

黄瓜无毛突变体的生理特性研究

马德华¹ 庞金安¹ 温晓刚² 李淑菊¹ 霍振荣¹ 林世青²

(¹ 天津市黄瓜研究所, 天津 300192; ² 中国科学院植物研究所, 北京 100093)

摘要: 黄瓜无毛突变体与普通黄瓜相比, 幼苗的各种性状均没有明显变化; 成株矮化明显, 雌花数降低, 产量明显下降, 但雌花节率没有明显变化, 蒸腾速率、气孔导度较高, 其他光合作用指标没有明显变化。遗传研究表明, 无毛性状是由一对核基因控制的隐性性状。

关键词: 黄瓜; 无毛; 生理特性; 遗传

中图分类号: S 642.2; Q 945 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2002) 03-0282-03

1 目的、材料与方法

1999 年秋天在 45 株黄瓜育种材料中发现了 3 株具“无毛”性状的突变体^[1]。本试验对其部分特性和遗传规律进行研究, 为将其作为形态标记性状的应用打下基础。2001 年春天在日光温室中以无毛黄瓜突变株自交系和突变来源的普通黄瓜自交系为试料, 3 月 12 日播种, 4 月 28 日 3 叶 1 心时定植。形态特征采用观察和直尺测量, 幼苗在 3 叶 1 心时测定, 成株于盛瓜期测定。幼苗茎粗为下胚轴的粗度, 成株茎粗为从龙头起第 4~5 片叶中间茎的粗度。叶绿素和光合作用测定, 幼苗取上部第 1 片完全展开叶, 成株取上部第 4 片完全展开叶。光合作用采用 Li-6400 型光合测定仪测定, 利用 6400 PS 冷光源提供稳定的光照。测定时温度为 (23 ± 1) , CO_2 浓度为 $(400 \pm 10) \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$, 空气湿度为 25%~30%, 光量子通量密度 (PFD) 为 $600 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。由光合测定仪直接读出净光合速率 (Pn)、蒸腾速率 (Tr)、气孔导度 (Gs)。计算羧化效率 (CE) 和表观量子效率 (AQE), 测定叶绿素荧光动力学参数。以上测定均重复 3~4 次。2000 年春天, 我们利用无毛黄瓜自交系分别和 2 个普通黄瓜高代自交系 P17、F51 杂交 (包括正反交), 获得 F_1 。秋季种植并鉴定 F_1 , 同时 F_1 分别自交获得 F_2 , 并分别和无毛黄瓜自交系回交获得 BC_1 、 BC_2 。2001 年春天, 种植并鉴定 F_2 和 BC_1 、 BC_2 。

2 结果与分析

2.1 光合作用特性

本试验中的无毛黄瓜单株自交采种, 经多次种植观察, 其表现型与当年被发现时的表现一致, 表明其是可以稳定遗传的无毛性状。

2001 年研究结果表明, 和普通黄瓜相比较, 无毛黄瓜在幼苗期株高、茎粗、叶片数、叶面积、叶片鲜样质量甚至霜霉病病情指数方面均没有明显差异 (表 1)。而在植株生长至拉秧时, 无毛黄瓜具有明显的“矮化”现象。除茎粗外, 株高仅为普通植株的 63.16%, 叶片数为普通植株的 76.47%, 干样质量为普通植株的 55.91% (茎粗无显著差异)。叶片数减少, 雌花数也降低, (普通黄瓜为 7.4 个/株, 无毛黄瓜仅为 5.4 个/株), 同时单瓜质量较小 (普通黄瓜为 206 g, 无毛黄瓜仅为 152 g)。无毛黄瓜植株产量明显降低, 前期产量和总产量分别为普通植株的 46.67% 和 46.90%, 差异均达到显著或极显著水平。而雌花节率差异不明显, 分别为 27.1% 和 25.8%。研究还发现, 在春、夏、秋季种植, 无毛黄瓜均明显矮化, 但叶片颜色无明显变化。这与 Robinson^[2]所报道的无毛黄瓜叶片在高

收稿日期: 2001-12-07; 修回日期: 2002-02-25

基金项目: 天津市青年科学基金资助项目 (003701211)

温表现出缺铁黄化症状有所不同。

表 1 无毛黄瓜植株形态特性

Table 1 Morphological characteristic of glabrous cucumber plant

材 料 Materials	类 型 Type	株 高 Height (cm)	茎 粗 Stem diameter (cm)	叶 片 数 Number of leaf	叶 面 积 Leaf area (cm ² /plant)	叶片鲜样质量 Fresh mass of leaf (mg/cm ²)	植株干样质量 Dry mass of plant (g/5 plants)	霜霉病情指数 Disease index of downy mildew
幼 苗 Seedling	普通 Normal	8.65 ±0.51	0.606 ±0.021	3.45 ±0.12	145.61 ±1.45	24.45 ±0.21	9.96 ±0.21	53.21 ±2.45
	无毛 Glabrous	8.46 ±0.42	0.599 ±0.025	3.12 ±0.06	132.02 ±1.33	24.37 ±0.28	9.78 ±0.52	50.49 ±4.21
成 株 Adult plant	普通 Normal	190 ±21 **	0.53 ±0.07	27.2 ±2.3 **	—	—	131.73 ±10.2 **	—
	无毛 Glabrous	120 ±10	0.49 ±0.04	20.8 ±2.3	—	—	73.65 ±5.8	—

*, ** 分别表示普通和无毛黄瓜之间差异达到显著和极显著水平, 下同。

*, **: significant at 5 % and 1 % level, respectively, the same below.

生长健壮的无毛黄瓜叶片除蒸腾速率、气孔导度较普通黄瓜略高外, 其他光合作用指标没有明显变化 (表 2)。叶绿素荧光动力学研究表明, 不同部位的 Fv/ Fm、CA 和 Tl/2 均没有明显差异, 这说明 PS 原初光能转化效率和光合单位 (PQ 库) 没有发生变化; 而 Fv/ T 和 Rfd 也没有明显变化, 说明光合活力没有发生变化 (表 3)。因此可知无毛黄瓜植株“矮化”不是由于光合作用变化造成的。进一步研究表明, 生长健壮的无毛黄瓜叶片叶绿素含量和普通植株没有明显差异, 而下部叶片叶绿素含量下降 (老化的表现) 较快 (表 4)。因此叶片老化较快可能是无毛黄瓜植株“矮化”的重要原因。

表 2 具无毛性状黄瓜光合作用和蒸腾作用指标

Table 2 Photosynthesis and transpiration characteristics of glabrous cucumber plant

材 料 Materials	类 型 Type	净光合速率 Net photosynthetic rate (CO ₂ μmol m ⁻² s ⁻¹)	蒸 腾 速 率 Transpiration rate (H ₂ O mmol m ⁻² s ⁻¹)	气 孔 导 度 Stomatal conductance (H ₂ O mol m ⁻² s ⁻¹)	羧化效率 Carboxylation efficiency (CE)	表观量子效率 Apparent quantum efficiency (AQE)
幼 苗 Seedling	普通 Normal	8.60 ±0.32	0.73 ±0.02	0.073 ±0.031	0.042 ±0.003	0.035 ±0.004
	无毛 Glabrous	8.27 ±0.41	1.15 ±0.01 **	0.119 ±0.047 **	0.040 ±0.004	0.033 ±0.002
成 株 Adult plant	普通 Normal	16.02 ±0.22	1.82 ±0.01	0.074 ±0.002	0.081 ±0.010	0.084 ±0.010
	无毛 Glabrous	15.64 ±0.38	2.05 ±0.01 **	0.091 ±0.004 **	0.085 ±0.014	0.089 ±0.006

表 3 无毛黄瓜叶绿素荧光动力学参数

Table 3 Chlorophyll fluorescence kinetics parameters of glabrous cucumber plant

材 料 Materials	类 型 Type	Fv/ Fm	Fv/ T	Rfd	CA	Tl/2
幼 苗 Seedling	普通 Normal	0.831 ±0.021	0.164 ±0.059	0.270 ±0.053	159.31 ±19.91	126.19 ±15.74
	无毛 Glabrous	0.820 ±0.015	0.098 ±0.023	0.238 ±0.037	145.27 ±15.81	116.15 ±23.46
成 株 Adult plant	普通 Normal	0.801 ±0.005	0.176 ±0.035	0.523 ±0.130	123.31 ±7.85	97.07 ±6.15
	无毛 Glabrous	0.807 ±0.016	0.161 ±0.033	0.446 ±0.146	118.37 ±6.07	92.45 ±6.47

表 4 无毛黄瓜叶绿素含量

Table 4 Chlorophyll content of glabrous cucumber plant

材 料 Materials	类 型 Type	叶 位 Leaf position	Chl. a	Chl. b	Chl. a + b	Chl. a/ b
成 株 Adult plant	普通 Normal	4	4.268 ±0.006	1.433 ±0.009	5.701 ±0.013	2.979 ±0.019
	无毛 Glabrous	4	4.281 ±0.006	1.474 ±0.003	5.755 ±0.006	2.907 ±0.001
幼 苗 Seedling	普通 Normal	1	3.254 ±0.005	1.036 ±0.007	4.290 ±0.011	3.14 ±0.009
		2	3.027 ±0.003	0.942 ±0.006	3.971 ±0.008	3.21 ±0.007
		3	1.978 ±0.006 **	0.721 ±0.005 **	2.699 ±0.009 **	2.74 ±0.003 *
	无毛 Glabrous	1	3.188 ±0.002	1.068 ±0.009	4.256 ±0.009	2.99 ±0.002
		2	2.879 ±0.001	0.904 ±0.003	3.783 ±0.003	3.19 ±0.001
		3	1.213 ±0.003	0.485 ±0.005	1.698 ±0.006	2.50 ±0.004

2.2 遗传规律

我们种植 F_1 共获得 253 株植株, 均表现为普通株型, 且正反交结果相同, 这表明无毛性状由隐性基因控制且属细胞核遗传。因此我们将每个杂交组合的所有 F_2 混合种植, BC_1 、 BC_2 混合种植鉴定。结果 (表 5) F_2 符合 3:1 的遗传规律, 测交后代符合 1:1 的遗传规律。因此无毛性状是由一对隐性核基因控制的, 这与曹辰兴等的研究结果^[3]相一致。

表 5 黄瓜无毛性状 F_2 和测交种植株分离情况

Table 5 Segregation of F_2 and of test cross

材 料 Materials	总 株 数 Number of total plants	无 毛 型 Glabrous plants	普 通 型 Normal plants	理论比例 (无毛 普通) Theory proportion (Glabrous Normal)	概 率 Probability
P17 \times Glabrous (F_2)	5 051	1 242 (1 262.75)	3 809 (3 788.25)	1:3	$0.45 < P < 0.50$
F51 \times Glabrous (F_2)	4 953	1 228 (1 238.25)	3 725 (3 714.75)	1:3	$0.50 < P < 0.75$
P17 \times Glabrous (BC_1)	354	182 (177)	172 (177)	1:1	$0.50 < P < 0.75$
F51 \times Glabrous (BC_1)	408	202 (204)	206 (204)	1:1	$0.75 < P < 0.90$

注: 材料均包括反交, 括号内数字为期望值。

Note: Including reciprocal crossing, number in bracket is expectation value.

研究还表明, 无毛性状具有非常容易在早期鉴别的特征, 整株任何地方均无短刚毛, 有光泽, 手感光滑, 无扎手感觉。此特点在幼苗子叶展平时就可以与普通黄瓜苗区分, 同时由于是由一对核基因控制的隐性性状, 非常适合作为形态标记、纯度鉴定的标记性状。此外, 无毛黄瓜还表现为子房表面无瘤状突起、光滑, 植株矮化明显等特点, 也很容易鉴别。现在我们已经成功地将这一优良性状转育到 F51 和 P17 二个优良自交系中, 育成一个早熟、雌花节率高的无毛自交系和一个丰产、抗病能力强的无毛自交系, 并开始进行配置杂交组合, 不久将应用于生产实践中。

参考文献:

- 1 庞金安, 马德华, 霍振荣. 黄瓜杂交一代纯度鉴定研究进展. 天津农业科学, 2000, 6 (2): 40~43
- 2 Robinson R W. Chlorosis induced in glabrous cucumber by high temperature. Cucurbit Genet. Coop Rpt., 1987, 10: 7
- 3 曹辰兴, 张 松, 郭红芸. 黄瓜茎叶无毛性状与果实瘤刺性状的遗传关系. 园艺学报, 2001, 28 (6): 565~566

Study on Characteristic of Glabrous Cucumber (Cucumis sativus L.)

Ma Dehua¹, Pang Jin'an¹, Wen Xiaogang², Li Shuju¹, Huo Zhenrong¹, and Lin Shiqing²

(¹ Tianjin cucumber research institute, Tianjin 300192, China; ² Institute of Botany, Chinese Academy of Science, Beijing 100093, China)

Abstract: Characteristic of glabrous cucumber mutant was studied. It is glabrous, gloss, with no thorn on any part of the glabrous plant, and with no spine and tumor on the fruit, so it doesn't prick the hand. It can be differentiated from the general plants in seedling period with these characteristics. It is shorter than the general plant obviously, and the leaf fast aging is possibly the main cause of its shortness.

Key words: Cucumber; Glabrous; Characteristic; Heredity