

# 施氮对稻米蛋白质、氨基酸含量的影响

王德仁, 卢婉芳, 陈 苇

(中国水稻研究所, 浙江杭州 310006)

## Influence of nitrogen application on protein and amino acid contents in rice

WANG De-ren, LU Wan-fang, CHEN Wei

(China National Rice Research Institute, Hangzhou 310006, China)

中图分类号: S511.062

文献标识码: A

文章编号: 1008-505X(2001)03-0353-04

稻米蛋白质和各种氨基酸含量是稻米营养价值的一个重要指标,尤其是人体不能合成的赖氨酸含量的高低对稻米的营养价值更为重要。本项试验通过分析研究不同施氮量以及等氮量条件下水稻生长前、中、后期不同施氮比例对稻米中蛋白质和各种氨基酸含量的变化,以探讨不同施肥方法对稻米营养价值的影响,为高产、高效、优质的水稻施肥提供依据。

## 1 材料与方 法

试验于 1995~1996 年在湖南祁阳县红壤实验站进行。供试水稻品种为湘早籼 19 号,3 月 25 日播种,4 月 25 日移栽,7 月 17 日收获。供试土壤为红黄泥,其基本理化性质为:全 N 1.53 g/kg,全 P 0.594 g/kg,有效 P 9.7 mg/kg,速效 K 73.0 mg/kg。小区面积为 4m×6m。共进行以下 2 个试验:

不同施氮量对稻米蛋白质、氨基酸含量的影响试验:设施氮量为 N 0、93.75、187.5、281.25、375 kg/hm<sup>2</sup> 等 5 个处理,随机区组设计,4 次重复。各处理不同时期施氮量比例均为:基肥:分蘖肥:穗肥 = 5:3:2,过磷酸钙和氯化钾均作基肥,用量分别为 300 和 150 kg/hm<sup>2</sup>。

不同氮素基、蘖、穗肥比例对稻米蛋白质、氨基酸含量的影响试验:采用裂区设计,主区为移栽密度 90、120 株/m<sup>2</sup> 2 个处理;副区为施肥处理,除对照(CK)外,其它处理均施氮肥 180kg/hm<sup>2</sup>,分为 6 份,按基肥:分蘖肥:穗肥所占份额施用,分别是 0:0:0(CK)、3:0:3、3:1:2、3:2:1、3:3:0 等 5 个处理。所有处理均施过磷酸钙、氯化钾,用量分别为 300、150 kg/hm<sup>2</sup>。3 次重复。

稻米氨基酸含量测定采用日立 835-50 型氨基酸分析仪。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同施氮量对稻米蛋白质、氨基酸含量的影响

稻米氨基酸总量随施氮量的增加而提高,并且呈极显著正相关( $r=0.9949^{**}$ )。在 18 种氨基酸中,天冬氨酸、丝氨酸、谷氨酸、甘氨酸、丙氨酸、胱氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、色氨酸、

收稿日期:2000-01-25

作者简介:王德仁(1942—),男,江苏南京人,副研究员,主要从事水稻营养和稻田种植制度研究。

组氨酸、精氨酸 11 种氨基酸含量与施氮量呈极显著或显著正相关,其余 7 种氨基酸在稻米中的含量与施氮量尽管有一定的正相关,但未能达到显著水平(表 1)。其中对人体营养起重要作用的赖氨酸含量受施氮量高低的影响最小,但仍有随施氮量增加而有提高的趋势。同时,施氮量与糙米中的蛋白质含量有着极其重要的关系。试验表明,施氮量(N)为 0、93.75、187.5、281.25、375 kg/hm<sup>2</sup> 时,糙米中蛋白质含量分别为 10.46%、11.13%、11.63%、12.71%、12.76%,呈极显著的正相关,其相关系数  $r=0.9767^{**}$ 。

表 1 不同施氮量的稻米氨基酸含量(%)

Table 1 Amino acid content in rice with different nitrogen rates

氨基酸 Amino acid	施氮量(kg/hm <sup>2</sup> ) Nitrogen rates					r
	0.00	93.75	187.50	281.25	375.00	
天冬氨酸(ASP)	0.791	0.806	0.811	0.897	0.976	0.9251*
苏氨酸(THR)	0.325	0.335	0.322	0.374	0.410	0.8709
丝氨酸(SER)	0.428	0.440	0.429	0.504	0.557	0.8911*
谷氨酸(GLU)	1.532	1.572	1.664	1.707	1.923	0.9478*
甘氨酸(GLY)	0.414	0.424	0.456	0.460	0.498	0.9713**
丙氨酸(ALA)	0.516	0.520	0.566	0.572	0.618	0.9630**
胱氨酸(GYS)	0.138	0.141	0.157	0.163	0.161	0.9220*
缬氨酸(VAL)	0.553	0.576	0.616	0.571	0.631	0.7298
蛋氨酸(MET)	0.251	0.214	0.260	0.265	0.258	0.5007
异亮氨酸(ILE)	0.370	0.368	0.395	0.392	0.431	0.9078*
亮氨酸(LFU)	0.696	0.710	0.760	0.769	0.806	0.9805*
酪氨酸(TYR)	0.379	0.426	0.440	0.417	0.497	0.8368
本丙氨酸(PHE)	0.491	0.557	0.551	0.537	0.566	0.6954
赖氨酸(LYS)	0.294	0.399	0.331	0.321	0.450	0.5790
色氨酸(TRP)	0.243	0.256	0.261	0.265	0.300	0.9153*
组氨酸(HIS)	0.218	0.228	0.242	0.243	0.264	0.9719**
精氨酸(ARG)	0.680	0.690	0.761	0.849	0.879	0.9742**
脯氨酸(PRO)	0.253	0.261	0.316	0.366	0.322	0.8210
总和 Total	8.572	8.923	9.338	9.672	10.547	0.9749**

注: \*、\*\* 分别表示与施氮量的相关系数达 5%、1% 显著差异水平。

Note: \*, \*\* means significant at 5%, 1% level, respectively.

糙米产量与施氮量有很大的关系,随着施氮量的增加,糙米产量增加很快。当施氮量为 N 281.25 kg/hm<sup>2</sup> 时,糙米产量达到最高(5415 kg/hm<sup>2</sup>),若再增加施氮量则产量开始下降(图 1)。这与水稻生长中营养生长与生殖生长的平衡有关,过量的氮素使生殖生长受到抑制,造成产量的下降。同样,施氮量对蛋白质产量的影响与糙米相似,也是呈一抛物线变化,当施氮量为 N 281.25 kg/hm<sup>2</sup> 时,糙米中的蛋白质总量达 688 kg/hm<sup>2</sup> 的最高值。氨基酸

产量与施氮量在本试验的施肥量内一直保持较好的正相关,  $r = 9785^{**}$ ; 但氨基酸产量的增长速率在高施氮量下已非常缓慢, 且有下降趋势。可见, 随着施氮量的增加, 单位面积的稻米中蛋白质总产量不会无限制地增加, 当达到一定的施氮水平时蛋白质总产量将达到最高值。

### 2.2 不同氮素基、蘖、穗肥用量比例对稻米蛋白质含量的影响

从表 2 中可看出, 在同等施氮量(N) 180 kg/hm<sup>2</sup> 条件下, 水稻移栽密度 120 株/m<sup>2</sup> 处理的平均糙米产量较移栽密度为 90 株

处理的提高了 9.26%。但无论移栽密度高低, 穗肥氮素用量越高, 糙米蛋白质含量也越高, 穗肥氮素用量与糙米蛋白质含量呈极显著正相关( $r = 0.9608^{**}$ )。水稻生长至中后期, 其吸收的氮素主要满足生殖生长的需要, 同化作用而形成的蛋白质主要向子粒中转移, 因此水稻生长后期施用氮素有利于提高子粒中的蛋白质含量。

从蛋白质产量来看, 移栽密度为 90 株/m<sup>2</sup> 的处理时, 以基: 蘖: 穗肥用量比例 3:2:1 的产量为最高, 达到 595.6 kg/hm<sup>2</sup>; 而移栽密度为 120 株/m<sup>2</sup> 时, 则以基: 蘖: 穗肥用量比例 3:1:2 为最高, 达到 663.6 kg/hm<sup>2</sup>。说明移栽密度较高时, 适当减少蘖肥用量仍然可达到糙米和蛋白质产量均较高的效果。

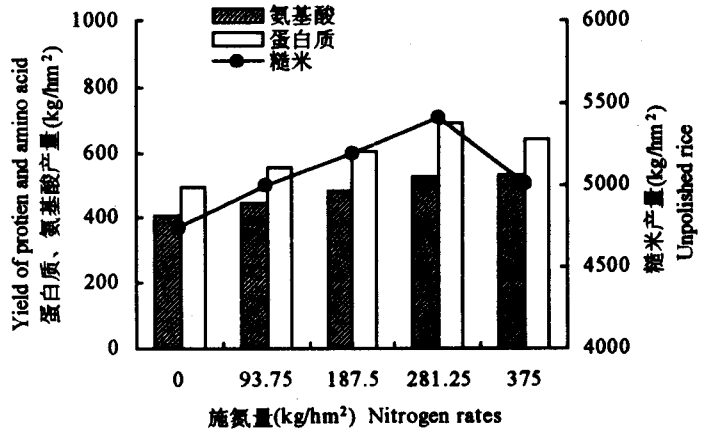


图 1 施氮量对糙米及蛋白质、氨基酸产量的影响。

Fig. 1 The influence of nitrogen fertilizer quantity for protein and unpolished rice.

表 2 不同氮肥用量比例对稻米蛋白质、氨基酸含量的影响

Table 2 Influence of protein and amino acid contents under different nitrogen ratio

移栽密度 Density (no./m <sup>2</sup> )	施氮比例 <sup>1)</sup> N ratio	糙米 Unpolished rice		蛋白质产量 Protien yield (kg/hm <sup>2</sup> )
		产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	蛋白质 (%)	
		Yield	Protien	
90	0:0:0(CK)	3350	10.54	353.1
	3:0:3	4473	12.49	558.7
	3:1:2	4767	12.14	578.7
	3:2:1	5009	11.89	595.7
	3:3:0	4809	11.28	542.5
	120	0:0:0(CK)	3707	10.18
3:0:3		5198	12.57	653.4
3:1:2		5313	12.49	663.6
3:2:1		5229	11.63	608.1
3:3:0		5082	11.19	568.7

1) 施氮比例为基肥: 蘖肥: 穗肥所占份额。N ratio means the portion of basic: tillering: panicle.

### 3 讨论

大部分氨基酸可在人体内合成,但有 8 种氨基酸,即:亮氨酸、异亮氨酸、缬氨酸、苯丙氨酸、蛋氨酸、赖氨酸、苏氨酸、色氨酸。人体内不能合成,需要从食物中摄取<sup>[3]</sup>。

评定一种食物蛋白质的营养价值时,应根据其 8 种必需氨基酸的构成计算其氨基酸评分(营养当量),然后全面综合评定<sup>[3]</sup>。可将该食品中其必需氨基酸含量逐一与此种参考蛋白质中的必需氨基酸相比较(本文计算参考蛋白质为鸡蛋蛋白质),并按下式计算其蛋白质的氨基酸评分即营养当量:

$$\text{蛋白质的氨基酸评分(营养当量)} = \frac{\text{每克待评蛋白质中某种必需氨基酸含量(毫克)}}{\text{每克参考蛋白质中某种必需氨基酸含量(毫克)}} \times 100$$

试验结果表明,施 N 为 0、93.75、187.5、281.25、375 kg/hm<sup>2</sup> 的 5 个处理,其必需氨基酸营养当量的变异系数分别为 0.3677、0.3679、0.3688、0.3671、0.3728,变异系数无显著差异(表 3)。说明不同施氮量处理的稻米的蛋白质营养价值无明显变化。

表 3 必需氨基酸营养当量及其差异显著性

Table 3 Essential amino acid nutrition equivalent weight and significantly different

施氮量 N Rates (kg/hm <sup>2</sup> )	营养当量 Nutrition equivalent weight								CV%
	苏氨酸 THR	缬氨酸 VAL	蛋氨酸 MET	异亮氨酸 ILE	亮氨酸 LFU	苯丙氨酸 PHE	赖氨酸 LYS	色氨酸 TRP	
0	48.9	61.5	58.0	57.9	59.2	68.7	41.1	119.1	0.3677
93.75	50.5	66.5	49.4	57.6	60.4	77.9	55.8	125.5	0.3679
187.5	48.5	71.1	60.0	61.8	64.7	77.1	46.3	127.9	0.3688
281.25	56.3	65.9	61.2	61.3	65.4	75.1	44.9	129.9	0.3671
375	61.7	72.9	59.6	67.4	68.6	79.2	62.9	147.1	0.3728

#### 参考文献:

- [1] 渡边笃二(周奇文,丁纯孝译). 新蛋白食品知识[M]. 北京:中国食品出版社,1987.256~262.
- [2] Bodwell C E. Use of amino acid composition data to Predict Protein nutritive value for adults[A]. In: Bodwell C E *et al* (eds.). Protein quality in Humans: Assessment and in vitro estimation[C]. Westport, AVI, 1980.
- [3] 高俊德,徐鹏. 食品营养及其计算[M]. 北京:中国食品出版社,1987.11.