

茄子可溶性糖的主基因+多基因遗传分析

房桂萍, 范孟媛, 成玉富*, 杨旭, 陈学好

扬州大学园艺与植物保护学院 江苏扬州

【摘要】本研究以三个高代自交系茄 19-37、茄 19-38 和茄 19-31, 配制成两个杂交组合, 组合一为茄 19-37 和茄 19-38 杂交, 组合二为茄 19-37 与茄 19-31 杂交, 再分别进行自交、回交, 建成 P₁、P₂、F₁、F₂、B₁、B₂ 六个世代, 当果实达到可食用成熟度时采下, 使用蒽酮-硫酸比色法测定茄子果实可溶性糖含量, 利用主基因+多基因混合遗传模型分析法研究可溶性糖的遗传规律。结果表明: 两个杂交组合可溶性糖的 F₂、B₁、B₂ 三个分离群体均符合连续变异和正态分布, 符合多基因控制的遗传规律, 经过分析得出两个组合可溶性糖的遗传特性均适用于 B-1 模型, 即 2 对主基因加性-显性-上位性模型, 两个组合的 B₂ 群体受到的主基因遗传率较高, 两个组合的 F₂ 群体遗传受到的环境影响比较大, 说明不适宜早期选种, 适合在较晚时选种。研究结果可为茄子品质遗传和新品种选育提供理论依据。

【关键词】茄子; 可溶性糖; 遗传; 主基因; 多基因

Genetic Analysis of the Main Gene + Polygene of Soluble Sugar in Eggplant

GuiPing Fang, Mengyuan Fan, Yufu Cheng*, Xu Yang, Xuehao Chen

Yangzhou University, School of Horticulture and Plant Protection, Yangzhou University, Yangzhou

【Abstract】In this study, three high-generation inbred lines of eggplant 19-37, eggplant 19-38 and 19-31 were used to prepare two hybrid combinations for selfing and backcrossing, respectively, and six generations of P₁, P₂, F₁, F₂, B₁ and B₂ were established. When the fruit reached edible maturity, the soluble sugar content of eggplant fruit was determined by anthrone-sulfuric acid colorimetry, and the genetic law of soluble sugar was studied by the main gene + polygene mixed genetic model analysis. The results showed that the F₂, B₁ and B₂ segregation populations of soluble sugar in eggplant hybrid combinations were in line with continuous variation and normal distribution, which was in line with the genetic law of multi-gene control. After analysis, it was concluded that the genetic characteristics of soluble sugar in the two combinations were suitable for the B-1 model, namely, the additive-dominant-epistatic model of two pairs of main genes. The B₂ population of the two combinations was subject to a high genetic rate of main genes, and the F₂ population of the two combinations was subject to a relatively large environmental impact, indicating that it was not suitable for early selection and suitable for late selection. The results can provide theoretical basis for quality inheritance and new variety breeding of eggplant.

【Keywords】Eggplant; Soluble sugar; Heredity; Major gene; Polygene

茄子 (*Solanum melongena* L.) 别名落苏、酪酥、昆仑紫瓜、茄瓜等, 属于茄科茄属的茄果类蔬菜。茄子有着良好的适应能力, 是世界上最受欢迎的主要蔬菜之一, 也是中国主要的蔬菜种类之一, 栽培面积广而大, 在露地和保护地设施栽培, 在蔬

菜生产中占有重要地位。茄子富含多种营养, 包括多种有机物以及多种微量矿质元素, 其中可溶性糖是果蔬产品的重要营养指标, 是植物代谢和能量暂储的主要形式, 也是主要的光合产物, 可以调节植物的生长发育和形态构成, 关系着植物的生长发育、

*通讯作者: 成玉富

呼吸代谢、产量的形成和品质等各个方面(姜东等, 2001)(马琴国等, 2009)。

对于茄子的可溶性糖研究主要集中在相关性分析和差异性分析中,(邹敏等, 2019)对茄子的植物学性状与品质性状的相关性分析发现不同植物学性状茄子果实中, 储存时间越长, 果实中可溶性糖含量越少。(王静等, 2005)对单性结实的茄子果实与授粉的果实进行可溶性糖的差异性分析发现果实不授粉的情况下, 果实的可溶性糖含量接近已授粉果实, 两者差异不大。对于茄子可溶性糖的遗传性研究较少, 本实验利用三个茄子自交系为试材, 配制成 F₁ 杂交组合, 分别进行自交、回交, 建成 P₁、P₂、F₁、F₂、B₁、B₂ 六个世代, 研究茄子可溶性糖的遗传规律, 为茄子新品种选育提供理论依据和实践指导。

1 结果与分析

1.1 分离世代可溶性糖的统计分析

通过对两个组合 6 个世代统计分析发现(表 1, 表 2), F₂、B₁、B₂ 均值和变异系数均大于亲本, 说明具有杂种优势且后代分离差异较大。组合一茄 19-37×茄 19-38 的 F₂ 代变异系数为 32.65%, 明显大于亲本, 回交后代分离差异较大。组合二茄 19-37

茄×19-31 的 F₂、B₁、B₂ 三个世代变异系数为 20.67%、39.73%和 36.90%, 同样明显大于亲本, 分离差异较大, 需要进行下一步分析。

1.2 最优模型的确定

本研究利用极大对数似然法计算得到两个组合 6 个世代可溶性糖的 24 种遗传模型的极大对数似然值和 AIC 值(表 3, 表 4)。根据 AIC 值最小原则, 组合一 B-1 模型 AIC 值最小为 38.2892, 可能为最佳模型, 其次为 B-2 模型与之相近, 挑选为候选模型。同样, 组合二中 B-1 模型 AIC 值最小为 1608.237, 可能为最佳模型, 挑选 C-0 的 AIC 数值为 1656.552 与之相近的模型为候选模型。

对两个组合模型进行适合性检验(表 5, 表 6) $U_1^2 U_2^2 U_3^2$ (均匀性检验), nW^2 (Smirnov 检验) 及 D_n (Kolmogorov 检验) 选择最优遗传模型, 组合一中 B-2 模型有 1 个参数出现了 $P < 0.05$ 的模型, B-1 模型没有出现 $P < 0.05$ 的模型, 组合二中 C-0 模型 3 个参数出现显著性差异, B-1 模型中的参数没有出现显著性差异, 根据备选模型适合性检验中选择统计量达到显著水平个数最少这一原则(曹锡文等, 2013), 组合一与组合二选择 B-1 模型为两个组合的最佳模型。

表 1 茄子组合一 6 世代可溶性糖含量的统计分析

世代 Generation	最小值 Min	最大值 Max	极差 Range	均值 Mean	变异系数/% CV (%)
P ₁	0.836	1.210	0.974	1.190	15.60%
P ₂	0.832	1.436	0.604	0.971	12.23%
F ₁	0.804	1.377	0.573	1.030	17.56%
F ₂	0.552	2.918	2.566	1.755	32.65%
BC ₁	0.673	1.492	0.819	1.108	17.81%
BC ₂	0.858	1.992	1.134	1.441	19.74%

表 2 茄子组合二 6 世代可溶性糖含量的统计分析

世代 Generation	最小值 Min	最大值 Max	极差 Range	均值 Mean	变异系数/% CV (%)
P ₁	0.751	1.228	0.477	1.190	14.80%
P ₂	0.906	1.535	0.629	1.102	13.57%
F ₁	1.484	2.641	1.157	2.044	12.40%
F ₂	1.552	2.731	1.179	1.978	20.67%
BC ₁	0.496	2.392	1.896	1.229	39.73%
BC ₂	0.758	2.437	1.679	1.452	36.90%

表 3 茄子组合可溶性糖的遗传模型的极大对数似然值和 AIC 值

模型 Model	极大对数似然值 Max-likelihood values	AIC	模型 Model	极大对数似然值 Max-likelihood values	AIC
A-1	-22.8451	53.6903	D-0	-15.6833	55.3666
A-2	-91.9235	189.847	D-1	-20.1924	58.3848
A-3	-100.9799	207.9597	D-2	-34.1316	84.2632
A-4	-56.3956	118.7912	D-3	-39.7299	95.4598
B-1	-9.1446	38.2892	D-4	-22.9648	61.9295
B-2	-17.2077	46.4154	E-0	-10.4418	56.8836
B-3	-113.426	234.852	E-1	-16.4107	62.8214
B-4	-92.6904	191.3807	E-2	-20.7698	63.5396
B-5	-100.0192	208.0384	E-3	-19.5084	57.0169
B-6	-100.98	207.9599	E-4	-25.7839	67.5677
C-0	-25.0772	70.1543	E-5	-39.7273	97.4545
C-1	-45.0562	104.1124	E-6	-39.7271	95.4543

表 4 茄子组合二可溶性糖的遗传模型的极大对数似然值和 AIC 值

模型 Model	极大对数似然值 Max-likelihood values	AIC	模型 Model	极大对数似然值 Max-likelihood values	AIC
A-1	-859.9357	1727.871	D-0	-818.2764	1660.553
A-2	-860.2671	1726.534	D-1	-831.0874	1680.175
A-3	-859.9361	1725.872	D-2	-830.4933	1676.987
A-4	-857.7317	1721.463	D-3	-830.4933	1676.987
B-1	-794.1188	1608.237	D-4	-830.4934	1676.987
B-2	-858.8303	1729.661	E-0	-816.455	1668.91
B-3	-861.7616	1731.523	E-1	-819.8765	1669.753
B-4	-860.2434	1726.487	E-2	-830.4936	1682.987
B-5	-859.2278	1726.456	E-3	-824.2733	1666.547
B-6	-860.0166	1726.033	E-4	-830.4933	1676.987
C-0	-818.2762	1656.552	E-5	-832.4191	1682.838
C-1	-830.5756	1675.151	E-6	-830.4933	1676.987

2 结论与分析

主基因+多基因多世代联合分析法在多种作物的数量性状遗传研究中均有应用。对作物产量和品质性状的进行遗传分析研究,如(陈国清等,2021)利用2个品种组合的杂交使用六世代联合分析方法,对影响玉米产量的相关的8个性状进行了分析,(牟大林等,2021)对花生的脂肪和蛋白质性状进行研究发现遗传模型分别为PG-AD模型和MX1-AD-ADI模型;对植物的表型性状进行遗传分析研究,如(江建华等,2021)研究水稻核不育不同性状柱头的遗

传规律,(张子默等,2019)以常温为对比,研究了高温下黄瓜幼苗下胚轴长度遗传模型,发现不同温度下遗传效应不同。研究植物的颜色性状遗传也可以使用此分析法,可利用色差仪或者对植物部位进行叶绿素或者花色苷测定等方法赋值作为数量性状进行研究,如(姜珊等,2020)利用色差仪测定粉色系月季杂交后代花色表型值,分析杂交后代花色的遗传规律,(王倩等,2020)通过测定茄子植株同一叶位的叶绿素相对含量进行六世代遗传分析等。

前人对茄子可溶性糖的研究分析多以外界条件下为背景分析差异, 在其他果实中可溶性糖的遗传规律的研究很多, 如(栾非时, 2014)对西瓜中心与边缘果实部分进行可溶性糖的遗传分析, 结果表明不同可溶性糖类型遗传模型不同, 不同部位同一种糖含量遗传模型不一定相同, 但均为主基因+多基因的数量性状遗传, 与本研究结果相似。(任婧, 2

018)对不同含糖量的番茄品种杂交构建六世代群体, 对果实的可溶性糖含量进行遗传分析, 发现遗传模型为MX1-AD-ADI模型, 以多基因效应遗传为主。(陈银根, 2009)将高果糖黄瓜果实和低果糖黄瓜果实进行杂交自交回交得到六世代进行遗传分析, 结果由一对加性-显性主基因+加性-显性-上位性多基因控制, 但以主基因遗传为主。

表 5 茄子组合一可溶性糖的遗传模型的适合性检验

模型 Model	世代 Generation	U_1^2	U_2^2	U_3^2	nW^2	D_n
B-1	P ₁	0.7325 (0.3921)	0.6846 (0.408)	0 (0.996)	0.1008 (>0.05)	0.0666 (>0.05)
	F ₁	0.3085 (0.5786)	0.1945 (0.6592)	0.1499 (0.6986)	0.0791 (>0.05)	0.0674 (>0.05)
	P ₂	0.3029 (0.5821)	0.2724 (0.6017)	0.0019 (0.9651)	0.1164 (>0.05)	0.0625 (>0.05)
	B ₁	0.016 (0.8993)	0.0916 (0.7622)	0.5195 (0.4711)	0.0689 (>0.05)	0.0229 (>0.05)
	B ₂	0.007 (0.9117)	0.0165 (0.8978)	0.0071 (0.9327)	0.0553 (>0.05)	0.0214 (>0.05)
	F ₂	0.0664 (0.7966)	0.1287 (0.7198)	0.1907 (0.6624)	0.05 (>0.05)	0.0246 (>0.05)
B-2	P ₁	6.3365 (0.0118)	7.5187 (0.0061)	1.4857 (0.2229)	0.6648 (<0.05)	0.062 (>0.05)
	F ₁	3.7516 (0.0528)	3.9056 (0.0481)	0.1628 (0.6866)	0.4214 (>0.05)	0.0738 (>0.05)
	P ₂	0.1332 (0.7152)	0.0635 (0.8011)	0.1646 (0.6849)	0.0734 (>0.05)	0.0696 (>0.05)
	B ₁	0.5224 (0.4698)	0.6433 (0.4225)	0.1672 (0.6826)	0.0874 (>0.05)	0.0189 (>0.05)
	B ₂	0.3375 (0.5613)	0.1962 (0.6578)	0.2285 (0.6326)	0.1092 (>0.05)	0.036 (>0.05)
	F ₂	0.2968 (0.5859)	0.4714 (0.4923)	0.4051 (0.5245)	0.0848 (>0.05)	0.0311 (>0.05)

注: U_1^2 U_2^2 U_3^2 (均匀性检验); nW^2 (Smirnov 检验); D_n (Kolmogorov 检验);括号前为统计量值, U_1^2 、 U_2^2 、 U_3^2 后括号中的数字为概率水平, nW^2 和 D_n 后括号中的数字为显著性标准。

表 6 茄子组合二可溶性糖的遗传模型的适合性检验

模型 Model	世代 Generation	U_1^2	U_2^2	U_3^2	nW^2	D_n
B-1	P ₁	0.0857 (0.7697)	0.0196(0.8888)	0.3302 (0.5656)	0.0684 (>0.05)	0.1667 (>0.05)
	F ₁	2.0399 (0.2255)	1.1516 (0.2832)	0.1612 (0.6881)	0.1933 (>0.05)	0.4273 (>0.05)
	P ₂	1.4689 (0.799)	0.071 (0.791)	0.006 (0.941)	0.055 (>0.05)	0.161 (>0.05)
	B ₁	0.4865 (0.4855)	0.3541 (0.5518)	0.1031 (0.7481)	0.151 (>0.05)	0.1227 (>0.05)
	B ₂	0.5975 (0.4395)	0.4097 (0.5221)	0.2378 (0.6258)	0.0601 (>0.05)	0.09 (>0.05)
	F ₂	0.0246 (0.8755)	0.1509 (0.6977)	0.896 (0.3438)	0.0709 (>0.05)	0.0896 (>0.05)
C-0	P ₁	0.0028 (0.958)	0.0407 (0.8402)	0.3629 (0.5469)	0.0636 (>0.05)	0.1916 (>0.05)
	F ₁	0.0152 (0.9019)	0.002 (0.988)	0.2891 (0.5908)	0.059 (>0.05)	0.1834 (>0.05)
	P ₂	0 (0.9998)	0.005 (0.9437)	0.0791 (0.7785)	0.0817 (>0.05)	0.2918 (>0.05)
	B ₁	0.185 (0.6671)	0.227 (0.5346)	0.6696 (0.4132)	0.1673 (>0.05)	0.1212 (>0.05)
	B ₂	0.6581 (0.4172)	3.1864 (0.0743)	0.183 (0.669)	0.1479 (>0.05)	0.193 (>0.05)
	F ₂	0.1103 (0.7398)	0.1967 (0.6574)	15.9859 (0)	0.7014 (<0.05)	0.287 (<0.05)

注: U_1^2 U_2^2 U_3^2 (均匀性检验); nW^2 (Smirnov 检验); D_n (Kolmogorov 检验);括号前为统计量值, U_1^2 、 U_2^2 、 U_3^2 后括号中的数字为概率水平, nW^2 和 D_n 后括号中的数字为显著性标准。

本研究以绿色圆茄和白短筒茄为母本, 紫长茄为父本杂交, 组成两个组合 P₁、P₂、F₁、F₂、B₁、B₂ 六个世代, 同时将遗传组合的遗传模型进行比较分析, 结果发现两个茄子杂交组合的遗传模型相同, 为 2 对主基因加性-显性-上位性模型, 两个组合的 F₂ 群体遗传受到的环境影响比较大, 不适宜早期选种, 两个组合的 B₂ 群体受到的主基因遗传率较高, 遗传率为 84.86%~90.99%。此实验获得得可溶性糖遗传模型和各参数之间的差异, 有助于分析茄子可溶性糖的遗传规律。

1.3 遗传模型的参数估计

利用最小二乘法对两个组合的 B-1 模型的成分分布参数进行估算, 得到了两个模型的一阶和二阶遗传参数 (表 7, 表 8)。通过对组合一最优遗传模型的一阶和二阶遗传参数分析可知, 第一主基因的加性效应为-0.2189, 第一主基因的显性效应为-0.2957, 第一主基因的显性度 h_a/d_a 为 1.3508, 第二主基因加性效应为 0.0839, 第二主基因的显性效应为-0.2184, 第二主基因的显性度为-2.6031, 两个主基因的加性互作效应为-0.3653, 两个主基因加性显性互作效应为-0.331, 两个主基因显性加性互作效应为 0.2272, 两个主基因显性互作效应为 0.7333, B₁、B₂、F₂ 分离世代可溶性糖的主基因遗传率 (h_{mg}^2) 分别为 83.9%、84.86%、49.15%, 环境效率 ($1-h^2$) 为 16.1%、15.14%和 50.85%,

表明 B₁、B₂ 果实可溶性糖含量遗传受两对主基因遗传影响比较大, F₂ 世代的可溶性糖主要由两对基因遗传为主, 受环境因素影响很大, 在育种中适合晚期选育品种, 受环境影响较小。

对组合二最优遗传模型的一阶和二阶遗传参数分析可知, 第一主基因的加性效应为-0.3425, 第二主基因加性效应为-0.3425, 第一主基因的显性效应为 246.0474, 第二主基因的显性效应为 40.1116, 第一主基因的显性度 h_a/d_a 为 1.3508, 第二主基因的显性度为-2.6031, 两个主基因的加性互作效应为-4.7684, 两个主基因加性显性互作效应为-1.5712, 两个主基因显性加性互作效应为-207.5069, 两个主基因显性互作效应为-290.0822, B₁、B₂、F₂ 分离世代可溶性糖的主基因遗传率 (h_{mg}^2) 分别为 32.52%、90.99%、34.96%, 环境效率 ($1-h^2$) 为 67.48%、9.01%和 65.04%, 表明 B₂ 世代果实可溶性糖含量遗传受两对主基因遗传影响比较大, B₁、F₂ 世代受环境因素影响很大, 在育种中适合早期选育品种, 受环境影响较小。

3 材料与方法

3.1 试验材料

试验材料: 本试验所用 3 个亲本材料均为自主选育的高代自交系茄 19-27、茄 19-28 和茄 19-31, 茄 19-27 为绿果、绿肉、圆球形果; 茄 19-28 为白果、白肉、短筒形果; 茄 19-31 为紫果、绿肉、长条形果。

表 7 组合一可溶性糖含量最适模型遗传参数估计

一级参数 1 st order parameter	估计值 Estimate	二级参数 2 nd order parameter	估计值 Estimate		
			B ₁	B ₂	F ₂
m	1.3833	σ_{mg}^2	0.1335	0.1436	0.0248
d _a	-0.2189	σ_{pg}^2	-	-	-
d _b	0.0839	$h_{mg}^2(\%)$	83.9	84.86	49.15
h _a	-0.2957	$h_{pg}^2(\%)$	-	-	-
h _b	-0.2148	$h^2(\%)$	83.9	84.86	49.15
i	-0.3653	$1-h^2(\%)$	16.1	15.14	50.85
j _{ab}	-0.331				
j _{ba}	0.2272				
l	0.7333				

注:m:世代平均值;d_a:第一主基因加性效应值;d_b:第二主基因加性效应值;h_a:第一主基因的显性效应;i:两个主基因加性×加性互作;j_{ab}:两主基因加性×显性互作;j_{ba}:两主基因显性×加性互作;l:两主基因显性×显性互作;σ_{mg}²:主基因方差;σ_{pg}²:多基因方差;h_{mg}²:主基因的遗传率;h_{pg}²:多基因的遗传率;h²:主基因+多基因遗传率。1-h²:环境方差占总方差的比例。

表 8 组合一可溶性糖含量最适模型遗传参数估计

一级参数 1 st order parameter	估计值 Estimate	二级参数 2 nd order parameter	估计值 Estimate		
			B ₁	B ₂	F ₂
m	145.5279	σ_{mg}^2	302.4501	6344.545	337.376
da	-0.3425	σ_{pg}^2	-	-	-
db	-0.3425	$h_{mg}^2(\%)$	32.52	90.99	34.96
ha	246.0474	$h_{pg}^2(\%)$	-	-	-
hb	40.1116	$h^2(\%)$	32.52	90.99	34.96
i	-4.7684	$1-h^2(\%)$	67.48	9.01	65.04
jab	-1.5712				
jba	-207.5069				
l	-290.0822				

注:m:世代平均值;da:第一主基因加性效应值;db:第二主基因加性效应值;ha:第一主基因的显性效应;i:两个主基因加性×加性互作;jab:两主基因加性×显性互作;jba:两主基因显性×加性互作;l:两主基因显性×显性互作; σ_{mg}^2 :主基因方差; σ_{pg}^2 :多基因方差; h_{mg}^2 :主基因的遗传率; h_{pg}^2 :多基因的遗传率; h^2 :主基因+多基因遗传率。1-h²:环境方差占总方差的比例。

2019 年将亲本材料配制成两个杂交组合，组合一为茄 19-27×茄 19-28,组合二为 19-28×茄 19-31, 2020 年进行回交、自交，得到两个组合的 6 个世代群体，2021 年 3 月将两个组合 6 个世代群体定植大田，双行定植，行距 60 cm，株距 45 cm，其中亲本 P₁ 和 P₂ 栽植 30 株，F₁ 栽植 50 株，F₂、B₁ 和 B₂ 各栽植 120 株，田间常规管理。

3.2 测定可溶性糖方法

当茄子果实达到可食用成熟度时采下，每株茄子植株取一个样，每个样三次重复，称取部分果实放入烘干机中烘干，磨碎过 80 目筛，每个样称取 0.05 g 左右干样，采用蒽酮-硫酸比色法，用分光光度计测定茄子果实中的可溶性糖含量。

3.3 统计分析方法

采用（曹锡文 等，2013）的 Windows 版本软件包 SEA 在 R 语言环境下对茄子 6 个世代的测定可溶性糖含量进行数据分析，利用主基因+多基因多个世代联合分析的方法（盖钧镒,2005），根据模型代码的遗传模型和含义确定其是否受主基因加多基因控制，确定最终遗传模型。

参考文献

[1] 姜东,于振文,李永庚,余松烈,2001,冬小麦叶茎可溶性糖含量变化及其与籽粒淀粉积累的关系,麦类作物学报,

(03):38-41

[2] 马琴国,王引权,赵勇.2009,蒽酮-硫酸比色法测定党参中可溶性糖含量的研究,甘肃中医学院学报,26(06):46-48

[3] 邹敏,王永清,杨洋,王之劲,陶涛,田时炳,2019,茄子果实植物学性状与品质性状相关分析,江苏农业科学,47(13):171-174

[4] 王静,张伟春,魏毓棠,何明,山春.2005,茄子单性结实的果实内可溶性糖、蛋白质含量变化的研究,辽宁农业科学,(01):38-39

[5] 曹锡文,刘兵,章元明,2013,植物数量性状分离分析 Windows 软件包 SEA 的研制,南京农业大学学报,36(6) :1-6

[6] 陈国清,陈小晖,彭长俊,等.玉米产量相关性状六世代主-多基因遗传分析[A].2012 年全国玉米遗传育种学术研讨会暨新品种展示观摩会论文及摘要集[C].中国作物学会玉米专业委员会、农业部玉米生物学与遗传育种重点实验室:中国作物学会,2012:10

[7] 牟大林,韩笑,李雪莹,姚丹,杨松楠,曲艺伟,梁嘉宁,张君,2021,花生主要品质性状的主基因+多基因遗传分析,花生学报,50(01):41-44+49

[8] 江建华,张武汉,党小景,荣慧,叶琴,胡长敏,张瑛,何强,王德正,2021,水稻核不育系柱头性状的主基因+多基因遗传分析,作物学报,47(07):1215-1227

- [9] 张子默,卢俊成,齐晓花,2019,高温下黄瓜幼苗下胚轴长度遗传效应的研究,分子植物育种,17(04):1326-1332
- [10] 姜珊,吴钰滢,易星湾,徐庭亮,程堂仁,王佳,张启翔,潘会堂,2020,粉色系月季杂交后代花色性状遗传分析,江苏农业学报,36(06):1529-1536
- [11] 王倩,崔庭源,孙国胜,马志虎,张长青,2020,茄子叶色性状的主基因+多基因遗传模型分析,金陵科技学院学报,36(02):88-92
- [12] 栾非时,王凤娇,高鹏,2014,西瓜果实可溶性糖含量的遗传分析,东北农业大学学报,45(09):25-33
- [13] 任婧,2018,番茄果实可溶性糖含量遗传规律的研究及 QTL 定位,东北农业大学,导师:李景富,pp.30-33
- [14] 陈银根,2009,黄瓜果实可溶性糖含量遗传效应的初步研究,扬州大学,导师:陈学好,徐强,pp.50-56
- [15] 盖钧镒,2005,植物数量性状遗传体系的分离分析方法研究,遗传,27(1):130-136

收稿日期: 2022 年 3 月 5 日

出刊日期: 2022 年 6 月 24 日

引用本文: 房桂萍, 范孟媛, 成玉富, 杨旭, 陈学好, 茄子可溶性糖的主基因+多基因遗传分析[J]. 农业与食品科学, 2022, 2(1): 23-29
DOI: 10.12208/j.jafs.20220004

检索信息: 中国知网 (CNKI Scholar)、万方数据 (WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

版权声明: ©2022 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS