



热风烘干对桑葚制干效果的影响

杜娟, 廖新福, 热比古丽·哈力克, 沙吾提·阿布拉江

(新疆维吾尔自治区葡萄瓜果研究所, 新疆 鄯善 838201)

摘要:为探寻适宜桑葚加工的干制方式,以不同颜色桑葚品种为试材,采用不同预处理温度、起始烘干温度及包装方式,定期测定失重率、含水率、色差等指标随时间的变化,研究贮藏期间果实生理品质保持效果较好的烘干方式。结果表明:影响果实含水率、失重率的各因素的主次顺序依次为品种、起始烘干温度、预处理温度、包装方式;影响果实颜色变化的各因素的主次顺序依次为预处理温度、起始烘干温度、品种、包装方式;影响桑葚干货架期失重率变化的各因素的主次顺序依次为品种、起始烘干温度、预处理温度、包装方式;影响桑葚干货架期含水率变化的各因素的主次顺序依次为起始烘干温度、预处理温度、包装方式、品种;影响桑葚干货架期颜色变化的各因素的主次顺序依次为预处理温度、品种、起始烘干温度、包装方式。以不同品种桑葚为试材,经热风烘干后,浅色桑葚易褐变转色;紫黑色桑葚较好地保持了果实原本的色、形、味,是桑葚热风烘干较为适合的品种。

关键词:桑葚;热风烘干;预处理;温度;包装;品质

干燥技术是农产品加工的重要环节之一,主要有自然晾晒和机械干燥两种方法。传统的自然晾晒干燥方法具有干燥时间长、干燥过程不易控制、劳动条件差、受天气影响大等缺点,无法满足大规模生产的需要。在众多的常规机械化干燥设备中,热风干燥设备具有设备成熟、操作简单、成本低、产量大、不受气候条件影响等优点,是目前应用最广泛的干燥方法。桑葚是桑科桑属多年生木本植物,桑树的果实,椭圆形,长1~3 cm,表面不平滑。成熟后为白色、紫红色或紫黑色,味酸甜。桑葚中含有多种功能性成分,如芦丁、花青素、白藜芦醇等,具有良好的防癌、抗衰老、抗溃疡、抗病毒等作用。但因其贮存期短、运输难及生产季节性短等不利因素,使得它不能被消费者广泛享用。与传统晾晒方法相比,热风烘干设备更显精细化,通过精确测温、精确湿度和精准管理,增加了效益。李铭等^[1]研究认为果蔬的干燥主要有热干、微波、冻干和组合干燥,木瓜的热干和冻干的组合干燥是研究的重点,主要内容将是提高品质和降低产品成本。李强等^[2]比较了真空冻干枸杞子和热风干燥枸杞子的质量。从感官质量、复水性和营养成分等方面进行了比较。认为真空

冻干枸杞子可以最大限度地保留鲜枸杞果中的营养成分和风味物质。但与热风干燥相比,冻干技术消耗的时间、电能较多,产量较少,生产效率低。吕佳宁等^[3]研究认为采用低温热风干燥和冷冻干燥法制作生食香菇样品,色度、香菇多糖、酚类化合物及基本营养成分的影响均不存在显著性差异。袁玉伟等^[4]研究认为食品安全控制贯穿从农场到餐桌的全过程,涉及源头生产、流通、加工和销售等阶段。研究真空冷冻干燥和热风干燥对菠菜中有机磷和拟除虫菊酯类农药的影响,不同农药种类在冷冻干燥和热风干燥中的损失不同。丁正耀等^[5]研究指出了小麦热风干燥过程受热风温度、热风风速、烘干时间和缓苏烘干比值4个因素的影响显著。在热风干燥的过程中尽管没有明显的恒速干燥阶段,但具有显著的降速干燥阶段。阎秋颖等^[6]研究了谷物的烘干特性和工艺特性,通过试验方法确定烘干系统的各工艺参数,主要对热风温度、谷层厚度、干燥时间、热风速度、缓苏时间5项烘干参数进行试验分析。姚源黔等^[7]研究提出采用热风风送达到碎叶烘干的目的。解决了现有技术中通过螺工艺中存在的排潮能力差、水分不均匀的问题,更好地达到了工艺要求。陈冬梅等^[8]研究了不同的干燥方法对木瓜品质的影响,显示真空干燥、真空冷冻组合干燥能较好的保持干制木瓜产品的VC和黄酮含量,但干制后的颜色与脆硬度不十分理想,而热风干制可以获得较理想的脆硬度。杜娟等^[9]研究了不同包装方式对哈密瓜冻干脆片常温贮藏过程中品质的影响。

收稿日期:2017-11-30

基金项目:新疆维吾尔自治区公益性科研院所基本科研业务费专项资金资助项目(KYGY2016153)。

第一作者简介:杜娟(1973-),女,硕士,高级农艺师,从事果蔬加工与综合利用研究。E-mail:jhfdj@126.com。

通讯作者:廖新福(1960-),男,硕士,研究员,从事哈密瓜贮藏与加工研究。E-mail:lx3838@163.com。

认为采用真空充 N₂ 包装能够较好的保持脆片的感官指标、色泽、失重率、总糖、VC 含量等,有助于保持脆片的色、香、味以及营养成分。周国燕等^[10]对比研究真空冷冻干燥、真空干燥和热风干燥对三七内部结构和复水品质的影响。3 种干燥方法对孔隙率和复水比都有极显著影响($P<0.01$)。杜娟等^[11]研究了品种、预处理、温度、时间、成熟度、包装方式等因素对哈密瓜热风干燥制干效果的影响。于蒙杰等^[12]研究指出了在众多的干燥技术中,热风干燥技术具有设备成熟、操作简单、成本低、产量大、不受气候条件影响等优点。但我国的热风干燥设备大多存在能耗高、效率低,自动化水平较差等问题。研制节能减排技术、优化组合干燥技术及其装备,在同等干燥质量下降低能耗或在同等能耗下提高产品质量,将是热风干燥技术研究中亟需解决的问题。本研究通过对桑葚在热风烘干条件下各种指标变化的研究,旨在寻求产业发展区域适宜桑葚加工的干制方式;集成桑葚热风烘干新技术为增强示范点的引领作用,为桑葚的干制提供新的方向。拟通过研究品

种、预处理方式、温度、包装方式等因素对桑葚热风烘干效果的影响,得到不同颜色桑葚热风烘干的工艺参数,对于大规模的机械化生产提供重要的理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验用不同颜色桑葚(白色、紫红色、紫黑色)为新疆维吾尔自治区葡萄瓜果研究所试验基地采收。挑选形状和大小均匀相近、无损伤、无病虫害,表面完整无机械伤的原料作为试验材料,外包装采用塑料筐。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验采用正交试验设计,考察了 4 个因素,因素 A(桑葚品种)、因素 B(热风烘干的预处理温度)、因素 C(热风烘干的起始烘干温度)、因素 D(包装方式),B、C 二因素取 4 水平, A 因素取 3 水平,D 因素取 2 水平。主要因素应取最好水平,而次要因素则可根据成本、时间、收益等方面的统筹考虑选取适当的水平(表 1)。

表 1 试验的因素水平

Table 1 Experimental factors and levels

水平 Level	因素 Factors				
	A 品种	B 预处理温度/℃	C 起始烘干温度/℃	D 包装方式	误差项
	Varieties	Pretreatment temperature	Initial drying temperature	Packing	Errors
1	白色	20	40	充真空	2
2	紫黑色	25	45	充气	1
3	紫红色	30	50		
4		35	55		

1.2.2 工艺要点 用水反复冲洗桑葚表面粘附的泥土、杂物,直至彻底清洁。采用单层摆盘方式,干燥烘干 3 h 后需翻盘 1 次。采用电热鼓风干燥箱(上海一恒科学仪器有限公司)进行干燥试验。

1.2.3 桑葚热风烘干预处理温度的筛选 热风干燥预处理温度为 20、25、30、35 ℃。以热风干燥对桑葚干总色差值△E 的影响为评价指标。研究对不同颜色桑葚制干品质保持效果较好的预处理温度。

1.2.4 桑葚热风烘干适宜温度的筛选 热风干燥初设温度为 40、45、50、55 ℃。后续采用分时段进行温度的设定。以热风干燥对桑葚干总色差值△E 的影响为评价指标。研究对不同颜色桑葚制

干品质保持效果较好的有效温度。

1.2.5 不同的包装方式对桑葚热风干燥制干常温贮藏品质的影响 采用充真空、充气两种包装方式在常温下贮藏,每隔 15 d 测定桑葚干的感官指标、色差、失重率、含水率等随时间的变化。研究对不同颜色桑葚制干品质保持效果较好的包装方式的筛选。

1.2.6 测定项目及方法 干燥环境内放 EL-USB-2 型温控仪监测温、湿度情况;可溶性固形物含量(%)采用 WYT-III 手持折光仪测定;颜色变化采用深圳金准仪器公司的 JZ-300 通用色差计进行总色差值的测定;果实失重率的测定采用称重法,失重率(%)=(初始质量)－烘干后质量/初始质量×100;含水率(%)=(初始质量－

烘干后质量)/烘干后质量×100;每 15 d 测定 1 次桑葚干的质量、颜色、品质等的变化。

1.2.7 数据分析 使用 Excel 2010 软件进行数据统计分析与制图。

2 结果与分析

2.1 不同产品的感官性质

由表 2 可知,紫黑色桑葚,预处理 35℃、起始烘干温度 55℃;紫红色桑葚,预处理 25℃、起始烘干温度 45℃,较好地保持了食品原本的色、形、味,其中以紫黑色桑葚产品感官效果最好。

表 2 不同产品的感官性质

Table 2 Organoleptic properties of different products

品种 Varieties	鲜样 Fresh sample			干样 Dry sample	
	原料特征	预处理温度/℃	起始烘干温度/℃	特征	综合评价
	Characteristics of raw materials	Pretreatment temperature	Initial drying temperature	Features	Overview
白色桑葚 White mulberry	白里透亮、 蜜甜粘口	20	40	味甜腻、色差、口感好	中
		25	45	味甜腻、色差、口感好	中
		30	50	味甜腻、色差、口感好	中
		35	55	味甜腻、色差、口感好	中
紫黑色桑葚 The purple black mulberry	色紫黑,多汁、 脆甜清爽	20	40	味甜、色好、口感好	中
		25	45	味甜、色好、口感好	中
		30	50	味甜、色好、口感好	中
		35	55	软硬适中,色形较好、口感较好	优
紫红色桑葚 Purple mulberry	暗紫色、 味微酸而甜	20	40	味甜、色好、口感好	中
		25	45	软硬适中,色形较好、口感较好	优
		30	50	味甜、色好、口感好	中
		35	55	味甜、色好、口感好	中

表 3 热风烘干对桑葚干含水率的影响

Table 3 Effects of hot air drying on water content of the dried mulberry

试验号 No.	A 品种 Varieties	B 预处理温度/℃ Pretreatment temperature	C 起始烘干温度/℃ Initial drying temperature	D 包装方式 Packing	误差项 Errors	含水率/% Moisture content
1	1	2	3	2	2	5.2082
2	2	4	1	1	2	4.6383
3	3	4	3	2	3	5.0565
4	1	3	1	2	4	4.9241
5	2	1	3	1	4	4.8444
6	3	1	1	2	1	5.6579
7	1	1	4	1	3	4.7918
8	2	3	2	2	3	4.8597
9	3	3	4	1	2	5.1583
10	1	4	2	1	1	4.7804

续表 3

试验号 No.	A 品种 Varieties	B 预处理温度/℃ Pretreatment temperature	C 起始烘干温度/℃ Initial drying temperature	D 包装方式 Packing	误差项 Errors	含水率/% Moisture content
11	2	2	4	2	1	4.1114
12	3	2	2	1	4	5.2447
k ₁	19.7045	15.2940	15.2202	29.4579	14.5497	
k ₂	18.4537	14.5643	14.8849	29.8178	15.0048	
k ₃	21.1175	14.9422	15.1090		14.7080	
k ₄		14.4751	14.0615		15.0132	
\bar{k}_1	4.9261	5.0980	5.0734	4.9096	4.8499	
\bar{k}_2	4.6134	4.8548	4.9616	4.9696	5.0016	
\bar{k}_3	5.2794	4.9807	5.0363		4.9027	
\bar{k}_4		4.8250	4.6872		5.0044	
R	0.6659	0.2730	0.3862	0.0600	0.1545	

2.3 热风烘干对桑葚干失重率的影响

由表 4 可知,影响果实失重率各因素的主次顺序依次为品种(因素 A)、起始烘干温度(因素 C)、预处理温度(因素 B)、包装方式(因素 D)。主要因素应取最好水平,而次要因素则可根据成本、

时间、收益等方面的统筹考虑选取适当的水平。并由验证试验得到最优参数为预处理温度 25 ℃、起始烘干温度 50 ℃,以紫黑色桑葚为试材,充真空包装能较好地保持果实的失重率,为0.832 5%。

表 4 热风烘干对桑葚干失重率的影响

Table 4 Effects of hot air drying on weight loss rate of the dried mulberry

试验号 No.	A 品种 Varieties	B 预处理温度/℃ Pretreatment temperature	C 起始烘干温度/℃ Initial drying temperature	D 包装方式 Packing	误差项 Error item	失重率/% Weight loss
1	1	2	3	2	2	0.8389
2	2	4	1	1	2	0.8226
3	3	4	3	2	3	0.8349
4	1	3	1	2	4	0.8312
5	2	1	3	1	4	0.8289
6	3	1	1	2	1	0.8498
7	1	1	4	1	3	0.8273
8	2	3	2	2	3	0.8293
9	3	3	4	1	2	0.8376
10	1	4	2	1	1	0.8270
11	2	2	4	2	1	0.8044
12	3	2	2	1	4	0.8399
k ₁	3.3245	2.5060	2.5036	4.9834	2.4812	
k ₂	3.2852	2.4831	2.4962	4.9885	2.4992	
k ₃	3.3622	2.4982	2.5027		2.4916	
k ₄		2.4845	2.4693		2.5000	
\bar{k}_1	0.8311	0.8353	0.8345	0.8306	0.8271	
\bar{k}_2	0.8213	0.8277	0.8321	0.8314	0.8331	
\bar{k}_3	0.8405	0.8327	0.8342		0.8305	
\bar{k}_4		0.8282	0.8231		0.8333	
R	0.0192	0.0076	0.0114	0.0009	0.0063	

2.4 热风烘干对桑葚干色差的影响

由表 5 可知,影响果实颜色变化各因素的主次顺序依次为预处理温度(因素 B)、起始烘干温度(因素 C)、品种(因素 A)、包装方式(因素 D)。主要因素应取最好水平,而次要因素则可根据成

本、时间、收益等方面的统筹考虑选取适当的水平。并由验证试验得到最优参数为预处理温度 20 ℃、起始烘干温度 50 ℃,以紫黑色桑葚为试材,充气包装能减缓果实烘干的颜色变化,△E 为 8.210 8。

表 5 热风烘干对桑葚干总色差值△E 的影响

Table 5 Effects of hot air drying total color difference value △E of the dried mulberry

试验号 No.	A 品种 Varieties	B 预处理温度/℃ Pretreatment temperature	C 起始烘干温度/℃ Initial drying temperature	D 包装方式 Packing	误差项 Errors	色差△E Color difference
1	1	2	3	2	2	6.2826
2	2	4	1	1	2	7.8482
3	3	4	3	2	3	8.1789
4	1	3	1	2	4	6.8603
5	2	1	3	1	4	4.8469
6	3	1	1	2	1	4.6997
7	1	1	4	1	3	4.0200
8	2	3	2	2	3	3.2732
9	3	3	4	1	2	7.7863
10	1	4	2	1	1	11.7227
11	2	2	4	2	1	8.1635
12	3	2	2	1	4	9.7510
k ₁	28.8857	13.5667	19.4082	45.9753	24.5859	
k ₂	24.1318	24.1971	24.7469	37.4582	21.9171	
k ₃	30.4159	17.9198	19.3085		15.4722	
k ₄		27.7499	19.9698		21.4583	
\bar{k}_1	7.2214	4.5222	6.4694	7.6625	8.1953	
\bar{k}_2	6.0330	8.0657	8.2490	6.2430	7.3057	
\bar{k}_3	7.6040	5.9733	6.4362		5.1574	
\bar{k}_4		9.2500	6.6566		7.1528	
R	1.5710	4.7277	1.8128	1.4195	3.0379	

2.5 不同处理方式对桑葚干贮藏期间失重率的影响

由表 6 可知,影响桑葚干货架期失重率变化的各因素的主次顺序依次为品种(因素 A)、起始烘干温度(因素 C)、预处理温度(因素 B)、包装方式(因素 D)。主要因素应取最好水平,而次要因素则可根据成本、时间、收益等方面的统筹考虑选取适当的水平。并由验证试验得到最优参数为预处理温度35 ℃、起始烘干温度 40 ℃,以紫黑色桑葚为试材,充真空包装能减缓桑葚干货架期失重率变化,为 0.045 1%。

2.6 不同处理方式对桑葚干贮藏期间含水率的影响

由表 7 可知,影响桑葚干货架期含水率变化的各因素的主次顺序依次为起始烘干温度(因素 C)、预处理温度(因素 B)、包装方式(因素 D)、品种(因素 A)。主要因素应取最好水平,而次要因素则可根据成本、时间、收益等方面的统筹考虑选取适当的水平。并由验证试验得到最优参数为预处理温度35 ℃、起始烘干温度 40 ℃,以紫黑色桑葚为试材,充真空包装能减缓桑葚干货架期含水率变化,为 0.047 5%。

表 6 不同处理方式对桑葚干贮藏期间失重率的影响

Table 6 Effects of different treatments on weight loss rate of the dried mulberry during storage

试验号 No.	A 品种 Varieties	B 预处理温度/℃ Pretreatment temperature	C 起始烘干温度/℃ Initial drying temperature	D 包装方式 Packing	误差项 Errors	失重率/% Weight loss		
						15 d	30 d	45 d
1	1	2	3	2	2	−0.0041	0.0873	−0.0266
2	2	4	1	1	2	0.0054	0.0837	−2.0137
3	3	4	3	2	3	−0.0100	−0.0309	−0.0102
4	1	3	1	2	4	0.0027	−0.0026	0.0244
5	2	1	3	1	4	0.0084	−0.0841	0
6	3	1	1	2	1	−0.0238	−0.0213	0
7	1	1	4	1	3	−0.0198	0.0039	0.0040
8	2	3	2	2	3	0	0.1231	−1.0973
9	3	3	4	1	2	0.0145	0.0230	−0.0104
10	1	4	2	1	1	0.0035	−0.0040	−0.0034
11	2	2	4	2	1	0.0059	0	0.0047
12	3	2	2	1	4	0	−0.0079	−0.0698
k ₁	−0.0017	0.0040	−1.9893	−2.0934	0.0012			
k ₂	−3.1064	−0.0917	−1.1706	−1.1051	−2.0507			
k ₃	−0.0904	−1.0834	−0.0368		−1.1036			
k ₄		−2.0274	−0.0018		−0.0454			
\bar{k}_1	−0.0004	0.0040	−0.9947	−0.4187	0.0006			
\bar{k}_2	−1.0355	−0.0306	−0.3902	−0.2210	−0.6836			
\bar{k}_3	−0.0301	−0.3611	−0.0184		−0.3679			
\bar{k}_4		−0.6758	−0.0006		−0.0227			
R	1.0350	0.6798	0.9941	0.1977	0.6842			

表 7 不同处理方式对桑葚干贮藏期间含水率的影响

Table 7 Effects of different treatments on moisture content of the dried mulberry during storage

试验号 No.	A 品种 Varieties	B 预处理温度/℃ Pretreatment temperature	C 起始烘干温度/℃ Initial drying temperature	D 包装方式 Packing	误差项 Errors	含水率/% Moisture content		
						15 d	30 d	45 d
1	1	2	3	2	2	−0.0041	0.0957	−0.0259
2	2	4	1	1	2	0.0054	0.0914	−0.6682
3	3	4	3	2	3	−0.0099	−0.0300	−0.0101
4	1	3	1	2	4	0.0027	−0.0026	0.0250
5	2	1	3	1	4	0.0085	−0.0776	0
6	3	1	1	2	1	−0.0233	−0.0208	0
7	1	1	4	1	3	−0.0194	0.0039	0.0040
8	2	3	2	2	3	0	0.1404	−0.5232
9	3	3	4	1	2	0.0147	0.0235	−0.0103
10	1	4	2	1	1	0.0035	−0.0040	−0.0034
11	2	2	4	2	1	0.0059	0	0.0047
12	3	2	2	1	4	0	−0.0078	−0.0652
k ₁	−0.0004	0.0040	−0.6432	−0.7432	0.0013			
k ₂	−1.1867	−0.0865	−0.5919	−0.5295	−0.7044			
k ₃	−0.0856	−0.5085	−0.0360		−0.5293			
k ₄		−0.6817	−0.0016		−0.0402			
\bar{k}_1	−0.0001	0.0040	−0.3216	−0.1486	0.0006			
\bar{k}_2	−0.3956	−0.0288	−0.1973	−0.1059	−0.2348			
\bar{k}_3	−0.0285	−0.1695	−0.0180		−0.1764			
\bar{k}_4		−0.2272	−0.0005		−0.0201			
R	−0.0284	0.2312	0.3210	0.0427	0.2354			

2.7 不同处理方式对不同品种桑葚干贮藏期间色差的影响

由表8可知,影响桑葚干货架期颜色变化的各因素的主次顺序依次为预处理温度(因素B)、品种(因素A)、起始烘干温度(因素C)、包装方式(因素D)。主要因素应取最好水平,而次要因素

则可根据成本、时间、收益等方面的统筹考虑选取适当的水平。并由验证试验得到各因素的最佳搭配为 $A_3B_3C_2D_2$,即最优参数为预处理温度30℃、起始烘干温度45℃,以紫红色桑葚为试材,充气包装能减缓桑葚干货架期颜色变化,△E为4.3838。

表8 不同处理方式对桑葚干贮藏期间色差的影响

Table 8 Effects of different treatments on the color of the dried mulberries during storage								
试验号 No.	A 品种 Varieties	B 预处理温度/℃ Pretreatment temperature	C 起始烘干温度/℃ Initial drying temperature	D 包装方式 Packing	误差项 Errors	色差△E Color		
						15 d	30 d	45 d
1	1	3	2	2	1	4.5293	2.0255	10.7116
2	3	1	2	1	2	1.2339	15.6526	12.0436
3	2	3	3	2	2	24.6281	15.0560	3.2645
4	4	1	3	1	1	5.5999	3.0401	2.9765
5	1	1	4	2	2	17.6247	12.3887	11.4982
6	3	3	4	1	1	16.7730	7.4171	5.3342
7	2	1	1	2	1	7.6990	7.1499	6.1719
8	4	3	1	1	2	3.7702	12.4753	2.0720
9	1	4	3	1	2	23.8687	4.2700	6.4573
10	3	2	3	2	1	5.4294	9.7419	5.6241
11	2	4	2	1	1	10.6390	11.3351	11.2987
12	4	2	2	2	2	9.9966	6.9244	8.4517
k ₁	25.4841	23.0043	20.3542	50.2466	22.2569			
k ₂	36.9124	30.4620	16.1477	35.6574	29.2124			
k ₃	23.5076	11.5057	25.4743		11.5084			
k ₄		20.9321	23.9278		22.9263			
\bar{k}_1	6.3710	7.6681	6.7847	8.3744	7.4190			
\bar{k}_2	9.2281	10.1540	5.3826	5.9429	9.7375			
\bar{k}_3	5.8769	3.8352	8.4914		3.8361			
\bar{k}_4		6.9774	7.9759		7.6421			
R	3.3512	6.3188	3.1089	2.4315	5.9014			

3 讨论

热风烘干是以热空气作为干燥介质,将热量传递给物料,使得物料的水分扩散至表面,由热空气带走的干燥过程。其目的是使物料的水分含量下降到一定的水平,抑制果蔬中的微生物的生长,从而延长货架期,提高贮藏效果。

结合桑葚的加工特性,比较不同的桑葚品种,影响果实含水率的各因素的主次顺序依次为品种、起始烘干温度、预处理温度、包装方式,即最优参数为预处理温度35℃、起始烘干温度55℃,以

紫黑色桑葚为试材,充真空包装能较好地保持果实的含水率。影响果实失重率的各因素的主次顺序依次为品种、起始烘干温度、预处理温度、包装方式,即最优参数为预处理温度25℃、起始烘干温度50℃,以紫黑色桑葚为试材,充真空包装能较好地保持果实的失重率。影响果实颜色变化的各因素的主次顺序依次为预处理温度、起始烘干温度、品种、包装方式,即最优参数为预处理温度20℃、起始烘干温度50℃,以紫黑色桑葚为试材,充气包装能减缓果实烘干的颜色变化。影响

桑葚干货架期失重率变化的各因素的主次顺序依次为品种、起始烘干温度、预处理温度、包装方式,即最优参数为预处理温度 35℃、起始烘干温度 40℃,以紫黑色桑葚为试材,充真空包装能减缓桑葚干货架期失重率变化。影响桑葚干货架期含水率变化的各因素的主次顺序依次为起始烘干温度、预处理温度、包装方式、品种,即最优参数为预处理温度 35℃、起始烘干温度 40℃,以紫黑色桑葚为试材,充真空包装能减缓桑葚干货架期含水率变化。影响桑葚干货架期颜色变化的各因素的主次顺序依次为预处理温度、品种、起始烘干温度、包装方式,即最优参数为预处理温度 30℃、起始烘干温度 45℃,以紫红色桑葚为试材,充气包装能减缓桑葚干货架期颜色变化。

4 结论

桑葚含水量高,但是因为不同颜色桑葚含糖量不同,长时间的高温干燥会导致果肉严重褐变,糖焦化严重,影响桑葚干的风味及口感。采用适宜的预处理、起始烘干温度可以抑制在干燥过程中果肉会发生的焦糖化反应。

试验以不同品种桑葚为试材,经采后不同预处理、热风烘干后,采用充气、充真空两种不同的包装方式并在常温下贮藏,得出紫黑色桑葚,较好

地保持了果实原本的色、形、味,是桑葚热风烘干较为合适的品种。

参考文献:

- [1] 李铭,陈冬梅,侯萍,等.木瓜热风干燥和冷冻干燥的研究现状和展望[J].食品研究与开发,2013(16):121-123.
- [2] 李强,唐虎利.枸杞子冷冻干燥和热风干燥的品质比较[J].安徽农业科学,2010,38(26):14779-14780.
- [3] 吕佳宁,李影,韩立杰,等.不同干燥方法对生食香菇品质的影响[J].食品科学技术学报,2014,32(2):46-50.
- [4] 袁玉伟,王静,林恒,等.冷冻干燥和热风烘干对菠菜中农药残留的影响[J].食品与发酵工业,2008,34(4):99-103.
- [5] 丁正耀.高水分小麦热风干燥特性及工艺研究[D].合肥:安徽农业大学,2012.
- [6] 阎秋颖,黄玲.谷物热风烘干系统试验研究[J].农业科技与装备,2010(8):47-48.
- [7] 姚源黔,王显阳,陈吉辉,等.碎叶的热风烘干技术开发与应用[J].现代机械,2013(1):86-90.
- [8] 陈冬梅,李静,侯萍.不同的干燥方法对木瓜品质的影响[J].食品研究与开发,2014(7):20-22.
- [9] 杜娟,廖新福,杨军,等.不同包装方式对常温贮藏哈密瓜冻干脆片品质的影响[J].北方园艺,2014(18):142-146.
- [10] 周国燕,詹博,桑迎迎,等.不同干燥方法对三七内部结构和复水品质的影响[J].食品科学,2011(20):44-47.
- [11] 杜娟,廖新福,热比古丽·哈力克,等.热风干燥对哈密瓜的制干效果的影响[J].北方园艺,2016(22):140-145.
- [12] 于蒙杰,张学军,牟国良,等.我国热风干燥技术的应用研究进展[J].农业科技与装备,2013(8):14-16.

Effects of Hot Air Drying on the Drying Effect of Mulberry

DU Juan, LIAO Xin-fu, REBIGULI·Halike, SHAWUTI·Abulajiang

(Research Institute of Grapes and Melons of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Shanshan 838201, China)

Abstract: In order to explore the suitable method for the dried mulberry processing, different mulberry varieties were used as the test materials, using different pretreatment temperatures, different initial drying temperatures, and different packaging methods, and periodically measuring changes in weight loss rate, moisture content, color difference, and other indicators over time, to study the better drying method for maintaining fruit physiological quality during storage. The results showed that the order of influencing factors of fruit moisture content and weight loss rate was varieties, starting drying temperature, pretreatment temperature, packing; The order of influencing factors of fruit color change was pretreatment temperature, starting drying temperature, variety, packing; The order of influencing factors of the weight loss rate during the shelf life of the dried mulberry was varieties, starting drying temperature, pretreatment temperature and packing; The order of influencing factors of fruit moisture content during of the dried mulberry was starting drying temperature, pretreatment temperature, packaging and variety; The order of influencing factors of color changes during the shelf life of the dried mulberry was pretreatment temperature, variety, starting temperature, packing. In the different varieties of mulberry as test materials, through the hot air drying, light colored mulberry browning color, purple black mulberry can keep the original color, fruit shape, taste, is suitable mulberry varieties for drying.

Keywords: mulberry; hot air drying; pretreatment; temperature; packaging; quality