

ลักษณะทางสรีรวิทยา การเจริญเติบโต และผลผลิตของมันเทศ  
ต่อปุ๋ยไนโตรเจนในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ  
Physiological Traits, Growth and Yield of Sweet Potato  
(*Ipomoea batatas* L.) in Response to Nitrogen Fertilization in  
Low-fertility Soil

ภัทรลดา สุธรรมวงศ์<sup>1,\*</sup> เพชฎา พุทสาเดช<sup>1</sup> รัตนภรณ์ สีมาพล<sup>1</sup>

อริยา ชะโปรัมย์<sup>1</sup> และสุพัตรา คำเรียง<sup>1</sup>

Patlada Suthamwong<sup>1,\*</sup> Phetchada Phutsadet<sup>1</sup> Rattanaporn Seemaphon<sup>1</sup>

Oraya Chaporam<sup>1</sup> and Supatra Khamriang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี 34190

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani, Thailand, 34190

บทคัดย่อ

มันเทศ (*Ipomoea batatas* L.) เป็นพืชหัวที่มีคาร์โบไฮเดรตให้พลังงานสูงและอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ ปัญหาด้านผลผลิตที่สำคัญประการหนึ่งคือความอุดมสมบูรณ์ของดิน อันเนื่องมาจากการขาดธาตุไนโตรเจน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันเทศต่อปุ๋ยไนโตรเจนในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อกมี 3 กรรมวิธี ประกอบด้วย 1) อัตราปุ๋ยไนโตรเจนตามคำแนะนำกรมวิชาการเกษตร (ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่) 2) ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ และ 3) ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 32 กิโลกรัมต่อไร่ ผลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิสะสม (growing degree days; GDD: °Cd) ของมันเทศอยู่ในช่วง 1,055.1-1,106.8 °Cd รูปแบบการเจริญเติบโตของมันเทศ พบว่าการเจริญเติบโตทางลำต้นเป็นแบบ sigmoid curve คือมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับระยะเวลา การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่แตกต่างกันทำให้ดินหลังปลูกมีความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 7.1-7.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ 1.20-1.67 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังปลูกสูงกว่าดินก่อนปลูก และอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกันส่งผลให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของมันเทศแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม การให้อัตราปุ๋ยไนโตรเจน 20 กิโลกรัมต่อไร่ ให้พื้นที่ใบสูงสุด (39.28 ตารางเซนติเมตร) ผลผลิตหัวสดสูงสุด (12.30 กิโลกรัมต่อกระถาง) และเปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุดที่ 41.67 เปอร์เซ็นต์

**คำสำคัญ:** มันเทศ ไนโตรเจน ผลผลิต ปริมาณความร้อนสะสม

\* Corresponding Author E-mail Address : [phatlada.s@ubu.ac.th](mailto:phatlada.s@ubu.ac.th)

## Abstract

Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) is a high-energy carbohydrate rich tuber that is also abundant in antioxidants. One of the major challenges affecting its productivity is soil fertility, particularly nitrogen deficiency. The study aimed to evaluate the response of sweet potato growth and yield to nitrogen fertilizer in low-fertility soil. The experiment was conducted using a randomized complete block design (RCBD) with 3 treatments 1) the recommended nitrogen rate from the Department of Agriculture Affairs (15 kilograms/rai), 2) 20 kilograms/rai, and 3) 32 kilograms/rai. The results showed that the accumulated heat units until the harvest stage were 1,055.1 and 1,106.8 growing degree days (GDD: °Cd). The growth of new branches and veins followed a sigmoid curve pattern. The different rates of nitrogen fertilizer application resulted in differences in soil pH between 7.1 and 7.2, organic matter content from 1.20% to 1.67%, and higher levels of available phosphorus and exchangeable potassium in soil after planting. The results demonstrated that different rates of nitrogen fertilizer application caused significant differences in growth and yield. However, the application of nitrogen fertilizer at 20 kg N/rai produced the highest leaf area (39.28 cm<sup>2</sup>), yield per pot (12.30 kilograms/pot) and starch content of 41.67%

**Keyword:** Sweet potatoes, Nitrogen, Yields, Growing degree days

## บทนำ

มันเทศ (Sweet potatoes) เป็นพืชหัวที่ใช้เป็นอาหารของมนุษย์และเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่ให้พลังงานสูงรวมทั้งวิตามินบี 2 และโฟเลตสูง รองลงมาจากผักใบเขียว มีวิตามินซี บำรุงเนื้อเยื่อในร่างกาย และช่วยให้ร่างกายดูดซึมแคลเซียมได้ดีขึ้น สำหรับใบมันเทศเป็นแหล่งของธาตุอาหารหลายชนิด เช่น โปรตีน และเส้นใยอาหาร นอกจากนี้ยังอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ (สุชาติ บัญเลิศนิรันดร์ และคณะ, 2562; Ishiguro and Yoshimoto, 2005; Sun et al., 2014) ในด้านการผลิตมันเทศในประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกประมาณ 58,000 ไร่ ผลผลิต 147,000 ตัน (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมส่งเสริมการเกษตร, 2562) แหล่งปลูกที่สำคัญในประเทศไทยพบในเขตของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ภาคกลาง และภาคใต้ ผลผลิตส่วนใหญ่ใช้บริโภคภายในประเทศซึ่งแต่ละภาคความนิยมบริโภคมันเทศแตกต่างกันไป ส่วนการส่งออกผลผลิตไปยังประเทศต่าง ๆ นั้น ตลาดต่างประเทศต้องการมันเทศที่มีลักษณะ ผิวหัวสีแดง เนื้อสีเหลือง หัวค่อนข้างยาว เนื้อเหนียวแน่นละเอียด มีเส้นใยน้อย และมีรสหวาน พันธุ์ที่เกษตรกรใช้ปลูกในปัจจุบันได้แก่ พันธุ์แม่โจ้ โอกูด และพื้นเมือง ที่ผ่านมาสถาบันวิจัยพืชสวนโดยศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตร พิจิตรได้ปรับปรุงพันธุ์ของมันเทศพันธุ์พิจิตร 1 ที่มีลักษณะหัวสีแดง เนื้อสีม่วง ปลูกได้ทั้งฤดูแล้งและฤดูฝน อายุการเก็บเกี่ยวสั้น (สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร, ม.ป.ป.) นอกจากนี้ยังมีอีกหลายสายพันธุ์ทั้งในและต่างประเทศที่มีลักษณะดี มีสีเนื้อหลากหลายทั้งสีขาว ม่วง เหลือง และส้มที่ทางสถาบันได้รวบรวมไว้ ซึ่งทางสถาบันวิจัยพืชสวนโดยศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตร

พิจิตร และศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัยเห็นสมควรที่จะปรับปรุงพันธุ์มันเทศ สำหรับบริโภคสดให้ดีกว่าพันธุ์เดิม โดยให้ผลผลิตสูง การเจริญเติบโตดี มีคุณค่าทางโภชนาการสูงเป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภคและเกษตรกร

ในการปลูกมันเทศ ดินต้องมีการระบายน้ำได้ดี มีความอุดมสมบูรณ์ของดินและปริมาณแร่ธาตุอาหารพืชสูงพอสมควร ดินมีความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.5-8.0 แต่การปลูกมันเทศในจังหวัดอุบลราชธานีส่วนมากเป็นสภาพดินทรายปนดินร่วน สีนํ้าตาลหรือนํ้าตาลปนเทา ปฏิบัติการเป็นกรดจัดถึงกรดเล็กน้อย ส่งผลให้ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ คุณสมบัติทางกายภาพไม่ดี ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของมันเทศ การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมเป็นมาตรการหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิตรากของมันเทศและผลผลิตมันเทศ (Phillips et al., 2005) รวมไปถึงการมีความเกี่ยวพันโดยตรงต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งไนโตรเจนเป็นหนึ่งในองค์ประกอบหลักของคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) พืชใช้นิโตรเจนไปใช้ในการเจริญเติบโตทางลำต้น และการออกดอก (Qasim et al., 2005) โดยจะช่วยเพิ่มพื้นที่ใบ การแตกตา การแตกใบใหม่ ความยาวของกิ่ง ธาตุไนโตรเจนในปริมาณที่เพียงพอจะช่วยเพิ่มดัชนีพื้นที่ใบ การให้ไนโตรเจนปริมาณมากจะทำให้มีการแตกใบอ่อนได้มาก ใบมีขนาดใหญ่และมีสีเขียวเข้ม พื้นที่ใบโดยรวมของทรงพุ่มมาก (ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์, 2536; พิตยา ศรธรรมศิริ, 2554) หากพืชที่ได้รับไนโตรเจนไม่เพียงพอจะแสดงอาการแคระแกร็นโตช้า ใบเหลือง ออกดอกช้า และหากพืชได้รับไนโตรเจน ในปริมาณมากเกินไปก็จะส่งผลเสียต่อพืช (วรรณศิริ ตัณฑ์ประศาสน์ และโสระยา ร่วมรังษี, 2559) ดังนั้นการศึกษายัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อการเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันเทศเพื่อเป็นข้อมูลด้านการผลิตมันเทศในพื้นที่ดินความอุดมสมบูรณ์ต่ำและนอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลพื้นฐานในการผลิตระดับอุตสาหกรรมต่อไป

### อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

#### การเตรียมพื้นที่และการปลูก

ทดลองปลูกมันเทศ ณ แปลงฝึกงาน สำนักงานไร่ฝึก คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี (N15°8'17.211'', E104°55'24.658'') พื้นที่ปลูกทดสอบเป็นชุดดินร่อยเอ็ด เตรียมบ่อปูนซีเมนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 75 เซนติเมตร ความสูงบ่อ 40 เซนติเมตร บรรจุดิน 250 กิโลกรัม ไว้ในบ่อซีเมนต์แต่ละบ่อ โดยดินที่ใช้ปลูกมีลักษณะเป็นดินร่วนปนทราย (Sandy Loam) และเตรียมยอดมันเทศสำหรับปลูกคัดเลือกโดยตัดยอดมันเทศยาวประมาณ 30 เซนติเมตร แฉด้วยสารเร่งรากเพื่อเร่งให้มันเทศเกิดรากได้เร็วขึ้น การดูแลรักษารดน้ำอย่างสม่ำเสมอด้วยระบบน้ำหยด การกำจัดวัชพืชโดยวิธีกลตามความเหมาะสม 2-3 ครั้ง/สัปดาห์

#### สภาพอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

บันทึกข้อมูลปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิสูงสุด (max.temp) และอุณหภูมิต่ำสุด (min.temp) เป็นรายวัน ตลอดระยะเวลาปลูก หลังจากนั้นนำไปคำนวณหาอุณหภูมิความร้อนสะสม (Growing Degree Day, GDD: °C) จากสูตร  $GDD = \frac{\Sigma(max.temp + min.temp)}{2} - \text{Baseline temperature}$  (เฉลิมพล แซมเพชร, 2542; Robinson, 1971) ซึ่ง Baseline temperature ของมันเทศเท่ากับ 4.5 องศาเซลเซียส (Khan et al., 2011; Amin et al., 2020) บันทึกข้อมูลการเจริญโตที่อายุ 30 (Establishment stage), 48 (Establishment stage), 72 (storage root initiation) และ 84 (storage root bulking) วันหลังปลูก ประกอบด้วยจำนวนกิ่งใหม่ ความยาวเถาหลักโดยวัดจากโคนกิ่งถึงปลายเถา เก็บข้อมูลทุก 2 สัปดาห์ ๆ ละ 2 ครั้ง

#### คุณสมบัติดินบางประการ

โดยวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในดินก่อนปลูกทดสอบและหลังปลูกทดสอบ ได้แก่ พีเอช (pH) วัดโดย pH meter ใช้อัตราส่วน ดิน:น้ำ เท่ากับ 1:5 ตามวิธีการของ Peech (1965) อินทรีย์วัตถุวิเคราะห์ด้วยวิธีการของ Walkley and Black (1934) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โดยสกัดดินด้วยน้ำยาสกัด

Bray II และวัดการเกิดสีตามวิธี molybdenum blue โดยใช้เครื่องวัดค่าดูดกลืนแสง (Bray and Kurtz, 1945) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้โดยสกัดดินด้วย 1N Ammonium Acetate, pH7 แล้ววัดด้วย Flame Spectrophotometer (Schollenberger and Simon, 1945)

### ศึกษาการเจริญเติบโตและด้านผลผลิต

ดำเนินการทดลอง ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2563–เดือนกุมภาพันธ์ 2564 วางแผนการทดลองแบบ บล็อกสุ่มสมบูรณ์ (randomized complete block design, RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 3 กรรมวิธี ดังนี้ กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม (อัตราปุ๋ยตามคำแนะนำกรมวิชาการ: ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 กิโลกรัม/ไร่ : $\text{kgN}_2\text{-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ /ไร่; 15-15-15) กรรมวิธีที่ 2 ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัม/ไร่ (20-15-15) และ กรรมวิธีที่ 3 ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 32 กิโลกรัม/ไร่ (32 -15-15) ทดสอบอัตราปุ๋ยเมื่อมันเทศอายุได้ 30 วันหลังปลูก เก็บเกี่ยวผลผลิตที่อายุเก็บเกี่ยว 89-90 วันหลังปลูก บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นพืชในวันเก็บเกี่ยว โดยบันทึกข้อมูลพื้นที่ใบและด้านประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด บันทึกข้อมูลด้วยเครื่องวัดประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสง (Maximum quantum efficiency of PSII photochemistry,  $F_v/F_m$ , Handy-PEA (Hansatech Instruments, UK) โดยการหนีบใบด้วย Dark leaf clip นาน 10 นาที ก่อนการวัดค่า Maximum quantum efficiency of PSII photochemistry ( $F_v/F_m$ ) ซึ่งค่านี้เป็นสัดส่วนของปริมาณโฟตอนที่นำไปใช้ในกระบวนการ photochemistry เทียบกับปริมาณโฟตอนแสงทั้งหมดที่พืชดูดกลืนไว้ (สุนทรี ยิ่งชัชวาลย์ และคณะ, 2544; Bjorkman and Demmig, 1987; สุดใจ ล้อเจริญ และคณะ, 2562) โดยคำนวณมาจาก

$$F_v/F_m = F_m - F_o / F_m$$

เมื่อ  $F_o$  = ค่าฟลูออเรสเซนซ์ต่ำสุดที่เกิดขึ้นขณะที่ใบพืชอยู่ในสภาพมืดเมื่อให้ความเข้มแสงต่ำ (minimum fluorescence)

$F_m$  = ค่าฟลูออเรสเซนซ์สูงสุดที่วัดได้ขณะที่ใบพืชอยู่ในสภาพมืดเมื่อให้ความเข้มแสงสูงเต็มที่ (maximum fluorescence)

ด้านผลผลิต ประกอบด้วย จำนวนหัวต่อต้น ความยาวหัว ความกว้างหัว ผลผลิตหัวสด และเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันเทศสด ดัดแปลงจาก Chua et al. (2020) โดยวัดความถ่วงจำเพาะ นำหัวมันเทศมาตัดหัวท้ายจำนวน 5 กิโลกรัม ใส่ถุงตาข่ายขึงน้ำหนักในอากาศ และขึงน้ำหนักในน้ำด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลแบบแขวน นำน้ำหนักหัวมันเทศที่ขึงในอากาศและน้ำมาคำนวณหาความถ่วงจำเพาะ และปริมาณแป้งจากสูตร ความถ่วงจำเพาะ = น้ำหนักในอากาศ/(น้ำหนักในอากาศ-น้ำหนักในน้ำ) และหาเปอร์เซ็นต์แป้ง จากสูตรเปอร์เซ็นต์แป้ง =  $(210.8 \times \text{ความถ่วงจำเพาะ}) - 213.4$

### การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลทุกลักษณะตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (randomized complete block design, RCBD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธีโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรม STATISTIX 8 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

### ผลการวิจัยและการอภิปรายผลการวิจัย

สภาพภูมิอากาศของจังหวัดอุบลราชธานีในช่วงเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ ความชื้นสัมพัทธ์เดือนพฤศจิกายน มีความชื้นสัมพัทธ์สูงที่สุดเท่ากับ 70 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือเดือนธันวาคม และเดือนมกราคม เท่ากับ 67 และ 62 เปอร์เซ็นต์ และเดือนที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำที่สุดคือเดือนกุมภาพันธ์ เท่ากับ 53 เปอร์เซ็นต์ สำหรับสภาพอุณหภูมิอากาศ พบว่าเดือนกุมภาพันธ์ มีอุณหภูมิสูงที่สุดเท่ากับ 33 องศาเซลเซียส รองลงมาคือเดือนพฤศจิกายน มีอุณหภูมิสูงที่สุดเท่ากับ 31 องศาเซลเซียส โดยคาดว่าอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในเดือนมกราคม เป็นเดือนที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุดเท่ากับ 16

องศาเซลเซียส รองลงมาคือเดือนกุมภาพันธ์ 18.9 องศาเซลเซียส ตามลำดับโดยคาดว่าอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (Figure 1)

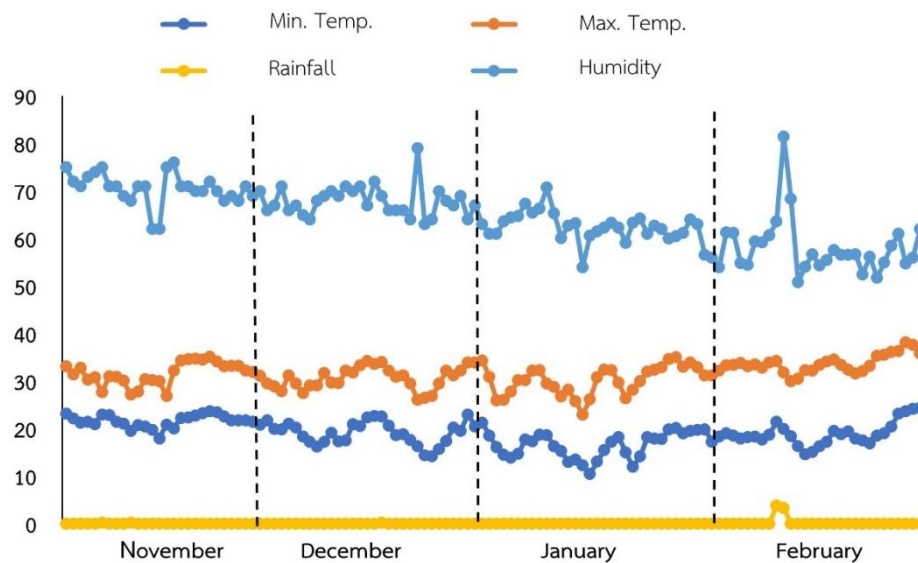


**Figure 1** Daily rainfall, humidity and temperature during the sweet potato study period in Ubon Ratchathani

จากการศึกษาปริมาณความร้อนสะสม (growing degree days, GDD: °Cd) ของการเก็บเกี่ยวมันเทศสายพันธุ์เพอเพิ้ลสวิตเลอร์เพื่อศึกษาความบริบูรณ์ของพืชด้วยการใช้อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในแต่ละวันไปคำนวณหาปริมาณสะสมโดยใช้อุณหภูมิพื้นฐานเท่ากับ 4.5 องศาเซลเซียส พบว่า มีปริมาณความร้อนสะสมเดือนพฤศจิกายนที่ 730.3 °Cd และเพิ่มขึ้นเมื่อเดือนธันวาคม (1,106.8 °Cd) เดือนมกราคม (1,055.1 °Cd) เดือนกุมภาพันธ์ (313.6 °Cd) ตามลำดับ (Table 1) ซึ่งปริมาณความร้อนสะสมของมันเทศจนถึงระยะเก็บเกี่ยวต้องสูงกว่า 800 °Cd (Khan et al., 2011)

#### รูปแบบการเจริญเติบโตของมันเทศสายพันธุ์เพอเพิ้ลสวิตเลอร์

เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลากับการเจริญเติบโตของกิ่งใหม่ และความยาวเถา พบว่า จำนวน

กิ่งเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน โดยมีสมการความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงคือ  $y = 1.0387x + 3.0137$  ( $R^2 = 0.9678$ ) (Figure 2A) เช่นเดียวกันความยาวเถาพบว่ามีระยะเวลาเพิ่มขึ้นเถามันเทศมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน โดยมีสมการความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงคือ  $y = 19.687x + 35.343$  ( $R^2 = 0.9321$ ) (Figure 2B) โดยมีรูปแบบการเจริญเติบโตเป็นแบบ sigmoid curve คือมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับระยะเวลา สอดคล้องกับรายงานซีฟลักซ์ของฝรั่งพันธุ์กิมจูการพัฒนารสชาติใหม่หรือการประเมินการเจริญเติบโตทางลำต้นมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับระยะเวลา (จักรพงษ์ จิระแพทย์ และคณะ, 2564)

**Table 1** Temperature and growing degree days (GDD) for each month

|          | Minimum<br>Temperature<br>°C | Maximum<br>Temperature<br>°C | Rainfall<br>mm | GDD<br>(°Cd) |
|----------|------------------------------|------------------------------|----------------|--------------|
| November | 21.55                        | 32.16                        | 0.00           | 730.3        |
| December | 18.95                        | 30.73                        | 0.01           | 1106.8       |
| January  | 16.47                        | 30.30                        | 0.00           | 1055.1       |
| February | 18.94                        | 33.60                        | 0.26           | 313.6        |
| Mean     | 18.98                        | 31.70                        | 0.09           | -            |

### คุณสมบัติของดิน

ดินที่ใช้ในการทดสอบเป็นชุดดินร่อยเอ็ดพบว่า ดินก่อนปลูกมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่ 7.1 ซึ่งดินก่อนปลูกมีค่าความเป็นกรดอยู่ในระดับปานกลาง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ 1.29 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับที่ต่ำมาก ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยเท่ากับ 48.58 มิลลิกรัม/กิโลกรัมและปริมาณโพแทสเซียมเป็นประโยชน์เฉลี่ยเท่ากับ 25.15 มิลลิกรัม/กิโลกรัมทั้งปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมจัดอยู่ในระดับต่ำมาก

หลังจากการทดสอบอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกันพบว่า ปฏิกริยาของดินหลังปลูกทุกกรรมวิธีมีค่าความเป็นกรดและด่างเท่ากับ 7.1–7.2 ซึ่งดินก่อนปลูกมีค่าความเป็นกรดอยู่ในระดับปานกลาง ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 0.14–0.16 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยเท่ากับ 51.38–61.03 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียมเฉลี่ยเท่ากับ 27.80–35.35 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (Table 2)

### ลักษณะทางสรีรวิทยาบางประการของมันเทศ

จากการศึกษาผลของอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของมันเทศสายพันธุ์เพอเพิลสวาทลอร์ดเมื่ออายุเก็บเกี่ยวพบว่าอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกันส่งผลต่อพื้นที่ใบ โดยอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ 20 กิโลกรัมต่อไร่ตอบสนองต่อพื้นที่ใบมากที่สุด คือ 39.28 ตารางเซนติเมตร รองลงมาคือ อัตราปุ๋ยตามคำแนะนำกรม

วิชาการและอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ 32 กิโลกรัมต่อไร่ (34.31 ตารางเซนติเมตร และ 30.75 ตารางเซนติเมตรตามลำดับ) ด้านประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุดเพื่อศึกษาด้านการสังเคราะห์แสงโดยพิจารณาจากการทำงานของระบบแสง 2 ซึ่งแสดงค่าอัตราส่วนของ  $F_v/F_m$  (maximum quantum yield) ในพืชปกติที่ไม่ได้รับภาวะเครียดใดๆจะแสดงค่า  $F_v/F_m$  อยู่ระหว่าง 0.80–0.83 (Bjorkman and Demmig, 1987) จากการทดลองพบว่ามันเทศที่ได้รับไนโตรเจนที่ 15 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่า  $F_v/F_m$  ต่ำกว่า 0.80 มีความเป็นไปได้ว่าพืชมีความเสียหายเกิดขึ้นในระบบแสงสอง แต่อย่างไรก็ตามเมื่อมันเทศได้รับอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกันไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด โดยอยู่ในช่วง 0.72–0.74 (Table 3) ยยานี้แน่นอน และคณะ (2560) รายงานความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์และปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของหน่อมันเทศสายพันธุ์มอญบาส่งผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบของโปรตีนที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช การเจริญเติบโตพืชได้นั้นขึ้นอยู่กับความสามารถในการสังเคราะห์แสงและต้องอาศัยคลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นรงควัตถุสีเขียวมีหน้าที่ดูดซับพลังงานแสง ดังนั้นปริมาณคลอโรฟิลล์จึงเป็นดัชนีบ่งบอกถึงความสามารถในการสร้างอาหารและการเจริญเติบโตของพืชได้ ซึ่งการศึกษาค้นคว้านี้ได้แสดงถึงประสิทธิภาพการใช้แสงเห็นได้ว่าอัตราไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้แสงแต่ส่งผลไปยังพื้นที่ใบอย่างชัดเจนเป็นไปได้ว่าไนโตรเจนมีส่วนช่วยเพิ่มพื้นที่ใบ ซึ่งสอดคล้อง

รายงานของเสรี เลาทะ และปริญญาวัตี ศรีตันทิพย์  
(2557) ทดสอบไนโตรเจนต่อความเขียวของผลผลิตผัก  
เชียงดาพบว่า อัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่สูงกว่า 0.5 กรัมต่อต้น

ช่วยเพิ่มความเขียวของใบและผลผลิตของผักเชียงดาส่วน  
ที่บริโภคได้

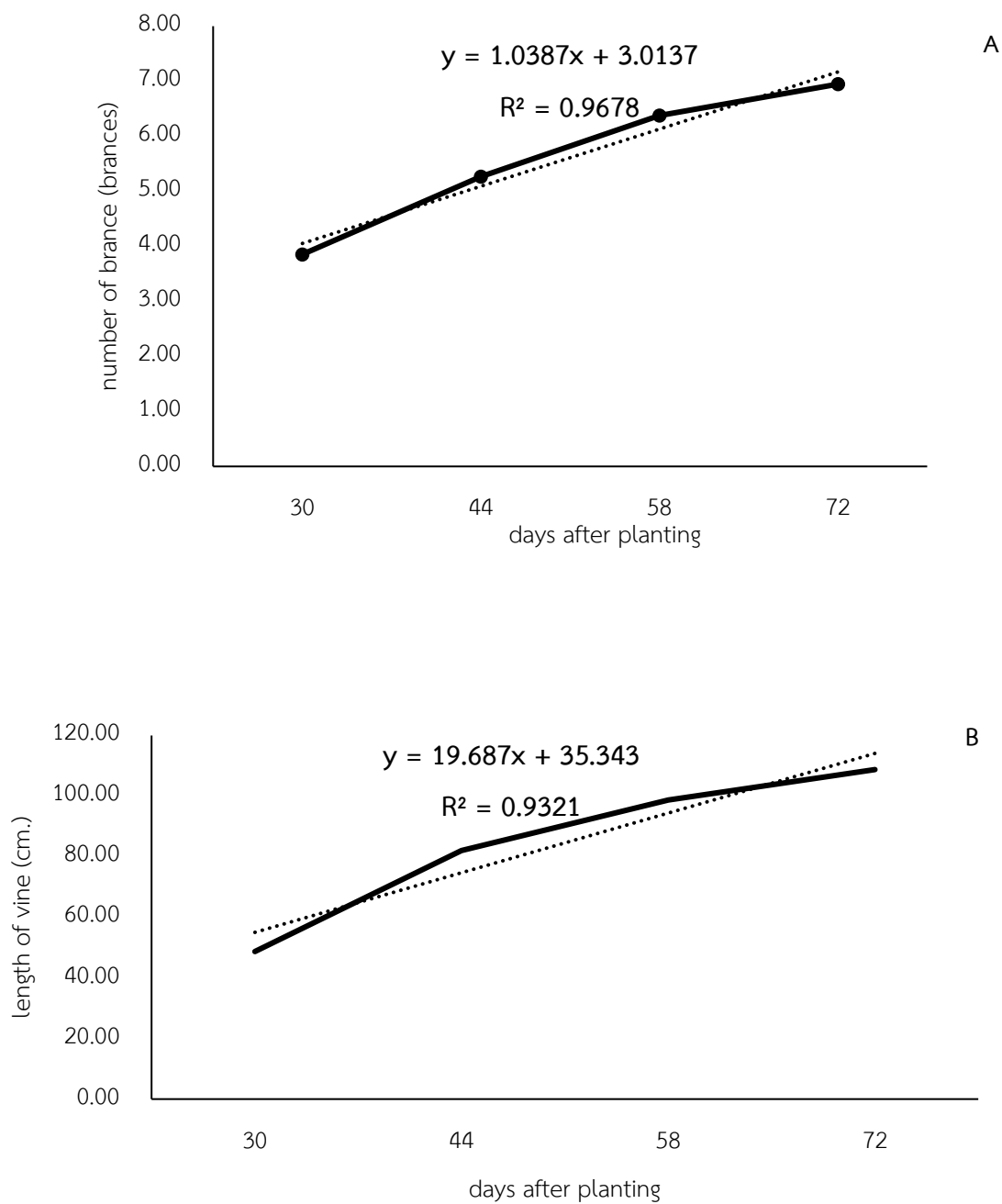


**Figure 2** relation between number of branch (branches) (A) and length of vine (B) in sweet potatoes at Establishment stage (30-48 days), storage root initiation (58 days), storage root bulking (72 days).

**Table 2** Characteristics of soil before and after planting sweet potatoes

| Treatment                                                                  | pH<br>(soil : water 1:5) | OM<br>(%) | Total nitrogen<br>(%) | Avai. P<br>(mg/kg) | Exch.K<br>(mg/kg) |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------|-----------------------|--------------------|-------------------|
| Before planting                                                            | 7.1                      | 1.29      | 1.00                  | 48.58              | 25.15             |
| (N <sub>2</sub> -P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O;15-15-15) | 7.2                      | 1.67      | 0.16                  | 51.32              | 27.80             |
| (N <sub>2</sub> -P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O;20-15-15) | 7.2                      | 1.53      | 0.16                  | 56.86              | 31.22             |
| (N <sub>2</sub> -P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O;32-15-15) | 7.1                      | 1.20      | 0.14                  | 61.03              | 35.35             |

### ลักษณะทางผลผลิตของมันเทศ

จำนวนหัวพบว่าเมื่อมันเทศสายพันธุ์เพอเพิลสวีทลอร์ดที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในระดับที่แตกต่างกันไม่ส่งผลต่อจำนวนหัว และความยาวหัว ซึ่งมีจำนวนหัวมันเทศเฉลี่ยที่ค่า 6.62–8.50 หัวต่อกระถาง ความยาวหัวมันเทศเฉลี่ยที่ค่า 13.17–17.82 เซนติเมตร แต่ส่งผลต่อความกว้างหัวพบว่าทำให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตราสูงกว่า 20 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ความกว้างหัวสูงสุดที่ 3.70–3.81 เซนติเมตร (Table 4) ด้านผลผลิตหัวสดทั้งหมดพบว่ามันเทศที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ให้ผลผลิตสูงสุดถึง 12 กิโลกรัมต่อกระถาง รองลงมามันเทศที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตรา 32 กิโลกรัมต่อไร่ให้ผลผลิตที่ 8 กิโลกรัมต่อกระถาง ตามลำดับ (Figure 3 and Table 4) ด้านความหวานมันเทศที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตราแตกต่างกันไม่ส่งผลต่อความหวานมันเทศ โดยมีค่าความหวานเฉลี่ยที่ 10-11 เปอร์เซ็นต์ ด้านเปอร์เซ็นต์แป้งพบว่ามันเทศสายพันธุ์เพอเพิลสวีท ลอร์ดที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในระดับที่แตกต่างกันมีผลต่อเปอร์เซ็นต์แป้งของมันเทศอย่างแตกต่างทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) โดยเปอร์เซ็นต์แป้งของมันเทศที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน 20 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยไนโตรเจน 32 กิโลกรัมต่อไร่ ให้เปอร์เซ็นต์แป้งมากที่สุดที่ 41.67% และ 40.05% รองลงมาคืออัตราปุ๋ยตามคำแนะนำกรมวิชาการ (18.53%) ตามลำดับ (Table 4) Patil et al. (1999) รายงานไนโตรเจนมีความสัมพันธ์กับการดูดซึมและการสะสมของธาตุอาหารในหัว กล่าวคือช่วยการเพิ่มการสังเคราะห์ปริมาณซูโครส การสะสมแป้งในหัวในทางเชิงบวก และ Mehran and Samad (2013)

รายงานว่าไนโตรเจนสามารถเพิ่มปริมาณซูโครสในหัวบีท (beet root) อย่างมีนัยสำคัญเมื่อได้รับไนโตรเจนมากกว่า 22.8 กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่ วาลีย์ อมรพล และคณะ (2560) รายงานการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 16 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ส่งผลให้ผลผลิตมันสำปะหลังหัวสดสูงสุดที่ 7,216 กิโลกรัมต่อไร่และผลผลิตแป้งสูงสุดที่ 2,210 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งจากการทดลองพบว่าที่อัตราไนโตรเจน 20 กิโลกรัมต่อไร่ให้ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุด แต่เมื่อมันเทศที่ได้รับ ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 32 กิโลกรัมต่อไร่ให้ผลผลิตหัวสดน้อยลง อาจเนื่องมาจากไนโตรเจนส่งเสริมการเจริญเติบโตส่วนยอดมากกว่าส่วนราก เมื่อได้รับไนโตรเจนมากส่งผลต่อการใช้คาร์โบไฮเดรต เพื่อสร้างโปรตีนของส่วนยอดมากขึ้น จึงทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตเคลื่อนสู่รากลดลง แต่ถ้าหากให้ไนโตรเจนที่สูงเกินกว่าความต้องการของพืช พืชจะไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ นอกจากนี้ยังเกิดการสูญเสียไปกับดินและอากาศ ยังส่งผลให้พืชอ่อนแอจากการเข้าทำลายของโรคและแมลงได้ง่ายส่งผลให้การเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการให้ผลผลิตลดลง (มุกดา สุขสวัสดิ์, 2544)

**Table 3** Effect on the rate of nitrogen level of length of vein, number of branches, leaf area, and maximum efficiency of photosystem II (Fv/Fm) in sweet potatoes

| Level of nitrogen                                                           | leaf area       | Fv/Fm |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------|
|                                                                             | cm <sup>2</sup> |       |
| (N <sub>2</sub> -P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O; 15-15-15) | 34.31ab         | 0.74  |
| (N <sub>2</sub> -P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O; 20-15-15) | 39.28a          | 0.74  |
| (N <sub>2</sub> -P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O; 32-15-15) | 30.75b          | 0.72  |
| F-test                                                                      | *               | ns    |
| CV (%)                                                                      | 9.64            | 5.26  |

Means in the same column followed by the same lowercase letters are not significantly different at the 0.01 probability level by DMRT, ns: non-significant, \*: Highly significant at the 0.05 probability level



**Figure 3** Photographs of sweet potatoes at different level of nitrogen; N<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O; 15-15-15 (A), N<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O; 20-15-15 (B), (N<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O; 32-15-15) (C)

**Table 4** Number of tubers, length of tuber, width of tuber, yield and starch of percentage in sweet potatoes

| Treatment                                                                   | Number of tubers | Length of tuber | Width of tuber | Yield    | Starch of percentage |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------|----------------|----------|----------------------|
|                                                                             | (tuber)          | (cm.)           | (cm.)          | (kg/pot) | (%)                  |
| (N <sub>2</sub> -P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O; 15-15-15) | 7.87             | 13.17           | 2.97b          | 4.42c    | 18.53 <sup>b</sup>   |
| (N <sub>2</sub> -P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O; 20-15-15) | 8.50             | 17.41           | 3.81a          | 12.30a   | 41.67 <sup>a</sup>   |
| (N <sub>2</sub> -P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O; 32-15-15) | 6.62             | 17.82           | 3.70a          | 8.45b    | 40.05 <sup>a</sup>   |
| F-test                                                                      | ns               | ns              | **             | **       | *                    |
| CV (%)                                                                      | 21.44            | 15.16           | 15.16          | 22.85    | 11.89                |

Means in the same column followed by the same lowercase letters are not significantly different at the 0.01 probability level by DMRT, ns: non-significant, \*: Highly significant at the 0.05 probability level, \*\*: Highly significant at the 0.01 probability level

### สรุปผลการวิจัย

อัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่มีผลต่อผลผลิตมันเทศสายพันธุ์เพอเพิลส์วิทลอร์ดพบว่า การให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกันไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด แต่ส่งผลต่อพื้นที่ใบ ความกว้างหัว ผลผลิตต่อกระถางและเปอร์เซ็นต์แป้งแตกต่างกันโดยพบว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กิโลกรัม/ไร่ ทำให้พื้นที่ใบ ความกว้างหัว ผลผลิตต่อกระถางและเปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุด จากการทดลองนี้สามารถแนะนำได้ว่าการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่มีส่วนช่วยในการเพิ่มผลผลิตของมันเทศสายพันธุ์เพอเพิลส์วิทลอร์ดได้

### กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี คณะวิจัยขอขอบคุณแหล่งทุนที่ให้ทุนสนับสนุนสำหรับการดำเนินการวิจัยจากทุนอุดหนุนการวิจัยจากคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ประจำปีงบประมาณ 2563 (งบรายได้) ขอขอบคุณภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่เอื้ออำนวยความสะดวกสำหรับการดำเนินงานวิจัย

### เอกสารอ้างอิง

- จักรพงศ์ จิระแพทย์, ธนฤต ใจดี, และสุภารัตน์ พูลเทพ. (2564). อุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของฝรั่งพันธุ์กิมจู. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์*, 13(2), 386 – 399.
- เฉลิมพล แซมเพชร. (2542). *สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่*. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์. (2536). *ความอุดมสมบูรณ์ของดิน*. ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธยานี แนนอน, วิจิตรรัตน์ เฟื่องสม, และนิตยา ผกามาศ. (2560). อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อ

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ และผลผลิตของหน่อไม้หอมบาชา. *วารสารแก่นเกษตร*, 45(พิเศษ1), 1009-1015.

- มุกดา สุขสวัสดิ์. (2544). *ความอุดมสมบูรณ์ของดิน*. โอเดียนสโตร์.
- พิทยา สรวมศิริ. (2554). *ธาตุอาหารในการผลิตพืชสวน*. ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วรรณสิริ ตันฑ์ประศาสน์ และโสระยา ร่วมรังษี. (2559). ผลของไนโตรเจนต่อคุณภาพของกุหลาบตัดดอกที่ผลิตในกระถาง. *วารสารเกษตร*, 32(3), 339–345.
- วัลลีย์ อมรพล, กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ, ศรีสุตา ทิพย์รักษ์, ศุภกาญจน์ ล้วนมณี, จินณจาร์ หาญเศรษฐสุข, ประพิศ ว่องเทียม, และสมพงษ์ ทองช่วย. (2560). การศึกษาอัตราปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมสำหรับมันสำปะหลังที่ปลูกในกลุ่มดินร่วนปนทรายชุดดินห้วยโป่ง. *วารสารวิชาการเกษตร*, 35(2), 151-163.
- ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมส่งเสริมการเกษตร. (2562). *มันเทศ*. <http://www.agriinfo.doae.go.th/year63/plant/rortor/agronomy/มันเทศ>.
- สุชาติดา บุญเลิศนิรันดร์ ละอองศรี ศิริเกสร, และกิตติ บุญเลิศนิรันดร์. (2562). ผลของการตัดยอดมันเทศในระยะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันต่อการให้ผลผลิต. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย*, 11(3), 432-440
- สถาบันวิจัยพืชสวน. (2559). *เทคโนโลยีการผลิตมันเทศ*. กรมวิชาการเกษตร. <https://www.doa.go.th/hort/wp-content/uploads/2019/11/เทคโนโลยีการผลิตมันเทศ.pdf>
- สุนทรียัง ชัยวาลย์, คัทลียา ฉัตรเที่ยง, ธาดา ชัยสีหา, จิตรฤทัย ชูมาก, สุทิน หิรัญอ่อน, และภุริพงศ์ ดำรงวุฒิ. (2544). อัตราสังเคราะห์แสงสุทธิ และคายน้ำในรอบวันของใบส้มเขียวหวาน, น. 62-81.

- ใน รายงานโครงการพัฒนาวิชาการข้อมูล  
พื้นฐานทางสรีรวิทยาของส้มเขียวหวาน.  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.
- สุดใจ ล้อเจริญ, ปริญญช จุลกะ, และยิ่งยง ไพสุขสานติ  
วัฒนา. (2562). ผลของกรดซาลิไซลิกต่อการ  
สังเคราะห์ด้วยแสงและผลผลิตของพริกหัวเรือที่  
ปลูกในโรงเรือน. *วารสารวิชาการเกษตร*,  
37(3), 286 – 297.
- เสรี เลาทะ และปริญญาวัติ ศรีตันทิพย์. (2557).  
อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโต  
ความเขียวของใบ และผลผลิตส่วนที่บริโภคได้  
ของผักเชียงดา. *วารสารแก่นเกษตร*,  
42(พิเศษ3), 789-794.
- Amin, M.N., Kundub, B.C., Rahman, M., Rahman,  
M.M., & Uddin, M.M. (2020). Promising  
early planting and stress-tolerant potato  
genotypes for northern Bangladesh.  
*Malaysian Journal of Sustainable  
Agriculture*, 5(1), 16-20.
- Bjorkman, O., & Demmig, B. (1987). Photon yield  
of O<sub>2</sub> evolution and chlorophyll  
fluorescence characteristics at 77 K  
among vascular plant of diverse origins.  
*Planta*, 170(4), 489-504.
- Bray, R.H., & Kurtz, L.T. (1945). Determination of  
total organic and available forms of  
phosphorus in soils. *Soil Science*,  
59, 39-45.
- Chua, M.F., Youbee, L., Oudthachit, S.,  
Khanthavong, P., Veneklaas, E.J., & Malik,  
A.I. (2020). Potassium fertilization is  
required to sustain cassava yield and  
soil fertility. *Agronomy*, 10(8), 1-11.  
<https://doi.org/10.3390/agronomy10081103>
- Ishiguro, K., & Yoshimoto, M. (2005). Content of  
the eye-protective nutrient lutein in  
sweet potato leaves, pp. 213-214. In  
*Concise Papers of the Second  
International Symposium on Sweet  
Potato and Cassava*. Kuala Lumpur,  
Malaysia.
- Khan, A.A., Jilani, M.S., Khan, M.Q., & Zubair, M.  
(2011). Effect of seasonal variation on  
tuber bulking rate of potato. *The  
Journal of Animal and Plant Sciences*,  
21(1), 31-37.
- Mehran, S., & Samad, S. (2013). Study of  
potassium and nitrogen fertilizer levels  
on the yield of sugar beet in jolge  
cultivar. *Journal of Novel Applied  
Sciences*, 2(4), 94-100.
- Patil, P.R., Reddy, B.S., Patil, S.R., & Kulkarni, B.S.  
(1999). Effect of community planting  
and fertilizer levels on growth and  
flower yield of tuberose (*Polianthes  
tuberosa*) cv. Double. *South Indian  
Horticulture*, 47(16), 335-338.
- Peech, M. (1965). *Soil pH by glass electrode pH  
meter*, pages 914-925. In C.A. Black, D.D.  
Evans, R.L. White, L.E. Ensminger, F.E.  
Clark and R.C. Dinsuer (eds). *Method of  
Soil Analysis Part 2: Physical and  
Mineralogical Properties, Inching  
Statistics of Measurement and Sampling*.  
American Society of Agronomy Inc.,  
Publisher Madison, USA.
- Phillips, S.B., Warren, J.G., & Mullins, G.L. (2005).  
Nitrogen rate and application timing  
affect 'Beauregard' sweet potato yield  
and quality. *HortScience*, 40, 214–217.
- Qasim, M., Ahmad, I., Khan, M.A., & Ziaf, K.  
(2005). Efficacy of varying nitrogen levels  
on growth, flower yield and leaf N

- contents of *Rosa chinensis* cv. Gruss-an-teplitz. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 42(3-4), 16-21.
- Robinson, R.G. (1971). Sunflower phenology: Year, variety and date of planting effects on day and growing degree day simulations. *Crop Science*, 11, 635-638.
- Schollenberger, C., & Simon, R. (1945). Determination of exchange capacity and exchangeable bases in soil ammonium acetate method. *Soil Science*, 59(1), 13-24.  
DOI:10.21273/HORTSCI.40.1.214
- Sun, H., Mu, T., Xi, L., Zhang, M., & Chen, J. (2014). Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaves as nutritional and functional foods. *Food Chemistry*, 156, 380-389.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.01.079>
- Walkley, A., & Black, C.A. (1934). An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37, 29-37.