

INFLUÊNCIA DO RESFRIAMENTO DO AMBIENTE DE ARMAZENAMENTO E DA EMBALAGEM SOBRE O COMPORTAMENTO PÓS-COLHEITA DO MILHO VERDE

Sissi Kawai Marcos¹, Sylvio Luiz Honório², José Tadeu Jorge³
e José Antônio Alves Avelar⁴

RESUMO

O presente trabalho avaliou o comportamento do milho verde armazenado em condições ambiente e refrigerada, submetido ou não a resfriamento anterior, usando-se dois tipos de filme plástico como embalagem. Foi instalado um experimento fatorial 2x2x2, com delineamento inteiramente casualizado. A avaliação da atividade metabólica foi efetuada pela determinação do teor de amido na instalação do experimento, a 24 e 48 horas de armazenamento. Para 24 horas de armazenamento houve diferença significativa a nível de 5% com o uso de pré-resfriamento e a 48 horas de armazenamento os tratamentos armazenados em condições ambientais, a temperatura média de 27°C, elevaram a teores de amido significativamente que aqueles armazenados sob refrigeração (10°C) a nível de 1%. A associação de filme plástico especial (poliolefinas, multicamadas, com alta permeabilidade a gases) e armazenamento refrigerado implicou em teores de amido significativamente inferiores aos obtidos com o uso de PVC esticável.

Palavras-chave: *Zea mays L.*, pós-colheita, embalagem, armazenamento

INFLUENCE OF THE COOLING OF THE STORAGE CONDITIONS AND OF THE PACKAGE ON THE POSTHARVEST BEHAVIOUR OF SWEET CORN

ABSTRACT

This study evaluated the behavior of sweet corn stored under ambient and refrigerated conditions, with or without precooling, using two kinds of plastic packages. A 2 x 2 x 2 in a completely randomised design factorial experiment was established. The metabolic activity was evaluated through determination of starch at the beginning of the experiment and after 24 and 48 hours of storage. For 24 hours of storage significant differences at 5% level were observed for precooling and for 48 hours treatments stored under ambient at 27° C temperature increased starch content significantly in comparison to stored under refrigerated conditions (10° C) at probability level of 1%. The concurrent use of special plastic package (poliofime, multilayer with high permeability to gases) resulted in the least starch percentage compared to those obtained with stretchable PVC.

Key words: *Zea mays L.*, postharvest, package, storage

¹ Professora, M.Sc., Departamento de Tecnologia de Alimentos, Fac. de Eng. de Alimentos, Fundação Educacional de Barretos, Av. Prof. Roberto Frade Monte nº 389, Barretos, SP, CEP 14783-226, tel. (017)322-6411, e-mail: sissi_kawai@uol.com.br, atualmente bolsista PICDT/CAPES, doutoranda na Fac. de Eng. Agrícola da UNICAMP,

² Professor Doutor, Departamento de Pré-Processamento de Produtos Agropecuários, Fac. de Eng. Agrícola, UNICAMP, CP-6011, CEP 13081-970, tel. (019)788-1078

³ Professor Titular, Departamento de Pré-Processamento de Produtos Agropecuários, Fac. de Eng. Agrícola, UNICAMP.

⁴ Técnico, Departamento de Ciências de Alimentos, Fac. de Eng. de Alimentos, Fundação Educacional de Barretos.

INTRODUÇÃO

Atualmente, a sociedade vem buscando novos produtos que atendam às suas necessidades quanto a qualidade e praticidade. Na área de produtos alimentícios observa-se, além das exigências comuns aos demais produtos, preocupação crescente com a sanidade e o valor nutritivo do produto, com a aparência e as características organolépticas ideais. Adicione-se, a estas exigências, o desejo do consumidor em ser o preparador do alimento, numa referência à época em que toda a produção do alimento era artesanal, e se verificará a explicação para o mercado emergente dos produtos minimamente processados.

O milho verde “in natura”, devidamente limpo e embalado, vem-se destacando nesse mercado; no entanto, a manutenção de características adequadas, propiciando a comercialização de um produto de alta qualidade, não está sendo observada.

Para se alcançar o sucesso na tecnologia pós-colheita de milho verde, é necessário considerar-se aspectos de fisiologia envolvidos e, sobretudo, o conhecimento da composição química do milho, que varia de acordo com o tipo de semente, do solo, da qualidade do fertilizante utilizado, das condições climáticas e do estágio de maturação.

O milho normal seco é uma excelente fonte de carboidratos, relativamente pobre em proteínas, além de apresentar outros nutrientes importantes em sua composição, como lipídeos, vitaminas e sais minerais (Earle et al, 1946; Shukla, 1975). O principal carboidrato encontrado na semente de milho é o amido, que perfaz mais de 70% do grão, composto de 27% de amilose e de 73% de amilopectina sendo, portanto, de alta digestibilidade.

A composição química do milho pode ser alterada pela seleção e manipulação genética e, em menor escala, pela fertilização utilizada. Estas alterações se refletem na modificação das proporções de diversos açúcares e carboidratos presentes e/ou alterações na estrutura química do produto, modificando sua digestibilidade e temperatura final de gelatinização. Em geral, genótipos com alto teor de açúcar possuem baixo teor de amido (Garwood & Creech, 1972).

A composição em amido e polissacarídeos solúveis em água, açúcares redutores e sacarose no milho, está intimamente relacionada com o seu estágio de maturação (Tsai et al, 1970). Os mesmos autores estudaram a variação no conteúdo das frações no milho normal, entre o 8º e o 28º dia após polinização (DAP) e verificaram que entre o 8º e o 10º DAP os açúcares redutores representavam 80% dos carboidratos (38% da matéria seca) diminuindo gradativamente após este período, até constituírem pouco mais de 1% dos carboidratos totais no 28º DAP. A sacarose atinge valor máximo em torno do 12º DAP, diminuindo de forma constante a partir daí, paralelamente ao grande aumento de amido. No milho normal há uma relação entre umidade, açúcares redutores, sacarose, amido e peso seco total durante o desenvolvimento do grão, isto é, a umidade decresce continuamente, enquanto o amido e a matéria seca total aumentam. Os dados estão de acordo com o trabalho anterior de Creech (1965) que notou correlações negativas entre o teor de açúcares totais, açúcares redutores e sacarose com a matéria seca e o amido, indicando que os açúcares são precursores do amido. Creech (1968) mostrou que no milho normal os açúcares totais aumentam até o 15º DAP e diminuem durante o

amadurecimento; os açúcares redutores estão presentes em maior quantidade nos primeiros estádios de maturação, diminuindo com o amadurecimento; a sacarose aumenta rapidamente até o 15º DAP, diminuindo lentamente a partir daí e os polissacarídeos totais aumentam durante todo o amadurecimento. Os valores encontrados no 28º DAP são semelhantes aos do grão maduro.

O genótipo também pode influenciar na velocidade de acumulação de matéria seca, diminuindo-a, como no caso de Nutrimaiz e do milho doce e, desta forma, aumentando o período de consumo, como o milho verde (Silva et al., 1978).

Alguns trabalhos avaliam a influência do local de produção sobre a composição química do milho (Mendes, 1972) verificando que, além da variedade cultivada, o local de produção leva a variações nos teores de amido.

Saraiva & Almeida Filho (1975) avaliaram o efeito da posição do grão na espiga sobre as porcentagens de proteína e lisina no milho, verificando que não há correlação entre a posição ocupada pelo grão e seu teor nos componentes analisados; quanto ao teor de amido, não houve avaliações.

Reyna et al. (1984) realizaram um trabalho visando obter produtos secos a partir do milho verde, para oferecer o sabor e aroma próprios do milho em seu estágio imaturo, justificando a iniciativa pela pouca oferta do produto “in natura”, pelo seu caráter sazonal; no entanto, nas condições climáticas do Brasil, dispendo de tecnologia de irrigação e com material genético adequado, existe a possibilidade de se ofertar o produto na condição “in natura” durante todo o ano, sendo primordial o desenvolvimento de tecnologia pós-colheita para a manutenção das características desejáveis.

Este trabalho objetiva avaliar a influência do pré-resfriamento, da embalagem e da temperatura de armazenamento sobre o metabolismo do milho verde, e foi realizado no Laboratório de Análises de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Fundação Educacional de Barretos - FEB, em Barretos, SP.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi instalado um experimento fatorial, 2 x 2 x 2, com as seguintes variáveis: uso ou não do resfriamento, tipo de filme plástico e temperatura de armazenamento. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente Casualizado e para comparação entre médias utilizou-se teste de Tukey.

Colheita e Preparo da Matéria-Prima

Foram utilizadas espigas de milho provenientes de campo de produção comercial de milho verde, localizado no município de Ipuã, SP. O milho era um híbrido comercial, AG-1051, desenvolvido pela empresa Agrocere, para consumo e comercialização como milho verde, e a colheita manual se deu aos 20 dias após polinização.

Todo o lote recebido foi descascado manualmente e selecionado pela cor, descartando-se as espigas muito verdes ou além do ponto de maturação desejado; obteve-se, então, um lote padronizado de 100 espigas.

Para a instalação do experimento, 48 espigas foram resfriadas logo após o descascamento, utilizando-se a sua imersão em água contendo blocos de gelo (temperatura inicial = 9° ± 1° C), por 45 minutos; logo após o tempo citado, as espigas foram retiradas da água e secadas com papel-toalha.

Preparo dos Lotes

Cada amostra foi composta por duas espigas de milho. As 48 espigas resfriadas foram acondicionadas 2 a 2, compondo 24 amostras embaladas em filme de PVC esticável marca Magipade e 24 amostras embaladas em filme plástico da empresa Cryovac, PD-941. As 24 amostras preparadas com cada embalagem foram separadas em dois sub-lotes, sendo um armazenado em condições ambientais e o outro em geladeira (temperatura = 10° ± 1°C). A leitura da temperatura foi realizada, o qual permaneceu dentro da geladeira sendo feita uma leitura a cada abertura da mesma. Utilizou-se o mesmo procedimento para as 48 espigas não resfriadas.

Preparo das Amostras para Determinação do Teor de Amido

De cada parcela foram retirados os grãos de 5 fileiras de cada espiga de milho, cuidando-se para a retirada integral do grão. Procedia-se a uma trituração dos grãos, até a obtenção de um material homogêneo.

Tomavam-se 5 g desse material num erlenmeyer, adicionando-se-lhes 150 mL de água e 5 mL de ácido clorídrico concentrado, levando-os ao autoclave (121°C e 1,013x10⁵ Pa) por 1 hora; em seguida, neutralizou-se com NaOH 40% até pH = 6,0, usando-se depois uma solução de NaOH mais fraca, até chegar a pH = 7,0; por fim, levou-se a solução a um balão de 200 mL, completando-se o volume; filtrou-se o material.

Análises

A avaliação dos fatores envolvidos baseou-se na determinação do teor de amido das amostras, utilizando-se o Método Lane Eynon (AOAC, 1996). As análises foram efetuadas a cada 24 horas, fazendo-se a determinação inicial de teor de amido, em duplicata, no momento da instalação do experimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A determinação inicial do teor médio de amido de milho utilizado no experimento apresentou o valor médio de 11,57% e depois o armazenamento, obtiveram-se os seguintes resultados (Tabela 1).

A análise de variância dos dados para 24 h(Tabela 1) revelou diferença significativa ao nível de 5% quanto ao tipo de pré-tratamento. Desta forma procedeu-se ao teste de Tukey, (DMS = 1,24), observando-se diferenças estatísticas entre medias para lotes resfriado (14,52) e não resfriado (12,93).

As médias de teor de amido, para 24 horas de armazenamento, para os tipos de pré-tratamento, contrariaram as expectativas, pois se esperava diminuir o metabolismo com o resfriamento, com base nas considerações de que em temperaturas mais baixas ocorre a redução da velocidade das reações, podendo tal resultado ser decorrente do sistema de resfriamento utilizado.

Esta ocorrência leva à necessidade de se rever o método de resfriamento empregado no experimento, imersão em água fria e a temperatura da água utilizada. Talvez o emprego de outro método, sem uso de água, levasse a resultados diferentes, assim como o uso de temperatura de água mais baixa também poderia ser averiguado. Para esclarecimento dos fatores envolvidos, sua influência específica seria necessária à realização de maiores estudos.

A partir dos valores obtidos na análise de variância, para os dados de 48 horas de armazenamento verificou-se diferenças significativas para as médias de ambiente de armazenamento e

Tabela 1. Teor de amido (%) a 24 e 48 horas de armazenamento

Tratamentos	Tempo Armazenamento					
	24 horas			48 horas		
	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3
Resfriado, PVC esticável, Ambiente	14,45	11,37	13,60	19,61	15,42	14,91
Resfriado, PVC esticável, Refrigerado	13,08	11,51	11,93	16,67	14,77	13,69
Resfriado, PD-941, Ambiente	13,66	14,63	11,04	18,02	17,51	15,93
Resfriado, PD-941, Refrigerado	14,69	11,02	14,15	12,78	10,86	13,39
Não Resfriado, PVC esticável, Ambiente	13,94	15,38	15,40	14,02	14,73	14,61
Não Resfriado, PVC esticável, Refrigerado	16,30	14,33	13,92	15,29	15,62	14,51
Não Resfriado, PD-941, Ambiente	13,29	15,52	12,98	12,72	15,71	17,83
Não Resfriado, PD-941, Refrigerado	15,52	12,99	14,63	11,84	14,67	12,67

para a interação B x C (tipo de embalagem x ambiente de armazenamento).

O teste de Tukey utilizado para comparação entre as médias de ambiente de armazenamento, a nível de probabilidade de 1%, (DMS = 1,40) mostrou diferenças significantes as médias foram 15,92 para armazenamento ambiente e 13,90 para armazenamento refrigerado.

Os resultados obtidos confirmam a expectativa quanto à consideração teórica de que em temperatura mais baixa há menor taxa metabólica, sendo indicada para o prolongamento da vida útil do produto. Verificou-se uma diferença considerável quanto à evolução do teor de amido nas amostras armazenadas em condições ambiente e refrigerada. É importante observar a diferença de temperatura entre as duas condições (27°C e 10°C) pois talvez no caso de uma diferença menor de temperatura não se observassem os mesmos resultados, porém com os dados obtidos, ainda não é possível fazer-se recomendações quanto à melhor temperatura de armazenamento do milho verde e, para tanto, maiores estudos são necessários.

Para análise da interação tipo de embalagem e ambiente de armazenamento, procedeu-se ao desdobramento de ambiente de armazenamento (C) dentro de tipo de embalagem(B) realizando-se a análise de variância (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de variância com desdobramento da interação C x B, para se estudar o comportamento dos ambientes de armazenamento em cada embalagem.

Causa da Variação	GL	SQ	QM	F
Ambiente de Armazenamento dentro de PVC esticável	1	0,6302	0,6302	0,2397
Ambiente de Armazenamento dentro de PD-941	1	38,5567	8,5567	14,6641**
Ambiente de Armazenamento dentro de Tipo de Embalagem	(2)	39,1869	-	-

**Significativo a nível de 1% de probabilidade

Verifica-se que houve diferença significativa a nível de 1% para os ambientes de armazenamento, em relação à embalagem PD-941, tornando evidente a necessidade do emprego de embalagem correta para a utilização adequada do armazenamento refrigerado; os resultados apontam que, com o emprego da refrigeração e embalagem adequada, é possível estender-se o período para comercialização do milho verde, devido à redução significativa do seu metabolismo.

Para melhor análise, procedeu-se ao teste de Tukey (DMS = 1,40) para médias de tipo de embalagem dentro de ambiente refrigerado, a nível de significância de 5%. Obtiveram-

se as médias, estatisticamente diferentes: 15,09 para embalagem PVC esticável e 12,70 para embalagem PD-941.

Confirma-se que a embalagem PD-941 possibilitou menores teores de amido, quando se utiliza refrigeração, mas em condições ambientais, possibilita metabolismo alto, indicado pela média obtida de teor de amido, sendo que este comportamento era esperado, já que se trata de um filme com alta permeabilidade a gases, não impondo restrições à atividade respiratória do produto porém sob refrigeração, o emprego desta embalagem levou aos menores teores de amido no experimento, talvez por não impedir as alterações na taxa metabólica decorrentes da baixa temperatura, permitindo as trocas gasosas exigidas pelo produto. A embalagem não restringiu a entrada de oxigênio para a respiração aeróbia do produto.

Comparando-se os resultados obtidos com o PVC esticável, vê-se que o armazenamento sob refrigeração não foi capaz de conter a taxa metabólica do produto, mas é possível que a permeabilidade deste material seja baixa para o produto em questão, restringindo a entrada de O₂ e a saída de CO₂; tal propriedade pode ter levado a alterações no metabolismo do milho verde, passando à via anaeróbia, resultando em maior taxa de amido, indicativo da alta taxa de conversão de açúcares simples. É importante ressaltar que, neste tratamento, observou-se aroma de álcool nas amostras.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados, foi possível concluir que:

1. O resfriamento com imersão em água fria não levou a teor de amido mais baixo, contrariando as expectativas.

2. Para armazenamento por 48 horas, o ambiente de armazenamento implicou em diferenças no teor de amido, indicando que alterou o metabolismo do milho verde, sendo preferível o armazenamento refrigerado, para redução do processo metabólico.

3. Para armazenamento por 48 horas, a utilização de filme plástico especial, associado a armazenamento refrigerado, possibilitou menor teor de amido nas amostras, podendo ser indicado para obtenção de menores taxas metabólicas de milho verde.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à empresa CRYOVAC que, gentilmente, cedeu as embalagens de filme plástico PD-941 para a realização do experimento.

Agradecem, também, à Fundação Educacional de Barretos, que disponibilizou o laboratório e todos os reagentes necessários à realização das análises.

Nossos agradecimentos ao Prof. Sérgio Kronka, da UNESP, Jaboticabal, pelas sugestões no tocante à análise estatística dos dados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 16th ed, vol. 2, (cap.27, p. 35, 1996).
- CREECH, R.G. Genetic control of carbohydrate synthesis in maize endosperm **Genetics**, v.52, p. 1175-1185, 1965.
- CREECH, R.G. Carbohydrate synthesis in maize. **Advances in Agronomy**, San Diego v. 20, p. 275-289, 1968.
- EARLE, F.R.; CURTIS, J.J.; HUBBARD, J.E. Composition of the component parts of the corn kernel. **Cereal Chemistry**, v.23, p.504-588, 1946.
- GARWOOD, D.L.; CREECH, R.G. Kernel phenotypes of *Zea mays* L. genotypes possessing one to four mutated genes. **Crop Science**, Madison v.12, p.119-147, 1972.
- MENDES, D.D. Estudo químico comparativo das variedades de milho cultivadas em diversas regiões do Brasil. **Boletim Técnico do Centro de Tecnologia Agrícola e Alimentar**, v. 4, p.1-6, 1972.
- REYNA, R.D.; CONTRERAS, G.E.; SGARBIERI, V.C.; AMAYA, F.J.; FELIX, G.R. Composição e valor nutritivo de uma nova variedade de milho (nutrimaiz) no estágio de milho-verde, submetida a diferentes processos de desidratação. **Ciência Tecnologia Alimentaria**, v.4, n.2, p.105-115, 1984.
- SARAIVA, L.S.; ALMEIDA FILHO, J. Efeito da posição do grão na espiga sobre as porcentagens de proteína e lisina no milho (*Zea mays* L.) opaco-2. **Revista Ceres**, Viçosa, v.22, n.119, p.1-5, 1975.
- SHUKLA, T.P. Cereal proteins: chemistry and food applications. **CRC - Critical Review Food Science Nutrition**, v.6, p.1-29, 1975.
- SILVA, W.J.; TEIXEIRA, J.P.F.; ARRUDA, P.; LOVATO, M.B. Nutrimaiz, a tropical sweet maize cultivar of high nutritional value. **Maydica**, v.23, p.129-134, 1978.
- TSAI, C.Y.; SALAMINI, F.; NELSON, O E. Enzymes of carbohydrate metabolism in developing endosperm of maize. **Plant Physiology**, v.46, p.299-336, 1970.