

小麦花生两熟制双高产栽培磷肥平衡施用研究

王才斌 成波 迟玉成 孙秀山

(山东省花生研究所 莱西 266601)

苗丰祚 字仁娥

(山东省牟平经作站)

史宝生

(山东省临沭农业局)

摘 要

麦油两熟制高产栽培大田试验表明:小麦基施磷肥不仅可提高当年小麦产量,而且具有较强的后效作用。后茬花生施磷,花生增产效果明显,但受前茬施磷水平影响较大,随前茬施磷量的增加而降低。麦套花生基磷对小麦产量效应不明显,但小麦追施磷肥对花生具有一定的增产作用。

关键词 小麦;花生;两熟双高产;磷二效;磷平衡

80 年代以来,小麦花生两熟制栽培技术发展很快,产量水平不断提高,但两熟制条件下一体化合理施肥方面的报道甚少。为此,我们于 1993 年—1995 年进行了麦、油两熟制磷效应及平衡施用研究,以期在两熟制双高产栽培科学施肥提供依据。

1 材料与方 法

试验在牟平和临沭两地进行,具体试验设计见表 1。

表 1 试验设计

牟 平 试 验			临 沭 试 验	
主区 A (小麦基磷)	副区 B (花生基磷)	全年总 磷 量	主区 A (全年总磷量)	副区 B (磷分配: $F_1/F_2/F_3$)
A_1 (0)	B_1 (0)	(0)	A_1 (10)	B_1 (10/ 0 / 0)
	B_2 (0)	(0)		B_2 (6.7/3.3/0)
	B_3 (0)	(4)		B_3 (5 / 0 / 5)
A_2 (4)	B_2 (2)	(6)		
A_3 (8)	B_1 (0)	(8)	A_2 (15)	B_1 (15/ 0 / 0)
	B_2 (4)	(12)		B_2 (10/ 5 / 0)
	B_3 (0)	(12)		B_3 (7.5/ 0 / 7.5)
A_4 (12)	B_2 (6)	(18)		
A_5 (16)	B_1 (0)	(16)	A_3 (20)	B_1 (20/ 0 / 0)
	B_2 (8)	(24)		B_2 (13.3/6.7/ 0)
	B_3 (0)	(20)		B_3 (10/ 0 / 10)
A_6 (20)	B_2 (10)	(30)		

注: (1) 括号内数值为施磷 (P_2O_5) 量, 单位 kg/亩。

(2) 在临沭试验中, 副区磷分配 F_1 、 F_2 和 F_3 分别表示小麦基磷量、小麦追磷量和花生基磷量。

牟平试验地为砂壤土, 0—30cm 土层有机质 9.8g/kg, 碱解 N 54.9mg/kg, 速效 P 31.4mg/kg, 速效 K 43mg/kg。大区试验, 不设重复。每一副区面积 50m²。小麦花生供试品种分别为烟农 15 和海花 1 号。采用宽幅麦、花生套直播种植方式, 即秋种时, 每 80cm 为一畦, 小麦隔畦种植, 每畦 5 行; 翌年 5 月上旬将空畦覆膜套种 2 行花生; 小麦收获后在麦茬畦再覆膜直播 2 行花生。临沭试验地为砂壤土, 0—30cm 土层有机质 8.4g/kg, 碱解 N 57mg/kg, 速效 P 21.4mg/kg, 速效 K 30mg/kg。每一副区面积 15m², 重复 3 次。小麦花生供试品种分别为鲁麦 1 号和鲁花 9 号。采用大垄宽幅麦、花生套种种植方式^[1]。

试验除磷肥处理外, 其余条件相同。小麦亩基施尿素 10kg, 氯化钾 (含 50% K₂O) 30kg, 拔节期追施尿素 20kg。磷肥用过磷酸钙 (含 12% P₂O₅)。小麦追施磷肥在起身拔节期进行。

2 结果与分析

2.1 牟平试验结果与分析

2.1.1 小麦基施磷肥对小麦、花生两作产量的影响

小麦每亩基施 0—20kg 磷, 磷与小麦、花生产量的关系分别符合方程式:

$$y = 402.236 + 14.208x - 0.5190x^2 \quad (1) \text{ 和}$$

$$y = 325.974 + 28.3692\sqrt{x} - 0.5241x \quad (2)$$

由 (1) 式可知, 当 $x_0 = -b/2c = 13.6\text{kg}$ 时, 小麦产量最高, $y_{\max} = 499\text{kg}$; 当 $x_e = (P_x/P_y - b)/2c = 12.3\text{kg}$ 时 (P_x 为肥料单价, 2.5 元/kg; P_y 为产品单价, 1.7 元/kg, 下同), 施磷最经济, 此时亩收入 (y_e) 可达 817 元 (仅扣除磷肥成本)。磷的边际效应随施磷量的增加而降低。亩施 4 kg 和 8 kg 磷的两处理, 其边际效应分别为 8 kg 和 6 kg。当亩用量超过 13.6kg 时, 产量反而下降, 边际效应出现负值。

由 (2) 式可知, 小麦亩基施 0—20kg 磷, 随施磷量的增加花生产量一直呈上升趋势, 但边际效应仍随施磷量的增加而降低。当每亩施磷量 < 12kg 时, 施磷增产显著, 而当亩用量 > 12kg, 特别是 > 16kg 时, 再增施磷肥, 产量增加很少。由以上分析可知, 小麦花生两熟制栽培, 小麦亩基磷量宜控制在 12—14kg。

2.1.2 小麦花生分作施磷对产量的影响

全年亩施 0—30kg 磷, 磷与小麦、花生产量的关系分别符合方程

$$y = 391.964 + 10.435X - 0.2515x^2 \quad (3) \text{ 和}$$

$$y = 323.562 + 39.7913\sqrt{x} - 1.5455x \quad (4)$$

由 (3) 式可得, 当 $x_0 = 20.7\text{kg}$ 时, 小麦产量最高, $y_{\max} = 500\text{kg}$; 当 $x_e = 17.8\text{kg}$ 时, 施磷最经济, 此时亩收入 $y_e = 802$ 元。比较 (3) 式和 (1) 式中特征值 $y_{\max}$ 和 y_e 可以发现, 两式所得参数相近。采用成对数据比较分析法对两组 (A_1B_1 和 A_1B_2) 小麦产量实测值进行测验, 结果不显著 ($t = 1.008 < t_{0.05}$), 说明两组产量对应点处于同一水平。这一结果表明麦套花生当茬基施磷肥, 对小麦产量无明显增产作用。

由 (4) 式知, 全年亩施磷 0—30kg, 花生产量仍没有极值出现。但当全年亩用量 < 18kg 时, 施磷效果明显, 超过 18kg/亩时, 再增施磷肥, 产量增加很少。因此, 就花生产量而言, 全年亩施磷量以 18kg 左右为宜。

综合牟平试验结果, 小麦花生两熟亩产双 500kg 栽培, 全年亩施磷量以 18—21kg 为宜, 小麦亩施 12—14kg, 花生亩施 6—7kg。

2.1.3 不同来源磷的花生增产效应

试验表明, 前茬小麦施磷对后茬花生生产量影响很大, 表明磷有较大的后效, 且随前茬施磷量的增加而增加, 最高时可亩增产 120kg。因此, 高产花生应特别重视前茬培养地力。花生当茬施磷也具有明显的增产效果, 与后效不同的是: (1) 在前茬施磷的基础上, 花生当茬施磷的整体增产效果不及后效作用, 当茬效应的最高值仅为后效作用的 1/2 左右。(2) 花生当茬磷效应受前茬施磷水平影响很大, 当前茬亩施磷量 < 12kg 时, 花生当茬亩施 2—6kg 磷, 当茬效应随施磷量的增加而增加; 当前茬亩施磷量 > 12kg 时, 即使再增施磷肥, 当茬效应也不再增加, 反而下降。因此, 后茬施磷应适当考虑前茬施磷水平。

2.2 临沭试验结果与分析

方差分析结果表明, 磷全年用量 (A)、分配方式 (B) 以及二者交互作用对小麦、花生产量影响均达到极显著水平 (表 2、表 3)。表明磷用量及分配对麦、油两作产量影响较大。

表 2 磷用量 (A) 与分配方式 (B) 显著性测定

处 理	小 麦		花 生		
	产量 (kg/亩)	1%	产量 (kg/亩)	1%	
主 区	A ₁	363.6	B	370.0	B
	A ₂	407.6	A	437.6	A
	A ₃	411.5	A	431.2	A
副 区	B ₁	420.7	A	386.3	C
	B ₂	395.7	B	416.7	B
	B ₃	366.8	C	437.1	A

表 3 磷用量及分配方式交互效应 (A×B) 显著性测定

处理 组合	小 麦		花 生	
	产量 (kg/亩)	1%	产量 (kg/亩)	1%
A ₁ B ₁	397.8	CD	340.5	F
A ₁ B ₂	362.5	E	374.5	E
A ₁ B ₃	330.5	F	395.0	D
A ₂ B ₁	438.0	A	405.5	D
A ₂ B ₂	404.2	C	438.8	BC
A ₂ B ₃	380.5	D	468.3	A
A ₃ B ₁	424.5	B	412.8	D
A ₃ B ₂	420.5	B	436.7	C
A ₃ B ₃	389.5	D	447.8	B

2.2.1 磷对小麦产量的影响

3 个施磷量的产量效应顺序为 A₃ > A₂ > A₁, 且 A₂ 和 A₃ 极显著优于 A₁, A₂ 和 A₃ 差异不显著。因此, 就小麦而言, 全年经济施用量以 15kg/亩为宜。3 种分配方式的产量效应顺序为 B₁ > B₂ > B₃。相互间差异在 0.01 水平上显著, 表明磷肥基施对小麦产量较为有利。在所有 9 个处理组合中, A₂B₁ 产量最高, 极显著优于其它组合, 即小麦一次性每亩基施 15kg 磷时产量最高。

2.2.2 磷对花生产量的影响

花生产量对施磷量的反应与小麦相似。全年亩施 15 和 20kg 磷产量无明显差异, 二者均极显著优于亩施 10kg 的处理。而 3 种分配方式的反应恰好与小麦相反, 其产量效应顺序为 B₃ > B₂ > B₁, 相互间差异极显著。说明花生当茬需施一定数量的肥料。B₂ 优于 B₁ 表明小麦追磷对花生具有一定的增产作用。在全部 9 个处理组合中, A₂B₃ 效果最好, 极显著优于其余组合, 说明花生当茬亩施磷 7kg 左右为宜。

由临沭试验结果可得, 有利于小麦花生双高产适宜的磷用量约为: 小麦亩基施 15kg, 花生亩基施 7kg。

3 讨论

小麦基施磷肥, 不仅可提高小麦产量, 而且具有较大的后效作用, 对于后茬花生, 这种效应超过了花生当茬磷效应。但要获得花生高产, 必须充分发挥这两个效应(简称“磷二效”)的增产作用。例如, 在牟年平试验中, 小麦每亩基施 20kg 磷的处理, 花生亩产 443kg, 而小麦、花生分别亩施 12kg 和 6kg (全年亩施 18kg) 的处理, 花生亩产 463kg, 证明前茬磷的后效作用是有限度的。若前茬小麦施磷过多 ($>15\text{kg}/\text{亩}$), 不仅导致小麦减产(尽管减幅不大), 也不能完全满足后茬花生对磷的需求。这可能与磷在土壤中易被固定有关。

花生当茬施磷效果受前茬小麦施磷量影响较大, 并随前茬小麦施磷量增加而降低。因此, 后茬花生施磷, 必须将前茬施磷量考虑在内。

在本试验中, 虽然小麦花生共生期在 1 个月以上, 但花生基磷对小麦产量没有明显影响(牟年平试验)。原因可能有二: 一是磷在土壤中移动速度慢, 范围小; 二是小麦后期施磷对籽粒产量无明显效应。小麦追施磷肥对花生具有一定的增产作用(临沭试验)。

以前研究表明, 高产小麦单作适宜的磷用量约为 $8-12\text{kg}/\text{亩}$ ^[2,3], 春花生为 $9-11\text{kg}/\text{亩}$ ^①, 麦套或夏直插花生磷肥合理施用未见报道。综合本研究两年试验结果, 小麦花生两熟双高产(亩产 $>400\text{kg}$) 栽培全年适宜的磷用量为 $18-22\text{kg}$, 前后两作分配比为 2:1, 分别作基肥施用。此结果与过去一直提倡的小麦花生两熟制全年肥料一次性投在小麦上, 及花生不施肥的施用方法不完全一致, 这可能与过去的产量及施肥水平有关。因为小麦与花生相比, 小麦对肥水反应更敏感。因此, 在花生产量水平不很高的情况下, 有限的肥料投在小麦上也在情理之中。

参 考 文 献

- [1] 王才斌、孙彦浩、郑亚萍, 麦套夏花生双高产栽培技术, 农业科技通讯, 1992, (8):14。
- [2] 杨守春主编, 黄淮海平原主要作物优化施肥和土壤培肥技术, 农业科技出版社, 北京, 1991。
- [3] 诸德辉, 小麦施用不同配比氮磷化肥的研究, 北京农业科学, 1989, 增刊:15-23。

① 孙彦浩 陶寿祥 王才斌, 花生高产栽培理论与技术, 国际花生高产学术研讨会论文集, 1995。