

RESSALVA

Atendendo solicitação da autora, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 04/12/2025.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Câmpus de São José do Rio Preto

Fernanda Barbosa do Nascimento

Desenvolvimento de *snacks* de milho com sabores *pizza* e *lemon pepper* e baixo conteúdo de lipídeo e sódio por meio da aromatização pré-extrusão

São José do Rio Preto
2024

Fernanda Barbosa do Nascimento

Desenvolvimento de snacks de milho com sabores *pizza* e *lemon pepper* e baixo conteúdo de lipídeo e sódio por meio da aromatização pré-extrusão

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Alimentos, Nutrição e Engenharia de Alimentos, junto ao Programa de Pós-graduação em Alimentos, Nutrição e Engenharia de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Financiador: CNPq (Processo: 165503/2021-1)

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Ana Carolina Conti

São José do Rio Preto
2024

N244d

Nascimento, Fernanda Barbosa do

Desenvolvimento de *snacks* de milho com sabores pizza e *lemon pepper* e baixo conteúdo de lipídeo e sódio por meio da aromatização pré-extrusão / Fernanda Barbosa do Nascimento. -- , 2024

72 p. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto,

Orientadora: Ana Carolina Conti

1. Aromatização pré-extrusão. 2. Snacks. 3. Teor de lipídeos. 4. Teor de sódio. I. Título.

Fernanda Barbosa do Nascimento

Desenvolvimento de *snacks* de milho com sabores *pizza* e *lemon pepper* e baixo conteúdo de lipídeo e sódio por meio da aromatização pré-extrusão

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Alimentos, Nutrição e Engenharia de Alimentos, junto ao Programa de Pós-graduação em Alimentos, Nutrição e Engenharia de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Financiador: CNPq (Processo: 165503/2021-1)

Comissão Examinadora

Prof^a. Dr^a. Ana Carolina Conti
UNESP – Câmpus de São José do Rio Preto
Orientadora

Prof^a. Dr^a. Michele Eliza Cortazzo Menis Henrique
Fatec Piracicaba - Deputado Roque Trevisan

Prof^a. Dr^a. Caroline Joy Steel
UNICAMP – Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos

São José do Rio Preto
04 de junho de 2024

Dedicatória

*Aos meus pais, Terezinha e Eliel, minha base
ao meu companheiro de vida, Kallne
e aos meus felinos amados,
Dedico.*

Agradecimentos

Agradeço, primeiramente aos meus pais, Terezinha e Eliel, por todo amor, incentivo, dedicação, investimento e tempo. Sem vocês nada disso se tornaria realidade, muito obrigada!

Ao meu companheiro, Kallne, por me ajudar de todas as formas possíveis, me incentivando a continuar, por estar sempre disponível para escutar e me tirar um sorriso nos dias mais difíceis.

Aos meus gatos amados, pela companhia durante o processo de escrita, por todo carinho, “rom rom” e “lambeijos” que eles deram para chamar a atenção.

À minha amiga e parceira de laboratório Juliana, por toda ajuda durante as análises, pelo carinho, por ser sempre muito positiva, compartilhando ensinamentos, momentos inesquecíveis e, principalmente, por ser uma das pessoas responsáveis pela minha jornada até aqui.

A todos os meus colegas e amigos do laboratório de Análise Sensorial, Isadora, Vinícius, Caline, Vinícius, que compartilharam momentos muito especiais quando ainda vivíamos de máscara. E também Gabriella, Marcela e Gustavo por ajudarem ativamente doando vossos tempos durante os muitos dias de análise sensorial, muito obrigada!

À minha querida orientadora Ana Carolina por todo conhecimento compartilhado, por todo carinho, confiança e por estar sempre disponível para ouvir e acolher seus orientandos com toda paciência e compreensão, um verdadeiro exemplo de mulher e profissional com altos níveis de humanidade.

Aos técnicos Alana, Tânia e Luiz por toda ajuda e conhecimento compartilhado, sem eles tudo seria muito difícil de ser concluído.

A todos os participantes que retornaram para concluir a análise sensorial dos salgadinhos, pois foram fundamentais para este trabalho ser finalizado.

Ao CNPq pelo apoio financeiro (Processo: 165503/2021-1).

E a todos que de alguma forma contribuíram para o sucesso deste trabalho.

RESUMO

Os *snacks* expandidos de milho são amplamente consumidos por conta de sua praticidade, por serem saborosos e crocantes. No entanto, seu alto teor de sódio e lipídeos leva a muitas críticas por aqueles que buscam por uma alimentação mais saudável. O alto conteúdo lipídico é resultado da forma como a indústria alimentícia produz os *snacks*, aromatizando-os após a extrusão. A aromatização pré-extrusão é apontada como uma solução para a redução do teor lipídico neste produto, tornando-o mais saudável e vantajoso para a comercialização. Além disso, a redução de sal e a utilização de realçadores de sabor, como o glutamato monossódico, podem resultar na redução do conteúdo de sódio no produto extrusado. Por isso, foi utilizada a aromatização pré-extrusão de *snacks* de milho por meio da combinação de substâncias promotoras de aroma a fim de obter sabores especiais com baixo conteúdo de lipídeos e sódio, e adequada qualidade sensorial. O grão de milho foi adicionado, separadamente, de duas combinações de substâncias: aroma artificial de muçarela + aroma natural de orégano (1,2% m/m de cada) para obtenção do sabor *pizza* e ácido ascórbico (1,8% m/m) + pimenta-do-reino moída (0,8% m/m) para sabor *lemon pepper*. Os grãos foram extrusados em uma extrusora de rosca única, modelo RXPQ Labor 24, com cinco zonas independentes de aquecimento. A aromatização dos extrusados foi finalizada utilizando diferentes quantidades de óleo de girassol, sal e glutamato monossódico seguindo delineamentos compostos centrais rotacionais, obtendo-se os *snacks*, cujas características sensoriais foram as variáveis dependentes dos delineamentos experimentais. Os extrusados foram analisados quanto à razão de expansão, densidade, textura e cor instrumental para comparação ao controle (sem adição de substâncias). Os *snacks* foram submetidos à análise sensorial, utilizando os seguintes testes: 1) teste de diferença multiamostrais para as intensidades de odor e sabor característicos, 2) teste de aceitação sensorial por meio de escala do ideal de nove pontos para a intensidade de odor e sabor característico, e 3) teste de aceitação sensorial por meio de escala hedônica estruturada de nove pontos para a aparência, odor, textura, sabor e aceitação global. A adição das substâncias aromatizantes antes do processo de extrusão não afetou a maioria das características físicas dos extrusados pré-aromatizados quando comparado aos extrusados controle. Houve poucos efeitos das variáveis independentes nos *snacks* sabor *pizza*, sendo que o aumento no teor de óleo de girassol aumentou o grau de

gostar da aparência e da textura e o aumento no teor de sal aumentou o grau de gostar do sabor. Já para os *snacks* sabor *lemon pepper* não houve efeito significativo de nenhuma das variáveis independentes. Apesar disso, ambos os *snacks* apresentaram intensidades próximas ao ideal para o odor característico para a maioria dos ensaios, e alguns com sabor característico um pouco acima do ideal. Quanto à quantidade de sódio, nenhum ensaio ultrapassou a quantidade sódio estabelecida pela legislação brasileira, dispensando o alerta na rotulagem frontal com "alto em sódio". Além disso, os rótulos para todos os *snacks* não necessitam de lupa para "alto em gordura saturada" e todos os ensaios apresentaram valores calóricos inferiores aos *snacks* tradicionais. Concluindo, é possível desenvolver *snacks* de milho com sabores pizza e *lemon pepper*, utilizando duas diferentes combinações de substâncias aromatizantes para expressar os sabores característicos, por meio da aromatização pré-extrusão.

Palavras-chave: Aromatização pré-extrusão. *Snacks*. Teor de lipídeos. Teor de sódio.

ABSTRACT

Expanded corn snacks are widely consumed for their convenience and taste. However, their high sodium and fat content has led to much criticism from those seeking a healthier diet. The high lipid content is a result of the way the food industry produces snacks, by flavoring them after extrusion. Pre-extrusion flavoring is seen as a solution to reduce the lipid content in this product, making it healthier and more marketable. In addition, salt reduction and the use of flavor enhancers such as monosodium glutamate can reduce the sodium content of the extruded product. Therefore, the pre-extrusion flavoring of corn snacks was employed through the combination of aroma-promoting substances in order to obtain special flavors with low lipid and sodium content, and adequate sensorial quality. The corn grits were added, separately, with two combinations of substances: commercial mozzarella flavor + natural oregano flavor (1.2% w/w of each) to obtain the pizza flavor and ascorbic acid (1.8% w/w). m) + ground black pepper (0.8% m/m) for lemon pepper flavor. The grits were extruded and the flavoring of the extrudates was completed using different amounts of sunflower oil, salt and monosodium glutamate following rotational central composite designs, obtaining the snacks. The flavored extrudates were analyzed for expansion ratio, density, texture and instrumental color for comparison with the control (without addition of substances). The snacks were subjected to sensory analysis, using the following tests: 1) multisample difference test for characteristic odor and flavor intensities, 2) sensory acceptance test using a nine-point ideal scale for odor and flavor intensity characteristic, and 3) sensory acceptance test using a structured nine-point hedonic scale for appearance, odor, texture, flavor and overall acceptance. The incorporation of flavoring substances prior to the extrusion process did not result in discernible alterations to the physical characteristics of pre-flavored extrudates when compared to control extrudates. The independent variables had minimal impact on the liking of pizza-flavored snacks. The increase in sunflower oil content led to a slight increase in the liking for the appearance and texture, while the increase in salt content resulted in a slight increase in the liking for the flavor. The independent variables had no significant effect on the lemon pepper snacks. However, both snacks exhibited intensities that were nearly ideal for the characteristic odor in the majority of the tests, and some exhibited a characteristic flavor that was slightly above the ideal. With regard to the sodium content, no test exceeded the amount of sodium established by Brazilian

legislation, eliminating the warning on the front label with "high in sodium". Furthermore, the labels for all snacks do not require a magnifying glass for "high in saturated fat" and all trials showed lower caloric values than traditional snacks. In conclusion, it is possible to develop corn snacks with pizza and lemon pepper flavors, using two different combinations of flavoring substances to express the characteristic flavors, through pre-extrusion flavoring.

Keywords: *Pre-extrusion flavoring. Snacks. Lipid content. Sodium content.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Representação da medição dos diâmetros e comprimento dos extrusados	30
Figura 2 - Análise de textura instrumental dos extrusados utilizando o <i>probe Blade set</i> com guilhotina e detecção acústica.	31
Figura 3 - Análise de cor instrumental dos extrusados utilizando o colorímetro Color Flex.	32
Figura 4 - Ficha de caracterização dos consumidores.	35
Figura 5 - Ficha de avaliação dos <i>snacks</i> sabor <i>lemon pepper</i> (a ficha para os <i>snacks</i> sabor pizza é idêntica, apenas mudando o odor e sabor característicos do produto).	35
Figura 6 - Extrusado sabor pizza (A) e extrusado controle (B).	37
Figura 7 - Efeito do óleo de girassol no grau de gostar da aparência dos <i>snacks</i> sabor pizza.	44
Figura 8 - Efeito do óleo de girassol no grau de gostar da textura dos <i>snacks</i> sabor pizza.	44
Figura 9 - Efeito do sal no grau de gostar do sabor dos <i>snacks</i> sabor pizza	45
Figura 10 - Extrusado sabor <i>lemon pepper</i> (A) e extrusado controle (B).	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Delineamento composto central rotacional para quantidades de óleo de girassol, sal e glutamato monossódico.	33
Tabela 2 – Média $\pm$ desvio-padrão para as propriedades físicas dos extrusados controle e sabor pizza.	38
Tabela 3 - Média $\pm$ desvio-padrão (n = 70) das intensidades sensoriais dos <i>snacks</i> sabor pizza	39
Tabela 4 - Média $\pm$ desvio-padrão (n = 70) do ideal de intensidades sensoriais dos <i>snacks</i> sabor pizza.	40
Tabela 5 - Média $\pm$ desvio-padrão (n=70) do grau de gostar dos <i>snacks</i> sabor pizza.	41
Tabela 6 - Modelo para variáveis dependentes <i>snack</i> sabor pizza.	43
Tabela 7 - Valores nutricionais estimados dos <i>snacks</i> de milho extrusados desenvolvidos no presente trabalho.	48
Tabela 8 - Valores nutricionais dos <i>snacks</i> extrusados comerciais consumidos pelos avaliadores.	49
Tabela 9 - Média $\pm$ desvio-padrão para as propriedades físicas dos extrusados controle e sabor <i>lemon pepper</i> .	50
Tabela 10 - Média $\pm$ desvio-padrão (n = 50) das intensidades sensoriais dos <i>snacks</i> sabor <i>lemon pepper</i> .	51
Tabela 11 - Média $\pm$ desvio-padrão (n = 50) ideal de intensidades dos <i>snacks</i> sabor <i>lemon pepper</i> .	52
Tabela 12 - Média $\pm$ Desvio-padrão (n = 50) para grau de gostar sensorial de <i>snacks</i> sabor <i>lemon pepper</i> .	54
Tabela 13 - Modelo pra variáveis dependentes do <i>snack</i> sabor <i>lemon pepper</i> .	55

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVO	16
2.1	Objetivo geral	16
2.2	Objetivos específicos	16
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1	Extrusão termoplástica	17
3.2	Aromatização de <i>snacks</i> expandidos	18
3.3	Lipídeos	21
3.4	Sódio	23
3.5	Redução do teor lipídico e de sódio em <i>snacks</i> expandidos	26
4	MATERIAL E MÉTODOS	28
4.1	Material	28
4.2	Ajuste de umidade do grits de milho	28
4.3	Aromatização pré-extrusão do grits de milho	28
4.4	Extrusão do grits de milho com as substâncias selecionadas	29
4.5	Análise das propriedades físicas dos extrusados	29
4.6	Finalização da aromatização para obter os <i>snacks</i> com sabores especiais	32
4.7	Análise sensorial dos <i>snacks</i> de milho	33
4.8	Análise estatística dos <i>snacks</i>	36
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5.1	<i>Snacks</i> sabor pizza	37
5.1.1	Propriedades físicas dos <i>snacks</i> sabor pizza	37
5.1.2	Análise sensorial dos <i>snacks</i> sabor pizza	38
5.2	<i>Snacks</i> sabor <i>lemon pepper</i>	49
5.2.1	Propriedades físicas dos <i>snacks</i> sabor <i>lemon pepper</i>	49
5.2.2	Análise sensorial dos <i>snacks</i> sabor <i>lemon pepper</i>	50
6	CONCLUSÃO	57
7	REFERÊNCIAS	58
	APÊNDICE A – Resultados obtidos em pré-testes	65
	APÊNDICE B – Termo de consentimento livre e esclarecido	69
	ANEXO A – Parecer do comitê de ética em pesquisa	70

1 INTRODUÇÃO

Os *snacks* expandidos são bastante populares em todo o mundo sendo comercializados em diferentes formatos, sabores, composições, preços e marcas. Os *snacks* são originados por meio de um processo chamado extrusão termoplástica (Menis-Henrique *et al.*, 2020). A técnica da extrusão termoplástica é versátil o suficiente para ser aplicada em uma variedade de produtos, com grande eficiência produtiva e baixo custo (Leonard *et al.*, 2020).

O processo de extrusão é basicamente converter um material sólido em fluido, utilizando a aplicação de calor e trabalho mecânico enquanto conduz o material ao longo de um canhão para uma matriz. Este processo tem como consequência a gelatinização do amido, inativação de enzimas, desnaturação e reorientação de proteínas e diminuição da contagem de microrganismos, além de que alguns fatores antinutricionais também podem ser eliminados. Ao final do processo, a diferença de pressão do meio interno da extrusora para o meio externo faz com que ocorra a evaporação instantânea da água superaquecida e a solidificação da estrutura fluida. Essa evaporação, concomitantemente à configuração da matriz, condições de extrusão e velocidade de corte, resulta em um produto com características desejadas (Fellows, 2006; Leonard *et al.*, 2020).

Dentro da indústria alimentícia, os *snacks* de milho são aromatizados após o processo de extrusão, através da aspersão de óleo vegetal, juntamente de sal, intensificadores de sabor e aroma sendo estes intensificadores descritos nos rótulos como aditivos (Maskan; Altan, 2012).

É possível realizar a aromatização pré-extrusão adicionando diferentes agentes aromatizantes na matéria-prima a ser extrusada, possibilitando uma distribuição uniforme de compostos voláteis no produto, melhorando sua estabilidade à oxidação, já que são protegidos no interior da matriz do produto. No entanto, pode haver perda de compostos voláteis durante o processo de extrusão, demandando uma maior adição, o que eleva os custos e pode afetar atributos importantes para a qualidade de *snacks* expandidos, como sua estrutura e textura (Bhandari *et al.*, 2001). Apesar disso, em trabalho realizado por Milk, Milani e Conti-Silva (2021), utilizando diferentes substâncias como aroma, a aromatização pré-extrusão não apresentou prejuízo quanto às características estruturais dos extrusados na maior parte dos ensaios.

Um outro objetivo ao se utilizar a aromatização pré-extrusão é reduzir ou eliminar a utilização do veículo lipídico. No entanto, é inegável a importância dos lipídeos, assim como de sódio, para a aceitação dos consumidores. Reduzir o teor de lipídeos e sódio dos alimentos não é uma tarefa fácil, pois ambos desempenham papéis importantes na percepção de sabor dos alimentos. No entanto, nosso grupo de pesquisa vem apresentando sucesso na redução de ambos os componentes sem que os *snacks* percam suas características sensoriais (Menis-Henrique *et al.*, 2020; Panzarini; Menis-Henrique; Conti-Silva, 2020; Harada-Padermo *et al.*, 2021).

Apesar da variedade de sabores de *snacks*, a maior parte dos trabalhos do nosso grupo de estudos utiliza a aromatização pré-extrusão em *snacks* sabor queijo. Além disso, os resultados interessantes obtidos por Milk, Milani e Conti-Silva (2021) abrem uma gama de possibilidades de estudo, não somente na utilização de precursores de aroma e substâncias como aromas artificiais e condimentos, mas também utilizando suas combinações. Dessa forma, torna-se necessário expandir os sabores de *snacks*, a fim de desenvolver produtos com sabores especiais, mais nutritivos e com baixo conteúdo de lipídeos e sódio, mantendo a qualidade sensorial.

6. CONCLUSÃO

É possível desenvolver *snacks* de milho com sabores pizza e *lemon pepper*, utilizando duas diferentes combinações de substâncias aromatizantes para expressar os sabores característicos, por meio da aromatização pré-extrusão. A adição das substâncias aromatizantes antes do processo de extrusão não afetou a maioria das características físicas dos extrusados pré-aromatizados quando comparado aos extrusados controle. Houve poucos efeitos do óleo de girassol, sal e glutamato nos *snacks* sabor pizza, sendo que o aumento no teor de óleo de girassol aumentou o grau de gostar da aparência e da textura e o aumento no teor de sal aumentou o grau de gostar do sabor. Já para os *snacks* sabor *lemon pepper* não houve efeito significativo de nenhuma das variáveis independentes. Apesar destes resultados, ambos os *snacks* apresentaram resultados satisfatórios para intensidade de odor e sabor. A intensidade ideal de odor característico de pizza mostrou-se dentro do ideal para a maioria dos ensaios, já a intensidade ideal de sabor característico apresentou um pouco acima do ideal para *snacks* sabor pizza. Para o *snack* sabor *lemon pepper*, houve comentários relacionados à picância nos *snacks* com menor ou ausência de adição de óleo de girassol. A intensidade ideal de odor característico de *lemon pepper* se manteve dentro do ideal para a maioria dos ensaios; já a intensidade ideal de sabor *lemon pepper* apresentou intensidades muito acima do ideal, o que pode ter sido influenciado pela picância mais evidente em alguns ensaios. Quanto à quantidade de sódio dos *snacks*, nenhum *snack* ultrapassou a quantidade sódio estabelecida pela legislação brasileira, dispensando o alerta da lupa na rotulagem frontal com "alto em sódio". Além disso, os rótulos para todos os *snacks* não necessitam de lupa para "alto em gordura saturada" e todos os ensaios apresentaram menos calorias comparado aos *snacks* tradicionais consumido pelos avaliadores. No mais, é necessário que mais estudos sejam realizados, utilizando diferentes substâncias aromatizantes pré-extrusão a fim de viabilizar a produção de *snacks* com menores quantidades de óleo e sal, mas que agrada a maior parte dos consumidores que prezam por produtos intensos em sabor sem perder suas qualidades sensoriais.

7 REFERÊNCIAS

AOAC. **Official methods of analysis of AOAC International**: método oficial 925.10. 16. ed., v. 2. Gaithersburg: 1997.

ARÊAS, J. A. G. Interações moleculares do amido durante o processo de extrusão. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 30, n. 1, p.28-30, 1996.

BEYREUTHER, K.; BIESALSKI, H. K.; FERNSTROM, J. D.; GRIMM, P.; HOMMES, W. P.; HEINEMANN, U.; KEMPSKI, O.; STHEHLE, P.; STHEINHART, H.; WALKER, R. (2006). Consensus meeting: monosodium glutamate – an update. **European Journal of Clinical Nutrition**, 61(3), 304–313. 2007.

BHANDARI, B., D'ARCY B.; YOUNG, G. Flavour retention during high temperature short time extrusion cooking process: A review. **International Journal of Food Science and Technology**, 36(5), 453-461. 2001.

BOBOWSKI, N.; RENDAHL, A.; VICKERS, Z. A longitudinal comparison of two salt reduction strategies: Acceptability of a low sodium food depends on the consumer, **Food Quality and Preference**, Vol. 40, Part B, 2015. 270-278.

BOWER, J. A.; BOYD, R. (2003). Effect of health concern and consumption patterns on measures of sweetness by hedonic and just-about-right scales. **Journal of Sensory Studies**, 18, 235-248.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia Alimentar Para a População Brasileira. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. 2. Ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 156p. Disponível em: <https://l1nk.dev/Z5X26>. Acesso em: maio 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Promoção da Saúde. Guia de Atividade Física para a População Brasileira / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção Primária à Saúde, Departamento de Promoção da Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2021. Disponível em: <https://acesse.one/RQZfo>. Acesso em: maio 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise em Saúde e Vigilância de Doenças Não Transmissíveis. Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das Doenças Crônicas e Agravos não Transmissíveis no Brasil 2021-2030 / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Análise em Saúde e Vigilância de Doenças Não Transmissíveis. – Brasília: Ministério da Saúde, 2021. Disponível em: <https://l1nk.dev/Ri1bA>. Acesso em maio 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Sobrepeso e obesidade como problemas de saúde pública. [Brasília]: Ministério da Saúde. 18 de outubro de 2022a. Disponível em: <https://l1nk.dev/NmLdt>. Acesso em: maio 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. O impacto da obesidade. [Brasília]: Ministério da Saúde. 07de junho de 2022b. Disponível em: <https://l1nk.dev/jKjN5>. Acesso em: maio 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Rotulagem Nutricional. [Brasília]: Ministério da Saúde. 07de novembro de 2022c. Disponível em: <https://l1nk.dev/gxxna>. Acesso em: maio 2024.

BRASIL, RDC nº 429, de 08 de outubro de 2020. Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. Diário oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 9 out. 2020.

BREDIE, W. L. P.; HASSELL, G. M.; GUY, R. C. E.; MOTTRAM, D. S. Aroma characteristics of extruded wheat flour and wheat starch containing added cysteine and reducing sugars. **Journal of Cereal Science**, 25(1), 57-63. 1997.

BREDIE, W. L. P.; HASSELL, G. M.; GUY, R. BERK, Z. Food Process Engineering and Technology. 2. ed., San Diego: **Academic Press**, 2013. 690 p.

CONTI-SILVA A. C.; BASTOS, D. H. M.; ARÊAS, J. A. G. The effects of extrusion conditions and the addition of volatile compounds and flavour enhancers to corn grits on the retention of the volatile compounds and texture of the extrudates. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 47, p. 1896-1902, 2012.

CONTI-SILVA, A. C.; SOUZA-BORGES, P. K. Sensory characteristics, brand and probiotic claim on the overall liking of commercial probiotic fermented milks: Which one is more relevant?. **Food Research International**, v. 116, p. 184-189, 2019.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. Química de Alimentos de Fennema. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900 p.

DANTAS, R. R.; da SILVA, G. A. P.; O papel do ambiente obesogênico e dos estilos de vida parentais no comportamento alimentar infantil. **Rev. paul. pediatr.** 37 (3). Jul-Sep 2019. Disponível em: <https://acesse.dev/UjQAN>. Acesso em: maio 2024.

DERMIKI, M.; PHANPHERSOPHON, N.; MOTTRAM, D. S.; METHVEN, L. Contributions of non-volatile and volatile compounds to the umami taste and overall flavour of shiitake mushroom extracts and their application as flavour enhancers in cooked minced meat. **Food Chemistry**, 141, 77-83. 2013.

DIAS-FACETO, L. S.; CONTI-SILVA, A. C. (2022) Texture of extruded breakfast cereals: effects of adding milk on the texture properties and on the correlations between instrumental and sensory analyses. **J Texture Stud** 53:220–231.

DIAS-FACETO, L. S.; SALVADOR, A.; CONTI-SILVA, A. C. (2020) Acoustic settings combination as a sensory crispness indicator of dry crispy food. **J Texture Stud** 51:232–241.

DRAMANE, G.; AKPONA, S.; BESNARD, P.; KHAN, N. A. Cell mechanisms of gustatory lipids perception and modulation of the dietary fat preference. **Biochimie**, 107, 11–14.2014.

FAROUK, A.; PUDIL, F.; JANDA, V.; & POKORNÝ, J. Effect of amino acids on the composition and properties of extruded mixtures of wheat flour and glucose. **Nahrung**, 44(3), 188-192. 2000.

FELLOWS, P. J. Food processing technology: principles and practice (2nd ed., rev.). Boca Raton, FL: CRC Press. 2000.

FIBRIANTO, K.; SYAUQI, S. W. Comparative study on animal and vegetable fat as effective palate cleanser of spiciness. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, v. 733. 012083. 2021.

FLATT, J. P. (1987). Dietary fat, carbohydrate balance, and weight maintenance: effects of exercise. **The American Journal of Clinical Nutrition**, 45(1), 296–306.

FOOD STANDARDS AUSTRALIA NEW ZEALAND, 2003. MONOSODIUM GLUTAMATE - A Safety Assessment. Technical report series n° 20. June, 2003. Disponível em: <https://l1nq.com/5b2PL>. Acesso em: abril, 2024.

GARCÍA, M. L.; DOMINGUEZ, R.; GALVEZ, M.D.; CASAS, C.; SELGAS, M.D. Utilization of cereal and fruit fibers in low fat dry fermented sausages, **Meat Science**, Volume 60, Issue 3, 2002, Pages 227-236.

GERALDO, M. L.; CARVALHO, N. B.; ELIAS, L. A. da S.; CAMPOS, J. M.; SOUSA, K. R. de O. V.; DA SILVA, V. M. Avaliação do impacto da nova rotulagem na indústria de alimentos. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 9, n. 6, p. 19012–19031, 2023. Disponível em: <https://encr.pw/Oh63a>. Acesso em maio 2024.

GUAZI, J. S.; Utilização de saliva artificial durante a análise instrumental da textura de snacks expandidos para avaliação da correlação com a análise sensorial. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas São José do Rio Preto, 2021.

HALIM, J.; BOUZARI, A.; FELDER, D.; GUINARD, JX. The Salt Flip: Sensory mitigation of salt (and sodium) reduction with monosodium glutamate (MSG) in "Better-for-You" foods. **J Food Sci.** 2020 Sep;85(9):2902-2914.

HARADA-PADERMO, S. S.; DIAS-FACETO, L. S.; SELANI, M. M.; CONTI-SILVA, A. C.; VIEIRA, T. M. F. S. Umami Ingredient, a newly developed flavor enhancer from shiitake byproducts, in low-sodium products: A study case of application in corn extruded snacks. **LWT-Food Science and Technology**, v. 138, p. 110806, 2021.

HARTLEY, I. E.; LIEM, D. G.; KEAST, R. S. Females' ability to discriminate MSG from NaCl influences perceived intensity but not liking of MSG added vegetable broths. **J Food Sci.** 2020 Nov;85(11):3934-3942.

HENRY-UNAEZE, H. N. (2017). Update on food safety of monosodium L-glutamate (MSG). **Pathophysiology**, 24(4), 243–249. 2017.

ILSI BRASIL - INTERNATIONAL LIFE SCIENCES INSTITUTE DO BRASIL. Funções Plenamente Reconhecidas de Nutrientes - Sódio. 2009. Disponível em: <https://encr.pw/FzZAE>. Acesso em maio de 2024.

KNYAZEVA, A. S.; VOSTRIKOVA, N. L.; KULIKOVSKY, A. V.; UTYANOV, D. A. Method and metrological characteristics of measuring the mass fraction of monosodium glutamate in biological matrices. **Food Systems**, 5(3), 223-231. 2022.

KAUR, N., CHUGH, V. & GUPTA, A.K. Essential fatty acids as functional components of foods- a review. **J Food Sci Technol** 51, 2289–2303 (2014).

KENT, J.; Kent and Riegel's Handbook of Industrial Chemistry and Biotechnology. Vol.2. 11th ed. Pág 1183. Springer, 2007.

LEONARD, W.; ZHANG, P.; YING, D.; FANG, Z. Application of extrusion technology in plant food processing byproducts: An overview. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2020;19:218–246.

LINDEMANN, B. Receptors and transduction in taste. **Nature**, 413, 219-225. 2001.

MALULY, H. D. B.; ARISSETO-BRAGOTTO, A. P.; REYES, F. G. R. Monosodium glutamate as a tool to reduce sodium in foodstuffs: Technological and safety aspects. **Food Science and Nutrition**, 5, 1039-1048. 2017.

MAJCHER, M. A.; JELÉN, H. H. Effect of cysteine and cystine addition on sensory profile and potent odorants of extruded potato snacks. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 3, 5754–5760. 2007.

MAJCHER, M. A.; LAWROWSKI, P.; JELÉN, H. H. Comparison of original and adulterated Oscypek cheese based on volatile and sensory profiles. *Acta Scientiarum Polonorum*, **Technologia Alimentaria**, 9(3), 265-275. 2010.

MASKAN, M.; ALTAN, A. Avanços na tecnologia de extrusão de alimentos. Boca Rotan: CRC Press. 2012.

MENG, X.; THREINEN, D.; HANSEN, M.; & DRIEDGER, D. (2010). Effects of extrusion conditions on system parameters and physical properties of a chickpea flour-based snack. **Food Research International**, 43(2), 650–658.

MEILGAARD, M., CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. (2007). Sensory evaluation techniques (4th ed.). CRC/Taylor & Francis.

MENIS, M. E. C. Efeito da extrusão na retenção de aroma e na estrutura de extrusados de grits de milho aromatizado. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Universidade estadual Paulista. São José do Rio Preto. 2013.

MENIS, M. E. C.; MILANI, T. M. G.; JORDANO, A.; BOSCOLO, M.; CONTI-SILVA, A. C. Extrusion of flavored corn grits: Structural characteristics, volatile compounds retention and sensory acceptability. **Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie / Food Science + Technology**, v. 54, p. 434-439, 2013.

MENIS-HENRIQUE, M. E. C. Adição pré-extrusão de precursores de aroma para obtenção de snacks de grits de milho com reduzido teor lipídico e com potencial para produção industrial. 2017. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Universidade estadual Paulista. São José do Rio Preto. 2017.

MENIS-HENRIQUE, M. E. C.; JANZANTTI, N. S.; ANDRIOT, I.; SEMON, E.; BERDEAUX, O.; SCHLICH, P.; CONTI-SILVA, A. C. Cheese-flavored expanded snacks with low lipid content: Oil effects on the in vitro release of butyric acid and on the duration of the dominant sensations of the products. **LWT-Food Science and Technology**, v. 105, p. 30-36, 2019.

MENIS-HENRIQUE, M. E. C., JANZANTTI, N. S.; MONTEIRO, M.; CONTI-SILVA, A. C. Physical and sensory characteristics of cheese-flavored expanded snacks obtained using butyric acid and cysteine as aroma precursors: Effects of extrusion temperature and sunflower oil content. **LWT-Food Science and Technology**, v. 122, p. 109001, 2020.

MILANI, T. M. G. Estudo da aromatização pré-extrusão e das condições de extrusão sobre as características físicas e retenção de aroma em proteína isolada de soja, 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Universidade estadual Paulista. São José do Rio Preto. 2013.

MILANI, T. M. G.; MENIS, M. E. C.; JORDANO, A.; BOSCOLO, M.; CONTI-SILVA, A. C. Pre-extrusion aromatization of a soy protein isolate using volatile compounds and flavor enhancers: Effects on physical characteristics, volatile retention and sensory characteristics of extrudates. **Food Research International**, v. 62, p. 375-381, 2014.

MILK, L. H.; MILANI, T. M. G.; CONTI-SILVA, A. C. An exploratory study of pre-extrusion flavouring: investigation with vitamins, amino acids, essential oils, natural aromas and seasonings. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 43, n. 1, p. e49956, 2020.

MOJET, J.; HEIDEMA, J.; CHRIST-HAZELHOF, E. Effect of concentration on taste-taste interactions in foods for elderly and young subjects. **Chemical Senses**, 29, 671-681. 2004.

MORZELLE, M. C.; WATKINS, B. A.; LI, Y.; HENNING, B.; TOBOREK, M. Dietary Lipids and Health. In Bailey's Industrial Oil and Fat Products, F. Shahidi (Ed.) (2020).

MOUBARAC, J.-C., MARTINS, A. P. B., CLARO, R. M., LEVY, R. B., CANNON, G., & MONTEIRO, C. A. Consumption of ultra-processed foods and likely impact on human health. Evidence from Canada. **Public Health Nutrition**, 16(12), 2240–2248. 2012.

MOZAFFARIAN, D.; FAHIMI, S.; SINGH, G. M.; MICHA, R.; KHATIBZADEH, S.; ENGELL, R. E.; LIM, S.; DANAEI, G.; EZZATI, M.; POWLES, J; Global Burden of Diseases Nutrition and Chronic Diseases Expert Group. Global sodium consumption and death from cardiovascular causes. **N Engl J Med** 371;7. 2014.

NELSON, D. L.; COX, M. M., Nelson & Cox. Princípios de Bioquímica de Lehninger, 6ª edição, p.357-370, Artmed, 2014.

NGUYEN, H; WISMER, W. V. A comparison of sensory attribute profiles and liking between regular and sodium-reduced food products, **Food Research International**, v. 123. p.631-641, 2019.

ORDOÑEZ, J. A. Tecnologia de Alimentos. v. 1. Porto Alegre: Artmed, 2005. 294 p.

PANZARINI, A. C.; MENIS-HENRIQUE, M. E. C.; CONTI-SILVA, A. C. Effect of salt and monosodium glutamate on the sensory characteristics of low-sodium cheese-flavoured corn grits expanded snacks. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 44, p. e14936, 2020.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. Avaliação da qualidade de carnes: Fundamentos e metodologias. 2ª ed: Editora UFV, 2017. 473 p.

REIFSTECK, B. M.; JEON, I. J. Retention of volatile flavors in confections by extrusion processing. **Food Reviews International**, New York, v. 16, n. 4, p. 435-452, 2000.

ROCHA, R. A. R.; RIBEIRO, M. N.; SILVA, G. A.; ROCHA, L. C. R.; PINHEIRO, A. C. M.; NUNES, C. A.; CARNEIRO, J. D. S. Temporal profile of flavor enhancers MAG, MSG, GMP, and IMP, and their ability to enhance salty taste, in different reductions of sodium chloride. **J Food Sci.** 2020 May;85(5):1565-1575

SANTANA, M. C. A.; RODRIGUES; J. H. F., CAVALI, J.; de ARAGÃO BULCÃO, L. F. (2017). Lipídeos: classificação e principais funções fisiológicas. REDVET. **Revista Electrónica de Veterinária**, 18(8), 1-14. Disponível em: <<https://l1nq.com/8jmCk>>. acesso em: abril 2024.

SANO, C. (2009). História da produção de glutamato. **O Jornal Americano de Nutrição Clínica**, 90(3), 728S–732S.

SWINBURN, B.; EGGER, G.; RAZA, F. Dissecting obesogenic environments: the development and application of a framework for identifying and prioritizing environmental interventions for obesity. **Prev Med.** 1999;29:563-70.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TBCA). Universidade de São Paulo (USP). Food Research Center (FoRC). Versão 7.2. São Paulo, 2023. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tbca>. Acesso em: abril 2024.

TACO. Tabela brasileira de composição de alimentos / NEPA – UNICAMP.- 4. ed. rev. e ampl.. - Campinas: NEPA- UNICAMP, 2011.

VERNAZA, M. G.; CHANG, Y. K.; STEEL, C. J. Efeito do teor de farelo de maracujá e da umidade e temperatura de extrusão no desenvolvimento de cereal matinal funcional orgânico. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 145-154, 2009.

YAMAGUCHI, S. Basic properties of umami and effects on humans. **Physiology & Behavior**, 49, 833-841. 1991.

YAMAGUCHI, S.; TAKAHASHI, C. Interactions of monosodium glutamate and sodium chloride on saltiness and palatability of a clear soup. **Journal of Food Science**, 49, 82-85. 1984.

YULIANI, S.; BHANDARI, B.; RUTGERS, R.; D'ARCY B. Application o microencapsulated flavor to extrusion product. **Food Reviews International**, 20(2), 163-185. 2004.

YULIANI, S.; TORLEY, P. J.; BHANDARI, B. Physical and processing characteristics of extrudates made from starch and d-limonene mixtures. **International Journal of Food Properties**, 12(3), 482-495. 2009

YULIANI, S.; TORLEY, P. J.; D'ARCY B.; NICHOLSON, T.; BHANDARI, B. Extrusion of mixtures of starch and d-limonene encapsulated with β -cyclodextrin: Flavour retention and physical properties. **Food Research International**, 39(3), 318-331. 2006a.

YULIANI, S.; TORLEY, P. J.; D'ARCY B.; NICHOLSON, T.; BHANDARI, B. Effect of extrusion parameters on flavour retention, functional and physical properties of mixtures of starch and d-limonene encapsulated in milk protein. **International Journal of Food Science and Technology**, 41(s2), 83-94. 2006.