

**การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์โดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0 จากการเพาะปลูกมะยงชิด :
กรณีศึกษาตำบลป่าชะ อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก**

นิตา พักตร์วิไล^{1*} สามารถ พรเจริญ² วารินทร์ เวียงรัตน์³

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการเพาะปลูกมะยงชิดในพื้นที่ตำบลป่าชะ อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก โดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0 การเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามในกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรที่มีพื้นที่เพาะปลูกมะยงชิดจำนวน 57 ราย และข้อมูลหัตถ์ภูมิประกอบด้วยข้อมูลสภาพภูมิอากาศ การใช้น้ำของพืช ข้อมูลชุดดิน ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรจะมีการปลูกมะยงชิดพันธุ์ลูกแก้วทั้งหมด น้ำที่ใช้ในการเพาะปลูกมาจากน้ำฝน และน้ำคลองธรรมชาติและสระน้ำ ช่วงระยะเวลาในการให้น้ำ 3 วัน/ครั้ง การบำรุงโดยปุ๋ยและสารเคมีกำจัดศัตรูพืชใช้ในขั้นตอนการบำรุงรักษาเป็นหลัก ผลการวิเคราะห์หาค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการเพาะปลูกมะยงชิดแบ่งเป็น พบว่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวม (WF total) อยู่ที่ 627.5 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเขียว (WF green) 590.5 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเทา (WF gray) 37.0 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน คิดเป็นอัตราส่วนระหว่าง WFgreen: WFblue: WFgray อยู่ที่ 94.1:0:5.9 สำหรับค่าฟุตพริ้นท์การขาดแคลนน้ำของการเพาะปลูกมะยงชิดอยู่ที่ 1.13 ลูกบาศก์เมตรเทียบเท่า ผลการศึกษาพบว่าในพื้นที่ไม่พบปัญหาการขาดแคลนน้ำมีความเหมาะสมในการปลูกมะยงชิดและการใช้สารเคมีน้อยซึ่งเป็นไปตามแนวทางในการผลิตและบริโภคอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ : วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ โปรแกรม CROPWAT 8.0 การเพาะปลูกมะยงชิด

¹ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี e-mail: pakvilai_n@hotmail.com, nisa@vru.ac.th

² กองวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า จังหวัดนครนายก e-mail: majorsamartp.cma@gmail.com

³ ผู้จัดการทั่วไป บริษัท แอสเสท เวิร์ด คอร์ป จำกัด (มหาชน) จังหวัดกรุงเทพ

* ผู้นิพนธ์หลัก e-mail: pakvilai_n@hotmail.com

WATER FOOTPRINT ANALYSIS USING BY CROPWAT 8.0 OF MARIAN PLUM : CASE STUDY IN PAKA SUBDISTRICT, BANNA DISTRICT, NAKORNNAYOK PROVINCE

Nisa Pakvilai^{1*} Samart Porncharoen² Warin Weingrat³

Abstract

The purpose of this research was to analyze the water footprint using the CROPWAT 8.0 program of Marian Plum in Paka Subdistrict, Banna District, Nakornnayok Province. The data collected from the questionnaire were collected from 57 farmers. Secondary data includes climate data, water use of plants, soil series data. The result of this study showed all of farmers will grow Marian Plum (*Bouea macrophylla*) cv. Toon Klaow. The water used for cultivation comes from rain water, natural canal and pond. Duration of irrigation 3 days / time. Fertilizer and pesticide use in the maintenance phase. The water footprint analysis of Marian Plum plantation showed that the WF total was 627.5 m³/tonne, consisting of 590.5 m³/tonne of green water footprint (WF green) and gray water footprint (WF gray) 37.0 m³/tonne. Ratio of water footprint of WFgreen: WFblue: WFgray rating is 94.1: 0: 5.9. Water Scarcity Footprint of Marian Plum in Nakornnayok Province at 1.13 m³. The study found that water shortage was not suitable for growing in the area. The use of less chemicals, which is consistent with sustainable production and consumption practices.

Keywords : Water Footprint, CROPWAT 8.0, Marian Plum,

¹ Environmental Program, Faculty of Science and Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University Under The Royal Patronage, e-mail: pakvilai_n@hotmail.com, nisa@vru.ac.th

² Division of Environmental Program, Education, Chulachomklao Royal Military Academy, Nakornnayok Province, e-mail: majorsamartp.crma@gmail.com

³ Finance Officer, Business Printing Company Limited, Nonthaburi.

* Corresponding author, e-mail: pakvilai_n@hotmail.com

บทนำ

ปัจจุบันการค้าโลกให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม และสุขภาพอนามัยของมนุษย์ โดยเฉพาะประเด็นเรื่องภาวะโลกร้อนและการใช้ทรัพยากรน้ำอย่างฟุ่มเฟือย ทำให้การผลิตสินค้าเพื่อเข้าสู่ระบบการตลาดโลกต้องเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ทำให้ต้องมีการกำหนดมาตรฐานสินค้าเกิดขึ้น เช่น มาตรฐานการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practices) นโยบายสินค้าครบวงจร (Integrated Product Police) โดยใช้การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment) (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2547; ถักขณา, 2555)

น้ำเป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญต่อการผลิตภาคการเกษตรเพื่อการเพาะปลูก ประเทศไทยอยู่ในลำดับที่ 6 ของโลกที่มีการใช้น้ำมากที่สุดในโลก การใช้น้ำเพื่อการผลิตในประเทศไทยมีการขาดดุลน้ำในการส่งออกปีละ 26,960 ลูกบาศก์เมตรต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 6, 2558) ดังนั้นการจัดการโดยการใช้ตัวอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพจึงเป็นเรื่องจำเป็นอย่างยิ่ง การบริหารจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ยังขึ้นและเป็นทางเลือกที่เกิดขึ้นได้ โดยใช้เครื่องมือคือ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ หรือรอยเท้าน้ำ ซึ่งเป็นแนวคิดของ Arjen Y.H. (2008) ที่เสนอแนวคิดของหลักจัดการน้ำ เป็นค่าชี้วัดการใช้น้ำของผู้ผลิตหรือผู้บริโภค (กมลพร, 2554)

ปริมาณน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตสินค้าและบริการทั้งทางตรงและทางอ้อมที่เป็นผลรวมของปริมาณน้ำทุกขั้นตอนมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อปี หรือลูกบาศก์เมตรต่อคนต่อปี สำหรับวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แบ่งได้ 3 รูปแบบคือ 1) วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีน้ำเงิน (blue water footprint) เป็นน้ำที่มาจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ทั้งแหล่งน้ำผิวดินและใต้ดิน 2) วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเขียว (green water footprint) เป็นน้ำที่อยู่ในรูปของความชื้นในดิน และ 3) วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเทา (grey water footprint) เป็นน้ำเสียที่เกิดขึ้น โดยหน่วยวัดของวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ คือ ลูกบาศก์เมตรต่อตัน สำหรับวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในพืช (ทิพย์ภา, 2552) สามารถคำนวณได้จากปริมาณน้ำที่พืชใช้และปริมาณผลผลิตของพืชนั้น ในการคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) การหาค่าการคายน้ำของพืช 2) การหาค่าความต้องการใช้น้ำของพืชโดยวิธีสมมูลน้ำบริเวณรากพืช และ 3) การหาค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์โดยใช้ข้อมูลผลผลิตและปริมาณการใช้น้ำปุ๋ยเคมี

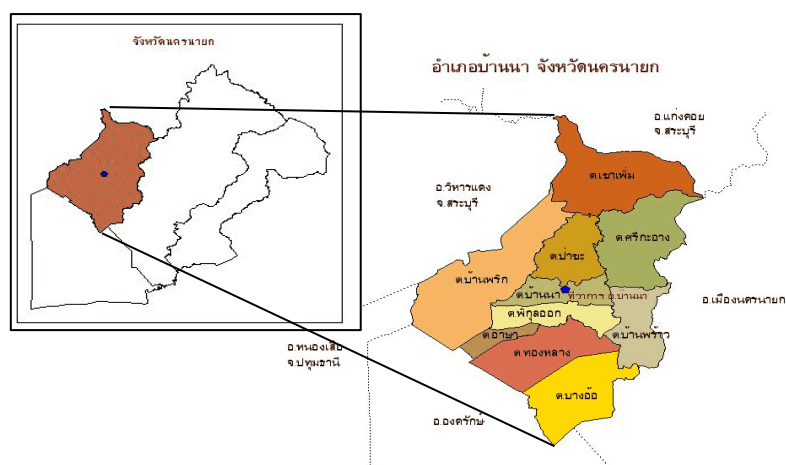
มะยงชิด (*Bouea oppositifolia* (Roxb.) Meisn.) เป็นพืชตระกูลเดียวกับมะปราง ซึ่งมีรสชาติเปรี้ยวอมหวานเป็นที่นิยมของตลาดในต่างประเทศ เช่น สาธารณรัฐอาหรับเอมิเรตส์ ฝรั่งเศส และแคนาดา (ทวีป หลวงแก้ว และคณะ, 2558) มะยงชิดเป็นผลไม้ที่มีลักษณะเด่นเฉพาะตัว หายาก มีผลผลิตส่งออกสู่ตลาดปริมาณน้อย โดยผลผลิตที่เป็นที่นิยมต้องมีรสชาติหวาน ผลใหญ่ และเม็ดเล็ก ปัจจุบันมะยงชิดนับเป็นไม้ผลเศรษฐกิจของจังหวัดนครนายกที่เกษตรกรนิยมปลูกเป็นการค้า ผลผลิตจะออกสู่ตลาดช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคมของทุกปี

จังหวัดนครนายกมีการเพาะปลูกมะยงชิดในเขตอำเภอเมือง อำเภอปากพลี และอำเภอบ้านนา โดยมีพื้นที่ปลูกที่ให้ผลผลิตแล้วประมาณ 3,000 ไร่ในปี 2553 (พนม, 2554) และในการศึกษาของ ทวีป, 2558 พบว่ามีสถิติการปลูกเพิ่มขึ้นโดยในปี 2556 พบว่ามีพื้นที่ปลูกประมาณ 20,201 ไร่ มีผลผลิต 2,726,660 กิโลกรัม ผลผลิตเฉลี่ย 348 กิโลกรัมต่อไร่ (ทวีป, 2558) ปัจจุบันพบว่ามีความนิยมในการเพาะปลูกมากขึ้นนอกจากจังหวัดนครนายกยังมีแหล่งปลูกที่สำคัญได้แก่ กำแพงเพชร ปราชินบุรี และนครสวรรค์ เป็นต้น เพื่อให้มีข้อมูลปริมาณการใช้น้ำที่เหมาะสมโดยวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการเพาะปลูกมะยงชิด ซึ่งจะเป็นการช่วยเกษตรกรและหน่วยงานที่ดูแลเชิงนโยบายด้านน้ำนำไปใช้ในการตัดสินใจในการเพาะปลูกที่จะเกิดประสิทธิภาพและมีผลผลิตสินค้าทางการเกษตรที่เพิ่มมากขึ้น และนำข้อมูลมาใช้ในการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ต่อไป

การศึกษาในครั้งนี้เพื่อวิเคราะห์อัตราการฟุตพริ้นท์ของการเพาะปลูกมะยงชิด ของพื้นที่ตำบล
ป่าพะ อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก

การศึกษาในครั้งนี้ดำเนินการในพื้นที่ตำบลป่าชะ อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก ประชากรกลุ่มเป้าหมายคือเกษตรกรผู้ปลูกมะยงชิดในพื้นที่ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 57 คน (ระดับความเชื่อมั่นที่ 90 %) ที่มีการเพาะปลูกมะยงชิด ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิจากแบบสอบถามสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่ เพื่อรวบรวมข้อมูลกระบวนการผลิต ปริมาณและรูปแบบการใช้น้ำ การใช้ปุ๋ย ยาปราบแมลงและศัตรูพืชของการเพาะปลูกมะยงชิด

การวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0 (Arjen Y.H., 2008) ซึ่งจะประมวลผลการคำนวณได้แก่ค่าการคายระเหยน้ำ (Evapotranspiration) ค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration, ETo) ความต้องการใช้น้ำของพืช (Crop Water Requirement, CWR) และการกำหนดการให้น้ำแก่พืช โดยใช้ข้อมูลภูมิอากาศของสถานีตรวจอากาศเป็นข้อมูลค่าเฉลี่ย (ประมาณ 30 ปี) และข้อมูลด้านพืช (Plant Data) และข้อมูลด้านดิน (Soil Data)



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษาการเพาะปลูกมะยงชิด ตำบลป่าชะ อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก

การคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน (ทิพย์ปภา, 2552) ประกอบด้วย 1) การหาค่าการคายน้ำของพืช 2) การหาค่าความต้องการใช้น้ำของพืชโดยวิธีสมดุลน้ำบริเวณรากพืช และ 3) การหาค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์โดยใช้ข้อมูลผลผลิตและปริมาณการใช้น้ำปุ๋ยเคมี สำหรับการวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์จะทำการวิเคราะห์โดยศึกษาผลรวมปริมาณการใช้น้ำของการเพาะปลูกตามสมการ (1)

$$WF_{total} = WF_{green} + WF_{blue} + WF_{grey} \dots\dots\dots (1)$$

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการศึกษาสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ 1) ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกร ข้อมูลกระบวนการผลิต ปริมาณและรูปแบบการใช้น้ำ 2) การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของมะยงชิด ประกอบด้วย ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช การใช้น้ำของพืชอ้างอิง ผลวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (ปริมาณการใช้น้ำ) ของการผลิตมะยงชิด ซึ่งผลการศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

ข้อมูลจากการสัมภาษณ์

ผลการสัมภาษณ์เกษตรกรจำนวน 57 คน พบว่าเป็นเพศชายร้อยละ 71.9 ช่วงอายุที่ตอบมากที่สุดคือ 41-50 ปี ร้อยละ 49.1 ส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับประถมศึกษาร้อยละ 52.6

จากการสอบถามข้อมูลทั่วไปของการเพาะปลูกมะยงชิดพบว่าพื้นที่เฉลี่ยในการเพาะปลูกเฉลี่ย 5 ไร่ โดยเกษตรกรที่มีพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุด 16 ไร่ น้อยที่สุด 1 ไร่ เกษตรกรมีการเพาะปลูกพันธุ์ทุลเกล้าทั้งหมดเนื่องจากเป็นพันธุ์ที่ดี มีการเพาะปลูกมากที่สุดในจังหวัดนครนายกเนื่องจากเป็นที่นิยมของตลาดเพราะมะยงชิดมีผลขนาดใหญ่ รสชาติดีหวาน เม็ดเล็ก เนื้อหนา

สำหรับรูปแบบการเพาะปลูกใช้กิ่งทาบร้อยละ 100 ด้านช่วงระยะเวลาในการเพาะปลูกพบว่ามะยงชิดจะเริ่มให้ผลผลิตหลังจากปลูก 3 ปีโดยจะติดผลปีละ 1 ครั้งโดยในช่วงเดือนพฤศจิกายนมะยงชิดจะเริ่มออกดอก ธันวาคมดอกจะเริ่มบาน มกราคมจะเป็นช่วงติดผล สามารถเก็บเกี่ยวได้ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม ด้านผลผลิตเฉลี่ย 249.7 กิโลกรัมต่อไร่ (1.56 ตันต่อเฮกตาร์) ผลผลิตมากที่สุดที่ 600 กิโลกรัมต่อไร่ น้อยที่สุด 95 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

จากการสอบถามถึงการใช้น้ำพบว่าพื้นที่เพาะปลูกมีน้ำจาก 2 แหล่งคือน้ำจากสระ/บ่อ และน้ำจากคลองธรรมชาติร้อยละของการใช้อยู่ที่ 57.9 และ 42.1 % ตามลำดับโดยความถี่ในการให้น้ำที่มีผู้ตอบมากที่สุดคือ 3 วันต่อครั้ง ร้อยละ 89.4 ของเกษตรกรทั้งหมด ระยะเวลาในการให้น้ำต่อครั้ง 2 ชั่วโมงต่อครั้งมีผู้ตอบร้อยละ 47.3 รองลงมาคือ 1 และ 3 ชั่วโมงต่อครั้งเท่ากันอยู่ที่ร้อยละ 19.3 ตามลำดับ ในส่วนของการรับน้ำเข้าแปลงร้อยละ 68.4 ใช้สปริงเกอร์ และเกษตรกรร้อยละ 29.8 รับน้ำเข้าแปลงเพาะปลูกรดน้ำโดยใช้การลากสายยาง

การใช้สารเคมีเพื่อปลูกมะยงชิดของเกษตรกรจะมีการใช้ 2 ระยะเวลาการปลูก คือ ช่วงปลูกและช่วงบำรุงรักษา ในกระบวนการเพาะปลูกมะยงชิดมีการบำรุงโดยการใส่ปุ๋ย และสารเคมีแสดงดังตารางที่ 1 โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์จะใส่เพื่อบำรุงดินเดิมในช่วงเพาะปลูก บำรุง และหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงนี้จะมีการให้น้ำเพื่อฟื้นฟูและบำรุงต้น ปุ๋ยน้ำชีวภาพมีเกษตรกร 3 รายที่ใช้เพื่อบำรุงต้นเฉลี่ย 142 ลิตร/ไร่ ในส่วนของปุ๋ยเคมีมีเกษตรกรจำนวน 12 ราย คิดเป็นร้อยละ 21 ของเกษตรกรทั้งหมดที่ใช้ปุ๋ยเคมี โดยใช้สูตร สูตร 15-15-15, 13-13-21, 25-7-7, 16-16-16, 8-24-24 เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่าเกษตรกร 29 ราย มีการใช้สารกำจัดวัชพืชและสารกำจัดศัตรูพืชคิดเป็นร้อยละ 50.8

ตารางที่ 1 การใส่สารบำรุงในการเพาะปลูกมะยงชิดข้อมูลจากการสัมภาษณ์

รายการ	ปริมาณ	หน่วย	ชื่อผลิตภัณฑ์
ปุ๋ยอินทรีย์	1,685	กิโลกรัม/ไร่	ปุ๋ยคอก
ปุ๋ยชีวภาพ	142	ลิตร/ไร่	ปุ๋ยน้ำชีวภาพ
ปุ๋ยเคมี	40-95	กิโลกรัม/ไร่	สูตร 15-15-15, 13-13-21, 25-7-7, 16-16-16, 8-24-24
สารกำจัดวัชพืช	0.1-0.3	ลิตร/ไร่	ยาฆ่าหญ้า
สารกำจัดศัตรูพืช	0.1-0.2	ลิตร/ไร่	ยาฆ่าแมลง, ยาฆ่าเชื้อรา

ที่มา: การสำรวจจากแบบสอบถาม

การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของมะยงชิด

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficient: Kc) ของการศึกษาค้นคว้าได้ประยุกต์มาจากค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชตามช่วงระยะการเจริญเติบโตของไม้ผลทั่วไป ของดิเรก ทองอร่ามและคณะ (2545) โดยช่วงการเจริญเติบโตของผลจะมีค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชมากที่สุด รองลงมาคือการพัฒนาการของผลอ่อน การติดผล การเริ่มผลของผลที่พร้อมเก็บเกี่ยว การพัฒนาการของดอก การพัฒนากิ่ง ก้าน สาขา และการชักนำการออกดอกตามลำดับ สำหรับคำนวณสภาวะการเจริญเติบโตในแต่ละเดือนซึ่งได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกมะยงชิดพบว่า แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชตามช่วงระยะการเจริญเติบโตของมะยงชิด

ช่วงระยะเวลาการเติบโต	ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช ¹	เดือน ²
การพัฒนากิ่ง ก้าน สาขา	0.75	เมษายน-มิถุนายน
การชักนำการออกดอก	0.00/0.75	กรกฎาคม-สิงหาคม
การพัฒนาการของดอก	0.80	กันยายน-ตุลาคม
การติดผล	0.90	พฤศจิกายน
การพัฒนาการของผลอ่อน	0.95	ธันวาคม
การเจริญเติบโตของผล	1	มกราคม
การเริ่มสุกแก่เก็บเกี่ยว	0.85	กุมภาพันธ์-มีนาคม

ที่มา: ¹ดิเรก ทองอร่ามและคณะ, 2545

² จากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกมะยงชิด

สภาพภูมิอากาศของการศึกษาในครั้งนี้พบว่า ความต้องการน้ำของพืชเกี่ยวข้องกับการระเหยและการคายน้ำของพืช สำหรับตารางที่ 3 แสดงค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration, ETo) พบว่าเดือนเมษายนจะมีการระเหยน้ำของพืชมากที่สุด ในส่วนของเดือนธันวาคมจะมีค่าการระเหยน้ำน้อยที่สุด เฉลี่ยค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำของพืชของพื้นที่ตลอดทั้งปีอยู่ที่ 3.40 มม.ต่อวัน 10.330 มม.ต่อเดือน ตามลำดับ

ค่าความต้องการน้ำของพืช (Crop Water Requirement , CWR) ในระยะการพัฒนากิ่ง ก้าน สาขาต้องการน้ำมากที่สุดอยู่ที่ 117.84 ลบ.ม.ต่อไร่ ช่วงระยะการพัฒนากิ่งของดอกเป็นช่วงที่ต้องการน้ำของพืชน้อยที่สุด ค่าความต้องการน้ำของพืชเฉลี่ยอยู่ที่ 92.59 ลบ.ม.ต่อไร่แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ค่าการระเหยน้ำของพืชอ้างอิงรายวันและรายเดือน

เดือน	ค่าการระเหยน้ำของพืชอ้างอิง (ET _o) รายวัน (มม.ต่อวัน) ¹	จำนวนวันในแต่ละ เดือน(วัน) ²	ค่าการระเหยน้ำของพืชอ้างอิง (ET _o) รายเดือน (มม.ต่อเดือน)
มกราคม	2.87	31	88.97
กุมภาพันธ์	3.43	28	96.04
มีนาคม	3.79	31	117.49
เมษายน	4.14	30	124.20
พฤษภาคม	3.87	31	119.97
มิถุนายน	3.57	30	107.10
กรกฎาคม	3.39	31	105.09
สิงหาคม	3.26	31	101.06
กันยายน	3.18	30	95.40
ตุลาคม	3.30	31	102.30
พฤศจิกายน	3.16	30	94.80
ธันวาคม	2.83	31	87.73
เฉลี่ย	3.40		103.3

ที่มา: ¹การระเหยของพืชอ้างอิงโดยใช้การคำนวณโดย CROP WAT8.0 จากข้อมูลอุณหภูมิจังหวัดปราจีนบุรี

² จำนวนวันเป็นรายเดือน

ตารางที่ 4 การประมวลผลข้อมูลน้ำฝนรายเดือนของมะยมขิด (กรณีใช้น้ำชลประทาน)

ช่วงระยะเวลาการเติบโต	ค่าสัมประสิทธิ์การใช้ น้ำของพืช ¹	ค่าการระเหยน้ำของพืช อ้างอิง(มม.ต่อเดือน)	ค่าความต้องการน้ำของ พืช (ลบ.ม.ต่อไร่)
การพัฒนากิ่ง ก้าน สาขา	0.75	117.09	117.84
การชักนำการออกดอก	0.00/0.75	103.08	103.08
การพัฒนากิ่งของดอก	0.80	98.55	78.84
การติดผล	0.90	94.80	85.32
การพัฒนากิ่งของผลอ่อน	0.95	87.73	83.34
การเจริญเติบโตของผล	1	88.97	88.97
การเริ่มสุกแก่เก็บเกี่ยว	0.85	106.77	90.75

¹การระเหยของพืชอ้างอิงโดยใช้การคำนวณโดย CROP WAT8.0 จากข้อมูลอุณหภูมิจังหวัดปราจีนบุรี

การเพาะปลูกมะยงชิดในพื้นที่ตำบลป่าชะ อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก พบว่าทั้งหมดทำการเพาะปลูกอยู่ในเขตน้ำฝน การใช้โปรแกรม CROPWAT Version 8.0 เพื่อหาค่าการคายระเหยน้ำของพืชในครั้งนี้ได้ทำการศึกษเปรียบเทียบภายใต้ 2 เงื่อนไขคือ 1) พืชมีการใช้น้ำฝนเพียงอย่างเดียว 2) มีการใช้น้ำจากน้ำฝนและแหล่งน้ำธรรมชาติ (บ่อ/สระน้ำ) จะพิจารณาภายใต้เงื่อนไข คือภายใต้การใช้น้ำฝนและภายใต้การใช้น้ำชลประทานกำหนดให้สร้างสถานการณ์แบบพืชมีการใช้น้ำได้อย่างไม่จำกัด ค่าการคายระเหยน้ำของพืช ค่าความต้องการน้ำของพืช รวมถึง ค่า Green Water Footprint (WF_{green}) และ Blue Water Footprint (WF_{blue}) ของการเพาะปลูกมะยงชิด แสดงในตารางที่ 5

นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาค่าฟุตพริ้นท์การขาดแคลนน้ำ (Water Scarcity Footprint) คำนวนจากปริมาณการใช้น้ำและความตึงเครียดด้านน้ำ เพื่อดูโอกาสของผลกระทบการใช้น้ำในการเพาะปลูกสำหรับปริมาณการใช้น้ำในการเพาะปลูกมะยงชิดเท่ากับ 70.8 ลูกบาศก์เมตรต่อต้นทุเรียน ส่วนค่าดัชนีความตึงเครียดของน้ำ (WSI) ของลุ่มน้ำปราจีนบุรีอยู่ที่ 0.016 ซึ่งมีค่าไม่มากเมื่อเปรียบเทียบกับลุ่มน้ำในภูมิภาคอื่น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 6, 2558) ค่าฟุตพริ้นท์การขาดแคลนน้ำของการเพาะปลูกมะยงชิดในพื้นที่ตำบลป่าชะ อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายกอยู่ที่ 1.13 ลูกบาศก์เมตรเทียบเท่า

ตารางที่ 5 ปริมาณน้ำที่พืชใช้และค่าร่องรอยการใช้น้ำของการเพาะปลูกมะยงชิด

รายการ	ปริมาณน้ำที่พืชใช้ (กรณีไม่มีระบบชลประทาน)	ปริมาณน้ำที่พืชใช้ เกษตรแบบน้ำฝน (กรณีที่มิระบบชลประทาน)
ปริมาณน้ำฝนทั้งหมด (mm)	1,835.1	1,835.1
CWU _{green} (m ³ /Rai)	918.9	918.9
CWU _{blue} (m ³ /ton)	0.0	110.2
CWU _{total} (m ³ /ton)	918.9	1,040.4
Y (ton/ไร่)	0.249	0.249
WF _{green} (m ³ /ton)	590.5	590.5
WF _{blue} (m ³ /ton)	0	70.8
WF _{gray} (m ³ /ton)	37.0	37.0
WF _{total} (m ³ /ton)	627.5	698.3

สรุป

การประเมินร่องรอยการใช้น้ำของการเพาะปลูกมะยงชิดในพื้นที่ตำบลป่าชะ อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายกอัตราส่วนระหว่าง WF_{green}: WF_{blue}: WF_{gray} อยู่ที่ 94.1:0:5.9 ในกรณีที่มีการใช้น้ำจากชลประทานอัตราส่วนจะอยู่ที่ 84.6: 10.1:5.3 จะเห็นได้ว่าไม่มีความแตกต่างกัน

จากการศึกษาจะพบว่า WF_{green} มีสัดส่วนมากกว่าประเภทอื่นแสดงให้เห็นว่าน้ำฝนเป็นปัจจัยสำคัญในการเพาะปลูกในจังหวัดนครนายก ในส่วนของ WF_{blue} มีเฉพาะเกษตรกรชลประทานเท่านั้นที่ใช้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติทำให้ได้ผลผลิตที่ดีกว่า นอกจากนี้เมื่อศึกษาค่าฟุตพริ้นท์การขาดแคลนน้ำของการเพาะปลูกมะยงชิดพบว่าไม่มีความเสี่ยงหรือมีความเสี่ยงการขาดแคลนนำน้อยมาก

เอกสารอ้างอิง

- กมลพร อยู่สบาย. (2554). “Water Footprint” รอยเท้าน้ำ. ส่วนน้ำเสียเกษตรกรรม สำนักจัดการคุณภาพน้ำ, กรมควบคุมมลพิษ
- กรมอุตุนิยมวิทยา. (2528-2557). ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือน อุณหภูมิสูงสุด-อุณหภูมิต่ำสุดรายเดือน ความเร็วลมเฉลี่ยรายเดือน เปอร์เซ็นความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเฉลี่ย ชั่วโมงที่มีแสงแดดเฉลี่ยรายเดือนของสถานีปราจีนบุรี. ปราจีนบุรี.
- ชีนาธิปกรณ พงศ์ภิญโญภาพ และ ชำรงรัตน์ มุ่งเจริญ. (2554). วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกระบวนการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในประเทศไทย. วิศวกรรมสาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 75 (24), 41-52.
- ดิเรก ทองอร่าม. (มปป). **ความต้องการน้ำของพืช**. ฝ่ายเกษตรชลประทาน กองจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 67 หน้า
- ดิเรก ทองอร่ามและคณะ. (2545). **ปริมาณการใช้น้ำของพืช** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://somsak.lru.ac.th/Site/Academics_files/lesson%203.pdf. (วันที่สืบค้นข้อมูล 24 พฤศจิกายน 2561)
- ทวีป หลวงแก้ว, ณรงค์ แดงเปี่ยม, อนุรักษ์ สุขารมย์, เสี่ยงม แฉ่มจำรูญ และสมชาย บุญประดับ. (2558). **โครงการวิจัยและพัฒนาการผลิตมะปรางอย่างมีคุณภาพ**. กรมวิชาการเกษตร.
- ทิพย์ประภา สุขุมาลาชาติ. (2552). **ศึกษาการประเมินค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทย** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <http://fic.nfi.or.th/waterfootprint/index.php/component/content/article/14-sampled-data-articles/86-thaifood-footprint>. (วันที่สืบค้นข้อมูล 24 พฤศจิกายน 2561)
- ธารทิพย์ เศรษฐชาญวิทย์. (2559). การประยุกต์หลักการการประเมินวัฏจักรชีวิตเพื่อการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง. **วารสารพัฒนบริหารศาสตร์**, ปีที่ 56 (3) หน้า 221-252.
- นิมมานรดี เกตุเดชา. (2556). **การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ไม้ยางพาราแปรรูป กรณีศึกษา: จังหวัดนครศรีธรรมราชและจังหวัดจันทบุรี**. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- พนม เกิดแสง. (2554). **มะปรางหวาน มะยงชิด** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/panom.pdf>. (วันที่สืบค้นข้อมูล 24 พฤศจิกายน 2561)
- ภัทรวลี มณีสุธรรม, อัจฉรา อัสวรจุลชัย และ กาญจนา นาคะภากร. (2559). **วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการเพาะปลูกส้มสายน้ำผึ้ง อำเภอดงหลวง จังหวัดเชียงใหม่** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://conference.forest.ku.ac.th/iDocument/edit_20160427_112503.pdf. (วันที่สืบค้นข้อมูล 24 พฤศจิกายน 2561)
- ลักขณา เจริญสุข, รัตชยุดา กองบุญ, เศรษฐ สัมภัตตะกุล. (2555). การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมันสำหรับผลิตไบโอดีเซลในประเทศไทย. **การประชุมวิชาการและนำเสนองานทางวิศวกรรมนวัตกรรมและการจัดการอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน ครั้งที่ 1 ประจำปี 2555**. 17-18 ตุลาคม 2555, ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค บางนา กรุงเทพฯ.

- วลัยพร ศะศิประภา, จินณจาร์ หาญเศรษฐสุข, กุสุมา รอดแผ้วพาล, ปฐมพงษ์ วงศ์สุวรรณ, ดรุณี เพ็งฤกษ์, เสาวรี บำรุง, วารีย์ เวรวรรณ์, สายทิพย์ อุดพ้วย และอนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์. (2560). การวิเคราะห์ห้วง
เตอร์ฟุตพรีนซ์ของน้ำลำปะหลังที่มีการจัดการน้ำแตกต่างกัน. **วารสารวิชาการเกษตร** ปีที่ 36
(2), 173-185.
- สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. (2547). **คู่มือการจัดการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์**. ภายใต้โครงการจัดทำ
ฐานข้อมูลการประเมินวัฏจักรชีวิตการผลิตปูนซีเมนต์และเหล็กกล้าเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม.
กรุงเทพ.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 6. (2558). **การศึกษาวอเตอร์ฟุตพรีนซ์ของทุเรียนในพื้นที่ส่งเสริมการเกษตร
แบบแปลงใหญ่ จังหวัดตราด**. รายงานวิจัยสำนักเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและ
สหกรณ์: ตราด.
- Arjen Y. Hoekstra. (2008). **The water footprint of food** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
[http://waterfootprint.org/media/downloads/Hoekstra-2008-
WaterfootprintFood.pdf](http://waterfootprint.org/media/downloads/Hoekstra-2008-WaterfootprintFood.pdf) (วันที่สืบค้นข้อมูล: 12 ตุลาคม 2558)
- Banavath Ranga Naik, T Hema Latha, and C Mahesh Babu. (2015). Command area development
by using FAO Cropwat 8.0 model and impact of climate change on crop water
requirement-a case study on Araniar reservoir basin (Pichatur dam). **International
Journal of Applied Research** 1(13): 142-155.
- Marie T.A.S. (2015). **Calculation of Crop Water Requirements Using CROPWAT** [ออนไลน์]. เข้าถึง
ได้จาก [http://Paper%20waterfootprint/5_Calculation%20of%20Crop%
20Water%
20 Requirements%20using%20CROPWAT.pdf](http://Paper%20waterfootprint/5_Calculation%20of%20Crop%20Water%20Requirements%20using%20CROPWAT.pdf). (วันที่สืบค้นข้อมูล 26 พฤศจิกายน
2561)
- Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. (2011). **The green, blue and grey water footprint of crops
and derived crop product**. *Hydrol. Eart Syst. Sci.*, 15, 1577-1600.