

云南薏苡种质资源农艺性状的主成分和聚类分析

李春花, 王艳青, 卢文洁, 王莉花

(云南省农业科学院生物技术与种质资源研究所/云南省农业生物技术重点实验室/
农业部西南作物基因资源与种质创制重点实验室, 昆明 650223)

摘要:为了揭示云南薏苡种质资源多样性, 发掘薏苡资源中的有益基因, 利用主成分分析和聚类分析, 对收集的 65 个薏苡种质资源的 13 个农艺性状进行多样性评价。结果表明, 云南薏苡资源存在丰富的遗传多样性, 其中栽培种的分枝数和分蘖数的遗传变异系数分别达到 57.4% 和 47.5%, 野生种百粒重的遗传变异系数达到 60.4%。应用主成分分析将云南薏苡 13 个性状简化为 7 个主成分, 其累积贡献率为 85.67%, 以叶片宽因子贡献率最高, 为 49%。采用系统聚类分析, 将 65 份供试材料在遗传距离 16.21 水平上聚为 5 个大类, 可区分为株高较矮叶片较短型、株高较高叶片较长型以及 3 个特殊型。

关键词: 云南薏苡; 主成分分析; 聚类分析; 遗传多样性

The Principal Component and Cluster Analysis of Agronomic Traits of Coix Germplasm Resources in Yunnan

LI Chun-hua, WANG Yan-qing, LU Wen-jie, WANG Li-hua

(Biotechnology and Germplasm Resources Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences/
Yunnan Provincial Key Lab of Agricultural Biotechnology/

Key Lab of Southwestern Crop Gene Resources and Germplasm Innovation, Ministry of Agriculture, Kunming 650223)

Abstract: The 13 agronomic characters of the collected 65 coix germplasm resources in Yunnan were investigated through principal component and cluster analysis in order to identify the diversity of coix germplasm and find the benefit genes. The results showed that the abundant genetic diversity existed among the coix in Yunnan, and the coefficient of variation for branching and tiller development of cultivated species were up to 57.4% and 47.5%, respectively, and the coefficient of variation for 100-grain weight of wild species was up to 60.4%. The findings of principal components analysis showed that the thirteen traits were simplified into seven principal components (over 85.67% contribution) and the contribution of the leaf blade width (49%) was the highest. The results of the cluster analysis indicated that all of the accessions could be classified into 5 clusters including the shorter plant height with shorter blades type, the higher plant height with longer leaf type and three special type at the level of GD 16.21.

Key words: coix; principal components analysis; cluster analysis; genetic diversity

薏苡 (*Coix lachryma-jobi* L.) 是一种古老的粮食和经济作物, 兼作药用和青饲料^[1-2], 在我国有着悠久的栽培历史, 资源丰富, 是农业上的小作物之一^[3]。我国西南和华南的贵州、广西、云南等地是薏苡的部分原产地^[4-7], 并在我国南北方各地都有分布, 以贵州、广西、云南、江苏、河北、辽宁等地产量

较大^[8]。薏苡作为传统的中药材, 具有抗肿瘤、免疫调节、降血糖、降血压、抗病毒等方面的药理活性, 并用于抗癌药剂的生产^[9-12], 系列薏苡天然保健食品和化妆品等也相继开发问世, 市场需求不断增加, 价格逐年上升, 市场前景广阔。但具有多重应用价值的薏苡作为小宗杂粮作物长期未被利用和重视,

收稿日期: 2014-04-02 修回日期: 2014-04-29 网络出版日期: 2015-02-06

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20150206.1644.017.html>

基金项目: 国家燕麦荞麦产业技术体系 (CARS-08-C-2); 云南省社会发展科技计划 (2012CH009)

第一作者主要从事作物遗传育种研究。E-mail: lichunhua2007@hotmail.com

通信作者: 王莉花, 主要从事荞麦新品种选育和病虫害防控等研究。E-mail: wanglihua70@hotmail.com

薏苡的研究工作起步较晚,加之研究力度不大,研究内容仍主要集中于营养和药用成分、细胞遗传学等方面,育成的优良品种少。薏苡的抗逆性强,耐瘠性高,耐粗放栽培^[13],但由于缺乏优良品种,致其产量低,严重限制了薏苡的发展。目前对薏苡的农艺性状、资源的分类及其方法的研究有一些报道,如李学俊等^[14]对来自不同地区的 12 个薏苡种质资源的 10 个主要数量性状进行了相关、通径和主成分分析;李英材等^[15]收集 134 个居群,把广西薏苡分为 4 种 9 个变种;王硕等^[16]对云南、贵州、广西、老挝和越南等不同地方采集的 25 份薏苡进行了主成分和聚类分析。主成分分析法和聚类分析法^[17]是遗传育种和品种资源研究中普遍应用的两个方法,已在大麦^[18]、大豆^[19]、花生^[20]、花椰菜^[21]、大蒜^[22]、灰楸^[23]、萝卜^[24]等多种作物研究中得到广泛应用。

表 1 云南收集的薏苡资源

Table 1 The resource of coix collected

编号	品系名称	采集地	编号	品系名称	采集地
No.	Strain name	Collection place	No.	Strain name	Collection place
1	野生薏苡	中国云南沧源县	34	六谷	中国云南新平县
2	野生薏苡	中国云南沧源县	35	薏苡	中国云南罗平县
3	野生薏苡	中国云南沧源县	36	黑薏苡	中国云南双江自治县
4	野生薏苡	中国云南沧源县	37	薏苡	中国云南河口县
5	野生薏苡	中国云南沧源县	38	薏苡	中国云南孟连县
6	饭薏苡	中国云南沧源县	39	六谷	中国云南广南县
7	糯薏苡	中国云南沧源县	40	糯六谷	中国云南广南县
8	野生薏苡	老挝丰沙里县	41	六谷	中国云南马关县
9	珍珠薏苡 1 号	缅甸第四特区色勒省	42	六谷	中国云南河口县
10	伙薏苡 1 号	缅甸第四特区色勒省	43	糯六谷	中国云南富宁县
11	珍珠薏苡 2 号	缅甸第四特区色勒省	44	八寨六谷	中国云南马关县
12	伙薏苡 3 号	缅甸第四特区色勒省	45	铁六谷	中国云南西畴县
13	糯六谷	中国云南勐海县	46	数株谷	中国云南昆明市
14	本地六谷	中国云南勐海县	47	文茂六谷	中国云南云县
15	糯六谷	中国云南澜沧县	48	小街六谷	中国云南文山县
16	野生薏苡	中国云南澜沧县	49	小街六谷	中国云南文山县
17	野生薏苡	中国云南澜沧县	50	小街六谷	中国云南文山县
18	野生薏苡	中国云南澜沧县	51	饭六谷	中国云南澜沧县
19	野生薏苡	中国云南澜沧县	52	那素六谷	中国云南富宁县
20	六谷	中国云南澜沧县	53	旧腮六谷	中国云南富宁县
21	六谷	中国云南孟连县	54	黑糯六谷	中国云南富宁县
22	六谷	中国云南孟连县	55	黑糯六谷	中国云南河口县
23	薏苡	中国云南孟连县	56	薏苡	中国云南陆良县
24	薏苡	中国云南沧源县	57	薏苡	中国云南陆良县
25	薏苡	中国云南鹤庆县	58	薏苡	中国云南陆良县
26	薏苡	中国云南新平县	59	薏苡	中国云南陆良县
27	薏苡	中国云南罗平县	60	薏苡	中国云南宣威县
28	薏苡	中国云南勐海县	61	薏苡	中国云南屏边县
29	薏苡	中国云南沧源县	62	六谷	中国云南勐腊县
30	六谷	中国云南河口县	63	本地六谷	中国云南勐腊县
31	薏苡	中国云南西盟县	64	本地六谷	中国云南勐腊县
32	薏苡	中国云南西盟县	65	本地六谷	中国云南勐腊县
33	薏苡	中国云南鹤庆县			

云南由于山区“立体气候”和复杂的地形条件,生态环境变化多样,薏苡种质资源非常丰富。云南薏苡种质资源一般具有药用成分含量高、高产、优质、抗病、抗虫、抗逆等优异特性,是薏苡育种和品种改良的优良亲本。但目前对云南的薏苡资源进行系统的遗传多样性评价的报道还很少。本研究对 65 份薏苡资源的 13 个农业生物学性状进行主成分和聚类分析,了解影响薏苡资源排序的主成分和各种质资源的农业生物学性状特点,为筛选薏苡种质资源杂种优势利用的亲本以及重要农艺性状的研究和改良,提高云南薏苡种质资源的利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

以收集到的 65 份薏苡种质资源(栽培种和野生种分别为 55 份和 10 份)为材料(表 1)。

1.2 方法

收集的 65 份薏苡资源于 2010 年 5 月在云南省农业科学院试验地,以长 2.3 m、宽 1.8 m 的小区进行种植。2010 年 10 月 12 日至 11 月 25 日根据薏苡资源的成熟程度进行收获。

1.3 数据采集整理

1.3.1 数据采集 成熟期在田间对每份材料随机取 5 个单株进行编号挂牌,依据《薏苡种质资源描述规范和数据标准》要求,对这些筛选单株的株高、茎粗、分枝数、分蘖数、叶片长、叶片宽、总苞表面特征、总苞质地、总苞形状、总苞颜色、结实类型、果皮颜色等性状进行观察记载^[25];收获后对这些筛选单株的百粒重、株产量等性状进行测量记录。

1.3.2 数据整理 选择数据采集完整的 13 个农艺性状作为分析的指标,其中包括 7 个数量性状,即株高、茎粗、分枝数、分蘖数、叶片长、叶片宽、百粒重;6 个质量性状,即总苞表面特征、总苞质地、总苞形状、总苞颜色、结实类型、果皮颜色,对质量性状依据《薏苡种质资源描述规范和数据标准》的分类编号要求进行赋值。薏苡的总苞表面特征:光滑 = 1、有纵长凸起条纹 = 2;总苞质地:珐琅质 = 1、壳质 = 2;总苞形状:圆形 = 1、卵圆形 = 2、长圆形 = 3;总苞颜色:白色 = 1、灰白色 = 2、灰兰色无暗色条纹 = 3、灰兰色有暗色条纹 = 4、黄白色 = 5、黄褐色无暗色条纹 = 6、黄褐色有暗色条纹 = 7、褐色 = 8、深褐色 = 9;结实类型:单粒 = 1、双粒 = 2;果皮颜色:浅黄色 = 1、黄色 = 2、褐色 = 3。

1.3.3 主成分分析与聚类分析 65 份薏苡种质资源的 13 个农艺性状中数量性状的分析采用原始数值数据,对质量性状的分析采用赋值后的数据来进行统计分析。利用 DPS 统计软件^[26]进行主成分分析,采用聚类分析中类平均法,选择欧式距离法对其进行聚类。

2 结果与分析

2.1 数量性状与质量性状表现

根据 7 个数量性状对栽培种和野生种分别进行统计分析,结果见表 2。经分析表明,薏苡资源的 7 个数量性状存在着丰富的遗传变异。栽培种的平均株高 195.7 cm,变幅为 108.3 ~ 280.3 cm,标准差为 39.9 cm,变异系数 20.3%。野生种的平均株高 163.8 cm,变幅为 128.4 ~ 219.0 cm,标准差为 28.2 cm,变异系数 17.2%。由此可见,栽培种株高的变异大于野生种,并且株高值最大的是栽培种 56

号,最小的是栽培种 25 号。同样,栽培种的茎粗、分枝数、分蘖数、叶片宽的平均值、变幅、标准差、变异系数都大于野生种;而栽培种的叶片长和百粒重的平均值、变幅、标准差、变异系数小于野生种。栽培种和野生种百粒重的平均值分别为 10.7 g 和 11.1 g,其中野生种的 19 号为 26.5 g。薏苡栽培种数量性状变异系数最大的是分枝数,达到 57.64%,其他依次是分蘖数、百粒重、叶片长、株高、茎粗、叶片宽。

表 2 薏苡种质资源数量性状分析

Table 2 The analysis of quantitative characters in coix resource

项目 Item	株高 (cm) PH	茎粗 (cm) SD	分枝数 BN	分蘖数 TD	叶片长 (cm) LBL	叶片宽 (cm) LBW	百粒重 (g) SW
最大值 Max.	280.3	1.6	16.0	17.0	76.2	5.5	20.4
	219.0	1.4	6.0	8.0	82.0	4.5	26.5
最小值 Min.	108.3	0.6	0	2.0	21.8	2.2	3.6
	128.4	1.0	3.0	4.0	39.7	2.8	3.4
平均值 Mean	195.7	1.1	6.8	8.0	53.0	3.9	10.7
	163.8	1.2	4.7	5.8	53.0	3.6	11.1
标准差 SD	39.9	0.2	3.9	3.8	11.5	0.7	3.6
	28.2	0.1	1.2	1.3	13.3	0.5	6.7
变异系数(%)	20.3	18.2	57.4	47.5	21.7	17.9	33.6
CV	17.2	8.3	25.5	22.4	25.2	13.9	60.4

上行:栽培种,下行:野生种
Uplink: Cultivated species, Downlink: Wild species. PH: Plant height, SD: Stem diameter, BN: Branch number, TD: Tiller development, LBL: Leaf blade length, LBW: Leaf blade width, SW: 100 - seed weight

在薏苡种质资源的 6 个质量性状中,总苞表面特征中光滑的有 30 份,占总份数的 46.2%;纵长凸起条纹的 35 份,占总份数的 53.8%。总苞质地中壳质的有 35 份,占总份数的 53.8%;珐琅质的有 30 份,占总份数的 46.2%。总苞性状中卵圆形的有 28 份,占总份数的 43.1%;圆形的有 23 份,占总份数的 35.4%;长圆形的有 14 份,占总份数的 21.5%。总苞颜色中深褐色的有 14 份,占总份数的 21.5%;褐色的有 10 份,占总份数的 15.4%;灰兰色有暗色条纹的有 9 份,占总份数的 13.8%;灰白色的有 8 份,占总份数的 12.3%;白色和灰兰色无有暗色条纹的各有 7 份,各占总份数的 10.8%;黄褐色有暗色条纹和黄褐色条纹的分别有 6 份和 4 份。分别占总份数的 9.2% 和 6.2%。结实类型全部为单粒。果皮颜色中浅黄色的有 29 份,占总份数的 44.6%;黄色的有 19 份,占总份数的 29.2%;褐色的有 17

份,占总份数的 26.2%。

2.2 主成分分析

为了充分地反映出各因素中起主导作用的综合指标,对 13 个主要农艺性状进行了主成分分析,并计算出相关矩阵的特征根和相应的特征向量及特征根的累计贡献率(表 3)。根据累计贡献率 $\geq 85\%$ 的标准,试验中有 7 个主成分可以概括不同薏苡种质资源农艺性状的绝大部分信息,其累计贡献率为 85.67%。

第一主成分特征值为 2.83,贡献率为 20.91%,

主要反映叶片宽、株高、茎粗的影响,这表明第一主成分是反映株型的主要因子。第二主成分特征值为 2.30,贡献率为 17.66%,主要反映总苞表面特征和总苞质地的影响,这表明第二主成分是反映总苞的主要因子。第三主成分特征值为 1.67,贡献率为 12.92%,主要反映结实类型的影响,这表明第三主成分值大时,则结实类型为单粒。第四主成分特征值为 1.16,贡献率为 9.06%,主要反映百粒重的影响。第五、六、七主成分分别反映总苞形状、分枝数和果皮颜色的影响。

表 3 薏苡主要农艺性状的主成分分析

Table 3 The principal components analysis of the major agronomical traits in coix resource

性状	因子 1	因子 2	因子 3	因子 4	因子 5	因子 6	因子 7
Trait	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6	Factor 7
株高 PH	0.46	-0.06	0.19	0.02	0.01	0.29	-0.12
茎粗 SD	0.45	-0.30	-0.12	-0.31	0.12	-0.05	-0.03
分枝数 BN	0.22	0.12	0.29	0.24	-0.39	0.52	-0.38
分蘖数 TD	0.27	0	0.35	0.08	0.19	-0.50	-0.20
叶片长 LBL	0.29	-0.36	0.10	-0.26	0.28	0.36	0.33
叶片宽 LBW	0.49	0.05	-0.03	0	0.18	-0.28	0.06
百粒重 SW	0.23	-0.07	-0.32	0.69	-0.07	-0.24	0.14
总苞表面特征 TBSC	0.16	0.66	-0.08	-0.16	0.15	0.05	0.06
总苞质地 TBT	0.14	0.66	-0.09	-0.17	0.13	0.05	0.08
总苞形状 TBS	-0.30	0	0.34	0.13	0.39	0.14	0.45
总苞颜色 TBC	0.12	0	-0.57	0.31	0.24	0.39	0.17
结实类型 FT	0.11	0.13	0.52	0.41	0.10	0.04	0.27
果皮颜色 SC	0.18	0.04	0.04	-0.16	-0.72	-0.12	0.68
特征值 Eigenvalue	2.83	2.30	1.67	1.16	1.13	0.96	0.80
贡献率(%)	20.91	17.66	12.92	9.06	8.85	7.54	6.10
Contributionrate							
累计贡献率(%)	21.11	38.10	52.08	59.72	69.43	75.77	85.67
Accumulation contribution rate							

TBSC: Total bract surface characteristics, TBT: Total bract texture, TBS: Total bract shape, TBC: Total bract color, FT: Fruit type, SC: Skin color

2.3 聚类分析

由图 1 可以看出,在遗传距离 16.21 时,65 份供试品种可分为 5 类。

第 I 类包括 53 份薏苡种质,分别为编号 1、8、26、2、9、12、28、24、3、17、29、34、58、21、10、59、61、16、20、30、35、4、11、48、18、13、49、62、42、43、64、51、15、19、6、27、60、7、36、65、32、54、41、50、52、55、40、44、31、63、33、39、37。主要特点是株高在 128.4 ~ 230.5 cm 之间;茎粗在 0.6 ~ 1.6 cm 之间;分枝数在 1 ~ 16 个之间;分蘖数在 2 ~ 17 个之间;叶片长 32.4 ~ 65.7 cm 之间;叶片宽在 2.2 ~ 5.5 cm 之间;百粒重在 3.38 ~ 26.53 g 之间。本类材料具有植株

较矮,叶片较短的特征。

第 II 类包括 9 份薏苡种质,分别为编号 22、45、23、14、38、47、53、57、46。主要特点是株高在 240.3 ~ 271.0 cm 之间;茎粗在 1.2 ~ 1.5 cm 之间;分枝数在 0 ~ 16 个之间;分蘖数是 6 ~ 17 个之间,叶片长在 57.7 ~ 76.2 cm 之间;叶片宽在 3.2 ~ 5.2 cm 之间;百粒重在 5.13 ~ 16.67 g 之间。本类材料具有植株较高,叶片较长的特征。

第 III、IV、V 类包括的种质分别为编号 56、5、25。56 号的株高 280.3 cm,茎粗 1.0 cm,分枝数 8 个,分蘖数 6 个,叶片长 55.7 cm,叶片宽 4.7 cm,百粒重 17.50 g,其特点是植株高,其他性状中等。5

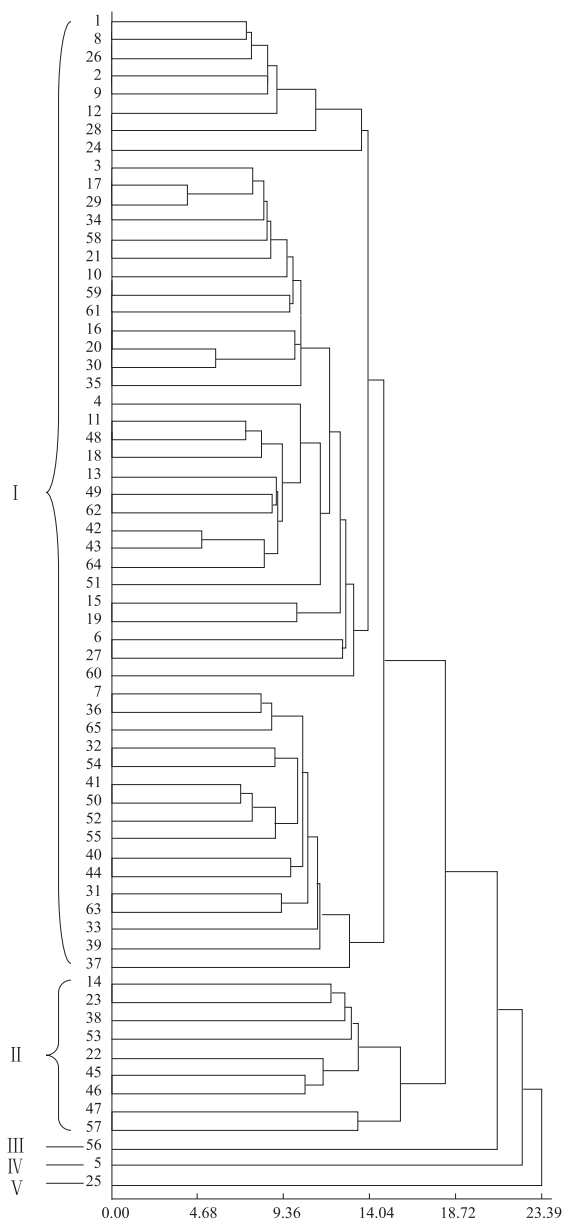


图1 薏苡种质资源聚类图

Fig.1 The cluster map of coix germplasm resource

号的株高 219.0 cm,茎粗 1.4 cm,分枝数 6 个,分蘖数 6 个,叶片长 82.0 cm,叶片宽 4.5 cm,百粒重 16.20 g,其特点是叶片很长,其他性状中等。25 号的株高 108.3 cm,茎粗 0.6 cm,分枝数 4 个,分蘖数 4 个,叶片长 21.8 cm,叶片宽 2.6 cm,百粒重 11.67 g,其特点是植株、茎粗、分蘖、叶片长都小,属矮小株型。

3 讨论

种质资源是作物育种的物质基础,挖掘优异薏苡种质是薏苡品种改良最为重要的工作。本研究结果表明,供试的云南薏苡资源中栽培种的分枝数和

分蘖数、野生种的百粒重的变异系数较大,遗传多样性丰富,资源可选范围大。野生种的 19 号百粒重为 26.53 g,比杨志清等^[27]测定的 12.5 ~ 21.5 g 大,株高中等,茎粗值较大,是综合农艺性状好的材料,可作为优异基因资源应用于薏苡品种的改良。栽培种的 30 号茎粗值为 1.6 cm,最大,有利于作为抗倒伏选育的亲本材料。

主成分分析在作物上的应用表明,可将作物多个主要农艺指标转化为较少的几个主成分。由于这几个主成分提供了性状 85% 以上的信息,且是综合的、相对独立的指标体系,数值直观,容易分析。所以,将 13 个性状指标简化为 7 个综合指标,并运用 7 个综合因子来代表原始变量,简化数据,揭示变量之间的关系,为薏苡亲本选配提供了有利的科学依据^[28-29]。主成分分析基础上的聚类,可有效地剔除一些无关大局的因子,使结果更加精确,在种质资源分析及评价中应用效果较好。除野生种 5 号属于特殊型以外,其他 9 份野生种材料都属于第 I 类群,这表明野生种大部分都属于株高较矮、叶片较短型,适合作为选育矮秆品种的杂交亲本。通过对云南薏苡种质资源类型分析,可以根据育种目标选择性状互补的亲本配置组合,使育种中亲本的选配更完善。

本研究仅针对云南种质资源的主要农艺性状进行了分析评价,有关薏苡种质资源品质性状、抗逆性以及分子水平的研究还有待深入。

参考文献

- [1] 黄亨履,陆平,朱玉兴,等. 中国薏苡的生态型、多样性及利用价值[J]. 作物品种资源, 1995 (4): 4-8
- [2] 中国医学院药用植物资源开发研究所. 中国药用植物栽培学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1991: 984-985
- [3] 马建霞,潘泽慧. 薏苡属 2 种 1 变种遗传多样性及其亲缘关系的初步分析[J]. 植物资源与环境, 1999, 8(4): 11-16
- [4] 黄亨履,崔嵬,高吉寅,等. 黔南山区薏苡资源的多样性及评价[J]. 贵州农业科学, 1995, 23(S1): 22
- [5] 陆平,李英才. 我国首次发现有水生薏苡种分布[J]. 种子, 1996 (1): 54
- [6] 李英才,覃祖贤. 广西薏苡资源性状分析与分类[J]. 西南农业学报, 1995, 8(4): 109
- [7] 庄体德,潘泽慧,姚昕梅. 薏苡属的遗传变异及核型演化[J]. 植物资源与环境, 1994, 3(2): 16
- [8] 徐国钧. 生药学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1987
- [9] 赵素霞,程再兴,李连珍,等. 薏苡仁药理研究新进展[J]. 河南中医, 2004, 24(2): 83-84
- [10] 张明发,沈雅琴. 薏苡仁药理研究进展[J]. 上海医药, 2007, 28(8): 360-363
- [11] 吴岩,原永芳. 薏苡仁的化学成分和药理活性研究进展[J]. 华西药学杂志, 2010, 25(1): 111-113
- [12] 李大鹏. 康莱特注射液抗癌作用机理研究进展[J]. 中药新药与临床药理, 2001, 12(2): 122-124

(下转 287 页)