บทความ: “แหนแดง”....แหล่งไนโตรเจนในแปลงผัก

ภาษิตา ทุ่นศิริ*, ศิริรัตน์ แจ้งกรณ์, กานดา ปุ่มสิน, ฉันทนา เคนศรี, พันธ์ทิวา กระจาย

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

*E-mail: phasita.too@lru.ac.th

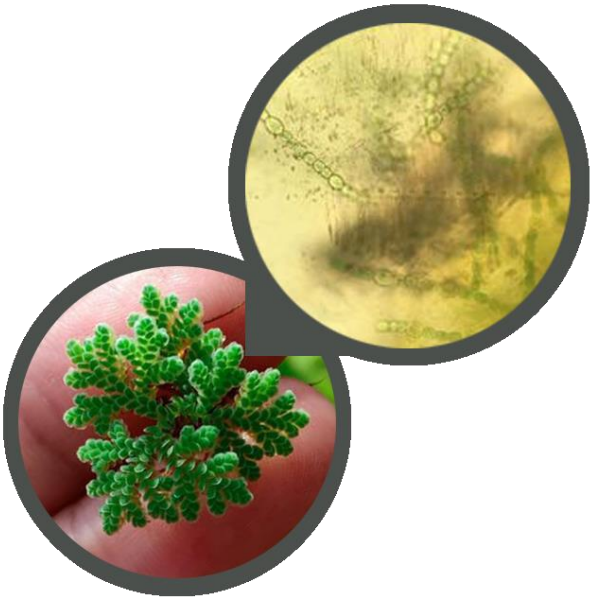
การอ้างอิง: ภาษิตา ทุ่นศิริ, ศิริรัตน์ แจ้งกรณ์, กานดา ปุ่มสิน, ฉันทนา เคนศรี, พันธ์ทิวา กระจาย. (2563). “แหนแดง”....แหล่งไนโตรเจนในแปลงผัก. วารสารสิ่งแวดล้อม, ปีที่ 24 (ฉบับที่ 4).

บทนำ

การลดต้นทุนการผลิตเป็นอีกหนึ่งกระบวนการที่ได้รับความสนใจในหลายภาคส่วน เนื่องจากเป็นกระบวนการที่สามารถช่วยเพิ่มรายได้ด้วยการลดรายจ่ายให้กับผู้ผลิต สำหรับภาคเกษตรกรรม ปุ๋ยถือได้ว่าเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเกษตร เพราะมีผลต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตร กล่าวคือ หากเกษตรกรใส่ปุ๋ยได้เพียงพอกับความต้องการของพืช จะส่งผลให้พืชเจริญเติบโตดี แต่หากใส่ปุ๋ยในปริมาณที่มากเกินไป จะส่งผลต่อคุณภาพผลผลิตและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วย นอกจากนี้หากเกษตรกรไม่สามารถผลิตปุ๋ยได้เอง ปริมาณการใช้ปุ๋ยที่เพิ่มขึ้น ย่อมส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น หากเกษตรกรสามารถผลิตปุ๋ยได้เองจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดต้นทุนการผลิตให้แก่เกษตรกรได้ เช่น การผลิตปุ๋ยจากแหนแดง

แหนแดงคืออะไร

แหนแดง (*Azolla* spp.) เป็นเฟิร์นน้ำขนาดเล็กพบอยู่ทั่วไปบริเวณน้ำนิ่ง มีคุณสมบัติเป็นทั้งปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยชีวภาพ และอาหารสัตว์ เนื่องจากในใบของแหนแดงมีสาหร่ายสีเขียวแกรมน้ำเงิน (Cyanobacteria) อาศัยอยู่ (รูปที่ 1) ซึ่งสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ ทำให้แหนแดงเจริญเติบโตได้เร็วและมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสูง (วิเชียร ฝอยพิกุล, 2548; ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต, 2561) แหนแดงสามารถสลายตัวได้ง่ายและปลดปล่อยไนโตรเจนและธาตุอาหารพืชอื่นๆ ออกมาได้เร็ว (กมลวรรณ ศรีปลั่ง, 2554) จากคุณสมบัติดังกล่าวจึงมีการนำแหนแดงแห้งมาใช้เป็นแหล่งธาตุไนโตรเจนให้กับผักโดยเฉพาะผักรับประทานใบและลำต้น



รูปที่ 1 สาหร่ายสีเขียวแกรมน้ำเงิน (Cyanobacteria) ในแหนแดง

ภาพโดย ภาษิตา ทุ่นศิริ

แหนแดงมีดีอะไร

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช โดยเฉพาะพืชรับประทานใบ เช่น คะน้า ฮ่องกง ผักกาดเขียวกวางตุ้ง เนื่องจากธาตุไนโตรเจนส่งเสริมการเจริญเติบโตของยอดอ่อน ใบและกิ่งก้าน หากขาดธาตุอาหารดังกล่าว จะทำให้พืชเติบโตโตช้า ใบจะมีสีเหลือง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) แหล่งไนโตรเจนที่เกษตรกรนิยมใช้มีทั้งปุ๋ยอนินทรีย์ที่ได้จากจากสารเคมีสังเคราะห์ เช่น ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์เป็นปุ๋ยที่ได้จากสิ่งมีชีวิต ได้แก่ พืช สัตว์ และจุลินทรีย์ ส่วนใหญ่ใช้ในการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน ทำให้ดินระบายน้ำและถ่ายเทอากาศได้ดี แต่ปุ๋ยอินทรีย์มักจะให้ธาตุไนโตรเจนต่ำกว่าปุ๋ยอนินทรีย์ ทำให้ต้องใช้ในปริมาณมาก เพื่อให้ได้ปริมาณธาตุอาหารเพียงพอต่อความต้องการของพืช (สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, ม.ป.ป.; วรรณา สุริวรรณ์, 2547) เมื่อต้องใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในปริมาณมากและเกษตรกรไม่สามารถผลิตปุ๋ยได้เอง ยิ่งส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ในทางกลับกัน หากเกษตรกรสามารถผลิตปุ๋ยอินทรีย์ได้เองด้วยต้นทุนที่ไม่สูง จะเป็นอีกช่องทางหนึ่งในการช่วยลดต้นทุนการผลิต ซึ่งแหนแดงเป็นอีกหนึ่งคำตอบที่จะช่วยให้เกษตรกรลดต้นทุนการผลิตลงได้ เพราะแหนแดงมีปริมาณไนโตรเจนค่อนข้างสูงและสูงกว่าปุ๋ยอินทรีย์หลายชนิด เช่น มูลกระบือ มูลสุกร (วิเชียร ฝอยพิกุล, 2548; กรมวิชาการเกษตร, 2549; ชุติมณฑน์ ชูพุดซา, 2553) และแหนแดงยังสามารถเพิ่มปริมาณเป็นเท่าตัวได้ในระยะเวลาสั้น (ประมาณ 3 - 10 วัน) อีกทั้งยังช่วยในการปรับปรุงบำรุงดินได้ด้วย (Subedi and Shrestha, 2015; FAO, 2009) จากการศึกษาเกี่ยวกับแหนแดงที่ผ่านมา พบว่าองค์ประกอบในแหนแดงผันแปรตามพันธุ์และสภาพแวดล้อมที่แหนแดงเจริญเติบโต ซึ่งมีรายงานว่า

แหนแดงมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบร้อยละ 1.96 – 6.50 ฟอสฟอรัสร้อยละ 0.16 – 1.59 โพแทสเซียมร้อยละ 0.31 – 5.97 และมีโปรตีนร้อยละ 19 - 30 จากองค์ประกอบในแหนแดงทำให้มีการใช้แหนแดงเพื่อเป็นปุ๋ยสำหรับปลูกพืช และเป็นอาหารสำหรับสัตว์ เช่น ปลา เป็ด ห่าน นอกจากนี้แหนแดงยังช่วยในการดูดซับโลหะหนัก เช่น ปรอท และ โครเมียม ได้อีกด้วย (Nam and Yoon, 2008; มนตรี ปานตู และคณะ, 2559; FAO, 2009)

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแหนแดง

แหนแดงพบได้ตามแหล่งน้ำนิ่งตามธรรมชาติ ทั้งในภูมิอากาศแบบร้อนชื้น กึ่งร้อนชื้น และอบอุ่น แหนแดงสามารถเจริญเติบโตได้ดีในน้ำที่ไม่ลึกมากนัก รากของแหนแดงจึงอยู่ใกล้กับดิน ทำให้มีโอกาสได้รับธาตุอาหารดีกว่าและเจริญเติบโตได้ดีกว่าในน้ำลึก แหนแดงสามารถเจริญเติบโตได้ดีในน้ำที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ประมาณ 3.5 – 10 หากระดับความเค็มของน้ำมากขึ้นจะส่งผลให้การเจริญเติบโตของแหนแดงลดลง แหนแดงสามารถเจริญเติบโตได้ในบริเวณที่ได้รับแสงเต็มที่ไปจนถึงบริเวณที่เป็นร่มเงา หากแหนแดงเจริญเติบโตในที่ที่แสงส่องถึงน้อยจะทำให้การเจริญเติบโตของแหนแดงลดลง แหนแดงต้องการธาตุอาหารคล้ายกับพืชทั่วไปเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่งหนึ่งในธาตุอาหารที่เป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตของแหนแดง คือ ฟอสฟอรัส หากขาดธาตุดังกล่าวจะทำให้การเจริญเติบโตของแหนแดงลดลง และแหนแดงจะเปลี่ยนเป็นสีแดงคล้ำ แหนแดงสามารถเจริญเติบโตดีในน้ำที่มีอุณหภูมิประมาณ 18 – 26 องศาเซลเซียส (FAO, 2009)

การใช้แหนแดง....ปลูกผัก

จากคุณสมบัติของแหนแดงที่มีปริมาณไนโตรเจนค่อนข้างสูง สลายตัวง่ายและปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาได้เร็ว จึงมีการนำแหนแดงแห้งมาใช้ในการปลูกผักชนิดต่างๆ เช่นการปลูกผักคะน้าฮ่องกงและการปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้ง จากงานวิจัยของศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต และคณะ (2561) แนะนำให้ใช้แหนแดงแห้ง 30 กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม ในการปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้ง หรือคำแนะนำจากกรมวิชาการเกษตร (2563) สำหรับการปลูกผักรับประทานใบ เช่น คะน้า ผักกาดเขียวกวางตุ้ง หรือผักสลัด สามารถใช้แหนแดงแห้ง 1 กิโลกรัม สำหรับการปลูกผักในพื้นที่ประมาณ 2 ตารางเมตร และเมื่อเทียบปริมาณไนโตรเจนระหว่างแหนแดงแห้งและปุ๋ยยูเรีย พบว่าแหนแดงแห้งประมาณ 1 กิโลกรัม มีปริมาณธาตุอาหารเท่ากับปุ๋ยยูเรีย ประมาณ 100 กรัม แม้ว่าการปลดปล่อยธาตุอาหารจากแหนแดงจะเกิดขึ้นได้เร็ว แต่ยังช้ากว่าปุ๋ยยูเรีย ดังนั้นการใส่แหนแดงเพื่อเป็นแหล่งธาตุอาหารให้กับพืชควรใส่ให้มีปริมาณที่เพียงพอตั้งแต่ก่อนเริ่มปลูก เพื่อให้ปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาได้เพียงพอและตรงกับความต้องการของพืชนั้นๆ ไม่ควรทำการแบ่งใส่ระหว่างการปลูก (Jumadi *et al*., 2014; ภาณุมาศ มูลสาร และ ภาษิตา ทุ่นศิริ, 2561; ชาญวิทย์ ชนะสะแบง และคณะ; ภาษิตา ทุ่นศิริ, 2563)

การขยายพันธุ์แหนแดง

แหนแดงสามารถพบได้ตามแหล่งน้ำนิ่งในธรรมชาติที่มีสภาพเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแหนแดง หากมีการนำแหนแดงมาขยายพันธุ์นอกแหล่งน้ำธรรมชาติ (รูปที่ 2) จำเป็นต้องจำลองสภาพแวดล้อมให้ใกล้เคียงกับความต้องการของแหนแดง ดังนี้

1) ใส่ดินและมูลสัตว์ในสัดส่วนประมาณ 4:1 (ดิน:มูลสัตว์) ให้มีความสูงห่างจากขอบบ่อประมาณ 20-30 เซนติเมตร
2) เติมน้ำให้มีความสูงจากผิวดินประมาณ 5-10 เซนติเมตร จากนั้นปล่อยทิ้งไว้ให้ตกตะกอน แล้วตักเศษที่ลอยบนผิวน้ำออก
3) ใส่แหนแดงสดลงในบ่อ เมื่อแหนแดงขยายเต็มบ่อให้ตักออกครึ่งหนึ่ง นำแหนแดงที่ตักออกไปตากแดดประมาณ 2 วัน เพื่อทำแหนแดงแห้งสำหรับใช้เป็นปุ๋ยต่อไป
4) เติมมูลสัตว์เพิ่มลงในบ่อประมาณ 100 กรัม ทุกๆ 14 วัน

รูปที่ 2 การขยายพันธุ์แหนแดงในบ่อซีเมนต์

ภาพโดย ภาษิตา ทุ่นศิริ

ต้นทุนการผลิตแหนแดงแห้ง

การขยายพันธุ์แหนแดง 1 บ่อซีเมนต์ (เส้นผ่านศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร) ใช้แหนแดงสดเริ่มต้นประมาณ 500 กรัม ใช้เวลาขยายพันธุ์ประมาณ 7 วัน ได้แหนแดงสดประมาณ 3-4 กิโลกรัม/บ่อ คิดเป็นแหนแดงแห้งประมาณ 150-200 กรัม หากต้องการแหนแดงแห้งประมาณ 1 กิโลกรัม ต้องใช้ระยะเวลาประมาณ 35 วัน แต่หากเพิ่มจำนวนบ่อเป็น 5 บ่อ (ใช้พื้นที่ประมาณ 6 ตารางเมตร) ก็จะสามารถผลิตแหนแดงแห้งประมาณ 1 กิโลกรัม ได้ภายใน 7 วัน ซึ่งต้นทุนการผลิตต่อ 1 บ่อซีเมนต์ มีราคาเริ่มต้นประมาณ 200 – 550 บาท โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ต้นทุนการขยายพันธุ์แหนแดงในบ่อซีเมนต์

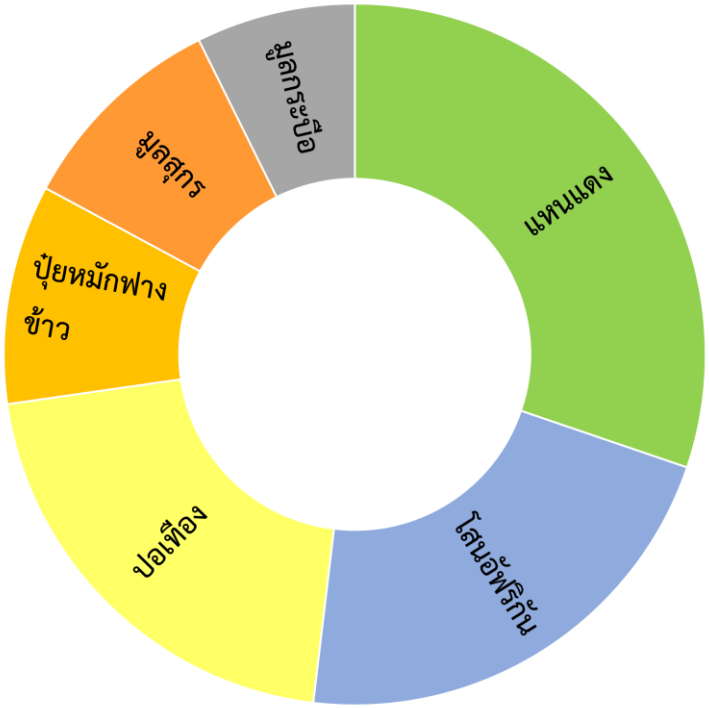
รายการ	ราคา (โดยประมาณ)
บ่อซีเมนต์ (เส้นผ่านศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร) 1 บ่อ	200 บาท
แหนแดงสด	จากกรมวิชาการเกษตร หรือ จากธรรมชาติ (ไม่มีค่าใช้จ่าย) ซื้อออนไลน์ ราคาประมาณ 40-100 บาทต่อกิโลกรัม
มูลวัวแห้ง 10 กิโลกรัม	จากครัวเรือน (ไม่มีค่าใช้จ่าย) ซื้อออนไลน์ ราคาประมาณ 100 – 250 บาท
ดิน	-

ที่มา: การเก็บข้อมูลภาคสนาม (2563)

แนวโน้มการใช้แหนแดงแห้งในการปลูกผัก

แหนแดงตามธรรมชาติ หากเจริญเติบโตในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และแผ่ขยายปกคลุมผิวน้ำ หากไม่มีการจัดการที่เหมาะสมอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อการจราจรทางน้ำ ส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำและพืชที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้น รวมไปถึงการเป็นสาเหตุทำให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่น (Eutrophication) ได้ (Sadeghi *et al.*, 2013) ดังนั้นการนำแหนแดงที่แผ่ขยายอย่างรวดเร็วนี้ไปใช้ประโยชน์ จึงเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นได้ แหนแดงมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบสูงจึงถูกนำมาใช้เป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์เพื่อเป็นแหล่งโปรตีนเสริมให้กับสัตว์ที่เลี้ยง เช่น ปลา (FAO, 2009) เนื่องจาก Cyanobacteria ในโพรงใบของแหนแดงสามารถตรึงไนโตรเจนจากกอากาศได้ จึงทำให้แหนแดงมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบค่อนข้างสูงประมาณร้อยละ 4 ซึ่งสูงกว่าปุ๋ยอินทรีย์หลายชนิด เช่น มูลกระบือ (ร้อยละ 0.97) มูลสุกร (ร้อยละ 1.30) ปุ๋ยหมักฟางข้าว (ร้อยละ 1.34) โสนอัฟริกัน (ร้อยละ 2.87) ปอเทือง (ร้อยละ 2.76) เป็นต้น (กรมวิชาการเกษตร, 2549; กรมพัฒนาที่ดิน, 2550; ชุติมณฑน์ ชูพุดซา, 2553) ดังรูปที่ 3 อีกทั้งการผลิตแหนแดงยังใช้

ระยะเวลาสั้น ขนาดพื้นที่เล็ก และต้นทุนต่ำกว่าการปลูกพืชปุ๋ยสดประมาณ 45-50 วัน ก่อนไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด หรือการเลี้ยงสัตว์เพื่อผลิตปุ๋ยคอก จากคุณสมบัติของแหนแดงที่กล่าวมานี้ ทำให้แหนแดงกลายเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่มีศักยภาพเป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับการปลูกผัก โดยเฉพาะผักที่ปลูกด้วยระบบเกษตรอินทรีย์ ที่ไม่ใช้ปุ๋ยเคมีในกระบวนการผลิต



รูปที่ 3 เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยอินทรีย์

เอกสารอ้างอิง

กมลวรรณ ศรีปลัง, สุรางค์รัตน์ พันแสง, และพวงผกา แก้วกรม. (2554). *การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญแหนแดงในท้องถิ่นและสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว*. เพชรบูรณ์: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

กรมพัฒนาที่ดิน. (2550). *การใช้ปุ๋ยพืชสดเพื่อปรับปรุงบำรุงดิน*. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://www.ldd.go.th/menu_Dataonline/G1/G1_02.pdf [12 สิงหาคม 2563]

กรมวิชาการเกษตร. (2549). *คู่มือปุ๋ยอินทรีย์*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กรมวิชาการเกษตร. (2563). *แหนแดงคว้าแชมป์ปุ๋ยพืชสดให้ธาตุอาหารสูงแซงพืชตระกูลถั่ว*. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://gnews.apps.go.th/news?news=64972 [12 สิงหาคม 2563]

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. (2544). *ปฐพีวิทยาเบื้องต้น*. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชาญวิทย์ ชนะสะแบง เจนณรงค์ ทองบุตร และ ภาษิตา ทุ่นศิริ. 2563. *ผลของการใช้ปุ๋ยเคมี มูลสุกร และแหนแดงแห้งต่อการเจริญเติบโตของผักกาดเขียวกวางตุ้ง*. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ ราชภัฏเลยวิชาการ ครั้งที่ 6 “วิจัยและพัฒนาท้องถิ่นภายใต้ยุคแห่งการเปลี่ยนแปลง” ในวันที่ 25 มีนาคม 2563. หน้า 1447 - 1452. เลย:มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.

ชุติมณฑน์ ชูพุดซา. (2553). *ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนจากปุ๋ยอินทรีย์กับการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักคะน้า (Brassica oleracea) ในระบบเกษตรอินทรีย์*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

มนตรี ปานตู, ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต, สรัตนา เสนาะ, เกริกชัย ธนรักษ์, ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์, จิตรลดา ทองสอดแสง, ชญาดา ดวงวิเชียร, และกัญญรัตน์ จำปาทอง. (2559). การใช้แหนแดง (*Azolla microphylla*) ร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตและปริมาณธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน. *วารสารวิชาการเกษตร*. 34(3): 286-298.

ภานุมาศ มูลสาร และ ภาษิตา ทุ่นศิริ. 2561. *การเจริญเติบโตของคะน้าฮ่องกงในดินผสมแหนแดง*. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ (Proceeding) ราชภัฏเลยวิชาการ ประจำปี 2561 “การบูรณาการภูมิปัญญาสู่นวัตกรรมและการพัฒนาอย่างยั่งยืน” ในวันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2561. หน้า 2228 - 2696. เลย:มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.

ภาษิตา ทุ่นศิริ. (2563). *การศึกษาการใช้แหนแดงร่วมกับปุ๋ยชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้าและผักกาดเขียวกวางตุ้ง*. เลย: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.

วิเชียร ฝอยพิกุล. (2548). *เทคนิคและการใช้ดิน-ปุ๋ย-น้ำ*. สุรินทร์: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์.

วรรณา สุริยวรรณ์. (2547). *การศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของผักคะน้า โดยใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพ*. นครปฐม: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.

ศิริลักณ์ แก้วสุรลิขิต, ประไพ ทองระอา, กานดา ฉัตรไชยศิริ, และภาสันต์ ศารทูลทัต. (2561). *ผลของแหนแดงต่อการเจริญเติบโตของกวางตุ้ง*. ใน: The 17th National Horticultural Congress 2018, หน้า 332-337.

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. (ม.ป.ป.). *ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ย*. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://oss101.ldd.go.th/web_soils_for_youth/s_fertilizer.htm. [4 กันยายน 2560]

FAO. (2009). *Use of algae and aquatic macrophytes as feed in small-scale aquaculture – A review*. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://www.fao.org/3/a-i1141e.pdf [5 เมษายน 2563]

Jumadi, O., St. F. Hiola, Y. Hala, J. Norton and K. Inubushi. (2014). Influence of Azolla (*Azolla microphylla* Kaulf.) compost on biogenic gas production, inorganic nitrogen and growth of upland kangkong (*Ipomoea aquatic* Forsk.) in a silt loam soil. *Soil Science and Plant Nutrition*. 60: 722-730.

Nam, K. and D. Yoon. (2008). Usage of *Azolla* spp. As a biofertilizer on the environmental-friendly agriculture. *Korean J. Plant Res*. 21(3): 230-235.

Sadeghi, R., R. Zarkami, K. Sabetraftar and P. V. Damme. (2013). A review of some ecological factors affecting the growth of *Azolla* spp. *Caspian J. Env. Sci.* 11(1): 65-76.

Subedi, P. and J. Shrestha. (2015). Improving soil fertility through Azolla application in low land rice: A review. *Azar. J. Agri*. 2(2): 35-39.