

稻米综合品质与结实期气象因子的关系研究*

周德翼^{1**} 张嵩午² 高如嵩¹ 朱碧岩¹

(¹ 西北农业大学农学系, 陕西杨陵·712100)
(² 西北农业大学基础课部, 陕西杨陵·712100)

摘 要 通过全国12个省的13个试点进行的多品种多播期试验, 研究证明结实期日均温是影响稻米综合品质的主要气象因子; 两者间呈二次曲线关系; 结实前、中期为决定稻米综合品质优劣的温度敏感时段。

关键词 稻米品质, 结实期, 气象因子, 日均温

中图分类号 S511.101

稻米品质的优劣是水稻品质性状与环境条件(主要为结实期气象条件)综合作用的结果。优质品种只有在其适宜的环境条件下才能表现出优质特性^[1]。我国优质稻品种资源丰富、类型繁多, 水稻种植区域广阔, 亟需对不同类型品种的品质与结实期气象生态因子的关系加以研究, 为建立优质米生产基地、合理利用气候资源、改进栽培措施提高稻米品质提供理论依据。

稻米品质是一个综合性状, 它涉及到碾米、外观、营养、蒸煮4个方面的十几个性状。现有的研究大都限于少数几个品种的单一品质性状与结实期气象因子间的关系^[2~5], 不能较全面地反映稻米品质与结实期气象条件的关系^[2~5], 从而对优质米生产实践的指导存在有一定的局限性和片面性。因此, 研究多个性状的稻米综合品质与结实期气象因子间的关系, 就显得十分必要。本文通过不同类型的19个品种在全国13个试点的分期播种试验, 测定不同结实期气象条件下稻米各品质性状值, 在此基础上求得各试点每个播期的稻米综合品质, 并分析研究综合品质与结实期气象因子间的关系。

1 材料与方法

1.1 供试品种和大田分期播种试验设计

1988年选取不同类型的17个优质米品种和劣质米、中质米品种各1个, 共19个品种在全国13个地区进行分期播种试验, 其具体品种和试点分布情况同文[6]。

最后所有试点的参试品种各个播期、各个重复的种子样本(每样50g)分别送西北农业大学农学系中心实验室统一测定分析。

1.2 米质测定及综合评定

测定了稻米品质性状的碾米品质(糙米率、精米率、整精米率)、外观品质(垳白米率、垳白面积、透明度)、蒸煮食味品质(糊化温度、直链淀粉含量、胶稠度)、营养品质(蛋白质含量)等4个方面的10个品质性状指标。品质性状的测定方法及品质综合评定均按农业部颁布的优质食用大米标准(NY122-86)进行。

收稿日期: 1993-08-31.

* 高等学校博士点基金资助项目; ** 现在西北农业大学农经系工作。

1.3 气象资料统计

根据各试点各播期的抽穗期、成熟期,在距试点最近的气象站抄取结实期的日均温、日辐射量、日照时数、温差、相对湿度、降雨量、日最低温度、日最高温度等 8 项气象指标,求其在整个结实期及结实前、中、后 3 个时段的平均值。

2 结果与分析

2.1 结实期气象因子与稻米综合品质的关系

根据各试点各播期的综合品质值(Y)和相应的结实期气象因子平均值(x_i)按 $Y = \sum_{i=1}^8 (a_i x_i^2 + b_i x_i + c_i)$ 模型进行多气象因子非线性逐步回归分析(表 1,2)。

表 1 稻米综合品质与结实期气象因子间非线性逐步回归方程

品种类型	品 种	模 型	品种最优 综合品质	复相关 系 数	样本数
早 籼	73-70	$Y = 5.734\ 98x_{16} - 0.141\ 16x_{16}^2 - 11.849\ 67$	46.40	0.868 30	49
	8004	$Y = -0.029\ 89x_{16}^2 + 55.880\ 6$	43.92*	0.840 61	37
	湘早籼 3 号	$Y = 6.914\ 75x_{16} - 0.170\ 49x_{16}^2 - 18.365\ 92$	51.75	0.875 67	54
中 籼	西农 8116	$Y = 4.155\ 34x_{16} - 0.113\ 98x_{16}^2 + 13.050\ 68$	50.93	0.832 95	47
	水晶米	$Y = 8.228\ 23x_{16} - 0.195\ 62x_{16}^2 - 26.868\ 82$	59.66	0.834 76	40
	密阳 23	$Y = 9.929\ 42x_{16} - 0.219\ 73x_{16}^2 - 60.214\ 26$	52.14	0.792 41	41
	广二矮 104	$Y = 5.989\ 27x_{16} - 0.139\ 26x_{16}^2 - 19.535\ 60$	44.86	0.813 93	43
	南京 11	$Y = 5.449\ 76x_{16} - 0.127\ 15x_{16}^2 - 15.636\ 71$	42.76	0.799 73	46
	滇瑞 408	$Y = -0.021\ 32x_{16}^2 + 49.276\ 92$	40.75*	0.804 70	39
	50010	$Y = 11.205\ 10x_{16} - 0.260\ 95x_{16}^2 - 64.135\ 7$	56.15	0.836 56	62
晚 籼	汕优 63	$Y = 4.136\ 75x_{16} - 0.099\ 68x_{16}^2 - 0.638\ 79$	44.10	0.844 20	54
	余赤 231-8	$Y = 8.222\ 61x_{16} - 0.192\ 43x_{16}^2 - 39.288\ 71$	48.55	0.803 91	48
	金晚 1 号	$Y = -0.015\ 61x_{16} + 53.275\ 31$	52.96*	0.825 42	60
	南方梗稻				
南方梗稻	青林 9 号	$Y = 5.690\ 4x_{16} - 0.159\ 57x_{16}^2 + 4.836\ 80$	55.57	0.806 24	44
	鄂晚 5 号	$Y = 4.090\ 56x_{16} - 0.115\ 50x_{16}^2 + 12.949\ 04$	49.13	0.855 22	52
	农院 7-1	$Y = 7.287\ 90x_{16} - 0.173\ 29x_{16}^2 - 25.741\ 38$	50.88	0.897 84	79
	秋光	$Y = -1.512\ 25x_{50} + 76.113\ 46$	51.91*	0.841 44	83
	丰锦	$Y = 9.456\ 66x_{16} - 0.230\ 36x_{16}^2 - 43.464\ 23$	52.59	0.854 45	72
北方早粳	秀优 57	$Y = 3.714\ 20x_{16} - 0.108\ 09x_{16}^2 + 18.561\ 05$	50.47	0.880 85	80

注:1)方程经 F 检验均达极显著水平;2) x_{16} 为结实期日均温, x_{50} 为结实期日均最低温, Y 为稻米综合品质;3)* * 示其品种最优综合品质值为估计值,因其综合品质随温度降低而升高,而在本试验条件下,结实期日均温的最低值在 16℃,故以此来估计之。

由表 1,2 可得出如下几点结论:

- ①结实期日均温是影响稻米综合品质的主要气象因子。供试的 19 个品种中除秋光外,综合品质均受结实期日均温制约,且两者间呈非线性关系。
- ②各品种都存在其最佳综合品质和相应的最适温度。在某温度条件下,综合品质最优,此时的温度即为该品种的最适温度,其综合品质最优,反映了品种固有的品质生态特性,一般说来,梗稻品种的最适温度低于籼稻品种。
- ③综合品质对温度的敏感性与温度值的高低及品种特性有关。将表 1 中的回归方程进行微分分析,可得到 $Y' = -b(x - x_0)$ 形式的微分方程(表 2),其中 x 为结实期温度, x_0

为最适温度, Y' 为温度变化 1°C 时引起综合品质的变化值, 即综合品质的温度边际效应值, 它反映了综合品质对温度的敏感性。显然, Y' 同 $(x-x_0)$ 的绝对值呈正相关, 即品质对温度的敏感性与温度的高低有关。在过高、过低的温度条件下, 综合品质对温度的敏感度增加。在不同品种之间由于 b 值大小不等, 使品质与结实期温度间的二次曲线形状的尖削或平缓程度不等。 b 值越大则曲线愈尖窄, 反映品种综合品质对温度变化愈敏感; 相反, b 值小则曲线平缓, 品质对温度反应迟钝。 b 值大小是品种品质的另一固有生态特征参数, 他反映品种综合品质对温度的敏感性, 不同品种的 b 值大小不等。

表 2 稻米综合品质对结实期温度的敏感性方程

品种类型	品 种	模 型	最适温度 (℃)
早 籼	73-07	$Y' = -0.282\ 32(x_{16} - 20.31)$	20.31
	8004	$Y' = -0.059\ 78x_{16}$	低温
	湘早籼 3 号	$Y' = -0.340\ 98(x_{16} - 20.28)$	20.28
中 籼	西农 8116	$Y' = -0.227\ 96(x_{16} - 18.23)$	18.23
	水晶米	$Y' = -0.391\ 24(x_{16} - 21.03)$	21.03
	密阳 23	$Y' = -0.439\ 46(x_{16} - 22.58)$	22.58
	广二矮 104	$Y' = -0.278\ 52(x_{16} - 21.50)$	21.5
	南京 11	$Y' = 0.254\ 30(x_{16} - 21.43)$	21.43
	滇瑞 408	$Y' = -0.042\ 64x_{16}$	低温
晚 籼	50010	$Y' = -0.521\ 90(x_{16} - 21.47)$	21.47
	汕优 63	$Y' = -0.199\ 36(x_{16} - 20.75)$	20.75
	余赤 231-8	$Y' = -0.384\ 86(x_{16} - 20.75)$	21.37
	金晚 1 号	$Y' = -0.015\ 61$	低温
南方梗稻	青林 9 号	$Y' = -0.319\ 14(x_{16} - 17.83)$	17.83
	鄂晚 5 号	$Y' = -0.231\ 00(x_{16} - 17.71)$	17.71
北方旱梗	农院 7-1	$Y' = -0.346\ 58(x_{16} - 21.03)$	21.03
	秋光	$Y' = -1.522\ 50$	低温
	丰锦	$Y' = -0.460\ 72(x_{16} - 20.53)$	20.53
	秀优 57	$Y' = -0.216\ 18(x_{16} - 17.18)$	17.18

2.2 稻米综合品质同结实期不同时段日均温的关系

为了探讨结实期不同时段日均温对稻米品质的效应, 选取不同类型的 5 个品种, 并将其结实期划为前、中、后 3 个时段, 分别计算各时段的平均气温。利用 $Y = \sum_{i=1}^3 (a_i x_i^2 + b_i x_i + c_i)$ 模型, 进行多时段非线性逐步回归分析, 结果见表 3。

表 3 结实期不同时段日均温对稻米综合品质的影响

品 种	模 型	复相关 系 数	最优温度模式		
			前期	中期	后期
8004	$Y = -0.628\ 93x_{33} + 15.284\ 06$	0.912\ 09	—	低温	—
广二矮 104	$Y = 7.212\ 25x_{25} - 0.145\ 11x_{25}^2 - 0.013\ 96x_{32} - 37.750\ 85$	0.882\ 08	24.85	低温	—
余赤 231-8	$Y = 10.458\ 11x_{25} - 0.211\ 16x_{25}^2 - 0.023\ 23x_{32} - 68.805\ 16$	0.902\ 17	24.67	低温	—
丰锦	$Y = 11.460\ 88x_{25} - 0.232\ 17x_{25}^2 - 0.015\ 36x_{33} - 81.275\ 41$	0.906\ 34	24.68	低温	—
鄂晚 5 号	$Y = -1.054\ 15x_{25} + 4.641\ 13x_{33} - 0.107\ 97x_{33}^2 + 21.709\ 35$	0.890\ 28	低温	21.49	—

注: x_{25} , x_{33} 分别表示结实前、中期的日均温。

由表 3 可得到如下结论:

①不同时段温度对综合品质的效应不同,结实前、中期为稻米综合品质形成的温度敏感时段。5个品种的综合品质均受结实前、中期日均温的控制,说明前、中期温度变化对综合品质的形成影响较大。

②形成最优品质的温度,对结实前、中期的要求各不相同,由此便形成了稻米品质在不同时段的最优温度模式。如丰锦的最优品质形成,要求在本试验温度范围内,结实前期温度保持在 24.68°C ,中期温度越低越好,其最优温度模式为 24.68°C (前期)—低温(中期)。

③结实期温度对综合品质的影响表现为温度模式效应。结实期温度时段分布形式与其最优温度模式不同,将引起稻米品质的下降。

3 讨 论

由于结实期日均温是影响稻米品质的主要气象因子,因此在同一地区可以通过栽培措施,调整播期和选择成熟期适当的品种,使结实期处于适宜的温度条件下,达到改良品质的目的。这种改良品质的方法即为品质的环境改良。对于不同品种而言,品种间存在品质最适温度、品种最优综合品质和温度敏感性(b)的差异,如表1中籼稻品种间最优综合品质最大相差16.78,因而可以利用这些差异进行品质育种,改变品种的遗传基础,育成品质最优、温度敏感性小、最适温度同当地条件相符的品种,这种改良品种品质的方法即为品质的基因改良。

品质的基因改良和环境改良都是利用品种的品质生态特性,在实践上可结合使用,共同服务于优质米生产。具体讲,双季早籼结实期温度高,与其品质最适温度差别大,降低温度可大幅度提高稻米品质,但由于早籼大部分地区受季节限制,调整结实期的幅度余地较小,只能在华南双季稻稻作区、江南丘陵平原双季稻稻作区的部分地区通过栽培措施作有限调整。因此改良早籼品质的主要措施是基因改良;双季晚稻因结实期温度低与其最适温度条件相近,加上季节限制,所以环境改良的潜力小,品质改良的主要途径是基因改良;一季稻种植区域广,一般热量比较充足,同时对结实期早晚时间要求并不十分严格,因而用调整结实期来优化稻米品质潜力很大。所以我国一季稻品质的改良,可以同时实施基因改良和环境改良。

参 考 文 献

- 1 中国水稻研究所编. 稻米品质的理论分析. 1985
- 2 李 林, 沙国栋. 水稻灌浆期温光因子对稻米品质的影响. 中国农业气象, 1989, 10(3): 33~38
- 3 唐湘如, 余铁桥. 灌浆成熟期温度对稻米品质及其有关生理生化特性的影响. 湖南农学院学报, 1991, 17(1): 1~8
- 4 赵式英. 灌浆期气温对稻米食用品质的影响. 浙江农业科学, 1983(4): 178~181
- 5 Adoracion P R, Tesuo H. Effect of temperature during ripening on grain quality of rice. Soil Sci Plant Nutr, 1977, 23(1): 109~112
- 6 周德翼, 张嵩午, 高如嵩, 朱碧岩等. 稻米直链淀粉含量与结实期温度间的关系研究. 西北农业大学学报, 1994, 22(2): 1~5

The Relationship Between Rice Comprehensive Qualities and Meteorological Factors in Rice Grain-Filling Stage

Zhou Deyi¹ Zhang Songwu² Gao Rusong¹ Zhu Biyan¹

(1 *Agronomy Department, Northwestern Agricultural University.*)

(2 *Department of Basic Courses, Northwestern Agricultural University, Yangling, Shaanxi, 712100*)

Abstract Based on the tests of more rice varieties with many sowing dates conducted at 13 experimental points in 12 provinces in the country, it has been proved that the mean daily temperature in grain-filling stage can be the major meteorological factor affecting rice comprehensive qualities, and that relation between the mean daily temperature and rice comprehensive qualities appears to be the quadratic equation, and that the early and the middle filling stages are the temperature susceptible time section which can determine the good or poor comprehensive qualities of rice varieties.

Key words rice quality, grain-filling stage, meteorological factor, mean daily temperature