

白菜冻干粉泡腾片工艺初步研究

王 宏¹, 段玉桦¹, 刘钰莹¹, 陈 瑾¹, 陈晓青¹, 陈中强¹, 黄 文², 凌智群^{1*}

(1. 江汉大学医学院, 湖北 武汉 430056; 2. 华中农业大学食品科学技术学院, 湖北 武汉 430070)

摘要: 为筛选出制备白菜冻干粉泡腾片的最优辅料并进行质量检查, 采用单因素试验设计, 用酸碱分别制粒粉末直接压片的方法对泡腾片的崩解剂(包括酸源和碱源)、润滑剂、甜味剂和黏合剂种类和配比进行选择优化。结果表明: 最优辅料配比泡腾崩解剂酸源、碱源、润滑剂、甜味剂、黏合剂比例分别为: 28%酒石酸、22%碳酸氢钠、5%聚乙二醇6000、0.9%阿斯巴甜和适量的10%淀粉浆。以上配方制得的白菜冻干粉泡腾片工艺简单、溶液澄清无可见不溶物、口感舒适, 具有一定的推广价值。

关键词: 白菜; 冻干粉; 泡腾片; 质量考察

Preliminary Study on the Technology of Chinese Cabbage Freeze-dried Powder Effervescent Tablets

WANG Hong¹, DUAN Yuhua¹, LIU Yuying¹, CHEN Jin¹, CHEN Xiaoqing¹,
CHEN Zhongqiang¹, HUANG Wen², LING Zhiquan^{1*}

(1. School of Medicine, Jiangnan University, Wuhan 430056, China; 2. College of Food Science and Technology of Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract: In order to select the best optimum excipients for the preparation of Chinese cabbage freeze-dried powder effervescent tablets and carry out quality inspection, the disintegrating agent (including acid source and alkali source), lubricant, sweetener and adhesive of effervescent tablets were selected and optimized by single factor test and direct compression method. The results showed that the optimal ratio of the ingredients was 28% tartaric acid, 22% sodium bicarbonate, 5% polyethylene glycol 6000, 0.9% aspartame and proper amount of 10% starch, respectively. The effervescent tablet of Chinese cabbage freeze-dried powder prepared by the above formula had the advantages of simple technology, clear solution, no visible insoluble matter, comfortable taste and certain promotion value.

Keywords: Chinese cabbage; freeze-dried powder; effervescent tablet; quality investigation

随着寒冬季节的到来, 十字花科芸薹属白菜类蔬菜作为“易腐烂”的商品, 其保存和营养成分保留越来越成为人们重点关注的问题。常用的

保存方法包括了脱水、冷冻、发酵、高压、微波真空、甚至添加防腐剂等^[1-2], 这些方法不仅使得大规模生产受到了限制, 而且其实施结果并不能

收稿日期: 2019-12-12

基金项目: 江汉大学高层次人才科研启动费项目(1010-08160001)。

*通讯作者: 凌智群

一次性涵盖易储存、营养成分全保留、易携带、易随时随地食用等诸多功能。

泡腾片通常是由源于水果中的有机酸和日常生活中常用的苏打，通过和其他辅料和主成分混合后所制得的片剂，因其遇水会产生大量二氧化碳气体并呈现类似沸腾状而得名。随着生活节奏的加快，食物种类越来越多样化，人们对食品的易储存性、易携带性、食用方便性、营养配比等要求越来越高。白菜冻干粉产品泡腾片不仅可以使得白菜类蔬菜储存方便，而且利于大规模生产，同时又服用快捷。近年来，对白菜冻干粉的研究发现，口服白菜冻干粉能显著地改善高糖高脂饲料饲养45 d小鼠的餐后2 h血糖值^[3]；因此，白菜冻干粉泡腾片或许更能满足各种人群防治糖尿病、肥胖症和心血管疾病的日常需求。本文对白菜冻干粉泡腾片工艺进行初步研究，以期对白菜及白菜类作物进一步深度加工提供参考。

1 材料和方法

1.1 材料与试剂

新鲜白菜类蔬菜：2019年1月武汉市民意集贸市场购得。玉米淀粉、阿斯巴甜、甘露醇均由河南嘉致生物科技有限公司提供；蛋白糖、蔗糖糖粉均为国产食品级，其他化学试剂均为国产分析纯。

1.2 仪器与设备

小型手动压片机（创新仪器公司）；METTLER TOLEDO实验室pH计FE20（梅特勒-托利多仪器上海有限公司）；SY-3型片剂多用测

定义（上海黄海药检仪器有限公司）；电热鼓风干燥箱（上海恒科学仪器有限公司）等。

1.3 试验方法

1.3.1 白菜冻干粉的制备方法

去掉新鲜蔬菜的虫瘻腐烂叶，清洗干净，并切成小尺寸的丁条状，用粉碎机粉碎得到粉末浆后，置于冷库中进行快速冷冻。24~48 h后将上述冷冻品进行真空冷冻干燥，制得的冻干粉在0~4℃下密闭干燥保存备用^[3]。

1.3.2 白菜冻干粉泡腾片制备工艺

采用湿法制粒，将白菜冻干粉和填充剂按质量比分别和酸源、碱源配比混合制得酸粒、碱粒，然后将酸粒和碱粒充分混合制得白菜冻干粉泡腾片，具体步骤如下：

制酸粒：分别精密取酸源28%，白菜冻干粉22%，稀释剂（淀粉）22%，阿斯巴甜0.9%进行充分混合，再加入适量黏合剂（10%的淀粉浆）制得软材，过1.18 mm（16目）孔径筛制得湿颗粒，把电动鼓风干燥箱调至50℃并干燥15 min，即得酸粒。

制碱粒：分别精密取碱源22%，白菜冻干粉22%，稀释剂（淀粉）22%，阿斯巴甜0.9%进行充分混匀，再加入适量的10%淀粉浆制得软材，其他步骤同上，制得碱粒。

将酸粒和碱粒充分混匀，加入润滑剂（润滑剂的量为总质量的5%）和适量的引湿剂（氯化钠），混匀再过1.4 mm（14目）孔径筛，过筛的颗粒采用粉末直接压片^[4-5]，即可得白菜冻干粉泡腾片。具体工艺流程见图1^[6]。

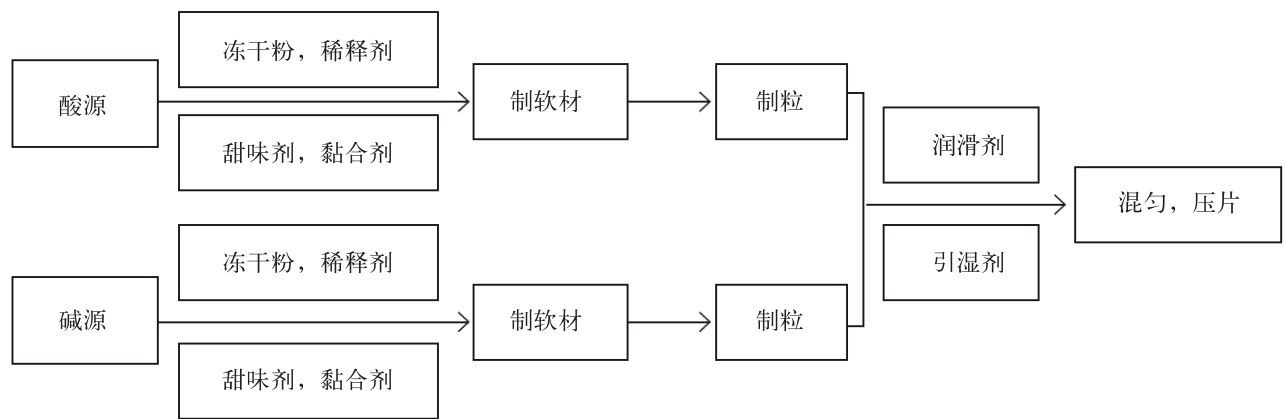


图1 白菜冻干粉泡腾片的制作工艺

1.3.3 单因素分析

根据以上流程,分别探讨酸源、碱源、润滑剂、甜味剂、黏合剂5个单因素对泡腾片制备效果的影响。

1.3.3.1 因素一:酸源 设置柠檬酸、酒石酸为酸源的2个处理,控制各个辅料的用量比例,其中白菜冻干粉22%,碳酸氢钠22%(作泡腾片崩解剂),酸源28%(柠檬酸或酒石酸),稀释剂(玉米淀粉)22%,阿斯巴甜0.9%。操作方法如1.3.2。由于泡腾片的特殊性质,主要以口感、外观、崩解时限和效果、崩解后产生的CO₂量和pH值为评价指标。其中,外观、口感、崩解效果按优(5)、良(4)、中(3)、劣(2)、差(1)进行评分^[7],确定出最优酸源种类和最佳配比。

1.3.3.2 因素二:碱源 设置碳酸氢钠、无水碳酸钠、无水碳酸钾3个碱源处理,控制各个辅料的用量比例,其中控制酸源为28%、白菜冻干粉22%、碱源22%(碱源分别考察的是碳酸氢钠,无水碳酸钠和无水碳酸钾)、玉米淀粉22%、阿斯巴甜0.9%。操作方法如1.3.2,做出泡腾片后以泡腾片的口感、崩解时限、崩解后产生的CO₂量和pH值为评价指标,确定出最优碱源种类和最佳配比。

1.3.3.3 因素三:润滑剂 分别以水溶性聚乙二醇6000、疏水性硬脂酸镁、滑石粉为润滑剂^[8],其他因素不变,按1.3.2操作方法制作泡腾片,以压片操作和成品外观为评价指标,挑选出最佳润滑剂种类和最佳配比。

1.3.3.4 因素四:甜味剂 分别以阿斯巴甜、甘露醇、蛋白糖为甜味剂,其他因素不变,按1.3.2操作方法制作泡腾片,主要以口感、甜度、外观、产气效果为评价指标,选出最佳甜味剂种类和最佳配比。

1.3.3.5 因素五:黏合剂 分别以60%蔗糖糖粉溶液、10%PVP乙醇溶液、10%淀粉浆为黏合剂,其他因素不变,按1.3.2操作方法制作泡腾片,主要以颗粒均匀度、压片操作、崩解时限、软材性状为评价指标,选出最佳黏合剂种类和最佳配比。

1.3.4 基于单因素分析结果的泡腾片质量检查

1.3.4.1 产气量的测定

采用质量损失法,精密称定50 mL烧杯[内有

20 mL温度为(20±5)℃水]的质量。精密称定1片白菜冻干粉泡腾片的质量,置于该烧杯中,直到泡腾片周围的气体不再逸出,或泡腾片完全溶解分散在水中,再测定烧杯和溶液的质量。平行操作6次,获得产气量并求平均值。产气量公式:

$$V_{\text{CO}_2}(\text{mL}) = [m_{\text{未放入泡腾片的烧杯}}(\text{g}) + m_{\text{泡腾片}}(\text{g}) - m_{\text{泡腾完全后的烧杯}}(\text{g})] / \rho_{\text{CO}_2} \times 1000, \text{其中} \\ \rho_{\text{CO}_2} = 1.997 \text{ g/L}.$$

1.3.4.2 pH值的测定

参照郑丹丹等^[9]测定方法并稍作改动,取1片泡腾片,放入盛有20 mL去离子水(水温约20℃)的烧杯中,待片剂完全溶解后,用实验室pH计FE20测定其pH值,平行测定6片,计算6次结果的平均值。

1.3.4.3 崩解时限

在250 mL烧杯中[内有20 mL温度为(20±5)℃水]放入1片成品泡腾片,待其片剂完全分散于水中或无气体逸出时,记下时间,该时间即为泡腾片的崩解时限。按该方法检查6片泡腾片(6片均应在5 min内完全崩解)。

1.3.4.4 质量差异

随机抽取药片20片,准确称取总质量,求得药片平均质量后,再分别准确称取各药片的质量,根据《中华人民共和国药典》(2015版)^[10],按下式计算药片质量差异限度:

药片质量差异限度=[(每片质量-平均药片质量)/平均药片质量]×100%。

1.3.4.5 脆碎度

根据《中华人民共和国药典》(2015版)^[10]的规定,取制得的泡腾药片10片,准确称量总药片质量后,置于片剂多用测定仪的脆碎盒中,选择开关并拨至“碎脆”挡,振动4 min,除去细粉和碎粒,称量脆碎后药品总质量,用原来的药品总质量减去脆碎后药品总质量,差值再除以原来的药品总质量,比值不得超过1%,该比值称为减重率。即减重率=(药品原总质量-脆碎后药品总质量)/药品原总质量×100%。

2 结果与分析

2.1 酸源的选择结果

表1数据显示:对于泡腾片的崩解时限要求

(5 min)，2种酸源均可满足，其中柠檬酸的平均崩解时间更短，但柠檬酸吸湿性强，易黏冲，对生产车间的温度和湿度要求较高，且在贮藏过程中常出现吸潮、胀片等问题；酒石酸的CO₂起泡量、口感、外观、崩解效果均比柠檬酸略胜一筹，而且酒石酸吸湿性小，更便于生产操作。罗氏集团的维生素C泡腾片就是用酒石酸作为酸源的成功例子。综合考虑实际生产操作及口感等因素，为了满足人们的口味需求，pH值太低或太高均不利于口感，pH值最好介于4.5~5.6^[10]，而酒石酸正好处于该范围，柠檬酸则超出了范围，偏碱性；因此，酒石酸可作为制备白菜冻干粉泡腾片的酸源，且最佳占比为28%。

2.2 碱源的选择结果

从表2可以看出：当碳酸氢钠作为碱源时，CO₂起泡量更加丰富，崩解更加迅速，pH值介于4.5~5.6^[11]，由碳酸氢钠作为泡腾剂碱源所制泡腾片剂的感官评分较高，泡腾片剂外观良好，崩解迅速，溶液中无可见异物，且口感较好。在制备片剂过程中无细粉，没有发生黏冲。而无水碳酸钠和无水碳酸钾都发生了不同程度的黏冲，并

且无水碳酸钾组的崩解时限超出5 min，没有达到《中华人民共和国药典》（2015版）的要求；因此，综合考虑实际生产操作及口感等因素，选择22%碳酸氢钠作为制备白菜冻干粉泡腾片的碱源及其最佳配比。

2.3 润滑剂的选择结果

根据表3结果可知，水溶性润滑剂聚乙二醇6000的压片操作和成品外观更满足要求，滑石粉和硬脂酸镁易黏冲，有松片，滑石粉成品颜色较浅，硬脂酸镁成品形态不完整，表面不光滑；因此，选择5%聚乙二醇6000作为制备白菜冻干粉泡腾片的润滑剂及其最佳配比。

2.4 甜味剂的选择结果

由表4可知，阿斯巴甜、蛋白糖、甘露醇均有不同程度的甜味，相比而言，甘露醇在压片制备过程中产生了黏冲现象，且甘露醇的甜度稍小，无法掩盖白菜风味；蛋白糖对舌头产生了刺激作用，造成舌头麻木，爽口度差；阿斯巴甜作为甜味剂时的崩解时长更长，且满足在5 min内完全崩解或分散在水中；在甜味剂的单因素试验中，各因素对评价指标影响的主次顺

表1 不同酸源所得泡腾片评价结果

酸源种类	外观	崩解效果	口感	CO ₂ 产气量/mL	pH值	崩解时限/s
酒石酸	黄绿色，色泽均匀，形态完整，表面光滑	可见不溶物，崩解迅速，发泡量适中，3~4分	清爽，酸甜可口，细腻，入口润顺，4~5分	0.057	4.50	186
柠檬酸	浅黄棕色，色泽均匀，形态较完整，表面较光滑，3~4分	有明显可见不溶物，崩解迟缓，发泡量少，1~2分	淡而无味，爽口度差，1~2分	0.034	8.22	179

表2 不同碱源所得泡腾片评价结果

碱源种类	外观	崩解效果	口感	CO ₂ 产气量/mL	pH值	崩解时限/s
碳酸氢钠	黄绿色，色泽均匀，形态完整，表面光滑，4~5分	全部溶解或分散，崩解迅速，发泡量适中，4~5分	酸甜可口，细腻，入口柔顺，汤色浑浊，无沉淀，4~5分	0.038	4.89	186
无水碳酸钠	黄绿色，色泽较均匀，形态较完整，表面较光滑，3~4分	部分溶解或分散，崩解稍慢，发泡量偏少，3~4分	较酸或较甜，细腻，柔顺度一般，汤色浑浊，有少量黄色沉淀，3~4分	0.027	7.04	207
无水碳酸钾	黄绿色，色泽不均匀，形态不完整，表面不光滑，1~2分	不溶解或少量溶解，崩解迟缓，发泡量过少，1~2分	不酸或不甜，细腻，柔顺度差，少量崩解，大多沉至底部，1~2分	0.020	6.72	>300

序为口感>甜度>外观>产气效果；因此，0.8%阿斯巴甜可作为甜味剂及其配比最佳选择。

2.5 黏合剂的选择结果

适合的黏合剂可以增强泡腾片剂的可塑性且又不影响泡腾片崩解时的毛细作用。根据表5可知：10%的PVP乙醇溶液颗粒粉末较多，软材松散，且导致酸粒颜色变浅，相比之下，10%的淀粉浆和60%蔗糖溶液崩解时间较短。鉴于蔗糖糖粉具有吸湿性，在压片操作过程中容易产生黏冲，而且蔗糖容易引起蛀牙，同时糖尿病患者不宜食用；因此，综合考虑生产因素和实际情况等因素，最终选用10%淀粉浆作为黏合剂及其最佳配比。

2.6 基于单因素分析的泡腾片质量检查结果

在上述单因素确定后，按照上述最佳配比制得泡腾片，成品每片质量均在0.3 g以上，质量差异限度有19片在 $\pm 5\%$ 以内，有1片超出了 $\pm 5\%$ ，但并未超过1倍；因此，产品均符合《中华人民共和国药典》（2015版）^[10]的规定。

另取10片泡腾片测量的减重率为0.6%（ $<1\%$ ），同时测得泡腾片的产气量、pH值、崩解时限均符合《中华人民共和国药典》（2015版）^[10]的规定。

3 结论与讨论

白菜冻干粉泡腾片研究是一次将蔬菜贮藏、

表3 不同润滑剂下泡腾片性能比较

润滑剂种类	压片操作	成品外观
聚乙二醇6000	在压片过程中，无黏冲，无细粉，无碎片裂片	成品为黄绿色，色泽均匀，形态完整，表面光滑
滑石粉	在压片过程中，轻微黏冲，有较多细粉，有轻微松片	成品为浅黄绿色，色泽均匀，形态较完整，表面较光滑
硬脂酸镁	在压片过程中，严重黏冲，有大量细粉，有严重松片	成品为黄绿色，色泽均匀，形态不完整，表面不光滑

表4 甜味剂种类对泡腾片质量的影响

甜味剂种类	甜度	外观	口感	产气效果
阿斯巴甜	++	色泽均匀，形态完整，表面光滑	甜度适中，细腻，爽口度好	起泡剧烈，持续时间长
甘露醇	+	色泽均匀，形态较完整，表面较光滑	甜度适中，细腻，爽口度较好	起泡剧烈，持续时间较短
蛋白糖	++	色泽均匀，形态较完整，表面较光滑	对舌头有刺激性，爽口度差	起泡剧烈，持续时间短

注：+表示有甜味；++表示甜味很明显。

表5 黏合剂种类对泡腾片质量的影响

黏合剂种类	颗粒均匀度	压片操作	软材性状	崩解时限
10%淀粉浆	颗粒均匀	无黏冲，片剂易从模具中取下	制黏效果好，酸粒与碱粒颜色相同，呈黄绿色	崩解迅速，起泡剧烈，持续时间短
60%蔗糖糖粉	颗粒均匀	无黏冲，片剂易从模具中取下	制黏效果好，酸粒与碱粒颜色相同，呈黄绿色	崩解迅速，起泡剧烈，持续时间较短
10%PVP乙醇	颗粒粉末较多	无黏冲，片剂易从模具中取下	软材松散，酸粒与碱粒颜色不相同，呈黄绿色，但酸粒颜色偏浅	崩解迅速，起泡剧烈，持续时间长

防止营养成分流失与最终产品三者相结合的大胆尝试,与已有文献中多糖、维生素、茶多酚总提取物、姜汁泡腾片等研究^[12-15]的不同在于,其不是采取类似植物提取物作为原料,而是直接利用了整株植物,使有限的资源得到充分利用。当然,目前白菜冻干粉的研究至少在下述2个方面还待进一步深入研究:一是所用辅料部分并非纯天然的;二是相关急性毒性试验以及安全性评价。

综上所述,确定出白菜冻干粉泡腾片最佳质量配比为:白菜冻干粉为22%,22%的碳酸氢钠为碱源,28%的酒石酸为酸源,5%的聚乙二醇6000为润滑剂,0.8%的阿斯巴甜为甜味剂,适量10%淀粉浆为黏合剂。该白菜冻干粉泡腾片的制备方法(粉末直接压片法)工艺简单,成本较低,操作方便,制得的片剂外观整洁,溶解在水中后所得溶液澄清无可见不溶物,酸甜可口,爽口度好。白菜冻干粉泡腾片工艺的初步研究,为白菜及白菜类作物进一步深度加工、满足市场不同需求提供了参考。

参考文献

- [1] 刘延刚,沈兆堂,张永涛,等.大白菜的营养保健功能及秋季安全优质高效栽培技术[J].上海农业科技,2015(2):87-90.
- [2] BARRETT DM, LLOYD B. Advanced preservation methods and nutrient retention in fruits and vegetables[J].Journal of the Science of Food and Agriculture,2012,92(1):7-22.
- [3] 凌智群.一种白菜冻干粉的制备方法及其白菜冻干粉应用:201910398346.4[P].2016-05-14.
- [4] 王淑华,林永强.泡腾片的常用辅料及制备方法[J].食品与药品,2006,8(3):70-72.
- [5] 郭晓青,吴金鸿,刘畅,等.明日叶黄酮类物质泡腾饮片的研制[J].食品科学,2013,34(12):346-350.
- [6] 周治德.芦荟甙提取及泡腾片工艺研究[D].长沙:湖南农业大学,2014.
- [7] 王宁,陈雪峰,王锐平.茶饮料泡腾片的加工工艺[J].食品与发酵工业,2007,33(3):151-154.
- [8] 崔福德.药剂学[M].北京:人民卫生出版社,2006:111-140.
- [9] 郑丹丹,王京龙,张立华,等.竹叶提取物泡腾片的制备工艺优化及其质量分析[J].食品科学,2016,37(8):39-44.
- [10] 国家药典委员会.中华人民共和国药典(四部)[M].北京:中国医药科技出版社,2015:118-120.
- [11] 付艳秋,陈仁财,韩静,等.黑枸杞泡腾片的制备[J].食品与发酵工业,2015,41(12):176-179.
- [12] 韩晶,刘波,刘庆梅,等.龙须菜寡糖泡腾片的制备工艺及其抗食物过敏活性研究[C]//中国食品科学技术学会第十五届年会论文摘要集.中国食品科学技术学会,2018:194-195.
- [13] 赵肖通,张彦青,李成波,等.姬松茸多糖泡腾片的配方优化[J].食品与机械,2016,32(4):226-230.
- [14] 于琛.绿茶维生素C泡腾片的研制[J].海峡药学,2012,24(11):27-29.
- [15] 张卉,张晓军,孙海娇,等.姜汁冻干粉泡腾片的制备及其配方优化[J].食品研究与开发,2016,37(24):67-70. 图

加快国产! 中国科研团队构建完成西兰花DNA指纹图谱库

2020年1月11日,浙江西兰花新品种大会对外宣布,国家西兰花良种重大科研联合攻关组构建完成了西兰花DNA指纹图谱库。西兰花DNA指纹图谱库的构建完成和鉴定技术体系的建立,将为实现西兰花种质资源共享与利益分配提供强有力的技术保障,为品种权保护和种质材料的共享共用保驾护航。

由于中国西兰花种子供给长期为外国垄断,2018年,农业农村部成立国家西兰花良种重大科研联合攻关组,旨在选育一批具有重大推广应用前景、能够部分替代国外品种或适合国内消费需求的西兰花新品种,计划5年内实现“替代进口、引领全国、带动产业”的目标。2019年,攻关组以加快构建完成中国西兰花种质材料及主要育成品种DNA指纹图谱库、建立“分子身份证”为工作重点,同时建立种质亲缘关系和纯度鉴定技术体系,以加快西兰花品种的“国产化”进程。同时,2019年攻关组育成新品种51个,其中申请品种权保护31个。 图