บทที่ 2

ผลงานวิจัย และงานเขียนอื่น ๆ ที่เกี่ยงข้อง

เกษตรอินทรีย์

เกษตรอินทรีย์คือ ระบบการผลิตที่คำนึงถึงสภาพแวดล้อมรักษาสมดุลของธรรมชาติและความหลากหลายทางชีวภาพโดยมีระบบการจัดการระบบนิเวศที่คล้ายคลึงกับธรรมชาติและหลีกเลี่ยงการใช้สารสังเคราะห์ไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยเคมี สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และฮอร์โมนต่าง ๆ ตลอดจนไม่ใช้พืชหรือสัตว์ที่เกิดจากการตัดต่อทางพันธุกรรมที่อาจเกิดมลพิษในสภาพแวดล้อม เน้นการใช้อินทรียวัตถุ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยชีวภาพในการปรับปรุงบำรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ เพื่อให้ต้นพืชมีความแข็งแรงสามารถต้านทานโรค และแมลงด้วยตนเอง รวมถึงการนำเอาภูมิปัญญาชาวบ้านมาใช้ประโยชน์ด้วย ผลผลิตที่ได้จะปลอดภัยจากสารพิษตกค้างทำให้ปลอดภัยทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคตลอดจนไม่ทำให้สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรมอีกด้วย (http://www.doae.go.th/24 มีนาคม 2552)

ข้าว

1. การเจริญเติบโตของข้าว

การเจริญเติบโตและการพัฒนาของต้นข้าว แบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ

1.1 **การเจริญ และพัฒนาทางลำต้น** (vegetative growth and development) การเจริญเติบโตและพัฒนาทางลำต้นจะเริ่มตั้งแต่การงอกของเมล็ดจากคัพภะ จนถึงระยะการให้กำเนิดช่อดอกหรือรวงอ่อน

1.1.1 **ระยะต้นกล้า** (seeding stage) คือ ระยะตั้งแต่ต้นข้าวเริ่มงอกจนถึงต้นข้าวอายุประมาณ 30 วัน ในระยะนี้เมื่อต้นข้าวเริ่มงอกก็จะมีรากแรกเกิด (seminal root or radicle) แทงออกมาเป็นรากชุดแรก และต่อมาภายหลังก็จะมีรากชุดที่ 2 ที่เรียกว่า รากแขนง (lateral root) แตกออกมาจากข้อใต้ระดับดินของต้นข้าว เพื่อทดแทนรากชุดที่ 1 ที่จะสลายตัวไปในเวลาต่อมา ต้นข้าวในระยะกล้านี้จะพัฒนาใบขึ้นมาจนถึงใบที่ 5 ในระยะแรกของต้นกล้าจะมี

การใช้สารอาหารจากส่วนแป้ง (endosperm) ของเมล็ด ต่อมาเมื่อสารอาหารจากเมล็ดหมดต้นกล้าจะหันไปดูดธาตุอาหารจากดินมาใช้ในการเจริญเติบโต

1.1.2 **ระยะแตกกอ** (tillering stage) หมายถึง ระยะที่ต้นข้าวเริ่มมีการแตกหน่อใหม่หน่อแรก (primary tiller) ออกมาจากตาข้างลำต้นที่อยู่ในซอกใบของใบที่สองของต้นหลัก (main culm) ที่นำไปปักดำ จนถึงระยะการแตกกอสูงสุด (maximum tillering stage) ของต้นข้าว โดยปกติหน่อแรกของต้นข้าวจะแตกออกมาภายหลังการปักดำประมาณ 10 วัน หรือเมื่อต้นข้าวที่นำไปปักดำเริ่มมีใบที่ 5 และต้นข้าวจะแตกกอสูงสุดเมื่อเริ่มให้กำเนิดช่อดอกหรือรวงอ่อน

1.2 **การเจริญเติบโต และพัฒนาทางการสืบพันธุ์** (reproductive growth and development) การเจริญเติบโตและพัฒนาการที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ของต้นข้าว จะเริ่มตั้งแต่ระยะให้กำเนิดช่อดอกหรือรวงอ่อน จนถึงระยะข้าวออกดอก (flowering stage) ซึ่งใช้เวลาประมาณ 30 วัน

1.2.1 **ระยะกำเนิดช่อดอกหรือระยะสร้างรวงอ่อน** (panicle intiation stage) หมายถึง ระยะเวลาที่ต้นข้าวมีลักษณะลำต้นกลมอย่างเห็นได้ชัด และที่ปลายสุดของลำต้นข้าวจะมีปุ่มของปุยขนขนาดเล็ก (1-2 มิลลิลิตร) เกิดขึ้น การให้กำเนิดช่อดอกหรือรวงอ่อนนี้ โดยปกติจะอยู่ในช่วงระยะประมาณ 30 วัน ก่อนข้าวออกรวง

1.2.2 **ระยะตั้งท้อง** (booting stage) หมายถึง ระยะเวลาที่ต้นข้าวมีการพัฒนาจากการถือกำเนิดช่อดอกไปเป็นรวงอ่อนภายใต้กาบใบธงที่ห่อหุ้มไว้ และต้นข้าวในระยะนี้จะมีการยืดปล้องอย่างเห็นได้ชัด พร้อมกับการนูนโปนขึ้นของกาบใบธง ระยะตั้งท้องนี้จะอยู่ในช่วงเวลา 5-6 วันก่อนการออกรวง

1.2.3 **ระยะออกรวง** (heading stage) หมายถึง ระยะที่ช่อดอกหรือรวงข้าวโผล่พ้นออกมาจากกาบใบธงซึ่งจะเกิดขึ้นในระยะเวลาประมาณ 30 วันก่อนการเก็บเกี่ยวข้าว ในระยะนี้ต้นข้าวจะมีการยืดปล้องรองสุดท้ายจากปลายสุดของลำต้นอย่างสมบูรณ์ก่อน หลังจากนั้นปล้องสุดท้ายก็จะมีการยืดตัวอย่างรวดเร็วเพื่อดันให้รวงข้าวโผล่พ้นออกมาจากกาบใบธง

1.2.4 **ระยะดอกบาน** (flowering or anthesis stage) หมายถึง ระยะเวลาการปิดและเปิดของดอกข้าว ซึ่งโดยปกติจะใช้เวลาประมาณ 1-2.5 ชั่วโมง ในระยะนี้ก่อนที่กลีบดอกใหญ่และกลีบดอกเล็ก (lemma and palea) จะเปิดอ้าออก อับเรณู (anther) จากภายในดอกจะแตกและละอองเรณูจะหลุดจากอับเรณู (pollen sac) ไปตกบนยอดเกสรตัวเมีย และงอกเข้าไปผสมกับไข่ ทำให้เกิดการผสมตัวเองภายในดอกเดียวกันขึ้นเป็นส่วนใหญ่ และเมื่อกลีบดอกทั้งสอง

อ้าออก ก้านเกสรตัวผู้ (filament) ก็จะยืดตัวออกให้อับเรณูโผล่พ้นออกมาจากกลีบดอก จึงทำให้ละอองเรณูบางส่วนฟุ้งกระจายไปตกลงบนยอดเกสรตัวเมียของดอกอื่นก่อให้เกิดการผสมข้าม (cross pollination) ได้บ้างไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ ในธรรมชาติ การออกดอกและการผสมพันธุ์ของข้าวโดยปกติจะเกิดขึ้นในช่วงเวลา 1-3 วัน หลังการออกรวงโดยดอกที่อยู่ส่วนปลายรวงจะเปิดปิดก่อน รวงข้าวแต่ละรวงจะออกดอกครบสมบูรณ์ทุกดอกภายใน 7-10 วัน โดยทั่วไปข้าวในเขตร้อนจะเริ่มออกดอกในเวลาประมาณ 13.00 น. การผสมพันธุ์มักจะเกิดขึ้นภายในเวลาประมาณ 5 ชั่วโมงหลังการออกดอกของข้าว จากการศึกษาพบว่าละอองเรณูสามารถมีชีวิตอยู่ได้นานประมาณ 5 นาที หลังหลุดออกจากอับเรณู และยอดเกสรตัวเมียสามารถรอรับการตกของละอองเรณูได้นานประมาณ 3-7 วัน นอกจากนั้นยอดเกสรตัวเมียยังสามารถทนต่ออุณหภูมิสูงได้ดีกว่าละอองเรณูอีกด้วย เช่น เมื่อนำดอกข้าวไปแช่ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส นานประมาณ 7 นาที ก็จะทำให้ละอองเรณูตายได้ในขณะที่ยอดเกสรตัวเมียยังคงมีชีวิตอยู่เพื่อรอการผสมพันธุ์

1.3 **การเจริญเติบโตและพัฒนาของเมล็ด** (seed growth and development) ได้แก่ ระยะเวลาตั้งแต่ข้าวออกดอก และมีการผสมพันธุ์จนถึงช่วงเมล็ดสุกแก่เต็มที่พร้อมจะเก็บเกี่ยวได้ ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้เวลาประมาณ 30 วัน ในช่วงนี้เมล็ดจะเริ่มมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น สีเปลือกของเมล็ดก็จะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีฟางข้าวหรือน้ำตาล และในขณะเดียวกันใบข้าวก็จะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองแห้งไป น้ำหนักเมล็ดที่เพิ่มมากขึ้นนั้นเป็นเพราะได้มีการลำเลียงอาหารแป้งและน้ำตาลที่สะสมอยู่ในลำต้นและกาบใบมายังเมล็ดโดยตรง

ก่อนที่เมล็ดจะมีการสุกแก่เต็มที่นั้น ได้มีขั้นตอนการพัฒนามาเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะน้ำนม (milky stage) ซึ่งจะเกิดขึ้นหลังการออกดอกประมาณ 8-13 วัน เมล็ดในระยะแรกจะมีแป้งใสเหลว (watery) และต่อมาจะเพิ่มความข้นมากขึ้น เมื่อผ่านระยะน้ำนมไปแล้ว ก็จะมาถึงระยะที่เป็นเนื้อเมล็ด (dough stage) ในช่วงเวลาประมาณ 14-25 วันหลังการออกดอก ในช่วงนี้น้ำในแป้งของเมล็ดจะค่อยๆ ระเหยไป ทำให้เมล็ดประกอบด้วยเนื้อแป้งเป็นส่วนใหญ่แต่ยังไม่แข็งตัวเต็มที่ หลังจากนั้นในระยะต่อมาเมล็ดก็จะมีการพัฒนามาเป็นระยะเมล็ดสุกแก่ (maturity stage) ในช่วงเวลา 25-35 วันหลังข้าวออกดอก เมล็ดในระยะนี้จะมีความแข็งใสและมีเนื้อแกร่งพร้อมที่จะทำการเก็บเกี่ยวได้ ในการพัฒนาของเมล็ดจนเป็นเมล็ดที่สุกแก่เต็มที่นั้น จะใช้เวลารวดเร็วขึ้นในพื้นที่ปลูกข้าวเขตร้อน เมื่อเปรียบเทียบกับในพื้นที่ปลูกข้าวเขตหนาวซึ่งจะใช้เวลายาวนานกว่า ตัวอย่างเช่น ในประเทศไทยจะสามารถเก็บเกี่ยวข้าวได้ภายในเวลาประมาณ 30 วัน แต่การปลูกข้าวในเขตหนาวของประเทศญี่ปุ่นอาจต้องใช้เวลาถึง 60 วันหลังการออกดอกของข้าว (บุญหงส์ จงคิด, 2547, น. 78-91)

2. ลักษณะการแพร่กระจายของปริมาณธาตุอาหารในต้นข้าว

ธาตุอาหารที่ข้าวดึงดูดขึ้นมาต่อน้ำหนักแห้งทั้งหมดของข้าว ที่ระยะการเจริญเติบโตตั้งแต่ปักดำจนถึงเก็บเกี่ยว

1. **ไนโตรเจน** ในระยะแรกหลังจากปักดำและข้าวตั้งตัวได้แล้ว ไนโตรเจนในต้นข้าวจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะระหว่าง 2 อาทิตย์แรกหลังจากปักดำ ข้าวต้องการไนโตรเจนเป็นปริมาณมากในช่วงระยะที่มีการแตกกอ จนถึงระยะที่ข้าวออกรวง ไนโตรเจนที่ข้าวดึงดูดเข้าไปในระยะแรกของการสร้างรวงจะช่วยเพิ่มจำนวนดอกต่อรวงให้สูงขึ้น อย่างไรก็ตามในระยะที่ข้าวสุกแก่ข้าวก็ต้องการไนโตรเจน (Yoshida, 1981, p. 269)

2. **ฟอสฟอรัส** ฟอสฟอรัสเป็นตัวให้และส่งพลังงานสำหรับกระบวนการทางชีวเคมีในข้าว (De data, 1981, p. 618) ฟอสฟอรัสมีความจำเป็นต่อข้าวมากในระยะแรกๆ ของการเจริญเติบโต เนื่องจากข้าวต้องการฟอสฟอรัสสำหรับการสร้างรากและการแตกกอ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดที่ข้าวต้องการนั้นน้อยกว่ามากเมื่อเปรียบเทียบกับไนโตรเจน ดังนั้นอาการขาดฟอสฟอรัสในข้าวจึงปรากฏให้เห็นได้ในระยะแรกของการเจริญเติบโต (Yoshida, 1981, p. 269)

สรสิทธิ์ วัชโรทยาน (2535, น.104) รายงานว่าในดินนาทั่วไปมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำประมาณ 7 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนดินนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีในระดับต่ำมากคือประมาณ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร

ไลวรรณ อังคีรส (2542, น. 89) ได้รายงานผลการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินทั่วประเทศตั้งแต่ปี 2533 - 37 พบว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออกและภาคใต้มีฟอสฟอรัสอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ 41.8, 51.1 และ 42.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนภาคเหนือและภาคกลางมีฟอสฟอรัสอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก 36.5 และ 32.9 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงต้องให้ฟอสฟอรัสเพียงพอกับความต้องการของข้าวและเป้าหมายการผลิต หากดินไม่มีปัญหาเรื่องการยึดฟอสฟอรัสที่มักเกิดในดินกรด หากตั้งเป้าหมายการผลิตไว้ที่ 800 - 1,120 กิโลกรัมต่อไร่ ต้องใส่ 5.5 - 11.0 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเทียบเท่ากับปุ๋ยเคมีสูตร 16 - 20 - 0 อัตรา 63 - 126 กิโลกรัมต่อไร่ หรือสูตร 16 – 16 - 8 อัตรา 79 - 158 กิโลกรัมต่อไร่ หากมีปัญหาดินเป็นกรดโดยใส่ปูนมารล์ด้วยจึงจะใช้ปุ๋ยได้ผล

ปุ๋ยอินทรีย์

1. ปุ๋ยพืชสด

Becker et al., (1990, pp. 1109-1119) Dreyfus and Dommergues (1981, pp. 313-317) พบว่าโสนอัฟริกัน (*Sesbania rostrata*) เป็นพืชในเขตร้อนชื้นโดยฝักของพืชเก็บน้ำจากดินได้มีต้นกำเนิดในหุบเขาเซเนกัล สร้างปมที่สามารถตรึงไนโตรเจนด้วยไรโซเบียม (*Azorhizobium caulinodans*) ทั้งในรากและลำต้น เนื่องจากลำต้นมีปมจำนวนมาก ซึ่งพืชชนิดนี้มีจำนวนปมมากกว่าพืชที่มีปมชนิดอื่น 5–10 เท่า นอกจากนี้ ลำต้นที่มีลักษณะเป็นปมยังทำให้มีโอกาสในการตรึงไนโตรเจนในสภาพน้ำท่วมขังได้ (Ladha et al., 1989, pp. 191-197) และ (Dreyfus & Dommergues, 1981, pp. 313-317) และปรากฏว่าสามารถตอบสนองในการกักเก็บน้ำในฝักได้โดยสามารถตรึงไนโตรเจนได้ทั้งจากในดินและในบรรยากาศ (Moudiongui & Rinaudo, 1987, pp. 235-242) ลักษณะเหล่านี้ทำให้คาดหวังว่าจะเป็นพืชปุ๋ยสดอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับข้าวในที่ลุ่มโสนอัฟริกัน (*S. rostrata*) จะให้น้ำหนักสด 25-30 ตัน/เฮกแตร์ หลังจากปลูกได้ 45 วัน และน้ำหนักแห้ง 7.0 ตัน/เฮกแตร์ หลังจากปลูกได้ 60 วัน (Kalidurai & Kannaiyan, 1991, pp. 141-146) การประเมินค่า 50 วันของพืชปุ๋ยสดในฤดูที่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าโสนอัฟริกัน (*S. rostrata*) จะสะสมไนโตรเจนมากถึง 4.8 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุ 50 วัน (Vacchani & Murty, 1964) ในอินเดีย โสนอัฟริกัน (*S. rostrata*) 36 สายพันธุ์ ใช้ปลูกร่วมในฤดูกาลการปลูกข้าว (ตุลาคม–กุมภาพันธ์) แสดงค่าเฉลี่ย 63 กิโลกรัมไนโตรเจน/เฮกแตร์ หลังจากปลูก 30-45 วัน (Ghai et al., 1988, pp. 22-25) ปัจจุบัน *Aescheynomene spp*. และโสนอัฟริกัน (*S. rostrata*) เจริญเติบโตตามธรรมชาติภายใต้สภาวะแห้งแล้งหรือน้ำขัง การพัฒนาปมทั้งในรากและลำต้น และน้ำหนักสดประมาณ 25 ตัน/เฮกแตร์ หลังจาก 45 วัน ในแปลงข้าว (Dreyfus & Dommergues, 1981, pp. 313-317) โดยโสนอัฟริกัน (*S. rostrata*) สามารถตรึงไนโตรเจนได้ถึง 270 กิโลกรัมไนโตรเจน ใน 50 วัน (Manguiat et al., 1987, p. 325) คล้ายกับผลการรายงานของ (Rinaudo et al., 1983, pp. 111-113) แสดงให้เห็นว่าการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 60 กิโลกรัมไนโตรเจน/เฮกแตร์ จะเพิ่มผลผลิตข้าว 1.69 ตัน/เฮกแตร์ ในขณะที่เมื่อเรานำโสนอัฟริกัน (*S. rostrata*) และพืชปุ๋ยสดมาผสมเข้าด้วยกันจะทำให้เมล็ดข้าวเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตมากขึ้นเป็น 3.72 ตัน/เฮกแตร์ ซึ่งไนโตรเจนที่ถูกตรึงโดยโสนอัฟริกัน (*S. rostrata*) สามารถให้ไนโตรเจนได้อย่างน้อยที่สุด 267 กิโลกรัมไนโตรเจน/เฮกแตร์ โดย 1 ใน 3 จะถูกเคลื่อนย้ายไปยังพืช และ 2 ใน 3 จะถูกเคลื่อนย้ายไปยังดิน

ยุทธชัย อนุรักติพันธุ์, สมศรี อรุณินท์, ชัยนาม ดิสถาพร, และดวงใจ นานา ,อ้างถึงใน สมศรี อรุณินท์ (2540, น. 178-182) การปลูกพืชตระกูลถั่วจะช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของผลผลิตได้ ในปัจจุบันมีการใช้มากเพราะมีคุณสมบัติหลายประการ เช่น ปลูกง่าย โตเร็ว ลำต้นมีใบมาก เมล็ดพันธุ์หาง่ายและราคาถูก เมื่อสับกลบลงดินแล้วเน่าเปื่อยสลายตัวเร็ว โสนอัฟริกัน (*S. rostrata*) เป็นพืชตะกูลถั่วชนิดหนึ่งที่นิยมใช้ เพราะมีรากและลำต้นที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศ โดยจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในปม (nodule) ของรากและลำต้น จะช่วยเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดินเป็นอย่างดี เป็นพืชวันสั้น สามารถตรึงไนโตรเจนในปริมาณมาก โดยหลังจากสับกลบลงไปในดิน ไนโตรเจนในรูปอินทรีย์ไนโตรเจนจะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปแอมโมเนียไนโตรเจน โดยกระบวนการมิเนอไรเซชั่น การปลดปล่อยไนโตรเจนจะค่อยๆ เพิ่มขึ้น และมีช่วงที่เป็นรูปที่มีประโยชน์กว้างประมาณ 5-35 วันหลังการสับกลบ แม้สภาพน้ำท่วมขังก็ยังมีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนสูง

ยุทธชัย อนุรักติพันธุ์, พรรณี หงส์น้อย และสมศรี อรุณินท์ (2540, น. 178) ได้ใช้โสนอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสดในนาข้าวบนพื้นที่ดินเค็มน้อยถึงปานกลาง พบว่าผลผลิตของข้าวหอมมะลิ 105 ที่ปลูกในแปลงนาให้ผลิตเพิ่มขึ้น

สมศรี อรุณินท์, นายมานพ ตัณฑะเตมีย์, นายยุทธชัย อนุรักติพันธุ์, นายไพรัช พงษ์วิเชียร (2537, น. 2) การศึกษาหาอายุสับกลบโสนอัฟริกัน และ *Aeschynomene afraspera* ที่เหมาะสม โดยปลูกพืชปุ๋ยสดทั้งสองชนิด แล้วสับกลบที่อายุ 30, 45, 60, 75 และ 90 วัน เพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสดให้ข้าว เปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยยูเรีย และแปลงควบคุมโดยใช้แผนการทดลอง 2x5 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCB) โดยขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัย ทำ 3 ซ้ำ จากการทดลองพบว่าพืชปุ๋ยสดทั้ง 2 ชนิด คือ โสนอัฟริกัน และ *A. afraspera* มีการเติบโตให้มวลชีวภาพ และ ปริมาณไนโตรเจนสะสมเพิ่มมากขึ้นเมื่ออายุมากขึ้น มีปริมาณความเข้มข้นไนโตรเจนอยู่ในระดับสูงคือ ร้อยละ 2.326 และ 2.275 และมีค่าสัดส่วน C/N อยู่ในระดับต่ำ คือ 13.7 และ12.7 ตามลำดับ โดยที่โสนอัฟริกันให้ปริมาณมวลชีวภาพและไนโตรเจนที่สะสมได้สูงกว่า *A. afraspera* หลังการสับกลบเป็นปุ๋ยพืชสดให้ข้าวพบว่า ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปุ๋ยพืชสดอายุมากขึ้น ไม่พบความแตกต่างระหว่างการใช้พืชปุ๋ยสด 2 ชนิด การใช้ปุ๋ยพืชสดให้ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยยูเรีย อย่างไรก็ตามผลผลิตข้าวแปรตามปริมาณ และการกระจายของฝนด้วย การปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนของปุ๋ยพืชสดทั้งสองชนิดมีรูปแบบที่คล้ายคลึงกันทุกระดับอายุการสับกลบอยู่ในช่วง 2 - 28 วัน แต่ปริมาณการปลดปล่อยผันแปรตามมวลชีวภาพและการสะสมธาตุไนโตรเจนของพืชปุ๋ยสด โดยโสนอัฟริกันอายุสับกลบ 90 วันเพิ่มปริมาณ NH_4^+-N ของดินใน

ระบบเปิด ระบบปิดและห้องปฏิบัติการเคมีสูงที่สุดคือ 28.7, 66.7 และ 29.0 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อกิโลกรัมดินที่เวลา 14, 14 และ 3 วันหลังการสับกลบตามลำ ดับ ในขณะที่ *A. afraspera* อายุสับกลบ 75 วันเพิ่มปริมาณ NH_4^+-Nของดินสูงที่สุดในทุกระบบที่ทำ การทดลองเช่นเดียวกันคือ 22.8, 37.1 และ 29.0 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อกิโลกกรัมดิน ที่เวลา 28, 14 และ 3 วันหลังการสับกลบตามลำดับ

พจนพงษ์ แถมเปลี่ยน (2535, น.96-102) ศึกษาอิทธิพลของโสนอัฟริกัน และ *A. afrspera* ต่อธาตุอาหารไนโตรเจนและผลผลิตข้าวในพื้นที่ดินเค็ม จังหวัดร้อยเอ็ด ชุดดินร้อยเอ็ด โดยการสับกลบโสนอัฟริกัน และ *A. afrspera* ที่มีอายุต่างๆ กัน พบว่าการใช้ปุ๋ยพืชสดทั้งสองชนิดทุกอายุการสับกลบเพิ่มผลผลิตข้าวเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ปุ๋ยไนโตรเจนแก่ข้าว ซึ่งให้ผลผลิต 223.2 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนผลผลิตข้าวที่มีการใส่ปุ๋ยโสนอัฟริกันแก่ข้าวนั้นให้ผลผลิต 402.7 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วน *A. afrspera* ให้ผลผลิตข้าว 353.9 กิโลกรัมต่อไร่

ประเทือง ตรีเพชร (2545, น.1) ศึกษาสมบัติทางเคมีของพืชตระกูลถั่วที่นิยมปลูกเพื่อไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารหลัก คือ ธาตุไนโตรเจน ธาตุฟอสฟอรัส นอกจากนี้ยังวิเคราะห์หาปริมาณของอินทรีย์คาร์บอน (OC) และอัตราส่วน C/N ข้อมูลผลวิเคราะห์สรุปได้ดังนี้ (ตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1
สมบัติทางเคมีของพืชตระกูลถั่วที่นิยมปลูก

พืชตระกูลถั่ว	ปริมาณไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (OC) (เปอร์เซ็นต์)	C/N ratio
โสนชนิดต่างๆ	0.99 - 3.90	0.09 -0.67	22.43 - 48.66	8 - 35
ถั่วพร้า	1.39 - 4.33	0.12 - 0.46	35.95 - 47.39	9 - 34
ถั่วพุ่มชนิดต่าง ๆ	1.14 - 4.01	0.09 - 0.75	29.65 - 46.28	8 - 34

ที่มา: ประเทือง ตรีเพชร (2545, น.1)

ตารางที่ 2.2

อายุการตัดสับของพืชปุ๋ยสดแต่ละชนิด

ชนิดของพืช พืชปุ๋ยสด	อัตราเมล็ดที่ใช้ (กิโลกรัมต่อไร่)	อายุการตัดสับ (วัน)	น้ำหนักสด (ตันต่อไร่)	ไนโตรเจน (กิโลกรัมต่อไร่)
โสนอัฟริกัน	5	45 - 60	1.9 -2.7	24.8 -31.0
ถั่วพุ่ม	8 -10	30 - 45	1.0 -4.0	14.0 -18.0
ถั่วพร้า	8 -10	65 - 80	4.0 -5.0	11.79

ที่มา: http://saraburi.doae.go.th/nongkhae/index8.html, 26 สิงหาคม 2551

พืชปุ๋ยสดเป็นแหล่งปุ๋ยไนโตรเจนที่สำคัญแหล่งหนึ่งในการผลิตข้าวอินทรีย์ พืชที่ใช้ปลูกเป็นพืชปุ๋ยสดที่ดีที่สุดนั้นคือ พืชตระกูลถั่ว เช่น ถั่วเขียว ถั่วพุ่ม ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ปอเทือง และโสนชนิดต่างๆ เป็นต้น เพราะพืชตระกูลถั่วสามารถดึงธาตุไนโตรเจนจากอากาศมาใช้ เมื่อพืชเน่าเปื่อยไนโตรเจนที่สะสมอยู่ในพืชตระกูลถั่วจะถูกปลดปล่อยออกมาในรูปของแอมโมเนียมที่ข้าวสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (นิตยา รื่นสุข และคณะ, 2540, น. 355-364) นอกจากนี้ซากพืชปุ๋ยสดที่ไถกลบลงดิน ยังช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินให้ดีขึ้น (องอาจ วีระโสภณ และคณะ 2539, น. 166-181)

2. ปุ๋ยคอก

ปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ในปุ๋ยหมัก จะมีความแปรปรวนมาก แต่ถ้าคิดจากค่าเฉลี่ยแล้ว ปุ๋ยคอก หรือปุ๋ยหมัก 20 ตัน/ไร่ จะให้ธาตุอาหารไนโตรเจน 78 กิโลกรัม ฟอสฟอรัส 17 กิโลกรัม และโปแตสเซียม 116 กิโลกรัม พืชไม่สามารถจะใช้ปริมาณธาตุอาหารทั้งหมดนี้ใน 1 ฤดูกาล ดังนั้นจะมีธาตุอาหารสะสมอยู่ในดินสำหรับพืชที่ปลูกในฤดูถัดมา การทดลองระยะยาวที่สถานีทดลองเกษตรที่ญี่ปุ่นเป็นเวลา 6 ปี ได้มีการคำนวณปริมาณธาตุอาหารที่ข้าวดูดดึงขึ้นไปต่อ 1 ฤดูปลูก และพบว่าการดึงดูด N P K จะเพิ่มขึ้นเมื่อใส่ปุ๋ยคอกลงไป ข้าวจะดึงดูดปริมาณโปแตสเซียมสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส (ทัศนีย์ อัตตะนันทน์, 2531, น. 210) และข้าวจะสามารถดึงดูดไนโตรเจนประมาณ 25-30 เปอร์เซ็นต์ จากปุ๋ยคอก และปุ๋ยหมักใน 1 ฤดูกาล

ผลที่ตามมาคือ การใช้ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ติดต่อกันระยะยาวก็จะทำให้ไนโตรเจน และธาตุอาหารอื่นสะสมอยู่ในดิน และพืชสามารถจะใช้ได้ในฤดูถัดไป (ดังตารางที่ 2.3)

ตารางที่ 2.3
ปริมาณาตุอาหารในอินทรียวัตถุ

ชนิด	ปริมาณไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์)
มูลวัว	1.10	0.40
มูลกระบือ	0.97	0.60

ที่มา: http://www.ocsb.go.th/cholburi/soil%20improvement.htm/24 มีนาคม 2552

สารปรับปรุงบำรุงดิน (พด. 4)

สารปรับปรุงบำรุงดินเพื่อการเกษตร เป็นสารที่ได้จากธรรมชาติที่นำมาใช้เพื่อปรับปรุงสมบัติของดิน แล้วทำให้สภาพทางเคมี กายภาพ และชีวภาพ ของดินเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช อาจมีธาตุอาหารพืชปนอยู่ในสารนั้น ซึ่งวัตถุประสงค์ในการใช้สารปรับปรุงบำรุงดิน คือช่วยปรับปรุง และฟื้นฟู สภาพพื้นที่ของเกษตรกรที่มีปัญหา และจะเป็นสารที่จับกับปุ๋ยเคมี ทำให้มีประสิทธิภาพของการนำเอาธาตุอาหารพืชไปใช้ได้นานยิ่งขึ้น และลดการใช้ปุ๋ยเคมีลงประมาณครึ่งหนึ่ง ซึ่งเป็นการลดต้นทุนในการผลิตให้กับเกษตรกร สารปรับปรุงบำรุงดิน พด.4 มีลักษณะเป็นผงละเอียด สีเทาดำ

1. องค์ประกอบของสารปรับปรุงบำรุงดิน (พด.4)

1.1 ยิปซัม (gypsum) หรือฟอสโฟยิมซั่ม (phosphogypsum) ยิปซัมเป็นสารปรับปรุงบำรุงดินที่แนะนำให้ใช้แก้ปัญหาดินเค็ม โดยเฉพาะดินเค็มโซดิกซึ่งดินเค็มที่มีโซเดียมอยู่มากจนเกิดเป็นพิษต่อพืชและดินชนิดนี้จะมีปฏิกิริยาเป็นด่างทำให้พืชอาจขาดธาตุอาหารเสริมบางชนิดได้ ยิปซัมเป็นแร่ที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติมีแคลเซียมซัลเฟตเป็นองค์ประกอบหลักไม่ต่ำกว่า 96 เปอร์เซ็นต์ เกิดจากการตกตะกอนของแคลเซียมซัลเฟตซึ่งละลายอยู่ในน้ำทะเลและยังเป็นผลพลอยได้จากโรงงานผลิตปุ๋ยเคมีฟอสเฟต นอกจากนี้ยังช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพบาง

ประการของดินให้ดีขึ้น เช่น ทำให้ดินมีปัญหาจับกันเป็นแผ่นแข็งที่ผิวดินน้อยลง ดินมีการแทรกซึมน้ำดีขึ้น มีการไหลบ่าของน้ำน้อยลง และเกิดการสูญเสียน้อยลง

1.2 **โดโลไมท์ หรือ หินโดโลไมท์** (แคลเซียมคาร์บอเนต และแมกนีเซี่ยมคาร์บอเนต) โดโลไมท์ประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต 54 เปอร์เซ็นต์ และแมกนีเซียมคาร์บอเนต 46 เปอร์เซ็นต์ มีสูตรทางเคมีว่า $CaMg(CO_3)_2$ หรือ $CaCO_3.MgCO_3$ ในทางการเกษตรใช้เป็นสารลดความเป็นกรดของดิน และเพิ่มแมกนีเซียมซึ่งเป็นธาตุรองให้กับดินด้วย

1.3 **ผงถ่านกัมมันต์ (activated carbon)** เช่น ถ่านกะลามะพร้าว ขี้เถ้าแกลบ จัดเป็นสารดูดซับ (adsorbent) ที่นิยมใช้ในการดูดซับสารพิษ เนื่องจากมีราคาถูก และมีประสิทธิภาพในการดูดซับที่ดี การเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับของผงถ่านกัมมันต์ สามารถทำได้โดยการเคลือบผิวผงถ่านกัมมันต์ด้วยสารอื่น

1.4 **หินฟอสเฟต** หินฟอสเฟตเป็นสินแร่ธรรมชาติที่นำมาใช้เป็นปุ๋ย สินแร่นี้มีแหล่งกำเนิดที่สำคัญหลายแหล่ง คุณภาพของแต่ละแหล่งก็แตกต่างกันไป และยังมีปัจจัยหลายประการที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพและความเป็นประโยชน์ของหินฟอสเฟต หินฟอสเฟตเป็นหินที่มีแคลเซียมฟอสเฟตเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในธรรมชาติโดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศไทยส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของแร่อะพาไทต์ ซึ่งมีอยู่ 5 ชนิด ได้แก่ carbonate apatite ($(Ca_3(PO_4)_2)_3 - CaCO_3$), fluorapatite $(Ca_3(PO_4)_2)_3 - CaF_2$, chloroapatite $(Ca_3(PO_4)_2)_3 - CaCl_2$, hydroxy apatite $(Ca_3(PO_4)_2)_3 - Ca(OH)_2$ และ sulfate apatite $(Ca_3(PO_4)_2)_3 - CaSO_4$ แร่อะพาไทต์นี้จะอยู่ในรูปอสัณฐาน และมีสารอื่นเจือปน จึงมีความแปรปรวนของสีแตกต่างกัน เช่น ขาว เหลือง และดำ

1.5 **ปูนมาร์ล (marl)** และดินสอพอง (marly limes tone) มีลักษณะและองค์ประกอบที่ใกล้เคียงกันคือเป็นตะกอนของแคลเซี่ยมคาร์บอเนตที่ค่อนข้างจะร่วนยังไม่จับตัวเป็นหินแข็ง เกิดเป็นชั้นอยู่ใต้ดิน โดยปูนมาร์ลจะมีแคลเซี่ยมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบประมาณ 35-65 เปอร์เซ็นต์ ที่เหลือเป็นดินเหนียว ส่วนดินสอพองจะมีแคลเซี่ยมคาร์บอเนตประมาณ 80-97 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใส่ลงในดินก็จะทำปฏิกิริยาสะเทินความเป็นกรดของดินทำให้ระดับความเป็นกรด-เบสของดินอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม

1.6 **มอนโมริโลไนท์** เป็นแร่ดินเหนียว เมื่อพบในดินมักจะแสดงคุณสมบัติคล้ายคลึงกับพวกที่เป็นผลึก แต่จะไม่มีความคงตัว และมีลักษณะพิเศษที่มีกำลังดูดซับกับธาตุได้มาก มีค่า CEC สูง แร่ดินเหนียวมีขนาดเล็กมาก สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 พวกใหญ่ๆ ซึ่งมอนโมริโลไนท์ จัดอยู่ในพวก Silicate clays คือแร่ประเภทที่มีอลูมิเนียมและซิลิเกตเป็นตัว

ประกอบที่สำคัญ โดยมี มีการจัดเรียงตัวแบบ 2 : 1 ซึ่งคุณสมบัติของพวกดินเหนียวประเภทนี้ จะขยายตัว และหดตัวได้มากทำให้มีอำนาจในการดูดซับไอออนบวกได้สูง

1.7 **จุลินทรีย์ดิน** กิจกรรมของจุลินทรีย์ดินนับว่ามีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช ทำให้เกิดขบวนการต่างๆ เช่น ขบวนการสลายตัวของอินทรียวัตถุขบวนการแปรสภาพของสารอนินทรีย์ ขบวนการตรึงไนโตรเจน ซึ่งถ้าปราศจากจุลินทรีย์แล้ว ขบวนการดังกล่าวอาจไม่เกิดขึ้นได้

1.8 **เปลือกกุ้ง และเปลือกปู** จัดอยู่ในกลุ่มคาร์โบไฮเดรตประเภทโครงสร้างที่เป็นเส้นใย คล้ายคลึงกับเซลลูโลสจากพืช ไคตินในธรรมชาติมีโครงสร้างของผลึกที่แข็งแรง 3 ลักษณะ ได้แก่ แอลฟ่าไคติน เกิดจากเปลือกกุ้งและเปลือกปู เบต้าไคติน เกิดในแกนหรือกระดองหมึก และแกมม่าไคติน ไคติน-ไคโตซาน มีสมบัติพื้นฐานที่เข้ากับธรรมชาติได้ดี ย่อยสลายง่าย ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งไคติน-ไคโตซาน มีหมู่อะมิโนที่แสดงสมบัติพิเศษหลายประการที่ต่างจากเซลลูโลส เช่น การละลายได้ในกรดอินทรีย์เจือจาง การจับกับอิออนของโลหะได้ดี และการมีฤทธิ์ทางชีวภาพปัจจุบันมีการนำสารไคติน-ไคโตซานมาประยุกต์ใช้จริงทั้งในภาคอุตสาหกรรม ภาคเกษตรกรรม

2. ประโยชน์ของสารปรับปรุงบำรุงดิน (พด.4)

2.1 ปรับปรุงโครงสร้างดินให้เหมาะสำหรับการเพาะปลูกพืชทุกชนิด
2.2 ช่วยดักจับปุ๋ยเคมีที่จะสูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์
2.3 ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของดินดีขึ้น ดินร่วนซุย อากาศถ่ายเทได้ดี
2.4 ยกระดับความเป็นกรด-เบส ของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช
2.5 เพิ่มความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน
2.6 มีจุลินทรีย์ช่วยตรึงไนโตรเจนจากอากาศ และที่เป็นประโยชน์ต่อพืช
2.7 ช่วยลดความเค็มของดิน
2.8 ลดการใช้ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่ง
2.9 ช่วยให้ผืนดินสามารถทำการเกษตรแบบยั่งยืน
2.10 มีธาตุอาหารเสริมครบถ้วน (ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารหลัก)

หินฟอสเฟต

Mathur (1980, pp. 90-94) พบว่าหินฟอสเฟต หรือ Calcium phosphate สามารถเพิ่มอัตราการย่อยสลายของเศษพืชโดยเฉพาะในส่วนของ cellulose และ hemicelluloses และช่วยรักษาปริมาณธาตุอาหารในกองปุ๋ยหมัก และให้ปริมาณธาตุอาหารหลักที่สำคัญเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นหินฟอสเฟต เป็นแหล่งธาตุอาหารของจุลินทรีย์โดยมีผลต่อการเพิ่มปริมาณของ cellulolytic microorganism

Cochrane (1958, p. 524) and Oginsky (1954, p. 404) ศึกษาพบว่าการเติมหินฟอสเฟต 1เปอร์เซ็นต์ ให้ผลดีที่สุดในการเพิ่มอัตราการย่อยสลายเศษพวกฟางข้าว ดังนั้นการใส่หินฟอสเฟตในกองปุ๋ยหมักจะเป็นการเพิ่มคุณภาพปุ๋ยหมักให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น จนกระทั่งค่า C/N ratio ในกองปุ๋ยหมักอยู่ในช่วง 26 ถึง 35 (Logsdon, 1976, pp. 146-165) ซึ่งเป็นระดับที่จะนำปุ๋ยหมักไปใช้ในการเพาะปลูกพืชต่อไป

คณาจารย์ภาคปฐพีวิทยา (2541, น. 235) ได้อธิบายไว้ว่าการใส่หินฟอสเฟตเป็นประโยชน์ได้น้อย หรือไม่ได้เลยถ้าดินเป็นกลาง ฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ง่ายจะทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุต่างๆ ในดินอย่างรวดเร็วเกิดเป็นสารประกอบต่างๆ ในรูปที่ไม่มีสามารถละลายน้ำ พืชน้ำ จึงดูดฟอสเฟตไปใช้ได้น้อยหรือไม่ได้เลยเรียกปฏิกิริยานี้ว่า การตรึงฟอสเฟต (phosphate fixation)

Kim (1998, pp. 40-44) ได้รายงานว่าการตรึงฟอสเฟตจะขึ้นอยู่กับความเป็นกรด-เบส ถ้าค่าความเป็นกรด-เบส มีค่าเป็น 3-4 ฟอสเฟตจะถูกตรึงกับเหล็ก และอะลูมิเนียม ถ้าค่าความเป็นกรด-เบสมีค่ามากกว่า 8 ฟอสเฟตจะถูกตรึงกับแคลเซียม โดยค่าความเป็นกรด-เบส ในระดับนี้ฟอสเฟตจะอยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำ และค่าความเป็นกรด-เบส เท่ากับ 6 ฟอสเฟตจะถูกปลดปล่อยออกมาอยู่ในรูปที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์

ไนโตรเจน

ไนโตรเจนส่วนใหญ่ในดิน จะอยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ และในดินมีปริมาณน้อยมาก (2-5 เปอร์เซ็นต์) จะเปลี่ยนเป็นสารประกอบอนินทรีย์ รูปที่สำคัญที่สุดของอนินทรีย์ไนโตรเจนคือ ไนเตรท (NO_3^-) และแอมโมเนียม (NH_4^+) และมีไนไตรท (NO_2^-) น้อยมาก ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่น (nitrification) และ ดีไนตริฟิเคชั่น (denitrification)

ในดินที่มีการถ่ายเทอากาศดี รูปคงที่ของไนโตรเจนคือ ไนเตรท (NO_3^-) ผลขั้นสุดท้ายของสลายตัวของอินทรียวัตถุก็จะได้ไนเตรท (NO_3^-)

$$O.M. \longrightarrow NH_4^+ \longrightarrow NO_2^- \longrightarrow NO_3^-$$

ส่วนในดินที่ขาดออกซิเจน ปฏิกิริยาจะหยุดที่แอมโมเนีย (NH_4^+) เท่านั้น เพราะจุลินทรีย์ที่จะ oxidized NH_4^+ เป็น NO_3^- (Nitrosamines) จะไม่ทำงานในสภาพที่ขาดออกซิเจน

ในดินที่มีน้ำขัง การเปลี่ยนแปลงของสารประกอบไนโตรเจนจะเกิดขึ้นดังนี้

$$\text{Protein} \longrightarrow \text{amino acid} \longrightarrow \underset{\downarrow O_2}{NH_4^+} \longrightarrow \underset{\downarrow O_2}{NO_2^-} \longrightarrow NO_3^-$$

เนื่องจากการที่มี Oxidized layer และ reduced layer ในดินที่มีน้ำขังเป็นสาเหตุใหญ่ที่ทำให้มีการสูญเสียไนโตรเจนไปเนื่องจากปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่น-ดีไนตริฟิเคชั่น (nitrification-denitrification) (Takamura et al., 1976, pp. 5-14)

1. การสะสมแอมโมเนียม

แอมโมเนียในดินนาที่มีน้ำขังเกิดจากกระบวนการมิเนอไรเซชั่น (mineralization) ของอินทรียวัตถุในดินนั้น ปกติแล้วถ้าดินไม่มีน้ำขัง กระบวนการมิเนอไรเซชั่น (mineralization) ของดินจะดำเนินไปช้าๆ ดังนี้

$$\text{protein} \longrightarrow \text{polypeptides} \longrightarrow \text{amino acids} \longrightarrow \text{ammonia} \longrightarrow \text{nitrite} \longrightarrow \text{nitrate}$$

protein จะเปลี่ยนแปลงเป็น ammonia โดยกระบวนการ mineralization ที่ทำให้เกิดขึ้นได้โดยจุลินทรีย์หลายชนิดเรียกว่า แบคทีเรีย และสาหร่าย ส่วนแอมโมเนียมาถึงการเปลี่ยนรูปไนเตรทนั้นจะเกิดขึ้นได้ก็เนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ ดังนั้นเมื่อดินน้ำขัง กระบวนการ mineralization ของสารประกอบพวกโปรตีนจึงหยุดชงักแค่แอมโมเนีย และมีผลทำให้เกิดการสะสมของแอมโมเนียขึ้น ดังนั้นจะพบว่าเมื่อดินขังน้ำปริมาณของแอมโมเนียที่มีอยู่ในดินจะสูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึงจุดๆ หนึ่ง แล้วก็จะมีแนวโน้มที่คงที่อยู่เช่นนั้นเรื่อยไป อัตราการเกิดขึ้นของแอมโมเนียในสภาพน้ำขัง เมื่อเปรียบเทียบกับในสภาพที่มีอากาศถ่ายเทดีนั้น จะช้ากว่ามาก เพราะในสภาพที่ขังน้ำนี้จุลินทรีย์ส่วนใหญ่ทำหน้าที่ในกระบวนการมิเนอไรเซชั่น (mineralization) จะเป็นพวก anaerobic bacteria เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะดำเนินกิจการดังกล่าวได้ช้ากว่าพวก Fungi

และการเกิดขึ้นของเซลล์ใหม่ก็มีน้อย ดังนั้นจึงต้องการไนโตรเจนน้อยด้วย ในสภาพที่ขังน้ำ แอมโมเนีย จึงถูกปลดปล่อยออกมาได้ทั้งๆ ที่ C/N ratio ของอินทรียวัตถุนั้นกว้างกว่าที่เป็นไปได้ ในสภาพที่มีการถ่ายเทอากาศดีอินทรียวัตถุจะต้องมีไนโตรเจนอยู่ระหว่าง 1.7 - 1.9 เปอร์เซ็นต์ กระบวนการมิเนอไรเซชั่น (mineralization) จึงจะเกิดขึ้นได้ ส่วนในสภาพ anaerobic นั้น อินทรียวัตถุมีไนโตรเจนเพียง 0.45 - 0.50 เปอร์เซ็นต์ กระบวนการมิเนอไรเซชั่น (mineralization) ของไนโตรเจนก็สามารถจะเกิดขึ้นได้ (สรสิทธิ์ วัชโรทยาน และคณะ, 2527, น.737)

ชัยฤกษ์ (2526, น. 152) และสรสิทธิ์ และคณะ (2527, น.737) Nitrogen mineralization เป็นกระบวนการเปลี่ยนรูปของอินทรีย์ไนโตรเจนให้มาอยู่ในรูปของอนินทรีย์ไนโตรเจนคือ แอมโมเนียม (NH_4^+) และ ไนเตรท (NO_3^-) ทำให้พืชดูดไปใช้ประโยชน์ กระบวนการนี้จะเกิดขึ้นได้ดี ถ้าอินทรียวัตถุมีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนระหว่าง 11:1 - 20:1 แต่ถ้าอินทรียวัตถุมีสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนกว้างกว่า 11:1 กระบวนการนี้จะดำเนินไปอย่างช้ามาก

Shibuya (1979, pp. 262-275) ศึกษาพบว่า เมื่อใส่ฟางข้าวซึ่งมีไนโตรเจนสูงกว่า 0.6 เปอร์เซ็นต์ ลงไปในดินที่มีน้ำขัง ผลผลิตของข้าวจะเพิ่มขึ้น แต่ในกรณีที่ใส่ฟางข้าวที่มีปริมาณไนโตรเจนต่ำกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ จะได้ผลผลิตลดลง ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการใส่วัสดุที่มี C:N ratio กว้าง เช่นฟางข้าวและวัชพืชต่างๆ แทนที่จะเพิ่มไนโตรเจนกลับทำให้พืชขาดไนโตรเจนได้ โดยเฉพาะในดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำ ถึงแม้ว่าจุลินทรีย์ต้องการไนโตรเจนในกระบวนการย่อยสลายตัวน้อยก็ตาม ในทางตรงข้ามการใส่ปุ๋ยพืชสด *Sesbania r.* จะปลดปล่อยไนโตรเจนส่วนใหญ่ให้กับดินภายใน 2-3 สัปดาห์ หลังการไถกลบลงไปในดิน

Shibuya (1979, pp. 262-275) ความเข้มข้นของแอมโมเนีย 2 สัปดาห์หลังจากขังน้ำในดินร่วนปนทรายแป้ง (pH 7.9, O.C. ร้อยละ 4 , CEC 17.5 cmol/kg^{-1}) จะมีค่าเท่ากับ 170 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียล เปรียบเทียบกับที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียล ปริมาณแอมโมเนียจะมีค่าเพียง 90 มิลลิกรัมต่อลิตร เท่านั้น ปริมาณแอมโมเนียที่เกิดขึ้นนี้ส่วนใหญ่จะอยู่ในสารละลายดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งดินทราย ดังนั้นแอมโมเนียก็อาจจะสูญเสียไปได้โดยการชะล้างได้ และยังพบว่า ดินทรายที่ใส่อินทรียวัตถุสูง จะมีปริมาณแอมโมเนียสะสมในสารละลายดินสูงถึง 70 มิลลิกรัมต่อลิตร ใน 75 วัน ส่วนดินที่ค่าคามเป็นกรด-เบสเป็นกลาง และมีอินทรียวัตถุต่ำจะมีปริมาณแอมโมเนียในสารละลายดิน เพียง 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ในช่วงเวลาเดียวกันของการขังน้ำ

สมศักดิ์ วังใน (2528, น.64) ได้กล่าวว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันมากที่สุด คือค่าความเป็นกรด-เบส และเสนอว่าค่าความเป็นกรด-เบส ต่ำกว่า 6 การเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันจะลดลง เพราะจะพบจุลินทรีย์ไนโตรโซโมเนส และไนโตรแบคเตอร์อยู่จำนวนน้อย และจะลดลงอย่างเห็นได้ชัดที่ความเป็นกรด-เบส ต่ำกว่า 5 แต่ถ้าความเป็นกรด-เบสสูงกว่า 9.5 จุลินทรีย์พวกไนโตรแบคเตอร์จะหยุดชะงักการเจริญเติบโต ทำให้การเปลี่ยนสภาพจากไนไตรท์เป็นไนเตรท หยุดชะงัก แต่การเปลี่ยนสภาพจากแอมโมเนียเป็นไนไตรท์ ยังคงเกิดขึ้นได้ทำให้เกิดการสะสมพิษไนไตรท์ที่เป็นพิษต่อพืช และสัตว์ และค่าความเป็นกรด-เบส ที่เหมาะสม 6.5 - 7.8

Painter (1970, pp. 20-52) ได้รายงานว่าค่าความเหมาะสมของความเป็นกรด-เบสต่อการทำงานของจุลินทรีย์ไนโตรโซโมเนส และไนโตรแบคเตอร์ว่าอยู่ระหว่าง 7.5 - 8.5 และอุณหภูมิที่เหมาะสมมี 28-36 องศาเซลเซียส การศึกษาของ Reddy and Patrick (1984, pp. 274-309) อุณหภูมิที่เหมาะต่อการเกิดไนตริฟิเคชัน ที่เหมาะสมมีพิสัย 25-35 องศาเซลเซียล และการเกิดปฏิกิริยาจะไม่เกิดเลยหรือเกิดช้ามาก ถ้าไม่มีออกซิเจน ซึ่งตรงกับรายงานของ (Alan, 1993, p. 613) ที่กล่าวว่าการเปลี่ยนแปลงแอมโมเนีย เป็นไนไตรท์ และไนเตรทจะเกิดในสภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอ และการเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียเป็นไนไตรทจะใช้เวลา 3 - 4 สัปดาห์

Jing (1988, p. 101) กล่าวว่าไนเตรทจะถูกลดออกซิเจน (reduction) ได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียล และค่าความเป็นกรด-เบส อยู่ระหว่าง 7.0 - 8.2

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต (2538, น. 94) กล่าวว่าไนโตรเจนเข้าสู่แหล่งน้ำทางอากาศ และจากนั้นก็จะถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของสารประกอบโดยสิ่งมีชีวิต ความสามารถในการละลายของก๊าซไนโตรเจนจะละลายน้ำได้มากหรือน้อยนั้น มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ และความดัน ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น ก๊าซไนโตรเจนละลายน้ำได้น้อย แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำลงก๊าซไนโตรเจนละลายน้ำได้มากขึ้น สำหรับความดัน ถ้าความดันมากขึ้น ก๊าซไนโตรเจนละลายน้ำได้มากขึ้น และเมื่อความดันลดลงก๊าซไนโตรเจนก็จะละลายน้ำได้น้อยลง ในน้ำถ้ามีกรด-เบสสูงแอมโมเนียม (NH_4^+) จะเปลี่ยนเป็นแอมโมเนีย (NH_3) ที่อยู่ในรูปก๊าซระเหยออกไปจากแหล่งน้ำได้ ตามการศึกษาของ Reddy and Patrick (1984, pp. 274-309) กล่าวว่าความเป็นกรด-เบสที่มีพิสัย 8.5-10.0 แอมโมเนียจะเปลี่ยนเป็นก๊าซแอมโมเนียเร็วขึ้น

Allan (1995, p.112) กล่าวว่าการศึกษาธาตุอาหารในแหล่งน้ำจาการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ส่วนใหญ่พบไนเตรทที่ระบายออกมาจากการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบเกษตรกรรม ซึ่งอาจจะเกิดจากการใช้ปุ๋ย

2. การสูญเสียไนเตรท

ในสภาพที่ดินขังน้ำ ไนเตรทส่วนใหญ่จะถูกดีไนติฟิเคชั่น (denitrified) ให้เป็น N_2O และN_2 โดยอัตราการเกิดดีไนติฟิเคชั่น (denitrification) ของไนเตรท (NO_3^-) ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ความเป็นกรด-เบส ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Bremmer & Shaw, 1958, pp. 22-39)

ดีไนตริฟิเคชั่น (Denitrification) จะไม่เกิดขึ้นหากในดินไม่มีอินทรียวัตถุที่จุลินทรีย์จะนำมาใช้สำหรับการเจริญเติบโต ดังนั้นอัตราการเกิดขึ้นของ denitrification จะขึ้นอยู่กับปริมาณและชนิดของอินทรียวัตถุในดินเป็นอย่างมาก อินทรียวัตถุที่ย่อยสลายได้ง่ายโดยจุลินทรีย์ เช่น น้ำตาล กรดอินทรีย์ จะส่งเสริมอัตราการเกิดดีไนติฟิเคชั่น (denitrification) ของไนเตรท (NO_3^-) ให้เกิดเร็วขึ้น และรุนแรงกว่าอินทรียวัตถุที่ย่อยสลายยาก

Alexander (1961, pp. 96-100) พบว่าการเพิ่มอินทรียวัตถุที่มี C/N ratio แคบๆ โดยเฉพาะพวกที่ย่อยได้ง่าย จะส่งเสริมสูญเสียไนโตรเจนจากดินในรูปของแก๊ส N_2O และN_2 ซึ่งเป็นขบวนการดีไนติฟิเคชั่น (denitrification) ส่วนการเพิ่มอินทรียวัตถุดังกล่าวลงไปในดินที่มีการถ่ายเทอากาศดีจะส่งเสริมการสูญเสียไนโตรเจนเช่นเดียวกัน แต่เป็นแบบที่เรียกว่า อิโมบิไรเซชั่น (immobilization)

IRRI (1966, p.125) พบว่า ปริมาณของไนเตรท (NO_3^-) ในดินทันทีที่ขังน้ำจะลดลงอย่างรวดเร็วไนเตรท (NO_3^-) ในดินทั้งที่เป็นของเดิมและที่ใส่ไปในดินในรูปปุ๋ยจะสูญเสียไปเกือบหมด (ร้อยละ 55-81) โดยกระบวนการลดลงของออกซิเจน (reduction) ภายในเวลา 1-6 สัปดาห์ และประมาณร้อยละ 5-42 ของปุ๋ยไนเตรท (NO_3^-) ที่ใส่ลงไปในดินที่ขังน้ำจะถูก จุลินทรีย์ในดินนำไปใช้ประโยชน์ในการสร้างเซลล์ภายในเวลา 6 สัปดาห์

ฟอสฟอรัส

ดินนาถึงแม้ว่าจะมีระดับความเป็นประโยชน์ของฟอสเฟตค่อนข้างต่ำเมื่ออยู่ในสภาพที่ไม่ขังน้ำ แต่เมื่ออยู่ในสภาพที่ขังน้ำแล้ว ระดับความเป็นประโยชน์ของฟอสเฟตในดินจะสูงขึ้น

การเปลี่ยนแปลงระดับของฟอสเฟตในสารละลายดินจะขึ้นอยู่กับสมบัติต่างๆ ของดิน เช่น ปริมาณอินทรียวัตถุ ความเป็นกรด-เบส ซึ่งเป็นตัวควบคุมปริมาณและเวลาที่ฟอสเฟตสูงสุดในสารละลายดินที่เกิดขึ้นของดินแต่ละชนิด ยิ่งดินมีปริมาณอินทรียวัตถุมากเกินไป โดยเฉพาะยิ่งมีระดับไนเตรท (NO_3^-) สูง ระยะเวลาที่ฟอสเฟตในสารละลายดินจะถึงจุดสูงสุดนั้นจะนานขึ้นถึง 12 สัปดาห์ ทั้งนี้เนื่องจากไนเตรท (NO_3^-) ในดินจะยับยั้งอัตราการลดลงของ

ออกซิเจนของดินให้ช้าลง สำหรับดินที่เป็นกรด เนื้อดินละเอียด และมีอินทรียวัตถุปานกลาง เมื่อขังน้ำ การเพิ่มขึ้นของฟอสเฟตในสารละลายดินนั้นจะเกิดขึ้นน้อยมาก และเมื่อเพิ่มขึ้นแล้วก็จะกลับลดลงอย่างรวดเร็วอีกหลังจากที่ดินขังน้ำเป็นระยะเวลานานขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะเห็นได้ชัดในดินกรดอย่างรุนแรง (สรสิทธิ์ วัชโรทยาน, 2511, น. 101)

Shapiro (1958, p. 267-272) พบว่า การที่ดินนาเมื่อขังน้ำแล้วเกิดผลให้ปริมาณของฟอสเฟตในสารละลายดินสูงขึ้นนั้น เนื่องจากฟอสเฟตที่อยู่ในรูปของอินทรียวัตถุในดินจะถูกปลดปล่อยออกมา โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์แล้วสามารถละลายอยู่ในสารละลายดินได้ดีกว่าที่ดินนั้นอยู่ในสภาพที่มีการถ่ายเทอากาศดี ทั้งนี้เพราะในสภาพที่ขังน้ำจะมีสารประกอบต่างๆ ซึ่งเกิดขึ้นจากขบวนการ anaerobic metabolism นั้นสามารถที่จะทำปฏิกิริยาสมบูรณ์กับเหล็กแมงกานีสในดินได้ ซึ่งมีผลทำให้อัตราการตกตะกอนของฟอสเฟตอาจจะเกิดขึ้นได้นั้นลดลง

การสลายตัวของอินทรียวัตถุในดินในสภาพขังน้ำ

อินทรียวัตถุในดินเมื่ออยู่ในดินที่มีการถ่ายเทอากาศดี จะสลายตัวให้ คาร์บอนไดร์ออกไซด์ น้ำ และเซลล์ของจุลินทรีย์ การสลายตัวของอินทรีย์คาร์บอน (organic carbon) ในสภาพที่มีการถ่ายเทอากาศดีนี้ ถือว่าเป็นขบวนการที่มีประสิทธิภาพและสมบูรณ์ที่สุดของจุลินทรีย์ จำนวนพลังงานและการใช้ประโยชน์ของคาร์บอนในการสร้างเซลล์ของจุลินทรีย์ต่อปริมาณของอินทรีย์คาร์บอน (organic carbon) ที่สลายตัวไปนั้นอยู่ในระดับที่มีประสิทธิภาพสูง เมื่อดินอยู่ในสภาพขังน้ำ หรือขาดออกซิเจน การสลายตัวของอินทรียวัตถุในสภาพที่ขาดออกซิเจนนี้จะแตกต่างจากสภาพที่มีการถ่ายเทอากาศดี ทั้งนี้เพราะอินทรีย์คาร์บอน (organic carbon) จะสลายตัวไม่สมบูรณ์ นอกจากนี้ยังมีการปลดปล่อยคาร์บอนไดร์ออกไซด์ (CO_2) ออกมาด้วยแล้ว (ร้อยละ 10-80) จะปรากฏว่ามีก๊าซมีเทน (CH_4) (ร้อยละ 15-75) และก๊าซไฮโดรเจน (H_2) (ร้อยละ 0-10) จะถูกปล่อยออกมาด้วย การสลายตัวอินทรียวัตถุในดินที่ขังน้ำจะดำเนินไปในอัตราที่ค่อนข้างช้ากว่าเมื่อเกิดในสภาพที่อากาศถ่ายเทดี ดังนั้นจึงมักจะพบว่าในที่มีน้ำขังอยู่เป็นเวลานานๆ ดินมักจะมีอินทรีย์ที่สลายตัวไปเพียงบางส่วนสะสมอยู่เป็นจำนวนมาก จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องอยู่กับการสลายตัวของอินทรียวัตถุในสภาพขังน้ำได้แก่ anaerobes (สรสิทธ์ วัชโรทยาน, 2511, น.116-120)

1. ผลที่ได้จากการสลายตัวของอินทรียวัตถุ

การสลายตัวของอินทรียวัตถุนั้นเกิดได้ 2 สภาพด้วยกันคือ

1.1 **สภาพที่มีการถ่ายเทอากาศดี** (Aerobic condition) การสลายตัวจะเป็นไปอย่างสมบูรณ์ นั่นคือองค์ประกอบที่สลายตัวได้ง่ายจะถูกเปลี่ยนไปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คงเหลือแต่ส่วนที่สลายตัวได้ยาก ในการสลายตัวของอินทรียวัตถุในสภาพถ่ายเทอากาศดี ถ้าพิจารณาถึงการสลายตัวของสารประกอบที่มีธาตุอาหารที่สำคัญๆ เป็นองค์ประกอบ เช่น C, N และ P แล้วก็พอจะสรุปได้ดังนี้

$$\text{Organic –C} \xrightarrow{\text{Enzyme}} CO_2$$

$$\text{Organic –N} \xrightarrow{\text{Enzyme}} NO_3^-$$

$$\text{Organic –P} \xrightarrow{\text{Enzyme}} H_2PO_4^-, HPO_4^{2-}, PO_4^{3-}$$

1.2 **สภาพที่มีการถ่ายเทอากาศไม่ดี** (Anaerobic condition) การสลายตัวของอินทรียวัตถุในสภาพที่มีการถ่ายเทอากาศไม่ดี เช่น สภาพน้ำขัง เป็นสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนไม่เพียงพอ หรือไม่มีเลย ผลที่ได้จากการสลายตัวของอินทรียวัตถุจะเป็นไปอย่างไม่สมบูรณ์ คือนอกจากองค์ประกอบที่ย่อยง่ายจะถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้ว ยังมีส่วนประกอบพวกกรดอินทรีย์ต่าง ๆ (Organic acid) หรือสารประกอบประเภทที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการเกิดปฏิกิริยา (Intermediate products) อื่น ๆ อีกด้วย ในการสลายตัวของสารประกอบที่มี C, N และP เป็นองค์ประกอบเท่านั้นอาจแสดงการสลายตัวได้ดังนี้

$$\text{Organic –C} \xrightarrow{\text{Enzyme}} CO_2, CH_4$$

$$\text{Organic –N} \xrightarrow{\text{Enzyme}} NH_3, N_2$$

$$\text{Organic –P} \xrightarrow{\text{Enzyme}} PH_3$$

ที่มา: http://203.158.184.2/elearning/SoilScience/unit805.htm/ 26 มีนาคม 2552

พัชรี แสนจันทร์, ดวงสมร ตุลาพิทักษ์ (2549, น. 2) พบว่าการขังน้ำมีแนวโน้มทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนทั้งหมดสูงขึ้นประมาณ 2 เท่าของการจัดการน้ำแบบพอเพียง ในระหว่าง

ที่อินทรียวัตถุสลายตัว ได้ปลดปล่อยธาตุอาหารต่างๆ ปริมาณไนเตรต 0.6 - 2.2 มิลลิกรัม-ไนโตรเจนต่อกิโลกรัม มีน้อยกว่าแอมโมเนียม 1.3 - 7.5 มิลลิกรัม-ไนโตรเจนต่อกิโลกรัม เนื่องจากสูญหายในกระบวนการ denitrification และกระบวนการชะล้าง ฟอสฟอรัสมีอยู่ในระดับปานกลาง 5.5 - 7.1 มิลลิกรัม-ฟอสฟอรัสต่อกิโลกรัม คาดว่าแหล่งของฟอสฟอรัสบางส่วนได้จากตอซังที่ไถกลบก่อนการปลูกข้าวและส่วนใหญ่ได้จากการตกค้างของปุ๋ยในฤดูนาปี โพแทสเซียมมีอยู่ในระดับที่สูงมาก 338 - 500 มิลลิกรัม-โพแทสเซียมต่อกิโลกรัม เป็นผลจากการตกค้างของปุ๋ยในฤดูนาปี ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง 795 - 1039 มิลลิกรัม-แคลเซียมต่อกิโลกรัม ส่วนปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลาง 172 - 226 มิลลิกรัม-แมกนีเซียมต่อกิโลกรัม

ค่ารีดอกซ์โพเทนเซียล

ทันทีที่ดินมีน้ำขัง การแพร่กระจายของออกซิเจนจากบรรยากาศจะชงัก อัตราการแพร่กระจายของออกซิเจนในดินที่มีน้ำขังจะช้ากว่าการแพร่กระจายในบรรยากาศถึง 10,000 เท่า ดังนั้น ออกซิเจนที่มีอยู่เดิมในดินก็จะถูกจุลินทรีย์ใช้ไปอย่างรวดเร็ว จึงทำให้ดินที่ขังน้ำหรืออยู่ในสภาพขาดออกซิเจนจะมีค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลต่ำหรือเป็นลบ (ทัศนีย์ อัตตะนันทน์, 2531, น. 94)

Ponnamperuma (1955, pp. 667-670) การลดลงของค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลของดินเป็นการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเมื่อดินมีน้ำขัง และจะถึงจุดต่ำสุดภายใน 1-2 สัปดาห์แรก และจะค่อยๆ ลดลงอย่างช้าๆ และในกรณีที่ดินมีการถ่ายเทอากาศดีค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลจะสูงกว่า 400 มิลลิโวลต์ ขึ้นไป และจะคงที่อยู่เช่นนั้น

Takai et al., (1963, pp. 176-180) ศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของอินทรียวัตถุที่มีต่อสภาพการลดลงของออกซิเจนของดินนา พบว่าดินที่มีอินทรียวัตถุสูงสภาพการลดลงของออกซิเจนจะเกิดขึ้นรวดเร็วและรุนแรงกว่าดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำกว่า

Motomura (1962, pp. 177-185) พบว่าดินที่ไม่มีอินทรียวัตถุ เมื่อขังน้ำค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลจะค่อยๆ ลดลง และถึงจุดต่ำสุดที่ +200 มิลลิโวลต์ และจะไม่ลดลงอีกภายหลังจากขังน้ำไว้ 14 วัน ส่วนดินที่มีฟางข้าวเป็นอินทรียวัตถุ (C/N=46.5) หรือปุ๋ยพืชสด (C/N=10.0) ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลของดินในวันแรกที่ขังน้ำจะลดลงอย่างรวดเร็ว ถึงจุดต่ำสุดที่ -300 มิลลิโวลต์ จากนั้นค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลจะกลับสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ดินที่ได้รับฟางข้าว ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลจะสูงขึ้นมาที่ -200 มิลลิโวลต์ ส่วนดินที่รับปุ๋ยพืชสดจะมีค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลสูงขึ้นมาเพียงประมาณ

50 มิลลิโวลต์ ต่อจากนั้นระดับของค่ารีดอกซ์โพเทนเซียลของดินทั้งสองต่างก็จะค่อยๆ สูงขึ้น และภายหลังที่มีน้ำขังได้ 14-21 วัน ก็จะถึงจุดคงที่ที่ประมาณ 0 และ -100 มิลลิโวลต์ ตามลำดับ

ความเป็นกรด-เบส

การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-เบสของดินนาน้ำขัง มีความสำคัญทั้งนี้เนื่องจากระดับความเป็นกรด-เบสของดิน นอกจากจะควบคุมระดับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่างๆ ในดินแล้ว ยังเกี่ยวข้องอยู่อย่างใกล้ชิดกับการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และปฏิกริริยาทางไฟฟ้าเคมีของดินด้วย

ทันทีที่ดินมีน้ำขัง ค่าควาเป็นกรด-เบสของดินจะเปลี่ยนแปลงทันที ในวันแรกๆ ที่มีน้ำขังจะพบว่าค่าความเป็นกรด-เบสของดินจะลดลง และหลังจากนั้นในสัปดาห์ที่ 2-3 ค่าความเป็นกรด-เบสของดินจะกลับสูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึงระดับที่ความเป็นกรด-เบสที่จุดๆ หนึ่งที่ใกล้เป็นกลางจึงหยุด และถ้าไม่มีปัจจัยอื่นๆ จากภายนอกมาเกี่ยวข้องก็จะรักษาระดับนั้นเท่าที่ดินขังน้ำอยู่ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541, น. 69)

IRRI (1963, p. 633) ดินที่เป็นกรด ค่าความเป็นกรด-เบสของดินก่อนขังน้ำเท่ากับ 4.6-5.7 เมื่อขังน้ำค่าความเป็นกรด-เบสจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงความเป็นกรด-เบสประมาณ 6.5-7.0 ภายในเวลา 20 วัน หลังจากขังน้ำ

ดินที่เป็นกรดอย่างอ่อน ความเป็นกรด-เบสก่อนขังน้ำเท่ากับ 6.2-6.6 ความเป็นกรด-เบสของดินจะสูงขึ้นอย่างช้าๆ จนถึง ความเป็นกรด-เบส 7.0-7.2 และจะรักษาระดับนั้นอยู่ตลอดไป

ดินที่เป็นกลางหรือเป็นเบสอย่างอ่อน เมื่อขังน้ำในวันแรกๆ ความเป็นกรด-เบสจะลดลงเล็กน้อย หลังจากนั้นความเป็นกรด-เบสจะสูงขึ้นมายังระดับเดิม ส่วนดินที่เป็นเบสสูง ความเป็นกรด-เบสของดินจะลดลงอย่างช้าๆ ใกล้เคียงระดับเป็นกลางหรือเบสอ่อน

ดินนาเมื่อขังน้ำความเป็นกรด-เบสจะเปลี่ยนไป ถ้าเป็นดินกรด ความเป็นกรด-เบสของดินมีแนวโน้มสูงขึ้นใกล้จุดเป็นกลาง ภายในระยะเวลาประมาณ 2-3 สัปดาห์ ถ้าดินที่เป็นเบสเมื่อขังน้ำ ความเป็นกรด-เบสของดินจะลดลงใกล้เป็นกลางก่อนความเป็นกรด-เบสจะสูงขึ้น เมื่อขังน้ำในวันแรกๆ ความเป็นกรด-เบสของดินจะลดลงไปจากเดิมเล็กน้อย สาเหตุหนึ่งเนื่องจากในระยะนั้น กิจกรรรมของจุลินทรีย์ดำเนินไปอย่างรวดเร็ว เพราะมีอากาศในระยะแรก ซึ่งจุลินทรีย์นำไปใช้ในการย่อยสลายทำลายอินทรียวัตถุได้ง่ายก็มีอยู่เป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงมีการ

ย่อยสลายของอินทรียวัตถุในดินเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ CO_2 ที่สะสมอยู่ในดินเป็นจำนวนมาก รวมทั้งกรดอินทรีย์บางชนิดด้วย ซึ่งจะมีอิทธิพลทำให้ปฏิกิริยาของดินในระยะแรกๆ เป็นกรดมากขึ้น แต่เมื่อดินขังน้ำนานขึ้น อิทธิพลของ CO_2 และกรดอินทรีย์ที่สะสมอยู่ในดินจะหมดไป ความเป็นกรด-เบสจะกลับสูงขึ้น และสูงมากกว่าระดับความเป็นกรด-เบสเดิมเสียอีก

IRRI (1964, p. 114) สารประกอบพวก NO_3^- เมื่อมีอยู่ในดินเป็นจำนวนมาก จะยับยั้งการลดลงอย่างรวดเร็วของค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลของดิน ดังนั้นก็จะยับยั้งการสูงขึ้นอย่างรวดเร็วของความเป็นกรด-เบสของดินด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง NO_3^- ในดิน ถ้ามีมากจะสามารถยับยั้งการสูงขึ้นอย่างรวดเร็วของความเป็นกรด-เบสได้

Yamane (1958, pp. 25-31) อิทธิพลของ NO_3^- ในดินที่มีอินทรียวัตถุ พบว่า ดินที่มีระดับไนเตรท (NO_3^-) ต่ำ ความเป็นกรด-เบสของดินจะสูงขึ้นอีก 1 pH เมื่อขังน้ำ ส่วนดินที่มี ไนเตรท (NO_3^-) สูง เมื่อขังน้ำความเป็นกรด-เบสของดินจะสูงขึ้นไปจากเดิมเพียง 0.5 pH เท่านั้น

ความเป็นกรด-เบสของดินในสภาพขังน้ำในระหว่าง 2-3 สัปดาห์แรกนี้ โดยทั่วไปแล้วก็อาจจะกล่าวได้ว่าจะสูงขึ้น และจะคงอยู่ที่ระดับความเป็นกรด-เบสค่อนข้างเป็นกลาง คือระหว่าง 6.5-7.5 ระยะนี้เป็นระยะที่มีความสำคัญเกี่ยวกับระดับธาตุอาหารของข้าวเป็นอย่างมาก คือ

1. ระดับของฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ที่ระดับความเป็นกรด-เบส 6.5-7.5 นี้ จะส่งเสริมการตกตะกอนของ $H_2PO_4^-$ ทำให้ระดับเป็นหระโยชน์ของฟอสเฟตมีแนวโน้มลดลง

2. กระบวนการ Mineralization ของอินทรียวัตถุในดิน การสลายตัวของอินทรียวัตถุและกรดอินทรีย์ต่างๆ ในดินจะดำเนินไปได้รวดเร็วขึ้นในช่วงความเป็นกรด-เบส 6.5-7.5 (สรสิทธ์ วัชโรทยาน, 2511, น. 71-72)

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ (2531, น.157) พบว่า ที่ความเป็นกรด-เบสต่ำ ฟอสฟอรัสจะอยู่ในรูปของ Al และ Fe phosphate และที่ความเป็นกรด-เบสสูง ฟอสฟอรัสจะอยู่ในรูปของ calcium phosphate และยึดติดอยู่ที่ผิวของดินเหนียว, Fe phosphate และ Al oxides การที่ความเป็นกรด-เบสสูงก็จะทำให้ Al และ Fe phosphate ละลายได้ดีขึ้น ฟอสเฟตก็จะเป็นประโยชน์ได้มากขึ้น การลดลงของความเป็นกรด-เบสก็จะทำให้ calcium phosphate ละลายได้ดีขึ้น ดังนั้นฟอสเฟตก็จะละลายได้ดีที่สุดที่ความเป็นกรด-เบส 6-7

การนำไฟฟ้า

เมื่อน้ำขังดินแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ขึ้นกับคุณสมบัติของดิน เช่น ดินเป็นกลางกับดินที่เป็นด่างเล็กน้อยจะมีการนำไฟฟ้าสูงเมื่อน้ำขัง แล้วค่อยๆ ลดลง ส่วนดินที่เป็นกรดจัดซึ่งมีการ

นำไฟฟ้าต่ำในระยะแรก การนำไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระหว่าง 30 วันแรกที่มีน้ำขัง หลังจากนั้นจะลดลงอย่างรวดเร็ว การเพิ่มขึ้นและลดลงของการนำไฟฟ้าในดินเกิดคู่ไปกับการเพิ่มและลดปริมาณ Mn^{2+} และ Fe^{2+} ในน้ำในดิน โดยที่เมื่อดินมีน้ำขังเกิดขึ้น จะมีการปดปล่อย Mn^{2+} และ Fe^{2+} จาก hydrated oxide ของ Mn^{2+} และ Fe^{2+} ทำให้ค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้น และค่านำไฟฟ้าจะลดลง เนื่องจากการตกตะกอนของ Mn^{2+} และ Fe^{2+} เป็น $Fe_3O_4.nH_2O$ และ $MnCO_3$ ตามลำดับ

การวัดความสามารถของน้ำที่จะให้กระแสไฟฟ้าผ่านสื่อนำ ซึ่งคุณสมบัตินี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นชนิดอิออนที่มีอยู่ในน้ำและอุณหภูมิน้ำ (กรมควบคุมมลพิษ, 2547, น. 64; กรรณิการ์ สิริสิงห, 2544, น. 88) อิออนของสารประกอบอินทรีย์ เช่น กรดอินทรีย์ ด่างและเกลือ ค่าการนำไฟฟ้ามีผลทางตรงและทางอ้อมต่อการอุปโภคบริโภค การเพาะปลูก

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ (2528, น. 92-94) กล่าวว่า น้ำในแหล่งน้ำในธรรมชาติโดยทั่วไปจะมีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 150-300 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร

ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินส่วนใหญ่จะเพิ่มขึ้น เมื่อดินมีการขังน้ำ จากนั้นค่าการนำไฟฟ้าจะลดลง การเปลี่ยนแปลงของค่าการนำไฟฟ้าบอกถึงปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดไอออน และปฏิกิริยาที่ทำให้ตกตะกอน ค่าการนำไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นใน 2-3 สัปดาห์แรก เนื่องจากการปลดปล่อย Fe^{2+} และMn^{2+} ออกมาในสารละลายดิน และการปลดปล่อยแอมโมเนียม และการสะสมอยู่ในสารละลายดิน โดยกระบวนการแอมโมนิฟิเคชั่น (ammonification) จากอินทรียวัตถุในดิน และการเพิ่มขึ้นของกรดอินทรีย์ต่างๆ จากขบวนการแอนแอโรบิครีสไปร์เรชั่น (anaerobic respiration)

เมื่อค่าการนำไฟฟ้าลดลงหลังจากถึงจุดสูงสุดแล้ว เนื่องจากการตะตะกอนของ Fe^{2+} และMn^{2+} ทั้งนี้เนื่องจากความเป็นกรด-เบสของสารละลายดินสูงขึ้น และประกอบกับ Ca^{2+} และ Mg^{2+} บางส่วนในสารละลายดินจะกลับเข้ามาดูดยึดอยู่ที่สารคอลลอยด์ในดิน (soil colloid) อีกครั้ง ซึ่งในที่สุดมีผลทำให้ความเข้มข้นของอิออนต่างๆ ในสารละลายดินลดลง (ทัศนีย์ อัตตะนันทน์, 2537, น. 102-105)

ออกซิเจนละลายน้ำ

หมายถึง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำอยู่ในน้ำ น้ำเสียของเหลวอื่นๆ (สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2548, น. 230) ออกซิเจนละลายน้ำเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำมาก โดยเป็นตัวควบคุมกระบวนการใช้พลังงานของแหล่งน้ำ

(เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2543, น. 92) และ (ฉัตรไชย รัตนไชย, 2539, น. 67) กล่าวถึงออกซิเจนว่าสามารถนำไปใช้ได้ในหลายรูปแบบ ดังนี้

1. ความต้องการออกซิเจนแบบเฉียบพลัน

เกิดจากสารเคมีบางชนิดซึ่งมักจะเป็นเคมีอินทรีย์ ที่สามารถเข้าทำปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วกับออกซิเจนในน้ำ โดยขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณสารเคมี และปริมาณออกซิเจนที่สารเคมีแต่ละชนิดต้องการในการทำปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องเป็นปฏิกิริยาเคมี ความต้องการออกซิเจนในรูปแบบนี้ควรจัดและวิเคราะห์ต่างหาก เพราะเกิดจากกลไกและอัตราเร็วที่แตกต่างกันมาก มักเกิดขึ้นภายในไม่กี่นาที

2. ความต้องการออกซิเจนแบบคาร์บอเนเซียล หรือความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี

เกิดกระบวนการเมตาบอลิซึมของสารเคมีอินทรีย์โดยสิ่งมีชีวิต เมื่อจุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์โดยกระบวนการทางชีวเคมี สิ่งที่ได้รับคือคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ปฏิกิริยาดังกล่าวเป็นปฏิกิริยาแบบเดียวกับที่เกิดขึ้นในร่างกายมนุษย์ ซึ่งหายใจเอาออกซิเจนเข้าไปเพื่อใช้ในกระบวนการเมตาโบลิซึม และปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำออกมา

3. ความต้องการอกซิเจนแบบไนโตรจีเนส

เกิดจากกระบวนการแลกเปลี่ยนสถานะ (oxidation and reduction) ของสารเคมีต่างๆ สารประกอบไนโตรเจนที่ปะปนอยู่ในน้ำเสีย อาจมีไนโตรเจนอยู่ในรูปสารประกอบไนโตรเจนอินทรีย์ แอมโมเนีย ไนไตรท์และไนเตรท ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม สารประกอบไนโตรเจนเหล่านี้ อาจทำปฏิกิริยาชีวเคมี เปลี่ยนแปลงสารประกอบไนโตรเจนอินทรีย์เป็นแอมโมเนีย และแอมโมเนียถูกเติมออกซิเจนจนกลายเป็นไนไตรท์และไนเตรท

กรรณิการ์ สิริสิงห (2544, น. 88) ได้กล่าวสรุปว่าออกซิเจนละลายน้ำในน้ำธรรมชาติและในน้ำเสียขึ้นอยู่กับกิจกรรมทางกายภาพ เคมี และชีวะในแหล่งน้ำนั้น การวิเคราะห์หาค่าออกซิเจนละลายน้ำ ถือเป็นกุญแจสำคัญในการควบคุมความสกปรกของน้ำ และควบคุมกระบวนการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งความสำคัญของออกซิเจนละลายน้ำมีดังนี้

1. ออกซิเจนละลายน้ำในน้ำเสีย เป็นตัวชี้ว่าปฏิกิริยาทางชีววิทยาที่เกิดขึ้น จะเกิดโดยจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจน (aerobic microorganism) หรือไม่ต้องการใช้ออกซิเจน (anaerobic microorganism) โดยจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจน จะใช้ออกซิเจนอิสระเพื่อออกซิไดซ์สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีอันตราย ในขณะที่จุลินทรีย์ที่ไม่

ต้องการออกซิเจนอิสระทำให้เกิดออกซิเดชันโดยการรีดิวซ์เกลืออนินทรีย์บางชนิด เช่น ซัลเฟต (SO_4^{2-}) เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นเหม็น จุลินทรีย์ทั้งสองชนิดพบได้ทั่วไปในธรรมชาติ จึงต้องรักษาสภาวะที่จุลินทรีย์ต้องการออกซิเจนไว้ เพื่อไม่ให้จุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการออกซิเจนเข้ามาแทนที่

2. ออกซิเจนละลายน้ำมีความสำคัญในการรักษาสภาวะของน้ำให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ คือ ให้มีออกซิเจนละลายน้ำในปริมาณพอเหมาะ เช่น ไม่น้อยกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นต้น

3. ออกซิเจนละลายน้ำเป็นพื้นฐานของความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี เพื่อหาความสกปรกของน้ำเสีย และอัตราการออกซิเดชันทางชีววิทยา ซึ่งวัดได้โดยการหาความเข้มข้นออกซิเจนละลายน้ำที่เหลือ ณ เวลาต่างๆ

4. ออกซิเจนละลายน้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมการกัดกร่อนของเหล็ก โดยเฉพาะในท่อน้ำประปา และในหม้อต้มน้ำ ซึ่งในหม้อต้มน้ำไม่ควรมีออกซิเจนละลายน้ำเลย แต่ถ้าความดันต่ำกว่า 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีค่าได้ 0.015 ส่วนในล้านส่วน

5. ออกซิเจนละลายน้ำช่วยในการควบคุมอัตราเร็วของปฏิกิริยาในกระบวนการรักษาสภาพที่มีออกซิเจน เพื่อให้มีออกซิเจนที่พอจะรักษาสภาวะที่มีออกซิเจนไว้ได้ และป้องกันการใช้อากาศมากเกินควร

ออกซิเจนละลายน้ำได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความดันย่อยออกซิเจนในบรรยากาศ และปริมาณเกลือที่ละลายอยู่ในน้ำ นัทธีรา สรรมณี (2541, น. 15) การหายใจ การสังเคราะห์แสงของพืช และสัตว์อื่นๆ ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นออกซิเจนละลายน้ำได้น้อยลง แต่ความกดอากาศที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ความสามารถในการละลายของออกซิเจนในน้ำมากขึ้น และการที่น้ำมีความเค็มสูงขึ้นจะทำให้ความสามารถในการละลายของออกซิเจนลดลง เช่น ที่ 15 องศาเซลเซียล น้ำจืดจะมีออกซิเจนมากกว่าน้ำทะเลประมาณ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี

หมายถึง ค่าที่วัดความสกปรกอย่างหยาบๆ ของน้ำ เนื่องจากปริมาณอินทรีย์สาร ปริมาณออกซิเจนที่จุลชีพใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในควบเวลาหนึ่งและที่อุณหภูมิหนึ่ง (สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2548) ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีในแหล่งน้ำ และอัตราเร็วของปฏิกิริยาที่เกิดจากความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ชนิดและปริมาณของสารเคมีในน้ำ ชนิดและปริมาณของสิ่งมีชีวิต ตลอดจน

สภาพแวดล้อมอื้นๆ เช่นอุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ปริมาณสารอาหารอื่นๆ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส (ฉัตรไชย รัตนไชย, 2539, น. 67)

ความขุ่น

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ (2538, น. 3-6) กล่าวว่าความขุ่นหมายถึง สิ่งแขวนลอยที่กั้นทางเดินของแสงในน้ำจะกระจายและดูดซึมแสงแทนที่ให้ผ่านเป็นเส้นตรง ความขุ่น เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแหล่งน้ำ ซึ่งเป็นตัวขัดขวางการส่องผ่านแสงลงไปในแหล่งน้ำ หรือกีดขวางการดูดรับแสงของมวลน้ำนั้นๆ ผลจากความขุ่นจะส่งผลโดยตรงต่อการส่องผ่านของแสง ผลกระทบที่เกิดตามมาคือ การลดลงของความสามารถในการผลิตพลังงานและสสารหรือผลผลิตของแหล่งน้ำ นอกจากนี้ความขุ่นยังมีผลต่อค่าดัชนีตัวแปรต่างๆ และการละลายของสารเคมีอื่นๆ คือ

1. ปริมาณของสารเคมีที่ละลายในน้ำ เช่น กรดเกลือต่างๆ
2. สารหรือของแข็งที่แขวนลอยในน้ำ เช่น ตะกอนและพวกสารอินทรีย์ต่างๆ
3. ปริมาณและการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ในน้ำ

ชุดดินร้อยเอ็ด

เกิดจากตะกอนของหินตะกอนเนื้อหยาบ ลักษณะดินเป็นดินร่วนปนทราย ดินบนเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดเล็กน้อย (ความเป็นกรด-เบส 5.0-6.5) ดินล่างเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดเล็กน้อย (ความเป็นกรด-เบส 4.5-6.5) การจำแนกดิน Fine-loamy, mixed, subactive, isohyperthermic Aeric Kandiaquults (ตารางที่ 2.4 และ ภาพที่ 2.1)

ตารางที่ 2.4

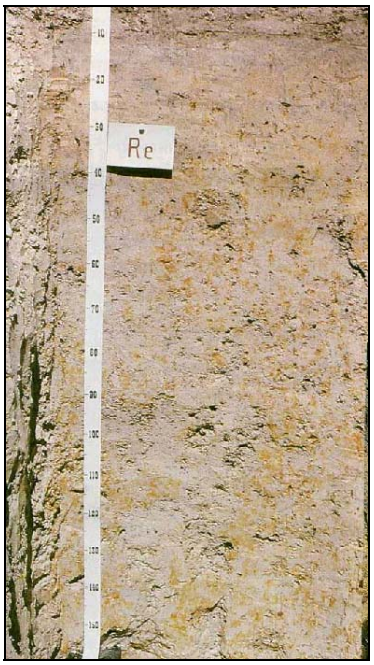
สมบัติของชุดดินร้อยเอ็ด ตามระดับความลึกต่างๆ

ความลึก (เซนติเมตร)	อินทรียวัตถุ	ความจุแลกเปลี่ยนไอออน	ความอิ่มตัวเบส	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	ความอุดมสมบูรณ์ของดิน
0-25	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
25-50	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ
50-100	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ

ที่มา: http://www.ldd.go.th/thaisoils_museum/pf_desc/northeast/Re.htm/26 มีนาคม 2552

ภาพที่ 2.1

ชุดดินร้อยเอ็ด พื้นที่จังหวัดสุรินทร์ และจังหวัดอุบลราชานี



ที่มา: คู่มือการปลูกข้าวและมันสำปะหลังอินทรีย์ในประเทศไทย, 2551, น. 101

พัชรี แสนจันทร์ (2542, น.317-329) ศึกษาคุณสมบัติทางชีวเคมีของดินร้อยเอ็ดและดินพิมายที่ได้รับวัสดุอินทรีย์ที่อยู่ในสภาพความจุความชื้นสนามและในสภาพน้ำขัง วัสดุอินทรีย์ที่

ใช้ได้แก่ โสน ฟางข้าว และมูลวัว ในตัวอย่างดินที่บ่มภายใต้สภาพความจุความชื้นสนามได้วิเคราะห์หาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนียม และไนเทรต ในช่วงความลึก 0-2.5 และ 2.5-5 เซ็นติเมตร ส่วนตำรับดินข้างต้นที่บ่มภายใต้สภาพน้ำขังได้วิเคราะห์หาค่าพีเอช แอมโมเนียม แมงกานีส ฟอร์รัส และกรดอินทรีย์ ในดินนาทั้งสองชนิดการใส่วัสดุอินทรีย์จะเพิ่มปริมาณแอมโมเนียมภายใต้สภาพที่ได้รับออกซิเจนและไร้ออกซิเจน การสลายตัวของวัสดุอินทรีย์จะดีขึ้นตามลำดับดังนี้ โสน> ฟางข้าว> มูลวัว> ตำรับควบคุม ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ และแอมโมเนียมในดินพิมายจะมากกว่าในดินร้อยเอ็ด ดินที่ได้รับออกซิเจนมีปริมาณไนเทรต์เพิ่มขึ้นในขณะที่ปริมาณแอมโมเนียมลดลงแสดงว่าเกิดกระบวนการไนทริฟิเคชัน หลังการขังน้ำค่าพีเอช ปริมาณแอมโมเนียม แมงกานีส และฟอร์รัสในดินจะเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในดินพิมาย และมากกว่าในดินร้อยเอ็ด การเกิดแมงกานีสและฟอร์รัสแสดงว่าเกิดกระบวนการแมงกานีสรีดักชันและฟอร์ริกรีดักชันในดินน้ำขัง พบกรดแอซีติกเกิดขึ้นในระหว่างการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์ กล่าวคือในดินร้อยเอ็ดที่ได้รับโสนปริมาณกรดแอซีติกขึ้นสูงถึง 1 มิลลิโมล์ต่อดิน 100 กรัม หลังจากขังน้ำได้ 10 วัน ส่วนในดินพิมายที่ได้รับโสนปริมาณกรดแอซีติกขึ้นสูงที่สุดถึง 1.5 มิลลิโมล์ต่อดิน 100 กรัม หลังจากขังน้ำเพียง 7 วัน ในดินทั้งสองปริมาณกรดดังกล่าวจะค่อยๆ ลดลงต่ำสุดใน 24 วันหลังการขังน้ำ จากนั้นให้รอจนกว่ากรดแอซีติกลดเหลือน้อยลงคือหลัง 2 สัปดาห์ จึงแนะนำให้ปักดำได้

ชุดดินกุลาร้องไห้

เกิดจากตะกอนน้ำพามาทับถมอยู่บนที่ราบตะกอนนำพา ลักษณะดิน เป็นดินร่วนปนทราย มีอินทรียวัตถุต่ำ เนื่องจากเป็นดินเค็มจัดดินบนเป็นกรดจัดถึงเป็นกลาง (ความเป็นกรด-เบส 5.0-7.0) ดินล่างเป็นด่างเล็กน้อยถึงเป็นด่างจัด (ความเป็นกรด-เบส 7.5-8.5) การจำแนกดิน Fine-loamy, mixed, active, isohyperthermic Typic Natraqualfs (ตารางที่ 2.5 และ ภาพที่ 2.2)

ตารางที่ 2.5

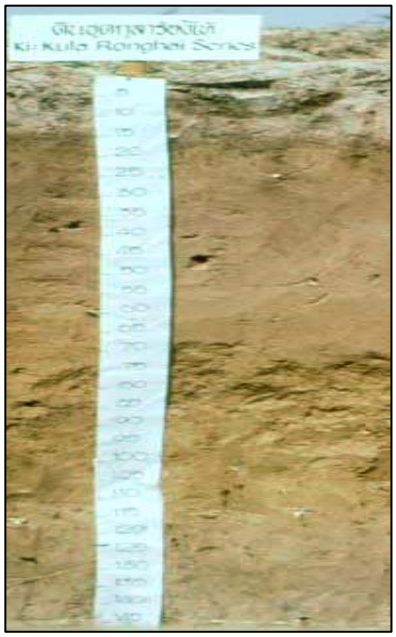
สมบัติของชุดดินกุลาร้องไห้ ตามระดับความลึกต่างๆ

ความลึก (เซนติเมตร)	อินทรียวัตถุ	ความจุแลกเปลี่ยนไอออน	ความอิ่มตัวเบส	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	ความอุดมสมบูรณ์ของดิน
0-25	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	ต่ำ	ปานกลาง
25-50	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	ต่ำ	ปานกลาง
50-100	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	ต่ำ	ปานกลาง

ที่มา: http://www.ldd.go.th/thaisoils_museum/pf_desc/northeast/Re.htm/26 มีนาคม 2552

ภาพที่ 2.2

ชุดดินกุลาร้องไห้ พื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์ แปลงทดลองที่ 1 และแปลงทดลองที่ 2



ที่มา: คู่มือการปลูกข้าวและมันสำปะหลังอินทรีย์ในประเทศไทย, 2551, น. 100

จากข้อมูลปริมาณน้ำฝน พบว่าพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานีมีปริมาณน้ำฝนสูงสุดในเดือนสิงหาคมเท่ากับ 498.1 มิลลิเมตร และพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์มีปริมาณน้ำฝนต่ำสุดในเดือนตุลาคมเท่ากับ 124.8 มิลลิเมตร (ตารางที่ 2.6)

ตารางที่ 2.6
ข้อมูลปริมาณน้ำฝนปี 2550 พื้นที่จังหวัดสุรินทร์
จังหวัดอุบลราชธานี และพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์

เดือน	ปริมาณน้ำฝน 2550 หน่วย มิลลิเมตร (มม.)		
	จังหวัดสุรินทร์	จังหวัดอุบลราชธานี	จังหวัดบุรีรัมย์
สิงหาคม	275.8	498.1	133.7
กันยายน	247.3	325.4	159.9
ตุลาคม	221.5	231.5	124.8

ที่มา: www.hydro-4.com/26 มีนาคม 2552