

吴 琴,伍 玲,陈 谦,等. 响应面法优化蒜头抑菌成分提取工艺[J]. 江苏农业科学,2019,47(24):209–213.  
doi:10.15889/j.issn.1002–1302.2019.24.049

# 响应面法优化蒜头抑菌成分提取工艺

吴 琴,伍 玲,陈 谦,杨 敏,高 鹏,陈 浩,黄 敏

(四川省原子能研究院/辐照保藏四川省重点实验室,四川成都 610101)

**摘要:**利用新鲜蒜头提取其抑菌成分,考察预处理方式、提取方法、pH 值、提取温度、加热时间等因素对蒜头提取物抑制金黄色葡萄球菌效果的影响,在单因素试验的基础上利用响应面分析法优化蒜头抑菌成分的提取工艺。结果表明,优化提取条件为料液比为 1 g : 5 mL,果胶酶添加量为 0.7% (质量分数),pH 值为 3.7,提取温度为 50 ℃,提取时间为 62 min,提取液对金黄色葡萄球菌的抑菌圈直径预测值为 28.47 mm,验证值为 28.42 mm,与预测值相符。

**关键词:**蒜头;抑菌成分;提取工艺;响应面法;优化

**中图分类号:**TQ914.1;R284.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1002–1302(2019)24–0209–04

蒜头 (*Allium chinense*), 别称薤, 百合科葱属植物<sup>[1]</sup>, 广泛分布于我国南方地区。蒜头富含多种活性物质、维生素、矿物质及人体必需氨基酸, 营养价值非常高, 是药食同源珍品, 素有“菜中灵芝”之美誉<sup>[2]</sup>。据李时珍《本草纲目》记载, 蒜头具有杀菌、健胃、平喘以及治疗心脑血管疾病等功效<sup>[3]</sup>。现代医学研究表明, 蒜头具有开胃健脾、调节肠道、增进食欲和杀菌止泻等多种功效<sup>[4]</sup>, 具有很大的开发潜力, 已被国家农业部发布的《特色农产品区域布局规划(2013—2020)》列为重点发展农产品之一。但目前我国的蒜头加工还处于初级阶段, 多被简单腌制用以佐餐, 产品形式单一, 不利于蒜头精深加工产业的发展。通过提取蒜头中的活性物质再加以利用, 充分开发其价值, 提高其加工附加值, 丰富产品形式, 对于带动整个蒜头产业的发展具有重要意义<sup>[5]</sup>。大量研究表明, 蒜头对多种致病菌都有明显的抑制作用, 具有开发抗真菌药物和食品防腐剂的潜力<sup>[6–7]</sup>。此前普遍认为, 葱属植物的主要抑菌成分为含硫化合物——蒜素 (allicin), 相关研究也主要集中于蒜素的提取及纯化等方面<sup>[8–10]</sup>。我国药典记载, 中药薤白为新鲜鳞茎用水浸煮或蒸过后干燥而成, 中医临床上使用的是薤白水煎剂, 而经浸煮与干燥加工后, 由于挥发性强, 含硫化合物在干燥药材和汤药中其实已经残留不多, 因此很难说含硫化合物是蒜头的主要抑菌成分<sup>[11]</sup>。陈艳丽的研究表明, 以蒜头加工废弃物为原料获取的蒜素提取液其抑菌能力不显著<sup>[12]</sup>。且有报道表明, 蒜头中的皂苷类化合物也具有一定抑菌效果<sup>[13]</sup>, 可见, 蒜头的抑菌功效可能是多种成分的共同作用, 单独以蒜素含量作为蒜头抑菌成分提取优化的指标并不适宜, 直接以抑菌效果作为其评价指标理应更加可靠。因此, 本试验以蒜头提取液对金黄色葡萄球菌

(*Staphylococcus aureus*) 的抑制效果为指标对其提取条件进行研究, 通过响应面设计优化蒜头抑菌成分的提取工艺, 以期为以蒜头为来源的天然抑菌剂的开发利用提供理论参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

新鲜蒜头, 购自四川省成都市内农贸市场; 纤维素酶 [滤纸酶活力  $\geq 4$  万 U/g; CMCNa 活力  $\geq 100$  万 U/g;  $C_1$  酶活力  $\geq 3$  万 U/g, 1 g 酶粉于 50 ℃、pH 值为 4.8 条件下, 1 min 水解底物 (滤纸、CMC、脱脂棉或水杨素) 产生 1  $\mu$ g 葡萄糖的酶量为 1 个酶活力单位]、中性蛋白酶 (酶活  $\geq 10$  万 U/g, 1 g 固体酶粉在 40 ℃、pH 值为 7.5 条件下, 1 min 水解酪素产生 1  $\mu$ g 酪氨酸为 1 个酶活力单位) 和果胶酶 (酶活  $\geq 3$  万 U/g, 1 g 酶粉于 50 ℃、pH 值为 3.5 条件下, 1 h 催化果胶水解生成 1 mg 半乳糖醛酸的酶量为 1 个果胶酶活力单位), 均购自于宁夏和氏璧生物技术有限公司; 无水乙醇 (分析纯)、氢氧化钠 (分析纯)、盐酸 (分析纯), 均购自成都市科龙化工试剂厂; 菌种: 金黄色葡萄球菌 (*S. aureus*), 由笔者所在实验室保藏; 营养琼脂 (NA) 培养基, 购自青岛高科技工业园海博生物技术有限公司。

### 1.2 主要仪器与设备

HH 数显恒温水浴锅 (江苏省金坛市金城国胜试验仪器厂)、BSA224S–CW 电子天平 [赛多利斯科学仪器 (北京) 有限公司]、Eppendorf centrifuge 5810R 高速离心机 (德国 Eppendorf 股份公司)、ELELA FDU–2110 冷冻干燥机 (ELELA 日本东京理化株式会社)、Mettler–Toledo–S210 pH 计 [梅特勒–托利多仪器 (上海) 有限公司]、DNP–9272 电热恒温培养箱 (上海精宏实验设备有限公司)。

### 1.3 试验方法

**1.3.1 蒜头粗提液的制备**<sup>[7]</sup> 将新鲜蒜头清洗除杂, 晾干, 紫外照射 15 min 灭菌, 用搅拌机破碎, 按比例加入提取溶剂混匀, 调节混合物 pH 值, 搅拌状态下水浴浸提一定时间, 提取液经 4 层纱布过滤, 8 000 r/min 离心 5 min, 取上清液, 即为蒜头粗提液。

**1.3.2 抑菌试验** 供试菌种划线 2 次, 挑取生长旺盛的菌落

收稿日期: 2018–08–29

基金项目: 四川省应用基础计划 (编号: 2017JY0212、2018JY0529); 四川省科技支撑计划 (编号: 2016NZ0117); 四川省科技计划重点研发项目 (编号: 2018GZ0003)。

作者简介: 吴 琴 (1992—), 女, 重庆人, 硕士, 研究实习员, 主要从事食品加工与贮藏研究。E–mail: 1277151739@qq.com。

通信作者: 黄 敏, 博士, 副研究员, 主要从事食品加工与贮藏研究。E–mail: hm12190520@163.com。

接种于液体 NA 培养基中,在温度为 36 ℃,150 r/min 条件下培养 24 h。将活化的金黄色葡萄球菌以生理盐水稀释成 10<sup>6</sup> CFU/mL 的菌悬液,取 100 μL 菌悬液涂布于相应培养基平板上,其上间隔均匀放置牛津杯,在牛津杯中分别加入 0.2 mL 藁头粗提液,以无菌水为对照,每个样品重复 3 次,37 ℃ 恒温培养 24 h 后,测量抑菌圈直径<sup>[13]</sup>。

1.3.3 藁头预处理方法对其抑菌成分的影响 称取 4 份相同质量(50 g)的新鲜藁头,分别在温度为 4 ℃ 条件下冷藏 1 个月、-18 ℃ 冷冻 1 个月、40 ℃ 热风完全干燥、4% (质量比) NaCl 盐渍处理后真空包装贮藏 1 个月,按“1.3.1”节中的方法在相同条件下进行提取,以新鲜藁头为对照,按“1.3.2”节中的方法测定不同预处理藁头提取物的抑菌效果。

1.3.4 藁头抑菌成分提取方法 热水浸提法:称取 50 g 新鲜藁头,破碎后加入 50 mL 超纯水混匀,混合物搅拌状态下于 50 ℃ 水浴中保持 1 h。

乙醇提取法:称取 50 g 新鲜藁头,破碎后分别加入 50 mL 浓度为 50% (体积比) 的乙醇溶液混匀,混合物搅拌状态下于 50 ℃ 水浴中保持 1 h。

酶辅助提取法:称取 50 g 新鲜藁头,破碎后分别加入 50 mL 超纯水混匀,混合物分别加入藁头干质量 0.5% (质量比) 的中性蛋白酶(pH 值=7.5)、纤维素酶(pH 值=4.8)、果胶酶(pH 值=3.5),以 0.1 mol/L HCl 调节 pH 值,搅拌状态下于 50 ℃ 水浴 1 h。

将提取液按“1.3.2”节中所述进行抑菌试验,考察不同提取方法对藁头提取物抑菌效果的影响。

1.3.5 果胶酶辅助提取藁头抑菌成分的单因素试验 称取 50 g 新鲜藁头,分别考察 pH 值[3.0、3.5、4.0、4.5、5.0、自然 pH 值(6.0)]、果胶酶添加量(0、0.1%、0.3%、0.5%、0.7%、1.0%)、提取时间(30、45、60、75、90 min)、水浴温度(40、45、50、55、60 ℃)、料液比[1:1、1:2、1:3、1:4、1:5(g:mL)] 对藁头提取物抑菌效果的影响。

1.3.6 响应面试验设计 根据单因素试验结果,选取对提取物抑菌效果影响较为显著的因素(提取时间、料液比、pH 值)为响应变量(表 1),以提取液对金黄色葡萄球菌的抑菌圈大小为响应值,利用 Design - Expert 8.0 软件中 Box - Behnken 中心组合试验设计进行响应面分析,优化藁头抑菌成分提取的工艺条件,从而得到最佳的提取工艺。

表 1 响应面分析因素与水平

水平	因素		
	A:pH 值	B:提取时间(min)	C:料液比(g:mL)
-1	3.0	45	1:3
0	4.0	60	1:4
1	5.0	75	1:5

1.3.7 数据处理 试验数据均以“平均值±标准差”表示。采用 Oringin 7.5 软件作图,用 Design - Expert 8.0 软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 预处理对藁头提取物抑菌活性的影响

藁头采收期短,且储存中容易发芽变质,须进行一定处理

以延长其保存期,因此考察不同处理方式及条件对藁头提取物抑菌活性的影响。

由表 2 可知,新鲜藁头对金黄色葡萄球菌有明显的抑制效果,经冷藏后,抑菌效果稍有下降,而经冷冻、干燥、盐渍处理后的藁头,完全没有抑菌效果,说明藁头的抑菌成分在冷藏环境下能较好地保存,在冷冻、干燥及盐渍加工处理过程中极易损失,降低了藁头的产品附加值。从新鲜藁头中直接提取抑菌成分加以利用,能更充分发挥其功效,体现其药食两用价值。

表 2 预处理方式对藁头提取物抑菌活性的影响

处理	抑菌圈直径(mm)
新鲜藁头	14.58 ± 0.66
冷藏藁头	13.62 ± 0.41
冻藏藁头	0
干燥藁头粉	0
盐渍藁头	0

2.2 提取方法对藁头提取物抑菌效果的影响

不同提取方法得到的提取物成分往往有极大差异,采用常见的热水浸提法、乙醇提取法、酶辅助提取法对藁头分别进行提取。由图 1 可以看出,在相同条件下,藁头的果胶酶辅助提取物对金黄色葡萄球菌的抑制作用最强,抑菌圈直径最大,为 25.36 mm,纤维素酶提取物其次,中性蛋白酶提取物与水提取物相差不大,50% 乙醇溶液提取物抑菌作用最弱。这是因为藁头细胞壁主要由纤维素、半纤维素、果胶等物质组成,果胶酶和纤维素酶能极大促进其分解,使藁头中的抑菌成分更充分快速溶出,粗提物的抑菌性能也随之提高。藁头的乙醇提取物抑菌作用较弱,可能是由于藁头中含有的蛋白质和多糖与乙醇发生沉淀反应,包裹了一定量的抑菌成分,使其难以溶出<sup>[14]</sup>;也有可能是抑菌成分在 50% 乙醇溶液中溶解性差,从而降低了抑菌效果。因此,本试验选择果胶酶辅助法优化提取藁头的金黄色葡萄球菌抑菌成分。

2.3 pH 值对果胶酶辅助提取藁头抑菌成分的影响

在选择果胶酶辅助提取的前提下,考察不同 pH 值对藁头提取物抑菌效果的影响。由图 2 可知,pH 值对藁头提取物抑菌活性的影响十分明显,对金黄色葡萄球菌的抑制效果随着 pH 值的增加而降低,在 pH 值为 3.0 处具有最大抑菌圈直径,其提取物抑菌效果最强。这是因为果胶酶的最适宜 pH 值为 3.0,在此条件下能最大程度发挥其酶活力,且酸性条件有利于破坏藁头组织结构,促进抑菌成分溶出。

2.4 果胶酶添加量对藁头提取物抑菌活性的影响

由图 3 可以看出,果胶酶的添加量对藁头提取物抑菌作用有明显影响,在一定范围内,提取物抑菌效果随果胶酶添加量的增加而增强,当果胶酶添加量为 0.7% 时有最大抑菌圈直径,为 26.45 mm,当添加量超过 0.7% 时提取物的抑菌圈直径增幅不大,说明添加少量的果胶酶就可明显提高提取物的抑菌性能,从经济效益方面考虑,最适宜的果胶酶添加量为 0.7%。

2.5 提取时间对藁头提取物抑菌活性的影响

由图 4 可以看出,提取时间对藁头提取物抑菌活性有明显影响,藁头提取物对金黄色葡萄球菌抑菌圈直径随提取时间的延长而增大,当提取时间达到 60 min 时,抑菌圈直径最

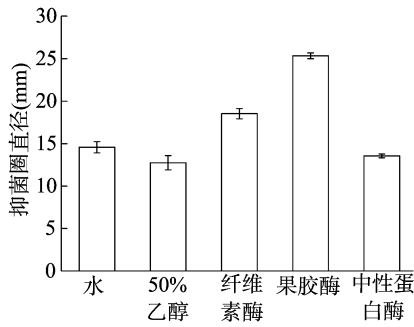


图1 各物质辅助提取法提取方法对葛头提取物抑菌性能的影响

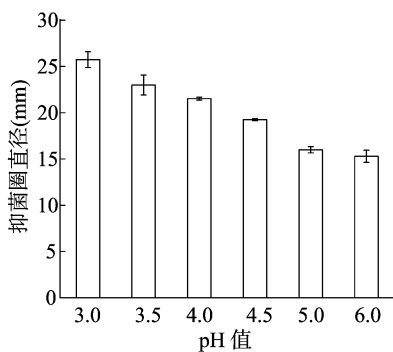


图2 pH 值对葛头提取物抑菌性能的影响

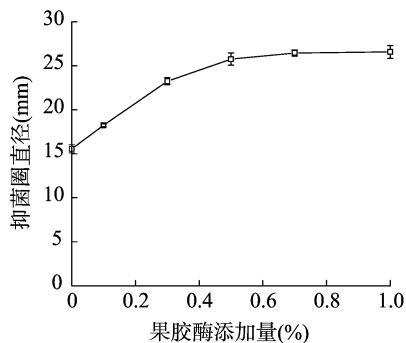


图3 果胶酶添加量对葛头提取物抑菌性能的影响

大,继续延长提取时间,浸提液中的抑菌成分则开始降解失活,提取液的抑菌性能随之降低。

## 2.6 提取温度对葛头提取物抑菌活性的影响

在温度为 40、45、50、55、60 ℃ 条件下,分别提取葛头抑菌成分,考察温度对提取物抑菌效果的影响。由图 5 可知,葛头提取物对金黄色葡萄球菌抑菌圈直径随提取温度的升高而逐渐增大,当提取温度升高至 50 ℃ 时,抑菌圈直径达到最大值,温度继续升高,提取液的抑菌性能开始下降。这是因为果胶

酶的最适宜使用温度为 50 ℃,超过酶的最佳使用温度后,果胶酶因高温失活,无法发挥其辅助效果。

## 2.7 料液比对葛头提取物抑菌效果的影响

由图 6 可知,料液比对葛头提取物抑菌效果的影响十分明显,抑菌圈直径随料液比的增大而增大,当料液比为 1 g : 4 mL 时,增大趋势减缓。料液比过大,溶剂回收时间和成本增加,不利于后续工作进行,因此不宜选择过大料液比。

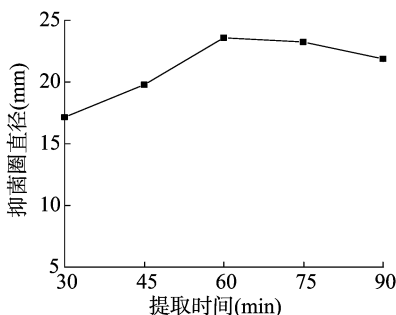


图4 提取时间对葛头提取物抑菌性能的影响

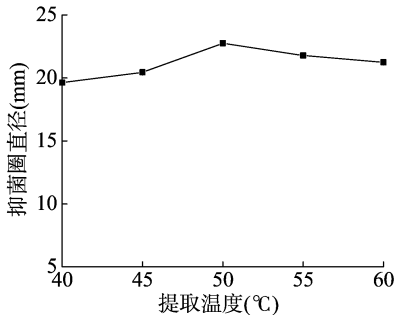


图5 提取温度对葛头提取物抑菌性能的影响

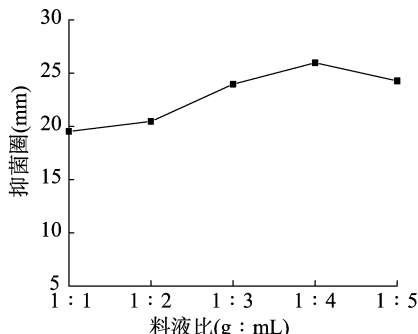


图6 料液比对葛头提取物抑菌性能的影响

## 2.8 响应面试验结果分析

固定提取温度为 50 ℃、果胶酶添加量为 0.7%,以 pH 值、提取时间、料液比为自变量,提取物对金黄色葡萄球菌的抑菌圈直径(y)为响应值,采用 Design - Expert 8.0 软件对试验数据进行响应面回归分析。共设 17 个试验点,其中 12 个析因点,5 个中心点,每组样品重复 3 次<sup>[15]</sup>。响应面试验设计及结果见表 3,方差分析结果见表 4。

经二次回归拟合后求得响应函数,回归方程为  $y = 24.19 - 0.87A + 1.39B + 2.38C + 0.44AB - 0.11AC - 0.71BC - 1.62A^2 - 1.97B^2 + 1.72C^2$ 。

由表 4 可知,该回归模型达到极显著水平( $P < 0.01$ ),对提取液抑菌影响程度表现为  $C > B > A$ ,即料液比 > 提取时间 > pH 值,一次项 A、B、C,二次项  $A^2$ 、 $B^2$ 、 $C^2$  和交互项 BC 对结果影响极显著( $P < 0.01$ )。模型的回归系数( $R^2$ )为 0.990 3,说明模型拟合度较好。失拟项  $P = 0.084 7 > 0.05$ ,差异不显著,调整决定系数( $R^2_{adj} = 0.977 7$ )接近 1,变异系数(CV)仅为 1.67%,表明该模型方程可用来分析和预测不同提取工艺条件下葛头提取物抑菌圈直径的最佳理论值<sup>[16]</sup>。

根据回归方程,作出各因素间交互作用对提取物抑菌性能影响的响应面及等高线。由图 7 可知,提取时间与料液比

表 3 响应面试验设计及结果

试验号	A:pH 值	B:提取时间 (min)	C:料液比 (g : mL)	抑菌圈 (mm)
1	5	75	1 : 4	21.75
2	5	60	1 : 3	21.05
3	4	60	1 : 4	24.52
4	4	60	1 : 4	24.11
5	5	60	1 : 5	25.25
6	4	75	1 : 3	23.54
7	4	45	1 : 5	25.75
8	3	60	1 : 3	23.12
9	4	60	1 : 4	23.85
10	3	60	1 : 5	27.75
11	4	75	1 : 5	27.21
12	4	60	1 : 4	24.22
13	3	75	1 : 4	22.15
14	5	45	1 : 4	18.25
15	3	45	1 : 4	20.25
16	4	60	1 : 4	24.25
17	4	45	1 : 3	19.25

之间的交互作用十分显著,表现为曲线较陡,随着数值的增加,响应值变化较大。其他因素间交互作用较小。

表 4 响应面试验结果方差分析

来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值	显著性
模型	108.111	9	12.012 34	79.045 24	<0.000 1	**
A	6.072 613	1	6.072 613	39.959 85	0.000 4	**
B	15.540 31	1	15.540 31	102.260 5	<0.000 1	**
C	45.125	1	45.125	296.937 8	<0.000 1	**
AB	0.64	1	0.64	4.211 417	0.079 3	
AC	0.046 225	1	0.046 225	0.304 176	0.598 4	
BC	2.002 225	1	2.002 225	13.175 32	0.008 4	**
A <sup>2</sup>	11.016 03	1	11.016 03	72.489 19	<0.000 1	**
B <sup>2</sup>	16.382 13	1	16.382 13	107.8	<0.000 1	**
C <sup>2</sup>	12.456 42	1	12.456 42	81.967 47	<0.000 1	**
残差	1.063 775	7	0.151 968			
失拟项	0.828 375	3	0.276 125	4.692 014	0.084 7	not significant
纯误差	0.235 4	4	0.058 85			
合计	109.174 8	16		R <sup>2</sup>	0.990 3	
R <sup>2</sup> <sub>Adj</sub>	0.977 7			CV	1.67%	

注：\*\*表示在 0.01 水平上影响显著。

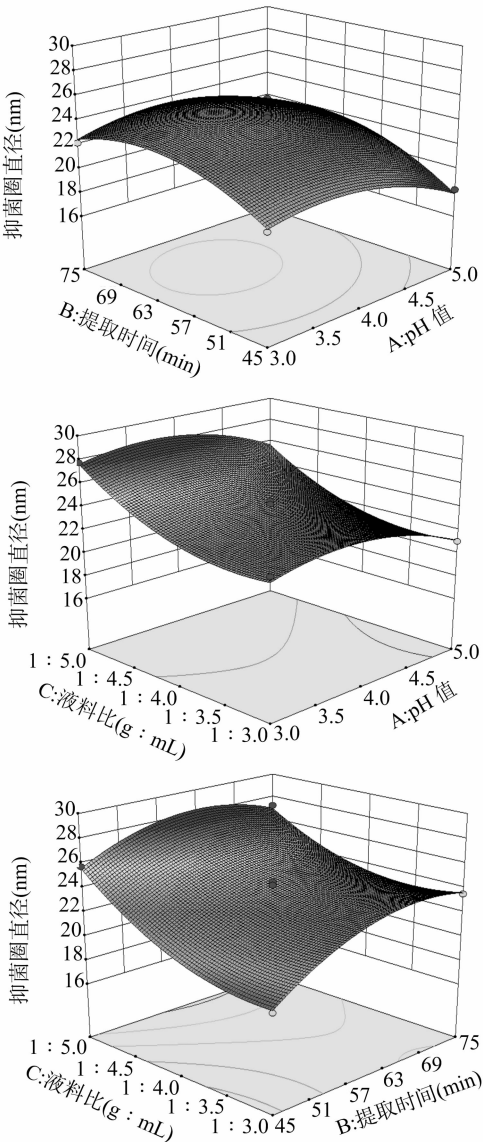


图 7 各因素两两相互作用对葛头提取物抑菌活性影响的响应面和等高线

Design - Expert 8.0 分析结果表明,在 pH 值为 3.71,提取时间为 62.17 min,料液比为 1 g : 5 mL 时,可达到提取液对金黄色葡萄球菌的理论最大抑菌圈直径,为 (28.47 ± 0.06) mm。为验证响应面分析法所得结果的可靠性,采用理论最佳提取条件进行提取试验,在实际操作过程中将试验因素调整为 pH 值为 3.7、提取时间为 62 min、料液比为 1 g : 5 mL,做 3 次平行试验,实际测得葛头提取液对金黄色葡萄球菌的抑菌圈直径为 28.42 mm。预测值与实际值相符,证实回归模型可靠。

3 讨论

通过单因素试验,确定葛头抑菌成分提取宜选用果胶酶辅助提取法,且提取温度最佳为 50 ℃、果胶酶添加量达到原料质量的 0.7% 为宜,再进一步根据响应面分析得出,在果胶酶法提取葛头抑菌成分时,各因素对提取物抑菌性能的影响表现为料液比 > 提取时间 > pH 值。应用响应面分析法优化提取工艺参数为料液比为 1 g : 5 mL、pH 值为 3.7、提取时间为 62 min,在此条件下得到提取液对金黄色葡萄球菌的抑菌圈直径为 28.42 mm。研究表明,基于响应面法分析所得的优化葛头提取抑菌成分工艺参数准确可靠,具有实用价值。以葛头提取物为原料制备天然抑菌剂还有待进一步研究。

参考文献:

[1]汪 治. 薤白的本草考证[J]. 中国中药杂志,1991,16(7):389.  
[2]李涵庄,萧小玲,周小鹏. 薤营养成分分析[J]. 湖南农学院学报,1989,15(3):118-120.  
[3]何运智,冯健雄,熊慧薇. 薤头的营养价值和生理活性[J]. 绿色大世界,2007(9):54-55.  
[4]谭可安,陈光荣. 薤白的临床疗效观察[J]. 吉林大学学报(医学版),1989(2):211-212.  
[5]周向荣. 盐渍薤头废弃物回收利用技术研究[D]. 长沙:湖南农业大学,2007.  
[6]孟 松,胡胜标,谢伟岸,等. 薤头中活性物质对白色念珠菌的抑制作用及其机理研究[J]. 食品科学,2005,26(9):119-123.  
[7]柏建山. 葱属植物 - 薤头中抗菌抑癌活性成分的分离纯化、鉴定

朱 镇,赵庆勇,张亚东,等. 不同地点南粳 9108 稻米直链淀粉含量及 RVA 谱特征值分析[J]. 江苏农业科学,2019,47(24):213-216.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.24.050

# 不同地点南粳 9108 稻米直链淀粉含量及 RVA 谱特征值分析

朱 镇,赵庆勇,张亚东,陈 涛,姚 姝,周丽慧,赵 凌,赵春芳,梁文化,路 凯,王才林  
(江苏省农业科学院粮食作物研究所/江苏省优质水稻工程技术研究中心/国家水稻改良中心南京分中心,江苏南京 210014)

**摘要:**以 2014 年、2015 年分别在江苏省 18 个地区种植的南粳 9108 稻谷为材料,测定其稻米直链淀粉含量和快速黏度仪(apid visco-analyzer,简称 RVA)谱特征值,对不同地点南粳 9108 稻米直链淀粉含量和 RVA 谱特征值的变异及相关性进行分析。结果表明,2 年不同地点种植的南粳 9108 稻米直链淀粉含量的差异明显。纬度最高的东海地区其直链淀粉含量最高,纬度最低的南京地区其直链淀粉含量最低,其他地区的均在 10% 左右。RVA 谱特征值分析结果表明,RVA 谱特征值在不同地点和不同年份间也存在差异,2015 年 RVA 谱特征值的变异系数除糊化温度外均明显高于 2014 年。不同地点 RVA 谱各特征值变化不一致,糊化温度和峰值时间基本比较稳定,差异较小,其他特征值差异均较大,消减值的变异系数最大,2014 年变异系数从大到小依次为消减值、回复值、崩解值、最低黏度、最终黏度、峰值黏度、糊化温度、峰值时间,2015 年的排序为消减值、最低黏度、最终黏度、崩解值、回复值、峰值黏度、峰值时间、糊化温度。2 年 36 个地点种植的南粳 9108 稻米 AC 与 RVA 谱特征值的相关性分析结果表明,直链淀粉含量与糊化温度呈极显著负相关,与回复值、峰值时间呈显著正相关,与峰值黏度、最低黏度、最终黏度、消减值等呈正相关,与崩解值呈负相关,但均未达显著水平。

**关键词:**南粳 9108;种植地点;直链淀粉含量;RVA 谱特征值;相关性分析;变异系数

**中图分类号:**S511.2<sup>+</sup>20.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2019)24-0213-04

水稻(*Oryza sativa* L.)是我国第一大粮食作物,20 世纪末启动的超级稻育种获得成功<sup>[1-4]</sup>,促进了我国粮食生产发展,使我国温饱问题基本得到解决,但在水稻主产区也出现了结构性过剩,生产与市场的矛盾日益突出。江苏省是我国水稻主产省之一,水稻总量结构性过剩较为严重。因此,江苏省

水稻育种开始转向优质育种。水稻品种必须达到国标三级优质稻谷标准才能通过审定,政府部门相继出台了一系列的引导政策,江苏省全省优质水稻种植面积在 2007 年就达到 80% 以上<sup>[5]</sup>。江苏省稻米的外观品质得到了很好的改良,但多数品种的食味品质仍不能满足消费者的需求<sup>[6]</sup>。

食味品质的评定主要有人工品尝和仪器测定等 2 种,进行人工品尝人的年龄和地域差异造成结果差异较大<sup>[7]</sup>,而且工作量较大。评价食味品质的仪器主要有食味仪、快速黏度分析仪(apid viscoanalyzer,简称 RVA)。研究表明,RVA 测定的稻米 RVA 谱特征值与蒸煮食味品质关系密切,其特征值的变化能反映稻米的食味品质<sup>[8-10]</sup>。稻米食味品质也可以用食味仪测定的食味值来估测,食味值与稻米直链淀粉含量(amylose content,简称 AC)呈极显著负相关,稻米直链淀粉含量对食味品质具有重要影响<sup>[11]</sup>。直链淀粉含量已成为稻米

收稿日期:2018-09-08

基金项目:国家科技支撑计划(编号:2015BAD01B00);现代农业产业技术体系建设专项资金(编号:CARS-01-62);江苏省重点研发计划(编号:BE2018399);南京农业科技产学研合作示范基地(编号:2019RHJD101)。

作者简介:朱 镇(1977—),男,江苏靖江人,研究员,主要从事水稻遗传育种研究。Tel:(025)84390314,E-mail:jsnkyzz@126.com。  
通信作者:王才林,研究员,博士生导师,主要从事水稻遗传育种研究。Tel:(025)84390307;E-mail:clwang@jaas.ac.cn。

及功能研究[D].长沙:湖南师范大学,2004.

[8]Kuroda M,Mimaki Y,Kameyama A,et al. Steroidal saponins from *Allium chinense* and their inhibitory activities on cyclic AMP phosphodiesterase and Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> ATPase[J]. Phytochemistry,1995,40(4):1071-1076.

[9]Peng J P,Yao X S,Tezuka Y,et al. Furostanol glycosides from bulbs of *Allium chinense*[J]. Phytochemistry,1996,41(1):283.

[10]Peng J P,Yao X S,Tezuka Y,et al. New furostanol glycosides, chinenoside IV and V,from *Allium chinense*[J]. Planta Medica,1996,62(5):465-468.

[11]周向荣,夏延斌,周跃斌,等. 蒜头的主要功能成分及其作用的研究进展[J]. 食品与机械,2006,22(3):73-75.

[12]陈艳丽. 蒜头素制备及蒜素影响腐败微生物生长评价方法研究[D]. 武汉:武汉工业学院,2012.

[13]禹智辉,丁学知,夏立秋,等. 蒜头总皂苷抗菌活性及其作用机理[J]. 食品科学,2013,34(15):75-80.

[14]彭光华,韩月峰,马荣池. 大蒜有机硫化物提取条件的优化及其成分的分析[J]. 食品科学,2008,29(7):226-230.

[15]Gan C Y,Latiff A A. Extraction of antioxidant pectic-polysaccharide from mangosteen (*Garcinia mangostana*) rind optimization using response surface methodology[J]. Carbohydrate Polymers,2011,83(2):600-607.

[16]黄玉龙,宋 坤,杨晓宇,等. 响应面法优化黄参多糖的提取工艺研究[J]. 中国酿造,2016,35(5):162-165.