

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Almeida, É. S., Oliveira, D., & Hotza, D. (2019). Properties and Applications of *Morinda citrifolia* (Noni): A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(4), 883–909. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12456>
- Ánh, N., & Thanh, M. T. H. (2019). Study on the effect of spray drying method on the quality of noni powder. *Tạp Chí Khoa Học và Công Nghệ-Đại Học Đà Nẵng*, 16–21. <https://jst-ud.vn/jst-ud/article/view/2548>.
- Araujo, H. C. S., Jesus, M. S., Leite Neta, M. T. S., Gualberto, N. C., Matos, C. M. S., Rajan, M., Rajkumar, G., Nogueira, J. P., & Narain, N. (2021). Effect of maltodextrin and gum arabic on antioxidant activity and phytochemical profiles of spray-dried powders of sapota (*Manilkara zapota*) fruit juice. *Drying Technology*, 39(3), 392–404. <https://doi.org/10.1080/07373937.2020.1839487>
- Arepally, D., Reddy, R. S., & Goswami, T. K. (2021). Retraction notice to “Studies on survivability, storage stability of encapsulated spray dried probiotic powder” [Curr. Res. Food Sci. 3 (2020) 235–242]. *Current Research in Food Science*, 4, 946. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2021.09.005>
- Buljeta, I., Pichler, A., Šimunović, J., & Kopjar, M. (2022). Polysaccharides as Carriers of Polyphenols: Comparison of Freeze-Drying and Spray-Drying as Encapsulation Techniques. *Molecules*, 27(16), 5069. <https://doi.org/10.3390/molecules27165069>
- Cano-Chauca, M., Stringheta, P. C., Ramos, A. M., & Cal-Vidal, J. (2005). Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 6(4), 420–428. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2005.05.003>
- Castañón Rodríguez, J. F., Uresti-Marín, R. M., Soto Gómez, M. G., Santiago-Adame, R., & Ortiz-Basurto, R. I. (2020). Evaluation of spray-drying’s operable condition for obtaining orange juice powder: Effects on physicochemical

- properties. *CyTA - Journal of Food*, 18(1), 195–202.
<https://doi.org/10.1080/19476337.2020.1728388>
- Choo, Y. X., Teh, L. K., & Tan, C. X. (2022). Effects of Sonication and Thermal Pasteurization on the Nutritional, Antioxidant, and Microbial Properties of Noni Juice. *Molecules*, 28(1), 313. <https://doi.org/10.3390/molecules28010313>
- Dantas, D., Pasquali, M. A., Cavalcanti-Mata, M., Duarte, M. E., & Lisboa, H. M. (2018). Influence of spray drying conditions on the properties of avocado powder drink. *Food Chemistry*, 266, 284–291.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.06.016>
- Dewi, R. T., Sukirno, S., & Azzahra, R. (2023). Standardization of Spray-Dried Powder of Morinda citrifolia Fruit Extract. In I. Nurlaila, Y. Ulfa, H. Anastasia, G. Putro, R. Rachmalina, R. Ika Agustiya, N. Sari Dewi Panjaitan, R. Sarassari, A. Lystia Poetranto, & S. Septima Mariya (Eds.), *Proceedings of the 1st International Conference for Health Research – BRIN (ICHR 2022)* (pp. 278–287). Atlantis Press International BV. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-112-8_27
- Dinesh, B., Yadav, B., Reddy, R. D., Padma, A. S., & Sukumaran, M. (2015). Determination of ascorbic acid content in some Indian spices. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4(8), 864–868.
- Feduraev, P., Chupakhina, G., Maslennikov, P., Tacenko, N., & Skrypnik, L. (2019). Variation in Phenolic Compounds Content and Antioxidant Activity of Different Plant Organs from *Rumex crispus* L. and *Rumex obtusifolius* L. at Different Growth Stages. *Antioxidants*, 8(7), 237. <https://doi.org/10.3390/antiox8070237>
- Ferreira, L. M. D. M. C., Pereira, R. R., Carvalho-Guimarães, F. B. D., Remígio, M. S. D. N., Barbosa, W. L. R., Ribeiro-Costa, R. M., & Silva-Júnior, J. O. C. (2022a). Microencapsulation by Spray Drying and Antioxidant Activity of Phenolic Compounds from Tucuma Coproduct (*Astrocaryum vulgare* Mart.) Almonds. *Polymers*, 14(14), 2905. <https://doi.org/10.3390/polym14142905>
- Ferreira, L. M. D. M. C., Pereira, R. R., Carvalho-Guimarães, F. B. D., Remígio, M. S. D. N., Barbosa, W. L. R., Ribeiro-Costa, R. M., & Silva-Júnior, J. O. C. (2022b).

- Microencapsulation by Spray Drying and Antioxidant Activity of Phenolic Compounds from Tucuma Coproduct (*Astrocaryum vulgare* Mart.) Almonds. *Polymers*, 14(14), 2905. <https://doi.org/10.3390/polym14142905>
- Fuchs, M., Turchiuli, C., Bohin, M., Cuvelier, M. E., Ordonnaud, C., Peyrat-Maillard, M. N., & Dumoulin, E. (2006). Encapsulation of oil in powder using spray drying and fluidised bed agglomeration. *Journal of Food Engineering*, 75(1), 27–35. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.03.047>
- Furuta, T., & Neoh, T. L. (2021). Microencapsulation of food bioactive components by spray drying: A review. *Drying Technology*, 39(12), 1800–1831. <https://doi.org/10.1080/07373937.2020.1862181>
- González, F., García-Martínez, E., Camacho, M. D. M., & Martínez-Navarrete, N. (2019). Stability of the physical properties, bioactive compounds and antioxidant capacity of spray-dried grapefruit powder. *Food Bioscience*, 28, 74–82. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.01.009>
- Guo, M., Mao, B., Ahmed Sadiq, F., Hao, Y., Cui, S., Yi, M., Hong, Q., Lee, Y.-K., & Zhao, J. (2020). Effects of noni fruit and fermented noni juice against acute alcohol induced liver injury in mice. *Journal of Functional Foods*, 70, 103995. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103995>
- Haile, S., & Ayele, A. (2022). Pectinase from Microorganisms and Its Industrial Applications. *The Scientific World Journal*, 2022, 1–15. <https://doi.org/10.1155/2022/1881305>
- Holanda, L., Bezerra, G. B., & Ramos, C. S. (2020). Potent Antifungal Activity of Essential Oil from *Morinda Citrifolia* Fruits Rich in Short-chain Fatty Acids. *International Journal of Fruit Science*, 20(sup2), S448–S454. <https://doi.org/10.1080/15538362.2020.1738975>
- Hoyos-Leyva, J. D., Chavez-Salazar, A., Castellanos-Galeano, F., Bello-Perez, L. A., & Alvarez-Ramirez, J. (2018). Physical and chemical stability of l-ascorbic acid microencapsulated into taro starch spherical aggregates by spray drying. *Food Hydrocolloids*, 83, 143–152. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.05.002>

- Insang, S., Kijpatanasilp, I., Jafari, S., & Assatarakul, K. (2022). Ultrasound-assisted extraction of functional compound from mulberry (*Morus alba* L.) leaf using response surface methodology and effect of microencapsulation by spray drying on quality of optimized extract. *Ultrasonics Sonochemistry*, 82, 105806. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2021.105806>
- Jafari, S. M., Ghalegi Ghalenoei, M., & Dehnad, D. (2017). Influence of spray drying on water solubility index, apparent density, and anthocyanin content of pomegranate juice powder. *Powder Technology*, 311, 59–65. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2017.01.070>
- Jahurul, M., Patricia, M., Shihabul, A., Norazlina, M., George, M. R., Noorakmar, A., Lee, J., Jumardi, R., Jinap, S., & Zaidul, I. (2021). A review on functional and nutritional properties of noni fruit seed (*Morinda citrifolia* L.) and its oil. *Food Bioscience*, 41, 101000.
- Kc, S., Upadhyaya, J., Joshi, D. R., Lekhak, B., Kumar Chaudhary, D., Raj Pant, B., Raj Bajgai, T., Dhital, R., Khanal, S., Koirala, N., & Raghavan, V. (2020). Production, Characterization, and Industrial Application of Pectinase Enzyme Isolated from Fungal Strains. *Fermentation*, 6(2), 59. <https://doi.org/10.3390/fermentation6020059>
- Kedare, S. B., & Singh, R. (2011). Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. *Journal of Food Science and Technology*, 48, 412–422. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0251-1>
- Kim, J.-H., Kim, J. H., & Eun, J.-B. (2021). Optimization of spray drying process parameters for production of Japanese apricot (*Prunus mume* Sieb. Et Zucc.) juice powder. *Food Science and Biotechnology*, 30(8), 1075–1086. <https://doi.org/10.1007/s10068-021-00950-8>
- Kim, Seong, & Choung. (2020). Fermented *Morinda citrifolia* (Noni) Alleviates DNCB-Induced Atopic Dermatitis in NC/Nga Mice through Modulating Immune Balance and Skin Barrier Function. *Nutrients*, 12(1), 249. <https://doi.org/10.3390/nu12010249>

- Lamuela-Raventós, R. M. (2017). Folin-Ciocalteu method for the measurement of total phenolic content and antioxidant capacity. In R. Apak, E. Capanoglu, & F. Shahidi (Eds.), *Measurement of Antioxidant Activity & Capacity* (pp. 107–115). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781119135388.ch6>
- Lee, C.-G., Ahmed, M., Jiang, G.-H., & Eun, J.-B. (2017). Color, bioactive compounds and morphological characteristics of encapsulated Asian pear juice powder during spray drying. *Journal of Food Science and Technology*, *54*(9), 2717–2727. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2708-3>
- Lee, K.-C., Yoon, Y. S., Li, F.-Z., & Eun, J.-B. (2017). Effects of inlet air temperature and concentration of carrier agents on physicochemical properties, sensory evaluation of spray-dried mandarin (*Citrus unshiu*) beverage powder. *Applied Biological Chemistry*, *60*(1), 33–40. <https://doi.org/10.1007/s13765-016-0246-8>
- Leite Neta, M. T. S., De Jesus, M. S., Da Silva, J. L. A., Araujo, H. C. S., Sandes, R. D. D., Shanmugam, S., & Narain, N. (2019). Effect of spray drying on bioactive and volatile compounds in soursop (*Annona muricata*) fruit pulp. *Food Research International*, *124*, 70–77. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.09.039>
- Leyva-Porras, C., Saavedra-Leos, M. Z., López-Martínez, L. A., Espinosa-Solis, V., Terán-Figueroa, Y., Toxqui-Terán, A., & Compeán-Martínez, I. (2021). Strawberry Juice Powders: Effect of Spray-Drying Conditions on the Microencapsulation of Bioactive Components and Physicochemical Properties. *Molecules*, *26*(18), 5466. <https://doi.org/10.3390/molecules26185466>
- Li, X., Liu, Y., Shan, Y., Wang, Y., Li, Z., Bi, Y., Zhao, W., Yin, Y., Wang, T., Li, S., Sun, F., Chen, C., & Li, H. (2021). MicroRNAs Involved in the Therapeutic Functions of Noni (*Morinda citrifolia* L.) Fruit Juice in the Treatment of Acute Gouty Arthritis in Mice Induced with Monosodium Urate. *Foods*, *10*(7), 1638. <https://doi.org/10.3390/foods10071638>
- Lisboa, H. M., Duarte, M. E., & Cavalcanti-Mata, M. E. (2018). Modeling of food drying processes in industrial spray dryers. *Food and Bioproducts Processing*, *107*, 49–60. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2017.09.006>

- Lohani, M., Majrashi, M., Govindarajulu, M., Patel, M., Ramesh, S., Bhattacharya, D., Joshi, S., Fadan, M., Nadar, R., Darien, B., Maurice, D. V., Kemppainen, B., & Dhanasekaran, M. (2019). Immunomodulatory actions of a Polynesian herb Noni (*Morinda citrifolia*) and its clinical applications. *Complementary Therapies in Medicine*, *47*, 102206. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2019.102206>
- Lourenço, S. C., Moldão-Martins, M., & Alves, V. D. (2020). Microencapsulation of Pineapple Peel Extract by Spray Drying Using Maltodextrin, Inulin, and Arabic Gum as Wall Matrices. *Foods*, *9*(6), 718. <https://doi.org/10.3390/foods9060718>
- Matsumoto, K., Taniarashi, M., Tsutaho, Y., Yamada, A., Yosho, A., Osakai, T., & Hotta, H. (2022). Redox reactions between ABTS•+ and dihydroxybenzenes as studied by cyclic voltammetry. *Analytical Sciences*, *38*(1), 227–230. <https://doi.org/10.2116/analsci.21N030>
- Mohammed, N. K., Tan, C. P., Manap, Y. A., Muhialdin, B. J., & Hussin, A. S. M. (2020). Spray Drying for the Encapsulation of Oils—A Review. *Molecules*, *25*(17), 3873. <https://doi.org/10.3390/molecules25173873>
- Munteanu, I. G., & Apetrei, C. (2021). Analytical Methods Used in Determining Antioxidant Activity: A Review. *International Journal of Molecular Sciences*, *22*(7), 3380. <https://doi.org/10.3390/ijms22073380>
- O’Sullivan, J. J., Norwood, E.-A., O’Mahony, J. A., & Kelly, A. L. (2019). Atomisation technologies used in spray drying in the dairy industry: A review. *Journal of Food Engineering*, *243*, 57–69. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.08.027>
- Poozesh, S., & Bilgili, E. (2019). Scale-up of pharmaceutical spray drying using scale-up rules: A review. *International Journal of Pharmaceutics*, *562*, 271–292. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2019.03.047>
- Prasad, N., Thombare, N., Sharma, S. C., & Kumar, S. (2022). Gum arabic – A versatile natural gum: A review on production, processing, properties and applications. *Industrial Crops and Products*, *187*, 115304. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115304>

- Radziejewska-Kubzdela, E. (2023). Effect of Ultrasonic, Thermal and Enzymatic Treatment of Mash on Yield and Content of Bioactive Compounds in Strawberry Juice. *Applied Sciences*, *13*(7), 4268. <https://doi.org/10.3390/app13074268>
- Rodríguez De Luna, S. L., Ramírez-Garza, R. E., & Serna Saldívar, S. O. (2020). Environmentally Friendly Methods for Flavonoid Extraction from Plant Material: Impact of Their Operating Conditions on Yield and Antioxidant Properties. *The Scientific World Journal*, *2020*, 1–38. <https://doi.org/10.1155/2020/6792069>
- Sarabandi, Kh., Peighambaroust, S. H., Sadeghi Mahoonak, A. R., & Samaei, S. P. (2018). Effect of different carriers on microstructure and physical characteristics of spray dried apple juice concentrate. *Journal of Food Science and Technology*, *55*(8), 3098–3109. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3235-6>
- Shishir, M. R. I., & Chen, W. (2017). Trends of spray drying: A critical review on drying of fruit and vegetable juices. *Trends in Food Science & Technology*, *65*, 49–67. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.05.006>
- Shrestha, S., Rahman, Md. S., & Qin, W. (2021). New insights in pectinase production development and industrial applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*, *105*(24), 9069–9087. <https://doi.org/10.1007/s00253-021-11705-0>
- Siddiq, M., Dolan, K. D., Perkins-Veazie, P., & Collins, J. K. (2018). Effect of pectinolytic and cellulolytic enzymes on the physical, chemical, and antioxidant properties of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) juice. *LWT*, *92*, 127–132. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.02.008>
- Sina, H., Dramane, G., Tchekounou, P., Assogba, M. F., Chabi-Sika, K., Boya, B., Socohou, A., Adjanohoun, A., & Baba-Moussa, L. (2021). Phytochemical composition and in vitro biological activities of *Morinda citrifolia* fruit juice. *Saudi Journal of Biological Sciences*, *28*(2), 1331–1335. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.11.059>
- Suravanichnirachorn, W., Haruthaithanasan, V., Suwonsichon, S., Sukatta, U., Maneeboon, T., & Chantrapornchai, W. (2018). Effect of carrier type and

- concentration on the properties, anthocyanins and antioxidant activity of freeze-dried mao [*Antidesma bunius* (L.) Spreng] powders. *Agriculture and Natural Resources*, 52(4), 354–360. <https://doi.org/10.1016/j.anres.2018.09.011>
- Vehring, R., Snyder, H., & Lechuga-Ballesteros, D. (2020). Spray Drying. In S. Ohtake, K. Izutsu, & D. Lechuga-Ballesteros (Eds.), *Drying Technologies for Biotechnology and Pharmaceutical Applications* (1st ed., pp. 179–216). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9783527802104.ch7>
- Verma, C., & Quraishi, M. A. (2021). Gum Arabic as an environmentally sustainable polymeric anticorrosive material: Recent progresses and future opportunities. *International Journal of Biological Macromolecules*, 184, 118–134. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.06.050>
- Wang, S., Liu, Z., Zhao, S., Zhang, L., Li, C., & Liu, S. (2023). Effect of combined ultrasonic and enzymatic extraction technique on the quality of noni (*Morinda citrifolia* L.) juice. *Ultrasonics Sonochemistry*, 92, 106231. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2022.106231>
- Wojtunik-Kulesza, K. A. (2020). Approach to Optimization of FRAP Methodology for Studies Based on Selected Monoterpenes. *Molecules*, 25(22), 5267. <https://doi.org/10.3390/molecules25225267>
- Xiao, Z., Xia, J., Zhao, Q., Niu, Y., & Zhao, D. (2022). Maltodextrin as wall material for microcapsules: A review. *Carbohydrate Polymers*, 298, 120113. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.120113>
- Zhang, C., Ada Khoo, S. L., Chen, X. D., & Quek, S. Y. (2020). Microencapsulation of fermented noni juice via micro-fluidic-jet spray drying: Evaluation of powder properties and functionalities. *Powder Technology*, 361, 995–1005. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2019.10.098>
- Zhang, C., Chen, X., Zhang, J., Kilmartin, P. A., & Quek, S. Y. (2020). Exploring the effects of microencapsulation on odour retention of fermented noni juice. *Journal of Food Engineering*, 273, 109892. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.109892>

- Zhang, C., Fu, N., Quek, S. Y., Zhang, J., & Chen, X. D. (2019). Exploring the drying behaviors of microencapsulated noni juice using reaction engineering approach (REA) mathematical modelling. *Journal of Food Engineering*, 248, 53–61. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.12.016>
- Zhang, C., Khoo, S. L. A., Swedlund, P., Ogawa, Y., Shan, Y., & Quek, S. Y. (2020). Fabrication of Spray-Dried Microcapsules Containing Noni Juice Using Blends of Maltodextrin and Gum Acacia: Physicochemical Properties of Powders and Bioaccessibility of Bioactives during In Vitro Digestion. *Foods*, 9(9), 1316. <https://doi.org/10.3390/foods9091316>
- Zhang, C., Quek, S. Y., Fu, N., Liu, B., Kilmartin, P. A., & Chen, X. D. (2019). A study on the structure formation and properties of noni juice microencapsulated with maltodextrin and gum acacia using single droplet drying. *Food Hydrocolloids*, 88, 199–209. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.10.002>
- Zhang, J., Zhang, C., Chen, X., & Quek, S. Y. (2020a). Effect of spray drying on phenolic compounds of cranberry juice and their stability during storage. *Journal of Food Engineering*, 269, 109744. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.109744>
- Zhang, L., Zeng, X., Fu, N., Tang, X., Sun, Y., & Lin, L. (2018). Maltodextrin: A consummate carrier for spray-drying of xylooligosaccharides. *Food Research International*, 106, 383–393. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.01.004>
- Zhang, L., Zeng, X., Qiu, J., Du, J., Cao, X., Tang, X., Sun, Y., Li, S., Lei, T., Liu, S., & Lin, L. (2019). Spray-dried xylooligosaccharides carried by gum Arabic. *Industrial Crops and Products*, 135, 330–343. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.04.045>

PHỤ LỤC A – PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH

1. Phương pháp xác định độ pH của dịch nhàu sau khi xử lí enzyme

Độ pH của nước ép nhàu sau khi xử lí enzyme sẽ được đo bằng thiết bị đo độ pH để bàn điện tử Milwaukee MI 160. Mỗi mẫu sẽ tiến hành đo lặp lại ba lần và ghi kết quả.

2. Phương pháp xác định độ đục của dịch nhàu sau khi xử lí enzyme

Độ đục của nước ép nhàu sau khi xử lí enzyme sẽ được đo bằng thiết bị đo độ đục Milwaukee MI 415, dải từ 0.00 đến 1000 (FNU). Mỗi mẫu sẽ tiến hành đo lặp lại ba lần và ghi kết quả.

3. Phương pháp xác định hàm lượng chất khô của dịch nhàu sau khi xử lí enzyme

Hàm lượng chất khô của nước ép nhàu sau khi xử lí enzyme sẽ được đo bằng thiết bị đo độ Brix ATAGO. Mỗi mẫu sẽ tiến hành đo lặp lại ba lần và ghi kết quả.

4. Phương pháp xác định độ ẩm của bột nhàu

Độ ẩm của bột trái nhàu được xác định bằng phương pháp sấy nhiệt. Chuẩn bị chén kim loại đựng mẫu bột và cân kỹ thuật. Cân 0.2g bột cho vào chén kim loại sạch, khô và đã biết trước khối lượng (sấy khô chén, để nguội trong bình hút ẩm và cân lại). Dùng giấy bạc đậy hờ trên miệng chén kim loại và sấy trong tủ sấy ở 105°C cho đến khi khối lượng mẫu không đổi. Trước khi tiến hành lấy kết quả thì phải làm nguội chén đựng mẫu vào bình hút ẩm.

$$\text{Độ ẩm (\%)} = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100$$

Trong đó, m_1 (g) là khối lượng của đĩa nhôm và mẫu trước khi sấy, m_2 (g) là khối lượng của đĩa nhôm và mẫu sau sấy.

5. Phương pháp xác định độ hòa tan của bột nhàu

Độ hòa tan của bột được đánh giá theo phương pháp của Cano-Chauca (Cano-Chauca, 2005). Cân 0.2g bột cho vào 10 ml nước cất và để yên cho bột tự hòa tan trong 10 phút. Sau đó dung dịch thu được được ly tâm ở tốc độ cao (5000 vòng/ 10 phút). Rót

phần nước trong ống ly tâm vào đĩa petri đã biết trước khối lượng (đĩa petri rửa sạch và sấy khô) và sấy ở 105°C trong 6 tiếng. Độ hòa tan được tính theo trọng lượng phần rắn khô tính theo phần trăm của bột ban đầu.

6. Phương pháp xác định độ hút ẩm của bột nhàu

Cân 0.2g mỗi mẫu bột nhàu sấy phun vào chén kim loại đã (rửa sạch, sấy khô và cân lại). Chuẩn bị các bình hút ẩm không chứa hạt hút ẩm hoặc hộp kín và đặt bên trong là các cốc chứa dung dịch NaCl bão hòa (75%). Đặt mẫu bột vào bình và để trong 7 ngày. Độ hút ẩm của mỗi mẫu bột được tính bằng gam độ ẩm hấp thu trên 100g bột khô (Sarabandi et al., 2018; (Arepally et al., 2021).

$$\text{Độ hút ẩm (\%)} = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100$$

Trong đó, m_1 (g) là khối lượng của đĩa nhôm và mẫu trước khi bảo quản; m_2 (g) là khối lượng của đĩa nhôm và mẫu sau bảo quản.

7. Phương pháp xác định độ thấm ướt của bột nhàu

Độ thấm ướt được xác định bằng phương pháp của Fuchs (2006). Cho 0.25g bột rơi từ từ vào 200 ml nước cất được đựng trong cốc 250ml, để bột thấm từ từ mà không khuấy trộn. Bắt đầu thả bột và tính thời gian đến khi hạt bột chìm xuống và tan hết.

Độ thấm ướt (s) = tính bằng thời gian mà bột hoàn nguyên.

8. Phương pháp xác định chỉ số màu sắc của bột nhàu và dịch nhàu sau khi xử lí enzyme

Chỉ số màu sắc của mẫu bột nhàu sấy phun và dịch nhàu sau khi xử lí enzyme được đo bằng thiết bị Konica Minolta Chroma Meter. Mỗi mẫu sẽ được tiến hành đo lặp lại ba lần và ghi kết quả (Choo et al., 2022).

$$\text{Hue (h}^*) = \tan^{-1} \frac{b^*}{a^*}$$

$$\text{Chroma (C}^*) = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

9. Phương pháp xác định tổng hàm lượng phenolic của bột nhàu

Tổng hàm lượng phenolic xác định theo phương pháp Folin-Ciocalteu được mô tả bởi Feduraev (2019). Cân 0.1g bột vào ống nghiệm và cho vào 2ml nước cất, sau đó đánh vortex trong vòng 15 giây để bột được hòa tan hết. Rút 0.6 ml mẫu đã pha loãng vào ống nghiệm, rồi thêm 1.5 ml thuốc thử Folin 10% và ủ tránh ánh sáng. Sau 5 phút rút 1.2 ml Na₂CO₃ 7.5% vào, cuối cùng ủ hỗn hợp phản ứng trong bóng tối thêm 30 phút. Đo độ hấp thu trên máy quang phổ UV-Vis 1800 với bước sóng 765 nm.

$$\text{Hàm lượng polyphenol } (\mu\text{g GAE/g DW}) = \frac{OD_{\text{mẫu}} - OD_{0-b}}{a} \times V \times df \\ m \times \frac{100 - \% \text{ ẩm}}{100}$$

Trong đó, OD_{mẫu} là hệ số hấp thu của mẫu; OD₀ là hệ số hấp thu của mẫu đối chứng; df là hệ số pha loãng; V(ml) là thể tích định mức; m(g) là khối lượng mẫu bột.

10. Phương pháp xác định tổng hàm lượng flavonol của bột nhào

Hàm lượng flavonol được xác định theo phương pháp tạo màu với AlCl₃, bằng cách xây dựng đường chuẩn với quercetin (QE) (Rodríguez De Luna et al., 2020). Cân 0.1g bột vào ống nghiệm và cho vào 2ml nước cất, sau đó đánh vortex trong vòng 15 giây để bột được hòa tan hết. Đầu tiên, cho 0.5 ml dung dịch mẫu đã pha loãng và 0.15 ml NaNO₂ 5% vào ống nghiệm chờ trong 6 phút. Sau khi chờ 6 phút, cho vào ống nghiệm 0.3 ml AlCl₃ 3% chờ trong 5 phút và sau đó cho 1 ml NaOH 4% cho vào ống nghiệm, cuối cùng cho 2 ml nước cất vào ống nghiệm. Độ hấp thu của hỗn hợp được đo ở bước sóng 510nm bằng máy quang phổ UV-Vis 1800.

$$\text{Hàm lượng flavonol } (\mu\text{g RE/g DW}) = \frac{OD_{\text{mẫu}} - OD_{0-b}}{a} \times V \times df \\ m \times \frac{100 - \% \text{ ẩm}}{100}$$

Trong đó, OD_{mẫu} là hệ số hấp thu của mẫu; OD₀ là hệ số hấp thu của mẫu đối chứng; df là hệ số pha loãng; V(ml) là thể tích định mức; m(g) là khối lượng mẫu bột.

11. Phương pháp xác định hàm lượng ascorbic acid của bột nhào

Chỉ tiêu xác định hàm lượng ascorbic acid được đo bằng phương pháp chuẩn độ với thuốc thử Dichlorophenol Indophenol (DCPIP), mô tả bởi Dinesh và cộng sự (Dinesh et al., 2015). Thuốc thử của chỉ tiêu này được chuẩn bị từ 0.025g thuốc thử DCPIP và 0.2g NaHCO₃ được định mức trong bình 100ml. Cân 0.1g bột vào ống nghiệm

và cho vào 2ml nước cất, sau đó đánh vortex trong vòng 15 giây để bột được hòa tan hết. Đầu tiên, tiến hành hiệu chỉnh thuốc thử DCPIP bằng cách hút 5 ml dung dịch chuẩn để trong bình erlen, cùng với dung dịch vitamin C 0.01% được đựng trong cây buret và tiến hành chuẩn độ cho đến khi lượng thuốc thử có trong bình erlen chuyển sang màu hồng thì dừng lại và ghi lại thể tích lượng vitamin C đã dùng. Sau đó bằng cách tương tự, tiến hành chuẩn độ với dung dịch mẫu đựng trong cây buret, xác định điểm dừng khi lượng thuốc thử có trong bình erlen chuyển sang màu hồng thì dừng lại và đọc kết quả. Lượng dung dịch mẫu tiêu thụ tương ứng với lượng ascorbic acid có trong mẫu.

$$\text{Hàm lượng ascorbic acid (mg/100g)} = \frac{500 \times V_2 \times 25 \times 100}{V_1 \times 5 \times 5}$$

Trong đó, V1 là khối lượng thuốc thử DCPIP; V2 là thể tích dịch đã chuẩn độ; 500 là μg ascorbic acid đã chuẩn độ.

12. Phương pháp xác định hoạt tính khử gốc tự do DPPH của bột nhàu

Phương pháp loại bỏ gốc tự do α, α -diphenyl- β -picrylhydrazyl (DPPH) là phương pháp đánh giá tiềm năng chống oxy hóa của hợp chất hoặc các nguồn sinh học khác. Trong đó hợp chất mẫu hoặc dịch chiết được trộn với dung dịch DPPH và độ hấp thụ được ghi lại sau một khoảng thời gian xác định (Kedare & Singh, 2011). Cân 0.1g bột cùng với 2ml nước cất vào ống nghiệm, sau đó đánh vortex để cho bột hòa tan hòa toàn. Sau đó cho 5ml methanol vào và ly tâm 5000 vòng/ 10 phút. Sau đó lấy 0.5ml dung dịch sau ly tâm cùng với 4.5ml methanol vào ống nghiệm và ly tâm lần 2. Sau đó rút 0.5 ml mẫu đã pha loãng vào ống nghiệm. Tiếp tục thêm vào đó 3 ml thuốc thử DPPH đã hiệu chỉnh và đạt độ hấp thụ 1.1 ± 0.02 ở bước sóng 515 nm. Cuối cùng để hỗn hợp phản ứng trong bóng tối trong thời gian là 30 phút chờ hỗn hợp phản ứng. Đo độ hấp thụ trên máy quang phổ UV-Vis 1800 với bước sóng 515 nm.

$$\text{Khả năng khử gốc tự do } (\mu\text{g TE/g DW}) = \frac{\frac{OD_0 - OD_{\text{mẫu}}}{OD_0} \times 100 - b \times V \times df}{m \times \frac{100 - \% \text{ ẩm}}{100}}$$

Trong đó, $OD_{\text{mẫu}}$ là hệ số hấp thụ của mẫu; OD_0 là hệ số hấp thụ của mẫu đối chứng; df là hệ số pha loãng; V (ml) là thể tích định mức; m (g) là khối lượng mẫu bột.

13. Phương pháp xác định hoạt tính khử gốc tự do ABTS của bột nhàu

ABTS là phương pháp so màu tiêu chuẩn, dùng để đánh giá khả năng kháng oxy hóa dựa vào khả năng khử gốc tự do ABTS (Matsumoto et al., 2022). Thuốc thử của phương pháp được chuẩn bị từ 0.1015g ABTS cùng với 0.0176g $K_2S_2O_8$ được hòa tan và định mức trong 2 bình định mức 25ml, có nồng độ lần lượt là 7.7 và 2.6 mmol. Sau đó, trộn chung 2 dung dịch vừa pha lại và tiến hành trữ lạnh ($-4^{\circ}C$) trong 12 đến 16 tiếng. Sau khi trữ lạnh và hiệu chỉnh độ hấp thụ về 1.1 (± 0.02) với tỉ lệ (3ml thuốc thử gốc: 40 ml methanol) ở bước sóng 734 nm. Cân 0.1g bột cùng với 2ml nước cất vào ống nghiệm, sau đó đánh vortex để cho bột hòa tan hòa toàn. Sau đó cho 5ml methanol vào và ly tâm 5000 vòng/ 10 phút. Sau đó lấy 0.5ml dung dịch sau ly tâm cùng với 4.5ml methanol vào ống nghiệm và ly tâm lần 2. Phản ứng lên màu được thực hiện khi cho 0.5 ml dung dịch mẫu vào ống nghiệm tối cùng với 3 ml thuốc thử (ngay sau khi hiệu chỉnh xong), tiến hành phản ứng trong 30 phút và mẫu đối chứng là methanol. Khi đo, cuvet được tráng bằng 1 ít dung dịch có trong ống nghiệm và đo quang phổ phần còn ở bước sóng 734 nm bằng máy UV - Vis.

$$\text{Khả năng khử gốc tự do } (\mu\text{g TE/g DW}) = \frac{\frac{OD_0 - OD_{\text{mẫu}}}{OD_0} \times 100 - b \times V \times df}{m \times \frac{100 - \% \text{ ẩm}}{100}}$$

Trong đó, $OD_{\text{mẫu}}$ là hệ số hấp thụ của mẫu; OD_0 là hệ số hấp thụ của mẫu đối chứng; df là hệ số pha loãng; V (ml) là thể tích định mức; m (g) là khối lượng mẫu bột.

14. Phương pháp xác định khả năng khử sắt FRAP của bột nhàu

Khả năng khử sắt FRAP là phương pháp phương pháp so màu xác định khả năng khử Fe^{3+} thành Fe^{2+} của mẫu trong môi trường acid (Wojtunik-Kulesza, 2020). Sử dụng tripyridyltriazine (TPTZ) làm phối tử liên kết với ion sắt. Phản ứng ở pH thấp làm giảm thế năng ion hóa thúc đẩy sự chuyển điện tử và tăng thế năng oxy hóa khử, gây ra sự thay đổi cơ chế phản ứng chiếm ưu thế (Munteanu & Apetrei, 2021). Để xác định hàm lượng FRAP đầu tiên ta pha thuốc thử: đối với đệm acetat pH 3.6 thì cho 0.187g CH_3COONa và 1.6 ml CH_3COOH vào bình định mức sau đó định mức 100. Tiếp đến là đệm TPTZ bằng dung dịch HCl, rút 0.336 ml acid HCl vào bình và định mức 100ml. Cân 0.0775g TPTZ định mức 25 ml bằng dung dịch acid HCl 0.01M vừa pha. Tiếp theo

lấy 0.0341g FeCl₃ và định mức 10 ml. Cuối cùng trộn đậm 100 ml acetat (pH 3.6) cùng 10 ml TPTZ và 10 ml FeCl₃ ta được 120 ml thuốc thử. Cân 0.1g bột vào ống nghiệm và cho vào 2ml nước cất, sau đó đánh vortex trong vòng 15 giây để bột được hòa tan hết. Sau đó, lấy 0.5 ml mẫu đã pha loãng và 3 ml thuốc thử đã pha cho vào ống nghiệm, chờ 30 phút trong điều kiện bóng tối. Độ hấp thu của hỗn hợp được đo ở bước sóng 593nm bằng máy quang phổ UV-Vis 1800.

$$\text{Khả năng khử sắt } (\mu\text{g TE/g DW}) = \frac{\frac{OD_{\text{mẫu}} - OD_{0-b}}{a} \times V \times df}{m \times \frac{100 - \% \text{ ẩm}}{100}}$$

Trong đó, OD_{mẫu} là hệ số hấp thu của mẫu; OD₀ là hệ số hấp thu của mẫu đối chứng; df là hệ số pha loãng; V(ml) là thể tích định mức; m(g) là khối lượng mẫu bột.

PHỤ LỤC C – BẢNG SỐ LIỆU BỔ SUNG

Bảng 0.1. Ảnh hưởng của các loại chất mang, nồng độ chất khô và nhiệt độ sấy phun lên hàm lượng và hoạt tính chống oxy hóa của bột trái nhàu hòa tan

		140°C			150°C			160°C		
		15°Bx	20°Bx	25°Bx	15°Bx	20°Bx	25°Bx	15°Bx	20°Bx	25°Bx
Phenolic (mg GAE/g DW)	MD	11.82 ± 0.22dA	8.65 ± 0.07cA	6 ± 0.07aA	11.95 ± 0.19dA	8.36 ± 0.33cA	6.32 ± 0.22abA	11.85 ± 0.23dA	8.38 ± 0.09cA	6.48 ± 0.19bA
	GA	13.44 ± 0.22fB	9.41 ± 0.01cB	7.29 ± 0.08aB	12.65 ± 0.1eB	9.44 ± 0.12cB	7.59 ± 0.14abB	13.18 ± 0.2fB	10.05 ± 0.14dB	7.64 ± 0.34bB
Flavonol (µg RE/g DW)	MD	51.14 ± 0.43dA	31.69 ± 1.1bA	20.22 ± 0.88aA	48.46 ± 2.08cA	32.66 ± 1.34bA	20.7 ± 0.41aA	50.85 ± 2.43dA	31.82 ± 0.7bA	20.44 ± 0.64aA
	GA	58.04 ± 1.84cB	38.32 ± 1.6bB	28.39 ± 1.08aB	57.08 ± 2.27cB	38.34 ± 0.78bB	28.76 ± 0.8aB	58.22 ± 1.52cB	37.79 ± 0.72bB	29.3 ± 0.28aB
Ascorbic acid (mg/g DW)	MD	7.81 ± 0.18dA	6.09 ± 0.32cA	4.51 ± 0.13aA	8.35 ± 0.33dA	5.65 ± 0.27bcA	5.08 ± 0.25abA	7.64 ± 0.29dA	6.01 ± 0.22cA	4.96 ± 0.12abA
	GA	8.68 ± 0.34cB	5.84 ± 0bA	5.41 ± 0.18bB	8.79 ± 0.38cA	5.99 ± 0.18bA	4.42 ± 0.1aA	8.38 ± 0.41cA	5.75 ± 0.2bA	4.16 ± 0.09aB
DPPH (mg TE/g DW)	MD	2.67 ± 0.09cA	2.11 ± 0.06bA	1.59 ± 0.06aA	2.62 ± 0.16cA	2 ± 0.1bA	1.67 ± 0.06aA	2.88 ± 0.03dA	2.01 ± 0.1bA	1.57 ± 0.08aA
	GA	2.67 ± 0.12cA	1.88 ± 0.14bB	1.51 ± 0.07aA	2.5 ± 0.12cA	1.95 ± 0.09bA	1.51 ± 0.05aB	2.63 ± 0.07cB	1.97 ± 0.08bA	1.43 ± 0.09aA
ABTS (mg TE/g DW)	MD	4.11 ± 0.1dA	2.93 ± 0.07bA	2.27 ± 0.1aA	4.08 ± 0.09dA	3.44 ± 0.16cA	2.94 ± 0.14bA	3.99 ± 0.12dA	2.81 ± 0.13bA	2.44 ± 0.03aA
	GA	3.96 ± 0.16dA	3.27 ± 0.15bB	2.79 ± 0.02aB	4.39 ± 0.2eB	3.32 ± 0.12bcA	3.06 ± 0.09abA	4.83 ± 0.07fB	3.66 ± 0.12cdB	3.29 ± 0.01bB
FRAP (mg TE/g DW)	MD	141.59 ± 3.28cA	106.85 ± 2.93bA	77.49 ± 3.83aA	140.26 ± 5.4cA	105.93 ± 1.7bA	83.66 ± 2.4aA	146.45 ± 5.34cA	110.18 ± 1.66bA	83.63 ± 2.39aA
	GA	146.56 ± 4.12fB	111.13 ± 1.57eB	90.1 ± 3.84cB	162.45 ± 2.59gB	111.96 ± 3.63eA	99.42 ± 1.06dB	112.8 ± 3.62eB	77.71 ± 3.62bB	63.88 ± 0.1aB