

硕士学位论文

**‘绿岛 5 号’黄瓜果瘤遗传、品种试验及指纹图谱的构建**

**Inheritance of Tuberculate Trait ,variety trials and Fingerprinting Construction in Cucumber ‘Lǜdao 5’**

**学 位 类 别 ： 专 业 学 位专 业 领 域 ： 园 艺研 究 生 ： 丁 丁指 导 教 师 ： 闫 立 英校外导师： 张翠荣**

**河北科技师范学院**

**2013 年 6 月**

分类号： 密 级：

UDC： 单位代码：10798

**‘绿岛 5 号’黄瓜果瘤遗传、品种试验及指纹图谱的构建**

**Inheritance of Tuberculate Trait ,variety**

**trials and Fingerprinting Construction in Cucumber ‘Lǜdao 5’**

专 业 ： 园 艺研 究 方 向：蔬 菜研 究 生 ： 丁 丁指 导 教 师：闫立英

所 在 院 所：园艺科技学院

2013 年 6 月

独创性声明

本人声明所呈交的学位论文是本人在导师指导下进行的研究工作和取得的研究成果，除了文中特别加以标注和致谢之处外，论文中不包含其他人已经发

表或撰写过的研究成果，也不包含为获得 **河北科技师范学院** 或其他教育机

构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

学位论文作者签名: 签字日期: 年 月 日

学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解 **河北科技师范学院** 有关保留、使用学位论文的规定。特授权**河北科技师范学院**可以将学位论文的全部或部分内容编入

有关数据库进行检索，并采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编以供查阅和借阅。同意学校向国家有关部门或机构送交论文的复印件和磁盘。

(保密的学位论文在解密后适用本授权说明)

学位论文作者签名: 导师签名:

签字日期: 年 月 日 签字日期: 年 月 日

摘 **要**

本文在对冀东秋瓜果瘤大小遗传规律研究的基础上，以2个大刺瘤自交

系为核心亲本配制了15个杂交组合，以生产上主栽品种绿丰王、绿冠及贵妃翠为对照，经日光温室条件下品种试验，初步获得符合目标性状的优良杂交组合‘绿岛5号‘，并利用RAPD技术构建了其指纹图谱，以期进一步促进冀东秋瓜品种更新。主要结果如下：

1、冀东秋瓜果瘤大小遗传受1对完全显性基因控制，大果瘤对小果瘤为显性。

2、通过对15个秋瓜杂交组合的初步比较试验，进一步的品种比较试

验、生产试验获得优质、抗病、抗逆、丰产黄瓜新品种‘绿岛5号’。‘绿

岛5号‘商品瓜瓜长12 cm左右，商品瓜单瓜重147 g左右，瓜形短圆柱状，瓜色均匀亮绿偏绿，大刺瘤、白刺，瓜把短、深绿色，果肉较厚浅绿色，口感甜脆、清香味浓，其可溶性糖含量、可溶性固形物含量、糖/酸、Vc含量均极显著高于对照绿丰王和绿冠，其可滴定酸含量与绿冠差异不显著而显著低于绿丰王；对黄瓜白粉病的抗病性极显著高于绿丰王和绿冠。植株生长势中等，主蔓结果为主，弱分枝，叶面积较小、株型紧凑，耐冷性强。‘绿岛5号‘的产量比对照品种绿丰王增产10.5%～24.3%；比对照品种绿冠增产

15.6 %～18.5%；比贵妃翠增产17.8%。‘绿岛5号‘具有优质、抗病、抗逆、丰产等多个目标性状。适合于冀东地区冬春茬和秋冬茬日光温室及冬春塑料大棚栽培。

3、构建了‘绿岛5号‘的分子指纹图谱。利用RAPD技术，以相同类型黄瓜品种绿丰王、绿冠和贵妃翠为对照，对‘绿岛5号‘黄瓜进行分子指纹图谱构建。在筛选的120条RAPD引物中，有5条引物AJ10、E18、M18、

S331和S484，稳定扩增出5个多态性位点，图谱出现概率为1/135000，能够有效区分4份材料，能起到品种鉴定和保护的作用。

**关键词：**秋黄瓜；刺瘤遗传；优质；抗病性；丰产；耐冷性；指纹图谱

**Abstract**

On the basis of the study of the hereditary laws of the size of the Ji Dong autumn cucumber`s fruit tumor, the author made 15 hybrid combinations with 2 large papilloma cultivars as core parents and the main cultivars (Lǜ feng wang and Lǜ guan) as control cultivars, and obtained 'Lǜdao 5' preparatory which is the excellent target trait crosse. Furthermore, to further promote the update of the Ji Dong autumn cucumber varieties, the author built its fingerprint with RAPD technology. The main results are as follows:

1. The size of the Ji Dong autumn cucumber's fruit tumor is controlled by one pair of complete dominant gene and the bigger fruit tumor is dominant inheritance.

2.15 autumn cucumber crosses preliminary comparison test, Further variety tests and production test showed that 'Lǜdao 5' has multiple targets of quality, disease resistance, stress tolerance, high yield. 'Lǜdao 5' products Guagua about 12cm long, commodity weight about 147g, melon-shaped short cylindrical, cucumber's color uniform light green greenish, large papilloma, white thorn, melon short dark green, thick flesh light green, taste sweet, sour fragrance, its commodity of melon soluble sugar content, soluble solids content, sugar / acid, vitamin C content which were significantly higher than the two control varieties Lǜfengwang and Lǜguan, titratable acid content with the control varieties of Lǜguan no significant difference was significantly lower than the control varieties Lǜfengwang; cucumber powdery mildew disease resistance was significantly higher than the two control varieties Lǜfengwang and Lǜguan. Plant growth medium, the main vine results-based, weak branches, leaves smaller, compact plant cold tolerance. 'Lǜdao 5' yield is morn than the control varieties Lǜfengwang an increase of 10.5%~24.3%, is morn than the control varieties Lǜguan an increase of 15.6%~18.5%, is morn than the control varieties Guifeicui an increase of 17.8%. 'Lǜdao 5' has multiple targets of quality, disease resistance, stress tolerance, high yield and other traits. Best suited for spring and autumn and winter stubble solar greenhouse and plastic greenhouses

In winter and spring cultivation Jidong.

3. The fingerprinting of Cucumber 'Lǜdao 5' were established compared with the similar cucumber types of Lǜfengwang、Lǜguan and Guifeicui using RAPD molecular markers. Five markers, AJ10、E18、M18、S331 and S484, were screened from 120 RAPD primers, which generated five polymorphic lociFour

Similar cucumber cultivars would be identified by the fingerprinting results with high resolution( 1 /135000).

**Key words:** Autumn cucumber; Papilloma genetic; Quality; Resistance; Yield; Cold tolerance; Fingerprinting

目 录

[摘](#_Toc686763280)[要](#_Toc686763280) 2

**[Abstract](#_Toc686763281)** 3

[第一章 引 言](#_Toc686763282) 4

[1.1 选题背景](#_Toc686763283) 4

[1.2 黄瓜主要性状遗传研究现状](#_Toc686763284) 5

[1.2.1 品质性状的遗传](#_Toc686763285) 5

[1.2.2 产量及相关性状遗传](#_Toc686763286) 5

[1.2.3 抗病性的遗传](#_Toc686763287) 5

[1.2.4 抗逆性的遗传](#_Toc686763288) 6

[1.3 国内外黄瓜育种研究进展](#_Toc686763289) 6

[1.4 分子标记在黄瓜育种中的应用](#_Toc686763290) 6

[1.5 本试验的立题依据和研究意义](#_Toc686763291) 6

[第二章 试验材料和方法](#_Toc686763292) 6

[2.1 黄瓜果瘤大小遗传规律的研究](#_Toc686763293) 6

[2.1.1 材料](#_Toc686763294) 7

[2.1.2 试验方法](#_Toc686763295) 7

[2.2 自根苗栽培杂交组合的初步比较试验](#_Toc686763296) 7

[2.2.1 材料](#_Toc686763297) 7

[2.2.2 试验方法](#_Toc686763298) 7

[2.3 嫁接栽培杂交组合的初步比较试验](#_Toc686763299) 7

[2.3.1 材料](#_Toc686763300) 7

[2.3.2 试验方法](#_Toc686763301) 7

[2.4 品种比较试验](#_Toc686763302) 7

[2.4.1 材料](#_Toc686763303) 7

[2.4.2 试验方法](#_Toc686763304) 8

[2.5 Th产试验](#_Toc686763305) 8

[2.5.1 材料](#_Toc686763306) 8

[2.5.2 试验方法](#_Toc686763307) 8

[2.6 ‘绿岛5号’分子指纹图谱构建](#_Toc686763308) 8

[2.6.1 材料](#_Toc686763309) 8

[2.6.2 试验方法](#_Toc686763310) 8

[2.7 主要性状调查方法](#_Toc686763311) 8

[2.7.1 产量性状](#_Toc686763312) 8

[2.7.2 商品瓜品质](#_Toc686763313) 8

[2.7.3 植株Th长势](#_Toc686763314) 9

[2.7.4 白粉病抗病性](#_Toc686763315) 9

[2.7.5 乙烯利耐受性](#_Toc686763316) 9

[2.7.6 耐冷性](#_Toc686763317) 9

[第三章 结果与分析](#_Toc686763318) 10

[3.1 黄瓜果瘤大小遗传规律的研究结果](#_Toc686763319) 10

[3.2 自根苗栽培杂交组合的初步比较试验结果](#_Toc686763320) 12

[3.3 嫁接栽培杂交组合的初步比较试验结果](#_Toc686763321) 27

[3.3.1 不同组合（品种）小区前期产量的比较](#_Toc686763322) 27

[3.3.2 不同组合（品种）小区总产量的比较](#_Toc686763323) 28

[3.3.3 不同组合（品种）植株Th长势的比较](#_Toc686763324) 30

[3.3.4 不同组合（品种）商品瓜品质的比较](#_Toc686763325) 32

[3.3.5 不同组合（品种）乙烯利耐受性的比较](#_Toc686763326) 34

[3.3.6 不同组合（品种）耐冷性的初步比较](#_Toc686763327) 35

[3.4 品种比较试验结果](#_Toc686763328) 36

[3.4.1 不同黄瓜品种产量的比较](#_Toc686763329) 36

[3.4.2 不同黄瓜品种品质的比较](#_Toc686763330) 38

[3.4.3 不同黄瓜品种白粉病抗病性比较](#_Toc686763331) 40

[3.4.4 不同黄瓜品种耐冷性的比较](#_Toc686763332) 41

[3.5 Th产试验结果](#_Toc686763333) 42

[3.6 ‘绿岛5号’分子指纹图谱构建](#_Toc686763334) 43

[3.6.1 RAPD在黄瓜材料中的多态性比率](#_Toc686763335) 43

[3.6.2 利用RAPD标记构建‘绿岛5号’的指纹图谱](#_Toc686763336) 43

[第四章 讨论](#_Toc686763337) 44

[4.1 与国内（外）同类技术比较](#_Toc686763338) 44

[4.2 主要创新点](#_Toc686763339) 44

[第五章 结论](#_Toc686763340) 45

[参考文献](#_Toc686763341) 45

# 第一章 引 言

## 1.1 选题背景

黄瓜（*Cucumis sativus* L.）是世界十大蔬菜作物之一，起源于喜马拉雅ft南麓的印度北部地区，6世纪黄瓜传入中国，由张骞经丝绸之路从西域带入中国华北而成为华北型黄瓜，从印度和东南亚等地沿着海路北上，传入中国华南及北方沿海地区（俗称北方旱黄瓜）而成为华南型黄瓜[1]。

我国是世界上黄瓜生产面积最大、总产量最高的国家，据农业部数据统计，2004年全国黄瓜播种面积93万hm2，总产量达3655万t[2]。中国日光温室黄瓜的面积达到37.0万hm2，并形成如河北省、ft东省、辽宁省、内蒙古、ft西省、陕西省等几大主产区。目前我国生产上栽培的黄瓜品种主要有华北型、华南型、欧洲温室型，但无论是露地还是保护地栽培华北密刺型黄瓜一直占主导，约占全国黄瓜播种总面积的80%以上。类型较单一，缺乏优质抗病丰产的耐寒华南型优良黄瓜品种[3]。

我国东北三省及环渤海湾地区（河北秦皇岛和唐ft，ft东的烟台和青岛等地）是华南型黄瓜（俗称旱黄瓜）的主作区和消费区。冀东蕴藏着丰富的华南型黄瓜品种资源，著名的唐ft秋瓜以其优良的鲜食品质享誉全国，生产上多夏秋季露地栽培，因此简称秋瓜。冀东秋瓜是重要的优质基因资源，多为瓜色浅绿、清香甜脆、刺瘤稀疏的短棒类型，小巧的外形、亮绿的色泽、良好的风味使之适于鲜食和便于精包装，深受消费者喜爱，步入了高档、精品蔬菜行列，产品的市场竞争力强，其批发价一般比密刺类品种高1.0元/kg以上，栽培面积尤其是保护地栽培面积迅速扩大，已成为冀东优势蔬菜种类和特色产业。然而，由于冀东秋瓜遗传育种工作起步较晚，长期以来资金投入不足，导致基础研究工作相对薄弱，育种工作进展缓慢，品种老化，一直制约着这一特色产业的快速发展。因此，深入研究冀东秋瓜主要品质性状遗传规律并实施遗传改良对促进农民增收、农业增效以及特色产业健康发展具有重要意义。

## 1.2 黄瓜主要性状遗传研究现状

鲜食黄瓜育种目标主要包括产量、品质、抗病性、抗逆性、适合保护地栽培等，深入研究主要经济性状的遗传规律为黄瓜遗传改良提供理论基础。

### 1.2.1 品质性状的遗传

黄瓜品质是一复合性状，由商品品质、营养品质及风味品质等单位性状构成，优质是现代黄瓜育种重要的目标性状[4]。黄瓜的商品品质（外观品质）包括：瓜形、瓜色、瓜长、瓜粗（横径）、瓜把长、刺色、果瘤有无及大小、心腔大小、果实弯曲度等。黄瓜瓜把遗传以加性效应为主，加性方差占总遗传方差的97.9%，受环境条件的影响不大[5]。而曹齐卫[6]等研究报道表明果长、把长、横径、单果质量、单株结果数的遗传规律与加性显性模型相符。把长、单株结果数、单果质量的遗传加性效应方差小于显性效应方差大于加性效应方差；果长、横径的遗传是显性效应方差小于加性效应方差。单株结果数呈明显负相关，而把长、果长、横径、单果重等性状呈明显正相关。在特殊配合力方面，瓜条粗度和心室大小在组合间表现出较大差异，瓜条长度、瓜粗和心室直径的遗传力较高，选择较有效，也较易稳定[7]，而瓜把长和平均单果质量的狭义遗传力则较低。果实弯曲性是多基因控制的数量遗传，主要是由基因加性效应所控制[8]。

孙小镭等[9]研究表明黄瓜嫩果皮色深浅与果皮色素含量呈正相关，色素主要由叶绿素和类胡萝卜素组成，2对加性-显性主基因+加性-显性多基因（E-2模型）控制着叶绿素含量的遗传[10]。主基因中加性效应明显，第1对主基因的

加性效应显著高于第2对主基因的效应值。黄瓜果实表面通常出现有瘤无刺、无瘤有刺、无刺无瘤这三种类型，这是受茎叶表面皮毛基因与果瘤基因共同作用的结果[11]。黄瓜茎叶表面皮毛性状由一对核基因控制，有毛为显性（Gl），无毛为隐性（gl），控制果瘤的基因Tu 是独立遗传的，即有瘤（Tu）对无瘤

（Tu）为显性，它与果瘤基因（Tu-tu）共同参与果实表面性状的表达，而且无毛基因对果瘤基因存在隐性上位作用。而果刺的多少受一单基因控制，少刺对多刺为显性。刺色受一主效基因B及一些修饰基因控制，黑刺黑色或褐色对白刺为显性[12]。

黄瓜营养品质包括可溶性固形物含量、可溶性糖含量、可滴定酸含量、维生素C含量等。有研究表明黄瓜可溶性总糖含量和果实鲜质量的遗传变异系数

较高，具有较大的选择潜力；遗传力以果实可溶性总糖含量、果实长度和果肉厚度较高，可以对其进行早世代的单株选择，有较好的效果[13]。

黄瓜的风味品质包括苦味、涩味、甜味、脆等方面。其中苦味是影响黄瓜风味品质的重要因素，其遗传机理也比较复杂，除了它本身的遗传因素外，还与环境条件有关。顾兴芳等[14]研究表明控制黄瓜植株营养部分表现苦味的基因

Bi与不表现苦味的基因bi在后代表现为独立遗传，控制果实苦味基因Bt对其没有影响，纯合的bibi对Bt存在隐性上位作用；当Bibi为杂合状态时，即使在Bt基因不存在时，果实还是会出现苦味，但苦的程度较含Bt基因的轻，出现苦味瓜的比例也低。

### 1.2.2 产量及相关性状遗传

产量是任何时期黄瓜育种永恒的目标性状，高产是实现黄瓜高效栽培的根本保障。黄瓜产量构成的单位性状包括定植密度（株型）、平均单株坐果数

（雌花数、坐果率等）、平均单果重。黄瓜产量是一数量性状，环境影响较大，遗传复杂，一直受到研究者的重视。

黄瓜早期产量与总产量的配合力分析表明这两个性状的遗传基本符合加性-显性模型，均以加性效应为主，顾兴芳等[15]证实了这种说法。而曹齐卫[16]等则认为早期产量的遗传符合“加性-显性”模型，总产量的遗传不符合“加性-显性”模型。还有研究报道表明第一雌花节位、单株结果数、单果重和株高的遗传也符合“加性-显性”模型。早期产量、单株结果数、株高呈负相关；第一雌花节位、总产量、单果重呈正相关。遗传参数估算表明：早期产量、单株结果数、单果重的遗传加性效应方差小于显性效应方差；第一雌花节位、株高的遗传是加性效应方差大于显性效应方差；总产量的遗传是显性方差显著的大于加性效应方差，同时还存在显著的上位性效应。闫立英[17]等对保护地专用旱黄瓜的产量性状进行了分析，研究结果表明二十节内的雌花数、节间长与前期产量呈显著正相关，第一雌花节位与前期产量呈显著负相关；单瓜重、瓜长、前期产量、叶面积、节间长与总产量呈极显著正相关；果形指数、茎粗与总产量呈显著正相关，第一雌花节位与总产量呈显著负相关。

韩建明等[18]研究表明黄瓜果长、果肉厚、果横径、单株瓜数、单株产量和早期产量这些因素影响着产量。全雌型黄瓜产量性状的遗传力较小，容易受环

境影响；而株高、叶面积、茎节数和单果质量遗传力则较高。这就说明产量性状在育种过程中应注意高代选择，而后者比较容易稳定，可以早期选择[19]。还有相关研究分析表明，产量和单果质量、瓜条数呈极显著正相关；和叶面积、株高呈显著正相关；和茎节数不相关。

### 1.2.3 抗病性的遗传

生产上黄瓜的主要病害有霜霉病、白粉病、病毒病、枯萎病、疫病、炭疽病等。黄瓜对霜霉病的抗性至少由3对基因控制，抗病对感病为不完全隐性。

张素琴等[20]研究表明2个主基因和多个微效基因共同控制霜霉病抗性，感病对

抗病为部分显性。还有研究认为控制该抗性的是1对隐性基因，该抗性与抗白粉病基因S或s连锁，也与深绿色果皮基因D或亮绿色果皮基因d连锁。顾振芳等[21]研究报道表明，黄瓜叶片中叶绿素含量与黄瓜品系对霜霉病的抗性呈正相关，与气孔密度呈负相关。

黄瓜白粉病抗性的遗传研究结果不一。采用经典遗传学方法研究认为黄瓜白粉病为3 对以上多基因控制数量性状遗传，感病性表现为部分显性[22] 。

Barness等研究报道表明抗病品种与感病品种杂交，F1代表现为感病，抗性基因为隐性。S. Shanmugasundarunc等[23-24]则认为白粉病抗性由l对隐性主基因S，1对显性基因R和1对显性抑制基因I控制。张桂华等[25]认为黄瓜对白粉病的抗性由单隐性基因控制，感病相对抗病为不完全显性。现代数量遗传学研究表明黄瓜白粉病抗性是由两对加性-显性-上位性主基因+加性-显性-上位性多基因控制，感病对抗病为部分显性[26]。魏国强等[27]报道黄瓜对白粉病的抗性与植株组织中的过氧化物酶(POD)、多酚氧化酶(PPO)、过氧化氢酶(CAT)活性以及酚类物质含量密切相关。不同抗性黄瓜品种对白粉病的抗性与PPO活性、酚类物质含量可能存在一定的正相关。许多研究认为抗白粉病的主基因和抗霜霉病的主基因是连锁的。从我国品种看，一般抗霜霉病的品种也抗白粉病。

黄瓜枯萎病由黄瓜专化型所致。Armstrong GM和Armstrong JK证明黄瓜枯萎病菌存在生理型分化，根据来自美国、以色列和日本的3个菌株在MSU

8519、MSU 441034和PI 390265等3个鉴别寄主上的致病性不同，分别定名为

生理小种1号，生理小种2号，生理小种3号。翁祖信等定名了生理小种 4

号。国外有研究者认为黄瓜对枯萎病的抗性受控于单基因Foc，对易感为显

性；国内有研究则认为，黄瓜枯萎病抗性系由显性基因控制的数量性状，抗病

×感病其F1抗性介于二亲之间稍偏抗性亲本。刘殿林等[28]研究表明黄瓜枯萎病抗性为数量遗传，抗性为显性基因控制，且抗性还受细胞质的影响，抗病性表现出中亲与超亲优势；侯安福[29]也获得了同样的结论。黄瓜枯萎病的抗性遗传规律是比较复杂的，目前难以下定论，但可以肯定的是其抗性是可以转育和选择的。

黄瓜病毒病的病原主要是黄瓜花叶病毒CMV，有时为西瓜花叶病毒WMV和西葫芦黄化花叶病毒ZYMV. Provvidentit[30]最早对ZYMV的遗传规律进行了研究，认为ZYMV抗性基因受一对隐性基因控制。Kooistra[31]的研究证明黄瓜对CMV 的抗性是由3 对相互独立的显性基因控制的。通过实验表明

ZYMV、PRSV-W和WMV三种病毒受单基因控制，还受一些微效背景基因影响。

黄瓜疫病抗性受控于基因Cm，对感病为显性该抗性是多基因控制的数量性状。黄瓜角斑病抗性受控于基因Cca，对感病为显性；早期也有研究认为，其抗性为多基因控制，F1为中间性。由于炭疽病已分化出若干生理小种，因此其抗性的遗传研究也较复杂。目前有人认为，对炭疽病小种Ⅰ的抗性受控于隐性基因cla；而另外1个基因Ar对炭疽病的抗性也有控制作用，而对易感为显性。也有研究认为，该抗性受多基因控制，同时受到一些修饰基因的影响。黄瓜对疮痂病的抗性受控于基因Ccu，对感病为显性。

### 1.2.4 抗逆性的遗传

适合保护地栽培的黄瓜品种要求能耐低温弱光。而鉴定黄瓜是否耐低温弱光的指标包括黄瓜苗期的子叶面积、真叶面积、株高、茎粗等。有研究者研究了保护地低温弱光条件下黄瓜苗期性状的遗传规律，结果表明苗期子叶面积、真叶面积、株高、茎粗、下胚轴长等性状的遗传主要受加性效应和非加性效应控制。在低温弱光逆境条件下，通过对黄瓜苗期叶片中丙二醛(MDA)含量、超氧化物歧化酶(SOD)活性、叶绿素(Chl)含量、可溶性糖含量、电导率的配合力变化的研究，结果表明，MDA含量、可溶性糖含量和电导率的遗传以加性效应为主；SOD活性和Chl含量的遗传加性和非加性效应同等重要[32]。受实验条件与环境的影响，出现了不同的研究结果，得出弱光条件下，有的性状遗传存

在基因间互作效应，不符合加性-显性模型；有的性状符合加性-显性遗传。顾兴芳[33]等研究表明，基本符合加性-显性模型遗传的性状有苗期子叶面积、真叶面积、地上部鲜质量、株高和下胚轴长度，以显性效应为主的遗传性状有单株子叶面积、真叶面积和地上部鲜质量，以加性效应为主的遗传性状有株高和下胚轴长度，并认为控制这些性状的基因可能是寡基因或寡基因组。

有研究表明，弱光下控制黄瓜总叶绿素含量的基因间为加性-显性-上位性作用，主要以微效多基因为主，受环境影响较大[34]。低温条件下，相对发芽指数、相对胚根长度的遗传受加性-显性效应控制，主要以显性效应为主。而相对发芽率的遗传不符合加性-显性效应控制，控制该性状显性基因的组数可能有2个，并存在上位作用。

另外，在耐热性方面于拴仓等[35]研究表明黄瓜耐热性遗传符合加性-显性模型，以加性效应为主，显性效应不显著；广义遗传力和狭义遗传力均较高。

## 1.3 国内外黄瓜育种研究进展

黄瓜新品种的选育一直受到国内外育种家的重视。在黄瓜种质资源、育种方法与技术、性状遗传等基础理论方面做了大量研究工作，取得了明显进展。并且根据生产条件、气候特点和消费需求选育出了适合不同用途的品种。

荷兰等国家根据西欧的气候特点，加强了低温弱光耐受性选育，选育出适合现代化连栋温室栽培的优良品种。这类品种根系发达、光合效率高、耐低温弱光、持续生长、结果能力强，采收期可长达8个月以上，在现代化温室的生产条件下产量高达50kg/m2，居世界领先。因此，荷兰等西欧国家的温室黄瓜品种在国际种子市场上占有主导地位。但是由于这类品种存在对病毒病和霜霉病普遍缺乏抗性、对我国日光温室可能出现的临界低温的耐受性差和人们消费习惯的差异，限制了在我国的推广应用。

美国保护地栽培面积很小，育种的重点是露地品种，包括鲜食、加工两种类型。育种基础材料属欧洲露地型，抗病育种是强项。在广泛搜集抗病材料的基础上，充分利用各国的抗病种质资源，聚合优良抗病基因，形成了兼抗8种以上病害的抗病核心种质，并且正在不断添加新的抗病基因。在抗病育种不断取得进展的同时，其它性状如单性结实、植株生长类型、性型等的改良也在进

行。关于紧凑型品种和多侧枝品种的选育也一直受到重视，前者有利于高密度栽培，后者适合一次性机械化采收。其加工黄瓜优良品种的选育在世界居领先地位。近年来选育推广的优良品种在适合机械化采收性状研究方面进展较快。

日本融合了华南和华北型黄瓜的优良特性，选育出了适合日本温室和露地栽培条件的少刺、短把的优良品种，瓜长20cm左右，整齐度高，商品性好，便于包装。虽然日本的温室品种不如荷兰品种产量高，但其商品性适合我国沿海地区的消费习惯，在我国很有市场竞争力。但是这类品种在生长后期高感白粉病，不适于长季节栽培。

我国黄瓜育种工作始于二十世纪五十年代末，二十世纪六十年代开始了黄瓜的抗病育种，育成了津研系统黄瓜品种[5]，实现了我国黄瓜品种第一次更新换代。二十世纪七十年代开始进行黄瓜优势杂交育种[28]。“六五”期间，黄瓜抗病育种纳入了国家攻关计划，一代杂种替代了常规品种且趋于专用化。“六五”～“九五”期间，先后育成了津杂、津春、津优、中农、ft东密刺等抗病、早熟、丰产系列新品种。

“十五”期间，我国黄瓜育种目标更趋于多样化、专用化，更加重视生态育种和品质育种。代表品种有津优30号、津优31号、津优40号、中农14

号、中农21号、中农118号等，实现了我国黄瓜品种的第四次更新换代[36]。

“十一五”期间育成了一批以津优35号、中农26号、博耐、博新、中荷系列等早熟抗病、耐低温弱光、持续结果能力强的优良品种，实现了华北型温室黄瓜品种更新换代。同时还选育出一批欧洲温室型黄瓜新品种如中农29号、

津美2号、京研迷你4号等[37]。

黄瓜育种技术日趋成熟，利用60Coγ射线辐射诱变技术，进行了种质资源的创新。应用花药培养[38]、小孢子培养[39]或子房培养成功快速获得纯合自交系，利用分子标记技术，大大提高了育种效率。并形成了黄瓜主要病害的苗期人工接种抗病性鉴定方法和病害的多抗性鉴定方法[21]。对黄瓜的低温弱光耐性、耐热性鉴定技术也有所突破，还制定了黄瓜主要品质性状鉴定标准与方法，对主要经济性状和品质性状的配合力进行了分析[40]，为黄瓜品种的选育奠定了基础。

特别是“十五”以来，在原有丰产抗病育种的基础上，更加注重品质育种、生态育种，以及种质资源的利用与创新研究。

## 1.4 分子标记在黄瓜育种中的应用

分子标记是继形态标记、细胞标记和生化标记之后理想的遗传标记。分子标记技术是通过遗传物质DNA序列的差异来进行标记，直接以DNA的形式表现，具有不受发育阶段和环境限制、数量极多，遍及整个基因组、多态性高等优点而广泛应用。目前常用的分子标记主要有RAPD、AFLP、SSR、ISSR、

SRAP、SCAR、SNP等。分子标记在黄瓜育种中主要用于基因的分子标记即辅助选择育种、遗传图谱的构建与基因定位、亲缘关系和遗传多样性研究，此外，还用于黄瓜杂种纯度及品种指纹图谱分析，即利用分子标记技术可以在苗期甚至种子阶段鉴定黄瓜种子纯度，具有高效快速、稳定可靠的特点。孙敏等[41]通过RAPD标记鉴定和分析了黄瓜品种真实性也建立了适宜黄瓜种子纯度鉴定的RAPD指纹图谱。从102条引物中筛选出了应用于黄瓜种子纯度鉴定的

32条引物。王和勇[42]研究表明黄瓜不同组织器官的DNA对RAPD扩增无影响均可获得一致的指纹图谱；并建立了种子纯度鉴定的RAPD的反应体系。金红等[43]建立了一套在种子发芽阶段或2片真叶期进行黄瓜杂交种纯度鉴定的新技术。

## 1.5 本试验的立题依据和研究意义

秋瓜已成为冀东优势特色产业以及我省优势品牌蔬菜之一。由于其鲜食品质优良，价格优势明显，产品市场竞争力强，近年来栽培面积不断扩大，栽培方式由原来的露地栽培为主逐渐转变为棚室栽培为主，并逐步走向周年供应。但是目前生产上还存在以下问题：

（1）缺乏系统深入的种质资源搜集评价，主栽品种多为农家品种，品种杂优化程度低。目前生产上主栽品种仍以农家品种和单系品种为主，产量水平较低，缺乏优质抗病丰产秋黄瓜一代杂种。

（2）棚室栽培多沿用露地品种，低温耐受性差，缺乏棚室专用品种。长期以来，唐ft秋瓜多为露地栽培，其耐高温能力较强，但低温耐受性普遍较差，棚室栽培仍沿用露地品种，低温下叶片严重黄化，生长不良，严重减产，缺乏适宜的保护地栽培理想的秋瓜品种。

（3）商品瓜瓜色普遍较浅，棚室弱光下瓜色易“白脸儿”。秋黄瓜商品瓜多为瓜色浅绿、短棒型，棚室弱光生长环境下，瓜色易“白脸儿”，商品品质变劣，产品货架寿命短，严重影响产品销售和经济效益。

本试验针对以上问题，在深入研究秋瓜刺瘤大小遗传规律的基础上，通过基因重组技术配制杂交组合，经品种试验，选育适合保护地栽培的优质、抗病、丰产黄瓜新品种，旨在为冀东秋瓜特色产业提供技术支撑。

# 第二章 试验材料和方法

## 2.1 黄瓜果瘤大小遗传规律的研究

### 2.1.1 材料

供试材料为采用大果瘤自交系（P1: ST-12）和小果瘤自交系（P2: ST-10）构建的多世代联合群体（P1、P2、F1、F1反、B1、B2、F2）。

### 2.1.2 试验方法

本试验于2012年春在河北科技师范学院园艺实验站露地完成。2011年春，P1与P2正反交获得F1和F1反；2011年秋，F1自交得F2，并分别与父母本回交获得回交一代B1（F1×P 1）和B2(F1×P 2)。2012年4月20日将构建的多世代联合群体分别播种，5月9日定植，采用高畦地膜覆盖栽培，畦宽1.2 m，株距20 cm。其中P122株、P225株、F1、F1反各20株，分离群体B1、

B2、F2分别为119株、107株和119株，常规管理。整个生育期对每个单株的所有雌花和商品瓜果瘤大小进行调查：在雌花开花当天进行挂牌标记，并对果瘤大小进行初步调查，达到商品瓜时再对果瘤大小进行一次调查。对所得试验数据进行统计，并对F2、B2群体果瘤大小进行卡平方测验。

## 2.2 自根苗栽培杂交组合的初步比较试验

### 2.2.1 材料

供试材料是以本课题组选育的2个商品瓜瓜色均匀一致、亮绿偏绿、白刺大果瘤优良自交系ST-12、ST-13为核心亲本，与其他6个自交系分别杂交配组得到的15个黄瓜杂交组合，它们分别是C28-2(ST-13×ST-9)、C28-3

（ST-13×ST-3）、C28-4(ST-11×ST-13)、C28-6(ST-10×ST-13)、C28- 7(ST-13×ST-10)、C28-10(ST-17×ST-13)、C28-11（ST-13×ST-17）、

C28-13(ST-15×ST-13)、C28-14(ST-13×ST-15)、C32-2(ST-12×ST- 15)、C32-3(ST-11×ST-12)、C32-5(ST-3×ST-12)、C32-6(ST-12×ST-3)、C32-10(ST-12×ST-17)、C32-15（ST-12×ST-10），以生产上的主

栽品种绿冠（CK1）和贵妃翠（CK2）为对照品种。

### 2.2.2 试验方法

本试验于2012年春季在河北科技师范学院园艺实验站4号日光温室内完

成。2012年3月27日播种，2012年4月17日定植。双高垄地膜覆盖栽培，

大行距70 cm，小行距50 cm，株距20 cm，顺序排列，不设重复，每组合定植25株/1行，常规管理。生长发育过程中调查第一雌花节位、15节内雌花节数、商品瓜品质性状、植物学性状等，并进行统计分析。

## 2.3 嫁接栽培杂交组合的初步比较试验

### 2.3.1 材料

供试材料为本课题组选育的6个黄瓜杂交组合：C28-7、C28-11、C28-

14、C28-2、C32-15、C32-10。对照品种为马芳营旱黄瓜基地主栽品种绿丰王

（CK1）、绿冠（CK2）。

### 2.3.2 试验方法

本试验于2012年春季在昌黎县靖安镇马芳营村日光温室内完成。2011

年12月22日播种黄瓜种子，12月26日播种南瓜种子，2012年1月15日采

用靠接法进行嫁接，1月25日第1次喷乙烯利，2月3日喷第2次乙烯利，3

月1日喷第3次乙烯利，乙烯利浓度10ul/l。2012年2月5日定植，采用双

高垄栽培，大行距80 cm，小行距50 cm，株距25 cm。采用顺序定植，未设

重复，每品种定植50株/畦（小区面积为8.125 m2），栽培管理同常规。在生长期对小区前期产量、小区总产量、植株生长势、品质性状、乙烯利耐受性、耐冷性等性状进行调查。对所得试验数据进行统计分析。

## 2.4 品种比较试验

### 2.4.1 材料

供试材料为本课题组选育的黄瓜新品种C32-10（暂定名：‘绿岛 5

号’），对照品种为马芳营旱黄瓜基地主栽品种绿丰王（CK1）、绿冠

（CK2）。

### 2.4.2 试验方法

本试验于2012年秋季在昌黎县靖安镇马芳营村日光温室内完成。2012 年

8月4日播种黄瓜种子，8月6日播种南瓜种子，8月12日采用靠接法进行嫁

接，8月15日喷第1次乙烯利，8月20日喷第2次乙烯利，8月25日喷第3次乙烯利，8月30日喷第4次乙烯利，乙烯利浓度8ul/l。9月4日定植，采用双高垄地膜覆盖栽培，大行距80 cm，小行距50 cm，株距25 cm，三次重复，随机排列，每小区定植50株（小区面积为8.125m2），常规管理。在生长期对产量、品质、抗病性（病情指数）、耐冷性（冷害指数）等性状进行调查。对所得试验数据先进行数据转化，再进行方差分析。

## 2.5 Th产试验

### 2.5.1 材料

供试材料为‘绿岛5号‘，对照品种为马芳营旱黄瓜基地主栽品种绿丰王（CK1）、绿冠（CK2）、贵妃翠（CK3）。

### 2.5.2 试验方法

本试验于2012年秋季在昌黎县靖安镇马芳营村日光温室内完成。2012 年

8月4日播种黄瓜种子，8月6日播种南瓜种子，8月12日采用靠接法进行嫁

接，8月15日喷第1次乙烯利，8月20日喷第2次乙烯利，8月25日喷第 3

次乙烯利，8月30日喷第4次乙烯利，乙烯利浓度8ul/l。9月4日定植，采用

双高垄地膜覆盖栽培，大行距80 cm，小行距50 cm，株距25 cm，定植密度

4100株/亩，‘绿岛5号’、绿丰王、绿冠、贵妃翠试验面积分别为97.5 m2、

40.6 m2、40.6 m2、24.4 m2。常规管理，9月26日开始采收，结果期对产量进行测定并统计分析。

## 2.6 ‘绿岛5号’分子指纹图谱构建

### 2.6.1 材料

供试材料为河北科技师范学院选育的黄瓜新品种‘绿岛5号‘，对照品种为当地主栽品种黄瓜品种绿丰王、绿冠和贵妃翠。

### 2.6.2 试验方法

采用CTAB法提取黄瓜幼叶的基因组DNA，筛选扩增条带清晰、重复性好的RAPD引物对4份材料的DNA样品进行PCR扩增，试验重复3次。扩增体系为20μl，包括模板2μl(50ng/μl)，dNTP0.2μl(10Mm/L each)，0.2U Taq酶（5U/μl），2μl 10×PCR Buffer (含Mg2+)，1μl引物（50ng/μl），加去离子水至20μl。扩增程序为：为94℃预变性5 min；94℃变性30 s，37℃复性45 s，72℃延伸2 min，35个循环；循环结束后72℃延伸7 min. PCR扩增产物利用1.5%琼脂糖凝胶电泳检测。

扩增的等位基因位点出现条带的记为“1”，同一位置未出现条带的记为“0”。将这些图谱转化为0和1组成的字串，即构成黄瓜指纹图谱，用以区

分这4份黄瓜品种。

## 2.7 主要性状调查方法

黄瓜生长发育过程中各性状调查多参考《黄瓜种质资源描述规范和数据标准》[44]，部分性状稍加改变。

### 2.7.1 产量性状

第一雌花节位：主蔓上第一个雌花着生的节位。雌花节数：主蔓15节或20节内雌花节位数。

前期产量：开始采收后半个月内小区产量作为前期产量[45, 46]。总产量：从开始采收到结束的累计小区产量[47]。

后期产量：黄瓜拉秧前半个月的产量。

### 2.7.2 商品瓜品质

黄瓜结果盛期，每品种随机采收典型商品瓜6条，三次重复，对商品瓜商品品质、风味品质、营养品质分别进行测定：

瓜色：商品瓜瓜色分为亮绿、亮绿偏绿、亮绿偏白、黄绿等，瓜色均匀度分为均匀一致、不均匀（深绿条斑或黄白条斑）。

瓜长：正常商品瓜瓜蒂至瓜顶的长度[48-51]。

瓜把长：正常商品瓜中心腔底部至瓜把端部的距离。瓜粗：正常商品瓜距瓜顶1/3处的横径。

瓜把粗：正常商品瓜瓜把中部的横径。果形指数：瓜长与瓜粗的比值。

把瓜长比：瓜把长与瓜长的比值。把瓜粗比：瓜把粗与瓜粗的比值。

中心腔：正常商品瓜距瓜顶1/3处横切面的心腔直径。腔径比：中心腔横径与瓜粗的比值。

风味品质：选择典型商品瓜，对其风味品质进行品尝。

维生素C含量：采用2,6-二氯靛酚滴定法（GB/T6195—1986水果、蔬菜维生素C含量测定法）对商品瓜维生素C含量进行测定[52-54]。

可溶性固形物含量：用手持测糖仪测量瓜身1/3处果肉的可溶性固形物含量[48, 51]。

可溶性糖含量：用恩酮比色法测量瓜身1/2处果肉可溶性糖含量。有机酸总量：采用酸碱滴定法[52]。

糖酸比：可溶性糖含量与有机酸含量之比。

### 2.7.3 植株Th长势

每品种随机选择具有本品种典型特征特性生长正常的20个单株，测定植株生长势：

叶长：主蔓中部最大叶片基部至叶先端的长度[55]。叶宽：主蔓中部最大叶片最宽处之宽度。

叶面积：叶长×叶宽所得的值即为其叶面积。叶柄长：主蔓中部最大叶叶柄的长度。

叶柄着生角度：主蔓中部最大叶叶柄与主蔓自然夹角的角度。

平均节间长：测量植株主蔓中部连续2节节间长度，取平均值记为平均节间长。

### 2.7.4 白粉病抗病性

日光温室秋冬茬黄瓜生长前期，对供试黄瓜品种成株期白粉病抗病性进行调查，其分级标准[56]为：

0级：叶片干净，没有病斑；

1级：叶片仅有少量病斑；

2级：病斑面积占叶面积的1/3以下，白粉模糊不清，病叶数占叶片总数的1/3以下；

3级：病斑面积占叶面积的1/3～2/3，白粉较为明显，病叶数占叶片总数的1/3～2/3；

4级：病斑面积占叶面积的2/3以上，白粉层较厚，病叶数占叶片总数的

2/3以上；

5级：白粉层较厚、连片，叶片开始变黄、坏死，病叶数占叶片总数的

2/3以上。

### 2.7.5 乙烯利耐受性

日光温室冬春茬黄瓜生长前期，在每小区中部随机选择具有本组合（品种）典型特征特性且生长正常的20个单株，逐株调查主蔓20节内雌花节位、

空节节位（既没有雌花又没有雄花的节位），统计单株20节内雌花节数和空

节节数，求出20节内平均单株雌花节数、平均单株空节节数，不同组合（品

种）的乙烯利耐受性用平均单株空节百分率（20节内平均单株空节数/20节内平均单株雌花节数）表示。

### 2.7.6 耐冷性

日光温室冬春茬黄瓜生长前期，根据中下部叶片坏死情况进行初步调查，将植株耐冷性分为弱、较弱、中等、较强、强五个等级。

强：叶脉叶肉完全无坏死斑或叶片出现20%以下的坏死斑；较强：坏死斑占叶面积的20%以上，40%以下；

中等：坏死斑占叶面积的40%以上，60%以下；较弱：坏死斑占叶面积的60%以上，80%以下；弱：坏死斑占叶面积的80%以上。

黄瓜成株期耐冷性调查方法：日光温室秋冬茬黄瓜生长后期，当棚内最低温度降至8℃左右时时，对不同黄瓜品种田间成株期耐冷性进行调查。每小区随机选择生长整齐一致的20株进行耐冷性性调查。以叶片坏死情况来评价

植株的耐冷性，调查植株生长点以下第5-6片完全展开的叶片，按以下标准调查（每个级别包括上限，不包括下限）：

0级：叶脉叶肉完全无坏死斑；

1级：叶片出现少量坏死斑，坏死斑占叶面积的20%以下；

2级：坏死斑占叶面积的20%以上，40%以下；

3级：坏死斑占叶面积的40%以上，60%以下；

4级：坏死斑占叶面积的60%以上，80%以下；

5级：坏死斑占叶面积的80%以上。

# 第三章 结果与分析

## 3.1 黄瓜果瘤大小遗传规律的研究结果

P1为大果瘤，P2为小果瘤，F1和F1反均表现为大果瘤，说明大果瘤对小果瘤为显性（表1）。

表 1 各世代果瘤大小的次数分布

Table 1 Distribution of the number of generations of fruit tumor size

|  | P1 | P2 | F1 | F1 反 | F2 | B1 | B2 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 大果瘤株数 | 22 |  | 20 | 20 | 91 | 106 | 57 |
| 小果瘤株数 |  | 25 |  |  | 28 | 0 | 62 |
| 总株数 | 22 | 25 | 20 | 20 | 119 | 106 | 119 |

F2大果瘤与小果瘤出现的比值为3.25: 1，卡方值为0.14；B2大果瘤与小果瘤出现的比值为0.92: 1，卡方值为0.14，在自由度（df=1）为1的情况下，均小于X²（0.05, 1）=3.84，B2符合大果瘤与小果瘤1: 1的比率，F2符合大果瘤与小果瘤3: 1的比率（表2，表3）。表明黄瓜果瘤大小遗传受1对完全显性基因控制，大果瘤对小果瘤为显性。育种实践中，双亲之一为大果瘤即可获得大果瘤一代杂种。

表 2 F2群体果瘤大小的卡方测验

Table 2 Chi-square test of the F2 population if tumor size

| F2 | 观察值 O | 理论值 E | O-E | 卡方值 X² |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 大果瘤株数 | 91 | 89.25 | 1.75 | 0.03 |
| 小果瘤株数 | 28 | 29.75 | -1.75 | 0.10 |
| 总数 | 119 | 119 |  | 0.14 |

表 3 B2群体果瘤大小的卡方测验

Table 3 B2 groups if tumor size of the chi-square test

| B2 | 观察值 O | 理论值 E | O-E | 卡方值 X² |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 大果瘤株数 | 58 | 59.5 | -1.5 | 0.04 |
| 小果瘤株数 | 62 | 59.5 | 2.5 | 0.11 |
| 总数 | 119 | 119 |  | 0.14 |

## 3.2 自根苗栽培杂交组合的初步比较试验结果

对15个杂交组合和2个对照品种的第一雌花节位、15节内雌花节数、商品瓜品质性状表现以及植株生长势进行了调查（表4、表5、表6）。结果表明，C28-7、C28-11、C28-14、C 28-2、C32-15、C32-10瓜色亮绿偏绿且瓜色均匀一致，均为主蔓结果的弱分枝类型，优于其他组合和对照品种，符合育种目标，为初步入选优良组合。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 表 4 杂交组合商品瓜品质性状评价  Table 4 The hybrid combinations commodities melon trait evaluation | | | | | | | | | | |
| 组合名称 | 瓜长(cm) | 瓜把长(cm) | 把长  /瓜长 | 果形指  数 | 瓜粗(cm) | 中心腔大小(cm) | 腔径比 | 瓜色 | 刺色 | 果瘤大  小 |
| C28-2 | 13.6 | 2.4 | 0.17 | 3.1 | 4.4 | 2.6 | 0.59 | 亮绿偏绿，均匀 | 白刺 | 大瘤 |
| C28-3 | 14.6 | 2.9 | 0.20 | 3.3 | 4.4 | 2.7 | 0.62 | 黄绿不  均 | 白  刺 | 大  瘤 |
| C28-4 | 13.5 | 2.8 | 0.20 | 2.9 | 4.6 | 2.8 | 0.60 | 黄绿均  匀 | 白  刺 | 大  瘤 |
| C28-6 | 13.7 | 2.5 | 0.18 | 3.0 | 4.6 | 2.8 | 0.61 | 亮绿均  匀 | 白  刺 | 大  瘤 |
| C28-7 | 13.4 | 2.9 | 0.22 | 3.0 | 4.4 | 2.7 | 0.62 | 亮绿偏  绿，均匀 | 白刺 | 大瘤 |
| C28-10 | 14.4 | 2.7 | 0.19 | 3.0 | 4.8 | 2.9 | 0.61 | 亮绿偏  白，均匀 | 白刺 | 大瘤 |
| C28-11 | 14.6 | 2.9 | 0.20 | 3.2 | 4.6 | 2.8 | 0.62 | 亮绿偏  绿，均匀 | 白刺 | 大瘤 |
| C28-13 | 13.8 | 2.3 | 0.17 | 2.9 | 4.8 | 2.8 | 0.59 | 亮绿略  浅，均匀 | 白刺 | 大瘤 |
| C28-14 | 13.9 | 2.8 | 0.20 | 3.0 | 4.6 | 2.9 | 0.63 | 亮绿偏  绿，均匀 | 白刺 | 大瘤 |
| C32-2 | 14.6 | 2.7 | 0.18 | 3.3 | 4.4 | 2.8 | 0.63 | 亮绿略  浅，不均匀 | 白刺 | 大瘤 |
| C32-3 | 13.8 | 2.6 | 0.19 | 3.0 | 4.6 | 2.7 | 0.59 | 黄绿略  浅均匀 | 白  刺 | 大  瘤 |
| C32-5 | 13.8 | 2.7 | 0.20 | 3.0 | 4.6 | 2.9 | 0.62 | 黄绿不  均 | 白  刺 | 大  瘤 |
| C32-6 | 13.7 | 2.4 | 0.18 | 3.0 | 4.5 | 2.7 | 0.60 | 黄绿不  均 | 白  刺 | 大  瘤 |
| C32-10 | 14.3 | 2.5 | 0.17 | 3.1 | 4.6 | 2.8 | 0.61 | 亮绿偏  绿，均 | 白  刺 | 大  瘤 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  | 匀 |  |  |
| C32-15 | 14.0 | 3.1 | 0.22 | 2.9 | 4.8 | 2.9 | 0.60 | 亮绿偏绿，均匀 | 白刺 | 大瘤 |
| 绿冠(CK1) | 13.8 | 2.9 | 0.21 | 3.1 | 4.5 | 2.9 | 0.64 | 黄绿偏  白，略不均匀 | 白刺 | 小瘤 |
| 贵妃翠(CK2) | 12.8 | 2.7 | 0.21 | 2.7 | 4.7 | 3.1 | 0.66 | 亮绿，  均匀 | 白  刺 | 小  瘤 |
| 表 5 杂交组合第一雌花节位和 15 节内雌花节数评价结果  Table 5 Hybrid combination of the first female flower, and the results of the evaluation of the number of female flower within 15 | | | | | | | | | | |
|  | 组合名称 |  |  | 第一雌花节位（节） | | | 15 节内雌花节数（个） | | | |
|  | C28-2 |  |  |  | 5-6 |  |  | 2-3 |  |  |
|  | C28-3 |  |  |  | 4-6 |  |  | 2-4 |  |  |
|  | C28-4 |  |  |  | 4-7 |  |  | 3-4 |  |  |
|  | C28-6 |  |  |  | 3-5 |  |  | 3-4 |  |  |
|  | C28-7 |  |  |  | 3-6 |  |  | 3-4 |  |  |
|  | C28-10 |  |  |  | 3-5 |  |  | 2-4 |  |  |
|  | C28-11 |  |  |  | 3-5 |  |  | 2-4 |  |  |
|  | C28-13 |  |  |  | 3-5 |  |  | 2-4 |  |  |
|  | C28-14 |  |  |  | 3-5 |  |  | 3-6 |  |  |
|  | C32-2 |  |  |  | 6-7 |  |  | 2-3 |  |  |
|  | C32-3 |  |  |  | 3-6 |  |  | 3-4 |  |  |
|  | C32-5 |  |  |  | 4-6 |  |  | 3 |  |  |
|  | C32-6 |  |  |  | 4-6 |  |  | 3-4 |  |  |
|  | C32-10 |  |  |  | 5-7 |  |  | 2-4 |  |  |
|  | C32-15 |  |  |  | 3-5 |  |  | 3-4 |  |  |
|  | 绿冠(CK1) |  |  |  | 6-8 |  |  | 2-3 |  |  |
| 贵妃翠(CK2) | | |  |  | 3-5 |  |  | 3-4 |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 表 6 杂交组合的植物学性状评价  Table 6 The hybrid combinations botany traits evaluation | | | | | | | | |
| 组合名称 | 叶长(cm) | 叶宽(cm) | 叶面积(cm2) | 叶柄长(cm) | 平均节间长  （cm） | 叶柄夹角  （°） | 茎粗(cm) | 分枝性 |
| C28-2 | 22.7 | 28.8 | 654.9 | 24.1 | 15.8 | 50.1 | 0.83 | 弱 |
| C28-3 | 20.6 | 25.1 | 515.0 | 26.2 | 15.8 | 49.8 | 0.79 | 弱 |
| C28-4 | 22.0 | 28.6 | 629.4 | 24.6 | 15.5 | 54.8 | 0.77 | 弱 |
| C28-6 | 19.8 | 25.4 | 501.6 | 23.4 | 14.9 | 47.9 | 0.74 | 弱 |
| C28-7 | 21.2 | 27.0 | 571.5 | 25.9 | 14.4 | 53.3 | 0.77 | 弱 |
| C28-10 | 20.3 | 25.6 | 517.9 | 23.5 | 15.3 | 47.2 | 0.76 | 弱 |
| C28-11 | 19.6 | 25.4 | 498.5 | 24.3 | 16.5 | 46.8 | 0.76 | 弱 |
| C28-13 | 19.2 | 22.2 | 424.9 | 21.4 | 15.9 | 47.5 | 0.66 | 弱 |
| C28-14 | 20.9 | 25.4 | 531.4 | 22.3 | 13.9 | 50.5 | 0.73 | 弱 |
| C32-2 | 21.8 | 27.0 | 587.5 | 22.5 | 16.0 | 60.0 | 0.75 | 弱 |
| C32-3 | 19.8 | 24.9 | 492.9 | 21.3 | 15.3 | 61.2 | 0.71 | 弱 |
| C32-5 | 21.6 | 26.4 | 569.9 | 23.2 | 15.7 | 52.8 | 0.80 | 弱 |
| C32-6 | 20.6 | 24.6 | 505.7 | 24.6 | 15.0 | 61.8 | 0.81 | 弱 |
| C32-10 | 20.7 | 26.0 | 537.2 | 22.5 | 15.6 | 55.9 | 0.78 | 弱 |
| C32-15 | 21.6 | 27.6 | 597.2 | 23.2 | 15.2 | 52.4 | 0.75 | 弱 |
| 绿冠(CK1) | 20.5 | 24.0 | 492.1 | 20.8 | 14.1 | 42.9 | 0.73 | 弱 |
| 贵妃翠(CK2) | 19.2 | 24.5 | 470.7 | 21.6 | 12.2 | 44.3 | 0.70 | 弱 |

## 3.3 嫁接栽培杂交组合的初步比较试验结果

### 3.3.1 不同组合（品种）小区前期产量的比较

由表7可以看出：C32-10前期产量最高，为20.8 kg，分别比绿丰王

（CK1）和绿冠（CK2）增产27.7%和22.1%；其次是C32-15，小区前期产量为19.0 kg，分别比绿丰王（CK1）和绿冠（CK2）增产16.9%和11.8%；再次是C28-14，小区前期产量为18.3 kg，分别比绿丰王（CK1）和绿冠（CK2）增产12.3%和7.4%. C28-11小区前期产量与两个对照品种相近，而C28-7、C28-2前期产量比绿丰王对照分别降低76.9%、16.90%。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 表7 前期产量的初步比较试验结果  Table 7 Preliminary comparison of test results of the pre-production | | | | | |
| 组合名称 | 前期产量  （kg） | 比CK1增产  （kg） | 增产百分率  （%） | 比CK2增产  （kg） | 增产百分率  （%） |
| C28-7 | 3.8 | -12.5 | -76.9 | -13.3 | -77.9 |
| C28-11 | 16.5 | 0.3 | 1.5 | -0.5 | -2.9 |
| C28-14 | 18.3 | 2.0 | 12.3 | 1.3 | 7.4 |
| C28-2 | 13.5 | -2.8 | -16.9 | -3.5 | -20.6 |
| C32-15 | 19.0 | 2.8 | 16.9 | 2.0 | 11.8 |
| C32-10 | 20.8 | 4.5 | 27.7 | 3.8 | 22.1 |
| 绿丰王（CK1） | 16.3 |  |  | -0.8 | -4.4 |
| 绿冠(CK2) | 17.0 |  |  |  |  |

### 3.3.2 不同组合（品种）小区总产量的比较

由表8可以看出：C32-15小区总产量最高，为57.0kg，分别比绿丰王

（CK1）和绿冠（CK2）增产12.9%和19.4%；其次是C32-10，小区总产量为

56.3kg，分别比绿丰王（CK1）和绿冠（CK2）增产11.4%和11.8%; C28-14小区总产量分别比绿丰王（CK1）和绿冠（CK2）增产4.0%和10.0%。而其它组合小区总产量多低于两个对照品种，其中C28-7小区总产量最低，分别比绿丰王（CK1）和绿冠（CK2）减产61.4%和59.2%，其主要由于前期叶片严重黄化、耐冷性极差所致。

Table 8 A preliminary comparison of test results of the total production

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 组合名称 | 总产量  （kg） | 比CK1增产  （kg） | 比CK1增产百分率  （%） | 比CK2增产  （kg） | 比CK2增产百分率  （%） |
| C28-7 | 19.50 | -31.0 | -61.4 | -28.3 | -59.2 |
| C28-11 | 49.3 | -1.3 | -2.5 | 1.5 | 3.1 |
| C28-14 | 52.5 | 2.0 | 4.0 | 4.8 | 10.0 |
| C28-2 | 48.5 | -2.0 | -4.0 | 0.8 | 1.6 |
| C32-15 | 57.0 | 6.5 | 12.9 | 9.3 | 19.4 |
| C32-10 | 56.3 | 5.8 | 11.4 | 8.5 | 17.8 |
| 绿丰王  （CK1） | 50.5 |  |  | 2.8 | 5.5 |
| 绿冠(CK2) | 47.8 |  |  |  |  |

### 3.3.3 不同组合（品种）植株Th长势的比较

保护地黄瓜理想的株型是主蔓结果的中等生长势，即叶面积中等、茎叶稀疏、叶柄较短、叶子上束的紧凑株型等。对照品种绿冠是较理想的保护地株型，而对照品种绿丰王叶片较大，通风透光性较差。由表9可知：C28-14植株生长势与绿丰王相似，而C32-15、C32-10、C28-2、C28-11与对照品种绿冠相近。而C28-7植株长势明显不如其它组合，主要由于其严重冷害所致。

Table 9 Plant growth preliminary comparison of test results

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 组合名称 | 叶长  （cm） | 叶宽（cm） | 叶面积  （cm2） | 叶柄长  （cm） | 平均节间长  （cm） | 叶柄着生角度  （°） |
| C28-7 | 12.9 | 17.2 | 222.2 | 10.9 | 7.2 | 45.8 |
| C28-11 | 16.2 | 21.9 | 353.4 | 13.3 | 8.8 | 44.1 |
| C28-14 | 17.6 | 23.9 | 419.8 | 15.2 | 9.4 | 49.7 |
| C28-2 | 15.3 | 21.3 | 325.8 | 13.5 | 7.7 | 47.7 |
| C32-15 | 15.5 | 21.7 | 336.8 | 13.2 | 6.5 | 50.8 |
| C32-10 | 15.4 | 21.8 | 336.7 | 14.4 | 7.2 | 53.2 |
| 绿丰王  （CK1） | 17.1 | 22.8 | 389.6 | 15.1 | 6.0 | 48.9 |
| 绿冠(CK2) | 14.7 | 19.7 | 290.0 | 13.2 | 5.9 | 54.1 |

### 3.3.4 不同组合（品种）商品瓜品质的比较

由表10可知，各组合间与两个对照品种间瓜长、瓜粗、果形指数基本相近（C28-7严重感病生长不良除外），均属于短瓜类型。各组合的把长/瓜长均小于对照品种绿丰王但多大于对照品种绿冠；各组合的腔径比均低于两个对照品种。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 表10 商品品质初步比较试验结果  Table 10 Commodity preliminary comparison of the quality of the test results | | | | | | | | | |
| 组合名  称 | 瓜长  (cm) | 瓜粗  (cm) | 果形指  数 | 瓜把长  (cm) | 把长/瓜  长 | 中心腔  (cm) | 腔径比 | 商品瓜瓜  色 | 刺廇大  小 |
| C28-7 | 12.42 | 4.84 | 2.57 | 2.94 | 0.24 | 2.45 | 0.51 | 亮绿偏绿 | 大刺廇 |
| C28-11 | 14.46 | 4.59 | 3.15 | 3.44 | 0.24 | 2.65 | 0.58 | 亮绿偏绿 | 大刺廇 |
| C28-14 | 13.74 | 4.91 | 2.80 | 3.70 | 0.27 | 2.67 | 0.54 | 亮绿偏绿 | 大刺廇 |
| C28-2 | 14.92 | 4.89 | 3.05 | 3.00 | 0.20 | 2.67 | 0.55 | 亮绿偏绿 | 大刺廇 |
| C32-15 | 14.22 | 5.16 | 2.76 | 3.36 | 0.24 | 2.83 | 0.55 | 亮绿偏绿 | 大刺廇 |
| C32-10 | 14.16 | 4.93 | 2.87 | 3.54 | 0.25 | 2.78 | 0.56 | 亮绿偏绿 | 大刺廇 |
| 绿丰王  （CK1） | 14.10 | 5.08 | 2.77 | 3.76 | 0.27 | 2.91 | 0.57 | 亮绿偏绿 | 小刺廇 |
| 绿冠  (CK2) | 13.36 | 4.81 | 2.78 | 2.98 | 0.22 | 2.81 | 0.58 | 黄绿偏白 | 小刺廇 |

### 3.3.5 不同组合（品种）乙烯利耐受性的比较

黄瓜苗期进行乙烯利促雌处理是生产上一项常规技术，但处理后如遇低温障碍容易导致叶腋处既不产生雌花也不产生雄花即空节现象，严重影响前期产量和效益，不同品种因乙烯利耐受性不同而表现不一。由表11可知，C32-10平均单株空节数和平均单株空节百分率最低，分别为0.8个和6.3%，乙烯利耐受性最好；对照品种绿丰王平均单株空节数和平均单株空节百分率最高，分别为3.9个和29.7%，乙烯利耐受性最差。C32-10、C28-14、C32-15的平均单株空节百分率均较小且明显低于对照品种绿丰王（CK1）和绿冠

（CK2），而C28-7、C28-11、C28-2平均单株空节百分率均高于对照品种绿冠（CK2），均低于对照品种绿丰王（CK1）。

Table 11 To ethephon tolerance preliminary comparison of test results

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 组合名称 | 20节内平均单株雌花节数  （个） | 20节内平均单株空节数  （个） | 平均单株空节百分率（%） |
| C28-7 | 9.6 | 2.9 | 23.2 |
| C28-11 | 10.4 | 3.0 | 22.1 |
| C28-14 | 11.8 | 1.2 | 9.2 |
| C28-2 | 8.2 | 3.3 | 28.7 |
| C32-15 | 10.3 | 1.2 | 10.5 |
| C32-10 | 11.2 | 0.8 | 6.3 |
| 绿丰王(CK1) | 9.1 | 3.9 | 29.7 |
| 绿冠(CK2) | 8.0 | 1.80 | 18.37 |

### 3.3.6 不同组合（品种）耐冷性的初步比较

不同组合早春耐冷性不同。由表12可以看出：C28-14与对照品种绿丰王

（CK1）相近且耐冷性均强，C32-15和C32-10较强，C28-11、绿冠（CK2）相似表现为中等，C28-2较弱，C28-7叶片严重黄化，耐冷性弱。

Table 12 Cold Tolerance preliminary comparison of the test results

|  |  |
| --- | --- |
| 组合名称 | 耐冷性 |
| C28-7 | 弱 |
| C28-11 | 中等 |
| C28-14 | 强 |
| C28-2 | 较弱 |
| C32-15 | 较强 |
| C32-10 | 较强 |
| 绿丰王（CK1） | 强 |
| 绿冠(CK2) | 中等 |

综合分析认为：C32-10、C32-15、C28-14综合性状均优于两个对照品种，为优良组合，其中，C32-10 更符合育种目标，进入品种比较试验；由于

C28-7、C28-2 乙烯利耐受性和耐冷性较差因而彻底淘汰；需进一步种植观察

C28-11.

## 3.4 品种比较试验结果

### 3.4.1 不同黄瓜品种产量的比较

‘绿岛5号‘小区前期产量比对照品种绿丰王和绿冠分别增产35.4%和3.8%，其小区后期产量比对照品种绿丰王和绿冠分别增产12.9%和54.9%，小区总产量比对照品种绿丰王和绿冠分别增产11.3%和10.7%（表13）。

Table 13 Different varieties of cucumbers plot yield test results

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 前期产量（kg） | | | 后期产量（kg） | | | 总产量（kg） | | |
| 品种 | 差异显著性 | " CK1  增产(%) | " CK2  增产(%) | 差异显著  性 | " CK1  增产(%) | " CK2  增产(%) | 差异显著性 | " CK1  增产(%) | " CK2  增产(%) |
| 绿岛 5 号 | 16.5aA | 35.2 | 3.8 | 7.9aA | 12.9 | 54.9 | 42.3aA | 11.3 | 10.7 |
| 绿丰王  (CK1) | 12.2bB |  |  | 7.0bA |  |  | 38.0bB |  |  |
| 绿冠  (CK2) | 15.9aA |  |  | 5.1cB |  |  | 38.2bB |  |  |

### 3.4.2 不同黄瓜品种品质的比较

‘绿岛5号‘商品瓜可溶性糖含量、可溶性固形物含量、糖/酸、Vc含量分别为3.00%、3.83%、20.74、5.44 mg/100g，均极显著高于两个对照品种绿丰王和绿冠，其可滴定酸含量与对照品种绿冠差异不显著而显著低于对照品种绿丰王（表14）。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 表 14 不同黄瓜品种商品瓜营养品质比较试验结果  Table 14 Different varieties of cucumbers commodities melon nutritional quality test results | | | | | |
| 品种 | 可溶性糖  (%) | 可滴定酸含量  （%） | 糖/酸 | 可溶性固形物  (%) | Vc 含量  （mg/100g） |
| 绿岛 5 号 | 3.00aA | 0.145bA | 20.74aA | 3.83aA | 5.44aA |
| 绿丰王(CK1) | 2.76bB | 0.155aA | 17.84bB | 3.50bB | 3.83cB |
| 绿冠(CK2) | 2.78bB | 0.150abA | 18.50bB | 3.51bB | 4.59bAB |

由表15可知，‘绿岛5号‘商品瓜的单瓜重与对照品种绿丰王无显著差异而显著高于绿冠，其瓜长与对照品种绿丰王无极显著差异而极显著高于绿冠，其果形指数与对照品种绿丰王无显著差异而显著高于绿冠。‘绿岛5号‘把长/瓜长与对照品种绿丰王无极显著差异且均小于1/7而极显著低于绿冠，其腔径比达到1/2且极显著低于两个对照品种，商品瓜瓜色亮绿偏绿，白刺大瘤，刺瘤稀疏，其外观品质明显优于对照且达到国家黄瓜优质育种目标。

Table 15 Comparative test results of different varieties of commodities melon goods quality

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 品 种 | 单瓜重  (g) | 瓜长  (cm) | 瓜粗  (cm) | 中心腔  (cm) | 瓜把长  (cm) | 果形指  数 | 把长/  瓜长 | 腔径比 | 瓜  色 | 刺瘤 |
| 绿岛 5 号 | 147aA | 12.4aA | 4.27aA | 2.17bB | 1.77bAB | 2.9aA | 0.14bB | 0.51bB | 亮绿偏绿 | 大瘤， 白刺， 稀疏 |
| 绿丰王(CK1) | 145aA | 11.9bAB | 4.37aA | 2.47aA | 1.73bB | 2.7abA | 0.14bB | 0.56aA | 亮  绿偏绿 | 小瘤， 白刺， 稀疏 |
| 绿冠(CK2) | 135bA | 11.3cB | 4.33aA | 2.47aA | 1.9aA | 2.6bA | 0.17aA | 0.57aA | 黄  绿偏  白 | 小瘤， 白刺， 稀疏 |

### 3.4.3 不同黄瓜品种白粉病抗病性比较

‘绿岛5号‘白粉病病情指数最低且极显著低于两个对照品种绿丰王和绿冠，绿丰王白粉病病情指数最高（表16），说明‘绿岛5号‘抗白粉病能力极显著高于两个对照品种，绿丰王抗白粉病能力最差，也是其前期产量较低的主要原因。

表 16 不同黄瓜品种对白粉病抗病性的比较结果

Table 16 The result of the comparison of different cucumber varieties to powdery mildew disease resistance

病情指数（%）

| 品 种 | Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ | 平均值 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 绿岛 5 号 | 35.3 | 35.0 | 35.0 | 35.1cC |
| 绿丰王(CK1) | 77.9 | 76.0 | 77.8 | 77.2aA |
| 绿冠(CK2) | 51.0 | 50.5 | 49.0 | 50.2bB |

### 3.4.4 不同黄瓜品种耐冷性的比较

对不同黄瓜品种成株期耐冷性进行调查（表17）表明，‘绿岛5号‘冷害指数极显著高于对照品种绿丰王，极显著低于对照品种绿冠，说明绿丰王耐冷性最强，‘绿岛5号‘耐冷性较强，绿冠耐冷性最差，也是其后期产量极低的主要原因。

Table 17 Different cucumber varieties resistant to cold comparison results

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 品 种 |  | 冷害指数（%） | |  |
|  | Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ | 平均值 |
| 绿岛 5 号 | 36.0 | 34.0 | 37.0 | 35.7bB |
| 绿丰王(CK1) | 12.6 | 14.0 | 14.4 | 13.7cC |
| 绿冠(CK2) | 86.0 | 87.4 | 86.0 | 86.5aA |

可见，日光温室秋冬茬生产条件下，‘绿岛5号‘表现为优质、抗病、抗逆、丰产，是综合性状优良的秋黄瓜品种。

## 3.5 Th产试验结果

由表18可知，日光温室秋冬茬‘绿岛5号‘的产量为5147kg/亩，比对照品种绿丰王、绿冠、贵妃翠分别增产24.3%、18.5%和17.8%。对照品种绿丰王耐冷性强但高感白粉病，绿冠和贵妃翠耐冷性较差，生长后期叶片易黄化，导致减产。

Table 18 The results of the different varieties yield

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 冬春茬 |  |  | 秋冬茬 | |  |
| 品 种 | 亩产量  （kg） | " CK1  增产(%) | " CK2  增产(%) | 亩产量  （kg） | " CK1  增产(%) | " CK2  增产(%) | " CK3  增产(%) |
| 绿岛 5 号 | 9143 | 10.5 | 15.6 | 5147.0 | 24.3 | 18.5 | 17.8 |
| 绿丰王(CK1) | 8278 |  |  | 4141.3 |  |  |  |
| 绿冠(CK2) | 7912 |  |  | 4342.6 |  |  |  |
| 贵妃翠（CK3） | --- |  |  | 4368.8 |  |  |  |

## 3.6 ‘绿岛5号’分子指纹图谱构建

### 3.6.1 RAPD在黄瓜材料中的多态性比率

在筛选的120条RAPD引物中，有42条有效引物，共扩增出772个条带，平均每条引物产生条带4.6个，其中引物AJ10、E18、M18、S331 和

S484稳定扩增出5个多态性位点，RAPD在黄瓜中的多态性比率为11.9%。

### 3.6.2 利用RAPD标记构建‘绿岛5号’的指纹图谱

对5个差异引物在4份黄瓜材料中扩增的差异位点分别赋值0和1后，构建了各材料指纹图谱（表19）。

表 19 供试黄瓜品种的名称、特性及指纹图谱

Table 19 The name, characteristics and fingerprints of the tested varieties of cucumbers

RAPD 指纹图谱

编号 品种名称 特征特性

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | AJ10 | E18 | M18 | S311 | S484 |
| 短棒形,瓜色均匀亮绿偏绿，果  1 绿岛 5 号 面有光泽，大刺瘤、稀疏、白  刺。 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 三棱形，瓜色黄绿偏白略不均  2 绿冠 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 短棒形或多棱形，瓜色亮绿均  3 贵妃翠 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 短棒形，瓜色亮绿偏绿，刺瘤  4 绿丰王 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |

匀，小刺瘤、稀疏、白刺。匀，小刺瘤、稀疏、白刺。

小、稀疏、白刺。

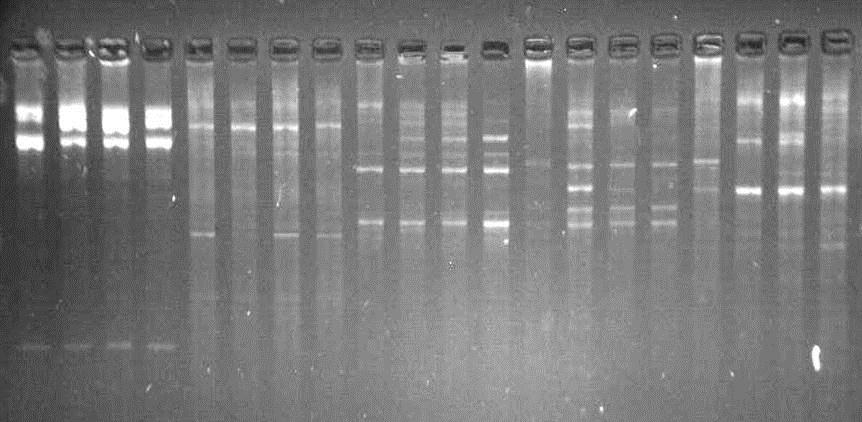
组合5条引物的5个多态性位点，可以确定‘绿岛5号‘的指纹图谱为

0-1-0-0-1，与相似品种绿冠（1-0-1-1-0）、贵妃翠（1-1-1-0-0）和绿丰王（0-

1-1-0-0）可以有效区分开。同时，指纹图谱出现的概率计算公式为2/n(n+1)

（n表示3次重复稳定出现的等位基因数目引物AJ10、E18、M18、S331 和

S484的等位基因数目分别为4, 3，6，6, 4），计算各图谱出现的概率为：1/135000，即用上述引物同时扩增135000份黄瓜杂交种DNA，才会出现一个与各材料指纹图谱完全相同的图谱，能够有效区分4份材料，能起到品种鉴定和保护的作用。



**1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4**

图1 1：绿岛5号，2：绿冠，3：贵妃翠，4：绿丰王

Fig 1 1: Cucumber 'Lǜdao 5', 2: green crown, 3: chaise Tsui, 4: Green Feng Wang

RAPD引物AJ10、E18、M18、S331和S484在绿岛5号和对照材料中的扩增The RAPD primer AJ10 E18, M18, S331 and S484 in Green Island on the 5th and control material amplified

利用操作简单的RAPD技术，分别以相同类型黄瓜品种绿丰王、绿冠和贵妃翠为对照，对‘绿岛5号‘黄瓜进行分子指纹图谱构建。在筛选的120 条

RAPD引物中，有5条引物AJ10、E18、M18、S331和S484，稳定扩增出5个多态性位点，图谱出现概率为1/135000，能够有效区分4份材料，能起到品种鉴定和保护的作用（图1）。

# 第四章 讨论

## 4.1 与国内（外）同类技术比较

全世界黄瓜分为五大类型：华北型、华南型、南亚型、西方酸渍用型、西方鲜用型（欧美露地型、北欧温室型）黄瓜，我国北方棚室栽培主栽黄瓜品种是华北型（密刺类型），其次是俗称旱黄瓜的华南型，主要分布在东北三省及环渤海湾地区（即ft东青岛、烟台，河北唐ft、秦皇岛等），此外还有一些北欧温室型黄瓜。冀东秋瓜是冀东地区特色蔬菜资源，在分类上属于华南型黄瓜，在冀东地区栽培历史悠久，具有丰富的种质资源，但长期以来，露地栽培为主，育种起步较晚，导致目前生产上棚室栽培多为露地农家品种和单系品种，株型和低温耐受性均较差，弱光下瓜色普遍偏白，棚室栽培适应性差，一直是这一特色产业的瓶颈问题。本研究针对这一问题，以适于棚室栽培、优质、抗病、丰产为育种目标，采用基因重组技术开展秋黄瓜新品种选育，成功育成的一代杂种‘绿岛5号‘，其商品瓜瓜长12 cm左右，瓜色均匀亮绿偏绿、大瘤、白刺，可溶性固形物、糖/酸、Vc 含量分别为

3.8%、20.7、5.4 mg/100g，均极显著高于当地主栽品种，其中糖/酸分别比对照品种绿丰王和绿冠高16.3%和12.1%, Vc含量分别比对照品种绿丰王和绿冠高42.0%和18.5%；总产量比对照品种绿丰王、绿冠、贵妃翠分别增产

10.5%、15.6%、17.8%以上；抗病性和耐冷性强。实现了唐ft秋瓜优质、抗病、温室适应性、丰产的同步改良提高，在同类研究中创新明显。

对于黄瓜果瘤的遗传，通过查阅文献可以看到以往有对果瘤有无的研究，得出控制果瘤的基因Tu是独立遗传的，即有瘤（Tu）对无瘤（Tu）为显性，它与果瘤基因（Tu-tu）共同参与果实表面性状的表达。但是对于黄瓜果瘤大小遗传规律的研究，还未见报道。本文揭示了黄瓜果瘤大小的遗传规律，在同类研究中创新明显。

## 4.2 主要创新点

1、揭示了果瘤大小遗传规律。大果瘤由1对显性基因控制，大果瘤对小果瘤为显性，为冀东秋瓜遗传改良提供了理论依据。

2、首次构建了‘绿岛5号‘的分子指纹图谱。利用5条RAPD引物

AJ10、E18、M18、S331和S484，稳定扩增出5个多态性位点，图谱出现概率为1/135000，为新品种保护和种品种纯度鉴定奠定了良好基础。

# 第五章 结论

本试验得出以下结论：

1、冀东秋瓜果瘤大小遗传受1对完全显性基因控制，大果瘤对小果瘤为显性。

2、通过15个秋瓜杂交组合的初步比较试验，进一步品种比较试验、生

产试验获得优质、抗病、抗逆、丰产黄瓜新品种‘绿岛5号’。‘绿岛5号‘商品瓜瓜长12 cm左右，商品瓜单瓜重147 g左右，瓜形短圆柱状，瓜色均匀亮绿偏绿，大刺瘤、白刺，瓜把短、深绿色，果肉较厚浅绿色，口感甜脆、清香味浓，其可溶性糖含量、可溶性固形物含量、糖/酸、Vc含量均极显著高于对照绿丰王和绿冠，其可滴定酸含量与绿冠差异不显著而显著低于绿丰王；对黄瓜白粉病的抗病性极显著高于绿丰王和绿冠。植株生长势中等，主蔓结果为主，弱分枝，叶面积较小、株型紧凑，耐冷性强。‘绿岛5号‘的产量比对照品种绿丰王增产10.5%～24.3%；比对照品种绿冠增产15.6%～18.5%；比贵妃翠增产17.8%。‘绿岛5号‘具有优质、抗病、抗逆、丰产等多个，标性状。适合于冀东地区冬春茬和秋冬茬日光温室及冬春塑料大棚栽培。

3、构建了‘绿岛5号‘的分子指纹图谱。利用操作简单的RAPD技术，分别以相同类型黄瓜品种绿丰王、绿冠和贵妃翠为对照，对‘绿岛5号‘黄瓜进行分子指纹图谱构建。在筛选的120条RAPD引物中，有5条引物

AJ10、E18、M18、S331和S484，稳定扩增出5个多态性位点，图谱出现概率为1/135000，能够有效区分4份材料，能起到品种鉴定和保护的作用。

参考文献

[1] 王小佳. 蔬菜育种学. 北京: 中国农业出版社, 2000.

[2] 顾兴芳等. 我国黄瓜育种研究进展[J]. 中国蔬菜, 2005(12): 1-7.

[3] 张圣平, 顾兴芳, 王烨等. “十一五”我国黄瓜遗传育种研究进展[J]. 中国蔬菜, 2010(22): 1-10.

[4] 侯锋, 李淑菊. 我国黄瓜育种研究进展与展望[J]. 中国农业科学, 2000, 33(3): 100-102.

[5] 顾兴芳, 方秀娟, 韩旭. 黄瓜瓜把长度遗传规律研究初报[J]. 中国蔬菜, 1994(2): 33-34.

[6] 张卫华, 王志峰, 孙小镭. 黄瓜果实性状的Hayman遗传分析[J]. 西南农业学报, 2009, 22(3): 773-776.

[7] 马德华, 吕淑珍, 沈文云等. 黄瓜主要品质性状配合力分析[J]. 华北农学报, 1994, 9(4): 65-68.

[8] 张鹏, 秦智伟, 王丽莉等. 黄瓜果实弯曲性遗传分析[J]. 东北农业大学学报, 2010, 41(1): 29-33.

[9] 孙小镭, 王冰, 顾三军等. 黄瓜嫩果皮色与色素含量的关系[J]. 园艺学报, 2003, 30(6): 721.

[10] 孙小镭, 王永强, 王冰等. 黄瓜嫩果果皮叶绿素含量的遗传[J]. 园艺学报, 2004, 31, (3): 327-331.

[11] 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[J]. 园艺学报, 2001, 28(6): 565-566.

[12] 侯锋. 对黄瓜杂种一代几个遗传性状的初步研究. 天津: 天津科学技术出版社. 1999 年5月第一版.

[13] 徐强, 陈学好, 于杰等. 加工黄瓜品质性状遗传力和遗传相关的初步研究[J]. 江苏农业研究, 2001, 22(4): 18-20.

[14] 顾兴芳, 张圣平, 国艳梅等. 黄瓜苦味遗传分析[J]. 园艺学报, 2004, 31(5): 613-616.

[15] 顾兴芳, 张圣平, 徐彩清等. 春露地黄瓜产量性状配合力分析[J]. 中国蔬菜, 2004(6): 13- 15.

[16] 曹齐卫, 张卫华, 王志峰等. 黄瓜产量性状的Hayman 遗传分析[J]. 西北农业学报, 2008, 17(5): 252-256.

[17] 闫立英, 冯志红, 李晓丽等. 保护地旱黄瓜主要农艺性状的相关与通径分析[J]. 华北农学报, 2005, 20( 3): 30-31.

[18] 韩建明, 侯喜林, 黄江涛等. 黄瓜自交系选育中产量性状的灰色关联和相关分析植物遗传[J]. 资源学报, 2004, 5(1) 35-37.

[19] 钱忠英, 蔡润, 何欢乐等. 全雌性单性结实黄瓜主要农艺性状的遗传相关和通径分析. 上海交通大学学报（农业科学版）, 2002, 20(2): 133-136.

[20] 张素勤. 黄瓜霜霉病和白粉病抗性遗传机制及其分子标记研究: (博士学位论文). 西北农林科技大学, 2005.

[21] 顾振芳, 王卫青, 朱爱萍等. 黄瓜对霜霉病的抗性与叶绿素含量、气孔密度的相关性[J]. 上海交通大学学报（农业科学版）, 2004, 22(4): 381-384.

[22] 吕淑珍, 霍振荣, 陈正武等. 黄瓜霜霉病、白粉病抗性遗传规律研究初报[M] /李树德. 中国主要蔬菜抗病育种进展. 北京: 科学出版社, 1995: 436-438.

[23] Sbenmugasundamm S． Williams PH． Peterson C E lnhetitmqce of resistance to powdery mildew in Cucumber[J]. Phytopathology, 1971, 61(10): 1218-1221.

[24] Shanmugasundamtn S． Williams P H． Peterson C E． A recessiveeotyledon marker genein cucumber with pldotmpie effects[J]. Hort-scienee, 1972, 7: 555-556.

[25] 张桂华, 杜胜利, 王鸣等. 与黄瓜白粉病相关基因连锁的AFLP标记的获得[J]. 园艺学报, 2004, 31(2): 189-192.

[26] 张圣平, 刘苗苗, 苗晗等. 黄瓜白粉病抗性基因的QTL定位[J]. 中国农业科学, 2011, 44 (17): 3584-3593.

[27] 魏国强, 钱琼秋, 朱祝军. 黄瓜白粉病抗性及生理机制的研究[J]. 华北农学报, 2004, 19(2): 84-86.

[28] 刘殿林, 杨瑞环, 哈玉杰. 黄瓜抗枯萎病遗传特性研究[J]. 天津农业科学, 2003, 9(2): 33- 35.

[29] 侯安福, 尹彦. 黄瓜枯萎病抗性遗传规律的研究. 见: 李树德主编, 中国主要蔬菜抗病育种进展. 北京: 科学出版社, 1995, 439-444.

[30] Provvienti R, Gonflalves D, Humaydan H, et a1． Occurrence of zucchini yellow mosmc virus in cucurbits from connecicut, new York, Florida, and California[J]. Plant Dis, 1984, 68: 443-446.

[31] Kabelka E． Multiple alleles for zuecini yellow mosaic virus resistance at the zym locus incucumber[J]. Theor Appl Genet, 1997, 95(5/6): 997, 1104.

[32] 李建吾, 毛光志, 余纪柱等. 逆境苗期黄瓜叶片几个生理生化性状的配合力分析[J]. 河南农业大学学报, 2005, 39(1): 57-61.

[33] 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.

[34] 李丹丹, 司龙亭, 李季等. 弱光下黄瓜幼苗叶片叶绿素含量的遗传分析[J]. 华北农学报, 2009, 4(1): 133-137.

[35] 于拴仓, 王永健. 黄瓜耐热性遗传规律研究[J]. 华北农学报, 2003, 18(3): 87-89.

[36] 顾兴芳, 张圣平, 王烨. 我国黄瓜育种研究进展[J]. 中国蔬菜, 2005(12): 1-7.

[37] 张圣平, 顾兴芳, 王烨等. “十一五”我国黄瓜遗传育种研究进展[J]. 中国蔬菜, 2010(22): 1-10.

[38] 詹艳, 陈劲枫, Ahmed Abbas Malik. 黄瓜游离小孢子培养诱导成胚和植株再生[J]. 园艺学报. 2009, 36(2): 221-226.

[39] 杜胜利. 利用生物技术创造黄瓜育种新材料方法研究[J]. 天津科技, 2001(2): 627.

[40] 李树德主编. 中国主要蔬菜抗病育种进展[M]. 北京: 科学技术出版社, 1995: 11.

[41] 王和勇. 黄瓜杂交种子纯度的RAPD鉴定(硕士毕业论文). 2001.

[42] 孙敏, 乔爱民等. 黄瓜杂交种子纯度的RAPD鉴定. 西南师范大学学报(自然科学版), 2003, 28(2): 103-107.

[43] 金红, 杜胜利等. 抗除草剂基因在黄瓜杂种纯度快速鉴定上的应用研究. 华北农学报, 2004, 19(3) : 31-34.

[44] 李锡香, 朱德蔚等. 黄瓜种质资源描述规范和数据标准. 北京: 中国农业出版社, 2005.

[45] Harrison M. A., Kaufman P. B.. Does ethylene play a role in release of lateral buds (tillers) from apical dominance in oats[J]. Plant Physiol. 1992, 7 (8): 811-814.

[46] 王怀玉. 大棚春黄瓜前期产量的确定方法[J]. 东北农学学报, 1987, 18 (3): 209-218.

[47] 吴才君, 范淑英, 刘德春等. 大棚春黄瓜品种比较试验[J]. 江西农业大学学报, 2003, 25(6): 872-874.

[48] 李树德. 黄瓜主要品质性状鉴定标准和方法[M]. 中国主要蔬菜抗病研究进展. 北京: 科学技术出版社, 1995, 5 (3): 478-479．

[49] 蒋燕, 张菊平, 张兴志等. 黄瓜果实生长动态及横径与果重点的关系[J]. 洛阳农专学报, 1998, 4 (3): 28-30.

[50] 邓敏娟. 几个黄瓜品系的生长动态及开花结果习性[J]. 中国蔬菜, 1989, 8 (5): 25-28.

[51] 魏毓棠. 蔬菜育种技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995, 35 (7): 155-156.

[52] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术. 北京: 高等教育出版社, 2000, 160-165.

[53] 白玉璋, 王景安. 植物生理学测试技术. 北京: 中国科学技术出版社, 1993, 235-23.

[54] 刘永军, 郭守华. 植物生理生化实验. 北京: 中国农业科学出版社, 128-129, 132-134.

[55] 秦玉红, 王波, 李磊等. 春提早大棚黄瓜品比试验[J]. 北方园艺, 2003, 4 (1): 51-53.

[56] 程嘉琪等. 黄瓜核心种质对白粉病的田间抗性评价. 中国蔬菜, 2011(20): 15-19.

致 谢

首先，衷心感谢我的恩师闫立英老师在学习、工作及生活上给我的孜孜教诲、精心培养和悉心关怀。您严谨的治学精神，深厚广博的学术造诣，孜孜不倦的开拓进取精神，宽广的胸怀和坦荡的人格都深深感染着我，您的言传身教、谆谆教导、无微不至的关怀，还有包容我所有的肤浅和无知，让我在求学、工作和生活上都满载而归。在您悉心指导和大力支持下我的硕士学习和科研课题才得以顺利完成，您在做人、做事、做学问上给学生树立了一生学习的榜样！感谢李晓丽老师和宋晓飞老师两年来给我的指导、关怀和帮助，让我受益匪浅，您们的表率精神和开朗的性格都深深感染着我。

其次，要感谢所有帮助过我的同科研组的同学。有了你们的帮助与配合，我的试验才得以顺利完成，在这也向你们表示衷心的感谢！

再次，特别感谢我的家人和朋友们，他们一直以来的理解和支持给了我前进的最大动力，我的每一点进步都离不开他们对我的关心和鼓励。我一定不会辜负他们的期望，继续保持前行。