การจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพในการผลิตข้าวนาชลประทาน

The Efficiency of Water Use Management for Irrigated Rice Production

บทนำ

พื้นที่ราบภาคกลางตอนล่าง และที่ราบหุบเขาด้านตะวันตก เป็นแหล่งปลูกข้าวใหญ่ของประเทศไทย มีที่ตั้งอยู่ในเขตนิเวศเกษตรที่ 3 และ 4 ประกอบด้วย 19 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดนครสวรรค์ อุทัยธานี ลพบุรี สระบุรี ชัยนาท นครนายก นครปฐม นนทบุรี ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา สิงห์บุรี สุพรรณบุรี อ่างทอง กาญจนบุรี เพชรบุรี ราชบุรี สมุทรปราการ สมุทรสาคร และสมุทรสงคราม มีพื้นที่ทั้งหมด 43.6 ล้านไร่ เป็นพื้นที่ถือครองทำการเกษตร 21.3 ล้านไร่ และจากสภาพพื้นที่ภาคกลางตอนล่างเป็นพื้นที่ลุ่มดินเหนียวเก็บกักน้ำได้ดี และเป็นพื้นที่ทับถมของตะกอนดินที่ถูกพัดพามาในฤดูฝนทำให้ดินในบริเวณนี้มีความอุดมสมบูรณ์ไปด้วยธาตุอาหารพืช ประกอบกับภาคกลางมีสภาพแวดล้อมทางการเกษตรเหมาะสม มีปริมาณฝนและการกระจายตัวของฝนค่อนข้างดี จึงเป็นพื้นที่มีศักยภาพสูงในการผลิตพืช โดยเฉพาะข้าว ซึ่งเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ นอกจากคนไทยจะใช้ข้าวเป็นพืชอาหารหลักแล้ว ข้าวไทยยังเป็นสินค้าเกษตรที่ชาวโลกมีความต้องการ และเป็นสินค้าส่งออกที่ทำรายได้ให้แก่ประเทศไทยเป็นจำนวนมากมายมหาศาลเป็นเวลาหลายสิบปีติดต่อกัน (สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5, 2544)

ระบบชลประทานเป็นปัจจัยขั้นพื้นฐานสำคัญของการผลิต การพัฒนาระบบโครงการชลประทานในเขตพื้นที่ราบตอนล่างของภาคกลาง และภาคตะวันตก ได้เริ่มดำเนินการมาตั้งแต่รัชสมัยพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 5 แห่งกรุงรัตนโกสินทร์ และสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ เมื่อประมาณ 30 ปีที่ผ่านมา ผลจากการดำเนินการทำให้พื้นที่ราบภาคกลางตอนล่าง และที่ราบด้านตะวันตกเป็นพื้นที่รับน้ำของโครงการชลประทานขนาดใหญ่ 2 โครงการ คือ โครงการเจ้าพระยาใหญ่ และโครงการชลประทานแม่กลองใหญ่ นอกจากนั้นยังเป็นพื้นที่รับน้ำของโครงการชลประทานขนาดกลาง และขนาดเล็ก ครอบคลุมพื้นที่ทำการเกษตรในเขตภาคกลาง 13.0 ล้านไร่ ซึ่งจากผลการดำเนินการดังกล่าวภายใต้สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการผลิตข้าว ทำให้พื้นที่นี้เป็นเขตพื้นที่ทำนาดี เกษตรกรสามารถผลิตข้าวสู่วงจรตลาดได้ตลอดปี นอกจากการเกษตรปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ ที่จำเป็นต้องใช้น้ำเป็นจำนวนมากแล้ว น้ำยังมีความสำคัญเป็นวัตถุดิบในการอุตสาหกรรม การประปา การผลิตพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งการนำไปใช้ไล่น้ำเค็มที่ลุกล้ำเข้ามาในฤดูแล้ง ปัจจุบันจากความเสื่อมโทรมของทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม ทำให้สภาพทางธรรมชาติเกิดความไม่สมดุลย์ ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมเกิดการเปลี่ยนแปลงมีปัญหาขาดแคลนน้ำในบางพื้นที่ และในเวลาเดียวกันกลับเกิดปัญหาอุทกภัยในบางพื้นที่ ซึ่งก่อให้เกิดความเดือดร้อนแก่เกษตรกร เกิดความเสียหายต่อผลผลิต ดังนั้น การจัดการทรัพยากรน้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด ผู้ใช้น้ำทุกคนต้องมีความสำนึกตระหนักและใช้น้ำที่มีอยู่ค่อนข้างจำกัดให้เกิดประสิทธิภาพ และได้รับผลตอบแทนคุ้มค่ามากที่สุด

ปราโมทย์ (2545) อ้างกระแสพระราชดำรัสพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ที่ทรงพระราชทานแก่ นายกรัฐมนตรี รัฐมนตรี ข้าราชการ และประชาชนทุกหมู่เหล่า ที่มาเข้าเฝ้าทูลละอองธุลีพระบาทถวายพระพรในวันเฉลิมพระชนมพรรษา ณ ศาลาดุสิตาลัย สวนจิตรลดา เมื่อวันที่ 4 ธันวาคม พ.ศ.2536 เกี่ยวกับเรื่องน้ำ ความตอนหนึ่งว่า "**เคยพูดมาหลายปีแล้ว ในวิธีที่จะปฏิบัติเพื่อที่จะให้มีทรัพยากรน้ำที่พอเพียงเหมาะสม คำว่า พอเพียง ก็หมายความว่าให้มีพอในการบริโภค ในการใช้น้ำในด้านการบริโภคในบ้าน ทั้งในการใช้เพื่อการเกษตร อุตสาหกรรม ก็ต้องมีพอ ถ้ามีไม่พอ ทุกสิ่งทุกอย่างก็จะชะงักลง แล้วทุกสิ่งทุกอย่างที่เราภูมิใจว่า ประเทศเราก้าวหน้าเจริญก็จะชะงัก ไม่มีทางที่จะมีความเจริญ ถ้าไม่มีน้ำ**" จากกระแสพระราชดำรัสที่อัญเชิญมานี้ ทรงวางน้ำหนักไปที่เรื่องน้ำเป็นสำคัญ เนื่องจากทรงทราบถึงปัญหาความเดือดร้อนของประชาชนส่วนใหญ่ที่ประกอบอาชีพการเกษตร ที่มักจะขาดแคลนน้ำเพาะปลูกพืชโดยเฉพาะในฤดูแล้ง ซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นซ้ำซาก และการแก้ไขก็เป็นเพียงการแก้ไขเหตุการณ์เฉพาะหน้าเป็นประจำทุกปี และแม้ว่าในบางพื้นที่ที่ประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำ จะอยู่ในเขตส่งน้ำชลประทาน โดยเฉพาะพื้นที่ปลูกข้าวที่มีความต้องการน้ำมากกว่าพืชชนิดอื่น ๆ

ในการจัดการน้ำเพื่อปลูกข้าวนาชลประทาน เกษตรกรมีความคุ้นเคยที่จะรักษาระดับน้ำในนาประมาณ 10-15 เซนติเมตรตลอดฤดูปลูก ซึ่งการรักษาระดับน้ำในนามากขนาดนี้ เกษตรกรจะต้องมีน้ำใช้ทำนาประมาณ 1,500-2,000 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ฤดูปลูก และปริมาณน้ำที่สูญเสียไปก็เกิดขึ้นทั้งจากการที่ข้าวนำไปใช้ในขบวนการสร้างและสะสมน้ำหนักแห้ง และสูญหายไปเนื่องจากการระเหยจากผิวดิน ผิวน้ำซึมลงลึก และซึมด้านข้าง และมีผู้ที่ประเมินการสูญเสียน้ำไปในทางที่ไม่เกิดประโยชน์ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณการใช้น้ำของข้าวทั้งหมดต่อฤดูปลูก (ธวัชชัย, 2526) ดังนั้น ความรู้ในด้านการจัดการน้ำใช้ในนาข้าวชลประทานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และลดปริมาณการสูญเสียน้ำในส่วนที่ไม่เกิดประโยชน์ ก็จะช่วยให้เกษตรกรเกิดความรู้สึกตระหนักต่อปัญหาการขาดแคลนน้ำในการปลูกข้าวที่อาจเกิดขึ้น โดยเฉพาะในฤดูนาปรัง และ/หรือ มีความประสงค์ต้องการสงวนทรัพยากรน้ำเพื่อนำไปใช้ในกิจกรรมอื่น ๆ ภายในไร่นาของตนเองต่อไป ซึ่งในเอกสารวิชาการฉบับนี้จะได้กล่าวถึงความสำคัญของทรัพยากรน้ำ ที่มีต่อการผลิตข้าว วิธีการจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพในนาข้าว รวมทั้งแนวทางต่าง ๆ ในการจัดการน้ำอย่างประหยัดเพื่อการผลิตข้าว ซึ่งข้อมูลส่วนใหญ่เป็นผลงานวิจัยที่ได้รวบรวมจากผลการวิจัยด้านการจัดการน้ำชลประทานอย่างมีประสิทธิภาพในสภาพนาดินเหนียวภาคกลางที่ดำเนินงานโดยส่วนราชการที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถนำข้อมูลรายละเอียดที่มีในเอกสารวิชาการฉบับนี้ ไปใช้ประโยชน์สำหรับการปฏิบัติงานหรือแนะนำเกษตรกรได้เป็นอย่างดีต่อไป และผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่า เอกสารวิชาการ **เรื่องการจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพในการผลิตข้าวนาชลประทาน** จะเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่านทุกท่าน ทั้งนักวิจัย นักส่งเสริม และผู้ที่มีความสนใจโดยทั่วไป

บทที่ 1

ทรัพยากรน้ำ และการพัฒนาระบบชลประทานภาคกลาง

1.1. ทรัพยากรน้ำในประเทศไทย

น้ำเป็นทรัพยากรที่สำคัญของมวลมนุษยชาติในทุก ๆ ด้าน ทั้งด้านการอุปโภค บริโภค ผลิตพลังงานไฟฟ้า การคมนาคม การเกษตรกรรม การอุตสาหกรรม และกิจกรรมอื่น ๆ ปัจจุบันประชากรเพิ่มขึ้น ทำให้ทรัพยากรน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการของมนุษย์ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องเร่งรีบหาแนวทางการพัฒนาแหล่งน้ำ เพื่อสงวนรักษาทรัพยากรน้ำ ที่เริ่มจะมีปัญหาขาดแคลนให้อยู่ในระดับที่เพียงพอสำหรับกิจกรรมต่าง ๆ ในการดำรงชีพของมนุษย์ตามที่กล่าวมาแล้ว

แหล่งของทรัพยากรน้ำในประเทศไทย มาจาก 2 แหล่ง คือ แหล่งทรัพยากรน้ำผิวดิน และแหล่งทรัพยากรน้ำบาดาล สำหรับแหล่งทรัพยากรน้ำผิวดินได้รับจากน้ำฝน จากรายงานปริมาณน้ำฝนที่สรุปในปี พ.ศ.2540 พบว่าแต่ละปีประเทศไทยมีฝนตกเฉลี่ย 1,400 มิลลิเมตร หรือ 761,000 ล้านลูกบาศก์เมตร ส่วนหนึ่งสูญเสียไปโดยการไหลซึมและระเหย น้ำฝนส่วนนี้บางส่วนที่ไหลซึมลงดินเป็นประโยชน์ต่อพื้นที่ปลูกพืชที่อาศัยน้ำฝน และส่วนที่เหลือจากการสูญเสียดังกล่าวจะไหลลงสู่แม่น้ำลำธาร แล้วไหลลงสู่ทะเลในที่สุด ซึ่งเรียกว่า “น้ำท่า” ปริมาณน้ำฝนหรือน้ำท่าที่เหลือจากการสูญเสียเพียง 26 เปอร์เซ็นต์ของน้ำฝนทั้งหมดน้ำท่าจำนวนนี้มีมากพอที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในทุก ๆ ด้าน แต่ในความเป็นจริงน้ำท่าดังกล่าวไหลออกสู่ทะเล ทำให้มีปัญหาว่าปริมาณน้ำที่ถูกเก็บกักไว้ในแหล่งน้ำตามธรรมชาติผิวดินมีไม่เพียงพอสำหรับการเกษตรกรรมในฤดูแล้ง มนุษย์จึงได้ใช้ความพยายามที่จะเก็บกักปริมาณน้ำฝนส่วนนี้ไว้ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ และให้ไหลออกสู่ทะเลน้อยที่สุด โดยการสร้างแหล่งเก็บกักน้ำ บางส่วนที่อาจสูญเสียไปไว้ใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ เป็นแหล่งทรัพยากรน้ำผิวดินเพิ่มขึ้น แบ่งเป็น 2 แหล่งใหญ่

- **แหล่งทรัพยากรน้ำธรรมชาติผิวดิน** ได้แก่ แม่น้ำลำคลอง หนองบึงต่าง ๆ ประเทศไทยมีแม่น้ำลำคลอง หนองบึงขนาดใหญ่ 10,309 แห่ง มีพื้นที่ 1.67 ล้านไร่ แบ่งเป็นแม่น้ำ 86 สาย มีพื้นที่ผิวน้ำ 0.86 ล้านไร่ ส่วนพื้นที่หนองบึงทั่วประเทศมี 10,223 แห่ง มีพื้นที่ผิวน้ำ 0.81 ล้านไร่
- **แหล่งทรัพยากรน้ำที่ได้จากการเก็บกัก** โดยการสร้างเขื่อน อ่างเก็บน้ำ และสระน้ำในไร่นา ไพฑูรย์ (2534) รายงานว่า เขื่อนและอ่างเก็บน้ำทั่วประเทศ เก็บกักน้ำไว้ได้ในปีที่มีปริมาณฝนปกติ 40,000 ล้านลูกบาศก์เมตร หรือ 20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำในปีที่ฝนปกติ น้ำท่าที่เขื่อน อ่างเก็บน้ำ เก็บกักไว้ได้เรียกว่า “น้ำต้นทุน” และจากรายงานสรุปสถานการณ์ธรรมชาติ สภาพฝนและน้ำท่า ของกองแผนงานและโครงการพิเศษ สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เมื่อปี พ.ศ.2540 รายงานว่า ภาคเหนือมีเขื่อนและอ่างเก็บน้ำใหญ่ 5 แห่ง มีความจุทั้งหมดของอ่างเก็บน้ำ 23,612 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีความจุน้ำใช้งานได้ 10,922 ล้านลูกบาศก์เมตร ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีเขื่อนและอ่างเก็บน้ำ 10 แห่ง มีความจุของอ่างเก็บน้ำ 7,144 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีความจุน้ำใช้งานได้ 4,002 ล้านลูกบาศก์เมตร และภาคกลางมีเขื่อนและ

อ่างเก็บน้ำ 11 แห่ง มีความจุทั้งหมดของอ่างเก็บน้ำ 28,543 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีความจุน้ำใช้งานได้ 14,655 ล้านลูกบาศก์เมตร ภาคใต้มีเขื่อนและอ่างเก็บน้ำ 2 แห่ง มีความจุทั้งหมดของอ่างเก็บน้ำ 7,043 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีความจุน้ำใช้งานได้ 5,380 ล้านลูกบาศก์เมตร นอกจากนี้ยังมีแหล่งทรัพยากรน้ำที่เก็บกักไว้โดยการสร้างอ่างเก็บน้ำขนาดกลาง ขนาดเล็ก และสระเก็บน้ำในไร่นา กระจายอยู่ทั่วประเทศ

ในด้านแหล่งทรัพยากรน้ำบาดาล ได้มีหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนขุดเจาะน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ในกิจการอุปโภค บริโภค และถ้าบ่อบาดาลใดที่มีความสามารถสูบน้ำขึ้นมาใช้ได้เกินกว่า 150 แกลลอนต่อนาที แสดงว่า บ่อบาดาลนั้นมีศักยภาพในการนำน้ำขึ้นมาใช้เพื่อการเกษตร จากรายงานของหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการขุดเจาะน้ำบาดาล ที่มีกระจายความรับผิดชอบอยู่หลายหน่วยงานทั้งในระดับส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ได้แก่ กรมทรัพยากรธรณี กรมโยธาธิการ กรป.กลาง สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท และกรมชลประทาน ใน พ.ศ.2530 มีบ่อบาดาลที่ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว 3,021 บ่อ ภาคกลางมีมากที่สุด 1,460 บ่อ ภาคเหนือ 752 บ่อ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 470 บ่อ และภาคใต้ 372 บ่อ (บุญธรรม, 2532)

1.2 แหล่งทรัพยากรน้ำของภาคกลาง

1.2.1 แหล่งน้ำธรรมชาติ

ภาคกลางมีลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบลุ่มกว้างใหญ่ ท้องกระทะ ประกอบด้วยแม่น้ำสายสำคัญ 8 สาย แบ่งออกเป็น 3 ส่วน (ภาพที่ 1)

- **ส่วนที่ 1** เป็นแหล่งน้ำทางตอนกลาง และตะวันออก ได้แก่ แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำน้อย แม่น้ำลพบุรี แม่น้ำป่าสัก และแม่น้ำท่าจีน ไหลจากทิศเหนือ และไหลออกสู่ทะเลที่จังหวัดสมุทรปราการ และจังหวัดสมุทรสาคร
- **ส่วนที่ 2** เป็นแหล่งน้ำทางด้านตะวันตก ได้แก่ แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำแควใหญ่ และแม่น้ำแควน้อย ไหลจากทิศเหนือและไหลออกสู่ทะเลที่จังหวัดสมุทรสงคราม
- **ส่วนที่ 3** เป็นแหล่งน้ำของภาคกลางตอนใต้ ได้แก่ แม่น้ำเพชรบุรี และแม่น้ำปราณบุรี โดยไหลจากที่สูงจากทิศตะวันตกออกสู่ทะเลอ่าวไทยทางทิศตะวันออกที่จังหวัดเพชรบุรี และจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

1.2.2 แหล่งน้ำชลประทาน

ภาคกลางส่วนที่ราบตอนล่างมีลักษณะเป็นที่ลุ่มกว้างใหญ่ พื้นที่ค่อนข้างราบเรียบ เป็นแหล่งผลิตอาหารเพื่อการบริโภคและส่งออกมาทุกยุคทุกสมัย มีแม่น้ำสายสำคัญ ได้แก่ แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำป่าสัก แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำแม่กลอง และแม่น้ำน้อย บริเวณตอนเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ มีโครงการชลประทานขนาดใหญ่ในพื้นที่หลายโครงการ คือ โครงการชลประทานเจ้าพระยาใหญ่และโครงการชลประทานแม่กลองใหญ่ จัดสรรน้ำให้กับพื้นที่การเกษตร มีพื้นที่รวม 13,033,427 ไร่ หรือร้อยละ 26.72 ของพื้นที่ทั้งหมด (ศูนย์สถิติการเกษตร,2544) โครงการชลประทานในภาคกลางที่ใหญ่ที่สุดและมีพื้นที่ส่ง

น้ำมากที่สุด คือ โครงการชลประทานเจ้าพระยาใหญ่ซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของสำนักงานโครงการชลประทานที่ 7 จังหวัดชัยนาท และสำนักงานโครงการชลประทานที่ 8 จังหวัดลพบุรี ครอบคลุมเจ้าพระยาตอนบนและเจ้าพระยาตอนล่าง โครงการชลประทานนี้ประกอบด้วย การสร้างเขื่อนเจ้าพระยาที่จังหวัดชัยนาท เขื่อนนี้จะผันน้ำเข้าสู่คลองส่งน้ำด้านเหนือเขื่อนแม่น้ำเจ้าพระยาสู่พื้นที่เพาะปลูกจากจังหวัดชัยนาทจรดชายฝั่งทะเล พื้นที่ลุ่มเจ้าพระยาจึงเป็นพื้นที่มีความอุดมสมบูรณ์ปลูกข้าวได้ 7.5 ล้านไร่ ในฤดูนาปี และ 3-4 ล้านไร่ในฤดูนาปรัง นอกจากนั้นยังช่วยส่งน้ำในพื้นที่ปลูกพืชฤดูแล้ง ไม้ผล ไม้ยืนต้น และบ่อปลาได้อีกเป็นจำนวนมาก (ภาพที่ 1)

- **โครงการพัฒนาระบบชลประทานลุ่มน้ำเจ้าพระยาใหญ่**

โครงการชลประทานลุ่มเจ้าพระยาใหญ่ เป็นโครงการพัฒนาระบบชลประทานขนาดใหญ่ครอบคลุมพื้นที่ 11 จังหวัดภาคกลาง คือ จังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดชัยนาท จังหวัดสิงห์บุรี จังหวัดลพบุรี จังหวัดอ่างทอง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จังหวัดสระบุรี จังหวัดปทุมธานี จังหวัดนนทบุรี จังหวัดสมุทรปราการ จังหวัดสุพรรณบุรี และกรุงเทพมหานคร มีพื้นที่ลุ่มน้ำ 20,125 ตารางกิโลเมตร พื้นที่โครงการ 8,060,266 ไร่ มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี 22,015 ล้านลูกบาศก์เมตร แม่น้ำสายหลักคือ แม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งมีกำเนิดจากลำน้ำสาขาในภาคเหนือ 4 สาย คือ ปิง วัง ยม และน่าน ไหลลงมาบรรจบกันเป็นแม่น้ำเจ้าพระยาที่จังหวัดนครสวรรค์และไหลลงสู่ที่ลุ่มภาคกลาง ซึ่งมีภูมิประเทศราบลุ่มกว้างใหญ่คล้ายท้องกระทะ และจากอิทธิพลของระดับน้ำใต้ดิน และทางออกสู่ทะเลอ่าวไทยของปลายลุ่มน้ำมีลักษณะคดเคี้ยว การระบายน้ำจึงเป็นไปได้ช้า ทำให้เกิดน้ำท่วมขังในฤดูฝนนานมากกว่า 4 เดือน แม่น้ำเจ้าพระยาไหลลงทะเลอ่าวไทยที่จังหวัดสมุทรปราการ ปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำเจ้าพระยานอกจากจะได้รับน้ำจากลำน้ำสาขาตอนบนแล้ว ยังได้รับน้ำจากลุ่มน้ำท่าจีน ลุ่มน้ำสะแกกรัง และลุ่มน้ำป่าสัก กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้จัดสร้างโครงการชลประทานเจ้าพระยาใหญ่ โดยได้ใช้เงินกู้จากธนาคารโลกมาดำเนินการ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาการเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำให้ได้รับผลตามความมุ่งหมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการปลูกข้าวในพื้นที่ราบทั้งสองฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยา ตั้งแต่จังหวัดชัยนาทจรดชายฝั่งทะเล โดยสร้างเขื่อนทดน้ำกั้นแม่น้ำเจ้าพระยาที่ ตำบลบางหลวง อำเภอสรรพยา จังหวัดชัยนาท เมื่อปี พ.ศ.2500 มีลักษณะเป็นเขื่อนคอนกรีตเสริมเหล็กทดน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา ให้มีระดับสูง โครงการชลประทานตอนบนส่งน้ำชลประทานโดยอาศัยความลาดเทของพื้นที่ และส่งน้ำโดยวิธีสูบเป็นส่วนน้อย โครงการเจ้าพระยาตอนบนประกอบด้วยโครงการย่อยหลายโครงการ คือ โครงการพลเทพ ท่าโบสถ์ ดอนเจดีย์ โพธิ์พระยา บรมธาตุ ชันสูตร ยางมณี ผักไห่ บางบาล มหาราช มโนรมย์ ช่องแค โคกกระเทียม เริงราง นครหลวง ป่าสักใต้ ส่วนโครงการเจ้าพระยาตอนล่างที่ได้รับการพัฒนามาตั้งแต่รัชสมัยพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ รัชกาลที่ 5 ประกอบด้วย โครงการเจ้าเจ็ด-บางยี่หน พระยาบันลือ พระพิมล ภาษีเจริญ รังสิตเหนือ รังสิตใต้ และคลองด่าน ซึ่งมีพื้นที่ลุ่ม การส่งน้ำเกษตรกรต้องใช้วิธีสูบน้ำจากระบบเข้าสู่แปลงเพาะปลูก ดังนั้น โครงการเจ้าพระยาใหญ่จึงมีขอบเขตส่งน้ำกว้างขวางมาก มีพื้นที่โครงการ 8.06 ล้านไร่

และมีพื้นที่ชลประทาน 7.5 ล้านไร่ (ตารางที่ 1) โดยแยกพื้นที่รับน้ำออกเป็นฝั่งขวาและฝั่งซ้ายของแม่น้ำเจ้าพระยา ดังนี้

พื้นที่ฝั่งขวาของแม่น้ำเจ้าพระยา

- ระบบส่งน้ำลุ่มแม่น้ำสุพรรณบุรี ด้านตะวันตก มีแม่น้ำสุพรรณ (ท่าจีน) และคลองสายมะขามเฒ่า-อู่ทอง เป็นคลองส่งน้ำสายใหญ่ แบ่งย่อยออกเป็น 5 โครงการ คือ โครงการมะขามเฒ่า สามชุก โพธิ์พระยา ดอนเจดีย์ มีคลองส่งน้ำกระจายไปตามพื้นที่ต่าง ๆ 108 สาย
- ระบบส่งน้ำลุ่มแม่น้ำน้อย ด้านตะวันตก มีพื้นที่ส่งน้ำอยู่ระหว่างแม่น้ำสุพรรณบุรี และแม่น้ำเจ้าพระยา โดยใช้แม่น้ำน้อยเป็นคลองส่งน้ำ แบ่งย่อยออกเป็น 4 โครงการ คือ โครงการบรมธาตุ ยางมณี ผักไห่ เพื่อส่งน้ำไปยังพื้นที่ต่าง ๆ 107 สาย พร้อมกับได้ขุดคลองเจ้าเจ็ด-บางยี่หน จากประตูระบายน้ำผักไห่ ความยาว 15 กิโลเมตร เพื่อส่งน้ำจากแม่น้ำน้อยไปลงคลองเจ้าเจ็ด มีอาคารประตูระบายน้ำสร้างไว้ที่ต้นคลองและปลายคลองเก็บกักน้ำเพื่อการเพาะปลูกไปจนถึงชายทะเลด้านทิศใต้

พื้นที่ฝั่งซ้ายของแม่น้ำเจ้าพระยา

- ระบบส่งน้ำคลองชัยนาท-อยุธยา (คลองอนุศาสนนันท์) ด้านตะวันออก โดยสร้างคลองชัยนาท-อยุธยา รับน้ำจากบริเวณหน้าเขื่อนเจ้าพระยาเป็นคลองส่งน้ำสายใหญ่มีแนวยาวไปตามพื้นที่ดอน เลียบฝั่งแม่น้ำไปจนถึงจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ความยาว 120 กิโลเมตร พร้อมกับสร้างคลองส่งน้ำไปตามพื้นที่ต่าง ๆ อีก 23 สาย
- ระบบส่งน้ำคลองชัยนาท-ป่าสัก ด้านตะวันออก โดยสร้างคลองชัยนาท-ป่าสัก รับน้ำจากหน้าเขื่อนเจ้าพระยาที่อำเภอมโนรมย์ จังหวัดชัยนาท เป็นคลองส่งน้ำสายใหญ่มีแนวยาวไปตามพื้นที่ดอน บรรจบกับแม่น้ำ ป่าสักที่เหนือเขื่อนพระราม 6 มีความยาว 13.2 กิโลเมตร แบ่งออกเป็นโครงการย่อย 4 โครงการ คือ โครงการมโนรมย์ โคกกระเทียม ช่องแค และ เริงราง มีคลองส่งน้ำไปตามพื้นที่ต่าง ๆ 81 สาย

จากการที่น้ำจากเขื่อนเจ้าพระยา สามารถระบายลงสู่แม่น้ำป่าสักด้านเขื่อนพระราม 6 ได้ ทำให้มีน้ำส่งให้โครงการป่าสักใต้ตลอดปี และยังมีเหลือมากพอที่จะขยายเขตพื้นที่ส่งน้ำออกไปได้อีก กรมชลประทานจึงได้สร้างโครงการชลประทานนครหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยขุดคลองส่งน้ำสายใหญ่แยกออกจากคลองระพีพัฒน์ ซึ่งเป็นคลองส่งน้ำของโครงการชลประทานป่าสักใต้ประมาณกิโลเมตรที่ 4 ไปจนถึงอำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีความยาว 56 กิโลเมตร พร้อมกับสร้างคลองซอยและแยกซอยอีก 13 สาย สำหรับโครงการเชียงราก-คลองด่าน มีพื้นที่โครงการด้านเหนือตามแนวคลองรังสิต ได้รับน้ำจากคลองชัยนาท-ป่าสัก เช่นเดียวกัน เป็นผลทำให้ทุ่งรังสิต โครงการเชียงราก-คลองด่าน มีน้ำเพื่อการเกษตรใช้อย่างสมบูรณ์ (ภาพที่ 2)

ตารางที่ 1 พื้นที่โครงการชลประทานเจ้าพระยาใหญ่

โครงการชลประทาน	จังหวัดเขตพื้นที่รับน้ำ	พื้นที่ชลประทาน (ไร่)
พลเทพ	ชัยนาท	95,000
ท่าโบสถ์	ชัยนาท สุพรรณบุรี	161,000
ดอนเจดีย์	สุพรรณบุรี	133,000
สามชุก	สุพรรณบุรี อ่างทอง	305,000
โพธิ์พระยา	สุพรรณบุรี	370,000
บรมธาตุ	ชัยนาท สุพรรณบุรี สิงห์บุรี	365,000
ชันสูตร	ชัยนาท สิงห์บุรี อ่างทอง อยุธยา สุพรรณบุรี	475,000
ยางมณี	สิงห์บุรี อ่างทอง อยุธยา	210,000
ผักไห่	อยุธยา สุพรรณบุรี อ่างทอง	185,000
บางบาล	อยุธยา	137,000
เจ้าเจ็ด บางยี่หน	อยุธยา สุพรรณบุรี	406,000
พระยาบันลือ	อยุธยา นครปฐม นนทบุรี ปทุมธานี	438,000
พระพิมล	นครปฐม นนทบุรี	266,000
ภาษีเจริญ	นครปฐม กรุงเทพฯ สมุทรสาคร	200,000
เขาแก้ว	นครสวรรค์ ชัยนาท	4,600
มโนรมย์	ชัยนาท นครสวรรค์ สิงห์บุรี	192,000
ช่องแค	ลพบุรี สิงห์บุรี นครสวรรค์	238,000
โคกกระเทียม	ลพบุรี สระบุรี อยุธยา	196,000
เริงราง	อยุธยา สระบุรี	163,000
มหาราช	ชัยนาท สิงห์บุรี อ่างทอง ลพบุรี อยุธยา	422,000
นครหลวง	อยุธยา	220,000
ป่าสักใต้ (ท่าหลวง)	สระบุรี อยุธยา	226,000
รังสิตเหนือ	ปทุมธานี อยุธยา	154,000
รังสิตใต้	ปทุมธานี กรุงเทพฯ นครนายก ฉะเชิงเทรา	466,000
คลองด่าน	กรุงเทพฯ สมุทรปราการ ฉะเชิงเทรา	525,000
พระองค์ไชยานุชิต	สมุทรปราการ ฉะเชิงเทรา	510,000
เสาไห้	สระบุรี อยุธยา	43,400
คลองเพรียว	สระบุรี อยุธยา	91,900
วัดสิงห์	ชัยนาท	63,076
รวม		7,561,221

ที่มา : สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 (2544)

- **โครงการพัฒนาระบบชลประทานแม่กลองใหญ่**

โครงการชลประทานแม่กลองใหญ่ เป็นโครงการชลประทานที่มีขนาดใหญ่ เป็นที่สองรองจากเจ้าพระยาใหญ่ เป็นโครงการชลประทานที่มีความสัมพันธ์และมีพื้นที่ส่งน้ำต่อเนื่องกับโครงการชลประทานเจ้าพระยาในพื้นที่ลุ่มเจ้าพระยาตอนล่างด้านตะวันตก แม่น้ำแม่กลองมีพื้นที่ลุ่มน้ำ 30,837 ตารางกิโลเมตร (19.45 ล้านไร่) ครอบคลุมพื้นที่ 8 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดราชบุรี จังหวัดสมุทรสงคราม บางส่วนของจังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดนครปฐม จังหวัดสมุทรสาคร จังหวัดอุทัยธานี และจังหวัดตาก มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี 7,973 ล้านลูกบาศก์เมตร แม่น้ำแม่กลองได้รับน้ำจากแม่น้ำสายหลักในพื้นที่ คือ แม่น้ำแควใหญ่และแม่น้ำแควน้อย ไหลลงสู่ทะเลอ่าวไทยที่จังหวัดสมุทรสงคราม มีพื้นที่ชลประทาน 2.35 ล้านไร่ (ตารางที่ 2) การพัฒนาระบบชลประทานลุ่มน้ำแม่กลอง ระยะแรกเพื่อบรรเทาภัยแล้ง น้ำท่วม และเพื่อการเกษตรมีการก่อสร้างเขื่อนขึ้นหลายแห่ง ได้แก่ เขื่อนวชิราลงกรณ์ ซึ่งต่อมาเปลี่ยนชื่อเป็นเขื่อนแม่กลอง เป็นหัวงานในการส่งน้ำเข้าสู่ระบบชลประทาน เขื่อนศรีนครินทร์ เขื่อนท่าทุ่งนา และเขื่อนเขาแหลม (เขื่อนวชิราลงกรณ์) สามารถส่งน้ำสู่พื้นที่ทำการเกษตรและบรรเทาภาวะการขาดแคลนน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง โดยการผันน้ำจากแม่น้ำแม่กลองผ่านคลองท่าสาร-บางปลา ไปลงแม่น้ำท่าจีน และสร้างคลองผันน้ำจรเข้สามพันเชื่อมกับคลองสองพี่น้องไปลงแม่น้ำท่าจีนเพื่อแก้ไขปัญหาน้ำเค็มที่ปากแม่น้ำท่าจีน นอกจากนั้นยังใช้ในกิจการของการปะปานครหลวงอีกด้วย

ตารางที่ 2 พื้นที่โครงการชลประทานแม่กลองใหญ่

โครงการ	จังหวัด	**เนื้อที่ชลประทาน**
กำแพงแสน	กาญจนบุรี นครปฐม ราชบุรี	252,800
นครปฐม	กาญจนบุรี นครปฐม ราชบุรี สมุทรสาคร	364,222
นครชุม	ราชบุรี นครปฐม สมุทรสาคร กาญจนบุรี	265,000
ราชบุรีฝั่งซ้าย	ราชบุรี สมุทรสงคราม	175,900
พนมทวน	กาญจนบุรี สุพรรณบุรี นครปฐม	295,800
บางเลน	สุพรรณบุรี นครปฐม	83,800
ท่ามะกา	กาญจนบุรี ราชบุรี	283,800
ราชบุรีฝั่งขวา 2	ราชบุรี เพชรบุรี สมุทรสงคราม	221,500
ประสิทธิ์ชลการ	ราชบุรี เพชรบุรี	192,200
สองพี่น้อง	กาญจนบุรี สุพรรณบุรี	523,220
ระบายน้ำทุ่งแม่กลอง	ราชบุรี สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี	130,100
รวม		**2,355,300**

ที่มา : สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5(2544)

- **โครงการชลประทานเขื่อนกระเสียว**

เป็นเขื่อนดินที่ก่อสร้างกั้นห้วยกระเสียวในเขตอำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี ห้วยกระเสียวมีต้นน้ำในเขตอำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี เป็นเขื่อนกักเก็บน้ำเพื่อส่งให้บริเวณหัวงานผันน้ำเข้าคลองส่งน้ำสายใหญ่ทั้งฝั่งซ้ายและฝั่งขวาครอบคลุมพื้นที่การเกษตร จังหวัดสุพรรณบุรี ด้านตะวันตก ประมาณ 130,000 ไร่

- **โครงการชลประทานเขื่อนเพชรบุรี**

เป็นเขื่อนทำนบดินกั้นแม่น้ำเพชรบุรี โดยมีเขื่อนแก่งกระจานเป็นเขื่อนเก็บกักน้ำ และจ่ายน้ำต้นทุนลงมาสู่เขื่อนเพชรบุรี เพื่อทดน้ำเข้าสู่คลองส่งน้ำฝั่งซ้ายและฝั่งขวาของแม่น้ำเพชรบุรี ครอบคลุมพื้นที่ตลอดชายฝั่งทะเลตั้งแต่ อำเภอบ้านแหลม อำเภอเมืองฯ อำเภอบ้านลาด อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี และอำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พื้นที่ชลประทานประมาณ 336,000 ไร่

- **โครงการชลประทานลุ่มน้ำสะแกกรัง**

ลุ่มน้ำสะแกกรัง ครอบคลุมบางส่วนของอำเภอคลองขลุง และอำเภอขาณุวรลักษณบุรี จังหวัดกำแพงเพชร อำเภอลาดยาว จังหวัดนครสวรรค์ และจังหวัดอุทัยธานี เกือบทั้งหมด ลำน้ำมีต้นกำเนิดอยู่บริเวณเทือกเขาถนนธงชัยไหลลงทางทิศตะวันออกเฉียงใต้มาบรรจบทางฝั่งขวาของแม่น้ำเจ้าพระยาในอำเภอมโนรมย์ จังหวัดชัยนาท มีปริมาณฝนตกเฉลี่ยในลุ่มน้ำ 1,230 มิลลิเมตร ต่อปี ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ มีโครงการชลประทานขนาดใหญ่เพียง 1 โครงการ คือโครงการชลประทานทับเสลา ครอบคลุมพื้นที่ 150,000 ไร่ ตั้งอยู่ที่บ้านระบำ ตำบลระบำ อำเภอลานสัก จังหวัดอุทัยธานี มีพื้นที่รับน้ำอยู่สองฝั่งของลำน้ำทับเสลา ปัจจุบันมีปัญหาขาดแลนน้ำ เนื่องจากมีการบุกรุกพื้นที่ป่าต้นน้ำ ทำให้ฝนตกน้อย และการก่อสร้างฝายขึ้นเองของชาวบ้านเพื่อกักน้ำที่ไหลผ่านระหว่างทางจากตัวเขื่อนถึงอาคารฝายทดน้ำ

โครงการชลประทานขนาดกลาง เป็นโครงการก่อสร้างประตูระบายน้ำต่าง ๆ ดังนี้

1. โครงการประตูระบายน้ำวังเป้าและขุนลาดบริบาล ทำหน้าที่ส่งน้ำ ครอบคลุมพื้นที่ 105,000 ไร่ และ 55,000 ไร่ ตามลำดับ

2. โครงการประตูระบายน้ำคลองน้ำหอม ครอบคลุมพื้นที่ 10,000 ไร่

3. โครงการชลประทานวังร่มเกล้า ครอบคลุมพื้นที่ 12,500 ไร่

4. โครงการชลประทานคลองยาง ครอบคลุมพื้นที่ 7,500 ไร่

พื้นที่ชลประทานโครงการขนาดกลาง ยังมีปัญหาเรื่องน้ำไม่เพียงพอต่อการเกษตรโดยเฉพาะพื้นที่ที่อยู่ท้ายน้ำ นอกจากนี้ยังมีโครงการชลประทานขนาดเล็ก จำนวน 78 โครงการ ครอบคลุมพื้นที่ชลประทานทั้งสิ้น 308,000 ไร่ อยู่ในลุ่มน้ำแม่วงศ์ 123,200 ไร่ ลุ่มน้ำคลองโพธิ์ 81,200 ไร่ และลุ่มน้ำทับเสลา 81,300 ไร่

- **โครงการพัฒนาลุ่มน้ำป่าสักอันเนื่องมาจากพระราชดำริ**

เป็นโครงการพัฒนาแหล่งน้ำที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯทรงมีพระราชประสงค์ เพื่อเร่งแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้ง และช่วยบรรเทาอุทกภัยช่วงฤดูฝน ในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสัก

ตลอดจนกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เริ่มก่อสร้างในวันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ.2537 ณ ตำบลหนองบัว อำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี เป็นเขื่อนดินสูง 36.5 เมตร ยาว 4,860 เมตร เก็บน้ำได้สูงสุด 960 ล้านลูกบาศก์เมตร การก่อสร้างเสร็จสมบูรณ์ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2542 ทรงพระราชทานชื่อเขื่อนว่า เขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ ก่อให้เกิดประโยชน์ คือ

1. เป็นแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคในช่วงฤดูขาดแคลน ในจังหวัดลพบุรี จังหวัดสระบุรี และเขตกรุงเทพมหานคร

2. เป็นแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรในพื้นที่ชลประทานเปิดใหม่ และเป็นแหล่งน้ำเสริม สำหรับพื้นที่ชลประทานเดิม ในพื้นที่ทุ่งเจ้าพระยาฝั่งตะวันออกตอนล่างประมาณ 2,200,000 ไร่

3. ป้องกันอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสัก พื้นที่ตอนล่างของแม่น้ำเจ้าพระยา รวมถึงกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

4. เป็นแหล่งน้ำเพื่อการอุตสาหกรรมในจังหวัดลพบุรี และสระบุรี

5. เป็นแหล่งน้ำเพาะพันธุ์ปลา และประมงน้ำจืดขนาดใหญ่

6. เป็นแหล่งท่องเที่ยว

- **โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า**

โครงการสูบน้ำเพื่อการชลประทานโดยใช้เครื่องสูบน้ำบริการแก่เกษตรกร และโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า โดยกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน สูบน้ำจากแม่น้ำ ลำคลอง รวมทั้งการสูบน้ำจากแหล่งน้ำใต้ดิน ทำให้มีพื้นที่ส่งน้ำในฤดูแล้งเพิ่มขึ้นจากพื้นที่ในโครงการชลประทาน ในปี พ.ศ.2540/2541 จังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดอุทัยธานี จังหวัดลพบุรี จังหวัดสระบุรี จังหวัดชัยนาท จังหวัดนครปฐม จังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดเพชรบุรี จังหวัดราชบุรี จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีพื้นที่ส่งน้ำในฤดูแล้งรวม 181,580 ไร่ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 พื้นที่ส่งน้ำฤดูแล้งของโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าเป็นรายจังหวัด ปีเพาะปลูก พ.ศ.2536/2537-2540/2541

งหวัด	2536/37		2537/38		2538/38		2539/40		2540/41	
	จำนวนสถานี	**พื้นที่ส่งน้ำ (ไร่)**	**จำนวนสถานี**	**พื้นที่ส่งน้ำ (ไร่)**	**จำนวนสถานี**	**พื้นที่ส่งน้ำ (ไร่)**	**จำนวนสถานี**	**พื้นที่ส่งน้ำ (ไร่)**	**จำนวนสถานี**	**พื้นที่ส่งน้ำ (ไร่)**
นครสวรรค์	15	24,530	23	39,130	23	39,130	26	43,430	31	50,430
อุทัยธานี	11	15,480	11	15,480	11	15,480	12	14,080	12	14,080
ลพบุรี	2	4,210	5	8,110	5	8,110	6	9,110	8	11,110
สระบุรี	9	20,410	10	21,910	9	20,410	8	18,910	9	19,910
ชัยนาท	3	6,050	3	6,050	3	6,050	8	6,860	8	6,860
นครปฐม	2	2,910	2	2,910	2	2,910	2	2,910	2	2,910
สุพรรณบุรี	3	6,320	3	6,320	4	7,820	4	7,820	4	7,820
กาญจนบุรี	25	44,350	26	44,350	28	46,250	31	50,150	37	56,650
เพชรบุรี	2	3,900	2	3,900	3	5,100	3	5,100	3	5,100
ราชบุรี	2	3,210	2	3,210	2	3,210	3	4,210	4	5,210
อยุธยา	-	-	1	500	1	500	1	500	2	1,500
รวม	**74**	**131,370**	**88**	**151,870**	**91**	**154,970**	**104**	**163,080**	**120**	**181,580**

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2543)

ภาพที่ 2

บทที่ 2

ความสัมพันธ์ ดิน น้ำ พืช และการจัดการ

2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับดิน น้ำ และ พืช

ดินทุกชนิดจะมีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่เสมอ จะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม และเนื้อดิน บางส่วนของน้ำจะอยู่ในรูปสารประกอบเคมีของดิน ซึ่งจะไม่ขอกล่าวในที่นี้ แต่จะกล่าวถึง น้ำในดินที่อยู่ในส่วนที่เป็นช่องว่างของดิน ซึ่งอาจจะอยู่ในสภาพที่เป็นของเหลวหรือก๊าซ น้ำในดินที่มีส่วนสำคัญต่อพืชมากที่สุด คือ น้ำที่อยู่ในสภาพของเหลว ซึ่งมีที่มาจากน้ำฝนและน้ำชลประทาน และดินจะดูดซับน้ำไว้ในช่องว่าง น้ำบางส่วนไหลบ่าลงไปตามผิวหน้าดิน บางส่วนไหลซึมลงลึกในดินเกินกว่ารากพืชจะนำมาใช้ได้ น้ำในดินไม่ใช้น้ำบริสุทธิ์ แต่จะมีองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ กันตามสภาพแวดล้อมดิน และองค์ประกอบทางเคมีของดิน ปริมาณน้ำในดินขณะใดขณะหนึ่ง คือ มวลสารที่หายไป เมื่อนำดินมาอบที่ระดับอุณหภูมิ 105-110 ^{0}C นาน 24-48 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งตัวอย่างดินนั้นมีน้ำหนักคงที่

ธวัชชัย (2526) และ เฉลิมพล (2535) ได้อรรถาธิบายความสัมพันธ์ของดิน น้ำ และพืช ไว้ว่า น้ำเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ไม่ว่าสิ่งมีชีวิตนั้นจะเป็นพืช สัตว์ หรือจุลินทรีย์ เหตุที่พืชส่วนใหญ่ใช้ดินเป็นที่ยึดเกาะให้ลำต้นพืชยืนต้นอยู่ได้ ดังนั้น น้ำจึงมีความสำคัญต่อพืชอย่างมาก ความสำคัญของน้ำในดินที่มีต่อพืช พอที่จะกล่าวถึงได้ดังนี้

- พืชทุกชนิดต้องการน้ำจากดิน เพื่อใช้เป็นองค์ประกอบสำคัญของเซลล์ เพื่อให้เกิดความเต่ง
- พืชทุกชนิดต้องการน้ำจากดิน เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในขบวนการสังเคราะห์แสง น้ำในดินเป็นธาตุอาหารพืชเพราะ ให้ทั้งธาตุไฮโดรเจน และออกซิเจน และน้ำที่พืชใช้ในการดำรงชีพในธรรมชาติ พืชได้มาจากดินทั้งหมด
- น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดีมาก และมีบทบาทสำคัญที่ทำให้ไอออนต่าง ๆ ที่เป็นธาตุอาหารพืชอยู่ในสภาพสารละลายในดิน ซึ่งเป็นสภาวะที่ไอออนต่าง ๆ พร้อมที่จะนำไปใช้ประโยชน์ และพืชก็จะดูดไอออนเหล่านี้ไปจากดินในรูปของสารละลาย
- น้ำในดินเป็นตัวกลางที่ดีในการเคลื่อนย้ายสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติ และมีบทบาทในการเคลื่อนย้ายไอออน และส่วนประกอบอื่น ๆ ของดินจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งของหน้าตัดดิน ทั้งจากบริเวณที่ห่างไกลรากพืชไปยังบริเวณใกล้รากพืช รวมทั้งการเคลื่อนย้ายไอออนและสารอื่น ๆ จากดินเข้าไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช
- น้ำมีความร้อนจำเพาะ และความร้อนแฝงที่สูง จึงเปลี่ยนอุณหภูมิยาก น้ำจึงมีบทบาทในการป้องกันสภาวะอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป และป้องกันความผันแปรที่มีมากเกินไปของอุณหภูมิดินในรอบวัน ซึ่งอาจเป็นสภาวะที่ไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช

2.2 น้ำในดิน

ที่มาของน้ำในดินอาจได้มาจากทางใดทางหนึ่ง หรือหลาย ๆ ทาง เช่น น้ำฝน น้ำค้าง หิมะ น้ำใต้ดิน และน้ำชลประทาน น้ำเหล่านี้บางส่วนดินดูดซับไว้ในช่องว่างของดิน บางส่วนไหลบ่าลงไปตามผิวหน้าดิน และบางส่วนไหลซึมลงลึกในดิน น้ำส่วนที่ดินดูดซับไว้เรียกว่า capillary water ส่วนที่ซึมลึกลงไปในดิน เรียกว่า gravitational water หรือ free water น้ำประเภทหลังนี้ คือ น้ำที่อยู่ในช่องว่างในดินขนาดใหญ่ และไหลซึมลงไปใต้ดิน ตามแรงดึงดูดของโลก ส่วนน้ำประเภทแรกที่ดินดูดซับไว้ได้เป็นน้ำที่อยู่ในช่องว่างขนาดเล็ก และเป็นน้ำที่พืชสามารถนำมาใช้ประโยชน์ (capillary water) หรือเรียกปริมาณน้ำที่ดินสามารถดูดซับไว้ได้เต็มที่นี้ว่าปริมาณน้ำที่ระดับความชื้นชลประทาน (field capacity) หรือ น้ำที่ดินสามารถดูดยึดไว้ที่ความกดดัน 1/3 บรรยากาศ อีกนัยหนึ่งในช่องว่างของดินที่ดูดซับน้ำไว้นี้มีแรงดึงดูดประมาณ 1/3 บรรยากาศ หรือมากกว่าปริมาณน้ำที่มีในดินชั้นต่ำสุด ซึ่งเป็นน้ำที่พืชนำมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ สังเกตว่าขณะนั้น พืชเริ่มแสดงอาการเหี่ยว คือปริมาณน้ำที่ดินดูดยึดไว้ได้ที่ความกดดัน 15 บรรยากาศ (wilting point) ดังนั้น ปริมาณน้ำในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจริง คือ ปริมาณน้ำที่อยู่ระหว่างแรงดึงดูด 1/3-15 บรรยากาศ ซึ่งเรียกว่า plant available water การหาปริมาณความชื้นจากดิน อาจสามารถทำได้ทั้งทางตรงคือ วิธี gravimetric method และทางอ้อม เช่น การใช้ gypsum block , tensiometer หรือ neutron probe เป็นต้น

2.3 การคายระเหยน้ำ (Evapotranspiration)

การคายระเหยน้ำประกอบด้วยการสูญเสียน้ำไปจากดิน 2 ขบวนการ ซึ่งเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน คือ การระเหยน้ำไปจากผิวดิน (evaporation) และการคายน้ำของพืช (transpiration) การระเหยน้ำจากผิวหน้าดินโดยตรง และการคายน้ำของพืชที่เกิดขึ้นพร้อมกันนี้ ยากที่จะบอกได้ว่าน้ำที่สูญเสียไปจากดินเกิดจากขบวนการไหนมากกว่ากัน จึงมักนิยมเรียกการสูญเสียน้ำไปจากดินทั้ง 2 ขบวนการนี้ว่า evapotranspiration ; ET หรือการคายระเหยน้ำ ซึ่งบางครั้งเรียกว่า water consumptive use of crop ซึ่งคือปริมาณน้ำที่ต้องใช้ในการปลูกพืชฤดูหนึ่ง ๆ หรืออาจเรียกว่าการใช้น้ำของพืช crop water use การคายระเหยน้ำในฤดูปลูกหนึ่ง ๆ จะมากน้อยขึ้นอยู่กับภูมิอากาศ ปริมาณน้ำที่พืชได้รับ ชนิดของพืช ชนิดของเนื้อดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ตลอดจนการจัดการดินเพื่อการปลูกพืช แต่โดยปกติแล้วในฤดูปลูกหนึ่ง ๆ ค่าการคายระเหยน้ำจะมีประมาณ 0.1-1.0 เซนติเมตร/วัน ปริมาณน้ำที่พืชคายออกสู่บรรยากาศต่อ 1 ฤดูปลูก มีปริมาณมากเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำที่จำเป็นต้องใช้ภายในลำต้นพืชจริง และมีผู้ประเมินการสูญเสียน้ำไปโดยการคายน้ำมากกว่าน้ำที่พืชจำเป็นต้องใช้ถึง 100 เท่า และในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตพืชจะคายน้ำออกไปสู่บรรยากาศมากน้อยไม่เท่ากัน อย่างไรก็ดี การคายน้ำของพืชในระยะใดระยะหนึ่งมักจะมีค่าไม่เกินค่าการระเหยน้ำจากผิวน้ำโดยตรงในขณะนั้น ช่วงที่พืชคายน้ำสูงสุดมากกว่าการเจริญเติบโตช่วงอื่น ๆ คือ ช่วงรอยต่อระหว่าง vegetative growth stage กับ reproductive growth stage และการระเหยน้ำจากผิวดินเกิดขึ้นควบคู่ไปกับการคายน้ำของพืช โดยมีค่าประมาณเท่า ๆ กัน หรืออีกนัย

หนึ่ง ค่าการระเหยน้ำจากผิวดินมีค่าประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ของค่าการระเหยน้ำจากพืช และจากข้อสรุปดังกล่าวจะเห็นได้ว่า น้ำซึ่งสูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ในฤดูปลูกหนึ่งมีมากถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำที่ดินสามารถดูดยึดไว้ได้จากน้ำฝน หรือน้ำชลประทาน ดังนั้น ถ้าสามารถลดค่าการคายระเหยน้ำของน้ำจาก ผิวดิน ซึ่งไม่มีประโยชน์ต่อพืชลงได้ ก็เท่ากับทำให้น้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมีมากขึ้น โดยเฉพาะในพื้นที่ที่อยู่ในเขตน้ำฝน หรือเขตชลประทานที่มีปริมาณน้ำใช้การอยู่ในระดับจำกัด การคายน้ำของพืช นอกจากจะถูกควบคุมด้วยตัวพืชเอง เช่น พื้นที่ใบ โครงสร้างอัตราส่วนระหว่างราก ลำต้น และใบแล้ว ยังขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัยใหญ่ ๆ คือ สภาพแวดล้อมของบรรยากาศเหนือดิน (microclimatic factors) เช่น ความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศ ความเร็วลม แสง และความเข้มของแสง และอุณหภูมิอากาศรอบ ๆ ต้นพืช และปัจจัยโดยตรงที่มาจากดิน (soil factors) ในสภาพที่ดินมีน้ำไม่จำกัดต่อการเจริญเติบโตของพืช มีเพียงสภาพแวดล้อมเหนือดินอย่างเดียวที่ควบคุมการคายน้ำของพืช แต่ถ้าพืชขาดน้ำ หรือดินมีน้ำไม่เพียงพอแล้ว การคายน้ำของพืชจะถูกควบคุมโดยทั้ง 2 ปัจจัย คือ สภาพแวดล้อมเหนือดินและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับดินโดยตรง

2.4 **ความสมดุลย์ของน้ำภายในต้นพืช**

พืชที่กำลังเจริญเติบโตจะไม่อยู่ในสภาวะสมดุลย์น้ำกับบรรยากาศรอบ ๆ ต้นพืช การที่น้ำในดินถูกรากดูดขึ้นสู่ลำต้นและใบได้ จะต้องมีความแตกต่างระหว่างสภาวะของน้ำในพืชและในดิน กล่าวคือ ความเครียด (tension) ของน้ำในต้นและใบจะต้องมากกว่าความเครียดของน้ำในดิน ทำนองเดียวกันการที่พืชคายน้ำสู่บรรยากาศก็เนื่องจากบรรยากาศมีความเครียดของน้ำสูงกว่าความเครียดของน้ำในต้นพืช ความแตกต่างระหว่างความเครียดของน้ำในต้นและใบกับในบรรยากาศ มีผลทำให้รากดูดน้ำจากดิน แต่ความแตกต่างระหว่างความเครียดของน้ำในต้นและใบกับราก และระหว่างรากกับดินมีความสำคัญน้อย

การได้มาและเสียไปของน้ำในต้นพืชจะทำให้ turgor osmotic pressure ในต้นและใบพืชปรับตัวอยู่ตลอดเวลา ตัวอย่างเช่น เริ่มต้นจากดินชื้นและไม่มีการให้น้ำเพิ่มเติมเลย ความเครียดของน้ำในดินก็จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ปริมาณน้ำที่รากพืชดูดซับได้จากดิน ทำให้ปริมาณน้ำในดินและในพืชก็ลดน้อยลง เป็นสาเหตุทำให้ turgor pressure ในเซลล์พืชลดลง และแสดงอาการเหี่ยว ขณะเดียวกัน osmotic pressure จะสูงขึ้น ระยะนี้พืชจะดูดน้ำด้วยแรงดูดที่มากกว่าเดิม เพื่อความอยู่รอดโดยที่ความเครียดในต้นและใบจะถูกปรับให้สูงขึ้นโดยอัตโนมัติ เมื่อความชื้นในดินลดลง ความเครียดทำให้ต้นและใบจะถูกปรับให้สูงขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อรากจะได้ดูดน้ำจากดินได้ และหากความชื้นของดินลดต่ำลงจนถึง wilting point (ความกดดัน 15 บรรยากาศ) พืชก็จะเหี่ยวและตายไปเนื่องจากขาดน้ำ

2.5 **อิทธิพลของการขาดน้ำต่อการคายน้ำของพืช**

โดยทั่วไปพืชจะคายน้ำลดลงเมื่อรากพืชไม่สามารถดูดซับน้ำจากดินได้เพียงพอกับความต้องการ กรณีนี้ปากใบจะเปิดแคบลง ซึ่งทำให้การสูญเสียน้ำไปสู่บรรยากาศทางปากใบโดยการ diffusion เป็นไปได้

โดยยาก อย่างไรก็ตาม เมื่อพืชขาดน้ำจนเหี่ยวนั้นไม่จำเป็นว่าการคายน้ำของพืชจะต้องหยุดชะงักลง เนื่องจากยังคงมีน้ำบางส่วนสามารถ diffusion ผ่าน epidermis และ cuticle layer ของใบได้แต่มีปริมาณน้อย ถ้าหากสังเกตการเปลี่ยนแปลงของต้นพืชโดยเริ่มจากดินชื้น และไม่มีการให้น้ำเลย หลังจากนั้นต่อมาเมื่อพบว่าพืชแสดงอาการเหี่ยวในช่วงใดช่วงหนึ่งเป็นระยะเวลาสั้น ๆ และฟื้นตัวได้ในตอนกลางคืน (พืชไม่คายน้ำ) และถ้าดินยังไม่ได้รับน้ำ ช่วงที่พืชแสดงอาการเหี่ยวก็จะมากขึ้น ๆ เรื่อย ๆ ตามความชื้นของดินที่ลดลงตามลำดับ จนกระทั่งถึงจุดหนึ่ง ซึ่งพืชจะเหี่ยวตลอดไปไม่ฟื้นตัวแม้จะให้น้ำหลังจากนั้นก็ตาม ณ จุดนี้เรียกว่า จุดเหี่ยวถาวร (permanent wilting point) ความเครียดของน้ำในดินขณะนั้นพบว่ามีความกดดัน 15 บรรยากาศ

การที่รากจะดูดน้ำจากดินให้กับต้นและใบเพื่อใช้ประโยชน์ และคายน้ำจากใบได้มากน้อยเพียงใดขึ้นกับความชื้นของดิน ความยาวของรากพืช ปริมาตรของดินที่รากแผ่กระจายอยู่ อัตราการไหลของน้ำไปสู่ราก ผลแตกต่างระหว่างความเครียดของน้ำในใบและดินรอบ ๆ รากพืช ระยะทางจากรากถึงใบ ตลอดจน permeability ของรากเองด้วยอัตราการไหลของน้ำไปยังรากในดินแห้งย่อมน้อยกว่าดินชื้น เพราะ capillary conductivity ของดินแห้งน้อยกว่าดินชื้นมาก ในดินชื้นน้ำส่วนใหญ่จะไหลไปยังรากโดยขบวนการ mass flow ส่วนดินแห้ง ขบวนการที่สำคัญที่น้ำจะไปถึงรากได้คือ diffusion ซึ่งช้ามากเมื่อเปรียบเทียบกับขบวนการแรก อย่างไรก็ตามขบวนการทั้ง 2 นี้ จะเกิดขึ้นต่อเนื่องพร้อม ๆ กันไป มากน้อยแค่ไหนขึ้นกับความชื้นของดิน

2.5 อิทธิพลของการขาดน้ำต่อการเจริญเติบโตของพืช

การเจริญเติบโตและผลผลิตพืชที่ปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง อาจจะลดลงอย่างมาก เพียงพืชขาดน้ำเล็กน้อยหรือขาดน้ำระยะหนึ่งของการเจริญเติบโต แต่ในทางตรงข้าม พืชที่ปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำกว่าการขาดน้ำเพียงเล็กน้อย อาจไม่มีผลกระทบใด ๆ เลยต่อผลผลิตนอกจากความอุดมสมบูรณ์ของดิน จะมีส่วนเกี่ยวข้องกับความเสียหายของผลผลิตเมื่อพืชขาดน้ำแล้ว ช่วงระยะการเจริญเติบโตของพืชทีมีความอ่อนไหว (sensitive) ต่อการขาดน้ำมากที่สุด คือ ช่วงรอยต่อระหว่าง vegetative growth stage และ reproductive growth stage ดังที่ได้กล่าวมาแล้วหรือช่วงที่พืชเริ่มสร้างช่อดอกถึงผสมเกสร หากพืชขาดน้ำในช่วงนี้ผลผลิตจะลดลงอย่างมาก ทั้งนี้สาเหตุใหญ่เนื่องมาจากการฝ่อลีบของเมล็ด หรือผสมไม่ติดเมล็ด รวมทั้งปริมาณน้ำหนักแห้ง (total dry matter) จะมีปริมาณลดลงอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับพืชที่ไม่ขาดน้ำในช่วงระยะเวลาวิกฤตน้ำที่มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของพืชดังกล่าว

2.6 การตอบสนองของพืชต่อการได้รับน้ำมากเกินไป

การที่ดินมีน้ำมากเกินไปถึงขั้นดินแฉะหรือมีน้ำท่วมขัง อันเป็นผลสืบเนื่องมาจากดินมีอัตราการระบายน้ำเลว มีผลทำให้การเจริญเติบโตของพืชทั้งรากและลำต้นเหนือดินไม่เป็นไปตามปกติ ทั้งนี้สาเหตุใหญ่ ๆ เกิดขึ้นเนื่องจากอากาศในดินมีน้อย และถ่ายเทอากาศไม่ดีพอ ดินที่ทำการเกษตรซึ่งมีการระบายน้ำดีทั่ว ๆ ไปจะมีปริมาณอากาศในดิน 20 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และ ประมาณ 20เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร อากาศในดินคือ ออกซิเจน และ คาร์บอนไดออกไซด์มีประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และส่วนที่เหลืออีก 79 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรคือ แก๊สไนโตรเจน (บรรยากาศเหนือดินมีองค์ประกอบเป็นออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และไนโตรเจนประมาณ 20.96, 0.03 และ 76.0 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรตามลำดับ) ดินที่กำลังปลูกพืชอยู่จะมีออกซิเจนน้อยกว่าดินที่ปล่อยทิ้งไว้ว่างเปล่า ตรงกันข้ามกับคาร์บอนไดออกไซด์จะมีมากในดินที่กำลังปลูกพืช ในดินที่มีการระบายน้ำเลวหรือดินนาน้ำขัง ปริมาณออกซิเจนในดินจะถูกกระทบกระเทือนมากกว่าคาร์บอนไดออกไซด์ คือ ออกซิเจนลดลงเป็นปริมาณมากกว่าการเพิ่มขึ้นของคาร์บอนไดออกไซด์ (ในดินน้ำขังปริมาณออกซิเจนในดินลดลง แต่คาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น) การลดลงของออกซิเจนและการเพิ่มขึ้นของคาร์บอนไดออกไซด์ มีผลทำให้ความสามารถในการดูดน้ำของรากลดลง และเมื่อดินมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น จะทำให้ permeability ของรากต่อน้ำลดน้อยลง และเมื่อเป็นเช่นนี้ก็หมายถึงว่ารากสามารถดูดธาตุอาหารพืชต่าง ๆ ที่ละลายมากับน้ำได้น้อยลงตามไปด้วย นอกจากนี้ในดินที่อยู่ในสภาพน้ำขังหรือการระบายน้ำไม่ดี (anaerobic condition) ยังก่อให้เกิดสารพิษขึ้นในดินอีกด้วย เช่น ไนตรัสออกไซด์, มีเทน และเอทธีลีน เป็นต้น

ลักษณะของพืชทั่วไปที่ขาดออกซิเจน หรืออยู่ในสภาพน้ำขัง คือ ใบแสดงอาการเหลือง เนื่องจากขาดออกซิเจนแล้วอาจเป็นเพราะขาดธาตุไนโตรเจนอีกส่วนหนึ่งด้วย เพราะไนโตรเจนเกือบทั้งหมดที่รากดูดขึ้นไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโตได้มาจากกระบวนการ mass flow ซึ่งมีน้ำเป็นตัวพา กรณีนี้การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอาจพอช่วยได้บ้าง และพืชต่างชนิดกันก็จะได้รับผลกระทบจากการอยู่ในสภาพน้ำท่วมขังได้ไม่เหมือนกัน ตัวอย่างที่เห็นได้ง่ายคือ ระหว่างข้าวโพดกับข้าวฟ่าง ข้าวฟ่างจะทนต่อสภาพน้ำท่วมขังได้ดีกว่าข้าวโพดมาก ในพืชบางชนิดที่ชอบการระบายน้ำดีหากได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมขังในระยะออกดอกจะส่งผลเสียหายอย่างมากต่อผลผลิต หรือมีความชื้นในดินในระดับอิ่มตัวไปด้วยน้ำเนื่องจากระดับน้ำใต้ดินตื้นมาก ซึ่งกรณีนี้ควรปลูกพืชประเภทที่มีระบบรากตื้นหรือกระจายอยู่บนผิวดิน เฉลิมพล (2535) ได้กล่าวถึงผลกระทบของความเครียดน้ำทีมีต่อพืชเป็นไปได้ 2 ทาง คือ ด้านการสังเคราะห์แสง การเจริญเติบโตของพืช และการสร้างสะสมน้ำหนักแห้งของพืชที่เป็นผลมาจากประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง ซึ่งหากการสังเคราะห์แสงมีปริมาณลดลง ก็จะมีผลต่อการสร้างพื้นที่ใบ คุณภาพและอายุของใบ การสะสมน้ำหนักแห้งของพืชลดลง ส่วนจะได้รับผลกระทบมากน้อยเพียงใดขึ้นกับเวลาที่เกิดความเครียดน้ำ ถ้าเกิดในช่วงการเจริญเติบโตด้านสืบพันธุ์ ก็จะส่งผลกระทบอย่างรุนแรงและมีความสัมพันธ์ร่วมกันกับลักษณะการเกิดความเครียดของน้ำและความสามารถในการปรับตัวของพืช

2.7 ประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช

ประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช water use efficiency , WUE หมายถึง ความสามารถของพืชที่จะใช้น้ำแต่ละหน่วยในการเจริญเติบโตหรือสร้างและสะสมน้ำหนักแห้ง ซึ่งสามารถคำนวณได้จากปริมาณวัสดุแห้งทั้งหมดต่อปริมาณการคายระเหย (ET) ตลอดฤดูปลูกโดยมีหน่วยวัดเป็น กรัม(น้ำหนักแห้ง) / 1 หน่วยปริมาตรของน้ำที่ใช้ไป ประสิทธิภาพการใช้น้ำมิใช่เป็นเครื่องแสดงหรือมีส่วนเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับการทนทานความแห้งแล้ง พืชมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูง ไม่ใช่พืชที่ทนทานความแห้งแล้ง แต่หมายถึงศักยภาพของพืชที่สามารถตอบสนองต่อการใช้น้ำ 1 หน่วยปริมาตร เพื่อนำไปใช้สร้างผลผลิตน้ำหนักแห้งได้มากกว่าพืชอีกชนิดหรืออีกพันธุ์หนึ่ง แต่ในด้านการวิจัยมุ่งที่จะให้ได้พืชที่มีประสิทธิภาพใช้น้ำสูงและให้ผลผลิตสูง แต่ในด้านของความต้านทานแล้งมักมุ่งให้พืชมีชีวิตรอดอยู่ได้ภายใต้สภาวะขาดน้ำ และก็มีพืชที่ทนทานความแห้งแล้งหลายพืชที่มีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำ เมื่ออยู่ในสภาพที่ไม่ขาดน้ำ

2.9 ความต้านทานต่อความแห้งแล้ง

ความต้านทานต่อความแห้งแล้ง drought resistance มีความหมายที่แสดงถึงความสามารถของพืชที่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ภายใต้สภาวะความแห้งแล้ง ซึ่งมี 2 ลักษณะ

- Drought tolerance ซึ่งเป็นลักษณะของตัวพืชเองที่มีความทนทานต่อความแห้งแล้ง ซึ่งมีคุณสมบัติทางสรีรวิทยาของพืช เช่น อาจมีเซลล์เนื้อเยื่อที่ทนทานต่อสภาวะขาดน้ำ
- Drought avoidance ซึ่งเป็นลักษณะที่ตัวพืชไม่มีความทนทานต่อความแห้งแล้ง แต่ก็มีชีวิตอยู่ได้ แพร่ขยายพันธุ์ได้ในสภาวะขาดน้ำ เนื่องจากมีกลไกบางอย่างที่สามารถหลบเลี่ยงป้องกันให้รอดพ้นจากสภาวะขาดน้ำดังกล่าว ไม่ให้ได้รับผลกระทบมากนัก เช่น
    - มีวงจรชีวิตสั้นและสิ้นสุดลงก่อนฤดูแล้งมาถึง
    - มีระบบรากลึก
    - ปากใบปิดอย่างรวดเร็ว ลดการคายน้ำ
    - มีขนที่ใบช่วยลดการคายน้ำ
    - มีสารบางอย่างเคลือบผิวใบป้องกันการสูญเสียน้ำ
    - มีเนื้อเยื่อที่สามารถสะสมน้ำไว้ในลำต้นได้

จะเห็นได้ว่าพืชมีการปรับตัวให้สามารถมีชีวิตอยู่ได้ภายใต้สภาวะแห้งแล้ง ซึ่งในการศึกษาทางด้าน drought tolerance โดยทั่วไปจะพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างการมีชีวิตรอดอยู่กับศักยภาพของน้ำในใบ ส่วน drought avoidance จะพิจารณาความสัมพันธ์กับความชื้นในดิน

2.10 การจัดการดินและน้ำ

การที่ต้องมีการจัดการดินและน้ำเพื่อการปลูกพืชเพื่อที่จะหาวิธีการหลีกเลี่ยงความเสียหายที่สืบเนื่องมาจากการที่มีปริมาณน้ำน้อยหรือมากเกินไปในช่วงฤดูปลูกโดยเน้นในเขตพื้นที่ใช้น้ำฝน ผลผลิตพืชมักได้รับความเสียหายจากฝนแล้งหรือทิ้งช่วงและบางครั้งก็เกิดน้ำท่วม ดังนั้น การจัดการดินและน้ำในการเกษตรเขตน้ำฝนก็คือ การอนุรักษ์น้ำในดินให้ได้ประโยชน์มากที่สุด และระบายน้ำส่วนเกินออกไปจากพื้นที่ ส่วนการจัดการดินและน้ำในเขตชลประทานนั้นจะต้องคำนึงถึงการใช้น้ำอย่างประหยัดพอเหมาะพอดี กับการเจริญเติบโตของพืช และจำเป็นต้องพิจารณาถึงปริมาณ และระยะเวลาการให้น้ำชลประทานแก่พืชเป็นหลัก ซึ่งในแง่ของการอนุรักษ์น้ำไว้ในดิน เพื่อให้ใช้ประโยชน์ได้นาน คือ การใช้วัสดุคลุมดิน (mulching) และการปลูกพืชโดยไม่ไถพรวน (no tillage) ซึ่งแม้แต่ปลูกข้าวในพื้นที่ลุ่มต่ำขังน้ำได้ในปัจจุบันก็ได้หันมาสนใจในการสงวนทรัพยากรน้ำเพื่อใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ นอกเหนือจากการปลูกข้าวมากขึ้น แม้ว่าพื้นที่นั้นจะอยู่ในเขตชลประทานที่ประสบสภาวะเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำค่อนข้างน้อยก็ตาม

2.11 คุณสมบัติทางกายภาพของดินที่เกี่ยวกับการจัดการน้ำ

คุณสมบัติทางกายภาพของดิน หมายถึง คุณสมบัติที่อาจสังเกตหรือประเมินได้จากภายนอก โดยไม่ต้องพิจารณาส่วนประกอบทางเคมี และครอบคลุมถึงพฤติกรรมที่แสดงออก เช่น การดูดยึดน้ำ การระบายน้ำ และการถ่ายเทอากาศ เป็นต้น ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชไม่โดยตรงก็โดยอ้อม

- **เนื้อดิน** เป็นสมบัติที่แสดงถึงปริมาณอนุภาคอนินทรีย์ขนาดต่าง ๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นดินหรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นสมบัติที่แสดงความหยาบ ความละเอียดของเนื้อดิน ซึ่งประกอบด้วยอนินทรีย์สารและอินทรีย์สารคลุกเคล้ากันในอัตราส่วนต่าง ๆ ตามชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดินและสภาพแวดล้อม เนื้อดินไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชและการให้ผลผลิตพืช แต่มีอิทธิพลต่อการดูดยึดน้ำ ธาตุอาหาร การแลกเปลี่ยนก๊าซ และการระบายน้ำ รวมทั้งสมบัติทางเคมี ชีวภาพอื่นของดิน ซึ่งสมบัติเหล่านี้ จะมีผลกระทบต่อพืชโดยตรง ดินชนิดหนึ่ง ๆ จะมีดินประเภทใดขึ้นอยู่กับสัดส่วนสัมพัทธ์ของปริมาณอนุภาคในกลุ่มขนาดต่าง ๆ ของดินนั้น ๆ (กลุ่มทราย ซิลท์ และดินเหนียว) จากการวินิจฉัยประเภทเนื้อดินโดยใช้ไดอะแกรมสามเหลี่ยมมาตรฐาน เห็นได้ว่าเนื้อดินสามารถแบ่งออกได้เป็นหลายประเภทแต่เมื่อรวมกันแล้ว จะมี 3 กลุ่มหลัก คือ ดินละเอียด ดินปานกลาง และดินเหนียว

เนื้อดินละเอียด เป็นดินเหนียวยึดเกาะกันเองได้ดี ช่องว่างระหว่างอนุภาคมีขนาดเล็กน้ำเคลื่อนผ่านได้ช้า แต่อุ้มน้ำและธาตุอาหารได้ดี มีความสมบูรณ์สูงและมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดต่ำกว่า 0.002 มิลลิเมตร

เนื้อดินละเอียดปานกลาง เป็นประเภทดินร่วน เป็นกลุ่มอนุภาคขนาดทรายที่ละเอียดมากแต่ใหญ่กว่าขนาดดินเหนียว มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.05-0.002 มิลลิเมตร การระบายน้ำดีกว่าดินที่มีเนื้อดินละเอียด

เนื้อดินหยาบ เป็นประเภทดินทราย มีการยึดเกาะกันเอง หรือมีอนุภาคอื่น ๆ น้อย มีช่องว่างขนาดใหญ่ น้ำสามารถผ่านได้โดยสะดวก มีความสามารถในการดูดยึดน้ำและแร่ธาตุอาหารไว้ได้ต่ำ ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีเส้นผ่าศูนย์กลาง อนุภาค 2.00-0.05 มิลลิเมตร

- **โครงสร้างของดิน** เป็นลักษณะการจัดเรียงและการเชื่อมยึดกันเองของเม็ดดิน ซึ่งมีทั้งที่มีโครงสร้าง ไม่มีโครงสร้าง และโครงสร้างถูกทำลาย เช่น การเตรียมดินเพื่อทำนา โดยการไถพรวน คราด ติดต่อกันมาเป็นระยะเวลายาวนาน ส่งผลให้ดินอยู่ในสภาพเหลวเละเป็นตม ซึ่งเป็นสภาวะที่ไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชอื่น การไถพรวนเป็นสาเหตุที่ทำให้โครงสร้างดินเสื่อม อินทรียวัตถุในดินลดลง การปรับปรุงโครงสร้างของดินจะช่วยให้ดินมีช่องว่างมากขึ้นโดยการปรับปรุงขนาดเม็ดดินให้โปร่งไม่แน่นทึบ และมีการเชื่อมโยงถึงกันและกันของช่องว่างในดิน ช่วยการระบายน้ำและแลกเปลี่ยนก๊าซให้เป็นไปโดยสะดวก โดยการเพิ่มอินทรียวัตถุให้ดิน รวมทั้งการไถพรวนขณะที่ดินมีความชื้นเหมาะสมโดยเฉพาะในดินเนื้อละเอียด
- **ความหนาแน่นของดิน** เป็นสมบัติของดินที่แสดงสัดส่วนของดินกับปริมาตรของสารนั้น ๆ ซึ่งมี 2 ประเภท คือ ความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density) และความหนาแน่นของอนุภาคของดิน (particle density) การทราบค่าความหนาแน่นรวมของดิน สามารถนำไปใช้คำนวณปริมาณความชื้นของดินนั้น ๆ ได้
- **ความพรุนของดิน** หมายถึง ปริมาณช่องว่างในดิน มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาตรทั้งหมดของดิน ในสภาวะที่ดินมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ดินควรมีความพรุนประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยมีช่องว่างขนาดเล็กที่กักเก็บน้ำได้ดี (capillary pore) กับช่องว่างขนาดใหญ่ที่น้ำและอากาศเคลื่อนที่ผ่านสะดวก (non capillary pore) อย่างละ 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร (อุทัย, 2541)

บทที่ 3

ปริมาณน้ำที่ข้าวต้องการ

3.1 ความสำคัญของน้ำต่อการปลูกข้าว

พืชแต่ละชนิดมีความต้องการน้ำในด้านการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตไม่เท่ากัน แต่เนื่องจากข้าวเป็นพืช semi-aquatic plant จึงมีความต้องการน้ำมากกว่าพืชชนิดอื่น (ทัศนีย์, 2543) และสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพน้ำขัง เนื่องจากรากข้าวมีคุณสมบัติพิเศษที่พืชอื่นไม่มี ที่สามารถทำให้บริเวณรากข้าว (root rhizosphere) อยู่ในสถาพ oxidized ได้ ข้าวจึงเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดเดียวที่สามารถขึ้นในน้ำและเจริญเติบโตในที่ราบ (วิโรจน์, 2531) และข้าวก็มีความสามารถเจริญเติบโตได้ในหลายนิเวศน์ อาทิ ข้าวไร่ ข้าวขึ้นน้ำ ข้าวนาสวน (ข้าวนาสวนชลประทาน และ ข้าวนาสวนนาน้ำฝน) และแต่ละนิเวศน์การปลูกข้าว ที่มีลักษณะการเจริญเติบโตต่างกันก็มีความต้องการน้ำไม่เท่ากัน

ดิเรก ( ) กล่าวว่า น้ำเป็นสิ่งที่จำเป็นที่สุดต่อการเจริญเติบโตของข้าวในทุกระยะ โดยมีบทบาทเริ่มตั้งแต่การเตรียมดิน การบังคับให้เมล็ดงอก การเจริญเติบโตแตกกอเต็มที่จนกระทั่งข้าวสุกแก่เก็บเกี่ยวได้ น้ำเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ในต้นข้าว จากการศึกษาปริมาณน้ำที่มีในใบข้าวที่มีน้ำหนักสด 100 กรัม มีเพียง 12 กรัม เท่านั้นที่เป็นส่วนวัสดุแห้ง และพบว่า 88 กรัมที่สูญหายไปคือน้ำหนักของน้ำ น้ำจึงมีความสำคัญต่อการเพาะปลูกข้าวดังนี้

- น้ำช่วยให้ดินอ่อนนุ่ม ร่วนซุย เพื่อให้ง่ายต่อการเตรียมดิน และการเจริญของรากข้าว
- น้ำเป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์แสง เพื่อสร้างและสะสมน้ำหนักแห้งให้เกิดขึ้น
- น้ำเป็นตัวพาแร่ธาตุไปยังส่วนต่างๆของต้นข้าวในการเปลี่ยนแปลงขบวนการทางสรีรวิทยา รวมทั้งลำเลียงสารอาหารที่ข้าวสร้างได้จากการสังเคราะห์แสงไปเก็บสะสมในเมล็ด
- น้ำช่วยรักษาระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าว และไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในต้นและน้ำในแปลงนาได้ง่าย
- น้ำมีบทบาทในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวให้ดีขึ้น อาทิ ช่วยควบคุมวัชพืช และเพิ่มประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยเคมี เป็นต้น

นอกจากนั้น ดิเรก ( ) ยังได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ของน้ำต่อการเพาะปลูกข้าวในประเทศไทย ซึ่งแบ่งออกไปได้ดังนี้

- แบ่งตามฤดูกาลทำนา คือ การทำนาในฤดูกาล เรียกว่า ฤดูนาปี (พฤษภาคม-ตุลาคม) การใช้น้ำทำนาก็จะใช้น้ำฝนเป็นหลัก ส่วนการทำนานอกฤดูกาล เรียกว่านาปรัง (พฤศจิกายน-เมษายน) การทำนาก็จะใช้น้ำชลประทานหรือแหล่งน้ำเสริม และเป็นพื้นที่ที่อยู่ในเขตส่งน้ำชลประทาน

- แบ่งตามวิธีการปลูก การปลูกข้าวมี 2 แบบ คือ ปลูกเมล็ดโดยตรง และปลูกโดยวิธีตกกล้าแล้วถอนไปปักดำ ซึ่งวิธีการปลูกข้าวที่มีการเตรียมดินอย่างประณีตจำเป็นต้องใช้น้ำเป็นจำนวนมากในการเตรียมดินทั้งแปลงตกกล้า แปลงปักดำ หรือแปลงหว่านน้ำตม ส่วนการปลูกข้าวแบบหว่านสำรวย หว่านข้าวแห้ง หรือหยอดที่มีการเตรียมดินไม่ประณีตมาก ก็จะไม่ใช้น้ำในการเตรียมดินมากนัก หรือไม่ใช้น้ำเลยถ้าเป็นการเตรียมดินแห้ง ส่วนใหญ่เป็นวิธีการปลูกข้าวนาน้ำฝน
- แบ่งตามลักษณะการใช้น้ำของข้าว ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท
  1. ข้าวไร่ หรือข้าวนาดอน ปลูกบนที่ดอนโดยวิธีหยอดหรือหว่าน และใช้น้ำจากน้ำฝนเพียงอย่างเดียว ปัจจุบันมีพื้นที่ปลูกน้อยมาก
  2. ข้าวขึ้นน้ำ ข้าวน้ำลึก หรือข้าวฟางลอย ปลูกในพื้นที่ลุ่มต่ำระดับน้ำมากกว่า 80 เซนติเมตร ส่วนใหญ่ปลูกโดยวิธีการหว่านสำรวย หรือหว่านข้าวแห้ง และใช้น้ำจากน้ำฝน มีพื้นที่ปลูกค่อนข้างน้อย
  3. ข้าวนาสวน เป็นประเภทข้าวที่มีพื้นที่ปลูกมากที่สุด แบ่งออกไปได้อีก 2 ประเภท คือ ข้าวนาสวนนาน้ำฝน ที่ปลูกในพื้นที่ลุ่มระดับน้ำต่ำกว่า 60 เซนติเมตร ปลูกทั้งวิธีตกกล้า ปักดำ และหว่าน ใช้น้ำจากน้ำฝน ส่วนอีกประเภทหนึ่ง คือ ข้าวนาสวนนาชลประทานที่สามารถควบคุมน้ำได้ ส่วนใหญ่ปลูกข้าวโดยวิธีการหว่านน้ำตมหรือหว่านข้าวงอก

จากการแบ่งประเภทข้าวทั้ง 3 ลักษณะตามที่กล่าวถึงแล้ว การทำนาโดยอาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียวค่อนข้างมีความเสี่ยงสูงต่อการผลิต และในบางปีเกษตรกรอาจประสบปัญหาซึ่งเป็นไปได้ทั้งปัญหาข้าวขาดน้ำในระหว่างฤดูปลูกเนื่องจากฝนตกล่าหรือฝนทิ้งช่วง และปัญหาฝนตกหนักระดับน้ำสูงมากเกินไปหรือน้ำท่วมจนทำให้เกิดการสูญเสียผลผลิต ดังนั้น การปลูกข้าวทุกประเภทในพื้นที่อาศัยน้ำฝนผู้ปลูกจึงต้องพิจารณาสภาพพื้นที่ ดินฟ้าอากาศ วิธีทางเขตกรรมข้าวและพันธุ์ข้าวต้องมีความสัมพันธ์กันเป็นอย่างยิ่ง เพื่อลดสภาวะเสี่ยงตามที่กล่าวมาแล้ว ส่วนการทำนาในเขตชลประทานที่มีปัจจัยขั้นพื้นฐานดีความเสี่ยงในการผลิตมีน้อยกว่า และเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพในการผลิตข้าวสูงกว่านาน้ำฝน แต่ในบางปีที่มีฝนตกน้อย ก็จะมีปัญหาปริมาณน้ำต้นทุนที่ถูกเก็บกักไว้เหนือเขื่อนมีต่ำจะมีผลกระทบต่อการปลูกข้าวในพื้นที่รับน้ำชลประทานในพื้นที่ใต้เขื่อนในปีต่อไปซึ่งมีผลทำให้เกษตรกรสามารถทำนาไม่ได้เต็มพื้นที่ มีสภาวะเสี่ยงต่อการขาดน้ำมากขึ้นโดยเฉพาะการทำนาในฤดูนาปรังที่ต้องอาศัยน้ำชลประทานและปริมาณฝนใช้การได้ (effective rain fall) มีน้อย

3.2 **ปริมาณการใช้น้ำของข้าว** (rice crop water requirement)

ปริมาณน้ำที่ข้าวต้องการ หรือ water consumptive use of rice crop หรือ crop water use หมายถึง ปริมาณน้ำที่ข้าวมีความต้องการใช้จริงสำหรับการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต โดยหลักการปริมาณน้ำจำนวนนี้เป็นผลรวมของการใช้น้ำและสูญเสียน้ำ โดยการคายน้ำของต้นข้าว (transpiration ; T)

และการระเหยน้ำไปจากผิวดินผิวน้ำ (evaporation; E) ซึ่งการใช้น้ำของข้าวทั้งการคายน้ำและระเหยน้ำจะเกิดควบคู่กันไปและไม่สามารถจะแบ่งแยกได้ว่าเกิดจากขบวนการไหนมากกว่ากันเท่าใด แต่มีผู้ประมาณว่า การระเหยน้ำจากดินและการคายน้ำจากพืชเกิดพร้อมกันและมีอัตราการใช้น้ำอยู่ในระดับใกล้เคียงกันหรือประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ จึงมักนิยมเรียกการใช้น้ำรวมทั้ง 2 ขบวนการนี้ว่า **การคายระเหย (evapotranspiration; ET)** ธวัชชัย (2526) รายงานว่า การคายระเหยน้ำจากแปลงปลูกฤดูกาลหนึ่ง ๆ จะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นกับ ฤดูกาล สภาพดินฟ้าอากาศ ปริมาณน้ำ ชนิดพืชปลูก เนื้อดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน และการจัดการดินเพื่อการปลูกพืช แต่โดยปกติการคายระเหยจะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.1-1.0 เซนติเมตร/วัน ยงยศ (2537) ได้สรุปค่าปริมาณการใช้น้ำของข้าวในนาดินเหนียวภาคกลาง หรือ ET ในฤดูแล้งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 6.9 มิลลิเมตร/วัน ส่วนในฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าประมาณ 4.3 มิลลิเมตร/วัน เนื่องจากในฤดูฝนมีปริมาณฝนใช้การได้ ที่ข้าวสามารถนำเอาไปใช้ประโยชน์ได้มากกว่า และการคายระเหยเกิดมากน้อยไม่เท่ากันในแต่ละช่วงฤดูปลูก โดยเฉพาะช่วงคาบเกี่ยวระหว่างการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ และการเจริญเติบโตทางด้านพันธุ์ ซึ่งตรงกับระยะข้าวเริ่มกำเนิดช่อดอก (panicle initiation) จะมีอัตราการคายระเหยน้ำมากที่สุด และถือเป็นช่วงระยะเวลาวิกฤตที่ข้าวขาดน้ำไม่ได้ และเกิดผลกระทบต่อผลผลิตอย่างรุนแรงถ้าข้าวขาดน้ำ

ในการปลูกข้าวที่มีลักษณะนิเวศน์การปลูกในนาน้ำขัง ยังมีน้ำอีกส่วนหนึ่งซึ่งสูญเสียไปเนื่องจากการซึมลงลึก (percolation; P) และซึมด้านข้าง (seepage) และถือว่าน้ำส่วนนี้เป็นปริมาณการใช้น้ำของข้าวด้วย การสูญเสียน้ำจากการซึมลงลึกและซึมด้านข้างมีปริมาณค่อนข้างมาก ยงยศ (2537) สรุปว่าในนาดินเหนียวภาคกลางมีค่าการซึมลงลึก หรือค่า P อยู่ระหว่าง 1.0-2.0 มิลลิเมตร/วัน ส่วน ศจี (2537) รายงานว่าจากการศึกษาปริมาณการใช้น้ำของข้าวในภาคกลาง 17 จังหวัด มีอัตราการซึมลงลึกและการสูญหายของน้ำนอกเหนือจากการคายระเหย มีค่าเฉลี่ย 1.5 มิลลิเมตร/วัน ดังนั้น ปริมาณความต้องการน้ำของข้าวจึงต้องรวมการสูญเสียน้ำจากการซึมลงด้วย และเรียกว่าเป็นความต้องการน้ำในแปลงปลูก (water requirement) หรือ ET+P เท่ากับ ETP (ภาพที่ 3)

จากข้อมูลปริมาณการใช้น้ำของข้าวที่กล่าวมาแล้วทั้งหมด ความต้องการน้ำชลประทานในแปลงปลูก จึงหมายถึง ปริมาณน้ำในแปลงหักลบปริมาณฝนใช้การได้ โดยทั่วไปข้าวจะมีอัตราการคายน้ำต่ำในช่วงแรกของการปักดำเนื่องจากพื้นที่ใบมีน้อยและเพิ่มสูงขึ้นในระยะข้าวแตกกอตั้งท้องออกดอกซึ่งมีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นและแผ่กางเต็มที่ การคายน้ำของข้าวจะลดลงเมื่อข้าวสุกแก่ ส่วนการสูญเสียน้ำจากการระเหยจากผิวดินผิวน้ำจะเกิดขึ้นมากในระยะเริ่มปักดำข้าวและค่อย ๆ ลดลง

ภาพที่ 3 การสูญเสียน้ำในแปลงนาข้าว

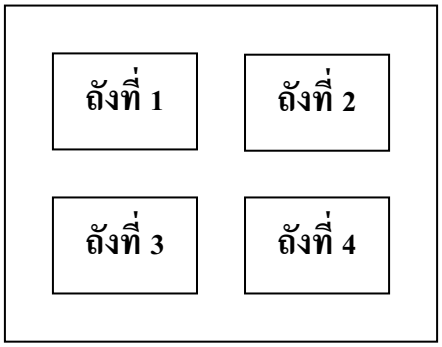
เมื่อข้าวมีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นจนกระทั่งปกคลุมผิวดินผิวน้ำ และเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่งในระยะข้าวสุกแก่ ส่วนการซึมลงลึกจะมีมากในระยะแรกของการให้น้ำ เนื่องจากระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึก และค่อยลดลงหลังการขังน้ำนานขึ้น เนื่องจากในช่องว่างของดินมีน้ำอยู่เต็มหรือมีลักษณะดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ อัตราการซึมลงลึกจะลดลงตามลำดับจนถึงแทบไม่เกิดขึ้นเลยเมื่อขังน้ำนานขึ้น ในนาดินเหนียวที่มีระดับน้ำใต้ดินตื้นจะมีการสูญเสียน้ำจากการซึมลงลึกประมาณ 1.0-2.0 มิลลิเมตร/วัน แต่ในนาดินทรายที่ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกการสูญเสียน้ำก็จะมีมากขึ้นเป็น 7.0-10.0 มิลลิเมตร/วัน และโดยทั่วไปในดินนาภาคกลางที่มีเนื้อดินเหนียวจะมีระดับน้ำใต้ดินระหว่าง 0.6-1.0 เมตร และในดินนาที่มีการทำนาต่อเนื่องตลอดปีหรือมีพื้นที่ติดริมแม่น้ำหรือแหล่งน้ำจะมีระดับน้ำใต้ดินตื้นกว่า 0.6 เมตร

3.3 การศึกษาปริมาณการใช้น้ำของข้าว

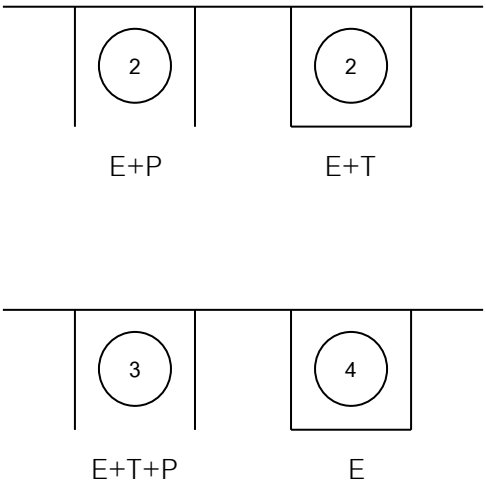
ข้อมูลที่จำเป็นในการพัฒนาระบบชลประทานและประสิทธิภาพการให้น้ำในนาข้าว ปริมาณการใช้น้ำของข้าวเป็นข้อมูลสำคัญ และเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับปริมาณน้ำ ความถี่ในการให้น้ำ และวิธีการให้น้ำให้สอดคล้องกับความต้องการน้ำของข้าวในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการวางแผนจัดการใช้น้ำในนาอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในการหาปริมาณการใช้น้ำอาจทำได้ 2 วิธีการ คือ วัดจากการใช้น้ำจากข้าวโดยตรง (ETP) และ จากการคำนวณโดยอาศัยข้อมูลภูมิอากาศ (ET p)

3.3.1 การวัดปริมาณการใช้น้ำจากข้าวโดยตรง

การวัดปริมาณการใช้น้ำของข้าวโดยการวัดโดยตรง ทำได้หลายวิธี เช่นวัดจากความชื้นดิน หรือศึกษาจากแปลงทดลอง แต่สำหรับการปลูกข้าวนิยมวัดจากถังการใช้น้ำของข้าว (rice lysimeter) ซึ่งออกแบบมาใช้วัดการใช้น้ำของข้าวโดยเฉพาะ หรือใช้กับพืชที่เจริญเติบโตในน้ำขัง คือนอกเหนือจากการวัดค่าการระเหย (E) การคายน้ำ (T) แล้ว ยังสามารถวัดการซึมลงลึกของน้ำ (P)ในแปลงนา ซึ่งเป็นปริมาณน้ำรวม (ETP) ที่จะต้องจัดหาให้กับข้าวด้วย Rice Lysimeter เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยถังเหล็กทรงเหลี่ยมขนาดเดียวกัน 4 ถัง เป็นถังก้นเปิด 2 ถัง (ถังที่ 1 และ 3) และถังก้นปิด 2 ถัง (ถังที่ 2 และ 4) แต่ละแบบจะมีอยู่ถังหนึ่งที่ไม่ปลูกข้าว (ไม่วัดการคายน้ำ ถังที่ 1 และ 4) ถังก้นเปิดจะวัดการซึมลงลึกของน้ำ และเพื่อการตรวจสอบสภาพน้ำใต้ดินและปริมาณฝนที่ตกระหว่างการวัดน้ำ (ภาพที่ 4) จึงมีการติดตั้งท่อวัดระดับน้ำใต้ดินและเครื่องวัดน้ำฝนในบริเวณสถานที่วัดน้ำด้วย ระดับน้ำที่ลดลงสามารถวัดได้จาก Hook Gage ซึ่งเมื่อนำค่าของระดับน้ำที่วัดได้ของถังวัดการใช้น้ำที่แตกต่างกันในการวัดเพียงค่าเดียวมาหักลบก็จะได้องค์ประกอบของปริมาณน้ำที่ข้าวต้องการ โดยที่ ถังที่ 1 เป็นถังก้นเปิดไม่ปลูกข้าวเพื่อวัดค่า E+P ถังที่ 2 เป็นถังก้นปิดปลูกข้าวเพื่อวัดค่า E+T ถังที่ 3 เป็นถังก้นเปิดปลูกข้าวเพื่อวัดค่า E+T+P และ ถังที่ 4 เป็นถังก้นปิดไม่ปลูกข้าวเพื่อวัดค่า E เพียงอย่างเดียว และสามารถนำค่าที่วัดได้ในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตของข้าวเพื่อนำมาใช้คำนวณปริมาณการใช้น้ำของข้าวได้ ดังนี้



ถังที่ 1 ก้นเปิดไม่ปลูกข้าว
ถังที่ 2 ก้นปิดปลูกข้าว
ถังที่ 3 ก้นเปิดปลูกข้าว
ถังที่ 4 ก้นปิดไม่ปลูกข้าว



ปริมาณการใช้น้ำของข้าว

$E = (4)$

$E = (2) - (4) + (3) - (1) / 2$

$P = (3) - (2) + (1) - (4) / 2$

ภาพที่ 4 การวัดปริมาณน้ำใช้ของข้าวโดย Rice Lysimeter

- ค่าการระเหยน้ำ (E) (ถังที่ 4)
- ค่าการคายน้ำของข้าว (T) (ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างถังที่ 2-4 และถังที่ 3-1)
- ค่าการซึมลงลึก (P) (ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างถังที่ 3-2 และ ถังที่ 1-4)

จากรายงานผลการค้นคว้าวิจัยการใช้น้ำของข้าวพันธุ์ต่างๆที่ดำเนินการในสถานีทดลองการใช้น้ำชลประทานทั่วประเทศระหว่างปี พ.ศ.2518-2526 พบว่า ในฤดูฝนข้าวจะใช้น้ำประมาณ 4.0-6.0 มิลลิเมตร/วัน และประมาณ 5.0-9.0 มิลลิเมตร/วันในฤดูแล้ง โดยที่ปริมาณการใช้น้ำในฤดูแล้งจะมีมากกว่าฤดูฝน 25-30 เปอร์เซ็นต์ และพันธุ์ข้าวพันธุ์ผสมไม่ไวแสงก็จะใช้น้ำเฉลี่ยต่อวันมากกว่าพันธุ์ข้าวพื้นเมืองลำต้นสูง เนื่องจากมีพื้นที่ใบและวัสดุแห้งเหนือดินมากกว่า ทำให้มีอัตราการคายน้ำสูงกว่า และมีช่วงการใช้น้ำและมีอายุการเก็บเกี่ยวมากกว่า (ดิเรก, ยงยศ และ ลดาวัลย์ ,2530)

3.3.2 การวัดปริมาณการใช้น้ำของพืชจากข้อมูลภูมิอากาศ

สำหรับการหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยการคำนวณจากข้อมูลทางภูมิอากาศ เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถนำมาใช้หาปริมาณการใช้น้ำของข้าวได้ โดยมีแนวทางในการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชที่ขึ้นกับองค์ประกอบสำคัญ 4 ประการคือ สภาพของดิน (ความชื้นและสมบัติทางกายภาพ) ชนิดและอายุพืช สภาพดินฟ้าอากาศรอบๆต้นพืช (ความเข้มของแสง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม) และองค์ประกอบอื่นๆ (ฤดูกาลเพาะปลูก การเตรียมดิน วิธีการให้น้ำ และความสูงของน้ำที่ให้แต่ละครั้ง) และผลจากการคำนวณทำให้ได้ **ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง** (potential evapotranspiration; ET p) การคำนวณสามารถทำได้หลายวิธีโดยการใช้สูตร ซึ่งคำนวณได้ตั้งแต่อย่างง่ายๆโดยใช้ข้อมูลสภาพอากาศ 1-2 องค์ประกอบไปจนถึงการคำนวณที่ใช้ข้อมูลสภาพอากาศหลายองค์ประกอบ ที่มีความยุ่งยากซับซ้อน ตัวอย่างเช่นสูตรคำนวณค่า ET p ของ Thornthwaite, Blaney-Criddle, Jensen-Haise และ Penman สำหรับในประเทศไทยได้ให้การยอมรับสูตรคำนวณ ET p ของ Penman เนื่องจากมีค่าละเอียด และได้รวบรวมองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการใช้น้ำของพืชมาใช้ในการสร้างสูตรคำนวณทุกอย่าง ดังนั้นสูตรของ Penman จึงตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีซึ่งเป็นที่ยอมรับกันมากกว่าสูตรอื่นๆ ส่วนการนำค่าต่างๆ เหล่านี้ไปใช้งานเพื่อหาปริมาณการใช้น้ำของพืชแต่ละชนิด จำเป็นต้องมีค่าสัมประสิทธิ์ของพืช (crop coefficient; Kc) อีกค่าหนึ่งซึ่งเป็นค่าที่ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชเพียงอย่างเดียว และไม่ใช่ได้จากการทดลองวัดจริงในสนาม แต่ได้จากการคำนวณ ซึ่งคำนวณได้โดย ET/ET p ในเมื่อ ET และ ET p เป็นค่าการวัดน้ำที่ได้มาจากการวัดในช่วงระยะเวลาเดียวกัน และมีองค์ประกอบของดินและสภาพอากาศคล้ายคลึงกัน จึงขึ้นกับชนิดพืชและอายุพืชเพียงอย่างเดียว ดังนั้นค่าที่วัดได้สามารถนำไปใช้ได้ทั่วไปโดยไม่มีอิทธิพลของพื้นที่เพาะปลูกและสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ต้นพืชมาเกี่ยวข้อง ผลก็คือถ้าสามารถคำนวณค่า ET p โดยใช้ข้อมูลอากาศได้แล้ว ถ้าต้องการทราบปริมาณการใช้น้ำของพืชใด ก็นำเอาค่า Kc ของพืชที่ต้องการทราบมาเป็นตัวคูณ กับค่า ET p ก็จะได้ปริมาณการใช้น้ำของพืชที่ต้องการทราบ ซึ่งได้แสดงค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิงของพืช ET p ของบางจังหวัดในภาคกลางตามตารางที่ 4 และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Kc) ของข้าวใน

ตารางที่ 5 สำหรับผู้ที่มีความสนใจในเรื่องนี้สามารถศึกษาค้นคว้าวิธีการคำนวณค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (potential evapotranspiration; ET p) ที่คำนวณด้วยวิธีการต่างๆตามสูตรของ Penman รวมทั้งการคำนวณค่า (crop coefficient ; Kc) ได้จากรายงานของ อุทัย (2541) ซึ่งกล่าวถึงเรื่องการจัดการน้ำผิวดินอย่างมีประสิทธิภาพโดยละเอียด (ภาพที่ 5)

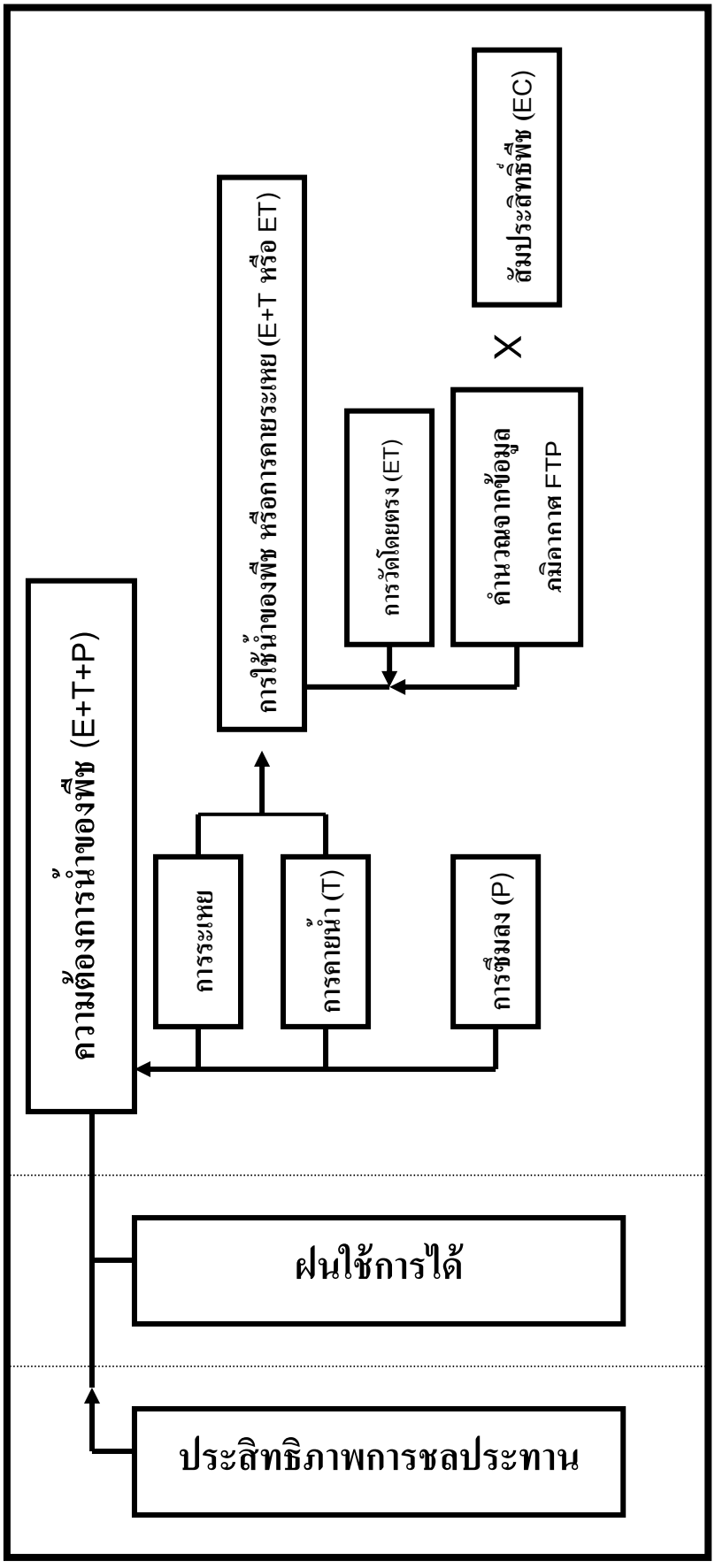
ตารางที่ 4 ตัวอย่างค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (potential evapotranspiration; ET p) มิลลิเมตร/เดือน บางจังหวัดในภาคกลาง คำนวณ จากสูตรของ Penman.

สถานที่	มค.	กพ.	มีค.	เมย.	พค.	มิย.	กค.	สค.	กย.	ตค.	พย.	ธค.
นครสวรรค์	122	149	179	187	167	152	144	134	127	126	121	113
ลพบุรี	131	152	177	179	161	148	141	132	131	133	131	128
สุพรรณบุรี	129	147	174	182	168	155	149	142	134	132	128	121
ปราจีนบุรี	132	147	161	162	152	136	132	158	127	131	134	128
กาญจนบุรี	125	151	177	182	163	148	144	135	133	127	121	116
ดอนเมือง	130	148	169	170	158	150	145	133	132	131	126	119
กรุงเทพฯ	120	136	153	156	144	136	132	126	123	120	119	113

ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (crop coefficient; Kc) ของข้าว รายเดือน

เดือนที่	ข้าวพันธุ์พื้นเมือง	ข้าวพันธุ์ผสม
1	0.83	1.00
2	0.93	1.12
3	1.06	1.27
4	0.96	1.18
5	0.83	0.98

ที่มา : ฝ่ายวิจัยการใช้น้ำชลประทาน กรมชลประทาน (2537)



ภาพที่ 5 องค์ประกอบในการหาข้อมูลปริมาณการใช้น้ำของ

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วว่า สภาพดินฟ้าอากาศทุกอย่าง มีอิทธิพลต่อการใช้น้ำของพืช ขณะเดียวกันก็มีผลต่อการระเหยน้ำจากถาดวัดการระเหยเช่นเดียวกันดังนั้นการวัดปริมาณการใช้น้ำของพืช ก็อาจจะเทียบหาได้จากการระเหยจากถาดระเหยอีกวิธีหนึ่ง ซึ่งจะทำให้ได้ ค่าสัมประสิทธิ์ของถาดวัดการระเหย หรือค่า Kp ซึ่งวัดได้จากถาดระเหยแบบ American Class A pan โดยการนำค่า ET/E=Kp (ปริมาณการระเหยน้ำจากถาดวัดการระเหย มม./วัน) และเมื่อนำค่า Kp ไปคูณค่าการคายระเหย (ET) ก็จะทำให้ทราบค่าปริมาณการใช้น้ำต่อวันของพืช และตลอดฤดูปลูกพืชได้ถ้าทราบอายุการเก็บเกี่ยว ซึ่งแสดงตัวอย่างข้อมูลการใช้น้ำของข้าวพันธุ์ผสมไม่ไวต่อช่วงแสงที่มีอายุการเก็บเกี่ยวเท่ากันในภาคกลาง 17 จังหวัด ตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ข้อมูลการใช้น้ำของข้าวพันธุ์ผสมไม่ไวแสงในภาคกลาง 17 จังหวัด

จังหวัด	อายุการเก็บเกี่ยว (วัน)	ช่วงการให้น้ำ (วัน)	ค่าการระเหยเฉลี่ย[1/] (มม.)	ค่า ET/E[2/] (Kp)	น้ำใช้ของข้าว/วัน [3/] (มม.)	น้ำใช้ของข้าว/ฤดู[4/]	
						มม.	ลบ.ม./ไร่
ตาก	100	86	6.3	1.30	8.2+1.5	834	1,334
นครสวรรค์	100	86	4.7	1.30	6.1+1.5	654	1,046
ชัยนาท	100	86	5.0	1.30	6.5+1.5	688	1,101
อุทัยธานี	100	86	4.8	1.30	6.2+1.5	662	1,059
สุพรรณบุรี	100	86	5.3	1.30	6.9+1.5	722	1,155
ลพบุรี	100	86	8.5	1.30	7.5+1.5	774	1,238
สิงห์บุรี	100	86	5.4	1.30	7.0+1.5	731	1,170
สระบุรี	100	86	5.1	1.30	6.6+1.5	697	1,115
อ่างทอง	100	86	5.3	1.30	6.9+1.5	722	1,115
พระนครศรีอยุธยา	100	86	5.2	1.30	6.8+1.5	714	1,142
ปทุมธานี	100	86	5.2	1.30	6.8+1.5	714	1,142
นนทบุรี	100	86	5.2	1.30	6.8+1.5	714	1,142
นครปฐม	100	86	5.4	1.30	7.0+1.5	731	1,170
ราชบุรี	100	86	5.1	1.30	6.6+1.5	697	1,115
กาญจนบุรี	100	86	5.8	1.30	7.5+1.5	774	1,238
เพชรบุรี	100	86	4.9	1.30	6.4+1.5	679	1,086
ประจวบคีรีขันธ์	100	86	5.1	1.30	6.6+1.5	697	1,115
เฉลี่ย	100	86	5.3	1.30	6.9+1.5	718	1,148

ที่มา : ฝ่ายวิจัยการใช้น้ำชลประทาน กรมชลประทาน (2537)

[1/] ค่าการคายระเหยเฉลี่ย (มม.) ฤดูนาปรัง ธ.ค.-พ.ค. (2504-2533)

[2/] ET/E (Kp = Pan coefficient) ET= Consumptive use, E= ค่าการระเหยจากอ่างระเหยของน้ำแบบ Class A pan

[3/] การใช้น้ำของข้าวต่อวัน = ค่าการคายระเหยเฉลี่ย (มม.) x ค่า ET/E + อัตราการซึมลงลึก 1.5 มม./วัน

[4/] การใช้น้ำตลอดฤดู (มม.) = จำนวนวันที่ให้น้ำ (วัน) x การใช้น้ำของข้าวต่อวัน (มม.)

การใช้น้ำตลอดฤดู (ลบ.ม./ไร่) = การใช้น้ำตลอดฤดู (มม.) x1.6

บทที่ 4

การจัดการน้ำในนาข้าว

4.1 อิทธิพลการขังน้ำต่อการเจริญเติบโตของข้าว

โดยหลักการ การจัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพแก่พืชคือการควบคุมระดับน้ำหรือความชื้นในดินบริเวณรากพืชให้อยู่ในระหว่างความชื้นชลประทาน (field capacity) กับจุดเหี่ยวถาวร (permanent wilting point) ซึ่งเป็นระดับความชื้นที่พืชสามารถนำเอาไปใช้ประโยชน์ได้ (available water) ดังนั้นการให้น้ำครั้งต่อไปจึงเริ่มขึ้นเมื่อพืชแสดงอาการเหี่ยวมีความชื้นลดลงใกล้จุดเหี่ยวถาวร แต่จะให้น้ำในปริมาณมากเท่าไรขึ้นกับความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ความสามารถในการทนทานความแห้งแล้งของพืช และสภาพดินฟ้าอากาศ และหลักการจัดการน้ำแก่พืชโดยทั่วไปจะยอมให้ความชื้นในดินลดลงประมาณ 50-75 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณความชื้นที่พืชดูดเอาไปใช้ได้ (allowable soil moisture) ส่วนความชื้นที่เหลือหลังจากพืชดูดเอาไปใช้หมดแล้วคือความชื้นที่จุดวิกฤต (critical point) (อุทัย,2541)

ในด้านการปลูกข้าวการจัดการน้ำในนาข้าวมีความแตกต่างไปจากพืชทั่วไป วิโรจน์ (2531)กล่าวว่าข้าวเป็นพืชที่ชอบขึ้นและเจริญเติบโตในสภาพน้ำขัง เนื่องจากข้าวมีคุณลักษณะพิเศษที่สามารถทำให้บริเวณรากข้าวอยู่ในสภาพ oxidized โดยออกซิเจนจากอากาศจะซึมผ่านใบและลำต้นสู่ราก โดยผ่านทางช่องว่างในชั้นเนื้อเยื่อของ cortex หรือ lacuna ซึ่งทำให้รากข้าวได้รับปริมาณออกซิเจนอย่างเพียงพอ และยังสามารถส่งผ่านรากไปยังพื้นที่รอบรากข้าว (root rhizosphere) ได้อีกด้วย และการจัดการน้ำในนาข้าวชลประทานที่ควบคุมระดับน้ำในนาได้ โดยทั่วไปเกษตรกรมักจะรักษาระดับน้ำ 10-15 เซนติเมตร ตลอดฤดูปลูก ซึ่งในการรักษาระดับน้ำในนามากในระดับนี้ เกษตรกรจะต้องมีน้ำสำหรับทำนาฤดูกาลหนึ่งระหว่าง 1,500-2,000 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ ซึ่งเป็นปริมาณมากและมีความผิดแผกแตกต่างออกไปเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการใช้น้ำและการจัดการน้ำเพื่อการเพาะปลูกพืชชนิดอื่นๆ

ทัศนีย์ (2543) กล่าวถึงผลของการขังน้ำในนามีอิทธิพลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชบางธาตุเพิ่มขึ้น เช่น ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม ซิลิกา และเหล็ก แต่ถ้าดินมีการไหลซึมของน้ำดีธาตุอาหารพืชก็จะถูกชะล้างการระบายน้ำจากแปลงก็จะเกิดการสูญหายของธาตุอาหารไปจากดิน และปุ๋ยที่ใส่ลงไป อย่างไรก็ดีการระบายน้ำดีทำให้ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ เหล็ก สารประกอบคาร์บอนบางชนิด และ reducing substances ต่างๆ ที่เป็นพิษต่อข้าวลดลง และนำออกซิเจนจากบรรยากาศเข้าไปในบริเวณรากข้าวเพื่อ oxidized สารประกอบ reducing substances เพื่อลดความเป็นพิษของสารประกอบเหล่านี้ นอกจากนั้น การขังน้ำในนาข้าวยังมีอิทธิพลต่อชนิดและปริมาณวัชพืช สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ดินมีความชื้น มีแสงแดดเพียงพอวัชพืชสามารถเจริญเติบโตแข่งขันกับข้าวได้ดี โดยเฉพาะระยะแรกของการปลูก การขังน้ำในระดับเหมาะสมช่วยควบคุมวัชพืชให้มีจำนวนวัชพืชและจำกัดชนิดของวัชพืชให้มีน้อยลง

De Datta (1981) รายงานว่าการปลูกข้าวที่มีน้ำหล่อเลี้ยงต้นข้าวอย่างเพียงพอ เป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งต่อการผลิต หลายพื้นที่ในเขตร้อนของเอเชียรวมทั้งประเทศไทย การผลิตข้าวในพื้นที่ดังกล่าวมักประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำหรือมีน้ำมากเกินความจำเป็นในระหว่างฤดูปลูกซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากสภาวะความแปรปรวนของฝน การจัดการน้ำภายใต้การจัดการผลิตที่ดีหมายถึงการจัดการควบคุมระดับน้ำในแปลงนาให้มีความพอดีไม่มีระดับสูงหรือต่ำเกินไป โดยใช้ปริมาณน้ำที่มีอย่างจำกัดให้ได้รับผลประโยชน์สูงสุดโดยเฉพาะฤดูนาปรังที่มีประสิทธิภาพการผลิตและตอบสนองต่อการใช้ปัจจัยการผลิตสูงกว่าฤดูนาปี (ทัศนีย์,2543)

4.2 การใช้น้ำของข้าวที่สัมพันธ์กับการเจริญเติบโต

บริบูรณ์ (2540) ได้ให้รายละเอียดในเรื่องความสัมพันธ์ของการจัดการน้ำตลอดช่วงระยะการเจริญเติบโตของข้าวมีความแตกต่างกัน การให้น้ำแก่ข้าวในบางช่วงอาจมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของข้าวบางระยะ เช่น การได้รับน้ำมากเกินไปในช่วงปักดำหรือหว่านใหม่ จะทำให้ข้าวแตกกอน้อยและมีลำต้นสูงซึ่งง่ายต่อการหักล้ม และในทำนองเดียวกันข้าวจะแสดงอาการทันทีที่ขาดน้ำในช่วงข้าวเริ่มสร้างรวงอ่อนซึ่งเป็นระยะคาบเกี่ยวระหว่างการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบและการเจริญเติบโตทางด้านพันธุ์และระยะออกรวงสะสมแป้งในเมล็ดซึ่งเป็นช่วงวิกฤต โดยธรรมชาติข้าวจะมีอัตราการฟื้นตัวและทนทานจากการขาดน้ำในช่วงระยะเวลาสั้นๆและฟื้นตัวอย่างรวดเร็วเมื่อได้รับน้ำในช่วงต่อมา โดยเฉพาะในระยะแรกของการเจริญเติบโต และจะเป็นไปในลักษณะตรงกันข้ามถ้าการขาดน้ำเกิดขึ้นในระยะข้าวเริ่มสร้างรวงอ่อน ดอกข้าวบานและภายเมล็ดกำลังพัฒนาซึ่งจะมีผลกระทบมากที่สุดต่อผลผลิต ภายหลังข้าวสะสมแป้งในเมล็ดเต็มแล้วเกิดผลกระทบน้อยที่สุดและมีรายงานว่าข้าวจะได้รับผลกระทบจากการขาดน้ำมากที่สุดตั้งแต่ 20 วันก่อนการออกรวง และ 10 วันหลังการออกรวงและข้าวต้องการน้ำมากที่สุดในระยะนี้ด้วย และมีข้อมูลจากหลายแหล่งที่ยืนยันตรงกันว่าช่วงระยะเวลาวิกฤตของการขาดแคลนน้ำและช่วงเวลาที่ข้าวต้องการน้ำมากคือช่วงระยะเวลาเดียวกัน

การปฏิบัติในการจัดการน้ำให้สัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของข้าว ได้แบ่งออกเป็นระยะเวลาต่างๆ ดังนี้

- ระยะกล้า หรือระยะ 7-10 วันหลังหว่านข้าวใหม่ ข้าวมีความต้องการน้ำค่อนข้างน้อย มีความต้องการเพื่อการบังคับให้เมล็ดงอก ซึ่งในความเป็นจริงถ้าเมล็ดถูกแช่น้ำ การพัฒนาของรากข้าวจะมีผลกระทบจากการขาดออกซิเจนมากกว่า แต่การควบคุมระดับน้ำในนาในระยะแรกหลังข้าวงอกแล้วจะมีผลดีและส่งเสริมการใช้ปัจจัยการผลิตในด้านการจัดการผลิตด้านอื่นๆ เช่น กำจัดวัชพืช และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมี
- ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (เริ่มแตกกอ-แตกกอสูงสุด) ข้าวที่มีการแตกกอมาก ถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่นำไปสู่ผลผลิตสูง หลังจากปักดำควรให้น้ำในแปลงอย่างเพียงพอเพื่อช่วยให้รากข้าวเจริญเติบโตแผ่ขยายทั้งในแนวราบและแนวดิ่งภายหลังการพัฒนาของรากในระยะ

กล้า เพื่อช่วยให้ข้าวมีระบบรากแข็งแรง แตกกอได้ดี ในแปลงนามีน้ำค่อนข้างน้อยการเจริญของรากในแนวดิ่งจะมีมากกว่าในแปลงนาที่มีน้ำมากเกินไป ที่จะมีผลทำให้ข้าวจะมีลำต้นสูงและมีอัตราการแตกกอต่ำ ใบมีสีซีด อ่อนแอ ใบแปละน้ำ หักล้มได้ง่าย

- ระยะการเจริญเติบโตทางด้านพันธุ์ (สร้างรวงอ่อน - ออกดอกและสะสมน้ำหนักแห้งในเมล็ด) ระยะนี้เป็นช่วงที่ข้าวต้องการน้ำมาก และเป็นช่วงวิกฤตที่ข้าวจะขาดน้ำไม่ได้ และเกิดผลกระทบอย่างรุนแรงต่อผลผลิต เนื่องจากมีอัตราเมล็ดลีบสูงมาก (ม้านน้ำ) แต่ถ้าข้าวได้รับน้ำมากเกินไปในระยะข้าวตั้งท้องต้นข้าวจะอ่อนและหักล้มง่ายซึ่งมีผลต่อผลผลิตเช่นเดียวกันถ้าการหักล้มนั้นเกิดขึ้นในช่วงข้าวออกดอกและเมล็ดกำลังพัฒนา
- ระยะสุกแก่ (ก่อนการเก็บเกี่ยว 1-2 สัปดาห์) เมล็ดข้าวเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ข้าวไม่ต้องการน้ำการระบายน้ำออกจากแปลงนาก่อนการเก็บเกี่ยว 10-15 วัน จะช่วยเร่งให้ข้าวสุกแก่สม่ำเสมอและพื้นนาแห้งเหมาะสำหรับการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องจักร และทำให้มีอัตราการสูญเสียผลผลิตจากการเก็บเกี่ยวลดน้อยลง

ปริมาณน้ำมีข้าวต้องการในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต ทั้งหมด รวมทั้งน้ำที่ใช้ในการตกกล้า เตรียมดิน ปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว ขึ้นกับปัจจัยต่างๆหลายประการ ตั้งแต่ ฤดูกาลปลูก ชนิดของดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความลาดเทของพื้นที่ อัตราการสูญเสียน้ำ ความลึกของระดับน้ำใต้ดิน พื้นที่ปลูกข้าว ประสิทธิภาพการเก็บกักน้ำ ประเภทของข้าว ระยะการเจริญเติบโตของข้าว วิธีเตรียมดิน วิธีปลูก และการระบายน้ำ

- ปริมาณน้ำที่ข้าวต้องการสำหรับการตกกล้า มีความต้องการในการเตรียมแปลงกล้า 150-200 มิลลิเมตร และ ต้องการอีก 250-400 มิลลิเมตร สำหรับการหล่อเลี้ยงกล้านาน 20-30 วัน (กล้า 100 ตารางเมตรปักดำในพื้นที่ 1 ไร่)
- ปริมาณน้ำที่ต้องการสำหรับเตรียมแปลงปลูก มีความต้องการน้ำในการเตรียมดินประมาณ 250-350 มิลลิเมตร ขึ้นกับชนิดของดิน ความสามารถในการอุ้มน้ำ และประสิทธิภาพในการเก็บกักน้ำ น้ำช่วยให้ดินอ่อนตัวการปฏิบัติงานตามขั้นตอนของการเตรียมดินเป็นไปได้ง่าย
- ปริมาณน้ำที่ต้องการสำหรับหล่อเลี้ยงต้นข้าวตลอดฤดูปลูก ข้าวทั่วไปที่ปลูกในประเทศไทยจะมีช่วงการเจริญเติบโตประมาณตั้งแต่ 90-120 วัน และลดลง 10-20 วันสำหรับข้าวที่มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น ปริมาณการใช้น้ำขึ้นกับระดับน้ำที่ต้องการขังในนา การจัดการน้ำ ชนิดของดิน และการระเหยน้ำ โดยทั่วไปตลอดระยะการเจริญเติบโตของข้าวมีความต้องการน้ำ 800-1200 มิลลิเมตร (6-10 มิลลิเมตร/วัน) ปกติเกษตรกรจะขังน้ำ 10-15 เซนติเมตร ตลอดฤดูปลูกถ้าสามารถจัดการน้ำได้

ปัจจุบันเกษตรกรนิยมปลูกข้าวแบบปลูกเมล็ดโดยตรงเพื่อลดเวลา แรงงาน และต้นทุนการผลิต โดยเฉพาะพื้นที่นาชลประทานภาคกลาง เกษตรกรจะปลูกข้าวแบบหว่านน้ำตมเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งการปลูกข้าววิธีนี้ไม่จำเป็นต้องใช้น้ำสำหรับการตกกล้าและเตรียมแปลงกล้า ทำให้สามารถลดปริมาณการใช้น้ำใน

ส่วนนี้ลงไปได้ 400-600 มิลลิเมตร ซึ่ง ยงยศ (2537) ได้ให้ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำของข้าว (ETP) และการเตรียมแปลงปลูกสำหรับพันธุ์ข้าว อายุ 120 วัน ในนาดินเหนียว มีความต้องการน้ำประมาณ 1,075 มิลลิเมตร ในฤดูนาปรัง และ 920 มิลลิเมตร ในฤดูนาปี

4.3 วิธีการจัดการน้ำและประสิทธิภาพการใช้น้ำในนาข้าว

อุทัย (2541) และ ยงยศ (2537) กล่าวว่าการให้น้ำพืชทำได้หลายวิธี เช่นให้น้ำทางผิวดิน ใต้ดิน ฉีดฝอย และระบบน้ำหยด แต่ผู้ปลูกจะเลือกวิธีการจัดการน้ำแบบไหน หรือ อย่างไร ในแต่ละพืชก็มีข้อที่ผู้ปลูกควรพิจารณา และแต่ละวิธีก็มีข้อจำกัดแตกต่างกัน เพื่อให้ได้การจัดการน้ำวิธีที่เกิดประสิทธิภาพคุ้มค่ากับการลงทุนสูงที่สุด สำหรับประเทศไทย วิธีการจัดการน้ำที่ดีและปฏิบัติกันมากในเขตชลประทานที่ควบคุมน้ำได้คือวิธีการให้น้ำบนผิวดิน (surface irrigation) ซึ่งมีวิธีการให้น้ำแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ แบบท่วมผิวดินเป็นผืนใหญ่ (flooding) ที่นิยมใช้กับข้าวหรือพืชที่ทนทานน้ำท่วมขัง และวิธีการให้น้ำแบบท่วมเฉพาะร่อง (furrow) ที่นิยมใช้กับพืชไร่ พืชผัก หรือไม้ผล การให้น้ำบนผิวดินมีข้อดี คือ

- สามารถให้น้ำแก่พืชในระยะสั้นๆ ทำให้คล่องตัว โดยใช้เวลาเพียง 1-2 วัน กรณีที่พืชมีความต้องการน้ำมากเป็นพิเศษ
- ใช้ได้กับพืชทุกชนิด ลงทุนต่ำเนื่องจากน้ำไหลจากที่สูงลงที่ต่ำ ไม่ต้องอาศัยเครื่องมืออย่างอื่น ความเสียหายต่อพืชเกิดขึ้นได้ยาก

แต่พื้นที่ที่จัดการน้ำแบบนี้ต้องมีความราบเรียบสม่ำเสมอและลาดเท ขณะเดียวกันต้องมีแหล่งน้ำสมบูรณ์ บางพื้นที่มีปัญหาการระบายน้ำและใช้แรงงานในการจัดการค่อนข้างมาก สำหรับวิธีการให้น้ำในนาข้าวจะใช้การให้น้ำแบบท่วมผิวดินเป็นผืนใหญ่ (flooding) ซึ่งการให้น้ำแบบนี้ยังสามารถจำแนกวิธีการออกไปได้อีก 4 แบบคือ

- ให้น้ำแบบท่วมเป็นผืนยาว (grade broader) การให้น้ำวิธีนี้เป็นการให้น้ำท่วมผิวดินในแปลงที่มีคันดินล้อมรอบ มีความลาดเทจากหัวแปลงไปท้ายแปลง มีประสิทธิภาพการให้น้ำ สูง 60-85 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสำหรับข้าวและพืชที่ปลูกโดยไม่เตรียมดิน หรือปลูกโดยวิธีหว่านใช้ได้ดีกับดินทุกชนิดที่มีอัตราการซาบซึมน้ำค่อนข้างต่ำ แต่ไม่เหมาะกับดินทรายที่มีอัตราการซาบซึมน้ำสูง และมีความลาดเทไม่เกิน 0.5 เปอร์เซ็นต์
- การให้น้ำท่วมเป็นผืนราบ (level broader หรือ basin) เป็นวิธีการให้น้ำท่วมผิวดินในแปลงปลูกที่ราบเรียบมีคันดินล้อมรอบมีความลาดเทเล็กน้อย และใช้อัตราการให้น้ำสูงเพื่อให้ท่วมผิวดินอย่างรวดเร็วในระยะเวลาสั้นๆ โดยเปิดน้ำเข้าในแปลงด้านใดด้านหนึ่งหรือหลายด้านที่มีความลาดเทสูงกว่า บางครั้งเรียกการให้น้ำวิธีนี้ว่าท่วมเป็นอ่าง (basin) อัตราการให้น้ำแบบนี้ไม่ควรน้อยกว่า 2 เท่าของค่าเฉลี่ยอัตราการซาบซึมน้ำของดิน เหมาะกับดินที่มีอัตราการซาบซึมน้ำปานกลาง-ต่ำ (50 มิลลิเมตร/ชั่วโมง) ใช้ได้ดีกับการให้น้ำพืชทุกชนิดโดยเฉพาะข้าว มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูง 60-85 เปอร์เซ็นต์

- การให้น้ำเป็นผืนตามเส้นคอนทัวร์ (contour level) วิธีนี้ดัดแปลงมาจากแบบท่วมเป็นผืนราบ โดยเปลี่ยนแนวคันดินให้มาอยู่ตามแนวเส้นคอนทัวร์ พื้นที่ที่เหมาะสมกับการให้น้ำวิธีนี้ควรราบเรียบสม่ำเสมอมีความลาดเทไม่เกิน 0.5 เปอร์เซ็นต์ การให้น้ำในแปลงต้องอัตราสูงมากกว่าอัตราการซาบซึมน้ำของดิน พื้นที่ดินควรเป็นดินเนื้อละเอียดมีอัตราการซาบซึมเฉลี่ยไม่เกิน 4 มิลลิเมตร/วัน สำหรับข้าวที่มีน้ำขังตลอดเวลา
- การให้น้ำท่วมเป็นแนวเส้นคอนทัวร์ (contour ditch) เป็นวิธีการให้น้ำจากคูตามแนวเส้นขนานกับคอนทัวร์ การให้น้ำทำได้โดยการปิดกั้นคูส่งน้ำด้วยฝายหรืออาคารทดน้ำในนาให้น้ำในคูมีระดับสูงขึ้น น้ำก็จะไหลเข้าแปลงตามร่องเปิดหรือผ่านท่อไซฟอน การให้น้ำวิธีนี้เหมาะกับพืชทุกชนิดที่ปลูกแล้วไม่พรวนดิน และมีอัตราการซาบซึมน้ำต่ำมีความลาดเท 0.5-1.5 เปอร์เซ็นต์ และจัดว่าเป็นวิธีการให้น้ำที่มีประสิทธิภาพมากวิธีหนึ่ง

อย่างไรก็ดีการส่งน้ำในแปลงนา เกษตรกรจะเลือกใช้วิธีการใดขึ้นกับปริมาณน้ำ แหล่งน้ำที่มี สิ่งอำนวยความสะดวกด้านการชลประทาน เช่น คูส่งน้ำ อาคารทดน้ำ เหมืองฝายในไร่นา โดยพิจารณาลักษณะภูมิประเทศ คุณสมบัติการซาบซึมน้ำ เนื้อดิน การเตรียมดิน และวิธีการปลูก ร่วมด้วยเพื่อให้การให้น้ำเกิดประสิทธิภาพสูงและมีการสูญเสียน้ำน้อยที่สุด ในแปลงเกษตรกรทั่วไปที่อยู่ห่างจากคูส่งน้ำชลประทานส่วนใหญ่จะให้น้ำในนาข้าวแบบท่วมเป็นอ่าง โดยสูบเข้าจากคูส่งน้ำ หรือเหมืองฝายที่มีระดับน้ำต่ำกว่าพื้นที่แปลงเข้าขังในแปลงนาที่มีคันดินล้อมรอบจากด้านที่มีความลาดเทสูงกว่า ดังนั้น การควบคุมน้ำโดยไม่เกิดการรั่วไหลออกจากแปลงด้านข้างจึงเป็นเรื่องสำคัญ และไม่ทำให้ต้องสูบน้ำเข้าแปลงเพื่อรักษาระดับน้ำบ่อยครั้งเกินไปเป็นผลให้เสียค่าใช้จ่ายในการจัดการน้ำเพิ่มขึ้น ส่วนเกษตรกรที่อยู่ใกล้คูส่งน้ำชลประทานที่มีระดับน้ำสูงกว่าพื้นที่ การให้น้ำจะใช้วิธีการเปิดเข้าแปลงจากอาคารทดน้ำในไร่นา หรือผ่านท่อไซฟอน ซึ่งวิธีการนี้เกษตรกรจะได้รับความสะดวกในการจัดการน้ำ เนื่องจากไม่ต้องสูบ ประหยัดแรงงานและค่าใช้จ่ายด้านน้ำมันเชื้อเพลิง และพื้นที่ที่สามารถจัดการน้ำในนาได้ดีมักจะอยู่ในเขตจัดรูปที่ดินซึ่งมีเป็นจำนวนน้อย ส่วนใหญ่จะเป็นพวกแรก สำหรับการให้น้ำแบบท่วมเฉพาะร่อง (furrow) ซึ่งเป็นวิธีการให้น้ำบนผิวดินอีกวิธีหนึ่งเป็นวิธีการให้น้ำที่เหมาะสำหรับใช้กับการปลูกพืชไร่ พืชผักหรือไม้ผล จึงไม่ขอกล่าวถึง ณ ที่นี้

บทที่ 5

ระบบการจัดการน้ำในนาข้าวชลประทาน

5.1 ระบบการจัดการน้ำในนาข้าว

จากที่เคยกล่าวถึงแล้วในตอนต้น การปลูกข้าวในประเทศไทยมีวิธีการเขตกรรมปลูกข้าวแตกต่างกันไปตามลักษณะการใช้น้ำซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 นิเวศน์ คือใช้น้ำฝน และน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินหรือชลประทาน การปลูกข้าวในพื้นที่อาศัยน้ำฝน การควบคุมปริมาณน้ำ หรือจัดการน้ำในแปลงนาให้มีความสัมพันธ์กับช่วงอายุการเจริญเติบโตของข้าวผู้ปลูกข้าวในเขตใช้น้ำฝนจะต้องทราบและศึกษาสภาพภูมิอากาศ ในพื้นที่แต่ละแหล่งปลูกเป็นอย่างดีเพื่อจัดการปลูกภายใต้ความสัมพันธ์ของดิน น้ำ พืช เป็นไปอย่างใกล้ชิดมาก เพื่อให้การผลิตข้าวประสบความสำเร็จ ได้รับผลผลิตตามวัตถุประสงค์ต่อไป แต่ในบางปีที่เกษตรกรประสบปัญหาสภาพการแปรปรวนของฝน เช่นฝนตกน้อยหรือมากเกินไป หรือมีการกระจายตัวของฝนไม่สม่ำเสมอก็อาจส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของข้าวและมีผลทำให้ได้รับผลผลิตต่ำ แม้แต่ในเขตชลประทานในบางปีที่มีปริมาณน้ำต้นทุนน้อย การผลิตข้าวนาปรังที่อยู่ในเขตชลประทานย่อมได้รับผลกระทบ ลัดดาวัลย์ และคณะ (2544) รายงานว่าปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวนาชลประทานประมาณ 15 ล้านไร่ แต่มีเพียง 1.5 ล้านไร่ เท่านั้นที่มีศักยภาพได้รับน้ำชลประทานอย่างสมบูรณ์และไม่มีปัญหาการขาดแคลนน้ำในระหว่างฤดูปลูก ดังนั้น น้ำจึงเป็นปัจจัยการผลิตข้าวขั้นพื้นฐานสำคัญที่เกษตรกรจะต้องมีการจัดการน้ำสำหรับการปลูกข้าวในระดับเหมาะสมและมีประสิทธิภาพซึ่ง ทัศนีย์ (2543) , ดิเรก ( ) และ บริบูรณ์ (2540) ได้กล่าวถึงระบบการจัดการน้ำชลประทานในนาข้าวดังนี้

- การขังน้ำในนาตลอดฤดูปลูกระดับความลึก 2.5-7.5 เซนติเมตร (shallow continuous flooding) การขังน้ำแบบนี้ใช้ได้ดีกับพันธุ์ข้าวที่ได้รับการปรับปรุงใหม่ ผลการทดลองที่ IRRI พบว่าการขังน้ำระดับตื้นไม่ทำให้ผลผลิตข้าวแตกต่างกับการขังน้ำในระดับสูง ในช่วงระยะเวลาให้น้ำเท่าๆ กัน (85-90 วัน)และมีประสิทธิภาพการใช้น้ำ 1.02 กรัม/น้ำ 1 ลิตร
- การขังน้ำในนาตลอดฤดูปลูกระดับความลึก 15 เซนติเมตร (deep continuous flooding) การขังน้ำในระดับลึกให้ผลผลิตไม่แตกต่างกับการขังน้ำระดับตื้น บางครั้งผลผลิตข้าวจะลดลงหากมีระดับน้ำสูงมากเกินไปสำหรับข้าวบางพันธุ์ และเห็นได้ชัดเจนในพันธุ์ H-4 แต่ไม่แตกต่างกันในพันธุ์ IR8 (ตารางที่ 7) การเพิ่มระดับน้ำจะมีผลทำให้ข้าวมีลำต้นสูงขึ้นแตกกอลดลง ประสิทธิภาพการใช้น้ำมีค่าประมาณ 0.95 กรัม/น้ำ 1 ลิตร และมีปริมาณการใช้น้ำมากกว่าเนื่องจากการซึมลึก ซึมด้านข้างมากกว่าการขังน้ำระดับตื้น

ตารางที่ 7 อิทธิพลการจัดการน้ำ ต่อผลผลิต (กก./ไร่) ข้าวพันธุ์ IR8 และ H-4 (ฤดูฝน ค.ศ.1966)

กรรมวิธีการจัดการน้ำ	IR8	H-4
ขังน้ำระดับ 10 ซม.	816	256
ระบายน้ำกลางฤดู	848	384
ขังน้ำระดับ 25 ซม.	816	336
ใช้น้ำฝน	736	512

ที่มา : De Datta,1981

- การส่งน้ำในนาแบบไหลผ่าน (continuous flowing irrigation) การให้น้ำแบบนี้มีประโยชน์มากในเขตร้อนที่อุณหภูมิน้ำสูง การให้น้ำผ่านแปลงตลอดเวลาช่วยลดอุณหภูมิน้ำและดินได้ ขณะเดียวกันสามารถนำวิธีการนี้ไปใช้ในเขตหนาว แต่การปล่อยให้ดินอยู่ในสภาพ oxidized จะช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนให้แก่ดิน และให้ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกับการจัดการน้ำแบบขังตลอดฤดูปลูก แต่พบว่าการจัดการน้ำแบบนี้ใช้ปริมาณน้ำต่อฤดูปลูกมาก 458 เซนติเมตร และมีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำ 0.18 กรัม/น้ำ 1 ลิตร และจากการที่มีการปล่อยน้ำผ่านแปลงตลอดเวลาทำให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหารไปจากแปลงปลูกโดยการชะล้าง โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนสูญเสียไปถึง 0.8-1.6 กิโลกรัม/ไร่/ฤดูปลูก นอกจากนั้นสภาพเปียกสลับแห้งยังส่งเสริมการสูญหายของไนโตรเจนโดยขบวนการ Denitrification
- การให้น้ำแบบหมุนเวียน (rotational irrigation) เป็นการให้น้ำข้าวแบบเป็นรอบเวร สลับเป็นช่วง ๆ ระหว่างน้ำขังกับน้ำแห้ง โดยไม่จำเป็นต้องขังน้ำตลอดเวลา เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีน้ำแต่มีน้อย และต้องการสงวนน้ำไว้ใช้ในกิจกรรมอื่นในไร่นา และตลอดฤดูปริมาณการใช้น้ำมีค่อนข้างต่ำ 60-70 เซนติเมตร/ฤดูปลูกและมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูง ผลผลิตที่ได้รับไม่แตกต่างกับการขังน้ำตลอดฤดูปลูก (ตารางที่ 8) แต่วิธีการนี้ยังคงมีข้อจำกัดมาก เนื่องจากมีปัญหาวัชพืชรุนแรง และจำเป็นต้องใช้ประสบการณ์ในด้านการจัดการดิน ปุ๋ยและวัชพืชเป็นกรณีพิเศษ
- การระบายน้ำออกจากนากลางฤดูปลูก (mid-season soil drying) การจัดการน้ำแบบนี้ช่วยทำให้ดินนาอยู่ในสภาพ oxidized เพื่อประโยชน์ในการระบายสารพิษ และคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นในนาออกไป (ตารางที่ 9) และมีผลทำให้ธาตุอาหารบางชนิดถูก oxidized ไปเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของข้าว และนิยมปฏิบัติในนาเขตหนาวที่อัตราการย่อยสลายของอินทรียวัตถุต่ำ
- การทำนาน้ำฝน (rain fed) การจัดการน้ำในพื้นที่น้ำฝนไม่สามารถทำได้ เนื่องจากการตกของฝนอยู่นอกเหนือการควบคุม ทั้งระยะเวลาการตกและปริมาณการตก บางครั้งจึงพบว่ามีน้ำ

มากเกินไปหรือน้อยเกินไป การลดความเสียหายของผลผลิตกรณีน้ำฝนมีน้อยอาจทำได้โดยลดปริมาณการสูญเสียน้ำจากการซึมลง ไหลบ่า และใช้พันธุ์ข้าวให้มีอายุเหมาะสมสัมพันธ์กับปริมาณและการกระจายตัวของฝนในแต่ละพื้นที่ และควรมีคุณสมบัติความต้านทาน หรือทนทานความแห้งแล้ง และอย่างน้อยผู้ปลูกต้องรู้ข้อมูลค่าเฉลี่ยย้อนหลังการตกกระจายของฝนหลายๆ ปี และควรรู้ค่าปริมาณการระเหยน้ำจากผิวน้ำ และฤดูปลูกข้าวควรเริ่มในเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนไม่น้อยกว่าน้ำที่ระเหยไปจากผิวน้ำช่วงนั้น ส่วนในกรณีน้ำฝนมีมากผู้ปลูกควรรู้วิธีการที่จะระบายน้ำจากแปลงนาออกไปโดยเร็วที่สุดและในพื้นที่ที่ประสบปัญหาน้ำท่วมขังจะต้องเลือกพันธุ์ข้าวที่มีคุณสมบัติเจริญเติบโตในสภาพน้ำลึก หรือทนทานต่อภาวะน้ำท่วมและยืดลำต้นหนีน้ำได้ เพื่อไม่ก่อให้เกิดความสูญเสียต่อผลผลิต

ตารางที่ 8 อิทธิพลของการให้น้ำแบบหมุนเวียนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว 2 พันธุ์

ช่วงการให้น้ำ(วัน)	ความสูง (ซม.)	จำนวนต้น/กอ (ต้น)	น้ำหนักแห้ง (ก/กอ.)	ผลผลิต (กก/ไร่)
IR20 (116)				
4	102	18	53	1,152
6	97	18	47	1,136
8	98	17	49	1,088
10	92	12	37	896
IR480-5-9 (121)				
4	93	17	55	1,120
6	87	15	46	1,056
8	86	15	52	1,024
10	79	13	47	832

ตารางที่ 9 อิทธิพลการระบายน้ำกลางฤดูปลูกต่อการเปลี่ยนแปลง reduction product บางชนิด

reduction product	สภาพการขังน้ำ	สัปดาห์ที่ขังน้ำ					
		4	6	8	10	12	14
Organic acid (ml/l)	ขังน้ำ	3.7	6.3	8.4	10.8	11.3	10.7
	ขังน้ำ+ระบายภายใน	3.1	5.9	4.7	6.2	7.8	7.8
Reducting substances (mg/l)	ขังน้ำ	25	27	26	28	26	20
	ขังน้ำ+ระบายภายใน	18	20	17	14	14	11

ที่มา : ดัดแปลงจาก De Datta,1981

5.2 ข้อควรพิจารณาในการให้น้ำในนาข้าว

การพิจารณาส่งน้ำในนาข้าว ควรคำนึงถึงปริมาณความต้องการน้ำของข้าวแต่ละพันธุ์ โดยมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตและปริมาณน้ำที่มีอยู่ ดิเรก ( ) สรุปว่าระยะสำคัญที่ข้าวขาดน้ำและมีผลกระทบรุนแรงต่อผลผลิตมี 2 ระยะคือ ระยะปักดำใหม่ ช่วงข้าวตั้งตัว และระยะข้าวสร้างรวงอ่อน-หลังออกดอก 15 วัน อย่างน้อยควรให้น้ำให้ดินมีความชุ่มชื้น หรืออิ่มตัวด้วยน้ำ ไม่เช่นนั้นแล้ว เมล็ดข้าวจะฝ่อลีบ เนื่องจากการผสมเกสรไม่ติด ผลผลิตต่ำ (ภาพที่ 6) ดังนั้นการให้น้ำจึงต้องพิจารณาสิ่งต่างๆ ต่อไปนี้

- เมื่อมีน้ำพอเพียง ควรให้น้ำแบบขังตลอดในระดับ 3-5 เซนติเมตรในระยะปักดำ-ข้าวสร้างรวงอ่อน และ รักษาระดับน้ำ 5-8 เซนติเมตร ในระยะข้าวสร้างรวงอ่อน-เมล็ดข้าวสะสมน้ำหนักแห้งเต็มเมล็ด (ก่อนเก็บเกี่ยว 15 วัน)
- เมื่อมีน้ำแต่มีน้อย ควรให้น้ำในระดับดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ หรือให้น้ำหมุนเวียนเป็นช่วงให้ผืนนาแห้งเป็นระยะ ๆ การให้น้ำแบบนี้จะลดปริมาณการใช้น้ำได้มาก แต่เจริญเติบโตของข้าวจะเป็นไปโดยปกติหรือผลผลิตลดลงบ้าง ขึ้นกับการจัดการผลิตเนื่องจากจะมีปัญหาวัชพืชรุนแรงมากขึ้น
- เมื่อขาดน้ำอย่างรุนแรง ในระยะแรกควรให้น้ำน้อยที่สุดไม่ให้ข้าวตาย แต่ในระยะหลังข้าวสร้างรวงอ่อนให้น้ำในลักษณะดินชุ่มชื้น แต่ผลผลิตจะลดลงมากและมีปัญหาการแข่งขันของวัชพืชและการจัดการปุ๋ยเคมีไม่มีประสิทธิภาพ

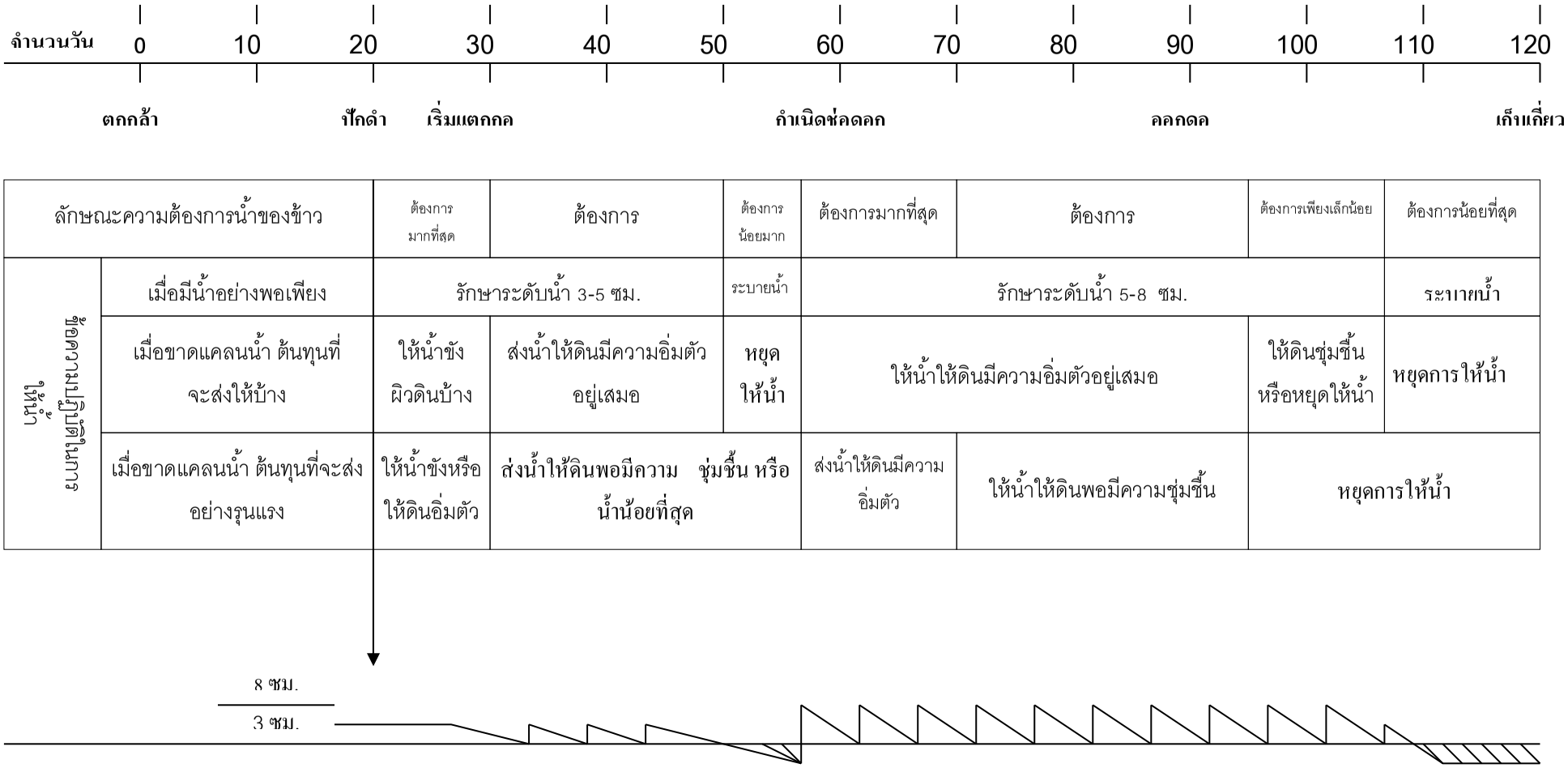
จากการรวบรวมผลงานค้นคว้าวิจัยการให้น้ำของข้าวแบบหมุนเวียนของกรมชลประทานระหว่างปี พ.ศ.2518-2526 สรุปได้ว่า การให้น้ำข้าวไม่จำเป็นที่จะต้องรักษาระดับน้ำในนาตลอดเวลา การให้น้ำแล้วปล่อยให้น้ำแห้งงวดลงโดยไม่ให้หน้าดินแห้งเกินไป (ความชื้นดินที่เป็นประโยชน์ 85%) แล้วให้น้ำรอบใหม่ไม่ทำให้ผลผลิตข้าวลดลงภายใต้การจัดการวัชพืชที่ดีพอ และยังช่วยประหยัดน้ำใช้และเวลาให้น้ำรวมทั้งค่าจ้างแรงงานได้ด้วย (ยงยศ และ ลดาวัลย์ ,2530)

5.3 คำแนะนำการจัดการน้ำชลประทานในนาข้าว

สถาบันวิจัยข้าว และ FAO (2546) ได้ให้คำแนะนำเป็นคู่มือในด้านการจัดการน้ำอย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับประสิทธิภาพการใช้ปัจจัยการผลิตข้าวนาชลประทานที่ส่วนใหญ่ปลูกข้าวโดยวิธีการหว่านน้ำตม โดยมีสาระสำคัญดังนี้

การจัดการน้ำในพื้นที่ปลูกข้าว เป็นการจัดการให้สภาพพื้นที่ปลูกข้าวมีระดับน้ำหรือปริมาณความชื้นที่เหมาะสม รวมทั้งการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากความแปรปรวนสภาพดินฟ้าอากาศตามธรรมชาติในระหว่างฤดูปลูก ทั้งภาวะแล้ง และน้ำท่วมขัง นอกจากการปรับปรุงความชื้นในดิน การจัดการด้านอื่นๆ ก็มีส่วนสำคัญ และมีผลช่วยบรรเทาปัญหาที่เกิดขึ้นได้มาก

ภาพที่ 6 ปริมาณความต้องการน้ำ และวิธีการให้น้ำข้าวที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 120 วัน (ปลูกโดยวิธีปักดำ)



ที่มา : ดิเรก ทองอร่าม ( ) ฝ่ายเกษตรชลประทาน กรมชลประทาน

- การปรับปรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ หรือปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ ช่วยปรับปรุงโครงสร้างดินทางกายภาพให้สามารถอุ้มน้ำรักษาความชื้นได้มากขึ้น กรณีประสบภาวะแล้ง
- ใช้พันธุ์ข้าวที่มีคุณสมบัติทนทานต่อความแห้งแล้ง หรือมีชีวิตรอดได้ในสภาพน้ำท่วม
- ปรับระยะเวลาปลูก วิธีการปลูก การเตรียมดินให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ และสิ่งแวดล้อม
- ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพที่ข้าวสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ในชั้นดินระดับลึกกรณีแล้ง หรือกระตุ้นการเจริญเติบโตของรากใหม่ ฟื้นฟูลำต้นภายหลังน้ำท่วม

ระดับน้ำที่เหมาะสมในระยะต่างๆของการเจริญเติบโตของข้าวที่ปลูกโดยวิธีการหว่านน้ำตม และเป็นพื้นที่ที่ไม่มีปัญหาการขาดแคลนน้ำในระหว่างฤดูปลูก นิยมรักษาระดับน้ำในนาแบบขังตลอดฤดูปลูกในระดับลึก (deep continuous flooding)

- ระยะกล้า หลังหว่านข้าวระบายน้ำออกจากแปลงให้ดินแห้ง เมื่อข้าวงอกแล้ว 1-2 สัปดาห์ ระบายน้ำเข้าระดับสูง 3-5 เซนติเมตร ไม่ท่วมคอข้าว
- ระยะข้าวแตกกอ เพิ่มระดับน้ำสูงขึ้น 5-10 เซนติเมตร ซึ่งทำให้ข้าวสามารถแตกกอได้ดีและมีลำต้นไม่สูงเกินไป
- ระยะข้าวเริ่มสร้างรวงอ่อน – ออกดอก เพิ่มระดับน้ำประมาณ 10-20 เซนติเมตรเนื่องจากระยะนี้เป็นช่วงที่ข้าวต้องการปริมาณน้ำใช้มากกว่าช่วงระยะเวลาอื่นๆ
- ระยะหลังข้าวออกดอก ควรรักษาระดับน้ำ 10-20 เซนติเมตร จนกระทั่งข้าวออกดอกแล้ว 15-20 วัน หลังจากนั้นปล่อยน้ำแห้งจากแปลงเพื่อเร่งการสุกแก่ และพื้นนาแห้งสะดวกในการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องจักร

5.4 การใช้ปัจจัยการผลิตให้สอดคล้องกับการจัดการน้ำ

- การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช
  1. การควบคุมวัชพืชก่อนวัชพืชงอก (pre-emergence) จะต้องให้น้ำเข้าแปลงตั้งแต่ข้าวเริ่มตั้งหน่อ (12 วันหลังหว่าน) รักษาระดับน้ำคลุมผิวดิน แล้วหว่านสารเคมี เหมาะกับพื้นที่ที่มีความราบเรียบสม่ำเสมอ
  2. การกำจัดวัชพืชหลังวัชพืชงอก(post-emergence) หลังหว่านข้าวต้องปล่อยให้ดินแห้งสนิท (15 -20วันหลังหว่าน) หลังวัชพืชงอกแล้วมีใบ 2-3 ใบ ฉีดพ่นสารเคมีฆ่าวัชพืช หลังจากนั้น 3 วัน เมื่อวัชพืชตาย เริ่มให้น้ำเข้านาสูง 5 เซนติเมตรและค่อยๆเพิ่มระดับน้ำ เหมาะกับพื้นที่ที่เตรียมดินไม่ดี ไม่ราบเรียบสม่ำเสมอ
- การใส่ปุ๋ยเคมี ตลอดฤดูปลูกใส่ปุ๋ยเคมีในนาข้าว 2-3 ครั้ง ในระยะข้าวเริ่มแตกกอ และระยะข้าวเริ่มสร้างรวงอ่อน การใส่ปุ๋ยเคมีที่มีประสิทธิภาพควรจัดการน้ำดังนี้

1. ก่อนการใส่ปุ๋ยครั้งแรก (20-25 วันหลังหว่าน) ควรให้น้ำขังในนาก่อนการใส่ปุ๋ย 3 วันเป็นอย่างน้อย เพื่อให้บริเวณรอยต่อระหว่างดินกับน้ำมีอากาศเหลืออยู่น้อยที่สุด ลดการสูญเสียปุ๋ยไนโตรเจนจากขบวนการทางชีวภาพลงได้
2. การใส่ปุ๋ยเคมีทุกครั้งต้องลดระดับน้ำลงเหลือน้อย 3-5 เซนติเมตร (คลุมผิวดิน) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย และคงรักษาระดับน้ำอย่างน้อย 7 วันแต่อย่าปล่อยให้ดินแห้ง หลังการใส่ปุ๋ยแล้วจึงเพิ่มระดับน้ำให้สูงขึ้น
3. ตรวจดูการรั่วซึมของคันนาเพื่อเพิ่มความสามารถในการเก็บรักษาระดับน้ำ

5.5 พฤติกรรมการจัดการน้ำเพื่อปลูกข้าวนาชลประทานของเกษตรกรภาคกลาง

กรมควบคุมมลพิษ (2543) ได้ศึกษาการจัดการผลิตข้าวนาชลประทานของเกษตรกรในเขตพื้นที่รับน้ำโครงการเจ้าพระยาใหญ่ด้านตะวันตก (ลุ่มน้ำท่าจีน) พื้นที่ 4 จังหวัด คือ จังหวัดชัยนาท จังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดนครปฐม และจังหวัดสมุทรสงคราม จากข้อมูลการสัมภาษณ์เกษตรกรที่ทำนาชลประทานในพื้นที่ดังกล่าวจำนวน 400 ราย ในด้านการจัดการน้ำ เนื่องจากพื้นที่ทำนาอยู่ในเขตชลประทานสมบูรณ์ เกษตรกรมีพฤติกรรมใช้น้ำสิ้นเปลือง ฤดูกาลผลิตถูกกำหนดโดยน้ำในคลองชลประทาน ในปีหนึ่งๆ เกษตรกรสามารถทำนาได้อย่างน้อย 2 ครั้งหรือมากกว่าโดยปลูกข้าวแบบหว่านน้ำตมโดยใช้ข้าวพันธุ์ผสมไม่ไวต่อช่วงแสงที่มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้นระหว่าง 100-110 วัน และเตรียมดินแบบหยาบๆรีบเร่ง ซึ่งสามารถวิเคราะห์การจัดการน้ำในแต่ละช่วงดังนี้

- ช่วงก่อนการเตรียมดินครั้งแรก เกษตรกรทุกรายเตรียมดินแบบเปียกที่ต้องทดน้ำเข้านาหลังการเผาฟาง ก่อนการเตรียมดินครั้งแรก เกษตรกร้อยละ 54 ขังน้ำไว้ในนาเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ร้อยละ 35 ขังน้ำในนา 1 สัปดาห์ และร้อยละ 11 ขังน้ำไว้ 3 สัปดาห์ แล้วจึงไถดะ
- การแช่ขังน้ำในกระทงนาก่อนการคราดทำเทือก เกษตรกร้อยละ 85.25 หลังการไถดะแช่ขังน้ำในกระทงนาสูง 10-15 เซนติเมตร 10.25 เปอร์เซ็นต์ ของเกษตรกรขังน้ำในกระทงนาสูง 16-20 เซนติเมตรและมีเพียงร้อยละ 4.50 ที่ขังน้ำในกระทงนาสูงน้อยกว่า 10 เซนติเมตร โดยเฉลี่ยเกษตรกรขังน้ำในกระทงนาสูง 12.61 เซนติเมตรหลังการเตรียมดินครั้งแรก
- หลังการหว่านข้าว เกษตรกรทุกรายระบายน้ำทิ้งจากแปลงเพื่อให้เมล็ดข้าวงอกสม่ำเสมอ และส่งน้ำขังแปลงหลังการฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดวัชพืช เกษตรกรส่วนใหญ่ 94.25 รักษาระดับน้ำสูง 3-5 เซนติเมตร ร้อยละ 5.75 รักษาระดับน้ำ 1-2 เซนติเมตร
- ในระยะข้าวแตกกอ แตกกอสูงสุด ถึงข้าวเริ่มสุกแก่ เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 84.5 ระบายน้ำเข้าในแปลงสูง 6-10 เซนติเมตร ส่วนที่เหลือร้อยละ 11.0 และ 4.5 ระบายน้ำเพิ่มในนาสูง11-20 และ 3-5 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยเฉลี่ยในระยะข้าวแตกกอจนกระทั่งข้าวเริ่มสุกแก่ เกษตรกรรักษาระดับน้ำสูง 9.30 เซนติเมตร ตลอดฤดูปลูก
- ในระยะข้าวสุกแก่ เกษตรกรทุกรายระบายน้ำทิ้งจากแปลงถ้าสามารถจัดการระบายน้ำได้

อัจฉรา และคณะ (2540) ได้ศึกษาข้อมูลการจัดการน้ำของเกษตรกร กรณีตัวอย่าง โดยได้ศึกษาและวิเคราะห์การจัดการผลิตข้าวนาชลประทาน ในฤดูนาปรังของเกษตรกร ชื่อ นายจำรัส กิจไพบูลย์ เกษตรกรทำนาหมู่ 1 บ้านไร่รถ ตำบลไร่รถ อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี พบว่า พื้นที่นาของนายจำรัส กิจไพบูลย์ อยู่ในพื้นที่ส่งน้ำของโครงการชลประทานสามชุก (สามชุก-ตลิ่งชัน) จัดการน้ำในนาโดยการสูบจากคูส่งขึ้นขังท่วมในแปลงนาที่มีคันนาล้อมรอบเป็นอ่าง (basin) หลังการหว่านข้าวแล้วปล่อยพื้นนาแห้ง หลังจากนั้น 20 วันจะสูบน้ำเข้านาและค่อยๆเพิ่มระดับน้ำสูงมากขึ้น โดยรักษาระดับน้ำคงที่ประมาณ 15-20 เซนติเมตร ตลอดฤดูปลูก และจะลดระดับน้ำลงบ้างเมื่อทำการใส่ปุ๋ยเคมี และเนื่องด้วยดินนาของนายจำรัส เป็นดินเหนียว ลุ่ม ตลอดฤดูปลูก นายจำรัส สูบน้ำเข้านาเพื่อรักษาระดับน้ำ 5 ครั้ง ไม่รวมการสูบน้ำช่วงเตรียมดิน แต่ละครั้งสูบน้ำนาน 24 ชั่วโมง โดยพิจารณาสูบน้ำเมื่อระดับน้ำในนาแห้งมาก และจะลดระดับน้ำลงจนแห้งก่อนการเก็บเกี่ยว 10-15 วัน ถ้าทำได้ ซึ่งผลการศึกษาการจัดการน้ำของนายจำรัส กิจไพบูลย์ ค่อนข้างเป็นไปตามคำแนะนำเรื่องการจัดการน้ำในนาข้าว และไม่ประสบปัญหาขาดแคลนน้ำในระหว่างฤดูปลูก และมีการประยุกต์การจัดการน้ำในช่วงการหว่านข้าวใหม่ที่มีปัญหาดินไม่ราบเรียบสม่ำเสมอ และมีขั้นตอนการเตรียมดินหยาบและรีบเร่งได้อย่างเหมาะสม

บทที่ 6

การจัดการน้ำอย่างประหยัดเพื่อปลูกข้าว

6.1 แนวทางการปลูกข้าวนาชลประทานโดยใช้น้ำอย่างประหยัด

น้ำชลประทานเป็นปัจจัยขั้นพื้นฐานสำคัญในการผลิตข้าว เพื่อให้ผลผลิตข้าวของเกษตรกรมีเสถียรภาพสม่ำเสมอ โดยเฉพาะการผลิตข้าวฤดูนาปรังในเขตพื้นที่ลุ่มภาคกลาง ที่มีความต้องการน้ำชลประทานเสริมเกือบทั้งหมด และแม้ว่ารัฐบาลได้ลงทุนก่อสร้างโครงการชลประทาน พัฒนาแหล่งน้ำในพื้นที่ต่างๆ เพิ่มขึ้น แต่ปริมาณน้ำที่เก็บกักได้ก็ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของเกษตรกร และมีแนวโน้มขาดแคลนในบางปีที่มีสภาวะอากาศแปรปรวนปริมาณน้ำต้นทุนเก็บไว้ได้น้อย และนอกจากนั้นยังมีความจำเป็นต้องใช้น้ำไปในกิจกรรมอื่นๆ ที่นอกเหนือจากการเกษตร เช่น การประปา การอุตสาหกรรม การผลิตไฟฟ้า ตลอดจนใช้ผลักดันน้ำเค็มที่ลุกล้ำเข้ามาในฤดูแล้ง

สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขต 5 (2544) ได้วิเคราะห์พื้นที่ปลูกข้าวนาชลประทานภาคกลาง 19 จังหวัด ในปีเพาะปลูก พ.ศ. 2541/2542 (ภาพที่ 7) พบว่ามีพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังรวม 3,463,482 ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 706 กิโลกรัม/ไร่ ส่วนในฤดูนาปีมีพื้นที่นอกเขตชลประทานที่อาศัยน้ำฝนเพิ่มขึ้นมีพื้นที่ปลูกรวมเป็น 9,838,317 ไร่ และมีผลผลิตเฉลี่ย 522 กิโลกรัม/ไร่ จากข้อมูลดังกล่าวเห็นได้ชัดเจนว่าผลผลิตข้าวในฤดูนาปรังให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าฤดูนาปี ซึ่งรวมพื้นที่นอกเขตชลประทานที่ไม่มีศักยภาพ ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า น้ำชลประทานคือปัจจัยสำคัญสำหรับการผลิตข้าวภาคกลาง และเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดฤดูกาลผลิต หากเกษตรกรที่เก็บเกี่ยวข้าวเสร็จสิ้น และพบว่ามีน้ำชลประทานในระบบมากพอ ก็จะทำนาในฤดูกาลต่อเนื่องทันที ปัจจุบันเกษตรกรที่ทำนาเขตชลประทานภาคกลางจะผลิตข้าวได้มากกว่าปีละ 2 ครั้ง บางปี 3 ครั้ง ทำให้มีรอบการผลิตค่อนข้างเร็วและไม่เป็นฤดูกาล ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาหลายประการในขบวนการจัดการผลิตข้าวนาชลประทาน รวมทั้งเรื่องการจัดสรรและจัดการน้ำชลประทาน ที่ไม่เพียงพอตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

ลัดดาวัลย์ และคณะ (2544) กล่าวว่าประเทศไทยมีพื้นที่ที่อยู่ในเขตส่งน้ำชลประทาน 15 ล้านไร่ แต่มีเพียง 1.5 ล้านไร่เท่านั้นที่รับน้ำได้ดี พื้นที่ส่วนที่เหลือมักประสบปัญหาขาดแคลนน้ำทำนาโดยเฉพาะบางปีที่ประสบสภาวะฝนแล้ง กรณีนี้รัฐบาลมีนโยบายแก้ไขปัญหาโดยส่งเสริมให้เกษตรกรที่มีปัญหาขาดแคลนน้ำทำนาปรังหันไปปลูกพืชอื่นทดแทน แต่ก็ไม่ค่อยได้รับการตอบสนองจากเกษตรกรต่อแนวทางการแก้ไขปัญหาของรัฐบาล เกษตรกรที่พอจะมีแหล่งน้ำในพื้นที่หรือไม่ไกลจากพื้นที่ก็จะใช้ความพยายามทุก ๆ ทางเพื่อให้ได้น้ำมาใช้หล่อเลี้ยงต้นข้าวแม้ว่าจะต้องลงทุนสูงขึ้น นอกจากนั้นแล้ว ดินนาที่มีสภาพเป็นดินเหนียวก็ไม่มีความเหมาะสมหากจะนำไปใช้ประโยชน์เพื่อปลูกพืชชนิดอื่นที่ไม่ใช่ข้าว รวมทั้งผลตอบแทนด้านรายได้ยังไม่เด่นชัดเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวที่เกษตรกรมีความคุ้นเคย ก็เป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้เกษตรกรยังคงผลิตข้าวนาปรังต่อไป แม้ว่าจะต้องประสบสภาวะเสี่ยงต่อการขาดน้ำในระหว่างกลางฤดูปลูกก็ตาม ดังนั้น การใช้แนวทางการจัดการน้ำอย่างประหยัดเพื่อการผลิตข้าวนาปรังจึงเป็นวิธีการหนึ่งซึ่ง

อาจนำมาใช้สำหรับแนะนำเกษตรกรในการจัดการน้ำ โดยลดปริมาณน้ำใช้ในการผลิตข้าวลงอย่างน้อย 30 เปอร์เซ็นต์ โดยหลักการลดระยะเวลาการเก็บกักน้ำไว้ในกระทงนาให้เหลือน้อยที่สุด โดยพิจารณาถึงความสัมพันธ์ของการใช้น้ำและการเจริญเติบโตของข้าวและให้มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตข้าวน้อยที่สุดเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากสำหรับการผลิตข้าวในเขตชลประทานที่มีปัญหาขาดแคลนน้ำ หรือในพื้นที่ที่มีน้ำแต่มีน้อยได้เป็นอย่างดี

6.2 รูปแบบของการจัดการน้ำในนาข้าวอย่างประหยัด

โดยหลักการจัดการน้ำทั่วไปที่กล่าวถึงวิธีการจัดการน้ำในนาข้าวซึ่งเป็นพืช semi-aquatic plant จะเป็นแบบขังน้ำต่อเนื่อง (continuous flooding) หรือขังตลอดฤดูปลูกซึ่งทำได้ทั้งในแบบของการขังน้ำในระดับลึก (deep continuous flooding) และระดับตื้นลึก (shallow continuous flooding) ซึ่งใช้น้ำต่อฤดูปลูกมาก (ทัศนีย์,2543) แต่วิธีการจัดการน้ำที่สามารถจะประหยัดน้ำชลประทานได้ จะต้องใช้วิธีการขังน้ำแบบไม่ต่อเนื่อง (intermittent flooding) หรือแบบให้น้ำหมุนเวียนโดยการให้น้ำสลับน้ำขังกับน้ำแห้งเป็นรอบเวรลดระยะเวลาการขังน้ำในนา ยงยศ และ ลดาวัลย์ (2530) รายงานว่า จากการรวบรวมผลการค้นคว้าวิจัยการใช้น้ำชลประทานแบบหมุนเวียนของฝ่ายวิจัยการใช้น้ำ กรมชลประทาน สรุปได้ว่า การให้น้ำในนาข้าวไม่จำเป็นต้องขังน้ำในนาตลอดเวลา โดยให้น้ำรักษาระดับความชื้นที่เป็นประโยชน์ 85 % (available water) แล้วให้น้ำรอบใหม่ไม่ทำให้ผลผลิตข้าวลดลงถ้ามีการจัดการวัชพืชดีพอ และให้คำแนะนำว่าในพื้นที่ที่มีน้ำแต่มีน้อย ควรจัดการน้ำในระดับดินอิ่มตัวด้วยน้ำ หรือให้น้ำสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง ซึ่งสามารถลดปริมาณน้ำใช้ลงไปได้มาก และไม่มีผลกระทบต่อผลผลิต ส่วนในพื้นที่ที่ขาดน้ำอย่างรุนแรงในระยะแรกควรให้น้ำน้อยที่สุดเพื่อไม่ให้ข้าวตาย และให้น้ำในระดับดินชื้นในระยะข้าวสร้างรวงอ่อน แต่ผลผลิตข้าวจะต่ำ สำหรับรูปแบบการจัดการน้ำอย่างประหยัดในลักษณะการขังน้ำไม่ต่อเนื่องที่เหมาะสมสำหรับการผลิตข้าวในภาคกลางที่มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียวอุ้มน้ำได้ดีและมีระดับน้ำใต้ดินค่อนข้างตื้น ควรใช้รูปแบบการจัดการน้ำรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งใน 2 รูปแบบดังนี้

- **รูปแบบที่** 1 การจัดการน้ำแบบให้น้ำสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง เป็นการจัดการน้ำโดยรักษาความชื้นดินในระหว่างความชื้นในสนาม (field capacity) กับจุดเหี่ยว (wilting point) มีน้ำอยู่ในช่องว่างขนาดเล็กซึ่งเป็นระดับความชื้นที่เป็นประโยชน์ และมีสภาพ Oxidation สลับกับสภาพ Reduction แต่การจัดการแบบนี้ ใช้ปริมาณน้ำมากกว่าการจัดการน้ำแบบอื่น ๆ แต่ให้น้ำในนาน้อยครั้งกว่า
- **รูปแบบที่** 2 การจัดการน้ำแบบดินอิ่มตัวด้วยน้ำ เป็นแนวทางการจัดการน้ำอย่างประหยัดโดยรักษาความชื้นดินในระดับดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ และมีน้ำอยู่เต็มในทุกช่องว่างของดิน ซึ่งดินสามารถรักษาสภาพ Reduction ได้ใกล้เคียงกับการขังน้ำตลอดฤดูปลูก การจัดการน้ำแบบนี้ใช้ปริมาณน้ำค่อนข้างน้อยแต่ต้องให้น้ำบ่อยครั้ง

6.3 ปริมาณน้ำและวิธีการจัดการน้ำอย่างประหยัดในฤดูนาปรัง

สุรพล และคณะ (2546) ได้ดำเนินการวิจัยการจัดการน้ำเพื่อผลิตข้าวนาปรังพันธุ์ผสมไม่ไวต่อช่วงแสงที่เกษตรกรนิยมปลูกในปัจจุบัน อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 110 วัน ด้วยวิธีการจัดการน้ำอย่างประหยัด 2 รูปแบบ ตามที่กล่าวมาแล้ว ในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2546 (ฤดูนาปรัง) ซึ่งมีวิธีการจัดการน้ำในแต่ละรูปแบบดังนี้

- **รูปแบบการจัดการน้ำแบบสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง** เป็นการควบคุมระดับน้ำโดยให้น้ำเป็นรอบเวรในช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ จนกระทั่งข้าวเริ่มกำเนิดช่อดอก ซึ่งเป็นช่วงระยะเวลาวิกฤตน้ำ ควบคุมน้ำในนาแบบขังตลอดและปล่อยน้ำแห้งจากแปลงในระยะ 10 วันก่อนการเก็บเกี่ยวซึ่งวิธีการนี้สามารถลดปริมาณการใช้น้ำต่อฤดูปลูกได้ประมาณ 10-15 เปอร์เซ็นต์
- **รูปแบบการจัดการน้ำแบบดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ** เป็นการควบคุมระดับน้ำในนาแบบขังแฉะตลอดฤดูปลูก โดยเริ่มรักษาระดับน้ำตั้งแต่หลังข้าวงอกแล้ว 20 วัน จนกระทั่ง 10 วันก่อนการเก็บเกี่ยวข้าว งดให้น้ำ ซึ่งวิธีการนี้สามารถลดปริมาณการใช้น้ำต่อฤดูปลูกได้ประมาณ 40-48 เปอร์เซ็นต์

การวิจัยเพื่อศึกษาการจัดการน้ำอย่างประหยัดเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกร ได้ปรับเปลี่ยนวิธีการปลูกและเตรียมดินเพื่อให้มีการประหยัดน้ำมากขึ้น โดยใช้วิธีการปลูกเมล็ดโดยตรงแบบหว่านข้าวแห้งหรือหว่านข้าวงอกบนดินที่เตรียมแห้ง และปรับสภาพให้มีความราบเรียบสม่ำเสมอ มีความลาดเท 0.5-1.5 เปอร์เซ็นต์หลังหว่านข้าวแล้วคราดกลบ การให้น้ำครั้งแรกเพื่อบังคับให้เมล็ดงอก ทุกรูปแบบของการจัดการน้ำอย่างประหยัดดำเนินการให้น้ำทางผิวดิน (surface irrigation) บนพื้นที่นาที่มีคันนาล้อมรอบ (basin) ให้น้ำท่วมผิวดินจากบริเวณที่มีความลาดเทสูงสู่บริเวณที่ที่มีความลาดเทต่ำกว่าจนพื้นที่ถูกปกคลุมด้วยน้ำทั้งหมด

6.4 การวัดปริมาณการใช้น้ำ

อุทัย (2541) รายงานว่าการวัดปริมาณน้ำที่ให้ในนาทำได้หลายวิธี อาทิ ใช้รางวัดน้ำแบบพาร์แชลหรือใช้ฝายวัดน้ำแบบสามเหลี่ยม แต่วิธีการที่ทำได้ง่ายคือวัดปริมาณน้ำจากอัตราการไหลของน้ำจากเครื่องสูบน้ำหรือท่อไซฟอน โดยการกำหนดเวลาให้น้ำผ่านท่อสูบน้ำหรือท่อไซฟอนลงในภาชนะที่ทราบปริมาตรจนกระทั่งน้ำเต็มภาชนะว่าใช้เวลาเท่าไร หลังจากนั้นเมื่อเราต้องการทราบปริมาณน้ำที่จะให้แก่ข้าวก็สามารถคำนวณระยะเวลาให้น้ำได้ โดยมีองค์ประกอบของข้อมูลที่ต้องทราบ 2 ส่วนคือ ขนาดท่อและความยาวของท่อซึ่งมีผลต่ออัตราการไหลของน้ำผ่านท่อ โดยที่ท่อที่มีขนาดใหญ่ใช้เวลาน้อยกว่าท่อที่มีขนาดเล็กและท่อที่มีความยาวอัตราการไหลของน้ำก็จะช้ากว่าท่อที่สั้นกว่า

6.5 ตัวอย่างการคำนวณปริมาณน้ำที่ให้ลงแปลงโดยใช้เครื่องสูบน้ำ

จากการวัดน้ำเข้าแปลงปลูกข้าว โดยใช้ท่อสูบน้ำขนาด 2 นิ้ว วัดน้ำเข้าแปลงปลูกสูง 5 เซนติเมตร ในพื้นที่ 1 ไร่ จากการทดสอบปริมาณน้ำผ่านท่อขนาดดังกล่าวในภาชนะที่มีปริมาตร 200 ลิตรใช้เวลา 1 นาที 30 วินาที จะต้องให้น้ำเป็นระยะเวลาเท่าไร

<u>วิธีคำนวณ</u>

1.คำนวณหาปริมาณน้ำชลประทานที่ให้แก่ข้าวในพื้นที่ 1 ไร่ = 5 ซม.

= 5/100x1,600 ลบ.ม.

= 80 ลบ.ม.

80 x1,000 = 80,000 ลิตร

2.คำนวณหาอัตราการไหลของน้ำจากเครื่องสูบน้ำขนาด 2 นิ้ว = 200/90 วินาที

= 2.222 ลิตร/วินาที

2.222x60 = 133.33 ลิตร/นาที

3.คำนวณหาระยะเวลาที่ให้น้ำแต่ละครั้ง พื้นที่ 1 ไร่ ให้น้ำสูง 5 ซม.ท่อสูบน้ำขนาด 2 นิ้ว

= 80,000/133.33 นาที

= 600 นาที

600/60 = 10 ชั่วโมง

* ดังนั้นถ้าต้องการน้ำลงแปลงพื้นที่ 1 ไร่ สูง 5 ซม.โดยใช้เครื่องสูบน้ำขนาด 2 นิ้วใช้เวลา 10 ซม.

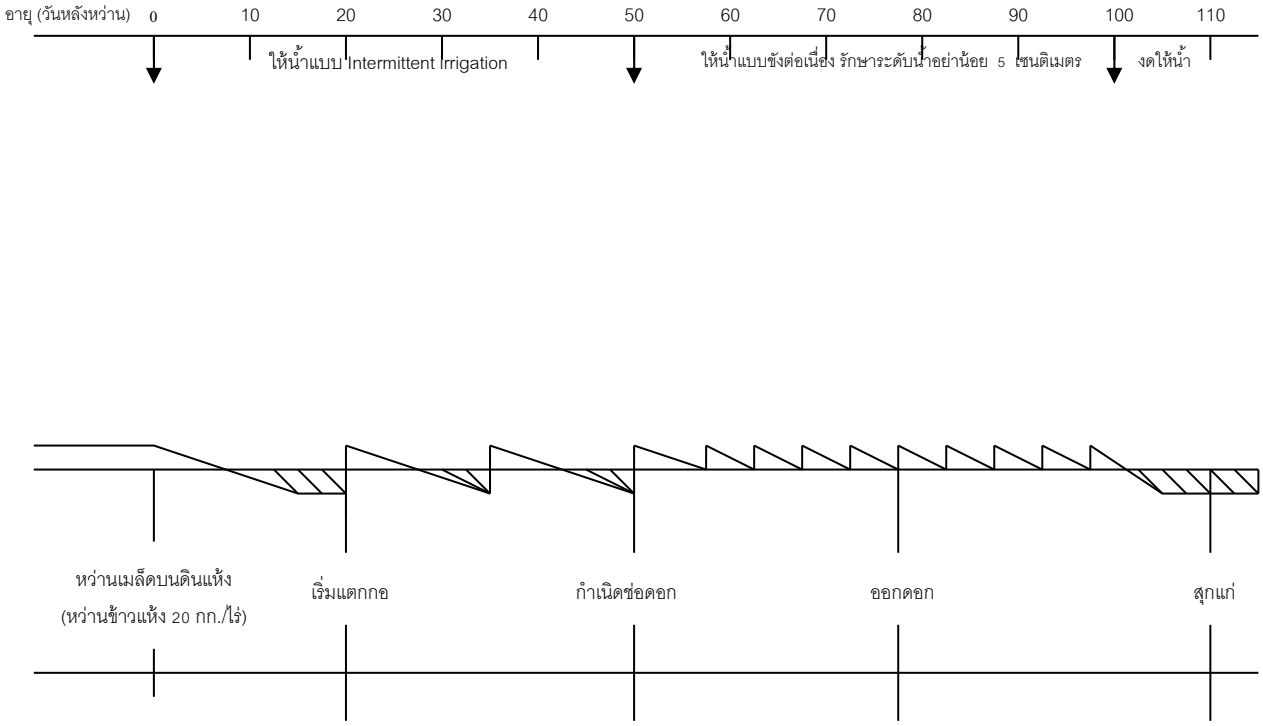
สำหรับการให้น้ำลงแปลงโดยให้น้ำผ่านท่อไซฟอนก็ใช้หลักการเดียวกันแต่มีองค์ประกอบในการคำนวณเพิ่มเติมคือจำนวนท่อไซฟอนที่ใช้ต่อเวลาที่ทดน้ำผ่านท่อ

6.6 วิธีการให้น้ำลงในแปลงนา

จากการทดลองปลูกข้าวนาปรังโดยวิธีการใช้น้ำอย่างประหยัด 2 วิธีการ ซึ่งดำเนินการในพื้นที่วิจัยของศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี ในระหว่างฤดูนาปรัง พ.ศ.2544-2546 ให้น้ำจากพื้นที่ที่มีความลาดเทสูงจากคูส่งน้ำตามแนวเส้นขอบเนิน (contour ditch method) ซึ่งเป็นการให้น้ำทางผิวดินแบบที่มีการควบคุม โดยน้ำที่ถูกส่งมาจากแหล่งน้ำ ปิดกั้นคูส่งน้ำด้วยอาคารทดน้ำจนน้ำในคูมีระดับสูงกว่าพื้นที่ในกระทงนา และทดน้ำลงในแปลงด้วยท่อไซฟอนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ยาว 3.5 เมตร ไหลลงในแปลงจนปกคลุมพื้นที่นาทั้งหมดภายในระยะเวลาสั้น ๆ ในการให้น้ำครั้งแรกเพื่อบังคับให้เมล็ดงอก ที่มีสภาพดินที่ผ่านช่วงระยะเวลาคาบเกี่ยวฤดูกาลต่อฤดูกาลอย่างน้อย 45 วัน และเตรียมดินแห้ง ทั้ง 2 วิธีการจัดการน้ำดำเนินการเหมือนกันคือ ทดน้ำผ่านท่อไซฟอนที่มีขนาดและความยาวตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จำนวน 30 ท่อ ทดน้ำลงในแปลงที่มีขนาด 5 ไร่ จนมีระดับน้ำสูง 5 เซนติเมตร ใช้เวลา 12 ชั่วโมง เพื่อให้ดินอิ่มตัวด้วยน้ำเมล็ดข้าวได้รับความชื้นทั่วถึง ขังน้ำไว้ 1 วัน แล้วระบายน้ำทิ้งไปจากแปลงเพื่อให้เมล็ดข้าวงอกอย่างสม่ำเสมอ จากการทดสอบการทดน้ำผ่านท่อไซฟอน 1 ท่อลงในภาชนะที่ทราบปริมาตร ในระยะเวลา 1

ชั่วโมง สามารถทดน้ำผ่านท่อได้ปริมาณน้ำ 1.728 ลูกบาศก์เมตร ดังนั้นถ้าใช้ท่อไซฟอน 30 ท่อ ระยะเวลาทดน้ำ 12 ชั่วโมง ในพื้นที่ 5 ไร่ จนกระทั่งได้ปริมาณน้ำสูงจากผิวดิน 5 เซนติเมตร ต้องใช้ปริมาณน้ำทั้งหมด = 1.728x30x12 ซึ่งเท่ากับ 622.08 ลูกบาศก์เมตร/5 ไร่ หรือ 124.42 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ ปริมาณน้ำที่ให้ครั้งแรกทั้งหมดนอกจากช่วยบังคับให้เมล็ดงอกแล้ว ยังเท่ากับเป็นการเพิ่มระดับความสูงของระดับน้ำใต้ดินให้ตื้นขึ้นโดยการซาบซึมลง และส่วนใหญ่ของน้ำจะถูกระบายทิ้งภายหลังการเก็บกักน้ำไว้ 1 วันตามที่กล่าวถึงแล้ว หลังจากนั้น 20 วัน หลังข้าวงอก เริ่มควบคุมน้ำตามวิธีการให้น้ำอย่างประหยัดเพื่อปลูกข้าวนาปรังแต่ละสภาพ

- **ในสภาพการจัดการน้ำแบบให้น้ำสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง** หลังการให้น้ำครั้งแรกแล้ว 20 วัน หน้าดินเริ่มมีรอยแตกระแหง แต่ระดับน้ำใต้ดินไม่ลดต่ำมากเท่ากับระยะก่อนการให้น้ำครั้งแรก ทดน้ำลงแปลงครั้งที่ 2 โดยใช้วิธีการเดิม คือให้น้ำสูง 5 เซนติเมตรจากผิวดิน ในพื้นที่ 5 ไร่ โดยทดน้ำผ่านท่อไซฟอน 30 ท่อ ใช้เวลา 6 ชั่วโมง ดังนั้นในการให้น้ำครั้งที่ 2 ต้องใช้ปริมาณน้ำทั้งหมด = 1.728x30x6 ซึ่งเท่ากับ 311.04 ลูกบาศก์เมตร/5 ไร่ หรือ 62.21ลูกบาศก์เมตร/ไร่ หลังจากนั้น 15 วันหรือประมาณ 2 สัปดาห์ ข้าวมีอายุ 35 วันหลังหว่าน น้ำในนาแห้งงวดลงจนหน้าดินเริ่มแตกระแหง ให้น้ำครั้งที่ 3 โดยให้น้ำในระดับและวิธีการให้น้ำที่เคยใช้ในครั้งที่ 2 และเมื่อน้ำในนาแห้งงวดลงในอีก 15 วันต่อมา ข้าวเริ่มเข้าสู่ระยะกำเนิดช่อดอก (50 วันหลังหว่าน) ซึ่งเป็นช่วงระยะเวลาวิกฤตน้ำเปลี่ยนวิธีการให้น้ำเป็นแบบขังต่อเนื่องไปจนกระทั่ง 10 วันก่อนการเก็บเกี่ยว ระบายน้ำออกจากแปลงจนแห้ง โดยสรุปการจัดการน้ำแบบให้น้ำสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง สำหรับการปลูกข้าวพันธุ์ผสมไม่ไวแสงที่มีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 110-115 วัน และปลูกแบบหว่านข้าวแห้งบนดินที่เตรียมแห้ง ในช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (0-50 วันหลังหว่านข้าว) ช่วงการส่งน้ำ 30-35 วัน รวมการให้น้ำครั้งแรกเพื่อบังคับให้เมล็ดงอกให้น้ำลงแปลง 4 ครั้ง แต่ละครั้งใช้ท่อไซฟอน 30 ท่อ ใช้เวลาให้น้ำ 30 ชั่วโมงได้ปริมาณน้ำ 1,555 ลูกบาศก์เมตร/5 ไร่ หรือ 311 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ ในช่วงการเจริญเติบโตทางด้านพันธุ์ (55 วันหลังหว่านข้าว) มีช่วงระยะเวลาให้น้ำ 55-60 วัน ให้น้ำในนาแบบขังต่อเนื่องรักษาระดับน้ำความสูง 5-10 เซนติเมตร(ให้น้ำ 8 ครั้ง) จนกระทั่ง 10 วันก่อนการเก็บเกี่ยวปล่อยน้ำแห้งจากแปลง ใช้ปริมาณน้ำประมาณ 3,360 ลูกบาศก์เมตร/5 ไร่ หรือประมาณ 672 ลูกบาศก์เมตร /ไร่ โดยคำนวณจากปริมาณการใช้น้ำของข้าวพันธุ์ผสมไม่ไวแสงอายุเก็บเกี่ยว 110 วัน (ช่วงการส่งน้ำ 86วัน) ที่ปลูกในนาดินเหนียวภาคกลาง จังหวัดสุพรรณบุรี ฤดูนาปรังมีค่าเฉลี่ย 1,155 ลูกบาศก์เมตร /ฤดูปลูก (ปริมาณน้ำที่ใช้ทั้งหมดตลอดฤดูปลูก /จำนวนวันที่ต้องให้น้ำ = 1,155/86 = 13.44 ลูกบาศก์เมตร /ไร่/ฤดูปลูก) ดังนั้นเมื่อรวมปริมาณการใช้น้ำตลอดฤดูปลูกในสภาพที่จัดการน้ำแบบส่งน้ำสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง ใช้น้ำทั้งหมด 4,915 ลูกบาศก์เมตร/ 5ไร่ หรือ 983 ลูกบาศก์เมตร /ไร่ ซึ่งใช้ปริมาณน้ำลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับการขังน้ำต่อเนื่อง (ตารางที่ 10 ภาพที่ 8)



ภาพที่ 7 แผนภูมิการให้น้ำชลประทานแบบสลับน้ำขังกับน้ำแห้งในนาหว่านข้าวแห้ง (อายุเก็บเกี่ยว 110 วัน)

ตารางที่ 10 ปริมาณการใช้น้ำ ETP (ลบ.ม./ไร่) แบบให้น้ำแบบสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง ในสภาพนาดินเหนียวภาคกลาง (ฤดูนาปรัง พ.ศ.2546)

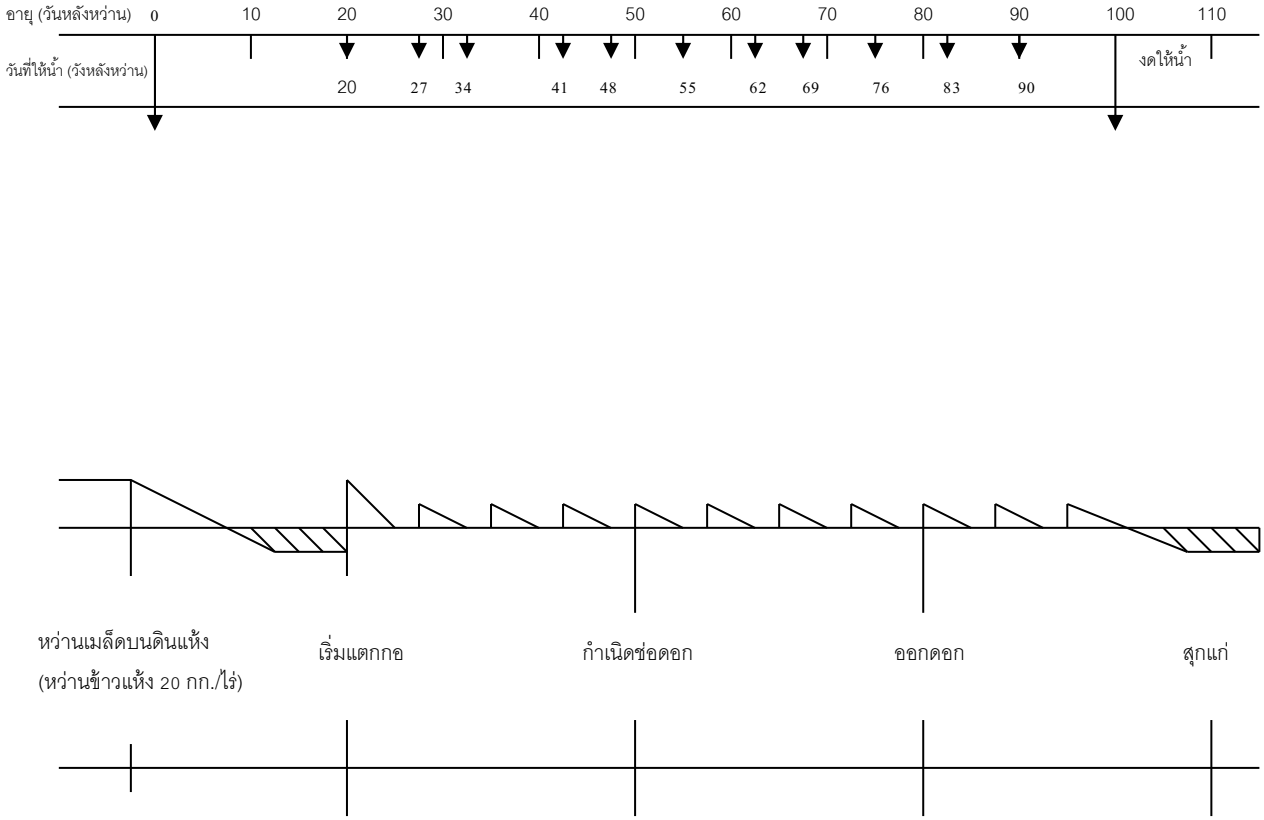
ครั้งที่ให้น้ำ	จำนวนท่อไซฟอน (ท่อ)	เวลาที่ให้น้ำ (ชม.)	ปริมาณน้ำไหลผ่าน (ลบ.ม./ท่อ/ชม.)	ปริมาณน้ำทั้งหมด (ลบ.ม./5ไร่)	ปริมาณน้ำ/ไร่ ETP (ลบ.ม./ไร่)	อายุข้าว (วันหลังหว่าน)	หมายเหตุ
1	30	12	1.728	622.08	124.42	0	
2	30	6	1.728	311.04	62.21	20	
3	30	6	7.728	311.04	62.21	35	
4	30	6	1.728	311.04	62.21	50	
5-12	-	-	-	3,359.62	671.92	57-90	รักษาระดับน้ำแบบขังตลอด 5-10 ซม.
			รวมทั้งสิ้น	4914.85	982.97		

ที่มา : สุรพลและคณะ (2546)

หมายเหตุ 1. การให้น้ำในระยะแรก 0-50 วันหลังหว่านข้าว ให้น้ำแบบน้ำขังสลับน้ำแห้ง

2.การให้น้ำในระยะ 57-90 วันหลังหว่านข้าว ให้น้ำแบบขังต่อเนื่อง รักษาระดับน้ำ 5- 10 ซม. โดยคำนวณจากปริมาณการใช้น้ำในนาข้าวดินเหนียวภาคกลางซึ่งมีค่าเฉลี่ย 13.44 ลบ.ม./ไร่/วัน (ปริมาณการใช้น้ำทั้งหมด 1,155 ลบ.ม./ไร่ / ช่วงการให้น้ำ 86 วัน)

- **ในสภาพการจัดการน้ำแบบรักษาความชื้นในระดับดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ** หลังการให้น้ำครั้งแรกเพื่อบังคับให้เมล็ดงอกแล้ว 20 วัน ดินมีสภาพแห้งหน้าดินแตกระแหง ให้น้ำครั้งที่ 2 ทดน้ำลงแปลงผ่านท่อไซฟอน 30 ท่อ ในพื้นที่ 5 ไร่ ใช้เวลา 6 ชั่วโมงได้ปริมาณน้ำ 311 ลูกบาศก์เมตร/5 ไร่ หรือ 62 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ (สูงจากผิวดิน 5 เซนติเมตร) เพื่อให้ระดับน้ำใต้ดินตื้นขึ้น และมีน้ำอยู่เต็มทุกช่องว่างของดิน และเมื่อน้ำแห้งงวดลงรักษาระดับน้ำในนาแบบขังแฉะโดยให้น้ำในแปลงอย่างสม่ำเสมอโดยเฉลี่ยให้น้ำทุก 7 วัน แต่ละครั้งการให้น้ำใช้วิธีการเดิม คือ ให้ น้ำผ่านท่อไซฟอนจำนวน 30 ท่อ ใช้เวลาครั้งละ 4 ชั่วโมง ในพื้นที่ 5 ไร่ ได้ปริมาณน้ำ 207 ลูกบาศก์เมตร/5 ไร่ หรือ 42 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ (ระดับน้ำสูงจากผิวดิน ประมาณ 2-3 เซนติเมตร) ตลอดฤดูปลูกให้น้ำลงแปลง 12 ครั้ง ใช้เวลา 58 ชั่วโมง รวมการให้น้ำครั้งแรก ใช้น้ำทั้งสิ้นรวม 3,007 ลูกบาศก์เมตร/5 ไร่ หรือ 601 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ ซึ่งใช้ปริมาณน้ำลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับการขังน้ำต่อเนื่องที่เป็นวิธีการจัดการน้ำแบบปกติที่เกษตรกรทั่วไปนิยมปฏิบัติ (ตารางที่ 11 ภาพที่ 9)



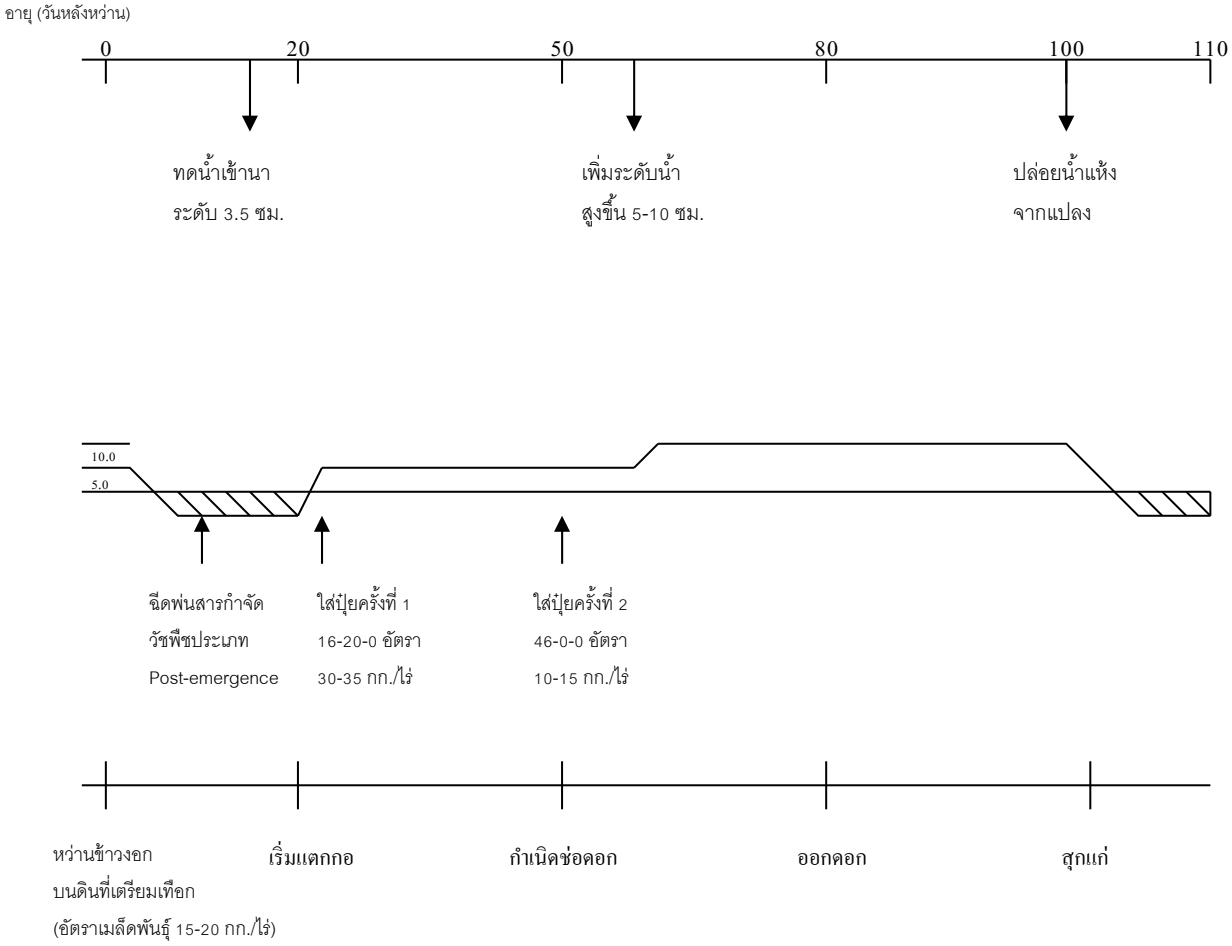
ภาพที่ 8 แผนภูมิการให้ชลประทานแบบรักษาดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำในนาหว่านข้าวแห้ง (อายุเก็บเกี่ยว 110 วัน)

ตารางที่ 11 ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม./ไร่) ให้น้ำแบบดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ ในสภาพนาดินเหนียวภาคกลาง (ฤดูนาปรัง พ.ศ.2546)

ครั้งที่ให้น้ำ	จำนวนท่อไซฟอน (ท่อ)	เวลาที่ให้น้ำ (ชม.)	ปริมาณน้ำไหลผ่าน (ลบ.ม./ท่อ/ชม.)	ปริมาณน้ำทั้งหมด (ลบ.ม./5ไร่)	ปริมาณน้ำ/ไร่ ETP (ลบ.ม./ไร่)	อายุข้าว (วันหลังหว่าน)	หมายเหตุ
1	30	12	1.728	622.08	124.42	0	รักษาระดับน้ำ 1-3 ซม.
2	30	6	1.728	311.04	62.21	20	
3	30	4	1.728	207.36	41.47	27	
4	30	4	1.728	207.36	41.47	34	
5	30	4	1.728	207.36	41.47	41	
6	30	4	1.728	207.36	41.47	48	
7	30	4	1.728	207.36	41.47	55	
8	30	4	1.728	207.36	41.47	62	
9	30	4	1.728	207.36	41.47	69	
10	30	4	1.728	207.36	41.47	76	
11	30	4	1.728	207.36	41.47	83	
12	30	4	1.728	207.36	41.47	90	
รวมทั้งสิ้น				3,006.72	601.33		

ที่มา : สุรพลและคณะ (2546)

- **สำหรับการจัดการน้ำแบบขังต่อเนื่องตลอดฤดูปลูก** ซึ่งเป็นการจัดการน้ำแบบปกติในสภาพที่มีน้ำสมบูรณ์เพื่อใช้เปรียบเทียบและปลูกข้าวโดยวิธีหว่านข้าวงอก และมีวิธีการจัดการผลิตต่างๆ รวมทั้งด้านการจัดการน้ำแบบที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติ ซึ่งจำเป็นต้องใช้น้ำมากตั้งแต่การเตรียมดินและการรักษาระดับน้ำ 5-10 เซนติเมตร ตลอดฤดูปลูก และมีการลดระดับน้ำลงบ้างในช่วงใส่ปุ๋ยเคมี รักษาระดับน้ำในนาให้คงที่อยู่เสมอโดยทดน้ำผ่านอาคารทดน้ำในนา ซึ่งเป็นท่อลอดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 นิ้วจากคูส่งน้ำที่อยู่ขนานตามแนวเส้นขอบเนิน (contour lines) ลงในแปลงนาที่เตรียมดินและปรับระดับราบเรียบสม่ำเสมอ มีความลาดเท 0.5-1.5 เปอร์เซ็นต์ จากการค้นคว้าวิจัยของฝ่ายเกษตรชลประทาน กรมชลประทาน ศจี (2537) ได้รายงานข้อมูลการใช้น้ำสำหรับข้าวพันธุ์ผสมไม่ไวต่อช่วงแสงที่ปลูกในสภาพนาดินเหนียวภาคกลางเฉลี่ย 17 จังหวัด (ตารางที่ 6) มีค่าการคายระเหย ET เฉลี่ย 6.9 มิลลิเมตร/วัน และเมื่อรวมกับอัตราการซึมลงลึกหรือค่า P เฉลี่ย 1.5 มิลลิเมตร/วัน ดังนั้นข้าวที่ปลูกในฤดูนาปรังดินเหนียวภาคกลางมีค่าปริมาณความต้องการน้ำเฉลี่ยหรือค่า ETP = 8.3 มิลลิเมตร/วัน และพันธุ์ข้าวที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 110-115 วันจะมีช่วงการ.shน้ำประมาณ 86 วันจะใช้น้ำทั้งสิ้น 718 มิลลิเมตร/ไร่/ฤดูปลูก หรือ 1,148 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ฤดูปลูก ส่วนจังหวัดสุพรรณบุรี จะมีค่า ETP =722 มิลลิเมตร/ไร่/ฤดูปลูก หรือ 1,155 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ฤดูปลูก หรือประมาณ 13.44 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/วัน เฉพาะช่วงที่มีการรักษาระดับน้ำ ซึ่งในจังหวัดอื่นๆในภาคกลางก็มีค่า ETP ไม่แตกต่าง และในช่วงหลังหว่านข้าวงอกใหม่ 20 วันแรก และในช่วง 10 วันก่อนการเก็บเกี่ยว จะเป็นช่วงที่พื้นนาแห้งและไม่มีการทดน้ำลงแปลงในระยะเวลาทั้ง 2 ช่วงดังกล่าว (ภาพที่ 10)



ภาพที่ 9 แผนภูมิการให้น้ำชลประทานแบบขังต่อเนื่อง สำหรับข้าวนาชลประทาน อายุเก็บเกี่ยว 110 วัน

จากการเปรียบเทียบวิธีการจัดการน้ำอย่างประหยัดทั้ง 2 วิธีคือ ให้น้ำสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง และจัดการน้ำแบบดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ กับการจัดการน้ำแบบขังต่อเนื่องตลอดฤดูปลูก การจัดการน้ำแบบให้น้ำสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง สามารถประหยัดน้ำได้ 14.89 เปอร์เซ็นต์ และประหยัดน้ำลงได้ 47.94 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการจัดการน้ำแบบดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำเมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการน้ำแบบขังน้ำต่อเนื่อง ตลอดฤดูปลูก เนื่องจากการจัดการน้ำแบบให้น้ำสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง ต้องให้น้ำในขณะที่ดินเริ่มแห้งหน้าดินมีรอยแตกระแหงระดับน้ำใต้ดินเริ่มลดต่ำลง ทำให้มีอัตราการซาบซึมลงค่อนข้างมากเมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการน้ำแบบดินอิ่มตัวด้วยน้ำที่มีอัตราการซาบซึมลงน้อยกว่า แต่การจัดการน้ำแบบให้น้ำสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง จะให้น้ำน้อยครั้งกว่าแต่การให้น้ำแต่ละครั้งต้องใช้น้ำเป็นจำนวนมากและใช้เวลานานกว่า ส่วนการให้น้ำแบบดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ จะต้องให้น้ำมากครั้งกว่าแต่ การให้น้ำแต่ละครั้งใช้เวลาและปริมาณการใช้น้ำมีน้อยกว่า

สุรพล และคณะ (2546) ได้รายงานปริมาณการใช้น้ำ (ETP) ของพันธุ์ข้าวนาปรัง อายุเก็บเกี่ยวสั้น 110 วัน ที่เกษตรกรทั่วไปนิยมปลูกในสภาพนาดินเหนียวภาคกลาง ภายใต้การจัดการน้ำอย่างประหยัด 2 สภาพคือ น้ำขังกับน้ำแห้ง และสภาพดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ ปลูกโดยวิธีหว่านข้าวแห้ง อัตราเมล็ดพันธุ์ 20 กก./ไร่ เปรียบเทียบกับการจัดการน้ำแบบต่อเนื่องตลอดฤดูปลูก ซึ่งปลูกโดยวิธีหว่านข้าวงอก อัตราเมล็ดพันธุ์ 20 กิโลกรัม/ไร่เช่นเดียวกัน ในระหว่างฤดูนาปรัง พ.ศ.2545/2546 พบว่าในด้านผลผลิต การจัดการน้ำอย่างประหยัดทั้ง 2 แบบให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน (555 และ 580 กิโลกรัม/ไร่) แต่ให้ผลผลิตลดลงประมาณ 8-12 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการน้ำแบบขังตลอดฤดูปลูก (632 กิโลกรัม/ไร่) ข้าวที่ปลูกโดยวิธีหว่านข้าวงอกสามารถเก็บเกี่ยวได้ก่อนข้าวที่ปลูกโดยวิธีหว่านข้าวแห้งประมาณ 3-5 วัน เนื่องจากผ่านขั้นตอนการงอกก่อนหว่านลงแปลง ในด้านปริมาณการใช้น้ำการจัดการน้ำอย่างประหยัดในสภาพดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ มีปริมาณการใช้น้ำ (ETP) น้อยที่สุด 7 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/วัน (601 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ฤดูปลูก) ส่วนการจัดการน้ำในสภาพน้ำขังกับน้ำแห้ง มีปริมาณการใช้น้ำ (ETP) 11 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/วัน (983 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ฤดูปลูก) สำหรับการจัดการน้ำแบบขังต่อเนื่อง มีปริมาณการใช้น้ำ (ETP) 13 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/วัน (1,155ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ฤดูปลูก) ซึ่งประหยัดการใช้น้ำลงได้ 14.89 เปอร์เซ็นต์และ 47.94 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการจัดการน้ำแบบน้ำขังสลับน้ำแห้ง และดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ ตามลำดับ (ตารางที่ 12) อย่างไรก็ดีการจัดการน้ำอย่างประหยัดซึ่งขังน้ำในนาไม่ต่อเนื่อง เป็นการส่งเสริมให้ดินอยู่ในสภาพเปียกสลับแห้งเป็นระยะ ๆ ซึ่งสภาพดังกล่าวไม่เอื้ออำนวยให้การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีวัชพืชระบาดเป็นปริมาณมากโดยเฉพาะในระยะแรกของการเจริญเติบโตซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ข้าวที่ปลูกภายใต้การจัดการน้ำอย่างประหยัดให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำ

ตารางที่ 12 ปริมาณการใช้น้ำของพันธุ์ข้าวนาปรังทั่วไป (อายุ 110 วัน) ที่เกษตรกรนิยมปลูกในภาคกลางในสภาพที่มีการจัดการน้ำอย่างประหยัดในนาดินเหนียวภาคกลาง (นาปรัง พ.ศ.2545-2546)

วิธีการจัดการน้ำ	ช่วงการให้น้ำ (วัน)	ผลผลิต (กก./ไร่)	เฉลี่ยปริมาณน้ำ (ลบ.ม./ไร่/วัน)	ปริมาณน้ำรวม (ลบ.ม./ไร่)	%เพิ่มขึ้นลดลง
intermittent irrigation	90	555	10.92	982.97	14.89
saturated soil	90	580	6.68	601.33	47.94
continuous flooding	86	632	13.44	1,155.0	0

ที่มา : สุรพล และคณะ (2546)

บทที่ 7

การพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการน้ำอย่างประหยัดเพื่อปลูกข้าวในฤดูนาปรัง

7.1 การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการน้ำอย่างประหยัดเพื่อปลูกข้าวนาปรังในนาดินเหนียวภาคกลาง

สุรพลและคณะ (2546) ได้ดำเนินการวิจัยการจัดการผลิตข้าวนาชลประทาน ตามแนวทางการจัดการน้ำอย่างประหยัดเพื่อปลูกข้าวในฤดูนาปรัง ในพื้นที่วิจัยของศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี อ.เมืองฯ จ. สุพรรณบุรี ซึ่งเป็นนาดินเหนียวชุดสระบุรี (Aeric Tropaquepts ; fine clayey, mixed, non-acid, isohyperthermic) ซึ่งใช้ประโยชน์ในด้านการทำนามากที่สุดในภาคกลาง เนื้อดินเป็นดินเหนียว การระบายน้ำเลว ระดับน้ำใต้ดินค่อนข้างตื้น (0.60-1.0 เมตร) และมีความอุดมสมบูรณ์ในระดับปานกลาง ในระหว่างฤดูนาปรัง พ.ศ.2544-2546 ดำเนินการทดลองโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อได้ชุดของเทคโนโลยีการจัดการน้ำอย่างประหยัดเพื่อปลูกข้าวนาปรัง โดยนำวิธีการจัดการน้ำแบบขังน้ำไม่ต่อเนื่อง 2 วิธี คือ ให้น้ำสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง และให้น้ำแบบดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ ซึ่งมีวิธีการให้น้ำและปริมาณน้ำที่ใช้ตามที่ได้กล่าวถึงโดยละเอียดแล้วในบทที่ 6 เปรียบเทียบกับการขังน้ำต่อเนื่องตลอดฤดูปลูก ซึ่งการวิจัยดังกล่าวเป็นการศึกษาองค์ประกอบของเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องทั้งทางด้านพันธุ์ข้าวการใช้พันธุ์ข้าวและประสิทธิภาพของพันธุ์ข้าวในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตภายใต้การจัดการน้ำดังกล่าว นอกจากนั้นยังได้ศึกษาประสิทธิภาพการจัดการปัจจัยการผลิตอื่นที่มีอิทธิพลต่อการให้ผลผลิตข้าว ทั้งทางด้านการจัดการปุ๋ยเคมีและการจัดการวัชพืช และเมื่อได้ศึกษาองค์ประกอบของเทคโนโลยี ที่เกี่ยวข้องในช่วงระยะเวลาหนึ่งแล้วนำวิธีการที่ให้ผลดีจัดรวมเข้าเป็นเทคโนโลยีการจัดการน้ำอย่างประหยัดที่เหมาะสม ไปใช้ทดสอบในนาเกษตรกรต่อไป

7.2 การวิจัยประสิทธิภาพของข้าวพันธุ์ต่างๆ ที่ปลูกในสภาพการจัดการน้ำอย่างประหยัดในฤดูนาปรัง

การวิจัยเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของข้าวพันธุ์ต่างๆในด้านการให้ผลผลิตในฤดูนาปรัง ภายใต้การจัดการน้ำอย่างประหยัด 2 สภาพ เปรียบเทียบกับการจัดการน้ำแบบปกติที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติ ซึ่งพันธุ์ข้าวที่นำมาศึกษาเหล่านี้ส่วนใหญ่กำลังเป็นที่นิยมของเกษตรกรใช้ทำพันธุ์ปลูกในเขตนาชลประทานภาคกลาง และทั้งหมดเป็นพันธุ์ข้าวพันธุ์ผสมไม่ไวต่อช่วงแสง อายุการเก็บเกี่ยวค่อนข้างสั้น 110-115 วัน อาทิ เช่น สุพรรณบุรี1, สุพรรณบุรี2, ปทุมธานี1, ชัยนาท1, พิษณุโลก2, ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี และ ข้าวเจ้าหอมคลองหลวง1 นอกจากนี้แล้วยังมีสายพันธุ์ข้าวดีเด่นของศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรีที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ใหม่ อีก 3 สายพันธุ์คือ SPR90033-26-3-2-3-1, SPR88096-17-3-2-1 และ SPR90008-58-1-1-3 (สุพรรณบุรี 3) รวมทั้งสิ้น 10 พันธุ์/สายพันธุ์

จากผลการการศึกษาประสิทธิภาพของพันธุ์ข้าวและสายพันธุ์ข้าวดีเด่นพันธุ์ต่างๆ ที่ปลูกโดยวิธีหว่านข้าวแห้งภายใต้การจัดการน้ำอย่างประหยัด 2 สภาพ คือ ให้น้ำสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง และแบบดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ เปรียบเทียบกับการปลูกข้าวแบบหว่านน้ำตมและจัดการน้ำแบบขังต่อเนื่อง ซึ่งดำเนินการต่อเนื่องในฤดูนาปรัง พ.ศ.2545-2546 (2 ฤดูกาล) ให้ผลการทดลองเป็นไปในแนวทางเดียวกัน คือ

- **ในสภาพการจัดการน้ำแบบให้น้ำสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง** ข้าวทุกพันธุ์/สายพันธุ์ให้ผลผลิตข้าวอยู่ในระดับเดียวกัน โดยให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยระหว่าง 522-642 กิโลกรัม/ไร่ ยกเว้นพันธุ์ข้าวเจ้าหอมคลองหลวง1 ซึ่งให้ผลผลิตต่ำ (490 กิโลกรัม/ไร่) ส่วนสายพันธุ์ข้าว SPR88096-17-3-2-2 เป็นสายพันธุ์ข้าวที่มีศักยภาพและตอบสนองต่อสภาพการจัดการน้ำแบบให้น้ำแบบสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง และให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยสูงที่สุด (642 กิโลกรัม/ไร่) เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ข้าวและสายพันธุ์ข้าวอื่นๆ (ตารางที่ 13)
- **ในสภาพการจัดการน้ำแบบดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ** ให้ผลการทดลองเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับการจัดการน้ำแบบให้น้ำสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง โดยที่ข้าวทุกพันธุ์/สายพันธุ์ให้ผลผลิตอยู่ในระดับเดียวกัน โดยให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 534-634 กิโลกรัม/ไร่ พันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำได้แก่ สุพรรณบุรี2 และข้าวเจ้าหอมคลองหลวง1 (534 และ 545 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ) และพันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยค่อนข้าวสูงได้แก่ พิษณุโลก2, สายพันธุ์ข้าวดีเด่น SPR90033-26-3-2-3-1, SPR88096-17-3-2-1 และ SPR90008-58-1-1-3 (สุพรรณบุรี 3) โดยให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ย 607,598,634 และ 617 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 13)
- **สำหรับการจัดการน้ำแบบขังตลอดฤดูปลูก** ซึ่งเป็นวิธีการจัดการน้ำทั่วไปที่เกษตรกรคุ้นเคยและปฏิบัติในพื้นที่ที่มีน้ำชลประทานสมบูรณ์ และใช้เป็นกรรมวิธีการจัดการน้ำเปรียบเทียบ พบว่าข้าวทุกพันธุ์/สายพันธุ์ให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยจากการจัดการน้ำวิธีการนี้ สูงกว่าการจัดการน้ำอย่างประหยัด และมีค่าเฉลี่ยผลผลิตข้าวทุกพันธุ์/สายพันธุ์สูงกว่า 600 กิโลกรัม/ไร่ ยกเว้นข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี และ ข้าวเจ้าหอมคลองหลวง1 ซึ่งให้ผลผลิตต่ำกว่าพันธุ์ข้าวและสายพันธุ์ข้าวอื่นๆ ส่วนสายพันธุ์ข้าวที่ได้รับการปรับปรุงใหม่คือ SPR88096-17-3-2-2 และ SPR90008-58-1-1-3 (สุพรรณบุรี 3) ให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยสูงที่สุด 691 และ 660 กิโลกรัม/ไร่ (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 ผลผลิต (กก./ไร่) ของพันธุ์ข้าวและสายพันธุ์ข้าวดีเด่น ที่ปลูกภายใต้สภาพการจัดการน้ำอย่างประหยัดในนาดินเหนียวภาคกลาง(ฤดูนาปรัง พ.ศ.2545-2546)

พันธุ์/สายพันธุ์ข้าว	intermittent irrigation	saturated soil	continuous flooding
สุพรรณบุรี1	556	547	639
สุพรรณบุรี2	579	534	623
ปทุมธานี1	522	586	656
ชัยนาท1	549	569	639
พิษณุโลก2	575	607	623
ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี	533	560	556
ข้าวเจ้าหอมคลองหลวง1	490	545	615
SPR90008-58-1-1-3	560	598	660
SPR88096-17-3-2-2	642	634	691
SPR90033-26-3-2-3-1	538	617	622
ผลผลิตเฉลี่ย	569	566	632

ที่มา : สุรพลและคณะ (2546)

7.3 ประสิทธิภาพการจัดการน้ำและการใช้น้ำ

จากการศึกษาศักยภาพในการให้ผลผลิตของพันธุ์ข้าวและสายพันธุ์ข้าวดีเด่นต่างๆ ที่ปลูกในสภาพการจัดการน้ำอย่างประหยัดโดยวิธีการหว่านข้าวแห้ง เปรียบเทียบกับการปลูกข้าวด้วยวิธีหว่านข้าวงอกและจัดการน้ำแบบขังตลอดฤดูปลูก ในด้านการจัดการน้ำแต่ละสภาพ ข้าวทุกพันธุ์/สายพันธุ์ให้ผลผลิตเฉลี่ยไม่แตกต่างกันจากการดำเนินงาน 2 ปีที่ทำการทดลอง โดยที่ในสภาพการจัดการน้ำแบบสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง ให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยทุกพันธุ์/สายพันธุ์ 570 กิโลกรัม/ไร่ และให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการน้ำแบบดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ยข้าวทุกพันธุ์/สายพันธุ์ 566 กิโลกรัม/ไร่ ส่วนการจัดการน้ำแบบสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง ให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยสูงกว่าการจัดการน้ำอย่างประหยัดทั้ง 2 วิธีการ โดยให้ผลผลิตเฉลี่ยข้าวทุกพันธุ์/สายพันธุ์ 632 กิโลกรัม/ไร่ จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการจัดการน้ำอย่างประหยัดในสภาพที่มีการจัดการปัจจัยการผลิตในระดับเดียวกันข้าวทุกพันธุ์ให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่ำกว่าการจัดการน้ำแบบขังต่อเนื่องตลอดฤดูปลูก โดยที่การจัดการน้ำแบบสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง และแบบดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการน้ำแบบขังต่อเนื่องตลอดฤดูปลูก 9.81 และ 10.44 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 14) นอกจากนั้น พบว่าการปลูกข้าวในสภาพการจัดการน้ำอย่างประหยัดทั้ง 2 สภาพ ที่ปลูกโดยวิธีการหว่านข้าวแห้ง จะมีอายุการเก็บเกี่ยวข้าวล่าช้ากว่าการข้าวที่ปลูกโดยวิธีการหว่านข้าวงอกในสภาพการจัดการน้ำแบบขังตลอดฤดูปลูก 3-5 วัน

เนื่องจากการปลูกข้าววิธีนี้ข้าวได้ผ่านขั้นตอนการงอกมาแล้ว 2-3 วัน และมีการเตรียมดินก่อนหว่านค่อนข้างดีทำให้ข้าวสามารถการเจริญเติบโตในระยะแรกเป็นไปอย่างรวดเร็วและสม่ำเสมอกว่าข้าวที่ปลูกโดยวิธีการหว่านข้าวแห้ง

ตารางที่ 14 ประสิทธิภาพการจัดการน้ำอย่างประหยัดต่อผลผลิตข้าว (กก./ไร่) ที่มีการจัดการน้ำแตกต่างกันในนาดินเหนียวภาคกลาง

การจัดการน้ำ	ผลผลิตเฉลี่ยนาปรัง 2545 (กก./ไร่)	ผลผลิตเฉลี่ยนาปรัง 2546 (กก./ไร่)	ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)	ความแตกต่างของผลผลิต (กก./ไร่)	%การลดลงของผลผลิต (%)
intermittent irrigation	550	589	570	62	9.81
saturated soil	523	609	566	66	10.44
continuous flooding	-[1/]	632	632	0	0

ที่มา : สุรพลและคณะ (2546)

[1/] ไม่ได้ดำเนินการในฤดูนาปรัง พ.ศ.2545

สำหรับในด้านของประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวพันธุ์ต่างๆภายใต้การจัดการน้ำอย่างประหยัดในแต่ละสภาพ พบว่าการปลูกข้าวแบบหว่านข้าวแห้งบนดินที่เตรียมแห้งในสภาพที่มีการจัดการน้ำอย่างประหยัดมีช่วงระยะเวลาการให้น้ำประมาณ 90 วัน ซึ่งมากกว่าข้าวที่ปลูกโดยวิธีการหว่านข้าวงอกในสภาพที่มีการจัดการน้ำแบบขังตลอดฤดูปลูกซึ่งมีช่วงการให้น้ำน้อยกว่าประมาณ 86 วัน เนื่องจากข้าวที่ปลูกโดยวิธีการหว่านข้าวงอกบนดินที่เตรียมเทือก มีอัตราการเจริญเติบโตได้เร็วและสม่ำเสมอในช่วงแรกของการปลูก แต่การปลูกข้าวในสภาพการจัดการน้ำอย่างประหยัดใช้ปริมาณน้ำน้อยกว่า 982.97 และ 601.33 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ สำหรับการจัดการน้ำแบบสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง และดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ เรียงตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการน้ำแบบขังต่อเนื่อง ซึ่งมีปริมาณการใช้น้ำมากกว่า (1,155 ลูกบาศก์เมตร/ไร่) และเมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพการใช้น้ำของการจัดการน้ำแต่ละวิธี โดยนำปริมาณการใช้น้ำตลอดฤดูกาลทั้งหมดหารด้วยจำนวนวันที่ให้น้ำ พบว่า การจัดการน้ำแบบดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ ข้าวทุกพันธุ์มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงสุด 0.941 กิโลกรัมข้าวเปลือก/น้ำ 1 ลูกบาศก์เมตรส่วนการจัดการน้ำแบบสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง ข้าวทุกพันธุ์มีประสิทธิภาพการใช้น้ำไม่แตกต่างจากการจัดการน้ำแบบดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ โดยมีค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำ 0.579 และ 0.547 กิโลกรัมข้าวเปลือก/น้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 15) เนื่องจากผลผลิตข้าวมีค่าเฉลี่ยต่ำเมื่อมีการใช้ปริมาณน้ำค่อนข้างมากประสิทธิภาพการใช้น้ำเฉลี่ยข้าวทุกพันธุ์ จึงมีค่าลดลง

ตารางที่ 15 ประสิทธิภาพการใช้น้ำของพันธุ์ข้าวและสายพันธุ์ข้าวดีเด่นต่างๆ ที่ปลูกในฤดูนาปรังในสภาพการจัดการน้ำอย่างประหยัดในนาดินเหนียวภาคกลาง

การจัดการน้ำ	ผลผลิต[1/] (กก./ไร่)	ช่วงการให้น้ำ (วัน)	ปริมาณน้ำใช้ (ลบ.ม./ไร่)	เฉลี่ยปริมาณน้ำใช้ (ลบ.ม./ไร่/วัน)	ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (กก./ลบ.ม.)
intermittent irrigation	570	90	982.97	10.92	0.579
saturated soil	566	90	601.33	6.68	0.941
continuous flooding	632	86	1,156.00	13.44	0.547

ที่มา : สุรพลและคณะ (2546)

[1/] ผลผลิตเฉลี่ยจากฤดูนาปรัง 2545-2546

บริบูรณ์ (2540) อ้าง De Datta (1983) รายงานว่า พันธุ์ข้าว IR8 ที่ปลูกในสภาพการขังน้ำตั้งแต่ระดับตื้นถึงลึกปานกลาง ต้นข้าวจะเจริญเติบโตได้ดี ไม่หักล้ม และให้ผลผลิตสูง ขณะเดียวกันใช้น้ำปริมาณน้อยกว่า 800-850 มิลลิเมตร(ช่วงการให้น้ำ 85-91 วัน) มีประสิทธิภาพการใช้น้ำ 1.1-1.2 กรัมข้าวเปลือก/น้ำ 1 ลิตร แต่เมื่อขังน้ำลึกขึ้นผลผลิตข้าวที่ได้รับต่ำกว่าขังน้ำระดับตื้นถึงลึกปานกลาง โดยใช้ปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นเป็น 1,200-1,400 มิลลิเมตร ประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวลดเหลือเพียง 0.6-0.7 กรัมข้าวเปลือก/น้ำ 1 ลิตร และในระดับดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงสุด 1.4 กรัมข้าวเปลือก/น้ำ 1 ลิตร และใช้น้ำเพียง 647 มิลลิเมตร (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 ผลกระทบจากการจัดการน้ำต่อผลผลิตและประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวพันธุ์ IR8

วิธีการจัดการน้ำ	ปริมาณน้ำทั้งหมด (มม.)	ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (กรัม/วัน)	ผลผลิตข้าว (กรัม/วัน)
ให้น้ำปานกลาง (7.5 ซม.)	850	1.1	1,552 a
ให้น้ำตื้น (2.5 ซม.)	805	1.2	1,520 ab
ให้น้ำปานกลาง+ดินอิ่มน้ำ(7.5+1.0 ซม.)	800	1.2	1,504 ab
ดินอิ่มน้ำ+ให้น้ำปานกลางระยะ PI (1.0+7.5 ซม.)	780	1.2	1,456 abc
ให้น้ำสูง(15.0 ซม.)+ระบายน้ำทิ้งระยะแตกกอสูงสุด	1,344	0.7	1,456 abc
ดินอิ่มน้ำ (1.0 ซม.)	647	1.4	1,400 abc
ให้น้ำสูง (15.0 ซม.)	1,418	0.6	1,424 abc
ให้น้ำสูง (15.0 ซม.)+ระบายน้ำทิ้งระยะแตกกอและระยะ PI	1,240	0.7	1,360 c

ที่มา : บริบูรณ์ (2540) ดัดแปลงจาก De Datta,1983 : IRRI

อย่างไรก็ดี ประสิทธิภาพการใช้น้ำของพันธุ์ข้าวมิใช่ค่าที่แสดงให้เห็นหรือมีส่วนสัมพันธ์กับการทนทานต่อความแห้งแล้งหรือทนทานต่อสภาวะเครียดน้ำ ดังนั้นพันธุ์ข้าวที่มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงจึงไม่ใช่ข้าวที่ทนทานความแห้งแล้ง แต่หมายถึงศักยภาพของพันธุ์ข้าวที่สามารถตอบสนองต่อการให้น้ำ 1 หน่วยปริมาตร เพื่อนำไปใช้สร้างผลผลิตน้ำหนักแห้งได้มากกว่าหรือน้อยกว่าอีกพันธุ์หนึ่ง (ธวัชชัย,2526) ซึ่งจากการศึกษาในเรื่องนี้ภายใต้สภาพการจัดการปริมาณน้ำในระดับที่ไม่แตกต่างกัน พันธุ์ข้าวนาปรังที่เกษตรกรนิยมปลูกอยู่ในปัจจุบันมีประสิทธิภาพการใช้น้ำไม่แตกต่างกันและสามารถนำไปใช้ปลูกในสภาพที่มีน้ำจำกัดได้ทุกพันธุ์จากข้อสรุปตามที่ได้กล่าวมาแล้ว

7.4 ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตข้าวนาปรังในสภาพที่มีการจัดการน้ำอย่างประหยัด

การจัดการน้ำอย่างประหยัดสำหรับปลูกข้าวนาปรัง จำเป็นต้องใช้วิธีการให้น้ำในนาแบบไม่ขังต่อเนื่อง โดยหลักการลดระยะเวลาการขังน้ำในนาให้เหลือน้อยที่สุด แต่ไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตข้าวมากนัก ซึ่งการจัดน้ำแบบนี้ส่งเสริมให้ดินนาอยู่ในสภาพเปียกสลับแห้ง ซึ่งสภาพดังกล่าวก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของดินนาทั้งสภาพทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ และมีผลกระทบลดทอนประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมีโดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจน ที่เปลี่ยนแปลงได้ง่ายมากในสภาพธรรมชาติ และปุ๋ยไนโตรเจนก็เป็นธาตุอาหารหลักที่จำเป็นต้องใช้ในนาข้าวเป็นจำนวนมากในแต่ละฤดูปลูก วิโรจน์ (2531) กล่าวว่าในการปลูกข้าวที่มีน้ำท่วมขังไม่ต่อเนื่องที่ดินอยู่ในสภาพ Oxidation สลับกับสภาพ Reduction มีผลกระทบมากต่อความเป็นประโยชน์ต่อธาตุไนโตรเจน กล่าวคือ เมื่อดินถูกน้ำท่วมไม่ต่อเนื่อง เมื่อดินแห้งอยู่ในสภาพ Oxidation กระบวนการเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจนในดินในขบวนการ mineralization จะไม่ยุติลงที่ ammonification และจะเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนจากแอมโมเนียไปเป็นไนเตรท ตามขบวนการ nitrification และเมื่อน้ำท่วมอีกครั้งหนึ่ง ดินกลับมาอยู่ในสภาพ Reduction ไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของไนเตรทไม่สามารถเปลี่ยนแปลงไปกลับเป็นแอมโมเนียได้ เนื่องจากจุลินทรีย์ดินที่มีหน้าที่ reduce ไนเตรทไปเป็นแอมโมเนียเป็นจุลินทรีย์ชนิดต้องการอากาศ ไนเตรทไนโตรเจนจึงสูญเสียไปโดยขบวนการ denitrification ในรูปก๊าซไนโตรเจน หรือไนโตรเจนออกไซด์ หรือถูกชะล้างไปจากดิน และการสูญเสียไนโตรเจนในลักษณะนี้จะมีค่าสูงเมื่อเกิดขึ้นในรอบแรกของการปลูก และจะลดปริมาณการสูญเสียในรอบหลังๆ และเมื่อเปรียบเทียบกับการขังน้ำต่อเนื่อง การสูญเสียแอมโมเนียในการจัดการน้ำแบบขังไม่ต่อเนื่องจะมีปริมาณสูงกว่าการขังน้ำต่อเนื่องหลายเท่าตัว นอกจากนั้น ในสภาพดินเปียกสลับแห้งดินยังสามารถตรึงฟอสฟอรัสไว้ได้สูง และปลดปล่อยออกมาในสารละลายดิน ข้าวใช้ประโยชน์ได้น้อย และในกรณีดินนากรดจัดอาจเกิดความเป็นพิษของอลูมิเนียมและแมงกานีสได้ง่าย ดังนั้นในการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนเพื่อผลิตข้าวนาปรังในสภาพการขังน้ำไม่ต่อเนื่องเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการผลิตข้าวสูงสุด จึงเป็นเรื่องที่จำเป็นต้องศึกษาวิจัยโดยเฉพาะในเรื่องของอัตราและระยะเวลาการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้มีความสัมพันธ์กับการจัดการน้ำ และการเจริญเติบโตของข้าว ซึ่งเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปัจจัยการผลิตให้ได้ผลคุ้มค่ามากที่สุด

สุรพลและคณะ (2546) ได้ศึกษาอัตราและระยะเวลาการใส่ปุ๋ยเคมีให้กับข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกโดยวิธีหว่านข้าวแห้งบนดินที่เตรียมแห้งใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ 20 กก./ไร่ และมีการจัดการน้ำอย่างประหยัด 2 วิธีการ คือ น้ำขังสลับน้ำแห้ง และดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ ซึ่งทั้ง 2 วิธีการเป็นการจัดการน้ำแบบไม่ขังต่อเนื่อง เปรียบเทียบกับการจัดการน้ำแบบขังต่อเนื่องตลอดฤดูปลูก เป็นการจัดการน้ำแบบที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติ และปลูกข้าวสุพรรณบุรี 1 โดยวิธีหว่านข้าวงอกใช้อัตราเมล็ดพันธุ์เท่ากันบนดินที่เตรียมเทือก ทุกสภาพการจัดการน้ำ ศึกษาอัตราปุ๋ยเคมี 3 อัตรา คือ 6-6-0, 12-6-0 และ 18-6-0 กิโลกรัม (N-P_2O_5-K_2O)/ไร่ และมีวิธีการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2 วิธีการ คือ แบ่งใส่ 2 ครั้ง (ระยะ 20 วันหลังหว่านข้าวและ ระยะข้าวกำเนิดช่อดอก) และแบ่งใส่ 3 ครั้ง (ระยะ 20, 45 วันหลังหว่านข้าว และระยะข้าวกำเนิดช่อดอก) โดยแบ่งใส่ปุ๋ยออกเป็นส่วนๆ ส่วนละเท่าๆ กัน การใส่ปุ๋ยครั้งแรกใส่ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟตทั้งหมด การใส่ปุ๋ยครั้งต่อไปใส่เฉพาะปุ๋ยไนโตรเจน ดำเนินการทดลองในฤดูนาปรัง พ.ศ.2544-2546 (3 ฤดูกาล) มีผลการทดลองดังนี้

- **ในสภาพการจัดการน้ำแบบสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง** พันธุ์ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน ระหว่าง 12-18 กิโลกรัม(N)/ไร่ โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 3 ฤดูกาลที่ทำการทดลองอยู่ในระดับเดียวกัน (407 และ 442 กิโลกรัม/ไร่) และการแบ่งใส่ปุ๋ย 3 ครั้ง คือในระยะ 20 และ 45 วันหลังข้าวงอก และใส่อีกครั้งหนึ่งในระยะข้าวเริ่มกำเนิดช่อดอกให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยทุกอัตราสูงกว่าการแบ่งใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง โดยให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยจากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทุกอัตรา 420 และ 388 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 17)
- **ในสภาพการจัดการน้ำแบบดินอิ่มน้ำ** ให้ผลการทดลองคล้ายคลึงกัน กล่าวคือข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 12-18 กิโลกรัม(N)/ไร่ โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 466-508 กิโลกรัม/ไร่ ส่วนการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนก็เช่นเดียวกัน การแบ่งใส่ปุ๋ย 3 ครั้งมีแนวโน้มให้ผลผลิตข้าวสูงกว่าการแบ่งใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง โดยให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยจากการใส่ปุ๋ยทุกอัตรา 499 และ 426 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 17)
- **สำหรับการจัดการน้ำแบบขังต่อเนื่องตลอดฤดูปลูก** ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี1 ที่ปลูกโดยวิธีหว่านข้าวงอกตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ระหว่าง 12-18 กิโลกรัม(N)/ไร่โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 607-604 กิโลกรัม/ไร่ และการแบ่งใส่ปุ๋ย 3 ครั้งก็ให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยสูงกว่าการแบ่งใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง โดยให้ผลผลิตเฉลี่ยจากการใส่ปุ๋ยทุกอัตรา 618 และ 562 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ซึ่งมีผลผการทดลองคล้ายคลึงกับการจัดการน้ำแบบอื่นๆ (ตารางที่ 17)

ตารางที่ 17 ผลผลิตข้าว (กก./ไร่) ที่ใส่ปุ๋ยในอัตราและระยะเวลาแตกต่างกัน ซึ่งปลูกในสภาพการจัดการน้ำอย่างประหยัดในนาดินเหนียวภาคกลาง (ฤดูนาปรัง พ.ศ.2544-2546)

การจัดการน้ำ และอัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (กก.()/ไร่)	แบ่งใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง	แบ่งใส่ปุ๋ย 3 ครั้ง	เฉลี่ย (อัตราปุ๋ย)
intermittent irrigation			
6	375	351	363
12	377	439	407
18	413	470	442
เฉลี่ย (การแบ่งใส่ปุ๋ย)	388	420	404
saturated soil			
6	400	427	414
12	423	508	466
18	454	562	508
เฉลี่ย (การแบ่งใส่ปุ๋ย)	426	499	463
continuous flooding			
6	542	577	560
12	575	639	607
18	569	638	604
เฉลี่ย (การแบ่งใส่ปุ๋ย)	562	618	590

ที่มา : สุรพลและคณะ (2546)

จากการพิจารณาประสิทธิภาพในการจัดการน้ำที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี1 ในข้อมูลผลผลิตตามตารางที่ 17 ที่ระดับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราและระยะเวลาเดียวกันจะเห็นได้ว่า การจัดการน้ำแบบขังต่อเนื่องตลอดฤดูปลูก มีอิทธิพลทำให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยจากการใส่ปุ๋ยทุกวิธีการสูงกว่าการจัดการน้ำอย่างประหยัดที่มีการขังน้ำเป็นช่วงๆ โดยมีค่าเฉลี่ยผลผลิต 590 กิโลกรัม/ไร่ ส่วนการจัดการน้ำแบบสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง ซึ่งมีช่วงเปียกสลับแห้งมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยผลผลิตต่ำ (404 กิโลกรัม/ไร่) เนื่องจากมีอัตราการสูญเสียปุ๋ยไนโตรเจนโดยขบวนการ Denitrification ในปริมาณมากกว่าการจัดการน้ำโดยวิธีการอื่น เมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการน้ำแบบ ดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ ซึ่งมีสภาพการขังน้ำในแปลงใกล้เคียงกับการขังน้ำต่อเนื่อง และมีช่วงเปียกสลับแห้งน้อยกว่า ทำให้มีอัตราการสูญเสียแอมโมเนียไปจากระบบมีน้อยกว่าการจัดการน้ำแบบน้ำขังกับน้ำแห้ง โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 463 กิโลกรัม/ไร่ นอกจากนั้นแล้วยังมีปัญหาการระบาดของวัชพืชมากกว่า ซึ่งเมื่อ

เปรียบเทียบกับการจัดการน้ำแบบขังต่อเนื่อง การจัดการน้ำแบบสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง และแบบดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ ให้ผลผลิตลดลง 31.36 เปอร์เซ็นต์และ 21.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างไรก็ดี ในสภาพที่มีน้ำอย่างจำกัดการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวควรใส่ปุ๋ยในอัตรา 12-18 กิโลกรัม(N)/ไร่ และแบ่งใส่ 3 ครั้ง ในระยะ 20 วัน 45 วัน และ 55-60 วันหลังหว่านข้าว ขณะที่ใส่ปุ๋ยต้องมีน้ำขังในนาและให้น้ำในนาแบบอิ่มตัวไปด้วยน้ำ ซึ่งมีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนดีกว่าการให้น้ำสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง

7.5 การจัดการวัชพืชในระบบการปลูกข้าวที่จัดการน้ำอย่างประหยัดในฤดูนาปรัง

สำราญและคณะ (2544) รายงานว่าการปลูกข้าวด้วยวิธีประหยัดน้ำเป็นวิธีการที่เริ่มมีบทบาทมากขึ้นในสภาวะที่เกษตรกรประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำทำนาในฤดูนาปรัง โดยลดปริมาณการใช้น้ำให้เหลือน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ พร้อมกับปรับเปลี่ยนวิธีการปลูกจากการทำนาหว่านข้าวงอกซึ่งจำเป็นต้องใช้น้ำเป็นจำนวนมากในการแช่แปลงเตรียมดินให้เป็นเทือก มาเป็นการหว่านข้าวแห้งบนดินที่เตรียมแห้ง แต่การทำนาแบบประหยัดน้ำปัญหาที่เกิดขึ้นตามมาก็คือปัญหาวัชพืชที่มีชนิดและปริมาณมากกว่าการปลูกข้าวงอกบนดินที่เตรียมเทือกและขังน้ำตลอดฤดูปลูก และเป็นนิเวศการปลูกข้าวที่มีการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมในระหว่างฤดูปลูกน้อยมาก ซึ่งมีอิทธิพลจำกัดชนิดและปริมาณวัชพืชที่ขึ้นในแปลง ส่วนการจัดการน้ำแบบประหยัดที่มีการขังน้ำไม่ต่อเนื่อง มีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในแปลงปลูกในลักษณะเปียกสลับแห้ง ซึ่งเป็นสภาพที่เอื้ออำนวยให้ปัญหาวัชพืชรุนแรงมากขึ้น โดยเฉพาะในช่วงแรกที่ข้าวยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่ มีพื้นที่ว่างมากพอที่วัชพืชสามารถขึ้นเบียดบัง แก่งแย่งน้ำและธาตุอาหาร ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผลผลิตข้าวที่ปลูกภายใต้การจัดการน้ำอย่างประหยัดให้ผลผลิตต่ำ ประสาน (2536) รายงานว่าการทำนาแบบหว่านข้าวแห้งที่มีปัญหาวัชพืชระบาดทำความสูญเสียต่อผลผลิตข้าวได้ระหว่าง 23.5-51.9 เปอร์เซ็นต์ และจากรายงานของสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ หรือ IRRI ซึ่งรายงานในปี พ.ศ.2534 กล่าวว่า อัตราการสูญเสียผลผลิตข้าวจะมีมาถึง 55 เปอร์เซ็นต์ เมื่อปลูกข้าวแห้งในนาชลประทาน และจะมากถึง 74 เปอร์เซ็นต์ เมื่อปลูกข้าวแห้งในนาน้ำฝน และวัชพืชก็จะมีการเปลี่ยนแปลงชนิดตามลักษณะและวิธีการทำนา ดังนั้นจากปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าวจึงจำเป็นที่จะต้องหาวิธีการจัดการวัชพืชในการผลิตข้าวแบบประหยัดน้ำในฤดูนาปรังเพื่อใช้แนะนำเกษตรกรต่อไป

สุรพล และคณะ (2546) ได้ศึกษาชนิดและปริมาณวัชพืชที่ขึ้นในแปลงนาที่จัดการน้ำอย่างประหยัด 2 สภาพ คือ สภาพน้ำขังสลับน้ำแห้ง และ ดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ ในฤดูนาปรัง พ.ศ.2544 พบว่าในสภาพดังกล่าวซึ่งมีการให้น้ำลงในแปลงเป็นระยะๆ ทำให้มีสภาพเปียกสลับแห้งในช่วงต้นๆ ของฤดูปลูก ซึ่งมีพื้นที่ว่างมากทำให้ส่วนขยายพันธุ์ของวัชพืชที่เกิดจากเมล็ดงอกขึ้นมารบกวนเป็นจำนวนมากเมื่อเปรียบเทียบกับการขังน้ำต่อเนื่องตลอดฤดูปลูก และจัดการวัชพืชโดยใช้สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืชตามคำแนะนำเกษตรดีที่เหมาะสมของสถาบันวิจัยข้าว (2545) โดยที่ในแปลงที่มีการจัดการน้ำอย่างประหยัดใช้สารเคมี 2,4-D+Propanil ซึ่งเป็นสารเคมีชนิด post-emergence อัตรา 320 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ในระยะวัชพืชมีใบแล้ว 3-4 ใบ (20 วันหลังข้างอก) ส่วนในแปลงที่จัดการน้ำแบบขังต่อเนื่องใช้สารเคมี 2,4-D+Thiobencrab

ซึ่งเป็นสารเคมีชนิด pre-emergence อัตรา 5+2 เปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์ และเป็นสารเคมีเคลือบเม็ดทราย ใช้หว่านในนาอัตรา 4 กิโลกรัม/ไร่ในระยะ 12 วันหลังหว่านข้าว จากการสุ่มเก็บตัวอย่างวัชพืชในแปลงที่มีการจัดการน้ำแตกต่างกัน เมื่อข้าวมีอายุ 45 วัน พบว่าการจัดการน้ำอย่างประหยัดทั้ง 2 วิธีมีปริมาณวัชพืชขึ้นแข่งขันกับข้าวมากใกล้เคียงกันคือ 236 และ 242 ต้น/ตารางเมตร และมีปริมาณน้ำหนักแห้งของวัชพืช 112 และ 172 กรัม/ ตารางเมตร ส่วนการจัดการน้ำแบบขังต่อเนื่องมีปริมาณวัชพืชที่เก็บตัวอย่างในช่วงเวลาเดียวกันน้อยกว่า (77 ต้น/ตารางเมตร) และมีปริมาณน้ำหนักแห้งน้อยกว่า (24 กรัม/ตารางเมตร) (ตารางที่ 18) และเมื่อพิจารณาจากปริมาณน้ำหนักแห้งที่ชั่งได้ เห็นได้ว่า วัชพืชที่ขึ้นในแปลงที่มีการจัดการน้ำอย่างประหยัดมีน้ำหนักมากต้นใหญ่ เนื่องจากมีการเจริญเติบโตพร้อมกันกับต้นข้าว สารเคมีที่ใช้ควบคุมวัชพืชไม่มีผลในการป้องกันกำจัดสามารถแข่งขันกับข้าวได้ต่อไป ส่วนในสภาพที่ขังน้ำต่อเนื่องวัชพืชมีน้ำหนักน้อยต้นเล็ก เนื่องจากงอกขึ้นมาในภายหลังและไม่สามารถแข่งขันกับข้าวที่เจริญเติบโตมากแล้วได้

สำหรับชนิดของวัชพืชที่ตรวจนับได้ในช่วงระยะเวลาดังกล่าว พบว่า ในนาที่มีการจัดการน้ำอย่างประหยัดวัชพืชที่พบมากคือ วัชพืชประเภทกก วัชพืชใบกว้าง และวัชพืชใบแคบ เช่น กกทราย กกขนาก หนวดปลาดุก เทียนนา ผักปอดนา ตาลปัตรฤาษี และ หญ้าไม้กวาด และมีแนวโน้มชนิดวัชพืชมากขึ้นในฤดูหลังๆ ส่วนในนาที่มีการจัดการน้ำแบบขังต่อเนื่องวัชพืชที่พบทั่วไปเป็นวัชพืชใบกว้าง เช่น ผักปอดนา เทียนนา ตาลปัตรฤาษี และ ผักแว่น และมีปริมาณไม่มากนักทำให้มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของข้าวค่อนข้างน้อย นอกจากการเตรียมดินที่มีความประณีตที่มีผลทำลายวัชพืชและช่วยให้ข้าวงอกได้ดีสม่ำเสมอแล้ว ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการขังน้ำซึ่งมีส่วนช่วยให้การป้องกันกำจัดวัชพืชโดยใช้สารเคมีมีประสิทธิผลดียิ่งขึ้น

ตารางที่ 18 ปริมาณวัชพืช (ต้น/ตร.ม.) และปริมาณน้ำหนักแห้ง (กรัม/ตร.ม.)ในนาที่มีการจัดการน้ำอย่างประหยัด ในระยะ 45 วันหลังหว่าน (ฤดูนาปรัง พ.ศ.2544)

การจัดการน้ำ	วิธีการปลูก	ชนิดสารเคมี	จำนวนวัชพืช (ต้น/ตร.ม.)	ปริมาณน้ำหนักแห้ง (กรัม/ตร.ม.)
intermittent irrigation	หว่านข้าวแห้ง	2,4-D+Propanil	236	112
saturated soil	หว่านข้าวแห้ง	2,4-D+Propanil	242	172
continuous flooding	หว่านข้าวงอก	2,4-D+Thiobencrab	77	24
เฉลี่ย			185	102.7

ที่มา : สุรพลและคณะ (2546)

อมรรัตน์ และคณะ (2546) รายงานว่าได้ดำเนินการศึกษาวิธีการจัดการวัชพืชในการปลูกข้าวนาชลประทาน ที่มีการจัดการน้ำอย่างประหยัด 2 สภาพ คือ สภาพน้ำขังสลับน้ำแห้ง และ ดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ ดำเนินการทดลองในฤดูนาปรัง ระหว่างปี พ.ศ.2544-2546 รวม 3 ฤดูกาลทดลอง โดยมีวิธีการปลูกแตกต่างกัน 2 วิธีการ คือ หว่านข้าวแห้งและหว่านข้าวงอก และมีวิธีการป้องกันกำจัดวัชพืช 7 กรรมวิธี คือ ไม่กำจัดวัชพืช, ใช้แรงงานถอนเมื่อข้าวมีอายุ 30 วัน, ใช้สารเคมี butachlor 160 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ , สารเคมี 2,4-D+Propanil 320 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, สารเคมี butachlor 160 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ + 2,4-D+Propanil 320 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่,สารเคมี pendimethalene 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, และใช้เมล็ดพันธุ์ในอัตราสูง 30 กิโลกรัม./ไร่ จากการทดลองเพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดวัชพืชในสภาพที่มีการขังน้ำไม่ต่อเนื่อง 2 วิธีการดังกล่าว มีผลการทดลองที่สามารถสรุปได้ว่า

ในด้านวิธีการปลูกที่ได้ตั้งสมมุติฐานว่า การหว่านข้าวงอกบนดินที่เตรียมแห้ง ข้าวจะงอกและเจริญเติบโตได้ก่อนการหว่านข้าวแห้งบนดินที่เตรียมแห้งในช่วงระยะเวลาเดียวกันซึ่งอาจมีผลในการแข่งขันควบคุมวัชพืช แต่จากผลการทดลองที่ดำเนินการต่อเนื่องกัน 3 ปี ไม่พบว่าวิธีการปลูกที่แตกต่างกันมีอิทธิพลต่อการแข่งขัน หรือมีประสิทธิภาพในการควบคุมหรือลดปริมาณวัชพืชที่ตรวจนับได้ในระยะ 45 วันหลังข้างงอก ในด้านประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช ในสภาพการจัดการน้ำ แบบดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ การใช้สารเคมี pendimethalene ในระยะ หลังหว่านข้าวแล้วคราดกลบก่อนการให้น้ำครั้งแรก ให้ผลในการควบคุมวัชพืชในนาที่ใช้น้ำอย่างประหยัดได้ดีที่สุด แต่ไม่แตกต่างจากการใช้แรงงานถอนวัชพืชทิ้งในระยะข้าวมีอายุ 30 วัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสามารถตรวจนับปริมาณวัชพืชและมีปริมาณน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด ส่วนการจัดการน้ำแบบน้ำขังสลับน้ำแห้ง วิธีการกำจัดวัชพืชโดยใช้สารเคมี butachlor, butachlor + 2,4-D+Propanil และ pendimethalene ให้ผลในการกำจัดวัชพืชได้ในระดับเดียวกัน และไม่แตกต่างกับการใช้แรงงานถอนทิ้ง ซึ่งวิธีการนี้เป็นวิธีการที่ไม่สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรปัจจุบัน (ตารางที่ 19) และเมื่อพิจารณาในด้านผลผลิตข้าวที่เก็บเกี่ยวได้ในฤดูนาปรัง พ.ศ.2546 ซึ่งเป็นผลจากการควบคุมวัชพืชในช่วงต้นของการปลูกพบว่าวิธีการปลูกและวิธีการจัดการน้ำไม่มีอิทธิพลต่อผลผลิต และให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน ทั้ง 2 สภาพการจัดการน้ำ (ตารางที่ 20) แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีการจัดการน้ำอย่างประหยัดทั้ง 2 วิธีการ เฉลี่ยผลผลิต 3 ปี (ตารางที่ 21) พบว่า การจัดการน้ำแบบดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำมีค่าเฉลี่ยผลผิตสูงกว่าการจัดการน้ำแบบน้ำขังสลับน้ำแห้ง แม้ว่าการจัดการน้ำแบบดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำจะมีปริมาณวัชพืชที่ตรวจนับได้ค่อนข้างมากกว่าสภาพน้ำขังสลับน้ำแห้ง แต่ก็เป็นวัชพืชที่มีขนาดเล็กกว่าโดยพิจารณาจากปริมาณน้ำหนักแห้งที่ชั่งน้ำหนักได้ และในสภาพการจัดการน้ำแบบดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำเป็นสภาพที่การจัดการปุ๋ยเคมีมีประสิทธิภาพมากกว่าการจัดการน้ำแบบน้ำขังสลับน้ำแห้ง (ตารางที่ 21) สำหรับชนิดวัชพืชที่ตรวจนับได้ก็เป็นชนิดเดียวกันกับที่ได้กล่าวถึงแล้วข้างต้น

ตารางที่ 19 จำนวนวัชพืช(ต้น/ตร.ม.) และปริมาณน้ำหนักแห้ง (กรัม/ตร.ม.) ในระยะ 45 วันหลังหว่านข้าวที่มีวิธีการปลูกการจัดการวัชพืชและการจัดการน้ำอย่างประหยัดแตกต่างกันในฤดูนาปรัง (ฤดูนาปรัง พ.ศ.2546)

วิธีการจัดการน้ำและจัดการวัชพืช	จำนวนวัชพืช (ต้น/ตร.ม.)			น้ำหนักแห้ง (กรัม/ตร.ม.)		
	ข้าวแห้ง	ข้าวงอก	เฉลี่ย	ข้าวแห้ง	ข้าวงอก	เฉลี่ย
intermittent irrigation						
ไม่กำจัดวัชพืช	194	466	330 ab	100	132	116a
ใช้แรงงานถอน	80	148	114 bc	10	57	33 b
butachlor	75	93	84 c	33	40	37 b
2,4-D+Propanil	289	201	245 b	153	152	152 a
butachlor + 2,4-D+Propanil	123	33	78 c	69	33	51 b
pendimethalene	43	60	56 c	20	21	20 b
อัตราเมล็ดพันธุ์ 30 กก./ไร่	350	609	479 a	156	169	163 a
เฉลี่ย	165 A	231 A		77 A	86 A	
saturated soil						
ไม่กำจัดวัชพืช	625	926	776 a	84	142	113 a
ใช้แรงงานถอน	89	87	88 c	40	10	25 cd
butachlor	219	308	263 bc	65	72	69 bc
2,4-D+Propanil	402	494	448 b	79	91	85 b
butachlor + 2,4-D+Propanil	174	189	182 bc	60	61	61 bc
pendimethalene	51	55	53 c	4	26	15 d
อัตราเมล็ดพันธุ์ 30 กก./ไร่	273	730	502 ab	73	112	93 b
เฉลี่ย	262 A	398 A		58 A	74 A	

ที่มา : อมรรัตน์และคณะ (2546)

ตารางที่ 20 ผลผลิต (กก./ไร่) ของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่มีวิธีการปลูก การจัดการวัชพืชและจัดการน้ำอย่างประหยัดแตกต่างกันในฤดูนาปรัง พ.ศ.2546

การจัดการน้ำ	วิธีการกำจัดวัชพืช	หว่านข้าวแห้ง	หว่านข้าวงอก	เฉลี่ย
Intermittent irrigation	ไม่กำจัดวัชพืช	260	162	211 d
	ใช้แรงงานถอน	231	503	367 c
	butachlor	436	352	394 c
	2,4-D+Propanil	430	221	325 c
	butachlor + 2,4-D+Propanil	542	364	453 b
	pendimethalene	717	612	664 a
	อัตราเมล็ดพันธุ์ 30 กก./ไร่	287	205	246 d
	เฉลี่ย	415 A	346 A	380
saturated soil	ไม่กำจัดวัชพืช	139	126	133 e
	ใช้แรงงานถอน	401	433	417 c
	butachlor	505	487	526 b
	2,4-D+Propanil	216	239	228 d
	butachlor + 2,4D+Propanil	418	577	498 c
	pendimethalene	704	605	654 a
	อัตราเมล็ดพันธุ์ 30 กก./ไร่	137	108	123 e
	เฉลี่ย	369 A	369 A	368

ตารางที่ 21 ผลผลิต (กก./ไร่) ของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่มีวิธีการปลูก และจัดการน้ำอย่างประหยัดแตกต่างกันในฤดูนาปรัง พ.ศ.2544-2546

วิธีการจัดการน้ำ	วิธีการปลูก	นาปรัง 2544	นาปรัง 2545	นาปรัง 2546	เฉลี่ย
intermittent irrigation	หว่านข้าวแห้ง	389 a	320 a	415 a	375
	หว่านข้าวงอก	340 a	302 a	346 a	329
	เฉลี่ย	365	311	380	352
saturated soil	หว่านข้าวแห้ง	525 a	447 b	369 a	447
	หว่านข้าวงอก	579 a	492 a	369 a	480
	เฉลี่ย	553	470	369	464

ที่มา : อมรรัตน์และคณะ (2546)

สำหรับด้านผลผลิตข้าวซึ่งเป็นผลจากการใช้วิธีการกำจัดวัชพืช ในสภาพที่มีการจัดการน้ำอย่างประหยัด โดยพิจารณาจากข้อมูลผลผลิตของฤดูนาปรัง 2546 ตามตารางที่ 20 ให้ผลการทดลองที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณวัชพืชและปริมาณน้ำหนักแห้งที่เก็บตัวอย่างได้ในระยะ 45 วันหลังข้าวงอก (ตารางที่ 19) กรรมวิธีที่มีปริมาณวัชพืชมากย่อมส่งผลถึงปริมาณผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ ซึ่งสามารถจะสรุปผลการทดลองในแต่ละสภาพการจัดการน้ำดังนี้

- **การจัดการน้ำแบบให้น้ำสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง** วิธีการที่ให้ผลดีในการกำจัดวัชพืชคือ การใช้สารเคมี pendimethalene อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ในระยะก่อนการให้น้ำครั้งแรก วิธีการนี้มีปริมาณวัชพืชขึ้นรบกวนน้อยกว่าวิธีการอื่น และให้ผลผลิตข้าวสูงสุด 664 กิโลกรัม/ไร่ ส่วนวิธีการที่ให้ผลดีรองลงไปคือ การใช้สารเคมี butachlor อัตรา 160 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ในระยะ 5 วันหลังข้าวงอก และใช้สารเคมี 2,4-D+propanil อัตรา 320 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ อีกครั้งหนึ่งเมื่อวัชพืชขึ้นมีใบ 3-4 ใบ ซึ่งให้ผลผลิต 453 กิโลกรัม/ไร่ ส่วนวิธีการอื่นๆ ให้ผลผลิตต่ำ การใช้เมล็ดพันธุ์อัตราสูง 30 กิโลกรัม/ไร่ไม่มีอิทธิพลต่อการควบคุมวัชพืชและให้ผลผลิตข้าวต่ำที่สุดในระดับเดียวกันกับการไม่กำจัดวัชพืช (ตารางที่ 19,20 และ21)

- **การจัดการน้ำแบบดินนาซุ่มน้ำ** การจัดการน้ำวิธีนี้ วิธีการที่ให้ผลดีในการควบคุมวัชพืชคือ การใช้สารเคมี pendimethalene อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ในระยะก่อนการให้น้ำครั้งแรก ซึ่งเป็นวิธีการเดียวกันกับการจัดการวัชพืชในนาที่มีการจัดการน้ำแบบน้ำขังสลับน้ำแห้ง ซึ่งให้ผลผลิตข้าวสูงสุด 654 กิโลกรัม/ไร่ ส่วนวิธีการที่ให้ผลผลิตข้าวรองลงมาคือ การใช้สารเคมี butachlor อัตรา 160 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ในระยะ 5 วันหลังข้าวงอก โดยให้ผลผลิต 526 กิโลกรัม/ไร่ ส่วนกรรมวิธีอื่นให้ผลผลิตต่ำ โดยเฉพาะการใช้สารเคมี2,4-D+propanil อัตรา 320 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ในระยะ 20 วันหลังข้าวงอกมักเกิดอาการ phytotoxic ทำให้ข้าวแสดงอาการใบเหลืองไหม้ ชะงักการเจริญเติบโตและมีอัตราการฟื้นตัวได้ช้ากว่าวัชพืช และวิธีการที่ไม่มีผลต่อการควบคุมวัชพืชในสภาพการจัดการน้ำอย่างประหยัดคือการใช้เมล็ดพันธุ์ในอัตราสูง 30 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งให้ผลผลิตต่ำอยู่ในระดับเดียวกันกับการไม่กำจัดวัชพืช (ตารางที่ 19,20 และ 21)

และจากข้อมูลทั้งหมดอาจกล่าวได้ว่า วิธีการจัดการน้ำอย่างประหยัดทั้ง 2 วิธี มีสภาพที่ทำให้การระบาดของวัชพืชมีมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการขังน้ำต่อเนื่องและเตรียมดินอย่างประณีต การจัดการน้ำแบบดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ มีแนวโน้มการระบาดของวัชพืชมากกว่าแบบน้ำขังสลับน้ำแห้ง แต่ให้ผลผลิตข้าวสูงกว่า ส่วนวิธีการปลูกที่แตกต่างกัน ไม่มีความสัมพันธ์หรือมีอิทธิพลใดๆ ต่อประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชวิธีการต่าง ๆ ประสิทธิภาพการจัดการวัชพืชแต่ละสภาพการจัดการน้ำเป็นผลของวิธีการที่นำมาทดลองโดยตรง ซึ่งมีความแตกต่างกันไปในแต่ละฤดูกาลทดลอง แต่เมื่อพิจารณาจากข้อมูลผลผลิตในฤดูนาปรัง พ.ศ.2546

การใช้สารเคมี pendimethalene อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ในระยะก่อนการให้น้ำครั้งแรก มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่สุดในทุกสภาพที่มีการจัดการน้ำอย่างประหยัด สอดคล้องกับรายงานของ สำราญและคณะ(2544) ที่ศึกษาการควบคุมกำจัดวัชพืชในนาหว่านข้าวแห้งที่เตรียมดินแห้งและให้ผลดีเช่นเดียวกัน

7.6 การจัดการน้ำอย่างประหยัดเพื่อลดการปล่อยออกของก๊าซมีเทนในพื้นที่ปลูกข้าว

จากรายงานของกรมควบคุมมลพิษ(2544) รายงานว่า ร้อยละ 90 ของพื้นที่ทำนาถ้าจำแนกตามพื้นที่ปลูกเป็นการทำนาที่ใช้น้ำ และการทำนาในสภาพดังกล่าวการขังน้ำอย่างต่อเนื่องทำให้ดินอยู่ในสภาพ reduction อินทรียวัตถุในดินถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้อากาศ ได้ผลผลิตที่เป็นสารประกอบคาร์บอนที่ไม่พึงปรารถนาหลายชนิด ซึ่งสารประกอบเหล่านี้จะเป็น substrate สำหรับแบคทีเรียกลุ่มหนึ่งที่เรียกว่า Mathanogenic bacteria ที่ทำให้เกิดก๊าซมีเทน CH_4 และปลดปล่อยสู่บรรยากาศ โดยแพร่ผ่านผิวน้ำในนา ฟองอากาศ และผ่านออกทางช่องอากาศในลำต้น กาบใบและใบของต้นข้าว จากบัญชีรายการว่าด้วยการปล่อยออกและการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกที่มิได้ถูกควบคุมโดยพิธีสารมอนทรีออล พบว่า ในปี พ.ศ.2533 ประเทศไทย มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทน 2.8 ล้านตัน และส่วนใหญ่ 69 เปอร์เซ็นต์ (1.8 ล้านตัน) ถูกปลดปล่อยจากนาข้าว และคิดเป็นของกิจกรรมที่ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศลำดับ 2 (5 เปอร์เซ็นต์) ที่มีส่วนทำให้โลกร้อนขึ้นรองจากการตัดไม้ทำลายป่า(33 เปอร์เซ็นต์) และได้สรุปปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากการทำนาข้าวไว้ดังนี้

คุณสมบัติของดิน

- ดินมีอินทรียวัตถุสูงจะปลดปล่อยก๊าซมีเทนมากกว่าดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำ
- ดินเนื้อหยาบ เช่นดินทราย ร่วนทราย จะปลดปล่อยก๊าซมีเทนได้มากกว่าดินเหนียวเนื้อละเอียด
- ดินที่มีการขังน้ำตลอดจะปลดปล่อยก๊าซมีเทนมากกว่าดินที่มีน้ำขังสลับน้ำแห้ง
- ดินที่มีค่าปฏิกิริยาดิน 6.0-7.0 จะมีอิทธิพลต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนมากกว่าดินกรดหรือด่าง

วิธีการเขตกรรม

- การจัดการฟางโดยการไถกลบจะปลดปล่อยก๊าซมีเทนมากกว่าการจัดการฟางวิธีอื่นๆ
- การไถพรวนที่ระดับหน้าดินลึกจะเกิดก๊าซมีเทนสูงกว่าการไถพรวนหน้าดินตื้น
- การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในดินจะมีการปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงกว่าดินที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยอินทรีย์
- การใส่ปุ๋ยยูเรียจะมีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงกว่าการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต

ภูมิอากาศ

- เวลากลางวันที่มีอุณหภูมิสูง มีอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนมากกว่าเวลากลางคืน
- ฤดูกาล ข้าวนาชลประทานมีอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในฤดูฝนมากกว่าในฤดูแล้ง

พันธุ์ข้าว

- ลักษณะต้นข้าวที่มีโครงสร้างลำต้นและใบ ที่มีขนาดช่องอากาศภายในกาบใบใหญ่ จะทำให้ก๊าซออกซิเจนผ่านลงไปสู่รากได้มากเกิดขบวนการ Oxidation ทำให้ก๊าซมีเทนเปลี่ยนรูปไปได้
- อายุการเก็บเกี่ยวข้าวของพันธุ์ข้าวที่มีอายุหนักอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนรวมตลอดฤดูก็จะมีมากตามระยะเวลาที่ข้าวอยู่ในนาและขังน้ำ
- จำนวนต้นต่อพื้นที่มาก ถ้าข้าวสามารถสร้างน้ำหนักแห้งได้มาก แตกกอมาก มีแนวโน้มปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูง

กรมควบคุมมลพิษ (2544) ได้รายงานผลการศึกษาปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่สาธิตทำนาชลประทานแบบหว่านน้ำตมที่ขังน้ำต่อเนื่อง ในพื้นที่วิจัยของศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี ในฤดูนาปรัง พ.ศ.2543 พบว่าวิธีการจัดการผลิตข้าวแบบเกษตรกรมีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนตลอดฤดู 5.94 กิโลกรัมต่อพื้นที่ 0.25 ไร่ หรือ 23.76 กิโลกรัมต่อไร่ และรายงานว่า ในฤดูนาปี พ.ศ.2541/2542 ในพื้นที่ราบลุ่มน้ำท่าจีน มีพื้นที่ทำนาปีรวม 2,260,857 ไร่ มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนรวม 53,718 ตัน/ฤดูนาปี และในฤดูนาปรัง มีพื้นที่ทำนาปรังรวม 1,601,940 ไร่ มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนรวม 38,062 ตัน/ฤดูนาปรัง รวมทั้งปี 91,780 ตัน คิดเป็นร้อยละ 5.10 ของปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนทั้งประเทศ (ตารางที่ 22)

ตารางที่ 22 การประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน พ.ศ. 2541/2542

เกณฑ์กำหนดในการประเมินปริมาณก๊าซมีเทนจากการทำนา	ฤดูนาปี	ฤดูนาปรัง	รวมทั้งสิ้น
• พื้นที่ทำนาข้าว (ไร่)	2,260,857	1,601,940	3,862,797
• อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนตลอดฤดูทำนา (กก./ไร่)	23.76	23.76	23.76
• ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทน (ตัน/ฤดูกาล)	53,718	38,062	91,780
• สัดส่วนการปลดปล่อยก๊าซมีเทน (%)	2.98	2.11	5.10

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2544)

ลัดดาวัลย์ และคณะ (2544) ได้รายงานปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ทำนาข้าวชลประทานที่มีวิธีการเขตกรรมและการจัดการน้ำชลประทานแบบประหยัดต่างกัน กับข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี ในฤดูนาปรัง พ.ศ.2543 ซึ่งมีรูปแบบการจัดการน้ำอย่างประหยัด 2 แบบ คือการให้น้ำแบบสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง และการให้น้ำแบบดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ ภายใต้การจัดการน้ำทั้ง 2 วิธีดังกล่าวสามารถลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนได้ 63-76 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการขังน้ำ

ตลอดฤดูปลูก การปลูกข้าวแบบหว่านน้ำตมที่จัดการน้ำแบบสลับช่วงจะปลดปล่อยก๊าซมีเทนน้อยลง 63.04 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการขังน้ำตลอดและปลูกข้าววิธีเดียวกัน การปลูกข้าวโดยวิธีการหว่านข้าวแห้งและมีการจัดการน้ำแบบน้ำขังสลับน้ำแห้ง และแบบดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ ต้นข้าวมีอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนน้อยกว่าการหว่านข้าวแห้งที่มีการขังน้ำตลอด (57.69 และ 53.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และการจัดการน้ำแบบประหยัดทุกวิธีทำให้ผลผลิตข้าวลดลง 12-26 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการน้ำแบบขังตลอดฤดูปลูก ซึ่งเป็นวิธีการจัดการน้ำแบบปกติทั่วไปที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติ (ตารางที่ 23) และในสภาพนาดินเปรี้ยว ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี การปลูกข้าวภายใต้การจัดการน้ำอย่างประหยัดก็สามารถลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนได้มากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการขังน้ำตลอดเช่นเดียวกัน และการหว่านข้าวแห้งก็มีอัตราการปลดปล่อยมีเทน CH_4 น้อยกว่าการปลูกข้าวแบบหว่านน้ำตมและปักดำที่ใช้น้ำตลอดฤดูมากกว่า ซึ่งมีความสอดคล้องกับปัจจัยทางด้านการเขตกรรมและลักษณะการปลูกข้าวที่มีผลต่ออัตรามากน้อยในการปลดปล่อยมีเทน CH_4 ตามที่ได้กล่าวถึงแล้วข้างต้น (ตารางที่ 24)

ตารางที่ 23 ผลการจัดการน้ำอย่างประหยัดและวิธีการปลูกข้าวต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาชลประทาน ศวข.สุพรรณบุรี พ.ศ.2543

การจัดการน้ำ	วิธีการปลูกข้าว	ผลผลิตข้าว (กก./ไร่)	ความแตกต่างผลผลิต (%)	การปลดปล่อย CH_4 (g/m/day)	ความแตกต่าง (%)
ขังน้ำตลอดฤดู	ปักดำ	868 a	-	0.047 a	-
	หว่านน้ำตม	759 b	-12.55	0.046 a	-2.13
	หว่านข้าวแห้ง	868 a	0	0.026 b	-44.68
ให้น้ำสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง	หว่านน้ำตม	669 bc	-22.93	0.017 c	-63.83
	หว่านข้าวแห้ง	709 bc	-18.32	0.011 d	-76.47
ดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ	หว่านข้าวแห้ง	638 c	-26.50	0.012 cd	-74.47

ที่มา : ลัดดาวัลย์และคณะ (2544)

ตารางที่ 24 ผลการจัดการน้ำอย่างประหยัดและวิธีการปลูกข้าวต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาชลประทาน ศวข.ปทุมธานี พ.ศ.2543

การจัดการน้ำ	วิธีการปลูกข้าว	ผลผลิตข้าว (กก./ไร่)	ความแตกต่างผลผลิต (%)	การปลดปล่อย CH_4 (g/m/day)	ความแตกต่าง (%)
ขังน้ำตลอดฤดู	ปักดำ	515a	-	0.085 a	-
	หว่านน้ำตม	433 b	-15.92	0.034 c	-60.00
	หว่านข้าวแห้ง	361 a	-29.90	0.049 b	-42.35
ให้น้ำสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง	หว่านน้ำตม	249 c	-51.65	0.020 d	-76.47
	หว่านข้าวแห้ง	193 cd	-62.52	0.018 d	-76.54
ดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ	หว่านข้าวแห้ง	126 d	-75.53	0.018 d	-76.54

ที่มา : ลัดดาวัลย์และคณะ (2544)

บทที่ 8

สรุปคำแนะนำการจัดการน้ำเพื่อปลูกข้าวนาชลประทาน

8.1 สรุปความรู้เบื้องต้นการจัดการน้ำชลประทาน

น้ำเป็นปัจจัยการผลิตขั้นพื้นฐานที่สำคัญอย่างยิ่งที่ก่อให้เกิดผลผลิตทางการเกษตร โดยเฉพาะน้ำชลประทานเป็นปัจจัยที่ทำให้ผลผลิตการเกษตรมีเสถียรภาพสม่ำเสมอและมีความเสี่ยงต่อการผลิตต่ำ เช่น การผลิตข้าวฤดูนาปรัง ในนาชลประทานภาคกลางที่ต้องการการชลประทานเสริมเกือบทั้งหมด ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาตั้งแต่รัชสมัยพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯรัชกาลที่ 5 รัฐบาลได้ลงทุนก่อสร้างและพัฒนาระบบโครงการชลประทานในเขตภาคกลางอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันมีโครงการชลประทานใหญ่น้อยครอบคลุมพื้นที่การเกษตรภาคกลางมากกว่า 12 ล้านไร่ ทำให้พื้นที่ภาคกลางเป็นพื้นที่นาดีที่ทำให้เกษตรกรสามารถผลิตข้าวสู่วงจรตลาดได้ตลอดปี และผลผลิตข้าวเหล่านี้ส่วนใหญ่นำไปใช้บริโภคและแปรรูปในทางอุตสาหกรรม และมีผลผลิตข้าวส่วนหนึ่งส่งออกไปขายในตลาดต่างประเทศนำรายได้เป็นเงินตราต่างประเทศถึงมือเกษตรกรเป็นจำนวนมากมายมหาศาล นอกจากการเกษตรปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์แล้วน้ำยังเป็นวัตถุดิบสำคัญในการอุตสาหกรรม การประปา การผลิตไฟฟ้า รวมทั้งการนำไปใช้ไล่ผลักดันน้ำเค็มที่ลุกล้ำเข้ามาในฤดูแล้ง ปัจจุบันความเสื่อมโทรมของทรัพยากร และสิ่งแวดล้อม ก่อให้เกิดความไม่สมดุลย์ทางธรรมชาติ ระบบนิเวศน์และสิ่งแวดล้อมเกิดการเปลี่ยนแปลง สภาพดินฟ้าอากาศแปรปรวน มีปัญหาขาดแคลนน้ำในบางพื้นที่และในเวลาเดียวกันนั้นในบางพื้นที่มีปัญหาอุทกภัย ซึ่งก่อความเดือดร้อนให้แก่เกษตรกร เกิดความเสียหายต่อผลิตผลการเกษตร ดังนั้นการจัดการใช้ทรัพยากรน้ำ ผู้ใช้จึงควรมีความสำนึกตระหนักและใช้น้ำที่มีอยู่ค่อนข้างจำกัดให้เกิดประสิทธิภาพและได้ผลคุ้มค่ามากที่สุด

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดเดียวที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพดินนาน้ำขัง น้ำจึงมีบทบาทต่อการปลูกข้าวมาก เช่นช่วยปรับอุณหภูมิ ความอ่อนนุ่ม ความร่วนซุยของดินทำให้ดินอ่อนตัวง่ายต่อการไถพรวน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร และช่วยลำเลียงสารอาหารที่ข้าวดูดใช้จากดินและการสังเคราะห์แสงไปยังส่วนต่าง ๆ ภายในลำต้น และน้ำยังเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขบวนการทางสรีระวิทยา ของต้นข้าวอีกด้วย

8.2 สรุปปริมาณการใช้น้ำของข้าวชลประทานที่ปลูกในนาดินเหนียวภาคกลาง

ปริมาณการใช้น้ำของข้าวที่ปลูกในสภาพนาขังน้ำต่อเนื่องตลอดฤดูปลูก หรือ ที่เรียกว่าค่า ET; consumptive use of evapotranspiration หรือค่า ETP ซึ่งเป็นผลรวมของการใช้น้ำของพืช คือ การระเหยน้ำไปจากดิน (E) การคายน้ำของพืช (T) และน้ำที่สูญหายไปจากการซึมลงลึกและซึมด้านข้าง (P) กรมชลประทานรายงานว่า ในสภาพนาดินเหนียวภาคกลาง ในฤดูแล้งมีค่า ET เฉลี่ย 8.3 มิลลิเมตร/วัน ส่วนในฤดูฝนมีค่าเฉลี่ย 5.8 มิลลิเมตร/วัน และสรุปว่าในการปลูกข้าวนาปรังที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 120 วัน จะมีค่าปริมาณการใช้น้ำ (ETP) 800 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ ส่วนในฤดูนาปีจะมีค่าปริมาณการใช้น้ำ (ETP)

เหลือเพียง 580 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ เนื่องจากในฤดูฝนมีปริมาณฝนใช้การได้มากกว่าฤดูแล้ง และปริมาณน้ำที่กล่าวถึงนี้ยังไม่รวมปริมาณน้ำที่ต้องใช้ในการตกกล้าเตรียมแปลงปลูก ซึ่งต้องใช้น้ำประมาณ 625 ลูกบาศก์เมตรในฤดูนาปรังและ 400 ลูกบาศก์เมตรในฤดูนาปี และยังมีน้ำบางส่วนที่สูญหายไปเนื่องจากการไหลบ่าซึมลงลึกและซึมด้านข้าง ดังนั้นในฤดูปลูกหนึ่ง ๆ เกษตรกรจะต้องมีปริมาณน้ำเป็นปัจจัยการผลิตขั้นพื้นฐาน 1,500 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ ในฤดูนาปรัง และ 1,000 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ในฤดูนาปี ซึ่งถือว่าเป็นปริมาณมากเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกพืชชนิดอื่น

ปัจจุบันการทำนาในเขตชลประทานภาคกลางได้เปลี่ยนไปใช้วิธีการปลูกเมล็ดโดยตรงแทนการตกกล้าและปักดำ ซึ่งทำให้ใช้ปริมาณการใช้น้ำต่อฤดูปลูกลดลง จากการทดลองหาปริมาณน้ำสำหรับปลูกข้าวพันธุ์ผสมไม่ไวแสงอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 110 วัน โดยฝ่ายวิจัยการใช้น้ำชลประทาน กรมชลประทานรายงานว่าปริมาณน้ำใช้ที่เพียงพอสำหรับผลิตข้าวนาชลประทานโดยเฉลี่ยจาก 17 จังหวัดภาคกลาง มีค่า ETP = 1,148 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ฤดู (จังหวัดสุพรรณบุรี มีค่า ETP= 1,155 ลูกบาศก์เมตร/ไร่) หรือประมาณ 13.44 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/วัน (ช่วงการให้น้ำประมาณ 86 วัน) และในสภาพที่มีน้ำ ชลประทานในระบบเพียงพอเกษตรกรอาจจัดการระดับน้ำในนาแบบขังต่อเนื่องตลอดฤดูปลูก ในระดับขังน้ำตื้น (3-5 เซนติเมตร) หรือ ลึกปานกลาง (5-10 เซนติเมตร) ซึ่งทำให้ข้าวสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดี การรักษาระดับน้ำแบบลึกเป็นวิธีการจัดการน้ำแบบสิ้นเปลืองที่เกษตรกรคุ้นเคย โดยรักษาระดับน้ำตั้งแต่ข้าวมีอายุ 15-20 วัน ในระดับ 9-10 เซนติเมตรไปจนกระทั่งข้าวสุกเหลืองใกล้เก็บเกี่ยวจึงระบายน้ำทิ้งไปจากแปลงนา แต่ในสภาพที่มีน้ำในระบบอย่างจำกัด หรือมีน้ำแต่มีน้อย เกษตรกรต้องใช้ระบบการจัดการน้ำอย่างประหยัดในการปลูกข้าว ซึ่งการจัดการน้ำแบบขังไม่ต่อเนื่องเป็นวิธีการหนึ่งซึ่งเกษตรกรสามารถนำไปใช้เพื่อการผลิตข้าวได้หากมีความประสงค์ และไม่ต้องการปลูกพืชชนิดอื่นทดแทนข้าว

8.3 แนวทางการจัดการน้ำอย่างประหยัดเพื่อปลูกข้าวนาปรัง

การจัดการน้ำแบบขังไม่ต่อเนื่อง เช่น การให้น้ำสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง (intermittent irrigation) หรือให้น้ำแบบดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ เป็นหลักการจัดการน้ำอย่างประหยัดโดยลดระยะเวลาการขังน้ำในนาให้เหลือน้อยที่สุด จะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตข้าวน้อยที่สุด โดยการศึกษาความสัมพันธ์ของดิน น้ำ และพืช อย่างเข้าใจถ่องแท้ จากผลการวิจัยของฝ่ายเกษตรชลประทาน กรมชลประทาน พบว่าการจัดการน้ำอย่างประหยัดไม่ทำให้ผลผลิตข้าวลดลงแต่อย่างใด และสรุปว่าการปลูกข้าวไม่จำเป็นต้องขังน้ำต่อเนื่องตลอดฤดูปลูก เพียงรักษาความชื้นดินที่ระดับ 85% ของความชื้นเป็นประโยชน์ และไม่ปล่อยให้ข้าวประสบสภาวะเครียดน้ำ ในช่วงระยะเวลาวิกฤตข้าวก็สามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดี นอกจากนั้นยังเป็นการช่วยประหยัดน้ำและช่วยให้ดินมีโอกาสอยู่ในสภาพ Oxidation ทำให้ลดการสะสมสารประกอบคาร์บอนที่เป็นพิษบางชนิด เช่น ก๊าซมีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ และไฮโดรเจนซัลไฟด์ ไปจากดินนา โดยเฉพาะการทำนาชลประทานภาคกลางที่มีการไถกลบฟางข้าวอย่างหยาบ ๆ และรีบเร่ง การปล่อยให้ดินอยู่ในสภาพที่ระบายอากาศดี จะช่วยให้จุลินทรีย์ดินชนิดต้องการ

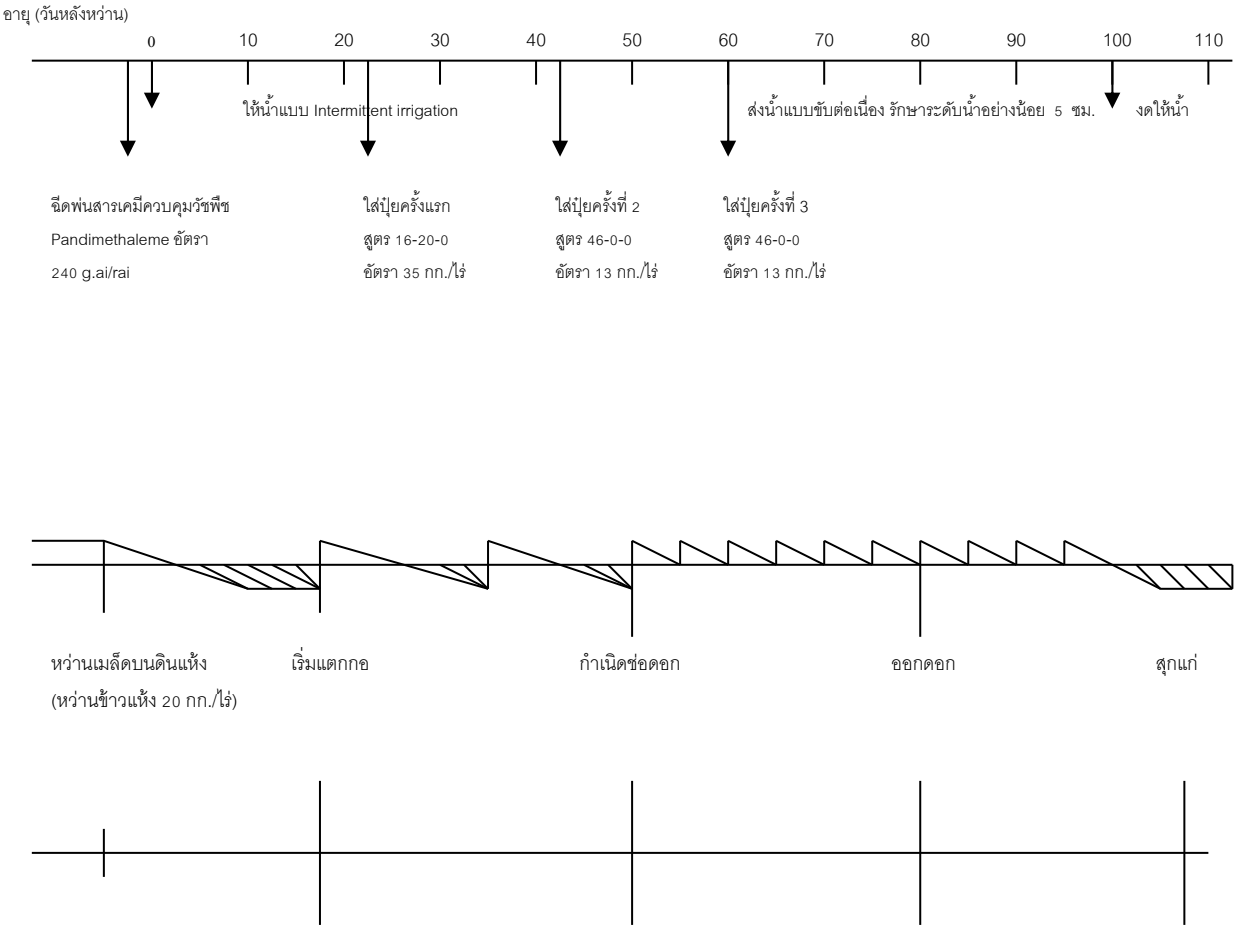
อากาศที่มีประสิทธิภาพดำเนินกิจกรรมย่อยสลายฟางให้หมดไปโดยเร็ว ส่งผลให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูงขึ้นโดยลำดับ และส่งเสริมให้รากข้าวสามารถเจริญเติบโตในแนวดิ่ง แต่การจัดการน้ำแบบนี้ก็มีข้อจำกัดเนื่องจากดินอยู่ในสภาพเปียกสลับแห้งส่งเสริมให้มีชนิดและปริมาณวัชพืชในนาระบาดมากขึ้น และลดทอนประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน

8.4 สรุปการพัฒนางานวิจัยการใช้น้ำอย่างประหยัดเพื่อปลูกข้าวนาปรังในนาดินเหนียวภาคกลางและคำแนะนำ

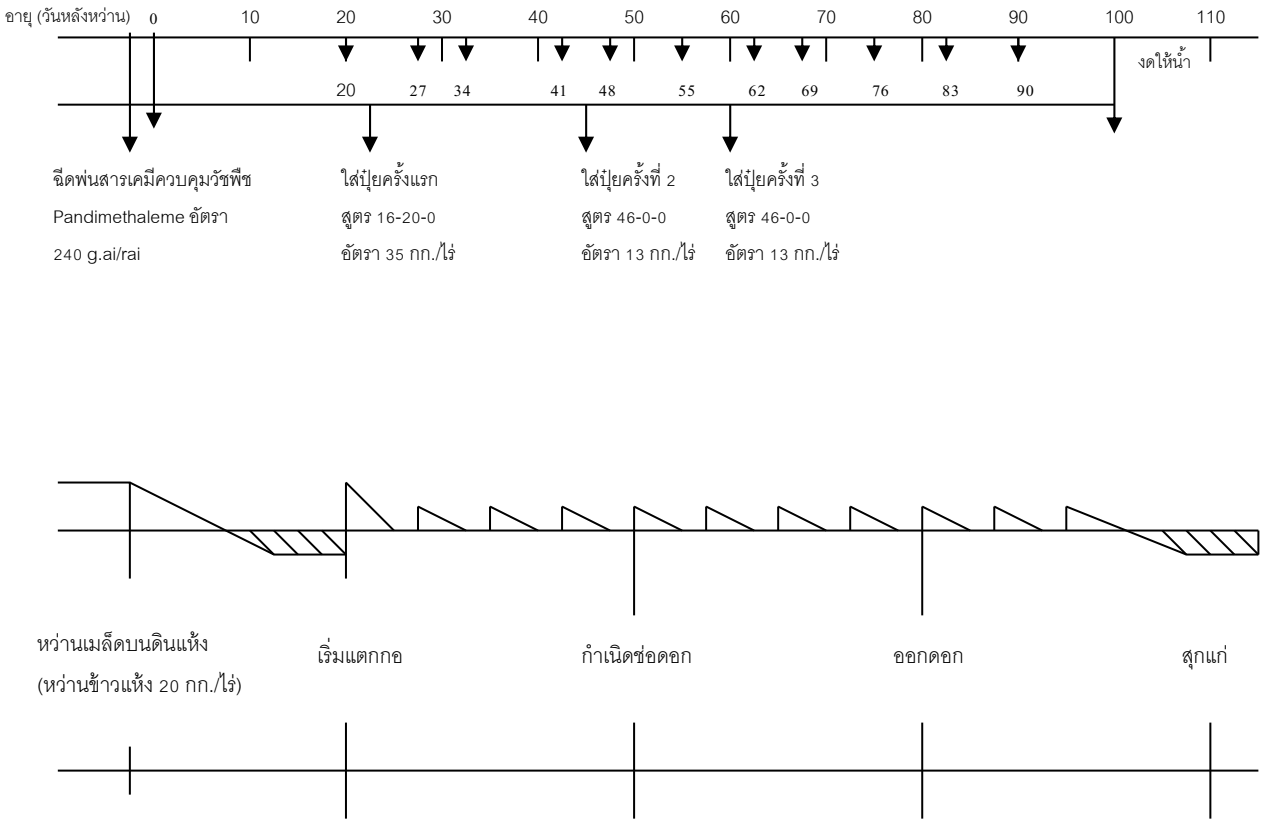
จากการค้นคว้าวิจัยการจัดการน้ำอย่างประหยัด เพื่อศึกษาองค์ประกอบของเทคโนโลยีด้านต่างและจัดรวมกันเข้าเป็นเทคโนโลยีการจัดการน้ำอย่างประหยัดที่เหมาะสมสำหรับแนะนำเกษตรกรบางพื้นที่ที่มีปัญหาขาดแคลนน้ำทำนาปรัง หรือมีความประสงค์สงวนทรัพยากรน้ำไว้ใช้ในกิจกรรมอื่นๆในไร่นา ผลการวิจัยการจัดการน้ำอย่างประหยัดที่ดำเนินการในพื้นที่วิจัยของศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี ที่อยู่ในเขตชลประทานสมบูรณ์ มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินปานกลาง ความสูงของระดับน้ำใต้ดิน ระหว่าง 0.6-1.0 เมตร พื้นที่ราบเรียบสม่ำเสมอความลาดเท 0.5-1.5 เปอร์เซ็นต์ ควบคุมน้ำได้ดี ผลการทดลองที่ดำเนินการต่อเนื่องกัน 3 ฤดูกาล (พ.ศ.2544-2546)มีผลการทดลองที่สามารถสรุปเป็นคำแนะนำได้ดังนี้ (ภาพที่ 11 และ 12)

- **ด้านการจัดการน้ำ และประสิทธิภาพการใช้น้ำ**

การจัดการน้ำอย่างประหยัดทั้ง 2 วิธีการ คือ การให้น้ำสลับน้ำขังสลับกับน้ำแห้ง หรือให้น้ำแบบดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ มีผลการทดลองที่เด่นชัดว่าสามารถลดปริมาณการใช้น้ำในการปลูกข้าวนาปรังลงได้ 14.89 เปอร์เซ็นต์ (ETP = 982.97 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ฤดู) สำหรับการให้น้ำสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง และ 47.94 เปอร์เซ็นต์ (ETP = 601.33 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ฤดู) สำหรับการให้น้ำแบบดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ เมื่อเปรียบเทียบกับการขังน้ำต่อเนื่องตลอดฤดูปลูก (ETP = 1,155 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ฤดู) การจัดการน้ำแบบดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ เป็นวิธีการจัดการน้ำที่เหมาะสมในการนำไปใช้เป็นแนวทางการจัดการน้ำอย่างประหยัดในสภาพนาดินเหนียวภาคกลาง และใช้น้ำน้อยกว่าการจัดการน้ำแบบสลับน้ำขังกับน้ำแห้งขณะเดียวกัน พันธุ์ข้าวมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงกว่าการจัดการน้ำแบบขังตลอดโดยสามารถใช้น้ำ 1 หน่วยปริมาตรไปเป็นน้ำหนักแห้งสูงกว่าการจัดการน้ำแบบอื่นๆ



ภาพที่ 10 แผนภูมิคำแนะนำการใช้ปัจจัยการผลิต และการจัดการน้ำอย่างประหยัดแบบสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง



ภาพที่ 11 แผนภูมิคำแนะนำการใช้ปัจจัยการผลิต และการจัดการน้ำอย่างประหยัดแบบดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ

- **ด้านพันธุ์ และ การใช้พันธุ์**

พันธุ์ข้าวพันธุ์รับรองที่เกษตรกรนิยมใช้ปลูกในนาชลประทานเวลานี้ สามารถนำไปใช้ปลูกในระบบการจัดการน้ำอย่างประหยัดได้ทุกพันธุ์ รวมทั้งสายพันธุ์ข้าวที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ใหม่ ยกเว้น พันธุ์สุพรรณบุรี 2, ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี และข้าวเจ้าหอมคลองหลวง 1 ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตต่ำในสภาพการจัดการน้ำดังกล่าว แต่โดยภาพรวมในสภาพการจัดการน้ำอย่างประหยัด พันธุ์ข้าวทุกพันธุ์จะให้ผลผลิตเฉลี่ยลดลงประมาณ 8-12 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการน้ำแบบขังต่อเนื่องตลอดฤดูปลูก ในสภาพที่มีการเตรียมดินแห้งและจัดการน้ำอย่างประหยัด วิธีการปลูกก็สามารถใช้ได้ทั้งหว่านข้าวงอกและหว่านข้าวแห้ง แต่การหว่านข้าวงอกจะทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตในระยะแรกได้เร็วและสม่ำเสมอกว่าการหว่านข้าวแห้ง และทำให้สามารถเก็บเกี่ยวได้เร็วขึ้นประมาณ 3-5 วัน เนื่องจากผ่านการงอกมาแล้ว 2-3 วันก่อนที่จะหว่านลงแปลง แต่การหว่านข้าวงอกไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนวัชพืชที่ตรวจนับได้ในแปลง

- **ด้านการจัดการปุ๋ยเคมี**

ที่ระดับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราและระยะเวลาเดียวกัน การจัดการน้ำในฤดูนาปรังอย่างประหยัดให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยลดลง 31.36 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการจัดการน้ำแบบสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง และลดลง21.53 เปอร์เซ็นต์สำหรับการจัดการน้ำแบบดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ เมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการน้ำแบบขังต่อเนื่อง ที่มีปัญหาการสูญหายของปุ๋ยไนโตรเจนและการระบาดของวัชพืชน้อยกว่าการจัดการน้ำอย่างประหยัดไม่ว่าจะเป็นวิธีการใด อัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 12-18 กิโลกรัม(N)/ไร่ โดยแบ่งใส่ 3 ครั้ง ในระยะ 20วัน 45 วัน และ 55-60 วันหลังข้าวงอกให้ผลดีที่สุด

- **ด้านการจัดการวัชพืช**

การจัดการวัชพืชด้วยวิธีการเขตกรรม เช่น การใช้เมล็ดพันธุ์อัตราสูง หรือใช้แรงงานถอนทิ้ง ไม่สามารถนำมาใช้ในการผลิตข้าวนาปรังที่มีการจัดการน้ำอย่างประหยัด รวมทั้งวิธีการปลูกข้าวแบบหว่านข้าวแห้งหรือหว่านข้าวงอกก็ไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนวัชพืชที่ตรวจนับในแปลงในระยะข้าวแตกกอ การใช้สารเคมี pendimethalene อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ในระยะก่อนการให้น้ำครั้งแรกเพื่อบังคับให้เมล็ดงอก หรือใช้สารเคมี butachlor อัตรา 160 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ในระยะ 5 วันหลังหว่านข้าว เป็นวิธีการที่ให้ผลดีในการควบคุมวัชพืชในนาที่มีการจัดการน้ำอย่างประหยัด ซึ่งมีปัญหาวัชพืชประเภทกก และใบกว้างเป็นส่วนใหญ่ มีใบแคบเป็นส่วนน้อย อย่างไรก็ดี หากในช่วงหลังหว่านข้าวแล้วประมาณ 20 วัน ถ้าพบว่ามีวัชพืชขึ้นรบกวนในแปลง ใช้สารเคมี 2,4-D+propanil อัตรา 320 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ในระยะ 20 วันหลังหว่านข้าว ฉีดพ่นกำจัดวัชพืชที่ขึ้นภายหลัง แต่ต้องระมัดระวังพิษจากสารเคมีที่อาจมีผลกระทบต่อต้นข้าว ส่วนวิธีการถอนวัชพืชทิ้งในระยะ 30 วันหลังข้าวงอกแม้ว่าจะเป็นวิธีการที่ดี แต่ไม่สอดคล้องกับสภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรที่มีปัญหาด้านแรงงานและต้นทุนการผลิตสูงดังเช่นปัจจุบัน

- **ด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม**

ในสภาพดินนาปกติ การจัดการน้ำอย่างประหยัดทั้ง 2 สภาพ ไม่ว่าจะปลูกข้าวโดยวิธีใด มีอัตราการปล่อยออกของก๊าซมีเทนน้อยกว่าการจัดการน้ำแบบขังตลอดฤดูปลูกและปลูกข้าวด้วยวิธีเดียวกัน โดยสามารถลดการปล่อยออกของก๊าซมีเทนได้ 70.15 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการจัดการน้ำแบบให้น้ำสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง และลดลง 74.47 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการจัดการน้ำแบบดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ เมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการน้ำแบบขังต่อเนื่อง และให้ผลเป็นไปในลักษณะเดียวกันในสภาพดินนากรดจัด การจัดการน้ำอย่างประหยัดสามารถลดการปล่อยออกของก๊าซมีเทนได้ 76.50 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการจัดการน้ำแบบให้น้ำสลับน้ำขังกับน้ำแห้ง และลดลง 76.54 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการจัดการน้ำแบบดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ แต่ในสภาพการจัดการน้ำแบบขังต่อเนื่อง ในสภาพดินนากรดจัดมีการปล่อยออกของก๊าซมีเทนมากกว่าดินนาปกติ

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2544. **กิจกรรมการศึกษาเพื่อกำหนดมาตรฐานการป้องกันมลพิษจากนาข้าวในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน**. กรมควบคุมมลพิษ. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2535. **สรีรวิทยาการผลิตพืช**. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. จ.เชียงใหม่. 188 หน้า.

ดิเรก ทองอร่าม. ไม่ปรากฏปีที่ตีพิมพ์. **การให้น้ำเพื่อปลูกข้าวอย่างประหยัด**. ฝ่ายเกษตรชลประทาน กองจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 13 หน้า.

ดิเรก ทองอร่าม. ไม่ปรากฏปีที่ตีพิมพ์. **ความต้องการน้ำของพืช**. ฝ่ายเกษตรชลประทาน กองจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 67 หน้า.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์. 2543. **ดินนาที่ใช้ปลูกข้าว**. ภาควิชาปฐพีวิทยา. คณะเกษตร . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 356 หน้า.

ธวัชชัย ณ นคร. 2526. **ความสัมพันธ์ดิน น้ำ และพืช**. ว.วิชาการเกษตร . ปีที่ 1 กันยายน-ธันวาคม 2526.หน้า 185-195.

บริบูรณ์ สมฤทธิ์ .2540. **การจัดการผลิตข้าว** . *ใน*. เอกสารการสอนชุดวิชาการจัดการผลิตธัญพืชและพืชอาหารสัตว์ (หน่วยที่ 5) .หน้า 381-524. สาขาวิชาการส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. นนทบุรี.

บุญธรรม พรหมมณี. 2532. **ลู่ทางการพัฒนาการใช้ประโยชน์แหล่งน้ำเพื่อการผลิตทางการเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**. การสัมมนาเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาเกษตรกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จ. ขอนแก่น .สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 568-587.

ประสาน วงศาโรจน์. 3536. **การควบคุมวัชพืชที่ให้ผลตอบแทนสูงในนาหว่านข้าวแห้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**. กลุ่มงานวิทยาการวัชพืช กองพฤกษศาสตร์และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 113 หน้า.

ปราโมทย์ ไม้กลัด.2545. **ทรงจัดหาน้ำให้พอเพียงทั่วผืนแผ่นดินไทย ความประทับใจในการตามเสด็จ**. อนุสาร อ.ส.ท. ปีที่ 43 ฉบับที่ 5 ธันวาคม2545. หน้า 160-162.

ไพฑูรย์ นะลายสุต. 2534. **มุมมองการพัฒนาแหล่งน้ำของข้าพเจ้า**. บทความเสนอในการอภิปรายทางวิชาการ เรื่องทิศทางพัฒนาแหล่งน้ำในทศวรรษหน้า. วันที่ 27 ธันวาคม 2534 โรงแรมเอเชีย กรุงเทพ ฯ .โรเนียว 22 หน้า.

ยงยศ สุภาศักดิ์. 2537. **ปริมาณน้ำใช้ของข้าวและความต้องการน้ำของพืช**. ว.ข่าวศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี. ปีที่ 6 ฉบับที่ 3 (เมษายน-มิถุนายน 2537). หน้า 3-4.

ยงยศ สุภาศักดิ์ และ ลดาวัลย์ ปทุมวิทย์. 2530. **รายงานผลการค้นคว้าวิจัยการใช้น้ำของข้าว ปี พ.ศ.2518-2526**. งานวิจัยการใช้น้ำชลประทานของข้าว กองจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 34 หน้า.

ลัดาวัลย์ กรรณนุช, กิ่งแก้ว คุณเขต, นิตยา รื่นสุข, กษิน ขำเลขะสิงห์, สุรพล จัตุพร, อมรรัตน์ อินทร์มั่น อัญชลี คร้ามศรี, นิวัติ เจริญศิลป์, วิชัย หิรัญยูปกรณ์ นิกูล รังสิชล และ สุเทพ ลิ้มทองกุล. 2544. **การปลูกข้าวนาปรังโดยระบบการใช้น้ำอย่างประหยัด**. *ใน*.เอกสารการประชุมวิชาการศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี 2544. หน้า 107-119. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วิโรจน์ อิ่มพิทักษ์. 2531. **การจัดการดิน (เล่ม 2)**. หน้า 317-604. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศจี เจริญยิ่ง. 2537. **ข้อมูลการใช้น้ำของพืชต่าง ๆ ในภาคกลาง**. เอกสารวิชาการเล่ม 3. งานวิจัยการใช้น้ำชลประทานของข้าว กองจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 34 หน้า.

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2543. **สถิติการเกษตรประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2541/2542**. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ .105 หน้า.

สถาบันวิจัยข้าว. 2545. **เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับผลิตข้าวนาชลประทาน**. สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 41 หน้า

สถาบันวิจัยข้าว และ FAO. 2546. **คู่มือการใช้เทคโนโลยีแบบบูรณาการในการผลิตข้าวและเมล็ดพันธุ์ข้าวคุณภาพดี** TCP/THA0167(T). สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 37 หน้า.

สุรพล จัตุพร, อมรรัตน์ อินทร์มั่น และ ลัดดาวัลย์ กรรณนุช. 2546 . **การใช้น้ำอย่างประหยัดเพื่อผลิตข้าวนาปรังในนาดินเหนียวชลประทานภาคกลาง**. ศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 89 หน้า.

สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 .2544. **การวิเคราะห์ระบบนิเวศเกษตรภาคกลางและภาคตะวันตก** . กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ . 99 หน้า.

สำราญ อินแถลง, สัญชัย สัตตวัฒนานนท์ ,นิตยา รื่นสุข และ วาสนา อินแถลง. 2544. **การควบคุมวัชพืชในนาที่เตรียมดินแห้ง**. *ใน*. เอกสารการประชุมวิชาการ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี 2544. หน้า 120-135. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อมรรัตน์ อินทร์มั่น, สุรพล จัตุพร และ ลัดดาวัลย์ กรรณนุช. 2546 . **การจัดการวัชพืชในการปลูกข้าวโดยใช้น้ำอย่างประหยัดในฤดูนาปรัง**. ศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. โรเนียว 20 หน้า

อัจฉรา จิตตลดากรณ์ , สุรพล จัตุพร และ วิชัยหิรัญยูปรณ์. 2540. **กรณีศึกษาการจัดการผลิตธัญพืชและพืชอาหารสัตว์**. *ใน*. เอกสารการสอนชุดวิชาการจัดการผลิตธัญพืชและพืชอาหารสัตว์ (หน่วยที่ 15) หน้า 520-557 สาขาวิชาการส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. นนทบุรี.

อุทัย อารมณ์รัตน์. 2541. **ทรัพยากรน้ำและการให้น้ำทางผิวดินอย่างมีประสิทธิภาพ**. งานวิจัยปฐพีกายภาพ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 173 หน้า.

De Datta, S.K.,1981. **Principle and Practices of Rice Production.** John Wiley and Son.Inc., Singapore. 618 pp.

✲❁✲❁✲❁✲❁✲❁✲❁✲