

文章编号 :1003-8701(2014)03-0063-04

# 番茄茎叶提取物喷雾干燥工艺研究

陈宇飞,杨 柳

(吉林工商学院粮油食品深加工吉林省高校重点实验室/吉林工商学院食品工程学院,长春 130062)

**摘 要:**对番茄茎叶提取物的喷雾干燥工艺进行探讨,以单因素试验为基础,通过正交试验优化喷雾干燥工艺,确定最佳的喷雾干燥条件为进料流量 300 mL/h、总固形物含量 15%、麦芽糊精添加比例为 1.5:1、进风温度 140℃,其中对喷雾干燥效果影响最大的是进料流量。在上述条件下所得产品抑菌活性损失率为 12.3%、出粉率为 54.7%。

**关键词:**番茄茎叶提取物;喷雾干燥;抑菌活性损失率

中图分类号:S641.201

文献标识码:A

## Studies on Spray Drying Processing Technology of Extracts from Tomato Stems and Leaves

CHEN Yu-fei, YANG Liu

(Key Laboratory of Grain and Oil Processing of Jilin Province/

Department of Food Engineering, Jilin Business and Technology College, Changchun 130062, China)

**Abstract:** Spray drying processing of extracts from tomato stems and leaves were studied in this paper. Through the single-factor tests and orthogonal test, the optimal spray drying conditions were determined, that is: inlet flow rate of 300 mL/h, total solids content was 15%, maltodextrin dosage of 1.5:1, inlet temperature was 140℃. Among them, the inlet flow rate influence the effect of spray drying mostly. Under above conditions, loss of bacteriostatic activity was 12.3%, the output rate of product was 54.7%.

**Keywords:** Extracts from tomato stems and leaves; Spray drying; Loss of bacteriostatic activity

植物是天然产物农药的宝库,从植物中寻找新的杀菌抑菌活性物质,研制开发新型植物源杀菌剂,是当今世界新农药开发的热点<sup>[1]</sup>。番茄是茄科茄属植物,是一种重要的农业栽培作物,每年产生大量目前尚不被利用的番茄茎叶。

番茄茎叶散发着特殊气味,这些气味来自一些特殊的天然产物,早在 20 世纪 70~80 年代,国外就开始研究其气味的组成<sup>[2]</sup>。国内潘雪峰等利用气-质联机分析了番茄的挥发油组成,共分离出 15 个组分,鉴定了 11 种化合物<sup>[3]</sup>;孙莹等从其茎叶挥发油中分离出 21 种化合物,鉴定了其中 14

种<sup>[4]</sup>,这些化合物中含有一些农用活性物质;为更好地研究番茄茎叶提取物的抑菌活性,采用乙醇抽提方法,对番茄茎叶提取物喷雾干燥条件进行优化。目前有刘春泉研究的甘薯叶提取物喷雾干燥工艺<sup>[5]</sup>,黄丹的紫苏提取物喷雾干燥工艺研究<sup>[6]</sup>,还没有番茄茎叶提取物喷雾干燥的研究报道。

本研究拟通过找寻番茄茎叶提取物最佳喷雾干燥条件,为新型植物源杀菌剂的研制与开发提供线索和理论依据。

### 1 材料与amp;方法

#### 1.1 材料与试剂

番茄茎叶:由吉林省蔬菜研究所提供;

菌种:葡萄白腐病菌;

麦芽糊精:河北华辰淀粉糖有限公司;

收稿日期:2014-03-10

基金项目:吉高校重点实验室科合字[2013]第 003 号

作者简介:陈宇飞(1968-),男,副教授,研究方向:微生物发酵。

其余试剂均为国产分析纯。

### 1.2 仪器与设备

B-290 喷雾干燥仪：瑞士步琪 ;YXQ.SG46-280S 高压灭菌锅 :西化仪(北京)科技有限公司 ;R206D 旋转蒸发仪：上海申生科技有限公司；SPX-250A-Z 培养箱：上海市百典仪器厂；101-2 干燥箱 :上海安竞实验设备有限公司。

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 番茄茎叶提取物制备工艺流程

选取番茄茎叶→阴干→粉碎→提取→浓缩→喷雾干燥→成品

#### 1.3.2 优化喷雾干燥工艺

##### 1.3.2.1 单因素试验

以番茄茎叶提取物的抑菌活性损失率和出粉率为指标 ,考察不同的料液总固形物含量、麦芽糊精添加比例、进料流量、进风温度对番茄茎叶提取物喷雾干燥效果的影响。

##### 1.3.2.2 正交试验

以单因素试验为基础 ,综合各因素 ,选取料液总固形物含量、麦芽糊精添加比、进风温度、进料流量 4 个因素，以番茄茎叶提取物抑菌活性损失率、番茄茎叶提取物出粉率为指标，进行正交试验。

##### 1.3.2.3 出粉率的测定

$$\text{出粉率} = \frac{T}{T_1+T_2} \times 100\%$$

式中 :T- 喷雾干燥后番茄茎叶提取物质量(g) ; T1- 喷雾干燥前番茄茎叶提取物浓缩液中固形物的质量(g) ;T2- 麦芽糊精的添加量(g)。

##### 1.3.2.4 抑菌活性损失率的测定

$$\text{抑菌活性损失率} = \frac{D_1-D_2}{D_1} \times 100\%$$

式中 :D1- 喷雾干燥前番茄茎叶提取物抑菌率 ;D2- 喷雾干燥后番茄茎叶提取物抑菌率。

$$\text{其中 抑菌率} = \frac{(A-C)-(B-C)}{(A-C)} \times 100\%$$

式中 :A= 对照菌落直径 ,B= 处理菌落直径 , C= 菌饼直径。

## 2 结果与分析

### 2.1 进风的温度对喷雾干燥效果的影响

番茄茎叶提取物经雾化器形成的雾滴表面被水包裹 ,温度和热空气的温度相近 ,故能有效保持其活性。选定进料流量为 400 mL/h、总固形物的含量为 20%、麦芽糊精的添加比例为 2:1 ,探讨进风的温度对于番茄茎叶提取物的喷雾干燥效果产

生的影响。

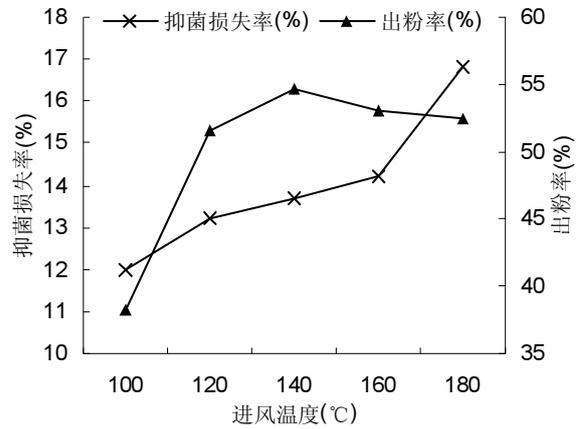


图 1 进风的温度对番茄茎叶提取物喷雾干燥效果的影响

由图 1 可见 ,随着喷雾干燥进风的温度上升 ,番茄茎叶提取物出粉率也表现为在逐渐升高 ,当喷雾干燥进风温度高于 140℃时 ,番茄茎叶提取物出粉率呈下降趋势 ;从抑菌活性损失率上观察 ,一直是呈现上升的趋势。当进风温度在 120~160℃范围内时 ,喷雾干燥出粉率的变化并不大 ,活性损失率也是基本保持不变的 ;当进风温度高于 160℃以后 ,番茄茎叶提取物的出粉率下降明显 ,抑菌活性损失率增大较快。综合出粉率和抑菌活性两项指标来看 ,当喷雾干燥的进风温度在 120~160℃范围时 ,番茄茎叶提取物的喷雾干燥效果较好。

### 2.2 料液的总固形物含量对番茄茎叶提取物喷雾干燥效果的影响

以麦芽糊精添加比例 2:1、进料流量 400 mL/h、进风温度 140℃ ,探讨总固形物含量对番茄茎叶提取物喷雾干燥效果的影响。

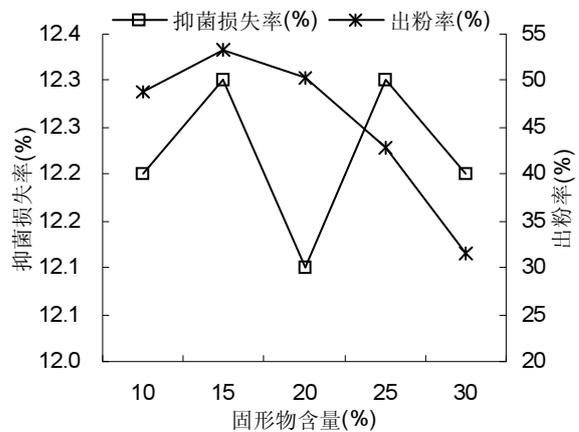


图 2 料液总固形物含量对番茄茎叶提取物喷雾干燥效果的影响

由图 2 可以看出,在不同的料液总固形物含量下,番茄茎叶提取物的出粉率变化较为明显,而抑菌活性损失率则相对稳定。当料液的总固形物含量从 10% 上升至 20% 的过程中,番茄茎叶提取物的出粉率较高。而当料液的总固形物含量 >20% 时,料液的出粉率呈现下降的趋势。分析原因,主要是由于料液总固形物含量的增加,物料的黏度有所增大,从而加重了物料的黏壁程度。所以,综合考虑,当料液的总固形物含量在 10% ~ 20% 范围内时,番茄茎叶提取物可以获得较好的喷雾干燥效果。

### 2.3 麦芽糊精添加比例对喷雾干燥效果的影响

选取料液总固形物含量 20%、进料流量为 400 mL/h、进风温度为 140℃,探讨麦芽糊精添加的比例对于番茄茎叶提取物喷雾干燥效果的影响。由图 3 可以看出,随着麦芽糊精含量的逐渐下降,出粉率呈降低趋势,而抑菌活性损失率也在减小。这就初步表明,麦芽糊精的添加量增大,将有助于喷雾干燥出粉率的提高,但是如果麦芽糊精的含量过高,会致使番茄茎叶提取物中有效成分降低,从而使抑菌的能力下降,即抑菌活性损失率增高。所以综合进行考虑,选择麦芽糊精与原液固形物比例在 2:1~1:1 范围内比较恰当。

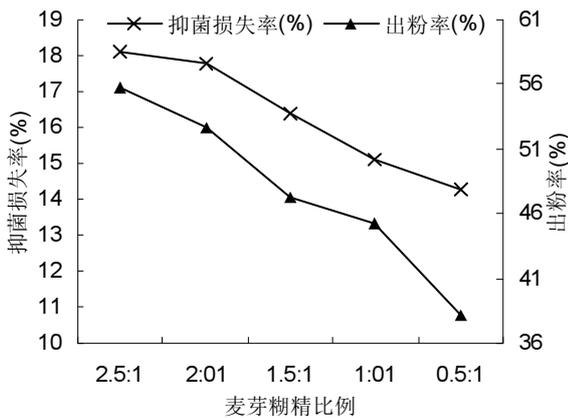


图 3 麦芽糊精添加量对番茄茎叶提取物喷雾干燥效果的影响

### 2.4 喷雾干燥进料流量对番茄茎叶提取物干燥效果的影响

选取总固形物含量为 20%、麦芽糊精添加比例为 2:1、喷雾干燥进风温度为 140℃,探讨喷雾干燥进料流量对于番茄茎叶提取物喷雾干燥效果的影响。

由图 4 可以看出,随着进料流量的增大,喷雾干燥出粉率呈现下降的趋势,当进料流量达到

400 mL/h 时,番茄茎叶提取物的抑菌活性损失率增加得较快,分析原因,主要是由于随着雾滴粒径的不断增大,导致雾滴在干燥室中滞留时间延长,相对延长了雾滴的受热时间,最终使得番茄茎叶提取物活性损失率增大。总的来说,进料流量越小,出粉率越高,抑菌损失率也越小,但是如果喷雾出粉太慢,干燥效率太低。综合考虑,进料流量在 300 ~ 500 mL/h 范围内比较合适。

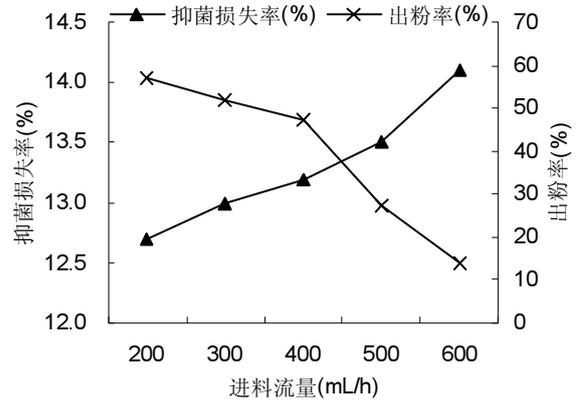


图 4 进料流量对番茄茎叶提取物喷雾干燥效果的影响

### 2.5 番茄茎叶提取物喷雾干燥条件的优化

为优化番茄茎叶提取物的喷雾干燥工艺条件,根据单因素试验的结果,选取料液总固形物含量、麦芽糊精添加比例、进风温度、进料流量 4 个因素进行正交试验,各因素的水平数以干燥设备的工作条件和单因素试验结果及已有研究为基础进行确定,最终选定的各因素水平范围为固形物含量 10%~20%、麦芽糊精添加比例 2:1~1:1、进料流量 300~500 mL/h、进风温度 120 ~ 160℃进行正交试验设计,试验因素水平设计、结果与分析见表 1 和表 2。

由表 2 可以看出,对于出粉率和活性损失率两个指标来说,影响因素的主次顺序不一样。对番茄茎叶提取物喷雾干燥后的产品的抑菌活性损失率来说,A、B 两因素极差 R 值相对较大,该指标影响的主次顺序为 BACD,即进料流量 > 进风温度 > 总固形物含量 > 麦芽糊精添加比例。而对番茄茎叶提取物喷雾干燥后的产品的出粉率来说,B 因素极差 R 值最大。该指标影响的主次顺序为 BCAD,即进料流量 > 总固形物含量 > 进风温度 > 麦芽糊精添加比例。

出粉率和活性损失率两个指标所对应的最优组合条件也不同。其中,因素 B 为最主要因素,在确定优化水平时重点考虑,对于出粉率和抑菌活

性损失率这两个指标,  $B_1$  都为最佳。对于 A 因素来说,  $A_1$  和  $A_2$  抑菌活性损失率差别不大, 出粉率差别明显, 因此选择  $A_2$ 。同样道理选择  $C_2$ 。而因素

D 是次要因素, 所以 D 取哪一个水平对两个指标的影响都比较小, 考虑番茄茎叶提取物抑菌活性损失率为主要指标, 选择  $D_2$  为最佳水平。

表 1  $L_9(3^4)$  正交试验选用因素及水平

水平	A 进风温度(°C)	B 进料流量(mL/h)	C 总固形物含量(%)	D 麦芽糊精添加比例
1	120	300	10	2:1
2	140	400	15	1.5:1
3	160	500	20	1:1

表 2 番茄茎叶提取物喷雾干燥正交试验设计与结果

试验号	A 进风温度(°C)	B 进料流量(mL/h)	C 总固形物含量(%)	D 麦芽糊精添加比例	出粉率(%)	活性损失率(%)
1	1	1	1	1	12.4	50.7
2	1	2	2	2	13.1	49.7
3	1	3	3	3	14.2	43.8
4	2	1	2	3	12.8	53.3
5	2	2	3	1	13.5	49.3
6	2	3	1	2	13.9	46.1
7	3	1	3	2	13.3	50.8
8	3	2	1	3	13.6	48.8
9	3	3	2	1	15.1	46.8
活性损失率						
K1	13.233	12.833	13.300	13.667	最优组合条件 $A_1B_1C_1D_2$	
K2	13.400	13.400	13.667	13.433	因素影响主→次 $B>A>C>D$	
K3	14.000	14.400	13.667	13.533		
R	0.767	1.567	0.367	0.234		
出粉率						
K1	48.067	51.600	48.533	48.933	最优组合条件 $A_2B_1C_2D_1$	
K2	49.567	49.267	49.933	48.867	因素影响主→次:	
K3	48.800	45.567	47.967	48.633	$B>C>A>D$	
R	1.500	6.033	1.966	0.300		

经过综合分析, 确定番茄茎叶提取物的喷雾干燥最佳工艺条件为  $A_2B_1C_2D_2$ , 即料液总固形物含量 15%, 麦芽糊精添加比例为 1.5:1、进料流量 300 mL/h、进风温度 140°C。以极差分析得到的最优水平组合即在  $A_2B_1C_2D_2$  条件下进行验证实验, 所得番茄茎叶提取物出粉率为 54.7%、抑菌活性损失率为 12.3%, 表明此正交试验得出的最优组合符合实际。

### 3 结 论

本研究利用单因素试验, 对料液总固形物含量、麦芽糊精添加比例、进料流量、进风温度 4 个因素对番茄茎叶提取物喷雾干燥效果的影响进行了研究探讨。根据正交试验结果表明: 料液总固形物含量、麦芽糊精添加比例、进料流量、进风温度对番茄茎叶提取物的喷雾干燥效果都有一定的影响, 其中以进料流量的影响最为显著。

番茄茎叶提取物最佳喷雾干燥工艺条件为料

液总固形物含量为 15%、麦芽糊精添加比例为 1.5:1、进料流量为 300 mL/h、进风温度为 140°C。按照上述最佳喷雾干燥工艺进行验证实验, 得到的番茄茎叶提取物出粉率为 54.7%, 活性损失率为 12.3%。

#### 参考文献:

- [1] 杨从军, 吴锦淑, 孟昭礼. 番茄茎叶农用抑菌活性初步研究[J]. 现代农业科技, 2007, 35(17): 77-81.
- [2] Dirinck Patrick, Schreyen L, Scham P N. Flavor quality of apples and tomatoes Appl[J]. Spectrom Mass (SM). 1975, 15(4): 427-435.
- [3] 潘雪峰, 杨明非, 袁峰. 番茄茎叶挥发物的气相色谱-质谱的定性分析[J]. 东北林业大学学报, 2000, 28(6): 119-120.
- [4] 孙莹, 卢志平, 高松红, 等. 番茄挥发性成分的提取与鉴定[J]. 中国药物化学杂志, 2001, 11(5): 277-278.
- [5] 刘春泉, 宋江峰, 章英, 等. 甘薯叶提取物喷雾干燥工艺研究[J]. 食品科学, 2011, 32(6): 45-48.
- [6] 黄丹, 张强, 严芳, 等. 紫苏提取物喷雾干燥工艺研究[J]. 食品与机械, 2009, 25(5): 160-162.