

Fruita deshidratada i envasada: influència del procés i de les **condicions de conservació** sobre la seua vida útil

Dried fruit and packaged: influence of process and storage conditions on the shelf life

RESUM: *El present treball tracta de l'evolució de fruites deshidratades durant la seua conservació sotmeses a distints procediments de conservació. Una de les causes de la degradació d'aquests aliments deshidratats sol ser el procés d'enfosquiment, a causa de reaccions enzimàtiques o no enzimàtiques. La degradació dels aliments durant l'emmagatzemament pot reduir-se en gran mesura mitjançant una adequada elecció del material i de l'atmosfera d'envasament. Com a envasos, es van utilitzar safates de polipropilè termosegellades amb materials polimèrics i flascons de vidre; com a atmosferes, es van emprar nitrogen i aire. S'ha modelitzat l'evolució de la humitat durant la conservació considerant els intercanvis amb l'ambient i la producció d'aigua atribuïda a reaccions de Maillard i s'obté una bona correlació. S'ha comprovat també que l'evolució del contingut en SO₂ i en humitat es poden simular mitjançant un model cinètic de primer ordre. Quant a la textura, per a les mostres envasades en films, el seu valor va creixent a mesura que augmenta la temperatura, en disminuir la humitat. El fet que a temperatures de 35 i 40 °C la humitat de les mostres en vidre augmente i, no obstant açò, els valors de textura fins i tot sofrisquen un lleuger increment pot atribuir-se a l'aparició de canvis en l'estructura del producte entre 25 i 35 °C.*

PARAULES CLAU: *Aliments deshidratats, emmagatzemament, SO₂, humitat, textura.*

ABSTRACT: *This study addresses the evolution of dehydrated fruits during its storage, submitted to different preservation procedures. One of the causes of dried fruit degradation is usually linked to browning processes, both due to enzymatic and non-enzymatic reactions. Food deterioration during storage could be greatly minimized by means of a proper choice of the packaging material and atmosphere. Packages based on polypropylene trays thermo-sealed with polymeric material and glass flasks and nitrogen and air as inside atmospheres were used. The evolution of the moisture content during the storage has been modeled considering the exchanges with the environment and the production of water due to Maillard reactions, obtaining a good correlation. The SO₂ content and moisture can be depicted by means of a first order kinetics. With regard to the texture, for the samples packaged in films, the value of maximum force increases with the temperature, along with a moisture decrease. The fact that at temperatures of 35 and 40 °C the moisture of the samples in glass increases and however the texture suffers a slight increment, could be explained by the appearance of changes in the structure of the product between 25 and 35 °C.*

KEYWORDS: *Dried foods, storage, SO₂, moisture content, texture.*

GONZALO MIRANDA ALONSO,¹
ÀNGEL BERNA PRATS,¹
ANTONIO MULET PONS²

¹ Universitat de València. Departament d'Enginyeria Química

² Universitat Politècnica de València. Departament de Tecnologia dels Aliments

1. INTRODUCCIÓ

L'asseccament és una de les formes més antigues de conservació dels aliments, i s'ha utilitzat durant generacions per conservar vegetals, fruites, cereals, carns i peixos. Amb aquest procediment s'allarga la vida útil del producte, perquè, en reduir-se el contingut d'aigua, es redueix la seua activitat a un nivell inferior a aquell en el qual podrien desenvolupar-se de manera important reaccions de deteriorament químiques o microbianes. Les aflatoxines i ocratoxines continuen sent les micotoxines més estudiades a causa de la seua elevada toxicitat i àmplia distribució. Aquestes micotoxines són compostos termoresistents i no es destrueixen en la majoria de les etapes del processament d'aliments, alhora que es poden fins i tot concentrar en etapes posteriors (Ventura *et al.*, 2006). Així mateix, hi ha altres motius per a la producció d'aliments deshidratats, com ara obtenir una disminució de pes i volum amb la finalitat d'abaratir-ne el transport.

Pel que fa al seu darrer destí, els aliments deshidratats estan orientats tant al consum final com a usos industrials, i són aquests últims els quantitativament predominants.

2. PROCÉS D'ASSECAMENT DELS PRODUCTES HORTOFRUTÍCOLES

2.1. Objectiu del procés de dessecació

El principal objectiu d'una operació d'asseccament és la conservació d'un producte per la disminució de la seua activitat d'aigua, tot optimitzant la qualitat nutricional i organolèptica del producte final obtingut amb un mínim requeriment energètic (Weinberg *et al.*, 2008). Per produir un producte deshidratat de qualitat, el procés d'asseccament ha de permetre una bona retenció del color, la textura, el sabor i el valor nutritiu en comparació amb el producte fresc.

Pel que fa a les fruites i els vegetals, la tendència tradicional ha estat l'elecció de productes com albercocs, raïm, figues i prunes, que tenen un contingut en humitat i sucre molt elevat. Una vegada eliminada parcialment l'aigua, el producte és molt dolç, apte per al consum directe i amb unes propietats organolèptiques molt apreciades.

Per a altres tipus de fruites amb un menor contingut en sucres, com la poma, la cirera i el plàtan, així com les hortalisses en general, l'objectiu és freqüentment que el producte, després d'haver estat rehidratat, s'assembla tant com siga possible al producte fresc inicial.

2.2. Tractaments previs a l'asseccament

La qualitat de la majoria de les fruites i els vegetals deshidratats pot ser millorada sotmetent el producte fresc a una sèrie de tractaments previs a la seua deshidratació.

Una de les pràctiques tradicionals més habitual és la utilització de diòxid de sofre. El sulfitat serveix principalment per reduir o evitar la contaminació microbiana, preservar-ne certes vitamines i inhibir fenòmens d'enfosquiment durant l'asseccament i la conservació.

Per exemple, un pretractament d'interès per a la deshidratació del raïm és una immersió durant 15 segons en una solució al 0,15 % de NaOH a 100 °C, seguida d'una esbandida amb aigua a 25 °C, banyada en $K_2S_2O_5$ al 4 % durant 10 minuts (Berna *et al.*, 1991).

2.3. Tècniques d'asseccament

Fins fa poc, era freqüent que aquest procés es portara a cap per exposició directa a la radiació solar, procediment que requeria un gran esforç humà, depenia excessivament de les condicions meteorològiques i presentava serioses limitacions pel que fa al control de qualitat i de seguretat del producte. Per bé que existeixen diferents formes de dur a terme l'asseccament, una de les més senzilles és el sistema d'aire calent. A diferència del procediment tradicional, en aquest cas, la matèria primera es

posa en contacte amb un corrent d'aire, les condicions del qual (temperatura, humitat, cabal, etc.) es poden regular. Aquest contacte s'esdevé a l'interior de l'asseccador, tot formant una barrera contra la contaminació per pols o insectes.

3. ENVASAMENT I CONSERVACIÓ DE LA FRUITA DESHIDRATADA

L'envàs exerceix una influència directa sobre l'acceptabilitat de l'aliment. El seu atractiu, la funcionalitat i la sensació de seguretat respecte al seu contingut són factors que el consumidor té molt en compte.

Avui dia els envasaments plàstics d'aliments són àmpliament utilitzats. Són molt més lleugers que el vidre o el metall i requereixen menys energia per a la seua fabricació i transport, al mateix temps que presenten un ampli rang de característiques en termes de permeabilitat als gasos, velocitat de transmissió de vapor d'aigua, elasticitat, duresa, etc.

La selecció d'un film capaç de mantenir l'atmosfera adequada és fonamental per a una bona conservació. A més a més, ha de ser consistent, econòmic, fàcil d'usar, flexible per al lliscament per les màquines d'envasar, fàcil de segellar, resistent a la punció i transparent, per tal de poder visualitzar l'interior; també és desitjable que siga reciclable.

4. DETERIORAMENT DE LA QUALITAT DURANT LA CONSERVACIÓ

La degradació dels aliments durant la conservació pot estar controlada en gran mesura mitjançant una adequada elecció del material i l'atmosfera d'envasament. La principal causa solen ser els processos d'enfosquiment a causa de les reaccions enzimàtiques o no enzimàtiques.

L'evolució de paràmetres com el color, la composició i la textura són clars indicatius dels processos que s'han desenvolupat durant les etapes d'elaboració i conservació (Berna, 1994).

4.1. Color

Durant el processament i la conservació dels aliments, hom produeix canvis que comporten un efecte d'enfosquiment, produït pel desenvolupament d'uns pigments a conseqüència de reaccions enzimàtiques i no enzimàtiques (Cañellas *et al.*, 1993).

L'enfosquiment enzimàtic és el resultat de la hidroxilació de compostos fenòlics incolors en presència d'oxigen atmosfèric i enzims com la polifenoloxidasa (PPO), per formar o-difenols i, per oxidació posterior, o-quinones de color roig a marró rogenc.

Els productes acolorits associats a l'enfosquiment no enzimàtic són produïts per múltiples reaccions, que poden classificar-se en els grups següents:

— Reaccions de Maillard de condensació amino carbonil, que inclouen les reaccions d'aldehids, cetones i sucres reductors amb amines, aminoàcids, pèptids i proteïnes.

— Reaccions de caramelització, que apareixen quan compostos carbohidrats es calfen en absència de compostos amino-.

— Descomposició tèrmica espontània de l'àcid ascòrbic tant en condicions aeròbiques com anaeròbiques.

— Conversió oxidativa de polifenols a policarbonils.

— Enfosquiment per lípids: oxidació de compostos glicèrids insaturats.

L'addició de sulfat al producte abans de sotmetre'l al procés de deshidratació inhibeix l'enfosquiment enzimàtic durant l'asseccament, al mateix temps que també proporciona certa protecció davant l'enfosquiment no enzimàtic durant la conservació. A més a més, disminueix l'oxidació química, en comportar-se com un antioxidant (Rosselló *et al.*, 1994).

4.2. Composició

Les reaccions que suposen una pèrdua del valor nutricional durant la conservació es poden classificar de la manera següent:

— Destrucció directa dels nodri-

dors com a efecte de la temperatura i la concentració dels reactius.

— Interacció entre els compostos produïts i els distints nodridors, que dona com a resultat un deteriorament biològic.

Els canvis bioquímics que es produeixen en els aliments són també l'origen de variacions en altres paràmetres de qualitat, com, per exemple, el sabor, l'aroma i el color.

4.3. Textura

La textura és un dels paràmetres de qualitat que més afecten l'acceptabilitat dels aliments, tant frescos com processats. La textura de les fruites i els vegetals ve determinada principalment pels polímers estructurals de les parets cel·lulars, junt amb l'activitat d'aigua i el contingut en humitat. Els canvis en aquestes característiques durant la conservació poden alterar les propietats texturals.

5. OBJECTIU I INTERÈS D'AQUESTA INVESTIGACIÓ

L'objectiu principal és l'anàlisi de l'evolució de fruita deshidratada conservada en condicions controlades. En conseqüència, s'estudia la influència de condicions com ara la composició de l'atmosfera i l'envàs sobre la velocitat de deteriorament de l'aliment en funció de la temperatura.

L'interès en aquest tipus de productes rau en el fet que, tot i mantenint un valor energètic i nutricional comparable al de la fruita fresca, s'aconsegueix un producte més estable que hom pot consumir en llocs allunyats de les zones de producció i, a més, fora de les temporades pròpies. Pel contrari, la fruita fresca, pel seu contingut en aigua (80 %, aproximadament), té pèrdues que s'estima que poden oscil·lar entre un 40 i un 50 % en regions tropicals o subtropicals que no compten amb els mitjans adequats de refrigeració.

No obstant açò, cal advertir que aquest tipus d'aliment, encara que estiga processat, és una matèria viva. Com a tal, sofreix una sèrie de can-

vis que són minimitzats per les condicions de l'envàs, l'atmosfera i la temperatura. L'alteració més important és l'enfosquiment.

L'atenció que fins ara s'ha dedicat a la retenció de la qualitat als productes deshidratats ha estat escassa, encara que el seu potencial és enorme. Aquest gran potencial de millora, junt amb les noves tendències del consumidor per productes «naturals», indueix a pensar que l'èxit de la deshidratació arribarà quan s'efectue amb el producte adequat, amb la tècnica adequada, i quan estiga acompanyat, a més, d'una política d'imatge que remarque la naturalitat i qualitat d'aquests productes.

6. MATERIALS I MÈTODE DE TREBALL

El present treball s'ha dut a terme amb orellanes d'albercoc i panses. Abans del processament, s'hi realitzaren una sèrie de tractaments previs, que incloïen la sulfatació de la fruita, amb la finalitat de preservar-ne el color evitant l'enfosquiment.

Sotmeses les mostres a diferents pretractaments, es va procedir a la seua deshidratació parcial mitjançant un assecador pilot. A continuació, es va procedir a l'envasament en diversos tipus de materials i atmosferes, d'acord amb el disseny dels experiments. Com a envasos, es van utilitzar safates de polipropilè termosegellades amb materials polimèrics i flascons de vidre; com a atmosferes, es van emprar nitrogen i aire. Una vegada completat aquest pas, les mostres, en els seus respectius envasos/atmosferes d'envasament, van ser introduïdes en cambres de conservació regulades a distintes temperatures per conservar-les durant un període de temps aproximat d'un any (duració desitjada d'aquests productes). Les temperatures elegides varien des dels 5 °C fins als 35-40 °C, per reproduir les condicions que van des de la conservació frigorífica fins a la conservació a temperatura ambient en països càlids. D'aquesta manera, es

pretén estudiar la influència de la transpiració amb els diferents envasos, de la capacitat oxidativa del medi i de la temperatura.

Periòdicament, es realitzaven les preses de mostres establides per procedir a l'anàlisi de l'evolució del producte durant el període de conservació amb els tipus de determinacions següents: químiques, com la mesura del contingut en sucres reductors, SO₂ i humitat, i físiques, com l'activitat d'aigua, el color, la textura i la pèrdua de pes.

Als envasos amb film de plàstic també es realitzaven determinacions del contingut en CO₂ i O₂ a l'atmosfera interior.

7. RESULTATS

Els canvis més dràstics en les característiques del producte s'han observat a les temperatures de conservació més elevades.

La coordenada de color L* és un dels paràmetres més importants per a l'estudi de l'evolució del color. El factor determinant en l'evolució d'aquesta coordenada és la temperatura. A major temperatura, la coordenada minva de manera més pronunciada; açò queda reflectit per un enfosquiment de la mostra. En general, a mesura que passa el temps, L* disminueix tant per a panses com per a orellanes. Pel que fa a les panses, per a les primeres preses de mostra s'observa un lleuger increment, causat probablement per l'efecte del *sugaring* (cristal·lització externa del sucre).

També el SO₂ minva més marcadament a mesura que augmenta la temperatura, tot provocant la desprotecció de l'aliment davant de processos de deteriorament, com ara l'enfosquiment (fig. 1). Mantenir continguts alts de SO₂ ajuda al manteniment del color; aquest contingut es pot disminuir abans de la comercialització. S'ha comprovat també que l'evolució del contingut en SO₂ i en humitat es poden simular mitjançant un model cinètic de primer ordre (Miranda *et al.*, 2009).

L'activitat d'aigua i la humitat en les mostres envasades amb film romanen pràcticament constants a temperatures de 5 i 15 °C, tot minvant al llarg del temps a temperatures més altes. Pel contrari, en el cas de les mostres envasades en vidre es va trobar a altes temperatures un cert increment en el contingut en humitat, la qual cosa s'interpreta com a resultat de l'aigua generada en els processos d'enfosquiment no enzimàtic del tipus de les reaccions de Maillard, que es veuen afavorides amb l'augment de la temperatura (Miranda, 2003). Aquests processos van influir en la relació de sucres fructosa/glucosa, ja que, a causa de la major reactivitat de la glucosa respecte a la fructosa en aquest tipus de reaccions, l'enfosquiment de les mostres va acompanyat d'un augment en el quocient entre el contingut en fructosa i el de glucosa.

Respecte a la composició de l'atmosfera d'envasament, observem que el contingut en oxigen augmenta a les mostres envasades en materials polimèrics amb nitrogen fins a assolir els valors de les envasades amb aire durant les primeres setmanes de conservació. Com més gran és la temperatura, abans s'aconsegueix aquest nivell d'equilibri. La concentració de CO₂ augmenta més a mesura que augmenta la temperatura de conservació.

L'evolució de la textura depèn molt del grau d'humitat i de l'activitat d'aigua. Així, a les mostres que millor

conserven l'aigua es registren valors de textura més semblants als dels productes originals, mentre que les mostres conservades en films a altes temperatures pateixen increments successius d'aquests valors en disminuir la humitat (fig. 2). Per a les mostres envasades en vidre, els valors de textura romanen quasi constants a les temperatures de conservació més baixes i augmenten lleugerament a les més elevades. El fet que a les temperatures de 35 i 40 °C la humitat de les mostres conservades en vidre augmente i, no obstant açò, els valors de textura romanen constants, o fins i tot sofrisquen un lleuger increment, pot atribuir-se a l'aparició de canvis en l'estructura del producte entre 25 i 35 °C.

8. CONCLUSIONS

Com a conclusions generals, podem dir el següent:

1. Els canvis físics i químics que pateix l'aliment durant el processament i la conservació són les principals causes del seu deteriorament.
2. L'aplicació de SO₂ per optimitzar el processament i la conservació d'aquest tipus d'aliments ajuda a preservar l'aliment de processos d'enfosquiment tant enzimàtic com no enzimàtic, però el contingut de SO₂ està limitat legalment.
3. El temps i la temperatura de conservació influeixen en gran mesura en els paràmetres que de-

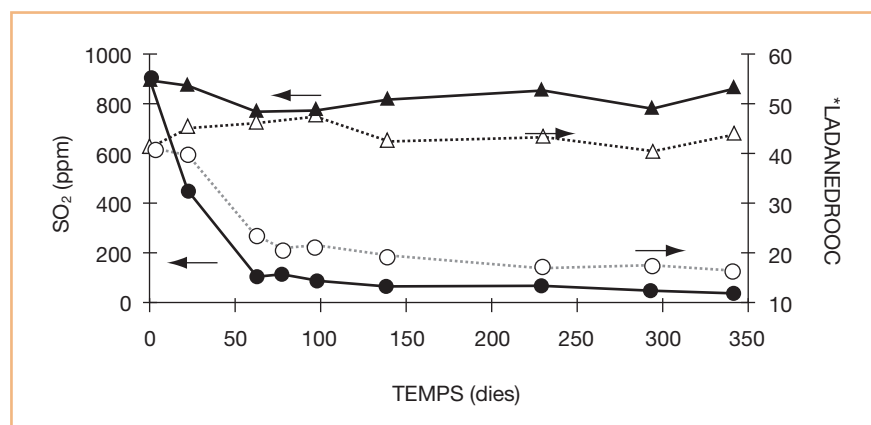


FIGURA 1. Evolució del contingut en SO₂ en orellanes conservades en film de PA/PP 20/50 amb aire a temperatures de 5 °C (—▲—) i 40 °C (—●—) i de la coordenada de color L* a 5 °C (--△--) i a 40 °C (--○--).

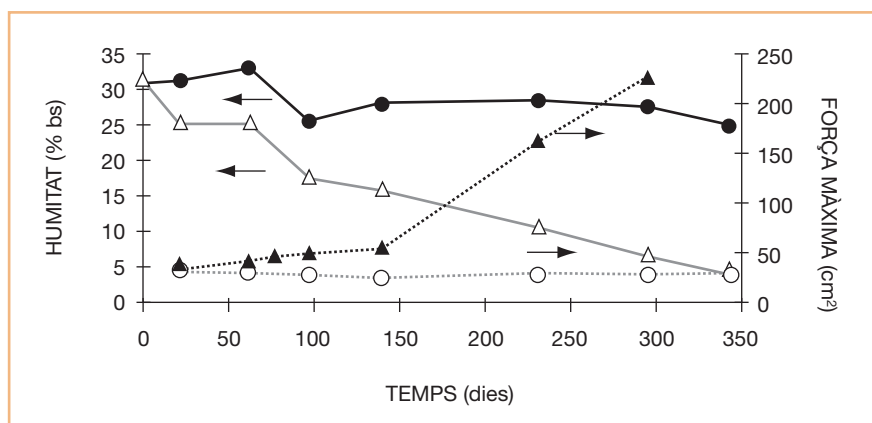


FIGURA 2. Orellanes envasades en film de PA/PP 20/50 amb atmosfera d'aire. Evolució de la humitat a 5 °C (—●—) i a 40 °C (—△—) i de la textura a 5 °C (--○--) i a 40 °C (--▲--).

fineixen la qualitat d'aquest tipus de productes. Molts d'aquests paràmetres estan interrelacionats. Així, la disminució del contingut de SO₂ en les mostres emmagatzemades a temperatures elevades comporta un major efecte d'enfosquiment i una major disminució de les coordenades de color CIELab, acompanyats també d'una major degradació dels sucres per les reaccions de Maillard.

4. Pel que fa al tipus d'envasament, entre les mostres emmagatzemades en vidre o en film sols es

van detectar diferències significatives a les mostres conservades a altes temperatures. Explicats els avantatges que representa l'envasament en plàstic, seria interessant d'emprar aquest material amb conservació per sota dels 25 °C.

5. Respecte a la composició de l'atmosfera d'envasament, no té una influència determinant. De fet, hem observat que aquesta s'igualava al llarg del temps en les mostres envasades en materials polimèrics, amb independència de la composició de par-tida.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- BERNA, A. (1994). «Enginyeria química i tecnologia d'aliments». *Mètode*, 7: 18-19.
- BERNA, A.; ROSSELLÓ, C.; CAÑELLAS, J.; MULET, A. (1991). «Drying kinetics of Majorcan seedless grape variety». *Technology Today*, 3: 134-137.
- CAÑELLAS, J.; ROSSELLÓ, C.; SIMAL, S.; SOLER, L.; MULET, A. (1993). «Storage conditions affect quality of raisins». *J. Food Sci.*, 58(4): 805-809.
- MIRANDA, G. (2003). *Influencia de la temperatura, el envase y la atmósfera en la conservación de uvas pasas y de albaricoques deshidratados*. Tesis doctoral. València: Universitat de València.
- MIRANDA, G.; BERNA, À.; SALAZAR, D.; MULET, A. (2009). «Sulphur dioxide evolution during dried apricot storage». *LWTa—Food Science and Technology*, 42(2): 531-533.
- ROSSELLÓ, C.; MULET, A.; SIMAL, S.; TORRES, A.; CAÑELLAS, J. (1994). «Quality of dried apricots: Effect of storage temperature, light and SO₂ content». *J. Sci. Food Agric.*, 65: 121-124.
- VENTURA, M.; ANAYA, I.; COMELLAS, L.; AGUT, M. (2006). *TECA*, 9: 5-11.
- WEINBERG, Z. G.; YAN, Y.; CHEN, Y.; FINKELMAN, S.; ASHBELL, G.; NAVARRO, S. (2008). «The effect of moisture level on high-moisture maize (*Zea mays* L.) under hermetic storage conditions-*in vitro* studies». *Journal of Stored Products Research*, 44(2): 136-144.