



引用格式:朱贝贝,蔡持,耿宗泽,等. 烟用爆珠干燥前处理工艺的研究[J]. 轻工学报,2020, 35(3):52-59.

中图分类号:TS49 文献标识码:A

DOI:10.12187/2020.03.007

文章编号:2096-1553(2020)03-0052-08

烟用爆珠干燥前处理工艺的研究

Study on pre-drying treatment technology of breakable capsules in cigarette

朱贝贝¹,蔡持²,耿宗泽¹,费翔²,罗诚¹,杨本刚²,尹嵩²,李东亮¹
ZHU Beibei¹, CAI Chi², GENG Zongze¹, FEI Xiang², LUO Cheng¹, YANG Bengang²,
YIN Song², LI Dongliang¹

关键词:

烟用爆珠;干燥前处理;钙化;爆珠粒径;爆珠压碎强度

1. 四川中烟工业有限责任公司技术中心,四川 成都 610066;

2. 四川三联新材料有限公司,四川 成都 610000

1. Technology Center, China Tobacco Sichuan Industrial Co., Ltd., Chengdu 610066, China;

2. Sichuan Sanlian New Materials Co., Ltd., Chengdu 610000, China

Key words:

breakable capsule
in cigarette; pre-drying
treatment; calcification;
particle size
of breakable capsule;
crushing strength of
breakable capsule

摘要:采用水清洗、乙醇清洗、钙化处理后水清洗、钙化处理后乙醇清洗4种工艺分别对爆珠进行干燥前处理,从中筛选出适宜的前处理工艺,在此基础上分析钙化浓度对爆珠粒径和压碎强度的影响,确定爆珠干燥前钙化处理中的钙化浓度.结果表明:钙化处理后水清洗为适宜的爆珠干燥前处理工艺,0.3%为适宜的钙化浓度.采用该爆珠干燥前处理工艺和钙化浓度,可以缩短湿爆珠干燥时间、减少能耗,提高生产效率和成品爆珠产品质量的一致性.

收稿日期:2019-12-27

基金项目:成都市科技项目(2018-YF05-00344-GX)

作者简介:朱贝贝(1991—),女,河南省商丘市人,四川中烟工业有限责任公司助理工程师,主要研究方向为烟草化学、烟用材料.

通信作者:李东亮(1973—),男,山西省平遥市人,四川中烟工业有限责任公司研究员,主要研究方向为卷烟生产、卷烟加香、烟用材料.

Abstract: Four kinds of pre-drying treatment technology: water cleaning, ethanol cleaning, water cleaning after calcification treatment and ethanol cleaning after calcification treatment, were used to dry the breakable capsule and select the appropriate pre-drying treatment technology. The influence of calcification concentration on the particle size and crushing strength of the breakable capsule was analyzed, and the calcification concentration in the process of calcification before the breakable capsule drying was determined. The results showed that the water cleaning after calcification treatment was the appropriate pre-drying treatment technology for breakable capsule, and 0.3% was the appropriate calcification concentration. The use of the pre-drying treatment technology and calcification concentration could shorten the drying time of wet breakable capsule, reduce energy consumption, and improve the production efficiency and the consistency of finished breakable capsule products.

0 引言

烟用爆珠俗称胶囊、香珠,里面包裹了由香精香料、中草药提取物和适量溶剂调制成的特色香味液体,在卷烟中添加爆珠是卷烟加香的一种原味补偿技术^[1]。烟用爆珠中添加不同性质的内容物,可以丰富卷烟香气、改善卷烟吃味、降低卷烟有害成分^[2]。近年来,随着爆珠卷烟在国内外市场的迅速发展,烟草企业逐渐加大了对卷烟爆珠的研究。相比国外,国内烟草行业对卷烟爆珠研究的起步较晚,现阶段主要集中在爆珠芯材的溶剂^[3-4]、壁材中的添加剂^[5]、爆珠对卷烟主流烟气的影响等检测分析方面^[6-7],而对其生产工艺的研究却鲜有报道。

目前,爆珠制备产业化常用的方法是同心成膜法:滴制机的同心喷头将壁材溶液和芯材溶液按不同速度喷出;壁材将一定量的芯材包裹后滴入另一种不相溶的冷却液中凝固成型;经后续固化和干燥制得成品爆珠^[1]。爆珠滴制冷却液的主要成分是一种油溶性溶剂,需通过干燥前处理用水或乙醇清洗将其去除。由于滴制后油溶性的冷却液包裹在爆珠表面,并且湿爆珠壁材含水率在90%以上,硬度低,导致出现干燥时间较长(约8 h)、外观圆整度较差、产品质量一致性差异较大等问题。如何快速高效地去除湿爆珠壁材中的水分,提高湿爆珠的硬度,进而提高爆珠的生产效率和品质,是爆珠生产过程中急需解决的问题。爆珠壁材的主要成

分是海藻酸钠,这是一种成膜性很强的多糖类线型聚合物^[2],海藻酸钠G单元上的 Na^+ 与 Ca^{2+} 发生离子交换反应可生成结构致密的海藻酸钙^[8-10]。而引入 Ca^{2+} 后, Ca^{2+} 可以与海藻酸钠G单元上的多个O原子发生螯合作用,使海藻酸钠链间进行交联,生成结构更致密的海藻酸钙凝胶,从而在制备海藻酸钙药用胶囊中能够较好地保持胶囊原有的形状^[9],但钙化过程对卷烟爆珠制备的影响尚不清楚。

鉴于此,本文拟采用水清洗、乙醇清洗、钙化处理后水清洗、钙化处理后乙醇清洗4种工艺对爆珠进行干燥前处理,以筛选出适宜的前处理工艺,并分析钙化浓度对爆珠粒径和压碎强度的影响,以期实现缩短爆珠干燥时间、改善产品质量、提高生产效率、节约生产成本的目的,为烟用爆珠工业化生产提供一定的参考和借鉴。

1 材料与amp;方法

1.1 试剂与amp;仪器

主要试剂:胶粉(混合物,主要成分为海藻酸钠)、甘油(质量分数99.5%),云南巴菰生物科技有限公司产;MTC芯材(质量分数99%),上海陆安生物科技有限公司产;1886.220着色剂,上海爱普生物科技有限公司产; CaCl_2 (质量分数99%),广州穗欣化工有限公司产;乙醇(质量分数99%),成都海俊化工有限公司产。

主要仪器:304材质150L化胶罐、双锐孔液中点滴式无缝滴丸机、304材质防爆4风道

干燥转笼,云南巴菰生物科技有限公司产; ZL23 烟用爆珠综合测试仪,成都瑞拓科技股份有限公司产。

1.2 实验方法

1.2.1 钙化液的配制 将水、甘油和着色剂按照 10 000 : 50 : 3 的质量比混合,制备钙化液。分别准确称取水 10 000 g,甘油 50 g,着色剂 3 g,加入不锈钢桶内,然后加入一定量的 CaCl_2 ,搅拌溶解,配制成 CaCl_2 质量分数分别为 0.1%、0.3%、0.6%、0.9% 的钙化液。

1.2.2 湿爆珠的制备 爆珠生产工艺流程(如图 1 所示)为:将胶粉加入经去离子水稀释的体积分数为 1% 的甘油中,在化胶罐中,于温度为 75 ℃,转速为 50 r/min 的条件下充分溶解,配制成一定质量浓度的胶粉溶液;使用无缝滴丸机将胶粉溶液和芯材按一定比例滴制成直径为 (3.1 ± 0.2) mm 的湿爆珠,严格控制 10 粒湿爆珠壁材的重量为 (46.5 ± 1.5) mg;将湿爆珠清洗后进行干燥,将干燥好的爆珠使用乙醇二次清洗,以去除干燥过程中因破损爆珠香精外露而包裹在其他爆珠表面的香精,然后放置平衡间平衡,经筛选后,进行外观检测。

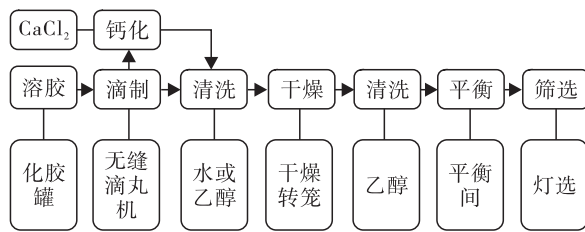


图 1 爆珠生产工艺流程图

Fig. 1 Production process of breakable capsules

1.2.3 烟用爆珠干燥前处理工艺的筛选 将滴制的湿爆珠随机分组,每份 7 kg,分别采用水清洗、乙醇清洗、钙化处理后水清洗和钙化处理后乙醇清洗 4 种不同工艺进行干燥前预处理。其中,钙化处理即将湿爆珠浸泡在 0.6% 的钙化液中处理 30 min。然后将处理过的湿爆珠分

别转入同一个转笼中,在温度 29 ℃,湿度 34%,转速 30 r/min 的条件下进行干燥,干燥至爆珠壁材最终含水率为 0.8% 左右,记录所用干燥时间。经二次清洗、平衡、筛选后获得成品爆珠。随机取 150 粒成品爆珠,使用爆珠综合测试仪在施压速度为 25 cm/min 条件下,测定成品爆珠的粒径和压碎强度。使用 Spss 20.0 数据处理软件进行数据分析。研究不同的干燥前处理工艺对湿爆珠干燥时间、爆珠粒径、爆珠压碎强度的影响,确定最佳的干燥前处理工艺。

1.2.4 烟用爆珠干燥前处理工艺中钙化浓度的确定 选用已确定的最佳干燥前处理工艺,进一步研究钙化浓度(本文用钙化液中 CaCl_2 的质量分数表征钙化浓度)对爆珠物理指标的影响。将滴制的湿爆珠随机分组,每份 7 kg,将湿爆珠浸泡在钙化浓度分别为 0.1%、0.3%、0.6%、0.9% 的钙化液中处理 30 min。经二次清洗、平衡、筛选后获得成品爆珠。随机取 150 粒成品爆珠,使用爆珠综合测试仪在施压速度为 25 cm/min 条件下,测定爆珠的粒径和压碎强度。使用 Spss 20.0 数据处理软件进行数据分析。研究钙化浓度对爆珠粒径、爆珠压碎强度的影响,确定最佳的钙化浓度。

2 结果与讨论

2.1 烟用爆珠干燥前处理工艺的筛选结果

2.1.1 干燥前处理工艺对湿爆珠干燥时间的影响 采用不同的干燥前处理工艺,湿爆珠干燥时间分别为水清洗 8 h,乙醇清洗 6 h,钙化处理后水清洗 5.5 h,钙化处理后乙醇清洗 4.5 h。乙醇清洗湿爆珠的干燥时间与水清洗相比,干燥效率提高了 25%,乙醇可以缩短湿爆珠的干燥时间,提高干燥效率,这是由于乙醇具有脱水作用^[14],且乙醇的极性小于水的极性,不仅可以使湿爆珠表面脱水,还可以更好地清除湿爆珠表面包裹的油性溶剂,使爆珠中的水分更容

易挥发,进而提高湿爆珠的干燥效率.钙化处理后水清洗湿爆珠的干燥时间缩减到 5.5 h,干燥效率与单独水清洗相比提高了 31.25%.而钙化处理后乙醇清洗湿爆珠的干燥时间缩减到 4.5 h,干燥效率与单独乙醇清洗相比提高了 43.75%.由此可以看出,钙化处理也可以缩短湿爆珠的干燥时间.这可能是由于湿爆珠壁材的主要成分是海藻酸钠,在钙化过程中,壁材中的海藻酸钠与溶液中的 Ca^{2+} 发生离子交换反应(反应过程如图 2 所示),生成结构致密的海藻酸钙^[9],从而使爆珠壁材的含水率下降,干燥时间缩短,干燥效率提高.

2.1.2 干燥前处理工艺对爆珠粒径的影响

粒径是根据烟支规格、感官要求和滤棒加工工艺等指标而规定的爆珠的直径,粒径分布可以表征爆珠大小的一致性,可以间接反映爆珠产品质量的一致性.干燥前处理工艺对爆珠粒径的影响如图 3 所示.从图 3 可以看出,乙醇清洗对爆珠粒径均值 MV 和标准差 SD 影响较小;钙化处理对爆珠粒径均值影响也较小,但使粒径分布范围减小,粒径标准差降低.这可能是由于

钙化过程中生成了结构致密的海藻酸钙凝胶壁材,使湿爆珠的硬度增加,在干燥过程中爆珠能够较好地保持其原有的形状,干燥后粒径分布较为均匀,产品质量一致性较好.

2.1.3 干燥前处理工艺对爆珠压碎强度的影响

压碎强度是在规定条件下对爆珠进行挤压,爆珠被挤压爆裂(破碎)时承受的压力,是衡量爆珠性能的关键物理指标,不仅可以反映爆珠的制造工艺水平,还对爆珠在滤棒中的添加和消费者感官体验有直接影响.干燥前处理工艺对爆珠压碎强度的影响如图 4 所示.从图 4 可以看出,钙化处理对爆珠压碎强度均值影响较小,但使压碎强度标准差增大,分布范围增大.这可能是由于在钙化过程中,当钙化浓度较低时,海藻酸钠分子链上的位点无法被完全占据,交联密度较低,湿爆珠钙化不完全;当钙化浓度过高时,交联速度过快,交联过程不易控制,这两种情况都可能得到交联不均的海藻酸钙爆珠壁材^[10-12],因此,钙化可使爆珠压碎强度标准差增大.而乙醇清洗对爆珠压碎强度均值影响较小,但使爆珠压碎强度标准差增大,这

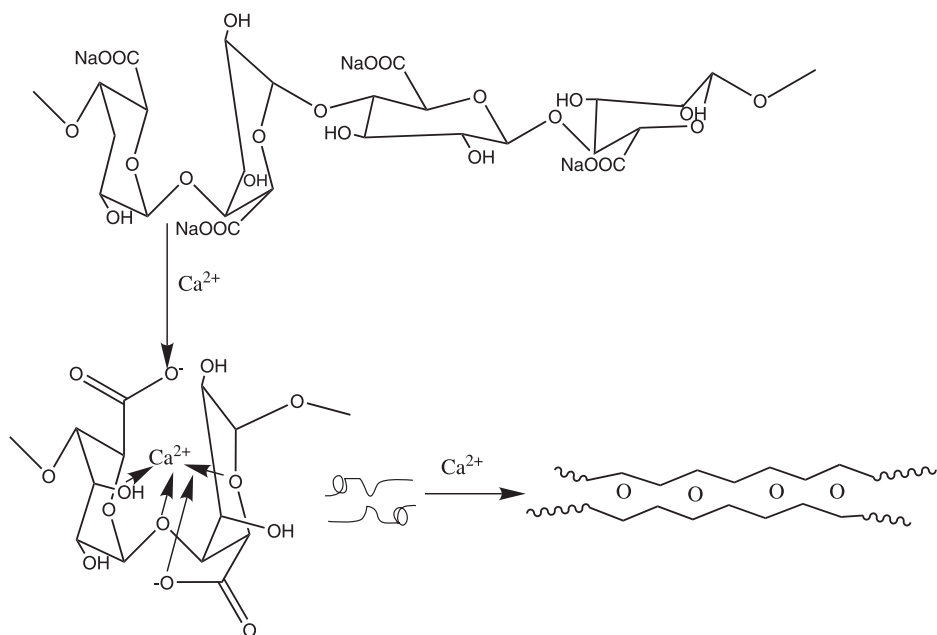


图 2 海藻酸钠与 Ca^{2+} 离子交换反应

Fig. 2 Sodium alginate and Ca^{2+} ion exchange reaction

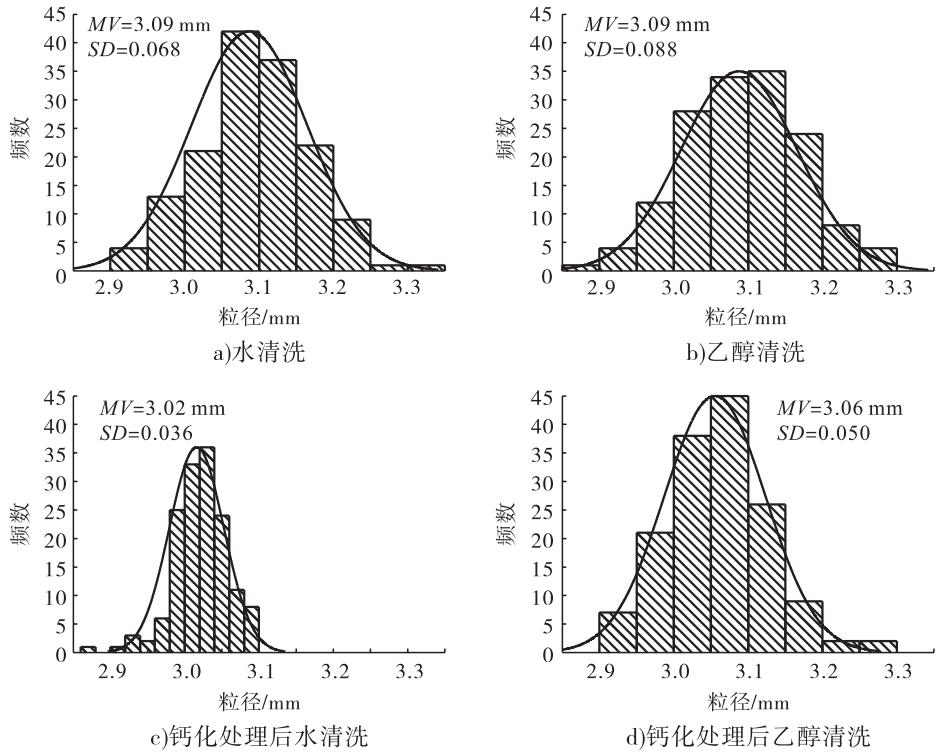


图3 干燥前处理工艺对爆珠粒径的影响

Fig. 3 Effect of pre-drying treatment technology on the particle size of breakable capsule

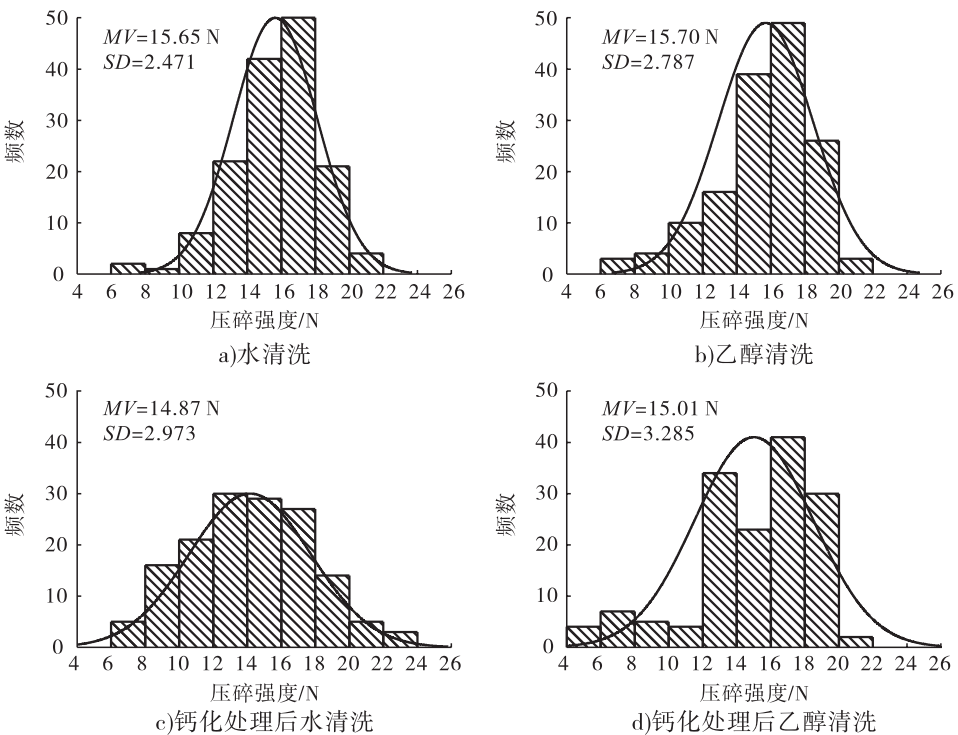


图4 干燥前处理工艺对爆珠压碎强度的影响

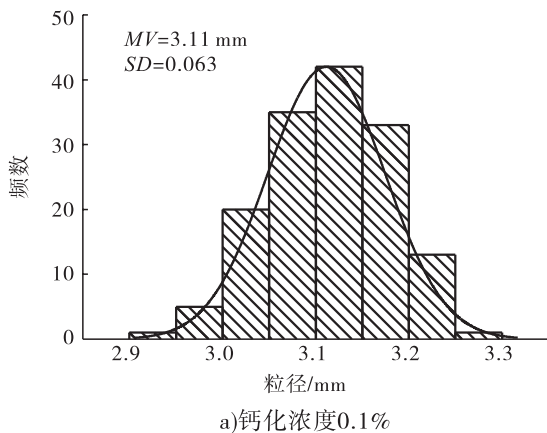
Fig. 4 Effect of pre-drying treatment technology on the crushing strength of breakable capsule

可能是由于乙醇可以使生物材料表面快速脱水^[13],而脱水较快又导致脱水不均匀,进而使产品质量一致性差异增大。

综上所述,钙化处理可以缩短湿爆珠的干燥时间,使粒径分布范围减小,粒径标准差降低,并且对爆珠压碎强度均值影响较小,因此干燥前处理工艺适合使用钙化处理。同时,相比水清洗,乙醇清洗虽然可以相对缩短爆珠的干燥时间,但却使爆珠压碎强度标准差增加,导致产品质量一致性差异较大,因此,干燥前处理工艺适合选用水清洗。综合考虑,适宜的干燥前处理工艺为:先钙化处理,再进行水清洗。

2.2 烟用爆珠干燥前处理工艺中钙化浓度的确定结果

2.2.1 钙化浓度对爆珠粒径的影响 钙化浓



度对爆珠粒径的影响如图 5 所示。从图 5 可以看出,随着钙化浓度的升高,爆珠粒径均值、标准差均无明显变化。这表明钙化浓度对爆珠粒径影响较小。

2.2.2 钙化浓度对爆珠压碎强度的影响

钙化浓度对爆珠压碎强度的影响如图 6 所示。从图 6 可以看出,钙化浓度对爆珠压碎强度均值无显著影响,但随着钙化浓度的增大,压碎强度标准差先减小后增大,压碎强度分布范围也呈先减小后增大的趋势。当钙化浓度为 0.3% 时,爆珠压碎强度标准差最小,产品质量一致性最好。这可能是由于 Ca^{2+} 与爆珠海藻酸钠壁材发生交联反应,当钙化浓度较低时,湿爆珠钙化不完全;当钙化浓度过高时,导致交联速度太快,交联时间太短,使与钙化液接触的表面过于迅

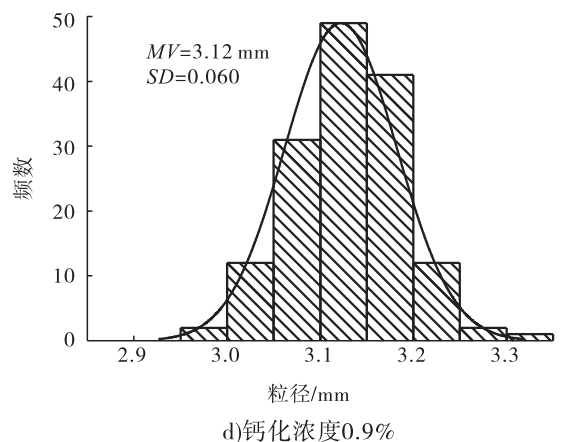
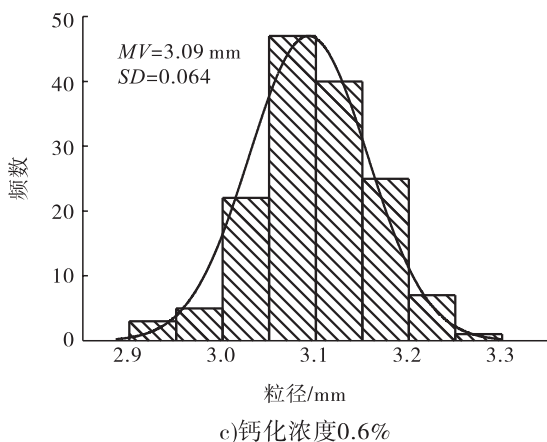
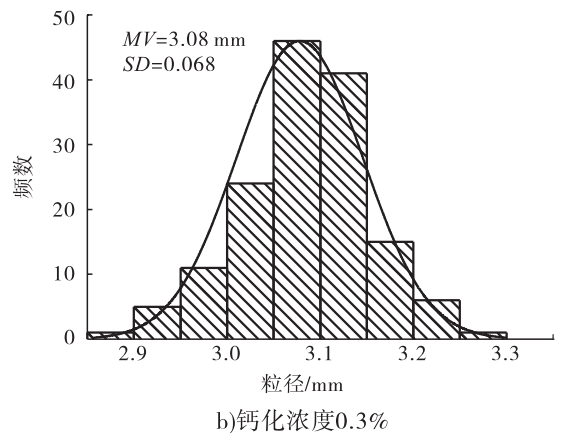


图 5 钙化浓度对爆珠粒径的影响

Fig. 5 Effect of calcification concentration on the particle size of breakable capsule

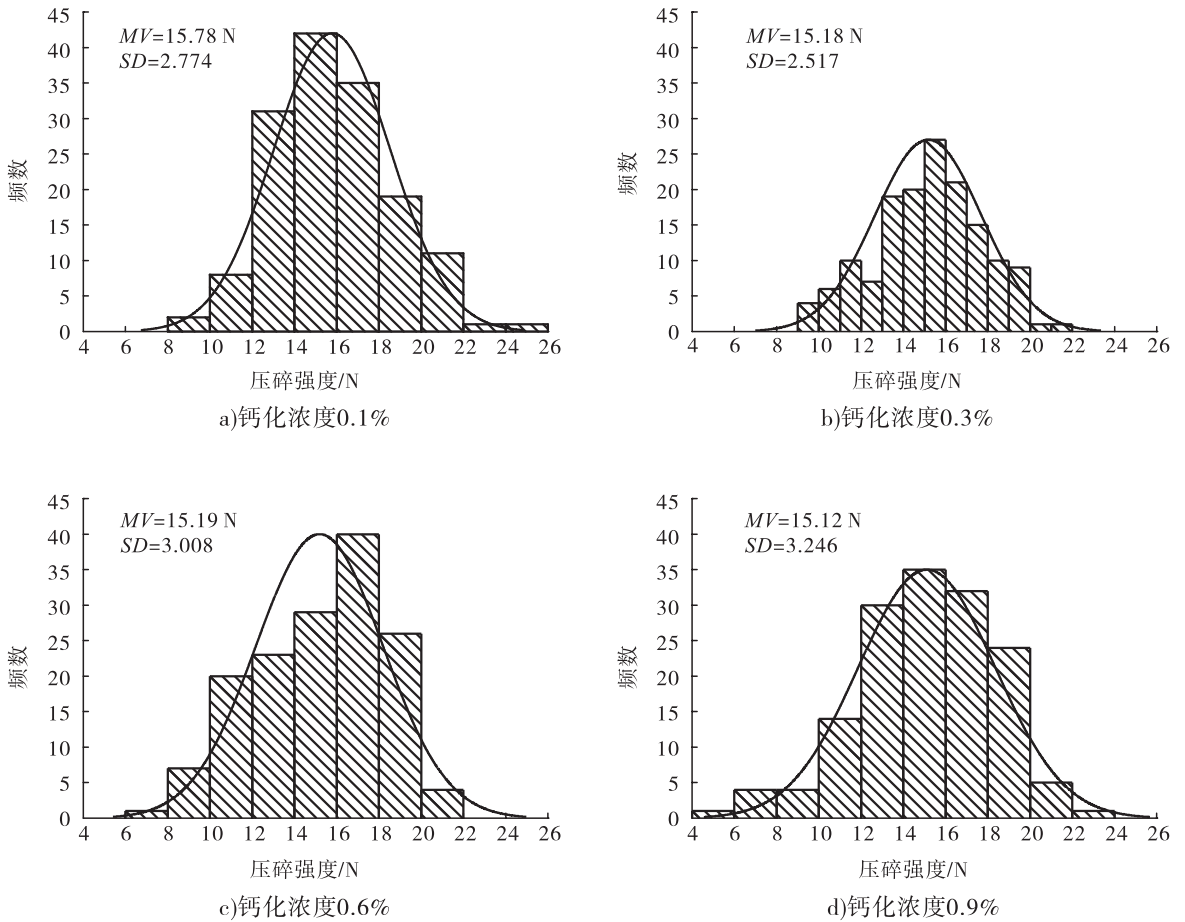


图6 钙化浓度对爆珠压碎强度的影响

Fig.6 Effect of calcification concentration on the crushing strength of breakable capsule

速钙化,形成致密的交联结构,阻碍了 Ca^{2+} 向内部扩散,而靠近芯液的湿爆珠壁材未能充分钙化,易得到交联不均匀的凝胶结构^[10,14-15].这两种情况都可能导致钙化不完全,不完全钙化的湿爆珠在干燥脱水的过程可能因脱水不均匀而导致产品质量一致性差异较大.

综上所述,钙化浓度对爆珠粒径影响较小,对爆珠压碎强度均值无显著影响;但随着钙化浓度的增大,压碎强度标准差先减小后增大,压碎强度分布范围也呈先减小后增大的趋势.当钙化浓度为 0.3% 时,爆珠压碎强度标准差最小,产品质量一致性最好.综合考虑,适宜的钙化浓度为 0.3%.

3 结论

本研究分别采用水清洗、乙醇清洗、钙化处

理后水清洗、钙化处理后乙醇清洗 4 种工艺对爆珠进行干燥前处理,从中筛选出适宜的前处理工艺.在此基础上分析钙化浓度对爆珠粒径和压碎强度的影响,得到如下结论:1) 钙化处理可以缩短湿爆珠干燥时间,减少粒径分布范围,降低粒径标准差,并且对爆珠压碎强度均值影响较小,而乙醇清洗会使爆珠压碎强度标准差增加,产品质量一致性差异较大,适宜的爆珠干燥前处理工艺为钙化处理后水清洗;2) 钙化浓度对爆珠粒径影响较小,其为 0.3% 时爆珠压碎强度标准差最小,产品质量一致性最好.

参考文献:

[1] 洪广峰,邱纪青,李国政,等. 国外爆珠卷烟研究进展[J]. 中国烟草学报,2019,25(4):124.

- [2] 崔春,孟祥士,纪朋,等. 陈皮爆珠对卷烟常规理化指标和感官品质的影响[J]. 轻工学报, 2019,34(5):40.
- [3] 何媛,彭军仓,吕娟,等. GC/MS 指纹图谱及系统聚类分析用于烟用爆珠内含物的测定[J]. 烟草科技,2018,51(7):54.
- [4] 席辉,柴国璧,张启东,等. 卷烟爆珠溶剂中链甘油三酯的分离与鉴定[J]. 烟草科技,2018,51(7):61.
- [5] 刘秀明,张健,刘亚,等. 高效液相色谱法同时测定爆珠壁材中8种水溶性着色剂[J]. 中国测试,2018,44(3):48.
- [6] 朱凤鹏,李雪,罗彦波,等. 爆珠破碎对主流烟气有害成分释放量和滤嘴截留的影响[J]. 烟草科技,2017,50(4):37.
- [7] 朱瑞芝,詹建波,蒋薇,等. GC-MS/MS 法分析爆珠关键成分在卷烟中的转移行为[J]. 烟草科技,2018,51(6):58.
- [8] XIE Z P, WANG X, JIA Y, et al. Ceramic forming based on gelation principle and process of sodium alginate[J]. Materials Letters, 2003, 57(9):1635.
- [9] 张东. 褐藻胶植物肠溶空心硬胶囊制备技术[D]. 青岛:中国海洋大学,2010.
- [10] 郭庆. 毫米级海藻酸钙基大胶囊的可控制备、囊壁改性及其性能[D]. 武汉:武汉纺织大学,2018.
- [11] 王康,何志敏. 海藻酸钠与钙或锌离子凝胶动力学过程研究[J]. 离子交换与吸附, 2004(5):424.
- [12] 许加超,卢伟丽,高昕,等. 氯化钙体系制备的褐藻酸钙凝胶特性的研究[J]. 渔业科学进展, 2010,31(1):100.
- [13] KLEMM W R. Dehydration: A new alcohol theory[J]. Alcohol, 1990, 7(1):49.
- [14] 张青,许加超,付晓婷,等. 钙化条件对海藻酸钙空心硬胶囊成型性的影响[J]. 中国海洋药物, 2012(5):11.
- [15] PATHAK T S, YUN J H, LEE J, et al. Effect of calcium ion (cross-linker) concentration on porosity, surface morphology and thermal behavior of calcium alginates prepared from algae (*Undaria pinnatifida*) [J]. Carbohydrate Polymers, 2010, 81(3):633.