Environmental Journal

Volume 24 | Issue 4 Article 3

2020-10-01

ขทความ: "แหนแดง"....แหล่งไนโตรเจนในแปลงผัก

ภาษิตา ทุ่นศิริ

ศิริรัตน์ แจ้งกรณ์

กานดา ปุ่มสิน

ฉันทนา เคนศรี

พันธ์ทิวา กระจาย

Follow this and additional works at: https://digital.car.chula.ac.th/cuej

Part of the Environmental Sciences Commons

Recommended Citation

ทุ่นศิริ, ภาษิตา; แจ้งกรณ์, ศิริรัตน์; ปุ่มสิน, กานดา; เคนศรี, ฉันทนา; and กระจาย, พันธ์ทิวา (2020) "ขทความ: "แหนแดง"....แหล่งไนโตรเจนในแปลงผัก," *Environmental Journal*: Vol. 24: Iss. 4, Article 3.
Available at: https://digital.car.chula.ac.th/cuej/vol24/iss4/3

This Article is brought to you for free and open access by the Chulalongkorn Journal Online (CUJO) at Chula Digital Collections. It has been accepted for inclusion in Environmental Journal by an authorized editor of Chula Digital Collections. For more information, please contact ChulaDC@car.chula.ac.th.

บทความ: “แหนแดง”....แหล่งไนโตรเจนในแปลงผัก

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

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

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

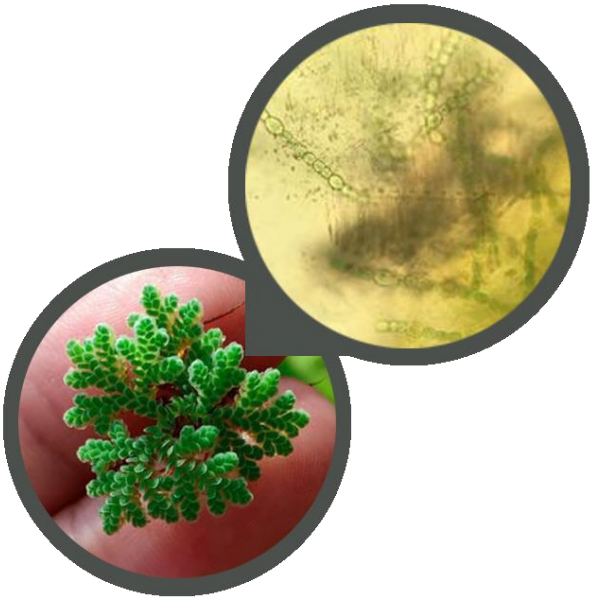
การอ้างอิง: ภาษิตา ทุ่นศิริ, ศิริรัตน์ แจ้งกรณ์, กานดา ปุ่มสิน, ฉันทนา เคนศรี, พันธ์ทิวา กระจาย. (2563). “แหนแดง”....แหล่งไนโตรเจนในแปลงผัก. วารสารสิ่งแวดล้อม, ปีที่ 24 (ฉบับที่ 4).

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

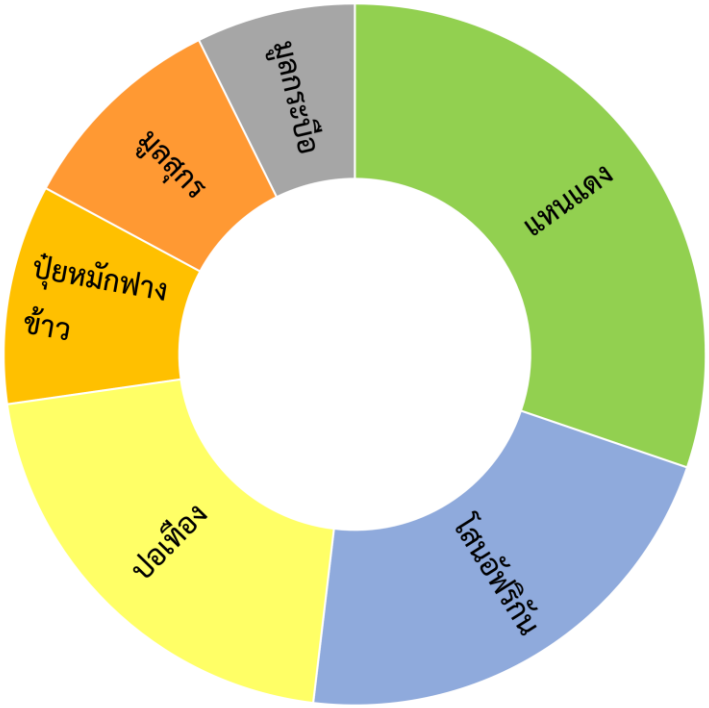
รายการ	ราคา (โดยประมาณ)
บ่อซีเมนต์ (เส้นผ่านศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร) 1 บ่อ	200 บาท
แหนแดงสด	จากกรมวิชาการเกษตร หรือ จากธรรมชาติ (ไม่มีค่าใช้จ่าย) ซื้อออนไลน์ ราคาประมาณ 40-100 บาทต่อกิโลกรัม
มูลวัวแห้ง 10 กิโลกรัม	จากครัวเรือน (ไม่มีค่าใช้จ่าย) ซื้อออนไลน์ ราคาประมาณ 100 – 250 บาท
ดิน	-

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.