

不同产地长柄扁桃种仁成分分析

侯国峰¹, 李 聪¹, 陈 邦¹, 申烨华^{1*}, 钱振杰², 张应龙³

(1 合成与天然功能分子化学教育部重点实验室/化学与材料科学学院, 西北大学 陕西省醇醚及生物质能源工程研究中心/榆林市沙漠植物资源重点实验室, 西安 710069; 2 珠海检验检疫局技术中心, 广东珠海 519015; 3 神木县生态保护建设协会, 陕西神木 719300)

摘 要: 采用 GC-MS、AAS、HPLC 等方法对选自陕西神木、内蒙古包头、内蒙古阿拉善盟、河北承德 4 个不同产地的长柄扁桃种仁的一般成分(粗脂肪、粗蛋白、水分、灰分、总糖、总膳食纤维)、氨基酸、微量元素、脂肪酸及苦杏仁苷含量等进行分析。研究表明, 不同产地长柄扁桃种仁各组分含量有一定差别, 但均富含粗脂肪(416~478 g/kg)和粗蛋白(206~286 g/kg); 种仁中氨基酸种类齐全, 含量丰富; 均含 Ca、Mg、P、Fe、K 等 9 种对人体有益的矿质元素, 未检出 Pb、Cd、Hg、As 等元素; 长柄扁桃油中不饱和脂肪酸含量在 96.8% 以上, 以油酸和亚油酸主; 苦杏仁苷含量在 3% 左右。从测定结果来看, 长柄扁桃种仁可以作为开发食用油、蛋白粉以及苦杏仁苷的原材料, 具有较好的经济价值, 适宜于广大北方荒漠地区推广种植。

关键词: 长柄扁桃; 氨基酸; 矿质元素; 脂肪酸; 苦杏仁苷

中图分类号: Q946-33

文献标志码: A

Composition Analysis of *Amygdalus pedunculata* Pall. Seed from Different Regions

HOU Guofeng¹, LI Cong¹, CHEN Bang¹, SHEN Yehua^{1*}, QIAN Zhenjie², ZHANG Yinglong³

(1 Key Laboratory of Synthetic and Natural Functional Molecule Chemistry of Ministry of Education/College of Chemistry and Materials Science, Northwest University/Shaanxi Alcohol Ether and Biomass Energy Engineering Research Center/Key Laboratory of Yulin Desert Plants Resources, Xi'an 710069, China; 2 The Inspection Technical Center of Zhuhai Entry-Exit Inspection & Quarantine Bureau, Zhuhai, Guangdong 519015, China; 3 Shenmu County Ecology Protection and Construction Association, Shenmu, Shaanxi 719300, China)

Abstract: GC-MS, AAS and HPLC were selected to analyze the content of general component (crude fat, crude protein, ash, moisture, total sugar, total dietary fiber), amino acids, trace elements, fatty acids and amygdalin in the *Amygdalus pedunculata* Pall. seeds, which came from four regions: Shenmu, Shaanxi; Baotou, Inner Mongolia; Alashan Inner Mongolia and Chengde, Hebei. The results showed that the content of the seeds from different areas had some difference, but there were some similarities as follows: The seeds were rich in crude fat (416–478 g/kg) and crude protein (206–286 g/kg); The amino acids in the seeds were abundant and complete in variety; All the seeds contained 9 mineral elements (K, Mg, Ca, P, Na, Fe, Zn, etc.) that were necessary for the human health; Elements like Pb, Cd, Hg, As were not found; The content of unsaturated fatty acid, most of which were oleic acid and linoleic acid, in the seed oil was over 96.8%; The content of amygdalin was 3%. The results showed that the *A. pedunculata* Pall. seeds can be used to

收稿日期: 2014-04-18; 修改稿收到日期: 2014-07-03

基金项目: 国家科技部科技惠民计划(2012GS610203); 陕西省科技厅科技统筹创新工程计划专项(2012KTCL03-05, 2011KTCL03-04)

作者简介: 侯国峰(1988—), 男, 在读硕士研究生, 主要从事植物蛋白研究。E-mail: 798901635@qq.com

* 通信作者: 申烨华, 教授, 主要从事资源化学和蛋白质化学研究。E-mail: yhshen@nwnu.edu.cn

produce edible oil, protein and amygdalin. That is to say, it had great economic value and it was fit to plant in the desert north of our country.

Key words: *Amygdalus pedunculata* Pall.; amino acid; mineral elements; fatty acid; amygdalin

长柄扁桃 (*Amygdalus pedunculata* Pall.) 是蔷薇科桃属扁桃亚属落叶灌木, 又名野樱桃、柄扁桃、毛樱桃, 自然分布在中国内蒙古和陕北一带^[1], 此外, 在新疆、河北部分地区及蒙古国、西伯利亚东部有分布。长柄扁桃具有极强的沙漠生存能力、固沙效果显著, 耐旱耐寒^[2-3]、抗病虫、易管理。我们课题组围绕长柄扁桃的成分分析及产品开发进行研究, 开发出长柄扁桃油、蛋白粉、生物柴油、甘油、苦杏仁苷、活性炭、饲料等 7 种高附加值产品^[4-8], 将长柄扁桃开发为一种经济植物。长柄扁桃优良的固沙效果和较高的经济价值受到了国家林业局、陕西省各级政府的高度重视。2010 年, 国家林业局批准了陕西榆林百万亩长柄扁桃种植计划, 并拟在北方广大地区进行推广种植。

目前, 长柄扁桃种质资源的研究还处在起步阶段, 长柄扁桃种子品质差别较大, 影响了长柄扁桃基地林和后续产业的发展。有关长柄扁桃种仁成分分析及营养价值评价的研究多以陕西榆林产种仁为原料。马恒曾对 5 种不同产地的长柄扁桃种仁的脂肪酸组成进行了分析^[9], 但都缺乏对不同产地长柄扁桃种仁品质的综合评价。本实验选取陕西榆林、内蒙古包头、内蒙古阿拉善、河北承德 4 个产区的长柄扁桃种仁作为研究对象, 对其一般成分(水分、灰分、粗蛋白、粗脂肪、总糖、总膳食纤维)进行测定, 并分析了种仁的脂肪酸组成、氨基酸组成、矿质元素及苦杏仁苷含量, 全面评价种仁的品质, 为其在北方地区的推广种植和产品开发提供基础依据。

1 材料和方法

1.1 实验材料

本实验所使用的长柄扁桃种仁均由神木县生态保护建设协会提供, 供试的 4 个长柄扁桃的产地及

地理位置见表 1。

1.2 主要仪器

P230 型高效液相色谱仪(大连依利特分析仪器有限公司), UV-2100 型紫外可见分光光度计(UNICO 公司), S433D 型全自动氨基酸分析仪(德国 sukama 公司), HP 6890/HP 5973 GC-MS 气质联用仪(美国 Agilent 公司), JY-ULTIMA 型电感耦合等离子体-原子发射(ICP-AES)光谱仪(法国 JY 公司)等。

1.3 实验方法

水分、灰分、粗脂肪、粗蛋白、总糖、氨基酸、磷元素以及总膳食纤维的测定参照国家标准^[10], 分别为 GB/T5009.3-2003, GB/T5009.4-2003, GB/T5009.6-2003, GB/T5009.5-2003, GB/T5009.7-2008, GB/T5009.124-2003, GB/T5009.87-2003, GB/T5009.88-2008。脂肪酸组成分析采用 GC-MS 法, 色谱、质谱条件参考文献^[11]。矿质元素分析采用原子吸收光谱法^[5]。苦杏仁苷含量测定采用高效液相色谱法, 色谱条件参考文献^[12]。

1.4 数据处理

对所得试验数据进行方差分析, 采用 SPSS 软件中 ANOVA 进行显著性检验。

2 结果与分析

2.1 长柄扁桃种仁一般成分分析

从长柄扁桃种仁一般成分的测定结果来看, 不同产地长柄扁桃种仁的一般成分含量有一定的差异(表 2)。由表 2 可知, 这 4 种产地的长柄扁桃种仁均富含粗脂肪和粗蛋白, 两者之和约占种仁总质量的 70%。阿拉善产粗脂肪含量明显高于其他产地 ($P < 0.05$), 神木和包头产地之间无明显差异性 ($P > 0.05$)。粗蛋白含量各产地之间差异显著 ($P <$

表 1 供试材料的所在地和产地特征

Table 1 The locations and habitat characters of experimental materials

产地 Habitat	经度 Longitude	纬度 Latitude	年平均气温 AMT/℃	年降雨量 AMP/mm
陕西神木 Shennu, Shaanxi	107°20'~111°30'	37°27.5'~39°22.5'	8.5	250~440.8
内蒙古包头 Baotou, Inner Mongolia	109°50'~111°25'	41°20'~42°40'	8.5	262.9
内蒙古阿拉善 Alashan, Inner Mongolia	97°10'~106°52'	37°2'~42°47'	6~8.5	40~200
河北承德 Chengde, Hebei	115°54'~119°14'	40°11'~42°36'	5.6	536

0.05),其中包头含量最高(达 28.6%)。长柄扁桃种仁的水分含量在 4.6%~6.1%之间,国际植物遗传资源研究所推荐 5%~6%的含水量是比较适合种子保存的水分含量范围^[13],说明长柄扁桃种仁易保存。内蒙古阿拉善产灰分含量明显低于其他产地($P<0.05$),其他产地灰分含量无显著性差异($P>0.05$)。陕西神木糖类含量最低($P<0.05$),其他产地差异不显著($P>0.05$)。总膳食纤维含量阿拉善和承德含量无显著差异($P>0.05$),包头总膳食纤维含量最低。

2.2 脂肪酸组成分析

长柄扁桃种仁富含油脂,可以用于提取长柄扁桃油。对不同产地种仁提取的长柄扁桃油进行脂肪

酸组成分析结果见表 3。由表 3 可知,不饱和脂肪酸是长柄扁桃种仁的主要成分,其中油酸含量最高(68.4%~70.2%),其次为亚油酸(26.9%~29%),还包含少量的棕榈-烯酸、亚麻酸、花生-烯酸等,其中花生-烯酸在河北承德种仁中未检出。各产地长柄扁桃油中不饱和脂肪酸含量差异不明显($P>0.05$)。长柄扁桃油中油酸含量与橄榄油相当,显著高于菜籽油、豆油、葵花籽油、花生油等^[4]。油酸有降低胆固醇、预防心脑血管疾病、改善消化系统功能等功效,营养界把油酸命名为“安全脂膏酸”,油酸含量的多少,是判断食用油品质的关键。长柄扁桃油中亚油酸含量略高于橄榄油,明显高于菜籽油、葵花籽油、扁桃油、茶油和棕榈油等。亚油酸是一种人体

表 2 4 个不同产地长柄扁桃种仁一般成分分析

Table 2 General component analysis of *A. pedunculata* Pall. from 4 different regions/(g/kg)

一般成分 General component	产地 Habitat			
	陕西神木 Shenmu, Shaanxi	内蒙古包头 Baotou, Inner Mongolia	内蒙古阿拉善 Alashan, Inner Mongolia	河北承德 Chengde, Hebei
水分 Moisture	47.4 b	60.4 a	46.6 b	61.4 a
灰分 Ash	25.0 a	25.4 a	19.1 b	25.6 a
粗蛋白 Crude protein	247 c	286 a	206 d	263 b
粗脂肪 Crude fat	441 b	432 b	478 a	416 c
总糖 Total sugar	22.0 b	26.0 a	25.0 a	26.0 a
总膳食纤维 Total dietary fiber	152 a	129 c	137 b	141 b

注:实验结果均为 3 次测定的平均值;同行不同小写字母表示材料间有显著性差异($P<0.05$);下同。

Note: The results are the average of three measurements; Different letters indicate that materials in the same row have significant difference; The same as below.

表 3 不同产地长柄扁桃油脂肪酸组成分析

Table 3 Fatty acid composition analysis of *A. pedunculata* Pall. from 4 different regions/(g/kg)

脂肪酸 Fatty acid	产地 Habitat			
	陕西神木 Shenmu, Shaanxi	内蒙古包头 Baotou, Inner Mongolia	内蒙古阿拉善 Alashan, Inner Mongolia	河北承德 Chengde, Hebei
豆蔻酸 Tetradecanoic acid	—	—	2 a	—
棕榈酸 Palmitic acid	16 d	18 c	23 a	20 b
棕榈-烯酸 Palmitoleic acid	2 b	3 a	3 a	3 a
硬脂酸 Stearic acid	2 c	2 c	6 a	4 b
油酸 Oleic acid	684 b	702 a	692 b	702 a
亚油酸 Linolic acid	290 a	270 b	271 b	269 b
亚麻酸 Linolenic acid	2 a	2 a	1 b	2 a
花生酸 Eicosanoic acid	—	1 a	—	—
花生-烯酸 Arachidonic acid	2 a	1 b	1 b	—
不饱和脂肪酸总量 Total unsaturated fatty acids	980 a	978 a	968 a	976 a

注:—表示未检出。

Note: — means not detected.

不能合成而又必需的脂肪酸,是人体合成前列腺素的主要物质,具有防止血管扩张和血栓形成等作用。亚油酸可使低密度脂蛋白降低,高密度脂蛋白升高。低密度脂蛋白可以析出胆固醇使其沉积于血管壁上,造成血管增厚,弹性下降,引起冠心病、中风等疾病。高密度脂蛋白不仅不会导致胆固醇析出,还能清除血管壁上沉积的胆固醇^[14]。长柄扁桃油不饱和脂肪酸含量在 96.8%以上,因此长柄扁桃油可能具有降低胆固醇,预防心脑血管等疾病的作用,有较高的营养保健价值。

长柄扁桃油中的饱和脂肪酸含量较低,在2.0%~3.2%之间。饱和脂肪酸主要由棕榈酸和硬脂酸组成,这 2 种脂肪酸是普遍存在于植物油中的,其含量为内蒙古阿拉善>河北承德>内蒙古包头>陕西神木。另外在阿拉善种仁中还检出了 0.2%的豆蔻酸,在包头种仁中检出了 0.1%的花生酸。

2.3 氨基酸分析

氨基酸是构成蛋白质的基本单元,种仁中氨基酸的种类和含量可以作为评价种仁营养价值的重要指标。从表 4 可见,不同产地的长柄扁桃种仁均含有 18 种氨基酸,属于完全蛋白质。氨基酸总量占种仁总质量的 16.53%~21.26%,其中内蒙古阿拉善产的种仁氨基酸含量最低,河北承德的氨基酸含量最高。但 4 种不同产地长柄扁桃种仁的必需氨基酸相对含量无显著性差异($P>0.05$)。4 种产地长柄扁桃种仁氨基酸的组成中,含量排在前 4 位的分别为谷氨酸、天门冬氨酸、精氨酸以及亮氨酸。其含量均为河北承德>内蒙古包头>陕西神木>内蒙古阿拉善,与新疆产杏属植物种仁中氨基酸含量前 4 位顺序一致^[15]。谷氨酸是脑内含量最为丰富的兴奋性神经递质,参与神经系统多种重要功能的调节^[16]。谷氨酸、天门冬氨酸对心肌能量代谢和心肌

表 4 4 种不同产地长柄扁桃种仁氨基酸成分分析

Table 4 Amino acid composition analysis of *A. pedunculata* Pall. from 4 different regions/(g/kg)

氨基酸 Amino acid	产地 Habitat			
	陕西神木 Shenmu, Shaanxi	内蒙古包头 Baotou, Inner Mongolia	内蒙古阿拉善 Alashan, Inner Mongolia	河北承德 Chengde, Hebei
天门冬氨酸 Asp	21.2 c	23.2 b	18.6 d	24.5 a
苏氨酸 Thr*	5.5 a	5.5 a	5.1 a	5.7 a
丝氨酸 Ser	8.3 a	8.5 a	7.0 b	8.8 a
谷氨酸 Glu	44.5 b	47.0 a	38.3 c	47.9 a
脯氨酸 Pro	9.7 b	9.4 b	8.1 c	10.7 a
甘氨酸 Gly	11.1 b	11.4 a	9.7 c	11.9 a
丙氨酸 Ala	9.4 b	9.3 b	7.6 c	10.2 a
胱氨酸 Cys	2.8 b	2.7 b	1.8 c	3.5 a
缬氨酸 Val*	9.5 b	9.3 b	7.7 c	10.3 a
蛋氨酸 Met*	1.2 a	1.1 a	0.7 b	1.4 a
异亮氨酸 Ile*	7.2 a	7.1 a	6.1 b	7.6 a
亮氨酸 Leu*	14.4 a	14.5 a	12.7 b	15.4 a
酪氨酸 Tyr	6.3 a	6.1 a	5.1 b	6.7 a
苯丙氨酸 Phe*	11.3 b	11.2 b	9.2 c	12.3 a
赖氨酸 Tys*	6.8 a	6.8 a	5.3 b	7.1 a
组氨酸 His	4.9 a	5.0 a	4.1 b	5.3 a
色氨酸 Trp*	2.0 a	2.4 a	2.0 a	2.6 a
精氨酸 Arg	18.5 c	19.4 b	16.2 d	20.7 a
氨基酸总量 Total amino acid	194.6 b	199.9 b	165.3 c	212.6 a
必需氨基酸比例 Percentage of EEA/%	297.5 a	289.6 a	295.2 a	293.5 a

注:*.必需氨基酸。
Note: * means the essential amino acids(EAA).

表 5 4 种不同产地长柄扁桃种仁矿质元素分析

Table 5 Mineral elements analysis of *A. pedunculata* Pall. from 4 different regions/(mg/kg)

矿质元素 Mineral elements	产地 Habitat			
	陕西神木 Shenmu, Shaanxi	内蒙古包头 Baotou, Inner Mongolia	内蒙古阿拉善 Alashan, Inner Mongolia	河北承德 Chengde, Hebei
Ca	1.74×10 ³ b	2.50×10 ³ a	1.73×10 ³ b	1.54×10 ³ c
Mg	1.83×10 ³ c	1.87×10 ³ c	2.19×10 ³ a	1.91×10 ³ b
P	5.12×10 ³ a	5.18×10 ³ a	4.48×10 ³ b	4.18×10 ³ c
Fe	44.2 b	54.2 a	46.6 b	45.4 b
K	6.34×10 ³ a	5.90×10 ³ b	6.42×10 ³ a	6.32×10 ³ a
Na	11.9 b	15.6 a	3.21 d	8.74 c
Mn	15.2 b	12.7 d	14.0 c	17.0 a
Cu	11.3 c	12.2 b	9.21 d	13.1 a
Zn	47.9 d	55.5 b	57.2 a	53.9 c

表 6 不同产地长柄扁桃种仁苦杏仁苷含量

Table 6 Amygdalin content of *A. pedunculata* Pall.
from 4 different regions/(g/kg)

产地 Habitat	苦杏仁苷 Amygdalin
陕西神木 Shenmu, Shaanxi	30.2 b
内蒙古包头 Baotou, Inner Mongolia	29.2 b
内蒙古阿拉善 Alashan, Inner Mongolia	28.1 c
河北承德 Chengde, Hebei	33.1 a

保护起着重要作用。精氨酸具有很多营养生理作用,如参与 NO 和多胺的合成,是尿素循环的中间物,可以刺激部分激素的释放,参与免疫反应等^[17]。

2.4 矿质元素分析

矿质元素是植物生长的必需元素,也是人体生理功能所必需的。木本油料植物中一般都含有丰富的矿质元素,对 4 种产地长柄扁桃种仁的 13 种矿质元素进行了测定,实验结果见表 5。Pb、Cd、Hg、As 等有害金属元素未检出,所以表中未列出。从结果来看,不同产地的长柄扁桃种仁的微量元素含量存在差异,陕西榆林产种仁中元素含量依次为 K>P>Mg>Ca>Zn>Fe>Mn>Na>Cu,内蒙古包头产种仁含量依次为 K>P>Ca>Mg>Zn>Fe>Na>Mn>Cu,而内蒙古阿拉善和河北承德地区的种仁中矿质元素的含量是一致的,其含量依次为 K>P>Mg>Ca>Zn>Fe>Mn>Cu>Na。

不同产地的长柄扁桃种仁均富含 Ca、Mg、P、K 等四种常量矿质元素,含量大于 103 mg/kg,其中 K 元素含量最高,其次为 P。包头产地的 K 含量显著低于其他几个产地($P<0.05$),其他产地无显著性差异($P>0.05$)。神木与包头种仁的 P 元素含量无

明显差异($P>0.05$),但略高于其他 2 个产地。在人体必需微量元素中,Zn、Na 含量各产地差异显著($P<0.05$)。Fe 含量包头产地显著高于其他几个产地($P<0.05$),其他产地之间差异不显著。

2.5 苦杏仁苷含量分析

苦杏仁苷主要存在于蔷薇科植物的种仁中,它是重要的医药中间体,具有镇痛、镇咳、抗肿瘤、抗炎症、调节免疫等功效^[18],对种仁中苦杏仁苷含量的测定结果见表 6。由 6 表可知,4 个产地长柄扁桃仁中苦杏仁苷含量均在 3%左右,可以作为提取苦杏仁苷的原料。

3 讨 论

对不同产地长柄扁桃种仁成分进行系统评价,结果表明不同产地的长柄扁桃种仁在一般成分、氨基酸、脂肪酸组成、矿质元素和苦杏仁苷含量等存在一定差异性,这可能与不同产地的土壤、水质、气候等环境条件有关。长柄扁桃种仁中含量较高的是粗脂肪和粗蛋白,可用于提取长柄扁桃油和蛋白粉。2013 年 11 月,长柄扁桃油被国家卫计委批准为新食品原料。长柄扁桃油富含不饱和脂肪酸,各产地长柄扁桃油中不饱和脂肪酸含量无显著差异,不饱和脂肪酸含量均在 96.8%以上,优于世界著名的两大木本植物油——橄榄油和山茶油。“液体黄金”橄榄油的不饱和脂肪酸含量在 60%~88%之间,山茶油的不饱和脂肪酸含量在 70%~90%之间。长柄扁桃油也是典型的高油酸型油脂,油酸型的植物油是公认的对人体健康,且油品性质稳定的优质油脂。因此,长柄扁桃油有望开发为人们餐桌上的一种高品质食用油。长柄扁桃种仁粗蛋白中,氨基酸种类

齐全,含量丰富,各产地必需氨基酸总量无明显差异,是一种新型植物蛋白资源,可以作为大豆蛋白的补充。提取长柄扁桃油后的油渣除可开发蛋白粉外,还可作为提取苦杏仁苷的原料,苦杏仁苷的市场售价约为每公斤 2 000~3 000 元,经济价值高,市场需求量大,所以苦杏仁苷也有望成为长柄扁桃产

业的一项重要产品。

伴随长柄扁桃基地的建设与发展,长柄扁桃较高的经济价值也将受到人们的关注,在长柄扁桃基地建设和产业化发展中,可以考虑不同产地长柄扁桃种仁的品质特点,合理设计长柄扁桃相关产品及产业的发展。

参考文献:

- [1] JI ZH L(姬仲亮). *A. pedunculatus* Pall and Mongolia skillet natural distribution area in our survey[J]. *China Fruits* (中国果树), 1981, (2): 38—39 (in Chinese).
- [2] JIANG B(蒋 宝), GUO CH H(郭春会). Sand plant hardness *A. pedunculata* Pall. [J]. *Northwest Agriculture and Forestry University* (Nat. Sci. Edi.) (西北农林科技大学学报·自然科学版), 2008, **36**(5): 92—96, 102 (in Chinese).
- [3] GUO G G(郭改改), FENG B(封 斌). Different regions of the *A. pedunculata* Pall. leaf anatomical structure and drought resistance analysis[J]. *Acta Bot. Boreal. -Occident. Sin.* (西北植物学报), 2013, **33**(4): 720—728 (in Chinese).
- [4] LI C(李 聪), LI G P(李国平). Fatty acid composition analysis of the seed oil of *A. pedunculata* Pall. [J]. *China Oils and Fats* (中国油脂), 2010, **35**(4): 77—79 (in Chinese).
- [5] WANG Y(王 燕), WEI W(魏 蔚). Analysis of nutrients in amygdalus[J]. *Journal of Northwest University* (Nat. Sci. Edi.) (西北大学学报·自然科学版), 2009, **39**(1): 59—62 (in Chinese).
- [6] LI B(李 冰), LI Y(李 洋), XU N X(许宁侠). Preparation of activated carbon from amygdalus shell with zinc chloride[J]. *Journal of Northwest University* (Nat. Sci. Edi.) (西北大学学报·自然科学版), 2010, **40**(5): 806—810 (in Chinese).
- [7] 李国平. 新型催化剂制备生物柴油及动力学研究[D]. 西安: 西北大学, 2009.
- [8] LI G P(李国平), LI C(李 聪), BAI B(白 斌). Kinetics of preparation for biodiesel with new type catalyst[J]. *Chemical Engineering* (化学工程), 2011, **39**(6): 20—23 (in Chinese).
- [9] MA H(马 恒), FAN J SH(樊金栓), GUO CH H(郭春会). Analysis of fatty acid of *Amygdalus pedunculata* Pall. from different provinces by Gas Chromatography[J]. *Northern Horticulture* (北方园艺), 2013, (14): 49—51 (in Chinese).
- [10] 中华人民共和国国家标准. 食品卫生检验方法理化部分(一)[M]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [11] MAO D B(毛多斌), JIA CH X(贾春晓). Provincial put oil seed oil fatty acids by GC-MS analysis[J]. *China Oils and Fats* (中国油脂), 2004, **29**(3): 64—66 (in Chinese).
- [12] KOU K(寇 凯), XU N X(许宁侠). Determination of amygdalin in *A. pedunculata* Pall. products by reversed-phase high performance liquid chromatography[J]. *Journal of Analytical Science* (分析科学学报), 2013, **29**(3): 367—370 (in Chinese).
- [13] WANG X F(汪晓峰), JING X M(景新明). Moisture on the storage life of seeds[J]. *Bulletin of Botany* (植物学报), 2001, **43**(6): 551—557 (in Chinese).
- [14] ZHAO SH L(赵声兰), CHEN CH Y(陈朝银). Research progress on functional components of walnut oil[J]. *Journal of Yunnan College of Traditional Chinese Medicine* (云南中医学院学报), 2010, (6): 71—74 (in Chinese).
- [15] ZHAO W B(赵文彬), LIU J R(刘金荣), HUANG SH G(黄韶光). Research on nutrition components of oil and semen armeniacae amarum of Xinjiang[J]. *China Oils and Fats* (中国油脂), 2000, **9**(3): 83—85 (in Chinese).
- [16] LI SH L(李淑兰), LIU F L(刘凤莲). Glutamic acid and its receptors in the brain function and the presence of glutamate neurotoxicity [J]. *Chinese Journal of Clinical Rehabilitation* (中国临床康复), 2004, **22**(8): 4 553—4 555 (in Chinese).
- [17] LIU ZH J(刘兆金), YIN Y L(印遇龙). Arginine nutritional physiology research[J]. *Amino Acids & Biotic Resources* (氨基酸和生物资源), 2005, **27**(4): 54—57 (in Chinese).
- [18] PEREZ J J. Amygdalin analogs for the treatment of psoriasis[J]. *Future Medicinal Chemistry*, 2002, **27**(2): 31—33.