

冬小麦籽粒氨基酸的形成规律及其调控研究

蒋纪芸 张林生

(西北农业大学农学系, 陕西杨陵·712100)

摘 要 冬小麦灌浆期间, 籽粒中 TAA 呈“V”型变化, 低谷出现在开花后第 20~28 d; 随施 N 量增加, TAA 亦增加, 但“V”型的峰谷趋于平缓。灌浆期间籽粒中的 EAA 呈平缓下降状态, 其干重含量从 30 g/kg 下降到 23 g/kg; 增施 N 肥可提高 EAA 总量, 但对各种 EAA 的增长幅度不同, 对 Thr, Lys, Met, Leu, Phe 的调节幅度大, 对 Ileu 的调节幅度小。施 N 肥对 TAA 和 EAA 调节作用的大小随品种而不同, 小偃 6 号显著大于小偃 107。

关键词 冬小麦, 氨基酸, 形成规律, 调控研究

中图分类号 S512.106.2, S331

蛋白质含量是衡量小麦营养品质的最重要指标, 增施 N 肥可以提高其含量。近年来随着小麦籽粒品质研究的深入发展, 有关 N 肥对蛋白质组分的影响已有一些研究^[1~3], 但对形成蛋白质的原料——氨基酸影响的研究较少^[4~6], 特别是对灌浆过程中氨基酸的动态变化研究更少, 且过去的研究大多只是分析成熟种子中的状况。氨基酸中的必需氨基酸含量及其之间的比例, 对改善小麦蛋白质的营养品质至关重要^[3,5]。为此, 本文着重对小麦籽粒灌浆期间氨基酸的动态变化及 N 素状况对其含量的影响进行了初步探讨, 为 N 肥对小麦品质的调节效应提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料、地力与方法

试验于 1991~1993 年在西北农业大学农作一站进行。选用品种为小偃 6 号和小偃 107。1991 年小麦播前地力为全 N 0.87 g/kg, 有机质 12.3 g/kg, 碱解 N 73 mg/kg, 速效磷 17 mg/kg; 1992 年依次为 0.95 g/kg, 11.8 g/kg, 70 mg/kg, 18 mg/kg。

1.2 试验处理

施 N 水平(尿素折合纯 N)分别为 0(CK), 67.5(低), 157.5(中), 247.5(高)kg/hm², 四个等级, 一律作底肥。

1.3 采样及样品处理

抽穗期选择生长一致, 大小相似, 同天抽穗的茎秆挂牌标记, 保留同天开花的样穗, 开花后第 4 d 起取样, 以后每 4 d 取样 1 次, 直至收获。取样时间为上午 8:00~9:00, 每次取 20 穗。采回后及时剥出籽粒, 计粒数, 称鲜重, 然后在 120℃烘箱内杀青 20 min, 再于 65℃下烘干至恒重, 称干重。用高速粉碎机粉碎混匀, 100 目过筛, 供分析用。

1.4 分析方法

上述样品经 HCl 水解成氨基酸样液, 美国 Beckman 121 MB 型氨基酸自动分析仪测

收稿日期: 1994-01-31.

定 17 种氨基酸(用此法色氨酸全部被破坏),即天冬氨酸(Asp)、苏氨酸(Thr)、丝氨酸(Ser)、谷氨酸(Glu)、丙氨酸(Ala)、脯氨酸(Pro)、胱氨酸(Cys)、甘氨酸(Gly)、缬氨酸(Val)、蛋氨酸(Met)、异亮氨酸(Ileu)、亮氨酸(Leu)、酪氨酸(Tyr)、苯丙氨酸(Phe)、赖氨酸(Lys)、组氨酸(His)和精氨酸(Arg)。

2 结果与分析

两年试验结果趋势一致,为节省篇幅,本文主要用 1993 年资料加以分析。

2.1 灌浆期间籽粒总氨基酸(TAA)的变化及其调控

2.1.1 TAA 的变化规律 小麦开花后,营养器官中的含 N 物以氨基酸形态转运到籽粒,直接或转化成其它氨基酸,再形成蛋白质。从图 1 可看出:灌浆期间 TAA 变化呈“V”型,低谷出现在花后 20~28 d,这时由于大量积累碳水化合物,籽粒中蛋白质浓度被稀释。实际上千粒籽粒中 TAA 的绝对量几乎呈直线型上升;开花~第 16 d 积累较慢;第 16~32 d 积累加速;第 33 d 至收获,积累速度又减慢(图 2)。

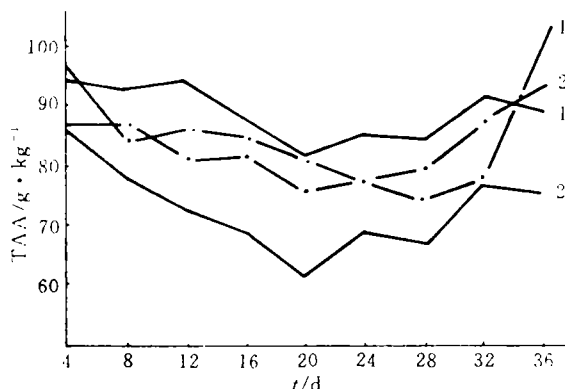


图 1 小麦灌浆期间总氨基酸动态变化(CK)

—•— 1992; — 1993

1. 小偃 6 号; 2. 小偃 107

在籽粒形成初期测试的氨基酸中, Asp, Ser, Val, Ileu, Lys 和 Arg 含量较多,而 Glu, Pro 和 His 含量甚少。灌浆中、后期测定的氨基酸中,以 Glu, Pro, Cys 含量较高,有利于贮藏蛋白的形成。

2.1.2 施 N 量对 TAA 的调节作用 小麦籽粒中 N 是由整个生长期各营养器官中的 N 提供的,而各器官中含 N 物的多寡又与施 N 量密切相关。图 3 表明:增施 N 肥后,灌浆过程中籽粒 TAA 含量增加,始终表现为高 N > 中 N > 低 N > CK,并表现出随施 N 量的增加“V”的峰谷变化趋于平缓,说明高 N 情况下籽粒中 TAA 积累强度增加,降低了碳水化合物的稀释作用。

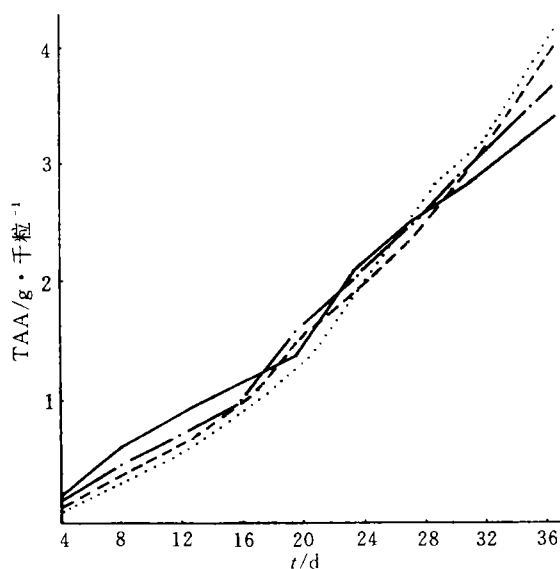


图 2 不同施 N 量千粒重中 TAA 含量的变化(小偃 6 号)

— CK; —•— 低 N; - - - 中 N; ····· 高 N

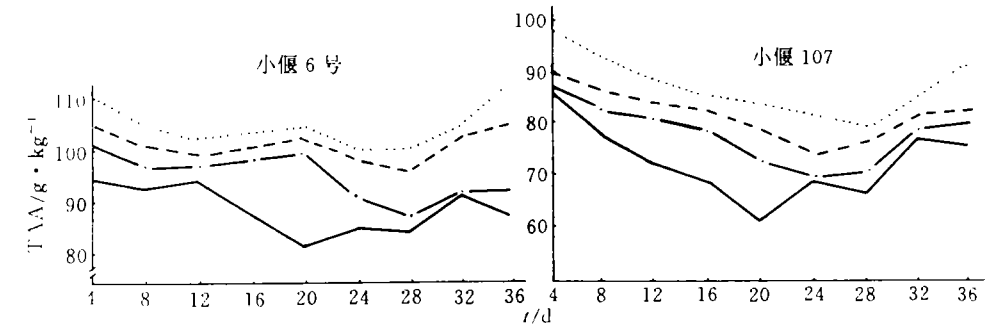


图 3 不同施 N 对 TAA 的影响

2.1.3 品种间 TAA 的差异 小麦籽粒品质的优劣除环境因素外,很大程度上还取决于品种本身的遗传性。参试的两个品种,从种性看小偃 6 号的品质优于小偃 107。灌浆期间 TAA 变化总趋势两者相似,均呈“V”型,但两品种对施等量 N 肥所起的调节作用不尽相同。从图 3 可看出,两品种在同一时期,TAA 不论在含量或增施 N 肥后增加的强度上均为小偃 6 号>小偃 107(表 1)。成熟种子中施等量 N 肥(表 1),与各自的对照相比,小偃 6 号 TAA 增长量是小偃 107 的 2~3 倍。说明前者对 N 肥的反应比后者灵敏,N 肥对其改善品质的调节作用大,效益亦高。

表 1 成熟种子中 TAA 含量 g/kg

施肥处理	小偃 6 号	± %	小偃 107	± %
CK	82.68	0	76.90	0
低	91.14	10.23	81.38	5.83
中	106.33	28.96	83.88	9.07
高	116.66	41.10	94.18	22.47

2.2 灌浆期间籽粒必需氨基酸(EAA)变化规律及其调控

组成蛋白质的 20 种氨基酸中,有 8 种氨基酸(Lys, Try, Met, Phe, Thr, Leu, Ileu, Val)是人与动物不能在体内合成,必需靠食物供给的。因此其含量的多少,直接影响小麦籽粒的营养品质。为了更确切地评价籽粒的营养品质,在评定 EAA 含量高低时,采用其占麦粒干物重的比例来考察^[4]。

2.2.1 EAA 的变化规律 籽粒灌浆期间 EAA 的变化随灌浆过程进行呈较平稳的下降趋势(图 4)。以小偃 6 号的 CK 为例,其干重含量从灌浆初期的 30 g/kg 逐渐下降到成熟时的 23 g/kg。这是由于灌浆前期碳水化合物积累较慢,而后期碳水化合物积累量较多导致 EAA 相对含量下降。实际上,随灌浆进行,千粒种子中 EAA 的绝对含量与 TAA 一样,呈直线上升。小偃 6 号从开花一收获,每千粒种子中 EAA 含量从 0.02 g 增至 1.4 g,小偃 107 从 0.012 g 增至 1.188 g。其中开花一第 12 d 增长较慢,第 12~32 d 增长加速,以后又减慢。

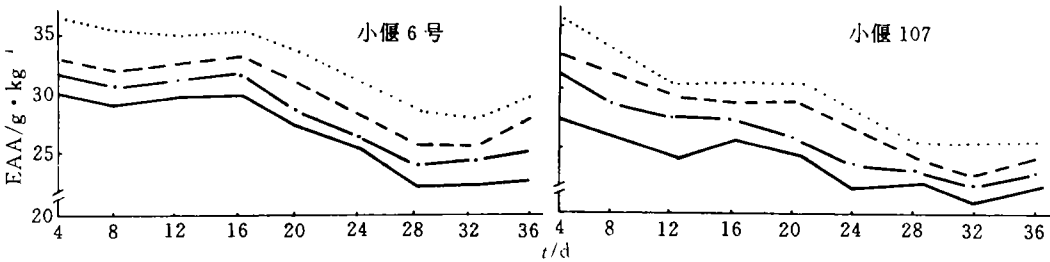


图 4 不同施 N 量对 EAA 的影响

灌浆期间 EAA 在 TAA 中所占比重为开花—第 16 d 含量较高,占 32%~33%,以后逐渐下降,收获种子中不论品种间或施 N 处理间都稳定在 26%~27%(表 2)。

表 2 EAA 在 TAA 中的含量 %

品 种	处 理	开花后天数/d								
		4	8	12	16	20	24	28	32	36
小偃 6 号	CK	31.3	32.4	32.0	31.7	31.2	27.7	27.3	26.9	26.3
	低 N	32.6	32.5	31.9	32.6	30.1	30.2	28.1	29.1	27.4
	中 N	34.2	36.03	32.9	31.6	30.6	28.9	24.5	25.5	26.7
	高 N	33.6	32.4	33.0	31.2	29.5	30.2	28.3	27.1	26.5
小偃 107	CK	31.4	32.4	32.0	31.6	31.2	27.8	27.3	26.9	26.4
	低 N	32.7	32.9	33.4	32.8	31.1	30.1	29.1	28.2	26.8
	中 N	32.5	32.9	32.1	32.0	31.2	26.9	27.7	28.0	26.7
	高 N	33.0	32.1	32.1	31.6	29.6	28.2	27.3	28.1	27.1

2.2.2 施 N 对 EAA 的调节作用 图 4 及千粒籽粒中 EAA 的测定结果表明,增施 N 肥可以增加 EAA 的含量^[3,7]。2 个品种的 4 种施 N 处理,成熟种子中 EAA 在 TAA 内所占比例均为 26%左右。这一研究结果,支持了认为施 N 可以提高蛋白质各组分的绝对含量,但很难改变蛋白质各组分之间所占比例的观点^[1]。即要想通过增施 N 肥提高必需氨基酸含量,以增加富含必需氨基酸的清、球蛋白在蛋白质组分中所占的百分比是困难的。

增施 N 肥可以提高各种 EAA 含量(表 3),且其含量随施 N 量的增加而增加,但各种 EAA 增加的幅度不是等同的。增施 N 后,小偃 6 号对 Lys, Met, Thr, Leu 等 4 种氨基酸增值幅度大;小偃 107 对 Met 增值幅度特大(见表 3)。增 N 对 Ileu,在两个品种中均表现为最迟钝,调节效应小。

表 3 不同施 N 量对成熟种子中各种 EAA 的调节作用 g/kg

名 称	小偃 6 号						小偃 107					
	CK	低	中	高	低、中、高 平 均	比 CK ±%	CK	低	中	高	低、中、高 平 均	比 CK ±%
Thr	2.33	2.95	2.99	3.22	3.03	30.32	2.36	2.43	2.49	2.70	2.54	7.63
Lys	2.72	3.22	3.54	3.83	3.33	29.78	2.87	3.07	3.11	3.20	3.13	8.94
Met	0.35	0.39	0.44	0.53	0.42	29.52	0.29	0.42	0.47	0.47	0.41	56.32
Val	4.31	4.92	5.50	6.02	5.48	27.15	4.18	4.32	4.43	4.50	4.42	5.66
Ileu	2.83	2.96	3.05	3.48	3.16	11.66	2.93	2.98	3.08	3.12	3.06	4.43
Leu	5.96	6.88	7.89	8.55	7.77	30.37	5.45	5.85	6.08	6.75	6.23	14.31
Phe	3.75	4.05	4.94	5.44	4.81	28.27	3.48	3.67	3.66	4.25	3.86	10.92

2.2.3 品种间 EAA 的差异 在相同条件下,两品种成熟种子中的 EAA 均随施 N 量的增加而提高,但提高幅度品种间有差异。小偃 6 号对增 N 的调节效应明显。在 100 g 籽粒干重中,高 N 含 EAA 为 3.107 g,中 N 为 2.835 g,低 N 为 2.537 g,CK 为 2.225 g,依次比 CK 增加 41.85%、30.40% 及 14.54%,差异达极显著或显著水平;小偃 107 对增施 N 反应较迟钝,EAA 含量高 N 为 2.499 g,中 N 为 2.332 g,低 N 为 2.276 g,CK 为 2.156 g,各处理比 CK 依次增加了 14.03%、2.19% 及 0.44%。其中只有高 N 与 CK 相比,差异达显著水平,中 N 和低 N 处理与 CK 相比差异不显著,说明品种间,EAA 含量存在种性的差异^[9];相同措施对它们的调节效果亦不同,对 N 的调节作用,小偃 6 号>小偃 107。

3 小 结

1)小麦灌浆期间,以籽粒干重为基数,TAA 呈“V”型变化,低谷出现在开花后第 20~28 d;而千粒种子中 TAA 的绝对含量几乎呈直线上升。不同 N 水平可调节 TAA 含量,随施 N 量增加而增加,但“V”的峰谷趋向平缓,说明增 N 可加强 TAA 的积累强度,减轻了碳水化合物的稀释程度。

2)随灌浆过程的进行,籽粒中的 EAA 呈平缓下降趋势;千粒种子内 EAA 的绝对含量与 TAA 相似,也呈直线上升。不同 N 水平可调节 EAA 的多寡,但很难改变 EAA 在 TAA 中所占的比例(占 26%左右)。等量 N 对各种 EAA 的调节幅度不等同,对 Thr,Lys,Mer,Leu,Phe 的调节幅度大,对 ILeu 的调节幅度小。

3)施 N 肥对 TAA 和 EAA 调节作用的大小随品质而异。本试验中小偃 6 号对 N 水平的反应显著大于小偃 107。因此,在优质栽培中,不仅要选择优质种性的品种,还应选择对优质栽培措施反应敏感的品种,以达到良好的经济效益。

参 考 文 献

- 1 蒋纪芸,苏 佩.冬小麦籽粒蛋白质组分形成规律及其调控研究.西北农业大学学报,1993(3):1~5
- 2 杨根海,张起刚,陈佐良等.用¹⁵N 示踪研究小麦品质,Ⅱ 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):393~393
- 3 彭永欣,郭文善,严广零等.小麦栽培与生理.南京:东南大学出版社,1992:136~142
- 4 王中棋,张国平,郭力其等.不同生态型品种籽粒蛋白质含量和氨基酸组成的变化.浙江农业大学学报,1987,13(2):174~179
- 5 相崇力,罗树中.小麦品种籽粒氨基酸组成平衡分析.种子,1990(1):15~17
- 6 赵广材.冬小麦籽粒发育中蛋白质和氨基酸含量变化及喷 N 效应的研究.中国农业科学,1989,22(5):25~24
- 7 G·诺顿.植物蛋白.北京:科学出版社,1983:298~304
- 8 吴显荣,宋高友,白玉军.中国小麦品种的蛋白质和氨基酸生化分析.北京农业大学学报,1983,9(1):35~42
- 9 凌启鸿,彭永康.稻麦研究新进展.南京:东南大学出版社,1991:49~61

The Formation Law and Control Study of Amino Acids in Grains of Winter Wheat

Jiang Jiyun Zhang Linsheng

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

Abstract In the filling stage of winter wheat, TAA in grains changes in “V” shape. Its valley appears to be 20 to 28 days after the blossom. TAA increases with N increase. “V” peak and valley tend to become smooth. In the filling stage, EAA in grains decreases gently when its contents change at the rate of 30g to 23g per KG. Increasing N will effectively promote the whole contents of EAA. But, the increasing rate in contents differs with every kind of EAA. To Thr, Lys, Met, Lea and Phe, the rate is high, but to Ilea, the rate is low. The effect of N application to TAA and EAA differs with different kinds of wheat varieties.

Key words winter wheat, Amino acid, formation law, control study