

# 氮素运筹技术对冬小麦籽粒产量和品质的影响

李金才<sup>1,2</sup>, 屈会娟<sup>1</sup>, 魏凤珍<sup>2</sup>

(1. 河南农业大学国家小麦工程技术研究中心, 河南 郑州 450002;

2. 安徽农业大学农学院, 安徽 合肥 230036)

**摘要:** 研究表明, 施氮量与籽粒产量、蛋白质含量均呈二次抛物线关系。籽粒产量的临界施氮量小于籽粒蛋白质含量的临界施氮量,  $0 \sim 233.1 \text{ kg/hm}^2$  为产量和蛋白质含量的同步增长区,  $233.1 \sim 271.4 \text{ kg/hm}^2$  为异步徘徊区,  $271.4 \text{ kg/hm}^2$  以上为同步下降区。增施氮肥能提高籽粒麦谷蛋白、醇溶蛋白的含量及籽粒麦谷蛋白与醇溶蛋白的比值, 同时显著提高籽粒湿面筋含量、面团稳定时间和面团拉伸度。氮肥基施与追施相结合有利于提高籽粒产量和品质, 以基施、拔节和孕穗期 3 次施肥效果最佳。适当加大中后期氮肥施用比例, 对提高小麦籽粒营养和加工品质有着重要的作用。

**关键词:** 小麦; 氮素运筹; 产量; 品质

中图分类号: S512.1 文献标识码: A 文章编号: 1004-3268(2005)02-0008-04

## Effects of Nitrogen Application Techniques on Grain Yield and Quality in Winter Wheat

LI Jin-cai<sup>1,2</sup>, QU Hui-juan<sup>1</sup>, WEI Feng-zhen<sup>2</sup>

(1. National Engineering Research Center for wheat, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;

2. College of Agronomy, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China)

**Abstract:** The test with Wanmai 19 in 2003—2004 showed that the application rate of nitrogen fertilizer was in relation of quadric curved lines with grain yield and grain protein content. A critical N quantity on grain protein content was more than that on grain yield. The nitrogen range from  $0 \sim 233.1 \text{ kg/ha}$  was the simultaneous increase period for both grain yield and grain protein content. The range from  $233.1 \sim 271.4 \text{ kg/ha}$  was the period for the increase of grain protein content but decrease of grain yield. The range over  $271.4 \text{ kg/ha}$  was the decrease period for both grain yield and grain protein content. The content of gliadin and glutenin, the ratio of glutenin and gliadin were improved by increasing nitrogen fertilizer applied. The gluten content, the dough stability time and the dough extension were also increased. Combination of base munure and top dressing could be favor to improve the yield and grain quality, with the bast effect at base, jointing and booting stages. With more nitrogen applied after medium and late stage, the nutrient and industrial quality were improved significantly.

**Key words:** Wheat; Nitrogen Application Techniques; Yield; Quality

随着市场经济发展和人民生活水平的提高, 小麦品质问题日益受到人们的重视。高产优质高效是农业生产发展的必然方向, 也是世界农业发展的共同趋势。由于历史的原因, 长期以来一直将高产作为小麦生产追求的目标, 通过一大批优良品种及高

产栽培技术的推广应用, 小麦单产和总产水平不断提高, 为粮食总需求的平衡发挥了极其重要的作用。但在小麦总产提高的同时, 小麦品质没有同步改良, 一方面造成低质、劣质小麦压库, 农民卖粮难, 价格下降, 比较效益低; 另一方面, 制粉工业缺乏优质原

收稿日期: 2004-11-09

基金项目: 河南农业大学作物栽培学与耕作学国家重点学科和河南农业大学博士基金项目(BS20035)资助

作者简介: 李金才(1964—), 男, 安徽怀宁人, 教授, 博士, 主要从事小麦逆境生理生态与小麦生物技术方面的研究。

粮,生产出的面粉市场竞争力不强,销售难,每年均需进口一定量的优质小麦满足市场需求。众多研究<sup>[1,2]</sup>表明,栽培技术措施影响小麦品质,其中氮素是影响小麦生长发育、经济产量和籽粒品质的主要因素之一。因此,氮素的合理运筹是实现小麦高产优质的主要栽培技术措施<sup>[3,4]</sup>。笔者研究了不同氮素运筹技术对小麦品质的影响,旨在探讨高产小麦的氮素合理运筹技术,为小麦丰产高效施肥技术提供理论和实践依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

选用安徽省生产上应用的主要品种皖麦 19。

1.2 试验设计

试验于 2003~2004 年在安徽农业大学农场有挡雨措施的水泥池中进行,试验设计和处理见表 1。水泥池 1 m×1 m×1 m(长×宽×深)。试验用土壤有机质含量 13.5 g/kg,全 N 0.9 g/kg,速效 N 97 mg/kg,速效 P 24.7 mg/kg,速效 K 112.0 mg/kg。3 次重复,随机排列,播种期 10 月 30 日,基本苗为 225 万/hm<sup>2</sup>,基施过磷酸钙 750 kg/hm<sup>2</sup>,氯化钾 150 kg/hm<sup>2</sup>。

表 1 试验处理设置 (kg/hm<sup>2</sup>)

处理	不同施氮量试验			
	基施	拔节	总施 N 量	
1(ck)	0		0	
2	52.5	22.5	75.0	
3	105.0	45.0	150.0	
4	157.5	67.5	225.0	
5	210.0	90.0	300.0	
6	262.5	112.5	375.0	

处理	不同施氮时期试验				
	基施	返青	拔节	孕穗	总施 N 量
7(ck)	225.0	0	0	0	225.0
8	150.0	75.0	0	0	225.0
9	150.0	0	75.0	0	225.0
10	157.5	0	0	75.0	225.0
11	136.5	0	58.5	30.0	225.0

1.3 籽粒品质性状测定项目与方法

参照李硕碧、高翔等(2001)的方法,容重测定参照 GB5498—85;蛋白质含量测定参照 ICC 标准 No. 202(瑞典波通 8620 型 NIR 谷物品质分析仪);干、湿面筋含量测定参照 GB5506—85,手洗法;Zeleny 沉淀值测定参照 ICC 标准 No. 116, No. 118(德国 Brabender 公司沉淀值测定仪);粉质参数测定参照

ICC 标准 No. 115(德国 Brabender 公司 Brabender810110 粉质仪);拉伸参数测定参照 ICC 标准 No. 114(德国 Brabender 公司拉伸仪)。

1.4 蛋白质组分及氨基酸的测定

蛋白质组分的分离与测定参照何照范(1985)《粮油籽粒品质及其分析技术》;氨基酸测定参照鲁如坤(2000)的方法,氨基酸用 6NHCL 水解,在日立 835—50 型氨基酸自动分析仪上测定。

2 结果与分析

2.1 施氮量对小麦籽粒产量和蛋白质含量的影响

从表 2 试验结果可见,在一定施氮量范围内,小麦产量随施氮量增加而递增,随后逐渐下降,呈抛物线关系。方差分析结果表明,施氮量对产量的影响达显著水平,其氮素效应方程为  $Y=4030.95+13.19X-0.028X^2$  ( $F=23.50^*$ )。在本试验条件下,达到最高产量时的临界施氮量为 233.1 kg/hm<sup>2</sup>,最高产量为 5 938 kg/hm<sup>2</sup>。

籽粒蛋白质含量随施氮量增加呈上升趋势,但当施氮量达到一定水平后,又逐渐下降(表 2)。施氮量与籽粒蛋白质含量呈二次抛物线关系( $Y=11.085+0.0224X-0.00004X^2$ ,  $F=18.60^{**}$ )。达到最高蛋白质含量时的施氮量为 271.4 kg/hm<sup>2</sup>。施氮量在 0~233.1 kg/hm<sup>2</sup> 范围内为产量和品质“同步增长区”,籽粒产量和蛋白质含量随施氮量的增加同步增长。在 233.1~271.4 kg/hm<sup>2</sup> 范围内为“异步徘徊区”;271.4 kg/hm<sup>2</sup> 以上为“同步下降区”。

表 2 施氮量对籽粒产量、蛋白质含量与产量的影响

处理	产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	蛋白质含量 (%)	蛋白质产量 (kg/hm <sup>2</sup> )
1	4 071.0 cB	11.27	458.9
2	4 777.5 bcB	12.34	589.5
3	5 331.0 abAB	13.32	710.1
4	5 793.0 aA	14.12	818.0
5	5 247.0 abAB	14.18	744.0
6	5 050.5 bAB	13.43	678.3

注:小写字母表示 0.05 显著水平,大写字母表示 0.01 显著水平

2.2 施氮时期对小麦籽粒产量和蛋白质含量的影响

在施用 225.0 kg/hm<sup>2</sup> 等量纯 N 的情况下,不同追肥时期处理的产量差异达到极显著水平(表 3)。在本试验条件下,基施 136.0 kg/hm<sup>2</sup>、拔节期追施 58.5 kg/hm<sup>2</sup>、孕穗期追施 30.0 kg/hm<sup>2</sup>,比全部基施 225.0 kg/hm<sup>2</sup> 增产 11.64%,这说明前氮后

移有显著增产效果。但随着后移的氮量增加, 其增产效果不显著, 其原因可能是由于前期施氮量偏少, 其营养生长不足, 即使后期追氮量增加也很难消除前期生长不良所带来的影响, 从而导致增产效果不明显。

表 3 施氮时期对籽粒产量、蛋白质含量与产量的影响			
处理	产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	蛋白质含量 (%)	蛋白质产量 (kg/hm <sup>2</sup> )
11	6 390.0 aA	13.82	883.2
9	6 018.0 bcdBCDE	13.23	796.2
10	5 892.0 cdeCDE	14.02	827.3
8	5 772.0 eDE	11.31	652.8
7(ck)	5 724.0 ef EF	10.91	624.5

注: 小写字母表示 0.05 显著水平, 大写字母表示 0.01 显著水平

2.3 氮素对小麦籽粒蛋白质组分的影响

试验结果表明, 增施氮素肥料能增加籽粒醇溶蛋白和麦谷蛋白的含量(表 4), 即使在较低施氮量条件下也有较明显的增效, 施氮量大小明显影响成熟期籽

粒醇溶蛋白和麦谷蛋白含量, 尤其中高施氮量对籽粒麦谷蛋白的提高非常显著, 且籽粒麦谷蛋白/醇溶蛋白比值随施氮量增加而逐渐提高。由于麦谷蛋白与醇溶蛋白之间比例关系与面筋的粘、弹性有密切关系, 故增施氮肥有利于提高面粉面筋粘弹性。

表 4 施氮量对成熟期籽粒蛋白质组分含量的影响					
处理	醇溶蛋白 (%)	较 ck± (%)	麦谷蛋白 (%)	较 ck± (%)	麦谷蛋白/ 醇溶蛋白
1(ck)	2.62	—	3.80	—	1.45
2	2.81	7.2	4.17	9.7	1.48
3	3.10	18	4.62	21.6	1.49
4	3.24	23.7	4.92	29.0	1.51
5	3.45	31.2	5.53	45.5	1.57

2.4 施氮量对小麦籽粒主要加工品质指标的影响  
施用氮肥能显著提高籽粒湿面筋含量、面团稳定时间和面团拉伸度(表 5)。随着氮肥施用量的增加, 湿面筋含量、面团稳定时间和面团拉伸度随之增加。但在施氮量过高的情况下, 其面团稳定时间和

品质性状	施氮量(kg/hm <sup>2</sup> )				
	0	75.0	150.0	225.0	300.0
湿面筋含量(%)	26.28	29.69	30.21	30.78	30.60
沉淀值(ml)	27.05	28.12	30.15	31.16	34.16
面团形成时间(min)	4.8	4.9	5.1	6.0	6.1
面团稳定时间(min)	3.8	3.9	4.1	5.0	4.8
45'拉伸度	201	212	218	225	208
弱化度(B.U)	43.9	36.8	34.5	28.5	27.2
粉质评价值	75	82	115	142	128

面团拉伸度反而有下降的趋势。

2.5 施氮时期对小麦籽粒和面粉品质性状的影响

从试验结果可以看出, 追氮时期对小麦籽粒品质具有明显调控效应(表 6)。施氮 225.0 kg/hm<sup>2</sup> 时, 以基施 150.0 kg/hm<sup>2</sup>、孕穗期追 75.0 kg/hm<sup>2</sup> 处理的蛋白质含量最高, 达到 14.02%, 较全部基施处理提高 3.11 个百分点, 其次为基施、拔节、孕穗 3

次施肥处理, 但蛋白质产量以基施、拔节、孕穗 3 次施肥处理最高。从表 6 可看出, 与拔节期追肥相比, 孕穗期追肥提高籽粒蛋白质含量、赖氨酸及容重, 出粉率略有降低。在相同施肥量条件下, 留一部分氮肥于孕穗期追施, 可提高籽粒的蛋白质含量和容重。同时孕穗期追肥可明显改善面粉品质, 使面粉沉淀值、湿面筋、干面筋、面团形成时间、稳定时间增

表 6 施氮时期对小麦籽粒和面粉品质性状的影响									
处理	容重 (g/L)	出粉率 (%)	蛋白质含量 (%)	赖氨酸含量 (%)	沉淀值 (ml)	湿面筋含量 (%)	形成时间 (min)	稳定时间 (min)	弱化度 (B.U)
7(ck)	750.0	65.75	10.91	0.28	25.02	23.82	4.00	13.12	38.98
8	768.2	68.24	11.31	0.33	25.71	24.90	4.25	3.86	36.52
9	771.6	69.32	13.23	0.35	26.13	25.94	4.85	4.07	34.15
10	781.4	66.92	14.02	0.40	27.82	28.01	5.41	5.12	29.36
11	782.6	67.15	13.82	0.39	28.61	28.35	5.65	5.56	30.67

# 栽培措施和生态因子对优质小麦产量和品质的影响

廖祥政<sup>1</sup>, 王瑞敏<sup>2</sup>, 赵 致<sup>1</sup>, 马巧云<sup>2</sup>, 刘桂珍<sup>3</sup>

(1. 贵州大学农学院, 贵州 贵阳 550025; 2. 郑州市农林科学研究所, 河南 郑州 450005;  
3. 河南省种子管理站, 河南 郑州 450002)

**摘要:**栽培措施和生态因子对优质小麦产量和品质影响很大, 综述前人的研究成果认为: 不同品种在不同生态区, 在适宜的播期范围内采用适宜播量, 既可提高小麦产量又能改善品质; 氮、磷、钾配合使用对小麦产量提高和品质改善明显; 适宜的灌溉有利于提高产量和品质, 但小麦生育后期灌溉量大对品质不利; 适宜的温度, 充足的光照有利于提高小麦产量和品质; 保肥保水能力强、肥力水平高的土壤, 有利于籽粒产量、蛋白质含量和面筋含量的提高。

**关键词:**栽培措施; 生态因子; 优质小麦; 产量; 品质

中图分类号: S512.1      文献标识码: A      文章编号: 1004—3268(2005)02—0011—04

小麦是世界上最早栽培的植物之一, 也是目前全世界栽培面积最大、分布范围最广、总产量最高、贸易额最多的粮食作物。据统计, 全世界约有 35%~40% 的人口以小麦作为主要食粮<sup>[1~3]</sup>。在我国, 小麦是仅次于水稻的第二大作物。1996~2000 年, 播种面积平均 2 745 万 hm<sup>2</sup>, 平均年总产量约为 11 217 万 t<sup>[4]</sup>。随着社会经济的发展, 人民生活水平的提高和膳食结构的变化, 人们对优质小麦的需

求将不断增加。围绕着如何提高小麦的产量和品质, 世界很多国家已开展了 100 多年的研究, 特别是一些发达国家近二三十年来在小麦品质育种和栽培技术研究方面取得了很大成就, 培育并推广了大量蛋白质含量高且农艺性状好的优质小麦品种<sup>[1, 5]</sup>。我国从 20 世纪 80 年代开始重视对优质小麦的研究<sup>[6~8]</sup>, 并按照小麦的加工用途分为强筋小麦、中筋小麦和弱筋小麦<sup>[5, 9]</sup>, 以便根据用途选育和推广

收稿日期: 2004—10—26  
项目基金: 河南省科技攻关项目(981010116)  
作者简介: 廖祥政(1971—), 男, 河南南阳人, 助理研究员, 在读硕士, 主要从事小麦遗传育种与栽培技术研究。  
E-mail: xiangzhengliao@163.com

加, 弱化度降低。不同时期追肥处理, 不论是营养品质还是加工品质均优于全部基施处理, 且随追肥比例加大, 效应愈加显著。由此可见, 适当加大中后期氮素施用比例, 对提高小麦的营养品质和加工品质均有着极其重要的意义。

### 3 讨论

大量研究表明, 小麦产量和品质存在一定的负相关。本研究的籽粒产量和蛋白质含量的临界施氮量差异较大, 这与前人的研究结果<sup>[3~5]</sup>基本一致。从小麦吸氮特性看, 拔节期追肥有利于满足小麦第二吸氮高峰的需氮量, 促进小花分化、提高结实率, 有利于高产。但本试验研究结果表明, 氮肥分基施、拔节、孕穗期 3 次施用增产效果更佳, 而且能显著改善小麦品质。由于小麦生育后期是决定籽粒产

量和品质的关键时期, 因此, 氮素后移技术是保证生育后期良好的氮素营养的前提, 也是协调小麦产量和品质的关键技术措施之一。

### 参考文献:

[1] 蒋纪云, 苏佩. 冬小麦籽粒蛋白质组分的形成规律及其调控研究[J]. 西北农业大学学报, 1993, 21(2): 82—86.  
[2] 金善宝. 中国小麦学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996. 924—930.  
[3] 李金才, 魏凤珍. 氮素营养对小麦产量和籽粒蛋白质含量及组分的影响[J]. 中国粮油学报, 2001, 16(2): 6—8.  
[4] 彭永欣, 郭文善, 居春霞. 氮素营养对小麦籽粒产量及品质调节效应的研究[A]. 小麦栽培与生理[M]. 南京: 东南大学出版社, 1992. 127—145.  
[5] 何照范. 粮油籽粒品质及其分析技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 1985.