

黄瓜幼苗耐盐性的遗传分析

李艳茹, 司龙亭

(沈阳农业大学 园艺学院, 辽宁 沈阳 110161)

[摘要] **【目的】**探讨黄瓜幼苗耐盐性的遗传机制。**【方法】**以黄瓜耐盐自交系 $M_8(P_1)$ 和不耐盐自交系 $M_7(P_2)$ 为亲本, 构建 P_1 、 P_2 、 F_1 、 B_1 、 B_2 及 F_2 6 个世代群体材料, 采用数量性状主基因+多基因模型分析法, 分析以 150 mmol/L NaCl 溶液处理后, 黄瓜幼苗耐盐性的遗传规律。**【结果】**分离群体 B_1 、 B_2 和 F_2 的盐害级别分布均呈现偏态分布, 表明黄瓜幼苗的耐盐性属于数量性状遗传, 有主基因的存在; 黄瓜幼苗期耐盐性遗传受 1 对加性-显性主基因+加性-显性-上位性多基因控制, 其中主基因遗传率在 B_1 、 B_2 和 F_2 群体中分别为 42.409 2%, 28.917 1% 和 63.245 6%, 多基因遗传率分别为 17.673 6%, 36.505 0% 和 0; 环境方差占表型方差的比例分别为 39.917 2%, 34.577 9% 和 36.754 4%, 环境因素对黄瓜幼苗耐盐性遗传的影响较大。**【结论】**黄瓜幼苗期耐盐性受多基因和环境因素的影响较大, 不宜进行早期耐盐品种的选择。

[关键词] 黄瓜; 耐盐性; 盐害级别; 遗传分析

[中图分类号] S642.203.4

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2011)04-0127-05

Genetic analysis of salt-tolerance of cucumber at seedling stage

LI Yan-ru, SI Long-ting

(College of Horticulture, Shenyang Agriculture University, Shenyang, Liaoning 110161, China)

Abstract: **【Objective】**The research discussed the genetic mechanism of salt-tolerance of cucumber at seedling stage. **【Method】**The salt tolerance inheritance of the seeding cucumber treated with 150 mmol/L NaCl solution was analyzed by applying the joint segregation analysis of a mixed genetic model of major gene plus polygene in six generations (P_1 , P_2 , F_1 , B_1 , B_2 and F_2) from the cross between highly tolerable inbred line $M_8(P_1)$ and not tolerable inbred line $M_7(P_2)$. **【Result】**The salt injury grades of segregating population B_1 , B_2 and F_2 presented skew distribution showing that salt-tolerance of cucumber at seedling stage belonged to quantitative genetic character, and there existed major gene. The inheritance of salt-tolerance was fitted by one major genes plus polygenes mixed model (D model), in B_1 , B_2 and F_2 populations, the estimated heritability of major genes was 42.409 2%, 28.917 1%, 63.245 6%, respectively. The heritability of poly-genes was 17.673 6%, 36.505 0% and 0, respectively. The proportion of environmental variance in phenotypic variance was 39.917 2%, 34.577 9% and 36.754 4%. The environmental factors had strong effect on salt-tolerance of cucumber. **【Conclusion】**The salt-tolerance of cucumber at seeding stage was controlled by one major gene plus poly-genes, affected by environment easily and not fit to earlier choice.

Key words: cucumber; salt-tolerance; salinity tolerance rating; genetic analysis

土壤盐渍化是影响作物生长的一个重要因素, 培育耐盐黄瓜品种是降低盐渍化土地对黄瓜产量影

响的有效途径^[1-2]。了解作物耐盐遗传机制是培育耐盐品种的关键, 但是由于盐胁迫对植物造成的伤

* [收稿日期] 2010-09-25

[基金项目] 辽宁省“十一五”重大科技攻关项目(2006215001)

[作者简介] 李艳茹(1984—), 女, 内蒙古包头人, 在读硕士, 主要从事黄瓜育种研究。E-mail: liyanru19841107@sina.com

[通信作者] 司龙亭(1955—), 男, 辽宁沈阳人, 教授, 博士生导师, 主要从事蔬菜育种研究。

害表现在很多方面^[3],且耐盐性是与其他抗性密切相关的一个性状,遗传规律非常复杂,所以目前对植物耐盐性遗传机制的了解还很有限,针对不同作物的研究结果也不尽相同,但是大多数研究报道认为,植物耐盐性遗传机制为数量性状遗传^[4-11]。

由于植物盐害级别可以作为植物耐盐性筛选的有效指标,用来表示植物耐盐性的强弱^[12-13],所以本试验利用对黄瓜幼苗期盐害级别分布的遗传分析,来说明黄瓜幼苗期耐盐性的遗传机制。虽然国内外已有很多有关植物耐盐性遗传分析的研究,但主要集中在水稻、小白菜、大豆、玉米、番茄等作物上^[4-11],对黄瓜幼苗期耐盐性遗传分析的研究还未见报道。为了明确黄瓜耐盐性的遗传规律,本研究采用数量性状主基因+多基因模型,以黄瓜幼苗盐害级别为指标,对黄瓜幼苗期耐盐性遗传规律进行了多世代联合分析,以期耐盐黄瓜新品种的选育提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试品系

所用材料为高代纯合的黄瓜自交系,由沈阳农业大学黄瓜育种课题组提供,前期通过耐盐指数和形态指标筛选,选择耐盐自交系 $M_8(P_1)$ 和不耐盐自交系 $M_7(P_2)$,二者杂交获得 F_1 , F_1 再自交,并与其亲本 P_1 、 P_2 分别进行回交,获得 F_2 、 B_1 、 B_2 群体。

1.2 试验方法

2010-07,在沈阳农业大学实验基地温室内播种黄瓜品系 M_8 和 M_7 的 6 个世代种子。采用随机区组设计, P_1 、 P_2 、 F_1 每小区种植 10 株, F_2 每小区种植 40 株, B_1 、 B_2 每小区种植 20 株,各重复 3 次。

将种子消毒后单粒播于 $8\text{ cm}\times 8\text{ cm}$ 的营养钵中,采用土培法进行培养,营养钵间距 5 cm,小区间设置保护行。待幼苗长至两叶一心时,开始用 150 mmol/L NaCl 溶液处理,每次每株浇 20 mL,每 2 d 浇 1 次,处理 3 次。待黄瓜幼苗盐害症状比较明显

时,按盐害级别进行分级。分级方法参考前人的分级标准^[13]并略作改进,以全株所有叶片为基准,按受害叶片所占比例进行盐害分级,具体标准为:0 级,无叶片受害;1 级,全株 $1/4$ 叶片叶缘、叶尖受害;2 级,全株 $1/2$ 叶片叶缘、叶尖受害;3 级,全株 $3/4$ 叶片叶缘、叶尖受害;4 级,全部叶片叶缘、叶尖均受害或全株 $1/4$ 叶片枯落;5 级,全株 $1/2$ 叶片枯落;6 级,全株 $3/4$ 叶片枯落;7 级,叶片全部脱落。

1.3 数据分析

采用植物数量性状主基因+多基因多世代联合分析方法^[14],对 $M_8\times M_7$ 组合 6 个家系世代黄瓜幼苗期耐盐性数据进行分析,用极大似然法和 IECM (Iterated expectation and conditional maximization)算法对混合分布的有关参数进行估计,并通过 AIC(Akaike's information criterion)及一组适合性测验: U_1^2 、 U_2^2 、 U_3^2 (均匀性检验)及 ${}_nW^2$ (Smirnov 检验)和 D_n (Kolmogorov 检验),选择最优遗传模型,由其对应的一组分布参数,估计基因相互作用效应的大小及主基因和多基因的遗传率等。其中 AIC 值和适合性测验的 U_1^2 、 U_2^2 、 U_3^2 、 ${}_nW^2$ 和 D_n 由主基因+多基因软件计算得出。数据处理采用 DPS 统计软件。

2 结果与分析

2.1 黄瓜幼苗 6 世代群体各盐害级别的株数分布

由表 1 可见,在黄瓜 $M_8\times M_7$ 组合的 6 个世代群体中,耐盐亲本(P_1)的平均盐害级别为 1.20,不耐盐亲本(P_2)的平均盐害级别为 5.73, F_1 的平均盐害级别为 2.57,介于双亲之间,且偏向于耐盐亲本; B_1 、 B_2 和 F_2 群体各盐害级别的株数均呈偏态分布,这表明黄瓜的耐盐性属于数量性状遗传,其中 B_1 世代表现为单峰偏正态分布, B_2 和 F_2 世代表现为双峰分布,推测可能有主基因存在。从方差分析结果(表 2)可知,亲本间盐害级别差异极显著,可进行遗传分析。

表 1 黄瓜 $M_8\times M_7$ 组合 6 个世代各盐害级别的株数分布

Table 1 Number of plants distribution in 6 family generation of salt injure grade in combination $M_8\times M_7$

世代 Generation	盐害级别 Salt injure grade								总株数 Numbers	平均值 Average
	0	1	2	3	4	5	6	7		
P_1	6	14	8	2	0	0	0	0	30	1.20
P_2	0	0	0	0	4	7	12	7	30	5.73
F_1	2	3	11	7	4	3	0	0	30	2.57
B_1	6	9	9	17	10	6	3	0	60	2.77
B_2	2	8	5	18	10	9	5	3	60	3.47
F_2	4	13	23	18	30	17	12	3	120	3.43

表 2 黄瓜亲本间盐害级别的方差分析

Table 2 Variance analysis of salt injure grade of parents

变异来源 Source of variance	自由度 Degree of freedom	平方和 Sum of squares	均方 Mean square	F 值 F value
区组间 Block	29	44.933 3	1.549 4	12.036
处理间 Treatment	1	308.266 7	308.266 7	2 394.571 **
误差 Error	29	3.733 3	0.128 7	
总变异 Total variance	59	356.933		

注: ** 表示在 0.01 水平上差异显著。
Note: ** indicate difference at 1% level.

2.2 黄瓜耐盐性遗传模型的选择

用植物数量性状主基因+多基因遗传模型的多世代联合分析方法,对黄瓜 M₈×M₇ 组合 6 个世代群体的耐盐性进行分析,得到了 1 对主基因(A)、2 对主基因(B)、多基因(C)、1 对主基因+多基因(D)、2 对主基因+多基因(E)等 5 类共 24 种遗传模型的极大似然函数值和 AIC 值(表 3),以其中 AIC 值最小的 3 个模型 B-1 模型、D-0 模型、D-2 模型作为候选模型,对这 3 个模型进行适合性检验。通过适合性检验,从上述 3 个备选模型中,选择统计量达

到显著水平数最少的模型作为最佳模型。由表 4 可以看出,在 30 个统计量中,B-1 模型的统计量显著水平数为 9 个,D-0 模型为 3 个,D-2 模型为 14 个。虽然 D-0 模型的 AIC 值在 3 个候选模型中最大,但是由于其显著水平数最少,即在这种模型下,黄瓜 M₈×M₇ 组合的分离群体仅有 3 个适合性检验统计量与模型的分布不一致,表明其适合性较好,因此确定 D-0 模型,即“1 对加性-显性主基因+加性-显性-上位性多基因”模型为黄瓜耐盐性遗传分析的最佳模型。

表 3 黄瓜 M8×M7 组合耐盐性遗传分析模型的极大似然函数值和 AIC 值

Table 3 Max-likelihood-value and AIC value of models which were genetic analysis of salt-tolerance for cross M8×M7 in cucumber

模型 Model	极大似然值 Max-likelihood-value	AIC 值 AIC value	模型 Model	极大似然值 Max-likelihood-value	AIC 值 AIC value
A-1	-609.994	1 227.988	D-0	-595.312	1 214.623
A-2	-612.955	1 231.910	D-1	-598.440	1 214.880
A-3	-623.930	1 253.859	D-2	-598.440	1 212.881
A-4	-652.275	1 310.551	D-3	-604.067	1 224.134
B-1	-595.023	1 210.046	D-4	-600.619	1 217.239
B-2	-605.119	1 222.237	E-0	-595.138	1 226.276
B-3	-646.582	1 301.163	E-1	-594.472	1 218.943
B-4	-615.348	1 236.696	E-2	-603.507	1 229.015
B-5	-619.883	1 247.766	E-3	-602.620	1 223.240
B-6	-619.890	1 245.780	E-4	-604.197	1 224.395
C-0	-597.997	1 215.993	E-5	-604.308	1 226.617
C-1	-610.397	1 234.795	E-6	-	-

表 4 黄瓜耐盐性遗传分析备选模型的适合性检验

Table 4 Test for fitness of candidate models which were genetic analysis of salt-tolerance of cucumber

模型 Model	世代 Generation	统计量 Statistic				
		U ₁ ²	U ₂ ²	U ₃ ²	_n W ²	D _n
B-1	P ₁	0.009(0.923 3)	0.045(0.831 7)	1.495 **	0.327 6(>0.05)	0.236 7(>0.05)
	P ₂	0.227(0.633 7)	0.001(0.970 7)	2.886 **	0.278 2(>0.05)	0.263 4 **
	F ₁	0.234(0.628 8)	0.243(0.622 4)	0.010(0.922 2)	0.270 8(>0.05)	0.256 3(>0.05)
	B ₁	1.263 **	1.137 **	0.008(0.929 8)	0.308 9(>0.05)	0.198 **
	B ₂	0.020(0.887 2)	0.091(0.762 9)	0.432(0.510 9)	0.223 8(>0.05)	0.171 8(>0.05)
	F ₂	0.944 **	1.134 **	0.246(0.620 2)	0.436 7(>0.05)	0.175 2 **
D-0	P ₁	0.012(0.911 5)	0.173(0.677 6)	1.520 **	0.329 5(>0.05)	0.243 7(>0.05)
	P ₂	0.038(0.846 0)	0.043(0.835 7)	2.502 **	0.249 5(>0.05)	0.242 3(>0.05)
	F ₁	0.039(0.843 3)	0.036(0.849 5)	0.000(0.994 6)	0.247 6(>0.05)	0.235 5(>0.05)
	B ₁	0.001(0.969 8)	0.017(0.895 5)	0.144(0.704 8)	0.197 3(>0.05)	0.155 9 (>0.05)
	B ₂	0.008(0.927 8)	0.001(0.978 3)	0.059(0.808 5)	0.205 6(>0.05)	0.155 1(>0.05)
	F ₂	0.094(0.759 2)	0.032(0.858 5)	0.225(0.635 2)	0.346 7(>0.05)	0.128 5 **

续表 4 Continue table 4

模型 Model	世代 Generation	统计量 Statistic				
		U_1^2	U_2^2	U_3^2	${}_nW^2$	D_n
D-2	P ₁	1.957**	2.476**	0.767**	0.5166**	0.3281**
	P ₂	2.021**	0.735**	4.312**	0.4744**	0.3259**
	F ₁	0.001(0.9715)	0.002(0.9601)	0.004(0.9510)	0.2402(>0.05)	0.2186(>0.05)
	B ₁	7.203**	6.664**	0.005(0.9451)	0.8582**	0.2673**
	B ₂	0.169(0.6810)	0.167(0.6832)	0.002(0.9681)	0.2178(>0.05)	0.1743(>0.05)
	F ₂	0.076(0.7835)	0.014(0.9053)	0.346(0.5562)	0.3494(>0.05)	0.1312**

注: ** 表示在 0.05 水平上差异显著; 括号内数字为适合性检验标准值。

Note: ** indicate difference at 5% level, Numbers in bracket are criterion of fit.

2.3 黄瓜耐盐性遗传分析最适模型的参数估计

由表 5 可以看出, 黄瓜 $M_8 \times M_7$ 组合的耐盐性遗传主基因加性效应 d 值为 -1.8984 , d 为负值说明黄瓜盐害级别遗传存在加性负效应, 有降低黄瓜盐害级别的作用; 显性效应 h 值为 0.1162 , h 为正值表明黄瓜盐害级别遗传存在显性正效应, 倾向于盐害级别高的亲本。但是由于 $-1 < h/d < 0$, 说明在黄瓜盐害级别遗传中, 倾向于表现耐盐性状。B₁、F₂ 的主基因遗传率均高于多基因遗传率, 其中 F₂ 世代的主基因遗传率最高, 为 63.2456% , 其多基因

遗传率为 0 , 说明 F₂ 世代的黄瓜盐害级别的遗传由 1 对主基因控制。B₂ 世代的主基因+多基因遗传率最高, 为 65.4221% , 但是 B₂ 世代的主基因遗传率 (28.9171%) 低于多基因遗传率 (36.5050%), 表明黄瓜盐害级别的遗传受多基因影响较大, 因此在黄瓜耐盐性育种时, 不宜进行早代选择。B₁、B₂ 和 F₂ 世代的环境方差占表型方差的比例分别为 39.9172% , 34.5779% 和 36.7544% , 说明环境对黄瓜耐盐性的遗传影响很大, 生长环境中的盐分会影响黄瓜幼苗的正常生长。

表 5 黄瓜幼苗耐盐性的遗传参数估计

Table 5 Estimates on the genetic parameters of cucumber salt-tolerance at seeding stage

一阶参数 1st parameter	估计值 Estimate	二阶参数 2nd parameter	估计值 Estimate		
			B ₁	B ₂	F ₂
m_1	3.0984	环境方差 σ_e^2	1.0604	1.0604	1.0604
m_2	2.4504	表型方差 σ_p^2	2.6565	3.0667	2.8851
m_3	3.8349	多基因方差 σ_{pg}^2	0.4695	1.1195	0.0000
m_4	3.6491	主基因方差 σ_{mg}^2	1.1266	0.8868	1.8247
m_5	2.4645	主基因遗传率/% h_{mg}^2	42.4092	28.9171	63.2456
m_6	3.4116	多基因遗传率/% h_{pg}^2	17.6736	36.5050	0.0000
d	-1.8984	主基因+多基因遗传率/% h_{mg+pg}^2	60.0828	65.4221	63.2456
h	0.1162	环境方差占表型方差的比例/% $1-h_{mg+pg}^2$	39.9172	34.5779	36.7544

注: $m_1, m_2, m_3, m_4, m_5, m_6$. 分别为 P₁, F₁, P₂, B₁, B₂, F₂ 的平均; d . 主基因加性效应; h . 主基因显性效应。

Note: $m_1, m_2, m_3, m_4, m_5, m_6$. The mean of P₁, F₁, P₂, B₁, B₂, F₂, respectively; d . Major gene additive effect; h . Major gene dominance effect.

3 讨论

土壤盐渍化已成为国内外设施蔬菜栽培中普遍存在的问题, 严重影响栽培设施的利用效率及设施蔬菜的可持续高效发展。顾兴芳等^[15]认为, 黄瓜幼苗期各性状的遗传基本符合加性-显性模型。本研究结果表明, 盐胁迫下的黄瓜幼苗盐害级别为 1 对加性-显性主基因+加性-显性-上位性多基因遗传, 分离世代 B₁、B₂、F₂ 的主基因+多基因遗传率为 $60.0828\% \sim 65.4221\%$ 。3 个分离世代的环境方差占表型方差的比例较大, 说明环境对黄瓜盐害级别分布的影响很大。

耐盐性是与其他抗性密切相关的一个数量性

状, 其遗传规律非常复杂, 有关不同环境下耐盐性的遗传研究结果也不尽相同。杨庆利等^[5]采用完全双列杂交方法, 对水稻 7 个耐盐性品种苗期耐盐性的遗传研究发现, 其遗传变异存在加性和显性效应; 邱杨等^[6]针对小白菜耐盐性的遗传研究也得出同样的结论, 这与本研究结果一致; 姚明哲等^[4]对水稻苗期的耐盐性进行研究后认为, 盐害级别的遗传变异受 2 对加性-显性-上位性主基因+加性-显性多基因控制; 刘翔^[11]研究认为, 番茄耐盐性遗传受环境的影响较小, 可以在早期世代进行筛选, 与本试验的研究结果不同, 这可能是由于不同种类或同一种类的不同品种间存在差异, 以及试验条件或分析方法不尽相同所引起的, 具体原因还有待进一步研究和分析。

本研究采用数量性状主基因+多基因遗传分析方法,发现黄瓜耐盐性遗传受 1 对加性-显性主基因+多基因控制,且多基因和环境对黄瓜的耐盐性有较大影响,所以不太可能在早代育成携带耐盐基因的材料,阐明了黄瓜幼苗期耐盐性的遗传机制;本研究还发现, F_2 世代的多基因遗传率为 0,即其耐盐性遗传主要受 1 个主基因控制,说明在加性负效应较大的情况下,运用杂交育种法也有望育成携带耐盐基因的品种,但这还有待于在以后的育种工作中进行验证和进一步研究。

[参考文献]

- [1] 刘丽英,邓 莲,任华中. 黄瓜遗传与育种研究进展 [J]. 园艺学进展,2006(7):454-458.
Liu L Y,Deng L,Ren H Z. Research progress on heredity and breeding of cucumber [J]. The Evolution of Horticulture,2006 (7):454-458. (in Chinese)
- [2] 杨晓玲,侯正仿,季 静. 耐盐植物育种研究进展 [J]. 中国农学通报,2008,24(8):213-216.
Yang X L,Hou Z F,ji J. Researching advance in plant breeding with salt-tolerance [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2008,24(8):213-216. (in Chinese)
- [3] 魏国强,朱祝军,方学智,等. NaCl 胁迫对不同品种黄瓜幼苗生长、叶绿素荧光特性和活性氧代谢的影响 [J]. 中国农业科学, 2004,37(11):1754-1759.
Wei G Q,Zhu Z J,Fang X Z,et al. The effects of NaCl stress on plant growth, chlorophyll fluorescence characteristics and active oxygen metabolism in seedlings of different cucumber cultivars [J]. China Agricultural Sciences,2004,37(11):1754-1759. (in Chinese)
- [4] 姚明哲,王建飞,陈宏友,等. 太湖流域粳稻地方品种韭菜青的苗期耐盐性遗传分析 [J]. 中国水稻科学,2004,18(6):503-506.
Yao M Z,Wang J F,Chen H Y,et al. Genetic analysis of salt tolerance in Japonica rice landrace Jiucaiqing form Taihu lake region in China [J]. Chinese J Rice Sciences,2004,18(6):503-506. (in Chinese)
- [5] 杨庆利,王建飞,丁俊杰,等. 7 个水稻品种苗期耐盐性的遗传分析 [J]. 南京农业大学学报,2004,27(4):6-10.
Yang Q L,Wang J F,Ding J J,et al. Inheritance of salt tolerance in some rice cultivars at the seedling stage [J]. Journal of Nanjing Agricultural University, 2004, 27 (4): 6-10. (in Chinese)
- [6] 邱 杨,李锡香. 小白菜耐盐性的遗传分析 [J]. 中国蔬菜, 2009(4):21-25.
Qiu Y,Li X X. Genetic analysis of salinity tolerance in *Brassica campestris* L. ssp. [J]. China Vegetables,2009(4):21-25. (in Chinese)
- [7] 罗庆云,刘友良,章元明,等. 苗期栽培大豆 Cl^- 耐性的遗传分析 [J]. 大豆科学,2006,25(4):390-394.
Luo Q Y,Liu Y L, Zhang Y M,et al. Inheritance of Cl^- tolerance of *Glycine max* cultivars in seedlings [J]. Soybean Science,2006,25(4):390-394. (in Chinese)
- [8] 胡婷婷,刘 超,王建康,等. 水稻耐盐基因遗传及耐盐育种研究 [J]. 分子植物育种,2009,7(1):110-116.
Hu T T,Liu C,Wang J K,et al. Progress of genetic and breeding on salt tolerance in rice [J]. Molecular Plant Breeding, 2009,7(1):110-116. (in Chinese)
- [9] 高树仁,崔美燕. 玉米苗期耐盐性的遗传分析 [J]. 黑龙江八一农垦大学学报,2009,21(6):1-3.
Gao S R,Cui M Y. Heredity analysis of salt-tolerance of maize at seedling stage [J]. Journal of Heilongjiang Bayi Agricultural University,2009,21(6):1-3. (in Chinese)
- [10] 罗庆云,於丙军,刘友良,等. 栽培大豆耐盐性的主基因+多基因混合遗传分析 [J]. 大豆科学,2004,23(4):239-244.
Luo Q Y,Yu B J,Liu Y L,et al. The mixed inheritance analysis of salt tolerance in cultivars of *Glycine max* [J]. Soybean Science,2004,23(4):239-244. (in Chinese)
- [11] 刘 翔. 番茄耐盐相关性状的遗传研究 [D]. 辽宁沈阳:沈阳农业大学,2007.
Liu X. A study for the correlated character of tomato salt-tolerance inheritance [D]. Shenyang, Liaoning: Shenyang Agricultural University,2007. (in Chinese)
- [12] 董志刚,孟焕文,程智慧. 黄瓜品种资源芽苗期和幼苗期耐盐性及其评价指标研究 [J]. 干旱地区农业研究,2008,26(4):156-161.
Dong Z G,Meng H W,Cheng Z H. Salt tolerance and appraisalment indices of cucumber in sprout stage and seedling stage [J]. Agricultural Research in the Arid Areas,2008,26 (4):156-161. (in Chinese)
- [13] 张云起,刘世琦,杨凤娟,等. 耐盐西瓜砧木筛选及其耐盐机理的研究 [J]. 西北农业学报,2003,12(4):105-108.
Zhang Y Q,Liu S Q,Yang F J,et al. Study on the screening of salt-tolerant watermelon stock and mechanism of salt-tolerance [J]. Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica, 2003,12(4):105-108. (in Chinese)
- [14] 盖钧镒,章元明,王建康. 植物数量性状遗传体系 [M]. 北京:科学出版社,2003:224-260.
Gai J Y,Zhang Y M,Wang J K. Genetic system of quantitative traits in plants [M]. Beijing: Science Press, 2003: 224-260. (in Chinese)
- [15] 顾兴芳,张春震,封林林,等. 保护地黄瓜苗期性状遗传分析 [J]. 园艺学报,2002,29(5):443-446.
Gu X F,Zhang C Z,Feng L L,et al. Genetic analysis of some seeding characters in protected cucumber [J]. Acta Horticulture Sinica,2002,29(5):443-446. (in Chinese)