

冬小麦籽粒蛋白质组分的形成 规律及其调控研究*

蒋纪芸 苏佩

(西北农业大学农学系, 陕西杨陵·712100)

S512.101

摘 要 冬小麦灌浆期间籽粒蛋白质各组分形成时间不同, 清蛋白和球蛋白主要在籽粒形成期和灌浆前期形成; 醇溶蛋白和谷蛋白主要在灌浆期形成, 直至成熟后仍有增长。增加施N量, 或中后期追N或喷N等措施对增加醇溶蛋白和谷蛋白效果显著, 对籽粒的加工品质有所改善, 但对清蛋白和球蛋白含量影响较小, 对改善营养品质作用有限。

关键词 冬小麦, 蛋白质组分, 球蛋白, 清蛋白, 醇溶蛋白, 谷蛋白

中图分类号 S512.062, S331

蛋白质总量虽与小麦品质密切相关, 但要深入了解决定小麦营养和加工品质的机制及其调控措施, 仅停留在蛋白质总量的研究上是远远不够的。已有资料表明, 小麦籽粒蛋白质是由清蛋白、球蛋白、醇溶蛋白和谷蛋白4种蛋白组成, 前两种蛋白决定其营养品质, 后两种决定加工品质^[1], 但对各组分的形成动态及其影响因素的研究, 目前所见资料甚少^[2,3]。从有效改善小麦品质的观点出发, 本文着重探讨了N素营养对蛋白组分形成的影响, 试图为小麦品质研究和生产提供一定依据。

1 材料与方法

1.1 试验地力与材料

试验于1990~1992年在西北农业大学农作一站进行。选用品种为小偃6号。地力条件: 1990年小麦播种前地力全N 0.085%, 有机质 1.060%, 碱解N 59 $\mu\text{g/g}$, 速效磷 16 $\mu\text{g/g}$; 1991年全N 0.087%, 有机质 1.230%, 碱解N 73 $\mu\text{g/g}$, 速效磷 11 $\mu\text{g/g}$, 各试验除处理项外, 田间管理力求做到均匀一致。

1.2 试验设计

1.2.1 不同施N水平试验(底肥) 施N水平分别为0(CK), 22.5, 67.5, 112.5, 157.5, 202.5, 247.5 kg/hm^2 7个水平(尿素折合, 下同)。

1.2.2 不同时期施N试验 分别在播前(底肥)、返青、拔节和抽穗期, 一次施纯N 67.5 $\mu\text{g/hm}^2$, 以不施肥作对照(CK)。

1.2.3 叶面喷施尿素液试验 分别于返青、拔节、扬花期, 喷施尿素溶液, 浓度分别为0(清水, CK), 2%, 3%三个等级, 600 kg/hm^2 。

收稿日期: 1992-12-30。

* 陕西省“七五”课题(渭北旱原小麦高产优质栽培综合配套技术研究)的一部分。

1.3 采样及分析方法

1.3.1 取样及样品处理 在抽穗期选取生长一致、大小相近、同一天抽穗的茎秆挂牌标记,开花时保留同天抽穗且同天开花的样穗。开花后第 3 d 起取样,以后每隔 3 d 取样 1 次,每次 20 穗,及时剥出籽粒在 120℃烘箱中杀青 20 min,再于 65℃下烘至恒重,用高速样品粉碎机粉碎,过 100 目筛,测定蛋白质组分含量。

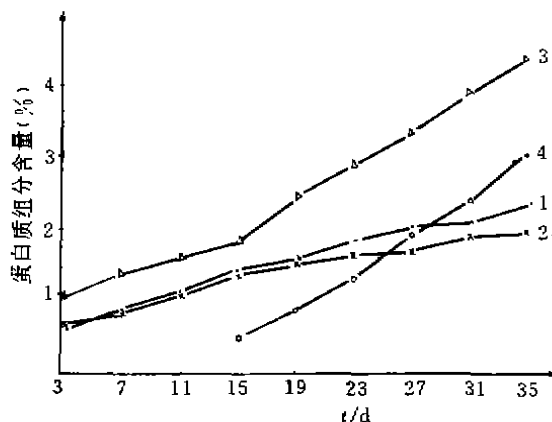
1.3.2 分析、定量方法 根据 Osborne 关于小麦蛋白质组分的定义,分别用蒸馏水,2%的氯化钠溶液,70%乙醇及 0.5%的 KOH 溶液,采用连续振荡法提取小麦种子中的清蛋白(水溶蛋白),球蛋白(盐溶蛋白),醇溶蛋白和谷蛋白(稀酸或稀碱溶蛋白),并用凯氏定 N 法对提取物进行定量。

2 结果与分析

2.1 小麦灌浆期籽粒蛋白质组分的形成规律

从附图可以看出,在小麦灌浆过程中,清蛋白和球蛋白主要在籽粒形成期和灌浆前期形成,灌浆中后期增加较小。这是因为这两种蛋白都是由分子量较小的肽链组成,主要存在于种子的胚及糊粉层部位,故在籽粒形成期形成和积累较多,在灌浆的中后期种胚已基本成熟,积累量较小,在接近蜡熟期时,籽粒中这两种蛋白的含量基本趋于稳定。

谷蛋白在籽粒形成始就开始积累,但增加幅度较小,从开花后 15 d 起谷蛋白几乎呈直线上升,直至灌浆结束;醇溶蛋白的形成主要在灌浆开始后,即从开花后 15 d 起至灌浆结束。因此,在灌浆期,所有影响干物质形成和转移的不利因素都会影响这两种蛋白的形成和积累,从而影响籽粒的加工品质。这也进一步说明了小麦生长后期阴雨天气,影响小麦加工品质的原因。



附图 小麦灌浆过程中籽粒蛋白质组分的变化(1991)

1. 清蛋白; 2. 球蛋白; 3. 谷蛋白; 4. 醇溶蛋白

表 1 不同时期籽粒醇溶蛋白和谷蛋白含量

%

项 目		重 复								X
		1	2	3	4	5	6	7	9	
醇溶蛋白	①	3.00	2.94	2.91	3.03	3.05	2.90	2.97	2.92	2.97
	②	3.26	3.30	3.35	3.24	3.21	3.31	3.33	3.29	3.29
谷蛋白	①	4.31	4.29	4.37	4.35	4.28	4.45	4.33	4.30	4.31
	②	4.66	4.57	4.60	4.54	4.59	4.65	4.63	4.58	4.60

注: 1) 收获时测定结果; 2) 收获后放置 30 d 测定结果; $t_{\text{醇}} = 28.20^{**}$, $t_{\text{谷}} = 14.45^{**}$ ($t_{0.05} = 2.15$, $t_{0.01} = 2.97$, $V = 14$).

另外,同一处理灌浆结束时籽粒蛋白质含量与收获后放置 30 d 的籽粒相比,清蛋白

和球蛋白含量变化不大,而醇溶蛋白和谷蛋白含量,其灌浆结束时的测定值都偏小(表1)。由此可以证明醇溶蛋白和谷蛋白含量在种子收获后可进一步提高,即人们常说的“后熟作用可改善面粉品质”。因此,在生产上,小麦收获后在适宜条件下晾晒保存,有利于提高其加工品质。

2.2 不同施N处理对籽粒蛋白质组分含量的影响

2.2.1 施N水平(作底肥)对籽粒蛋白质组分及含量的影响

大量研究资料已证实,随施N量的增加可有效地提高蛋白质总量^[4~6],但有关施N量对蛋白质各组分含量的影响几乎未见报道。本研究以不同施N量作底肥,分析其对蛋白质组分的影响(表2)。从表2可以看出,随施N量的增加,籽粒中清蛋白含量相应上升,但增加幅度较小。从氮肥对清蛋白增加的效应看,施N量的水平可以分为0~112.5 kg/hm²与157.5~247.5 kg/hm²两个范围,在各自范围内施N量间清蛋白含量的增加差异不明显,但两范围间的处理差异显著。从清蛋白占组分的百分比分析,随施N量的增加其百分率大致呈下降的趋势,这主要是由于随施N量的增大,其余组分特别是醇溶蛋白和谷蛋白含量增加较清蛋白更明显的缘故,因为清蛋白主要存在于种胚中,而种胚在籽粒中的比例是比较稳定的,仅占种子重的2%~3%。

表2 不同施N水平对蛋白质组分的影响

g. %

施N量 (kg/hm ²)	清蛋白			球蛋白			醇溶蛋白			白谷蛋白		
	含量	比CK 增加	占组分	含量	比CK 增加	占组分	含量	比CK 增加	占组分	含量	比CK 增加	占组分
0(CK)	2.08	—	19.75	1.82	—	17.28	2.75	—	26.12	3.88	—	36.85
22.5	2.19	5.19	19.69	1.87	2.75	16.82	2.94	6.91	26.44	4.12	6.19	37.05
67.5	2.23	7.21	19.31	1.90	4.40	16.45	3.04	10.55	26.32	4.38	12.89	37.92
112.5	2.37	13.94	19.00	1.97	8.24	15.80	3.32	20.73	26.62	4.79	23.45	38.41
157.5	2.38	14.42	18.61	2.09	14.84	16.34	3.36	22.18	26.27	4.95	27.58	38.70
202.5	2.35	12.98	18.33	2.07	13.74	16.15	3.40	23.64	26.52	5.00	28.87	39.00
247.5	2.35	12.98	18.46	2.02	10.99	15.87	3.38	22.91	26.55	4.98	28.35	39.12

注:蛋白质含量指100g小麦籽粒中含该蛋白的克数。

同清蛋白相似,随底肥中施N量增加,籽粒中球蛋白含量均比对照有所提高,但提高幅度也不大。随施N量增加,各处理籽粒球蛋白占组分的比例都小于对照。

各处理籽粒醇溶蛋白含量随施N量的增加比对照有明显提高。在施N 0~67.5 kg/hm²范围内各处理间含量均有明显差异;在施N 112.5~247.5 kg/hm²范围内,各处理醇溶蛋白含量虽比前几个处理有明显提高,但仅施N 202.5 kg/hm²处理与其他处理间差异显著外,其余各处理间含量差异均未达到显著水平。但各处理醇溶蛋白占组分的比例都高于对照,说明增施N肥对籽粒醇溶蛋白增加效果大于清蛋白和球蛋白。

同醇溶蛋白相似,增施N肥各处理谷蛋白的含量都比对照有明显提高。方差分析表明,在施N 112.5~247.5 kg/hm²范围内各处理间含量差异不显著,但与其他处理相比,均达极显著水平。各处理谷蛋白占组分的比例均明显高于对照,说明增施N肥对籽粒中谷蛋白增加最为明显(表2)。

由此可见,增施N肥均能提高4种蛋白质的含量,但各组分的增加不是均等的。即主

要增加了与加工品质密切相关的醇溶蛋白和谷蛋白的含量。

2.2.2 施 N 时期对籽粒蛋白质组分的影响

由表 3 可见,不同时期施 N 均可提高蛋白质各组分含量。等量 N 肥不同时期施用对组分的影响主要表现在拔节期以后。对不同施 N 时期籽粒蛋白质各组分含量进行方差分析表明,随施 N 时期后移,4 种组分含量均有所提高,其中拔节期、抽穗期施 N,4 种蛋白质含量明显高于作底肥或返青肥,但拔节期与抽穗期施 N 之间,其含量差异不明显;4 种蛋白占组分的百分比,清蛋白、球蛋白、谷蛋白在拔节以后施 N,均略有下降,但醇溶蛋白所占的百分比却有所提高。可见,后期施 N 对醇溶蛋白影响最大。

表 3 施 N 时期对蛋白质组分的影响

g. %

施 N 时期	清蛋白			球蛋白			醇溶蛋白			谷蛋白		
	含量	比 CK 增加	占组分	含量	比 CK 增加	占组分	含量	比 CK 增加	占组分	含量	比 CK 增加	占组分
0(CK)	2.09	—	20.67	1.78	—	17.61	2.47	—	24.23	3.77	—	37.29
底 肥	2.22	6.22	20.44	1.84	3.37	16.94	2.66	7.69	24.49	4.14	9.81	38.13
返青肥	2.22	6.22	20.40	1.81	1.69	16.64	2.68	8.50	24.63	4.17	10.61	38.33
拔节肥	2.36	12.92	20.61	1.92	7.87	16.77	2.87	16.19	25.07	4.30	14.06	37.55
抽穗肥	2.38	13.88	20.55	1.92	8.03	16.58	2.92	18.22	25.22	4.36	15.65	37.65

2.2.3 不同时期根外喷 N 对蛋白质组分的影响

不少报道指出,后期根外喷 N 对提高小麦籽粒蛋白质含量最经济有效^[7],但对蛋白质各组分含量的影响未见报道。本研究结果(表 4)表明,不同时期喷 N 对蛋白质组分均有影响。通过对各组分含量平均值的新复极差检验,各处理间清蛋白、球蛋白、醇溶蛋白、谷蛋白含量差异均达极显著水平。不同处理间的交互作用也较明显。

表 4 不同时期根外喷 N 对籽粒蛋白质组分的影响

%

蛋白质 组分	喷 N 时期(A)、浓度(B)								
	返青期			拔节期			扬花期		
	0	2%	3%	0	2%	3%	0	2%	3%
清蛋白	2.06	2.11	2.11	2.13	2.13	2.22	2.11	2.23	2.31
球蛋白	1.72	1.77	1.78	1.72	1.79	1.80	1.74	1.84	1.88
醇溶蛋白	2.64	2.79	2.84	2.67	2.80	2.88	2.68	2.86	2.99
谷蛋白	4.07	4.15	4.21	4.07	4.27	4.39	4.09	4.36	4.53

注:1)清蛋白 $F_A=59.2^{**}$, $F_B=35.44^{**}$, $F_{A \times B}=5.42$; 2)球蛋白 $F_A=9.3^{**}$, $F_B=57^{**}$, $F_{A \times B}=1.37$;

3)醇溶蛋白 $F_A=11.43^{**}$, $F_B=94.56^{**}$, $F_{A \times B}=2.13$; 4)谷蛋白 $F_A=43.96^{**}$, $F_B=124.5^{**}$, $F_{A \times B}=10.61^{**}$, ($F_A, F_{0.01}=6.01, df=2; F_B, F_{0.01}=6.01, df=2; F_{A \times B}, F_{0.01}=4.58, df=4$)

由表 4 还可以看出,扬花期喷 3% 的尿素液,对提高蛋白质各组分含量的效果最好。尤其对醇溶蛋白和谷蛋白含量的提高最为显著,是一项提高加工品质的有效措施。

3 小 结

本试验研究了与小麦营养品质(清蛋白、球蛋白)及加工品质(醇溶蛋白、谷蛋白)有关的蛋白质组分的形成规律及不同施 N 条件对其组分含量的影响。结果指出:小麦籽粒形成期和灌浆期间其蛋白质各组分形成时间不同,清蛋白和球蛋白主要在籽粒形成期(开花

后14 d左右)与灌浆前期形成,灌浆中后期增长幅度不大。醇溶蛋白和谷蛋白主要在灌浆期形成,上升幅度显著。故灌浆期遇到不利灌浆的因素均会影响这两种蛋白形成,从而降低加工品质。

采取增施N肥(底肥)或中后期追N、喷N等措施,均能提高蛋白质各组分含量,但不均等。增施N量对增加谷蛋白最显著;后期施N对增加醇溶蛋白明显;这些措施对提高清蛋白与球蛋白作用有限,因他们主要存在于种胚内,而种胚占种子重量的比例相当稳定,不易受外界条件影响而改变。所以施N对调控小麦加工品质作用较大。

参 考 文 献

- 1 赵广才. 叶面喷N对冬小麦籽粒品质和加工品质的影响. 北京农业科学, 1990; (3): 38~41
- 2 彭永欣, 郭文善, 严六零等. 小麦栽培与生理. 南京: 东南大学出版社, 1992; 140~142
- 3 杨根海, 梅楠. 用 N^{15} 示踪研究小麦品质 I. 后期施N对冬小麦籽粒品质及籽粒蛋白质组分的影响. 北京农业大学学报, 1986; 12(4): 393~399
- 4 邓新民. 增施N肥是提高小麦籽粒蛋白质及氨基酸含量的有效途径. 陕西农业科学, 1988; (4): 14~16
- 5 TIMMS. The baking quality and protein characteristics of a winter wheat grown at different levels of nitrogen fertilization. *J Sci Reed Agric*, 1981; 32: 684
- 6 苏佩, 蒋纪芸. 小麦籽粒蛋白质积累规律的研究. 西北农业大学学报, 1992; 20(3): 59~63
- 7 蒋纪芸, 翟允祺, 马长德等. 渭北旱地小麦高产优质施肥问题研究. 西北农业大学学报, 1991; 19(1): 12~17

Formation Law and Control of Grain Protein Components in Filling Duration of Winter Wheat

Jiang Jiyun Su Pei

(Agronomy Department, Northwestern Agricultural University, Yangling, Shaanxi, China, 712100)

Abstract In the filling duration of winter wheat, the formation time of the component parts in grain protein differs from each other. Grain Albumin and Globulin contents are mainly from the grain formation mainly formed in the whole filling duration and even continue to grow after the grain maturity. Increasing N of todressing N in thd middle or later of grain growth, of spraying N willeffectively promote thd percentage processing grain quality. But these measures will have little effects upon the percentage promotion of grain Albumin and Glutelene contents as well as the improvement of nutrition qualities.

Key Words winter wheat, protein component, globulin, albumin, prolamine, gluteline