เครื่องอบข้าวเปลือกสำหรับครัวเรือนควบคุมด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์

Household Paddy Dryer Controlled by an Electronic Circuit

คำแสน กริดรัมย์[1], ณพรัตน์ บำรุงธรรม[1], ภัทรวุธ ทิพย์นางรอง[1], วิสิทธิ์ ลุมชะเนาว์[1], ณัฐพล ภูครองทอง[1*]
Khamsaen Gridrum[1], Napparat Bamrungtham[1], Phattharawut Thipnangrong[1],
Wisit Lumchanow[1], Nattapon Pookhrongtong[1*]
[1]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ ประเทศไทย 31000
[1]Faculty of Industrial Technology, Buriram Rajabhat University, Mueang, Buriram, Thailand, 31000
*Corresponding author. E-mail: Nuttapon.pr@bru.ac.th

Received: 25 February 2024
Revised: 3 April 2024
Accepted: 20 April 2024

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบข้าวเปลือกสำหรับครัวเรือนโดยควบคุมด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกษตรกรประสบในการตากข้าวเปลือก เช่น การใช้พื้นที่และเวลามาก รวมถึงปัญหาจากสภาพอากาศที่ไม่แน่นอน เครื่องอบข้าวเปลือกที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถบรรจุข้าวได้สูงสุด 40 กิโลกรัม และมีระบบเซนเซอร์ควบคุมความชื้น 3 จุด พร้อมพัดลมไล่ความชื้นและมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบ การทดลองแสดงให้เห็นว่าเครื่องสามารถลดความชื้นข้าวเปลือกจากระดับสูงถึง 40% ลงมาเหลือประมาณ 7.2%-15% ทั้งนี้พบว่าเครื่องอบสามารถทำงานได้ดีในช่วงน้ำหนัก 0-40 กิโลกรัม แต่หากเกินกว่านั้นจะเกิดภาวะโอเวอร์โหลด

คำสำคัญ: เครื่องอบข้าวเปลือก ระบบควบคุม

Abstract

This research article presents the design and development of a household rice dryer controlled by an electronic circuit to address the challenges farmers face in drying paddy, such as the large space and time required, as well as the unpredictability of weather conditions. The developed dryer can hold up to 40 kilograms of rice and is equipped with three moisture control sensors, a moisture removal fan, and an electric motor to enhance drying efficiency. The experiment results show that the dryer can reduce the moisture content of paddy from up to 40% to approximately 7.2%-15%. Additionally, it was found that the dryer operates effectively within the weight range of 0-40 kilograms, but exceeding this limit causes an overload, resulting in the motor stopping.

Keywords: Paddy dryer machine, Control System

1. บทนำ

ข้าวเปลือกมักจะถูกเก็บเกี่ยวในขณะที่มีความชื้นสูงถึง 25% [1] ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของเชื้อราทำให้ข้าวเกิดการเน่าเสีย ปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อรา และลดอัตราการงอกของข้าว ซึ่งการทำให้แห้งเป็นกระบวนการที่สำคัญเพื่อช่วยลดความชื้นลงสำหรับการเก็บรักษา โดยใช้ความร้อนเพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อรา แบคทีเรีย แมลง อย่างไรก็ตามการล่าช้าในการทำให้แห้งหรือการทำให้แห้งที่ไม่สมบูรณ์สามารถลดคุณภาพของเมล็ดข้าวและทำให้เกิดการสูญเสีย การทำให้แห้งเป็นกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญที่สุดแต่ก็ใช้พลังงานมาก [2] ปัจจุบันประเทศไทยโดยส่วนใหญ่ปลูกข้าวเป็นพืชหลักและเป็นประเทศผู้ส่งออกข้าวรายใหญ่ที่สุดในโลก ข้าวไทยจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อเศรษฐกิจของประเทศ แต่ในปัจจุบันเกษตรกรยังคงเผชิญกับปัญหาหลายประการโดยเฉพาะเรื่องพื้นที่ในการตากข้าวเปลือกที่ไม่เพียงพอใช้เวลาหลายวันและได้รับผลกระทบจากสภาพอากาศที่ไม่เอื้ออำนวย เช่น แดดไม่เพียงพอหรือฝนตก การอบแห้งจึงเป็นทางออกที่ช่วยลดปัญหาการตากข้าวเปลือกและรักษาคุณภาพข้าวให้มีราคาดีขึ้น

นวัตกรรมเครื่องอบแห้งข้าวมีกระบวนการอบแห้งด้วยนวัตกรรมหลายประการ [3-5] อาทิเช่นการใช้อนุภาคนำความร้อนภายในถังอบแห้งเพื่อให้ความร้อนทั่วถึงและเพิ่มประสิทธิภาพในการอบแห้ง มอเตอร์ไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่ด้านล่างของตัวถังอบเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกระจายความร้อนได้ดีขึ้น ระบบหมุนเวียนอากาศเพื่อช่วยขจัดความชื้น ดังนั้นบทความวิจัยจึงได้นำเสนอแนวคิดการออกแบบและสร้างเครื่องอบข้าวเปลือกสำหรับครัวเรือนควบคุมด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อเป็นเครื่องมือต้นแบบในการแก้ปัญหาดังกล่าวเพื่อลดปัญหาการตากข้าวเปลือกในปัจจุบัน

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องอบข้าวเปลือกสำหรับครัวเรือนควบคุมด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์

3. ขอบเขตของการวิจัย

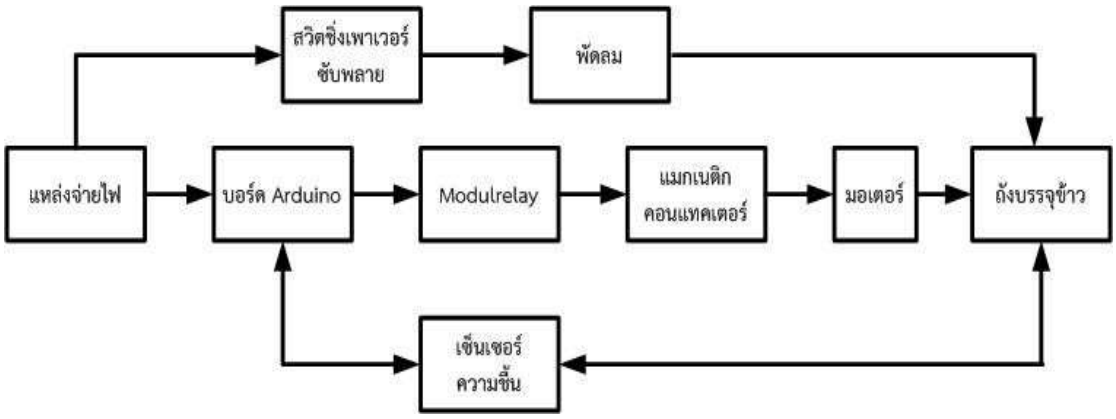
3.1 ขอบเขตของการวิจัยด้านเทคนิคมีดังนี้ 1) อุปกรณ์ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ 2) เซนเซอร์ควบคุมความชื้น จำนวน 3 จุดภายในถังอบแห้ง 3) ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ 4) ชุดพัดลมไล่ความชื้น 5) มอเตอร์ไฟฟ้า 2 แรงม้า สำหรับการปั่นช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกระจายข้าวลดความชื้น และเครื่องอบข้าวสามารถบรรจุข้าวเปลือกได้ไม่เกิน 40 กิโลกรัม และขึ้นอยู่กับความชื้นของข้าวเปลือก โดยเครื่องอบข้าวเปลือกสำหรับครัวเรือนที่สร้างขึ้นจะมีขนาดเหมาะสมกับการใช้งานในระดับครัวเรือน

3.2 เครื่องอบข้าวเปลือกควบคุมด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เป็นเครื่องที่ช่วยในการอบข้าวเปลือกให้มีความชื้นน้อยลงโดยใช้การปั่นข้าวและมีลมเป่า และใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการแสดงผลค่าความชื้น

4. กรอบแนวคิด

การพัฒนาอุปกรณ์ที่มีความสามารถในการอบข้าวเปลือกได้อย่างมีประสิทธิภาพและสะดวกสบายในระดับครัวเรือนโดยเน้นการควบคุมด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อให้การทำงานเป็นอัตโนมัติและง่ายต่อการใช้งาน

เครื่องต้องมีขนาดที่เหมาะสมกับการใช้งานในครัวเรือน โดยปรับการทำงานตามความชื้นของข้าวเปลือก เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด มีกรอบแนวคิดในการพัฒนาดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องอบข้าวแบบครัวเรือน

5. วัสดุอุปกรณ์ของการวิจัย

5.1 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ในบทความนี้ใช้ตระกูล AVR เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์และซอฟต์แวร์แบบโอเพ่นซอร์ส โดยมีสถาปัตยกรรมที่ออกแบบมาให้ใช้งานง่ายจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษาการเขียนโปรแกรมและการทำงานกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ การเชื่อมต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายนอกผ่านขา I/O หรือเลือกใช้งานบอร์ดเสริม (Arduino Shields) ต่าง ๆ เช่น Arduino Relay Shield, Wireless Shield และ GPRS Shield ทำให้การพัฒนาโปรแกรมและการใช้งานร่วมกับบอร์ดมีความสะดวกมากขึ้นแสดงตัวอย่างดังภาพที่ 2

ภาพที่ 2 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino Uno)

5.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current) เป็นมอเตอร์ที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) โดยทั่วไปมอเตอร์กระแสสลับจะประกอบด้วยส่วนพื้นฐานสองส่วน ได้แก่ สเตเตอร์แบบคงที่ภายนอกที่มีคอยล์

ซึ่งจ่ายไฟกระแสสลับเพื่อสร้างสนามแม่เหล็กหมุน และโรเตอร์ด้านในที่ติดอยู่กับเพลาส่งออกซึ่งสร้างสนามแม่เหล็กหมุนที่สองสนามแม่เหล็กโรเตอร์อาจจะสร้างขึ้นโดยแม่เหล็กถาวร [6-7] ซึ่งในบทความนี้มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลในการหมุนถังอบข้าวให้ลดความชื้น

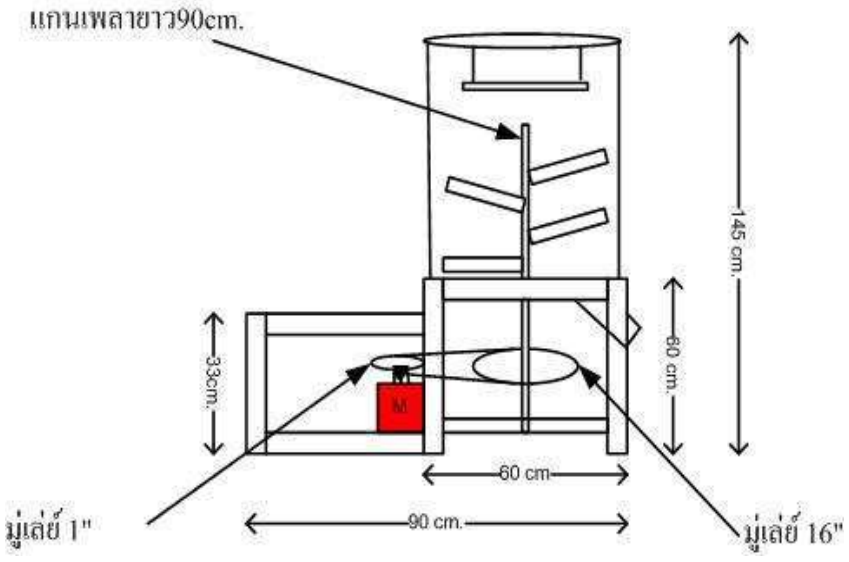
ภาพที่ 3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ [8]

6. วิธีการดำเนินงานวิจัย

6.1 ขั้นตอนการดำเนินงานโดยการศึกษารวบรวมข้อมูลการออกแบบตัวโครงสร้าง จัดหาอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน ทดลองการดำเนินงาน และแก้ไข้ปรับปรุง

6.2 การบรรจุข้าวเปลือกเครื่องอบข้าวเปลือกสำหรับครัวเรือน สามารถบรรจุข้าวเปลือกได้สูงสุด 40 กิโลกรัม ในการติดตั้งและการต่อแหล่งจ่ายไฟโดยใช้แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 15 แอมแปร์ พลังงานไฟฟ้า 3.3 กิโลวัตต์

6.3 ขั้นตอนการออกแบบโครงสร้างรูปร่าง อุปกรณ์ เครื่องมือ โดยมีขนาดความกว้าง 90 เซนติเมตร และขนาดความสูง 145 เซนติเมตร ลักษณะโครงสร้างเครื่องอบข้าวเปลือกดังภาพที่ 4



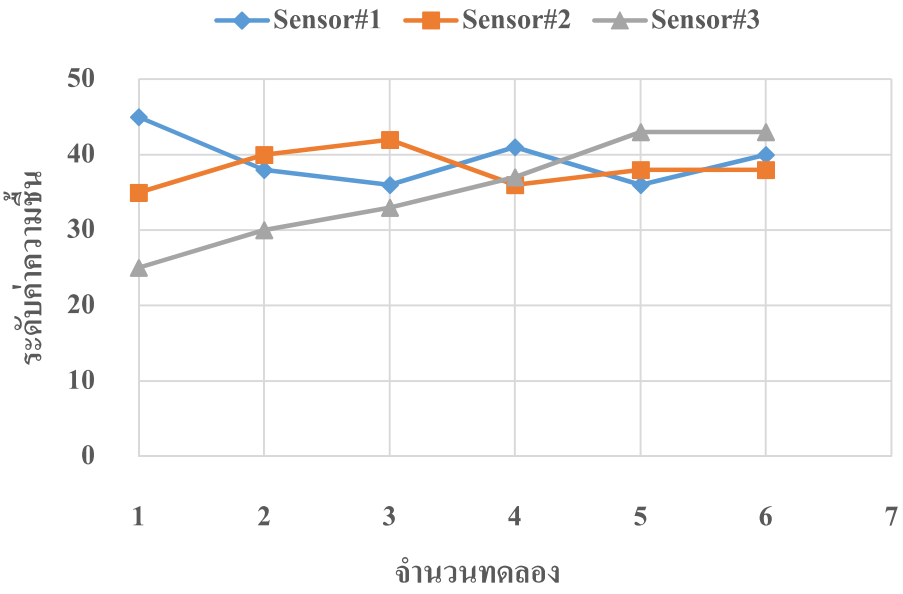
ภาพที่ 4 โครงสร้างเครื่องอบข้าวเปลือก

(ก) โครงสร้าง (ข) ชุดควบคุมเครื่องอบ

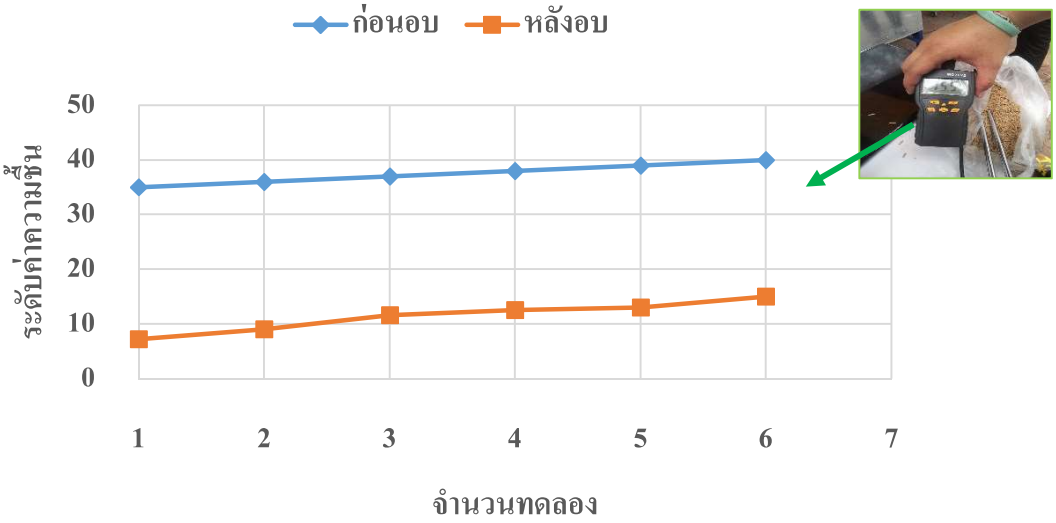
ภาพที่ 5 การประกอบอุปกรณ์โครงสร้างเครื่องอบข้าวเปลือก

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

7.1 ผลการทดลองเซนเซอร์วัดค่าความชื้น จำนวน 3 ตัว ที่ถูกติดตั้งกับถังอบ โดยกำหนดค่าน้ำหนักคงที่คือน้ำหนักข้าวเปลือก จำนวน 30 กิโลกรัม และดำเนินการทดลองจำนวน 6 ครั้ง แสดงผลทดลองดังภาพที่ 6 และผลการเปรียบเทียบค่าความชื้นก่อนอบและหลังอบข้าวเปลือกแสดงผลต่างค่าความชื้นดังภาพที่ 7



ภาพที่ 6 ผลทดลองการทำงานของเซนเซอร์วัดค่าความชื้น



ภาพที่ 7 ผลการเปรียบเทียบค่าความชื้นก่อนอบและหลังอบข้าวเปลือก

ผลทดลองเซนเซอร์ทั้ง 3 ตัว โดยติดตั้งชุดเซนเซอร์ภายในถังอบตัวที่ 1 ทำมุมที่ 0 องศา เซนเซอร์ตัวที่ 2 ทำมุมที่ 120 องศา และเซนเซอร์ตัวที่ 3 ทำมุมที่ 240 องศา ดำเนินการทดลองจำนวนทั้งหมด 6 ครั้ง โดยกำหนดค่าน้ำหนักข้าวเปลือก 30 กิโลกรัม พบว่าค่าความชื้นก่อนอบครั้งที่ 1 เท่ากับ 35%, ครั้งที่ 2 เท่ากับ 36%, ครั้งที่ 3 เท่ากับ 37%, ครั้งที่ 4 เท่ากับ 38%, ครั้งที่ 5 เท่ากับ 39%, ครั้งที่ 6 เท่ากับ 40% และผลทดลองหลังการอบเท่ากับ 7.2%, 9%, 11.6%, 12.5%, 13%, 15% ตามลำดับ

7.2 ผลทดลองการปรับค่าน้ำหนักจากจำนวนน้อยไปหาจำนวนมากตามลำดับ โดยกำหนดค่าน้ำหนักคงที่คือน้ำหนักข้าวเปลือก จำนวน 20 กิโลกรัม, 25, 30, 35, 40, และ 45 ตามลำดับการทดลอง ซึ่งจะทำการทดลองจำนวน 6 ครั้ง แสดงผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลทดลองที่ค่าน้ำหนักที่แตกต่างกัน

ลำดับ	น้ำหนักข้าวเปลือก	เซนเซอร์วัดค่าความชื้น			ค่าความชื้นก่อนอบ (%)	ค่าความชื้นหลังอบ (%)	เวลา (นาที)
		ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3			
1	20	50	40	21	37	6.8	4
2	25	30	36	45	38	8.6	4
3	30	40	45	28	35	10.9	4
4	35	35	38	45	37	13.6	4
5	40	37	19	55	34	15.7	4
6	45	43	38	33	39	-	มอเตอร์ปั่นไม่ได้

จากตารางที่ 1 สามารถอธิปลายผลการทดลองได้ว่าการทดลองค่าน้ำหนักจาก 20 กิโลกรัม ถึง 45 กิโลกรัม พบว่าเครื่องอบทำงานได้ดีในช่วง 0-40 กิโลกรัม หากเกิน 40 กิโลกรัม จะทำให้เครื่องอบเกินโอเวอร์โหลด (Over Load) ทำให้มอเตอร์หยุดหมุน และหากข้าวเปลือกมีความชื้นมากเกินไปทำให้มอเตอร์หมุนเป็นระยะเวลานานทำให้ข้าวเกิดความเสียหาย

เอกสารอ้างอิง

[1] Delele, M. A., Mihret, Y. C., & Mellmann, J. (2023). Performance evaluation and improvement of prototype rice husk fueled mixed flow rough rice dryer using CFD model. Drying Technology, 41(15), pp.2447–2463. DOI: 10.1080/07373937.2023.2252056

[2] Mellmann, J., Weigler, F., & Scaar, H. (2018). Research on procedural optimization and development of agricultural drying processes. Drying Technology, 37(5), pp.569–578. DOI: 10.1080/07373937.2018.1494186

[3] Jerry B, Guanco., Leomarich F, Casinillo. (2021). Performance Evaluation of a Rice Hull-fueled Cabinet Food Dryer. Recoletos Multidisciplinary Research Journal, 9(1), pp.23-38. DOI: 10.32871/RMRJ2109.01.03

[4] Akhmad, Fahruzi., Ricky, Rhamdany. (2020). An Automatic Grain Dryer Prototype Using the PID Method as Temperature Controller. Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi, 5(2), pp.80-85 DOI: http://dx.doi.org/10.25139/inform.v0i1.2720

[5] Ida Bagus Alit., & I Gede Bawa Susana. (2021). Evaluate the thermal performance of the dryer using a perforated wall furnace-heat exchanger for drying. World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences, 2(2), pp.84–90. DOI: https://doi.org/10.30574/wjaets.2021.2.2.0044

[6] Rahman, M. T. N., Turzo, M. M., Billah, A. M., Akanda, M. M., & Rahman, M. R. (2019). Repairing and commissioning of an AC motor speed controller for a centrifugal pump. Journal of Physics and Its Applications, 1(2), pp.47-52.

[7] Patel, N. C., Debnath, M. K., Sahu, B. K., & Das, P. (2019). 2DOF-PID controller-based load frequency control of linear/nonlinear unified power system. In International Conference on Intelligent Computing and Applications: Proceedings of ICICA 2018 (pp. 227-236). Springer Singapore.

[8] AC-machine. (2005, June 29). In Wikimedia Commons. Retrieved January 12, 2024, from https://commons.wikimedia.org/wiki/File:AC-machine.jpg