

ISSR 标记在韭菜杂交组合选配中的利用初报

张 明, 乔保健, 李延龙, 陈中府, 曹秀敏, 张华敏, 张 伟

(平顶山市农业科学院, 河南 平顶山 467001)

摘要: 为了研究 ISSR 标记与韭菜杂种优势的对应关系, 在对 27 个韭菜杂交组合及其父母本性状调查的基础上, 计算植株分蘖数等 5 个性状的杂种优势, 并把分蘖数、单株质量和鞘长的杂种优势与父母本的 ISSR 标记遗传距离进行比较分析, 结果表明, 强优势杂交组合多数集中在父母本遗传距离 ≥ 5.0 的位置。

关键词: 韭菜; ISSR 标记; 杂种优势

中图分类号: S633.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2014)06-0108-05

Preliminary Study on Matching Hybrid Combinations of Leek Hybrid Base on ISSR Markers

ZHANG Ming, QIAO Bao-jian, LI Yan-long, CHEN Zhong-fu,

CAO Xiu-min, ZHANG Hua-min, ZHANG Wei

(Pingdingshan Academy of Agricultural Sciences, Pingdingshan 467001, China)

Abstract: In order to study on the corresponding relationship between ISSR markers and heterosis of leek, this paper calculated the heterosis of tiller number and other traits, and compared the of heterosis of tiller number, plant weight and sheath length with ISSR genetic distance of the parents based on the investigation of the traits of 27 hybrid combinations of leek and their parents. The inquiry elicited the strong heterosis was mostly concentrated in the position of genetic distance over 5.0.

Key words: leek; ISSR markers; heterosis

ISSR 标记已广泛应用于小麦、水稻、烟草、甘薯等多种作物的遗传多样性和亲缘关系分析研究^[1-5], 在韭菜种质资源中的应用研究也有报道^[6-9]。其中, 刘宏敏等^[7]对韭菜种质资源的 DNA 指纹聚类分析研究表明, 建库韭菜种质资源遗传基础丰富, 但是目前国内主推韭菜品种和多数地方韭菜品种亲缘关系比较接近, 制约了韭菜生产的健康发展; 虽然平顶山市农业科学院育成推广的韭菜品种在性状上各有特点, 但从分子标记聚类结果看, 除平丰 9 号具有桂林大叶的远缘遗传基础外, 其他品种都聚在第一大类, 遗传差异比较小(资料尚未发表)。品种创新需要进一步加强远缘韭菜种质的导入, 韭菜种质资源的遗传多样性和遗传相似性分析为韭菜品种创新及品种利用研究提供了理论依据^[8-9]。为了进一步开展 IS-

SR 分子标记技术在韭菜杂种优势利用和杂交组合选配方面的应用, 通过对 27 个韭菜杂交组合及父母本材料的 5 个主要性状的调查, 分析各性状的杂种优势(中亲优势), 对其中杂种优势明显的性状, 分析杂种优势强弱与父母本 ISSR 遗传距离之间的对应关系, 为韭菜杂种优势利用和杂交组合选配提供新的参考依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

选择 4 个优良韭菜雄性不育系材料(均为嘉 ms 转育材料)作母本, 8 个自交系材料作父本, 全列杂交组合 32 个, 除去父本是母本不育系的保持系材料的 5 个组合, 实际种植观察母本材料 4 份、父本材料

收稿日期: 2014-02-20

基金项目: 河南省科技攻关项目(623010200)

作者简介: 张 明(1963-), 男, 河南平顶山人, 副研究员, 主要从事作物育种研究。E-mail: mzm269@163.com

8 份、杂交组合材料 27 份,共计 39 份韭菜材料。

1.2 试验设计

1.2.1 杂交组合选配与种植方式 于 2009 年 8 月选配杂交组合,父母本及 F₁ 种子于 10 月上旬收获,2010 年 3 月育苗,7 月 10 日移栽,种植父母本及 F₁ 材料共 39 份,按照随机区组设计,重复 3 次。

1.2.2 性状调查与杂种优势计算 2011 年每区取样 10 株调查株高、分蘖数、薹高、鞘长和单株质量;计算 F₁ 杂种优势,杂种优势(%)=[F₁ 均值-(父本均值+母本均值)/2]/[(父本均值+母本均值)/2]。

1.2.3 ISSR 指纹标记遗传距离分析 于 2011 年 3 月 25 日,分别采集 4 份不育系母本材料和 8 份父本自交系材料的幼嫩叶片,按照改良 SDS 法提取 DNA,从构建韭菜种质资源指纹库的 ISSR 引物中,选择 ISSR-60 等 10 个引物(表 1),用韭菜 ISSR 反应体系进行 DNA 扩增^[10],利用 PAGE 技术进行 ISSR 指纹检测^[11],利用 Bio-Rad 凝胶成像系统对凝胶照片进行处理,将每个品种在电泳图上清晰且可重复出现的条带记为“1”,同一位置无带和不易分辨的弱带记为“0”,建立原始矩阵。利用 10 条 ISSR 对 12 份材料扩增多态性位点,用 NTSYS 计算各组合亲本间的欧氏距离(D_{ji}), $D_{ji} = \sqrt{\sum(X_{jk} - X_{ik})^2}$,其中, $k=1,2,\cdots,n$,代表多态性位点, X_{jk} 为 j 品种 k 位点的值, X_{ik} 为 i 品种 k 位点的值。

表 1 筛选的 10 种 ISSR 引物

ISSR 引物序号	碱基序列	退火温度/℃
4	ACACACACACACACAG	52.6
12	GAGGAGGAGGAGGAG	59.5
26	ACACACACACACACCC	54.9
32	AGAGAGAGAGAGAGAC	52.6
35	AGAGAGAGAGAGAGTA	50.3
45	ACACACACACACACGC	54.9
57	AGAGAGAGAGAGAGTG	52.6
58	AGAGAGAGAGAGAGGA	52.6
60	AGAGAGAGAGAGAGGG	54.9
63	AGAGAGAGAGAGAGCT	52.6

1.2.4 亲本间遗传距离与组合杂种优势的比较 按照亲本遗传距离由小到大的顺序列表,并与株高、分蘖数、薹高、鞘长及单株质量等性状的杂种优势进行比较,分析亲本间遗传距离与组合 F₁ 杂种优势之间的对应关系。

2 结果与分析

2.1 韭菜主要性状平均值及杂种优势分析

韭菜株高、分蘖数、薹高、鞘长和单株质量等 5 个主要性状的平均值见表 2。根据表 2 数据计算 27 个 F₁ 材料的 5 个主要性状的杂种优势(表 3)。

表 2 韭菜植株 5 个主要性状指标的平均值

组合代码	供试材料	株高/cm	分蘖/个	鞘长/cm	薹高/cm	单株质量/g
a	嘉 ms×黄(3)×黄格子	50.000	5.033	8.850	38.346	8.439
b	嘉 ms×791(4)×791-a	48.550	4.057	8.623	36.516	12.741
c	嘉 ms×桂林穿山韭(4)	49.850	4.614	8.723	38.878	12.652
d	嘉 ms×青格子(4)	48.680	4.375	8.507	36.045	11.544
1	791-b 5	48.750	4.272	9.495	39.139	13.384
2	791-a 4	48.666	4.025	9.611	37.908	11.824
3	苔韭 4	47.950	3.790	7.833	38.001	11.970
4	春韭 4	49.933	4.545	9.050	39.609	12.983
5	桂林穿山 4	50.010	4.831	9.168	39.003	11.664
6	黄格子 3	49.417	5.503	8.505	38.907	12.386
7	桂-4c 3	50.025	4.616	9.493	40.203	14.369
8	青格子 4	48.916	4.617	9.700	38.796	16.319
a1	嘉 ms×黄(3)×791-b	50.566	4.448	10.233	38.500	13.300
a2	嘉 ms×黄(3)×791-a	51.033	4.678	9.880	39.080	13.102
a3	嘉 ms×黄(3)×苔韭	51.070	4.500	9.890	38.586	12.903
a4	嘉 ms×黄(3)×春韭	52.356	4.724	10.316	40.480	13.801
a5	嘉 ms×黄(3)×桂林穿山韭	51.633	4.758	10.203	37.971	13.354
a7	嘉 ms×黄(3)×桂-4c	49.966	6.933	9.650	35.770	12.785
a8	嘉 ms×黄(3)×青格子	50.300	5.259	9.906	39.060	13.750
b3	嘉 ms×791(4)×苔韭	50.118	4.666	9.226	37.018	12.480
b4	嘉 ms×791(4)×春韭	48.223	4.680	8.183	35.875	12.750
b5	嘉 ms×791(4)×桂林穿山韭	50.350	4.740	8.970	36.103	12.924

续表 2 韭菜植株 5 个主要性状指标的平均值

组合代码	供试材料	株高/cm	分蘖/个	鞘长/cm	薹高/cm	单株质量/g
b6	嘉 ms×791(4)×黄格子	48.266	4.384	9.406	35.066	13.026
b7	嘉 ms×791(4)×桂-4c	49.116	4.666	9.050	37.484	12.925
b8	嘉 ms×791(4)×青格子	49.236	4.365	9.165	37.568	13.387
c1	嘉 ms×桂林穿韭(4)×791-b	50.066	4.464	8.633	39.637	13.004
c2	嘉 ms×桂林穿韭(4)×791-a	49.666	4.960	8.230	38.500	13.476
c3	嘉 ms×桂林穿韭(4)×苔韭	47.516	4.519	7.943	35.142	13.318
c4	嘉 ms×桂林穿韭(4)×春韭	50.646	6.107	9.693	38.438	15.940
c6	嘉 ms×桂林穿韭(4)×黄格子	49.333	5.481	8.006	36.017	12.969
c7	嘉 ms×桂林穿韭(4)×桂-4c	47.133	4.851	8.313	39.388	12.292
c8	嘉 ms×桂林穿韭(4)×青格子	48.800	4.487	8.850	37.034	13.068
d1	嘉 ms×青格子(4)×791-b	49.316	5.076	9.300	38.210	12.857
d2	嘉 ms×青格子(4)×791-a	50.066	5.423	8.950	37.900	13.026
d3	嘉 ms×青格子(4)×苔韭	50.350	6.366	9.283	39.328	13.190
d4	嘉 ms×青格子(4)×春韭	48.616	4.551	8.583	37.566	14.109
d5	嘉 ms×青格子(4)×桂林穿山韭	50.066	4.766	8.683	37.177	13.842
d6	嘉 ms×青格子(4)×黄格子	48.726	4.480	8.093	36.482	13.094
d7	嘉 ms×青格子(4)×桂-4c	49.116	5.535	9.110	37.656	13.902

表 3 韭菜主要性状的杂种优势 %

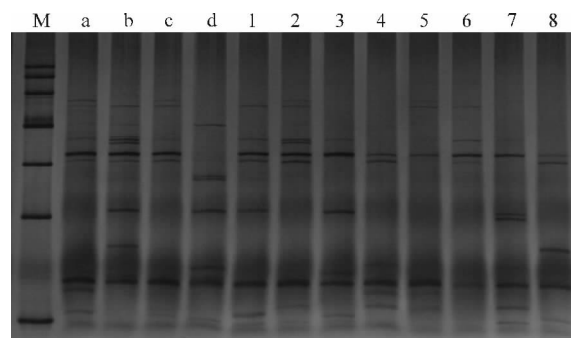
组合代码	株高	分蘖	叶鞘长	薹高	单株质量
a1	2.4	-4.4	11.6	-0.6	21.9
a2	3.4	3.3	7.0	2.5	29.3
a3	4.3	2.0	18.6	1.1	26.4
a4	4.8	-1.34	15.3	3.9	28.8
a5	3.3	-3.5	13.3	-1.8	32.9
a7	-0.1	43.7	5.2	-8.9	12.1
a8	1.7	9.0	6.8	1.3	11.1
b3	3.9	18.9	12.1	-0.6	1.0
b4	-2.1	8.8	-7.4	-5.7	-0.9
b5	2.2	6.7	0.8	-4.4	5.9
b6	-1.5	-8.3	9.8	-7.0	3.7
b7	-0.3	7.6	-0.1	-2.3	-4.6
b8	2.2	6.1	1.0	-4.5	5.0
c1	1.6	0.5	-5.2	1.6	-0.1
c2	0.8	15.0	-10.2	0.3	10.1
c3	-2.8	7.5	-4.0	-8.6	8.2
c4	1.5	33.4	9.1	-2.1	24.4
c6	-0.6	8.4	-7.1	-7.4	3.6
c7	-5.6	5.1	-8.7	-0.4	-9.0
c8	-1.8	-2.8	-3.9	-4.6	-9.8
d1	1.2	17.4	3.3	1.6	3.2
d2	2.9	29.1	-1.2	2.5	11.5
d3	4.2	55.9	13.6	6.2	12.2
d4	-1.4	2.0	-2.2	-0.7	15.0
d5	1.5	3.5	-1.7	-0.9	19.3
d6	-0.7	-9.3	-4.9	-2.7	9.4
d7	-0.5	23.1	1.2	-1.2	7.3

从表 3 可以看出,韭菜杂交组合的杂种优势是普遍存在的,但不同性状的杂种优势表现不同,分蘖数的优势最明显,优势大于 8% 的组合有 11 个,优势大于 15% 的组合有 7 个,优势大于 20% 的组合有

5 个,优势大于 30% 的组合有 3 个;单株质量的杂种优势明显,优势大于 8% 的组合有 15 个,优势大于 15% 的组合有 7 个,优势大于 20% 的组合有 6 个,优势大于 30% 的组合有 1 个;叶鞘长的杂种优势也比较明显,优势大于 8% 的组合有 8 个,优势大于 15% 的组合有 2 个,没有优势大于 20% 的组合;株高和薹高的杂种优势表现不明显,除 d3 薹高杂种优势为 6.2% 外,其他各组合的杂种优势均小于 5%。

2.2 遗传距离与杂种优势的对比分析

选择 10 个适宜韭菜指纹表达 ISSR 引物,对 4 个母本、8 个父本提取的 DNA 进行 ISSR 扩增、PAGE 指纹检测和指纹认读(图 1 和表 4),利用 ISSR 标记的多态性位点建立各个材料之间遗传距离方阵,利用 NTSYS 计算各组合父母本之间的遗传距离,按照父母本遗传距离由小到大的顺序列表(表 5)。



引物为 ISSR-60; a、b、c、d 为母本不育系材料; 1—8 为父本材料; M: Marker III

图 1 ISSR-60 对父母本材料扩增的指纹图谱

表 4 引物 ISSR-60 对父母本材料扩增的认读数据

序号	a	b	c	d	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
2	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0
3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0
6	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
7	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1
9	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
10	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0
11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

表 5 父母本遗传距离与杂种优势的对比情况

组合代码	欧氏距离	分蘖优势/ %	鞘长优势/ %	单株质量 优势/%
b7	4.00	7.6	-0.1	-4.6
b5	4.24	6.7	0.8	5.9
d1	4.24	17.4	3.3	3.2
d2	4.47	29.1	-1.2	11.5
b8	4.51	6.1	0.8	5.0
d4	4.58	2.0	-2.2	15.0
c1	4.58	0.5	-5.2	-0.1
c6	4.58	8.4	-7.1	3.6
d7	4.69	23.1	1.2	7.3
c3	4.90	7.5	-4.0	8.2
c2	5.00	14.8	-10.2	10.1
c7	5.01	5.1	-8.7	-9.0
b4	5.02	8.8	-7.4	-0.9
c4	5.10	33.4	9.1	24.4
a8	5.12	9.0	6.8	11.1
d5	5.29	3.5	-1.7	19.3
b3	5.57	18.9	12.1	1.0
a3	5.57	2.0	18.5	26.4
b6	5.66	-8.3	9.8	3.7
d6	5.66	9.3	-4.9	9.4
d3	5.92	55.9	13.6	12.2
c8	6.24	-2.8	-3.9	-9.8
a5	6.32	-3.5	13.3	32.9
a1	6.48	-4.4	11.6	21.9
a4	6.71	-1.4	15.3	28.8
a7	6.78	43.7	5.2	12.1
a2	7.07	3.3	7.0	29.3

按照表 5 中 F₁ 遗传距离由小到大排列顺序,把分蘖数、鞘长和单株质量等 3 个性状的杂种优势

列入对应位置,比较分析遗传距离与杂种优势之间的对应趋势。株高和薹高杂种优势不明显,不再列入。从表 5 结果对比可以看出,在父母本遗传距离为 4.00~4.90 的 10 个杂交组合中,除单株质量有 3 个组合和分蘖数有 4 个组合的杂种优势超过 8% 外,其他组合杂种优势表现不明显,杂种优势均在 8% 以下;在遗传距离为 5.00~7.07 的 17 个组合中,分蘖数、鞘长和单株质量的杂种优势明显,分蘖数杂种优势大于 8% 的组合有 8 个,鞘长杂种优势大于 8% 的组合有 8 个,单株质量杂种优势大于 8% 的组合有 12 个。从以上分析可以看出,遗传距离大与杂种优势强有明显的对应趋势,强优势组合明显集中在父母本遗传距离≥5.00 的位置。

3 结论与讨论

3.1 杂种优势在韭菜 F₁ 中普遍存在

杂种优势在韭菜 F₁ 中表现比较普遍,但不同性状的 F₁ 优势表现差别较大。分蘖数和单株质量的杂种优势比较明显,鞘长次之。本研究中株高和薹高的杂种优势表现不明显,与马树彬等^[12]和李万昌等^[13]的研究结果有较大差别,分析原因主要是株高和薹高的遗传具有细胞质遗传特征,而本研究使用的 4 个母本材料均为嘉 ms 转育不育系材料。

3.2 遗传距离与杂种优势具有明显的对应关系

本研究表明,遗传距离与杂种优势具有明显的对应关系,强优势组合明显集中在父母本遗传距离≥5.00 的位置,据此可以进行杂交组合选配前景分析预测,为杂种优势利用和杂交组合选配提供参考依据。但是由于各组合的特殊配合力不同,少数组合遗传距离与杂种优势大小之间不符合对应趋势,亲本遗传距离大小与杂种优势大小不是正相关关系。因此,在应用中应与表型性状的观察比较相结合,以取得更佳效果。

3.3 ISSR 标记在韭菜育种实践上的应用

利用 ISSR 标记技术辅助已选育出具有桂林大叶远缘的韭菜新品种平丰 9 号,并在生产上大面积推广利用。由于该技术尚处于探索阶段,还存在一些需要改进和完善的技术环节:ISSR 随机引物应用于韭菜种质标记扩增指纹数目过多,反应体系和反应条件在不同程度上影响扩增指纹表达效果;韭菜种质取材和 ISSR 标记引物数量的限制,既影响韭菜种质指纹表达,又影响韭菜种质间遗传距离的计算结果。只有进一步丰富种质取材和增加标记引物,扩大 ISSR 指纹标记数据容量,才能提高对杂交组合选配的指导作用。(下转第 115 页)

露地栽培安全期。根据蔬菜不同的种类及品种抗冻能力的强弱,可适当调整适宜的定植期。目前,豫中南地区早春蔬菜部分采用设施栽培,如中小拱棚、塑料大棚、日光温室等,可使安全定植期提前 1 个月甚至更早。按照以上结果确定的露地栽培安全定植期,仍有 20% 的不保证率,存在着 5 a 一遇的风险,因此,定植时要特别注意增加保护措施,力争做到万无一失。具体保护措施如下。

(1) 针对蔬菜不同的种类及品种确立相应的安全定植期。蔬菜不同的种类及品种对移栽苗龄要求不同, 必须根据其生理特性和不同苗床的保温效果来确定安全播种期。

(2)定植前炼苗。在定植前逐渐锻炼幼苗,可以使幼苗抗寒力和耐旱力增强,可忍耐一般霜冻,而且经过锻炼的幼苗定植后缓苗快,发棵早。

(3) 无保温覆盖材料的设施栽培不宜过早。王军等^[8]研究表明, 单层塑料大棚内的最低气温比棚外的最低气温只高出 2℃。因此, 中、小拱棚和塑料大棚等无保温覆盖材料的设施过早定植仍有发生霜冻的可能, 各地可根据中、长期天气预报, 确定适合当地的适宜播种期。

(4)准确测定 10 cm 地温。对于番茄、茄子、辣椒、黄瓜等喜温性蔬菜作物,定植时 10 cm 地温应不低于 10~15℃,否则就不能定植。

(5)选择“冷尾暖头”天气定植。如驿城区不发生霜冻保证率为80%的日期是4月2日,这是对多年

状况而言;实际历年出现晚霜冻的日期变化很大,近30 a 的晚霜冻日最早出现在2月24日,最晚出现在4月20日,相差56 d。具体年份的定植期必须根据当年的天气状况而定,尽量选择“冷尾暖头”天气进行定植^[9]。对已定植的蔬菜,一旦遇到霜冻可及时采取措施,以保证安全度过危险期。由于资料年代较短,长期的晚霜日变化特征以及喜温蔬菜春季露地安全定植期还有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 许绝, 王国复, 王盘兴. 近 50 a 中国霜期的变化特征分析[J]. 气象科学, 2009, 29(4): 427-433.
- [2] 纳丽, 陈晓光, 郑广芬, 等. 宁夏近 40 年极端气温变化特征分析[J]. 宁夏工程技术, 2006, 5(1): 4-7.
- [3] 钱锦霞, 张霞, 张建新, 等. 近 40 年山西省初终霜日的变化特征[J]. 地理学报, 2010, 65(7): 801-808.
- [4] 杨允凌, 杨丽娜. 邢台地区近 50 年初终霜日及无霜期变化分析[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(10): 5963-5965.
- [5] 冯玉祥, 何维勋. 霜冻的研究[M]. 北京: 气象出版社, 1999.
- [6] 王建英, 韩相斌, 王超, 等. 豫东北主要农作物对气候变暖的响应[J]. 气象与环境科学, 2009, 32(1): 43-46.
- [7] 鲁坦, 范学峰. 2010 年河南省晚霜冻天气成因分析[J]. 气象与环境科学, 2012, 35(1): 43-48.
- [8] 王军, 孙兴祥, 曹坚, 等. 大棚多层覆盖小气候效应研究初报[J]. 江苏农业科学, 2002(1): 47-48.
- [9] 唐广. 果树蔬菜霜冻与冻害的防御技术[M]. 北京: 农业出版社, 1992.

(上接第 111 页)

参考文献:

- [1] Nagaoka T, Ogihara Y. Application of ISSR polymorphism in wheat cultivars using RAPD fingerprinting[J]. Theoretical and Applied Genetics, 1997, 94(5): 597-602.
- [2] Joshi S P, Gupta V S, Aggarwal R K. Genetic diversity and phylogenetic relationship as revealed by inter simple sequence repeat (ISSR) polymorphism in the genus *Oryza*[J]. Theoretical and Applied Genetics, 2000, 100(8): 1311-1320.
- [3] 梁景霞, 祁建民, 方平, 等. 烟草种质资源遗传多样性与亲缘关系的 ISSR 聚类分析[J]. 中国农业科学, 2008, 41(1): 286-294.
- [4] 李强, 刘庆昌, 翟红, 等. 中国甘薯主要亲本遗传多样性的 ISSR 分析[J]. 作物学报, 2008, 34(6): 972-977.
- [5] 李钧敏, 林俊, 青花菜品种的 ISSR 分析[J]. 江苏农业科学, 2008(2): 85-88.
- [6] 潘敏, 杨建平, 曹德航, 等. 非菜栽培品种遗传多样性的

- ISSR 和 RAPD 研究[J]. 中国农学通报, 2005, 21(4): 44-47.
- [7] 刘宏敏, 张明, 李延龙, 等. 韭菜种质资源 DNA 指纹库构建与聚类分析[J]. 河南农业科学, 2011, 40(8): 164-168.
- [8] 张明, 李延龙, 王贞, 等. 基于 ISSR 标记的韭菜种质资源遗传多样性初探[J]. 西北农业学报, 2012, 21(1): 146-150.
- [9] 李万昌, 乔保建, 王俊伟, 等. 基于 RAPD 技术的韭菜品种间遗传多样性分析[J]. 河南农业科学, 2012, 41(3): 116-119.
- [10] 李延龙, 张明, 曹秀敏, 等. 韭菜 ISSR-PCR 反应体系的优化[J]. 河南农业科学, 2009(1): 91-93.
- [11] 张明, 李延龙, 乔保建, 等. PAGE 技术对韭菜 ISSR-PCR 产物指纹检测效果的影响[J]. 生物学通报, 2010, 45(1): 46-48.
- [12] 马树彬, 郭瑞林, 聂玉霞, 等. 韭菜产量性状配合力及遗传分析[J]. 湖北农业科学, 2006, 33(1): 78-83.
- [13] 李万昌, 王静, 王俊伟, 等. 强优势杂交韭菜选配规律分析[J]. 生物学通报, 2012, 14(1): 46-48.