

太空搭载循化线辣椒 SP2 代的农艺性状与辣椒碱提取率的相关性分析

李 屹, 钟启文, 申静静

(青海省蔬菜遗传与生理重点实验室 青海 西宁 810016)

摘 要: 对“实践八号”返回式卫星搭载循化线辣椒种子 SP2 代农艺性状进行了调查, 检测了变异性; 并对 SP2 代辣椒碱提取率与其农艺性状的相关性进行了分析。结果表明: 循化线辣椒种子经太空诱变处理后, SP2 代处理在株高、茎粗、叶片、植株开展度以及果实纵径、横径、单果重及单株产量等方面均与对照表现出较大差异, 且以正向变异居多; 对 SP2 代辣椒碱提取率与株高、果纵径、植株径粗的相关程度较高, 可将其作为品种选育的指标之一。

关键词: 循化线辣椒; 太空诱变; 农艺性状; 辣椒碱提取率

中图分类号: S 641.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)21-0022-04

辣椒素属于胺类化合物, 是以优质干红辣椒为原料, 经粉碎、萃取、分离、浓缩、精制、纯化而得到的片状或针状晶体。由于在医药保健、军事防卫等较多方面的用途, 辣椒碱在市场上素有“软黄金”之称, 市场需求缺口巨大, 具有极大的发展前景^[1-3]。青海省太阳辐射强、光照充足, 有利于作物有机物质的积累, 生产的辣椒品质优良, 有机物质含量高。循化线辣椒是青海省优良地方蔬菜品种, 由于品质好, 风味独特而久负盛名, 十分适合于辣椒碱的提取等精深加工, 但由于多年的自繁自育, 种性退化问题日趋严重^[4]。项目组于 2006 年 9 月将循化辣椒种子搭载我国世界上第一颗专门用于航天育种试验和研究的返回式卫星“实践八号”在太空历经 15 d, 种子回收后, 即着手开展了循化线辣椒种质创新技术研究和新品种选育工作, 已对循化线辣椒 SP1 代植株变异进行了测试及评价^[5-9], 现以循化线辣椒为供试材料, 采用经太空搭载诱变的处理方法, 检测太空诱变后代农艺性状的变化, 并通过分析辣椒碱提取率与农艺性状之间的相关关系, 为创建性状优良、辣椒碱含量高的线辣椒种质资源并进一步选育优良新品种(系)提供基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

循化线辣椒原原种。

1.2 试验方法

1.2.1 卫星搭载 将循化线辣椒种子分为 2 份, 各 800 粒, 1 份经卫星搭载, 作为处理; 1 份未经搭载, 为对照 CK。卫星于 2006 年 11 月 9 日 15:00 在酒泉卫星发射中心发射, 在轨运行 15 d, 卫星高度 180~360 km。11 月 24 日 10:43 返回地球。

1.2.2 田间试验与观测 SP1 代辣椒种植方法采用起垄覆地膜栽培, 垄距 60 cm, 垄宽 40 cm, 垄高 15 cm, 双垄栽培, 株距 30 cm。2 份种子各占一半温室, 温室两头设保护行, 同等管理。SP1 代辣椒定植后单株编号挂牌, 根据辣椒的生长阶段, 进行全程跟踪记录, 观察记载植物学性状、农艺性状的分离情况, 并套袋自交, 取第 2~3 层果单株留种, 用作 SP2 代的种植。将 SP1 代单株收获的种子全部种植成株行(SP2 代), 每个单株收获的种子定植 2 行, 每隔 10 行种植 1 行对照自交种子, 统一田间管理。仔细观察、记载每一个 SP2 代植株的生育期, 植物学性状及产量指标等, 标出全部不正常的植株, 继续留种作为 SP3 代。

1.3 测定项目与方法

在辣椒全生育期观察记载物候期, 在辣椒开花期调查植物学性状, 果实性状及产量指标在收获后室内考种。随机抽取 25 个株行, 每株行随机抽取 10 个单株, 与对照比较, 观察记录各项指标。观察记载依据 DB63/F113-91 青海省辣椒品种观察记载标准执行。辣椒碱的提取: 线辣椒红熟果采收期, 每株行随机选择 3 株植株, 每株在第 3、4 层果上摘取 5 个辣椒, 辣椒洗净、去籽, 放入烘箱在 65℃下烘干, 干红辣椒粉碎后, 称取一定量辣椒粉于烧瓶中, 然后加入 5 倍体积的 70%乙醇, 在 45℃

第一作者简介: 李屹(1973-), 女, 本科, 副研究员, 研究方向为蔬菜栽培及育种。E-mail: ly525414@sina.com。

基金项目: 青海省农林科学院青年科技创新基金资助项目。

收稿日期: 2010-08-11

水浴中提取 2 h, 趁热过滤, 再往辣椒粉残渣中加入 4 倍体积的 70%乙醇 2 次浸提 1 h, 过滤, 合并滤液, 浓缩回收溶剂, 得深红色浸膏, 将得到的浸膏用 2 倍体积的 2% NaOH 溶解, 接着加入 1 倍浸膏体积的石油醚萃取, 分离有机相与水相, 在不断搅拌及室温条件下加入 5% H₂SO₄ 溶液中和并酸化至 pH 3.0~3.5, 用石油醚进行反萃取, 将有机相浓缩, 得粗品辣椒碱类化合物溶液, 再进行蒸发浓缩得辣椒碱粗品。

2 结果与分析

2.1 太空搭载对循化线辣椒 SP2 代农艺性状的影响

2.1.1 对植物学性状的影响 由随机取样的 25 组处理的调查结果可知, 循化线辣椒 SP2 代株高范围为 163~105 cm, 而对照平均株高为 80.5 cm; 全部植株均比对照表现增高, 且全部达到极显著差异水平; SP2 代开展度范围为 72.25~47.75 cm, 对照平均开展度为 76 cm; 处理植株的开展度均小于对照, 其中 14 组处理开展度与对照达到了极显著水平; SP2 代茎粗范围为 1.42~1.13 cm, 对照循化线辣椒平均茎粗 1.015 cm; 全部处理的茎粗均大于对照, 且其中 13 组处理与对照达到极显著差异水平; SP2 代叶长范围为 10.4~6.75 cm, 对照平均叶长 5.20 cm; 全部处理的叶长均大于对照, 且均达到了极显著差异水平; SP2 代叶宽范围 4.38~2.52 cm, 对照叶宽平均为

1.88 cm; 全部处理的叶宽均大于对照, 且有 19 组处理与对照达到了极显著差异水平。循化线辣椒 SP2 代的全部处理在株高、茎粗、叶片大小等 4 个方面均大于对照植株, 且几乎都达到了极显著差异水平; 而全部处理的植株开展度均小于对照植株, 且其中超过一半的处理与对照达到了极显著水平, 植株的生长势有增强的趋向。调查中同时发现, SP2 代处理株行内单株植物学性状表现一致, 但株行间在叶型、叶色、茎色、茎上附生物等方面表现差异大, 叶型有椭圆型、长椭圆型; 叶色有深绿、浅绿; 茎色有绿色、紫色、绿带紫色; 茎上附生细毛或无细毛等变化。

2.1.2 对果实性状及产量指标的影响 从果实纵径、横径、单果重、单株产量等 4 个方面对循化线辣椒 SP2 代果实性状进行调查分析可知, SP2 代果实纵径范围为 29.73~16 cm, 对照循化线辣椒果实纵径平均为 22.15 cm; 8 组处理的果实纵径比对照大, 其中有 3 组处理与对照达到极显著差异水平; 17 组果实纵径均比对照短, 其中 5 组与对照达到极显著差异水平; SP2 代果实横径范围为 1.94~0.90 cm, 对照循化线辣椒果实横径平均为 1.43 cm; 只有 2 组处理比对照果实横径大, 且均达到极显著差异水平; 另有 23 组处理的果实横径比对照小, 其中 6 组达到极显著差异水平; SP2 代单果重范围为 21.132~

表 1 太空搭载循化线辣椒 SP2 代农艺性状调查

Spaceship-carried Xunhua chili pepper SP2 survey on behhalf of agronomic traits									
资源编号 Resources number	株高 Plant height / cm	开展度 Plant spreading / cm	叶长 Leaf length / cm	叶宽 Leaf width / cm	茎粗 Stem diameter / cm	果实纵径 Longitudinal diameter/ cm	果实横径 Fruit diameter/ cm	单果重 Single fruit weight/ g	单株产量 Singleplant yield/ g
13B12	163.00	56.75	7.57	3.43	1.26	23.02	1.34	17.17	504.50
15A4	143.75	53.25	7.30	3.40	1.15	22.08	1.37	15.77	406.50
6A9	142.50	49.75	8.88	3.95	1.18	22.85	1.03	12.98	401.00
4B6	139.75	66.25	8.27	3.90	1.34	19.95	1.70	16.90	496.75
7A10	136.75	56.50	8.43	3.10	1.23	19.06	1.25	15.38	267.50
6B9	136.00	54.50	7.88	3.25	1.18	24.10	1.03	12.85	545.75
9A2	134.25	60.75	7.43	3.47	1.19	21.78	1.33	15.12	340.50
11A12	133.75	63.75	9.13	3.88	1.20	19.95	1.22	11.86	534.25
7A6	132.25	55.25	8.45	2.75	1.21	16.00	1.14	9.35	609.50
11B9	131.50	53.75	7.43	3.08	1.27	21.51	1.00	9.96	592.50
14B1	130.50	64.50	8.13	3.47	1.37	24.33	1.11	13.23	512.75
13A8	126.50	59.25	9.70	3.68	1.22	24.30	1.33	15.67	364.50
11A7	126.00	52.00	9.83	3.60	1.38	24.04	1.39	18.03	571.50
16B5	124.75	57.25	7.38	3.00	1.19	20.09	0.90	11.39	362.25
9A12	122.50	47.75	7.68	2.85	1.33	17.16	1.03	10.92	497.50
5B1	121.75	69.75	8.48	3.90	1.13	18.82	1.09	14.61	362.50
9B12	120.75	58.75	7.43	3.30	1.18	19.96	1.26	13.37	401.50
15A2	117.50	57.25	7.72	3.68	1.38	21.16	1.31	14.77	372.75
5B5	117.00	59.75	9.93	3.93	1.19	20.25	1.29	15.51	344.00
8B8	116.00	60.25	7.22	3.28	1.22	20.86	1.31	13.73	336.50
8B12	115.00	48.00	7.95	4.38	1.22	21.88	1.12	11.34	485.75
13B2	114.00	54.75	6.75	2.72	1.31	20.82	1.23	11.25	329.00
9A9	113.50	72.25	10.40	4.23	1.35	22.14	1.94	21.13	604.75
5B7	110.25	54.25	7.60	2.52	1.18	29.73	1.23	12.32	531.50
7A12	105.00	53.58	8.80	3.75	1.42	23.08	1.36	15.14	504.25
CK	89.75	76.00	5.20	1.88	1.02	22.15	1.43	16.10	271.00

9.353 g, 对照循化线辣椒单果重平均为 16.104 g; 4 组处理比对照果实单果重大, 其中 1 组处理与对照达到极显著差异水平; 其余有 21 组处理的果实单果重比对照小, 且有 6 组处理达到极显著差异水平; SP2 代单株产量为 609.5~267.5 g, 对照循化线辣椒平均单株产量为 271 g; 24 组处理比对照单株产量大, 其中 13 组处理与对照达到极显著差异水平; 只有 1 组处理的单株产量比对照小, 但差异均不显著。由表 1 可知, 循化线辣椒 SP2 代果实纵径与对照比, 既有正向增加, 也有反向减小, 变异范围较大; 处理果实横径大部分为减小, 线辣椒果实更细; 而大部分处理的单果重也减小; 但是处理植株的单株产量几乎均为增加, 而且 13 组处理与对照达到极显著差异水平; 这表明循化线辣椒 SP2 代在与对照循化线辣椒果实变细的同时, 结果数在增多。调查中同时发现, 循化线辣椒 SP2 代果实类型多样, 各株行间果实性状表现差异大, 差异类型多。有果实较短、细直、果皮光滑的; 有果实短粗、果皮光滑的; 有果实细、长、较直的; 有果实较长、皱缩、弯曲的; 有果实较短粗、果皮皱缩的等。

表 2 太空搭载循化辣椒 SP2 代辣椒碱提取率与各农艺性状间的相关性

Table 2	The correlation between spaceflight-carried Xunhua chili SP2 extract capsaicin rate and agronomic traits													
	株高	开展度	主径高	茎粗	叶长	叶宽	叶柄长	纵径	横径	肉厚	单果重	肉重	单果采	辣椒碱
	Plant height	Plant spreading	Main trail	Stem diameter	Leaf length	Leaf width	Petiole length	Longitudinal diameter	Fruit diameter	Flesh thickness	Single fruit weight	Meat weight	Seed weight per fruit	Extraction rate of capsaicin
	/cm	/cm	high/cm	/cm	/cm	/cm	/cm	/cm	/cm	/mm	weight/g	/g	weight/g	rate of capsaicin
株高	1.00	0.96	0.79	0.98	0.97	0.97	0.94	0.99	0.98	0.97	0.98	0.97	0.93	0.99
开展度	0.96	1.00	0.86	0.96	0.97	0.97	0.95	0.96	0.97	0.94	0.95	0.95	0.92	0.96
主径高	0.79	0.86	1.00	0.79	0.82	0.81	0.76	0.77	0.82	0.73	0.78	0.78	0.72	0.76
茎粗	0.98	0.96	0.79	1.00	0.97	0.98	0.94	0.98	0.97	0.96	0.96	0.96	0.93	0.99
叶长	0.97	0.97	0.82	0.97	1.00	0.98	0.97	0.98	0.98	0.96	0.97	0.97	0.93	0.98
叶宽	0.97	0.97	0.81	0.98	0.98	1.00	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	0.93	0.97
叶柄长	0.94	0.95	0.76	0.94	0.97	0.97	1.00	0.95	0.95	0.94	0.94	0.94	0.91	0.94
纵径	0.99	0.96	0.77	0.98	0.98	0.97	0.95	1.00	0.98	0.97	0.98	0.98	0.92	0.99
横径	0.98	0.97	0.82	0.97	0.98	0.97	0.95	0.98	1.00	0.97	0.99	0.99	0.96	0.97
肉厚	0.97	0.94	0.73	0.96	0.96	0.96	0.94	0.97	0.97	1.00	0.97	0.97	0.93	0.97
单果重	0.98	0.95	0.78	0.96	0.97	0.96	0.94	0.98	0.99	0.97	1.00	1.00	0.95	0.97
肉重	0.97	0.95	0.78	0.96	0.97	0.96	0.94	0.98	0.99	0.97	1.00	1.00	0.95	0.97
单果采种重	0.93	0.92	0.72	0.93	0.93	0.93	0.91	0.92	0.96	0.93	0.95	0.95	1.00	0.92
辣椒碱提取率	0.99	0.96	0.76	0.99	0.98	0.97	0.94	0.99	0.97	0.97	0.97	0.97	0.92	1.00

循化线辣椒 SP2 代株行内果实性状表现基本上一致, 但其中 11A7 株行中, 编号为 11A7-4 的单株发生明显变异, 果实由线型变为长锥型, 平均单果重 46.74 g, 果纵径平均 26.2 cm, 横径 3.08 cm, 单株产量达到 1 542 g。

2.2 太空搭载循化辣椒 SP2 代辣椒碱提取率与农艺性状相关性分析

由表 2 可知, 循化辣椒 SP2 代的平均单果重与果肉重的相关程度极高, 果横径与果纵径、果横径与果肉厚之间的相关性均较高; 循化线辣椒平均单果重与株高、叶长的相关程度较高, 而循化线辣椒辣椒碱提取率与株高、果纵径、径粗的相关程度较高, 循化线辣椒各农艺性状之间的相关程度由大到小依次为: 单果果肉重与平均单果重, 果横径与平均单果重, 果纵径与辣椒碱提取率、辣椒碱提取率与株高, 径粗与辣椒碱提取率、单果果肉重与果横径, 果纵径与株高, 叶长与叶宽, 径粗与株高, 果横径与叶长、果横径与株高、果纵径与叶长, 果纵径与平均单果重, 果横径与果纵径、果纵径与径粗, 果肉重与果纵径、径粗与叶宽, 平均单果重与株高。

3 讨论

近年来的相关研究表明,空间诱变可以产生许多有益变异,对丰富种质资源起着重要作用,受到国内外的高度重视。目前已有研究表明,空间环境对植物种子诱变产生的变异可以在后代中得以表达 而且在分子水平上进行了遗传分析。当前,我国在空间诱变育种领域已取得很大成就,在包括水稻、小麦等材料上选育出了一大批新品种^[7-8],在生产上发挥了重要作用,并取得了显著的经济效益和社会效益 太空育种已然成为当今育种界不可或缺的一部分。

试验采用循化线辣椒作为试验材料,希望利用太空搭载诱变产生丰富的变异,从而创建性状优良、辣椒碱含量高的线辣椒种质资源并进一步选育优良新品种^[9-10]。在检测太空搭载后代各性状变异的基础上,通过分析辣椒碱提取率与辣椒各农艺性状之间的相关关系,为从表观性状上推测该植株的辣椒碱提取率提供理论依据^[11-14]。

该试验结果表明,循化线辣椒 SP2 代植株株行间在叶型、叶色、茎色、茎上附生物、果实类型等外观形态方面产生许多类型,且在植物学性状、果实性状及产量指标等数量性状上也产生了较大差异,而且后代变异的方向仍然是随机的,这与 SP1 代调查中的结果相符;SP2 代株行内表现相对一致,但仍有突变个体产生,还需继续对后代进行连续遗传观察,以确定在这些变异的真实性和稳定性。

从辣椒碱提取率与农艺性状相关性的分析中可知,太空搭载循化线辣椒 SP2 代植株平均单果重与株高、叶长的相关程度较高,在筛选过程中可以筛选株高较高和叶长较长的植株作为预期高产植株;SP2 代植株辣椒碱提取率与株高、果纵径、径粗的相关程度较高,推测是由

于植物学性状表现突出的植株其光合作用面积大、效率高,因而产生的有机产物多,积累的辣椒碱也多;根据这种辣椒碱提取率与植物学性状之间的关系可知,为获得辣椒碱高产量的植株,可对株高、径粗方面具有明显优势的植株作为目标来进行选择。

参考文献

[1] 王东,丁雪艳.值得开发的辣椒碱[J].化工中间体,2004(2):12-14.
[2] 钟金凤,刘小飞.辣椒及提取物在畜牧生产应用中的研究进展[J].饲料广角,2009(17):44-45.
[3] 徐永平,王黎,金礼吉,等.辣椒素的研究与应用[J].大连教育学院学报,2009(3):65-69.
[4] 贾永春,彭宏,逯权章,等.“循化红”线辣椒提纯复壮研究[J].北方园艺,2007(7):21-22.
[5] 李莉,李屹,曲晓斌.太空诱变对循化线辣椒 M1 代植物学及孢粉学性状的影响[J].北方园艺,2009(6):66-67.
[6] 李屹,曲晓斌,李莉.太空诱变后循化线辣椒 M1 代生理指标的变化[J].长江蔬菜,2009(24):11-12.
[7] 徐建龙,李春寿,王俊敏,等.空间环境诱发水稻多集矮秆突变体的筛选与鉴定[J].核农学报,2003,17(5):90-94.
[8] 韩微波,刘录祥,郭会君,等.高能混合粒子场辐照小麦 M1 代变异的 SSR 分析[J].核农学报,2006,20(3):165-168.
[9] 郭亚华,谢立波,王雪,等.辣椒空间诱变育种技术创新及新品种(品系)的选育[J].核农学报,2004,8(4):205-208.
[10] 邓立平,郭亚华,张军民,等.空间诱变在甜椒育种中的应用[J].空间科学学报,1996,16(增刊):126-131.
[11] 王世恒,祝水金,张雅,等.航天搭载茄子种子对其 SP1 生物学特性和 SOD 活性的影响[J].核农学报,2004,18(4):307-310.
[12] 储钟稀,张福堪,李橘学,等.空间条件对黄瓜种子及其后代的影响[J].中国宇航学会航天育种论文集,北京:中国科学技术出版社,1995:156-163.
[13] 邓立平,郭亚华,杨晓辉.利用空间条件探讨蕃茄青椒的遗传变异初报[J].哈尔滨师范大学自然科学报,1995,11(3):85-89.
[14] 李玉华,闫立英.辣椒主要农艺性状的相关分析[J].北京农学院学报,2003,18(1):10-12.

Spaceship-carried Xunhua Chili Pepper SP2 Survey on Behalf of Agronomic Traits and its Relationship With the Extraction Rate of Capsaicin Correlation

LI Yi, ZHONG Qi-wen, SHEN Jing-jing

(Qinghai Province Key Laboratory of Vegetable Genetics and Physiology, Xining Qinghai 810016)

Abstract: This study investigated agronomic traits for the Xunhua chili pepper seeds SP2 carried by“Shijian-8”recoverable satellite to detect the variability and analyzed the extraction rate of capsaicin SP2 correlation with agronomic traits. The results showed that after Xunhua chili pepper seeds SP2 treated by space-flight Mutation, in plant height, stem diameter, leaves, plants and fruit to carry out degree of longitudinal diameter, transverse diameter, fruit weight and yield per plant and the control aspects, such as to show a big difference and to a positive variation of the majority, this is the next step for future generations choose to provide a rich source of variation and selection space. Meanwhile, the capsaicin SP2 were extracted and were processed with correlation analysis its extraction rate and agronomic traits, the results showed that the Xunhua chili pepper’s extraction rate of capsaicin associated with a higher degree of plant height, fruit longitudinal diameter and plant stem diameter, can be used as an indicator of breeding.

Key words: Xunhua chili pepper; space flight; agronomic traits; the extraction rate of capsaicin