

基于 GC-MS 对中茗 66 和龙井 43 的香气成分比较分析

韦 康¹, 王丽鸳¹, 余继忠², 郑旭霞², 阮 丽¹, 成 浩^{*1}

(1. 中国农业科学院 茶叶研究所, 国家茶树改良中心/农业部茶树生物学与资源利用重点实验室, 浙江 杭州 310008; 2. 杭州市农业科学院 茶叶研究所, 浙江 杭州 310024)

摘要: 香气是评价茶叶品质优劣的一个重要指标。本研究结合专家感官评审和气相色谱-质谱联用技术(GC-MS)比较了茶树品种龙井 43 与中茗 66 的香气感官和成分差异,以期找到影响龙井茶香的关键成分。感官评审结果表明,中茗 66 香气明显优于龙井 43。GC-MS 共鉴定出 65 种主要香气成分,其中醇类、碳氢化合物、酯类是主要香气成分。龙井 43 的醇类化合物质量分数较高,特别是香叶醇(22.03%)、 β -芳樟醇(17.89%)、反-芳樟醇氧化物(5.84%)、顺-芳樟醇氧化物(4.52%)等,这些物质主要呈花香,可能是龙井 43 微有花香的原因。而中茗 66 的酯类物质质量分数较高,特别是己酸叶醇酯(7.53%)和丁酸叶醇酯(6.08%)。另外,中茗 66 中正辛醇(3.39%)、香茅醇(1.42%)、吲哚(1.21%)的质量分数也明显高于龙井 43。这些物质可能与中茗 66 香气较好有关,相关研究可为龙井茶高香品种的选育打下理论基础。

关键词: 茶树品种;香气成分;气质联用;龙井 43

中图分类号:TS 272.5 文章编号:1673-1689(2019)08-0039-07 DOI:10.3969/j.issn. 1673-1689.2019.08.006

Comparative Analysis of the Aroma Components in Tea Cultivar Zhongming66 and Longjing43 by GC-MS

WEI Kang¹, WANG Liyuan¹, YU Jizhong², ZHENG Xuxia², RUAN Li¹, CHENG Hao^{*1}

(1. Tea Research Institute, Chinese Academy of Agriculture Science, National Center for Tea Improvement/Key Laboratory of Tea Biology and Resources Utilization, Ministry of Agriculture, Hangzhou 310008, China; 2. Tea Research Institute, Hangzhou Academy of Agriculture Science, Hangzhou 310024, China)

Abstract: Aroma is one of the most important factors affecting tea quality. The sensory qualities and aroma compositions in two tea cultivars (Longjing43 and Zhongming66) were determined by sensory evaluation and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). The results showed that aroma quality of Zhongming66 was better than that of Longjing43. Totally 65 aroma components were identified by GC-MS with alcohol, ester and hydrocarbon compounds as the main aroma

收稿日期: 2017-09-26

基金项目: 国家自然科学基金面上项目 (31470396); 浙江省农业新品种选育重大科技专项 (2016C02053-3); 国家茶叶产业技术体系 (CARS-19); 中国农业科学院茶叶研究所基本科研业务费专项项目 (1610212017002)。

作者简介: 韦 康(1981—),男,博士,副研究员,主要从事茶树遗传育种研究。E-mail: weikang@tricaas.com

* 通信作者: 成 浩(1962—),男,博士,研究员,博士研究生导师,主要从事茶树遗传育种研究。E-mail: chenghao@tricaas.com

引用本文: 韦康,王丽鸳,余继忠,等. 基于 GC-MS 对中茗 66 和龙井 43 的香气成分比较分析[J]. 食品与生物技术学报, 2019, 38(08): 39-45.

components. Higher alcohol contents, such as geraniol (22.03%), linalool (17.89%), trans-linalool oxide (furanoid) (5.84%) and cis-linalool oxide (furanoid) (4.52%) were identified in Longjing43. These compounds might offer fragrance of flowers to Longjing43. Meanwhile, the ester compounds were higher in Zhongming66, especially for hexanoic acid, 3-hexenyl ester (7.53%) and cis-3-Hexenyl butyrate (6.08%). Higher 1-octanol (3.39%), citronellol (1.42%) and indole (1.21%) were also found in Zhongming66, which might be closely correlated with the aroma quality of Zhongming66. Further study in this field is necessary and will benefit future breeding of Longjing tea with high aroma quality.

Keywords: tea cultivar, aroma components, GC-MS, Longjing43

龙井茶是我国传统名茶,被列为中国十大绿茶之首,具有色泽翠绿,香气浓郁,甘醇爽口,形如雀舌的特点。特别是西湖龙井茶的香气香高持久,深受众多消费者青睐。目前,制作西湖龙井的当家品种主要为龙井43。该品种为中国农业科学院茶叶研究所于20世纪60年代从西湖龙井群体中单株选育而成,1987年通过全国农作物品种审定委员会认定,编号GS13037—1987^[1]。该品种的推广种植已有40余年的历史。因此,培养可替代龙井43的高香优质新品种是茶树育种工作者亟待解决的问题。

中茗66是近年来中国农业科学院茶叶研究所培育的新品系。它具有物候期早(一芽二叶期平均较龙井43提早3~4 d),香气高等特点,但是对于该品系香气成分的组成及其与对照品种龙井43的差异仍缺乏研究。另一方面,尽管近年来对于龙井茶特征香气成分已有一定研究^[2-8],特别是明确了龙井茶香气主要包含烯醇、醛、醇、酯及芳香烃等化合物^[6,8],但对于龙井茶品种选育中特定香型该更注重哪类化合物仍缺乏明确报道。

本研究拟基于龙井43和中茗66的感官评审,先初步确定两者的香型特点。然后通过顶空固相微萃取(HS-SPME)法结合气相色谱与质谱联用技术(GC-MS)明确两者的香气物质组成差异。通过两者的比较分析为高香型茶树品种选育工作提供借鉴与参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料及仪器设备

以种植于中国农业科学院茶叶研究所试验园中的中茗66和龙井43为研究对象,取2016年春季采摘的第一批茶叶(一芽二叶)制作烘青样。茶样

制成后在石灰缸中保存1个月,然后用于感官评审及香气成分测定。

香气成分测定采用气相色谱-质谱联用分析(GC-MS),使用的仪器包括SPME装置(USA, SUPLECO), 50/30 μm 聚二甲基硅烷-二乙烯基苯涂层纤维(DVB/CAR/PDMS)萃取头,气相色谱-质谱联用仪 Agilent 7890A-5975C (USA, Agilent), PL202-L-电子天平(梅特勒-托利多仪器上海有限公司), 150 mL 自制萃取瓶, HHS 型恒温水浴锅(上海精宏实验设备有限公司)。

1.2 感官评审

参照 GB/T 23776—2009 茶叶感官审评方法中名优绿茶的审评法^[9],由中国农业科学院检测中心评茶师对样品进行感官评审,评审内容包含外形、汤色、香气、滋味、叶底等。

1.3 前提取方法——顶空固相微萃取法(HS-SPME)

准确称取样品 1.00 g 至自制的 250 mL 顶空萃取瓶中,加入 10.0 mL 沸水冲泡,放入 60 $^{\circ}\text{C}$ 水浴锅平衡 5.0 min,然后插入装有 DVB/CAR/PDMS 萃取头的手动 SPME 手柄在 60 $^{\circ}\text{C}$ 水浴条件下顶空萃取,萃取时间为 60 min,取出后立即插入 GC-MS 进样口中解吸附 3.0 min,同时启动仪器收集数据。每个样品重复 3 次,结果取平均值 $\pm$ 标准误差表示。

1.4 GC-MS 分析

采用安捷伦 DB-5MS 毛细管柱(30 m $\times$ 250 μm $\times$ 0.25 μm)。进样口及传输线温度分别为 280 和 270 $^{\circ}\text{C}$;载气为高纯氮气,样品进样量为 1.0 μL 。

升温程序:先由 60 $^{\circ}\text{C}$ 保持 3.0 min,以 4.0 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 速度升至 280 $^{\circ}\text{C}$,保持 2.5 min;总分析时间为 60.5 min。

质谱条件为EI电离能量:-70 eV;质量扫描范围:33~600 amu;离子源温度:220 ℃。

1.5 物质鉴定

参照嵇伟彬等^[10]的方法,基于NIST98.L谱库对得到的质谱图进行串联检索和人工解析。

1.6 数据分析

试验结果以平均值±标准误差(SD)表示,统计分析采用SPSS16.0软件。

2 结果与分析

2.1 中茗66与龙井43的感官品质差异分析

表1 中茗66与龙井43的感官品质差异分析

Table 1 Sensory quality analysis of Zhongming66 and Longjing43

样品	外形		汤色		香气		滋味		叶底	
	评语	得分	评语	得分	评语	得分	评语	得分	评语	得分
龙井43	较紧结、卷曲、略有毫、绿	88.5	嫩绿、明亮	92	较清高、微有花香	91	清醇、微闷	90	嫩、略有芽、匀齐、嫩绿明亮	90
中茗66	较细紧、卷曲、有毫、绿翠较鲜	92	嫩绿、明亮	92	清高、鲜爽、有嫩香	93	甘醇、鲜爽、滑	93	嫩、有芽、匀齐、绿、明亮	91.5

图1所示。由图中峰型差异可见,两者的香气成分组成有所不同。对龙井43与中茗66香气组分的定性和定量分析,共鉴定出65种主要的香气组分(表2)。按照不同香气成分的分类来看,醇类、碳氢化合物、酯类是龙井茶的主要香气成分。其次为醛类、酮类、酚类、含氮化合物等(见图2)。从总体看,龙井43的主要香气成分依次为香叶醇(22.03%)、 β -芳樟醇(17.89%)、反-芳樟醇氧化物(5.84%)、顺-芳樟醇氧化物(4.52%)、水杨酸甲酯(3.15%)等。而中茗66的主要香气成分则为 β -芳樟醇(16.18%)、香叶醇(11.98%)、己酸叶醇酯(7.53%)、丁酸叶醇酯(6.08%)、壬醛(4.82%)等(表2)。虽然龙井43与中茗66的主要香气成分均为醇类,但龙井43的醇类物质明显更多,例如龙井43香叶醇质量分数是中茗66的1.84倍,反-芳樟醇氧化物、顺-芳樟醇氧化物质量分数也远高于中茗66。而中茗66的酯类物质质量分数则明显多于龙井43,例如中茗66的己酸叶醇酯质量分数是龙井43的3.73倍,丁酸叶醇酯质量分数是龙井43的10.67倍。

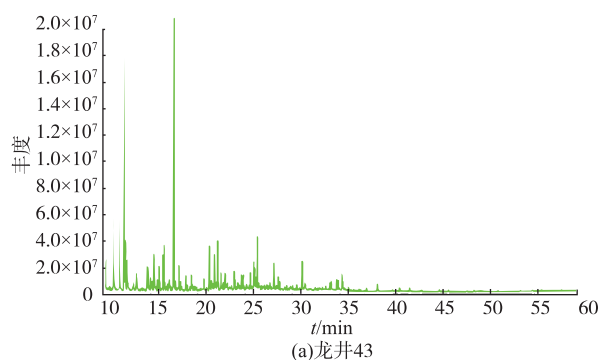
该结果在龙井43与中茗香气成分大类的比较

对中茗66与龙井43的感官评审如表1所示。结果显示中茗66的外形、香气、滋味和叶底得分均高于龙井43,而汤色与龙井43相当。其中,就香气而言,龙井43微有花香味,而中茗66具有明显嫩香,说明两者的香型具有差异。为明确该差异是否是香气组成成分引起的,本研究进一步通过HS-SPME法结合GC-MS对两者的香气物质组成进行了分析。

2.2 中茗66与龙井43的香气成分及质量分数分析

龙井43与中茗66香气成分的总离子流图如

中也十分明显(见图2)。例如醇类物质是龙井茶香气的主体成分。尽管龙井43与中茗66的醇类质量分数差异不显著,但龙井43醇类质量分数明显高于中茗66。而中茗66的酯类质量分数则显著高于龙井43。因为醇类物质主要呈现花香,包括香叶醇、 β -芳樟醇均呈现玫瑰花香,这可能是龙井43制作的龙井茶微有花香的原因。而酯类化合物多呈轻微果香,中茗66中较高的己酸叶醇酯、丁酸叶醇酯质量分数是否与其嫩香有关仍值得进一步研究。



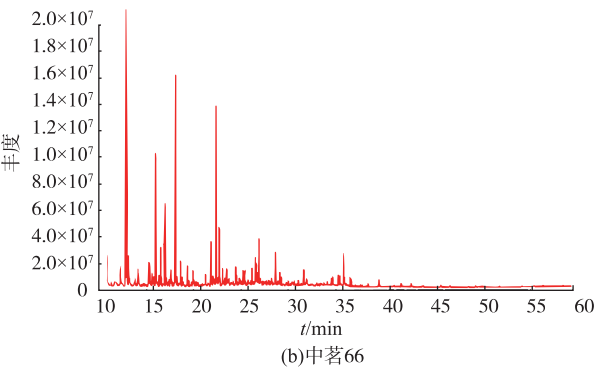


图 1 龙井 43 与中茗 66 香气成分的气相色谱图

Fig. 1 Gas chromatograms of Longjing43 and Zhongming66

2.3 龙井 43 特异香气成分分析

将香气成分在龙井 43 中质量分数大于中茗 66 两倍以上定义为龙井 43 特异香气成分，共找到 10 种香气物质(图 3)。其中 9 种香气物质在龙井 43 与中茗 66 之间表现出极显著差异。这些特异香气成分主要为各种芳樟醇氧化物,橙花叔醇等,因本身呈玫瑰花香可能与龙井 43 的花香有关。而联苯、2-甲基萘等则主要带刺激性气味。这些物质质量分数较低(<0.5%),因此可能对香气的影响较小。

表 2 龙井 43 与中茗 66 香气成分分析

Table 2 Aroma component analysis of Longjing43 and Zhongming66

序号	香气物质	保留时间/min	呈香类型	龙井 43 成分质量分数/%	中茗 66 成分质量分数/%
1	柠檬烯	9.377	柠檬香味	0.97	0.92
2	苯甲醇	9.473	玫瑰香	1.45	1.24
3	α -蒎烯	9.595	松节油气味	1.52	1.16
4	(Z)-3,7-二甲基-1,3,6-十八烷三烯	9.969	草香、花香	2.49	1.63
5	正辛醇	10.805	柑橘气味	0	3.39
6	反-芳樟醇氧化物	10.818	致香或潜香	5.84	1.06
7	顺-芳樟醇氧化物	11.393	木香	4.52	0
8	β -芳樟醇	11.919	玫瑰花香	17.89	16.18
9	壬醛	12.048	花香	3.06	4.82
10	苯乙醇	12.254	玫瑰香	1.76	1.03
11	2,6-二甲基-2,4,6-辛三烯	12.917	无特殊气味	0.68	0
12	甲基-环庚烷	12.923		0	0.87
13	正癸烯	14.404	难闻气味	1.51	1.21
14	芳樟醇氧化物(吡喃)	14.513	樟脑气味	1.17	0.44
15	松油醇	14.726	刺激性气味	0.47	0.32
16	萘	14.816	刺激性气味	0.36	0.41
17	丁酸叶醇酯	14.906	玫瑰的气味	0.57	6.08
18	水杨酸甲酯	15.099	薄荷味	3.15	3.45
19	松油醇	15.228	刺激性气味	0.26	0
20	丁酸-反-2-己烯酯	15.247	水果香	0	1.08
21	十二烷	15.466	无特殊气味	0.51	0.46
22	正癸醛	15.652	水果香	1.26	1.62
23	2-甲基丁酸乙酯	16.071	菠萝芳香	2.22	4.22
24	橙花醇	16.251	清香和柑橘香	0.45	0.42
25	香茅醇	16.347	花香气味	0	1.42
26	甲基丁酸	16.502	刺激性气味	0	1.71
27	4-甲基噻唑	16.779		0.801	0
28	香叶醇	17.274	玫瑰花香	22.03	11.98
29	柠檬醛	17.776	柠檬气味	0.94	0.67
30	吡啶	18.497	花香气味	0	1.21
31	2-甲基萘	18.665	刺激性气味	0.35	0
32	1-甲基萘	19.167	刺激性气味	0.43	0.36
33	α -萜烯茄油烯	20.447	柠檬香	0.61	0.38
34	联苯	21.432	刺激性气味	0.5	0
35	己酸叶醇酯	21.548	新鲜水果香	2.02	7.53
36	顺式茉莉酮	21.902	茉莉花香	3.04	2.35
37	十四烷	22.237		1.04	1.03

续表 2

序号	香气物质	保留时间/min	呈香类型	龙井 43 成分质量分数/%	中茗 66 成分质量分数/%
38	长叶烯	22.457	木香气味	0.42	0.38
39	α -雪松烯	22.675		1.1	0.93
40	β -雪松烯	22.938		0	0.32
41	香叶基丙酮	23.666	青味	1.01	1.07
42	壬基环戊烷	23.743		0.54	0.47
43	2,6-二叔丁基苯醌	24.052	刺激性气味	0.27	0.32
44	β -紫罗兰酮	24.612	紫罗兰香	0.66	0.75
45	3-十三酮	24.992		0	0.42
46	2,6-二叔丁基对甲酚	25.372		0.73	0.79
47	5-戊基间苯二酚	25.758		1.56	2.04
48	葑澄茄烯	25.848	柠檬香	0.97	0.62
49	菖蒲烯	25.938		0.78	0.54
50	1,2,4a,5,6,8a-六氢-4,7-二甲基-1-(1-甲基乙基)萘	26.266	刺激性气味	0.33	0
51	橙花叔醇	27.129	玫瑰花香	0.3	0
52	(Z)-辛酸-3-己烯酯	27.618		0	0.45
53	1,3-丙二醇酯	27.901		0.92	3.31
54	十六烷	28.345	无特殊气味	0.57	0.59
55	雪松醇	28.493	松子味	0.36	0.41
56	十一烷基环戊烷	29.89		0.3	0.39
57	1,2,3-三甲基-4-[(E)-丙-1-烯基]萘	30.308	刺激性气味	0	0.48
58	十七烷	31.158		0.37	0.65
59	十五烷	31.255	无特殊气味	0.35	0.62
60	十八烷	33.836		0.33	0.46
61	十六烷	34.003		0.5	0.62
62	咖啡因	34.583	无特殊气味	0.46	0.43
63	9-十八炔	34.743		0.83	1.19
64	十九烷	36.391		0	0.14
65	叶绿醇	41.283	花香和油脂香	0.28	0.32

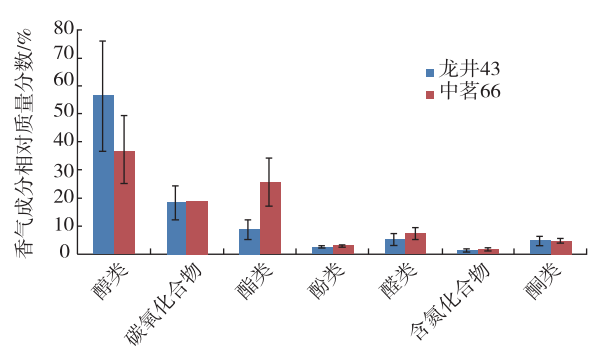


图 2 龙井 43 与中茗 66 香气物质质量分数

Fig. 2 Aroma compound contents in Longjing43 and Zhongming66

2.4 中茗 66 特异香气成分分析

将香气成分在中茗 66 中质量分数大于龙井 43 两倍以上定义为中茗 66 特异香气成分, 共找到 15 种香气物质(图 4)。其中酯类物质有 6 种, 碳氢化合物 4 种, 醇类物质 2 种。质量分数高于 5% 的特

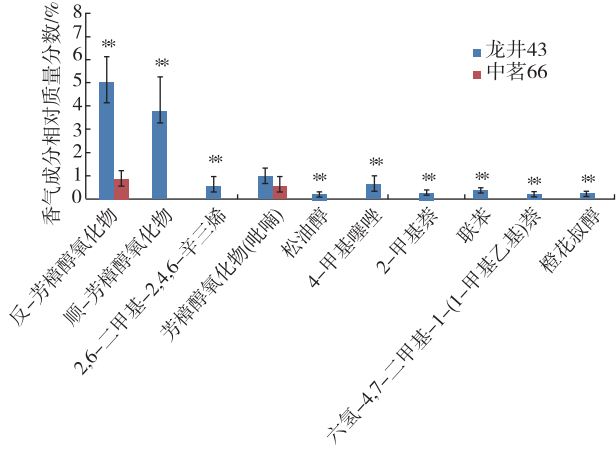


图 3 龙井 43 特异香气物质质量分数

Fig. 3 Specific aroma components in Longjing43

异成分主要为两类酯类化合物(己酸叶醇酯和丁酸叶醇酯)。己酸叶醇酯具有新鲜水果香, 丁酸叶醇酯具有玫瑰花香, 这两类化合物是否是中茗 66 嫩香的成因仍值得进一步研究。另一方面, 研究也发现中茗 66 具有 11 种独有的香气成分。其中正辛醇、

香茅醇、甲基丁酸、吡嗪等质量分数较高。正辛醇带有柑橘气味,香茅醇有花香气味,而吡嗪具有增强龙井茶前驱香味的效果。这些化合物也可能对中茗66嫩香的形成具有贡献。

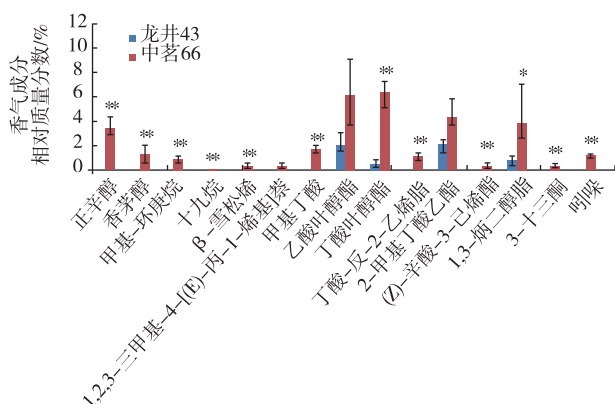


图4 中茗66 特异香气物质质量分数

Fig. 4 Specific aroma components in Zhongming66

3 讨论

香气成因一直是茶叶品质研究较为关注的问题^[2-8,11]。代毅^[12]从5个等级西湖龙井中提取分离鉴定出43种香气组分,并对不同等级西湖龙井的特征性香气成分进行了分析。结果发现醇类和酯类香气物质对形成西湖龙井特征性香气有突出的贡献。朱荫等^[9]对西湖龙井茶的特征性香气成分进行了分析,在其发现的50种质量分数较高的香气成分中,醇类、酯类、烯醇类等因具有较好的香气品质,可能对西湖龙井茶的香气品质形成起着直接促进作用。

但对于醇类与酯类成分产生较大差异时对龙井茶香气品质有何影响仍未见明确报道。本研究从茶树品种的角度对龙井43和中茗66的香气成分进行了比较分析。结果发现,龙井43的香叶醇、β-芳樟醇、各种芳樟醇氧化物质量分数较高(表2,图3)。香叶醇、芳樟醇均呈现玫瑰花香,因此,过去一直被认为是评价茶叶香气优劣的重要指标^[3-4,13-14]。而龙井43制作的龙井茶微有花香(表1),这可能与这些醇类物质质量分数较高有关。而中茗66的酯类质量分数则显著高于龙井43(图2),特别是其中的己酸叶醇酯和丁酸叶醇酯。己酸叶醇酯具有新鲜水果香^[15],丁酸叶醇酯具有玫瑰花香^[16],这两类化合物是否是中茗66嫩香的成因仍值得进一步研究。

另一方面,一些中茗66特异性香气成分可能也与其嫩香形成有关。例如边金霖^[17]发现高香型茶叶中正辛醇质量分数较高。香茅醇是玫瑰最主要的香气成分,具有浓郁的花香味^[18]。而吡嗪具有增强龙井茶前驱香味的效果^[4]。这些物质尽管质量分数不高,但由于香气阈值的不同可能也会对龙井茶的香气有一定贡献。

4 结语

综上所述,本试验的结果进一步验证了醇类、酯类化合物对龙井茶香气的重要性。特别是两者特异成分的比例可能直接影响香型特征。对于中茗66中己酸叶醇酯、丁酸叶醇酯、正辛醇、香茅醇及吡嗪等物质的比例、阈值等是否是其嫩香形成的关键仍有待进一步研究。

参考文献:

- [1] CHEN Wenhui. Study on the new tea variety Longjing43[J]. *Journal of Tea Business*, 1983, 2: 40-43. (in Chinese)
- [2] DAI Yi, XU Hairong. Analysis on aromatic components of Longjing tea using SPME-GC/MS methods [J]. *Journal of Tea*, 2008, 34(2): 85-88. (in Chinese)
- [3] WANG Houyin, LI Zhi, ZHANG Jian. Determination of characteristic aromatic components in Xihu Longjing tea by GC-MS and GC-Olfactometry[J]. *Food Science*, 2012, 33(8): 248-251. (in Chinese)
- [4] SUN Yan, CHEN Qian, GUO Wenfei. Analysis of the aromatic compositions in Longjing Teas [J]. *Journal of Zhejiang University*, 2013, 40(2): 186-190. (in Chinese)
- [5] CHENG Y, HUYNHBA T, BLANK I, et al. Temporal changes in aroma release of Longjing tea infusion: interaction of volatile and nonvolatile tea components and formation of 2-butyl-2-octenal upon aging[J]. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, 2008, 56(6): 2160-2169.
- [6] ZHU Y, LV H P, DAI W D, et al. Separation of aroma components in Xihu Longjing tea using simultaneous distillation extraction with comprehensive two-dimensional gas chromatography-time-of-flight mass spectrometry [J]. *Separation & Purification Technology*, 2016, 164: 146-154.

- [7] XIAO Z, CHEN H, NIU Y, et al. Identify the characteristic aroma components of Longjing tea by headspace steam distillation extraction and GC-MS/GC-O[J]. **Journal of Zhejiang University**, 2015, 42(6): 714-720.
- [8] ZHU Yin, YANG Ting, SHI Jiang, et al. Analysis of aroma components in Xihu Longjing tea by comprehensive two-dimensional gas chromatography time-of-flight mass spectrometry[J]. **Scientia Agricultura Sinica**, 2015, 48(20): 4120-4146. (in Chinese)
- [9] 中国国家标准化管理委员会. GB/T 23776—2009 茶叶感官审评方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [10] JI Weibin, LIU Panpan, XU Yongquan, et al. Comparative study of the aroma components of several Oolong teas [J]. **Journal of Tea Science**, 2016, 36(5): 523-530. (in Chinese)
- [11] LV Shidong, JIANG Donghua, LIU Chuan, et al. Comparison of aroma components between special “Zijuan” black tea and Dianhong tea[J]. **Journal of Food Science & Biotechnology**, 2013, 32(7): 734-742. (in Chinese)
- [12] 代毅. 龙井茶特征香气成分的研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2008.
- [13] ZHANG Xinting, WANG Mengxin, HAN Baoyu. Analysis on similarities and differences of aromatic composition in longjing teas from three producing regions[J]. **Journal of Tea Science**, 2014(4): 344-354. (in Chinese)
- [14] LONG Longmei, SONG Shasha, LI Nai, et al. Comparisons of characteristic aroma components and cultivar discriminant analysis of three varieties of famous green tea[J]. **Food Science**, 2015, 36(2): 114-119. (in Chinese)
- [15] 张新亭. 三个龙井茶产区茶叶香气和滋味异同的研究[D]. 杭州: 中国计量学院, 2014.
- [16] CHEN Ling, YANG Wenbin, LI Jianzheng. Analysis of aroma components of Hainan passionfruit [J]. **Flavour Fragrance Cosmetics**, 2001(5): 1-4. (in Chinese)
- [17] 边金霖. 产地与加工过程中绿茶香气物质的变化规律研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2012.
- [18] YANG Ronghua. Characteristic aroma compounds in peel oil of Sudachi [J]. **Journal of Food Science & Biotechnology**, 2000, 19(5): 475-478. (in Chinese)

科技信息

天津工业生物所等在大肠杆菌合成藏红花素方面取得突破

藏红花酸和藏红花素是藏红花中的主要活性成分,具有抗肿瘤、抗氧化、抗高血压、抗动脉粥样硬化和抗抑郁等多种药理作用,在医药、食品、保健、印染等领域具有广泛应用,市场潜力巨大。

中国科学院天津工业生物技术研究所毕昌昊研究员、孙媛霞研究员、张学礼研究员带领的研究团队和华东理工大学进行合作,在大肠杆菌合成藏红花素方面取得重要进展。该研究首先在产玉米黄素的重组大肠杆菌中引入不同裂解双加氧酶 CCD 和醛脱氢酶 ALD,构建了新的藏红花酸合成途径,同时运用 RBS 文库调控和 CRISPR-Cas9 技术进行调控表达优化,并通过建立合适的分离检测方法,筛选获得藏红花酸产量高达 4.42 mg/L(0.51 mg/g DCW)的高产菌株。随后将糖基转移酶 UGTs 代谢途径整合到藏红花酸大肠杆菌生产菌株中,成功获得藏红花素(crocin-5)细胞工厂。研究首次在大肠杆菌构建了高效合成藏红花酸和藏红花素的细胞工厂,为这两种产品的规模生产奠定了重要基础。此研究获得中国科学院重点部署项目、国家自然科学基金和中央高校基本科研基金资助。相关研究成果发表在 *Microbial Cell Factories* 杂志上。

[信息来源] 中国科学院天津工业生物技术研究所. 天津工业生物所等在大肠杆菌合成藏红花素方面取得突破 [EB/OL]. (2019-7-19). <http://www.tib.cas.cn>