

เอกสารอ้างอิง



วิกรม เสงคิสิริ, ชีระ ทัพพวิชัย และ ชินโอสถ หักบำเรอ. "อันตรายจากการทำงานที่เกี่ยวข้องกับโครเมียม." การอนามัยและสิ่งแวดล้อม. 1 (2521) : 53-55.

Aarkrog, A. "The Direct Contamination of Rye, Barley, Wheat and Oats with ^{85}Sr , ^{134}Cs , ^{54}Mn , ^{141}Ce " Radiation Botany 9 (1969) : 357-366.

Agarwala, S.C.; Bislal, S.S.; and Sharma, C.P. "Relative Effectiveness of Certain Heavy Metals in Producing Toxicity and Symptoms of Iron Deficiency in Barley." Can. J. Bot. 55 (1977) : 1299-1307

Anderson, F.F.; Mayer, D.R.; and Mayer, F.K. "Heavy Metal Toxicities : Levels of Nickel, Cobalt, and Chromium in the Soil and Plants Associated with Visual Symptoms and Variation in Growth of an Oat Crop." Aust. J. Agric. Res. 24(1973) : 557-571.

Arnon, D.I. "Ammonium and Nitrate Nitrogen Nutrition of Barley at Different Seasons in Relation to Hydrogen Ion Concentration, Manganese, Copper and Oxygen Supply." Soil Sci. 44(1937) : 91-121.

Athalye, V.V., and Mistry, K.B. "Studies on the Uptake and Transport of Radiostrontium in Plants." In Radiation & Radioisotope in Soil Studies and Plant Nutrition, pp 127-136. 1970.

Bartlett, R.J., and Kimble, J.M. "Behavior of Chromium in Soils : I Trivalent Forms." J. Environ. Qual. 5(1976) : 379-383.

- Bartlett, R.J., and Kimble, J.M. "Behavior of Chromium in Soils: II Hexavalent Forms." J. Environ. Qual. 5(1976) : 383-386
- Bartlett, R.J., and James, B. "Behavior of Chromium in Soils: III Oxidation." J. Environ. Qual. 8 (1979) : 31-34.
- Baszynki, T. et al., "Photosynthetic Activities of Cd-Treated Tomato Plants" Physiol. Plant 48(1980) : 365-370.
- Bazzaz, F.A.; Carlson, R.W.; and Rolfe, G.L. "The Effect of Heavy Metals on Plants : Part I. Inhibition of Gas Exchange in Sunflower by Pb, Cd, Ni and Tl. Environ. Pollut. 7 (1974 a) : 241-246.
- Bazzaz, F.A.; Rolfe, G.L.; and Carlson, R.W. "Effect of Cadmium on Photosynthesis and Transpiration of Excised Leaves of Corn and Sunflower" Physiol. Plant. 32 (1974 b) : 373-376.
- Bazzaz, M.B., and Govindjee "Effect of Cadmium Nitrate on Spectral Characteristics and Light Reaction of Chloroplasts." Environ. Lett. 6 (1974) : 1-12.
- Berrow, M.L., and Webber, J. "Trace Elements in Sewage Sludge" J. Sci. Fd. Agric. 23 (1972) : 93-100.
- Bhujbal, B.M., and Mistry, K.B. "Studies on the Leaching of Radiostrontium through Typical Soils" In Radiation and Radioisotope in Soil Studies and Plant Nutrition pp. 49-58, 1970.
- Bingham, F.T.; et al. "Growth and Cadmium Accumulation of Plants Grown on a Soil Treated with a Cadmium-Enriched Sewage Sludge" J. Envir. Qual. 4 (1975) : 207-211.

- Bittell, J.E.; Koeppe, D.E.; and Miller, R.J. "Sorption of Heavy Metal Cations by Corn Mitochondria and the Effects on Electron and Energy Transfer Reactions" Physiol. Plant. 30 (1974) : 226-230.
- Bourque, G.; Vittorio, P.; and Weinberger, P. Can. J. Physiol Pharmacol. 45 (1966) : 235.
- Buchauer, M.J. "Contamination of Soil and Vegetation near a Zinc Smelter by Zinc, Cadmium, Copper, and Lead." Environ Sci. Technol. 7 (1973) : 131-135.
- Carroll, R.E. "The Relationship of Cadmium in the Air to Cardiovascular Disease Death Rates" J. Amer. Med. Ass. 198 (1966) : 267-269.
- Cary, E.E.; Allaway, W.H.; and Oscar, E. Olson "Control of Chromium Concentrations in Food Plants 1. Absorption and Translocation of Chromium by Plants." J. Agr. Ed. Chem. 25 (1977 a) : 300-304.
- . "Control of Chromium Concentrations in Food Plants 2. Chemistry of Chromium in Soils and Its Availability to Plants." J. Agr. Ed. Chem. 25 (1977 b) : 305-309.
- Collander, R. "Selective Absorption of Cations by Higher Plants." Plant Physiol. 16 (1941) : 691-720.
- Comhaire, M. "Cobalt for Living Beings" Agri Digest. 11 (1967) : 12-30.
- Crooke, W.M. "Further Aspects of The Relationship between Nickel Toxicity and Iron Supply." Ann. Appl. Biol. 43 (1955): 465-476.
- Crooke, W.M., and Knight, A.H. "Nickel Toxicity in Oat Plants : The Relationship between Toxicity Symptoms and The Absorption and Distribution of Iron and Nickel". Ann. Appl. Biol. 43 (1955) : 454.

- Crooke, W.M.; Hunter, J.G.; and Vergnano, O. "The Relationship between Nickel Toxicity and Iron Supply." Ann. Appl. Biol. 41 (1954) : 311-313.
- Cutler, J.M., and Rains, D.W. "Characterization of Cadmium Uptake by Plant Tissue." Plant Physiol. 54 (1974) : 67-71.
- De Kock, P.C. "Heavy Metal Toxicity and Iron Chlorosis," Ann. Bot. 40 (1956) : 133-141.
- De Kock, P.C., et al. "Interrelationships of Catalase, Peroxidase, Hematin, and Chlorophyll." Plant Physiol. 35 (1960) : 599-604.
- Dunn, A., and Arditti, J. Experimental Physiology. New York : Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1968.
- Duckworth, R.B., and Hawthorn, J. "Uptake and Distribution of Strontium in Vegetables and Cereals." J. Sci. Fd. Agr. 11 (1960) : 218-228.
- Ekmond, F.V., and Aktas, M. "Iron Nutritional Aspects of the Ionic Balance of the Plants." Plant and Soil. 48 (1977) : 685-703.
- Forster, W.A. "Toxic Effect of Heavy Metals on Crop Plants Grown in Soil Culture," Ann. Appl. Biol. 41 (1954) : 637-651.
- Friberg, L.; Piscator, M.; and Nordberg, G. "Cadmium in the Environment." In Chemical Rubber Co. Press, p. 166, Cleveland, Ohio, 1971.
- Gilman, J.P.W., and Ruckerbauer, C.M. Cancer Res. 22 (1962) : 152.
- Haas, A.R.C., and Brusca, J.N. "Effect of Chromium on Citrus and Avogadro Grown in Nutrient Solutions." Calif. Agri. 15 (1961) : 10-11.
- Haghiri, F. "Cadmium Uptake by Plants." J. Environ. Qual. 2 (1973): 93-96.

- Haghiri, F. "Plant Uptake of Cadmium as Influenced by Cation Exchange Capacity, Organic Matter, Zinc and Soil Temperature." J. Environ. Qual. 3 (1974) : 180-183.
- Hara, T., et al. "Growth Response of Cabbage Plants to Beryllium and Strontium under Water Culture Conditions" Soil Sci. Plant Nutr. 23 (1977) : 373-383.
- Hara, T. Sonoda, Y.; and Iwai, I. "Growth Response of Cabbage Plants to Transition Elements under Water Culture Conditions.
I. Titanium, Vanadium, Chromium, Manganese and Iron.
II. Cobalt, Nickel, Copper, Zinc and Molybdenum" Soil Sci. Plant Nutr. 22 (1976) : 307-316, 317-325.
- Heath, J.C. Nature, Lond. 173 (1954) : 822.
_____. Brit. J. Cancer. 10 (1956) : 368.
- Hewitt, E.J. "Metal Interrelationship in Plant Nutrition" J. Exp. Bot. 4 (1953) : 59-64.
_____. "Relation of Mn and Some Other Metals to Iron Status of Plants" Nature 161 (1948) : 489-490.
- Huffman, E.W.W., Jr., and Allaway, W.H. "Growth of Plants in Solution Culture Containing Low Levels of Chromium," Plant Physiol. 52 (1973 a) : 72-75.
_____. "Chromium in Plants : Distribution in Tissue Organelles Extract and Availability of Bean Leaf Chromium to Animals," J. Agri. Fd. Chem. 21 (1973 b) : 982-986.
- Hunter, J.G., and Vergnano, O. "Nickel Toxicity in Plants," Ann. Appl. Biol. 39 (1952) : 279-284.

- Hunter, J.G., and Vergnano, G. "Trace Element Toxicities in Oat Plants." Ann. Appl. Biol. 40 (1953) : 761-777.
- Iizuka, T. "Interaction among Nickel, Iron, Zinc in Mulberry Tree Grown in Serpentine Soil" Soil Sci. Plant Nutr. 21 (1975): 47-55.
- Ito, M., and Iimura, K. "The Absorption and Translocation of Cadmium in Rice Plants and Its Influence on Their Growth in Comparison with Size." Reprinted From the Bulletin of the Kokuriku National Agricultural Experiment Station (Japan), 1976.
- Iwai, I.; Hara, T.; and Sonoda, Y. "Factors Affecting Cadmium Uptake by the Corn Plant." Soil Sci. Plant. Nutr. 21 (1975): 37-46.
- Jarvis, S.C.; Jones, L.H.P.; and Hopper, M.J. "Cadmium Uptake from Solution by Plants and Its Transport from Roots to Shoots." Plant and Soil. 44 (1976) : 179-191.
- Jarvis, S.C., and Jones, L.H.P. "Uptake and Transport of Cadmium by Perennial Ryegrass from Flowing Solution Culture with a Constant Concentration of Cadmium." Plant and Soil 49 (1978) : 333-342.
- John, M.K. "Uptake of Soil Applied Cadmium and Its Distribution in Radishes." Can. J. Plant Sci. 52 (1972) : 715-719.
- _____. "Cadmium Uptake by Eight Food Crops as Influenced by Various Soil Levels of Cadmium." Environ. Pollut. 4 (1973): 7-15.

- John, M.K. "Interrelationships between Plant Cadmium and Uptake of Some Other Elements from Culture Solutions by Oats and lettuce." Environ. Pollut. 11 (1976) : 85-95.
- John, M.K.; Chuah, M.H.; and Van Laerhoven, C.J. "Cadmium Contamination of Soil and Its Uptake by Oats." Environ. Sci. & Technol. 6 (1972 a) : 555-557.
- _____. "Factors Affecting Plant Uptake and Phytotoxicity of Cadmium Added to Soils." Environ. Sci. & Technol. 6 (1972 b) : 1005-1009.
- John, M.K., and Van Laerhoven, C.J. "Differential Effects of Cadmium on Lettuce Varieties." Environ. Pollut. 10 (1976) : 163-173.
- Jones, R.L., Hinesly, T.D.; and Ziegler, E.L. "Cadmium Content of Soybeans Growing in Sewage Sludge Amended Soil." J. Environ. Qual. 2 (1973) : 351-353.
- Karrer, H., and Annie, M. "Antagonism of Certain Elements Essential to Plants toward Chemically Related Toxic Elements." Plant Physiol. 14 (1939) : 9-29.
- Kastori, R.S.; Grujic, J. Kandrae; and Petrovic, N. Agrochimica, XXII (1978) : 61-66.
- Katyal, J.C., and Sharma, B.D. "A New Technique of Plant Analysis to Resolve Fe Chlorosis." Plant & Soil 55 (1980) : 105-119.
- Khanna, S.K.; Giriraj, B. Singh; and Mohammed, Z.H. "Metal Contaminants in Various Food Colors." J. Sci. Ed. Agric. 27 (1976) : 170-174.

- Lagerwerff, J.V., and Specht, A.W. "Contamination of Road Side Soil and Vegetation with Cadmium, Nickel, Lead and Zinc." Environ. Sci. & Technol. 4 (1970) : 583-586.
- Lagerwerff, J.V. "Uptake of Cadmium, Lead and Zinc by Radish from Soil and Air." Soil Sci. 111 (1971) : 129-123.
- Lahouti, M., and Peterson, P.J. "Chromium Accumulation and Distribution in Crop Plants" J. Sci. Fd. Agric. 30 (1979) : 136-142.
- Lamoreaux, R.J., and Chaney, W.R. "The Effect of Cadmium on Net Photosynthesis, Transpiration, and Dark Respiration of Excised Silver Maple Leaves." Physiol. Plant. 43 (1978) : 231-236.
- _____. "Growth and Water Movement in Silver Maple Seedling Affected by Cadmium." J. Environ. Qual. 6 (1977) : 201-204.
- Lau, T.J.; Hackett, R.L.; Sunderman, F.W.Jr. Cancer Res. 32 (1972) : 2253.
- Lee, K.C., et al. "Effect of Cadmium on Respiration Rate and Activities of Several Enzymes in Soybean Seedling." Physiol. Plant. 36 (1976) : 4-6.
- Lepp, N.W. "The Potential of Tree Ring Analysis for Monitoring Heavy Metal Pollution Patterns." Environ Pollut. 9 (1975) : 49-61.
- Lewis, C. P.; Lyle K.; and Miller, S. "Association between Elevated Hepatic Water-Soluble Protein-Bound Cadmium Levels and Chronic Bronchitis and / or Emphysema." Lancet II. (1969) : 1330-1333.
- Lyon, G.L., and Peterson, P.J. "Chromium - 51 Transport in the Xylem Sap of Leptospermum scoparium." N.Z.J. Sci. 12 (1969): 541-545.

- Malone, C.P.; Miller, R.J.; and Koeppe, D.E. "Root Growth in Corn and Soybean : Effect of Cadmium and Lead on Lateral Root Initiation." Can. J. Bot. 56 (1978) : 277-281.
- Miller, R.J.; Bittell, J.E.; and Koeppe, D.E. "The Effect of Cadmium on Electorn and Energy Transfer Reactions in Corn Mitochondria Physiol. Plant. 28 (1973) : 166-171.
- Miller, R.J.; et al. "Uptake of Cadmium by Soybeans as Influenced by Soil Cation Exchange Capacity, pH and Available Phosphorus." J. Envir. Qual. 5 (1976) : 157-160.
- Minami, K., and Araki. K. "Distribution of Trace Elements in Arable Soil Affected by Automobile Exhausts." Soil Sci. Plant Nutr. 21 (1975):185
- Mizuno, N. "Interaction between Fe & Ni and Cu & Ni in Various Plant Species Nature 219 (1968) : 1271-1272.
- Myttenaere, C. "The Influence of the Strontium/Calcium Ratio of the Nutrient Solution on the Translocation and Chemical Forms of Strontium and Calcium in Pisum Sativum." Radiation Botany 5 (1965) : 143-151.
- Noggle, G.R., and Fritz, G. J. Introductory Plant Physiology Edited by Mc Elroy, W.D., and Swanson, C.P., Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, 1976.
- Page, A.; Bingham, F.; and Nelson, C. "Cadmium Absorption and Growth of Various Plant Species as Influenced by Solution Cadmium Concentration." J. Environ. Qual. 1 (1972) : 288-291.

- Peterson, C.A., and Rauser, W.E. "Callose Deposition and Photoassimilate Export in Phaseolus Vulgaris Exposed to Excess Cobalt, Nickel and Zinc." Plant Physiol. 63 (1979): 1170-1174.
- Pilegaard, K. "Heavy Metal Uptake from the Soil in Four Seed Plants" Bot. Tidskrift 73 (1978) : 167-175.
- Pinkas, L.L.H., and Smith, L.H. "Physiological Basis of Differential Strontium Accumulation in Two Barley Genotypes." Plant Physiol. 41 (1966) : 1471-1475.
- Procter, J. "The Plant Ecology of Serpentine III the Influence of a High Mg/Ca Ratio and High Ni and Cr Levels in Some British and Swedish Serpentine Soils," The Journal of Ecology 59 (1971) : 827-842.
- Rauser, W.E. "Early Effect of Phytotoxic Burden of Cadmium, Cobalt, Nickel, and Zinc in White Beans." Can. J. Bot. 56 (1979) : 1744-1749.
- Rauser, W.E., and Samarakoon, A.B. "Vein Loading in Seedling of Phaseolus vulgaris Exposed to Excess Cobalt, Nickel, and Zinc." Plant Physiol 65 (1980) : 578-583.
- Raven, J. A., and Smith, F.A. "Significance of Hydrogen Ion Transport in Plant Cells." Can. J. Bot. 52 (1974) : 1035-1047.
- Reddy, C.N., and Patrick, W.H. Jr. "Effect of Redox Potential and pH on the Uptake of Cadmium and Lead by Rice Plants." J. Envir. Qual. 6 (1977) : 259-262.
- Rediske, J.H., and Selders, A.S. "The Absorption and Translocation of Strontium by Plants." Plant Physiol. 28 (1953) : 594-605.

- Root, R.A.; Miller, R.J.; and Koeppel, D.E. "Uptake of Cadmium-Its Toxicity and Effect on the Iron Ratio in Hydroponically Grown Corn." J. Environ. Qual., 4 (1975) : 473-476.
- Russell, R.S. "The Extent and Consequences of the Uptake by Plants of Radioactive Nuclides." Ann. Rev. Plant. Physiol. 14 (1963) : 271-294.
- Samarakoon, A.B., and Rauser, W.E. "Carbohydrate Levels and Photoassimilate Export from Leaves of Phaseolus Vulgaris Exposed to Excess Cobalt, Nickel and Zinc." Plant Physiol. 63 (1979) : 1105-1169.
- Schroeder, H.A. "Cadmium as a Factor in Hypertension." J. Chronic Dis. 18 (1965) : 647-656.
- Spyropoulos, C.G., and Mavrommatis, M. "Effect of Water Stress on Pigmentation in Quercus spp." J. Exp. Bot. 29 (1978) : 473-477.
- Stoker, H.S., and Seager, L.L. Environmental Chemistry : Air and Water Pollution. Weber State College, Scott, Foresman & Co., 2nd Ed., 1976.
- Sunderman, F.W.Jr. Ann. Clin. Lab Sci. 3 (1973) : 156.
- Thomson, W.T. Agricultural Chemical Book IV. Thomson Publication, 1976.
- Turner, M.A., and Rust, R.H. "Effect of Chromium on Growth and Mineral Nutrition of Soybeans." Soil Sci. Soc. Am Proc 35 (1971) : 755-758.
- Varia. "Differential Toxicity of Cd in Rice Varieties." Acta Agronomica Scientiarum Hungaricae 25 (1976) : 175-180.
- Vergnano, O. "Phosphorus Nutrition in Presence of Minor Nutrients and Toxic Elements in Soil." Agrochimica 3 (1959) : 262-269.

Wallace, A., and Romney, E.M. "Some Interactions of Ca, Sr, and Ba in Plants." Agronomy Journal 63 (1971) : 245-248.

_____. "Some Interactions of Chromium Toxicity on Bush Bean Plant Grown in Soil." Plant & Soil (1976) : 471-473.

_____. "Some Interactions in Plants among Cadmium, Other Heavy Metals and Chelating Agents." Agronomy Journal 69 (1977) : 18-20.

Williams, C.H., and David, D.J. "The Accumulation in Soil of Cadmium Residues from Phosphate Fertilizers and Their Effect on the Cadmium Content of Plants." Soil Sci. 121 (1976) : 86-93.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

สารอาหารตามสูตรของ Hoagland (Dunn and Arditti, 1968)

* สารละลายที่ใช้	มิลลิลิตรที่ใช้ในการเตรียมสารอาหาร 1 ลิตร
1 M $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	5
1 M KNO_3	5
1 M $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	2
1 M KH_2PO_4	1
Fe-EDTA **	1
Micronutrients (A_5) ***	1



* สารเคมีที่ใช้ทั้งหมดเป็น Reagent grade จากบริษัท M & B

การเตรียม Fe-EDTA ** (5 มก. Fe/มล.)

ละลาย 33.13 กรัม $\text{Na}_2\text{-EDTA} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ในน้ำร้อน 1 ลิตร แล้วเติม 24.86 กรัม $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ จนละลายหมด แล้วพ่นอากาศลงในสารละลายข้างต้นจนสารละลายเป็นสีน้ำตาลเข้ม

การเตรียม Micronutrients (A_5) *** ละลายสารต่อไปนี้รวมกันในน้ำ 1 ลิตร

2.86 กรัม H_3BO_3	(0.5 มก. B/มล.)
1.81 กรัม $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	(0.5 มก. Mn/มล.)
0.22 กรัม $\text{ZnSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	(0.05 มก. Zn/มล.)
0.05 กรัม $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	(0.02 มก. Cu/มล.)
0.025 กรัม $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	(0.01 มก. Mo/มล.)

ภาคผนวก ข

ตารางที่ 1 ช่วงเวลาของการศึกษาอิทธิพลของ Cd ในพืชชนิดต่าง ๆ

การทดลอง ชุดที่	ชนิดพืช	อายุพืชที่เริ่ม ใช้ทดลอง (วัน)	วันเพาะ เมล็ด	วันย้ายปลูก	ระยะเวลาของการ ทดลองให้โลหะ
1	ผักคะน้า	31	7 พ.ย.22	13 พ.ย.22	8 ธ.ค.22 - 5 ม.ค.22
2	ผักกาดขาว กวางตุ้ง	28	9 พ.ย.22	16 พ.ย.22	7 ธ.ค.22 - 4 ม.ค.23
3	ผักกาดเขียว กวางตุ้ง	33	9 ก.พ.23	21 ก.พ.23	12 มี.ค.23 - 9 เม.ย.23
4	ผักบุ้งจีน	17	11 ส.ค.22	18 ส.ค.22	28 ส.ค.22 - 25 ก.ย.22
5	ผักกาดหอม	30	15 ม.ค.23	24 ม.ค.23	14 ก.พ.23 - 13 มี.ค.23

ตารางที่ 2 ช่วงเวลาของการศึกษาอิทธิพลของ Co ในพืชชนิดต่าง ๆ

การทดลอง ชุดที่	ชนิดพืช	อายุพืชที่เริ่ม ใช้ทดลอง (วัน)	วันเพาะ เมล็ด	วันย้ายปลูก	ระยะเวลาของการ ทดลองให้โลหะ
6	ผักคะน้า	29	4 ก.ย.22	11 ก.ย.22	3 ต.ค.22 - 31 ต.ค.22
7	ผักกาดขาว กวางตุ้ง	25	4 ส.ค.22	13 ส.ค.22	29 ส.ค.22 - 26 ก.ย.22
8	ผักกาดเขียว กวางตุ้ง	35	5 ธ.ค.22	18 ธ.ค.22	9 ม.ค.23 - 6 ก.พ.23
9	ผักบุ้งจีน	19	8 ต.ค.22	15 ต.ค.22	27 ต.ค.22 - 24 พ.ย.22
10	ผักกาดหอม	30	25 ธ.ค.22	8 ม.ค.23	24 ม.ค.23 - 21 ก.พ.23

ตารางที่ 3 ช่วงเวลาของการศึกษาอิทธิพลของ Ni ในพืชชนิดต่าง ๆ

การทดลอง ชุดที่	ชนิดพืช	อายุพืชที่เริ่ม ใช้ทดลอง (วัน)	วันเพาะ เมล็ด	วันย้ายปลูก	ระยะเวลาของการ ทดลองให้โลหะ
11	ผักคะน้า	30	4 ก.ย.22	11 ก.ย.22	4 ต.ค.22 - 1 พ.ย.22
12	ผักกาดขาว กวางตุ้ง	30	9 พ.ย.22	17 พ.ย.22	10 ธ.ค.22 - 7 ม.ค.23
13	ผักกาดเขียว กวางตุ้ง	35	1 ธ.ค.22	15 ธ.ค.22	4 ม.ค.23 - 1 ก.พ.23
14	ผักบุ้งจีน	18	27 ต.ค.22	4 พ.ย.22	14 พ.ย.22 - 12 ธ.ค.22
15	ผักกาดหอม	31	29 ธ.ค.22	11 ม.ค.23	29 ม.ค.23 - 26 ก.พ.23

ตารางที่ 4 ช่วงเวลาของการศึกษาอิทธิพลของ Cr ในพืชชนิดต่าง ๆ

การทดลอง ชุดที่	ชนิดพืช	อายุพืชที่เริ่ม ใช้ทดลอง (วัน)	วันเพาะ เมล็ด	วันย้ายปลูก	ระยะเวลาของการ ทดลองให้โลหะ
16	ผักคะน้า	27	7 พ.ย.22	13 พ.ย.22	4 ธ.ค.22 - 1 ม.ค.23
17	ผักกาดขาว กวางตุ้ง	29	8 ต.ค.22	15 ต.ค.22	5 พ.ย.22 - 3 ธ.ค.22
18	ผักกาดเขียว กวางตุ้ง	35	28 มี.ย.22	18 ก.ค.22	2 ส.ค.22 - 30 ส.ค.22
19	ผักบุ้งจีน	17	4 ก.ย.22	11 ก.ย.22	21 ก.ย.22 - 19 ต.ค.22
20	ผักกาดหอม	30	20 ม.ค.23	31 ม.ค.23	19 ก.พ.23 - 18 มี.ค.23

ตารางที่ 5 ช่วงเวลาของการศึกษาอิทธิพลของ Sr ในพืชชนิดต่าง ๆ

การทดลอง ชุดที่	ชนิดพืช	อายุพืชที่เริ่ม ใช้ทดลอง (วัน)	วันเพาะ เมล็ด	วันย้ายปลูก	ระยะเวลาของการ ทดลองให้โลหะ
21	ผักคะน้า	28	13 ก.ย.22	20 ก.ย.22	11 ต.ค.22 - 8 พ.ย.22
22	ผักกาดขาว กวางตุ้ง	30	8 ก.ย.22	18 ก.ย.22	8 ต.ค.22 - 5 พ.ย.22
23	ผักกาดเขียว กวางตุ้ง	34	5 ธ.ค.22	18 ธ.ค.22	8 ม.ค.23 - 5 ก.พ.23
24	ผักบุ้งจีน	17	27 ต.ค.22	3 พ.ย.22	13 พ.ย.22 - 11 ธ.ค.22
25	ผักกาดหอม	32	20 ม.ค.23	31 ม.ค.23	21 ก.พ.23 - 20 มี.ค.23

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

แยกวิเคราะห์ผลของน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้นของราก และต้น ในแต่ละสัปดาห์ เพื่อหาว่าน้ำหนักแห้งของผักแต่ละชนิดที่เพิ่มขึ้น ในทุกระดับของแต่ละโลหะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ โดย Analysis of Variance Test

- กำหนดให้
- X_{ij} = ค่าสังเกตที่ j ใน treatment i
 - i = 1, 2, 3 t (ในที่นี้ $i = 1, 2, 3, . . . 6$)
 - j = 1, 2, r (ในที่นี้ $j = 1, 2, 3, 4$)
 - X_i = ผลรวมของ treatment i
 - t = จำนวน treatment (= 6)
 - r = จำนวนซ้ำในแต่ละ treatment (= 4)
- กำหนด H_0 : ไม่มีความแตกต่างระหว่าง treatment

Analysis of Variance Table

Source of variation	df	Sum of squares	Mean square	F
Treatment	$t-1$	$\sum_i \frac{X_i^2}{r} - \frac{X_{..}^2}{rt} = SSR$	$SSR/t-1 = T$	$\frac{T}{E}$
Error	$t(r-1)$	total - treatment = SSE (SST) (SSR)	$SSE/t(r-1)=E$	
Total	$rt-1$	$\sum_{ij} X_{ij}^2 - \frac{X_{..}^2}{rt} = SST$		

นำค่า F ที่คำนวณได้ ($F = T/E$) มาเปรียบเทียบกับค่า F ในตาราง ที่ $df = t-1$ และ $t(r-1)$ โดยกำหนดให้ระดับความเชื่อมั่น (α) = .05, .01 ถ้าพบว่ามีความแตกต่างระหว่าง treatment จึงทดสอบว่าแต่ละ treatment ต่างกันอย่างไร โดยใช้ LSD Test (Least Significant Difference Test) และกำหนดให้ระดับความเชื่อมั่น = .05 และ .01 เช่นกัน

H_0 : Treatment A = Treatment B

$$LSD (\alpha) = t_{\alpha} s\bar{d}$$

$$s\bar{d} = \sqrt{\frac{2E}{r}}$$

ถ้าผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของ treatment ใดมากกว่าค่า LSD ที่คำนวณได้ (ค่าที่ได้ไม่คิดเครื่องหมาย) แสดงว่าผลของ treatment ทั้งสองแตกต่างกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 26 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักคะน้าเนื่องจากผลของแคดเมียม

ppm Cd	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
0	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
1	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญดี แต่ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 0 ppm	ไม่แสดงอาการอื่นใด นอกจากขนาดต้นเล็กกว่าที่ 0 ppm
2	ระหว่างเส้นใบของใบอ่อนซีดเหลืองเล็กน้อย (interveinal chlorosis) เจริญดีทั้งรากและต้น	ใบอ่อนยังคงเหลืองเท่าเดิม เจริญดีทั้งรากและต้น รากเริ่มเป็นสีน้ำตาล	ใบที่เหลืองกลับเขียวขึ้น เจริญดีทั้งรากและต้น รากยังคงสีน้ำตาล	เจริญดีทั้งรากและต้น รากสีน้ำตาลขนาดต้นเท่ากับที่ 1 ppm
5	ระหว่างเส้นใบของใบส่วนยอดซีดเหลือง เจริญดีทั้งรากและต้น	ใบซีดเหลืองสม่ำเสมอทั้งใบ เส้นใบเขียว ต้นเล็กกว่าที่ 2 ppm รากเป็นสีน้ำตาลเข้ม ยาวและมีปริมาณพอดวร	ใบเป็นสีเหลืองอ่อนจาง เส้นใบเขียว ขนาดต้น และลักษณะรากเป็นเช่นเดิม	ใบเหลืองซีดเพิ่มจำนวนมากขึ้น ต้นและลักษณะรากเป็นเช่นเดิม
10	อาการเช่นเดียวกับที่ 5 ppm ใบล่างสุดเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองส้ม รากเริ่มเป็นสีน้ำตาล	ใบซีดเหลือง เส้นใบเขียวชัดเจน ใบล่างสุดเริ่มแห้ง ไม่มีการแตกใบเพิ่มขึ้น ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 5 ppm รากเนาเป็นสีน้ำตาล สั้นกุด	ใบซีดเป็นสีเหลืองจาง ๆ ทั้งแผ่นใบ เส้นใบเขียว ใบล่าง ๆ ร่วงไป ขนาดต้นและลักษณะรากเป็นเช่นเดิม	ทั้งต้นมีเพียง 4 - 5 ใบ รากเนาเป็นสีน้ำตาลเข้ม สั้น แต่มีปริมาณพอดวร ต้นเล็กแกร็นกว่าที่ 5 ppm

ตารางที่ 26 (ต่อ)

ppm Cd	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	ลำดับที่ 3	ลำดับที่ 4
20	ระหว่างเส้นใบของใบอ่อนขีดเหลือง ใบล่างสุดเหี่ยวพับ ส่วนต้นไม่มีการเจริญเพิ่มขึ้น แตรากยังเจริญได้บ้าง	ใบล่างสุดเปลี่ยนเป็นสีเหลืองส้ม และแห้งอย่างรวดเร็ว รากเน่า เป็นสีน้ำตาล สั้น แต่มีปริมาณพอลิวอร์ ขนาดต้นคงเดิม	ลำต้น ก้านใบ เส้นใบมีสีออกม่วง ลักษณะราก และต้นเป็นเช่นเดิม	หึ่งต้นเหลือเพียง 3 - 4 ใบ ใบส่วนยอดเหลืองเช่นเดิม ลักษณะราก ต้น ใบ และขนาดต้นเป็นเช่นเดิม

ศูนย์วิทยารักษาการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 27 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักกาดขาววางตุ้ง เนื่องจากผลของแคดเมียม

ppm Cd	สลัปดาห์ที่ 1	สลัปดาห์ที่ 2	สลัปดาห์ที่ 3	สลัปดาห์ที่ 4
0	เจริญเติบโต เป็นปกติ เจริญเติบโต เป็นปกติ	เจริญเติบโต เป็นปกติ เจริญดีทั้งรากและต้น ขนาดต้น เล็กกว่าที่ 0 ppm เล็กน้อย	เจริญเติบโต เป็นปกติ อาการ เช่นเดียวกับในสลัปดาห์ที่ 2	เจริญเติบโต เป็นปกติ อาการ เช่นเดียวกับในสลัปดาห์ที่ 3
2	เจริญเติบโต เป็นปกติ	อาการ เช่นเดียวกับที่ 1 ppm	อาการ เช่นเดียวกับในสลัปดาห์ที่ 2 ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 1 ppm	อาการ เช่นเดียวกับในสลัปดาห์ที่ 3 ปริมาณรากน้อยกว่าที่ 1 ppm
5	ใบสว่างยอดชี้ค เหลืองหึ่งใบ ก้านใบเป็นสีม่วง ขนาดต้นใกล้เคียงกันที่ 2 ppm รากเจริญดี	ใบขยายขนาดและแตกใบใหม่ได้ ลักษณะราก ใบ และต้น เป็นเช่น เดิม แต่รากเริ่มเป็นสีน้ำตาลอ่อน ยาวและมีปริมาณพอลวาร์	ใบอ่อนหยุดขยายขนาด ลำต้น และเส้นใบเป็นสีม่วงเพิ่มขึ้น ใบล่างสุดเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ส้ม และแห้งหึ่งแผ่นใบ ขนาด ต้นเล็กกว่าที่ 2 ppm ลักษณะราก เป็นเช่นเดิม	ใบชี้คเหลือง เกือบทั้งต้น ไม่มีการเจริญเพิ่มขึ้นอีก ใบล่าง ๆ แห้งมากขึ้น ขนาดต้น และลักษณะรากเป็นเช่นเดิม
10	อาการเป็นเช่นเดียวกับที่ 5 ppm	ใบเหลืองมากขึ้น ใบอ่อนหยุดขยาย ขนาด ใบแก่ยังเจริญได้อีกเล็กน้อย ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 5 ppm ราก เป็นสีน้ำตาล ยาว และมีปริมาณ มากพอลวาร์	อาการ เช่นเดียวกับในสลัปดาห์ที่ 2 ใบแก่ล่าง ๆ เริ่มแห้งจากขอบใบ ขนาดต้นและลักษณะรากเป็นเช่น เดิม	อาการ เช่นเดียวกับในสลัปดาห์ที่ 3

ตารางที่ 27 (ต่อ)

ppm Cd	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
20	ระหว่างเส้นใบของใบอ่อนสีเหลือง ขอบใบเหลืองจัดที่สุด ก้านใบเป็น สีม่วง ขนาดต้นใกล้เคียงกับที่ 10 ppm รากเจริญดี	ใบเหลืองจัดมากขึ้น ไม่มีการแตก ใบใหม่ ลำต้นแตกออก ก้านใบเป็น สีม่วง ใบล่าง ๆ แห่งทั้งแผ่นใบ ต้นเล็กแกร็น รากเนาเป็นสีน้ำตาล สั้น มีปริมาณน้อย	ใบอ่อนที่ยอดมีสีเหลืองปนม่วง เส้นใบและก้านใบม่วง ใบทยอย กันแห้งไล่ขึ้นไปบน ขนาดต้น และลักษณะรากเริ่มเช่นเดิม	ใบแห้งไล่ขึ้นไปจากใบล่าง ๆ จน เกือบหมดต้น ใบอ่อนที่ยอดเหลือง จัดขึ้น ขนาดต้นและลักษณะรากเป็น เช่นเดิม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 28 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักกาดเขียวกวาดสูง เนื่องจากผลของแคดเมียม

ppm Cd	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
0	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
1	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
2	ใบอ่อนเขียวซีด ยับยารยขนาด และแตกใบได้ เจริญดีทั้งรากและต้น	ใบอ่อนเหลืองมากขึ้น เจริญดีทั้งรากและต้น	ลักษณะใบ ต้น และรากเป็นเช่นเดิม	ใบอ่อนกลับเขียวขึ้นเห็นเป็นเพียงเขียวซีด เจริญดีทั้งรากและต้น
5	อาการเช่นเดียวกับที่ 2 ppm	ใบเหลืองจัดมากขึ้น ใบอ่อนที่แตกใหม่เริ่มเหลืองควายน ขนาดคนเล็กกว่าที่ 2 ppm รากสีปกติ สั้นทู่ มีปริมาณน้อย	อาการเช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 2 ใบอ่อนหยุดขยายขนาด	อาการเช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 3
10	อาการเช่นเดียวกับที่ 5 ppm	อาการเช่นเดียวกับที่ 5 ppm ขนาดคนเล็กกว่าที่ 5 ppm	ใบซีดเป็นสีเหลืองอ่อนมากขึ้น ใบอ่อนหยุดขยายขนาด ลักษณะรากและขนาดคนเป็นเช่นเดิม	อาการเช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 3
20	ใบอ่อนซีดเหลือง รากสีปกติ สั้น มีปริมาณน้อย คนเล็กแกร็น ไม่มีการเจริญเพิ่มขึ้นทั้งรากและต้น	ใบเป็นสีเหลืองอ่อน ใบกลาง ๆ ยังคงเขียว แต่บางใบมีลงและเหี่ยว ขนาดคนและลักษณะรากดงเดิม	อาการเช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 2 โคนต้นเป็นสีม่วง	ใบล่างที่เหี่ยวเริ่มแห้งและร่วงไป อาการอื่น ๆ เช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 3

ตารางที่ 29 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักงูจีนเนื่องจากผลของแคดเมียม

ppm Cd	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
0	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
1	เจริญดี ขนาดคนใกล้เคียงกับที่ 0 ppm	อาการเช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 1	อาการเช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 2	อาการเช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 3
2	ใบส่วนยอดเปลี่ยนเป็นสีเขียว เหลืองส้ม ำเสมอทั้งแผ่นใบ ใบ ส่วนล่างยังคงเขียว รากเจริญดี ขนาดคนเล็กกว่าที่ 1 ppm เล็ก น้อย	ใบส่วนยอดเขียวเหลืองเข้มเต็ม ใบอ่อนที่แตกใหม่เขียวปกติ แตก ใบใหม่และขยายขนาดได้ ราก เจริญดี ขนาดคนใกล้เคียงกับที่ 1 ppm	ใบที่เคยเขียวเหลืองค่อย ๆ กลับ เขียวขึ้น เจริญดีเป็นปกติทั้งราก และคน ขนาดคนใกล้เคียงกับที่ 1 ppm	เจริญเติบโตเป็นปกติทั้งรากและคน ขนาดคนใกล้เคียงกับที่ 1 ppm
5	อาการเช่นเดียวกับที่ 2 ppm	ใบส่วนยอดเหลืองมากขึ้นอีกเล็กน้อย ยังเจริญได้เป็นปกติ ขนาด คนใกล้เคียงกับที่ 2 ppm	ใบที่แตกใหม่เขียวปกติ ใบที่เคย เหลืองค่อย ๆ เขียวขึ้นจนเห็น เป็นสีเขียวชัด ขนาดคนเล็กกว่า ที่ 2 ppm	ใบเขียวปกติหมดทั้งต้น ขนาดคน เล็กกว่าที่ 2 ppm รากสีปกติ และมีปริมาณน้อยกว่าที่ 2 ppm
10	อาการเช่นเดียวกับที่ 2 ppm	ใบส่วนยอดเหลืองจัดขึ้น ใบระดับ กลางต้นยังคงเขียว ใบล่างสุด เปลี่ยนเป็นสีเหลืองส้ม เกิดการ ตายของเนื้อเยื่อตรงโคนต้นและ ตามข้อเป็นรอยสีน้ำตาลเข้ม	ใบส่วนยอดที่เหลืองจัดเกิดการแห้ง เป็นสีน้ำตาลอ่อน และร่วง necrosis ตามลำต้น เกิดมากขึ้น ใบอ่อนที่แตกใหม่เป็นสีเหลือง อ่อน ขนาดคนและลักษณะรากเช่น	อาการเช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 3

ppm Cd	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
20	ใบอ่อนขึ้นเหลืองสม่ำเสมอ รากเจริญดี ขนาดต้นใกล้เคียงกับที่ 10 ppm	(necrosis) ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 5 ppm รากเป็นสีน้ำตาล สั้นและมีปริมาณน้อยกว่าที่ 5 ppm ใบที่เหลืองเกิด necrosis แห่งทั้งใบ และค่อย ๆ ทยอยกันร่วงไป ตามลำต้นเกิด necrosis เป็นวง ๆ สีน้ำตาลเข้ม ขนาดต้นใกล้เคียงกับที่ 10 ppm รากเป็นสีน้ำตาล สั้น มีปริมาณน้อย	เดียวกับในสัปดาห์ที่ 2 ใบล่าง ๆ ค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีเหลืองส้ม และร่วง ใบส่วนยอดเหลืองจนขีดขาว necrosis ตามลำต้นขยายเป็นทางยาว ต้นเล็กแกร็นใกล้เคียงกับที่ 10 ppm ลักษณะรากเป็นเขนเดิม	อาการเช่นเดียวกับสัปดาห์ที่ 3

ศูนย์วิทยารักษา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 30 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักกาดหอม เนื่องจากผลของแคดเมียม

ppm Cd	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
0	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
1	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
2	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	ใบเริ่มมีคเหลือง เจริญดีทั้งราก	ใบมีคเหลืองทั้งต้น เจริญดีทั้งราก
5	เจริญเติบโตเป็นปกติ	ใบเหลืองจากใบล่าง ๆ ขึ้นไป เส้นกลางใบเป็นสีน้ำตาลแดง เริ่มจากโคนใบ ขนาดต้นเล็กกว่า ที่ 2 ppm	และต้น ต้นเล็กกว่าที่ 0 ppm ใบที่เหลือง เริ่มแห้งจนหมดใบ รากสีปกติ มีปริมาณน้อยกว่าที่ 2 ppm	และต้น ต้นเล็กกว่าที่ 0 ppm เห็นความแตกต่างของใบในต้นชัด เจน ใบแห้งนับจากใบล่างขึ้นไป 5 - 6 ใบ เส้นกลางใบเป็นสีน้ำ ตาลแดงตลอดเส้นใบ ใบส่วนยอด ยังเขียว ต้นเล็กแกร็นกว่าที่ 2 ppm ลักษณะรากเป็นเข่นเดิม
10	เจริญเติบโตเป็นปกติ	อาการเช่นเดียวกับที่ 5 ppm ขนาดต้นพอ ๆ กับที่ 5 ppm	ใบเหลืองมากกว่าที่ 5 ppm และเริ่มแห้งจนหมดใบ เส้นกลาง ใบเป็นสีน้ำตาลแดงตลอดเส้นใบ เกิดการตายของเนื้อเยื่อทำให้เห็น เป็นวงสีน้ำตาลกระจายทั่วลำต้น	ใบแห้งนับจากใบล่างขึ้นไป 7 - 8 ใบ ลักษณะอื่น ๆ เช่นเดียวกับใบ สัปดาห์ที่ 3 ต้นเล็กแกร็น เล็กกว่า ที่ 5 ppm รากเป็นสีน้ำตาล สั้น และมีปริมาณน้อยกว่าที่ 5 ppm

ppm Cd	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
20	<p>ใบชี้คเหลืองเล็กน้อยทั้งต้น ใบใบล่างสุดที่เหลือง เส้นกลางใบเริ่มเป็นสีน้ำตาลแดงจากโคนใบ ลำต้นเกิด necrosis เป็นวงสีน้ำตาลกระจายทั่ว รากปกติ</p>	<p>ใบเหลืองรุนแรงมากขึ้น สีน้ำตาลแดงขยายไปตลอดเส้นใบใบล่าง ๆ ที่เหลืองก่อนเริ่มแห้ง โไลขึ้นไป necrosis ตามลำต้นรุนแรงขึ้น ขนาดคณเล็กที่สุด รากสีปกติ แต่มีปริมาณน้อย</p>	<p>อาการ เช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 2</p>	<p>เห็นความแตกต่างของใบในต้นชัดเจน คือใบแห้งนับจากใบล่างขึ้นไป 10 - 12 ใบ ใบในระดับกลางต้นชี้คขาว เส้นกลางใบยังคงเห็นเป็นสีน้ำตาลแดง ใบส่วนยอดชี้คเหลือง เส้นใบเขียวปกติ necrosis ตามลำต้นชัดเจนขึ้น ขนาดคณและลักษณะรากเป็นเช่นเดิม</p>

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 31 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักคะน้า เนื่องจากผลของนิกเกิล

ppm Ni	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
0	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
1	ใบอ่อนเริ่มเขียวซีด ยังเจริญโตดี ทั้งรากและต้น	ใบที่เขียวซีดเกิดการแห้งจากขอบ ใบเข้าไป ใบอ่อนที่แตกใหม่ขยายขนาดได้ แต่เริ่มเขียวซีด และเหลืองขึ้นในเวลาต่อมา รากปกติ ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 0 ppm	ใบส่วนยอดเกิด necrosis รุนแรงขึ้นเป็นการแห้งในเนื้อใบ เป็นแห้ง ๆ เป็นรอยสีน้ำตาลอ่อน กระจายทั่วในระหว่างเส้นใบ แตกใบใหม่และขยายขนาดใบ ได้ในอัตราที่ช้าลง รากปกติ ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 0 ppm เล็กน้อย	necrosis รุนแรงขึ้นจนแห้งตลอด เนื้อเยื่อในระหว่างเส้นใบ ใบที่แตกใหม่ซีดเหลืองมากขึ้น ขนาดใบเล็กกว่าที่ 0 ppm รากปกติ ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 0 ppm
2	อาการเช่นเดียวกับที่ 1 ppm	ใบที่เขียวซีดบางใบเกิดการแห้ง ในเนื้อเยื่อระหว่างเส้นใบรุนแรงกว่าที่ 1 ppm ขอบใบม้วนเข้า ใบอ่อนที่แตกใหม่เริ่มสีเขียวซีด และขยายขนาดได้ช้าลง รากสีปกติ ยาวพอควร แต่มีปริมาณน้อยกว่าที่ 1 ppm ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 1 ppm เล็กน้อย	interveinal necrosis รุนแรงขึ้นจนเกิดการแห้งตลอด เนื้อเยื่อระหว่างเส้นใบ เส้นใบเขียวซีดจน ใบอ่อนที่แตกใหม่ขยายขนาดได้เพียง เล็กน้อยก็หยุด ชะงักและซีดเหลืองมากขึ้น รากสีปกติ ยาวพอควร แต่มีปริมาณน้อยกว่าที่ 1 ppm ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 1 ppm	บางใบแห้งหมดทั้งใบจนถึงกิ่งอ บางใบเนื้อใบแห้งหมดจนเหลือแต่แกนใบ เส้นกลางใบที่ยังสดเขียว ใบอ่อนซีดเหลืองมากขึ้น ใบแก่กลาง ๆ เริ่มเขียวซีดและเกิดการแห้งประปราย ตามขอบใบ ลักษณะรากคงเดิม ขนาดต้นเล็กแกร็นกว่าที่ 1 ppm

ppm Ni	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
5	ไบออนเริ่มเขียวซีด ไบกลาง ๆ ขยายขนาดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย รากสีปกติ ยาวพอควร แต่มีปริมาณน้อยกว่าที่ 2 ppm ขนาดทนพอกับที่ 2 ppm	ไม่มีการเจริญเพิ่มขึ้นอีกทั้งรากและต้น ไบออนซีดเหลืองมากขึ้น และเกิดการแห้งเป็นสีน้ำตาลอ่อน จนหมดไบ ยอดแห้งตาย ไบลางเริ่มโค้งงอ ลักษณะรากคงเดิม ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 2 ppm	ไบกลางที่โค้งงอแห้งเป็นสีน้ำตาลอ่อนเป็นแห่ง ๆ ตามขอบใบ ลักษณะรากคงเดิม ต้นเล็กแกร็น	ทั้งต้นเหลืองเพียง 3 - 4 ใบ คือไบส่วนยอดที่แห้งจนหมดไบ และไบล่าง ๆ ที่แห้งจากขอบใบและปลายไบเข้าไปลักษณะรากคงเดิม ต้นเล็กแกร็น
10	ไบออนซีดเหลือง และไมขยายขนาด รากสีปกติ ยาวพอควร แต่มีปริมาณน้อย ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 0 ppm	ไบออนเกิดการแห้งเป็นสีน้ำตาลอ่อนจนหมดไบ ไบกลาง ๆ บางใบเริ่มแห้งจากปลาย และขอบใบ ไม่มีการเจริญเพิ่มขึ้นอีกทั้งรากและต้น รากสีปกติ สั้น และมีปริมาณน้อยกว่าที่ 5 ppm	ยอดอ่อนแห้งตาย ใบที่แห้งบางใบเหลืองแคบเส้นกลางใบที่ยังสดเขียว ไบล่าง ๆ ยังคงเขียวและเริ่มโค้งงอ ลักษณะรากคงเดิม ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 5 ppm	ทั้งต้นเหลืองเพียง 3 - 4 ใบที่แห้งและโค้งงอ ลักษณะรากคงเดิม ต้นเล็กแกร็นกว่าที่ 5 ppm
20	อาการเช่นเดียวกับที่ 10 ppm ไม่มีการเจริญเพิ่มขึ้นอีกทั้งรากและต้น	ไบออนซีดเหลืองมากขึ้น และเกิดการแห้งจนหมดไบ ไบกลาง ๆ เริ่มแห้งจากปลายและขอบใบทั้งที่ยังเขียว ไม่มีการเจริญเพิ่มขึ้นอีกทั้งรากและต้น รากสีปกติ	ไบออนที่ยอดแห้งและร่วงไป ยอดอ่อนแห้งตาย ไบกลาง ๆ แห้งจนหมดไบ ไบลางบางใบแม้อยังเขียวเริ่มโค้งงอ ลักษณะรากคงเดิม ต้นเล็กแกร็นที่สุด	ไบแห้งจนหมดทั้งต้น รากสีปกติ สั้นนุดและมีปริมาณน้อยมาก ต้นเล็กแกร็น

ตารางที่ 32 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักกาดขาวกางตุ้ง เนื่องจากผลของนิกเกิล

ppm Ni	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
0	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
1	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญดี ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 0 ppm	เจริญดี ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 0 ppm
2	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญดี ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 0	เจริญดี ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 0
5	ใบส่วนยอดเกิดการขีดเหลืองระหว่างเส้นใบ (interveinal chlorosis) เส้นใบเขียวชัดเจน ยังเจริญได้ดีทั้งรากและต้น	ใบที่ขีดเหลืองเกิดการแห้งในเนื้อเยื่อระหว่างเส้นใบ โดยเริ่มจากขอบใบ ใบอ่อนที่แตกใหม่เริ่มขีดเหลืองตาม รากสีปกติ สั้นและมีปริมาณน้อย ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 2 ppm	การแห้งของเนื้อใบรุนแรงขึ้นจนใบแห้งเป็นสีน้ำตาลอ่อนทั้งแผ่นใบ เหลือแต่ก้านใบที่ยังสดเขียว ใบอ่อนที่ขีดเหลืองหยุดขยายขนาด ไม่มีการเจริญเพิ่มขึ้นอีกทั้งในรากและต้น ลักษณะรากคงเดิม ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 2 ppm	ใบที่แห้งจนเหลือแต่ก้านใบสดเขียวเพิ่มจำนวนมากขึ้น ลักษณะรากคงเดิม ต้นเล็กแกร็น
10	อาการเช่นเดียวกับที่ 5 ppm	อาการเช่นเดียวกับที่ 5 ppm	ใบส่วนยอดบางใบเริ่มขีดขาว เหลือแต่เนื้อเยื่อรอบเส้นใบที่ยังเขียว ใบแก่บางใบเริ่มการแห้งของเนื้อใบประปราย ใบอ่อนขีดเหลืองหยุดขยายขนาดและเกิดการแห้งตามทันที จนเหลือแต่ก้านใบ การเจริญที่หยุดหยุดชะงัก	อาการเช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 3

ppm Ni	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
<p>10</p> <p>20</p>	<p>ใบส่วนยอดเกิดการขีดเหลือง ระหว่างเส้นใบ ไม่มีการเจริญ เพิ่มขึ้นทั้งในรากและต้น</p>	<p>ใบที่ขีดเหลือง เริ่มแห้งในเนื้อเยื่อ ระหว่างเส้นใบจนเหลือแต่แกนใบ ที่ยังสดเขียว ใบล่าง ๆ เหลือ รากสีปกติ สันลูก และมีปริมาณ น้อยที่สุด ต้นเล็กแกร็นพอ ๆ กับที่ 10 ppm</p>	<p>ต้นเล็กแกร็นกว่าที่ 5 ppm รากสีปกติ สันและมีปริมาณน้อย ใบที่แห้งจนเป็นสีน้ำตาลอ่อนทั้ง ใบเหลือแต่แกนสดเขียวเพิ่ม จำนวนมากขึ้น ก้านใบและลำต้น เป็นสีม่วง ใบล่าง ๆ เกิดการ แห้งจากขอบใบเข้าไป ลักษณะ รากคงเดิม ต้นเล็กแกร็น พอ ๆ กับที่ 10 ppm</p>	<p>อาการเช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 3</p>

ศูนย์วิทยุทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 33 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักกาดเขียววางตุ้ง เนื่องจากผลของนิกเกิล

ppm Ni	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
0	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
1	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
2	ระหว่างเส้นใบของใบส่วนยอด เขียวซีดและเหลืองขึ้น เจริญดี ทั้งรากและต้น	ใบส่วนยอดเริ่มแห้งจากขอบใบ แตกใบอ่อนใหม่ ต้นเล็กกว่าที่ 1 ppm รากสีปกติ ยาวพอควร มี ปริมาณน้อย	ใบแห้งทั้งใบ เหลืองแตกานใบที่ยัง สดเขียว ใบอ่อนที่แตกใหม่เริ่มซีด เหลือง รากเริ่มเป็นสีน้ำตาล ยาว และปริมาณน้อย	ใบอ่อนที่แตกใหม่ขยายขนาดได้อีก และเริ่มกลับเขียวขึ้น ขนาดต้นเล็ก กว่าที่ 1 ppm ลักษณะรากเป็นเช่น เดิม
5	อาการเช่นเดียวกับที่ 2 ppm	อาการเช่นเดียวกับที่ 2 ppm แต่ใบแห้งจนเหลือแตกานใบที่ สดเขียว	ใบอ่อนที่แตกใหม่ซีดเหลือง ใบ ล่าง ๆ เริ่มแห้งจากขอบใบ ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 2 ppm ราก สีน้ำตาลอ่อน สั้น และมีปริมาณน้อย	ใบอ่อนที่ยอดหยุดขยายขนาด ต้น เล็กแกร็น ลักษณะรากเป็นเช่น เดิม
10	อาการเช่นเดียวกับที่ 5 ppm	อาการเช่นเดียวกับที่ 5 ppm ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 5 ppm รากสีน้ำตาลอ่อน สั้น และมีปริมาณ น้อยกว่าที่ 5 ppm	ใบอ่อนที่ยอดไม่ขยายขนาด จึง เห็นเป็นกระจุกที่ยอด ลักษณะ รากเป็นเช่นเดิม	ใบแก่ล่าง ๆ เหี่ยวและแห้งไป ต้น เล็กแกร็นกว่าที่ 5 ppm ลักษณะ ราก ใบ เป็นเช่นเดิม
20	ระหว่างเส้นใบของใบส่วนยอดซีด เหลือง และแห้งตามทันที ไม่มี การเจริญเพิ่มขึ้นทั้งรากและต้น	ใบแห้งทั้งใบ เหลือแตกานใบที่ยัง สดเขียว ใบแก่ล่าง ๆ เริ่มแห้ง ต้นเล็กแกร็นที่สุด ลักษณะรากเป็น เช่นเดิม	ตามลำต้นและก้านใบเป็นสีม่วง ลักษณะอื่น ๆ เช่นเดียวกับใน สัปดาห์ที่ 2	อาการเช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 3

ตารางที่ 34 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักบุ้งจีนเนื่องจากผลของนิกเกิล

ppm Ni	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
0	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ มีดอก
1	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญดี ใบที่แตกใหม่ดูบนสุดเกิด chlorosis เป็นสีเขียวซีด และค่อย ๆ กลับเขียวขึ้นอีกจนเป็นปกติ	ใบที่แตกใหม่สีเขียวปกติ เจริญดี เช่นเดียวกับที่ 0 ppm
2	ใบส่วนยอดซีดเหลือง และรุนแรงมากขึ้นในตอนปลายสัปดาห์ รากสีปกติ ยาวพอควร	ใบที่แตกใหม่ตามข้อเป็นสีเขียวทองอ่อนสม่ำเสมอทั้งใบ ใบส่วนยอดที่เหลืองจัดค่อย ๆ เกิด necrosis จนใบแห้งหมดใบและเริ่มร่วง รากสีปกติ แต่มีปริมาณน้อยและสั้นกว่าที่ 1ppm ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 1ppm	นับแต่ใบแห้งและร่วงแล้ว ยังแตกใบใหม่ได้อีก แต่ใบไม่ขยายขนาดเพิ่ม จึงมีขนาดเล็ก สีเขียวซีด ลักษณะรากและขนาดต้น เช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 2	ใบส่วนยอดซีดเหลืองมากขึ้น และไม่ขยายขนาด ใบระดับกลางต้นเกิด necrosis รุนแรง จนใบแห้งหมดทั้งแผ่นใบ และเริ่มร่วง ใบกลาง ๆ ไม่ขยายขนาด แต่ยังคงสีเขียว ลักษณะราก และขนาดต้น เช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 3
5	เกิดการขีดเหลืองในใบอ่อน รากสีปกติ ยาว แต่มีปริมาณน้อยกว่าที่ 2 ppm ขนาดต้นพอ ๆ กับที่ 2 ppm	ใบที่เหลืองจัดค่อย ๆ เกิด necrosis จนใบแห้งทั้งแผ่นใบ ยังแตกใบใหม่ได้อีก รากสีปกติ แต่มีปริมาณน้อยกว่าที่ 2 ppm ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 2 ppm	ใบที่แห้งยังคงติดอยู่ ใบที่แตกใหม่ค่อย ๆ เขียวซีด และขีดเหลืองอีก ไม่ขยายขนาด ปลายยอดเกิด necrosis จนยอดอ่อนแห้งตาย รากสีออกน้ำตาลยาวพอ ๆ กับที่	ใบที่แตกใหม่ค่อย ๆ ขีดเหลืองเป็นสีเหลืองจาง ๆ เกิด necrosis ที่ลำต้น เป็นรอยยาวใกล้ ๆ ยอด ใบกลาง ๆ ยังคงสีเขียวแต่ไม่ขยายขนาด ต่อมาเกิด necrosis

ppm Ni	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
10	เกิด chlorosis จนใบซีด เหลืองในใบส่วนยอด	ใบเหลือง ชีคางมากขึ้น เกิด necrosis จนแหลมคใบ และ ร่วงไป necrosis เกิดในใบอ่อนที่ยังไม่คลี่ใบ และที่ลำต้นโดยเกิดเป็นวงเล็ก ๆ รากสีน้ำตาล เขม สันและมีปริมาณน้อย ขนาด ๓ ท่อ ๆ กับที่ 5 ppm	2 ppm แต่มีปริมาณน้อยกว่า ขนาด ต้นเล็กกว่าที่ 2 ppm necrosis ที่ลำต้นรุนแรงมากขึ้น จนเห็นเป็นวงสีน้ำตาลหลายวงต่อกัน เกิด necrosis ตรงใกล้ปลายยอดด้วย ใบแก่กลาง ๆ เกิดจุดสีน้ำตาลประปรายทั่วใบ ที่โคนต้นแตกดำไหมตามข้อแต่ไม่เจริญออกมา จึงเห็นเป็นตุ่ม รากสีน้ำตาล สัน และน้อยกว่าที่ 5 ppm	ที่ปลายยอดรุนแรงจนยอดแห้ง และหักพับลง ขนาดต้นแคระแกร็นเล็กกว่าที่ 2 ppm รากสีออกน้ำตาล และมีปริมาณน้อยกว่าที่ 2 ppm นับแต่ใบเกิด necrosis แล้วไม่แตกใบใหม่เลย บางต้นอาจแตกใบใหม่ได้ แต่จะซีดเหลืองและเกิด necrosis จากปลายใบ และขอบใบตามพื้นที่ ปลายยอดเกิด necrosis จนยอดแห้งและหัก ลักษณะรากและขนาดต้นเช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 3
20	เกิด chlorosis จนใบซีด เหลืองในใบส่วนยอด	อาการเช่นเดียวกับที่ 10 ppm	อาการเช่นเดียวกับที่ 10 ppm	ไม่แตกใบใหม่ ใบที่เกิด necrosis ร่วงไปจนเกือบหมดต้น อาการอื่น ๆ เช่นเดียวกับที่ 10 ppm

ตารางที่ 35 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักกาดหอมเนื่องจากผลของนิเกิล

ppm Ni	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
0	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
1	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
2	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญดีแต่ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 1 ppm	เจริญดีแต่ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 1 ppm	เจริญดี แต่ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 1 ppm
5	ใบค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีเขียวซีด ทั้งต้น ยังเจริญได้ดีทั้งต้นและราก	ใบเหลืองมากขึ้นเกือบทั้งต้น ขนาดต้นเล็กพอ ๆ กับที่ 2 ppm รากปกติ	ใบเปลี่ยนเป็นสีเหลืองจาง ๆ จนหมดทั้งต้น โดยไม่เกิดการแห้งของเนื้อใบเลย รากเจริญดี แต่มีปริมาณน้อยกว่าที่ 2 ppm ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 2 ppm	ใบล่างบางใบแห้งจนหมดใบ รากเจริญดี แต่มีปริมาณน้อยกว่าที่ 2 ppm ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 2 ppm
10	ใบอ่อนเกิดการขีดเหลืองสม่ำเสมอทั้งใบ และค่อย ๆ เกิด necrosis ที่เป็นการแห้งของเนื้อเยื่อใบจนเป็นสีน้ำตาลเข้มกระจายทั่ว โดยเริ่มจากขอบและปลายใบก่อน ไม่มีการเจริญเพิ่มขึ้นทั้งในรากและลำต้น	ยอดอ่อนเกิดการขีดเหลืองอย่างรุนแรงและเนื้อเยื่อแห้งตายเป็นสีน้ำตาลเข้ม necrosis ในลักษณะนี้เกิดกับลำต้นด้วย รากสีปกติ สั้น และมีปริมาณน้อยกว่าที่ 5 ppm ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 5 ppm	ใบล่างสุดเหี่ยวและค่อย ๆ แห้งจากขอบใบ ใบส่วนยอดเกิดการแห้งจนเป็นสีน้ำตาลเข้มทั้งใบเหลือแต่เส้นกลางใบ necrosis ตามลำต้นรุนแรงขึ้น เห็นเป็นรอยสีน้ำตาลเข้มมากขึ้น ลักษณะรากคงเดิม ต้นเล็กแกร็นกว่าที่ 5 ppm	อาการเช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 3

ppm Ni	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
20	<p>ใบอ่อนไม่ขยายขนาด เกิดการขีด เหลืองรุนแรง และเกิดการแห้ง ตามท่อน้ำที่ จนยอดแห้งตาย ไม่มี การเจริญเพิ่มขึ้นทั้งรากและต้น รากสีน้ำตาล สั้น และมีปริมาณ น้อยที่สุด</p>	<p>ต้นแห้งตายทั้งต้น เหลือเพียง 2 - 3 ใบ necrosis ตาม ลำต้นเป็นรอยสีน้ำตาลเข้ม เพิ่ม จำนวนมากขึ้น ใบล่างสุดเหี่ยว และเริ่มแห้งจากขอบ รากเป็น สีน้ำตาลเข้ม สั้นกุด และมีปริมาณ น้อยที่สุด ต้นเล็กแกร็น</p>	<p>อาการเช่นเดียวกับสัปดาห์ที่ 2</p>	<p>อาการเช่นเดียวกับสัปดาห์ที่ 3</p>

ศูนย์วิทยาการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 36 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักคะน้า เนื่องจากผลของโคบอลต์

ppm Co	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
0	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
1	ระหว่างเส้นใบของใบอ่อนเขียว มืด ต้นและรากยังเจริญดี	ใบยังคงเขียวชัด เช่นเดิม ต้นและ รากยังเจริญได้ดี	สีใบกลับเขียวเป็นปกติ ต้นและ รากยังเจริญดี	สีของใบและการเจริญเติบโตเป็น ปกติ แต่ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 0 ppm
2	ระหว่างเส้นใบของใบส่วนยอด มีสีเหลือง (interveinal chlorosis) ใบส่วนล่างสี เขียวปกติ ต้นเจริญดี รากเป็น สีน้ำตาลอ่อน สั้น และมีปริมาณ น้อยกว่าที่ 1 ppm	ใบขยายขนาดได้เพียง เล็กน้อย และเป็นสีเหลืองอ่อนจาง แต่ เส้นใบเขียวชัดเจน ต่อมาบางใบ เริ่มแห้งจากขอบใบเข้าไปยัง ระหว่างเส้นใบ (interveinal necrosis) ใบอ่อนที่แตกใหม่ มีสีเหลือง ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 1 ppm รากเป็นสีน้ำตาลมากขึ้น สั้น และมีปริมาณน้อย	อาการเช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 2 และใบที่แห้งจะแห้งจนหมดใบ	ใบที่แห้งยังคงติดอยู่ ใบอ่อนที่แตกใหม่ เหลืองมากขึ้น แต่เส้นใบเขียวชัด เจน ต้นเล็กแกร็น ลักษณะราก เป็นเช่นเดิม
5	อาการเช่นเดียวกับที่ 2 ppm	อาการของใบและรากเช่นเดียวกับ ที่ 2 ppm แต่การแห้งในระหว่าง เส้นใบชัดเจนกว่า ใบขยายขนาด ได้น้อยกว่า ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 2 ppm	ใบที่แห้งยังคงติดอยู่ ใบอื่น ๆ เป็นสี เหลืองจางทั้งใบ ไม่มีการแตกใบ อ่อนอีก ตามลำต้นเป็นรอยสีน้ำตาล เป็นแห่ง ๆ (necrosis) ต้นเล็กแกร็น ลักษณะรากเป็นเช่น เดิม	อาการเช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 3

ppm Co	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
10	ระหว่างเส้นใบของใบอ่อนขีดเหลือง แต่เส้นใบไม่เขียววัดเท่าที่ 5 ppm ใบกลางสุดเริ่มเขียว ไม่มีการเจริญเพิ่มขึ้น	ใบอ่อนเริ่มแห้งจากขอบใบเข้าไป เหลือแต่ใบกลางสุดที่ยังเขียวแต่เขียว ตันเล็กแกร็น รากเป็นสีน้ำตาล สันกูด มีปริมาณน้อย	ลักษณะใบและรากเป็นเช่นเดิม โคนต้นมีสีออกม่วง ขนาดคงเดิม	ลักษณะต้น ใบ ราก เป็นเช่นเดิม
20	ระหว่างเส้นใบของใบส่วนยอดขีดเขียว ใบกลางเขียว ไม่มีการแตกใบอ่อน ลำต้นอ่อนฟู รากเป็นสีน้ำตาล สัน และมีปริมาณน้อยที่สุด	ใบส่วนยอดไม่ทันเหลืองเพิ่มขึ้นอีกแห้ง ใบกลางสุดเริ่มแห้งด้วย ลักษณะลำต้นและรากเป็นเช่นเดิม	ใบแห้งเกือบหมดทั้งต้น โคนต้นมีสีม่วง ลักษณะลำต้นและรากเป็นเช่นเดิม	ใบแห้งทั้งต้น ใบส่วนล่าง ๆ เริ่มร่วงไป ลักษณะลำต้นและรากเป็นเช่นเดิม

ศูนย์วิทยุสัตวแพทย์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 37 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักกาดขาวกางตุง เนื่องจากผลของโคบอลต์

ppm Co	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
0	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
1	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
2	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
5	ระหว่างเส้นใบของใบส่วนยอด ขีดเหลือง ต้นเจริญดี รากเริ่ม เป็นสีน้ำตาล	ใบส่วนยอดมีสีเขียวจนเกือบขาว ใบล่าง ๆ ที่ยังเขียวเริ่มแห้งตาม ขอบ การเจริญที่ปลายยอดหยุด ชะงัก ยอดแห้ง รากเป็นสีน้ำตาล มากขึ้น	ใบส่วนยอดแห้งหมดทั้งใบ ต้นเล็กแกร็น รากเป็นสีน้ำตาล เข้ม สั้น มีปริมาณน้อย	ลักษณะใบและรากเป็นเช่นเดียวกับ กับสัปดาห์ที่ 3 ก้านใบมีสีออกม่วง
10	อาการเช่นเดียวกับที่ 5 ppm	ใบส่วนยอดมีสีเขียวจนเกือบขาว และแห้งตาม ต้นเล็กแกร็น ราก เป็นสีน้ำตาลเข้ม สั้น มีปริมาณน้อย	ใบแห้งเกือบหมดต้น ตามก้านใบ และลำต้นมีสีออกม่วง ขนาด ต้นเล็กพอ ๆ กับที่ 5 ppm	อาการเช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 3
20	ใบส่วนยอดขีดเหลืองและแห้งตาม ต้นไม่เจริญเพิ่มขึ้น รากเป็นสี น้ำตาล สั้น และมีปริมาณน้อย	ใบส่วนยอดแห้งจนหมดใบ ใบส่วน ล่าง ๆ มีจุดสีน้ำตาลขึ้นประปราย	ใบส่วนยอดที่แห้งยังคงติดอยู่ ใบส่วน ล่าง ๆ เริ่มแห้งควย ขนาดต้นเล็ก กว่าที่ความเข้มข้นอื่น ๆ	อาการเช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 3

ตารางที่ 38 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักกาดเขียววางตุ้ง เนื่องจากผลของโคบอลต์

ppm Co	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
0	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
1	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	ขนาดต้นเล็กกว่า ปริมาณรากน้อยกว่าที่ 0 ppm สีรากปกติ	อาการเช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 3
2	ใบอ่อนเปลี่ยนเป็นสีเขียวซีดและคอย ๆ เหลืองขึ้นที่ตะขิกใบ เจริญช้ากว่าที่ 1 ppm รากเป็นสีน้ำตาล ยาว มีปริมาณน้อย	ใบอ่อนเป็นสีเขียวเหลืองมากขึ้น สม่ำเสมอทั้งแผ่นใบ ใบดัดลงมา เริ่มซีดเหลืองตาม ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 1 ppm ลักษณะรากเป็นเช่นเดิม	ใบส่วนยอดยังคงเป็นสีเขียวเหลือง ใบล่าง ๆ เริ่มแห้งจากขอบใบ เข้าไป ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 1 ppm รากเป็นสีน้ำตาลมากขึ้น สั้น และมีปริมาณน้อย	อาการเช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 3
5	อาการเช่นเดียวกับที่ 2 ppm	ใบที่เหลืองเริ่มแห้งจากขอบใบ เข้าไป ใบที่แตกใหม่ ขยายขนาดได้ไม่เต็มที่ ก็เริ่มซีดเขียว รากเป็นสีน้ำตาลเข้ม สั้น มีปริมาณน้อย	ใบแห้งจนหมดใบ ใบอ่อนที่แตกใหม่มีสีเหลืองมากขึ้น ต้นเล็กแกร็น ลักษณะรากเป็นเช่นเดิม	ใบแห้งจนเกือบหมดทั้งต้น ต้นเล็กแกร็น ลักษณะรากเป็นเช่นเดิม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ppm Co	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
10	อาการเริ่มเช่นเดียวกับที่ 2 ppm แต่ใบเหลืองมากกว่า เส้นใบเขียวชัดเจน รากเป็นสีน้ำตาล สั้น และมีปริมาณน้อยกว่าที่ 5 ppm อาการเช่นเดียวกับที่ 5 ppm	ใบเหลืองจัดกว่าที่ 5 ppm เส้นใบเขียว และเริ่มแห้ง ใบล่าง ๆ เริ่มเหี่ยวทั้ง ๆ ที่ยังเขียว ไม่มีการเจริญเพิ่มขึ้นทั้ง รากและต้น	ใบแห้งจนหมดทั้งใบ ลำต้นและก้านใบเป็นสีม่วง ใบล่าง ๆ เริ่มแห้ง ต้นเล็กแกร็น ลักษณะรากเป็นเช่นเดิม	สีม่วงตามลำต้น และก้านใบชัดเจนขึ้น ลักษณะใบและรากเป็นเช่นเดิม
20	อาการเช่นเดียวกับที่ 10 ppm เนื้อใบและยอดอ่อนเริ่มแห้ง	ใบแห้งจนหมดทั้งใบ อาการอื่น ๆ เป็นเช่นเดียวกับที่ 10 ppm	ลักษณะใบ ราก และต้น เป็นเช่นเดียวกับที่ 10 ppm ต้นเล็กแกร็นกว่าที่ 10 ppm	อาการเช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 3 ต้นเล็กแกร็นกว่าที่ 10 ppm

ศูนย์วิทยุทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 39 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักบุ้งจีน เนื่องจากผลของโคบอลต์

ppm Co	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
0	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
1	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
2	ใบอ่อนซีดเหลือง เจริญดีทั้งรากและต้น	ใบอ่อนเริ่มแห้ง ยังแตกใบใหม่ที่ปลายยอด ตันเล็กกว่าที่ 1ppm รากสีปกติ สั้น และมีปริมาณน้อย	ใบแห้งจนหกลบเป็นสีน้ำตาลเข้ม และหะยอยกันร่วง ใบที่แตกใหม่เริ่มซีดเหลืองอีก ขนาดต้นและลักษณะรากเป็นเช่นเดิม	ใบที่แห้งร่วงไป ใบที่แตกใหม่เหลืองจัดขึ้นและเริ่มแห้งอีก ขนาดต้นและลักษณะรากเป็นเช่นเดิม
5	ใบอ่อนซีดเหลือง และแห้งเป็นสีน้ำตาลเข้มตอนปลายสัปดาห์ รากสีปกติ สั้น และมีปริมาณน้อย	ใบอ่อนแห้งทั้งแผ่นใบ ใบล่าง ๆ ยังคงเขียว แต่ไม่ขยายขนาด การเจริญที่ยอดหยุดชะงัก ขนาดต้นเล็กแกร็น แตกตาใหม่ตามขอ ลักษณะรากเป็นเช่นเดิม	ยอดแห้งตาย ตาที่แตกใหม่ไม่แตกกิ่ง และใบออกไป เกิดวงสีน้ำตาลเข้มตามลำต้น ลักษณะรากเป็นเช่นเดิม	ใบส่วนยอดร่วงไป ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 2 ppm ลักษณะรากและลำต้นเป็นเช่นเดิม
10	อาการเช่นเดียวกับที่ 5 ppm	ใบอ่อนแห้งและร่วงไป เหลือแต่ใบล่าง ๆ ที่ยังเขียว แต่ไม่ขยายขนาดเพิ่มขึ้น เกิดวงสีน้ำตาลเข้มตามลำต้น แตกตาใหม่ตามขอ เฉพาะส่วนปลายรากเป็นสีน้ำตาล รากสั้น มีปริมาณน้อย	ตาที่แตกใหม่ไม่เจริญ เพิ่มขึ้น ลักษณะรากและลำต้นเป็นเช่นเดิม	อาการเช่นเดียวกันในสัปดาห์ที่ 3

ppm Co	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
20	<p>ใบอ่อนซีดเหลืองจนเกือบขาว และเริ่มแห้งตามทันที ไม่มีการเจริญเพิ่มขึ้นอีกทั้งรากและต้น</p>	<p>ใบที่แห้งค่อย ๆ ร่วงไป เหลือแต่ใบล่าง ๆ ที่ยังเขียว และไม่ขยายขนาด เกิดวงสีน้ำตาลเข้มตามลำต้น รากสีปกติ สั้น และมีปริมาณน้อยที่สุด</p>	<p>อาการเช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 2 เฉพาะส่วนปลายรากเป็นสีน้ำตาล</p>	<p>อาการเช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 3</p>

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 40 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักกาดหอม เนื่องจากผลของ โคนอลท์

ppm Co	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
0	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
1	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
2	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญดีทั้งรากและต้น ขนาดต้น เล็กกว่าที่ 1 ppm	อาการ เช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 3
5	เจริญเติบโตเป็นปกติ	ใบชี้คเหืองหงัน การเจริญของ รากและต้นหยุดชะงัก รากสีปกติ สั้น และมีปริมาณน้อย	ใบชี้คจนเกือบขาวทั้งต้น ต้นเล็ก แกร็น รากสีน้ำตาล สั้น มีปริมาณ น้อย	อาการ เช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 3
10	ใบอ่อนชี้คเหืองและเริ่มแห้ง จากขอบใบและโคนใบเข้าไป ไม่มีการเจริญเพิ่มขึ้นทั้งรากและต้น รากสีปกติ	ใบอ่อนแห้งทั้งใบ การตายของ เนื้อเยื่อจนเป็นสีน้ำตาลตามลำต้น เพิ่มมากขึ้น ยอดอ่อนแห้งตาย ต้น เล็กแกร็น เล็กกว่าที่ 5 ppm รากสีปกติ สั้น และมีปริมาณน้อย กว่าที่ 5 ppm	ใบที่แห้งเริ่มร่วงไป ลักษณะของราก และต้นเป็นเช่นเดิม	อาการ เช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 3
20	อาการ เช่นเดียวกับที่ 10 ppm รากสีปกติ สั้น มีปริมาณน้อย	อาการ เช่นเดียวกับที่ 10 ppm ใบแห้งจนหมดต้น	อาการ เช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 2	อาการ เช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 3

ตารางที่ 41 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักคะน้า เนื่องจากผลของโครเมียม

ppm Cr	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
0	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
1	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
10	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
50	เกิดการเหี่ยวหึ่งกันในตอนกลางวัน (wilting) และพืชร้าวในตอนเย็น ยังเจริญเติบโตได้ดีทั้งรากและต้น	อาการเหี่ยวหายไปในตอนปลาย สัปดาห์ยังเจริญเติบโตได้ดีทั้งรากและต้น	ใบอ่อนบางใบเหี่ยวเล็กน้อย แต่ยังเจริญเติบโตได้ดีทั้งรากและต้น ขนาดต้นใกล้เคียงกับที่ 10 ppm	ใบอ่อนยังคงเหี่ยวเล็กน้อย เติบโตไม่รุนแรงขึ้น เจริญเติบโตได้ดีทั้งรากและต้น ขนาดต้นใกล้เคียงกับที่ 10 ppm
100	เกิดการเหี่ยวหึ่งกันในตอนกลางวัน (wilting) แต่รุนแรงมากกว่าที่ 50 ppm ใบบาง ๆ ไม่ค่อยพืชร้าวในตอนเย็น ยังเจริญเติบโตได้ดีทั้งรากและต้น	อาการเหี่ยวหายไปในตอนปลาย สัปดาห์ ใบส่วนยอดเริ่มเหี่ยวช้ำ และเหลืองในเวลาต่อมา ใบบางแห้งและร่วงไป ยังเจริญเติบโตได้ดีทั้งรากและต้น	ใบส่วนยอดเริ่มเหลืองมากขึ้น เส้นใบเหี่ยว แต่ยังเจริญเติบโตได้ดีทั้งรากและต้น ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 50 ppm	ใบส่วนยอดคงเหลือง เส้นใบเหี่ยว เจริญเติบโตได้ดีทั้งรากและต้น ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 50 ppm

ศูนย์วิทยารักษา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 41 (ต่อ)

ppm Cr	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
200	<p>เกิดการเหี่ยวทั้งต้นในตอนกลางวัน (wilting) และรุนแรงกว่าที่ 100 ppm ใบบาง ๆ ไม่ค่อยฟื้นตัวในตอนเย็น ต่อมาเริ่มเหลืองแห้ง และร่วง แต่ยังไม่เจริญดีทั้งรากและต้น</p>	<p>อาการเหี่ยวหายไปในตอนปลายสัปดาห์ ใบส่วนยอดเริ่มเขียวขึ้น และเหลืองในเวลาต่อมา ขนาดต้นเล็กกว่าที่ระดับความเข้มข้นอื่น ๆ รากสั้น มีปริมาณน้อยและสีปกติ</p>	<p>ใบส่วนยอดเริ่มเหลืองมากขึ้น เส้นใบเขียว จำนวนใบไม่เพิ่มขึ้น และไม่ขยายขนาดเพิ่มขึ้น รากสั้น มีปริมาณน้อยและสีปกติ</p>	<p>ใบส่วนยอดยังคงเหลือง เส้นใบเขียว ขนาดต้นเล็กแกร็นที่สุด ลักษณะรากคงเดิม</p>

ศูนย์วิทยารักษา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 42 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักกาดขาววางตู้ เนื่องจากผลของโครเมียม

ppm Cr	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
0	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
1	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
10	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
50	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
100	เกิดการเหี่ยวหึ่งต้นเล็กน้อยในตอนกลางวัน (wilting) และค่อย ๆ หี่ยวในตอนเย็น ยังเจริญเติบโตได้ดีทั้งรากและต้น	อาการเหี่ยวหายไป เจริญเติบโตได้ดีทั้งรากและต้น และขนาดต้นใกล้เคียงกับที่ 50 ppm	ใบแต่ละใบขยายขนาดได้เต็มที่ แต่จำนวนใบน้อย ตามลำต้น ก้านใบมีสีออกม่วง ขนาดต้นเล็กกว่า 0 ppm รากสีปกติ แต่มีปริมาณน้อยและสั้นกว่าที่ 50 ppm	ทรงต้นแผ่ออก ใบแต่ละใบใหญ่ แต่มีจำนวนใบน้อย สีม่วงตามลำต้นและก้านใบเห็นชัดเจน ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 50 ppm ลักษณะรากคงเดิม
200	เกิดการเหี่ยวหึ่งต้นเล็กน้อยในตอนกลางวัน ใบบาง ๆ ไม่ค่อยหี่ยวในตอนเย็น และเริ่มแห้งแตกใบอ่อนและขยายขนาดได้บ้าง รากเจริญดี	อาการเหี่ยวหายไป ใบไม่ค่อยขยายขนาดเพิ่มขึ้น ลำต้นเริ่มเห็นสีออกม่วง ใบบาง ๆ ค่อยๆ หี่ยวแห้งไล่ขึ้นไป ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 100 ppm รากสีปกติ แต่มีปริมาณน้อยกว่าที่ 100 ppm	ใบมีขนาดเล็ก จำนวนใบน้อย มีสีเขียวเข้ม ลำต้นและโคนก้านใบมีสีม่วง จำนวนใบบาง ๆ ที่แห้งเพิ่มมากขึ้น ต้นเล็กแกร็น รากสีปกติ แต่มีปริมาณน้อยและสั้นที่สุด	ใบสีเขียวเข้มขึ้น และขอบใบม่วงออก สีม่วงตามลำต้นและโคนก้านใบเข้มขึ้น ต้นเล็กแกร็น ลักษณะรากคงเดิม

ตารางที่ 43 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักกาดเขียววางตุ้ง เนื่องจากผลของโครเมียม

ppm Cr	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
0	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ และออกดอก
1	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ และออกดอก
10	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ และออกดอก
50	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ และออกดอก
100	เกิดการเหี่ยวทั้งต้นในตอนกลางวัน (wilting) และถอย ๆ ฟื้นตัวในตอนเย็น ยังเจริญได้ดีทั้งรากและต้น	อาการเหี่ยวหายไปในตอนปลายสัปดาห์ ยังเจริญเติบโตทั้งรากและต้น ตามลำต้นและก้านใบมีสีออกม่วง ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 50 ppm	ใบแต่ละใบขยายขนาดได้เต็มที่ จำนวนใบน้อย ทรงต้นแผ่ออก สีม่วงตามลำต้น ก้านใบ ชัดเจนขึ้น เส้นใบเริ่มเห็นเป็นสีม่วง รากสีปกติ ยาว แต่มีปริมาณน้อยกว่าที่ 50 ppm	ใบอ่อนและเส้นใบ เป็นสีม่วงชัดเจนขึ้น ใบกลางบางใบเหี่ยวและแห้งไป ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 0 ppm ไม่ออกดอก ลักษณะรากคงเดิม
200	อาการเช่นเดียวกับที่ 100 ppm	อาการเหี่ยวหายไปในตอนปลายสัปดาห์ ใบไม่ค่อยขยายขนาด มีสีเขียวเข้มขึ้น ตามลำต้นและก้านใบมีสีออกม่วง ขนาดต้นเล็กที่สุด รากสีปกติ ยาว แต่มีปริมาณน้อย	ใบมีขนาดเล็ก สีเขียวเข้ม จำนวนใบน้อย ขอบใบม้วนออก ลำต้นและโคนก้านใบมีสีออกม่วง เข้มขึ้น เส้นใบเริ่มเป็นสีม่วง ต้นเล็กแกร็น ส่วนใหญ่ไม่ออกดอก มีบางต้นเป็นดอกตูม ไม่ยอมบาน รากสีปกติ ยาว แต่มีปริมาณน้อยมาก	สีม่วงของเส้นใบเห็นไม่ชัดเท่าที่ 100 ppm เพราะใบสีเขียวเข้ม ใบกลางเปลี่ยนเป็นสีเหลืองส้มและแห้ง ลักษณะอื่น ๆ เช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 3

ตารางที่ 44 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักบุ้งจีน เนื่องจากผลของโครเมียม

ppm Cr	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
0	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ และออกดอก
1	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ และออกดอก
10	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ และออกดอก
50	เกิดการเหี่ยวทั้งต้นในตอนกลางวัน (wilting) และค่อย ๆ ฟื้นตัวในตอนเย็น เจริญได้ดีทั้งรากและต้น	อาการเหี่ยวหายไปในตอนต้นสัปดาห์ เจริญได้ดีทั้งรากและต้น	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ และออกดอก
100	เกิดการเหี่ยว เช่นเดียวกับที่ 50 ppm เจริญได้ดีทั้งรากและต้น	อาการเหี่ยวหายไปในตอนต้นสัปดาห์ เจริญได้ดีทั้งรากและต้น แต่ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 50 ppm	เจริญโตทั้งรากและต้น แต่ขนาดเล็กกว่าที่ 50 ppm	เช่นเดียวกับสัปดาห์ที่ 3 และออกดอก
200	เกิดการเหี่ยว เช่นเดียวกับที่ 100 ppm แต่รุนแรงมากกว่า และใบล่าง ๆ ไม่ค่อยฟื้นตัวในตอนเย็น แต่กลับค่อย ๆ เหลืองและแห้ง ขนาดต้นเล็กที่สุด รากเจริญดี	อาการเหี่ยวหายไปในตอนต้นสัปดาห์ ใบไม่คอยขยายขนาด แตกตาใหม่ได้ทีละโคน การเจริญที่ปลายยอดหยุดชะงัก ขนาดต้นเล็กที่สุด รากเจริญดี	ใบยังคงขนาดเล็ก และมีสีเขียวเข้มขึ้น ไม่แตกใบอ่อนที่ปลายยอด และกิ่งที่แตกใหม่ก็หยุดเจริญ ต้นเล็กแกร็น รากเจริญดี	ใบแก่ล่าง ๆ ร่วงไป ใบของกิ่งที่แตกใหม่ทางด้านข้างมีขนาดเล็ก และสีเขียวเข้ม ไม่เจริญต่อไป ต้นเล็กแกร็น รากเจริญดี

ตารางที่ 45 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักกาดหอม เนื่องจากผลของโครเมียม

ppm Cr	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
0	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
1	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
10	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
50	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
100	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญดี ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 50 ppm แต่ขนาดรากพอ ๆ กัน	ขนาดต้นเล็กกว่าที่ 50 ppm และรากสีปกติ แต่มีปริมาณน้อยกว่า	เช่นเดียวกับในสัปดาห์ที่ 3
200	เจริญได้ทั้งรากและต้น แต่ขนาดต้นเล็กที่สุด	ขนาดต้นคงเดิม ใบล่าง ๆ เริ่มซีดเหลือง สีรากปกติ แต่มีปริมาณน้อย	ไม่มีการเจริญเพิ่มขึ้นทั้งรากและต้น ใบล่าง ๆ ซีดเหลืองจนเกือบขาว และค่อย ๆ แห้งเป็นสีน้ำตาลเข้มจากปลายและขอบใบเข้าไป ส่วนใบในระดับกลางต้นเกิดสีน้ำตาลแดงขึ้นจากขอบใบด้านหนึ่งเข้าไป ทั้ง ๆ ที่ใบยังคงสดเขียว	ต้นเล็กแกร็น ใบล่าง ๆ ทะยอยกันซีดเหลืองและแห้งจนเป็นสีน้ำตาลเข้ม ไล่อื่นมายังใบส่วนยอด สีน้ำตาลแดงที่เกิดขึ้นแพร่กระจายจนเกือบหมดทั้งใบ รากสั้น มีปริมาณน้อย และสีรากปกติ

ตารางที่ 46 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักคะน้า ผักกาดขาวว้างสูง ผักกาดเขียวว้างสูง และผักบุ้งจีน
เนื่องจากผลของสตรอนเตียม

ppm Sr	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
0	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
1	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
10	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
50	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
100	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
200	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ เจริญดี แต่ขนาดต้นเล็กกว่า treatment อื่น ๆ

ศูนย์วิทยการพยาบาล
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 47 อาการที่สังเกตเห็นได้ในผักกาดหอม เนื่องจากผลของสตรอนเทียม

ppm Sr	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
0	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
1	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
10	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
50	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ
100	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	ไม่แสดงอาการผิดปกติอื่นใด นอกจากขนาดต้นเล็กกว่า treatment	
200	เจริญเติบโตเป็นปกติ	เจริญเติบโตเป็นปกติ	อื่น ๆ	

ศูนย์วิทยารักษา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติการศึกษา

นางวิไลภรณ์ บุญญกิจจินดา สำเร็จปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาพฤกษศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ในปีการศึกษา 2516 ปัจจุบันรับราชการในภาควิชาชีววิทยา คณะ
วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย