



ISSN: 2230-9926

Available online at <http://www.journalijdr.com>

IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 13, Issue, 09, pp. 63801-63804, September, 2023

<https://doi.org/10.37118/ijdr.27201.09.2023>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

ANTOCIANINAS: IMPACTO NO COMPORTAMENTO ALIMENTAR E METABOLISMO SAUDÁVEL

Emily Pereira de Souza¹, Taisy Cinthia Ferro Cavalcante² and Amanda Alves Marcelino da Silva^{*1,2}

¹Colegiado de Enfermagem, Universidade de Pernambuco, Petrolina (PE), Brasil; ²Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade de Pernambuco, Recife (PE), Brasil

ARTICLE INFO

Article History:

Received 20th June, 2023

Received in revised form

17th July, 2023

Accepted 04th August, 2023

Published online 30th September, 2023

KeyWords:

Consumo Alimentar, Flavonóides, Metabolismo da Glicose, Palatabilidade.

*Corresponding author:

Amanda Alves Marcelino da Silva

ABSTRACT

Resumo: As antocianinas, pigmentos naturais em alimentos e vegetais, têm propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, afetando o comportamento alimentar e o metabolismo. Influenciam preferências gustativas, saciedade e regulação do açúcar no sangue. O hipotálamo e o sistema de recompensa cerebral desempenham papéis cruciais no comportamento alimentar. Além disso, as antocianinas impactam o metabolismo, melhorando a sensibilidade à insulina, modulando a microbiota intestinal e combatendo o estresse oxidativo. Embora haja potencial terapêutico, mais pesquisas são necessárias para compreender completamente esses efeitos.

Copyright©2023, Emily Pereira de Souza et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Emily Pereira de Souza, Taisy Cinthia Ferro Cavalcante and Amanda Alves Marcelino da Silva, 2023. "Antocianinas: impacto no comportamento alimentar e metabolismo saudável". *International Journal of Development Research*, 13, (09), 63801-63804.

INTRODUCTION

As antocianinas são pigmentos naturais encontrados em muitos alimentos de origem vegetal, como frutas, vegetais e grãos, que não apenas contribuem para as cores vibrantes desses alimentos, mas também oferecem benefícios potenciais para a saúde. As antocianinas possuem propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e até mesmo antimicrobianas, o que as torna componentes valiosos na promoção da saúde e prevenção de doenças. No entanto, o escopo de influência desses compostos vai além de suas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias. As antocianinas podem afetar o comportamento alimentar, incluindo a regulação do apetite e das escolhas alimentares. A ingestão desse grupo pode estar associada a uma maior sensação de saciedade e à redução da ingestão calórica, possivelmente influenciando as preferências alimentares e os hábitos alimentares ao longo do tempo (Francavilla; Joye, 2020). A relação entre antocianinas e o metabolismo tem sido alvo de investigação intensiva. Esses compostos podem afetar positivamente o metabolismo de lipídios e glicose, contribuindo para a regulação dos níveis de açúcar no sangue e lipídios no organismo. Neste contexto, a compreensão dos mecanismos subjacentes a esses efeitos torna-se fundamental. Sabe-se que as antocianinas podem interagir com receptores

específicos no corpo, como os receptores de sabor amargo na língua e os receptores de ácidos graxos nos intestinos, desencadeando respostas fisiológicas que afetam o comportamento alimentar e o metabolismo. Além disso, as antocianinas podem influenciar a microbiota intestinal, o que por sua vez tem um impacto direto na absorção de nutrientes (Cassidy; Minihane, 2017). Ademais, este estudo busca analisar a relação complexa e multifacetada entre antocianinas, comportamento alimentar e metabolismo, destacando as implicações práticas para a promoção de uma alimentação saudável e o manejo de condições metabólicas como a obesidade.

REVISÃO DA LITERATURA

Antocianinas: As antocianinas são um grupo de compostos fenólicos pertencentes à classe dos flavonoides e possuem concentrações significativas em frutas, vegetais e algumas flores. Entre as fontes ricas em antocianinas, destacam-se mirtilos, framboesas, morangos, uvas roxas, amoras, cerejas, e também vegetais como berinjela, beterraba e repolho roxo. Estes pigmentos manifestam-se como glicosídeos. Estruturalmente, as antocianinas consistem em anéis aromáticos conectados por ligações duplas conjugadas, com grupos hidroxila e açúcares em sua estrutura. As mais comuns são a

cianidina, delphinidina, malvidina, peonidina, petunidina e pelargonidina. Cada uma das antocianinas desempenham uma função importante na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis (Liu *et al.*, 2021). Primeiramente, esse grupo é conhecido por seu poder antioxidante. Esses compostos têm a capacidade de neutralizar os radicais livres, moléculas instáveis que podem causar danos às células e ao DNA. Ao fazer isso, as antocianinas ajudam a proteger as células do corpo contra o estresse oxidativo, que está ligado ao envelhecimento e ao desenvolvimento de doenças crônicas, como câncer e doenças cardiovasculares. Através dessa propriedade antioxidante, elas são capazes de combater um processo inflamatório. Isso porque as antocianinas são conhecidas por inibir a produção de citocinas pró-inflamatórias, como o fator de necrose tumoral alfa (TNF- α) e a interleucina-6 (IL-6). Essas citocinas desempenham um papel central na promoção da inflamação crônica, e a inibição delas reduz a resposta inflamatória. Outro mecanismo de ação das antocianinas envolve a modulação de vias de sinalização intracelular. Elas podem interferir com a ativação de genes relacionados à inflamação, reduzindo assim a expressão de moléculas pró-inflamatórias (Ngamsamer; Sirivarasai; Sutjarit, 2022).

Além disso, elas atuam no comportamento alimentar, pois, os compostos bioativos não apenas contribuem para a aparência atraente dos alimentos, mas também exercem influência sobre a percepção sensorial, preferências gustativas e até mesmo na ingestão alimentar. Em termos de percepção sensorial, a presença de antocianinas pode influenciar a forma como os alimentos são percebidos pelo paladar e pelo olfato. A coloração vibrante associada a esses compostos pode tornar os alimentos mais atraentes visualmente, aumentando o apetite e estimulando o interesse em consumi-los. Ademais, a percepção da textura e aroma de alimentos ricos em antocianinas pode ser mais agradável, contribuindo para uma experiência sensorial mais positiva (Alappat; Alappat, 2020). As preferências gustativas também podem ser influenciadas pelas antocianinas. Embora esses compostos em si não tenham sabor, eles podem interagir com os receptores gustativos e modificar a percepção do gosto dos alimentos. Isso pode resultar em uma sensação de doçura percebida mais intensa, o que pode influenciar as preferências por alimentos que contenham antocianinas. A exemplo, frutas como morangos e uvas escuras, ricas em antocianinas, podem ser percebidas como mais doces, tornando-as mais prazerosas ao paladar. Além disso, as antocianinas têm o potencial de afetar o comportamento alimentar através de seus benefícios à saúde. Como compostos antioxidantes, indivíduos conscientes da saúde podem ser mais propensos a escolher alimentos ricos em antocianinas, como parte de uma alimentação equilibrada (Mattioli *et al.*, 2020).

Comportamento Alimentar: O comportamento alimentar é coordenado por um conjunto de neurônios localizados especificamente no hipotálamo e no sistema de recompensa cerebral (Rossi; Stuber, 2018). Esse comportamento significa muito além do que o simples ato de comer. Uma harmônica rede neuronal, peptídeos e neurotransmissores coordenam as respostas alimentares e os níveis de energia sinalizados pelos órgãos periféricos, fígado, músculo e tecido adiposo (Liu; Kanoski, 2018). O hipotálamo figura como centro integrador da resposta de saciedade e fome do organismo, ou controle homeostático (Rossi; Stuber, 2018). Enquanto que, o sistema de recompensa está relacionado com a motivação do alimento, comer por prazer, melhor traduzido em apetite, ou controle hedônico. As informações oriundas do alimento podem gerar respostas fisiológicas de fome, saciedade ou de recompensa, tudo dependerá de que tipo de alimento é consumido. Os alimentos ditos palatáveis (ricos em carboidratos, lipídios e sal) (Sirohi; Van Cleef; Davis, 2018). O hipotálamo é formado por diferentes núcleos (arqueado, paraventricular, ventromedial, dorsomedial, supraquiasmático, supraóptico, hipotálamo lateral). Eles participam da regulação neuroendócrina do organismo (Sasaki, 2017). Em relação ao controle do comportamento alimentar, o arqueado é considerado um dos principais responsáveis pelo controle da resposta de fome e saciedade (Sasaki, 2017). Ele apresenta duas populações neuronais distintas, uma que responde aos estímulos de fome, neuropeptídeos orexigênicos, neuropeptídeo Y (NPY) e peptídeo do gene agouti (AgRP), e outra que responde aos estímulos de saciedade, peptídeos

anorexígenos, pró-opiomelanocortina (POMC) e transcrito relacionado à anfetamina e cocaína (CART) (Sasaki, 2017) (Wu *et al.*, 2023). Estes por sua vez, agem em diferentes receptores localizados em diferentes núcleos hipotalâmicos, processando os sinais metabólicos e energéticos da periferia. Os principais sinalizadores periféricos são leptina, insulina, ghrelina, colecistocinina (CCK) e Polipeptídeo Y (PPY) (Tulloch *et al.*, 2015). Os dois primeiros são considerados os principais fatores de adiposidade, ou seja, são responsáveis pelo controle do peso corporal a longo prazo, liberados pelo tecido adiposo e pela células beta do pâncreas, respectivamente. Os outros são considerados fatores de saciedade com exceção de ghrelina, potente estimulador da fome, liberado em resposta à distensão gástrica. Esses hormônios, de maneira geral, atingem o cérebro por meio do nervo vago e em seguida núcleo do trato solitário (NTS), e posteriormente hipotálamo (Chen *et al.*, 2020). Esses peptídeos e hormônios agem no hipotálamo, através de diferentes receptores: POMC e CART (MC3R e MC4R), NPY (Y1R, Y2R, Y4R, Y5R), colecistocinina (CCK1R, CCK2R), ghrelina (GHSR1a), leptina (Lep ou Ob-R), entre outros (Lustig *et al.*, 2022). A serotonina também é um neurotransmissor, e um importante modulador da saciedade, agindo por meio de dois mecanismos os receptores 5HT-2c (estimula POMC) e 5HT-1b (inibe AgRP) em neurônios hipotalâmicos (Heisler *et al.*, 2006). Por outro lado, o sistema de recompensa é formado por diferentes estruturas, tálamo (incentivo de valor), hipocampo (memória alimentar), córtex pré-frontal (tomada de decisão), núcleo accumbens (região de processamento da informação palatável), área tegmentar ventral (região de processamento da informação palatável) e amígdala (incentivo de valor), ínsula (percepção de sabor) (Sweeney, 2017). Estas são as principais estruturas envolvidas com as respostas motivacionais do alimento (Sweeney, 2017). O incentivo de valor refere-se ao valor emocional do alimentar, gostar ou não gostar. Diferentes neurotransmissores participam do controle hedônico do comportamento alimentar, entre estes, dopamina, opióides, endocanabinóides e serotonina. A dopamina está envolvida com a busca pela recompensa, através dos receptores D1 e D2 (Baik, 2021). Os opióides e endocanabinóides estão envolvidos com a percepção da palatabilidade, especialmente pelo cheiro e sabor do alimento, e agem nos receptores (μ) opióides e CB1 e CB2 dos endocanabinóides. O papel da serotonina ainda é obscuro no controle hedônico, embora alguns estudos, trazem que sua ação seria através dos receptor 5-HT6 e 5-HT3 em áreas mesocorticolímbicas, estimularia o consumo de alimento palatável (Da Silva *et al.*, 2018; Pratt *et al.*, 2017). O processamento da informação palatável ocorre através de três processos: o aprender (learning), o querer (wanting) e o gostar (liking) (Berridge; Kringelbach, 2015). Ao consumir um alimento doce, salgado, ou gorduroso, pela primeira vez, o sistema de recompensa aprende a informação, processada pelo núcleo accumbens e pela área tegmentar ventral (Berridge; Kringelbach, 2015). Em seguida, é gerada uma memória alimentar, com características de incentivo de valor ou não, que leva ao indivíduo querer ou desejar, e por fim, o sistema de recompensa processa o estímulo mais especificamente, que na próxima oportunidade o cérebro tomará a decisão de gostar do alimento com base de suas características (sabor, cor, textura, temperatura, cheiro, *flavor*, crocância, aparência) (Kragel *et al.*, 2023).

Metabolismo: Alguns estudos indicam que os flavonoides podem funcionar como fator protetor para doenças metabólicas (Figura 1), por exemplo o diabetes mellitus tipo 2 (Dinda *et al.*, 2019). Um estudo mostrou que o uso de isoflavona (108 mg/dia) durante 12 semanas melhorou os níveis de glicose, jejum, hemoglobina glicada e triglicerídeos (Braxas *et al.*, 2019). O efeito das antocianinas ocorre em diferentes tecidos. No músculo, as antocianinas melhoram a tolerância glicose por meio do aumento da sensibilidade à insulina através do aumento da fosforilação da AMPK e do Akt e consequente aumenta a translocação do receptor GLUT4 para membrana da fibra muscular. O músculo responde por mais 70% do consumo de glicose pelo organismo. Essa capacidade revela a importância do tecido muscular para o controle da glicemia (Egan; Zierath, 2013). Em relação ao tecido hepático ele participa do metabolismo de duas formas, através da oxidação lipídica (ácidos graxos livres) e lipogênese. Assim como, regulando a tolerância à glicose, através da

captação da glicose e pelo processo de glicogênese. A resistência à insulina é capaz de promover, excessiva quebra do glicogênio e acelera a via da gliconeogênese, promovendo hiperglicemia. Estudo em animais mostrou que o consumo de amoras aumenta a fosforilação de AMPK e suprime a gliconeogênese hepática. Os flavonóides são capazes de modular o metabolismo do tecido adiposo, através das enzimas envolvidas no metabolismo da síntese lipídica e a proteína ligadora reguladora de estero tipo 1 no tecido adiposo branco. Há relatos da modulação de grupos de flavonóides sobre o tecido adiposo marrom, cuja principal função é a termogênese, devido ao seu elevado conteúdo de UCP 1 (proteína desacopladora 1). As proteínas desacopladoras (UCP) localizam-se na membrana interna da mitocôndria e têm função de translocação dos prótons e elétrons do espaço intermembranas para a matriz mitocondrial, dissipando o gradiente de prótons através da membrana interna da mitocôndria (Sugiura *et al.*, 2012). Essa modulação permitiria um aumento do gasto energético, facilitando a perda de peso. Outro mecanismo de ação dos flavonóides seria sobre o sistema nervoso central, modulando o comportamento alimentar. As antocianinas reduzem a ingestão alimentar pelo decréscimo do neuropeptídeo Y e aumento do receptor ácido gama-butírico (GABA) no hipotálamo, levando a perda de peso (Aoi; Iwasa; Marunaka, 2021). Recentemente estudos demonstram que a obesidade está relacionada com a disbiose, ou seja, que alterações na microbiota podem aumentar o risco de alterações metabólicas. Dois filos de bactérias são predominantes na microbiota intestinal Bacteroidetes e Firmicutes. Indivíduos obesos, apresentam uma menor quantidade de Bacteroidetes em relação a Firmicutes que é elevada. Os Firmicutes apresentam maior capacidade de atividade endotóxica, aumentando o maior risco de processos inflamatórios, comparado com outras bactérias gram-negativas. Estudo com o uso de extrato de cranberry (200 mg/Kg) reduz abundantemente os Firmicutes e aumentou os Bacteroidetes, ou seja, uma dieta rica em extrato de cranberry protege contra disbiose durante o consumo de dieta obesogênica (Toribio-Mateas, 2018). As antocianinas também têm um forte potencial antioxidante através da redução da expressão de radicais livres ou espécies reativas de oxigênio (ROS) e aumento de enzimas antioxidantes superóxido dismutase (SOD) e glutatona peroxidase (GPx). Esses mecanismos tomados em conjunto melhoram os efeitos mais graves das alterações metabólicas em indivíduos obesos (Wu *et al.*, 2016).

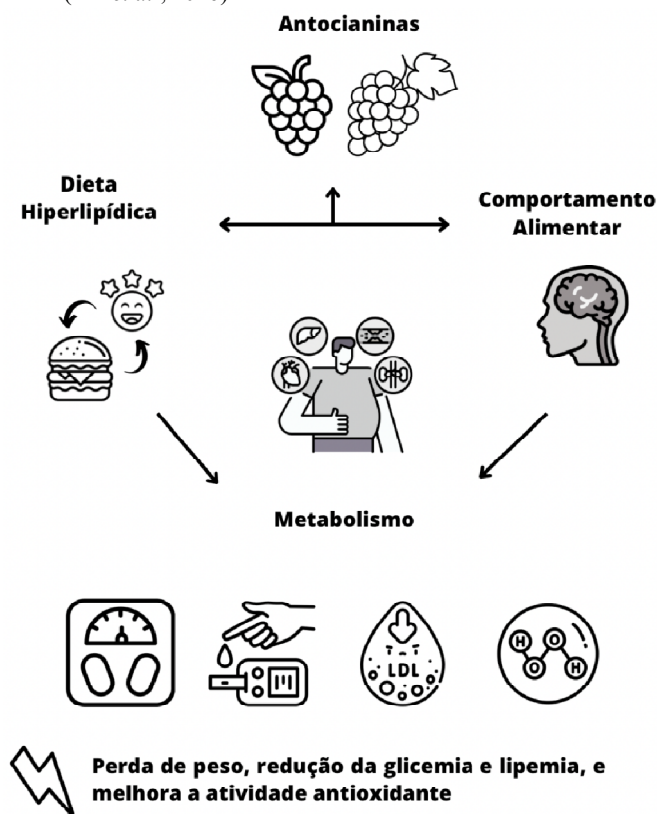


Figura 1: Efeito das antocianinas sobre o efeito da ingestão de dieta hiperlipídica, através da modulação do comportamento alimentar e do metabolismo, promovendo perda de peso, modulação do metabolismo de carboidratos e lipídios e potencial antioxidante

CONCLUSÃO

Conclui-se que as antocianinas desempenham um papel essencial na regulação do comportamento alimentar e metabolismo, oferecendo perspectivas valiosas para a promoção da saúde. Seus efeitos antioxidantes, anti-inflamatórios, e potencial modulação da microbiota intestinal sugerem que esses compostos têm uma qualificação terapêutica significativa. No entanto, mais estudos são necessários para esclarecer os mecanismos exatos envolvidos. Não obstante, o reconhecimento do impacto das antocianinas no comportamento alimentar e metabolismo fornece uma base sólida para futuras investigações.

REFERÊNCIAS

- Abdalla, M. M. 2017. Central and peripheral control of food intake. *Endocrine Regulations*, 51(1), p. 52-70. <https://doi.org/10.1515/enr-2017-0006>.
- Alappat, B.; &Alappat, J. (2020). Anthocyanin Pigments: Beyond Aesthetics. *Molecules*, 25(23), p. 5500-5517. <https://doi.org/10.3390/molecules25235500>.
- Aoi, W.; Iwasa, M.; &Marunaka, Y. Metabolic functions of flavonoids: From human epidemiology to molecular mechanism. *Neuropeptides*, 88(102163). <https://doi.org/10.1016/j.npep.2021.102163>.
- Baik, J.H. (2021). Dopaminergic Control of the Feeding Circuit. *Endocrinology and Metabolism (Seoul)*, 36(2), p. 229-239. <https://doi.org/10.3803/EnM.2021.979>.
- Berridge, K.C.; &Kringelbach, M.L. (2015). Pleasure systems in the brain. *Neuron*, 86(3), p. 646-64. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2015.02.018>.
- Braxas, H.; Rafraf, M.; Hasanabad, S. K.; &Jafarabadi, M. A. (2019). Effectiveness of Genistein Supplementation on Metabolic Factors and Antioxidant Status in Postmenopausal Women With Type 2 Diabetes Mellitus. *Canadian Journal of Diabetes*, 43(7), p. 490-497. <https://doi.org/10.1016/j.cjcd.2019.04.007>.
- Cassidy, A.; &Minihane, A. M. (2017). The role of metabolism (and the microbiome) in defining the clinical efficacy of dietary flavonoids. *American Journal of Clinical Nutrition*, 105(1), p. 10-22. <https://doi.org/10.3945/ajcn.116.136051>.
- Chen, J.; Cheng, M.; Wang, L.; Zhang, L.; Xu, D.; Cao, P.; Wang, F.; Herzog, H.; Song, S.; &Zhan, C. (2020). A Vagal-NTS Neural Pathway that Stimulates Feeding. *Current Biology*, 30(20), p. 3986-3998. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.07.084>.
- Da Silva, A. A. M.; Oliveira M. M.; Cavalcante, T. C. F.; Almeida, L. C. A.; Cruz, P. L. M.; &De Souza, S. L. (2018). Undernutrition during pregnancy and lactation increases the number of fos-cells in the reward system in response to a 5-HT6 receptor agonist in male adolescent rats. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 69(4), p. 488-493. <https://doi.org/10.1080/09637486.2017.1382455>.
- Dinda, B.; Dinda, M.; Roy, A.; &Dinda S. (2020). Dietary plant flavonoids in prevention of obesity and diabetes. *Advances in Protein Chemistry and Structural Biology*, 120, p. 159-235. <https://doi.org/10.1016/bs.apcsb.2019.08.006>.
- Egan, B.; & Zierath, J. R. (2013). Exercise Metabolism and the Molecular Regulation of Skeletal Muscle Adaptation. *Cell Metabolism*, 17(2), p. 162-184. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2012.12.012>.
- Francavilla, A.; &Joye, I. J. (2020). Anthocyanins in Whole Grain Cereals and Their Potential Effect on Health. *Nutrients*, 12(10), p. 2922-2942. <https://doi.org/10.3390/nu12102922>.
- Heisler, L. K.; Jobst, E. E.; Sutton, G. M.; Zhou, L.; Borok, E.; Thornton-Jones, Z.; Liu, H.Y.; Zigman, J. M.; Balthasar, N.; Kishi, T.; Lee, C. E.; Aschkenasi, C. J.; Zhang, C.Y.; YU, J.; Boss, O.; Mountjoy, K.G.; Clifton, P. G.; Lowell, B. B. Friedman, J. M.; Horvath, T.; Butler, A. A.; Elmquist, J. K.; &Cowley, M. A. (2006). Serotonin reciprocally regulates melanocortin neurons to modulate food intake. *Neuron*, 51(2), p. 239-249. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2006.06.004>.
- Koch, M. (2017). Cannabinoid Receptor Signaling in Central Regulation of Feeding Behavior: A Mini-Review. *Frontiers in*

- Neuroscience*, 11, p. 293. <https://doi.org/10.3389/finins.2017.00293>.
- Kragel, P.A.; Treadway, M. T.; Admon, R.; Pizzagalli, D. A.; &Hahn, E. C. (2023). A mesocorticolimbic signature of pleasure in the human brain. *Nature Human Behaviour*, 7(8), p. 1332-1343. <https://doi.org/10.1038/s41562-023-01639-0>.
- Liu, C.M.; &Kanoski, S. E. (2018). Homeostatic and non-homeostatic controls of feeding behavior: Distinct vs. common neural systems. *Physiology & Behavior*, 193, p. 223-231. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.02.011>.
- Liu, J.; Zhou, H.; Song, L.; Yang, Z.; Qiu, M.; Wang, J.; &Shi, S. (2021). Anthocyanins: Promising Natural Products with Diverse Pharmacological Activities. *Molecules*, 25(13), p. 3807-3830. <https://doi.org/10.3390/molecules26133807>.
- Lustig, R. H.; Collier, D.; Kassotis, C.; Roepke, T. A.; Kim, M. J.; Blanc, E.; Barouki R.; Bansal, A.; Cave, M. C.; Chatterjee, S.; Choudhury, M.; Gilbertson, M.; Lagadic-Gossmann, D.; Howard, S.; Lind, L.; Tomlinson, C. R.; Vondracek, J.; &Heindel, J. J. (2022). Obesity I: Overview and molecular and biochemical mechanisms. *Biochemical Pharmacology*, 199, p. 115012. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2022.115012>.
- Martín, M. Á.; &Ramos, S. (2021). Dietary Flavonoids and Insulin Signaling in Diabetes and Obesity. *Cells*, 10(6), p. 1474. <https://doi.org/10.3390/cells10061474>.
- Mattioli, R.; Francioso, A.; Mosca, L.; &Silva, P. (2020). Anthocyanins: A Comprehensive Review of Their Chemical Properties and Health Effects on Cardiovascular and Neurodegenerative Diseases. *Molecules*, 25(17), p. 3809-3851. <https://doi.org/10.3390/molecules25173809>.
- Ngamsamer, C.; Sirivarasai, J.; &Sutjarit, N. (2022). The Benefits of Anthocyanins against Obesity-Induced Inflammation. *Biomolecules*, 12(6), p. 852-865. <https://doi.org/10.3390/biom12060852>.
- Nogueiras, R.; Romero-Picó, A.; Vazquez, M. J.; Novelle, M.G.; López, M.; & Diéguez, C. (2012). The opioid system and food intake: homeostatic and hedonic mechanisms. *Obesity Facts*, 5(2), p. 196-207. <https://doi.org/10.1159/000338163>.
- Pratt, W. E.; Lin, P.; Pierce-Messick, Z.; Ilesanmi, A. O.; &Clissold, K. A. (2017). Contrasting effects of 5-HT3 receptor stimulation of the nucleus accumbens or ventral tegmentum on food intake in the rat. *Behavioural Brain Research*, 323, p. 15-23. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2017.01.031>.
- Rossi, M. A.; &Stuber, G. D. (2018). Overlapping Brain Circuits for Homeostatic and Hedonic Feeding. *Cell Metabolism*, 27(1), p. 42-56. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2017.09.021>.
- Sasaki, T. (2017). Neural and Molecular Mechanisms Involved in Controlling the Quality of Feeding Behavior: Diet Selection and Feeding Patterns. *Nutrients*, 9(10), p. 1151. <https://doi.org/10.3390/nu9101151>.
- Sirohi, S.; Van Cleef, A.; & Davis, J. F. (2017). Patterned feeding induces neuroendocrine, behavioral and genetic changes that promote palatable food intake. *International Journal of Obesity*, 41(3), p. 412-419. <https://doi.org/10.1038/ijo.2016.235>.
- Sugiura, C.; Nishimatsu, S.; Moriyama, T.; Ozasa, T.; Kawada, T.; &Sayama, K. (2012). Catechins and caffeine inhibit fat accumulation in mice through the improvement of hepatic lipid metabolism. *Journal of Obesity*, 520510. <https://doi.org/10.1155/2012q520510>.
- Sweeney, P.; &Yang, Y. (2017). Neural Circuit Mechanisms Underlying Emotional Regulation of Homeostatic Feeding. *Trends in Endocrinology and Metabolism*, 28(6), p. 437-448. <https://doi.org/10.1016/j.tem.2017.02.006>.
- Toribio-Mateas, M. (2018). Harnessing the Power of Microbiome Assessment Tools as Part of Neuroprotective Nutrition and Lifestyle Medicine Interventions. *Microorganisms*, 6(2), p. 35. <https://doi.org/10.3390/microorganisms6020035>.
- Tulloch, A. J.; Mur da ray, S.; Vaicekonyte, R.; &Avena, N. M. (2015). Neural responses to macronutrients: hedonic and homeostatic mechanisms. *Gastroenterology*, 148(6), p. 1205-18. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2014.12.058>.
- Wu, Q.; Chen, J.; Hua, T.; & Cai, J. (2023). Alpha-Melanocyte-Stimulating Hormone-Mediated Appetite Regulation in the Central Nervous System. *Neuroendocrinology*, 113(9), p. 885-904. <https://doi.org/10.1159/000530804>.
- Wu, T.; Yin, J.; Zhang, G.; Long, H.; &Zheng, X. (2015). Mulberry and cherry anthocyanin consumption prevents oxidative stress and inflammation in diet-induced obese mice. *Molecular Nutrition & Food Research*, 60(3), p. 687-694. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201500734>.
