การตรวจเอกสาร

การดูดใช้ไนโตรเจนของข้าว

ข้าวสามารถดูดใช้ (absorp) ไนโตรเจนจากดินหรือปุ๋ยได้ทั้งในรูปของ NH_4^+ และ NO_3^- แต่ NH_4^+ เป็นรูปที่ข้าวดูดใช้ได้ดีกว่า (Yoneyama, 1986) แอมโมเนียมไอออนที่ถูกดูดซับเข้าสู่รากข้าวจะถูกเปลี่ยน (assimilate) เป็นกลูตามีนและเคลื่อนย้ายสู่ต้นและใบต่อไป จากการศึกษาของ Okajima (1960) พบว่ามีการสะสมของ NH_4^+ เกิดขึ้นน้อยมากใน xylem sap ของข้าวที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของ NH_4^+ ในทางตรงกันข้ามกลับพบว่ามีการสะสมของ NO_3^- ในปริมาณมากใน xylem sap เหล่านี้ พืชจะส่งไปยังใบเพื่อเปลี่ยนรูปเป็น NH_4^+ โดยเอนไซม์ไนเตรทรีดักเตส ก่อนที่จะมีการสังเคราะห์เป็นกลูตามีนและกรดอะมิโนอื่น ๆ ต่อไป

การดูดซับไนโตรเจนที่รากจะแปรปรวนไปขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม การจัดการ รวมถึงความแตกต่างในเชิงพันธุกรรมของพืชด้วย ดังเช่นที่ Yoneyama (1986) พบว่า การลดลงของอุณหภูมิทำให้การดูดใช้ไนโตรเจนลดลงด้วย เมื่ออุณหภูมิลดต่ำจาก 30 °->9 °C การดูดไนโตรเจนจะลดลงอย่างมาก และการดูด NO_3^- ลดลงรุนแรงมากที่อุณหภูมิลดต่ำกว่า 15 °C การมีร่มเงาก็มีผลต่อการดูด NH_4^+ และ NO_3^- ด้วยเช่นกัน ในสภาพที่มืดสนิทหรือในเวลากลางคืนการดูดใช้และการเคลื่อนย้าย NH_4^+ และ NO_3^- จะลดลง โดยเฉพาะ NO_3^- จะลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน นอกจากนี้ยังพบว่าการลดลงของ pH ดินมีผลในการยับยั้งการดูดใช้ไนโตรเจนของข้าวด้วย

รากข้าวในระยะเติบโตทางลำต้นสามารถแบ่งเป็น 3 ส่วน ตามอายุของราก Yoneyama (1986) พบว่า รากซึ่งเจริญเต็มที่อยู่ที่ข้อล่างมีกิจกรรมในการดูดซับและเคลื่อนย้ายไนโตรเจนสูงกว่ารากที่อ่อนกว่าในข้อที่สูงขึ้นมา รากตอนล่างส่งไนโตรเจนสู่ใบตอนล่าง และรากตอนบนส่งไนโตรเจนสู่ใบตอนบน ส่วนรากที่ยังอ่อนอยู่ในข้อตอนบนจะรับไนโตรเจนจากรากที่เจริญเต็มที่แล้วในตอนล่างอีกที การดูดและเคลื่อนย้ายไนโตรเจนที่แตกต่างกันในรากนี้ จะไม่พบหลังจากข้าวเจริญพ้นระยะการสร้างรวงไปแล้ว ซึ่งในระยะนี้รากจากข้อตอนบนและตอนล่างจะส่งไนโตรเจนไปสู่ใบในแบบเดียวกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไนโตรเจนที่ข้าวดูดขึ้นมาส่วนใหญ่ถูกส่งไปยังส่วนที่กำลังเจริญเติบโตเสมอ ไม่ว่าจะเป็นระยะใด ๆ ของการเจริญเติบโต มีไนโตรเจนจำนวนน้อยมากที่ถูกส่งไปยังส่วนที่แก่กว่า ในระยะก่อนที่ข้าวจะออกรวง ใบที่กำลังเจริญจะได้รับไนโตรเจนในปริมาณสูงสุด ส่วนใบแก่จะได้รับจำนวนจำกัด ปริมาณไนโตรเจนที่พืชจัดสรรให้กับใบแต่ละใบ เป็นไปในทางตรงกันข้ามกับอายุของใบเป็นหลัก นั่นคือใบอ่อนกว่าจะได้รับไนโตรเจนในปริมาณมากกว่าใบแก่ สำหรับส่วนของไนโตรเจนที่จัดสรรไปยังรากนั้นจะมากในระยะแรกของการเจริญเติบโต ประมาณ 30% ของไนโตรเจนทั้งหมดที่พืชดูดขึ้นมาจะสะสมในรากในระยะต้นกล้า แต่พอเข้าสู่ระยะสร้างรวงอ่อนรากจะได้รับไนโตรเจนเพียง 5-20% ของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่านั้น (Yoneyama, 1977) ในระหว่างการสร้างเมล็ด ไนโตรเจนจากการดูดใช้จะถูกส่งไปยังรวงมากขึ้นตามระยะพัฒนาการของรวง จากการศึกษาของ Mae (1986) โดยใช้ ^{15}N ใส่ให้แก่ต้นข้าวในระยะการสร้างรวงอ่อนเป็นเวลา 5 วัน หลังจากนั้นให้ในรูป ^{14}N พบว่าหลังจากให้ ^{15}N 74% ของ ^{15}N ถูกส่งไปที่แผ่นใบ และ 24% ส่งไปที่กาบใบ เมื่อถึงเวลาเก็บเกี่ยวมี ^{15}N ในแผ่นใบเพียง 20% ในกาบใบ 8% และในรวงข้าว 67% ของ ^{15}N ทั้งหมดในข้าว แสดงว่าไนโตรเจนซึ่งเคยเป็นองค์ประกอบในส่วนต่างๆ ของข้าวมาก่อนอาจจะถูกเปลี่ยนรูปและเกิดการเคลื่อนย้าย(remobilized) ไปยังส่วนที่กำลังเจริญเติบโตใหม่ได้อีก โดยมีจำนวนน้อยมากที่เคลื่อนไปยังส่วนที่มีอายุมาก

ดังนั้นไนโตรเจนในส่วนที่กำลังเจริญเติบโตของข้าวจึงแบ่งเป็น 2 ประเภท ตามการได้มา คือ ไนโตรเจนที่ดูดซับใหม่ และไนโตรเจนที่เปลี่ยนรูปและเคลื่อนย้าย(remobilized) มาจากส่วนอื่น ปริมาณไนโตรเจนในรวงข้าวทั้งหมดมีเพียง 30% เท่านั้นที่ได้มาจากการดูดซับในระหว่างการสร้างเมล็ด อีก 70% ได้จากส่วนอื่นๆ ของต้นข้าว โดยส่วนใหญ่ได้มาจาก แผ่นใบ กาบใบ และลำต้น ตามลำดับ มีส่วนน้อยที่ได้จากราก โดยเหตุนี้แม้ว่าจะมีการปลูกข้าวในสภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนต่อข้าวเกิดขึ้นอย่างมากก็ตาม ข้าวก็สามารถรักษาสมดุลย์การเจริญเติบโตต่อไปได้ ทั้งนี้เพราะการเจริญเติบโตของอวัยวะใหม่ขึ้นอยู่กับไนโตรเจนสะสมที่ถูกนำกลับมาใช้ใหม่เป็นส่วนใหญ่นั่นเอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทบาทของไนโตรเจนที่มีต่อการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตของข้าว

ปริมาณไนโตรเจนที่ข้าวดูดใช้ได้ในแต่ละระยะของการเจริญเติบโต มีผลกระทบโดยตรงต่อผลผลิตของข้าว Murata and Matsushima (1975) เสนอว่าผลผลิตของข้าวขึ้นอยู่กับขนาดของแหล่งสะสม(sink size) ซึ่งประกอบด้วยจำนวนเมล็ด(spikelets) และขนาดของเมล็ด(hull size) จำนวนเมล็ดประกอบด้วย จำนวนรวง และจำนวนเมล็ด/รวง ทั้งจำนวนรวง จำนวนเมล็ด/รวง และขนาดของเมล็ดหรือเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี ต่างก็มีความสัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจนที่ข้าวดูดใช้ในแต่ละระยะของการเจริญเติบโต

ในระยะแรกของการเจริญเติบโต ตั้งแต่ปักดำจนถึงแตกกอสูงสุด ข้าวได้รับไนโตรเจนจากปุ๋ยรองพื้นและจากขบวนการเปลี่ยนรูปเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในดิน(mineralization) อัตราการดูดใช้ไนโตรเจนเพิ่มขึ้นหลังจากปักดำและจะสูงสุดที่ระยะแตกกอสูงสุด ลักษณะปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจนในระยะนี้ได้รับผลกระทบจากปริมาณปุ๋ย ลักษณะทางเคมีดิน และการจัดการไนโตรเจนที่ดูดใช้ในระยะนี้ใช้ในการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบ การแตกหน่อ(tillers) มีผลต่อจำนวนรวง(panicles) และมีผลต่อไปในระยะอื่นๆ ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตอื่นๆ นอกจากจำนวนรวง เนื่องจากการเคลื่อนย้ายของไนโตรเจน(re-mobilization) ไปสู่ส่วนที่กำลังเจริญเติบโตใหม่ (Mae and Ohira , 1981)

การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนรองพื้น(basal-N) จะเพิ่มการดูดใช้ไนโตรเจนของข้าวทั้งจากปุ๋ยและจากดิน (Broadbent and Mikkelsen , 1968) เพิ่มการเจริญเติบโต จำนวนต้นและจำนวนรวง อัตราสูงสุดของการดูดใช้ไนโตรเจนของข้าวมีผลกระทบต่อความยาวของลำต้น (Takahashi et al., 1976) ซึ่งมีผลต่อการหักล้มของข้าว การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนรองพื้นหรือการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแต่งหน้า (topdressed) มากเกินไปในระยะนี้จะทำให้อัตราสูงสุดของการดูดไนโตรเจนสูง และมีผลต่อความยาวของลำต้นและการหักล้ม ทำให้ผลผลิตของข้าวลดลงได้

จากระยะที่ข้าวแตกกอสูงสุดถึงระยะหลังของการกำเนิดเมล็ด (late stage of spikelet initiation) ข้าวมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด มีการขยายพื้นที่ใบอย่างรวดเร็ว ไนโตรเจนที่ข้าวได้รับมาจากการสลายตัวของอินทรีย์ไนโตรเจนที่สลายตัวอย่างช้าๆ และไนโตร-เจนจากปุ๋ยแต่งหน้า ไนโตรเจนที่ข้าวดูดใช้ในระยะนี้มีผลต่อการสร้างเมล็ด (spikelets)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(Kumura, 1956) การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในระยะนี้ข้าวสามารถดูดใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเพิ่มจำนวนเมล็ด/รวงได้เป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตามการใช้ไนโตรเจนในอัตราสูงในระยะนี้จะทำให้เกิดการยืดยาวของลำต้นข้าว(culm)ได้ และเกิดการหักล้ม นอกจากนั้นจะนำไปสู่ความไม่สมดุลย์กันระหว่างจำนวนเมล็ด/พื้นที่ และเปอร์เซ็นต์ของเมล็ดดี (Wada et al., 1986)

หลังจากระยะกำเนิดเมล็ด (late stage of spikelet initiation) ข้าวหยุดการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ และหยุดการสร้างเมล็ด มีการสะสมคาร์โบไฮเดรทมากขึ้น (Wada , 1969) ไนโตรเจนที่ข้าวดูดใช้ได้ มีผลต่อขนาดของแหล่งสะสม(sink size) โดยการลดเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ เพิ่มขนาดของเมล็ด และส่งเสริมการเจริญของเมล็ดโดยเพิ่มน้ำหนักจำเพาะของใบ(specific leaf weight) ปริมาณไนโตรเจนในใบ และการสะสมคาร์โบไฮ-เดรท การใส่ปุ๋ยแต่งหน้าในระยะนี้ข้าวสามารถดูดใช้ได้สูง และไม่เสี่ยงต่อการลดผลผลิต

หลังออกรวงเป็นระยะที่มีการสะสมคาร์โบไฮเดรทในเมล็ด ไนโตรเจนจะช่วยส่งเสริมการสะสมคาร์โบไฮเดรท ปริมาณไนโตรเจนที่ข้าวดูดใช้ในระยะนี้น้อยเมื่อเทียบกับไนโตรเจนที่ต้องการ (Wada et al., 1986) ไนโตรเจนจำนวนมากมาจากการเคลื่อนย้ายจากใบสู่เมล็ด เพื่อที่จะรักษาใบให้สามารถสังเคราะห์แสงได้สูงและยาวนาน ต้องให้มีการดูดไนโตรเจนได้สูงเพื่อรักษาไนโตรเจนในใบ โดยการให้ปุ๋ยแต่งหน้าซึ่งไม่เป็นการเสี่ยงต่อการลดผลผลิต

ผลของการขังน้ำที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดิน และธาตุอาหารพืช

1. การเกิดชั้นดินออกซิไดซ์และรีดิวซ์ในดิน

เมื่อมีการขังน้ำไว้ที่ผิวหน้าดิน จะทำให้ช่องว่างในดินอิ่มตัวด้วยน้ำ และโครงสร้างเม็ดดินมีแนวโน้มที่จะแตกออก น้ำที่ขังอยู่เหนือผิวดินจะขัดขวางการแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างดินกับบรรยากาศ การแพร่ของก๊าซออกซิเจนในน้ำเกิดขึ้นช้ากว่าในอากาศประมาณ 10,000 เท่า (Ponnamperuma, 1972) ทำให้ก๊าซออกซิเจนไม่เพียงพอกับปฏิกิริยาทางเคมีและความต้องการของจุลินทรีย์พวกที่ต้องใช้ออกซิเจน ปริมาณของก๊าซออกซิเจนในดินจึงลดลงอย่างรวดเร็วและหมดไปภายใน 6-8 ชั่วโมงหลังการขังน้ำ (Mikkelsen , 1987) ยกเว้นชั้นผิวดินบาง ๆ ซึ่งติดอยู่กับน้ำขังยังมีก๊าซออกซิเจนอยู่บ้างโดยได้มาจากก๊าซออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำเหนือผิวดิน และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การสังเคราะห์แสงของพืชน้ำแพร่ลงสู่ดิน เรียกชั้นนี้ว่า ชั้นออกซิไดซ์ จุลินทรีย์ในดินชั้นนี้เป็นพวกที่ต้องการอากาศ และธาตุต่างๆ อยู่ในรูปออกซิไดซ์ เช่น SO_4^{2-} NO_3^- Fe^{3+} และ Mn^{4+} ใต้ชั้นออกซิไดซ์นี้ลงไปปริมาณก๊าซออกซิเจนลดลงอย่างรวดเร็วจนเกือบจะไม่มีก๊าซออกซิเจนเหลืออยู่ เกิดเป็นชั้นรีดิวส์ ความลึกที่ก๊าซออกซิเจนซึมหรือแพร่ลงไปได้ขึ้นอยู่กับสมดุลย์ระหว่างอัตราการแพร่กระจายและการใช้ของจุลินทรีย์ เมื่อขาดออกซิเจนจุลินทรีย์พวกที่ต้องการอากาศจะหยุดกิจกรรมหรือตายลง พวกที่สามารถเติบโตได้ทั้งมีอากาศและไม่มีอากาศกับพวกที่ไม่ต้องการอากาศจะเติบโตขึ้นมาแทน

2. การเปลี่ยนแปลง redox potential (Eh) ในดินหลังการขังน้ำ

ค่า Redox potential (Eh) ในดินหลังการขังน้ำจะลดลงโดยในดินชั้นรีดิวซ์จะลดลงจนค่อนข้างคงที่ประมาณ +200 mV ถึง -300 mV ขึ้นอยู่กับชนิดของดิน (Patrick and Mahapatra , 1968) แต่ในดินชั้นออกซิไดซ์และในน้ำที่ขังเหนือดินมีค่า Redox potential +300 mV ถึง +500 mV ซึ่งค่า Redox potential นี้ จะมีผลต่อความเป็นกรด-ด่าง(pH)ของดิน ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสและซิลิคอน ความเข้มข้นของ Fe^{2+} Mn^{2+} Cu^+ K^+ Cu^{2+} SO_4^{2-} NH_4^+ Ca^{2+} Mg^{2+} Zn^{2+} และ MnO_4^{2-} การเกิดกรดอินทรีย์ เมอร์แคปแทน เอทธิลีน ไฮโดรเจนซัลไฟด์ และค่าจำเพาะการนำไฟฟ้า (Mikkelsen , 1987)

ต้นข้าวก็มีอิทธิพลต่อระดับของการรีดิวซ์ในดิน เนื่องจากก๊าซออกซิเจนที่ถูกขับออกจากรากข้าว ทำให้ดินบริเวณรอบ ๆ รากข้าวถูกออกซิไดซ์ ส่วนดินที่อยู่รอบนอกออกมาจะถูกรีดิวซ์ ดังนั้นดินขังน้ำที่มีต้นข้าวขึ้นอยู่จะมีค่า redox potential สูงกว่าในดินขังน้ำที่ไม่มีการปลูกข้าว

3. ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินหลังการขังน้ำ

pH ในดินส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่จะปรับเข้าสู่ความเป็นกลาง การปรับตัวของ pH ที่ต่ำหรือสูงจนเกินไปเข้าสู่ความเป็นกลาง มีผลทำให้ความเป็นพิษของ Al Fe และ Mn ลดลง พร้อมกับการเพิ่มความเป็นประโยชน์ของ P และ Si ขณะที่ขังน้ำ pCO_2 สูงขึ้นโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์และมีผลกระทบต่อค่า pH (Ponnamperuma, 1967) ปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง pH เช่น การเปลี่ยนแปลงของ Fe^{3+} และ Fe^{2+} การสะสมของ NH_4^+-N และการเปลี่ยนแปลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของ SO_4^{2-} เป็น S^{2-} Ponnamperuma (1977) ได้สรุปว่าการลดลงของ pH ในดิน sodic ถูกควบคุมโดยระบบ Na_2CO_3-CO_2-H_2O ในดิน Calcareous ถูกควบคุมโดยระบบ $CaCO_3$-CO_2-H_2O และ ในดินเกรดพวก acid ferruginous ถูกควบคุมโดยระบบ $Fe(OH)_3$-Fe^{2+}

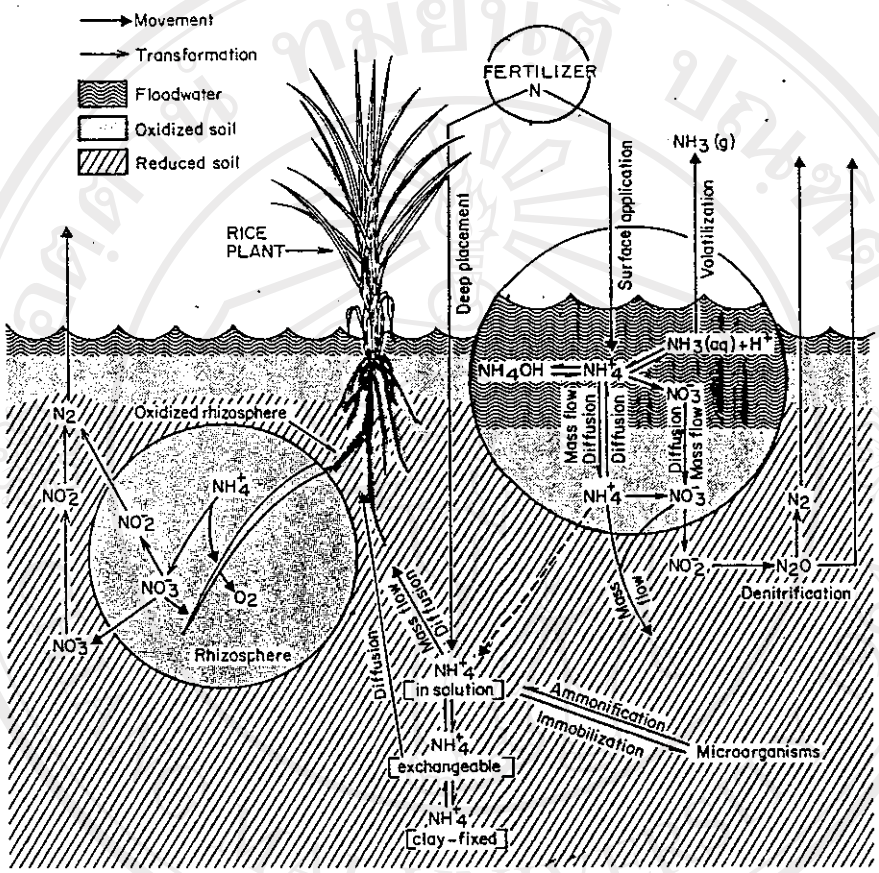
4. ค่าจำเพาะการนำไฟฟ้า (specific conductance)

ค่าจำเพาะการนำไฟฟ้า (specific conductance) ของสารละลายดินหลังการขังน้ำเพิ่มขึ้นและมีค่าสูงสุดในช่วงที่ดินมีปฏิกิริยาreduction สูง (Ponnamperuma, 1972) ในดินเกรดการรีดิวซ์ Fe^{3+} และ Mn^{4+}จากรูปที่ไม่ละลายน้ำสู่รูปที่ละลายน้ำ และในดินที่เป็นด่างหรือกลางมี Ca^{2+} และ Mg^{2+} เป็นตัวที่ส่งเสริมให้ค่า specific conductance สูงขึ้นโดยอินทรียวัตถุในดินส่งเสริมการละลายของ Fe Ca และ Mg

5. การเปลี่ยนแปลงรูปของธาตุอาหารไนโตรเจน

การขังน้ำมีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินทั้งทางกายภาพ ชีวภาพ ชีวและเคมีในดิน การเปลี่ยนแปลงสภาพจาก aerobic เป็น anaerobic ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง pH และ redox potential เกิดชั้นดินออกซิไดซ์ และรีดิวซ์ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปของไนโตรเจนโดยขบวนการทางชีวและเคมีต่าง ๆ ซึ่งจะไปมีผลกระทบต่อปริมาณความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนต่อข้าว และการสูญเสียไนโตรเจนออกจากระบบ ดินและพืช

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 1 ขบวนการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนในดินนาน้ำขัง

(Savant and De Datta, 1982)

5.1 <u>การเปลี่ยนรูปเป็นก๊าซแอมโมเนีย</u> (ammonia volatilization) ในสภาพของดินน้ำขัง แอมโมเนียมอิออนเปลี่ยนรูปเป็นก๊าซแอมโมเนียและมีการปลดปล่อย H^+ ด้วย คือ $NH_4^+ \longrightarrow NH_3 + H^+$ ดังนั้น pH และ buffering capacity ของดิน จึงมีอิทธิพลต่อขบวนการนี้ แอมโมเนียมไนโตรเจนทั้งหมด(N_t)ในน้ำขัง คือ ผลรวมของแอมโมเนียที่ละลายอยู่ในน้ำกับแอมโมเนียมอิออน $N_t = NH_3(aq) + NH_4^+$ ความเข้มข้นของแอมโมเนียที่ละลายในน้ำ ($NH_3(aq)$) จะเพิ่มขึ้นตามค่า pH ที่เพิ่มขึ้น และจะเพิ่มขึ้นถึง 10 เท่า ถ้า pH เพิ่มขึ้นถึง 9 (De Detta, 1987) ซึ่ง pH ของน้ำขังในดินนาก็จะขึ้นอยู่กับ pCO_2 และความเป็นด่าง อันเป็นผลมาจากการสังเคราะห์แสง และการหายใจของพืชน้ำ ได้แก่ พวกสาหร่ายเซลเดียว (Mikkelsen <u>et al.</u>, 1978) สำหรับการระเหยของก๊าซแอมโมเนีย ก็จะเปลี่ยนแปลงตาม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

อุณหภูมิของน้ำในแต่ละวัน (Freney et al., 1981) นอกจากนี้ความเร็วลมทำให้เกิดการถ่ายเทอากาศเหนือผิวน้ำมีผลในการลด pNH_3 ในอากาศเหนือผิวน้ำ และเพิ่มการระเหยของก๊าซแอมโมเนียด้วย (Bouldin et al., 1974)

ปัจจัยทางดินอื่นๆ เช่น alkalinity pH pCO_2 buffering capacity และ CEC ส่วนปัจจัยทางสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความเร็วลม ชนิดและปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้ และขนาดทรงพุ่มของต้นข้าวมีผลต่อการระเหยเป็นแอมโมเนียจากดินน้ำขัง จากการทดลองส่วนใหญ่พบว่า ปริมาณไนโตรเจนที่สูญเสียในรูปการระเหยเป็นแอมโมเนียมีน้อยกว่า 20% ของไนโตรเจนที่ใส่ลงไปขึ้นอยู่กับสมบัติทางเคมีและวิธีการใส่ปุ๋ยด้วย (Savant and De Datta, 1982)

5.2 <u>การปลดปล่อยและจับยึดไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์</u> (ammonification and immobilization) เป็นขบวนการที่เปลี่ยนรูปกลับไป-มาระหว่างรูปอนินทรีย์ไนโตรเจนกับรูปอินทรีย์ไนโตรเจน โดยขบวนการปลดปล่อยไนโตรเจนให้เป็นประโยชน์แก่พืชคือ การเปลี่ยนรูปจากอินทรีย์ไนโตรเจนเป็นรูปอนินทรีย์ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ในดินนาน้ำขังส่วนใหญ่จะสิ้นสุดที่ขบวนการเปลี่ยนรูปเป็นแอมโมเนียมเรียกว่า "แอมโมนิฟิเคชั่น" แม้ว่าอัตราการสลายตัวของเศษซากพืชในดินนาน้ำขังจะช้ากว่าในดินที่ไม่ขังน้ำ แต่ปริมาณสุทธิของขบวนการแอมโมนิฟิเคชั่นในดินน้ำขังก็สูงกว่าในสภาพไม่ขังน้ำ (Tusneem and Patrick, 1971) และเป็นส่วนสำคัญที่ปลดปล่อยไนโตรเจนให้ข้าวได้ใช้ในการเจริญเติบโต

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อขบวนการแอมโมนิฟิเคชั่น เช่น ปัจจัยทางดิน อินทรียวัตถุ และการจัดการทางการเกษตร Cho and Ponnamperuma (1971) พบว่า อัตราการเกิดแอมโมนิฟิเคชั่นเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิในช่วง 15-45 °C การทำให้ดินแห้งแล้วให้น้ำท่วมขัง ทำให้เกิดการส่งเสริมขบวนการแอมโมนิฟิเคชั่น ลักษณะเช่นนี้เกิดทั้งในดินอนินทรีย์(mineral soil) และดินอินทรีย์(Histosols) Amino acid-N และ amino sugar-N เป็นส่วนของอินทรียวัตถุที่ไม่เสถียร ซึ่งพร้อมที่จะเปลี่ยนเป็นอนินทรีย์ไนโตรเจน(mineralized) ได้โดยผลของการแห้งของดิน (Kai and Kawaguchi, 1977) ปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนเป็นประโยชน์ของดินสัมพันธ์กับส่วนของ acid-hydrolyzable-N โดยเฉพาะ amino acid-N หรือ amino

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

sugar-N ของอินทรีย์ไนโตรเจนในดิน (Lin et al, 1973)

Craswell et al. (1970) พบว่าดินซึ่งมีโครงสร้างเป็นเม็ดดินขนาดเล็กมีสัดส่วนของไนโตรเจนซึ่งพร้อมจะเปลี่ยนเป็นอินทรีย์ไนโตรเจน ได้มากกว่าพวกเม็ดดินขนาดใหญ่ อย่างไรก็ตามในดินนาผลของขนาดเม็ดดินไม่ชัดเจนเนื่องจากการทำเทือกซึ่งไปทำลายโครงสร้างเม็ดดิน

Sahrawat (1983) พบว่า การเกิดแอมโมเนียมไอออนในดินฟิลิปปินส์ 39 ชนิดที่มีค่า pH ปริมาณอินทรียวัตถุ และเนื้อดินแตกต่างกัน มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และ C/N เรโช แต่ค่า CEC ปริมาณแร่ดินเหนียว(clay) และ pH ไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับการเกิดแอมโมเนียมไอออน

ดังนั้นในดินที่มีอัตราส่วน C/N กว้าง การเกิดแอมโมนิฟิเคชั่นจึงน้อยลงเนื่องจากการเกิดกระบวนการเปลี่ยนรูปเป็นอินทรีย์ไนโตรเจน(immobilization) ร่วมด้วย อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ Kai and Kawaguchi (1977) พบว่า อัตราของแอมโมนิฟิเคชั่นสูงสุดหลังจาก immobilization ขึ้นถึงจุดสูงสุด

Yoshino and Dei (1977) พบว่าคุณสมบัติของคอลลอยด์ มีผลกระทบต่อขบวนการแอมโมนิฟิเคชั่น โดยความสัมพันธ์ระหว่างอัตราของแอมโมนิฟิเคชั่นกับเวลาในดินที่มีเนื้อดินละเอียดจะเป็นรูป sigmoid curve แต่ในดินร่วนจะมีรูปแบบเป็น curvilinear Kawaguchi and Kyuma (1969) พบว่า ความแตกต่างของขบวนการแอมโมนิฟิเคชั่นในดินที่ต่างๆ ของมาเลเซียอธิบายได้โดยความแตกต่างของภูมิอากาศและลักษณะทางแร่ดินเหนียวของดินเหล่านั้น Boka(1973) พบว่า การปลดปล่อย NH_4^+-N ในดินพวกดินเหนียวต่ำกว่าในดินทราย ถ้าให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่ ขบวนการแอมโมนิฟิเคชั่นจะเกิดได้เร็วในดินเหนียวพวก 1:1 type หรือพวกอสัณฐาน(allophane) และจะเกิดช้าแต่ต่อเนื่องในดินพวก 2:1 type

ปุ๋ยไนโตรเจนมีอิทธิพลต่อขบวนการแอมโมนิฟิเคชั่นของอินทรีย์ไนโตรเจน "priming effect" Onikura et al. (1975) พบว่าเกิดการเร่งการปลดปล่อย NH_4^+-N ในดินขังน้ำหลังจากใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ในการศึกษาในแปลงทดลองโดยใช้ ^{15}N พบว่าสามารถเพิ่มการดูดไนโตรเจนของข้าวจากดินชุดบางเขนได้ 15-29% ของไนโตรเจนทั้งหมดในข้าว (Koyama et al.,1973) ผลกระทบคล้ายกับ priming effect ก็อาจเกิดขึ้นได้เมื่อมีการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ใส่อินทรีย์ไนโตรเจนลงไปในดิน (Kai and Kawakuchi 1977)

เนื่องจาก pH ของดินนาน้ำขังจะเปลี่ยนแปลงเข้าใกล้เป็นกลางเมื่อมีการขังน้ำได้ประมาณ 4-6 สัปดาห์ จึงไม่เห็นผลของ pH ดินต่อขบวนการแอมโมนิฟิเคชั่นชัดเจน อย่างไรก็ตาม pH ของดินก่อนการขังน้ำจะมีอิทธิพลต่อขบวนการแอมโมนิฟิเคชั่นในช่วงแรก จนกระทั่ง pH เปลี่ยนแปลงจนคงที่ ขนาดของ pH ที่เปลี่ยนแปลง (pH) และอัตราการเปลี่ยนแปลง pH มีผลต่อขบวนการแอมโมนิฟิเคชั่นในดินที่เริ่มขังน้ำ Kawakuchi and Kyuma (1969) พบว่าดินที่มี pH ต่ำและขาดฟอสฟอรัส เช่น ดินกรดจัดของประเทศไทย มีอัตราการปลดปล่อยแอมโมเนียมต่ำ การใช้ปูนเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการเพิ่มขบวนการแอมโมนิฟิเคชั่น

ขบวนการเปลี่ยนรูปไนโตรเจนทำให้ไนโตรเจนไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช (immobilization) คือ ขบวนการเปลี่ยนรูปอนินทรีย์ไนโตรเจนเป็นอินทรีย์ไนโตรเจน โดยส่วนใหญ่จะเป็นขบวนการที่จุลินทรีย์นำไนโตรเจนไปใช้(assimilation) ขบวนการนี้สำคัญเพราะมีผลกระทบต่อปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อข้าว ผลงานการศึกษาโดยใช้ ^{15}N ของนักวิจัยต่างๆ Savant และ De Datta (1982) นำมาสรุปไว้ดังนี้

1. องค์ประกอบทางเคมีของเศษพืชที่ใส่ลงดิน โดยเฉพาะ C/N เรโช มีผลต่ออัตราและรูปแบบของ immobilization เป็นอย่างมาก ถ้า C/N เรโชกว้าง immobilization เกิดขึ้นได้มาก

2. องค์ประกอบแต่ละชนิดเช่น ไขมัน ไฟเบอร์ ลิกนิน และส่วนประกอบที่ปราศจากไนโตรเจนไม่มีความสัมพันธ์กับขบวนการimmobilization แต่ผลรวมขององค์ประกอบเหล่านี้มีผลต่อการเพิ่ม immobilization นอกจากองค์ประกอบที่เป็นโปรตีนซึ่งมีผลในทางตรงกันข้าม

3. ขบวนการ immobilization แปรตามอุณหภูมิ (37 °> 30 °> 26.5 °C)

4. สารอินทรีย์คาร์บอนที่สลายตัวเร็วเร่งการเกิด immobilization เร็ว

5. Immobilization ของสารอนินทรีย์ไนโตรเจนเกิดขึ้นเร็วในระหว่าง 1-2 สัปดาห์แรก และหลังจากนั้นจะลดลง

6. ผลของ immobilization เมื่อใส่ ^{15}N และฟางข้าว คือ ส่วนของ amino acid-N หรือ amino sugar-N หรือทั้งสองส่วนจะมี ^{15}Nในองค์ประกอบมากกว่าส่วนอื่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Ammonification ของ ไนโตรเจนที่เพิ่งถูก immobilized

รูปแบบ ammonification ของ immobilized-nitrogen ต่างจากของอินทรีย์ไนโตรเจนดั้งเดิมในดิน Asami (1971) พบว่า อัตราแอมโมนิฟิเคชั่นของไนโตรเจนที่ถูก immobilized จะเกิดขั้นตอนเริ่มต้นและจะหมดไปอย่างรวดเร็วในระยะเวลาอันสั้น ขณะที่ขบวนการแอมโมนิฟิเคชั่นของอินทรีย์ไนโตรเจนดั้งเดิมในดิน จะมีอัตราค่อนข้างคงที่ต่อไปในระยะยาว ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะว่า immobilized-nitrogen ส่วนใหญ่เป็น amino acid-N และ amino sugar-N ซึ่งเป็นรูปที่พร้อมจะมีการเปลี่ยนแปลงสูง และเกิดแอมโมนิฟิเคชั่นได้เร็ว ส่วนในอินทรีย์ไนโตรเจนดั้งเดิมในดินเป็นพวกที่ทนต่อการสลายตัว โดยจุลินทรีย์จึงเกิดแอมโมนิฟิเคชั่นอย่างช้าๆ ดังนั้นอัตรา immobilization ของปุ๋ย ^{15}N หลังจากการบ่มตัวอย่างนานประมาณ 1 อาทิตย์ ลดลง ก็น่าจะเป็นผลมาจากการเกิด reammonification ของ ^{15}N ซึ่งเป็นอินทรีย์ไนโตรเจนที่ง่ายต่อการเปลี่ยนแปลงเพิ่งถูก immobilized ไปใหม่ ๆ นั่นเอง

อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ได้จากการดูดโดยพืชแสดงว่า reammonification ของ immobilized ^{15}N ค่อนข้างช้า Krishnappa and Shinde (1978) รายงานว่า immobilized ^{15}N ถูกปลดปล่อยออกมาให้กับพืชที่สองได้ค่อนข้างต่ำ Kai and Wada (1979) พบว่าไนโตรเจนที่ถูก immobilized มีความเป็นประโยชน์น้อยลงตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการเปลี่ยนสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนให้เป็นโมเลกุลที่ใหญ่ขึ้น Mc Gill and Paul (1976) รายงานว่า สารประกอบ ammorphous iron และ aluminum ที่ผิวของแร่ดินเหนียวเป็นตัวการสำคัญที่ยึดอินทรีย์ไนโตรเจนกับอนินทรีย์คอลลอยด์ทำให้มันเกิดแอมโมนิฟิเคชั่นยากขึ้น

5.3 Nitrification-Denitrification ในระบบของดินน้ำขัง ประกอบด้วย ส่วนที่เป็นออกซิไดซ์และรีดิวซ์ซึ่งเป็นส่วนของช่องว่างที่มีทั้งขนาดเล็ก(microsites) และใหญ่(macrosites) ในบริเวณที่เป็นออกซิไดซ์ คือ บริเวณผิวดินและบริเวณรากข้าว ซึ่งทั้งสองบริเวณเหมาะต่อการเกิดขบวนการ nitrification ส่วนในชั้นรีดิวส์เหมาะสมต่อขบวนการ denitrification

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

nitrification เป็นขบวนการซึ่งต้องการอากาศจึงเกิดขึ้นในน้ำที่ขังเหนือผิวดินและที่ชั้นออกซิไดซ์ ซึ่งก๊าซออกซิเจนไม่เป็นสิ่งจำกัดของขบวนการนี้ ขบวนการ nitrification ของปุ๋ย NH_4^+-N ในระบบน้ำขังได้รับผลกระทบจากปัจจัยหลายอย่างเช่น อินทรียวัตถุในดิน pH ดิน อุณหภูมิดิน ความลึกของน้ำท่วมขัง ปริมาณ รูปและวิธีการใส่ปุ๋ย NH_4^+-N ระยะการเจริญเติบโตของข้าว และการใช้ยากำจัดศัตรูพืช (Savant and De Datta, 1982)

อัตราการเกิด nitrification ลดลงเมื่อ pH ต่ำกว่า 6 และแทบจะไม่พบเมื่อ pH ต่ำกว่า 5 pH สูงกว่า 6 เหมาะต่อการเกิด nitrification และถ้า pH สูงถึง 8.3 ส่งเสริมปริมาณของ nitrifying bacteria ในชั้นออกซิไดซ์ การมีเศษพืชในดินน้ำขังส่งเสริมให้เกิด immobilization ของ NH_4^+ ดังนั้นจึงเป็นการชะลอการเกิด nitrification ของ NH_4^+ ที่ใส่ลงไป การเกิด nitrification ของชั้นผิวดินเปลี่ยนแปลงตามระยะการเติบโตของข้าว ระหว่างการเติบโตในระยะแรก วิธีใส่ปุ๋ยมีผลกระทบต่อปริมาณของ nitrification แต่ที่ระยะการเติบโตต่อมาการเกิด nitrification สูงกว่าในระยะแรก เพราะการเพิ่มความหนาของชั้นออกซิไดซ์ และการเพิ่มจำนวนประชากรของ nitrifying bacteria ตามการเพิ่มของเวลาในการขังน้ำ

การใช้สารกำจัดศัตรูพืชโดยทางผิวดินมีผลกระทบต่อขบวนการnitrification ที่ชั้นออกซิไดซ์ (Vlassak และ Livens, 1975; Vojnova et al., 1975; Sahrawat, 1976; Tu 1978; Turner, 1979) Watanabe et al. (1981) สังเกตุพบผลกระทบของ nitrapyrin ที่มีต่อการเกิดขบวนการ nitrification ในชั้นออกซิไดซ์ของดินนาด้วยเช่นกัน

Denitrification

ปฏิกิริยาทั่วไปของขบวนการ denitrification คือ $NO_3^- \rightarrow NO_2^- \rightarrow N_2O \rightarrow N_2$ ขบวนการ denitrification ไม่ใช่ปัจจัยที่กำหนดการสูญเสียไนโตรเจน เพราะการแพร่ของ nitrate เร็วกว่าออกซิเจนและแอมโมเนียม และขบวนการเกิดก็เร็วมากด้วย (Focht,1979)

Patrick and Reddy (1978) ศึกษากระบวนการ nitrification-denitrification ของชั้นออกซิไดซ์และรีดิวซ์ โดยทดลองในห้องปฏิบัติการและไม่ปลูกพืชหลาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

งานทดลองและได้สรุปว่า NH_4^+ในชั้นอ๊อกซิไดซ์ถูกขบวนการ nitrification เปลี่ยนเป็น NO_3^- ($k = 3.18$ ug/cm^3/day) NO_3^--N เคลื่อนที่สู่ชั้นรีดิวซ์และถูกขบวนการ denitrification เปลี่ยนเป็นก๊าซ N_2 ($k = 15.0$ ug/cm^3/วัน) อัตราการเคลื่อนที่ของ NH_4^+ สู่ชั้นออกซิไดซ์ช้าและอัตราของขบวนการ nitrification ต่ำ ดังนั้นทั้งสองสาเหตุนี้จึงอาจเป็นตัวจำกัดการสูญเสียไนโตรเจนโดยขบวนการ nitrification-denitrification ที่ผิวดินของดินน้ำขัง

ขบวนการ nitrification-denitrification ได้รับผลกระทบทั้งโดยตรงและโดยอ้อมจากปัจจัยหลายชนิด Stanford et al. (1975) ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่าง pH ของดินเริ่มต้นก่อนการขังน้ำ(ระหว่าง pH 5-8) กับขบวนการ denitrification เนื่องจาก pH ของดินหลังการขังน้ำมีการเปลี่ยนแปลง Ponnamperuma (1972) พบว่าที่ pH หลังจากขังน้ำ (6.5-7.2) และ pe (-1 ถึง 3) ส่งเสริมให้เกิด denitrification ได้ดีและอัตราการเกิดขบวนการ denitrification เปลี่ยนแปลงตามชนิดของดิน และเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจาก 5-45 °C

เนื่องจากว่า denitrifying bacteria ต้องการอินทรียวัตถุเป็นแหล่งคาร์บอนสำหรับดำเนินกิจกรรม ดังนั้นลักษณะและปริมาณของอินทรียวัตถุจึงมีผลกระทบต่อขบวนการ denitrification Bremner (1977) เสนอว่า สารอินทรีย์โมเลกุลเล็กซึ่งละลายน้ำได้มีผลกระทบต่อขบวนการ denitrification มากกว่าพวกโมเลกุลใหญ่และมีการละลายน้ำต่ำซึ่ง Bremner and Shaw (1958) พบว่า มีการสูญเสียไนโตรเจนในรูปก๊าซน้อยมากในดินน้ำขัง ที่มีอินทรีย์คาร์บอนน้อยกว่า 1%

Patrick and Reddy (1976) ศึกษาโดยใช้ ^{15}N สังเกตว่า ปริมาณ $^{15}NH_4^+$ในดินน้ำขังลดลงและ N_2 เกิดขึ้นชัดเจนหลังการบ่ม 15 วัน และการเปลี่ยนแปลง $^{15}NH_4^+$ เป็น N_2 เกิดขึ้นเร็วหลังจาก 30 วัน ดังนั้นการสูญเสียไนโตรเจนจากดินน้ำขังเนื่องจากขบวนการ nitrification-denitrification เกิดขึ้นหลังจากการขังน้ำ 1-2 สัปดาห์ ซึ่งเป็นระยะที่เริ่มเกิดชั้นออกซิไดซ์เหนือชั้นรีดิวซ์

ผลกระทบของรากข้าวที่ผิวดินทำให้ความเข้มข้นของ NO_3^--N ลดลง ซึ่งอาจจะลดขบวนการ denitrification ลง ในขณะที่บริเวณออกซิไดซ์ที่รากข้าวและบริเวณรีดิวซ์ที่อยู่รอบๆ เกิดขบวนการ nitrification-denitrification เด่นชัด การศึกษาอิทธิพลของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

rhizosphere ของรากข้าว ต่อขบวนการ denitrification และจุลินทรีย์ denitrifiers ในดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ ผลของ denitrification ในบริเวณรากข้าวจะมีมากขึ้น โดยกิจกรรมของdenitrifying bacteria ได้รับการส่งเสริมโดยroot exudates จากรากข้าว

ขบวนการ denitrification ที่บริเวณรากข้าวเปลี่ยนแปลงตามเวลาหรืออายุของรากข้าว ที่บริเวณรากมีขบวนการ denitrification เกิดขึ้นสูงสุดระหว่างระยะแรกของการเจริญเติบโตและจะลดลงตามอายุของข้าวเนื่องจากรากบางส่วนเริ่มตายลง การสูญเสียในรูป N_2 โดย denitrification ลดลงตามการพัฒนาขั้นสูงของข้าว

6. ขบวนการสูญเสียปุ๋ยไนโตรเจนในระบบดินนา

6.1 การสูญเสียโดยการไหลบ่า (run-off losses) Takamura et al. (1977) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้แก่ข้าวในญี่ปุ่นมีการสูญเสียโดยการไหลบ่า 13-16% Singh et al. (1978) ศึกษาใน Philippines พบว่า การสูญเสียโดยการไหลบ่าในข้าวมีมากกว่า 10% ของปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ระบายออกจากผิวดินและพบว่าไนโตรเจนที่สูญเสียไปกับน้ำนั้นอยู่ในรูปของแอมโมเนียมเป็นส่วนใหญ่มีรูปของไนเตรทเล็กน้อยเท่านั้น

6.2 การสูญเสียโดยการชะล้าง

การขังน้ำนำไปสู่การสูญเสียไนโตรเจนไปกับน้ำที่ซึมลงลึก (percolation) การสูญเสียในรูปแอมโมเนียมน้อยกว่าไนเตรทเนื่องจากการดูดซับไว้โดยคอลลอยด์ดิน อย่างไรก็ตามแอมโมเนียมก็ถูกแทนที่ได้โดย Fe^{2+} และ Mn^{2+} ที่เกิดขึ้นในสภาพรีดิวซ์ Savant and De Datta (1979,1980) และ Savant et al. (1982) ศึกษาการเคลื่อนที่ของปุ๋ยไนโตรเจน (prille urea [PU], urea super granules [USG_1], sulfur-coated urea [SCU] และยูเรียในปุ๋ยดินปั้น) ใส่ในดินลึก 10 เซนติเมตร พบว่าการเคลื่อนที่ของ NH_4^+ ลงด้านล่างมากกว่าไปด้านข้าง และมากกว่าขึ้นบน การสูญเสียโดยขบวนการชะล้างเกิดขึ้นได้ง่ายในดินเนื้อหยาบ มีความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวกต่ำ Savant and De Datta (1982) รายงานการสูญเสียโดยการชะล้าง ประมาณ 1-70% ของไนโตรเจนที่ใส่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6.3 การสูญเสียในรูปก๊าซแอมโมเนีย

Fillery et al. (1984) พบว่าการใส่ยูเรียโดยหว่านลงในนาน้ำขังจะมีการสูญเสียในรูปแอมโมเนียถึง 47% ที่ Munoz, Central Luzon, Philippines แต่ถ้าใช้วิธีเดียวกันนี้ที่ IRRI farm สูญเสียเพียง 27% ความแตกต่างกันนี้เกิดจากความเร็วลมเป็นหลัก ในออสเตรเลีย Simpson et al. (1984) รายงานว่าการสูญเสียในรูป NH_3 มี 11% ของไนโตรเจนที่ใส่หลังจากใช้ยูเรียในข้าวนาหยอดอายุ 8 สัปดาห์ สาเหตุเนื่องมาจากมี pH ความเร็วลม และระดับความเข้มข้นของยูเรียในน้ำขังสูง

Cao et al. (1984) รายงานว่า pH และความเข้มข้นของไนโตรเจน (ยูเรีย + NH_4^+-N) ในน้ำขังสูงขึ้นหลังการใช้ยูเรียเป็นปุ๋ยแต่งหน้า ทำให้สูญเสียในรูปของNH_3 และ denitrification แต่ถ้าใช้ยูเรียเม็ดโต (USG) ใส่ฝังดินทำให้ pH และความเข้มข้นของไนโตรเจนในน้ำขังไม่สูง และลดการสูญเสียไนโตรเจน

6.4 การสูญเสียโดยขบวนการ denitrification

การสูญเสียโดยขบวนการ denitrification มีได้ถึง 70%ของปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ (Mikkelsen, 1987) Reddy and Patrick (1986) พบว่าปริมาณการสูญเสียในรูปนี้ในดินที่ปลูกข้าวน้อยกว่าในดินที่ไม่ปลูกข้าว แต่ Smith and De Laune (1984) พบก๊าซ N_2O + N_2 ใน 2 วันแรกหลังการใส่ปุ๋ยในดินที่ปลูกข้าวมากกว่าในดินที่ไม่ปลูกข้าว ปัจจัยที่ควบคุมการสูญเสียโดยขบวนการ denitrification ในบริเวณรากข้าวคือ การแข่งขันกันระหว่างรากข้าวกับจุลินทรีย์พวก denitrifying bacteria ในการดูดใช้ NO_3^- Bacon and Heenan (1987) ศึกษาสมดุลย์ของปุ๋ยไนโตรเจนในนาในออสเตรเลีย พบว่า พืชดูด ^{15}N จากปุ๋ยไปใช้ได้ 35% และตกค้างในดิน 24% สูญเสียโดยการชะล้าง 3% การสูญเสียในรูปแอมโมเนียน้อยกว่า 1% การสูญเสียส่วนใหญ่เป็นขบวนการ denitrification ถึง 38%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลของการใช้อินทรียวัตถุที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช

การจัดการอินทรียวัตถุในดินด้วยการใส่วัสดุอินทรีย์ลงไปเช่น ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยคอก และเศษซากพืชหลังการเก็บเกี่ยวให้ประโยชน์อย่างมากในการปรับปรุงดินทั้งด้านกายภาพ ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารและประชากรของจุลินทรีย์ ซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

ในญี่ปุ่น Shimizu (1978) รายงานว่า การใช้ปุ๋ยคอก อัตรา 1,100 กก./เฮกตาร์ เพิ่มผลผลิตข้าวได้ 10% และในการทดลองระยะยาว ปุ๋ยคอกในปริมาณที่สูงขึ้นก็ให้ผลผลิตที่สูงขึ้นด้วย Thant (1978) พบว่าจากการทดลองระยะยาวในพม่าการใช้ปุ๋ยคอกให้ผลกระทบต่อผลผลิตข้าวในระยะที่ยาวนานกว่าการใช้ปุ๋ยอนินทรีย์ และในประเทศไทย Jugsujinda et al. (1978) ทำการทดลองระยะยาวเปรียบเทียบใช้ปุ๋ยหมักเทศบาลกับปุ๋ยคอก พบว่า ผลผลิตของข้าวเพิ่มขึ้นตามปริมาณปุ๋ยคอกที่เพิ่มขึ้น และดีที่สุดเมื่อใช้ร่วมกับปุ๋ยอนินทรีย์

การใช้ฟางข้าวก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ทำได้ง่าย Tanaka (1978) รายงานว่าการปล่อยให้ฟางข้าวเน่าสลายในนาจะให้ธาตุอาหารและฮิวมัสมากกว่าการนำไปทำปุ๋ยหมักก่อน แล้วจึงใส่กลับคืนลงไปในนา ไนโตรเจนในปุ๋ยหมักบางส่วนอยู่ในรูปไนเตรทซึ่งมีประโยชน์น้อยมากในนาและองค์ประกอบซึ่งเป็นคาร์บอนซึ่งสลายตัวได้ง่ายมีต่ำ ทำให้ได้รับผลประโยชน์ต่อการตรึงไนโตรเจนน้อยกว่า

การคลุกฟางข้าวลงดินในระยะยาวจะเป็นการเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุ แหล่งสำรองของไนโตรเจนและเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารทั้งหลาย โดยทั่วไปในฟางข้าวมีไนโตรเจนประมาณ 0.6% ฟอสฟอรัส 0.1% โปตัสเซียม 1.5% และซัลเฟอร์ 0.1% ซึ่งฟางข้าวเหล่านี้ภายหลังการสลายตัวโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ก็จะปลดปล่อยธาตุอาหารที่มีอยู่ในองค์ประกอบออกมาเป็นประโยชน์แก่พืชได้ การทดลองของ กรรณิกา และคณะ (2526) พบว่าการใช้ฟางข้าวใส่ติดต่อกันเป็นเวลานาน ตั้งแต่ 2520-2526 สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้ 95 และ 57 กก./ไร่ สำหรับข้าวพันธุ์ กข.7 และขาวดอกมะลิ 105 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved