

《黄精炮制品的质量评价技术规范》 团体标准编制说明

一、工作简介

（一）任务来源

我国高度重视药食同源和营养健康产业发展，2016 年国务院办公厅印发《“健康中国 2030”规划纲要》，相继制定了一系列相关政策积极扶持，强调发挥中医药在养生保健方面的优势，鼓励开发药食同源产品，促进了食药同源产品研发工作的快速发展。2017 年中央一号文件提出“加强新食品原料、食药同源类食品开发和应用”。国务院办公厅印发《国民营养计划（2017-2030 年）》提出“大力发展传统食养服务，加强传统食养指导，深入调研，筛选一批具有一定使用历史和实证依据的传统食材和配伍，推进传统食养产品的研发以及产业升级换代等”。2021 年，国家卫生健康委员会颁布《按照传统既是食品又是中药材的物质目录管理规定》，对医疗、保健品和食品等行业及其饮食健康相关专业的发展和规范具有重要意义。2025 年发布实施的 T/HNJK 01—2025《药食同源产品生产技术规范》团体标准，健全了食药同源产品生产标准体系。随着相关政策的稳步实施，药食同源产业逐渐成为健康中国建设的重要组成部分，也为我国药食同源产业促进国际国内经济双循环提供了政策引导。

多花黄精（*Polygonatum cyrtonema* Hua）是百合科黄精属多年生草本植物，是 2020 年版《中华人民共和国药典》收录的黄精三种基原之一。多花黄精具有补气养阴、润肺健脾、补肾益精、增强免疫功能和延缓衰老等功效，在我国已经有 2000 多年的食药两用历史。多花黄精在福建、四川、湖北、安徽、浙江和云南等地广泛种植。多花黄精适合林下及林缘大规模种植，因不占良田、不争林地，是“藏粮于林下”及“向森林要食物，开发森林食品”的典型代表，是保障国家粮食安全、粮食产业转型升级及践行“大食物观”的新路径。本项目为多花黄精制品制订标准，是符合国家健康中国发展战略相关政策，且能促进多花黄精产业发展，支撑巩固脱贫效果、推动乡村振兴。

近几年黄精加工产业发展迅速，2024 年全国黄精综合产值突破 200 亿元。随着中药研究的深入，发现多花黄精制品加工过程对化学成分和药理活性有着复杂的影响。因此，人们对黄精炮制品的质量评价越来越关注。

具体存在的问题如下：

1. 无统一质量标准

炮制品等级划分混乱，市场流通产品以“九蒸九晒”等传统术语模糊描述，缺乏可量化的品质指标，导致优质产品难以实现优质优价。

2. 无规范工艺参数

“九蒸九制”依赖经验传承，蒸制时间、温度、干燥方式

等关键参数无标可依，不同企业批次间质量不稳定。

3.无科学评价技术规范

现有检测仅聚焦多糖单指标，未涵盖炮制过程动态变化的关键质量参数。

（二）主要工作过程

1. 申报阶段

2025 年 1 月，福建省农业科学院作物研究所牵头成立了标准起草组。标准起草组收集整理相关资料，整合前期研究基础，经科研院所、种植企业、加工企业等进行黄精炮制品评价技术规范的多方调研，完成色泽、风味、成分、活性评价指标的筛选与权重确定建立综合评价体系，形成标准初稿。

2025 年 9 月-10 月，组织专家论证，邀请科研院所、高校及龙头企业专家对标准初稿进行研讨，根据论证意见修改完善标准文本。

2025 年 10 月，向福建省林学会提出团体标准《黄精炮制品的质量评价技术规范》的立项申请，同月获批立项。

（三）主要起草人及其所做的工作

主要起草人负责组织开展必要的资料收集分析、实地调研、专家研讨等工作，并协调做好标准申报工作、编写起草工作、征求意见工作、送审工作。

二、制定标准的原则和确定标准主要内容

（一）制定标准的原则

本标准的制定符合黄精炮制品的质量评价的需要，本着先进性、科学性、合理性的原则以及标准的目标、统一性、协调性、适用性、一致性和规范性原则来进行本标准的制定工作。

本标准起草过程中，主要按 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》进行编写。

（二）确定标准主要内容的依据

1.本文件规定了黄精炮制品的质量评价的术语和定义、炮制方法、色泽分析、风味分析、黄精炮制品多糖、总黄酮、总多酚含量及抗氧化活性测定、黄精炮制品聚类分析和主成分分析、Critic 客观权重赋值法建立综合评分模型、黄精炮制品质量的快速判定。

2.本文件适用于对黄精炮制品的质量进行科学、系统评价。

术语和定义

3.下列术语和定义适用于本文件。

3.1 多花黄精

本品为百合科植物多花黄精 *Polygonatum cyrtonema* Hua 的根茎。

3.2 多花黄精九制产品

以 2020 年版《中华人民共和国药典》中规定的多花黄精的新鲜根茎为原料，采用多次蒸、烘等初加工工艺制成的小块状或丝状干品。

4 炮制方法

多花黄精采用九蒸九制工艺采用蒸制、烘干等技术进行炮制。

5 黄精炮制品的色泽分析

采用色差仪测定多花黄精不同蒸制次数的色泽变化。

6 黄精炮制品的风味分析

采用顶空固相微萃取-气质联用（HS-SPME-GC-MS）进行分析。

7 黄精炮制品的多糖、总黄酮、总多酚含量及抗氧化活性测定

采用蒽酮-硫酸法测定多糖含量。采用 $\text{NaNO}_2\text{-Al}(\text{NO}_3)_3$ 比色法测定总黄酮含量。采用福林酚比色法测定总多酚含量。采用抗氧化试剂盒测试 DPPH 抗氧化活性、ABTS+ $\cdot$ 抗氧化活性。

8 黄精炮制品的聚类分析和主成分分析

采用 DPS 18.10 软件对九蒸九制不同蒸制次数的多花黄精的气质成分含量、抗氧化活性、多糖含量、总黄酮含量和总多酚含量进行聚类分析和主成分分析。

9 评价原则

9.1 质量评价应遵循科学性、系统性、可操作性和导向性。

10 评价指标体系

黄精炮制品的质量评价体系由色泽、挥发性风味物质、活性成分多糖、总黄酮、总多酚和抗氧化活性指标构成。

11 评价方法

使用 CRITIC (Criteria Importance Through Intercriteria Correlation) 方法建立综合评分模型。

12 评价步骤

首先标准化数据以使不同量纲的指标可比；通过归一化计算每个成分的客观权重，然后使用这些权重对每个样本进行综合评分；Pearson 分析综合评分与色调、亮度和饱和度之间的相关性；使用逐步回归，通过逐步选择变量来建立最优模型。

13 黄精炮制品质量的评价

综合评分 Y 与色调 h 间回归方程为 $Y=0.97-0.08*h$ ，模型具有统计学意义 ($R^2=0.785$, $P=0.012$)，即通过色泽变化可以快速评价黄精炮制品的质量。

三、主要试验（或验证）的分析报告、相关技术和经济影响论证、预期的社会效益

起草单位已开展多花黄精加工技术规程的制定和发布，为本标准的制定提供了扎实的研究基础。

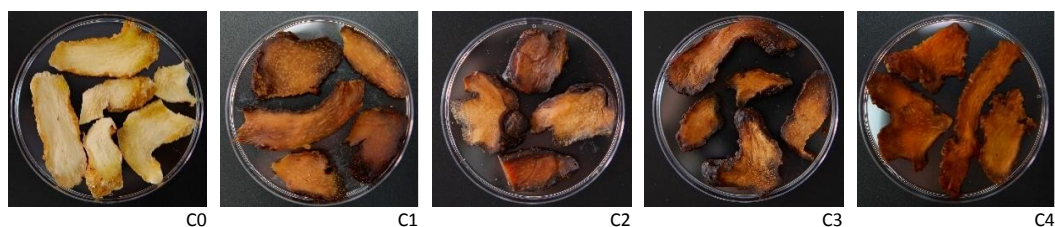
3.1 主要试验的分析报告

3.1.1 九蒸九制多花黄精的炮制

多花黄精的九蒸九制炮制工艺参照黄精产业国家创新联盟成员邵武市红垅草药种植农民专业合作社的企业标准 Q/SWHL 01S-2023，采用蒸制、烘干等技术进行。挑选健康大小一致的根茎，晾晒至七八成干后，洗净、去除根茎表皮和根须，切成 1 cm 厚，用蒸煮机蒸 85 min，60 ℃ 烘 3 h 左右干至水分不超过 15%，即得蒸制 1 次的多花黄精，反复 9 次即得 1~9 次的蒸制多花黄精，切片、粉碎，备用，为不同蒸制次数的多花黄精样品，分别命名为 C0~C9。

3.1.2 九蒸九制多花黄精色泽分析

采用色差仪测定多花黄精不同蒸制次数的色泽变化如图 1 和表 1 所示，结果表明，随着蒸制次数增加，多花黄精的颜色逐渐加深，亮度(L*值)显著降低，从初始的 4.80 ± 0.09 降至 0.44 ± 0.07 (9 次蒸制)，红色调(a*值)、黄色调(b*值)、饱和度(c*值)和色调(h)也呈减弱趋势。此外，色差(ΔE 值)随蒸制次数增加而显著增大，表明颜色变化愈发明显。



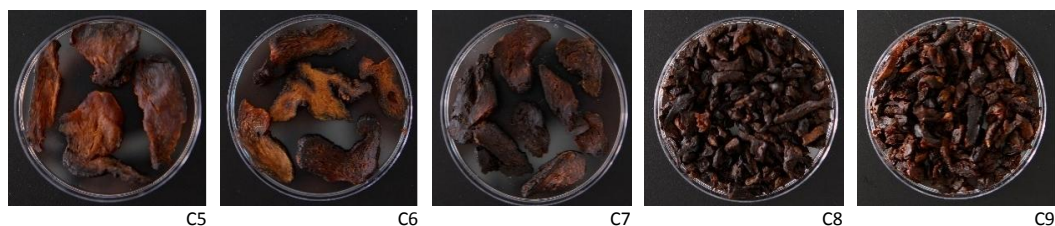


图 1 不同蒸制次数多花黄精样品 (C0~C9) 的外观图

表 1 不同蒸制次数多花黄精的色度变化

样 品	L^*	a^*	b^*	c^*	h	ΔE	样 品	L^*	a^*	b^*	c^*	h	ΔE
C 4.80±0.0	2.53±0.0	4.41±0.0	5.08±0.0	60.20±0.3	2.12±0.0	C 2.86±0.1	2.04±0.0	2.61±0.1	3.31±0.1	52.00±0.1	1.38±0.0		
0 9	6	7	9	7	9	5 0	8	1	4	2	5		
C 3.76±0.1	2.02±0.0	3.21±0.0	3.80±0.0	57.84±0.7	0.87±0.0	C 5.12±0.1	2.07±0.0	4.05±0.0	4.55±0.0	62.90±0.6	1.81±0.0		
1 0	7	5	7	8	1	6 1	7	3	6	2	4		
C 3.23±0.0	1.80±0.0	2.06±0.6	3.27±0.0	56.61±0.8	0.98±0.0	C 1.89±0.1	2.07±0.0	2.17±0.0	3.00±0.0	46.88±0.5	2.36±0.0		
2 6	5	7	3	9	1	7 3	7	7	9	9	8		
C 4.33±0.1	1.89±0.0	3.32±0.0	3.82±0.0	60.42±1.2	0.83±0.0	C 0.44±0.0	1.11±0.1	0.96±0.0	1.47±0.0	40.81±0.0	4.12±0.0		
3 2	6	5	2	3	5	8 7	0	1	1	4	4		
C 3.31±0.0	1.77±0.0	2.84±0.0	3.35±0.0	58.11±0.0	0.93±0.0	C 0.89±0.7	0.82±0.0	0.98±0.1	1.06±0.0	46.88±0.0	6.35±0.1		
4 2	1	2	3	6	1	9 7	5	6	6	4	6		

3.1.3 九蒸九制多花黄精的风味分析

样品的挥发性风味采用顶空固相微萃取-气质联用 (HS-SPME-GC-MS) 进行分析。

样品前处理：准确称取 1.0 g 不同蒸制次数的多花黄精粉末置于 50 mL 顶空瓶，于 70 °C 水浴下将 100 μ m/PDMS 纤维萃取头顶空萃取 20 min 后，250 °C 进样口中脱附 3 min，进行 GC-MS 分析。萃取头使用之前，先在 250 °C 进样口的气相色谱活化 30 min。

色谱条件：进样口温度 250 °C；手动进样 1 μ L；程序升温：起始温度 50 °C，保持 2 min，以 8 °C/min 升至 200 °C，以 20 °C/min 升至 280 °C，保持 2 min；体积流量 1.0 mL/min。

质谱条件：载气为高纯氦气；体积流量 1.0 mL/min；进

样量 1.0 μL 。传输线温度 250 $^{\circ}\text{C}$ ；离子源为 EI 源；离子源温度 230 $^{\circ}\text{C}$ ；电子能量为 70 eV 四极杆温度为 150 $^{\circ}\text{C}$ ；扫描范围 m/z 35 ~ 450。

谱图检索：通过 NIST05 谱库，采用峰面积归一法计算匹配度在 80%以上的挥发性化合物相对体积分数。

挥发性成分分析：采用 HS-SPME-GC-MS 进行九蒸九制多花黄精中挥发性特征风味成分种类及含量，其总离子流图如图 2 所示。经 GC-MS 分析，在九蒸九制多花黄精中检测出的挥发性化合物匹配度 $\geq 80\%$ ，且 3 个重复均有检出的有 42 种，如表 2 所示，主要包括酯类、烷类、酮类、酸类和芳香族化合物 5 大类，其中烷烃类（C8 ~ C16）及芳香族化合物占总挥发性成分的（ 62.3 ± 3.8 ）%，构成了多花黄精的特征风味主体。

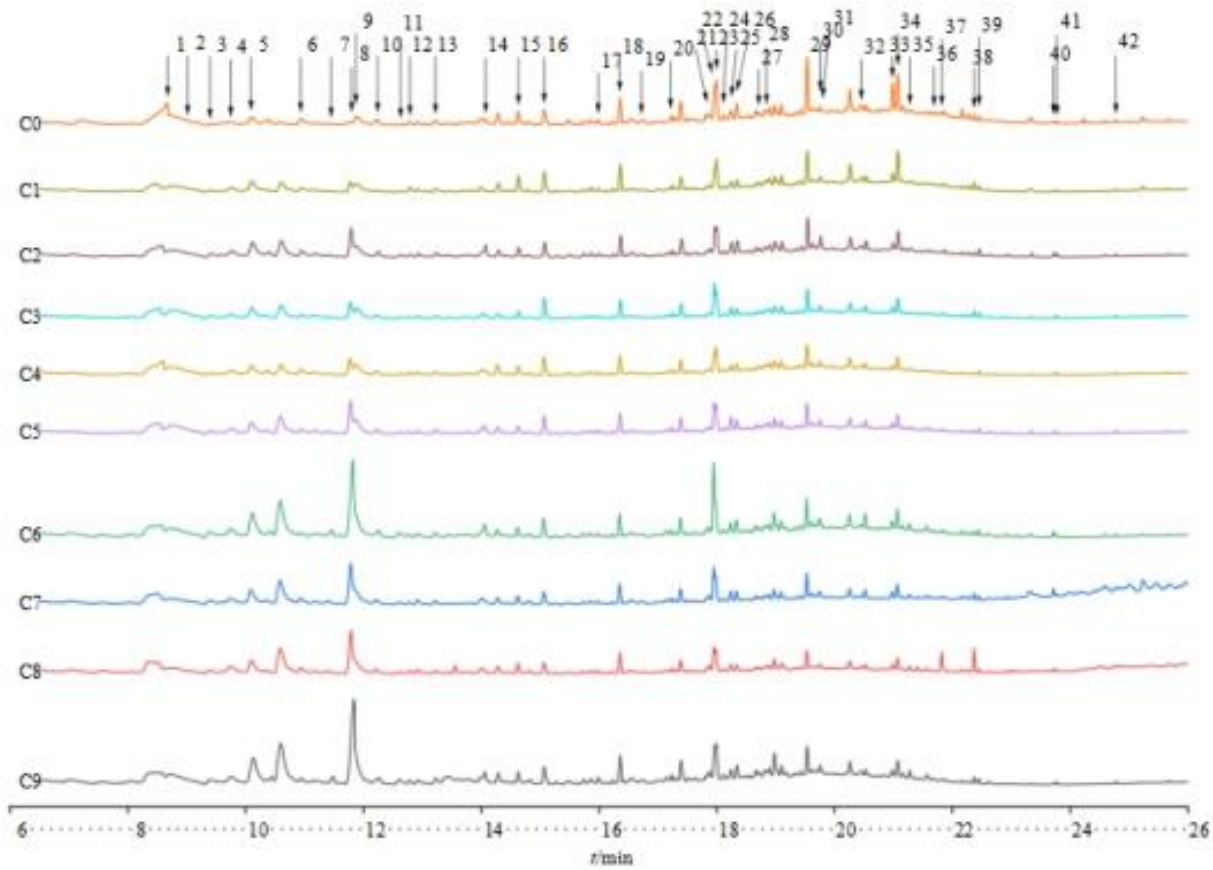
烷烃类化合物变化：八甲基-环四硅氧烷含量由初制（ 2.53 ± 1.46 ）%降至终制未检出，表明低相对分子质量烷烃（如 C8 以下）在热力作用下更易挥发，符合 Gibbs 自由能控制的热解规律（ $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ ）。而十二甲基-环六硅氧烷从（ 5.54 ± 3.85 ）%稳定至（ 4.80 ± 3.63 ）%（ $P > 0.05$ ），说明高相对分子质量烷烃相对稳定，不易受蒸制次数的影响。

酮类化合物的变化：3-甲基-1,2-环戊二酮随蒸制次数呈指数衰减，表明其在多次蒸制过程中逐渐挥发或降解。2-乙酰吡咯显著积累至（ 9.14 ± 2.79 ）%（ $P < 0.01$ ），与 Strecker 降解路径中 α -氨基酮的生成动力学相符，表明美拉德反应中

间体的竞争性生成机制。

酸类与醛类化合物：辛酸是一种短链脂肪酸，具有刺激性气味，在九次蒸制后完全挥发，可能是“减毒”的关键机制之一。苯乙醛是一种常见的醛类化合物，具有果香和花香，在九次蒸制后完全挥发，表明其挥发性较强。这些短链分子的挥发使多花黄精的风味变得更加柔和、甜美，符合传统工艺中“九蒸九晒”的目标。

芳香族化合物：2,4,6-三(1,1-二甲基乙基)-苯酚显著减少（1.27%→未检出），可能导致多花黄精的风味变得更加柔和。2,4-二(1,1-二甲基乙基)-苯酚有助于维持多花黄精的某些风味特征，且这种化合物具有抗氧化活性。



图中最上方的数字对应表 2 中的峰号。

图 2 多花黄精挥发性成分的总离子流图

表 2 九蒸九制多花黄精的挥发性化学成分

峰号	<i>t</i> _R /min	化合物名称	类型	CAS	相对含量/%									
					C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
1	8.663	己酸	酸类	000142-62-1	—	—	—	—	—	4.85±1.49	—	—	—	—
2	9.010	八甲基-环四硅氧烷	烷类	000556-67-2	—	2.53±1.46	1.45±1.57	4.71±3.39	1.41±0.40	—	—	—	—	—
3	9.392	3-甲基-1,2-环戊二酮	酮类	000765-70-8	—	0.63±0.25	—	0.91±0.14	0.57±0.02	0.73±0.13	—	—	—	—
4	9.745	苯乙醛	醛类	000122-78-1	1.06±0.14	1.72±0.66	—	—	—	—	—	—	—	—
5	10.09	2-乙酰吡咯	芳香类	001072-83-9	—	3.69±1.08	3.86±1.13	4.23±1.11	2.83±0.16	3.16±0.33	4.49±0.45	5.62±1.81	6.15±0.31	9.14±2.79
6	10.93	壬醛	醛类	000124-19-6	—	0.88±0.25	—	—	—	—	—	—	—	—
7	11.45	1-甲基-1 <i>H</i> -吡咯-2-甲醛	芳香类	001192-58-1	—	—	—	—	—	—	0.75±0.10	—	—	—
8	11.80	2,3-二氢-3,5-二羟基-6-甲基-4 <i>H</i> -吡喃-2-酮	酮类	028564-83-2	—	2.44±1.00	3.38±1.38	—	—	—	—	—	24.47±0.39	—
9	11.88	十甲基-环戊硅氧烷	烷类	000541-02-6	1.95±0.37	3.05±1.35	—	3.71±0.64	—	—	—	—	—	—
10	12.25	辛酸	酸类	000124-07-2	—	—	1.07±0.19	0.50±0.11	0.85±0.02	0.85±0.20	0.85±0.11	—	—	—
11	12.61	2-吡啶甲酸甲酯	酯类	002459-07-6	—	—	0.39±0.16	0.45±0.11	0.33±0.02	—	—	—	—	—
12	12.78	十二烷	烷类	000112-40-3	0.45±0.14	0.51±0.11	0.31±0.02	0.47±0.11	0.28±0.11	—	0.30±0.02	—	—	—
13	13.22	3,5-二甲基苯甲醛	芳香醛类	005779-95-3	0.75±0.08	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	14.07	壬酸	酸类	000112-05-0	—	—	—	—	—	1.29±0.29	—	2.12±1.11	—	—
15	14.62	十三烷	烷类	000629-50-5	1.59±0.19	1.29±0.22	0.85±0.02	—	0.61±0.11	—	—	—	—	—
16	15.06	十二甲基-环六硅氧烷	烷类	000540-97-6	1.99±0.33	5.54±3.88	1.84±0.82	2.37±0.42	2.07±0.22	2.04±0.41	1.19±0.11	—	3.06±0.13	4.80±3.63
17	15.99	2-丁基-2-辛烯醛	醛类	013019-16-4	2.49±0.33	—	0.28±0.02	—	0.28±0.11	0.28±0.02	—	—	—	—
18	16.35	十四烷	烷类	000629-59-4	2.38±0.19	1.91±0.22	1.73±0.42	2.15±0.52	1.44±0.33	1.40±0.33	—	2.65±1.11	3.76±0.22	2.94±0.63
19	16.71	甲基十四烷	烷类	025117-24-2	0.30±0.02	—	—	—	—	—	0.27±0.02	—	—	—
20	17.17	1-溴十八烷	卤代烃类	000112-89-0	0.60±0.25	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	17.82	二十烷	烷类	000112-95-8	—	—	—	—	0.57±0.44	—	—	—	—	—
22	17.96	十四甲基-环庚硅氧烷	烷类	000107-50-6	—	—	3.30±2.02	3.12±0.62	4.74±4.94	4.37±3.94	2.79±1.85	8.92±7.94	4.75±0.30	5.14±1.88

23	17.99 十五烷 19	烷类	000629-62-9	3.35±0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	18.10 十八烷 96	烷类	000593-45-3	-	-	-	0.54±0.2	0.48±0.1	0.46±0.1	0.33±0.0	-	-	-
25	18.24 2,4-二(1,1-二甲基乙基)-苯酚 48	芳香类	000096-76-4	1.68±0.2	1.09±0.2	1.34±0.2	1.42±0.1	1.33±0.3	1.55±0.2	1.11±0.1	1.63±0.4	1.29±0.05	-
26	18.34 丁基羟基甲苯 48	芳香类	000128-37-0	-	0.99±0.3	1.35±0.2	1.24±0.0	1.21±0.4	1.20±0.3	1.28±0.1	1.30±0.3	-	-
27	18.71 十六烷基酯2-氯丙酸 56	酸类	086711-81-1	-	-	-	-	-	0.99±0.2	-	-	-	-
28	18.83 2,6,10-三甲基-十四烷 91	烷类	014905-56-7	0.51±0.0	0.42±0.1	-	0.37±0.0	0.47±0.0	0.36±0.1	-	-	-	-
29	19.53 十六烷 90	烷类	000544-76-3	4.95±0.1	3.19±0.5	3.26±0.1	2.43±1.6	3.44±0.1	3.07±0.2	2.47±0.1	3.30±0.8	3.47±0.11	3.41±0.1
30	19.75 2,4,6-三(1,1-二甲基乙基)-苯酚 65	芳香类	000732-26-3	1.27±0.2	-	1.91±0.6	-	-	-	1.65±0.1	-	-	-
31	19.76 N-甲基-4-氯苯磺酰胺 96	芳香类	006333-79-5	-	-	0.57±0.2	-	-	0.68±0.0	-	-	-	-
32	20.45 2-己基-1-癸醇 66	醇类	002425-77-6	-	-	-	-	-	0.52±0.1	-	-	-	-
33	20.98 十七烷 58	烷类	000629-78-7	3.60±0.1	1.99±0.4	-	-	1.84±0.4	1.86±0.4	1.48±0.0	-	-	-
34	21.07 2,6,10,14-四甲基-十五烷 40	烷类	001921-70-6	4.62±0.3	3.54±0.5	2.43±0.0	2.62±0.1	2.54±0.2	-	1.96±0.0	-	-	2.07±0.1
35	21.28 N-(2-三氟甲基苯基) 58	芳香类	288246-53-7	-	1.48±0.6	-	-	1.49±0.2	-	-	-	-	-
36	21.68 二叔十二烷基二硫化物 57	二硫化物类	027458-90-8	-	-	-	-	-	-	0.45±0.1	-	-	-
37	21.82 二丁酯己二酸 10	酯类	000105-99-7	-	-	-	-	-	-	-	-	4.10±0.56	-
38	22.36 2-乙基己基水杨酸酯 81	酯类	000118-60-5	-	-	-	-	-	-	-	-	4.45±0.35	-
39	22.45 十八甲基-环九硅氧烷 06	烷类	000556-71-8	-	0.30±0.1	-	0.42±0.1	-	-	0.44±0.1	-	-	-
40	23.72 1,2-苯二甲酸丁基-2-甲基丙基酯 70	芳香类	017851-53-5	-	-	0.32±0.1	-	-	-	0.31±0.0	-	-	-
41	23.77 二十甲基-环十硅氧烷 39	烷类	018772-36-6	-	-	-	0.21±0.0	-	-	-	-	-	-
42	24.77 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15-十六甲基-环八硅氧烷 97 15-	烷类	019095-24-0	-	-	-	-	-	-	0.06±0.0	-	-	-

“-”表示在 3 个平行中部分或均未检出。

3.1.4 九蒸九制多花黄精的多糖、总黄酮、总多酚含量测定及抗氧化活性测定与分析

多花黄精多糖的提取条件：液料比 41 mL/g、超声时间

40 min，超声功率 151 W，超声温度 59 ℃。采用蒽酮-硫酸法测定多糖含量。采用 NaNO₂-Al(NO₃)₃ 比色法测定总黄酮含量。采用福林酚比色法测定总多酚含量。采用抗氧化活性试剂盒进行 DPPH 抗氧化活性和 ABTS⁺·抗氧化活性测定测定。

不同蒸制次数的多花黄精的多糖、总黄酮、总多酚含量及抗氧化活性结果如表 3 所示，随着蒸制次数的增加，多花黄精的化学成分和生物活性发生了显著变化。随着炮制次数的增多，多糖含量降低，总黄酮和总多酚含量显著增加。未蒸制时，多糖的质量分数为（101.71±0.08）mg/g，经过 9 次蒸制后，多糖质量分数降至（75.68±0.21）mg/g。未蒸制时，总黄酮质量分数为（652.70±0.20）μg/g，总多酚质量分数为（748.10±2.80）μg/g；而经过 9 次蒸制后，总黄酮质量分数增至（3 867.70±6.90）μg/g，总多酚质量分数增至（4 171.30±3.80）μg/g，分别增加了近 6 倍。总黄酮和总多酚等生物活性物质对高温处理较敏感，而本实验的加工工艺可以更好的保留这些热敏性生物活性物质。

表 3 九蒸九制多花黄精的多糖含量、总黄酮含量、总多酚含量和抗氧化活性

蒸制次数	多糖/ (mg·g ⁻¹)	总黄酮/ (μg·g ⁻¹)	总多酚/ (μg·g ⁻¹)	抗氧化活性/%		蒸制次数	多糖/ (mg·g ⁻¹)	总黄酮/ (μg·g ⁻¹)	总多酚/ (μg·g ⁻¹)	抗氧化活性/%	
				DPPH	ABTS ⁺					DPPH	ABTS ⁺
0	101.71±0.08 ^c	652.70±0.20 ⁱ	748.10±2.80 ^j	20.97±0.95 ^h	36.28±1.86 ^j	5	94.60±0.14 ^e	326.40±24.10 ^e	722.00±6.40 ^c	62.07±0.32 ^c	69.03±0.23 ^e
1	88.16±0.24 ^f	841.60±6.90 ^g	2 283.90±3.30 ⁱ	32.87±0.81 ^g	43.43±0.29 ⁱ	6	87.31±0.55 ^g	609.10±25.00 ^c	696.90±2.80 ^d	63.67±0.24 ^c	75.70±0.24 ^d

2	106.05±0.36a	805.30±14.00h	2 553.10±1.10g	41.20±0.41f	55.83±0.77h	7	84.89±0.08h	1	4	971.70±13.90	018.60±2.10	66.47±0.24b	81.54±0.33c
								d	b				
3	103.18±0.01b	624.70±18.40j	2	46.34±0.64	61.67±0.31	8	80.42±0.22i	2	3	877.40±12.10	410.00±3.90	68.25±0.48a	88.74±0.76b
			405.80±15.70h	e	g			b	e				
4	96.29±0.29d	1 037.20±20.80f	2 666.80±4.90f	59.55±0.42d	64.51±0.15f	9	75.68±0.21j	3	4	867.70±6.90a	171.30±3.80	69.66±0.42a	96.58±0.18a
									a				

表中不同小写字母表示差异性显著（ $P<0.05$ ）。

抗氧化活性实验进一步证实了蒸制次数对多花黄精生物活性的显著影响。未蒸制时，DPPH 清除活性为（ 20.97 ± 0.95 ）%，ABTS+·清除活性为（ 36.28 ± 1.86 ）%；而经过 9 次蒸制后，DPPH 清除活性增至（ 69.66 ± 0.42 ）%，ABTS+·清除活性增至（ 96.58 ± 0.18 ）%，分别增加了约 2.0 倍和 1.7 倍。7 次及以上的蒸制能够显著提高多花黄精的抗氧化能力。

3.1.5 聚类分析和主成分分析

聚类分析：不同蒸制次数多花黄精中各个气质成分、抗氧化活性、多糖含量、总黄酮含量和总多酚含量存在一定的差异。采用 DPS 18.10 软件对九蒸九制不同蒸制次数的多花黄精的 30 个样品的气质成分含量、抗氧化活性活性、多糖含量、总黄酮含量和总多酚含量进行聚类分析（最长距离法），结果见图 3。当绝对值距离为 25 时，0~9 次不同蒸制次数的 30 个样品多花黄精被分为 3 类，C0~C1 聚为一类，C2~C6 聚为一类，C7~C9 聚为一类。

PCA 分析：以九蒸九制不同蒸制次数多花黄精的 30 个样品的气质成分、抗氧化活性、多糖含量、总黄酮含量和总

多酚含量为数据源，进行 PCA。按照特征性大于 1 的原则，提取 9 个主成分，累积方差贡献率为 92.362 7%（表 4），反映了不同蒸制次数多花黄精中的大量信息，可作为多花黄精品质判断的代表。由表 5 的主成分因子载荷矩阵表可知，F1 主要反映了 DPPH、ABTS+·和总多酚的信息，F2 反映了十四烷的信息，F3 反映了总黄酮的信息，F4 与己酸、十六烷基酯 2-氯丙酸和 2-己基-1-癸醇呈负相关关系，F5 与 2,4,6-三(1,1-二甲基乙基)-苯酚和丁基-2-甲基丙基酯 1,2-苯二甲酸呈负相关关系，F6 与苯乙醛呈负相关关系，F7 与 2,3-二氢-3,5-二羟基-6-甲基-4H-吡喃-4-酮、己二酸二丁酯和 2-乙基己基水杨酸酯呈负相关关系，F8 与二十烷呈负相关关系，F2 反映了 2,4-二(1,1-二甲基乙基)-苯酚的信息。利用美吉生物云平台（<https://www.majorbio.com/tools>）建立 PCA 模型如图 4 所示，不同蒸制次数多花黄精可区分为 3 类，C0 ~ C1 为一类，C2 ~ C6 为一类，C7 ~ C9 为一类，PCA 结果与聚类分析结果一致。

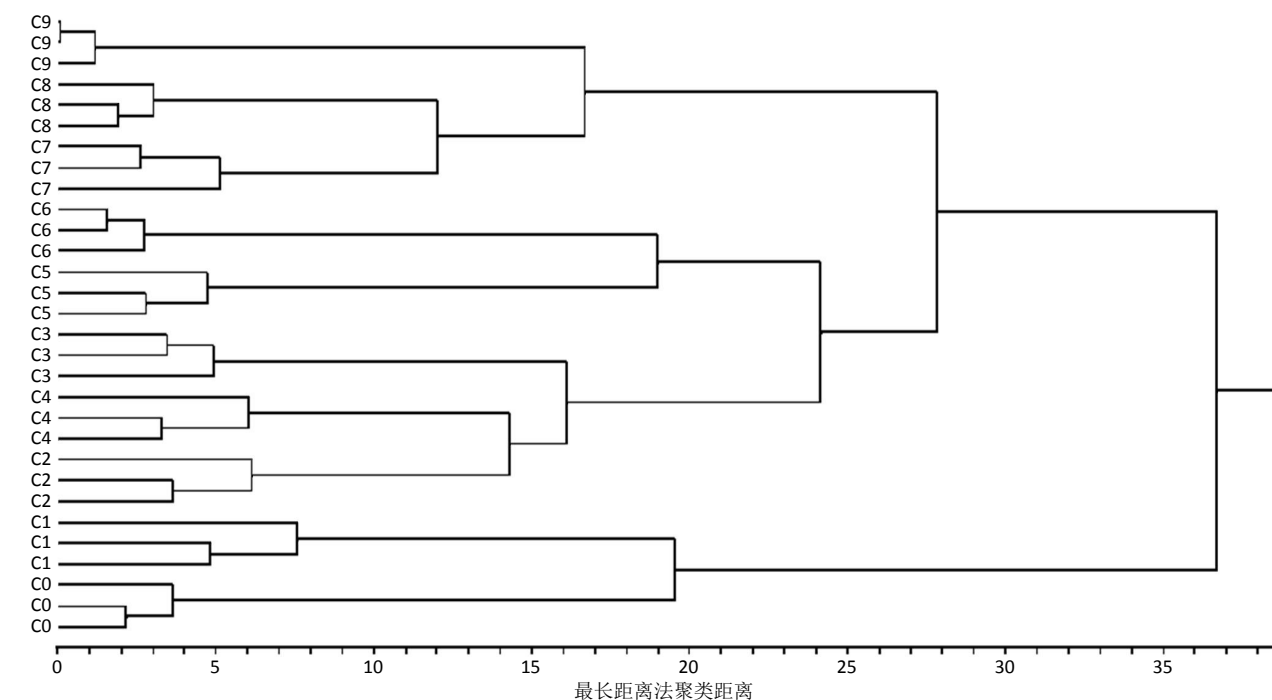


图 3 九蒸九制多花黄精样品聚类分析树状图

表 4 九蒸九制多花黄精主成分特征值及方差贡献率

主成分	主成分特征值	方差贡献率/%	累积方差贡献率/%
F1	11.964 6	25.456 7	25.456 7
F2	7.565 6	16.097 0	41.553 7
F3	6.084 0	12.944 7	54.498 4
F4	5.292 9	11.261 5	65.759 9
F5	3.651 7	7.769 6	73.529 5
F6	2.657 6	5.654 4	79.183 9
F7	2.413 9	5.136 1	84.320 0
F8	2.064 0	4.391 6	88.711 6
F9	1.716 0	3.651 1	92.362 7

表 5 九蒸九制多花黄精主成分因子载荷矩阵

成分	主成分								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
八甲基-环四硅氧烷	0.028 7	0.108 5	-0.807 6	0.146 2	-0.069 9	-0.281 0	0.074 2	-0.018 2	0.010 7
3-甲基-1,2-环戊二酮	0.038 3	0.145 4	-0.725 6	-0.432 0	0.156 9	-0.218 5	0.137 5	-0.293 6	0.062 5
苯乙醛	-0.078 1	0.028 7	-0.065 2	0.054 0	0.110 7	-0.966 5	0.055 6	-0.008 8	-0.086 7
1-(1 <i>H</i> -吡咯-2-基)-乙酮	0.514 9	0.135 4	0.240 3	0.281 4	0.242 6	0.177 9	-0.038 2	0.333 8	-0.410 3
壬醛	-0.800 6	0.066 0	0.102 0	0.089 1	0.207 2	-0.514 5	0.075 0	0.083 0	-0.044 8
2,3-二氢-3,5-二羟基-6-甲基-4 <i>H</i> -吡喃-4-酮	0.148 3	0.139 1	0.001 1	0.113 3	0.014 4	0.005 2	-0.963 5	0.095 8	-0.018 7

十甲基-环戊硅氧烷	-0.562 9	0.054 3	0.032 3	0.080 4	0.182 9	-0.759 4	0.077 5	0.067 0	-0.066 2
十二烷	-0.571 0	-0.164 9	-0.465 6	0.286 3	-0.192 9	-0.321 4	0.160 6	-0.116 0	0.039 6
十三烷	-0.799 1	0.188 6	0.116 0	0.176 5	-0.207 5	-0.406 5	0.114 5	-0.160 1	0.010 6
十二甲基-环六硅氧烷	0.000 2	0.178 0	-0.055 3	0.008 1	0.101 1	-0.528 2	-0.067 7	0.007 0	-0.644 1
十四烷	0.037 9	0.695 5	0.148 6	0.242 9	0.314 8	0.099 2	-0.409 1	0.222 1	-0.043 3
2,4-二(1,1-二甲基乙基)-苯酚	-0.112 7	0.032 0	-0.182 2	-0.203 6	-0.115 8	0.027 7	-0.161 5	-0.119 5	0.901 8
丁基羟基甲苯	-0.450 8	-0.163 7	-0.165 5	-0.081 8	-0.229 8	-0.012 0	0.447 5	-0.082 2	0.632 7
2,6,10-三甲基-十四烷	-0.603 2	0.169 0	-0.386 9	-0.278 3	0.236 2	-0.170 5	0.162 4	-0.444 5	0.118 1
十六烷	-0.591 3	0.368 6	0.446 6	0.109 3	0.095 9	0.112 5	-0.025 3	-0.031 4	-0.039 4
十七烷	-0.785 6	-0.229 2	0.144 4	-0.285 9	0.184 8	-0.161 0	0.168 5	-0.299 1	0.028 1
2,6,10,14-四甲基-十五烷	-0.737 6	-0.045 9	-0.236 8	0.345 8	-0.114 7	-0.227 0	0.307 7	-0.095 7	-0.289 5
N-(2-三氟甲基苯基)-吡啶-3-羧酰胺 脒	-0.039 9	0.092 0	-0.075 3	0.113 8	0.055 9	-0.605 5	0.098 9	-0.711 4	-0.058 0
十八甲基-环九硅氧烷	0.047 1	-0.629 2	-0.598 7	0.161 2	0.077 7	-0.316 3	0.085 4	0.171 5	-0.018 5
辛酸	0.146 1	-0.307 2	-0.230 3	-0.315 4	-0.690 1	0.230 7	0.190 0	-0.312 2	0.077 9
甲酯 2-吡啶甲酸	0.047 3	0.239 2	-0.668 6	0.216 5	-0.515 7	0.225 7	0.105 2	-0.241 4	0.038 4
2-丁基-2-辛烯醛	0.079 0	0.228 6	0.033 8	-0.477 2	-0.607 1	0.105 6	0.127 4	-0.503 1	0.127 2
十四甲基-环庚硅氧烷	0.527 8	0.190 8	0.207 4	0.104 9	0.141 4	0.333 5	0.102 7	-0.022 2	0.223 0
N-甲基-4-氯苯磺酰胺	0.077 7	0.176 2	0.095 0	-0.690 9	-0.600 2	0.037 5	0.099 3	0.133 8	0.134 0
2,4,6-三(1,1-二甲基乙基)-苯酚	0.066 8	-0.497 3	0.118 6	0.137 3	-0.790 0	0.046 8	0.076 0	0.171 2	0.061 7
丁基-2-甲基丙基酯 1,2-苯二甲酸	0.074 9	-0.513 6	0.086 6	0.153 5	-0.742 4	0.056 4	0.072 3	0.161 0	0.001 7
十八烷	0.146 9	-0.296 5	-0.622 1	-0.395 2	0.066 5	0.263 1	0.152 5	-0.384 4	0.061 0
二十甲基-环十硅氧烷	0.030 8	0.071 4	-0.908 4	0.110 6	0.112 0	0.192 9	0.032 6	0.202 9	0.028 8
二十烷	0.033 0	0.082 1	-0.018 3	0.114 2	-0.032 9	0.113 2	0.075 9	-0.898 6	0.071 6
己酸	0.080 0	0.049 4	0.034 0	-0.968 8	0.025 6	0.050 1	0.065 8	0.019 9	0.063 1
壬酸	0.338 9	0.205 2	0.291 3	-0.257 0	0.273 1	0.076 6	0.288 6	0.199 6	0.635 8
十六烷基酯 2-氯丙酸	0.082 1	0.053 6	0.038 7	-0.977 6	0.020 5	0.044 7	0.066 7	0.023 6	0.083 5

2-己基-1-癸醇	0.086 1	0.057 2	0.045 4	-0.963 6	0.016 0	0.040 9	0.071 5	0.025 3	0.106 0
1-甲基-1 <i>H</i> -吡咯-2-甲醛	0.090 7	-0.966 9	0.085 7	0.082 1	-0.079 9	0.067 4	0.054 5	0.045 0	-0.003 9
甲基十四烷	-0.658 3	-0.635 7	0.202 0	0.106 4	0.085 1	0.205 5	0.072 7	0.118 9	0.036 2
二叔十二烷基二硫化物	0.084 6	-0.940 5	0.083 0	0.084 4	-0.060 9	0.065 8	0.050 4	0.044 4	0.026 1
1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15-十六 甲基-环八硅氧烷	0.091 1	-0.965 0	0.084 2	0.082 0	-0.081 5	0.064 3	0.054 0	0.047 5	-0.005 7
己二酸二丁酯	0.147 9	0.088 9	0.141 0	0.068 1	0.112 5	0.058 9	-0.957 3	0.042 0	-0.026 2
2-乙基己基水杨酸酯	0.148 6	0.090 1	0.141 8	0.068 7	0.113 1	0.059 3	-0.958 9	0.042 9	-0.026 6
3,5-二甲基苯甲醛	-0.928 4	0.054 5	0.181 4	0.061 7	0.163 6	0.191 1	0.047 4	0.118 3	0.019 9
十五烷	-0.926 9	0.053 5	0.181 5	0.060 9	0.164 2	0.193 9	0.047 0	0.117 8	0.018 9
1-溴十八烷	-0.886 9	0.045 4	0.173 9	0.054 7	0.168 6	0.208 8	0.041 0	0.103 2	0.053 7
DPPH	0.835 7	-0.142 5	0.229 9	-0.112 4	0.206 9	0.345 5	-0.142 0	-0.107 1	-0.085 5
ATBS ⁺	0.782 0	-0.057 2	0.260 5	0.037 2	0.238 2	0.386 6	-0.191 8	0.094 4	-0.224 7
多糖	-0.516 7	0.117 7	-0.488 6	-0.120 6	-0.538 4	0.119 9	0.196 4	-0.092 5	0.312 0
总黄酮	0.280 2	-0.305 9	0.585 0	-0.300 4	0.499 5	0.018 8	-0.102 7	0.349 3	0.014 4
总多酚	0.897 9	-0.152 9	0.278 5	-0.166 0	0.138 5	0.144 2	0.026 8	0.103 2	-0.079 9

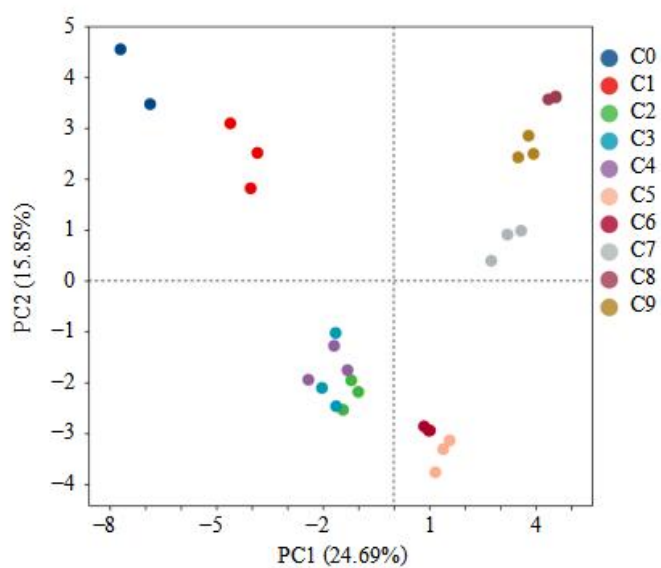


图 4 九蒸九制多花黄精 PCA 图

3.1.6 CRITIC 客观权重赋值法建立评分模型

九蒸九制多花黄精的化学成分、抗氧化活性及挥发性风味的动态变化机制如图 5 所示,多花黄精在九蒸九制过程中,发生了美拉德 (Maillard) 反应和 Strecker 降解等,“七蒸七制”达到理想终点,为了能更好的通过颜色来判定其质量。使用基于准则相关性的权重确定法 (CRITIC) 技术规范建立评分模型,首先标准化数据以使不同量纲的指标可比。对于“越高越好”的指标,使用 Min-Max 标准化将每个指标的值转换到 0 到 1 的范围;对于“越低越好”的指标,反转它们的标准值,使得较低的值对应较高的得分。计算每个指标的标准差用于衡量指标的信息量 (分辨能力)。计算指标之间的相关性和综合信息量。通过归一化计算每个成分的客观权重,然后使用这些权重对每个样本进行综合评分。

权重系数和综合得分:权重比较高的越高越好指标是多糖和总黄酮,权重比较高的越低越好指标是 4-氯苯磺酰胺、4H-吡喃-4-酮和 2-乙基己基水杨酸酯。计算多花黄精生品到九蒸九制样品 (C0~C9) 质量综合评分 (Y) 依次为 0.680 9、0.646 9、0.687 8、0.660 8、0.674 4、0.692 9、0.678 1、0.853 8、0.838 1 和 0.908 8。

Pearson 相关性分析:分析综合评分与色调、亮度和饱和度之间是否具有相关性, Pearson 分析法显示综合评分 Y 与黄色调 b^* 显著相关 ($R^2 = -0.781$, $P = 0.0077$); 与亮度 L^* 也显著相关 ($R^2 = -0.861$, $P = 0.0014$); 与红色调 a^* 没有明显的相关性 ($R^2 = -0.697$, $P = 0.0250$); 与饱和度 c^* 显著相关 ($R^2 = -0.818$, $P = 0.0039$); 与色调 h 显著相关 (R^2

= -0.861, P = 0.001 4) 。

构建模型：使用逐步回归，通过逐步选择变量来建立最优模型。综合评分 Y 与色调 h 的回归方程为 $Y = 1.35 - 0.01 \cdot h$ ，模型具有统计学意义 ($R^2 = 0.742$, $P = 0.001 4$) 。

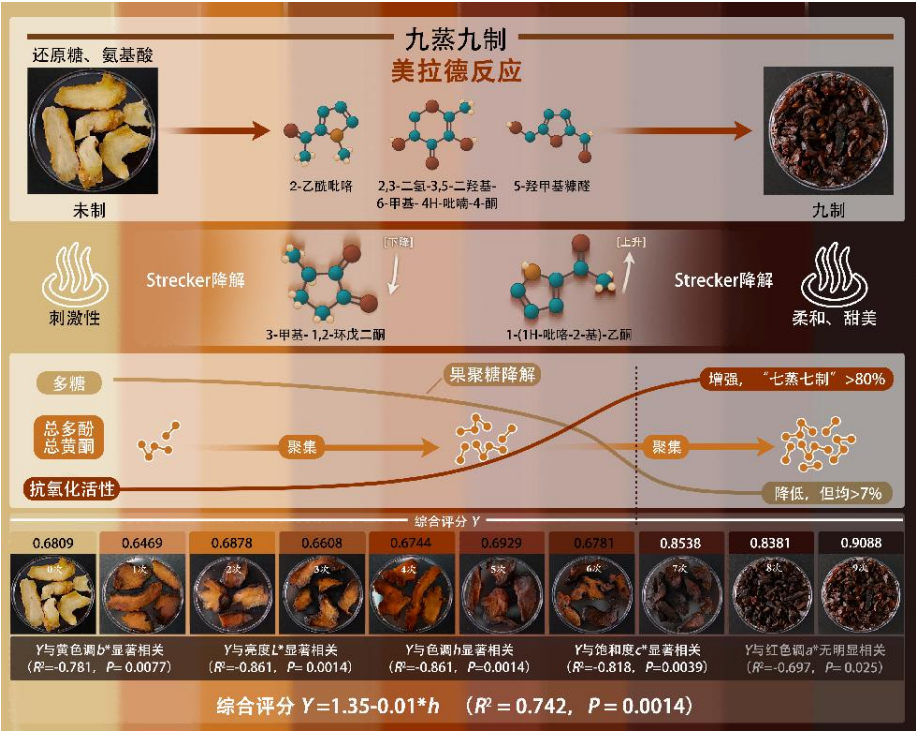


图 5 九蒸九制多花黄精的化学成分、抗氧化活性及挥发性风味的动态变化机制

3.2 相关技术和经济影响论证

2024 年全国黄精综合产值突破 200 亿元；食品原料与饮片约 5 万吨（上世纪 80 年代约 800 吨，2000 年约 2000 吨，2016 年约 3000 吨），其中食用 4.5 万吨，药用 0.5 万吨，总产值约 40 亿元；优质食用原料 80~200 元/kg，供不应求；药厂投料产品 40~75 元/kg。2020 年版《中国药典》中收载具有治疗作用的黄精中成药有 39 种，产值约 50 亿元，食品产值约 100 亿元，其中九华山、武陵山（新化等）区域均超过

25 亿元。福建的邵武市红垅草药种植农民专业合作社、福建承天药业有限公司、浙江九和堂药业有限公司、方正珍稀药材开发有限公司等企业已成功研发、生产出 50 多款黄精深加工产品。2024 年 12 月 16 日，国家林局批准发布联盟主持编制的《黄精》林业行业标准。标准的实施有利于规范黄精标准化人工栽培过程，指导黄精科学合理的生产。但是，目前黄精林粮产业还需强化黄精全产业链应用技术研究，黄精深加工产品开发还处于初级阶段，且产品标准不一，缺乏科学规范的方法。《黄精炮制品的质量评价技术规范》团体标准的制定，紧密结合国家战略需求，响应“大农业、大食物观”理念，通过科学严谨的技术框架和全产业链规范体系，为多花黄精炮制品行业提供了统一的技术标杆。在技术层面，本项目填补了黄精炮制品质量评价技术标准的空白。在产业层面，本项目响应国家乡村振兴和共同富裕政策，推动黄精产业的高质量发展。

3.3 预期的社会经济效应

《黄精炮制品的质量评价技术规范》团体标准的制定和实施，充分考虑了我国当前的经济社会发展水平和产业现状，能够有效规范企业生产行为，提升产品质量，同时不增加企业过高的成本负担。该标准将有力推动产业升级，适应我国经济高质量发展的需求。标准化生产将提高产品质量和生产效率，降低单位生产成本，增强市场竞争力。符合标准的产品更易获得市场认可，有助于企业树立良好品牌形象，

提升品牌价值。标准的技术指标基于广泛调研和科学实验制定，合理且实用，既保留了传统工艺优点，又通过现代技术提高了生产效率和产品质量。

四、与有关的现行法律、法规和国家标准、行业标准、福建省地方标准的关系

本标准与有关的现行法律、法规和国家标准、行业标准、福建省地方标准协调一致。

未检索出与黄精炮制品的质量评价相关国家或行业标准。

五、重大意见分歧的处理结果和依据

无。

六、提出标准实施的建议

为使标准能更好的发挥技术指导作用，更好地服务经济建设，推动产业可持续健康发展，全国食品标准化技术委员会将和标准制定单位一起做好标准应用推广工作，一是做好《黄精炮制品的质量评价技术规范》标准的宣贯工作。二是对《黄精炮制品的质量评价技术规范》标准执行情况进行跟踪调查，及时发现标准执行中的问题，不断修改完善，提高标准的科学性、合理性和实用性。

七、其他应予说明的事项

无。

《黄精炮制品的质量评价技术规范》

团体标准编制组

2025 年 10 月 13 日