**New Knowledge Journal of Science**

**Списание за наука „Ново знание”**

*University of Agribusiness and Rural Development Academic Publishing House*
*Bulgaria*

*Академично издателство на Висше училище по агробизнес и развитие на регионите*
*Пловдив*

**http://uard.bg**

# УСТАНОВЯВАНЕ НА НЯКОИ ФУНКЦИОНАЛНИ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ТЕРМОПОМПЕНО СУШЕНЕ И СЪХРАНЕНИЕ НА СИНИ СЛИВИ С МЕЖДИННО ВЛАГОСЪДЪРЖАНИЕ

**Б. Бръшлянова, О. Карабаджов, Д. Козарекова-Йовкова, А. Илиев**

*Институт за изследване и развитие на храните - Пловдив*

***Ключови думи:***
*сини сливи*
*междинно влагосъдържание*
*аскорбинова киселина*
*фенолни вещества*
*антоциани*

**Резюме**

Изследването има за цел да се оцени съвместното влияние на влагосъдържанието, метода на опаковане и температурата на функционалните свойства на сушени сини сливи (*Prunus domestica* Стенлей) при хладилно съхранение. Сушенето е извършено на термопомпен стенд за сушене при начална температура 45ºC и циркулиращ въздух с начално влагосъдържание 8-10 % и скорост 4.6 $m.s^{-1}$ до междинно влагосъдържание на сливите 45 % и 60 процента. Продуктите са опаковани в полиетиленови пликове с или без вакуум. Съхранението е извършено в охладено състояние при температура +4°C и в замразено - при -10ºC. Влиянието е оценено чрез определяне на аскорбиновата киселина, общите полифеноли, антоцианите и антиоксидантната активност в продуктите. Влагосъдържание 60 % и опаковане с вакуум влияе положително на функционалните свойства на сините сливи. Температурата на съхранение не оказва влияние.

# INTERMEDIATE MOISTURE PRUNES FUNCTIONAL INDICES AS AFFECTED BY HEAT PUMP DRYING AND STORAGE

**B. Brashlyanova, O. Karabadzhov, D. Kozarekova-Yovkova, A. Iliev**

*Food research and development institute - Plovdiv*

***Key words**:*
*prune*
*intermediate moisture*
*ascorbic acid*
*total polyphenols*
*anthocyanins content*

**Abstract**

*The objective of the study was to evaluate the effect of water content, packing method, and temperature of the functional properties of intermediate moisture prunes (Prunus domestica cv. Stenley) during refrigerated storage. Drying process was carried out using heat pump dryer at initial temperature 45ºC, air flow velocities of 4.6 m.s-1 and initial air humidity of 8-10 % up to obtained intermediate moisture prunes of 45% and 60 %. Products were packed in plastic bags with or without vacuum were subsequently stored chilled at +4°C and frozen - at -10ºC. The effect was assessed by determining ascorbic acid, total polyphenols, anthocyanins content, and antioxidant activity in products. 60 % water content and vacuum packing positively affect on the functional properties of intermediate moisture prunes, whereas storage temperature did not influence.*

**Въведение**

Най-разпространените видове антиоксиданти, съдържащи се в плодовете и зеленчуците, са аскорбиновата киселина, каротеноидите и полифенолните вещества с доказан антиоксидантен капацитет (Георгиева, 2009; Wang & Jiao, 2000). В свои изследвания Ariona и др. (2014) докладват, че есенните сортове сливи имат по-висок антиоксидантен капацитет от летните сортове и дори след десетдневно съхранение при +4°C сливите могат да бъдат добър източник на антиоксиданти, които да предоставят подпомагащи здравето ефекти за хората.

Плодовете и зеленчуците след беритба до преработката им в храни и напитки променят съдържанието на антиоксиданти. Степента на зрелост, температурата на съхранение след беритба, съхранението, различните видове температурни обработки влияят на съдържанието на аскорбиновата киселина, полифенолите, антоцианите и др. (Guisti & Wrolstad, 2003; Hager et al., 2008). Атниоксидантното въздействие на антоцианите и благоприятният ефект върху здравето на човека корелират със съдържанието им (Moyer et al., 2002; Ross & Kasum, 2002).

Днес голяма част от световното производство на сини сливи е съсредоточено в сушенето на плодовете, като цифрата, която илюстрира най-добре това, е приблизително 257 000 тона годишно, с ясна тенденция към нарастване.

Целта на изследването е оценка на съвместното влияние на влагосъдържанието, метода на опаковане и температурата върху функционалните свойства на сушени сини сливи сорт Стенлей при хладилно съхранение.

**Материали и методи**

Изследването е проведено със сини сливи сорт Стенлей. Предварителната подготовка на плодовете е извършена в следната последователност: измиване, отстраняване на костилките, нарязване на осминки надлъжно и напречно, измиване с течаща вода, отцеждане. Сушенето е извършено на термопомпен стенд за сушене при начална температура 45ºC и циркулиращ въздух с начално влагосъдържание 8-10 % и скорост 4.6 $m.s^{-1}$. Процесът протича в тънък слой, при напречно ориентиран въздушен поток спрямо слоя продукт. Масата на пробата е измервана периодично. На тази основа и началното сухо вещество на суровината (20.5 %) е изчислено теоретично сухо вещество, определящо края на процеса. Получените два продукта от сини сливи с междинно влагосъдържание 45 % и 60 % са опаковани в полиетиленови пликове с или без вакуум. Съхранението е извършено в охладено състояние при температура +4°C и в замразено - при -10ºC.

Изменението на функционалните характеристики след сушене и края на хладилното съхранение на сините сливи с междинно влагосъдържание е проследено чрез химичните показатели аскорбинова киселина – БДС 11812:91; съдържание на общи полифеноли (TPP) - модифициран метод (Singleton & Rossi, 1965); антоциани чрез pH диференциален метод и радикалоулавяща способност (DPPH-тест) - модифициран метод (Brand - Williams et al., 1995).

При статистическата обработка на резултатите е приложен Anova Single Factor (програма Excel).

**Резултати и дискусия**

Промените във функционалните характеристики, които настъпват в сините сливи с междинно влагосъдържание при съхранението им при температура +4°C, са дадени в таблица 1. За по-реална съпоставимост на резултатите данните са приведени към абсолютно сухо вещество, при измерено сухо вещество на суровината 20,5 процента.

**Таблица 1. Показатели на сини сливи с влагосъдържание 45 % и 60 %, съхранени при температура +4°C в опаковки с и без вакуум***

| Вариант<br><br>Показатели | Суровина | 60 % влаго-съдържание без вакуум | 45 % влаго-съдържание без вакуум | 60 % влаго-съдържание и вакуум | 45 % влаго-съдържание и вакуум |
|---|---|---|---|---|---|
| Аскорбинова киселина,mg% | 60.9 | 13.8 | 13.6 | 15.5 | 15.6 |
| Полифенолни вещества, mg/kg GAE | 10630.0 | 4132.5 | 2181.8 | 4260.0 | 3603.6 |
| Антоциани, mg/kg | 1560.0 | 465.7 | 321.0 | 579.9 | 493.0 |
| AOA, µmol/kg TE | 610.0 | 360.0 | 312.7 | 430.0 | 360.0 |

* Резултатите са приведени към абсолютно сухо вещество

От данните се установява, че съдържанието на аскорбинова киселина след сушене и съхранение намалява чувствително, като при опаковките без вакуум остава около 22 процента. При продуктите, съхранявани във вакуумни опаковки, съдържанието на аскорбинова киселина е около 25 %, т.е. вакуумът създава условия за по-добра съхраняемост. Вероятно това се дължи на отсъствието на кислорода във вакуумната опаковка, който улеснява окислителните процеси на аскорбиновата киселина.

Полифенолните вещества също бележат спад, като и в двата вида опаковки при сушените продукти с влагосъдържание 60 % се запазват в по-големи количества - около 40 % спрямо изходното съдържание. При сините сливи с влагосъдържание 45 % загубите на полифенолни вещества са в по-голям процент, като останалите количества са 20 % при опаковките без вакуум и около 34 % при тези с вакуум, т.е. тенденцията за по-добра съхраняемост във вакуумните опаковки се потвърждава.

Количествата антоциани, измерени в края на съхранението, следват тенденцията, установена при полифенолните вещества. При опаковките без вакуум за пробите с влагосъдържание 60 и 45 % са съответно 30 и 21% от първоначалното количество, а при вакуумните 37 и 32 процента. По-ниските стойности в пробите с влагосъдържание 45 % и при двата начина на опаковане вероятно се дължат на по-продължителния процес на сушене. И при този показател антоцианите в опаковките с вакуум са с по-високи стойности за пробите с двете нива на влагосъдържание.

Предимството на вакуумното опаковане на сушените продукти е очертано и от данните за антиоксидантна активност. Във всички видове проби стойностите са над 50 %, като за неовакумените продукти варира между 51 и 59%, а за овакумените - от 59 до 70 процента. По-високите стойности и при двата вида опаковки са в полза на сушените продукти с влагосъдържание 60%, което вероятно се дължи на по-кратковременния процес на сушене за достигане на това влагосъдържание.

Тенденцията в динамиката на различните показатели е аналогична с тази на продуктите, съхранявани при температура +4°C, когато съхранението на сините сливи с междинно влагосъдържание е при минусова температура (таблица 2).

**Таблица 2. Химични показатели на сини сливи с влагосъдържание 45 % и 60 %, съхранени при температура -10°C в опаковки с и без вакуум***

| Вариант<br><br>Показатели | Суровина | 60 % влаго-съдържание без вакуум | 45 % влаго-съдържание без вакуум | 60 % влаго-съдържание и вакуум | 45 % влаго-съдържание и вакуум |
|---|---|---|---|---|---|
| **Аскорбинова киселина,mg%** | 60.9 | 15.5 | 14.2 | 17.8 | 16.0 |
| **Полифенолни вещества, mg/kg GAE** | 10630.0 | 3957.5 | 2641.8 | 4360.0 | 3640 |
| **Антоциани, mg/kg** | 1560.0 | 480.9 | 342.9 | 559.2 | 456.7 |
| **AOA, µmol/kg TE** | 610.0 | 347.5 | 381.8 | 455.0 | 391.0 |

* Резултатите са приведени към абсолютно сухо вещество

Наличието на аскорбинова киселина в опаковките без вакуум е 25,5 и 23,3 % от първоначалното количество в суровината за продуктите с влагосъдържание съответно 60 и 45 процента. В опаковките с вакуум тези стойности са съответно 29 и 26,3 процента. И при този температурен режим се наблюдава тенденция за запазване на по-високо ниво на стойностите на аскорбинова киселина в продуктите във вакуумирани опаковки. Не се установява статистическо различие между стойностите на аскорбинова киселина и при двата вида опаковки след съхранение на сушените сливи с междинно влагосъдържание в замразено състояние и тези, поставени при температурен режим +4°C. Получените стойности на *F* са под критичните им значения при ниво на доверие α=0,05.

Полифенолните вещества в пробите след съхранението са 37 и 25 % от първоначалното количество за опаковките без вакуум и 41 и 34 % за вакуумните опаковки с влагосъдържание на сините сливи съответно 60 и 45 процента. Сравняването на пробите със съответните, съхранени при +4°C, не показва значими разлики между тях ($F<F_{крит}$ при α=0,05).

Количествата антоциани, измерени в края на съхранението, следват тенденцията, установена при полифенолните вещества. При неовакумените опаковки за пробите с влагосъдържание 60 и 45 % са съответно 30,8 и 22 % от първоначалното количество, а при вакуумните - 35,8 и

29,3 процента. Вероятна причина за по-ниските стойности в пробите с влагосъдържание 45 % и при двата начина на опаковане е по-продължителният процес на сушене. И в този случай антоцианите в опаковките с вакуум са с по-високи стойности за пробите с двете нива на влагосъдържание. Между двата режима на съхранение не се установяват разлики при α=0,05.

Данните за антиоксидантна активност на продуктите подтвърждават /и за този температурен режим/ предимството на вакуумното опаковане. В четирите вида проби стойностите са над 50 %, като за неовакумените продукти варира между 57 и 62,6 %, а за вакуумните от 64,1 до 74,6 процента. По-високите стойности и при двата вида опаковки са в полза на продуктите с влагосъдържание 60 %, което /и при този режим на съхранение/ потвърждава вероятността, че това може да се дължи на по-кратковременния процес на сушене за достигане на това влагосъдържание. Статистически между пробите, съхранявани при температура +4°C и -10°C, не се доказва разлика за антиоксидантната активност.

**Заключение**

Функционалните свойства на сините сливи с междинно влагосъдържание се запазват в по-голяма степен, когато влагосъдържанието при сушене се довежда до 60 % и съхранението протича във вакуумирани опаковки. Съдържанието на аскорбинова киселина, полифенолните вещества, антоцианите и антиоксидантната активност на сините сливи с междинно влагосъдържание 45 % и 60 % в опаковки с и без вакуум не се повлияват от приложените температури на съхранение. Следователно такива температурни режими могат да се препоръчат за краткосрочно съхранение в охладено състояние и за по-дълъг срок в замразено, без това да изменя функционалните характеристики на продуктите.

**Литература**

1. Георгиева Л. (2009). Балканско здравословно хранене, изд. Селскостопанска академия, КООП "ХВП", с. 169.

2. Ariona, Cr., J. Tabartb, Cl. Keversb, M. Niculauac, R. Filimona, D. Beceanua, J. Dommesb, (2014). Antioxidant potential of different plum cultivars during storage. Food Chemistry, 146: 485-491.

3. Brand – Williams, W., M. Cuvelier, C. Berst, (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensmittel Wissenschaft and Technologie (28): 25-30.

4. Guisti M. M., R. E. Wrolstad (2003). Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems, Biochem. Eng. Journal, 14, 217-225.

5. Hager T. J., L. R. Hoard, R. L. Prior (2008). Processing and storage effect on monomeric anthocyanins, percent polymeric color, and antioxidant capacity of processed blackberry products. J. of Agricultural and Food Chemistry, vol. 56, 3, 689-695.

6. Moyer R. A., K. E. Hummer, C. E. Finn, B. Frei, R. E. Wrolstad (2002). Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: Vaccinium, Rubus, and Ribes, J. Agric. Food Chem., 50, 519–25.

7. Ross J. A., C. M. Kasum (2002). Dietary flavonoids: Bioavailability, metabolic effects and safety, Annual Review in nutrition, 22, 19-34.

8. Singleton, V., J. Rossi, (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic- phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture (50): 3828-3834.

9. Wang S. Y., H. Jiao (2000). Scavenging capacity of berry crops on superoxide radicals hydrogen peroxid hydroxyls, and siglet oxygen, J. Agric. Food Chem., 48 (11), 5677-84

10. www.whfoods.com