

· 中药农业 ·

异地种植对PA型紫苏叶酚酸 黄酮类成分
及挥发油的影响落艳娇¹, 张琛武², 郭佳琪¹, 李卫萍¹, 姚宇¹, 申国安¹, 徐超群¹, 索风梅¹, 郭宝林^{1*}

1. 中国医学科学院 北京协和医学院 药用植物研究所, 北京 100193;

2. 山西药科职业学院, 山西 太原 030031

【摘要】 目的:研究异地种植不同环境对紫苏醛(PA)型紫苏叶酚酸、黄酮和挥发油3类成分的影响。**方法:**将5份PA型紫苏种质分别在甘肃、北京和安徽的试验田以相同方法进行种植,检测野黄芩素-7-O-二葡萄糖醛酸苷、木犀草素-7-O-二葡萄糖醛酸苷、芹菜素-7-O-二葡萄糖醛酸苷、野黄芩素-7-O-葡萄糖醛酸苷、木犀草素-7-O-葡萄糖醛酸苷、芹菜素-7-O-葡萄糖醛酸苷、咖啡酸、迷迭香酸和挥发油含量。**结果:**通过实验数据分析发现,异地种植PA型紫苏叶的咖啡酸、木犀草素-7-O-葡萄糖醛酸苷、木犀草素-7-O-二葡萄糖醛酸苷、芹菜素-7-O-二葡萄糖醛酸苷及总黄酮含量差异有统计学意义($P<0.05$)。其中,甘肃地区种植的紫苏中木犀草素-7-O-葡萄糖醛酸苷、木犀草素-7-O-二葡萄糖醛酸苷、芹菜素-7-O-二葡萄糖醛酸苷、总黄酮、挥发油含量和紫苏醛含量最高,北京地区种植的紫苏中咖啡酸含量最高。**结论:**相较于北京、安徽的试验田,甘肃的试验田更适宜种植PA型紫苏。

【关键词】 紫苏; 异地种植; 酚酸; 黄酮; 挥发油; 紫苏醛

【中图分类号】 R282.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1673-4890(2022)10-1939-06

doi:10.13313/j.issn.1673-4890.20211130004

Effect of Planting Site on Phenolic Acids Flavonoids, and Volatile Oil in Leaves of PA-type *Perilla frutescens*LUO Yan-jiao¹, ZHANG Chen-wu², GUO Jia-qi¹, LI Wei-ping¹, YAO Yu¹, SHEN Guo-an¹, XU Chao-qun¹,
SUO Feng-mei¹, GUO Bao-lin^{1*}1. Institute of Medicinal Plant Development, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College,
Beijing 100193, China;

2. Shanxi Pharmaceutical Vocational College, Taiyuan 030031, China

【Abstract】 Objective: To explore the effect of planting environment on phenolic acids, flavonoids, and volatile oil in leaves of perillaldehyde (PA)-type *Perilla frutescens*. **Methods:** Five PA-type *P. frutescens* germplasms were cultivated with the same method in experimental fields in Gansu, Beijing, and Anhui, respectively. The content of scutellarein-7-O-diglucuronide (SDG), luteolin-7-O-diglucuronide (LDG), apigenin-7-O-diglucuronide (ADG), scutellarin-7-O-glucuronide (SG), luteolin-7-O-glucuronide (LG), apigenin-7-O-glucuronide (AG), caffeic acid (CA), rosmarinic acid (RA), and volatile oil was determined. **Results:** The content of CA, LG, LDG, ADG, and total flavonoids in the leaves of PA-type *P. frutescens* was significantly different among the three areas ($P<0.05$). The highest content of LG, LDG, ADG, total flavonoids, volatile oil, and PA was found in *P. frutescens* planted in Gansu, and the highest content of CA was detected in *P. frutescens* cultivated in Beijing. **Conclusion:** Among the experimental fields in the three places, those in Gansu were more suitable for PA-type *P. frutescens*.

【Keywords】 *Perilla frutescens* (L.) Britt.; planting in different places; phenolic acid; flavonoid; volatile oil; perillaldehyde

紫苏 *Perilla frutescens* (L.) Britt. 在我国分布范围广泛, 生长环境差别很大。紫苏叶作为常用中

药, 具有解表散寒、行气和胃等功效, 用于风寒感冒、咳嗽呕恶、妊娠呕吐、鱼蟹中毒, 常作为食用

* [通信作者] 郭宝林, 研究员, 研究方向: 中药资源、鉴定、栽培; Tel: 010-57833134, E-mail: guobaolin010@163.com

香料、食物色素和蔬菜^[1]。其主要含有挥发油、酚酸和黄酮类成分,其中挥发油可作为原料直接入药起到清热解表作用,或者用作香料和食物防腐;酚酸类成分具有抗炎、抗菌、抗过敏、抗氧化、抗肿瘤、抗抑郁、保肝、降血糖和调血脂等作用^[2];黄酮类成分具有显著的抗炎、抗氧化、抗过敏和调节糖脂代谢的作用^[3]。紫苏叶中挥发油也称为紫苏叶油,因主要成分类型的差异分为紫苏酮(PK)型、紫苏醛(PA)型、紫苏烯(PL)型、香薷酮(EK)型等,也将含有该类挥发油的紫苏称为相应的化学型。其中,只有PA型紫苏是符合《中华人民共和国药典》2020年版紫苏叶项下要求的类型^[4-5]。国内PA型紫苏的资源较为缺乏^[5],是值得深入研究和开发的资源类型。本课题组前期研究了20份紫苏种质在2个区域种植对PK型、PA型、PL型、EK型等多种化学型构成成分的影响,发现化学型基本没有变化^[6]。本研究遴选出5份PA型紫苏种质,研究其在3个不同区域种植后挥发油含量和组成,以及8个主要酚酸和黄酮类成分的变化,以探究不同环境对其可能产生的影响及未来品种推广可能面临的质量变化。

1 材料

1.1 样品

所用5份PA型紫苏材料(编号:AG-12、BJ-2、JS-1、ZhJ-z1和RB-1)经中国医学科学院郭宝林研究员鉴定为唇形科植物紫苏 *Perilla frutescens* (L.) Britt. 的种植类型变种回回苏 *P. frutescens* var. *crispa* (Thunb.) Hand. -Mazz., 于2018年9月,各地各种质植株主茎顶序现序时,在上午8—11时采收。每个种质取3份样品,每份来自于5个个体全株叶片的混合,鲜品不少于300 g,除去杂质后阴干备用。

1.2 仪器

ACQUITY型超高效液相色谱仪(美国Waters公司);New Classic MS型十万分之一天平(上海Mettler-Toledo公司);FA2014N型分析天平(上海精密科学仪器有限公司);KQ-500E型超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司);GZX-9070 MBE型数显鼓风干燥箱(上海博迅实业有限公司医疗设备厂);Trace 1310-ISQ型气相质谱联用仪(美国Thermo Finnigan公司);EYELA N-1100型旋转蒸发仪、CA-1111型循环式真空泵(上海爱朗仪器有限公司)。

1.3 试药

对照品野黄芩素-7-O-二葡萄糖醛酸苷(SDG,批号:102782)、木犀草素-7-O-二葡萄糖醛酸苷(LDG,批号:102779)、芹菜素-7-O-二葡萄糖醛酸苷(ADG,批号:102780)均购于江苏永健医药科技有限公司,咖啡酸(CA,批号:160815)、迷迭香酸(RA,批号:160724)均购于南京森贝伽生物科技有限公司,野黄芩素-7-O-葡萄糖醛酸苷(SG,批号:1445)、木犀草素-7-O-葡萄糖醛酸苷(LG,批号:3187)、芹菜素-7-O-葡萄糖醛酸苷(AG,批号:3075)均购于上海诗丹德标准技术服务有限公司,所有对照品经面积归一化法测定纯度均大于98%;乙腈、正己烷(色谱纯,美国Fisher公司);水为蒸馏水;其他试剂均为分析纯。

2 方法

2.1 田间试验

将5份PA型紫苏材料于2018年4月分别在北京市海淀区中国医学科学院药用植物研究所南园种植试验田、甘肃省庆阳市正宁县现代农业示范园种植试验田、安徽省阜阳市太和县双浮镇水蛭繁殖基地种植试验田栽培。5月下旬至6月上旬(种苗株高至10 cm)选择高度一致、生长健壮的种苗,于阴天落日时分进行移栽,种植密度为5500株/亩(1亩 $\approx$ 666.67 m²,株行距:30~40 cm),每种材料种植5行,每行12株。3个地点土壤均中上等肥力,常规水肥管理。

北京试验田位于北京市海淀区马连洼北路药用植物研究所院内。试验田地势平坦,土壤类型为砂壤土,基础肥力中等偏上,位于N39°47',E116°25',海拔为50 m,属于温带半湿润大陆性季风气候,年平均气温8~12℃,年降水量约600 mm,年日照时数2778 h,无霜期190 d左右。

甘肃试验田位于甘肃省庆阳市正宁县现代农业示范园。试验田地势平坦,土壤类型为黄绵土,基础肥力中等,位于N35°41',E108°37',海拔为1360 m,属于温带大陆性半湿润气候,年平均温度8~9℃,年降水量460~600 mm,年日照时数2447 h,无霜期180 d左右。

安徽试验田位于安徽省阜阳市太和县双浮镇水蛭繁殖基地。试验田地势平坦,土壤类型为黄潮土,

基础肥力中等, 位于N33°15', E115°36', 海拔为32.5 m, 属于暖温带半湿润季风气候, 年平均温度14~16℃, 年降水量约850 mm, 年日照时数2444 h, 无霜期220 d左右。

2.2 酚酸和黄酮类成分含量测定

将紫苏叶样品粉碎, 过四号筛, 精密称取烘干至恒重的样品粉末0.5 g, 置于100 mL具塞锥形瓶中, 加入40%甲醇60 mL, 密塞, 分2次进行超声, 共60 min, 静置, 经0.22 μm微孔滤膜滤过, 按参考文献[7]方法测定。

2.3 挥发油测定

将紫苏叶样品粉碎, 过四号筛, 精密称取50 g, 用水蒸气蒸馏法提取, 经无水硫酸钠干燥后用正己烷稀释1000倍, 定容至5 mL, 按参考文献[5]方法测定。

3 结果

3.1 PA型紫苏酚酸及黄酮类成分含量变化

3.1.1 含量测定结果 5份PA型紫苏种质在3个栽培地种植后8个成分的含量测定结果见表1。

3.1.2 多元方差分析主体间效应检验 将表1数据导入SPSS 19.0进行多因素方差分析, 结果见表2。

根据表2主体间效应检验显示, 不同种质中LDG质量分数差异有统计学意义 ($P<0.05$), 不同种植

地区紫苏中CA、LG、LDG、ADG和总黄酮质量分数差异有统计学意义 ($P<0.05$)。因此, 本研究主要分析上述对含量差异有统计学意义的因素, 即分析不同地区种植对PA型紫苏叶酚酸和黄酮的影响。

3.1.3 不同地区紫苏中含量差异有统计学意义的成分的分布规律 采用SPSS 19.0进行进一步的数学分析, 并将含量差异有统计学意义的样本进行分类, 不同成分的地区差异见表3。

根据数据分析可见, 所有含量差异有统计学意义的成分在地区上都分成2个差异性子集, 其中, CA在北京地区含量最高, 明显高于其他地区; LG在甘肃和北京地区含量最高 (甘肃略高于北京), 明显高于安徽地区; LDG在甘肃地区含量最高, 高于北京地区, 但是北京地区从差异性上分析, 既可以划分为甘肃地区的高含量子集, 也可以划分为安徽地区的低含量子集; ADG和总黄酮都是甘肃地区最高, 明显高于其他地区。由此分析认为, 甘肃地区对于PA型种质的LG、LDG、ADG和总黄酮含量有增加的影响, 北京地区对CA、LG和LDG含量有增加的影响。

由图1可知, 甘肃地区种植的紫苏LDG、ADG及总黄酮质量分数较高, 其次是北京地区, 安徽地区各成分质量分数较低。

不同种质的LDG和LG、ADG和总黄酮在不同种植地存在地区差异, 且不同种质对环境的响应存

表1 5份PA型紫苏种质在不同栽培地种植后8个成分及总酚酸、总黄酮的质量分数

编号	栽培地	RA	CA	SDG	SG	LDG	LG	ADG	AG	总酚酸	总黄酮
AG-12	安徽	3.30	0.23	2.78	4.60	7.09	1.29	5.52	0.65	3.53	21.94
	甘肃	4.84	0.24	4.93	4.15	14.38	1.41	8.48	0.82	5.09	34.16
	北京	11.61	0.42	3.79	3.62	10.56	1.50	4.41	0.76	12.03	24.63
BJ-2	安徽	4.16	0.25	1.27	3.55	1.40	0.86	3.69	0.66	4.40	11.44
	甘肃	18.72	0.27	2.32	9.01	3.43	1.51	11.10	1.08	18.99	28.46
	北京	3.42	0.57	1.16	1.97	2.34	1.01	5.04	0.80	3.99	12.31
JS-1	安徽	6.56	0.25	2.13	5.91	1.88	0.92	5.57	0.77	6.81	17.17
	甘肃	5.18	0.16	1.99	5.27	3.25	1.07	10.40	0.61	5.34	22.58
	北京	8.84	0.38	1.50	3.28	2.26	0.94	4.06	0.64	9.23	12.68
ZhJ-z1	安徽	2.40	0.22	3.28	3.31	7.27	1.06	5.79	0.65	2.62	21.36
	甘肃	0.31	0.59	0.55	1.17	10.17	1.54	7.13	1.00	0.90	21.56
	北京	4.82	0.56	1.56	2.32	6.82	1.74	5.63	0.78	5.38	18.83
RB-1	安徽	9.38	0.41	2.14	5.73	2.21	0.93	5.01	0.70	9.79	16.73
	甘肃	12.13	0.19	2.78	8.05	4.24	1.29	10.32	0.96	12.32	27.65
	北京	8.33	0.68	1.34	2.26	3.98	1.25	4.05	0.72	9.01	13.61

注: 总酚酸为RA和CA质量分数之和; 总黄酮为SDG、SG、LDG、LG、ADG和AG质量分数之和。

表2 紫苏种质和种植地区对紫苏各成分质量分数的
主体间效应检验

源	因变量	Ⅲ型平方和	<i>f</i>	均方	<i>F</i> 值	<i>P</i> 值
校正模型	RA	121.74a	6	20.29	0.87	0.56
	CA	0.28b	6	0.05	2.97	0.08
	SDG	11.09c	6	1.85	2.08	0.17
	SG	38.53d	6	6.42	1.73	0.23
	LDG	194.07e	6	32.35	18.58	0
	LG	0.81f	6	0.14	4.46	0.03
	ADG	72.09g	6	12.02	6.53	0.01
	AG	0.17h	6	0.03	2.08	0.17
	总酚酸	122.35i	6	20.39	0.89	0.55
	总黄酮	508.39j	6	84.73	6.56	0.01
种质编号	RA	96.39	4	24.10	1.03	0.45
	CA	0.08	4	0.02	1.27	0.36
	SDG	10.00	4	2.50	2.82	0.10
	SG	17.50	4	4.37	1.18	0.39
	LDG	169.28	4	42.32	24.31	0
	LG	0.46	4	0.12	3.82	0.05
	ADG	0.72	4	0.18	0.10	0.98
	AG	0.06	4	0.01	1.02	0.45
	总酚酸	95.37	4	23.84	1.04	0.45
	总黄酮	183.27	4	45.82	3.55	0.06
地区	RA	25.35	2	12.67	0.54	0.60
	CA	0.20	2	0.10	6.36	0.02
	SDG	1.09	2	0.55	0.62	0.56
	SG	21.04	2	10.52	2.83	0.12
	LDG	24.79	2	12.40	7.12	0.02
	LG	0.35	2	0.17	5.74	0.03
	ADG	71.37	2	35.68	19.40	0
	AG	0.11	2	0.06	4.20	0.06
	总酚酸	26.99	2	13.49	0.59	0.58
	总黄酮	325.12	2	162.56	12.58	0

注: a. $R^2=0.394$ (调整 $R^2=-0.061$); b. $R^2=0.690$ (调整 $R^2=0.458$); c. $R^2=0.610$ (调整 $R^2=0.317$); d. $R^2=0.564$ (调整 $R^2=0.237$); e. $R^2=0.933$ (调整 $R^2=0.883$); f. $R^2=0.770$ (调整 $R^2=0.597$); g. $R^2=0.830$ (调整 $R^2=0.703$); h. $R^2=0.610$ (调整 $R^2=0.317$); i. $R^2=0.399$ (调整 $R^2=-0.051$); j. $R^2=0.831$ (调整 $R^2=0.704$)。

表3 紫苏中不同成分的地区差异检验 ($n=5$)

地区	CA子集		LG子集		LDG子集		ADG子集		总黄酮子集	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
安徽	0.27		1.01		3.97		5.12		17.73	
甘肃	0.29		1.37		7.09		9.49		26.89	
北京		0.52		1.29	5.19	5.19	4.64		16.41	

注: 采用 Student-Newman-Keuls 检验, 使用调和均值样本大小=5000; 组大小不相等, 将使用组大小的调和均值, 不保证 I 型误差级别; Alpha=0.05。

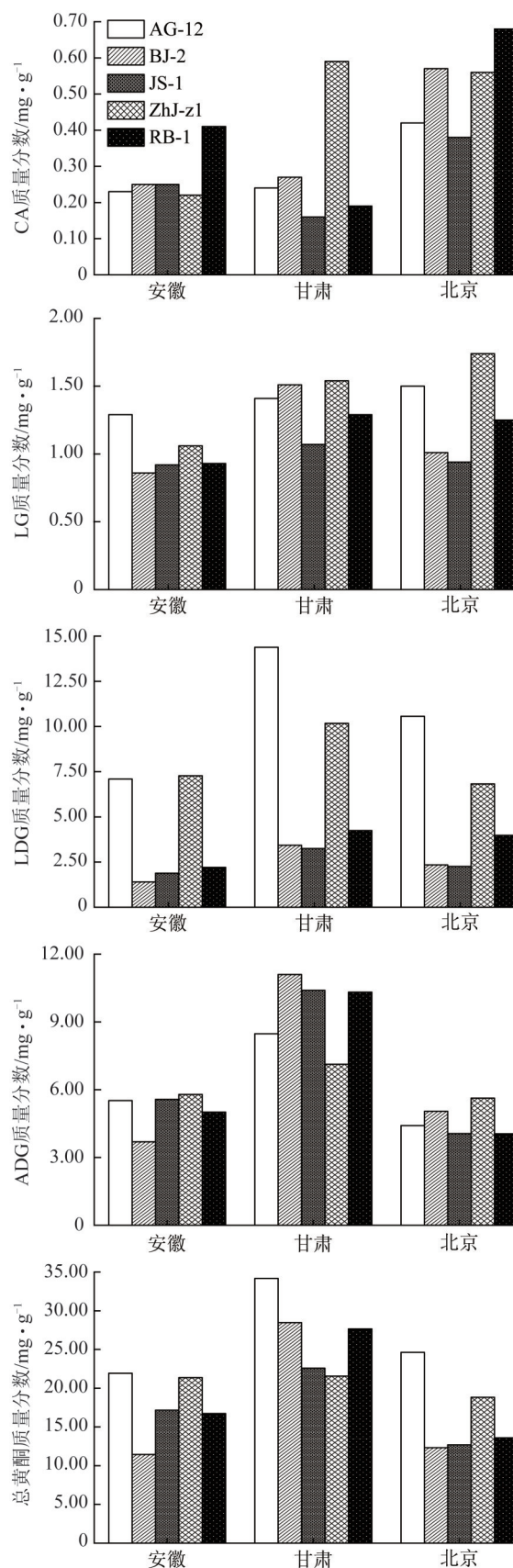


图1 5份紫苏种质在3个地区种植CA、LG、LDG、ADG及总黄酮的质量分数

在共性特点,即甘肃地区含量最高。而与黄酮类成分相比,酚酸类成分的地区差异不明显,仅北京地区种植的种质中咖啡酸含量显著高于其他地区。

3.2 PA型紫苏挥发油变化

采用气相色谱-质谱联用法(GC-MS)对所有紫苏叶挥发油样品进行分析,通过NIST 2.0数据库进行检索,通过核对文献资料,共鉴定了32个化合物以面积归一化法得到各成分的相对质量分数。由于PA型紫苏叶挥发油的主要成分为紫苏醛,有少量柠檬烯、石竹烯和法尼烯。PA型紫苏的主要成分的分析结果见表4。

根据表4可知5份PA型紫苏种质异地种植叶挥发油质量分数差异明显,甘肃地区的紫苏种质(ZhJ-z1除外)挥发油质量分数均显著高于其他两地,平均为0.82%;北京地区其次,挥发油质量分数平均为0.58%。安徽地区的挥发油质量分数平均最低,仅为0.46%。尤其以AG-12和BJ-2在两地间的差异最明显,AG-12在甘肃地区(0.98%)是安徽(0.34%)的2.88倍,BJ-2在甘肃(0.87%)是安徽(0.32%)的2.71倍。

根据表4数据绘制5种PA型紫苏种质异地种植叶挥发油主要成分差异(图2),可以看出,各PA型种质挥发油成分异地种植后相对质量分数有所不同,整体来看,甘肃地区对于紫苏醛的相对质量分数普遍较高,AG-12等北方种质的紫苏叶中紫苏醛相对

表4 5种PA型紫苏种质异地种植叶挥发油质量分数及各成分相对质量分数

编号	地区	紫苏醛	柠檬烯	石竹烯	法尼烯	紫苏醇	其他	挥发油
%								
AG-12	安徽	32.46	0	19.46	23.59	3.09	21.40	0.34
	甘肃	75.74	0	8.32	7.17	0.49	8.28	0.98
	北京	63.05	3.27	12.60	3.37	1.23	16.48	0.66
BJ-2	安徽	56.40	0	13.73	13.06	2.47	14.34	0.32
	甘肃	72.68	0	8.45	6.34	1.10	11.43	0.87
	北京	62.80	6.24	12.61	5.06	0.56	12.73	0.60
JS-1	安徽	65.53	0	12.65	8.61	1.23	11.98	0.60
	甘肃	68.92	5.44	6.70	6.95	0.54	11.45	0.89
	北京	59.70	0.36	13.79	10.22	1.14	14.79	0.72
ZhJ-z1	安徽	63.52	0	10.53	6.41	2.45	17.09	0.38
	甘肃	61.98	0	12.53	14.37	0.55	10.57	0.32
	北京	47.79	1.18	21.05	12.93	0.55	16.50	0.30
RB-1	安徽	63.85	0	12.05	9.59	1.86	12.65	0.66
	甘肃	72.35	0.14	8.45	10.06	0.45	8.55	1.03
	北京	63.37	5.06	10.79	5.79	0.68	14.31	0.64

质量分数在甘肃地区(75.74%)最高,但是ZhJ-z1的紫苏醛以安徽(63.52%)最高。安徽地区的石竹烯和法尼烯相对质量分数普遍高于其他两地,甚至AG-12样本的石竹烯和法尼烯相对质量分数之和已高于紫苏醛。北京地区种质样本普遍检测到柠檬烯,其他地区相对质量分数较少。安徽地区紫苏醇相对质量分数普遍较高,与种质并无完全对应关系,AG-12的紫苏醇相对质量分数最高达到3.09%。

整体来讲,各PA型种质均为甘肃的挥发油质量

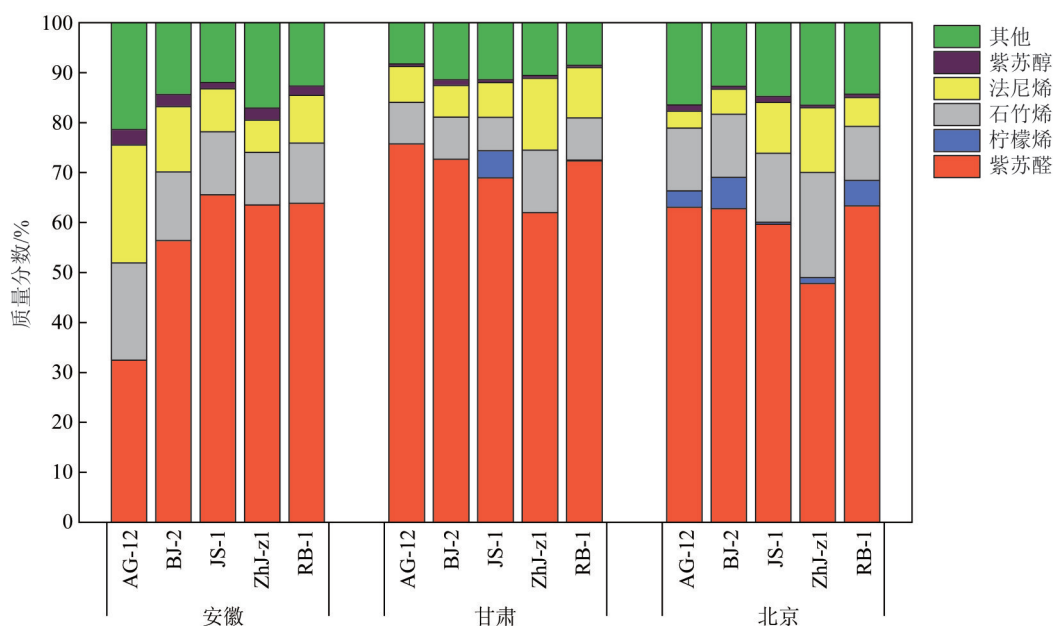


图2 5种PA型紫苏种质异地种植叶挥发油主要成分差异

分数最高(ZhJ-z1除外),紫苏醛相对质量分数最高(除ZhJ-z1外),其次是北京种植后挥发油质量分数和紫苏醛相对质量分数基本居中(仅ZhJ-z1较低),在安徽种植后紫苏醛相对质量分数普遍较低(仅ZhJ-z1较高)。初步推测南部地区种质在北方试验田种植,含量受到较大影响,有待进一步分析讨论。

4 讨论

本研究认为,酚酸类成分对环境变化的响应差异无统计学意义,只有CA在北京地区含量普遍较高;50%以上黄酮类成分差异有统计学意义($P<0.05$),LG、LDG、ADG和总黄酮都在甘肃种植后利于获得较高含量,而其他黄酮类成分差异并不明显。

通过挥发油研究发现甘肃地区种植的紫苏所产紫苏叶挥发油品质最高,叶挥发油含量及叶挥发油中紫苏醛相对含量均突出高于北京及安徽地区的结果;北京地区种植的紫苏所产紫苏叶品质其次,叶挥发油含量及叶挥发油中紫苏醛相对含量略低于甘肃,而安徽地区种植的紫苏所产紫苏叶品质最低,叶挥发油含量最低,与甘肃地区相较减少近1/2,紫苏醛相对含量也最低,法尼烯含量较高。PA型紫苏作为药用,以紫苏醛为主要成分,可以把紫苏醛相对含量高的甘肃地区作为种植叶用紫苏的优势地区。除紫苏醛外,北京地区种植的紫苏中柠檬烯含量较其他地区高,安徽地区种植的紫苏中紫苏醇含量较其他地区高,同样值得关注。不同环境对紫苏萜类成分合成可能有所影响。

环境因素影响植物代谢过程中生化途径和生理过程从而影响挥发油的生物合成,大多数情况紫苏种质不会因为环境的变化导致化学型的改变^[6]。本研究的5份PA型种质的化学型都没有变化,但不同种植地的成分组成有所变化,AG-12、BJ-2、JS-1、RB-1的紫苏醛均在甘肃有最高相对含量,而ZhJ-z1

的紫苏醛在安徽最高,但低于其他4个种质的最高紫苏醛相对含量,JS-1同样是南方种质并不存在ZhJ-z1在挥发油含量变化上的规律,并且在酚酸和黄酮方面,南方种质的ZhJ-z1在甘肃地区依然会含量增加,所以目前的数据结果并不能证实种质的南北方差异会影响含量。值得关注的是,BJ-2在北京地区有较高的柠檬烯,这可能是种植环境变化而引起单萜合成中关键酶的活性或腺毛散发的单萜种类不同导致^[6]。针对化学型相同的PA型不同种质,仍旧存在遗传的差异,对于环境变化带来的次生成分变化还需要更多的研究数据来支撑。

综合5份PA型紫苏种质的情况,就本文所涉及的3块试验田而言,甘肃地区的黄酮含量、紫苏醛相对含量、挥发油含量都是最高的,可以作为适宜药用紫苏PA型种质的种植地。北京地区也较为适宜PA型紫苏种质的生产。

参考文献

- [1] 魏长玲,郭宝林.紫苏叶挥发油的不同化学型及研究进展[J].中国中药杂志,2015,40(15):2937-2944.
- [2] 张琛武,郭佳琪,郭宝林.紫苏中酚酸类成分研究进展[J].中国现代中药,2017,19(11):1651-1658.
- [3] 何育佩,郝二伟,谢金玲,等.紫苏药理作用及其化学物质基础研究进展[J].中草药,2018,49(16):3957-3968.
- [4] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:一部[M].北京:中国医药科技出版社,2020:354.
- [5] 魏长玲,郭宝林,张琛武,等.中国紫苏资源调查和紫苏叶挥发油化学型研究[J].中国中药杂志,2016,41(10):1823-1834.
- [6] 潘诚,魏长玲,张琛武,等.紫苏叶挥发油组分和化学型影响因素探究Ⅲ——异地栽培[J].中国现代中药,2018,20(5):565-569.
- [7] 落艳娇,郭佳琪,李卫萍,等.紫苏叶不同栽培年份和采收期8种酚类成分含量研究[J].中国中药杂志,2021,46(3):567-574.

(收稿日期:2021-11-30 编辑:戴玮)