

## 唐古特白刺叶片矿物质元素与挥发油成分分析研究

王 文<sup>1</sup> 赵 强<sup>2,3\*</sup> 赵海福<sup>4</sup> 寸金全<sup>1</sup>

(1.云南省种羊繁育推广中心,云南 寻甸 655200 2.中国科学院西北高原生物研究所,青海 西宁 810001;  
3.天水师范学院 生命科学与化学学院,甘肃 天水 740001 4.甘肃农业大学 动物医学院,甘肃 兰州 730070)

**摘 要:**以唐古特白刺叶片为研究对象,采用火焰原子吸收光谱法对其叶片中矿物质元素进行测定,超临界CO<sub>2</sub>萃取法提取叶片挥发油,采用GC-MS分析挥发油成分。结果表明,唐古特白刺叶片中富含多种矿物质元素,其中常量营养元素含量较高,有害元素含量较低,其挥发油主要化学成分为1-亚油酸单甘油酯、L-抗坏血酸-2,6-二棕榈酸酯、十八碳烷酸、四十四烷,相对含量分别为51.77%、8.80%、6.72%、3.90%。表明唐古特白刺叶片中富含矿物质元素,挥发油中含有多种生物活性成分,具有深度开发利用价值。

**关键词:**唐古特白刺;叶片;矿物质元素;挥发油

中图分类号:R151 文献标识码:A 文章编号:0254-5071(2014)03-0076-05

doi:10.3969/j.issn.0254-5071.2014.03.019

### Analysis of mineral element and volatile oil from *Nitraria tangutorum* leaves

WANG Wen<sup>1</sup>, ZHAO Qiang<sup>2,3\*</sup>, ZHAO Haifu<sup>4</sup>, CUN Jinquan<sup>1</sup>

(1. Breeding Sheep Popularize Center of Yunnan Province, Xundian, 655200, China; 2. Northwest Plateau Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China; 3. College of Life Science and Chemistry, Tianshui Normal University, Tianshui, 741001, China; 4. College of Veterinary Medicine, Gansu Agriculture University, Lanzhou 730070, China)

**Abstract:** Taking *Nitraria tangutorum* leaves as the research object, the mineral element was determined by flame atomic absorption spectroscopy, the volatile oil was extracted by super critical CO<sub>2</sub> fluid extraction and the main components was analyzed by GC-MS. The result showed that *N. tangutorum* leaves was rich in a variety of mineral elements, the content of macroelement was high and the harmful elements were low. The main chemical composition of volatile oil were as follows: 1-linoleic acid monoglyceride, L-ascorbic acid-2,6-ascorbic palmitate, octadecanoic acid and tetraetracontane, and the relative content was 51.77%, 8.80%, 6.72% and 3.90%, respectively. The results showed that *N. tangutorum* leaves contained a lot of mineral element, and the volatile oil contained bioactive substances which showed various biological utilization values.

**Key words:** *Nitraria tangutorum*; leaf; mineral element; volatile oil

唐古特白刺(*Nitraria tangutorum* Bobr.)广泛分布于各大沙漠边缘、荒漠草原和柴达木盆地等地区,具有良好的医用价值,是蒙、藏、维等少数民族的传统药材。唐古特白刺果实,蒙药名为哈日莫格,可调经活血,消食健脾,主治消化不良、脾胃虚弱、感冒、神经衰弱、气血两亏、月经不调<sup>[1-2]</sup>。其根部寄生的锁阳科锁阳属植物锁阳(*Cynomorium songaricum* Rupr.)为传统名贵温补药物,具有较高的药用价值<sup>[3]</sup>。《本草纲目》载“白刺、气微辛、寒、无毒,主治心绞痛、痛肿溃脓、止痛、补肾气、益精髓”。《中国药学大辞典》载“白刺,健脾胃,滋补强壮,调经活血。可治身体瘦弱,气血两亏,脾胃不和,消化不良,月经不调,腰腹疼痛”。《齐民要术》、《本草拾遗》和《中国沙漠地区药用植物》对此均有记载。现代医学研究认为,唐古特白刺含有多种黄酮类、酯类、多糖类、生物碱、萜类等化合物,维生素、氨基酸、矿物质元素含量丰富,具有调节机体代谢、滋补强壮、健脾开

胃、耐缺氧、降血脂、消除疲劳等功能,对高血脂、高血压、动脉粥样硬化等病症有良好的预防和治疗作用<sup>[4]</sup>,在功能食品和医疗保健品开发方面具有广阔前景。

挥发油为植物次生代谢物质,具有促进细胞新陈代谢,调节内分泌等作用。中医传统理论认为,中草药的挥发油成分具有发散解表、芳香开窍、理气止痛、驱风除湿、活血化瘀、祛寒温里、清热解毒、解暑祛秽、止咳平喘等功效<sup>[5-7]</sup>。唐古特白刺生长于高寒多风、水盐胁迫严重的北方荒漠地区,为少数民族医药中的主要药材。这种在自然条件严酷、人为干扰少、无公害、无污染的特殊环境下生长的植物具有其他环境中植物无法替代的功效和药理活性<sup>[8]</sup>。近年来,对唐古特白刺药用成份及效果的研究不断深入和细化,果实中生物活性成分的提取分析、抗菌抗氧化特性等已有较多研究报道,唐古特白刺叶片与果实一样具有多种药用及治疗价值,但叶片的生物活性成分及药用效果研究较少。本

收稿日期 2014-01-21

基金项目 2013年甘肃省科技计划项目(1308RJZE305),2014年度中国博士后科学基金

作者简介 王 文(1964-)男,畜牧师,博士,研究方向为草地生态资源与环境。

\*通讯作者 赵 强(1982-)男,副教授,博士,研究方向为高原特色生物资源与天然药物研究。

研究以甘肃秦王川干旱半荒漠地区自然生境中的唐古特白刺叶片为研究对象,从矿物质元素和挥发油化学成分等方面,探讨其药用成分和功能,为唐古特白刺的资源利用提供实验依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料与试剂

叶片样品采自甘肃省秦王川自然生长的唐古特白刺,自然风干,粉碎过筛,备用。

21种矿物质元素标准储备液:中国计量科学研究院;硝酸(分析纯)、高氯酸(分析纯) 哈尔滨化工化学试剂厂;其余试剂均为国产或进口分析纯。

#### 1.2 仪器与设备

FS-220型原子吸收光谱、CARY-300型紫外可见分光光度计 美国Varian公司;AA-320型原子吸收分光光度计:上海分析仪器总厂;CO<sub>2</sub>超临界萃取装置 美国Helix公司;RE52-99旋转蒸发器:上海亚荣生化仪器厂;UV-751GD型紫外/可见分光光度计、S-2C型精密pH计:上海精密科学仪器有限公司;DKB-501A型超级恒温水槽:上海精宏设备有限公司;518型原子吸收/原子发射光度计;岛津(中国)有限公司;ICPQ-100型电感耦合等离子体发射光谱:北京林音科技有限公司;KQ-500DE型数控超声波清洗器:昆山市超声仪器有限公司。

#### 1.3 方法

##### 1.3.1 矿物质元素测定方法

铜(Cu)、锌(Zn)、铁(Fe)、锰(Mn)、镍(Ni)、钙(Ca)、镁(Mg)、钾(K)、钠(Na)、铅(Pb)、镉(Cd)测定采用火焰原子吸收光谱法(flame atomic absorption spectrometry,FAAS);汞(Hg)、砷(As)、硒(Se)氢化物测定采用原子荧光光谱法(atomic fluorescence spectrometry,AFS);磷(P)、铬(Cr)、钼(Mo)、硼(B)、锶(Sr)、钴(Co)、锂(Li)测定采用分光光度比色法(spectrophotometric colorimetry,SPC)<sup>[9]</sup>。

##### 1.3.2 挥发油萃取

萃取方法:准确称取500g样品,在萃取温度为40℃,萃取釜压力18.3MPa,分离釜压力10.4MPa的条件下静态萃取1.5h,调节CO<sub>2</sub>流量为4.8~5.2L/h,动态萃取1h后,收集萃取物。处理后得淡黄色油状液体,即为挥发油样品<sup>[10]</sup>。

挥发油成分鉴定:用毛细管气相色谱法对唐古特白刺挥发油化学成分进行分析,对分离出97个组分用面积归一化法测定各组分的百分含量。采用气相色谱-质谱联用(gas chromatography-mass spectrometry,GC-MS)技术检测挥发油成分,质谱图经计算机质谱数据库检索,并按各峰的质谱裂片图与文献资料核对。

### 2 结果与分析

#### 2.1 叶片矿物质元素含量

唐古特白刺叶片K、Ca、Mg、P等4种常量矿物质元素

含量检测结果见表1~表3。由表1~表3可知,其叶片常量元素含量为Mg最高,其后依次为K、Ca、P;必需微量元素以Mo和Fe元素含量为最高,其后依次为B、Mn、Na、Zn、Ni、Cu;非必需微量元素以Sr含量最高,其后依次为Pb、Cr、Co、As、Se、Hg。

表1 唐古特白刺叶片样品中大量元素含量

Table 1 Contents of macroelement in *N. tangutorum* leaf sample

元素	K	Ca	Mg	P
含量	4 707	3 221	6 423	1 879

表2 唐古特白刺叶片样品中必需矿物质元素含量

Table 2 Contents of essential mineral element in *N. tangutorum* leaf sample

元素	Cu	Fe	Zn	Mn	Ni	Mo	Na	B
含量	7.505	440.6	22.13	68.6	9.18	576.2	65.94	84.85

表3 唐古特白刺叶片样品中非必需矿物质元素含量

Table 3 Contents of non-essential mineral element in *N. tangutorum* leaf sample

元素	Co	Cr	Cd	Li	Sr	Pb	Se	As	Hg
含量	1.268	8.225	0.071 2	1.802	78.67	9.685	0.045 9	0.062 4	0.019 3

#### 2.2 叶片挥发油成分与含量

唐古特白刺叶片中挥发油经GC-MS分离分析的总离子流图见图1。

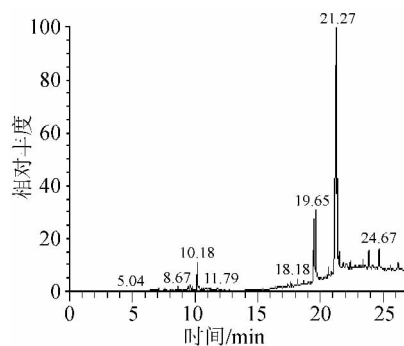


图1 超临界CO<sub>2</sub>流体萃取唐古特白刺叶片挥发油的总离子流图  
Fig. 1 Total ion chromatogram of extract from *N. tangutorum* through super critical CO<sub>2</sub> extraction

由图1可知,唐古特白刺叶片中挥发油共分离出96个峰,保留时间在21.26min分离出的化合物(1-亚油酸单甘油酯)相对含量最高,为51.77%。本实验一共鉴定出相对含量大于0.20%的化合物34种,结果见表4,占挥发油总量的95.39%。

表4 唐古特白刺挥发油化合物成分  
Table 4 Composition of volatile oil extracted from *N. tangutorum*

序号	化合物名称	英文名称	CAS编码	分子式	相对分子质量	保留时间/min	相对含量/%
1	1-乙基-3-甲基苯	1-ethyl-3-methyl-benzene	25550-14-5	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub>	120	7.07	0.30
2	1,2-二乙苯	1,2-diethyl-benzene	135-01-3	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	134	7.55	0.20
3	2,6-二甲基-1,3,5,7-辛四烯	2,6-dimethyl-1,3,5,7-octatetraene, E,E-	460-01-5	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	134	8.09	0.27
4	十四烷	tetradecane	629-59-4	C <sub>14</sub> H <sub>30</sub>	198	8.66	0.44
5	1,4-二乙基-2-甲基苯	1,4-diethyl-2-methyl-benzene	13632-94-5	C <sub>11</sub> H <sub>16</sub>	148	9.44	0.61
6	2-苯基丁醛	benzeneacetaldehyde, n-ethyl-	2439-43-2	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O	148	9.63	0.79
7	1,2-二甲基丙基苯	(1,2-dimethylpropyl)-benzene	4481-30-5	C <sub>11</sub> H <sub>16</sub>	148	9.81	0.32
8	甘氨酸肌氨酸	glycylsarcosine	29816-01-1	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	146	10.18	3.28
9	正十六烷醇	hexadecanethiol	2917-26-2	C <sub>16</sub> H <sub>34</sub> S	258	11.22	0.47
10		1h-Indene, 1-ethylidene-	2471-83-2	C <sub>11</sub> H <sub>10</sub>	142	11.80	0.45
11		methyl (9E)-hexadec-9-enoate	10030-74-7	C <sub>17</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	268	16.37	0.47
12	1-羟基-三十七烷	1-heptatriacotanol	105794-58-9	C <sub>37</sub> H <sub>76</sub> O	536	16.59	0.42
13	十四烷酸	tetradecanoic acid	68583-85-7	C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub>	228	17.39	0.43
14	2,10-二甲基-9-十一碳烯醇	9-undecenol, 2,10-dimethyl-	94021-95-1	C <sub>13</sub> H <sub>26</sub> O	198	18.18	0.54
15	L-抗坏血酸-2,6-二棕榈酸酯	l-(+)-ascorbic acid 2,6-dihexadecanoate	4218-81-9	C <sub>38</sub> H <sub>68</sub> O <sub>8</sub>	652	19.48	8.80
16	十八碳烷酸	octadecanoic acid	57-11-4	C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>	284	19.65	6.72
17		2,6,10,15,19,23-hexamethyl-2,6,14,18,22-tetracosapentaene-10,11-diol	153650-82-9	C <sub>30</sub> H <sub>52</sub> O <sub>2</sub>	444	20.38	0.56
18		9-hexyl-heptadecane	55124-79-3	C <sub>23</sub> H <sub>48</sub>	324	20.63	1.36
19	叶绿醇	3,7,11,15-tetramethyl-2-hexadecen-1-ol	150-86-7	C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O	296	20.88	0.42
20	1-亚油酸单甘油酯	9,12-octadecadienoic acid (Z,Z)-, 2,3-dihydroxypropyl ester	2277-28-3	C <sub>21</sub> H <sub>38</sub> O <sub>4</sub>	354	21.26	51.77
21	二十碳饱和脂肪酸	eicosanoic acid	208-031-3	C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O <sub>2</sub>	312	21.51	1.40
22		9,12,15-octadecatrienoic acid, 2,3-dihydroxypropyl ester, (Z,Z,Z)-	18465-99-1	C <sub>21</sub> H <sub>36</sub> O <sub>4</sub>	352	21.83	0.79
23	三甘油精	trilinolein	537-40-6	C <sub>57</sub> H <sub>98</sub> O <sub>6</sub>	878	22.07	1.97
24	四十四烷	tettratetracontane	7098-22-8	C <sub>44</sub> H <sub>90</sub>	618	22.40	0.62
25		ergost-8(14)-en-3-ol, (3 $\alpha$ )-	632-32-6	C <sub>28</sub> H <sub>48</sub> O	400	22.57	0.34
26		9-dodecyltetradecahydro-phenanthrene	55334-01-5	C <sub>26</sub> H <sub>48</sub>	360	22.79	0.54
27	二十二酸	docosanoic acid	112-85-6	C <sub>22</sub> H <sub>44</sub> O <sub>2</sub>	340	23.41	1.12
28		9-octadecenoic acid, (2-phenyl-1,3-dioxolan-4-yl)methyl ester, cis-	56847-06-4	C <sub>28</sub> H <sub>44</sub> O <sub>4</sub>	444	23.57	0.65
29		ethanol, 2-(9-octadecenyloxy)-, (Z)-	5353-25-3	C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O <sub>2</sub>	312	23.86	2.09
30		15-tetracosenoic acid, methyl ester	56554-33-7	C <sub>25</sub> H <sub>48</sub> O <sub>2</sub>	380	24.16	0.63
31	四十四烷	tettratetracontane	7098-22-8	C <sub>44</sub> H <sub>90</sub>	618	24.67	3.28
32		phthalic acid, 6-ethyloct-3-yl 2-ethylhexyl ester	119-05-1	C <sub>26</sub> H <sub>42</sub> O <sub>4</sub>	418	25.61	0.68
33	木蜡酸	tetracosanoic acid	557-59-5	C <sub>24</sub> H <sub>48</sub> O <sub>2</sub>	368	26.20	1.79
34	油醇乙酸酯	E-9-octadecen-1-ol acetate	693-80-1	C <sub>20</sub> H <sub>38</sub> O <sub>2</sub>	310	26.94	0.54

### 3 讨论

#### 3.1 矿物质元素含量

样品采集地秦王川盆地是温带干草原向河西内陆荒漠过渡的土壤类型,属于干旱温灰钙土地带,气候干旱,降水量200~300mm,地形为黄土丘陵,地面景观为荒漠草原,土质以灰钙土和淡灰钙土为主,属盐化灰钙土属,0~20cm土层含全盐0.2%~1.0%,pH=8.9。20cm以下含全盐0.1%~0.3%,pH值8.3~8.5<sup>[11]</sup>。唐古特白刺生长于盐碱荒漠地带,植株内积累无机盐分,富含多种矿物质元素。

叶片中常量元素中Mg、K、Ca含量高,是由于盐碱生境促进植物吸收积累盐分离子,增加溶质,降低植物组织渗透势,有利于根系对土壤水分的吸收。必需微量元素含量依次为Mo、Fe、B、Mn、Na、Zn、Ni、Cu。Cu能促进铁的吸收利用,加强生血功能,并可通过铁的途径影响免疫功能。Zn可以通过各种锌依赖酶参与并调节免疫功能,具有增强创伤组织的再生能力。Mn对心血管极为有益,尤其对维持线粒体功能非常重要。非必需微量元素含量均很低,其含量依次顺序为Sr、Pb、Cr、Co、As、Se、Hg。由于其生境污染

较少,As、Hg、Pb等有害元素含量较低。唐古特白刺叶片富含矿物质和各种营养元素,饲用价值较高,但由于粗灰分含量较高(8%~9%),适口性较差,骆驼终年采食,羊仅采食其嫩枝。

### 3.2 挥发油化学成分

唐古特白刺挥发油的主要化学成分为:1-亚油酸单甘油酯(相对含量51.77%)、L-抗坏血酸-2,6-二棕榈酸酯(相对含量8.80%)、十八碳烷酸(相对含量6.72%)、四十四烷(相对含量3.90%)等,化合物类型主要为脂肪酸及其酯类、烃类、醇类及烯类化合物。

1-亚油酸单甘油酯是唐古特白刺挥发油中含量最高的化合物。由于亚油酸是不饱和脂肪酸,动植物油脂中的亚油酸与其他脂肪酸结合,以甘油酯的形式存在于动植物脂肪中。亚油酸不能由生物合成得到,只能通过膳食获取,所以是人和动物营养中的必需脂肪酸<sup>[12]</sup>。亚油酸是功能性不饱和脂肪酸中最早认识的一种,具有降低血清胆固醇水平作用,食物中摄入一定量的亚油酸对高甘油三酯疾病的人有明显疗效,亚油酸能防治高血压,预防动脉粥样硬化,抑制血栓形成<sup>[13]</sup>。研究发现,胆固醇必须与亚油酸结合后,才能在体内进行正常的新陈代谢。如果亚油酸缺乏,胆固醇与饱和脂肪酸结合,产生代谢障碍,在血管壁上沉积下来,逐步形成动脉粥样硬化,引发心脑血管疾病。1-亚油酸单甘油酯可能是唐古特白刺作为中药材进行广泛应用的药理学基础之一。

L-抗坏血酸酯是强抗氧化剂之一,能有效地防止各类过氧化物的产生和形成,延缓动植物油脂及食品的酸化变质<sup>[14]</sup>。而L-抗坏血酸与常用的脂肪酸(或者烷基酯)反应得到的L-抗坏血酸脂肪酸酯,不仅保持了L-抗坏血酸抗氧化的特性,而且在动、植物油中具有相当的溶解度。因此,被广泛应用于油脂食品、化妆品及医药卫生等行业<sup>[15]</sup>。L-抗坏血酸棕榈酸酯又称维生素C棕榈酸酯,是一种安全无毒高效的脂溶性抗氧化剂,具有轻微的橘香气味,极难溶于水,易溶于乙醇、乙醚之中,是世界卫生组织食品添加剂联合委员会认可的营养型抗氧化剂。L-抗坏血酸-2,6-二棕榈酸酯是L-抗坏血酸棕榈酸酯的衍生物,具有与维生素C相同的功能。作为氧的驱散剂,可以驱散容器上方和溶液上方的氧气,起到抗氧化的作用,在密闭系统中具有更好的抗氧化效果。L-抗坏血酸-2,6-二棕榈酸酯可阻止自由基的形成,降低油脂的自动氧化,防止油脂氧化酸败<sup>[16]</sup>,延长油脂或含油较多食品的货架期,是一种具有潜力的食品抗氧化剂。唐古特白刺挥发油的抗氧化活性研究结果表明,其对·O<sub>2</sub>·自由基和·OH自由基具有一定的清除作用,主要是L-抗坏血酸-2,6-二棕榈酸酯的抗氧化特性所决定。传统医学认为唐古特白刺具有滋补强壮,补肾气,益精髓的功能,L-抗坏血酸-2,6-二棕榈酸酯对超氧阴离子自由

基的清除体现了调和气血、强健体魄的作用。

十八碳烷酸合成代谢途径的中间产物与植物抗盐性有密切联系<sup>[17]</sup>。盐胁迫生境下,能诱导植物细胞产生大量的活性氧,形成次级氧化胁迫,盐生植物具有一系列复杂有效的活性氧清除系统,包括酶促和非酶促抗氧化剂。活性氧诱导膜脂过氧化,形成多种氧化产物,引起膜氧化损伤,氧化的脂肪酸(或称羟脂)是膜氧化损伤的优良指标及细胞感知氧化胁迫的信号<sup>[17]</sup>。在细胞的羟脂种类中,12-氧-植物二烯酸(12-oxo-phytodienoic acid,OPDA)是十八碳烷酸合成途径的中间产物,在细胞质中,12-氧-植物二烯酸还原酶(12-oxo-phytodienoic acid reductase,OPR)催化OPDA形成茉莉酸(jasmonic acid,JA),OPDA和JA是十八碳烷酸合成途径中的重要代谢产物<sup>[17]</sup>。大量研究表明,JA是一类植物激素,可调节植物生长发育的部分过程,具有广谱的生理效应,能响应渗透胁迫、紫外胁迫、盐碱胁迫,抵御外界伤害,增强植物对病虫害的抗性<sup>[18-21]</sup>,因此十八碳烷酸的合成代谢对植物耐盐性具有重要意义。唐古特白刺的耐盐特性与挥发油中十八碳烷酸含量之间的内在联系,及其原理机制还有待进一步深入研究。

唐古特白刺挥发油的化学成分分析表明,其具有抗氧化活性和治疗心血管疾病等多种医疗作用的药理基础,为进一步开发利用和科学研究提供了基础依据。

### 4 结论

唐古特白刺叶片常量元素中Mg、K、Ca含量高,As、Hg、Pb等有害元素含量低。叶片挥发油的主要化学成分为:1-亚油酸单甘油酯(相对含量51.77%)、L-抗坏血酸-2,6-二棕榈酸酯(相对含量8.80%)、十八碳烷酸(相对含量6.72%)、四十四烷(相对含量3.90%)。化合物类型主要为脂肪酸及其酯类、烃类、醇类及烯类化合物。结果表明,唐古特白刺叶片中富含微量元素,挥发油中含有多种生物活性成分,具有深度开发利用价值。

### 参考文献:

- [1] 中国科学院冰川冻土沙漠研究所沙漠研究室编. 中国沙漠地区药用植物[M]. 兰州:甘肃人民出版社,1973.
- [2] 樊莲莲,刘金荣,苏文成,等. 维药白刺总黄酮对亚急性衰老模型小鼠抗氧化作用的研究[J]. 时珍国医国药,2007,18(10):2438-2440.
- [3] 高永. 寄生植物锁阳的开发利用前景[J]. 内蒙古林学院学报:自然科学版,1996,18(3):45-49.
- [4] 索有瑞. 柴达木盆地白刺研究与开发[M]. 北京:科学出版社,2010.
- [5] 索有瑞,王洪伦,汪汉卿. 柴达木盆地唐古特白刺果实降血脂和抗氧化作用研究[J]. 天然产物研究与开发,2004,16(1):54-58.
- [6] 索有瑞,王洪伦,陈桂琛,等. 柴达木盆地唐古特白刺种子油的安全性及降血脂作用[J]. 食品科学,2005,26(11):217-219.
- [7] 索有瑞,李玉林,王洪伦,等. 柴达木盆地唐古特白刺果实调节免疫、抗疲劳和耐寒冷作用研究[J]. 天然产物研究与开发,2005,16(6):717-721.

- [8] 王文陶, 赵强, 等. 唐古特白刺中黄酮类化合物正交提取工艺与体外抗菌活性研究[J]. 中兽医医药杂志, 2011(6): 5-7.
- [9] 李天才, 索有瑞. 柴达木地区白刺叶片微量元素特征[J]. 广东微量元素科学, 2002, 9(4): 66-68.
- [10] 王洪伦, 王小艳, 张凤枰, 等. 唐古特白刺籽油的超临界 CO<sub>2</sub> 流体萃取及 GC/MS 分析[J]. 中国油脂, 2006, 31(10): 61-63.
- [11] 王文, 蒋文兰, 谢忠奎, 等. 黄土丘陵地区唐古特白刺根际土壤水分与根系分布研究[J]. 草业学报, 2013, 22(1): 20-28.
- [12] 王镜岩, 朱圣庚, 徐长法. 生物化学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002.
- [13] 许鹏, 陈颖娟, 左兰娇, 等. 超临界 CO<sub>2</sub> 萃取共轭亚油酸甘油酯的研究[J]. 化学与生物工程, 2008, 25(4): 36-38.
- [14] 刘建伟, 赵海珍, 吕凤霞, 等. L-抗坏血酸脂脂肪酸酯抗氧化活性[J]. 食品与生物技术学报, 2011, 30(2): 207-212.
- [15] 孙涛, 赵红丽, 王大力, 等. L-抗坏血酸-6-棕榈酸酯的抗氧化性及其合成[J]. 唐山师范学院学报, 2005, 27(2): 18-22.
- [16] 曹会兰, 杨建武. L-抗坏血酸棕榈酸酯的合成及应用[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2003, 31(5): 121-122.
- [17] 董尉. 小麦十八碳烷酸的合成途径基因的逆境胁迫应答研究[D]. 济南: 山东大学博士论文, 2012.
- [18] 汪新文. 茉莉酸参与植物逆境胁迫的研究进展[J]. 安徽农学通报, 2008, 14(6): 29-35.
- [19] 贾承国, 向珣珣, 王思周, 等. 茉莉酸类化合物在植物防卫反应中的作用[J]. 细胞生物学杂志, 2006, 28(1): 57-60.
- [20] GOLS R, POSTHUMUS M A, DICKE M. Jasmonic acid induces the production of gerbera volatiles that attract the biological control agent *Phytoseiulus persimilis*[J]. *Entomol Exp Appl*, 1999, 93:77-86.
- [21] 徐伟, 严善春. 茉莉酸在植物诱导防御中的作用[J]. 生态学报, 2005, 25(8): 2074-2082.

## 《中国酿造》杂志征稿启事

《中国酿造》创刊于1982年,由中国商业联合会主管,中国调味品协会及北京食品科学研究院主办的综合性科技期刊。并历次被评为全国中文核心期刊,中国科技核心期刊,《中国知网》重点收录期刊,《万方数据库》全文收录期刊,《中文科技期刊数据库》来源期刊,美国《化学文摘》收录期刊,也是学位与研究生教育的中文重要期刊。

本刊主要面向全国各大高等院校、科研院所、各级党政机关、相关企事业单位的广大专家学者、工程技术人员、本科生、硕士研究生、管理人员等。

《中国酿造》主要栏目有:研究报告、专论综述、创新与借鉴、经验交流、分析与检测、产品开发、酿造文化、海外文摘等。

欢迎踊跃投稿!

网站: www.chinabrewing.net.cn 邮箱: zgznzzz@gmail.com 电话: 010-83152738/83152308

征稿范围:

(1)新工艺、新技术、新设备在酿造行业的应用 (2)调味品的研发创新与推广应用 (3)调味品产业生产管理及产品质量安全评价 (4)食品添加剂在酿造行业的应用 (5)现代高新检测技术在酿造行业的应用 (6)酿酒产品开发、生产管理及产品质量安全的控制 (7)发酵法制备酒精、氨基酸、高级醇及有机酸等工艺研究 (8)微生物发酵工艺及培养基发酵条件优化 (9)发酵工程菌种的筛选与人工诱变、杂交选育及基因工程改造研究 (10)生物质能源的开发利用及规模化制备 (11)传统发酵食品生产工艺改进、微生物菌种改良、发酵机理及规模化生产研究 (12)食品及发酵工业废水、废渣处理及综合利用 (13)益生菌及功能型发酵乳制品研究与开发 (14)行业实用技术、政策、法规、标准及行业动态和最新举措等。

注意事项:

(1) 来稿要求论点明确、数据可靠、逻辑严密、文字精炼。在文稿首页用脚注说明论文属何项目、何基金(编号)资助,本刊将优先报道国家级、省部级及国际合作项目的科研成果,第一作者及通讯作者(一般为导师)简介(包括姓名、出生年月、性别、职称、学位、研究方向或目前主要从事的工作、邮箱、联系电话)。(2) 稿件要求8000字以内,须有中国分类号、文献标志码、中英文标题、单位、作者,并有200~300字的中英文摘要和5~8个关键词,标题、摘要、表题、图题请用中英文对照。摘要内容应包括研究目的、方法、结果和结论,综述文章可写指示性摘要。(3) 来稿内容涉及配方时,应写明配料的名称和配比,勿用代号;工艺过程要完整,不要省略;插图、表格需放在正文相应地方,不要集中;引用的图表要有出处,计量要用法定单位。(4) 文稿参考文献一般研究论文约25篇,参考文献不可少于20篇,综述论文不少于35篇。研究性论文和综述性论文中近5年文献不少于参考文献总数的一半,外文文献不少于5篇,期格式请参照GT/T 7714—2005《文后参考文献著录规则》。(5) 来稿必须是最新的、作者自身创造性的科研成果,且是在中外文正式刊物上未发表的论文。本刊严禁一稿多投、重复内容多次投稿、不同文种重复投稿。(6) 本刊以实现对所有来稿的文字复制比对工作,若文字复制比超过30%的稿件本刊不予采用。(7) 稿件一经录用,即被认为同意收录于《中国学术期刊(光盘版)》、万方数据库等,同意入编数据库及上网发布,与此有关的作者著作权使用费与稿酬一次性给付。作者如有异议,请在投稿时声明。