



<http://uard.bg>

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

ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИКИТЕ НА СЛЪНЧЕВА СУШИЛНЯ С ИНДИРЕКТНО НАГРЯВАНЕ

Боряна Бръшлянова, Петя Иванова, Огнян Карабаджов

Институт за изследване и развитие на храните - Пловдив

Ключови думи:

слънчева сушилня
индиректно нагряване

Резюме

Целта на проведените изпитания е да се установят и анализират параметрите на сушене в авторски модел слънчева сушилня, които да бъдат база за конструиране на усъвършенстван модел. Сушенето е извършено в пилотен модел слънчева сушилня с осмини сини сливи в два цикъла. И двете проби протичат при стабилно слънчево време, при температура на външния въздух, варираща между 20 - 22° С сутринта и 33 - 35° С в ранните следобедни часове. В зависимост от външните условия, температурата на сушене се установи в интервала 30 до 50° С. Изсушените проби са с водна активност $A_w > 0.9$, поради което съхранението е при -18° С. Времетраенето на процеса при сушене на осмините сини сливи е нестационарно и продължава от 2 до 3 денонощия в зависимост от крайното влагосъдържание на продукта и външните температура, от относителната влажност и интензивността на слънцегреенето. Получените два продукта сини сливи с междинно влагосъдържание, освен за директна консумация, могат да се използват като изходна база за влагане в други продукти. Сушените сини сливи с междинно влагосъдържание 40 % могат да се консумират директно при обикновена температура или след замразяването и темперирването им при -6 до -5° С. На основа установените параметри предстои конструиране и изработване на усъвършенстван модел слънчева сушилня, която позволява по-пълноценно използване на топлината и съкращаване времетраенето на процеса.

PERFORMANCE ASSESSMENT OF SOLAR DRYER WITH INDIRECT HEATING

Boryana Brashlyanova, Petya Ivanova, Ognyan Karabadzov

Food research and development institute – Plovdiv

Key words:

solar dryer
indirect heating

Abstract

The performed tests were designed to identify and analyze the parameters of drying in a authors model solar dryer. They to be the basis for constructing of an improved model. Drying was carried out in a pilot model solar dryer with prunes in two cycles. Both samples were run under steady sunshine in outdoor air temperature ranging between 20-22°C in the morning and 33-35°C in the early afternoon hours. Depending on the ambient conditions, the drying temperature was found in the range of 30 to 50°C. The dried samples had a water activity $A_w > 0.9$, due to which the storage is at -18°C. The duration of the drying process of prunes was inconstant and lasted from 2 to 3 days, depending on the final moisture content of the product and the external temperature, humidity, and intensity of solar radiation. The obtained two products intermediate moisture prunes, in addition to direct human consumption could be used as a base for incorporation into other products. Prunes with intermediate moisture content 40% could be consumed directly at ambient temperature or after freezing and tempering at -6 to -5°C. Based on the established parameters we are to design and produce an improved solar dryer model that allows better utilization of heat and shortening the process duration

Въведение

Слънчевата радиация под формата на слънчева топлинна енергия е алтернативен източник на енергия за сушене на плодове, зеленчуци, ароматни билки, гъби и е особено приложима в така наречения "слънчев пояс" в световен мащаб, т.е. в районите, където интензивността на слънчевата радиация е висока и продължителността на слънчевото греене е голяма. Сушенето чрез слънчева енергия е икономичен способ за съхраняване на селскостопански продукти, особено за малки до средни количества (Mekhilefa et al., 2011; Xingxing et al., 2012).

В много страни използването на слънчеви топлинни системи за запазване на зеленчуци, плодове и други култури, показва, че това е практичен, икономичен и щадящ околната среда подход (Funebo and Ohlsson, 1998; Zhang et al., 2006). Прилагането на слънчевата енергия за стопански цели в нашата страна е слабо застъпено и това представлява съществен резерв за решаване на някои производствени проблеми в стопанската дейност, допринасяйки по този начин значително за икономиката на малките земеделски ферми (Карабаджов и др., 2011).

Изследването цели изпитване на авторски пилотен модел слънчева сушилна, което да стане база за конструиране и изработване на подобрени модели слънчеви съоръжения.

Материали и методи

Изпитанията за сушене на плодове са проведени в два цикъла със сини сливи сорт Стенлей, предоставени от Института по планинско животновъдство и земеделие в гр. Троян. Плодовете са измити, отстранени са костилките и са нарязани ръчно на осминки. За да се избегнат слепването и агрегирането на готовия сушен продукт, преди зареждане нарязаните сливи са измити и отцедени, след което заредени на лесата (работната повърхност) в количество 7 килограма. За елиминиране на субективния фактор по време на сушене и определяне на максималната продължителност на процеса при конкретните условия, сливите не са разбърквани. Сушенето е извършено с конструиран и изработен пилотен модел на слънчева сушилна с капацитет на едно зареждане 7 kg суровина. Сушилнята се състои от слънчев колектор за директно затопляне на въздуха, сушилна камера с една леса и вертикален изходящ въздуховод за създаване на необходимата тяга.

Двете партии са заредени съответно на 24.08. и 29.08.2011 г. в 9⁰⁰ часа. И двете проби са проведени при стабилно слънчево време, при температура на външния въздух, варираща между 20 - 22° C сутринта и 33 - 35° C в ранните следобедни часове. В зависимост от външните условия, температурата на сушене се установи в интервала 30 до 50° C.

Пробите с изсушените до междинна влажност и охладени плодове са опаковани в полиетиленови пликове и са замразени. Съхранението е извършено при температура -18° C.

На продуктите, получени след сушене, са измерени:

- сухо вещество, % – тегловен метод - БДС 15437:82;
- активна влажност A_w - вътрешно лабораторен метод № 3 на акредитирана изпитвателна лаборатория към ИИРХ в Пловдив.

Резултати и дискусия

В края на август 2011 г. са извършени два цикъла на сушене на сини сливи, нарязани на осминки. За да се получат по-пълни данни за параметрите, при които протича процесът на сушене, с помощта на I-d-диаграма се определиха влагосъдържанието на външния въздух и този над продукта, както и относителната влажност на затопления въздух в слънчевия колектор и след преминаването му над продукта.

Моментните стойности, които са установени в разликата на влагосъдържанието между отработения и постъпващия въздух /над и под продукта/, показват, че през първия ден спрямо втория, Δd е с по-високи стойности и сушенето би трябвало да протича с по-висока скорост (табл. 1). Данните обаче от загубата на маса по време на сушенето сочат, че темпът на процеса през първия и втория ден е приблизително еднакъв и е около 27 процента. През третия ден скоростта на сушене се понижава, като загубата е около 10 % спрямо изходната маса. След привършване на процеса полученият рандеман е 2,8 при крайна влажност на продукта 44,7 процента. Общата продължителност на процеса е три денонощия, като интензивният период на сушене е с продължителност около 27 часа.

Вторият цикъл на сушене продължи две денонощия (29.08. и 30.08.2011 г.). От получените данни, изложени в таблица 2 е видно, че тенденцията за понижаването на разликите във влагосъдържанието през първия и втория ден, която е установена при първия опит, се запазва. От данните за загубата на маса в този случай се установява, че през първия ден скоростта на процеса е най-висока - 29,3 %, докато през втория ден загубите са 22,6 % спрямо изходната маса.

Различията в скоростта на процеса при първото и второто сушене за първите два дни на експеримента най-вероятно се дължат на променливите условия, при които протича процесът - интензивност на слънцегреене, температура, относителна влажност и вятър. При вторият цикъл интензивният период на сушене е около 18 часа. Полученият рандеман е 2,1 при крайна влажност на продукта 58,5%.

Табл. 1. Параметри при сушене на сини сливи в слънчева сушилня като функция на климатичните условия - проба 1

дата час	t външен въздух, °C	φ външен въздух, %	d външен въздух, g/kg	t затоплен въздух, °C	φ затоплен въздух, %	Δt= t _{затоп.} -t _{вън} °C	t _{в-х} над продукта °C	φ _{в-х} над продукта %	d _{в-х} над продукта g/kg	Δd= d _{в-х прод.} -d _{вън в-х}	Маса на пробата, g
24.08.											
9 ⁰⁰	21	48	7,5	30	27	9	27	37	9,4	1,9	7 000
12 ⁰⁰	28	43	8,0	39	24	11	35	35	11,1	3,1	-
15 ⁰⁰	33	38	12,0	48	17	15	44	23	13,2	1,2	-
18 ⁰⁰	29	40	10,4	40	23	11	37	27	10,8	0,4	5100
25.08.											
9 ⁰⁰	20	46	6,9	29	27	9	26	37	7,8	0,9	5100
12 ⁰⁰	27	42	9,7	38	22	11	35	30	10,8	1,1	-
15 ⁰⁰	32,5	40	12,3	49	17	16,5	46	21	13,4	1,1	-
18 ⁰⁰	30	42	11,2	39	26	9	37	31	12,2	1,0	3180
26.08.											
9 ⁰⁰	20	45	6,7	30	25	10	29	29	7,4	0,7	3180
12 ⁰⁰	27,5	41	9,8	39	23	11,5	37,5	27	10,4	0,6	-
15 ⁰⁰	34	38	12,5	49	17	15	48	19	13	0,5	-
18 ⁰⁰	30	39	10,3	41	21	11	40	23	10,8	0,5	2530

Табл. 2. Параметри при сушене на сини сливи в слънчева сушилня като функция на климатичните условия – проба 2

дата час	t външен въздух, °C	φ външен въздух, %	d външен въздух, g/kg	t затоплен въздух, °C	φ затоплен въздух, %	Δt= t _{затоп.} -t _{вън} °C	t _{в-х} над продукта °C	φ _{в-х} над продукта %	d _{в-х} над продукта g/kg	Δd= d _{в-х прод.} -d _{вън в-х}	Маса на пробата, g
29.08.											
9 ⁰⁰	21	42	6,6	31	23	10	28	33	8	1,4	7 000
12 ⁰⁰	28,5	40	9,2	39	22	10,5	37	27	10,2	1,0	-
15 ⁰⁰	33,5	38	12,0	49	17	15,5	47	19	13	1,0	-
18 ⁰⁰	29,5	38	9,7	39	22	9,5	36,5	30	11	1,3	4950
30.08.											
9 ⁰⁰	22	40	6,7	33	21	11	32	24	7	0,3	4950
12 ⁰⁰	29	39	10,2	42	20	13	41	23	11	0,8	-
15 ⁰⁰	35	36	12,5	51	16	16	50	17	13	0,5	-
18 ⁰⁰	31	37	10,0	44	18	13	43,5	20	10,8	0,8	3370

Табл. 3. Параметри на сушени сини сливи

№ проба	Сухо вещество, %	Влагосъдържание, %	Водна активност, Aw
Проба 1	55,3	44,7	0,943
Проба 2	41,5	58,5	0,958

Изсушените проби са с висока водна активност (табл. 3), поради което за тяхното по-продължително съхранение е необходимо да бъдат използвани и други методи на консервиране. В конкретния случай са приложени замразяване и нискотемпературно съхранение.

Заклучение

Времетраенето на процеса при сушене на парченца сини сливи в изработения авторски модел слънчева сушилня е нестационарен и продължава от 2 до 3 денонощия в зависимост от крайното влагосъдържание на продукта и външните природни условия (температура, относителна влажност и интензивност на слънцегреенето). Получените два продукта сини сливи с междинно влагосъдържание, освен за директна консумация, могат да се използват като изходна база за влагане в други продукти. Сушените сини сливи с междинно влагосъдържание 40 % са с много добри вкусови качества и могат да се консумират директно при обикновена температура или след замразяване и темперирането им при -6 до -5° C. Този метод дава възможност да се постигнат значителни икономии на енергия. На основа

установените параметри предстои конструиране и изработване на усъвършенстван модел слънчева сушилня, която позволява по-пълноценно използване на топлината и съкращаване времетраенето на процеса.

Литература

1. Карабаджов О., М. Тодоров, П. Параскова, Д. Георгиев (2011). Слънчева енергия за сушене на растителни продукти. Земеделие плюс, 9: 41-42.
2. Funebo, T. & T.Ohlsson (1998). Microwave-Assisted Air Dehydration of Apple and Mushroom, Journal of Food Engineering, 38: 353- 367.
3. Mekhilefa, S., R.Saidurb, A.Safari (2011). A review on solar energy use in industries Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15: 1777–1790.
4. Xingxing, Z., Z. Xudong, S. Stefan, X. Jihuan, Y. Xiaotong. (2012). Review of R&D progress and practical application of the solar photovoltaic/thermal (PV/T) technologies, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16: 599-617.
5. Zhang, M., J. Tang, A.S. Mujumdar, S. Wang. (2006). Trends in Microwave Related Drying of Fruits and Vegetables, Trends in Food Science & Technology, 17: 524-534.