

不同温度对水稻灌浆期籽粒淀粉关键酶活性及 稻米品质的影响

解 忠

(黑龙江省农业科学院 牡丹江分院,黑龙江 牡丹江 157041)

摘要:为了阐明不同温度条件下优质米形成的生理机制,以水稻品种牡丹江 28 和牡丹江 30 为试验材料,研究了不同温度对水稻灌浆期籽粒淀粉关键酶活性及稻米品质的影响。结果表明:灌浆成熟期高温处理下水稻籽粒蛋白质含量升高,直链淀粉含量变化因品种而异,而食味值变差。整个灌浆过程 ADPG 焦磷酸化酶和可溶性淀粉合成酶在高温处理下的酶活性高于常温处理,淀粉分支酶活性因品种不同而表现不同。高温处理使糊化开始温度升高,粘滞峰消减值变大,高温处理下两品种糊化开始温度较常温处理均有升高,回冷粘滞性恢复值变化与糊化开始温度一致。高温处理下最终粘度呈上升趋势,下降粘度值因品种而有所差异。

关键词:水稻;温度;酶活性;品质

中图分类号:S511

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2014)07-0032-04

水稻灌浆成熟期籽粒淀粉合成过程中的关键酶主要包括 ADPG 焦磷酸化酶、淀粉合成酶和淀粉分支酶。针对 3 种酶在灌浆成熟期的变化趋势及与稻米淀粉含量的关系,许多学者从遗传和生理学角度已经进行了大量研究报道^[1-6]。目前,水稻灌浆成熟期籽粒淀粉合成关键酶的分子生物学相关研究也在进行中。但有关灌浆成熟期不同温度对籽粒淀粉合成关键酶活性及稻米品质影响方面的研究在国内外报道相对较少。该研究利用牡丹江 28、牡丹江 30 两个品质有差异的水稻品种为研究对象,于 2012 年在黑龙江省农业科学院牡丹江分院温室内高温和温室外常温处理下进行盆栽试验。各盆栽处理于齐穗后置于玻璃温室内和玻璃温室外两种温度条件下,研究不同温度对淀粉合成相关酶活性和稻米品质的影响。该研究将有助于阐明不同温度条件下优质米形成的生理机制,并对寒地水稻优质栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试粳稻品种为牡丹江 28 和牡丹江 30。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2012 年在黑龙江省农业科学院牡丹江分院进行。盆栽试验,设置温室

内高温(20~39℃)和温室外常温(18~32℃)两种处理,盆径 35 cm,高 50 cm,每盆装土 15 kg。4 月 15 日播种,5 月 20 日插秧,每个品种设 8 盆,每盆 5 株。每盆底肥施尿素 1.0 g、磷酸二铵 1.0 g 和氯化钾 0.8 g,栽培管理与生产田相同。在齐穗后分别将 4 盆放在温室内,另外 4 盆放在温室外。抽穗期选取同日抽穗的稻穗挂牌标记,自抽穗第 15 天起,每隔 5 d 取 1 次样,在 9:20~9:30 取标记穗 3 穗,采用液氮冷冻处理后,于 -20℃ 冰箱中保存。抽穗后 30 d 将玻璃温室内的盆移到玻璃温室外,成熟后混收脱粒,进行食味品质分析。

1.2.2 测定项目与方法 每穗上选取灌浆基本一致的穗中部籽粒测定酶活性,参照 Nakamura 等^[7]方法测定籽粒 ADPG 焦磷酸化酶、可溶性淀粉合成酶和淀粉分支酶活性。采用 PS-500 型食味计测定食味值。用澳大利亚 Newport Soence 公司生产的 4-D 型粘度速测仪进行 RVA 特性测定。

1.2.3 数据处理及分析 使用 Microsoft Excel 2003 进行数据处理。

2 结果与分析

2.1 灌浆成熟期不同温度对淀粉合成关键酶活性的影响

由表 1~表 4 可知,两品种淀粉合成关键酶活性变化趋势表现为,整个灌浆过程 ADPG 焦磷

收稿日期:2014-04-04

作者简介:解忠(1971-),男,黑龙江省东宁县人,学士,农艺师,从事水稻育种和栽培研究。E-mail: xiezhong2013@126.com。

酸化酶和可溶性淀粉合成酶在高温处理下的酶活性高于常温处理;淀粉分支酶活性因品种不同而表现不同,牡丹江 28 灌浆前期(抽穗至抽穗 20 d)常温处理淀粉分支酶活高于高温处理,灌浆后期(抽穗25~30 d)常温处理淀粉分支酶活性低于高温处理。而牡丹江 30 灌浆前期(抽穗至抽穗

15 d)常温处理淀粉分支酶酶活低于高温处理,灌浆后期(抽穗 20~30 d)常温处理酶活高于高温处理。说明灌浆期高温可以提高 ADPG 焦磷酸化酶和可溶性淀粉合成酶活性,但淀粉分支酶在不同温度下的变化因品种不同而有所差异。

表 1 抽穗后 15 d ADPG 焦磷酸化酶、可溶性淀粉合成酶及淀粉分支酶活性比较
Table 1 Comparison of ADPG pyrophosphorylase activity,soluble starch synthase activity and starch branch enzyme on 15 th day after heading

品种 Variety	活性 Activity					
	ADPG 焦磷酸化酶 ADPG pyrophosphorylase		可溶性淀粉合成酶 Soluble starch synthase		淀粉分支酶 Starch branch enzyme	
	高温	常温	高温	常温	高温	常温
	High	Normal	High	Normal	High	Normal
	temperature	temperature	temperature	temperature	temperature	temperature
牡丹江 28 Mudanjiang 28	0.902	0.881	1.458	1.423	4.863	5.272
牡丹江 30 Mudanjiang 30	0.773	0.758	1.566	1.531	4.685	4.452

表 2 抽穗后 20 d ADPG 焦磷酸化酶、可溶性淀粉合成酶及淀粉分支酶活性比较
Table 2 Comparison of ADPG pyrophosphorylase activity,soluble starch synthase activity and starch branch enzyme on 20 th day after heading

品种 Variety	活性 Activity					
	ADPG 焦磷酸化酶 ADPG pyrophosphorylase		可溶性淀粉合成酶 Soluble starch synthase		淀粉分支酶 Starch branch enzyme	
	高温	常温	高温	常温	高温	常温
	High	Normal	High	Normal	High	Normal
	temperature	temperature	temperature	temperature	temperature	temperature
牡丹江 28 Mudanjiang 28	0.858	0.834	1.279	1.242	4.465	5.003
牡丹江 30 Mudanjiang 30	0.746	0.688	1.568	1.555	4.236	4.533

表 3 抽穗后 25 d ADPG 焦磷酸化酶、可溶性淀粉合成酶及淀粉分支酶活性比较
Table 3 Comparison of ADPG pyrophosphorylase activity,soluble starch synthase activity and starch branch enzyme on 25 th day after heading

品种 Variety	活性 Activity					
	ADPG 焦磷酸化酶 ADPG pyrophosphorylase		可溶性淀粉合成酶 Soluble starch synthase		淀粉分支酶 Starch branch enzyme	
	高温	常温	高温	常温	高温	常温
	High	Normal	High	Normal	High	Normal
	temperature	temperature	temperature	temperature	temperature	temperature
牡丹江 28 Mudanjiang 28	0.801	0.742	1.244	1.211	4.427	4.127
牡丹江 30 Mudanjiang 30	0.701	0.632	1.517	1.388	3.085	4.167

表 4 抽穗后 30 d ADPG 焦磷酸化酶、可溶性淀粉合成酶及淀粉分支酶活性比较
Table 4 Comparison of ADPG pyrophosphorylase activity,soluble starch synthase activity
and starch branch enzyme on 30 th day after heading

品种 Variety	活性 Activity					
	ADPG 焦磷酸化酶 ADPG pyrophosphorylase		可溶性淀粉合成酶 Soluble starch synthase		淀粉分支酶 Starch branch enzyme	
	高温 High temperature	常温 Normal temperature	高温 High temperature	常温 Normal temperature	高温 High temperature	常温 Normal temperature
牡丹江 28 Mudanjiang 28	0.787	0.591	1.209	1.112	4.126	3.472
牡丹江 30 Mudanjiang 30	0.676	0.628	1.466	1.308	2.387	3.459

2.2 不同温度对稻米食味品质的影响

由表 5 可知,常温处理下牡丹江 30 蛋白质含量明显高于牡丹江 28,而直链淀粉含量低于牡丹江 28。高温处理下蛋白质含量和直链淀粉含量均为牡丹江 30 大于牡丹江 28。不同温度处理

下,两品种蛋白质含量均为高温处理高于常温处理。直链淀粉含量变化因品种而异,高温处理下牡丹江 30 直链淀粉含量较常温处理有所增加,而牡丹江 28 在高温下要低于常温。两品种食味值在高温下均变差。

表 5 灌浆结实期温度对稻米蛋白质、直链淀粉和食味值的影响
Table 5 Effect of temperature on protein content,amylase content and taste meter value

处理 Treatment	品种 Variety	蛋白质含量 Protein content/%	直链淀粉含量 Amylose content/%	食味值 Rice taste value
高温 High temperature	牡丹江 28	8.62	15.13	62.0
	牡丹江 30	8.93	16.67	58.0
常温 Normal temperature	牡丹江 28	7.36	16.51	76.0
	牡丹江 30	7.85	15.62	74.0

2.3 不同温度对稻米淀粉谱特性的影响

由表 6 可知,尽管高温处理下牡丹江 30 最低

粘度和最高粘度有所下降,但最终粘度还是呈上升趋势。下降粘度值两品种则表现相反,牡丹江

表 6 灌浆结实期不同温度对稻米淀粉谱特性的影响
Table 6 Effect of different temperature on amylography during grain filling stage

处理 Treatment	品种 Variety	最低 粘度 Lowest viscosity	最高 粘度 Peak viscosity	最终 粘度 Final viscosity	下降 粘度 Decreasing viscosity	粘滞峰 消减值 Viscosity reduction	回冷粘滞性 恢复值 Back to the cold viscosity recovery value	糊化开始 温度/℃ Gelatinization start temperature
高温 High temperature	牡丹江 28	245.3	310.1	342.1	102.8	33.6	133.7	82.2
	牡丹江 30	186.2	286.9	313.7	105.9	25.5	125.8	80.6
常温 Normal	牡丹江 28	175.3	293.4	281.7	121.3	10.7	107.5	74.1
	牡丹江 30	211.2	298.9	301.6	91.9	7.3	96.9	75.9

28 在高温处理下呈下降趋势,而牡丹江 30 则表现为上升趋势。粘滞峰消减值均变大,说明高温处理使糊化开始温度升高,粘滞峰消减值变大,高温处理下两品种糊化开始温度较常温处理均有升高,回冷粘滞性恢复值变化与糊化开始温度一致。

3 结论

环境温度对稻米品质及生理基础的影响较为复杂,前人已进行了很多研究报道。该试验结果表明,灌浆成熟期高温处理下水稻籽粒蛋白质含量升高,直链淀粉含量变化因品种而异,而食味值变差。整个灌浆过程 ADPG 焦磷酸化酶和可溶性淀粉合成酶在高温处理下的酶活性高于常温处理,淀粉分支酶活性因品种不同而表现不同。高温处理下最终粘度呈上升趋势,下降粘度值因品种而有所差异。高温处理使糊化开始温度升高,粘滞峰消减值变大,回冷粘滞性恢复值变化与糊化开始温度一致。

参考文献:

- [1] 程方民,钟连进,孙宗修. 早籼稻灌浆成熟期淀粉合成酶的变化及温度效应特征[J]. 作物学报,2001,27(2):200-205.
- [2] 程方民,钟连进,孙宗修. 灌浆期结实期温度对早籼水稻籽粒淀粉合成代谢的影响[J]. 中国农业科学,2003,36(5):492-501.
- [3] 王月福,姜东,于振文. 氮素水平对小麦籽粒产量和蛋白质含量影响及其生理基础[J]. 中国农业科学,2003,36(5):513-520.
- [4] 王月福,姜东,于振文. 小麦灌浆成熟期有关淀粉合成酶的活性及其效应[J]. 作物学报,2003,29(1):75-81.
- [5] 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[J]. 中国水稻科学,1997,11(2):70-76.
- [6] 陈能,罗玉坤,朱智伟,等. 食用稻米米饭质地及适口性的研究[J]. 中国水稻科学,1999,13(3):152-156.
- [7] Nakamura Y, Yuki K, Park S. Carbohydrate metabolism in the developing endosperm of rice grain[J]. Plant Cell Physiol, 1989, 30(6):833-839.

Effect of Different Temperature on Grain Starch Key Enzyme Activity and Rice Quality at Filling Stage

XIE Zhong

(Mudanjiang Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Mudanjiang, Heilongjiang 157041)

Abstract: In order to elucidate the physiological mechanisms of high quality rice formation under different temperature conditions, Mudanjiang 28 and Mudanjiang 30 were used as materials to study effects of different temperature on grain starch key enzyme activity and rice quality at filling stage. The results showed that protein content increased in the high temperature at grain filling stage, amylose content changed with different varieties and taste value changed lower. Enzyme activity of ADPG pyrophosphorylase and soluble starch synthase at high temperatures were higher than normal temperature throughout the filling process, and starch branch enzyme expressed different among different varieties. The initial pasting temperature and setback viscosity peak became larger at high temperature, and gelatinization onset temperature of two varieties in high temperature treatment was increased than normal temperature treatment, and back to the cold viscosity recovery value and gelatinization temperature consistent. Final viscosity was increased under high temperature treatment, and the decreasing viscosity had a difference as the different varieties.

Key words: rice; temperature; enzyme activity; quality