ผลกระทบจากสารพิษในดินกับสมดุลธาตุอาหารพืช

Negative Impacts of Toxic Material Contamination in Soils and Plant Nutrient Balance

ปรีดา พากเพียร[1] อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ[2] ลาร์ โรยเต๊อโก้ด[2]
Preeda Parkpian[1] Apisit Eiumnoh[2] Lars Reutergardh[2]

ABSTRACT

Excessive amounts of toxic chemicals such as heavy metals, pesticides and toxic organics and inoganics if accumulate in the soil beyond the limits are undesirable. They may pose some phytotoxic effects on plant growth and development. More often they interrupt microbial activities which in turn slow down the decomposition rates of soil organic matter. Likewise nutrients release including their absorption may also be impaired. As a result, nutrient imbalance (toxicity or deficiency) may be developed in the plant. Nutrient imbalances or disorders if occur in the soil usually affect crop production in at least 3 ways : a) depressing yield; b) affecting quality and c) enhancing susceptibility to disease. Further those pollutants in soils may disturb the pools of plant nutrients directly. Because of this crop's quality and nutritious values are also suppressed. Hence close attentions should be paid to concentrations of toxic materials in soils including their bioavailability to all living species and possible mobility.

Keywords : toxic materials, soil contamination, nutrient balance

บทคัดย่อ

สารพิษหลายชนิด อาทิ สารประกอบของโลหะหนัก สารเคมีที่ใช้เพื่อป้องกันและปราบปรามศัตรูพืช ตลอดจนสารพิษทั้งในรูปอินทรีย์สารและอนินทรีย์สาร หากพบสะสม หรือตกค้างอยู่ในดินเกินกว่าค่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งใช้กำหนดความปลอดภัยแก่ระบบนิเวศแล้ว ย่อมก่อให้เกิดผลเสียแก่พืชโดยตรง กล่าวคืออาจจะเข้าไปยับยั้งการเจริญเติบโตและพัฒนาของพืช นอกจากนี้สารพิษดังกล่าว อาจจะขัดขวางกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ซึ่งทำหน้าที่สำคัญในการปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาให้พืชใช้ประโยชน์ได้ โดยผ่านขบวนการย่อยสลายตัวของอินทรียวัตถุที่มีอยู่ในดิน ด้วยเหตุนี้ ระดับธาตุอาหารต่างๆ ของพืชที่มีอยู่ในดินจึงเปลี่ยนแปลงและนำไปสู่การสูญเสียสมดุลในที่สุด ซึ่งอาจจะปรากฏให้เห็นในลักษณะของการขาดธาตุอาหารหรือธาตุอาหารเป็นพิษในพืชซึ่งปกคลุมอยู่ ณ ที่นั้นๆ อนึ่งเมื่อสมดุลของธาตุอาหารพืชในดินสูญเสียไปพบว่าจะส่งผลกระทบต่อพืชที่ปลูกอย่างน้อย 3 ทางด้วยกัน กล่าวคือ

ก) ผลผลิตของพืชที่จะได้รับลดลง

ข) คุณภาพของผลผลิตก็ลดลงเช่นกัน

ค) ง่ายต่อการเข้าทำลายของโรคและแมลงศัตรูพืช

ด้วยเหตุนี้คุณค่าโดยรวมของผลผลิตซึ่งอาจจะวัดได้จากคุณค่าในทางโภชนาการจึงสูญเสียไป เพราะฉะนั้นเราจึงควรให้ความเอาใจใส่อย่างใกล้ชิดต่อปริมาณความเข้มข้นของสารพิษที่สะสมอยู่ในดิน รวมทั้งการแปรสภาพของสารพิษเหล่านั้น ซึ่งมี

(1) กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร
Soil Chemistry Group, Soil Science Division, Department of Agriculture, Bangkok 10900
(2) School of Environment, Resources and Development, Asian Institute of Technology (AIT), Bangkok 12120

ผลกระทบต่อการแทรกซึม แพร่กระจายตลอดจนการดูดซึมโดยสรรพสิ่งที่มีชีวิตทั้งปวง

คำหลัก: สารพิษ การปนเปื้อนของดิน สมดุลของธาตุอาหาร

คำนำ

ประชาชนโดยทั่วไปในปัจจุบัน รวมทั้งหน่วยงานของรัฐและภาคเอกชน ตลอดจนองค์กรเพื่อพัฒนาสังคม ต่างตระหนักและให้ความสำคัญต่อปัญหาของสิ่งแวดล้อมที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะในเรื่องของอาหารที่ปลอดสารพิษ ข่าวสารต่างๆ รวมทั้งรายงานเรื่องการปนเปื้อนของสารพิษที่พบในดิน น้ำ อากาศ และระบบนิเวศ มักพบปรากฏให้เห็นอยู่เสมอๆ เกือบทุกประเทศทั่วโลก ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากการเร่งการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมเพื่อนำไปสู่การพัฒนาเศรษฐกิจ - สังคม ของในแต่ละประเทศ สืบเนื่องจากการใช้ดิน น้ำ และอากาศ เป็นปัจจัยหลักในขบวนการผลิตอาหาร ด้วยเหตุนี้เองสารพิษซึ่งปนเปื้อนอยู่ในสิ่งแวดล้อมจึงแทรกซึมเข้าสู่วัฏจักรของอาหารได้ง่าย และมีปริมาณความเข้มข้นมากยิ่งขึ้นทั้งในพืชและสัตว์ สารพิษเหล่านั้นเมื่อปนเปื้อนอยู่ในอาหารจะก่อให้เกิดอันตรายและทำลายสุขภาพของผู้บริโภค

ดังนั้นความต้องการอาหารที่สะอาด ปราศจากมลพิษที่ปนเปื้อนจึงได้รับการตอบรับเพิ่มมากขึ้นจากผู้บริโภค อย่างไรก็ตามถ้าหากเกษตรกรหรือผู้ผลิตได้รับการฝึกอบรมให้มีความเข้าใจในเรื่องของการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชอย่างถูกต้องโดยคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภค จะมีส่วนช่วยเป็นอย่างมากในการลดระดับของสารพิษที่จะเข้ามาปนเปื้อนทั้งในอาหาร แหล่งน้ำ ดิน และระบบนิเวศ ความร่วมมือกันอย่างใกล้ชิดระหว่างผู้ผลิตและผู้บริโภค ทำให้เกิดผลดีแก่ทั้งสองฝ่าย ผู้ผลิตขายสินค้าได้ในราคาที่สูงกว่าสินค้าที่วางจำหน่ายทั่วๆ ไป ส่วนผู้บริโภคก็มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น จากการได้รับประทานอาหารที่ปลอดจากสารพิษ

แหล่งที่มาของธาตุอาหารพืช

พืชที่ปลูกเป็นการค้าหลากหลายชนิด อาทิ พืชผัก ไม้ตัดดอก สามารถ ผลิตได้ตลอดปีโดยอาศัยเทคนิคของการปลูกพืชในน้ำยา (hydroponic culture) ซึ่งไม่ต้องอาศัยดิน อย่างไรก็ตามการปลูกพืชแบบธรรมชาติบนดินนั้นง่ายต่อการปฏิบัติจึงมีประสิทธิภาพที่เหนือกว่า ทั้งนี้เพราะจากธาตุอาหารทั้ง 16 ชนิดที่พืชต้องการ (Loneragan and Bell 1989) 13 ธาตุพืชดูดซึมขึ้นมาจากดินได้โดยตรง ส่วนที่เหลืออีก 3 ธาตุ ได้แก่ ออกซิเจน คาร์บอน และไฮโดรเจน พืชได้จากอากาศและน้ำ จึงอาจกล่าวได้ว่าพืชได้รับอาหารเกือบทั้งหมดจากดินนั่นเอง ด้วยเหตุนี้ดินจึงถูกจัดให้เป็นวัสดุที่มีความเหมาะสมที่สุด และถูกที่สุดเพื่อการเพาะปลูกในขณะนี้

นอกจากดินจะทำหน้าที่เป็นแหล่งน้ำและธาตุอาหารให้กับพืชแล้ว ดินยังช่วยค้ำจุนหรือพยุงลำต้นให้ตั้งตรงได้อีกด้วย และดินอีกเช่นกันยังทำหน้าที่เปรียบเสมือนเช่นบ้านของสิ่งมีชีวิตเล็กๆ อีกนับหมื่นแสนชนิดซึ่งรวมทั้งจุลินทรีย์ดินอีกด้วย สิ่งมีชีวิตเหล่านี้มีบทบาทสำคัญคือทำหน้าที่ในการช่วยย่อยสลายเศษซากพืช สัตว์ หรือที่เรามักเรียกรวมๆ กันว่าอินทรียวัตถุ ผลจากการสลายตัวของอินทรียวัตถุด้วยขบวนการทางธรรมชาตินี้เองคือแหล่งที่มาที่สำคัญอีกแหล่งหนึ่งของธาตุอาหารพืช ตลอดจนสารเร่งการเจริญเติบโตของพืช อาทิ วิตามิน ฮอร์โมน รวมทั้งสารประกอบอินทรีย์ (organics) และ อนินทรีย์ (inorganics) ที่พืชสามารถนำกลับไปใช้ประโยชน์ได้อีก (residue recycling) ในการย่อยสลายตัวของอินทรียวัตถุในดินโดยอาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์นั้น ในบางกรณีอาจมีสารพิษธรรมชาติได้รับการปลดปล่อยกลับเข้าสู่ระบบนิเวศเช่นกัน สารเหล่านี้มักจะมีความเข้มข้นต่ำจึงไม่ก่อให้เกิดอันตรายแต่อย่างใด อาทิ เกรดอินทรีย์ ก๊าซต่างๆ สารระเหย (volatile compounds) และเมอร์-แคป แทน (mercaptan)

มลภาวะในดินกับธาตุอาหารพืช

สารเคมีที่พบตกค้างอยู่ในดินไม่ว่าจะเป็นพวกโลหะหนัก สารเคมีที่ใช้ป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ตลอดจนสารอินทรีย์และอนินทรีย์ซึ่งมีแหล่งที่มาจากวัสดุเหลือใช้จากภาคอุตสาหกรรม ถ้าหาก

มีค่าสูงๆ เกินกว่ามาตรฐานความปลอดภัย ย่อมก่อให้เกิดผลเสียทั้งต่อพืชเองตลอดจนจุลินทรีย์ดิน อีกทั้งจะเข้าขัดขวางการดูดซึมธาตุอาหารของพืชจากดินอีกด้วย ซึ่งในที่สุดจะนำไปสู่การสูญเสียสมดุลของธาตุอาหารทั้งในดินและพืชอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เพราะเหตุดังกล่าว การเจริญเติบโตของพืชจึงชะงักงัน และสูญเสียคุณค่าในทางโภชนาการ อีกทั้งอาจจะง่ายหรืออ่อนแอต่อการเข้าทำลาย ของโรค และแมลงอีกด้วย

ตัวอย่างเช่น พิษของแคดเมียมในระดับที่ต่ำๆ (0.2- 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร) จะยับยั้งหรือชะลอการตรึงไนโตรเจนในถั่วเหลืองอย่างมีนัยสำคัญ (Parkpian *et al.* 1995) ปริมาณสังกะสีที่มากเกินไปในดินจะชะลอการดูดซึมของฟอสฟอรัส จนกระทั่งทำให้พืชขาดฟอสฟอรัสในที่สุด (Norvell *et al.* 1987) นอกจากนี้ถั่วลิสงถ้าหากนำไปปลูกในดินที่มีเกลือปนเปื้อนอยู่ค่อนข้างสูง มักจะไม่ติดฝัก (เมล็ดลีบ) ในขณะที่การขาดธาตุทองแดงและแมงกานีสมักทำให้พืชไร่บางชนิด อาทิ ข้าวโพด ข้าวฟ่าง และข้าวสาลี เป็นโรคมากยิ่งขึ้น (Loneragan and Bell 1989)

จากตัวอย่างทั้งหมดที่ยกมา แสดงให้เห็นว่ามลพิษที่เกิดขึ้นและสะสมรวมตัวกันอยู่ในดินย่อมมีผลกระทบต่อแหล่งต่างๆ ของธาตุอาหารโดยชักนำให้เกิดการเสียสมดุล ดังนั้นคุณภาพของผลผลิตรวมทั้งคุณค่าในทางโภชนาการของพืชที่ปลูกในดินดังกล่าวจึงถดถอย หลายๆ ประเทศซึ่งมีความเจริญรุ่งเรืองมาจากภาคอุตสาหกรรมและมีสภาพแวดล้อมที่ปนเปื้อนจึงมักกำหนดค่ามาตรฐานความปลอดภัยที่จะอนุญาตให้มีสารพิษจำพวกสารอินทรีย์ ตลอดจนโลหะหนักในดินแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้ที่ดิน เช่น ใช้เพื่อการเกษตร เพื่อการพักผ่อน/สันทนาการ/สวนสาธารณะ/สนามเด็กเล่น หรือเพื่อใช้เป็นที่อยู่อาศัย เป็นต้น

ตารางที่ 1 แสดงให้เห็นถึงระดับของสารประกอบโลหะหนักที่ยินยอมให้มีการปนเปื้อนอยู่ในดินโดยใช้เกณฑ์ของการใช้ประโยชน์จากที่ดินเป็นหลัก ทั้งนี้เพราะสารพิษบางประเภทโดยเฉพาะที่ยากแก่การสลายตัว เช่น โลหะหนักจึงมักพบสะสมอยู่ในดินได้นานนับเป็นสิบหรือร้อยปี การกำจัดให้หมดไปจึงเป็นสิ่งที่ทำได้ไม่ง่ายนัก อาจจะต้องใช้เงินลงทุนค่อนข้างสูงและมีพิษตกค้างอยู่ยาวนาน ดังนั้นวิธีการป้องกันที่ดีที่สุดคือมิให้สารพิษที่มีคุณสมบัติดังกล่าวแทรกซึมหรือปนเปื้อนลงสู่ดินอีกต่อไป ถึงแม้ว่าดินจะมีศักยภาพสูงในการดูดซึมสารพิษได้ดีก็ตาม ตัวอย่างเช่น ประเทศเยอรมนี

ตารางที่ 1 ปริมาณความเข้มข้นของสารโลหะหนักในดินที่ควรระวังและไม่ควรมีค่าสูงกว่าที่กำหนดไว้จากตาราง (Atteweell, Peter. 1993)

ธาตุ	แนวทางการใช้ประโยชน์จากที่ดิน	ความเข้มข้น มิลลิกรัม/กก.ดินแห้ง
แคดเมียม	ปลูกพืชผักสวนครัว	10
	สวนสาธารณะ สนามเด็กเล่น	40
ตะกั่ว	ปลูกพืชผักสวนครัว	500
	สวนสาธารณะ สนามเด็กเล่น	2000
ปรอท	ปลูกพืชผักสวนครัว	1
	สวนสาธารณะ สนามเด็กเล่น	20
ทองแดง	ปลูกพืชทุกชนิด	130
นิเกิล	ปลูกพืชทุกชนิด	70
สังกะสี	ปลูกพืชทุกชนิด	300
โบรอน*	ปลูกพืชทุกชนิด	3

*โบรอนในรูปที่ละลายน้ำได้ (เป็นประโยชน์ต่อพืชในทันที)

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของโลหะหนักชนิดต่างๆ ที่อนุญาตให้มีสะสมอยู่ในดินทั่วๆไป ซึ่งกำหนดโดยประเทศสมาชิกของประชาคมร่วมยุโรป (EC ; Attewell, Peter. 1993)

โลหะหนัก	ความเข้มข้น (ส่วนในล้านส่วน) (ppm)
ตะกั่ว	100
โครเมียม	100
ทองแดง	100
นิเกิล	50
แคดเมียม	3
ปรอท	1
สังกะสี	300

จะไม่อนุญาตให้ใช้กากตะกอน รวมทั้งวัสดุเหลือใช้จากภาคอุตสาหกรรมไปใช้เพื่อเป็นวัสดุบำรุงดินเพื่อเพาะปลูกพืชอาหารโดยเด็ดขาด ส่วนประชาคมยุโรป (EC) ก็ได้ กำหนดค่า พึงระวังของโลหะหนักชนิดต่างๆ ไว้ดังนี้ แคดเมียมไม่ควรให้มีค่าเกินกว่า 3 มิลลิกรัม/กก.ดินแห้ง ปรอท 1 มิลลิกรัม/กก.ดินแห้ง และตะกั่วที่ระดับ 100 มิลลิกรัม/กก. ดินแห้ง เป็นต้น (ตารางที่ 2)

เอกสารอ้างอิง

Attewell, Peter. 1993. Ground Pollution, Environment, Geology Engineering and Law. E&EN Spon. An Imprint of Chapman and Hall.

Norvell, W.A., Dabkowska - Naskret, H., and Cary, E.E. 1987. Effect of phosphorus and zinc in two alkaline soils. Soil Sci. Soc. Am.J., 51 : 584 pp.

Parkpian, P., Thananusont, V., Reutergardh, L., and Eiumnoh, A. 1995. Cadmium and zinc interactions on biological nitrogen fixation and growth of soybean. A Final Report submitted to AIT-Sida Environmental Project, June 1995.

Loneragan, J.F. and Bell, R. W. 1989. Principles of micronutrient research. *In* : Proc. on Micronutrients for Upland Agriculture in Thailand. 2 October 1989. Bangkok, Thailand.