

# 弱筋小麦郑麦 004 的氮、磷肥运筹模式研究

张德奇, 季书勤, 王汉芳, 李向东, 吕凤荣, 郭 瑞

(河南省农业科学院 小麦研究中心, 河南 郑州 450002)

**摘要:** 为了探讨弱筋小麦产量和品质同步提高的氮、磷肥最佳投入模式, 选取弱筋品种郑麦 004 为试验材料, 在弱筋麦适宜区信阳、罗山、息县三地进行了氮、磷肥施用模式试验。结果表明, 随着施氮量的增加和追施氮肥时间的推迟, 弱筋小麦产量和湿面筋含量有所增加, 因此应“稳底控追”, 保证产量, 稳定品质; 增施磷肥和后期喷洒磷酸二氢钾均能提高弱筋小麦产量, 但对品质指标影响较小。因此提出了“氮肥可‘稳底控追’、磷肥可‘增底补喷’”的弱筋麦高产优质氮磷运筹模式。通过优化氮磷肥配施模式, 从而优化了弱筋麦的主要品质指标。

**关键词:** 弱筋小麦; 氮肥; 磷肥; 产量; 品质

**中图分类号:** S512.1      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1004-3268(2011)02-0050-04

## Research on N and P Fertilizer Application Mode of Weak Gluten Wheat Zhengmai 004

ZHANG De-qi, JI Shu-qin, WANG Han-fang, LI Xiang-dong, LÜ Feng-rong, GUO Rui

(Wheat Research Center, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** With the weak gluten wheat variety, Zhengmai 004 as the test material, the best application mode of nitrogenous and phosphorus fertilizer leading to yield and quality synchronization improvement of weak gluten wheat was investigated in Xinyang, Luoshan and Xixian, the suitable areas for weak gluten wheat. The results showed that the yield and wet gluten content were increased with the increase of nitrogen and delay of top-dressing. Increase of phosphorous fertilizer or addition of potassium dihydrogen phosphate at late period resulted in increase of grain yield, but little effect on the quality indicators. By optimizing nitrogenous and phosphorous fertilizer application mode, the main quality indicators of weak gluten wheat were optimized. In order to improve the yield and quality, basal N fertilizer should be stabilized with controlled top-dressing and basal P fertilizer should be increased with spraying.

**Key words:** Weak gluten wheat; Nitrogenous fertilizer; Phosphorous fertilizer; Yield; Quality

氮肥在小麦产量和品质形成过程中起着至关重要的作用。最初氮肥后移主要作为一项小麦高产栽培技术应用, 随着我国农业结构调整, 优质强筋小麦迅速发展, 氮肥后移对强筋小麦主要品质指标的改善作用明显, 相应的理论和技术得到发展。在弱筋麦栽培技术方面, 由于弱筋小麦对湿面筋含量、蛋白

质含量要求特殊, 氮肥运筹显得尤为重要, 在氮肥的施用方式等方面, 不少学者对此做了相关的研究, 在安徽、江苏等弱筋麦区域开展的研究相对较多, 主要集中在氮肥施用量和追氮比例、钾肥施用<sup>[1-10]</sup>等对小麦籽粒产量和品质影响的机制研究<sup>[1-11]</sup>。磷肥对小麦产量贡献也比较重要, 而关于弱筋麦氮磷肥应

收稿日期: 2010-09-04

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2006BA D02 A 07-3, 2007BA D89 B01)

作者简介: 张德奇(1979-), 男, 河南新乡人, 助理研究员, 主要从事小麦高产栽培技术及高产栽培生理研究。

E-mail: dqzhang3@163.com

用和磷肥对产量及品质影响的研究相对较少, 结果也不尽一致<sup>[2-9]</sup>。为此, 根据弱筋麦种植区自然生态条件, 结合研究现状, 从氮、磷肥施用模式方面进行了研究, 以期对弱筋麦生产提供技术支撑。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验设计

试验在信阳市农科所、罗山县农科所、息县农科所试验地进行, 基础肥力见表 1。

表 1 试验地基础肥力概况

地点	有机质/ (g/kg)	全氮/ (g/kg)	速效氮/ (mg/kg)	速效磷/ (mg/kg)	速效钾/ (mg/kg)
信阳市农科所	17.5	1.03	99.4	14.1	60.4
罗山县农科所	20.5	1.24	97.3	18.2	136.4
息县农科所	14.7	1.00	74.5	13.4	71.1

1.1.1 氮肥施用模式试验 此试验共设 8 个处理, 3 次重复。施肥量:  $P_2O_5$  90 kg/hm<sup>2</sup>、 $K_2O$  135 kg/hm<sup>2</sup> 作底肥。具体处理设置为: ①底施纯氮 120 kg/hm<sup>2</sup>; ②底施纯氮 120 kg/hm<sup>2</sup>, 返青期追施纯氮 60 kg/hm<sup>2</sup>; ③底施纯氮 120 kg/hm<sup>2</sup>, 拔节期追施纯氮 60 kg/hm<sup>2</sup>; ④底施纯氮 180 kg/hm<sup>2</sup>; ⑤底施纯氮 180 kg/hm<sup>2</sup>, 返青期追施纯氮 60 kg/hm<sup>2</sup>; ⑥底施纯氮 180 kg/hm<sup>2</sup>, 拔节期追施纯氮 60 kg/hm<sup>2</sup>; ⑦底施纯氮 240 kg/hm<sup>2</sup>; ⑧全生育期不施氮肥(CK)。

1.1.2 磷肥施用模式试验 此试验共设 7 个处理, 3 次重复。施肥量: 底施尿素 225 kg/hm<sup>2</sup>,  $K_2O$  135 kg/hm<sup>2</sup>; 返青期追施尿素 120 kg/hm<sup>2</sup>。具体处理设置为: ①底施  $P_2O_5$  90 kg/hm<sup>2</sup>; ②底施  $P_2O_5$  90 kg/hm<sup>2</sup>, 灌浆期喷施 1 次磷酸二氢钾; ③底施  $P_2O_5$  90 kg/hm<sup>2</sup>, 灌浆期喷施 2 次磷酸二氢钾; ④底施  $P_2O_5$  135 kg/hm<sup>2</sup>; ⑤底施  $P_2O_5$  135 kg/hm<sup>2</sup>, 灌浆期喷施 1 次磷酸二氢钾; ⑥底施  $P_2O_5$  135 kg/hm<sup>2</sup>, 灌浆期喷施 2 次磷酸二氢钾; ⑦全生育期不施磷肥(CK)。

小区随机排列, 小区面积均为 2.6 m×3.5 m, 其他管理措施一致。

### 1.2 测定项目与方法

收获期小区测产。

品质测定项目: 蛋白质使用近红外谷物品质分析仪测定, 湿面筋含量(14%)使用面筋洗涤仪测定, 形成时间、稳定时间、弱化度使用 Brabender 粉质仪测定。

数据采用 Excel 2003 和 SAS 软件进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同施氮模式对郑麦 004 产量和品质的影响

从表 2 可以看出, 增施氮肥可以明显增加产量。整体来说, 信阳点产量水平高于罗山点和息县点。如高产水平的信阳点, 随着施氮量的增加, 产量有所增加, 每公顷施纯氮 240 kg 的处理产量较高; 在相同施氮水平下, 又以分期施氮产量较高, 其中以每公顷底施纯氮 180 kg, 返青期或拔节期追纯氮 60 kg 较高, 较每公顷全底施纯氮 240 kg 处理增产 3.83% 和 4.93%, 说明在高产水平下, 返青拔节期追施氮肥可以有效提高产量。

在中低产水平下(罗山和息县), 从试验结果看, 随施氮量增加, 产量也明显提高, 每公顷施纯氮 240 kg 的处理⑤、⑥、⑦差异不显著, 但较每公顷施纯氮 180 kg 处理产量明显提高, 达到显著水平。

从表 2 可以看出, 采取适宜的氮肥运筹技术, 信阳点和息县点的蛋白质含量基本达到国家弱筋麦品质指标; 在高产水平(信阳点)条件下, 随着施氮量的增加, 蛋白质含量有所增加, 且同一施氮量下, 拔节期追肥处理较返青期追肥处理蛋白质含量略有提高。在中低产(罗山点、息县点)水平施用相同总氮量条件下, 分期追肥较全底施处理蛋白质含量略有提高或持平。

从湿面筋含量看, 各点差异较大, 息县点平均湿面筋含量较低, 基本能够达到国家优质弱筋麦品质指标。信阳点和罗山点平均湿面筋含量偏高。从表 2 看出, 随着施氮量的增加, 湿面筋含量有所提高, 如信阳点, 每公顷施氮量由 120 kg(处理①)、180 kg(处理②、③、④)增加到 240 kg(处理⑤、⑥、⑦), 湿面筋平均含量分别为 19.4%、23.1%和 25.1%; 在相同施氮量下, 从返青至拔节期郑麦 004 湿面筋含量也有所增加, 如息县点, 每公顷施氮量 240 kg 时, 返青期、拔节期追氮较全作底肥湿面筋含量分别提高 1.8、3 个百分点。

从 3 个试验点来看, 不同处理对稳定时间的影响差异不大, 均能够达到国家优质弱筋麦品质标准。

从产量和品质来看, 随着产量的提高, 籽粒品质有所下降, 3 个试验点以高氮水平(240 kg/hm<sup>2</sup>)下产量较高, 其蛋白质含量和湿面筋含量有所提高, 除罗山点外, 信阳和息县点平均湿面筋含量也达到国家优质弱筋麦标准。相关性分析结果(略)表明, 产量与蛋白质含量、湿面筋含量相关性未达到显著水平, 其中产量与蛋白质含量有一定的负相关关系, 湿面筋含量与蛋白质含量呈显著正相关。

表 2 不同氮肥施用模式对郑麦 004 品质的影响

处理	产量/(kg/hm <sup>2</sup> )			蛋白质含量/%			湿面筋含量/%			稳定时间/min		
	信阳	罗山	息县	信阳	罗山	息县	信阳	罗山	息县	信阳	罗山	息县
①	6622.5d	4680.0c	5062.5b	9.6	11.8	10.9	19.4	21.5	19.7	1.5	1.3	0.9
②	7035.0ab	4762.5c	5013.0b	9.9	11.7	11.1	22.5	22.7	20.1	1.3	1.5	1.0
③	7087.5a	4740.0c	5115.0b	11.1	12.0	11.5	24.2	25.1	21.3	1.3	1.3	1.0
④	6750.0cd	5110.5b	5107.5b	10.9	11.9	11.6	22.7	25.4	20.4	1.3	1.5	1.1
⑤	7110.0a	5280.0a	5793.0a	10.9	12.1	11.5	25.1	25.2	21.3	1.4	1.3	1.2
⑥	7185.0a	5160.0b	5763.0a	11.6	11.9	12.3	25.7	26.2	22.9	1.3	1.4	1.2
⑦	6847.5bc	5340.0a	5713.5a	11.1	11.8	10.6	24.5	24.4	18.3	1.5	1.1	1.1
⑧	4387.5e	3645.0d	3757.5c	8.2	11.3	9.6	16.8	19.6	16.8	1.8	1.1	1.2

2.2 不同磷肥施用模式对郑麦 004 产量和品质的影响

从表 3 可以看出,增施底磷可以提高产量,在产量水平较高条件(信阳点)下,处理④、⑤、⑥较底施 90 kg/hm<sup>2</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 处理①、②、③产量提高不明显;在中低产水平(罗山点、息县点)条件下,处理④、⑤、⑥较处理①、②、③产量有所提高,且达到显著水平。如罗山点,处理④、⑤、⑥较处理①、②、③产量平均提高 526.5 kg/hm<sup>2</sup>。

在 3 个地点相同的施磷水平下,喷施磷酸二氢钾较不喷施磷酸二氢钾产量有所提高,且喷 2 次较喷 1 次产量有所提高。

从蛋白质含量(表 3)来看,各处理蛋白质含量差异较小,罗山点整体蛋白质含量(7 个处理平均为 11.8%)略微偏高,信阳(平均为 9.9%)、息县(平均为 10.8%)两点所有处理均达到国家专用弱筋小麦品质指标。相同底磷情况下,喷 1 次磷酸二氢钾的较不喷的处理蛋白质含量有所降低或持平。

从湿面筋含量看,罗山点湿面筋含量整体偏高(24.1%);信阳和息县点平均为 21.6%和 20.4%,基本达到国家专用弱筋小麦标准(≤22.0%);喷施 1 次磷酸二氢钾湿面筋含量较不喷施磷酸二氢钾的处理有所降低。从稳定时间看,所有处理均能达到国家弱筋小麦品质指标(≤2.5 min)。

表 3 磷肥施用模式对郑麦 004 品质的影响

处理	产量/(kg/hm <sup>2</sup> )			蛋白质含量/%			湿面筋含量/%			稳定时间/min		
	信阳	罗山	息县	信阳	罗山	息县	信阳	罗山	息县	信阳	罗山	息县
①	6577.5b	4590.0c	4758.0c	9.8	11.8	10.5	22.7	23.7	20.3	1.5	1.0	1.0
②	6787.5ab	4830.0b	4912.5c	9.8	11.5	10.6	21.4	23.6	20.1	1.5	1.0	1.0
③	7027.5a	4980.0b	5238.0b	10.2	11.9	11.1	21.7	24.8	20.5	1.4	1.1	1.1
④	6577.5b	5265.0a	4975.5bc	9.4	12.2	11.2	21.0	24.9	22.5	1.5	1.1	1.3
⑤	6637.5b	5310.0a	5775.0a	9.7	11.7	10.9	21.0	24.8	20.0	1.4	1.1	1.2
⑥	6937.5a	5404.5a	5797.5a	10.5	12.0	10.5	22.1	23.7	19.0	1.3	1.2	1.0
⑦	6540.0b	4581.0c	4068.0l	10.1	11.8	10.6	21.4	23.4	20.4	1.4	1.1	1.0

对产量与蛋白质含量、湿面筋含量的相关性分析表明,产量与蛋白质含量呈显著的负相关,而蛋白质含量同湿面筋含量有显著的正相关,稳定时间同产量有负相关关系,但未达到显著水平。对于弱筋麦来说,增施磷肥和补充喷洒磷酸二氢钾在提高产量的同时,对弱筋麦的品质有一定的优化。

3 讨论

氮肥对于产量的重要性不言而喻,但在提高产量的同时,也提高了品质指标,但对于弱筋麦来说,湿面筋、蛋白质含量和稳定时间等主要品质指标的提高意味着品质的下降。弱筋麦的产量和品质是一对矛盾。已有的研究表明,前氮后移是一项提高产量的技术,增施氮肥和前氮后移技术均能提高小麦

籽粒产量及蛋白质与湿面筋含量<sup>[3-4,9]</sup>,原因在于氮肥能提高硝酸还原酶和谷氨酰胺合成酶活性,促进氮素的吸收和运转<sup>[1]</sup>,这反而不利于弱筋麦品质的形成。这与本研究中氮肥对弱筋小麦郑麦 004 产量和品质的调控效应结果一致。

而关于磷肥研究结果并不一致。有研究表明,增施磷肥可以提高产量,但使弱筋小麦营养品质下降<sup>[2]</sup>。也有研究表明,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 从 75 kg/hm<sup>2</sup> 提高到 105 kg/hm<sup>2</sup> 的情况下,增施磷肥增产效果不显著,同时降低了氮素利用率,蛋白质含量、稳定时间又有所降低<sup>[5]</sup>。通过比对这些研究结果,一方面与土壤基础肥力有关,也与地点和品种有关。本试验在弱筋麦适宜区选用弱筋麦品种,通过三地试验,增施磷肥和灌浆期喷洒磷酸二氢钾均有一定的增产作用,

但对品质影响相对较小。

对于弱筋小麦来说, 提高品质关键要适当降低籽粒蛋白质和湿面筋含量, 氮肥可以“稳底控追”, 稳定底氮量的投入, 控制后期的追氮量和追氮时期, 追氮量不超过总氮量的  $1/3$ , 且要在返青期完成, 这样可以保证产量, 稳定品质; 磷肥应“增底补喷”, 就是适当增施底磷, 结合灌浆期叶面喷洒磷酸二氢钾可以提高产量, 优化品质, 以降低氮肥对弱筋麦品质指标提高的作用, 实现弱筋麦的高产优质。

不同生态条件下, 产量水平、品质指标有所差异, 因此应根据产量水平、品质差异制定相应的氮磷施用模式。从弱筋小麦既高产又优质的栽培技术方面来看, 在公顷产量  $6000\text{ kg}$  以上, 即产量水平相对较高条件下, 可适当控制氮、磷肥投入量, 公顷施纯氮总量控制在  $180\text{ kg}$  左右, 追肥时期应在返青期视苗情和墒情追施, 不宜过晚, 追肥量可控制在总施氮量的  $1/3$  左右, 磷肥每公顷可施用  $\text{P}_2\text{O}_5 90\text{ kg}$ 。在公顷产量  $4500\text{ kg}$  左右即产量水平相对较低的条件下, 公顷施纯氮总量宜控制在  $180 \sim 240\text{ kg}$ , 可将氮肥作为底肥一次性施入或返青期追施少量氮肥, 磷肥每公顷可底施  $\text{P}_2\text{O}_5 90 \sim 135\text{ kg}$ , 同时灌浆期喷洒磷酸二氢钾  $1 \sim 2$  次。

参考文献:

[1] 王月福, 于振文, 李尚霞, 等. 氮素营养水平对冬小麦氮代谢关键酶活性变化和籽粒蛋白质含量的影响[J]. 作物学报, 2002, 28(6): 743-748.

物学报, 2002, 28(6): 743-748.

- [2] 杨胜利, 马玉霞, 冯荣成, 等. 磷肥用量对强筋和弱筋小麦产量及品质的影响[J]. 河南农业科学, 2004(7): 54-57.
- [3] 陆增根, 戴廷波, 姜东, 等. 不同施氮水平和基追比对弱筋小麦籽粒产量和品质的影响[J]. 麦类作物学报, 2006, 26(6): 75-80.
- [4] 陈俊才, 周振元, 孙敬东, 等. 密度及氮肥运筹对弱筋小麦宁麦 13 号产量和品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2007(1): 29-32.
- [5] 孙慧敏, 于振文, 颜红, 等. 施磷量对小麦品质和产量及氮素利用的影响[J]. 麦类作物学报, 2006, 26(2): 135-138.
- [6] 陆成彬, 张伯桥, 高德荣, 等. 施氮量与追肥时期对弱筋小麦扬麦 9 号产量和品质的影响[J]. 扬州大学学报, 2006, 27(3): 62-64, 75.
- [7] 武际, 郭熙盛, 王允青, 等. 氮钾配施对弱筋小麦氮、钾养分吸收利用及产量和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(6): 1054-1061.
- [8] 朱新开, 郭文善, 周君良, 等. 氮素对不同类型专用小麦营养和加工品质调控效应[J]. 中国农业科学, 2003, 36(6): 640-645.
- [9] 王曙光, 许轲, 戴其根, 等. 氮肥运筹对太湖麦区弱筋小麦宁麦 9 号产量与品质的影响[J]. 麦类作物学报, 2005, 25(5): 65-68.
- [10] 李春燕, 封超年, 徐月明, 等. 弱筋小麦宁麦 9 号优质高产群体质量指标及形态特征[J]. 扬州大学学报: 农业与生命科学版, 2003, 24(4): 44-48.
- [11] 王芳, 赵玉兰, 孔丽红. 氮素运筹对小麦产量及产量构成因素的影响[J]. 山西农业科学, 2010, 38(4): 33-36.

## 《广西农业科学》更名为《南方农业学报》

经国家新闻出版总署批准,《广西农业科学》杂志从 2011 年第 1 期起更名为《南方农业学报》, 国内刊号变更为 CN45-1381/S, 刊期仍为月刊, 原卷期编号顺延。改版后的《南方农业学报》将传承《广西农业科学》的荣誉与业绩, 仍为中国科技核心期刊、英国国际农业与生物科学研究中心(CABI)全文收录期刊等。

更名后的《南方农业学报》将根据“特色、权威、深度、质量”的刊物定位, 在刊登原创性论著、前瞻性综述、创新性强的新技术和新方法基础上, 增加东盟农业、农业防灾减灾等专题, 以及重点项目追踪和研究简报等栏目。

欢迎投稿! 欢迎订阅!

地 址: 南宁市大学东路 174 号《南方农业学报》编辑部

邮 编: 530007

电 话: (0771)3244920 3243905

E-mail: gxny@163.net gxny@gxaas.net