

结实期环境温度对稻米糊化温度的影响

朱碧岩 吴永常 杨宝平

(西北农业大学农学系, 陕西杨陵·712100)

摘 要 对8个水稻品种的多点、多播期和人工气候箱模拟试验结果表明,影响稻米糊化温度的主要气候因子是环境温度,日辐射的影响主要是通过改变环境温度而间接起作用的,其他气候因子有一定的影响,但不显著,且品种间反应不一致;抽穗后20 d内环境温度对稻米糊化温度的影响较大,抽穗前10 d和抽穗20 d后的影响较小。

关键词 水稻,糊化温度,环境温度,影响效果

中图分类号 S511.101, S331

稻米品质是一个综合性状,一般包括碾米品质、蒸煮食味品质、外观品质和营养品质4个方面,而稻米糊化温度是鉴定稻米蒸煮食味品质的重要性状之一。稻米糊化温度除受品种遗传因素影响外,亦明显受环境因素的影响,特别是结实期环境因素影响更大^[1~4]。据高铸九测定^[1],日均温与品种糊化温度级别(碱解值)呈极显著负相关($r=0.9271^{**}$)。王守海等^[2]的研究认为:日均最低温对稻米糊化温度的影响较大,其他因素的影响较小。江幡守卫^[3]认为:凡加速米粒成熟的因素都可能增加稻米的抗碱解力,即提高稻米的糊化温度。为了进一步探讨结实期环境温度对稻米糊化温度的影响规律,作者通过多品种、多点、多播期试验和人工气候箱模拟试验,旨在探究结实期环境温度对稻米糊化温度的影响机理。

1 材料与方法

试验于1988年在南昌、福州、武汉、长沙、合肥、镇江和杭州等地分别进行。各点以4月1日为始播期,后每隔10 d为一播期,共设10~12播期。供试品种籼稻为:西农8116、密阳23、73-07、50010、8004和广二矮104;粳稻品种为:农院7-1和丰锦。随机排列,重复2次。

按常规方法育苗,每期于4~5叶龄期移栽。本田施尿素225 kg/hm²作底肥。每品种插5行,株行距为20 cm×13 cm,每穴插7~8基本苗。

人工气候箱试验品种为:农院7-1、丰锦、73-07和广二矮104。设高温30℃(日最高温达36℃,最低温24℃)和低温20℃(日最高温达26℃,最低温14.5℃)2个处理。光照时间为8:00~20:00,照度5 000 lx,相对湿度75%,气候箱温度模拟自然变化特征,24 h连续运转,程序自控。

糊化温度采用碱解值间接测定方法。由于粳稻及西农8116、密阳23和50010的糊化温度较低,其碱解液(KOH)浓度为0.2 mol/L,以增大其播期间碱解值的差异,其余品种

收稿日期:1994-05-03.

的碱解液浓度为 0.3 mol/L. 碱解值分为 7 级,标准板由湖北农科院测试中心提供。

2 结果与分析

2.1 温度对稻米糊化温度的影响

2.1.1 相关分析 据所测稻米碱解值与各试点相近气象站资料,计算结实期各气候因子与稻米碱解值的相关系数(表 1)。结果表明,所有参试品种的稻米碱解值与日均温、日均最高温、日均最低温和日均辐射量都呈极显著负相关;本研究把温差分为绝对温差(日最高温一日最低温)和相对温差(绝对温差/日最高温),结果稻米糊化温度(碱解值)与绝对温差的相关不显著,而与相对温差呈极显著负相关,说明在一定的日最高温条件下,增大温差才能使稻米碱解值升高(糊化温度下降)。碱解值与日照时数除密阳 23 和 50010 未达显著水平外,其余品种均达显著或极显著水平;与相对湿度和日均降雨量多数品种未达显著水平,且品种间方向不一致。

表 1 品种碱解值与环境因素间的相关系数

品 种	日均温	日均最高温	日均最低温	绝对温差	相对温差	日均辐射量	相对湿度	日均降雨量	日照时数
西农 8116	-0.943**	-0.906**	-0.942**	0.095	0.914**	-0.671**	-0.059	-0.221	-0.467*
密阳 23	-0.964**	-0.942**	-0.925**	0.318	0.911**	-0.558**	-0.319	-0.275	-0.315
73-07	-0.950**	-0.948**	-0.922**	-0.276	0.575**	-0.847**	0.683**	0.313	-0.849**
50010	-0.903**	-0.892**	-0.923**	0.189	0.874**	-0.623**	-0.685**	-0.583**	-0.120
8004	-0.925**	-0.915**	-0.921**	-0.362	0.667**	-0.760**	0.501*	0.122	-0.704**
广二矮 104	-0.926**	-0.936**	-0.921**	-0.297	0.744**	-0.764**	0.197	-0.134	-0.688**
农院 7-1	-0.959**	-0.936**	-0.959**	0.091	0.875**	-0.696**	-0.056	-0.189	-0.484*
丰锦	-0.935**	-0.915**	-0.936**	0.137	0.862**	-0.697**	-0.147	-0.192	-0.458*

表 2 碱解值与环境因素逐步回归分析

品 种	结果方程	相关系数	F 值
西农 8116	$y=8.6457-0.2209x_2$	0.9432	45.1013**
密阳 23	$y=11.1297-0.3454x_8$	0.9714	90.1378**
73-07	$y=14.0954-0.2120x_3-0.3323x_8$	0.9079	73.4628**
50010	$y=20.1226-0.1905x_1-0.2555x_3-0.1527x_5$	0.9635	90.3218**
8004	$y=12.3104-0.3297x_8$	0.9270	87.9436**
广二矮 104	$y=10.1459-0.2058x_1-0.0589x_5$	0.9340	85.3845**
农院 7-1	$y=16.8058+0.014x_8-0.643x_7-0.3678x_8$	0.9798	159.657**
丰锦	$y=17.7984+0.0016x_4-0.099x_5-0.3112x_8$	0.9603	87.4217**

注: x_1 ——日均最低温; x_2 ——日均最高温; x_3 ——日照时数; x_4 ——日均降雨量; x_5 ——相对湿度; x_6 ——日均辐射量; x_7 ——相对温差; x_8 ——日均温。

2.2.1 逐步回归分析 表 2 结果表明,所有品种的逐步回归结果方程中都含有温度因子(日均温、日均最高温或日均最低温),其中有 5 个品种(密阳 23、73-07、8004、农院 7-1 和丰锦)的结果方程中含有日均温,广二矮 104 和 50010 结果方程中含有日均最低温,西农 8116 含有日均最高温,其他因子只在个别品种的结果方程中含有。实际上,日均温、日均最高温和日均最低温之间都呈极显著的正相关,所以三者之一与糊化温度的关系可以基本上表征环境温度与稻米糊化温度的关系。在相关分析中,日均辐射量与稻米碱解值均呈

极显著的负相关,但在逐步回归结果方程中,只有广二矮 104 的结果方程中含有日均辐射量,可以认为日均辐射量主要是通过改变环境温度而间接影响稻米碱解值的。因此,作者认为环境温度是影响稻米碱解值的主要气候因子。

2.2 不同时段环境温度对稻米碱解值的影响

2.2.1 积分回归分析 积分回归的数学模型为^[5]:

$$y = C + \int_0^t a(t)X(t)d_i$$

式中 y 为稻米碱解值级别, d_i 为 t 时刻环境温度(本文为日均温)每增加 1°C 时对稻米碱解值的影响效果, $X(t)$ 为 t 时刻的日均温值, C 为常数项, $a(t)$ 为时间常数, 可用正交多项式将 $a(t)$ 展开, 取 5 次项的展开式为:

$$a(t) = a_0\Phi_0(t) + a_1\Phi_1(t) + a_2\Phi_2(t) + a_3\Phi_3(t) + a_4\Phi_4(t) + a_5\Phi_5(t)$$

$\Phi_j(t)$ 为时间正交多项式, a_j 为回归系数, $j=0,1,2,\dots,5$, 该模型则可转化为:

$$y = C + a_0\rho_0 + a_1\rho_1 + a_2\rho_2 + a_3\rho_3 + a_4\rho_4 + a_5\rho_5$$

$$\rho_i = \int \Phi_i(t)X(t)d_i \quad i = 0,1,2,\dots,5$$

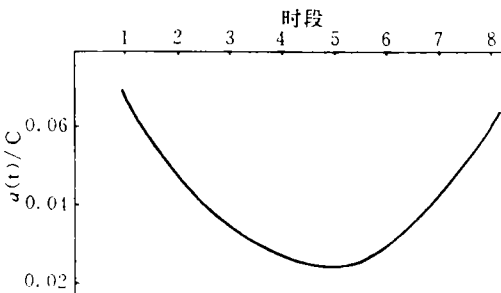
为了弄清不同时段日均温对稻米碱解值的影响效果,从抽穗前 10 d 开始到抽穗后 30 d,共分 8 个时段,每时段为 5 d,用逐步回归方法保留其显著项,建立用 5 次正交多项式将 $a(t)$ 展开的线性模型结果如下:

西农 8116	$y = 7.8496 - 0.04111\rho_0 + 0.00147\rho_1 + 0.00277\rho_2$
密阳 23	$y = 11.37612 - 0.03905\rho_0 - 0.002067\rho_1 + 0.00221\rho_2 + 0.002028\rho_3$
73-07	$y = 15.40773 - 0.03471\rho_0 - 0.00253\rho_1 + 0.00551\rho_2$
50010	$y = 12.93074 - 0.04430\rho_0 + 0.00022\rho_1 + 0.00274\rho_2$
8004	$y = 14.24978 - 0.04144\rho_0 - 0.00104\rho_1 + 0.00328\rho_2$
广二矮 104	$y = 12.31030 - 0.03163\rho_0 - 0.00142\rho_1 + 0.00587\rho_2$
农院 7-1	$y = 13.67484 - 0.04553\rho_0 + 0.00182\rho_1 + 0.00165\rho_2$
丰 锦	$y = 10.73027 - 0.02355\rho_0 - 0.00248\rho_1 + 0.002771\rho_2$

表 3 日均温的时间分布对稻米碱解值的影响效应

品 种	$a(1)$	$a(2)$	$a(3)$	$a(4)$	$a(5)$	$a(6)$	$a(7)$	$a(8)$
西农 8116	-0.03201	-0.04569	-0.05383	-0.05643	-0.05349	-0.04501	-0.03099	-0.01143
密阳 23	-0.02331	-0.00311	-0.02528	-0.04195	-0.05825	-0.06608	-0.05732	-0.02385
73-07	0.02157	-0.01655	-0.04365	-0.05973	-0.06479	-0.05883	-0.04185	-0.01385
50010	-0.02666	-0.04266	-0.05318	-0.05822	-0.05778	-0.05186	-0.04046	-0.02358
8004	-0.01120	-0.03296	-0.04816	-0.05680	-0.05888	-0.05440	-0.04336	-0.02576
广二矮 104	0.01940	-0.01866	-0.04498	-0.05956	-0.06240	-0.05350	-0.63286	-0.00048
农院 7-1	-0.04672	-0.05298	-0.05594	-0.05560	-0.05196	-0.04487	-0.03478	-0.02524
丰锦	0.01321	-0.00838	-0.02442	-0.03493	-0.03989	-0.03930	-0.03318	-0.02151
X	-0.01072	-0.02762	-0.04368	-0.05290	-0.05593	-0.05173	-0.03935	-0.01821

表 3 结果表明: $a(2)$ 以后各时段日均温对稻米碱解值的影响效果均呈负效应,而 $a(1)$ 时段 73-07、广二矮 104 和丰锦则呈正效应,其余品种呈负效应。 $a(3),a(4),a(5)$ 和 $a(6)$ 时段的影响效果较大,即抽穗后 20 d 内日均温对稻米碱解值的影响效果较大,抽穗前 10 d 和抽穗 20 d 后日均温的影响效果较小。将 8 个品种的 $a(t)$ 平均值作图(附图)明显看出,不同时段的影响效果呈中间低两头高的单谷曲线(负值范围),说明抽穗后 20 d 内是环境温度影响稻米糊化温度的重要时段,但抽穗前 10 d 和抽穗 20 d 后亦有一定影响。



附图 日均温对稻米碱解值的影响效应(平均值)

2.2.2 人工气候箱结果分析 为了进一步验证不同时段环境温度的影响效果,将 73-07 和农院 7-1 两品种抽穗 15 d 后从高(低)温处理气候箱转移到低(高)温处理气候箱中,使其经历前高→后低,前低→后高的变温处理。从表 4 看出,高温处理下的碱解值明显低于低温处理的碱解值,而在变温条件下,前期温度起决定性作用,即前期高(低)温处理的稻米碱解值接近整个结实期高(低)温处理的碱解值,进一步说明结实前期是环境温度影响稻米糊化温度的重要时期。

表 4 人工气候箱模拟试验中稻米碱解值的变化(1988)

品 种	高温处理	低温处理	高温→低温	低温→高温
广二矮 104	1.67	4.33	—	—
73-07	1.83	4.50	3.00	4.17
丰 锦	3.33	5.67	—	—
农院 7-1	3.00	7.00	3.15	6.33

3 讨 论

通过相关和逐步回归分析,本研究认为影响稻米糊化温度的环境因子主要是除温差外的温度因子;日辐射主要是通过改变环境温度而间接影响稻米糊化温度;其他环境因素有一定的影响,但远较温度因子小,且品种间反应不一致。

积分回归分析和人工气候箱模拟试验进一步证明,尽管整个结实期环境温度对稻米糊化温度都有影响,但抽穗后 20 d 内的环境温度远较抽穗前 10 d 和抽穗 20 d 后这两个时段的影响效果大。在优质稻米生产中,可以利用这一规律,选择熟期适宜的品种或调整播插期,使抽穗后 20 d 内这一时段处于当地对稻米糊化温度形成最有利的环境温度条件下,以达到改良稻米生产品质的目的。

参 考 文 献

- 1 高铸九,顾佳青,杨祥玉.上海水稻地方品种蒸煮及食味品质的研究 I.糊化温度的测定分析.上海农业科技,1983(1),6~8
- 2 王守海.灌浆期气候条件对稻米糊化温度的影响.安徽农业科学,1987(1),16~18
- 3 江潘守卫.米粒碱解性研究.日记作,1968(37),47~60
- 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 杨永岐.农业气象中的统计方法.北京:气象出版社,1983

Effect of Environmental Temperature in Fruit Bearing Stage Upon the Temperature of Rice Glatinization

Zhu Biyan Wu Yongchang Yang Baoping

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

Abstract The multiple locations, multiple sowing dates and psychrometric room for 8 rice varieties were experimented. The results showed that the effect of climatic factor on rice glatinization was the principal environmental temperature, and that solar radiation had a direct effect upon rice glatinization only through changing environmental temperature, and that other climatic factors also had some effects upon rice glatinization but the reactions among rice varieties were different. The effect of environmental temperature 20 days after heading upon rice glatinization was great, but that 10 days before heading and 20 days after heading upon rice glatinization was small.

Key words rice, rice glatinization temperature, environmental temperature, affecting effect