



EMBRAPA

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
CENTRO DE TECNOLOGIA AGRÍCOLA E ALIMENTAR

SEMINÁRIOS DO CENTRO DE
TECNOLOGIA AGRÍCOLA E ALIMENTAR
1981

AA

71a

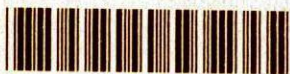
82

-2005.00498

Anais...

1982

PC-2005.00498



31550-1

Chefia do CTAA

João Fernando Marques — Chefe

Itamar Cabral de Carvalho Junior — Chefe Adjunto Técnico

Servilho J. Giannetti — Chefe Adjunto de Apoio

S E M I N Á R I O S D O

CENTRO DE TECNOLOGIA AGRÍCOLA E ALIMENTAR

Embrapa	
Unidade:	AI - Sede
Valor aquisição:	
Data aquisição:	
N.º N. Fiscal:	
Formulário:	
N.º 000:	
Origem:	Doacao
N.º Registro:	498105

EDITOR: Comitê de Publicações do CTAA/EMBRAPA

Endereço: Rua Jardim Botânico, 1024, Parte-22.460-
Rio de Janeiro-RJ

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de
Tecnologia Agrícola e Alimentar, Rio de Janeiro, RJ.

Seminários do Centro de Tecnologia Agrícola e Ali-
mentar 1981. Rio de Janeiro, 1982.

75p. (EMBRAPA.CTAA. Documentos, 2).

1. Alimentos-Tecnologia-Seminários. 2. Alimentos -
Agroindústria-Seminários. I. Título. II. Série.

CDD - 19ed. 664.00307152

© EMBRAPA

A P R E S E N T A Ç Ã O

O Setor de Difusão de Tecnologia do Centro de Tecnologia Agrícola e Alimentar-CTAA, realizou em 1981, vários seminários com o objetivo de promover a atualização de conhecimentos de sua equipe técnica e ao mesmo tempo propiciar um fórum de debates envolvendo técnicos das Instituições de P&D e das Indústrias de Alimentos.

Os textos que compõem o presente documento foram preparados pelos expositores, técnicos de Instituições do país e do exterior, e aqui transcritos integralmente.

Este trabalho terá continuidade em 1982.

MARIA HELENA LOPES DA CRUZ
Difusora de Tecnologia

CARACTERIZAÇÃO DO AMIDO E DA ALFA AMILASE DE MILLET

(Paniceetum americanum).

Adelaide del Pino Beleia

As características físico-químicas do amido de millets (*Paniceetum americanum*) foram estudadas para determinar a variabilidade entre populações. A absorção de água fria variou entre 83,6 a 99,5%, temperatura inicial de gelatinização variou entre 59 a 63°C e temperatura final de gelatinização entre 68 a 70°C. A absorção de água a 95°C variou entre 14,1 e 16,4% e a solubilidade a 95°C variou entre 7,9 e 18,9%. Os amidos que absorveram menos água foram menos solúveis durante o aquecimento. Houve maior variação na viscosidade, determinada com o amilógrafo Brabender, durante o esfriamento dos gels do que durante o aquecimento. A pequena variação no conteúdo de amilose dos amidos (20 a 22%) e diferenças na cristalinidade relativa de duas amostras indicam que outros fatores, como tamanho e organização das moléculas, são mais importantes na determinação das características do amido de millet do que o conteúdo de amilose.

O sistema enzimático responsável pela hidrólise do amido também tem influência nas características do amido. Os estudos da alfa amilase do millet indicaram que, em parte, o método usado na purificação do enzimo influenciou as características desse enzimo. Eletroforese em acrilamida mostrou três isozimas para a alfa amilase purificada em coluna de amido e quatro isozimas para a alfa amilase purificada.

Pesquisadora do CTAA

O peso molecular dos isozimas, determinados por eletroforese com SDS, variou entre 31000 e 53000. O pH ótimo foi 4,4 para a alfa amilase purificada em coluna de amido e 4,8 para a alfa amilase purificada com glicogênio. A temperatura ótima foi 55°C. Muitas dessas características são similares às características de alfa amilases purificadas de outros cereais.

A atividade enzimática de um extrato bruto de millet foi mais ativa sobre amido de trigo do que sobre amido de millet, tanto nos amidos gelatinizados como nos amidos crus.

MESA REDONDA SOBRE A SITUAÇÃO ATUAL DE OCORRÊNCIA DE RESÍDUOS DE DEFENSIVOS AGROPECUÁRIOS EM ALIMENTOS "IN NATURA" E INDUSTRIALIZADOS.

Nos dias 8 e 9 de abril de 1981, foi realizada no Centro de Tecnologia Agrícola e Alimentar (CTAA), da EMBRAPA, uma mesa redonda abordando o seguinte tem: "Situação atual de ocorrência de resíduos de defensivos agropecuários em alimentos "in natura" e industrializados".

Essa iniciativa contou com a valiosa colaboração do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq.

Participaram da mesa redonda técnicos altamente qualificados dos diversos órgãos de pesquisa, tanto da esfera federal como estadual, permitindo que o assunto fosse amplamente debatido no mais alto nível, no sentido de propor uma série de medidas visando salvaguardar a saúde do consumidor e abrir maiores perspectivas para a expansão da exportação de alimentos "in natura" e industrializados de alto potencial no Brasil.

As diversas recomendações resultantes dessa mesa redonda sobre vários temas, serão encaminhadas aos órgãos competentes para que, com esses subsídios técnicos, possam ser tomadas medidas de interesse sócio-econômico.

RECOMENDAÇÕES

1. Recomendar à Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária a necessidade de ser revista e atualizada a Resolução nº 13/74 da antiga Comissão de Normas e Padrões para Alimentos, quanto ao critério para avaliação sobre o meio ambiente e a fauna silvestre, de forma a assegurar ao Ministério da Saúde critérios para a avaliação de resíduos ajustados às recomendações dos organismos internacionais, bem como à experiência acumulada pelo GT-2.
2. Reconhecendo que a implantação e o desenvolvimento de uma política nacional de controle e fiscalização de resíduos em alimentos exige a integração multisetorial e multidisciplinar dos órgãos federais e estaduais envolvidos ,

de forma a impedir superposição de esforços e assegurar a utilização plena dos recursos humanos e materiais disponíveis, sejam apoiadas as atividades do Grupo de Trabalho Interministerial e Multidepartamental de Resíduos de Pesticidas em Alimentos (GT-2), recomendando a continuação de suas atividades, tanto a nível nacional com estabelecimento das tolerâncias, como a nível internacional, no CODEX ALIMENTARIUS FAO/OMS, sob a forma de Comissão Permanente de Resíduos e Contaminantes em Alimentos.

3. Fazer sentir à Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária a necessidade de serem assegurados o treinamento e a especialização de toxicologistas, capazes de acompanhar a avaliação toxicológica de contaminantes e prever as consequências futuras da remanescência de contaminantes em produtos de consumo humano.

4. Congratular com o trabalho educativo exercido junto aos agricultores pelo Instituto Biológico da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, através do monitoramento de resíduos de organoclorados em produtos hortifrutigranjeiros, recomendando aos Ministérios da Agricultura e Saúde apoio a essa iniciativa e sua disseminação e implantação em outros Centros de Abastecimento das grandes cidades, reconhecendo o Instituto Biológico como Centro Nacional de Referência para Controle de Resíduos em Produtos Vegetais.

5. Congratular com o trabalho desenvolvido pela Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, no tocante ao controle de remanescência de pesticidas em carnes e produtos cárneos, recomendando:

- a) reconhecer-se o LANARA como Centro Nacional de Referência para o controle de Resíduos de Contaminantes em Produtos e Subprodutos de Origem Animal;
- b) recomendar um maior entrosamento dos laboratórios oficiais de controle mantidos por órgãos federais e estaduais com o mesmo;
- c) recomendar íntimo entrosamento entre a Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura e a Secretaria Nacional de Vigilância do Ministério da Saúde, na avaliação toxicológica e na fixação de tolerância para os resíduos de pesticidas, antibióticos, hormônios e demais quimioterápicos em produtos e subprodutos de origem animal destinados ao consumo humano.

6. Os Centros de Referências devem funcionar de modo a proporcionar uma fiscalização educativa, orientando diretamente os lavradores e criadores dos locais onde vierem a ocorrer problemas de resíduos, através de um íntimo entrosamento com os técnicos do sistema de extensão agropecuária.
7. Reconhecer o Instituto Adolfo Lutz como Centro Nacional de Referência para o Controle da Qualidade Analítica da Metodologia Usada na Determinação de Resíduos e Contaminantes em Alimentos, recomendando aos laboratórios de controle federais e estaduais, bem como aos centros de pesquisa mantidos por Universidades e Institutos de Ciência e Tecnologia de Alimentos, íntimo entrosamento com o Instituto Adolfo Lutz, com vistas à padronização da amostragem e da adoção de métodos oficiais de análise, bem como o treinamento de analistas de resíduos e contaminantes em alimentos.
8. Considerando a importância do controle de resíduos de defensivos agropecuários nos alimentos, visando proteger o consumidor de possíveis danos à saúde pública, bem como permitir com segurança a expansão da exportação de produtos alimentícios, recomenda-se aos diversos órgãos federais e estaduais, sejam fortalecidos os atuais laboratórios especializados existentes no país, bem como a implantação de novos, abrangendo as diversas regiões do Brasil, através do fornecimento permanente de recursos suficientes para permitir:
- a) contratação e treinamento no país e no exterior de pessoal técnico qualificado;
 - b) aquisição e manutenção dos equipamentos necessários;
 - c) facilidade de aquisição de drogas, solventes e outros materiais necessários para o seu perfeito funcionamento.
9. Recomendar às instituições relacionadas com as atividades agropecuárias que organizem em suas esferas de ação, cursos de níveis múltiplos para divulgação dos conhecimentos sobre os riscos apresentados pelos defensivos agropecuários e seus resíduos, seguindo as instruções da Organização Mundial da Saúde referentes a cursos modulares (série de módulos reagrupáveis segundo o nível do curso).
10. Considerando que os resultados apresentados evidenciaram a presença de resíduos não intencionais de alguns inseticidas organoclorados (B.H.C., Endrin, D.D.T. e Aldrin), recomendar seja estudada a possibilidade de suspensão do seu

uso em atividades agropecuárias, com exceção de alguns casos onde o emprego dos mesmos se mostrar indispensável.

As exceções de uso seriam D.D.T. no controle de vetores da malária e B.H.C. no controle dos "barbeiros".

Quanto aos formicidas organoclorados, recomenda-se seu uso sob forma controlada e adequada.

11. Tomar conhecimento da ocorrência do fungicida HCB em produtos cárneos, recomendando à Secretaria de Vigilância Sanitária:

- a) a identificação do detentor ou detentores de propriedade do HCB, a fim de averiguar a ocorrência de exportação do mesmo para o Brasil;
- b) a identificação dos possíveis importadores e distribuidores do HCB;
- c) desenvolvimento de gestões junto à CACEX para averiguar se ocorreu licença de importação para o HCB e alertá-la quanto à proibição do emprego desse pesticida no Brasil.

12. Incrementar os estudos sobre o manejo das pragas, doenças e incidência das ervas daninhas, enfatizando a relação entre a incidência das mesmas e a produtividade, procurando solução básica para minimizar o problema de resíduos, determinando as épocas mais adequadas de aplicação dos inseticidas, herbicidas e fungicidas que, além de aumentar a eficiência do controle químico, reduz sensivelmente a ocorrência de resíduos e contaminações ambientais.

13. Propor que o Centro Nacional de Pesquisa da Soja faça uma recomendação ao Secretário de Defesa Sanitária Vegetal, com o conhecimento que tem dos defensivos agrícolas registrados para soja, sobre a conveniência de serem cancelados alguns desses usos, considerados mais prejudiciais a um programa de controle integrado.

14. Recomendar ao Ministério do Planejamento que os órgãos de pesquisa agropecuária sejam contemplados com recursos necessários para a ampliação e fortalecimento das pesquisas em torno do controle biológico de pragas e moléstias.

15. Recomendar aos Ministérios da Agricultura e Saúde a organização de um Banco de Processamento de Dados, onde sejam armazenados dados relativos aos resultados de análises de resíduos de defensivos agropecuários em alimentos, efetuados pelos laboratórios oficiais de controle de resíduos, bem como as respectivas tolerâncias ou limites máximos permitidos.

PERSPECTIVAS DAS PESQUISAS EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE CEREAIS

Prof. Dr. Ahmed A. El-Dash (UNICAMP)

24 de junho de 1981 (EMBRAPA-CTAA)

I. Problemas enfrentados

- A. Falta de comunicação entre a comunidade científica e a comunidade industrial.
- B. Falta de comunicação entre os pesquisadores, que resulta em falta de planejamento e coordenação das pesquisas.

II. Soluções sugeridas

- A. Estabelecimento de um serviço de extensão nos centros de pesquisa para melhoramento da comunicação entre os centros e a comunidade industrial. com os seguintes objetivos:
 - 1. Resumir e simplificar os resultados das pesquisas para torná-los acessíveis a comunidade industrial.
 - 2. Apresentar à comunidade científica os problemas que encontram a comunidade industrial e o país para tornar as pesquisas nos centros de pesquisa mais realísticas e dirigidas para resolver os problemas nacionais.
- B. Planejamento das pesquisas (do campo de tecnologia de cereais, por exemplo) pelos próprios pesquisadores da área, evitando-se duplicação de trabalho e para melhor aproveitar os recursos disponíveis. Implantação através de:
 - 1. Levantamento dos problemas confrontando o país dentro deste campo.
 - 2. Reuniões anuais para discussão destes problemas e clas

sificação dos mesmos para o estabelecimento das prioridades.

3. Divisão dos problemas prioritários entre os vários centros de pesquisa baseada na disponibilidade de equipamentos e pessoal.
4. Reencontros para discussão do progresso e troca de opiniões sobre os problemas encontrados.
5. Manutenção do sistema através da criação de uma associação para ciência e tecnologia de cereais que abranja não sô os pesquisadores mas também os industriais e os técnicos que trabalham no campo.

III. Pesquisas prioritárias para a área de tecnologia e ciência de cereais.

- A. Melhor aproveitamento dos subprodutos das indústrias de cereais, por exemplo germe do trigo e milho, farelo, etc.
- B. Redução do desperdício no nível industrial e no nível do consumidor através do melhoramento da qualidade da matéria-prima, dos produtos finais, e do processo em si.
- C. Desenvolvimento de uma tecnologia simplificada utilizando equipamentos nacionais e dirigida para indústrias médias e pequenas.
- D. Desenvolvimento de uma tecnologia para modificação das proteínas e carboidratos para aplicação industrial, como por exemplo, uso nas indústrias de papel e tecido.
- E. Desenvolvimento de uma tecnologia de extrusão e produção de produtos instantâneos com valor nutricional alto.
- F. Melhoramento da armazenabilidade dos produtos de ce-

gral, germe de trigo e de milho, etc.

- G. Melhoramento da qualidade tecnológica das farinhas de sorgo, milho, cevada, etc. para ampliar sua utilização na alimentação humana.

IV. Outras prioridades

- A. Estabelecimento de um sistema de controle de qualidade nacional para os cereais, especialmente o trigo e as farinhas
- B. Melhor treinamento para os técnicos que trabalham na área de tecnologia de cereais.
- C. Manutenção da comunicação dos técnicos com as pesquisas mundiais.

TEXTURA DOS ALIMENTOS

DR. MARTIN KLOEK

Texture: What is it?

Texture is, as we all know, an important aspect of food quality and in the study of plant breeding and selection. In 1963, Szczesniak and coworkers reported a study in which it was found that texture influences people's images of food for instance.

And the fact that the study of food texture has experienced a remarkable growth in the last 15 years or so is in it self a sign that texture is an important aspect in the study of food engineering and product development.

If it is easy to demonstrate the importance of texture it is certainly not easy to define food texture in objective terms and even more difficult to measure it. You see, we have to build texture into many fabricated food products, whether this be for preservation purposes or to make a product more palatable. As a result the relationship between physical structure and mechanical properties has resulted in many studies.

Food texture is not a simple property that can be easily defined and/or measured. The theory of rheology, although helpful, is usually not adequate to describe what we understand as texture. Texture is obviously much more than just mechanical properties.

Composition plays a role: fatty foods give a different textural impression than foods containing starch or water. Mechanical measurements and studies of microstructure are indeed helpful in describing texture but the ultimate standard is still "mouthfeel".

Therefore, sensory evaluation of texture is indispensable if we want to describe texture.

A lot of progress has been made in recent years on all fronts. Our theoretical knowledge has improved immensely. Computer models are being used to solve specific problems in food texture management and yet, the more we know, the harder it gets to define texture for a given situation so it seems.

Oddly enough, with all the 'high' technology available it is still the technologist that has to determine and measure texture objectively and be able to report the results so they can be used for further study.

It is therefore imperative that the technologist learns the fundamentals of measuring texture whether this be sensorywise or instrumentally, to assess a product or indeed to assist the plant breeder in the selection of breeding lines.

The following slides constitute a comprehensive review designed to bring technologists up to date on the latest developments in the field of instrumentation and techniques in food texture measurements.

It represents only a general overview, mind you, not an in-depth study, an introduction if you like, with some particular items which should be taken into account when measuring texture.

F.J. Francis

Universidade de Massachusetts

Os Estados Unidos da América do Norte consomem, desde há muitos anos, quantidade apreciável de corantes sintéticos para uso em alimentos. Ultimamente, tem sido levantada uma série de indagações sobre a segurança, sob o aspecto de saúde pública, do emprego de tais corantes, tendo sido proibido o uso de alguns deles em produtos alimentícios. Assim, cada vez mais vem sendo aventada a possibilidade de um maior aproveitamento de fontes naturais de corantes.

As maiores necessidades de corantes para alimentos se encontram na faixa do vermelho, uma vez que o corante Vermelho nº 2 (Red nº 2) já foi banido da lista dos corantes permitidos para uso em produtos alimentícios. Existem duas fontes principais de pigmentos vermelhos naturais: os encontrados nas uvas (antocianinas) e os das beterrabas vermelhas (betacianinas). No caso das uvas, têm-se duas fontes distintas de pigmentos: 1) os obtidos das viníferas europeias (Vitis vinifera) e 2) os das uvas americanas (Vitis labrusca), empregadas na produção de sucos e geléias.

Antocianinas

No processo de elaboração de vinho, as cascas são separadas e extraídas com água, obtendo-se um pigmento azul denominado enocianina. As uvas empregadas na produção de suco, são prensadas e o suco resultante é armazenado durante o inverno. Os sólidos existentes no suco se precipitam e depositam no fundo do tanque de estocagem, arrastando consigo os pigmentos. Esses podem ser separados e processados de modo a se obter dois tipos de corantes, o vermelho e o azul.

Os produtos obtidos, tanto das cascas resultantes da elaboração de vinho, como da prensagem para obtenção de suco, são constituídos por uma mistura de antocianinas, pigmentos flavonóides amarelos, taninos e polímeros. A composição química desses produtos de extração é variável e ainda não foi fixada de maneira precisa. Após o armazenamento, os pigmentos se polimerizam e vão mais além, resultando em misturas muito complexas, o que torna a caracterização e padronização muito difíceis.

Betacianinas

Os pigmentos das beterrabas vermelhas (Beta vulgaris) estão também sendo utilizados em alimentos sob três formas: 1) beterraba desidratada; 2) suco de beterraba desidratada; e 3) suco de beterraba. Tais pigmentos contêm betaína (vermelho), betaxantina (amarelo), bem como polímeros marrons, constituindo uma mistura, cuja composição é difícil de ser determinada.

Os pigmentos de uma e de beterraba são adequados para alimentos sob as seguintes condições.

- a) sofram tratamento térmico pouco drástico (suave);
- b) possam ser conservados a baixa temperatura;
- c) possam ser conservados em ambiente com teor mínimo de oxigênio;
- d) possam ser conservados com baixo teor de umidade

Carotenóides

Três pigmentos carotenóides são bem conhecidos e usados nos Estados Unidos da América do Norte como corantes de alimentos. São os seguintes:

- a) beta-caroteno (amarelo);
- b) apocaroteno1 (alaranjado);
- c) cantaxantina (vermelho).

Todos eles são obtidos por processos sintéticos, porém com as mesmas características dos pigmentos naturais.

Os pigmentos obtidos são puros e eliminam os problemas de caracterização que ocorrem com as antocianinas. São primordialmente solúveis em óleo, mas produtos preparados de granulação bem fina são encontrados e adequados para preparações aquosas. Tais pigmentos são estáveis durante o tratamento térmico e em meio ácido, porém são facilmente oxidadas.

A utilização de pigmentos carotenóides tem aumentado consideravelmente como corante de alimentos, principalmente pelo fato de ser o beta-caroteno um precursor de vitamina A.

Diversos carotenóides naturais têm sido empregados em escala crescente como corantes de alimentos. Assim, pode-se citar o Annatto (sal solúvel de norbixina), obtido de sementes do urucu (Bixa orellana), que é um carotenóide solúvel em água. É empregado largamente como corante em queijos e em produtos de panificação.

O açafrão (Crocus sativus) fornece um corante e condimento de alto valor comercial, cujo pigmento é a crocitina. A pimenta (Capsicum annum) fornece a capsorrubina e capsantina. Existe ainda um número muito grande de outros corantes naturais, tais como os de óleo de coco, cenoura, tagetes, casca de frutos cítricos, alfafa, tomate, etc.

A clorofila tem sido usada ocasionalmente como fonte de coloração verde. Os derivados cúpricos da clorofila e outros são algumas vezes mais estáveis, porém não estáveis em presença da luz ou de ácidos. Têm sido usados em produtos de confeitaria, sopas, produtos de laticínios e pastas alimentícias.

A hemoglobina obtida do sangue também tem sido utilizada em alimentos, mas essa adição é motivada mais pelo seu valor proteico do que como corante. Um exemplo a citar são os pudins escuros ("black puddings") encontrados nos Estados Unidos da América do Norte. Podem-se citar, ainda, os quinóides, tipos de pigmentos que têm sido utilizados vez por outra como corantes para alimentos. Dentre eles, citam-se a cochonilha, a laca, a alcaná (Alkanna tinctoria), os quermes (o corante obtido de Coccus ilicis), etc. Apenas o corante cochonilha, obtido de fêmeas do inseto Coccus cacti, tem sido mais largamente utilizado.

Poder-se-iam citar, ainda, muitos outros exemplos de possíveis corantes naturais para uso em alimentos. Entretanto, todos devem ser inicialmente

mente submetidos a extensivos ensaios toxicológicos, a fim de comprovar a sua inocuidade para uso humano, antes de poderem ser incluídos na lista de corantes permitidos para emprego em alimentos.

MANUSEIO E ARMAZENAMENTO DE FRUTAS E HORTALIÇAS

ERNESTO B. PANTASTICO

As perdas devidas ao manuseio inadequado de frutas e hortaliças após a colheita são grandes, não sō no Brasil como também em outros païses. Assim, faz-se necessãria a adoção de medidas que possam reduzir essas perdas, principalmente naquelas culturas de maior importãncia econômica. Para atingir esses objetivos, vãrios procedimentos podem ser adotados, que serão a seguir discutidos.

A. Modificação na época de plantio e seleção de variedades

Exemplo: - Escalonamento do plantio de variedades selecionadas de cebolas em diversas áreas, de modo a distribuir a época de colheita pelo ano todo.

B. Intensificação do potencial de armazenamento

Exemplo: - Elevar o teor de sólidos solúveis da cebola na época de colheita e cura, e estudar o melhoramento do processo de cura.

C. Aplicação de inibidores de maturação

Elucidação sobre o precursor de etileno C_2H_4 ; significação prática do ácido-1-amino ciclopropano-1-carboxílico (1 amino ciclopropano-1-carboxylic acid), biogênese dos inibidores de etileno; mecanismo de ação do etileno.

D. Sistemas adequados de colheita

Exemplo: Corte do pedúnculo do fruto de abacate ao nível do pedicelo.

E. Condições adequadas de transporte

Exemplo: - Conservar os frutos de abacate em sistemas de atmosfera controlada e modificada com absorvente de etileno, em condições ambientais.

F. Adaptação dos requisitos recomendados para armazenamento refrigerado

Exemplo: - Variação nos requisitos para armazenamento de batata e outras hortaliças.

G. Redução dos danos causados pelo frio

Novos conceitos sobre o mecanismo de danos causados pelo frio; tolerância à baixa temperatura; métodos de controle para algumas frutas tropicais.

H. Utilização de armazenamento refrigerado com atmosfera controlada (CA)

Requisitos de câmaras de atmosfera controlada para maçãs e outras frutas e hortaliças; princípios biofísicos de armazenamento em atmosfera controlada; sistemas comerciais de armazenamento em atmosfera controlada em vários países; aplicabilidade no Brasil de armazenamento em atmosfera controlada para maçãs.

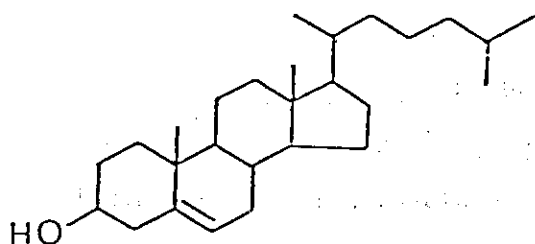
I. Adaptação de um sistema integrado de produção, colheita, manuseio, armazenamento (ou processamento), comercialização e sistema de distribuição

SÍNTESE DE DERIVADOS ESTEROIDAIIS

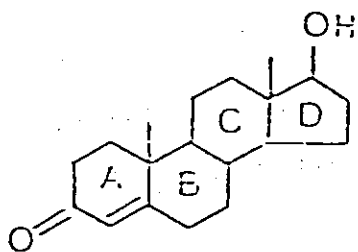
Ismênia Salignac de Souza Guimaraes

Esteróides são álcoois sólidos com 27 a 29 átomos de carbono, possuindo quatro ou mais anéis ligados entre si. A maioria deles possui atividade farmacológica.

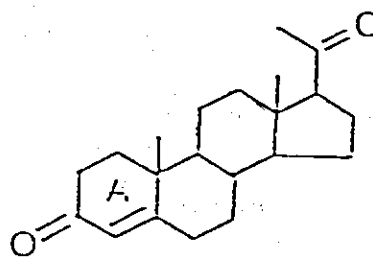
O representante mais conhecido dessa classe de substância é o colesterol.



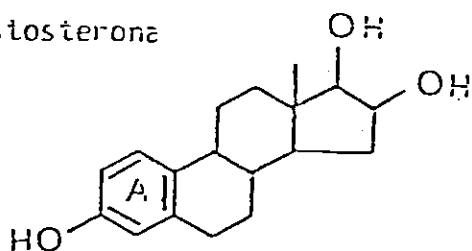
Como exemplo de esteróides com atividade farmacológica, podem ser citados os hormônios sexuais masculino (testosterona), feminino (progesterona), um dos hormônios progesteracionais (estriol) e uma das cortisonas (prednisona).



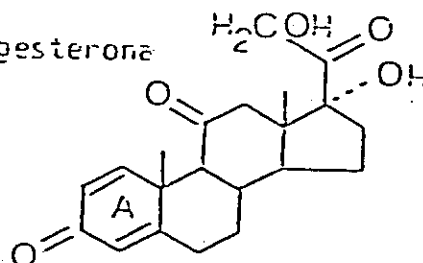
testosterona



progesterona



estriol



prednisona

Observando-se essas fórmulas, verifica-se que é importante a presença de uma ou várias insaturações no anel A para haver atividade hormonal.

A posição e o número de duplas ligações vai determinar o tipo de atividade que os esteróides terão.

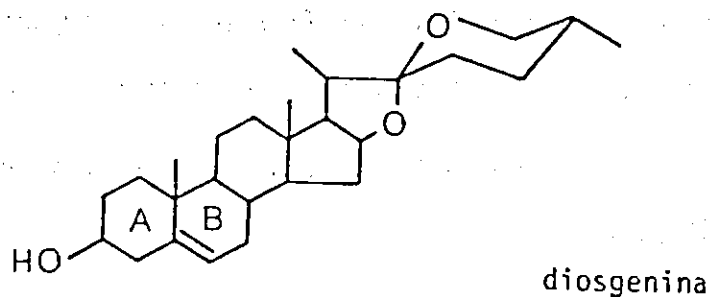
A alteração da atividade dessas substâncias pode ser feita usando-se o recurso de variar o número e a posição das insaturações no esqueleto esteroidal. Assim, em alguns casos, consegue-se diminuir a dosagem e, conseqüentemente, os efeitos colaterais indesejáveis, com a diminuição da atividade pela introdução ou pela mudança de posição de uma dupla ligação.

O estudo dos esteróides teve seu ponto máximo entre as décadas de 30 e 40 com a descoberta das estruturas dos hormônios sexuais e dos hormônios secretados pela córtex.

Os hormônios eram substâncias raras e a terapia por seu intermédio caríssima, já que eram obtidos a partir de glândulas de animais.

Após a Segunda Guerra Mundial, houve uma grande mudança nesse campo e graças os esforços de Marker, Wall e suas equipes, que estudaram cerca de 5 mil plantas de diversas famílias, foi possível obter matéria-prima de origem vegetal, praticamente inesgotável.

Esses pesquisadores descobriram no México algumas espécies da família *Dioscoreacea* contendo uma substância, a diosgenina, cuja estrutura apresenta uma característica que a coloca em posição privilegiada como matéria-prima para a indústria de hormônios.



Ao se oxidar a função hidroxila no anel A, vai haver migração da insaturação do anel B de modo a conjugar com a carbonila, fornecendo uma das condições exigidas para que haja atividade hormonal.

A descoberta dessa substância diminuiu bastante o custo dos hormônios e o México se tornou o maior produtor de hormônios do mundo. O governo mexicano tratou imediatamente de proteger essa indústria, proibindo a exportação de diosgenina e de seus primeiros produtos de transformação, ou seja, só poderiam ser exportados os intermediários próximos das etapas finais dos produtos ativos.

A diosgenina, porém, não é a única fonte para a obtenção de esteróides e o estigmasterol contribui bastante para essa indústria; este esteróide é obtido da fração insaponificável do óleo de soja e do sorgo.

O estigmasterol, semelhante à diosgenina, possui a dupla ligação no anel B, facilitando a obtenção do sistema conjugado necessário para a atividade hormonal.

Os inhames selvagens ou dioscoreas estão em fase de extinção e seu replantio não fornece o teor esperado de diosgenina. Esse fenômeno levou os consumidores a procurar outras fontes vegetais para obtenção de hormônios.

Uma dessas fontes é o sisal que é constituído de 60% de hecogenina, utilizada como matéria prima de cortisonas e 40% de tigogenina, usada para outros hormônios.

Foi desenvolvido recentemente no Nordeste um híbrido de sisal cuja fibra é muito resistente. Essa característica aumentou a procura da fibra de sisal no mercado internacional, visto que com a crise mundial de petróleo as fibras sintéticas tiveram seu preço bastante elevado. Durante a obtenção das fibras desse híbrido, obtém-se um suco que é constituído exclusivamente de tigogenina.

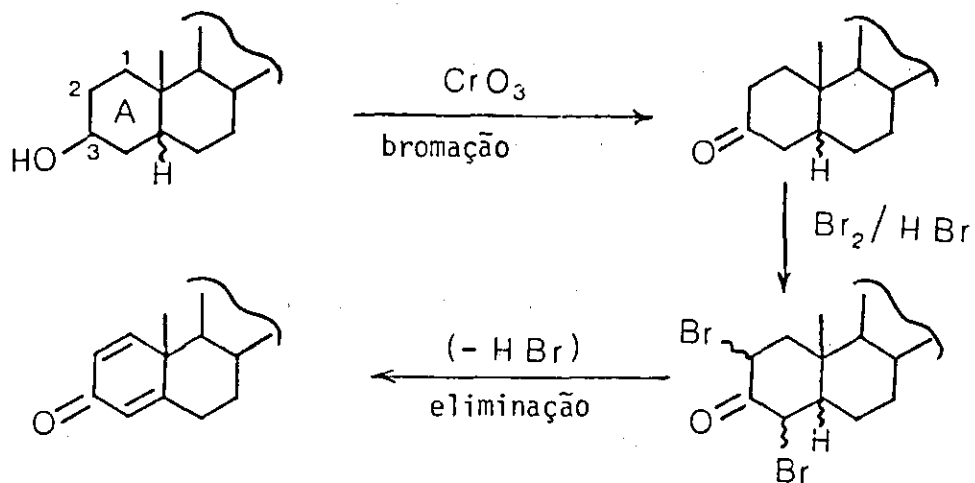
Pensou-se em aproveitar a tigogenina como matéria prima para hormônios visto ser abundante e barata, já que o Brasil importa anualmente cerca de 8 milhões de dólares em agentes anabolizantes, pílulas anticoncepcionais e cortisonas entre outros fármacos de origem esteroideal.

Surgiram duas dificuldades logo no início do trabalho:

- 1- A tigogenina não apresenta nenhuma insaturação para ativar e permitir a introdução de novas duplas ligações.
- 2- Por se tratar de uma tese de doutorado não poderia ser usado um esquema já patentiado.

Era necessário portanto uma sequência inteiramente nova.

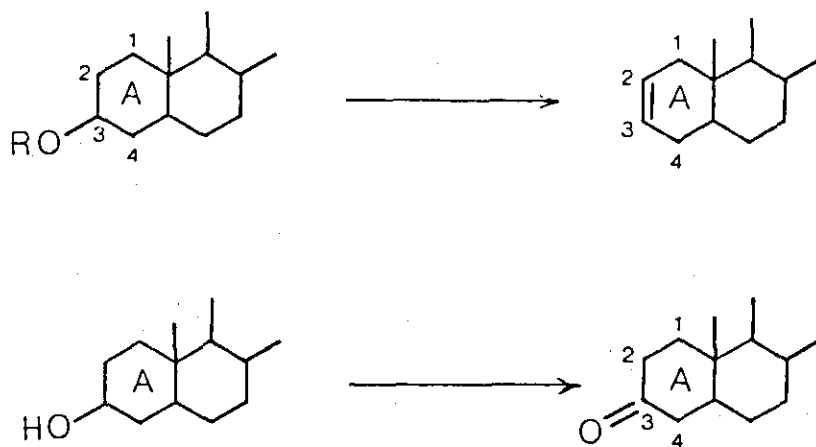
O método clássico, já patentado, para se introduzir insaturações quando só existe a função hidroxila no anel A é feito através da bromação nas posições α à carbonila em 3:



O primeiro esquema usado nesse trabalho utilizava a epimerização da hidroxila em 3, eliminação dos ésteres axiais para a seguir introduzir bromo na posição α à dupla ligação.

A epimerização não funcionou com os rendimentos descritos na literatura.

O segundo processo era baseado na eliminação de ésteres equatoriais na posição 3 de modo a se obter uma insaturação que ativasse duplamente as posições 1 e 4, semelhante à ativação da carbonila em 3 que ativa 2 e 4:



O primeiro éster que se tentou foi o tosilato, mas ao seguir a preparação do tosilato, descrito na literatura, obteve-se um éter dímero de tigogenina que não poderia ser usado no esquema de síntese.

Depois de se fazer um estudo de variação da concentração dos reagentes, conseguiu-se preparar o tosilato de tigogenina em rendimento de 97%.

A eliminação do tosilato forneceu a dupla ligação 2 - 3 em rendimento baixo (20%), juntamente com a dupla ligação 2 - 3 de hecogenina com o mesmo rendimento.

O cloreto de tigogenina foi obtido quando se tentava obter a insaturação 2 - 3 através da reação com o cloreto de tionila. A eliminação desse cloreto em piridina forneceu a dupla ligação desejada, porém o rendimento foi de 17%.

Novo éster foi sintetizado, o éster xantato, que a literatura descreve como um excelente processo para a obtenção de insaturações.

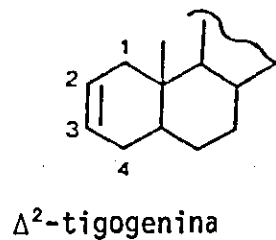
A mistura de hecogenina e tigogenina foi submetida à reação de preparação de xantatos e obtiveram-se os xantatos de tigogenina e de hecogenina, ambos inéditos, e os xantatos ao serem eliminados forneceram as respectivas duplas ligações Δ^2 -tigogenina e Δ^2 -hecogenina em rendimento de 34%.

Na tentativa de se conseguir um processo com melhor rendimento da insaturação 2 - 3, usou-se o método do fenil seleneto que, ao ser submetido à eliminação com água oxigenada, forneceu a insaturação com 70% de rendimento.

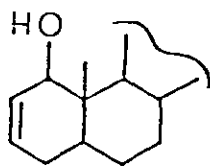
Resumindo:

tosilato de tigogenina
 cloreto de tigogenina
 xantato de tigogenina
 fenil seleneto de tigogenina

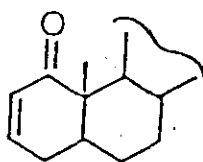
eliminação →



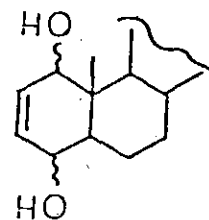
A reação da insaturação Δ^2 -tigogenina com dióxido de selênio forneceu 3 substâncias:



(1)

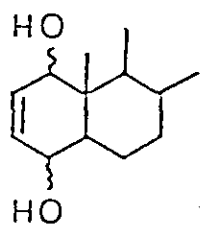


(2)

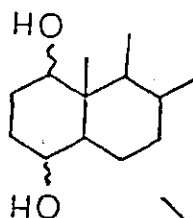


(3)

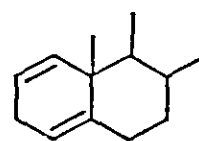
A substância (3) era o objetivo, já que se poderia chegar a uma das condições necessárias para haver atividade hormonal, através do esquema a seguir:



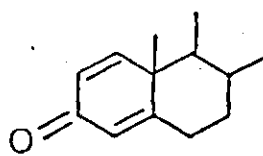
hidrogenação →



eliminação das OH →



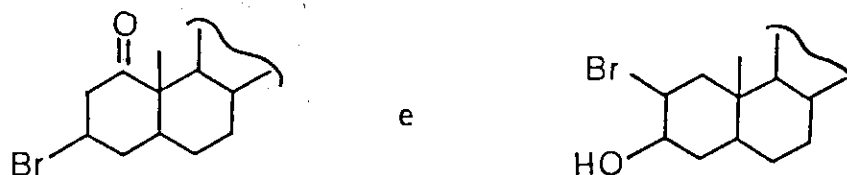
Se O₂
 oxidação ←



Porém a menor percentagem de produto na reação anterior era exatamente da substância (3).

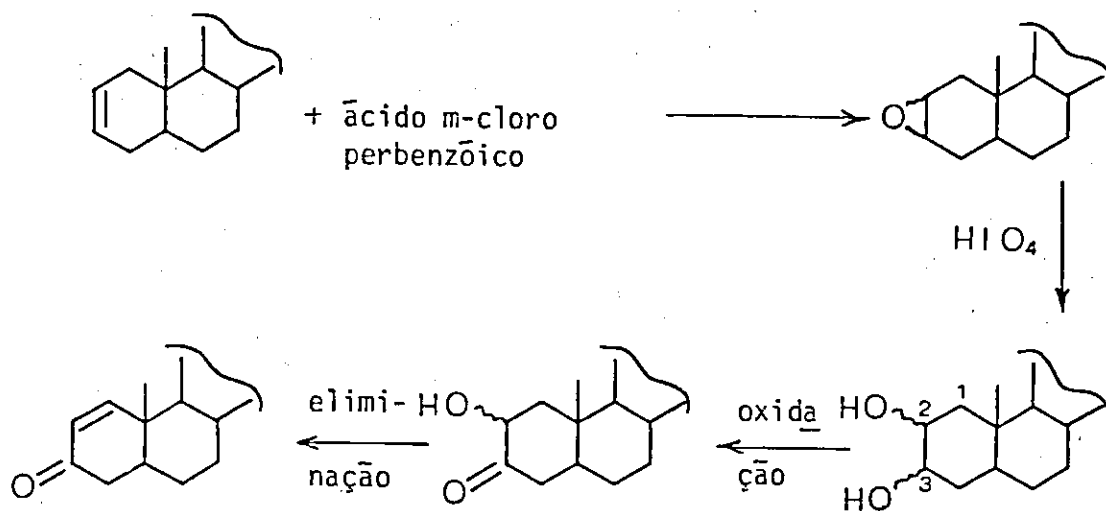
Novas reações foram feitas com Δ^2 -tigogenina

A oxidação alílica com N-Bromo-succinimida forneceu 2 substâncias que

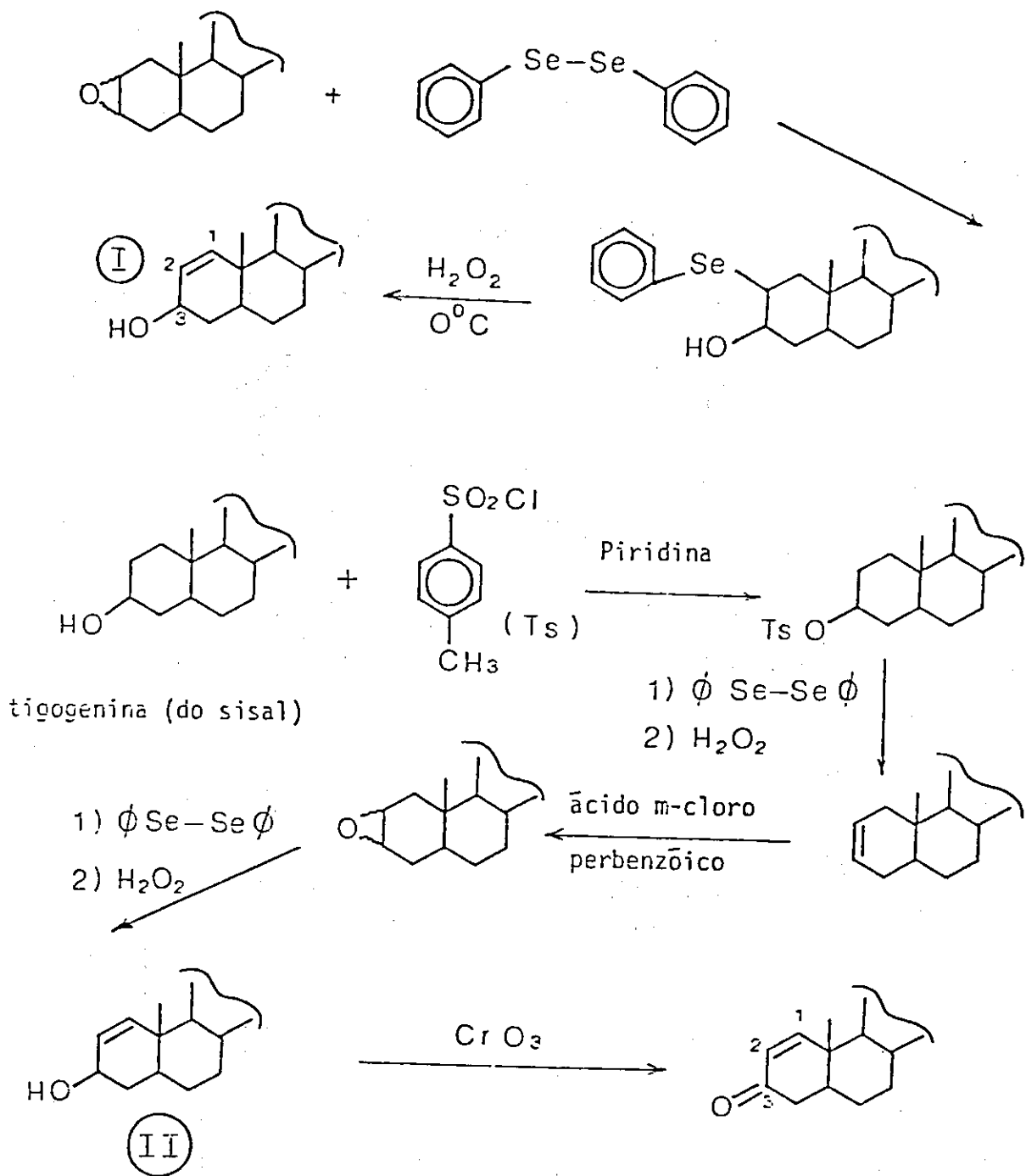


não poderiam ser usadas para prosseguir o esquema sintético.

Tentou-se fazer o epóxido sobre a dupla ligação para seguir submetê-lo à abertura, oxidar seletivamente uma das funções hidroxila e eliminar a outra de acordo com o esquema.



Verificou-se, porém, que a velocidade de oxidação é igual para ambas as posições 2 e 3. Assim, empregou-se mais uma vez o difenil selenídeo, desta vez com finalidade de abrir o epóxido:



Tanto os produtos I e II quanto a Δ^2 -tigogenina são ponto de partida para produtos ativos com propriedades anabólicas, androgênicas, anti-colesterol e anti-hormonal. Esses esteróides podem ter ou não substituintes sobre a dupla ligação; a posição ocupada por substituintes é principalmente a posição 2 em

todos os três casos, mas também poderão ter substituintes em 1 nos produtos I e II e em 2 no caso de Δ^2 -tigogenina.

Considerando que o Brasil importou, em 1979, 8 milhões de dólares em fármacos de origem esteroideal e que esse valor tende a aumentar, acredita-se ter aberto um campo bastante promissor para a produção dessas substâncias com tecnologia nacional.

Para mostrar a importância dessa indústria, o Conselho de Desenvolvimento Industrial (CDI) autorizou a implantação de duas fábricas no Nordeste:

- uma de obtenção de matéria-prima a partir do suco das fibras de sisal;
- outra de química fina para obtenção de intermediários para a indústria de hormônios a partir dessas matérias-primas.

PROBLEMAS DE CORROSION DE LOS ENVASES METALICOS PARA PESCADOS*

R. Catalá

Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos. C.S.I.C.

Jayme Roig 11, Valencia - 10 - España

INTRODUCCION.

La industrialización de productos del mar es una actividad de interés socio-económico para la mayor parte de países costeros.

Diversas técnicas se utilizan en la práctica para la adecuada conservación de estos productos, entre las que destacan por su interés la congelación, salazón, ahumado y apertización.

La apertización, esto es, la conservación por aplicación del calor y envasado en recipientes herméticos, sin ser la de mayor utilización, ocupa un lugar relevante, particularmente para ciertas especies de pescado y mariscos. En los productos así tratados el envase para desempeñar un papel relevante, por formar del sistema de conservación.

Diversos tipos de envases pueden emplearse para la elaboración de conservas de pescado y marisco, si bien los metálicos son, sin duda, los de uso más generalizado. En la práctica los materiales metálicos utilizados para la fabricación de los envases aluminio, hojalata y chapa cromada o acero sin estaño (TFS-CT).

*Conferencia dictada en el Centro de Tecnología Agrícola e Alimentar (EMBRAPA) de Rio de Janeiro. 20 de febrero, 1981

El aluminio, por sus excelentes cualidades, es un material de amplias posibilidades, pero su desarrollo actual es muy limitado, como consecuencia de su elevado precio, ocasionado por el costo de la energía necesaria para el proceso electrolítico de obtención del metal. Solamente en países de energía barata, como alguno del norte de Europa, encuentra el aluminio una amplia utilización práctica para el envasado de pescado.

Para la mayor parte de países, la hojalata sigue siendo el material de mayor utilización por sus reconocidas cualidades tales como dureza, maleabilidad, conductividad térmica, etc. y, particularmente, por el elevado nivel de conocimientos que sobre su comportamiento práctico posee la industria, acumulados a lo largo de los años. Recientemente la hojalata ha empezado a ser substituida para ciertos usos, por la chapa cromada, por su menor precio, aunque su menor resistencia a la corrosión limita ciertamente la mayor difusión de este material.

Junto a las innegables ventajas prácticas, la utilización de envases de hojalata plantea ciertos problemas, como son la alteración de las características sensoriales responsables de la calidad de algunos alimentos, así como los fenómenos de corrosión del material de envase.

En los envases de hojalata en contacto con los alimentos, se desarrollan fenómenos de corrosión de naturaleza electroquímica al igual que sucede en toda superficie metálica expuesta a la acción de un medio electrolítico. La corrosión de la hojalata por los alimentos es un proceso complejo que depende de gran número de factores, particularmente de la naturaleza del producto envasado.

Antes de entrar a comentar los problemas de corrosión específicos de las conservas de pescado y para una mejor comprensión de los mismos, se presenta previamente una breve revisión de los fundamentos y características genéricas

cas de los fenómenos de corrosión de la hojalata por los alimentos, tomada de una publicación propia anterior (Catalá, 1979).

2. CARACTERISTICAS DE LA CORROSION DE LOS ENVASES DE HOJALATA.

2.1. Mecanismo de la corrosión.

La corrosión de la hojalata por los alimentos es un proceso electroquímico que se desarrolla, básicamente, con consecuencia de la propia estructura del material.

La hojalata es un material heterogeneo de estructura estratificada, constituido por una lámina de acero dulce de estaño por ambas caras. Como consecuencia del proceso de fabricación se encuentra también presente, una película de pasivación constituida por óxidos de estaño y de cromo, junto con cromo metal, así como una película exterior de aceite lubricante (Figura 1). Junto a éstas, se encuentra en ocasiones una capa adicional de barniz sanitario que proporciona una mayor protección para ciertos usos.

Las distintas capas constituyentes de la hojalata presentan siempre una estructura discontinua, en mayor o menor grado, como consecuencia de la porosidad propia o natural (porosidad primaria) y de los daños o defectos mecánicos (porosidad secundaria), derivados de las manipulaciones a que se ve sometido el material.

La falta de continuidad de las capas metálicas permite que el producto envasado entre en contacto, conjuntamente, con los distintos metales constituyentes, con la consiguiente formación de pilas galvánicas, actuando el alimento como electrolito; la presencia de la aleación soldante, utilizada en la costura lateral del envase convencional de tres piezas, así como el barnizado de

la hojalata, con la conductividad iónica o eletrónica propia de la película de barniz, significan una contribución adicional a la formación de pilas galvánicas (Massini, 1974).

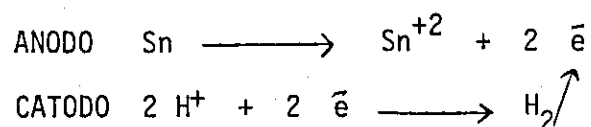
En esencia, como resultado de la interacción de las múltiples pilas galvánicas, se establece un paso de corriente (corriente de corrosión) conjunta, cuya orientación e intensidad dependen de las características físico-químicas del sistema envase- producto envasado. Dada la presencia mayoritaria de estaño y hierro en la hojalata, en la práctica el sistema descrito puede asimilarse de forma muy simplificada, aunque con buena aproximación, a una pila única constituida por ambos metales.

Considerando los potenciales electroquímicos de ambos metales:

$$E^0_{\text{Fe}/\text{Fe}^{+2}} = -0'44 \text{ volts.}$$

$$E^0_{\text{Sn}/\text{Sn}^{+2}} = -0'13 \text{ volts.}$$

Cabría esperar de los valores de estos potenciales electroquímicos que el hierro actuara como ánodo, mientras que el estaño debería constituir el cátodo de la pila electroquímica formada por ambas metales. Sin embargo, al considerar la corrosión de la hojalata por alimentos ácidos, se observa que, en la mayor parte de los casos, es el estaño el que actúa como ánodo, disolviéndose por tanto, mientras que sobre el hierro tiene lugar las reacciones de deposición catódica, de las que la más común es la formación de gas hidrógeno, consecuencia de la reducción catódica de los iones H^+ del medio, al tiempo que este metal permanece inalterado en esquema:



Este comportamiento anódico de estaño - ánodo de sacrificio- es la base de protección electroquímica del hierro y causa de la baja corrosibilidad de la hojalata, lo que propicia su utilización como material idóneo para el envasado de alimentos. La explicación de este cambio de polaridad del estaño respecto al hierro hay que buscarla en la formación de complejos de los iones solubilizados con los aniones orgánicos presentes en el medio, junto con el elevado sobrepotencial de descarga de hidrógeno del estaño con respecto al hierro y la mucho menor proporción de superficie libre de este metal con respecto al estaño. Cualquiera que sea la velocidad del proceso, cuando interviene este mecanismo de corrosión, la consecuencia es un desestañado uniforme de la superficie de la hojalata- corrosión por desestañado superficial- con una efectiva protección del hierro. Tiene lugar al tiempo la incorporación de iones estaño al alimento y la formación de gas hidrógeno que pasa a acumularse en el espacio de cabeza del envase. Cuando la hojalata está protegida por barnices, la película de barniz persiste intacta al producirse el desestañado de las zonas no recubiertas-poros y discontinuidades-pero pierde contacto con el metal base a medida que la capa de estaño va siendo disuelta por debajo del barniz.

En ocasiones, por ausencia de sustancias complejantes o pasivantes del estaño o bien por presencia de complejantes estables del hierro, se mantiene el orden teórico de los potenciales del par Sn/Fe, por lo que el hierro se comporta anódicamente. Como consecuencia, la hojalata toma en este caso un aspecto muy diferente; su superficie sufre un desestañado irregular, concentrándose la corrosión en zonas localizadas que profundizan hasta el acero base-corrosión por picaduras-y, en casos extremos, conduce a la perforación del envase. Este mecanismo de corrosión se presenta con mayor frecuencia en los envases barnizados que en los de hojalata desnuda, como consecuencia de que en presencia de la película de barniz la proporción relativa de áreas de estaño y hierro libres queda

más equilibrada y dificulta la actuación del estaño como ánodo de sacrificio.

En la figura 2 se ilustra esquemáticamente el efecto general de la corrosión de la hojalata, según el comportamiento electroquímico del estaño.

Lógicamente entre los dos mecanismos extremos descritos, se desarrollan siempre formas intermedias, según el efecto de los numerosos factores que afectan la extensión y velocidad del proceso de corrosión.

2.2. Factores de afectan la extensión y velocidad de la corrosión.

La extensión y velocidad del proceso de corrosión de la hojalata depende de gran número de factores relativos a la propia hojalata, al producto contenido en el envase y a las condiciones de elaboración y almacenamiento de la conserva (Catalá, 1979).

2.2.1. Características de la hojalata.

La resistencia de la hojalata frente al ataque de los alimentos está relacionada con las características de las distintas capas que la componen. La variabilidad de las mismas incide en el diferente comportamiento de los diversos tipos de hojalata e, incluso, en el de los distintos fabricados de un mismo tipo comercial.

En la tabla se recoge de forma muy esquemática el efecto sobre la corrosión de composición de la hojalata, así como los factores responsables.

El ACERO BASE, por su espesor y dureza, aporta sobre todo la resistencia mecánica al material. En cierta medida, según su composición y modalidad de fabricación-particularmente por la incorporación de inclusiones metálicas-puede mejorar la resistencia a la corrosión de la hojalata. La presencia de impurezas de fósforo y azufre y carburos segregados, por el contrario, disminuye la resistencia a la corrosión.

La CAPA DE ALEACION INTERMETALICA (FeSn_2) juega un papel importante en la corrosión de la hojalata en medios ácidos actuando como pantalla moderadora de la velocidad del proceso. Su comportamiento está ligado a la forma de cristalización y, en particular, a la continuidad.

La capa de ESTAÑO LIBRE de la hojalata determina de forma general las características del material, siendo responsable de la corrosibilidad del mismo así como del tiempo de vida en servicio del envase.

Parece lógico pensar que la resistencia a la corrosión de la hojalata aumente en función del espesor de la capa de estaño y cierto modo la experiencia industrial así lo indica. A menudo es ésta la única característica que tiene en cuenta la industria conservera al seleccionar el material idóneo para el envasado de cada producto.

TABLA 1

Influencia de la constitución de la hojalata en la velocidad y extensión de la corrosión

Componentes	Efecto en la corrosión	Condiciones favorables (menor corrosión)
Acero base	Acelera o retarda la corrosión, según los elementos aleantes y la forma de cristalización	Bajo contenido en metaloides. Inclusiones de Cr, Mo, etc.
Aleación intermetálica	Pantalla moderadora de la velocidad de corrosión en función del espesor y forma de cristalización	Estructura continua y uniforme
Estano libre	Responsable corrosibilidad y tiempo de duración del envase, en función del espesor, de la continuidad y del tamaño de grano de estano	Grano de estano grueso. Baja porosidad. Recubrimiento de estano grueso y uniforme
Película de pasivación	Protege de la sulfuración y oxidación atmosférica. Retarda el desestano; su efecto depende de la composición en Cr metal y óxido de Cr y Sn	Elevado contenido en Cr (total). Continuidad de la película.
Barnizado	Disminuye drásticamente la disolución de estano; puede provocar la aparición de picaduras. Efecto en función del tipo de barniz, grado de secado y espesor, adherencia y continuidad de la película.	Estructura continua. Baja porosidad. Elevada adherencia.

Sin embargo, un estudio en profundidad revela que esta dependencia no es tan simples. Si bien la mayor cantidad de estaño garantiza, en principio, la mayor vida útil del envase y constituye la primera diferencia entre las hojalatas, en el comportamiento de las mismas inciden otros factores tales como la forma de cristalización del estaño y la uniformidad y continuidad del recubrimiento, aparte lógicamente de los restantes componentes de la hojalata.

La PELICULA DE PASIVACION, creada en la etapa final de fabricación de la hojalata electrolítica, mejora sensiblemente sus propiedades; en particular , aumenta la resistencia a la oxidación atmosférica y a la sulfuración al tiempo que mejora la adherencia de los revestimientos orgánicos. Su influencia en la corrosión sin embargo, no siempre es clara, si bien la presencia de cromo metálico retarda el desestañado de la hojalata.

Los revestimientos orgánicos-BARNICES SANITARIOS-aplicados sobre la hojalata proporcionan, en general, una adecuada protección contra la corrosión de la misma. Ahora bien, el barnizado del envase no significa por si mismo la completa eliminación de los problemas de envasado. La presencia de barniz sobre la hojalata origina un cambio radical en la naturaleza de las interacciones envase - producto; el efecto principal atribuible a la película de barniz es la modificación del reparto de superficies metálicas libres-estaño y hierro-con respecto a la situación que tiene lugar en los envases de hojalata desnuda, lo que modifica las relaciones electroquímicas de estas superficies metálicas y puede dar lugar a la aparición de problemas de corrosión peculiares.

La eficacia protectora de la película de barniz viene determinada tanto por las características físico-químicas del propio barniz y su compatibilidad con el producto a envasar como por las condiciones de aplicación sobre el soporte

metálico y su capacidad para resistir las deformaciones propias de la fabricación del envase metálico. Por lo que refiere a las características de la película de barniz que inciden sobre su aptitud para el envasado deben considerarse particularmente: tipo de barniz, espesor de la película aplicada, adherencia, grado de secado y continuidad (porosidad).

2.2.2. Características del producto envasado.

Los alimentos son, en general, sistemas muy complejos que incluyen en su composición numerosas sustancias capaces de incidir sobre el proceso de corrosión de la hojalata, bien acelerándolo, bien inhibiéndolo; en este sentido presenta particular interés aquellas sustancias que pueden estar circunstancialmente presentes en el producto, en cantidad variable, haciendo anormal su comportamiento.

Tomando como base el proceso de corrosión característico de la mayor parte de los alimentos-oxidación del metal y reducción de los iones hidrógeno- la acidez es, evidentemente, el factor decisivo del comportamiento del producto frente a la hojalata.

Se ha podido constatar que, en general, la mayor corrosividad corresponde a productos con $\text{pH} = 3 - 4$; por otra parte, algunos autores consideran que los alimentos con pH superior a 5 no presentan problemas de corrosión. Ahora bien, el efecto de la acidez no depende solamente del pH del medio, sino también del tipo de ácido presente que puede condicionar al comportamiento electroquímico de los metales. Así, superponiendo su acción a la acidez inciden sobre el proceso los restantes componentes del alimento envasado.

Considerando un mecanismo de corrosión modelo se puede tipificar como aceleradores de la velocidad del mismo aquellas modificaciones del medio que

favorecen la oxidación o disolución del metal actuando bien directamente sobre la semireacción anódica (activadores anódicos), bien sobre la semireacción de reducción catódica (activadores catódicos) o bien sobre ambas.

Las sustancias ACTIVADORES ANODICAS actúan favoreciendo el paso de iones metálicos (Sn y/o Fe), del retículo cristalina del metal a la fase acuosa. Este hecho puede ser originado por la formación de complejos en solución de forma que se reduzca la actividad de los iones metálicos y aumente el potencial electro-negativo del sistema, y también por la formación de complejos catalizadores absorbidos sobre la superficie metálica.

Muchas sustancias presentes en los alimentos pueden ser consideradas activadores anódicos de la corrosión de la hojalata por su acción fuertemente complejante de los iones Sn^{+2} o Fe^{+2} . Las primeras sustancias a considerar es este sentido son los ácidos orgánicos; de hecho, si bien la acidez o pH del medio es un factor fundamental de la corrosión, el tipo de ácido incide de forma decisiva en la orientación del fenómeno. Así, los ácidos complejantes de los iones Sn^{+2} originan con preferencia un mecanismo de corrosión por desestañado; tal es el caso de los ácidos tartárico, málico, cítrico y oxálico citados por orden creciente de estabilidad de los respectivos complejos. Otros ácidos, sin embargo, tal como el acético dan lugar a la formación de complejos con los iones Fe^{+2} , lo que origina una inversión de la polaridad y, por tanto, una modificación del mecanismo de corrosión que pasa a desarrollarse preferentemente por ataque en profundidad del acero base.

Por lo que respecta a los ACTIVADORES CATODICOS pueden ser descritos como sistemas oxidantes más enérgicos que el par H^+/H_2 , bien debido a un potencial reversible más noble, o bien a una elevada corriente de intercambio. En este sen

tido cabe considerar por su mayor interés la acción notablemente aceleradora de la corrosión del oxígeno, los iones nitrato, o el óxido de trimetil amina entre otros.

La presencia de azufre o de sus derivados en algunos alimentos da lugar a la aparición de un tipo de corrosión peculiar, conocido como sulfuración, que se manifiesta esencialmente por un ennegrecimiento del interior del envase. Cuando la cantidad de estos compuestos es muy elevada, la coloración negra puede extenderse, incluso, al propio alimento.

El origen de estos compuestos puede ser muy diverso: tioproteínas, tioglicósidos, residuos de plaguicidas, etc. Los diversos compuestos sulfurados interaccionan con la hojalata dando lugar a la formación de sulfuros de hierro y estaño responsables de la indeseable coloración de la hojalata. El proceso es particularmente intenso durante la esterilización de la conserva por degradación térmica de las tioproteínas de forma que, en esta etapa, prácticamente se eliminan todas las sustancias responsables dejando ya la hojalata atacada.

2.2.3. Condición de elaboración y almacenamiento

Las características del proceso de fabricación condicionan también, en parte, los fenómenos de corrosión, superponiendo sus efectos a la propia composición del alimento. En este sentido es de destacar la influencia que puede ejercer el espacio de cabeza, esto es, la parte del mismo no llena de producto, así como su composición gaseosa, fundamentalmente el contenido en oxígeno consecuencia del grado de vacío en la elaboración de la conserva.

En general, cabe recomendar la conveniencia de regular el tamaño del espacio de cabeza y el grado de vacío actuando sobre el proceso de elaboración con vista a reducir la presencia de oxígeno en el envase. Así mismo, la veloci-

dad de corrosi3n e incorporaci3n de esta3o al alimento var3a a lo largo del periodo de almacenamiento; en general, tras una etapa inicial r3pida, la corrosi3n prosigue con el tiempo lentamente, aunque sin detenerse, dependiendo su velocidad de todos los factores mencionados.

Tambi3n la temperatura de almacenamiento de la conserva elaborada tiene influencia notable sobre la corrosi3n del envase, seg3n Maercks, por cada 10°C de aumento de la temperatura se duplica, aproximadamente, la velocidad de corrosi3n, aunque el efecto no es igual para todos los productos. Es recomendable mantener las conservas al abrigo de temperaturas elevadas y, m3s a3n, evitar los cambios bruscos de la misma ya que, de otra forma, conservas elaboradas en buenas condiciones pueden quedar fuera de servicio por un almacenamiento inadecuado.

Por 3ltimo, hay que consignar en este apartado que durante el almacenamiento y transporte de las conservas elaboradas, el proceso de corrosi3n est3 expuesto, adem3s, a una serie de factores fortuitos tales como la agitaci3n prolongada, los cambios de posici3n, golpes, etc. que pueden alterar sensiblemente el comportamiento previsible seg3n las dem3s variables que influyen en el proceso.

2.3. Consecuencias pr3cticas de la corrosi3n interna de los envases de hojalata.

Las consecuencias pr3cticas de los fen3menos de corrosi3n son m3ltiples y variados. En su forma m3s avanzada la corrosi3n puede manifestarse por la perforaci3n del envase por ataque en profundidad del acero y/o por abombamiento debido a la acumulaci3n de gas hidr3geno. Estas manifestaciones extremas significan, evidentemente, el final de la vida 3til de la conserva y solamente ocurren, salvo en contadas ocasiones de corrosi3n anormal, tras prolongados periodos de almacenamiento en condiciones adversas.

En general, antes de llegar a estos extremos tienen lugar otras consecuencias prácticas del fenómeno de corrosión que afectan tanto al envase como al producto envasado, incidiendo más o menos desfavorablemente sobre la calidad de la conserva. En este sentido cabe citar:

- Cambios en los atributos sensoriales-color, olor y sabor- y características nutritivas del producto envasado.
- Desestañado de la hojalata con pérdida de su aspecto brillante, o desestañado intenso localizado, en los envases barnizados, que puede originar el rechazo del consumidor por presentación inadecuado.
- Incorporación de iones metálicos-particularmente estaño, hierro y plomo-al producto envasado.

La incorporación de estos iones metálicos es la consecuencia más generalizada del proceso de corrosión y tiene lugar en todos los botes de conserva, en mayor o menor grado. Si bien, en general, no tiene consecuencias en la salubridad del producto envasado, puede significar, en ocasiones, una pérdida de calidad, con la consiguiente desvalorización de la conserva.

3. PROBLEMAS DE CORROSION DE LAS CONSERVAS DE PESCADO.

En las consideraciones anteriores nos hemos referido a los problemas de corrosión que de forma general tienen lugar en todos los alimentos envasados en recipientes metálicos. Centramos ahora la atención en las manifestaciones específicas de la corrosión en las conservas de pescado y marisco.

En general, la corrosión en estos productos se mantiene en niveles razonables con escasa significación práctica en la calidad del producto envasado. No obstante, en ocasiones, afortunadamente poco frecuentes, se presentan proble-

mas de corrosi3n de cierta gravedad, de acuerdo con diversas investigaciones sobre el tema publicadas (Cheftel, 1969; Kolakowski y Chrzanowski, 1971; Pigott y Stansby, 1955 y 1956; Todorov, 1972, entre otros). En la pr3ctica, los problemas usuales corresponden a tres procesos de distinta naturaleza, que se comentan a continuaci3n.

3.1. Problemas espec3ficos.

3.1.1. Proceso de corrosi3n 3cida localizado.

Se presenta ocasionalmente en las conservas de ciertas especies (cebolla, arenques, etc) preparadas con vinagre o en "marinadas".

La corrosi3n se desarrolla por el mecanismo com3n de corrosi3n localizada ya descrito anteriormente. Como consecuencia de la presencia de 3cido ac3tico tiene lugar el ataque anodico preferente del acero base, localizado en las discontinuidades de la superficie met3lica, lo que origina una abundante evoluci3n de gas hidr3geno que puede llevar al abombamiento precoz de los envases, o bien, en casos extremos, tiene lugar su perforaci3n.

3.1.2. Proceso de desesta3ado acelerado.

Se presenta en algunas conservas de pescado o marisco (sardinas, arenques, crust3ceos, etc) en preparaciones en aceite o al natural, como consecuencia de la presencia en su composicion de ciertas aminos arom3ticas-3xido de trimetil amina-de fuerte caracter despolarizador cat3dico o acelerador de la velocidad de corrosi3n.

La acci3n del 3xido de trimetil amina se manifiesta en un desesta3ado r3pido e intenso de la hojalata que puede dejar libre el acero base, parti

cularmente en las zonas de contacto del producto con el envase. En ocasiones , bastan unas pocas semanas para provocar el desestañado total, al tiempo que el pescado adquiere un olor repugnante debido a la formación de trimetil amina, compuesto responsable del mal olor característico del pescado en putrefacción.

La presencia de óxido de trimetil amina, si bien es común en especies marinas, no siempre da lugar a los problemas reseñados, ya que se encuentra en proporciones muy variables según la especie y, más aún, según la época de captura; al parecer, la concentración de óxido de trimetil amina disminuye de la primavera al verano, razón por la que es más aconsejable trabajar con las capturas de verano.

La acción despolarizante del óxido de trimetil amina, por otra parte, está determinada por el pH del medio; si bien puede actuar en un amplio intervalo de pH, de 2'8 a 8'0, los mayores problemas de desestañado tienen lugar a $\text{pH} = 4$. Otros factores como la presencia de oxígeno y la temperatura condicionan también la velocidad del proceso de desestañado acelerado, si bien, en general, la cantidad de estaño disuelta corresponde cuantitativamente al óxido de trimetil amina descompuesto (Taguchi, 1975).

Un problema adicional puede causar la presencia de óxido de trimetil amina. Al parecer, en algunas conservas de pescado preparadas con salsas de tomate se dan problemas de pardeamiento como consecuencia de las reacciones del citado compuesto con los componentes fenólicos del tomate (Khistofersen, 1974).

3.1.3. Proceso de ennegrecimiento por sulfuración.

El ennegrecimiento por sulfuración o "marmorización" constituye, sin duda, el mayor problema asociado a las conservas de pescado, ya que tiene lugar con todas las especies si bien con intensidad variable, con la excepción de algu-

nas preparaciones de marinadas muy ácidas (Pigott y Stansby, 1956).

El fenómeno, similar al que tiene lugar con los productos cárnicos y con ciertos vegetales, es consecuencia de la liberación de iones sulfuro, por descomposición térmica de tioproteínas, ampliamente presentes en estos productos. Los iones sulfuro liberados reaccionan con la superficie metálica-estaño y hierro-dando lugar a la formación de los correspondientes sulfuros de estaño y de hierro que quedan depositados en forma de manchas oscuras o negras sobre la superficie del material, confiriendo al envase un aspecto indeseable que puede llevar al rechazo de la conserva por parte del consumidor. El SFe se forma sobre el acero base libre en las discontinuidades del recubrimiento de estaño y aparece generalmente en forma de manchas negras localizadas y poco adherentes que pasan fácilmente al producto envasado. La formación de sulfuro de estaño SSn afecta a toda la superficie constituyendo una película oscura muy adherente.

El problema no afecta, en general, a la calidad ni a salubridad del producto envasado; sólo en casos extremos las manchas negras de sulfuro se forman sobre el producto confiriéndole un aspecto desagradable o bien tiene lugar la formación de SH_2 gas en cantidad suficiente para ser detectada sensorialmente al abrir el envase afectado.

3.2. Formas prácticas de reducción de la corrosión.

En su mayor parte, los problemas de corrosión expuestos pueden ser limitados e reducidos en la práctica de forma significativa, tomando las medidas oportunas en cada caso, particularmente por lo que se refiere a las características del material de envase (Barbieri et al., 1961; Chrzamowski, 1973; Endle, 1972; Cheftel, 1969, Pielichowska y Chrzanowski, 1974; Wunsche, 1973, entre otros) Veamos algunas soluciones aplicables para el control de estos problemas.

3.2.1. Corrosión ácida localizada.

Dada la elevada agresividad de las preparaciones responsables de estos procesos cabe pensar en su control mediante la utilización de envases barnizados.

En la práctica, sin embargo, no es ésta una solución generable. Si bien en ocasiones se obtienen buenos resultados, más frecuentemente la utilización de envases barnizados agrava el problema. Hay que tener en cuenta que la presencia en estos productos de ácido propicia el comportamiento anódico del acero base, concentrándose la acción en puntos localizados en las discontinuidades del barniz y, particulamente, en la costura lateral de los envases de tres piezas. El problema puede limitarse mediante el rebarnizado de los envases ya formados. Esta solución es de aplicación práctica limitada dado el encarecimiento del envase y las dificultades tecnológicas de su aplicación en los envases no cilíndricos, que son los de mayor utilización en estas conservas.

Buenos resultados prácticos pueden obtenerse utilizando hojalata no barnizada de características adecuadas. Al parecer, tanta importancia como el recubrimiento de estaño tiene el tipo de acero base, obteniéndose los mejores resultados con aceros de tipo L de bajo contenido en metaloides.

Ensayos realizados por Endle, en el Centre de Rechercher du Fer Blanc (Endle, 1972), han puesto de manifiesto el excelente comportamiento de las hojalatas de tipo K para resistir la agresividad de estos productos. Estas hojalatas se obtienen mediante ciertas modificaciones del proceso convencional de fabricación, que da lugar a una capa de aleación intermetálica $FeSH_2$ muy continua y confiere al material una elevada resistencia a la corrosión en medios ácidos.

Las hojalatas de tipo K, fabricadas con acero L, triplican la vida útil de las conservas que presentan problemas de corrosión ácida, con respec

to a hojalatas convencionales, permitiendo tiempos de conservación superiores a 18 meses. No obstante, estas hojalatas presentan objeciones por lo que se refiere a la presentación del envase, que queda con peor aspecto comparado con la hoja lata convencional; este hecho es consecuencia del desigual ataque sobre la capa de estaño, debido al efecto moderador de la película intermetálica de aleación, unido al color más oscuro de dicha aleación en las zonas en que queda libre, contrastando con las zonas poco atacadas.

Esta dificultad puede encontrar solución modificando el tratamiento de pasivación de la hojalata. Así, la substitución de la pasivación electroquímica convencional (tratamiento 311) por una pasivación química (tratamiento 300), origina un desestañado más intenso de la hojalata, pero a la vez, más homogéneo y acompañado de una cierta sulfuración muy superficial, de forma que el envase presenta un aspecto uniforme, menos rechazable para el consumidor.

Junto a la utilización de envases con las características adecuadas hay que resaltar el papel que desempeñan las prácticas tecnológicas en el control del problema que comentamos. Particularmente importante, en este sentido, es el efecto del oxígeno presente en el espacio de cabeza como acelerador de la corrosión, por lo que es necesario extremar las precauciones para su eliminación en el proceso de fabricación de la conserva.

3.2.2. Desestañado acelerado.

Los problemas de corrosión por desestañado acelerado encuentran en la práctica fácil solución mediante la utilización de envases convenientemente barnizados.

Por tratarse de preparaciones generalmente en aceite y con pH elevado no se presentan los problemas de corrosión por picaduras que frecuentemente acom-

pañan a estos envases con otros productos. No obstante, cabe hacer algunas consideraciones sobre los problemas de conservación de las características sensoriales del producto envasado. En ciertas preparaciones en aceite-sardinas y caballa entre otras, el producto pierde calidad sensorial con el tiempo, como consecuencia de procesos de autoxidación ligados a la falta de ambiente reductor de los envases totalmente barnizados. La pérdida de calidad sensorial es poco apreciable durante un periodo corto de almacenamiento, pero puede llegar a ser importante con el tiempo, a partir de los 4 a 6 meses, llegando a hacer el producto rechazable para el consumo.

3.2.3. Sulfuración.

Como ya se ha puesto de manifiesto el proceso de sulfuración se desarrolla particularmente durante la esterilización de las conservas, ya que es a temperatura elevada cuando tiene lugar la descomposición de las proteínas, dejando libres los iones sulfuro responsable del problema. Una primera medida para limitar los problemas de sulfuración será, por tanto, actuar sobre las condiciones del proceso; de acuerdo con Marsal (1979), es conveniente recurrir a ciclos esterilización de elevada temperatura y corta duración. Por otra parte, también la presencia de oxígeno en el espacio de cabeza de la conserva contribuye en cierta medida al problema, al iniciar la disolución de iones estaño, con los que reaccionarán los sulfuros liberados, lo que hace aconsejable un control adecuado de las condiciones de fabricación que condicionan la presencia de oxígeno en el producto envasado.

En el práctica, más importancia que el proceso de fabricación presentan las características de la hojalata, pudiendo obtenerse buenos resultados utilizando tanto hojalata desnuda como barnizada, con las características adecuadas.

Como ha puesto de manifiesto Aubrun la resistencia de la sulfuración de la hojalata está relacionada con el tratamiento de pasivación y, particularmente, con la presencia de cromo metálico en la película superficial; en la figura 3 se ilustra el aumento de resistencia a la sulfuración que le confiere a la hojalata el incremento de la presencia de cromo metálico (Aubrun, 1972).

Para evitar la sulfuración nos es conveniente, por tanto, la utilización de hojalatas con tratamientos químicos de pasivación que no den lugar al depósito de cromo metálico. La deposición del metal se obtiene con el tratamiento electroquímico convencional 311 (Aubrun, Rocquet y Pennera, 1975), con el cual la hojalata puede ofrecer una resistencia a la sulfuración aceptable, particularmente cuando el contenido en cromo metálico es superior a $0.5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$; si bien hay que tener en cuenta que la película de pasivación por su débil espesor es muy frágil, dañándose fácilmente en la manipulación mecánica del material, con los consiguientes problemas de sulfuración en las zonas de fracturas. Pueden obtenerse mejores resultados con el tratamiento de pasivación 314, que permite deposiciones de cromo metálico superiores a $1 \mu\text{g}/\text{cm}^2$.

Si no dispone de hojalata con el tratamiento de pasivación adecuado, o se desea evitar otros problemas, se puede recurrir a la utilización de envases barnizados. El primer factor a considerar en estos envases es la naturaleza química del barniz, junto con su correcta reticulación.

Algunos barnices (fenol y epoxifenol, entre otros) son impermeables a los iones sulfuro y ofrecen excelentes resultados en la prevención de la sulfuración. También se obtienen buenos resultados prácticos con barnices ciertamente permeables (oleoresinas) o semipermeables (epoxifenol, con bajo contenido en resina fenólica), convenientemente modificados con la introducción de pigmentos me-

tálicos (OZn y Al, respectivamente) que enmascaran la sulfuración. Estos barnices, conocidos como antiazufre, son eficaces a distintos tratamientos térmicos al no ser visible la sulfuración aunque se produzca, contrariamente a lo que sucede con los barnices epoxifenólicos convencionales que pierden impermeabilidad al elevar la temperatura.

3.3. Evaluación de la aptitud de los envases.

Como acabamos de comentar, en la práctica industrial, si bien no es posible eliminar totalmente los problemas de corrosión de las conservas de pescado, si puede reducirse su extensión hasta límites aceptables, de acuerdo con la tecnología actual.

La actuación práctica en este sentido, exige, en primer lugar, un perfecto conocimiento de la agresividad de la preparación a envasar para, en consecuencia, seleccionar el envase idóneo, de acuerdo con lo expuesto en el apartado anterior y en función de la comercialización prevista.

La evaluación de la aptitud de los envases puede resultar compleja dado que el comportamiento del material frente a los alimentos viene determinado por la contribución de las distintas capas que lo componem. (ver figura 1).

A lo largo de los años se han desarrollado un conjunto de técnicas analíticas con el fin de evaluar específicamente todos y cada uno de los múltiples factores que determinan la variabilidad del comportamiento del envase, de forma que, en su conjunto, permiten obtener una buena imagen de la aptitud del mismo.

Por supuesto, en la práctica industrial, no siempre es necesario el estudio exhaustivo de las características del envase, siendo suficiente algunos

análisis específicos. Concretamente, para las conservas de pescado basta, en general, con el análisis de los siguientes parámetros:

- Recubrimiento de estaño libre y aleado
- Porosidad del recubrimiento de estaño
- Cromo metálico en la película de pasivación
- Tipo de barniz
- Espesor y adherencia de la película de barniz
- Continuidad de la película de barniz

Para efectuar estos análisis se dispone en la práctica de métodos perfectamente establecidos, de fácil aplicación, de los que puede encontrarse amplia referencia en la bibliografía (Catalá, 1976 y 1977 y Britton, 1977).

Una vez seleccionado el envase idóneo no cabe recomendar más que la correcta aplicación de las prácticas tecnológicas de envasado, con la seguridad de evitar así, en la medida de lo posible, las graves consecuencias que los problemas de corrosión conllevan.

4. BIBLIOGRAFIA.

AUBRUN, P. (1972): Quelques données récentes sur les films de passivation du fer-blanc; Boletín del Centre de Recherches du Fer Blanc, Thionville (Francia) Nº 1972, pag. 1-8.

AUBRUN, P.; ROCQUET, P. y PENNERA, G. (1975): Mecanisme du dépôt de chrome métallique dans la passivation cathodique du fer-blanc en milieu bichromate; J. Electrochem. Soc. 122/77, 861-865.

BARBIERI, G., MILANESE, G. Y ROSSO, S. (1961): Comportamento della banda

stagnata elettrolitica come contenitore per conserve ittiche sotto sale; Ind. Conserve 36/4, 311-313.

BRITTON, S.C. (1977): Tin versus Corrosi6n; International Tin Research Institute (Londres), Publication No. 510.

CATALA, R. (1976): M6todos de evaluaci6n y control de calidad de los envases de hojalata para alimentos. I. Hojalata; Instituto de Agroqu6mica y Tecnolog6a de Alimentos. Informaci6n T6cnica General, No.70.

CATALA, R. (1977): M6todos de evaluaci6n y control de calidad de los envases de hojalata para alimentos. II. Hojalata barnizada; Ibid. No. 71.

CATALA, R. (1979): Envases para alimentos. Cap. 12 de Qu6mica Org6nica III. Alimentos; Editor E. Primo, Editorial Alhambra, Madrid, pag. 607-673.

CHEFTEL, H. (1969): Corrosion des boites de fer-blanc et conserves de poissons: problem6s et rem6des; Comit6 International Permanent de la Conserve, Premi6re Rencontre International, Marrakech (Marruecos).

CHRZANOWSKI, S. (1973): Examination of the unsuitability of cans for fish preserves; Opakowanie 19/5, 13-14, 1973; Ref. Davies R.L.: The corrosion of tinsplate. A bibliography of published literature; British Steel Corp., Swansea SA5 8NH (Inglaterra).

ENDLE, J. (1972): Essai de corrosi6n du fer-blanc un par des maquereaux a la marinade; Boletin del Centre de Recherches du Fer-Blanc, Thionville (Francia) No. 1972, pag. h-1 a h-5.

KOLAKOWSKI, E. y CHRZANOWSKI, S. (1971): Some achievements and problems involved with corrosion of tin containers investigated in fish and meat industry in Poland; Simposio Internacional "La corrosi6n des boites metalliques destines a l'Industrie Alimentaire", Lieja, B6lgica.

- KRISTOFERSEN, G.S. (1974): Causes of darkening of canned oceanic fish in tomato sauce; Trudy Vsesoyuznogo Nauchnoissledovatel'skogo Instituta Morskogo Rybnogo Khozyaistva i Okeanografii 95, 72-76; Ref FSTA, 6/10, R. 518 (1974).
- MARSAL, P. (1979): La sulfuration des boîtes en fer-blanc; Boletín del Centre de Recherches du Fer-Blanc, Thionville (Francia) No. 1979, pag. 8-15.
- MASSINI, R. (1974): La corrosione della banda stagnata de parte di conserve alimentari. II; Ind. Conserve 49/2, 81-89.
- PIELICHOWSKA, J. y CHRZANOWSKI, S. (1974): Study of suitability for canned fish of steel cans with various new protective coatings and of thin steel cans; Zeszyty Centralnego Laboratorium Przemyslu Rybnego No. 25, 13-42; Ref. FSTA 7/8, R 441 (1975).
- PIGOTT, G.M. y STANSBY, M.E. (1955): Iron sulphide discolouration of tuna cans. No. 1, Theory of iron sulphide formation in cans; Commercial Fisheries Rev. 17/10, 34, 39.
- PIGOTT, G.M. y STANSBY, M.E. (1956): Iron sulphide discolouration of tuna cans. No. 4. Effect of retorting and cooling canned fish; Commercial Fisheries Rev. 18/12 13-16.
- TAGUCHI, T. (1975): Liberation of tin from tinsplate cans by trimethylamine oxide; Bull. Jap. Soc. Sci. Fisheries 41/9, 983; Ref. Davies R.L.: The corrosion of tinsplate. A bibliography of published literature; British Steel Corp., Swansea SA5 8NH (Inglaterra).
- TODOROV, I. (1972): Storage of sterilized canned ocean fish; Veterinarnomeditsinski Nauki, 9/10, 79-85; Ref. Davies R.L. ibid.
- WUNSCH, G. (1973): Interaction of preserved fish products and can

MILL CONTROL

P. W. Brennan

Senior Milling Technologist

Canadian International Grains Institute

To a group of knowledgeable people such as yourselves, it is hardly necessary for me to emphasize the importance of flour mill control. We are aware it is far better that we control our mill than that our mill control us.

Good management in getting things done - achieving objectives through people, inevitably involves some efficient series of systems and procedures which are designed to produce the desired results. Such systems usually have built into them a means of early warning or calling of one's attention to a problem area. If such early warning is not possible, the system should at least provide for identification of the problem or irregularity as soon as possible after its occurrence. In either instance, management should take the necessary corrective action as soon as possible after it has become apparent that something is wrong. Some form of control is necessary in all phases of a successful flour milling operation.

One may safely say that a good control system in a flour mill begins in the elevator. Indeed, one may go a stage further back than that and consider the types and grades of wheat to be acquired. Many mills like to receive

advance samples of the grain for assessment so that it becomes known to them well ahead of time if a certain cargo or shipment will require any special handling treatment, or other particular consideration upon its arrival at the flour mill or elevator. It is always worth remembering that perhaps the greatest single factor in ensuring consistency in the final flour is uniformity of wheat mix. In order to achieve this it is essential to have on hand as much relevant data on wheat as possible.

The degree of uniformity of wheat quality from some sources may be quite high on one hand while, unfortunately, from other sources it may not be quite as high. This degree of uniformity is largely dependent upon the nature and the effectiveness of any grading system to which the wheat may have been subjected. Over a period of time the level of effectiveness usually becomes obvious and an efficiently operated flour mill will have made provision for such variations in wheat quality.

It is good practice to weigh the quantity of all wheats received in the elevator and to check it for test weight, for moisture and protein contents and carry out visual inspection for presence of impurities and infestation. There are mills which also like to check the wheat for maltose content by carrying out a Hagberg Falling Number test on it. The wheat should be binned accordingly, and most important of all, this information should be recorded and available for future reference. It is important to follow a regular and accurate sampling procedure if results are to be meaningful.

I am sure that in some cases it may not be possible to run all these tests as the wheat arrives at the elevator, but they should be carried out as soon as possible afterwards and to whatever extent they are deemed necessary.

Such test results may indicate necessity to blend certain bins together in certain combinations in order to eliminate variations and it is always good practice when transferring wheat into position for the Cleaning House to draw from more than one bin of the same variety in order to equalize any irregularity which might exist. Having assembled all data on incoming shipments, a good stock or inventory control system is necessary. Such a system should be able to:

1. Account for all grain received, show where it is binned, and when and how it was disposed of.
2. Provide for an orderly record of internal wheat movements and blendings which have taken place.
3. Provide a daily updated stock position which shows all the grades and categories of wheat.
4. Detect as quickly as possible when any physical error has occurred in the elevator operation.
5. Provide as accurately as possible a forecast of the lasting position on all grades of wheat. These forecasts based on the estimates available of future usages.
6. Reconcile the actual and theoretical usage of all grades of wheat at least on a weekly basis.

Having weighed all wheat coming into the elevator, it is also good practice to weigh the wheat which is sent to the dirty wheat bins in the Cleaning House. Small variations in quantities which might become evident up to this stage are not normally very much cause for concern. Such variations can be attributed to small dust and/or moisture losses incurred as a result of internal grain movement, or to human error when estimating bin stocks in absence of a

grain scales.

Let us now move on to the next stage of the process in sequence - the wheat cleaning. If the Cleaning House equipment is not well maintained and properly adjusted it is easy to lose good sound wheat to screenings. It is important that the cleaning operators realize this and that management recognize the high potential loss area which a poorly controlled and equipped cleaning House really is.

Disc Separators are a good example to take in illustrating potential source of loss.

We are all aware that modern wheat cleaning, and indeed all flour milling equipment is made to last, but it is not made to last forever. It is subject to wear and when one examines the working of a new Disc Separator one can note the high degree of efficiency. As its working life progresses the pockets become worn through friction with the grain. This inevitably results in (a) less of the smaller impurities; e.g. cockle seeds being removed from the wheat, and (b) the tailing over of larger wheat kernels with the oats and barley seeds. This condition does not happen overnight - it comes about after some years of operation. Worn discs should therefore be changed when inefficiency becomes evident.

Also, the sieves of grain separators, beaters of scourers, scourer corvers, and whizzers with covers and lifters all gradually wear out and must be replaced sooner or later-preferably sooner.

Dust collector sleeves or bags gradually become choked by a build-up of dust which can resist being removed by the normal sleeve-cleaning action of

the machine. One can achieve from these sleeves both longer life and higher efficiency in operation by removing them from the machine and vacuum cleaning them. When one's own vacuum cleaning becomes insufficient it is a good thing to send them to an industrial dry cleaners who specialize in cleaning dust collector sleeves.

After they have been dry-cleaned twice, one should be very watchful for signs of fabric deterioration at which time holes will develop easily and dust losses will be incurred. This is highly undesirable because it results in atmospheric pollution and poor appearance in addition to a considerable loss of material. By fitting a manometer on each dust collector to check the air pressure drop across the sleeves, one can quickly detect when the sleeves have reached a point at which they should be removed for dry cleaning because of the clogging up of the fabric pores. The manometer also indicates on an on going basis that the sleeve cleaning mechanism is operating satisfactorily.

It is highly desirable to weigh all the screenings taken off the wheat and that the quantity be record at least twice per shift. All machines, their throughs and their overtails should be checked preferably on an hourly basis to ensure their proper running and that correct separations are being made. Again records of such checkings should be kept and these should include comments on any irregularities found and corrective action taken.

The economic effect which an increase of 0.5% screenings content in the wheat can have, may be seen in the example which I outline below:

Wheat Usage - 190 tonnes per 24 hours

Screenings Level - 1.50%

1.5% of 190 tonnes = 2.85 tonnes,	Cost: \$799.73
	<u>Return: \$370.50</u>
	Direct Loss : \$429.23

Screenings Level - 2.00%

2.0% of 190 tonnes - 3.80 tonnes,	Cost: \$1,066.32
	<u>Return: \$ 494.00</u>
	Direct Loss : \$ 572.32

Increase of 0.5% screenings daily cost - \$ 143.09

Increase of 0.5% screenings annual cost - \$ 37,203.00

Let us turn now from wheat cleaning to wheat tempering and bear in mind that if one is faced with milling a blend of both hard and soft wheats, it is better to temper each type separately. When doing this it is important to have each type ready at optimum condition for milling at the same time. Therefore our common sense will tell us that the hard wheat portion of a wheat mix be tempered ahead of the soft wheat portion.

Whenever changes in mill production schedule involves the wheat in any way, the Screensmen should be among the first to be advised so that they may properly implement any necessary changes in wheat grists, cleaning and tempering. Many Screensmen like to work by calculating their stocks of wheat in process on a time basis rather than simply on a tonnage basis. If therefore they are required to work with a particular tempering time, it is better that they be provided with a chart off which may be read the number of tonnes of wheat required for any number of hours ranging between one and twenty-four at any inclusion rate likely to be required. Such charts may show inclusion rates ranging between $2\frac{1}{2}\%$ and 100% , at $2\frac{1}{2}\%$ intervals.

In conjunction with this, it is a good idea to provide a chart which shows the relationship between the depth of wheat and the actual tonnage in all bins.

The employment of some device-electronic or otherwise is very useful to halt wheat flow due to a bin running empty particularly when blending two or more bins together. This device should be connected also to the tempering system which when halted cannot temper any wheat incorrectly.

Since the importance of tempering the wheat to optimum moisture content for milling is already well recognized, we know that water addition to

the wheat should be carefully monitored and recorded. Vigilance at this stage is vital in ensuring a consistent and proper moisture content in the feed to BKI rolls. Let us for a moment look at the financial impact of milling a grist at a moisture content of 0.5% below optimum.

The following costs are the basis of my calculations:

MILL COSTS

3000 cwt/24 hrs

Wheat Costs

12.5% Protein No.1 \$282.61 per tonne delivered at mill

No.2 \$274.61 "

13.5% Protein No.1 \$286.21 per tonne "

No.2 \$280.61 "

Shorts - \$120 per tonne selling price

Bran - \$140 per tonne "

Millfeed- \$130 per tonne "

Screenings - Ground and sold with millfeed

Conversion Factors Soft - 1.40 Hard - 1.38

Moisture Loss:

Based on a wheat usage of 190 tonnes per 24 hours, a moisture loss of 0.5% means that one will lose:

Flour weight equal to 0.65 tonnes

at cost of replacement: \$ 238.97

Feed weight equal to 0.27 tonnes

at cost of replacement: \$ 35.10

Total cost of replacement per day: \$ 274.07

Total cost of replacement per year: \$ 71,258.00

To ensure that the work in the Cleaning House is being properly done it is wise to have the Screensmen complete a work sheet of some type which becomes a Shift Report. A well-designed Shift Report contains all the information which is required in an efficient twenty-four hours-a-day operation and it becomes an important factor in successful control. It is also wise to retain these reports for possible future reference. In some cases I have known them to be retained for many years.

Before moving on to the flour milling operation proper it is worth re-emphasizing that the largest single contributory factor to producing consistent flour from a consistently performing mill is to have a consistent wheat mix correctly and uniformly prepared. To appreciate that single all-embracing sentence is to appreciate, in my opinion, the value of proper and adequate control in a mill's grain elevator, its wheat cleaning, and its tempering flow.

And now to the flour mill proper. Because this in itself is such a larger subject, I will divide it into four areas for consideration, as follows:

1. The Break System
2. The Purification System
3. The Reduction System
4. Finished Products

1. THE BREAK SYSTEM

This is one area which can quite easily be taken for granted and consequently become neglected. We all know and I am sure we are all in agreement that the condition of break roll corrugations is of paramount importance. Let us elaborate a little further and look in detail at some main factors in this area which can result in a mill getting out of control:

- (a) Incorrect choice of roll corrugations, spiral, speed, differential, and disposition; i.e. sharp/sharp, dull/dull.
- (b) Badly worn corrugations on rolls.
- (c) Incorrect balance between rolls and sifters.
- (d) Incorrect balance between break releases and purification/reduction surfaces.
- (e) Incorrect-surface allocations between the scalping, grading and dusting sections of the break sifters.

In the time at our disposal this afternoon it is impossible to cover all the variations which can occur within the Break System but I think the important points to be borne in mind are:

- (a) The wheat to IBK Rolls should be at its optimum condition and moisture

content. It should be fed to the rolls at a constant rate and this rate should be maintained at the mill's optimum performance level.

- (b) The weighing of the wheat to IBK Rolls is an excellent start to maintaining control over the mill's production performance.
- (c) The surfaces of both rolls and sifter covers should be maintained in good condition.
- (d) Surface should be used to fullest extent by correct feed gate adjustment on rolls, and by correct selection of scalping covers.
- (e) The break releases should be balanced to suit the rest of the mill. For example, on a mill with four or five break passages working to an extraction rate of approximately 75%, the first three break passages should have a combined total release of 85%.
- (f) The scalping, grading and dusting surface of the break sifters should be correctly balanced and in line with break releases. Incorrect sifter surface allocations and clothing usually show up in the purity of the stock separations.

At the end of the Break System there are Brand and Shorts Finishers or Dusters which are not complicated machines, but some of the points which should be watched for in the interests of good control are:

- (a) The screens should be in good condition and be of the correct perforation size for the application.
- (b) The beaters should not be too closely set to the screen so that high ash flour will not be produced by the more severe action which this can cause.

- (c) The angle at which the beaters is set should be sufficient to carry the stock through the machine at the correct rate. Stock moving too slowly through the machine causes overworking and also creates high ash flour. On the other hand, stock moving too rapidly through is not fully dusted or finished.
- (d) Whenever possible, the release from finishers should be sent to a centrifugal type of sifter for further processing. These particular stocks tend to be rather sticky and when they are sent to a regular plansifter on their own, they have a great tendency over a period of time to blind or clog sifter covers thereby reducing their efficiency.

2. THE PURIFICATION SYSTEM

In mills which incorporate a Purification System in their flow, the correct selection of sieve covers and the setting of the machines are important steps in the process of Gradual Reduction milling as widely practiced nowadays. Proper control over the Purification System is essential in assuring both proper balance and efficiency of the Reduction System, and of course, the desired quality of the final flour.

The important points in maintaining control here are:

- (a) Careful cover mesh selection so that each machine carries adequate stock along its length for treatment.
- (b) Sieve covers and their cleaners should be maintained in good condition, and proper tension.
- (c) The sieve frame should be level across its width. Also, both its

throw and angle should be correctly set for the particular stock to be purified.

- (d) The feed should be evenly spread across the sieve surface.
- (e) The air trunking should be kept clean and free of any dust or exhaust build-up.
- (f) The air current should be set so as to float bran particles off and over the tail end, and not to draw them into the exhaust system.
- (g) The divides in the catch troughs should be set to group stocks of similar quality and particle size. When stocks are of unequal particle size to a large degree they do not grind as well together. A very important aspect to be borne in mind on this point is that the divide setting particularly on the upper purification passages is where the balance can be maintained on the Reduction System.
- (h) Purifier overtails should not contain very good rich stock and care should be taken to ensure that they are suitable for the passage to which they are sent. Most often it is to either a lower break or a coarse reduction roll.

Because of its importance, I consider it is worthwhile to elaborate a little on the question of purifier cover mesh size. In selecting a particular series of four basic sizes which become progressively coarser from head to tail end of the machine, there are two important points which should be borne in mind. They are:

1. One may be trying to alter the quality of the overtails; and,
2. One may be trying to either increase or decrease the quantity of

either the sieve throughs or overtails in an effort to achieve a certain level of balance in the feed to the Reduction System.

The difference in mesh sizes, if one considers their numerical value only may not appear to be great. However, the actual effect of a single sieve change may frequently be found to be considerable when the sieve throughs both before and after the sieve change are compared with each other.

Arriving at the correct combination of mesh sizes, for a particular passage, is often the result of trial and error. Where I come from there is an old saying that "he who has never made a mistake has never accomplished anything". To some extent this may be said of a miller with his purifier covers. Sometimes many combinations are tried before deciding on the best one for a given run of flour. Mesh selection is of course made with due consideration of the air draught to be used in conjunction with it. This of course is what makes purification so different from being merely a basis sieving type of operation.

Air and its proper application to the Purification System can be the subject of much interesting discussion and in practice it should be kept under close surveillance. Suffice to say at this point that constant control of air is required for optimum purifier performance.

3. THE REDUCTION SYSTEM

Let us presume that both the Break and Purification Systems are working efficiently and that we are getting the correct quantities and balance of stocks to the Reduction System. The important points to be checked at this stage so as to maintain proper mill control may be outlined as follows:

- (a) The surface of roll chills both corrugated and smooth should be maintained in good condition, with no hollow or proud spots.
- (b) When having smooth rolls re-surface, it is advisable to have them finished in a matt surface as opposed to a smooth shining surface. Matt finish is very helpful in keeping the flaking of stock to a minimum during grinding.
- (c) Roll Brushes or scrapers should be in good working condition. This is essential in the prevention of "ringing" or "shunting" due to stock carry-over on the roll surface.
- (d) The entire roll allocated to each grinding passage should be used. Feed gates and/or feed roll speeds should be adjusted to allow the stock to roll to be spread thinly. This usually results in better grinding.
- (e) In the case of each passage, the quantity of stock and the degree to which it is ground should be in proper balance with the sifting surface to which it is fed. A lack of balance here can result in either bare dressing or floury separations.
- (f) Sifter performance on reduction passages should be carefully monitored on a daily basis. When this is done it is not too difficult to observe any deterioration in sifter performance due to leaks or holes in covers, etc.
- (g) Sifter covers which have a tendency to "blind" or clog when handling sticky stocks should be changed at least twice per year because of the invariable drop in efficiency which this blockage of mesh apertures causes. All covers must be maintained in full and proper tension.

Otherwise they result in insufficient sifting performance.

Correct selection of all cover aperture sizes is most essential for sifting operations. Again, a final combination of cover numbers is often arrived at following some "trial and error".

In general, one uses coarser mesh size if:

- (a) one wishes to increase mill capacity.
- (b) one wishes to increase extraction rate.
- (c) softer wheats are to be milled.
- (d) moisture content is to be increased.

By contrast, and in the same general context, one uses finer mesh size if:

- (a) The ash content of the flour needs to be reduced.
- (b) harder wheats are to be milled.
- (c) moisture content is to be reduced.

Again, here as in the case of the purifier cover selection, a small change in the sieve aperture, minimal through it might seem, can often result in a decisive change in performance. This highlights the necessity to maintain control over all mill clothing. It should be kept on a constantly updated record so that the exact clothing of any sifter section may be known at all times.

4. FINISHED PRODUCTS

If up to this stage, we have kept careful control over our milling,

our supplying a good consistent product for our customer is virtually assured. When supplying flours, however, which contain powder chemical agents, many customer complaints may be traced back to incorrect treatment level in the case of one or more additive.

This may be the result of either poor control over these additives, or human error. This emphasizes the need for proper control procedures to be maintained in this phase of the process. Further to this, laboratory testing of all flours is not only highly desirable, it is a virtual necessity nowadays and every mill should be equipped to carry out at least the most basic test on at least a two-hourly basis. Duplicate samples should be retained for a certain length of time for possible reference before they are discarded.

The working relationships between laboratory and mill should always be harmonious and based upon a mutual respect for each other's areas of responsibility. Most good millers know a little about laboratory work and most good chemists know a little about milling! With that in mind it is very important therefore that representative samples be sent for testing and that results be accurate and meaningful!

Re-dressing or Re-bolting of flour is nowadays also a standard feature of modern mills and its importance in the process should not be overlooked. Not only is it a good safeguard against any foreign matter being sent out in the flour, it is also an excellent indication as to the condition and performance of the mill sifters. Re-bolter overtails should always be carefully watched.

As flour and by-products leave the mill they should be weighed. This is of course an excellent form of control on mill production. Also, when

OTHER IMPORTANT AREAS AND ASPECTS OF MILL CONTROL

1. MAINTENANCE DEPARTMENT

The best form maintenance by far is preventive maintenance. Although it initially appears to be quite a costly method, there are those who say that it saves money and mill shut-down time. A good preventive maintenance program should indicate to the maintenance department the work required to be performed, the date on which it is to be performed, and the lubricant, if any to be used, and any other pertinent data. Also there should be some method of recording if the work was done, by way of a signature. This program could also be linked to spares availability which can save hours of searching for spares which either do not exist or cannot be found. Sometimes when the work of mill maintenance is left to the memory of the maintenance staff, the break-downs which could have been avoided are certainly more likely to occur.

Looking for a moment at the cost of a mill breakdown, again on a unit which produces 3000 cwts. or 135 tonnes of flour per 24 hours we can form some idea of how critical and indeed, undesirable an unscheduled shutdown can be.

Running costs (approximate) = \$63,250 per month
 = \$ 2,875 per day

or approximately \$ 120 per hour.

This does not take into account other costs of administration, sales, etc. which could add a further \$60 to \$80 per hour to the above figure:

2. HYGIENE CONTROL

This embraces all aspects of housekeeping sanitation and infestation control and is a valuable control to both the mill and laboratory personnel.

Efficient administration of a good Plant Hygiene Program can be three-fold in its objective:

- (1) To act as a control,
- (2) To act as a record,
- (3) To act as a co-ordinator of effort.

It assists the Supervisor in co-ordinating all areas of the plant on a regular cleaning schedule. The cleaning may then be recorded as having been done on a particular day and upon work completion, the record may be signed indicating that work has been satisfactorily completed.

In the same way it can be used to ensure regular and proper application of insecticide.

The importance of maintaining a flour mill in a clean and sanitary condition cannot be over-emphasized and it is true that a newer mill is generally easier to look after in this regard. Newer buildings and equipment have been designed by engineers who had borne in mind this aspect of the industry.

Management must look constantly towards the updating of control methods and devise new systems to meet changing needs.

The will conclude my presentation gentlemen, on Mill Control. There are some new aspects which I look forward to discussing with you when we will cover "Recent Developments in Flour Milling" and I hope you have found this to be informative.

