

# 芭蕉化学成分和药理活性的研究进展

徐 锋<sup>1</sup>, 韦秀娟<sup>1</sup>, 杨冲冲<sup>1</sup>, 张 梅<sup>1</sup>, 陈 滕<sup>1</sup>, 吴红梅<sup>1</sup>, 王祥培<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>贵州中医药大学药学院, 贵州 贵阳

<sup>2</sup>贵州民族大学药学院, 贵州 贵阳

Email: \*wxp0.123@126.com

收稿日期: 2020年11月19日; 录用日期: 2020年12月31日; 发布日期: 2021年1月13日

## 摘 要

芭蕉的多个部位(根、茎、叶、花)均作药用, 具有丰富的传统功效和较高的药用价值。目前, 芭蕉中已鉴别出化合物300多个, 主要是酮类、醇类、醛类、烯炔和酸类化合物等成分, 具有抗糖尿病、抗炎镇痛、抗氧化、抗菌等多种药理活性。本文对芭蕉的化学成分和药理活性进行梳理、归纳, 以期为芭蕉进一步的研究、开发提供参考和依据。

## 关键词

芭蕉, 芭蕉根, 芭蕉油, 芭蕉花, 芭蕉叶, 化学成分, 药理活性

# Research Progress on Chemical Constituents and Pharmacological Activities of *Musa basjoo*

Feng Xu<sup>1</sup>, Xiujuan Wei<sup>1</sup>, Chongchong Yang<sup>1</sup>, Mei Zhang<sup>1</sup>, Teng Chen<sup>1</sup>, Hongmei Wu<sup>1</sup>, Xiangpei Wang<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Pharmacy, Guizhou University of Traditional Chinese Medicine, Guiyang Guizhou

<sup>2</sup>Department of Pharmacy, Guizhou Minzu University, Guiyang Guizhou

Email: \*wxp0.123@126.com

Received: Nov. 19<sup>th</sup>, 2020; accepted: Dec. 31<sup>st</sup>, 2020; published: Jan. 13<sup>th</sup>, 2021

## Abstract

Many parts of *Musa basjoo* (rhizome, pseudostem, leaf, flower) are used for medicinal purposes

\*通讯作者。

文章引用: 徐锋, 韦秀娟, 杨冲冲, 张梅, 陈滕, 吴红梅, 王祥培. 芭蕉化学成分和药理活性的研究进展[J]. 中医学, 2021, 10(1): 14-27. DOI: 10.12677/tcm.2021.101002

with rich traditional efficacy and high medicinal value. At present, more than 300 compounds have been identified in *Musa basjoo*, mainly ketones, alcohols, aldehydes, olefins and acid compounds, which have anti-diabetic, anti-inflammatory and analgesic, antioxidant, antibacterial and other pharmacological activities. This article combs and summarizes the chemical components and pharmacological activities of *Musa basjoo*, hoping to provide reference and basis for the further research and development of *Musa basjoo*.

## Keywords

*Musa basjoo*, *Musa basjoo* Rhizome, *Musa basjoo* Oil, *Musa basjoo* Flower, *Musa basjoo* Leaf, Chemical Constituents, Pharmacological Activities

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

芭蕉(*Musa basjoo* Sieb.et Zucc)为芭蕉科芭蕉属植物,其营养价值和药用价值均较高[1]。芭蕉花、果实、假茎均可食用,果皮可用于治疗腹痛,而假茎具有利尿、解热的功效等[2]。近几年来对芭蕉的研究发现,芭蕉根含有酮类、醇类、醛类、烯炔和酸类等化合物,具有抗糖尿病、抗炎镇痛、抗氧化、抗菌等活性,芭蕉茎或芭蕉油含有醛类、醇类、酯类、酮类等化合物,具有抗高血压、抗炎镇痛的活性[3] [4],芭蕉叶中含有酚类、醇类等有效成分,其含有的丁子香酚具有抑菌作用[5],而芭蕉花中含有烯炔、醛类、酯类、酮类和有机酸等丰富的化合物,其含有的豆甾醇具有保护胰岛 $\beta$ 细胞的作用[6] [7],可见芭蕉含有丰富的活性成分,值得深入的研究。本文将从芭蕉不同部位化学成分和药理活性的研究情况展开综述,为芭蕉的进一步的开发、利用提供参考和依据。

## 2. 化学成分研究

### 2.1. 芭蕉根的化学成分研究

芭蕉根是贵州特色苗药,目前报道的芭蕉根化学成分多达 157 个,包括酮类、醇类、醛类、烯炔和酸类等化合物,其中醇类化合物为 36 个,占总发现化合物的 23.684%,其次为酮类化合物 33 个,占总化合物的 21.711%,而醛类和酯类化合物各为 26、24 个,分别占总化合物的 17.105%和 15.789%,酸类成分数量较少,占总化合物的 6.579% [8]-[15]。关于芭蕉根的化学成分研究多集中于小极性部位,如从芭蕉根乙酸乙酯部位提取分离得到 2',3,4'-三羟基黄酮(32)、3,3'-双羟基苯甲酮(40)和 2,4-二羟基-9-(4'-羟基苯基)-菲烯酮(30)、羽扇豆酮(56)、 $\beta$ -谷甾醇(57)等化学成分。此外,芭蕉根还体现出了较好的食用价值,芭蕉根中含有的 16 种氨基酸,包含有苏氨酸、甘氨酸等 7 种人体必须氨基酸及蛋白[16] [17]。芭蕉根中含有的化合物见表 1。

**Table 1.** The main chemical components of *Musa basjoo* rhizome

**表 1.** 芭蕉根的主要化学成分

序号 No.	英文名称 English Name	参考文献 Ref.
1	1-octadecene	[9]

## Continued

2	(E)- $\beta$ -farnesene	[15]
3	(E)-Caryophyllene	[15]
4	1-pentadecene	[13]
5	1-docosene	[9]
6	1-hexadecene	[9]
7	1-tetradecene	[9]
8	$\alpha$ -Calacorene	[15]
9	$\alpha$ -Cubebene	[13] [15]
10	$\alpha$ -copaene	[13]
11	$\alpha$ -Garjunene	[15]
12	$\alpha$ -Copaene	[15]
13	$\alpha$ -Selinene	[15]
14	$\beta$ -Elemene	[15]
15	$\gamma$ -cadinene	[13]
16	Styrene	[15]
17	calamenene	[13]
18	Junipene	[15]
19	Selin-4,7(11)-diene	[15]
20	squalene	[13]
21	Cadina-1,4-diene	[15]
22	Calarene	[15]
23	$\alpha$ -Ylangene	[15]
24	2-tridecanone	[13]
25	2,3-octanedione	[9]
26	(4E, 6E)-1,7-bis (4-hydroxy-3-methoxyphenyl) hepta-4,6-dien-3-one	[10]
27	(E, E)-3,5-Octadien-2-one	[15]
28	2-nonanone	[13]
29	2,3-Octanedione	[15]
30	2,4-dihydroxy-9-(4'-hydroxyphenyl)-phenalenone	[8] [15]
31	2,6-di (t-butyl)-4-hydroxy-4-methyl-2,5-cyclohexadien-1-one	[9]
32	2',3,4'-trihydroxyflavone	[8] [15]
33	2-Butanone	[15]
34	2-Heptanone	[15]
35	2-methoxy-9-phenyl-phenalen-1-one	[10]
36	2-hydroxy-4-(p-methoxyphenyl)-phenalen-1-one	[10]
37	2-hydroxy-9-(4-hydroxyphenyl)-1H-phenalen-1-one	[11]
38	2-Nonanone	[15]
39	2-Vndecanone	[15]
40	3,3'-bis-hydroxyanigorufone	[8] [15]
41	3-Methyl-4-Heptanone	[15]
42	3-methyl-Hexan-2-one	[15]
43	3-Octen-2-one	[15]
44	3-oxo-7,8-dihydro- $\alpha$ -ionone	[9]

## Continued

45	4'-dehydroxyirenonone	[10]
46	4-hydroxy-2-methoxy-9-phenyl-1H-phenalen-1-one	[10]
47	5-methyl-3-methylene-5-Hexen-2-one	[15]
48	6-methyl-5-Hepten-2-one	[15]
49	(E, E)-farnesylacetone	[13]
50	(E)-ocimene	[13]
51	piperitenone	[13]
52	2-heptanone	[13]
53	Camphor	[15]
54	(E)-geranylacetone	[13]
55	irenonone	[8] [10] [15]
56	lupenone	[14]
57	$\beta$ -sitosterol	[14]
58	(S)-3-ethyl-4-Methylpentanol	[15]
59	10-epi- $\gamma$ -eudesmol	[13]
60	1-Hexanol	[15]
61	1-Pentanol	[15]
62	1-Penten-3-ol	[15]
63	1-Octen-3-ol	[15]
64	2-ethylhexanol	[13]
65	24-methylenecycloartanol	[9]
66	benzeneethanol	[9]
67	2-methyl-1-Butanol	[15]
68	2-methyl-2-hexanol	[9]
69	2-methyl-4-Heptanol	[15]
70	2-ethyl-1-Hexanol	[15]
71	3-methyl-1-Butanol	[15]
72	3-Methyl-2-Hexanol	[15]
73	3-methyl-3-hexanol	[9]
74	3-methyl-4-Heptanol	[15]
75	3-Octanol	[15]
76	L-linalool	[13]
77	p-cymen-8-ol	[9]
78	$\alpha$ -terpineol	[9]
79	1- $\alpha$ -terpineol	[13]
80	$\alpha$ -cedrol	[13]
81	Stigmasterol	[15]
82	dihydro terpineol	[9]
83	trans-(1S,2S)-3-(4'-methoxyphenyl)-acenaphthene-1,2-diol	[10]
84	linalool	[9] [15]
85	Heptanol	[15]
86	Nonanol	[15]
87	Hexadecanol	[15]

## Continued

88	cis-3-phenyl-acenaphthene-1,2-diol	[10]
89	Ethanol	[15]
90	Isobutanol	[15]
91	1-hexanol	[13]
92	phytol	[13]
93	(E)-2-nonenal	[13] [15]
94	(E, E)-2,4-heptadienal	[13]
95	(Z)-4-heptenal	[13]
96	(E)-2-Octenal	[15]
97	(Z)-3-Hexenal	[15]
98	(Z)-4-Heptenal	[15]
99	(E)-2-Butanal	[15]
100	17-octadecenal	[13]
101	2-methyl-Butanal	[15]
102	3,4-dihydroxybenzaldehyde	[8] [15]
103	3-methyl-Butanal	[15]
104	4-hydroxy-3-methoxybenzaldehyde	[11]
105	9,12-Octadecadienal	[15]
106	benzaldehyde	[9] [13]
107	decanal	[13] [15]
108	E-2-hexanal	[13]
109	nonanal	[9] [13]
110	Hexadecanal	[15]
111	tetradecanal	[13] [15]
112	pentadecanal	[13]
113	heptenal	[13] [15]
114	Pentanal	[15]
115	octanal	[13] [15]
116	Isobutanal	[15]
117	hexanal	[13] [15]
118	hexadecanal	[13]
119	atraric acid	[9]
120	nonoic acid	[9]
121	myristic acid	[9]
122	pentadecanoic acid	[9]
123	vanillic acid	[11]
124	linoleic acid	[9]
125	oleic acid	[9]
126	lauric acid	[9]
127	palmitic acid	[9] [13] [14]
128	Ethyl 2-methylbutyrate	[15]
129	$\gamma$ -nonalactone	[9]
130	ethyl ferulate	[11]

## Continued

131	Methyl plamitate	[15]
132	Ethyl propionate	[15]
133	butyl butylate	[9]
134	bis-(2-ethylhexyl) terephthalate	[10]
135	trans-phydroxycinnamic acid ethyl ester	[11]
136	Methyl caproate	[15]
137	Ethyl Caproate	[15]
138	methyl glycol phthalate	[9]
139	Phthalic acid-(2-ethyl) hexyl ester	[11]
140	dibutyl phthalate	[11]
141	methyl ester 7,10,13-hexadecatrienoic acid	[13]
142	Diethyl carbonate	[15]
143	methyl linolenate	[13]
144	Octodecyl acetate	[9]
145	Bornyl acetate	[15]
146	Butyl acetate	[15]
147	Methyl acetate	[15]
148	Ethyl acetate	[15]
149	Isoamyl acetate	[15]
150	Ethyl isobutyrate	[15]
151	methyl palmitate	[9]
152	ethyl palmitate	[9]
153	<i>cis</i> -3-(4'-methoxyphenyl)-acenaphthene-1,2-diol	[18]
154	<i>trans</i> -(1 <i>S</i> ,2 <i>S</i> )-3-phenyl-acenaphthene-1,2-diol	[18]
155	8-(4-hydroxyphenyl)-2H-acenaphthylene-1-one	[18]
156	rel-(3 <i>S</i> ,4 <i>aR</i> ,10 <i>bR</i> )-3-(4'-methoxyphenyl)-8-hydroxy-9-methoxy-4 <i>a</i> ,5,6,10 <i>b</i> -tetrahydro-3H-naphtho[2,1- <i>b</i> ]	[19]
157	7-hydroxy-2-phenylnaphthalene-1-carboxylic acid ethyl ester	[19]

## 2.2. 芭蕉茎的化学成分研究

目前对于芭蕉茎化学成分方面的研究较少,在芭蕉茎中共鉴定出化合物 67 个,其中醛类化合物有 17 个,占总化合物的 25.373%,其次是醇类化合物,占总化合物的 23.881%,而酯、酮类化合物较少,分别占总化合物的 19.403%和 20.90% [15]。另有报道芭蕉假茎中含 388.21 mg/g 的总糖、113.95 mg/g 的还原糖和 6.79 g/100g 的氨基酸[20]。芭蕉茎的主要化学成分见表 2。

**Table 2.** The main chemical components of *Musa basjoo* pseudostem

**表 2.** 芭蕉茎的主要化学成分

序号 No.	英文名称 English Name	参考文献 Ref.
158	Ethanal	[15]
159	Isobutanal	[15]
160	(E)-2-Butanal	[15]
161	(Z)-2-Butenal	[15]
162	3-methyl-Butenal	[15]

## Continued

163	2-methyl-Butenal	[15]
164	Pentanal	[15]
165	Hexanal	[15]
166	(Z)-3-Hexenal	[15]
167	(Z)-4-Heptenal	[15]
168	Heptanal	[15]
169	(E)-2-Heptenal	[15]
170	Octanal	[15]
171	(E)-2-Octenal	[15]
172	Nonanal	[15]
173	Decanal	[15]
174	1,3,4-trimethyl-3-cyclohexene-1-carboxaldehyde	[15]
175	Ethanol	[15]
176	Isobutanol	[15]
177	1-Butanol	[15]
178	1-Penten-3-ol	[15]
179	3-methyl-1-Butanol	[15]
180	2-methyl-1-Butanol	[15]
181	1-Pentanol	[15]
182	3-Methyl-3-Hexanol	[15]
183	1-Hexanol	[15]
184	3-Methyl-2-Hexanol	[15]
185	Heptanol	[15]
186	1-Octen-3-ol	[15]
187	2-ethyl-1-Hexanol	[15]
188	Linalool	[15]
189	Nonanol	[15]
190	$\alpha$ -Terpineol	[15]
191	2-Butanone	[15]
192	3-methyl-Hexan-2-one	[15]
193	5-methyl-3-methylene-5-Hexen-2-one	[15]
194	2-Heptanone	[15]
195	3-Methyl-4-Heptanone	[15]
196	2,3-Octanedione	[15]
197	6-methyl-5-Hepten-2-one	[15]
198	3-Octen-2-one	[15]
199	(E, E)-3,5-Octadien-2-one	[15]
200	2-Nonanone	[15]
201	Camphor	[15]
202	2-Undecanone	[15]
203	$\alpha$ -Ionone	[15]
204	$\beta$ -Ionone	[15]
205	Methyl acetate	[15]

## Continued

206	Ethyl acetate	[15]
207	Ethyl propionate	[15]
208	Ethyl isobutyrate	[15]
209	Diethyl carbonate	[15]
210	Butyl acetate	[15]
211	Ethyl-2-methylbutyrate	[15]
212	Isoamyl acetate	[15]
213	Ethyl Caproate	[15]
214	Bornyl acetate	[15]
215	Methyl myristate	[15]
216	Methyl palmitate	[15]
217	Ethyl pentadecanoate	[15]
218	Styrene	[15]
219	$\beta$ -Elemene	[15]
220	Junipene	[15]
221	Calamenene	[15]
222	10-Heneicosene	[15]
223	(Z)-Limonene oxide	[15]
224	11-Tricosene	[15]

## 2.3. 芭蕉叶的化学成分研究

目前已鉴定出芭蕉叶的化学成分共 85 个, 包括醇类、醛类、酮类、酯类、烯炔和酸类化合物等。其中醇类化合物最多为 28 个, 占总化合物的 32.941%, 其次是醛类, 占总化合物的 18.824%, 而酮、烯炔类化合物分别为 14 和 13 个, 占总化合物的 16.471%和 15.294%, 酯类和酸类化合物较少, 各占比为 12.941%和 2.353% [21] [22]。芭蕉叶的主要化学成分见表 3。

**Table 3.** The main chemical components of *Musa basjoo* leaf

**表 3.** 芭蕉叶的主要化学成分

序号 No.	英文名称 English Name	参考文献 Ref.
225	1-Hexanol	[15]
226	1-Pentanol	[15]
227	1-Penten-3-ol	[15]
228	1-Octen-3-ol	[15]
229	2,4,4-trimethyl-2-Cyclohexen-1-ol	[15]
230	2-heptanol	[22]
231	2-hexenol	[22]
232	2-methyl-1-Butanol	[15]
233	2-ethylhexylalcohol	[22]
234	3,7-dimethyl-1,6-octadiene-3-alcohol	[22]
235	3-hexenol	[22]
236	3-methyl-1-Butanol	[15]
237	3-Methy-2-Hexanol	[15]



## Continued

238	3-octanol	[22]
239	4-methyl-1-(1-methyl ethyl) ringAlkyl-3-ene-1-ol	[22]
240	$\alpha,\alpha,4$ -trimethyl-3-cyclohexene-1-methanol	[22]
241	$\alpha$ -ginsenoside	[22]
242	Benzenemethanol	[21]
243	Linalool	[15]
244	Alcohol already	[22]
245	spathulenol	[22]
246	Pentanol	[15]
247	Neoisomenthol	[15]
248	Cedar alcohol	[22]
249	Ethanol	[15]
250	Isobutanol	[15]
251	Guaiacol	[22]
252	Plant alcohol	[22]
253	(E)-2-Heptenal	[15]
254	(E, E)-2,4-heptadienyl aldehyde	[22]
255	(Z)-3-Hexenal	[15] [22]
256	(Z)-2-Butenal	[15]
257	1,3,4-trimethyl-3-cyclohexene-1-carboxaldehyde	[15]
258	2-methyl-Butanal	[15]
259	3-methyl-Butanal	[15]
260	Benzaldehyde	[22]
261	Heptanal	[15]
262	Hexanal	[15]
263	Nonanal	[15]
264	Hexadecanal	[15]
265	Pentanal	[15]
266	Octyl aldehyde	[15] [22]
267	Isobutanol	[15]
268	Palmitic aldehyde	[22]
269	2,3-Octanedione	[15]
270	2-Butanone	[15]
271	2-sec-Butylcyclopentanone	[21]
272	3-[(E)-4',8'-Dimethyl-3',7'-nonadienyl]-3-cyclohexene nyl methyl ketone	[21]
273	3-methyl-Hexan-2-one	[15]
274	6-methyl-5-Hepten-2-one	[15]
275	$\alpha$ -Ionone	[15]
276	$\beta$ -Ionone	[15]
277	Pyrrolidin-2-one	[21]
278	Camphor	[15]
279	Hexahydrofarnesylacetone	[21]
280	Bicyclic[2,2,1]-1,7,7-trimethyl (1R)-2-heptanone	[15]
281	tetrahydroionone	[21]

## Continued

282	Geranyl acetone	[22]
283	Ethyl 2-methylbutyrate	[15]
284	4,8,12,16-Tetramethylheptadecan-4-olide	[21]
285	Ethyl benzene	[15]
286	Ethyl Caproate	[15]
287	Palmitic acid ethyl ester	[21]
288	Bis(2-ethylhexyl) phthalate	[21]
289	Dihydroactinidiolide	[21]
290	Methyl acetate	[15]
291	Ethyl acetate	[15]
292	Ethyl isobutyrate	[15]
293	Methyl Stearate	[15]
294	Glyceryl palmitate	[21]
295	1-Docosene (CAS)	[21]
296	$\alpha$ -Cubebene	[15]
297	$\alpha$ -Muurolene	[15]
298	$\beta$ -Elemene	[15]
299	$\sigma$ -Cadinene	[15]
300	Styrene	[15]
301	Gu Ba ene	[22]
302	Junipene	[15]
303	caryophyllene	[22]
304	neophytadiene	[21]
305	$\alpha$ -Copaene	[15]
306	(+)-Cycloisositivene	[15]
307	$\alpha$ -Ylangene	[15]
308	syringic acid	[22]
309	palmitic acid	[21] [22]

#### 2.4. 芭蕉花的化学成分研究

芭蕉花中鉴别出化合物 24 个, 包括烯烃类、醛类、醇类和酸类化合物等。其中烯烃类化合物较为丰富, 其次为酯类化合物[6] [11] [23] [24]。此外, 有学者发现有花粉和无花粉的芭蕉花化合物存在一定差异, 在有花粉中芭蕉花中鉴定出了亚油酸丁酯和棕榈酸乙酯等化学成分, 而在无花粉的芭蕉花中鉴定出了 2-甲基丁醛和壬醛等化学成分[25]。芭蕉花主要化学成分见表 4。

**Table 4.** The main chemical components of *Musa basjoo* flower

**表 4.** 芭蕉花主要化学成分

序号 No.	英文名称 English Name	参考文献 Ref.
311	Nonacosene	[6]
312	11-Tricosene	[6]
313	10-Heneicosene	[6]
314	1,19-Eicosadiene	[6]

## Continued

315	(Z)-9-Tricosene	[6]
316	(Z)-12-Pentacosene	[6]
317	(E, E)-2,4-Decadienal	[6]
318	Pentadecanal	[6]
319	Tetradecanal	[6]
320	Octadecanal	[6]
321	Nonanal	[6]
322	Heptanal	[6]
323	buein	[23]
324	(E)-2-Nonenal	[6]
325	Sterol	[11]
326	1-Hexacosanol	[6]
327	(2R,3S)-5,7,3',4',5'-pentahydroxyflavonol	[23]
328	Ethyl palmitate	[6]
329	Caffeic acid methyl ester	[23]
330	3-(3,4-dihydroxyphenyl)-1-(3,4-dihydroxyphenyl)-2-methoxycarbonyl ethyl	[23]
331	(Z)-14-Tricosenyl formate	[6]
332	1,7-bis(3,4-dihydroxyphenyl)-heptane	[23]
333	Palmitic acid	[6]
334	Linoleic acid	[6]

### 3. 药理活性研究

关于芭蕉的药理活性研究较少，主要包括抗糖尿病、抗炎镇痛、抗菌、抗氧化等，提示应对芭蕉的药用价值进一步开发利用。

#### 3.1. 芭蕉不同部位抗糖尿病活性研究

体外研究发现芭蕉根甲醇部位、乙酸乙酯部位，以及芭蕉根与芭蕉花石油醚部位均可抑止  $\alpha$ -葡萄糖苷酶的活性，其中从芭蕉根中分离得到的 3,3'-bis-hydroxyanigorufone 和 2,4-dihydroxyl-9-(4'-hydroxyphenyl)-phenalenone 均具有良好的  $\alpha$ -葡萄糖苷酶抑制活性[11] [26]。据报道，芭蕉根有效部位能够改善糖尿病小鼠的糖代谢，增加糖尿病小鼠及正常小鼠的糖负荷[27]。此外，芭蕉根中分离出的羽扇豆酮不但可以降低血糖、改善 2 型糖尿病大鼠胰岛素抵抗，而且对高糖高脂引起的脂质代谢紊乱，也有调节作用[28] [29]。

#### 3.2. 芭蕉不同部位抗炎镇痛活性研究

芭蕉根石油醚部位和正丁醇部位对二甲苯所致小鼠耳廓肿胀、棉球肉芽肿及角叉菜胶所致小鼠足肿胀均有显著的抑制作用，而芭蕉根 80%乙醇提取物和水提取物对醋酸所致小鼠扭体有良好的抑制作用[30]。另有研究表明，芭蕉根、茎、叶均有良好的抗炎镇痛活性，并且与芭蕉根和茎相比，芭蕉叶的药理作用更强[3]。从芭蕉根中分离得到的羽扇豆酮能显著降低小鼠的急性和亚急性炎症以及糖尿病大鼠胰腺中的 IL-1 $\beta$  和 IFN- $\gamma$  水平[31]。

#### 3.3. 其他药理活性

芭蕉根、芭蕉叶柄汁液和芭蕉花均具有良好的抗菌作用。芭蕉根和芭蕉花的石油醚部位对金黄色葡

萄球菌、耐甲氧西林的金黄色葡萄球菌和  $\beta$ -内酰胺酶阳性的金黄色葡萄球菌有良好的抑制作用[32]。进一步发现芭蕉根中的化学成分 2,4-dihydroxy-9-(4'-hydroxyphenyl)-phenalenone 具有很强的抑菌活性[8][11]。芭蕉叶柄汁液对革兰阳性和革兰阴性细菌、霉菌和酵母菌均有很强的抑制作用[33]；芭蕉根乙酸乙酯部位、甲醇部位和石油醚部位均有较好的抗氧化活性，且从芭蕉根中分离得到的2',3,4'-三羟基黄酮、Irenolone 和 3,4-二羟基苯甲醛均具有很好的抗氧化活性[11]。此外，从芭蕉花中分离到的没食子酸、咖啡酸甲酯、3-(3,4-dihydroxyphenyl)-acrylic acid 1-(3,4-dihydroxyphenyl)-2-methoxy carbonyl ethyl ester、quecitrin、buein、(2R,3S)-5,7,3',4',5'-pentahydroxyflavanonol、异槲皮苷和 1,7-bis(3,4-dihydroxyphenyl)-hepta-4E,6E-dien-3-one 均具有良好的抗氧化活性[23]；芭蕉花石油醚提取物、乙酸乙酯提取物及分离得到的豆甾醇对 Ang II 诱导的 A7r5 细胞具有明显的增殖抑制效果[24]；芭蕉中提取的纤维可防止肠道细菌附着在肠壁上引起疾病，尤其有助于预防克罗恩病[34]；芭蕉茎总生物碱能够显著降低犬的血压[4]；以人成骨肉瘤 SaOS-2 细胞为载体，发现芭蕉根有效组分可能通过升高碱性磷酸酶、钙离子的含量、促进骨钙素的分泌从而促成骨细胞增殖及分化[35]。

#### 4. 结语

综上，芭蕉具有丰富的化合物，如酮类、醛类、醇类、烯炔类等，不同芭蕉部位，其化合物的组成及其含量均存在一定的差异。近年的研究发现，芭蕉根、茎、叶和花均具有广泛的药理作用，但是其具体的药效物质基础尚不明确，需要进一步的研究。

芭蕉根、芭蕉茎汁(芭蕉油)、芭蕉花均是传统中药，但是目前的研究主要集中在芭蕉根。芭蕉根中的化合物，研究较多的为羽扇豆酮、 $\beta$ -谷甾醇、豆甾醇等几个成分，对于其他化合物的关注度不够，笔者认为可借助生物信息学等学科的方法和技术，加速芭蕉活性化合物的发现。芭蕉根药理研究方面主要关注其抗糖尿病的活性[15]，而其清热、利尿、解毒方面的研究相对较少，可依据其传统功效进行相关药理活性的有益探索。芭蕉茎或芭蕉油有效成分的研究还处于初级阶段，也有学者从资源再生的角度尝试应用芭蕉茎和芭蕉叶代替芭蕉根[3]，但是芭蕉茎和芭蕉叶的化学成分及药理活性的研究还不够深入，应重视可再生资源(芭蕉茎和叶)的开发利用。芭蕉花具有化痰软坚，平肝，和瘀，通经的功效，如何充分开发芭蕉花的药用和食用价值仍是值得探讨的问题。芭蕉含有丰富的活性成分，要注重依据其传统功效进行有效成分的挖掘，为有效合理的开发芭蕉的药用和食用价值提供依据。

#### 基金项目

贵州省中医药管理局中医药、民族医药科学技术研究课题(QZYY-2019-004)；贵州省国内一流建设学科项目(中药学)(GNYL[2017]008 号)；贵州中医药大学博士启动基金(2017)；国家自然科学基金(30860387)；贵中医科院内([2019] No. 15)；贵州省普通高等学校青年科技人才成长项目(黔教合 KY 字[2021]209)。

#### 参考文献

- [1] 吴征镒. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1981: 12.
- [2] 王利勤, 王晓丽. 芭蕉科芭蕉属植物成分及其活性[J]. 广州化工, 2010, 38(7): 32-35.
- [3] 梁玉清, 杨留波, 王远敏, 王祥培, 吴红梅. 芭蕉根茎叶紫外光谱组与抗炎镇痛的药效比较研究[J]. 时珍国医国药, 2017, 28(3): 544-546.
- [4] 朱尚勤, 莫少泽. 芭蕉茎总生物碱对犬血压的影响[J]. 现代应用药学, 1989(4): 47.
- [5] 杨春海, 刘应煊, 瞿万云, 余爱农. 恩施野生芭蕉叶香气味成分的研究[J]. 食品科技, 2007(9): 139-141.
- [6] Huang, J., Tang, R., Wu, H. and Wang, X. (2016) GC-MS Analysis of Essential Oil from the Flowers of *Musa basjoo*. *Chemistry of Natural Compounds*, 52, 344-355. <https://doi.org/10.1007/s10600-016-1635-2>

- [7] Ward, M.G., Li, G., Barbosa-Lorenzi, V.C. and Hao, M. (2017) Stigmasterol Prevents Glucolipototoxicity Induced Defects in Glucose-Stimulated Insulin Secretion. *Scientific Reports*, 7, Article No. 9536. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-10209-0>
- [8] 张倩, 康文艺. 芭蕉根活性成分研究[J]. 中国中药杂志, 2010, 35(18): 2424-2427.
- [9] 吴红梅, 许士娜, 王祥培, 等. 鲜品芭蕉根榨汁液与干品芭蕉根水煎液石油醚提取物的 GC-MS 分析[J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(14): 97-100.
- [10] 付思红, 彭潇, 蒋礼, 等. 苗药芭蕉根化学成分研究[J]. 中药材, 2018, 41(3): 595-599.
- [11] 张倩. 芭蕉根、芭蕉花和南湖菱活性成分研究[D]: [硕士学位论文]. 开封: 河南大学, 2011.
- [12] 蒋礼, 雷艳, 黄勇, 等. 苗药芭蕉根的化学成分研究(II) [J]. 中药材, 2019(12): 2809-2812.
- [13] 王祥培, 许士娜, 吴红梅, 等. 鲜品和干品芭蕉根挥发油化学成分的 GC-MS 分析[J]. 中国实验方剂学杂志, 2011, 17(8): 82-85.
- [14] 王祥培, 郝俊杰, 许士娜, 等. 芭蕉根醋酸乙酯部位的化学成分研究[J]. 时珍国医国药, 2012, 23(3): 515-516.
- [15] Zhu, C., Xu, F., Wu, H. and Wang, X. (2016) Analysis of Volatiles from Fresh and Dry Rhizome, Pseudostem and Leaf of *Musa basjoo*. In: *Proceedings of the 2016 International Conference on Engineering Management (Iconf-EM 2016)*, Atlantis Press, Paris, 9-19. <https://doi.org/10.2991/iconfem-16.2016.1>
- [16] 孙宜春, 王祥培, 靳风云, 黄婕, 韦芬. 芭蕉根有效成分的初步研究[J]. 时珍国医国药, 2009, 20(2): 360-361.
- [17] 王祥培, 孙宜春, 靳风云, 吴红梅, 许士娜. 芭蕉根的氨基酸成分分析[J]. 时珍国医国药, 2010, 21(10): 2428.
- [18] Li, J., Bao, Z., Yang, W., Jia, S., Xue, M., Wang, G., Fu, S., Lin, C. and Li, Y. (2019) Three New Acenaphthene Derivatives from Rhizomes of *Musa basjoo* and Their Cytotoxic Activity. *Natural Product Research*, 2019, Article ID: 1647422. <https://doi.org/10.1080/14786419.2019.1647422>
- [19] Jiang, L., Wang, Y., Zhu, M.H., Zheng, L., Li, L., Wang, A., Lin, C., Liu, T. and Li, Y. (2019) Two New Compounds from Rhizomes of *Musa basjoo*. *Natural Product Communications*, 14, 1934578X19893434. <https://doi.org/10.1177/1934578X19893434>
- [20] 马博, 苏仕林, 黄娇丽. 野生芭蕉花与假茎的营养成分分析[J]. 食品工业, 2018, 39(6): 313-316.
- [21] 肖锋, 谭兰兰, 张晓凤, 戴亚. 芭蕉叶超临界 CO<sub>2</sub> 萃取物成分分析[J]. 食品科技, 2009, 34(10): 191-192+196.
- [22] 李谷才, 陈容, 张儒, 唐勇军. 芭蕉叶挥发油的提取及其抗氧化活性研究[J]. 湖南工程学院学报(自然科学版), 2015, 25(3): 59-61+69.
- [23] Tai, Z.G., Chen, A.Y., Qin, B.D., Cai, L. and Xu, Y.Q. (2014) Chemical Constituents and Antioxidant Activity of the *Musa basjoo* Flower. *European Food Research and Technology*, 239, 501-508. <https://doi.org/10.1007/s00217-014-2244-6>
- [24] 方紫岑, 周志远, 谢哲, 罗少洪, 李春梅, 卢群. 芭蕉花活性成分提取及其体外生物活性研究[J]. 广东药科大学学报, 2017, 33(4): 503-508.
- [25] Liang, Y., Wang, Y., Yang, L., Wu, H. and Wang, X. (2015) GC-MS Analysis of Japanese Banana Flower without Pollen and Pollen. In: *Proceedings of the International Conference on Advances in Energy, Environment and Chemical Engineering*, Atlantis Press, Paris, 775-779. <https://doi.org/10.2991/aecece-15.2015.158>
- [26] 张倩, 常星, 康文艺. 芭蕉的  $\alpha$ -葡萄糖苷酶抑制活性[J]. 食品工业科技, 2010, 31(2): 125.
- [27] 钱海兵, 郝俊杰, 王祥培. 芭蕉根有效部位对小鼠血糖及糖耐量的影响[J]. 中国实验方剂学杂志, 2012(18): 187-189.
- [28] 吴红梅, 徐锋, 王远敏, 钱海兵, 王祥培. 羽扇豆酮对 2 型糖尿病大鼠胰岛素抵抗的一般情况、葡萄糖耐量及胰岛素耐量的影响[J]. 时珍国医国药, 2017, 28(5): 1035-1037.
- [29] Xu, F., Wu, H.M., Wang, X.P., Yang, Y., Wang, Y.M., Qian, H.B. and Zhang, Y.Y. (2014) RP-HPLC Characterization of Lupenone and  $\beta$ -Sitosterol in Rhizoma Musae and Evaluation of the Anti-Diabetic Activity of Lupenone in Diabetic Sprague-Dawley Rats. *Molecules*, 19, 14114-14127. <https://doi.org/10.3390/molecules190914114>
- [30] 钱海兵, 孙宜春, 黄婕, 王祥培. 芭蕉根不同提取物的抗炎镇痛作用研究[J]. 时珍国医国药, 2010, 21(4): 780-781.
- [31] Xu, F., Yang, L.B., Huang, X.L., Liang, Y.Q., Wang, X.P. and Wu, H.M. (2020) Lupenone Is a Good Anti-Inflammatory Compound Based on the Network Pharmacology. *Molecular Diversity*, 24, 21-30. <https://doi.org/10.1007/s11030-019-09928-5>
- [32] 魏金凤, 张倩, 赵琳, 等. 苗药芭蕉根体外抗菌活性研究[J]. 中国实验方剂学, 2010, 16(17): 69-71.
- [33] 顾仁勇, 张丽, 傅伟昌, 杨波, 谷随云. 芭蕉汁的抑菌作用[J]. 食品与发酵工业, 2005, 31(3): 57-59.

- [34] 花椰菜和芭蕉纤维有利肠道健康[J]. 企业技术开发, 2010, 29(9): 33.
- [35] 董莉, 许敏, 陈华娟, 郭婷, 董永喜. 芭蕉根促成骨细胞增殖及分化的有效组分筛选研究[J]. 中外医疗, 2019, 38(18): 13-16.