การเลี้ยงแหนแดงเชิงพาณิชย์ด้วยเศษวัชพืชหมักร่วมกับมูลโค

Commercial *Azolla pinnata* Culture with Composted Weed Residues with Cow Dung

สุภัชญา ธานี[1*] กิตติศักดิ์ ผุยชา[1] และ จุฑามาศ สิทธิวงศ์[2]

Supatchaya Thani[1*], Kittisak Puycha[1] and Jutamas Sitthiwong[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเหมาะสมของอัตราส่วนในการใช้เศษวัชพืชเหลือทิ้งมาหมักร่วมกับมูลโคที่ระดับแตกต่างกัน 4 ระดับ ในการเลี้ยงแหนแดงเชิงพาณิชย์ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ Completely Randomized Design (CRD) แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 3 ซ้ำ โดยกำหนดให้ทุกกลุ่มการทดลองมีอัตราส่วนของมูลโคคงที่ เสริมด้วยเศษวัชพืชเหลือทิ้งที่ระดับแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 1:1, 1:2, 1:3 และ 1:4 ตามลำดับ ใช้แหนแดงน้ำหนักเริ่มต้น 200±0.00 กรัมน้ำหนักสด เลี้ยงนาน 2 สัปดาห์ ผลการทดลอง พบว่า อัตราส่วนการใช้มูลโคหมักร่วมกับเศษวัชพืชเหลือทิ้งจากปุ๋ยอินทรีย์กลุ่ม 1 (อัตรา 1:1) แหนแดงมีปริมาณน้ำหนักสดเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 646.67±0.02 กรัม รองลงมา ได้แก่ ปุ๋ยอินทรีย์กลุ่มที่ 2 (อัตรา 1:2), กลุ่มที่ 3 (อัตรา1:3) และกลุ่มที่ 4 (อัตรา1:4) ตามลำดับ โดยมีน้ำหนักสดเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 516.67±0.23 500.00±0.03 และ 336.66±0.22 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ($p<0.01$) ผลการศึกษา พบว่า อัตราส่วนที่แตกต่างกันของเศษวัชพืชเหลือทิ้งหมักร่วมกับมูลโคมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักสดเฉลี่ยของแหนแดงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) ครั้งนี้การหมักมูลโคร่วมกับเศษวัชพืชเหลือทิ้งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงแหนแดงได้ โดยกลุ่มที่ 1 (กลุ่มควบคุม อัตรา 1:1) มีความเหมาะสมมากที่สุดในการนำมาใช้เพาะเลี้ยงแหนแดงในเชิงพาณิชย์มากที่สุดคือกลุ่มที่ 1 เนื่องจากมีผลต่อการเจริญเติบโตของแหนแดงคิดเป็นน้ำหนักสดที่ดีที่สุด มีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุด 646.67±0.02 กรัม ($p<0.01$)

คำสำคัญ: แหนแดง เศษวัชพืช เชิงพาณิชย์ หมัก มูลโค

Received: 5 January 2024; Accepted: 23 February 2024

[1] สาขาวิชาการประมงและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี 34000

[1] Division of Fisheries, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani Rajabhat Universisty. Ubon Ratchathani 34000

[2] สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี 34000

[2] Division of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchatani Rajabhat Universisty. Ubom Ratchathani 34000

* Corresponding author: supatchaya.t@ubru.ac.th

Abstract

The purpose of this study was to investigate the appropriateness of ratios for composting weed residues with cow manure at four different levels for commercial Azolla cultivation. The experiment was designed as a Completely Randomized Design (CRD) and divided into four groups, with three replicates each. Every experimental group maintained a constant ratio of cow manure and was supplemented with leftover weeds at four distinct levels, namely 1:1, 1:2, 1:3, and 1:4, respectively. Azolla, with an initial weight of 200±0.00 grams fresh weight, was grown for 2 weeks. The results of the experiment revealed that the composted cow manure with weed scraps from group 1 (1:1 ratio) resulted in Azolla achieving the highest average fresh weight, equal to 646.67±0.02 grams. This was followed by the organic fertilizers from group 2 (1:2 ratio), group 3 (1:3 ratio), and group 4 (1:4 ratio), with average fresh weight increases of 516.67±0.23, 500.00±0.03, and 336.66±0.22 grams, respectively ($p<0.01$). The study found that the different ratios of weed waste composted with cow dung significantly affected the increase in average fresh weight of Azolla ($p<0.01$). Thus, composting cow dung with weed residues can be beneficial for Azolla cultivation, with group 1 (control group, 1:1 ratio) being the most suitable for commercial cultivation due to its significant impact on the growth of Azolla, as evidenced by the highest average weight of 646.67±0.02 grams ($p<0.01$)

Keywords: Azolla, weed scraps, commercial, composted, cow dung

บทนำ

แหนแดง (Water Fern) เปนเฟรนน้ำมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Azolla spp.* เป็นพืชขนาดเล็กอยู่ในตระกูลเฟิร์นชนิดลอยน้ำ ประกอบด้วย ลำต้น ราก และใบ (นพพร และคณะ, 2562) พบได้ทั่วไปบริเวณน้ำนิ่งมีคุณสมบัติพิเศษที่นิยมนำไปใช้ในทางการเกษตร สามารถเป็นปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยชีวภาพ และนำไปเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ เนื่องจากใบของแหนแดงนั้น มีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Cyanobacteria) อาศัยอยู่จึงสามารถตรึงไนโตรเจนที่มีอยู่ในอากาศได้โดยตรง (Nitrogen Fixation) (วิเชียร, 2548 : ศิริลักษณ์ และคณะ, 2563) แล้วเปลี่ยนเป็นสารประกอบในรูปของแอมโมเนียได้ในอัตรา 200-600 กรัมต่อไร่ (Watanabe et al., 1997) มีการย่อยสลายอย่างรวดเร็ว (กมลวรรณ และคณะ, 2554) ปริมาณไนโตรเจนค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับมูลสัตว์ที่นิยมนำมาใช้ในการเกษตร เช่น สุกร และกระบือ (วิเชียร, 2548; กรมวิชาการเกษตร, 2549) ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการ พบว่ามี ความชื้นร้อยละ 91.77-92.25 (Bhaskaran and Kannapan, 2015) โปรตีนร้อยละ 17.3 (Kumar et al., 2014) ถึง 23.40 (Querubin et al., 1986) เถ้าร้อยละ 20.21 (Kumar et al., 2014; Arvindraj, 2012) เยื่อใยร้อยละ 4.06 (Arvindraj, 2012) 4.6 (Becerra et al., 1995) ถึง 5.05 (Buckingham et al., 1978) ไขมันร้อยละ 9.07 (Ghodake et al., 2011) ถึง 11.2 (Becerra et al., 1995)

ไนโตรเจนร้อยละ 1.96-5.30 ฟอสฟอรัสร้อยละ 0.16-1.59 (Lumpkin and Plucknett, 1982) นอกจากนี้ Anitha และคณะ (2016) รายงานว่าแหนแดงมีแร่ธาตุสำคัญ ดังนี้ ทองแดง 9.1 แมกกานิส 2,418 สังกะสี 325 เหล็ก 1,569 โคบอลต์ 8.11 โครเมียม 5.06 โบรอน 31 นิกเกิล 5.33 ตะกั่ว 8.1 แคดเมี่ยม 1.2 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว (Ting et al., 2022) เหมาะแก่การนำมาใช้ในภาคการเกษตรทั้งเพาะปลูก และนำไปเป็นปุ๋ยสำหรับการเลี้ยงสัตว์ ด้วยคุณสมบัติเฉพาะตัวนี้ เกษตรจึงนำไปปลูกในแปลงนา เพื่อใช่เปนการเพิ่มปริมาณไนโตรเจน นิยมนำมาใช้เป็นปุ๋ยพืชสดเพื่อเป็นการลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิต

ปัจจุบันนิยมนำแหนแดงไปเลี้ยงเพื่อจำหน่ายในรูปแบบสดและแห้งเพิ่มมากขึ้น โดยผู้ซื้อไปรับเองที่ฟาร์ม ราคาจำหน่ายเริ่มต้นที่กิโลกรัมละ 30 บาท หรือสั่งซื้อผ่านแอพลิเคชั่นออนไลน์ แบบสดราคาจำหน่ายเริ่มต้น 180 บาทต่อกิโลกรัม แบบแห้งน้ำหนัก 300 กรัม จำหน่ายเริ่มต้นที่ราคา 250 บาท กรมวิชาการเกษตรได้พัฒนาสายพันธุ์แหนแดง (*Azolla microphylla*) ที่มีการขยายพันธุ์ที่ดี รวดเร็วและให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์พื้นเมือง 10 เท่าภายในระยะเวลา 3-5 วัน (นพพร และคณะ, 2562) ซึ่งเป็นสายพันธ์ที่นิยมนำมาใช้เพาะเชิงพาณิชย์ รูปแบบในการเลี้ยงนิยมนำมูลสัตว์มาเป็นธาตุอาหารหลักที่ใช้ในการเลี้ยง เช่น มูลโค มูลไก่ และมูลกระต่าย (Indira et al., 2014 และ Utomo et al., 2019) ซึ่งนับเป็นต้นทุนที่สำคัญที่ใช้ในการเลี้ยง หากมีการนำเศษวัชพืชมาหมักร่วมกับมูลสัตว์ในอัตราส่วนที่เหมาะสมในการเลี้ยงแหนแดง จะเป็นแนวทางในการลดต้นทุนและพัฒนาการเพาะเลี้ยงแหนแดงเชิงพาณิชย์ รวมทั้งลดปัญหาการกำจัดวัชพืชเหลือทิ้งและนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้อีกทางหนึ่ง

วิธีการทดลอง

เศษวัชพืชเหลือทิ้งและมูลโค (weed residue and cow dung)

การเลี้ยงแหนแดงเชิงพาณิชย์ด้วยเศษวัชพืชเหลือทิ้งหมักร่วมกับมูลโค ทีมผู้วิจัยได้นำปุ๋ยหมักอินทรีย์จากผลการทดลองในโครงการเพิ่มมูลค่าเศษวัชพืชเหลือทิ้งเป็นปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด โดยทำการเก็บรวบรวมเศษวัชพืชเหลือทิ้งภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีและวิทยาเขตบ้านยางน้อย นำใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบและธาตุอาหารหลักในการเพาะแหนแดง โดยนำเศษวัชพืชมาบดรวมกันเพื่อลดขนาดประมาณ 1-2 นิ้ว ก่อนที่จะนำไปใช้ทำปุ๋ย โดยส่วนประกอบของวัตถุดิบ ได้แก่ ใบยางนาแห้ง เศษหญ้า เศษผักตบชวา ใบกระถินณรงค์ มะค่าโมง มะค่าแต้ พยอม และ อินทนิล เป็นต้น นำวัตถุดิบดังกล่าวมาลดขนาดโดยบดผ่านเครื่องบดย่อย นำมาหมักร่วมกับมูลโคอบแห้งใช้ในการทดลองนำมูลโคมาจากฟาร์มเกษตรกรในจังหวัดศรีสะเกษ โดยขั้นตอนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จะนำวิธีการหมักปุ๋ยอินทรีย์จะประยุกต์ใช้วิธีการหมักแบบไม่พลิกกลับกองของ ธีระพงษ์ (2556) มีขั้นตอนดังนี้

1. เก็บรวบรวมเศษวัชพืชเหลือทิ้งภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีเพื่อทำการคัดแยกประเภท และนำไปตากแดด
2. แยกวัตถุดิบ (เศษวัชพืชเหลือทิ้ง) วางเป็นชั้นแรก จากนั้นนำมูลโคแห้งมาเกลี่ยทับชั้นบน แล้วรดด้วยน้ำสะอาด โดยทำเป็นชั้นประมาณ 15-17 ชั้น
3. เก็บรักษาความชื้นภายในกองปุ๋ยให้มีความชื้นเหมาะสมเฉลี่ย 60–70 เปอร์เซ็น โดยมี 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 รดน้ำภายนอกกองปุ๋ยวันละ 1 ครั้ง โดยไม่ให้มีน้ำไหลจากกองปุ๋ยมากเกินไป

ขั้นตอนที่ 2 เมื่อครบวันที่ 10 ใช้ไม้ปลายแหลมแทงลงไปในกองปุ๋ยให้เป็นรูลึกถึงด้านล่างแล้วเติมน้ำลงไประยะห่างของรูประมาณ 40 เซนติเมตร ทำขั้นตอนที่สองนี้ 5 ครั้ง ระยะเวลาห่างกัน 10 วัน เมื่อเติมน้ำเสร็จแล้วให้ปิดรู เพื่อไม่ให้สูญเสียความร้อนภายในกองปุ๋ย

4. เมื่อกองปุ๋ยมีอายุครบ 60 วัน จึงหยุดให้ความชื้น กองปุ๋ยจะมีความสูงลดลงเหลือประมาณ 1 เมตร นำปุ๋ยอินทรีย์ที่หมักได้มาทำให้แห้งเพื่อหยุดการทำงานของจุลินทรีย์ (Stabilization Period) และไม่ให้เป็นอันตรายต่อรากพืช วิธีการทำปุ๋ยอินทรีย์ให้แห้งทำโดยการกองไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 1 เดือน หรืออุณหภูมิตามสภาพแวดล้อมแผ่กระจายให้มีความหนาประมาณ 20–30 เซนติเมตร ซึ่งจะแห้งภายในเวลา 3–4 วัน

5. ทำการสุ่มตัวอย่างปุ๋ยหมักทุกสัปดาห์ ๆ ละ 1 ครั้ง นาน 8 สัปดาห์ เพื่อวิเคราะห์ค่าไนโตรเจน (N ratio)
6. นำปุ๋ยหมักมาบดและร่อนผ่านผ้ามุ้งเขียวแล้วนำไปอัดเม็ดตากให้แห้ง และเก็บใส่ถุงจากนั้นนำปุ๋ยหมักมาไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อ นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง วิเคราะห์ค่าไนโตรเจน

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าไนโตรเจนจากมูลโค ต่อเศษวัชพืชหมัก 4 ระดับ คือ 1 2 3 และ 4 ส่วน เป็นเวลา 8 สัปดาห์

Week	Nitrogen average (%)				
Cow dung : West weed	1:1	1:2	1:3	1:4	Pvalue
1	1.30±0.02^{b}	0.59±0.23^{c}	1.39±0.23^{ab}	1.65±0.22^{a}	0.0003
2	1.32±0.12^{a}	1.09±0.05^{b}	0.53±0.04^{c}	1.48±0.03^{a}	0.0001
3	1.03±0.02^{d}	1.40±0.00^{c}	1.53±0.00^{b}	2.02±0.04^{a}	0.0001
4	1.43±0.03^{a}	1.08±0.05^{b}	0.98±0.01^{c}	0.85±0.01^{d}	0.0001
5	1.62±0.03^{a}	0.66±0.01^{d}	1.32±0.04^{b}	1.23±0.02^{c}	0.0001
6	1.18±0.03^{b}	1.50±0.01^{a}	0.49±0.45^{d}	0.59±0.00^{c}	0.0001
7	1.07±0.02^{b}	1.55±0.09^{a}	0.30±0.01^{d}	0.64±0.24^{c}	0.0001
8	0.05±0.05^{c}	1.47±0.02^{b}	1.33±0.04^{b}	1.72±0.06^{a}	0.0001

ที่มา : สุภัชญา และศิวาพร (2563)

หมายเหตุ : ^{abcd} อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ใช้แหนแดงสายพันธุ์ *Azolla pinnata* เป็นสายพันธุ์ที่พบได้ทั่วไปตามแหล่งน้ำธรรมชาติของไทย ในการทดลองได้ทำการเก็บรวมจากเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี มาทำการเพาะขายพันธุ์เพื่อใช้ในการทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) แบ่งชุดการทดลองเป็น 4 กลุ่ม (Treatment) โดยศึกษาระดับอัตราส่วนของวัชพืชรวมในการหมักปุ๋ยอินทรีย์ที่เหมาะสมในการนำไปเลี้ยงแหนแดง 4 ระดับ (ชุดการทดลอง) ทุกชุดการทดลองจะมีปริมาณมูลโคในอัตราส่วน 1 ส่วนเท่ากันทุกชุดการทดลอง แต่ละการทดลอง 3 ซ้ำ ดังต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 มูลโค 1 ส่วน : วัชพืช 1 ส่วน (1:1)
กลุ่มที่ 2 มูลโค 1 ส่วน : วัชพืช 3 ส่วน (1:2)
กลุ่มที่ 3 มูลโค 1 ส่วน : วัชพืช 3 ส่วน (1:3)
กลุ่มที่ 4 มูลโค 1 ส่วน : วัชพืช 4 ส่วน (1:4)

การเตรียมตัวอย่างในการทดลอง (sample preparation)

เตรียมกะละมังพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร จำนวน 12 ใบ ความลึกของน้ำ 28 เซนติเมตร จำนวน 12 ใบ โดยล้างทำความสะอาดและเติมน้ำพักไว้ในที่แสงแดดส่องถึงในช่วงเวลา 10.00 น. ถึง 15.00 น. นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำปุ๋ยเศษวัชพืชหมักรวมจากโครงการเพิ่มมูลค่าเศษวัชพืชเป็นปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดทั้ง 4 กลุ่ม มาใช้ในการทดลอง โดยเติมปุ๋ยแต่กลุ่มลงในกะละมังละ 2 กิโลกรัม ตาม Treatment ที่กำหนดหมักทิ้งไว้เป็นเวลา 5 วัน ทำการคนทุกกะละมังทุกวัน ทำการชั่งน้ำหนักแหนแดงปริมาณ 200 กรัม ใส่ลงในกะละมังตาม Treatment ที่กำหนด ใช้ระยะเวลาเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ แล้วเก็บรวบรวมแหนแดงทั้งหมด มาทำการชั่งน้ำหนัก บันทึกข้อมูลและนำข้อมูลไปทำการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโต ภายหลังคาโรงเพาะฟักและ

ตั้งอยู่ในบริเวณที่แสงแดดส่องถึงเท่ากันทุกกลุ่มการทดลองเป็นเวลานาน 2 สัปดาห์

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ในสัปดาห์ที่ 2 นำแหนแดงสดที่ได้จากการเลี้ยงชั่งน้ำหนัก โดยใช้ผ้ามุ้งเขียวตักขึ้นและพักไว้ 20 นาที ก่อนที่จะนำไปชั่งน้ำหนัก บันทึกข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ Completely Randomized Design (CRD) และเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลทางสถิติ

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากผลการศึกษาการเลี้ยงแหนแดงเชิงพาณิชย์ด้วยเศษวัชพืชหมักร่วมกับมูลโค พบว่า น้ำหนักที่ได้จากการวิเคราะห์ในสัปดาห์ที่ 2 มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อพิจารณาจากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมในการนำมูลโคควรใช้อัตราวัชพืช (1:1) ในการเลี้ยงเชิงพาณิชย์ส่งผลต่อการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด คือ 646.67 กรัม ดังตารางที่ 2 ถึงแม้ว่าแหนแดงเป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตรวดเร็ว ระยะเวลาและอัตราส่วนของการใช้สารอินทรีย์ประกอบในการเลี้ยงมีผลต่อต้นทุนและผลผลิต ดังผลการศึกษาของสายัณห์ และคณะ (2553) การใช้มูลสุกรต่อดินในอัตราส่วน 1:1 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ทั้งนี้ศิริลักษณ์ และคณะ (2563) รายงานว่าโดยธรรมชาติแหนแดงสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศเนื่องจากมีไซยาโนแบคทีเรียชนิดที่สามารถตรึงไนโตรเจนอาศัยอยู่ในโพรงใบและเปลี่ยนเป็นสารประกอบในรูปแบบแอมโมเนียได้ทำให้มีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว สอดคล้องกับรายงานของสายัณห์ และคณะ (2553) และ ภาษิตา และคณะ (2563) ที่ระบุว่าแหนแดงสามารถเติบโตได้เต็มที่ในระยะเวลาเฉลี่ย 3-4 วันเท่านั้น แสดงให้เห็นว่าแหนแดงมีการเจริญเติบโตเต็มที่ และเริ่มกระบวนการย่อยสลายจากวันที่ 5 ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับฤดูกาล อุณหภูมิและสภาพแวดล้อมที่เป็นตัวเร่งปฏิกริยาทำให้เกิดการย่อยสลายเร็วมากขึ้น มีผลต่อการแพร่กระจายและเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วอีกครั้ง โดยแหนแดงที่มีการย่อยสลายเองตามธรรมชาติจะถูกแหนแดงที่อยู่ในช่วงแพร่ขยายในบ่อดึงไนโตรเจนและธาตุอาหารพืชอื่น ๆ จากกระบวนการนี้นำไปใช้ในการแพร่กระจายได้อีกครั้ง (กมลวรรณ และคณะ, 2554) สอดคล้องกับรายงานของ ชุติมณฑน์ (2553) และ ศิริลักษณ์ และคณะ (2563) ระบุว่าแหนแดงมีไนโตรเจนสูงกว่าปุ๋ยอินทรีย์หลายชนิด เช่น มูลกระบือและสุกร เป็นต้น ในการเลี้ยงแหนแดงเชิงพาณิชย์หากมีพื้นที่ผิวน้ำกว้างส่งผลต่อการแพร่กระจายในบ่อได้อย่างรวดเร็ว โดยระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการเก็บดกี่ยวผลผลิต เนื่องจากมีการเจริญเติบโตดีที่สุดเฉลี่ย 4-5 วัน สอดคล้องกับผลการทดลองในสัปดาห์ที่ 2 เศษวัชพืชกับมูลในอัตรา (1:1) จึงมีปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากการวิเคราะห์ต่ำสุด แสดงไว้ในตารางที่ 3 แต่มีผลผลิตสูงกว่าชุดการทดลองอื่น ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 น้ำหนักเฉลี่ยแหนแดง 200 กรัม ปุ๋ยชีวภาพ 1 ส่วน ต่อวัชพืช 4 ระดับ คือ 1 2 3 และ 4 ส่วน ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์

Treatment	Average weight gain (g.)
1	646.67± 0.02[a]
2	516.67±0.23[b]
3	500.00± 0.03[c]
4	336.66± 0.22[d]
P Value	<0.0001

หมายเหตุ : [abcd] อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

จากตารางที่ 3 พบว่าแหนแดงเป็นพืชน้ำที่ต้องการปุ๋ยและธาตุอาหารในปริมาณที่เหมาะสม ในการเจริญเติบโตเช่นเดียวกับพืชน้ำทั่วไป ดังนั้นการเลี้ยงแหนแดงเชิงพาณิชย์ควรมีการเสริมมูลสัตว์ลงไปในน้ำที่ใช้เลี้ยงจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตที่ดีกว่าการใช้วัชพืชหมักเท่านั้น สอดคล้องกับ (Azab and Soror, 2020) รายงานว่า ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยพืชสดมีผลดีต่อการแพร่ขยายและการเจริญเติบโต เช่นเดียวกับ สุภัชญา และคณะ (2563) ระบุว่าปุ๋ยหมักมูลโค 4 ส่วน กับเศษวัชพืช 1 ส่วน มีค่าโปรตีนหรือไนโตรเจนสูงที่สุด สอดคล้องกับ พัชนี (2563) รายงานว่าการใช้มูลสุกรร้อยละ 100 ในการเลี้ยงแหนแดงมีการเจริญเติบโตและมีน้ำหนักที่ดีที่สุด สอดคล้องกับพัชนีและคณะ (2564) รายงานว่าการใช้มูลสุกรร่วมกับมูลโคในการเลี้ยงแหนแดง มีการเจริญเติบโตดีที่สุด (1,890.07-1,824.60 กรัมต่อตารางเมตร) นอกจากนี้ยังมีการนำมูลสัตว์ปีกมาหมักร่วมกับมูลโคมีผลต่อการเจริญเติบโตของแหนแดงดีกว่าการหมักด้วยมูลสัตว์บก ดังรายงานการศึกษาของ ปริศนา (2560) พบว่า การใช้มูลโค 3 ส่วนผสมกับมูลนกกระทา 1 ส่วน และมูลโค 3 ส่วนผสมกับมูลค้างคาว 1 ส่วนให้ผลผลิตแหนแดงมากกว่ามูลไก่และมูลสุกร สอดคล้องกับ Latif และคณะ, 2023 รายงานว่า การนำมูลนกกระทามาเลี้ยงแหนแดงที่ระดับความหนาแน่น 50 100 และ 150 กรัมต่อตารางเมตรนั้นส่งผลต่อการเจริญเติบโตที่ดี ส่วนค่าไนโตรเจนนั้นขึ้นอยู่กับอัตราการเติมปุ๋ย

ด้วยคุณค่าทางโภชณะและวัฏจักรของแหนแดงที่เอื้อต่อการนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตรทั้งการปลูกพืช การปศุสัตว์ ดังรายงานของ พงศ์พันธุ์ (2565) รายงานว่าการผสมแหนแดงในอาหารข้นเพื่อใช้ในการเลี้ยงสัตว์ร้อยละ 9 มีความเหมาะสมในการเลี้ยงสัตว์ สามารถใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนโปรตีนในอาหารสัตว์ได้ สามารถลดต้นทุนในการเลี้ยงได้ 1.66 บาทต่อกิโลกรัม สอดคล้องกับข้อมูลของ เบญญาภา และคณะ (2566) ระบุว่าสามารถใช้แหนแดงทดแทนวัตถุดิบโปรตีนในอาหารไก่พื้นเมืองสายพันธ์เหลืองหางขาว อายุ 4-16 สัปดาห์ ร้อยละ 5 ไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและมีแนวโน้มค่าเปอร์เซ็นต์ซากที่ดี (p>0.05) รวมทั้งมีค่าเปอร์เซ็นต์ตับที่ดีกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มที่เสริมแหนเป็ด (p<0.05) และการประมง สอดคล้องกับ กิตติศักดิ์ (2559) รายงานผลการนำเสริมแหนแดง *Azolla pinnata* ในปลาทองร้อยละ 5 ในอาหารส่งผลต่อการเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวันดีที่สุด รวมทั้งอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้ออยู่ในกลุ่มที่ดีใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม (p<0.05) นอกจากนี้ยังส่งผลดีต่อค่าสีแดง และค่าสีเหลืองที่ผิวหนัง จากการเสริมแหนแดงในร้อยละ 10 และ 15 ดีที่สุด (p<0.05) ได้มีการศึกษาการนำแหนแดงไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อื่น เช่น ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารในมนุษย์ เพื่อสร้างเพิ่มมูลค่าเพิ่ม เนื่องจากใช้ทุน แรงงาน สถานที่ ระยะเวลาเก็บเกี่ยว และต้นทุนการผลิตที่น้อยกว่าพืชชนิดอื่น ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบต้นทุนการเลี้ยงแหนแดง

Specification	Cost (Baht)	
	Pasita et al (2020)	Experiment
Cement pond 80 cm.	200	-
Basin 80 cm.	-	120
Azolla pinnata 1 kg.	40-100	25-50
Cow dung 10 kg.	100-250	200
soil	No cost	-
biological fertilizer	-	No cost
Total (Baht)	400 to 550	345 to 370

ที่มา : ภาษิตา และคณะ (2563)

การเลี้ยงแหนแดงใช้ต้นทุนค่อนข้างน้อยจากตารางที่ 4 พบว่าวัสดุที่ใช้เลี้ยงแหนแดงสามารถประยุกต์ใช้ได้ตามความเหมาะสมของพื้นที่ และเป็นสิ่งที่สามารถนำมาใช้เลี้ยงแหนแดงซึ่งมีอยู่ทั่วไป บ่อที่ใช้เลี้ยงแหนแดงควรเลี้ยงในบริเวณที่แสงแดดส่องถึง และควบคุมความเข้มของแสงแดดหรือกำหนดระยะเวลาได้ เนื่องจากแหนแดงเป็นพืชน้ำที่มีการแพร่กระจายได้ดีในพื้นที่มีแสงแดดรำไร บริเวณที่เลี้ยงแหนแดงควรได้รับแสดงแดดอยู่ในช่วงร้อยละ 50 ถึง 70 ของแสงสว่าง บ่อหรือภาชนะที่ใช้เลี้ยงมีดับความลึกไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร แต่ระดับที่เหมาะสม คือ 10 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรดด่างของน้ำควรอยู่ในช่วง 4.0 ถึง 5.5 จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการแพร่กระจายที่ดี

อย่างไรก็ตามแม้ว่าการนำเศษวัชพืชมาใช้เป็นธาตุอาหารในการเลี้ยงแหนแดงนั้นส่งผลต่อการเจริญเติบโตได้น้อยกว่า การใช้มูลสัตว์เลี้ยงแหนแดงเพียงชนิดเดียว แต่ผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำไปต่อยอดเพื่อใช้ในการลดต้นทุนในการเลี้ยงแหนแดงเชิงพาณิชย์ได้

สรุปผลการทดลอง

การเลี้ยงแหนแดงเชิงพาณิชย์ด้วยเศษวัชพืชหมักร่วมกับมูลโค สัดส่วนของเศษวัชพืชที่หมักร่วมกับมูลโคในอัตราส่วน 1:1 มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแหนแดง ดังนั้นปุ๋ยอินทรีย์กลุ่มที่เหมาะสมในการนำมาเลี้ยงแหนแดงเชิงพาณิชย์ คือ กลุ่มที่ 1 เศษวัชพืชรวม 1 ส่วน มูลโค 1 ส่วน (อัตรา 1:1) ในการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ได้จากการเลี้ยงหากบ่อที่ใช้เลี้ยงมีพื้นที่ผิวน้ำกว้าง เช่น บ่อดิน หรือกระชังบก ควรทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในวันที่ 21 ของการเลี้ยงเนื่องจากมีการเจริญเติบโตและแพร่กระจายที่ดีที่สุด ส่วนการเลี้ยงในบ่อหรือภาชนะขนาดเล็ก เช่น บ่อซีเมนต์กลมหรือกระชังนั้น ควรทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตบางส่วนในวันที่ 3 หรือ 4 ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ สายัณห์ และคณะ(2553) ของการเลี้ยงจะเป็นช่วงเวลาที่มีการเจริญเติบโตและแพร่กระจายที่ดีที่สุด หลังจากนี้แหนแดงจะลดปริมาณการแพร่กระจายและค่อย ๆ ย่อยสลายเองตามธรรมชาติ แต่ในบ่อที่มีพื้นที่ผิวน้ำกว้างนั้น ควรทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในวันที่ 21 ของการทดลอง จะมีผลผลิตรวมมากกว่าวันที่ 7 และ วันที่ 14 ของการเลี้ยงจะเกิดการแพร่กระจายได้อย่างต่อเนื่องในบ่อหรือภาชนะที่ใช้เลี้ยง เนื่องจากพื้นที่ผิวน้ำจำกัดนั้นส่งผลต่อการแพร่กระจายใน

บ่อของแหนแดงโดยตรง นอกจากนี้แหนแดงเป็นพืชน้ำที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศ และนำมาใช้ในการเจริญเติบโตได้โดยตรง ดังนั้นปุ๋ยที่นำมาใช้เลี้ยงเพื่อในเชิงพาณิชย์ควรใช้ในอัตราที่เหมาะสม เพื่อเป็นการลดต้นทุนจากการผลิตโดยไม่จำเป็น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กมลวรรณ ศรีปลัง สุรางค์รัตน์ พันแสง และพวงผกา แก้วกรม. 2554. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญแหนแดงในท้องถิ่นและสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว. เพชรบูรณ์: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

กรมวิชาการเกษตร. 2549. คู่มือปุ๋ยอินทรีย์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กิตติศักดิ์ ผุยชา. 2559. ผลของการเสริมแหนแดง (*Azolla pinnata* R. Br.) ในอาหารต่อคุณภาพสีผิวของปลาทอง. วารสารการเกษตรราชภัฏ. 15(2), 9-16.

ชุติมณฑน์ ชูพุดซา. 2553. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนจากปุ๋ยอินทรีย์กับการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักคะน้า (*Brassica oleracea*)ในระบบเกษตรอินทรีย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

นพพร ศิริพานิช กุลวดี ฐาน์กาญจน์ ชญาดา ดวงวิเชียร ไกรสิงห์ ชูดี จิราภา เมืองคล้าย สิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต และ สุปรานี มั่นหมาย. 2562. ศึกษาการใช้แหนแดงร่วมกับปุ๋ยเคมีในการผลิตกล้วยหอมในจังหวัดปทุมธานี. ในรายงานผลการดำเนินงานประจำปี 2562. ปทุมธานี: ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปทุมธานี กรมวิชาการเกษตร.

เบญญาภา สุรสอน สุดาภรณ์ สำรวย วรพรภัฏ ปัดภัย และ ชัยนะรินทร์ ทับมะเริง. 2566. ผลของการใช้แหนเป็ดและแหนแดงทดแทนวัตถุดิบโปรตีนในสูตรอาหารไก่พื้นเมือง. วารสารสัตวศาสตร์. 4(พิเศษ 1), 411-417

ปริศนา อัครพงษ์สวัสดิ์. 2560. ประสิทธิภาพจุลินทรีย์อีเอ็มร่วมกับมูลสัตว์ต่อการผลิตแหนแดง. วารสารวิจัยและนวัตกรรมการอาชีวศึกษา. 1(1), 86-93.

พงศ์พันธุ์ นันทะศรี. 2565. การศึกษาโภชนะของแหนแดง แหนเป็ด และใบไชยา ทดแทนแหล่งโปรตีนในอาหารข้น. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ: สำนักพิพิธภัณฑ์เกษตรเฉลิมพระเกียรติ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว (องค์การมหาชน).

พัชนี วิมูลชาติ, พฤกษ์ ชุติมานุกูล และ อรประภา เทพศิลปวิสุทธิ์. 2564. ผลของมูลโคและมูลสุกรต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของแหนแดง *(Azolla microphylla)*. วารสารแก่นเกษตร. 49(6), 1364-1374.

พัชนี วิมูลชาติ. 2563. กระบวนการผลิตแหนแดง (*Azolla microphylla*) เพื่อใช้ในการเกษตร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต(การจัดการเกษตรอินทรีย์).คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ภาษิตา ทุ่นศิริ ศิริรัตน์ แจ้งกรณ์ กานดา ปุ่มสิน ฉันทนา เคนศรี และ พันธ์ทิวา กระจาย. 2563. “แหนแดง”....แหล่งไนโตรเจนในแปลงผัก. วารสารสิ่งแวดล้อม. 24(4), 1-8.

วิเชียร ฝอยพิกุล. 2548. เทคนิคและการใช้ดิน-ปุ๋ย-น้ำ. สุรินทร์: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์.

ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต, พัชรินทร์ นามวงค์, ประไพ ทองระอา, นิศารัตน์ ทวีนุต และกานดา ฉัตรไชยศิริ. 2563. การปลดปล่อยธาตุอาหารและการ

เปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีในดินที่ใส่แหนแดง. วารสารเกษตรวิชาการ. 38(2), 139-149.

สายัณห์ คำรักษา วันดี ทาตระกูล และ วิภา หอมหวล. 2553. การศึกษาผลผลิตและคุณภาพของแหนแดงที่เลี้ยงในบ่อทดลอง. ใน: การประชุมวิชาการงานเกษตรนเรศวรครั้งที่ 8 (เกษตรภาคเหนือตอนล่าง). “เกษตรไทยในกระแสการเปลี่ยนแปลงโลก” วันที่ 30-31 กรกฎาคม 2553 คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก.

สุภัชญา ธานี ฐิติพงษ์ อุ่นใจ วิรงรอง แสงเดือน ศิวาพร พันธ์สุข และ วันวิสา แอ่งสุข. 2563. การเพิ่มมูลค่าจากเศษวัชพืชเหลือทิ้งโดยการหมักร่วมกับมูลโคเพื่อใช้ในการเลี้ยงสัตว์น้ำ. ใน: การประชุมวิชาการระดับชาติ เรื่อง คุณภาพของการบริหารจัดการและนวัตกรรม ครั้งที่ 6. วันที่ 28 พฤศจิกายน 2563 มหาวิทยาลัยการจัดการและเทคโนโลยีอีสเทิร์น. จังหวัดอุบลราชธานี

สุภัชญา ธานี และศิวาพร พันธ์สุข. 2563. การเพิ่มมูลค่าเศษวัชพืชเหลือให้เป็นปุ๋ยชีวภาพอัดเม็ด. อุบลราชธานี: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

Anitha, K.C., Y.B. Rajeshwari, S.B. Prasanna, and J.S. Shree. 2016. Nutritive evaluation of Azolla as livestock feed. Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences. 6(4), 670–674.

Arvindraj, N. 2012. Chemical composition and nutritional evaluation of *Azolla microphylla* as a feed supplement for cattle. Masters of Veterinary Science Thesis. National Dairy Research Institute, Kalyani, West Bengal, India.

Azab, E., and A.S. Soror. 2020. Physiological behavior of the aquatic plant *Azolla sp.* in response to organic and inorganic fertilizers. Plants. 9(7), 924-937.

Becerra, M., T.R. Preston, and B. Ogle. 1995. Effect of replacing whole boiled soya beans with azolla in the diets of growing ducks. Livestock Research for Rural Development. 7(3), 32–38.

Bhaskaran, S.K., and P. Kannapan. 2015. Nutritional composition of four different species of *Azolla*. European Journal of Experimental Biology. 5(3), 6–12.

Buckingham, K.W., S.W. Ela, J.G. Morris, and C.R. Goldman. 1978. Nutritive value of the nitrogen-fixing aquatic fern Azolla filiculoides. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 26(5), 1230–1234.

Ghodake, S.S., A.P. Fernandes, R.V. Darade, and B.G. Zagade. 2011. Effect of different levels of Azolla meal on feed intake of Osmanabadi kids. Veterinary Science Research Journal. 2(1/2), 22–24.

Indira, D., K. Reddy, J. Suresh, V. Naidu, and A. Ravi. 2014. Optimum conditions for culturing of Azolla (*Azolla pinnata*). Journal of Advanced Research in Biological Sciences.1(2), 87–89.

Kumar, R., P. Tripathi, U.B. Chaudhary, and M.K. Tripathi. 2015. Nutrient composition, in vitro methane production and digestibility of Azolla (*Azolla microphylla*) with rumen liquor of goat. Indian Journal of Small Ruminants. 21(1), 126–128.

Latif, J.A., R.E. Putra, and R. Alfianny. 2023. Quail (*Coturnix coturnix japonica*) fermented manure as a fertilizer to support *Azolla microphylla* growth rate. Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture. 38(1), 113–124.

Lumpkin, T.A., and D.L. Plucknett. 1982. Azolla as a green manure: use and management in

crop production. Boulder, Colorado: Westview Press.

Querubin, L.D., P.F. Alcantara, and A.O.I. of A.S. Princesa. 1986. Chemical composition of three azolla species (*A. caroliniana, A. microphylla* and *A. pinnata*) and feeding value of azolla meal (*A. microphylla*) in broiler ration, 2 [Philippines]. Philippine Agriculturist (Philippines). 69(4), 479–490.

Ting, J.Y., N.A. Kamaruddin, and S.S.S. Mohamad. 2022. Nutritional evaluation of *Azolla pinnata* and *Azolla microphylla* as feed supplements for dairy ruminants. Journal of Agrobiotechnology. 13(1S), 17–23.

Utomo, R., C.T. Noviandi, N. Umami, and A. Permadi. 2019. Effect of composted animal manure as fertilizer on product-ivity of *Azolla pinnata* grown in earthen ponds. OnLine Journal of Biological Sciences. 19(4), 232–236.

Watanabe, I., C.R. Espinas, N.S. Berja, and B.V. Alimagno. 1977. The utilization of the *Azolla-Anabaena* complex as a nitrogen fertilizer for rice. In: Meeting of Crop Science Society of the Philippines, 5-7 May 1977, Baguio, Philippines