

水稻籽粒蛋白质含量选择对杂种早代蒸煮食味品质的影响

钱春荣^{1,2} 冯延江¹ 杨静² 刘海英² 金正勋^{2,*}

(¹黑龙江省农业科学院 耕作栽培研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086; ²东北农业大学 农学院, 黑龙江 哈尔滨 150030; * 通讯联系人, E-mail: zxjin326@hotmail.com)

Effects of Protein Content Selection on Cooking and Eating Properties of Rice in Early Generation of Crosses

QIAN Chunrong^{1,2}, FENG Yanjiang¹, YANG Jing², LIU Haiying², JIN Zhengxun^{2,*}

(¹Crop Tillage and Cultivation Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China; ²Agricultural College, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China; * Corresponding author, E-mail: zxjin326@hotmail.com)

Abstract: Two crosses (Xixuan 1 × Tong 769 and Dongnong 423 × Foukei 180) from four japonica rice varieties were made to study the effects of protein content selection on cooking and eating properties of rice in early generations. Coefficients of variation of quality properties varied from 9.73% to 94.99% and negative correlation was noted between protein and amylose contents. The taste meter value firstly increased with protein content decreased and then declined when protein content declined to a critical value. Progenies with moderate protein and amylose contents had higher taste meter value. RVA viscosity properties improved with protein content declined when protein content was much higher, but gradually degraded when protein content declined to some levels. Protein content with too high or too low levels would lead to inferior cooking and eating quality. Therefore, coordinating protein content with amylose content was an important approach for improving rice cooking and eating quality.

Key words: rice; protein content; cooking and eating quality; starch viscosity

摘要: 选用品质和产量性状不同的4个粳稻品种配制2个杂交组合, 研究籽粒蛋白质含量选择对水稻杂种早代蒸煮食味品质的影响。各品质性状变异系数的变化范围在9.73%~94.99%; 直链淀粉含量与蛋白质含量间存在明显的动态关系; 稻米味度值先是随着蛋白质含量的下降而增加, 当蛋白质含量下降到某一临界值后, 随蛋白质含量下降而下降, 蛋白质与直链淀粉含量适中的后代株系味度值较高; 在蛋白质含量水平较高时, 稻米RVA谱特性随着蛋白质含量的下降有所改善, 但蛋白质含量下降到一定程度后则又会导致RVA谱特性变劣; 蛋白质含量过高或过低都会导致稻米蒸煮食味品质变劣, 协调蛋白质与直链淀粉含量的平衡关系是提高稻米蒸煮食味品质的关键。

关键词: 水稻; 蛋白质含量; 蒸煮食味品质; 淀粉黏滞性

中图分类号: S511.033

文献标识码: A

文章编号: 1001-7216(2007)03-0323-04

稻米品质包括碾米品质、外观品质、蒸煮食味品质及营养品质等, 由于稻米主要以米饭形式被消费, 因此蒸煮食味品质是稻米的重要品质性状^[1-3]。RVA谱特性是稻米糊化特性的主要物理指标, 与蒸煮食味品质关系密切, 峰值黏度和崩解值与米饭食味、黏性及总评分呈正相关, 而消减值与米饭食味呈负相关^[2-3]。味度值则是利用电磁波测定米饭表面水分厚度来评价稻米食味品质的指标, 味度值大的品种的食味品质较味度值小的品种优良^[2-6]。与稻米的其他理化特性相比, 用味度值和RVA谱特性评价稻米蒸煮食味品质的可靠性更高^[2,7]。

影响稻米蒸煮食味品质性状的因素很多, 其中蛋白质含量是最主要的内在因素之一, 其含量的高低直接影响稻米蒸煮食味品质^[8-10]。关于稻米蛋白质含量的研究主要集中在蛋白质含量的遗传机理、环境因素对蛋白质含量的影响以及蛋白质含量与其他理化性质的相关等方面。有关以籽粒蛋白质含量为选择指标处理水稻杂种后代及蛋白质含量选择对杂种早代蒸煮食味品质影响方面的研究尚未见报道。

本试验选用品质和产量性状不同的4个粳稻品种配制2个杂交组合, 以籽粒蛋白质含量为选择指标处理杂种后代, 研究水稻籽粒蛋白质含量选择对杂种早代蒸煮食味品质的

影响, 旨在为水稻优质高产育种提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

选用4个蒸煮食味品质和产量性状有差异的粳稻品种, 配制2个杂交组合, 其中系选1号×通769为组合, 东农423×藤系180为组合。供试亲本品质特性见表1。

1.2 杂种后代处理方法

2002年配制杂交组合, 杂交后代种子收获后当年在海南繁殖F₁, 2003年在黑龙江哈尔滨香坊农场种植F₂和亲本, 收获时每个组合随机取100个单株, 分别测定单株籽粒蛋白质含量, 依据测定结果各组合均以15%的选择率选择高蛋白质和低蛋白质含量单株各15株。F₃收获时每个株行随机取5个单株, 依据“高中选高, 低中选低”的原则各组合继续以15%的选择率选单株。

收稿日期: 2006-11-15; 修改稿收到日期: 2006-12-26。

基金项目: 黑龙江省人事厅博士后基金资助项目。

第一作者简介: 钱春荣(1973-), 女, 硕士, 助理研究员。E-mail: qianjianyi318@163.com。

1.3 田间试验设计

2005 年将上年入选的单株和亲本在哈尔滨香坊农场种植成 F₄ 株行。随机区组设计,3 次重复,4 m 行长,单行区,行距为 30 cm,穴距为 10 cm,每穴插 1 棵苗,常规大田管理。收获时按行混收,脱粒后自然干燥 3 个月。籽粒磨成糙米后过 1.7 mm 分级筛子,用全自动精米机以糙米的 90% 出米率磨成精米,用旋涡式粉碎机磨成米粉后供品质分析,以小区为单位进行统计分析。

1.4 籽粒蛋白质和直链淀粉含量测定

用半微量凯氏定氮法测定籽粒蛋白质含量,换算系数为 5.95,依照中华人民共和国农业部部颁标准(NY/T83 88)测定稻米直链淀粉含量,以干基表示。

1.5 稻米味度值和 RVA 谱特性测定

味度值用日本产的 TOYOMATA 90B 型味度仪进行测定。称取 33 g 精米,装入特制的容器内,放入沸水里煮 10 min 后,取出冷却 1 min。除去外保护板,将这种半熟米饭放入电磁波测定器测定 1 min 后由计算机输出结果。

RVA 谱特性用澳大利亚 Newport Scientific 仪器公司生

产的 4 D 型黏度速测仪(Rapid Visco Analyzer,简称 RVA 仪)测定。将 3 g 精米粉放入小铝盒里,精确加入 25 mL 蒸馏水,充分混匀后,把小铝盒放入测定部位温度已达 50 的仪器里开始糊化。先在 50 上恒温 1 min,然后在 3.9 min 内把温度逐渐上升到 95,并在 95 下恒温 2.4 min,然后在 3.9 min 内又缓慢下降到 50,并在 50 下恒温 1.8 min。从测定开始到结束共需 13 min,各阶段温度变化和时间均由计算机控制。在这一温度变化过程中,从仪器上直接读取糊化开始温度、峰值黏度、最低黏度、最终黏度,再由此计算出崩解值(峰值黏度 - 最低黏度)、消减值(最终黏度 - 峰值黏度)、回复值(最终黏度 - 最低黏度)。

上述品质性状测定均重复 2 次,然后求平均值。

2 结果与分析

2.1 杂种后代蒸煮食味品质性状变异

以籽粒蛋白质含量为选择指标对杂种后代加以选择后,杂种早代直链淀粉含量、RVA 谱特性和味度值的变异情况按组合分别列于表 2。

表 1 供试亲本品质特性

Table 1. Quality properties of parents in the experiment.

性状 Trait	系选 1 号	通 769	东农 423	藤系 180
	Xixuan 1	Tong 769	Dongnong 423	Foukei 180
蛋白质含量 Protein content/%	8.22	7.98	8.05	7.73
直链淀粉含量 Amylose content/%	15.83	20.03	18.62	11.39
峰值黏度 Peak viscosity/RVU	287.4	232.4	252.3	246.6
最低黏度 Trough viscosity/RVU	172.2	132.8	140.2	117.9
最终黏度 Final viscosity/RVU	299.6	241.2	245.7	185.4
崩解值 Breakdown/RVU	115.3	99.7	112.1	128.6
消减值 Setback/RVU	12.2	8.8	-6.6	-61.2
味度值 Taste meter value	64.6	55.1	63.2	68.6

表 2 组合 和组合 杂种 F₄ 蛋白质含量和蒸煮食味品质的变异参数

Table 2. Variation parameters of protein content and cooking and eating properties for F₄ generation in cross 和 cross .

参数 Parameter	变异幅度 Variation range	平均值 Mean	变异系数 CV/%	F 值 F value
系选 1 号 × 通 769(组合) Xixuan 1 × Tong 769(Cross)				
蛋白质含量 Protein content/%	7.31 ~ 10.03	8.41	16.70	30.25**
直链淀粉含量 Amylose content/%	15.70 ~ 20.26	18.27	10.71	89.05**
味度值 Taste meter value	54.40 ~ 73.27	61.30	12.77	31.43**
峰值黏度 Peak viscosity/RVU	194.3 ~ 289.0	250.6	15.93	1066.79**
最低黏度 Trough viscosity/RVU	127.5 ~ 175.4	152.6	12.12	102.58**
最终黏度 Final viscosity/RVU	235.8 ~ 305.0	272.6	9.73	363.02**
崩解值 Breakdown/RVU	61.2 ~ 122.1	98.0	25.85	174.81**
消减值 Setback/RVU	-0.2 ~ 47.2	22.0	94.99	148.87**
回复值 Consistence/RVU	104.3 ~ 132.7	120.0	10.78	36.73**
东农 423 × 藤系 180(组合) Dongnong 423 × Foukei 180(Cross)				
蛋白质含量 Protein content/%	7.01 ~ 9.60	8.00	13.66	17.07**
直链淀粉含量 Amylose content/%	8.94 ~ 20.35	17.63	25.27	143.59**
味度值 Taste meter value	54.90 ~ 72.90	61.10	13.11	43.55**
峰值黏度 Peak viscosity/RVU	188.1 ~ 267.7	232.1	14.33	573.74**
最低黏度 Trough viscosity/RVU	106.5 ~ 159.8	131.8	18.19	346.09**
最终黏度 Final viscosity/RVU	164.9 ~ 267.4	230.9	19.12	1285.24**
崩解值 Breakdown/RVU	70.1 ~ 154.4	100.3	32.83	539.87**
消减值 Setback/RVU	-96.0 ~ 34.8	-1.2	4472.46	943.06**
回复值 Consistence/RVU	52.1 ~ 116.3	99.1	26.16	188.53**

** 表示达 1% 的显著水平。

** Significant at the 1% level.

以组合为单位进行的方差分析结果表明,供试的2个杂交组合各株系间蛋白质含量、直链淀粉含量、味度值、RVA谱特性的F值都达到极显著水平。说明以籽粒蛋白质含量为选择指标处理的杂种早代株系间蛋白质和直链淀粉含量、味度值、RVA谱特性均存在极显著的遗传差异。各品质性状的变异系数大小各异,其变化范围为9.73%~4472.46%,说明蛋白质含量选择对杂种早代蒸煮食味品质性状均产生不同程度的影响。

2.2 蛋白质含量选择对直链淀粉含量和味度值的影响

本试验依据稻米蛋白质含量,以1%为组距,对2个组合的F₄加以分组,并计算各组的直链淀粉含量和味度值,同时进行多重比较,其结果列于表3。

由表3可见,蛋白质含量不同的后代株系间直链淀粉含量差异显著,直链淀粉含量随蛋白质含量降低呈上升趋势。说明蛋白质含量选择直接影响直链淀粉含量的变化,两者间存在着明显的动态关系。

由表3还可见,蛋白质含量不同的后代株系间味度值存

表3 F₄不同蛋白质含量群体直链淀粉含量和味度值
Table 3 Comparison of amylose content and taste meter value among F₄ generation populations with different protein contents.

群体蛋白质含量(平均值) Protein content(Mean)	直链淀粉含量 Amylose content/%	味度值 Taste meter value
系选1号×通769(组合) >10.0%(10.03%)	Xixuan 1 × Tong 769(Cross) 16.23 c	54.7 c
9.1%~10.0%(9.49%)	18.08 b	60.4 b
8.1%~9.0%(8.44%)	18.07 b	65.0 a
7.0%~8.0%(7.73%)	18.80 a	59.7 b
东农423×藤系180(组合) >9.0%(9.60%)	Dongnong 423 × Foukei 180(Cross) 17.24 c	62.5 a
8.1%~9.0%(8.56%)	17.82 b	63.1 a
7.0%~8.0%(7.53%)	18.69 a	59.9 b

数据后带不同的小写字母者表示同一组合同一栏内比较差异显著(P<0.05)。表4同。

Data followed by different lowercase letters within the same column and same cross mean significant difference at 5% level. The same as in Table 4.

表4 F₄不同蛋白质含量群体淀粉RVA谱特性比较

Table 4. Comparison of RVA properties among F₄ generation populations with different protein contents. RVU

蛋白质含量(平均值) Protein content (Mean)	峰值黏度 Peak viscosity	最低黏度 Trough viscosity	最终黏度 Final viscosity	崩解值 Breakdown	消减值 Setback
系选1号×通769(组合) >10.0%(10.03%)	Xixuan 1 × Tong 769(Cross) 262.8 b	157.4 a	280.8 b	105.4 b	17.9 b
9.1%~10.0%(9.49%)	268.8 a	157.9 a	285.0 a	110.9 a	16.2 b
8.1%~9.0%(8.44%)	254.7 c	154.3 b	276.8 c	100.4 c	22.1 a
7.0%~8.0%(7.73%)	238.6 d	148.6 c	263.3 d	90.0 d	24.7 a
东农423×藤系180(组合) >9.0%(9.60%)	Dongnong 423 × Foukei 180(Cross) 225.4 b	142.1 a	241.1 a	83.3 c	15.7 a
8.1%~9.0%(8.56%)	238.0 a	133.5 b	228.5 c	104.5 a	-9.5 c
7.0%~8.0%(7.53%)	227.1 b	129.6 c	232.5 b	97.5 b	5.5 b

在不同程度的差异。随着蛋白质含量下降,味度值逐渐增加,但蛋白质含量下降到某一临界值后,味度值则又随蛋白质含量下降而降低。说明籽粒蛋白质含量与味度值间不是简单的线性关系。蛋白质和直链淀粉含量适中的后代株系味度值较高(表3)。说明籽粒蛋白质含量过高或过低均不利于提高食味品质。

2.3 蛋白质含量选择对RVA谱特性的影响

籽粒蛋白质含量选择后,杂种早代RVA谱特性列于表4。由结果可见,峰值黏度和崩解值均是先随蛋白质含量的下降而升高,当蛋白质含量达到某一临界值后,则又随蛋白质含量的下降而降低;消减值则先是随蛋白质含量的下降而降低,达到某一临界值后则又随蛋白质含量的下降而升高。说明在蛋白质含量水平较高时,随着蛋白质含量下降,稻米的RVA谱特性有所改善,但蛋白质含量下降到一定程度后则又会导致稻米RVA谱特性变劣。因此,蛋白质含量过高或过低均不利于淀粉谱特性的改善。

3 讨论

围绕蒸煮食味品质特性与食味的关系以及蒸煮食味品质特性间的相互关系,国内外学者已进行了大量的研究。一些学者认为,蛋白质含量和直链淀粉含量与米饭的黏度、弹性、附着性、峰值黏度、崩解值、回复值及食味呈显著或极显著负相关,与米饭的硬度呈正相关^[11-15],因而认为降低籽粒蛋白质和直链淀粉含量是提高蒸煮食味品质的重要途径。但陈能等^[16-17]研究结果表明,蛋白质含量与食味间呈不显著的负相关;向远鸿等^[18]研究指出,蛋白质与食味的作用规律,只有在样品分类以后才能充分体现。可见学者们对蛋白质含量与蒸煮食味品质关系的观点并不一致。

本试验结果表明,在一定的蛋白质含量范围内降低蛋白质含量能够提高杂种早代稻米的蒸煮食味品质,但蛋白质含量过高或过低,食味品质均会不同程度地下降。说明在杂种后代中蛋白质含量与蒸煮食味品质并不是简单的线性关系。在本试验中,随着蛋白质含量下降,直链淀粉含量增加,蛋白质和直链淀粉含量间存在着此消彼长的矛盾关系;而直链淀粉含量增加同样导致蒸煮食味品质变劣^[19-20],由此从另一个角度说明了蛋白质含量下降到一定程度后蒸煮食味品质反

而变劣的内在原因。食味品质是蛋白质与直链淀粉综合作用的结果,只有蛋白质与直链淀粉两者含量相互协调才能形成好的蒸煮食味品质。因此,选择处理杂种后代时,单纯地降低籽粒蛋白质含量难以达到提高稻米蒸煮食味品质的目的。金正勋等^[21]对黑龙江省新近育成的 22 个品种(系)的蒸煮食味品质特性研究结果表明,食味品质优良的品种,直链淀粉含量和蛋白质含量有 3 种类型:其一是低直链淀粉含量与高蛋白质含量类型;其二是高直链淀粉含量与低蛋白质含量类型;其三是中等的直链淀粉含量与中等蛋白质含量类型。因此,在实施通过降低籽粒蛋白质含量来提高蒸煮食味品质的育种计划时,对低蛋白质含量进行选择时应注意直链淀粉含量的变化,努力协调两者之间的平衡关系。

参考文献:

- [1] Kim K H. Research status and prospects in rice quality. *Korean J Crop Sci*, 1988, 33(1): 1-17.
- [2] 金正勋,姜文洙,晋重玄,等. 粳稻品种味度及淀粉 RVA 谱特性配合力分析. 作物学报, 2004, 30(12): 1210-1214.
- [3] 金正勋,姜文洙,晋重玄,等. 粳稻 RAPD 标记遗传距离与杂种后代稻米味度及 RVA 谱特性的相关分析. 中国水稻科学, 2005, 19(1): 29-35.
- [4] 刘海英,杨静,钱春荣,等. 6 苜氨基嘌呤对水稻灌浆成熟期籽粒氮代谢及蒸煮食味品质的影响. 中国水稻科学, 2006, 20(6): 667-669.
- [5] 李欣,张蓉,隋炯明,等. 稻米淀粉粘滞性谱特征的表现及其遗传. 中国水稻科学, 2004, 18(5): 384-390.
- [6] 沈鹏,金正勋,罗秋香,等. 水稻灌浆过程中籽粒淀粉合成关键酶活性与蒸煮食味品质. 中国水稻科学, 2006, 20(1): 58-64.
- [7] 谢黎虹,陈能,段彬伍,等. 稻米中蛋白质对淀粉 RVA 特征谱的影响. 中国水稻科学, 2006, 20(5): 524-528.
- [8] 钱春荣,杨静,刘海英,金正勋. 灌浆成熟期稻米味度值和 RVA 谱特性变化动态分析. 东北农业大学学报, 2006, 37(4): 437-440.
- [9] 沈鹏,罗秋香,金正勋. 稻米蛋白质与蒸煮食味品质关系研究. 东北农业大学学报, 2003, 34(4): 378-381.
- [10] 金正勋,秋太权,孙艳丽,金学泳. 稻米蒸煮食味品质特性间的相关性研究. 东北农业大学学报, 2001, 32(1): 1-6.
- [11] 周少川,李宏,王家生,等. 华南籼稻早造稻米蒸煮、外观和碾米品质与食味品质的相关性研究. 作物学报, 2002, 28(3): 397-400.
- [12] 赵镛洛,张云江,王继馨,等. 北方早粳稻米品质因子分析. 作物学报, 2001, 27(4): 538-540.
- [13] 张小明,石春海,富田桂. 粳稻米淀粉特性与食味间的相关性分析. 中国水稻科学, 2002, 16(2): 157-161.
- [14] 金正勋,杨静,钱春荣,等. 灌浆成熟期温度对水稻籽粒淀粉合成关键酶活性及品质的影响. 中国水稻科学, 2005, 19(4): 377-380.
- [15] 吴殿星,舒庆尧,夏英武. RVA 分析辅助选择食用优质早粳稻的研究. 作物学报, 2001, 27(2): 165-172.
- [16] 陈能,罗玉坤,朱智伟,等. 优质食用稻米品质的理化指标与食味的相关性研究. 中国水稻科学, 1997, 11(2): 70-76.
- [17] 陈能,罗玉坤,朱智伟,等. 食用稻米米饭质地及适口性的研究. 中国水稻科学, 1999, 13(3): 152-156.
- [18] 向远鸿,唐启源,黄燕湘. 稻米品质性状相关性研究: 粳型粘稻食味与其它米质性状的关系. 湖南农学院学报, 1990, 16(4): 325-329.
- [19] Reddy R K. Viscoelastic properties of rice flour pastes and their relationship to amylose content and rice quality. *Cereal Chem*, 1994, 71: 548-552.
- [20] Lim S J, Kim D U, Sohn J K, et al. Varietal variation of amylogram properties and its relationship with other eating quality characteristics in rice. *Korean J Breeding*, 1995, 27(3): 268-275.
- [21] 金正勋,秋太权,孙艳丽,等. 黑龙江省稻米蒸煮食味品质特性的品种间变异研究. 黑龙江农业科学, 2000(1): 1-4.