

บทที่ 5

อภิปรายและสรุปผล

หลังจากได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการลอกคราบของปูม้าเพศผู้และเพศเมียที่มีขนาดความกว้างกระดองต่างกัน 3 ขนาด คือ 81-90, 91-100 และ 101-110 มิลลิเมตร สามารถอภิปรายผลได้ดังต่อไปนี้

อภิปรายผล

1. ระยะเวลาการลอกคราบ

1.1 เพศไม่มีผลต่อระยะเวลาการลอกคราบ จากการศึกษา พบว่าปูม้าเพศผู้ใช้ระยะเวลาการลอกคราบเฉลี่ย ไม่แตกต่างกับปูม้าเพศเมีย ในสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกัน อาจเป็นผลมาจากภายในตัวปูที่ถูกควบคุมโดยฮอร์โมน 20-hydroxyecdysone (Chang & O'conner, 1983) ซึ่งจะหลั่งออกมาควบคุมกระบวนการลอกคราบ จนกระทั่งความเข้มข้นของฮอร์โมนมีปริมาณเข้มข้นสูงสุด และขบวนการการลอกคราบในร่างกายปูม้ามีความพร้อมที่จะลอกคราบ จึงเกิดขบวนการลอกคราบขึ้น ซึ่งระยะเวลาของการลอกและปริมาณของฮอร์โมนของปูม้าเพศผู้และเพศเมียใกล้เคียงกัน

1.2 ขนาดมีผลต่อระยะเวลาการลอกคราบ จากการศึกษา พบว่าปูม้าขนาดเล็กใช้ระยะเวลาน้อยที่สุด ปูม้าขนาดใหญ่ใช้ระยะเวลานานที่สุด สอดคล้องกับ Horst (1992) ที่พบว่าปู *C. sapidus* ขนาดเล็กใช้ระยะเวลาการลอกคราบสั้น และระยะเวลาการลอกคราบจะนานขึ้นเมื่อปูมีขนาดใหญ่ขึ้น เนื่องจากปูขนาดเล็กจะใช้สารอาหารและพลังงานทั้งหมดที่ได้รับจากอาหารมาใช้ในการเจริญเติบโต ในขณะที่ปูขนาดใหญ่จะต้องนำพลังงานส่วนหนึ่งไปสร้างเซลล์สืบพันธุ์

1.3 เพศและขนาดมีผลต่อระยะเวลาการลอกคราบ จากการศึกษา พบว่าปูม้าขนาดเล็กทั้งเพศผู้ และเพศเมียใช้ระยะเวลาการลอกคราบสั้นกว่าปูม้าเพศผู้และเพศเมียขนาดใหญ่ แสดงว่าเพศและขนาดเป็นปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาในการลอกคราบ แต่ปัจจัยหลักมีอิทธิพลมาจากขนาด เนื่องจากปูขนาดเล็กจะมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าปูขนาดใหญ่ จึงทำให้ปูขนาดเล็กมีความถี่ในการลอกคราบมากกว่า ดังที่พบในปู *C. sapidus* ว่า ที่ขนาด 100-120 มิลลิเมตรใช้ระยะเวลาในการลอกคราบนาน 30 วัน ขนาด 130 มิลลิเมตร ใช้ระยะเวลาในการลอกคราบนาน 40-50 วัน (Guillory, 2003)

จากข้อมูล ทำให้ทราบว่าปูม้าเพศเมียที่มีขนาดใหญ่ขึ้นใช้ระยะเวลาในการลอกคราบ

นานกว่าปูม้าเพศผู้ที่ขนาดเดียวกัน เป็นการชี้ให้เห็นว่าปูม้าทั้งเพศผู้ และเพศเมียในช่วงของวัยเจริญพันธุ์จะมีการสะสมสารอาหาร และพลังงานเพื่อการสร้างน้ำเชื้อ และไข่ ซึ่งปูทั้ง 2 เพศมีการใช้พลังงานเหมือนกันเพื่อการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ แต่ระยะเวลาที่ใช้ในการลอกคราบในเพศเมียนานกว่า ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากปูเพศเมียที่มี thelycum แบบปิด จะสืบพันธุ์ได้ต้องลอกคราบก่อนเมื่อได้รับ sperm ไปแล้ว ก็พยายามที่จะเก็บรักษาให้นานจนมีความพร้อมในการพัฒนาการของไข่จนถึงระยะไข่ตก (Ovulation) และอุ้มไข่ที่ได้รับการผสม (Fertilization) เหตุนี้อาจจะมีกลไกบางประการที่ส่งสัญญาณต่อระบบฮอร์โมนที่เกี่ยวกับการยับยั้งการลอกคราบ ของปูม้าเพศเมีย โดยช่วงรังไข่กำลังพัฒนานั้นระบบประสาทส่วนกลางจะส่งสัญญาณให้วาย-ออร์แกน (Y-Organ) ผลิตฮอร์โมนยับยั้งการลอกคราบ (Molt Inhibiting Hormone) มาในระดับที่มากพอที่จะหน่วงเหนี่ยวให้ปูได้รับการผสมพันธุ์แล้วไม่ลอกคราบจนกว่าไข่จะฟักเป็นตัว (บรรจง เทียนสงครมี และบุญรัตน์ ประทุมชาติ, 2545) เช่นเดียวกับปู *C. sapidus* เพศเมียที่สมบูรณ์เพศ จะมีระยะเวลาในการลอกคราบนาน และในปูชนิดเดียวกัน ปูเพศเมียขนาดใหญ่ (>12 ซม.) ไม่มีการลอกคราบเกิดขึ้น (McConaughy, 2005) ซึ่งปูชนิดนี้เพศเมียมีการลอกคราบ 18-20 ครั้ง จึงเริ่มมีความสมบูรณ์เพศ และจะลอกคราบครั้งสุดท้ายเพื่อการผสมพันธุ์วางไข่ ส่วนปูเพศผู้จะลอกคราบตลอดชีวิต (Leonard, 2005 & Zinski, 2004)

2. ขนาดที่เพิ่มขึ้นหลังลอกคราบ

2.1 เพศไม่มีผลต่อการเพิ่มขนาดและน้ำหนัก จากการศึกษา พบว่า ปูม้าเพศผู้และเพศเมียมีเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขนาดความกว้างของกระดอง และน้ำหนักไม่แตกต่างกัน แสดงว่าเพศไม่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มขึ้นของขนาด และน้ำหนักภายหลังการลอกคราบ สอดคล้องกับการศึกษาของ Trino et al. (1999) พบว่าปูทะเล *S. serrata* และ *S. transquebarica* มีการเพิ่มขนาดความกว้างและความยาวของกระดองปูทะเล ผลผลิตทั้งเพศผู้และเพศเมียที่เลี้ยงในบ่อดินไม่แตกต่างกัน แต่ในการเลี้ยงช่วงสุดท้าย พบว่า ปูทะเลเพศผู้มีน้ำหนักและอัตราการเจริญเติบโตมากกว่าปูทะเลเพศเมียเนื่องจากช่วงสุดท้ายของการเลี้ยงปูทะเลเพศเมียอยู่ในวัยเจริญพันธุ์จึงต้องนำสารอาหารส่วนใหญ่ใช้ในการสร้างไข่ เป็นผลให้น้ำหนักของปูเพศเมียน้อยกว่าปูเพศผู้

2.2 ขนาดมีผลต่อการเพิ่มขนาดและน้ำหนัก จากการศึกษา พบว่า ปูม้าขนาดเล็กมีเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขนาดความกว้างของกระดองและน้ำหนักมากกว่าปูม้าขนาดใหญ่ เนื่องจากปูม้าขนาดเล็กนำสารอาหารและพลังงานที่ได้รับทั้งหมดมาใช้ในการเจริญเติบโตอย่างเดียว ขณะที่ปูขนาดใหญ่ต้องนำสารอาหารและพลังงานส่วนหนึ่งไปสร้างระบบสืบพันธุ์ทำให้มีสารอาหารที่จะนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตลดลง ส่งผลให้การเพิ่มขนาด และน้ำหนักของปูม้าขนาดใหญ่น้อยกว่า

ปูขนาดเล็ก เช่นเดียวกับการศึกษาของ Zinski (2004) ที่พบว่าปูอายุมาก ขนาดใหญ่มากขึ้น ระยะเวลาลอกคราบนานขึ้น และเปอร์เซ็นต์ การเพิ่มขนาดลดลง

2.3 เพศและขนาดมีผลต่อการเพิ่มขนาดและน้ำหนัก จากการศึกษา พบว่าการเพิ่มขนาดของปูม้าหลังลอกคราบมีผลมาจากอิทธิพลร่วมกันระหว่างเพศ และขนาดปูเริ่มต้น อย่างไรก็ตามขนาดปูยังคงมีอิทธิพลสูงกว่าเพศ กล่าวคือที่ขนาดเท่ากันแล้ว เพศผู้ และเพศเมียจะมีการเพิ่มขนาดไม่แตกต่าง แต่เมื่อขนาดแตกต่างกันแล้วเพศ และขนาดจะมีอิทธิพลร่วมกันคือ ปูม้าขนาดเล็กโดยเฉพาะปูม้าเพศผู้จะมีการเพิ่มขนาดที่ดีกว่าปูม้าขนาดใหญ่ทั้งเพศผู้ และเพศเมีย สอดคล้องกับการศึกษาของจำนงค์ (2522) พบว่าปูม้าขนาดประมาณ 91 มิลลิเมตร มีเปอร์เซ็นต์ การเพิ่มขนาดหลังลอกคราบ สูงกว่าปูม้าขนาด 110 มิลลิเมตร เช่นเดียวกับปู *C. sapidus* ที่เพศเมีย ขนาดความกว้างของกระดอง 100-109.9 มิลลิเมตร มีขนาดเพิ่มขึ้น 33.7% ขณะที่เพศผู้ขนาด ความกว้างของกระดอง 80-89.9 มิลลิเมตร มีขนาดเพิ่มขึ้น 32.9% (Guillory, 2003) การเพิ่มขึ้นของขนาดที่แตกต่างกันของปูอาจจะเนื่องมาจากการแสดงออกของลักษณะทางเพศ (Sexual Dimorphism) ที่เป็นไปตามธรรมชาติที่ผันแปร ไปตามสิ่งแวดล้อม และกลไกทางพันธุกรรม (Genetic Mechanisms) (Haenel & John Alder, 2002) นอกจากนี้ยังมีปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และการเพิ่มขนาดของสัตว์ในตระกูลครัสเตเชียนคือ ช่วงอายุของสัตว์แต่ละชนิด ความเต็ม อุดหนุน ความถี่ในการลอกคราบ คุณภาพและปริมาณอาหาร และอิทธิพลของดวงจันทร์ (Se-Jong et al., 2001 cited in Milikin & Williams, 1984, Welch & Epifanio, 1995, Smith, 1997, Fisher, 1999) สอดคล้องกับ McConnaugha (2004) cited in Fitz & Weigert, 1991) พบว่า ความถี่ของการลอกคราบ และการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักภายหลังการลอกคราบขึ้นอยู่กับปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายในร่างกาย

เมื่อสัตว์ในตระกูลครัสเตเชียนเจริญเติบโตจนถึงวัยเจริญพันธุ์จำเป็นต้องแบ่งพลังงานที่ใช้ในการเจริญเติบโตส่วนหนึ่งไปพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ ซึ่งพลังงานส่วนนี้จะใช้ไปตลอดช่วงที่มีการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์หรือตลอดช่วงชีวิตตัวเต็มวัย (Pianka, 1976; Calow, 1979) จากการศึกษาของ Daborn (1975) ที่ศึกษาการใช้พลังงานของ Giant Fairy Shrimp (*Branchinecta gigas*) เพศเมียที่มีการนำพลังงานไปใช้ในการพัฒนาของไข่ 11.3 % ในขณะที่เพศผู้ไม่มีข้อแตกต่างของการใช้พลังงานในส่วนนี้ ซึ่งส่งผลให้เพศเมียวัยเจริญพันธุ์ของสัตว์ตระกูลครัสเตเชียนมีการเจริญเติบโตที่น้อย และมีระยะลอกคราบนาน

3. อัตราการตาย และความสำเร็ของการลอกคราบ

จากการทดลองมีข้อสังเกตที่ควรนำมาเสนอแนะ และพิจารณาเพื่อประกอบการทำธุรกิจ การเลี้ยงปูน้ำจืด อัตราการตายโดยเฉพาะมีช่วงสัปดาห์แรก 24% อาจเนื่องมาจากปูม้าที่นำมาเป็นปู ที่จับจากธรรมชาติโดยมีจุดประสงค์เพื่อการบริโภคจึงไม่ได้สนใจว่าปูจะมีสภาพอย่างไรทำให้ปูที่ ได้มาสภาพอ่อนแอเพราะอยู่เหนือน้ำนานและเมื่อมาถึงบ่อเลี้ยงจะต้องพักปูม้าเพื่อปรับสภาพ ร่างกายปูให้คุ้นเคยกับน้ำใหม่ซึ่งในการทดลองครั้งนี้อาจใช้เวลาในการพักน้อยทำให้ปูม้ายังปรับตัว ไม่ดีจึงส่งผลให้มีอัตราการตายสูงในช่วงสัปดาห์แรก และในระหว่างการเลี้ยงมีอัตราการตาย 30% อัตราการลอกคราบอยู่ที่ระดับ 46% ขณะที่ปูทะเลมีอัตราการรอด 98% ความสำเร็จการลอกคราบ (Molting Success) และมีความสำเร็จในการลอกคราบ 90% (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยง สัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดจันทบุรี, 2548) อาจเนื่องมาจากปูม้าเป็นปูที่มีนิสัยชอบว่ายน้ำปูม้าจะอาศัยอยู่ ทั้งในบริเวณพื้นที่ท้องทะเลที่เป็นโคลน ทราย และโคลนบนทราย ตลอดจนบริเวณหาดหิน และ ธรรมชาติของปูม้าที่มีขนาดที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปูน้ำจืดอาศัยอยู่ในบริเวณทะเลที่ระดับ ความลึก 7-20 เมตร ความเร็ว 28-29 ส่วนในพันส่วน อุณหภูมิ 30-32 องศาเซลเซียส ซึ่งเมื่อ เปรียบเทียบกับปูทะเลที่อาศัยอยู่ตามบริเวณชายฝั่ง และป่าชายเลนที่มีความเค็มอยู่ในช่วง 20-30 ส่วนในพันส่วน อุณหภูมิ 25-32 องศาเซลเซียส (สุเมธ ดันติกุล, 2527) เมื่อนำปูม้ามาเลี้ยงในตะกร้า ในบ่อดินที่สภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และการเปลี่ยนแปลงนั้นอยู่ในช่วงกว้าง การเลี้ยงในบ่อดินมีการเพิ่มอากาศโดยวิธีการใช้ใบพัดคือน้ำทำให้พื้นบ่อที่เป็นดินมีการฟุ้งกระจาย ของตะกอนเลน เป็นสารแขวนลอยอยู่ในน้ำ ทำให้ปูม้าที่นำมาเลี้ยงจะต้องปรับตัวอย่างมาก ส่งผล ต่ออัตราการตายที่ค่อนข้างสูง และความสำเร็จในการลอกคราบที่น้อยกว่าปูทะเลที่อาศัยอยู่บริเวณ ชายฝั่ง และป่าชายเลนทำให้มีความคุ้นเคยและสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในบ่อดิน ที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ดีโดยเฉพาะมีอัตราการตายช่วงสัปดาห์แรก 26%

4. ประเมินธุรกิจการเลี้ยงปูม้าเชิงพาณิชย์ในบ่อดิน

4.1 เปรียบเทียบระหว่างขนาดปูม้า หากทำการพิจารณาจากระยะเวลาที่คืนทุน และ ผลตอบแทนที่ใกล้เคียงกัน ภายใต้การเช่าฟาร์ม และการรอดตาย 70% การผลิตปูน้ำจืดในบ่อดิน พื้นที่ 2 ไร่ (3,200 ตารางเมตร) โดยศึกษาต้นทุนผลตอบแทนการเลี้ยงปูม้าขนาด 81-90, 91-100 และ 101-110 มิลลิเมตร (ตารางที่ 6) จะเห็นว่าการลงทุนเริ่มแรกของการเลี้ยงปูม้าขนาดเล็ก ต่ำกว่า การเลี้ยงปูม้าขนาดใหญ่ ในทำนองเดียวกันต้นทุนผันแปรของการเลี้ยงปูม้าขนาดเล็ก ต่ำกว่าปูม้า ขนาดใหญ่ ขณะที่ผลตอบแทน และระยะเวลาคืนทุนจากการเลี้ยงปูม้าทั้ง 3 ขนาด ใกล้เคียงกัน โดย ที่ค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดสุทธิของปูม้าขนาดเล็กให้ค่าที่สูงกว่าปูม้าขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ดังนั้นปูม้าขนาดเล็กจึงน่าจะเหมาะสมสำหรับนำมาผลิตปูน้ำจืดมากกว่า ซึ่งเป็นผลมาจากการปูม้าขนาด

เล็กมีราคาต่ำ การใช้อาหารน้อยกว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการลอกคราบของปูม้าขนาดเล็กสั้น ส่งผลให้รอบการผลิตต่อปี และเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขนาดมากกว่า ส่งผลให้ผลผลิตปูม้าจากปูม้าขนาดเล็กดีกว่าปูม้าขนาดใหญ่

4.2 เปรียบเทียบตามพื้นที่การเลี้ยง เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างขนาดบ่อที่ใช้เลี้ยงปูม้าโดยกำหนดขนาดพื้นที่ 2 ไร่ กับการคำนวณต้นทุนการเลี้ยงพื้นที่ 1 ไร่ (ตารางที่ 8 และ 9) และ 5 ไร่ (ตารางที่ 10 และ 11) เงินลงทุนของบ่อขนาดเล็ก ต่ำกว่าบ่อขนาดใหญ่ แต่ผลตอบแทนจากการเลี้ยงปูในบ่อขนาดใหญ่สูงกว่าบ่อขนาดเล็ก และมีระยะเวลาคืนทุนที่สั้นกว่า เนื่องจากค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการบริหารจัดการภายในฟาร์มต่ำกว่าบ่อขนาดเล็กส่งผลให้ต้นทุนการดำเนินงานเมื่อเทียบกับการลงทุนแล้วต่ำกว่า

4.3 เปรียบเทียบตามวิธีการจำหน่าย เมื่อเปรียบเทียบผลตอบแทนและระยะเวลาคืนทุนของการจำหน่ายปูม้านี้ระหว่างวิธีการชั่งน้ำหนักแยกตามขนาดกับการจำหน่ายเป็นตัวตามขนาดของปู พบว่าผลตอบแทนจากการจำหน่ายปูม้านี้โดยวิธีการจำหน่ายเป็นตัวตามขนาดอ้างอิงจากตลาดในอเมริกา โดยราคาปูม้านี้จะขึ้นกับขนาดของปู คือ ปูนี้มขนาด Mediums (87-100 มิลลิเมตร) ราคาประมาณ โทลละ 800 บาท ปูนี้มขนาด Hotels (100-112 มิลลิเมตร) ราคาประมาณ โทลละ 1,080 บาท ปูนี้มขนาด Primes (112-125 มิลลิเมตร) ราคาประมาณ โทลละ 1,400 บาท (Lake, 2005) ซึ่งการคิดราคาขายหน้าฟาร์มของประเทศไทยในงานวิจัยนี้ให้มีราคาต่ำกว่าที่ปรากฏอยู่ 50 เปอร์เซ็นต์ และผลการคำนวณแสดงในตารางที่ 12 เห็นชัดเจนว่าการขายปูนี้มตามจำนวนตัวจะมีกำไรสูงกว่าวิธีการชั่งน้ำหนักแยกตามขนาด และมีระยะเวลาคืนทุนที่สั้นกว่า

ตารางที่ 8 ต้นทุนการเลี้ยงปูม้า نیمแยกตามขนาดของปูม้าที่อัตราการรอด 70 % บ่อ 1 ไร่ เมื่อคำนวณการซื้อขายตามน้ำหนัก

ประเภทค่าใช้จ่าย	ปูม้าขนาด 81-90 มิลลิเมตร			ปูม้าขนาด 91-100 มิลลิเมตร			ปูม้าขนาด 101-110 มิลลิเมตร		
	เงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม	เงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม	เงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม
ต้นทุนผันแปร (บาท)									
ปูม้า	155,520		155,520	194,400		194,400	257,400		257,400
ปลาข้างเหลือง	48,640		48,640	67,392		67,392	82,360		82,360
ค่าเชื้อเพลิง	4,800		4,800	4,800		4,800	4,800		4,800
ค่าไฟฟ้า	24,000		24,000	24,000		24,000	24,000		24,000
ค่าจ้างแรงงาน	120,000		120,000	120,000		120,000	120,000		120,000
ค่าเช่าบ่อ	5,000		5,000	5,000		5,000	5,000		5,000
ค่าทำความสะอาด	4,000		4,000	4,000		4,000	4,000		4,000
ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน		3,635	3,635		4,211	4,211		4,991	4,991
ค่าสารเคมี	1,500		1,500	1,500		1,500	1,500		1,500
รวมต้นทุนผันแปร	363,460	3,635	367,095	421,092	4,211	425,303	499,060	4,991	504,051
ต้นทุนคงที่									
ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์		26,737	26,737		26,737	26,737		26,737	26,737
ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน		1,745	1,745		1,745	1,745		1,745	1,745

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ประเภทค่าใช้จ่าย	บุ้ข้าขนาด 81-90 มลลิเมตร		บุ้ข้าขนาด 91-100 มลลิเมตร		บุ้ข้าขนาด 101-110 มลลิเมตร	
	เงินสด	ไม่เป็เงินสด	เงินสด	ไม่เป็เงินสด	เงินสด	ไม่เป็เงินสด
รวมต้นทุนคงที่		28,482		28,482		28,482
ค่าเสียโอกาสเจ้าของทุน						
ค่าแรงงานเจ้าของทุน		36,500		36,500		36,500
รวมต้นทุนทั้งหมด	363,460	68,617	421,092	69,193	499,060	69,973
เงินทุนเริ่มแรก						
ค่าอุปกรณ์	174,500		174,500		174,500	
รวมเงินทุนเริ่มแรก	537,960		595,592		673,560	

มหาวิทยาลัยบูรพา

ตารางที่ 9 ผลตอบแทน ระยะเวลาดำเนินงาน และการเปลี่ยนแปลงปริมาณงานต่าง ๆ ที่มีอัตราลด 70% ป่อ 1 ไว้ เพื่อคำนวณการขยายตามน้ำหนัก

รายการ (บาท)	ปริมาณงาน 81-90 มิลลิเมตร		ปริมาณงาน 91-100 มิลลิเมตร		ปริมาณงาน 101-110 มิลลิเมตร	
	ทางบัญชี	ทางเศรษฐศาสตร์	ทางบัญชี	ทางเศรษฐศาสตร์	ทางบัญชี	ทางเศรษฐศาสตร์
เงินทุนเริ่มแรก	537,960		595,592		673,560	
ต้นทุนรวม	363,460	432,077	421,092	490,285	499,060	569,033
ต้นทุนคงที่		28,482		28,482		28,482
ต้นทุนผันแปร	363,460	367,095	421,092	425,030	499,060	504,051
รายได้	489,780	489,780	565,110	565,110	662,160	662,160
กำไรก่อนหักต้นทุนคงที่	126,320	122,685	144,018	140,080	163,100	158,109
รายได้สุทธิ	126,320	94,203	144,018	111,598	163,100	129,627
กำไรสุทธิ	126,320	57,703	144,018	74,825	163,100	93,127
%ผลตอบแทน	23.5		24.2		24.2	
ระยะเวลาดำเนินงาน	4.3		4.1		4.1	
	(4 ปี 3 เดือน)		(4 ปี 2 เดือน)		(4 ปี 2 เดือน)	
อัตราลด ณ จุดคุ้มทุน (%)	52	62	52	61	53	60

ตารางที่ 10 ต้นทุนการเลี้ยงปูม้า نیمแยกตามขนาดของปูม้าที่อัตราการรอด 70 % บ่อ 5 ไร่ เมื่อคำนวณการซื้อขายตามน้ำหนัก

ประเภทค่าใช้จ่าย	ปูม้าขนาด 81-90 มิลลิเมตร				ปูม้าขนาด 91-100 มิลลิเมตร				ปูม้าขนาด 101-110 มิลลิเมตร			
	เงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม		เงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม		เงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม	
ต้นทุนผันแปร (บาท)												
ปูม้า	777,600		777,600		972,000		972,000		1,287,900		1,287,900	
ปลาข้างเหลือง	242,048		242,048		336,960		336,960		415,560		415,560	
ค่าเชื้อเพลิง	4,800		4,800		4,800		4,800		4,800		4,800	
ค่าไฟฟ้า	50,000		50,000		50,000		50,000		50,000		50,000	
ค่าจ้างแรงงาน	360,000		360,000		360,000		360,000		360,000		360,000	
ค่าเช่าบ่อ	20,000		20,000		20,000		20,000		20,000		20,000	
ค่าทำความสะอาด	12,000		12,000		12,000		12,000		12,000		12,000	
ค่าวัสดุวิทยาศาสตร์	1,500		1,500		1,500		1,500		1,500		1,500	
ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน		14,679	14,679			17,572	17,572			21,518	21,518	
รวมต้นทุนผันแปร	1,467,948	14,679	1,482,627		1,757,260	17,572	1,774,832		2,151,760	21,518	2,173,278	
ต้นทุนคงที่												
ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์		122,025	122,025			122,025	122,025			122,025	122,025	
ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน		8,255	8,255			8,255	8,255			8,255	8,255	

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ประเภทค่าใช้จ่าย	บัญชีขนาด 81-90 บิลลิเมตร		บัญชีขนาด 91-100 บิลลิเมตร		บัญชีขนาด 101-110 บิลลิเมตร	
	เงินสด	ไม่เก็บ เงินสด	รวม	เงินสด	ไม่เก็บ เงินสด	รวม
รวมต้นทุนคงที่		130,280	130,280		130,280	130,280
รวมต้นทุนทั้งหมด	1,467,948	144,959	1,612,907	1,757,260	147,852	1,905,112
เงินทุนริเริ่มแรก					2,151,760	2,303,558
ค่าอุปกรณ์	825,540			825,540		
รวมเงินทุนเริ่มแรก	2,293,488			2,582,800	2,977,300	

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

ตารางที่ 11 ผลตอบแทน ระยะเวลาดำเนินทุน และจุดคุ้มทุน ของการเลี้ยงปูม้าขนาดต่าง ๆ ที่มีอัตรารอด 70% ป่อ 5 ไร่ เมื่อคำนวณการชื้อขายตามน้ำหนัก

รายการ (บาท)	ปูม้าขนาด 81-90 มิลลิเมตร		ปูม้าขนาด 91-100 มิลลิเมตร		ปูม้าขนาด 101-110 มิลลิเมตร	
	ทางบัญชี	ทางเศรษฐศาสตร์	ทางบัญชี	ทางเศรษฐศาสตร์	ทางบัญชี	ทางเศรษฐศาสตร์
เงินทุนเริ่มแรก	2,293,488		2,582,800		2,977,300	
ต้นทุนรวม	1,467,948	1,612,907	1,757,260	1,905,112	2,151,760	2,303,558
ต้นทุนคงที่		130,280		130,280		130,280
ต้นทุนผันแปร	1,467,948	1,482,627	1,757,260	1,774,832	2,151,760	2,173,278
รายได้	2,449,440	2,449,440	2,825,970	2,825,970	3,311,280	3,311,280
กำไรก่อนหักต้นทุนคงที่	981,492	966,813	1,068,710	1,051,138	1,159,520	1,138,002
รายได้สุทธิ	981,492	836,533	1,068,710	920,858	1,159,520	1,007,722
กำไรสุทธิ	981,492	836,533	1,068,710	920,858	1,159,520	1,007,722
%ผลตอบแทน	42.8		41.4		38.9	
ระยะเวลาดำเนินทุน (ปี)	2.3		2.4		2.6	
	(2 ปี 4 เดือน)		(2 ปี 5 เดือน)		(2 ปี 7 เดือน)	
อัตรารอด ณ จุดคุ้มทุน (%)	42	46	44	47	46	49

ตารางที่ 12 ผลตอบแทนและระยะเวลาคืนทุนของการเลี้ยงปูม้ามีขนาดต่าง ๆ ที่มีอัตรารอด 70% ป่อ 2 ไร่ เมื่อคำนวณการชื้อขายตามจำนวน (ตัว)

รายการ (บาท)	ปูม้าขนาด 81-90 มิลลิเมตร		ปูม้าขนาด 91-100 มิลลิเมตร		ปูม้าขนาด 101-110 มิลลิเมตร	
	ทางบัญชี	ทางเศรษฐกิจ	ทางบัญชี	ทางเศรษฐกิจ	ทางบัญชี	ทางเศรษฐกิจ
เงินทุนเริ่มแรก	1,029,632		1,145,344		1,302,640	
ต้นทุนรวม	696,172	755,819	811,884	872,688	969,180	1,031,557
ต้นทุนคงที่		52,685		52,685		52,685
ต้นทุนผันแปร	696,172	703,134	811,884	820,003	969,180	978,872
รายได้	2,688,000	2,688,000	2,721,600	2,721,600	2,940,000	2,940,000
กำไรก่อนหักต้นทุนคงที่	1,991,828	1,932,181	1,909,716	1,901,597	1,970,820	1,961,128
รายได้สุทธิ	1,991,828	1,932,181	1,909,716	1,901,597	1,970,820	1,961,128
กำไรสุทธิ	1,991,828	1,932,181	1,909,716	1,901,597	1,970,820	1,961,128
%ผลตอบแทน	193.5		166.7		151.3	
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	0.52		0.60		0.66	
	(6 เดือน 7 วัน)		(7 เดือน 6 วัน)		(7 เดือน 27 วัน)	
อัตรารอด (%) ณ จุดคืนทุน	18	20	21	22	23	25

5. คุณภาพน้ำในบ่อทดลอง

จากการตรวจสอบตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง พบว่า ระดับ อุณหภูมิ 26–35 องศาเซลเซียส ความเค็มน้ำ 30-34 ส่วนในพันส่วน พีเอช 7.8-8.3 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ 5.5-6.5 มิลลิกรัมต่อลิตร อัลคาไลน์ตี 119-136 มิลลิกรัมต่อลิตร ในไตรท์ 0.002 มิลลิกรัมต่อลิตร และแอมโมเนีย 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ความโปร่งแสง 30-80 เซนติเมตร สีนํามีสีเขียวน้ำตาล การเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 12-15 วัน ในช่วงที่น้ำมีการขึ้นลงสูงสุด เมื่อพิจารณาคุณภาพน้ำโดยรวมยังอยู่ระดับไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ ยกเว้นความเค็มน้ำ และอุณหภูมิในบางช่วงที่ค่อนข้างสูงซึ่งอาจจะมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการลอกคราบ และผลต่ออัตราการรอดตาย

6. จุดคุ้มทุน

การเลี้ยงปูม้าในบ่อดินที่จำหน่ายโดยวิธีการชั่งน้ำหนักแยกตามขนาดให้มีกำไรได้นั้น จะต้องมีการรอดตายสูงกว่า 50 % ส่วนวิธีการจำหน่ายเป็นตัวตามขนาดจะต้องมีการรอดตายสูงกว่า 25 % และจะมีกำไรมากยิ่งขึ้น หากมีการรอดตายของปูสูงขึ้น

7. ตลาดของปูม้า

สีสันอาจจะเป็นตัวกำหนดบทบาทของตลาดปูม้าในอนาคต แต่เมื่อพิจารณาเรื่องของรูปลักษณะแล้วจะเห็นได้ว่าปูม้าเพศผู้ และเพศเมียจะมีสีสันสวยงาม และน่าบริโภคกว่าปูทะเล กล่าวคือปูม้ามีเพศผู้มีสีฟ้าทั้งลำตัว และขา ขณะที่เพศเมียมีสีลำตัวโทนเขียว และขาสีส้ม (ภาพที่ 24) ผู้ประกอบธุรกิจปูม้าอาจจะเลือกเพศที่เหมาะสมที่จะนำมาผลิตปูม้า เพื่อให้ได้กำไรมากที่สุด เมื่อความต้องการของตลาดแตกต่างกัน

การจำหน่ายปูม้าในลักษณะปูกระดองแข็งในแต่ละพื้นที่จะมีราคาสูงต่ำขึ้นอยู่กับฤดูกาล ในช่วงเวลาที่ราคาปูกระดองแข็งต่ำ จึงน่าจะนำมาผลิตปูม้าเพื่อเพิ่มมูลค่าของปูม้า

รูปแบบการขาย การขายเป็นน้ำหนัก หรือการขายเป็นตัว (เป็นจำนวนโหล) เป็นตัวชี้วัดที่สำคัญในแง่การลงทุน และผลตอบแทน นอกจากนี้แล้วราคาซื้อปูกระดองแข็ง และขายปูม้าที่กำหนดไว้ตามขนาดในการวิจัยนี้อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงไป ผู้ลงทุนก็อาจจะต้องมาทบทวนการตัดสินใจใหม่ได้

8. เปรียบเทียบต้นทุนผลตอบแทนการเลี้ยงปูม้ากับปูทะเล

จากการเปรียบเทียบต้นทุนปูม้าที่ได้จากการคำนวณจากผลการทดลอง โดยคำนวณจากต้นทุนผันแปร ปูม้ามีต้นทุน 150 บาทต่อกิโลกรัม ราคาขายปูม้า 195 บาทต่อกิโลกรัม กับปูทะเลมีต้นทุน 145 บาทต่อกิโลกรัม ราคาขายปูม้า 195-200 บาทต่อกิโลกรัม จะเห็นว่าต้นทุน และราคาขายของปูม้ากับปูทะเลใกล้เคียงกัน



เพศผู้

เพศเมีย

ภาพที่ 24 สีสันปูม้านิม

9. ปัญหาทางเทคนิคของการเลี้ยงปูม้านิมเปรียบเทียบกับ การเลี้ยงปูทะเลนิม

9.1 วิธีการเลี้ยงปูม้านิม เนื่องจากปูม้านิมมีอยู่ในทะเลซึ่งมีแสงน้อย เมื่อนำมาเลี้ยงในตะกร้าที่ระดับผิวน้ำซึ่งจะโดนแสงแดดมากจึงจำเป็นต้องมีวัสดุพรางแสงเพื่อลดปริมาณแสงแดดที่จะส่องปูม้า

9.2 ความเค็มของน้ำทะเลเนื่องจากปูม้ามามีชีวิตช่วงวัยรุ่นอยู่ในทะเลที่มีความเค็มน้ำที่ระดับน้ำ 25-30 ส่วนในพัน เมื่อนำมาเลี้ยงจึงต้องควบคุมความเค็มของน้ำให้ใกล้เคียงกับความเค็มของน้ำทะเลและมีการเปลี่ยนแปลงความเค็มน้อยที่สุด

9.3 ปูม้าเป็นปูที่อาศัยอยู่ในทะเลที่มีน้ำใสสะอาดเมื่อนำปูม้ามมาเลี้ยงในบ่อจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเลี้ยงในน้ำที่ค่อนข้างใส

9.4 การเลี้ยงปูม้าต้องติดตั้งเครื่องตีน้ำหรือเครื่องให้อากาศเพื่อทำให้น้ำเกิดการหมุนเวียนและเพิ่มออกซิเจนให้แก่ปูม้าที่อยู่ในตะกร้า

9.5 การลอกคราบปูม้าจะมีขั้นตอนที่คล้ายกับปูทะเลจะแตกต่างกันตรงที่หลังจากลอกคราบแล้วเปลือกของปูม้าจะแข็งเร็วมาก ทำให้ต้องหมั่นตรวจสอบระยะคราบเพื่อจะทราบว่ามีปูแต่ละตัวจะลอกคราบเมื่อใดเพื่อแยกปูออกตามระยะคราบ

10. ข้อเสียเปรียบทางชีววิทยาของปูม้าเปรียบเทียบกับ การเลี้ยงปูทะเลนิม

10.1 ขนาดของปูม้านิมจะมีขนาดและน้ำหนักน้อยกว่าปูทะเลนิม เปรียบเทียบขนาดของความกว้างของกระดองเท่ากัน

10.2 ระยะเวลาการลอกคราบของปูม้าที่เลี้ยงในตะกร้า จะใช้เวลานาน เนื่องจากปูม้าจะต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง

10.3 ความทนทานต่อความเค็มของปูม้าจะมีน้อยกว่าปูทะเลเนื่องจากลักษณะทางชีววิทยาของปูม้าอาศัยอยู่ในทะเลที่มีความเค็มสูงและคงที่ ส่งผลต่อฤดูกาลเลี้ยงปูม้านั้นที่น่าจะมีปัญหาในช่วงฤดูฝน ทำให้รอบการผลิตลดลง

10.4 ปูม้าเป็นปูที่อาศัยอยู่ในทะเลที่มีน้ำใสเมื่อนำมาเลี้ยงในตะกร้าในบ่อดินที่มีดินตะกอนลอยอยู่ในน้ำมากกว่า ทำให้มีตะกอนเกาะเหงือก และไม่สามารถขจัดตะกอนออกได้ ทำให้เกิดการตายของปูมาก

10.5 เมื่อปูม้าใช้ระยะเวลาในการลอกคราบนานทำให้มีปัญหาของเพรียงต่าง ๆ มาเกาะตามตัวปูมาก ส่งผลต่อการลอกคราบของปูจนบางครั้งปูไม่สามารถลอกคราบได้ และตายในที่สุด

การนำปูม้าจากธรรมชาติมาเลี้ยงเป็นปูม้านั้นจะมีปัญหาในเรื่องขนาดของปูม้า และปริมาณที่ไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับฤดูกาล ระยะลอกคราบไม่แน่นอน และมีอัตราการตายสูงจากความเครียด ดังนั้นจึงควรนำปูม้าที่ได้จากการเลี้ยงในบ่อดินมาผลิตปูน้ำจืดเพื่อลดปัญหาข้างต้น

สรุปผลการวิจัย

1. เพศไม่มีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการลอกคราบ และการเพิ่มขนาด
2. ปูม้าขนาดเล็กใช้ระยะเวลาในการลอกคราบเร็วกว่าปูม้าขนาดใหญ่
3. ปัจจัยระหว่างเพศและขนาดมีผลต่อระยะเวลาในการลอกคราบ โดยปูม้าเพศผู้ และเพศเมียขนาด 81-90 มิลลิเมตร ใช้ระยะเวลาสั้นที่สุด และปูม้าเพศเมียขนาด 101-110 มิลลิเมตร ใช้ระยะเวลาในการลอกคราบนานที่สุด
4. ปูม้าเพศผู้และเพศเมียขนาดเล็กมีเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขนาด และน้ำหนักสูงที่สุด
5. เมื่อพิจารณาเรื่องขนาดและราคาขายตามน้ำหนักตัว สำหรับการพิจารณาประกอบธุรกิจปูม้าน้ำจืด ปูม้าขนาดใหญ่มีการลงทุนสูงและมีรายได้สูง ปูม้าขนาดเล็กเมื่อนำมาผลิตปูม้าน้ำจืดต้นทุนที่ต่ำกว่า ได้ผลตอบแทนสูงสุด และระยะคืนทุนสั้นที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ปูม้าที่นำมาเลี้ยงควรเป็นปูม้าที่มาจากบ่อเลี้ยงเนื่องจากปูม้าได้มีการปรับสภาพให้สามารถอยู่ในพื้นที่จำกัด และสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกัน

2. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในพื้นที่บ่อที่เป็นดินทรายหรือพื้นที่ปูด้วยพลาสติกซึ่งน้ำมีความขุ่นน้อยกว่าน่าจะให้อัตรารอด และผลผลิตที่ดีขึ้น
3. การพรางแสงด้วยพลาสติกพรางแสง อาจจะใช้คลุมทั้งพื้นที่บ่อซึ่งน่าจะช่วยลดอุณหภูมิลงมาได้อีก
4. เพิ่มระดับความลึกของน้ำ 2 เมตร เป็นอย่างน้อย เพื่อให้การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในบ่อมีน้อยลง และความดันน้ำเพิ่มขึ้น
5. ตะกร้าใส่ปุ๋ยอาจจะมียุขนาดใหญ่กว่าตะกร้าใส่ปุ๋ยทะเล และตะกร้าจมน้ำมากขึ้น เพื่อให้ปุ๋ยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับในธรรมชาติมากขึ้น
6. ควรเลี้ยงในพื้นที่ที่มีความเค็มสูงใกล้เคียงกับความเค็มของน้ำทะเล และมีการเปลี่ยนแปลงของความเค็มไม่มากนัก
7. ถ้าเป็นปูม้าที่นำมาจากที่อื่น ก่อนที่จะปล่อยปลงเลี้ยงควรปรับสภาพในบ่อพักก่อนอย่างน้อย 1 สัปดาห์
8. ปูม้าที่นำมาเลี้ยงควรเป็นปูม้าเพศผู้โดยเฉพาะอย่างยิ่งปูม้าขนาดใหญ่ เพราะว่าจากการตรวจสอบอัตราการลอกคราบของปูม้าเพศผู้มีอัตราการลอกคราบ 64.6% ส่วนเพศเมียมีอัตราการลอกคราบ 36.7%
9. ควรมีการศึกษาถึงปัจจัย และวิธีการที่ทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการลอกคราบสั้นลงกว่าเดิม
10. ไม่ควรนำปูม้าเพศเมียขนาดใหญ่มาผลิตปูนิ่ม เพราะอยู่ในระยะเจริญพันธุ์ และการฟักไข่ทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการลอกคราบนาน
11. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมระหว่างการเลี้ยงในตะกร้าในบ่อดินควบคู่ไปกับบ่อซีเมนต์ โดยการย้ายปูที่มีระยะ ก่อนลอกคราบ จากบ่อดินขึ้นมาที่บ่อซีเมนต์
12. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมของระดับความลึกของแพ และตะกร้าเพื่อดูผลของความดันแสง และอุณหภูมิ ต่อระยะเวลาการลอกคราบ