

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO SUL- IFRS
CAMPUS BENTO GONÇALVES

**ESTUDO DOS FATORES QUE INFLUENCIAM A EFICIÊNCIA DO
BRANQUEAMENTO EM COUVE-FLOR**

ELISANGELA ORSO

BENTO GONÇALVES

2011

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO SUL- IFRS
CAMPUS BENTO GONÇALVES
ELISANGELA ORSO

**FATORES QUE INFLUENCIAM A EFICIÊNCIA DO
BRANQUEAMENTO EM COUVE-FLOR PARA POSTERIOR
CONGELAMENTO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Bento Gonçalves para a obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

PROFESSORA ORIENTADORA: CAMILA DUARTE TELES
CO- ORIENTADORA: MARINA DEITOS

BENTO GONÇALVES, MARÇO DE 2011.

Elisangela Orso

**ESTUDO DOS FATORES QUE INFLUENCIAM A EFICIÊNCIA DO
BRANQUEAMENTO EM COUVE-FLOR**

Aprovado em: 18 de Março de 2011

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Camila Duarte Teles – IFRS-BG

Prof^º. Evandro Ficagna – IFRS-BG

Prof^ª. Lucia de Moraes Batista – IFRS-BG

Agradecimentos

À minha professora e orientadora Camila Duarte Teles pela dedicação, paciência e apoio.

A todos os meus familiares que me incentivaram e ajudaram a seguir em frente.

Dedico este trabalho aos meus pais Moacir e Angelita que não mediram esforços para que eu conseguisse alcançar todos os meus objetivos. O amor e a admiração que tenho por eles são infinitos, pelos exemplos de educação, dedicação, carinho e apoio que recebi em todos os momentos da minha vida.

Sumário

| | |
|--|----|
| Lista de Figuras | 7 |
| Lista de Tabelas | 8 |
| Resumo | 9 |
| Abstract | 10 |
| 1 Introdução | 11 |
| 2 Referencial teórico | 12 |
| 2.2 Processamento mínimo | 12 |
| 2.2.1 Conseqüências do processamento mínimo..... | 14 |
| 2.3 Processamento mínimo e congelamento..... | 15 |
| 2.4 Escurecimento enzimático..... | 16 |
| 2.4.1 Controle do escurecimento enzimático | 17 |
| 2.5 Branqueamento..... | 18 |
| 2.5.1 Eficiência do branqueamento..... | 20 |
| 3 Materiais e métodos..... | 21 |
| 3.1 Pré-processamento da couve-flor | 21 |
| 3.2 Branqueamento..... | 22 |
| 3.2.1 Monitoramento da temperatura..... | 22 |
| 3.2.2 Monitoramento do tempo | 22 |
| 3.2.3 Determinação de atividade da peroxidase..... | 24 |
| 3.3 Análise sensorial | 24 |
| 4 Resultados e discussão | 25 |
| 4.1 Resultados obtidos após a realização dos monitoramentos..... | 25 |
| 4.2 Discussões dos resultados obtidos..... | 26 |
| 4.2.1 Tempo de permanência..... | 26 |
| 4.2.2 Temperatura | 28 |
| 4.2.3 Inativação da peroxidase | 28 |

| | |
|-------------------------------|----|
| 4.2.4 Análise sensorial | 29 |
| 5 Considerações finais | 31 |
| 6 Referências | 32 |

Lista de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Fluxograma de obtenção de couve-flor congelada..... | 21 |
|--|----|

Lista de Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 1– Resultados dos parâmetros acompanhados durante o branqueamento..... | 24 |
|---|----|

Resumo

Este trabalho tem o objetivo de estudar os fatores que influenciam a eficiência do branqueamento em couve-flor minimamente processada e congelada. Foram realizados monitoramentos de tempo, temperatura, inativação enzimática e análise sensorial (cor, sabor, aspecto e textura) em couve-flor (*Brassica oleracea*) durante o branqueamento. O monitoramento de temperatura foi realizado de hora em hora, de tempo duas vezes ao dia e o teste de peroxidase e análise sensorial quatro vezes ao dia, sendo que a inativação enzimática era verificada retirando três floretes da saída do branqueador e submetendo os mesmos a ação do reagente guaiacol. Os valores de tempo em contrados variam entre 1,10 a 1,40 minutos, já a temperatura oscilou de 88,5 à 98,8 ° C . Os resultados de peroxidase encontrados mostraram-se contraditórios, pois a mesma apresentou-se inativa em situações distintas, levando assim a discutir a metodologia usada para a realização do teste utilizado pela empresa.

Palavras-chave: tempo, temperatura e peroxidase.

Abstract

This work aims to study factors that influence the efficiency of bleaching on minimally processed cauliflower and congelada. Foram conducted monitoring of time, temperature, enzyme inactivation and sensory analysis (color, flavor, appearance and texture) in cauliflower (*Brassica oleracea*) during bleaching. The temperature monitoring was performed every hour of time twice a day and test of peroxidase and sensory analysis four times a day, and enzymatic inactivation was verified by removing the output of the three foils bleach and subjecting them to action guaiacol reagent. Time values in contrast ranging from 1.10 to 1.40 minutes as the temperature ranged from 88.5 to 98.8 ° C. The results of peroxidase found proved to be contradictory, since it had been inactive in different situations, thus leading to discuss the methodology used for the test used by the company.

Keywords: time, temperature and peroxidase

1 Introdução

A existência de alimentos de alta perecibilidade, como frutas e hortaliças, proporcionou o desenvolvimento de técnicas capazes de garantir sua conservação a longo prazo. O congelamento surge como uma tecnologia que alia a qualidade à redução de perdas. Uma das etapas anteriores ao congelamento da maioria dos vegetais é o branqueamento, este tratamento tem como principal finalidade a inativação de enzimas responsáveis por alterações indesejáveis no produto.

Para que o congelamento de vegetais seja bem sucedido, deve ser realizado um branqueamento eficiente. Existem vários fatores que influenciam a eficácia do branqueamento como: tempo de permanência do produto no branqueador, temperatura adequada, capacidade do equipamento e inativação enzimática.

Este trabalho tem o objetivo de estudar os fatores que influenciam a eficiência do branqueamento em couve-flor minimamente processada e congelada.

2 Referencial teórico

2.1 Couve - flor

A couve-flor é uma hortaliça do tipo inflorescência (*conjunto de flores*) que pertence à espécie *Brassica oleracea*, assim como o repolho e o brócolis. Pertence ao grupo *Botrytis*. A couve - flor, hortaliça delicada e tenra, é rica em sais ferro e em vitamina B₁ e riboflavina, possui ainda, ponderáveis quantidades de sais de cálcio e vitaminas A e C (CAMARGO, 1992).

A couve- flor é plantada em todas as partes do mundo, no Brasil, é mais cultivada nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Paraná e Santa Catarina. É uma planta exigente em relação às condições climáticas, sendo que primitivamente os cultivares disponíveis somente se adaptavam às condições amenas e de inverno. Através do melhoramento genético, conseguiu-se obter cultivares que apresentam condições de produção adequada em climas mais quentes; entretanto, deverão ser utilizados somente sob essas condições (FIGUEIRA, 1982).

Embora a couve- flor seja encontrada em estado fresco na maioria dos mercados, ela escasseia durante alguns meses do ano. Este produto congelado se conserva e não é caro. Por isso a couve- flor congelada é um produto de alguma importância no mercado de vegetais congelados. As variedades cultivadas para este fim são as que produzem cabeças brancas e grandes (CRUESS, 1973).

2.2 Processamento mínimo

Nas últimas décadas têm ocorrido mudanças consideráveis nos hábitos alimentares dos brasileiros. A necessidade que a população tem de consumir produtos frescos, mas com grande conveniência, tem levado o mercado de produtos minimamente processados ou “fresh-cut” a um grande aumento (WILEY, 1997). No Brasil foi introduzido, na década de 1990, o

método de processamento mínimo de frutas e hortaliças, que corresponde a tecnologia alternativa que alia praticidade, rapidez no preparo e higienização ao aproveitamento de produtos anteriormente rejeitados (OETTERER, 2006).

O consumo deste tipo de produto, segundo pesquisa do Instituto Nielsen, tem crescido em média 80% ao ano desde 1996. Somente em São Paulo pesquisas realizadas pelo Ministério de Integração Nacional indicam uma preferência de 32% dos consumidores por produtos minimamente processados e, destes, 71,8% associam esta escolha a higiene (SOUZA, 2001).

O processamento mínimo de frutas e hortaliças é o conjunto de operações que elimina as partes não comumente consumidas, como cascas, talos e sementes. Por conseguinte os produtos são reduzidos a porções menores por meio do corte, de modo que fiquem prontos para o consumo e ao mesmo tempo mantenham todas as qualidades organolépticas do produto *in natura* (OETTERER, 2006).

Segundo Cantwell (1995), o termo minimamente processado pode ser definido como produtos “frescos”, que são comercializados limpos, convenientes e que podem ser preparados e consumidos em menos tempo. O processamento mínimo de hortaliças compreende as operações que eliminam as partes não comestíveis como cascas, talos e sementes, seguidas pelo corte em tamanhos menores, tornando-as prontas para consumo imediato e mantendo sua condição de produto *in natura*.

As frutas e hortaliças frescas minimamente processadas são produtos *in natura* que se tornam prontos para o consumo ou uso no preparo de outros pratos. Elas são, geralmente, descascadas ou cortadas, se necessário, lavadas e submetidas a processos de sanitização (NGUYEN; CARLIN, 1994). O processamento pode incluir ainda o controle de pH, a adição de antioxidantes, a imersão em água clorada, ou a combinação destes ou outros tratamentos com outros métodos de conservação. O propósito dos alimentos minimamente processados é proporcionar ao consumidor produtos frutícolas e hortícolas convenientes, parecidos com os frescos e com vida útil prolongada. Simultaneamente, esses produtos devem ser seguros do ponto de vista sanitário e manter sólida qualidade nutritiva e sensorial (WILEY, 1997).

Frutas e hortaliças minimamente processadas são facilmente perecíveis, porque os tecidos são fisicamente injuriados nas etapas de descascamento e corte, além de sofrerem outros tipos de alterações inerentes ao processamento mínimo. Para a redução da predisposição à deterioração aos produtos submetidos a esse processo, faz-se necessário o emprego de práticas tecnologicamente adequadas como armazenamento em baixas temperaturas, modificações de atmosfera e sanificação (OETTERER, 2006).

O processamento mínimo inclui operações de seleção, lavagem, descascamento e corte, visando obter um produto fresco e conveniente para o preparo e consumo. A durabilidade deste tipo de produto é extremamente baixa se comparada ao produto inteiro, considerando que nas superfícies do corte, as células e a membrana celular são destruídas e ocorre alteração no metabolismo celular. Esta alteração no metabolismo, que inclui aumento na respiração e produção de etileno, resulta em redução drástica na vida pós-colheita do produto pré-processado (BURNS, 1995).

2.2.1 Consequências do processamento mínimo

As injúrias provocadas pelas operações de processamento e corte podem causar uma série de alterações no metabolismo vegetal. Tal fato reflete no aumento do metabolismo respiratório com produção de etileno e nas perdas de água, pigmentos e vitaminas, além de acelerar as reações de escurecimento enzimático e não-enzimático (OETTERER, 2006). De acordo com Brecht (1995), quanto maior a gravidade da injúria nos tecidos, maior é a velocidade de deterioração do produto minimamente processado.

Em resposta à injúria, os vegetais sintetizam uma série de compostos secundários vários deles possivelmente relacionados à cicatrização ou defesa, sendo o composto específico dependente da espécie e do tecido envolvido. Em alguns casos esses compostos interferem com o aroma, sabor, aparência, valor nutritivo e segurança do produto minimamente processado (BRECHT, 1995).

A fisiologia de hortaliças minimamente processados é essencialmente a fisiologia de tecidos vegetais que sofrem injúrias. Este comportamento inclui o aumento na respiração, da produção de etileno e, em alguns casos a indução do processo de cicatrização de feridas, além disso, a injúria pode causar aumento na infecção de microrganismos patogênicos. Outras consequências da injúria são de natureza química e física como escurecimento enzimático, oxidação de lipídeos ou aumento na perda de água (JACOBINO, 2002).

A agressão aos tecidos estimula a atividade de enzimas, as quais têm a função de reparar os danos causados pelo ferimento. A indução a formação de lignina constitui uma forma de defesa do vegetal diante da possibilidade de infecção por microorganismos

patogênicos. Porém, a lignificação de tecidos danificados é responsável pelo aparecimento de coloração indesejável, capaz de desvalorizar o produto final (OETTERER, 2006).

Os alimentos minimamente processados, tais como frutas e hortaliças intactas, deterioram-se após a colheita devido a alterações fisiológicas. Entretanto, as lesões provocadas durante o processamento promovem a descompartmentalização celular e possibilitam o contato de enzimas e substratos, que originam modificações bioquímicas, como escurecimento, formação de odores desagradáveis e perda da textura original. Além disso, o descascamento e o corte de frutas e vegetais favorecem a colonização dos tecidos vegetais por microrganismos deterioradores e patogênicos (VAROQUAUX; WILEY, 1997). Assim, um dos objetivos da tecnologia de alimentos é conseguir estender o *shelf life* destes produtos. Contudo dois problemas básicos dificultam a extensão da vida de prateleira dos minimamente processados. Primeiro, os tecidos vegetais estão vivos, respirando e muitas reações químicas estão acontecendo, e segundo, a proliferação de microrganismos que precisa ser retardada. O controle destes dois parâmetros é crítico para a produção destes produtos, concomitantemente com o desenvolvimento de embalagens apropriadas para atingir as condições ideais de armazenamento e conservação (KING JR; BOLIN, 1989).

2.3 Processamento mínimo e congelamento

A conservação de alimentos por congelamento pode ser considerada como uma das maiores conquistas da humanidade, possibilitando enfrentar a perecibilidade e a susceptibilidade de deterioração dos mesmos, em todos os seus aspectos. É uma das mais importantes ferramentas usadas na tecnologia dos alimentos, pois reduzem-se as perdas e os desperdícios, mantêm-se melhor o gosto, o sabor, a cor e a textura, além de conservar, de forma satisfatória, as características naturais dos produtos alimentícios (GEORGE, 1997).

A finalidade do recurso de congelamento é a procura da manutenção das características organolépticas e nutricionais dos produtos ao longo do tempo. Para que isso se consiga, devemos preparar os produtos convenientemente, tendo em conta as normas ou recomendações técnicas aconselhadas no congelamento, embalagem, armazenamento e distribuição de modo a manter-se a cor, gosto e composição dos legumes, pelo menos até a produção do ano seguinte (REIS, 1989).

Deve-se frisar importância de se obedecer a alguns princípios fundamentais para o congelamento de frutas e hortaliças. O alimento deve ser sadio, pois o frio não restitui a qualidade perdida. A aplicação do frio deve ser feita o mais breve possível após a colheita ou o preparo dos alimentos, os produtos devem ser conservados em temperatura constante, e o processo não deve ser interrompido em hipótese alguma (OETTERER, 2006).

Segundo Oetterer (2006), as etapas para o congelamento de vegetais são as seguintes:

- preparo: é um procedimento aplicado de acordo com a matéria- prima e o produto a ser obtido. Envolve descascamento, descaroçamento, corte, desintegração e outros;

- branqueamento: tem como principais objetivos inativar enzimas, manter a consistência firme, e as propriedades organolépticas, eliminar o ar presente nos interstícios celulares - responsáveis pela ocorrência de oxidações indesejáveis - e promover a desinfecção parcial de frutas e hortaliças destinadas ao congelamento;

- resfriamento: deve ser procedido logo após o branqueamento para que as frutas e hortaliças sejam privadas dos defeitos nocivos da exposição prolongada ao calor. Essa operação permite a economia da energia requerida durante o processo de congelamento. O resfriamento é comumente realizado pelo emprego de água corrente, cuja a finalidade é transportar os compostos remanescentes da operação de branqueamento. O tempo deve ser maior ou igual ao tempo utilizado no branqueamento;

- congelamento: emprega-se temperaturas entre -18°C e -25°C , nas quais nem toda a água da fruta se solidifica.

2.4 Escurecimento enzimático

O escurecimento dos alimentos durante o processamento e armazenagem provoca uma diminuição dos atributos de qualidade devido a mudanças na cor, flavor, além alterações nas propriedades nutricionais (MARTINEZ; WHITAKER, 1995).

O grau de escurecimento depende da presença de oxigênio, substâncias redutoras, íons metálicos, pH, temperatura, e atividade de diferentes enzimas oxidativas, especialmente a polifenoloxidase (PPO) e a peroxidase (POD) (LÓPEZ-NICOLÁS et al., 2007).

As reações enzimáticas que envolvem a polifenoloxidase ocorrem no alimento durante o processamento e armazenamento e têm sido muito estudadas em frutas e vegetais

(IADEROZA, 1989). As polifenoloxidasas constituem a classe de enzimas envolvidas no escurecimento de vegetais. (VAROQUAUX; WILEY, 1997).

O escurecimento de frutas e de certos vegetais é iniciado pela oxidação enzimática de compostos fenólicos pelas polifenóisoxidasas (PPO). O produto final da oxidação é a quinona, que ou se polimeriza, formando um pigmento escuro insolúvel, denominado melanina, ou reage não enzimaticamente com outros compostos fenólicos, aminoácidos e proteínas, formando também melaninas (LUPETTI, 2005).

2.4.1 Controle do escurecimento enzimático

A prevenção da oxidação em tecidos vegetais pode se dar através de procedimentos físicos ou químicos. Os processos físicos de conservação dos alimentos, como desidratação, armazenamento a baixas temperaturas e tratamentos térmicos, apesar de serem os mais adotados, possuem uma série de limitações. Alguns alimentos não podem passar por estes processos, pois podem alterar suas propriedades organolépticas, como sabor e odor. Outras possibilidades consistem em retirar o oxigênio do meio e controlar a luminosidade utilizando embalagens adequadas, a vácuo e não-transparentes e/ou utilização de conservantes (antioxidantes). Alguns conservantes podem ser utilizados como o bissulfito de sódio (hidrogenossulfito de sódio), ácido ascórbico, ácido cítrico, butil-hidroxianisol (BHA), butil-hidroxitolueno (BHT), tocoferóis e EDTA, entre outros. Para cada substância adicionada, deve-se sempre respeitar as doses máximas permitidas, considerando a ingestão diária tolerada de cada composto (LUPETTI, 2005).

O escurecimento enzimático pode ser controlado por diferentes métodos, os quais atuam sobre os componentes responsáveis pela alteração de ordem química em frutas e hortaliças. Segundo Evangelista (2008), os principais métodos de controle de escurecimento enzimático são:

- tratamento químico: envolve a participação de componentes químicos os quais interagem diretamente com a enzima responsável pelo escurecimento enzimático ou com o substrato, que corresponde ao componente necessário para a atuação das enzimas;

- uso do calor: este inativa completamente as polifenoloxidasas, porém coloca em risco as qualidades organolépticas inerentes aos produtos *in natura*, como sabor, aroma e textura;

- sulfito: é um inibidor excelente da atividade da polifenoloxidase. Ocorre a inativação enzimática por meio da reação do sulfito com o grupo Cu^{+2} da enzima;

- açúcar: tem a propriedade de remover a água livre disponível no meio e, conseqüentemente, minimizar a atividade de água, responsável pelo metabolismo enzimático;

- ácido ascórbico: reduz a formação de produtos intermediários da ação enzimática e é um aditivo largamente utilizado. Esta preferência deve-se à natureza ácida do composto e a suas qualidades vitamínicas, as quais possibilitam seu emprego em elevadas concentrações sem, no entanto, interferir negativamente em atributos como sabor e aroma;

- ácido acético e ácido cítrico: Altera o pH ótimo para o desenvolvimento enzimático mediante a acidificação do meio.

Melo e Vilas Boas (2006) estudaram a inibição do escurecimento enzimático em banana e maçã através de três tratamentos diferentes: ácido ascórbico 1%+cloreto de cálcio 1%+cloridrato de L-cisteína 0,5%, ácido ascórbico 1%+cloreto de cálcio 1%+cloridrato de L-cisteína 1%, ácido ascórbico 1%+cloreto de cálcio 1%+cloridrato de L-cisteína 1,5% (iv) Na₂EDTA 1%. Os tratamentos contendo EDTA e ácido ascórbico 1%+cloreto de cálcio 1%+cisteína 1,5% foram os mais efetivos na redução do aumento das atividades da polifenoloxidase e peroxidase, respectivamente, em banana e maçã minimamente processada.

2.5 Branqueamento

O branqueamento consiste em mergulhar as frutas ou hortaliças em água fervente ou tratá-las com vapor, seguido de rápido resfriamento. O branqueamento a vapor tem sido recomendado devido a menor taxa de lixiviação de nutrientes e componentes do sabor e do aroma de frutas (OETTERER, 2006).

Branqueamento é um processo térmico de curto tempo de aplicação, com características de pré-tratamento, pois precede o início de outros processos de elaboração industrial, como acontece nos tratamentos de congelamento e de hidratação de verduras. Comumente o branqueamento é empregado para inativar enzimas contidas em frutas e

hortaliças, antes de serem submetidas ao congelamento, já que este não é suficiente, até certo ponto, para sustar a atividade enzimática (EVANGELISTA, 2008).

As reações de escurecimento são alguns dos fenômenos mais importantes que ocorrem durante o processamento e armazenagem de alimentos. Elas podem envolver diferentes compostos e proceder por diferentes vias químicas. Os principais grupos de reações que conduzem ao escurecimento são a oxidação enzimática dos fenóis e o escurecimento não enzimático. O último é favorecido pelos tratamentos de calor e inclui uma ampla variedade de reações, tais como reação de maillard, caramelização e oxidação química dos fenóis (MANZOCCO et al., 2000). O branqueamento tem sido um dos mais populares métodos de prevenção do escurecimento enzimático aplicado em frutas e vegetais destinados ao congelamento e desidratação (CAMARGO, 1986).

Tratamentos de branqueamento (para obter inativação pelo calor ou inibição) podem ser realizados pela exposição de frutas e vegetais à água quente (método mais comum), soluções quentes ou frias contendo ácidos ou sais, vapor (KIDMOSE; MARTENS, 1999) ou microondas (CHEN et al., 1971) por alguns segundos ou minutos.

O branqueamento é realizado em hortaliças para congelamento, para destruição de catalase, causadora, no período de armazenamento de odor, sabor e coloração indesejáveis. O tempo e o grau de temperatura, regulados de acordo com a espécie do produto a ser tratado (EVANGELISTA, 2008).

O branqueamento por água é executado por máquina composta de um tambor de aço inoxidável, contendo em seu interior outro tambor, de aço galvanizado, rotatório e perfurado, soldado dentro do tambor, entre os dois tambores circula água quente. Para o branqueamento, o vegetal é posto no tambor giratório, banhado pela água do tambor externo, e movimentado pela espiral aquecida por injeção de vapor. A água quente, durante sua passagem pelo escaldador, proporciona ao produto, a temperatura necessária (EVANGELISTA, 2008).

O branqueamento em água quente é aconselhável para hortaliças, pois propicia a eliminação de resíduos de defensivos agrícolas e de produtos resultantes do metabolismo vegetal, como mucilagens, permite a que haja reavivação da cor característica de cada produto e eliminação de sabor e aroma desagradáveis ou mais intensos, responsáveis pela não – palatabilidade (OETTERER, 2006).

2.5.1 Eficiência do branqueamento

O índice de avaliação do branqueamento processa-se através do grau de destruição da catalase e da peroxidase (REIS, 1989). Para a inativação da enzima responsável pelo escurecimento de frutas e hortaliças deve ser feito o teste de inativação da peroxidase, a qual possibilita o controle das demais enzimas (OETTERER, 2006).

Segundo Oetterer (2006), o teste de peroxidase consiste em triturar 50 g da amostra com 150 mL de água em um liquidificador por 2 minutos. O material é filtrado e 2 mL do filtrado é transferido para um tubo de ensaio contendo 20 mL de água destilada. São adicionados 1 mL de solução de guaiacol a 0,5 % (dissolvido em etanol 5 %) e 1 mL de peróxido de hidrogênio a 0,08%. Após a homogeneização, a coloração da solução deve permanecer inalterada, o aparecimento de cor avermelhada é um indicio de que a peroxidase não foi inativada.

A regulação do binômio tempo/temperatura de branqueamento depende do tipo de matéria-prima, da forma e do tamanho do corte, do método de aquecimento e do tipo de enzima a ser inativada. Como exemplo, podemos citar os tempos de 1 a 1,5 minutos para o branqueamento de ervilha, espinafre e couve - flor, 2 a 3 minutos para aspargo, repolho e milho e de 3 a 5 minutos para beterraba e brócolis (OETTERER, 2006).

Segundo Santiago (2008), no branqueamento com água quente utiliza-se temperatura entre 70 e 100 °C por um tempo (1- 4 minutos). O tempo pode oscilar de segundos até minutos e a temperatura pode variar de 70 °C, podendo alcançar 100 °C.

Foram avaliados os efeitos de pré-tratamentos para a redução do escurecimento nas cultivares de maçã Fuji e Gala após um período de congelamento de 12 dias. Aplicaram-se quatro pré-tratamentos: imersão em água fervente por dois minutos, imersão em solução de bissulfito 0,25% por dois minutos, imersão em solução de sacarose 35% por dois minutos. O melhor pré- tratamento foi a imersão em água fervente comprovado através de avaliações de cor das amostras (HAMINIUK, 2005).

3 Materiais e métodos

O estudo foi realizado na empresa Grano Alimetos Localizada no município de Serafina Corrêa.....

As análises consistiram no monitoramento do branqueamento da couve-flor quanto à temperatura da água, o tempo de permanência e a inativação da enzima peroxidase. Além disso, também foi feita a análise sensorial do aspecto, cor, sabor e textura.

3.1 Pré-processamento da couve-flor

Para a realização do experimento foram utilizadas como matéria-prima couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), cultivada no município de Serafina Corrêa e região. A couve-flor foi recebida inteira, armazenada em caixas plásticas, sendo pesada e analisada visualmente quanto à presença de pragas e ao aspecto, em seguida foi encaminhada para as câmaras de resfriamento. Posteriormente, a couve-flor foi encaminhada para o corte manual, sendo este realizado de forma que a cabeça da couve-flor se desmembrasse em floretes. Estes floretes passavam por uma lavagem com água clorada e, em seguida, eram encaminhados para o branqueador. A Figura 1 ilustra o fluxograma de obtenção da couve-flor congelada.

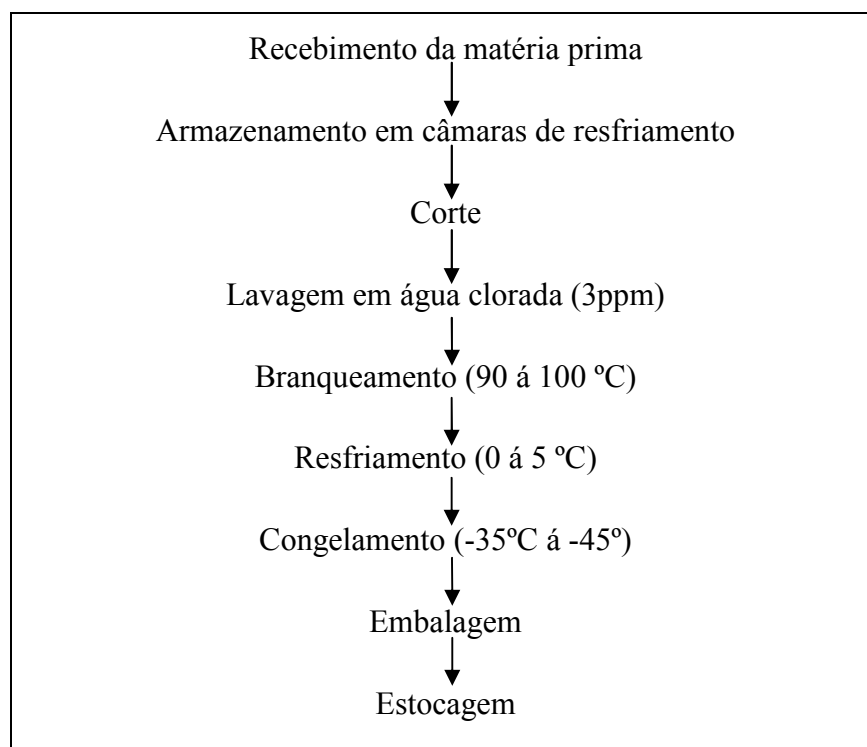


Figura 1 – Fluxograma de obtenção de couve-flor congelada

3.2 Branqueamento

O branqueamento foi realizado por imersão em água, sendo que esta água deveria apresentar temperatura entre 90 e 100 °C e o tempo de permanência da couve-flor de 45 segundos a 1 minuto. A etapa seguinte é o resfriamento do produto, em um *chiller* de resfriamento a temperatura de 0°C a 5°C. Posteriormente, a couve-flor foi transportada por uma esteira para o túnel de congelamento, sendo este um túnel contínuo, atingindo temperatura de -45°C. Em seguida, a couve-flor foi embalada e armazenada em câmaras fria.

O equipamento utilizado para o tratamento da matéria prima foi uma branqueador por imersão em água. O mesmo consiste em um tambor de aço inoxidável contendo um cilindro perfurado no centro, com movimento rotatório e água aquecida circulando entre o tambor.

3.2.1 Monitoramento da temperatura

O monitoramento de temperatura foi realizado a cada hora de processo. A temperatura foi verificada em um termômetro de capela digital e registrada. O padrão de temperatura estabelecido foi entre 90 e 100 °C.

3.2.2 Monitoramento do tempo

O monitoramento do tempo de permanência foi realizado com o auxílio de um cronômetro, sendo que um florete era marcado na entrada do branqueador e o cronômetro inicializado, quando o florete marcado saía do equipamento o cronômetro era parado. O tempo estabelecido foi de 45 segundos a 1 minuto. Este monitoramento foi realizado duas vezes ao dia.

3.2.3 Determinação de atividade da peroxidase

A determinação da atividade da enzima peroxidase foi realizada quatro vezes ao dia, coletando três floretes de couve-flor na saída do branqueador cortando-os e submetendo os mesmos a ação do reativo de guaiacol. Se os floretes adquiriam tonalidade parda avermelhada a peroxidase não estava inativa. Por outro lado, se não ocorresse nenhuma alteração de coloração, indicava que o branqueamento mostrou-se eficiente quanto a inativação enzimática.

3.3 Análise sensorial

Após a passagem da couve-flor pelo branqueador e pelo *chiller* de resfriamento, a mesma foi analisada quanto a aspectos sensoriais: aspecto, cor, sabor e textura. Para realização destas análises eram retirados entorno de 10 floretes na saída do *chiller* e analisados quanto aos seguintes parâmetros:

- aspecto: foi analisado visualmente observando-se a uniformidade dos floretes, a maneira de corte, presença de algum tipo de material estranho (folhas, talos, pragas);
- cor: a coloração foi analisada quanto à uniformidade de cor entre os floretes (amarelado ou esbranquiçado) e a presença de manchas (pequenas manchas amarelas ou manchas escuras);
- sabor: foi verificado se o mesmo era característico do produto ou se o produto apresentava algum sabor estranho;
- textura: foi avaliado a dureza, crocância (grau de “cozimento do florete”), através da compressão dos floretes entre os dedos.

4 Resultados e discussão

4.1 Resultados obtidos após a realização dos monitoramentos

Na Tabela 1 estão representados os resultados para os parâmetros tempo, temperatura, peroxidase, aspecto, cor, sabor e textura durante quinze dias de acompanhamento do processo de branqueamento de couve-flor.

Tabela 1– Resultados dos parâmetros acompanhados durante o branqueamento

| Data | Hora | Tempo | Temperatura | Peroxidase | Aspecto | Cor | Sabor | Textura |
|-------------------|--------------|--------------|-------------|------------|----------|----------|----------|-----------|
| 05/06/2010 | 08:00 | 01:10 | 94 | NC | C | C | C | C |
| 05/06/2010 | 10:00 | | 95 | C | C | C | C | C |
| 05/06/2010 | 14:00 | 01:25 | 98,5 | C | C | C | C | C |
| 05/06/2010 | 16:00 | | 97,5 | C | C | C | C | C |
| 06/06/2010 | 08:00 | 01:25 | 95 | C | C | C | C | C |
| 06/06/2010 | 10:00 | | 94 | NC | C | C | C | C |
| 06/06/2010 | 14:00 | 01:32 | 97,5 | C | C | C | C | C |
| 06/06/2010 | 16:00 | | 97 | C | C | C | C | C |
| 07/06/2010 | 08:00 | 01:40 | 94 | C | C | C | C | C |
| 07/06/2010 | 10:00 | | 91 | NC | C | C | C | C |
| 07/06/2010 | 14:00 | 01:36 | 94,5 | C | C | C | C | C |
| 07/06/2010 | 16:00 | | 96 | C | C | C | C | C |
| 08/06/2010 | 08:00 | 01:28 | 94 | NC | C | C | C | C |
| 08/06/2010 | 10:00 | | 96,5 | C | C | C | C | C |
| 08/06/2010 | 14:00 | 01:27 | 93,5 | NC | C | C | C | C |
| 08/06/2010 | 16:00 | | 94 | C | C | C | C | C |
| 09/06/2010 | 08:00 | 01:29 | 92,5 | NC | C | C | C | C |
| 09/06/2010 | 10:00 | | 94 | C | C | C | C | C |
| 09/06/2010 | 14:00 | 01:35 | 94,5 | C | C | C | C | C |
| 09/06/2010 | 16:00 | | 94,5 | C | C | C | C | C |
| 12/06/2010 | 08:00 | 01:18 | 88,5 | NC | C | C | C | NC |
| 12/06/2010 | 10:00 | | 97 | C | C | C | C | C |
| 12/06/2010 | 14:00 | 01:38 | 94,5 | C | C | C | C | C |
| 12/06/2010 | 16:00 | | 94,5 | C | C | C | C | C |
| 13/06/2010 | 08:00 | 01:20 | 91,5 | NC | C | C | C | NC |
| 13/06/2010 | 10:00 | | 94,8 | C | C | C | C | C |
| 13/06/2010 | 14:00 | 01:30 | 94,5 | C | C | C | C | C |
| 13/06/2010 | 16:00 | | 94,5 | C | C | C | C | C |
| 14/06/2010 | 08:00 | 01:25 | 96,5 | C | C | NC | C | NC |
| 14/06/2010 | 10:00 | | 95 | C | C | C | C | C |
| 14/06/2010 | 14:00 | 01:35 | 95,5 | C | C | C | C | C |
| 14/06/2010 | 16:00 | | 95,5 | C | C | C | C | C |
| 15/06/2010 | 08:00 | 01:25 | 95,5 | C | C | NC | C | NC |
| 15/06/2010 | 10:00 | | 97,5 | C | C | C | C | C |
| 15/06/2010 | 14:00 | 01:40 | 97,5 | C | C | C | C | C |
| 15/06/2010 | 16:00 | | 95,5 | C | C | C | C | C |
| 16/06/2010 | 08:00 | 01:24 | 92 | NC | C | C | C | C |
| 16/06/2010 | 10:00 | | 95,5 | C | C | C | C | C |
| 16/06/2010 | 14:00 | 01:39 | 98,5 | C | C | C | C | C |
| 16/06/2010 | 16:00 | | 98,5 | C | C | C | C | C |

C - conforme; NC - não-conforme

4.2 Discussões dos resultados obtidos

O branqueamento é considerado um pré- tratamento, pois o mesmo é realizado entre o preparo da matéria-prima e operações posteriores. No caso da couve-flor a operação posterior é o congelamento, que por si só não é capaz de conseguir a inativação enzimática.

Quando realizado corretamente o branqueamento não acarreta alterações indesejáveis nos alimentos. Porém, se o mesmo não for realizado corretamente pode acarretar alterações principalmente durante o período de estocagem dos alimentos.

4.2.1 Tempo de permanência

O tempo de permanência da couve-flor no interior do branqueador é um fator de extrema importância para o sucesso da inativação enzimática. A empresa estabelece que este tempo deveria ser de 45 segundos a 1 minuto. Este padrão foi estabelecido através de testes realizados pela empresa que verificaram que este intervalo de tempo conseguiria a inativação enzimática. Porém, todas as vezes que monitorado este tempo apresentou-se acima do limite estabelecido, sendo que os valores encontrados estavam entre 1 minuto e 10 segundos á ,40 minutos.

Segundo Oetterer (2006), o tempo de permanência no branqueador pode ser influenciado por vários fatores como, tipo de matéria-prima, da forma e do tamanho do corte, do método de aquecimento e do tipo de enzima a ser inativada, mas estabelece que o tempo para couve-flor deve ser de 1 a 1,5 minutos. Portanto, se os valores encontrados forem comparados com a literatura pesquisada os mesmos condizem entre si.

Santiago (2008), estabelece um tempo geral de branqueamento, sendo este de 1 à 4 minutos. Mas deixa claro que, este tempo pode oscilar de segundos até minutos. Dependendo de fatores como: tipo de fruta ou hortaliça, tamanho dos pedaços do alimento, temperatura de branqueamento e método de aquecimento. Se os valores estabelecidos pela empresa forem comparados com esta bibliografia, os mesmos podem ser considerados válidos, já que o autor menciona variações de segundos, além dos vários fatores que podem influenciar a determinação deste tempo.

A empresa também estabelecia que o monitoramento de tempo de permanência do produto no interior do branqueador deveria ser realizado apenas duas vezes por turno, por achar este procedimento muito trabalhoso. Porém, quando alguma outra análise influenciada por este tempo de permanência apresentava-se não conforme como peroxidase positiva, por exemplo, o tempo era verificado imediatamente, já que o tempo poderia ser o responsável pela não conformidade encontrada. Isto foi observado em dois momentos durante os quinze dias de monitoramento apresentados.

Nos dias 06 de junho e 12 de junho às 10 horas da manhã foi detectada não conformidade para peroxidase, para detectar possível causa do problema foi verificado o tempo sendo que os valores encontrados foram 1,25 e 1,14. Outro fator que poderia influenciar a não conformidade é a temperatura a mesma apresentava-se com valores de 94°C na primeira situação e 93°C na segunda. Como foi observado que tempo e temperatura apresentaram-se conformes a velocidade da esteira alimentadora do branqueador foi diminuída, pois o mesmo poderia estar sobrecarregado acarretando, assim a não inativação enzimática.

Os valores de tempo que apresentaram não conformidade para peroxidase foram os seguintes 1,10; 1,28; 1,27; 1,29; 1,20 e 1,24 minutos. Pode-se observar que houve não conformidades em intervalos de tempo relativamente distantes entre si se for comparado com o padrão estabelecido pela empresa. Este fato leva a considerar algum tipo de erro na medição de tempo ou na análise da peroxidase.

Pode-se sugerir que a empresa reavalie o seu tempo padrão estabelecido, já que os valores encontrados acima do padrão não refletiram resultados negativos no restante das análises realizadas. Um exemplo disto é a não alteração da textura do produto, quando o mesmo passou mais tempo no interior do equipamento podendo apresentar-se mais tenro a ponto de tornar-se quebradiço ao longo do processo, mas este fato não foi observado. Além disso, deve ser considerado que os tempos encontrados proporcionaram a inativação enzimática na maioria dos casos. Talvez estes tempos acima do valor estabelecido estejam fazendo com que a empresa gaste tempo, energia e, conseqüentemente, dinheiro sem necessidade.

Deste modo pode-se sugerir que a empresa realize mais testes com relação ao tempo de permanência e o reflexo do mesmo no restante das análises realizadas.

4.2.2 Temperatura

A empresa estabelece que o monitoramento da temperatura seja realizado de hora em hora, entretanto verifica a inativação da peroxidase a cada duas horas e, por isso, os dados de temperatura da Tabela 1 são mostrados a cada duas horas.

A temperatura de branqueamento é um ponto que merece controle especial, pois, segundo Santiago (2008), temperatura de branqueamento insuficiente pode causar dano maior para o produto do que a não realização do branqueamento. Isso pois o calor aplicado pode ser suficiente para romper tecidos (liberando substrato) e não para inativar enzimas. Além disso, pode ocorrer a destruição de apenas algumas enzimas, ativando outras em consequência acelerando o processo de alteração do produto. Este fato demonstra a importância do acompanhamento frequente da temperatura durante o processo de branqueamento, pois a oscilação da mesma pode levar a empresa a sofrer grandes perdas na qualidade do produto.

Santiago (2008) estabelece que a temperatura de branqueamento pode variar de 70 °C a 100 °C. Deste modo a bibliografia pesquisada condiz com os valores estabelecidos pela empresa (90 °C a 100 °C) e também com os valores encontrados durante os monitoramentos de temperatura realizados. Porém pode-se perceber que no dia 12 de junho às oito horas quanto a temperatura encontrada foi de 88,5 °C (abaixo do limite estabelecido pela empresa), a peroxidase não foi inativada. Mas este fato não pode comprovar nada já que, em outros momentos quando a temperatura apresentava-se 92; 91,5; 92,5; 93,5; 94 e 91°C a peroxidase também estava inativada. Entretanto, foi observado que em todos os momentos que a temperatura apresentou-se acima de 94 °C a peroxidase estava conforme. Sendo assim, a temperatura de 94 °C de deveria ser o ponto de partida para posteriores estudos de temperatura adequada para o branqueamento de couve-flor.

4.2.3 Inativação da peroxidase

A peroxidase encontra-se nos vegetais, podendo alterar cor, sabor, odor e valor nutritivo por degradação de diferentes compostos. É utilizada para avaliar a eficiência do branqueamento, já que é uma enzima resistente a inativação pelo calor. A destruição da peroxidase implica na destruição das demais enzimas que são menos termoresistentes.

A empresa realiza o teste de presença da enzima peroxidase diferente bem da maneira descrita por Oetterer (2006). Talvez a maneira como a empresa realiza este teste seja precipitada, explicando assim as não conformidades encontradas e situações de temperatura e tempo completamente distintas. Um exemplo disso é que em certos momentos a temperatura de 94°C foi eficiente para inativação enzimática, mas em outros momentos não.

4.2.4 Análise sensorial

O aspecto da couve-flor na saída do branqueamento é avaliado para garantir uma boa apresentação do produto. A couve-flor deve apresentar flores com uniformidade de tamanho, cor, sem presença de manchas, compactos, com talo não muito comprido, o corte deve ser realizado de maneira a não agredir a estrutura do florete e finalmente a presença de algum tipo de material estranho como folhas ou pragas provenientes da plantação. Ou seja, o aspecto foi analisado de modo a avaliar qualquer dano que o branqueamento possa ter causado ao produto ou algum problema que a couve-flor possa ter trazido de etapas anteriores ao branqueamento.

A cor da couve-flor após o branqueamento não sofria alterações significativas. Mas durante a realização do monitoramento foram encontrados floretes com manchas amareladas ou até mesmo escuras. Isso se dá devido a algum tipo de praga que pode ter atacado a plantação ou a danos mecânicos que o produto possa ter sofrido durante o transporte e manipulação.

Segundo Santiago (2008), o tempo e temperatura de branqueamento podem influenciar na perda de pigmentação durante o armazenamento. Deste modo a coloração mais amarelada ou mais esbranquiçada, de algumas amostras pode ser explicada.

A análise do sabor da couve-flor após o branqueamento era realizada com o intuito de verificar se o mesmo apresentava-se fora do padrão, ou seja, não característico. Santiago (2008) destaca que a maioria dos alimentos não sofre alterações significativas de sabor e aroma, mas o branqueamento inadequado pode levar a alterações indesejáveis durante a estocagem de alimentos desidratados e congelados. O sabor da couve-flor apresentou-se sempre característico.

A textura do produto branqueado é o fator que mais sofre alterações, pois o tempo e temperatura para inativação enzimática causam perda excessiva de textura. Quanto maior o tempo e temperatura de branqueamento maior será a perda de textura da couve flor. Santiago (2008), menciona a adição de cloreto de cálcio (1 a 2 %) na água de branqueamento com solução deste problema, o mesmo forma complexos insolúveis com o pectato de cálcio mantendo a firmeza dos tecidos.

5 Considerações finais

A qualidade final da couve-flor minimamente processada e congelada é diretamente influenciada pela realização de um branqueamento eficiente. A temperatura e tempo de branqueamento são padrões que merecem um controle especial, pois se os mesmos forem mantidos dentro dos padrões será garantida a inativação da peroxidase, prevenindo assim alterações indesejáveis no produto final.

Porém após a análise dos resultados obtidos pode-se sugerir que a empresa reavalie os padrões de tempo estabelecidos já que os valores de tempo e encontrados sempre foram superiores ao estabelecido pela empresa, a frequência da realização do monitoramento de tempo, temperatura e peroxidase deveriam ser os mesmos já que uma análise é dependente do resultado da outra, a temperatura de 94 ° C pode deve ser utilizada para realização de mais testes para sua utilização como temperatura mínima de branqueamento e metodologia utilizada para inativação enzimática reavaliada pode-se sugerir a utilização da metodologia proposta por Oettler como padrão para tornar esta análise mais precisa.

6 Referências

BRECHT, J. K. **Physiology of lightly processed fruits and vegetables.** *HortScience*, v. 30, n. 1, p. 45-46, 1995

BURNS, J. L. **Lightly processed fruits and vegetables: Introduction to the Colloquium.** *HortScience*, v. 30, n. 1, p. 14-17, 1995.

CAMARGO, R. **Tecnologia dos produtos agropecuários.** São Paulo: Nobel, p.123,1986.

CAMARGO, L. S. **As hortaliças e seu cultivo.** Campinas: Fundação Cargill,p.252, 1992.

CANTWELL, M. Fresh-cut products. **Pershbles Handling Nwslestter**, Davis,1995.

CHEN, S. C.; COLLINS, J. L.; MCCARTY, I. E.; JOHNSTON, M. R. Blanching of white potatoes by microwave energy followed by boiling water. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 36, p. 742-743, 1971.

CIVELLO,P. M.; MARTINEZ CHAVEZ. Peroxidase from strawberry fruit. **Journal of and food chemistry**, 1995.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos.** São Paulo: Varela, 2008.

FIGUEIRA, R. A. F. **Manual de olericultura.** São Paulo: Ceres, 1982.

GEORGE, M. R. Freezing Systems. In: **Quality in Frozen Food.** New York: Chapman & Hall, 1997.

HAMINIUK, I. C.; GUARANIOLIVEIR, R. C.; BAGGIO, .E. R.; MASSON, L. M. **Efeitos de pré- traramnetos no escurecimento de cultivares de maçã Fuji e gala após o congelamento**, 2005.

LOPEZ-ZSERRANO. Purification and characterization of a basic peroxidase isoenzyme from strawberries. **Food chemistry**, 1996.

KING JR., A.D.; BOLIN, H. R. Physiological and microbiological storage stability of minimally processed fruits and vegetables. **Food Technology**, 1989.

KIDMOSE, U.; MARTENS, H. J.; Changes in texture, microstructure and nutritional quality of carrot slices during blanching and freezing. **Journal of Science Food and Agriculture**, London, v. 79, p. 1747-1753, 1999.

MANZOCCO, L.; CALLIGARIS, S.; MASTROCOLA, D.; NICOLI, M. C.; LERICI, C. R. Microstructure and nutritional. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 11, n. 9-10, p. 340-346, 2000.

MELO, A. M.; VILAS BOAS, E. V. **Inibição do escurecimento enzimático em banana e maçã minimamente processados**, 2006.

NGUYEN C.; CARLIN F. **The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables**. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 1994.

OETTERER, MARILIA. **Fundamentos de ciência e tecnologia em alimentos**. São Paulo: Manole, 2006.

SANTIAGO, ANGELA MARIA. **Apostila do curso de tecnologia em alimentos**. Campina grande, 2008.

SOUZA, R. A. M. Mercado para produtos minimamente processados. **Informações econômicas**. São Paulo, 2001.

REIS, M. **Utilização do frio alimentar**. Lisboa: Clássica, 1989.

WILEY, R. C. **Frutas y Hortalizas Mínimamente Procesadas y Refrigeradas**. Zaragoza: Acribia, 1997.

VAROQUAUX, P.; WILEY, R. C. Cambios biológicos y bioquímicos em frutas y hortalizas refrigeradas minimamente procesadas. In: WILEY, R.C. **Frutas y hortalizas minimamente procesadas y refrigeradas**. Zaragoza: Acribia, 1997.