

氮肥对稻米垩白及蒸煮食味品质特性的影响

金正勋,秋太权,孙艳丽,赵久明,金学泳

(东北农业大学农学院,黑龙江哈尔滨 150030)

摘要:利用稻米品质特性不同的7个粳稻品种,研究了氮肥对稻米垩白率、理化特性及淀粉谱特性的影响。结果表明,随着氮肥施用量的增加,稻米垩白率和直链淀粉含量逐渐降低,胶稠度变短,蛋白质含量提高,而在稻米淀粉谱特性中除糊化开始温度略提高外,其余特性均降低或变小;在水稻全生育期施同等量的氮肥时,与生育前期追施氮肥相比,抽穗期追施氮肥,其稻米的垩白率和直链淀粉含量降低,胶稠度变短,蛋白质含量提高,但对稻米淀粉谱特性的影响很小。品质特性对氮肥的反应敏感程度品种间有差异。

关键词:氮肥;稻米;垩白率;理化特性;淀粉谱特性

中图分类号:R151.3;S143.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1008-505X(2001)01-0031-05

氮素是水稻最重要的养分,也是提高水稻生产能力的重要因素之一。围绕着水稻氮代谢与产量的关系,国内外学者开展了广泛的研究^[1~4],总结出提高水稻产量的科学施肥方法,为大幅度提高产量上做出了重大贡献。然而,关于氮素营养与稻米品质的关系,国外已有许多研究^[5~10],结果表明,随着氮素营养的增加而稻米的蛋白质含量提高,胶稠度变短,最高粘度和下降粘度值变小,蒸煮食味品质变劣。但国内有关这方面的研究报道较少^[11],尤其是氮素营养与稻米淀粉谱特性的关系,国内尚未见报道。

米粒胚乳中具有因淀粉和蛋白质颗粒堵塞疏松而形成的垩白,在碾米时产生较多的碎米,而且影响米粒的透明度,从而降低稻米的商品价值,是稻米外观品质的重要因素。稻米的理化特性及淀粉谱特性是构成稻米蒸煮食味品质的主要因素,其特性和含量的变化直接影响稻米蒸煮食味品质。稻米中的直链淀粉和蛋白质含量是决定稻米蒸煮食味品质特性的最主要化学成分,其含量高稻米的蒸煮食味品质就变劣。胶稠度是评价米饭质地的一项物理指标,胶稠度长,则表示米饭较软柔,短则米饭较硬。淀粉谱特性是反映稻米糊化特性的主要物理指标,与稻米蒸煮食味品质关系很密切。在淀粉谱特性中最高粘度和下降粘度值与饭味、粘性 & 总分呈正相关,而粘滞峰消减值与饭味呈负相关^[12,13]。基于上述问题,利用7个粳稻品种研究了氮肥对稻米垩白率、理化特性及淀粉谱特性的影响,旨在为水稻优质米生产和育种提供理论依据。

收稿日期:1999-11-01

基金项目:东北农业大学青年基金资助项目(1995)。

作者简介:金正勋(1960—),男,吉林图们人,农学博士,副教授,主要从事水稻品质遗传育种及栽培技术研究。

1 材料与方法

1.1 试验设计

选用稻米品质不同的7个粳稻品种(表1),于1996年进行了盆栽试验,盆的规格为直径25cm,高25cm。试验以氮肥做为主处理,设高(H)、中(M)、低(L)3个施氮区和抽穗期追氮区(D),共4个处理;品种做副处理,重复3次。4月23日播种,5月27日插秧,每盆插5棵生长基本一致的苗。施氮肥处理在插秧前每盆施5g磷酸二铵,5g硫酸钾,全层施用;在此基础上低氮肥区不追施尿素,中氮肥和高氮肥区分别追施2g和4g尿素,其中一半在缓苗后做分蘖肥施用,剩余的一半在最高分蘖期施用;抽穗期追氮肥区所施用的尿素量与中肥区相同,每盆2g,其中1g在缓苗后做分蘖肥施用,剩余的1g在抽穗期施用。从插秧至收获期间试验盆固定不动,收获后自然干燥3个月,用小型精米机把稻谷加工成精米,用万能粉碎机粉碎,过直径为0.150mm筛,供分析用。

1.2 品质特性测定方法

1.2.1 垩白率的调查方法 随机取整精米100粒,调查其心白、腹白和背白米粒,以此计算垩白率,重复5次,求平均值。

1.2.2 理化特性的测定方法 稻米直链淀粉含量和胶稠度是按照农业部颁标准方法测定。稻米蛋白质含量的测定是用半微量凯氏定氮法,换算系数为5.95,重复2次,求平均值。

1.2.3 淀粉谱特性的测定方法 将3g米粉放入圆柱型小铝盒里,加25mL蒸馏水,充分混匀后放入日本产的Rapid Visco Analyser III (Newport Scince)仪器上。从50℃开始进行糊化,并把温度逐渐上升到95℃,而后又缓慢冷却下降到50℃。在这一温度变化过程中,从仪器上直接读糊化开始温度,最高粘度(P),最低粘度(H),最终粘度(C)。然后由此计算得到下降粘度值(P-H)和粘滞峰消减值(C-P)。重复2次,求平均值。

2 结果与分析

2.1 氮肥对稻米垩白率的影响

表1 氮肥对稻米垩白率的影响

Table 1 Effect of nitrogen fertilizer on chalkness ratio of rice grain

品种 Variety	L	M	H	D	CV%
合江19	22.8	20.7	19.3	6.8	41.45
上育397	13.8	11.7	10.3	4.3	40.68
东农416	66.3	51.8	67.2	55.0	13.03
富士光	11.7	11.7	4.7	5.2	46.88
东农419	25.5	10.2	5.8	10.5	66.20
东农415	65.5	24.0	22.8	20.0	65.55
滕系140	13.7	11.5	4.5	5.5	51.11
平均	31.3	20.2	19.2	15.3	46.41

注:L、M、H、D依次表示低氮区、中氮区、高氮区及抽穗期追氮区,下同。

Note: L、M、H、D means low, middle, high and heading stage dressing N fertilizer, respectively. same as follows.

由表 1 可见,随着氮肥施用量的增加,各品种稻米垩白率均逐渐下降,而且水稻全生育期施氮量相同时,与生育前期追施氮肥相比,抽穗期追施氮肥更明显地降低稻米垩白率,其降低幅度除东农 416 外,达 0.3%~13.9%,因品种而异。与低肥区相比,中肥区的垩白率降低幅度平均为 11.1%,而与中肥区相比,高肥区的垩白率降低幅度除东农 416 外,平均为 7.8%。说明氮素营养不足是形成垩白米的重要环境因素之一。

2.2 氮肥对稻米理化特性的影响

随着氮肥施用量的增加,胶稠度逐渐变短,蛋白质含量逐渐提高,直链淀粉含量逐渐下降。水稻全生育期施氮量相同时,与生育前期追施氮肥相比,抽穗期追施氮肥,其胶稠度变短,而蛋白质含量有增加,直链淀粉含量略有下降(表 2)。说明氮素营养对稻米理化特性的影响趋势并不一致,其影响既有正向趋势,也有负向趋势。

从表 2 还看出,各品种以蛋白质含量的变异系数为最大,其次是胶稠度,而直链淀粉含量的变异系数最小。说明在上述理化特性中受氮素营养影响最大的是蛋白质含量,其次是胶稠度。另外,对同一理化特性来说其变异系数大小品种间也有差异,说明在稻米理化特性上不同品种对氮素营养的反应强弱有差异。

表 2 氮肥对稻米理化特性的影响

Table 2 Effects of nitrogen fertilizer on the physicochemical properties of rice grain

品种 Variety	胶稠度(mm) Gel consistency					直链淀粉含量(%) Amylose content					蛋白质含量(%) Protein content				
	L	M	H	D	CV%	L	M	H	D	CV%	L	M	H	D	CV%
合江 19	48.3	45.2	43.6	41.0	6.86	17.93	16.82	16.64	17.18	3.33	6.30	6.86	7.39	8.18	11.14
上育 397	57.0	51.0	48.7	40.0	14.36	17.66	17.32	15.97	15.85	5.05	6.31	6.79	8.40	8.46	14.73
东农 416	51.3	50.0	44.7	47.3	6.03	18.09	17.97	17.78	16.90	3.05	5.33	6.38	6.99	7.36	13.62
富士光	49.3	46.0	35.7	36.0	16.64	17.36	17.08	16.99	16.95	1.08	5.07	6.60	7.53	6.95	16.07
东农 419	43.0	38.0	34.7	35.7	9.98	16.59	16.35	16.17	16.53	1.16	5.95	7.15	7.52	7.32	10.11
东农 415	40.0	38.3	32.7	33.3	10.05	17.41	16.33	15.07	15.18	6.88	6.34	8.17	9.03	8.60	14.73
滕系 140	43.3	40.0	34.7	35.3	10.64	17.32	15.92	14.61	16.65	7.19	6.08	7.34	8.59	7.83	14.13
平均	47.5	44.1	39.3	38.3	10.62	17.48	16.83	16.17	16.46	3.96	5.91	7.04	7.92	7.81	13.50

2.3 氮肥对稻米淀粉谱特性的影响

淀粉谱特性主要反映稻米的粘度特性。随着氮肥施用量的增加,淀粉谱特性中的糊化开始温度提高,而最高粘度、最低粘度、最终粘度、下降粘度值等特性逐渐下降或变小。水稻全生育期施氮量相同时,与生育前期追施氮肥相比,抽穗期追施氮肥,其淀粉谱特性中除糊化开始温度无明显变化外,其余各项指标均表现略高,但差异很小(表 3)。可知,淀粉谱特性受氮素营养的影响较复杂,总体上看主要受负向影响,即随着氮素营养的增加而稻米的粘性变劣,抽穗期追施氮肥对淀粉谱特性的影响在本试验中表现较小。

比较各淀粉谱特性的变异系数可知(表 3),在淀粉谱特性中下降粘度值的平均变异系数最大,为 48.56%,其次是最高粘度,其平均变异系数为 12.51%,而平均变异系数最小的是糊化开始温度,为 1.44%,最终粘度、最低粘度、粘滞峰消减值的平均变异系数分别为 8.06%、7.99%和 6.17%。说明对氮素营养反应最大的特性为下降粘度值,其次是最高粘

度,而糊化开始温度反应最小。另外,对同一淀粉谱特性来说其变异系数大小品种间也有差异,说明在稻米淀粉谱特性上不同品种对氮素营养的反应强弱有差异。

表3 氮肥对淀粉谱特性的影响

Table 3 Effects of nitrogen fertilizer on the amyrogram properties of rice grain

品种 Variety	糊化开始温度(℃) Initial pasting temp.					最高粘度(RVU) Max viscosity					最低粘度(RVU) Min. viscosity				
	L	M	H	D	CV%	L	M	H	D	CV%	L	M	H	D	CV%
合江 19	86.4	88.8	86.5	88.5	1.46	153	137	130	133	7.41	125	119	113	116	4.33
上育 397	85.9	85.1	85.2	85.1	0.45	178	163	145	170	8.58	135	127	121	130	4.56
东农 416	82.7	85.2	82.9	86.0	1.96	158	135	122	129	1.47	125	118	106	111	7.21
富士光	83.1	87.1	84.6	86.7	2.19	189	135	125	143	9.13	137	117	110	123	9.42
东农 419	84.5	86.5	83.9	85.4	1.33	155	123	113	139	3.91	121	106	98	119	9.84
东农 415	86.4	88.0	86.9	88.3	1.03	153	123	101	102	9.76	116	106	94	97	9.60
滕系 140	84.4	87.3	87.5	87.0	1.67	149	106	104	126	17.32	119	97	94	109	10.99
平均	84.8	86.8	85.4	86.7	1.44	162	132	120	135	12.51	125	113	105	115	7.99

品种 Variety	最终粘度(RVU) Final viscosity					下降粘度值(RVU) Break down					粘滞峰消减值(RVU) Setback				
	L	M	H	D	CV%	L	M	H	D	CV%	L	M	H	D	CV%
合江 19	279	265	241	251	6.40	28	18	17	17	26.77	126	128	113	119	5.64
上育 397	274	267	243	258	5.14	43	36	23	40	24.82	94	104	98	89	6.39
东农 416	264	242	220	237	7.53	33	18	16	18	37.13	107	107	98	109	4.68
富士光	284	246	234	265	8.49	52	19	15	20	64.67	96	109	110	123	10.07
东农 419	255	225	207	248	9.35	34	18	15	21	38.03	101	102	95	109	5.64
东农 415	253	227	200	217	9.89	37	17	7	5	88.73	100	104	99	115	7.01
滕系 140	255	213	209	240	9.60	31	9	10	18	59.80	106	107	105	114	3.78
平均	266	241	222	245	8.06	37	19	15	20	48.56	105	109	103	111	6.17

3 讨论

稻米品质特性主要受遗传因素的控制,不同品种间稻米外观品质、理化特性及淀粉谱特性有很大的差异^[12,14],但受环境因素的影响也很大^[5,7,14,15]。从本试验结果可知,增加氮素营养虽然对提高稻米营养品质和外观品质有利,但对提高蒸煮食味品质却带来不利的影响,也就是说氮素营养对稻米品质的影响既有有利的一面,也有不利的一面。

从本试验结果还表明,稻米品质特性虽然受氮素营养的影响很大,但不同品种或同一品种的不同品质特性受其氮素营养的影响程度彼此间有差异,即不同品种或品质特性对氮素营养的反应敏感程度有差异。因此,应积极开展优质品种的合理施肥技术体系的研究。在优质米栽培上,不同品种应采取不同的施肥管理措施,即应针对某一品种所欠佳的品质特性来确立科学的施肥管理措施。在本试验所调查的品质特性中,稻米的下降粘度值对氮素营养的反应最灵敏,其次是垩白率、蛋白质含量、最高粘度及胶稠度。因此与其它品质特性相比,氮素营养对这些品质特性具有更大的调控作用。据报道^[12,13,16],最高粘度高,下降粘度值大,胶稠度长,蛋白质含量和糊化开始温度低的稻米,其蒸煮食味品质好,深受消费者的欢

迎。所以,要以提高蒸煮食味品质为目的的优质米生产,则应在施肥管理上尽量少施氮肥,尤其是要避免抽穗期的氮肥施用。

已有研究表明,抽穗期追施氮肥不仅可提高子粒形成期叶片含氮量和光合作用^[17],而且稻株所吸收利用的氮素又明显高于基肥和分蘖肥的氮素,这时期被吸收的氮素又大量转运至子粒^[2]。这就解释了抽穗期追施氮肥比前期追施氮肥能降低稻米垩白率和提高蛋白质含量的内在原因。

另外,水稻品种的产量水平越高,对氮素的吸收利用力越强,且向穗部转运的氮素也越多^[2]。因此,要选育既高产,而且蒸煮食味品质又良好的品种,可能有很大的难度,对此尚待于进一步的研究。

参 考 文 献:

- [1] 陈荣业,朱兆良. 氮肥去向研究 I. 稻田土壤中氮肥的去向[J]. 土壤学报,1982,19(2):122-130.
- [2] 王维金. 关于不同籼稻品种和施肥时期稻株对¹⁵N的吸收及其分配的研究[J]. 作物学报,1994,20(4):476-480.
- [3] 徐克章,黑田荣喜,平野贡. 水稻花后叶片含氮量与光合作用的动态变化及其关系[J]. 作物学报 1995,21(2):171-175.
- [4] 折谷隆志. 作物の窒素代謝に関する研究,第19報:水稻のSourceからSinkへのNの転流と蓄積機構について[J]. 日本作物学会紀事,1984,55(3):268-275.
- [5] Kim K H *et al.* Varietal and environmental variation of gel consistency of rice flour[J]. Korean J. Crop Sci., 1993,38(1):38-45.
- [6] Choi M G *et al.* Cultural practices for improving grain quality of rice in southern plain area[J]. Korean J. Crop Sci., 1990,35(6):487-491.
- [7] Cheong J I. Effects of slow-release fertilizer application on rice grain quality at different culture methods[J]. Korean J. Crop Sci., 1996,41(3):286-294.
- [8] Kim Y S *et al.* Study on the improvement of rice quality 1. Effect of chemical composition in brown rice[J]. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert., 1992,25(4):357-363.
- [9] Hong Y P *et al.* Influence of fertilizer levels and cultivated regions on changes of chemical components in rice grains[J]. RDA J. Agri. Sci., 1994,36(1):38-51.
- [10] Hong K P *et al.* Influences of growing location, culture practices and application of organic manure on grain yield and quality in rice[J]. RDA J. Agri. Sci., 1993,35(2):41-46.
- [11] 孙树侠,刘书城. 水稻的香味及 N、Zn 肥对香味效应的研究[J]. 作物学报,1991,17(6):430-435.
- [12] Lim S J *et al.* Varietal variation of amylogram properties and its relationship with other eating quality characteristics in rice[J]. Korean J. Breed,1995,27(3):268-275.
- [13] Yuji Matsue *et al.* Differences in amylose content, amylographic characteristics and storage proteins of grain on primary and secondary rachis branches in rice[J]. Japan J. Crop Sci., 1995,64(3):601-606.
- [14] Kim K H *et al.* Varietal variation of cooking-quality and interrelationship between cooking and physicochemical properties of rice grain[J]. Korean J. Crop Sci., 1994,39(1):45-54.
- [15] 李林. 水稻灌浆期温光因子对稻米品质的影响[J]. 中国农业气象,1989,10(3):33-38.
- [16] 本正弘. 玄米の窒素含量および Mg/Kと炊飯米の粘り値との関係[J]. 日本育种学杂志,1992,42:595-603.
- [17] Sasaki H and Ishij R. Photosynthesis Research[M]. 1992.139-146.

(上接第 35 页)

Effects of nitrogen fertilizer on chalkness ratio and cooking and eating quality properties of rice grain

JIN Zheng-xun, QIU Tai-quan, SUN Yan-li, ZHAO Jiu-ming, JIN Xue-yong

(*Agricultural College, Northeast Agric. Univ., Harbin 150030, China*)

Abstract: Effects of nitrogen fertilizer on the chalkness ratio and physicochemical properties and amylogram properties of rice grain are researched by seven Japonica rice varieties that are different each other in quality. The results showed that with the increasing of nitrogen fertilizer, chalkness ratio and amylose content get lower, gel consistency get smaller, protein content get higher, and the other properties except initial pasting temperature in amylogram properties all get lower, but initial pasting temperature get higher. Under applied equal-amount nitrogen fertilizer in the whole growth period of rice, contrasted with applying nitrogen fertilizer in the front growth period of rice, chalkness ratio and amylose content under heading stage applying nitrogen fertilizer get a little smaller, gel consistency get shorter, protein content get higher, but amylogram properties is hardly influence. The diversence exist between the reactions of different varieties or quality characters to nitrogen fertilizer.

Key words: nitrogen fertilizer; rice grain; chalkness ratio; physicochemical properties; amylogram properties