

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Climate Change) คือ การเปลี่ยนแปลงลักษณะอากาศเฉลี่ย (average weather) ในพื้นที่หนึ่ง ลักษณะอากาศเฉลี่ย หมายถึง ลักษณะทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับอากาศ เช่น อุณหภูมิ ฝน ลม เป็นต้น ในความหมายตามกรอบของอนุสัญญาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ FCCC (Framework Convention on Climate Change) การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อันเป็นผลทางตรงหรือทางอ้อมจากกิจกรรมของมนุษย์ที่ทำให้องค์ประกอบของบรรยากาศเปลี่ยนแปลงไป นอกเหนือจากความผันแปรตามธรรมชาติ

กิจกรรมของมนุษย์ที่มีผลทำให้ภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง ได้แก่ กิจกรรมที่ทำให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases) ในบรรยากาศเพิ่มมากขึ้น เป็นเหตุให้ภาวะเรือนกระจก (Greenhouse Effect) รุนแรงกว่าที่ควรจะเป็นตามธรรมชาติ และส่งผลให้อุณหภูมิพื้นผิวโลกสูงขึ้น ที่เรียกว่า ภาวะโลกร้อน (Global warming) ซึ่งก๊าซเรือนกระจก เป็นก๊าซที่เป็นองค์ประกอบของบรรยากาศ และมีคุณสมบัติยอมให้รังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ผ่านทะลุมายังพื้นผิวโลกได้ แต่จะดูดกลืนรังสีคลื่นยาวช่วงอินฟราเรดที่แผ่ออกจากพื้นผิวโลกเอาไว้ ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ และเป็นผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน ก๊าซไนตรัสออกไซด์ ฯลฯ ก๊าซเรือนกระจกนั้นเป็นปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจก ซึ่งหมายถึงภาวะที่ชั้นบรรยากาศของโลกกระทำตัวเสมือนกระจกที่ยอมให้รังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ผ่านลงมายังพื้นผิวโลกได้ แต่จะดูดกลืนรังสีคลื่นยาวช่วงอินฟราเรดที่แผ่ออกจากพื้นผิวโลกเอาไว้ จากนั้นก็จะคายพลังงานความร้อนให้กระจายอยู่ภายในบรรยากาศจึงเปรียบเสมือนกระจกที่ปกคลุมผิวโลกให้มีความสมดุลทางอุณหภูมิและเหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิตบนผิวโลก ส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่าภาวะโลกร้อน ซึ่งเป็นภาวะที่อุณหภูมิโดยเฉลี่ยของโลกสูงขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง ภาวะโลกร้อนอาจนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝน ระดับน้ำทะเล และมีผลกระทบอย่างกว้างขวางต่อพืช สัตว์ และมนุษย์

การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ซึ่งสามารถส่งผลต่ออุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นและปริมาณน้ำฝนที่คาดการณ์ว่าจะลดน้อยลงอาจส่งผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำ ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการพัฒนาประเทศ ปัญหาทรัพยากรน้ำอันดับต้นๆ ของประเทศไทย คือ ปัญหาการขาดแคลนน้ำและสภาวะแห้งแล้ง การศึกษาเพื่อคาดการณ์ผลกระทบต่อแหล่งน้ำและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มเป็น 2 เท่า พบว่า อุณหภูมิที่สูงขึ้น 2-4 องศาเซลเซียส จะส่งผลให้มีปริมาณการคายน้ำ (Evapotranspiration) จากอ่างเก็บน้ำเพิ่มขึ้นทำให้สามารถกักเก็บน้ำได้น้อยลง และมีแนวโน้มทำให้ขาดแคลนน้ำหากไม่ได้รับการจัดการที่เหมาะสม อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเป็นสองเท่าอาจจะมีผลให้การสังเคราะห์แสงของพืชเพิ่มขึ้น รวมทั้งผลผลิตเพิ่มขึ้นด้วย และอุณหภูมิที่สูงขึ้นอาจส่งผลต่อผลผลิตข้าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากอุณหภูมิประจำวันสูงเกิน 35 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิที่สูงขึ้นมีผลกระทบต่อผลผลิตของข้าว 2 ประการ คือ (1) อุณหภูมิที่สูงขึ้นกับปริมาณความชื้นที่สูงมีผลทำให้รวงข้าวเป็นหมันและจะมีผลกระทบต่อผลผลิตของข้าว (2) อุณหภูมิช่วงกลางคืนที่เพิ่มสูงขึ้นมีผลทำให้การดูดซึม (Assimilated accumulation) ในกระบวนการทางชีววิทยาลดลง (Wassmann, 2009)

วงจรการเจริญเติบโตของข้าวแบ่งออก 3 ระยะ คือระยะการพัฒนาลำต้นหรือระยะแตกกอ (Vegetative stage) ระยะออกดอกหรือระยะสืบพันธุ์ (Reproductive stage) และระยะข้าวสุก (Grain filling/Ripening phase) ซึ่งในระยะออกดอกเป็นช่วงที่ข้าวมีการตอบสนองที่ค่อนข้างไวต่ออุณหภูมิมากที่สุด สำหรับในระยะแตกกอพบว่าข้าวในระยะนี้มี ความทนทานต่ออุณหภูมิได้ประมาณ 35/25 องศาเซลเซียส

(อุณหภูมิช่วงกลางวัน/กลางคืน) ในกรณีที่อุณหภูมิสูงเกินช่วงค่าวิกฤตนี้จะมีผลกระทบต่อความสูงของข้าว (Plant height) การแตกหน่อใหม่ (Tiller number) และน้ำหนักรวม (Total dry weight) (Yoshida, Satake และ Mackill 1981)

จากการทดสอบปลูกข้าวในบริเวณที่มีอุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิอากาศรอบๆ ประมาณ 3.6-7.0 องศาเซลเซียส ในระยะข้าวการสร้างละอองเรณูถึงระยะกลางของระยะข้าวสุก พบว่า อัตราการสังเคราะห์แสง มีปริมาณลดลงประมาณ 11.2-35.6% ตามลำดับ (Oh-e, Saitoh และ Kuroda, 2007) ซึ่งการตรวจวัดอัตราการสังเคราะห์แสงบ่งบอกได้ว่าไทลาคอย (Thylakoids) จะมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะโครงสร้าง (Karim, Fracheboud และ Stamp, 1997) โดยจะเกี่ยวข้องกับการเสียหายของกรานา (Grana) ที่เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในคลอโรพลาสต์ (Chloroplast) ซึ่งออร์แกนเนลล์นี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช และมีผลการศึกษาว่าอุณหภูมิที่สูงขึ้นมีผลทำให้พลังงานจลน์ที่บริเวณเยื่อหุ้มของคลอโรพลาสต์เพิ่มสูงขึ้นมีผลทำให้มีการเคลื่อนไหวของฟอสโฟลิพิดที่เป็นโครงสร้างหลักของเยื่อหุ้มมากยิ่งขึ้นส่งผลให้สารละลายในออร์แกนเนลล์รั่วไหลออกมาข้างนอก มีผลต่อการทำงานของเซลล์พืช (จิราภา, 2551)

กรณีผลของอุณหภูมิที่ต่ำลงก็ส่งผลกระทบต่อข้าวเช่นกัน (Satake, 1976) โดยอากาศเย็นและความชื้นสูงจากหมอกและน้ำค้างจัดในฤดูหนาวจะทำให้เกิดการเป็นหมันของข้าว สาเหตุของการเป็นหมันพบว่า เกิดจากการที่อับเรณูไม่เปิดออกเนื่องจากละอองเรณูไม่สุกแก่ ความผิดปกติหลายประการด้วยกัน คือ ส่วนประกอบบางอย่างในอับเรณูมีปริมาณลดลง เช่น สารอาหารประเภทไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และกรดอะมิโน โดยเฉพาะอย่างยิ่งโพรลีน (Proline) ซึ่งมีอยู่ในปริมาณร้อยละ 40 ของกรดอะมิโนทั้งหมด นอกจากนี้โปรตีนและกระบวนการหายใจก็ลดลงด้วย แต่ส่วนประกอบที่เพิ่มมากขึ้น คือ ปริมาณการรีดิวซ์น้ำตาล (Reducing sugar) ทำให้เกิดแรงดันออสโมติก (Osmotic pressure) ซึ่งคาดว่ากรรณิน้ำตาลนี้ทำให้เกิดการสะสมมากผิดปกติส่งผลให้ไมโครสปอร์ (Microspore) ผิดปกติและทำให้น้ำกั้นระหว่างทาพิทาลเซลล์ (Tapetal cells) ที่อยู่ในอับละอองเรณูแตกออกมีผลทำให้ละอองเรณูไม่สุกแก่ อับละอองเรณูไม่เปิด และมีผลทำให้ข้าวเป็นหมันในที่สุด

นอกจากนี้ผลผลิตและวิธีการผลิตทางการเกษตร อาจจะได้รับผลกระทบทางอ้อมจากการเพิ่มขึ้นของศัตรูพืช (โรค แมลง สัตว์) ที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นและแพร่ระบาด ความผันผวนของอุณหภูมิที่สูงขึ้นไม่ก็นานาในช่วงใดช่วงหนึ่งของการเจริญเติบโตก็สามารถทำให้ผลผลิตข้าวลดลงได้ จากสภาพภูมิอากาศที่แปรปรวนทำให้สภาพแวดล้อมและนิเวศวิทยาในการปลูกข้าวเปลี่ยนแปลง เกิดการระบาดของโรคข้าวชนิดใหม่ และเชื้อสาเหตุโรคข้าวมีการพัฒนาให้เข้าทำลายพันธุ์ข้าวได้ง่ายและรุนแรงขึ้น ในอดีตเชื้อสาเหตุของโรคข้าวบางชนิดที่พบในพื้นที่จะไม่ก่อให้เกิดปัญหา แต่ในปัจจุบันการระบาดของโรคดังกล่าวเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและรุนแรงทำให้ผลผลิตข้าวลดลงมากกว่าครึ่ง โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีการปลูกข้าวอย่างต่อเนื่องจากข้อมูลสภาพอากาศในระหว่างปี 2554-2556 พบว่าค่าอุณหภูมิเฉลี่ยทั้ง 3 ปี สูงขึ้น ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยลดลง พบการระบาดของโรคขอบใบแห้ง เมื่ออากาศร้อนและความชื้นสัมพัทธ์สูงติดต่อกันยาวนานทำให้เกิดการระบาดของโรคไหม้ระยะคอรวง โดยเฉพาะแปลงที่มีการปลูกข้าวอย่างต่อเนื่องจะพบการระบาดของโรคไหม้คอรวงเพิ่มขึ้น

ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศจะมีผลกระทบรุนแรงต่อภาคเกษตรกรรม เช่น ทำให้เกิดภาวะฝนแล้งที่เกิดจากปรากฏการณ์เอลนีโญ (ฝนแล้ง) ซึ่งเกิดขึ้นสลับกับ ลานินญา (ฝนชุก) นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างดัชนีวัดปรากฏการณ์ทั้งสองที่เรียกว่า ดัชนี ENSO ที่ดีอาร์ไอได้นำสถิติดังกล่าวมาหาความสัมพันธ์กับความผิดปกติของผลผลิตเกษตร (Yield Anomaly) แล้วพบว่าเมื่อไรที่มีภาวะฝนแล้งผลผลิตภาคเกษตรกรรมของไทยจะลดลง ดังนั้น ควรหาแนวทางในการบริหารจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อลดความรุนแรงของผลกระทบจากสภาวะโลกร้อน (สำนักงานบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา, 2557) ระบบปลูกข้าวหน้าน้ำน้อย

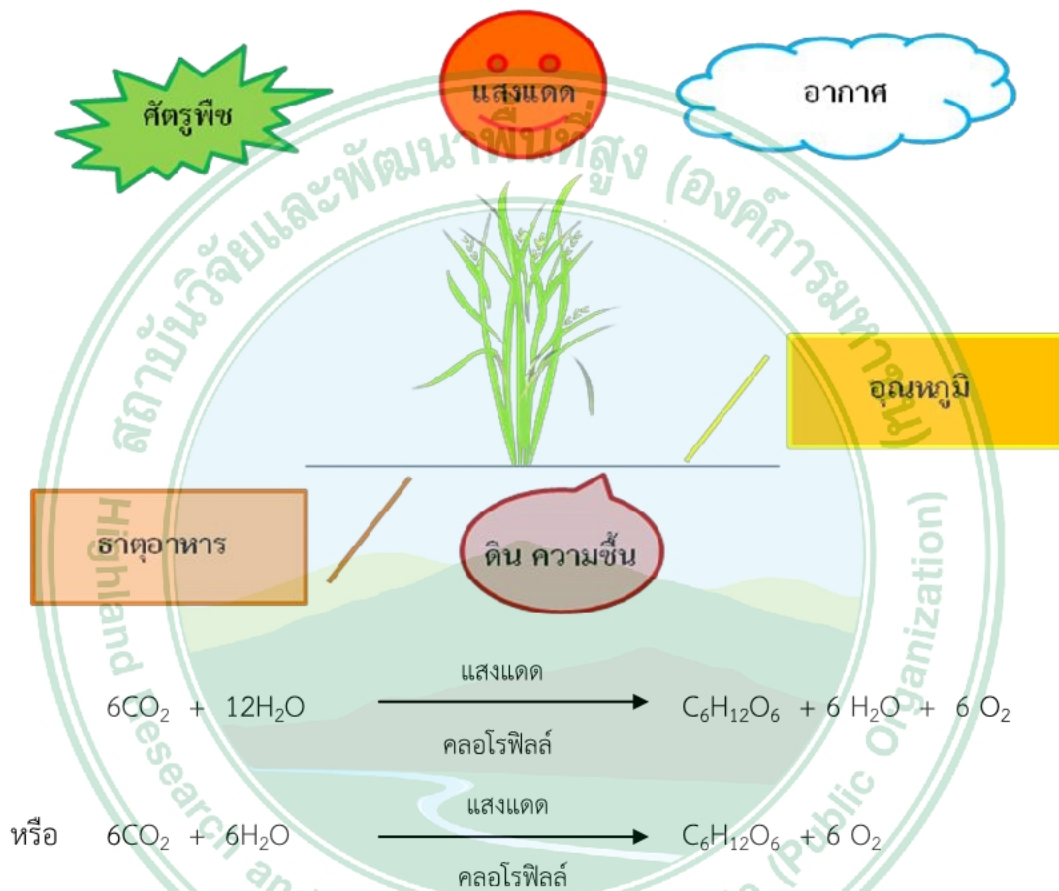
เป็นอีกหนึ่งทางเลือก เพื่อช่วยบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ สามารถลดปริมาณการใช้น้ำในนาข้าวได้ถึงร้อยละ 28 ของปริมาณน้ำที่ใช้ในการทำนาแบบทั่วไป

จากการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตข้าวในประเทศไทย พบว่า ความแปรปรวนของน้ำฝนและการกระจายของฝนที่ไม่สม่ำเสมอ สร้างความเสียหายต่อภาคเกษตร เช่น ในปี 2543 มีฝนหลงฤดู เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ในระยะที่ข้าวอยู่ในระยะปลูปล้าง ทำให้ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และ สุพรรณบุรี 1 หักล้ม เสียหาย 100% แต่พันธุ์พิษณุโลก 2 ซึ่งต้านทานการหักล้ม ไม่ได้รับความเสียหาย ในปี 2546 มีฝนหลงฤดูในภาคเหนือ ขณะที่เกษตรกรกำลังเกี่ยวข้าว และบางรายตากฟ่อนข้าวในนา ทำให้ข้าวเปียกน้ำ และข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1 ซึ่งไม่มีระยะพักตัว เมล็ดข้าวออกคารวง เสียหาย 100% เป็นต้น

เนื่องจากสภาพอากาศเป็นปัจจัยสำคัญต่อภาคเกษตรกรรมซึ่งเป็นฐานทางเศรษฐกิจหลักของประเทศ การดำเนินงานที่ผ่านมาจึงสอดคล้องกับการเตรียมความพร้อมเพื่อรับมือและปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งรวมถึงโครงการตามแนวพระราชดำริและการดำเนินงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น โครงการตามแนวพระราชดำริเพื่อพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการเพาะปลูกและอุปโภค ได้แก่ อ่างเก็บน้ำและฝายทดน้ำ โครงการตามแนวพระราชดำริเพื่อพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการรักษาดินน้ำลำธาร การพยากรณ์ผลผลิตการเกษตรและเตือนภัยสินค้าเกษตร การวิจัยและพัฒนาพันธุ์พืชทนแล้ง การสร้างเขื่อนกักเก็บน้ำ การทำชลประทานการเกษตร ซึ่งดำเนินการโดยกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ การวางแผนการจัดการทรัพยากรน้ำอย่างบูรณาการสำหรับน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน การสนับสนุนการมีส่วนร่วมขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและภาคชุมชนในการจัดการทรัพยากรน้ำในระดับลุ่มน้ำสาขา การพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำภาคการเกษตร และการอนุรักษ์และฟื้นฟูแหล่งน้ำธรรมชาติซึ่งดำเนินการโดยกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

จากการศึกษาของ Felkner *et al.* (2009) ได้มีการใช้แบบจำลองเชิงเศรษฐศาสตร์และสังคมในการศึกษาความซับซ้อนของผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตข้าวและความสามารถของเกษตรกรที่จะเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงเชิงมหภาค ซึ่งพบว่าโดยทั่วไปแล้วเกษตรกรไม่สามารถที่จะรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่รุนแรงได้ ในส่วนของการตอบสนองของพืชต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้น ได้มีการใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งเป็นแบบจำลองประเภทเมคานิสติกส์ (Mechanistic model) สามารถเชื่อมโยงความสลับซับซ้อนและวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงปริมาณขององค์ประกอบต่างๆในระบบ อีกทั้งยังใช้ในการจำลอง Rice Growth Simulation Model ระบบภายใต้สถานการณ์ต่างๆ ได้ แบบจำลองประเภทเมคานิสติกส์จัดอยู่ในแบบจำลองทางสัญลักษณ์ แต่อยู่ในรูปแบบที่เป็นเชิงปริมาณที่เรียกว่า qualitative model ทั้งนี้อาศัยความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ระหว่างองค์ประกอบหรือตัวแปรในระบบโดยการเปลี่ยนแปลงของระบบนี้จะเกิดขึ้นจากตัวแปรที่เรียกว่าตัวแปรขับเคลื่อน (driven variable) ยกตัวอย่างเช่น ในระบบเกษตรนั้นตัวแปรขับเคลื่อนที่ทำให้เกิดพลวัตของระบบได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ที่ขับเคลื่อนให้เกิดพลวัตของพัฒนาการและการเจริญเติบโตของพืช เป็นต้น แบบจำลองประเภทดังกล่าวสามารถที่จะนำมาช่วยในการวิเคราะห์ระบบการผลิตรวมถึงการใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจในการจัดการการเพาะปลูกพืช ปัจจุบันแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชนั้นเป็นเครื่องมือที่สำคัญในงานวิจัยทางการเกษตร โดยจากการศึกษาของศักดิ์ดาและคณะ (2556) ได้นำแบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าว (Rice Growth Simulation Model) เป็นเครื่องมือในการศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวบนพื้นที่สูง พบว่า แบบจำลองสามารถที่จะเปรียบเทียบผลการจำลองการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชในพื้นที่ที่ต่างกันได้ดี โดยพบว่า ข้าวสามารถเจริญเติบโตได้อย่างปกติที่อุณหภูมิต่ำสุดเท่ากับ 8°C และอัตราการเจริญเติบโตของข้าวจะสูงสุดในสภาพของอุณหภูมิที่มีค่าใกล้เคียง 30 °C ดังนั้นอุณหภูมิที่สูง

มากกว่า 30 °C ไม่มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตของข้าวเพิ่ม (Gao *et al.*, 1992) นอกจากนั้นแบบจำลองยังใช้ในการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม ซึ่งรวมถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช รวมถึงการจำลองผลผลิตภายใต้การจัดการที่ต่างกัน ซึ่งมีการปรับใช้หรือพัฒนาต่อยอดเพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการ เช่น การพัฒนาแบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวบนพื้นที่สูง จำเป็นจะต้องมีการพัฒนาแบบจำลองให้เหมาะสมกับพันธุ์ และระบบการจัดการบนพื้นที่สูง เพื่อเป็นแนวทางการจัดการระบบการผลิตเพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายที่มีสาเหตุจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ



จากสมการกระบวนการสังเคราะห์แสงข้างต้นจะเห็นได้ว่ามีปัจจัยสภาพแวดล้อมที่จำเป็นต่อการสร้างผลผลิตข้าว คือ น้ำ (Water) เนื่องจากน้ำคือวัตถุดิบสำหรับการสังเคราะห์สารคาร์โบไฮเดรตของพืช