

# 水氮耦合对陕西关中小麦淀粉糊化特性的影响

董 剑 赵万春 陈其皎 王军卫 高 翔

(西北农林科技大学 农学院 陕西 杨凌 712100)

**摘要:**为明确陕西关中地区节水高肥效的生产最优灌溉和施肥技术,以陕西关中3个品种为供试材料,设置不同灌水模式、施氮量、施肥方式,采用裂区设计,对不同小麦品种淀粉糊化特性进行研究。结果表明:灌水模式和施肥量对淀粉粘度性状有一定影响,而施肥方式对淀粉粘度性状没有影响。在冬灌1水+春灌1水模式下,峰值粘度显著高于其他3种灌水模式。随着施肥量的增加低谷粘度、最终粘度和回生值呈上升趋势。小偃22在冬灌1水+春灌1水、施肥量120 kg/hm<sup>2</sup>下淀粉品质最优;西农979在不灌水、施肥量240 kg/hm<sup>2</sup>下淀粉品质最优;陕558在冬灌1水+春灌1水下淀粉品质最优。施肥量选择120 kg/hm<sup>2</sup>。

**关键词:**小麦;灌溉模式;施氮量;淀粉;糊化特性

中图分类号:S143.1 文献标识码:A 文章编号:1000-7091(2011)06-0154-04

## Effects of Water and Fertilizer Coupling on Starch Pasting Properties of Wheat in Shaanxi Guanzhong Area

DONG Jian, ZHAO Wan-chun, CHEN Qi-jiao, WANG Jun-wei, GAO Xiang

(College of Agronomy, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling 712100, China)

**Abstract:** A field trial was carried out to study on starch pasting properties of wheat under irrigation and nitrogen level with three wheat varieties in Shaanxi Guanzhong area. The results showed that starch pasting properties of wheat was affected by irrigation and different nitrogen level. There had no effect under different nitrogen methods. With irrigation in winter and spring mode, peak viscosity was significantly higher than the other three kinds of irrigation mode. Along with the increase of the fertilizer rates, hold through, final viscosity and setback were on the rise. Starch quality of Xiaoyan 22 was the best under the optimal conditions of irrigation in winter and spring, nitrogen application of 120 kg/ha. Xinong 979 had the best starch quality he optimal conditions of no irrigation and nitrogen application of 240 kg/ha. And Shan 558 could get the best starch quality he optimal conditions of no irrigation and nitrogen application of 240 kg/ha irrigation in winter and spring, nitrogen application of 120 kg/ha.

**Key words:** Wheat; Irrigation methods; Nitrogen fertilization rate; Starch; Pasting properties

淀粉约占小麦籽粒质量的65%~80%,淀粉特性对小麦蒸煮品质、面条品质以及淀粉在工业上的应用均有重要影响。淀粉糊化特性是反映淀粉品质的重要指标<sup>[1]</sup>。近年来,众多学者对不同环境条件下主要淀粉性状及面条品质的变化<sup>[2-7]</sup>、淀粉糊化特性与食品品质方面的关系进行了不同程度的研究<sup>[8-11]</sup>,栽培措施对淀粉影响的研究也有报道<sup>[12-15]</sup>。但关于水肥耦合调控对淀粉糊化特性研究较少。为此,以陕西关中3个品种为供试材料,设置不同灌水模式、施氮量、施肥方式,采用裂区设计,

解析水氮调控对不同小麦品种淀粉糊化特性的影响,为制定陕西关中小麦生产最优灌溉和施肥技术提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料与设计

试验于2009年在陕西杨凌小麦综合试验站进行。试验地土壤基础肥力有机质含量18.92 g/kg,全氮1.115 g/kg,碱解氮76.271 mg/kg,速效磷

收稿日期:2011-09-11

基金项目:国家小麦技术产业体专项资金(CARS-03);国家自然科学基金(30971844);校唐仲英育种基金专项

作者简介:董 剑(1972-),男,陕西永寿人,助理研究员,硕士,主要从事小麦遗传育种。

通讯作者:高 翔(1960-),男,陕西乾县人,教授,博士生导师,主要从事小麦遗传育种工作。

27. 148 mg/kg 速效钾 157. 886 mg/kg。

采用 4 因素裂区设计,主区为灌溉模式( W) 4 个水平: 底墒水( 不灌溉) ( W0) ,冬灌 1 水( W1) ,春灌 1 水( W2) ,冬 1 水 + 春 1 水( W3) ,灌水量 750 m<sup>3</sup>/( 次·hm<sup>2</sup>) ; 副区设为 3 种施氮量( N) : 120 kg/hm<sup>2</sup>( N1) 、180 kg/hm<sup>2</sup>( N2) 、240 kg/hm<sup>2</sup>( N3) ; 副副区设为 2 种施氮方式( M) : 100% 底肥( M1) , 60% 底肥 + 40% 追肥( M2) ; 最小区设为 3 个品种( V) : 小偃 22 ,西农 979 ,陕 558。小区面积 18. 35 m<sup>2</sup> ,共 3 次重复。播种密度 225 万基本苗/hm<sup>2</sup> ,管理同大田。

1.2 制粉

用 Brabender 中型磨粉机( Quadrumat Junior) 实验磨制取。

1.3 粘度参数测定

用澳大利亚 Newport Scientific 公司快速粘度测试仪( RVA) 测定淀粉糊化温度、峰值粘度和稀懈值等参数。

1.4 统计分析方法

计算与分析均用 Excel 和 DPS 数据处理系统完成。

2 结果与分析

2.1 灌水模式对小麦淀粉糊化特性的影响

灌水模式对淀粉峰值粘度的影响差异显著 ,冬灌 1 水 + 春灌 1 水下的峰值粘度显著高于其他 3 种灌水模式。不同灌水模式之间对小麦淀粉糊化的衰减值和回生值有显著差异 ,对其他糊化性状差异不显著( 表 1) 。随着灌水量和次数的增加 ,3 个品种淀粉糊化参数为增加趋势。不同灌水模式在不同品种之间差异显著 ,且反映不一。小偃 22 的淀粉糊化特性均在处理 W3 下显著高于其他 3 种灌水模式; 西农 979 的低谷粘度、最终粘度和回生值在 W0 下最高 ,W1 下最低; 陕 558 的低谷粘度、最终粘度和回生值在 W4 下最高、在 W2 下最低。西农 979 和陕 558 都在 W2 下峰值粘度最低 ,其他 3 种灌水模式差异不显著。峰值时间西农 979 在灌溉模式 W1 下最高 ,但 4 种灌水模式间差异不显著 ,陕 558 在灌溉模式 W4 下最高 ,在灌溉模式 W3 下最低 ,且灌溉模式 W3 与 W4 间差异显著 ,其他任何 2 个处理间差异不显著( 图 1) 。

表 1 不同灌溉模式对淀粉糊化特性的影响  
Tab.1 Effects of different irrigation methods on starch pasting properties

| 灌水模式<br>Irrigation<br>methods | 糊化温度/℃<br>Past<br>temperature | 峰值<br>时间/min<br>Peak time | 峰值粘度<br>Peak viscosity<br>( RVU) | 低谷粘度<br>Hold through<br>( RVU) | 最终粘度<br>Final viscosity<br>( RVU) | 衰减值<br>Break down<br>( RVU) | 回生值<br>Setback<br>( RVU) |
|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| F                             | 2. 91                         | 1. 91                     | 11. 80*                          | 4. 56                          | 4. 64                             | 5. 16                       | 4. 44                    |
| W0                            | 64. 5a                        | 5. 6a                     | 163. 7b                          | 85. 8a                         | 170. 4a                           | 77. 8 abA                   | 84. 6abA                 |
| W1                            | 64. 2 a                       | 5. 6 a                    | 158. 1b                          | 81. 7a                         | 164. 73a                          | 76. 4 bA                    | 82. 9bA                  |
| W2                            | 64. 4 a                       | 5. 6 a                    | 164. 0b                          | 84. 5a                         | 169. 6a                           | 79. 5 abA                   | 85. 0abA                 |
| W3                            | 64. 4 a                       | 5. 7 a                    | 176. 3a                          | 95. 3a                         | 188. 3a                           | 81. 0 aA                    | 93. 0aA                  |

注: \* . 表示 0. 05 水平差异 ,\*\* . 表示 0. 01 水平差异( 表 2 3 同) 。  
Note: \* and \*\* . Represent significance at 5% and 1% probability levels respectively. The same as Tab. 2 3.

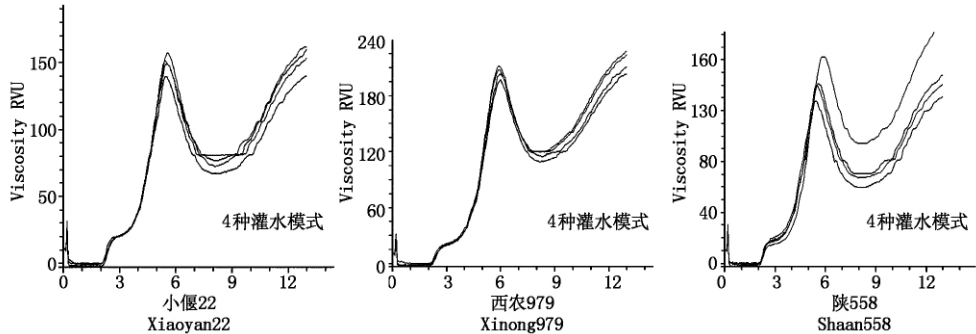


图 1 不同品种 4 种灌水模式 RVA  
Fig. 1 The RVA of four irrigation methods on different varieties

2.2 施氮量对小麦淀粉糊化特性的影响

施肥量对低谷粘度、最终粘度、回生值及峰值时间有显著影响 ,不同施肥量之间对小麦淀粉糊化的低谷粘度、最终粘度、回生值及峰值时间有显著差异( 表 2) 。随着施肥量的增加低谷粘度、最终粘度和回生值呈上升趋势 ,施肥量 N11 下的低谷粘度、最终粘度和回生值都显著低于 N12、N13。施肥量对各品种淀粉糊化特性影响不一: 小偃 22 在 N2、N3

下峰值粘度最高,N1下最低,西农979和陕558在3种施肥量下峰值粘度差异不显著。小偃22的低谷粘度、最终粘度和回生值在N1下显著低于N2、N3。西农979的低谷粘度、最终粘度和回生值在N3下最高,在N2下最低,但3种施肥量间无显著差异。陕558的低谷粘度、最终粘度和回生值在N3下最高,在N1下最低,3种施肥量间无显著差异,3个品种的衰减值在3种施肥量下都差异不显著。

表 2 不同施氮量对淀粉糊化特性的影响

Tab.2 Effects of different nitrogen levels on starch pasting properties

| 施氮量<br>Nitrogen levels | 糊化温度/℃<br>Past<br>temperature | 峰值<br>时间/min<br>Peak time | 峰值粘度<br>Peak viscosity<br>(RVU) | 低谷粘度<br>Hold through<br>(RVU) | 最终粘度<br>Final viscosity<br>(RVU) | 衰减值<br>BreakDown<br>(RVU) | 回生值<br>Setback<br>(RVU) |
|------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| F                      | 3.46                          | 5.76*                     | 3.77                            | 5.26*                         | 5.69*                            | 1.86                      | 5.69*                   |
| N1                     | 64.4a                         | 5.6a                      | 161.5aA                         | 83.5bA                        | 167.2bA                          | 78.0a                     | 83.7bA                  |
| N2                     | 64.5a                         | 5.7a                      | 166.7abA                        | 88.4aA                        | 175.7aA                          | 78.3a                     | 87.3aA                  |
| N3                     | 64.3a                         | 5.6a                      | 168.4aA                         | 88.7aA                        | 176.8aA                          | 79.8a                     | 88.1aA                  |

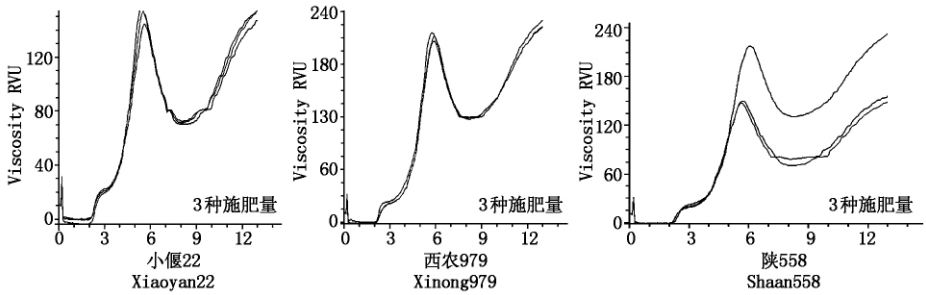


图 2 不同品种 3 种施氮量 RVA

Fig.2 The RVA of three nitrogen levels on Different varieties

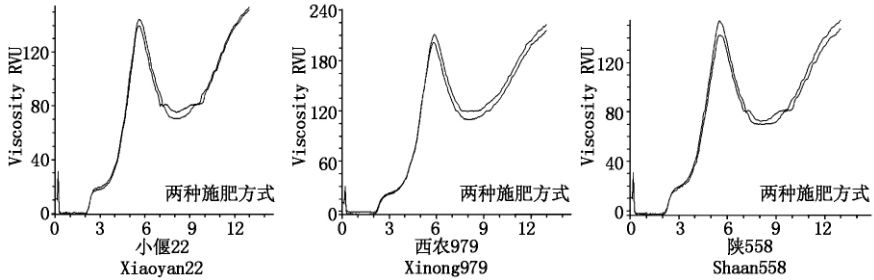


图 3 不同品种两种施肥模式 RVA

Fig.3 The RVA of two nitrogen methods on different varieties

2.3 施氮方式对小麦淀粉糊化特性的影响 化特性均影响不显著(表 3)。  
方差分析表明:施氮方式对 3 个品种的淀粉糊

表 3 水肥耦合效应对小麦淀粉粘度性状的方差分析

Tab.3 ANOVA of water and fertilizer coupling for wheat starch pasting properties

| 变异来源<br>Source | 糊化温度/℃<br>Past<br>temperature | 峰值粘度<br>Peak viscosity<br>(RVU) | 低谷粘度<br>Hold through<br>(RVU) | 最终粘度<br>Final viscosity<br>(RVU) | 衰减值<br>BreakDown<br>(RVU) | 回生值<br>Setback<br>(RVU) | 峰值时间<br>/min<br>Peak time |
|----------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|
| W* N           | 1.56                          | 1.69                            | 2.17                          | 2.13                             | 0.97                      | 2.14                    | 2.08                      |
| W* M           | 0.26                          | 0.47                            | 0.64                          | 0.67                             | 0.85                      | 0.80                    | 2.81                      |
| M              | 0.38                          | 0.01                            | 0.00                          | 0.00                             | 0.09                      | 0.02                    | 0.17                      |
| N* M           | 1.08                          | 7.16**                          | 9.51**                        | 11.76**                          | 3.18                      | 11.51**                 | 2.24                      |
| W* N* M        | 1.42                          | 0.43                            | 1.01                          | 1.13                             | 0.19                      | 1.66                    | 2.32                      |
| V              | 12.15**                       | 236.02**                        | 257.68**                      | 233.75**                         | 142.95**                  | 183.26**                | 51.01**                   |
| W* V           | 1.14                          | 4.08**                          | 7.51**                        | 7.06**                           | 1.02                      | 6.17**                  | 6.32**                    |
| N* V           | 0.56                          | 4.91**                          | 5.67**                        | 5.45**                           | 3.48                      | 5.17**                  | 2.22                      |
| M* V           | 0.28                          | 2.93                            | 3.05                          | 2.69                             | 2.54                      | 2.01                    | 0.79                      |
| W* N* V        | 0.86                          | 3.32**                          | 3.47**                        | 3.41**                           | 2.98**                    | 3.35**                  | 1.99*                     |
| W* M* V        | 0.79                          | 4.28**                          | 3.77**                        | 3.70**                           | 5.19**                    | 3.55**                  | 1.02                      |
| N* M* V        | 1.22                          | 2.10                            | 2.67*                         | 2.23                             | 1.09                      | 1.54                    | 1.18                      |
| W* N* M* V     | 0.90                          | 2.34*                           | 2.83**                        | 2.31*                            | 1.17                      | 1.58                    | 1.38                      |

## 2.4 水氮耦合对小麦淀粉糊化特性的影响

方差分析表明(表3): 灌水模式 × 施肥方式 × 品种互作对峰值粘度、低谷粘度、最终粘度、衰减值以及回生值都有着极显著影响; 施肥量 × 施肥方式 × 品种互作对低谷粘度有显著影响; 灌水模式 × 施肥量 × 施肥方式 × 品种互作对低谷粘度影响极显著, 对峰值粘度和最终粘度有着显著影响。糊化温度只在品种间差异显著, 不受其他处理影响。施肥量 × 施肥方式互作对峰值粘度、低谷粘度、最终粘度以及回生值都有着极显著影响; 灌水模式 × 施肥量 × 品种互作对峰值粘度、低谷粘度、最终粘度、衰减值以及回生值都有着极显著影响, 对峰值时间也有着显著影响; 施肥量 × 施肥方式互作中, N11M1 组合的低谷粘度、最终粘度和回生值都显著低于其他组合, N12C2 组合的低谷粘度、最终粘度和回生值都为最高, 但与其他组合差异不显著。峰值粘度以 N2C1 组合最高, 但与 N1M2、N2M2、N3M1、N3M2 差异不显著, N1M1 显著低于其他组合。

## 3 结论与讨论

从本试验结果来看, 小麦淀粉糊化特性主要受遗传控制, 3 个品种间的淀粉粘度性状差异极显著。西农 979 的各项淀粉粘度参数都较高, 淀粉品质最好, 小偃 22 最低, 陕 558 居中。这与 2010 年度陕西省小麦质量报告认为西农 979 在关中中部为中筋相符。

小麦淀粉糊化特性同时还受灌水模式、施氮量的显著影响, 且存在着显著的互作效应, 这与前人研究结果一致<sup>[16-19]</sup>。施肥方式对淀粉粘度性状没有影响。不同灌水模式之间对小麦淀粉糊化的衰减值和回生值有显著差异, 对其他糊化性状差异不显著。随着灌水量和次数的增加, 3 个品种淀粉糊化参数为增加趋势。施肥量对低谷粘度、最终粘度、回生值及峰值时间有显著影响, 不同施肥量之间对小麦淀粉糊化的低谷粘度、最终粘度、回生值及峰值时间有显著差异。随着施肥量的增加, 低谷粘度、最终粘度和回生值呈上升趋势。这与马冬云等<sup>[20]</sup>的研究结果基本一致。施氮量 120 kg/hm<sup>2</sup> 与 100% 施底肥组合下的淀粉品质最差, 施氮量 180 kg/hm<sup>2</sup> 与 100% 施底肥组合下的淀粉品质较好。

在陕西关中地区水肥条件下, 西农 979 和陕 558 在冬灌 1 水下淀粉品质都较差。小偃 22 在冬灌 1 水 + 春灌 1 水、施肥量 120 kg/hm<sup>2</sup> 下淀粉品质最优; 西农 979 在不灌水、施肥量 240 kg/hm<sup>2</sup> 下淀

粉品质最优; 陕 558 在冬灌 1 水 + 春灌 1 水下淀粉品质最优, 施肥量选择 120 kg/hm<sup>2</sup>。

## 参考文献:

- [1] 高松洁, 郭天财, 吴雪峰, 等. 小麦淀粉合成关键酶与淀粉主要理化特性研究进展 [J]. 河南农业大学学报, 2002, 36(4): 313-318.
- [2] 姚大年, 李保云, 朱金宝, 等. 小麦品种主要淀粉性状及面条品质预测指标的研究 [J]. 中国农业科学, 1999, 32(6): 84-88.
- [3] 宋建民, 刘爱峰, 刘建军, 等. 环境与品种对小麦淀粉理化特性和面条品质的影响 [J]. 作物学报, 2005, 31(6): 796-799.
- [4] 刘建军, 何中虎, 杨金, 等. 小麦品种淀粉特性变异及其与面条品质关系的研究 [J]. 中国农业科学, 2003, 36(1): 7-12.
- [5] 刘建军, 何中虎, 杨金, 等. 小麦品种淀粉特性变异及其与面条品质关系的研究 [J]. 中国农业科学, 2003, 36(6): 7-12.
- [6] 姚大年, 李保云, 梁荣奇, 等. 基因型和环境对小麦品种淀粉性状及面条品质的影响 [J]. 中国农业大学学报, 2000, 5(1): 63-68.
- [7] 王晨阳, 马冬云, 朱云集, 等. 小麦不同水氮运筹对面冬煮制品质的影响 [J]. 中国农业科学, 2004, 37(2): 256-262.
- [8] 张勇, 何中虎. 我国春播小麦淀粉糊化特性研究 [J]. 中国农业科学, 2002, 35(5): 471-475.
- [9] 阎俊, 张勇, 何中虎. 小麦品种糊化特性研究 [J]. 中国农业科学, 2001, 34(1): 9-13.
- [10] 王晓曦, 苏东民. 小麦淀粉与小麦品质之间的关系 [J]. 粮食与饲料工业, 2000(9): 4-5.
- [11] 杜朝, 杨学举, 刘桂茹, 等. 小麦面粉淀粉特性与烘烤品质关系的研究 [J]. 河北农业大学学报, 2002, 25(4): 29-33.
- [12] 王晨阳, 马冬云, 郭天财, 等. 不同水氮处理对淀粉组成及特性的影响 [J]. 作物学报, 2004, 30(8): 843-846.
- [13] 许轲, 戴其根, 葛鑫, 等. 氮肥运筹对面条小麦品种陕农 229 淀粉品质的影响 [J]. 上海农业学报, 2004, 20(1): 49-53.
- [14] 张杰, 胡开明, 付鹏, 播期、密度和氮素运筹对小麦品种烟农 19 粘度仪参数的影响 [J]. 安徽农业科学, 2007, 35(33): 10636-10637.
- [15] 黄正来, 楚宁霞. 不同栽培措施对扬麦 12 淀粉糊化参数及其他品质性状的影响 [J]. 安徽农业科学, 2009, 37(22): 10395-10397.
- [16] 马冬云, 郭天财, 王晨阳. 施氮水平对小麦籽粒淀粉粒度分布及淀粉粒糊化特性的影响 [J]. 西北农业科学, 2010, 19(11): 43-47.
- [17] 蒋达, 张洪程, 刘艳阳, 等. 地力水平与施氮量对小麦淀粉 RVA 谱特征的影响 [J]. 麦类作物学报, 2009, 29(1): 134-140.
- [18] 张学林, 郭天财, 朱云集. 追氮时期对两种筋型小麦淀粉糊化特性的影响 [J]. 华北农学报, 2005, 20(3): 79-82.
- [19] 张永丽, 于振文, 郑成岩. 不同灌水处理对强筋小麦济麦 20 耗水特性和籽粒淀粉组分积累的影响 [J]. 中国农业科学, 2009, 42(12): 4218-4227.
- [20] 马冬云, 郭天财, 王晨阳, 等. 不同筋力小麦品种在不同生态环境下籽粒淀粉糊化特性分析 [J]. 西北植物学报, 2004, 24(5): 798-802.