTS

Mr. Sunti Boonfahprathan

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement
for the Degree of Master of Science

Department of Botany

Graduate School

Chulalongkorn University

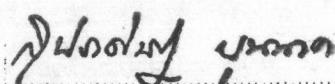
1983

หัวข้อวิทยาพินธ์ ผลของแคมติไออ่อนของแคมตเมียม นิเกล และสังกะสี ต่อปรากฏการณ์
การขาดเหลือกในพืชบางชนิด

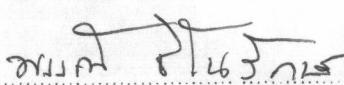
โดย	นายสันติ บุญฟ้าประทาน
ภาควิชา	พุกงค่าล่อมต์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองค่าล่อมตราชารย์ ดร. ไวยวัฒน พุตราชัย

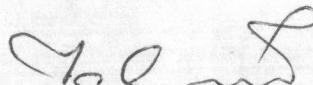


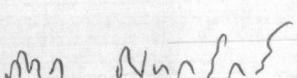
บังคิตวิทยาลัย อุปถัมภ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้เป็นวิทยาพินธ์ฉบับนี้เป็นล้ำหนึ่ง
ของศาสตร์ศึกษาตามหลักสูตรประยุกต์มหาบัณฑิต

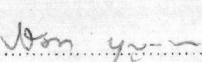

คณบดีบังคิตวิทยาลัย
(รองค่าล่อมตราชารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการล่อบวิทยาพินธ์


ประธานกรรมการ
(รองค่าล่อมตราชารย์พธรศิริ ชื่โนรักษ์)


กรรมการ
(รองค่าล่อมตราชารย์ ดร.ไวยวัฒน พุตราชัย)


กรรมการ
(ผู้ช่วยค่าล่อมตราชารย์ ดร.กัทร ชินกรรักษ์)


กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ปรีดา บุญ-หลง)

สิบสิบท้ายของบังคิตวิทยาลัย อุปถัมภ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของแคตไอโอดอนของแคดเมียม นีเกล และสังกะสี ต่อปราการ

การถักรากชาตเหลือกในพืชบางชนิด

ผู้นิสิต นายสันติ บุญฟ้าประทาน

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. ไสวิทย พุกราชี

ภาควิชา พฤกษศาสตร์

ปีการศึกษา 2525

บทคัดย่อ



ในการศึกษาลักษณะของธาตุเหล็กในรูปที่นำไปใช้ได้ (active iron, Fe^{2+}) รูปที่นำไปใช้ไม่ได้ (inactive iron, Fe^{3+}) และปริมาณธาตุเหล็กทั้งหมด (total iron content) โดยใช้ลาราเคนี 1-10 O-phenanthroline เป็นตัวลักษณ์ต่อพิช 2 ชนิด ได้แก่ ผักกาดเขียวหวานตุ้ง (Brassica chinensis. Jusl. var. parachinensis Tsen & Lee) และข้าว (Oryza sativa Linn.) ศึกษาในลักษณะอย่าง ธาตุอาหารที่มี Zn^{2+} , Cd^{2+} และ Ni^{2+} ในรูปลักษณะของโลหะหนัก -EDTA ที่ระดับความเข้มข้นระหว่าง 0, 10 - 40 ppm. พบร้าธาตุโลหะหนักทั้งสามทำให้เกิดลักษณะของแคดเมียมและสังกะสี Fe^{2+}/Fe^{3+} มีค่าลดลงต่ำกว่าลักษณะปกติรวมทั้งปริมาณ total iron และปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ การลดลงนี้บัดเจนยิ่งขึ้น เมื่อระยะเวลาการทดลองนานขึ้นจาก 9 วัน เป็น 15 วัน ยกเว้นในข้าวที่ระดับความเข้มข้นของแคดเมียม 30 และ 40 ppm. พบร้าอาการขิดเหลืองที่เกิดขึ้นตามการลดลงของปริมาณคลอโรฟิลล์นั้นไม่ได้เกิดจากการถักรากชาตเหลือกแต่เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดการลดลงอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้โลหะหนักทั้งสามยังทำให้น้ำหนักลดและน้ำหนักแห้งของต้นและรากของพืชที่หลังลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และแสดงอาการผิดปกติต่าง ๆ ตั้งแต่ที่ระดับความเข้มข้นน้อย (10 - 20 ppm.) อาการผิดปกติดังกล่าว

ได้แก่ อาการชีดเหลืองของเนื้อเยื่อรหัสว่าง เส้นใบจนถึงเกิดอาการตายของเนื้อเยื่อ (necrosis) โดยเฉพาะในผู้การตี้เรียกว่าการตู้งที่ระดับความเข้มข้นสูงของราดูลังกะสี (40 ppm.) อาการที่ปรากฏนี้ล้มเหลว กับการลดลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ สังกะสีและแอด เมื่อมีความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นปัจจัยให้รากหยุดเจริญและเน่า แต่ไม่พบผลการป้องกันเจริญของรากในข้าวหล้าหรือราดูนิเกิล

**The Effect of Cd⁺, Ni²⁺ and Zn²⁺ on the Incidence
of Iron Deficiency in Certain Plants**

Name Mr. Sunti Boonfahprathan

Thesis Advisor Associate Professor Waiwit Buddhari, Ph.D.

Department **Botany**

Academic Year 1982



ABSTRACT

This investigation reports on the use of 1-10 O-phenanthroline as an extractant for determining leaf iron status in the forms of active (Fe^{2+}), inactive (Fe^{3+}) and total iron in two plant species, namely edible rape (*Brassica chinensis* Jusl. var. *parachinensis* Tsen & Lee) and rice (*Oryza sativa* Linn.) which were grown in nutrient solution containing the metal-EDTA chelate of Zn^{2+} , Cd^{2+} or Ni^{2+} at concentrations ranging from zero to 40 ppm. It was found that an excess supply of each-metallic ion decreased leaf $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ ratio. The toxic effect resulted in a significant reduction of both leaf total iron and chlorophyll content. The effect on both plant species was more pronounced as the time of treatment was increased from 9 to 15 days with the exception of the rice plants treated with Cd^{2+} at 30 and 40 ppm--levels. In the latter case, although the plants were chlorotic as chlorophyll content decreased, their leaf total iron contents were definitely higher than those of the normal plants. The fresh and dry

weights of both shoots and roots of the two plant species were significantly decreased with increasing concentration of each of the heavy metals. This was correlated with the symptom of interveinal chlorosis, which was noticeable at the metallic concentration as low as 10 or 20 ppm, and in the case of edible rape treated with zinc at 40 ppm. or higher, chlorosis was always followed by necrosis. These visible symptoms were correlated with decreasing chlorophyll content. Furthermore, zinc and cadmium caused stunted root growth followed by root decay of both plants. These toxic effects on the root of rice plants were however not observed in the case of nickel.



กิติกรรมประจำคต

ในการทำวิทยานิพนธ์ เรื่องนี้ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ รองค่าลัตตราจารย์พรตี ชีโนรักษ์ ต.ร. ไวยวิทย์ พุทธารักษ์ ออาจารย์ที่ปรึกษาและควบคุมการวิสัย รองค่าลัตตราจารย์พรตี ชีโนรักษ์ ผู้ช่วยค่าลัตตราจารย์ ดร.ภัทร ยืนทรงรักษ์ ออาจารย์ ดร. ปรีดา บุญ-หลง และอาจารย์ ดร.อชุณี สันติธรรมสินิพ ที่ได้กธุณาให้คำแนะนำ ป้ายแก้ไขปัญหาและข้อบกพร่อง ทำให้วิทยานิพนธ์ นี้สำเร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณอาจารย์วิมล ชำราษรรณ อาจารย์บัณภา ศิริวงศ์ลัตระก์ ภาควิชา ศิลปะ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ช่วยแนะนำการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ต่าง ๆ ของขอบคุณ คุณเชษฐา อรำภัพ คุณบุษกร อารยะฤทธิ์ คุณพิชัย เอี่ยมพา คุณโกเมร พาเพง คุณนิมิต นพรัตน์ และคุณเอกวิทย์ ออกวิหา ที่มีส่วนช่วยเหลือใน ท้านการทดลองและการคำนวณทางลัตติ

และขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิสัยในครั้งนี้ รวมทั้งฝ่ายธุรการ บรรณาธิการ นักการทุกคน ภาควิชาพฤษศาสตร์ ที่ได้ช่วยความ ลังดาในระหว่างการทดลองอย่างดีเยี่ยม

ท้ายที่สุด ในส่วนของวิทยานิพนธ์ที่ก่อให้เกิดคดคุณค่าหรือประโัยขึ้นต่อทางวิชาการขออภัย เป็นอย่างมาก แต่คุณลักษณะนี้เป็นส่วนหนึ่งของการทดลอง ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้.



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	๙
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	๑๐
กติกะรรม ประกาค	๑๔
สารบัญตาราง	๒๘
สารบัญกราฟ	๓๒
สารบัญภาพ	๓๕
บทที่	
1 บทนำ	๑
2 อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ	๑๗
3 ผลการทดลอง	๒๙
4 การอภิปรายผลการทดลอง	๘๑
5 ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ	๑๐๑
เอกสารอ้างอิง	๑๐๔
ภาคผนวก	๑๓๐
ประวัติ	๑๓๖

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 สำดับความรุนแรงของธาตุโลหะหนักต่าง ๆ ต่อพิษ	13
2 ผลของโลหะหนักต่อปริมาณคลอโรฟิลล์, total iron, active iron และ inactive iron ของผักกาดเขียวหวานตุ้ง อายุหลัง treatment 9 สัปดาห์	30
3 ผลของโลหะหนักต่อปริมาณคลอโรฟิลล์, total iron, active iron และ inactive iron ของผักกาดเขียวหวานตุ้ง อายุหลัง treatment 15 สัปดาห์	31
4 ผลของโลหะหนักต่อปริมาณคลอโรฟิลล์, total iron, active iron และ inactive iron ของข้าว อายุหลัง treatment 9 สัปดาห์	32
5 ผลของโลหะหนักต่อปริมาณคลอโรฟิลล์, total iron, active iron และ inactive iron ของข้าว อายุหลัง treatment 15 สัปดาห์	33
6 ผลของความเข้มข้นและระยะเวลาที่ได้รับธาตุเหล็กและธาตุโลหะหนัก ในสารละลายธาตุอาหารต่อสัดส่วน $Fe^{2+} : Fe^{3+}$ ในใบผักกาดเขียว กวางตุ้งและข้าว	56
7 ผลของโลหะหนักต่อน้ำหนักลิต น้ำหนักแห้ง ของต้นและรากและการเปลี่ยนแปลง pH ในสารอาหารของผักกาดเขียวหวานตุ้ง อายุหลัง treatment 9 สัปดาห์	58

ตารางที่		หน้า
8	ผลของโลหะหนักต่อน้ำหนักลต น้ำหนักแห้ง ของตันและราก และการเปลี่ยนแปลง pH ในส่วนอาหารของผักกาดเขียวหวานตุ้ง อายุหัสส treatment 15 วัน	59
9	ผลของโลหะหนักต่อน้ำหนักลต น้ำหนักแห้ง ของตันและราก และการเปลี่ยนแปลง pH ในส่วนอาหารของข้าวอายุหัสส treatment 9 วัน	60
10	ผลของโลหะหนักต่อน้ำหนักลต น้ำหนักแห้ง ของตันและราก และการเปลี่ยนแปลง pH ในส่วนอาหารของข้าวอายุหัสส treatment 15 วัน	61
11	ผลของโลหะหนักต่ออาการที่ปราภูในผักกาดเขียวหวานตุ้ง .	75
12	ผลของโลหะหนักต่ออาการที่ปราภูในข้าว	76
13	ช่วงเวลาการศึกษาวิเคราะห์ผลของโลหะหนักต่อผักกาดเขียวหวานตุ้งและข้าว	133

สารบัญรายละเอียด

รายการ	หน้า
1 Standard curve ของปริมาณเหล็ก (0.01 - 0.05 mgm) ส์หารับ Fe ²⁺ ตามวิธีของ Katyal & Sharma (1980)	23
2 Standard curve ของปริมาณเหล็ก (0.01 - 0.05 mgm) ส์หารับ total iron ตามวิธีใน AOAC (1980)	25
3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ active iron, total iron กับปริมาณ คลอโรฟิลล์ของผักกาด เอียวหวานตุ้งที่ปลูกในลาระลายราดูอาหารความ เข้มข้นของเหล็กต่าง ๆ กันเป็นเวลา 9 วัน	34
4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ active iron, total iron กับปริมาณ คลอโรฟิลล์ของผักกาด เอียวหวานตุ้งที่ปลูกในลาระลายราดูอาหารความ เข้มข้นของเหล็กต่าง ๆ กันเป็นเวลา 15 วัน	35
5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ active iron, total iron กับปริมาณ คลอโรฟิลล์ของข้าวที่ปลูกในลาระลายราดูอาหารความเข้มข้นของเหล็ก ต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 9 วัน	36
6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ active iron, total iron กับปริมาณ คลอโรฟิลล์ของข้าวที่ปลูกในลาระลายราดูอาหารความเข้มข้นของเหล็ก ต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 15 วัน	37
7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ active iron และ total iron ของผัก - กาก เอียวหวานตุ้งที่ปลูกในลาระลายของราดูอาหารที่มีปริมาณของเหล็ก ต่างกันในระยะเวลาต่างกัน	38

กราฟที่	หน้า
8 ปริมาณ active iron และ total iron ของข้าวที่ปููกินสารละลายน้ำต่างๆ กัน ในระยะเวลาต่างกัน	39
9 ปริมาณ active iron และปริมาณคลอโรฟิลล์ของผักกาดเขียวภาวะตุ้งที่ปููกินสารละลายน้ำต่างๆ กัน ไม่มีความเข้มข้นของเหล็กแตกต่างกันในระยะเวลาต่างกัน	40
10 เปอร์เซนต์ active iron และเปอร์เซนต์ inactive iron ของผักกาดเขียวภาวะตุ้งที่ปููกินสารละลายน้ำต่างๆ กัน ไม่มีความเข้มข้นของเหล็กแตกต่างกันในระยะเวลาต่างกัน	41
11 ปริมาณ active iron และปริมาณคลอโรฟิลล์ของข้าวที่ปููกินสารละลายน้ำต่างๆ กัน ไม่มีความเข้มข้นของเหล็กแตกต่างกันในระยะเวลาต่างกัน	42
12 เปอร์เซนต์ active iron และเปอร์เซนต์ inactive iron ของข้าวที่ปููกินสารละลายน้ำต่างๆ กัน ไม่มีความเข้มข้นของราดูเหล็กแตกต่างกันในระยะเวลาต่างกัน	43
13 ปริมาณ active iron และปริมาณคลอโรฟิลล์ของผักกาดเขียว - ภาวะตุ้งที่ปููกินสารละลายน้ำต่างๆ กัน ไม่มีความเข้มข้นของสังกะสีแตกต่างกันในระยะเวลาต่างกัน	46
14 เปอร์เซนต์ active iron และเปอร์เซนต์ inactive iron ของผักกาดเขียวภาวะตุ้งที่ปููกินสารละลายน้ำต่างๆ กัน ไม่มีความเข้มข้นของสังกะสีแตกต่างกันในระยะเวลาต่างกัน	47

กราฟท์

หน้า

15	ปริมาณ active iron และคลอโรฟิลล์ของข้าวที่ปลูกในลาระลาย ราดูอาหารที่มีความเข้มข้นของสังกะสีแตกต่างกันในระยะเวลาต่างกัน	48
16	เปอร์เซ็นต์ active iron และเปอร์เซ็นต์ inactive iron ของข้าวที่ปลูกในลาระลายราดูอาหารที่มีความเข้มข้นสังกะสีแตกต่าง กันในระยะเวลาต่างกัน	49
17	ปริมาณ active iron และปริมาณคลอโรฟิลล์ของผักกาดเขียว - กวางตุ้งที่ปลูกในลาระลายราดูอาหารที่มีความเข้มข้นของแคดเมียม แตกต่างกันในระยะเวลาต่างกัน	50
18	เปอร์เซ็นต์ active iron และเปอร์เซ็นต์ inactive iron ของผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ปลูกในลาระลายราดูอาหารที่มีความ เข้มข้นของแคดเมียมแตกต่างกันในระยะเวลาต่างกัน	51
19	ปริมาณ active iron และปริมาณคลอโรฟิลล์ของข้าวที่ปลูกในลาร ะลายราดูอาหารที่มีความเข้มข้นของแคดเมียมแตกต่างกันในระยะ เวลาต่างกัน	52
20	เปอร์เซ็นต์ active iron และเปอร์เซ็นต์ inactive iron ของข้าวที่ปลูกในลาระลายราดูอาหารที่มีความเข้มข้นของแคดเมียม ต่างกันในระยะเวลาต่างกัน	53
21	ปริมาณ active iron และปริมาณคลอโรฟิลล์ของผักกาดเขียว - กวางตุ้งที่ปลูกในลาระลายราดูอาหารที่มีความเข้มข้นของนิเกล แตกต่างกันในระยะเวลาต่างกัน	54

กราฟที่

หน้า

22	ปริมาณ active iron และปริมาณคลอโรฟิลล์ของข้าวที่ปลูกในสสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นของนิเกลแแตกต่างกันในระยะเวลาต่างกัน	55
23	น้ำหนักลด และน้ำหนักแห้งของส่วนต้นของผักกาด เยียวหวานตุ้งที่ปลูกในสสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นของสังกะสีต่างกันในระยะเวลาต่างกัน	62
24	น้ำหนักลดและน้ำหนักแห้งของส่วนรากของผักกาด เยียวหวานตุ้งที่ปลูกในสสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นของสังกะสีต่างกันในระยะเวลาต่างกัน	63
25	น้ำหนักลดและน้ำหนักแห้งของส่วนต้นของข้าวที่ปลูกในสสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นของสังกะสีต่างกันในระยะเวลาต่างกัน	64
26	น้ำหนักลดและน้ำหนักแห้งของส่วนรากของข้าวที่ปลูกในสสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นของสังกะสีต่างกันในระยะเวลาต่างกัน	65
27	น้ำหนักลดและน้ำหนักแห้งของส่วนต้นของผักกาด เยียวหวานตุ้งที่ปลูกในสสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นของแคลเดเมียมต่างกันในระยะเวลาต่างกัน	66
28	น้ำหนักลดและน้ำหนักแห้งของส่วนรากของผักกาด เยียวหวานตุ้งที่ปลูกในสสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นของแคลเดเมียมต่างกันในระยะเวลาต่างกัน	67
29	น้ำหนักลดและน้ำหนักแห้งของส่วนต้นของข้าวที่ปลูกในสสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นของแคลเดเมียมต่างกันในระยะเวลาต่างกัน	68

กราฟที่

หน้า

30	น้ำหนักลดและน้ำหนักแห้งของล้วนรากของข้าวที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นของแคดเมียมต่างกันในระยะเวลาต่างกัน	69
31	น้ำหนักลดและน้ำหนักแห้งของล้วนตันของผักกาด เอียวหวานตุ้งที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นของนิเกิลต่างกันในระยะเวลาต่างกัน	70
32	น้ำหนักลดและน้ำหนักแห้งของล้วนรากของผักกาด เอียวหวานตุ้งที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นของนิเกิลต่างกันในระยะเวลาต่างกัน	71
33	น้ำหนักลดและน้ำหนักแห้งของล้วนตันของข้าวที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นของนิเกิลต่างกันในระยะเวลาต่างกัน	72
34	น้ำหนักลดและน้ำหนักแห้งของล้วนรากของข้าวที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นของนิเกิลต่างกันในระยะเวลาต่างกัน	73

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1	การเพาะเมล็ดพืชในกระเบนกราย	27
2	ต้นอ่อนที่บ่ายลงปลูกในลาระลาຍราดอาหาร	27
3	สถานที่ใช้ทดลอง	28
4	ผักกาดเขียวหวานตุ้ง หลังจากได้รับธาตุเหล็กความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 2 สัปดาห์	77
5	ข้าว หลังจากได้รับธาตุเหล็กความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 2 สัปดาห์	77
6	ผักกาดเขียวหวานตุ้งหลังจากได้รับธาตุสังกะสีความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 2 สัปดาห์	78
7	ข้าวหลังจากได้รับธาตุสังกะสีความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 2 สัปดาห์	78
8	ผักกาดเขียวหวานตุ้ง หลังจากได้รับธาตุสังกะสี แอดเมียม และนิเกิล ความเข้มข้น 40 ppm. เป็นเวลา 2 สัปดาห์	79
9	ข้าวหลังจากได้รับธาตุแอดเมียมความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 2 สัปดาห์	80
10	ข้าวหลังจากได้รับธาตุนิเกิลความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 2 สัปดาห์	80
11	กลไกของธาตุโลหะหนักต่อการบัญชีการเจริญเติบโตของพืช	98