วารสารแก่นเกษตร THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj

การประเมินการสูญเสียอาหารในกระบวนการผลิตผักกาดหอมห่อ ระหว่างฤดูกาลผลิตที่แตกต่าง: กรณีศึกษาใน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

Evaluation of food loss in iceberg lettuce production across different growing seasons: A case study in Mae Chaem District, Chiang Mai Province

ณัฐฌลาภัทร์ ต่ายจันทร์[1], อำนาจ ชิดไธสง[2], ปาริชาติ เทียนจุมพล[3,4], ณัฏฐวัฒณ์ หมื่นมาณี[3,4], พลกฤษณ์ มณีวระ[3,4], ศิริชัย แซ่เจียม[5] และ พิมพ์ใจ สีหะนาม[1,3,4]*

Natchalaphat Taichan[1], Amnat Chidthaisong[2], Parichat Theanjumpol[3,4], Nadthawat Muenmanee, Phonkrit Maniwara[3,4], Sirichai Saejeam[5] and Pimjai Seehanam[1,3,4]*

[1] *ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่, 50200*
[1] *Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200*
[2] *บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140*
[2] *The Joint Graduate School of Energy and Environment, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140*
[3] *ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200*
[3] *Postharvest Technology Research Center, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200*
[4] *ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กองส่งเสริมและประสานเพื่อประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม 10400*
[4] *Postharvest Technology Innovation Center, Science, Research and Innovation Promotion and Utilization Division, Office of the Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation 10400, Thailand*
[5] *ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ มูลนิธิโครงการหลวง อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ 50360*
[5] *Mae Hae Royal Project Development Center, Royal Project Foundation, Mae Chaem District, Chiang Mai 50360*

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการสูญเสียในการผลิตผักกาดหอมห่อระหว่างฤดูกาลที่แตกต่างกัน กรณีศึกษาในอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ โดยเก็บข้อมูลจากแปลงปลูกของเกษตรกรที่อยู่ภายใต้ความดูแลของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ แบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 3 ฤดู ได้แก่ ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว แต่ละฤดูเก็บข้อมูลจากเกษตรกร 10 ราย รวมทั้งหมด 30 ราย วิเคราะห์ข้อมูลแบบ CRD (completely randomized design) ผลการศึกษา พบว่า ฤดูหนาวมีน้ำหนักผักกาดหอมห่อเฉลี่ยก่อนและหลังตัดแต่งต่อต้น ปริมาณผลผลิตก่อนการตัดแต่งทั้งหมดต่อไร่ และปริมาณผลผลิตหลังการตัดแต่งทั้งหมดต่อไร่มากที่สุด รองลงมาคือ ฤดูร้อนและฤดูฝน ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าฤดูหนาวมีปริมาณผลผลิตทางชีวภาพที่คาดหวังไม่แตกต่างจากฤดูร้อน ในขณะที่ฤดูฝนมีปริมาณผลผลิตทางชีวภาพที่คาดหวังน้อยที่สุด อย่างไรก็ตามทั้งสามฤดูมีปริมาณผลผลิตที่ไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้ไม่แตกต่างกัน สำหรับส่วนที่ตัดแต่งทิ้ง ได้แก่ ส่วนของราก ลำต้น และใบที่เสียหาย พบว่า ฤดูร้อนและฤดูหนาวมีปริมาณการตัดแต่งทิ้งไม่แตกต่างกัน ซึ่งมีปริมาณมากกว่าการตัดแต่งทิ้งในฤดูฝน และเมื่อจำแนกสาเหตุความเสียหายของใบที่ถูกตัดแต่งทิ้ง พบว่า สาเหตุที่พบมากที่สุดในแต่ละฤดู คือ ใบแก่ นอกจากนี้ยังพบว่าฤดูฝนมีปริมาณใบที่ถูกตัดแต่งทิ้งเนื่องจากอาการใบจุดมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับฤดูกาลอื่น สำหรับการประเมินร้อยละการสูญเสีย พบว่า ฤดูร้อนมีแนวโน้มการสูญเสียในระหว่างการผลิตมากที่สุดเท่ากับ 12.28±2.40% ในขณะที่ฤดูฝนมีแนวโน้มการสูญเสียจากการตัดแต่งในระหว่างการเก็บเกี่ยวมากที่สุดเท่ากับ 38.79±1.19% อย่างไรก็ตามเปอร์เซ็นต์การสูญเสียในขั้นตอนการผลิตและการเก็บเกี่ยวของแต่ละฤดูกาลไม่มีความแตกต่างกัน

* Corresponding author: pimjai193@gmail.com

Received: date; December 20, 2024 Revised: date; May 7, 2025

Accepted: date; May 21, 2025 Published: date; October 15, 2025

คำสำคัญ: การประเมินการสูญเสียอาหาร; การผลิตผักกาดหอมห่อ; การสูญเสียจากการตัดแต่ง

ABSTRACT: This research aims to evaluate losses in iceberg lettuce production across different seasons through a case study in Mae Chaem District, Chiang Mai Province. Data were collected from farmers' planting plots under the supervision of the Mae Hae Royal Project Development Center. The data collection was divided into three seasons: summer, rainy, and winter. Each season, data were collected from 10 farmers, totaling 30 farmers. Data were analyzed using a completely randomized design (CRD). The results showed that the average weight per plant before and after trimming lettuce, the total yield weight before trimming per rai, and the total yield weight after trimming per rai were the highest in winter, followed by summer and the rainy season, respectively. Moreover, it was found that the winter season had the highest expected biological yield, which was not different from the summer season. In contrast, the rainy season had the least expected biological yield. However, the total weight of unharvested plants in the three seasons was not different. The parts that were trimmed off included the stems, roots, and leaves. There was no difference in the amount of trimming between summer and winter, with both seasons showing higher amounts of trimming compared to the rainy season. When classifying the causes of damage to the trimmed leaves, it was found that the most common cause of leaf damage in each season was overmature leaves. Additionally, it was found that during the rainy season, the highest number of leaves were trimmed due to leaf spot symptoms compared to other seasons. Regarding the percentage of loss, it was found that the summer season had the highest tendency of loss during cultivation, equaling 12.28±2.40%. Meanwhile, the rainy season had the highest tendency amount of trimming during harvesting, equaling 38.79±1.19%. However, it was found that the percentage of losses during the production and harvesting stages in each season was not significantly different.
Keywords: food loss assessment; iceberg lettuce production; loss from trimming

บทนำ

ผักกาดหอมห่อ (iceberg lettuce) เป็นผักรับประทานใบชนิดหนึ่ง อยู่ในวงศ์ Asteraceae เจริญเติบโตได้ดีในสภาพพื้นที่ที่มีอากาศเย็น คือ ภาคเหนือของประเทศไทย โดยพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ภายใต้การดูแลของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ซึ่งในกระบวนการผลิตผักกาดหอมห่อเกิดการสูญเสียค่อนข้างสูงคิดเป็น 51.32% ซึ่งสาเหตุหลักมาจากความเสียหายทางกล (ดนัย, 2558) การสูญเสียผลิตผลทางการเกษตรหรือการสูญเสียอาหาร (food loss) อาจทำให้เกิดวิกฤตความมั่นคงทางอาหาร (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร, 2563) โดย Parfitt et al. (2010) ระบุความหมายของการสูญเสียอาหาร คือ การลดลงของปริมาณอาหารที่มนุษย์สามารถบริโภคได้ ตลอดห่วงโซ่อุปทาน ทั้งในขั้นตอนการผลิต การเก็บเกี่ยว และการแปรรูปอาหาร มีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับการสูญเสียผักกาดหอมห่อในระหว่างการเพาะปลูก มีสาเหตุหลายประการ ได้แก่ การสูญเสียเนื่องจากคุณภาพของผลิตผลไม่ตรงตามมาตรฐานการรับซื้อ การเข้าทำลายของโรค เช่น โรคใบจุด (leaf spot) โรคราน้ำค้าง (downy mildew) โรคเน่าเละจากแบคทีเรีย (bacterial soft rot) และโรคเน่าจากราสีเทา (gray mold rot) รวมถึงความเสียหายจากความผิดปกติทางสรีรวิทยา เช่น อาการจุดสีน้ำตาลแดงที่ก้าน (russet spotting) อาการสีน้ำตาลแดงที่เส้นกลางใบ (brown stain) อาการปลายใบไหม้ (tip burn) รวมถึงการเสื่อมสภาพ เป็นต้น (ดนัย, 2558; ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, 2566) มีรายงานการศึกษาโดย Palumbo et al. (2008) เกี่ยวกับการผลิตผักกาดหอมห่อในฤดูใบไม้ร่วงและฤดูใบไม้ผลิ พบว่า การสูญเสียมีสาเหตุจากการได้รับสารเคมี การแพร่ระบาดของโรคพืช การเข้าทำลายของแมลง การแข่งขันด้านการเจริญเติบโตจากวัชพืช และการเข้าทำลายของนก โดยทุกสาเหตุดังกล่าวมีความเสียหายใกล้เคียงกันทั้งสองฤดู ขณะที่ความเสียหายจากสภาพอากาศในฤดูใบไม้ผลิมีค่าเท่ากับ 5.8% ซึ่งมากกว่าความเสียหายจากสภาพอากาศในฤดูใบไม้ร่วงที่มีค่าเท่ากับ 2.4% นอกจากนี้ยังพบว่าการผลิตผักกาดหอมห่อภายใต้การจัดการของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮในปี พ.ศ. 2559-2560 มีแนวโน้มของปริมาณการสูญเสียในฤดูร้อนและฤดูฝนมากกว่าการสูญเสียในฤดูหนาวโดยสาเหตุการสูญเสียของแต่ละฤดูแตกต่างกัน (ศิวาพร และคณะ, 2561) อย่างไรก็ตามการเก็บเกี่ยวเป็นขั้นตอนสำคัญในการผลิตที่เกิดการสูญเสียค่อนข้างสูง โดยสาเหตุการสูญเสียอาจเกิดจากการเก็บเกี่ยวโดยอุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสม ระยะเก็บเกี่ยวช้าหรือเร็วเกินไป ช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยวไม่เหมาะสม รวมถึงภาชนะที่ใช้ในการบรรจุผลผลิตไม่เหมาะสม (ดนัย, 2558) ดังนั้นการประเมินการสูญเสียในกระบวนการผลิตผักกาดหอมห่อในแต่ละฤดู จะทำให้ทราบสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายและเป็นแนวทางการพัฒนาระบบการผลิตผักกาดหอมห่อเพื่อลดการสูญเสียต่อไปได้

วิธีการศึกษา

พื้นที่ดำเนินการวิจัยและวิธีการเก็บข้อมูล

ดำเนินการเก็บข้อมูลการสูญเสียของผักกาดหอมห่อพันธุ์แม่แฮ 51 ในแปลงปลูกของเกษตรกรที่ปฏิบัติตามมาตรฐาน GAP และอยู่ภายใต้ความดูแลของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีแผนการผลิตครอบคลุมทั้งในฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว ปี พ.ศ. 2566 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) กำหนดกรรมวิธี คือ ฤดูกาลผลิตทั้ง 3 ฤดู ฤดูกาลละ 10 ราย ด้วยการสุ่มเก็บข้อมูลผักกาดหอมห่อรายละ 3 แปลง ขนาดแปลงปลูกที่ทำการสุ่มตัวอย่างอยู่ในช่วง 1.5-3.0 ตร.ม. และบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่ปลูก ได้แก่ ลักษณะพื้นที่ในการเพาะปลูก ความกว้างและความยาวของแปลง ระยะห่างระหว่างแปลง จำนวนแปลงทั้งหมดของเกษตรกรแต่ละราย ข้อมูลเกี่ยวกับการปลูก ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละฤดู ระยะห่างระหว่างต้นโดยเฉลี่ย แหล่งที่มาของต้นกล้า การให้น้ำ จำนวนต้นที่ปลูกทั้งหมด จำนวนต้นที่ไม่ได้เก็บเกี่ยวหรือตายทั้งหมด และจำนวนต้นที่เก็บเกี่ยวทั้งหมดต่อแปลงที่สุ่ม รวมทั้งเก็บข้อมูลในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวของเกษตรกร ได้แก่ อายุการเก็บเกี่ยวผลผลิต ช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยว อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว ภาชนะและการบรรจุ น้ำหนักก่อนและหลังการตัดแต่งต่อต้น น้ำหนักส่วนที่ตัดแต่งออก ซึ่งประกอบด้วย ใบ ราก และลำต้น จำนวน 10 ต้นต่อ 1 แปลง จำแนกสาเหตุความเสียหายของใบ แล้วชั่งน้ำหนักหน่วยเป็น กก. จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาน้ำหนักผลผลิตก่อนและหลังการตัดแต่ง คำนวณปริมาณผลผลิตทางชีวภาพที่คาดหวังต่อพื้นที่การผลิต 1 ไร่ (น้ำหนักรวมของผลผลิตกับน้ำหนักส่วนที่ตัดแต่งทิ้งทั้งหมด) ปริมาณผลผลิตทั้งหมดที่ไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้เนื่องจากสูญเสียในแปลงต่อพื้นที่การผลิต 1 ไร่ ปริมาณผลผลิตทั้งหมดที่เก็บเกี่ยวได้ต่อพื้นที่การผลิต 1 ไร่ ปริมาณการสูญเสียจากการตัดแต่งในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว และประเมินร้อยละการสูญเสียในขั้นตอนการปลูกและการเก็บเกี่ยว ซึ่งคำนวณค่าต่าง ๆ ดังนี้

1.) น้ำหนักเฉลี่ยต่อต้นก่อนและหลังการตัดแต่ง และน้ำหนักผลผลิตทั้งหมดที่เก็บเกี่ยวได้ก่อนและหลังการตัดแต่ง

โดยคำนวณจาก

$$\text{น้ำหนักเฉลี่ยต่อต้น (กก.)} = \frac{\text{ผลรวมน้ำหนักผลผลิตทั้งหมดที่เก็บเกี่ยวได้จากแปลงก่อนหรือหลังการตัดแต่ง (10 ต้น)}}{\text{จำนวนต้นที่เก็บเกี่ยวในแต่ละแปลง (10 ต้น)}}$$

คำนวณจำนวนต้นที่เก็บเกี่ยวได้ต่อพื้นที่ 1 ไร่ จากสมการต่อไปนี้

$$\text{จำนวนต้นที่เก็บเกี่ยวได้ (ต้น/ไร่)} = \frac{\text{จำนวนต้นต่อพื้นที่แปลงสุ่ม (ตร.ม.)}}{\text{พื้นที่แปลงสุ่ม (ตร.ม.)}} \times 1{,}600 \text{ ตร.ม.}$$

จากนั้นคำนวณปริมาณผลผลิตทั้งหมดที่เก็บเกี่ยวได้ก่อนหรือหลังการตัดแต่งต่อพื้นที่ 1 ไร่ โดยแทนค่า X ด้วยจำนวนต้นที่เก็บเกี่ยวได้ (ต้น/ไร่) ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ปริมาณผลผลิตทั้งหมดที่เก็บเกี่ยวได้ก่อนหรือหลังการตัดแต่ง (ตัน/ไร่)} = \frac{[X][\text{น้ำหนักของผักกาดหอมห่อเฉลี่ยต่อต้นก่อนหรือหลังตัดแต่ง (กก.)}]}{1{,}000}$$

2.) ปริมาณผลผลิตทางชีวภาพที่คาดหวังและปริมาณผลผลิตทั้งหมดที่ไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้เนื่องจากสูญเสียในแปลง

โดยการคำนวณจำนวนต้นทั้งหมดที่เกษตรกรปลูกต่อพื้นที่ 1 ไร่ จากสมการต่อไปนี้

$$\text{จำนวนต้นทั้งหมดที่ปลูก (ต้น/ไร่)} = \frac{\text{จำนวนต้นที่ปลูกทั้งหมดในแปลงสุ่ม (ตร.ม.)}}{\text{พื้นที่แปลงสุ่ม (ตร.ม.)}} \times 1{,}600 \text{ ตร.ม.}$$

จากนั้นคำนวณปริมาณผลผลิตทางชีวภาพที่คาดหวัง จากจำนวนต้นที่ปลูกต่อพื้นที่ 1 ไร่ โดยแทนค่า Y ด้วยจำนวนต้นทั้งหมดที่ปลูก (ต้น/ไร่) ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ผลผลิตทางชีวภาพที่คาดหวัง (ตัน/ไร่)} = \frac{\text{[Y][น้ำหนักของผลิตผลเฉลี่ยต่อต้นก่อนตัดแต่ง (กก.)]}}{1{,}000}$$

คำนวณจำนวนต้นที่สูญเสียทั้งหมดก่อนการเก็บเกี่ยวต่อพื้นที่ 1 ไร่ จากจำนวนต้นที่ไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้ในแปลงสุ่ม จากสมการต่อไปนี้

$$\text{จำนวนต้นทั้งหมดที่สูญเสียก่อนการเก็บเกี่ยว (ต้น/ไร่)} = \frac{\text{จำนวนต้นที่ไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้ในแปลงสุ่ม (ตร.ม.)}}{\text{พื้นที่แปลงสุ่ม (ตร.ม.)}} \times 1{,}600 \text{ ตร.ม.}$$

จากนั้นคำนวณปริมาณผลผลิตทั้งหมดที่ไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้ต่อพื้นที่ 1 ไร่ โดยแทนค่า Z ด้วยจำนวนต้นทั้งหมดที่สูญเสีย (ตัน/ไร่) ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ปริมาณผลผลิตทั้งหมดที่ไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้ (ตัน/ไร่)} = \frac{\text{[Z][น้ำหนักของผักกาดหอมห่อเฉลี่ยต่อต้นก่อนตัดแต่ง (กก.)]}}{1{,}000}$$

3.) ปริมาณการสูญเสียจากการตัดแต่งและการจำแนกสาเหตุการสูญเสียในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวผักกาดหอมห่อ ได้แก่ ส่วนของรากรวมกับลำต้นบางส่วนที่ถูกตัดแต่งออก และส่วนของใบที่เสียหายซึ่งจำแนกความเสียหายออกเป็น สาเหตุเชิงกล สาเหตุจากโรค และสาเหตุทางสรีรวิทยา โดยคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$\text{ปริมาณการสูญเสียจากการตัดแต่ง (ตัน/ไร่)} = \frac{\text{ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของใบ หรือ รากและลำต้น/ต้น (กก.)} \times \text{จำนวนต้นที่เก็บเกี่ยวได้/ไร่}}{1{,}000}$$

4.) ประเมินร้อยละการสูญเสียในขั้นตอนการปลูกและการเก็บเกี่ยว ซึ่งแบ่งเป็นการสูญเสียของผลผลิตที่ไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้เนื่องจากสูญเสียในแปลง และการประเมินการสูญเสียจากการตัดแต่งเบื้องต้นในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว ซึ่งคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$\text{ร้อยละการสูญเสียในแต่ละขั้นตอน (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักผลผลิตที่สูญเสียในแต่ละขั้นตอน (กก.)}}{\text{ปริมาณผลผลิตทางชีวภาพที่คาดหวัง (กก.)}} \times 100$$

5.) การวิเคราะห์สถิติ วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (ANOVA) ด้วยโปรแกรมทางสถิติ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธีด้วย Duncan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการผลิตและการเก็บเกี่ยวผักกาดหอมห่อ

ลักษณะพื้นที่ในการเพาะปลูกของเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบ (70%) มากกว่าการปลูกบนพื้นที่ลาดชัน (30%) ขนาดความกว้างของแปลงอยู่ในช่วง 0.5-1 ม. ความยาวแปลงขึ้นอยู่กับความยาวของพื้นที่ของเกษตรกรแต่ละราย เมื่อคำนวณพื้นที่ปลูกทั้งหมดของเกษตรกรจากขนาดแปลงรวมกับพื้นที่ช่องว่างระหว่างแปลง และจำนวนแปลงทั้งหมดของเกษตรกร พบว่า พื้นที่ปลูกทั้งหมด

ของเกษตรกรมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 547.7±56.4 ตร.ม. หรือเท่ากับ 0.3 ไร่ ระยะปลูกผักกาดหอมห่อ (ระยะระหว่างต้น × ระยะระหว่างแถว) โดยเฉลี่ยเท่ากับ 30×30 ซม. อุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างการผลิตในฤดูร้อนและฤดูฝนใกล้เคียงกัน โดยฤดูร้อนมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมากกว่า คือเท่ากับ 25.8±6.2°C และ 24.6±3.1°C ตามลำดับ ในขณะที่ฤดูหนาวมีอุณหภูมิเฉลี่ย 17.2±1.2°C สำหรับต้นกล้าผักกาดหอมห่อที่ใช้ปลูก เกษตรกรจะไปรับมาจากโรงเรือนเพาะกล้าของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ ระหว่างการดูแลเกษตรกรจะให้น้ำผักกาดหอมห่อที่ปลูกในฤดูร้อนและฤดูหนาวโดยใช้ระบบสปริงเกอร์วันละ 1 ครั้ง ในช่วงเช้าหรือเย็น เป็นเวลา 15-20 นาที สำหรับฤดูฝนจะอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก แต่จะมีการให้น้ำผ่านสปริงเกอร์ในช่วงที่ฝนทิ้งช่วงโดยเฉลี่ยให้น้ำ 2 วันต่อ 1 ครั้ง อายุการเก็บเกี่ยวผักกาดหอมห่อในฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาวอยู่ระหว่าง 45-50, 35-45 และ 45-60 วันหลังจากการย้ายปลูก ตามลำดับ ช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยวของเกษตรกรแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงเช้าระหว่างเวลา 5.00-9.00 น. และช่วงเย็นระหว่างเวลา 16.00-20.00 น. เกษตรกรจะเลือกเก็บเกี่ยวผักกาดหอมห่อที่ห่อหัวดี เป็นไปตามข้อกำหนดของมูลนิธิโครงการหลวง โดยใช้มีดที่สะอาดและคมตัดที่บริเวณโคนต้น จากนั้นตัดแต่งใบนอกซึ่งเป็นใบแก่และใบที่เสียหายออก ก่อนบรรจุลงลังพลาสติก (ขนาดกว้าง×ยาว×สูง เท่ากับ 34×53×30 ซม.) เรียง 2 ชั้น โดยน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยต่อลังของผลผลิตในฤดูหนาวมีค่ามากที่สุดในขณะเดียวกันก็มีค่าความแปรปรวนมากที่สุด คือเท่ากับ 7.7±1.9 กก. สำหรับฤดูร้อนและฤดูฝน มีค่าเท่ากับ 6.4±1.0 กก. และ 6.1±0.7 กก. ตามลำดับ

น้ำหนักเฉลี่ยต่อต้นก่อนและหลังการตัดแต่ง และน้ำหนักผลผลิตทั้งหมดที่เก็บเกี่ยวได้ก่อนและหลังการตัดแต่ง

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยต่อต้นของผักกาดหอมห่อก่อนและหลังการตัดแต่งที่ปลูกในฤดูหนาวมีค่ามากที่สุด คือเท่ากับ 1.0±0.2 และ 0.6±0.1 กก./ต้น ตามลำดับ ขณะที่ผักกาดหอมห่อที่ปลูกในฤดูฝนมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อต้นก่อนและหลังการตัดแต่งน้อยที่สุด คือเท่ากับ 0.6±0.1 และ 0.3±0.1 กก./ต้น ตามลำดับ สอดคล้องกับปริมาณผลผลิตก่อนตัดแต่งและหลังตัดแต่งทั้งหมดต่อไร่ **(Table 1)** เนื่องจากผักกาดหอมห่อสามารถเจริญเติบโตได้ดีในฤดูหนาว อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 15-21°C ในขณะที่ฤดูฝนทำให้ผลิตผลเกิดความเสียหายได้ง่าย เนื่องจากใบของผักกาดหอมห่อมีลักษณะบางและอวบน้ำ จึงแตกหักเสียหายง่าย เกษตรกรจำเป็นจะต้องเก็บเกี่ยวผักกาดหอมห่อก่อนเจริญเติบโตเต็มที่ประมาณ 2-3 วัน (สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง, 2558)

Table 1 The weight and total yield of harvested iceberg lettuce before and after trimming in summer, rainy and winter seasons

Season		Weight before trimming (kg/plant)	Weight after trimming (kg/plant)	Total yield weight before trimming (t/rai)	Total yield weight after trimming (t/rai)
Summer	Min	0.5	0.3	3.8	1.9
	Max	1.1	0.7	15.9	1.0
	Mean	0.8±0.2^{b}	0.5±0.1^{b}	10.7±2.7^{b}	6.3±1.8^{b}
Rainy	Min	0.4	0.2	3.6	1.8
	Max	1.0	0.6	9.7	5.4
	Mean	0.6±0.1^{c}	0.3±0.1^{c}	6.8±1.6^{c}	3.9±0.9^{c}
Winter	Min	0.7	0.5	8.3	4.7
	Max	1.4	0.8	14.8	9.7
	Mean	1.0±0.2^{a}	0.6±0.1^{a}	11.9±1.7^{a}	7.3±1.2^{a}
F-test		*	*	*	*

Means followed by different uppercase letters within the same column are significantly different at $P<0.05$. (* = significant)

ผลผลิตทางชีวภาพที่คาดหวังและปริมาณผลผลิตที่ทิ้งไว้ในแปลงโดยไม่ได้เก็บเกี่ยวเนื่องจากสูญเสียในแปลง

เมื่อคำนวณผลผลิตทางชีวภาพที่คาดหวังจากจำนวนต้นทั้งหมดที่ปลูกต่อพื้นที่ พบว่า ฤดูฝนมีผลผลิตทางชีวภาพที่คาดหวังของผักกาดหอมห่อน้อยที่สุด คือเท่ากับ 7.6±1.6 ตัน/ไร่ เนื่องจากในฤดูฝนมีการเว้นระยะห่างระหว่างต้นมากกว่า รวมถึงมีการขึ้นแปลงค่อนข้างสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับฤดูร้อนและฤดูหนาว ประกอบกับน้ำหนักเฉลี่ยต่อต้นและจำนวนต้นที่ปลูกต่อพื้นที่ในฤดูฝนน้อยกว่าฤดูอื่น ๆ จึงส่งผลให้ผลผลิตทางชีวภาพที่คาดหวังลดลงเช่นกัน อย่างไรก็ตามปริมาณผลผลิตที่ไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้ของแต่ละฤดูมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ **(Table 2)** ทั้งนี้สาเหตุที่ไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตผักกาดหอมห่อ เกิดจากการไม่ห่อหัวเมื่อถึงเวลาเก็บเกี่ยวและการแทงช่อดอก ซึ่งมีค่ามากที่สุดในฤดูร้อน คือเท่ากับ 0.4±0.9 และ 0.4±0.6 ตัน/ไร่ ตามลำดับ รองลงมาคือ ฤดูฝน มีค่าเท่ากับ 0.2±0.2 และ 0.2±0.5 ตัน/ไร่ ตามลำดับ และมีค่าน้อยที่สุดในฤดูหนาว คือเท่ากับ 0.0±0.2 และ 0.0±0.1 ตัน/ไร่ ตามลำดับ **(Table 3)** สอดคล้องกับการศึกษาของ Said et al. (2018) ที่รายงานว่า ในสภาพอุณหภูมิต่ำ (13°C) จะกระตุ้นให้ผักกาดหอมห่อเกิดการพัฒนาและห่อหัวดีกว่าในอุณหภูมิสูง (25°C) ในขณะที่ผักกาดหอมห่อที่ได้รับอุณภูมิสูงอย่างต่อเนื่องมีแนวโน้มที่จะเกิดการพัฒนาของช่อดอกมากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ อย่างไรก็ตามสาเหตุหลักที่มีแนวโน้มทำให้เกิดการสูญเสียในแปลงมากที่สุดในฤดูฝนและฤดูหนาว คือ ต้นตายไปในระหว่างการเจริญเติบโต สำหรับแนวโน้มของสาเหตุการสูญเสียรองลงมาคือ การแทงช่อดอก และการเน่าเสีย ตามลำดับ **(Table 3)** อย่างไรก็ตามฤดูหนาวมีแนวโน้มที่จะเกิดการเน่าเสียน้อยกว่าฤดูอื่น ๆ โดยสาเหตุของการเน่าเสียอาจเกิดจากการเข้าทำลายโดยเชื้อแบคทีเรีย (bacterial soft rot) เช่น *Erwinia carotovora* และ *Pseudomonas* spp. และอาจจะมีสาเหตุจากการเข้าทำลายของเชื้อรา (gray mold rot) *Botrytis cinerea* ซึ่งสามารถเจริญได้ดีในสภาพความชื้นสูงและอุณหภูมิระหว่าง 18-23°C (Hélias et al., 2000; Mersha and Quinn, 2014; ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, 2566)

Table 2 The expected biological yield, the total weight of unharvested plants, and the total amount of trimmed stems, roots, and leaves from the iceberg lettuce

Season		Expected biological yield (t/rai)	Unharvested plant (t/rai)	Trimmed stems and roots (t/rai)	Trimmed Leaves (t/rai)
Summer	Min	8.4	0.0	0.2	1.7
	Max	17.4	6.5	0.9	6.3
	Mean	12.1±2.3^{a}	1.4±1.5	0.5±0.2^{ab}	3.8±1.2^{a}
Rainy	Min	4.9	0.0	0.2	1.4
	Max	11.2	4.3	1.6	4.0
	Mean	7.6±1.6 ^{b}	0.8±0.9	0.4±0.3^{b}	2.5±0.7^{b}
Winter	Min	8.8	0.0	0.4	2.8
	Max	17.9	7.4	1.0	5.1
	Mean	12.8±2.2^{a}	0.9±1.8	0.6±0.2^{a}	3.9±0.6^{a}
F-test		*	ns	*	*

Means followed by different uppercase letters within the same column are significantly different at $P<0.05$. (ns = non-significant, * = significant)

ปริมาณการสูญเสียเนื่องจากการตัดแต่งและสาเหตุการสูญเสียในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวผักกาดหอมห่อ

การสูญเสียจากการตัดแต่ง คือ การตัดแต่งส่วนของรากและลำต้นบางส่วน พบว่า ในฤดูหนาวมีปริมาณการตัดแต่งสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.6±0.2 ตัน/ไร่ **(Table 2)** ลักษณะทางสัณฐานวิทยารวมถึงความสามารถในการเติบโตของพืชที่นอกจากจะขึ้นกับการดูแล ยังอาจขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของพืชโดยตรง ซึ่งผักกาดหอมห่อที่เกษตรกรปลูก คือ พันธุ์แม่แฮ 51 สามารถเจริญเติบโตได้ดีในฤดูร้อนและฤดูหนาว (Rouphael et al., 2012; กรมวิชาการเกษตร, 2562)

นอกจากนี้ยังมีการตัดแต่งส่วนของใบออก ซึ่งมีสาเหตุเนื่องจากความเสียหายต่าง ๆ โดยพบว่า ปริมาณใบที่ตัดแต่งออกในฤดูหนาวและฤดูร้อนมีค่าไม่แตกต่างกัน คือเท่ากับ 3.9±0.6 และ 3.8±1.2 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าปริมาณใบที่ตัดแต่งออกในฤดูฝน ที่มีค่าเท่ากับ 2.5±0.7 ตัน/ไร่ **(Table 2)** เมื่อจำแนกสาเหตุความเสียหายของใบที่ถูกตัดแต่งออก พบว่า ฤดูร้อนเป็นเพียงฤดูเดียวที่มีปริมาณใบที่เสียหายจากสาเหตุเชิงกล (ฉีกขาด) โดยไม่มีสาเหตุความเสียหายทางสรีรวิทยาหรืออาการใบจุดร่วมด้วย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.2±0.3 ตัน/ไร่ **(Figure 1A; Table 4)** เนื่องจากใบของผักกาดหอมห่อมีลักษณะบางและกรอบจึงสามารถฉีกขาดได้ง่าย และอาจเกิดขึ้นได้ตั้งแต่การดูแลในแปลงจนถึงระหว่างการเก็บเกี่ยว (ดนัย, 2558) กรณีของฤดูฝน สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความเสียหายของใบและต้องตัดแต่งออกมากที่สุด คือ การเกิดโรคใบจุด มีค่าเท่ากับ 0.6±0.4 ตัน/ไร่ **(Figure 1B; Table 4)** เนื่องจากการเข้าทำลายของเชื้อ *Alternaria* spp. และ *Cercospora* spp. การแพร่ระบาดของโรคใบจุดอาศัยลมและน้ำฝนเป็นปัจจัยสำคัญ และเชื้อสาเหตุของโรคเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศที่มีความชื้นสูง (มากกว่า 60% ขึ้นไป) ร่วมกับอุณหภูมิที่อบอุ่น (23-32°C) (Madhu et al., 2020; Imbusch et al., 2021) นอกจากนี้ผลการทดลองยังพบว่าปริมาณความเสียหายทางสรีรวิทยา คือ ใบแก่ เป็นสาเหตุของการตัดแต่งออกมากที่สุดในฤดูหนาวและฤดูร้อน คือเท่ากับ 3.8±0.1 และ 3.5±0.2 ตัน/ไร่ ตามลำดับ โดยค่าดังกล่าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ และมีค่าน้อยที่สุดในฤดูฝน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.9±0.1 ตัน/ไร่ **(Table 4)**

นอกจากนี้ยังพบว่าใบแก่ที่ถูกตัดแต่งออกมีความเสียหายอื่น ๆ ร่วมด้วย โดยในฤดูหนาว สาเหตุของการตัดแต่งออก คือ ใบแก่ปกติไม่พบความเสียหายอื่น ๆ ร่วม มีค่าเท่ากับ 1.8±1.1 ตัน/ไร่ **(Figure 1C; Table 5)** ใบแก่ที่ขาดธาตุอาหาร มีค่าเท่ากับ 0.0±0.1 ตัน/ไร่ **(Figure 1E; Table 5)** ซึ่งมีลักษณะใบเหลืองที่บริเวณกลางใบจนถึงปลายใบ อาจมีสาเหตุจากการขาดธาตุไนโตรเจน (N) หรือ แมกนีเซียม (Mg) (กรมวิชาการเกษตร, 2543) อย่างไรก็ตามพบอาการดังกล่าวในผักกาดหอมห่อของเกษตรกรเพียงรายเดียวเท่านั้นจากกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา นอกจากนี้ยังพบใบแก่ที่มีร่องรอยการเข้าทำลายของแมลง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.4±0.7 ตัน/ไร่ **(Figure 1F; Table 5)** โดยหนอนแมลงที่พบในแปลง ได้แก่ หนอนกระทู้ผัก (หนอนหนังเหนียว) หนอนชอนใบ และหนอนใยผัก ซึ่งสามารถเข้าทำลายผักกาดหอมห่อโดยการกัดกินใบได้ตลอดระยะการเจริญเติบโตจนถึงการเก็บเกี่ยว (สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง, 2558) รวมทั้งยังพบใบแก่ที่เกิดโรคราน้ำค้าง (downy mildew) มากที่สุดในฤดูหนาว มีค่าเท่ากับ 0.1±0.2 ตัน/ไร่ **(Figure 1H; Table 5)** ซึ่งมีสาเหตุมาจากเชื้อ *Bremia lactucae* ที่เจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศที่อบอุ่นร่วมกับความชื้นต่ำ (Mieslerová et al., 2013) ทั้งนี้พบการเข้าทำลายของโรคดังกล่าวในแปลงเกษตรกรรายเดียวที่ปลูกผักกาดหอมห่อภายใต้โรงเรือน สำหรับในฤดูร้อนและฤดูฝนพบสาเหตุสำคัญคือการเกิดโรคใบจุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.9±0.9 และ 1.0±0.3 ตัน/ไร่ ตามลำดับ **(Figure 1G; Table 5)** สอดคล้องกับการศึกษาของ Imbusch et al. (2021) ที่รายงานว่า เชื้อสาเหตุของโรคใบจุดสามารถแพร่กระจายได้ดีในสภาพอากาศที่มีความชื้นสูงและอุณหภูมิที่อบอุ่น สำหรับใบแก่ที่เข้าสู่กระบวนการเสื่อมสภาพมีค่ามากที่สุดในฤดูร้อน คือเท่ากับ 1.6±0.6 ตัน/ไร่ **(Figure 1D; Table 5)** เนื่องจากอุณหภูมิสูงจะเร่งการเกิดกระบวนการตายของเซลล์ (ดนัย, 2558)

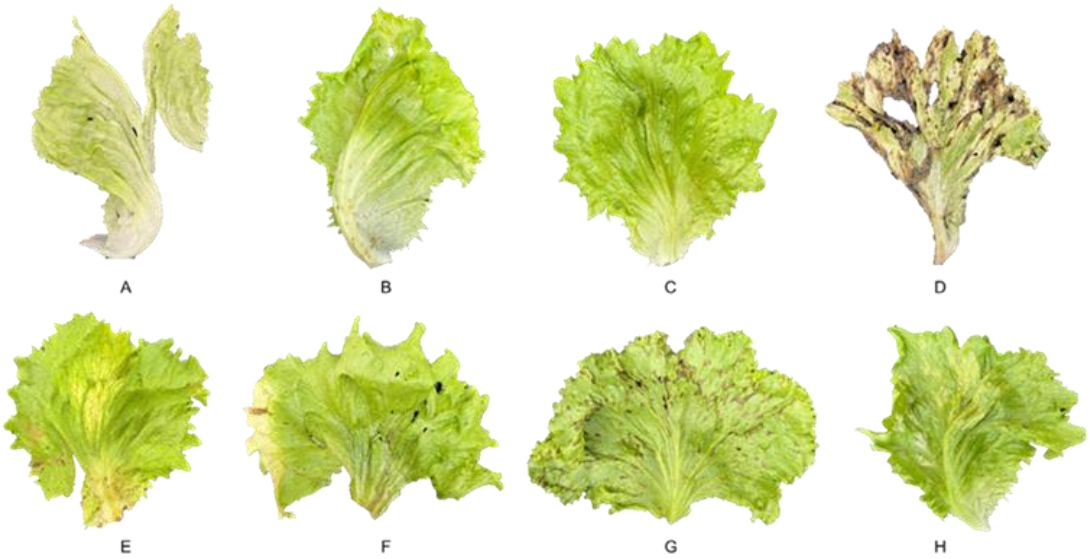

Figure 1 The causes of leaf damage in iceberg lettuce include mechanical damage (A), leaf spot diseases (B), overmature leaves (C), senescence leaves (D), nutrient deficiency leaves (E), Insect-infested leaves (F), leaf spot diseases on overmature leaves (G), and downy mildew on overmature leaves (H).

Table 3 Unharvested iceberg lettuce was classified according to the causes of produce damage in summer, rainy and winter seasons

Season		Cause of unharvested plant							
		Immature (t/rai)	Stunted (t/rai)	Diseases (t/rai)	Insects (t/rai)	Dead (t/rai)	Bolting (t/rai)	Rotten (t/rai)	Overmature (t/rai)
Summer	Min	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Max	3.5	0.7	0.0	0.8	1.6	2.4	0.8	0.6
	Mean	0.4±0.9[a]	0.1±0.2	0.0±0.0	0.1±0.2	0.4±0.5	0.4±0.6[a]	0.1±0.3	0.0±0.1
Rainy	Min	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Max	0.6	0.4	0.0	0.5	4.3	2.1	0.9	0.0
	Mean	0.2±0.2[ab]	0.0±0.1	0.0±0.0	0.0±0.1	0.2±0.8	0.2±0.5[ab]	0.1±0.2	0.0±0.0
Winter	Min	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Max	1.0	0.9	0.9	0.0	6.5	0.5	0.9	0.0
	Mean	0.0±0.2[b]	0.1±0.3	0.1±0.2	0.0±0.0	0.6±1.4	0.0±0.1[b]	0.1±0.3	0.0±0.0
F-test		*	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns

Means followed by different uppercase letters within the same column are significantly different at P<0.05. (ns = non-significant, * = significant)

Table 4 Classification of causes of leaf trimming of iceberg lettuce during harvesting in summer, rainy and winter seasons

Season		Mechanical damage (t/rai)	Leaf spot diseases (t/rai)	Overmature leaves (t/rai)
Summer	Min	0.0	0.0	1.6
	Max	1.2	0.6	5.6
	Mean	0.2±0.3[a]	0.1±0.2[b]	3.5±0.2[a]
Rainy	Min	0.0	0.0	1.0
	Max	0.0	1.4	2.8
	Mean	0.0±0.0[b]	0.6±0.4[a]	1.9±0.1[b]
Winter	Min	0.0	0.0	2.5
	Max	0.0	0.8	5.1
	Mean	0.0±0.0[b]	0.1±0.2[b]	3.8±0.1[a]
F-test		*	*	*

Means followed by different uppercase letters within the same column are significantly different at $P<0.05$. (* = significant)

Table 5 Classification of trimmed old (overmature) leaves in summer, rainy and winter seasons according to the secondary causes of damage

Season		Physiological damage (overmature leaves)					
		Normal (t/rai)	Senescence (t/rai)	Nutrient deficiency (t/rai)	Insect-infested leaves (t/rai)	Leaf spot diseases on overmature leaves (t/rai)	Downy mildew on overmature leaves (t/rai)
Summer	Min	0.0	0.7	0.0	0.0	0.7	0.0
	Max	0.6	3.1	0.0	0.0	4.1	0.0
	Mean	0.1±0.2^{b}	1.6±0.6^{a}	0.0±0.0	0.0±0.0^{b}	1.9±0.9^{a}	0.0±0.0^{b}
Rainy	Min	0.0	0.4	0.0	0.0	0.6	0.0
	Max	0.0	1.6	0.0	0.0	1.5	0.0
	Mean	0.0±0.0^{b}	0.9±0.3^{b}	0.0±0.0	0.0±0.0^{b}	1.0±0.3^{b}	0.0±0.0^{b}
Winter	Min	0.1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
	Max	3.8	2.3	0.7	2.5	0.7	0.8
	Mean	1.8±1.1^{a}	1.5±0.5^{a}	0.0±0.1	0.4±0.7^{a}	0.1±0.2^{c}	0.1±0.2^{a}
F-test		*	*	ns	*	*	*

Means followed by different uppercase letters within the same column are significantly different at P<0.05. (ns = non-significant, * = significant)

ประเมินร้อยละการสูญเสียในขั้นตอนการผลิตและการเก็บเกี่ยว

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า การสูญเสียของผักกาดหอมห่อระหว่างการผลิตในแต่ละฤดูไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยฤดูร้อนมีแนวโน้มของปริมาณการสูญเสียในแปลงมากที่สุด เท่ากับ 12.3±2.4% รองลงมาคือ ฤดูฝน ซึ่งปริมาณการสูญเสียเท่ากับ 10.2±2.1% สำหรับฤดูหนาวมีแนวโน้มของปริมาณการสูญเสียน้อยที่สุด เท่ากับ 6.2±1.9% เช่นเดียวกันกับปริมาณการสูญเสียจากการตัดแต่งในระหว่างการเก็บเกี่ยว ซึ่งพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยฤดูฝนมีแนวโน้มของปริมาณการสูญเสียมากที่สุด เท่ากับ 38.8±1.2% รองลงมาคือ ฤดูหนาวและฤดูร้อน มีปริมาณการสูญเสียเท่ากับ 35.8±0.9 และ 35.3±1.4% ตามลำดับ **(Table 6)**

Table 6 The percentage of losses during the cultivation and harvesting stages in each season

Season		Losses during cultivation (%)	Losses during harvesting (%)
Summer	Min	0.0	18.3
	Max	62.9	46.8
	Mean	12.3±2.4	35.3±1.4
Rainy	Min	0.0	22.7
	Max	54.2	54.8
	Mean	10.2±2.1	38.8±1.2
Winter	Min	0.0	22.0
	Max	42.5	44.0
	Mean	6.2±1.9	35.8±0.9
F-test		**ns**	**ns**

No significant differences were observed among the seasonal means in each column ($P > 0.05$).
(ns = non-significant)

สรุป

การประเมินการสูญเสียอาหารในกระบวนการผลิตผักกาดหอมห่อแต่ละฤดูกาลในช่วงการผลิตของปี พ.ศ. 2566 กรณีศึกษาในอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ฤดูหนาวมีน้ำหนักผักกาดหอมห่อก่อนและหลังตัดแต่งต่อต้น ปริมาณผลผลิตก่อนการตัดแต่งทั้งหมดต่อไร่ และปริมาณผลผลิตหลังการตัดแต่งทั้งหมดต่อไร่มากที่สุด สำหรับปริมาณผลผลิตทางชีวภาพที่คาดหวังในฤดูหนาวไม่แตกต่างจากฤดูร้อน ในขณะที่ฤดูฝนมีปริมาณผลผลิตทางชีวภาพที่คาดหวังน้อยที่สุด อย่างไรก็ตามทั้งสามฤดูมีปริมาณผลผลิตที่ไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้ไม่แตกต่างกัน สำหรับส่วนที่ตัดแต่งทิ้ง ได้แก่ ส่วนของราก ลำต้น และใบที่เสียหาย ฤดูร้อนและฤดูหนาวมีปริมาณการตัดแต่งทิ้งไม่แตกต่างกัน โดยมีปริมาณมากกว่าการตัดแต่งทิ้งในฤดูฝน เมื่อจำแนกสาเหตุความเสียหายของใบที่ถูกตัดแต่งทิ้ง พบว่าสาเหตุที่พบมากที่สุด คือ ใบแก่ ทั้งนี้ฤดูฝนใบที่ถูกตัดแต่งทิ้งมีสาเหตุจากอาการใบจุดมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับฤดูกาลอื่น สำหรับการประเมินร้อยละการสูญเสีย พบว่า ฤดูร้อนมีแนวโน้มการสูญเสียในระหว่างการผลิตมากที่สุด ในขณะที่ฤดูฝนมีแนวโน้มการสูญเสียจากการตัดแต่งในระหว่างการเก็บเกี่ยวมากที่สุด อย่างไรก็ตามเปอร์เซ็นต์การสูญเสียในขั้นตอนการผลิตและการเก็บเกี่ยวของแต่ละฤดูกาลไม่แตกต่างกัน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กองส่งเสริมและประสานเพื่อประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ที่สนับสนุนทุนวิจัย ขอขอบคุณสาขาวิชา

พืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ และศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนอุปกรณ์ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และสถานที่สำหรับการทำวิจัย และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนทุนงานวิจัยผู้ช่วยสอนและผู้ช่วยวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2543. ลักษณะอาการขาดธาตุอาหารของพืช. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2562. ผักกาดหอมห่อ (*Lactuca sativa* L.). แหล่งข้อมูล: https://www.doa.go.th/pvp/wp-content/uploads/2019/11/AnnoDOA_Public192.pdf. ค้นเมื่อ 3 มิถุนายน 2567.

ศิวาพร ธรรมดี, พรสิริ สืบพงษ์สังข์, จิรวรรณ กิจชัยเจริญ, จุฑามาส คุ้มชัย, พิมพ์ใจ สีหะนาม, กมล ทิพโชติ, นพพล จันทร์หอม, แพรวระวี แสงมณี และบัญประชา ทองโชติ. 2561. การสูญเสียในกระบวนการผลิตผักของมูลนิธิโครงการหลวง. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน), กรุงเทพมหานคร.

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. 2566. ข้อมูลการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผักกาดหอมห่อ. แหล่งข้อมูล: https://www.phtnet.org/2023/08/3156/. ค้นเมื่อ 3 มิถุนายน 2567.

ดนัย บุณยเกียรติ. 2558. การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผักบนพื้นที่สูง. สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน), เชียงใหม่.

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน). 2558. ผักกาดหอมห่อ. แหล่งข้อมูล: https://hkm.hrdi.or.th/Knowledge/detail/3. ค้นเมื่อ 4 ตุลาคม 2566.

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน). 2563. Food loss study to boost up food security. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

Hélias. V., D. Andrivon, and B. Jouan. 2000. Development of symptoms caused by *Erwinia carotovora ssp. atroseptica* underfield conditions and their effects on the yield of individual potato plants. Plant Pathology. 49: 23-32.

Imbush, F., S. Liebe, T. Erven, and M. Varrelmann. 2021. Dynamics of cercospora leaf spot disease determined by aerial spore dispersal in artificially inoculated sugar beet fields. Plant Pathology. 70: 853-861.

Madhu, G. S., S. U. Nabi, J. I. Mir, W. H. Raja, M. A. Sheikh, O. C. Sharma, and D. B. Singh. 2020. Alternaria leaf and fruit spot in apple: Symptoms, cause and management. European Journal of Biotechnology and Bioscience. 8: 24-26.

Mersha, Z., and J. Quinn. 2014. Cold Late Spring and Control of Gray Mold. Lincoln university cooperative extension, plant pathology. Available: https://ipm.missouri.edu/MPG/2014/5/Cold-Late-Spring-and-Control-of-Gray-Mold/. Accessed Jun.5, 2024.

Mieslerová, B., A. Lebeda, I. Petrželová, and P. Korbelová. 2013. Incidence of lettuce Downy Mildew (B*remia lactucae*) and Powdery Mildew (*Golovinomyces cichoracearum*) in natural populations of prickly lettuce (*Lactuca serriola*). Plant Protection Science. 49: 24-32.

Palumbo, J., K. Nolte, A. Fournier, and P. Ellsworth. 2008. Insect crop losses and insecticide usage for head lettuce in Arizona: 2006/2007. Vegetable Report. 152: 86-95.

Parfitt, J., M. Barthel, and S. Macnaughton. 2010. Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences. 365: 3065-3081.

Rouphael, Y., M. Cardarelli, A. Bassal, C. Leonardi, F. Giuffrida, and G. Colla. 2012. Vegetable quality as affected by genetic, agronomic and environmental factors. Journal of Food, Agriculture and Environment. 10: 680-688.

Said, F. A., P. Hadley, S. Pearson, M. M. Khan, and Q. Iqbal. 2018. Effect of high temperature and exposure duration on stem elongation of iceberg lettuce. Pakistan Journal of Agricultural Research. 55: 95-101.