

# 氮肥与硫肥施用对相同 HMW-GS 组分春小麦谷蛋白大聚合体含量的影响

韩新文<sup>1</sup>, 杨淑萍<sup>2</sup>, 张宏纪<sup>2</sup>

(1. 黑龙江省同江市农业技术推广中心, 同江 156400; 2. 黑龙江省农业科学院作物育种研究所, 哈尔滨 150086)

**摘要:** 黑龙江是中国重要的强筋春小麦产区, 虽然培育出了多个优质强筋麦品种, 但是如何通过合理的施肥技术等保证小麦品质已成为黑龙江小麦生产的重要问题。作为品质鉴定指标, 麦谷蛋白大聚合体的含量比蛋白质和湿面筋含量更具代表性。为此, 在相同 HMW-GS 背景下研究了氮肥与硫肥施用对小麦谷蛋白大聚合体的含量的影响。试验分设 4 个施肥处理(未施肥、单施纯硫 50 kg·hm<sup>-2</sup>、单施纯氮 150 kg·hm<sup>-2</sup>、纯硫 50 kg·hm<sup>-2</sup>+纯氮 150 kg·hm<sup>-2</sup>)。结果表明: 氮肥与硫肥的不同处理对小麦籽粒的蛋白质和麦谷蛋白大聚合体有明显影响。施硫肥、氮肥以及 2 种肥料混施提高了上述 2 个品质指标及其比值。综合研究表明, 在 3 种处理方式上, 氮肥与硫肥混合施用对蛋白质、麦谷蛋白大聚合体影响最大。因此, 生产上在提高氮肥用量的同时, 可通过增施硫肥, 达到小麦高产优质的目的。

**关键词:** 春小麦; 相同 HMW-GS; 氮硫肥; GMP

中图分类号: S512.1<sup>+</sup>2      文献标识码: A      文章编号: 1002-2767(2008)04-0026-04

## Effect of Nitrogen and Sulfur Fertilizer Application on Wheat Glutenin Macropolymer

HAN Xin-wen<sup>1</sup>, YANG Shu-ping<sup>2</sup>, ZHANG Hong-ji<sup>2</sup>

(1. Agricultural Technology Extension Center of Tongjiang, Tongjiang 156400; 2. Crop Breeding Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086)

**Abstract:** Application of N and S fertilizer are the important measures that increase grain yield and improve quality of wheat. The field experiment was carried out to study the effect of nitrogen and sulfur application on glutenin macropolymer of spring wheat varieties with the same HMW-GS background. There were four fertilizer rates: 0, S(50 kg·hm<sup>-2</sup>), N(150 kg·hm<sup>-2</sup>), S(50 kg·hm<sup>-2</sup>)+N(150 kg·hm<sup>-2</sup>). The results showed that the treatment of nitrogen and sulfur fertilizer obviously affect wheat protein and glutenin macropolymer. Application of nitrogen, sulfur or both could raise the quality parameters mentioned above. Among the three treatments, nitrogen and sulfur fertilizer together had the greatest effect on protein and glutenin macropolymer, that is to say, more sulfur or nitrogen fertilizer was beneficial to increasing protein, glutenin macropolymer.

**Key words:** spring wheat; the same HMW-GS; nitrogen and sulfur fertilizer; GMP

麦谷蛋白大聚合体是小麦胚乳储藏蛋白中最大的一部分蛋白质, 其含量反映着麦谷蛋白聚合体的粒度分布(size distribution)。Orth<sup>[1]</sup>、Fu BX<sup>[2]</sup> 和

MacRitchie<sup>[3]</sup> 等认为小麦烘焙品质差异主要在于麦谷蛋白大聚合体, 麦谷蛋白大聚合体含量与 SDS-沉降值之间具有较高的相关性, 其能解释烘焙品质差异的 2%~97%。

作为品质鉴定指标, 麦谷蛋白大聚合体的含量比蛋白质和湿面筋含量更具代表性<sup>[4-5]</sup>。麦谷蛋白聚合体的粒度划分主要根据籽粒蛋白组分的溶解性与分子量级别不同而定; 小麦籽粒蛋白质根据其结构状态可分为: 单体蛋白(清蛋白、球蛋白、醇溶蛋白)和聚合体蛋白(麦谷蛋白), 而聚合体蛋白在

收稿日期: 2008-01-08  
基金项目: 国家科技攻关计划资助项目(96-C01-02-078); 黑龙江省国际科技合作计划项目(WC02210)  
第一作者简介: 韩新文(1968-), 男, 黑龙江省同江市人, 高级农艺师, 主要从事作物营养与施肥研究。E-mail: zhhl116@yahoo.cn.  
通讯作者: 张宏纪(1969-), 男, 黑龙江省抚远县人, 副研究员。主要从事小麦诱变与生物技术育种研究。Tel: 0451-86668741; E-mail: zhhl116@yahoo.cn.

SDS-缓冲液或 50%的正丙醇溶液以及其它一些溶液中可被分成两部分,即可溶性部分(可提取)和不溶性部分(不可提取),其中,最大分子量的麦谷蛋白的聚合体主要存在于不溶性组分中。为区别于分子量较小的可溶性麦谷蛋白,一般将不溶性的分子量最大的麦谷蛋白称为麦谷蛋白大聚合体。麦谷蛋白大聚合体的不溶解性在一定条件下可转为可溶性,这种转变条件需要强还原剂(DTT 等)、超声波处理或酸碱降解作用等来保证。许多方法正是依据这些特性进行小麦麦谷蛋白的提取与定量分析从而研究胚乳蛋白聚合体的粒度分布<sup>[6]</sup>。

虽然各国学者对谷蛋白大聚合体分类界定、提取方法以及与小 麦品质的相关性等进行了深入研究<sup>[7]</sup>。但是有关施肥对小麦谷蛋白大聚合体的影响研究报道尚少。尤其是缺乏不同品种在相似遗传背景下氮肥、硫肥施用对谷蛋白大聚合体含量的调控研究。为此,我们选择了 2 组 HMW-GS 组成相同的、且都含有优质亚基 1D5+10 的强筋麦为试材,在相似的遗传背景以及较高的品质水平上研究氮肥、硫肥及其结合施用对春小麦谷蛋白大聚合体含量的影响,旨在综合探讨氮肥和硫肥对春小麦品质的调节作用。同时,考虑到黑龙江是中国重要的强筋春小麦产区,虽然培育了多个优质强筋麦,但是由于施肥不当造成所生产的小麦籽粒品质仍不理想等问题。此研究可为黑龙江的强筋春小麦高产优质栽培提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

选取 2 类高分子量麦谷蛋白亚基组成的材料,即:龙辐 98N2、龙辐 970189、龙麦 26 和龙-4081 等 4 个品种(系),其 HMW-GS 组成同为 Glu-1A2\*、Glu-1B7+9、Glu-1D5+10;野猫、格来尼、龙辐 20K787 和龙辐 20K843 等 4 个品种(系),其 HMW-GS 组成同为 Glu-1A2\*、Glu-1B7+8、Glu-1D5+10。其中,野猫、格来尼引自加拿大,属典型超强筋春小麦,而龙辐 20K787、20K843 为格来尼的后代品

系,属优质丰产小麦材料。

### 1.2 试验方法

试验在黑龙江省农业科学院育种研究所试验地进行,采取小区种植,随机区组排列,3 次重复,小区面积 6 m<sup>2</sup> (1.2 m×5 m),8 行区,行距 0.15 m,机器条播,保苗 600 万株·hm<sup>-2</sup>。前茬大豆,土壤基础肥力为:有机质 3.06%,全氮 0.13%,全磷 0.042%,缓效钾 938.4 mg·kg<sup>-1</sup>,碱解氮 161.41 mg·kg<sup>-1</sup>,速效磷 29.73 mg·kg<sup>-1</sup>,速效钾 140.6 mg·kg<sup>-1</sup>,pH6.92,肥料以氮肥和硫肥为主,播前作种肥一次施入(见表 1)。

表 1 氮肥与硫肥各处理用量(2001 年)

处理	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	注释
纯氮/kg·hm <sup>-2</sup>	0	0	150	150	氮肥为尿素
纯硫/kg·hm <sup>-2</sup>	0	50	0	50	硫肥为硫酸钙

### 1.3 指标分析及测定方法

1.3.1 蛋白质含量测定 采用半微量凯氏定氮法。  
1.3.2 大麦谷蛋白聚合体含量测定 参照 Weegels P L<sup>[6]</sup> 稍作改变:向 0.05 g 小麦面粉加入 1 mL 1.5%的 SDS 提取液,室温下过夜,低温离心 20 min (9 000 r·min<sup>-1</sup>),弃上清,采取双缩尿法测定残余物中氮的含量作为大麦谷蛋聚合体近似含量。

双缩尿法:用移液管加入 10 mL 双缩尿试剂(在 500 mL 容量瓶中依次加入 30 mL 4%的 Cu-SO<sub>4</sub>,100 mL 2.5%的酒石酸钾钠,再慢慢加入 30 mL 5N KOH,用去离子水定容,使用时将此液与等体积透明的异丙酸混合,若溶液出现浑浊或沉淀,则不宜使用)。充分搅拌,于 40℃水浴放置 15 min,然后 6 000 r·min<sup>-1</sup> 离心 10 min,取上清液用 550 nm 波长比色测定光吸值,最后查标准曲线即得蛋白质含量。

## 2 结果与分析

### 2.1 氮肥与硫肥不同处理对小麦蛋白质含量的影响

氮肥与硫肥不同处理方式对蛋白质含量的影响列于表 2。从表 2 可以看出,单施硫肥、氮肥以及混

表 2 氮肥与硫肥不同处理方式对小麦蛋白质含量的影响(2001 年) %

处理	HMW-GS 2* 7+9 5+10				HMW-GS 2* 7+8 5+10			
	龙辐 98N2	龙辐 970189	龙麦 26	龙-4081	野猫	格来尼	龙辐 20K787	龙辐 20K843
T <sub>1</sub> (ck)	10.11d	13.06d	12.05d	10.71d	12.33d	10.89d	10.38d	9.59d
T <sub>2</sub>	12.09c	13.63c	14.13c	12.10c	13.97c	12.35c	11.10c	10.76c
T <sub>3</sub>	14.08b	14.82b	14.85b	14.19b	15.92b	14.34b	12.89b	12.24b
T <sub>4</sub>	14.34a	15.66a	15.28a	15.02a	16.01a	14.92a	13.29a	12.58a

注:表中同列标出的不同小写字母为差异显著性(P< 0.05),以下同。

施都能够显著提高蛋白质含量。HMW-GS 组成为 2\*、7+9、5+10 的供试材料在其不同施肥处理上,龙辐 98N2 的提高幅度分别为 19.58%、39.27%、41.84%;龙辐 970189 的分别为 4.37%、13.48%、

19.91%;龙麦 26 分别为 17.26%、23.24%、26.81%;龙-4081 分别为 12.98%、32.49%、40.24%。4 个材料的平均提高幅度分别为 13.55%、27.12%、32.20%。HMW-GS 组成为 2\*、7+8、5+10

10的供试材料中,野猫的提高幅度分别为13.3%、29.12%、29.85%;格来尼分别为13.41%、31.68%、37.01%;龙辐20K787的分别为6.94%、24.18%、28.04%;龙辐20K843的分别为12.2%、27.63%、31.18%。这4个材料的平均提高幅度分别为11.46%、28.15%、31.52%。以上分析表明,氮肥与硫肥配合施用(T<sub>4</sub>)对小麦籽粒蛋白质含量提高幅度最大,其次是单施氮肥(T<sub>3</sub>)和单施硫肥(T<sub>2</sub>)。这表明,硫肥和氮肥都有利于提高小麦的蛋白质含量,二者配合施用,效果更好。

2.2 氮肥与硫肥不同处理对小麦麦谷蛋白大聚合体含量的影响

麦谷蛋白大聚合体(GMP)是影响小麦烘烤品

表 3 氮肥与硫肥不同处理对小麦谷蛋白大聚合体含量的影响

处理	HMW-GS 2* 7+9 5+10				HMW-GS 2* 7+8 5+10			
	龙辐 98N2	龙辐 970189	龙麦 26	龙-4081	野猫	格来尼	龙辐 20K787	龙辐 20K843
T1	0.7416d	0.8967d	0.9904d	0.7476d	0.5897c	1.8872c	0.2923d	0.4316d
T2	0.9717c	1.0585c	1.5656c	0.7913c	1.8249b	1.9283b	0.4594c	0.6151c
T3	1.4777b	1.5335b	1.9673a	1.6715a	2.3666a	1.9683b	1.2314b	0.9710b
T4	2.0310a	1.8794a	1.7719b	1.4039b	2.3093a	2.1644a	2.0671a	1.2094a

301%、171%;格来尼分别为2.18%、4.29%、14.7%;龙辐20K787为57.2%、321%、607%;龙辐20K843为42.5%、125%、180%。这表明,施肥促进了GMP含量的累积,一般表现为,硫肥配合氮肥处理(T<sub>4</sub>)>>单施氮肥(T<sub>3</sub>)>>单施硫肥处理(T<sub>2</sub>)>>对照(T<sub>1</sub>)。即氮肥和硫肥混施对籽粒GMP含量的增加更有利。但这种变化趋势在供试品种(系)间有一定差异。

表 4 氮肥与硫肥不同处理对小麦谷蛋白大聚合体/蛋白质的影响

处理	HMW-GS 2* 7+9 5+10				HMW-GS 2* 7+8 5+10			
	龙辐 98N2	龙辐 970189	龙麦 26	龙-4081	野猫	格来尼	龙辐 20K787	龙辐 20K843
T <sub>1</sub>	0.0734a	0.0687a	0.0822a	0.0698b	0.0478a	0.1732d	0.0281a	0.0451a
T <sub>2</sub>	0.0804b	0.0777b	0.1108b	0.0654a	0.1306b	0.1561c	0.0414b	0.0572b
T <sub>3</sub>	0.1049c	0.1035c	0.1325d	0.1178d	0.1487d	0.1373a	0.0955c	0.0793c
T <sub>4</sub>	0.1416d	0.1200d	0.1159c	0.0935c	0.1443c	0.1451b	0.1556d	0.0961d

+10的4个品种中,龙麦26和龙-4081较为特殊,其比值在T<sub>3</sub>施肥水平上出现最高值;在HMW-GS组成为2\*、7+8、5+10的4个品种(系)中,格来尼的在T<sub>1</sub>施肥水平上出现最高值。

3 讨论与小结

HMW-GS约占麦谷蛋白的10%,其亚基组成与小麦品质特性间有显著的相关性,并已明确小麦品质变异的30%~80%归因于HMW-GS等位基因的变化<sup>[8-9]</sup>。我们以相同HMW-GS组分且具有Glu-1D5+10优质亚基的春小麦品种(系)为试材,在相似的遗传背景下研究氮肥与硫肥施用对春小麦蛋白质与谷蛋白大聚合体含量的影响。发现不同小麦品种(系)在不同的施肥处理下,小麦的蛋白质与谷蛋白大聚合体含量都发生了显著变化。单施硫肥、氮肥以及二者混合施用提高了小麦的蛋白质与

质的一个重要指标。不同品种(系)及其不同施肥处理的GMP含量变化较大(见表3)。从平均结果上看,供试品种(系)的GMP含量并不相同:在HMW-GS为2\*、7+9、5+10的4个品种中,龙辐98N2为1.3055%;龙辐970189为1.342%;龙麦26为1.5738%;龙-4081为1.1536%。在HMW-GS组成为2\*、7+8、5+10的4个品种(系)中,野猫为1.7726%;格来尼为1.9871%;龙辐20K787为1.0126%;龙辐20K843为0.8068%。从施肥效果上看,硫肥处理(T<sub>2</sub>)、氮肥处理(T<sub>3</sub>)以及二种肥料混施处理(T<sub>4</sub>)上的LMP含量都高于不施肥对照(T<sub>1</sub>)。其增幅变化在HMW-GS组成为2\*、7+8、5+10的4个品种(系)中,野猫分别为209%、

2.3 氮肥与硫肥不同处理对小麦谷蛋白大聚合体粒度分布的影响

GMP在蛋白质中的比例可反映出麦谷蛋白聚合体的粒度分布,由表4可知,在肥料施用上,大多数供试材料的GMP含量与蛋白质含量的比值都是随施肥量的增加而增加,在最高施肥水平上比值最高。但是也有例外。如在HMW-GS为2\*、7+9、5

谷蛋白大聚合体含量,尤以硫肥与氮肥混合处理的效果最好。因此,可以认为,增施硫肥、氮肥以及二者混合施用有利于提高小麦的谷蛋白大聚合体含量。而且,我们也发现,单施硫肥、氮肥以及二者混合施用对2组供试材料的蛋白质含量与谷蛋白大聚合体含量比值也有相似的影响,其比值基本都以T<sub>4</sub>施肥水平最高。但是,个别品种(系)表现例外,如在HMW-GS为2\*、7+9、5+10的4个品种中,龙麦26和龙-4081,其比值在T<sub>3</sub>施肥水平上出现最高值;在HMW-GS组成为2\*、7+8、5+10的4个品种(系)中,格来尼的在T<sub>1</sub>施肥水平上出现最高值。这表明,在2组供试材料中,虽然其HMW-GS组成相同,但是,氮肥、硫肥施用对这些材料的谷蛋白大聚合体粒度分布影响有差异。这种差异可能与这3个供试材料更为特殊的遗传背景以及其它蛋白组分有

关。实际上龙麦 26 和龙-4081 在遗传组成上为一对姊妹系, 龙麦 26 是黑龙江第一优质高产主栽品种, 而格来尼是国际上著名的超强筋品种, 其蛋白组成可能更为特殊。因此, 上述差异形成的原因可能与增施硫肥、氮肥以及二者混合施用改变了高、低分子量谷蛋白亚基与其它蛋白组分的比例, 进而从含量上影响了这些材料的谷蛋白大聚合体粒度分布, 因为小麦谷蛋白大聚合体主要由高、低分子量麦谷蛋白亚基组成。早在 1984 年 Wrigley<sup>[10]</sup> 就曾指出, 氮肥与硫肥对小麦蛋白质及其组成有影响, 而且 Fullington, J. G<sup>[11]</sup>, Gupta, R. B<sup>[13]</sup> 通过施肥研究不同小麦的蛋白质含量和组成时也认为, 增施氮肥在提高蛋白质含量的同时, 也容易导致蛋白质组成的变化。

参考文献:

[1] Orth R A , Bushuk W A. Comparative study of the proteins of wheat of diverse baking qualities[ J] . Cereal chem. , 1972, 49: 268-275.

[2] Fu B X, Sapirstein H D. Procedure for isolating monomeric proteins and polymeric glutenin of wheat flour[ J] . Cereal Chem. , 1996, 60: 65-71.

[3] MacRitchi F. Conversion of weak flour to a strong one by increasing the proportion of its high molecular weight gluten protein[ J] . J. Sci. Food Agric. , 1976, 24: 1325-1329.

[4] Gupta R B MacRitchi F. Allelic variation at glutenin subunit and gliadin loci Glu-1, Glu-3 and Gli-1 of common wheat[ J] .

J. Cereal Sci. , 1994, 19: 19-29.

[ 5] Zhu J, Khan K. Effects of genotype and environment on glutenin polymers and bread-making quality[ J] . American Association of Cereal Chem. 2001, 78: 125-130.

[ 6] Weegels P L, Pijpekamp A M, Vande G raveland A. et al. Depolymerisation and repolymerisation of wheat glutenin during dough processing. I. Relations between glutenin macropolymer content and quality parameters[ J] . J. Cereal Sci. , 1996, 23: 103-114.

[ 7] 王世杰, 康明辉, 尤明山 等. 两种油化剂在小麦谷蛋白大聚合体测定中的有效性[ J] . 麦类作物学报, 2006, 26(6): 56-59.

[ 8] Payne P I. Relationship between HMW glutenin subunit composition and the bread-making quality of British-grown wheat varieties[ J] . J. Sci. Food Agric 1987, 40: 51-65.

[ 9] 赵友梅, 王淑俭. 高分子量麦谷蛋白亚基的 SDS-PAGE 图谱在小麦品质研究中的作用[ J] . 作物学报, 1999, 16 (3): 208-217.

[ 10] Wrigley C W , Du Cros D , Fullington J G, et al. Changes in polypeptide composition and grain quality due to sulfur deficiency in wheat[ J] . J. Cereal Science, 1984, 2: 15-24.

[ 12] Fullington J G, Cole E W, Kasouda D D. Quantitative sodium dodecyl sulfate-Polyacrylamide gel electrophoresis of total proteins extracted from different wheat varieties; Effect of protein content[ J] . Cereal chemistry, 1983, 60: 65-71.

[ 13] Gupta R B, Khan K, MacRitchie F. Biochemical basis of flour properties in bread wheat. I. Effects of variation in quality and size distribution of polymeric protein[ J] . Cereal Science, 1993, 17: 23-41.

# 黑龙江北部地区前作农药残留对油菜生产的影响

赵集中, 静 婧

黑龙江北部的爱辉区地处北纬 47°42′~51°03′, 属高寒地区, 长年降水量在 500 ~ 550 mm, 年均气温 -1.3 ~ 0.4 ℃。适合种植春油菜。我区是麦豆产区, 近年来麦豆在生产中使用除草剂类型较多, 用量不一对后作影响很大特别是油菜对除草剂异常敏感, 往往给油菜的生产带来很大损失甚至绝产。

1 麦茬

1.1 2, 4-D 酯 爱辉区小麦除草多数是三叶期喷施 2, 4-D 丁酯, 由于该产品药效好分解快对后作油菜无任何影响。

1.2 绿磺隆 绿磺隆属磺酰胺类除草剂, 可用于小麦、大麦、燕麦、黑麦、亚麻等防除大多数阔叶类杂草。由于价格低廉, 同时对山区麦田里的阔叶草防除效果特别好, 杀灭率在 98%左右, 所以山区麦田在广泛使用。一般用量在 30 g ° hm<sup>-2</sup>。然而由于绿磺隆生物活性很高, 在土壤中有一定的残留性, 残留于土壤中的绿磺隆会对后茬作物生长产生一定的危害。在北纬 52°的气候条件下分解缓慢对油菜影响很大, 经过 3 a 生产观察, 使用 30 g 绿磺隆秋翻地种植油菜出苗率仅有 15%, 使用 15 g 绿磺隆出苗率达 40%。

因此, 在北纬 50°左右山区, 不能选择喷施绿磺隆的前茬种植油菜。

2 大豆茬

大豆喷施的苗前除草剂和乙草胺配合使用对尖阔叶草具有有效的杀灭作用被广泛使用。豆磺隆可溶性粉剂残效期较长, 对油菜危害较大。近年来由于大豆种植面积大, 轮作品种单一, 有些农户缺乏对农药残留危害的认识, 不少农户多年种植的大豆地的后作种植油菜等敏感作物。1999 ~ 2001 年铁帽山农场和加河农场油菜受害面积达 250 hm<sup>2</sup> 以上。有 100 hm<sup>2</sup> 由于药害减产 50%, 有 50 hm<sup>2</sup> 减产 60%, 其余减产 40%。

因此, 喷施豆磺隆的地块不可以种植油菜, 必须间隔一个生长季节。

3 油菜生长期田间除草剂

多种商品的油菜除草剂的主要成分都是胺苯磺隆(油磺隆)。胺苯磺隆是侧链氨基酸合成的抑制剂, 抑制乙酰乳酸合成酶。主要用来防除猪殃殃、大巢菜、繁缕、碎米荠、雀舌草、母菊、野芝麻、蓼、鼬瓣花、苋、看麦娘、稗草等单、双子叶杂草。油菜 3 ~ 4 叶期, 杂草苗前或苗后早期施药, 用有效成分 22.5 ~ 30.0 g ° hm<sup>-2</sup>, 兑水 600 ~ 750 L, 均匀喷雾。

(黑河市爱辉区 农业技术推广中心)