สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gases)

ก๊าซเรือนกระจกเป็นก๊าซที่มีสมบัติในการดูดกลืนรังสีความร้อนหรือรังสีอินฟาเรด ซึ่งมีความสำคัญต่อการรักษาอุณหภูมิในบรรยากาศให้คงที่ โดยมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide: CO_2) เป็นก๊าซเรือนกระจกชนิดหนึ่งที่สำคัญ นอกจากนี้ในบรรยากาศยังมีก๊าซเรือนกระจกชนิดอื่น ๆ ได้แก่ ก๊าซมีเทน (methane: CH_4) ไนตรัสออกไซด์ (nitrous oxide: N_2O) คลอโรฟลูออโรคาร์บอน (chlorofluorocarbons: CFCs) และไฮโดรคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (hydro chlorofluorocarbons: HCFCs) จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศของโลกมีการสะสมเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งแสดงดังในตารางที่ 2.1

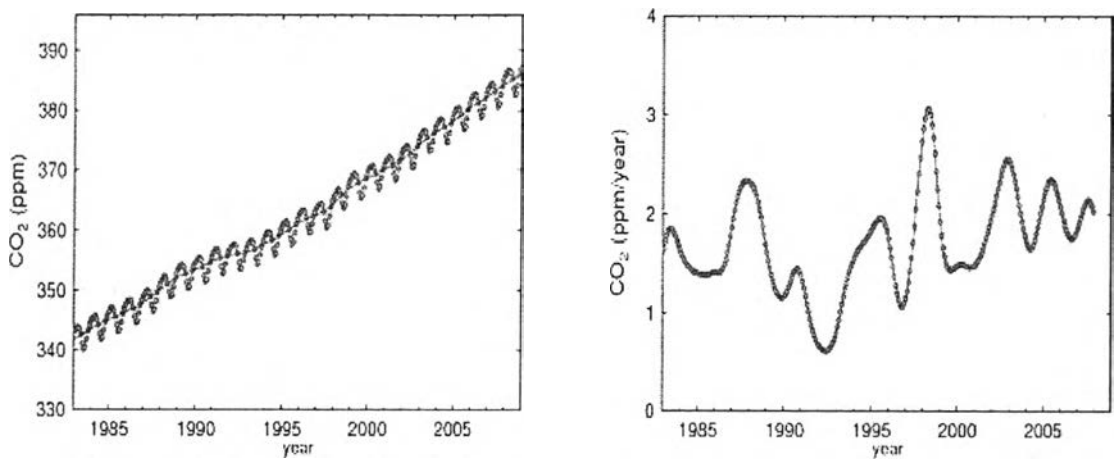
ตารางที่ 2.1 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญในปี ค.ศ. 1750 และ ค.ศ. 1998

ปริมาณและอัตราการสะสมในบรรยากาศ	CO_2 (ppmv)	CH_4 (ppbv)	N_2O (ppbv)	CFC-11 (pptv)	HFC-23 (pptv)
ปริมาณในบรรยากาศ (ค.ศ. 1750)	280	700	270	0	0
ปริมาณในบรรยากาศ (ค.ศ. 1998)	365	1,745	314	268	14
อัตราการสะสมในบรรยากาศต่อปี	1-5	7.0	0.8	1.4	0.55

ที่มา: ดัดแปลงจาก Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2001)

หมายเหตุ ppmv = part per million by volume (ส่วนในล้านส่วนโดยปริมาตร)
ppbv = part per billion by volume (ส่วนในพันล้านส่วนโดยปริมาตร)
pptv = part per thousand by volume (ส่วนในพันส่วนโดยปริมาตร)

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีปริมาณสูงที่สุดในบรรยากาศ ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (global warming potential; GWP) ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถูกนำมาใช้เป็นตัวกำหนด GWP ของก๊าซเรือนกระจกชนิดอื่นๆ (ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ และมานิจ ทองประเสริฐ, 2552) โดยนิยามของ GWP คือ ความสามารถของก๊าซเรือนกระจกใด ๆ ในการทำให้เกิดความอบอุ่นเมื่อเปรียบเทียบกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำหนักเท่ากัน (องค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก, 2554) จากการรายงานของ World Meteorological Organization; WMO (2010) พบว่า ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1998-2008 ในบรรยากาศมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยปีละ 1.93 ส่วนในล้านส่วนโดยปริมาตร และในปี ค.ศ. 2008 มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยเท่ากับ 385.2 ส่วนในล้านส่วน (ภาพที่ 2.1) เนื่องจากปริมาณก๊าซเรือนกระจกเพิ่มสูงขึ้นทำให้บรรยากาศของโลกสามารถกักเก็บความร้อนได้สูงขึ้น เป็นผลทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกมีค่าเพิ่มสูงขึ้น 1.1-6.4 องศาเซลเซียส (IPCC, 2007) ผลกระทบที่เห็นได้อย่างเด่นชัด ได้แก่ น้ำแข็งบริเวณขั้วโลกละลาย ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น มีฝนตกหนัก พายุ ไต้ฝุ่นและไซโคลนเกิดขึ้นบ่อยครั้ง น้ำท่วม เกิดภัยแล้ง และการแพร่กระจายของคลื่นความร้อน (heat wave) ในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ซึ่งเหตุการณ์ดังกล่าวเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) ที่รุนแรงขึ้น (กัณฑรีย์ บุญประกอบ, 2548)



ภาพที่ 2.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณและอัตราการสะสมในบรรยากาศต่อปีของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
ที่มา: WMO (2010)

หอสมุดกลาง ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 การประเมินการปลดปล่อยและการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

จากการจัดทำบัญชีแห่งชาติว่าด้วยปริมาณการปลดปล่อยและกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (2540) ได้รายงานภาคกิจกรรมต่าง ๆ ที่ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยพิจารณาตามศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนเป็นปริมาณการปลดปล่อยเทียบเท่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากตารางที่ 2.2 พบว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณการปลดปล่อยสุทธิทั้งสิ้น 164 ล้านตัน โดยกิจกรรมที่ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คือ การทำลายป่า การขนส่ง โรงผลิตไฟฟ้า การใช้ประโยชน์มวลชีวภาพจากป่าไม้ อุตสาหกรรม (การใช้พลังงาน) กระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม และการเผาไหม้พลังงาน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 43, 15, 15, 11, 7, 5 และ 4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนกิจกรรมที่กักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คือ การปลูกต้นไม้และฟื้นฟูป่าไม้ คิดเป็น -15 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2.2 ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคกิจกรรมต่าง ๆ ในปี พ.ศ. 2533

ภาคกิจกรรม	ปริมาณการปลดปล่อยเทียบเท่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ล้านตัน)	สัดส่วนต่อปริมาณก๊าซที่ปลดปล่อยทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)
การทำลายป่า	82	43
การขนส่ง	28	15
โรงผลิตไฟฟ้า	28	15
การใช้ประโยชน์มวลชีวภาพจากป่าไม้	20	11
อุตสาหกรรม (การใช้พลังงาน)	13	7
กระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม	10	5
การเผาไหม้พลังงานรายย่อย	8	4
การปลูกต้นไม้และฟื้นฟูป่าไม้	-24	-15
รวม	164	85

ที่มา: สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (2540)

จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าสามารถลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศให้ลดต่ำลงได้ โดยการเจริญเติบโตของต้นไม้และป่าไม้สามารถกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และเปลี่ยนเป็นมวลชีวภาพ (biomass) กระบวนการนี้เรียกว่า การสะสมคาร์บอนหรือการกักเก็บคาร์บอน (carbonsequestration) (เล็กมอญเจริญ, 2550; Lal, 2009) ซึ่งอาจถือได้ว่าเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศ สำหรับพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่เกษตรกรรม มีความแตกต่างกันทั้งระยะเวลาในการกักเก็บและระบบนิเวศในพื้นที่ อย่างไรก็ตามการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพื้นที่เกษตรกรรมมีศักยภาพกว่าภาคอุตสาหกรรมที่ไม่สามารถกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศได้ (ภัทรา เพ่งธรรมกีรติ, 2552)

2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับวัฏจักรคาร์บอน

พืชสามารถกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศได้ โดยมีบทบาทสำคัญในวัฏจักรคาร์บอนต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ เนื่องจากพืชทำหน้าที่กักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ในรูปของสารอินทรีย์ในส่วนต่าง ๆ ด้วยกระบวนการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) ดังสมการที่ 2.1 (วนบุษป์ เสือดี, 2543)

$$6CO_2 + 12H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2 \qquad (2.1)$$

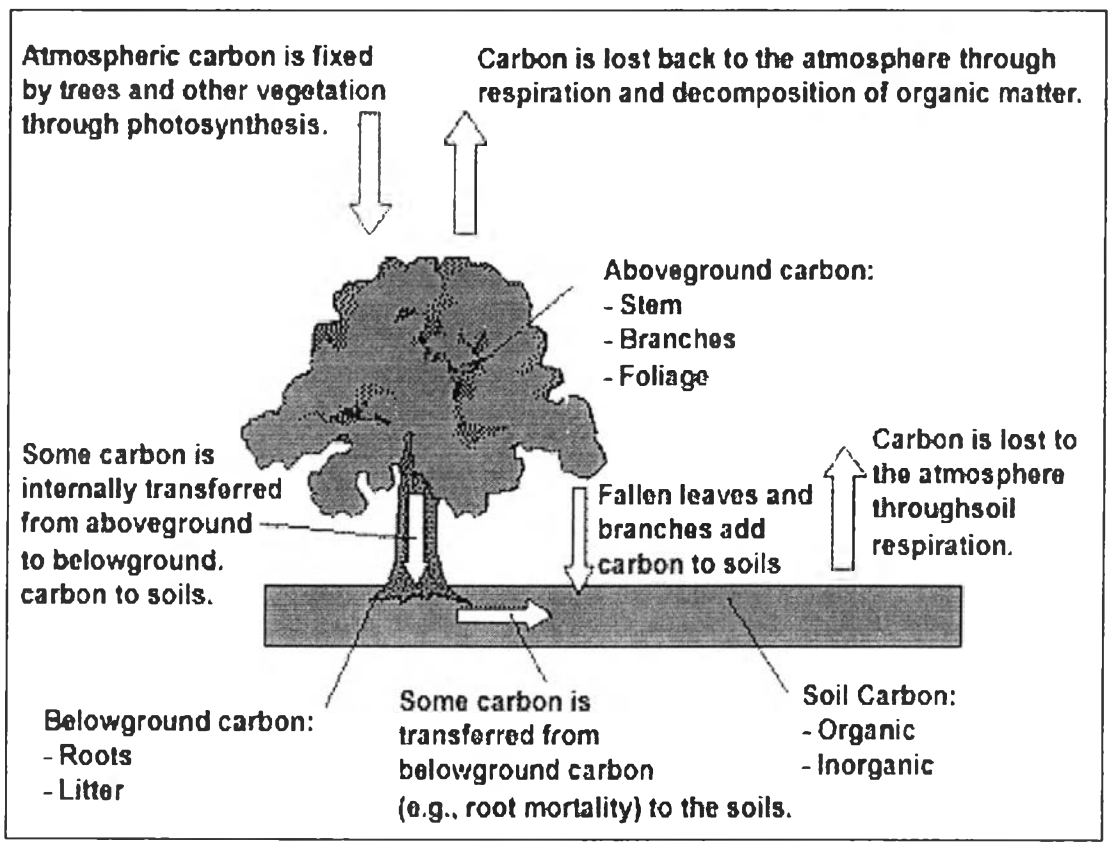
ส่วนการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กลับคืนสู่บรรยากาศมาจากกระบวนการหายใจ (respiration) ของพืช รากพืช และสิ่งมีชีวิตในดิน เช่น จุลินทรีย์ดิน ซึ่งกระบวนการหายใจสามารถเขียนได้ดังสมการที่ 2.2 (วนบุษป์ เสือดี, 2543)

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O \qquad (2.2)$$

นอกจากนี้เศษซากพืชที่ตายแล้วถูกย่อยสลายทำให้คาร์บอนที่อยู่ในเศษซากพืชเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของสารอนินทรีย์ที่อยู่ในดิน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะถูกปลดปล่อยกลับคืนสู่บรรยากาศ อย่างไรก็ตามกระบวนการย่อยสลายที่เกิดขึ้นในดินนั้นอาจเกิดขึ้นได้ไม่สมบูรณ์ เพราะปริมาณก๊าซออกซิเจนมีไม่เพียงพอ โดยเฉพาะดินที่มีความชื้นสูงหรือดินที่มีน้ำขัง ในสภาพดังกล่าวจะเกิดสารประกอบที่ย่อยสลายไม่สมบูรณ์ยังคงมีสารบางส่วนเหลืออยู่ในดิน ซึ่งกระบวนการย่อยสลายในดินสามารถเขียนได้ดังสมการที่ 2.3 (สิริกานดา วัชราไทย, 2551)

เศษซากพืช (litter) $\longrightarrow$ $CO_2 + H_2O$ + แร่ธาตุ + เซลล์จุลินทรีย์ + สาร intermediate + สารฮิวมิก (2.3)

ดังนั้นวัฏจักรคาร์บอนจึงมีทั้งกระบวนการกักเก็บและการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากภาพที่ 2.2 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศถูกกักเก็บโดยกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช และสะสมอยู่ในรูปของมวลชีวภาพเหนือดิน (กิ่งก้าน ใบ และลำต้น) หลังจากนั้นคาร์บอนบางส่วนเคลื่อนย้ายจากส่วนเหนือดินไปสู่การสะสมในส่วนใต้ดิน (รากพืชและเศษซากพืช) และดิน เมื่อเศษซากพืชย่อยสลายคาร์บอนจะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปอินทรีย์คาร์บอน ในขณะเดียวกันคาร์บอนจะคืนกลับสู่บรรยากาศทางกระบวนการหายใจของดินและพืช รวมทั้งการย่อยสลายอินทรียวัตถุในดิน กล่าวโดยรวมคือ การแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide fluxes)



ภาพที่ 2.2 วัฏจักรคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้

ที่มา: United States Environmental Protection Agency (2012)

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ปัจจัยที่มีผลต่อฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ได้แก่ ปัจจัยเกี่ยวกับพืช เช่น สรีรวิทยาของพืช อัตราส่วนระหว่างอินทรีย์คาร์บอนต่อไนโตรเจนทั้งหมดของเศษซากพืช เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีปัจจัยเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตในดิน เช่น จุลินทรีย์ รวมทั้งสมบัติของดิน ซึ่งได้แก่ การถ่ายเทอากาศ ระดับความชื้น อุณหภูมิ และความเป็นกรดเป็นด่างของดิน เป็นต้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

2.4.1 พืช

พืชเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งต่อฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เนื่องจากมีความเกี่ยวข้องต่อกระบวนต่าง ๆ คือ พืชที่ตายแล้วจะถูกย่อยสลายทำให้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กลับคืนสู่บรรยากาศ ซึ่งกระบวนการย่อยสลายนั้นขึ้นอยู่กับอัตราส่วนระหว่างอินทรีย์คาร์บอนต่อไนโตรเจนทั้งหมดของเศษซากพืช คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2548) ได้กล่าวว่า อัตราส่วนระหว่างอินทรีย์คาร์บอนต่อไนโตรเจนทั้งหมดเป็นปัจจัยที่บ่งชี้ว่าในการย่อยสลายสารอินทรีย์เหล่านั้นจะมีไนโตรเจนเพียงพอกับความต้องการของจุลินทรีย์และทำให้การย่อยสลายสารอินทรีย์ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ ดังนั้นหากอัตราส่วนระหว่างอินทรีย์คาร์บอนต่อไนโตรเจนทั้งหมดของเศษซากพืชมีค่าที่กว้างกว่า 10: 1 จะมีอัตราการย่อยสลายต่ำ เนื่องจากจุลินทรีย์มีปริมาณไนโตรเจนไม่เพียงพอ (เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณคาร์บอนที่ย่อยสลายได้) ในการนำไปสร้างเซลล์ จุลินทรีย์จึงอาจแย่งอนินทรีย์ไนโตรเจนในสารละลายดินที่ควรจะเป็นประโยชน์ต่อพืชไปใช้ แต่อย่างไรก็ตามอัตราการย่อยสลายเศษซากพืชยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของพืชด้วย โดยพืชที่มีอายุเพิ่มขึ้นจะมีองค์ประกอบพวกเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ในเนื้อเยื่อของเซลล์สูงขึ้น และเมื่อเนื้อเยื่อของพืชมีปริมาณลิกนินที่สูงขึ้นจะทำให้มีอัตราการย่อยสลายลดต่ำลง (ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2529)

2.4.2 จุลินทรีย์ในดิน

จุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในดินมีความแตกต่างกันทั้งชนิด ปริมาณ และกิจกรรมของจุลินทรีย์ ซึ่งดินที่อยู่ในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนจะมีแบคทีเรียพวก aerobes และ facultative anaerobes ใช้ก๊าซออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็คตรอนในการหายใจหรือกระบวนการออกซิเดชันเปลี่ยนสารประกอบอินทรีย์ให้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ สำหรับดินในสภาพที่ไม่มีก๊าซออกซิเจนจะมีจุลินทรีย์พวก anaerobes ทำกิจกรรมหลักในดิน โดยกระบวนการหายใจจะเป็นกระบวนการออกซิเดชัน-รีดักชัน ใช้ตัวรับอิเล็คตรอนตัวอื่นที่ไม่ใช่ออกซิเจน ได้แก่ NO_3^-, Fe^{3+}, Mn^{4+}, SO_4^{2-} และ CO_2 เปลี่ยนให้เป็น N_2, Fe^{2+}, Mn^{2+}, S^{2-} และ CH_4 ตามลำดับ และจุลินทรีย์เหล่านี้จะได้รับพลังงานจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่

สะสมอยู่ในดิน เรียกว่า กระบวนการหมัก (fermentation) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ไม่สมบูรณ์และให้พลังงานต่ำ และผลผลิตหลักที่ได้จากกระบวนการนี้ คือ ก๊าซมีเทน (CH_4) (สมศักดิ์ วังใน, 2528; ทัศนีย์ อัตตะนันทน์, 2550)

2.4.3 **สมบัติของดิน**

สมบัติของดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน ได้แก่ เนื้อดิน โครงสร้างของดิน ความชื้นในดิน และอุณหภูมิของดินโดยปัจจัยดังกล่าวกำหนดการระบายอากาศของดิน ซึ่งมีผลต่อกระบวนการหายใจ และกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน รวมทั้งการหายใจของรากพืช จากการศึกษาของการ์มา ดอร์จิ (2553) ซึ่งได้ศึกษาการหายใจของดิน ในพื้นที่การเกษตรและป่าไม้ (ไร่ข้าวโพด ไร่ทานตะวัน และสวนป่ายูคาลิปตัส) พบว่า ความชื้นในดินมีความสัมพันธ์กับอัตราการหายใจ หรือการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน เช่นเดียวกับ ปริชาติ เวชยนต์ (2547) ได้ศึกษาความผันแปรของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในนาข้าว จังหวัดสุโขทัย พบว่า ปัจจัยหลักที่กำหนดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินนา คือ ความชื้นในดิน และอุณหภูมิของดิน นอกจากนี้ คุณาวุฒิ บุญญานพคุณ (2545) ศึกษาการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในพื้นที่เกษตรกรรม (ไร่ข้าวโพด ไร่ข้าวสาลี และไร่ถั่วเหลือง) และเขตพื้นที่ป่าสนในประเทศญี่ปุ่น พบว่า อุณหภูมิของดินที่สูงขึ้นทำให้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในทุกพื้นที่สูงขึ้นด้วย เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงจะกระตุ้นกิจกรรมของจุลินทรีย์ดี กิจกรรมของจุลินทรีย์จะเพิ่มสูงขึ้นได้อย่างชัดเจนเมื่ออุณหภูมิในดินมีค่าเพิ่มสูงขึ้นจาก 5 เป็น 30 องศาเซลเซียส แต่เมื่ออุณหภูมิมีค่าสูงเกินกว่า 40 องศาเซลเซียส จุลินทรีย์จะมีกิจกรรมลดต่ำลง (สมศักดิ์ วังใน, 2528)

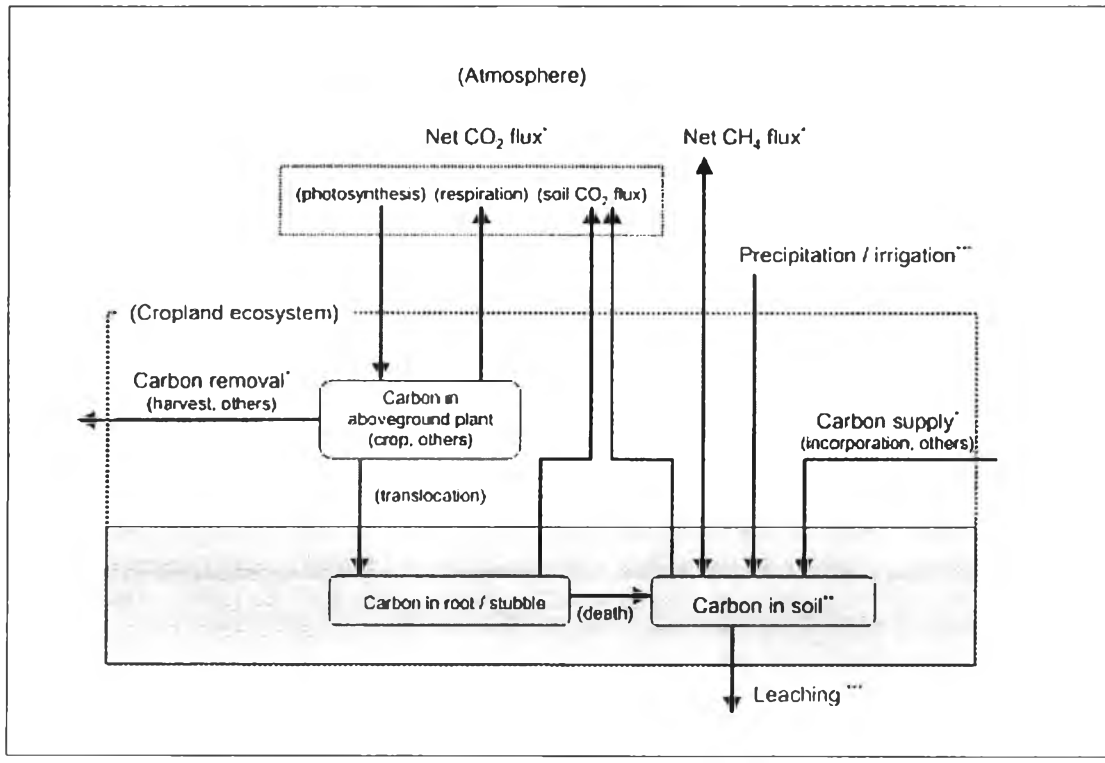
สมบัติของดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ การถ่ายเทอากาศ ความชื้นของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ และความเป็นกรดเป็นด่างของดิน โดยดินที่มีการถ่ายเทอากาศดี มีความชื้นเหมาะสมจะช่วยให้รากพืชมีการเจริญเติบโตได้รวดเร็ว ดูดดึงน้ำและธาตุอาหารได้ดี (มุกดา สุขสวัสดิ์, 2544) ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุ ความเป็นกรดเป็นด่าง และความชื้น ของดินมีบทบาทต่อกระบวนการย่อยสลายและปลดปล่อยธาตุอาหารในดินซึ่งมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยอินทรียวัตถุเป็นแหล่งธาตุอาหารไนโตรเจนซึ่งเป็นแหล่งพลังงานในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และเป็นแหล่งคาร์บอนของจุลินทรีย์ โดยจุลินทรีย์ใช้คาร์บอนจากอินทรียวัตถุประมาณ 20-40 เปอร์เซ็นต์ ในการสร้างเซลล์ใหม่ ส่วนที่เหลือจะถูกปล่อยออกมาในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2529) ซึ่งความชื้นของดินที่เหมาะสมต่อกระบวนการย่อยสลายอินทรียวัตถุอยู่ในช่วง 50-60 เปอร์เซ็นต์ และค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสม เท่ากับ 6.5 (เกษมศรี ซับซ้อน, 2541)

2.5 การทำนาข้าวกับฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

2.5.1 กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

กระบวนการต่าง ๆ ในนาข้าว เกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน และปฏิกิริยาทางเคมีของดิน ซึ่งดินในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจน จุลินทรีย์ส่วนใหญ่ใช้ออกซิเจนในกระบวนการหายใจและใช้เป็นตัวรับอิเล็คตรอน เมื่อดินมีน้ำขังทำให้การแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างอากาศในดินและบรรยากาศถูกยับยั้งโดยอัตราการแพร่ (diffusion) ของก๊าซออกซิเจนในบรรยากาศผ่านชั้นของน้ำที่ขังอยู่เหนือดินเกิดได้ช้ามาก (1/10,000 เท่าของบรรยากาศ) (ทัศนีย์ อัตตะนันทน์, 2543) ดินจะอยู่ในสภาพที่ไม่มีก๊าซออกซิเจน เนื่องจากก๊าซออกซิเจนจะสูญหายไปหมดภายใน 1 วัน หลังจากขังน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถูกปลดปล่อยออกมาอย่างรวดเร็ว แต่การปลดล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะมีค่าสูงหรือต่ำเพียงใดขึ้นอยู่กับระดับอินทรียวัตถุในดินนั้น จะใช้สารประกอบพวกโปรตีนเป็นสารอาหาร (substrate) หลังจากนั้นเมื่อเกิดสภาพรีดักชัน methane bacteria จะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทน (อนนท์ สุขสวัสดิ์, 2547)

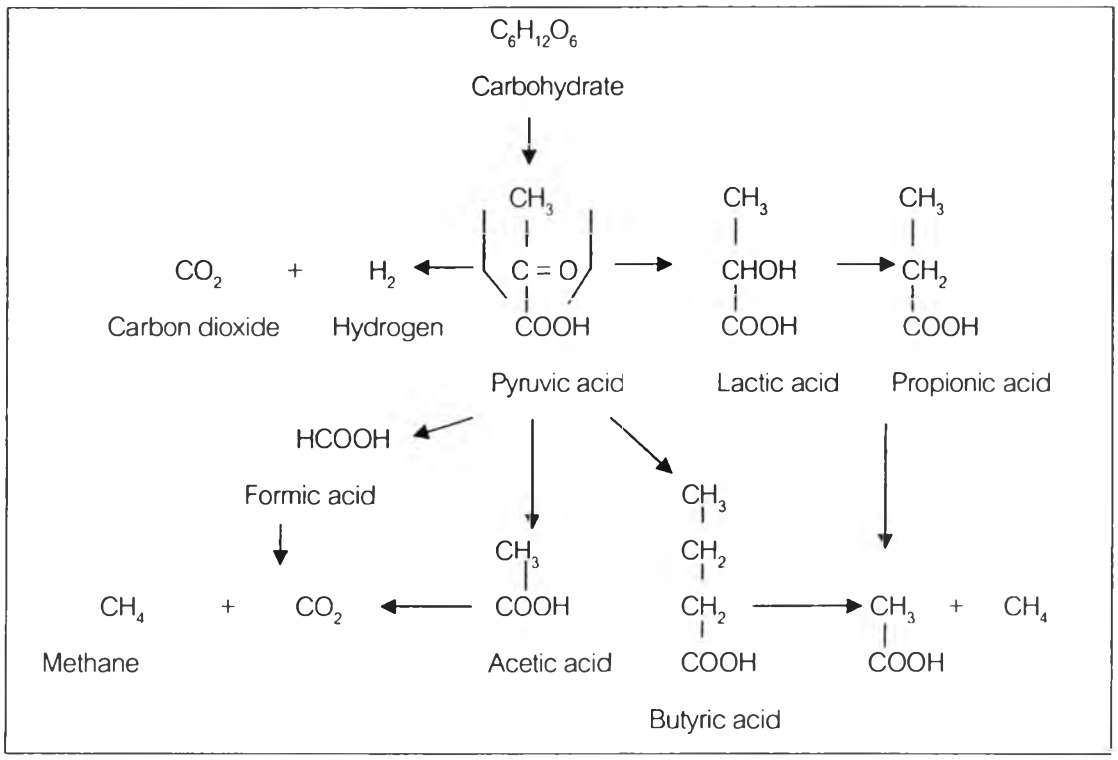
สำหรับฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในพื้นที่นาข้าว มีทั้งการกักเก็บและปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากภาพที่ 2.3 เป็นระบบนิเวศการเกษตร ซึ่งในฤดูกาลทำนาข้าว ข้าวสามารถกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศไว้ในรูปของมวลชีวภาพทั้งเหนือดินและใต้ดิน ซึ่งศักยภาพในการสังเคราะห์แสงของข้าวจะขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว อายุของใบข้าว ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ เป็นต้น โดยข้าวที่มีอายุเพิ่มขึ้นจะมีการสังเคราะห์แสงลดต่ำลง (วรานนท์ วงษ์ปัญญา, 2545) เมื่อข้าวตายลง คาร์บอนจะถูกเคลื่อนย้าย (translocation) สู่ดิน เมื่อเก็บเกี่ยวข้าวแล้วคาร์บอนในข้าวบางส่วนจะถูกเคลื่อนย้ายออกไป แล้วยังคงมีคาร์บอนในส่วนของรากและตอซังข้าวเหลืออยู่ เมื่อตอซังข้าวเกิดการย่อยสลายกลายเป็นคาร์บอนที่สะสมไว้ในดิน (Nishimura และคณะ, 2008) นอกจากนี้พื้นที่นาข้าวก็มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากกระบวนต่าง ๆ คือ กระบวนการหายใจของข้าวและพืชชนิดอื่น ๆ อาทิเช่น สาหร่าย และพืชน้ำ รวมทั้งการหายใจของรากข้าวและกิจกรรมของจุลินทรีย์บริเวณรากข้าว (Iqbal, 2009) โดยรากข้าวนั้นต้องการก๊าซออกซิเจนในการหายใจเพื่อที่จะได้พลังงานในกิจกรรมต่าง ๆ ข้าวเป็นพืชที่สามารถขึ้นได้ในดินที่มีน้ำขังได้ เนื่องจากข้าวมีลักษณะพิเศษ คือ ก๊าซออกซิเจนสามารถเข้าไปสู่รากข้าวได้โดยผ่านทางช่องอากาศ (air space) ที่กาบใบ ดังนั้น ดินในบริเวณที่มีรากข้าวแผ่กระจายออกไปจะเป็นดินที่มีก๊าซออกซิเจน ขณะที่ดินในบริเวณที่ไม่ได้ปลูกข้าวจะอยู่ในสภาพที่ไม่มีก๊าซออกซิเจน เพราะบริเวณรากข้าวก่อให้เกิดจุดสัมผัสระหว่างส่วนที่มีก๊าซออกซิเจน และส่วนที่ไม่มีก๊าซออกซิเจน ดังนั้นจุลินทรีย์ที่ใช้ก๊าซออกซิเจนหายใจในบริเวณรากข้าวและปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์



ภาพที่ 2.3 ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระบบนิเวศเกษตร

ที่มา: Nishimura และคณะ (2008)

นอกจากนี้กระบวนการย่อยสลายในสภาพของดินที่มีน้ำขังยังมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังแสดงในภาพที่ 2.4 เป็นกระบวนการหมัก (fermentation) ซึ่งเกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน จึงใช้สารประกอบอินทรีย์เป็นตัวรับอิเล็คตรอน ผลที่ได้จากการย่อยสลายจะเป็นสารประกอบอินทรีย์เมื่อคาร์โบไฮเดรตย่อยสลายปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้ pyruvic acid แล้วเปลี่ยนแปลงต่อไปเป็นกรดอินทรีย์ (lactic acid, propionic acid, formic acid, acetic acid และ butyric acid) ดังนั้นผลที่ได้จากการย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์ในสภาพน้ำขังที่สำคัญ คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทน (ทัศนีย์ อัตตะนันทน์, 2550)



ภาพที่ 2.4 กระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในดินที่มีน้ำขัง

ที่มา: Yoshida (1978) อ้างถึงใน ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ (2550)

2.6 ผลของการจัดการดินและน้ำต่อฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

1) ผลของการจัดการดินต่อฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ดินเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญยิ่งต่อการทำนาข้าว นอกจากนี้การจัดการดินส่งผลโดยตรงต่อกระบวนการต่าง ๆ ในดิน ซึ่งส่งผลทำให้มีการเปลี่ยนแปลงฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ ดังตัวอย่างงานศึกษาต่อไปนี้

Iqbal และคณะ (2009) ได้ศึกษาการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากนาข้าวที่ใส่ปุ๋ย N-P-K ในอัตราที่แตกต่างกัน และผักกาดก้านขาว (*Brassica napus* L.) เป็นปุ๋ยพืชสด การศึกษาแบ่งการใช้ปุ๋ยทั้งหมด 7 วิธี คือ 1) แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) 2) ใส่ปุ๋ย N-P-K (N ในรูปไนโตรเจนทั้งหมด P ในรูป P_2O_5 และ K ในรูป K_2O)ในอัตรา 0-150-150 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ 3) ใส่ปุ๋ย N-P-K ในอัตรา 60-150-150 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ 4) ใส่ปุ๋ย N-P-K ในอัตรา 120-150-150 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ 5) ใส่ปุ๋ย N-P-K ในอัตรา 240-150-150 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ 6) ใส่ปุ๋ย N-P-K ในอัตรา 0-150-150 และผักกาดก้านขาว 4,500 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ 7) ใส่ปุ๋ย N-P-K ในอัตรา 120-150-150 และผักกาดก้านขาว 4,500 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ ปลูก

ข้าวโดยการปักดำโดยมีระยะห่างระหว่างต้นข้าว เท่ากับ 20×20 เซนติเมตร ใช้ระดับน้ำ 5 เซนติเมตร ทำการวัดฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในช่วงเวลา 09.00-11.00 น. ผลการศึกษา พบว่า ดินภายในแถวของต้นข้าว ดินระหว่างแถวของต้นข้าว และดินนาว่างเปล่า มีค่าฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดฤดูกาลเพาะปลูกเท่ากับ 797-1,214, 98-403 และ 148-241 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งดินภายในแถวของข้าวมีค่าสูงที่สุด เนื่องมาจากการหายใจของรากข้าวและจุลินทรีย์ที่อยู่บริเวณรากข้าว เมื่อเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน พบว่า ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินภายในแถวของข้าวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยในอัตรา 120-150-150 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ และผักกาดก้านขาว 4,500 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ มีค่าฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุด ส่วนการใส่ปุ๋ยในอัตรา 0-150-150 และผักกาดก้านขาว 4,500 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ มีค่าฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำที่สุด เนื่องมาจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณไนโตรเจนที่เพิ่มสูงขึ้น สำหรับฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินระหว่างแถวของต้นข้าว และดินนาว่างเปล่า พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Ahmaad และคณะ (2009) ได้ศึกษาผลของการไถนาและการใส่ปุ๋ย N-P-K (N ในรูปไนโตรเจนทั้งหมด P ในรูป P_2O_5 และ K ในรูป K_2O) ในอัตราส่วน 15-15-15 เปอร์เซ็นต์ ต่อฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากนาข้าวในประเทศประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน โดยทำการศึกษา 4 วิธี คือ 1) ไม่ไถพรวนดินและไม่ใส่ปุ๋ย 2) ไถพรวนดินและไม่ใส่ปุ๋ย 3) ไม่ไถพรวนดินและใส่ปุ๋ย และ 4) ไถพรวนดินและใส่ปุ๋ย พบว่า นาข้าวที่ไถพรวนดินทั้งที่ไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ย มีค่าเฉลี่ยฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดฤดูกาลเพาะปลูกสูงกว่าการไม่ไถพรวนดินทั้งที่ไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 823.10, 784.98, 764.00 และ 762.45 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าภายหลังการปลูกข้าว 7 วันแรก มีค่าฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เนื่องจากการหายใจของรากข้าวที่กำลังงอก และการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ในดิน หลังจากนั้นในช่วงเวลา 30 วันต่อมา พบว่า ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องมาจากกระบวนการออกซิเดชันของคาร์บอนลดลง และเกิดกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้ออกซิเจน และเมื่อเข้าสู่ระยะเมล็ดข้าวสุกแก่ พบว่า ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าสูงขึ้น เนื่องจากมีการระบายน้ำออกจากพื้นที่นาข้าว ทำให้เกิดสภาพที่มีออกซิเจนจึงทำให้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มสูงขึ้น

2) ผลของการจัดการน้ำต่อฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

การทำนาข้าวในประเทศไทยแตกต่างกัน ไปตามภูมิอากาศ เช่น ปริมาณน้ำฝน และภูมิประเทศ ชนิดของดิน และการระบายน้ำของดิน จึงทำให้การจัดการน้ำในนาข้าวแตกต่างกันไป โดยสามารถแบ่งระบบการทำนาข้าวได้เป็น 3 ระบบ คือ (1) ข้าวไร่ (2) ข้าวนาสวนซึ่งแบ่งออกเป็น ข้าวนาสวนหรือนาชลประทาน และข้าวนาสวนนาน้ำฝนอาศัยน้ำฝนหรือน้ำชลประทาน และ (3) ข้าวนาเมืองหรือข้าวขึ้นน้ำ (บริบูรณ์ สมฤทธิ์, 2537) การจัดการน้ำในนาข้าวที่แตกต่างกันนี้ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในนาข้าว ดังตัวอย่างงานการศึกษาต่อไปนี้

อภิญญา วงศ์กำภู (2542) ได้ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ย และน้ำต่อฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากพื้นที่นาข้าว ในจังหวัดสิงห์บุรี โดยปลูกข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี1 โดยออกแบบการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ระยะเวลาในการปลูก 112 วัน ในฤดูข้าวนาปี เก็บตัวอย่างก๊าซทุก 7 วัน ศึกษาการใช้ปุ๋ย 5 แบบ คือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ใส่ปุ๋ยรองพื้นแอมโมเนียมฟอสเฟต ($(NH_4)_3PO_4$) แต่ไม่ใส่ปุ๋ยแต่งหน้า 3) ใส่ปุ๋ยรองพื้นและปุ๋ยแต่งหน้าเป็นปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟต 4) ใส่ปุ๋ยรองพื้นและปุ๋ยแต่งหน้าเป็นปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ($(NH_4)_2SO_4$) และ 5) ใส่ทั้งปุ๋ยรองพื้นและปุ๋ยแต่งหน้าเป็นปุ๋ยยูเรีย ($CO(NH_2)_2$ ส่วนการจัดการน้ำ 4 แบบ คือ 1) ให้น้ำทุก 7 วัน ที่ระดับ 5 เซนติเมตร 2) ให้น้ำทุก 7 วัน ที่ระดับ 2.5 เซนติเมตร 3) ไม่มีน้ำท่วมขัง และ 4) ใช้ระดับน้ำ 5 เซนติเมตร คงที่ตลอดฤดูกาลเพาะปลูก จากการศึกษาพบว่า ฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าอยู่ในช่วง 4.10-4.59 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน โดยการใส่ปุ๋ยยูเรียมีค่าฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงที่สุด รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ยรองพื้นและปุ๋ยแต่งหน้าเป็นแอมโมเนียมฟอสเฟต การไม่ใส่ปุ๋ยแต่งหน้า การใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต และการใส่ปุ๋ยรองพื้นแต่ไม่ใส่ปุ๋ยแต่งหน้า ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.59, 4.54, 4.51, 4.36 และ 4.10 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้วพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่พบส่วนหนึ่งอาจเนื่องมาจากการใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมไนโตรเจนทั้งในรูป แอมโมเนียมซัลเฟต และแอมโมเนียมฟอสเฟต ในสภาพดินนาที่มีน้ำท่วมขัง แอมโมเนียมไนโตรเจนบางส่วนจะสลายตัวจะมีการปลดปล่อยก๊าซ สำหรับการพิจารณาฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามการจัดการน้ำ พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 4.50-4.69 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน โดยการใช้ระดับน้ำ 5 เซนติเมตร คงที่ตลอดฤดูกาลเพาะปลูก มีฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงที่สุด รองลงมาคือ การให้น้ำทุก 7 วัน ที่ระดับ 5 เซนติเมตร การให้น้ำทุก 7 วัน ที่ระดับ 2.5 เซนติเมตร และการไม่มีน้ำท่วมขัง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.69, 4.59, 4.57 และ 4.50 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในดินนาที่มีน้ำท่วมขังก๊าซออกซิเจนจะแพร่ผ่านลงไปในดินได้ยาก ทำให้ดินขาดก๊าซออกซิเจนหรืออาจเกิดการสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ และคณะ (2544) ได้ศึกษาฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในนาข้าว โดยวัดอัตราการสังเคราะห์แสงของต้นข้าวตามระยะการเจริญเติบโต ในช่วงเวลา 9.00-12.00 น. และเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ใน chamber และในน้ำ โดยปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ด้วยวิธีการหว่านน้ำตมโดย ใช้ระดับน้ำ 0 เซนติเมตร (ไม่มีน้ำท่วมขัง) และแปลงที่ใช้ระดับน้ำ 20 เซนติเมตร ผลการศึกษา พบว่า แปลงนาที่ไม่มีน้ำท่วมขัง มีฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระยะข้าวแตกกอ ข้าวตั้งท้อง และเมล็ดข้าวน้ำนม เท่ากับ 310.8, 653.5 และ 492.8 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ ส่วนแปลงนาที่ใช้ระดับน้ำ 20 เซนติเมตร มีค่าดังกล่าวเท่ากับ 356.0, 702.0 และ 613.6 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแปลงที่ไม่มีน้ำท่วมขัง และระดับน้ำ 20 เซนติเมตร มีค่าสูงที่สุดในระยะข้าวตั้งท้อง และในแปลงที่ใช้ระดับน้ำ 20 เซนติเมตร มีค่าฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าแปลงนาที่ไม่มีน้ำท่วมขัง แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าฟลักซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์การใช้น้ำทั้ง 2 ระดับ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องมาจากนาข้าวที่มีน้ำขังหรือการใช้ระดับน้ำที่ต่างกันทำให้มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่มีการรับหรือสูญเสียอิเล็คตรอนในกระบวนการรีดักชันแล้วผลิตก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ และกรดอินทรีย์

2.7 ผลของการจัดการดินและน้ำที่มีต่อผลผลิตข้าว

การจัดการดินและน้ำที่เหมาะสมจะให้ผลผลิตข้าวเพิ่มสูงขึ้น ดังตัวอย่างงานศึกษาวิจัยต่อไปนี้

2.7.1 ผลของการจัดการดินต่อผลผลิตข้าว

การจัดการดินในนาข้าวเพื่อเพิ่มผลผลิตทำได้โดยการปรับปรุงดินให้ดินมีความเหมาะสมต่อการทำนาข้าวและมีธาตุอาหารหลักที่เป็นประโยชน์ต่อข้าวสูงเพียงพอต่อการเจริญเติบโตโดยการใช้ปุ๋ยและปรับปรุงดินด้วยการโดยการไถกลบพืช ดังตัวอย่างงานศึกษาวิจัยต่อไปนี้

วรวิชญ์ รุ่งรัตนกสิน (2549) ได้ศึกษาผลผลิตข้าวจากการปรับปรุงดินด้วยต้นถั่วพุ่ม โสนอัฟริกัน และปุ๋ยคอก เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี โดยศึกษา 2 ปัจจัย ประกอบด้วย ปัจจัยที่ 1 เป็นการปรับปรุงดิน คือ 1) ไถกลบถั่วพุ่ม 2 ตันต่อไร่ 2) ไถกลบโสนอัฟริกัน 2 ตันต่อไร่ และ 3) ไม่ไถกลบพืช ส่วนปัจจัยที่ 2 เป็นการใส่ปุ๋ยคอก ในอัตราที่แตกต่างกัน 4 อัตรา คือ 0, 500, 1,000 และ 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมี N-P-K (N ในรูปไนโตรเจนทั้งหมด P ในรูป P_2O_5 และ K ในรูป K_2O) ในอัตรา 6-6-6 และ 0-6-6 กิโลกรัมต่อไร่ ผลการศึกษา พบว่า การไถกลบถั่วพุ่ม และโสนอัฟริกัน จะช่วยให้ผลผลิตข้าวเปลือก (399.4-480.6 กิโลกรัมต่อไร่) น้ำหนักข้าว 1,000 เมล็ด (24.9-26.3 กรัม) และอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักเมล็ดข้าวกับฟางข้าว (0.5425-0.5839) สูงกว่าการไม่ไถกลบพืช (263.8-387.8 กิโลกรัมต่อไร่, 23.5-26.0 กรัม และ 0.4154-0.5204

ตามลำดับ) เนื่องจากการไถกลบพืชสดลงในดิน จะทำให้มีการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ดินอย่างช้าๆ เป็นการเพิ่มอินทรียวัตถุและธาตุอาหารต่าง ๆ โดยเฉพาะไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แคลเซียม และจุลธาตุอื่น ๆ นอกจากนี้ยังพบว่า การไถกลบพืชสดร่วมกับการใส่ปุ๋ยคอกในอัตราสูงกว่า 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้ (430.5-480.6 กิโลกรัมต่อไร่) สูงกว่าการไถกลบพืชสดเพียงอย่างเดียว (399.4-411.3 กิโลกรัมต่อไร่) และในการประเมินการผลิตข้าวโดยวิธีการไถกลบถั่วพุ่มหรือโสนอัฟริกันจำนวน 2 ตันต่อไร่ และใส่ปุ๋ยคอกเพิ่มอีกจำนวน 500 กิโลกรัมต่อไร่ จะได้ผลผลิตข้าวเท่ากับการใช้ปุ๋ยเคมี N-P_2O_5-K_2O ในอัตรา 6-6-6 กิโลกรัมต่อไร่

สุภัค แสงทวี (2551) ได้ศึกษาผลผลิตข้าวจากการจัดการฟางข้าวและการใส่ปุ๋ย โดยทำการทดลองในพื้นที่แปลงปลูกข้าว ชุดดินกำแพงแสน ปัจจัยในการทดลองมี 2 ปัจจัย คือ การจัดการฟางข้าว 2 แบบ คือ การเผาฟางข้าวและการไถกลบฟางข้าวลงในพื้นที่นาข้าว และ การใส่ปุ๋ย 4 แบบ คือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ใส่ปุ๋ยหมัก 3) ใส่ปุ๋ยเคมี และ 4) ใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี ทำนาข้าว 3 ฤดูกาล คือ ฤดูกาลที่ 1 ปลูกข้าวในช่วงระหว่างเดือนมิถุนายน-ตุลาคม 2548 ฤดูกาลที่ 2 ปลูกข้าวในช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์-มิถุนายน 2549 และฤดูกาลที่ 3 ปลูกข้าวในช่วงระหว่างเดือนตุลาคม 2549-กุมภาพันธ์ 2550 จากการศึกษา พบว่า ในการปลูกข้าวในฤดูกาลที่ 1 การจัดการฟางข้าวและการใส่ปุ๋ยข้าวทำให้ข้าวมีความสูงและมวลชีวภาพไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในฤดูกาลปลูกข้าวที่ 2 พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมัก มีความสูงของข้าว 80.85 เซนติเมตรและมวลชีวภาพ 2.68 กรัมต่อต้น สูงกว่าการใส่ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว ซึ่งข้าวมีความสูง 66.65 เซนติเมตร และมวลชีวภาพ 1.84 กรัมต่อต้น เช่นเดียวกับการปลูกข้าวในฤดูกาลที่ 3 ข้าวมีความสูง 84.91 เซนติเมตร และมวลชีวภาพ 5.53 กรัมต่อต้น สูงกว่าการใส่ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว ซึ่งข้าวมีความสูง 72.95 เซนติเมตร และมวลชีวภาพ 3.96 กรัมต่อต้น สำหรับการศึกษาด้านผลผลิตข้าว พบว่า ในฤดูกาลปลูกข้าวที่ 1 การไถกลบฟางข้าวทำให้ข้าวมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี 80.01 เปอร์เซ็นต์ และน้ำหนักเมล็ดดี 2.24 กรัม สูงกว่าการเผาฟาง (71.57 เปอร์เซ็นต์ และ 2.08 กรัม ตามลำดับ) และนอกจากนี้การใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีทำให้น้ำหนักข้าว 100 เมล็ด (3.35 กรัม) และจำนวนรวง (680 รวง) สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย ซึ่งมีน้ำหนักข้าว 100 เมล็ด (3.16 กรัม) และจำนวนรวง (625 รวง) และสูงกว่าการใส่ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว (3.13 กรัม และ 631 รวง ตามลำดับ) และการใส่ปุ๋ยเคมีทำให้จำนวนเมล็ดต่อรวง (95 เมล็ดต่อรวง) และน้ำหนักเมล็ดต่อรวง (2.53 กรัม) มีค่าสูงที่สุด จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า การไถกลบฟางข้าวร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มทำ ให้องค์ประกอบผลผลิตข้าว (จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี) สูงกว่าวิธีการอื่น ๆ เนื่องจากการเผาฟางข้าวทำให้ไนโตรเจนและกำมะถันสูญเสียไปกับการเผา ถึงแม้ว่าการเผาฟางข้าวทำให้ธาตุอาหารหลัก เช่น ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่อยู่ในฟางข้าวอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชที่ปลูกในฤดูกาลต่อไปสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการไถกลบฟางข้าวให้ผลเชิงบวกทำให้ปริมาณธาตุอาหารในดินนาสูงขึ้น

2.7.2 ผลของการจัดการน้ำต่อผลผลิตข้าว

น้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของต้นข้าว โดยต้นข้าวมีน้ำเป็นองค์ประกอบ 80 เปอร์เซ็นต์ น้ำมีความสำคัญตั้งแต่ระยะการงอกของเมล็ดไปจนถึงระยะก่อนการเก็บเกี่ยวประมาณ 10 วัน และน้ำเป็นตัวละลายธาตุอาหารเข้าสู่รากเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต ความต้องการน้ำของข้าวแตกต่างกันตามระยะการเจริญเติบโต (อรรควุฒิ ทัศน์สองชั้น, 2526) การปลูกข้าวของประเทศไทยใช้น้ำเกินความจำเป็นโดยเฉพาะการทำนาในเขตชลประทาน การขังน้ำจะทำให้จะทำให้ดินอยู่ในสภาพไม่มีก๊าซออกซิเจน สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ แนะนำว่าการใช้ระดับน้ำสูงประมาณ 5 เซนติเมตร ตลอดฤดูกาลเพาะปลูกจะให้ผลผลิตข้าวสูงกว่าการใช้ระดับน้ำสูงประมาณ 10-20 เซนติเมตร

เพียงใจ วงษ์เชษฐา (2529) ได้ศึกษาอิทธิพลของการจัดการน้ำที่มีผลต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข 23 โดยมีการใช้น้ำระดับ 5, 10, 15 และ 20 เซนติเมตร ตลอดฤดูกาลเพาะปลูก รวมทั้งการจัดการน้ำเริ่มจากไม่มีการขังน้ำในระยะแรกแล้วเพิ่มระดับน้ำเป็น 5, 10 และ 20 เซนติเมตร หลังจากระยะแตกกอสูงสุด ทั้งในแปลงนาและในกระถาง ผลการศึกษา พบว่า การรักษาน้ำในระดับผิวดินในระยะแรกของการเจริญเติบโตมีผลทำให้ข้าวมีการแตกกอมากกว่าการขังน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ระดับน้ำ 20 เซนติเมตร ตลอดฤดูกาลเพาะปลูก มีการแตกกอ (3.0-19.7 ต้นต่อกอ) ต่ำที่สุด นอกจากนี้การศึกษาในแปลงนา พบว่า การใช้ระดับน้ำ 5, 10, 15 และ 20 เซนติเมตรตลอดฤดูกาลเพาะปลูกมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักผลผลิตต่อกอ (32.9, 43.1, 60.9 และ 47.8 กรัมต่อกอ ตามลำดับ) มีค่าต่ำกว่าไม่มีการขังน้ำในระยะแรกของการเจริญเติบโตแล้วเพิ่มระดับน้ำเป็น 5, 10 และ 20 เซนติเมตร (50.1, 50.7 และ 47.9 กรัมต่อกอ ตามลำดับ) และผลผลิตข้าวมีแนวโน้มลดต่ำลงเมื่อมีการใช้ระดับน้ำสูงเพิ่มขึ้น ส่วนองค์ประกอบผลผลิตอื่น ๆ ได้แก่ จำนวนรวงต่อตารางเมตร ความยาวรวง จำนวนเมล็ดดี และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ไม่มีการเพิ่มสูงขึ้นหรือลดต่ำลงตามการใช้ระดับน้ำที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษายังพบว่า เมื่อใช้ระดับน้ำ 10 เซนติเมตรตลอดฤดูกาลเพาะปลูกทำให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวลีบมีค่าต่ำสุด (18.1 เปอร์เซ็นต์) และต่ำกว่าการจัดการน้ำโดยวิธีการใช้น้ำระดับ 5, 15 และ 20 เซนติเมตร ตลอดฤดูกาลเพาะปลูก (24.5, 28.1 และ 29.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) รวมทั้งการจัดการน้ำเริ่มจากไม่มีการขังน้ำในระยะแรกแล้วเพิ่มระดับน้ำ 5, 10 และ 20 เซนติเมตร (30.2, 27.7 และ 28.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ)

ชุติวัฒน์ วรรณสาย และคณะ (2536) ศึกษาอิทธิพลของระดับน้ำต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพของข้าวดอกมะลิ 105 ที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ระหว่างเดือนกรกฎาคม-ธันวาคม 2535 ปลูกข้าวโดยวิธีการปักดำ ใช้ระยะการปลูกข้าว 25×25 เซนติเมตร ในแปลงขนาด 3×5 เมตร คันนาเป็นซีเมนต์ป้องกันการซึมผ่านของน้ำระหว่างแปลง ใช้น้ำ 5 ระดับ คือ ไม่มีการขังน้ำ และใช้ระดับน้ำ 5,10, 15 และ 20 เซนติเมตร เริ่มรักษาระดับน้ำหลังจากปักดำ 20 วัน และระบายออกก่อนเก็บเกี่ยว 10 วัน ใส่ปุ๋ยรองพื้น (16-20-0) ในอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ปุ๋ยแต่งหน้า (46-0-0) ในอัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ ในระยะสร้างรวงอ่อน จากผลการศึกษา พบว่า ระดับน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตด้านความสูงและการแตกกอของข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยความสูงของข้าวมีความสูงที่สุด คือ ข้าวในแปลงที่ใช้ระดับน้ำ 20 เซนติเมตร (152 เซนติเมตร) เนื่องจากระดับน้ำที่สูงขึ้นทำให้ต้นข้าวยืดตัวเพิ่มสูงขึ้น สำหรับการแตกกอ พบว่า ข้าวที่ปลูกในที่ไม่มีการขังน้ำ มีจำนวนต้นต่อกอสูงสุด (14 ต้นต่อกอ) และการใช้ระดับน้ำสูงขึ้นทำให้ข้าวมีการแตกกอลดลง ส่วนองค์ประกอบผลผลิตข้าว พบว่า จำนวนรวงต่อพื้นที่ของข้าวที่ปลูกในที่ไม่มีการขังน้ำ (144 รวงต่อตารางเมตร) สูงกว่าข้าวที่ใช้ระดับน้ำ 20 เซนติเมตร (128 รวงต่อตารางเมตร) แต่มีจำนวนเมล็ดต่อรวง (172 รวง) ต่ำกว่าข้าวที่ใช้ระดับน้ำ 20 เซนติเมตร (191 รวง) และผลผลิตข้าวที่ปลูกในที่ไม่มีการขังน้ำ มีค่าใกล้เคียงกันกับผลผลิตข้าวที่ปลูกใช้ระดับน้ำ 5, 10 และ 15 เซนติเมตร แต่มีค่าสูงกว่าผลผลิตข้าวที่ปลูกใช้ระดับน้ำ 20 เซนติเมตร อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 654, 640, 632, 622 และ 550 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

ศราวุฒิ เกลี้ยงพร้อม และแสวง รวยสูงเนิน (2553) ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยหมักและการให้น้ำต่อความสูงและน้ำหนักของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 โดยทำการทดลองในกระถางใช้ดินชุดร้อยเอ็ดภายในเรือนทดลอง วางแผนการศึกษาวิจัยแบบ Completely Randomized Design (CRD) ปัจจัยในการทดลองมี 2 ปัจจัย ประกอบด้วยการใช้ระดับน้ำเท่ากับความจุความชื้นภาคสนาม หรือไม่มีการขังน้ำ และการใช้ระดับน้ำ 5 เซนติเมตรตลอดฤดูกาลเพาะปลูก และปัจจัยด้านการใส่ปุ๋ย โดยใส่ปุ๋ยหมัก 5 อัตราส่วน คือ 0, 2.5, 5.0, 7.5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักดินแห้ง ตามลำดับ จากการศึกษา พบว่า เมื่อใส่ปุ๋ย ข้าวในชุดทดลองที่ไม่มีการขังน้ำสูงกว่าข้าวที่ใช้ระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 87.67-109.00 และ 75.33-108.00 เซนติเมตร ตามลำดับ และชุดทดลองที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย พบว่า ข้าวในกระถางที่ไม่มีการขังน้ำสูงกว่าข้าวที่ใช้ระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 87.67 และ 75.33 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบการใช้ระดับน้ำที่ต่างกัน พบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับมวลชีวภาพของข้าว พบว่า มวลชีวภาพของข้าวมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณปุ๋ยที่ใส่และมีค่าลดลงเมื่อมีระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้น โดยเมื่อใส่ปุ๋ยในอัตรา 0, 2.5, 5.0, 7.5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ข้าวในกระถางที่ไม่มีน้ำท่วมขังมีมวลชีวภาพเท่ากับ 13.55, 38.74, 70.87 และ 79.18 กรัม ตามลำดับ ส่วนที่ใช้ระดับน้ำ 5 เซนติเมตร มีค่าดังกล่าวเท่ากับ 10.55, 27.32, 46.00 และ 53.69 กรัม ตามลำดับ จากผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าเมื่อปริมาณธาตุอาหารในดินเพิ่มสูงขึ้นและมีน้ำเพียงพอ ข้าวสามารถเจริญเติบโตได้ดี

2.8 การทำนาข้าวในประเทศไทย

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมมีอาชีพการทำนาเป็นอาชีพหลัก จากแผนที่ดินและรายงานการสำรวจดินของกองสำรวจและจำแนกดินพบว่าประเทศไทยมีพื้นที่นาข้าวประมาณ 78,619,362 ไร่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553) โดยมีพื้นที่ปลูกข้าวกระจายในภาคต่าง ๆ ซึ่งเรียงลำดับตามปริมาณพื้นที่ดังนี้ คือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (47,315,666 ไร่) ภาคเหนือ (17,366,638 ไร่) ภาคกลาง (8,970,190 ไร่) ภาคตะวันออก (2,906,129 ไร่) และภาคใต้ (2,060,739 ไร่) ตามลำดับ

2.8.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์และการเจริญเติบโตของข้าว

ข้าวเป็นพืชล้มลุกใบเลี้ยงเดี่ยว ข้าวที่ปลูกเป็นอาหารของมนุษย์มี 2 ชนิด คือ *Oryza sativa* Linn. ปลูกมากในเอเชีย และ *Oryza glaberrima* Steud. ปลูกมากในแอฟริกาตะวันตก โดยข้าวชนิดที่นิยมปลูกกันมี 3 subspiecies คือ (1) อินดิคา (indica) เมล็ดยาวเรียว ผลผลิตค่อนข้างต่ำ ตอบสนองต่อปุ๋ยน้อย แต่ปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดี ปลูกมากในเขตร้อนทวีปเอเชีย เช่น ไทย ฟิลิปปินส์ กัมพูชา และอินเดีย (2) จาปอนิคา (japonica) เมล็ดป้อมสั้น มีผลผลิตสูง ตอบสนองต่อปุ๋ยน้อย ปลูกมากในเขตกึ่งร้อนหรืออบอุ่น เช่น ญี่ปุ่น เกาหลี และทางตอนเหนือของสาธารณรัฐประชาชนจีน และ (3) จาวานิคา (javanica) เมล็ดค่อนข้างป้อม ให้ผลผลิตต่ำ ปลูกมากในอินโดนีเซีย และสาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมา (คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา, 2547)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของข้าวมีดังนี้ ราก (root) เป็นระบบรากฝอย (fibrous root system) แตกแขนงอยู่ใต้ผิวดิน ส่วนลำต้น (stems) มีลักษณะเป็นโพรงตรงกลางและแบ่งออกเป็นปล้อง ๆ โดยมีข้อระหว่างปล้อง ความยาวของปล้องแตกต่างกันตามชนิดของพันธุ์ข้าว ส่วนใบ (leaves) มีลักษณะแบน บาง ประกอบด้วยกาบใบและแผ่นใบ พันธุ์ข้าวแต่ละพันธุ์จะมีความยาว ความกว้าง สีของใบ ตลอดจนการทำมุมของใบกับลำต้นแตกต่างกัน ใบสุดท้ายที่อยู่สูงสุดของต้นข้าว เรียกว่า ใบธง (flag leaf) ส่วนดอกข้าว (flowers) มีลักษณะเป็นช่อ (inflorescence) มีแขนงบนช่อดอกเป็นแบบรวง (panicle) ดอกข้าวที่เกิดบนก้านดอกเป็นดอกที่สมบูรณ์ (perfect flower) ภายในดอกมีเกสรตัวผู้ (stamen) และเกสรตัวเมีย (pistil) และเมล็ดข้าว ภายหลังที่นิวเคลียสจากเพศผู้รวมตัวกับนิวเคลียสของเพศเมียในรังไข่ (polar nuclei) เจริญเป็น endosperm ซึ่งเป็นอาหารของข้าวในระยะที่เมล็ดเริ่มงอก endosperm จะประกอบด้วยแป้ง (starch) ซึ่งส่วนนี้คือส่วนที่มนุษย์ใช้บริโภค และหลังจากที่ผสมเกสรแล้ว 30 วัน ก็สามารถเก็บเกี่ยวได้ (ประพาส วีรแพทย์, 2523)

การเจริญเติบโตของข้าวแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ การเจริญเติบโตทางการสืบพันธุ์ และการเจริญเติบโตด้านเมล็ด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (vegetative growth)

การเจริญเติบโตของข้าวในเขตร้อนชื้น ต้นกล้าข้าวจะงอกภายใน 3 วัน หลังจากหว่าน ระยะที่เป็นต้นกล้านับจากการงอกของเมล็ดข้าวจนถึงก่อนที่ข้าวแตกกอ ในระยะนี้ต้นกล้าจะมีรากชุดแรก (primary seminal root) และใช้อาหารจากเอนโดสเปิร์ม (endosperm) จนหมด ต่อจากนั้นมีระบบรากชุดที่สอง (adventitious root) เกิดขึ้นแทน

ระยะแตกกอ (tillering stage) เริ่มจากการแตกหน่อแรกจากข้อที่ต่ำที่สุดซึ่งเรียกว่า primary tiller หลังจากนั้นก็เกิด secondary tiller ระยะนี้ต้นข้าวจะสูงและแตกกออย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นเกิด tertiary tiller เมื่อข้าวเจริญเติบโตมากขึ้น การเจริญเติบโตของ tertiary tiller มี 2 ระยะ คือ ระยะแตกกอสูงสุด (maximum tillering stage) ระยะนี้มีกอเกิดขึ้นมากจนแทบไม่เห็นลำต้นเดิม หลังจากระยะนี้กอจะตายและมีจำนวนกอลดลง ส่วนระยะยืดปล้อง (stem elongation stage) ระยะนี้เริ่มต้นก่อนกำเนิดช่อดอก ต่อจากนั้นข้าวจะเริ่มออกดอก

2) การเจริญเติบโตทางการสืบพันธุ์ (reproductive growth)

ระยะเริ่มสร้างดอกอ่อน (panicle initiation) เป็นระยะที่ข้าวสร้างจุดกำเนิดช่อดอก (precordium of panicle) ต่อจากนั้นข้าวจะสร้างช่อดอก (panicle initiation) โดยมีก้านดอกประกอบด้วยดอกเล็ก ๆ ระยะตั้งท้อง (booting stage) ระยะนี้ดอกอ่อนของข้าวเริ่มขยายตัวใหญ่ขึ้นจนในที่สุดเป็นช่อดอกที่สมบูรณ์ เห็นข้าวตั้งท้องอย่างชัดเจน เพราะกาบใบธงใบสุดท้ายที่ห่อหุ้มช่อดอกจะพองและมีขนาดใหญ่ขึ้น และใบข้าวใบสุดท้ายที่ติดอยู่กับกาบใบนี้สั้นลงเป็นใบธง

ระยะออกดอกและการผสมพันธุ์ (flowering and fertilization stage) เมื่อข้าวตั้งท้องเต็มที่แล้ว ช่อดอกข้าวจะออกจากกาบใบ เมื่อดอกข้าวบาน (flowering) อับเกสรของดอกข้าวก็จะแตกทำให้ละอองเกสรหล่นมาผสมกับเกสรตัวเมีย (fertilization) เป็นการสิ้นสุดการเจริญเติบโตในระยะสืบพันธุ์ซึ่งใช้เวลาทั้งหมด 30-35 วัน

3) การเจริญเติบโตทางเมล็ด (grain development)

เมล็ดข้าวเกิดขึ้นหลังจากที่มีการผสมเกสร เมล็ดข้าวจะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นก่อนเก็บเกี่ยว ระยะนี้ใช้เวลา 25-35 วัน ช่วงการเจริญเติบโตทางเมล็ดนี้มีระยะต่างกัน เริ่มจากระยะเมล็ดข้าวน้ำนม (milk grain stage) เป็นระยะที่แป้งในเมล็ดเปลี่ยนจากสภาพของเหลวเป็นสภาพเหมือนน้ำนม ส่วนที่เป็นน้ำนมในเมล็ดนั้นจะเปลี่ยนสภาพแข็งขึ้นเข้าสู่ระยะเมล็ดข้าวสุกแก่ หลังจากนั้นสีของรวงจะเปลี่ยนจาก

หอสมุดกลาง ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เขียวเป็นเหลือง ระยะนี้สิ้นสุดเมื่อ 90-100 เปอร์เซ็นต์ของเมล็ดเปลี่ยนเป็นสีเหลือง จะเห็นใบบนและใบธงของข้าวเหี่ยวและตายไป (เจนจิรา พวงทับทิม, 2546; ทัศนีย์ อัตตะนันทน์, 2550)

ข้าวเจ้าพันธุ์ชัยนาท1

ข้าวเจ้าพันธุ์ชัยนาท1 เป็นข้าวซึ่งได้จากการผสมพันธุ์ระหว่าง IR 13146-158-1, IR 15314-43-2-3-3 และ BKN 6995-16-1-1-2 โดยทำการผสมพันธุ์และคัดเลือกจนได้สายพันธุ์ข้าว CNTBR 82075-43-1 โดยกรมวิชาการเกษตร พิจารณาเป็นพันธุ์รับรองโดยใช้ชื่อว่า ข้าวเจ้าพันธุ์ชัยนาท1 และได้รับการรับรองพันธุ์เมื่อวันที่ 9 กันยายน 2536 ข้าวเจ้าพันธุ์ชัยนาท 1 เป็นข้าวไม่ไวต่อแสง มีการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนดี ลักษณะประจำพันธุ์ทางการเกษตร คือ ใบธงค่อนข้างยาวตั้งตรง รวงยาวเฉลี่ย 28 เซนติเมตร คอรวงสั้น ต้นแข็งแรง ใบแก่ช้า ความสูงประมาณ 113 เซนติเมตร ในฤดูแล้งมีอายุ 121-130 วัน ส่วนในฤดูฝนมีอายุ 119 วัน องค์ประกอบผลผลิต คือ มีจำนวนรวงต่อตารางเมตร เฉลี่ย 224 รวง มีจำนวนเมล็ดต่อรวง เฉลี่ยเท่ากับ 133 เมล็ด มีเมล็ดดี 89.24 เปอร์เซ็นต์ ส่วนน้ำหนักข้าวเปลือก 1,000 เมล็ด มีค่าเฉลี่ย 29.24 กรัม และมีระยะพักตัวเมล็ดข้าว 8 สัปดาห์

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ คือ ทรงกอตั้ง สีของใบ กาบใบ และปล้องเป็นสีเขียว ส่วนยอดเมล็ดและเปลือกเมล็ดเป็นสีฟาง ใบและเปลือกเมล็ดมีขน กลีบรองดอกสั้น ขนาดของเมล็ดข้าวเปลือกมีความกว้าง ยาว และหนา เท่ากับ 2.30, 10.43 และ 1.77 มิลลิเมตร ตามลำดับ พันธุ์ข้าวเจ้าชัยนาท1 ให้ผลผลิตสูงโดยในฤดูแล้งให้ผลผลิต 754 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับในฤดูฝนให้ผลผลิต 725 กิโลกรัมต่อไร่ ลักษณะเด่นของข้าวพันธุ์นี้ คือ มีความต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยกระโดดหลังขาว โรคใบหงิก และค่อนข้างต้านทานโรคไหม้ การปลูกข้าวเจ้าพันธุ์ชัยนาท 1 เพื่อให้ได้ผลผลิตข้าวสูง กรมวิชาการเกษตรได้ให้ข้อแนะนำต่อเกษตรกร คือ ปรับระดับหน้าแปลงให้เรียบ เพื่อให้ได้ข้าวที่เจริญเติบโตได้ดี แตกกอมาก และออกรวงสม่ำเสมอ สำหรับในแหล่งที่มีการระบาดของโรคใบหงิก หรือโรคจู๋ เกษตรกรไม่ควรปลูกข้าวเจ้าพันธุ์ชัยนาท1 แต่เพียงพันธุ์เดียว และควรใช้สารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืชควบคู่ไปด้วยตามคำแนะนำ และไม่ควรใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเกินอัตรา 18 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ (ปุ๋ยสูตร 16-20-0 ไม่เกิน 112 กิโลกรัมต่อไร่) เพราะจะทำให้ข้าวล้มและอ่อนแอต่อโรคและแมลงได้ (วาสนา วรมิศร์ และทัศนีย์ สงวนสัจ, 2537; กรมวิชาการเกษตร, 2546)

2.8.2 **วิธีการทำนาข้าว**

วิธีการทำนาข้าวในประเทศไทยขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ เช่น พื้นที่สูง พื้นที่ลุ่ม พื้นที่มีน้ำลึก และสภาพน้ำ เช่น เขตน้ำฝน เขตชลประทาน เป็นต้น โดยทั่วไปวิธีการปลูกข้าวมี 3 วิธี คือ การปักดำ หว่านข้าวแห้ง (การหว่านสำรวย) และการหว่านน้ำตม ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การปักดำ เหมาะกับพื้นที่ปลูกข้าวที่มีน้ำเพียงพอ และมีการเตรียมดินอย่างดี โดยการไถดะและตากดินไว้เพื่อกำจัดวัชพืชที่กำลังเจริญเติบโต ปล่อยน้ำให้ท่วมแปลงเพื่อกำจัดวัชพืชที่กำลังงอก ไถแปรและไถคราดปรับระดับดินให้สม่ำเสมอ เพื่อควบคุมระดับน้ำและควบคุมวัชพืช ก่อนปักดำนั้นต้องมีการตกกล้าโดยการนำเมล็ดข้าวไปหว่านให้งอกและเจริญเติบโตเป็นต้นกล้าซึ่งมีอายุ 30 วัน ถอนต้นกล้าแล้วนำไปปักดำในพื้นที่ที่ได้เตรียมไว้ พื้นที่นาที่ปักดำควรมีน้ำขังอยู่ประมาณ 5-10 เซนติเมตร ซึ่งการปักดำเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงควรปักดำด้วยระยะ 20×20 เซนติเมตร

2) การหว่านข้าวแห้ง (การหว่านสำรวย) เหมาะกับการปลูกข้าวในนิเวศน้ำฝนโดยเฉพาะพื้นที่ลุ่มและมีวัชพืชน้อย เตรียมดินโดยวิธีการไถดะเพื่อกำจัดวัชพืชที่กำลังเจริญเติบโต ไถแปรแล้วนำเมล็ดพันธุ์หว่านไปโดยตรง ซึ่งเมล็ดพันธุ์ที่หว่านลงไปบางส่วนจะตกอยู่ระหว่างก้อนดินและรอยไถ เมื่อฝนตกลงมาทำให้ดินเปียกและเมล็ดพันธุ์ได้รับความชื้นก็จะงอกขึ้นมาเป็นต้นกล้า การหว่านวิธีนี้ใช้เฉพาะในพื้นที่ที่มีฝนตกตามฤดูกาล โดยปกติจะใช้เมล็ดพันธุ์ 20-25 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้วิธีการหว่านข้าวแห้งยังช่วยให้ต้นกล้าตั้งตัวได้เร็ว เนื่องจากเมล็ดที่หว่านลงไปในดินกลบฝังลึกลงไปในดิน

3) การหว่านน้ำตม ซึ่งเหมาะกับพื้นที่ที่มีการชลประทานอย่างสมบูรณ์ และเป็นพื้นที่ผืนใหญ่ มีคันนากั้นทำการเตรียมดินคล้ายกับวิธีการปักดำโดยทำการไถดะ ไถแปร และคราด เพื่อเป็นการกำจัดวัชพืชออกจากพื้นที่ และปรับระดับพื้นที่นาให้สม่ำเสมอ ทิ้งให้ดินตกตะกอนจนเห็นว่าน้ำใส และระดับน้ำไม่ควรลึกเกิน 2 เซนติเมตร จึงหว่านเมล็ดพันธุ์ที่เพาะให้งอกแล้ว ด้วยอัตรา 15-20 กิโลกรัมต่อไร่ เมล็ดข้าวจะเจริญเติบโตขึ้นมาเหนือน้ำ แล้วรักษาระดับน้ำให้เหมาะสมกับระยะการเจริญเติบโตของข้าว (รสสุคนธ์ พุ่มพันธุ์วงศ์, 2549)

2.8.3 แนวทางการปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว

1) การปรับปรุงดินด้วยปอเทือง

ปอเทือง (sunnhemp) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Crotalaria juncea* L. จัดเป็นพืชในสกุลถั่วเป็นพืชอายุปีเดียว เจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว สามารถขึ้นได้ในดินทรายจัด และดินเกือบทุกชนิด ยกเว้นดินในสภาพที่มีน้ำขัง ทนต่อสภาพความแห้งแล้งได้ดี สามารถเจริญเติบโตได้ดีพื้นที่ที่เป็นดินดอน ดินที่มีการระบายน้ำดี และไม่ควรปลูกติดต่อกันในพื้นที่เดิมเกินกว่า 2 ปี เนื่องจากจะมีปัญหาโรคแมลง

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของปอเทือง ประกอบด้วย ราก ซึ่งมีระบบรากเป็นรากแก้ว (taproot system) รากยาวและแข็งแรง มีรากแขนง และมีปมที่ราก ส่วนลำต้นจะตั้งตรงเป็นพุ่ม ลำต้นเป็นไม้เนื้ออ่อนค่อนข้างเปราะ และหักง่าย ลำต้นมีความสูงประมาณ 180-300 เซนติเมตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 2 เซนติเมตรขึ้นไป แตกกิ่งสาขามาก ถ้าปลูกปอเทืองให้มีระยะห่างจะเริ่มแตกกิ่งก้านที่ระดับ 75 เซนติเมตร ถ้าปลูกปอเทืองหนาแน่นจะแตกกิ่งก้านลดลง ส่วนใบ เป็นใบเดี่ยวยาวรี มีความกว้าง 2.5-3.2 เซนติเมตร ยาว 8.0-12.0 เซนติเมตร มีหูใบขนาดเล็กมาก ก้านใบ (petiole) สั้น ใบมีจำนวนมากและจัดเรียงเป็นเกลียวรอบต้น มีดอกเป็นช่อ (inflorescence) ช่อดอกเป็นแบบราซีม (racemes) ยาวประมาณ 25 เซนติเมตร หนึ่งช่อดอกมีประมาณ 8-20 ดอก ช่อดอกเกิดขึ้นที่ปลายกิ่ง ดอกมีสีเหลืองขนาดค่อนข้างใหญ่ ปอเทืองเป็นพวกผสมพันธุ์ข้ามดอก (open-pollinated) และฝักปอเทือง มีลักษณะเป็นทรงกระบอก ยาว 3-6 เซนติเมตร กว้าง 1-2 เซนติเมตร เมื่อฝักแก่จะมีสีน้ำตาลอ่อน มีจำนวน 5-6 เมล็ดต่อฝัก เมล็ดมีขนาดค่อนข้างเล็กคล้ายรูปหัวใจหรือไต (ประชา นาคะประเวศ และคณะ, 2543; มุกดา สุขสวัสดิ์, 2545; สุภาพร จันทร์รุ่งเรือง และคณะ, 2548)

จากผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีทางเคมีของลำต้นและเมล็ดแห้งของปอเทือง พบว่าลำต้นปอเทืองมีความชื้น คาร์โบไฮเดรต เส้นใย และแร่ธาตุ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.4, 35.8, 27.4 และ 6.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเมล็ดปอเทือง มีความชื้น โปรตีน ไขมัน แป้ง เส้นใย และขี้เถ้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.6, 34.6, 4.3, 41.1, 8.1 และ 3.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (สุภาพร จันทร์รุ่งเรือง, 2549)

การใช้ประโยชน์ปอเทืองเพื่อการปรับปรุงดิน เนื่องจากปอเทืองเป็นพืชตระกูลถั่วสามารถเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่แห้งแล้ง และสามารถให้มวลชีวภาพสูงในการปรับปรุงดิน จึงนำปอเทืองมาปลูกเป็นปุ๋ยพืชสดหมุนเวียน (crop rotation) หรือปลูกแซมกับพืชหลักในระบบปลูก โดยนำมาปลูกด้วยวิธีการหว่าน ใช้เมล็ดอัตราเฉลี่ย 5 กิโลกรัมต่อไร่ ไถกลบปอเทืองที่อายุประมาณ 50-60 วัน (ประชา นาคประเวศ, 2542; ธงชัย มาลา, 2550) ขณะที่ปอเทืองออกดอก และดินมีความชื้นพอสมควร แล้วทิ้งไว้ 7-10 วัน ก่อนปลูกพืชหลัก โดยปอเทืองจะให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 2,870.00 และ 412.28 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ให้ธาตุอาหารโดยปริมาณของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และซัลเฟอร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ2.76, 0.22, 2.40, 1.53, 2.04 และ0.96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (สุภาพร

จันทร์รุ่งเรือง และคณะ, 2548) สำหรับค่าอัตราส่วนระหว่างอินทรีย์คาร์บอนต่อไนโตรเจนทั้งหมดของปอเทือง มีค่าเท่ากับ 14.8 และจากการศึกษาของ กิตติมา ศิวอาทิตย์กุล (2548) เพื่อศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ โสนอัฟริกันและปอเทือง) และปุ๋ยเคมีในการจัดการดิน กลุ่มชุดดินที่ 7 ชุดดินอุตรดิตถ์ ปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ในจังหวัดพิษณุโลก ระหว่างปี 2546-2548 ซึ่งประกอบด้วย 7 การทดลอง ได้แก่ 1) ปุ๋ยเคมี N- P_2O_5-K_2O อัตรา 0-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ 2) ปุ๋ยเคมีอัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ 3) ปุ๋ยเคมีอัตรา 12-12-0 กิโลกรัมต่อไร่ 4) ปุ๋ยพืชสดอย่างเดียว 5) ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำอัตรา 10 ลิตรต่อไร่ 6) ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำ อัตรา 15 ลิตรต่อไร่ 7) ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำ อัตรา 25 ลิตรต่อไร่ ซึ่งในปีที่ 1 ใช้โสนอัฟริกันเป็นพืชปุ๋ยสด แต่ในปีที่ 2 เปลี่ยนไปใช้ปอเทืองเป็นปุ๋ยพืชสดแทน เนื่องจากในช่วงการปลูกปุ๋ยพืชสดในปีที่ 2 มีสภาพอากาศเย็น ทำให้โสนอัฟริกันเจริญเติบโตต่ำ ผลการทดลองในปีที่ 1 พบว่า ข้าวพันธุ์พิษณุโลก การใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-8-0 ให้ผลผลิตข้าวสูงสุด และการไถกลบโสนอัฟริกันอย่างเดียวให้ผลผลิตรองลงมา แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากในปีที่ 1 ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง และมีธาตุอาหารเพียงพอต่อความต้องการของข้าว ดังนั้นถ้าดินมีความอุดมสมบูรณ์สูงการใช้ปุ๋ยพืชสดแทนปุ๋ยเคมีเป็นการลดต้นทุนการผลิตได้ ส่วนผลผลิตในปีที่ 2 การไถกลบปอเทืองเพียงอย่างเดียวให้ผลผลิตข้าวลดต่ำลงมากเมื่อเทียบกับปีที่ 1 เนื่องจากดินมีความอุดมสมบูรณ์ลดลงลดลง ดังนั้นในปีที่ 1 เพื่อเป็นการลดต้นทุนควรใช้ปุ๋ยพืชสดเพียงอย่างเดียว ส่วนในปีที่ 2 เมื่อดินมีความอุดมสมบูรณ์ลดต่ำลงควรใช้ปุ๋ยเคมีจึงจะให้ผลผลิตข้าวและผลตอบแทนสูง

กรมพัฒนาที่ดิน (2554) ได้เสนอการใช้ปอเทืองเป็นปุ๋ยพืชสดในนาข้าว 3 วิธี คือ 1) ปลูกปอเทืองพร้อมกับขาวโดยหว่านเมล็ดพร้อมกับหว่านข้าวในนา (หว่านข้าวแห้ง) เพื่อให้เจริญเติบโตพร้อมกับต้นข้าวช่วงที่ยังไม่มีน้ำขังในนา ถ้าน้ำไม่ขังหรือดินไม่ชื้นเกินไป ปอเทืองจะเจริญเติบโตได้ประมาณ 45-50 วัน ให้ทำการขังน้ำในนาข้าว ปอเทืองจะตายและเน่าสลายให้ธาตุอาหารและอินทรียวัตถุแก่ต้นข้าว 2) ปลูกปอเทืองก่อนการปลูกข้าว โดยใช้เมล็ดในอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ ควรเริ่มปลูกก่อนในต้นฤดูฝนช่วงเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม โดยการไถพรวนดินแล้วหว่านเมล็ดปอเทือง เมื่อต้นเจริญเติบโตถึงระยะออกดอกหรือประมาณ 45-50 วัน ให้ไถกลบแล้วปล่อยให้ย่อยสลายประมาณ 14 วัน แล้วจึงปลูกข้าวตาม และ 3) ปลูกปอเทืองหลังทำนา โดยใช้เมล็ดในอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกโดยไม่ไถดินและไม่เก็บเกี่ยวตอซังข้าวออก ปลูกโดยใช้เมล็ดหยอดไปในดินนาโดยตรงทันทีที่เกี่ยวข้าวเสร็จ ในขณะที่ดินยังมีความชื้นอยู่ แล้วไถกลบในระยะออกดอกประมาณ 45-50 วัน แล้วปล่อยให้ย่อยสลายประมาณ 14 วัน แล้วจึงปลูกข้าวตาม (สุภาพร จันทร์รุ่งเรือง และคณะ, 2542)

2) **การปรับปรุงดินด้วยหญ้าแฝก**

หญ้าแฝก (vetiver grass) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Vetiveria* spp. เป็นพืชในสกุลหญ้า (Gramineae) เช่นเดียวกับข้าวโพด ข้าวฟ่าง อ้อย และตะไคร้ เป็นพืชล้มลุกที่มีอายุอยู่ได้หลายปี สำหรับในประเทศไทยมี 2 ชนิด ได้แก่ หญ้าแฝกลุ่ม (*Vetiveria zizanoides* (Linn.) Nash) และหญ้าแฝกดอน (*Vetiveria nemoralis* Balansa A. Camus) ในธรรมชาติพบว่ามีกระจายทั่วไป ขึ้นได้ดีในสภาพพื้นที่ลุ่มน้ำขังและที่ดอนในดินสภาพต่างๆ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) หญ้าแฝกมีคุณสมบัติเด่นกว่าพืชสกุลหญ้าชนิดอื่น ๆ เช่น แตกกอเร็ว กอแข็งแรง ขึ้นได้ดีในดินเกือบทุกประเภท มีระบบรากฝอยแข็งแรงและปริมาณรากมาก สามารถชอนไชไปในดินได้ลึก ทนทานต่อความแห้งแล้ง โรคและแมลง (วีรชัย ณ นคร, 2536)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของหญ้าแฝกประกอบด้วย ลำต้น ขึ้นเป็นกอ มีลักษณะเป็นพุ่มใบบาง ตั้งตรงขึ้นสูง มีการขึ้นอยู่เป็นกลุ่มใหญ่หรือกระจายกันไม่ไกลมากนัก กอแฝกจะมีขนาดค่อนข้างใหญ่มีเส้นผ่าศูนย์กลางกอขนาด 30-90 เซนติเมตร โคนกอเบียดกันแน่นเป็นลักษณะเฉพาะอันหนึ่งที่แตกต่างจากหญ้าชนิดอื่นอย่างชัดเจน ส่วนโคนของลำต้นจะแบนเกิดจากส่วนของโคนใบที่จัดเรียงพับซ้อนกัน ลำต้นแท้จะมีขนาดเล็กซ่อนอยู่ในกาบใบบริเวณคอดิน ส่วนใบของหญ้าแฝกแตกจากโคนกอ มีลักษณะแคบยาว ขอบขนานปลายสอบแหลม แผ่นใบกร้านหยาบ โดยเฉพาะใบแก่ ขอบใบและเส้นกลางใบมีหนามละเอียด โดยใบหญ้าแฝกมีองค์ประกอบของเซลลูโลสที่ทนทานต่อการย่อยสลายตัวกว่าหญ้าทั่วไป โดยมีปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน เท่ากับ 34.41, 34.04 และ15.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (อรุณวรรณ นุชพวง, 2547) และรากของหญ้าแฝกเป็นระบบรากฝอย มีรากที่สานกันอย่างหนาแน่นหยั่งลึกแนวดิ่งลงในดินมีรากฝอยมาก หญ้าแฝกที่มีอายุประมาณ 18 เดือน รากจะเจริญเติบโตเต็มที่ รากแกนที่ส่วนโคนกอจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-3 มิลลิเมตร ผนังด้านนอกจะแข็งตัว เมื่อรากแก่มากก็จะตายไปและถูกแทนที่ด้วยเซลผิวที่อยู่ถัดไป จะทำหน้าที่เพิ่มความหนา ความแข็งแรง ดูดซับน้ำและความชื้นได้ดี (อาทิตย์ ศุขเกษม, 2548)

สมบัติของหญ้าแฝกที่สามารถใช้ประโยชน์ในการฟื้นฟูดินเสื่อมโทรม ช่วยให้ดินมีศักยภาพในการให้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นมีดังนี้

ส่วนต้นและใบของหญ้าแฝกมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม มีค่าเท่ากับ 0.811, 0.170, 1.583, 0.142 และ 0.123 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และส่วนรากมีปริมาณธาตุดังกล่าว มีค่าเท่ากับ 0.356, 0.113 0.459, 0.055 และ 0.180 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ สำหรับค่าอัตราส่วนระหว่างอินทรีย์คาร์บอนต่อไนโตรเจนทั้งหมดของต้นและใบมีค่าเท่ากับ 58 และ มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 6.8 (ราเชน ถิรพร, 2537)

รากหญ้าแฝกสามารถชอนไชได้ลึกและเจริญเติบโตได้เร็ว มีรากที่แข็งแรงสามารถหยั่งลึกลงไปในดิน และแตกแขนงเป็นรากฝอย ประสานกันแน่นเหมือนตาข่ายหรือร่างแหใต้ดิน ช่วยชะลอการไหลซึมของน้ำ ทำให้ดินมีความชื้นสูงและกักเก็บความชื้นได้นานขึ้น ดังนั้นจึงใช้ปลูกเป็นแถวใกล้ไม้ผลหรือพืชไร่ ทำให้ไม้ผลหรือพืชไร่มีการเจริญเติบโตดีขึ้น (สุทธิพงศ์ ชมชื่น, 2543) นอกจากนี้ระบบรากของหญ้าแฝกที่แพร่กระจายช่วยให้ดินมีการระบายน้ำและอากาศได้ดีกว่าการไม่มีรากหญ้าแฝก รวมทั้งกิจกรรมจุลินทรีย์บริเวณรากหญ้าแฝกส่วนใหญ่มีผลดีต่อการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารพืชในดิน จากการศึกษาของ วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์ และคณะ (2544) พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุและธาตุอาหารบริเวณรากหญ้าแฝกมีค่าสูงกว่าบริเวณที่ไม่ปลูกหญ้าแฝก โดยปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าเพิ่มสูงขึ้นจาก 0.49 เป็น 0.68-0.82 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากใบหญ้าแฝกเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุและธาตุอาหารให้แก่ดิน หญ้าแฝกเจริญเติบโตได้ค่อนข้างเร็ว และมีมวลชีวภาพของต้นและรากสูง เมื่อจุลินทรีย์ย่อยสลายจะปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ โดยดินที่มีปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน เริ่มต้นเท่ากับ 2.26, 62, 471, 362 และ 1.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ มีค่าเพิ่มสูงขึ้นเป็น 3.54-5.01, 132-142, 631-882, 446-679 และ 2.33-2.56 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งจากการศึกษาของประไพ ชัยโรจน์ และวนิดา โนบรรเทา (2544) พบว่าหญ้าแฝกแห้งจำนวน 1 ตัน เมื่อย่อยสลายจะปลดปล่อยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม มีค่าเฉลี่ยประมาณ 4.3, 2.2 และ 20.5 กิโลกรัม ตามลำดับ นอกจากนี้ยัง พบว่า รากหญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตหนาแน่น ทำให้ดินสามารถกักเก็บความชื้นและอุ้มน้ำได้สูงขึ้น

จากการศึกษาของ อิสริยา มีสิงห์ และคณะ (2554) ได้ทำการศึกษาการใช้ประโยชน์หญ้าแฝกฟื้นฟูดินในนาข้าวภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยได้ทดลองในบริเวณพื้นที่เกษตรกร บ้านโนนเรือง ตำบลบ้านค้อ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ในระหว่างปี พ.ศ. 2549-2551 ไถเตรียมดินและแบ่งพื้นที่เป็นขนาดแปลงทดลองกว้าง 3 เมตร ยาว 4 เมตร จำนวน 8 แปลงย่อย โดยประกอบด้วย 8 วิธีการทดลอง (ตารางที่ 2.3) พันธุ์ข้าวที่ใช้ คือ ปลูกข้าวพันธุ์ กข6 ในฤดูกาลที่ 1 และปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ในฤดูกาลที่ 2 ผลการศึกษา พบว่า การปลูกหญ้าแฝกในแต่ละวิธีการมีผลทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินทั้งทางด้านปริมาณอินทรียวัตถุ จากก่อนการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.26-0.72 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มสูงขึ้นเป็น 0.46-0.84 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าเพิ่มสูงขึ้นจาก 5.0-8.0 เป็น 10.37-16.88 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมมีค่าเพิ่มสูงขึ้นจาก 104.8-228.8 เป็น 340.0-554.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่ความหนาแน่นของดินมีค่าลดลงจาก 1.68-1.80 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เป็น 1.39-1.70 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เนื่องจากระบบรากของหญ้าแฝกทำให้ช่องว่างในดินเพิ่มสูงขึ้น สำหรับผลผลิตของข้าวในฤดูปลูกที่ 1 พบว่า วิธีการปลูกหญ้าแฝกลุ่มพันธุ์สงขลา 3 ตัดเมื่ออายุ 6เดือนให้ผลผลิตสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ วิธีการปลูกหญ้าแฝกดอนพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ตัดเมื่ออายุ 6 เดือน และแปลงไม่

ปลูกหญ้าแฝกให้ผลผลิตต่ำที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 497.5, 435.0 และ 305.0 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนในฤดูปลูกที่ 2 พบว่า วิธีการปลูกหญ้าแฝกลุ่มพันธุ์สงขลา 3 ตัดเมื่ออายุ 6 เดือนให้ผลผลิตสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ วิธีการปลูกหญ้าแฝกดอนพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ตัดเมื่ออายุ 6 เดือน และแปลงไม่ปลูกหญ้าแฝกให้ผลผลิตต่ำที่สุดเท่ากับ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 435.0, 247.5 และ 192.5 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

ตารางที่ 2.3 แปลงการทดลองการใช้ประโยชน์หญ้าแฝกฟื้นฟูดินในนาข้าว

แปลงทดลองที่	วิธีการทดลอง
1	แปลงไม่ปลูกหญ้าแฝก
2	วิธีปฏิบัติของเกษตรกรไม่ปลูกหญ้าแฝก
3	วิธีปลูกหญ้าแฝกดอนพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ตัดเมื่ออายุ 4 เดือน แล้วทำนาข้าว
4	วิธีปลูกหญ้าแฝกดอนพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ตัดเมื่ออายุ 5 เดือน แล้วทำนาข้าว
5	วิธีปลูกหญ้าแฝกดอนพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ตัดเมื่ออายุ 6 เดือน แล้วทำนาข้าว
6	วิธีปลูกหญ้าแฝกลุ่มพันธุ์สงขลา3 ตัดเมื่ออายุ 4 เดือน แล้วทำนาข้าว
7	วิธีปลูกหญ้าแฝกลุ่มพันธุ์สงขลา3 ตัดเมื่ออายุ 5 เดือน แล้วทำนาข้าว
8	วิธีปลูกหญ้าแฝกลุ่มพันธุ์สงขลา3 ตัดเมื่ออายุ 4 เดือน แล้วทำนาข้าว

ที่มา: อิสริยา มีสิงห์ และคณะ (2554)