วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลัง

โครงการวิจัยและพัฒนาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ

กรมวิชาการเกษตร

2565

คำนำ

เอกสาร **วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลัง** นี้จัดทำขึ้น เพื่อรวบรวมผลการศึกษาในโครงการวิจัยและพัฒนาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ ของกรมวิชาการเกษตร จากพื้นที่การผลิตมันสำปะหลังจริง มาจัดทำเป็นองค์ความรู้ 2 เรื่อง คือ **ข้อมูลวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลังที่จัดการน้ำแตกต่างกัน** และ**ข้อมูลวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร**

หวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารองค์ความรู้ฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยและพัฒนามันสำปะหลังในด้านต่าง ๆ รวมทั้งเป็นประโยชน์ต่อนักวิชาการ นักศึกษา เกษตรกร และผู้สนใจทั่วไป

คณะผู้จัดทำ

2565

ความสำคัญของวอเตอร์ฟุตพริ้นท์

น้ำเป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญยิ่ง ประกอบกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่กำลังส่งผลให้เกิดความแห้งแล้ง และขาดแคลนน้ำในบางพื้นที่ จึงมีแนวคิดในการบริหารจัดการน้ำผ่านเครื่องมือที่เรียกว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water footprint: WF) ซึ่งใช้เป็นเครื่องมือด้านสิ่งแวดล้อมที่ช่วยในการประเมินปริมาณการใช้น้ำทั้งทางตรงและทางอ้อมเพื่อบ่งชี้ปริมาณความต้องการใช้น้ำ โดยสามารถวิเคราะห์ได้หลายระดับขึ้นอยู่กับขอบเขตที่ต้องการศึกษา เช่น ขอบเขตของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ ขอบเขตขององค์กร เป็นต้น เพื่อนำมาหาแนวทางการปรับปรุงหรือส่งเสริมการผลิตให้มีการใช้ทรัพยากรน้ำอย่างมีคุณค่า เกิดประโยชน์สูงสุด และช่วยสนับสนุนการบริหารจัดการน้ำให้มีประสิทธิภาพและยั่งยืน ประกอบด้วย 1) Green Water Footprint (WF_{green}) เป็นปริมาณการใช้น้ำจากน้ำฝนและความชื้นในดิน 2) Blue Water Footprint (WF_{blue}) เป็นปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน และ 3) Grey Water Footprint (WF_{grey}) เป็นปริมาณการใช้น้ำสำหรับเจือจางมลพิษในน้ำให้อยู่ในค่ามาตรฐานที่กำหนด นอกจากนี้ผู้บริโภคสามารถมีส่วนร่วมในการช่วยอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำได้ โดยเลือกใช้ผลิตภัณฑ์หรือบริการที่มีค่า Water Footprint น้อย ที่แสดงว่าผลิตภัณฑ์หรือบริการนั้นมีการใช้น้ำในกระบวนการผลิตหรือการให้บริการที่มีประสิทธิภาพ

มันสำปะหลังหัวสดใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมได้หลากหลาย การมีข้อมูลวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในการผลิตมันสำปะหลังหัวสด จึงเป็นต้นน้ำของภาคอุตสาหกรรม ไทยเป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังรายใหญ่ที่สุดของโลก โดยมีส่วนแบ่งในตลาดส่งออก แป้งมันสำปะหลังดิบอยู่ที่ 80% มันเส้น 57% และแป้งมันสำปะหลังดัดแปร 30% จากวัตถุดิบในประเทศ 88.6% ใช้ผลิตเพื่อบริโภคภายในประเทศ 36% ที่เหลือส่งออก มีเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังประมาณ 5.2 แสนครัวเรือน พื้นที่เพาะปลูก 9.4 ล้านไร่ ผลผลิต 28.9 ล้านตัน ในปี พ.ศ. 2563 จากสภาพภูมิอากาศในช่วงที่ผ่านมา ทำให้ระบบการผลิตของมันสำปะหลังเปลี่ยนแปลง เช่น การปลูกล่าช้า ปลูกแล้วกระทบแล้งต้องปลูกซ้ำ ช่วงฤดูปลูกสั้นทำให้ผลผลิตลดลง รวมทั้งการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชจากผลผลิตและราคาของพืชแข่งขัน เช่น อ้อยโรงงานและข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แม้การปลูกมันสำปะหลังจะอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก แต่สภาวะโลกร้อนส่งผลกระทบต่อวัฏจักรของน้ำบนโลก เกิดความผันแปรของพายุหมุนเขตร้อน ภาวะฝนแล้ง ฝนทิ้งช่วงยาวนาน ฝนตกหนัก และขาดแคลนน้ำในบางพื้นที่ ซึ่งส่งผลกระทบต่อภาคการเกษตร การบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการ เพื่อปกป้องและฟื้นฟูระบบนิเวศน์ที่เกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำ และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสภาพภูมิอากาศเพื่อพลเมืองโลกรุ่นต่อไป จึงเป็นเป้าหมายหนึ่งของการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals : SDGs)

วิธีการวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์

การกำหนดขอบเขต

ขอบเขตการวิเคราะห์ผลผลิตทางการเกษตรนิยมใช้ผลผลิตของพืชนั้น ๆ เป็นหลัก ในมันสำปะหลังเกษตรกรจะขายเป็นผลผลิตหัวสด จึงวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของผลผลิตหัวสดมันสำปะหลัง 1 ตัน กำหนดไว้ 2 ขอบเขต คือ

1. ข้อมูลวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลังที่จัดการน้ำแตกต่างกัน คัดเลือกพื้นที่ที่มีการจัดการน้ำแตกต่างกัน 3 ระดับ เป็นตัวแทน ปลูกและดูแลรักษาตามการปฏิบัติของเกษตรกรในแต่ละพื้นที่ บันทึกข้อมูลการดูแล การจัดการดิน น้ำ และปุ๋ยที่เกษตรกรปฏิบัติจริงในแปลงแต่ละฤดูกาลผลิต ผลผลิตหัวสดเปอร์เซ็นต์แป้ง รวมทั้งเก็บข้อมูลอุตุนิยมวิทยาประจำแปลง

2. ข้อมูลวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร กำหนดการวิเคราะห์เฉพาะพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดที่มากกว่า 100,000 ไร่ขึ้นไป สุ่มตามสัดส่วนพื้นที่ปลูก สัมภาษณ์เกษตรกรตามแบบสัมภาษณ์ซึ่งประกอบด้วย การใช้พันธุ์มันสำปะหลัง เนื้อดิน การเตรียมแปลงปลูก การปรับปรุงดินก่อนปลูก อัตราปลูก การใช้ปัจจัยการผลิตทางเกษตร การจัดการดูแลรักษา การให้น้ำ การเก็บเกี่ยวผลผลิต และผลผลิตหัวสด/ไร่ รวมทั้งวันที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ วันปลูก วันเก็บเกี่ยว ของปีเพาะปลูก 2560/61 - 2563/46 ส่วนข้อมูลภูมิอากาศรวบรวมจากสถานีอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่หรือที่อยู่ใกล้เคียง สำหรับปุ๋ยมูลสัตว์และปุ๋ยอินทรีย์คิดปริมาณไนโตรเจน ตามประภาศรี และคณะ (2541)

การคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์

คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของมันสำปะหลังต่อผลผลิตหัวสด คำนวณปริมาณน้ำแยกเป็นส่วน Blue Water Footprint (WF_{blue}), Green Water Footprint (WF_{green}) และ Grey Water Footprint (WF_{grey}) โดยใช้สูตร

$WF=WF_{grey}+WF_{blue}+ WF_{green}$ โดยที่

$WF_{green}= CWU_{green}/Y$

$WF_{blue} = CWU_{blue}/Y$

$WF_{grey} = ((\alpha \times AR)/(C_{max} - C_{nat}))/Y$

โดยที่ α คือ สัดส่วนของปุ๋ยไนโตรเจนจากการชะละลาย (ประมาณ 10%)

AR ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้ (กก./ไร่)

C_{max} ความเข้มข้นสูงสุดที่ยอมรับได้ (กก./ลบ.ม.)

C_{nat} ความเข้มข้นของไนโตรเจนในธรรมชาติ

Y ผลผลิต

สำหรับ CWU ตลอดช่วงปลูกคำนวณได้จากสูตร $\sum ET_c$ ซึ่ง $ET_c = K_s \times K_c \times ET_0$

CWU $= \sum ET_c$ ตลอดช่วงปลูก (K_s คือ ผลกระทบที่เกิดจากการขาดน้ำต่อกระบวนการคายน้ำของพืช มีค่า 1)

K_c มันสำปะหลัง (บัญชาและคณะ, 2553)

ET_0 คำนวณจาก A-pan method ปรับด้วยค่าสัมประสิทธิ์ของถาดวัดการระเหย (Richard, *et.al*, 1998) จากสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดนั้นหรือที่อยู่ใกล้เคียง

สำหรับฝนใช้การ (effective rainfall; P_{eff}) ใช้สูตร USDA Soil Conservation Service :

$$P_{eff} = \begin{cases} P * (125 - 0.2 * P)/125 & \text{โดยที่ ฝนรายเดือน (P) <= 250 มม.} \\ 0.1 * P_y + 125 & P > 250 \text{ มม.} \end{cases}$$

$ET_{c\ green} = \min (ET_c, P_{eff})$ กรณีปลูกแบบอาศัยน้ำฝน มีค่า ET_c

$ET_{c\ blue} = \max (0, ET_c - P_{eff})$ กรณีปลูกแบบอาศัยน้ำฝน มีค่า 0

ข้อมูลวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลังที่จัดการน้ำแตกต่างกัน

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของมันสำปะหลังหัวสด 1 ตัน ในพื้นที่ที่มีการจัดการให้น้ำแตกต่าง 3 ระดับ คือ ให้น้ำ (นครราชสีมา) ให้น้ำได้จำกัด (กำแพงเพชร) และอาศัยน้ำฝน (ระยอง)

นครราชสีมา ปลูกแบบยกร่อง ให้น้ำแบบหยด ปลูกสายพันธุ์ CMR43-8-89 วันที่ 12 ธันวาคม 2558 ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 45 กก./ไร่ รองพื้น ร่วมกับการใส่ปุ๋ยสูตร 25-5-5 อัตรา 2 กก./ไร่ ทางสายน้ำหยด เมื่อมันสำปะหลังอายุ 2 เดือน อีกแปลงปลูก 16 ธ.ค. 2558 รองพื้นด้วยปุ๋ยขี้หมูอัดเม็ด 600 กก./ไร่ รอบที่ 2 ปลูกวันที่ 3 มีนาคม 2560 ใส่ขี้ไก่แกลบรองพื้น และปุ๋ยสูตร 12-4-40 เมื่อมันสำปะหลังอายุ 1.5 เดือน และปลูกวันที่ 23 มีนาคม 2560 ใส่น้ำขี้หมูรองพื้น และปุ๋ยสูตร 13-13-21 เมื่อมันสำปะหลังอายุ 3-4 เดือน

กำแพงเพชร ปลูกพันธุ์ ระยอง 13 และระยอง 11 วันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2558 อีกแปลงปลูกสายพันธุ์ CMR35-22-166 และ CMR43-8-89 วันที่ 6 กรกฎาคม 2558 ปลูกแบบยกร่อง ให้น้ำแบบหยด ระยะปลูก 80X120 ม. ใส่ปุ๋ยสูตร 18-46-0 อัตรา 17 กก./ไร่ รองพื้นโรยเป็นแถวแล้วไถกลบ และใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 11 กก./ไร่ และ 0-0-60 อัตรา 27 กก./ไร่ ทางสายน้ำหยด แบ่งใส่ 4 ครั้ง ในปีที่ 2 ปลูกพันธุ์แตกต่างไป อีกแปลงปรับปรุงดินก่อนปลูกด้วยการรองพื้นด้วยปุ๋ยขี้ไก่แกลบ 50 กระสอบ/ไร่ 2 ปี/ครั้ง น้ำอามิ 360 ลิตร/ไร่ ขี้เถ้าแกลบ 8 ตัน/ไร่ ใส่ 1 ครั้ง ใช้ได้ 6 ปี ไถปลูกไถตอนดินหมาด แต่ไม่มีการใช้ปุ๋ยเคมีตลอดฤดูปลูก สำหรับที่ปลูกปีเดียวปลูกวันที่ 6 มิถุนายน 2559 เก็บที่อายุประมาณ 11 เดือน

ระยอง ปลูกพันธุ์ระยอง 9 ระยอง 11 และระยอง 86-13 วันที่ 26 พ.ย.2558 13 มกราคม 2559 และ 9 กุมภาพันธ์ 2559 ตามลำดับ ปลูกแบบยกร่อง อาศัยน้ำฝน ใส่ปุ๋ย 15-7-18 อัตรา 50 กก./ไร่ ปีถัดมาปลูกมันสำปะหลังทั้ง 3 พันธุ์ เมื่อ 23 มกราคม 2559 ใส่ปุ๋ยเช่นเดียวกัน

คาเฉลี่ยของวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของมันสำปะหลังหัวสด 1 ตัน จากการให้น้ำที่ต่างกัน 3 ระดับ ประเมินได้อยู่ระหว่าง 147-366 ลบ.ม. เป็นกรีนวอเตอร์ 48-87 % หรือมีขนาด 92-339 ลบ.ม. เป็นบลูวอเตอร์ 0-9 % หรือมีขนาด 0-21 ลบ.ม. และเป็นเกรย์วอเตอร์ 13-48 % หรือมีขนาด 29-97 ลบ.ม. โดยแยกพื้นที่นครราชสีมาได้วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 211 ลบ.ม. เป็นกรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ ขนาด 142, 11 และ 58 ลบ.ม. ตามลำดับ พื้นที่กำแพงเพชร มีวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 224 ลบ.ม. เป็นกรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ ขนาด 133, 4.5 และ 86 ลบ.ม. ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ระยองมีขนาดเฉลี่ย 301 ลบ.ม. เป็นกรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ ขนาด 210, 0 และ 41 ลบ.ม. ตามลำดับ

พันธุ์ วันปลูก วันเก็บเกี่ยว ปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเฉลี่ย ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยต่อไร่ และ WF_{green} WF_{blue} WF_{grey} และ WP ของการปลูกมันสำปะหลังที่มีการจัดการน้ำแตกต่างกัน

การจัดการน้ำ	สายพันธุ์/พันธุ์	วันปลูก	วันเก็บเกี่ยว	การใช้ปุ๋ยไนโตรเจน (กก./ไร่)	ผลผลิตหัวสด (ตัน/ไร่)	(ลบ.ม./ตัน)			
						WF_{green}	WF_{blue}	WF_{grey}	WF
ให้น้ำ	CMR43-8-89	12/12/2558	1/9/2559	7.5	4.5	135	17.3	33.3	185
	CMR43-8-89	16/12/2558	1/2/2560	38.2	7.8	110	20.8	97.8	228
	CMR43-8-89	3/3/2260	19/12/2560	18.2	7.7	126	3.24	47.2	177
	เกษตรศาสตร์50	23/03/2560	1/11/2560	10.9	4	198	3.12	54.4	255
ให้น้ำได้จำกัด	CMR43-8-89	6/7/2558	15/11/2559	22.8	7	123	1.69	65.1	189
	CMR43-8-89	6/7/2558	5/7/2559	22.8	4.9	113	3.87	93	210
	CMR35-22-166	6/7/2558	15/11/2559	22.8	9	95.3	1.32	50.6	147
	CMR35-22-166	6/7/2558	5/7/2559	22.8	6.01	92	3.15	75.8	171
	ระยอง86-13	26/02/2558	6/4/2559	16.6	4.88	168	6.03	68	242
	CMR43-8-89	26/02/2558	6/4/2559	35	8.64	135	6.46	81.1	222
	ระยอง86-13	6/6/2559	19/05/2560	16.6	4.1	168	6.03	80.9	255
	พิรุณ 1	6/6/2559	22/04/2560	16.6	2.5	136	4.88	133	274
	พิรุณ 2	6/6/2559	22/04/2560	16.6	2.3	179	6.41	144	329
	เกษตรศาสตร์72	6/6/2559	19/05/2560	16.6	4.76	130	4.66	69.7	204
อาศัยน้ำฝน	ระยอง 9	26/11/2558	1/11/2559	7.5	4.15	194	0	36.1	230
	ระยอง 11	13/01/2558	19/01/2559	7.5	2.72	339	0	55.1	394
	ระยอง 86-13	9/2/2558	15/02/2560	7.5	4.79	200	0	31.3	231
	ระยอง9	23/01/2560	10/1/2561	7.5	5.15	198	0	29.1	227
	ระยอง11	23/01/2560	11/1/2561	7.5	3.2	319	0	46.9	366
	ระยอง 86-13	23/01/2560	12/1/2561	7.5	3.27	312	0	45.8	358

ผลผลิตที่สูงให้ขนาดของวอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีแนวโน้มต่ำลง การเลือกปลูกในช่วงที่เหมาะสมลดปริมาณการใช้น้ำ การให้น้ำถูกจังหวะตามความต้องการช่วยให้ผลผลิตสูงขึ้น พันธุ์และช่วงปลูกมีผลต่อขนาดวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ถึงแม้จะปลูกในพื้นที่เดียวกัน นอกจากนี้ การตัดสินใจให้น้ำของเกษตรกรยึดหลักความจำเป็น อีกทั้งปริมาณน้ำที่ให้น้อยกว่าความต้องการมาก เนื่องจากช่วงปีก่อน ๆ ประสบปัญหาขาดแคลนน้ำ พันธุ์ที่ให้เปอร์เซ็นต์แป้งสูงมักให้ผลผลิตต่ำ การให้น้ำยกระดับผลผลิตได้ไม่มาก ต่างจากพันธุ์ที่ผลผลิตสูงแต่เปอร์เซ็นต์แป้งน้อยกว่าที่การให้น้ำผลผลิตมักเพิ่มสูง นอกจากนี้ การใช้ปุ๋ยของเกษตรกรในพื้นที่กำแพงเพชรที่นิยมปรับปรุงดินด้วยอินทรียวัตถุชนิดต่าง ๆ แต่ใส่ในปริมาณที่สูงแม้บางแปลงไม่ได้ใช้ปุ๋ยเคมีอีก ก็ยังทำให้เกรย์วอเตอร์มีขนาดสูงอยู่ ทั้งนี้การเฉลี่ยปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนจากระยะเวลาที่ต้องมีการใส่ซ้ำอาจทำให้ผลการคำนวณสูงกว่าค่าที่เป็นจริง

การศึกษาแสดงให้เห็นข้อมูลปริมาณน้ำใช้ส่วนต่าง ๆ สถานที่ และระยะเวลาที่เกิดการใช้น้ำ ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปริมาณน้ำชนิดต่าง ๆ ที่คำนวณได้ เช่น วันปลูก อายุเก็บเกี่ยว การใช้พันธุ์ ปุ๋ย การให้น้ำ และสภาพภูมิอากาศ ซึ่งทำให้การปลูกมันสำปะหลังในที่ดินและเกษตรกรเดียวกันมีปริมาณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในแต่ละฤดูการผลิตแตกต่างไป อย่างไรก็ตาม การประมาณค่าใช้ Kc มันสำปะหลังค่าเดียวกันสำหรับทุกพันธุ์ และไม่ได้คำนึงถึงความเครียดของน้ำดิน (soil water stress) โดยปัจจัยที่มีผลต่อเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ คือ ธาตุอาหารอื่นๆ สารเคมีกำจัดวัชพืช และกำจัดโรคและแมลง แต่การศึกษานี้คำนวณเฉพาะจากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเท่านั้น เนื่องจากขาดข้อมูลการบำบัดน้ำเสียให้เป็นน้ำดีตามค่ามาตรฐานของมลพิษอื่น ๆ

นครราชสีมา ช่วงการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์นี้ได้รับผลกระทบจากการระบาดของโรครากเน่าโคนเน่าทำให้ผลผลิตลดลงอย่างมาก ซึ่งควรจัดการสภาพแวดล้อมเพื่อหลีกเลี่ยงการเป็นโรค เช่น ทำให้แปลงไม่แน่นทึบ ดินแห้ง และเปลี่ยนไปปลูกพืชอื่นแทนเนื่องจากการเพร่กระจายของโรคจะไปกับดินและน้ำ เลือกพันธุ์ทนต่อโรค เก็บเกี่ยวเร็วขึ้น เป็นต้น อย่างไรก็ตาม พื้นที่นี้มีแนวโน้มว่าประสิทธิภาพการใช้น้ำในการผลิตมันสำปะหลังสูง ส่วน กำแพงเพชร ความแปรปรวนของฝนมาก การใช้พันธุ์หลากหลาย ควรปลูกในช่วงต้นฝน และเลือกใช้พันธุ์ที่ปรับตัวได้กว้าง ไม่จำเป็นต้องให้น้ำเสริม สำหรับเขตอาศัยน้ำฝน ระยอง ปลูกช่วงก่อนเข้าฤดูฝนทั้งหมด พันธุ์ระยอง 9 มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงสุด โดยขนาดวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 227 ลบ.ม. ขณะที่พันธุ์ระยอง 11 มีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำสุด นอกจากนี้การให้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินควรนำมาใช้ร่วมด้วย เพื่อให้การใช้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจนที่นำมาใช้ในการคำนวณ เพื่อการผลิตมันสำปะหลังอย่างยั่งยืน

ข้อมูลวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร

การประเมินค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของมันสำปะหลัง 1 ตันหัวสด ในระดับแปลงเกษตรกร 26 จังหวัด หลักที่ปลูกมันสำปะหลัง มีการจัดการแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ส่วนใหญ่ปลูกแบบอาศัยน้ำฝน ดังนี้

พันธุ์

การใช้พันธุ์มันสำปะหลังในแต่ละแหล่งปลูกมีความหลากหลาย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนนิยมปลูกพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 (KU50) รองลงมา ได้แก่ ระยอง 72 (R72) ห้วยบง 80 (HB80) แต่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างนิยมปลูก ระยอง 72 มากกว่า ภาคกลางนิยมปลูกพันธุ์ระยอง 5 (R5) รองลงมาเป็นเกษตรศาสตร์ 50 ภาคตะวันออกนิยมปลูกเกษตรศาสตร์ 50 รองลงมา ได้แก่ ระยอง 9 (R9) ส่วนภาคเหนือนิยมปลูกพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 รองมาเป็นระยอง 11 (R11) แต่ในหลายพื้นที่เกษตรกรไม่ทราบชื่อพันธุ์ที่ใช้ปลูก หรือเป็นสายพันธุ์/พันธุ์ที่ผู้จำหน่ายพันธุ์ หรือเกษตรกรตั้งชื่อเรียกพันธุ์เอง

การใช้พันธุ์มันสำปะหลังรายจังหวัด (%) ปีการเพาะปลูก 2560/61-2563/64

จังหวัด	R5	R72	R9	R11	R13	KU50	HB60	HB80	อื่นๆ
นครราชสีมา		35				15.7	0.25	0.18	49.3
อุบลราชธานี		96							4.36
บุรีรัมย์		34							65.8
ศรีสะเกษ		100							
มหาสารคาม		11				31.7			57.2
สุรินทร์	31	42	1.6					13.2	12.9
ชัยภูมิ	3	31		1		42.2	1.13	0.69	21.2
เลย	6	4.1		1		23.1			66.3
อุดรธานี		1	3.6	27		13.7	13.5	29.6	11.3
กาฬสินธุ์		19				8.08	12.5	22.9	37.8
ขอนแก่น		57	2	16	9.1	13			3.64
สกลนคร						100			
มุกดาหาร				88					12.5
กาญจนบุรี	8	8.5		11	3.1	25.9	26	3.64	13.7
นครสวรรค์	5	3	10	49	5.1	7.45		1.06	18.8
ลพบุรี	0.1	33		1			4.14	1.61	59.6
อุทัยธานี	29	11	3.7	5	2.8	3.31	3.91	2.25	39.7
สระแก้ว	1	22	4.2	2	0.6	27.4	1.17	8.01	34
ชลบุรี	8	1.3	38	3	0.1	15.6	2.53	15.3	16.4
ฉะเชิงเทรา	19	6.5	9.2	2		31.9	0.62	1.03	29.6
จันทบุรี	10	41							48.6
ปราจีนบุรี	1	40	15			35.6			7.45
กำแพงเพชร	9	0.8	1.1	17	1.1	0.05	2.11	5.11	64
เพชรบูรณ์	5	45							50.2
ตาก	60	9.2	7.9	3	0.9	6.11	3.13	6.65	2.98
พิษณุโลก	2	4.3	0.6			91.1			1.99

ช่วงปลูกและเก็บเกี่ยว

การปลูกในสภาพอาศัยน้ำฝนในแต่ละแหล่งปลูกจึงขึ้นอยู่กับการตกของฝน พบว่า ส่วนใหญ่ปลูกในช่วงเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม พื้นที่ทางภาคตะวันออกปลูกได้เร็วกว่าพื้นที่อื่น ส่วนใหญ่ปลูกในเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พื้นที่อื่นการปลูกเกษตรกรจะรอให้มีฝนก่อนหรือรอจังหวะฝน ภาคเหนือการปลูกล่าช้ากว่าพื้นที่อื่นๆ บางพื้นที่ปลูกหลังเก็บผลผลิตอาศัยความชื้นในดิน แต่ก็ทำได้เฉพาะบางพื้นที่ที่มีฝนกระจายดีเท่านั้น การตกของฝนมีผลต่อช่วงเวลาการเริ่มต้นฤดูปลูกมันสำปะหลังในทุกพื้นที่ มีเกษตรกรจำนวนน้อยมากที่ให้น้ำ จากการสำรวจพบร้อยละ 1 ในปีการผลิตแรกโดยให้แบบน้ำหยด หรือสปริงเกอร์ ประกอบกับปัญหาการแย่งน้ำที่มีจำกัดในบางพื้นที่ บางพื้นที่น้ำมากจนเกิดปัญหาหัวมันเน่าผลผลิตลดลง ตลอดจนการเพิ่มขึ้นของผลผลิตและต้นทุนที่ใช้ในการให้น้ำของเกษตรกรไม่สอดคล้องกัน ทำให้การให้น้ำหยดซึ่งเคยได้รับความนิยมก่อนหน้านี้ลดลงอย่างมาก เกษตรกรปรับตัว เช่น ปลูกให้ตรงกับฤดูฝน ปรับช่วงปลูกมาปลูกช่วงปลายฝนมากขึ้นเพื่อให้มันสำปะหลังเจริญเติบโตก่อนเข้าช่วงฤดูหนาว และมีใบปกคลุมดินพอที่จะข้ามแล้ง พร้อมที่จะเติบโตและสะสมน้ำหนักในช่วงฤดูฝนถัดไปช่วยทำให้ผลผลิตสูงขึ้น รวมทั้งเปลี่ยนเป็นพืชอื่นที่ให้ผลตอบแทนสูงกว่า

ส่วนการเก็บเกี่ยวผลผลิตหัวสด เริ่มตั้งแต่ลานมันเปิดเป็นหลักเนื่องจากเกษตรกรขายผลผลิตผ่านลานมันและโรงงานแป้ง และช่วงเวลาการชำระหนี้ของเกษตรกร เช่น ธกส. ชำระเดือนมีนาคม ส่วนใหญ่เก็บเกี่ยวในช่วงมกราคมถึงเมษายน ผลผลิตหัวสดกระจุกตัวสู่แหล่งรับซื้อในช่วง 3-4 เดือน ยกเว้นฉะเชิงเทรา และปราจีนบุรีที่ผลผลิตส่วนใหญ่ออกในช่วงปลายปี โดยเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนพฤศจิกายน ซึ่งหลังเก็บเกี่ยวก็จะปลูกต่อเลยเนื่องจากต้องการความชื้นที่เหลืออยู่ให้มันสำปะหลังโตพอข้ามแล้งไปได้ เกษตรกรหลายพื้นที่ปลูกแบบเก็บเกี่ยวข้ามปีเพื่อให้มีท่อนพันธุ์แข็งแรงและเพียงพอสำหรับปลูกในฤดูถัดไป จากสภาวะแห้งแล้ง ฝนทิ้งช่วง และปลูกแล้วฝนไม่ตก กลุ่มนี้จะตัดต้นเพื่อใช้เป็นท่อนพันธุ์สำหรับปลูกในช่วงต้นปีหลังฝนตก และจะเก็บเกี่ยวในช่วงปลายปีของปีถัดไป ทั้งช่วงปลูกและเก็บเกี่ยวเปลี่ยนแปลงไม่มากนักในปีถัดๆ ไป รวมระยะเวลาปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 10.4 เดือน ต่ำสุด 4 เดือน สูงสุด 19 เดือน

ร้อยละของช่วงปลูกและเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในแต่ละเดือนเฉลี่ยของเกษตรกร 26 จังหวัด ในปีการเพาะปลูก 2560/61- 2563-64

จังหวัด	ปลูก												เก็บเกี่ยว											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
นครราชสีมา	2.3	7.4	20	24	21	9.4	8.4		0.6	3.6	1.6	0.6	6.9	25	32	9	5.0	0.6	13	0.5	1.5	2.6	1.4	2.5
อุบลราชธานี	2.1	2.4	11	26	48	5.5	0.6	0.7		1.6	2.4		6	43	26	11		0.8	1.0			2.5	6.0	4.0
บุรีรัมย์	2.1	2.4	17	14	35	14			2.2	3.2	1.9	7.9	3.0	3.6	13	21	0.1	4.1	2.9	16	1.0	4.3	25	6.1
ศรีสะเกษ			9.9	34	49	7							30	19	29	15								6.4
มหาสารคาม		9.5		4.2	4.0	3.8		7.7	7.5	29	14	21	4.0		4.0	9.7		7	23	30	18			4.0
สุรินทร์			21	23	31	18				6.5			9.5	33	21	2	15				3.2	3.2		12
ชัยภูมิ	0.3	12	14	14	12	11	6.6	0.4	3.1	14	5.2	6.5	14	25	17	7.3	6.5	0.6		2.9	4.8	13	3.6	6.3
เลย	0.8	4.4	14	29	30	17	5.7						12	28	23	22	12	0.7				0.8	1.5	0.8
อุดรธานี	2.1	22	33	13	16	2.7	5.4	0.3		1.1	1.2	3.5	23	17	30	7.8	0.6	0.3	0.3	0.9	9.1	0.3	4.5	6.0
กาฬสินธุ์	3.2	11	34	18		5.8		1.3		9.7	9.4	7.1	6.3	28	25	10		0.8				17	9.9	3.8
ขอนแก่น	4.5	11	19	20	15	12	10			2.5	2.5	2.5	13	25	41	5.7		0.9			1.6		5	7.7
สกลนคร		7.2	29	14	4.5	2.2	2.3	2.2	2.2	11	17	8.4	6	28	9.4	4.4	2.2	6.6			2.2	18	12	10
มุกดาหาร		1.3	36	33	5.3	11	8.3		1.8		3.7		6.4	2.2	51	6.6	16			1.9		5.3	7	4.4
กาญจนบุรี	19	7.6	19	18	13	8.5	0.3	3.4			3.8	6.7	19	19	30	16	0.5		1.7	0.3		4.5	3.8	4.3
นครสวรรค์		3.3	34	21	17	9.1	14				2.5		4.8	12	23	1.7	1.9						21	35
ลพบุรี		11	10	29	32	14						4.3	16	34	24	5.4							5.3	16
อุทัยธานี	12	15	13	5.3	17					6.9	18	14	11	19	21	6	7.9	2.6	1.9			4.7	12	13
สระแก้ว	3.2	17	27	23	17	3.6		1.9		0.6	1	5.5	3.0	35	7	15	1.8	2.3		0.7	5.3	4.7	0.3	26
ชลบุรี	8	21	36	12	6.7	0.2					15	0.7	9	15	8.4	5.6	0.0	14	0.0	1.7	8.4	0.2	11	27
ฉะเชิงเทรา		8.5	39	7.9	2.2	1.8	1.1	0.8		3.5	7.3	28	3.1	27	24	2.8	1.8	0.7			0.6	17	17	7.4
จันทบุรี		13	30	28	27		3.4						14	34	16	1.7	9	9.3						16
ปราจีนบุรี	0.4	5.8		6.7	22	3.5	15	1	0.4		19	26	15	28	5.5			3.8	0.2		0.5		44	2.7
กำแพงเพชร	0.4	0.9	15	14	19	37	4.9	3.8		0.5	2.1	2.1	2.0	18	35	14	2.6				1.8	2.0	17	8.2
เพชรบูรณ์		7.5	15	11	18	40	8.2						1	40	37	2.2							12	7.7
ตาก	1.2				37	30	24		1.6	6.3			12	5	3.8	23	14	13				1.4	25	2.2
พิษณุโลก	8.2	8.1	4.7	1.3	15	30	4			1	17	11	17	1.9	50	18	0.5							13

การใช้ปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

เน้นการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเป็นหลัก ซึ่งนำไปใช้ในการประเมินค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ การใช้ปัจจัยการผลิต ได้แก่ ปุ๋ยในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมี สารเคมีทางการเกษตร ได้แก่ สารควบคุมวัชพืช แช่ท่อนพันธุ์ก่อนปลูก รวมทั้งการให้น้ำชลประทานเสริมในช่วงแล้งบางแปลง พบว่า เกษตรกรทำตามวิธีการของตนเองที่เคยปฏิบัติ มีการเปลี่ยนแปลงบ้างขึ้นอยู่กับทุน ราคาผลผลิตในแต่ละปี การใช้ปุ๋ยในการปลูกมันสำปะหลังเริ่มตั้งแต่การเตรียมดินโดยการใส่อินทรีย์วัตถุ เช่น กากตะกอนโรงงาน ขี้เถ้า ขี้ไก่แกลบ การใส่ปุ๋ยรองก้นหลุมพร้อมปลูกด้วยเครื่องปลูก บางกรณีเกษตรกรจะรอใส่ 1-3 เดือนหลังปลูกเพื่อให้แน่ใจว่าต้นมันสำปะหลังรอดแล้ว และอีกครั้ง 4-6 เดือนหลังปลูก การใช้ปุ๋ยของเกษตรกรในแต่ละรายมีความแตกต่างกันอย่างเด่นชัด เช่น เกษตรกรบางรายใช้เพียงวัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดิน บางรายใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว บางรายใช้วัสดุอินทรีย์ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี หรือผสมปุ๋ยเคมีใช้เอง บางรายมีการฉีดพ่นปุ๋ยทางใบ จากการคำนวณการใช้ปุ๋ยในการปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกรเมื่อคิดเป็นเนื้อปุ๋ยไนโตรเจน พบว่า ภาคตะวันออก เกษตรกรใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเฉลี่ยสูงสุด 10.7 กก.N/ไร่ รองมาคือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง เกษตรกรใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในกระบวนการผลิตเฉลี่ย 7.2 กก.N/ไร่ ส่วนภาคอื่น ๆ การใช้ปุ๋ยใกล้เคียงกัน ชลบุรีเป็นจังหวัดที่มีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนสูงสุด 13.6 กก.N/ไร่ ส่วนจังหวัดตากเกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนต่ำสุดเฉลี่ย 1.8 กก.N/ไร่ ภาพรวมตลอด 4 ปีการเพาะปลูกการใช้ปุ๋ยของเกษตรกรมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้อาจมีสาเหตุหนึ่งมาจากการตกของฝนที่น้อยลง รายได้และผลผลิตของฤดูกาลก่อน

ผลผลิต

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลในพื้นที่ 6 จังหวัด ในปีการผลิต 2560/61-2563/64 รวม 4 ปี ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 4.0 ตัน/ไร่ โดยจังหวัดศรีสะเกษให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 4.6 ตัน/ไร่ ในขณะที่จังหวัดสุรินทร์ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยต่ำสุด 3.2 ตัน/ไร่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน 7 จังหวัด ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 5.0 ตัน/ไร่ โดยจังหวัดอุดรธานีให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 6.5 ตัน/ไร่ ในขณะที่จังหวัดมุกดาหารให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยต่ำสุด 4.2 ตัน/ไร่ ภาคกลางในพื้นที่ 4 จังหวัด ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3.9 ตัน/ไร่ โดยจังหวัดลพบุรีให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 4.7 ตัน/ไร่ ในขณะที่จังหวัดอุทัยธานีให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยต่ำสุด 3.1 ตัน/ไร่ ภาคตะวันออกในพื้นที่ 5 จังหวัด ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3.7 ตัน/ไร่ โดยจังหวัดปราจีนบุรีให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 4.5 ตัน/ไร่ ในขณะที่จังหวัดฉะเชิงเทราและสระแก้วให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยต่ำสุด 3.5 ตัน/ไร่ ภาคเหนือ พื้นที่ 4 จังหวัด ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3.5 ตัน/ไร่ โดยจังหวัดตากให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 4.0 ตัน/ไร่ ในขณะที่จังหวัดพิษณุโลกให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยต่ำสุด 2.9 ตัน/ไร่ โดยภาพรวม 26 จังหวัด ผลผลิตเฉลี่ย 4.1 ตัน/ไร่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนให้ผลผลิตมันสำปะหลังหัวสดเฉลี่ยสูงสุดและภาคเหนือให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุด

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของมันสำปะหลัง

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของมันสำปะหลังหัวสด 1 ตัน คำนวณแยกเป็น กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WF_{green}) และบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WF_{blue}) และเกร์ยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WF_{grey}) ในแต่ละจังหวัด มีรายละเอียดดังนี้

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง 6 จังหวัด จังหวัดสุรินทร์มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สูงที่สุด 346 ลบ.ม./ตันหัวสด ในขณะที่จังหวัดศรีสะเกษมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่ำที่สุดที่ 222 ลบ.ม./ตันหัวสด โดยค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างเฉลี่ย 288 ลบ.ม./ตันหัวสด แยกเป็นกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 245 ลบ.ม./ตันหัวสด และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 43 ลบ.ม./ตันหัวสด

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน จังหวัดชัยภูมิมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สูงที่สุด 238 ลบ.ม./ตันหัวสด ในขณะที่จังหวัดอุดรธานีมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่ำที่สุดที่ 138 ลบ.ม./ตันหัวสด โดยค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนเฉลี่ย 196 ลบ.ม./ตันหัวสด แยกเป็นค่ากรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 168 ลบ.ม./ตันหัวสด และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 28 ลบ.ม./ตันหัวสด

ภาคกลาง จังหวัดอุทัยธานีมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สูงที่สุด 402 ลบ.ม./ตันหัวสด ในขณะที่จังหวัดลพบุรีมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่ำที่สุดที่ 193 ลบ.ม./ตันหัวสด โดยค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของภาคกลางเฉลี่ย 304 ลบ.ม./ตันหัวสด แยกเป็นค่ากรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 262 ลบ.ม./ตันหัวสด และค่าเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 42 ลบ.ม./ตันหัวสด

ภาคตะวันออก จังหวัดฉะเชิงเทรามีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สูงที่สุด 343 ลบ.ม./ตันหัวสด ในขณะที่จังหวัดจันทบุรีมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่ำที่สุดที่ 220 ลบ.ม./ตันหัวสด โดยมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของภาคตะวันออกเฉลี่ย 308 ลบ.ม./ตันหัวสด แยกเป็นค่ากรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 236 ลบ.ม./ตันหัวสด และค่าเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 72 ลบ.ม./ตันหัวสด

ภาคเหนือ จังหวัดพิษณุโลกมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สูงที่สุด 373 ลบ.ม./ตันหัวสด และในขณะที่จังหวัดตากมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่ำที่สุดที่ 226 ลบ.ม./ตันหัวสด โดยมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของภาคเหนือเฉลี่ย 271 ลบ.ม./ตันหัวสด แยกเป็นค่ากรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 230 ลบ.ม./ตันหัวสด และค่าเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 42 ลบ.ม./ตันหัวสด

เมื่อพิจารณาการปลูกมันสำปะหลังรวมทั้ง 26 จังหวัด มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 268 ลบ.ม./ตันหัวสด แยกเป็นค่ากรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 266 ลบ.ม./ตันหัวสด และค่าเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 42 ลบ.ม./ตันหัวสด สูงสุดที่จังหวัดพิษณุโลก 373 ลบ.ม./ตันหัวสด ต่ำสุดที่อุดรธานี 138 ลบ.ม./ตันหัวสด

การปลูกมันสำปะหลังในการสำรวจปีแรกส่วนใหญ่อาศัยน้ำฝน มีบางส่วนที่ให้น้ำเสริม พบในจังหวัดชัยภูมิและอุบลราชธานีร้อยละ 1 ของแปลงที่สำรวจ ส่วนในปีถัดมาปลูกแบบอาศัยน้ำฝนทั้งหมด จึงทำให้การปลูกมันสำปะหลังที่อาศัยน้ำฝน มีค่าบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เป็น 0 สำหรับแปลงที่มีการให้น้ำ เมื่อแยกประเมินพบว่า จังหวัดอุบลราชธานีมีการนำน้ำล้างจากโรงงานมาใช้เป็นน้ำเสริม แต่ผลผลิตไม่ได้สูงขึ้น บางแปลงเน่าทำให้ค่ากรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สูงมาก 462 ลบ.ม./ตันหัวสด ค่าบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 181 ลบ.ม./ตันหัวสด รวมวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกลุ่มแปลงที่ให้น้ำ 707 ลบ.ม./ตัน ขณะที่จังหวัดชัยภูมิมีการให้น้ำเสริมบ้างในช่วงแล้ง แต่ผลผลิตในพื้นที่นี้สูงทำให้ค่ากรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่าไม่สูงมาก 195 และ 118 ลบ.ม./ตัน ตามลำดับ ต่างจากการผลิตแบบอาศัยน้ำฝน

ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยต่อไร่ ปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเฉลี่ยและ WF_{green} WF_{blue} WF_{grey} และ WP ของการปลูกมันสำปะหลังในแต่ละจังหวัด ในปีการผลิต 2560/61-2563/64

จังหวัด	พื้นที่เฉลี่ย (ไร่)	ผลผลิตเฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณการใช้ปุ๋ยเฉลี่ย (กก.N/ไร่)	WF_{green} (ลบ.ม./ตันหัวสด)	WF_{blue} (ลบ.ม./ตันหัวสด)	WF_{grey} (ลบ.ม./ตันหัวสด)	WP (ลบ.ม./ตันหัวสด)
พื้นที่อาศัยน้ำฝน		**4.1**	**7.2**	**266**	**0**	**42**	**268**
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง		**4.0**	**7.2**	**245**	**0**	**43**	**288**
นครราชสีมา	1,477,367	4.0	6.3	274	0	36	310
อุบลราชธานี	479,069	3.8	5.7	213	0	40	253
บุรีรัมย์	255,686	4.1	8.9	189	0	55	245
ศรีสะเกษ	156,386	4.6	10.9	168	0	54	222
มหาสารคาม	139,302	3.5	9.6	222	0	60	282
สุรินทร์	115,881	3.2	12.6	261	0	85	346
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน		**5.0**	**6.4**	**168**	**0**	**28**	**196**
ชัยภูมิ	632,590	4.6	5.4	212	0	25	238
เลย	318,354	4.7	8.1	151	0	39	189
อุดรธานี	265,041	6.5	6.6	116	0	22	138
กาฬสินธุ์	254,038	5.0	6.4	142	0	28	170
ขอนแก่น	233,930	5.2	6.8	151	0	26	177
สกลนคร	116,118	4.5	6.2	155	0	29	183
มุกดาหาร	140,109	4.2	6.1	190	0	34	224
ภาคกลาง		**3.9**	**6.5**	**262**	**0**	**42**	**304**
กาญจนบุรี	481,424	4.1	4.0	268	0	27	295
นครสวรรค์	373,356	3.3	8.6	304	0	59	364
ลพบุรี	303,450	4.7	6.3	166	0	27	193
อุทัยธานี	160,345	3.1	9.4	328	0	74	402
ภาคตะวันออก		**3.7**	**10.7**	**236**	**0**	**72**	**308**
สระแก้ว	376,058	3.5	9.4	245	0	79	324
ชลบุรี	150,932	3.8	13.6	222	0	72	294
ฉะเชิงเทรา	220,555	3.5	12.5	258	0	85	343
จันทบุรี	54,612	4.3	3.7	190	0	30	220
ปราจีนบุรี	119,275	4.5	11.1	202	0	47	249
ภาคเหนือ		**3.5**	**6.3**	**230**	**0**	**42**	**271**
กำแพงเพชร	684,357	3.7	6.3	205	0	37	242
เพชรบูรณ์	215,016	3.1	7.2	260	0	55	315
ตาก	135,710	4.0	1.8	217	0	9	226
พิษณุโลก	164,960	2.9	8.7	302	0	71	373
พื้นที่ให้น้ำ				**267**	**135**	**19**	**420**
อุบลราชธานี	33	3	5.9	462	181	64	707
ชัยภูมิ	90	4.5	0.5	195	118	2	315

อย่างไรก็ตาม การประมาณฝนใช้การมีหลายวิธี เช่น การประมาณด้วยวิธี USDA-SCS ทำให้ค่ากรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่ได้ต่ำกว่าการประมาณด้วยวิธี soil water balance method ซึ่งจะมีผลกระทบทำให้ค่าบลูวอเตอร์สูงกว่าความเป็นจริงได้ และอาจเป็นสาเหตุสำคัญ ทำให้ผลการศึกษาก่อนหน้าแตกต่างจากผลการศึกษาครั้งนี้ การปลูกมันสำปะหลังที่อาศัยน้ำฝนใช้การประมาณจากปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืช ซึ่งใช้วิธี A-pan ซึ่งน่าจะให้ค่าการคายระเหยของพืชได้ใกล้เคียงในแต่ละพื้นที่ โดยปัจจุบันมีค่าการตรวจวัดนี้ในสถานีอุตุนิยมวิทยาทั่วประเทศ มันสำปะหลังส่วนใหญ่ปลูกแบบอาศัยน้ำฝน จึงไม่มีค่าบลูวอเตอร์ และช่วงระยะเวลาการปลูกมันสำปะหลังก็มีส่วนสำคัญ เกษตรกรเก็บเกี่ยวที่อายุหลากหลายตั้งแต่ 6 - 18 เดือน โดยเฉลี่ย 10.4 เดือน การปลูกที่เก็บเกี่ยวอายุน้อยมักใช้พันธุ์ที่สะสมน้ำหนักเร็ว ส่วนที่เก็บข้ามปีมักใช้ประโยชน์จากการมีท่อนพันธุ์ไว้ปลูกในฤดูฝนที่จะมาถึงและปล่อยให้ต้นแตกใหม่สะสมน้ำหนักเพิ่มอีกประมาณเท่าตัว ซึ่งจะช่วยเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุน เนื่องจากไม่ต้องปลูกหรือใส่ปุ๋ยเพิ่มอีก ทั้งอัตราการใส่ปุ๋ยของเกษตรกรต่ำกว่าคำแนะนำและค่า K_c ที่มักใช้ของ FAO ซึ่งมีเพียง 3 ระดับตามการเจริญเติบโต และน้ำซึ่งเคยเป็นทางออกในการเพิ่มผลผลิตแต่เกษตรกรน้อยคนที่ประสบความสำเร็จในการใช้น้ำเพิ่มผลผลิต ดังนั้นการพิจารณา เพื่อลดการใช้น้ำหรือลดปริมาณน้ำเสียจากการปลูกมันสำปะหลัง อย่างน้อยควรนำปัจจัยเหล่านี้ ประกอบการพิจารณา ได้แก่ พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง พันธุ์มันสำปะหลัง วิธีการปลูกมันสำปะหลัง ลักษณะสมบัติของดิน รวมถึงปริมาณปุ๋ยที่ใช้ ผลผลิตที่สูงลดขนาดของวอเตอรฟุตพริ้นท์ได้ ช่วงปลูกมีผลให้ขนาดวอเตอรฟุตพริ้นท์แตกต่างกันถึงแม้จะปลูกในพื้นที่เดียวกัน การปลูกในช่วงปลายฝนมีปริมาณน้ำฝนไม่เพียงพอต่อความต้องการของมันสำปะหลัง หลีกเลี่ยงการปลูกในช่วงมิถุนายน จะทำให้ช่วงปลูกสั้นไม่เพียงพอกับการสะสมน้ำหนักหัว รวมทั้งการใช้ท่อนพันธุ์สะอาดปราศจากโรค

บรรณนุกรม

ชินาธิปกรณ์ พงศ์ภิญโญภาพ และ ธำรงรัตน์ มุ่งเจริญ. 2554. วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกระบวนการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในประเทศไทย. วิศวกรรมสาร มก. 75 (24) 41-52.

ธารทิพย์ เศรษฐชาญวิทย์. 2559. การประยุกต์หลักการประเมินวัฏจักรชีวิตเพื่อการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง. ว.พัฒนบริหารศาสตร์. 56(3): 221-252.

บัญชา ขวัญยืน ปริวัตร น้ำค้าง วัลลภ ภู่ทองสุข และ ศุภกิจ ตันวิบูลย์ศักดิ์. 2553. การศึกษาหาสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของมันสำปะหลัง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม. หน้า 274-281. ใน การประชุมวิชาการนานาชาติสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 11. นครปฐม.

ประภาศรี จงประดิษฐ์นันท์ ประพิศ แสงทอง จิรพงษ์ ประสิทธิเขตร สุรสิทธิ์ อรรถจารุสิทธิ์ ศุภกาญจน์ ล้วนมณี ละแย้ม เกื้อหนุน สรัตนา เสนาะ วนิดา โนบรรเทา ลาวัณย์ จันทร์อัมพร พัชรินทร์ นามวงษ์ และอนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์. 2548. วัสดุอินทรีย์และปุ๋ยคอกในพื้นที่ทำการเกษตร. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพ. 216 หน้า.

สานิตย์ดา เตียวต๋อย ชลิตา สุวรรณ และธณัฏฐ์ยศ สมใจ. 2555. วอเตอร์ฟุตพรินต์ของอ้อยและมันสำปะหลังสำหรับการผลิตเอทานอลในภาคตะวันออก ประเทศไทย ว. สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย. 18(1): 68–75.

อนัตยา บุญฮวด นาฏสุดา ภูมิจำนงค์ และอัจฉราอัศวรุจิกุลชัย. 2557. การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังพื้นที่จังหวัดลพบุรี ประเทศไทย. หน้า 392-379. แหล่งข้อมูล: http://gsbooks.gs.kku.ac.th/57/grc15/files/pmo19.pdf.

Kaenchan P. and S. H. Gheewala. 2013. A Review of the Water Footprint of Biofuel Crop Production in Thailand. Journal of Sustainable Energy and Environment. 4 (2013) 45-52.

Mekonnen, M. M. and A. Y. Hoekstra. 2011. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. Hydrol. Earth Syst. Sci. 15: 1577–1600.

Pongpinyopap S. and Mungcharoen T. 2012. Comparative Study of Green Water Footprint Estimation Methods for Thailand: A Case Study of Cassava-based Ethanol. Environment and Natural Resources J. 10(2): 66-72.

Rattikarn Kongboon and Sate Sampattagul. 2012. The water footprint of sugarcane and cassava in northern Thailand. Procedia - Social and Behavioral Sciences. 40: 451 – 460.

Richard G. Allen, Luis S. Pereira, Dirk Raes and Martin Smith. 1998. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56.

Shabbir, H.G., T. Silalertruksa , P. Nilsalab, R. Mungkung, S.R. Perret and N. Chaiyawannakarn. 2014. Water Footprint and Impact of Water Consumption for Food, Feed, Fuel Crops Production in Thailand. Water. 6: 1698-1718. doi:10.3390/w6061698.

Shinatiphkorn Pongpinyopap and Thumrongrut Mungcharoen. 2012. Comparative Study of Green Water Footprint Estimation Methods for Thailand: A Case Study of Cassava-based Ethanol. Environment and Natural Resources J. 10 (2): 66-72.

Tapanee Namchancharoen, Seksan Papong, Pomthong Malakul and Thumrongrut Mungcharoen. 2015. The Carbon and Water Footprint Assessment of Cassava-based Bioethanol Production in Thailand. International Conference on Biological, Environment and Food Engineering (BEFE-2015) May 15-16, 2015 Singapore. 13-18.

จัดทำโดย

วลัยพร ศะศิประภา ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

กุสุมา รอดแผ้วพาล ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง

กรมวิชาการเกษตร