

山西省野葛种质资源分布与植物学性状研究

郝建平¹, 王峰¹, 宋强², 张静¹, 魏文恺¹

(¹山西大学生命科学学院, 太原 030006; ²山西中医学院, 太原 030024)

摘要: 了解山西省野葛种质资源的分布状况、群落组成以及植物学特性, 为晋产野葛资源的挖掘、保护和可持续利用提供参考依据。对山西境内 12 个产地野葛的植物学性状及生长环境进行实地调查。结果表明, 山西省野葛种质资源主要分布于晋南的中条山区域和晋北的太行山区域。从水平分布看, 山西野葛主要分布于 34°47′04.77″~39°31′05.23″N, 110°30′17.80″~114°33′18.24″E; 垂直分布介于 730~1240 m 之间, 以海拔 730~950 m 最为常见。山西野葛生长的区域年均降水量介于 400~800 mm 之间, 年均温度为 6.8~14 °C。山西野葛的群落组成较为单一, 大部分伴随其生长的是较矮的灌木丛, 少部分伴随有杨树、刺槐等。根据生态环境的不同, 可将山西野葛大致分为疏林灌木型、河道草地型和砂质土壤型 3 种类型。

关键词: 野葛; 种质资源; 分布; 植物学特征; 药用植物

Study on Distribution and Botany Characteristics of *Pueraria lobata* (Willd) Ohwi from Shanxi

HAO Jian-ping¹, WANG Feng¹, SONG Qiang², ZHANG Jing¹, WEI Wen-kai¹

(¹School of Life Science, Shanxi University, Taiyuan 030006; ²Shanxi University of Traditional Chinese Medicine, Taiyuan 030024)

Abstract: To understand the germplasm resources distribution, community composition and the botany characteristics of *Pueraria lobata* (Willd) Ohwi from Shanxi Province provides some references for the protection and sustainable utilization of resources. The environment and botany properties of *Pueraria lobata* (Willd) Ohwi which were taken from the 12 different sources of Shanxi Province were investigated. The results showed that the germplasm resources were mainly distributed in Zhongtiao mountain and Taihang mountain of Shanxi Province. From the point of horizontal distribution, the range was between 34°47′04.77″-39°31′05.23″N and 110°30′17.80″-114°33′18.24″E. With the vertical distribution between 730-1240 m, an elevation of 730-950 m was the most common. The annual rainfall of the growth area was between 400-800 mm, average annual temperature 6.8-14 °C. The community composition was relatively single, most growth with shorter brush, only a small number with *Pterocarya stenoptera* or *Robinia pseudoacacia*. Depending on the ecological environment, the plant were roughly divided into three kinds of types such as savanna shrub grassland type, channel type and sandy soil type.

Key words: *Pueraria lobata* (Willd) Ohwi; germplasm resources; distribution; botany characteristics; medicinal plants

葛属植物为豆科多年生落叶藤本, 我国除西藏和新疆以外的各省区均有分布^[1], 包括野葛、食用葛、峨眉葛、云南葛、三裂叶葛、萼花葛、狐尾葛、思茅葛、掸邦葛 9 个种和越南葛、粉葛 2 个变种^[2], 其中

野葛 *Pueraria lobata* (Willd) Ohwi 和粉葛 *Pueraria thomsonii* Benth 分布最广、产量最高。野葛属阳性植物, 常成片生长于海拔 100~2000 m 向阳坡面的森林边缘或河溪边的灌木丛中^[3-4]。

收稿日期: 2015-02-10 修回日期: 2015-10-26 网络出版日期: 2015-12-09

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20151209.0923.042.html>

基金项目: 国家“十二五”科技支撑计划项目(2011BA107B05-4)

第一作者主要从事药用植物种质资源与生物工程方面的研究。E-mail: jphao@sxu.edu.cn

野葛全身是宝,其根、茎、叶、花、果实(种子)等均具有较高的食用价值、药用价值和经济价值。《中华人民共和国药典》收录野葛的干燥根入药^[5]。葛根中含有葛根素、大豆苷等异黄酮类化合物,具有抗炎解热、扩张冠状动脉血管、降低血脂血压、抗肿瘤及清除氧自由基等功效^[6-10]。粉葛主要产于广西和广东,以人工栽培为主,其块根中的淀粉含量高达40%,是我国南方一些省区的常食蔬菜,其味甘凉可口,常作煲汤之用,是一种营养独特、药食兼优的绿色保健食品。

我国野葛资源的研究集中于南方的部分省市,主要应用分光光度法、HPLC法和生物显微技术等手段对不同类型的葛根进行成分分析、含量测定、地下器官结构观察以及组织培养高频率再生体系构建等方面。陈士林等^[11]建立了安徽霍山野葛根的HPLC指纹图谱;肖学凤^[12]应用HPLC法测定了安徽、山东、湖北等产地野葛根中葛根素的含量;施和平^[13]诱导三裂叶野葛无菌苗的茎段和叶柄形成愈伤组织并得到了再生植株;熊力夫等^[14]观察了湖南野葛的植物学特征。关于北方地区野葛资源的研究报道很少。纪宝玉等^[15]对河南西峡野葛进行了生态学特性研究。

山西省位于黄河中游东岸、华北平原西部,南北纬度为 $34^{\circ}36' \sim 40^{\circ}44'$ 、东西经度为 $110^{\circ}15' \sim 114^{\circ}32'$,海拔为800~3058 m。山西省东、西两侧为山地,中间是串珠状盆地,地表多覆盖深厚黄土,山地、高原、丘陵约占全省面积的80.3%,盆地约占19.7%。全省属温带-暖温带或半湿润-半干旱大陆性季风气候,年平均气温 $3 \sim 14^{\circ}\text{C}$,年降水量一般在350~700 mm之间,从东南部向西北部递减。本研究调查了山西境内12个主要产地不同类型野葛的生长环境及植物学性状,旨在了解山西省野葛种质资源的分布状况、群落组成以及生态特性,为晋产野葛资源的挖掘、保护和可持续利用提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

2013年5月至2014年8月调查的12种山西野葛,分布区域为 $34^{\circ}47'04.77'' \sim 39^{\circ}31'05.23''\text{N}$, $110^{\circ}30'17.80'' \sim 114^{\circ}33'18.24''\text{E}$ 。

1.2 方 法

1.2.1 考察内容 主要考察野葛的分布范围、分布规律、生态指标(海拔高度、经纬度、年均温度、年降

水量和生境等)以及植物学形态特征等。

1.2.2 考察方法 2013-2014年在对山西有关县(市)药用植物资源分布情况进行了解及参考《山西植物志》(第二卷)^[16]记载的基础上,进行实地考察和采样。在所选定的调查区域内,随机选取10~15株生长发育正常、无病虫害的成熟野葛植株,用直尺测定其叶长、叶宽、叶柄长并计算出叶形指数(叶长/叶宽);用游标卡尺测量其叶柄粗、茎粗;用海拔表测量调查区域的海拔高度和经纬度。查询、收集野葛生长区域的2014年降水量、年均温度、气候等相关数据。

2 结果与分析

2.1 山西野葛种质资源的分布情况

调查发现,在《山西植物志》记载的山西省4个野葛生长地域中,在垣曲县和芮城县仍有分布,而在沁县西湖和介休县龙凤乡没有发现野葛。此外,我们还分别在运城市绛县、夏县、盐湖区,晋城市阳城县、泽州县、陵川县以及位于晋北太行山地区的大同市灵丘县发现了野葛种质资源(表1)。

由表1可知:(1)从水平分布来看,山西省的野葛主要分布于 $34^{\circ}47'04.77'' \sim 39^{\circ}31'05.23''\text{N}$, $110^{\circ}30'17.80'' \sim 114^{\circ}33'18.24''\text{E}$,整个分布区跨纬度 $4^{\circ}44'0.46''$,跨经度 $4^{\circ}03'0.44''$ 。(2)山西野葛种质资源主要分布在晋南的运城市、晋东南的晋城市以及晋北的大同市,其中运城市芮城县是山西野葛分布的最南端,纬度为 $34^{\circ}47'04.77''$;大同市灵丘县下关乡是山西野葛分布的最北端,纬度为 $39^{\circ}31'05.23''$ 。(3)山西野葛垂直分布区域海拔介于730~1240 m之间,以海拔730~950 m最为常见,其中垂直分布的最低区域为晋城市阳城县东冶镇风门河旁的半山腰,海拔为731 m;垂直分布最高的区域为运城市芮城县大王镇九峰山,海拔为1238 m。(4)不同的气候条件会影响野葛的分布。在受大陆性季风气候或温带大陆性季风气候影响的地区,野葛分布较为分散,其中以大同市灵丘县和运城市绛县最为典型;在暖温带大陆性气候或大陆性半湿润季风气候地区,野葛分布较为密集,以运城市夏县和盐湖区最为典型;在受暖温带半湿润大陆性季风气候或温带半湿润大陆性季风气候影响的地区,野葛分布面积较广,密集程度非常高,包括运城市垣曲县、芮城县和平陆县,晋城市泽州县、阳城县和陵川县。

表 1 山西野葛主要产地的地理及气候条件

Table 1 The certificate of origin and climatic conditions of *Pueraria lobata* (Willd) Ohwi from Shanxi

编号 Number	产地 Regions	经纬度 Longitude Latitude	海拔(m) Altitude	气候 Climate	生长密集程度 Intensive
1	运城市绛县	111°44'07.56"E	974	大陆性季风气候	+
	林场检查站	35°26'50.10"N			
2	运城市绛县	111°46'17.88"E	997	大陆性季风气候	+
	么里镇后沟口	35°31'52.36"N			
3	运城市绛县	111°47'35.10"E	1052	大陆性季风气候	+
	么里镇小北山	35°31'07.89"N			
4	运城市夏县泗交镇	111°22'03.14"E	959	大陆性半湿润 季风气候	++
	太宽河保护区	35°13'08.18"N			
5	运城市盐湖区	111°46'28.39"E	974	暖温带大陆性 气候	++
	席张乡马家窑	35°31'52.30"N			
6	运城市垣曲县历山镇	111°53'32.73"E	755	暖温带半湿润 大陆性季风气候	+++
	同善村悬风河	35°18'52.80"N			
7	运城市芮城县	110°30'17.80"E	1238	暖温带半湿润 大陆性气候	+++
	大王镇九峰山	34°47'04.77"N			
8	运城市平陆县	111°02'16.72"E	764	暖温带半湿润 大陆性季风气候	+++
	杜马乡西沟村	34°51'47.54"N			
9	晋城市阳城县	112°30'14.66"E	731	暖温带半湿润 气候	+++
	东冶镇南郎山	35°16'35.55"N			
10	晋城市泽州县	112°33'31.00"E	932	暖温带半湿润 大陆性季风气候	+++
	李寨乡竖水村	35°22'54.68"N			
11	晋城市陵川县	113°27'26.77"E	943	温带半湿润 大陆性季风气候	+++
	马圪当乡瓦窑上村	35°39'11.47"N			
12	大同市灵丘县下关乡	114°33'18.24"E	835	温带大陆性 季风气候	+
	潘铺村	39°31'05.23"N			

+++ : 十分密集; ++ : 一般密集; + : 不密集

+++ : Very dense, ++ : General dense, + : No dense

2.2 山西野葛种质资源的群落特点

调查发现,在沙土或溪水旁的疏松土壤环境中分布的野葛生长旺盛,密集度高。这类野葛群落组成单一,主要与矮灌木或杂草伴生生长;而在砂石和

灌木丛下生长的野葛分布稀疏,群落组成较为复杂,四周有很多不同种类的伴生植物,主要有杨树、刺槐、荆条等(表2)。

表 2 山西野葛的生态环境

Table 2 Environment of *Pueraria lobata* (Willd) Ohwi from Shanxi

编号 Number	产地 Regions	年均温度(°C) Temperature	年均降水量(mm) Precipitation	生境 Habitat	伴生植物 Associated plants
1	运城市绛县	11.4	600~700	灌木丛中	杨树
	林场检查站				
2	运城市绛县	11.4	600~700	道路边山石	杂草
	么里镇后沟口				
3	运城市绛县	11.4	600~700	山坡下面	椿
	么里镇小北山				
4	运城市夏县泗交镇	13.1	500~600	河道边	杂草
	太宽河保护区				

表 2(续)

编号 Number	产地 Regions	年均温度(°C) Temperature	年均降水量(mm) Precipitation	生境 Habitat	伴生植物 Associated plants
5	运城市盐湖区 席张乡马家窑	12.8	500~600	山坡上	杂草
6	运城市垣曲县历山镇 同善村悬风河	13.3	700~800	河道坡上	荆条、连翘
7	运城市芮城县 大王镇九峰山	12.7	500~550	半山腰	刺槐
8	运城市平陆县 杜马乡西沟村	13.8	600~700	路边山坡	杨树、酸枣
9	晋城市阳城县 东冶镇南郎山	11.7	600~650	河道旁	杨树、榆树
10	晋城市泽州县 李寨乡坚水村	12	650~700	灌木丛中	矮灌木、松树
11	晋城市陵川县 马圪当乡瓦上窑村	9.9	600~700	半山腰	荆条、柠条
12	大同市灵丘县 潘铺村	6.8	400~500	田埂边	杨树

2.3 山西野葛种质资源的生态分布特点

根据野葛喜阳耐荫的特点,可以将山西野葛的自然生态分布分为以下 3 种类型。(1)疏林灌木型:主要分布在疏林灌木下,这种类型野葛较长时间处在荫凉和相对湿润的环境中,生长状态较差。形态上表现为叶片小,茎细、分枝少,根较小,整体生长不旺盛。(2)河道草地型:这种类型野葛主要生长在溪水边向阳的草坡上,生长的茎没有依托只能匍匐在杂草的表面沿坡向上生长。形态上表现为叶片小,茎细但分枝较多。(3)砂质土壤型:这种类型野葛主要生长在有砂石的土壤中。主根较为粗壮,能够延伸到土壤深层吸取水分;茎部发达,叶片大面多,生长旺盛,抗旱能力强,密集程度高。

2.4 山西野葛的形态特征

山西野葛为多年生草本,全株被黄褐色粗刚毛。

块根肥厚。完全叶,具长柄,三出羽状复叶;主叶柄基部着生两片圆盾形托叶,具有腋芽;顶端叶片的柄较长,叶柄的基部着生 1 对针刺形小托叶,侧生叶无柄;顶生叶片形态呈卵形或戟形,先端急尖,最宽处在叶的中上部,基部渐狭,两面均被白色伏毛或柔毛,背面较密;侧生叶较大,呈阔椭圆形或戟形,基部偏斜,圆形,叶背沿中脉和侧脉疏被柔毛或近无毛,脉腋被黄褐色簇毛;叶脉呈羽状脉,叶边缘为全缘或羽状浅裂(图 1A,图 1B)。圆锥花序腋生,短而密集,长约 7 cm;苞片长圆形,长约 3 mm,被毛;花呈紫色,花柄长约 2 mm,粗壮,被毛;花萼无毛,裂片卵形;花瓣长圆形,无毛,长约 3 mm,开花时外卷,具不明显的褐色羽状脉(图 1C)。生长期为 240~270 d。

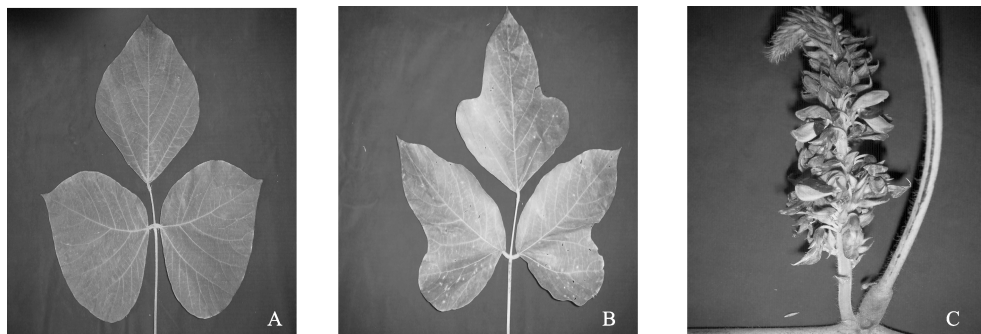


图 1 山西野葛的叶形与花

Fig. 1 Leaf shapes and flower of *Pueraria lobata* (Willd) Ohwi from Shanxi

由表 3 可知:(1)12 种山西野葛叶的主叶柄长为 12.1~25.1 cm、粗为 1.36~3.34 mm,叶均长为 6.87~13.82 mm,叶均宽为 5.12~11.89 mm,叶形比为 1.1~1.9;(2)叶均长以产自运城市平陆县的最大,叶均宽以产自运城市垣曲县的最大,叶均长和叶均宽以

产自运城市绛县的最小;(3)叶形比以产自大同市灵丘县的最大,以产自晋城市阳城县、运城市芮城县及垣曲县的最小;(4)叶柄粗以产自运城市平陆县的最大,以产自晋城市陵川县的最小;(5)叶柄长以产自运城市芮城县的最大,以产自运城市绛县的最小。

表 3 不同产地山西野葛叶片形态特征

Table 3 Leaf morphological characteristics of *Pueraria lobata* (Willd) Ohwi from Shanxi

编号 Number	产地 Regions	叶均长(cm) Length	叶均宽(cm) Width	叶形(长/宽) Shape	叶柄粗(mm) Petiole coarse	叶柄长(cm) Petiole length
1	运城市绛县 林场检查站	6.87	5.12	1.3	1.58	12.1
2	运城市绛县 么里镇后沟口	7.46	5.80	1.3	1.87	20.4
3	运城市绛县 么里镇小北山	7.82	5.74	1.4	2.05	16.5
4	运城市夏县泗交镇 太宽河保护区	12.68	10.06	1.3	1.68	15.7
5	运城市盐湖区 席张乡马家窑	7.94	6.45	1.2	1.97	18.3
6	运城市垣曲县历山镇 同善村悬风河	13.45	11.89	1.1	3.02	13.4
7	运城市芮城县 大王镇九峰山	12.77	11.25	1.1	3.17	25.1
8	运城市平陆县 杜马乡西沟村	13.82	11.46	1.2	3.34	24.5
9	晋城市阳城县 东冶镇南郎山	12.28	10.89	1.1	1.58	14.4
10	晋城市泽州县 李寨乡竖水村	12.52	10.57	1.2	1.73	16.8
11	晋城市陵川县 马圪当乡瓦上窑村	13.17	11.14	1.2	1.36	15.8
12	大同市灵丘县 潘铺村	12.97	6.97	1.9	2.24	19.6

运城市绛县、盐湖区的野葛叶长与其他地区的差别明显;运城市垣曲县、芮城县、平陆县的野葛叶宽与晋城市的差别不大,与产自其他地区的差别明显。大同市灵丘县的野葛叶形与产自运城市、晋城市的差别明显;产自运城市的野葛叶形与产自晋城市的差别不大。

按照叶形与叶片的大小,可将山西野葛分为大型叶(晋城市、运城市部分地区)、中型叶(大同市)和小型叶(运城市绛县)3 种类型。因此,叶形与叶片的大小可以做为鉴别不同产地山西野葛的依据之一。

山西野葛在植物学性状上所存在的差异进一步

说明,由于长期的地理分布和自然选择,来自不同地理位置的同一种类的植物在表型上会出现差异。李洪雯等^[17]在对野生草莓资源的研究中也得到了相同的结果。

3 结论

《山西植物志》(第二卷)^[16]记载位于山西省中条山地区运城市垣曲县的同善、历山、落凹,芮城县的大王、后坪,长治市沁县的西湖和晋中市介休县的龙凤等地均有野葛的生长。此次我们调查发现,在晋南的运城市垣曲县同善村和芮城县大王镇仍有野葛分布,这与《山西植物志》中的记载相吻合。此

外,在晋北的大同市灵丘县下关乡,晋东南的晋城市阳城县东冶镇、泽州县李寨乡和陵川县马圪当乡大磨河等地,我们发现较为丰富的野葛资源分布,即山西野葛在晋南地区的分布较晋北地区广泛、集中。以上调查结果补充、完善了晋产野葛种质资源的资料。

适合山西野葛生长的气候多为暖温带半湿润大陆性季风气候,年降水量为 400 ~ 800 mm,海拔为 730 ~ 1240 m,年平均气温为 10 ~ 13 °C。在降水量 600 ~ 700 mm、海拔 900 ~ 1100 m 的范围内野葛分布最为广泛。在晋南地区和晋东南地区,随着纬度的北移,野葛的分布范围呈现逐步递减的趋势。野生植物资源是经过长期自然选择保留下来的遗传资源,反映了其对本地区的生态环境有着高度的适应性^[18]。气候、海拔、降水量等环境条件的变化,是导致晋产野葛分布不均的主要因素。

山西野葛喜阳耐荫,主要生长在向阳并含有砂石的山坡上和溪水旁肥沃的土壤中,在树荫和山的背阴也偶见生长。生长在砂石中的野葛,其匍匐茎明显比较粗,叶相对比较大而且生长密集;生长在溪水旁的野葛匍匐茎的分枝比较细而且多,叶小而多;生长在树荫下的茎分枝少,叶小而且少。

参考文献

- [1] 顾志平,连文琰,陈碧珠,等. 中药葛根资源的调查研究[J]. 中药材,1993,16(8):13-14
- [2] 郑皓,赵冉. 不同品种葛根产地及化学成分分析研究[J]. 中医药管理杂志,2006,14(4):51-53
- [3] 范淑英,吴才君. 江西野葛种质资源的收集和初步研究[J]. 江西农业大学学报:自然科学版,2003,25(1):27-29
- [4] 邹宽生. 江西葛资源的利用及栽培技术[J]. 福建林业科技,2004,31(3):110-112
- [5] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典[S]. 一部. 北京:中国医药科技出版社,2015:333
- [6] 张华,马兰香,杨星昌,等. 葛根素对大鼠心肌细胞离子通道的影响[J]. 第四军医大学学报,2006,27(3):249-251
- [7] 徐敏华,叶希韵,张隆,等. 葛根黄酮对糖基化终产物致细胞损伤的修复[J]. 华东师范大学学报:自然科学版,2006(2):93-97
- [8] 王儒平,陈雪梅. 葛根饮-2 对糖尿病心肌梗死氧自由基影响的临床研究[J]. 江苏中医药,2006,27(7):26-28
- [9] 许轶洲,王宁夫,李佩璋,等. 葛根素对凝血酶诱导的血管平滑肌细胞增殖的影响[J]. 中华神经医学杂志,2006,86(7):476-480
- [10] 罗助荣,盖晓波,郑卫星,等. 葛根素治疗不稳定型心绞痛及对凝血纤溶活性和内皮功能的影响[J]. 中国中西医结合急救杂志,2000,7(2):105-106
- [11] 陈士林,陈四保,杨大坚,等. 葛根高效液相色谱指纹图谱的研究[J]. 中草药,2003,34(7):661-663
- [12] 肖学风. HPLC 法测定不同产地葛根中葛根素的含量[J]. 中草药,2001,32(3):220
- [13] 施和平. 三裂叶野葛茎段和叶柄培养成再生植株[J]. 中草药,2000,31(7):550-552
- [14] 熊力夫,熊昊平,周放鸣,等. 野葛植物学特征与生物学特性观察[J]. 湖南农业科学,2007(2):46-47
- [15] 纪宝玉,裴莉昕,董诚明,等. 野葛及药材生物学特性的初步研究[J]. 中国实验方剂学杂志,2012,18(10):108-112
- [16] 山西植物志编辑委员会. 山西植物志:第二卷[M]. 北京:中国科学技术出版社,1998:414
- [17] 李洪雯,刘建军,何健. 四川及其周边地区野生草莓资源调查、收集与评价[J]. 植物遗传资源学报,2012,13(6):946-951
- [18] 丁汉凤,王栋,张晓冬. 山东省沿海地区农作物种质资源调查与分析[J]. 植物遗传资源学报,2013,14(3):367-372
- [10] Panaud O, Chen X, Mc Couch S R. Development of a microsatellite markers and characterization of simple sequence length polymorphism (SSLP) in rice (*O. sativa* L.) [J]. Mol Gen Genet, 1996, 252(5):597-607
- [11] NEIM. Genetic distance between populations [J]. Am Natur, 1972, 106(3):283-292
- [12] 李永宏,黄清臻. 新复极差法在生物统计中的应用[J]. 医学动物防制,2002,5,18(5):270-272
- [13] Qi Y W, Zhang D L, Zhang H L, et al. Genetic diversity of rice cultivars (*Oryza sativa* L.) in China and the temporal trends in recent fifty years [J]. Chinese Science Bulletin, 2006, 51(6):681-688
- [14] 华蕾,袁筱萍,余汉勇,等. 我国水稻主栽品种 SSR 多样性的比较分析[J]. 中国水稻科学,2007,21(2):150-154
- [15] Roussel V, Koenig J, Becht M, et al. Molecular diversity in French bread wheat accessions related to temporal trends and breeding programmes [J]. Theor Appl Genet, 2004, 108(5):920-930
- [16] Fu Y B, Peterson G W, Scoles G, et al. Allelic diversity changes in 96 Canadian oat cultivars released from 1886 to 2001 [J]. Crop Sci, 2003, 43(6):1989-1995
- [17] Clerc V L, Bazante F, Baril C, et al. Assessing temporal changes in genetic diversity of maize varieties using microsatellite markers [J]. Theor Appl Genet, 2005, 110(2):294-302
- [18] Petra O, Catherine C B, Ralf S P. A genetic analysis of quantitative resistance to late blight in potato: Towards marker assisted selection [J]. Mol Breeding, 1999, 5(5):399-415
- [19] Cao Q J, Lu B R, Xia H, et al. Genetic diversity and origin of weedy rice (*Oryza sativa* f. *spontanea*) populations found in north-eastern China revealed by simple sequence repeat (SSR) markers [J]. Ann Bot, 2006, 98:1241-1252
- [20] 马殿荣,李茂柏,王楠,等. 中国辽宁省杂草稻遗传多样性及群体分化研究[J]. 作物学报,2008,34(3):403-411
- [21] 郝伟,张旭,徐正进,等. 东北三省水稻遗传多样性和亲缘关系的 SSR 分析[J]. 河南农业科学,2008(4):18-24
- [22] Tang L H, Himko M. Genetics characterization of weedy rices and the inference on their origins [J]. Breeding Sci, 1997, 47:153-160
- [23] Suh H S, Sato Y I, Morishima H. Genetic characterization of weedy rice (*Oryza sativa* L.) based on morphophysiology, isozymes and RAPD markers [J]. Theor Appl Genet, 1997, 94:316-321
- [24] Ishikawa R, Toki N, Imai K, et al. Origin of weedy rice grown in Bhutan and the force of genetic diversity [J]. Genet Resour Crop Ev, 2005, 52:395-403
- [25] Londo J P, Schaal B A. Origins and population genetics of weedy red rice in the USA [J]. Mol Ecol, 2007, 16:4523-4535

(上接第 38 页)