



เศรษฐกิจพอเพียงด้วยแห่นแดง Sufficiency Economy with Azolla

ศุภานิต อารีหทัยรัตน์^{1*} และ กนกทิพย์ ไชยศิริ²

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ประเทศไทย

²คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง แห่งประเทศไทย

*ผู้รับผิดชอบบทความ

Supanit Areehathairat^{1*} and Kanoktip Chaisiri²

¹Department of Education Technology and Communication, Faculty of Education,

Ramkhamhaeng University, Thailand

²Faculty of Education, Ramkhamhaeng University, Thailand

*Corresponding author : supanit.a@rumail.ru.ac.th

Received: Mar 3, 2023 / Revised: Jun 8, 2023 / Accepted: Jun 12, 2023

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นบทความทางวิชาการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อนำพืชผิวน้ำขนาดเล็ก (แห่น) นำมาใช้เป็นปุ๋ยแทนปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพตามแนวของเศรษฐกิจพอเพียง โดยศึกษาและข้อมูลจากเอกสารการจัดการความรู้และงานวิจัยนำมาปรับใช้ตามหลักของเศรษฐกิจพอเพียง จากปุ๋ยเคมีที่นำมาใช้กับต้นพืชทุกชนิด มีต้นทุนในการผลิตสูงและมีแนวโน้มจะสูงขึ้นเป็นลำดับ อีกทั้งยังมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอย่างรุนแรงในปัจจุบัน ปุ๋ยชีวภาพเป็นทางเลือกหนึ่งที่ถูกนำมาใช้เป็นปุ๋ยแทนหรือใช้ร่วมกันกับปุ๋ยเคมี ซึ่งองค์ความรู้ใหม่ที่ได้ศึกษาจากแหล่งข้อมูลทางวิชาการและงานวิจัยร่วมกว่า 10 ปี พบว่า แห่นแดง (Azolla) เป็นพืชที่ลอยน้ำขนาดเล็กที่มีคุณสมบัติที่มีธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองสมบูรณ์ และที่สำคัญเป็นพืชที่เลี้ยงเองได้ง่ายมีความสามารถตรึงไนโตรเจนในอากาศได้มากกว่าปุ๋ยเคมีหลายเท่า ซึ่งจะเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพเป็นอย่างดี รวมทั้งความสามารถในการจัดการปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง

คำสำคัญ: เศรษฐกิจพอเพียง; แห่นแดง ไมโครฟิลล่า

Abstract

This article is an academic article aimed at using small aquatic plants (Azolla) as fertilizer instead of chemical fertilizers effectively in accordance with the sufficiency economy guidelines. By studying and information from knowledge management documents and research applied according to the principle of sufficiency economy from chemical fertilizers used with all kinds of plants It has a high production cost and tends to increase in succession. It also has serious environmental and health impacts today. Bio-fertilizers are an alternative that can be used as a substitute for fertilizer or in combination with chemical fertilizers. The new knowledge that has been studied from academic sources and joint research for more than 10 years reveals that Azolla is a small floating plant that has complete macronutrient and secondary nutrient properties. And most importantly, it is a plant that is easy to grow and has the ability to fix nitrogen in the air many times more than chemical fertilizers. which is friendly to the environment and health as well Including the ability to manage various problems on their own

Keywords: Sufficiency Economy; Azolla microphylla

1. บทนำ

การดำเนินการต่าง ๆ การตัดสินใจและด้วยความมีเหตุผล ความพอประมาณและการมีภูมิคุ้มกันที่ดี โดยมีเงื่อนไขที่ส่งเสริมซึ่งกันและกันคือ เงื่อนไขด้านความรู้และเงื่อนไขด้านคุณธรรม ซึ่งเมื่อได้นำมาปฏิบัติทั้งในระดับบุคคล ครอบครัว ชุมชน สังคมและประเทศชาติแล้ว ก็จะส่งผลต่อการพัฒนาที่ก่อให้เกิดความเข้มแข็งและสะท้อนถึงการพัฒนาสังคมไทยที่ยั่งยืน คนส่วนมากมักเข้าใจว่า เศรษฐกิจพอเพียงเป็นเรื่องของเกษตรกรในชนบทเท่านั้น แต่แท้ที่จริงผู้ประกอบการอาชีพอื่น เช่น พ่อค้า ข้าราชการ และพนักงานบริษัทต่าง ๆ สามารถนำแนวพระราชดำริเศรษฐกิจพอเพียงไปประยุกต์ใช้ได้ (มูลนิธิชัยพัฒนา, 2553) สำหรับรูปแบบของเศรษฐกิจพอเพียงตามแนวพระราชดำริ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ระดับด้วยกัน (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2553) คือ

- เศรษฐกิจพอเพียงระดับบุคคลทั่วไป
- เศรษฐกิจพอเพียงระดับเกษตรกร

เศรษฐกิจพอเพียงในระดับบุคคล เป็นความสามารถในการดำรงชีวิตอย่างไม่เดือดร้อน มีความเป็นอยู่อย่างพอประมาณตามฐานะ ตามอัตภาพ และที่สำคัญไม่หลงใหลตามกระแสวัตถุนิยม มีอิสรภาพในการประกอบอาชีพเดินทางสายกลาง ทำกิจกรรมที่เหมาะสมกับตนเอง และสามารถพึ่งพาตนเองได้

เศรษฐกิจพอเพียงระดับเกษตรกรเป็นเศรษฐกิจเพื่อการเกษตรที่เน้นการพึ่งพาตนเอง เกษตรกรจะใช้ความรู้ความสามารถในการบริหารจัดการที่ดิน โดยเฉพาะแหล่งน้ำ และกิจกรรมการเกษตรได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับสภาพพื้นที่ และความต้องการของเกษตรกรเอง

การจะขับเคลื่อนประเทศไทยให้ไปในทิศทางที่สร้างความพอเพียงในทุก ๆ ด้านทั้งทางเศรษฐกิจ สังคม การเมือง ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สีลาภรณ์ บัวสาย, 2549) จำเป็นต้องสร้างกระบวนการเรียนรู้อย่างยาวนานใหญ่กับคนทุกกลุ่ม ทุกระดับ ทุกวงการ และสานกันเข้ามาเป็นเครือข่ายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้และหนุนเสริมซึ่งกันและกัน จึงจะขยายปฏิบัติการของการประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงออกไปในวงกว้างได้ “การเรียนรู้ สานช่วย ขยายผล” จึงเป็นยุทธศาสตร์สำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจพอเพียง



2. เนื้อหา

เศรษฐกิจพอเพียง (มูลนิธิชัยพัฒนา, 2550) เป็นปรัชญาชี้ถึงแนวการดำรงอยู่และปฏิบัติตนของประชาชนในทุกๆ ระดับ ตั้งแต่ระดับครอบครัว ระดับชุมชน จนถึงระดับรัฐ ทั้งในการพัฒนาและบริหารประเทศให้ดำเนินไปในทางสายกลาง โดยเฉพาะการพัฒนาเศรษฐกิจ เพื่อให้ก้าวทันต่อโลกยุคโลกาภิวัตน์ ความพอเพียง หมายถึง ความพอประมาณ ความมีเหตุผล รวมถึงความจำเป็นที่จะต้องมีระบบภูมิคุ้มกันในตัวที่ดีพอสมควร ต่อการกระทบใด ๆ อันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทั้งภายในภายนอก ทั้งนี้ จะต้องอาศัยความรอบรู้ ความรอบคอบ และความระมัดระวังอย่างยิ่งในการนำวิชาการต่าง ๆ มาใช้ในการวางแผนและการดำเนินการทุกขั้นตอน และขณะเดียวกัน จะต้องเสริมสร้างพื้นฐานจิตใจของคนในชาติ โดยเฉพาะเจ้าหน้าที่ของรัฐ นักทฤษฎี และนักธุรกิจในทุกระดับ ให้มีสำนึกในคุณธรรม ความซื่อสัตย์สุจริต และให้มีความรอบรู้ที่เหมาะสม ดำเนินชีวิตด้วยความอดทน ความเพียร มีสติ ปัญญา และความรอบคอบ เพื่อให้สมดุล และพร้อมต่อการรองรับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและกว้างขวาง ทั้งด้านวัตถุ สังคม สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรมจากโลกภายนอกได้เป็นอย่างดี ความหมายของเศรษฐกิจพอเพียง จึงประกอบด้วยคุณสมบัติ ดังนี้

- ความพอประมาณ หมายถึง ความพอดีที่ไม่น้อยเกินไปและไม่มากเกินไป โดยไม่เบียดเบียนตนเองและผู้อื่น เช่น การผลิตและการบริโภคที่อยู่ในระดับพอประมาณ

- ความมีเหตุผล หมายถึง การตัดสินใจเกี่ยวกับระดับความพอเพียงนั้น จะต้องเป็นไปอย่างมีเหตุผล โดยพิจารณาจากเหตุปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนคำนึงถึงผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการกระทำนั้น ๆ อย่างรอบคอบ

- ภูมิคุ้มกัน หมายถึง การเตรียมตัวให้พร้อมรับผลกระทบและการเปลี่ยนแปลงด้านต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้น โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ของสถานการณ์ต่าง ๆ ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต

การดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ให้อยู่ในระดับพอเพียง 2 ประการ ดังนี้

- เงื่อนไขความรู้ ประกอบด้วย ความรอบรู้เกี่ยวกับวิชาการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องรอบด้าน ความรอบคอบที่จะนำความรู้เหล่านั้นมาพิจารณาให้เชื่อมโยงกัน เพื่อประกอบการวางแผนและความระมัดระวังในการปฏิบัติ

- เงื่อนไขคุณธรรม ที่จะต้องเสริมสร้าง ประกอบด้วย มีความตระหนักในคุณธรรม มีความซื่อสัตย์สุจริตและมีความอดทน มีความเพียร ใช้สติปัญญาในการดำเนินชีวิต

แนวทางการทำการเกษตรแบบเศรษฐกิจพอเพียง เน้นหาข้าวหาปลา ก่อนหาเงินหาทอง คือ ทำมาหากินก่อนทำมาค้าขาย โดยการส่งเสริม

- การทำไร่นาสวนผสมและการเกษตรผสมผสาน เพื่อให้เกษตรกรพัฒนาตนเองแบบเศรษฐกิจพอเพียง

- การปลูกพืชผักสวนครัว ลดค่าใช้จ่าย

- การทำปุ๋ยหมักปุ๋ยคอกและใช้วัสดุเหลือใช้เป็นปัจจัยการผลิต (ปุ๋ย) เพื่อลดค่าใช้จ่ายและบำรุงดิน

- การเพาะเห็ดฟางจากวัสดุเหลือใช้ในไร่นา

- การปลูกไม้ผลสวนหลังบ้าน และไม่ใช้สอยในครัวเรือน

- การปลูกพืชสมุนไพร ช่วยส่งเสริมสุขภาพอนามัย

- การเลี้ยงปลาในร่องสวน ในนาข้าวและแหล่งน้ำ เพื่อเป็นอาหารโปรตีนและรายได้เสริม

- การเลี้ยงไก่พื้นเมือง และไก่ไข่ ประมาณ 10-15 ตัวต่อครัวเรือน เพื่อเป็นอาหารในครัวเรือน โดยใช้เศษอาหาร รำ

และปลายข้าวจากผลผลิตการทำนา ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากการปลูกพืชไร่ เป็นต้น

- การทำก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์

2.1 แหนแดง (Azolla)

จัดเป็นพืชน้ำขนาดเล็ก อยู่ในตระกูลเฟิร์นชนิดลอยน้ำ มีขนาดเล็กเจริญเติบโตลอยอยู่บนผิวน้ำในเขตร้อนและเขตอบอุ่น สำหรับประเทศไทย พบได้ทั่วไปตามคู คลอง หรือแหล่งน้ำซึ่งตามธรรมชาติ ต้นแหนแดง ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ คือ ลำต้น (rhizome) ราก (root) และใบ (lobe) แหนแดงมีกิ่งแยกจากลำต้น ใบของแหนแดงเกิดตามกิ่งเรียงสลับกันไป ใบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ใบบน และใบล่าง มีขนาดใกล้เคียงกัน ใบบนมีคลอโรฟิลล์เป็นองค์ประกอบมากกว่าใบล่าง จึงมีสีเขียวเข้มกว่า ที่กาบใบบนด้านหลังมีโพรงใบและมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (blue green algae) อาศัยอยู่แบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน (symbiosis) เช่นเดียวกับไรโซเบียมในรากพืชตระกูลถั่ว สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินนี้ สามารถตรึงก๊าซไนโตรเจนจากอากาศ แล้วเปลี่ยนเป็นสารประกอบในรูปของแอมโมเนียม ให้แหนแดงนำไปใช้ประโยชน์ได้ในอัตรา 200-600 กรัมต่อไร่ต่อวัน (Watanabe et al., 1977, p. 16) แหนแดงจึงเปรียบเสมือนโรงงานผลิตปุ๋ยไนโตรเจนทางชีวภาพ โดยผ่านกระบวนการตรึงไนโตรเจนจากอากาศของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่ชื่อ *Anabaena azollae* ซึ่งอาศัยอยู่ในโพรงใบของแหนแดง

แหนแดงจัดเป็นปุ๋ยชีวภาพชนิดหนึ่ง เนื่องจากตามพระราชบัญญัติปุ๋ย นิยามว่า ปุ๋ยชีวภาพ หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากการนำจุลินทรีย์ที่มีชีวิตที่สามารถสร้างธาตุอาหาร หรือช่วยให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับพืชมาใช้ในการปรับปรุงบำรุงดินทางชีวภาพทางกายภาพ หรือทางชีวเคมี และให้หมายความรวมถึงหัวเชื้อจุลินทรีย์ Lumpkin and Plucknett (1982, p. 230) ได้วิเคราะห์แร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของแหนแดง (*Azolla* sp.) พบว่า มีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ร้อยละ 1.96-5.30, 0.16-1.59 และ 0.31-5.97 ตามลำดับ โดยแหนแดงอาจมีไนโตรเจนสูงถึงร้อยละ 6.5 เมื่อเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ (Peter et al., 1980, pp. 261-269) นอกจากนี้ ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต และประไพ ทองระอา (2554, หน้า 10) พบว่า แหนแดง (*Azolla microphylla*) มีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ประกอบอยู่ร้อยละ 4.62, 0.65 และ 5.27 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าพืชตระกูลถั่วที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณร้อยละ 3 ชนิดของแหนแดง

แหนแดงที่พบอยู่ทั่วโลกมีอยู่ด้วยกัน 7 ชนิด (species) คือ *Azolla nilotica*, *Azolla pinnata*, *Azolla caroliniana*, *Azolla filiculoides*, *Azolla mexicana*, *Azolla rubra* และ *Azolla microphylla* ในประเทศไทยมักพบแหนแดง 2 สายพันธุ์คือ

- อะซอลล่า พินนาค้า (*Azolla pinnata*) ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่มีถิ่นกำเนิดกระจายอยู่เป็นบริเวณกว้างของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จีน อินเดีย และออสเตรเลีย ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ท้องถิ่นที่แพร่กระจายอยู่ตามแหล่งน้ำธรรมชาติ

- สายพันธุ์อะซอลล่า ไมโครฟิลลล่า (*Azolla microphylla*) ที่มีถิ่นกำเนิดเดิมอยู่บริเวณเขตร้อนของอเมริกาตั้งแต่ด้านทิศตะวันตก และทิศเหนือของอเมริกาใต้ ถึงด้านใต้ของอเมริกาเหนือ และ West Indies ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่กรมวิชาการเกษตรนำเข้ามาเพื่อคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์จนได้แหนแดงพันธุ์ที่มีขนาดใหญ่ มีการเจริญเติบโตได้รวดเร็ว สามารถตรึงไนโตรเจนได้มากกว่าสายพันธุ์ท้องถิ่น โดยกรมวิชาการเกษตรได้เริ่มทำการวิจัยค้นคว้าเรื่องแหนแดงมาตั้งแต่ ปี 2520 และได้มีการเก็บรักษาพันธุ์มาอย่างต่อเนื่อง จนเมื่อประเทศไทยหันมาส่งเสริมเรื่องการทำเกษตรอินทรีย์ แหนแดงของกรมวิชาการเกษตรจึงได้ถูกนำมาพัฒนาการใช้ประโยชน์เกี่ยวกับเกษตรอินทรีย์อีกครั้งหนึ่ง ในปี 2540 เป็นต้นมา (นพพร ศิริพานิช, 2563, หน้า 63-85)

2.2 แหนแดงที่พัฒนาโดยกรมวิชาการเกษตร

แหนแดง ที่กรมวิชาการเกษตรได้ทำการปรับปรุงพันธุ์ คือ สายพันธุ์อะซอลล่า ไมโครฟิลลล่า (*Azolla microphylla*) มีลักษณะเด่นคือ มีขนาดใหญ่ ขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว ให้ผลผลิตสูงกว่าสายพันธุ์พื้นเมืองถึง 10 เท่า แหนแดงสามารถเลี้ยงได้ง่ายเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณได้อย่างรวดเร็ว เป็น 2 เท่า จากเดิมภายในเวลา 3-5 วัน เมื่อแหนแดงเจริญเติบโตเต็มทีบนผิวน้ำในนาข้าว จะได้ผลผลิตแหนแดงสดประมาณ 3,000 กิโลกรัม หรือ 150 กิโลกรัมแห้ง เทียบได้กับปุ๋ยยูเรีย 6-7.5 กิโลกรัมต่อพื้นที่ 1 ไร่ ประยูร สวัสดิ์ และบรรพต แดงฉ่ำ (2545, หน้า 163-212) รายงานผลการวิเคราะห์ตัวอย่างแหนแดงพบว่า มีน้ำหนักแห้ง



ร้อยละ 5-7 และประกอบด้วยแร่ธาตุต่าง ๆ หลายชนิด (ตาราง 1) ศิริลักษณ์ แก้วสุริยชิต และคนอื่น ๆ (2561, หน้า 332-337) รายงานผลการเพาะเลี้ยงเห็ดในกระชังขนาด 32 ตารางเมตร โดยหว่านเห็ดแห้งอัตรา 300 กรัมต่อตารางเมตร เป็นเวลา 15 วัน ได้ผลผลิตประมาณ 300 กิโลกรัม การอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส พบว่า เห็ดแห้งสด 15 กิโลกรัม ให้เห็ดแห้งแห้ง 1 กิโลกรัม และผลตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเห็ดแห้ง พบว่า มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดร้อยละ 5.48 สัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนเท่ากับ 9.95 ปริมาณลิกนิน 24.2 ฟอสฟอรัสทั้งหมดร้อยละ 0.64 ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดร้อยละ 5.08 ปริมาณแคลเซียมทั้งหมดร้อยละ 2.59 และปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมดร้อยละ 0.39 (ตาราง 2) การทำเห็ดแห้งแห้งสามารถทำได้ง่ายโดยการนำเห็ดแห้งไปตากแดดให้แห้ง แล้วเก็บใส่ภาชนะ เช่น ถุงปุ๋ย ไว้ใช้ต่อไปได้ (นพพร ศิริพานิช, 2563)

ตาราง 1

องค์ประกอบและแร่ธาตุต่าง ๆ ของตัวอย่างเห็ดแห้ง

องค์ประกอบ	อัตราร้อยละ
น้ำหนักแห้ง	5-7
โปรตีน	13-30
ไขมัน	3.1
เซลลูโลส	8.5-11.7
ไนโตรเจน (N)	3-5
คาร์บอน (C)	41-45
ฟอสฟอรัส (P)	0.2-1.6
โปแตสเซียม (K)	0.3-0.6
แคลเซียม (Ca)	0.5-1.7
แมกนีเซียม (Mg)	0.2-0.7
กำมะถัน (S)	0.2-0.7
ซิลิกา (Si)	0.2-3.5
โซเดียม (Na)	0.2-1.3
คลอรีน (Cl)	0.6-0.8
อลูมิเนียม (Al)	0.04-0.6
เหล็ก (Fe)	0.04-0.6
เหล็ก (Fe)	0.04-0.6

ที่มา. จาก เห็ดแห้งชีววิทยาและการใช้ประโยชน์ ใน เอกสารวิชาการปุ๋ยชีวภาพ (หน้า 163-212), โดย ประยูร สวัสดิ์ และ บรรเทาญ์ แต่งฉำ, 2545, กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร, กองปฐพีวิทยา.

ตาราง 2

องค์ประกอบทางเคมีของแหนแดง โดยวิธี Atomic Absorption Spectrophotometer และปริมาณลิกนิน ที่ทำการเพาะเลี้ยงในกระชังขนาด 32 ตารางเมตร

	Total-N %	Carbon %	C/N ratio	Lignin %	Total-P %	Total-K %	Total-Ca %	Total-Mg %
Azolla	4.58	45.6	9.95	24.2	0.64	5.08	2.59	0.39

2.3 ประโยชน์ของแหนแดง

2.3.1 สามารถทดแทน หรือลดการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนลงได้

2.3.2 เพิ่มอินทรีย์วัตถุให้แกดินทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น ปรับปรุงโครงสร้างดินดีขึ้นในระยะยาว

2.3.3 ใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์สำหรับพืชผักและไม้ผล เพิ่มทางเลือกสำหรับการผลิตพืชอินทรีย์

2.3.4 ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมี ลดการดูดตรึงฟอสเฟตของดิน

2.3.5 ใช้เป็นแหล่งโปรตีนสำหรับเลี้ยงสัตว์ เช่น ปลา เป็ด เป็นต้น

2.3.6 มีต้นทุนการผลิตต่ำ แหนแดงเติบโตและขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว แม้เลี้ยงในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

2.3.7 ลดปริมาณวัชพืชนาข้าว แหนแดงที่ขยายคลุมผิวน้ำจะทำให้แสงแดดส่องไม่ผ่าน จึงช่วยลดการเจริญเติบโต

ของวัชพืชนาข้าวได้

2.4 ข้อดีของแหนแดง คือ สามารถใช้ได้ทันที ไม่ต้องรอกระบวนการหมักทำเป็นปุ๋ยหมัก เนื่องจากมีค่าสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำอยู่ระหว่าง 8-13 ทำให้สามารถย่อยสลายปลดปล่อยธาตุอาหารได้รวดเร็ว

2.5 การขยายพันธุ์แหนแดง มีการขยายพันธุ์ 2 แบบด้วยกัน คือ แบบมีเพศ และแบบไม่มีเพศ ซึ่งแบบมีเพศจะเกิดเมื่อแหนแดงอยู่ในระยะที่พร้อมจะผลิตสปอร์ มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ เป็นเพศผู้และเพศเมีย แล้วมาผสมพันธุ์กัน โดยสปอร์จะแก่ในเวลาประมาณ 1 สัปดาห์ จากนั้น จึงเจริญเป็นต้นอ่อนแหนแดงที่มีโครโมโซมเป็น 2n (diploid) ส่วนการขยายพันธุ์แบบไม่มีเพศในธรรมชาติ แหนแดงจะมีการเจริญเติบโตและสร้างกิ่งย่อยแตกแขนงออกจากต้นแม่ (rhizome) แบบสลับกัน (alternate) เมื่อต้นแม่แก่จัดจะมีสีเขียวเข้ม แล้วค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ซึ่งแสดงว่า ต้นแม่อันเดิมนั้นหมดอายุลง กิ่งแขนงย่อยจะหลุดออกมาเป็นต้นใหม่ที่มีขนาดเล็กและเจริญเติบโตเป็นต้นใหม่ต่อไป ดังนั้น จึงมีวิธีการที่สามารถกระตุ้นให้เกิดการแตกตัวและหลุดออกของกิ่งแขนง เช่น การใช้แขนงไม้ตีแหนแดงเบา ๆ จะทำให้มีการแยกส่วนของแขนงแตกออกจากต้นเดิม (fragmentation) ทำให้การขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณได้รวดเร็วยิ่งขึ้น การขยายพันธุ์ทั้ง 2 วิธี สามารถเพิ่มปริมาณของแหนแดงเป็น 2 เท่าจากเดิมในเวลา 3-6 วัน ขึ้นกับความเหมาะสมของสภาพแวดล้อม

2.6 การเพาะเลี้ยงแหนแดง ควรมีบ่อเลี้ยงแม่พันธุ์ไว้ต่างหาก เนื่องจากแหนแดงมีไนโตรเจนสูง เนื้อเยื่อของแหนแดงค่อนข้างอ่อน สัตว์และแมลงหลายชนิดจะเข้าทำลายได้ง่าย เพราะฉะนั้น จะต้องมีการเพาะเลี้ยงแม่พันธุ์ไว้ หากนำแหนแดงลงไปใช้ในแปลง หรือถูกแมลงทำลายเสียหายหมด ยังมีแม่พันธุ์แหนแดงที่เลี้ยงไว้ในบ่อใช้ได้ทันที โดยไม่ต้องเสียเวลาไปหาแม่พันธุ์ใหม่ วิธีเพาะเลี้ยงแม่พันธุ์แหนแดง มีดังนี้

2.6.1 การเลี้ยงในบ่อซีเมนต์

- เตรียมบ่อปูนเจาะรูสูงจากก้นบ่อ 10 เซนติเมตร เพื่อใช้ควบคุมระดับน้ำ

- ใส่ดินนารองก้นบ่อเพาะเท่ากับระดับด้านล่างของรู เติมน้ำ 1 กิโลกรัม และเติมน้ำให้สูงจากระดับผิวดิน

ประมาณ 10 เซนติเมตร



- ใส่แหวนแดง 50 กรัม ลงในบ่อที่เตรียมไว้ เพื่อเป็นแม่พันธุ์ จากนั้น เขี่ยแหวนแดงกระจายให้สม่ำเสมอทั่วบ่อ
- เมื่อแหวนแดงเจริญเติบโตเต็มบ่อจนแน่น ให้ปล่อยน้ำออกจากบ่อ หรือนำแหวนแดงไปขยายต่อในพื้นที่ที่ต้องการ
- นำแหวนแดงที่ได้จากบ่อแม่พันธุ์ลงปล่อยในบ่อขนาดใหญ่ หรือกระชังเพื่อเพิ่มปริมาณต่อไป การเลี้ยงในบ่อปูน

ควรนำมุ้งตาข่ายเขียวมาปิดปากบ่อเพื่อป้องกันแมลงเข้าทำลาย และเป็นการช่วยพรางแสงให้แหวนแดงไปพร้อมกัน วิธีนี้ จะช่วยให้แหวนแดงมีการเจริญเติบโตที่ดียิ่งขึ้น

2.6.2 การเพาะเลี้ยงแหวนแดงแบบบ่อขุด

เนื่องจากแหวนแดงไม่ต้องการน้ำลึก จึงควรขุดบ่อให้มีลักษณะเหมือนท้องนาขังน้ำให้ลึกประมาณ 5-10 เซนติเมตร เรียกว่า เป็นบ่อน้ำตื้น ควรมีการพรางแสง หรือมีร่มไม้รำไร ตัวอย่างพื้นที่บ่อขนาดประมาณ 5 ตารางเมตร ปล่อยแหวนแดงลงไปประมาณ 10 กิโลกรัม ใช้เวลา 10-15 วัน แม่พันธุ์แหวนแดงจะเจริญเติบโตเต็มบ่อ สามารถตักแหวนแดงไปปล่อยลงบ่ออื่น หรือนำไปขยายต่อในพื้นที่ที่ต้องการได้ต่อไป โดยคำนึงถึงระบบการขยายพันธุ์ของแหวนแดงที่จะขยายให้หน้าหนักสดเป็น 2 เท่าตัวทุก 3-6 วัน ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ดังนั้น จึงสามารถตัดแปลงปริมาณการใส่แหวนแดงเริ่มต้นได้ตามความเหมาะสม แหวนแดงที่ขยายเติบโตเต็มที่จะได้น้ำหนักแหวนแดงสดประมาณ 1.5-2.0 กิโลกรัมต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร

2.7 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแหวนแดง

2.7.1 น้ำ ความลึกที่เหมาะสม ควรอยู่ในช่วง 5-15 เซนติเมตร หากมีความลึกมาก ธาตุอาหารจะเจือจาง แหวนแดงจะได้รับธาตุอาหารน้อย ไม่เจริญเติบโต น้ำมีความลึกน้อย อุณหภูมิน้ำจะสูง แหวนแดงไม่เจริญเติบโต

2.7.2 อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตของแหวนแดง อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับแหวนแดงทุกชนิด ควรอยู่ในช่วง 20-30 องศาเซลเซียส จึงพบว่า ในเขตร้อนแหวนแดงบางชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ จึงมีการคัดเลือกพันธุ์ที่ทนทานต่ออุณหภูมิสูง เช่น *Azolla microphylla* และ *Azolla nilotica* เป็นต้น

2.7.3 แสงแดด แหวนแดงเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในที่มีแสงประมาณ 50-75 เปอร์เซ็นต์ของแสงแดด จึงควรมีการพรางแสงแดดให้เหมาะสม หรือเลือกพื้นที่เพาะปลูกแหวนแดงที่มีร่มรำไร

2.7.4 ความชื้นสัมพัทธ์ แหวนแดงเป็นพืชที่ชอบความชื้นสูง 85-90 เปอร์เซ็นต์

2.7.5 ความเป็นกรด-ด่าง ควรอยู่ในช่วง 4.5-6.5

2.7.6 ลม แหวนแดงไม่ชอบลมแรง เพราะทำให้ถูกพัดพาเกิดการกระจายตัวของแหวนแดงและสูญเสียความชื้นได้ง่ายยิ่งขึ้น หรือหากถูกพัดพาไปอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของแปลงก็ส่งผลให้ไม่สามารถขยายตัวได้เช่นกัน

2.7.7 ธาตุอาหาร แหวนแดงมีความต้องการธาตุอาหารทั้งธาตุหลักและธาตุรองเช่นฟอสฟอรัส นอกจากนั้น สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่อยู่ร่วมด้วย ยังต้องการ Molybdenum, Cobalt และ Sodium เพื่อใช้ในการตรึงไนโตรเจน ส่วนธาตุที่สำคัญในการเจริญเติบโตของแหวนแดงมากที่สุดคือ ฟอสฟอรัส เพราะมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต การตรึงไนโตรเจนและปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ใบแหวนแดง ในแหล่งน้ำที่เพาะเลี้ยงแหวนแดง ควรให้ธาตุอาหารเหล่านี้ เพื่อช่วยในการเจริญเติบโตและกระบวนการตรึงไนโตรเจน

2.7.8 ศัตรูพืช ควรมีการควบคุมศัตรูพืชในบ่อเพาะเลี้ยงแหวนแดงเป็นระยะ เพื่อควบคุมโรค แมลง และสัตว์ที่กินแหวนแดงเป็นอาหาร เช่น หนอนด้วง หนอนผีเสื้อกลางคืน หนอนไรน้ำ ปลา เป็ด หอย เป็นต้น

2.8 การนำแหวนแดงไปใช้ประโยชน์

แหวนแดง มีประวัติการใช้เป็นปุ๋ยพืชสดในนาข้าว ในประเทศเวียดนามและจีนมาหลายทศวรรษ ในประเทศไทยได้เริ่มทำการวิจัยค้นคว้าเรื่องแหวนแดงมาตั้งแต่ปี 2520 โดย ประยูร สวัสดิ์ และคนอื่น ๆ (2520-2521) รายงานว่า การเลี้ยงขยายแหวนแดงเป็นปุ๋ยพืชสดในนาข้าวหนึ่งชุดหรือสองชุด สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวพอ ๆ กับการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนอัตรา 6 หรือ 12 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ผลการทดสอบภายใต้โครงการความร่วมมือระหว่างประเทศในโครงการ INSFFER ของสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ

พบว่า การเลี้ยงแหนแดงในนาแล้วไถกลบก่อนปักดำ สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้เท่ากับการใส่ปุ๋ยยูเรีย อัตรา 4.8 กิโลกรัมต่อไร่ และการเลี้ยงแหนแดงหลังปักดำแล้วไถกลบ ก็ให้ผลผลิตในทำนองเดียวกัน การไถกลบทั้ง 2 วิธีร่วมกัน สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวเปลือกได้ โดยเฉลี่ย 160 กิโลกรัมต่อไร่ และแหนแดง 1 ตัน สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้โดยเฉลี่ย 40 กิโลกรัม

นพพร ศิริพานิช และคนอื่น ๆ (2562, หน้า 63-85) พบว่า การให้ปุ๋ยกล้วยหอม (เฉลี่ยต่อตัน) ที่ปลูกในจังหวัดปทุมธานี โดยการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ Good Agricultural Practice (GAP) ของ กรมวิชาการเกษตร และใส่แหนแดงสด 2 กิโลกรัม (มีธาตุไนโตรเจน 5 กรัม) หรือใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ GAP กรมวิชาการเกษตร โดยลดไนโตรเจนร้อยละ 20 และใส่แหนแดงสดทดแทนไนโตรเจนที่ลดลง หรือใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ (GAP) กรมวิชาการเกษตร โดยลดไนโตรเจนร้อยละ 40 และใส่แหนแดงสดทดแทนไนโตรเจนที่ลดลงให้ค่าน้ำหนักเครือ จำนวนหวี น้ำหนักหวี และจำนวนผลต่อหวีที่สูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกร และการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ GAP ของกรมวิชาการเกษตร โดยการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ GAP ของกรมวิชาการเกษตร และใส่แหนแดงสด 2 กิโลกรัม มีผลผลิต รายได้ กำไรสุทธิและค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) สูงที่สุด และการนำไปปฏิบัติไม่ยุ่งยาก จึงมีความเหมาะสมที่สุดในการส่งเสริมให้เกษตรกรนำไปใช้ สอดคล้องกับผลการใช้แหนแดงแห้งต่อการอยู่รอดและการเจริญเติบโตของต้นกล้วยน้ำว้าพันธุ์ปากช่อง 50 ในแปลงปลูก พิรยุทธ สิริฐนกรม และคนอื่น ๆ (2559) พบว่า การใช้แหนแดงแห้ง ทำให้กล้วยน้ำว้ามีอัตราการรอดชีวิตสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ และมีการเจริญเติบโตของต้นกล้า ทั้งด้านความสูง เส้นรอบวงต้นกล้า ความกว้างใบ และความยาวใบมากที่สุด มีช่วงระยะการแทงปลีที่อายุ 10 เดือนเร็วกว่ากรรมวิธีอื่นที่มีช่วงระยะการแทงปลีที่อายุ 11 เดือน

ศิริลักษณ์ แก้วสุริยชาติ และคนอื่น ๆ (2561, หน้า 332-337) พบว่า ในผักกวางตุ้ง การใช้แหนแดงแห้งต่อดินปลูก 1 กิโลกรัม ในอัตราตั้งแต่ 20 กรัม ขึ้นไป ทำให้ผักกวางตุ้งมีน้ำหนักสดรวมน้ำหนักรากสดและแห้ง และน้ำหนักใบแห้งสูงกว่าที่ใส่แหนแดงแห้งอัตรา 0-15 กรัม โดยการใช้แหนแดงแห้งที่อัตรา 30 กรัม มีผลทำให้น้ำหนักสดรวมน้ำหนักใบ และขนาดพื้นที่ใบของต้นกวางตุ้งสูงสุด

นอกจากนี้ เกษตรกรที่ปลูกผักหรือทำการเกษตรอินทรีย์ สามารถใช้แหนแดงผสมกับดินปลูก เพื่อเป็นแหล่งธาตุอาหารโดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีได้ และแหนแดงสามารถนำไปเป็นอาหารสัตว์ได้ โดยให้สัตว์กินได้ทั้งแบบสดและแห้งควบคู่ไปกับอาหารเม็ด หรือผสมกับฟางข้าวหรือหญ้าแห้งก็ได้ เพราะองค์ประกอบของแหนแดงมีโปรตีนสูงประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ มีกรดอะมิโนครบทุกตัว จึงเหมาะที่จะเป็นอาหารสัตว์โดยเฉพาะในฤดูแล้ง ขาดแคลนหญ้าอาหารสัตว์ หรือมีไม่เพียงพอ เกษตรกรสามารถใช้แหนแดงสดหรือแห้งผสมกับฟางแห้ง หรือหญ้าแห้ง สัตว์จะได้อาหารที่มีคุณภาพดี

3. บทสรุป

แหนแดง Azolla ที่ส่วนใหญ่โดยทั่วไป มักจะเข้าใจว่าเป็นพืชที่ไม่มีประโยชน์ ไม่มีค่าใด ๆ แถมยังถือว่าเป็นวัชพืชของแหนแดงสายพันธุ์ต่าง ๆ นำมาศึกษาปรับปรุงพัฒนาหลายปี จนได้แหนแดงสายพันธุ์ใหม่ ที่เรียกว่า แหนแดงพันธุ์ “อะซอลล่า ไมโครฟิลล่า” (Azolla microphylla) ซึ่งมีคุณสมบัติต่าง ๆ มากมาย สามารถนำมาใช้แทนปุ๋ยเคมีได้เป็นอย่างดี และยังสามารถนำมาเลี้ยงและขยายได้เองง่ายไม่ยุ่งยาก ลงทุนน้อย เติบโตไว นำมาใช้ทั้งเป็นปุ๋ยสดและปุ๋ยแห้งได้โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการหมักหรือวิธีการอื่น ๆ ใช้ได้กับพืชได้ทุกชนิด ตั้งแต่ไม้ยืนต้น ไม้ผล ไม้ดอก ไม้ประดับ พืชสวน พืชไร่ พืชกินใบ พืชสวนครัวทุกชนิด ผลผลิตดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีได้ 100% และเป็นที่ยอมรับกันดีแล้วทั่วไป ปุ๋ยเคมีเป็นพิษและมีผลกระทบต่อมากมายตามมา เช่น ดิน แหล่งน้ำและอากาศ หรือสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ รวมทั้งสุขภาพ ถ้าได้มีการปรับเปลี่ยนวิธีการใช้แหนแดงแทนปุ๋ยเคมีได้ โลกที่เราอาศัยอยู่นี้ก็จะปลอดภัย สุขอนามัยที่ดีอย่างยั่งยืน นอกจากนี้ แหนแดง ยังนำไปใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ได้ดีอีกด้วย เช่น เป็ด ไก่ หมู วัว ควาย และสัตว์น้ำ เช่น กุ้ง หอย ปู ปลา เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องแนวทางการทำการเกษตรแบบเศรษฐกิจพอเพียง พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดชบรมนาถบพิตร ได้ทรงวางรากฐานในการพัฒนาชนบท



และช่วยเหลือประชาชนให้สามารถพึ่งตนเองได้ มีความ “พออยู่พอกิน” และมีความอิสระที่จะอยู่ได้โดยไม่ต้องติดต่อกับเทคโนโลยีและความเปลี่ยนแปลงของกระแสโลกาภิวัตน์ ทรงวิเคราะห์ว่า หากประชาชนพึ่งตนเองได้แล้ว ก็จะมีส่วนช่วยเหลือเสริมสร้างประเทศชาติโดยรวมได้ในที่สุด พระราชดำรัสที่สะท้อนถึงพระวิสัยทัศน์ในการสร้างความเข้มแข็งในตนเองของประชาชนและสามารถทำมาหากินให้พออยู่พอกินได้ ด้วยการวางแผนการขับเคลื่อนสู่การปฏิบัติอย่างยั่งยืน ด้วยการจัดทำแผนกลยุทธ์สู่ความสำเร็จ โดยการมีส่วนร่วมของบุคลากรทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง เป็นการปลูกฝังในระดับครอบครัว ซึ่งมีอิทธิพลสูงต่อการชักชวนให้ปฏิบัติตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ก็จะนำไปสู่การประพฤติปฏิบัติของประชาชนได้อย่างแพร่หลาย เรียกว่า การเรียนรู้ สานข่าย ขยายผล จนกลายเป็นการพัฒนาชุมชนที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการพัฒนาคุณภาพชีวิตประชาชน ซึ่งจะส่งผลให้เกิดความอยู่เย็นเป็นสุขแก่ประชาชนอย่างยั่งยืน

4. เอกสารอ้างอิง

- พิรุณชิต สิริสุนทร, อารยา อางเจริญ, ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต, กัลยาณี สุวิหวัศ, พิมพ์นิภา เพ็งข้าง, เจนจิรา ชุมภูคำ และ ทศไนย จารุวัฒนพันธ์. (2559). ผลของไมคอร์ไรซาร่วมกับผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพต่อการอยู่รอดและการเจริญเติบโตของต้นกล้ากล้วยน้ำว้า พันธุ์ปากช่อง 50 ในแปลงปลูก. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 17(2)(พิเศษ), 357-360.
- นพพร ศิริพานิช. (2563). *การจัดการความรู้ เทคโนโลยีการใช้อยู่ชีวภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชในเขตภาคกลางและภาคตะวันตก สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 5*. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรมวิชาการเกษตร.
- นพพร ศิริพานิช, กุลวดี ฐานันท์กาญจน์, ชญาดา ดวงวิเชียร, ไกรสิงห์ ชูดี, จิราภา เมืองคล้าย, ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต และสุปราณี มั่นหมาย. (2562). ศึกษาการใช้แทนแแดงร่วมกับปุ๋ยเคมีในการผลิตกล้วยหอมในจังหวัดปทุมธานี. ใน *รายงานผลการดำเนินงานประจำปี 2562* (หน้า 63-85). ปทุมธานี: กรมวิชาการเกษตร, ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปทุมธานี.
- มูลนิธิชัยพัฒนา. (2550). *เศรษฐกิจพอเพียงและทฤษฎีใหม่*. กรุงเทพมหานคร: อมรินทร์พริ้นติ้ง.
- มูลนิธิชัยพัฒนา. (2553). เศรษฐกิจพอเพียง. ค้นเมื่อ 10 มกราคม 2566, จาก <http://www.chaipat.or.th>
- ประยูร สวัสดิ์, วิทยา ศรีทานันท์, จักรพงษ์ เจริญศิริ, ชอบ คณะฤกษ์ และ เจ ทาคาอิชิ. (2520). การทดสอบประสิทธิภาพของแทนแแดง (Azolla) ในการเพิ่มผลผลิตข้าว. ใน *รายงานผลการทดลองและวิจัย ประจำปี 2520*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.
- ประยูร สวัสดิ์, วิทยา ศรีทานันท์, ทรรษา คุณาโท, ศิริชัย สมบูรณ์พงษ์, เจนวิทย์ สุขทองสา, จันทนา สุดโต และชอบ คณะฤกษ์. (2521). การใช้ประโยชน์จากแทนแแดง (Azolla) ในการทำนา. ใน *รายงานผลการทดลองและวิจัย ประจำปี 2521*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.
- ประยูร สวัสดิ์ และบรรพชาญ์ แดงฉ่ำ. (2545). แทนแแดงชีววิทยาและการใช้ประโยชน์. ใน *เอกสารวิชาการปุ๋ยชีวภาพ* (หน้า 163-212). กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร, กองปฐพีวิทยา.
- ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต และประไพ ทองระอา. (2554). *ศึกษาการสลายตัวและการปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนของแทนแแดงในดินสภาพต่าง ๆ*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร, สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร, กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา, กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน.
- ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต, ประไพ ทองระอา, กานดา ฉัตรไชยศิริ และภาสกร สาลทุลทัต. (2561). ผลของแทนแแดงแห้งต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง. ใน *เอกสารการประชุมวิชาการพืชสวน ครั้งที่ 17* (หน้า 332-337). ม.ป.ท.
- สีลาภรณ์ บัวสาย. (2549). *เศรษฐกิจพอเพียงร่วมเรียนรู้ สานข่าย ขยายผล*. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้ง.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2553). *เศรษฐกิจพอเพียง*. ค้นเมื่อ 10 มกราคม 2565, จาก <http://www.doae.go.th>



- Lumpkin, T. A., & Plucknett, D. L. (1982). *Azolla as a green manure: Use and management in crop production*. Boulder, CO: Westview Press.
- Peter, G. A., Toia, R. E., Evans, W. R., Crist, D. K., Mayne, B., & Poole, R. E. (1980). *Characterization and comparisons of five N₂ - fixing Azolla - Anabaena associations. I. Optimization of growth conditions for biomass increase and N-content in a controlled environment. Plant Cell and Environ, 3, 261-269.*
- Watanabe, I., Espinas, C. R., Berfa, N. S., & Alimagno, B. V. (1977). *The utilization of the Azolla Anabaena as a nitrogen fertilizer for rice. IRRI Research Paper Series, 11, 16.*