

# 平衡施肥对小麦产量及经济效益的影响

李录久<sup>1</sup>, 王家嘉<sup>1</sup>, 丁楠<sup>2</sup>, 李东平<sup>1</sup>, 姚殿立<sup>2</sup>, 王子强<sup>2</sup>

(1. 安徽省农科院土壤肥料研究所 合肥 230031 2. 安徽省临泉县农业技术推广中心 236400)

**摘要:** 通过田间试验研究安徽省淮北平原冬小麦高产高效平衡施肥技术。结果表明, 氮磷钾化肥配合施用的平衡施肥对小麦的生长发育有明显的促进作用, 并能增加产值, 提高农民种植小麦的经济收益。两年试验平均, 小麦最佳施肥处理 (OPT) 较不施氮肥、磷肥、钾肥和氮磷钾的对照分别增产 26.6%、14.8% 和 10.9% 及 36.1%, 施锌产量提高 4.8%。施肥增收 30.3~207.7 元/亩, 产投比为 1.86~12.10:1。大面积示范取得了明显的增产节本增收效果。

**关键词:** 小麦, 平衡施肥, 淮北砂姜黑土

安徽是我国小麦主产区, 全省常年播种面积 3000 多万亩, 是全国冬小麦 5 大主产省之一, 播种面积和总产量分别占全国的 9% 和 7% 左右, 仅次于河南、山东和河北, 均列全国第 4 位<sup>[1]</sup>。2007 年安徽省小麦种植面积达 3610 万亩, 占夏粮收获面积的 96%。安徽省小麦种植面积虽然较大, 但单位面积产量较低, 2003 年平均只有 213 公斤/亩, 仅居全国第 16 位; 2008 年也不到 332 公斤/亩, 与高产有很大的差距<sup>[2]</sup>。安徽省小麦产量长期低而不稳, 除气候条件外, 主要原因是施肥不合理。调查发现, 小麦生产中普遍存在盲目施肥、过量施肥和施用单一氮肥或氮磷肥、不施或很少施用钾肥及微量元素肥料等不合理施肥现象, 氮磷钾比例失调, 钾投入小于产出, 土壤速效钾含量下降, 小麦病虫害严重, 贪青晚熟, 施肥经济效益降低<sup>[3]</sup>。因此, 研究小麦平衡施肥技术, 对指导小麦合理施肥、实现小麦高产稳产和优质高效具有重要作用。2007~2009 年, 在国际植物

营养研究所 (IPNI) 的支持下, 在淮北平原小麦主产区开展了营养诊断施肥研究, 取得了显著的增产增收效果。现将结果整理如下。



## 1 材料与amp;方法

### 1.1 土壤养分状况

试验在安徽省临泉县杨桥、高塘等乡镇进行。供试土壤为普通砂姜黑土。播前 0~20 厘米耕层土壤样品经北京中--加合作实验室测定, 养分状况见表 1。

表1 供试土壤0~20厘米耕层基本农化性状

时间	地点	pH (水)	有机质 (%)	土壤有效养分含量(毫克/公斤)								
				N	P	K	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
2007-8	高塘	6.21	0.57	15.0	30.1	77.2	3.60	0.48	2.90	84.3	83.3	1.51
2008-9	杨桥	6.65	0.40	11.1	21.5	79.6	9.20	1.15	2.45	72.4	40.9	1.40

## 1.2 试验设计

试验设6个处理: ① CK(不施肥空白对照) ② OPT(N<sub>12</sub>P<sub>5</sub>K<sub>6</sub>, 施N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>和K<sub>2</sub>O分别为12、5和6公斤/亩) ③ OPT-N(不施氮) ④ OPT-P(不施磷) ⑤ OPT-K(不施钾) ⑥ OPT+Zn(施七水硫酸锌1公斤/亩), 见表2、表3。供试肥料品种: 氮肥--尿素, 磷肥--磷酸二铵或过磷酸钙, 钾肥--氯化钾。施肥方法为: 70%的氮肥和全部磷、钾肥作基肥, 剩下的30%氮肥作追肥, 于小麦返青后追施。小区面积20.0米<sup>2</sup>, 4次重复, 完全随机区组排列。供试小麦品种为豫麦70和泛麦5号等当地主栽品种, 每年10月上旬播种, 第二年6月初收获计实产。其它栽培管理措施如

病虫害防治同当地一般大田小麦。

## 2 结果与分析

### 2.1 施肥对小麦生长发育的作用

表2的调查结果说明, 氮磷钾化肥配合的平衡施肥对冬小麦的生长发育具有明显的促进作用。与OPT-N、OPT-P、OPT-K或不施肥的对照CK相比, 最佳施肥OPT处理小麦株高、有效穗数、穗长、结实小穗数和小穗总数及穗粒数明显增多, 不孕小穗数减少, 千粒重提高, 产量性状改善, 为籽粒产量的提高打下了基础。不施肥或不施氮肥, 小麦有效穗和穗粒数明显减少, 对产量有较大的影响。

表2 施肥对小麦产量构成因素的影响(2008-2009年杨桥)

处理	株高 (厘米)	有效穗 (万亩)	穗长 (厘米)	小穗数(个)			穗粒数 (粒/穗)	千粒重 (克)
				结实	不孕	合计		
OPT	68.5	35.8	8.51	20.1	1.8	21.9	31.3	38.8
OPT-N	65.8	31.6	7.56	16.3	3.1	19.4	30.0	38.2
OPT-P	67.6	34.6	8.17	18.6	2.2	20.8	30.8	38.1
OPT-K	68.0	33.9	8.09	18.7	2.6	21.3	30.2	37.3
CK	62.5	28.9	7.32	15.2	3.5	18.7	30.4	38.0
OPT+Zn	69.3	36.4	8.50	20.2	1.8	22.0	31.2	38.6

### 2.2 小麦平衡施肥的增产增收效应

从表3可以看出, 淮北平原砂姜黑土地

区, 氮磷钾化肥配合施用的平衡施肥对小麦具有显著的增产效应。以不施氮、磷、钾的处理OPT-N、OPT-P和OPT-K及CK为对照, 小

麦氮磷钾配施的OPT处理较OPT-N的增产率为25.4~27.9%，OPT较OPT-P产量相对提高12.7~17.0%，OPT较OPT-K增产9.8~12.0%，OPT较不施肥的空白对照CK产量提高

34.9~37.3%，2年试验平均，增产率分别为26.6%、14.8%和10.9%及36.1%，达5%或1%的显著或极显著水准。

表3 平衡施肥对小麦籽粒产量和经济效益的影响

年份	处理	代号	籽粒产量	OPT比其他处理增产	OPT比其他处理增产率	农学效率	OPT比其他处理增收	施肥
			(公斤/亩)	(公斤/亩)	(%)	(kg/kg)	(元/亩)	产投比
2007 - 2008	N <sub>12</sub> P <sub>5</sub> K <sub>6</sub>	OPT	472.2	--	--	--	--	--
	N <sub>0</sub> P <sub>5</sub> K <sub>6</sub>	OPT-N	376.7	95.5	25.4**	8.0	162.3	3.19
	N <sub>12</sub> P <sub>0</sub> K <sub>6</sub>	OPT-P	418.9	53.3	12.7*	10.7	90.6	4.09
	N <sub>12</sub> P <sub>3</sub> K <sub>0</sub>	OPT-K	430.0	42.2	9.8*	7.0	71.7	2.76
2008 - 2009	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	CK	350.0	122.2	34.9**	-	207.7	2.10
	N <sub>12</sub> P <sub>5</sub> K <sub>6</sub> Zn <sub>1</sub>	OPT+Zn	490.0	-17.8	-3.6	17.8	-30.3	12.10
	N <sub>12</sub> P <sub>3</sub> K <sub>6</sub>	OPT	449.1	--	--	--	--	--
	N <sub>0</sub> P <sub>5</sub> K <sub>6</sub>	OPT-N	351.0	98.1	27.9**	8.2	166.8	3.20
平均	N <sub>12</sub> P <sub>0</sub> K <sub>6</sub>	OPT-P	383.9	65.2	17.0**	13.0	110.8	4.58
	N <sub>12</sub> P <sub>3</sub> K <sub>0</sub>	OPT-K	401.0	48.1	12.0*	8.0	81.8	2.34
	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	CK	327.0	122.1	37.3**	-	207.6	1.86
	N <sub>12</sub> P <sub>3</sub> K <sub>6</sub> Zn <sub>1</sub>	OPT+Zn	475.5	-26.4	-5.6	26.4	-44.9	8.98
平均	N <sub>12</sub> P <sub>3</sub> K <sub>6</sub>	OPT	460.7	--	--	--	--	--
	N <sub>0</sub> P <sub>5</sub> K <sub>6</sub>	OPT-N	363.9	96.8	26.6**	8.1	164.6	3.20
	N <sub>12</sub> P <sub>0</sub> K <sub>6</sub>	OPT-P	401.4	59.3	14.8**	11.9	100.8	4.35
	N <sub>12</sub> P <sub>3</sub> K <sub>0</sub>	OPT-K	415.5	45.2	10.9*	7.5	76.8	2.55
	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	CK	338.5	122.2	36.1**	-	207.7	2.00
	N <sub>12</sub> P <sub>3</sub> K <sub>6</sub> Zn <sub>1</sub>	OPT+Zn	482.8	-22.1	-4.6	22.1	-37.6	7.52

\*2007~2008和2008~2009年小麦价格分别为1.70和1.70元/公斤，N为4.23和4.35元/公斤，P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>为4.43和4.84元/公斤，K<sub>2</sub>O为4.33和5.83元/公斤，硫酸锌为2.50和5.00元/公斤。

不施肥或不施氮肥时，小麦产量显著降低，相对产量相应只有最佳施肥处理OPT的

72.8~74.1%、和78.2~79.8%，平均仅为73.5%和79.0%，减产极显著。不施磷、钾肥，小麦

相对产量分别是 OPT 产量的 85.5~88.7%和 89.3~91.1%，平均为 87.1%和 90.2%，减产显著。总之，不施氮肥对小麦籽粒产量的影响最大，2 年试验平均，减产幅度超过 20%；其次为不施磷处理，2 年平均减产 12.9%；不施钾对小麦产量的影响相对较小，平均减产 9.8%。在施用氮磷钾的基础上增施锌肥，小麦籽粒产量增长 3.8~5.9%，2 年试验平均增产 4.8%，增产效应没有达到显著水平。小麦氮磷钾锌的增产效应顺序为  $N \gg P > K > Zn$ 。

进一步分析氮磷钾锌的农学效率，结果表明，氮肥为 8.0~8.2 公斤籽粒/公斤 N，磷肥达 10.7~13.0 公斤籽粒/公斤  $P_2O_5$ ，钾肥在 7.0~8.0 公斤籽粒/公斤  $K_2O$ ，锌肥为 17.8~26.4 公斤籽粒/公斤 Zn，平均为 8.07 公斤籽粒/公斤 N、11.86 公斤籽粒/公斤  $P_2O_5$ 、7.52 公斤籽粒/公斤  $K_2O$  和 22.1 公斤籽粒/公斤 Zn，除锌很高外，氮磷钾三要素中磷的农学效率最高，超过 10 公斤籽粒/公斤  $P_2O_5$ ；氮次之，在 8 公斤籽粒/公斤 N 以上；钾最低，仅 7.5 公斤籽粒/公斤  $K_2O$ （表 3），可能与淮北平原砂姜黑土地区土壤含钾量较高有一定的关系。

表 3 还表明，氮磷钾化肥配合施用的平衡施肥技术，可有效提高种植小麦的产值，增加农民施肥的经济收益。最佳施肥处理 OPT 较不施氮肥的对照增收 162.3~166.8 元/亩，施用氮肥的产投比达 3.19 和 3.20:1；较不施磷肥

的对照增收 90.6~110.8 元/亩，施用磷肥的产投比为 4.09~4.58:1；较不施钾肥的对照增收 71.7~81.8 元/亩，施用钾肥的产投比分别为 2.76 和 2.34:1；较不施肥的空白对照相应增收 207.7 和 207.6 元/亩，施肥产投比为 2.10 和 1.86:1。两年试验平均，施用氮、磷、钾每亩分别增收 164.6 元、100.8 元和 76.8 元及 207.7 元，施肥产投比分别达 3.20、4.35 和 2.55 及 2.00:1。在施用氮磷钾的基础上增施锌肥，经济效益提高 30.3~44.9 元/亩，施用锌肥的产投比高达 12.10 和 8.98:1，平均增收 37.6 元/亩。由于 2008~2009 年度钾肥及锌肥价格较上年度大幅度上涨，导致施钾、锌的成本增加，施肥产投比降低。

### 2.3 小麦平衡施肥大面积示范

在试验研究的同时，2008~2009 年在安徽省淮北平原小麦主产区临泉和蒙城县等地分别建立了示范基地，进行小麦大面积平衡施肥示范，核心示范区 300 亩，技术示范区 10000 亩。临泉县小麦测产表明，核心示范区及技术示范区小麦平均产量分别为 460 公斤/亩和 438 公斤/亩，较农民习惯施肥的 396 公斤/亩分别增产 64 和 42 公斤/亩，增产率为 16.2% 和 10.6%，增收 67.2~102.4 元/亩，节肥 10.5 元/亩，新增经济效益 73.3 万元，增产节本增效显著。

## 3 小结

3.1 施用氮磷钾对淮北平原冬小麦的生长发育具有明显的促进作用，小麦株高、有效穗数、穗长、结实小穗数和小穗总数及穗粒数明显增多，不孕小穗数减少，千粒重提高，产量性状改善，为籽粒产量的提高打下



了基础。

**3.2** 淮北平原砂姜黑土地地区,小麦氮磷钾化肥配合施用的平衡施肥具有显著的增产效应。小麦增施氮肥的增产率为25.4~27.9%,施磷产量相对提高12.7~17.0%,施钾增产9.8~12.0%,较不施肥的空白对照CK产量提高34.9~37.3%,2年试验平均,增产率分别为26.6%、14.8%和10.9%及36.1%,达5%或1%的显著或极显著水准。在施用氮磷钾肥的基础上增施锌肥,小麦增产3.8~5.9%。施用氮磷钾的农学效率分别为8.07公斤籽粒/公斤N、11.86公斤籽粒/公斤 $P_2O_5$ 、7.52公斤籽粒/公斤 $K_2O$ 。

**3.3** 平衡施肥可有效增加小麦产值,提高农民种植小麦的经济效益。施用氮磷钾化肥增

收71.7~207.7元/亩,施肥产投比为1.86~4.58:1。施锌增收30.26~44.9元/亩,施用锌肥的产投比高达8.98~12.10:1。

#### 参考文献:

- [1] 魏益民. 中国优质小麦生产的现状与问题分析[J]. 麦类作物学报, 2004, 24 (1): 95-96.
- [2] 安徽省统计局. 安徽农村统计调查资料2008[M]2008: 3-20.
- [3] 曹树钦. 安徽省土壤钾素供需状况浅析[J]. 土壤, 1993 (1): 34~36.
- [4] 尹彩霞, 谢佳贵, 候云鹏, 等. 吉林省不同类型土壤玉米施用钾肥的效应[J]. 高效施肥, 2010 (2): 3-5.
- [5] 张成军, 赵同科, 李新荣. 夏玉米平衡施肥技术试验与示范[J]. 高效施肥, 2010 (2): 8-11.

