

大蒜干燥工艺的研究

李 瑜 许时婴

(江南大学食品学院, 无锡, 214036)

摘 要 分别采用热风干燥、真空干燥、冷冻干燥、微波真空干燥与真空干燥联合干燥法对大蒜进行干燥, 研究了各种干燥方法对大蒜中硫代亚磺酸酯保留率和品质的影响, 采用响应面分析得到微波真空干燥和真空干燥联合干燥法干燥大蒜最佳工艺: 376.1 W、3 min, 334.3W、3 min, 217.3W、9 min, 139.1W、3 min, 硫代亚磺酸酯保留率 90.2%。
关键词 大蒜, 干燥, 硫代亚磺酸酯

我国是世界上大蒜的主要生产国, 常年的种植面积为 20 ~ 26.67 万 km², 年总产量为 400 万 t, 居世界首位, 其产量占世界总产量的 1/4。鲜大蒜因休眠期短, 易发芽、霉烂和变质而不耐贮藏, 造成巨大浪费。鲜大蒜价格也较低。目前国际市场对脱水大蒜粉的需求量很大, 优质的大蒜粉售价高达 2 万美元/t, 如何将大蒜进行深加工制成优质大蒜粉, 以便做到耐贮藏、方便运输、出口创汇成为我国解决三农问题的重要课题之一。

大蒜所具有的多种生物活性功能都归因于所含有的有机硫化物, 特别是硫代亚磺酸酯类

(R—S—S(O)—R)。蒜素(二烯丙基硫代亚磺酸酯)是最主要的硫代亚磺酸酯类, 大约占破碎大蒜所形成的总硫代亚磺酸酯的 70% ~ 80%^[1-2]。所有的硫代亚磺酸酯都具有和蒜素相同的生物活性功能^[2]。1948 年 Arthur Stoll 和 Ewald Seebeck 发现, 蒜素等硫代亚磺酸酯是在大蒜被切割或挤压条件下, 由原来无味的蒜氨酸经内源酶蒜氨酸酶的酶解作用而生成的。完整无损的大蒜, 其蒜氨酸和蒜氨酸酶各存在于大蒜的不同部位, 只有当大蒜破损或捣碎, 使两者相互接触方能水解生成蒜素及其他硫代亚磺酸酯^[3](见图 1)。

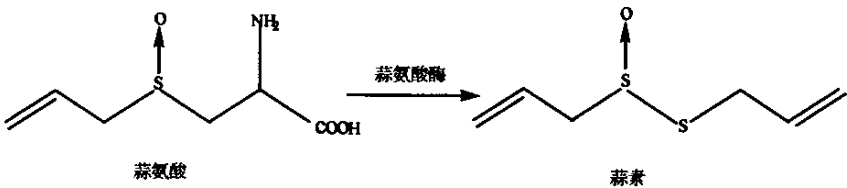


图 1 蒜氨酸酶解成蒜素的反应

优质大蒜粉最重要的质量指标是蒜素保留率占蒜粉质量的 1%, 即硫代亚磺酸酯保留率约 90% 左右。故本研究以蒜干燥粉碎后硫代亚磺酸酯保留率为指标。

1 试验材料与方法

1.1 材 料

山东苍山无苔大蒜, 市售。

1.2 试 剂

5, 5'-二硫代双(2-硝基苯甲酸)(DTNB), (比利时进口分装), L- 半胱氨酸(生化试剂), Hepes(Sigma 公司进口分装)。

1.3 仪 器

电子天平, 722 分光光度计, 数显恒温鼓风干燥箱, DZG-6050 型真空干燥箱(上海森信实验仪器有限公司), LGJ-10 型冷冻干燥机(北京

第一作者: 博士研究生。
收稿时间: 2004-04-15, 改回时间: 2004-05-18

四环科学仪器厂),微波真空干燥箱(自行研制)粉碎机,WSC-S 测色色差计(上海精密科学仪器有限公司)。

1.4 方法

1.4.1 含水量

蒜含水量以湿基计。

1.4.2 热风干燥

把含水量约 70% 的蒜一切两瓣均匀铺放于鼓风干燥箱中进行薄层干燥。

1.4.3 真空干燥

把含水量约 70% 的蒜一切两瓣均匀铺放于真空干燥箱中进行薄层干燥。真空度为 2 kPa。

1.4.4 冷冻干燥

冷阱温度 -50℃,真空度 10 MPa,蒜一切两瓣均匀铺放进行薄层干燥。

1.4.5 微波真空干燥

蒜一切两瓣在 4 kPa 真空度下进行微波真空干燥至含水量 15% 左右,然后采用 40℃ 真空干燥至最终含水量 5% 以下。微波真空干燥每次投料量为 120 g。蒜均匀铺放进行薄层干燥。

1.4.6 蒜粉堆积密度测定

通过 60 目筛孔的大蒜粉,缓缓倾入 25 mL 量筒中,称量 25 mL 蒜粉的质量,即可求出蒜粉堆积密度。

1.4.7 蒜粉中硫代亚磺酸酯含量的测定

对 lawson 的方法进行了改良^[2]。

取蒜粉 1 g 于试管中,加入 15 mL 去离子水,在旋涡式混合器中充分混合 1 min,静置 9 min,离心后取上清液 1 mL,加入 10 mmol/L 左右的半胱氨酸溶液 5 mL,保温 15 min,取 1 mL 反应混合液于 100 mL 容量瓶中,加水至刻度。取稀释 100 倍的反应混合液 4.5 mL 与 1.5 mmol/L DTNB 溶液 0.5 mL,在 26℃ 下保温 15 min,在 412 nm 波长下测定其吸光度值(A)。

取 10 mmol/L 左右的半胱氨酸溶液 5 mL,加 1 mL 去离子水,摇匀后取 1 mL 于 100 mL 容量瓶中,加水至刻度。取稀释 100 倍的半胱氨酸溶液 4.5 mL 与 1.5 mmol/L DTNB 溶液 0.5 mL 在 26℃ 下保温 15 min,在 412 nm 波长下测

定其初始吸光度值(A₀)。

$$\Delta A_{412} = A_0 - A$$

$$C_{\text{thiosulfates}}(\text{mmol/mL}) = (\Delta A_{412} \times \beta) / (2 \times 14150)$$

式中:A₀ 半胱氨酸溶液与 DTNB 溶液反应后的吸光值;A 蒜汁和半胱氨酸溶液的反应混合液与 DTNB 溶液反应后的吸光值。

β 稀释倍数;14150 2-硝基-5-硫代苯甲酸(NTB)在 412 nm 处的摩尔消光系数(1 cm 的光径)。

1.4.8 蒜粉色泽测定

60 目的大蒜粉。采用全自动测色色差计及 CIELAB 表色系统进行色泽测定,核对标准白板(L₀^{*} = 91.32, a₀^{*} = 0.03, b₀^{*} = 0.01, E₀^{*} = 0) 将待测样品放在探测器端面,每个样品测 3 次。CIELAB 表色系统,亦称 L^{*} a^{*} b^{*} 表色系。L^{*} 称为明度指数,L^{*} = 0 表示黑色,L^{*} = 100 表示白色,a^{*} 值从负到正表示从绿到红,b^{*} 值从负到正表示从蓝到黄,E^{*} 代表色差。

2 结果与讨论

2.1 热风干燥

2.1.1 蒜片厚度对蒜中硫代亚磺酸酯保留率的影响

在干燥温度 55℃ 条件下,蒜切片干燥。

表 1 蒜片厚度对蒜中硫代亚磺酸酯保留率的影响

蒜片厚度/mm	硫代亚磺酸酯保留率/%
0.5	16.7
1	49.8
2	63.5
3	70.3

从表 1 可以看出,蒜切片厚度越薄,干燥蒜中硫代亚磺酸酯保留率越低。这是因为蒜切片的同时有一部分蒜氨酸等被蒜氨酸酶酶解生成蒜素等不稳定的硫代亚磺酸酯类,从而使干燥蒜粉的蒜素保留率降低,蒜切片厚度越薄,蒜氨酸酶水解越严重。若采用整粒蒜直接干燥,由于蒜粒外有一层非常致密的半透明包衣,使得蒜粒中的水分在干燥过程中很难出来,结果导致

干燥后蒜的品质严重下降。所以采用整粒蒜一切两瓣进行干燥较佳。

2.1.2 温度对蒜中硫代亚磺酸酯保留率的影响

表 2 温度对蒜中硫代亚磺酸酯保留率的影响

	温 度/℃			
	40	45	50	55
保留率/%	68.1	72.8	71.3	69.0

蒜氨酸酶的最适温度为 40℃ 左右 ,蒜氨酸酶属于对热较敏感的酶 ,温度高于 55℃ 以上时酶活力会迅速降低。考虑到温度过低会使干燥速度降低 ,所以采用 40~55℃ 之间进行干燥。结果表明 ,一切两瓣蒜片的热风干燥温度为 45℃ 时蒜中硫代亚磺酸酯保留率较高。

2.2 真空干燥

表 3 温度对蒜中硫代亚磺酸酯保留率的影响(真空度 2 kPa)

	温 度/℃			
	40	45	50	55
保留率/%	79.7	71.6	73.2	70.4

真空干燥温度较低 ,干燥速度较热风干燥快 ,其硫代亚磺酸酯保留率也较热风干燥的高。真空干燥温度为 40℃ 时 ,一切两瓣蒜片中硫代亚磺酸酯保留率较高。

2.3 微波真空与真空联合干燥

由于微波真空干燥后期蒜的含水量较少 ,物料温度易升高 ,蒜酶易失活 ,使干燥后蒜粉中的蒜氨酸不能被酶解生成蒜素等硫代亚磺酸酯类 ,故采用联合干燥法对蒜进行干燥。微波真空干燥至蒜含水量为 15% 左右 ,再采用真空干燥的最佳干燥温度 40℃ 干燥至蒜最终含水量 5% 以下。

微波真空干燥真空度并非越高越好 ,过高的真空度不仅能耗增大 ,而且击穿放电的可能性增大。一般选择真空度 2~4 kPa ,4 kPa 时水的汽化温度约 28℃ ,完全可以保证干燥前期的干燥温度在 30℃ 左右。故本试验中微波真空干燥真空度控制在 4 kPa。

表 4 微波功率对蒜中硫代亚磺酸酯保留率的响应面分析

试验号	干燥时间/min				硫代亚磺酸酯保留率/%
	A 376.1W	B 334.3W	C 217.3W	D 139.1W	
1	5	3	15	7	69.9
2	1	7	5	7	79.7
3	3	5	5	5	85.7
4	3	5	10	5	89.2
5	3	5	10	3	87.9
6	3	5	15	5	85.3
7	5	7	5	3	74.6
8	3	5	10	5	87.8
9	3	5	10	5	88.9
10	3	5	10	5	88.6
11	3	5	10	5	89.4
12	3	7	10	5	82.9
13	1	3	5	3	71.6
14	5	5	10	5	77.1
15	1	7	15	7	87.6
16	3	3	10	5	86.3
17	5	7	15	3	71.3
18	5	3	5	7	78.2
19	1	5	10	5	80.2
20	1	3	15	3	78.9
21	3	5	10	7	87.1

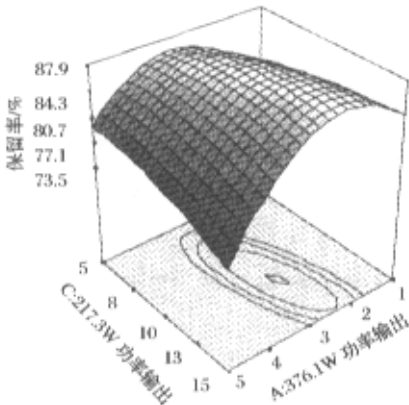


图 2 376.1W 输出和 217.3W 输出对硫代亚磺酸酯保留率的响应面分析图

从图 2、图 3 中可以看出 ,在功率输出为 276.1 W 时 ,随干燥时间的延长硫代亚磺酸酯保留率提高 ,而干燥 3 min 后再继续用 376.1W 输出功率进行干燥 ,硫代亚磺酸酯保留率则迅速降低。这是因为微波真空干燥过程的前期 ,微波能主要被湿物料中的水分吸收 ,而随着水分的减少 ,水分不能完全吸收微波

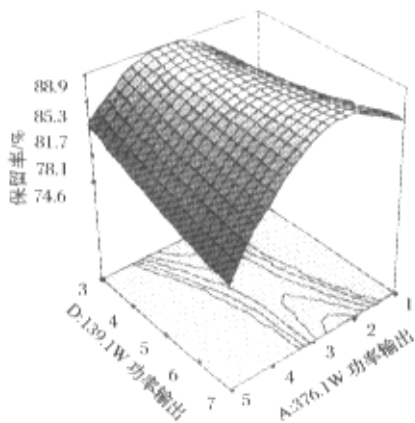


图3 376.1W 输出和 139.1W 输出对
硫代亚磺酸酯保留率的响应面分析图

能而被物料吸收,会导致蒜片平均温度迅速上升而使蒜氨酸酶活性减低。因此 随着物料中的水分减少,干燥中所用的微波功率也应随之减小以保证蒜氨酸酶的活性。

根据响应面分析各回归系数可以得到下面的数学模型：

硫代亚磺酸酯保留率 =

$$87.78-1.55\times A-1.70\times B+0.32\times C-0.40\times D-8.29\times A^2-2.34\times B^2-1.44\times C_2+0.56\times D_2-2.78\times A\times B-3.35\times A\times C-3.52\times A\times D+0.70\times B\times C+1.43\times B\times D-0.55\times C\times D$$

A ,100% 功率输出 ;B ,75% 功率输出 ;C ,50% 功率输出 ;D ,25% 功率输出。

响应面设计给出微波真空干燥过程的最佳工艺条件 :376.1W、3 min , 334.3W、3 min , 217.3W、9 min , 139.1W、3 min ,硫代亚磺酸酯保留率可达到 90.2 %。

表 5 各因素方差分析表

方差来源	平方和	自由度	方差	F 值	显著水平
模型	832.82	14	59.49	26.99	0.0003 *
A	4.81	1	4.81	2.18	0.1903
B	5.78	1	5.78	2.62	0.1565
C	1.02	1	1.02	0.46	0.5209
D	0.32	1	0.32	0.15	0.7163
AB	12.32	1	12.32	5.59	0.0560
AC	89.78	1	89.78	40.73	0.0007 *
AD	19.88	1	19.88	9.02	0.0239 *
BC	3.92	1	3.92	1.78	0.2307
BD	3.25	1	3.25	1.47	0.2703
CD	2.42	1	2.42	1.10	0.3351
误差	1.57	4	0.39		
总和	846.05	20			

2.4 不同干燥方法对干燥大蒜品质的影响比较

表 6 不同干燥方法最佳工艺条件下对干燥大蒜品质的影响比较

干燥时间		L *	a *	b *	E *	堆积密度 /g·mL ⁻¹	硫代亚磺酸酯保留率 /%
45℃ 热风干燥	21 h	66.99	0.61	17.72	30.09	0.380	72.8
40℃ 真空干燥	16 h	69.54	0.06	14.73	26.28	0.362	79.7
冷冻干燥	24 h	72.24	-0.62	10.98	22.01	0.297	93.6
微波真空与 40℃	3.8h(18 min	73.74	-1.62	11.90	21.28	0.434	90.2
真空联合干燥	+3.5 h)						

从表 6 可以看出 ,通过 4 种干燥方法比较 ,45℃ 热风干燥显然是最为经济的干燥方法 ,但由于热风干燥时间长 ,干燥后硫代亚磺酸酯保留率低 ,颜色黄 ,与冷冻干燥的蒜相比有明显的差异。40℃ 真空干燥虽然干燥温度较低 ,但由于干燥室内对流传热几乎不存在 ,而是以热传导为主 ,所以传热速度慢 ,干燥时间仍较长 ,蒜干燥后硫代亚磺酸酯保留率较低 ,颜色略黄 ,与冷冻干燥的蒜相比有较显著的差异。冷冻干燥蒜的干燥质量最好 ,干燥后蒜的硫代亚磺酸酯保留率很高 ,可达 93% 以上 ,色泽白 ,蒜质构疏松 ,但其缺点是设备昂贵 ,能耗大 ,成本高。目

前国际市场对脱水大蒜粉的需求量很大 ,采用微波真空干燥与 40℃ 真空干燥联合干燥法 ,干燥时间大大缩短 ,而干燥后蒜的硫代亚磺酸酯保留率比较接近冷冻干燥 ,可达到 90% ;与冷冻干燥蒜的色差差异极小 ,甚至比冻干蒜的白度略好 ,但唯一不足的是蒜质构紧密 ,不如冷冻干燥疏松。

3 结 论

评定优质大蒜粉最重要的质量指标是蒜素含量占蒜粉质量的 1% ,即硫代亚磺酸酯保留率约 90% 左右。采用热风干燥、真空干燥、可

知冷冻干燥以及微波真空干燥和真空干燥联合干燥法对大蒜进行干燥,冷冻干燥和微波真空干燥可使蒜中硫代亚磺酸酯保留率达到 90% 以上,而微波真空干燥作为一种干燥新技术在大蒜干燥中可望代替冷冻干燥获得优质大蒜干制品。

参 考 文 献

1 Lawson Larry , Han Grace , Han Peter. A spectrophoto-

metric method for quantitative determination of allicin and total garlic thiosulfonates[J]. Anal Biochem , 1995 225(1) : 157 ~ 60

2 Block E. The organosulfur chemistry of the genus *Allium*-Implications for the organic chemistry of sulfur [J]. Angew Chem , 1992 31(9) : 1135 ~ 1178

3 Krest I , Glodek J , Keusgen M. Cysteine sulfoxides and alliinase activity of some *Allium species*[J]. Journal of Agricultural & Food Chemistry. 2000 48(8) : 3753 ~ 3760

Study on the Technology of Drying Garlic

Li Yu Xu Shiying

(School of Food Science and Technology , Southern Yangtze University , Wuxi , 214036)

ABSTRACT In this paper garlic was dried by four methods : hot-air drying , vaccum drying , freeze drying and microwave-vacuum drying combined with vacuum drying. Effect of different drying method on thiosulfonates reservation and quality of dried garlic was studied. The optimal conditions of combination microwave - vacuum drying and vacuum drying were determined by using response surface analysis software.

Key words garlic , drying , thiosulfonates

信息窗

巴西发明一种回收强化包装材料的新方法

巴西巴拉那理工学院科研人员最近研制成功一种回收强化包装材料的新方法,已提出专利申请。由于纸张、塑料和铝箔分层压制而成的强化包装正越来越多地应用于食品和药品的包装上。强化包装材料虽然有抗腐蚀、保鲜能力强的特点,但这种包装的结构特性使得它们的回收成了令人头疼的问题,其在垃圾填埋物里的数量与日俱增。

而科研人员采用的这项全新的分离技术使强化包装材料的分类回收成为可能,他们通过一种特别的化学溶剂来回收包装中的 3 种成分。在将强化包装袋浸入这种溶剂 2.5min 后,包装材料中的塑料、铝和纸张便会分层。随后用人工将这 3 层成分分离,并且高压除去残留的溶剂,3 种物质就可以轻易分类回收了。这种溶剂对任何种类的纸张以及 PVC 塑料或是聚乙烯都颇为有效。

这项技术不仅适用于回收牛奶和果汁的包装,也适用于更薄的诸如食盐、真空咖啡以及鸡蛋等的包装。据悉,目前科研人员仍在成本估算,这种溶液尚未开始商业化生产,但使用这项技术的成本不会很高,溶剂的原料并不难找。

行业动态

新疆绿嘉啤酒花有限公司加入世界啤酒花协会

在 2004 年 4 月 16 日法国巴黎举行的世界啤酒花协会 (LHGG) 经济委员会、执行委员会会议上,新疆绿嘉啤酒有限公司以各参会国代表的一致表决通过,顺得加入了世界啤酒花协会,成为世界啤酒花组织的一员,为中国的啤酒花打开了通向国际交流的通道。