# บทที่ 2
# การตรวจเอกสาร

## ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผักกาดหัวและความอุดมสมบูรณ์ของดิน

**1. ผักกาดหัว** (Chinese radish, *Raphanus sativus* var. *longipinnatus* L.) เป็นพืชตระกูลกะหล่ำ (Cruciferae) พืชในตระกูลนี้จำแนกเป็น 51 สกุล 218 ชนิด และมีชนิดย่อยหรือพันธุ์มากกว่า 300 ชนิด มีถิ่นกำเนิดทางทิศตะวันออกของชายฝั่งทะเลเมดิเตอร์เรเนียน (จานุลักษณ์, 2535)
ผักกาดหัวสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆคือ (เมืองทองและสรีรัตน์, 2532)

1. กลุ่มยุโรป (Radish) นิยมปลูกและบริโภคในเขตอบอุ่น เช่น ยุโรป อเมริกา ต้องการอากาศเย็นในการเจริญของราก ประมาณ 15ºC อายุการเก็บเกี่ยวสั้นประมาณ 18-25 วัน ส่วนของรากมีขนาดเล็ก สีแดงเข้ม บางชนิดมีสีดำ แต่เนื้อภายในจะมีสีขาวหรือสีแดง

2. กลุ่มเอเชีย (Chinese Radish หรือ Japanese Radish) ปลูกมากแถบเอเชีย ส่วนของรากมีขนาดใหญ่ รูปร่างแบบกลมและยาว ขึ้นอยู่กับพันธุ์ ปกติผิวของรากมีสีขาว แต่บางพันธุ์อาจมีสีแดง เนื้อภายในมีสีขาว อายุการเก็บเกี่ยวยาวกว่ากลุ่มแรกคือพันธุ์เบาประมาณ 42-45 วัน และพันธุ์หนักประมาณ 60-65 วัน สามารถแยกเป็น 2 ชนิด คือ

- พันธุ์แบบญี่ปุ่น (Japanese Type) ลักษณะใบมีขอบหยักลึกเข้าไปในใบตลอด ใบจะถี่มากน้อยขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ มีทั้งพวกอายุสองปีและอายุปีเดียว ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์หนักหรือปานกลาง

-พันธุ์แบบจีน (Chinese Type) ลักษณะใบเรียบ ไม่มีรอยหยักหรือมีน้อยมาก เป็นผักอายุปีเดียว ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์เบา

ผักกาดหัวมีชื่ออื่นๆ เช่น ผักขี้หูด ผักกาดจีน ไช้โป๊วหรือไชเท้า เป็นต้น ผักกาดหัวเป็นพืชผักปีเดียวที่ปลูกเพื่อบริโภคส่วนของรากที่ขยายตัวใหญ่ขึ้น หรือที่เรียกว่า หัวผักกาด ซึ่งรากที่รับประทานได้พัฒนามาจากส่วนของรากแก้วและใบเลี้ยง ระบบรากจะมีส่วนของรากแขนงแตกออกมาจากตอนปลายของส่วนหัว ซึ่งมีไม่มากและจะขาดเมื่อถอนออกมาเพื่อบริโภค นิยมปลูกเพื่อใช้เป็นอาหารทั้งรับประทานสดทั้งดิบและปรุงสุก หรือดองเค็ม(ไช้โป๊ว) ต้นสูงประมาณ 30-40 ซม. ขนาดรากยาวประมาณ 15-60 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลาง 5-10 ซม.เกษตรกรในประเทศไทยสามารถปลูกได้ผลผลิต 1.4-2 ต้น/ไร่ แต่โดยเฉลี่ย 1.7 ตัน/ไร่มีคุณค่าทางอาหารสูงโดยเฉพาะวิตามินเอ และวิตามินซี คุณค่าทางโภชนาการในปริมาณ 100 กรัม ให้โปรตีน 1 กรัม คาร์โบไฮเดรท 3.6 กรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไขมัน 0.1 กรัม วิตามินเอ 10 ไอ.ยู รวมทั้งพลังงาน 17 แคลอรี่ และมีธาตุอาหารอื่นๆรวมอยู่มาก คุณภาพของผลผลิตหัวผักกาดหรือผักกาดหัวนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น พันธุ์ การปลูก การปฏิบัติดูแลรักษา ตลอดจนการเก็บเกี่ยว หากแก่หรือเลยระยะการเก็บเกี่ยวแล้ว หัวจะขยายใหญ่ขึ้น เพื่อสะสมอาหารสำหรับสร้างดอกและติดเมล็ด เนื้อจะฟ่ามและมีเส้นใยมากขึ้น กลายเป็นไส้แข็ง และกลวง รวมทั้งเหนียว ไม่กรอบ รสชาติไม่ดี และน้ำหนักลดลงมากโดยเฉพาะพวกพันธุ์เบา

**สภาพภูมิอากาศที่เหมาะสม**

อุณหภูมิ ช่วงที่เหมาะสมคือ 18-24ºC และควรปลูกได้ตลอดทั้งปี โดยสภาพอากาศเหมาะสมแก่การเจริญเติบโตในช่วงฤดูหนาว ระหว่างเดือนตุลาคม- มกราคม ขณะที่ในฤดูฝนและฤดูแล้ง สภาพอากาศไม่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของผักกาดหัว แม้มีต้นทุนการผลิตสูง และผลผลิตต่อไร่ต่ำกว่า แต่การปลูกผักกาดหัวเพื่อขายผลผลิตสดได้ราคาดี

ผักกาดหัวปรับตัวได้ในเขตที่มีอากาศเย็นและค่อนข้างเย็น ผักกาดหัวพันธุ์เอเชียที่ปรับตัวเข้ากับอุณหภูมิได้จะสามารถต้านทานความร้อนได้มากกว่าพันธุ์ยุโรป มีรายงานโดย Wendt (1977) (อ้างโดยสัมฤทธิ์, 2538) ว่าการเพิ่มอุณหภูมิจาก 5-20 ºC จะทำให้มีการพัฒนาใบขึ้น อุณหภูมิที่ระดับ 20-25ºC ความต้องการน้ำของพืชจะเพิ่มมากขึ้นและเกิดรูปร่างของรากผิดปกติ และการศึกษาของ Nieuwhof (1976, 1978) (อ้างโดยสัมฤทธิ์, 2538) พบว่า ผักกาดหัวจะสร้างจำนวนใบและสารแห้งที่อุณหภูมิ 20-23ºC ได้สูงกว่า รากหรือหัวเจริญได้สูงสุดเริ่มที่อุณหภูมิ 20-23ºC แต่ภายหลังต้องเป็นอุณหภูมิที่ต่ำลง (10-14ºC) ในระหว่างอากาศร้อน รากหรือหัวจะเหนียวและมีรสเผ็ดก่อนที่จะได้ขนาดพอที่จะรับประทานได้

แสง ต้องการแสงแดดเต็มที่ตลอดวัน จากรายงานของ U.S.S.R Sul'gin *et al.* (1963) (อ้างโดยสัมฤทธิ์, 2538) การเจริญเติบโตของส่วนยอดได้สูงสุดจะเกิดขึ้นในพืชที่ได้รับแสงที่มีความเข้มต่ำ แต่น้ำหนักสดของทั้งต้น ใบ ลำต้น และราก จะเพิ่มขึ้นด้วยการเพิ่มความเข้มแสง น้ำหนักสดทั้งหมดสูงสุดของพืชและการสร้างรากจะเกิดขึ้นด้วยเหมือนกันภายใต้สภาวะวันยาวซึ่งรวมถึงการได้รับแสงสีแดง ช่วงแสงและความเข้มของแสงจะมีอิทธิพลต่อรูปร่างของรากหรือหัว Angell and Hillyer (1962) (อ้างโดยสัมฤทธิ์, 2538) รายงานถึงการพัฒนาของรากภายใต้ช่วงแสง 12 ชั่วโมงได้มากกว่าภายใต้ช่วงแสง 8 ชั่วโมงหรือ 16 ชั่วโมง ซึ่ง Tikhomivor *et al*. (1976) และ Sarkar *et al.* (1978) (อ้างโดยสัมฤทธิ์, 2538) ตั้งข้อสังเกตว่าผลผลิตและคุณภาพของหัวสูงขึ้นด้วยการเพิ่มความเข้มแสง และช่วงแสงก็มีอิทธิพลต่อการพัฒนาการของราก โดยรากหรือหัวมีขนาดใหญ่ภายใต้สภาพช่วงแสง 9 ชั่วโมง จึงทำให้ได้ข้อสังเกตว่า ผักกาดหัวทุกพันธุ์จะตอบสนองต่อช่วงแสงได้ไม่เท่ากัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**สภาพดิน**

ผักกาดหัวสามารถปลูกได้ดีในดินเกือบทุกชนิด แต่จะได้ผลดีที่สุดในดินร่วนปนทรายมีอินทรียวัตถุ เนื่องจากผักกาดหัวเป็นพืชที่มีอายุสั้น จึงสามารถปลูกได้ดีในดินที่พืชอื่นไม่อาจปลูกได้ผลดี สำหรับการที่จะได้รับผลผลิตก่อนฤดู ดินทรายหรือดินร่วนปนทรายจะเหมาะสมที่สุด อย่างไรก็ตาม การที่จะปลูกในฤดูร้อน ดินต้องมีความชื้นและเย็น เนื่องจากผักกาดหัวต้องการความชื้นในดินสูงพอสมควร ไม่ควรปลูกในดินเหนียวจัดเพราะดินเหนียวจะทำให้รากหรือหัวขรุขระ ผิดรูปร่าง มีรากฝอยเล็กๆจำนวนมาก เจริญได้ดีในดินเป็นกรดเล็กน้อยหรือความเป็นกรดด่างของดินประมาณ 5.5-7

**ผลกระทบของแร่ธาตุอาหารพืชต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพของผลผลิต**

จากผลงานวิจัย ผักกาดหัวการขาด N เป็นสาเหตุของการลดการเจริญเติบโตและขนาดของใบจะลดลง ใบจะมีสีเขียวซีดแล้วเปลี่ยนเป็นสีเหลือง รากหรือหัวจะเรียวเล็ก กระด้างและเต็มไปด้วยเส้นใย (Roychoudhury *et al*., 1982 อ้างโดยสัมฤทธิ์, 2538) ในการทดลองในกระถาง โดย Lucas and De Freitas (1960) (อ้างโดยสัมฤทธิ์, 2538) พบว่าการขาด N หรือ Ca หรือรวมถึง P K และ Mg มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของผักกาดหัวอย่างรุนแรง ส่วนการขาดธาตุอาหารอื่นๆ เช่น Fe Mn Cu Zn B หรือ Mo จะมีผลกระทบเล็กน้อย และหากขาด N K หรือ Ca การพัฒนารากแก้วจะผิดปกติ (Singh and Cheema, 1969 อ้างโดยสัมฤทธิ์, 2538) พบว่า การให้ N อัตรา 100 กก./เฮกตาร์ ผักกาดหัวมีผลผลิตสูงกว่า N อัตรา 50 กก./เฮกตาร์ ปริมาณโปรตีนทั้งในรากและใบเพิ่มขึ้นกับการเพิ่มระดับไนโตรเจนในดิน การให้ N อัตราที่สูงกว่าจะชะลอการแก่ของเมล็ดและเพิ่มผลผลิตของเมล็ด การให้ N อัตรา 200 กก./เฮกตาร์ ร่วมกับ P 100 กก./เฮกตาร์ ให้ผลผลิตของเมล็ดสูงสุด ขณะที่ Singh *et al*. (1970) (อ้างโดยสัมฤทธิ์, 2538) พบว่า เมื่อให้ N เพิ่มมากกว่า 50 กก./เฮกตาร์ ผลผลิตเมล็ดลดลง ซึ่งการลดลงของผลผลิตผักกาดหัว เกิดจากระดับของ K สูงร่วมกับ N สูง และการเจริญเติบโตของผักกาดหัวภายใต้การขาด P จะทำให้ไม่ติดผล โดย P 10 ppm เหมาะสมที่สุดในการผลิตเมล็ด และการขาด N ผักกาดหัวสร้างดอกได้น้อยและไม่ติดฝัก โดยในระดับ N ต่ำ (10 ppm) เมล็ดที่ได้จะเหี่ยว อ่อนแอ การมีชีวิตต่ำ อัตราที่เหมาะสมคือ N 20 ppm รวมทั้งการเจริญเติบโตของรากหรือหัวจะถูกยับยั้งอย่างรุนแรงภายใต้สภาพการขาดโบรอน และรากจะเกิดได้ดีในสภาพที่มีโบรอน 1-2 ppm ส่วนเหนือดินผลิตได้สูงสุดที่ระดับโบรอน 2 ppm นอกจากนี้การให้ N 100 กก./เฮกตาร์เพียงอย่างเดียวเพิ่มโปรตีนและปริมาณ Ca ในพืช และการให้N 100 กก./เฮกตาร์ ร่วมกับ S 30 กก./เฮกตาร์ เพิ่มปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต เถ้า กำมะถัน และโพแทสเซียมในรากอย่างมีนัยสำคัญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Chauhan and Nanawati (1970) (อ้างโดยสัมฤทธิ์, 2538) พบว่า การให้ N 75 กก./เฮกตาร์ และ P 80 กก./เฮกตาร์ มีผลให้เส้นผ่าศูนย์กลางของหัวใหญ่ขึ้นและผลผลิตสูงขึ้น Roy and Seth (1969) (อ้างโดยสัมฤทธิ์, 2538) รายงานว่าการให้ปุ๋ยทางใบเพิ่มเติมจากการให้ทางดินด้วยการพ่นทางใบด้วยสารละลาย 3% ยูเรีย ทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟตและโพแทสเซียมคลอไรด์จะเพิ่มผลผลิตในผักกาดหัวสายพันธุ์ญี่ปุ่น และจากการศึกษาต่อมาพบว่าปริมาณวิตามินซีของผักกาดหัวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเนื่องจากการให้ปุ๋ยเคมี การให้ P และ K อย่างละ 60 กก./เฮกตาร์ เพิ่มปริมาณวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับการให้ P และ K ในอัตราต่ำ ขณะที่ระดับ N ไม่มีผลต่อปริมาณวิตามินซี และสังเกตว่า ผักกาดหัวมีการดูดใช้ N และ P เพิ่มขึ้นเมื่อให้ N และ P อัตราที่สูงขึ้น ขณะที่การดูด K ไม่มีอิทธิพลจากการให้ปุ๋ย แต่การให้ K ในอัตราสูงจะลดการดูดใช้ N ซึ่ง Ovoshchevodstvo and Tenat (1978) (อ้างโดยสัมฤทธิ์, 2538) ประเมินรูปแบบการดูด N ด้วยการให้กัมมันตรังสี N พบว่า การดูด N ประมาณ 70% มาจากดินและที่เหลือมาจากดิน และ Mo สามารถเพิ่มการดูดใช้ N ได้ 7-8%

ส่วน Kofranek and Lunt (1968) (อ้างโดยสัมฤทธิ์, 2538) พบว่า การให้ปุ๋ยยูเรียเมล็ดเคลือบทั้งในดินทรายและดินร่วนปนทรายมีผลผลิตของหัวดีขึ้น Yokomizo (1965) (อ้างโดยสัมฤทธิ์ 2538) พบว่า ในพื้นที่ค่อนข้างแห้งแล้งการให้ปุ๋ยควรใช้วิธีไถพรวนกลบปุ๋ยให้ลึกประมาณ 25 ซม. แทนการให้ปุ๋ยทางผิวดิน เนื่องจากรากพืชที่หาอาหารกระจายอยู่ตลอดชั้นความลึก 25 ซม. ส่วนในแปลงที่ไม่ได้ไถพรวนรากหาอาหารอยู่ใกล้ผิวดิน Lagerwerff (1971) (อ้างโดยสัมฤทธิ์, 2538) การเพิ่มของ pH ของดินจาก 5.9-7.2 ผลผลิตและปริมาณโลหะในพืชจะลดลง ระดับความชื้นในดินต่ำและอัตรา NK สูงจะเพิ่มปริมาณไนเตรตในพืช ขณะที่ปริมาณ P K Ca Mg และ Na ไม่มีผลกระทบจากการให้น้ำ แต่การเพิ่ม NK ทำให้ปริมาณของ N K Ca และ Mg ในพืชเพิ่มขึ้น (Park and Fritz, 1984 อ้างโดย สัมฤทธิ์, 2538) และ Roychoudhury *et al*. (1982) (อ้างโดยสัมฤทธิ์, 2538) ทดลองปลูกผักกาดหัวในดินทรายพบว่า ระดับ N ในใบสูงกว่าในราก ขณะที่ K มีแนวโน้มตรงข้าม Vashistha and Rana (1985) (อ้างโดยสัมฤทธิ์, 2538) พบว่าการพ่นด้วยสาร Agromax ที่ประกอบด้วยสารพัฒนาการพืช แร่ธาตุอาหารหลักและแร่ธาตุอาหารที่พืชต้องการน้อยในอัตรา 15-50 มล./เฮกตาร์ มีผลทำให้มีปริมาณ P และ K ในรากสูงขึ้น

Zhou et al. (2005) รายงานว่า การปรับสภาพดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มค่า pH และ EC ของดินโดยมูลไก่ และปุ๋ยอินทรีย์ที่มีขายในท้องตลาดสามารถปรับปรุงการเจริญเติบโตของผักกาดหัว แต่ไม่เพิ่มมวลชีวภาพของหัว Marcelis and Van Hooijdonk (1999) รายงานว่า การสะสมธาตุอาหารทั้งหมดเหมาะสมที่ระดับ EC ของสารละลายประมาณ 4 dS $m^{-1}$ โดยที่ระดับความเค็มต่ำกว่า 2 dS $m^{-1}$ การสะสมธาตุอาหารถูกจำกัดด้วยความเป็นประโยชน์ ขณะที่ระดับความเค็มสูงกว่า 4 dS $m^{-1}$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ถูกจำกัดโดยการเจริญเติบโตของพืช พบว่าน้ำหนักแห้งของผักกาดหัวลดลง โดยที่ระดับความเค็มสูงผักกาดหัวมีพื้นที่ใบน้อยซึ่งสัมพันธ์กับการเพิ่มอัตราส่วนน้ำหนักของหัวต่อส่วนเหนือดิน

**2. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน** คือความสามารถของดินที่จะให้แร่ธาตุอาหารจำเป็นต่างๆ รูปที่เป็นประโยชน์แก่พืชที่ปลูกในปริมาณที่เพียงพอ มีสัดส่วนเหมาะสมและสมดุลต่อความต้องการพืชนั้นๆ ความอุดมสมบูรณ์ของดินจึงเป็นสถานภาพของดินที่สำคัญต่อการผลิตพืช เนื่องจากมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชเป็นอย่างยิ่ง การผลิตพืชจะประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ มีกำไร ได้ผลผลิตที่มีปริมาณมากและคุณภาพสูงย่อมขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นอย่างมาก แต่ความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นเพียงองค์ประกอบหนึ่งในกระบวนการผลิตพืชเท่านั้นและมีปัจจัยอื่นๆเกี่ยวข้องอีกหลายปัจจัย (มุกดา, 2544)

ผลิตภาพของดิน หมายถึง ความสามารถของดินในสภาพตามธรรมชาติที่จะให้ผลผลิตหนึ่งๆภายใต้การจัดการ การดูแลรักษา และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ผลิตภาพของดินขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดินและปัจจัยอื่นๆหลายประการ เช่น ปัจจัยสิ่งแวดล้อม ความชื้น อุณหภูมิ แสงแดด ความร่วนซุยของดิน ความเป็นกรดด่างของดิน อินทรียวัตถุในดิน การป้องกันกำจัดโรคและแมลง การจัดการดิน ซึ่งเป็นการจัดการเกี่ยวกับระบบการผลิตพืช เช่น การเตรียมดิน การให้น้ำ และการกำจัดวัชพืช เพื่อส่งเสริมผลิตภาพของดินให้สูงสุด

แนวทางการปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มผลิตภาพของดิน

1).การจัดระบบการปลูกพืชให้เหมาะสม เพื่อเป็นการใช้ประโยชน์จากดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การปลูกพืชต่างชนิดในพื้นที่เดียวกัน หรือการจัดระบบไร่นาสวนผสม ทำให้พืชสามารถดูดใช้ธาตุอาหารในดินได้อย่างทั่วถึง กล่าวคือ พืชที่มีระบบรากยาวจะสามารถดูธาตุอาหารจากดินชั้นล่างที่อยู่ในระดับลึกขึ้นมาใช้ได้ ส่วนพืชที่มีระบบรากสั้นจะดูดใช้ธาตุอาหารในดินชั้นบน ซึ่งการจัดระบบพืชที่ดีนี้จะเป็นการรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินให้อยู่ได้นาน ช่วยลดการพังทลายของดิน ลดการสะสมและการทำลายของโรคและแมลงศัตรูพืช รวมทั้งช่วยลดการพังทลายของดิน จึงเป็นการเพิ่มผลิตภาพของดินที่เหมาะสม

2).การใช้สารปรับปรุงดิน ซึ่งเป็นสารที่ใส่ลงไปในดินเพื่อปรับปรุงบำรุงดินทั้งในด้านกายภาพ ชีวเคมีและทางเคมีของดิน ให้เหมาะต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี หรือการใส่ปูนเพื่อปรับระดับ pH ของดินให้เหมาะสม หรือการใช้สารปรับปรุงดินเพื่อรักษาความชื้นในดิน เป็นต้น ทั้งนี้ควรพิจารณาถึงความเหมาะสมในการจัดการและต้นทุนในการผลิต จึงจะเป็นการเพิ่มผลิตภาพของดินอย่างเหมาะสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**สมบัติทางกายภาพของดิน**(มุกดา, 2544)

สมบัติทางกายภาพของดิน หมายถึง สมบัติของดินที่สามารถประเมินได้จากลักษณะทางภายนอก เช่น เนื้อดินและโครงสร้างดิน รวมทั้งสมบัติอื่นๆที่เป็นผลจากสมบัติพื้นฐาน 2 ประการข้างต้น เช่น ความหนาแน่นรวม ความพรุน ความร่วนเหนียว สภาพให้น้ำซึมได้ของน้ำและอากาศ ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน เป็นต้น คุณสมบัติทางกายภาพของดินเป็นคุณสมบัติของอนินทรียสาร ซึ่งประกอบด้วยอนุภาคที่ได้จากการผุพังของหิน และแร่ อนินทรียสารเป็นส่วนประกอบที่มีอยู่มากกว่าส่วนอื่นๆของดิน โดยจะเป็นอนุภาคที่เชื่อมยึดกันเอง หรือเชื่อมยึดกับสารอื่น อนุภาคขนาดต่างๆในดินประกอบด้วยกรวด ทราย และดินเหนียว โดยส่วนที่เป็นดินเหนียวจะมีอยู่มากที่สุดและแสดงบทบาทสำคัญในดิน ส่วนอินทรียวัตถุจะทำหน้าที่เชื่อมยึดทำให้ดินเกาะกันเป็นก้อน (นิยม, 2543) สมบัติทางกายภาพของดินมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของพืชมาก แต่มักจะมีความสัมพันธ์ในเชิงอ้อม เช่น การชอนไชของรากพืช การหายใจของรากพืช และการดูดซับน้ำของรากพืช จึงมีส่วนส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนี้สมบัติทางกายภาพของดิน เป็นสมบัติสำคัญที่จำกัดการเจริญเติบโตของพืช โดยมีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกับความอุดมสมบูรณ์ของดิน หากดินมีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีเหมาะสมและมีความอุดมสมบูรณ์ จะส่งเสริมให้พืชมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพมากขึ้นอย่างชัดเจน และสมบัติทางกายภาพนี้จะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ถ้าสมบัติใดของดินเปลี่ยนแปลงจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ทำให้ดินมีการเปลี่ยนแปลงสมบัติอื่นๆไปด้วย การศึกษาสมบัติทางกายภาพของดินที่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของพืชจึงเป็นเรื่องที่ซับซ้อนมาก

เนื้อดิน หมายถึง องค์ประกอบเชิงกายภาพของดินที่มีสัดส่วนสัมพันธ์โดยน้ำหนักของกลุ่มอนุภาคต่างๆ เนื้อดินจะแบ่งโดยใช้การกระจายของอนินทรียวัตถุที่มีขนาดเล็กกว่า 2 มิลลิเมตร ได้แก่ กลุ่มขนาดทรายซึ่งมีขนาดโตที่สุด กลุ่มขนาดซิลท์หรือทรายแป้งซึ่งจัดเป็นกลุ่มขนาดปานกลาง และกลุ่มขนาดดินเหนียวซึ่งขนาดเล็กที่สุด เนื้อดินจึงเป็นการบอกถึงความหยาบหรือความละเอียดของดินที่เกิดจากสัดส่วนปริมาณของกลุ่มขนาดอนุภาคดินที่แตกต่างกันในเนื้อดินแต่ละชนิด เนื้อดินเป็นคุณสมบัติทางกายภาพขั้นมูลฐาน ซึ่งมีผลควบคุมคุณสมบัติทางกายภาพอื่นๆของดิน

ลักษณะจำเพาะของอนุภาคดินแต่ละกลุ่ม (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) ดังนี้

อนุภาคทราย เป็นเม็ดเล็กๆของแร่ควอทซ์และเฟลดสปาร์ที่สลายตัวผุพังจากหินต้นกำเนิด เป็นดินที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ ไม่เกาะกันเป็นเม็ดดิน หรือมีเม็ดดินน้อย มีช่องว่างขนาดใหญ่ แต่มีช่องว่างขนาดเล็กในสัดส่วนรวมทั้งพื้นที่ผิวรอบๆอนุภาคดิน การระบายน้ำและระบายอากาศดี แต่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ มีผลทำให้กักเก็บน้ำได้น้อย มีการถ่ายเทอากาศมากเกินไป อนุภาคทรายมีพื้นที่ผิวจำเพาะน้อย จึงดูดซับสารต่างๆ เช่น น้ำและธาตุอาหารได้น้อย

อนุภาคทรายแป้ง เป็นกลุ่มอนุภาคขนาดปานกลาง มีองค์ประกอบทางแร่เหมือนกลุ่มขนาดทราย อนุภาคมีขนาดเล็ก ร่วนไม่เกาะกันเป็นเม็ดดิน แต่เมื่อเรียงตัวกันเป็นก้อนดินจะเกิดช่องว่างขนาดเหมาะสมที่จะอุ้มน้ำไว้ และพืชสามารถใช้ประโยชน์จากน้ำในช่องนี้ได้เป็นส่วนใหญ่

อนุภาคดินเหนียว มักเป็นแร่ธาตุทุติยภูมิที่สังเคราะห์จากแร่ดั้งเดิมที่สลายตัวผุพังแล้วทับถมอยู่ในดิน เป็นอนุภาคขนาดเล็กที่สุด เกาะยึดกันเองหรือมีความเชื่อมแน่นได้ดีเมื่อแห้ง เกาะยึดสารอื่นได้ดีเมื่อเปียก อนุภาคเกาะกันเป็นก้อน บางชนิดสามารถพองตัวได้เมื่อรับน้ำและหดตัวเมื่อสูญเสียน้ำ อนุภาคดินเหนียวเมื่อเรียงตัวเป็นก้อนดินจะเกิดช่องว่างระหว่างอนุภาคที่มีขนาดเล็กและปริมาตรรวมของช่องมาก มีความพรุนสูง จึงอุ้มน้ำได้มาก แต่รากพืชดูดน้ำจากช่องเหล่านั้นได้น้อย เนื่องจากมีแรงดึงน้ำสูง ดินเหนียวจึงมีการระบายน้ำและอากาศเลว และเนื่องจากอนุภาคดินเหนียวมีพื้นที่ผิวมากและอนุภาคมีประจุจึงดูดซับสารต่างๆได้ดี เช่น น้ำและธาตุอาหารพืช ดินเหนียวส่วนมากจึงเป็นดินอุดมสมบูรณ์

เนื่องจากดินแต่ละแห่งมีความแตกต่างกันทางด้านธรณีวิทยา ลักษณะภูมิประเทศและภูมิอากาศ จึงมีสัดส่วนผสมระหว่างอนุภาคทั้ง 3 กลุ่มแตกต่างกัน เป็นผลให้เกิดเนื้อดินหลายชนิด นักวิทยาศาสตร์ทางดิน จึงจัดเนื้อดินเป็นกลุ่มประเภทจำนวน 12 ประเภท ซึ่งสำหรับการเพาะปลูกอาจจำแนกประเภทเนื้อดินออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ดังนี้

1. กลุ่มดินเนื้อละเอียด ประกอบด้วยเนื้อดิน 5 ประเภท คือ ดินเหนียว ดินเหนียวปนทรายแป้ง ดินเหนียวปนทราย ดินร่วนเหนียว และดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง

2. กลุ่มดินเนื้อปานกลาง ประกอบด้วยดิน 4 ประเภท คือ ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วน ดินร่วนปนทรายแป้ง และดินทรายแป้ง

3. กลุ่มดินเนื้อหยาบ ประกอบด้วยดิน 3 ประเภท คือ ดินทราย ดินทรายร่วน และดินร่วนทราย

ลักษณะเฉพาะของเนื้อดินแต่ละประเภท

อนุภาคทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว ต่างมีสมบัติทางฟิสิกส์ที่แตกต่างทั้งด้านขนาด รูปร่าง เนื้อที่ผิวจำเพาะ จำนวนและขนาดของช่องว่างภายในก้อนดิน รวมถึงพฤติกรรมที่แสดงออก เช่น การอุ้มน้ำ การระบายอากาศ และการดูดซับสารต่างๆ เมื่ออนุภาคทั้งสามกลุ่มขนาดมารวมกันเข้าเป็นมวลดิน จึงทำให้มวลดินที่มีประเภทของเนื้อต่างกันมีคุณสมบัติแตกต่างกันด้วย ลักษณะของเนื้อดินที่จำแนกเป็นกลุ่มคร่าวๆมีดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.ดินเนื้อหยาบ

ดินเหล่านี้มีช่องว่างขนาดใหญ่ระหว่างอนุภาคเมื่อเรียงตัวเป็นหน้าตัด ขณะฝนตกหนักหรือให้น้ำชลประทานจำนวนมาก น้ำจะผ่านผิวดินได้ดีหรือมีการแทรกซึมน้ำดี น้ำจะเคลื่อนตัวลงส่วนลึกของหน้าตัดได้เร็วหรือดินมีการกระจายน้ำดี ดังนั้นเกษตรกรที่เพาะปลูกในดินเนื้อหยาบสามารถเตรียมดินได้ภายในเวลาไม่นานหลังฝนตก โดยไม่ค่อยมีปัญหาเรื่องรถไถติดหล่มในพื้นที่ และเนื่องจากดินหยาบมักไม่เกาะตัวเป็นก้อนทึบ ดังนั้นการไถพรวนไม่ต้องใช้กำลังงานมาก ดินเนื้อหยาบจึงมักเรียกว่า ดินเบา ทำงานง่าย ประหยัดเวลา อย่างไรก็ดีดินเนื้อหยาบมีข้อเสียเนื่องจากมีพื้นที่ผิวจำเพาะน้อย เป็นอนุภาคดินที่ไม่มีประจุและยังประกอบด้วยช่องว่างระหว่างอนุภาคที่มีขนาดใหญ่ จึงมีการกักเก็บธาตุอาหาร ดูดซับแลกเปลี่ยนประจุบวกรวมทั้งดูดซับน้ำได้น้อย ปุ๋ยที่ใส่ลงบนผิวดินสามารถถูกชะละลายด้วยน้ำให้ไหลลึกเลยเขตรากพืชได้ง่าย ดังนั้นจึงต้องใส่ปุ๋ยและน้ำครั้งละน้อยๆ แต่ต้องบ่อยครั้ง เป็นการสูญเสียเวลาและค่าใช้จ่าย อีกทั้งวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินที่มีองค์ประกอบที่จะให้ธาตุอาหารได้น้อย เช่น หินแกรนิต หินควอตไซต์ และหินทราย เป็นต้น

2. ดินเนื้อละเอียด

ดินเหล่านี้มีช่องระหว่างอนุภาคขนาดเล็กและมีปริมาตรรวมของช่องมาก การแทรกซึมน้ำมีค่าต่ำและกระจายน้ำในหน้าตัดดินได้ช้า เกษตรกรที่เพาะปลูกบนดินเนื้อละเอียดต้องรอเตรียมดินนานหลังฝนตกและอาจมีปัญหารถไถติดหล่ม รวมทั้งดินเกาะติดอุปกรณ์ไถพรวนขณะทำงาน ดินเนื้อละเอียดมีธรรมชาติเกาะกันเป็นก้อนทึบ การไถพรวนจึงต้องใช้กำลังงานมาก จึงมักเรียกว่า ดินหนัก เนื่องจากการแทรกซึมน้ำและการกระจายน้ำในหน้าตัดดินเนื้อละเอียดจะเกิดขึ้นได้ช้า ดินเนื้อละเอียดจะมีปัญหาน้ำท่วมขังและการระบายอากาศเลว ดินเนื้อละเอียดเป็นดินที่มีต้นกำเนิดมาจากหินแร่ วัตถุต้นกำเนิดที่มีแร่ธาตุอาหารพืชเป็นองค์ประกอบในปริมาณสูง ได้แก่ แร่เฟลด์สปาร์ อะพาไทต์ แอมฟิโบล เป็นต้น มีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูง จึงมีธาตุอาหารพืชมากและมีความสามารถในการปลดปล่อยธาตุอาหารแก่พืชได้มาก การชะละลายธาตุอาหารไปกับน้ำเลยเขตรากพืชเกิดได้ยาก จัดเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์กว่าดินเนื้อหยาบ ในขณะเดียวกันอนุภาคของดินเนื้อละเอียด ส่วนใหญ่เป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็ก พื้นที่ผิวจำเพาะสูงและมีประจุ มีผลทำให้ปริมาณช่องว่างทั้งหมดหรือช่องว่างส่วนใหญ่เป็นช่องว่างที่มีขนาดเล็กที่อุ้มน้ำ หรือกักเก็บน้ำรวมทั้งการดูดซับน้ำบริเวณผิวของอนุภาคดินได้มาก แต่มีช่องว่างขนาดใหญ่ที่ช่วยในการถ่ายเทอากาศน้อย ดังนั้นดินเนื้อละเอียดอาจมีการถ่ายเทอากาศไม่ดี อุ้มน้ำมากเกินไป ไม่เหมาะต่อการหายใจและแพร่ขยายของรากพืชบางชนิด รากพืชอาจประสบปัญหาขาดอากาศได้ หรืออาจมีปัญหาเกิดแผ่นแข็งปิดผิวซึ่งทำให้เมล็ดพืชงอกได้ยาก หากมีการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพบางประการ เช่น ส่งเสริมให้อนุภาคจับตัวกันเป็นเม็ด จะทำให้สัดส่วนของช่องขนาดใหญ่เพิ่มขึ้น การแทรกซึมและกระจาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำในหน้าตัดจะเร็วขึ้น ทำให้การระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศของดินดีขึ้นด้วย ซึ่งการจับตัวเป็นเม็ดของดินผิวจะช่วยลดปัญหาเรื่องแผ่นแข็งปิดผิว เมล็ดพืชจะงอกได้สะดวก

3. ดินเนื้อปานกลาง

โดยกว้างๆดินเนื้อปานกลางจะมีคุณสมบัติอยู่ระหว่างดินเนื้อหยาบและดินเนื้อละเอียด คือ การระบายน้ำไม่เร็วมากจนก่อให้เกิดการชะละลายสูญเสียธาตุอาหารพืช แต่เร็วพอที่จะระบายอากาศได้ทันต่อความต้องการของพืช และเตรียมดินได้ภายหลังฝนตกไม่นาน ดินเนื้อปานกลางมักมีความจุน้ำที่ใช้ประโยชน์ได้ค่อนข้างมาก พืชจึงสามารถใช้ประโยชน์จากส่วนใหญ่ของน้ำที่อุ้มไว้ นอกจากนี้ดินยังมีความแข็งไม่มากจึงทำงานได้ง่าย เกาะติดอุปกรณ์ไถพรวนน้อย ดินเนื้อปานกลางจึงมีลักษณะเหมาะสมต่อการใช้งานเพาะปลูกมากกว่าดินเนื้อหยาบหรือเนื้อละเอียด เนื้อดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือการเพาะปลูกโดยทั่วไป ได้แก่ดินร่วนปนทราย ดินชนิดนี้มีลักษณะอยู่ระหว่างดินเนื้อละเอียดกับดินเนื้อหยาบ จึงมีการถ่ายเทอากาศ การอุ้มน้ำ การระบายน้ำและความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกที่เหมาะสม รากพืชสามารถเจริญเติบโตชอนไชแพร่กระจายไปได้ดี และดูดซับน้ำได้มากกว่า

วิธีการปรับปรุงเนื้อดินเพื่อการเพาะปลูก มี 2 วิธีการดังนี้

- การปรับปรุงชนิดเนื้อดิน ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงประเภทของเนื้อดินโดยตรง โดยการนำเอาวัสดุอื่นมาปรับปรุงดินให้มีเนื้อดินตามความเหมาะสม เช่น ดินที่เป็นทรายควรผสมคลุกเคล้าด้วยดินเหนียว หรือถ้าเป็นดินเหนียวควรผสมด้วยดินทราย เนื้อดินจะเปลี่ยนเป็นดินที่มีเนื้อดินร่วนขึ้นเหมาะต่อการเจริญของเติบโตของพืชมากขึ้น การปรับปรุงแบบนี้มักทำในการเตรียมวัสดุปลูกพืชในภาชนะปลูกที่ใช้ดินปริมาณน้อย และวิธีนี้ทำได้ยาก เนื่องจากปัญหาค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงสูงจากการขนย้ายวัสดุและการผสมดินคลุกเคล้าให้เข้ากัน ดังนั้นสามารถปรับปรุงได้เพียงเฉพาะผิวดินเท่านั้น ได้มีการศึกษาข้อจำกัดในการเพิ่มระดับปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของดินเนื้อหยาบด้วยปุ๋ยอินทรีย์พบว่า การผสมดินทรายร่วนด้วยปุ๋ยอินทรีย์ในอัตราส่วนต่างๆ จะช่วยลดความหนาแน่นของดินและเพิ่มปริมาณน้ำในดินได้ขึ้นอยู่กับปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้น (ถวิล, 2537 อ้างโดย มุกดา, 2544)
- การปรับปรุงโครงสร้างดิน โดยการเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดินและการไถพรวนให้อนุภาคดินจับตัวกันเป็นเม็ดดินที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อเพิ่มช่องว่างขนาดใหญ่ของดินเหนียวให้มากขึ้น ในดินเนื้อหยาบจะเป็นการเพิ่มช่องว่างขนาดเล็กมากขึ้น ซึ่งช่องว่างที่เพิ่มขึ้นส่วนใหญ่เป็นช่องว่างของอินทรียวัตถุ วิธีนี้เป็นวิธีลงทุนค่อนข้างต่ำกว่ามาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แต่ได้รับประโยชน์ทั้งทางการปรับปรุงดินและธาตุอาหาร และเพิ่มความอุดมสมบูรณ์แก่ดิน

**คุณสมบัติทางเคมีของดิน** (นิยม, 2543)

คุณสมบัติทางเคมีของดินมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินต่อพืช ซึ่งจะมีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตพืช กลุ่มขนาดของอนุภาคดินที่จำแนกเป็นทราย ทรายแป้ง และดินเหนียวนั้น ดินเหนียวเป็นส่วนที่มีความสำคัญที่สุดในการเกิดปฏิกิริยาต่างๆในดิน เช่น การแลกเปลี่ยนประจุของดินเมื่อใส่ปุ๋ย หรือพืชดูดธาตุอาหารไปใช้ ความเป็นกรดด่างของดิน การควบคุมปฏิกิริยาดิน ฯลฯ

ปัจจัยพื้นฐานของดินในการปรับปรุงเพื่อรักษาธาตุอาหารในดิน

ปัจจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยแร่ธาตุอาหารและทำให้การจัดการดินเพื่อการผลิตพืชประสบผลสำเร็จ คือ คุณสมบัติทางเคมีของดินที่เกี่ยวข้องกับการรักษาความสมดุลของธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ในดินซึ่งอาจแบ่งได้ดังนี้

**1. ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (Cation Exchange Capacity: CEC)**

เป็นคุณสมบัติทางเคมีอย่างหนึ่งของดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดินอาจประเมินได้โดยใช้ค่าดินที่มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกได้สูงหรือมีค่า CEC สูงย่อมมีความสามารถดูดซับธาตุอาหารไว้ได้มาก และปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืชได้มาก ค่า CEC ของดินแต่ละชนิดจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณของดิน ชนิดของแร่ดินเหนียว ปริมาณของอินทรียวัตถุในดิน ทั้งนี้ดินที่มีค่า CEC สูงคือดินที่มีอนุภาคดินเหนียวและอินทรียวัตถุสูง อนุภาคของดินเหนียวมีประจุเป็นลบย่อมมีความสามารถในการดูดจับธาตุอาหารที่ได้จากปุ๋ยที่เป็นประจุบวก เช่น K, $NH_4$, Mg และ Ca ได้มากและยาวนานกว่าดินที่มีอนุภาคดินเหนียวน้อย โดยปกติแล้วปริมาณอนุภาคดินเหนียวในดินเกิดจากแร่ที่ทำให้เกิดดินเหนียวสองชนิดคือ Montmorillonite (2:1) และ Kaolinite (1:1) ขึ้นกับว่าจะมีปริมาณดินเหนียวชนิดใดมากกว่ากัน โดยดินเหนียวประเภท 2:1 มีประจุลบและช่องว่างระหว่างอนุภาคมากกว่าดินเหนียวประเภท 1:1 จึงสามารถดูดจับธาตุอาหารที่มีประจุบวกได้มากกว่า การสูญเสียโดยการถูกชะล้างของธาตุอาหารในดินที่มีแร่ดินเหนียวประเภท 2:1 จะช้ากว่าในดินที่มีแร่ดินเหนียวประเภท1:1 ดังนั้นปุ๋ยที่ใส่ลงไปในดินที่มีอนุภาคดินเหนียวประเภท 2:1 มากจึงมีประโยชน์ต่อพืชได้นานกว่า และดินเหนียวประเภท 2:1 มีความยืดหดตัวสูง อาจสังเกตได้เมื่อดินแห้งจะมีการแตกระแหงอย่างเห็นได้ชัด ดินมักมีสีดำหรือเทาดำ กล่าวได้ว่าดินที่มีดินเหนียวพวก Montmorillonite (2:1) มากจะมีค่า CEC สูงกว่าดินที่มีดินเหนียวพวก Kaolinite (1:1) ซึ่งดินแต่ละชนิดมีค่า CEC แตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณของอนุภาคดินเหนียวและชนิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของแร่ดินเหนียว ดินที่มี CEC สูงจะทำให้การใช้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพดีเนื่องจากสามารถดูดซับธาตุอาหารได้นาน

ประโยชน์และความสำคัญของการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินในแง่การเกษตร

1. ธาตุอาหารพืชในดินส่วนใหญ่ซึ่งเป็นพวกประจุบวกจะอยู่ในดินโดยไม่ถูกชะล้างให้สูญหายไปจากดินได้ง่าย เนื่องจากประจุบวกพวกนี้ดูดยึดอยู่ที่ผิวของดินเหนียวและสามารถเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ เพราะรากพืชสามารถดูดใช้ประจุบวกที่เป็นธาตุอาหารได้โดยตรงจากพื้นผิวของดินเหนียว โดยกระบวนการ contact exchange และหากดินไม่มีอำนาจในการดูดยึดประจุบวกต่างๆ ประจุบวกที่เป็นธาตุอาหารพืชจะสูญหายไปจากดิน ธาตุอาหารพืชในดินจะถูกดินดูดยึดไว้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่า CEC ของดิน

2. ใช้ค่า CEC ของดินในการกำหนดปริมาณและช่วงเวลาที่เหมาะสมในการใส่ปูนให้กับดินเป็นกรด เนื่องจากความเป็นกรดของดินเกิดจากมี $H^+$ ดูดซับอยู่ที่ผิวดินเหนียวเป็นจำนวนมาก ซึ่งดินที่เป็นกรดมากๆจะไม่เหมาะแก่การปลูกพืช แต่สามารถปรับปรุงดินที่เป็นกรดให้เป็นกรดน้อยลงได้โดยการไล่ที่ $H^+$ ที่ดูดซับอยู่บนผิวดินเหนียวให้หมดไปหรือลดน้อยลง สำหรับประจุบวกที่เป็นเบส เช่น $Ca^{2+}$ และ $K^+$ การใส่ปูนลงไปในดิน $Ca^{2+}$ จากปูนจะเข้าไปแทนที่ $H^+$ ที่ผิวของดินเหนียว ส่วน $H^+$ ที่ถูกไล่ที่ออกมาจะทำปฏิกิริยากับ $OH^-$ กลายเป็นน้ำ ความเป็นกรดของดินก็จะหมดไป

3. ใช้ค่า CEC ของดินในการหาปริมาณและช่วงเวลาที่เหมาะสม ในการใส่ปุ๋ยหรือธาตุอาหารพืชลงไปในดิน เช่น ดินที่มีค่า CEC ต่ำ การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมหลังจากการปลูกพืช หรือระหว่างการเจริญเติบโตของพืชเป็นสิ่งจำเป็น เพราะในดินดังกล่าวสามารถดูดยึดโพแทสเซียมไว้ในดินไม่ให้ถูกชะล้างไป เนื่องจากโพแทสเซียมถูกชะล้างได้ง่าย อาจจะสูญเสียไปไม่เพียงพอกับความต้องการของพืชถ้าใส่ครั้งเดียว แต่ถ้าดินมี CEC ปานกลางถึงสูง การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอาจใส่โดยการหว่านเพียงครั้งเดียวก่อนปลูก นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม ธาตุ K ที่มาจากปุ๋ยเป็นจำนวนมากจะเข้าไปไล่ที่ประจุบวกที่มีอยู่เดิมในดิน เช่น $H^+$ และ $Ca^{2+}$ ให้ออกไปและแทนที่ด้วย $K^+$ พืชไม่จำเป็นต้องใช้ K ที่มาจากปุ๋ยให้หมดในทันที แม้ดินจะมีฝนตกชะดิน แต่ K ก็จะไม่สูญหายไปเหมือน $NO_3^-$ หรือ $SO_4^{2-}$ เป็นต้น

รวมทั้งในดินที่มี CEC สูง การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียม เป็นรูปที่ประหยัดที่สุด เนื่องจากมีประจุบวก จะถูกดินดูดยึดไว้ได้มาก แต่ถ้าในดินมี CEC ต่ำ ถ้าใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปดังกล่าว อาจจะถูกชะล้างเมื่อฝนตกหนัก หรืออาจสูญเสียโดยการระเหิดไปในบรรยากาศได้

4. ในแง่คุณสมบัติทางกายภาพ เช่น ความร่วนซุย ความเหนียวของดิน เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาแลกเปลี่ยนไอออน เช่น ดินที่มีโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้มาก ดินจะเหนียว น้ำซึมผ่านได้ยาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มักจะทำให้น้ำขังได้ง่าย การไถพรวนลำบาก ดินเหนียวดินอุปกรณ์ไถพรวน เมื่อดินแห้งจะเกิดดินแข็งและแตกระแหง ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อการปลูกพืช วิธีแก้ไขทำได้โดยใช้ $Ca^{2+}$ เข้าไปไล่ที่ $Na^{+}$ ออก $Ca^{2+}$ ทำให้ศักย์ซีต้าของดินเหนียวลดลง ทำให้ดินร่วนซุย การไถพรวนง่ายขึ้นและการซึมผ่านของน้ำสะดวกขึ้น

5. การแลกเปลี่ยนประจุบวก มีความสำคัญต่อกระบวนการสลายตัวหรือกระบวนการผุพังอยู่กับที่ และสังเคราะห์แร่ต่างๆในดิน ในระหว่างการสลายตัวผุพังของหินและแร่นั้น ประจุบวกพวกอัลคาไล (alkali) และอัลคาไลน์ เอิร์ธ (alkaline earth) เช่น K Na Ca Mg ที่ปลดปล่อยออกมาจากแร่ธาตุต่างๆจะไม่ถูกชะล้างให้สูญหายไปหมด แต่จะถูกดูดซับอยู่ที่ผิวดิน ทำให้มีการสะสมแร่ธาตุต่างๆมากขึ้น จนในที่สุดจะรวมกันและเกิดผลึกของแร่ทุติยภูมิ เช่น พวกแร่ดินเหนียว

**2. ความเป็นกรดด่าง (Soil pH)**

ปฏิกิริยาของดินหรือความเป็นกรดด่างในดิน วัดโดยใช้ค่า pH ความเป็นกรดด่างของดินมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการเจริญเติบโตของพืช ดินที่มีปฏิกิริยาเป็นกรดมากๆ พืชจะไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควร การศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของความเป็นกรดด่างในดินกับการเจริญเติบโตของพืชนั้นได้กระทำกันอย่างกว้างขวางจนเป็นที่ทราบกันแล้วว่า ความเป็นกรดด่างของดินหรือสารละลายธาตุอาหารไม่ได้มีอิทธิพลโดยตรงกับการเจริญเติบโตของพืช นักวิจัยบางท่านได้ทดลองปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารที่มีระดับ pH ต่างกันตั้งแต่ pH 1-12 ปรากฏว่าพืชเจริญเติบโตได้ดีพอๆกันตั้งแต่ pH 3-10 ดังนั้นจึงสรุปว่าอิทธิพลของดินที่เป็นกรดซึ่งมีต่อการเจริญเติบโตของพืชไม่ได้เกิดจากความเข้มข้นของ $H^{+}$ ในสารละลายดินโดยตรง แต่เมื่อดินเป็นกรดหรือด่าง สมบัติของดินทางเคมีและชีวภาพจะถูกเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชมากกว่า ดังนั้นความเป็นกรดด่างของดินจึงมีอิทธิพลในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในทางอ้อมมากกว่าทางตรง

ปฏิกิริยาของดินหรือระดับความเป็นกรดด่างของดิน มีผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินในแง่ของการเกิดปฏิกิริยาเคมีในดินที่มีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช ซึ่งสภาพทางเคมีดินที่สำคัญต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินและเกี่ยวข้องกับความเป็นกรดด่างของดิน ได้แก่ ระดับธาตุอาหารในดินที่พืชจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งมีผลต่อความเป็นประโยชน์ได้ของธาตุอาหารพืชที่จะนำไปใช้ประโยชน์ ความเป็นกรดด่างหรือระดับ pH ที่มีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อกระบวนการต่างๆที่เกี่ยวข้องต่อการเจริญเติบโตของพืช อาจสรุปได้ดังนี้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. ผลกระทบต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช

ระดับ pH มีผลต่อรูปและความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช รวมทั้งการละลายได้ของแร่ธาตุบางชนิด โดยธาตุอาหารในดินจะเป็นประโยชน์ต่อพืชมากที่สุดเมื่อ pH ของดินมีค่าระหว่าง 6-7.5

1). ธาตุ K Ca และ Mg

เป็นธาตุที่พืชต้องการในปริมาณมาก และมีผลกระทบต่อความเป็นประโยชน์จากระดับ pH ของดิน เช่น ดินที่เป็นกรดสูงตามธรรมชาติ หรือดินที่ผ่านกระบวนการสร้างมานานหรือมีอายุมาก จะมี Ca Mg K และ Na เนื่องจากสภาพกรดในดินจะมีผลต่อการแลกเปลี่ยนธาตุดังกล่าวกับ $H^+$ ทำให้ธาตุเหล่านี้ถูกปลดปล่อยออกสู่สารละลายได้ง่าย และถูกชะล้างจนมีปริมาณน้อย ดินที่เป็นกรดอย่างรุนแรงจึงมี Ca และ Mg รวมทั้ง K ค่อนข้างต่ำ เพราะธาตุอาหารเหล่านี้ถูกชะล้างออกจากดินได้ง่ายมาก ดังนั้นสภาพดินที่เป็นกรดหรือดินทรายที่มีการชะล้างสูง และมีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำ จึงมีธาตุดังกล่าวไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช โดยทั่วไปดินจะมีระดับ Ca และ Mg อย่างเพียงพอเมื่อดินมี pH อยู่ระหว่าง 5.5-8.5 ถ้าต่ำกว่านี้หรือสูงกว่านี้พืชอาจแสดงอาการขาดธาตุทั้งสามได้ ในดินที่มี pH สูงกว่า 8.5 มักมีระดับแคลเซียมต่ำ เนื่องจากดินที่มี pH ระดับนี้ประจุบวกที่แลกเปลี่ยนที่ได้ในดินส่วนใหญ่เป็นNa ซึ่งถ้าดินมีระดับโซเดียมที่แลกเปลี่ยนที่ได้สูงกว่า 40-50% แล้ว จะเกิดปัญหาพืชขาด Ca และ Mg และเป็นพิษจาก Na มากเกินไป

2). ธาตุ P

ฟอสเฟตในดินที่พืชจะเอาไปใช้ประโยชน์ได้ขึ้นอยู่กับ pH ของดินอย่างเห็นได้ชัด เมื่อดินเป็นกรดมากๆ จะส่งเสริมการตรึงฟอสเฟตให้อยู่ในรูปของเหล็กและอะลูมินัมฟอสเฟต ซึ่งพืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ยาก เนื่องจากในสภาพดังกล่าว Fe และ Al อยู่ในสภาพที่ละลายน้ำได้ยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อ pH ต่ำกว่า 5.0 เมื่อใส่ปุ๋ยฟอสเฟตลงไปในดินที่เป็นกรด ส่วนใหญ่ของปุ๋ยที่ใส่จะทำปฏิกิริยากับ Fe และ Al ทำให้เหลือส่วนที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อยลง บางครั้งพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงไม่ถึง 10% ของส่วนที่ควรจะเป็นประโยชน์ซึ่งได้จากปุ๋ยที่ใส่ ระดับ pH 6-7 เป็นระดับที่เหมาะสมที่สุดสำหรับฟอสเฟตในดินที่พืชนำไปใช้เป็นประโยชน์ได้ เพราะช่วง pH นี้ ฟอสเฟตในดินถูกตรึงน้อยที่สุด ถ้า pH ของดินเพิ่มขึ้น ความเป็นประโยชน์ของฟอสเฟตในดินจะลดลง เนื่องจากฟอสเฟตจะถูกตรึงเพราะทำปฏิกิริยาตกตะกอนกับ Ca Mg และเกลือคาร์บอเนตของธาตุทั้งสอง

3). ระดับจุลธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์

ธาตุอาหารพืชพวกจุลธาตุในดินจะเป็นประโยชน์แก่พืชได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับระดับ pH ของดินเป็นอย่างมาก ยกตัวอย่างเช่น เหล็กจะอยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้ง่ายและมีอยู่ในสารละลาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดินเป็นจำนวนมากที่ระดับ pH ต่ำๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อ pH ต่ำกว่า 5.0 และปริมาณเหล็กที่ละลายน้ำได้ในดินจะลดลงตามลำดับ เมื่อ pH ของดินสูงขึ้นจนถึงระดับกลาง ปัญหาขาดธาตุเหล็กอาจเกิดขึ้นได้เมื่อดินมี pH สูงๆ

แมงกานีสก็เช่นเดียวกันกับเหล็ก เมื่อดินเป็นกรดมากๆ แมงกานีสจะอยู่ในสารละลายได้มาก บางครั้งมากจนเกิดเป็นพิษกับพืชที่ปลูก แมงกานีสในดินจะละลายน้ำได้ยากขึ้นเมื่อระดับ pH ของดินสูงขึ้นตามลำดับ และจะละลายน้ำได้น้อยที่สุดที่ระดับ pH ใกล้เป็นกลาง นั่นคือ ระดับธาตุแมงกานีสที่พืชจะใช้ประโยชน์ได้ก็จะน้อยลงไปด้วยเมื่อระดับ pH ของดินใกล้เป็นกลางหรือด่างเล็กน้อย ปัญหาเกี่ยวกับการขาดแมงกานีสของพืชมักเกิดขึ้นได้กับดินที่มี pH 6.5-8.0 แต่ดินทั่วๆไปมักจะมีปริมาณเหล็กและแมงกานีสค่อนข้างจะเพียงพอ ถึงแม้ว่า pH ของดินจะอยู่ในระหว่าง 6.0-7.0 นอกจากในกรณีที่ดินนั้นมีธาตุเหล่านี้ค่อนข้างต่ำ เช่น ดินทราย เป็นต้น

สังกะสีในดินจะอยู่ในสภาพที่ละลายน้ำได้ง่ายเมื่อดินเป็นกรด โดยเฉพาะเมื่อมี pH ประมาณ 5.0 เมื่อ pH ของดินสูงขึ้นจาก 5.0-6.5 สังกะสีในดินจะละลายน้ำได้น้อยลง พืชจึงดูดไปใช้เป็นประโยชน์ได้ยากขึ้น ตามลำดับ pH 6.5 นี้ จะเป็นระดับ pH ของดินที่สังกะสีละลายน้ำได้น้อย แต่เมื่อ pH ของดินสูงกว่า 7.0 สังกะสีจะเปลี่ยนสภาพจากไอออนบวกเป็นไอออนลบได้ คือกลายเป็น zincate ion ในกรณีเช่นนี้ ถ้าดินที่เป็นด่างมีแคลเซียมมาก สังกะสีจะอยู่ในรูป calcium zincate ซึ่งละลายน้ำได้ยากและพืชก็เอาไปใช้ประโยชน์ได้ยาก แต่ถ้าดินที่เป็นด่างนั้นมีโซเดียมอยู่มาก สังกะสีจะอยู่ในรูปของ sodium zincate ซึ่งละลายน้ำได้ง่ายและจะกลับเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ง่ายขึ้น

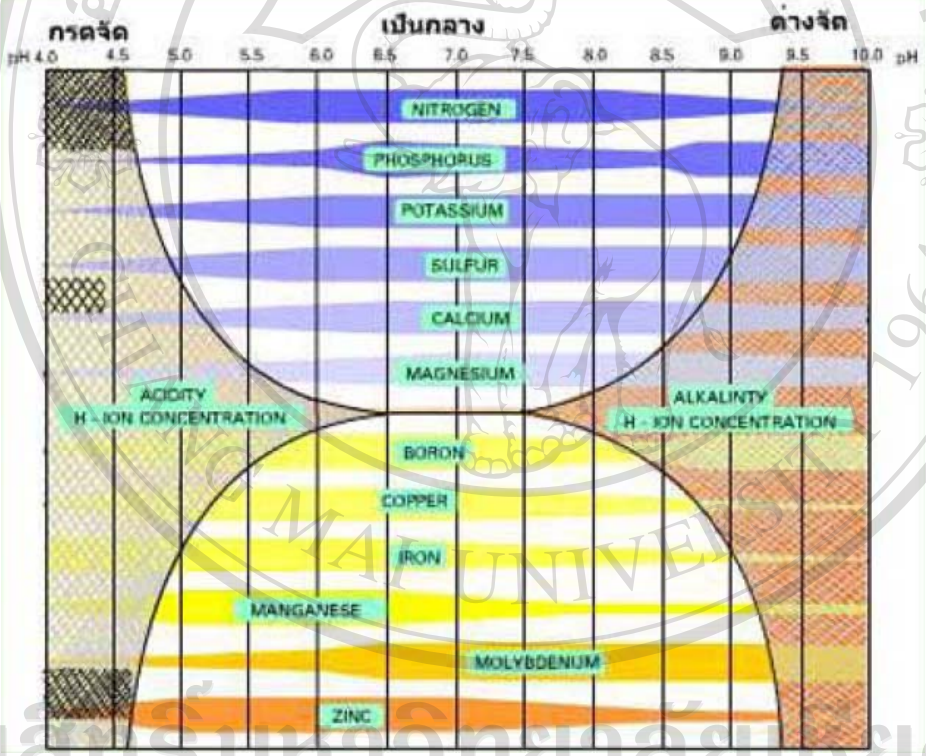
ทองแดงจะละลายน้ำได้ง่ายขึ้นเมื่อดินมีปฏิกิริยาเป็นกรดมากกว่าเป็นกลางหรือด่าง อย่างไรก็ตาม ความเป็นประโยชน์ของธาตุนี้แม้จะเกี่ยวข้องกับระดับ pH ของดินอยู่ด้วย แต่ก็ไม่มีผลรุนแรงเหมือนธาตุอื่นที่กล่าวข้างต้น ดินที่ขาดธาตุทองแดงมักเป็นดินที่มีธาตุทองแดงน้อย แต่ถ้าดินมีทองแดงมากอยู่แล้ว pH ของดินแม้จะเป็นกลางหรือด่างก็ไม่มีอิทธิพลมากพอที่จะทำให้พืชขาดธาตุทองแดงได้

โบรอนละลายน้ำได้ยากขึ้นเมื่อดินเป็นกลางหรือด่าง การใส่ปูนลงไปในดินเพื่อแก้สภาพกรดของดินมักจะทำให้ระดับโบรอนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชลดลงด้วย นอกจากนั้นเมื่อใส่ปูนลงไปในดินจะยกระดับของแคลเซียมในดินให้สูงขึ้น เมื่อพืชดึงดูดแคลเซียมเข้าไปมากก็จะทำให้ระดับความต้องการโบรอนของพืชสูงตามไปด้วย แต่เดิมโบรอนในดินอาจจะเพียงพออยู่แล้ว กล่าวคือก่อนการใส่ปูน พืชมีสัดส่วนวิกฤติระหว่างโบรอนและแคลเซียม (critical boron calcium ratio) อยู่ราว 1 : 1500 ดังนั้นเมื่อเพิ่มแคลเซียมลงไปในดินก็จำเป็นต้องเพิ่มโบรอนเข้าไปด้วยจึงจะสมดุล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โมลิบดินัมอยู่ในดินในรูปของไอออนลบ และพืชดึงดูดขึ้นไปใช้ในรูปของโมลิบเดตไอออน โมลิบดินัมจะละลายน้ำได้ดีขึ้นเมื่อ pH ของดินสูงขึ้น ซึ่งต่างจากเหล็ก แมงกานีสและสังกะสี ดังนั้นในดินที่เป็นกรด พืชต่างๆโดยเฉพาะพืชตระกูลถั่วมักจะแสดงอาการขาดธาตุโมลิบดินัม แต่ถ้าใส่ปูนเพื่อปรับระดับ pH ของดินให้เป็นกลาง นอกจากจะช่วยให้ธาตุต่างๆมีระดับที่เหมาะสมสำหรับพืชแล้ว ยังช่วยยกระดับความเป็นประโยชน์ของโมลิบดินัมที่พืชจะใช้ได้ให้สูงขึ้นด้วย

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ pH ของดินกับระดับของธาตุอาหารพืชในดินที่จะใช้ประโยชน์ได้ แสดงไว้ในภาพที่ 1




ภาพ 1 ความสัมพันธ์ระหว่าง pH ของดินและความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน ความกว้างของแถบที่ระดับ pH ใดๆ แสดงปริมาณในเชิงเปรียบเทียบความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารแต่ละธาตุในดิน ซึ่งมี pH ระดับนั้น กล่าวได้ว่า ดินที่มี pH 6-7 ความเป็นประโยชน์ของธาตุต่างๆอยู่ในระดับที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของพืชโดยทั่วไป (ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารกับค่า pH ที่แตกต่างกัน, 2551)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Haynes and Swift (1988) ศึกษาผลของการใส่ปูนในดินร่วนปนทรายแป้ง พบว่า เมื่อบ่มดินเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในดินสะสมในรูปแอมโมเนียมไนโตรเจนและมีผลให้ pH ดินสูงขึ้น ซึ่งการเพิ่มขึ้นของ pH ดิน ระหว่างกระบวนการแอมโมนิฟิเคชันเป็นเพราะการปลดปล่อยไฮดรอกซิลไอออน 1 ไอออนต่อโมลของแอมโมเนียม ภายหลังการบ่มดินครบ 4 สัปดาห์ กระบวนการไนตริฟิเคชันเพิ่มขึ้น และ pH ของดินลดลง เนื่องจากระหว่างกระบวนการไนตริฟิเคชัน ไฮโดรเจน 2 ไอออนถูกปลดปล่อยต่อ 1 โมลของแอมโมเนียมที่ถูกเปลี่ยนเป็นไนเตรต (Helyar, 1976 อ้างโดย Haynes and Swift, 1988) นอกจากนี้ ดินกรดและการใช้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ เป็นปัจจัยจำกัดกระบวนการมิเนอรอลไลเซชันของอินทรียวัตถุ ซึ่งการใส่ปูนและฟอสเฟตเพิ่มกระบวนการมิเนอรอลไลเซชัน C N และ S รวมทั้งการใส่ปูนชักนำให้เพิ่มการดูดใช้ของฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ได้ (Haynes and Swift, 1985)

2. ผลกระทบต่อกิจกรรมจุลินทรีย์ในดิน

ปฏิกิริยาดินนอกจากจะเกี่ยวข้องอยู่กับระดับของธาตุอาหารพืชในดินแล้ว ยังเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินเป็นอย่างมากด้วย กล่าวคือ จุลินทรีย์ดินโดยเฉพาะแบคทีเรียจะมีกิจกรรมสูงหรือทำงานเต็มประสิทธิภาพเมื่อปฏิกิริยาดินใกล้ๆเป็นกลาง เมื่อดินเป็นกรดจะทำงานได้ช้าลงตามลำดับ ส่วนราจะทำงานได้ดีกว่าแบคทีเรียเมื่อ pH ของดินเป็นกรด แม้ว่า pH ของดินจะเป็นด่างราจะยังทำงานได้ดีแต่สู้แบคทีเรียไม่ได้ กิจกรรมของจุลินทรีย์ดินจะควบคุมระดับไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถันที่พืชจะใช้ประโยชน์ได้เป็นอย่างมาก เมื่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดำเนินไปได้ดี ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและกำมะถันในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจะสูงตามไปด้วย เพราะจุลินทรีย์ดินเกี่ยวข้องอยู่กับกระบวนการปลดปล่อยธาตุอาหารเหล่านี้ออกจากอินทรียวัตถุ (mineralization) นอกจากนี้ กระบวนการตรึงไนโตรเจนในอากาศโดยจุลินทรีย์บางชนิดจะดำเนินไปได้ดีเมื่อปฏิกิริยาดินอยู่ระหว่างเป็นกลางและกรดเล็กน้อย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใส่ปูนลงไปในดินที่เป็นกรดและยกระดับ pH ให้สูงเป็น 6.5-7.0 เสียก่อน จึงจะปลูกพืชตระกูลถั่วได้เป็นผลดี

ในดินกรดที่มีค่า pH น้อยกว่า 5 การใส่ปุ๋ยพวกประจุบวก เช่น K Ca และ Mg จะเกิดประโยชน์แก่พืชได้มากกว่าการใส่ปุ๋ยพวกประจุลบ เนื่องจากประจุบวกมีโอกาสถูกแลกเปลี่ยนกับไฮโดรเจนไอออน ($H^+$) ที่อยู่ในอนุภาคของดินเหนียวได้ ในขณะที่ปุ๋ยพวกประจุลบจะไม่มีโอกาสแลกเปลี่ยนได้ และปุ๋ยประจุลบจะทำปฏิกิริยากับประจุบวกของแร่ธาตุพวก Fe Al และ Mn ที่ละลายออกมามากในดินกรด เกิดเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำยากขึ้น การใส่ปูนจึงเป็นวิธีลดความเป็นกรดของดิน และทำให้ธาตุอาหารพืชที่ได้จากปุ๋ยทั้งที่เป็นประจุบวกและประจุลบเป็นประโยชน์ต่อพืชได้เพิ่มขึ้น การใส่ปุ๋ยในดินที่มีปฏิกิริยาเป็นกลางพืชจะได้ใช้ประโยชน์ได้มาก นอกจากนี้ดินที่เป็นด่าง ความเป็นประโยชน์ของปุ๋ยพวกฟอสเฟตจะลดลง เนื่องจากจะทำปฏิกิริยากับ Ca ที่ละลาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ออกมามากในดินด่างเกิดเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำยาก ในขณะที่ธาตุอาหารปริมาณน้อยบางตัว เช่น Fe Zn Mn Cu และ B ยกเว้น Mo จะเป็นประโยชน์ต่อพืชน้อยลงเมื่อดินเป็นด่าง การแก้ไขดินด่างทำได้โดยทำให้ดินเป็นกรดเพิ่มขึ้นโดยใส่ผงยิปซัมหรือผงกำมะถัน เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำทำให้เกิดกรดกำมะถัน ($H_2SO_4$) ทำให้ดินลดความเป็นด่างลงได้

ปฏิกิริยาของดินนอกจากเป็นตัวควบคุมความเป็นประโยชน์ได้ของธาตุอาหารพืชแล้ว ยังมีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินซึ่งจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชด้วย จุลินทรีย์ดินพวกราจะเจริญเติบโตได้ดีในดินกรด ในขณะที่แบคทีเรียเจริญเติบโตได้ดีในดินที่เป็นกลางหรือค่อนข้างเป็นด่าง จึงทำให้กระบวนการปลดปล่อยไนโตรเจนเกิดขึ้นได้ดี โดยทั่วๆไปแล้วกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินจะดีที่สุดเมื่อระดับ pH ค่อนข้างเป็นกลาง กล่าวได้ว่าดินที่เป็นกรดเกินไป ธาตุอาหารพืชพวก Ca Mg P และ Mo จะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้น้อย ส่วนดินที่มีปฏิกิริยาเป็นกลางหรือค่อนข้างด่าง ธาตุอาหารพืชที่ใส่ลงไปจะเป็นประโยชน์แก่พืชได้เทียบทุกชนิด ยกเว้นพวก Fe Zn Mn Cu และ B จะเป็นประโยชน์ต่อพืชลดลงเมื่อดินเป็นด่างมากขึ้น

**3. ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic Matter: OM)**

อินทรียวัตถุในดินเป็นแหล่งของธาตุอาหารพืชบางชนิด เช่น N, P และ S ซึ่งมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง และยังมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของดิน โดยมีผลต่อกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในดิน ก่อให้เกิดลักษณะโครงสร้างที่ดีของดิน ทำให้เกิดการระบายอากาศที่ดีขึ้น มีการเก็บกักน้ำเพิ่มมากขึ้น ลดการพังทลายหรือถูกชะล้างของดิน และฮิวมัสยังมีบทบาททางอ้อมโดยมีผลต่อการดูดใช้จุลธาตุโดยพืช ควบคุมบทบาทของยากำจัดวัชพืชและสารเคมีทางการเกษตรอื่นๆ ซึ่งคุณสมบัติของอินทรียวัตถุที่ทำให้ดินดีขึ้นนั้นอาจสรุปได้ดังนี้

- อินทรียวัตถุสามารถอุ้มน้ำได้สูงถึง 20 เท่าของน้ำหนัก จึงมีผลป้องกันมิให้เกิดการแห้งและการแตกระแหงของดิน ช่วยในการเก็บกักความชื้นในดินทราย และสามารถเชื่อมระหว่างอนุภาคดิน ทำให้เกิดโครงสร้างดินที่เสถียร และเพิ่มการซาบซึมน้ำ ประกอบกับอินทรียวัตถุไม่ละลายน้ำ จึงสูญเสียได้น้อยในกระบวนการชะล้าง นอกจากนี้อินทรียวัตถุมีสีดำจึงสามารถเพิ่มความอบอุ่นให้แก่ดิน
- การสลายตัวของอินทรียวัตถุทำให้เกิดกรดอ่อนๆขึ้น ซึ่งเป็นตัวทำละลายให้ธาตุอาหารพวก K และ P ในดินละลายออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากขึ้น
- ช่วยเพิ่มความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) หรือมีประจุเป็นลบจึงสามารถดูดกับธาตุอาหารพืชที่มีประจุบวก ดินที่มีอินทรียวัตถุสูงย่อมมี CEC สูง และมีความสามารถในการปลดปล่อยธาตุอาหารได้ทีละน้อยและยาวนาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- ช่วยต้านทานในการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาของดินอย่างรวดเร็วได้ ในกรณีที่มีการใส่ปุ๋ยแร่ธาตุหรือปูนมากเกินไป ทำให้พืชสามารถปรับตัวได้ทันไม่กระทบกระเทือนต่อการเจริญเติบโต ถ้าดินมีอินทรียวัตถุสูงจะช่วยดูซับปูนทำให้ปฏิกิริยาของดินเปลี่ยนแปลงไปอย่างช้าๆ
- ช่วยลดความเป็นพิษของแร่ธาตุทองแดง (Cu) อะลูมินัม (Al) และแมงกานีส (Mn) ในกรณีที่ดินเป็นกรดจัด อินทรียวัตถุจะทำปฏิกิริยากับแร่ดังกล่าว ทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนที่ไม่ละลายน้ำและไม่เป็นพิษต่อพืช และช่วยเพิ่มความเป็นประโยชน์ได้ของจุลธาตุอาหารพืชในดิน ในขณะเดียวกันช่วยปลดปล่อยธาตุอาหารพวกฟอสฟอรัส (P) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และโพแทสเซียม (K) ให้ละลายออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากขึ้น นอกจากนี้การสลายตัวของอินทรียวัตถุจะได้ $CO_2$ $NH_4^+$ $NO_3^-$ $PO_4^{3-}$ และ $SO_4^{2-}$ ซึ่งเป็นแหล่งธาตุอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของพืช
- สามารถรวมตัวกับสารอินทรีย์โมเลกุลอื่น ซึ่งมีผลต่อกิจกรรมทางชีวภาพ ความคงทนและความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพของยาฆ่าแมลงต่างๆ

การใส่ปุ๋ยกับดินที่มีอินทรียวัตถุสูงอาจใส่ปุ๋ยได้มากและน้อยครั้งกว่าดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำ โดยที่ปุ๋ยอาจถูกดูดซับไว้บ้างปลดปล่อยออกมาเป็นประโยชน์ได้บ้าง ในขณะเดียวกันดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำมีเนื้อดินหยาบ การใส่ปุ๋ยต้องใส่ทีละน้อยและบ่อยครั้ง เพราะถ้าใส่ในปริมาณมากแล้ว ดินไม่ดูดซับปุ๋ยและปุ๋ยละลายออกมาในสารละลายดินมากเกินไปอาจเกิดความเค็มที่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชได้

การสะสมของอินทรียวัตถุในดินส่วนหนึ่งเกิดจากอิทธิพลของวัตถุต้นกำเนิดดิน (สุชาติ, มปป.) เนื่องจากวัตถุต้นกำเนิดมีอิทธิพลต่อเนื้อดิน ซึ่งจะส่งผลกระทบไปถึงปริมาณคาร์บอนในดินภายใต้สภาพภูมิอากาศใดๆก็ตามแต่ ถ้าปัจจัยเกี่ยวกับพืชพรรณและสภาพพื้นที่คงที่แล้ว ปริมาณ C และ N ของดินจะขึ้นกับเนื้อดิน โดยดินที่มีเนื้อละเอียดจะมีปริมาณ C สูงกว่าดินร่วนและดินทรายตามลำดับ ซึ่งดินเนื้อละเอียดจะมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงเป็น 2-4 เท่าของดินทรายจัด ส่วนหนึ่งของความแตกต่างของปริมาณ C ในดินเนื้อละเอียดกับดินเนื้อหยาบ เพราะในดินเนื้อหยาบมีการระบายอากาศดีกว่า ทำให้เกิดการออกซิเดชันที่รุนแรงกว่า แต่ทั้งนี้แล้วความแตกต่างโดยหลักใหญ่เกิดขึ้นเนื่องจาก

1. มีการสร้าง Organic-inorganic complexes ขึ้นมามากในดินเนื้อละเอียด ทำให้อินทรียวัตถุมีความคงทน ทนทานต่อการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ดินหรือการสลายตัวโดยการละลายทางเคมีธรรมชาติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. มีการดูดยึดระหว่างอินทรียวัตถุและแร่ดินเหนียว หรือเกิดการตรึงอยู่ภายในผลึกของแร่ดินเหนียว ทำให้มีความทนทานมากขึ้น

3. มีการเกิดขึ้นของ metal-organic compounds เช่น Ca Fe และ Alhumates เป็นต้น ทำให้มีปริมาณการสะสมมาก

นอกจากนี้ การจัดการดินเพื่อการเพาะปลูกอื่นๆ มีส่วนเร่งให้เกิดการสลายตัวของอินทรียวัตถุในดิน เช่น การใส่ปูนสามารถเพิ่มกิจกรรมของไส้เดือนดินและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ กระตุ้นการทำงานของ actinomycetes ซึ่งอาจมีประสิทธิภาพในการย่อยสลายมากกว่าแบคทีเรียและเชื้อรา ทำให้เกิดการตกตะกอนของโลหะที่มีประจุบวกซึ่งมีประสิทธิภาพในการทำให้เกิดความคงทนของสารฮิวมัสในดิน

จากการที่อินทรียวัตถุประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ humic acids และ fulvic acids ซึ่งสารประกอบทั้ง 2 ชนิดนี้ประกอบไปด้วยหมู่ฟังก์ชันต่างๆกันอีกหลายชนิด ซึ่งหลายชนิดทำให้เกิดความเป็นกรด เช่น carboxylic (COOH) phenolic (OH) และ enolic (OH) ทำให้การแตกตัวของอินทรียวัตถุแตกตัวหลายครั้งคล้ายกับกรดอ่อน ซึ่งการ ionization ของหมู่ฟังก์ชันต่างๆ ทำให้เกิดประจุลบขึ้น เช่น COO- ทำให้อินทรียวัตถุมีความสามารถที่จะดูดธาตุประจุบวกต่างๆ ซึ่งจากคุณสมบัตินี้ทำให้ดอนมีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลง pH (buffering capacity) การรวมตัวกับธาตุโลหะต่างๆเป็นสารประกอบคีเลต หรือมีการสร้างโครงสร้างดิน aggregates ของดิน

ในดินส่วนใหญ่อินทรียวัตถุและ CEC จะมีความสัมพันธ์กันโดยตรง แต่เนื่องจากปริมาณอินทรียวัตถุมักเพิ่มขึ้น เมื่อมีปริมาณของแร่ดินเหนียวอยู่มากในดิน ดังนั้น CEC ที่เพิ่มขึ้นในดินจึงไม่อาจสรุปได้ว่าเกิดจากอินทรียวัตถุเพียงอย่างเดียว แต่อย่างไรก็ตามอินทรียวัตถุในปริมาณเล็กน้อยก็มีส่วนช่วยตรึงธาตุประจุบวก ไม่ให้สูญเสียได้ง่ายโดยเฉพาะในดินทราย จากการศึกษาผลของอินทรียวัตถุต่อการเพิ่มของ CEC โดยนำผลการวิเคราะห์ CEC ปริมาณของแร่ดินเหนียวและอินทรียวัตถุมาทำการวิเคราะห์แบบ regression พบว่าอินทรียวัตถุมีส่วนทำให้เกิดการเพิ่มของ CEC ในดินอย่างมีนัยสำคัญ แต่การเพิ่มขึ้นอยู่กับ pH (สุชาติ, มปป.)

**การสลายตัวของอินทรียวัตถุ**

เมื่อเศษซากสิ่งมีชีวิตตายทับถมลงบนผิวดินหรือถูกผสมคลุกเคล้าลงไปในดินก็จะถูกสิ่งมีชีวิตอื่นๆกัดกินหรือย่อยสลายไปเป็นอาหาร สัตว์ขนาดใหญ่ เช่น แมลง กิ้งกือ ไส้เดือน ก็กัดกินและย่อยให้มีขนาดเล็กลง ขณะเดียวกันจุลินทรีย์ที่มีอยู่ทั่วไปก็จะเข้าไปทำการย่อยสลายแปรสภาพสารอินทรีย์เหล่านั้นเป็นอาหารโดยการขับเอนไซม์ออกมานอกเซลล์ (extracellular enzyme) ย่อยสารอินทรีย์เหล่านั้นให้มีขนาดเล็กลงจนสามารถซึมซาบผ่านเข้าไปในเซลล์ของจุลินทรีย์ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แล้วจึงนำเอาสารเหล่านั้นไปใช้เป็นแหล่งของพลังงาน หรือสารอาหารเพื่อการเจริญเติบโตต่อไป ในที่สุดสารที่เคยประกอบเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งก็จะสูญสลายไป

ถ้าหากสภาพแวดล้อมในการย่อยสลายนี้ มีการถ่ายเทอากาศดีการย่อยสลายจะค่อนข้างสมบูรณ์ สารประกอบต่างๆก็แปรสภาพไปเป็น คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และธาตุต่างๆ บางส่วนก็ถูกเปลี่ยนเข้าไปเป็นองค์ประกอบของเซลล์จุลินทรีย์หรือสิ่งมีชีวิตบางชนิด อีกส่วนหนึ่งแปรสภาพไปเป็นสารฮิวมิก (humic substance) ซึ่งเป็นสารประกอบที่คงทนต่อการสลายตัวตกค้างอยู่ในดิน อย่างไรก็ตามการสลายตัวที่เกิดขึ้นในดินจริงๆแล้วมักเกิดขึ้นได้ไม่สมบูรณ์ เพราะปริมาณออกซิเจนมีไม่เพียงพอโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อดินมีความชื้นสูงหรือมีน้ำขัง ในสภาพดังกล่าวจะเกิดสารประกอบที่ย่อยสลายไม่สมบูรณ์อีกส่วนหนึ่งคงเหลืออยู่ในดินด้วย

แหล่งที่มาของอินทรียวัตถุในดินตามธรรมชาติ ก็ได้มาจากพืชเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นการสลายตัวของเศษซากพืชจึงจัดเป็นกระบวนการหลักที่เกิดขึ้นในดินอันจะมีผลกระทบโดยตรงต่อระดับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน อย่างไรก็ตามการสลายตัวของซากสัตว์หรือจุลินทรีย์ก็มีรูปแบบใกล้เคียงกับพืชเพียงแต่มีสารประกอบที่ย่อยสลายได้ง่ายอยู่มากกว่าและไม่มีผนังเซลล์แบบพืชซึ่งมีเซลลูโลส, เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) และลิกนิน เป็นองค์ประกอบสำคัญ

**ผลที่ได้จากการสลายตัวของอินทรียวัตถุ**

ในสภาพของดินที่มีการถ่ายเทอากาศดีและเพียงพอ การสลายตัวของอินทรียวัตถุเป็นไปอย่างค่อนข้างสมบูรณ์ องค์ประกอบส่วนใหญ่ที่สลายตัวง่ายๆจะถูกเปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ คงเหลือแต่สารประกอบอินทรีย์ที่สลายตัวยาก ส่วนนี้เรียกว่า **ฮิวมัส** (humus) **กรดอินทรีย์** และ**สารเมือก**

**ฮิวมัส** เป็นสารอินทรียวัตถุในดินที่คงทนต่อการสลายตัวมาก เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติโดยขบวนการทางชีวเคมี มีสภาพเป็นสารประกอบอินทรียสารที่ไม่สม่ำเสมอ (heterogenous organic substances) ปกติจะมีสีน้ำตาลหรือสีดำ มีน้ำหนักโมเลกุลสูงและเป็นสารที่สามารถสกัดได้ มีธาตุเป็นองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส กำมะถัน และธาตุอื่นๆ

**กรดอินทรีย์** จากการสลายตัวของสารอินทรีย์จะปลดปล่อยกรดอินทรีย์ที่มีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในดิน โดยช่วยในการทำละลายธาตุต่างๆให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที

**สารเมือก** เป็นสารที่มีผลต่อสมบัติทางกายภาพของดิน โดยสารเมือกจะช่วยในการจัดเรียงตัวของอนุภาคดิน เป็นสารเชื่อมที่ช่วยให้ดินมีโครงสร้างคล้ายทรงกลม ซึ่งเป็นดินที่มีช่องว่างที่พอเหมาะ ร่วนซุย เหมาะแก่การชอนไชของรากพืช

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ความสำคัญของอินทรียวัตถุ**

อินทรียวัตถุในดินเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมและกำหนดสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ และทางชีวภาพของดิน เช่น การปลดปล่อยธาตุอาหารหลักของพืชในดิน การช่วยให้ดินเกาะตัวกันเป็นโครงสร้าง การช่วยเพิ่มการดูดยึดน้ำในดิน การช่วยเพิ่มการระบายอากาศ การลดอัตราการชะล้างพังทลาย รวมทั้งการส่งเสริมกิจกรรมจุลินทรีย์ดิน จึงมีบทบาทต่อความเหมาะสมในการเจริญเติบโตของพืช อินทรียวัตถุเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ควบคุมความสมดุลขององค์ประกอบอื่นๆของดิน ได้แก่ ธาตุอาหาร อากาศ และน้ำ อินทรียวัตถุจึงมีบทบาทสำคัญมากต่อการบำรุงปรับปรุงดิน โดยเฉพาะดินเขตร้อนที่มีอินทรียวัตถุต่ำ และมีการปลูกพืชติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน

จากการประเมินคุณภาพดินของกรมพัฒนาที่ดิน พบว่า ดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำในประเทศไทยประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำในภาคตะวันออกและภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่พบนั้น ส่วนใหญ่เป็นดินทราย ในขณะที่ดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำในภาคกลางเป็นดินเหนียวที่มีการปลูกข้าวติดต่อกันเป็นเวลานาน ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงและดินเกิดการแน่นตัว สำหรับภาคเหนือ ดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำจะเป็นดินร่วนปนทรายในที่ดอน ส่วนในภาคใต้ ดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำส่วนใหญ่เป็นผลมาจากการชะล้างอันเนื่องมาจากฝนตกชุก

ด้วยความสำคัญของอินทรียวัตถุในดินตามที่กล่าวมาข้างต้น และปัญหาความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ รวมทั้งปัจจัยต่างๆที่มีผลทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุของดินในประเทศไทยลดลงเป็นลำดับ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องเพิ่มแหล่งอินทรียวัตถุให้แก่ดิน บทบาทของอินทรียวัตถุในดินดังกล่าวข้างต้นสามารถจำแนกได้ ดังนี้

**อิทธิพลของอินทรียวัตถุที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของดิน**

1. อินทรียวัตถุช่วยลดแรงกระแทกของเม็ดฝนบริเวณผิวดินเนื่องจากอินทรียวัตถุที่ปกคลุมหรือคลุกเคล้าอยู่บริเวณผิวดิน เพราะมีคุณสมบัติเป็นสารเชื่อม (cementing agent)ที่ดีที่สุด ทำให้เม็ดดินทนต่อแรงกระแทกของเม็ดฝนได้สูงขึ้น ช่วยลดแรงกระแทกของเม็ดฝนที่ตกลงมากระทบกับดินโดยตรง ดินจึงไม่แน่น และน้ำฝนสามารถซึมลงไปในดินชั้นล่าง เป็นการลดการพังทลายของดิน

จากสมบัติการเป็นสารเชื่อมอนุภาคดิน อินทรียวัตถุในดินเป็นสารประกอบที่มีประสิทธิภาพสูงในการเกาะยึด หรือ รวมตัวกับอนุภาคต่างๆในดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อนุภาคดินเหนียว หรือ เซลล์จุลินทรีย์ได้เป็นอย่างดี การจับตัวกันนี้บางส่วนก็เนื่องมาจากประจุส่วนที่แตกต่างกันระหว่างอินทรียวัตถุกับดินเหนียว หรือเป็นการเกาะยึดระหว่างประจุลบของอนุภาคทั้งสองโดยมี multivalent cation ต่างๆ เป็นตัวเชื่อมโยง นอกจากนี้การสร้างสารเชื่อมโดยจุลินทรีย์ทำให้ดินเหนียวเกาะติดกับเป็นเม็ดดิน ซึ่งเป็นหน่วยโครงสร้างย่อยที่อาจรวมกลุ่มกันจำนวนมากก่อให้เกิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โครงสร้างของดินที่ดี สามารถดูดซับน้ำไว้ได้มาก ขณะเดียวกันก็ทำให้ดินมีสภาพร่วนซุย มีการซาบซึมน้ำและระบายอากาศดี

2. ช่วยเพิ่มช่องว่างและลดความหนาแน่นรวมของดิน วัสดุอินทรีย์ในดินจะถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายและสังเคราะห์สารบางชนิดขึ้นมา ซึ่งเป็นตัวเชื่อมอนุภาคของดินให้เกาะกันเป็นก้อน ทำให้ดินทรายมีช่องว่างขนาดเล็ก (micropore) เพิ่มขึ้น ส่งผลให้อุ้มน้ำได้มาก สำหรับดินเหนียวที่มีประกอบไปด้วยอนุภาคดินที่มีขนาดเล็ก อินทรียวัตถุจะเข้าไปแทรกระหว่างอนุภาคของดินเหนียว ทำให้เกิดช่องว่างขนาดใหญ่ (macropore) ซึ่งมีผลต่อการถ่ายเทอากาศและระบายน้ำได้ดี ตลอดจนลดความเหนียว

ส่วนในกรณีการจับตัวของเม็ดดินนั้น อินทรียวัตถุช่วยให้ดินเหนียวที่มีเม็ดดินละเอียดได้จับตัวกันอย่างหลวมๆเป็นก้อน ทำให้ดินร่วนซุยดีขึ้น และสารเมือกที่เกิดจากการสลายของซากพืชซากสัตว์นั้นจะช่วยให้ดินทรายจับตัวกัน สามารถอุ้มน้ำได้ดี มีการถ่ายเทอากาศในดินสะดวกขึ้น รากพืชสามารถแผ่ขยายออกไปหาแร่ธาตุในดินได้อย่างกว้างขวาง และลดอัตราการชะล้างพังทลายของดินได้ด้วย

3. อินทรียวัตถุช่วยลดการระเหยของน้ำในดิน อินทรียวัตถุในดินที่ปกคลุมบนผิวดินเป็นวัสดุที่ช่วยป้องกันไม่ให้แสงแดดส่องถึงผิวดินโดยตรง และจากการที่อินทรียวัตถุมีผลทำให้ช่องว่างในดินชั้นบนเพิ่มขึ้น น้ำใต้ดินจึงซึมผ่านช่องว่างดังกล่าวขึ้นมาบนผิวดินได้ยาก จึงเป็นการลดการระเหยของน้ำในดินอีกทางหนึ่ง และเนื่องจากอินทรียวัตถุมีพื้นที่ผิวจำนวนมาก จึงสามารถเก็บความร้อนไว้กับตัวได้มาก จึงเป็นฉนวนต่อความร้อนของแสงแดด ไม่ให้กระทบกระเทือนต่อรากพืชมากเกินไป

4. ช่วยให้ดินอุ้มน้ำได้มากขึ้น เนื่องจากอนุภาคของอินทรียวัตถุจะแทรกหรือเคลือบที่อนุภาคผิวดินและในช่องว่างระหว่างอนุภาคดิน ทำหน้าที่ดูดซับน้ำ นอกจากนั้นเมื่อปริมาณอินทรียวัตถุในดินชั้นบนเพิ่มขึ้น จะมีผลต่อความเสถียรของเม็ดดิน (aggregate stability) สูงขึ้น ทำให้ลดความรุนแรงของการสูญเสียหน้าดิน

อินทรียวัตถุในดินมีความสามารถดูดซับน้ำไว้ได้ในปริมาณมาก คือ ประมาณ 6 – 20 เท่าของน้ำหนัก ทั้งนี้เนื่องจากเป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็ก และยังมีลักษณะเป็นสารคอลลอยด์ จึงมีพื้นที่ผิวในการดูดซับน้ำไว้ได้มากเป็นพิเศษ นอกจากนี้อนุภาคของอินทรียวัตถุยังประกอบกันเป็นโครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายฟองน้ำ มีช่องขนาดเล็กที่ดูดซับน้ำได้ดีอยู่มาก การใส่อินทรียวัตถุลงในดิน จึงช่วยเพิ่มความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินทรายหรือดินเนื้อหยาบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5. สีของดิน อินทรียวัตถุทำให้สีของดินเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลถึงดำ ฉะนั้น ดินที่มีสีน้ำตาลหรือดำถือได้ว่า เป็นดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูง ดินที่มีสีเข้มอาจไปมีผลทำให้อุณหภูมิรวมในดินสูงขึ้น เนื่องจากดินสีคล้ำดูดกลืน (absorb) รังสีความร้อนได้ดีกว่าดินสีจาง

**อิทธิพลของอินทรียวัตถุที่มีผลต่อสมบัติทางเคมีของดิน**

1. เป็นแหล่งอาหารของพืช เนื่องจากกระบวนการย่อยสลายของสารอินทรีย์จะปลดปล่อยธาตุอาหารพืชออกมาโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน เพิ่มความเป็นประโยชน์ของแร่ธาตุอาหารพืช อินทรียวัตถุในดินมีแร่ธาตุอาหารพืชหลายชนิดเป็นองค์ประกอบ เมื่ออินทรียวัตถุสลายตัวโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินแล้ว แร่ธาตุอาหารพืชเหล่านั้นจะถูกปลดปล่อยออกมาสะสมอยู่ในดิน ซึ่งเป็นผลประโยชน์ต่อพืชที่ปลูก แม้ว่าปริมาณธาตุอาหารพืชที่ได้จากการสลายตัวของสารอินทรีย์จะมีน้อยก็ตาม แต่พืชก็สามารถนำไปใช้สำหรับการเจริญเติบโตได้อย่างต่อเนื่อง โดยจะค่อยๆ ปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์ต่อพืชในระยะยาว

การย่อยสลายอินทรียวัตถุโดยจุลินทรีย์ ทำให้ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์เหล่านี้ถูกปลดปล่อยออกมาให้พืชสามารถนำไปใช้ได้อีก โดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน ซึ่งอินทรียวัตถุในดินจัดว่า เป็นแหล่งอาหารที่สำคัญมากของธาตุเหล่านี้

การสลายตัวของอินทรียวัตถุในดิน ยังมีผลโดยทางอ้อมต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชอีกด้วย เพราะ

1). กรดอินทรีย์หรือกรดคาร์บอนิกที่เกิดขึ้นจากคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งได้จากการย่อยสลาย ยังสามารถช่วยละลายสารประกอบของธาตุอาหารบางชนิดให้เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ และ

2). การเกิดสารอินทรีย์ที่มีสมบัติเป็นสารคีเลต (chelating agent) จากการสลายตัวของอินทรียวัตถุที่จะรวมตัวกับไอออนของจุลธาตุซึ่งเป็นโลหะกลายเป็นคีเลต (chelate) ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากขึ้น

2. ช่วยเพิ่มความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก อินทรียวัตถุเป็นวัสดุที่มีขนาดเล็กและพื้นที่ผิวเป็นจำนวนมาก โดยสมบัติทางเคมีของอินทรียวัตถุมี functional groups มาก เช่น polyphenol groups, simple organic acids และ carboxylic groups เป็นต้น เมื่อเกิดกระบวนการแตกตัวของประจุของธาตุใดธาตุหนึ่งขึ้น ทำให้เกิดประจุลบขึ้นอย่างมากมายขึ้นที่บริเวณพื้นที่ผิวอินทรียวัตถุ จึงมีผลทำให้ธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในดินตามธรรมชาติที่มีประจุบวกถูกดูดซับไว้ไม่ให้สูญเสียไปโดยกระบวนการชะล้าง ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารพืชเป็นไปได้ดียิ่งขึ้น และเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความสามารถในการดูดซับไอออนของอินทรียวัตถุในดินนั้นสูงมาก โดยทั่วไปการดูดซับโดยอินทรียวัตถุในดินจะสูงกว่าคอลลอยด์อื่นๆ ตั้งแต่ 2 -30 เท่า ในดินโดยทั่วไปปริมาณของไอออนประจุบวกที่ถูกดูดซับโดยอินทรียวัตถุในดินจะอยู่ช่วงประมาณ 30 -90%ของปริมาณที่ดินดูดซับไว้ทั้งหมด

ความสามรถในการดูดซับนี้มาจาก ประจุลบที่มีอยู่เป็นจำนวนมากของอินทรียวัตถุ ซึ่งส่วนใหญ่ก็เกิดจากการ dissociation ของสารประกอบบางส่วนโดยเฉพาะอย่างยิ่ง carboxylic group และ phenolic OH group

นอกจากความสามารถในการดูดซับไอออนประจุบวกแล้ว โมเลกุลของอินทรียวัตถุในดินยังมีประจุบวกอยู่บางส่วน ทำให้มีความสามารถดูดซับไอออนประจุลบได้ด้วย ส่วนที่เป็นประจุบวกดังกล่าวมักเกิดขึ้นจากกระบวนการเติมโปรตอน (protonation) ของ amine group บนอนุภาคอินทรียวัตถุ

ความสามารถในการดูดซับไอออนประจุบวกหรือไอออนประจุลบของอินทรียวัตถุในดินมีความสำคัญมากในการป้องกันมิให้ธาตุอาหารพืชถูกชะละลายสูญหายไปกับน้ำได้โดยง่าย

3. เป็นตัวกลางในการปรับเปลี่ยนสมดุลทางเคมีของดิน โดยเฉพาะกับความเป็นกรดด่างของดิน ทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในดินสูงขึ้น อินทรียวัตถุจะช่วยต้านทานการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาของดินอย่างรวดเร็ว และจะช่วยรักษาความเป็นกลางของดิน เพราะอินทรียวัตถุในดินมีประจุลบเป็นจำนวนมาก สามารถแลกเปลี่ยนประจุบวกได้สูง จึงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง pH ได้ง่ายนัก

ในการเกษตรทั่วไปมักใช้ปัจจัยการผลิตที่เป็นสารประกอบทางเคมี เช่น ปุ๋ยเคมี สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งหากใช้สารดังกล่าวไม่ถูกวิธีและไม่มีการปรับปรุงบำรุงดิน เช่น การเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดิน จะทำให้ดินสูญเสียศักยภาพการให้ผลผลิต เช่น การเกิดสภาพดินกรด หรือการตกค้างของการเป็นกรดของปุ๋ยเคมี ได้แก่ ผลกระทบการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนที่เปลี่ยนสภาพจากปุ๋ยที่มีอนุมูลกรด เช่น อนุมูลแอมโมเนียม ($NH_4^+$) และอนุมูลซัลเฟต ($SO_4^=$) ซึ่งจะแปรสภาพเป็นกรดตกค้างในดินเมื่อมีการใช้ปุ๋ยเหล่านี้ติดต่อกันเป็นเวลานาน แต่ถ้ามีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี นอกจากจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีแล้ว ก็จะสามารถช่วยลดความรุนแรงของกรดที่เกิดจากผลตกค้างของปุ๋ยเคมีได้อีกด้วย

4. ช่วยลดความรุนแรงของความเค็มในดิน โดยทั่วไปในพื้นที่ดินเค็มจะมีปัญหาในการเจริญเติบโตของพืช ผลผลิตและคุณภาพที่ได้รับต่ำ เนื่องจากดินเค็มมีปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้มากจนเป็นอันตรายต่อพืช โดยเฉพาะได้รับพิษจากธาตุที่เป็นส่วนประกอบของเกลือที่ละลายออกมา เช่น ธาตุโซเดียมและคลอไรด์ นอกจากนี้ธาตุโซเดียมที่มีปริมาณมากจะมีผลทำให้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โครงสร้างของดินไม่ดี อนุภาคของดินฟุ้งกระจาย และมีลักษณะดินแน่นในเวลาต่อมา รากพืชจะชอนไชไปหาอาหารได้ยาก และความเค็มยังมีผลทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารอื่นๆ เช่น โบรอน สังกะสี

อินทรียวัตถุสามารถยับยั้งการดูดธาตุโซเดียมของรากพืชจากดินที่มีความเข้มข้นของเกลือโซเดียมค่อนข้างสูง ทำให้ความเค็มของดินรอบๆรากพืชลดลง แต่วิธีการนี้จะต้องใช้อินทรียวัตถุปริมาณมากเมื่อเทียบกับความเข้มข้นของเกลือแกงในสารละลายดิน อินทรียวัตถุจึงช่วยต้านทานการแพร่กระจายของดินเค็ม โดยลดการระเหยของเกลือจากชั้นใต้ดินบนพื้นที่เพาะปลูกที่อยู่บนแหล่งหินเกลือ ซึ่งเป็นผลจากการเพิ่มช่องว่างขนาดใหญ่ของดิน ดินเค็มที่ได้รับอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินดีขึ้น รวมทั้งปริมาณน้ำในดินมีมากขึ้น และปริมาณโซเดียมถูกดูดซับอยู่บริเวณพื้นที่ผิวอินทรียวัตถุ ทำให้ลดระดับความเค็มลง พืชจึงสามารถเจริญเติบโตได้

5. ลดความเป็นพิษของธาตุบางชนิด เช่น เหล็ก อะลูมินัม และแมงกานีส ซึ่งมีอยู่มากในดินบางชนิด

6. เพิ่มความเป็นประโยชน์ของสารเคมีกำจัดวัชพืชบางชนิด เช่น อาทราซีน โดยทำให้ฤทธิ์ของสารเคมีอาทราซีนถูกทำลายโดยขบวนการต่างๆบริเวณผิวดินช้าลง ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชจึงสูงขึ้น

**อิทธิพลของอินทรียวัตถุที่มีผลต่อสมบัติทางชีวภาพของดิน**

1. เป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ในดิน และเนื่องจากการแปรสภาพของธาตุอาหารพืชในดินส่วนใหญ่เป็นผลจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นจุลินทรีย์ที่ต้องการใช้พลังงานและธาตุอาหารจากการสลายตัวของสารอินทรีย์ รวมทั้งการเปลี่ยนรูปของสารอนินทรีย์ในดินจากรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ในกรณีของสารอินทรีย์ที่ผสมคลุกเคล้าในดินจะถูกย่อยสลายโดยเอนไซม์ของจุลินทรีย์ ซึ่งผลที่ได้จากการย่อยสลายคือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กรดอินทรีย์ต่างๆ สารประกอบที่เป็นเมือก (slimy material) ธาตุอาหารต่างๆ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น เมื่อรวมกับน้ำในดินจะเกิดกรดคาร์บอนิก ทั้งกรดคาร์บอนิกและกรดอินทรีย์จะช่วยละลายธาตุอาหารพืชบางชนิดในดินให้เป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น เช่น ฟอสฟอรัส แคลเซียม เหล็ก และแมงกานีส เป็นต้น

การเพิ่มอินทรียวัตถุให้อยู่กับดินในรูปของปุ๋ยและวัสดุอินทรีย์ ซึ่งเป็นแหล่งอาหารและพลังงานของจุลินทรีย์ดิน และสัตว์ชนิดอื่นๆในดิน มีผลทำให้ขบวนการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินเกิดขึ้นและเป็นไปอย่างต่อเนื่อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. ช่วยควบคุมโรคพืชบางชนิดในดิน เนื่องจากอินทรียวัตถุที่ใส่ลงไปในดินในรูปของปุ๋ยหมักจะมีผลช่วยเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ลงไปในดิน และเชื้อจุลินทรีย์ในดินที่เพิ่มขึ้นเหล่านี้จะมีบทบาทสำคัญต่อการควบคุมปริมาณและกิจกรรมของเชื้อรา ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคพืชที่อาศัยอยู่ในดิน เช่น จุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในดินจะสามารถลดความรุนแรงของเชื้อ *Macrophomina phaseolina* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรค Charcoal rot และเชื้อ *Rhizoctonia solani* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคเน่าคอดินในถั่วเหลือง ดังนั้นแนวทางการใช้ปุ๋ยอินทรีย์นับเป็นวิธีการหนึ่งที่จะควบคุมปริมาณเชื้อราที่เป็นสาเหตุโรคพืช เช่น *Aspergillus flavas* โดยวิธีชีวภาพ ซึ่งอินทรียวัตถุเป็นแหล่งช่วยเพิ่มธาตุอาหารโดยเฉพาะธาตุคาร์บอนทำให้จุลินทรีย์มีประสิทธิภาพในการเพิ่มจำนวนและกิจกรรมให้สูงขึ้น ก่อให้เกิดกระบวนการแข่งขัน และมีผลต่อการให้เกิดสารระเหยอินทรีย์ต่างๆบางชนิด ซึ่งมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อโรคพืช เช่น การเจริญของสปอร์และสร้างสารพิษต่อเชื้อรา

ดังนั้น ในปัจจุบันจึงมีการควบคุมกำจัดศัตรูพืชโดยวิธีทางชีวภาพ คือ ใช้จุลินทรีย์ที่สามารถควบคุมหรือกำจัดจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคพืชได้ เช่น สารปฏิชีวนะที่ขับออกมาจากเชื้อจุลินทรีย์บางชนิด เช่น เชื้อรา *Trichoderma viride* สามารถเข้าทำลายผนังเซลล์ของสปอร์และเส้นใยของ *Helminthosporium sativum ซึ่งเป็นสาเหตุโรคใบไหม้ของข้าวสาลี* หรือเชื้อแอคติโนมัยซีส*Streptomyces sp.* บางชนิดสามารถสร้างสารปฏิชีวนะทำลายเชื้อรา *Collectotrichum sp.* อันเป็นสาเหตุโรคแอนแทรคโนสของพริก นอกจากนี้ปุ๋ยหมักยังมีผลส่งเสริมการทำลายผนังเซลล์เส้นใยของเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคพืชเศรษฐกิจบางชนิด เนื่องจากการปลดปล่อยเอนไซม์บางชนิด เช่น chitinase และ laminarinase ของ *Bacillus subtilis* เพิ่มสูงขึ้น

3. ช่วยในการแปรรูปธาตุอาหารพืชในดินให้มีประโยชน์มากขึ้น เมื่อจุลินทรีย์ในดินได้รับธาตุอาหารเพิ่มขึ้นก็จะดำเนินกิจกรรมต่างๆ ดังนี้ คือ

1). กระบวนการ nitrification เป็นการแปรสภาพของสารอนินทรีย์ โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์บางชนิดในดิน เช่น การเปลี่ยนรูปอนุมูลแอมโมเนียม ซึ่งเป็นรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ยาก ให้อยู่ในรูปของไนไตรต์และไนเตรต ซึ่งพืชนำไปใช้ได้ง่าย โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ nitrifying bacteria เช่น *Nitrosomonas sp.* และ *Nitrobacter sp.*

2). กระบวนการทำลายสารอนินทรีย์ โดยจุลินทรีย์บางชนิดจะผลิตกรดละลายธาตุอาหารในดินให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ได้แก่ กรด lactic, citric, succinic และ glycolic ซึ่งสามารถละลายหินฟอสเฟตให้อยู่ในสภาพที่ละลายน้ำได้ จุลินทรีย์พวกนี้ได้แก่ *Pseudomonas sp., Arthrobacter sp., Flavobacterium sp., Bacillus sp., Micrococcus sp., Streptomyces sp., Penicillium sp.*และ *Sclerotium sp.*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3). กระบวนการตรึงไนโตรเจนในอากาศ จุลินทรีย์ดินบางชนิดมีความสามารถพิเศษในการตรึงก๊าซไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เนื่องจากก๊าซไนโตรเจนที่มีอยู่ในบรรยากาศประมาณ 78 เปอร์เซ็นต์ พืชไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้โดยตรง จุลินทรีย์ที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้มีทั้งประเภทที่พึ่งพาอาศัยกับสิ่งมีชีวิตอื่น เช่น แบคทีเรียพวก *Rhizobium sp., Azospirillum sp., Beijerinkia sp., Clostridium sp., Bacillus sp.* บางชนิด รวมทั้งพวกสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (blue – green algae) ก็สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้

**อิทธิพลของอินทรียวัตถุที่มีผลต่อพืชและธาตุอาหารพืช**

อินทรียวัตถุมีบทบาททั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช สำหรับบทบาททางตรงคือ การที่พืชสามารถดูดใช้สารอินทรีย์ต่างๆที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำซึ่งเป็นสารประกอบของอินทรียวัตถุ โดยจะมีผลต่อกระบวนการเมตาบอลิสมต่างๆของพืช ได้แก่ การดูดใช้สารฟีนอลิก (phenolic compounds) ซึ่งได้จากการสลายตัวของลิกนิน หรือการสังเคราะห์ของกิจกรรมจุลินทรีย์นั้น เป็นสิ่งสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตพืช นอกจากนั้นสารฟีนอลิกยังช่วยให้พืชทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น สภาพที่อุณหภูมิต่ำหรือฝนทิ้งช่วง

ผลของอินทรียวัตถุต่อการเจริญเติบโตของพืชและธาตุอาหารพืชในดิน อาจกล่าวได้ดังนี้

1. พืชสามารถดูดใช้ไนโตรเจนได้มากขึ้น

2. การดูดใช้ประจุของธาตุอาหารและปริมาณประจุของธาตุอาหารพืช ได้แก่ ธาตุโพแทสเซียม แมกนีเซียม และทองแดง สารฮิวมัสสามารถกระตุ้นและยับยั้งการดูดใช้ธาตุอาหารของพืช ซึ่งขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสาร น้ำหนักโมเลกุล และ functional groups ในสารฮิวมัส โดยเฉพาะอย่างยิ่งสัดส่วนของ carboxyl และ phenolic OH group ซึ่งมีผลในระยะต้นกล้ามากกว่าระยะอื่นของการพัฒนาและการเจริญเติบโตของพืช

3. สามารถเพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์ ทำให้ป้องกันการเกิดคลอโรซิสที่เกิดในพืชได้ อันเป็นผลเนื่องมาจากการที่รากถูกกระตุ้นให้ดูดซับธาตุเหล็ก แล้วเคลื่อนที่ไปยังส่วนของใบ

4. มีผลต่อการลำเลียงแร่ธาตุอาหารในเซลล์ของพืช โดยพบว่าสามารถส่งเสริมการพัฒนาของระบบท่อลำเลียง (vascular system)ในมะเขือเทศ และใน sugar beet ทำให้ธาตุอาหารพืชเคลื่อนย้ายได้มากขึ้น โดยที่ parenchyma ตอบสนองได้ดีกว่า collenchyma และ sclerenchyma เนื่องจากมีผลต่อเซลล์ที่มีการเจริญเติบโตแต่ไม่มีผลต่อการสร้างเนื้อเยื่อใหม่ของพืชที่ได้รับบาดแผล

5. สามารถกระตุ้นการพัฒนาของรากพืช มีรายงานจากต่างประเทศที่บอกถึงการขยายตัวของรากถั่วเพิ่มขึ้นเป็น 3 เท่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6. สามารถรวมตัวกับโลหะที่ละลายน้ำได้ บางชนิดทำให้โลหะที่เป็นธาตุอาหารพืชสามารถเคลื่อนตัวเข้าไปในพืชได้ง่ายขึ้น

7. กรดอินทรีย์หรือกรดคาร์บอนิกที่เกิดขึ้นจากคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งได้จากการย่อยสลายยังสามารถช่วยละลายสารประกอบของธาตุอาหารบางชนิดให้เป็นประโยชน์ต่อพืชได้

**ผลในทางลบที่เกิดจากการใช้อินทรียวัตถุ**

การเพิ่มอินทรียวัตถุลงไปในดินไม่ใช่มีแต่ประโยชน์เสมอไป แต่ในบางครั้งอาจก่อให้เกิดผลทางลบต่อการเจริญเติบโตของพืชและจุลินทรีย์ ได้แก่

1.การกีดกันการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งเป็นผลมาจากการสะสมของสารประกอบอินทรีย์ในระหว่างการสลายตัวของพืชชั้นสูง เช่น paraasorbic acid ที่พบในผลของเบอร์รี่บางชนิด หรือกรดอินทรีย์ต่างๆที่เกิดในสภาพที่ขาดออกซิเจนของดิน เช่น acetic, oxalic, formic, lactic และกรดอื่นๆ

2.การกีดกันการเจริญเติบโตของพืชโดยลดการสังเคราะห์แสง การสังเคราะห์กรดอินทรีย์ การสร้างโครโมโซม การทำหน้าที่ของเอนไซม์ การสร้างสารเกิดสี การงอกของเมล็ด และการเจริญเติบโตของราก เป็นผลจากการสร้างสารปฏิชีวนะที่เกิดจากการสังเคราะห์ขึ้นมาโดยจุลินทรีย์ดินที่เจริญเติบโตได้จากอินทรียวัตถุภายในดิน สารปฏิชีวนะที่พบว่าเป็นพิษกับพืช ได้แก่ alternaric acid, glutinosin และ mycophenolic acid แต่สารปฏิชีวนะที่เป็นประโยชน์กับพืชโดยทำหน้าที่ควบคุมโรคพืชได้แก่ streptomycin, cycloheximide, griseofulvin, polymyxin และ tetracyclines เป็นต้น

3. การเกิดและสะสมโรคพืช เนื่องจากอินทรียวัตถุที่ใช้ส่วนใหญ่ได้มาจากเศษซากพืชเป็นหลัก ซึ่งอาจมีเชื้อโรคแอบแฝงหรือซ่อนเร้นมาด้วยทำให้เกิดการระบาดขึ้นในพืชที่มีการใช้อินทรียวัตถุเหล่านี้ อย่างไรก็ดีอินทรียวัตถุเป็นปัจจัยสำคัญมากในการกำหนดระดับความรุนแรงของการระบาดของโรคพืชได้ เพราะโรคพืชหลายชนิดซึ่งเกิดจากเชื้อรา แบคทีเรีย แอคติโดนมัยซิส ไวรัส และไส้เดือนฝอย ซึ่งแหล่งของพลังงานสำหรับจุลินทรีย์เหล่านี้คืออินทรียวัตถุในดิน และถ้าอินทรียวัตถุมีความเหมาะสมกับจุลินทรีย์ก็จะเพิ่มความรุนแรงของโรค แต่ถ้าอินทรียวัตถุเป็นอาหารโดยตรงแก่พืช จะทำให้เกิดความแข็งแรงต้านทานโรคพืชขึ้นในพืช หรืออินทรียวัตถุอาจกระตุ้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดอื่นที่เป็นปรปักษ์กับจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ทำให้ความรุนแรงของโรคลดลง หรืออินทรียวัตถุอาจกระตุ้นให้จุลินทรีย์บางชนิดสร้างสารปฏิชีวนะซึ่งมาควบคุมการระบาดของโรคได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อย่างไรก็ดีถ้าหากมีการใช้อินทรียวัตถุในดินอย่างถูกต้องเหมาะสมแล้วย่อมเกิดผลดีมากกว่าผลเสีย

Morari *et al*. (2008) พบว่า ผลของระบบการเพาะปลูกต่อคุณภาพดินขึ้นอยู่กับชนิดของดินและดูเหมือนว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์มีอิทธิพลมากกว่าการหมุนเวียนชนิดพืช โดยทั่วไปการใช้ปุ๋ย

อินทรีย์มีผลเพิ่มความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ แม้ว่าการใช้มูลวัวในการทดลองไม่มีผลต่อความเข้มข้นของแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ แต่มีรายงานว่า การใช้มูลวัวอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 15 ปี มีการสะสมโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อย่างมีนัยสำคัญบริเวณผิวดิน ขณะที่แมกนีเซียมเพิ่มขึ้นในดินที่ระดับลึกลงไป อัตราส่วนระหว่างแมกนีเซียมต่อโพแทสเซียมถูกโน้มน้าวโดยสมดุลและพฤติกรรมปรปักษ์ของทั้งสองธาตุ ส่วนการใส่อินทรียวัตถุและปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารหลัก ไม่มีผลต่อปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Hao and Chang, 2003 อ้างโดย Morari *et al.* 2008) การใช้มูลวัวมีปริมาณโซเดียมที่ละลายน้ำได้ต่ำที่สุดในบริเวณใกล้ผิวดินและเพิ่มขึ้นตามระดับความลึก

Clark *et al*. (2007) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของดินเหนียวโซดิกที่ใส่สารอินทรีย์เป็นสารปรับสภาพดิน พบว่า แหล่งของคาร์บอนที่ละลายได้มีความสำคัญต่อกิจกรรมชีวภาพ โดยการเปลี่ยนแปลงของแอมโมเนียมในดินขึ้นกับชนิดของสารปรับสภาพ ส่วนการเปลี่ยนแปลงของไนเตรตมีอิทธิพลจากชนิดของสารปรับสภาพน้อยกว่าแอมโมเนียม การใส่มูลไก่มีผลเพิ่ม pH ดินอย่างมีนัยสำคัญตลอดระยะเวลาทดลอง และค่า EC มีอิทธิพลอย่างชัดเจนโดยชนิดของสารปรับสภาพ การที่ดินมีค่า EC สูงจะยับยั้งกระบวนการหายใจ ซึ่งแสดงถึงผลเสียหายต่อกิจกรรมจุลินทรีย์ดิน ส่วนค่า CEC เพิ่มขึ้นเนื่องจากการเพิ่มแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และการเพิ่มแคลเซียมและโพแทสเซียมร่วมกัน และการลดของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ นำไปสู่การลดลงของค่า ESP รวมทั้งพบว่า ปริมาณแคลเซียมและโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สัมพันธ์กับปริมาณแคลเซียมและโพแทสเซียมในวัสดุปรับสภาพดิน และปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ยังสัมพันธ์กับอินทรีย์คาร์บอนที่ละลายได้ในวัสดุปรับปรุงดินด้วย ESP สัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณแคลเซียมแคทไอออนทั้งหมด และแอนไอออนทั้งหมด CEC สัมพันธ์กับ pH และไนโตรเจนทั้งหมดในดิน ส่วนปริมาณแคลเซียม และแคทไอออนทั้งหมดในวัสดุปรับสภาพดินรวมทั้งไนโตรเจนทั้งหมดในดินสัมพันธ์เชิงบวกกับ pH ไนโตรเจนทั้งหมดและแคทไอออนทั้งหมดในวัสดุปรับสภาพดิน แต่มีผลเชิงลบต่ออัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนของวัสดุปรับสภาพดิน

**มวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดิน**

มวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินแสดงบทบาทสำคัญในการหมุนเวียนธาตุอาหาร เช่น N P และ S และกระบวนการ mineralization ของสารอินทรีย์คาร์บอน (Nunan, 1998)

มวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดิน ถือเป็นอินทรียวัตถุที่มีปริมาณน้อย แต่มีบทบาทสำคัญในดินและเป็นแหล่งสะสมธาตุอาหารพืชที่สำคัญ โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส (Joergensen and Ladd, 1981 ; Marumoto *et al.*, 1982 อ้างโดย Gunapala and Scow, 1998) และยังเป็นดัชนีที่อ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงต่างๆที่เกิดขึ้นในดินที่เป็นผลจากการจัดการในการเพาะปลูกหรือการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เปลี่ยนแปลงด้านนิเวศวิทยาของดิน มวลและกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินผันแปรโดยตรงกับปริมาณและคุณภาพของคาร์บอนและธาตุอาหารอื่นที่เป็นประโยชน์ซึ่งมีอยู่ในซากพืช ปุ๋ยอินทรีย์และสารอินทรีย์ที่ปลดปล่อยจากซากพืช นอกจากนี้ยังผันแปรตามปัจจัยอื่นๆ ความชื้นในดินและอุณหภูมิ (Campbell and Biederbeck, 1976 อ้างโดย Gunapala and Scow, 1998)

มวลชีวภาพจุลินทรีย์ถือเป็นอินทรียวัตถุที่มีชีวิต ซึ่งสามารถเพิ่มปริมาณขึ้นได้จากการย่อยสลายสารอินทรีย์เพื่อนำสารอาหารมาสร้างเป็นเนื้อเยื่อจุลินทรีย์ (ปัทมา, 2547 อ้างโดยพจนีย์, 2551) และนำพลังงานที่ได้จากอินทรีย์คาร์บอนมาใช้ในการเกิดกิจกรรม ดังนั้นมวลชีวภาพจึงเป็นการวัดปริมาณธาตุอาหารในเนื้อเยื่อจุลินทรีย์ เช่น คาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสหรือซัลเฟอร์ เป็นต้น แต่เนื่องจากอินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบหลักของมวลชีวภาพจุลินทรีย์ จึงนิยมวัดมวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอนและมวลชีวภาพจุลินทรีย์ไนโตรเจน จุลินทรีย์ดินเป็นสิ่งมีชีวิตในดินที่มีวงจรชีวิตสั้น เมื่อจุลินทรีย์ตายจะสามารถเพิ่มปริมาณไนโตรเจน โดยการที่เนื้อเยื่อจุลินทรีย์ถูกย่อยสลายและมีการปลดปล่อยไนโตรเจนในระบบดินได้ (N remineralization) จึงถือได้ว่ามวลชีวภาพจุลินทรีย์เป็นอินทรียวัตถุส่วนที่เปลี่ยนแปลงง่ายและสามารถทำให้เกิดการหมุนเวียนธาตุอาหารภายในระบบดินได้ พจนีย์ (2551) การศึกษาของ กระบวนการ immobilization ของจุลินทรีย์และการหมุนเวียนสารตั้งต้น Louisa *et al*. (2006) พบว่า กระบวนการ immobilization ของสารตั้งต้นไนโตรเจนที่ใส่ลงไปโดยมวลชีวภาพจุลินทรีย์ดินภายใต้สภาวะคงที่ภายใต้ห้องปฏิบัติการขึ้นอยู่กับการมีไนโตรเจน ขณะที่ในแปลงทดลองมีความแปรปรวนของอุณหภูมิและความชื้นซึ่งมีอิทธิพลอย่างมากต่อกระบวนการ immobilization ของสารตั้งต้น ระยะเวลาการหมุนเวียนผ่านมวลชีวภาพจุลินทรีย์ดินขึ้นอยู่กับสารตั้งต้นและอุณหภูมิ โดยระยะเวลาการหมุนเวียนไนโตรเจนที่สั้นที่สุดพบหลังการใส่ไนเตรตซึ่งเป็นสารตั้งต้นที่เป็นประโยชน์ได้เร็ว และไนโตรเจนที่พืชดูดใช้ได้มาจากมวลชีวภาพจุลินทรีย์ดินโดยตรง รวมทั้งการหมุนเวียนไนโตรเจนที่เร็วกว่าในพื้นที่ที่ให้ผลผลิตสูงนำไปสู่การจัดหาธาตุอาหารที่ดีกว่าซึ่งสอดคล้องกับการให้ผลผลิตทางการเกษตรสูง

มวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอน เกิดจากกระบวนการชีวสังเคราะห์ที่เกิดขึ้นควบคู่กับการเกิดกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ซึ่งส่วนใหญ่สารอาหารที่ทำให้มวลชีวภาพคาร์บอนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วได้แก่ คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายได้ง่าย เช่น น้ำตาล และมวลชีวภาพคาร์บอนมีแนวโน้มที่จะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับไนโตรเจนในสารอินทรีย์และอนินทรีย์ไนโตรเจนในดินนา (นิตยา, 2545 อ้างโดยพจนีย์, 2551) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการเพิ่มประชากรจุลินทรีย์ขึ้นกับความเป็นประโยชน์ได้ของไนโตรเจนในดิน ดังนั้นสารอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนสูงและสามารถปลดปล่อยไนโตรเจนสู่ดินได้มาก จึงส่งผลให้เกิดการสร้างมวลชีวภาพจุลินทรีย์ได้มาก นอกจากคาร์บอนและไนโตรเจนซึ่งเป็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ธาตุอาหารที่จุลินทรีย์ต้องการมากแล้ว ยังมีธาตุอาหารอื่นๆที่จุลินทรีย์ต้องการในปริมาณและสัดส่วนที่เหมาะสม เช่น ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม เหล็ก และซัลเฟอร์ เป็นต้น (จักรกฤษณ์, 2533 อ้างโดยพจนีย์, 2551)

มวลชีวภาพไนโตรเจน เกิดจากกระบวนการชีวสังเคราะห์ ซึ่งใช้อนินทรีย์ไนโตรเจนสังเคราะห์เป็นกรดอะมิโนหรือโปรตีนของเซลล์จุลินทรีย์ (Coyne, 1999 อ้างโดยพจนีย์, 2551) ดังนั้นถ้าดินมีอินทรีย์ไนโตรเจนมาก จุลินทรีย์จะสามารถเข้าย่อยและเปลี่ยนรูปให้เป็นอนินทรีย์ไนโตรเจนและเกิดอินทรีย์ไนโตรเจนในรูปมวลชีวภาพไนโตรเจนได้ ซึ่งนิตยา (2545) (อ้างโดยพจนีย์ ,2551) พบว่าในระบบดินนา มวลชีวภาพไนโตรเจนมีแนวโน้มที่จะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับไนโตรเจนในสารอินทรีย์และอนินทรีย์ไนโตรเจนที่ปลดปล่อยออกมา

**3.สารปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร**

สารปรับปรุงดิน หมายถึง สารใดๆก็ตามทั้งที่ได้จากธรรมชาติหรือจากการสังเคราะห์ที่ใส่ลงไปในดินเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของดิน แล้วทำให้คุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และชีวภาพของดินเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช สารปรับปรุงดินบางชนิดอาจมีธาตุอาหารพืชเป็นองค์ประกอบอยู่บ้าง ดังนั้นการใช้สารปรับปรุงดินอาจมีผลพลอยได้จากปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในรูปสารปรับปรุงดิน แต่วัตถุประสงค์ไม่ใช่เพื่อเป็นธาตุอาหารพืช สารปรับปรุงดินสามารถแบ่งออกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ได้เป็นสารปรับปรุงดินทางเคมี สารปรับปรุงดินทางการภาพ และสารอุ้มน้ำ ปัจจุบันสารปรับปรุงดินมีการผลิต ใช้ และจำหน่ายอย่างแพร่หลายในท้องตลาดท่ามกลางความสับสนของเกษตรกรซึ่งไม่แน่ใจว่าสารดังกล่าวมีคุณสมบัติดังที่กล่าวอ้างหรือไม่ และเกษตรกรต้องเป็นผู้พิสูจน์และตรวจสอบสารเหล่านี้เอง เนื่องจากข้อมูลทางวิชาการจากแหล่งวิชาการต่างๆก็ยังคลุมเครือและไม่มีนักวิชาการจากแหล่งวิชาการใดๆออกมาให้ข้อมูลทางวิชาการที่ถูกต้องเกี่ยวกับสารปรับปรุงดินเหล่านี้ ทำให้การจำหน่ายและการขยายตัวของสารกลุ่มนี้เป็นไปอย่างรวดเร็วและเสรี เนื่องจากในปัจจุบันยังไม่มีกฎหมายควบคุมเกี่ยวกับสารปรับปรุงดินโดยเฉพาะ (กรมวิชาการเกษตร, 2542)

สืบเนื่องจากปัจจุบันมีสารปรับปรุงดินวางจำหน่ายในท้องตลาดมากมายหลายชนิดและมีแนวโน้มจะเพิ่มมากขึ้นดังกล่าวมาแล้ว เกษตรกรส่วนใหญ่ซื้อมาใช้โดยไม่ทราบถึงส่วนประกอบที่แท้จริงและสารที่ออกฤทธิ์ ส่วนใหญ่บอกเพียงคุณสมบัติที่ดีซึ่งไม่สามารถพิสูจน์ได้ หากมีการทดลองในทางวิชาการแล้ว จะสามารถพิสูจน์คุณสมบัติว่าดีจริงดังกล่าวอ้างหรือไม่ สามารถเพิ่มผลผลิตได้อย่างคุ้มค่าการลงทุนทั้งในระยะสั้นและระยะยาว สิ่งสำคัญของสารปรับปรุงดิน คือส่วนประกอบหรือสารออกฤทธิ์ โดยสารปรับปรุงดินที่มีขายอยู่ตามท้องตลาดปัจจุบันนี้ ส่วนใหญ่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไม่ได้แสดงถึงส่วนประกอบหรือสารออกฤทธิ์ที่สำคัญ รวมทั้งปริมาณของสารนั้นๆ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ผลิตจะต้องแสดงให้ชัดเจนถึงปริมาณสารออกฤทธิ์ที่มีอยู่ และพิสูจน์ได้ด้วยการวิเคราะห์ การยืนยันผลทางวิชาการเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำสารปรับปรุงดินแต่ละชนิดมาทำการศึกษาวิจัย และทดสอบแสดงถึงคุณสมบัติในการปรับปรุงดินที่สามารถเพิ่มผลผลิตพืชได้จริงหรือไม่อย่างไร (สมเกียรติ, 2543)

Ozturk *et al.* (2005) ศึกษาผลของการใช้สาร Terralyt Plus (TP) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากประเทศเยอรมันนี มีองค์ประกอบเป็น จุลินทรีย์พวกซูโดโมแนส ,บาซิลัสและไนโตรโซโมแนส และมีองค์ประกอบที่เป็นสารละลายน้ำตาลและโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ถูกทำให้เป็นกลางโดยใช้ อะซิติกแอซิด วัสดุเหล่านี้เมื่อนำมาใช้ปรับปรุงดิน จุลินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบจะผลิตเอนไซม์ออกมา โดยใช้ที่มีความเข้มข้นต่างๆในดิน 3 ชนิดพบว่า สาร TP มีผลทำให้ปริมาณ stable aggregate ในดิน ร่วนเหนียวเพิ่มขึ้นและมีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ซึ่ง ทำให้กิจกรรมของเอนไซม์ catalese enzymes activity (CEA) ปริมาณ $CO_2$ ที่เกิดจากการหายใจของจุลินทรีย์ (Soil evolution, SE) และปริมาณประชากรทั้งหมดของแบคทีเรียประเภท aerobe (total aerobic bacteria population, TABP)เพิ่มขึ้น โดยผลของการใส่ TP จะเด่นชัดในดินร่วนเหนียวและร่วนเหนียวปนทราย ส่วนในดินร่วนปนทรายมีผลน้อยกว่า

Criquet and Braud (2008) ศึกษาสารปรับสภาพดินต่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส โดยใช้กากปฏิกูล กากปฏิกูลร่วมกับกรรมวิธีทางกายภาพและเคมีซึ่งใช้เฟอริคลอไรด์เพื่อกำจัดวัสดุแขวนลอยและเคมีอื่นๆ เช่น ออโธฟอสเฟตไอออน และปุ๋ยหมักจากกากปฏิกูล เป็นแหล่งฟอสฟอรัสสามารถเพิ่มความเข้มข้นฟอสฟอรัสได้อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนผลของกิจกรรมฟอสฟาเตสและประชากรแบคทีเรียผันแปรตามระยะเวลาการบ่มดิน

จากรายงานเกี่ยวกับผลของการใช้สารปรับปรุงดินที่มี Ferrous ferric chloride (FFC ace) เป็นองค์ประกอบในแปลงเกษตรกรในประเทศญี่ปุ่น Kunoh (2006) พบว่า ผลิตภัณฑ์ดังกล่าว เมื่อใส่ลงในดินอัตรา 120 กิโลกรัมต่อ 10 a (1 a = 100 ตร.ม.) มีผลต่อพืชหลายชนิด เช่น ในแปลงถั่วเหลืองสามารถเพิ่มผลผลิตจาก 180 กิโลกรัมต่อ a เป็น 220 กิโลกรัมต่อ a และมีผลพลอยได้คือ เกิดการเจริญเติบโตของเห็ดที่สามารถกินได้ภายในแปลง โดยสามารถเก็บเกี่ยวเห็ดได้ปริมาณถึง 100 กิโลกรัมต่อวัน ในการปลูกกะหล่ำสามารถเร่งการเจริญของราก ในการปลูกสตรอเบอรี่มีผลเร่งการเจริญทางใบ ในการปลูกพืชตระกูลถั่ว เช่น snow-pea ทำให้เจริญเติบโตได้ดีแม้ในสภาวะเครียดจากการขาดน้ำ ในการปลูกบล็อคโคลี่และผักกาดหัว จะทำให้มีคุณภาพหัวที่สามารถขายได้ดีกว่า โดยในการปลูกผักกาดหัว มีผลเร่งการเจริญของใบในระยะแรกและการเจริญของหัว และจากเอกสารแนะนำผลิตภัณฑ์นี้ อ้างว่าเมื่อใช้สารปรับปรุงดิน จะสามารถเปลี่ยนแปลงดินซึ่งมีคุณสมบัติทางเคมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เป็นอันตรายให้อุดมไปด้วยสิ่งมีชีวิตซึ่งมีประโยชน์ในการส่งเสริมการเจริญของพืช โดยปรับปรุงความสมดุลของจุลินทรีย์ดิน ซึ่งมีผลต่อการเจริญของพืชทั้งทางตรงและทางอ้อม อย่างไรก็ตามไม่ปรากฏว่ามีรายงานเกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต รายละเอียดด้านองค์ประกอบ และปัจจัยที่มีประสิทธิภาพของสารปรับปรุงดินชนิดนี้ มีเพียงผลการทดลองในแปลงของเกษตรกรในประเทศญี่ปุ่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved