

灰色关联分析法在夏大豆育种上的应用

成雪峰, 张凤云

(菏泽学院资源与环境系, 山东 菏泽 274000)

摘要: 选用河南省1985~2005年间通过国审的16个大豆品种, 应用灰色关联分析法研究了产量、蛋白质和脂肪含量与农艺指标之间的相关关系。结果表明: 产量与株高($r = 0.69^{**}$)、单株荚数($r = 0.69^{**}$)、百粒重($r = 0.65^{**}$)分别极显著正相关, 且株高、单株荚数和百粒重三者之间相互极显著正相关。蛋白质和脂肪含量与农艺指标之间相关均不显著。产量、蛋白质含量和脂肪含量与农艺性状之间的关联序分别为单株荚数(0.7534) > 株高(0.7449) > 百粒重(0.7375) > 生育期(0.6981) > 分枝数(0.6517), 百粒重(0.67979) > 株高(0.67743) > 分枝数(0.65838) > 单株荚数(0.64921) > 生育期(0.62917), 生育期(0.67170) > 百粒重(0.65976) > 株高(0.65568) > 单株荚数(0.63310) > 分枝数(0.60824)。表明在河南省生态条件下, 夏大豆高产育种的主攻方向为: 选择单株荚数多、植株较高的品种(系), 同时加强对百粒重的选择, 而对生育期和分枝数的选择可适当放宽要求。通过农艺性状的选择对优质育种有促进作用, 但效果不显著, 实现优质育种和高产育种协调统一的困难较大。

关键词: 灰色关联度; 大豆; 性状指标; 产量

中图分类号: S565.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-9841(2009)01-0031-05

Application of Grey Correlation Analysis in Summer Soybean Breeding

CHENG Xue-feng, ZHANG Feng-yun

(Department of Resources and Environment Science of Heze University, Heze 274030, Shandong, China)

Abstract: Sixteen soybean varieties released in Henan Province during 1985-2005 were used to study the correlation between agronomy indexes and yield, protein and fat content using grey correlation analysis. The results showed that yield correlated to plant height ($r = 0.69^{**}$), pods per plant ($r = 0.69^{**}$) and 100-seed weight ($r = 0.65^{**}$) significantly, and plant height, pods per plant and 100-seed weight significantly correlated to each other respectively. The correlation between protein, fat content and other agronomy indexes didn't reach significant level. The grey relevant grade between yield and the other main agronomic characters was as follows: pods number per plant (0.7534) > plant height (0.7449) > 100-seed weight (0.7375) > growing period (0.6981) > branches (0.6517), that between protein and the other main agronomic characters were as follows: 100-seed weight (0.67979) > plant height (0.67743) > branches (0.65838) > pods number per plant (0.64921) > growing period (0.62917), and that between fat and the other main agronomic characters were as follows: growing period (0.67170) > 100-seed weight (0.65976) > plant height (0.65568) > pods number per plant (0.63310) > branches (0.60824). Through the study, conclusion could be draw that choosing the varieties that have more pods, higher plant and large seed size should be the target of summer soybean breeding in Henan province, while the growing period and branches had wide ranges. Choose of agronomic character could promote the good-quality breeding, but the effects are little and harmonize of high yield and good quality has great difficulties.

Key words: Gray relevant grade; Soybean; Character indexes; Yield

河南省位于黄淮海夏大豆产区腹地, 是黄淮海夏大豆产区面积最大的省份。大豆播种面积居全国第二位, 夏大豆居全国首位。因此, 河南省大豆产量的高低对我国大豆产量的影响较大, 研究该区大豆对于我国大豆的生产具有重要意义。有资料表明,

河南省大豆增产的各要素中, 品种的贡献率达30%~35%^[1], 随着育种工作的发展, 大豆品种不断推陈出新, 大豆的育种方向已由原来的高产育种逐渐转变为注重产量、品质特异性和抗性等多元聚合育种^[2]。以往对该区大豆的研究较多, 但大多集中在

收稿日期: 2008-07-28

作者简介: 成雪峰(1976-), 男, 硕士, 讲师, 主要从事作物生态生理方面的研究。E-mail: cxf854100@126.com。

大豆产量^[3-4]、蛋白质含量^[5]、异黄酮含量^[6-7]以及大豆生育期^[3-4]与生态环境的关系方面。对于大豆产量与农艺性状之间关系研究的相对较少,因此,研究该区大豆农艺性状与产量、蛋白质和脂肪含量的关系,阐明各农艺性状对产量、蛋白质和脂肪含量贡献的主次关系,明确该区大豆育种的主攻方向,对于今后该区夏大豆新品种的选育有着重要的意义。

灰色关联系统自创立以来,已在小麦、玉米和水稻等作物品种的综合评判方面得到了应用,并且取得了与实践相一致的结果^[8-11]。但运用该方法同时研究夏大豆产量、蛋白质含量和脂肪含量与主要农艺性状关系的也还未见报道。为此,应用该分析方法,通过对 16 个 1985 ~ 2005 年国家审定品种的分析,探讨产量、蛋白质含量和脂肪含量与农艺指标之间的关联度,明确农艺指标对产量、蛋白质含量和脂肪含量的贡献大小,以明确该区夏大豆高产、优质育种的主攻方向。以期为该区夏大豆的选育提供理论依据,同时进一步扩大灰色关联度在大豆上的应用。

1 材料与方法

1.1 材料

河南省 1985 ~ 2005 年育成并通过审定的夏大豆品种^[12]。

1.2 分析方法

按灰色系统理论^[13]要求,将大豆产量、蛋白质含量和脂肪含量及其他 5 个主要性状分别视为一个整体,即构建三个灰色系统。每个系统分别设产量、蛋白质含量和脂肪含量为参考数列 X_0 ,生育期、株高、分枝、单株荚数、百粒重分别为比较数列 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 、 X_5 。先将原始数据(表 1)标准化,再利用这些标准化后的数据按公式 1 和公式 2 求出不同品种(系)各性状与产量的关联系数,最后依此求出关联度。

$$\xi_i(k) = \frac{\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| + \rho \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \rho \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|} \tag{1}$$

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1} \xi_i(k) \tag{2}$$

式中 $k = 1, 2, \dots, 15, i = 1, 2, \dots, 6, p$ 为分辨系数,一般取 0.5。

表 1 各品种主要性状平均值
Table 1 Mean values of the main characters of soybean

品种 Varieties	产量 Yield/kg · ha ⁻¹	生育期 Growing period/d	株高 Plant height /cm	分枝数 Branches	单株荚数 Pods number per plant	百粒重 100- seed weight/g	蛋白质 Protein/%	脂肪 Fat/%
豫豆 2 号 Yudou 2	2143.95	102.85	38.35	2.58	11.40	12.05	44.80	18.34
豫豆 6 号 Yudou 6	2383.65	101.30	28.99	1.88	19.76	7.43	45.30	17.80
豫豆 8 号 Yudou 8	2618.70	103.09	80.61	1.40	27.64	23.75	44.60	20.10
豫豆 10 号 Yudou 10	2461.50	100.60	32.10	0.85	17.17	10.13	47.80	18.50
豫豆 16 号 Yudou 16	2618.40	106.90	86.50	1.40	31.30	23.80	45.51	17.58
豫豆 18 号 Yudou 18	2454.60	102.73	67.95	1.39	44.73	16.80	44.50	18.76
豫豆 19 号 Yudou 19	2735.55	101.67	87.43	1.00	36.73	21.53	46.15	20.31
豫豆 22 号 Yudou 22	2595.75	103.94	85.22	2.60	45.03	19.25	46.50	18.80
豫豆 23 号 Yudou 23	2651.10	102.20	83.90	1.25	43.85	17.30	44.54	18.44
豫豆 29 号 Yudou 29	2701.95	108.55	80.75	2.09	50.54	20.11	45.64	20.04
郑豆 92116 Zhengdou 92116	2756.70	106.45	70.25	2.43	47.14	20.23	48.41	17.30
郑 9007 Zheng 9007	2784.45	102.00	75.00	1.60	51.10	16.40	46.20	19.36
濮海 10 号 Puhai 10	2777.55	106.39	86.98	1.88	45.98	19.66	42.44	18.38
郑 9525 Zheng 9525	2814.75	110.70	74.90	3.20	45.20	19.50	45.82	17.50
郑 59 Zheng 59	2459.55	111.00	82.70	2.39	47.26	17.04	42.58	21.96
驻豆 9715 Zhudou 9715	2482.35	110.00	67.26	2.18	44.02	16.58	40.59	19.81

2 结果与分析

2.1 产量、蛋白质和脂肪与各农艺性状之间的相关分析

表2表明:产量与株高、单株荚数,百粒重分别达极显著相关($r=0.69^{**}$ 、 $r=0.69^{**}$ 、 $r=0.65^{**}$),表明通过增加株高,单株荚数和百粒重可以显著提高大豆产量。同时,株高,单株荚数和百粒重之间呈极显著正相关,表明提高三者之一,就可以极显著的对其余二者起到促进作用,三者同时提高,进而间接

的促进大豆产量的提高。因此,在河南省生态条件下,通过选择农艺指标提高大豆产量的主攻目标是可以实现的。分枝数与生育期之间也呈极显著正相关($r=0.64^{**}$),单株荚数和生育期呈显著正相关($r=0.51^{*}$),表明通过分枝数和单株荚数的选择,可以定向选育不同生育期的大豆品种,但二者与产量相关不显著,表明对产量的影响不大。蛋白质和脂肪含量与农艺性状相关均不显著,表明通过农艺指标的选择来提高蛋白质和脂肪含量困难较大。

表2 产量、蛋白质含量和脂肪含量与各农艺指标之间的相关分析表

Table 2 The correlation coefficient between agronomy indexes and yield,protein and fat content

相关系数 Correlation coefficient	产量 Yield	生育期 Growing period	株高 Plant height	分枝数 Branches	单株荚数 Pods number per plant	百粒重 100- seed Weight	蛋白质 Protein	脂肪 Fat
x1 产量 Yield								
x2 生育期 Growing period	0.23							
x3 株高 Plant height	0.69**	0.41						
x4 分枝数 Branches	-0.03	0.64**	0.02					
x5 单株荚数 Pods number per plant	0.69**	0.51*	0.74**	0.24				
x6 百粒重 100 - seed Weight	0.65**	0.38	0.89**	0.01	0.51*			
x9 蛋白质 Protein	0.23	-0.44	-0.2	-0.12	-0.17	-0.02		
x10 脂肪 Fat	-0.07	0.21	0.32	-0.13	0.25	0.16	-0.44	

*表示0.05水平上显著,**表示0.01水平上显著。
* denotes significance at 0.05 level, ** denotes significance at 0.01 level.

2.2 产量、蛋白质含量和脂肪含量与各农艺指标间关联分析

表3表明:产量和各指标的关联度大小顺序为单株荚数(0.75341)>株高(0.74493)>百粒重(0.73746)>生育期(0.69813)>分枝数(0.65166)。表明单株荚数,株高和百粒重对产量

的影响较大,在当地大豆的高产育种中,主攻方向为在选择单株荚数、株高较大的品种(系)的同时,加强对百粒重的选择,而对生育期和分枝数的选择可适当放宽要求。但株高的增加降低了大豆的抗倒伏性,因此,在株高选择时应处理好株高的增加与抗倒伏之间的关系。

表3 灰色关联分析表

Table 3 The relevant grade and orders between agronomy indexes and yield,protein and fat content

项目 Items		主要性状 Main characters				
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
产量 Yield	关联度 Relevant grade	0.69813	0.74493	0.65166	0.75341	0.73746
	位序 Order	4	2	5	1	3
蛋白质 Protein	关联度 Relevant grade	0.62917	0.67743	0.65838	0.64921	0.67979
	位序 Order	5	2	3	4	1
脂肪 Fat	关联度 Relevant grade	0.67170	0.65568	0.60824	0.63310	0.65976
	位序 Order	1	3	5	4	2

表中X₁,X₂,X₃,X₄和X₅分别表示生育期,株高,分枝数,单株荚数和百粒重。
X₁,X₂,X₃,X₄ and X₅ denote growing period,plant height,branches,pods number per plant and 100- seed weight, respectively.

蛋白质与各农艺指标的关联度顺序为百粒重(0.67979)>株高(0.67743)>分枝数(0.65838)>单株荚数(0.64921)>生育期(0.62917)。表明在

该区高蛋白优质育种上,其主攻方向为加强百粒重和株高的选择,单株荚数和生育期对蛋白质的影响不大,在育种性状的选择时可适当放宽有求。

脂肪与各指标的关联序依次为生育期(0.67170) > 百粒重(0.65976) > 株高(0.65568) > 单株荚数(0.63310) > 分枝数(0.60824)。表明在当地生态条件下的高脂肪优质育种中,生育期和百粒重对脂肪含量的影响较大,在该区大豆育种主攻方向上应加强对百粒重和生育期的选择,而单株荚数和分枝数对脂肪含量的影响较小,高脂肪优质育种中可适当放宽要求。

3 结论与讨论

河南省大豆产量、蛋白质和脂肪与各农艺指标的关联度顺序差异较大,表明在该区实现高产和优质育种主攻方向差异也较大,在该区实现大豆高产品种与优质育种的协调统一困难较大。但部分性状的选择(如百粒重),有利于大豆在增加产量的同时,提高蛋白质含量和脂肪含量,做到高产与优质的统一。结果表明,脂肪含量和蛋白质含量与各农艺性状相关均不显著,表明在该区通过农艺性状的选择,对蛋白质含量和脂肪含量的增加有一定的促进作用,但通过传统育种的方法,选育蛋白质含量和脂肪含量显著提高的品种困难较大。但是,蛋白质含量的高低,除品种差异外,气候因素影响也非常大,黄淮海地区夏大豆籽粒形成期8月中下旬和9月份,平均温度较高,昼夜温差较小,有利于大豆蛋白质的形成。这种优势可以弥补优质育种困难的不足,使黄淮海夏大豆蛋白质含量高于东北和进口品种而达到41%~45%。

产量与单株荚数、株高和百粒重相关性达极显著水平,表明在该区常规育种当中,选育单株荚数、株高和百粒重高的品种,可以极显著提高大豆的产量。同时关联度分析也表明:该区大豆产量与各农艺性状的关联序前三位依次为,单株荚数、株高和百粒重,表明该区在实现大豆高产品种的主攻方向上应选择单株荚数多和株高较高品种(系),同时加强对百粒重的选择。因此,在河南省大豆育种中,通过对单株荚数、株高和百粒重的选择,可以实现高产品种的目标。这与李卫东等^[13]黄淮海大豆高产品种基因型特征共同的结论相一致,也与许波等^[14]高产品种应在继续增加单株荚数的同时,选育重点应放在增加百粒重和单株粒重上的结果相近。而郝瑞莲^[15]用灰色关联分析法分析得出夏大豆各性状对产量的影响以单株粒重最大,以生育日数、百粒重、株高等的作用较大,其次

是单株荚数和荚粒数,而有效分枝数的影响较小,张海泉^[16]利用相关分析、多元线性回归分析、偏相关分析、通径分析等方法,对10个大豆品种的23个性状进行分析表明,对产量贡献最大的是株高、单株粒数、主茎节数和分枝数等。这些都与此结果不同,可能是由于数据选用方式的不同等原因所致。同时,株高的增加有助于产量的提高,这与张富厚等^[17]分析的结果相同,但这也与李卫东等^[12]黄淮海大豆品种的总体演进局势株高降低,趋于稳定的结果不同。可能是因为株高的增加,降低了大豆植株的抗倒伏性,人为定向选育的结果所致。因此,在该区大豆高产品种株高性状的选择上,应处理好株高的增加与抗倒伏之间的关系。

黄淮海夏大豆产区是麦豆轮作的耕作制度,北部需要早熟品种,而南部需用晚熟品种,以适应豆麦两熟的耕作制度,通常需要生育期在90~110 d左右。结果表明:分枝数与生育期之间也呈极显著正相关,而与产量相关不显著,表明在该生态条件下,通过分枝数的选择,可以调整大豆品种的生育期,但对大豆的产量没有显著影响。因此,在该生态条件下,可以根据不同的需要,通过对分枝性状的选择,选育不同生育期的大豆品种。但李卫东等^[12],张富厚^[17]研究结果表明,早熟品种难以高产。这与本研究的结果生育期对大豆产量影响不大的结果不同。

各种作物性状在产量形成过程中对产量的作用是有主次之分的,育种者总是通过各种方法找出其中的主导因素,进而提高育种的质量^[18]。灰色关联分析法克服了以通常用的多元回归分析、主成份分析、相关和通径分析等方法需要大量样本和典型概率分布的局限性,将主要性状视为灰色系统,对发展变化的系统进行发展动态的量化比较,正确反映出了各性状对产量的主次关系,使育种工作者更容易掌握和应用。

参考文献

- [1] 锥魁虎,汤其林. 河南种业50年[M]. 北京:中国农业科技出版社,2002:20-25. (Luo K H, Tang Q L. The 50 years of Henan seed industry[M]. Beijing: Agricultural Press, 2002:20-25.)
- [2] 冷建田,陈应志,王英,等. 中国不同地区大豆育成品种的特点分析及品种选育方向的探讨[J], 大豆科学, 2007, 3(26): 293-304. (Leng J T, Chen Y Z, Wang Y, et al. Character analysis of newly-developed soybean varieties and breeding objectives in different regions of China [J], Soybean Science, 2007, 3(26): 293-304.)
- [3] 王金陵. 大豆生态类型[M]. 北京:农业出版社, 1991:98-99.

- (Wang J L. The ecological types of soybean [M]. Beijing: Agricultural Press, 1991: 98-99.
- [4] 费家骅, 仲崇儒. 中国夏大豆栽培与综合利用[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1986: 52-58. (Fei J X, Zhong C R. Cultivation and utilization of Chinese summer soybean [M]. Jinan: Shandong Science and Technology Press, 1986: 52-58.)
- [5] 李卫东, 卢为国, 梁慧珍, 等. 大豆蛋白质含量与生态因子关系的研究[J]. 作物学报, 2004, 30(10): 1065-1068. (Li W D, Lu W G, Liang H Z, et al. Effects of eco-physiological factors on soybean protein content[J]. Acta Agronomica Sinica, 2004, 30(10): 1065-1068.)
- [6] Kitamura K, Igita K, Kikuchi A. Low isoflavone content in some early maturing cultivars, so-called "Summer type soybean" (*Glycine max* (L) Merrill) [J]. Japanese Journal of Breeding, 1991, 41: 651-654.
- [7] Tsukamoto C, Igita K. Factors affecting isoflavone content in soybean seeds: changes in isoflavones, saponins, and composition of fatty acids at different temperatures during seed development[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1996, 43: 1184-1192.
- [8] 邓聚龙. 灰色系统与农业[J]. 山西农业科学, 1985, (5): 29-33. (Deng J L. Grey system and agriculture [J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 1985, (5): 29-33.)
- [9] 黄峰, 郑天存, 殷贵鸿, 等. 冬小麦杂优组合主要农艺性状的灰色关联度分析[J]. 种子, 2004, 23(7): 65-66. (Huang F, Zheng T C, Yin G H, et al. Grey correlative degree analysis of main agronomic traits in winter wheat heterosis combination [J]. Seed Science, 2004, 23(7): 65-66.)
- [10] 孙海潮, 王金红, 郭安斌. 灰色关联度分析在玉米组合鉴定试验中的应用[J]. 玉米科学, 2006, 14(2): 47-49. (Sun H C, Wan J H, Guo A B. The application of the grey related degree analysis to the maize combination and appraises test [J]. Maize Science, 2006, 14(2): 47-49.)
- [11] 吴建明, 谢正荣, 沈小妹. 灰色关联度分析法应用于水稻品种综合评判的探索[J]. 种子, 1990, (3): 33-35. (Wu J M, Xie Z R, Shen X M. The exploration of grey system analysis on rice variety estimation [J]. Seed Science, 1990, (3): 33-35.)
- [12] 李卫东, 张孟臣. 黄淮海夏大豆及品种参数[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2006: 32-41. (Li W D, Zhang M C. The summer soybean and variety parameter [M]. Beijing: Agricultural Science and Technology Press, 2006: 32-41.)
- [13] 郭瑞林. 作物灰色育种学[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1995: 72-86. (Guo R L. Crop grey breeding science [M]. Beijing: Agricultural Science and Technology press, 1995: 72-86.)
- [14] 许波, 许海涛, 王友华. 河南省大豆品种状况分析与研发对策[J]. 河南农业科学, 2007, (5): 47-49. (Xu B, Xu H T, Wang Y H. Conditions of soybean varieties and its exploitation tactics in Henan province [J]. Henan Agricultural Sciences, 2007, (5): 47-49.)
- [15] 郝瑞莲. 夏大豆主要农艺性状的灰色关联度分析[J]. 大豆通报, 2002(2): 11-12. (Hao R L. Grey correlation degree analysis of main agronomic character of soybean varieties [J]. Soybean Bulletin, 2002(2): 11-12.)
- [16] 张海泉. 大豆不同品种(系)性状与产量关系的研究[J]. 沈阳农业大学学报, 2000, 31(3): 162-165. (Zhang H Q. Relationship between characters of different soybean varieties and yields [J]. Journal of Shenyang Agricultural University, 2000, 31(3): 162-165.)
- [17] 张富厚, 郑跃进, 王黎明. 河南省夏大豆主要农艺性状的灰色关联度分析[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(19): 4842-4843. (Zhang F H, Zheng Y J, Wang L M. Grey Correlation degree analysis of main agronomic character of soybean varieties at Henan province [J]. Anhui Agricultural Sciences, 2006, 34(19): 4842-4843.)
- [18] 李玉发, 何中国, 李淑芳, 等. 东北地区春小麦主要性状与产量间的灰色关联分析[J]. 麦类作物学报, 2005, 25(1): 139-141. (Li Y F, He Z G, Li S F, et al. Grey relevant analysis between main characters and grain yield on spring wheat in north-east area [J]. Journal of Triticeae Crops, 2005, 25(1): 139-141.)

(上接第 30 页)

- [6] 高中超, 周宝库, 张喜林. 大豆对干旱胁迫生理生化的响应[J]. 大豆通报, 2007, (5): 27-30. (Gao Z C, Zhou B K, Zhan X L. The physiology and biochemistry reaction of soybean to drought stress [J]. Soybean Bulletin, 2007, (5): 27-30.)
- [7] 莫红, 翟兴礼. 干旱胁迫对大豆苗期生理生化特性的影响[J]. 湖北农业科学, 2007, 46(1): 45-48. (Mo H, Zhai X L. Effects of drought stress on protective enzymes activities and membrane lipid peroxidation in leaves of soybean seedlings [J]. Hubei Agricultural Sciences, 2007, 46(1): 45-48.)
- [8] Mian M A R, Bailey M A, Ashley D A, et al. Molecular markers associated with water use efficiency and leaf ash in soybean [J]. Crop Science Society of America, 1996, 36: 1252-1257.
- [9] Schneider K A, Brothers M E, Kelly J D. Marker-assisted selection to improve drought resistance in common bean [J]. Crop Science Society of America, 1997, 37: 51-60.
- [10] 苏乔, 刘文哲, 吴军, 等. 东北地区大豆种质资源的 RAPD 聚类分析[J]. 植物研究, 1998, 18(2): 184-188. (Su Q, Liu W Z, Wu J, et al. RAPD analysis of northeast China soybean genotypes [J]. Bulletin of Botanical Research, 1998, 18(2): 184-188.)
- [11] 赵洪锬, 王玉民, 李启云, 等. 中国不同纬度野生大豆和栽培大豆 SSR 分析[J]. 大豆科学, 2001, 20(3): 172-176. (Zhao H K, Wang Y M, Li Q Y, et al. SSR analysis of wild soybean (*G. soja*) and cultivated soybean from different latitude in China [J]. Soybean Science, 2001, 20(3): 172-176.)
- [12] 林国强, 朱海生, 黄科. 福建栽培大豆品种 RAPD 标记多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2005, 6(2): 130-134. (Lin G Q, Zhu H S, Huang K. Genetic diversity analysis of soybean cultivars in Fujian province by RAPD [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2005, 6(2): 130-134.)
- [13] 王振东, 孙仓, 王惠. 不同方法从大豆不同材料中提取基因组 DNA 效果的比较[J]. 大豆科学, 2008, 27(1): 15-19. (Wang Z D, Sun C, Wang H. Comparison of the extraction effect of the soybean genomic DNA from the different materials and different methods [J]. Soybean Science, 2008, 27(1): 15-19.)