

沈王庆. 柠檬-黄瓜洗手液配方的研究[J]. 江苏农业科学, 2022, 50(3): 178-184.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.03.029

柠檬-黄瓜洗手液配方的研究

沈王庆

(内江师范学院化学化工学院, 四川内江 641100)

摘要:为得到性能优良的柠檬-黄瓜洗手液的配方,在单因素基础上利用 $L_{32}(4^8)$ 正交试验研究洗手液的最优配方和因素的主次关系,分析了最优配方下柠檬-黄瓜洗手液中的稳定性、菌类、Hg 等相关性能指标。结果表明,柠檬-黄瓜洗手液最优配方为脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸钠(AES)、十二烷基苯磺酸钠(LAS)、椰子油二乙醇酰胺(6501)、甘油、NaCl 和黄瓜汁、柠檬汁、去离子水的量分别为 5.0、8.2、0.8、0.8、0.7 g 和 7.0、3.4、20.0 mL;主次关系依次为去离子水、6501、NaCl、AES、LAS、柠檬汁、甘油和黄瓜汁。所得洗手液的稳定性、Hg 含量、Pb 含量、As 含量、pH 值、菌落总数、金黄色葡萄球菌、耐热大肠菌、霉菌、铜绿假单胞菌群、酵母菌和固含量均满足轻工行业标准(QB/T 2654—2013《洗手液》)要求。

关键词:柠檬;黄瓜;洗手液;配方;感官评价;正交试验;性能指标

中图分类号:TQ914.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2022)03-0178-06

目前,中国常见市售抗菌洗手液的抗菌成分主要有邻苯基苯酚(OPP)、三氯羟基二苯醚(DP300)、三氯均二苯脲(TCC)及新洁尔灭消毒液等^[1]。这些传统洗手液的杀菌部分为化学成分,对环境会造成一定的污染,对手部皮肤刺激性也较大,还有一些含有易燃成分^[2-7]。一些天然提取物具有无刺激、温和、易降解、无污染等特性,受到人们极大关注,由它们制造的洗护用品越来越受到人们追捧,开发一种对环境和皮肤均友好的洗手液具有十分重要的意义^[8-9]。

柠檬富含多种营养物质,其丰富的抗坏血酸、柠檬酸使得柠檬汁具有一定的杀菌、美白功效^[10-11];由柠檬汁制成的洗手液^[12],不仅能解决环境负载过大的问题^[13],而且还能保持皮肤弹性,使产品具有天然的香气等,对人体健康十分有益。黄瓜汁富含糖类、蛋白质、维生素 C、维生素 B₂、维生素 E、磷和钙等营养成分,即具有收敛和补水的作用,有能较好地改善皮肤的毛孔和油脂的分泌平衡^[14]。

脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸钠(AES)为阴离子表面活性剂,无毒、刺激性低、去污能力强、生物降解性

好,具有优良的洗涤特性且价格便宜;十二烷基苯磺酸钠(LAS)对皮肤的刺激性小,对碱、稀酸均较稳定,它在广泛 pH 值范围内均有较好的稳定性,微生物降解率为 100%^[15-19];椰子油二乙醇酰胺(6501)具有良好的发泡、稳泡、渗透去污、抗硬水等功能,易溶于水,能加强清洁效果^[20];甘油具有吸湿性,既可以在手表面覆盖上油性膜,同时也能起到滋润皮肤的作用,避免手皮肤水分流失,可以增强人体手皮肤的感官舒适度^[5];氯化钠可以增大洗手液配方体系的黏度,减少配方原料应用量,降低成本。

本研究拟利用单因素考察 AES、LAS、6501 等对柠檬-黄瓜洗手液配方的影响,在单因素基础上利用 $L_{32}(4^8)$ 试验得到配方的最优组合。柠檬-黄瓜洗手液既具有良好的抗菌性和洁净功能,又能对手部皮肤起到较好的滋润和软化作用,其相关研究有利于拓宽柠檬和黄瓜的使用范围,提高农产品的附加值,且对环境友好。

1 材料与方法

1.1 仪器与材料

仪器:HH-S2 型数显恒温水浴锅(金坛市医疗仪器厂);HR1861 型榨汁机(飞利浦股份有限公司);雷磁 pHS-3E 型 pH 计(上海佑科仪器公司)。

材料:柠檬和黄瓜均来自四川省内江市;无水硫酸镁、氯化钠和甘油,均为分析纯,购自成都金山化学有限公司;十二烷基苯磺酸钠、尼诺尔 6501、脂

收稿日期:2020-02-07

基金项目:2018 年四川省教育厅重点资助项目(编号:18ZJA0284)。

作者简介:沈王庆(1974—),男,安徽望江人,硕士,教授,主要从事农产品深加工等方面的研究。E-mail:sqw7418@163.com。

肪醇聚氧乙烯醚硫酸钠和椰子油脂肪酸二乙醇酰胺,均为分析纯,购自成都市科龙化工试剂厂。

1.2 柠檬汁和黄瓜汁的制备

柠檬汁的制备:取新鲜柠檬去皮后切块、除籽、榨汁。采用滤布将其过滤后,4 000 r/min 离心 5 min,备用。

黄瓜汁的制备:新鲜黄瓜,洗净去皮切成小块后榨汁,所得黄瓜汁中有较多的碎屑,采用滤布进行过滤,所得滤液在 4 000 r/min 离心 5 min,备用。

1.3 产品的感官评价

洗手液为人们日常生活中应用非常广泛的一种化妆品,化妆品感官评价是人们判断化妆品品质好坏的重要手段之一^[21]。结合轻工行业标准(QB/T 2654—2013《洗手液》),由表 1 可知,产品感官评价标准设计,由数名不同年龄阶段志愿者按评分设计标准对样品进行感官评定、打分,取分数的平均值作为最后的确定分数。

表 1 柠檬-黄瓜的感官评定标准

指标	标准	分数
上层泡沫(10 分)	无泡沫或少泡沫	0~5
	泡沫较多或多	6~10
手部皮肤舒适程度(10 分)	较紧绷,舒适感较差	0~5
	无紧绷感,舒适	6~10
沉淀(10 分)	有沉淀或较多沉淀	0~5
	无沉淀或较少沉淀	6~10

1.4 AES 对洗手液感官评价的影响

分别称取 3.5、4.0、4.5、5.0、5.5 g AES 置于 100 mL 的烧杯中,依次加入 LAS 7.2 g、6501 1.0 g、甘油 1.0 g、NaCl 1.0 g、黄瓜汁 5.0 mL、柠檬汁 1.4 mL 和去离子水 30.0 mL,搅拌均匀后进行测试。

1.5 LAS 对洗手液感官评价的影响

分别称取 6.7、7.2、7.7、8.2、8.7、9.2、9.7 g LAS 置于装有 4.5 g AES 的 100 mL 烧杯中,依次加入 6501 1.0 g、甘油 1.0 g、NaCl 1.0 g、黄瓜汁 5.0 mL、柠檬汁 1.4 mL 和去离子水 30.0 mL,搅拌均匀后进行测试。

1.6 6501 对洗手液感官评价的影响

分别称取 0.6、0.8、1.0、1.2、1.4 g 6501 和 8.2 g LAS 置于装有 4.5 g AES 的 100 mL 烧杯中,依次加入甘油 1.0 g、NaCl 1.0 g、黄瓜汁 5.0 mL、柠檬汁 1.4 mL 和去离子水 30.0 mL,搅拌均匀后进行测试。

1.7 甘油对洗手液感官评价的影响

分别称取 0.6、0.8、1.0、1.2、1.4 g 甘油置于 100 mL 装有 4.5 g AES、8.2 g LAS 和 1.0 g 6501 的烧杯中,依次加入 NaCl 1.0 g、黄瓜汁 5.0 mL、柠檬汁 1.4 mL 和去离子水 30.0 mL,搅拌均匀后进行测试。

1.8 NaCl 对洗手液感官评价的影响

分别称取 0.4、0.5、0.6、0.7、0.8 g NaCl 置于 100 mL 烧杯中,依次加入 4.5 g AES、8.2 g LAS、1.0 g 6501、1.0 g 甘油、5.0 mL 黄瓜汁、1.4 mL 柠檬汁和 30.0 mL 去离子水,搅拌均匀后进行测试。

1.9 黄瓜汁对洗手液感官评价的影响

分别量取 0、1.0、3.0、5.0、7.0 mL 的黄瓜汁置于 100 mL 装有 4.5 g AES、8.2 g LAS、1.0 g 6501、1.0 g 甘油、1.0 g NaCl、1.4 mL 柠檬汁和 30.0 mL 去离子水的烧杯中,搅拌均匀后进行测试。

1.10 柠檬汁对洗手液感官评价的影响

分别量取 1.4、2.4、3.4、4.4、5.4 mL 的柠檬汁置于 100 mL 装有 4.5 g AES、8.2 g LAS、1.0 g 6501、1.0 g 甘油、1.0 g NaCl、5.0 mL 黄瓜汁和 30.0 mL 去离子水的烧杯中,搅拌均匀后进行测试。

1.11 去离子水对洗手液感官评价的影响

分别量取去离子水 10.0、20.0、30.0、40.0、50.0 mL 置于 100 mL 装有 4.5 g AES、8.2 g LAS、1.0 g 6501、1.0 g 甘油、1.0 g NaCl 和 5.0 mL 黄瓜汁的烧杯中,搅拌均匀后进行测试。

1.12 正交试验

在单因素试验基础上以 AES、LAS、6501、去离子水、甘油、柠檬汁、黄瓜汁和 NaCl 为因素设计 $L_{32}(4^8)$ 正交试验、设计方案,见表 2。

1.13 固含量的测定

称取小烧杯的质量,再加入 m_1 洗手液,将烧杯放入高温炉中,105 ℃ 灼烧 3 h,取出,冷却至室温,称质量,然后进行第 2、3 次灼烧,直到 2 次称量相差较小,最后质量为 m_2 ,固含量 $X_{固}$ 计算如公式(1)所示:

$$X_{固} = \frac{m_2}{m_1} \times 100\% \quad (1)$$

1.14 洗手液生物性能指标及重金属的测定

按照 QB/T 2654—2013《洗手液》进行 pH 值和稳定性的测定^[22];分别参照 2015 版化妆品安全技术规范第四、五部分进行铜绿假单胞菌和菌落总数、耐热大肠菌群、金黄色葡萄球菌、霉菌和酵母菌

表 2 正交试验设计

试验号	AES(A)	LAS(B)	6501(C)	甘油(D)	氯化钠(E)	黄瓜汁(F)	柠檬汁(H)	去离子水(O)
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	2	2	2	2	2	2	2
3	1	3	3	3	3	3	3	3
4	1	4	4	4	4	4	4	4
5	2	1	1	2	2	3	3	4
6	2	2	2	1	1	4	4	3
7	2	3	3	4	4	1	1	2
8	2	4	4	3	3	2	2	1
9	3	1	2	3	4	1	2	3
10	3	2	1	4	3	2	1	4
11	3	3	4	1	2	3	4	1
12	3	4	3	2	1	4	3	2
13	4	1	2	4	3	3	4	2
14	4	2	1	3	4	4	3	1
15	4	3	4	2	1	1	2	4
16	4	4	3	1	2	2	1	3
17	1	1	4	1	4	2	3	2
18	1	2	3	2	3	1	4	1
19	1	3	2	3	2	4	1	4
20	1	4	1	4	1	3	2	3
21	2	1	4	2	3	4	1	3
22	2	2	3	1	4	3	2	4
23	2	3	2	4	1	2	3	1
24	2	4	1	3	2	1	4	2
25	3	1	3	3	1	2	4	4
26	3	2	4	4	2	1	3	3
27	3	3	1	1	3	4	2	2
28	3	4	2	2	4	3	1	1
29	4	1	3	4	2	4	2	1
30	4	2	4	3	1	3	1	2
31	4	3	1	2	4	2	4	3
32	4	4	2	1	3	1	3	4

的检测;分别参照 2015 版化妆品安全技术规范第三节化学检验方法和 GB 9985—2000《手洗餐具用洗涤剂》(以 1% 的 Pb 和 As 计)检测 Hg(以 Hg 计)元素和 Pb、As 元素。

2 结果与分析

2.1 AES 对洗手液感官评价的影响

由图 1 可知,开始时随着 AES 量增加,所制得洗手液的感官评价价值先上升;当 AES 为 4.0 g 时,感官评价价值达到最好,为 25 分;此后,随着 AES 量增加而下降,这是由于随着 AES 量的增加,去污效果越好,但是当 AES 量超过 4.0 g 时,会降低起泡力和洁净性,制得的洗手液有较多悬浮物,且呈分层状态,故 AES 量此时取 4.0 g 为宜^[22-23]。

2.2 LAS 对洗手液感官评价的影响

由图 2 可知,所制得洗手液的感官评价价值开始

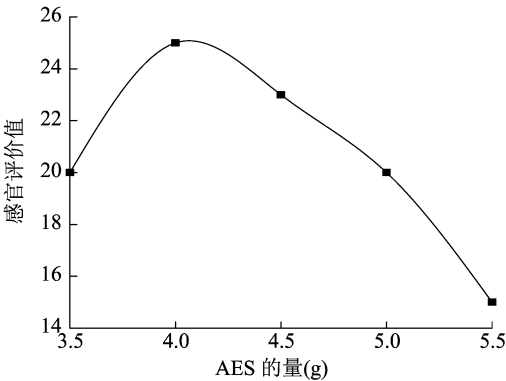


图1 AES 对洗手液感官评价的影响

时随着 LAS 量增加而不断增大;当 LAS 量为 8.7 g 时,感官评价价值达到最高,为 24 分;此后,随着 LAS 量增加而下降。这是由于开始时随着 LAS 量不断增加,在与 AES 复配时,静电作用影响会不断增强,但当 LAS 量超过 8.7 g 时,会形成分子量较大的凝絮

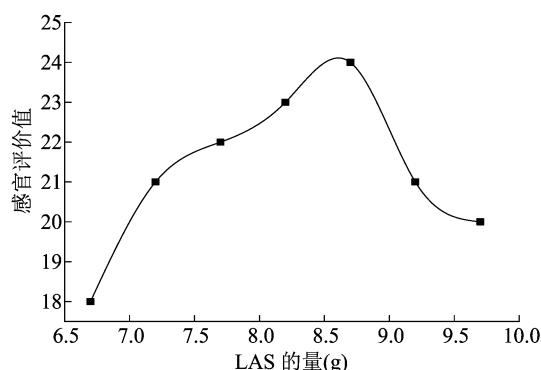


图2 LAS 对洗手液感官评价的影响

物,出现大量白色絮状物,溶液稳定性很差,故此时 LAS 的量取 8.7 g 为宜。

2.3 6501 对洗手液感官评价的影响

由图 3 可知,所制得洗手液的感官评价价值开始时,随着 6501 量增加而不断增大;当 6501 量为 1.0 g 时,感官评价价值最高,即为 26 分;此后,随着 6501 量增加而呈下降趋势;这是由于开始时随着 6501 量的增加,能够稳定 AES 和 LAS 复配产生的泡沫,提高清洗效果,但当 6501 的量超过 1.0 g 后,

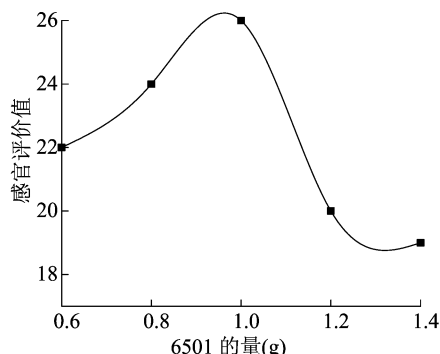


图3 6501 对洗手液感官评价的影响

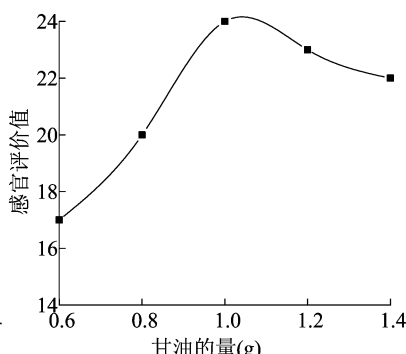


图4 甘油对洗手液感官评价的影响

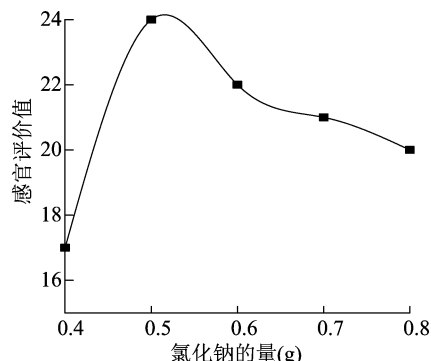


图5 氯化钠对洗手液感官评价的影响

2.6 黄瓜汁对洗手液感官评价的影响

由图 6 可知,所制得洗手液的感官评价价值开始时,随着黄瓜汁量的增加而增加,当黄瓜汁量为 3.0 mL 时,感官评价价值最高,为 25 分;此后,随黄瓜汁量的增加而减小。这是由于开始时随着黄瓜汁量的增加,手部皮肤光滑亮丽感增加,油脂的分泌平衡状态也越好,但当黄瓜汁的量超过 3.0 mL 后,洗手液的气味和外观状态均不断变差,且洗手液更加容易变质,故此时黄瓜汁的量取 3.0 mL 为宜。

2.7 柠檬汁对洗手液感官评价的影响

由图 7 可知,开始时随着柠檬汁量的增加,感官评价不断增加,在 2.4 mL 时最高,为 25 分,此后,随柠檬汁量的增加而减小。这是由于开始时随柠檬汁量的增加,洗手液的杀菌和去污效果不断增强,

所制得的洗手液泡沫较稳定,不易扩散,洗手液的去污效果下降,故此时 6501 量取 1.0 g 时为宜。

2.4 甘油对洗手液感官评价的影响

由图 4 可知,所制得洗手液的感官评价价值随着甘油量的增加先增加后减小;当甘油量为 1.0 g 时感官评价价值最高,即为 24 分;这是由于开始时随着甘油量的增加,在皮肤表面形成的油性膜越完整,对皮肤有较好的滋润作用,但当甘油量超过 1.0 g 时,随着甘油量的增加,会逐渐使手部皮肤过于油腻,致使感官舒适度不断降低,故甘油的量此时取 1.0 g 为宜。

2.5 NaCl 对洗手液感官评价的影响

由图 5 可知,洗手液的感官评价价值开始时,随着 NaCl 量增加而增加;当 NaCl 量为 0.5 g 时,感官评价价值最高,即为 24 分;此后,随着 NaCl 量的增加感官评价价值不断减小;这是由于开始时随氯化钠量的增加,洗手液的黏度随之增大,但当黏度过大时,在使用过程中不能均匀地覆盖在手的表面,会降低清洁效果,故 NaCl 的量此时取 0.5 g 较好。

但柠檬汁的量过大时,制得的洗手液 pH 值偏低,而人的皮肤呈酸性,使用后对皮肤有较大刺激,从而降低了舒适度,故柠檬汁的量此时取 2.4 mL 为宜。

2.8 去离子水对洗手液感官评价的影响

由图 8 可知,所制得洗手液的感官评价价值随着去离子水量的增加先不断增加,当去离子水的量为 30.0 mL 时,感官评价价值最高,即为 27 分,此后,随着去离子水量的增加而不断减小。这是由于开始时随着去离子水量增加,所能溶的活性物质越多,但当去离子水的量过大,即超过 30.0 mL 时,制得的洗手液黏度不断变小,在手上停留时间不断变短,清洁效果也不断变差,故去离子水的量此时取 30.0 mL 为宜。

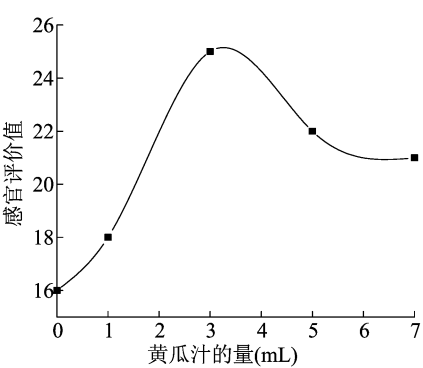


图6 黄瓜汁对手液感官评价的影响

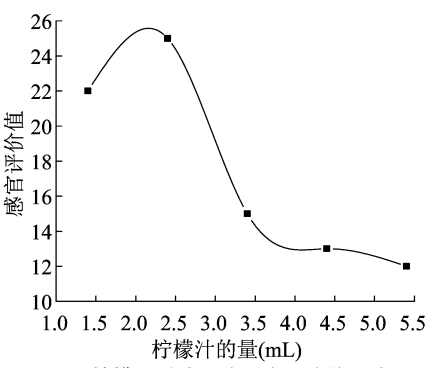


图7 柠檬汁对手液感官评价的影响

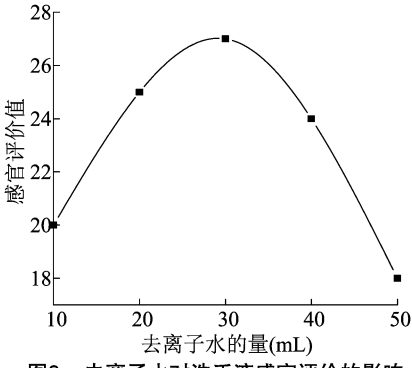


图8 去离子水对手液感官评价的影响

2.9 正交试验

由表 3 可知,正交试验中 k 值显示,柠檬-黄瓜洗手液的较优配方为 $A_4B_1C_1D_1E_4F_1G_3H_1$ 和 $A_4B_1C_1D_1E_4F_4G_3H_1$,对配方 $A_4B_1C_1D_1E_4F_1G_3H_1$ 和 $A_4B_1C_1D_1E_4F_4G_3H_1$ 分别进行 3 个平行试验,其中, $A_4B_1C_1D_1E_4F_1G_3H_1$ 试验结果分别为 24、21、22 分,而 $A_4B_1C_1D_1E_4F_4G_3H_1$ 试验结果分别为 27、28、28 分,均高于正交试验中 $A_4B_1C_1D_1E_4F_1G_3H_1$ 分数,且

$A_4B_1C_1D_1E_4F_4G_3H_1$ 得到的产品不分层、不变色、无异味,性能稳定,因此柠檬-黄瓜洗手液的最优配方为 AES、LAS、6501、甘油、NaCl、黄瓜汁、柠檬汁和去离子水的量分别为 5.0 g、8.2 g、0.8 g、0.8 g、0.7 g、7.0 mL、3.4 mL、20.0 mL。因素的主次关系依次为去离子水、6501、NaCl、AES、LAS、柠檬汁、甘油、黄瓜汁。

表 3 正交试验结果

试验号	A(g)	B(g)	C(g)	D(g)	E(g)	F(mL)	G(mL)	H(mL)	感官评价值
1	3.5	8.2	0.8	0.8	0.4	1.0	1.4	20.0	28
2	3.5	8.7	1.0	1.0	0.5	3.0	2.4	30.0	13
3	3.5	9.2	1.2	1.2	0.6	5.0	3.4	40.0	17
4	3.5	9.7	1.4	1.4	0.7	7.0	4.4	50.0	20
5	4.0	8.2	0.8	1	0.5	5.0	3.4	50.0	23
6	4.0	8.7	1.0	0.8	0.4	7.0	4.4	40.0	13
7	4.0	9.2	1.2	1.4	0.7	1.0	1.4	30.0	15
8	4.0	9.7	1.4	1.2	0.6	3.0	2.4	20.0	27
9	4.5	8.2	1.0	1.2	0.7	1.0	2.4	40.0	15
10	4.5	8.7	0.8	1.4	0.6	3.0	1.4	50.0	16
11	4.5	9.2	1.4	0.8	0.5	5.0	4.4	20.0	27
12	4.5	9.7	1.2	1	0.4	7.0	3.4	30.0	16
13	5.0	8.2	1.0	1.4	0.6	5.0	4.4	30.0	12
14	5.0	8.7	0.8	1.2	0.7	7.0	3.4	20.0	29
15	5.0	9.2	1.4	1	0.4	1.0	2.4	50.0	20
16	5.0	9.7	1.2	0.8	0.5	3.0	1.4	40.0	16
17	3.5	8.2	1.4	0.8	0.7	3.0	3.4	30.0	24
18	3.5	1.0	1.2	1	0.6	1.0	4.4	20.0	22
19	3.5	9.2	1.0	1.2	0.5	7.0	1.4	50.0	15
20	3.5	9.7	0.8	1.4	0.4	5.0	2.4	40.0	15
21	4.0	8.2	1.4	1	0.6	7.0	1.4	40.0	11
22	4.0	8.7	1.2	0.8	0.7	5.0	2.4	50.0	14
23	4.0	9.2	1.0	1.4	0.4	3.0	3.4	20.0	15
24	4.0	9.7	0.8	1.2	0.5	1.0	4.4	30.0	10
25	4.5	8.2	1.2	1.2	0.4	3.0	4.4	50.0	13

表 3(续)

试验号	A(g)	B(g)	C(g)	D(g)	E(g)	F(mL)	G(mL)	H(mL)	感官评价值
26	4.5	8.7	1.4	1.4	0.5	1.0	3.4	40.0	16
27	4.5	9.2	0.8	0.8	0.6	7.0	2.4	30.0	18
28	4.5	9.7	1.0	1	0.7	5.0	1.4	20.0	24
29	5.0	8.2	1.2	1.4	0.5	7.0	2.4	20.0	29
30	5.0	8.7	1.4	1.2	0.4	5.0	1.4	30.0	9
31	5.0	9.2	0.8	1	0.7	1.0	4.4	40.0	25
32	5.0	9.7	1.0	0.8	0.6	3.0	3.4	50.0	15
k_1	19.250	19.375	20.500	19.375	16.125	18.875	16.750	25.125	
k_2	16.000	16.500	15.250	19.250	18.625	17.375	18.875	14.625	
k_3	18.125	19.000	17.750	16.875	17.250	17.625	19.375	16.000	
k_4	19.375	17.875	19.250	17.250	20.750	18.875	17.750	17.000	
R	3.375	2.875	5.250	2.500	4.620	1.500	2.625	10.500	

2.10 稳定性测定

由表 4 可知,所得产品在冷冻条件和干燥条件下放置 24 h 并恢复至室温时,品质未出现明显变化,且无变色、沉淀、分层等现象,故其稳定性较好。

表 4 稳定性测定

条件	稳定性		
	空白	冷冻	干燥
1	57.60	57.83	57.56
2	64.00	64.22	63.97
3	60.20	60.21	59.93

2.11 洗手液性能指标

由表 5 可知,最优组合条件下配制的洗手液性能指标中,洗手液中的菌落总数、金黄色葡萄球菌、耐热大肠菌等指标均满足轻工行业标准(QB/T 2654—2013《洗手液》)要求。

3 结论

柠檬-黄瓜洗手液的最优配方为 AES、LAS、6501、甘油、NaCl、黄瓜汁、柠檬汁和去离子水的量分别为 5.0 g、8.2 g、0.8 g、0.8 g、0.7 g、7.0 mL、

表 5 洗手液的性能指标

菌落总数 (CFU/g)	金黄色葡萄 球菌(g)	铜绿假单 胞菌(g)	耐热大肠 菌群(g)	霉菌和酵母菌 数量(CFU/g)	As 含量 (mg/kg)	Hg 含量 (mg/kg)	Pb 含量 (mg/kg)	pH 值	固含量 (%)
25	0	0	0	<10	0.001	0.207 4	0.000 3	5.30	58

3.4 mL、20.0 mL;因素的主次关系依次为去离子水、6501、NaCl、AES、LAS、柠檬汁、甘油、黄瓜汁。所得洗手液的菌落总数、金黄色葡萄球菌、铜绿假单胞菌群、耐热大肠菌、酵母菌、霉菌、As、pb、Hg、pH 值和固含量都满足轻工行业标准 QB/T 2654—2013《洗手液》的要求,且稳定性较好。

致谢:洗手液的菌落总数、耐热大肠菌、铜绿假单胞菌群、金黄色葡萄球菌、霉菌、酵母菌、Pb、Hg 和 As 等性能指标由西安国联质量检测技术股份有限公司提供技术检测,在此表示感谢。

参考文献:

[1]黎敏珊,郑成,毛桃嫣,等.季铵盐型洗手液的制备及其抗菌性能研究[J].日用化学工业,2016,46(2):89-91,100.
[2]张震,张春燕,孙珊珊,等.新型护肤抗菌型洗手液的试验研究[J].广州化工,2015,43(15):99-101.

[3]刘仲霞,孙贵娟,傅伟忠.一种竹盐洗手液抗菌性能和毒性试验研究[J].中国消毒学杂志,2013,30(6):506-507,510.
[4]傅悦,邓美荣,郑芬红,等.3种抗菌型家用洗手液的抑菌效果试验研究[J].中国卫生工程学,2011,10(2):141-142,144.
[5]吉瑞冬,孙雯,乐薇,等.箬叶黄酮抑菌洗手液的研制[J].化工技术与开发,2017,46(1):1-4.
[6]韩雁如.一种金橘洗手液及其制备方法:CN103948528A[P].2014-07-30.
[7]Egwari L O, Ayepola O O, Adekeye B, et al. Evaluating the effect of hand washing and sanitization on the microbial burden of the hand[J]. International Journal of Infectious Diseases, 2016, 45: 277.
[8]侯梅芳.降低环境影响的液体洗涤剂新配方[J].日用化学科学,2009,32(5):17-21.
[9]杨玲引,常波,侯丽芳.护肤型高效去油污洗手液的研制[J].精细与专用化学品,2013,21(6):32-36.
[10]Bingol E B, Cetin O, Muratoglu K. Effect of lemon juice on the survival of *Salmonella enteritidis* and *Escherichia coli* in cig kofte (raw meatball)[J]. British Food Journal, 2011, 113(9): 1183-1194.

阙小峰,余 雁,方志成,等. 火龙果果皮色素固液法萃取工艺优化及其加工性能研究[J]. 江苏农业科学,2022,50(3):184-189.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.03.030

火龙果果皮色素固液法萃取工艺优化及其加工性能研究

阙小峰¹, 余 雁¹, 方志成², 司文会¹

(1. 苏州农业职业技术学院食品科技学院, 江苏苏州 215008; 2. 苏州泰事达检测技术有限公司, 江苏苏州 215008)

摘要:以红心火龙果果皮为研究对象,优化了固液法萃取火龙果果皮色素的提取工艺,并对其在食品加工中的稳定性和抗氧化性进行探究。结果表明,最优固液萃取火龙果果皮色素工艺条件如下:萃取剂为 20% 乙醇、固液比 1 g : 30 mL、温度 30 ℃、pH 值 6.5、萃取时间 45 min,该工艺下萃取量最高可达 65.2 mg/kg。在食品加工中,火龙果果皮色素在加工温度、pH 值、辐照强度、金属离子等因素影响下稳定性较差,表现为高温、强辐照、 Cu^{2+} 及 Fe^{3+} 等离子易破坏果皮色素的稳定,其最佳加工 pH 值为 6.0 ~ 8.0。此外,果皮色素对羟自由基($\cdot\text{OH}$)、超氧阴离子自由基(O_2^-)、二苯代苦味肼基自由基(DPPH \cdot)有显著的清除作用,对 O_2^- 的清除效果最佳。

关键词:火龙果;果皮色素;红心;固液萃取;食品加工;抗氧化性;正交试验

中图分类号: TS201.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2022)03-0184-06

红心火龙果(red pitaya)是仙人掌科火龙果的改良品种,其果皮约占果质量的 25%,含有蛋白质、多糖、色素等多种物质^[1-2]。火龙果果皮富含的果皮色素主要成分为甜菜苷(betainin, $\text{C}_{24}\text{H}_{26}\text{N}_2\text{O}_{13}$),其含量占果皮中甜菜苷类色素的 75% ~ 95%,是一

种极性或弱极性水溶性有机物,为火龙果果皮的主要呈红色物质。研究证明,火龙果果皮色素不仅组成稳定,含量高,而且色域广,具有较好着色、抑菌、抗氧化等作用^[3-5],在食品、医药、印染等行业应用广泛^[6],对开发食品天然色素添加剂和应用其功能活性等具有重要价值。

本研究采用正交试验设计优化固液萃取红心火龙果果皮色素的最佳工艺,并建立体外抗氧化模型,对果皮色素在食品加工中的稳定性和抗氧化性质进行探究。以期将红心火龙果果皮变废为宝,提高火龙果深加工的附加值,并为食品天然色素添加剂和抗氧化剂的开发应用提供新的途径,促进火龙

收稿日期:2021-03-18

基金项目:江苏省“333 高层次人才培养工程”(编号: BRA2020368);2020 年苏州高职院校第二批产学研合作示范基地建设项目(编号: SJGZ20203302)。

作者简介:阙小峰(1980—),男,江苏泰州人,硕士,副教授,主要从事食品生物技术与食品安全相关研究。E-mail: amiao2006@163.com。

[11] 沈王庆,魏锡均. 竹叶乙醇提取液和柠檬汁对甘蔗汁保鲜效果的研究[J]. 天然产物研究与开发,2016,28(3):341-349,403.

[12] Almela C, Castelló M L, Tarrazó J, et al. Washing of cut persimmon with thyme or lemon essential oils[J]. Food Science and Technology International, 2014, 20(8):557-565.

[13] Pangallo S, Li Destri Nicosia M G, Raphael G, et al. Elicitation of resistance responses in grapefruit and lemon fruits treated with a pomegranate peel extract[J]. Plant Pathology, 2017, 66(4):633-640.

[14] 祝丽丽,康保安,孙永强,等. 阴阳离子复配体系的表面活性及应用性能[J]. 日用化学工业, 2013, 43(3):163-168.

[15] 张 群,裴梅山,张 瑾,等. 十二烷基硫酸钠与两性表面活性剂复配体系表面性能及影响因素[J]. 日用化学工业, 2006, 36(2):69-72.

[16] 刘 赫. 表面活性剂对微生物降解污水中有机物的影响[J]. 环境科学与技术, 2014, 37(1):144-147,173.

[17] 张利丹,赵 莉,韩 富,等. 表面活性剂的性能与应用(X

V):表面活性剂的洗涤作用及其应用[J]. 日用化学工业, 2015, 45(3):132-136,142.

[18] 柴晨星,赵 莉,周雅文,等. 表面活性剂的性能与应用(XVIII):表面活性剂在家用洗涤剂中的应用[J]. 日用化学工业, 2015, 45(6):311-314,327.

[19] 肖鹏飞,秦必达,李玉文. 非离子表面活性剂强化白腐菌及其粗酶液对有机氯农药的降解[J]. 应用与环境生物学报, 2015, 21(1):22-28.

[20] 成 斌. 模糊综合评判法在洗手液感官评价中的应用[J]. 日用化学工业, 2012, 42(4):277-279.

[21] 中华人民共和国工业和信息化部. 洗手液:QB/T 2654—2013[S]. 北京:中国轻工业出版社,2014.

[22] 栾庆祥,赵 杨,周 欣,等. 单因素试验结合响应面分析法优化杜仲最佳提取工艺[J]. 药物分析杂志, 2013, 33(5):859-865.

[23] 木合塔尔·米吉提,吾尔泥沙·吐尼牙孜,玛依努尔·托乎提. 红枣热风干燥特性的单因素试验分析[J]. 农机化研究, 2018, 40(6):178-182.