การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

Water Footprint Analysis of Oil Palm Seedlings Production

เตือนจิตร เพ็ชรรุณ[1] เพ็ญศิริ จำรัสฉาย[1] อุษา ชูรักษ์[2] วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน[1]

Tuenjit Petchrrun[1] Pensiri Jamruschai[1] Usa Choorak[2] Vichanee Ormsubsin[1]

[1]ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี [2]ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ กรมวิชาการเกษตร

E-mail: tuenjit-pt@hotmail.com[1] j_pensiri@hotmail.com[1] chochabaa@icloud.com[2]

kkuaggie@yahoo.com[1]

บทคัดย่อ

การผลิตพันธุ์ปาล์มน้ำมันใช้ปริมาณน้ำค่อนข้างสูงประกอบกับทรัพยากรน้ำที่มีอย่างจำกัด ดังนั้นเพื่อเป็นการผลิตอย่างยั่งยืน และวิเคราะห์การใช้น้ำในการผลิตเมล็ดงอกและต้นกล้าปาล์มน้ำมันทั้งระบบ จึงได้ศึกษาการวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ดำเนินการ ณ แหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ 5 หน่วยงาน และแหล่งผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน 7 หน่วยงาน ระหว่างตุลาคม 2558-กันยายน 2561 โดยการสำรวจ สัมภาษณ์และเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้น้ำในกระบวนการผลิตเมล็ดงอกและต้นกล้าทุกขั้นตอนในแต่ละรอบต่อเนื่อง 3 ปี (3 รอบการผลิต) พบว่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WF) ของการผลิตเมล็ดงอกเฉลี่ย 5 หน่วยงานปีที่ 1 2 และ 3 มีค่าเฉลี่ย 0.48 0.38 และ 0.37 ลิตรต่อเมล็ด ตามลำดับ โดย WF ของหน่วยงาน D มีค่าน้อยสุด 0.20 ลิตรต่อเมล็ดเท่ากันทั้ง 3 ปี และมีเฉพาะบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WF_{blue}) และ WF ของการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันเฉลี่ย 7 หน่วยงาน ปีที่ 1 2 และ 3 มีค่าเฉลี่ย $5.2x10^{-1}$ $2.7x10^{-1}$ และ $2.9x10^{-1}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ตามลำดับ โดยหน่วยงาน K มีค่า WF น้อยที่สุดในปี 2561 เท่ากับ $1.3x10^{-1}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น แบ่งเป็น WF_{green} WF_{blue} และ WF_{grey} เท่ากับ $9.0x10^{-2}$ $4.0x10^{-2}$ และ $6.9x10^{-4}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ตามลำดับ โดยค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์จะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย โดยเฉพาะระบบการจัดการ ดังนั้นหากมีการจัดการที่ดีจะสามารถช่วยให้ใช้น้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดและต้นกล้ามีประสิทธิภาพด้วย

คำสำคัญ: วอเตอร์ฟุตพริ้นท์, ต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ABSTRACT

The germinated seed and seedling production of oil palm consumes a relatively high amount of water and limited water resources. Therefore, to be sustainable production and analyze water use of germinated seed and seedling production for improving water use efficiency. Analysis of WF of oil palm seedling production at 5 smallholder of germinated seed production and 7 smallholder of oil palm seedling production had been conducted between October2015-September2018.Surveying, interviewing, and water use data was recorded for 3 years. The result showed that WF of seed germination production, the average of the 5 smallholders, the 1^{st} 2^{nd} and 3^{rd} year, was 0.48 0.38 and 0.37 liters/seed, respectively. Agency D has the lowest WF showed 0.20 liters/seed for the same 3 years. For WF of oil palm seedlings production, the average of the 7 smallholders, the 1^{st} 2^{nd} and 3^{rd} year, was $5.2x10^{-1}$ $2.7x10^{-1}$ and $2.9x10^{-1}$ m^3 $seedling^{-1}$, respectively. Agency K had the lowest WF showed $1.3x10^{-1}$ m^3 $seedling^{-1}$ for 3^{rd} year,WF_{green} WF_{blue} and WF_{grey} of $9.0x10^{-2}$ $4.0x10^{-2}$ and $6.9x10^{-4}$ m^3 $seedling^{-1}$, respectively. The water footprint will be high or low depending on many factors, especially the management system. Therefore, if managed well, it can help to efficiency water use and and seedlings are effective.

KEYWORDS: Water footprint, Oil palm seedling

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัจจุบันแนวคิดเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำและการกระตุ้นหรือการส่งเสริมให้ผู้ใช้น้ำทางตรงและทางอ้อมได้เปลี่ยนแนวคิดให้ตระหนักถึงปริมาณน้ำที่ใช้ในการผลิตสินค้าและบริการ รวมถึงมีส่วนรับผิดชอบให้เกิดการใช้น้ำที่เหมาะสมมากขึ้น โดยมีการพัฒนาแนวทางการวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่ใช้ในการผลิตรูปแบบใหม่และเป็นรูปธรรมมากขึ้น คือวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water footprint, WF) ซึ่งเป็นตัวชี้วัดการใช้น้ำทั้งทางตรงและทางอ้อมที่ทำให้มองเห็นภาพการใช้น้ำที่เกิดขึ้นและการใช้น้ำนั้นมีความเหมาะสมในการใช้ประโยชน์ โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เป็นการคำนวณปริมาณการใช้น้ำจากผลรวมการใช้น้ำทั้ง 3 ประเภทประกอบด้วย กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Green WF) คือ ปริมาณการใช้น้ำจากน้ำฝนและความชื้นในดิน บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Blue WF) คือปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน (การชลประทาน) และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Grey WF) คือ ปริมาณการใช้น้ำสำหรับเจือจางมลพิษในน้ำให้อยู่ในค่ามาตรฐานที่กำหนด โดยแต่ละประเภทพิจารณาการใช้น้ำจากแหล่งน้ำที่แตกต่างกัน (พิชญาภา ราชธรรมมา, 2555)

ประเทศไทยจัดเป็น 1 ใน 10 ประเทศที่ใช้น้ำค่อนข้างมาก โดยเฉพาะการใช้น้ำในภาคการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรเพื่อการส่งออก ในขณะที่แหล่งน้ำในประเทศไทยทั้งน้ำผิวดิน และน้ำใต้ดินมีจำกัด ดังนั้นการให้ความสำคัญในการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการดำเนินการ ซึ่งจะเป็นตัวชี้วัดและประเมินการใช้น้ำในแต่ละกิจกรรมการผลิต ทั้งน้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน ความชื้นที่มีอยู่ในดิน รวมถึงปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์จะเป็นตัวชี้วัดถึงประสิทธิภาพในการใช้น้ำทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งสามารถนำมาประเมินผลกระทบที่เกิดจากการผลิตและการค้าต่อการใช้ทรัพยากรน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สำนักข่าว M Report, 2562) โดยปัจจัยน้ำเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการผลิตปาล์มน้ำมันในทุกขั้นตอนเป็นอย่างมาก การจัดการน้ำที่ดีช่วยให้เกษตรกรใช้ประโยชน์ทรัพยากรน้ำที่มีอย่างจำกัดได้อย่างเหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุด และที่ผ่านมามีการกล่าวถึงและกังวลอย่างมากเกี่ยวกับความต้องการใช้น้ำของปาล์มน้ำมันที่มีค่าค่อนข้างสูง (200-300 ลิตรต่อต้นต่อวัน) ในช่วงแล้ง ประกอบกับการขยายพื้นที่ปลูกที่เพิ่มมากขึ้นอาจส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำใช้ภาคเกษตรที่มีอย่างจำกัด ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมันจึงมีความสำคัญมากในปัจจุบัน เพื่อให้สามารถใช้ทรัพยากรน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน และมีความเหมาะสมกับพื้นที่ หรือใช้ในการปรับปรุงการผลิตเพื่อให้ใช้ทรัพยากรน้ำที่มีอย่างจำกัดได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น จึงได้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลเป็นการเบื้องต้นเพื่อวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยผลผลิต (Water Footprint) ของเมล็ดและต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เพื่อนำไปใช้ในการจัดสรรและใช้ประโยชน์จากน้ำสำหรับการผลิตปาล์มน้ำมันอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน ซึ่งในประเทศไทยมีรายงานวอเตอร์ฟุตพริ้นของปาล์มน้ำมัน โดยลักขณา เจริญสุขม, รัตชยุดา กองบุญ และเศรษฐ์ สัมภัตตะกุล (2555) ได้วิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สำหรับการผลิตไบโอดีเซลในเขตพื้นที่ภาคเหนือและภาคใต้ พบว่า ค่าเฉลี่ยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมันสำหรับผลิตไบโอดีเซลมีค่า 2,139 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน และพื้นที่ภาคเหนือมีปริมาณการใช้น้ำสูงถึง 3.9 เท่าเมื่อเทียบกับภาคใต้โดยจังหวัดที่ใช้น้ำมากที่สุดคือพิษณุโลกมีค่า 6,098 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน และจังหวัดที่ใช้น้ำน้อยสุดคือ สุราษฎร์ธานีมีค่า 1,070 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน Seewisenga, Bhaktikula, Aroonlertareea and Suaedeeb (2012) ได้รายงานว่า ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันของโครงการชัยพัฒนาแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเพชรบุรี ในช่วงปี 2006-2010 มีค่าเท่ากับ 10,150 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน โดยมีค่ากรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ เท่ากับ 1.333 4,657 และ 4,160 ลูกบาศก์เมตรต่อตันตามลำดับ โดยมีผลผลิตเฉลี่ย 3.09 ตันต่อไร่ แต่อย่างไรก็ตาม จนถึงปัจจุบันยังไม่มีรายงานวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันในระยะอนุบาลในไทย

2. วัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยผลผลิต (Water Footprint) ของการผลิตเมล็ดและต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

3. วิธีการวิจัย

ดำเนินการเก็บข้อมูลการใช้น้ำในกระบวนการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันโดยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ ระยะการผลิตเมล็ดงอกและต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในการผลิตเมล็ดงอกปาล์มน้ำมัน ดำเนินการสำรวจแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันของภาครัฐจำนวน 2 หน่วยงาน และบริษัทเอกชนจำนวน 3 หน่วยงาน เพื่อใช้ในการศึกษารวมจำนวน 5 หน่วยงาน ต่อเนื่อง 3 ปี (รอบการผลิต) ทำการเก็บข้อมูลโดยวิธีการสัมภาษณ์ การจัดการด้านต่างๆ ของกระบวนการผลิตเมล็ดงอกปาล์มน้ำมัน ตั้งแต่เก็บเกี่ยวทะลายถึงระยะเมล็ดงอกที่พร้อมลงเพาะในถุงเพาะกล้า และคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WFblue+ WFgrey) การผลิตเมล็ดงอกปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการในแต่ละหน่วยงาน

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ดำเนินการสำรวจแหล่งผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันของภาครัฐจำนวน 2 หน่วยงาน และบริษัทเอกชนจำนวน 5 หน่วยงาน เพื่อใช้ในการศึกษารวมจำนวน 7 หน่วยงาน ต่อเนื่อง 3 ปี (รอบการผลิต) ทำการเก็บข้อมูลโดยวิธีการสัมภาษณ์ การจัดการด้านต่างๆ ของการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันตั้งแต่เริ่มเพาะเมล็ดจนถึงระยะต้นกล้าพร้อมปลูก และคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันตั้งแต่เริ่มเพาะเมล็ดจนถึงระยะต้นกล้าพร้อมปลูก (WFgreen+WFblue+WFgrey) โดยข้อมูลที่ต้องใช้ในการคำนวณได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช, ช่วงอายุการเจริญเติบโต, ระดับหยั่งลึกของรากพืช, ระดับการขาดน้ำ, ปัจจัยในการตอบสนองต่อการเจริญเติบโต, ความสูงของต้นพืช และการเจริญเติบโต

การบันทึกข้อมูล ทำการบันทึกข้อมูลการจัดการด้านต่างๆ ของกระบวนการผลิตเมล็ดงอกปาล์มน้ำมัน ตั้งแต่เก็บเกี่ยวทะลาย-ระยะเมล็ดงอกที่พร้อมลงเพาะในถุงเพาะกล้า-ระยะกล้าเล็กและกล้าใหญ่ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในระหว่างการศึกษา และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WFgreen+WFblue+WFgrey) ของการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันตั้งแต่ระยะเก็บเกี่ยวทะลาย-ระยะเมล็ดงอก-ระยะต้นกล้าเล็ก-ต้นกล้าใหญ่พร้อมปลูก คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ได้จากสมการดังนี้

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

โดยที่ Green water footprint คำนวณได้จาก

$WF_{Green} = CWR$ เมื่อ $P_{eff} > CWR$ และ

$WF_{Green} = Peff$ เมื่อ $P_{eff} < CWR$

และ CWR คำนวณได้จากสมการ

$CWR = \sum ET_c$ ซึ่ง $ET_c = Kc \times ET_0$

เมื่อ CWR = ปริมาณความต้องการน้ำของพืช (ลบ.ม./วัน)

Kc = ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (สำหรับต้นกล้าปาล์มน้ำมัน = 0.7)

ET_c = ปริมาณน้ำต้องการคายระเหยภายใต้สภาวะการเจริญเติบโตในอุดมคติ นับตั้งแต่วันปลูกถึงวันเก็บเกี่ยว

ET_0 = การคายระเหยน้ำของพืชอ้างอิง (มิลลิเมตรต่อวัน)

สำหรับปริมาณฝนใช้การ (Precipitation Effective; Peff) ใช้สูตร USDA Soil Conservation Service:

$$Peff_{monthly} = \begin{cases} P_{monthly} * (125 - 0.2 * P)/125 & \text{โดยที่ ฝน } (P_{monthly}) <= 250 \text{ mm} \\ 0.1 * P_{monthly} + 125 & \text{โดยที่ } P_{monthly} > 250 \text{ มม.} \end{cases}$$

$ET_{c\ green}$ = min (ETc, Peff)

$ET_{c\ blue}$ = min (น้ำชลประทาน, ET_c - Peff)

ส่วนค่า Grey water คำนวณได้จากสมการ

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

โดยที่ α คือ สัดส่วนของปุ๋ยไนโตรเจนจากการชะละลาย (10%; Hoektra *et al*., 2011)

AR คือ ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้ (กก./ไร่)

C_{max} คือ ความเข้มข้นสูงสุดของไนโตรเจนที่ยอมรับได้ (กก./ลบ.ม.)

C_{nat} คือ ความเข้มข้นของไนโตรเจนในธรรมชาติ (กก./ลบ.ม.)

Y คือ ผลผลิตต่อพื้นที่ (จำนวนต้นกล้า/ไร่)

ในการทดลองนี้ใช้ค่า α = 0.1, C_{max} = 5 กก/ลบ.ม., C_{nat} = 0 กก./ลบ.ม.

4. ผลการศึกษาวิจัยและการอภิปรายผล

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในการผลิตเมล็ดงอกปาล์มน้ำมัน

จากการสำรวจและสัมภาษณ์เก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันจาก 5 หน่วยงาน ได้แก่ หน่วยงาน A B C D และ E ดำเนินการเก็บข้อมูลซ้ำต่อเนื่องเป็นเวลา 3 ปี (รอบการผลิต) โดยข้อมูลทั้ง 3 ปี พบว่าค่าเฉลี่ยการใช้น้ำในการผลิตเมล็ดงอกทั้ง 5 หน่วยงาน ในปีที่ 1 2 และ 3 มีอัตรา 0.48 0.38 และ 0.37 ลิตรต่อเมล็ด ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งแต่ละหน่วยงานใช้น้ำในการผลิตเมล็ดงอกต่อเมล็ดในอัตราที่ต่างกัน เนื่องจากแต่ละหน่วยงานมีขั้นตอนและกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน (ตารางผนวกที่ 1) และเมื่อคำนวณค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ทุกหน่วยงานจะมีค่ากรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ เท่ากับ 0 มีเพียงค่าบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ จึงทำให้ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวม มีค่าเท่ากับค่าบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ โดยหน่วยงาน D มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงที่สุด ซึ่งใช้น้ำน้อยที่สุดเท่ากันทั้ง 3 ปีที่ 0.20 ลิตรต่อเมล็ด คิดเป็นค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 0.20 ลิตรต่อเมล็ด รองลงมาคือหน่วยงาน E C A และ B โดยปีที่ 1 ใช้น้ำ 0.25 0.36 0.68 และ 0.92 ลิตรต่อเมล็ด ตามลำดับ คิดเป็นค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 0.25 0.36 0.68 และ 0.92 ลิตรต่อเมล็ด ตามลำดับ ในปีที่ 2 ใช้น้ำ 0.25 0.36 0.45 และ 0.64 ลิตรต่อเมล็ด ตามลำดับ คิดเป็นค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 0.25 0.36 0.45 และ 0.64 ลิตรต่อเมล็ด ตามลำดับ และในปีที่ 3 ใช้น้ำ 0.25 0.36 0.48 และ 0.58 ลิตรต่อเมล็ด ตามลำดับ คิดเป็นค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 0.25 0.36 0.48 และ 0.58 ลิตรต่อเมล็ด ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และ 2) ซึ่งหน่วยงาน C B และ D จะมีค่าการใช้น้ำและค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เท่ากันทั้ง 3 ปี เนื่องจากไม่มีการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตทั้ง 3 ปี ส่วนหน่วยงาน A และ B มีการปรับเปลี่ยนกระบวนการจึงทำให้ค่าการใช้น้ำและค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แตกต่างกันในแต่ละปี โดยหน่วยงาน D ค่าการใช้น้ำและค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์น้อยกว่าหน่วยงานอื่นเนื่องจากประสิทธิภาพการตีเปลือกทำให้เมล็ดสะอาด สามารถแช่ยากันราผึ่งให้แห้งและเก็บรักษาเมล็ดในรูปแบบเมล็ดแห้ง ลดขั้นตอนการล้างทำความสะอาด จึงลดการใช้น้ำลง ส่วนหน่วยงาน A และ B ในขั้นตอนขูดทำความสะอาดเมล็ดด้วยแรงงานคนทำให้เมล็ดสูญเสียความชื้น จำเป็นต้องแช่เมล็ดเพื่อเพิ่มความชื้นและล้างเมล็ดอีกครั้ง ส่งผลให้สูญเสียน้ำเพิ่มขึ้น และการที่หน่วยงาน A และ B มีค่าการใช้น้ำลดลงในปีถัดมาเนื่องจากมีการปรับเปลี่ยนขั้นตอนในกระบวนการผลิตเมล็ด ได้แก่ ลดระยะเวลาการแช่น้ำในการเพิ่มความชื้น จำนวนเมล็ดต่อหน่วยปริมาตรน้ำที่ใช้ และลดขั้นตอนบางขั้นตอนลง เช่น ใช้เครื่องขัดเมล็ดแทนแรงงานคนในการขูดเมล็ด

โดยแต่ละหน่วยงานมีขั้นตอนในกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความสะดวกทั้งต้นทุน แรงงานและอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานของแต่ละหน่วยงาน ซึ่งมีความพร้อมแตกต่างกัน ส่งผลให้การใช้น้ำและต้นทุนในการผลิตแตกต่างกัน ขณะที่เปอร์เซ็นต์เมล็ดงอกเฉลี่ยที่ได้อยู่ในช่วง 60-80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปัจจัยหลักที่สามารถลดการใช้น้ำและให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด ขึ้นกับระยะเวลา อัตราการไหลของน้ำที่ใช้ในการล้างและแช่เมล็ด จำนวนเมล็ดต่อการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนและใช้เครื่องมือให้มีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อลดระยะเวลาการทำงานและแรงงานคน เพื่อให้เมล็ดลดการสูญเสียความชื้นให้มากที่สุด ซึ่งสามารถนำไปปรับใช้ในกระบวนการผลิตเมล็ดงอกปาล์มน้ำมันให้เกิดประสิทธิภาพต่อการใช้น้ำมากที่สุด

ตารางที่ 1 ปริมาณการใช้น้ำในการผลิตเมล็ดงอกปาล์มน้ำมัน (ลิตรต่อเมล็ด) 5 หน่วยงาน รอบการผลิตปี 2559-2561

หน่วยงาน	ปริมาณการใช้น้ำในการผลิตเมล็ดงอก			
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	เฉลี่ย 3 ปี
A	0.68	0.45	0.48	**0.54**
B	0.92	0.64	0.58	**0.71**
C	0.36	0.36	0.36	**0.36**
D	0.20	0.20	0.20	**0.20**
E	0.25	0.25	0.25	**0.25**
เฉลี่ย	**0.48**	**0.38**	**0.37**	**0.41**

ตารางที่ 2 กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ เกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (ลิตรต่อเมล็ด) ของการผลิตเมล็ดงอกปาล์มน้ำมัน 5 หน่วยงาน รอบการผลิตปี 2559-2561

หน่วยงาน	กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์			บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์			เฉลี่ย 3 ปี	เกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์			วอเตอร์ฟุตพริ้นท์			เฉลี่ย 3 ปี
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3		ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	
A	0	0	0	0.68	0.45	0.48	**0.54**	0	0	0	0.68	0.45	0.48	**0.54**
B	0	0	0	0.92	0.64	0.58	**0.71**	0	0	0	0.92	0.64	0.58	**0.71**
C	0	0	0	0.36	0.36	0.36	**0.36**	0	0	0	0.36	0.36	0.36	**0.36**
D	0	0	0	0.20	0.20	0.20	**0.20**	0	0	0	0.20	0.20	0.20	**0.20**
E	0	0	0	0.25	0.25	0.25	**0.25**	0	0	0	0.25	0.25	0.25	**0.25**
เฉลี่ย				**0.48**	**0.38**	**0.37**	**0.41**				**0.48**	**0.38**	**0.37**	**0.41**

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

จากการสำรวจและสัมภาษณ์ข้อมูลจากแหล่งผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน 7 หน่วยงาน ได้แก่ หน่วยงาน F G H I J K และ L เก็บข้อมูลต่อเนื่อง 3 ปี พบว่า การผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการใช้น้ำเฉลี่ยจาก 7 หน่วยงาน ในปี 59 60 และ 61 มีค่า 8.4 3.4 และ 2.6 ลิตรต่อต้นต่อวัน ซึ่งเป็นการให้น้ำนอกเหนือจากน้ำฝน โดยแต่ละปีมีปริมาณลดลง เนื่องจากบางหน่วยงานมีการปรับเปลี่ยนระบบการจัดการ เช่น รูปแบบการให้น้ำ การจัดวางถุง เป็นต้น โดยหน่วยงาน H มีการใช้น้ำในการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันต่อต้นน้อยที่สุด เท่ากับ 0.74 0.05 และ 0.04 ลิตรต่อต้นต่อวัน ในรอบผลิตปี 59 60 และ 61 ตามลำดับ เฉลี่ย 3 ปี เท่ากับ 0.28 ลิตรต่อต้นต่อวัน (ตารางที่ 3) โดยในระยะอนุบาลแรกเพาะในถาดเพาะให้น้ำด้วยระบบพ่นหมอก ทำให้จำนวนต้นต่อหน่วยพื้นที่มีการให้น้ำมาก ส่งผลต่อการลดสูญเสียน้ำ และในแปลงอนุบาลกล้าหลักให้น้ำด้วยระบบน้ำหยด แต่มีปริมาณฝนและจำนวนวันฝนตกสูง (ภาพที่ 4) จึงอาจส่งผลให้มีการให้น้ำน้อยกว่าหน่วยงานอื่น รองลงมาคือ หน่วยงาน J มีการใช้น้ำต่อต้น 0.81 1.21 และ 0.08 ลิตรต่อต้นต่อวัน ตามลำดับ เฉลี่ย 3 ปี เท่ากับ 0.70 ลิตรต่อต้นต่อวัน (ตารางที่ 3) เนื่องจากแต่ละหน่วยงานมีระบบการจัดการแปลงเพาะที่แตกต่างกัน เช่น มีการวางถุงในรูปแบบและระยะที่แตกต่างกัน ทำให้จำนวนต้นต่อพื้นที่แตกต่างกัน ลดพื้นที่การสูญเสียน้ำ ส่งผลให้ต้นกล้าได้รับน้ำเต็มที่ การใช้น้ำระบบการให้น้ำแบบสปริงเกอร์และแบบน้ำหยด (ตารางภาคผนวกที่ 2 และ 3 และภาพที่ 1) ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความสะดวกทั้งต้นทุน แรงงานและอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานของแต่ละแห่ง ส่งผลให้การใช้น้ำและต้นทุนในการผลิตแตกต่างกัน โดยหน่วยงาน H และ J มีการให้น้ำด้วยระบบน้ำหยด ส่วนหน่วยงาน K I G L และ F ใช้น้ำในการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันอยู่ในช่วง 3.40 - 24.07 ลิตรต่อต้นต่อวัน (ตารางที่ 3) ซึ่งสูงกว่าหน่วยงาน H และ J โดยให้น้ำโดยใช้ระบบน้ำแบบมินิสปริงเกอร์ หน่วยงานที่ผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันทั้ง 7 หน่วยงาน มีระบบการจัดการแปลงเพาะชำที่แตกต่างกัน ทั้งการอนุบาลกล้าแบบ 2 ครั้ง คือ มีการอนุบาลกล้าเล็กและการอนุบาลกล้าใหญ่ จำนวน 5 หน่วยงาน และอนุบาลกล้าครั้งเดียว คือ การเพาะเมล็ดงอกลงในถุงใหญ่ครั้งเดียว จำนวน 2 หน่วยงาน โดยในแปลงอนุบาลแรกมีทั้งการเพาะเมล็ดงอกในถุงดำและกระบะเพาะ ระบบการให้น้ำแบบสปริงเกอร์ แบบสายยางรด และแบบพ่นหมอก จำนวนการวางต้นต่อหน่วยพื้นที่แตกต่างกัน ซึ่งต่างมีผลต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำและการสูญเสียน้ำต่อต้นกล้าทั้งสิ้น หากมีการนำข้อดีของแต่ระบบมาปรับใช้ในกระบวนการผลิตก็สามารถจะช่วยให้การใช้น้ำในการผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้นได้

ตารางที่ 3 ปริมาณการให้น้ำเฉลี่ยในการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน 7 หน่วยงาน ในรอบการผลิตปี 2559-2561

อายุต้นกล้า (สัปดาห์หลังปลูก)	ปริมาณการให้น้ำเฉลี่ยในการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันต่อต้น (ลิตรต่อต้นต่อวัน)							เฉลี่ย
	F	G	H	I	J	K	L	
ปี 2559	24.07	10.19	0.74	9.27	0.81	3.40	10.60	**8.4**
ปี 2560	0.99	1.34	0.05	2.73	1.21	6.34	10.98	**3.4**
ปี 2561	1.33	1.20	0.04	2.73	0.08	1.16	11.62	**2.6**
เฉลี่ย	**8.80**	**4.24**	**0.28**	**4.91**	**0.70**	**3.63**	**11.07**	**4.8**

ภาพที่ 1 ลักษณะระบบการจัดการแปลงเพาะกล้าในแปลงอนุบาลแรก

ภาพที่ 2 ลักษณะระบบการจัดการแปลงเพาะกล้าในแปลงอนุบาลหลัก

เมื่อคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ พบว่า ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันเฉลี่ยทั้ง 7 หน่วยงาน ในรอบการผลิตปี 59 60 และ 61 เท่ากับ $5.2x10^{-1}$ $2.7x10^{-1}$ และ $2.9x10^{-1}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ตามลำดับ เฉลี่ย 3 ปี เท่ากับ $3.6x10^{-1}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น (ตารางที่ 5) โดยค่ากรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เท่ากับ $1.8x10^{-1}$ $1.9x10^{-1}$ และ $1.7x10^{-1}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ตามลำดับ เฉลี่ย 3 ปี เท่ากับ $1.8x10^{-1}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ค่าบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เท่ากับ $3.4x10^{-1}$ $8.0x10^{-2}$ และ $1.2x10^{-1}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ตามลำดับ เฉลี่ย 3 ปี เท่ากับ $1.8x10^{-1}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น (ตารางที่ 4) และค่าเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เท่ากับ $3.3x10^{-4}$ $4.1x10^{-4}$ และ $5.3x10^{-4}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ตามลำดับ เฉลี่ย 3 ปี เท่ากับ $4.2x10^{-4}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น (ตารางที่ 5) โดยหน่วยงาน K มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์น้อยที่สุดในรอบการผลิตปี 59 60 และ 61 เท่ากับ $1.6x10^{-1}$ 1.9 $x10^{-1}$ และ $1.3x10^{-1}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ตามลำดับ เฉลี่ย 3 ปี เท่ากับ $1.6x10^{-1}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น โดยมีค่ากรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ $8.0x10^{-2}$ $9.0x10^{-2}$ และ $9.0x10^{-2}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ตามลำดับ เฉลี่ย 3 ปี เท่ากับ $9.0x10^{-2}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ค่าบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ $8.0x10^{-2}$ $1.0x10^{-1}$ และ $4.0x10^{-2}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ตามลำดับ เฉลี่ย 3 ปี เท่ากับ $8.0x10^{-2}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น และค่าเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ $1.4x10^{-4}$ $3.1x10^{-4}$ และ $6.9x10^{-4}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ตามลำดับ เฉลี่ย 3 ปี เท่ากับ $3.8x10^{-4}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น (ตารางที่ 4 และ 5) รองลงมา คือ หน่วยงาน H ซึ่งมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมในรอบการผลิตปี 59 60 และ 61 $2.4x10^{-1}$ $2.3x10^{-1}$ และ $2.1x10^{-1}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ตามลำดับ เฉลี่ย 3 ปี เท่ากับ $2.2x10^{-1}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น (ตารางที่ 5) แต่ต้นกล้ามีแนวโน้มการเจริญเติบโตเฉลี่ยค่อนข้างช้าโดยมีขนาดลำต้น 2.05 เซนติเมตร พื้นที่ใบ 189.12 ตารางเซนติเมตร และความสูงต้น 38.49 เซนติเมตร (ตารางที่ 6) ซึ่งหน่วยงาน H มีระบบการให้น้ำแบบพ่นหมอกและระบบน้ำหยดส่งผลให้ใช้น้ำปริมาณน้อย แต่เมื่อเทียบกับหน่วยงาน J ที่มีระบบการให้น้ำแบบสายยางและระบบน้ำหยดเช่นกันแต่พบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมมีค่าสูงกว่าในรอบการผลิตปี 59 60 และ 61 เท่ากับ $3.7x10^{-1}$ $3.6x10^{-1}$ และ $4.8x10^{-1}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ตามลำดับ เฉลี่ย 3 ปี เท่ากับ $4.0x10^{-1}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น (ตารางที่ 5) และต้นกล้ามีแนวโน้มการเจริญเติบโตเฉลี่ยที่ดีกว่าโดยมีขนาดลำต้น 5.11 เซนติเมตร พื้นที่ใบ 354.30 ตารางเซนติเมตร และความสูงต้น 67.93 เซนติเมตร (ตารางที่ 6) จากการสังเกตพบว่าอาจมีผลมาจากการจัดการทั้งการจัดวางต้นกล้า ระยะห่างต้น

ส่งผลให้จำนวนต้นต่อพื้นที่แตกต่างกัน จึงพบว่าสาเหตุที่ทำให้ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แตกต่างกันขึ้นกับระบบการจัดการดูแลแปลงและต้นกล้าเป็นสำคัญ ทั้งการจัดวางต้นกล้าซึ่งมีจำนวนต่อพื้นที่และระยะในการวางต่างกัน ทำให้จำนวนต้นกล้าที่ได้ต่อพื้นที่มากน้อยต่างกันเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำที่ให้ รวมทั้งฤดูกาลที่ปลูกซึ่งบางหน่วยงานอาจมีปริมาณฝนและจำนวนวันฝนตกมาก ทำให้ค่าการระเหยต่ำและลดการให้น้ำจากระบบชลประทานได้ ส่งผลให้อัตราการใช้น้ำมากน้อยต่างกันด้วยรวมทั้งค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นที่ได้ เช่น หน่วยงานที่ทำการเพาะเมล็ดงอกลงในกระบะเพาะสามารถวางต้นกล้าต่อพื้นที่ได้จำนวนมากกว่าการเพาะเมล็ดในถุงดำ ทำให้เป็นการประหยัดการใช้น้ำต่อพื้นที่และแรงงานในการดูแลได้มากกว่าการเพาะเมล็ดงอกลงถุงขนาดใหญ่ และเมื่อย้ายต้นกล้าลงถุงใหญ่ในแปลงอนุบาลกล้าหลักค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของหน่วยงานที่มีการให้น้ำด้วยระบบน้ำหยดจึงมีค่าน้อยกว่าการให้น้ำด้วยระบบสปริงเกอร์ ซึ่งจะช่วยลดพื้นที่การสูญเสียน้ำ ทำให้การใช้น้ำน้อยลง รวมทั้งการวางถุงในระบบแถวคู่สามารถวางต้นต่อหน่วยพื้นที่เพิ่มขึ้น และช่วยลดการสูญเสียนำและการระเหยของน้ำได้ ส่วนการจัดการปุ๋ยของแต่ละหน่วยงานมีอัตราส่วนแตกต่างกัน ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าแตกต่างกันด้วย เช่น หน่วยงานที่ให้น้ำด้วยระบบสปริงเกอร์ใช้น้ำมากกว่าระบบน้ำหยดแต่การเจริญเติบโตของต้นกล้าที่อยู่ในระบบน้ำหยดที่ประหยัดน้ำมากกว่าและมีการให้ปุ๋ยเพียงพอสามารถเจริญเติบโตได้เร็วและดีกว่า ดังนั้นหากมีการนำวิธีการจัดการที่ดีมาปรับใช้ในการปฏิบัติงานจะสามารถช่วยให้ใช้น้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดและต้นกล้ามีประสิทธิภาพด้วย รวมทั้งปริมาณฝนที่ตกต่างก็ส่งผลต่อการให้น้ำ หากจำนวนฝนตกน้อยจึงจำเป็นต้องมีการให้น้ำเพิ่มมากกว่าแหล่งที่มีปริมาณฝนและจำนวนวันฝนตกมากกว่า ส่งผลต่อความชื้นของดินในถุงต้นกล้า (ตารางภาคผนวกที่ 4-7) ซึ่งปัจจัยต่างๆ มีความแตกต่างจึงส่งผลต่อค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แตกต่างกันได้ดังเช่น Halimah, Vijaya, Zulkifli, Nik and Choo (2014) ได้ทำการศึกษาค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน โดยมีระบบการให้น้ำแบบสปริงเกอร์ พบว่า มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 4.69×10^{-1} ลูกบาศก์เมตรต่อตัน โดยมีค่าบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เท่ากับ 1.57×10^{-1} 3.10×10^{-1} และ 1.83×10^{-3} ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างกันกับการศึกษาครั้งนี้ อาจมาจากระบบการจัดการและสภาพแวดล้อมของแต่ละพื้นที่ที่แตกต่างกันด้วย

ตารางที่ 4 กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์และบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (ลูกบาศก์เมตรต่อต้น) 7 หน่วยงาน ในรอบการผลิตปี 2559-2561

หน่วย	กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์			เฉลี่ย	บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์			เฉลี่ย
งาน	2559	2560	2561	3 ปี	2559	2560	2561	3 ปี
F	2.5×10^{-1}	2.4×10^{-1}	2.3×10^{-1}	**2.4×10^{-1}**	14.8×10^{-1}	7.0×10^{-2}	1.5×10^{-1}	**5.7×10^{-1}**
G	2.2×10^{-1}	2.3×10^{-1}	2.1×10^{-1}	**2.2×10^{-1}**	2.7×10^{-1}	4.0×10^{-2}	4.0×10^{-2}	**1.2×10^{-1}**
H	2.1×10^{-1}	2.3×10^{-1}	2.1×10^{-1}	**2.2×10^{-1}**	2.0×10^{-2}	3.0×10^{-3}	2.0×10^{-3}	**1.0×10^{-2}**
I	1.7×10^{-1}	1.8×10^{-1}	1.6×10^{-1}	**1.7×10^{-1}**	2.0×10^{-1}	1.0×10^{-1}	9.0×10^{-2}	**1.3×10^{-1}**
J	2.3×10^{-1}	2.5×10^{-1}	2.4×10^{-1}	**2.4×10^{-1}**	1.5×10^{-1}	1.0×10^{-1}	2.4×10^{-1}	**1.6×10^{-1}**
K	8.0×10^{-2}	9.0×10^{-2}	9.0×10^{-2}	**9.0×10^{-2}**	8.0×10^{-2}	1.0×10^{-1}	4.0×10^{-2}	**8.0×10^{-2}**
L	1.3×10^{-1}	1.1×10^{-1}	7.0×10^{-2}	**1.0×10^{-1}**	1.4×10^{-1}	1.4×10^{-1}	2.6×10^{-1}	**1.8×10^{-1}**
เฉลี่ย	**1.8×10^{-1}**	**1.9×10^{-1}**	**1.7×10^{-1}**	**1.8×10^{-1}**	**3.4×10^{-1}**	**8.0×10^{-2}**	**1.2×10^{-1}**	**1.8×10^{-1}**

ตารางที่ 5 เกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (ลูกบาศก์เมตรต่อต้น) 7 หน่วยงาน ในรอบการผลิตปี 2559-2561

หน่วย	เกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์			เฉลี่ย	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์			เฉลี่ย
งาน	2559	2560	2561	3 ปี	2559	2560	2561	3 ปี
F	$4.5x10^{-4}$	$4.3x10^{-4}$	$2.0x10^{-3}$	**$9.7x10^{-4}$**	$17.3x10^{-1}$	$3.2x10^{-1}$	$3.8x10^{-1}$	**$8.1x10^{-1}$**
G	$5.0x10^{-4}$	$5.5x10^{-4}$	$6.3x10^{-4}$	**$5.6x10^{-4}$**	$4.9x10^{-1}$	$2.7x10^{-1}$	$2.5x10^{-1}$	**$3.4x10^{-1}$**
H	$6.0x10^{-4}$	$5.9x10^{-4}$	$8.0x10^{-5}$	**$4.2x10^{-4}$**	$2.4x10^{-1}$	$2.3x10^{-1}$	$2.1x10^{-1}$	**$2.2x10^{-1}$**
I	$4.0x10^{-4}$	$2.9x10^{-4}$	$1.9x10^{-4}$	**$2.9x10^{-4}$**	$3.7x10^{-1}$	$2.8x10^{-1}$	$2.5x10^{-1}$	**$3.3x10^{-1}$**
J	$2.0x10^{-6}$	$9.0x10^{-5}$	$8.0x10^{-5}$	**$6.0x10^{-5}$**	$3.7x10^{-1}$	$3.6x10^{-1}$	$4.8x10^{-1}$	**$4.0x10^{-1}$**
K	$1.4x10^{-4}$	$3.1x10^{-4}$	$6.9x10^{-4}$	**$3.8x10^{-4}$**	$1.6x10^{-1}$	$1.9x10^{-1}$	$1.3x10^{-1}$	**$1.6x10^{-1}$**
L	$2.2x10^{-4}$	$6.3x10^{-4}$	$3.0x10^{-5}$	**$2.9x10^{-4}$**	$2.7x10^{-1}$	$2.5x10^{-1}$	$3.3x10^{-1}$	**$2.8x10^{-1}$**
เฉลี่ย	**$3.3x10^{-4}$**	**$4.1x10^{-4}$**	**$5.3x10^{-4}$**	**$4.2x10^{-4}$**	**$5.2x10^{-1}$**	**$2.7x10^{-1}$**	**$2.9x10^{-1}$**	**$3.6x10^{-1}$**

ตารางที่ 6 การเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 6 เดือน 7 หน่วยงาน ในรอบการผลิตปี 2559-2561

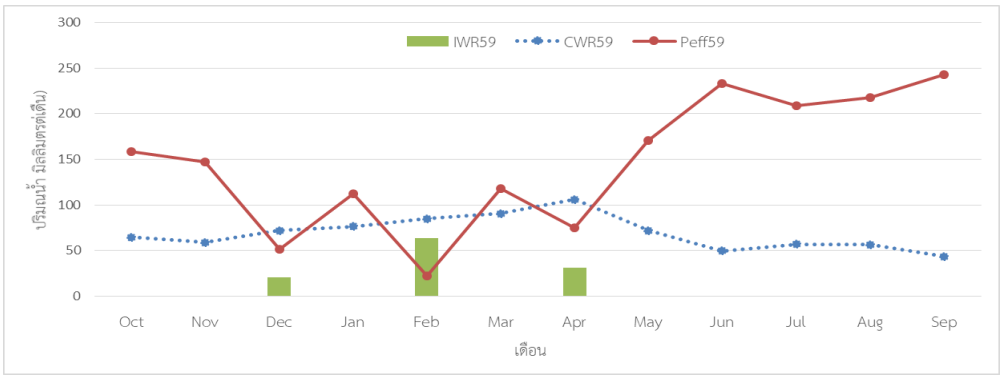
หน่วยงาน	ใบหอก	ใบสองแฉก	ใบขนนก	ใบแห้ง	ขนาดลำต้น (ซม.)	พื้นที่ใบ (ตร.ซม.)	ความสูงต้น (ซม.)
F	4.18	1.14	0.00	0.52	1.52	248.54	65.16
G	2.20	5.33	0.70	1.03	3.34	221.54	52.99
H	1.72	5.63	0.00	1.81	2.05	189.12	38.49
I	1.35	7.06	0.87	1.65	4.70	290.91	67.25
J	3.14	8.80	0.20	1.12	5.11	354.30	67.93
K	2.25	6.67	1.60	1.25	3.80	194.67	78.67
L	1.14	6.32	1.45	0.68	3.92	114.04	60.10

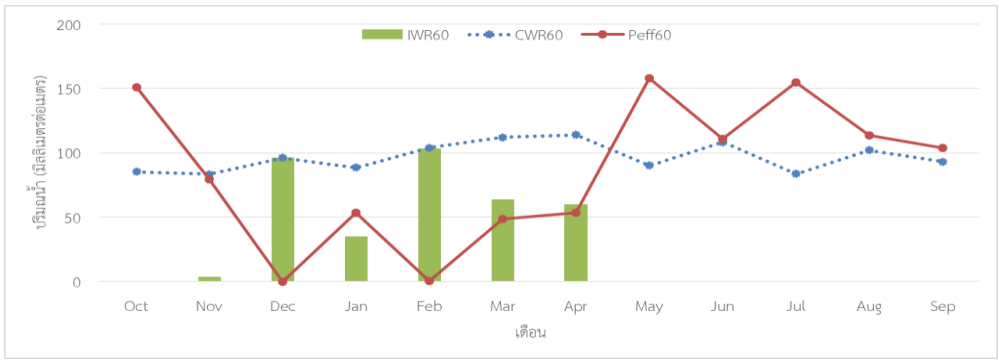
จากการคำนวณปริมาณฝนใช้การ (Precipitation Effective) ความต้องการน้ำ (Crop water requirement) และความต้องการน้ำชลประทาน (Irrigated water requirement) ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในจังหวัดสุราษฎร์ธานีและจังหวัดกระบี่ พบว่า ในปี 2559 และ 2561 ปริมาณฝนจะมีค่าต่ำในช่วงประมาณเดือนมกราคมถึงเมษายน ส่งผลให้ปริมาณฝนใช้การมีค่าต่ำ ในขณะที่ความต้องการน้ำของต้นกล้าปาล์มน้ำมันจะเริ่มเพิ่มสูงขึ้น จึงจำเป็นต้องมีการให้น้ำชลประทานเพิ่มในช่วงเดือนมกราคมถึงเมษายน และการให้น้ำชลประทานจะไม่จำเป็นหากปริมาณฝนใช้การมีค่าสูงกว่าความต้องการน้ำของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ซึ่งสามารถใช้น้ำจากธรรมชาติได้ ส่วนในปี 2560 พบว่า ปริมาณฝนค่อนข้างมากเกือบตลอดทั้งปี ส่งผลให้ปริมาณฝนใช้การมีค่าสูง จึงไม่จำเป็นต้องมีการให้น้ำชลประทานเพิ่มเช่นเดียวกับจังหวัดกระบี่ (ภาพที่ 3 a-c และ 4 a-c)

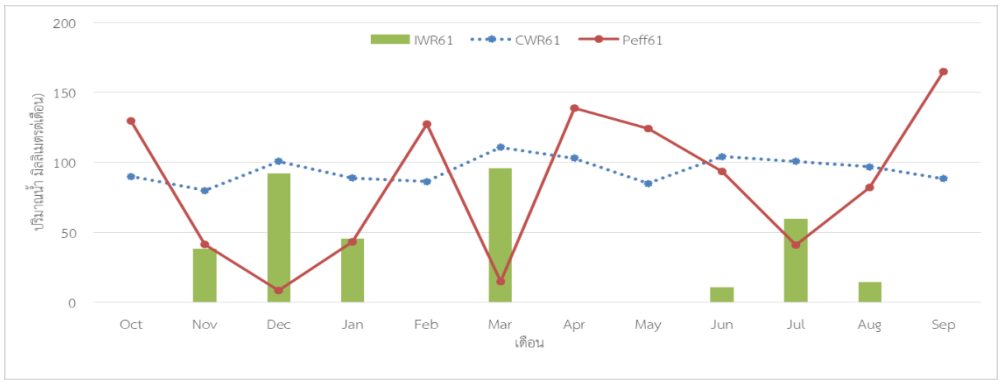
ภาพที่ 3 ปริมาณฝนใช้การ ความต้องการน้ำ และความต้องการน้ำชลประทานของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ในจังหวัดสุราษฎร์ธานีปี 2559-2561

ภาพที่ 4 ปริมาณฝนใช้การ ความต้องการน้ำ และความต้องการน้ำชลประทานของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ในจังหวัดกระบี่ ปี 2559-2561

สำหรับปริมาณฝนใช้การ ความต้องการน้ำ และความต้องการน้ำชลประทานของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในจังหวัดชลบุรี พบว่า ในปี 2559-2561 ปริมาณฝนจะมีค่าต่ำในช่วงประมาณเดือนธันวาคมถึงเมษายน ส่งผลให้ปริมาณฝนใช้การมีค่าต่ำ ในขณะที่ความต้องการน้ำของต้นกล้าปาล์มน้ำมันจะเริ่มเพิ่มสูงขึ้น จึงจำเป็นต้องมีการให้น้ำชลประทานเพิ่มในช่วงเดือนธันวาคมถึงเมษายน และการให้น้ำชลประทานจะไม่จำเป็นหากปริมาณฝนใช้การมีค่าสูงกว่าความต้องการน้ำของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ซึ่งสามารถใช้น้ำจากธรรมชาติได้ และจังหวัดตราด พบว่า ในปี 2559 ปริมาณฝนจะมีค่าต่ำในช่วงประมาณเดือนพฤศจิกายนถึงพฤษภาคม ส่งผลให้ปริมาณฝนใช้การมีค่าต่ำ จึงจำเป็นต้องมีการให้น้ำชลประทานเพิ่มในช่วงเดือนดังกล่าว (ภาพที่ 5 a-c และ 6 a-c)







ภาพที่ 5 ปริมาณฝนใช้การ ความต้องการน้ำ และความต้องการน้ำชลประทาน ของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ในจังหวัดชลบุรี ปี 2559-2561

ภาพที่ 6 ปริมาณฝนใช้การ ความต้องการน้ำ และความต้องการน้ำชลประทานของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ในจังหวัดตราดปี 2559-2561

5. สรุปผลการวิจัย

ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตเมล็ดงอกเฉลี่ย 5 หน่วยงานในรอบการผลิตปี 59 60 และ 61 มีค่าเฉลี่ย 0.48 0.38 และ 0.37 ลิตรต่อเมล็ด ตามลำดับ โดยหน่วยงาน D มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตเมล็ดงอกน้อยที่สุด 0.20 ลิตรต่อเมล็ดเท่ากันทั้ง 3 ปี และมีเฉพาะบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ เนื่องจากไม่มีการใช้น้ำฝนหรือความชื้นจากดินและไม่มีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน และค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันเฉลี่ยทั้ง 7 หน่วยงานในรอบการผลิตปี 59 60 และ 61 เท่ากับ $5.2x10^{-1}$ $2.7x10^{-1}$ และ $2.9x10^{-1}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ตามลำดับ เฉลี่ย 3 ปี เท่ากับ $3.6x10^{-1}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น โดยค่ากรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เท่ากับ $1.8x10^{-1}$ $1.9x10^{-1}$ และ $1.7x10^{-1}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ตามลำดับ เฉลี่ย 3 ปี เท่ากับ $1.8x10^{-1}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ค่าบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เท่ากับ $3.4x10^{-1}$ $8.0x10^{-2}$ และ $1.2x10^{-1}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ตามลำดับ เฉลี่ย 3 ปี เท่ากับ $1.8x10^{-1}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น และค่าเกรย์วอเตอร์ฟุต พริ้นท์เท่ากับ $3.3x10^{-4}$ $4.1x10^{-4}$ และ $5.3x10^{-4}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ตามลำดับ เฉลี่ย 3 ปี เท่ากับ $4.2x10^{-4}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น โดยหน่วยงาน K มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์น้อยที่สุดในรอบการผลิตปี 59 60 และ 61 เท่ากับ $1.6x10^{-1}$ $1.9 x10^{-1}$ และ $1.3x10^{-1}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ตามลำดับ เฉลี่ย 3 ปี เท่ากับ $1.6x10^{-1}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น โดยมีค่ากรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ $8.0x10^{-2}$ $9.0x10^{-2}$ และ $9.0x10^{-2}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ตามลำดับ เฉลี่ย 3 ปี เท่ากับ $9.0x10^{-2}$

ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ค่าบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ $8.0x10^{-2}$ $1.0x10^{-1}$ และ $4.0x10^{-2}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ตามลำดับ เฉลี่ย 3 ปี เท่ากับ $8.0x10^{-2}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น และค่าเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ $1.4x10^{-4}$ $3.1x10^{-4}$ และ $6.9x10^{-4}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ตามลำดับ เฉลี่ย 3 ปี เท่ากับ $3.8x10^{-4}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น

6. ข้อเสนอแนะ

สำหรับค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในการผลิตเมล็ดงอกและต้นกล้าปาล์มน้ำมัน จะมีค่าสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย โดยเฉพาะระบบการจัดการในแต่ละขั้นตอนการผลิต ทั้งการจัดวางต้นกล้าซึ่งมีจำนวนต่อพื้นที่และระยะในการวางต่างกัน ทำให้จำนวนต้นกล้าที่ได้ต่อพื้นที่มากน้อยต่างกันเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำที่ให้ ส่งผลให้อัตราการใช้น้ำมากน้อยต่างกันด้วย ระบบการให้น้ำที่แตกต่างกัน ซึ่งจะช่วยลดพื้นที่การสูญเสียน้ำ ทำให้การใช้น้ำน้อยลง และการจัดการด้านปุ๋ยในอัตราส่วนแตกต่างกัน ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าแตกต่างกันด้วย ดังนั้นหากมีการจัดการที่ดีจะสามารถช่วยให้ใช้น้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดและต้นกล้ามีประสิทธิภาพด้วย อีกทั้งหากสามารถเลือกผลิตในช่วงฤดูกาลที่มีปริมาณฝนเหมาะสมก็สามารถลดต้นทุนการให้น้ำได้ และสาเหตุที่ทำให้ค่าปริมาณการใช้น้ำในการผลิตของบางหน่วยงานมีค่าสูง เนื่องด้วยในช่วงการเก็บข้อมูลหน่วยงานยังไม่มีการควบคุมการผลิตที่รัดกุมแต่เมื่อได้รับคำแนะนำจึงมีการปรับปรุงหรือปรับเปลี่ยนระบบการผลิตมากขึ้น ทำให้ค่าการใช้น้ำมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

บรรณานุกรม

[1] พิชญาภา ราชธรรมมา. 2555. การใช้น้ำอย่างคุ้มค่ากับ Water footprint. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ ปีที่ 60 ฉบับที่ 189: 35-37.

[2] สำนักข่าว M Report. 2562. "วอเตอร์ฟุตพริ้นท์" มาตรฐานการใช้น้ำภาคอุตสาหกรรม ลดข้อจำกัดทางการค้า, สืบค้นเมื่อ 9 สิงหาคม 2562. จาก. https://www.mreport.co.th/news/government-news/1801310007

[3] ลักขณา เจริญสุขม รัตชยุดา กองบุญ และเศรษฐ์ สัมภัตตะกุล. 2555. การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมันสำหรับผลิตไบโอดีเซลในประเทศไทยใ การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานทางวิศวกรรมนวัตกรรมและการจัดการอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน ครั้งที่ 1 ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค บางนาใ 17-18 ตุลาคม 2555. หน้า 1-11.

[4] Seewisenga, L., K. Bhaktikula, Ch. Aroonlertareea and W. Suaedeeb. 2012. The water footprint of oil palm crop in Phetchaburi province. International Journal of Renewable Energy. Vol. 7(2): 49-54.

[5] Hoekstra, A. Y., A. K. Chapagain, M. M. Aldaya and M. M. Mekonnen. 2011. The water footprint assessment manual: Setting the global standard. Earthscan. London. UK. 203 pp.

[6] Halimah, M., S. Vijaya, H. Zulkifli, S.K.K. Nik and Y.M. Choo. 2014. Water footprint: Part 1 - Production of oil palm seedlings in peninsular Malaysia. Journal of Oil Palm Research Vol. 26 (4): 273-281.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 ขั้นตอนและปริมาณการใช้น้ำในการผลิตเมล็ดงอกปาล์มน้ำมันในรอบการผลิตปี 2559-2561 ของหน่วยงาน A B C D และ E

หน่วยงาน / ขั้นตอน/ทะลาย	ปริมาณการใช้น้ำ (ลิตร/เมล็ด)														
	A			B			C			D			E		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่3	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่3	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่3	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่3	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่3
การเตรียมเมล็ด															
บ่มทะลาย	-	-	-	-	-	-	0.220	0.220	0.220	-	-	-	0.00001	0.00001	0.00001
การตีเปลือก	0.003	0.38	0.32	0.059	0.048	0.051	0.060	0.060	0.060	0.110	0.110	0.110	0.099	0.099	0.099
การล้างทำความสะอาดเมล็ด	-	-	0.09	0.008	0.006	0.004	-	-	-	-	-	-	-	-	-
การแช่เมล็ดหลังขูด	0.210	0.006	-	0.270	0.24	0.21	-	-	-	-	-	-	0.024	0.024	0.024
การล้างทำความสะอาดเมล็ดหลังแช่เมล็ด	0.160	0.027	0.024	0.008	0.008	0.006	-	-	-	-	-	-	0.085	0.085	0.085
การแช่ยากันรา	0.071	0.00013	0.00013	0.006	0.0008	0.0006	0.001	0.001	0.001	0.020	0.020	0.020	0.003	0.003	0.003
ก่อนเข้าห้องร้อน															
การแช่น้ำก่อนเข้าห้องร้อน	-	-	-	-	-	-	0.035	0.035	0.035	0.020	0.020	0.020	0.038	0.038	0.038
การล้างทำความสะอาดเมล็ดก่อนเข้าห้องร้อน	-	-	-	-	-	-	0.006	0.006	0.006	0.010	0.010	0.010	-	-	-
การแช่ยากันรา	-	-	-	-	-	-	0.0002	0.0002	0.0002	-	-	-	-	-	-
หลังออกจากห้องร้อน															
การแช่น้ำหลังออกจากห้องร้อน	0.010	0.0115	0.02	0.560	0.32	0.3	0.035	0.035	0.035	0.020	0.020	0.020	-	-	-
การล้างทำความสะอาดเมล็ดหลังออกจากห้องร้อน	0.160	0.027	0.025	0.010	0.01	0.01	0.006	0.006	0.006	0.010	0.010	0.010	0.004	0.004	0.004
การแช่ยากันรา	0.071	0.00013	0.00013	0.006	0.0008	0.0008	0.0002	0.0002	0.0002	-	-	-	-	-	-
ในห้องเพาะ															
ระหว่างที่เมล็ดอยู่ในห้องเพาะ	0.0001	0.0001	0.0001	0.0018	0.0018	0.0018	0.0001	0.0001	0.0001	0.004	0.004	0.004	0.0002	0.0002	0.0002
รวมปริมาณการใช้น้ำ (ลิตร/เมล็ด)	**0.68**	**0.45**	**0.48**	**0.92**	**0.64**	**0.58**	**0.36**	**0.36**	**0.36**	**0.20**	**0.20**	**0.20**	**0.25**	**0.25**	**0.25**

ตารางภาคผนวกที่ 2 ระบบการจัดการในกระบวนการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันในระยะอนุบาลแรกในรอบการผลิตปี 2559-2561 ของหน่วยงาน F G H I J K และ L

หน่วยงาน	ปี 2559	ปี 2560	ปี 2561
หน่วยงาน F	เพาะเมล็ดงอกในถุงดำขนาด 5x7 นิ้ว วางแบบชิดเป็นบล็อก ให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์ 15 นาที ทุกวัน (ยกเว้นวันฝนตก) ใส่ปุ๋ยโดยการรดด้วยปุ๋ยละลายน้ำด้วยบัวรดน้ำ	เพาะเมล็ดงอกในถุงดำขนาด 5x7 นิ้ว วางแบบชิดเป็นบล็อก ให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์ทุกวัน (ยกเว้นวันฝนตก) ใส่ปุ๋ยโดยการรดด้วยปุ๋ยละลายน้ำด้วยบัวรดน้ำ	เพาะเมล็ดงอกในถุงดำขนาด 5x7 นิ้ว วางแบบชิดเป็นบล็อก ให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์ทุกวัน (ยกเว้นวันฝนตก) ใส่ปุ๋ยโดยการรดด้วยปุ๋ยละลายน้ำด้วยบัวรดน้ำ
หน่วยงาน G	เพาะเมล็ดงอกในถุงดำขนาด 5x7 นิ้ว วางแบบชิดเป็นบล็อก ให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์ 15 นาทีวันเว้นวัน (ยกเว้นวันฝนตก) ใส่ปุ๋ยโดยการรดด้วยปุ๋ยละลายน้ำด้วยบัวรดน้ำ	เพาะเมล็ดงอกในถุงดำขนาด 5x7 นิ้ว วางแบบชิดเป็นบล็อก ให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์วันเว้นวัน (ยกเว้นวันฝนตก) ใส่ปุ๋ยโดยการรดด้วยปุ๋ยละลายน้ำด้วยบัวรดน้ำ	เพาะเมล็ดงอกในถุงดำขนาด 5x7 นิ้ว วางแบบชิดเป็นบล็อก ให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์วันเว้นวัน (ยกเว้นวันฝนตก) ใส่ปุ๋ยโดยการรดด้วยปุ๋ยละลายน้ำด้วยบัวรดน้ำ
หน่วยงาน H	เพาะเมล็ดงอกในกระบะเพาะขนาด 32 หลุม ให้น้ำด้วยระบบพ่นหมอกทุกวัน (ยกเว้นวันฝนตก) ใส่ปุ๋ยโดยการรดด้วยปุ๋ยละลายน้ำ	เพาะเมล็ดงอกในกระบะเพาะขนาด 32 หลุม ให้น้ำด้วยระบบพ่นหมอกทุกวัน (ยกเว้นวันฝนตก) ใส่ปุ๋ยโดยการรดด้วยปุ๋ยละลายน้ำ	เพาะเมล็ดงอกในกระบะเพาะขนาด 36 หลุม ให้น้ำด้วยระบบพ่นหมอกทุกวัน (ยกเว้นวันฝนตก) ใส่ปุ๋ยโดยการรดด้วยปุ๋ยละลายน้ำ
หน่วยงาน I	เพาะเมล็ดงอกในกระบะเพาะขนาด 32 หลุม ให้น้ำด้วยการรดด้วยสายยาง ใส่ปุ๋ยโดยการรดด้วยปุ๋ยละลายน้ำ	เพาะเมล็ดงอกในกระบะเพาะขนาด 56 หลุม ให้น้ำด้วยการรดด้วยสายยาง ใส่ปุ๋ยโดยการรดด้วยปุ๋ยละลายน้ำ	เพาะเมล็ดงอกในกระบะเพาะขนาด 32 หลุม ให้น้ำด้วยการรดด้วยสายยางทุกวัน ใส่ปุ๋ยโดยการรดด้วยปุ๋ยละลายน้ำ
หน่วยงาน J	เพาะเมล็ดงอกในกระบะเพาะขนาด 32 หลุม ให้น้ำด้วยการรดด้วยสายยาง ใส่ปุ๋ยโดยการรดด้วยปุ๋ยละลายน้ำ	เพาะเมล็ดงอกในกระบะเพาะขนาด 32 หลุม ให้น้ำด้วยการรดด้วยสายยาง ใส่ปุ๋ยโดยการรดด้วยปุ๋ยละลายน้ำ	เพาะเมล็ดงอกในกระบะเพาะขนาด 32 หลุม ให้น้ำด้วยการรดด้วยสายยาง ใส่ปุ๋ยโดยการรดด้วยปุ๋ยละลายน้ำ
หน่วยงาน K	เพาะเมล็ดในถุงดำขนาดประมาณ 12x14 นิ้ว วางแบบชิดกันแถวคู่ ระยะห่างระหว่างแถวประมาณ 75 ซม.ให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์ 1 ชม. ทุกวันและใส่ปุ๋ยเม็ดจนกระทั่งเป็นต้นกล้าพร้อมปลูก	เพาะเมล็ดในถุงดำขนาดประมาณ 12x14 นิ้ว วางแบบชิดกันแถวคู่ ระยะห่างระหว่างแถวประมาณ 75 ซม.ให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์ และใส่ปุ๋ยเม็ด จนกระทั่งเป็นต้นกล้าพร้อมปลูก	เพาะเมล็ดในถุงดำขนาดประมาณ 12x14 นิ้ว วางแบบชิดกันแถวคู่ ระยะห่างระหว่างแถวประมาณ 70 ซม.ให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์ และใส่ปุ๋ยเม็ด จนกระทั่งเป็นต้นกล้าพร้อมปลูก
หน่วยงาน L	เพาะเมล็ดในถุงดำนาดประมาณ 12x14 นิ้ว วางแบบชิดกันเรียง 4 แถวเป็นบล็อก ระยะห่างระหว่างบล็อกประมาณ 3 ม.ให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์ 1.5 ชม. และใส่ปุ๋ยเม็ด	เพาะเมล็ดในถุงดำนาดประมาณ 12x14 นิ้ว วางแบบชิดกันเรียง 4 แถวเป็นบล็อก ระยะห่างระหว่างบล็อกประมาณ 3 ม.ให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์ และใส่ปุ๋ยเม็ด	เพาะเมล็ดในถุงดำนาดประมาณ 12x14 นิ้ว วางแบบชิดกันเรียง 3 แถวเป็นบล็อก ระยะห่างระหว่างบล็อกประมาณ 3 ม.ให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์ และใส่ปุ๋ยเม็ด

ตารางภาคผนวกที่ 3 ระบบการจัดการในกระบวนการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันในระยะอนุบาลหลักในรอบการผลิตปี 2559-2561 ของหน่วยงาน F G H I J K และ L

หน่วยงาน	ปี 2559	ปี 2560	ปี 2561
หน่วยงาน F	เมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 3-5 เดือนย้ายต้นกล้าลงถุงดำขนาด 12x14 นิ้ว วางระยะ 70x70x70 ซม. ให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์ 5 ชม. และใส่ปุ๋ยเม็ด	เมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 3-5 เดือนย้ายต้นกล้าลงถุงดำขนาด 12x14 นิ้ว วางระยะ 70x70x70 ซม. ให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์ และใส่ปุ๋ยเม็ด	เมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 3-5 เดือนย้ายต้นกล้าลงถุงดำขนาด 12x14 นิ้ว วางระยะ 70x70x70 ซม. ให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์ และใส่ปุ๋ยเม็ด
หน่วยงาน G	เมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 3-5 เดือนย้ายต้นกล้าลงถุงดำขนาด 12x14 นิ้ว วางระยะ 70x70x70 ซม. ให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์ และใส่ปุ๋ยเม็ด	เมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 3-5 เดือนย้ายต้นกล้าลงถุงดำขนาด 12x14 นิ้ว วางระยะ 70x70x70 ซม. ให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์ และใส่ปุ๋ยเม็ด	เมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 3-5 เดือนย้ายต้นกล้าลงถุงดำขนาด 12x14 นิ้ว วางระยะ 70x70x70 ซม. ให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์ และใส่ปุ๋ยเม็ด
หน่วยงาน H	เมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 3-5 เดือนย้ายต้นกล้าลงถุงดำขนาดประมาณ 12x14 นิ้ว วางระยะ 60x70 ซม. ให้น้ำด้วยระบบน้ำหยด และใส่ปุ๋ยเม็ด	เมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 3-5 เดือนย้ายต้นกล้าลงถุงดำขนาดประมาณ 12x14 นิ้ว วางระยะ 60x70 ซม. ให้น้ำด้วยระบบน้ำหยด และใส่ปุ๋ยเม็ด	เมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 3-5 เดือนย้ายต้นกล้าลงถุงดำขนาดประมาณ 12x14 นิ้ว วางระยะ 60x70 ซม. ให้น้ำด้วยระบบน้ำหยด และใส่ปุ๋ยเม็ด
หน่วยงาน I	เมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 3-5 เดือนย้ายต้นกล้าลงถุงขนาดประมาณ 12x14 นิ้ว วางระยะ 60x70 ซม. ให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์ร่วมกับสปริงเกอร์แบบ Big gun ขนาดหัว 20-22 คิวบิกเมตร และใส่ปุ๋ยเม็ด	เมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 3-5 เดือนย้ายต้นกล้าลงถุงขนาดประมาณ 12x14 นิ้ว วางระยะ 60x70 ซม. ให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์ และใส่ปุ๋ยเม็ด	เมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 3-5 เดือนย้ายต้นกล้าลงถุงขนาดประมาณ 12x14 นิ้ว วางระยะ 60x70 ซม. ให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์ และใส่ปุ๋ยเม็ด
หน่วยงาน J	เมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 3-5 เดือนย้ายต้นกล้าลงถุง ขาวขนาดประมาณ 7x14 นิ้ว วางระยะ 60x70 ซม. ให้น้ำด้วยระบบน้ำหยด และใส่ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยละลายน้ำในระบบน้ำหยด	เมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 3-5 เดือนย้ายต้นกล้าลงถุง ขาวขนาดประมาณ 7x14 นิ้ว วางระยะ 60x70 ซม. ให้น้ำด้วยระบบน้ำหยด และใส่ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยละลายน้ำในระบบน้ำหยด	เมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 3-5 เดือนย้ายต้นกล้าลงถุง ขาวขนาดประมาณ 7x14 นิ้ว วางระยะ 60x70 ซม. ให้น้ำด้วยระบบน้ำหยด และใส่ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยละลายน้ำในระบบน้ำหยด
หน่วยงาน K	ดูแลต่อเนื่องในถุงดำขนาดประมาณ 12x14 นิ้ว วางแบบชิดกันแถวคู่ ระยะห่างระหว่างแถวประมาณ 70 ซม. ให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์ และใส่ปุ๋ยเม็ดจนกระทั่งเป็นต้นกล้าพร้อมปลูก	ดูแลต่อเนื่องในถุงดำขนาดประมาณ 12x14 นิ้ว วางแบบชิดกันแถวคู่ ระยะห่างระหว่างแถวประมาณ 70 ซม.ให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์ และใส่ปุ๋ยเม็ดจนกระทั่งเป็นต้นกล้าพร้อมปลูก	ดูแลต่อเนื่องในถุงดำขนาดประมาณ 12x14 นิ้ว วางแบบชิดกันแถวคู่ ระยะห่างระหว่างแถวประมาณ 70 ซม.ให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์ และใส่ปุ๋ยเม็ดจนกระทั่งเป็นต้นกล้าพร้อมปลูก
หน่วยงาน L	เมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 3-5 เดือน ขยายต้นกล้า ออกระยะห่าง 80x10 ซม.ให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์ และใส่ปุ๋ยเม็ด	เมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 3-5 เดือน ขยายต้นกล้า ออกระยะห่าง 80x10 ซม.ให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์ และใส่ปุ๋ยเม็ด	เมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 3-5 เดือน ขยายต้นกล้า ออกระยะห่าง 80x20 ซม.ให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์ และใส่ปุ๋ยเม็ด