

# 不同土壤水分对强、弱筋小麦烘焙品质的影响

李玲燕, 杜金哲, 姜 雯, 林 琪, 刘义国

(青岛农业大学 植物科技学院, 山东 青岛 266109)

**摘要:** 以强筋小麦济麦 20 和弱筋小麦宁麦 9 为材料, 在防雨池栽条件下研究了不同土壤水分对强、弱筋小麦烘焙品质的影响。结果表明: 随着土壤水分减少, 强、弱筋小麦籽粒蛋白质含量显著增加。蛋白质含量、湿面筋含量及沉降值与小麦烘焙品质指标均呈显著相关, 可以作为衡量小麦烘焙品质的参考指标。2 个供试品种中, 强筋小麦(济麦 20)烘焙品质受土壤水分影响较大, 在土壤相对含水量 55%~60% 条件下烘焙品质最好; 而弱筋小麦(宁麦 9)烘焙品质受土壤水分影响不明显。

**关键词:** 小麦; 土壤水分; 烘焙品质

中图分类号: S512.033 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2008)03-0198-04

## Effects of Different Soil Water Content on Baking Quality of Strong Gluten and Weak Gluten Wheat

LI Ling-yan, DU Jin-zhe, JIANG Wen, LIN Qi, LIU Yi-guo

(College of Plant Science and Technology, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China)

**Abstract:** Under rain-sheltered proof culture conditions, two wheat cultivars, Jimai 20(strong gluten wheat) and Ningmai 9(weak gluten wheat), were used to study the effects of different soil water(with relative soil moisture 55%—60%, 65%—70% and 75%—80%, respectively) on baking quality. The results showed that under 55%—60% relative soil water content treatment condition, the grain protein content was higher than that under the higher soil water content treatments, for both cultivars. Analysis of the correlations showed that grain protein contents, wet gluten contents and sedimentations were all significantly correlated with the baking quality indices, which indicates that grain protein contents, wet gluten contents and sedimentations could be used for evaluating the baking quality of wheat. Between the two cultivars, for Jimai 20(strong gluten wheat), the baking quality of was more sensitive to the soil water conditions, and was the best under 55%—60% soil water content. Whereas, for Ningmai 9(weak gluten wheat), the baking quality was not significantly affected by soil water content.

**Key words:** Wheat; Soil water; Baking quality

烘焙品质是小麦二次加工品质的重要体现, 它既受蛋白质和面筋含量的影响, 也受蛋白质和面筋质量的制约。面粉理化特性和面团流变学特性是小麦烘焙品质的间接反映<sup>[1]</sup>。国内外学者通过多点多样本对烘焙品质指标间相关性进行了大量的研究<sup>[2-7]</sup>, 提出了多个评价烘焙品质的参考指标, 但研究间还存在差异, 且这些研究通常忽略了大田栽培条件的影响, 而在实际生产上, 小麦烘焙品质往往受田间栽培条件的影响, 尤其是土壤水分。近年来, 关于土壤水分对小麦烘焙品质影响的研究有所增多<sup>[8,9]</sup>, 但对不同筋型小麦间烘焙品质受土壤水分

影响的差异研究较少。本研究以强、弱筋小麦为材料, 在防雨旱池控水条件下, 研究了不同土壤水分处理对小麦烘焙品质的影响, 以及对强、弱筋小麦影响程度的差异, 以期生产上不同筋型小麦的合理土壤水分控制提供理论依据。

### 1 材料和方法

试验于 2005—2007 年在青岛农业大学莱阳校区防雨旱池中进行, 池栽面积为 2 m×2 m, 深 1.5 m, 砖砌水泥池, 不封底; 每池种植 8 行小麦, 平均行距为 25 cm, 基本苗 180 万/hm<sup>2</sup>。供试品种为强筋小麦

收稿日期: 2008-03-19

基金项目: 国家科技支撑计划(2006BAD21B04); 国家粮丰工程(2006BAD02A00)

作者简介: 李玲燕(1981—), 女, 山东乳山人, 研究实习员, 硕士, 主要从事小麦品质研究。

通讯作者: 杜金哲(1972—), 女, 辽宁新金人, 副教授, 硕士生导师, 主要从事小麦品质生理研究工作。

品种济麦 20 和弱筋小麦品种宁麦 9。0 ~ 25 cm 土层内, 土壤容重 1.34 g/cm<sup>3</sup>, 田间最大持水量 25%, 有机质含量 1.52%, 全氮含量 0.093%, 速效氮 55.4 mg/kg, 速效磷 60.1 mg/kg, 速效钾 71.5 mg/kg。

1.1 试验设计

本试验设置 3 个土壤水分处理, 处理 1: 保持土壤相对含水量在 55% ~ 60% 之间; 处理 2: 保持土壤相对含水量在 65% ~ 70% 之间; 处理 3: 保持土壤相对含水量在 75% ~ 80% 之间; 拔节后每隔 7 d 调控土壤水分含量, 据 0 ~ 100 cm 土层土壤含水量平均值标定土壤含水量, 用水表控制灌水量。底肥按每公顷施有机肥 2 082.5 kg, 纯氮 124.2 kg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 150 kg, K<sub>2</sub>O 105 kg, 拔节期开沟追肥, 按每公顷追施纯氮 50 kg, 各小区施肥量均等, 管理措施均按高产麦田要求进行, 重复 3 次, 随机区组排列。

1.2 测定项目与方法

小麦土壤水分含量用美国产 503DR 中子水分仪测定; 蛋白质含量用半微量凯氏定氮法测定; 湿面筋含量参照国标 GB5506-85 手洗法测定; SDS—沉降值的测定: 称取 2 g 面粉于 50 mL 量筒中, 加入 25 mL 浓度 10 mg/L 的溴酚蓝溶液, 震荡 5 min。加入 25 mL 乳酸—SDS 工作液, 立即震荡 15 min, 静止 20 min; 磨粉使用法国特里百特—雷诺肖邦公司生产的肖邦 CDI 实验磨粉机; 吹泡稠度指标用法国特里百

特—雷诺肖邦公司生产的 NG 型吹泡稠度仪进行吹泡和稠度分析; 拉伸指标用 JM1D150 面团拉伸仪测定。

2 结果与分析

2.1 不同土壤水分对小麦蛋白质含量、干湿面筋含量和沉降值的影响

由表 1 可知, 济麦 20 和宁麦 9 的蛋白质含量均随土壤水分的降低而增加, 处理间差异显著, 说明降低土壤水分显著提高了强、弱筋小麦籽粒蛋白质含量, 品种间比较, 济麦 20 的蛋白质含量均显著高于宁麦 9。

济麦 20 和宁麦 9 干、湿面筋含量随着土壤水分的降低呈增加趋势, 济麦 20 处理 1 的干、湿面筋含量显著高于处理 2 和处理 3, 处理 2 与处理 3 之间差异不显著; 宁麦 9 处理 1 和处理 2 的干、湿面筋含量显著高于处理 3, 处理 1 与处理 2 之间差异不显著; 说明降低土壤水分有利于提高强、弱筋小麦籽粒干、湿面筋含量。品种间比较, 济麦 20 的干、湿面筋含量均显著高于宁麦 9。

沉淀值是评价面粉蛋白质数量和质量的一个综合性指标, 反映了面筋的含量与质量。济麦 20 处理间差异不显著; 宁麦 9 处理间差异也不显著。品种间比较, 济麦 20 的沉降值均显著高于宁麦 9。

表 1 不同土壤水分对小麦蛋白质含量、面筋含量和沉降值的影响

Tab. 1 Effect on protein contents dry and wet gluten contents SDS sedimentation under different soil water content					
品种 Cultivar	处理 Treatment	蛋白质含量/% Protein content	干面筋含量/% Dry gluten content	湿面筋含量/% Wet gluten content	沉降值/mL SDS sedimentation
济麦 20 Jimai 20	1	14.32a	12.55a	33.35a	30.10a
	2	13.55b	11.23b	30.65b	29.70a
	3	13.11c	11.34b	30.72b	27.20a
宁麦 9 Ningmai 9	1	12.37a	8.44a	21.81a	17.80a
	2	12.24b	8.02a	22.45a	20.85a
	3	12.08c	6.36b	17.25b	17.35a
处理 Treatment		**	**	**	NS
品种 Cultivar		**	**	**	**
处理×品种 Treatment×Cultivar		**	**	**	NS

注: 同列数值后不同小写字母表示差异达 5% 显著水平, \*\* 表示差异达 1% 显著水平; NS 表示差异不显著  
Note: Different small within a column mean difference significant at 0.05. \*\* and NS represent difference significant at the 0.01 levels and no significant, respectively.

2.2 不同土壤水分对小麦面粉吹泡指标的影响

由表 2 可知, 济麦 20 的面团韧性为处理 1 > 处理 3 > 处理 2, 宁麦 9 的面团韧性为处理 2 > 处理 3 > 处理 1, 济麦 20 以土壤相对含水量 55% ~ 60% 处理的面团韧性最好, 宁麦 9 以土壤相对含水量 65% ~ 70% 处理的面团韧性最好。品种间比较, 济麦 20 的面团韧性均明显好于宁麦 9。

济麦 20 的延伸性为处理 2 > 处理 3 > 处理 1, 济

麦 20 的延伸性与面团韧性的变化趋势完全相反, 以土壤相对含水量 55% ~ 60% 处理的延伸性最差。宁麦 9 的延伸性为处理 1 > 处理 2 > 处理 3, 以土壤相对含水量 55% ~ 60% 处理的延伸性最好, 济麦 20 的延伸性总体比宁麦 9 好。

济麦 20 和宁麦 9 均以土壤相对含水量 55% ~ 60% 处理的弹性系数最高, 说明降低土壤水分有利于增大强、弱筋小麦的弹性系数, 品种间比较, 济麦

20 的弹性系数均明显大于宁麦 9。

配置比反映吹泡曲线的构形,其值越大则小麦的韧性越强,延伸性差。济麦 20 的配置比为处理 1>处理 3>处理 2,宁麦 9 的配置比为处理 3>处理 2>处理 1,济麦 20 以土壤相对含水量 55%~60%处理的配置比最大,而宁麦 9 以土壤相对含水量 75%~80%处理的最大。

济麦 20 的烘焙力为处理 1>处理 3>处理 2,宁

麦 9 的烘焙力为处理 2>处理 1>处理 3,济麦 20 以土壤相对含水量 55%~60%处理的烘焙力最大,宁麦 9 以土壤相对含水量 65%~70%处理的烘焙力最大。品种间比较,济麦 20 烘焙力均明显大于宁麦 9。

由以上可知,强筋小麦济麦 20 的烘焙品质好于弱筋小麦宁麦 9,并以土壤相对含水量 55%~60%处理的烘焙品质最好,弱筋小麦宁麦 9 处理间烘焙品质变化规律不明显。

表 2 不同土壤水分对小麦面粉吹泡指标的影响

Tab. 2 Effect on alveograph indexes of flour under different soil water content								
品种 Cultivar	处理 Treatment	面团韧性 (P)/mm Tenacity	延伸性 (L)/mm Extensibility	充气系数 G Swelling index	弹性系数 (le)/% Coefficient of elasticity	配置比 P/L Ratio	烘焙力 (W)/10 <sup>-4</sup> J Baking strength	烘焙力 W(40)/10 <sup>-4</sup> J Baking strength
济麦 20 Jimai 20	1	90	77	19.5	69.6	1.17	286	170
	2	68	107	23.0	63.1	0.64	261	123
	3	74	106	22.9	63.3	0.70	277	134
宁麦 9 Ningmai 9	1	37	84	20.4	46.2	0.44	94	60
	2	50	78	19.7	44.6	0.64	118	80
	3	41	49	15.6	36.5	0.84	64	59

### 2.3 不同土壤水分对小麦稠度指标的影响

HYDHA 是折算到 2 200 mb, 15%水分基础上的加水量,WAC 是 1 700 mb, 15%水分基础上的加水量,通常情况下吸水率越大做面包越好,加水量多,经济效益高。由表 3 可以看出,济麦 20 的吸水率为

处理 1>处理 2>处理 3,宁麦 9 的吸水率为处理 2>处理 1>处理 3。济麦 20 以土壤相对含水量 55%~60%处理的吸水率最大,宁麦 9 以土壤相对含水量 65%~70%处理的吸水率最大。品种间比较,济麦 20 的吸水率明显大于宁麦 9。

表 3 不同土壤水分对小麦稠度指标的影响

Tab. 3 Effect on consistograph indexes of flour under different soil water content								
品种 Cultivar	处理 Treatment	吸水率 HYDHA/ %b Water absorption	最大压力 值/mb Maximum pressure	最大压力 时间/s TpMax peak time	稳定时间 /s Stability period	跌落值 /mb D250 value	跌落值 /mb D450 value	吸水率 WAC/ %b Water absorption
济麦 20 Jimai 20	1	54.3	2 011	229	296	15	431	56.4
	2	54.2	2 144	189	232	130	562	56.0
	3	53.6	2 028	182	292	127	610	55.4
宁麦 9 Ningmai 9	1	49.6	2 293	88	178	562	1 194	51.9
	2	50.4	2 140	92	196	479	1 050	52.7
	3	49.1	2 094	90	154	614	1 273	51.6

济麦 20 的稳定时间为处理 1>处理 3>处理 2,宁麦 9 的稳定时间为处理 2>处理 1>处理 3,济麦 20 以土壤相对含水量 55%~60%处理稳定时间最长,宁麦 9 以土壤相对含水量 65%~70%处理稳定时间最长。品种间比较,济麦 20 的稳定时间明显高于宁麦 9。

D250 和 D450 分别表示 250 s 和 450 s 时面团压力从最大压力值处跌落的值,济麦 20 以土壤相对含水量 55%~60%处理的跌落值最小,宁麦 9 以土壤相对含水量 65%~70%处理的跌落值最小,品种间比较,济麦 20 的跌落值明显小于宁麦 9。

由以上可知,强筋小麦济麦 20 较弱筋小麦宁麦 9 稳定时间长、面团不宜弱化,有更好的烘焙品质,济麦 20 以土壤相对含水量 55%~60%处理烘焙品

质较好。

### 2.4 不同土壤水分对小麦面粉拉伸指标的影响

由表 4 可知,济麦 20 的拉伸能量为处理 1>处理 3>处理 2,宁麦 9 的拉伸能量为处理 2>处理 1>处理 3。济麦 20 以土壤相对含水量 55%~60%处理拉伸能量最大,面粉筋力强,烘烤品质好,宁麦 9 以土壤相对含水量 65%~70%处理拉伸能量最大,品种间比较,济麦 20 的拉伸能量均明显高于宁麦 9。

济麦 20 延伸度为处理 2>处理 3>处理 1,宁麦 9 延伸度为处理 1>处理 2>处理 3。品种间比较,济麦 20 面团的延伸度显著高于宁麦 9。可以看出,延伸度与吹泡仪的 L 指标(延伸性)变化趋势相吻合。

济麦 20 面团的拉伸阻力为处理 1> 处理 3> 处理 2, 宁麦 9 面团的拉伸阻力为处理 2> 处理 1> 处理 3, 可以看出, 同一土壤水分对不同筋型小麦的面团弹性影响不同。品种间比较, 济麦 20 的拉伸阻力

明显高于宁麦 9。  
强、弱筋小麦的拉伸比与拉伸阻力的变化趋势一致。品种间比较, 济麦 20 的拉伸比显著高于宁麦 9。

表 4 不同土壤水分对小麦面粉拉伸指标的影响

Tab. 4 Effect on extensograph indexes of flour under different soil water content

品种 Cultivar	处理 Treatment	拉伸能量 / cm <sup>2</sup> Energy	延伸度 / mm Extensibility	拉伸阻力 50/ EU Resistance	拉伸阻力 max/ EU Resistance max	拉伸比 50 Draw ratio	拉伸比 M <sub>ax</sub> Draw ratio max
济麦 20 Jimai 20	1	162	114	810	1132	7. 1	9. 9
	2	137	145	538	845	4. 0	6. 3
	3	148	134	575	954	4. 1	6. 6
宁麦 9 Ningmai 9	1	28	94	226	236	2. 5	2. 5
	2	51	92	448	454	4. 9	4. 9
	3	7	66	52	100	0. 8	1. 6

注: 表中数据采用醒发 135 min 时的拉伸数据。  
Note: The extensograph data at 135 min were used in this table.

2.5 不同土壤水分条件下强、弱筋小麦品种主要烘焙品质指标间的相关性

由表 5 可以看出, 不同土壤水分条件下, 强、弱筋小麦的蛋白质含量、湿面筋含量、沉降值系三者两两之间均呈极显著正相关。面团韧性、弹性指数、烘焙力、吸水率、最大压力时间、稳定时间、拉伸能量、拉伸阻力八个指标间均呈显著或极显著正相关, 且均与蛋白质含量、湿面筋含量、沉降值三者呈显著或极显著正相关, 这八个指标与三者的相关系数中以面团韧性 P 与沉降值的相关系数最大 ( $R_{0.01}=0.943$ ), 弹性系数 Ie 与湿面筋含量的相关系数最大 ( $R_{0.01}=0.997$ ), 烘焙力 W 与湿面筋含量的相关系数最大 ( $R_{0.01}=0.985$ ), 吸水率 HYDHA 与沉降值的相关系数最大 ( $R_{0.01}=0.996$ ), 最大压力时间  $T_{pMax}$  与蛋白质含量的相关系数最大 ( $R_{0.01}=0.971$ ), 稳定时间  $T_{ol}$  与湿面筋含量的相关系数最大 ( $R_{0.01}=0.942$ ), 拉伸能量与湿面筋含量的相关系数最大 ( $R_{0.01}=0.989$ ), 拉伸阻力与湿面筋含量的相关系数最大 ( $R_{0.01}=0.985$ )。

跌落值 D250 与蛋白质含量、湿面筋含量、沉降值三者呈极显著负相关; 其中跌落值与沉降值的相关系数最大 ( $R_{0.01}=-0.987$ )。

面泡的延伸性 L 仅与面团延伸度均呈极显著正相关。最大压力  $P_{rMax}$  与各指标均无相关关系。

3 结论与讨论

土壤水分降低显著提高了强、弱筋小麦籽粒的蛋白质含量; 籽粒湿面筋含量也随着土壤水分的降低呈增加趋势, 与前人研究结果一致<sup>[9]</sup>, 但强、弱筋小麦籽粒沉降值在品种间差异显著, 处理间差异不显著, 说明沉降值的遗传力比较高, 受环境影响

较小。  
蛋白质含量、湿面筋含量及沉降值三者的变化显著影响了小麦的烘焙品质指标, 可以将蛋白质含量、湿面筋含量和沉降值作为衡量小麦烘焙品质的参考指标, 这与前人的研究结果基本一致<sup>[10-11]</sup>, 由表 5 可知, 湿面筋含量与面团弹性、稳定时间、拉伸能量、拉伸阻力及烘焙力的相关最密切, 沉降值与面团韧性、吸水率及跌落值的相关最密切, 所以在小麦烘焙品质粗略鉴定中, 采用湿面筋含量和沉降值两个指标更能较为准确地反映出小麦的烘焙品质。

不同土壤水分条件下, 强筋小麦济麦 20 的烘焙品质均明显好于弱筋小麦宁麦 9, 分析可知, 遗传特性是决定烘焙品质的主导因素, 但栽培条件在一定程度上能改善小麦烘焙品质。强筋小麦济麦 20 以土壤相对含水量 55%~60% 处理的烘焙品质最好, 说明可以通过调节土壤水分来改善强筋小麦的烘焙品质; 而弱筋小麦宁麦 9 在不同土壤水分条件下, 其烘焙品质指标变化规律不明显。严美玲等<sup>[12]</sup> 研究也表明, 灌溉可以显著提高强筋小麦的品质指标, 但弱筋小麦对灌溉的反应较迟钝。

吹泡稠度仪在国内的应用较少, 通常利用粉质仪研究小麦的品质, 本研究中利用吹泡稠度仪测定的指标与拉伸仪指标有高度的相关性, 说明吹泡稠度仪在测定小麦品质指标方面有高度的可靠性, 可以用吹泡的方法来分析和测定面粉的烘烤品质。

由表 1 可知, 蛋白质含量高的处理不一定湿面筋含量高, 湿面筋的含量与蛋白质的组分有密切关系, 本研究中仅对烘焙品质进行了相关研究, 而对于决定这些烘焙品质的内因, 即籽粒蛋白质组分, 有待进一步研究。

表 5 不同土壤水分条件下强、弱筋小麦主要烘焙品质指标的相关性蛋白质含量

Tab.5 The correlations between main baking quality indexes of strong and weak gluten wheat under different soil water content

	蛋白质含量 Protein content	湿面筋含量 Wet gluten content	沉降值 SDS Sedimentation	面团韧性 P Tenacity	延伸性 L Extensibility	弹性系数 Ie Coefficient of elasticity	烘焙力 W Baking strength	吸水率 HYDHA Water absorption	最大压力 PrMax Maximum pressure	最大压力时间 TpMax Peak time	稳定时间 Tol Stability period	跌落值 D250 value	能量 Energy	延伸度 Extensibility	拉伸阻力 Resistance max
蛋白质含量 Protein content	1.000														
湿面筋含量 Wet gluten content	0.932**	1.000													
沉降值 SDS Sedimentation	0.927**	0.968**	1.000												
面团韧性 P Tenacity	0.934**	0.938**	0.943**	1.000											
延伸性 L Extensibility	0.448	0.707	0.648	0.451	1.000										
弹性系数 Ie Coefficient of elasticity	0.946**	0.997**	0.959**	0.935**	0.686	1.000									
烘焙力 W Baking strength	0.904*	0.985**	0.978**	0.946**	0.702	0.981**	1.000								
吸水率 HYDHA Water absorption	0.919**	0.979**	0.996**	0.937**	0.692	0.973**	0.991**	1.000							
最大压力 PrMax Maximum pressure	-0.540	-0.519	-0.597	-0.762	0.007	-0.510	-0.609	-0.582	1.000						
最大压力时间 TpMax Peak time	0.971**	0.955**	0.966**	0.971**	0.518	0.964**	0.965**	0.967**	-0.661	1.000					
稳定时间 Tol Stability period	0.849*	0.942**	0.884*	0.948**	0.593	0.939**	0.947**	0.904*	-0.680	0.910*	1.000				
跌落值 D250 D250 value	-0.940**	-0.986**	-0.987**	-0.971**	-0.634	-0.983**	-0.993**	-0.992**	0.634	-0.983**	-0.944**	1.000			
能量 Energy	0.913*	0.989**	0.980**	0.959**	0.683	0.983**	0.998**	0.990**	-0.620	0.966**	0.955**	-0.996**	1.000		
延伸度 Extensibility	0.704	0.877*	0.868*	0.698	0.933**	0.863*	0.887*	0.894*	-0.255	0.771	0.750	-0.846*	0.871*	1.000	
拉伸阻力 max Resistance max	0.918**	0.985**	0.967**	0.976**	0.626	0.975**	0.982**	0.971**	-0.646	0.958**	0.969**	-0.990**	0.992**	0.817*	1.000

注：\*表示在 1% 水平上的差异显著性；\*表示在 5% 水平上的差异显著性 Note: \*\* and \* represent correlation significant at the 0.01 and 0.05 levels, respectively.

## 参考文献:

- [ 1 ] 赵会杰, 段藏禄, 毛凤梧. 小麦品质形成机理与调优技术[ M ]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2003: 48—49.
- [ 2 ] 王光瑞, 周桂英, 王 瑞. 焙烤品质与面团形成和稳定时间相关分析[ J ]. 中国粮油学报, 1997, 12(3): 1—6.
- [ 3 ] 王金水, 张长付, 崔丽鸿, 等. 小麦深加工理想品质指标的确立[ J ]. 中国农业科学, 2000, 33(3): 73—78.
- [ 4 ] 刘艳玲, 田纪春. 小麦主要品质性状影响面包烘烤的回归分析[ J ]. 山东农业科学, 2004(2): 16—19.
- [ 5 ] 荆 奇, 戴廷波, 姜 东, 等. 小麦籽粒蛋白质组分的变异及其与面粉品质的关系[ J ]. 麦类作物学报, 2005, 25(2): 90—93.
- [ 6 ] Payne P I, Nightingale M A, Krattiger A F, *et al.* The relationship between HMW gluten in subunit composition and the bread-making quality of British-grown wheat varieties[ J ]. J Sci Food Agric, 1987, 40: 51—65.
- [ 7 ] Huang S, Hun S, Quail K, *et al.* Establishment of flour quality guidelines for northern style Chinese steamed bread[ J ]. Journal of Cereal Science, 1996, 24: 179—185.
- [ 8 ] 赵广才, 何中虎, 田奇卓, 等. 农艺措施对中优 9507 小麦蛋白组分和加工品质的调节效应[ J ]. 作物学报, 2003, 29(3): 408—412.
- [ 9 ] 许振柱, 于振文, 王 东, 等. 灌溉条件对小麦籽粒蛋白质组分积累及其品质的影响[ J ]. 作物学报, 2003, 29(5): 682—687.
- [ 10 ] Chung O K, Ohm J B. Prediction of baking characteristics of hard winter wheat flours using computer-analyzed mixograph parameters[ J ]. Cereal Chemistry, 2001, 78(4): 493—497.
- [ 11 ] 赵乃新, 王乐凯, 程爱华, 等. 面包烘焙品质与小麦品质性状的相关性[ J ]. 麦类作物学报, 2003, 23(3): 33—36.
- [ 12 ] 严美玲, 蔡瑞国, 贾秀领, 等. 不同灌溉处理对小麦蛋白组分和面团流变学特性的影响[ J ]. 作物学报, 2007, 33(2): 337—340.