

Carboidratos não estruturais em tubérculos de batata recondicionados após o armazenamento sob diferentes temperaturas

Marcos Antonio Bacarin¹; Ladislau S. Ferreira²; Sidnei Deuner²; Clauber Mateus P. Bervald³; Eduardo R. Zanatta³; Nei F. Lopes

Universidade Federal de Pelotas, Depto. Botânica, 96010-900 Pelotas-RS; E-mail: bacarin@ufpel.edu.br (autor para correspondência);

¹Bolsista CNPq; ²Pós-graduando em Fisiologia Vegetal; ³Bolsistas de Iniciação Científica do PIBIC/CNPq

RESUMO

Foram quantificados os teores de açúcares não estruturais em tubérculos de batata dos genótipos Atlantic, Pérola, Asterix e C-1786-6-94, armazenados nas temperaturas de 4; 12 e 20°C, por 30 e 60 dias e, após 30 dias de armazenamento, recondicionados. Antes de cada coleta, os tubérculos foram processados e divididos em sub amostras e logo depois liofilizados. Do material liofilizado determinaram-se os teores de carboidratos solúveis totais e de açúcares redutores. Antes do armazenamento, o clone C-1786-6-94 apresentava a maior quantidade de carboidratos solúveis totais. Quando armazenados por 30 dias a 4°C, todos os genótipos aumentaram os teores de carboidratos solúveis totais e açúcares redutores, havendo diferenças nas taxas de incremento. O armazenamento por mais 30 dias a 4°C provocou respostas distintas entre os genótipos. O armazenamento a 12°C por um período de 30 dias induziu aumento nos teores de açúcares; aos 60 dias de armazenamento houve uma tendência a diminuir açúcares redutores. No recondicionamento de 4 para 20°C houve redução acentuada nos teores de açúcares redutores e carboidratos solúveis totais. O recondicionamento de 12 para 20°C teve efeito expressivo na redução dos teores de açúcares redutores e carboidratos solúveis totais. No armazenamento a 20°C pequenas flutuações ocasionais foram percebidas nos teores de açúcares com tendência a diminuir ao longo do armazenamento.

ABSTRACT

Non-structural carbohydrates in potato tubers, and subsequent reconditioning after storage in different temperatures

The levels of total soluble carbohydrates and reducing sugars were quantified in tubers of potato genotypes (Atlantic, Pérola, Asterix and C-1786-6-94) stored under different temperatures (4, 12 and 20°C) for 30 and 60 days and after a reconditioning period of 30 days of storage. Before each harvest, the tubers were processed and divided in sub samples and then liofilized. The liofilized material was analyzed for total soluble carbohydrates and reducing sugars content. Higher amounts of total soluble carbohydrates were found in the Clone C-1786-6-94 before harvest. When stored during 30 days at 4°C all the genotypes presented an increase of the levels of total soluble carbohydrates and reducing sugars, with difference in the rates. The storage for more than 30 days at 4°C resulted in different response among genotypes. The storage at 12°C during 30 days increased the levels of sugars, and the storage during 60 days presented a tendency to decrease reducing sugars. In the reconditioning process under temperatures from 4 to 20°C occurred accentuated reduction in the level of reducing sugars and total soluble carbohydrates. The transfer from 12 to 20°C resulted in a strong lowering of the reducing sugar levels and total soluble carbohydrates. The storage at 20°C presented a small occasional fluctuation in the sugar levels, with tendency to decrease during the storage period.

Palavras chave: *Solanum tuberosum* L., refrigeração, açúcares.

Keywords: *Solanum tuberosum* L., refrigeration, sugars.

(Recebido para publicação em 1 de outubro de 2004 e aceito em 23 de maio de 2005)

Na maioria das regiões do Brasil são produzidos tubérculos de batata por um longo período do ano, a fim de atender as necessidades de suprimento da indústria e para o consumo *in natura*, sendo que parte desta produção é armazenada por curto prazo em diferentes condições. Nem todos os países têm esse privilégio, devido às condições climáticas desfavoráveis. Países, como Alemanha, França e Itália onde, os invernos são muito rigorosos, obrigam-se a ter uma época de produção de tubérculos de batata, e é imprescindível que os mesmos sejam armazenados para posterior consumo e processamento. Para o Brasil o armazenamento de tubércu-

los de batata tem como principal objetivo a regulação do fornecimento de matéria prima, principalmente para a indústria de processamento, indústria esta que pode adequar a sua produção ao consumo, o qual encontra-se crescente nos últimos anos. Quando o armazenamento de tubérculos de batata faz-se necessário, a melhor forma de conservá-los é sob refrigeração. O armazenamento de tubérculos de batata a baixas temperaturas é altamente desejável, principalmente porque inibe a brotação, reduz o ataque microbiano e a perda de peso (BURTON, 1989). Mas essa condição de armazenamento resulta no acúmulo de açúcares redutores que deixa os tubérculos impróprios para produção

de batata frita, tornando-os comercialmente inaceitáveis (VLIET; VAN SCHRIMENR, 1960; BURTON, 1989; DAVIES; VIOLA, 1992).

O adoçamento por baixas temperaturas é um fenômeno que ocorre quando tubérculos de batata são expostos a baixas temperaturas, usualmente entre 8 e 10°C, e resulta no acúmulo de metabólitos pela quebra da molécula de amido, principalmente em sacarose e açúcares redutores (glicose e frutose) (MARANGONI, 1997).

Durante o armazenamento a baixas temperaturas, o amido é a única fonte de carbono para a respiração (ISHERWOOD, 1973) e para o forneci-

mento de esqueletos carbônicos para outras rotas biossintéticas (ILLEPERUMA et al., 1998). A conversão do amido para açúcares simples é mediada, provavelmente, via fosforilase, porque a sacarose é o primeiro açúcar a acumular-se quando os tubérculos são submetidos a baixas temperaturas (BARKER, 1968; ISHERWOOD, 1973).

No armazenamento, a perda na qualidade é muitas vezes especificada pela perda de peso e qualidade causada principalmente pela respiração, brotação, aparecimento de doenças, desidratação, mudanças na composição química dos tubérculos ou por danos causados por temperaturas extremas (REES et al., 1981; VANES; HARTMANS, 1987; MEIJERS, 1987; RASTORSKI, 1987; GRAEE; AARSETH, 1993; BROOK, et al., 1995).

Para indústria, a condição de armazenamento a frio, traz perdas econômicas e na qualidade do produto (CAMNONE, et al. 2001). Durante o armazenamento refrigerado, a superfície dos alimentos tem temperatura superior à do ar circulante, e com isso maior pressão de vapor que o ar. O resfriamento da superfície dos alimentos é gradual e lenta, gerando dessa forma um gradiente de temperatura que leva por consequência uma diferença de pressão de vapor entre a superfície dos alimentos e o ar circulante. Dessa forma, os alimentos perdem água e, conseqüentemente, massa (VAN ES; HARTMANS, 1987; KLEINKOPF, 1995).

Os tubérculos de batata, mesmo armazenados sob refrigeração apresentam atividade metabólica, resultando na degradação de polissacarídeos em açúcares menores e perda de calor o que também contribui para diminuição de massa. A diminuição de massa pela perda de umidade dos tubérculos pode interferir diretamente na concentração de açúcares. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do armazenamento e posterior acondicionamento de tubérculos de batata armazenados em diferentes temperaturas, sobre os teores de açúcares reductores e carboidratos solúveis totais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em laboratório da Universidade Federal de

Pelotas. Foram utilizadas três cultivares de batata (Pérola, Atlantic e Asterix) e um clone (C-1786-6-94). Os tubérculos foram produzidos no outono de 2002 no campo experimental da Embrapa Clima Temperado, Pelotas (RS).

A cultivar Pérola é um produto da Embrapa Clima Temperado, indicada para o processamento na forma de batata palha, possui tubérculos com formato redondo-ovalado, com superfície amarelada, polpa de cor creme e olhos rasos (PEREIRA, 1999). A cultivar Atlantic apresenta tubérculos redondos, película amarela ligeiramente áspera, polpa branca e olhos mediantemente profundos. Essa cultivar é indicada para fritura na forma de fatias, pois possui formato arredondado. Pode ser utilizada também para batata palha (Mello, 1999). Os tubérculos da cultivar Asterix apresentam pele avermelhada, formato oval-alongado, olhos superficiais e polpa amarela e excelente sabor. Esta cultivar apresenta alto rendimento de tubérculos, com ótimo teor de matéria seca. Por ter alto teor de matéria seca apresenta boas características tanto para o cozimento quanto para fritas, sendo bastante utilizada industrialmente na fabricação de pré-fritas congeladas (French Fries) em função do seu formato oval-alongado propiciar um ótimo aproveitamento no corte de palitos (BATATA SHOW, 2001).

Imediatamente após a colheita, os tubérculos foram transferidos para o laboratório, onde, foram lavados com água corrente, classificados por tamanho, secos em papel toalha e aferidas suas massas frescas. A seguir, os mesmos foram divididos em lotes homogêneos por tamanho e armazenados em câmaras refrigeradas com temperaturas de 4, 12 e 20°C, umidade relativa de aproximadamente 85%, em ausência de luz, onde permaneceram por 30 dias. Após os 30 dias de armazenamento, parte dos tubérculos que estavam previamente armazenados a 4 e a 12°C foram submetidos ao acondicionamento que constituiu na transferência dos mesmos para 20°C, onde permaneceram por mais 30 dias. Foram mantidos também, por mais 30 dias, tubérculos nas temperaturas de 4, 12 e 20°C.

Durante todo período de armazenamento desde o início do

armazenamento até o final do acondicionamento, o peso fresco dos tubérculos foi aferido em intervalos de três dias, sendo o peso fresco inicial de cada tubérculo transformado em correspondência a 100%, e os pesos frescos, determinados posteriormente, transformados proporcionalmente ao peso inicial, permitindo a estimativa da perda de peso fresco dos tubérculos durante o armazenamento.

Em todas as amostragens (zero, 30 e 60 dias) individualmente, os tubérculos de cada tratamento foram descascados, triturados e divididos em quatro sub amostras de aproximadamente 10 g de peso fresco, sendo as mesmas imediatamente congeladas e liofilizadas por aproximadamente 20 horas, até obter peso constante.

Obtidas as amostras, como descrito acima, foram realizadas análises de carboidratos solúveis totais e açúcares reductores. Para tanto, foi utilizada a massa liofilizada para a extração. Para a obtenção do extrato solúvel, pesou-se 50 mg de tubérculo liofilizado e efetuou-se a extração com etanol quente, com posterior centrifugações. Obtido o extrato etanólico, procedeu-se à evaporação do etanol, e transformação em extrato aquoso, sendo que os teores de carboidratos solúveis totais foram determinados por meio de reação com antrona (CLEGG, 1956) e açúcares reductores pelo método de Somogyi-Nelson (NELSON, 1944; HODGE; HOFREITER, 1962).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em um esquema fatorial 4x3, sendo quatro cultivares e três temperaturas de armazenamento, com quatro repetições por tratamento. As variáveis estudadas foram comparadas pelas suas médias, pelo teste de Tubey a 5% de probabilidade, sendo que as mesmas foram realizadas nos tempos 0; 30 e 60 dias de armazenamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de liofilização consiste na desidratação das células pela sublimação do gelo sob vácuo, reduzindo ao mínimo seu metabolismo e mantendo sua efetiva viabilidade e estabilidades

químicas, biológicas e genéticas ao longo do tempo (PITARD, 2000). O tecido perde grande quantidade de umidade, e no caso específico de tubérculos de batata, esta perda foi ao redor de 80%. Essa perda confirmou-se logo após a liofilização, sendo que 10 g de massa fresca resultou em aproximadamente 2 g de material liofilizado.

Durante o armazenamento, nas condições estabelecidas, os tubérculos de batata de todas as cultivares em estudo, tiveram diminuição constante em seus pesos.

A cultivar Atlantic (Figura 1) apresentou a maior perda de peso (3,1%) quando seus tubérculos foram recondicionados de 4 para 20°C. Tal situação não se repetiu nas demais cultivares, sendo a menor perda de peso nesta cultivar (1,6%), quando os tubérculos foram armazenados por 60 dias a 12°C.

Para os demais genótipos, a maior perda de peso foi no armazenamento de tubérculos a 20°C pelo período de 60 dias, onde a cultivar Pérola teve diminuição de 2,7%, a Asterix 2,6% e o clone C-1786-6-94 2,2%. A menor perda de peso ocorreu para o armazenamento sob 12°C por 60 dias, sendo 1,7% para cultivar Pérola, 1,8% para Asterix e 1,4% para o clone.

Trabalho realizado por Ringstaedt e Stein (1988), demonstrou que a perda de peso em tubérculos armazenados a 4°C foi diminuindo com o passar do tempo de armazenagem e estabilizou após 20 dias, com uma perda diária de 0,04 a 0,08%. Afek et al. (2000) armazenaram tubérculos de batata durante seis meses a 10°C e usaram sistema de tambor atomizador para manter a umidade relativa do ar. Sob umidade relativa de 96-98%, verificaram perdas de 2% do peso nos tubérculos, enquanto que com umidade relativa de 92-94%, a perda foi de 7% e com 82-86%, houve perda de 12%. A perda de peso pelos tubérculos armazenados em temperaturas baixas, é dependente da diferença da pressão de vapor entre a superfície dos tubérculos e o ar da câmara de armazenagem (AFEK et al. 2000).

Na Figura 2 estão apresentados os teores de açúcares redutores nos tubérculos de cada genótipo em função das condições de armazenamento. Antes do

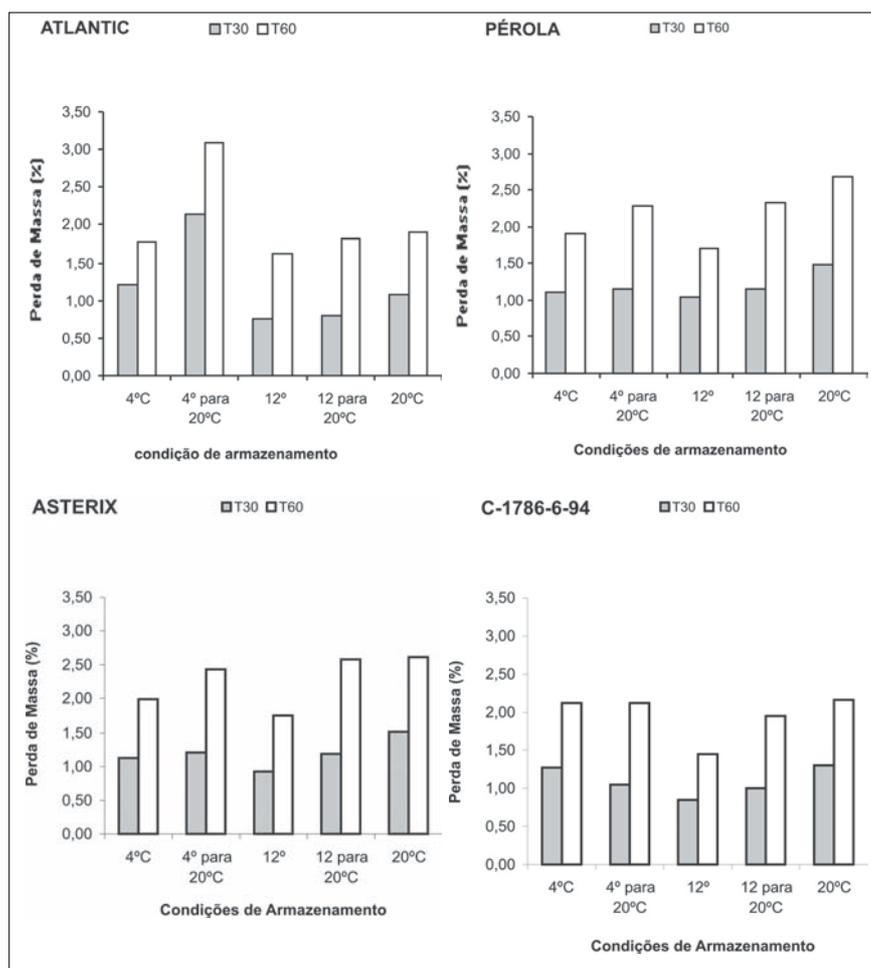


Figura 1. Percentual de perda de massa fresca em tubérculos de batata armazenados aos 30 e 60 dias sob diferentes condições de temperatura. Pelotas, UFPel, 2002.

armazenamento, os tubérculos das cultivares Atlantic, Asterix e Pérola e do clone C-1786-6-94 apresentaram respectivamente teores de açúcares redutores na ordem de 0,97; 2,76; 0,69 e 0,89 mg de glicose g⁻¹ de peso liofilizado. Estes valores são relativamente próximos, com o diferencial para a cultivar Asterix que apresentou teor superior às demais.

Aos 30 dias de armazenamento sob temperatura de 4°C, os teores de açúcares redutores apresentaram-se elevados, com destaque para cultivar Asterix. O estudo de Mazurczyk e Zgorska (2000) mostrou também este acúmulo nos teores de açúcares redutores em tubérculos de batata armazenados a 4°C, após três e seis meses. A hipótese de que sob baixas temperaturas a atividade respiratória é baixa, pode explicar este acúmulo de açúcares quando tubérculos são armazenados sob baixas tempe-

raturas. O armazenamento por mais 30 dias, sob a mesma temperatura, provocou alterações diferentes entre os genótipos. Neste aspecto, os tubérculos da cultivar Pérola apresentaram teor de açúcares redutores 50% inferior aos que foram armazenados por apenas 30 dias, enquanto que no Clone C-1786-6-94 os valores permaneceram praticamente constantes, já os tubérculos das cultivar Atlantic e Asterix, aumentaram se comparado com os valores dos armazenados aos 30 dias. Provavelmente quando o tempo de armazenagem sob baixas temperaturas for longo, ou seja, em torno de 60 dias, as membranas do amiloplasto perdem sua seletividade deixando os açúcares em contato com as enzimas que os degradam.

Resultados semelhantes foram encontrados por Edwards et al. (2002), quando armazenaram tubérculos de batata das cultivares Norchip, Russet

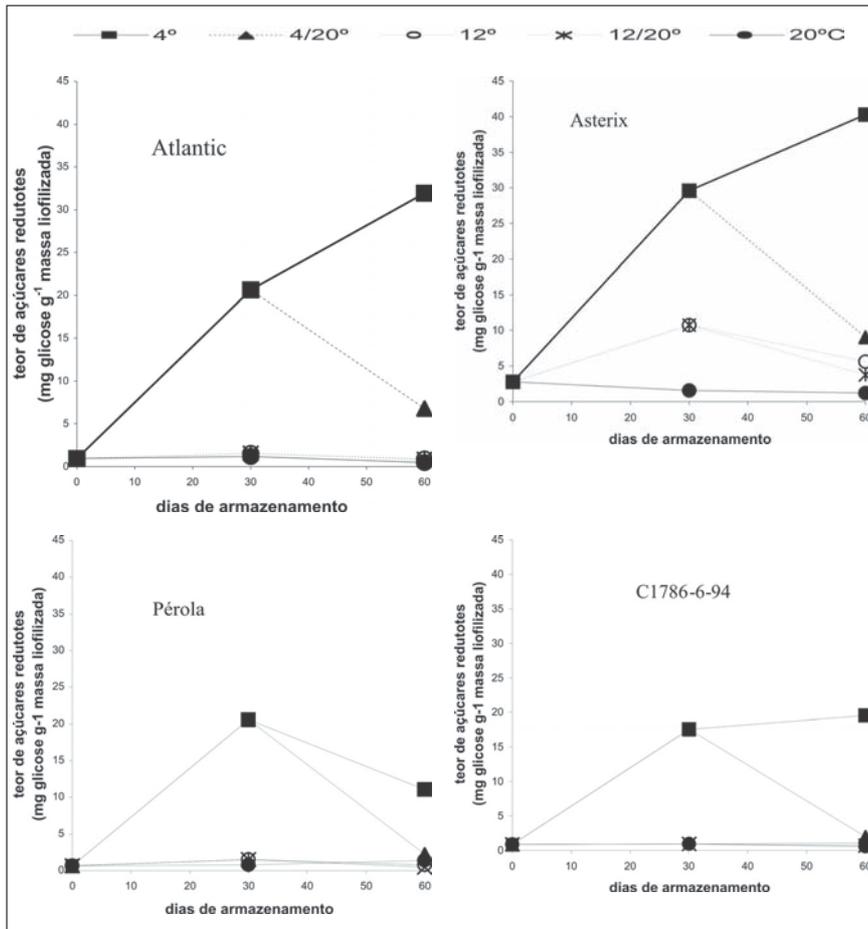


Figura 2. Teores de açúcares redutores em tubérculo de batata armazenados em diferentes temperaturas (4, 12 e 20°C) e posterior recondição a 20°C. Pelotas, UFPel, 2002.

Burbank, Yukon Gold e Red Gold a 3,3°C por 84 dias, os quais demonstraram que teores de açúcares redutores ultrapassando 10 mg g⁻¹ de peso fresco, sendo que os teores iniciais eram ao redor de 3 mg g⁻¹ de peso fresco. Sob as mesmas condições de armazenamento as cultivares Saginaw Gold, Augsberg Gold e AO82283.1 aumentaram seus teores de açúcares redutores para valores em torno de 7,4 mg g⁻¹ de peso fresco. Estes resultados demonstram que o acúmulo de açúcares redutores induzido por baixas temperaturas pode ser diferente para cada cultivar. Assim, pode-se supor que a membrana do amiloplasto em algumas cultivares não perde sua seletividade nos tempos de armazenamento e baixas temperaturas testadas.

Sob armazenamento por 30 dias a 12°C os tubérculos das cultivares Atlantic e Pérola apresentaram praticamente o dobro dos teores de açúcares

reduzidos iniciais. Porém, nos tubérculos da cultivar Asterix esse acúmulo chegou a valores de 3,5 vezes. Aos 60 dias de armazenamento sob a mesma temperatura, os teores de açúcares redutores, baixaram 50% para as três cultivares, porém no clone estes valores não alteraram. Segundo Edwards et al. (2002), os tubérculos armazenados pelo período de 84 dias nas temperaturas de 8,3°C e 10°C tiveram seus teores de açúcares redutores abaixo de 6,1 e 2,7 mg g⁻¹ de peso fresco respectivamente, indicando que no armazenamento, em temperaturas não muito baixas, o acúmulo de açúcares redutores é bem menor.

Os tubérculos que foram armazenados a 20°C de maneira geral não tiveram grandes variações nos teores de açúcares redutores. Os tubérculos da cultivar Atlantic quando armazenados por 30 dias demonstraram acúmulo com valores de 1,2 mg glicose g⁻¹ de massa

liofilizada, e aos 60 dias, houve redução de 50% nos teores, comparando com os teores iniciais. A cultivar Asterix apresentou diminuição nos teores de açúcares redutores aos 30 e 60 dias de armazenamento a 20°C; é bem provável que tenha sido pela atividade respiratória que sobre esta temperatura utiliza estes açúcares. Nos tubérculos da cultivar Pérola os teores de açúcares redutores aos 30 e 60 dias de armazenamento foram 0,76 e 1,40 mg g⁻¹ de massa liofilizada respectivamente, enquanto que para os do clone aos 30 dias de armazenamento a 20°C os valores ficaram inalterados, e aos 60 dias os teores de açúcares diminuíram para 0,56 mg g⁻¹ de massa liofilizada. Esse acúmulo nos teores de açúcares em tubérculos armazenados a 20°C também foi relatado por Coffin et al. (1987), sendo que os autores sugerem que estes níveis de açúcares sejam decorrentes da quebra da dormência dos tubérculos armazenados sob essa temperatura.

Para a cultivar Atlantic, o recondição de 4°C para 20°C diminuiu cinco vezes os teores de açúcares redutores nos tubérculos de batata se comparados com os armazenados a 4°C por 60 dias, porém permanecendo ainda superiores aos valores iniciais. O mesmo efeito foi verificado na cultivar Asterix, onde o recondição diminuiu quatro vezes e meia os teores de açúcares redutores, porém o mesmo permaneceu superior aos teores iniciais. A cultivar Pérola também teve efeito semelhante, onde o recondição de 4°C para 20°C teve uma forte inibição no acúmulo de açúcares redutores (4,8 vezes) em comparação com os teores de açúcares redutores dos tubérculos armazenados a 4°C por 60 dias, porém os mesmos permaneceram, três vezes superiores aos teores iniciais. No clone, o recondição de 4°C para 20°C teve efeito inibidor bem mais visível chegando a valores 10 vezes menores que dos tubérculos armazenados a 4°C por 60 dias (19,54 mg glicose g⁻¹ de massa liofilizada), mas permanecendo ainda superior (1,99 mg glicose g⁻¹ de massa liofilizada) ao valor inicial. Com o recondição dos tubérculos a temperatura de 20°C a atividade metabólica é acentuada, ocorrendo, des-

sa forma, um decréscimo nos níveis de açúcares, associado a um aumento da atividade respiratória. Os últimos resultados confirmam os encontrados por Peshin (2000), pois, o recondicionamento por 10 dias à temperatura de 20°C causou um declínio no conteúdo de açúcares redutores, em tubérculos que estavam anteriormente armazenados a 5°C e 7°C.

O recondicionamento de 12°C para 20°C provocou diminuição nos teores de açúcares redutores, o que não ocorreu com a cultivar Asterix, na qual, o conteúdo de açúcar teve incremento de 37%, em comparação aos níveis iniciais; no entanto, esses valores foram menores que os obtidos a 12°C por 60 dias. Coffin et al. (1987), relataram em seu trabalho que o recondicionamento de tubérculos de batatas que estavam pré-armazenados a 5°C e 10°C para temperatura de 20°C, tiveram seus níveis de açúcares reduzidos.

Para a cultivar Pérola o recondicionamento de 12°C para 20°C provocou diminuição de açúcares redutores abaixo dos teores iniciais (0,68 mg glicose g⁻¹ de massa liofilizada) e também abaixo dos níveis apresentados pelos tubérculos armazenados a 12°C por 60 dias (0,76 mg glicose g⁻¹ de massa liofilizada).

Burton (1975) conclui que o recondicionamento de tubérculos de batata que previamente foram armazenados no frio por quatro semanas e depois permaneceram por 90 dias a 10°C, apresentavam conteúdos de açúcares superiores aos armazenados a 10°C. Edwards et al. (2002) pesquisaram o recondicionamento em cinco cultivares de batata, e os resultados encontrados demonstraram que todas as cultivares em estudo após o recondicionamento apresentaram teores de açúcares menores do que as que não foram recondicionadas. Tubérculos de batata armazenados a 5 e 6°C apresentaram teores de açúcares redutores próximo de 4 mg g⁻¹ peso fresco quando foram recondicionados diretamente ou gradualmente para 18°C, apresentaram seus teores de glicose e frutose abaixo de 1,5 mg g⁻¹ peso fresco (GICHOHI; PRITCHARD, 1995).

Edwards et al. (2002) indicam que tubérculos de batata, armazenados por

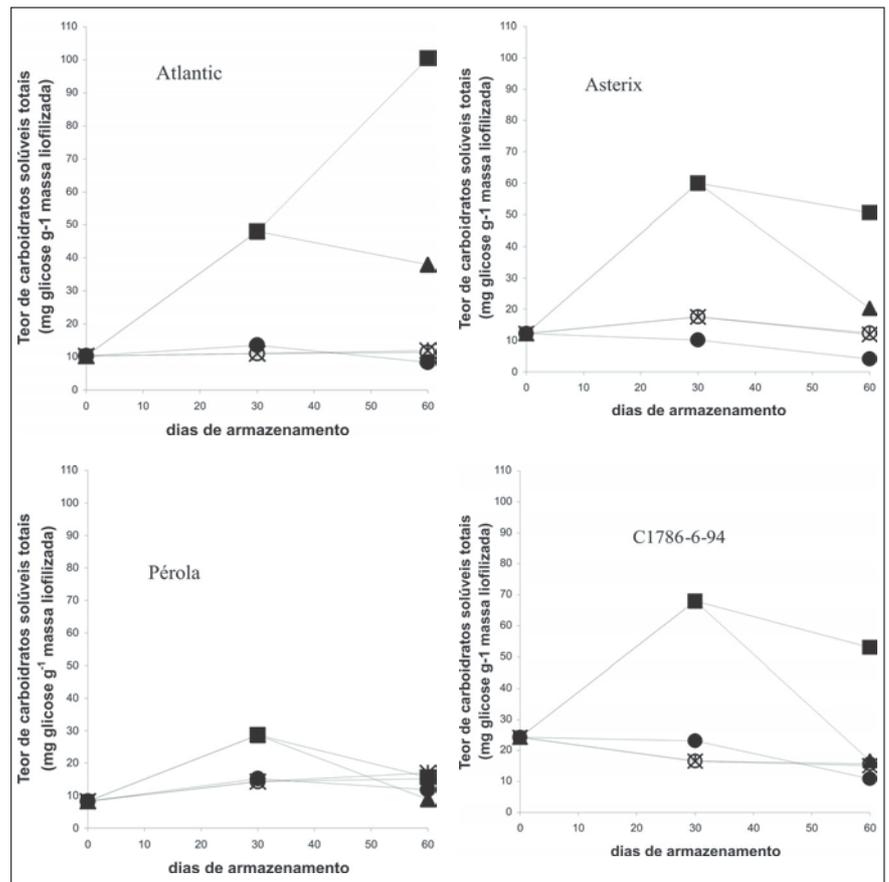


Figura 3. Teores de carboidratos solúveis totais em tubérculo de batata armazenados em diferentes temperaturas (4, 12 e 20°C) e posterior recondicionamento a 20°C. Pelotas, UFPel, 2002.

42 dias a 3,3°C e depois de recondicionados por 28 dias a 21°C, sofrem diminuição significativa nos teores de açúcares redutores. Na cultivar Norchip os valores de açúcares redutores passaram de 7,55 mg g⁻¹ de peso fresco, para 0,25 mg g⁻¹ de peso fresco, após o recondicionamento.

Estes resultados foram semelhantes ao encontrado por Choi e Lyus (1997) que armazenaram tubérculos de duas cultivares de batata sob 5°C por 90 dias e após o recondicionaram por 90 dias a 15°C estes autores encontraram uma diminuição gradual no conteúdo de açúcares redutores na cultivar Atlantic, enquanto a cultivar Superior apresentou um incremento no início do recondicionamento e diminuição nos teores ao final.

Os teores iniciais de carboidratos solúveis totais (Figura 3) não apresentam grandes diferenças entre os tubérculos das cultivares Atlantic, Asterix e Pérola, com valores de 10,27; 12,25 e

8,22 mg de glicose g⁻¹ de massa liofilizada respectivamente. Contudo para o clone C-1786-6-94, os valores foram bem superiores aos demais (24,31 mg de glicose g⁻¹ de massa liofilizada).

Aos 30 dias de armazenamento sob temperatura de 4°C, os teores de carboidratos solúveis totais tiveram acúmulo acentuado em todos os genótipos estudados. Na cultivar Asterix este valor alcançou cinco vezes a mais que o inicial e a permanência por mais trinta dias nesta temperatura provocou alterações diferentes entre os genótipos. Os tubérculos da cultivar Atlantic apresentaram aumento para 100,46 mg glicose g⁻¹ de massa liofilizada, aos 60 dias de armazenamento. No entanto, para os demais genótipos ocorreu redução destes valores aos 60 dias em comparação aos 30 dias de armazenamento. Para a cultivar Pérola ocorreu diminuição maior (aproximadamente 50%) nos teores de carboidratos solúveis totais aos 60 dias armazenados a 4°C, entretanto

nos tubérculos da cultivar Asterix e o clone C-1786-6-94 esta diminuição foi menor. Wismer et al. (1995) relata que um incremento no conteúdo de açúcar ocorre com o armazenamento no frio e mais ainda se for por dois a três meses em temperaturas de 1°C a 3°C, perdendo dessa forma 30% do conteúdo de amido.

Sob 12°C os tubérculos da cultivar Atlantic não alteraram os teores de carboidratos solúveis totais aos 30 e 60 dias de armazenamento. Entretanto, nos tubérculos da cultivar Pérola verificou-se aumento de 8,22 para 14,24 mg glicose g⁻¹ de massa liofilizada aos 30 dias de armazenagem sob esta temperatura, mantendo-se praticamente constante aos 60 dias de armazenamento. O clone C-1786-6-94 demonstrou comportamento diferenciado dos demais genótipos, pois, os teores de carboidratos solúveis totais não alteraram aos 30 dias e diminuíram aos 60 dias de armazenamento, quando armazenados a 12°C.

Com base no trabalho realizado pode-se concluir que o armazenamento de tubérculos de batata sob baixas temperaturas apresenta pequena perda de massa sendo dependente da cultivar; Baixas temperaturas de armazenamento promovem o acúmulo de açúcares redutores e carboidratos solúveis totais em tubérculos de batata; O acondicionamento de tubérculos de batata contribui, para diminuição dos níveis de açúcares redutores e carboidratos solúveis totais, após o armazenamento em baixas temperaturas, tendo efeito benéfico.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradem ao MCT/CNPq, pelo financiamento do projeto e pela concessão de bolsas de estudos, e à Embrapa Clima Temperado (Dr. Arione da Silva Pereira) pelo fornecimento dos tubérculos.

LITERATURA CITADA

AFEK, U.; ORENSTEIN, J. Using the Tabor Atomizer System to maintain weight and firmness in stored potato tubers. *American Journal of Potato Research*, v.77, p.203-205. 2000.

- BARKER, J. Studies in the respiratory and carbohydrate metabolism of plant tissues. XXIV. The influence of a decrease in temperature on the contents of certain phosphate esters in plant tissues. *New Phytologist*, v.67, p.487-493. 1968.
- BATATA SHOW, Associação de Bataticultores Sudoeste Paulista, Itapetininga-SP, ano 1 – nº1 maio de 2001.
- BROOK, R.C.; FICK, R.J.; FORBUSH, T.D. Potato storage design and management. *American Potato Journal*, v.72, p.463-480. 1995.
- BURTON, W.G. *The Potato*. Longman Scientific and Technical, Harlow. 742 p., 1989.
- BURTON, W.G. The immediate effect of gamma irradiation upon the sugar content of potatoes previously stored at 2, 4, 5, 6, 10 and 1,5°C. *Potato Research*, v.18, p.109-115. 1975.
- CAMPONONE, L.A.; SALVADORI, V.O.; MASCHERONI, R.H. Weight loss during freezing and storage of unpackaged foods. *Journal of Food Engineering*, v.49, p.69-79. 2001.
- CHOI, Y.M.; LYUS, R. Effects of reconditioning temperature and period on processing quality of potato tubers grown in summer season. *Journal of the Korean Society for Horticultural Science*. v.38, p.709-712. 1997
- CLEGG, K.M. The application of the anthrone reagent to the estimation of starch in cereals. *Journal of Science Food Agricultural*, v.3, p.40-44. 1956.
- COFFIN, R.H.; YADA, R.Y.; PARKIN, K.L.; GRODZINSKI, B.; STANLEY, D.W., Effect of Low Temperature Storage on Sugar Concentrations and Chip Color of Certain Processing Potato Cultivars and Selections. *Journal of Food Science*, v.52, p.639-645. 1987.
- DAVIES, H.V.; VIOLA, R. Regulation of sugar accumulation in stored potato tubers. *Postharvest News and Information*, v.3, p.97-100. 1992.
- EDWARDS, C.G.; ENGLAR, J.W.; BROWN, C.R.; PETERSON, J.C.; SORENSEN, E.J. Changes in Color and Sugar Content of Yellow-Fleshed Potatoes Stored at Three Different Temperatures. *Short Communication American Journal of potato Research*, v.79, p.49-53. 2002.
- GICHOHI, E.G.; PRITCHARD, M.K. Storage temperature and maleic hydrazide effects on spouting, Sugars and fry color of shepody potatoes. *American Potato Journal*, v.72, p.737-747. 1995.
- GRAEE, T.; AERSETH, L.I. Universal stores for fresh plant products. Melding Inst. Tekniske-Fag Norges Landbruskshogskole. p.20-21, 1993 (in Norwergian).
- HODGE, J.E.; HOFREITER, B.T. Analysis and preparation of sugars. In: WHISTLER, R.L.; WOLFROM, M.L. (Eds.). *Methods in carbohydrate chemistry*. v.1, Academic Press, New York. p.356-378. 1962.
- ILLEPERUMA, C.; SCHLIMME, D.; SOLOMOS, T. Changes in sugars and activities of sucrose phosphate synthase, sucrose synthase, and invertase during potato tuber (Russet Burbank) reconditioning at 10°C in air and 2,53 kPa oxygen after storage for 28 days at 1°C. *Journal American Society Horticultural Science*, v.123, p.311-316. 1998.
- ISHERWOOD, F.A. Starch-sugar interconversion in *Solanum tuberosum*. *Phytochemistry*, v.12, p.2579-2591. 1973.
- KLEINKOPF, G.E. Early season storage. *American Potato Journal*, v.72, p.449-462. 1995.
- MARANGONI, A.G.; DUPLESSIS, P.M.; YADA, R.Y., Kinetic model for carbon partitioning in *Solanum tuberosum* tubers stored at 2°C and the mechanism for low temperature stress-induced accumulation of reducing sugars. *Biophysical Chemistry*, v.65, p.211-220. 1997.
- MAZURCZYK, A.F.; ZGORSKA, K., The influence of reconditioning on the quality of potato tubers for processing. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roslin*, v.214, p.213-219. 2000.
- MEIJERS, C.P. Diseases and defects liable to affect potatoes during storage. In: Rastovski, A. & van Es, A. (Eds.), *Storage of Potatoes: Post-Harvest Behavior, Store Design, Storage Practice, Handling*. Pudoc, Wageningen. p.148-174, 1987.
- MELLO, P.E. Cultivares de batata potencialmente úteis para o processamento na forma de fritura no Brasil e manejo para obtenção de tubérculos adequados. *Informe Agropecuário*, v.20, p.112-119. 1999.
- NELSON, N.A. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. *Journal of Biology Chemistry*, v.153, p.375-380. 1944.
- PEREIRA, A.S., CAMPOS, A. Teor de açúcar em genótipo de batata (*Solanum tuberosum* L.). *Ciência Rural*, Santa Maria, v.29, p.13-16. 1999.
- PESHIN, A. Influence of storage temperature and reconditioning on the biochemical composition of potato tubers. *Journal of Food Science and Technology*, v.37, p.126-129. 2000.
- PITARD, R.M. Organização e Manutenção da Coleção de Bactérias Diazotróficas do CNPAB. *EMBRAPA Agrobiologia*, RJ. Doc. 121, p.7-8. 2000.
- RASTOVSKI, A. Storage losses. In: RASTOVSKI, A. & van ES, A (Eds.), *Storage of Potatoes: Post-Harvest Behavior, Storage Design, Storage Practice, Handling*. Pudoc, Wageningen. p.177-180, 1987.
- REES, T.; DIXON, W.L.; POLLOCK, C.J.; FRANKS, F., Low temperature sweetening of higher plants. In: FRIEND, J.; RHODES, M.J.C. (Eds.). *Recent Advances in the Biochemistry of Fruits and Vegetables*. Academic Press, London. p.41-61. 1981.
- RINGSTAEDT, T.; STEIN, S. The influence of different climatic conditions in storage on weight loss of potatoes during the period of wound healing and decreasing temperature. *Produktion Lagerung Vermarktung von Pflanz und Speisekartoffeln*, p.162-168. 1988.
- Van Es, A.; HARTMANS, K.J. Water balance of potato tuber. In: Rastovski, A. & A. van (Eds), *Storage of potatoes: Post-harvest Behavior, Store Design, Storage Practice, Handling*. Pudoc, Wageningen. p.141-147. 1987.
- VLIET, W.F.; SCHRIEMER, W.H. The sugar accumulation of potatoes kept at low temperature, as studied in a small selection of samples of Dutch varieties. *European Potato Journal*, v.3, p.263-271. 1960.
- WISMER, W.V.; MARANGONI, A.G.; YADA, R.Y. Baixas temperaturas adoçamento em Raiz e Tubérculos. *Horticultural Reviews*, v.17, p.203-228. 1995.