

低温下茄子成株期几个农艺性状的遗传分析

阎世江¹, 张继宁¹, 刘 洁²

(¹ 山西省农业科学院蔬菜研究所, 太原 030031; ² 山西省农业科学院科技情报研究所, 太原 030031)

摘要: 利用耐低温性不同的 6 份茄子材料, 按 Griffing 方法 II 配制完全双列杂交组合, 对亲本与 F₁ 进行低温处理(日间 15~20℃, 夜间 10℃), 在成株期调查耐低温性、株高、株幅、结果数、产量、单果重等性状, 研究上述性状的遗传规律及相互间的关系。结果表明: 低温处理后株高、株幅的差异不显著, 耐低温性、结果数、产量和单果重量差异显著, 耐低温性、结果数、产量和单果重的遗传符合加性-显性模型, 广义遗传力分别为 84.030%、68.110%、94.711% 和 58.921%, 狭义遗传力分别为 75.821%、60.801%、6.191% 和 49.632%。相关分析表明, 结果数对耐低温性来说是一个重要性状, 其他性状影响较小。

关键词: 低温; 茄子; 农艺性状; 遗传

Genetic Analysis of Agronomic Characters at Adult Stage Under Low Temperature in Eggplant

YAN Shi-jiang¹, ZHANG Ji-ning¹, LIU Jie²

(¹ Vegetable Research Institute, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030031;

² Information Institute, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030031)

Abstract: Using 6 materials with different tolerance of low temperature, 15 crosses were obtained using the Griffing diallel cross II design. The parents and F₁ were carried on low-temperature treatment of given 15-20℃/10℃ in day time/night-time, at adult stage several characters such as the chilling tolerance, plant height, plant width, fruit number, yield, single fruit weight, and genetic rule of characters and relations were investigated. The results showed that: there was no obvious difference among plant height and width; there were obvious difference among chilling tolerance, fruit number, yield, and single fruit weight after low temperature treatment; chilling tolerance, fruit number, yield, and single fruit weight were all in accordance with additive-dominant model. Broad heritability were 84.030%, 68.110%, 94.711%, 58.921%; narrow heritability were 75.821%, 60.801%, 6.191%, 49.632%. Correlation analysis indicated that fruit number was the most important character of the chilling tolerance of eggplant, the other characters' effects were less.

Key words: Low temperature; Eggplant; Agronomic characters; Genetic

茄子(*Solanum melongena* L.)属喜温植物, 低于 15℃ 植物生长迟缓, 低于 5℃ 茎叶会受到伤害, 0℃ 下就会被冻死^[1]。在冬春季节进行保护地栽培时, 低温是影响茄子产量和质量的主要因素。使用耐低温性强的品种是解决途径之一, 因此作为其基础的有关性状的遗传研究日益受到育种家的重视。目前有关的研究多集中在低温对苗期的发芽能力^[2-4]、形态学性状、光合特性^[5-7]、果实发育^[8]的影响等方

面, 而对于成株期农艺性状的研究则少见报道。茄子在成株期处于旺盛的生长中, 不断开花结果, 这一时期在茄子的生产中占有重要地位, 在此期间有关茄子农艺性状的遗传对生产有重要的指导作用, 目前在水稻^[9-11]、果树^[12-13]、玉米^[14]、番茄^[15]等作物上已开展成株期的低温冷害研究。本研究利用 6 份不同来源的茄子材料按 Griffing 方法 II^[16] 配制完全双列杂交组合, 对亲本与 F₁ 给予低温处理, 在成株

期考察耐低温性、株高、株幅、结果数、产量、单果重等重要农艺性状,研究其遗传规律及相互间的关系,为茄子抗逆育种提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料

选用的材料为耐低温性不同的 6 份茄子高代自交系,分别来源于大茺茄、二茺茄、短把黑、紫圆茄、新短把黑和 40 圆茄,上述品种均为生产上常用品种。编号依次为 1、2、3、4、5 和 6,其中 1、2、3 和 4 的果型为紫黑卵圆,中早熟,5 和 6 的果型为紫红卵圆,晚熟。

1.2 方法

2010 年 3 月将 6 份茄子材料播种于山西省农业科学院蔬菜研究所北营试验基地阳畦,每份材料播种 40 粒,正常管理,2 个月后定植于试验田,每小区 26 株,正常田间管理,于花期按 Griffing 方法 II 配制完全双列杂交组合,每个组合至少保留 3 个种果,并留种。2010 年 12 月在温室内将上述 6 份茄子亲本与 F₁ 播种于花盆(直径 30cm)中,2011 年 2 月定植于山西省农业科学院蔬菜研究所北营日光温室,温室不加温,日间 15~20℃,夜间 10℃,行距 60cm,株距 45cm,每小区 20 株,3 次重复,每小区随机选取 5 株茄子,从门茄座果至四门茄座果调查结果数、产量、单果重,待四门茄座果后,考察耐低温性、株高、株幅。耐低温性分级标准如下:0 级,全株受冻死亡或接近死亡;1 级,秧苗各叶片普遍受冻,其中 3~4 叶受冻面积>50%;2 级,秧苗 3~5 叶受冻,其

中 2~3 叶受冻面积>50%;3 级,秧苗 2~4 叶受冻,其中 1~2 叶受冻面积>50%;4 级,秧苗 1~2 叶受冻,面积约 20%~30%;5 级,秧苗生长正常,无任何受冻症状^[17]。

统计分析按照李加纳^[16]的不完全双列杂交方法进行。计算亲本的一般配合力(GCA)及 F₁ 特殊配合力(SCA),对耐低温性、结果数、产量、单果重的协方差(Wri)与亲本各行方差(Vri)的回归分析,根据随机模型估算供试材料的遗传参数,并进行相关分析及通径分析。数据分析及制图采用 DPS 软件、Excel 软件。

2 结果与分析

2.1 亲本与 F₁ 各性状的表现

茄子耐低温性与农艺性状见表 1,由此表可知供试材料的耐低温性、结果数、产量、单果重等农艺性状间差异达极显著水平,在株高、株幅间的差异未达显著水平。在耐低温性中,1×3、2×5、2、1×6 和 3×5 在 4.2~4.5 之间,3×4 和 1×5 在 3 以下,其余的在 3~4 之间。在结果数中 1×3、2×5、2、1×6 和 3×5 达 7~8,4×6、4、1×2、3×4 和 1×5 在 3 以下,其余的在 3~6 之间。在产量中 2×5、3×6、2×6、1×3 和 1 达 6kg 以上,4×6、4、1×5 和 1×2 在 1kg 以下,其余的在 1~6kg 之间。在单果重中 2×6、4×5、2×4、3×6、2×5 和 3×4 达 1.2kg 以上,3×5、1×6、4、1×5、1×4 和 1×2 在 0.8kg 以下,其余的在 0.8~1.2kg 之间。

株高和株幅在材料间没有显著差异,分别为 130~150cm 和 6000~8000cm²。

表 1 亲本及 F₁ 的耐低温性与 5 个主要农艺性状表现

Table 1 Chilling tolerance and 5 agronomic characters of parents and F₁

亲本与 F ₁	耐低温性	结果数	产量(kg)	单果重(kg)	株高(cm)	株幅(cm ²)
Parents and F ₁	Chilling tolerance	Fruit number	Yield	Single fruit weight	Plant height	Plant width
1	4BCbc	6BCbc	6.4CDcd	1.07CDEcde	135Aa	6600Aa
2	4.4ABab	7ABab	5.6Dd	0.80FGHfgh	140Aa	6500Aa
3	3.5Dd	4DEde	3.5EFef	0.88EFGefg	140Aa	7200Aa
4	3EFef	1Gg	0.6Ff	0.60HIhi	140Aa	6600Aa
5	4BCbc	6BCbc	4.9DEde	0.82FGHfgh	130Aa	6300Aa
6	3EFef	3EFef	2.4Ff	0.80FGHfgh	135Aa	8000Aa
1×2	3EFef	1Gg	0.3Ff	0.30Jj	130Aa	8000Aa
1×3	4.5Aa	8Aa	7.6BCbc	0.95EFGefg	140Aa	7000Aa
1×4	3.4DEde	4DEde	1.8Ff	0.45IJij	140Aa	7500Aa
1×5	2.8Ff	1Gg	0.5Ff	0.50IJij	150Aa	6400Aa
1×6	4.3ABab	7ABab	5DEde	0.71FGHIifghi	150Aa	6600Aa
2×3	4BCbc	5CDcd	4.8DEde	0.96DEFdef	140Aa	6800Aa
2×4	3EFef	3EFef	5.2DEde	1.73ABab	130Aa	6000Aa
2×5	4.5Aa	8Aa	10Aa	1.25Cc	140Aa	7200Aa

续表

亲本与 F ₁	耐低温性	结果数	产量(kg)	单果重(kg)	株高(cm)	株幅(cm ²)
Parents and F ₁	Chilling tolerance	Fruit number	Yield	Single fruit weight	Plant height	Plant width
2×6	3.2DEFdef	4DEde	7.8Bb	1.95Aa	140Aa	7600Aa
3×4	2.9Ff	1Gg	1.2Ff	1.20CDcd	135Aa	6300Aa
3×5	4.2ABCabc	7ABab	5.1DEde	0.73FGHIgghi	140Aa	6800Aa
3×6	3.8Cbc	5CDcd	8.4ABab	1.68Bb	140Aa	8000Aa
4×5	3EFef	3EFef	5.75CDcd	1.92Aa	150Aa	6000Aa
4×6	3EFfe	1Gg	0.8Ff	0.80FGHfgh	150Aa	7400Aa
5×6	4BCbc	6BCbc	5.2DEde	0.87EFG	140Aa	7500Aa

不同大小写字母表示材料间在 0.01 和 0.05 水平存在显著性差异,下同
The capital and normal letters indicate significance among materials at 0.01 and 0.05 levels respectively, the same as below

进一步分析上述性状的一般配合力及特殊配合力(表2、表3),可知4个性状的一般配合力、特殊配合力差异均达极显著水平。在耐低温性中,亲本2的一般配合力较高,达0.75,组合1×6和2×4的特殊配合力较高,达0.33以上;亲本4和6的一般配合力较低,达-0.65,组合1×2、2×5、2×6和3×4的特殊配合力较低,达-0.18;其余亲本的一般配合力和组合的特殊配合力居中。在结果数中,亲本2的一般配合力较高,达2.45,组合1×6和2×4的特殊配合力较高,达1.2以上;亲本4的一般配合力较低,达-3.55,组合5×6、3×6、4×6和3×4的特殊配合力较低,达-0.2;其余亲本的一般配合力和组合的特殊配合力居中。在产量中,亲本1的一般配合力较高,达2.5,组合1×4的特殊配合力较高,达2.02;亲本4的一般配合力较低,达-3.3,组合4×5和4×6的特殊配合力较低,达-0.41以下;其余亲本的一般配合力、组合的特殊配合力居中。在单果重中,亲本6的一般配合力较高,达0.22,组合1×5和3×5的特殊配合力较高,达0.52,亲本1和3的一般配合力较低,达-0.18,组合2×3和3×6的特殊配合力较低,达-0.28和-0.32,其余亲本的一般配合力和组合的特殊配合力居中。

表2 亲本的耐低温性与3个农艺性状的一般配合力
Table 2 GCA of chilling tolerance and 3 agronomic characters of parents

亲本	耐低温性	结果数	产量	单果重
Parents	Chilling tolerance	Fruit number	Yield	Single fruit weight
1	0.35Bb	1.45Bb	2.5Aa	-0.18Cc
2	0.75Aa	2.45Aa	1.7Bb	0.12Aa
3	-0.15Bb	-0.55Cc	-0.4Dd	-0.18Cc
4	-0.65Cc	-3.55Ee	-3.3Ff	0.02Bb
5	0.35Bb	1.45Bb	1Cc	0.02Bb
6	-0.65Cc	-1.55Dd	-1.5Ee	0.22Aa

表3 F₁的耐低温性与3个农艺性状的特殊配合力
Table 3 SCA of chilling tolerance and 3 agronomic characters of F₁ plants

F ₁	耐低温性	结果数	产量	单果重
	Chilling tolerance	Fruit number	Yield	Single fruit weight
1×2	-0.18Dd	0.3Cc	1.84Aa	0.36DEde
1×3	0.28ABab	0.8ABab	0.94Cc	0.36DEde
1×4	0.26ABCabc	0.6BCbc	2.02Aa	0.48ABab
1×5	0.27ABCabc	0.8ABab	0.97Cc	0.52Aa
1×6	0.33Aa	1.2Aa	1.44Bb	0.36DEde
2×3	0.23BCc	0.4Cc	0.55Dd	-0.28Ff
2×4	0.33Aa	1.2Aa	1.78Aa	0.44BCbc
2×5	-0.18Dd	0.2Cc	1.06Cc	0.44BCbc
2×6	-0.18Dd	0.2Cc	0.22EFef	0.4CDcd
3×4	-0.18Dd	-0.2Cc	1.24BCbc	0.36DEde
3×5	0.21BCbc	0.4Cc	0.04FGfg	0.52Aa
3×6	-0.17Dd	-0.2Cc	0.46DEde	-0.32Ff
4×5	0.2BCbc	0.3Cc	-0.41Hh	0.44BCbc
4×6	-0.17Dd	-0.2Cc	-0.5Hh	0.48ABab
5×6	0.2BCbc	-0.2Cc	-0.3GHgh	0.36DEde

2.2 遗传模型分析

耐低温性、结果数、产量和单果重的协方差(Wri)与亲本各行方差(Vri)的回归分析见表4,由此表可知,得到回归系数b,分别为0.602、0.698、0.855和0.802,运用t检验其与1、0的差异显著性,假设H₀:β=0,t分别为24.854、14.854、17.854和10.845,差异达极显著水平,假设H₀:β=1,t分别为1.535、0.834、0.543和0.120,差异未达显著水平,因此认为上述性状的遗传符合加性-显性模型。

表 4 耐低温性与 3 个农艺性状的 *Wri* 与 *Vri* 的回归分析

Table 4 Regression analysis of *Wri* and *Vri* of chilling tolerance and 3 agronomic characters

指标 Characters	回归截距 <i>a</i> Regress intercept	回归系数 $b \pm S_b$ Regress coefficient	<i>t</i> 测验 Significance test		相关系数 <i>r</i> Correlation coefficient
			$H_0:\beta=0$	$H_0:\beta=1$	
耐低温性 Chilling tolerance	0.124	0.602 ± 0.025	24.804 **	1.535	0.824 **
结果 Fruit number	0.036	0.698 ± 0.125	14.814 **	0.834	0.921 **
产量 Yield	0.124	0.855 ± 0.014	17.824 **	0.543	0.848 **
单果重 Single fruit weight	0.049	0.802 ± 0.036	10.845 **	0.120	0.875 **

** *P* = 0.01 时差异显著; * *P* = 0.05 时差异显著; *S_b* 表示标准差(下同)

** significance at *p* = 0.01 level, respectively, * significance at *p* = 0.05 level, respectively, *S_b*: expressed standard deviation(the same as below)

耐低温性与 3 个农艺性状遗传参数估计值见表 5,由此表可知耐低温性加性方差大于显性方差,广义遗传力非常高,达 84.030%,说明这个性状受遗传因素的影响很大,适合于早代选择。狭义遗传力也达 75.821%,加性效应所占的比重较大。今后如要培育耐低温性强的品种,应选择耐低温性强的材料作为亲本。

表 5 耐低温性与 3 个农艺性状遗传参数

Table 5 Genetic parameters of chilling tolerance and 3 agronomic characters

遗传参数估计 Genetic parameter estimation	耐低温性 Chilling tolerance	结果数 Fruit number	产量 Yield	单果重 Single fruit weight
加性方差 Additive variance	1.524	0.837	0.035	0.015
显性方差 Dominant variance	0.165	0.937	0.531	0.018
遗传方差 Genetic variance	1.689	1.774	0.565	0.033
环境方差 Environment variance	0.321	0.021	0.012	0.005
表型方差 Phenotypic variance	2.010	1.376	0.560	0.031
广义遗传力 h_B^2 (%)	84.030	68.110	94.711	58.921
狭义遗传力 h_N^2 (%)	75.821	60.801	6.191	49.632

结果数、单果重的加性方差与显性方差相差不大,广义遗传力分别达 68.110%、58.921%,狭义遗传力达 60.801%、49.632%。因此对于这 2 个性状在后代选择时应考虑基因的聚合;环境方差也占有一定的比例,所以也要注意环境的影响,有条件尽量使环境一致。

产量的加性方差明显低于显性方差,广义遗传力很高,达 94.711%,狭义遗传力仅为 6.191%,因此对于这个性状在后代选择时应考虑选择优良亲本,应用优势育种。

2.3 相关分析

耐低温性与农艺性状的相关分析见表 6。单相

关系数表明两个因素之间的相关关系,即研究时只涉及一个自变量和一个因变量,但如研究多个变量,则其余的变量会对单相关系数产生影响;偏相关分析是指当两个变量同时与第三个变量相关时,将第三个变量的影响剔除,只分析另外两个变量之间相关程度的过程,其具有客观性,因此主要分析偏相关系数。由表 6 可知,耐低温性与 3 个农艺性状的偏相关呈正相关,但未达到显著水平,即随着耐低温性的升高,结果数、产量、单果重等均升高。结果数与产量、单果重与产量的偏相关呈显著正相关,由于结果数、单果重是构成产量的重要因素,在结果数、单果重增长的情况下,产量必定增长。结果数与单果

重的偏相关呈显著正相关,说明在低温下二者可以同时增长。

在单相关系数中,结果数与产量、单果重及产量与单果重呈显著正相关关系,说明在生产中可以通过提高结果数、单果重来提高茄子产量。其余性状间的相关未达显著水平。

表 6 耐低温性与 3 个农艺性状的相关分析

Table 6 Correlation analysis of chilling tolerance and 3 agronomic characters

性状 Characters	耐低温性 Chilling tolerance	结果数 Fruit number	产量 Yield	单果重 Single fruit weight
耐低温性 Chilling tolerance		0.325	0.124	0.015
结果数 Fruit number	0.376		0.492 *	0.445 *
产量 Yield	0.046	0.419 *		0.518 *
单果重 Single fruit weight	0.058	0.486 *	0.569 *	

表中左下半部分数据为单相关系数,右上半部分数据为偏相关系数
Numbers in the left triangle are correlation coefficients, numbers in the right triangle are partial correlation coefficients

由表 7 可知,耐低温性与 3 个农艺性状的遗传相关为正相关,未达显著水平。由于遗传相关是仅由遗传原因引起的相关,因此在今后的品种选育中

表 8 3 个农艺性状对耐低温性的通径分析

Table 8 Pathway analysis of 3 agronomic characters to chilling tolerance

性状 Characters	相关系数 r Correlation coefficient	直接通径系数 Direct path coefficient	间接通径系数 Indirect path coefficient			
			总的 Total	结果数 Fruit number	产量 Yield	单果重 Single fruit weight
结果数 Fruit number	0.376	0.470	-0.094		-0.033	-0.061
产量 Yield	0.046	-0.080	0.126	0.197		-0.071
单果重 Single fruit weight	0.058	-0.125	0.183	0.228	-0.045	

R² = 0.9520

3 讨论

有关茄子在苗期、成株期耐低温性的遗传少见报道,赵福宽等^[18]对茄子抗冷细胞变异体进行 RAPD 分析,并对自交一代株系进行抗冷性鉴定,为

若培育耐低温性强的品种,可选择在低温逆境下结果数、产量、单果重较高的品种。

表 7 耐低温性与 3 个农艺性状的遗传相关分析

Table 7 Genetic correlation analysis of chilling tolerance and 3 agronomic characters

性状 Characters	耐低温性 Chilling tolerance	结果数 Fruit number	产量 Yield
结果数 Fruit number	0.226		
产量 Yield	0.146	0.209	
单果重 Single fruit weight	0.018	0.216	0.159

2.4 通径分析

各农艺性状对耐低温性的通径分析见表 8,由此表可知 3 个农艺性状对耐低温性的直接通径系数分别为 0.470、-0.080 和 -0.125,均未达显著水平。结果数通过产量、单果重对耐低温性的间接通径系数为负向,抵消其对耐低温性的影响,这个性状与耐低温性的相关系数虽未达显著水平,但在 3 个性状中是最高的,直接通径系数也是最高的,因此结果数是表征耐低温性的一个重要性状,在今后选育时应注意。

产量和单果重的直接通径系数与总的间接通径系数相差不大,表现为一个正向、一个负向,互相抵消,使这 2 个性状与耐低温性的相关系数变小,因此对于耐低温性的选育,这 2 个性状的影响较小。

今后的育种工作奠定了基础。本研究的结论是低温对株高、株幅的影响较小,耐低温性、结果数、产量和单果重的遗传符合加性-显性模型,耐低温性的广义遗传力达 84.030%,狭义遗传力达 75.821%,说明这个性状受遗传因素的影响很大,适合于早代选择。

闫世江等^[19-20]报道黄瓜的耐低温性的遗传,其遗传模型与遗传参数与本研究结论相近。

本研究认为耐低温性与结果数、产量和单果重等 3 个农艺性状的偏相关呈正相关,说明低温对耐低温性较强的材料生长影响较小,这与多数育种家的设想一致。耐低温性与结果数相关性较强,由于考察结果数简单直观,因此建议在今后的耐低温选育中,重点考察这一性状。耐低温性与产量、单果重的相关性较弱的原因可能是误差造成的。

本研究测定的是茄子几个较为常见的性状,它们与耐低温性的关系被广大育种家所认同,对耐低温性的研究有重要指导意义。但是,实际上还有其他与耐寒性相关的性状值得研究,如深入到物质运输、激素调控等层面,今后应加强探讨,为茄子耐低温性育种奠定更坚实的基础。

参考文献

- [1] 日本农业渔村文化协会. 北京农业大学译. 蔬菜生物生理学基础[M]. 北京:农业出版社,1985:281-294
- [2] 井立军,王利英,石瑶,等. 不同温度条件下茄子发芽率与其低温耐性关系初探[J]. 园艺学报,2004,31(3):387-388
- [3] 高志奎,武占会,孙会军,等. 茄子不同品种耐低温特性室内鉴定初报[J]. 河北农业大学学报,2000,23(2):112-113
- [4] Dexter S J, Tottingham W E, Graber L F. Investigations of the hardness of plants by measurement of electric conductivity[J]. Plant Physiol, 1932, 7: 63-78
- [5] 郁继华,舒英杰,吕军芬,等. 低温弱光对茄子幼苗光合特性的影响[J]. 西北植物学报,2004,24(5):831-836

- [6] Sukumaran V P, Weiser C J. An excised leaflet test for evaluating potato forst tolerance[J]. Hortscience, 1972, 7: 467-468
- [7] Gusta L V, Fowler D B. Factors affecting the cold survival of winter cereals[J]. Can J Plant Sci, 1977, 57: 213-219
- [8] 芮三亚,成玉富,王建忠. 不同耐低温性茄子果实发育过程中主要营养成分变化的研究[J]. 长江蔬菜, 2010(6): 34-36
- [9] 杨树明,曾亚文,杜娟,等. 水稻丽粳 2 号近等基因系杂种后代耐冷性遗传研究[J]. 植物遗传资源学报, 2006, 7(3): 306-309
- [10] 申时全,曾亚文,李绅崇,等. 应用主基因-多基因混合模型研究昆明小白谷孕穗期耐冷性的遗传[J]. 植物遗传资源学报, 2004, 5(3): 252-255
- [11] 杨志奇,杨春刚,汤翠凤,等. 中国粳稻地方品种孕穗期耐冷性评价及聚类分析[J]. 植物遗传资源学报, 2008, 9(4): 485-491
- [12] 王进茂,梁海永,杨敏生. 白杨无性系秋季水分参数与冬季抗寒性指标关系研究[J]. 植物遗传资源学报, 2010, 11(1): 28-33
- [13] 张冰冰,刘慧涛,宋洪伟,等. 寒地果树种质资源研究与利用进展[J]. 植物遗传资源学报, 2006, 7(1): 123-128
- [14] 杜大伟,孙晓丽. 高寒地区玉米地膜覆盖增产效果及注意事项[J]. 中国农村小康科技, 2009(12): 31-32
- [15] 胡文海,喻景权. 低温弱光对番茄植株生长发育及生理功能的影响[J]. 中国生态农业学报, 2003, 11(3): 55-57
- [16] 李加纳. 数量遗传学概论[M]. 重庆:西南师范大学出版社, 2007: 23-25
- [17] 查丁石,陈建林,丁海东. 茄子耐低温弱光鉴定方法初探[J]. 上海农业学报, 2005, 21(2): 100-103
- [18] 赵福宽,高遐虹,程继鸿,等. 茄子抗冷细胞变异体的 RAPD 分析及自交一代株系的抗冷性鉴定[J]. 华北农学报, 2003, 18(1): 17-20
- [19] 闫世江,司龙亭,张建军,等. 黄瓜苗期低温弱光下耐低温性主基因-多基因联合遗传分析[J]. 植物遗传资源学报, 2011, 12(2): 281-285
- [20] 闫世江,司龙亭,张建军,等. 低温弱光下黄瓜苗期耐低温性及相关生理指标遗传分析[J]. 西北植物学报, 2011, 31(3): 531-535

欢迎订阅 2013 年《中国草地学报》

《中国草地学报》是由中国农业科学院草原研究所和中国草学会共同主办的国家级草学学术期刊,其宗旨是:立足全中国,面向全世界,积极宣传和报道中国草学研究领域的新理论与重要成果,介绍新进展与发展动态,内容以草学基础理论研究和应用理论研究为主,兼纳高新技术研究和直接产生生态效益、经济效益的开发性研究。主要包括草原学、牧草学、草地学和草坪学等学科领域内有关草地与牧草资源、草地经营管理与改良利用、牧草遗传育种与引种栽培、牧草生理生化、草地建设与生态保护、草地生产与饲草料加工调制、草坪绿地、草业经济与可持续发展战略等。

读者对象为从事草业科研、教学、生产和管理的专家、学者、院校师生、领导及业内中高级科技人员,也适合农学、畜牧学、林学、环境科学、地理科学等相关领域的科技人员阅读参考。

本刊现为中国草学界影响较大的期刊之一,是全国中文核心期刊、中国科技核心期刊、中国农业核心期刊、RCCSE 中国核心学术期刊、中国科学引文数据库来源期刊和第四届全国优秀农业期刊,

双月刊,大 16 开 A4 版本,120 页,国内外公开发售,每期定价 15.00 元,全年共 90.00 元。国内统一刊号 CN15-1344/S,国内邮发代号 16-32,全国各地邮局(所)均可订阅,错过订期可直接向本刊编辑部补订。

地址:(010010)呼和浩特市乌兰察布东街 120 号草原所内

电话:0471-4928361(办公室),0471-4926880(总编室)

E-mail:zgcdxb@126.com