

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

Camila Czieslak Machado

ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE MOSTARDA À *L'ANCIENNE*

Porto Alegre

2014

Camila Czieslak Machado

ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE MOSTARDA À *L'ANCIENNE*

Relatório final, no formato de Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para obtenção do Título de Engenheiro de Alimentos.

Orientadora: Roberta Cruz Silveira Thys

Co-orientador: Julio Alberto Nitzke

Porto Alegre

2014

CIP - Catalogação na Publicação

Czieslak Machado, Camila  
Estudo e Desenvolvimento de Mostarda à l'Ancienne  
/ Camila Czieslak Machado. -- 2014.  
99 f.

Orientadora: Roberta Cruz Silveira Thys .  
Coorientador: Julio Alberto Nitzke.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto  
de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Curso de  
Engenharia de Alimentos, Porto Alegre, BR-RS, 2014.

1. Mostarda. 2. Brassica juncea. 3. À l'Ancienne.  
4. Desenvolvimento. I. Cruz Silveira Thys , Roberta,  
orient. II. Alberto Nitzke, Julio, coorient. III.  
Título.

Camila Czieslak Machado

ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE MOSTARDA À *L'ANCIENNE*

Relatório final, no formato de Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para obtenção do Título de Engenheiro de Alimentos.

Aprovado em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

.....  
Roberta Cruz Silveira Thys  
(Orientadora)  
Doutora em Engenharia Química  
UFRGS

.....  
Julio Alberto Nitzke  
(Co-orientador)  
Doutor em Informática na Educação  
UFRGS

.....  
Alessandro de Oliveira Rios  
Doutor em Ciência de Alimentos  
UNICAMP

.....  
Rafael Costa Rodrigues  
Doutor em Engenharia Química  
UFRGS

*À minha família, base do que sou e meu porto seguro,  
às amizades sinceras,  
à vida.*

## AGRADECIMENTOS

À minha família, pela educação que me foi dada, pelo incentivo aos estudos, pelo apoio, pelo amor, pelo carinho e, principalmente, por toda a paciência dedicada a mim, não somente neste período de TCC, mas durante todos os anos de faculdade, e mais: desde sempre. Dedico este trabalho à minha vó, Maria, ao meu pai, Flávio, ao meu irmão, Kiki, e especialmente à minha mãe, Inês, pela amizade incondicional e pela sua busca incansável pela mostarda marrom! Vocês são tudo na minha vida e eu devo tudo que sou a vocês! Amo vocês!

Aos meus tios, por degustarem e incentivarem a produção de mostarda: tia Lúcia (titi), tia Carmen, tio Tomaz e tio Pedro, obrigada!

Ao Igor, pela tranquilidade, pelo carinho, pela atenção, pelos abraços, por todas as outras coisas que fazem de ti a minha melhor companhia e por me proporcionar maravilhosos momentos de preguiça em que todas as preocupações pareciam evaporar!

Às minhas amigas. Primeiramente àquelas que estão comigo há mais tempo, as Bolas: Cathi, Débora, Talissa e, em especial, à Luana, por sempre conseguir se fazer presente na minha vida, em todos os momentos. Em segundo, mas não menos importante, às que estiveram comigo nessa incrível aventura que é a engenharia, as Projettetes: Carol, Dô e Paula. Não importa se tudo começou no Tiradentes ou em Física I, se vocês estiveram pelo mundo comigo ou não, se a festa vai ser na quarta ou na sexta, todas vocês têm um significado especial pra mim e um lugar único no meu coração!

Aos professores que estiveram presentes em diversos momentos da minha formação: à Simone, pela sempre presente disposição a ajudar e a aconselhar; ao Alessandro, pelos momentos de ensinamento e de amizade; ao meu co-orientador Julio, pelas ricas colaborações e à minha orientadora, Roberta, pelo tempo dedicado a mim e por me ensinar para o TCC e para a vida que "Todo resultado é um resultado".

Por fim, a todas as pessoas que me ajudaram durante todo este trabalho e que fizeram parte da minha vida acadêmica, direta ou indiretamente, e que não foram citadas, pois cada um também foi parte desta conquista.

*"C'est le temps que tu as perdu pour ta  
rose qui fait ta rose si importante."  
(Antoine de Saint-Exupéry)*

“Se as coisas são inatingíveis... ora!  
Não é motivo para não querê-las...  
Que tristes os caminhos, se não fora  
A presença distante das estrelas!”  
(Mário Quintana)

## RESUMO

A busca por sabores diferenciados e qualidade gastronômica impulsiona a demanda dos consumidores por produtos com características distintas daquelas encontradas em preparações convencionais, como a mostarda brasileira. A mostarda comercializada pela França, país de tradição reconhecida neste tipo de produto, se diferencia da brasileira tanto pelo processo de fabricação, quanto pela formulação. O objetivo deste estudo foi o desenvolvimento de mostarda *à l'ancienne* a partir de sementes de *Brassica juncea* utilizando duas formulações e dois equipamentos distintos (moinho coloidal e processador de alimentos) para a obtenção do produto, posteriormente avaliado através de análise sensorial. A amostra melhor avaliada sensorialmente foi comparada físico-quimicamente a uma mostarda comercial de origem francesa. Foram realizadas análises de extrato seco, teor de lipídeos, pH, cor, firmeza e consistência, além de análise sensorial final de aceitação com o público alvo. Físico-quimicamente, a amostra desenvolvida diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) da amostra comercial em todas as características analisadas, apesar de ambas apresentarem-se dentro dos padrões preconizados pela legislação francesa. A mostarda desenvolvida apresentou, frente à análise sensorial com o público alvo, um índice de aceitabilidade de 90%, com 98% de respostas positivas para intenção de compra, indicando que o produto desenvolvido apresenta evidente potencial de mercado.

**Palavras-chave:** mostarda – *Brassica juncea* – *à l'ancienne*.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### DESENVOLIMENTO BIBLIOGRÁFICO

Figura 1 - Reações envolvidas na formação de sabores em Cruciferae.....	26
Figura 2 - Fluxograma de produção da mostarda brasileira.....	29
Figura 3 - Fluxograma de produção das mostardas francesas tipo Dijon.....	31
Figura 4 - Moinho de pedra.....	33

### ARTIGO

Figura 1 - Diferenças observadas na análise sensorial da mostarda M3 entre provadores com diferentes hábitos de consumo.....	51
--	----

## LISTA DE TABELAS

### DESENVOLVIMENTO BIBLIOGRÁFICO

Tabela 1 - Formulação de mostarda brasileira.....	18
Tabela 2 - Produção e vendas de mostarda preparada, inclusive farinha de mostarda.....	21

### ARTIGO

Tabela 1 - Formulação de cada uma das amostras preparadas.....	48
Tabela 2 - Aceitações globais dos provadores segmentados por hábitos de consumo, obtidas através da análise sensorial preliminar.....	50
Tabela 3 - Resultados obtidos nas análises físico-químicas.....	52

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	- 12 -
2	OBJETIVOS.....	- 14 -
2.1	Objetivo Geral.....	- 14 -
2.2	Objetivos Específicos .....	- 14 -
3	DESENVOLVIMENTO BIBLIOGRÁFICO.....	- 15 -
3.1	A Origem da Mostarda .....	- 15 -
3.2	Tipos de Mostarda .....	- 17 -
3.2.1	Alemã .....	- 17 -
3.2.2	Americana.....	- 17 -
3.2.3	Brasileira.....	- 17 -
3.2.4	Francesa .....	- 18 -
3.2.5	Inglesa.....	- 19 -
3.3	Mercado .....	- 19 -
3.3.1	Mundial.....	- 19 -
3.3.2	Brasileiro .....	- 20 -
3.4	Usos e Propriedades.....	- 21 -
3.5	Grãos de Mostarda .....	- 22 -
3.5.1	<i>Brassica juncea</i> .....	- 22 -
3.5.2	<i>Brassica nigra</i> .....	- 22 -
3.5.3	<i>Sinapis alba</i> .....	- 22 -
3.6	Ingredientes.....	- 23 -
3.6.1	Grãos.....	- 23 -
3.6.2	Líquido de Imersão .....	- 23 -
3.6.3	Conservadores .....	- 24 -
3.7	Características Sensoriais .....	- 24 -
3.7.1	Grãos de Mostarda.....	- 24 -
3.7.2	Evolução da Pasta Durante o Armazenamento.....	- 25 -
3.7.3	Estabilidade da Emulsão.....	- 27 -
3.7.4	Escurecimento .....	- 28 -
3.8	Fluxograma de Produção .....	- 28 -
3.8.1	Mostarda Brasileira.....	- 29 -
3.8.2	Mostarda Francesa.....	- 30 -
3.9	Legislação .....	- 36 -
3.9.1	Legislação Brasileira .....	- 36 -
3.9.2	Francesa .....	- 38 -
3.10	Toxicologia.....	- 40 -
4	ARTIGO.....	- 42 -
5	CONCLUSÃO.....	- 58 -
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	- 59 -
	APÊNDICE A – Ficha utilizada na análise sensorial preliminar. ....	- 65 -
	APÊNDICE B – Ficha utilizada na análise sensorial de aceitação. ....	- 66 -
	APÊNDICE C – <i>Rapport de projet GPA : Le procédé de fabrication de la Moutarde de Dijon..</i> - 67 -	- 67 -

## 1 INTRODUÇÃO

A mostarda é o segundo condimento preparado mais consumido do Brasil, ficando atrás somente do ketchup (IBGE, 2014). Curiosamente, a mostarda propriamente dita ocupa normalmente o terceiro ou quarto lugar na lista de ingredientes destes preparados, podendo ser precedida por água, vinagre, açúcar, óleo e amido. Ao ouvir a palavra mostarda, grande parte dos brasileiros recorda-se de um produto amarelado e pouco viscoso, vendido com o nome de “condimento preparado à base de mostarda” ou como “molho de mostarda”.

A mostarda no Brasil é, normalmente, produzida com o grão amarelo (*Sinapis alba*) em pó, vinagre, condimentos e qualquer outro ingrediente desde que este não descaracterize o sabor da especiaria, de acordo com BRASIL (2005), resultando em um produto suave e adequado ao paladar da maioria dos brasileiros. Seu processo de fabricação tem como base a mostarda americana, que também utiliza o grão em forma de pó durante o processamento (MANTOVANI et al., 2002).

Por outro lado, as mostardas de Dijon e *à l'ancienne*, conhecidas no mundo inteiro, são condimentos fabricados a partir de grãos inteiros de mostarda da espécie *Brassica juncea* ou *Brassica nigra*, vinagre, sal e água (FRANÇA, 2000).

Originárias da França, estes tipos de mostarda são fabricados em diversas regiões francesas, sendo atualmente produzidos também em outros países. A denominação de origem “Mostarda de Dijon” já foi objeto de diversos debates. Em 1937, após um processo judicial envolvendo a disputa da apelação entre dois fabricantes de mostarda parisienses e dois dijonenses, a “cour de Cassation”, o Poder Judiciário francês, decidiu que esta apelação não corresponde a uma apelação de origem, mas sim a um processo de fabricação. Esta decisão trouxe o direito de rotular como “Mostarda de Dijon” qualquer mostarda que fosse fabricada seguindo este modo de produção, não importando seu local de origem (CHAIZE et al., 2013). De maneira geral, esta denominação é reservada às mostardas obtidas por moagem de sementes de *Brassica nigra* ou de *Brassica juncea* juntamente com líquidos de imersão pré-definidos, posteriormente tamisadas e sem a extração de óleo. Semelhantemente, a mostarda *à l'ancienne* é o produto proveniente da moagem grosseira, sem peneiramento, de grãos não desengordurados de *Brassica nigra* e *Brassica juncea* (FRANÇA, 2000).

Nos últimos anos, a tendência a buscar um produto com características semelhantes às de suas matérias-primas têm crescido consideravelmente, tendo como reflexo a preferência de um público cada vez maior por produtos menos processados e mais artesanais. A mostarda francesa é preparada utilizando-se matérias-primas simples e tradicionais, garantindo um produto que mantém o sabor e as peculiaridades da matéria-prima. Além disto, o mercado deste tipo de produto no nosso país ainda é constituído predominantemente por produtos importados. Neste trabalho, formulações contendo diferentes proporções de mostarda, vinagre de vinho branco e água, assim como o processamento em dois equipamentos distintos, como alternativa ao moinho de pedra, foram avaliados a fim de reproduzir o processo de produção da mostarda *à l'ancienne*.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um método de processamento para a produção de mostarda *à l'ancienne*.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Obter mostardas processadas *à l'ancienne* de acordo com a legislação francesa.

Realizar a avaliação sensorial preliminar das amostras obtidas.

Avaliar físico-quimicamente a amostra com melhor aceitação sensorial, comparando-a com uma amostra comercial.

Avaliar sensorialmente a amostra escolhida com provadores que apreciem o produto.

### 3 DESENVOLVIMENTO BIBLIOGRÁFICO

#### 3.1 A Origem da Mostarda

O grão de mostarda é conhecido há milênios, embora sua origem geográfica ainda não esteja claramente definida, ficando entre o Afeganistão e o leste da Índia ou da China. Existem dois tipos predominantes de Mostarda: a *Brassica juncea*, de grão marrom, e a *Brassica hirta*, de grão amarelo. Ambas contêm a enzima mirosinase, sendo diferenciadas pelo glicosídeo presente na semente (BRAGANTE, 2009). O sabor característico da semente de mostarda amarela é derivado do glicosídeo sinalbina, ao passo que a semente marrom deve seu paladar muito mais acentuado ao glicosídeo sinigrina. Normalmente mais de um glicosídeo é encontrado em cada uma destas sementes de mostarda (VELÍŠEK et al., 1995).

A mostarda marrom é cultivada e utilizada nos cinco continentes, em áreas com clima subtropical. Esta planta foi cultivada pelos sumérios (3000 anos A.C.), mas também pelos egípcios, gregos, romanos e foi introduzida na Gália pelos romanos há cerca de 4.000 anos (CHAIZE et al., 2013). Segundo Mantovani et al. (2002), a mostarda amarela é nativa da bacia do mediterrâneo. No Brasil, a espécie *Sinapis alba* é a mais cultivada em decorrência de sua grande utilização para a produção de molhos de mostarda mais suaves. De acordo com a EMBRAPA (2014), dentre as cultivares da espécie acima referenciada, introduzidas pelo Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças (CNPQ), a cultivar *Gisilba* vem demonstrando boa adaptação às condições do Brasil Central, sendo os meses de março e abril a época mais indicada para o plantio.

A origem da palavra "mostarda" provém de duas palavras latinas, *mustum ardens* (mosto ardente), devido ao fato de que a mostarda era preparada com mosto (suco de uva não fermentado). Mais tarde, estas duas palavras latinas originaram a palavra *mustard*, em inglês (L'ORIGINE..., 2014).

Uma lenda conta que em 1383 Carlos VI, Rei da França, ordenou a Philippe Le Téméraire, duque da Borgonha (região francesa), que fizesse a segurança do Conde de Flanders. Philippe Le Téméraire o fez com um exército de 1.000 homens, pedindo um dízimo aos poderosos comerciantes de *sénevé* (grão selvagem de mostarda) para ajudar a financiar a viagem. Ao retornar a Dijon após vencer a batalha pela libertação, ele trazia a seguinte frase bordada na bandeira da procissão: *Moult me*

*tarde de rentrer à Dijon* (Muito ansiosos para voltar à Dijon). Ao entrar na cidade, a bandeira tremulou ao vento e uma dobra ocultou o "me". Os cidadãos gritaram, então: *L'armée des moutardiers arrive!* (O exército da mostarda está chegando!). Em reconhecimento, Philippe Le Téméraire permitiu que os fabricantes de *sénevé* passassem a ser denominados *moutardiers* (mostardeiros) e que eles utilizassem as armas da Borgonha como símbolo em seus produtos (SCHUBERT, 2014).

Em 1390, sua produção foi regulamentada e qualquer um que tentasse desenvolver uma mostarda fora dos padrões estabelecidos estava sujeito a pesadas multas. Nas grandes cidades, vendedores ambulantes iam de porta em porta para oferecer a mostarda como "tempero e especiaria do inferno". Os apotecários (farmacêuticos da época) preparavam uma mistura de sementes de mostarda, gengibre e hortelã e a vendiam aos homens da época, para que estes propusessem a mistura às suas esposas, a fim de despertar a sua libido (L'ORIGINE..., 2014).

A idade de ouro das especiarias foi o renascimento, onde a mostarda tornou-se parte de todos os banquetes. Ao longo dos séculos, transformou-se cada vez mais sinônimo de requinte e prazer, motivo que deu origem às mostardas finas e aromáticas. No início do século XIX, os fabricantes começaram a desenvolver novas receitas, agregando novos sabores, incentivados por grandes gastrônomos como Grimod de La Reynière, Carême, Brillat-Savarin e Monselet (L'ORIGINE..., 2014).

A industrialização no século XIX transformou o mundo da mostarda. Em 1853, Maurice Grey apresentou à Academia de Dijon uma máquina que esmagava, triturava e peneirava a mostarda, a fim de melhorar a eficiência da produção, que até então era realizada à mão. A tamisagem, específica para a mostarda Dijon, se desenvolveu gradualmente (CHAIZE et al., 2013).

No século XX a regulamentação se tornou mais rigorosa com o Decreto 1937, que definia as condições de fabricação e de apelações de mostardas, sendo este atualizado em julho de 2000 (L'ORIGINE..., 2014).

Apesar de não ter obtido sucesso em conseguir a *Apelação de Origem Controlada (AOC)* para a mostarda de Dijon, a região da Borgonha obteve, em 24 de novembro de 2009, um selo de origem protegida: *Moutarde de Bourgogne*, uma *Indicação Geográfica Protegida (IGP)*. Este selo europeu certifica que a produção dos grãos de mostarda e do vinho branco, assim como a transformação deste ingrediente em condimento ocorre na Borgonha (CHAMBRE D'AGRICULTURE CÔTE D'OR, 2014).



## **3.2 Tipos de Mostarda**

### **3.2.1 Alemã**

Apesar de o povo alemão apreciar imensamente a mostarda, as suas não têm uma característica específica que defina a mostarda alemã, já que podem variar de picante a doce e de grossa a fina. Algumas mostardas alemãs também envolvem ingredientes extras, como raiz-forte, para melhorar o seu sabor (BOUSEL, 2014).

O tipo mais difundido é doce e suave, com grãos grosseiramente moídos. Além deste estilo, há outros bem definidos: a *Weisswurstsenf*, de sabor suave e cor pálida; a *Scharfer Senf*, de sabor picante; a mostarda estilo bávaro, de cor escura e sabor doce, normalmente devido à adição de açúcar mascavo e a *Düsseldorf*, semelhante à de Dijon, porém mais picante e escura. Düsseldorf teve primeira fábrica de mostarda da Alemanha, em 1726, e ainda hoje é um centro de produção de mostarda (OULTON, 2014c).

### **3.2.2 Americana**

Este estilo de mostarda foi produzido pela primeira vez por George T. French, em 1904, e vendido pela marca *French's* como Creme de Mostarda Para Salada (FILIPPONE, 2014). Sua cor amarela brilhante é decorrente do uso de sementes de mostarda amarela finamente moídas, bem como do açafrão que é adicionado. No processo de produção estes dois ingredientes são misturados com vinagre, água e, por vezes, com algumas outras especiarias suaves (BOUSEL, 2014).

De acordo com Filippone (2014), a mostarda amarela também é conhecida como *ballpark mustard*, mostarda de estádio, devido ao seu frequente uso em cachorros-quentes vendidos em eventos esportivos.

### **3.2.3 Brasileira**

A produção nacional de mostarda depende da importação de matéria-prima de outros países. O brasileiro consome geralmente a mostarda mais suave, feita a partir de sementes amarelas (BRAGANTE, 2009). A mostarda preparada é

produzida a base de pó de mostarda amarela (*Brassica alba*), vinagre e condimentos (MANTOVANI et al., 2002). A formulação normalmente segue o estilo americano de mostarda e pode ser visualizada na Tabela 1.

**Tabela 1 - Formulação de mostarda brasileira**

<b>Ingrediente</b>	
Água	47,00%
Vinagre	28,60%
Mostarda em pó	7,60%
Açúcar	6,10%
Amido de milho	4,60%
Sal	2,40%
Óleo de soja	2,30%
Cebola	0,80%
Cúrcuma	0,50%
Pimenta em pó	0,10%

**Fonte:** Mantovani et al. (2002).

### 3.2.4 Francesa

De toda a mostarda fabricada anualmente na França, 90% é de Dijon ou tipo Dijon, dos quais 70% são produzidos nos arredores da cidade de Dijon. A segunda categoria mais destacada é a mostarda *à l'ancienne*, que apresenta como característica sementes de mostarda grosseiramente moídas (OULTON, 2014a).

Os grãos inteiros de mostarda marrom ou mostarda preta, juntamente com sal e água, são misturados a um líquido ácido, que pode ser vinho, vinagre ou mosto de uva (OULTON, 2014a). Após um período de repouso, a mistura passa por um moinho de pedra. No processo de fabricação da mostarda de Dijon, a pasta obtida é bombeada para uma peneira a fim de retirar as cascas das sementes, passando em seguida por uma etapa de homogeneização (BRAGANTE, 2009).

Todas as mostardas francesas são fabricadas sob os termos de um decreto que rege vários tipos de mostarda na França, originalmente aprovado em 1937 e alterado em 2000. Entretanto, a lei não menciona onde a mostarda de Dijon, por exemplo, deve ser feita, podendo esta ser produzida legalmente em qualquer região, desde que as regras sobre ingredientes e técnicas sejam seguidas. Do mesmo modo, não há menção sobre a procedência da semente de mostarda, mesmo porque 90% do grão utilizado na França é importado do Canadá (OULTON, 2014a).

### 3.2.5 Inglesa

Até 1720, a mostarda inglesa era um pó moído grosseiramente, utilizado para produzir um tipo de mostarda como a *à l'ancienne*. Porém em 1720, a semente de mostarda foi processada a seco em um moinho e peneirada para a remoção das cascas. A mostarda suave que foi preparada a partir deste pó tornou-se rapidamente preferida à anterior (OULTON, 2014b).

Atualmente, a mostarda inglesa em pó é uma mistura de sementes de mostarda amarela e marrom. A mostarda preparada não utiliza vinagre em sua composição, o que faz com que o produto seja o mais picante possível (BOUSEL, 2014). Segundo Oulton (2014b), este preparado contém açúcar e farinha de trigo, assim como açafrão, que é a fonte de sua coloração amarela brilhante.

O preparado é comercializado em frascos, mas o produto é mais comumente vendido em forma de pó, para que a mistura seja feito com água fria cerca de quinze minutos antes do uso (BOUSEL, 2014).

A marca mais reconhecida no mercado inglês é a *Colman's*, fundada em 1814. Jeremiah Colman foi nomeado provedor de mostarda à Rainha Victória em 1866. Além disso, em 1893, contratou dois químicos para inspecionar a semente de mostarda utilizada como matéria-prima, sendo um dos primeiros processadores de alimentos industriais a contratar responsáveis por verificar a qualidade de seu produto (OULTON, 2014b).

## 3.3 Mercado

### 3.3.1 Mundial

Os três principais países produtores de mostarda como condimento são a França (50%), a Alemanha (38%) e a Áustria (5%) (CHAIZE et al., 2013). Segundo Du Toit (2006), mais de 317 milhões kg de mostarda são consumidos mundialmente em um ano. Baroke (2013) afirma que a Eslováquia ocupou o primeiro lugar entre os países com o maior volume de consumo *per capita* no ano de 2013, com 1,6 kg, seguida pela República Checa (1,2 kg) e, posteriormente, pela França (1,0 kg).

Na França, a venda de mostarda é responsável por cerca de € 90 milhões no comércio interno e € 38 milhões em exportações, movimentando um total de quase €

130 milhões anualmente. A produção anual de mostarda preparada é de aproximadamente 75 a 80 mil toneladas, sendo dois terços dessa produção destinada ao mercado interno. A liderança de mercado é detida pelo grupo *Amora-Maille*, seguida pela *Européene des Condiments*, que representa 30% do mercado francês (CHAIZE et al., 2013).

De acordo com Haughton (2003), a mostarda é encontrada em 70% dos domicílios nos Estados Unidos, sendo o consumo *per capita* estimado em, aproximadamente, 340g por ano. Entre os anos de 1998 e 2003 as vendas de mostarda no país cresceram de 1 a 2% ao ano. A marca que detém a maior fatia do mercado americano é a *French's*, com 31% do total da categoria mostarda, sendo a mostarda tipo americana 72% de suas vendas. Estima-se que a categoria Dijon responda por 20% do total do mercado de mostarda nos Estados Unidos.

### **3.3.2 Brasileiro**

Boletins SEBRAE (2013) afirma que o consumo de temperos, especiarias, molhos e condimentos é prática cotidiana em todas as regiões do país e que o hábito vem aumentando constantemente. Isso se deve às melhores condições socioeconômicas da população brasileira, que cada vez mais valoriza a qualidade gastronômica dos pratos preparados e busca sabores diferenciados para suas refeições. Por isso, o cenário para o mercado de especiarias, molhos, temperos e condimentos é de crescimento em todas as regiões brasileiras.

De acordo com dados da Pesquisa Industrial Anual Produto, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014), a quantidade de mostarda produzida no Brasil cresceu aproximadamente 175% entre os anos de 2005 e 2010, onde teve seu máximo de produção atingido, com aproximadamente 21 mil toneladas e mostarda preparada e de farinha de mostarda produzidas, seguido de uma queda de 19,5% na produção dos anos de 2011 e 2012. Em relação à quantidade de produto vendida neste período de tempo, pôde-se notar da mesma forma um aumento de 134% até o ano de 2010, seguido de uma leve queda de 7,6% no ano de 2011. Apesar disso, houve um aumento de 30,7% entre a produção dos anos de 2011 e 2012, resultando em um crescimento total de 182% nas vendas entre os anos de 2005 e 2012. Os valores de produção e de venda por quilograma de produto permaneceram praticamente constantes no período de tempo avaliado,

oscilando entre R\$2,65 e R\$3,87 para a produção e entre R\$2,69 e R\$3,93 para a venda. Ao analisar a diferença entre a quantidade de mostarda preparada e de farinha de mostarda produzida e a quantidade vendida (Tabela 2), percebe-se que a produção foi maior do que a venda em praticamente todos os anos, exceto nos anos de 2005, 2008 e 2012. O ano de 2012 apresentou a maior diferença entre produção e vendas, sendo aproximadamente 5 mil toneladas de produto vendidos além do produzido, o que pode representar o crescimento do consumo de mostardas estrangeiras no cenário nacional.

**Tabela 2** - Produção e vendas de mostarda preparada, inclusive farinha de mostarda.

Ano	Quantidade Produzida (kg)	Valor da Produção (Mil Reais)	Quantidade Vendida (kg)	Valor das Vendas (Mil Reais)
2005	7.594.927	21.636	7.669.026	22.260
2006	13.407.265	40.757	11.040.295	34.390
2007	15.565.001	47.453	15.102.362	45.750
2008	15.569.195	47.006	15.864.359	48.447
2009	17.505.832	56.038	16.996.913	54.221
2010	20.875.614	55.284	17.917.127	48.268
2011	19.886.510	77.068	16.560.256	65.066
2012	16.798.458	53.479	21.639.380	59.847

**Fonte:** IBGE – Pesquisa Industrial Anual Produto (2014).

### 3.4 Usos e Propriedades

A mostarda pode ser utilizada como ingrediente funcional nas mais distintas aplicações. Como emulsificante, em maioneses e molhos para saladas; como estabilizante, devido ao acúmulo de suas partículas na interface da emulsão, agindo contra a separação de fases; como aglutinante, por conter entre 25 e 40% de proteínas e apresentar baixo custo, assim como por conter 25% de uma goma solúvel em água fria e estável tanto ao calor quanto ao resfriamento; como antioxidante, devido aos tocoferóis presentes naturalmente na semente e capazes de evitar a oxidação lipídica e como conservante, visto que os isotiocianatos presentes na mostarda inibem o crescimento de algumas leveduras e bactérias, fato que explica a vida de prateleira longa e estável que o produto apresenta (ADITIVOS E INGREDIENTES, 2001).

### **3.5 Grãos de Mostarda**

O gênero *Brassica* (crucíferas, família *Brassicaceae*) é composto por mais de 150 espécies, a maioria das quais são cultivadas para a produção de sementes ou como hortaliça. A oleaginosa denominada mostarda pode ser proveniente de várias espécies, geralmente pertencentes ou intimamente relacionadas ao gênero *Brassica*, dividido em subespécies, variedades ou cultivares (VELÍŠEK et al., 1995).

A composição típica do grão de mostarda é a seguinte: 30 a 45% de proteína; 25 a 40% de óleo; 15 a 25% de carboidratos; 9 a 12% de fibras e cinzas e 5 a 10% de água (BRAGANTE, 2009).

#### **3.5.1 *Brassica juncea***

É a mostarda marrom, também conhecida como mostarda oriental. Começou a ser cultivada com maior intensidade no início do século XX. É uma espécie híbrida, vigorosa e de excelente sabor, que constitui hoje o principal ingrediente das mostardas francesas. Seus grãos são de cor marrom-dourada, com sabor forte (ADITIVOS E INGREDIENTES, 2001).

#### **3.5.2 *Brassica nigra***

É a mostarda negra, muitas vezes chamada de verdadeira mostarda. É encontrada no Canadá, na Hungria, na Itália, e também na Índia. No passado foi muito cultivada na Europa, mas trouxe alguns problemas para a colheita mecânica e, em decorrência disto, começou a ser substituída pela mostarda marrom. A semente é minúscula (1,5 mm de diâmetro), o que resulta em aproximadamente 500.000 sementes por quilo. Durante muito tempo foi utilizada na fabricação da pasta de mostarda e na confecção de sinapismos (cataplasma cuja base é a mostarda). A mostarda preta é a mais picante de todas, seguida pela marrom, ligeiramente mais suave (ADITIVOS E INGREDIENTES, 2001).

#### **3.5.3 *Sinapis alba***

É a mostarda branca ou amarela, também chamada de *Sinapis linné*, *Brassica alba* ou *Brassica hirta*. É plantada preponderantemente no Canadá, na Hungria e, em menores proporções, na Alemanha. O grão é quase redondo,

apresentando tamanho de 2 a 2,5 mm de diâmetro, com tonalidade amarelo pálido e sabor menos picante e mais amargo, quando comparada às outras espécies. Este grão é base para as mostardas americana, inglesa e brasileira. Devido às suas notáveis qualidades de conservação, os grãos de mostarda amarela são também muito utilizados na confecção de marinadas, onde são utilizados inteiros (ADITIVOS E INGREDIENTES, 2001).

### **3.6 Ingredientes**

#### **3.6.1 Grãos**

Os principais tipos de semente de mostarda utilizados na preparação do condimento são a semente branca (*Sinapis alba*), a semente negra (*Brassica nigra*) ou a semente marrom (*Brassica juncea*), sozinhas ou misturadas (VELÍŠEK et al., 1995).

O nível de pungência de uma mostarda está diretamente relacionado com o tipo de semente utilizado. As sementes da mostarda amarela são as mais suaves, enquanto que as sementes marrons e pretas são muito mais “quentes” e mais pungentes (BOUSEL, 2014).

Para as mostardas de Dijon e *à l’ancienne* o Decreto nº 2000-658 de 06 de julho de 2000 da legislação francesa estabelece que os grãos utilizados na produção destes dois tipos de mostarda devem ser *Brassica nigra* ou *Brassica juncea* (FRANÇA, 2000).

#### **3.6.2 Líquido de Imersão**

O líquido utilizado para umedecer e unir as sementes após a moagem tem grande impacto na pungência do produto final. As sementes de mostarda, íntegras ou moídas, não são pungentes até entrarem em contato com um líquido, momento em que as enzimas naturais presentes na mostarda agem liberando compostos pungentes de seu estado dormente. Quanto mais ácido for este líquido, mais lentamente esta reação ocorrerá, e maior será o tempo de duração da característica de pungência. A temperatura do líquido pode também afetar a pungência: o calor desnatura as enzimas da mostarda e decompõe alguns dos compostos pungentes, enquanto que o frio os mantém intactos (BOUSEL, 2014).

Para a mostarda *à l'ancienne*, os líquidos de diluição permitidos, sozinhos ou em combinação com a água, são: vinagre, suco de uvas verdes, mosto de uvas, vinho e espumante, de acordo com o Decreto n° 2000-658 de 06 de julho de 2000 da legislação francesa. Para a mostarda de Dijon é permitida, pelo mesmo Decreto, a utilização dos seguintes líquidos: vinagre de fermentação, vinho, licor e cidra; suco de uvas verdes; suco e mostos de uvas; vinhos (FRANÇA, 2000).

### **3.6.3 Conservadores**

De acordo com Combe (2006), a fim de conservar as características do produto, antioxidantes como o SO<sub>2</sub> (metabissulfito de potássio, E224), utilizado pela sua capacidade de inibir o escurecimento não enzimático (reação de Maillard), podem ser adicionados à mostarda. Outros conservantes são comuns, tais como o ácido cítrico (E330-E333) e o ácido tartárico (E334-E337).

## **3.7 Características Sensoriais**

### **3.7.1 Grãos de Mostarda**

Durante a fabricação da mostarda os glicosídeos são hidrolisados pela enzima mirosinase (tioglucosidase ou tioglicosídeo glicohidrolase) em isotiocianatos, mais conhecidos como óleos da mostarda, e em alguns outros compostos. O sabor característico pungente e o odor da mostarda são devidos, principalmente, à presença dos isotiocianatos, que são diferentes para cada tipo de grão de mostarda, pois derivam de glicosídeos distintos. Na mostarda amarela, a sinalbina se transforma majoritariamente no composto não volátil 4-hidroxibenzil isotiocianato, enquanto na mostarda preta ou marrom, a sinigrina resulta em um composto volátil denominado isotiocianato de alila (AITC, de *allyl isotiocianate*) (VELÍŠEK et al., 1995).

A concentração de sinalbina na semente de mostarda branca varia entre 49,5 e 115,5 µmol/g (de 21 a 49 g/kg). Na mostarda preta, o teor total de glicosídeos varia entre 70 e 185 µmol/g (de 25 a 66 g/kg), sendo a sinigrina o principal deles, em uma proporção de 90 a 100%. Em sementes de mostarda marrom, três padrões em



relação à presença de glicosídeos foram determinados. O primeiro padrão, tipo “sinigrina”, é semelhante ao da mostarda preta. No segundo padrão, a sinigrina aparece com um teor de apenas 20% e a gliconapina torna-se o principal glicosídeo, com conteúdo aproximado de 80%. Um terceiro padrão contém apenas vestígios de sinigrina, sendo a gliconapina o principal glicosídeo (80%), seguido de glicobrassicinapina e progoitrina, que estão presentes em cerca de 10% do conteúdo total. Sementes da Europa e da América do Norte pertencem ao tipo “sinigrina”, enquanto que as da Ásia apresentam o segundo padrão (VELÍŠEK et al., 1995).

O conteúdo de 4-hidroxibenzil isotiocianato nas sementes de mostarda branca hidrolisadas varia entre 15 e 38 g/kg. O óleo volátil obtido a partir de *B. nigra* é composto por isotiocianato de alila (de 4 a 18 g/kg), ao passo que o óleo obtido a partir de *B. juncea* consiste em uma mistura de isotiocianato de alila (3,3 a 4,4 g/kg) e isotiocianato de 3-butenila (2,7 a 3,6 g/kg). A composição de glucosinolatos destas duas *Brassicacae* utilizadas para a fabricação de mostarda é muito semelhante, mas as diferenças na sua composição química (tais como uma maior quantidade de isotiocianato de 3-butenila, e os baixos níveis ou a ausência de mucilagem em algumas sementes) podem resultar em sabor ruim e consistência não desejável da pasta de mostarda (VELÍŠEK et al., 1995).

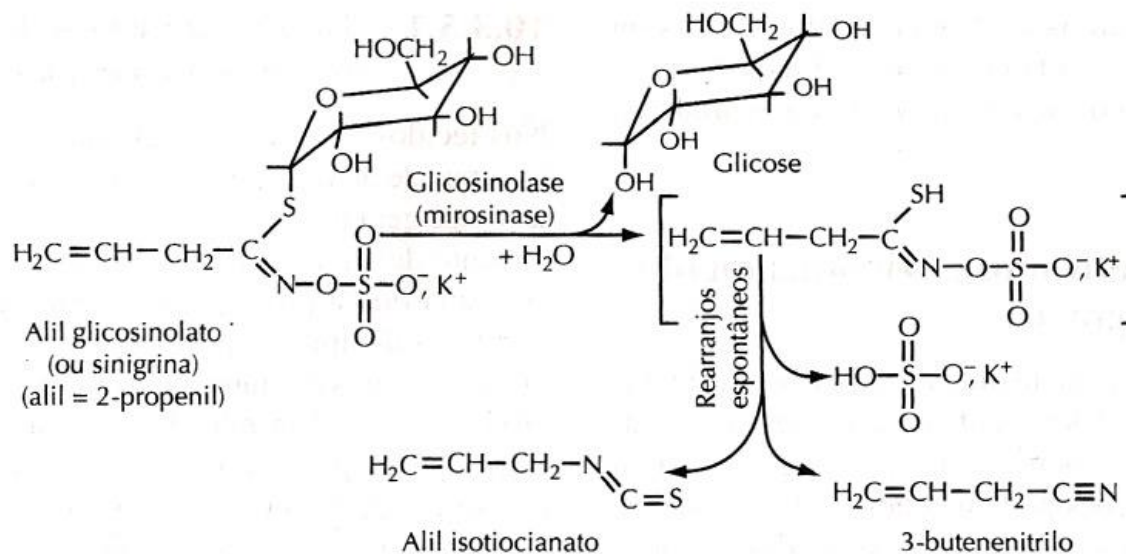
### **3.7.2 Evolução da Pasta Durante o Armazenamento**

#### **3.7.2.1 Isotiocianato de Alila**

A pungência é uma propriedade quimiossética exibida por alguns compostos encontrados em especiarias e vegetais que causam sensações características de calor e ardor. Os compostos pungentes da família *Cruciferae*, da qual fazem parte as plantas *Brassicacae*, são formados por meio de processos enzimáticos em tecidos rompidos e por cocção. Estes princípios pungentes podem ser não voláteis, como no caso das pimentas e gengibres ou um pouco voláteis, produzindo pungência nas cavidades oral e nasal e efeito lacrimejante, bem como aromas característicos, como é o caso da cebola e da mostarda (DAMODARAN et al., 2010). O composto químico que dá à mostarda seu sabor pungente típico é o isotiocianato de alila (LOUVRIER, 1997). Este composto resulta da ação de glicosinolases sobre precursores

tioglicosilados, como a sinigrina presente na semente de mostarda marrom (DAMODARAN et al., 2010). A reação química apresentada na Figura 1 ilustra o mecanismo de formação do sabor nas *Cruciferae* frescas. Além do alil isotiocianato formado, glicose, bissulfato de potássio e 3-butenenitrilo também são produtos desta reação.

**Figura 1** - Reações envolvidas na formação de sabores em *Cruciferae*.



**Fonte:** DAMODARAN et al. (2010).

O isotiocianato de alila se forma dentro de poucas horas após a moagem das sementes, mas degrada-se rapidamente à temperatura ambiente. A fração de isotiocianato de alila que se degrada em três meses pode chegar a 50%, considerando-se armazenamento à temperatura ambiente, e isto resulta em uma significativa perda de sabor da mostarda (LOUVRIER, 1997).

A diminuição do teor de AITC durante o armazenamento é devido à degradação da mirosinase, paralela à sua degradação pelas desulfurases e à sua reação com outros compostos, como o cobre, o ferro, o SO<sub>2</sub> e, em menor grau, com as proteínas (CHAIZE et al., 2013).

### 3.7.2.2 Mirosinase (tioglucosidase)

A ruptura dos tecidos de plantas da família *Brassicaceae* torna favoráveis as condições para a reação da enzima mirosinase com um conjunto diverso de glicosinolatos sem odor como substratos. Embora sujeita a debate, a visão

predominante é que células especializadas (idioblastos) chamadas “células de mirosina” contenham mirosinase e estejam adjacentes a células S (ricas em enxofre) que contenham tanto glicosinolatos quanto ascorbato nos vacúolos. Quando o tecido é rompido, o ascorbato se torna diluído em um nível que ativa a enzima conforme ela se mistura com os substratos glicosinolatos. As mirosinases apresentam atividade ótima em intervalos de pH de 4 a 8 e entre temperaturas de 40 a 75°C (DAMODARAN et al., 2010).

A fabricação da mostarda propicia uma hidrólise parcial das proteínas presentes nas sementes de mostarda, particularmente a mirosinase. Esta hidrólise continua durante o armazenamento da mostarda, no entanto a conservação a frio pode diminuir essa degradação. A atividade específica da mirosinase é máxima nas primeiras horas após a fabricação de mostarda, diminuindo durante o armazenamento. A enzima se deteriora acentuadamente nos primeiros dias após a fabricação, sendo que mais de 60% da quantidade inicial de mirosinase é perdida após uma semana de armazenamento. Esta degradação resulta na diminuição da produção do AITC na pasta de mostarda durante o armazenamento (CHAIZE et al., 2013).

### **3.7.3 Estabilidade da Emulsão**

A mostarda preparada trata-se de um produto do tipo emulsão óleo em água. Estes tipos de sistemas dispersos são instáveis a menos que uma substância anfifílica adequada esteja presente na interface entre as duas fases. As proteínas são moléculas anfifílicas e migram espontaneamente para uma interface óleo-água. Para a formação de uma emulsão é necessário óleo, água, um emulsificante e energia. A energia necessária para a deformação e o rompimento de gotículas geralmente é fornecida por uma agitação intensa, que pode causar forças de cisalhamento viscosas com força suficiente se a fase contínua for viscosa o bastante (DAMODARAN et al., 2010).

As emulsões estão sujeitas à perda de estabilidade devido à coalescência, que ocorre devido à ruptura do filme fino entre as gotículas próximas. Esta ruptura é proporcional ao tempo em que as gotículas permanecem próximas umas às outras (DAMODARAN et al., 2010).

As células moídas dos grãos de mostarda liberam fosfolipídios tensoativos, que ajudam a estabilizar a emulsão formada (CHAIZE et al., 2013).

#### **3.7.4 Escurecimento**

Ao longo da fabricação da mostarda as proteínas sofrem hidrólise parcial, que continua ao longo do armazenamento. A hidrólise de proteínas é acompanhada pela liberação de aminoácidos livres desde a moagem das sementes. O acompanhamento do teor de lisina livre em diversas massas de mostarda mostra que o teor de lisina livre aumenta com o tempo e com a temperatura de armazenamento (DIAHAM, 1983).

Os aminoácidos livres que contém uma função amina, assim como a lisina, ao reagirem com açúcares redutores, resultam na produção de pigmentos marrons, causando o escurecimento não enzimático durante o armazenamento (DAMODARAN et al., 2010).

O pH da mostarda (entre 3,5 e 3,8) não é o pH ótimo para a reação de Maillard, que seria próximo de um pH 6. Mesmo assim ela ocorre, sendo mais rápida se o armazenamento for feito à temperatura ambiente (CHAIZE et al., 2013).

A adição de SO<sub>2</sub> não tem efeito significativo sobre a hidrólise de proteínas, exceto em condições de armazenamento à temperatura ambiente e na presença de luz (DIAHAM, 1983). Acredita-se que o SO<sub>2</sub> possa impedir a ocorrência da reação de Maillard bloqueando os grupos carbonílicos ativos - presentes nos açúcares redutores, aldeídos e cetonas -, evitando a condensação entre estes grupos, os aminoácidos e as proteínas e, conseqüentemente, promovendo a paralisação da seqüência desta reação de escurecimento (AZEVEDO et al., 2007).

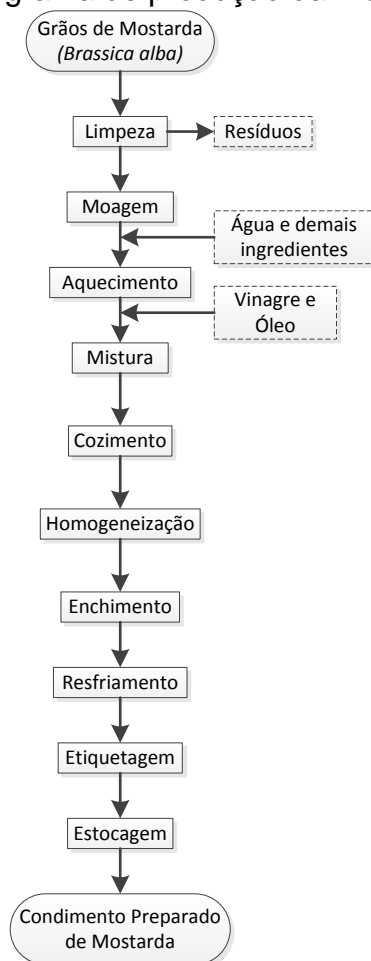
A duração da eficiência de SO<sub>2</sub> é, no entanto, inferior a quatro meses, e só é eficaz se o armazenamento for feito à temperatura ambiente e/ou na presença de luz. Tudo isso permite justificar porque é recomendado manter a mostarda sob refrigeração, ao abrigo da luz, e explica o prazo de validade, que varia entre 3 e 4 meses (CHAIZE et al., 2013).

### **3.8 Fluxograma de Produção**

### 3.8.1 Mostarda Brasileira

O processamento da mostarda brasileira é realizado com a semente amarela, seguindo as etapas de limpeza, moagem fina do grão, adição de água, aquecimento, adição de óleo e vinagre, mistura, cozimento e homogeneização (MANTOVANI et al., 2002). A Figura 2 apresenta o fluxograma geral da fabricação da mostarda brasileira.

**Figura 2** - Fluxograma de produção da mostarda brasileira.



**Fonte:** Elaborado pela autora, com base em Mantovani et al. (2002).

De acordo com Mantovani et al. (2002), a operação de limpeza tem como objetivo remover fisicamente resíduos indesejáveis da superfície das sementes de mostarda. O sistema de limpeza a seco é amplamente utilizado no tratamento de sementes, sendo que três métodos são comumente aplicados: aeração, separação por peneiramento e separação por diâmetro. Durante a etapa de moagem, o tamanho médio de sólidos é reduzido mediante a aplicação das forças de impacto, de compressão e de abrasão. As vantagens de reduzir o tamanho das sementes são

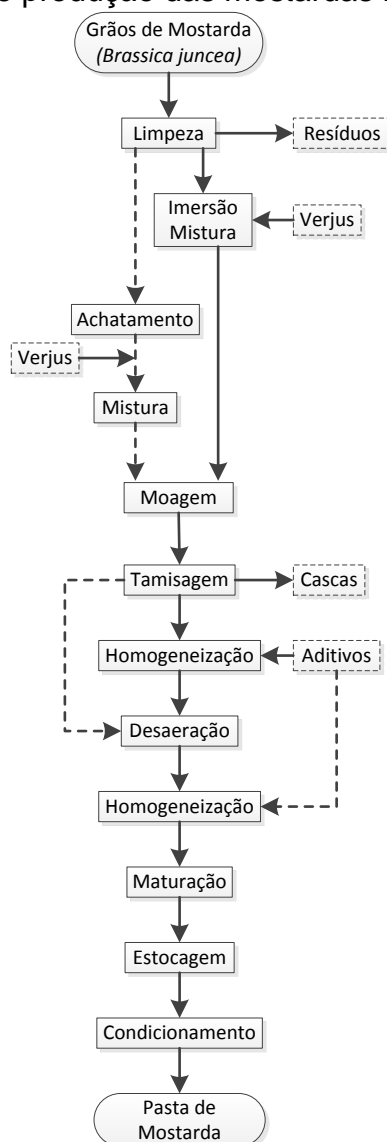
o aumento da relação superfície/volume, o que melhora a eficácia das operações seguintes, e a uniformização do tamanho das partículas do produto, a fim de facilitar a homogeneização e a solubilização do pó. As sementes de mostarda são moídas em moinho de rolo ou disco, resultando em um pó fino, que é o principal ingrediente deste condimento. A mostarda em pó é misturada com água e esta mistura é aquecida. O aquecimento é importante, pois estes ingredientes não se misturam bem a frio. Em seguida, os outros ingredientes são adicionados, com exceção do óleo e do vinagre. Tanques encamisados são utilizados nesta operação. O óleo e o vinagre são adicionados à pasta aquecida anteriormente. A mistura é feita no mesmo tacho encamisado, com agitação. O cozimento que se segue é realizado sob agitação, durante cinco minutos, a fim de provocar a evaporação da água contida no produto. A temperatura é controlada para evitar a ebulição da mistura. A homogeneização, que tem o objetivo de retardar ou minimizar qualquer sedimentação das partículas em suspensão, de modo a obter um produto estável, é realizada forçando a mistura a passar por pequenos poros, com pressão e temperatura controladas. O enchimento do recipiente é realizado a quente. Em seguida, eles são selados e as tampas são colocadas manualmente ou através de máquinas. As embalagens são resfriadas até a temperatura ambiente. Para esta operação, os recipientes já fechados são colocados em um recipiente que contenha água fria. As etiquetas adesivas são colocadas manualmente ou automaticamente e devem atender aos parâmetros exigidos pela legislação brasileira. O armazenamento deve ser feito em um local fresco e arejado, com os produtos já nas suas embalagens finais (MANTOVANI et al., 2002).

### **3.8.2 Mostarda Francesa**

A composição da mostarda de Dijon varia consideravelmente, mas, em geral, todos os tipos contêm sementes de mostarda (entre 150 e 350 g/kg), sal (10 a 50 g/kg), vinagre (10 a 50 g/kg) e água (500 a 800 g/kg) (VELÍŠEK et al., 1995). O processamento da mostarda francesa descrito no presente trabalho é baseado no estudo realizado por esta autora, juntamente com Chaize et al. (2013), durante o programa de intercâmbio acadêmico no *Institut National Supérieur Des Sciences Agronomiques De L'alimentation Et De L'environnement* (AgroSup Dijon, Dijon, França), que ocorreu durante o período de graduação em Engenharia de Alimentos

na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A Figura 3 apresenta o fluxograma geral da fabricação de mostardas francesas tipo Dijon, de duas diferentes formas, representadas pelas linhas contínuas (processamento tradicional) ou tracejadas (processamento com achatamento a seco), com base no processamento de mostarda realizado pela indústria *Europeéne des Condiments*. A mostarda à *l'ancienne* é preparada da mesma forma, exceto pelas etapas de tamisagem e desaeração, ou seja, após a moagem, a pasta é homogeneizada e segue para a maturação (CHAIZE et al., 2013).

**Figura 3** - Fluxograma de produção das mostardas francesas tipo Dijon.



**Fonte:** Elaborado pela autora, com base em CHAIZE et al. (2013). **Legenda:** A linha contínua representa o processo tradicional, e a linha pontilhada o processamento com achatamento a seco.

O “*verjus*” citado no fluxograma é o líquido onde são imersas as sementes da mostarda. Ele é composto de sal, vinagre e água, preparado em um misturador em ciclos contínuos e armazenado em um tanque para uso posterior (CHAIZE et al., 2013).

### **3.8.2.1 Recepção**

As sementes de mostarda (*Brassica juncea*) vêm  $\frac{2}{3}$  do Canadá e  $\frac{1}{3}$  do cultivo local (região da Borgonha, França). Antes da descarga do caminhão em silos de armazenagem, são realizadas análises de extrato seco, taxa de SO<sub>2</sub>, nível de impurezas, tamanho e peso em laboratório. A umidade no silo deve ser inferior a 8%, caso contrário há risco de hidrólise de sinigrina e de germinação das sementes. O vinagre utilizado normalmente contém 20% de ácido acético (CHAIZE et al., 2013).

### **3.8.2.2 Limpeza**

Os grãos são transportados por uma rosca sem fim até uma peneira vibratória para a remoção de impurezas e de sementes estranhas de dimensão superior à dos grãos de mostarda. As perdas durante esta operação são de cerca de 15% em peso. As sementes são cuidadosamente selecionadas para manter apenas as sementes maduras. Uma corrente de ar remove a poeira e as partículas finas e um ímã é utilizado para reter as partículas de metal (CHAIZE et al., 2013).

### **3.8.2.3 Imersão / Mistura**

Os grãos são imersos no “*verjus*”, com o objetivo de umedecer as sementes a fim de facilitar a moagem que se segue. A mistura é composta de um terço de semente e dois terços dos “*verjus*”. Isto permite solubilizar a mucilagem e favorece o descolamento da amêndoa. A imersão é de cerca de duas horas, mas pode variar de acordo com o número de linhas de produção em serviço (CHAIZE et al., 2013).

### **3.8.2.4 Moagem**

A seguir, as sementes são moídas em um moinho de pedra mineral reconstituída, como o apresentado na Figura 4, com separação de cerca de 0,5 mm



entre as pedras (no caso de mostarda *à l'ancienne*, a distância entre as pedras deve ser maior).

**Figura 4 - Moinho de pedra.**



**Fonte:** Laurent e Dewalque (2014).

São os operadores que controlam o espaçamento entre as pedras, utilizando potes modelo de mostarda que lhes permitem verificar visualmente se as configurações da máquina estão adequadas. Uma estrela no centro das rodas permite alimentar o moinho com mostarda. Controles de pH (por uma sonda de pH) e do índice de sal (por condutividade) são efetuados nesta fase para que correções sejam feitas nesta etapa, caso sejam necessárias (CHAIZE et al., 2013).

Também é possível que as sementes sejam achatadas antes de o “*verjus*” ser adicionado, a fim de fragilizar o grão e facilitar a impregnação das sementes de mostarda com a mistura. Para isso, um moinho de rolos é utilizado. A casca do grão é rompida e, em seguida, o “*verjus*” é adicionado. No entanto, este processo envolve a compra de uma máquina adicional (CHAIZE et al., 2013).

#### **3.8.2.5 Tamisagem**

Nesta etapa a casca das sementes e os demais resíduos devem ser separados da amêndoa para a fabricação de mostarda de Dijon, que deve conter menos de 2% destes resíduos, a fim de obter esta denominação. Além disso, este bagaço pode transferir gosto amargo à massa (CHAIZE et al., 2013). Esta etapa não ocorre no caso da mostarda *à l'ancienne*.

Uma turbina rotativa em aço inoxidável, com poros de 180 micrômetros, é utilizada de forma contínua. O tambor gira e a mostarda avança graças aos rolos que rodam mais rapidamente do que o cilindro. Um raspador é utilizado para evitar o entupimento: ele recupera as cascas, que são enviadas por uma esteira transportadora para serem armazenados em silos e, posteriormente, destinadas à alimentação animal. A peneira é limpa regularmente com “*verjus*”. A velocidade de rotação do tambor e a porosidade do filtro são os dois parâmetros críticos desta operação unitária. O bagaço é mais fácil de ser separado da semente após a moagem e a imersão, já que uma separação a seco resultaria em um efeito elevado de abrasão, devido ao fato de a amêndoa estar aderida à casca da semente. O produto resultante desta etapa de filtragem é uma pasta amarela, que pode atingir temperaturas de até 35°C após esta etapa, sendo resfriado até cerca de 20°C por um trocador de calor de placas (CHAIZE et al., 2013).

### **3.8.2.6 Homogeneização**

A mostarda é uma emulsão do tipo óleo em água, viscosa, a qual requer uma ação de cisalhamento significativa, realizada pela aplicação de altas pressões, a fim de fracionar as gotículas de óleo. É a composição da semente que vai impedir a separação das fases da emulsão. Uma bomba com hélice é utilizada para homogeneizar. A homogeneização de alta pressão é um tratamento físico no qual um produto líquido ou pastoso é projetado à alta pressão (30 a 1000 bar) através de uma geometria particular da cabeça de homogeneização. Por conseguinte, a mudança de fase é evitada na mostarda de Dijon (CHAIZE et al., 2013).

Antes de passar para uma cuba tampão, onde serão adicionados os aditivos, um filtro de aproximadamente 1 mm ajuda a garantir a segurança do produto, evitando a presença de corpos estranhos, resíduos, etc. A adição de SO<sub>2</sub> pode ser feita após o peneiramento ou durante a mistura do “*verjus*” (CHAIZE et al., 2013).

### **3.8.2.7 Desaeração**

Em seguida, uma etapa de desaeração remove o oxigênio, responsável pela oxidação da mostarda. A mostarda é transferida para um tanque de aço inoxidável a vácuo através de uma válvula. Por centrifugação, o produto é projetado através de uma tela e, em seguida, contra a parede interna do vaso. As bolhas estouram

quando se chocam contra a parede e a bomba de vácuo suga os gases liberados. Este método resulta na perda de certa quantidade de SO<sub>2</sub> devido à oxidação, sendo necessário considerar esta perda ao mensurar a quantidade adicionada previamente. É possível adicionar o SO<sub>2</sub> após a desaeração, mas é necessário realizar a homogeneização novamente, o que representa um custo de energia. Outro método para realizar a desaeração é a injeção de nitrogênio a uma pressão elevada, utilizado para pequenos volumes de produto. Como o coeficiente de dissolução do nitrogênio é maior do que o de oxigênio, ele tomará o seu lugar. Esta técnica não permite processar grandes quantidades de mostarda (CHAIZE et al., 2013).

### **3.8.2.8 Maturação**

A maturação, realizada em tanques, é a etapa onde a massa de mostarda perde sua amargura e pungência provenientes do isotiocianato de alila. O conteúdo de AITC vai diminuir durante a maturação devido à reações enzimáticas. O tempo mínimo de permanência na cuba de maturação é de 1,5 a 24 horas, à temperatura ambiente. As análises de extrato seco, teor de sal e acidez são realizadas antes do armazenamento, para verificar os parâmetros de formulação. O teor de sólidos fornece informações sobre proporção entre a quantidade de sementes e de “*verjus*”, e a acidez pode indicar a quantidade de “*verjus*” adicionada (CHAIZE et al., 2013).

### **3.8.2.9 Estocagem**

A mostarda é armazenada em tanques alocados em um ambiente a 15°C, onde permanecerá no máximo 3 meses antes de ser embalada (CHAIZE et al., 2013).

### **3.8.2.10 Embalagem**

Segundo CHAIZE et al. (2013), os potes são cheios através de uma bomba de dosagem automática e fechados a vácuo com tampas *twist-off*. O pote é submetido a um jato de vapor, enquanto a encapsuladora posiciona a cápsula no frasco. O vapor, ao se condensar, cria um vácuo parcial. Podem ser utilizados diferentes tipos de embalagens: frascos de vidro, a embalagem mais comum; baldes opacos de plástico; *squeeze* plástico ou acondicionamento em frascos herméticos, o que permite que os consumidores o fechem praticamente hermeticamente após o uso.

Durante a estocagem o pH, sólidos, acidez e o teor de SO<sub>2</sub> são medidos. O pH deve ser de 3, e os sólidos superiores a 22%, para a mostarda de Dijon, e a 18% para a mostarda *à l'ancienne*.

### **3.9 Legislação**

#### **3.9.1 Legislação Brasileira**

Até o ano de 2003, a mostarda era regulamentada pela Resolução nº 12 de 1978, na categoria de condimento preparado, que era definido como o produto obtido pela simples mistura de condimentos naturais ou elaborados, com adição de outras substâncias alimentícias aprovadas e apresentados sob a forma de pós, pastas e molhos, em emulsão ou suspensão. Na subdivisão dos condimentos preparados, constava como mostarda de mesa ou mostarda preparada, que era o produto cremoso obtido da mistura de mostarda em pó, vinagre e óleo, podendo conter outras especiarias, açúcar e sal. A Resolução de 1978 previa, ainda, que os condimentos preparados deveriam ser obtidos de especiarias genuínas e que poderiam ser adicionados de óleos comestíveis, ovos, sal, açúcar, limão, vinagre e de outras substâncias alimentícias aprovadas. Todos os ingredientes empregados deveriam estar em perfeito estado de conservação e a adição de amido era permitida na quantidade máxima de 10%, nos casos previstos, não sendo este o caso do condimento preparado de mostarda (BRASIL, 1978).

No ano de 2002 o INMETRO, Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, selecionou, com base na tradição, regionalização e participação de cada marca no mercado nacional, 10 (dez) marcas de mostarda, para que fossem submetidas a ensaios de conformidade dentro do Programa de Análise de Alimentos. Dentre estas 10 marcas, três eram provenientes de outros países, sendo duas francesas e uma inglesa. Os ensaios realizados foram de rotulagem, características organolépticas (aspecto, cor e odor), características microscópicas (sujidades, larvas, parasitas e elementos histológicos), características físico-químicas (presença de corante artificial e de amido) e características microbiológicas (limite máximo de 10 coliformes fecais por grama, de acordo com a RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001, ainda em vigor). O relatório concluiu que nenhuma das

mostardas produzidas em território nacional, nem a mostarda inglesa, estavam totalmente em conformidade com os aspectos analisados. Na caracterização microscópica foi detectada a presença de arroz, milho e trigo nas amostras e, na caracterização físico-química, a presença de amido. As duas únicas mostardas adequadas aos parâmetros previstos pela legislação correspondente ao produto foram as mostardas de fabricação francesa (INMETRO, 2004).

Em 01 de setembro de 2003 foi publicada a Resolução nº 228, o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Mostarda e Mostarda Preparada, provavelmente impulsionado pelo relatório do INMETRO, publicado em 2002. Nesta resolução foi definido que a palavra “mostarda” só poderia ser utilizada para produtos constituídos por sementes pulverizadas das diversas espécies de mostarda. O produto preparado pela homogeneização das sementes de mostarda ou do pó destas com outros ingredientes deveria ser chamado “mostarda preparada” (BRASIL, 2003). Esta definição ocorreu, provavelmente, em decorrência de grande parte dos fabricantes de mostarda preparada denominar seus produtos unicamente como “mostarda”, mesmo que a Resolução nº 12 de 1978 tivesse definido este tipo de produto como “condimento preparado”.

A Resolução nº 12, de 1978, e a Resolução nº 228, de 2003, foram revogadas pela publicação da Resolução nº 276, de 22 de setembro de 2005, que aprova o Regulamento Técnico Para Especiarias, Temperos e Molhos. Esta resolução define a mostarda, seja ela branca, parda ou preta, juntamente com outros 53 alimentos, como uma especiaria. Define também que “temperos” são os produtos obtidos da mistura de especiarias e de outro(s) ingrediente(s), fermentados ou não, empregados para agregar sabor ou aroma aos alimentos e bebidas. Por último, estabelece que os temperos podem ser designados por “condimentos preparados”, seguidos do ingrediente que caracteriza o produto, o que seria o caso do condimento preparado de mostarda (BRASIL, 2005).

Os aditivos alimentares que podem ser adicionados à mostarda preparada estão relacionados no Regulamento Técnico MERCOSUL, sobre Atribuição De Aditivos E Seus Limites Máximos Para A Categoria De Alimentos 13: Molhos E Condimentos. Estão presentes aditivos acidulantes, reguladores de acidez, antioxidantes, aromatizantes, corantes, conservadores, realçadores de sabor, estabilizantes, gelificantes e sequestrantes, assim como seus limites máximos de aplicação (BRASIL, 2004).

### 3.9.2 Francesa

A primeira lei francesa específica sobre a mostarda foi o Decreto de 10 de setembro de 1937, publicado em decorrência da lei de 1º de Agosto de 1905 sobre a prevenção da fraude na venda de bens e adulteração de alimentos, mais especificamente em relação à mostarda. Este decreto definia: “Mostarda” como o produto da moagem, seguida ou não de tamisagem, dos grãos de mostarda negra (*Brassica nigra*) ou parda (*Brassica juncea*); “Mostarda em Pó” como o produto da moagem, seguida ou não de tamisagem, dos grãos de mostarda que não tenham sofrido extração de óleo; “Mostarda em Pasta” como o produto proveniente da moagem de sementes de mostarda no suco de uvas verdes, vinho branco ou tinto, mosto de uvas, vinagre ou em uma mistura destes líquidos entre eles próprios ou com uma quantidade de água não superior a três quartos da mistura, assim como o produto obtido pela mistura de mostarda em pó com os líquidos acima mencionados. A esta pasta poderiam ser adicionadas pequenas quantidades de sal, açúcar, especiarias e ervas; “Mostarda de Dijon” como o produto obtido da pasta de mostarda tamisada, entre outros. O decreto definia os teores mínimos de extrato seco, assim como os aditivos e alguns outros ingredientes que poderiam ser adicionados (FRANÇA, 1937).

O Artigo 5º do Decreto de 1937 enumerava as adições que constituíam falsificação do produto: o uso de grãos de *Sinapis alba*, de grãos ou de farinhas que tenham sofrido extração de óleo, de materiais ricos em amido de qualquer natureza, de materiais espessantes, de materiais de coloração e, em geral, o uso de produtos cuja utilização não tivesse sido declarada lícita por decreto ministerial emitido após consulta com a Academia de Medicina e do Conselho Superior de Saúde Pública da França (FRANÇA, 1937).

Ainda, o Artigo 6º decretava que os produtos com a aparência de mostarda em pó ou pasta que não atendessem às definições dos artigos anteriores não poderiam ser postos à venda a menos que sob o nome de condimento ou de qualquer outro nome que evitasse a confusão do consumidor com os produtos acima definidos. Já o Artigo 8º proibia o uso da palavra "mostarda" ou qualquer derivado desta para os produtos referidos no artigo 6º deste Decreto (FRANÇA, 1937).

Alguns anos mais tarde, o Decreto nº 2000-658 de 06 de julho de 2000, para a aplicação do Código do Consumidor relativo às denominações das mostardas, trouxe algumas modificações, definições e restrições a mais. Este Decreto também revoga o Decreto de 1937. A Mostarda, por exemplo, passou a poder ser constituída de outras variedades além da *Brassica nigra* e da *Brassica juncea*, mas não pode ser nem sequer distribuída gratuitamente sob esta denominação caso não cumpra às normas do Decreto, como peso máximo de substâncias estranhas presentes nos grãos que serão moídos, teor máximo de cinzas insolúveis e teor mínimo de lipídeos (FRANÇA, 2000).

Farinha de Mostarda, Mostarda em Pó, Mostarda Doce, Forte, Extra-Forte, Verde, Violeta e Marrom foram redefinidas em relação à legislação anterior, assim como Mostarda em Pasta e Mostarda Preparada, e artigos específicos foram criados para a Mostarda de Dijon e para a Mostarda *à l'ancienne*. O Artigo 3º reserva a denominação "Mostarda de Dijon" às mostardas obtidas por moagem de sementes de *Brassica nigra* ou de *Brassica juncea*, posteriormente tamisadas e sem a extração de óleo. A quantidade de casca residual não pode exceder 2% em peso do produto acabado. Além disso, a mostarda de Dijon deve atender aos seguintes requisitos (FRANÇA, 2000):

- O teor em extrato seco proveniente das sementes de mostarda deve ser de pelo menos 22%, em peso, do produto final e o teor de gordura proveniente das sementes de mostarda de pelo menos 8%, em peso, do produto acabado;

- Deve ser elaborada exclusivamente com um líquido de diluição que consista em um ou mais dos seguintes líquidos, opcionalmente misturados com água, desde que a quantidade de água não seja superior a três quartos da mistura: vinagre de fermentação, vinho, licor e cidra; suco de uvas verdes; suco e mostos de uvas; vinhos;

- Pode conter preparados aromatizantes e substâncias aromatizantes naturais, com exceção daqueles com sabor de mostarda, especialmente contendo isotiocianato de alila. É proibida a incorporação de outros aromas;

- É proibida a adição de cascas e de farinhas de cereais.

O Artigo 6º reserva o termo "mostarda *à l'ancienne*" às mostardas provenientes da moagem grossa, sem peneiramento, de grãos não desengordurados de *Brassica nigra* e *Brassica juncea*. Além disso, a mostarda em grão deve atender aos seguintes requisitos (FRANÇA, 2000):

- O teor de extrato seco proveniente das sementes de mostarda deve ser de pelo menos 18%, em peso, do produto final e o teor de gordura proveniente das sementes de mostarda deve ser de pelo menos 5%, em peso, do produto acabado;
- Os líquidos de diluição permitidos, sozinhos ou em combinação com a água, são: vinagre, suco de uvas verdes, mosto de uvas, vinho e espumante;
- Pode conter preparados aromatizantes, flavorizantes naturais, substâncias aromatizantes idênticas às naturais, com exceção de aromas de mostarda, especialmente o isotiocianato de alila. Pode conter também cascas adicionadas, cuja presença deve ser indicada no rótulo;
- A adição de farinhas de cereais é proibida.

### **3.10 Toxicologia**

A alergia alimentar é uma preocupação de saúde pública em âmbito mundial, acometendo cerca de 3 a 6% da população (SICHERER, 2011). Estima-se que cerca de 1 a 7% de todos os pacientes portadores de alergia alimentar sofram de alergia à mostarda (EFSA, 2004). De acordo com Rancé e Dutau (1993), dentre as alergias ocorridas em crianças, a alergia à mostarda se situa no 9º lugar entre as mais comuns. Ela pode se manifestar por um eczema (51,8%), urticária ou angioedema (37%), asma (9,2%) e edema laríngeo com síndrome oral e rinite alérgica (1,8%). Casos de choque anafilático são relatados apenas em adultos.

Devido aos diferentes hábitos alimentares, a prevalência da alergia à mostarda varia muito entre diferentes regiões geográficas (PALLE-REISCH et al., 2013). A prevalência no Reino Unido não é conhecida, mas acredita-se que seja raro. Alguns estudos afirmam que a mostarda é um dos alérgenos alimentares mais comuns em certas regiões europeias, sendo a maior parte dos relatos provenientes da Espanha e da França (RADCLIFFE, 2011).

Diversos casos de reações alérgicas podem ser desencadeados por pequenas quantidades de mostarda, como em casos onde há o contato com utensílios de cozinha contaminados. Os sintomas alérgicos devidos à mostarda são semelhantes aos desencadeados por outros alimentos. Eles incluem grave anafilaxia, síndrome de alergia oral e sintomas subjetivos, tais como sensação de queimação, inchaço dos lábios e língua, dificuldade em respirar e em engolir, asma, náuseas, urticária generalizada, rinite alérgica e dermatite atópica (RADCLIFFE, 2011).



Na mostarda branca, as seguintes proteínas já foram identificados como alérgenos: uma albumina 2S (Sin a 1) (MENÉNDEZ-ARIAS et al., 1988), uma globulina 11S (Sin a 2) (PALOMARES et al., 2005), uma proteína não específica de transferência de lipídios (Sin a 3) e uma profilina (Sin a 4) (SIRVENT et al., 2009). Uma albumina 2S com características estruturais e imunológicas semelhantes às encontradas na mostarda branca é conhecida por ser o principal alérgeno na mostarda marrom (GONZALES et al., 1991 apud PALLE-REISCH et al., 2013). Estudos indicam que Sin a 1 e Sin a 3 são bastante resistentes à altas temperaturas e à enzimas digestivas e, portanto, é provável que elas suportem bem o processamento de alimentos. Em contraste, a Sin a 4 é parcialmente desnaturada a 85°C e completamente digerida pelo sistema digestivo (SIRVENT et al., 2009).

Um recente estudo europeu observou forte associação entre alergia à mostarda e alergia ao pólen de artemísia, causa comum da febre do feno verão. O pólen de artemísia é conhecido por conter um forte alérgeno muito similar a determinados alérgenos alimentares vegetais, incluindo o da mostarda. Em indivíduos que sofrem tanto da alergia ao pólen quanto da alergia à mostarda, normalmente a alergia ao pólen ocorre primeiro, tendo como consequência direta a alergia à mostarda (PALLE-REISCH et al., 2013).

A única opção para pacientes alérgicos à mostarda é evitar completamente o seu consumo. Na União Européia, a fim de proteger estes indivíduos de ingestão acidental, a mostarda e seus produtos devem ser declarados no rótulo, de acordo com a Diretiva 2007/68/CE (COMMISSION OF THE EUROPEAN UNION, 2007).

#### **4 ARTIGO**

Artigo a ser submetido à revista Ciência Rural, já formatado nas normas para publicação.

<http://coral.ufsm.br/ccrrevista/normas.htm>

1 **Estudo e desenvolvimento de mostarda à l'ancienne**

2 **Study and development of mustard à l'ancienne**

3

4 Camila Czieslak Machado<sup>1,\*</sup>; Roberta Cruz Silveira Thys<sup>1</sup>; Julio Alberto Nitzke<sup>1</sup>

5 <sup>1</sup>Departamento de Tecnologia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos,  
6 UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.

7 \* camilaczieslak@hotmail.com

8

9 **RESUMO**

10 A busca por sabores diferenciados e qualidade gastronômica impulsiona a demanda por  
11 produtos com características distintas dos convencionais, como a mostarda brasileira. A  
12 mostarda comercializada pela França, país de tradição reconhecida neste tipo de produto, se  
13 diferencia da brasileira tanto pelo processo de fabricação, quanto pela formulação. O objetivo  
14 deste estudo foi o desenvolvimento de mostarda *à l'ancienne* a partir de sementes de *Brassica*  
15 *juncea* utilizando duas formulações e dois equipamentos distintos (moinho coloidal e  
16 processador de alimentos) para a obtenção do produto. A amostra melhor avaliada  
17 sensorialmente foi comparada físico-quimicamente a uma mostarda comercial de origem  
18 francesa. Foram realizadas análises de extrato seco, teor de lipídeos, pH, cor, firmeza e  
19 consistência, além de análise sensorial final de aceitação com o público alvo. Físico-  
20 quimicamente, a amostra desenvolvida diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) da amostra  
21 comercial em todas as características analisadas, apesar de ambas apresentaram-se dentro dos  
22 padrões preconizados pela legislação francesa. A mostarda desenvolvida apresentou, frente à  
23 análise sensorial com o público alvo, um índice de aceitabilidade de 90%, com 98% de  
24 respostas positivas para intenção de compra, indicando que o produto desenvolvido apresenta  
25 evidente potencial de mercado.

26

27 **Palavras-chave:** mostarda, *Brassica juncea*, à l'ancienne.

28

## 29 **ABSTRACT**

30 The search for differentiated tastes and gastronomic quality drives the demand for products  
31 with characteristics distinct from the ones found in conventional products, as the Brazilian  
32 mustard. The mustard marketed by France, country with recognized tradition in this type of  
33 product, differentiates itself from the Brazilian one, both by the manufacturing process, as by  
34 the formulation. The objective of this study is the development of mustard à l'ancienne from  
35 seeds of *Brassica juncea* using two formulations and two different equipments (a colloid mill  
36 and a food processor) in order to obtain the product. The physico-chemical characteristics of  
37 the sample with the best sensory analysis results were compared to those of a commercial  
38 French mustard. In addition to a sensorial evaluation of target audience's acceptance, the  
39 following analyses were carried out: dry extract, lipid content, pH, color, firmness and  
40 consistency. Physico-chemical results of the prepared sample were significantly different ( $p >$   
41 0.05) from the commercial sample for all characteristics, although both remained within the  
42 standards recommended by the French law. As to the results of the sensory evaluation  
43 performed by the target audience, the experimental mustard showed index of acceptability of  
44 90%, with 98% positive purchase intent responses, indicating that the developed product has a  
45 clear market potential.

46

47 **Key words:** mustard, *Brassica juncea*, à l'ancienne.

48

## 49 **INTRODUÇÃO**

50 A mostarda é uma oleaginosa que pode ser proveniente de várias espécies, geralmente  
51 pertencentes ao gênero *Brassica* (VELÍŠEK et al., 1995). O grão é composto por 30 a 45% de

52 proteína, 25 a 40% de óleo, 15 a 25% de carboidratos, 9 a 12% de fibras e cinzas e 5 a 10% de  
53 água (BRAGANTE, 2009). Os principais tipos de semente utilizados para a produção de  
54 condimento são a branca (*Sinapis alba*), a negra (*Brassica nigra*) e a marrom (*Brassica*  
55 *juncea*) (VELÍŠEK et al., 1995).

56 Segundo DU TOIT (2006), mais de 317 milhões kg de mostarda são consumidos  
57 mundialmente em um ano. Em 2012, os brasileiros compraram 29% a mais de mostarda do  
58 que a quantidade produzida no país, indicando o crescimento do consumo de mostardas  
59 estrangeiras no cenário nacional (IBGE, 2014).

60 O processamento da mostarda brasileira é realizado com a semente amarela, seguindo as  
61 etapas de limpeza, moagem fina do grão, adição de água, aquecimento, adição de óleo e  
62 vinagre, mistura, cozimento e homogeneização (MANTOVANI et al., 2002).

63 Na França, a mostarda de Dijon responde por 90% do volume de produção, seguida pela  
64 mostarda *à l'ancienne*, caracterizada por conter sementes de mostarda grosseiramente moídas.  
65 O processamento da mostarda *à l'ancienne* é idêntico ao da mostarda de Dijon, diferindo  
66 apenas por não ser submetida às etapas de tamisagem e desaeração (CHAIZE et al., 2013). No  
67 preparo, ambas utilizam grãos inteiros de mostarda, sal e água, misturados a um líquido ácido,  
68 que pode ser vinho, vinagre ou mosto de uva (OULTON, 2014).

69 Segundo CHAIZE et al. (2013), as sementes de mostarda (*Brassica juncea*) provêm  $\frac{2}{3}$   
70 do Canadá e  $\frac{1}{3}$  do cultivo local (região da Borgonha, França). Os grãos são limpos e imersos  
71 no “*verjus*”, com o objetivo solubilizar a mucilagem e favorecer o descolamento da amêndoa.  
72 A mistura, composta por um terço de semente e dois terços de “*verjus*” (líquido composto de  
73 sal, vinagre e água onde são imersas as sementes da mostarda), é moída em moinho de pedra.  
74 Durante a maturação, que dura de 1,5 a 24h e é realizada em tanques fechados  
75 hermeticamente, a mostarda perde o amargor e a pungência provenientes do isotiocianato de

76 alila sendo, em seguida, encaminhada e armazenada por até três meses em tanques mantidos a  
77 15°C.

78 Na França, o artigo 6º do Decreto nº 2000-658 de 06 de julho de 2000 é o que regula  
79 características da mostarda *à l'ancienne*. Esta deve ser proveniente da moagem grossa, sem  
80 peneiramento, de grãos não desengordurados de *Brassica nigra* ou *Brassica juncea*. Além  
81 disso, outros diversos requisitos devem ser atendidos como, por exemplo, teores mínimos de  
82 extrato seco (18%) e de gordura (5%) no produto acabado (FRANÇA, 2000), o que demonstra  
83 a importância da realização de análises de lipídios e extrato seco a fim de avaliar se a  
84 mostarda está dentro dos padrões preconizados pela legislação francesa.

85 No Brasil, a mostarda se enquadra na Resolução nº 276, de 22 de setembro de 2005, que  
86 define “temperos” ou “condimentos preparados” como produtos obtidos da mistura de  
87 especiarias e de outro(s) ingrediente(s), fermentados ou não, empregados para agregar sabor  
88 ou aroma aos alimentos e bebidas (BRASIL, 2005). As mostardas comercializadas pelos  
89 diferentes países se diferenciam tanto pelo processo de fabricação, quanto pela formulação. A  
90 brasileira é menos pungente do que a francesa, em decorrência da menor quantidade de  
91 mostarda presente no produto (em média 8%, segundo MANTOVANI et al. (2002)), do  
92 processamento e do tipo de grão utilizado.

93 O nível de pungência de uma mostarda está diretamente relacionado com o tipo de  
94 semente e com o líquido utilizado, visto que este é o meio onde ocorre a reação de formação  
95 dos compostos pungentes e que sua acidez é limitante da velocidade da reação (BOUSEL,  
96 2014). De acordo com LOUVRIER (1997), o composto químico que dá à mostarda seu sabor  
97 pungente típico é o isotiocianato de alila (AITC, de *allyl isothiociante*), formado logo após a  
98 moagem das sementes. Ele resulta da ação de glicosinolases sobre precursores tioglicosilados  
99 (DAMODARAN et al., 2010).

100 A mostarda é um produto do tipo emulsão óleo em água, sujeito à perda de estabilidade  
101 devido à coalescência (DAMODARAN et al., 2010). Esta desestabilização da mistura pode  
102 influenciar a percepção da textura do produto. Os grãos de mostarda moídos liberam  
103 fosfolipídios tensoativos, que ajudam a estabilizar a emulsão formada (CHAIZE et al., 2013).

104 Ao longo da fabricação e do armazenamento da mostarda as proteínas sofrem hidrólise  
105 parcial, liberando aminoácidos livres, como a lisina, que ao reagir com açúcares redutores  
106 presentes na pasta, resulta no escurecimento não enzimático (DAMODARAN et al., 2010;  
107 DIAHAM, 1983). A adição de SO<sub>2</sub>, ácido cítrico ou ácido tartárico pode impedir a ocorrência  
108 da reação de Maillard (COMBE, 2006).

109 Através do estudo do processo de fabricação de mostarda na França, o objetivo deste  
110 trabalho é viabilizar a obtenção de mostarda *à l'ancienne* no Brasil, a partir da avaliação  
111 sensorial e físico-química de mostardas obtidas por diferentes formulações e processos de  
112 fabricação.

113

## 114 MATERIAL E MÉTODOS

115 Os grãos de mostarda utilizados (*Brassica juncea*), provenientes do Canadá, através da  
116 Exportadora Viterra (Regina, Canadá). Como insumos também foram utilizados vinagre de  
117 vinho branco (Rosina, Porto Alegre, RS) e sal marinho (Azevedo Bento, Porto Alegre, RS),  
118 adquiridos em comércio local, e água proveniente de rede pública de abastecimento. A  
119 mostarda comercial utilizada nas análises físico-químicas é de origem francesa e foi adquirida  
120 em comércio local (Porto Alegre, RS).

121 Os grãos foram lavados em água corrente e misturados ao líquido de imersão, composto  
122 de água, vinagre e sal, em concentrações que diferiam para cada amostra (Tabela 1), onde  
123 permaneceram durante 12 horas. A moagem foi realizada em dois equipamentos distintos, a  
124 fim de desenvolver um processo tecnológico visando a substituição do moinho de pedra,

125 utilizado no processamento tradicional: as amostras M1 e M2 foram processadas em moinho  
126 coloidal Puc Vikosator, enquanto as amostras M3 e M4 foram moídas em multiprocessador  
127 Arno NPRO1. Em temperatura ambiente, as amostras foram maturadas durante 24h e  
128 estocadas, em recipientes fechados, para posterior realização das análises.

129

130 **Tabela 1** - Formulação de cada uma das amostras preparadas.

	<b>Grãos de Mostarda</b>	<b>Vinagre</b>	<b>Água</b>	<b>Sal</b>
<b>M1</b>	32,8%	32,8%	32,8%	1,6%
<b>M2</b>	32,8%	26,2%	39,3%	1,6%
<b>M3</b>	32,8%	32,8%	32,8%	1,6%
<b>M4</b>	32,8%	26,2%	39,3%	1,6%

M1 e M2: amostras processadas em moinho coloidal; M3 e M4, amostras processadas em multiprocessador Arno NPRO1.

131

132 **Fonte:** A autora (2014).

133

134 A avaliação sensorial das quatro amostras de mostarda produzidas foi realizada em duas  
135 sessões, por 50 julgadores, não treinados, em cada uma delas. Os atributos avaliados foram  
136 aparência, aroma, viscosidade, pungência, sabor e aceitação global, utilizando uma escala  
137 hedônica de 9 pontos. As amostras foram oferecidas em pratos, codificadas com números  
138 aleatórios de três dígitos, acompanhadas de pão branco sem casca e de um copo de 100 mL de  
139 água, para limpeza do palato entre as avaliações.

140 Os ensaio físico-químicos foram realizados com a amostra que obteve maior média de  
141 aceitação global entre os provadores que costumam consumir produtos semelhantes. Para fins  
142 de comparação, estas análises também foram realizadas com a mostarda *à l'ancienne*  
143 produzida na França. Todos os experimentos foram realizados em triplicata.

144 As análises de firmeza e consistência foram efetuadas utilizando o Texturômetro TA-XT  
145 Plus (Stable Micro Systems, UK). As condições operacionais eram de um cilindro de plástico  
146 artificial (35 mm de diâmetro) inserido no produto à uma profundidade de 22 mm e à



147 velocidade de 2 mm/s (adaptado de BONCZAR et al., 2002). O aparelho foi conectado a  
148 um computador (equipado com o software Exponent Lite) para a obtenção dos perfis de  
149 textura.

150 A análise de pH foi realizada seguindo a norma 017/IV do Instituto Adolfo Lutz (1985),  
151 com medições eletrométricas executadas no phmetro de bancada Q400-A (Quimis). Os testes  
152 de cor foram realizados utilizando o colorímetro Konica Minolta CR-400. A análise de extrato  
153 seco foi efetuada seguindo a norma 015/IV do Instituto Adolfo Lutz (1985) e a determinação  
154 do teor de lipídios foi realizada por extração, segundo o método de Bligh-Dyer (1959).

155 A avaliação sensorial de aceitação da mostarda escolhida através da análise sensorial  
156 preliminar foi realizada por 50 julgadores, não treinados, que declararam ter o hábito de  
157 consumir produtos deste tipo. A amostra, em copos plásticos cobertos com plástico filme, foi  
158 oferecida aos provadores para que estes a consumissem quando assim desejassem. Além da  
159 aceitação global, avaliada por escala hedônica de 9 pontos, foi questionada a intenção de  
160 compra e o valor, dividido em três faixas de preço entre R\$ 5,50 e R\$ 10,00, que o provador  
161 estaria disposto a pagar pelo produto.

162 Os dados coletados nas análises sensoriais e físico-químicas foram submetidos à análise  
163 de variância ANOVA, fator único, para cada atributo e para cada ensaio. Através da diferença  
164 mínima significativa (DMS) obtida através do teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), foi realizada a  
165 comparação das médias das duas amostras.

166

## 167 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

168 A análise sensorial preliminar resultou em avaliações consideravelmente semelhantes  
169 dos parâmetros questionados para cada uma das quatro amostras processadas. Os provadores  
170 apresentaram uma tendência de boa ou má avaliação do produto em decorrência de seus  
171 hábitos de consumo de produtos do tipo mostarda francesa ou mostarda forte, razão pela qual

172 somente os dados dos provadores que afirmaram ter o costume de consumir produtos  
173 semelhantes (43%) foram levados em consideração nesta etapa. As médias obtidas da  
174 aceitação global dos produtos avaliados, tanto no grupo dos apreciadores, quanto no grupo  
175 dos não apreciadores e globalmente, não apresentaram diferença significativa entre os valores  
176 (Tabela 2).

177

178 **Tabela 2** - Aceitações globais dos provadores segmentados por hábitos de consumo, obtidas  
179 através da análise sensorial preliminar.

	Aceitação Global		
	Apreciadores	Não Apreciadores	Global
M1	6,96 <sup>a</sup> ± 1,78	4.68 <sup>a</sup> ± 1,92	5,73 <sup>a</sup> ± 2,17
M2	7,25 <sup>a</sup> ± 1,57	4.64 <sup>a</sup> ± 1,93	5,85 <sup>a</sup> ± 2,19
M3	7,40 <sup>a</sup> ± 1,23	4.06 <sup>a</sup> ± 1,50	5,37 <sup>a</sup> ± 2,15
M4	7,25 <sup>a</sup> ± 1,33	4.10 <sup>a</sup> ± 1,74	5,33 <sup>a</sup> ± 1,33

M1 e M2: amostras processadas em moinho coloidal; M3 e M4, amostras processadas em multiprocessador Arno NPRO1. Dados com letras diferentes na coluna são estatisticamente diferentes (p<0,05).

180

181

**Fonte:** A autora (2014).

182

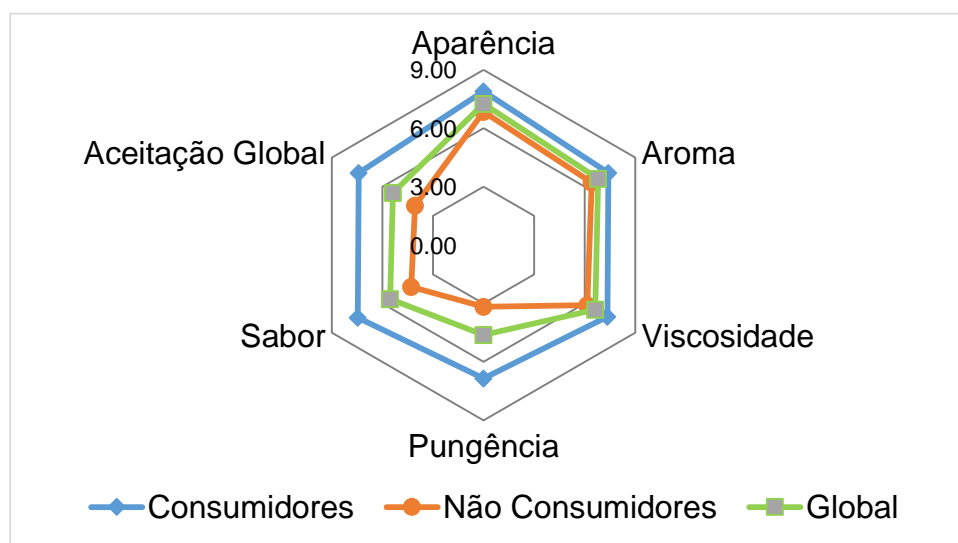
183 Para submissão aos ensaios físico-químicos foi eleita a amostra M3, utilizando o  
184 critério de maior média absoluta da aceitação global. Após a análise dos dados da amostra  
185 M3, segmentados de acordo com os hábitos de consumo (Figura 1), foi constatado que os  
186 parâmetros que mais desagradaram os provadores que não costumam consumir este tipo de  
187 produto foram a pungência e o sabor, sendo que as médias destes atributos diferiram  
188 significativamente dos valores obtidos com consumidores habituados, assim como dos valores  
189 globais.

190

191

192

193 **Figura 1** - Diferenças observadas na análise sensorial da mostarda M3 entre provadores com  
194 diferentes hábitos de consumo.



195

196

**Fonte:** A autora (2014).

197

198 Em relação aos diferentes equipamentos utilizados, as amostras fabricadas no  
199 multiprocessador (M3 e M4) obtiveram melhores avaliações em todos os atributos avaliados  
200 quando comparadas às mostardas processadas utilizando o moinho coloidal (M1 e M2). Pôde-  
201 se notar visualmente que o aquecimento excessivo do moinho coloidal durante o  
202 processamento ocasionou o escurecimento do produto, embora as diferenças entre as  
203 avaliações sensoriais do parâmetro de aparência para as quatro amostras não tenham sido  
204 significativas. Além disso, a amostra fabricada em processador resultou em um produto com  
205 mais sementes íntegras do que aquela moída em moinho.

206 Os resultados obtidos nas análises físico-químicas demonstram que a mostarda  
207 processada experimentalmente (M) difere significativamente da mostarda comercial (C) em  
208 todos os parâmetros analisados, como pode ser visualizado na Tabela 3.

209

210

211

212

**Tabela 3** - Resultados obtidos nas análises físico-químicas.

		Amostras	
		M	C
	Lipídios	7,78 <sup>a</sup> ± 0,55	5,68 <sup>b</sup> ± 0,41
	Extrato Seco	28,34 <sup>a</sup> ± 0,16	31,19 <sup>b</sup> ± 0,15
	pH	4,24 <sup>a</sup> ± 0,01	3,71 <sup>b</sup> ± 0,01
Cor	L*	51,88 <sup>a</sup> ± 1,00	47,14 <sup>b</sup> ± 1,10
	a*	2,91 <sup>a</sup> ± 0,40	4,35 <sup>b</sup> ± 0,30
	b*	16,49 <sup>a</sup> ± 0,34	20,81 <sup>b</sup> ± 1,14
Textura analítica	Firmeza	247,38 <sup>a</sup> ± 24,56	861,90 <sup>b</sup> ± 70,28
	Consistência	1587,86 <sup>a</sup> ± 61,22	2029,13 <sup>b</sup> ± 38,36

M: mostarda preparada experimentalmente; C :mostarda comercial; Dados com diferentes letras na mesma linha são estatisticamente diferentes, considerando P<0,05.

213

214

**Fonte:** A autora (2014).

215

216

217

218

219

220

221

222

223

224

225

226

227

228

De acordo com os resultados, o teor de lipídios da amostra preparada foi maior do que o da mostarda comercial. Em relação ao extrato seco, a mostarda preparada apresentou teor menor do que a mostarda comercial. Ambas estão dentro dos parâmetros estipulados pelo Decreto n° 2000-658 de 06 de julho de 2000 para este tipo de mostarda, que define valores mínimos de 5% para o teor de lipídios e de 18% para extrato seco. As diferenças evidenciadas nas análises dos produtos podem ser explicadas devido às desigualdades entre os grãos, assim como entre os processos de fabricação aplicados. EL-BELTAGI E MOHAMED (2010) afirmam que o conteúdo de óleo nas sementes da família *Brassicaceae* pode variar de 30 a 45%, dependendo da espécie, da variedade e das condições climáticas sob as quais foram cultivadas. A procedência das sementes utilizadas no processamento da mostarda comercial não é conhecida, sendo provável que esta seja diferente da origem dos grãos da mostarda preparada experimentalmente. Segundo CHAIZE et al. (2013), o teor de sólidos fornece informações sobre a proporção entre a quantidade de sementes e de “*verjus*”, indicando que

229 diferentes proporções de líquido e de sementes foram utilizadas na formulação de cada uma  
230 delas.

231 O pH é um indicativo da quantidade e do tipo de líquido ácido que foi adicionado ao  
232 líquido de imersão (CHAIZE et al., 2013). No caso da mostarda preparada experimentalmente  
233 (pH 4,24), a fonte de acidez do líquido de imersão das sementes é o vinagre de vinho branco.  
234 Na mostarda comercial (pH 3,71), de acordo com a lista de ingredientes, há uma mistura de  
235 vinagre, que aparece como ingrediente principal, e vinho branco. Além disso, é adicionado o  
236 acidulante ácido láctico, o que explicaria o pH menor desta amostra.

237 A análise de cor resultou em valores de L\* (luminosidade) maiores para a amostra  
238 preparada, demonstrando que a amostra comercial apresenta coloração mais escura. Sendo o  
239 valor de L\* uma média da luminosidade da área avaliada, o menor valor para a amostra  
240 comercial pode ser justificado pela maior presença de sementes não trituradas, de cor marrom.  
241 As coordenadas a\* e b\* foram ambas positivas para as amostras analisadas e apresentaram  
242 valores mais elevados para a amostra comercial, representando uma proximidade maior desta  
243 amostra à cor amarela (b\*) e à cor vermelha (a\*).

244 A análise de textura analítica resultou em valores mais elevados nos parâmetros de  
245 firmeza e consistência para a amostra comercial. A maior consistência da amostra comercial  
246 pode estar relacionada à presença de grãos de mostarda íntegros em maior quantidade do que  
247 na amostra preparada. COELHO (2012), afirma que a firmeza é uma propriedade sensorial  
248 que está implícita na determinação da espalhabilidade, podendo ser definida como a força  
249 requerida para obter a deformação. Desta forma, a mostarda comercial foi caracterizada como  
250 um produto menos fácil de espalhar do que a mostarda preparada experimentalmente.

251 A análise sensorial de aceitação resultou em uma média de 8,10 na escala hedônica de  
252 9 pontos, o que leva a um índice de aceitabilidade de 90%. Este valor é muito positivo, pois,  
253 segundo TEIXEIRA et al. (1987), para que um produto seja aceito quanto às características

254 sensoriais, é necessário que o seu índice de aceitabilidade seja igual ou superior a 70%. Entre  
255 os provadores que comprariam a mostarda preparada experimentalmente (98%), 45% deles  
256 estariam dispostos a pagar entre R\$ 8,50 e R\$ 9,00 por 200g de produto, seguidos de 42% que  
257 pagariam entre R\$ 7,00 e R\$ 8,50. Considerando que o preço da mostarda francesa adquirida  
258 comercialmente nos supermercados locais é em torno de R\$10,00, que o custo das matérias-  
259 primas foi de R\$ 1,10 para 200g de produto, e que este produto não teria taxas de importação,  
260 pode-se inferir que o produto desenvolvido também está adequado em termos de mercado.

261

## 262 **CONCLUSÃO**

263 O método desenvolvido para a fabricação de mostarda *à l'ancienne* apresentou  
264 resultados satisfatórios, pois apesar de diferir significativamente em todos os parâmetros  
265 físico-químicos analisados em relação à amostra comercial, e de não utilizar moinho de pedra,  
266 como no método de fabricação tradicional disponível na bibliografia, adequou-se aos padrões  
267 estabelecidos pela lei francesa no Decreto n° 2000-658 de 06 de julho de 2000.

268 O produto foi bem aceito sensorialmente e o público alvo mostrou-se disposto a  
269 adquirir esta mostarda, especialmente por se tratar de um tipo diferente das mostardas de  
270 fabricação nacional disponíveis comercialmente, indicando que a mostarda desenvolvida  
271 apresenta evidente potencial de mercado.

272

## 273 **REFERÊNCIAS**

274

275 **BLIGH,E.G.; DYER,W.J. A rapid method for total lipid extraction and purification.**  
276 **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, 1959. v.37, p.911-917. Disponível em: <**  
277 **<http://dx.doi.org/10.1139/o59-099>>. Acesso em: 10 set. 2014. doi: 10.1139/o59-099.**

278

279 BRAGANTE, A.G. **Processos de Fabricação de Mostarda**. 2009. Acessado em 19 set.  
280 2014. Online. Disponível em:  
281 <[http://abgtecalim.yolasite.com/resources/Processo%20de%20Fabrica%C3%A7%C3%A3o%  
282 20de%20Mostardas.pdf](http://abgtecalim.yolasite.com/resources/Processo%20de%20Fabrica%C3%A7%C3%A3o%20de%20Mostardas.pdf)>.

283  
284 BRASIL. Resolução RDC nº 276, de 22 de setembro de 2005. **Aprova o Regulamento**  
285 **Técnico Para Especiarias, Temperos E Molhos**. Diário Oficial da União, DF, 23 set. 2005.  
286 Seção I, p.378.

287  
288 BONCZAR, G. et al. **The effects of certain factors on the properties of yoghurt made**  
289 **from ewe's milk**. In: **Food Chemistry** v.79, p.85–91, 2002.

290  
291 BOUSEL, J. **Mustard Manual: Your Guide to Mustard Varieties**. 29 mai. 2014. Acessado  
292 em 20 set. 2014. Online. Disponível em: <[http://www.seriousseats.com/2014/05/mustard-  
293 manual-guide-different-types-mustard-varieties-dijon-brown-spicy-yellow-hot-whole-  
294 grain.html](http://www.seriousseats.com/2014/05/mustard-manual-guide-different-types-mustard-varieties-dijon-brown-spicy-yellow-hot-whole-grain.html)>.

295  
296 CHAIZE, D. et al. **Le procédé de fabrication de la Moutarde de DIJON**. 2013. 29p.  
297 Relatório de Projeto – Curso de Engenharia Agroalimentar, AgroSup Dijon.

298  
299 COELHO, C. D. M. **Desenvolvimento de uma formulação contendo um anti-inflamatório**  
300 **e ciclodextrinas**. 2012. 113p. Dissertação de Mestrado – Curso de Ciências Farmacêuticas,  
301 Universidade da Beira Interior.

302

303 COMBE, E. **Chimie de la moutarde. Université de Lorraine.** 21 dez. 2006. Acessado em  
304 25 set. 2014. Online. Disponível em: <[http://web04.univ-](http://web04.univ-lorraine.fr/ENSAIA/marie/web/ntic/pages/2006/combe.html)  
305 [lorraine.fr/ENSAIA/marie/web/ntic/pages/2006/combe.html](http://web04.univ-lorraine.fr/ENSAIA/marie/web/ntic/pages/2006/combe.html)>.

306

307 DIAHAM, B. **Étude des protéines de *Brassica juncea* au cours de la fabrication de la**  
308 **moutarde.** 1983. 127 p. Tese de Doutorado – Escola Nacional Superior de Biologia  
309 Aplicada à Nutrição e à Alimentação, Universidade de Dijon.

310

311 EL-BELTAGI, H.E.S.; MOHAMED, A. A. **Variations in fatty acid composition,**  
312 **glucosinolate profile and some phytochemical contents in selected oil seed rape (*Brassica***  
313 **napus L.) cultivars.** In: *Grasas Y Aceites*, v.61, n.2, p.143-150, 2010. Disponível em:  
314 <<http://dx.doi.org/10.3989/gya.087009>>. Acesso em 08 set. 2014. doi: 10.3989/gya.087009.

315

316 DAMODARAN, S. et al. **Química de Alimentos de Fennema.** Trad. Brandelli et al. Porto  
317 Alegre: Artmed, 2010. Cap. 10, 900p.

318

319 DU TOIT, L. **Mustard, Condiment.** In : *The Compendium of Washington Agriculture*, 2006.  
320 Acessado em 23 set. 2014. Online. Disponível em:  
321 <<http://69.93.14.225/wscpr/LibraryDocs/Mustard.pdf>>.

322

323 FRANÇA. **Décret N° 2000-658 Du 6 Juillet 2000 Pris Pour L'application Du Code De La**  
324 **Consommation Relatif Aux Dénominations Des Moutardes.** JORF n.162, p.10839, n.11,  
325 2000.

326



- 327 **IBGE. Pesquisa Industrial Anual Produto.** Obtido via base de dados SIDRA. 2005-2012.  
328 Acessado em 20 ago. 2014. Online. Disponível em:  
329 <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo9.asp?ti=1&tf=99999&e=c&p=PJ&z=t&o=2>  
330 2>  
331
- 332 **INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** São  
333 Paulo: IMESP, 1985. p.25-27. 3ed.  
334
- 335 **LOUVRIER, P. Procédé De Traitement De Graines De Moutarde, Utilisation Des**  
336 **Graines Ainsi Traitées, Et Moutarde En Pâte Fabriquée A Partir De Ces Graines.**  
337 Patente Fancesa EP 0773724 A1, 21 mai. 1997.  
338
- 339 **MANTOVANI, C. et al. Matérias-Primas: Mostarda.** 2002. In: Universidade Federal do  
340 Rio Grande do Sul. Online. Acessado em 19 set. 2014. Disponível em:  
341 <<http://www.ufrgs.br/afeira/materias-primas/hortalicas/mostarda>>.  
342
- 343 **OULTON, R. Dijon Mustard.** Acessado em 20 set. 2014. Online. Disponível em:  
344 <<http://www.cooksinfo.com/dijon-mustard>>.  
345
- 346 **VELÍŠEK, J. et al. Chemometric investigation of mustard seed.** LWT - Food Science and  
347 Technology. v.28, 1995. p.620–624. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0023-](http://dx.doi.org/10.1016/0023-6438(95)90011-X)  
348 [6438\(95\)90011-X](http://dx.doi.org/10.1016/0023-6438(95)90011-X)>. Acesso em 15 ago. 2014. doi: 10.1016/0023-6438(95)90011-X.

## 5 CONCLUSÃO

A ausência de produtos nacionais que contenham características semelhantes às das mostardas francesas, como a utilização do grão como matéria-prima principal, a preservação da casca no produto final e a pungência pronunciada motivaram a realização deste trabalho.

O método desenvolvido para a fabricação de mostarda *à l'ancienne* apresentou resultados satisfatórios, pois apesar de diferir significativamente em todos os parâmetros físico-químicos analisados em relação à amostra comercial e de não utilizar moinho de pedra, como no método tradicional, adequou-se aos padrões estabelecidos pela lei francesa no Decreto nº 2000-658 de 06 de julho de 2000.

O produto foi bem aceito sensorialmente e o público alvo mostrou-se disposto a adquirir esta mostarda, especialmente por se tratar de um tipo diferente das mostardas de fabricação nacional disponíveis comercialmente, indicando que a mostarda desenvolvida apresenta evidente potencial de mercado.

Para estudos futuros, propõe-se a variação dos tempos de permanência no líquido de imersão, assim como do tempo de maturação, a fim de avaliar o impacto destes fatores no produto final. Da mesma forma, alterações na fonte de acidez (vinagre, vinho ou suco de uva) do líquido de imersão e na proporção deste com a quantidade de água adicionada podem trazer resultados relevantes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADITIVOS E INGREDIENTES. Mostarda: um ingrediente com muita história. **Revista Aditivos e Ingredientes**, 2001; 16, p. 32-38.

ARIAS, R. et al. Correlation of Lycopene Measured by HPLC with the L\*, a\*, b\* Color Readings of a Hydroponic Tomato and the Relationship of Maturity with Color and Lycopene Content. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, n. 5, p. 1697-1702, 01 mai. 2000. ISSN 0021-8561. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1021/jf990974e> >. Acesso em: 03 out. 2014.

AZEVÊDO, L. C. D. et al. Efeito da presença e concentração de compostos carbonílicos na qualidade de vinhos. **Química Nova**, v. 30, p. 1968-1975, 2007. ISSN 0100-4042. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422007000800032&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000800032&nrm=iso)>. Acesso em 28 set. 2014.

BAROKE, S. **Who Eats The Most Mayonnaise, Ketchup, Mustard?** 06 set. 2013. Disponível em: <<http://ladyofthecakes.wordpress.com/2013/09/06/who-eats-the-most-m.ayonnaise-ketchup-mustard/>>. Acesso em: 23 set. 2014.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A Rapid Method Of Total Lipid Extraction And Purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 01 ago. 1959. ISSN 0576-5544. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1139/o59-099> >. Acesso em: 10 set. 2014.

BRAGANTE, A. G. **Processos de Fabricação de Mostarda**. 2009. Disponível em: <<http://abgtecalim.yolasite.com/resources/Processo%20de%20Fabrica%C3%A7%C3%A3o%20de%20Mostardas.pdf>>. Acesso em 19 set. 2014.

BRASIL. Resolução RDC ANVISA/MS nº. 12, de 02 de janeiro de 2001. **Regulamento Técnico sobre os Padrões Microbiológicos para Alimentos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Seção I.

BRASIL. Resolução RDC nº 228, de 28 de agosto de 2003. **Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Mostarda e Mostarda Preparada**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 01 set. 2003.

BRASIL. **Regulamento Técnico Mercosul: Atribuição De Aditivos E Seus Limites Máximos Para A Categoria De Alimentos 13: Molhos E Condimentos.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 jul. 2004.

BRASIL. Resolução RDC nº 276, de 22 de setembro de 2005. **Aprova o Regulamento Técnico Para Especiarias, Temperos E Molhos.** Diário Oficial da União, DF, 23 set. 2005. Seção I, p.378.

BOLETINS SEBRAE. **Temperos, Especiarias, Molhos E Os Condimentos Estão Fortalecendo Oportunidades Para Pequenos Negócios.** 29 nov. 2013. Disponível em: <<http://www.sebraemercados.com.br/temperos-especiarias-molhos-e-os-condimentos-estao-fortalecendo-oportunidades-para-pequenos-negocios/>>. Acesso em: 18 ago. 2014.

BONCZAR, G. et al. The effects of certain factors on the properties of yoghurt made from ewe's milk. **Food Chemistry**, v. 79, n. 1, p. 85-91, out. 2002. ISSN 0308-8146. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814602001826> >. Acesso em: 03 out. 2014.

BOUSEL, J. **Mustard Manual: Your Guide to Mustard Varieties.** 29 mai. 2014. Disponível em: <<http://www.seriousseats.com/2014/05/mustard-manual-guide-different-types-mustard-varieties-dijon-brown-spicy-yellow-hot-whole-grain.html>>. Acesso em: 20 set. 2014.

CHAIZE, D. et al. **Le procédé de fabrication de la Moutarde de DIJON.** 2013. 29p. Relatório de Projeto – Curso de Engenharia Agroalimentar, AgroSup Dijon. Não publicado (Apêndice C).

CHAMBRE D'AGRICULTURE CÔTE D'OR. **L'IGP “Moutarde de Bourgogne”.** Disponível em: <<http://www.cote-dor.chambagri.fr/services-aux-professionnels/productions-vegetales/moutarde/ligp-moutarde-de-bourgogne.html>>. Acesso em: 20 ago. 2014.

COELHO, C. D. M. **Desenvolvimento de uma formulação contendo um anti-inflamatório e ciclodextrinas.** 2012. 113p. Dissertação de Mestrado – Curso de Ciências Farmacêuticas, Universidade da Beira Interior.

COMBE, E. **Chimie de la moutarde.** Université de Lorraine. 21 dez. 2006. Disponível em: <<http://web04.univ-lorraine.fr/ENSAIA/marie/web/ntic/pages/2006/combe.html>>. Acesso em: 25 set. 2014.

COMMISSION OF THE EUROPEAN UNION. **Commission directive 2007/68/EC**, 27 nov. 2007. Official Journal of the European Union, L310/311-L310/314.

DAMODARAN, S. et al. **Química de Alimentos de Fennema**. Trad. Brandelli et al. Porto Alegre: Artmed, 2010. Cap. 10, 900p.

DIAHAM, B. **Étude des protéines de *Brassica juncea* au cours de la fabrication de la moutarde**. 1983. 127 p. Tese de Doutorado – Escola Nacional Superior de Biologia Aplicada à Nutrição e à Alimentação, Universidade de Dijon.

DU TOIT, L. Mustard, Condiment. In : **The Compendium of Washington Agriculture**, 2006. Disponível em: <<http://69.93.14.225/wscpr/LibraryDocs/Mustard.pdf>>. Acesso em 23 set. 2014.

EFSA (European Food Safety Authority). Opinion of the scientific panel on dietetic products, nutrition and allergies on a request from the commission relating to the evaluation of allergenic foods for labelling purposes. **The EFSA Journal**, 19 fev. 2004; 32, 1–197.

EL-BELTAGI, H.E.S.; MOHAMED, A. A. **Variations in fatty acid composition, glucosinolate profile and some phytochemical contents in selected oil seed rape (*Brassica napus* L.) cultivars**. In: *Grasas Y Aceites*, v.61, n.2, p.143-150, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3989/gya.087009>>. Acesso em 08 set. 2014.

EMBRAPA. **Cultivo da Mostarda Para Produção de Tempero**. Por Leonardo de Brito Giordano. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br/cultivares/mostarda.htm>>. Acesso em: 19 set. 2014.

FILIPPONE, P. T. **Mustard Varieties**. Disponível em: <<http://homecooking.about.com/od/howtocookwithcondiments/a/mustardvariety.htm>>. Acesso em 20 set 2014.

FRANÇA. **Décret du 10 septembre 1937 Pris Pour L'application De La Loi Du 1er Août 1905 Sur La Répression Des Fraudes Dans La Vente Des Marchandises Et Des Falsifications Des Denrées Alimentaires En Ce Qui Concerne Les Moutardes**. Journal Officiel De La République Française, 16 set. 1937, p.10623.

FRANÇA. **Décret N° 2000-658 Du 6 Juillet 2000 Pris Pour L'application Du Code De La Consommation Relatif Aux Dénominations Des Moutardes.** Journal Officiel De La République Française n.162, p.10839, n.11, 2000.

HAUGHTON, N. More Mustard, Please! Savor Varieties From Sweet To Sizzling. **Daily News**, Los Angeles, CA, 30 abr. 2003. Disponível em : <<http://www.thefreelibrary.com/MORE+MUSTARD,+PLEASE+SAVOR+VARIETIES+FROM+SWEET+TO+SIZZLING.-a0100963951>>. Acesso em: 23 set 2014.

IBGE. **Pesquisa Industrial Anual Produto.** Obtido via base de dados SIDRA. 2005-2012. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo9.asp?ti=1&tf=99999&e=c&p=PJ&z=t&o=22>>. Acesso em: 20 ago. 2014.

INMETRO. **Programa De Análise De Alimentos 2002: Mostarda.** 2002. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/mostarda.asp?iacao=imprimir>>. Acesso em: 13 set. 2014.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** São Paulo: IMESP, 1985. p.25-27. 3ed.

LAURENT, B. ; DEWALQUE, M. **L'histoire de la mouture du blé.** Disponível em: <<http://www.compagnons-boulangers-pâtisseries.com/crebesc/lhistoire-de-la-mouture-du-ble/>>. Acesso em: 24 out. 2014.

**L'ORIGINE de la moutarde.** Disponível em: <<http://www.moutarde-de-meaux.com/histo-origine-moutarde.php>>. Acesso em: 18 ago. 2014.

LOUVRIER, P. **Procédé De Traitement De Graines De Moutarde, Utilisation Des Graines Ainsi Traitées, Et Moutarde En Pâte Fabriquée A Partir De Ces Graines.** Patente Fancesa EP 0773724 A1, 21 mai. 1997.

MANTOVANI, C. et al. **Matérias-Primas: Mostarda.** 2002. In: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/afeira/materias-primas/hortalicas/mostarda>>. Acesso em: 19 set. 2014.

MENÉNDEZ-ARIAS, L. et al. **Primary structure of the major allergen of yellow mustard (*Sinapis alba* L.) seed, Sin a 1.** European Journal of Biochemistry, 15 out. 1988, 177, 159–166.

OULTON, R (a). **Dijon Mustard**. Disponível em: <<http://www.cooksinfo.com/dijon-mustard>>. Acesso em: 20 set. 2014.

OULTON, R (b). **English Mustard**. Disponível em: <<http://www.cooksinfo.com/english-mustard> >. Acesso em: 20 set. 2014.

OULTON, R. (c) **German Mustard**. Disponível em: <<http://www.cooksinfo.com/german-mustard> >. Acesso em: 20 set. 2014.

PALLE-REISCH, M. et al. Development and validation of a real-time PCR method for the simultaneous detection of black mustard (*Brassica nigra*) and brown mustard (*Brassica juncea*) in food. **Food Chemistry**, v. 138, n. 1, p. 348-355, 1 mai. 2013. ISSN 0308-8146. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814612015932> >. Acesso em: 20 set. 2014.

PALOMARES, O. et al. Isolation and identification of an 11S globulin as a new major allergen in mustard seeds. **Annals of Allergy, Asthma & Immunology**, v. 94, n. 5, p. 586-592, mai. 2005. ISSN 1081-1206. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1081120610611386> >.

RADCLIFFE, M. **Mustard Allergy Factsheet**. In: The Anaphylaxis Campaign. nov. 2011. Disponível em : <<http://www.uhsm.nhs.uk/allergy/Leaflets/AC%20-%20Mustard%20Allergy%20actsheet.pdf> >. Acesso em: 25 set. 2014.

RANCÉ, F.; DUTAU, G. L'allergie à la moutarde chez l'enfant. **Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique**, v. 33, n. 4, p. 292-294, out. 1993. ISSN 0335-7457. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0335745705800486> >. Acesso em: 12 set. 2014.

SCHUBERT, A. **La moutarde dans tous ses états: Quelle est sa légende?** Disponível em: <<http://www.moutarde.com/page/30-quelle-est-sa-lgende/lang/1.html>>. Acesso em: 18 ago. 2014.

SICHERER, S. H. Epidemiology of food allergy. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**, v. 127, n. 3, p. 594-602, mar. 2011. ISSN 0091-6749. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0091674910018683> >. Acesso em: 20 set. 2014.

SIRVENT, S. et al. NsLTP and profilin are allergens in mustard seeds: Cloning, sequencing and recombinant production of Sin a 3 and Sin a 4. **Clinical and**

**Experimental Allergy: journal of the British Society for Allergy and Clinical Immunology**, 13 nov. 2009; 39(12), 1929–1936. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2222.2009.03382.x>>. Acesso em: 19 set. 2014.

VELÍŠEK, J. et al. Chemometric investigation of mustard seed. **LWT - Food Science and Technology**, v. 28, n. 6, p. 620-624, jul. 1995. ISSN 0023-6438. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/002364389590011X>>. Acesso em: 15 ago 2014.



## APÊNDICE A – Ficha utilizada na análise sensorial preliminar.

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_  
Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### PROCEDIMENTOS

Você está recebendo duas amostras de mostarda tipo francesa.

Avalie as características de cada amostra seguindo a escala abaixo:

- 1 – Desgostei Muitíssimo
- 2 – Desgostei Muito
- 3 – Desgostei Regularmente
- 4 – Desgostei Ligeiramente
- 5 – Nem gostei, nem desgostei
- 6 – Gostei Ligeiramente
- 7 – Gostei Regularmente
- 8 – Gostei Muito
- 9 – Gostei Muitíssimo

Primeiramente avalie aparência e aroma. Através de degustação, avaliar viscosidade, pungência (picância), sabor e aceitação global. Tome água entre uma amostra e outra.

	Amostra 626	Amostra 579
Aparência		
Aroma		
Viscosidade		
Pungência (picância)		
Sabor		
Aceitação Global		

Você costuma consumir Mostarda de Dijon ou Mostarda à l'ancienne?

( ) Sim ( ) Não

Você compraria este produto? ( ) Sim. Qual amostra? \_\_\_\_\_ ( ) Não.

Comentários: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**APÊNDICE B – Ficha utilizada na análise sensorial de aceitação.**

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_  
Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**PROCEDIMENTOS**

Você está recebendo uma amostra de mostarda tipo "à l'ancienne". Avalie a aceitação global da amostra seguindo a escala abaixo:

- 1 – Desgostei Muitíssimo
- 2 – Desgostei Muito
- 3 – Desgostei Regularmente
- 4 – Desgostei Ligeiramente
- 5 – Nem gostei, nem desgostei
- 6 – Gostei Ligeiramente
- 7 – Gostei Regularmente
- 8 – Gostei Muito
- 9 – Gostei Muitíssimo

<b>Aceitação Global</b>	
-------------------------	--

Você compraria este produto? ( ) Sim ( ) Não

Qual faixa de preço você pagaria por um pote de 200g?

- ( ) R\$ 5,50 – R\$ 7,00
- ( ) R\$ 7,00 – R\$ 8,50
- ( ) R\$ 8,50 – R\$ 10,00

Comentários: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**APÈNDICE C – Rapport de projet GPA : Le procédé de fabrication de la Moutarde de Dijon**

Delphine CHAIZE

Camila CZIESLAK MACHADO

Cindy DUPRET

Audrey L'YVONNET



**Rapport de projet GPA :  
Le procédé de fabrication de  
la Moutarde de DIJON**



2012-2013

Tuteur : Patrick Gervais

## Table des matières

Introduction .....	- 69 -
1. Présentation de la moutarde de Dijon .....	- 70 -
1.1. La moutarde de Dijon : historique et propriétés .....	- 70 -
1.2. Réglementation et toxicologie .....	- 71 -
1.3. Données économiques .....	- 72 -
1.4. Procédé de fabrication .....	- 73 -
1.5. Evolution de la moutarde lors de la conservation .....	- 79 -
1.6. Conditionnements et conservation .....	- 83 -
1.7. Autres types de moutardes .....	- 84 -
2. Diagramme de fabrication .....	- 86 -
3. Dimensionnement d'une opération unitaire : la désaération .....	- 87 -
Conclusion .....	- 89 -
Références bibliographiques .....	- 90 -
Annexes .....	- 94 -
Annexe 1 : Composition de la graine de moutarde .....	- 94 -
Annexe 2 : Historique .....	- 95 -
Annexe 3 : Production de Moutarde au Brésil .....	- 97 -

## Introduction

Connue dans le monde entier, la moutarde de Dijon est un condiment fabriqué à partir de graines de moutarde *Brassica juncea*, de vinaigre, de sel et d'acide citrique. Elle accompagne toutes les viandes et entre dans la composition de la sauce mayonnaise.

Depuis très longtemps, la moutarde est fabriquée un peu partout en France, aujourd'hui également dans d'autres pays que la France. Mais c'est dès le XIV<sup>e</sup> siècle que la Bourgogne a fait de la moutarde une spécialité.

L'appellation "Moutarde de Dijon" a souvent fait l'objet de débats. Un bel exemple est le procès qui opposait deux moutardiers parisiens à deux moutardiers dijonnais, en 1937. La cour de Cassation statua que cette appellation ne correspondait pas à un terroir mais à une recette. Il fut donc possible d'afficher "Moutarde de Dijon" sur des pots de moutarde fabriqués à Paris.

Dans le cadre de ce projet, nous avons étudié le procédé de fabrication de la moutarde de Dijon en nous intéressant plus spécifiquement à son étape de désaération. La visite de l'usine Européenne de Condiments, géant français de la fabrication de moutarde, nous a permis d'en avoir l'illustration à l'échelle industrielle.

## 1. Présentation de la moutarde de Dijon

### **1.1.La moutarde de Dijon : historique et propriétés**

La plante de moutarde est une crucifère qui ressemble au colza et peut atteindre 2 mètres de haut. Les graines sont contenues dans les siliques. La graine mesure environ 2 mm de diamètre et 1000 graines pèsent environ 2.5 g.

#### Composition de la moutarde :

Matières grasses : 10-12 g/100g

Matières azotées : 6-8g/100g

Sucres totaux : 2-4g/100g

Matières minérales : 1g/100g

NaCl : 6-9g/100g

#### Composition de la graine de moutarde (voir annexe 1)

#### Données :

Le pH de la moutarde se situe entre 3,5 et 3,8 et sa teneur en sel entre 6 et 9 %. Ces paramètres empêchent le développement de la flore contaminante.

#### Utilisations

Les nombreuses vertus attribuées à la moutarde ont permis de l'exploiter sous différentes formes depuis l'antiquité. Elle est utilisée depuis des siècles, dans de nombreuses contrées, comme une plante médicinale aux vertus digestives et antiseptiques, mais également pour soigner le rhume, les rhumatismes et autres éruptions cutanées, sous forme de cataplasmes notamment. Au XVIII<sup>e</sup> siècle, les médecins les plus illustres conseillent ce révulsif. La moutarde possède en effet la propriété de générer un afflux de sang dans une région déterminée du corps de manière à dégager un organe atteint de congestion ou d'inflammation.

Selon la tradition populaire de nombreux pays, la moutarde possède des propriétés médicinales reconnues et utilisées de nos jours : elle stimule l'appétit, permet de lutter contre la bronchite, l'asthme et la pneumonie ou encore les maux de gorge. Elle possède une action désinfectante (sous forme de cataplasme sinapisé), facilite la digestion en favorisant la sécrétion de sucs gastriques si elle est utilisée en petite quantité comme condiment. Elle peut être émétique, permet d'apaiser les douleurs (sous forme de cataplasmes), mais est aussi connue pour ses propriétés stimulantes.

Au XIXe siècle, elle est très largement utilisée par les médecins les plus illustres ou les mères de famille afin de traiter douleurs rhumatismales, névralgies, lumbagos, rhumes, trachéites, bronchites ou gripes.

Administrée au sein de l'alimentation, elle fortifie la tête, la gorge, les yeux ainsi que tous les sens, soigne les affections de l'estomac et dissout les calculs.

Sous l'impulsion de la filière Moutarde en Bourgogne, une démarche a permis dans un premier temps la relance de la culture de la graine en Bourgogne et dans un deuxième temps, d'obtenir un nouveau label de qualité protégé : "La Moutarde de Bourgogne", Indication Géographique Protégée (IGP). Ce signe officiel européen, obtenu le 24 novembre 2009, certifie que la production des graines de moutarde ainsi que la transformation en moutarde se déroule en Bourgogne. Cette dénomination protège l'origine géographique du produit. Actuellement, il existe 5000 ha de cultures en Bourgogne ce qui correspond à 7500 tonnes de graines. Ces cultures correspondent à 25-30 % de l'approvisionnement d'Européenne de Condiments pour la moutarde de Bourgogne IGP. Pour la fabrication de la moutarde IGP de Bourgogne, seuls des graines de Bourgogne et du vin blanc de Bourgogne peuvent être utilisés. (voir annexe 2 pour l'historique complet)

## **1.2. Réglementation et toxicologie**

La dénomination «moutarde de Dijon» n'est pas une indication d'origine mais la garantie de l'observance d'un procédé de fabrication défini par le décret du 10 septembre 1937 et toujours en vigueur. Elle est réservée à la moutarde en pâte fabriquée avec des produits tamisés (ou blutés). La teneur de cette moutarde en extrait sec total ne doit pas être inférieure à 28 %, la proportion de téguments ayant échappé au blutage ne peut excéder 2 %.

Le type de verjus utilisé est différent selon les moutardes de Dijon. Par exemple, du vinaigre d'alcool de seigle est utilisé pour la fabrication de la moutarde de Dijon BIO Carrefour.

Les moutardes de Dijon BIO vendu par les distributeurs Carrefour et Intermarché ne comportent pas de sulfite sur leur liste d'ingrédients. Ceci peut être du à une absence d'utilisation de sulfites au sein de la formulation ou à une concentration finale inférieure à 10 ppm. En effet, l'indication de la présence de sulfite est obligatoire (famille des E220) si leurs concentrations est supérieure ou égale à 10 ppm car ces derniers sont responsables d'allergies alimentaires (source : CODEX STAN 1-1985).

### Réglementation spécifique de la Moutarde de Dijon

Teneur en anhydride sulfureux : < 500 ppm

Teneur en sons : < 2 %

Teneur en matière sèches : > 28 %

Les graines de moutardes doivent être livrées exemptes d'insectes et de moisissures, elles ne doivent pas contenir plus de 2 % de graines endommagées ou de matières étrangères.

L'allergie alimentaire à la moutarde se situe au neuvième rang des allergies alimentaires des enfants. Chez eux, elle s'exprime par un eczéma (51,8 %), une urticaire ou un angio-œdème (37 %), un asthme (9,2 %) et oedème laryngé avec syndrome oral et rhinoconjonctivite (1,8 %). Les observations de choc anaphylactique sont rapportées uniquement chez l'adulte.

### **1.3. Données économiques**

La majeure partie des ventes de condiments, parmi lesquels figure la moutarde, est réalisée en hypermarchés, supermarchés et hard discount. En 2007, 88 % des ventes en valeur de condiments se faisaient en hyper et supermarchés (79 % en volumes), 12 % en hard discount (21 % en volumes). La vente de moutarde représente un chiffre d'affaire approximativement 90 millions d'euros en France et 38 millions d'euros à l'export soit un total de près de 130 millions d'euros.

Les trois principaux pays producteurs sont la France (50 % des parts de marché), l'Allemagne (38 % des parts de marché) et l'Autriche (5 % des parts de marché). En France, le leader est le



groupe Amora-Maille (marques propres), suivi d'Européenne de Condiments (marques distributeurs, hard-discount) qui représente 30 % du marché français.

La production de moutarde en France par année est d'environ 75 à 80 000 tonnes. Les deux tiers de cette production sont à destination de la France.

En France, la production a régulièrement augmentée de 1960 (23 000 tonnes) pour se stabiliser à partir du milieu des années 90 (autour de 75 à 80 000 tonnes). Sur l'ensemble des tonnages produits, 75 à 80 % correspondent à de la moutarde de Dijon "classique", les 20 à 25 % restants correspondent aux autres moutardes (à savoir les moutardes de Dijon aromatisées, les moutardes fortes aromatisées, les moutardes douces et les moutardes à l'ancienne).

Le marché de la moutarde est donc arrivé à maturité : avec un taux de pénétration de 83,8 % en 2007, il ne reste plus beaucoup de parts de marché à conquérir. Pour relancer les ventes et dynamiser le marché, les industriels de la moutarde se lancent dans la création de contenants plus pratiques, plus faciles à utiliser et plus attractifs pour les enfants. La variété des emballages est donc un argument de vente à part entière pour la moutarde.

En 2008, les échanges mondiaux de farine de moutarde et moutarde préparée s'élevaient à 241 MUSD (+13 % par rapport à 2007). Les prévisions de production de graines de moutarde s'élèvent à 138 kt pour 2012-2013, soit + 10 % par rapport à l'année 2010-2011. Ceci permet d'envisager un prix de 710 à 740 \$ par tonne de graines.

#### **1.4. Procédé de fabrication**

##### **➤ Réception**

Les graines de moutarde (*Brassica juncea*) arrivent dans des camions-citernes d'environ 25 tonnes. Elles proviennent pour les  $\frac{2}{3}$  du Canada et pour le  $\frac{1}{3}$  restant des cultures de Bourgogne. Elles sont contrôlées par le laboratoire avant le déchargement (mesure de l'extrait sec, du taux de SO<sub>2</sub>, du taux d'impureté, de la taille et du poids) dans les silos de 50 tonnes à l'extérieur de l'usine. Le taux d'humidité dans les silos doit être inférieur à 8 % sinon il y a un risque d'hydrolyse de la sinigrine et un risque de germination des graines. Les autres matières premières (le sel et le vinaigre) sont également acheminées par camion et stockées dans des cuves. Le vinaigre utilisé est du vinaigre à 20° acétique et le sel arrive en vrac et est stocké dans un silo de 25 tonnes.

### ➤ **Nettoyage**

La première étape consiste à nettoyer les graines de moutarde. Ces dernières sont transportées par une vis sans fin (débit 4-5 tonnes/heure) jusqu'à un tamis vibrant. L'objectif est d'éliminer les impuretés et les graines étrangères de taille supérieure à la graine de moutarde. Les pertes lors de cette opération sont d'environ 15 % en masse. Ces graines sont ensuite soigneusement triées de manière à ne conserver que des graines à maturité. De l'air est soufflé afin d'éliminer les poussières et particules fines et un aimant permet de retenir les particules métalliques. Une surface perforée laisse passer les graines de dimensions inférieures aux dimensions de la perforation. Les graines de dimension supérieure sont retenues et évacuées.

Les graines ainsi nettoyées sont ensuite stockées dans des silos à l'intérieur de l'usine. Parallèlement, la solution de verjus est préparée. Le verjus est composé de sel, de vinaigre et d'eau. Il est préparé dans un mélangeur en cycles continus. Une fois le mélange terminé, le verjus est stocké dans une cuve de stockage de verjus. Le contrôle de l'acidité du verjus se fait toutes les 2 heures.

### ➤ **Trempage-Mélange**

L'étape suivante est le mélange et le trempage des graines dans la solution de verjus. L'objectif est de gonfler les graines, ce qui facilite le broyage qui suit, à savoir la séparation de l'écorce et de l'amande. Le mélange est composé d'1/3 de graines et de 2/3 de verjus. Cela permet de solubiliser les mucilages et de favoriser le décollement de l'amande. Le trempage est d'environ 2 heures au démarrage de la production mais il peut varier selon le nombre de lignes de production en service. Les cycles verjus/graines se font en continu. Lors du trempage, une réaction chimique a lieu entre les graines et le verjus. La sinigrine est hydrolysée par la myrosinase et donne l'isothiocyanate d'allyle ou allysévénol (AITC). Cette molécule est responsable du caractère piquant à la moutarde. Cette réaction correspond à la fermentation synaptique (Voir partie 1.5).

L'opération d'homogénéisation dure 30 minutes et se déroule à température ambiante. La viscosité de la préparation est de 0.1 poise. Pour ce faire, plusieurs cuves de 500 kg sont utilisées. La viscosité à la fin de cette étape est de 10 poises.

### ➤ **Meulage**

L'étape qui suit consiste à broyer les graines qui ont gonflées. Il se passe 40 minutes entre le moment où les graines et le verjus sont mélangés et le celui où le mélange est broyé. Une meule en pierre minérale reconstituée, constituée d'un rotor et d'un stator cylindriques coaxiaux séparés d'environ 0.5 mm permet de réaliser cette opération (dans le cas d'une moutarde à l'ancienne, les espacements seront plus importants). Ce sont les opérateurs qui règlent l'espacement des meules. Ils disposent de pots témoins de moutarde qui leur permettent de contrôler si les réglages des machines conviennent. C'est donc par expérience mais aussi après une formation que les paramètres sont maîtrisés par les opérateurs. Une étoile au centre des meules permet d'alimenter le broyeur en moutarde. Les cellules des graines de moutarde broyées libèrent des phospholipides qui sont des tensio-actifs. Ces molécules vont permettre de stabiliser l'émulsion formée. La viscosité de la pâte est de 50 poises. Des contrôles du pH (par une sonde pH) ainsi que du taux de sel (par un conductimètre) ont lieu dans cette étape. Les capteurs de pH et de teneur en sel permettent une auto-correction des paramètres.

Dans certaines entreprises, les graines peuvent être aplaties par une meule à rotor et stator en pierre avant l'ajout de verjus afin de fragiliser la graine. L'écorce des graines est fendue pour que l'amande s'imprègne du jus. Pour cela, on utilise un appareil à cylindres. Il est nécessaire que les opérateurs aient de l'expérience pour manipuler les deux rouleaux. Par la suite, le verjus est ajouté. Ceci permet de faciliter l'imprégnation des graines de moutarde de verjus. En effet, une fois les graines fendues, le verjus rentrera plus facilement à l'intérieur de ces dernières. Or, ce procès implique l'achat d'une machine supplémentaire. Il revient donc à l'entreprise de choisir entre les deux méthodes en fonction de leurs objectifs énergétiques par exemple.

### ➤ **Tamissage**

Le son des graines doit être séparé de l'amande pour la fabrication de la moutarde de Dijon. C'est l'étape de tamissage ou blutage. L'objectif est d'obtenir une pâte possédant moins de 2 % de sons afin d'obtenir l'appellation « moutarde de Dijon ». Les sons vont donner un goût amer à la pâte. L'opération unitaire de tamissage permet d'extraire les sons (téguments ou enveloppe de la graine) de la moutarde.



### **Turbine rotative**

Une turbine rotative en inox 316 (très résistant et qui convient à cette technique) est utilisée en continu avec des pores de 180  $\mu\text{m}$  oblongs. Le cylindre (ou tambour) tourne et la moutarde avance grâce à des rouleaux qui tournent plus vite que le cylindre. Un débit de 600 kg/h de moutarde est tamisé grâce à la présence de 3 millions de pores par turbine. Un racleur permet de récupérer les sons pour éviter le colmatage. Ceux-ci sont envoyés sur un convoyeur pour être stockés dans des bennes destinées à l'alimentation du bétail ou plus récemment à la filière cunicole. En effet, la teneur élevée en azote des sons de moutarde peut constituer un complément de l'alimentation des ruminants une fois déshydratés (Tisserand J.L. 2003).

Le tamiseur est nettoyé régulièrement avec du verjus. La vitesse de rotation du tambour ainsi que la porosité du filtre sont les deux paramètres critiques de cette opération unitaire. Le son est plus facile à séparer de l'amande après le broyage et le trempage. En effet, une séparation à sec entraînerait une abrasion, car l'amande est collée à la coque de la graine. Le résultat de cette étape de filtration est une pâte jaune. Suite aux opérations de broyage et de tamisage, la pâte obtenue voit sa température augmenter jusqu'à 35°C. Un échangeur à plaques permettra de refroidir la pâte aux alentours de 20°C.

### **➤ Homogénéisation**

La pâte obtenue va être ensuite homogénéisée dans une cuve d'environ 1 tonne. La moutarde est une émulsion huile dans eau, visqueuse, qui nécessite une action de cisaillement importante. Une pompe DISHO munie d'une hélice est utilisée pour homogénéiser. C'est la composition de la graine qui va empêcher le déphasage de l'émulsion. Il faut fractionner les gouttelettes d'huile. Pour ce faire, il faut effectuer un cisaillement. On met sous pression et on réalise une détente. L'homogénéisation à haute pression est un traitement physique au cours

duquel un produit liquide ou pâteux est projeté sous forte pression (30 à 1 000 bars) à travers une tête d'homogénéisation de géométrie particulière. Elle résulte de la détente d'un débit continu de liquide à travers une tête d'homogénéisation. Le produit à homogénéiser est expulsé à angle droit et est laminé dans une étroite lumière qui sépare le siège et le clapet. Cette lumière crée une contre-pression et va permettre la réduction de taille des particules. De ce fait, on évite le déphasage de la moutarde de Dijon.

Avant de passer dans une cuve tampon où les additifs vont être ajoutés, un filtre de 1 mm au plus fin, permet de garantir une sécurité du produit, éviter la présence de corps étrangers, de son, etc....

De l'acide citrique (E330) ainsi que du SO<sub>2</sub> (sous forme de métabisulfite de potassium, famille des E220) sont ajoutés pour la conservation. Ils sont préalablement mis en solution. L'acide citrique est un antioxydant. Le SO<sub>2</sub> va servir à empêcher le phénomène d'oxydation et de brunissement enzymatique de la moutarde. Il évite aussi la croissance bactérienne. L'addition de SO<sub>2</sub> peut être faite après le tamisage ou lors du mélange vinaigre, eau et sel.

### ➤ Désaération

Puis une étape de désaération a lieu pour éliminer l'oxygène responsable de l'oxydation de la moutarde. Le désaérateur est de 200 litres. Le débit est de 8m<sup>3</sup>/h (débit de la pompe de décharge). La désaération se fait en continu. La moutarde est transférée dans une cuve en inox 316 sous vide via une vanne. Grâce à un disque centrifuge, le produit est projeté à travers un tamis et puis contre la paroi intérieure de la cuve. Lorsque les bulles percutent contre cette paroi, elles éclatent et la pompe à vide aspire les gaz ainsi libérés. Le désaérateur va entraîner une perte en SO<sub>2</sub> car il contient de l'oxygène. C'est pourquoi certaines entreprises ajoutent cet additif après la désaération. Sinon il faut tenir compte de cette perte et mettre une quantité suffisante de SO<sub>2</sub> avant la désaération. Si on ajoute le SO<sub>2</sub> après la désaération, il faut donc homogénéiser à nouveau, ce qui représente un coût énergétique. L'industriel devra faire un choix en ce qui concerne l'addition de SO<sub>2</sub> en fonction du cahier des charges.

Une autre méthode pour réaliser la désaération est la sur-pression en azote. Ce gaz neutre est injecté en sur-pression. Comme le coefficient de dissolution de l'azote est supérieur à celui de l'oxygène, l'azote va prendre la place de l'oxygène. Cette technique ne permet pas de traiter de grandes quantités de moutarde.



**Schéma d'un désaérateur**

### ➤ **Maturation**

La production varie de 560 kg à 5,6 tonnes par heure. Pour la maturation, la pâte est acheminée dans un foudre de maturation de 13 tonnes. Elle va alors perdre son amertume et son caractère piquant du à l'isothiocyanate d'allyle. En effet, la teneur en AITC va diminuer au cours de la maturation en raison de réactions enzymatiques (voir partie 1.5). La moutarde reste moins d'une heure et demie dans la cuve de maturation. En effet, la maturation va continuer au sein des conditionnements. Des analyses sont réalisées avant le stockage afin de vérifier les paramètres de la formulation. L'extrait sec, la teneur en sel et l'acidité sont contrôlés. La teneur en extrait sec permet d'obtenir des renseignements sur la proportion graines/verjus du mélange. L'acidité permet de renseigner sur la teneur en verjus.

### ➤ **Stockage**

La moutarde fraîche est ensuite dirigée vers des cuves de 20 tonnes fermées hermétiquement. Elle y restera au maximum 24 heures à température ambiante. Le piquant de la moutarde continue de diminuer par des réactions enzymatiques. La moutarde est ensuite

acheminée dans des cuves et stockée dans un local. Elle y restera au maximum 3 mois à 15°C avant d'être conditionnée.

### ➤ **Conditionnement**

Enfin, la moutarde est conditionnée. Les pots sont remplis par une pompe doseuse automatique puis fermés sous vide par le procédé twist-off. Le pot est soumis à un jet de vapeur alors que la capsuleuse visse la capsule sur le pot. La vapeur, en se condensant, crée un vide partiel. Les différents types de conditionnements sont :

- les bocaux en verre : c'est le conditionnement le plus fréquent. Il s'agit du point critique de ce procès en raison du risque de la présence de bris de verre dans les pots. Afin d'y remédier, les pots en verre sont retournés et de l'air en pression est injecté pour éliminer les poussières et les bris de verre.

- les seaux en plastique opaque.

- les squeeze en plastique, qui est désormais souvent opaques.

- les pots en grès.

Pour le conditionnement en bocal, le système utilisé pour fermer ces derniers est le système "Twist-off". Il s'agit d'une capsule de bocal qui se ferme et s'ouvre en moins d'un tour (1/4 de tour), en anglais elle est désignée par le terme « Twist-off cap ». C'est ce qu'on appelle une capsule fonctionnelle car elle s'ouvre à la main sans ustensile et peut se refermer aisément et plusieurs fois. La capsule twist-off permet au consommateur de refermer quasiment hermétiquement un pot après ouverture ; de fait, elle convient surtout aux produits qui ne sont pas destinés à être consommés en une fois : condiments, sauces, pâtés... Certains industriels utilisent également de l'azote et une pellicule en aluminium pour le conditionnement ce qui garanti une meilleure conservation (oxydation limitée et imperméabilité à la lumière).

Le conditionnement est de 57 millions de bocaux par an pour Européenne de Condiments.

Le pH, l'extrait sec, l'acidité, le SO<sub>2</sub> sont mesuré lors du conditionnement. Le pH doit être de 3, l'extrait sec supérieur à 28 %.

La capacité de production maximale de moutarde de Dijon est de 26 à 27 000 tonnes par an, pour l'entreprise Européenne de Condiments.

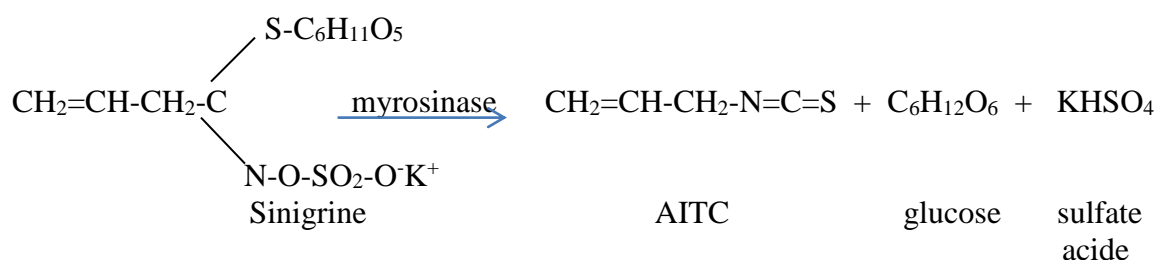
### **1.5. Evolution de la moutarde lors de la conservation**

Tout au long de sa conservation, la moutarde subit des transformations physico-chimiques. Ceci se traduit par :

- une perte plus ou moins importante de son caractère piquant
- un changement de couleur (brunissement)
- un phénomène de synérèse

### ➤ Diminution du caractère piquant

L'isothiocyanate d'allyl (AITC) est le principal responsable du caractère piquant de la moutarde. Il est formé dès l'étape de broyage lorsque son précurseur, la sinigrine, est mis en contact avec une enzyme : la myrosinase. La réaction est la suivante :



Le coefficient de partage lipide/eau de l'AITC étant supérieur à 1, son affinité est plus grande pour la phase lipidique de l'émulsion.

Les principales dégradations de l'AITC isolé sont des attaques nucléophiles. Il en existe de différentes familles chimiques, dont certaines sont présentes dans la moutarde. La disparition de l'AITC au cours de la conservation est due à la dégradation de la myrosinase, à sa dégradation parallèle par des désulfurasses et à sa réaction avec d'autres composés.

### *Evolution de la myrosinase au cours de la conservation*

La myrosinase (ou thioglucoside glucohydrolase) catalyse l'hydrolyse enzymatique des thioglucosides. La myrosinase est un système enzymatique composé d'une sulfatase et d'une thioglucosidase. Environ 60 thioglucosides peuvent être dégradés par la myrosinase, en particulier la sinigrine de la moutarde.



L'activité spécifique de la myrosinase est maximale dans les premières heures de fabrication de la moutarde. L'AITC est produit dès le broyage des graines, quand l'enzyme est mise au contact de son substrat.

La fabrication de la moutarde entraîne une hydrolyse partielle des protéines des graines de moutarde, en particulier la myrosinase. Cette hydrolyse se poursuit lors de la conservation de la moutarde, cependant une conservation au froid (+4°C) permet de ralentir cette dégradation.

L'activité spécifique de la myrosinase dans la pâte de moutarde diminue au cours de la conservation. L'enzyme est fortement dégradée dans les premiers jours qui suivent la fabrication de la moutarde : plus de 60 % de la quantité de myrosinase initiale est perdue au terme d'une semaine de conservation. La myrosinase catalyse la transformation de la sinigrine en allylisithiocyanate (AITC). Par conséquent, la dégradation de l'enzyme se traduit par une diminution de la vitesse de production d'AITC dans la pâte de moutarde. Au cours de la conservation, il y a donc de moins en moins d'AITC produit.

#### *Réaction de l'AITC avec d'autres composés*

L'AITC réagit avec divers composés de la moutarde, en particulier le cuivre, le fer, le SO<sub>2</sub> et, dans une moindre mesure, les protéines.

Les ions cuivre et fer désulfurent la sinigrine et la transforment en cyanure d'allyle (Vangheesdaele et Fournier 1977). Sa transformation en AITC devient alors impossible. Les ions Cu<sup>2+</sup> et Fe<sup>3+</sup> de la moutarde sont produits par les enzymes oxydantes présentes dans la moutarde (peroxydase, catalase, oxydase).

L'ajout de SO<sub>2</sub> dans la pâte de moutarde permet d'en limiter l'oxydation, de ralentir le brunissement enzymatique et la croissance bactérienne. Le SO<sub>2</sub> présente également une activité anti-oxydante en luttant contre la décomposition des hydroperoxydes formés à partir de lipides insaturés. La présence de SO<sub>2</sub> entraîne une chute de l'activité de la myrosinase : ceci permet de retarder le brunissement enzymatique du condiment sur une durée de 1 à 4 mois. Si l'activité de la myrosinase est abaissée, moins d'AITC sera produit. Le SO<sub>2</sub> réagit également avec l'isothiocyanate d'allyle pour donner du sulfure d'allyle et du sulfure de diallyle (odeur d'ail). Après 21 jours de stockage, on peut observer une baisse de la teneur en AITC atteignant 80 % (Griffiths et al.1980).

L'AITC peut également réagir avec les protéines, et en particulier les résidus cystinyles. C'est le pont disulfure de l'acide aminé qui attaque l'AITC, mais ceci reste peu fréquent car le pont disulfure est un mauvais nucléophile.

#### *Dégradation parallèle par une désulfurasse*

L'AITC produit diminue au cours de la fabrication et de la conservation, puisqu'il est parallèlement dégradé par une désulfurasse. En trois mois de conservation à température ambiante, la quantité d'allyl sénévol dégradée peut atteindre 50 %. Il s'ensuit une diminution importante du caractère piquant de la moutarde. Conserver la moutarde à +4°C permet d'abaisser l'activité spécifique de la désulfurasse et donc de ralentir la dégradation organoleptique du condiment.

#### **➤ Brunissement de la moutarde**

Lors de la fabrication de la pâte de moutarde, les protéines subissent une hydrolyse partielle. Celle-ci se poursuit tout au long de la conservation. La dégradation enzymatique des protéines est plus marquée à température ambiante qu'à 4°C, c'est pourquoi il est préférable de conserver le condiment au frigo. Le froid ralentit l'activité enzymatique des protéases et ralentit donc l'hydrolyse des protéines. De la même façon, plus le temps de conservation est long, plus le taux de protéines non hydrolysées diminue. Le phénomène est ralenti par le stockage en froid positif.

L'hydrolyse des protéines s'accompagne de la libération d'acides aminés libres, et ce dès le broyage des graines. Le suivi de la teneur en lysine libre de diverses pâtes de moutarde montre que le taux de lysine libre s'accroît avec le temps de conservation et la température de conservation (Diaham B.1983).

Les acides aminés libres contenant une fonction amine, en particulier la lysine, vont alors pouvoir se condenser avec les fonctions carbonyle des sucres réducteurs présents dans la pâte de moutarde. C'est la première étape de la réaction de Maillard. Ceci est à l'origine du brunissement non enzymatique du condiment. Cette condensation entre fonctions amines libres et fonctions carbonyles conduit à la formation de polymères bruns, et donc au brunissement de la moutarde.

Le pH de la moutarde (entre 3,5 et 3,8) n'est pas le pH optimal de la réaction de Maillard, qui se situe plus aux environs de pH = 6. Il a cependant lieu, et est d'autant plus rapide si le stockage se fait à température ambiante.

L'ajout de SO<sub>2</sub> n'a d'effet significatif sur l'hydrolyse des protéines que lors d'un stockage à température ambiante et en présence de lumière (Diaham B.1983).

Ce composé, en réagissant avec les sucres réducteurs de la pâte, permet également d'inhiber la réaction de Maillard après libération des acides aminés libres. Le SO<sub>2</sub> réagit avec les composés dicarbonylés présents dans la pâte pour donner des acides sulfoniques. Ces derniers sont stables et ne peuvent pas réagir pour donner des polymères bruns.

L'efficacité du SO<sub>2</sub> est inférieure à quatre mois, et est significative uniquement si le stockage a lieu à température ambiante et/ou à la lumière.

Tout cela nous permet de justifier pourquoi il est recommandé de conserver la moutarde au réfrigérateur, à l'abri de la lumière, et explique la DLUO de 3 à 4 mois.

### ➤ Synérèse

La moutarde est une émulsion, elle est donc sujette au phénomène de synérèse. La synérèse résulte de la contraction du réseau de macromolécules et se traduit par l'expulsion d'une partie de l'eau du réseau.

## **1.6. Conditionnements et conservation**

La moutarde est le plus souvent vendue dans des pots en verre, en grès ou en plastique, ou encore sous forme de dosettes individuelles.

Le pot en verre a pour avantage de permettre au consommateur de voir le produit avant l'achat. De nombreux styles de verre ont été développés : verre à pied, verre décoré pour enfants, verre à pastis, etc., permettant au consommateur de réutiliser le contenant une fois vide. C'est également un moyen de stimuler le ré-achat. Cependant, le condiment est exposé à la lumière et risque donc de s'altérer plus rapidement s'il n'est pas conservé à l'abri de la lumière après achat.

Le pot en grès apporte un caractère traditionnel et décoratif et empêche la pénétration de la lumière lors de la conservation.

Depuis quelques années, les conditionnements en plastiques s'affichent dans les linéaires de supermarchés. Ils ont pour avantage de protéger le produit de la lumière et de ne

pas casser. Pour que le consommateur identifie facilement le pot de moutarde, ces conditionnements sont souvent de couleur jaune. Pratiques, légers, faciles à utiliser, ils sont aussi plus attractifs pour les enfants. Dans le cas des recettes pour les enfants, du sucre et du miel sont ajoutés pour diminuer le piquant de la moutarde, mais la moutarde perd son appellation Moutarde de Dijon.

### **1.7. Autres types de moutardes**

La moutarde de Dijon est la recette de moutarde la plus répandue. Néanmoins, il existe une quantité importante de moutardes. Ces dernières diffèrent par leur composition et leur procédé de fabrication. Voici une présentation non exhaustive des caractéristiques de certaines moutardes :

La moutarde douce peut être obtenue par le mélange de graines brunes et jaunes. Sa teneur en extrait sec de la graine doit être de 15 % minimum. L'adjonction de saccharose et de dextrose est autorisée, elle permet ainsi une diminution de la sensation acide.

La moutarde à l'ancienne est formée de graines noires ou brunes et de verjus. Le verjus correspond au vinaigre ou jus de raisin verts ou moût de raisin ou vin ou cidre. La fabrication de la moutarde à l'ancienne ne comporte pas d'étape de tamisage, les sons restent donc présents au sein de la pâte, correspondant aux «grains colorés» observables à l'œil nu. Les graines restent entières et sont mélangées avec le verjus, les épices et les aromates. L'ajout de sucre permet d'adoucir la saveur de cette moutarde. La teneur en graines peut atteindre 27 %. Certains arômes peuvent également y être ajoutés. La présence d'acide lactique permet de maintenir un pH optimal (l'acide citrique est plus couramment utilisé pour la fabrication de la moutarde de Dijon).

La moutarde de Düsseldorf ou "Düsseldorfer Senf" est composée exclusivement d'ingrédients naturels, sans aucun conservateur, aucun arôme artificiel ni aucune épice. Elle doit être consommée dans les dix mois qui suivent sa date de fabrication, au-delà desquels le produit perdrait ses qualités organoleptiques.

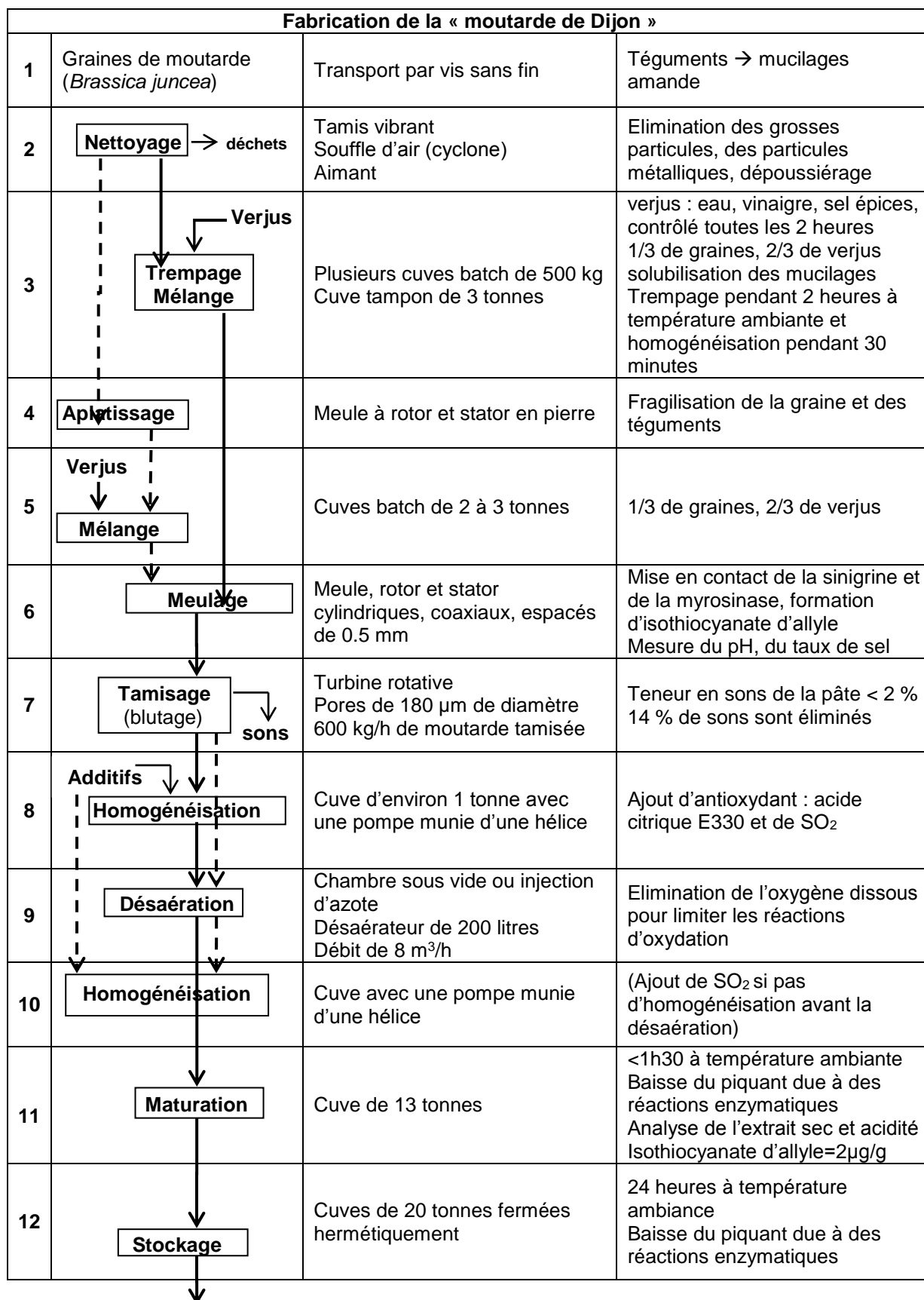
Les caractéristiques physico-chimiques du produit fini sont les suivantes :

- matière sèche : au minimum 22 %.
- teneur en matières grasses : au minimum 8 %.
- pH : < 4,3.
- teneur en sel du produit fini : < 6 % de la masse.

Les matières premières dans la moutarde de Düsseldorf sont les graines de moutarde brunes, du vinaigre d'alcool non filtré, de l'eau de Düsseldorf, particulièrement riche en calcaire et en minéraux et du sel.

La moutarde au Brésil (voir annexe 3)

2. Diagramme de fabrication



<b>13</b>	<b>Conditionnement</b>	Sous vide, système twist-off	pH=3 extrait sec > 28 % 140 tonnes / jour
-----------	------------------------	------------------------------	---

### 3. Dimensionnement d'une opération unitaire : la désaération

#### *Objectifs et paramètres*

Le dimensionnement d'une étape unitaire prend en compte différentes contraintes :

- Contraintes physico-chimiques des substances utilisées :
  - Pour les liquides : masse volumique, viscosité, composition...
  - Pour les solides : masse volumique, mouillage, vitesse de décantation
- Contraintes technologiques
  - Des conditions opératoires : débits continus ou discontinus, temps limité ou non, évacuation...
  - De l'entretien
- Contraintes économiques
  - Rendements, ...

#### *Démarche*

Nous nous plaçons dans un cas simplifié, puis nous fixons des paramètres (soit grâce aux industriels, soit arbitrairement) et nous calculons les paramètres restants.

#### *Calculs*

L'objectif est de calculer le temps nécessaire pour réaliser la désaération, c'est-à-dire l'élimination de l'oxygène dissous. Il faut tout d'abord calculer la teneur en oxygène dans la cuve qui est en équilibre avec l'air qui l'entoure.

La teneur en oxygène de l'air est de 0.21 et la pression totale est de 1 atm. Il en revient que la pression en oxygène est de :

$$P_{O_2} = Y_{O_2} * P_{tot} = 0.21 * 1 = 0.21 \text{ atm}$$

D'après la loi de Henry, nous avons :  $[O_2] * H_{O_2} = P_{O_2}$ ,

or,  $H_{O_2}$  vaut  $7.8 \cdot 10^2 \text{ atm.M}^{-1}$

$$\text{d'où } [O_2] = P_{O_2} / H_{O_2} = 0.21 / (7.8 \cdot 10^2) = 2.69 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

Si nous considérons une cuve de 200 litres, nous avons  $200 \cdot 2.69 \cdot 10^{-4} = 0.0533$  moles d' $O_2$ .

Or, le volume molaire à  $20^\circ\text{C}$  est de  $24 \text{ l.mol}^{-1}$ , ce qui correspond à 1.29 litres d' $O_2$  pour les 200 litres.

Nous souhaitons réaliser un vide de  $-0.8 \text{ atm}$  par rapport à la pression atmosphérique dans l'air présent dans la cuve. Ainsi, la pression finale doit être de  $0.2 \text{ atm}$ .

Nous passons donc de  $1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  à  $2 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ .

Quand le flux de désorption est négligeable (domaine du vide grossier,  $10^5$  à  $10^2 \text{ Pa}$ ) et en l'absence de fuites, de perméation et de flux imposé, nous avons la relation :

$$V dp/dt + q_{ve}p = 0$$

En supposant le débit-volume  $q_{ve}$  constant et indépendant de la pression, nous obtenons :

$$t = V/q_{ve} * \ln p_0/p \text{ avec } p_0 \text{ la pression à l'état initial}$$

Nous souhaitons une descente de la pression atmosphérique à  $2 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ . Une pompe à palettes à deux étages de  $100 \text{ m}^3/\text{h}$  convient dans ce cas. Cette pompe a un  $q_{ve}$  de  $100 \text{ m}^3/\text{h}$ . D'après la relation précédente, nous avons :

$$t = 0.2/100 * \ln (10^5/2 \cdot 10^4) \sim 12 \text{ sec.}$$

Il faut ainsi 12 secondes pour désaérer la moutarde de Dijon.



## **Conclusion**

Ces quelques mois de recherche nous aurons permis d'avoir une vision globale du procédé de fabrication de la moutarde ainsi qu'un aperçu détaillé de celui de la moutarde de Dijon. La visite de l'usine Européenne de Condiments a été l'occasion de voir l'application industrielle de nos recherches. Si les appareillages et techniques peuvent changer d'une entreprise à l'autre, le procédé de fabrication varie peu d'un industriel à l'autre. Cette étude nous a démontré que chaque étape de fabrication joue un rôle précis et nécessaire pour la qualité finale du produit.

Nous avons pu constater qu'un dimensionnement est extrêmement complexe vu le nombre de paramètres à fixer. C'est pourquoi nous sommes amenés à faire des simplifications et à se limiter dans nos choix. La plupart des caractéristiques du système peuvent être approchées par des données classiques. Mais pour d'autres, elles sont déterminées par expérience. Les industriels sont amenés à toujours essayer d'améliorer ou de corriger leur procès afin d'augmenter le rendement, la qualité du produit, les conditions de travail des ouvriers.

Aujourd'hui, la Bourgogne se tourne vers la production de moutarde locale pour ne plus dépendre des importations de graines canadiennes et s'affranchir du risque OGM (Organismes Génétiquement Modifiés). La recherche culturale se poursuit afin d'obtenir dans un futur espéré proche une production bourguignonne viable et stable.

### Références bibliographiques

- Alazard D. Blanquet F.X. Durand E. Pouchin N. 1994. La moutarde de Dijon. Etude GIA. Ingénieur agro-alimentaire. ENSBANA.
- Bonhomme N. Fabre S. Foucal A. Loriot X. 1996. Etude technologique de la fabrication de la moutarde. Ingénieur agro-alimentaire. ENSBANA. 28p.
- Bourgeois S. 2004. Le son de moutarde sec ou humide constitue un complément azoté. Réussir Bovins Viande.
- CODEX STAN 1-1985.
- Diahm B. 1983. Etude des protéines de Brassica juncea au cours de la fabrication de la moutarde. Thèse soutenue le 15 décembre 1983.
- Fares K. 1984. Effet de l'addition de SO<sub>2</sub> sur l'évolution, au cours du temps, des caractéristiques sensorielles d'une moutarde forte de Dijon.
- Fourrat G. 1999. Rapport de stage de recherche : Optimisation de l'utilisation de la farine de moutarde: extraction de l'huile par solvant. Rapport de stage de recherche. Ingénieur agro-alimentaire. ENSBANA.
- Frau S. 1999. Extraction aqueuse de protéines et d'huile de moutarde. Etude de l'influence de trois paramètres: le temps de mélange, le rapport massique farine de moutarde-eau et la quantité de mélange mixée. Rapport de stage de recherche. Ingénieur agro-alimentaire. ENSBANA.
- Griffiths N.M., Mater A.M., Fenwick G.R., Frijters J.E.R., 1980. An effect of sulphur dioxide on the odour of mustard paste. Chemistry and Industry,6,239-240.
- Le service public de l'accès au droit. *Décret no 2000-658 du 6 juillet 2000 pris pour l'application du code de la consommation relatif aux dénominations des moutardes.* Journal

Officiel de la Réglementation Française n°162 du 14 juillet 2000 page 10839.

texte n° 11.

- Louvrier P. Procédé de traitement de graines de moutarde, utilisation des graines ainsi traitées, et moutarde en pâte fabriquée à partir de ces graines. Brevet EP 0773724 A1, publié le 21 mai 1997.

- McQuarrie C. McQuarrie D. Rock P. 2000. Chimie générale. 3ème édition. Bruxelles. De Boeck. 1118p.

- Meriguet G. 1997. Filtration Technologie. Techniques de l'ingénieur. J3510. 31p.

- Norme AFNOR Moutarde NF V 32-050 mai 1971.

- Rancé F. Dutau G. 1993. L'allergie à la moutarde chez l'enfant. *Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique*. **33**(4) : 292-294.

- Rommel G. 2013 Gaz à très basse pression - Calcul des installations sous vide. Dossier techniques de l'ingénieur B4080. 12p.

- Rousseau E. 1995. Stabilité de l'isothiocyanate d'allyle dans la moutarde. Rapport de stage de recherche. Ingénieur agro-alimentaire. ENSBANA. 19 p.

- Roustel S. 2010. Homogénéisation à haute pression des dispersions alimentaires liquides. Dossier techniques de l'ingénieur F2710. 12p.

- Tisserand J. L. 2003. Le son de moutarde, un complément azoté pour les ruminants. *Rencontre Recherches Ruminants*. **10** : 384

- Vangheesdaele G., Fournier N., 1977. La dégradation des thioglucosides par les sels de cuivre. Application au dosage de la sinigrine dans les graines de moutarde. *Annales de Technologie Agricole*. **26**,499-510.

- Vedovati C .Etude de la stabilité du caractère piquant de la moutarde de Dijon. Aspects physico-chimiques. Thèse du 10juillet 1995.

### **Références web:**

- Agricultures & Territoires Chambre d'agriculture de la Côte d'Or. La fabrication de la moutarde [en ligne]. Disponible sur <http://www.cote-dor.chambagri.fr/services-aux-professionnels/productions-vegetales/moutarde/quest-ce-que-la-moutarde/la-fabrication-de-la-moutarde.html>. Consulté le 25 mars 2013.

- Allergie à la Moutarde Chez l'Enfant. Dr Fabienne Rancé - Hôpital des enfants, Allergologie - Pneumologie. Disponible sur <http://www.allergienet.com/moutarde-allergie-enfant.html>. Consulté le 27 mars 2013.

- El Atyqy. 2011. Capsulage [en ligne]. Disponible sur <http://www.azaquar.com/doc/capsulage-des-bocaux-en-verre> Consulté le 25 mars 2013.

- EMBRAPA, Cultivo de Mostarda, 2000. Disponible sur <http://www.embrapa.br>. Consulté le 27 mars 2013.

- Fallot. Procédé de fabrication [en ligne]. Disponible sur <http://www.fallot.com/fr/procede-de-fabrication.php> Consulté le 25 mars 2013.

- Fédération des Industries Condimentaires de France. La moutarde. [en ligne]. Disponible sur <http://www.vinaigre.fr/moutarde/Default.htm>. Consulté le 25 mars 2013.

- Moutarderie Edmond Fallot. Disponible sur <http://www.fallot.com/fr/procede-de-fabrication.php>. Consulté le 25 mars 2013.

- Musées de Bourgogne. Disponible sur: [http://www.musees-bourgogne.org/fic\\_bdd/dossiers\\_fichier\\_pdf/1119521833.pdf](http://www.musees-bourgogne.org/fic_bdd/dossiers_fichier_pdf/1119521833.pdf). Consulté le 25 mars 2013.

- Partners and Food in Emergency and Development Aid. Université de Lille. Descriptif [en ligne]. Disponible sur <http://pfeda.univ-lille1.fr/iaal/docs/iaal2000/mout/anim/texte.htm>.

Consulté le 25 mars 2013.

- Produtos Alimentícios Vegetais: Mostarda. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Disponible sur [http://www.ufrgs.br/Alimentus/feira/prhorta/mostarda/qprod\\_t.htm](http://www.ufrgs.br/Alimentus/feira/prhorta/mostarda/qprod_t.htm). Consulté

le 27 mars 2013.

- Projet de Technologie Industrielle des Éléves de la Troisième Année 2000-2001. Moutarde à l'Ancienne. Université de Lille. Disponible sur [http://pfeda.univ-](http://pfeda.univ-lille1.fr/iaal/docs/iaal2000/mout/anim/texte.htm)

[lille1.fr/iaal/docs/iaal2000/mout/anim/texte.htm](http://pfeda.univ-lille1.fr/iaal/docs/iaal2000/mout/anim/texte.htm). Consulté le 25 mars 2013.

## ANNEXES

### Annexe 1 : Composition de la graine de moutarde

Composition	Teneur de la graine	Localisation dans la graine
Lipides	37 à 42 %	Dans l'amande
Protéines	25 à 27 %	Dans l'amande et les téguments
Glucides	22 %	Dans l'amande
Fibres et cellulose	12 à 13 %	Dans les téguments

Matières minérales (en pourcentage du poids des cendres) 4,1 à 4,5 % dont :

Phosphate : 42 %

Potassium : 25 %

Calcium : 15 %

Magnésium : 10 %

Sulfate : 8 %

Oligoéléments

## **Annexe 2 : Historique**

La moutarde est connue depuis des millénaires, malgré le fait que son origine géographique reste imprécise : l'Afghanistan ou encore l'est de l'Inde ou la Chine. La moutarde brune est maintenant cultivée et utilisée sur les cinq continents dans les régions à climat subtropical tempéré. Cette plante fut cultivée par les Sumériens (3000 ans av. JC) mais aussi par les Egyptiens, les Grecs, les Romains et fut introduite en Gaule par les Romains il y a environ 4000 ans.

Sous sa forme culinaire, elle était associée au vinaigre qui inhibe les propriétés révéulsives de la plante. Les hommes confectionnaient également une pâte à partir de la graine broyée, de vinaigre, de miel ou d'huile. Au Moyen-Age, elle était utilisée pour améliorer la saveur des mets ou de sauces et permettait de faciliter la digestion. Elle est utilisée en Inde (depuis 2300 av. JC) pour l'extraction de l'huile.

Le terme de moutardier, désignant le fabricant ou le marchand de moutarde, apparaît pour la première fois dans le registre de la taille royale de Paris en 1292. Le début de la réglementation de cette activité à Paris est fait en 1351 et à Dijon en 1390. Au XVI<sup>e</sup> siècle, les vinaigriers-sauciers-moutardiers s'organisent en un corps de métiers et se dotent de statuts. Les centres de productions sont alors nombreux : Paris, Besançon, Saint-Maixent, mais aussi l'Angleterre. A cette époque, quatre formes de moutarde coexistent : l'une faite lors des vendanges avec du moût bouilli pour ne pas fermenter, une autre proche de la tradition antique comportant des amandes, de la mie de pain, du verjus et du vinaigre, une troisième proche de notre condiment : graine trempée, broyée avec du vinaigre et tamisée, et une dernière en pastilles sèches ou en petits pains.

Chez les modestes gens, la moutarde est très longtemps utilisée en guise de poivre, beaucoup plus cher. Elle est très en vogue à La Renaissance, âge d'or des épices.

De siècle en siècle, la moutarde est de plus en plus synonyme de richesse, de raffinement et de plaisir. C'est au XVII<sup>e</sup> siècle qu'ont été lancées les moutardes fines et aromatiques.

Au XVIII<sup>e</sup> siècle, la concurrence se focalise entre la moutarde parisienne (de Bordin et Maille) et dijonnaise (de la famille Naigeon). Bordin et Maille diversifie déjà ses produits en proposant de la moutarde au citron, à la capucine, aux truffes...

L'industrialisation au XIX<sup>e</sup> siècle transforme le monde de la moutarde. En 1853, Maurice Grey présente à l'Académie de Dijon, une machine qui broie, triture et tamise en même temps la moutarde, destinée à améliorer le rendement de la production, jusqu'alors

fabriquée à la main. Le tamisage, spécifique à la moutarde de Dijon, se perfectionne peu à peu.

L'implantation des moutardiers dans la région de la Bourgogne au XIX<sup>e</sup> siècle est liée à l'abondance des vignes (offrant le verjus nécessaire à la pâte) et du sénevé (cultivé par les charbonniers de Morvan et de l'Auxois). A présent, le sénevé est essentiellement importé du Canada.

L'importation des graines s'impose face à un fort développement de l'industrie condimentaire. La culture de la moutarde disparut de Bourgogne vers 1950, victime de ses faibles rendements.

Le XX<sup>e</sup> siècle voit la disparition des petits moutardiers au profit des maisons Amora, Grey-Poupon ou Maille. En 1937, puis en 2000, un décret fixe les conditions de fabrications et les appellations des moutardes. La " Moutarde de Dijon " est définie comme un procédé de fabrication. Cette moutarde en pâte est fabriquée avec des graines de moutarde noire et/ou brune, blutées ou tamisées. La moutarde de Dijon n'est donc pas une appellation d'origine. Cependant, en 2004, une indication géographique protégée (IGP) est demandée pour la " Moutarde de Bourgogne " constituée de graine cultivée en Bourgogne et de verjus à base de vin de Bourgogne.



### **Annexe 3 : Production de Moutarde au Brésil**

La moutarde commercialisée au Brésil est appelée « Condiment à la Base de Moutarde » d'après la législation brésilienne. Cette préparation est composée de poudre de moutarde blanche (*Brassica alba*), de vinaigre et d'épices. La formulation ci-dessous est semblable à celle observée dans le commerce. Cette moutarde est appelée commercialement moutarde « type Hot Dog » ou moutarde «à l'américaine».

Eau	47 %
Vinaigre	28 %
Moutarde en Poudre	8 %
Sucre	6 %
Amidon de Maïs	4.5 %
Sel	2.4 %
Huile de Soja	2.3 %
Oignon	0.7 %
Curcume	0.5 %
Piment en poudre	0.08 %
TOTAL	100 %

#### **Fabrication de la Moutarde :**

##### **Nettoyage**

Cette opération vise à éliminer physiquement des résidus indésirables présents à la surface des graines de moutarde. Le système de nettoyage à sec est largement utilisé dans le traitement des graines. Fondamentalement, trois méthodes sont utilisées pour le nettoyage à sec : l'aération, la séparation par tamisage et la séparation par le diamètre.

### **Broyage**

Le broyage est l'opération unitaire dans laquelle la taille moyenne des matières solides est réduite par l'application des forces d'impact, de compression et d'abrasion. Les avantages de réduire la taille des graines sont l'augmentation du rapport surface/volume, ce qui augmente l'efficacité des opérations postérieures et l'uniformisation de la taille des particules du produit, ce qui va faciliter l'homogénéisation et la solubilisation des produits en poudre. Les graines de moutarde sont broyées dans un broyeur à rouleaux ou à disques (plus utilisé) pour obtenir une poudre fine, qui est l'ingrédient principal de ce condiment.

### **Chauffage**

La poudre de moutarde est mélangée avec de l'eau et ce mélange est chauffé. Cette étape est importante parce que ces ingrédients ne se mélangent pas bien à froid. Ensuite les autres ingrédients sont ajoutés, à l'exception de l'huile et du vinaigre, qui doivent être chauffés et ajoutés séparément.

En industrie, des cuves à double enveloppe chauffées à la vapeur d'eau sont utilisées.

### **Mélange**

De l'huile et du vinaigre sont ajoutés à la pâte qui vient d'être chauffée. Le mélange est effectué dans le récipient de cuisson à l'aide de lames rotatives.

### **Cuisson**

La cuisson est effectuée sous agitation pendant cinq minutes dans le but de provoquer l'évaporation de l'eau contenue dans le produit. La température est contrôlée afin d'éviter l'ébullition dans le mélange au cours du chauffage.

### **Homogénéisation**

Le but de l'homogénéisation est de retarder ou minimiser toute sédimentation des particules en suspension de manière à obtenir une suspension stable. Le mélange est forcé à traverser des pores très fins à pression et température contrôlées (fragmentation des particules en suspension).

### **Remplissage**

Le remplissage des récipients se fait à chaud. Ils sont ensuite scellés et leurs couvercles (type à vis) sont placés manuellement ou par des machines automatisées.

### **Refroidissement**

Les emballages sont refroidis jusqu'à la température ambiante. Pour cette opération, les récipients déjà fermés sont placés dans une cuve contenant de l'eau froide.

### **Étiquetage**

Les étiquettes adhésives sont placées manuellement ou automatiquement et doivent être répondre aux paramètres requis par la législation brésilienne : fournir des informations claires et précises sur le produit et le fabricant, utiliser l'orthographe officielle et indiquer les poids brut et net en unités officielles. De plus, si le produit est affecté par la chaleur ou l'humidité, cela doit être indiqué clairement sur l'étiquette. L'utilisation de conservateurs, aromatisants et autres additifs doivent être signalés par ses leurs numéros respectifs.

### **Stockage**

Le stockage doit être fait dans un endroit frais et aéré, avec des produits déjà conditionnés dans leur emballage final ou dans des boîtes en carton.