制造技术

于浩，王艳梅，孙东亮 , 等 . 基于植物胶的爆珠壁材配方设计及其工艺优化 [J]. 中国烟草学报，2020，26（2）. YU Hao, WANG Yanmei, SUN Dongliang, et al. Formula design of wall material of cigarette breakable capsules based on plant glue and optimization of manufacturing process [J]. Acta Tabacaria Sinica, 2020, 26 (2). doi:10.16472/j.chinatobacco.2019.198

基于植物胶的爆珠壁材配方设计及其工艺优化

于浩[1]，王艳梅[1]，孙东亮[2]，王志勇[1]，袁霆[1]，王琦琦[1]，刘哲[2]，李玉辉[3]

1 将军烟草集团有限公司，山东省济南市历城区将军路1111号 250100；
2 山东中烟工业有限责任公司济南卷烟厂，山东省济南市高新区科航路2006号 250104；
3 山东中烟工业有限责任公司技术中心，山东省青岛市崂山区株洲路137号 266101

摘　要：为解决动物胶爆珠在国际市场上的材质禁忌和可贮存周期不足问题，在植物胶壁材取代动物胶壁材基础上，采用单因子试验粗选和正交试验平衡优化结合的方法，对溶胶温度、搅拌速度、卡拉胶添加比例及丙三醇添加比例共 4 个因子进行显著性检验和直观分析。结果表明：①溶胶温度、搅拌速度、卡拉胶添加比例及丙三醇添加比例均对植物胶壁材爆珠品质有极显著影响，其影响顺序为：搅拌速度 > 丙三醇添加比例 > 卡拉胶添加比例 > 溶胶温度。②植物胶壁材爆珠溶胶工艺参数宜为：溶胶温度 80℃、搅拌速度 180 r.min^{-1}、卡拉胶添加比例 0.5%、丙三醇添加比例 0.9%。③通过提高溶胶温度、搅拌速度、丙三醇添加比例，可使得植物胶壁材爆珠的滴制成型质量优于动物胶壁材爆珠，且可贮存周期明显延长。

关键词：卷烟；爆珠；壁材；工艺；植物胶；动物胶；设计

爆珠添加作为一种卷烟赋香的新技术，实现了卷烟增香和丰富口感层次的作用 [1]，为卷烟品类构建提供更为直接的感知支撑手段，成为当前推动卷烟产品供给侧结构性改革的重要思路 [2]。国内爆珠卷烟近些年虽发展迅速，且爆珠类型日渐丰富，但相关产品尤其是壁材的研究报道较少 [1]。随着爆珠烟在国际市场的拓展，为避免宗教禁忌、疯牛病等客观因素影响，爆珠壁材中的动物明胶应改用植物胶，同时爆珠壁材中的改性淀粉容易吸潮而导致爆珠渗漏、黏连、压力值明显改变，不利于爆珠或爆珠烟的长途海运，质量隐患较大。因此，以爆珠壁材的基料改进为基础，相应调整其他组分的配方比例，并进一步优化工艺参数，开发具有国际市场适应力的新型壁材爆珠非常必要。

1　材料与方法

1.1　材料与仪器

1.1.1　材料

速溶琼脂（珠海物美科技有限公司，食品级）；卡拉胶（郑州四阳化工产品有限公司，食品级）；明胶（河北华峰胶粘剂有限公司，食品级）；改性淀粉（深圳百晟精细化工有限公司，食品级）；丙三醇（天津大茂化学试剂公司，分析纯）；海藻酸钠（青岛南山生物科技有限公司，食品级）；普鲁兰糖（山东康纳公司，食品级）；无水氯化钙（国药集团化学试剂有限公司，分析纯）。

1.1.2　仪器

CHI440C 电子天平（精度 0.01 mg，上海辰华仪器公司）；ZNCL 磁力搅拌加热锅（河南爱博特仪器）；NDJ-5S 粘度计（上海方瑞仪器有限公司）；电动搅

基金项目：细支卷烟升级创新重大专项“爆珠和爆珠滤棒生产质量控制关键技术及其对主流烟气的影响研究”[No.110201901037(XZ-03)]
作者简介：于　浩（1993—），大学本科，助工，主要研究方向：爆珠配方、工艺、设备，Tel：0531-66776713，Email：20989300@qq.com
通讯作者：王艳梅（1991—），助工，Tel：0531-66776713，Email：yanmei _1991@126.com；
孙东亮（1971—），高级工程师，Tel：0531-66776883 ，Email：sdlsd@139.com
收稿日期：2019-06-25；**网络出版日期**：2020-03-30

拌器（德国 IKA）；电热 DHG-9070A 恒温水浴锅（上海精宏试验仪器设备有限公司）；CTS-I 综合指标检测仪（成都瑞拓科技股份有限公司）；BZ-01 爆珠滴制机（将军烟草集团有限公司自主开发）。

1.2　试验方法

1.2.1　试验设计

将试验分为单因子粗筛试验和平衡优化试验两个部分。

1.2.1.1　试验因子的选择

烟用爆珠的生产过程，是将壁材成份（如速溶琼脂、改性淀粉、明胶、卡拉胶等）与增塑剂（如丙三醇）进行混溶掺配、水浴搅拌、滴制成型、干燥固化的过程。其壁材可根据其成份的来源分为动物性和植物性两种。明胶是爆珠壁材的重要组成材料，在 35~40℃以下为凝胶状，起到一定的爆珠骨架作用。其可吸收 5~10 倍的水而膨胀软化，受热则变为胶体 [3]，因此在出口海运和售卖过程中，高温高湿环境下极易失去其骨架功能，导致爆珠质量下降。同时明胶属于动物结缔组织的胶原降解产物，伊斯兰教、犹太教和素食协会的禁忌材料，且有疯牛病病源携带体的嫌疑，因而不利于相关海外部分市场的开拓。海藻酸钠是从褐藻类中提取碘和甘露醇之后的副产物，属于食品级植物胶，可在温和条件下与钙离子快速形成凝胶，其凝胶具有热不可逆性 [4]，在高温、冷冻和酸性介质中仍可维持原有的形体，不发生渗液或收缩，且可促进药品片剂的崩解（即爆珠脆性），因而是明胶的理想替代物。普鲁兰多糖是国际穆斯林、犹太教和素食协会认可的明胶替代物，且可以有效解决改性淀粉吸湿问题，因此采用海藻酸钠、普鲁兰多糖分别替代明胶和改性淀粉生产植物胶壁材爆珠，有利于爆珠烟出口海外部分国家和地区。

为制得高质量的海藻酸钠爆珠壁材，可对其溶胶工艺及其配方进行优化。有研究证明，温度、搅拌速度是影响各种植物胶黏度、凝胶性能的重要因子 [5-9]，这是因为温度直接影响胶液所形成的混合相系的稳定，如改性淀粉在 75℃时糊化 [10-11] 而粘度增高，而在溶胶温度达到 85℃以上时，糊化加剧而粘度降低。搅拌速度对植物胶粘度的影响主要源于胶液的流变性与搅拌速度存在显著的相关关系 [12-13]。同时，考虑到不同材质对爆珠作用以及在滴制过程中适应性特殊要求，琼脂作为固形物与海藻酸钠无交联作用，卡拉胶可与海藻酸钠形成塑性流体凝胶，可将卡拉胶添加比例、丙三醇添加比例列为试验因子 [14-16]。

因此选定溶胶温度、搅拌速度、卡拉胶添加比例、丙三醇添加比例为试验因子。根据前期试验的结果，确定了海藻酸钠、普鲁兰多糖以及其他成分的施加比例，具体比例见表 1。

表 1　配方参数对比

Tab.1　Comparison of formulation parameters

配方类型	明胶 /%	改性淀粉 /%	琼脂 /%	卡拉胶 /%	丙三醇 /‰	海藻酸钠 /%	普鲁兰多糖 /%	说明
动物胶	C_1	C_2	0.75	0.5	0.7	0	0	水比例为 100% 减去各组份比例的和
植物胶	0	0	0.75	待研究	待研究	C_1−0.2	C_2+0.05	

注：C_1、C_2 分别表示原施加比例。

1.2.1.2　单因子粗筛试验

单因子试验的水平设计以动物胶壁材爆珠的配方参数为基础，上下分别设 2 个水平，共 5 个水平（表 2）。

表 2　单因子试验水平设计表

Tab.2　Single factor test level design table

水平	溶胶温度 /℃	搅拌速度 /（r·min^{-1}）	卡拉胶比例 /%	丙三醇比例 /‰	备注
I	50	90	0.3	0.5	
II	60	120	0.4	0.6	
III	70	150	0.5	0.7	原参数水平
IV	80	180	0.6	0.8	
V	90	210	0.7	0.9	

逐因子进行水平轮换试验，制备样品并检测。通过单因子方差分析确定试验各因子对爆珠质量影响的显著性（P 值法 [17]），并用直观分析法分别确定溶胶温度、搅拌速度、卡拉胶比例、丙三醇比例的单因子优选水平 X、Y、Z 和 W。

1.2.1.3　平衡优化试验

以单因子试验确定显著性因子及其优选水平为基准，各因子上下各安排一个水平，设计三水平正交试验，制备样品并检测，用以平衡优选最佳因子的水平组合。各因子的具体水平设计原则见表 3。

1.2.2　样品平衡

将制备的爆珠样品，在 (22±2)℃，(55±5)% RH 的环境下平衡 48 h，待用。

表 3 正交设计因子水平

Tab.3 Factor levels for orthogonal experiment design

水平	因子				备注
	溶胶温度 /℃	搅拌速度 /r·min^{-1}	卡拉胶添加比例 /%	丙三醇添加比例 /‰	
1	X-10	Y-30	Z-0.1	W-0.1	
2	X	Y	Z	W	基准水平
3	X+10	Y+30	Z+0.1	W+0.1	

1.2.3 爆珠评分

每样品随机选取 100 粒爆珠，分别请 15 名有爆珠评定经验的人员，根据表 4 对爆珠外观（表面光洁、圆度、拖尾、偏心、气泡）品质进行评分，取各指标 15 人的评分平均值的和为最终外观得分（M_1）。

每样品随机选取 100 粒爆珠，利用爆珠专用综合测试仪对爆珠的抗压力值、强度、压陷量及粒径四个关键物理指标进行检测，计算其合格率，并按表 5 转化为分数。共测量 3 次，取各指标得分平均值的和为最终物理指标得分（M_2）。

最后计算每个样品的综合得分 $M = M_1 \times 0.2 + M_2 \times 0.8$。

表 4 爆珠外观评分表

Tab.4 Appearance scoring criteria of cigarette breakable capsules

表面光洁		圆度		拖尾		偏心		气泡	
分数	要求	分数	要求	分数	要求	分数	要求	分数	要求
10~15	无杂质，无出油现象晶莹透亮	15~20	良好	15~20	良好	20~25	良好	15~20	良好
5~10	磨砂感，无出油现象，偏暗	10~15	较好	10~15	较好	10~20	较好	10~15	较好
0~5	污浊，出油明显，黯淡无光	0~10	严重	0~15	严重	0~10	严重	0~5	严重

表 5 爆珠物理指标评分表

Tab.5 Physical index scoring criteria of cigarette breakable capsules

合格率区间 /%	抗压力值得分	强度得分	压陷量得分	粒径得分
[100, 100]	30	20	20	30
[100, 90)	每降低 1% 得分降 2 分	每降低 1% 得分降 1 分	每降低 1% 得分降 1 分	每降低 1% 得分降 2 分
(90, 0]	每降低 10% 得分降 1 分	每降低 10% 得分降 1 分	每降低 10% 得分降 1 分	每降低 10% 得分降 1 分

2 结果与分析

2.1 单因子粗筛试验结果

2.1.1 方差分析

单因子方差分析的 P 值 [17] 检验结果表明，溶胶温度、搅拌速度、卡拉胶添加比例以及丙三醇添加比例 4 个因子均对爆珠品质有极其显著的影响（P<0.05），因此均应列入平衡优化的试验因子。

2.1.2 直观分析

各因子不同水平下的爆珠综合得分如图 1。

图 1 表明，①胶液温度、搅拌速度、卡拉胶添加比例对爆珠综合得分的影响均存在明显分界点。②在分界点两侧，胶液温度、搅拌速度、卡拉胶添加比例对综合质量得分的影响趋势截然相反，且低于分界点时与综合质量得分均表现为正相关，高于分界点时表现为负相关。③在分界点，爆珠品质综合得分最高且胶液温度、搅拌速度的分界点所对应的水平 80℃、180 r·min^{-1} 均高于原水平参数，而卡拉胶添加比例分界点对应的水平即为原水平参数 0.5%，没有变化。④丙三醇添加比例对爆珠综合得分的规律不明显。但添加比例由 0.7‰增加到 0.8‰时，综合质量得分最高。

因此将胶液温度分界点 80℃、搅拌速度分界点 180 r·min^{-1}、卡拉胶添加比例分界点 0.5%、丙三醇添加比例 0.8‰作为平衡优化试验的基准水平。

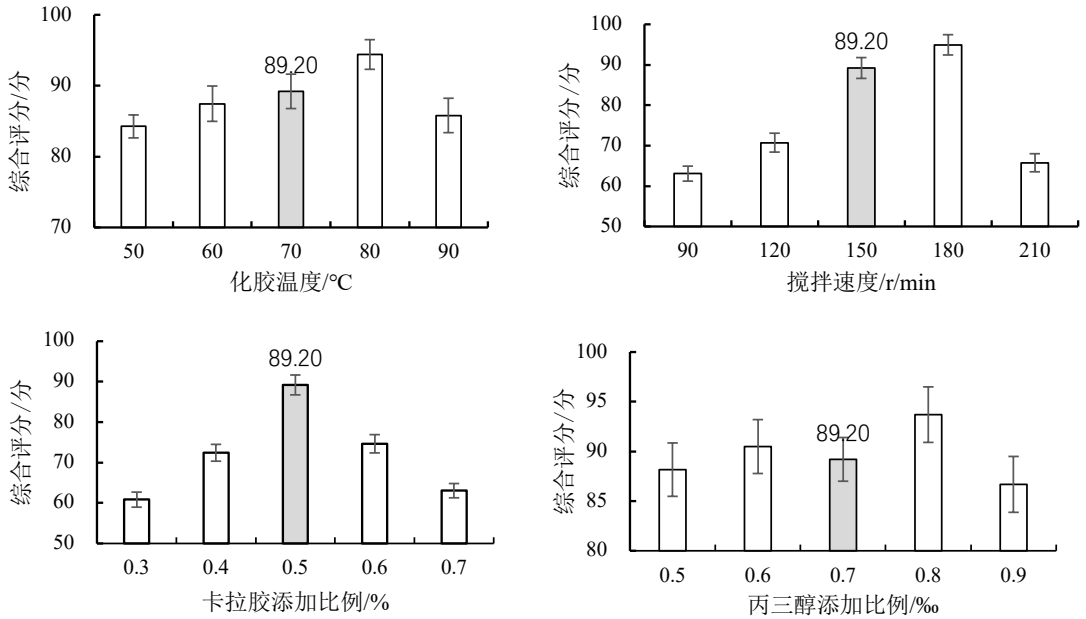

图 1 各因素不同水平下的爆珠综合评分

Fig.1 Comprehensive scores of cigarette breakable capsules at different levels of various factors

2.2 平衡优化试验结果与分析

2.2.1 平衡优化试验设计与实验结果

考虑到试验因子的显著性检验均已通过，因此正交试验仅需对各因子进行综合得分直观分析即可。所以从降低试验量角度出发，可采用 $L^9(3^4)$ 设计表，将各因子排满各列，不再安排空白列。

正交试验所制造爆珠样品，经检测并转换为表 6 中的综合得分，计算每因子每水平综合得分的均值 $\overline{K}_i$（i 为水平序号，分别取 1，2，3），并计算每因子水平均值 $\overline{K}_i$ 的极差 R。

表 6 $L_9(3^4)$ 正交试验结果

Tab.6 Test results of $L_9(3^4)$

	试验号	试验设计				综合得分
		溶胶温度 /℃	搅拌速度 /（r·min^{-1}）	卡拉胶添加比例 /%	丙三醇添加比例 /‰	
试验方案	1	70 （水平 1）	150（水平 1）	0.4（水平 1）	0.7 （水平 1）	72.42
	2	70	180（水平 2）	0.5（水平 2）	0.8 （水平 2）	91.94
	3	70	210（水平 3）	0.6 （水平 3）	0.9 （水平 3）	65.30
	4	80 （水平 2）	150	0.5	0.9	92.87
	5	80	180	0.6	0.7	81.23
	6	80	210	0.4	0.8	69.72
	7	90（水平 3）	150	0.6	0.8	79.16
	8	90	180	0.4	0.9	84.50
	9	90	210	0.5	0.7	63.65
水平均值	$\overline{K}_1$	76.55	81.48	75.55	72.43	
	$\overline{K}_2$	81.27	85.89	82.82	80.27	
	$\overline{K}_3$	75.77	66.22	75.23	80.89	
极差	R	5.50	19.77	7.59	8.46	

表 6 结果表明，①根据 R 值的大小可确定因子对成品爆珠品质影响大小顺序为：搅拌速度 > 丙三醇添加比例 > 卡拉胶添加比例 > 溶胶温度；②溶胶温度、搅拌速度、卡拉胶添加比例三个因子的基准水平均呈现出最高水平，这与单因子方粗筛试验的结果相似；而丙三醇添加比例的最高得分对应的水平高于基准水平，证明其他三个因子中可能存在交互作用。③在所有的组合方案的试验结果中，综合得分最高值为 92.87 分，优于原参数的综合得分 89.2 分；④根据各因子 K_i 值的大小，确定最佳的参数组合为溶胶温度为 80℃、搅拌速度为 180 r·min^{-1}、卡拉胶添加比例为 0.5%、丙三醇添加比例为 0.9‰。

与原配方参数组合相比，溶胶温度提升了 10℃，搅拌速度提高了 30 r·min^{-1}，丙三醇添加比例提高了 0.2‰，卡拉胶添加比例未变。这是因为海藻酸钠的水溶液具有较高的粘度 [4]，需要在高溶胶温度、高搅拌速度、高比例增塑剂的情况下，才能保持更好的分散性、混溶性；同时还有利于海藻酸钠迅速、均匀地与钙离子形成稳定的凝胶形态 [18]。

2.3 生产验证

由于试验结果所确定的因子优化组合方案不在正交试验方案设计组合中，所以需要进行生产验证。其验证结果见表 7。

表 7 生产验证结果

Tab.7 Verification results of production

配方类型	参数		配方组份		质量指标				
	溶胶温度 /℃	搅拌速度 /r·min^{-1}	卡拉胶添加比例 /%	丙三醇添加比例 /‰	合格率 /%	抗压力值 /N	压陷量 /mm	粒径极差 /mm	综合得分
动物胶	70	150	0.5	0.7	88.7	> 8.0	1.3	0.20	89.2
植物胶	80	180	0.5	0.9	96.4	> 10.0	1.0	0.15	95.6
变化值	+10	+30	0	+0.2	+7.7	+2	-0.3	- 0.05	+ 6.4

注：其他配方组份与参数见表 1。

表 7 表明，使用改进后的海藻酸钠爆珠壁材，外观合格率明显提高，抗压力值在抗压力值的通常范围（5N~20N）内提高 25%，粒径更加均匀一致，综合质量提高 6.4 分。其具体外观优势则表现为：偏心爆珠比例减少、表面光洁程度增加。

将两种不同壁材的爆珠在山东地区的室内条件（15~35℃）下贮存，每月进行外观检测。动物性壁材爆珠在第 5 个月时开始出现软化现象，第 6 个月时则迅速呈现严重粘连、渗漏现象，丧失物理指标检测的意义；而植物性壁材爆珠贮存 12 个月后仍无软化现象，物理指标无明显改变。因此海藻酸钠壁材爆珠表现出良好的稳定性，明显优于以明胶为原料的爆珠壁材，可更好地满足爆珠烟走向国际市场的需要。

3 结论

（1）溶胶温度、搅拌速度、卡拉胶添加比例以及丙三醇添加比例均对植物胶壁材爆珠品质有极显著影响，其影响顺序为：搅拌速度 > 丙三醇添加比例 > 卡拉胶添加比例 > 溶胶温度。

（2）植物胶壁材爆珠溶胶工艺参数宜为：溶胶温度 80℃、搅拌速度 180 r·min^{-1}、卡拉胶添加比例 0.5%、丙三醇添加比例 0.9‰。

（3）通过提高溶胶温度、搅拌速度、丙三醇添加比例，可使海藻酸钠壁材爆珠的质量优于明胶壁材爆珠，且可贮存周期至少延长在 6 个月以上。

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): 124-134.
HONG Guangfeng, QIU Jiqing, LI Guozheng, et al. Recent advances in capsule filter cigarette overseas[J]. Acta Tabacaria Sinica, 2019, 25(4): 124-134.

[2] 安裕强 , 顾树东 . 爆珠添加技术发展历史和当前国内应用现状与展望 [A]. 中国烟草学会 2016 年度优秀论文汇编——烟草经济与管理主题 [C]. 2016: 6.
AN Yuqiang, GU Shudong. The history of flavoring agents in filter and capsule filter and their application in China tobacco industry and prospect forecast [G/OL]. Compendium of excellent papers of China Tobacco Society in 2016-Themes of Tobacco Economics and Management, 2016: 6.

[3] 缪进康 . 明胶及其在科技领域中的利用 [J]. 明胶科学与技术 , 2009, 29(01): 28-49+51.
MIAO Jinkang. Gelatin and its application in the field of science and technology [J].The Science and Technology of Gelatin, 2009, 29(01): 28-49+51.

[4] 王秀娟 , 张坤生 , 任云霞 , 等 . 海藻酸钠凝胶特性的研究 [J]. 食品工业科技 , 2008(2): 259-262.
WANG Xiujuan, ZHANG Kunsheng, REN Yunxia, et al. Study on the gelling properties of sodium alginate [J]. Science and Technology of Food Industry, 2008(2): 259-262.

[5] 范友灵 , 王黎明 , 彭宏俊 , 等 . 复方天然植物胶及其在软胶囊制备中的应用 ; 中国 , 1449747A[P]. 2003-10-22.
FAN Youling, WANG Liming, PENG Hongjun, et al. Compound natural plant gum and its application in soft capsule preparation; China, 1449747A[P]. 2003-10-22.
[6] 刘文妮 , 沈科萍 , 张忠 , 毕阳 , 燕璐 . 响应面法优化孜然精油微胶囊工艺 [J]. 食品科学 , 2014, 35(18): 17-21.
LIU Wenni, SHEN Keping, ZHANG Zhong, BI Yang, YAN Lu. Optimization of Microencapsulation of Cumin Essential Oil by Response Surface Methodology[J]. Food Science, 2014, 35(18):17-21.
[7] 徐博 , 张闻修 , 李春 , 等 . 螺杆挤压生产高凝胶强度的低温溶解江蓠属琼脂 [J]. 农业工程学报，2013, 29(2): 280-286.
XU Bo, ZHANG Wenxiu, LI Chun, et al. Production of agar with low-temperature solubility and high gel strength from Gracilaria by screw extrusion[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2013, 29(2): 280-286.
[8] 杨帅帅 , 李海朝 , 黄丽娟 . 增塑剂改性明胶膜的制备与表征 [J]. 食品工业科技 , 2017, 38(21):84-87+301.
YANG Shuaishuai, LI Haichao , HUANG Lijuan. Preparation and characterization of modified gelatin films by plasticizer [J]. Science and Technology of Food Industry, 2017, 38(21): 84-87+301.
[9] Labropoulos K C, Niesz D E, Danforth S C, et al. Dynamic rheology of agar gels: theory and experiments. part II: gelatin behavior of agar sols and fitting of a theoretical rheological model[J].Carbohydrate Polymers, 2002, 20: 407-415.
[10] 程东 , 洪雁 , 庞艳生 , 等 . 交联和羟丙基改性对蜡质玉米淀粉糊化和流变性质的影响 [J]. 食品与发酵工业 , 2016, 42(3).
CHENG Dong, HONG Yan, PANG Yansheng, et al. Effects of cross-linking and hydroxyl propylation on pasting and rheological properties of waxy maize starch[J]. Food and Fermentation Industries, 2016, 42(3).
[11] 卢艳敏 , 邱立忠 , 夏凤清 , 等 . 交联酯化淀粉糊化性质的研究 [J]. 食品研究与开发 , 2017, 38(12): 5-8.
LU Yanmin, QIU Lizhong, XIA Fengqing, et al. The Study on Gelatinization Properties of Cross-linked and Acetylated Starch[J]. Food Research and Developent, 2017, 38(12): 5-8.
[12] 王元兰 , 李忠海 , 张乐华 . 低浓度海藻酸钠的流变性及影响因素研究 [J]. 食品与机械 , 2008, 24(1): 29-31.
WANG Yuanlan, LI Zhonghai, ZHANG Lehua. Study on the rheology and the influence factor of low-concentration sodium alginate solution[J]. Food and Machinery, 2008, 24(1): 29-31.
[13] 郑梅霞 , 朱育菁 , 刘波 , 等 . 黄原胶的流变性及与魔芋胶等的协效性研究 [J]. 食品工业科技 , 2016, 37(8): 303-306.
ZHENG Meixia, ZHU Yujing, LIU Bo, et al. Study on the rheology of xanthan and synergistic interaction with konjac gum and other gum[J]. Science and Technology of Food Industry, 2016, 37(8): 303-306.
[14] 尹力众 . 卡拉胶纤维的制备与性能研究 [D]. 青岛大学 , 2010.
YIN Lizhong. Preparation and Properties of Carrageenan Fibers[D]. Qing Dao University, 2010.
[15] 陈志周 , 王建清 . 聚乙烯醇成膜性及影响因素研究 [J]. 包装工程 , 2009, 30(1): 4-7.
CHEN Zhizhou, WANG Jianqing. Studies on Filming and Effects of Polyvinyl Alcohol [J]. Packaging Engineering, 2009, 30(1): 4-7.
[16] 鹿保鑫 , 陆庆明 , 曹龙奎 . 辅强剂、增塑剂对改性纤维素膜力学性能影响的研究 [J]. 包装工程 , 2010(7): 29-31.
LU Baoxin , LU Qingming , CAO Longkui. Research on Influences of the Auxiliary Strengthening Agents and the Plasticizer on Mechanical Property of the Cellulose Membrane [J]. Packaging Engineering, 2010(7): 29-31.
[17] 孙东亮 , 米强 , 胡建军 . 卷烟卷制质量的稳定性研究 [J]. 烟草科技 , 2007, 49 (4): 9-12.
SUN Dongliang, MI Qiang, HU Jianjun. Study on Consistency of Cigarette Manufacturing Quality[J]. Tobacco Science & Technology, 2007, 49 (4): 9-12.
[18] 张青 , 许加超 , 付晓婷 , 高昕 . 钙化条件对海藻酸钙膜钙含量和拉伸强度的影响 [J]. 农产品加工 , 2012(10): 21-22, 25.
ZHANG Qing, XU Jiachao, FU Xiaoting, GAO Xin. Effect of Calcification Conditions on the Tensile Strength and Ca2 ＋ Content of Calcium Alginate Film[J]. Agricultural Products Procession, 2012(10): 21-22, 25.

Formula design of wall material of cigarette breakable capsules based on plant glue and optimization of manufacturing process

YU Hao[1], WANG Yanmei[1*], SUN Dongliang[2*], WANG Zhiyong[1], YUAN Ting[1], WANG Qiqi[1], LIU Zhe[2], LI Yuhui[3]

1 General Tobacco Group Co., Ltd., Jinan 250100, China;
2 Jinan Cigarette Factory, China Tobacco Shandong Industrial Co., Ltd., Jinan 250104, China;
3 Technology Center, China Tobacco Shandong Industrial Co., Ltd., Qingdao 266101, China

Abstract：Animal glue-based cigarette breakable capsule is less accepted on the international market due to the material used in preparation process and short storable period. Therefore, animal glue is replaced by plant glue for capsule wall in this study. The single-factor test and orthogonal test balance optimization are conducted to evaluate the effects of four factors including sol temperature, stirring speed, carrageenan addition ratio and glycerol addition ratio. The results showed that①sol temperature, stirring speed, carrageenan addition ratio and glycerol addition ratio all had significant effects on the quality of plant glue wall material. The order of influence was: stirring speed> glycerol addition ratio> carrageenan addition ratio > sol temperature. ②The optimal process parameters of the plant glue-based cigarette breakable capsule sol should be controlled at sol temperature of 80℃, stirring speed of 180 r•min-1, carrageenan addition ratio of 0.5%, and glycerol addition ratio of 0.9‰. ③By increasing the sol temperature, stirring speed and addition ratio, the molding quality of the cigarette breakable capsule with plant glue wall can be better than that of the cigarette breakable capsule with animal glue wall, and the storage period can be significantly prolonged.

Keywords：cigarette; breakable capsule; wall material; manufacturing process; animal glue; plant glue; design

***Corresponding author. Email**：yanmei _1991@126.com, sdlsd@139.com