

追氮量对不同冬小麦籽粒蛋白质含量以及面粉加工品质的影响

丰 明, 赵广才, 常旭虹, 杨玉双, 马少康, 杨桂霞

(中国农业科学院 作物科学研究所, 北京 100081)

摘要: 为了研究不同追氮量对冬小麦籽粒蛋白质及其组分含量和面粉加工品质的影响, 在大田条件下以 4 个冬小麦品种为材料, 设置了三个不同追氮量处理, 分析了不同追氮处理下冬小麦籽粒蛋白质含量和加工品质参数。结果表明, 在 0~240 kg/hm² 追氮范围内, 总蛋白及其组分含量随追氮量的增加而提高, 总蛋白和谷蛋白含量与追氮量呈显著正相关($r=0.998^*$, 0.999^*)。在一定范围内, 增加追氮量有利于改善小麦的主要加工品质, 与对照相比干湿面筋含量、稳定时间等加工品质指标均显著提高, 沉降值和面包体积有所提高, 但差异不显著。小麦面粉加工品质在不同品种间差异显著。

关键词: 追氮量; 冬小麦; 蛋白质含量; 加工品质

中图分类号: S143.1 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2009)增刊-0179-05

Effect of Top-dress Nitrogen Application Amount on Grain Protein Content and Flour Processing Quality in Different Winter Wheat

FENG Ming, ZHAO Guang-cai, CHANG Xu-hong,

YANG Yu-shuang, MA Shao-kang, YANG Gui-xia

(Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agriculture Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: In order to study the effect of different top-dress nitrogen application amount on protein content and its components and flour processing quality in winter wheat, a field experiment using four winter wheat cultivars with three different top-dress nitrogen treatments (B1, only base nitrogen application 120 kg/ha; B2, base nitrogen 120 kg/ha and top-dress nitrogen 120 kg/ha; B3, base nitrogen 120 kg/ha and top-dress nitrogen 240 kg/ha) was conducted in Beijing experiment site of the Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences in 2007-2008 growth season. The result showed that the total protein and its components were increased with the top-dress nitrogen from 0 to 240 kg/ha, especially, the total protein and glutelin content had a significant ($P<0.05$) positive correlation with top-dress nitrogen application amount ($r=0.998^*$, 0.999^*). By top-dress nitrogen treatments, the main characteristics of processing quality were improved with increasing the applied nitrogen within a certain range. Comparing with no top-dress nitrogen treatment, many important quality characteristics of dry and wet glutelin content, stability time and so on were significantly improve with nitrogen treatments. However there were some significant differences among cultivars.

Key words: Top-dress nitrogen; Winter wheat; Protein content; Processing quality

小麦品质受环境和基因型的影响, 其中氮素是影响小麦品质最主要的因素之一, 合理施用氮肥不仅决定小麦的生长发育和产量的高低, 对小麦籽粒品质的形成也有明显的调节作用^[1]。关于氮肥的施

用方式对小麦品质的影响, 已有大量研究^[2-3]。贾振华等^[6]研究了在底肥相同的情况下, 拔节期和扬花期施氮对小麦产量和品质的影响。张霞等^[7]研究了氮素一次性施入与不同底追比例对强筋和中筋小

收稿日期: 2009-03-11

基金项目: 国家“十一五”支撑计划资助项目(2006BAD02A13-2-4); 农业部专项(070101)

作者简介: 丰 明(1982-), 男, 山东曲阜人, 硕士研究生, 主要从事小麦优质高产栽培研究。

通讯作者: 赵广才(1951-), 男, 北京人, 博士, 研究员, 主要从事小麦优质高产栽培研究。

麦籽粒品质和产量的影响。石书兵等^[8]研究了不同施氮时期对冬小麦籽粒蛋白质组分及其动态变化的影响。前人的研究多集中在施氮量、追氮时期和底追氮比例上,而关于追氮量对小麦籽粒产量和品质的影响研究较少。鉴于此,笔者利用不同类型小麦品种研究了追氮量对小麦籽粒蛋白质组分含量及加工品质的影响,旨在为优质高产小麦栽培提供理论依据和参考。

1 材料和方法

1.1 试验地情况

试验于 2007—2008 年在中国农业科学院作物科学研究所中圃场试验田(北京)进行。试验地 0~20 cm 耕层土壤养分含量为有机质 24.8 mg/g,全氮 1.15 mg/g,碱解氮 106 mg/kg,速效磷 78.9 mg/kg,速效钾 155 mg/kg,pH 8.0。土壤养分含量由中国农业科学院农业资源与农业区划研究所测定。

1.2 试验材料与设计

采用二因素随机区组试验设计,两因素分别是品种和追氮处理。供试品种为中筋小麦京冬 8 号(A1)和石 4185(A2),强筋小麦济麦 20(A3)和皖麦 38(A4);设 3 个追氮量处理,分别是 B1 为仅施底肥(CK),B2 为施底肥+追施纯氮 120 kg/hm²,B3 为施底肥+追施纯氮 240 kg/hm²。

各处理底肥均为纯氮 120 kg/hm²,追氮处理均在拔节后期(旗叶露尖),随水施用。底施磷酸二铵 375 kg/hm²,统一浇冻水、拔节水和开花水,每次灌水量为 900 m³/hm²。小区面积 11.28 m²,3 次重复。播种期为 2007 年 9 月 25 日,基本苗为 180 万/hm²。其余管理措施同一般大田。

1.3 品质性状分析

籽粒蛋白质含量采用 FOSS 公司的 Kjeltec2300 自动定氮仪测定,含氮量乘以 5.7 为蛋白质含量;籽粒蛋白组分含量,采用连续振荡法顺序提取清蛋白、球蛋白、醇溶蛋白和谷蛋白,用 Kjeltec2300 自动定氮仪测定含量;干湿面筋含量,用瑞典 Perton 公司 2200 型面筋仪测定,方法参阅 AACC38—12 方法进行测定;Zeleny 沉降值:用德国 Brabender 公司的专用仪器,按 AACC56—60Zeleny 沉降值法测定;面团流变学特性:用德国 Brabender 公司的 Farinograph—E 粉质仪,按 AACC54—21 方法测定;面包的制作方法:利用北京东方孚德公司生产的烘烤设备进行烘烤,用菜籽排空法测定面包体积,参考 GB/T14611—93 直接发酵法进行制作。

试验数据先用 Excel 作初步处理,再用 DPS 统计分析软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 追氮量和品种对小麦籽粒蛋白质组分含量的影响

由表 1 可以看出,不同品种间,总蛋白含量和球蛋白含量变异系数较小,清蛋白、醇溶蛋白和谷蛋白含量变异系数较大,品种间差异显著。总蛋白含量和贮藏蛋白含量以强筋小麦皖麦 38 最好,其次是济麦 20。本试验中,不同品种之间醇溶蛋白含量和谷蛋白含量均与总蛋白含量呈极显著正相关($r=0.833^{**}$, $r=0.775^{**}$)。清蛋白和球蛋白之间呈正相关($r=0.279$),清蛋白分别与总蛋白、醇溶蛋白和谷蛋白呈负相关($r=-0.121$, -0.128 , -0.554),球蛋白分别与醇溶蛋白和谷蛋白呈正相关,但均不显著($r=0.362$, 0.096)。可见,提高总蛋白含量可以同时增加贮藏蛋白含量,从而改善小麦品质。

表 1 不同品种对小麦籽粒蛋白质组分含量的影响

Tab. 1 Effect of different cultivars and top—dress nitrogen treatments on grain protein components					%
品种 Cultivar	总蛋白 Total protein	清蛋白 Albumin	球蛋白 Globulin	醇溶蛋白 Gliadin	谷蛋白 Glutelin
A1	14.79c	3.24a	1.95a	4.14a	5.02c
A2	13.76d	3.16a	1.85b	3.36b	4.31d
A3	16.13a	2.70b	1.77b	4.40a	5.19b
A4	15.64b	2.55c	1.81b	4.14a	5.63a
CV	6.89	11.64	4.19	11.23	10.90

注:同一列的小写字母代表在 0.05 水平上差异显著。下表同。
Note: The small letters stand for significant at 0.05 levels. The same are as in other tables.

表 2 显示,蛋白质及其组分含量在各追氮处理间表现不尽相同。总蛋白和清蛋白含量相对稳定,变异系数较小,均在 3% 以下,但总蛋白含量随追氮量的增加而增大,以追氮量 240 kg/hm² 最高;清蛋白在处理间差异不显著。球蛋白和谷蛋白的变异系

数为 3%~5%,均随追氮量的增加而增大,以处理 B3(施底肥+追施纯氮 240 kg/hm²) 最高,显著高于其他 2 个追氮处理;醇溶蛋白含量在各处理间变异系数较大,以处理 B2(施底肥+追施纯氮 120 kg/hm²) 最高,处理间差异显著。由此可知,在底肥

相同的条件下, 增加追氮量能显著提高小麦总蛋白 含量和贮藏蛋白含量。

表 2 不同追氮量处理对小麦籽粒蛋白质组分含量的影响

Tab. 2 Effects of different top—nitrogen amount on protein content and its components						%
处理 Treatment	总蛋白 Total protein	清蛋白 Albumin	球蛋白 Globulin	醇溶蛋白 Gliadin	谷蛋白 Glutelin	
B1(CK)	14. 64c	2. 89a	1. 76b	3. 74b	4. 84c	
B2	15. 11b	2. 95a	1. 87a	4. 24a	5. 05b	
B3	15. 49a	2. 90a	1. 91a	4. 06a	5. 23a	
CV	2. 82	1. 10	4. 21	6. 31	3. 87	

由表 3 可以看出, 随着追氮量的增加品种间籽粒总蛋白质含量变异系数先增大后减小, 表明在一定范围内增加追氮量可以拉大品种间籽粒蛋白质含量的差距; 品种间清蛋白、球蛋白和谷蛋白含量变异系数随追氮量增加而变小, 表明增加追氮量, 以上三种蛋白组分含量在各品种间的差距减小; 醇溶蛋白含量的变异系数逐渐变大, 说明增加追氮量可以扩大品种间醇溶蛋白含量的差距。

表 3 不同追氮量处理对小麦籽粒蛋白质组分含量的影响

Tab. 3 Effect of different treatments on grain protein components							%
肥料 Fertilizer	品种 Cultivar	总蛋白 Total protein	清蛋白 Albumin	球蛋白 Globulin	醇溶蛋白 Gliadin	谷蛋白 Glutelin	
B1	A1	14. 48b	2. 57c	1. 70bc	4. 04a	4. 89c	
	A2	13. 32c	3. 39a	1. 75b	3. 23b	3. 99d	
	A3	15. 75a	3. 01b	1. 96a	4. 03a	5. 21b	
	A4	14. 99b	2. 57c	1. 61c	3. 64ab	5. 27a	
	CV	6. 97	13. 71	8. 46	10. 30	12. 20	
B2	A1	14. 90b	2. 81c	1. 79b	4. 31a	5. 01b	
	A2	13. 45c	3. 15b	1. 78b	3. 55b	4. 24c	
	A3	16. 20a	3. 37a	1. 94a	4. 51a	5. 30a	
	A4	15. 87a	2. 48d	1. 95a	4. 59a	5. 64a	
	CV	8. 17	13. 22	4. 96	11. 20	11. 82	
B3	A1	14. 98b	2. 72c	1. 80b	4. 07b	5. 15b	
	A2	14. 51b	2. 94b	2. 01a	3. 31c	4. 71c	
	A3	16. 43a	3. 34a	1. 95a	4. 65a	5. 06b	
	A4	16. 06a	2. 60c	1. 89ab	4. 19b	5. 98a	
	CV	5. 81	11. 22	4. 68	13. 71	10. 30	

2.2 追氮量和品种对小麦面粉加工品质的影响

由表 4 可知, 不同品种的小麦面粉加工品质差异显著。沉降值、干湿面筋含量、形成时间和稳定时间均以济麦 20(A3)最高, 显著高于其他品种, 吸水率、面包体积和面包评分以皖麦 38(A4)最高。不同品种间形成时间和稳定时间的变异系数在 80%以上, 说明不同品质类型小麦间的面团流变学特性并异比较大。沉降值和干湿面筋含量等面粉理化特性的变异系数为 17%~28%。吸水率的变异系数较小, 但品种间的极差达 2.07 个百分点。面包体积和面包评分的变异系数为 9%~10%, 其中面包体积品种间极差为 175 cm³。

表 4 不同品种间小麦面粉加工品质

Tab. 4 Effect of different cultivars and top—dress nitrogen treatments on flour processing quality								
品种 Cultivar	沉降值/mL Sedimentation volume	干面筋/% Dry gluten	湿面筋/% Wet gluten	吸水率/% Water absorption	形成时间/min Development time	稳定时间/min Stability time	面包体积/mL Bread volume	面包评分 Bread score
A1	31. 56c	11. 22d	29. 27c	58. 33b	3. 56c	2. 64c	668. 33c	74. 17c
A2	28. 98c	12. 58c	35. 80b	58. 26b	3. 19c	2. 71c	730. 56b	83. 5b
A3	52. 02a	16. 91a	47. 02a	62. 99a	17. 63a	29. 92a	813. 89a	90. 61a
A4	44. 83b	13. 31b	36. 36b	63. 33a	9. 39b	15. 00b	825. 83a	90. 67a
CV	27. 79	17. 99	19. 80	4. 63	80. 00	103. 01	9. 76	9. 21

不同追氮处理对面粉加工品质有一定影响(表 5), 沉降值和干湿面筋均表现为随追氮量的增加而提高, 变异系数在 3.5%以上, 但沉降值在各追氮处理间差异不显著。面团流变学特性表现为随追氮量增加吸水率增大, 面团形成时间和稳定时间以追氮 120 kg/hm² 处理最长, 形成时间在处理间差异不显著。面包体积和面包评分比对照均有所提高, 但处理间差异不显著, 变异系数低于 1%, 追氮量和品种的交互作用不显著。

表 5 不同追氮量对小麦面粉加工品质的影响

Tab. 5 Effects of different top—nitrogen amount on flour processing quality

处理 Treatment	沉降值/mL Sedimentation volume	干面筋/% Dry gluten	湿面筋/% Wet gluten	吸水率/% Water absorption	形成时间/min Development time	稳定时间/min Stability time	面包体积/mL Bread volume	面包评分 Bread score
B1(CK)	37.57a	12.81b	35.25c	60.33b	8.47a	11.96b	755.21a	84.46a
B2	40.12a	13.12b	36.18b	60.33b	8.73a	13.33a	765.83a	84.79a
B3	40.37a	14.59a	39.90a	61.53a	8.13a	12.43ab	757.92a	84.96a
CV	3.94	7.04	6.63	1.14	3.56	5.54	0.73	0.30

2.3 小麦籽粒蛋白质含量与面粉加工品质性状的相关分析

对小麦籽粒蛋白质各组分含量与加工品质性状间的相关分析结果表明(表 6), 总蛋白与沉降值、干湿面筋含量以及面团流变学特性和面包体积均呈显著或极显著正相关。清蛋白与湿面筋含量呈显著正相关, 与吸水率呈极显著负相关。球蛋白与干湿面筋含量呈显著正相关。醇溶蛋白与沉降值、形成时

间和稳定时间呈显著正相关。谷蛋白与沉降值和吸水率呈显著正相关, 与干湿面筋含量、形成时间、稳定时间、面包体积和面包评分均呈正相关, 但不显著。沉降值与干湿面筋含量、形成时间、稳定时间、面包体积和面包评分均呈极显著正相关, 相关系数为: 0.818, 0.784, 0.927, 0.953, 0.842, 0.780。表明提高总蛋白含量和贮藏蛋白含量对改善小麦的加工品质具有重要的作用。

表 6 小麦籽粒蛋白质及其组分含量与面粉加工品质的相关系数

Tab. 6 Correlation coefficients between grain protein component and flour processing quality of wheat

	总蛋白 Total protein	清蛋白 Albumin	球蛋白 Globulin	醇溶蛋白 Gliadin	谷蛋白 Glutelin
沉降值/mL Sedimentation	0.91 **	0.12	0.48	0.71 *	0.62 *
干面筋/% Dry gluten	0.70 *	0.51	0.64 *	0.47	0.26
湿面筋/% Wet gluten	0.63 *	0.58 *	0.67 *	0.37	0.19
吸水率/% Water Absorption	0.25	—0.86 **	—0.28	0.30	0.64 *
形成时间/min Development time	0.80 **	0.28	0.54	0.61 *	0.45
稳定时间/min Stability time	0.82 **	0.30	0.54	0.62 *	0.47
面包体积/mL Bread volume	0.63 *	0.08	0.38	0.33	0.49
面包评分 Bread score	0.55	0.21	0.44	0.20	0.39

注: *.表示 5%显著水平; **.表示 1%显著水平。
Note: * and **.Represent significant at 5% and 1% level.

3 讨论

增施氮肥对小麦蛋白质及其组分含量的影响已有大量研究, 但研究的方法和结果不尽相同。沈建辉等^[9]研究表明拔节期和孕穗期增施氮肥均能提高小麦的籽粒蛋白质含量。武际等^[10]研究表明, 氮肥施用时期后移和追肥比例增大, 能够显著提高小麦的籽粒蛋白质含量。戴廷波^[11]的研究结果表明, 增施氮肥和提高后期追肥比例显著提高蛋白质含量, 提高清蛋白和麦谷蛋白占总蛋白质的比例, 减少醇溶蛋白所占比例, 球蛋白所占比例影响比较小。赵广才等^[12]研究发现, 在 0~300 kg/hm² 施氮范围内, 增加施氮量可显著提高总蛋白含量和贮藏蛋白含量, 蛋白组分均与施氮量呈正相关, 只有醇溶蛋白和谷蛋白与施氮量相关显著或极显著。彭永欣^[13]的研究结果为, 蛋白质及其各组分含量同施氮量显著正相关, 均随施氮量增加而提高。本试验中, 总蛋白及其各组分含量随追氮量的增加而提高, 其中总蛋白和谷蛋白含量与追氮量显著相关($r=0.998^*$,

0.999^{*}), 其他蛋白组分相关, 但不显著, 与前人研究方法和所得结果相比, 增加追氮量与氮肥施用时期后移、增加追肥比例、改变追氮时期和提高后期追肥比例等施氮方法效果相近, 都能显著改善小麦的籽粒蛋白质及其组分含量。

在一定范围内, 增加追氮量有利于改善小麦的主要加工品质, 与对照相比干湿面筋含量、稳定时间等加工品质指标均显著提高, 沉降值和面包体积有所提高, 但差异不显著。王月福等^[14]研究认为增施氮肥能显著提高湿面筋含量和沉降值, 延长面团形成时间与稳定时间。本试验结果与其不同, 这可能与氮肥的处理方式、参试品种、土壤肥力、降雨情况等因素有关。

前人关于蛋白质及其组分含量与小麦面粉加工品质的相关性的研究结果不一致, 马传喜^[15]研究认为, 只有谷蛋白与沉降值呈极显著正相关。李志西^[16]研究结果为小麦粗蛋白含量与沉降值、湿面筋、面包体积等都有极显著或显著的相关关系, 清蛋白含量与面团特性性状之间呈不显著负相关, 面团

形成时间和稳定时间与谷蛋白的关系更为密切。本试验相关分析表明, 总蛋白与小麦面粉的各项加工品质呈显著或极显著相关, 醇溶蛋白和谷蛋白与沉降值呈显著正相关, 面团吸水率主要与谷蛋白有关, 形成时间和稳定时间只与总蛋白和醇溶蛋白显著相关。

综上所述, 增加追氮量和其他施氮方式, 均能够改善小麦的各项加工品质, 但各项指标表现不同。有必要在不同生态条件和土壤因素下, 采用不同品种类型, 综合研究各种施氮方式对小麦品质的效应, 提出经济有效的施肥方案

参考文献:

[1] 王月福, 姜 东, 于振文, 等. 氮素水平对小麦籽粒产量和蛋白质含量的影响及其生理基础[J] . 中国农业科学, 2003, 36(5): 513—520.

[2] 程国旺, 王浩波, 戚艺军, 等. 氮肥用量对面包小麦品种产量和品质的影响[J] . 安徽农业科学, 2002, 30(3): 337—338, 362.

[3] 周 青, 陈风华, 张国良, 等. 施氮时期对弱筋小麦产量和品质的调节效应[J] . 麦类作物学报, 2005, 25(3): 67—70.

[4] 徐恒礼, 赵振东. 氮肥对优质专用小麦产量和品质的影响Ⅱ氮肥对小麦品质的影响[J] . 山东农业科学, 2001(2): 13—17.

[5] 姜鸿明, 余松烈, 于振文, 等. 小麦谷蛋白聚合体对增施氮肥的反应[J] . 麦类作物学报, 2003, 23(2): 43—46.

[6] 贾振华, 李 华, 姜子英. 施肥对小麦产量与品质形成影响的研究Ⅱ, 施氮量对产量与蛋白质同步形成的影

响[J] . 河南职技师院学报, 1990, 18(3—4): 91—96.

[7] 张 霞, 罗延庆, 张胜全, 等. 不同氮肥运筹对冬小麦产量、蛋白质及其组分的影响[J] . 干旱地区农业研究, 2007, 25(2): 45—49.

[8] 石书兵, 马 林, 石庆华, 等. 不同施氮时期对冬小麦籽粒蛋白质组分及其动态变化的影响[J] . 植物营养与肥料学报, 2005, 11(4): 456—460.

[9] 沈建辉, 戴廷波, 荆 奇, 等. 施氮时期对专用小麦干物质和氮素积累、运转及产量和蛋白质含量的影响[J] . 麦类作物学报, 2004, 24(1): 55—58.

[10] 武 际, 郭熙盛, 杨晓虎, 等. 氮肥施用时期及基追比例对土壤矿质氮含量时空变化及小麦产量和品质的影响[J] . 应用生态学报, 2008, 19(11): 2382—2387.

[11] 戴廷波, 孙传范, 荆 奇, 等. 不同追氮水平和基追比对小麦籽粒品质形成的调控[J] . 作物学报, 2005, 31(2): 248—253.

[12] 赵广才, 常旭虹, 刘利华, 等. 施氮量对不同强筋小麦产量和加工品质的影响[J] . 作物学报, 2006, 32(5): 723—727.

[13] 彭永欣, 姜学忠, 郭文善, 等. 氮素营养对小麦籽粒产量与品质调节效应的研究[M] // 彭 永. 小麦栽培与生理. 南京: 东南大学出版社, 1992: 127—144.

[14] 王月福, 于振文, 李尚霞, 等. 施氮量对小麦籽粒蛋白质组分含量及加工品质的影响[J] . 中国农业科学, 2002, 35(9): 1071—1078.

[15] 马传喜, 吴兆苏. 小麦胚乳蛋白质组分及高分子量麦谷蛋白亚基与烘烤品质的关系[J] . 作物学报, 1993, 19(6): 562—567.

[16] 李志西, 魏益民, 张建国. 小麦蛋白组分与面团特性和烘焙品质的研究[J] . 中国粮油学报, 1998, 13(3): 1—5.