

USO DO GLUTAMATO MONOSSÓDICO NA PRODUÇÃO DE BATATAS FRITAS COM BAIXO TEOR DE ÓLEO

Carlos Silvera Almitrán

1. INTRODUÇÃO

Podemos afirmar que as modificações nos hábitos alimentares do homem determinaram as sucessivas mudanças na sua imagem corporal ao longo da história. Tais mudanças fazem parte das consequências no nível social e cultural que, inevitavelmente, ocorrem na evolução da humanidade em geral e nos grandes feitos históricos em particular.

Naturalmente, o desenvolvimento das civilizações, desde a pré-história, está ligado à tecnologia de alimentos: desde a primeira manifestação conhecida do domínio do fogo, às muitas e incríveis melhorias da tecnologia alimentar de nossos dias, com toda sua gama de possibilidades.

Essa evolução contribuiu para a introdução de mudanças na alimentação, ampliando seu espectro e, portanto, fornecendo, permanentemente, novas opções de alimentos. Isso nos mostra que as possibilidades alimentares se renovam constantemente e que o estudo da alimentação humana, e seus ramos, como a Nutrição, não só se modifica permanentemente, mas é uma área de estudo e descobrimento permanente e inesgotável (Silvera, 2006).

O glutamato monossódico (MSG) é conhecido como composto químico já há 140 anos, mas suas propriedades sensoriais e nutricionais começaram a ser valorizadas com crescente importância, a partir de 1908. Foi nesse ano que o Dr. Kikunae Ikeda obteve o primeiro elemento isolado da alga laminaria e o identificou como responsável pelo gosto umami, ao mesmo tempo em que se descobriam suas propriedades únicas de sinergia do sabor.

Ainda que este capítulo seja dedicado, principalmente, a destacar algumas novas aplicações alimentares dessa interessante molécula, é necessário enfatizar, tal como já foi destacado por outros cientistas, que o glutamato é o aminoácido mais abundante nas proteínas e que, em uma dieta normal e variada que inclua hortaliças, queijo, peixes, e outros produtos do mar, fungos, carnes e cereais (milho, trigo etc.), se consome, aproximadamente, 20 g diários de glutamato (Walker & Lupien, 2000).

Outro aspecto a destacar é que a demanda biológica de glutamato pelos seres humanos é importante a tal ponto que nosso organismo sintetiza todo o glutamato necessário para cobrir eventuais carências do mesmo na alimentação, atendendo às necessidades tanto do ponto de vista energético quanto estrutural. Um fato não menos importante é que esse aminoácido é classificado como não essencial. Em termos científicos, implica que a natureza considera tão importante sua participação nos processos metabólicos relacionados à vida, que não deixa livre a circunstâncias externas e, portanto, aleatórias, o fornecimento do mesmo para o reservatório denominado *pool* de aminoácidos. Um fato bem conhecido, porém, não por isso menos importante, é o alto teor de ácido glutâmico livre no leite materno da raça humana, em comparação com outras fontes exógenas de leite. Este aminoácido dá o agradável sabor necessário para tornar o leite atrativo ao lactente e, por essa via, nutri-lo (Reeds *et al.*, 2000).

Vários pesquisadores têm considerado interessante procurar novas aplicações industriais e nutricionais para o MSG, por se tratar de uma molécula com propriedades únicas dentro do conjunto de ingredientes disponíveis para processamento de alimentos e por ser considerada segura pelas regulamentações nacionais e internacionais. Dentre essas aplicações, destacam-se algumas relacionadas aos estudos de porosidade de hortaliças com vínculos à obtenção de batatas fritas à francesa, com menor teor de óleo, e à elaboração de películas flexíveis comestíveis, entendidas como biopolímeros de aplicação na indústria de alimentos.

A vida útil de um alimento é determinada por numerosas interações dentro do mesmo, assim como com o ambiente. Muitas vezes, essas interações

conformam um complexo ecossistema. Por exemplo, a transferência de umidade em alimentos frequentemente resulta na deterioração da qualidade dos mesmos e se traduz em uma variação da atividade da água e do conteúdo de água do produto em função do tempo (Donhowe & Fennema, 1992). Portanto, a interação entre a umidade e o alimento é crítica.

Por outro lado, muitas das propriedades funcionais de um filme de cobertura comestível estão relacionadas com a resistência ao transporte de gases, vapores e solutos. A esse transporte se associam os conceitos de transferência de massa, difusão e permeabilidade, sobre os quais será dada ênfase neste trabalho.

A permeabilidade do oxigênio e da água, tanto no estado líquido quanto no de vapor, podem afetar na estabilidade biológica do alimento, porque se facilita a atividade enzimática, bem como o crescimento microbiano e sua consequente atividade metabólica. Em alimentos desidratados, que implicam em condições de estresse para os fungos contaminantes, a atividade metabólica pode gerar micotoxinas e graves consequências de saúde pública.

Com relação a todas as propriedades e características anteriores, se estabelece uma associação com a porosidade dos alimentos. A inclusão de moléculas de MSG nas estruturas porosas dos alimentos a serem fritos, permite diminuir a incorporação de gordura nos produtos finais, como por exemplo, as batatas fritas à francesa. Nesse sentido, o estudo da porosidade da batata e dos mecanismos de incorporação do óleo durante o processo de fritura aportam interessantes orientações para o uso de glutamato monossódico na fabricação de batatas fritas à francesa com menor conteúdo de óleo.

2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS, NUTRICIONAIS E TECNOLÓGICOS DO CONSUMO DE BATATAS PELOS SERES HUMANOS

Conta uma velha lenda andina que os homens cultivadores da quinua dominaram durante muitos anos os povos das terras altas e, a fim de deixá-los morrer lentamente, foram diminuindo a porção de alimentos para eles e seus filhos.

Já à beira da morte, os pobres clamaram ao céu e Deus lhes entregou umas sementes carnosas e arredondadas, as quais, depois de plantadas, se converteram em charmosas matas que tingiram de roxo as gélidas punas com suas flores.

Desconsolados e moribundos de fome, os vencidos pediram outra vez clemência ao céu e uma voz lhes disse das alturas: Removam a terra e colham os frutos, que ali os escondi para burlar os homens maus e enaltecer os bons.

E assim foi; debaixo do solo estavam as charmosas batatas, que foram recolhidas e guardadas em estrito segredo. Cada manhã, os homens das punas adicionavam à sua

dieta empobrecida uma porção de batatas e, rapidamente, se restabeleceram, uniram forças e atacaram os invasores que, vendo-se vencidos, fugiram para não voltar jamais a perturbar a paz das montanhas (Graves, 2006).

A mitologia e a história se unem às mais modernas tecnologias à luz de trabalhos científicos que buscam as raízes culturais andinas e se projetam para o futuro, melhorando a cada dia as variedades genéticas da batata, adequadas às atuais necessidades industriais. A história e a tecnologia de alimentos são realimentadas pelo esforço de estudiosos que abreviam as fontes do conhecimento ancestral para projetar-se no futuro.

Nos Andes existia uma verdadeira preocupação com a subsistência, para a qual se valeram de diversas tecnologias. O meio ambiente difícil, no meio do qual se desenvolveram as culturas andinas, criou uma necessidade e uma permanente angústia para possuir e armazenar alimentos.

Se os meios de conservação falhavam ou se o número de alimentos era reduzido, aparecia o espectro da fome e poderia ocorrer o colapso da reciprocidade. Em outras palavras, em consequência, um desabastecimento podia trazer a desintegração do Estado ou de uma macroetnia.

Devido a esta urgência, o homem andino inventou diversos métodos necessários para a manutenção da sua subsistência, secando ou desidratando os produtos.

As carnes eram secas ao sol e, com elas, se preparava o charque, quer fosse de lhama ou de veado. Também desidratavam as carnes de aves como perdizes e pombas, além das de rãs. O camarão era seco por meio de pedras ou areia quente. Esse produto era conhecido como anuka e era embalado em cestos ou cantis de totora chamadas chipa.

O peixe seco e salgado era uma importante fonte alimentícia dos costeiros e, especialmente, dos serranos, e era matéria de troca entre ambos. Outros produtos do mar foram diversos moluscos que podiam ser secos, como as amêijoas, ou que podiam ser usados para preparar uma geleia incorruptível que se usava na preparação de guisados ou sopas.

Tem-se estudado detalhadamente o uso do cochayuyo, ou erva aquática”, na alimentação do Peru moderno e também antigo, no qual se incluem as algas de água doce, porém, principalmente, as de água do mar. Distintas variedades de algas foram usadas nas comidas, e a mais ocorrente foi a Porphyra.

Atualmente, o cochayuyo é comido fresco na costa, com ceviche, picantes e as sopas, e também seco solto ou em plantas nos centros urbanos da serra.

*Os tubérculos também se preservaram de diversas formas. As ocas (*Oxalis tuberosa*) e a machua (*Tropaeolum tuberosa*) eram secas ao sol, ficavam doces e, então, eram chamadas cahui. Entretanto, o tubérculo que pode se conservar por períodos indefinidos é a batata (*Solanum tuberosa*), a qual se submetia a um complicado processo de desidratação. Usava-se preferencialmente a variedade amarga e a tarefa era realizado a 4 mil metros acima do nível do mar.*

As diversas variedades de fécula variam segundo as qualidades de batata e os métodos empregados (o processo dura, em geral, várias semanas). Entre os produtos

obtidos a partir da batata, destaca-se a moraya (da língua quéchua), que é obtido a partir de um processo de secagem de uma variedade de batatas amargas (*S. juzepczukii* e *S. curtilobum*), ricas em glicoalcalóides, típicas do altiplano andino. As batatas de variedade doce se acomodam pelo tamanho sobre uma superfície plana, e logo se expõem à intempérie durante quatro a cinco noites, com seus dias passando pelo frio noturno e o ardente sol do meio dia. Depois, são pisadas com cuidado pelas mulheres para tirar a casca e extrair a umidade restante. Isso era repetido até terminar de secar (Gianella, 2004; Rostworowski, 2010a; 2010b).

Uma leitura cuidadosa do texto anterior nos introduz à antiga tecnologia pré-colombiana, na qual estão presentes distintos métodos de conservação de alimentos por desidratação, incluindo processos muito similares à da secagem por congelamento (*freeze drying*), utilizando a natureza como fonte alternativa de energia, passando “pelo frio noturno e o ardente sol do meio dia”.

Essas civilizações antigas não apenas desenvolveram tecnologias de processamento; como também possuíam um profundo conhecimento dos alimentos e suas propriedades nutricionais e sensoriais. A seleção dos alimentos mencionados é resgatada em documentos históricos: “a carne de lhama ou de veado era seca ao sol”, “o peixe seco e salgado era uma importante fonte alimentícia para costeiros e serranos”, “faziam-se sopas com moluscos secos”, “o emprego de algas marinhas secas para a alimentação”. Contam-nos sobre uma marcante preferência por alimentos que hoje conhecemos como ricos em ácido glutâmico livre, seus derivados e os 5'-ribonucleotídeos.

Por outro lado, as batatas fritas são muito mais recentes. Embora os belgas reivindicuem para si a invenção das batatas fritas, há referências às mesmas, incluindo o *soufflé* de batatas, durante as guerras napoleônicas. No entanto, pode-se aceitar como verdadeiro que os belgas foram os primeiros a explorar a produção comercial e industrial desse apetitoso prato. Também, crônicas da Primeira Guerra Mundial contam que as tropas americanas e inglesas acampadas, ou atravessando a Bélgica, provaram as batatas fritas e as denominaram *French Fries*, motivados pelo feito de que os provedores, belgas, falavam em francês. O que é realmente relevante é que o mercado foi aberto para um produto de grande popularidade e que, hoje em dia, incide no comércio mundial com valores que rondam os 100 bilhões de dólares anuais.

Hoje se pode observar que as batatas fritas, o sal e o ketchup tiveram histórias convergentes ao gosto umami. Todas as comidas rápidas (*fast food*) contemporâneas servem essas três espécies alimentares em conjunto, mesmo que tenham histórias separadas pelo tempo e pela geografia.

Como vimos anteriormente, as batatas têm sua origem em terras andinas da América pré-colombiana, com pelo menos três mil anos de história. Os cultivos e a sociedade formavam uma estrutura cultural ligada à consolidação e à evolução desses povos que olhavam para o mar e o cosmos, com as costas solidamente assentadas na cordilheira.

Quanto à origem do ketchup, a teoria mais difundida indica que tal palavra provém de *ke-tsiap*, do dialeto falado na ilha de Amoy, perto da China, onde se aplicava para denominar um condimento à base de peixe em salmoura. Outras teorias coincidem em que, na realidade, a palavra maia *kechap* deu origem a ketchup ou *catshup*. Mais tarde, em fins do século XVII, o nome ketchup, e talvez também algumas amostras do produto, chegaram à Inglaterra, onde apareceu publicado pela primeira vez, em 1690, como *catchup* (Planet Ketchup Heinz, 2019).

O primeiro tratado de farmacologia conhecido, *Peng-tzao-kanmu*, escrito na China há aproximadamente 5.000 anos, fala de 40 tipos de sal. Esse composto faz parte da alimentação humana desde tempos imemoriáveis e cumpriu funções nutricionais e comerciais, gerando verdadeiros nós de trânsito de mercadores, tanto no oriente quanto no ocidente. As minas de Salzburgo, como indica seu nome, deram notoriedade e importância estratégica a essa zona austríaca (Salazar, 2010).

Portanto, batatas, sal e ketchup são ingredientes de um dos pratos mais populares dos tempos modernos, com contribuições históricas na América, Europa e Ásia. Esses ingredientes datam de milênios e confluem na sabedoria ancestral de promover a geração de glutamato livre, tanto no peixe desidratado em salmoura como no molho de tomates, ambos ricos nesse promotor do gosto umami e da sinergia dos melhores perfis de sabor e aroma da batata.

Também é certo e merecedor da mais respeitosa atenção o fato de que, para muitos nutricionistas, as batatas fritas estão catalogadas dentro do que se chama *junk foods* (comida “porcaria” ou de “baixa qualidade nutritiva”). Entretanto, em contraste a essa qualificação, é inegável que se trata de um alimento preferido por muitos consumidores, sobretudo em países, regiões e cidades de alto padrão de vida, segundo os padrões da cultura ocidental. As objeções mais incisivas a respeito do consumo de batatas fritas estão vinculadas ao seu alto conteúdo calórico, à presença de gorduras “trans” e à formação de acrilamidas no processo de fritura em alta temperatura.

Estudar as formas de superar essas inconveniências constitui-se num desafio para a comunidade científica vinculada à ciência e tecnologia de alimentos. Muitas são as propostas e, certamente, o conhecimento acumulado, que gerará

soluções para tranquilidade e satisfação culinária dos consumidores. Estas, também teriam que satisfazer a supervisão cuidadosa das organizações que regulam e regulamentam o comércio e a elaboração de alimentos, tais como Codex Alimentarius (FAO/WHO), Agência Reguladora de Alimentos e Medicamentos dos Estados Unidos da América (FDA) e muitas outras organizações nacionais e internacionais.

3. AS BATATAS E SUAS PROPRIEDADES FÍSICAS

3.1. Estudo da porosidade

O processo de fritura de batatas é essencialmente complexo, porque o número de variáveis que interagem é muito grande. O conceito “batata” por si só implica em diferenciar centenas de variedades, com distintos graus de maturação, conteúdo de umidade, amido, açúcares redutores, densidades, porosidades e muitas outras características que incidem na qualidade do produto final. Além disso, haveria de se observar as variáveis do processo, como temperatura do óleo, tempo de fritura, tipo de gordura ou óleo de fritura, procedimentos industriais ou culinários e outras, como o branqueamento, desidratação (em ar ou por congelamento), impregnação por osmose ou a vácuo e recobrimento com filmes comestíveis.

Quando falamos de propriedades físicas das batatas nos referimos, na realidade, a dois conceitos vinculados com o êxito de um processo comercial de fritura das batatas: a qualidade agrônômica e as propriedades físicas e microestruturais.

Por um lado, estão as propriedades relacionadas à qualidade agrônômica ligada a aspectos físicos, porém de grande impacto na qualidade comercial, tais como dimensões axiais, esfericidade, ângulo de repouso, densidade real, densidade aparente e porosidade a granel (ver Glossário ao final do texto). Também são relevantes as propriedades mecânicas ou estruturais intrínsecas, como resistência à compressão, ao corte, à punção e coeficiente de fricção.

Por outro lado, encontram-se as propriedades físicas e microestruturais relacionadas ao efeito que tem o processamento industrial e as características que afetam diretamente a qualidade do produto final: o conteúdo de amido, açúcares redutores, porosidade da matriz vegetal dos tubérculos individuais, conteúdo de umidade etc.

Esses aspectos influenciam diretamente sobre os parâmetros de qualidade e no rendimento comercial das batatas fritas. Como exemplo, consideremos que a quantidade de açúcares redutores está diretamente vinculada à densidade real do

tubérculo. Por outro lado, esse é um fator de escurecimento por oxidação devido ao aumento das reações de Maillard, indesejáveis nesse produto. A quantidade de amido, livre após o processo de corte das batatas em palitos ou *chips* (“fatia ou lasca de batata”), é um fator primordial de deterioração prematura do óleo de fritura. Deve-se ressaltar também que a geometria do tubérculo incide claramente no rendimento comercial das batatas fritas, pois as formas irregulares implicam que haja um maior desperdício por lascas e pedaços de descarte, assim como pela diferença de tamanho de corte de palitos ou *chips*.

As propriedades reológicas das batatas incidem claramente na qualidade do corte e aquelas estão intimamente ligadas com a forma dos palitos. No processo de corte dos palitos, a batata sofre dois tipos de “estresse”: o normal que produz deformação por compressão, o de cisalhamento que produz deformação por arraste, *strain*. Isso dependerá da variedade e maturação da batata, do fio das lâminas de corte e, fundamentalmente, do desenho da máquina de corte, como por exemplo, pressão normal ou tangencial ao corte.

4. A IMPREGNAÇÃO A VÁCUO

As primeiras experiências foram disseminadas por artesãos altamente qualificados da indústria alemã de charcutaria, em um artigo de inegável praticidade e valor histórico. A primeira informação remonta à década de 1970, na Alemanha, e se refere à impregnação a vácuo de produtos cárneos, embora também sejam relatadas aplicações na cura de madeiras.

Os charcuteiros alemães iniciaram suas experiências com base, primeiramente, no conhecimento do conceito de “vácuo” e suas implicações tecnológicas. O objetivo era conhecer a maneira pela qual o ajuste do vácuo promove a entrada de sal, obtendo produtos similares em qualidade aos salgados pelos métodos convencionais, tanto a seco como por via úmida.

O acondicionamento em um recipiente hermético com pressão negativa facilita a difusão de moléculas de sal, diminuindo radicalmente o tempo de impregnação e permitindo uma distribuição mais homogênea. Como será visto mais adiante, com exemplos em materiais vegetais, a impregnação a vácuo permite a oclusão de poros, fraturas e interstícios com moléculas de sal, promovendo a retenção de aroma, cor e suculência. Nas últimas décadas, todos esses conceitos têm levado os cientistas do setor alimentício a prestar atenção direta à aplicação dessa tecnologia.

4.1. O ensaio com salame (Dauerwurst)



Salame (Dauerwurst)

Efetivamente, hoje em dia o procedimento tem relevância científica e a cada dia encontram-se novas aplicações em prestigiosos centros de pesquisa onde este tema é trabalhado.

É assim que se desenvolveram tecnologias vinculadas à impregnação a vácuo com aplicação, além das originais nas carnes e produtos derivados, em frutas e em hortaliças (Vidales & Alzamora, 1999; Paes *et al.*, 2007; Fito *et al.*, 2001a) em queijos tipo manchego (Chiralt & Fito, 1997; Andrés *et al.*, 1997), em queijos tipo suíço em pesquisas de apoio à indústria (Crosa *et al.*, 2005) e muitos outros.



Queijo tipo suíço

O sistema de impregnação a vácuo (SIV) se baseia em um mecanismo de transferência de massa pela aplicação de pressões subatmosféricas,

frequentemente utilizando pulsos nos quais se alternam vácuos residuais da ordem de 40 mmHg – 80 mmHg com pressão atmosférica. Este procedimento possibilita a impregnação de um sistema alimentício poroso com soluções, por exemplo, salinas, dando lugar a processos de salga de alimentos de maneira mais rápida, eficiente e homogênea.

A penetração em poros e capilares está vinculada à fração volumétrica da peça de alimento que é suscetível ao preenchimento com líquido externo (X) e é função da pressão capilar p_c , e à pressão do sistema (p) e da porosidade efetiva do produto (ϵ) (Fito, 1994; Fito *et al.*, 2001b). A partir da equação seguinte, deduz-se que a penetração capilar aumenta com a diminuição da pressão no sistema, ou seja, com o aumento do vácuo na câmara de impregnação.

$$X = \epsilon \cdot \left[\frac{p_c}{p + p_c} \right] \quad (1)$$

Ao completar-se cada pulso de pressão atmosférica – vácuo – pressão atmosférica na câmara de impregnação, toma lugar um mecanismo hidrodinâmico que favorece a penetração do líquido no alimento (Fito *et al.*, 1996; Salvatori *et al.*, 1998). Os modelos matemáticos que permitem prever a fração volumétrica do líquido de impregnação têm sido desenvolvidos amplamente na bibliografia citada.

Esse procedimento não só é compatível com a inovação tecnológica associada à menor incorporação do óleo nas batatas fritas e ao eventual procedimento de fritura a temperaturas sensivelmente menores do que os tradicionais 180 °C, como também abre um interessante leque de possibilidades para o desenvolvimento de novos produtos por incorporação de sabores especiais às batatas no momento da impregnação ou em etapas posteriores à fritura. O MSG ocluído nos poros e capilares do tecido vegetal poderá liberar-se oportunamente na mastigação, exercendo sua capacidade sinérgica milenar sobre os sabores próprios da batata frita ou dos condimentos adicionados e o delicado quinto gosto.

5. INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES DE FRITURA NA FORMAÇÃO DE ACRILAMIDAS E NO CONTEÚDO DE GORDURA DAS BATATAS FRITAS

5.1. Tempo, temperatura, tipo de óleo. Formação de acrilamidas. Uso de MSG para diminuir a temperatura de fritura

A pesquisa de diversos grupos especializados em ciência e tecnologia de alimentos revela que a formação de acrilamidas durante o processo de fabricação de batatas fritas está diretamente relacionada com o fator tempo-temperatura de fritura. É frequente o uso de temperaturas de fritura de aproximadamente 180-185 °C, ainda que algumas regulamentações nacionais já estejam recomendando o uso de temperaturas mais baixas, justamente para diminuir a formação de compostos indesejáveis.

No passado, a aplicação da Física e dos princípios clássicos da Engenharia Química, combinados com certa dose de empirismo, eram suficientes para explicar os fenômenos do processo de alimentos em nível macro. Entretanto, esta aproximação macro tem levado a uma contribuição limitada para (entender) os princípios fundamentais da engenharia dos produtos alimentícios, algumas vezes justificada pela “complexidade” dos materiais alimentícios, a escala reduzida das análises e a dificuldade em gerar dados em nível “micro” (Quevedo & Aguilera, 2000).

A partir da análise do texto, surge que a microestrutura foi, no passado, a variável mais importante não levada em conta pelos engenheiros e cientistas alimentares. Embora nos últimos anos a comunidade científica tenha dado maior ênfase a esses estudos, segue sendo totalmente certo que, para avançar na compreensão das propriedades e oportunidades dos alimentos, precisamos aprofundar os detalhes no nível dos tecidos, células e moléculas envolvidas nos processos de elaboração de alimentos. Dessa forma, seria possível melhorar a qualidade da fritura das batatas na fabricação industrial ou na preparação culinária em restaurantes e residências. Também é necessário levar em consideração a visualização das modificações que se produzem no alimento, se possível em tempo real e por métodos não destrutivos.

A fritura, por outro lado, é uma operação única cujo resultado nas batatas fritas é medido na qualidade final do produto, verificando tanto as propriedades sensoriais como as nutricionais. Entre outras coisas, o uso de temperaturas “altas” como as mencionadas anteriormente tem várias conveniências do ponto de vista sensorial, como, por exemplo, a formação de uma camada crocante (*crust*) muito apreciada pelos consumidores, com um centro tenro. Isso, com temperaturas da ordem de 180-185 °C, é obtido nas primeiras etapas da fritura.

Por outro lado, em condições normais, o uso de temperaturas mais baixas teria como efeito uma menor e mais lenta formação da camada crocante. Os principais problemas tecnológicos associados à diminuição da temperatura de fritura estão vinculados ao aumento da incorporação de óleo devido a uma estrutura microporosa mais aberta, aumento do tempo de fritura, obtenção de colorações indesejadas, aumento do conteúdo de umidade e diluição de sabores.

Durante o processo de fritura das batatas fritas, quer seja em palitos ou em *chips*, a batata sofre transformações que determinam os atributos de qualidade do produto final, como, por exemplo, o conteúdo de óleo, crocância, rugosidade, porosidade, maciez, cor e teor de umidade.

A fritura em imersão profunda é o processo de elaboração mais comumente utilizado na indústria, com uma complexidade intrínseca que envolve a transferência de calor e massa, com complexas modificações da estrutura tissular do palito ou *chip* (Figura 19.1).

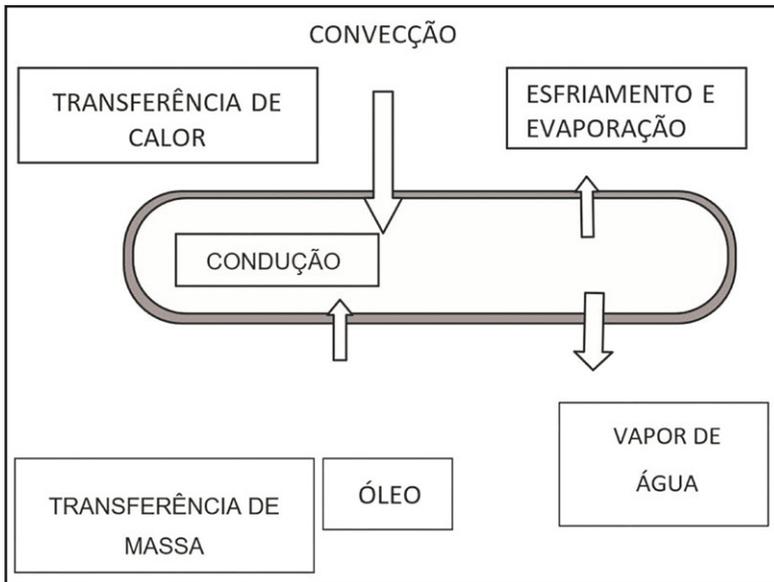


Figura 19.1 – Transferência de calor e massa em um bastão de batata. A compreensão dos processos de transferência induz o desenvolvimento de novas tecnologias.

Fonte: Pulgar, 2006.

Seguindo as tendências marcadas pelas recomendações nutricionais, é importante que os engenheiros alimentares orientem suas pesquisas para a obtenção de produtos que permitam reduzir a ingestão de óleos, porém respeitando

os fatores culturais e as preferências gastronômicas dos consumidores. Por esse motivo, dedicar esforços à elaboração das batatas fritas, um dos pratos preferidos e popularmente aceitos, é uma oportunidade de grande valor tanto do ponto de vista tecnológico como comercial.

Os trabalhos levados a cabo na Pontifícia Universidade Católica do Chile por Pulgar (2006) e por Schuten *et al.* (2004) induzem a duas conclusões que podem ser consideradas como orientadoras para a busca de novos desenvolvimentos que permitam obter batatas fritas com boas características sensoriais, menor conteúdo de óleo e menor formação de acrilamidas (Figura 19.1).

O primeiro dos trabalhos mencionados conclui que o principal mecanismo para a incorporação de óleo parece ser o fluxo hidráulico do mesmo. Esse fluxo é consequência do vácuo gerado nos poros da batata pela evaporação repentina de água em alta temperatura de fritura, tendo menor importância quantitativa a incorporação por difusão simples.

No segundo trabalho, conclui-se que, embora o teor de óleo das batatas fritas aumente com o tempo de fritura, não há aumento no teor de óleo (em base seca) devido à variação da temperatura do óleo, se mantido o tempo constante. Definitivamente, de acordo com esses trabalhos, conclui-se que se os tempos de fritura são constantes, e a incorporação de óleo é determinada pelo conteúdo de umidade do tubérculo. Trabalhos de diferentes orientações científicas e tecnológicas apresentam uma harmoniosa cadeia de conclusões, consideradas de grande utilidade para o desenho de novas alternativas de processamento.

O MSG pode ser um componente chave para a obtenção de batatas fritas com aquelas características desejadas. Para a compreensão da ideia central desse processo, deve-se considerar os seguintes fatores:

1. O MSG é um componente comum, de aplicação em alimentos como batatas fritas ou *snacks*.
2. Não tem limitações de uso, seu *status* regulamentário no FDA é de composto geralmente reconhecido como seguro (GRAS), estando também classificado como aditivo alimentar de uso seguro pelo Codex Alimentarius.
3. Diferentemente do sal, cujo gosto aumenta com sua concentração no alimento, o MSG tem sua máxima potência de sinergismo de sabor em valores próximos a 0,3% em produtos como os considerados neste trabalho. Além disso, não tem maior capacidade de potencializar sabores se houver um aumento de sua concentração.

A ideia central para esse desenvolvimento passa pela impregnação em condições de vácuo SIV (*sous-vide*, termo de origem francesa que significa “sob vácuo”) de batatas em palitos com uma solução de cloreto de sódio e MSG. Como consequência desse tratamento, produz-se a transferência de massa por impregnação do tecido da batata com os solutos e a saída de água dos poros, preenchendo-se parcialmente com sal e MSG.

As condições de trabalho para esses ensaios orientadores foram em dois pulsos, com as seguintes características:

Primeiro pulso: Tempo de vácuo, 5 min; 40 mmHg de pressão residual; tempo em pressão atmosférica, 20 min.

Segundo pulso: Tempo de vácuo, 5 min; 40 mmHg de pressão residual; tempo em pressão atmosférica, 15 h.

As soluções de impregnação foram seis (Tabela 19.1).

Tabela 19.1 – Dados experimentais

Nº	NaCl (%)	MSG (%)
1	0,5	0
2	0,5	0,03
3	0,5	0,3
4	0,5	3
5	0	0,3
6	0	0

Foi realizada uma observação das mudanças de peso dos palitos de batata em seguida ao processo de impregnação, verificando-se que a melhor mudança de peso correspondeu à solução número 4 com uma perda de peso de 19%. Este resultado implica em um claro efeito de diminuição do peso dos palitos com o aumento da porcentagem de MSG.

As batatas em palitos, após serem escorridas durante 30 min à temperatura ambiente, foram submetidas ao processo de pré-fritura a uma temperatura de 180 °C durante 90 segundos e posterior escorrimento do óleo (Figura 19.2).

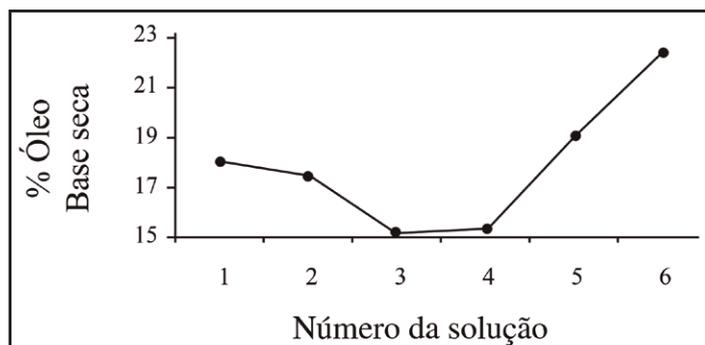


Figura 19.2 – Batatas impregnadas com MSG e sal.

A menor incorporação de óleo com a presença das duas moléculas, tanto de sal (massa molecular 58,5 u) como de MSG (massa molecular 187,13 u), indica a possibilidade de que o ingresso dos dois sais, substituindo parcialmente a água durante o processo de impregnação, diminui notoriamente as bolhas de evaporação de água dentro dos poros do tecido dos palitos e, portanto, o fluxo hidráulico do óleo dentro deles.

Outro aspecto a considerar é relacionado ao tempo de fritura e suas consequências sobre a diminuição da formação de acrilamidas. Esses compostos são indesejáveis do ponto de vista de saúde pública e da formação da camada crocante, porém são desejáveis do ponto de vista sensorial.

Os ensaios preliminares sobre o processo de pré-fritura apontam interessantes perspectivas. As batatas para fritar, com 19% a menos de água, consomem notoriamente menor quantidade de calor latente para a mudança de estado, vaporizando água e maior quantidade de calor sensível para atuar sobre a matéria seca. Portanto, favorece um menor ingresso de óleo, porém uma formação mais rápida de crocância a menor temperatura, o que é compatível com uma menor formação de acrilamidas. Esses resultados estão de acordo com o descrito extensamente pela literatura.

A avaliação sensorial, comparando batatas em palito fritas a 165 °C e a 180 °C, realizada em ensaios triangulares e de preferência, indicou que não há diferenças significativas em cor e textura de crostra. Essa última, medida como satisfação na mordida.

Definitivamente, os grandes conceitos associados à inovação em novas aplicações se vinculam à moderação da temperatura de fritura, para a qual se recomenda o artigo de Haase *et al.* (2003). Esse trabalho trata sobre a estrutura porosa do alimento, as dimensões das moléculas utilizadas para substituir a água

nos poros da batata, as mudanças estruturais do amido durante a fritura e o equipamento de impregnação a vácuo.

Não é o objetivo deste capítulo oferecer resultados conclusivos que levem em conta análises microestruturais, e sim, fazer um aporte a pesquisadores especialistas na área para buscar oportunidade de novas aplicações para uma molécula que tem demonstrado, por 100 anos de história, cumprir com as mais exigentes regulamentações relativas à segurança de alimentos, enquanto proporciona surpreendentes possibilidades tecnológicas.

6. GLOSSÁRIO (BUITRAGO *ET AL.*, 2004)

- Ângulo de repouso: quando um determinado material, ao esvaziá-lo sobre uma superfície horizontal, flui formando uma pilha, sendo essa uma característica dele mesmo. O ângulo mais íngreme do material em relação ao plano horizontal que se forma sem ocorrer deslizamento é o que é chamado ângulo de repouso.
- Densidade e porosidade: a densidade dos sólidos se define como a massa do sólido dividida pelo volume do sólido. A porosidade, ou porcentagem de espaços vazios de materiais não consolidados, é de grande utilidade em diversos processos, como a passagem de ar para sua secagem, armazenamento, desenho de silos, separação de elementos indesejáveis etc.
- Dimensões axiais: a forma e o tamanho são inseparáveis em um objeto físico e o conhecimento das dimensões axiais é necessário para que um objeto seja descrito satisfatoriamente.
- Esfericidade: o fundamento geométrico do conceito de esfericidade repousa na igualdade isoperimétrica de uma esfera.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRÉS, A. *et al.* “Distribution of salt in Manchego type cheese after brining”. In: JOWITT R. *Engineering and Food at ICEF 7*. Brighton, Sheffield Academic Press, 1997, pp. 133-136.

BUITRAGO, G. V. *et al.* “Determinación de las características físicas y propiedades mecánicas de papa cultivada en Colombia”. *Rev bras Eng Agric Ambient.* 8(1): 102-110. 2004.

CHIRALT, A. & FITO, P. “Salting of manchego-type cheese by vacuum impregnation”. *Conference Proceedings*. 1997. Disponível em [10.1007/978-1-4615-6057-9_12](https://doi.org/10.1007/978-1-4615-6057-9_12). Acesso em 13/1/2020.

CROSA, M. *et al.* “Desarrollo de una línea de salado por impregnación al vacío de quesos para una PYME Láctea”. In: Simposio Internacional de Innovación y Desarrollo de Alimentos, INNOVA. Montevideo, 2005. Disponível em https://catalogo.latu.org.uy/opac_css/doc_num.php?explnum_id=983. Acesso em 13/1/2020.

DONHOWE, I. G. & FENNEMA, O. “The effect of relative humidity gradient on water vapor permeance of lipid and lipid-hidrocolloid bilayer films”. *Journal of the American Oil chemists’ Society*. 69(11): 1081-1087, 1992.

FITO, A. *et al.* “Acoplamiento de mecanismos hidrodinámico y los fenómenos de deformación-relajación durante los tratamientos de vacío en los sistemas sólidos porosos líquido de alimentos”. *Revista de Ingeniería de Alimentos*. 27(3): 229-240, 1996.

FITO, P. “Modeling of vacuum osmotic dehydration of food”. *Journal of Food Eng.* 22(1-4): 313-328, 1994.

FITO, P. *et al.* “Vacuum impregnation and osmotic dehydration in matrix engineering: Application in functional fresh food development”. *J Food Engineering*. 49(2-3): 175-183. 2001a.

FITO, P. *et al.* (ed.). *Osmotic Dehydration and Vacuum Impregnation*. Lancaster, Technomic Publishing Co., 2001b.

GIANELLA, T. “Chuño blanco, ‘tunta’ o ‘moraya’: un proceso natural de conservación”. *LEISA Revista de Agroecología*. 20(3), 2004. Disponível em <http://www.leisa-al.org/web/index.php/volumen-20-numero-3/2094-chuno-blanco-tunta-o-moraya-un-proceso-natural-de-conservacion>. Acesso 13/1/2020.

GRAVES, C. (ed.). *La papa tesoro de los Andes: de la agricultura a la cultura*. 2. ed. Lima, Centro Internacional de la Papa, 2006. Disponível em http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/05/la_papa_tesoro_de_los_andess.pdf. Acesso em 13/1/2020.

HAASE, U. N.; MATTHAUS, B. & VOSMANN, K. “Acrylamide formation in foodstuffs - Minimising strategies for potato crisps”. *Deutsche Lebensm. Rund.* 99(3): 87-90, 2003.

PAES, S.; STRINGARI, G. & LAURINDO, J. “Effect of vacuum and relaxation periods and solution concentration on the osmotic dehydration of apples”. *International J Food Sci Technol*. 42(4): 441-447, 2007.

PLANET KETCHUP HEINZ. *Historia del Ketchup*. 2019. Disponível em <https://www.heinzbrasil.com.br/sobre>. Acesso em 13/1/2020.

PULGAR, C. E. C. *Estudio de la distribución del aceite en rodajas de papa frita*. Santiago, Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile, 2006 (Memoria para optar al título de Ingeniero de Alimentos). Disponível em http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2006/cocio_c/sources/cocio_c.pdf. Acesso em 13/1/2020.

QUEVEDO, R. & AGUILERA, J. M. “Caracterización de la Topografía de Superficies en Biomateriales”. 2000. Disponível em <https://smbb.mx/congresos%20smbb/veracruz01/TRABAJOS/magistrales/M-7.pdf>. Acesso em 13/2/2020.

REEDS, P. J. *et al.* “Intestinal glutamate metabolism”. *J Nutrit*. 130(4S Suppl): 978S-982S, 2000.

ROSTWOROWSKI, M. D. C. 1. *La historia de los incas. Incas*. ISBN 978-612-4069-47-5. Lima, Producciones Cantabria, 2010a, pp. 17-25.

ROSTWOROWSKI, M. D. C. 2. *La ocupación del Cusco. Incas*. ISBN 978-612-4069-47-5. Lima, Producciones Cantabria, 2010b, pp. 26-35.

SALAZAR, E. “Historia de la sal en el Ecuador Precolombino y Colonial”. *Antropología Cuadernos de investigación*. 10: 13-29, 2010. Disponível em <https://doi.org/10.26807/ant.v0i10.46>. Acesso em 13/1/2020.

SALVATORI, D. *et al.* “The Response of Some Properties of Fruits to Vacuum Impregnation”. *Journal of Food Process Eng*. 21(1): 59-73, 1998.

SCHUTEN, H. G.; GIJSSEL, J. & SLOTBOOM, E. “Effect of frying conditions on the fat content of French fries: final report”. 2004. Disponível em <https://edepot.wur.nl/35103#:~:text=Longer%20frying%20times%20results%20in%20higher%20fat%20content.&text=Higher%20temperatures%20result%20in%20higher,in%20a%20lower%20fat%20content>. Acesso em 13/1/2020.

SILVERA, P. *La imagen corporal desde la Edad Media hasta nuestros días*. Universidad Católica del Uruguay, 2006 (Trabajo especial de Licenciatura de Nutrición).

VIDALES, S. & ALZAMORA, S. “Impregnación a vacío de frutilla entera: influencia sobre textura, aw, sólidos solubles e integridad celular”. *In: VIII Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, Rafaela (Santa Fe), 13-16/5/1999.

WALKER, R. & LUPIEN, J. R. “The Safety Evaluation of Monosodium Glutamate”. *The Journal of Nutrition*. 130(4): 1049S-1052S, 2000.

