

不同土壤肥力对干制辣椒产量和活性物质含量的影响

孙令强¹, 刘树堂², 仲辉², 楚金萍³, 刘建萍²

(1. 青岛市种子站, 山东 青岛 266071; 2. 青岛农业大学 园艺学院, 山东 青岛 266109; 3. 新疆巴州农科所, 新疆 库尔勒 841000)

摘要:以辣椒品种“09113”和“190”为试材, 在山东平度和新疆库尔勒 2 个不同生态试验点研究不同施肥水平对干制辣椒产量和活性物质含量的影响。结果表明: 化肥的施用增产效果比有机肥明显; 2 倍适量化肥产量最大, 在平度试验点比对照平均增产为 70.19%, 在库尔勒试验点比对照平均增产为 39.27%; 有机肥对辣椒碱含量增加较为明显, 施入量为 1 倍量时达到最大值。

关键词:干制辣椒; 活性物质; 施肥

中图分类号:S 641.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)22-0169-04

干制辣椒深加工工业受市场需求的拉动, 近年来发展十分迅速^[1]。我国地域广阔, 气候、土壤类型复杂多样,

第一作者简介:孙令强(1976-), 男, 山东平邑人, 硕士, 农艺师, 现主要从事作物良种推广等工作。E-mail: lqsun@163.com.

责任作者:刘建萍(1956-), 女, 教授, 研究方向为辣椒种质创新与植物育种。E-mail: jpliu022@163.com.

基金项目:青岛公共领域科技支撑资助项目(12-1-3-27-nsh)。

收稿日期:2013-08-21

在漫长的农耕历史发展过程, 各地形成了丰富多样的栽培制度^[11], 形成了丰富的干制辣椒种质资源。生态因子对干制辣椒中主要的活性物质合成具有重要作用, 如肥料^[5-6]、光照^[8]、温度^[3]、水分以及不同的栽培技术^[4, 9-10]等, 都对辣椒的光合速率、生长发育速度以及内在的营养成分产生很大的影响。然而目前我国用于辣椒红素、辣椒碱提取加工的辣椒品种以地方品种为主, 其果实中活性物质含量(辣椒红素、辣椒碱)存在一定区域差异^[2],

120 000 株/hm², 经济效益最高。

该试验值得说明的是, 此试验的种植面积小, 每小区 30 m², 实际收获面积仅 14.4 m²; 且仅在河北旅游学院试验田进行一点试验, 其结果重演性有待进一步验证。

参考文献

- [1] 谢必武, 张凤龙, 陈光蓉, 等. 决明子优化栽培措施研究及模型建立[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2007, 33(4): 425-428.
- [2] 吕晓峰. 不同栽培条件对决明产量、农艺性状和抗氧化酶活性的影响[D]. 成都: 西南大学, 2009: 31-32.
- [3] 韦炳新. 决明子高产栽培技术[J]. 农村百事通, 2010(5): 36-37.

Research on the Planting Density of Semen Cassiae

SHANG Wen-yan¹, XU Zhi-xing², JIN Zhe-shi², LI Shu-jing²

(1. Hebei Tourism College, Chengde, Hebei 067000; 2. Chengde Agricultural and Animal Husbandry, Chengde, Hebei 067000)

Abstract: Taking Semen Cassiae as material, using randomized block design, the effect of 5 planting density of Semen Cassiae on the grain yield, economic characters, economic benefit of it was studied. The results showed that grain yield with planting density of 120 000 cassias/hm² was very significantly higher than the other four kinds of planting density of grain yield. Planting density of 97 500 cassias/hm² and 142 500 cassias/hm² grain yield were significantly higher than the planting density of 75 000 cassias/hm² and 165 000 cassias/hm². Among them, the grain yield of planting density of 120 000 cassias/hm² increased by 700.5, 409.5, 430.5, 736.5 kg than the other four density per hm² respectively. The economic benefit of density of 120 000 cassias/hm² was the highest, respectively than the other four planting density per hm² increased by 7 005, 4 095, 4 305, 7 365 yuan. Comprehensive consideration, the optimum planting density of Semen Cassiae was 120 000 cassias/hm².

Key words: Semen Cassiae; planting density; economic benefit

适于不同生态条件的辣椒专用品种所占比例较少,杂种优势利用的新品种就更少,这是目前我国干制辣椒深加工产业链发展的限制瓶颈,直接影响我国干制辣椒市场开拓和外贸出口能力。

该试验选取 2 种不同干制辣椒专用品种,在山东平度和新疆库尔勒 2 种不同的生态地区种植,同一地区又设定不同的施肥水平,对产量、色价、色调以及辣椒碱含量进行测定,旨在探讨土壤肥力水平对干制辣椒产量和主要活性物质含量的影响。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

山东平度南村李家庄、新疆库尔勒州农科所试验地两地,均属目前我国干制辣椒的主栽区。平度南村位于典型的海洋性气候带,新疆库尔勒位于典型的大陆性干旱气候带。

1.2 试验材料

“09113”(羊角椒类型)为青岛农业大学选育的辣椒色素专用 F1,中熟;“190”(朝天椒类型)为青岛农业大学选育的辣椒碱专用 F1,晚熟。

1.3 试验方法

依据青岛农业大学蔬菜育种组《干制辣椒丰产植株吸收全营养元素含量及其比率》的试验,计算该试验的施肥水平。大量元素肥料分别为氮肥用尿素(含 N 46%),磷肥用磷酸二铵(含 P 46%),钾肥为硫酸钾(含 K 50%);中量元素肥料和微量元素肥料均用化学试剂纯品。氮肥总量的 1/2 作基肥,余下的氮肥在辣椒进入结果期作追肥,分 2 次施入,间隔 10 d,其它肥料全部作为基肥 1 次施入;山东平度试验点施用有机肥种类为复合有机肥(有机质≥30%),新疆库尔勒试验点施用有机肥种类为羊粪。

每个不同施肥水平处理设置为 1 个小区,重复 3 次(区组),小区安排采用随机排列,4 周设保护行。试验共设 5 个处理,化肥按固定比例设低(1/2 倍适量全养分化肥施入量)、中(适量全养分化肥施入量)、高(2 倍适量全养分化肥施入量)3 个水平(见表 1),分别用字母 A、B、C 表示;有机肥施用比例设 0.5 t/667m² 和 1 t/667m² 2 个水平,分别用字母 D 和 E 表示;以不施化肥、不施有机肥为对照(CK),各处理编号分别为 A、B、C、D、E。

表 1 化肥施入水平及施入量

Table 1 Fertilization levels and quantities of different treatments

处理 Treatment	kg/667m ²									
	氮肥	磷酸二铵	硫酸钾	硝酸钙	硫酸镁	硼肥	锌肥	铁肥	锰肥	铜肥
A	15	10	20	1.75	1	0.875	0.75	0.5	0.5	0.25
B	30	20	40	3.5	2	1.75	1.5	1	1	0.5
C	60	40	80	7	4	3.5	3	2	2	1

各试验点的播种时间为 2 月 25 日,采用穴盘育苗。定植时间为 5 月 3 日。收获期为 10 月 20 日,一次性采收,果

实晾晒干后干燥至水分含量低于 8%时称干重,测定小区产量,最后换算成理论 667 m² 产量。田间管理均保持一致。

色价和色调的测定采用国标法(GB 10783-2008)^[12]分光光度法测定,辣椒碱含量的测定采用国标法^[13](GB/T21266-2007)高效液相色谱法(HPLC)测定。

1.4 数据分析

试验数据采用 DPS 和 Excel 数据分析系统进行统计分析,差异显著性用小写字母表示(5%水平)。

2 结果与分析

2.1 不同施肥水平对辣椒产量的影响

2.1.1 平度试验点 从表 2 可以看出,“09113”色素椒小区红果产量顺序为:C>B>E>A>CK,其中处理 C 比 CK 增加 61.66%。处理 C 绿果产量也最多,且与处理 D 差异显著;A、B、E 3 个处理间差异不显著,但均超过了 CK。“190”朝天椒小区红果产量也是处理 C 增产效果最明显,达到显著水平,较 CK 增产 78.71%;A、B、D、E 的 4 个处理产量虽然都比 CK 高,但处理之间差异不显著。小区绿果产量处理 B、C 均与其它处理达到了显著差异,产量增加都达到了 1 倍多,增产效果比红果明显,这说明此类型干制辣椒的红果产量还有很大的上升空间。

表 2 平度试验点不同施肥水平对干制辣椒产量的影响

Table 2 Effects of different fertilization levels on yield of dried pepper in Pingdu

处理 Treatment	“09113”		“190”	
	小区红果产量 Plot yield of red fruit/kg	小区绿果产量 Plot yield of green fruit/kg	小区红果产量 Plot yield of red fruit/kg	小区绿果产量 Plot yield of green fruit/kg
A	21.50±3.63ab	19.12±1.29b	12.38±0.51b	31.87±2.15ab
B	23.60±4.26ab	22.72±3.53b	19.14±3.46ab	48.48±23.10a
C	29.78±2.44a	39.76±9.07b	21.66±4.28a	55.65±17.19a
D	18.18±5.79b	20.34±7.77a	17.59±0.83ab	33.90±12.95ab
E	21.74±3.73ab	22.31±3.22b	18.71±8.77ab	37.19±5.37ab
CK	18.42±6.79b	15.43±4.75b	12.12±2.50b	19.28±12.31b

注:标有完全不同字母的处理间差异显著(P<0.05),下同。

2.1.2 库尔勒试验点 从表 3 可以看出,“09113”色素椒小区红果产量顺序为:C>E>A>B>D>CK,处理 C

表 3 库尔勒试验点不同施肥水平对干制辣椒产量的影响

Table 3 Effects of different fertilization levels on yield of dried pepper in Korla

处理 Treatment	“09113”		“190”	
	小区红果产量 Plot yield of red fruit/kg	小区绿果产量 Plot yield of green fruit/kg	小区红果产量 Plot yield of red fruit/kg	小区绿果产量 Plot yield of green fruit/kg
A	3.94±0.24ab	1.49±0.47a	1.18±0.15ab	0.54±0.07ab
B	3.84±0.05ab	1.49±0.61a	1.33±0.12ab	0.61±0.05ab
C	4.71±0.48a	1.02±0.14a	1.43±0.18a	0.65±0.08a
D	3.78±0.66ab	1.58±0.54a	1.19±0.05ab	0.55±0.02ab
E	4.21±0.23a	1.78±0.02a	1.36±0.16ab	0.62±0.07ab
CK	3.07±0.99b	1.53±0.22a	1.11±0.15b	0.51±0.07b

和 E 增产显著,产量分别比 CK 增加 53.00% 和 36.67%。各处理小区绿果产量以处理 E 产量最高,但各处理间差异不显著。“190”朝天椒小区红果产量和绿果产量均是处理 C 增产效果最明显,与其它处理间达到显著水平,增产均达到 25.53%;A、B、D、E 4 个处理间产量均未达到显著水平,CK 产量处理最低。

2.2 不同施肥水平干制辣椒活性物质含量差异比较

从表 4 可以看出,山东平度试验点不同施肥水平对色素椒色价、色调的影响差异均不显著,色价波动范围在 11.3701~15.5145,施肥处理的色价均要高于 CK,其中 B 处理的色价和色调值均最高,色价要高出 4.14 个单位。

表 4 平度试验点不同施肥水平对干制辣椒色价、色调及辣椒碱含量的影响

Table 4 Effects of different fertilization levels on color value, hue and capsaicin of died pepper in Pingdu

处理 Treatment	“09113”		“190”		
	色价 Color value	色调 Color hue	辣椒素含量 Capsaicin contents /g · kg ⁻¹	辣椒二氢素含量 Dihydrocapsaicin contents/g · kg ⁻¹	辣椒碱总含量 Total content of capsaicin/g · kg ⁻¹
A	13.4347	1.0169	2.12±0.46b	2.04±0.44c	4.62±1.00c
B	15.5145	1.0279	3.08±0.26a	2.86±0.21ab	6.61±0.52ab
C	15.5126	1.0237	3.11±0.49a	2.98±0.43ab	6.77±1.02ab
D	12.6473	1.0191	3.20±0.50a	3.07±0.51ab	6.96±1.21a
E	14.1399	1.0245	3.28±0.33a	3.16±0.48a	7.15±0.89a
CK	11.3701	1.0138	2.33±0.30b	2.29±0.31c	5.13±0.65bc

朝天椒果实中辣椒素、辣椒二氢素含量以及总的辣椒碱的含量均为处理 E 表现最大值,且与处理 B、C、D 间差异均不显著,与 A、CK 差异表现为差异显著;处理 A 的辣椒素、辣椒二氢素以及总辣椒碱含量均最小,与 CK 之间差异不显著。

从表 5 可以看出,库尔勒试验点不同施肥水平对色素椒的色价、色调值在不同施肥水平下差异也不显著,色价值范围为 9.8922~11.9347,色调值范围为 0.9922~1.0160,处理 B 的色价最高。施入化肥量最高的处理 C 色价值最低,比 CK 还要低接近一个色价值。

表 5 库尔勒试验点不同施肥水平对干制辣椒色价、色调及辣椒碱含量的影响

Table 5 Effects of different fertilization levels on color value, hue and capsaicin of dried pepper in Korla

处理 Treatment	“09113”		“190”		
	色价 Color value	色调 Color hue	辣椒素含量 Capsaicin contents /g · kg ⁻¹	辣椒二氢素含量 Dihydrocapsaicin contents/g · kg ⁻¹	辣椒碱总含量 Total content of capsaicin/g · kg ⁻¹
A	11.069	1.0160	2.53±0.45b	2.41±0.46b	5.50±1.01b
B	11.9347	0.9922	3.60±1.02ab	3.51±1.01ab	7.89±2.26ab
C	9.8922	1.0157	3.25±0.29ab	3.36±0.46ab	7.35±0.79ab
D	11.871	1.0139	3.23±0.67ab	3.16±0.80ab	7.10±1.63ab
E	10.9414	1.0123	4.80±1.51a	4.56±1.24a	10.40±3.05a
CK	10.5378	1.0051	2.45±0.40b	2.33±0.35b	5.32±0.79b

朝天椒果实中辣椒素、辣椒二氢素含量以及总的辣椒碱的含量同样均在处理 E 表现为最大值,且与处理 B、C、D 间差异不显著,与 A、CK 差异均表现为显著;处

理 A 的辣椒素含量最小,CK 的辣椒二氢素和总的辣椒碱含量最低,但 2 个处理间差异不显著。

2.3 同一施肥水平不同试验点干制辣椒产量差异比较

图 1、2 表明,同一施肥水平在不同的试验点的产量变化趋势是相同的,“09113”色素椒同一施肥水平的产量,在库尔勒的均比平度高,平均每 677 m² 多 85.36 kg,说明新疆地区更适合中熟类型色素辣椒的种植。“190”朝天椒同一施肥水平的 667 m² 产量,在平度点种植高于库尔勒,平均高 73.42%,表明新疆不适合晚熟类型的朝天椒品种种植,尤其是到了采收期,绿果率太高,无效产量比率偏高,新疆秋季有效生长温降温速度快。

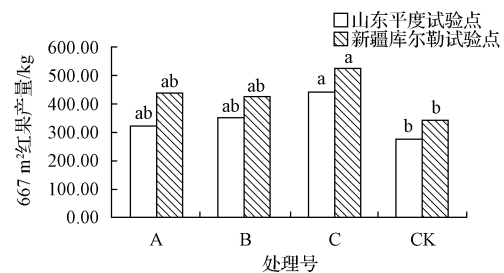


图 1 同一施肥水平在 2 个试验点“09113”产量的比较

注:同一地点柱上不同字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$)。

下同。

Fig. 1 Comparison on yield of '09113' in two test points at the same fertilization level

Note: Different letters respect significant difference at 0.05 level. The same below.

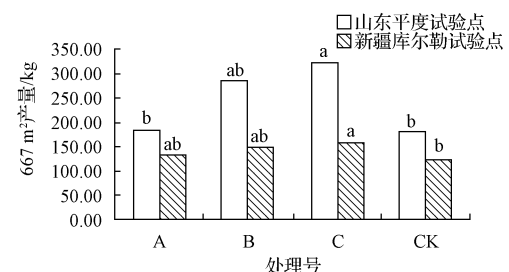


图 2 同一施肥水平在 2 个试验点“190”产量的比较

Fig. 2 Comparison on yield of '190' in two test points at the same fertilization level

2.4 不同试验点干制辣椒活性物质含量比较

干制辣椒在不同生态试验点种植,色价、色调及辣椒碱物质含量等活性物质稳定性在 CK 处理时差距不大。

从表 6 可以看出,同一施肥水平(A、B、C)比较而言,平度试验点种植的色素椒的色价均高于新疆地区,平均高出 3.12 个色价单位。新疆库尔勒试验点种植的朝天椒中的辣椒素、辣椒二氢素和辣椒碱含量在同一施肥水平均要高于山东平度地区,分别高出 0.30、0.36、0.73 g/kg。对于干制辣椒这几个活性物质指标变异系数分析,色价、辣椒素含量 2 个指标平度试验点高于库尔勒地区,色调、辣椒二氢素和辣椒碱 3 个指标库尔勒试验点高于平度

表 6

不同生态试验点对干制辣椒色价、色调及辣椒碱含量的影响

Table 6

Effects of different ecological test points on color value, hue and capsaicin of died pepper

处理 Treatment	色价 Color value		色调 Color hue		辣椒素含量 Capsaicin contents/g · kg ⁻¹		辣椒二氢素含量 Dihydrocapsaicin contents/g · kg ⁻¹		辣椒碱总含量 Total content of capsaicin/g · kg ⁻¹	
	平度	库尔勒	平度	库尔勒	平度	库尔勒	平度	库尔勒	平度	库尔勒
A	13.4350	11.0690	1.0169	1.0160	2.1153	2.5313	2.0423	2.4143	4.6203	5.4957
B	15.5150	11.9350	1.0279	0.9922	3.0830	3.5950	2.8630	3.5053	6.6067	7.8893
C	15.5130	9.8922	1.0237	1.0157	3.1143	3.2523	2.9773	3.3583	6.7683	7.345
CK	11.3700	10.5380	1.0138	1.0051	2.3293	2.4540	2.2890	2.3303	5.1317	5.3153
平均值	13.96	10.86	1.02	1.01	2.66	2.96	2.54	2.90	5.78	6.51
标准差	1.98	0.86	0.01	0.01	0.51	0.56	0.45	0.62	1.07	1.30
变异系数/%	14.22	7.96	0.63	1.12	19.31	18.81	17.68	21.21	18.48	19.94

地区,其中库尔勒试验点辣椒二氢素含量的变异系数最大,达到 21.21%,平度试验点色调值的变异系数最小,仅有 0.63%。

此试验结果与以前从新疆和山东干制辣椒抽样活性物质测定结果相悖,分析其原因可能是,库尔勒试验点的试验材料是种植在冬暖式温室中(无塑料薄膜覆盖),同时种植密度偏大,山东平度是露地种植,表明在影响干制辣椒活性物质积累过程中,除了土壤肥力差异和气象因子之外,密度和立地环境的通风条件也是直接影响因素。

3 讨论与结论

比较同一地点不同施肥水平对干制辣椒产量差异,化肥的施用增产效果要比有机肥明显,且随着施入量增加,产量也随之增加,在低水平的土壤肥力条件下增产的效果更明显。色素椒在平度试验点和库尔勒试验点分别比对照增产为 61.66%和 53.00%;朝天椒在平度试验点和库尔勒试验点分别比对照增产为 78.71%和 25.53%。

色素椒在新疆库尔勒地区增产效果优于山东平度地区,而高辣椒含量的朝天椒类型则在山东平度地区增产效果明显。

同一地点不同施肥水平对色素椒的色价、色调值变异系数小(14.22%~7.96%),表明土壤肥力差异对辣椒果实色价、色调活性物质的积累影响不显著。

不同施肥水平对高辣椒碱含量的朝天类型的辣椒碱含量影响明显,施用有机肥对果实中的增加量要强于化肥,且效果显著。对化肥而言,随着施入量的增加,

其果实中辣椒碱的含量也会增加。表明辣椒碱的合成过程与土壤肥力和土壤养分含量有着密切的关系,这还需要进一步的试验加以验证。

参考文献

- [1] 王恒明. 中国辣椒工业的现状、发展趋势[J]. 中国农学通报, 2008, 24(11): 332-338.
- [2] 狄云, 蒋键强. 辣椒果实中的辣椒素类物质研究进展[J]. 食品科学, 1999(3): 30-32.
- [3] Cheon S J. Effect of light intensities, night temperatures and CO₂ treatment on production of the mature-green peppers[J]. Journal of the Korean Society for Hort Sci, 1995, 36(2): 211-217.
- [4] 李桂舫, 金静, 傅德峰. 干制辣椒红色素丧失与病原菌的关系[J]. 中国蔬菜, 2008(12): 27-29.
- [5] 王文军, 朱宏斌, 叶舒娅, 等. 茄果类蔬菜施肥现状及钾肥效应研究[J]. 安徽农业科学, 2001(1): 86-87.
- [6] 伍映辉. 茄果类蔬菜如何施肥获得高产[J]. 安徽农业通报(下半月刊), 2009(20): 89-90.
- [7] 赵文戈. 各种栽培因子对辣椒红素影响的试验分析[J]. 北京农业, 2012(24): 9-10.
- [8] Luciana, Quganglotti. Effect of soil moisture and nitrogen level on the pungency of berries of *Capsicum annuum* L[J]. Hort Res, 1971(11): 93-97.
- [9] 张华, 吕玉璋. 辣椒红色素制取和应用研究概述[J]. 杂粮作物, 2000(6): 38-43.
- [10] 邹学校, 张继仁, 周群初, 等. 不同生态环境辣椒品种辣椒素、维生素 C 和干物质含量差异研究[J]. 种子, 1992(6): 4-8.
- [11] 王春娟. 渭北西部线辣椒气候生态适应性分析[J]. 陕西气象, 2004(4): 21-25.
- [12] 中华人民共和国质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB 10783-2008, 食品添加剂辣椒红, 北京: 中国标准出版社, 2009: 1-4.
- [13] GB/T 21266-2007. 辣椒及辣椒制品中辣椒素类物质测定及辣度表示方法[S].

Comparison of Different Soil Fertility of Dry Pepper Yield and Content of Active Substances

SUN Ling-qiang¹, LIU Shu-tang², ZHONG Hui², CHU Jin-ping³, LIU Jian-ping²

(1. Qingdao Seed Station, Qingdao, Shandong 266071; 2. College of Horticulture, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109; 3. Xinjiang Agricultural Institute of Bazhou, Korla, Xinjiang 841000)

Abstract: Taking '09113' and '190' as the materials, in order to investigate the effect of different fertilizer levels on pepper yield and content of active substance in two different ecological experiment fields which were in Shandong Pingdu and Xinjiang Korla respectively. The results showed that the use of fertilizer treatment increased production higher than the use of organic fertilizer; two times fertilizer treatment had the highest production; in Pingdu test field fertilizer treatment had 70.19% higher production than in control, in the korla test field average yield 39.27% increase compared with CK; organic fertilizer could increase the content of capsaicin significantly, amount of one time organic fertilizer could get the highest content of capsaicin.

Key words: dried pepper; active substance; fertilization; ecological factor