

干燥前预处理对沙芥叶片品质的影响

张凤兰, 杨忠仁, 郝丽珍

(内蒙古农业大学农学院, 内蒙古自治区野生特有蔬菜种质资源与种质创新重点实验室, 内蒙古 呼和浩特 010019)

摘 要: 采用常规生理测定法及液相色谱法分析法, 测定分析直接阴干、直接晒干、微波杀青 15 min 后阴干、微波杀青 5 min 后阴干和腌制后阴干等干燥前不同预处理方法对沙芥叶片贮藏物质、维生素类物质和氨基酸含量等的影响, 并通过氨基酸比值系数法对各处理下的蛋白质和氨基酸进行评价。结果表明: 腌制后阴干的蛋白质、脂肪、可溶性糖、 V_C 、类胡萝卜素的保留率和 V_{B5} 含量均显著低于其他处理, 而高温杀青后阴干的显著高于其它处理; 除直接阴干处理外, 各处理的谷氨酸含量均高于其它氨基酸, 微波杀青 5 min 后阴干的人体必需氨基酸含量最高, 为 38.92%, 高温杀青后阴干的 SRC 高于其它处理, 为 83.76。故腌制后阴干对沙芥叶的营养物质破坏最大, 微波杀青 5 min 后阴干和高温杀青后阴干均可作为沙芥叶片干燥前预处理的方法。

关键词: 沙芥; 叶片; 干燥前预处理; 品质

中图分类号: S375 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2012)02-0264-05

沙芥 (*Pugionium cornutum* (L.) Gaertn) 为十字花科沙芥属二年生沙生蔬菜, 只分布于我国的科尔沁、浑善达克、库布齐(东部)、毛乌素和宁夏沙地, 为科尔沁-浑善达克-鄂尔多斯间断分布种, 亦为中国的特有种^[1]。沙芥具有独特的芥辣味, 叶片肥厚、肉质, 一年生根、叶以及二年生的嫩茎叶营养成分丰富^[2], 风味清香, 可炒食或凉拌, 亦可干制或腌制, 是沙区百姓喜食的沙生蔬菜之一。

目前, 沙芥的人工栽培面积逐年增加, 但由于栽培方式(主要是露地)和加工方式(仅腌制)的单一, 加之加工企业规模小, 新鲜叶片不及时处理, 则保存期仅 3~5 d, 限制了沙芥的周年供应及大面积推广。故对其长久保存方式的研究意义重大, 而干制是大多数果蔬长久保存的常用方法, 如洋葱^[3]、生姜^[4]、大豆^[5]、香菇^[6]、胡萝卜^[7]、瓠瓜^[8]、香菜^[9]和红枣^[10]、猕猴桃^[11]、苹果^[12]等, 但干燥方法对沙芥叶片的影响尤其是干燥前预处理的研究至今未见报道。因此, 本试验以沙芥叶片为实验材料, 研究干燥前预处理对贮藏物质、维生素类物质和氨基酸含量的影响, 进而探讨各处理下的营养物质的损失程度并寻找最佳的处理方式, 为沙芥叶片的干制及进一步开发利用提供技术参数。

1 材料与方法

1.1 材料、处理方法及仪器设备

材料为旺盛生长期的沙芥叶片, 采自内蒙古农

业大学科技园区。

实验共设 1 个 CK, 5 个处理, 其中 CK 为直接阴干、处理 1 为高温 105℃ 杀青 30 min 后阴干、处理 2 为直接晒干、处理 3 为微波炉杀青 15 min 后阴干、处理 4 为微波炉杀青 5 min 后阴干、处理 5 为腌制后阴干, 每处理设 4 次重复。测定其蛋白质保留率、脂肪保留率、可溶性糖保留率、淀粉保留率、 V_C 保留率和类胡萝卜素保留率; 氨基酸组分及含量、 V_{B2} 含量和 V_{B5} 的含量。

仪器: 101-2-BS-热风干燥箱(南京); 干燥器; NJL07-3 实验型微波炉(南京杰全仪器有限公司); BL-6205 百分之一电子天平(日本 SHIMADZU 公司); PL202-S100 型精密分析天平(梅特勒-托利多仪器上海有限公司); A11 basic 分析用研磨机(德国 ZKA-WERKE); 离心机(LXJ-II 型, 上海医用分析仪器厂); UV2450 分光光度计(日本岛津公司); Waters 2695 (Waters 公司, 美国, 流速准度: $\pm 1\%$, 流速精度: $\leq 0.075\%$ RSD, 梯度精度: $\leq 0.15\%$ RSD)。

1.2 测定方法

1.2.1 淀粉、糖含量测定 采用蒽酮比色法, 蛋白质含量测定采用 G-250 考马斯亮兰法, 脂肪含量测定采用残余法, 类胡萝卜素测定采用丙酮比色法^[13]。

1.2.2 维生素含量测定 V_{B2} 测定: 称取干样 0.5 g 于 25 ml 容量瓶中加 15 ml 0.1 g/L 盐酸, 超声 5 min, 铝箔封口, 放入 120℃ 高压杀菌锅 30 min, 冷却过

收稿日期: 2011-08-01

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项经费项目(201203004); 国家自然科学基金(30260067、30860174、30460080); 内蒙古自然科学基金(20080404MS0305、200308020513)和内蒙古攻关项目(20050305、20060202)。

作者简介: 张凤兰(1979—), 女, 内蒙古赤峰市人, 讲师, 博士, 主要从事野生蔬菜种质资源及种质创新研究。

通讯作者: 郝丽珍(1960—), 女, 内蒙古包头市人, 教授, 博士, 博士生导师, 主要从事野生蔬菜种质资源及种质创新研究。E-mail: haolizhen-1960@163.com。

0.45 μm 膜,待测。色谱条件:柱:Atlantis C18(3.9 mm $\times$ 150 mm),流动相:80% 0.1TFA/20 乙腈,流速:0.5 ml/min,荧光:激发 440 nm,发射 565 nm,标准用 0.1 g/L 盐酸溶解。

V_{BS} 提取衍生:捣碎后,称 0.5 g 样品于 25 ml 容量瓶中加 15 ml 0.1 g/L 盐酸 15 ml 超声 5 min,铝箔封口放入高压杀菌锅。120 $^{\circ}\text{C}$ 30 min,冷却过 0.45 μm 膜,待测。色谱条件:柱: μ Bondpak C18 (3.9 mm $\times$ 150 mm) A # (专用),流动相:甲醇:水 = 25:75 (0.005M PIC-6 试剂 己烷磺酸钠;1% 乙酸),流速:1 ml/min $T = 30^{\circ}\text{C}$,紫外:UV280 nm,标准用 0.1 g/L 盐酸溶解。

1.2.3 氨基酸含量测定 称干样 0.5 g 置于安培瓶中,加入 12 g/L 盐酸 5 ml,真空烧结封口,在 110 $^{\circ}\text{C}$ 烘箱中水解 22 h,定容至 25 ml,取 10 ml,在水浴上蒸干,用 5 ml 纯水洗出,过 0.45 μm 膜,取滤液 10 μl ,用 AccQ-Fluor 试剂衍生。色谱条件:仪器:Waters Millennium 2010 液相色谱系统,柱:AccQ-Tag aa 分析柱(3.9 mm $\times$ 150 mm),流动相:A:140 mmol/L NaAc 溶液(17 mmol/L 三乙胺,pH 4.95),B:60% 乙腈水溶液(60:40),梯度洗脱。流速:1 ml/min,检测器:荧光,Ex250,Em395 gain 10。

1.3 保留率的计算

按下式计算干燥前后各营养物质的保留率 $R = C_2/C_1 \times 100\%$

式中, C_1 为干制前各营养物质的含量(干基),干制前各营养物质含量(干基) = 各营养物质含量值(湿基)/(1 - 物料湿基含水量); C_2 为干制后各营养物质的含量

1.4 蛋白质、氨基酸评价

采用目前通用的氨基酸比值法^[14],食物中蛋白质营养价值的高低,主要取决于所含必需氨基酸(EAA)的种类、数量、组成比例及可消化程度。各类蛋白质的氨基酸组成比例不尽相同,其所含 EAA 组成比例越接近人体必需氨基酸的比例,其质量就越好。氨基酸比值系数法,就是根据氨基酸平衡理论,利用世界卫生组织(WHO)和联合国粮农组织(FAO)推出的必需氨基酸组分模式计算样品中 EAA 的氨基酸比值(RAA)氨基酸比值系数(RC)和比值系数分(SRC)。

氨基酸比值(RAA) = 食物中氨基酸含量/模式氨基酸含量

氨基酸比值系数(RC) = 氨基酸比值/氨基酸比值之均数

氨基酸比值系数分(SRC) = $100 - \text{CV} \times 100$

式中 CV 是 RC 的变异系数, $\text{CV} = \text{标准差}/\text{均数}$

1.5 数据分析

采用 DPS 9.5 软件^[15] 和 Excel 对数据进行 ANOVA 统计分析及制图。其中数据经平方根转换后,利用 Duncan 新复极差法进行多重比较,显著水平为 0.01,用标记字母法进行标记。各平均数间凡有一个相同字母的即为差异不显著,凡无相同字母的即为差异显著。

2 结果与分析

2.1 干燥前预处理对沙芥叶片贮藏物质的影响

由图 1~4 可知,与 CK 相比,处理 1~4 间蛋白质保留率差异不显著,其中处理 1 中的保留率最高,但处理 5 与其他处理间差异较显著,且处理 5 中的蛋白质保留率仅是 CK 的 27.7%;处理 1,处理 2 和处理 4 的脂肪保留率较高,且三者间没有显著差异,处理 4 的保留率可达 43.45%,而处理 5 中的保留率显著低于其它处理,仅为 19.23%;CK 和处理 1 中的可溶性糖的保留率显著高于其它处理,分别为 68.81% 和 74.79%,而处理 5 中的最低,仅为 29.66%;各处理的淀粉保留率差异较显著,其中 CK 的保留率最高,达 57.57%,处理 3 中的最低,仅为 33.1%。

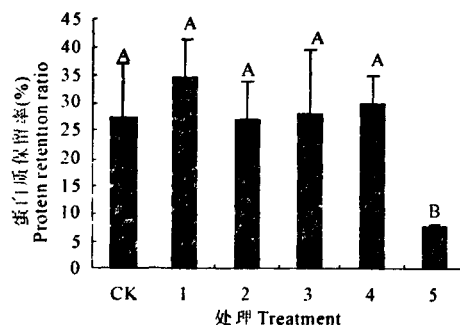


图1 干燥前预处理对沙芥叶蛋白质保留率的影响

Fig.1 The effect on protein retention ratio of leaf in preconditionings before drying

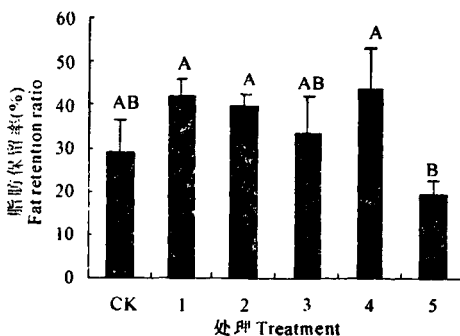


图2 干燥前预处理对沙芥叶脂肪保留率的影响

Fig.2 The effect on fat retention ratio of leaf in preconditionings before drying

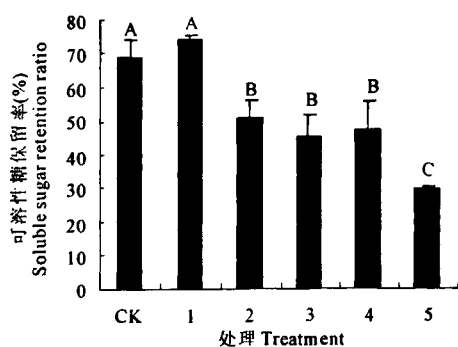


图 3 干燥前预处理对沙芥叶可溶性糖保留率的影响

Fig.3 The effect on soluble sugar retention ratio of leaf in preconditionings before drying

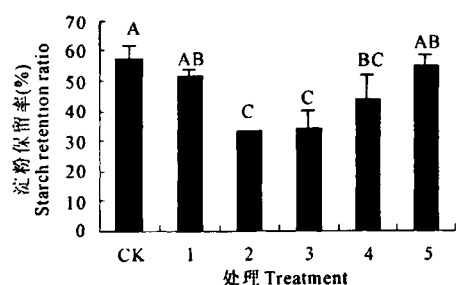


图 4 干燥前预处理对沙芥叶淀粉保留率的影响

Fig.4 The effect on starch retention ratio of leaf in preconditionings before drying

2.2 干燥前预处理对沙芥叶片维生素类物质的影响

由图 5~8 可知,CK 和处理 1~4 间的 V_C 保留率差异不显著,保留率均大于 28%,而处理 5 中的 V_C 保留率较低,为 23.86%;处理 2 和处理 4 中的类胡萝卜素保留率最高且差异不显著,均为 24%~26%,而处理 5 中的 V_C 保留率最低,仅为 2.99%;处理 1 中的 V_{B2} 含量显著高于其它处理,达 0.045 mg/g,而处理 2 中的仅为 0.01 mg/g;各处理中的 V_{B5} 含量差异显著,处理 3 含量最高,是处理 4 的 1.68 倍。

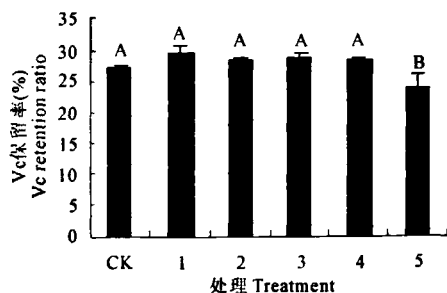
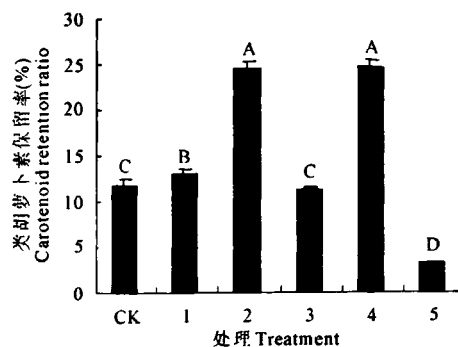
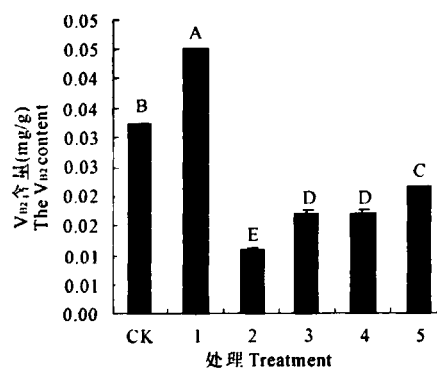
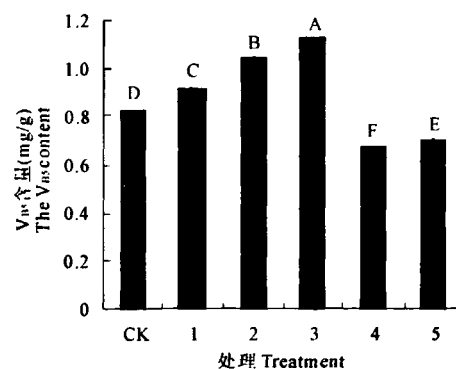
图 5 干燥前预处理对沙芥叶 V_C 保留率的影响Fig.5 The effect on V_C retention ratio of leaf in preconditionings before drying

图 6 干燥前预处理对沙芥叶类胡萝卜素保留率的影响

Fig.6 The effect on carotenoid retention ratio of leaf in preconditionings before drying

图 7 干燥前预处理对沙芥叶 V_{B2} 含量的影响Fig.7 The effect on V_{B2} content of leaf in preconditionings before drying图 8 干燥前预处理对沙芥叶 V_{B5} 保留率的影响Fig.8 The effect on V_{B5} content of leaf in preconditionings before drying

2.3 干燥前预处理对沙芥叶片氨基酸含量及组分的影响

从表 1 中可以看出,不同处理方式对沙芥叶片的氨基酸总量的影响较大,其中以 CK 和处理 1 中的氨基酸总含量最大,处理 2 和处理 4 中的氨基酸总含量最少。在处理 1~5 中谷氨酸(Glu)含量均高于其它氨基酸,而 CK 中则以脯氨酸(Pro)含量最高,谷氨酸含量居第三,略低于天冬氨酸(Asp)的含量;

人体必需氨基酸总量以处理 4 中的最高,为 38.92%,以 CK 中最低,为 27.92%。

表 1 干燥前预处理对沙芥叶氨基酸含量的影响(DW mg/g)

Table 1 The effect on the content of amino acid of *P. cornutum* leaf in preconditionings before drying

项目 Item	CK	处理 1 Treatment 1	处理 2 Treatment 2	处理 3 Treatment 3	处理 4 Treatment 4	处理 5 Treatment 5
Asp	23.12	15.23	12.05	14.24	9.22	7.98
Ser	5.88	5.54	4.16	5.42	4.04	4.18
Glu	19.40	19.77	14.25	18.24	12.28	12.45
Gly	4.82	6.34	5.00	6.67	6.13	5.99
His	4.59	3.39	3.24	3.94	1.97	2.99
Arg	5.96	7.74	4.60	6.65	5.54	5.67
* Thr	4.29	6.17	3.78	5.31	4.23	4.63
Ala	10.22	10.10	7.14	8.81	8.61	9.33
Pro	28.07	10.75	7.94	6.18	6.61	7.30
Cys2	3.48	3.76	1.06	1.85	1.16	4.30
Tyr	4.63	5.13	1.20	2.69	1.73	4.60
* Val	8.10	8.36	6.19	8.79	6.31	6.90
* Met	3.40	3.45	1.16	1.16	1.17	2.48
* Lys	6.50	7.53	5.00	6.01	5.58	5.90
* Ile	5.28	6.95	4.37	5.82	4.90	5.47
* Leu	7.44	11.00	6.05	9.07	7.42	8.53
* Phe	7.66	7.72	6.22	7.32	6.91	6.33
sum	152.83	138.95	93.41	116.35	93.83	105.12
E/T(%)	27.92	36.83	35.08	37.37	38.92	38.28
E/N(%)	38.73	58.31	54.04	59.67	63.72	62.02

注:E 为人体必需氨基酸,T 为氨基酸总量,N 为非必需氨基酸,* 为人体必需氨基酸

Note: E: the total content of essential amino acid; T: the total content of amino acid; N: the total content of unessential amino acid; *: essential amino acid.

由表 2 可知,不同的干燥方法对 RAA、RC 和 SRC 的影响不同,其中 CK 的第一限制性氨基酸为亮氨酸,处理 1 和处理 5 为赖氨酸,处理 2、处理 3 和处理 4 的为蛋氨酸和半胱氨酸;处理 1 中的 SRC 最高,为 83.76,CK 的最低,仅为 71.74。

表 2 干燥前预处理对沙芥叶片 RAA、RC 和 SRC 的影响

Table 2 The effect on RAA, RC and SRC of *P. cornutum* leaf in preconditionings before drying

项目 Item		Thr	Val	Met + Cys	Lie	Leu	Phe + Tyr	Lys	SRC
CK	RAA	1.07	1.62	1.97	1.32	1.06	2.05	1.18	71.74
	RC	0.73	1.10	1.34	0.90	0.72	1.40	0.81	
处理 1 Treatment 1	RAA	1.54	1.67	2.06	1.74	1.57	2.14	1.37	83.76
	RC	0.89	0.97	1.19	1.01	0.91	1.24	0.79	
处理 2 Treatment 2	RAA	0.95	1.24	0.63	1.09	0.86	1.24	0.91	78.00
	RC	0.96	1.25	0.64	1.11	0.87	1.25	0.92	
处理 3 Treatment 3	RAA	1.33	1.76	0.86	1.46	1.30	1.67	1.09	76.82
	RC	0.98	1.30	0.64	1.08	0.96	1.23	0.81	
处理 4 Treatment 4	RAA	1.06	1.26	0.67	1.23	1.06	1.44	1.01	77.91
	RC	0.96	1.14	0.60	1.11	0.96	1.30	0.92	
处理 5 Treatment 5	RAA	1.16	1.38	1.94	1.37	1.22	1.82	1.07	76.62
	RC	0.81	0.97	1.36	0.96	0.86	1.28	0.75	

3 结 论

1) 干燥前预处理中高温杀青后阴干和腌制后阴干对沙芥的贮藏物质的保留率影响较大,腌制后阴干处理中的蛋白质保留率、脂肪保留率和可溶性糖的保留率均低于其他处理,而高温杀青后阴干中的却高于其它处理。

2) 腌制后阴干对沙芥的维生素保留率和含量影响较大, V_C 保留率、类胡萝卜素保留率和 V_{B5} 含量均低于其他处理,而高温杀青后阴干、微波杀青 15 min 后阴干和微波杀青 5 min 后阴干可显著提高维生素的保留率。

3) 各处理中高温杀青后阴干中的 SRC 最高,直接阴干中脯氨酸含量和氨基酸总含量最高,其它处理中却是谷氨酸含量最高;人体必需氨基酸总量则是微波杀青 15 min 后阴干处理最高。

参 考 文 献:

- [1] 赵一之.沙芥属的分类校正及其区系系统[J].内蒙古大学学报(自然科学版),1999,30(2):197-199.
- [2] 张凤兰,杨忠仁,郝丽珍,等.5种野生蔬菜叶片营养成分分析[J].华北农学报,2009,24(2):164-169.
- [3] 吴 兵.不同干燥方法对洋葱抗氧化活性的影响[J].江苏农业科学,2008,(4):248-250.
- [4] 张 钟,刘晓明.不同干燥方法对生姜粉物理性质的影响[J].农业工程学报,2005,21(11):186-188.
- [5] 李向红,刘 展,李 伟,等.干燥方法对大豆分离蛋白热诱导聚集体的影响[J].农业工程学报,2008,24(10):258-261.
- [6] 刁恩杰,丁晓雯,章道明.干燥方式对香菇中甲醛含量的影响[J].食品科学,2010,31(2):70-73.
- [7] 周 韵,宋春芳,崔政伟,等.热风微波耦合干燥胡萝卜片工艺[J].农业工程学报,2011,27(2):382-386.
- [8] 诸爱士,夏 凯.瓠瓜薄层热风干燥动力学研究[J].农业工程学报,2011,27(1):365-369.
- [9] 朱德泉,王继先,朱德文,等.香菜微波干燥的试验研究[J].农业工程学报,2007,23(12):242-246.
- [10] 闫忠心,鲁周民,刘 坤,等.干制条件对红枣香气品质的影响[J].农业工程学报,2011,27(1):389-392.
- [11] 朱德泉,王继先,钱良存,等.猕猴桃切片微波真空干燥工艺参数的优化[J].农业工程学报,2009,25(3):248-252.
- [12] 彭 凯,张 燕,王似锦,等.微波干燥预处理对苹果渣提取果胶的影响[J].农业工程学报,2008,24(7):222-226.
- [13] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000:134-138,248-250.
- [14] 朱圣陶,吴 坤.蛋白质营养价值评价—氨基酸比值系数法[J].营养学报,1988,10(2):187-191.
- [15] 唐启礼,冯明光.实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M].北京:科学出版社,2002,43.

Effect of preconditioning on quality of leaves of *Pugionium cornutum* (L.) Gaertn before drying

ZHANG Feng-lan, YANG Zhong-ren, HAO Li-zhen

(College of Agronomy, Inner Mongolia Agricultural University; Inner Mongolia Key Laboratory of Germplasm and Germplasm Enhancement of Wild and Special Vegetables, Hohhot 010019, China)

Abstract: The content of the main reserve substance, vitamin and amino acid of *Pugionium cornutum* leaf in different drying methods were measured with conventional physiological ways and high performance liquid chromatography to evaluate the effect of preconditioning on quality of leaves of *P. cornutum* before drying. The results showed that: the content of V_{B5} and the retention ratio of protein, fat, soluble sugar and carotenoid in salting treatment were lower than in other preconditionings, however, the contents of these elements in the method of de-enzyming at high temperature were higher than in preconditionings; The content of glutamic acid was higher than other amino acids in all preconditionings except drying in the shade, the content of essential amino acid were the highest in 5 minutes of de-enzyming with microwave then drying in the shade, it was 38.92%, and the SRC in de-enzyming at high temperature was higher than in other preconditionings, it was 83.76, so the maximum nutritive loss were found in the method of salting and drying in the shade, and the recommended drying method for the *P. cornutum* leaf was de-enzyming with microwave for 5 min or de-enzyming at high temperature and then drying in a shade.

Keywords: *P. cornutum* (L.) Gaertn; leaf; preconditionings before drying; quality