CONSERVAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO DE COGUMELOS SILVESTRES

Ficha técnica

Esta publicação foi realizada no âmbito do Projeto "Rede Temática para a Valorização dos Recursos Silvestres do Mediterrâneo", co-financiado pelo Programa PRODER – Ação Redes Temáticas de Informação e Divulgação.

Título:

Conservação e transformação de cogumelos silvestres

Conceção e coordenação:

Maria Margarida Lobo Sapata

INIAV – *Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária*

Organização de conteúdos:

Maria Margarida Lobo Sapata e Ana Cristina Ramos

INIAV – *Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária*

Documentação fotográfica:

Maria Margarida Lobo Sapata

INIAV – *Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária*

Conceção gráfica:

Erika Santos, Joana Pacheco e Vânia Pontes

INUAF/CICAE – *Instituto Superior Dom Afonso III/Centro de Investigação em Ciências do Ambiente e Empresariais*

Impressão e encadernação:

UAlg – *Universidade do Algarve*

Tiragem: 100 exemplares

ISBN: 978-972-579-035-9

Índice

Objetivo	1
Conservação de cogumelos	2
Fatores que afetam a vida útil de cogumelos comestíveis	4
Características de qualidade em fresco	6
Métodos de conservação	8
Processamento	11
Processo tecnológico	13
Refrigeração	14
Refrigeração e embalagem em atmosfera modificada	16
Congelação	20
Apertização	23
Conservação por desidratação	26
Secagem	27
Desidratação osmótica	31
Liofilização	33
Pastas	36
Irradiação	39
Conservação com agentes químicos	42
Considerações finais	45
Bibliografia	47

Objectivos

Os cogumelos silvestres comestíveis que surgem nos bosques e florestas do nosso País, são um recurso em crescente valorização e procura pelos mercados. Nos últimos anos, a recolha de cogumelos deixou de ser uma atividade familiar, de reduzida dimensão, para se converter numa atividade em expansão, movimentando, por ano, milhares de toneladas. Por outro lado, a grande divulgação da alimentação mediterrânea, como modelo de saúde, tem contribuído simultaneamente, para o aumento da procura de cogumelos, silvestres e/ou cultivados, pondo em evidência, não só o seu contributo para uma saúde equilibrada, como também o seu papel como recurso sustentável.

Estes factos são reveladores da importância de que um adequado aproveitamento destes recursos micológicos pode representar, em termos económicos, contribuindo para o aumento global dos rendimentos obtidos no sector florestal. Contudo, a expansão do mercado consumidor de cogumelos *in natura* está condicionada à qualidade, relacionada, sobretudo, com a colheita e, também, ao aumento da vida útil pós-colheita, pois trata-se de produtos altamente perecíveis, devido ao seu intenso metabolismo ativo.

Graças à racionalização dos métodos de conservação de alimentos, o desenvolvimento e aplicação de técnicas de processamento em cogumelos surge como uma alternativa, para a reutilização desta atividade, ao serem criadas soluções para a sua diversificação, de forma a acrescentar-lhes valor, e simultaneamente, constituir suporte para iniciativas empresariais de pequena e média escala. Assim, e atendendo à exploração sustentada destes recursos e à segurança alimentar, é possível manter o valor nutricional, a qualidade e a redução de perdas, principalmente, nas épocas de maior colheita, primavera e outono, onde existe, normalmente, excesso de oferta e, são alcançados, menores preços para fins comerciais.

Este documento pretende, assim, por um lado, ser um instrumento de divulgação acerca da conservação de cogumelos, através da transferência de conhecimentos e informação, e também, dar um contributo para soluções de transformação de cogumelos, a pequenas e médias indústrias, que com tecnologias de processamento adequadas, e com novas formas de apresentação e de conservação, poderão obter novos produtos de valor acrescentado, tendo tido por base resultados obtidos em projetos de investigação desenvolvidos na Instituição.

CONSERVAÇÃO DE COGUMELOS

Conservação de cogumelos

A inclusão de cogumelos silvestres na alimentação é, desde há muito, uma prática habitual em diversas regiões do País, quase sempre associada às tradições das populações rurais e ao consumo local.

Atualmente, a procura crescente de produtos naturais, saudáveis e com boas características sensoriais, tem encontrado no consumo de cogumelos, um nicho de mercado em expansão, sendo alguns considerados verdadeiras relíquias gastronómicas. Para além disto, o consumo de cogumelos tem vindo a aumentar, não só pelas características organoléticas, mas também pelo reconhecido valor nutritivo. Constituem uma boa fonte proteica, face ao teor de proteínas que apresentam, comparáveis ao de outros alimentos, tais como o leite, a soja e mesmo a carne. Por outro lado, sendo ricos em fibra, sais minerais, vitaminas e aminoácidos essenciais e, ao apresentarem baixo teor de glícidos e lípidos, podem ser considerados produtos nutracêuticos e fonte de medicamentos.

Aspeto de alguns cogumelos comestíveis

Os cogumelos estão indicados em dietas hipocalóricas – destinados a diabéticos não insulino dependentes, para a obesidade, dietas com restrição salina - hipertensos ou hepáticos crónicos, contudo não indicados para pessoas com hiperuricemia, gota e cálculos urinários, sendo o valor nutricional médio composto por:

- Conteúdo em água (80 – 90%),
- Conteúdo proteico (ca. 30%),
- Teor de lípidos (ca. 2%) e de glícidos (ca. 40%),
- Fibra (ca. 8%) e cinzas (ca. 9%),
- Vitaminas - tiamina, riboflavina, niacina, biotina, ácido ascórbico, D2 e outras do complexo B,
- Sais minerais - cálcio, sódio, potássio, iodo, fósforo,

- Oligoelementos - zinco, cobre, ferro,
- Fonte de aminoácidos essenciais e não essenciais,
- Baixo teor em calorias (25 cal/100g).

Dada a procura cada vez maior de cogumelos e aliado ao facto de se tratar de produtos sazonais, tem-se vindo a dar, cada vez mais, atenção ao desenvolvimento de processos de conservação que, ao preservarem as suas características, permitem dispor do produto durante todo o ano. Contudo, a nível agroindustrial existem poucos estudos e aplicações. A qualidade dos cogumelos pode ser mantida desde que, além de boas práticas de colheita, se utilizem corretamente novas tecnologias de processamento, que tornem possível a obtenção de inúmeros produtos diferentes, de elevado valor acrescentado. Para tal, torna-se importante o conhecimento dos efeitos dos processos de transformação na obtenção de novos produtos e respetivas características como produto final.

Nesta brochura faz-se uma abordagem das aplicações e diferentes formas de utilização de cogumelos, recorrendo à utilização de tecnologias de processamento, e, simultaneamente, pretende dar-se um contributo para o incremento de consumo de novos produtos, de forma a tentar alcançar o desenvolvimento de um sector em franca expansão. Contudo, há que ter em atenção a necessidade de ultrapassar algumas barreiras inerentes ao estabelecimento de circuitos de comercialização que permitam o seu escoamento.

Fatores que afetam a vida útil de cogumelos comestíveis

A qualidade dos cogumelos frescos é ajuizada, normalmente, de acordo com a frescura, limpeza e cor. Além destes, existem outros fatores, como a perda de água, grau de maturação, sabor, aroma, textura, natureza, tamanho e forma do corpo de frutificação, carga microbiana, que, influenciam, também indiretamente, os atributos mencionados e que são considerados relevantes para a definição do espectro qualitativo. Segue-se uma lista de atributos e importância relativa na qualidade dos cogumelos pós-colheita.

Aspeto de cogumelos comestíveis embalados em fresco

Espetro qualitativo de cogumelos comestíveis		
Fator	**Nota do consumidor**	**Momento de ênfase**
Cor característica	3	Posto de venda
Sem doenças visíveis	3	Posto de venda
Grau de maturação	3	Posto de venda
Sabor	3	Consumidor
Aroma	3	Consumidor
Textura	3	Consumidor
Limpeza	3	Posto de venda
Tamanho e forma	2	Posto de venda
Valor nutritivo	1	-
Retenção do peso	Interesse do retalhista	-

3 - muito importante; 2- menos importante; 1 - sem importância

A conservação de cogumelos, como a de qualquer alimento, tem como objetivo manter as suas capacidades nutricionais e organoléticas, durante um período de tempo, mais ou menos prolongado, denominado prazo de validade ou shelf-life.

Os cogumelos silvestres devem ser conservados porque são:

- Produtos sazonais, apenas aparecendo em determinadas épocas do ano, por períodos de tempo muito curtos, pelo que, se forem utilizados fora da época de produção, têm de ser conservados;
- Produtos muito perecíveis, normalmente com um tempo de vida útil limitado, de 1 a 3 dias, quando conservados à temperatura ambiente (ca. 22°C) e, como possuem cerca de 90% de água, estão sujeitos a inúmeras reações de alteração, físicas, químicas, microbiológicas e enzimáticas, que conduzem a uma deterioração rápida, cumulativa e irreversível da qualidade.

A conservação de cogumelos, em fresco, reveste-se de alguma complexidade, devido, sobretudo à elevada taxa respiratória, pelo que, como características pós-colheita, consideram-se as idênticas às dos frutos e vegetais frescos, como pode ser observado na tabela que se segue.

Atividade respiratória pós-colheita de diferentes produtos	
Taxa respiratória a 5 ºC (ml CO_2/kg/h)	**Produto**
< 5	Frutos e vegetais secos
5 – 10	Maça, uva, batata, alho, cebola
10 – 20	Damasco, cenoura, couve, alface, pimento, tomate
20 – 40	Pequenos frutos, couve-flor, lima
40 – 60	Couve-bruxelas, cebolinho, feijão verde
> 60	**Cogumelo**, espargo, brócolos, espinafre, milho doce

Após maturação dos carpóforos dá-se início ao processo de alteração, sendo possível observar-se:

- Perda de massa por desidratação,
- Escurecimento e abertura do chapéu,
- Alongamento do pé,
- Metabolitos secundários,
- Populações bacterianas elevadas,
- Consequente degradação do valor nutritivo e perda da qualidade de mercado.

Características de Qualidade em Fresco

Devido à elevada perecibilidade dos cogumelos, as perdas pós-colheita têm de ser minimizadas para a conservação em natureza. A colheita deve ser efetuada na fase em que os cogumelos atingiram a maior rendibilidade e melhor maturação comercial, ou seja, quando evidenciam as margens do chapéu planas e se dá cumprimento a práticas e manipulação convenientes, nomeadamente:

- Separação dos cogumelos do substrato com o maior cuidado;
- Não arrancar pedaços de micélio do substrato;
- Apresentação dos cogumelos secos à superfície, no momento da recolha;
- Após colheita efetuar corte do pé de comprimento desejado;

  Manuseamento mínimo para não danificar os carpóforos

Conservação de cogumelos

Para a comercialização, deve ser efetuada a classificação dos cogumelos, através da separação em vários padrões *standard* de qualidade e/ou por exigências de mercado, em que devem apresentar-se:

- Frescos,
- Firmes,
- Sãos,
- Limpos,
- Isentos de danos provocados por larvas,
- Tamanho uniforme (por calibre),
- Cor, sabor e aroma característicos da espécie.

Sob condições ideais, após a colheita, como os cogumelos continuam a sua atividade metabólica, e caso se destinem ao mercado dos produtos frescos, devem ser cobertos com um filme plástico e arrefecidos, entre 0 e 2ºC, de modo a que o tempo que decorre entre a colheita e a venda seja o mais curto possível. O transporte deve realizar-se também com refrigeração e com uma humidade relativa de 90 – 95%, de modo a diminuir a pressão de vapor de água dos cogumelos e, assim, reduzir a evaporação a partir da superfície dos carpóforos.

MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO

A rápida deterioração dos cogumelos só pode ser impedida se forem aplicadas tecnologias que inativem, não só, o crescimento e a atividade microbianas, mas também os processos de autodestruição (autólise) pelas enzimas do próprio produto e pela oxidação não enzimática.

Mesmo que se destinem a conservas, a qualidade das matérias-primas é um fator importantíssimo, assim como o modo de manipulação, de forma a evitar tecidos danificados. De entre as várias espécies de cogumelos, há umas mais adaptadas que outras à conservação pós colheita e à transformação. Os principais critérios de seleção de qualidade residem, na possibilidade de eleger o material com maior rendimento, melhor textura, reduzida atividade enzimática e baixa sensibilidade à refrigeração e à desidratação.

As estratégias para aumentar a estabilidade destes produtos, que abrange a manutenção das propriedades nutricionais e sensoriais, e consequentemente sua duração, passam pela aplicação de diversos métodos de conservação que têm por objetivo evitar as alterações indesejáveis, sejam elas de origem microbiana, enzimática, física ou química.

Consistem na aplicação de alguns princípios físicos ou químicos, tais como, a utilização de altas e baixas temperaturas, eliminação de água, aplicação de aditivos conservantes, armazenamento em atmosfera controlada ou modificada, aplicação de certas radiações e filtração. Em função da tecnologia utilizada, pretende-se que se conservem pelo maior tempo possível, evitando as perdas decorrentes de um sistema de abastecimento deficiente e os efeitos da sazonalidade.

De entre os métodos de conservação que permitem aumentar o tempo de conservação, pode considerar-se:

- Os que inibem ou retardam o crescimento dos microrganismos de alteração sem os destruir. Pode citar-se a conservação pelo frio (refrigeração, congelação), a embalagem em atmosfera modificada, adição de agentes químicos de conservação, abaixamento do aw (sal, açúcar, secagem) e liofilização;
- Os que permitem a destruição total ou parcialmente dos microrganismos, através de tratamentos térmicos, como a desidratação, apertização/esterilização, pasteurização e irradiação, com utilização de ultravioletas, ou radiações ionizantes;
- Os que eliminam uma parte ou a totalidade dos microrganismos de alteração presentes sobre ou no interior do produto, como a filtração esterilizante, lavagem, etc.

Na prática de conservação é comum serem utilizados vários métodos combinados, podendo ser reduzida a intensidade de cada um deles, sem alterar a duração da conservação, desde que os efeitos dos processos de transformação não interfiram nas características do produto final. Pretende-se, assim, assegurar um melhor compromisso entre a eficácia da conservação e a qualidade nutritiva e organolética do produto. Todos estes métodos de conservação só serão eficazes desde que as medidas de higiene e assepsia sejam rigorosamente mantidas, de forma a reduzir a contaminação microbiana em todas as etapas do tratamento e do armazenamento. Embora os métodos utilizados durante o processamento sejam importantes, a forma de armazenamento não poderá ser descurada, uma vez que podem ocorrer modificações físicas, químicas e microbiológicas que provocam a perda de qualidade.

A embalagem desempenha um papel fundamental, particularmente, em termos de conservação e distribuição. É utilizada para proteger o produto dos efeitos de alteração do meio exterior, comunicar com o consumidor, como uma ferramenta de marketing, fornecer facilmente a forma de utilização, através de etiquetas avisadoras e instruções de preparação, conveniência e o tempo de vida útil. Contudo, estas funções não são totalmente exclusivas. Pode dizer-se que constitui um sistema coordenado de preparação de bens para o transporte, distribuição, armazenamento, venda e utilização final. Nesta conformidade, tradicionalmente as funções básicas da embalagem têm sido classificadas em quatro categorias: proteção, contenção, comunicação e conveniência.

PROCESSAMENTO

A seleção do método de processamento depende, de entre muitos fatores, da finalidade a que se destina e da conservação pretendida, tendo sempre como lema, os efeitos da sazonalidade e da distribuição. As operações de processamento são importantes, não só a nível da indústria alimentar, mas também a nível de armazenamento, pois, neste último caso, podem ocorrer modificações das características físicas, químicas e biológicas que, dependendo da intensidade do efeito, causam a sua perda para a função alimentar. Resumindo um processamento adequado pode dar origem a:

- Produtos alternativos de elevada qualidade;
- Com tempo de vida útil alargado;
- Disponíveis em qualquer época do ano;
- Com economia no armazenamento e transporte;
- Acréscimo de mais-valia.

A unidade de processamento em si, deverá obedecer a determinados requisitos, de acordo com o tipo de cogumelos a processar, em que, além do projeto de instalação, propriamente dito, torna-se imprescindível a existência de um setor de apoio, armazém para embalagens, sala de lavagem de material, utilizado durante o processo tecnológico, laboratório de controlo do produto final, assim como uma secção social (gabinetes, vestiários). As boas práticas de higiene são idênticas às que são adotadas para todas as indústrias que manipulam produtos agroalimentares. Interessa não só o controlo do produto acabado, mas igualmente o do ar ambiente e das superfícies (instalações e equipamentos). Neste sentido, as recomendações e disposições regulamentares, que visam a obtenção de um produto acabado de qualidade passam por:

- Fornecimento de matéria-prima de forma contínua e homogénea;
- Separação entre a sala de receção e as de processamento e embalagem;
- Desinfeção das referidas salas, bem como do equipamento, com hipoclorito ou água clorada (80 ppm de cloro ativo);
- Cumprir os requisitos de higiene;
- Possuir manual de procedimentos de HACCP com identificação dos riscos, pontos críticos e respetivas ações corretivas;
- Respeitar as condições de distribuição.

Processo Tecnológico

Consoante o tipo de cogumelo a tratar, e antes de aplicar qualquer método de conservação, existem no processo tecnológico, etapas iniciais comuns, nomeadamente receção das matérias-primas, limpeza, lavagem, descasque, etc., conforme pode ser observado, como exemplo, nas imagens do processo tecnológico de terfezias.

Operações iniciais após receção das matérias-primas

Limpeza e 1ª Lavagem

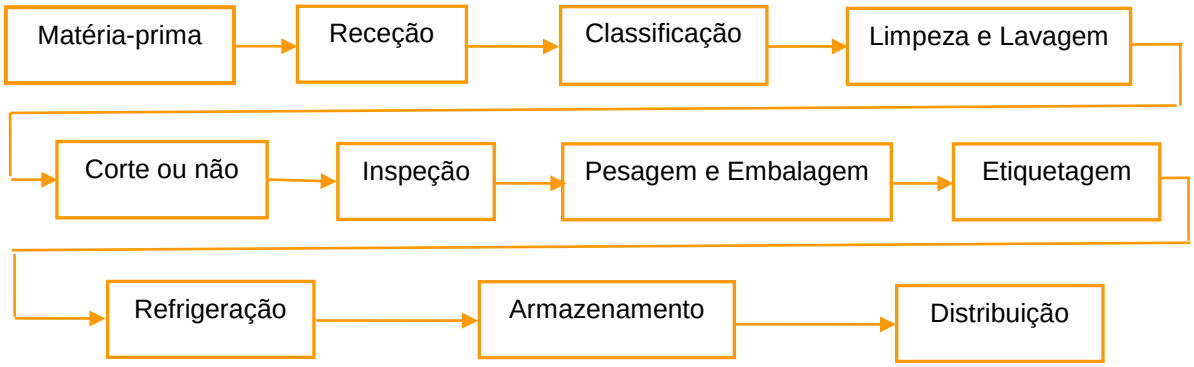
Descasque, 2ª Lavagem, Corte e Desinfeção

REFRIGERAÇÃO

Refrigeração

Como normalmente os cogumelos são comercializados frescos "*in natura*", podem ser detetados rapidamente certos sinais de alteração, como já foi referido, o que conduz a uma deterioração rápida, cumulativa e irreversível da qualidade. Este facto constitui um problema para a distribuição, uma vez que obriga a circuitos rápidos, com refrigeração constante.

O método de refrigeração é utilizado como meio de conservação básico, ou então como forma de conservação temporária de matérias-primas, quando aguardam outro tipo de processamento. Esta conservação de cogumelos pelo frio, à temperatura entre 2 e 4 °C, tem a vantagem de manter uma grande parte do valor nutricional e organolético, e, ao mesmo tempo trata-se de um processo simples e de aplicação rápida. Contudo, não permite libertá-los da flora microbiana que lhes vem associada, pois a maioria dos microrganismos suporta bem o frio e pode retomar a atividade, assim que ocorra o retorno à temperatura favorável. A refrigeração permite, mesmo assim, aumentar tempo de conservação e reduzir, consideravelmente, os riscos de toxi-infeções alimentares, visto que o crescimento e a produção de toxinas, da quase totalidade dos microrganismos patogénicos, cessam a uma temperatura inferior a 4ºC. Contudo, de uma forma geral, o tempo de refrigeração deve ser o menor possível, a fim de evitar o endurecimento do produto, causado pela baixa temperatura. Os cogumelos são preparados segundo uma linha de produção, previamente definida, obedecendo a determinadas etapas, consoante a espécie e, normalmente, de acordo com o fluxograma:



Uma vez efetuada a receção, a matéria-prima é submetida a um processo de classificação (separação e calibração), que é determinante para a qualidade do produto final. Posteriormente, é preparada para ser processada, sendo-lhe retirado todo o material não edível. Esta operação é efetuada manualmente, sempre respeitando boas condições de higiene.

O corte deverá ser evitado sempre que possível. Trata-se de uma operação bastante delicada, onde muitas células sofrem ruturas, com libertação de componentes intracelulares, tais como, enzimas de oxidação. Simultaneamente, a superfície de corte fica extremamente exposta ao ar

e à possível contaminação por bactérias, leveduras e fungos, o que se traduz por perturbações fisiológicas, particularmente, aumento da atividade respiratória e/ou etilénica.

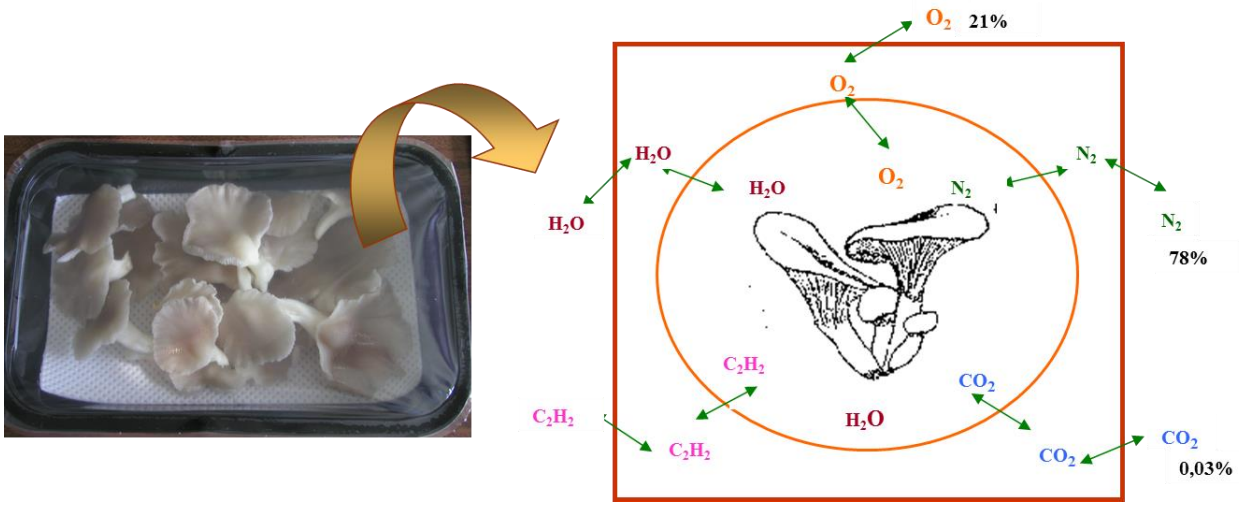
Podem ser aplicados tratamentos com soluções aquosas de vários inibidores de escurecimento e/ou substâncias com efeito antimicrobiano, ajustado ao pH específico. Estas soluções de imersão, utilizadas isoladamente ou combinadas, podem ter um efeito no aumento de massa em cerca de 8%, contudo evitam que a cor dos cogumelos seja alterada. Neste caso pode haver uma etapa de secagem, uma vez que o excesso de água presente nos cogumelos favorece o desenvolvimento anormal de microrganismos, antes da data limite de consumo (DLC). A secagem pode ser realizada em túnel com circulação de ar, ou através de escorredores simples. Após pesagem, os cogumelos são conduzidos à secção de embalagem e acondicionamento, em condições de higiene e a uma temperatura de cerca 4ºC, a fim de proporcionar um aumento de vida útil significativo e fiável. Geralmente o acondicionamento efetua-se em bolsas de polietileno de 250 – 400 g para o mercado local, ou embalagens de cartão prensado para o transporte a longas distâncias devendo, neste caso, ser utilizadas embalagens de cartão prensado com filmes de PVC. Estes períodos apresentam um tempo de conservação de cerca de 5 – 6 dias.

Cogumelos embalados em fresco

Refrigeração e Embalagem em Atmosfera Modificada (MAP)

No sentido de controlar o metabolismo ativo dos cogumelos, tem-se procurado associar técnicas de frio em combinação com embalagem em atmosfera modificada (MAP), podendo constituir uma boa alternativa de conservação, com redução da desidratação, condensação e

desenvolvimento de anaerobiose nas embalagens. Durante a conservação, o complexo formado pela embalagem (produto, sua biocenose e atmosfera interior) e a camada envolvente exterior (fornecida pela unidade de refrigeração) pode contribuir favoravelmente para o estabelecimento de uma atmosfera dinâmica, em que o equilíbrio é atingido rapidamente durante a conservação (embalagem ativa).



Representação esquemática das transferências gasosas que podem ocorrer entre o cogumelo e o meio exterior através do filme de embalagem em atmosfera modificada

Ao atuarem no alimento ou na flora microbiana a ele associada, minimizam ou controlam o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, reações químicas e enzimáticas, mantêm a qualidade e as características organoléticas, bem como o valor nutricional, cerca de 9 a 12 dias, sem prejuízo da sua caracterização como “produto fresco”. O êxito desta tecnologia está dependente da qualidade inicial do produto especificidade das misturas gasosas utilizadas, controlo da temperatura durante o processo tecnológico, características do filme e eficiência do equipamento de acondicionamento. Porém, não elimina a necessidade de utilização de boas práticas de higiene e de controlo da temperatura de conservação. Para se conseguir um bom controlo dos produtos, sob o ponto de vista de segurança, existem inúmeros fatores intrínsecos (propriedades internas do produto) e extrínsecos (condições externas de conservação), que afetam o comportamento do produto e que podem ser usados para aumentar o período de vida útil. Assim, as características microbiológicas do alimento, temperatura, filme de embalagem, misturas gasosas e fatores ambientais são determinantes para que o sistema MAP seja bem sucedido. A interação destes fatores, implica por vezes alterações organoléticas do produto, tornando-o inaceitável do ponto de vista do consumidor. Nesta conformidade, tem de existir um compromisso entre os fatores de estabilidade, nomeadamente físicos, bioquímicos,

microbiológicos e sensoriais, de modo a garantir o controlo da degradação, uma vez que a MAP não é uma alternativa para resolver problemas de qualidade de produtos. O tempo de vida útil destes produtos pode atinjir 12-14 dias.

A técnica de obtenção de atmosfera modificada pode ser obtida através de:

- "Gásflushing" onde se verifica a substituição doar por mistura gasosa por fluxo contínuo antes da soldagem final; a velocidade de operação é elevada e versatilidade, ajustado a diferentes tamanhos de produto, e permite a utilização de uma gama variada de materiais de embalagem.
- Vácuo compensado que consiste em criar vácuo no interior da embalagem seguido de injeção da mistura gasosa. São utilizadas embalagens semi-rígidas, apresenta menor velocidade de operação.

Nas imagens apresentam-se dois equipamentos, existentes nas nossas instalações, que foram utilizados nos ensaios de embalagem de cogumelos.

Seladora com câmara de vácuo

Misturas gasosas

Termoseladora

Formas de embalagem em atmosfera modificada

Refrigeração

A conservação/expedição destes produtos embalados deverá a obedecer a critérios rigorosos de:

- Temperatura - entre 0 e 4ºC;
- Ventilação - para assegurar homogeneidade perfeita dos níveis térmicos;
- Humidade relativa - cerca de 95%;

para que a seja mantida a qualidade dos produtos.

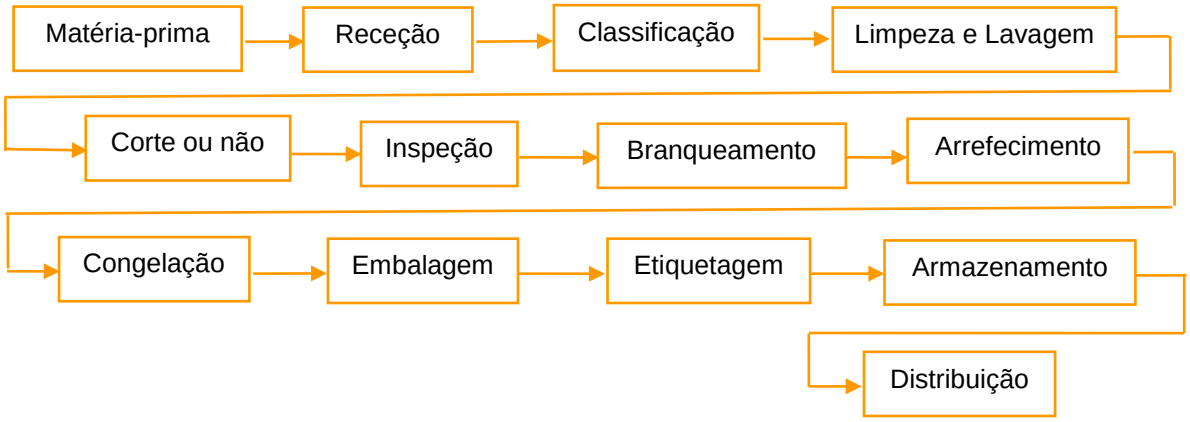
O aspeto das câmaras de conservação (INIA), utilizadas na conservação de cogumelos, apresenta-se nas imagens que se seguem:

Aspeto de câmaras de conservação

CONGELAÇÃO

A congelação é um método que consiste em diminuir, o mais rapidamente possível, a temperatura do alimento, até ser atingida, no centro térmico uma temperatura entre -18°C e -35°C. Deste modo, a água transforma-se em pequenos cristais de gelo, uniformemente repartidos, que não danificam a estrutura do produto. O valor nutricional é semelhante ao do produto fresco, porque os alimentos são congelados, imediatamente após a colheita, no entanto, necessita de uma cadeia de frio sem interrupção. Os elementos nutritivos, as vitaminas e as qualidades organoléticas são largamente preservadas. As espécies mais indicadas para a congelação são aquelas que possuem carne firme, tais como os boletos (*Boletus edulis*), as morquelas (*Morchella esculenta*), os cogumelos de Paris (*Agaricus bisporus*) e os pleurotus (*Pleurotus ostreatus; Pleurotus eryngii*).

Na elaboração de cogumelos congelados de seguir-se o seguinte fluxograma:



Após a colheita os cogumelos são escolhidos, lavados ou limpos, cortados (metades, laminados, cubos, etc.) ou não, inspecionados e submetidos a um tratamento térmico chamado branqueamento breve, que consiste em submeter os cogumelos a um tratamento térmico (85-100°C), por vapor de água, durante poucos segundos, dada a natureza do produto. Esta operação tem por objetivo, eliminar do ar intersticial (O_2) o qual, caso não seja eliminado, pode reagir com diversos componentes do produto, originando sabores e aromas estranhos, durante a conservação. Por outro lado, tem efeito na redução da carga microbiana, pois é a única etapa que permite reduzi-la, sensivelmente, e promover uma limpeza adicional. No entanto, esta operação apresenta certos inconvenientes, sobretudo se for prolongada excessivamente, afetando, em geral, a textura, a cor, o aroma e o sabor, e a qualidade do produto final. Também provoca a dissolução e eliminação de componentes solúveis em água, conduzindo a uma perda do valor nutritivo. Após o branqueamento os cogumelos sofrem um arrefecimento que consiste em diminuir, rapidamente, a temperatura dos cogumelos, de modo a evitar o sobre cozimento e limitar o risco de proliferação microbiana, a fim de preservar a qualidade, e

aumentar o rendimento do congelador. Os cogumelos podem ser congelados a – 35°C em câmaras de congelação com ar forçado, em leito fluidizado, sendo este processo denominado por IQF (Individual QuickFrozen), ou em túnel de congelação, onde os produtos são colocados em tapete rolante ou em bandejas colocadas em carrinhos. Seguem-se imagens de cogumelos congelados.

Aspeto de cogumelos congelados e embalados

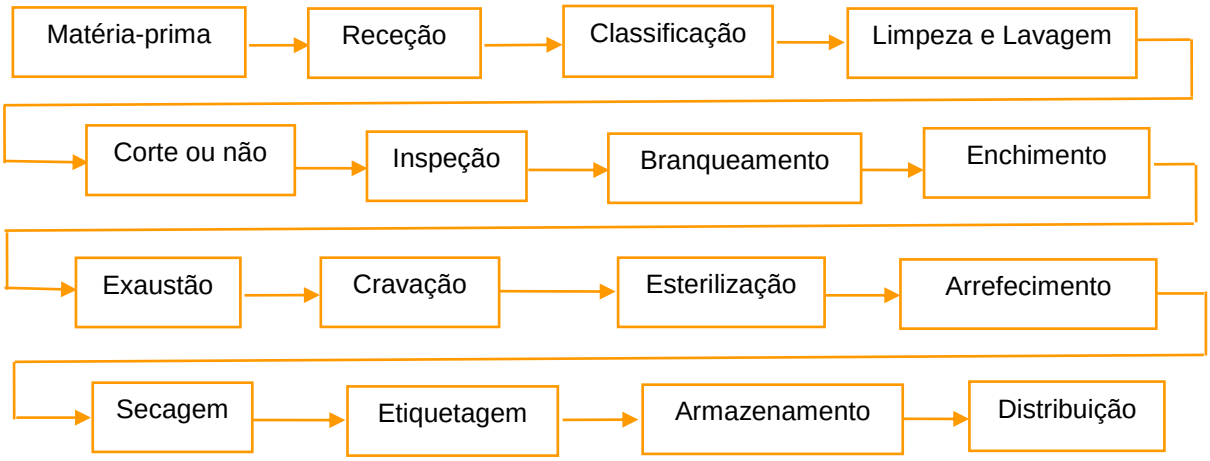
Os cogumelos congelados e adequadamente embalados, em caixas paletes revestidas com sacos de polietileno flexível, devem manter-se à temperatura igual ou inferior a –20°C, com mínimas flutuações, até ao momento de descongelação para o consumo. Daí ser indispensável que o transporte seja efetuado adequadamente e que se verifique a existência de câmaras de conservação nos locais de armazenamento, para que o efeito do processo seja mantido. Estes produtos conservam-se por um período de 12 meses.

APERTIZAÇÃO

Este é o processo mais comum na conservação de cogumelos, no entanto, pode provocar alterações na cor, sabor, textura e valor nutritivo. A apertização consiste na aplicação de um processo térmico a um produto, convenientemente acondicionado numa embalagem hermética, resistente ao calor, a uma temperatura superior a 100 °C, sem que haja ebulição da solução envolvente (salina ou vinagre), e durante um determinado período de tempo, cientificamente determinado. Este processo corresponde ao aquecimento do produto já elaborado, acondicionado em latas, vidros, plásticos ou outros materiais e relativamente isentos de ar.

Tem por função a eliminação de formas vegetativas de microrganismos, assim como inibir as formas esporuladas, até ser atingida a esterilização comercial. Assim, enquanto a embalagem não for aberta, a integridade do alimento é assegurada.

Na elaboração de cogumelos deve seguido o fluxograma:



Existem fatores que podem afetar o tratamento térmico, nomeadamente:

- Qualidade e quantidade dos microrganismos a eliminar – devem ser identificadas e avaliadas as diferenças entre as espécies, entre as formas vegetativas e a resistência de esporos;
- pH do produto – do ponto de vista do tratamento térmico, os alimentos podem ser classificados como ácidos (pH < 4,5) ou de baixa acidez (com pH ≥ 4,5);
- Velocidade de penetração do calor da periferia até o centro do vasilhame – essa velocidade é influenciada pela forma, tamanho, condutibilidade do material do recipiente, tipo de alimento, composição da salmoura ou xarope e pré-cozimento;
- Duração do aquecimento e temperatura atingida – é compreensível que, quanto mais alta for a temperatura, ou mais longo o tempo de aquecimento, mais perfeita será a

esterilização; porém, não podem ser aplicados, em excesso, porque o processo torna-se antieconómico e prejudica as características do produto final (textura, sabor, valor nutricional);

- Temperatura inicial do produto – o pré-aquecimento ou o acondicionamento do alimento já aquecido diminui o tempo de esterilização, principalmente daqueles produtos que não são bons condutores de calor.

As imagens seguintes ilustram algumas etapas do processo tecnológico para a obtenção de terfezias apertizadas, e o aspeto de alguns produtos finais com azeite e com solução acética (picles).

Diferentes fases do processo de apertização

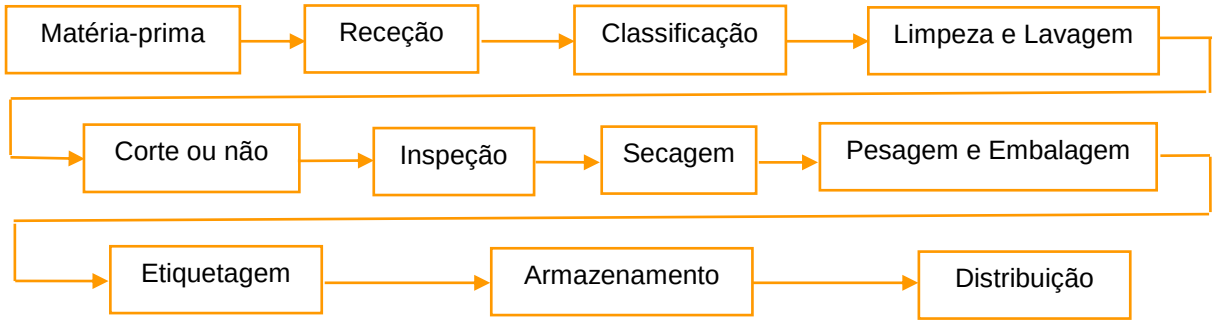
Apertizados com azeite e em picles

CONSERVAÇÃO POR DESIDRATAÇÃO

Secagem

Industrialmente a desidratação é definida como secagem (retirada de água) pelo calor, produzido artificialmente, sob condições de temperatura, humidade e corrente de ar, cuidadosamente controladas. A secagem é o processo de conservação relativamente simples, utilizado desde há muitos anos, como método de conservação de alimentos que podem ser mantidos à temperatura ambiente. Consiste na eliminação da água dos tecidos do produto por evaporação, a uma dada temperatura, geralmente de 45 a 65 °C, de modo a reduzir a humidade final do produto tal (<12%), isto é, quando começa a ficar quebradiço, e que permite evitar o desenvolvimento de microrganismos, alterações no gosto, redução da massa, maior estabilidade e menor custo de armazenagem.

Na elaboração de cogumelos deve seguir-se o seguinte fluxograma:



Embora o sabor dos cogumelos frescos seja incomparável, muitas espécies podem ser submetidas à secagem, desde que se encontrem frescos limpos, tenham os seus chapéus intactos e não apresentem sinais de deterioração. Após a colheita, e antes do processo propriamente dito, os cogumelos são escolhidos, lavados ou limpos, cortados ou não, e colocados, cuidadosamente, em tabuleiros e inspecionados. O processo de secagem tem grande influência na qualidade do produto final, uma vez que erros cometidos nesta fase podem comprometer os esforços realizados, quer na produção quer na colheita dos cogumelos. A secagem dos cogumelos deve realizar-se em secadores com temperatura controlada, dando origem, deste modo, a cogumelos secos de melhor qualidade e aparência do que os secados ao sol. Neste caso o teor de humidade dos cogumelos é mais alto e, portanto o período de conservação é mais curto do que o dos secos artificialmente.

Depois de secos os cogumelos devem ser conservados em locais frescos, secos, e ao abrigo da luz. De uma maneira geral, não perdem sabor e podem ter um aroma acentuado, embora possam sofrer alterações na cor, que normalmente fica mais escura. O período de conservação

dos cogumelos secos é de pelo menos seis meses, podendo chegar a um ano de acordo com a espécie e o teor de humidade. Devido ao baixo teor de humidade, os cogumelos absorvem, com facilidade, a humidade do ar, pelo que é necessário acondicioná-los em embalagens à prova de água, de insetos, estanques, como sejam de vidro ou plástico. Também é possível a utilização de embalagens de celofane, revestidas com polímeros. Antes da utilização gastronómica, os cogumelos secos devem ser reidratados, isto é, mergulhados em água quente (70°C) durante cerca de 20 a 30 minutos, no entanto, apresentam-se com a sua textura original modificada.

Este processamento está especialmente indicado para os boletos ou míscaros (*Boletus edulis*), marasmius ou roda de bruxas (*Marasmius oreades*), morquelas ou pantorra (*Morchella esculenta),* cantarelos (*Cantharellus cibarius*), shiitake (*Lentinus edodes*) e pleurotus (*Pleurotus ostreatus*). Há espécies que, ao serem secadas, o seu aroma é intensificado, adquirindo propriedades que não estão tão marcadas nos exemplares frescos. Os boletos uma vez secados, desprendem um incomparável aroma, que os torna um excelente ingrediente para a preparação de guisados de carne, molhos e sopas. Também os tortulhos (*Thricholoma equestre*), as trompetas da morte (*Craterellus cornucopioides*) ou a roda de bruxas (*Marasmius oreades*) ganham consideravelmente em aroma, depois de secos.

Assim, e resumindo, a secagem tem por vantagens a estabilização da atividade físico-química e microbiológica do produto, devido à diminuição da atividade da água (a_w), redução da massa e volume, disponibilidade para a gastronomia durante o ano, conservação à temperatura ambiente e por fim, baixos custos de transporte e de armazenamento Como inconveniente, por vezes surgem modificações nas propriedades reológicas, como a forma, textura e gosto, apresentando dificuldades de reidratação, por se apresentarem contraídos e endurecidos. A secagem modifica a estrutura do produto, e a conformação espacial dos biopolímeros do material, como resultado da remoção de água, havendo uma destruição natural da estrutura e diminuição da permeabilidade nas membranas.

Os produtos em pó, resultado da trituração de cogumelos secados, que se apresentem partidos ou com alguns defeitos morfológicos, são cada vez mais utilizados pela indústria de alimentos, acrescentando mais um valor ao produto. Por outro lado, reduze significativamente os custos de embalagem, transporte, armazenamento e conservação. Contudo, existem critérios de aceitação, que se encontram relacionados com a solubilidade destes produtos.

As imagens seguintes apresentam diferentes aspetos de cogumelos secados, embalados em filme de PVC e em pó, obtidos em diferentes estudos – secos pedaços, em fatiados em rodelas e inteiros, assim como o aspeto de cogumelos triturados, em pó.

Aspeto de cogumelos secados – pedaços, fatiados inteiros e em pó

A secagem artificial pode ser realizada com utilização de secadores convencionais e secadores solares. A seleção de um determinado tipo é ditado pela natureza do produto que vai ser desidratado, pela forma que se pretende dar ao produto processado, pelas condições de operações e pelo fator económico.

A dinâmica de secagem consiste na passagem de um volume de ar seco e aquecido pelo produto. Este ao ser aquecido promove a transferência de humidade para o ar que, ao sair do secador, se apresenta menos aquecido e com humidade relativa superior, quando comparado com as condições de entrada.

Os equipamentos de secagem podem ser classificados de acordo com o fluxo de carga e descarga (contínuo ou descontínuo), pressão utilizada (atmosférica ou vácuo), métodos de aquecimento (direto ou indireto), ou ainda de acordo com o sistema utilizado para fornecimento de calor (convecção, condução, radiação ou dielétrico).

Os secadores convencionais são utilizados, preferencialmente, pela indústria, em que o aquecimento do ar pode ser efetuado por queimadores, resistências elétricas, ou bombas de calor. Como exemplo, apresentam-se, a nível piloto, imagens do aspeto da *Amanita ponderosa* durante o processo de secagem.

Como exemplo, apresentam-se, a nível piloto, imagens do aspeto da *Amanita ponderosa* durante o processo de secagem.

Cogumelos fatiados durante o processo de secagem convectiva

As condições do processo foram as seguintes:

- Estufa elétrica c/ ventilação forçada de ar;
- Temperatura: 50 - 60ºC;
- Rotação de tabuleiros: uniformização de humidade no produto;
- Humidade final dos cogumelos secados: 5 – 15%;
- Tempo de secagem: 7 - 14 h (controlo por curvas de cinética e da taxa de secagem).

Este tipo de equipamento permite obter produtos de boa qualidade, independente das condições climáticas.

A secagem de cogumelos com energia solar apresenta, como vantagem, ser economicamente viável, especialmente nas zonas rurais e soalheiras, como é o caso do Alentejo, utilizar uma fonte de energia não poluente, além de o custo de funcionamento ser baixo. Um secador solar é constituído por um coletor, que converte a radiação solar em energia de aquecimento, uma conduta de distribuição de ar, onde circula o ar aquecido proveniente do coletor, induzido por um ventilador, e pela zona de secagem propriamente dita.

Os cogumelos são dispostos em tabuleiros, em camada única, na parte superior da zona de secagem, sendo depois transferidos numa segunda fase para a zona inferior, por forma a ser obtida um desidratação uniforme e evitando qualquer manipulação durante o processo.

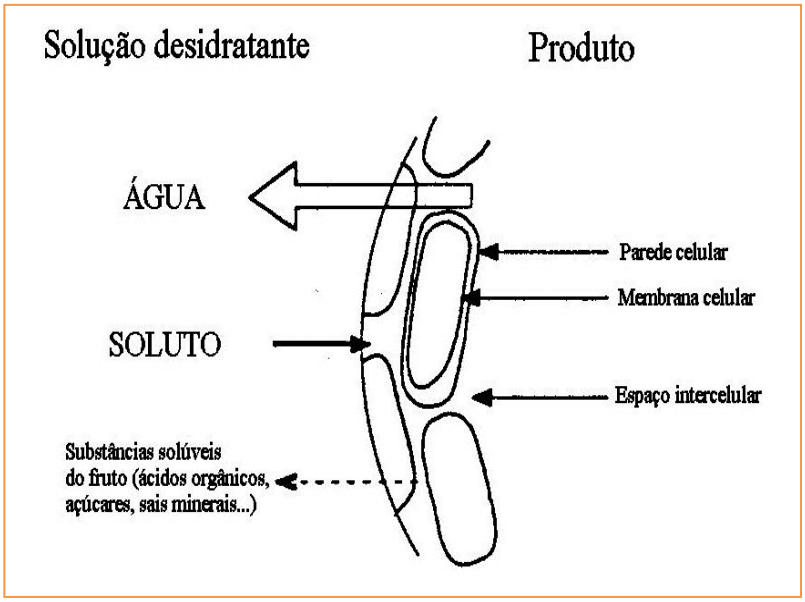
Em condições adversas, sejam climáticas ou por excesso de carga, o aquecimento do secador pode ser complementado através de resistências elétricas de calor negro.

As imagens mostram um secador híbrido e pormenor de tabuleiros com cogumelos secados.

Secador híbrido e pormenor de tabuleiros com cogumelos secados

Desidratação Osmótica

A desidratação osmótica (DO), mais recentemente designada por desidratação-impregnação por imersão (DII) em soluções concentradas, trata-se de uma tecnologia que consiste na remoção parcial de água pela pressão ocasionada quando se coloca o produto, inteiro ou em pedaços, em contato com uma solução hipertónica de solutos (açúcar ou sal), a determinada temperatura, sem mudança de fase, devido à diferença de potencial osmótico que se verifica entre os produtos e a solução hipertónica desidratante. No processo geram-se dois fluxos de massa simultâneos, ou seja, ocorre um fluxo seletivo de água do produto para a solução e uma difusão de sólidos da solução para o produto, até ser alcançado o equilíbrio, conforme se apresenta no esquema:



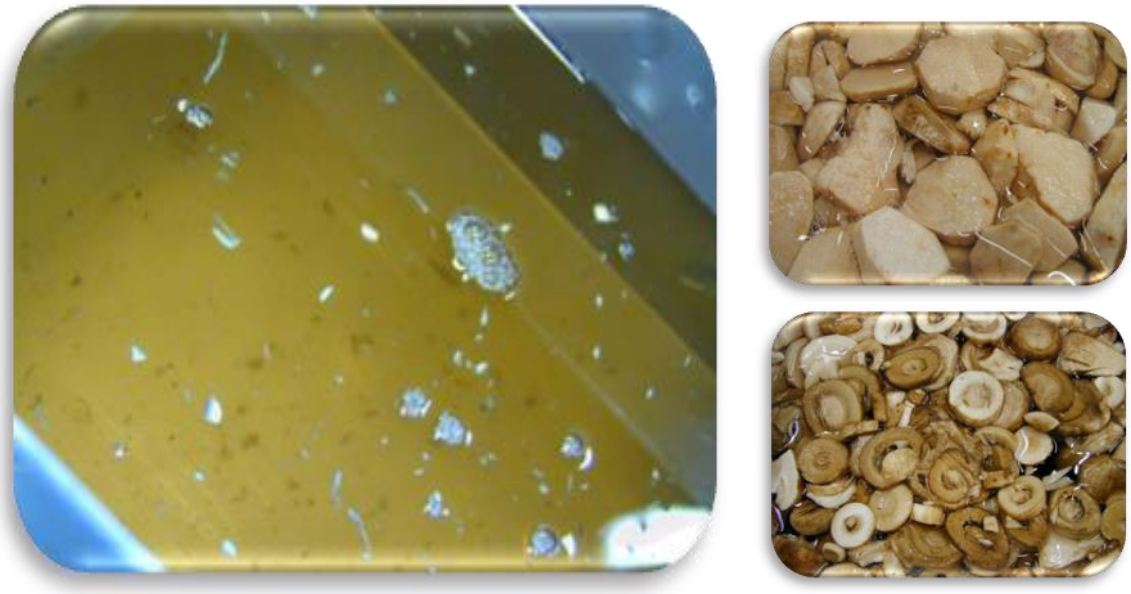
Representação esquemática das transferências de massa na DO

Ao ser reduzida a humidade do produto, a estabilidade aumenta, desde que em combinação com outros fatores, como o pH, adição de aditivos químicos conservantes, etc, semelhante à desidratação clássica, permitindo a concentração parcial do material celular, com um mínimo de prejuízo em relação ao uso de calor.

A desidratação por osmose, geralmente, não origina produtos de humidade intermédia suficientemente baixa, para serem considerados estáveis, à temperatura ambiente, (a_w de cerca de 0,90), pelo que deverão ser submetidos, de seguida, a um processo combinado de estabilização.

Os tratamentos osmóticos estão a ser aplicados, principalmente, como pré-tratamento introduzido em alguns processos convencionais, tais como secagem convectiva, micro-ondas, liofilização, apertização e congelação, com a finalidade de melhorar a qualidade do produto final, nos aspetos nutricionais, sensoriais e funcionais dos alimentos, sem mudar a sua integridade, e simultaneamente, reduzir custos de energia ou mesmo formular novos produtos. Portanto, este processo, mesmo quando efetuado à temperatura ambiente, surge como opção à padronização da técnica de secagem, além de possibilitar redução de perdas pós-colheita, aplicável a médios e pequenos produtores.

As imagens mostram uma solução osmótica em banho de água termostatizado, utilizado no processo de DO, assim como o aspeto do cogumelo *Amanita ponderosa* desidratado osmoticamente.

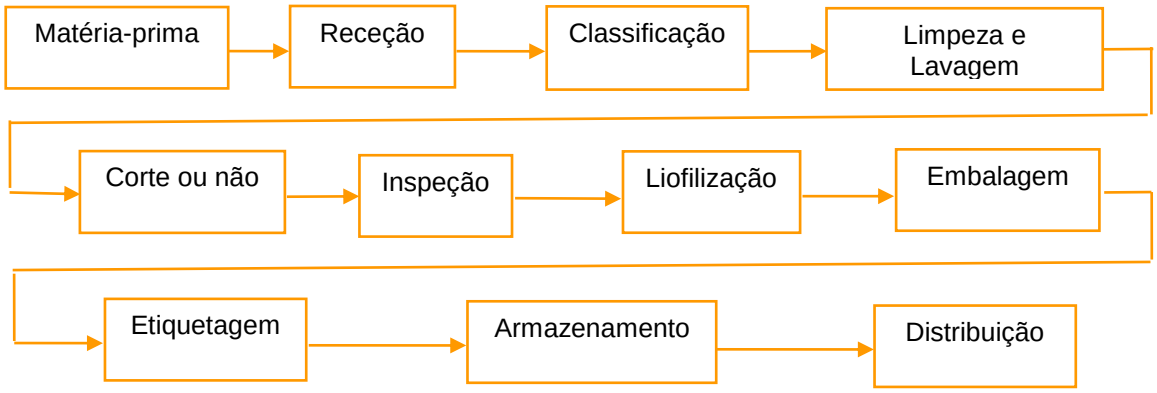


Solução osmótica em banho de água termostatizado e cogumelos osmo-desidratados

Liofilização

A liofilização ou secagem a frio (crio-dessecação) é o mais nobre processo de conservação de produtos biológicos conhecido porque envolve os dois métodos mais confiáveis de conservação, o congelação e a desidratação. O processo permite retirar elevada percentagem de água do alimento, de modo a torná-lo estável à temperatura ambiente e, assim, facilitar a conservação. Utiliza um princípio físico simples denominado sublimação, que consiste na passagem da água do estado sólido diretamente para estado gasoso, sem transitar pelo estado líquido. O produto deve estar congelado a uma temperatura baixa, geralmente abaixo de -20ºC, e só depois submetido a uma pressão negativa (vácuo). Após 20 a 30 horas, a câmara do liofilizador é aberta e, dependendo do tipo de alimento e do teor de água inicial, o alimento encontra-se desidratado, apresentando-se com cerca de 1-3% de humidade, estrutura porosa e capaz de ser reconstituído, pela simples adição de água. Desta forma, os produtos liofilizados não sofrem alterações de tamanho, textura, cor sabor, aroma, teor de vitaminas, sais minerais, proteínas, etc, e no processo não são utilizados conservantes ou produtos químicos. Além de preservar as qualidades do alimento, a liofilização facilita largamente os processos de transporte e armazenagem e, desde que o produto seja adequadamente embalado, mesmo à temperatura ambiente, mantêm longa vida de prateleira, com perdas mínimas de nutrientes, reidratação instantânea e uma excelente qualidade microbiológica.

Na elaboração de cogumelos deve seguir-se o seguinte fluxograma:



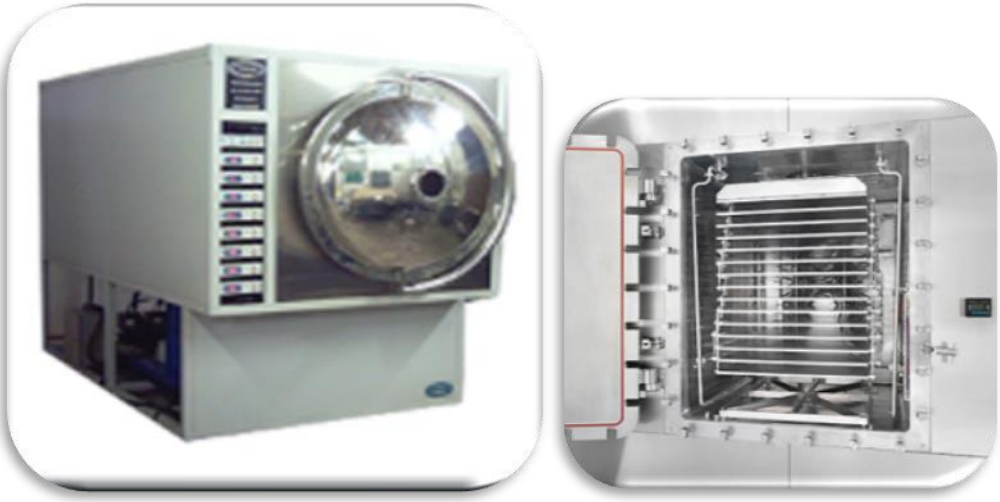
Resumindo, a liofilização apresenta vantagens em relação aos outros processos de secagem ou de conservação, assim:

- Pelo facto de os alimentos ficarem a uma temperatura abaixo do ponto de congelação durante a sublimação, uma grande parte das qualidades dos alimentos é conservada.
- De um modo geral, os alimentos liofilizados não necessitam de ser refrigerados. Assim, os custos de armazenamento e transporte são, de modo notável, reduzidos.
- A liofilização conduz a uma diminuição importante de massa, o que facilita o transporte dos alimentos. Por exemplo, alimentos que contêm até 90 % de água, sendo 10 vezes mais leve após o processo.
- A maioria dos alimentos liofilizados tem uma capacidade de reidratação muito rápida devido à textura porosa. De facto, como o processo conduz a uma diminuição notável de volume, a água pode voltar a ocupar facilmente o seu lugar na estrutura molecular do alimento.

Atualmente a liofilização e a secagem por atomização são algumas das técnicas de desidratação mais utilizadas, contudo, envolvem tecnologias mais avançadas e custos elevados de implementação e, por isso, permanecem fora do alcance da maioria dos empresários.

Seguidamente apresentam-se exemplos de cogumelos liofilizados e de liofilizadores.

Diferentes formas de cogumelos liofilizados



Aspeto de liofilizadores

PASTAS

Pastas

Designam-se por pastas ou “patés” os produtos resultantes do processamento das partes comestíveis desintegradas de vegetais, com ou sem adição de água, pectina, acidulantes (ajustador do pH) e outros ingredientes e aditivos permitidos por estes padrões, até ser atingida consistência apropriada, sendo finalmente, acondicionado de forma a assegurar sua perfeita conservação. Segundo estes padrões, entende-se como "partes comestíveis", as provenientes dos cogumelos frescos, congelados, desidratados, em conserva, ou por outros meios, conservados no seu estado natural, ou desintegrados por processos tecnológicos, mas que se apresentem com tamanho não normalizado ou com defeitos morfológicos.

As pastas podem ser classificadas em simples ou mistas, conforme são preparadas com uma única ou com mistura de várias espécies vegetais. Se a pasta for homogénea, de consistência mole e não oferecer resistência nem possibilidade de corte, denomina-se de consistência cremosa, por outro lado, se a pasta for homogénea e de consistência que possibilite o corte, denomina-se de consistência em massa.

Relativamente aos fatores essenciais de qualidade podem ser considerados os seguintes:

- *Cor* - deve ser própria dos produtos, conforme ingredientes e a tecnologia de elaboração;
- *Sabor e odor* - próprios dos ingredientes, devendo o produto ser isento de sabores e odores estranhos à sua composição;
- *Consistência* - apropriada para cada tipo de produto.
- *Ausência de defeitos* - o produto deve estar praticamente isento de defeitos, tais como: matérias estranhas inócuas, fragmentos vegetais não comestíveis ou outros, apresentados, conforme o tipo do produto.
- *Acondicionamento* - o produto deve ser acondicionado de modo a assegurar a sua proteção, não devendo o material empregado interferir desfavoravelmente nas características de sua qualidade.
- *Conservação* - a pasta, pode ser conservada em frascos de vidro, à temperatura ambiente, caso seja submetida a apertização (banho de água a 100 °C/30 min.), ou se congelada, em saquetas de polietileno hermeticamente fechadas, conservadas a -18ºC até ao consumo.

Pasta de cogumelos apertizada, congelada e em fresco

As pastas de cogumelos devem obedecer aos requisitos gerais e específicos de higiene fixados tal como para os vegetais e frutos processados, não podendo:

- Apresentar sujidade, partes de insetos, fungos, leveduras, detritos orgânicos e de outras;
- Substâncias estranhas em quantidade que indique a utilização de ingredientes em condições insatisfatórias ou tecnologia de processamento inadequada;
- Após sete dias de incubação a 35°C. Apresentar, alterações de natureza físico-química ou organolética, assim como alteração das embalagens (empolamentos, vazamentos e corrosão);
- Apresentar níveis de contaminação diferentes daqueles fixados pelos padrões microbiológicos vigentes.

Para a fabricação de pastas podem ser seguidas diferentes formulações, apresentando-se, para o efeito, três exemplos testados em laboratório:

A - 100 g de margarina com azeite, 250 g de cogumelos, 1 cebola, sal, pimenta 100 g de queijo fresco em creme, molho inglês, cebolinho ou tomilho fresco.

Deitar a margarina numa frigideira e levar a derreter sobre lume brando enquanto se lava, enxuga e corta os cogumelos crus em pedaços com a cebola picada. Colocam-se estes, também na frigideira, tempera-se com sal e pimenta e deixa-se saltear durante 5 minutos. Deitar a mistura no copo misturador, juntar queijo, 2 a 3 gostas de molho inglês e triturar até ficar obter a pasta. Perfumar com cebolinho picado ou folhinhas de tomilho fresco.

B - 250 g de cogumelos limpos e picados, 2 dentes de alho picados, 50 g de margarina vegetal, 20 g de pão ralado, salsa picada, 2 colheres de sopa de azeite e sal. Refogar os ingredientes numa frigideira, triturar em copo misturador e deixar arrefecer.

C - Efetuar a gosto um refogado com azeite, cebola, alho, ervas aromáticas (ex.: alecrim, orégãos, cominhos), rum, sal e por fim adicionar os cogumelos crus. Após alguns minutos a refogar, retirar o produto do recipiente, arrefecê-lo e triturá-lo, em copo misturador, até à consistência de uma pasta. No caso desta se encontrar bastante mole poderá ser incorporado queijo de pasta mole, até obtenção de consistência desejada.

Após qualquer destes procedimentos, as pastas ficam prontas para consumo imediato, desde que refrigeradas ou, caso se destinem a conservação, deverão sofrer um tratamento de estabilização. Neste caso, podem ser introduzidas em frascos de vidro, hermeticamente fechados, para serem submetidas a apertização, por exemplo em banho de água a 100 °C/30 min., ou colocadas em saquetas de polietileno, hermeticamente fechadas, congeladas à temperatura de -18ºC,e mantidas em câmara de congelação.

IRRADIAÇÃO

A aplicação comercial da radiação ionizante na preservação é relativamente recente, embora os primeiros estudos de aplicabilidade do método, remontem o início do século passado. Trata-se de um método físico, comparável à pasteurização térmica, congelação ou enlatamento, capaz de prolongar a vida útil dos produtos.

Do ponto de vista tecnológico, a irradiação tem vindo a ser utilizada, recentemente, a cogumelos frescos por satisfazer, plenamente, o objetivo de proporcionar estabilidade química e microbiológica, condições de sanidade e aumentar o tempo de vida útil. Este processo permite preservar a qualidade, em fresco, sem alterar o sabor, a aparência ou o aroma e não apresenta qualquer risco de contaminação por radiação, pois em nenhum momento os produtos, a serem preservados, entram em contato direto com a fonte de irradiação.

A grande vantagem do processo é a descontaminação, pela capacidade de eliminação de agentes patogénicos e de outros microrganismos que os alteram podendo ainda ser utilizado para eliminação de insetos. A radiação gama combinada com outro método clássico de conservação pode constituir uma boa alternativa de conservação, a longo prazo.

O alimento ao ser irradiado é tratado por raios gama, originário de uma instalação com fonte de cobalto-60. Durante o processo, a energia gama, proveniente de uma radiação eletromagnética, de comprimento de onda muito curto, semelhante ao ultravioleta, luz visível, infravermelho, micro-ondas ou ondas de rádio usadas na comunicação, penetra no alimento, causando pequenas e inofensivas mudanças moleculares, que também ocorrem no ato de cozedura, enlatamento ou congelação. De facto, essa energia, simplesmente, passa através do alimento que está a ser tratado, sem deixar resíduos, verificando-se uma redução microbiana proporcional à dose absorvida. A irradiação costuma ser chamada de "processo frio" porque a variação de temperatura dos alimentos processados é insignificante. Como as radiações são muito penetrantes, o tratamento pode ser efetuado sobre os alimentos já embalados. Estes podem ser transportados, armazenados ou consumidos imediatamente após o tratamento.

As normas de utilização desta tecnologia seguem as mesmas recomendações internacionais, segundo a qual, qualquer alimento pode ser irradiado, desde que sejam respeitados os limites mínimos e máximos da dosagem aplicada.

Na rotulagem, além das indicações exigidas para os alimentos em geral, deve constar no rosto principal: "Alimento Tratado por Processo de Irradiação", com as letras de tamanho não inferior a um terço (1/3) do da letra de maior tamanho, assim como, o símbolo internacional para alimento irradiado, denominado “radura”.

Os alimentos que sofreram esterilização por altas doses de radiação (radapertização) podem deteriorar-se após o tratamento, caso as enzimas não tenham sido destruídas por outro processo. Os que foram submetidos a doses menores, equivalentes à pasteurização

(radicidação ou radurização), serão deteriorados pela microbiota sobrevivente, quando não conservados a temperaturas adequadas.

Radura: símbolo internacional indicador de produto irradiado

A irradiação não provoca a deterioração do alimento, como ocorre com outros processos de inativação microbiana, tornando-se, portanto, necessária a adoção de boas práticas de manipulação, em todas as etapas de processamento, antes, durante e após a irradiação, visando garantir a eficácia do tratamento. Cabe lembrar que, de acordo com as normas de boas práticas, somente os alimentos saudáveis podem ser irradiados. Contudo, a sua utilização, deve ser bem avaliada, principalmente no que se refere às qualidades do produto, uma vez que a irradiação pode prejudicar algumas características sensoriais. Por outro lado, sabe-se que esses efeitos podem ser correlacionados com as doses de radiação aplicadas e que cada alimento comporta-se de modo distinto. Por conseguinte, antes de se adotar comercialmente o tratamento como meio de extensão da vida útil de um produto, torna-se necessária a realização de estudos que avaliem os seus possíveis efeitos sobre a aceitação do produto irradiado. Apesar da aprovação da utilização da irradiação, existem diversas barreiras que persistem e impedem que os alimentos irradiados alcancem a completa comercialização, como sejam as barreiras relacionadas ao custo de sua utilização e aceitação pelo consumidor. As principais razões que justificam este fato são as preocupações e as dúvidas sobre o uso da radiação no processamento alimentar, além de interpretações erradas e falta de informação do público consumidor.

CONSERVAÇÃO COM AGENTES QUÍMICOS

Conservação por agentes químicos

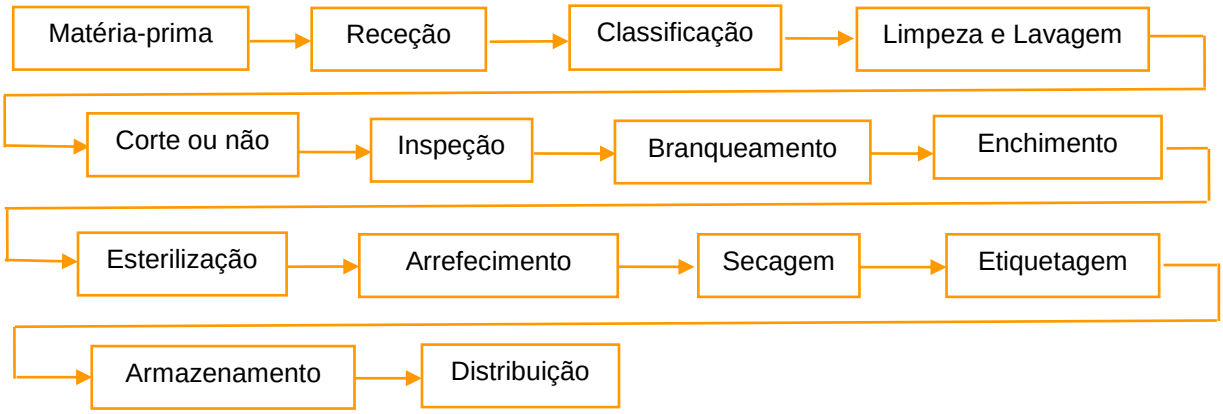
De entre outros métodos, existem os que utilizam aditivos alimentares (qualquer ingrediente adicionado intencionalmente a um alimento, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação), como meio de conservação e classificados como conservantes. São substâncias que impedem ou retardam a alteração dos alimentos provocada por microrganismos ou enzimas e, portanto, são muito utilizados com o objetivo de aumentar a vida de prateleira dos produtos. O número de compostos químicos utilizados como conservantes é reduzido, pois como são ingeridos com o alimento, existem medidas de segurança que visam impedir riscos de saúde pública.

A eficiência dos conservantes depende de vários fatores, entre eles, o tipo da substância química, concentração utilizada, temperatura e tempo de armazenamento do alimento, espécies de microrganismos presentes no meio, além das características intrínsecas do alimento (pH, atividade de água, composição química, etc.). Alguns podem ser utilizados segundo as Boas Práticas de Fabrico, em quantidade tal, suficiente para obtenção do efeito desejado, sempre que o aditivo não afete a identidade do alimento, não seja aplicado em práticas enganosas, e a função do mesmo seja aceite para o alimento em questão. Os conservantes, portanto, não devem ser tóxicos nas concentrações utilizadas, não podem ser carcinogéneos e não devem produzir sensações organoléticas indesejáveis. De entre os mais utilizados, podem ser referidos para a conservação de cogumelos, a salga e a acidificação (picles em salmoura ou em ácido acético)

No processo de salga somente uma solução com concentração de 15-25% de NaCl permite a conservação, o que provoca um efeito adverso no valor nutritivo e na qualidade. Os cogumelos salgados apresentam menor teor em constituintes solúveis e a relação sódio/potássio não é favorável à dieta alimentar. Contudo, podem sem dessalgados e utilizados como produto semiacabado na produção de marinadas. O processo picles, muito apreciado, consta em conservar cogumelos, devidamente preparados, por meio de antissépticos, normalmente, em salmoura de concentração constante, ou em vinagre, com ou sem fermentação láctica e com ou sem adição de açúcar ou especiarias.

Aspeto de cogumelos em picles

Na elaboração deste processo para cogumelos deve ser seguido o seguinte fluxograma:



O processo dos picles fermentados consta em manter cogumelos imersos em salmoura com concentração de 10ºBé. Nestas condições, desenvolvem-se fermentos lácticos que, pelo desdobramento dos açúcares do próprio cogumelo, dão origem à formação de ácido láctico e desenvolvimento de agradável aroma e sabor ao produto. A conservação é devida à ação conjugada do ácido formado e do sal adicionado, pois verifica-se a inibição de toda e qualquer atividade microbiana. Caso se pretenda picles não fermentados, a concentração da salmoura é mais elevada, cerca de 15-16 ºBé. Os picles em vinagre, também denominados, ácidos, são obtidos através da imersão de cogumelos numa solução de vinagre adicionado de água e sal, tendo como tratamento preliminar apenas um leve branqueamento. No enchimento a solução mais frequente é composta por água destilada, previamente fervida (100ºC/2 min.), 50% de vinagre de vinho branco e 5% se sal. A esterilização é efetuada em água fervente (100ºC/20min.), o arrefecimento deve ser levado à temperatura de 38ºC e o armazenamento em lugar fresco e arejado.

De entre muitos cogumelos, *Pleurotus ostreatus* é a espécie mais favorável para ser submetida a este processamento, apresentando um tempo de vida útil de cerca de seis meses. A utilização gastronómica destes produtos destina-se a marinados e molhos. Devido aos baixos custos de transporte e hábitos alimentares, estes produtos são bastante procurados nos mercados europeus e americanos.

Caso seja pretendido um produto destinado a outras finalidades, ainda pode ser considerada a adição de outros compostos químicos, como por exemplo, acetato de cálcio, ácido propiónico, propionato de sódio, propionato de cálcio, propionato de potássio, dióxido de carbono ou eritorbato de sódio. Neste sentido, um aditivo autorizado não significa que o mesmo possa ser utilizado em todos os alimentos, sendo apenas aplicado se constar do regulamento técnico específico, sendo de ressaltar da necessidade de consultar a legislação, que requeira a aplicação de conservantes ou de outros aditivos químicos, antes do início do processamento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os produtos transformados podem ser considerados um incentivo à agro-indústria de cogumelos e, simultaneamente, um contributo relevante para o crescimento económico do sector, permitindo colocar no mercado novos produtos, com elevado valor nutritivo e medicinal e de elevado valor acrescentado.

A nível tecnológico, os cogumelos comestíveis são considerados uma matéria-prima difícil para o processamento. Devido à respetiva constituição e presença de várias enzimas, a transformação tem de ser adaptada consoante a espécie, sendo, particularmente vantajosa, a aplicação de tratamentos preliminares, para a manutenção da cor, valor nutritivo, qualidade sensorial, assim como para a minimização das perdas de massa dos cogumelos.

A proteção das espécies, nas regiões com melhor aptidão de produção, deverá ser efetuada de forma organizada e sustentada, para garantia do fornecimento de matéria-prima à agro-indústria.

BIBLIOGRAFIA

Arora, S.; Shivhare, U. S.; Ahmed, J.; Raghavan, G. S. V. 2003. Drying kinetics of Agaricus bisporus and Pleurotus florida mushrooms. American Society of Agricultural Engineers, v.46, 721-724.

Benevides, C & Furtunato, D.1998. Hortaliças acidificadas. Ciênc. Tecnol. Aliment., 18(3): 271-274.

Fellows P.J. 1997. Food processing technology. Principles and practice. Food Science and Technology. Woodhead Publishing Limited, Abington Hall, Cambridge, England.

Ferreira A & Andrada L. 2008. A secagem, uma forma tradicional de conservação dos alimentos. In: Tradição e inovação alimentar. Dos recursos silvestres aos itinerários turísticos. Ed. Colibri (2ª ed.), pp. 65-80.

Lidhoo C.K & Agrawal Y.C. 2008. Optimizing temperature in mushroom drying. J. Food Proc.and Preserv., 32(6): 881-897.

Machado H, Ferreira M & Ramos AC. 2006. Criação de áreas de produção de trufas, terfezias e cogumelos comestíveis nas regiões interiores do país. Projeto AGRO 449. Anais da Associação Micológica "A Pantorra", 6: 24-33.

Raoult-Wack A & Guilbert S. 1990. La deshydratation osmotique ou procédé de déshydratation-impregnation par immersion dans des solutions concentreés. L'eau dans les procédés de transformation et de conservation. Les cahiers de l'ens. Bana nº 7. Tec & Doc - Lavoisier - Paris. pp.171 - 192.

Sapata M.M., Ferreira A, Bronze M R, Leitão AE, Curado T, Andrada L, Patrício MC & Candeias M. 2000. Osmotic dehydration of mandarins: kinetic evaluation and product quality. In: Proceedings of 12th International Drying Symposium IDS 2000, Kerkhof, P.J.A.M.; Coumans, W.J.; Mooiweer, G.D. (eds.) - paper 145, Noordwijkerhout, The Netherlands.

Sapata, M.M; Ramos, A.C.; Candeias, M. 2004. Efeito combinado da embalagem em atmosfera modificada e da humidade na conservação de *Pleurotus sajor-caju*". Atas do IV Simpósio Ibérico, I Nacional, VII Espanhol de Maturação e Pós-Colheita 2004, Estação Agronómica Nacional/INIAP, Oeiras, Portugal p. 255-259.

Sapata, M.M.; Ramos, A.C; Ferreira, A.; Andrada, L.; Candeias, M. 2006. Conservação de Cogumelos Frescos do Género *Pleurotus* em Atmosfera Modificada. Anais da Associação Micológica "A Pantorra", vol.6.pp: 125-131.

Sapata, M.M; Ramos, A.C.; Ferreira, A.; Andrada, L.; Candeias, M.; Leitão, A.E.; Vasconcellos, F.; Gomes, L. 2007. Comportamento de Três Espécies de Cogumelos do Género Pleurotus Embalados em Filmes Poliméricos. Atas do 8º EQA–ESAB, Beja, Portugal: 553-556.

Sapata, M. M.; Ramos, A.C.; Ferreira, A.; Andrada, L.; Candeias, M.; Leitão, A. E.; Vasconcellos, F.; Gomes, L. 2007. Influência da embalagem em atmosfera modificada na qualidade de *Pleurotus ostreatus*. Atas do 8º Encontro de Química de Alimentos. Alimentos Tradicionais, Alimentos Saudáveis e Rastreabilidade. ESAB, Beja, pp. 625-628.

Sapata, M.M; Ramos, A.C; Ferreira, A; Andrada, L., Candeias, M. 2007. Conservação e Estabilização de Terfezias". Jornada de Macromicologia, no âmbito do Projeto AGRO 449: "Criação de Áreas de Produção de Trufas, Terfesias e Cogumelos Comestíveis nas Regiões Interiores do País", realizado na Estação Agronómica, Oeiras.

Sapata MM, Ferreira A, Andrada L, Candeias M & Leitão A E. 2007. Conservação de frutos por desidratação osmótica. 1º Simpósio Sobre Segurança Alimentar e Nutricional: um Desafio de Cooperação e de Desenvolvimento na CPLP, Luanda, Angola.

Ramos, A.C; Ferreira, A.; Andrada, L., Candeias, M.; Sapata, M.M. 2008. Cogumelos. Como Produzir e Conservar. Folheto de Divulgação nº 9/2008. no âmbito do Projeto AGRO 449: "Criação de Áreas de Produção de Trufas, Terfesias e Cogumelos Comestíveis nas Regiões Interiores do País"

Sapata, M.M. Ramos, A. Ferreira A.; Andrada, L. Candeias, M. 2009. Changes of Quality of *Pleurotus spp*. Carpophores in Modified Atmosphere Packaging. Acta Sci. Pol., Technolo. Aliment. 8 (1), 17-22.

Sapata, M.M.; Ramos, A..; Ferreira, A.; Andrada, L.; Candeias, M. 2009. Quality Maintenance Improvement of Pleurotus Ostreatus Mushrooms by Modified Atmosphere Packaging. Acta Sci. Pol., Technolo. Aliment. 8 (2), 53-60.

Sapata, M. M.; Ferreira, A.;. Ramos, A. C; Andrada, L.; Candeias, M. 2009. Valorização de Terfezias na Obtenção de Novos Produtos. Revista da APH, nº99, p. 41-44

Sapata, M. M..; Ferreira, A.; Ramos, A.; Andrada, L., Candeias, M. 2010. Efeito da desidratação osmótica como pré-tratamento na secagem de cogumelos. Atas em CD do 1º Encontro Português de Secagem de Alimentos. ISBN: 978-972-99561-9-5. Instituto Politécnico de Viseu, Viseu.

Sapata, M. M.; Ramos, A.; Ferreira, A.; Andrada, L., Candeias, M. 2010. Processamento Mínimo de Cogumelos do Género *Pleurotus*. Revista de Ciências Agrárias de Portugal (SCAP), Vol .XXXIII, nº 2 / Julho-Dezembro, p. 15-26.

Sapers, G. M.; Miller, R. L.; Miller, F. C.; Cooke, P. H.; Choi, S.W. 1994. Enzymatic browning control in minimally processed mushrooms. Journal of Food Science 59, 5: 1042-1047.

Sapers G.M., Simmons G.F. 1998. Hydrogen peroxide disinfections of minimally processed fruits and vegetables. Food Technol. 52, 2, 48-52.

Sapers, G. M.; Miller, R.L.; Pilizota, V.; Kamp, F. 2001. Shelf life extension of fresh mushroomns (Agaricus bisporus) by application of hydrogen peroxide and browning inhibitors. J. Food Sci. 66 (2): 362-366.

Schlimme, D.V. 1995. Marketing lightly processed fruits and vegetables. Horticultural Science 30, 1: 15-17.

Shewfelt, R. L. 1990. Quality of fruits and vegetables. Food Technology 44, 6: 99-106.

Tano, K.; Arul, J.; Doyon, G.; Castaigne, F. 1999. Atmospheric composition and quality of fresh mushrooms in modified atmosphere packages as affected by storage temperature abuse. J. Food Sci. 64 (6): 1073-1077.

Valagão MM & Silva J. 2008. Inovação das tradições alimentares. In: Tradição e inovação alimentar. Dos recursos silvestres aos itinerários turísticos. Ed. Colibri (2ª ed.), pp. 177-206.

Woinet B, Andrieu J & Laurent M. 1998. Experimental and theoretical study of model food freezing. Part I. Heat Transfer Modeling, J. Food Eng., 35, 381-393.

« Fundo Europeu Agricola de Desenvolvimento Rural: A Europa investe nas zonas rurais»