วารสารแก่นเกษตร THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

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

การศึกษาคุณค่าทางโภชนะ การตรวจสอบและการลดสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างด้วยการหมักร่วมกับจุลินทรีย์ ของเศษผักที่มีศักยภาพเป็นอาหารสัตว์

Study on nutritional value, detection and reduction of pesticide residues by fermentation with microorganisms in potential vegetable waste as animal feed

ปณัท สุขสร้อย[1]* และ เจนจิรา นามี[1]

Panut Sooksoi[1]* and Janejira Namee[1]

[1] สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ปทุมธานี *13180*

[1] *Program in Agricultural, Faculty of Agricultural Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University Under the Royal Patronage, Pathum Thani,* 13180

บทคัดย่อ: การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจปริมาณ คุณค่าทางโภชนะ และตรวจสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง รวมถึงศึกษาวิธีการลดสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างของเศษผักในตลาดพืชผักผลไม้ศาลาลำดวน จังหวัดสระแก้ว โดยการสำรวจชนิดและปริมาณของเศษผักที่มีศักยภาพเป็นอาหารอาหารสัตว์ 5 ชนิด เพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะ และตรวจสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง จากนั้นเลือกเศษผักที่มีปริมาณ และคุณค่าทางโภชนะที่มีศักยภาพเป็นอาหารสัตว์มากที่สุด 1 ชนิด มาลดสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างด้วยการหมักร่วมกับจุลินทรีย์ ผลการศึกษาพบว่าเศษกะหล่ำปลี เศษกะหล่ำดอก เศษผักกาดขาว เศษผักกาดหอม และเศษข้าวโพดฝักอ่อน มีปริมาณมากเพียงพอต่อการนำมาเป็นอาหารอาหารสัตว์ และมีผลผลิตตลอดทั้งปี สามารถใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบของสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ เนื่องจากมีปริมาณเยื่อใยที่เหมาะสม ส่วนเศษกะหล่ำปลี เศษผักกาดขาว และเศษผักกาดหอม มีปริมาณโปรตีน หยาบเฉลี่ยเท่ากับ 12.66%, 14.07% และ 14.59% ตามลำดับ โดยเศษกะหล่ำปลีมีศักยภาพเป็นอาหารสัตว์มากที่สุด โดยพิจารณาจากปริมาณ และคุณค่าทางโภชนะ แต่จากการตรวจสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตด้วยชุดทดสอบ GT-Pesticide Test ในเศษกะหล่ำปลีพบว่ามีระดับที่ไม่ปลอดภัย 20% การหมักกับเชื้อ *Pseudomonas* sp. TISTR NO. 554 ร่วมกับยีสต์ 4% และกากน้ำตาล 4% เป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่าสามารถช่วยลดปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในเศษกะหล่ำปลีได้มากกว่าวิธีอื่น โดยพบในระดับที่ปลอดภัยเพิ่มขึ้น 60.00% ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเศษกะหล่ำปลีศักยภาพเป็นอาหารสัตว์มากที่สุด โดยสามารถลดปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างได้โดยการหมักกับเชื้อ *Pseudomonas* sp. TISTR NO. 554 ร่วมกับยีสต์ 4% และกากน้ำตาล 4%

คำสำคัญ: คุณค่าทางโภชนะของเศษผัก; การตรวจสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง; การลดสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง

ABSTRACT: The objective of this study was to survey the quantity, nutritional value and detect pesticide residues, as well as to investigate methods for reducing pesticide residues in vegetable waste from the Sala Lamduan Fruit and Vegetable Market in Sa Kaeo Province. The study involves surveying five types of vegetable waste with potential as animal feed to analyze their nutritional value and detect pesticide residues. Then, the vegetable waste with the highest quantity and nutritional value potential as animal feed was selected to reduce pesticide residues through

* Corresponding author: panut@vru.ac.th

Received: date; June 6, 2023 Revised: date; February 9, 2024

Accepted: date; March 26, 2024 Published: date; July 8, 2024

fermentation with microorganisms. The study results showed that cabbage waste, cauliflower waste, Chinese cabbage waste, lettuce waste, and baby corn waste were available in sufficient quantities to be used as animal feed and were produced year-round. They can be used as a source of roughage for ruminants due to their appropriate fiber content. Cabbage waste, Chinese cabbage waste, and lettuce waste had average crude protein contents of 12.66%, 14.07%, and 14.59%, respectively. Cabbage waste showed the highest potential as animal feed, considering its quantity and nutritional value. However, when testing for organophosphate and carbamate pesticide residues using the GT-Pesticide Test kit, 20% of cabbage waste samples were found to be at unsafe levels. Fermentation with *Pseudomonas* sp. TISTR NO. 554, along with 4% yeast and 4% molasses for 15 days, was found to be the most effective method in reducing pesticide residues in cabbage waste, increasing the safety level by 60.00%. The study results demonstrate that cabbage waste has the highest potential as animal feed, and pesticide residues can be reduced by fermentation with *Pseudomonas* sp. TISTR NO. 554, 4% yeast, and 4% molasses.
Keywords: nutritional value of vegetable waste; detection of pesticide residue; reduction of pesticide residue

บทนำ

จากสถานการณ์การผลิตสัตว์เศรษฐกิจในปัจจุบันที่มีการขยายตัวอย่างรวดเร็วเพื่อรองรับต่อความต้องการในการบริโภคที่เพิ่มขึ้นอย่างหลากหลายและจำนวนมากขึ้น แต่ในขณะเดียวกันเกษตรกรบางส่วนได้มีการชะลอการเลี้ยงไปเนื่องจากต้นทุนการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้นทุนค่าอาหารสัตว์ซึ่งเป็นต้นทุนโดยส่วนใหญ่ในการผลิต จากสถานการณ์อาหารสัตว์ในปัจจุบันประเทศไทยยังต้องอาศัยการนำเข้าวัตถุดิบอาหารสัตว์จากต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ โดยในปี 2565 มีรายงานว่าปริมาณการนำเข้าวัตถุดิบอาหารสัตว์กว่า 6 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่าเกือบ 1 แสนล้านบาท (กรมปศุสัตว์, 2566) ดังนั้นต้นทุนค่าอาหารสัตว์จึงขึ้นอยู่กับสถานการณ์โลกที่ผันผวนและไม่แน่นอน ในขณะเดียวกันปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศก็เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาทั้งด้านอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และระดับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เปลี่ยนแปลงไป ล้วนแล้วแต่ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตพืชอาหารสัตว์ลดน้อยลง (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2566) ดังนั้นการมองหาวัตถุดิบอาหารสัตว์ทางเลือกอื่นที่มีปริมาณ ราคา และคุณภาพที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดการใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีความหลากหลาย ไม่พึ่งพาวัตถุดิบตัวใดตัวหนึ่งเป็นหลัก จึงเป็นทางเลือกที่จำเป็นและหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะส่งผลให้เกษตรกรสามารถแข่งขันในด้านต้นทุนการผลิตและสามารถอยู่รอดได้ในภาวะเช่นนี้ โดยกลุ่มวัตถุดิบอาหารสัตว์ทดแทนที่เกษตรกรควรให้ความสนใจเป็นอย่างมากคือ ผลพลอยได้และเศษเหลือทางการเกษตรซึ่งเป็นสิ่งที่ประเทศไทยมีในปริมาณมาก เพราะเป็นประเทศผู้ผลิตอาหารเป็นหลัก และหนึ่งในกลุ่มของเศษเหลือทิ้งที่มีศักยภาพเพียงพอในการนำมาเป็นอาหารสัตว์ที่น่าสนใจคือ เศษผักที่ได้จากการตัดแต่งส่วนที่มีสภาพไม่สมบูรณ์ออกให้สวยงามก่อนไปจำหน่าย ซึ่งหากไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์ หรือกำจัดอย่างถูกต้องก็จะกลายเป็นขยะอาหารในที่สุด จากรายงานของกรมควบคุมมลพิษ (2567) พบว่าในช่วงหลายปีที่ผ่านมาปริมาณขยะอาหารมีแนวโน้มเพิ่มจำนวนมากขึ้นเรื่อย ๆ โดยในปี 2564 ประเทศไทยมีปริมาณขยะอาหารมากที่สุดในกลุ่มของขยะมูลฝอย โดยมีขยะอาหารเกิดขึ้น 9.68 ล้านตัน หรือ 146 กก./คน/ปี คิดเป็นสัดส่วนของขยะอาหารในขยะมูลฝอยชุมชน 38.76% ซึ่งแหล่งกำเนิดของขยะอาหารสูงสุดคือ ตลาดสด รองลงมาคือ ห้างสรรพสินค้า และร้านสะดวกซื้อ แต่อย่างไรก็ตามยังมีความจำเป็นต้องศึกษาในด้านคุณภาพของเศษเหลือดังกล่าวเพิ่มเติม โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณค่าทางโภชนะ เมื่อนำมาใช้จะได้มีความแม่นยำ ตรงกับความต้องการของสัตว์ และสัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้สูงสุด โดย Osman et al. (2018) รายงานว่าเศษผักอย่างเช่น เศษกะหล่ำปลี เศษผักกาดหอม และเศษกะหล่ำดอก สามารถพบได้ตามตลาดสดในท้องถิ่นทั่วไป มีศักยภาพเพียงพอในการนำมาเป็นอาหารสัตว์ สามารถให้ได้ทั้งแบบกินสดและผสมในสูตรอาหาร นอกจากนี้ Wadhwa et al. (2018) ยังพบว่าเศษกะหล่ำปลี และเศษกะหล่ำดอก มีปริมาณโปรตีนหยาบสูง (20.4% และ 16.1% ตามลำดับ) แต่มีเยื่อใยผนังเซลล์ (NDF) ในปริมาณที่ต่ำ (34.0% และ 28.0% ตามลำดับ) เมื่อนำมาเลี้ยงแพะพบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งที่สูง (82.1% และ 80.9% ตามลำดับ) จัดเป็นแหล่งอาหารที่ดีของสัตว์เคี้ยวเอื้อง แต่ในการผลิตพืชผักมักพบปัญหาแมลงศัตรูพืชระบาด (Boonsorn et al., 2016) ทำให้เกษตรกรจำเป็นต้องใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในการป้องกันกำจัดโดยสารเคมีที่นิยมใช้ในการฉีดพ่นได้แก่ กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphate) และคาร์บาเมท (carbamate) ส่วนใหญ่จัดได้ว่าเป็นสารเคมีที่สลายตัวได้เร็ว (สุรชัย และคณะ, 2563) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างดังกล่าว รวมถึงหากตรวจพบก็มีความจำเป็นที่จะต้องแสวงหาวิธีการลดสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในเศษผักก่อนนำมาใช้เป็นอาหาร

สัตว์ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยทั้งต่อตัวสัตว์และผู้บริโภคเนื้อสัตว์ โดยสารเคมีกำจัดศัตรูพืชดังกล่าวนั้นสามารถถูกย่อยสลายได้ด้วยวิธีทางชีวภาพ โดย Singh and Walker (2006) ได้รวบรวมจุลินทรีย์ที่สามารถย่อย organophosphorus โดยพบว่าแบคทีเรียและเชื้อราหลายชนิดสามารถย่อยได้ เช่น *Pseudomonas* spp. และ *Flavobacterium* spp. สามารถย่อยได้ทั้ง chlorpyrifos, parathion, methyl, parathion และ glyphosate นอกจากนี้ Bricceno et al. (2016) ยังรายงานว่าแบคทีเรียกลุ่ม *Streptomyces* spp. ก็สามารถย่อยสลาย organophosphorus ได้เช่นกัน ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิด ปริมาณ และคุณค่าทางโภชนะของเศษผักในพื้นที่จังหวัดสระแก้วที่มีศักยภาพเพียงพอในการนำมาเป็นอาหารสัตว์ รวมถึงตรวจสอบและลดสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในเศษผักด้วยการหมักด้วยจุลินทรีย์ ภายใต้ข้อสมมติฐานว่าการหมักด้วยจุลินทรีย์จะสามารถช่วยลดสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในเศษผักได้ เพื่อสร้างองค์ความรู้ด้านวัตถุดิบอาหารสัตว์ทางเลือกอันจะนำไปสู่การพัฒนาในการผลิตสัตว์ต่อไปในอนาคต

วิธีการศึกษา

สำรวจชนิดและปริมาณของเศษผักที่มีปริมาณมากเพียงพอต่อนำมาเป็นอาหารอาหารสัตว์ จากการคัดทิ้งและตัดแต่งในตลาดพืชผักผลไม้ศาลาลำดวน อำเภอเมือง จังหวัดสระแก้ว ในช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564 สำรวจชนิดและปริมาณเศษผักโดยการชั่งน้ำหนักในวันที่ไปเก็บตัวอย่าง พร้อมมีการสัมภาษณ์ข้อมูลเพิ่มเติมจากเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลตลาดในด้านของชนิดและปริมาณของเศษผักทั้งปี

คุณค่าทางโภชนะของเศษผักสด

ทำการเลือกเศษผักสดที่มีปริมาณมากเพียงพอที่จะนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ได้จำนวน 5 ชนิด จากนั้นสุ่มเก็บเศษผักสดดังกล่าวโดยการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) ชนิดละ 5 ตัวอย่างๆละ 500 ก. รวมเป็น 25 ตัวอย่าง โดยเป็นตัวอย่างเศษผักที่มีในวันที่ไปเก็บเท่านั้น จากนั้นนำตัวอย่างเศษผักมาสับด้วยมีดให้มีขนาดประมาณ 1 นิ้ว แล้วอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 60°ซ. เป็นเวลา 2 วัน เมื่อตัวอย่างแห้งนำมาชั่งน้ำหนัก แล้วบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มม. และทำการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารด้วยวิธี Proximate analysis ตามวิธีการของ AOAC (1998) ได้แก่ วัตถุแห้ง (DM) โปรตีนหยาบ (CP) และเยื่อใยหยาบ (CF) และวิธี Detergent method ตามวิธีการของ Goering and Van Soest (1970) ได้แก่ เยื่อใยผนังเซลล์ (NDF) และเยื่อใยลิกโนเซลลูโลส (ADF)

การตรวจสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในเศษผักสด

นำตัวอย่างเศษผักสดมีปริมาณมากเพียงพอที่จะนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ได้จำนวน 5 ชนิดมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดไม่เกิน 0.5 ซม. ใส่ลงในขวดเก็บตัวอย่างประมาณ 10 ก./ขวด ทำตัวอย่างละ 3 ซ้ำ แล้วนำมาตรวจสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในเศษผัก ด้วยชุดตรวจวิเคราะห์ GT-Pesticide Test ด้วยวิธีการเปรียบเทียบสีของสารในหลอดตัวอย่างกับหลอดควบคุม (สีอ่อน) และหลอดตัดสิน (สีเข้ม) ดังนี้

-หากสีของหลอดตัวอย่างอ่อนกว่าหรือเท่ากับหลอดควบคุม แปลว่าไม่พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง

-หากสีของหลอดตัวอย่างอ่อนกว่าหลอดตัดสินแต่เข้มกว่าหลอดควบคุม (อยู่ระหว่าง +1 ถึง +4) แปลว่าพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง แต่อยู่ในเกณฑ์ปลอดภัย

-หากสีของหลอดตัวอย่างเข้มกว่าหลอดตัดสิน แปลว่าพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง ในปริมาณมากเกินค่าปลอดภัย

โดยชุด GT- Pesticide Test มีค่าความถูกต้อง 87.1% ความไว 92.3% ความจำเพาะ 85.1% ค่าความสามารถในการทำนายว่าพบสารพิษ 70.6% และค่าความสามารถในการทำนายว่าไม่พบสารพิษ 96.6% (Thoophom, 2007)

การลดปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในเศษผัก

การเตรียมแบคทีเรีย

นำเชื้อบริสุทธิ์ *Pseudomonas* sp. TISTR NO. 554 และ *Streptomyces* sp. TISTR NO. 1976 ที่ได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์ความหลากหลายทางชีวภาพ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ นำเชื้อแบคทีเรีย streak บนอาหาร Nutrient Agar (NA) บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24-48 ชม. เพื่อให้ได้โคโลนีเดี่ยวใช้ลูป (loop) เขี่ยโคโลนีเดี่ยว 4-5 โคโลนีลงในหลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Broth (NB) ปริมาณ 5 มล. เลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 30°ซ. นำไปวางบนเครื่องเขย่าเวลา 16 ชม. จนสังเกตว่า

หลอดเชื้อมีความขุ่นของแบคทีเรีย วัดความขุ่นโดยใช้ Spectrophotometer รุ่น Spectronic 722N ที่ความยาวคลื่น 625 nm ค่าความดูดกลืนแสงอยู่ในช่วง 0.08-0.10 เพื่อให้มีเชื้อประมาณ $1x10^8$ CFU/ml (Klancnik et al., 2010)

การหมักเศษผักกับเชื้อแบคทีเรียเพื่อลดปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืช

เศษผักที่นำมาหมักเพื่อลดปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชจะเป็นเศษผักที่มีศักยภาพเพียงพอที่สามารถนำมาใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ได้มากที่สุด 1 ชนิด ซึ่งพิจารณาจากปริมาณที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ช่วงระยะเวลาที่มีผลผลิต และคุณค่าทางโภชนะ โดยลักษณะของเศษผักที่นำมาหมักเป็นเศษผักที่อยู่ในสภาพดี ไม่เน่าเปื่อย ล้างทำความสะอาด แล้วนำไปผึ่งแดดประมาณ 1-2 วัน เพื่อให้น้ำที่ล้างแห้งก่อนทำการหมัก ใช้เศษผักปริมาณ 10 กก. ใส่ลงในถุงพลาสติกเหนียว ขนาด 20×30 นิ้ว จากนั้นเติมแบคทีเรียที่ได้เตรียมไว้ในอัตราส่วนเศษกะหล่ำปลี 10 กก. ต่อเชื้อแบคทีเรีย 400 มล. ต่อยีสต์ 4 มล. ต่อกากน้ำตาล 4 มล. คลุกเคล้าลงในถุงอัดให้แน่น จากนั้นไล่อากาศออกให้ได้มากที่สุดและมัดด้วยเชือกให้แน่นสวมทับด้วยถุงพลาสติกอีกชั้นหนึ่งแล้วมัดด้วยเชือกให้แน่นอีกครั้ง ในการศึกษาทำการแบ่งการทดลองออกเป็น 5 กลุ่มๆละ 15 ซ้ำ ประกอบด้วย

T1 ไม่มีการเติมสารช่วยหมัก

T2 *Pseudomonas* sp. TISTR NO. 554

T3 *Streptomyces* sp. TISTR NO. 1976

T4 *Pseudomonas* sp. TISTR NO. 554 + ยีสต์ 4% + กากน้ำตาล 4%

T5 Streptomyces sp. TISTR NO. 1976 + ยีสต์ 4% + กากน้ำตาล 4%

หมักทิ้งไว้เป็นเวลา 15 วัน แล้วนำมาตรวจสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างด้วยชุดตรวจ GT- Pesticide Test (กอบทอง, 2540; 2541) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในเศษผัก

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนขององค์ประกอบทางเคมี analysis of variance (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test และใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) แสดงผลเป็นจำนวนของตัวอย่าง และร้อยละ ของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในเศษผักก่อนและหลังการหมัก โดยแบ่งผลการวิเคราะห์ออกเป็น ไม่พบ พบในระดับที่ปลอดภัย และพบในระดับที่ไม่ปลอดภัย

ผลการศึกษา

จากการสำรวจชนิดและปริมาณของเศษผักที่มีปริมาณเพียงพอต่อนำมาเป็นอาหารอาหารสัตว์ จากการคัดทิ้งและตัดแต่งในตลาดพืชผักผลไม้ศาลาลำดวน อำเภอเมือง จังหวัดสระแก้ว ผลพบว่าเศษผักทีมีตลอดปี ได้แก่ เศษกะหล่ำปลี เศษกะหล่ำดอก เศษผักกาดขาว เศษผักกาดหอม เศษข้าวโพดฝักอ่อน ก้านเห็ด และเศษฟักทอง ส่วนปริมาณเศษผักชนิดอื่นมีตามฤดูกาล ดังแสดงใน **Table 1** พบว่าเปลือกแครอทพบในช่วงเดือนมีนาคม-มิถุนายน เศษข้าวโพดหวานพบในช่วงเดือนกันยายน-ธันวาคม และเศษหัวหอมใหญ่พบในช่วงเดือนเมษายน-พฤศจิกายน โดยปริมาณเฉลี่ยของเศษผักในวันที่เก็บข้อมูลที่มีปริมาณมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ เศษกะหล่ำปลี มีปริมาณ 850 กก./วัน รองลงมาได้แก่เศษผักกาดขาว มีปริมาณ 320 กก./วัน เศษกะหล่ำดอก มีปริมาณ 250 กก./วัน เศษผักกาดหอม มีปริมาณ 150 กก./วัน และเศษข้าวโพดฝักอ่อน มีปริมาณ 130 กก./วัน ตามลำดับ โดยจากการสังเกตพบว่าเศษกะหล่ำปลี เศษผักกาดขาว และเศษผักกาดหอม จะเป็นส่วนของใบด้านนอกที่แก่ และมีลักษณะที่ไม่สวยงาม ที่ถูกเด็ดทิ้งโดยผู้ตัดแต่ง ส่วนเศษกะหล่ำดอกคือส่วนของก้านและใบที่ถูกเด็ดออกจากส่วนของดอก และเศษข้าวโพดฝักอ่อนคือส่วนของเปลือกและไหมที่ถูกแกะออกจากฝัก โดยปริมาณของเศษผักที่ถูกตัดแต่งออกเป็นเศษทิ้งจะไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับลักษณะของผักชนิดนั้นๆ หากมีส่วนที่ไม่สวยงามหรือไม่น่ารับประทานมากก็จะถูกตัดแต่งออกมากตามไปด้วย แต่ทั้งนั้นจะขึ้นอยู่กับการพิจารณาของผู้ตัดแต่งเอง ซึ่งผู้ตัดแต่งส่วนใหญ่มีจะความชำนาญและมีประสบการณ์ในการตัดแต่งมากกว่า 5 ปีเกือบทั้งตลาด ส่วนปริมาณเศษผักเฉลี่ยในวันที่เก็บข้อมูลที่มีปริมาณต่ำกว่า 100 กก./วัน ได้แก่ เปลือกแครอท เศษเห็ด เศษฟักทอง เศษข้าวโพดหวาน และเศษหัวหอมใหญ่

Table 1 Types and quantities of vegetable waste in Sa Kaeo Province

Item	Productive period	Quantity (kg/day)
Cabbage waste	throughout the year	850
Cauliflower waste	throughout the year	250
Chinese cabbage waste	throughout the year	320
Lettuce waste	throughout the year	150
Baby corn waste	throughout the year	130
Carrot peel	March-June	80
Mushroom waste	throughout the year	40
Pumpkin waste	throughout the year	45
Sweet corn waste	September-December	90
Onion waste	April-November	40

ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะของเศษผักที่มีปริมาณมากเพียงพอที่จะนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ 5 ชนิด ได้แก่ เศษผักกาดขาว เศษกะหล่ำดอก เศษกะหล่ำปลี เศษผักกาดหอม และเศษข้าวโพดฝักอ่อน แสดงใน **Table 2** พบว่าวัตถุแห้งเฉลี่ยของเศษกะหล่ำดอกมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 12.42% ($P<0.01$) รองลงมาคือเศษข้าวโพดฝักอ่อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.68% และเศษกะหล่ำปลีมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.71% ตามลำดับ ส่วนเศษผักที่มีวัตถุแห้งเฉลี่ยต่ำที่สุด ($P<0.01$) มี 2 ชนิดได้แก่ เศษผักกาดขาวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.70% และเศษผักกาดหอมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.39% เศษผักที่มีปริมาณโปรตีนรวมเฉลี่ยสูงที่สุดคือ เศษผักกาดหอมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.59% ($P<0.01$) รองลงมาคือเศษผักกาดขาวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.07% เศษกะหล่ำปลีมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.66% เศษข้าวโพดฝักอ่อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.38% และเศษกะหล่ำดอกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.42% ตามลำดับ ในขณะที่เศษข้าวโพดฝักอ่อนมีปริมาณเยื่อใยรวมเฉลี่ยสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 22.53% ($P<0.01$) รองลงมาคือเศษผักกาดขาวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.29% และเศษผักกาดหอมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.62% ตามลำดับ ส่วนเศษผักที่มีเยื่อใยรวมเฉลี่ยต่ำที่สุด ($P<0.01$) มี 2 ชนิดได้แก่ เศษกะหล่ำดอกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.80% และเศษกะหล่ำปลีมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.48% ส่วนปริมาณเยื่อใยผนังเซลล์นั้น พบว่าเศษข้าวโพดฝักอ่อนมีปริมาณเยื่อใยผนังเซลล์เฉลี่ยสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 52.68% ($P<0.01$) รองลงมาได้แก่ เศษผักกาดขาวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.65% เศษผักกาดหอมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.33% เศษกะหล่ำดอกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.02% และเศษกะหล่ำปลีมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.56% ตามลำดับ เช่นเดียวกันกับปริมาณเยื่อใยลิกโนเซลลูโลส พบว่าเศษข้าวโพดฝักอ่อนมีปริมาณเฉลี่ยสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 24.65% ($P<0.01$) รองลงมาได้แก่ เศษผักกาดขาว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.73% เศษกะหล่ำดอกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.27% เศษผักกาดหอมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.77% และเศษกะหล่ำปลีมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.54% ตามลำดับ

Table 2 Nutritional value of vegetable waste in Sa Kaeo Province

Item	% of dry matter				
	DM	CP	CF	NDF	ADF
Cabbage waste	7.71[c]	12.66[c]	12.48[d]	22.56[d]	15.54[d]
Cauliflower waste	12.42[a]	10.42[e]	12.80[d]	23.02[cd]	16.27[c]
Chinese cabbage waste	3.70[d]	14.07[b]	14.29[b]	28.65[b]	17.73[b]
Lettuce waste	3.39[d]	14.59[a]	13.62[c]	23.33[c]	15.77[d]
Baby corn waste	8.68[b]	11.38[d]	22.53[a]	52.68[a]	24.65[a]
Sig.[1/]	P<0.01	P<0.01	P<0.01	P<0.01	P<0.01

[1/] Means in the same column with different superscripts differ highly significant (P<0.01)

ด้านผลการตรวจสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphate) และคาร์บาเมต (carbamate) ด้วยชุดทดสอบ GT-Pesticide Test จากตัวอย่างเศษผักในตลาดศาลาลำดวน อำเภอเมือง จังหวัดสระแก้ว ในตัวอย่างเศษผักที่มีปริมาณมากเพียงพอที่จะนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ 5 ชนิด ได้แก่ เศษผักกาดขาว เศษกะหล่ำดอก เศษกะหล่ำปลี เศษผักกาดหอม และเศษข้าวโพดฝักอ่อน พบว่าเศษผักทั้งหมดมีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในระดับไม่ปลอดภัย จำนวน 13 ตัวอย่าง จากเศษผักทั้งหมด 100 ตัวอย่าง คิดเป็น 13% พบเศษผักที่มีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในระดับปลอดภัยมีจำนวน 33 ตัวอย่าง จากเศษผักทั้งหมด 100 ตัวอย่าง คิดเป็น 33% และไม่พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างจำนวน 54 ตัวอย่าง จากเศษผักทั้งหมด 100 ตัวอย่าง คิดเป็น 54% เมื่อจำแนกตามชนิดเศษผัก พบว่าเศษผักที่มีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในระดับไม่ปลอดภัยได้แก่ เศษผักกาดหอมจำนวน 5 ตัวอย่าง จากจำนวนตัวอย่างเศษผักกาดหอมทั้งหมด 20 ตัวอย่าง คิดเป็น 25% รองลงมาได้แก่ เศษกะหล่ำปลี จำนวน 4 ตัวอย่าง จากจำนวนตัวอย่างเศษเศษกะหล่ำปลีทั้งหมด 20 ตัวอย่าง คิดเป็น 20% และเศษข้าวโพดฝักอ่อนจำนวน 3 ตัวอย่าง จากจำนวนตัวอย่างเศษข้าวโพดฝักอ่อนทั้งหมด 20 ตัวอย่าง คิดเป็น 15% ตามลำดับ เศษผักที่พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในระดับที่ปลอดภัยได้แก่ เศษผักกาดขาว จำนวน 9 ตัวอย่าง จากจำนวนตัวอย่างเศษผักกาดขาวทั้งหมด 20 ตัวอย่าง คิดเป็น 45% รองลงมาได้แก่ เศษกะหล่ำดอก จำนวน 8 ตัวอย่าง จากจำนวนตัวอย่างเศษกะหล่ำดอกทั้งหมด 20 ตัวอย่าง คิดเป็น 40% และเศษผักกาดหอมจำนวน 7 ตัวอย่าง จากจำนวนตัวอย่างเศษผักกาดหอมทั้งหมด 20 ตัวอย่าง คิดเป็น 35% ตามลำดับ เศษผักที่ไม่พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างได้แก่ เศษข้าวโพดฝักอ่อน เศษกะหล่ำดอก เศษกะหล่ำปลี เศษผักกาดขาว และเศษผักกาดหอม จำนวน 14, 12, 10 และ 10 ตัวอย่าง จากจำนวนตัวอย่างเศษผักทั้งหมด 20 ตัวอย่างในแต่ละชนิด คิดเป็น 70, 60, 50 และ 50% จากจำนวนผักแต่ละชนิดตามลำดับ ดังแสดงใน **Table 3**

จากการสำรวจปริมาณ คุณค่าทางโภชนะ และตรวจสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างของเศษผักในตลาดพืชผักผลไม้ศาลาลำดวน พบว่าเศษกะหล่ำปลีมีศักยภาพเพียงพอในการนำมาใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ได้มากที่สุด แต่เนื่องจากพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัย 20% จึงต้องมีการลดปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในเศษผักก่อนนำไปเลี้ยงสัตว์ เพื่อเป็นการป้องกันสารเคมีไม่ให้สะสมในตัวสัตว์ และเป็นการรักษาสุขภาพสัตว์ โดยผลจากการลดปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในเศษกะหล่ำปลีด้วยกระบวนการหมักเป็นเวลา 15 วัน พบว่าเศษกะหล่ำปลีหมักร่วมกับเชื้อ *Pseudomonas* sp. TISTR NO. 554 ร่วมกับยีสต์ 4% และกากน้ำตาล 4% (T4) พบจำนวนสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในเศษกะหล่ำปลีหมักในระดับที่ปลอดภัยเพิ่มขึ้นสูงสุด คิดเป็น 60.00% รองลงมาได้แก่ การหมักด้วยเชื้อ *Streptomyces* sp. TISTR NO. 1976 ร่วมกับยีสต์ 4% และกากน้ำตาล 4% (T5) เพิ่มขึ้น 46.67% ในส่วนของการหมักด้วยเชื้อ *Pseudomonas* sp. TISTR NO. 554 (T2) และ *Streptomyces* sp. TISTR NO. 1976 (T3) เพิ่มขึ้น 26.66% (**Table 4**)

Table 3 Number and proportions of not contamination and contamination of organophosphate and carbamate pesticides in vegetable wastes

Vegetable types	Number of samples	Not contaminated	safety level	unsafety level
		Number of samples (%)	Number of samples (%)	Number of samples (%)
Cabbage waste	20	10 (50)	6 (30)	4 (20)
Cauliflower waste	20	12 (60)	8 (40)	0 (0)
Chinese cabbage waste	20	10 (50)	9 (45)	1 (5)
Lettuce waste	20	8 (40)	7 (35)	5 (25)
Baby corn waste	20	14 (70)	3 (15)	3 (15)
Total	100	54 (54)	33 (33)	13 (13)

Table 4 Number and proportions of not contamination and contamination of organophosphate and carbamate pesticides in cabbage waste before and after 15 days of fermentation.

Treatment	Number of samples	Before		After 15 days	
		Safe level	Unsafe level	Safe level	Unsafe level
		Number of samples	Number of samples	Number of samples (%of difference)	Number of samples (%of difference)
T1	15	7	8	9 (+13.33)	6 (-13.33)
T2	15	5	10	8 (+20.00)	7 (-20.00)
T3	15	4	11	8 (+26.66)	7 (-26.66)
T4	15	4	11	13 (+60.00)	2 (-60.00)
T5	15	3	12	10 (+46.67)	5 (-46.67)

วิจารณ์

จากการสำรวจชนิดและปริมาณของเศษผักที่ พบว่าไม่มีการนำเศษผักไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยส่วนใหญ่จะถูกกำจัดทิ้งเป็นขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล โดยเทศบาลเมืองสระแก้วจะเป็นหน่วยงานที่เอาเศษผักไปกำจัดทิ้ง และบางส่วนจะมีเกษตรกรที่สนใจนำไปใช้ประโยชน์เป็นปุ๋ยหมัก และบางส่วนถูกใช้เป็นอาหารสัตว์ โดยเป็นการใช้เป็นอาหารสุกร และโคเนื้อ ซึ่งเป็นการให้สัตว์กินสด ดังนั้นการนำเศษผักที่กำจัดทิ้งมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มากขึ้นน่าจะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ที่ต้องการลดต้นทุนค่าอาหาร โดยที่เศษผักหลายชนิดมีปริมาณมากเพียงพอในการนำมาเป็นอาหารสัตว์ โดยเฉพาะแหล่งอาหารหยาบสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องจำพวกโค และกระบือ ที่มีการใช้ในปริมาณที่มากกว่าสัตว์ชนิดอื่น จากรายงานของ มรกต และคณะ (2560) ที่พบว่าโคที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 302.5 กก. จะกินหญ้าเนเปียร์สดได้วันละ 16.67-22.80 กก./ตัว/วัน ขึ้นอยู่กับลักษณะของอาหาร โดยเศษผักจากการศึกษาครั้งนี้มีปริมาณเฉลี่ยในวันที่เก็บข้อมูล 130-850 กก./วัน ซึ่งมีปริมาณมากเพียงพอที่จะเป็นแหล่งอาหารหยาบ จึงเป็นแหล่งอาหารสัตว์ทางเลือกที่น่าสนใจ

และผลจากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะ พบว่าเศษผักหลายชนิดมีศักยภาพเพียงพอจะใช้เป็นอาหารสัตว์ได้เป็นอย่างดี โดยเศษผักที่เหมาะสำหรับการใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง ได้แก่ เศษข้าวโพดฝักอ่อน เนื่องจากมีปริมาณเยื่อใยหยาบสูงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.53% สอดคล้องกับกัมปนาจ (2561) ที่รายงานว่าอาหารหยาบสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องควรเป็นวัตถุดิบที่มีเยื่อใยสูงกว่า 18% ส่วนปริมาณเยื่อใยผนังเซลล์ของเศษข้าวโพดฝักอ่อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 52.68% ซึ่งมีค่าสูงใกล้เคียงกับรายงานของ Bakshi and Wadhwa (2012) ที่พบว่าเยื่อใยผนังเซลล์ของเศษข้าวโพดฝักอ่อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 60.9% แต่เนื่องจากการที่ปริมาณเยื่อใยผนังเซลล์ที่สูงของเศษข้าวโพดฝักอ่อน อาจส่งผลให้อัตราการกินได้ของสัตว์เคียวเอื้องลดลง ตามรายงานของวิโรจน์ (2559) ที่รายงานว่าอาหารหยาบที่มีปริมาณเยื่อใยผนังเซลล์ที่สูงจะส่งผลให้อาหารมีความฟ่ามมากขึ้น ใช้พื้นที่ความจุในกระเพาะหมักมาก และอาหารมีระยะเวลาการหมักในกระเพาะนานขึ้น ทำให้สัตว์กินได้น้อยลง ในขณะที่เศษกะหล่ำปลี เศษกะหล่ำดอก และเศษผักกาดหอม แม้จะมีปริมาณเยื่อใยหยาบเฉลี่ยที่ต่ำกว่า 18% แต่ก็มีปริมาณเยื่อใยผนังเซลล์ที่เพียงพอสำหรับใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ โดย NRC (2001) ได้รายงานไว้ว่าในกรณีของโคนมการให้อาหารหยาบที่มีปริมาณเยื่อใยผนังเซลล์ 19% ขึ้นไป จะสามารถกระตุ้นการเคี้ยวเอื้องได้ดี และหากเกินกว่า 32% จะทำให้โคกินอาหารได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการ นอกจากนี้เศษกะหล่ำปลี เศษผักกาดขาว และเศษผักกาดหอม ยังมีปริมาณโปรตีนหยาบเฉลี่ยที่ค่อนข้างสูง (12.66%, 14.07% และ 14.59% ตามลำดับ) ซึ่งจัดเป็นอาหารหยาบคุณภาพดี สอดคล้องกับกรมปศุสัตว์ (2538) ที่รายงานว่าอาหารหยาบที่มีปริมาณโปรตีนหยาบมากกว่า 10% จะจัดเป็นอาหารหยาบคุณภาพดีมาก อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นแหล่งโปรตีนในสัตว์กระเพาะเดี่ยวได้เช่นเดียวกัน เนื่องจากมีปริมาณเยื่อใยหยาบเฉลี่ยต่ำกว่า 18% (เศษกะหล่ำปลี 12.48% เศษผักกาดขาว 14.29% และเศษผักกาดหอม 13.62%) แต่ก็มีข้อควรพิจารณาในการที่จะนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ในกรณีของ เศษผักกาดขาว และเศษผักกาดหอม ที่มีปริมาณวัตถุแห้งต่ำในขณะที่ปริมาณความชื้นสูง (ปริมาณวัตถุแห้งเฉลี่ยของเศษผักกาดขาวเท่ากับ 3.70% และเศษผักกาดหอมเท่ากับ 3.39%) ก่อนนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ควรผึ่งแดด 1-2 วัน เพื่อลดปริมาณความชื้นลง นอกจากนี้หากต้องการเก็บไว้ใช้ในระยะเวลานานควรมีการถนอมด้วยการผึ่งแดดให้มีความชื้น 60-75% เมื่อนำมาหมักจะจัดเป็นพืชหมักคุณภาพดี (กัมปนาจ, 2561) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการนำเศษผักมาใช้เป็นอาหารสัตว์นั้น ผู้วิจัยเห็นว่าเศษกะหล่ำปลีมีศักยภาพเพียงพอ และมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์มากที่สุด โดยพิจารณาจากปริมาณผลผลิตต่อวันที่มากเพียงพอให้สัตว์กินเป็นจำนวนมาก มีผลผลิตตลอดปี และมีคุณค่าทางโภชนะที่เหมาะสม ซึ่งเศษกะหล่ำปลีสามารถใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบของสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ อีกทั้งยังมีปริมาณโปรตีนรวมสูง 12.66% สามารถใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์กระเพาะเดี่ยวได้ นอกจากนี้ยังมีรายงานของสุพัตรา และคณะ (2553) ที่พบว่าเศษกะหล่ำปลีมีวัตถุแห้ง 7.19% โปรตีนหยาบ 14.02% เยื่อใยผนังเซลล์ 26.62% เยื่อใยลิกโนเซลลูโลส 17.82% และไขมัน (ether extract) 2.67% ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนะที่สูงใกล้เคียงกัน

ผลของการวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphate) และคาร์บาเมต (carbamate) ด้วยชุดตรวจวิเคราะห์ GT-Pesticide Test ในเศษผักที่มีปริมาณมากเพียงพอที่จะนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ 5 ชนิด พบว่ามีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัยคิดเป็น 13% และพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในระดับที่ปลอดภัย 33% และไม่พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง 54% ใกล้เคียงกับรายงานของศุจิมน และคณะ (2565) ได้ทำการตรวจสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphate) และคาร์บาเมต (carbamate) ตกค้างในผักที่จำหน่ายในตลาดสด และห้างสรรพสินค้าในเขตกรุงเทพมหานคร ตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในระดับไม่ปลอดภัย จำนวน 43 ตัวอย่าง คิดเป็น 20.5% สอดคล้องกับ Ruangwut and Kontong (2011) ที่ตรวจสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างด้วย Gt-test kit ในผักได้แก่ กะหล่ำปลี คะน้า กวางตุ้ง และผักกาดขาว รวม 90 ตัวอย่าง ในจังหวัดอุบลราชธานี พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัย 15.5% พบการตกค้างในระดับที่ปลอดภัย 34.4% และไม่พบการตกค้าง 50% นอกจากนี้จากรายงานของบัณฑิต และ สุรศักดิ์ (2561) ที่ได้ตรวจสอบตัวอย่างผักในจังหวัดเพชรบุรีทั้งหมด 8 แห่ง ตรวจหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphate) และคาร์บาเมต (carbamate) ด้วยชุดทดสอบ GT-Pesticide Test ในผัก 15 ชนิด คือ ผักกาดขาว ถั่วฝักยาว พริก กะหล่ำปลี คะน้า แตงกวา ผักชี มะเขือเปราะ เห็ด กวางตุ้ง ผักบุ้ง ต้นหอม ผักชีล้อม มะเขือเทศ และแครอท พบว่าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในระดับที่ปลอดภัยได้แก่ ผักกาดขาว และกะหล่ำปลี คิดเป็น 97.07% และ 99.13% ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับที่ปลอดภัยมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบเศษผักกาดขาว และเศษกะหล่ำปลีจากตัวอย่างเศษผักจากตลาดศาลาลำดวน อำเภอเมือง จังหวัดสระแก้ว ในการศึกษาครั้งนี้

จากการศึกษาการลดปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในเศษกะหล่ำปลีด้วยกระบวนการหมักเป็นระยะเวลา 15 วัน ด้วยเชื้อจุลินทรีย์ *Pseudomonas* sp. TISTR NO. 554 และ *Streptomyces* sp. TISTR NO. 1976 พบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในระดับที่ปลอดภัยเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับฐปน และคณะ (2558) กล่าวว่าการย่อยสลายสารกำจัดวัชพืชโดยใช้จุลินทรีย์อาศัยกลไกการเปลี่ยนสารเคมีกลุ่มไกลโฟเซต (glyphosate) ไปเป็นอนุพันธุ์ชนิดต่าง ๆ มีผลทำให้ค่าความเป็นพิษลดลง และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในกระบวนการเมตาบอลิซึมของจุลินทรีย์ โดยอาศัยปัจจัยต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น อุณหภูมิ ความเป็นกรด ด่าง และระยะเวลา เป็นต้น ซึ่งจุลินทรีย์แต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติในการทำงานแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์ และชนิดของสาร กลุ่มไกลโฟเซต (glyphosate) เป็นไปไปทิศทางเดียวกันกับงานวิจัยของ Akbar et al. (2003) พบว่าเชื้อ *Pseudomonas* sp. สามารถลดปริมาณสารกำจัดแมลงในกลุ่มออร์กาโนคลอรีน (Organochlorines) ที่พบตกค้างอยู่ในดินได้ โดยปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการย่อยสลายของสารกำจัดศัตรูพืชของจุลินทรีย์มีอยู่หลายปัจจัย เช่น อุณหภูมิ น้ำ ออกซิเจน ธาตุอาหาร pH ของดิน อัตราการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ การแลกเปลี่ยนประจุลบ ชนิดของจุลินทรีย์ และปริมาณอินทรียวัตถุในดิน โดยการย่อยสลายจะขึ้นอยู่กับอัตราการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของฟ้าไพลิน และคณะ (2563) ที่ศึกษาเชื้อแบคทีเรียที่มีประโยชน์ในการย่อยสารเคมีไซเพอร์เมทริน (Cypermethrin) ที่ตกค้างในดินทางการเกษตรพบว่าเชื้อแบคทีเรีย *Pseudomonas fluorescens* และ *Paenibacillus popilliae* มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารเคมีในสภาพดินจำลองโดยสามารถย่อยสลายสารเคมีให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยได้ภายใน 7 วัน และจากการศึกษาของ Huang et al. (2018) ระบุว่าจุลินทรีย์สามารถสลายสารเคมีทางการเกษตรที่ตกค้างในดินได้โดยเชื้อ *Bacillus licheniformis* ย่อยสลายสารเคมีไซเปอร์เมทริน (Cypermethrin) ในดินที่ปลูกชาได้ 52.9% สอดคล้องกับการศึกษาของ Ravi et al. (2015) ใช้เชื้อ *Pseudomonas* sp. และเชื้อ *Photobacterium* sp. เติมลงไปในดินที่มีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชปนเปื้อนและทิ้งไว้เป็นเวลา 10 วัน พบว่าสารเคมีในกลุ่มคลอไพริฟอส (Chlorpyrifos) และเมธิลพาราไธออน (Methyl parathion) สลายตัวได้ 67.72% และ 65.99% ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ มีผลต่อการย่อยสลายหรือลดปริมาณสารเคมีตกค้างลงได้ นอกจากนี้ Sukirtha and Usharani (2013) ศึกษาเชื้อแบคทีเรีย *Nocardia mediterranie* และเชื้อ *Streptomyces mediterranei* ที่มีผลในการช่วยย่อยสารเคมีกำจัดศัตรูพืชโดยสามารถเปลี่ยนสารในกลุ่มของออร์กาโนคลอรีน (Organochlorines) และสารในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphate) ซึ่งได้แก่ เมทิลพาราไธออน (Methy Parathion), ไดคลอวอส (Dichlorvos) และคลอร์ไพริฟอส (Chlorpyrifos) ไปเป็นอนุพันธุ์ต่าง ๆ ได้ง่าย และสามารถนำมาใช้ในกระบวนการเมทาบอลิซึมของเซลล์แบคทีเรียได้ ผลการศึกษาพบว่าผักสลัดที่สุ่มตรวจจากท้องตลาดพบปริมาณสารตกค้าง 130 มล./กก. เมื่อล้างด้วยเชื้อแบคทีเรียที่ผ่านกระบวนการหมักทำให้สารกำจัดศัตรูพืชลดลง 57 มล./กก. ซึ่งจะเห็นได้ว่าการใช้เชื้อจุลินทรีย์สามารถช่วยลดปริมาณสารเคมีหรือล้างสารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้ (Akbar et al., 2003; Matsumura, 1975) นอกจากนี้ Bureenok et al. (2005) รายงานว่า การเติมน้ำตาล (กลูโคส, ซูโครส, กากน้ำตาล) ลงไปจะช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนของแบคทีเรียได้ ในขณะที่อภิเชษฐ และคณะ (2554) รายงานว่าแบคที่เรียสามารถใช้ยีสต์เป็นแหล่งไนโตรเจนในการเจริญเติบโตได้ ดังนั้นการใช้ยีสต์และกากน้ำตาลเป็นสารเสริมช่วยหมักจึงส่งผลให้เชื้อจุลินทรีย์เติบโตดีและสามารถช่วยลดปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้ดีกว่ากลุ่มที่ไม่มีการเสริม

สรุป

จากการสำรวจปริมาณเศษผักในตลาดพืชผักผลไม้ศาลาลำดวน อำเภอเมือง จังหวัดสระแก้ว พบว่าเศษกะหล่ำปลีมีปริมาณ 850 กก./วัน เมื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะของเศษกะหล่ำปลี พบว่ามีวัตถุแห้ง 12.66% เยื่อใยรวม 12.48% เยื่อใยผนังเซลล์ 22.56% และเยื่อใยลิกโนเซลลูโลส 15.54% ซึ่งจากปริมาณและคุณค่าทางโภชนะกะหล่ำปลีมีศักยภาพที่สามารถนำมาใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ได้มากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในเศษกะหล่ำปลีพบว่าอยู่ในระดับที่ไม่ปลอดภัย 20% จึงควรนำมาหมักด้วยเชื้อ *Pseudomonas* sp. TISTR NO. 554 ร่วมกับยีสต์ 4% และกากน้ำตาล 4% พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในระดับที่ปลอดภัยเพิ่มขึ้น 60.00%

ข้อเสนอแนะ

1. เศษกะหล่ำปลีมีปริมาณความชื้นสูง ก่อนนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ควรผึ่งแดด 1-2 วัน หากต้องการหมักเก็บไว้ใช้ในระยะเวลานานควรมีการการผึ่งแดดให้มีความชื้น 60-75% ก่อนหมัก

2. การตรวจสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง ด้วยชุดตรวจวิเคราะห์ GT-Pesticide Test เป็นการตรวจสอบที่ง่าย และราคาไม่แพง แต่มีข้อเสียคือมีความแม่นยำน้อย รวมทั้งไม่สามารถระบุชนิด และปริมาณของสารเคมีตกค้างได้ ดังนั้นควรตรวจสอบเพิ่มเติมโดยการใช้เครื่องตรวจสอบอย่างละเอียด จะช่วยให้ได้ผลที่แม่นยำมากขึ้น

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) และมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ปีงบประมาณ 2564 ที่สนับสนุนงบประมาณภายใต้สัญญาเลขที่ ววน.02/2564

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2567. แผนที่นำทางการกำจัดขยะอาหาร (พ.ศ. 2566-2573). แหล่งข้อมูล: https://buriram.mnre.go.th/th/news/detail/174663. ค้นเมื่อ 1 กุมภาพันธ์ 2567.

กรมปศุสัตว์. 2538. เทคนิคการให้อาหารโคนม. แหล่งข้อมูล: https://pvlo-cmi.dld.go.th/webnew/images/doc/create_%20awareness/2562/012/01.pdf. ค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2566.

กรมปศุสัตว์. 2566. ข้อมูลสถิติ นำเข้า-ส่งออกอาหารสัตว์. แหล่งข้อมูล: http://eservice.afvc.dld.go.th/dld-streaming/access.do?p=document%2FdocLocation_20230217_095751_1676602671537.pdf&m=img. ค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2566.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2566. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อการผลิตอาหาร. แหล่งข้อมูล: https://shorturl.asia/o0VgM. ค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2566.

กอบทอง ธูปหอม. 2540. ชุดตรวจสอบยาฆ่าแมลง/สารพิษตกค้าง. ใน : เอกสารประกอบการฝึกอบรมผลงานประดิษฐ์คิดค้นประเภททั่วไป. สำนักงานวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

กอบทอง ธูปหอม. 2541. คู่มือชุดตรวจหายาฆ่าแมลงจีที. กองอาหารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กระทรวงสาธารณสุข, กรุงเทพฯ.

กัมปนาจ เภสัชชา. 2561. คู่มือองค์ความรู้การเพิ่มผลผลิตโคเนื้อโดยใช้แหล่งอาหารในท้องถิ่น. แหล่งข้อมูล: http://www.thai-explore.net/file_upload/submitter/file_doc/265e3d83e3608037e1866129cfa9ae79.pdf. ค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2566.

ฐปน ชื่นบาล, ศรีกาญจนา คล้ายเรือง และจุไรรัตน์ อิมินา. 2558. การย่อยสลายสารไกลโฟเซตทางชีวภาพโดยแบคทีเรียแยกจากดิน เกษตร. วารสารนเรศวรพะเยา. 8(1): 15-20.

บัณฑิต ต้วมศรี และสุรศักดิ์ เสาแก้ว. 2561. ผลของการแก้ไขปัญหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักสดในโรงพยาบาล. วารสารเภสัชกรรมไทย. 11(3): 575-585.

ฟ้าไพลิน เกียรติ์ชัยภา, ดุสิต อธินุวัฒน์ และวิลาวรรณ์ เชื้อบุญ. 2563. คัดเลือกและจำแนกแบคทเรียที่มีประโยชน์ในการย่อยสารเคมีไซเพอร์เมทรินที่ตกค้างในดินทางการเกษตร. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 38(4): 489-493.

มรกต เหล็กดี, ปติญญา จ้อยร่อย, ศิรวัจน์ ปิณฑะดิษ, ภูมพงศ์ บุญแสน และ สุริยะ สะวานนท์. 2560. ผลของระดับโปรตีนและปริมาณอาหารข้นที่ได้รับแตกต่างกันต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของโคนมเพศผู้ตอนระยะรุ่น. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 48 (พิเศษ): 116-123.

วิโรจน์ ภัทรจินดา. 2559. TMR ยุคใหม่โคนมไทย. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ศุจิมน มังคลรังสี, สุวพิชญ์ เตชะสาน, วีรยา สินธุกานนท์, จิดาภา รัตนถาวร, ธัญณ์สิริ วิทยาคม, ภูษณิศา กิจกาญจนกุล, ณกัณฐพันธ์ ประมาพันธ์ และเดชาธร สมใจ. 2565. ความชุกของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออการ์โนฟอสเฟตและคาร์บาเมตตกค้างในผักที่จำหน่ายในตลาดสด และในห้างสรรพสินค้า ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร. วารสารวิชาการสาธารณสุขชุมชน. 8(4): 129-140.

สุพัตรา ชุมผาง. 2553. การใช้เศษผักเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง. วิทยานิพนธ์ มหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่.

สุรชัย สังข์งาม, กัมปนาท ศักรางกูล, ลัดดาพร ครองนุช, กัญจนพร ยุวเศวต, อรัญญา ชนะดี และคณิต หนูพลอย. 2563. การปนเปื้อนสารเคมีตกค้างกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟสและคาร์บาเมต และวิธีการล้างผักสดในตลาด จังหวัดสุราษฎร์ธานี: กรณีศึกษาตลาดสดโพหวาย. วารสารวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยทักษิณ. 2(1): 1-8.

อภิเชษฐ หมื่นอร่าม, วิเชียร ลีลาวัชรมาศ และประมุข ภระกูลสุขสถิต. 2554. ผลของกากน้ำตาลและกากเซลล์ยีสต์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อการผลิตแบคทีเรียกรดแลกติก. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49: สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. กรุงเทพฯ. หน้า 148-155.

Akbar, N., A. Aleem, and A. Malik. 2003. Determination of organochlorine pesticides in agricultural soil with special reference to c-HCH degradation by Pseudomonas strains. Bioresource Technology. 88: 41-46.

AOAC. 1998. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. AOAC International, Arlington.

Bakshi, M., and M. Wadhwa. 2012. Nutritional evaluation of baby corn husk-A new feed resource for livestock. Indian Journal of Animal Sciences. 82(12): 1548-1550.

Boonsorn, S., P. Chiemsombat, C. Chamswarng, and S. Wasee. 2016. Chili shoot rot caused by *Choanephora cucurbitarum* and screening of Thai native chili for disease resistance. Agricultural Science Journal. 47(1): 19-28.

Briceño, G., H. Schalchli, A. Mutis, C.S. Benimeli, G. Palma, G.R. Tortella, and M.C. Diez. 2016. Use of pure and mixed culture of diazinon-degrading Streptomyces to remove other organophosphorus pesticides. International Biodeterioration and Biodegradation. 114: 193-201.

Bureenok, S., T. Namihira, Y. Kawamoto, and T. Nakada. 2005. Additive effects of fermented juice of epiphytic lactic acid bacteria on the fermentative quality of guineagrass (*Panicummaximum Jacq*.) silage. Grassland Science. 1: 243-248.

Goering, H. K., and P. J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analysis (Apparatus Reagents, Procedures and Some Applications). Agriculture Handbook. United States Department of Agriculture, Washington DC.

Huang, Y., L. Xiao, F. Li, M. Xiao, D. Lin, X. Long, and Z. Wu. 2018. Microbial degradation of pesticide residues and an emphasis on the degradation of cypermethrin and 3-phenoxy benzoic acid: A review. Molecules. 23(9): 1-23.

Klančnik, A., S. Piskernik, B. Jeršek, and S. Možina. 2010. Evaluation of diffusion and dilution methods to determine the antibacterial activity of plant extracts. Journal of Microbiological Methods. 81: 121-6.

Matsumura, F. 1975. Toxicology of insecticides. Plenum Press, New York.

NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Academy Press, Washington D.C., United States.

Osman, M., I. T. Kadim, Y. Eltahir, S. Al-Lawatia, and A. M. Al-Ismaili. 2018. Nutritional value of vegetable wastes as livestock feed. Sultan Qaboos University Journal for Science. 23(2): 78-84.

Ravi, R. K., B. Pathak, and M. H. Fulekar. 2015. Bioremediation of persistent pesticides in rice field soil environment using surface soil treatment reactor. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 4(2): 359-369.

Ruangwut, C., and P. Kontong. 2011. Pesticide residues in fresh vegetable from markets in Ubonratchathani province. Rajabhat Agriculture Journal. 20: 22-31.

Singh, B. K., and A. Walker. 2006. Microbial degradation of organophosphorus compounds. FEMS Microbiology Reviews. 30(3): 428-471.

Sukirtha, T., and M. Usharani. 2013. Production and qualitative analysis of biosurfactant and biodegradation of the organophosphate by *Nocardia mediterranie*. Journal of Bioremediation and Biodegradation. 4(6):198-205.

Thoophom, G. 2007. Organophosphorous/Carbamate/Cholinesterase inhibitors. Handbook GT-Pesticide Test Kit publisher unknown, Bangkok.

Wadhwa, M., S. Kaushal, and M.P.S. Bakshi. 2006. Nutritive evaluation of vegetable wastes as complete feed for goat bucks. Small Ruminant Research. 64: 279-284.