

花生施用牡蛎壳粉增钙技术应用研究

黄梅卿

(福建省莆田市荔城区土壤肥料技术站, 福建 莆田 351100)

摘要: 从花生产量、品质以及当地钙肥资源、成本、环保等方面综合考察认为, 施用牡蛎壳粉以增钙是目前福建省莆田市花生生产的较佳选择。通过试验建立了花生牡蛎壳粉施用量效应函数和施用时期效应函数, 寻优结果表明, 播前基施 216 kg/hm²; 果针入土前追施 510 kg/hm², 果针入土后补施 24 kg/hm², 共施用牡蛎壳粉 750 kg/hm², 花生期望产量较高, 达 3913.1 kg/hm²; 施钙利润亦较佳, 达 31154.80元/hm²。

关键词: 花生; 钙质肥料; 牡蛎壳粉; 施用

中图分类号: S653 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-8581(2009)05-0010-04

Study on Application of Oyster Shell Power as Calcium Fertilizer of Peanut

HUANG Mei-qing

(Soil and Fertilizer Technical Station of Licheng District Putian City Fujian Province Putian 351100 China)

Abstract: Field experiments were carried out to study the effects of different calcium fertilizers on the yield and quality of peanut comprehensively considering the resource cost and environmental effect. Oyster shell power was considered as the optimal calcium fertilizer of peanut. Through test the efficiency functions of oyster shell power application rate and application date on the yield and quality of peanut were established. The optimization results showed that the proper oyster shell power application rate for higher yield (3913.1 kg/hm²) and better profit (31154.80 yuan/hm²) was 750.0 kg/hm², the better method of oyster shell power application was as follows: 216.0 kg/hm² as base fertilizer, 510.0 kg/hm² as flower-pegging manure and 24.0 kg/hm² as pod-setting topdressing. **Key words:** Peanut Calcium fertilizer Oyster shell power Application

花生是福建省莆田市沿海主栽作物之一, 常年种植面积在 1.5 万 hm² 左右。由于近年来大力推广高产良种和地膜覆盖栽培技术, 花生产量大幅度提高, 但在施肥上, 施用有机肥、土杂肥少, 而偏施氮肥或连年重复施用定比的复混肥, 导致花生钙营养障碍, “黑胚芽”、“水泡籽”等缺钙现象越来越普遍, 花生施钙日益受到重视。以往花生施用钙肥以石膏、石灰为主, 成本较高, 且石灰具有强碱性, 对土壤性状影响强烈。而莆田地处沿海, 盛产牡蛎, 年产蛎壳约 15 万, 除部分煨烧制石灰外, 大部分当废物遗弃, 不仅浪费资源, 而且污染环境。为此, 笔者设置本试验研究花生施用牡蛎壳粉的效果以及合理施用量和施用时期, 为矫治花生钙素营养障碍, 减少空壳率^[1], 提高花生产量和品质提供依据。

1 材料与方法

试验地位于福建省莆田市荔城区北高镇美兰村, 钙肥品种和施用量试验安排在 2007 年实施, 阶段施钙试验安排在 2008 年实施。供试土壤类型为赤砂土, 钙肥品种、施用量和阶段施钙的试验地土壤农化性状分别为: PH5.16 有机质 9.85 g/kg 碱解氮 103 mg/kg 速效磷 28.4 mg/kg 速效钾 96 mg/kg 交换性钙 1.38 mmol/kg 交换性镁 0.76 mmol/kg PH4.97 有机质 11.6 g/kg 碱解

氮 87 mg/kg 速效磷 44.6 mg/kg 速效钾 105 mg/kg 交换性钙 1.72 mmol/kg 交换性镁 0.63 mmol/kg PH4.83 有机质 10.3 g/kg 碱解氮 121 mg/kg 速效磷 52.5 mg/kg 速效钾 93 mg/kg 交换性钙 2.06 mmol/kg 交换性镁 0.91 mmol/kg 供试花生为泉花 7 号。供试肥料: 尿素含 N46%, 福建三钢(集团)三化有限责任公司产; 磷酸二氢钾含 P₂O₅ 52.2%、K₂O 34.5%, 上海联一磷酸化工有限公司产; 硫酸钾含 K₂O 50%, 台湾生产; 生石灰, 钙含量 35%, 牡蛎壳煨烧生产; 牡蛎壳粉, 过 0.5 mm 筛, 钙含量 36%, 莆田江堤饲料加工厂加工; 石膏粉, 钙含量 21%, 青海互助县非矿石膏厂产; 轻质碳酸钙, 钙含量 39%, 福建省龙岩市佳山化工有限公司产。

1.1 钙肥品种试验 试验采用随机区组设计, 5 个处理, 3 次重复。试验为等钙量设计, 其处理设置如下, A 石膏粉, 1250.0 kg/hm²; B 牡蛎壳粉, 729.2 kg/hm²; C 生石灰, 750.0 kg/hm²; D 轻质碳酸钙, 673.0 kg/hm²; E 对照, 不施钙质肥料。

试验小区面积 2.0 m×7.20 m 播种固定 204 穴/小区, 2 粒种/穴, 理论出全苗数 408 株/小区。2007 年 4 月 7 日施基肥、播种, 5 月 29 日结合中耕薅锄壅培, 一次性施用钙肥。7 月 30 日取样考种, 7 月 31 日收获。

1.2 钙肥施用量试验 试验设置 7 个处理, 牡蛎壳粉施

收稿日期: 2009-03-10

作者简介: 黄梅卿(1967-)女, 福建莆田人, 高级农艺师, 主要从事农作物平衡施肥试验、示范、推广及土壤肥料化验分析等工作。

用量分别为 0、150、300、450、600、750、900 kg/hm², 3次重复, 随机区组排列。

试验小区面积 2.0 m×7.6 m, 播种固定 216穴/小区, 2粒种穴, 理论出全苗数 412株/小区。2007年 4月 6日施基肥、播种, 5月 27日结合中耕耩锄壅培, 一次性施用钙肥。7月 28日取样考种, 8月 29日收获。

1.3 阶段施钙试验 试验采用 {3, 3} 单因子重心设计^[2], 根据花生施肥习惯设置三个试验因素 Z₁、Z₂、Z₃, 对应的3个阶段施肥分别为整畦基施 (Z₁)、迎针追施 (Z₂)、果

针入土补施 (Z₃); 对应的施钙量用 Z₁、Z₂、Z₃ 来表示。参考以往花生施用钙肥的试验成果, 确定试验地花生适宜的施钙量 (牡蛎壳粉) M为 750 kg/hm², x_j 的码值设计有 1、1/2、1/3、0 同时凭借经验与专业知识, 设计 Z₁ 的最小值即码值为 0 对应的 3阶段施钙比例 (α₁, α₂, α₃) 确定为 (0, 0, 6, 0)。那么, x_j 的不同水平的施钙比例 Z_j 可用公式 $Z_j = (1 - \sum_{i=1}^p \alpha_i) x_j + \alpha_j$ 计算; 每个试验因素的不同阶段实际施钙量 Z_j = M × Z_j, 试验方案见表 1。

表 1 花生阶段施钙试验的码值及其实施方案

处理	x ₁	Z ₁	Z ₁ (kg)	x ₂	Z ₂	Z ₂ (kg)	x ₃	Z ₃	Z ₃ (kg)
1	1	0.4	300	0	0.6	450	0	0	0
2	0	0	0	1	1	750	0	0	0
3	0	0	0	0	0.6	450	1	0.4	300
4	1/2	0.2	150	1/2	0.8	600	0	0	0
5	1/2	0.2	150	0	0.6	450	1/2	0.2	150
6	0	0	0	1/2	0.8	600	1/2	0.2	150
7	1/3	0.133	100	1/3	0.734	550	1/3	0.133	100

重复 3次, 随机区组排列, 试验小区面积 2.0 m×7.5 m, 播种固定 216穴/小区, 2粒种穴, 理论出全苗数 432株/小区。2008年 4月 6日施基肥、播种, 5月 27日结合中耕耩培前追钙肥。6月 9日后补, 不动锄, 手工撒施。7月 30日取样考种, 7月 31日收获。

1.4 肥底水平与施用方法 N 112.5 kg/hm², 氮肥用尿素, 分基肥、前追各半。P₂O₅ 60 kg/hm², 用磷酸二氢钾; K₂O 120 kg/hm², 磷酸二氢钾, 作基肥一次施用, 不足部分的钾肥用硫酸钾, 作前追一次完成。除不同钙肥品种试验外, 其它试验钙肥均用牡蛎壳粉。

1.5 分析方法 有机质: 油浴加热重铬酸钾容量法; 碱解氮: 碱解扩散法; 速效磷: 碳酸氢钠提取、钼锑抗比色

法; 速效钾: 乙酸铵提取、火焰光度法; H⁺值: 电位法^[3]; 蛋白质: 开氏法; 脂肪: 油重法^[4]。

2 结果与分析

2.1 不同钙质肥料对花生荚果产量的影响 试验证明, 花生施用钙肥有显著的增产效果, 与不施钙肥的对照比较, 差异均达到极显著水平。增产效果依次为轻质碳酸钙 > 生石灰 > 石膏粉 > 牡蛎壳粉, 增产幅度在 12.62% ~ 14.48% 之间, 但供试的 4种钙质肥料之间差异不显著, 说明它们的肥效大致相当 (见表 2)。综合考虑钙肥资源、成本、环保和增产效果等因素, 我们认为沿海地区花生增施钙肥首选牡蛎壳粉。

表 2 不同钙质肥料对花生产量的影响

处理	荚果产量 (kg/hm ²)				比对照增 (%)	差异显著性	
	I	II	III	平均		α=0.05	α=0.01
石膏粉	3852.4	3741.0	3892.2	3828.5 ± 78.37	13.16	a	A
牡蛎壳粉	3774.6	3805.2	3850.8	3810.2 ± 38.35	12.62	a	A
生石灰	3831.2	3856.5	3879.4	3855.7 ± 24.11	13.97	a	A
轻质碳酸钙	3847.5	3859.6	3912.3	3873.1 ± 34.45	14.48	a	A
对照	3400.3	3286.7	3462.5	3383.2 ± 89.14	/	b	B

注: F_{处理} = 73.33** > F_{0.01} (4, 8) = 7.01; F_{区组} = 5.93** > F_{0.05} (2, 8) = 4.46

2.2 牡蛎壳粉施用量对花生荚果产量的影响 从表 3 可以看出, 花生施用钙肥能有效提高其荚果产量, 增产幅度达 3.63% ~ 13.59%, 且在一定范围内随施钙量增加, 产量也相应增加, 超过一定施钙量后, 花生产量随之下降。其中以处理 5 ~ 处理 7 的花生荚果产量较高, 与其它处理比较, 差异均达极显著水平, 但它们之间差异不显著。

利用 DPS 数据处理系统^[5], 拟建花生施钙效应函数为:

$$\hat{Y} = 3423.90 + 1.2838x - 0.000839x^2$$

F 值 = 253.61** > F_{0.01} (2, 18) = 6.01, 复相关系数 R = 0.983 大于高度相关的下限, 说明花生荚果产量与牡蛎壳粉施用量之间回归关系极显著, 所获施钙效应函数能反映生产实际, 有较高的可靠性, 可作为花生施用牡蛎壳粉数量的预测预报^[2]。

应用边际分析对施钙效应函数寻优, 求得供试条件下的牡蛎壳粉施用量为 765.1 kg/hm² 时, 花生荚果产量最高, 达 3915.0 kg/hm², 按花生荚果 8.00元/kg 牡蛎壳

粉 0.20元 /kg计算,而当牡蛎壳粉施用量为 750 2 kg/hm²时,花生施钙利润最佳,达 31168.36元 /hm²,其花生

荚果产量也较高,达 3914.8 kg/hm²。

表 3 牡蛎壳粉施用量对花生生产量的影响

处理	荚果产量 (kg/hm ²)				比对照增 (%)	差异显著性	
	I	II	III	平均		α=0.05	α=0.01
1(0 CK)	3433.7	3472.8	3423.5	3443.3±26.02	/	e	E
2(150)	3516.3	3617.6	3570.6	3568.2±50.69	3.63	d	D
3(300)	3695.2	3764.7	3711.7	3723.9±36.31	8.15	c	C
4(450)	3793.2	3897.6	3845.8	3845.5±52.20	11.68	b	B
5(600)	3912.3	3949.7	3872.1	3911.4±38.81	13.59	a	A
6(750)	3875.2	3943.8	3893.3	3904.1±35.55	13.38	a	A
7(900)	3884.4	3933.5	3873.7	3897.2±31.89	13.18	a	A

注: F_{处理} = 300.92** > F_{0.01}(6, 12) = 4.82 F_{区组} = 26.04** > F_{0.01}(2, 12) = 6.93

2.3 花生阶段施钙产量效应函数及频率分析 不同时期施用钙肥对花生荚果产量影响明显,差异达极显著水平。不同阶段施钙其花生荚果产量依次为:处理 2 > 处理 4 > 处理 1 > 处理 7 > 处理 6 > 处理 5 > 处理 3。其中

处理 2花生荚果产量最高,除与处理 4差异显著外,与其它处理差异均达极显著水平;处理 4、处理 1与处理 3、处理 5~处理 7、处理 7、处理 6与处理 5、处理 3比较,亦均达差异极显著水平(见表 4)。

表 4 牡蛎壳粉施用时期对花生荚果产量的影响

处理	荚果产量 (kg/hm ²)				差异显著性	
	I	II	III	平均	α=0.05	α=0.01
1(1 0 0)	4075.5	3997.7	4084.4	4052.5±47.70	c	BC
2(0 1 0)	4271.4	4189.8	4225.5	4228.9±40.91	a	A
3(0 0 1)	3756.4	3693.8	3840.6	3763.6±73.66	e	D
4(1/2 1/2 0)	4168.6	4109.6	4130.7	4136.3±29.90	b	AB
5(1/2 0 1/2)	3898	3835.7	3790.7	3841.5±53.88	e	D
6(0 1/2 1/2)	3933.7	3944.1	4000.2	3959.3±35.77	d	C
7(1/3 1/3 1/3)	3990.1	4014.7	3953.4	3986.1±30.85	cd	C

注: F_{处理} = 40.27** > F_{0.01}(6, 12) = 4.82 F_{区组} = 1.93 < F_{0.05}(2, 12) = 3.89

应用回归混料设计参数估计的计算公式^[6],拟建出生花生阶段施钙效应函数为:

$$\hat{Y} = 4052.5x_1 + 4228.9x_2 + 3763.6x_3 - 17.6x_1x_2 - 266.2x_1x_3 - 147.8x_2x_3 + 514.5x_1x_2x_3$$

F值 = 18.60** > F_{0.01}(9, 11) = 4.63 复相关系数 R = 0.969 大于高度相关的下限,说明所拟建的效应函数能反映试验实际情况,可选用频率分析法^[7]解析出阶段施钙的优化方案。

按因子 x₁, x₂, x₃ 码值步长等于 0.05的变化间隔,在 4228.9 ≥ Y ≥ 3763.6的总约束条件下,构成 T=231个不同施钙结构的处理组合;结合试验所在地的生产实际,仅截取 k=44即在 4228.9 ≥ Y ≥ 4100.0的约束条件下,求取其优化施钙结构的代码加权平均值为 x₁=0.292 x₂=0.696 x₃=0.012,其较高期望产量为 4167.3 kg/hm²,施钙利润亦较佳,达 33188.40元 /hm²。即优化施钙实用比例为 Z₁:Z₂:Z₃=0.12:0.88:0.00 也就是说,第一阶段在播前施 90.0 kg/hm² 牡蛎壳粉,第二阶段在果针入土前壅培追 660.0 kg/hm² 牡蛎壳粉,第三阶段在果针入土后不补施牡蛎壳粉,这么一个“轻基施、重壅追、不补施”优化花生施钙结构,即可解决试验区花生缺钙营养障碍的制约,从而获得较高的期望产量和施钙利润。

2.4 不同钙质肥料对花生品质的影响 不同钙质肥料对花生品质有一定的影响(见表 5)。施用钙肥各处理的花生籽仁中蛋白质和脂肪含量均比不施钙的对照有不同程度提高;4种钙质肥料处理之间其蛋白质含量为:轻质碳酸钙 > 生石灰 > 牡蛎壳粉 > 石膏粉;而脂肪含量则与蛋白质含量相反,表现为:石膏粉 > 牡蛎壳粉 > 生石灰 > 轻质碳酸钙。

表 5 不同钙质肥料对花生籽仁品质的影响

处理	蛋白质含量		脂肪含量	
	%	比对照增 (%)	%	比对照增 (%)
石膏粉	26.76	1.94	48.5	3.41
牡蛎壳粉	27.22	3.70	48.2	2.77
生石灰	27.26	3.85	47.9	2.13
轻质碳酸钙	27.32	4.08	47.6	1.49
对照	26.25	/	46.9	/

2.5 牡蛎壳粉施用量对花生品质的影响 结果表明,施钙对花生品质有明显的影响(见表 6)。牡蛎壳粉施用量为 0~600 kg/hm²时,花生籽仁中蛋白质含量随施钙量增加而有不同程度提高,施用量 750 kg/hm²以上时,花生籽仁中蛋白质含量随施钙量增加反而有不同程度下降;而施用量为 0~450 kg/hm²时,花生籽仁中脂肪含量随施钙量增加而有不同程度提高,施用量为 600 kg/hm²

的处理,脂肪含量下降,但施用量 750 kg/hm² 以上的处理,脂肪含量随施钙量增加又有不同程度提高,这可能与供钙足量后,花生籽仁中脂肪含量与蛋白质含量变化相反有关^[8]。

表 6 牡蛎壳粉施用量对花生籽仁品质的影响

处理	蛋白质含量		脂肪含量	
	%	比对照增 (%)	%	比对照增 (%)
1(CK)	26.16	/	46.7	/
2(150)	26.75	2.26	47.4	1.50
3(300)	26.83	2.56	47.8	2.36
4(450)	27.15	3.78	48.4	3.64
5(600)	27.63	5.62	48.2	3.21
6(750)	27.42	4.82	48.3	3.43
7(900)	26.95	3.02	48.5	3.85

3 结论

试验结果表明,花生施用轻质碳酸钙、石膏粉、生石灰和牡蛎壳粉等钙肥能显著提高产量,增产幅度达 12.62%~14.48%,但在施用等钙情况下,不同钙质肥料之间的肥效差异不显著。

在本试验条件下,当牡蛎壳粉施用量为 765.1 kg/hm² 时,花生荚果产量最高,达 3915.0 kg/hm²;而当牡蛎壳粉施用量为 750.2 kg/hm² 时,花生施钙利润最佳,达 31168.36 元/hm²,其花生荚果产量也较高,达 3914.8 kg/hm²。

试验模拟出的花生阶段施钙效应函数寻优结果表明,当播前基施 216 kg/hm² 牡蛎壳粉,果针入土前壅培追施 510 kg/hm² 牡蛎壳粉,果针入土后补施 24 kg/hm² 牡蛎壳粉,即为“基施适、壅培重、补施微”优化施钙结

构,其期望产量较高,达 3913.1 kg/hm²。

施钙水平对花生品质有较明显的影响,在较低施钙水平时,花生籽仁中蛋白质和脂肪含量均随施钙量增加而有不同程度提高;在供钙较足量的情况下,花生籽仁中蛋白质含量随施钙量增加而有不同程度下降,而脂肪含量反而有所提高,从产量和品质综合分析,每公顷施用 600~750 kg 牡蛎壳粉时,花生籽仁中蛋白质和脂肪含量均达到较高水平。

综上所述,从产量、品质及钙肥资源、成本、环保等方面综合分析,本试验条件下花生每公顷施用 750 kg 左右牡蛎壳粉是适宜的。

参考文献:

- [1] 周恩生. 施用不同钙肥防治红黄壤区花生空秕的效果研究[J]. 江西农业学报, 2007, 19(8): 91~93
- [2] 王兴仁, 张福锁. 现代肥料试验设计[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996: 110~185
- [3] 农业部全国土壤肥料总站. 土壤分析技术规范[M]. 北京: 农业出版社, 1993: 34~63
- [4] 南京农业大学. 土壤农化分析[M]. 北京: 农业出版社, 1988: 232~273
- [5] 唐启义, 冯明义. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 147~164
- [6] 李隆. 肥料试验中应用的单形格子设计及其统计分析[J]. 土壤通报, 1992, 23(6): 275~276
- [7] 徐中儒. 回归分析与试验设计[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998: 102~152
- [8] 汪仁, 安景文, 张士义等. 施钙对花生产量、品质及钙素在植株体内分布的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 1999, 30(4): 437~439

(上接第 3 页)

以 1.5~2.5 mmol/L 为宜, dNTPs 浓度以 0.1~0.3 mmol/L 为宜, TaqDNA 聚合酶以 0.5 U 即可。因此最终确定的水稻 RAPD 反应体系为: PCR 反应体积为 25 μ L, 内含 1 \times PCR 缓冲液, 2.0 mmol/L MgCl₂, 0.2 mmol/L dNTP, 0.4 μ mol/L 引物, 0.5 U TaqDNA 聚合酶, 模板 DNA 1.5 ng/ μ L。RAPD 扩增程序为: 94 $^{\circ}$ C 预变性 6 min; 94 $^{\circ}$ C 变性 30 s; 37 $^{\circ}$ C 退火 30 s; 72 $^{\circ}$ C 延伸 90 s; 循环 40 次; 72 $^{\circ}$ C 充分延伸 10 min; 最后 4 $^{\circ}$ C 保存。

值得注意的是影响 RAPD 反应的因素很多, 每一环节的操作不当均可导致扩增结果不能重复。除了本实验优化的几种因素外, 不同型号的 PCR 扩增仪及不同公司的药品的变更对实验稳定性也有不同影响。因此, 为了增加 RAPD 分析结果的稳定性和可重复性, 除对反应体系进行优化外, 还应尽量采用同一公司的药品, 以有效提高 RAPD 结果的重复性。

参考文献:

- [1] 王美林, 方宏筠. 植物基因工程原理与技术[M]. 北京: 科学

出版社, 1998: 598~602

- [2] FUKUOKA Shuichi, TRAN Suud, EBANA Kaworu et al. Genetic organization of aromatic rice as revealed by RAPD markers: A case study in conserving crop genetic resources on farm[J]. Euphytica, 2006, 149(1): 61~71.
- [3] Jun Hyeon Cho, D Y Kwak et al. Identification and Mapping of RAPD Markers Linked to Rice Stripe Virus Resistance Gene Svb-1 in Rice (*O. sativa* L.)[A]. Proceedings of the 4th International Crop Science Congress, Q, 2004
- [4] OTSUBO Kenichi, HASHINO Yoichi, TOYOSHIMA Hidechika et al. Identification of Domestic Rice Cultivars by RAPD Method Using Milled Rice Grains as Samples[J]. Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology, 1999, 46(3): 117~122
- [5] S S Sandhu, C andido R Bastos et al. RAPD analysis of herbicide-resistant Brazilian rice lines produced via mutagenesis[J]. Genet Mol Res, 2002, 1(4): 359~370
- [6] Yu L X, Nguyen H T. Genetic variation detected with RAPD markers among upland and lowland rice cultivars (*Oryza sativa* L.)[J]. Theor Appl Genet, 1994, 87: 668~672