

微量SRC 值与小麦品质的关系^{*}

高梅^{1a}, 张国权^{1b}, 倪芳妍^{1b}, 罗勤贵^{1b}, 魏益民², 张继澍^{1a}

(1 西北农林科技大学 a 生命科学学院; b 食品科学与工程学院, 陕西 杨凌 712100;

2 中国农业科学院 农产品加工研究所, 北京 100094)

[摘 要] 以陕西省、河南省大面积种植及陕西近年来选育的14个小麦品种(系)为材料, 系统分析了小麦面粉微量SRC 值与蛋白质品质、淀粉品质及面团流变学特性间的关系, 并根据微量乳酸SRC 值分布初步拟定了品质分类界限值。结果表明, 作为反映谷蛋白特性的快速检测指标, 微量乳酸SRC 值主要与GM P、面筋指数、SDS 沉淀值相关; 作为反映面粉破损淀粉水平的快速检测指标, 微量碳酸氢钠SRC 值主要与破损淀粉率、峰值粘度相关; 而作为面团流变学特性的预测指标, 微量水SRC 值主要反映了面团稳定时间的变化, 微量乳酸SRC 值主要反映了吸水率、面团形成时间和拉伸能量的变化, 微量碳酸氢钠SRC 值主要反映了面团吸水率和弱化度的变化。强筋小麦品种微量乳酸SRC 值应在120%以上, 中筋小麦品种应在100%~120%, 弱筋小麦应在100%以下。微量SRC 法能够准确反映小麦蛋白质品质、淀粉品质及面团流变学特性, 是一种简便的微量品质检测方法。

[关键词] 小麦品质; 微量面粉溶剂保持能力; 品质分类

[中图分类号] S512.1.032

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2006)12-0087-05

采用快速、准确的方法, 从小麦育种早代材料中筛选出优质品系, 及对推广小麦品种进行合理的品质分类, 是小麦育种及谷物品质研究的需要。面粉溶剂保持能力(Solvent Retention Capacity, SRC)是指在面粉经过溶胀和离心后, 保留在面粉中的溶剂质量所占面粉质量的百分比^[1]。研究表明^[2], 体积分数5%乳酸SRC 值与面粉中麦谷蛋白特性相关联, 质量分数50 g/L 碳酸氢钠SRC 值与面粉中破损淀粉含量相关联, 质量分数500 g/L 蔗糖SRC 值与面粉中戊聚糖特性高度相关, 而水SRC 值反映的是面粉的综合特性。微量面粉溶剂保持能力(Micro SRC)是根据AACC56-11面粉溶剂保持能力法经过微量化试验确定的小麦品质测试方法, 且与常量SRC 法高度相关^[3-4]。微量SRC 作为一种新的小麦品质微量快速评价方法, 对小麦品质的预测效果以及与其他品质检测指标间的关系还未见报道。本研究选用14个小麦品种(系)为材料, 系统分析了微量SRC 值与面粉蛋白质品质、淀粉品质及面团流变学特性间的关系; 并根据微量乳酸SRC 值的分布状况, 初步拟定了品质分类的界限值并加以验证, 以期为小麦育种, 特别是早代品质选择提供一种微量、快速、简

便的品质检测方法。

1 材料与方法

1.1 材料

参试小麦品种(品系)为陕西省和河南省大面积种植及陕西近年来选育的小麦品种(品系), 于2003年秋播种于西北农林科技大学农作一站同一块试验田, 按品种比较试验的要求进行管理。样品共14份, 分别为: 陕253、豫麦47、郑麦9023、陕优225、皖麦38、82(42)-18、豫麦34、小偃6号、郑麦98、陕150、小偃503、小偃54、花育8号、新麦9408。

验证小麦品种(系)均为参加2004~2005年度陕西关中小麦品种区域试验的品种(系), 于2004年秋播种于西北农林科技大学农作一站同一块试验田, 按品种比较试验的要求进行管理。样品共16份, 分别为: 郑97300-1、981-1、9-1-1-5、319、西农2611、小偃6号、徐州25、8-57、西农976、普冰143、豫麦47、小偃22、太空5号、西农88、烟台4号和淮麦8号。

1.2 方法

1.2.1 面粉微量SRC 值测定^[4] 参照AACC 56-11, 准确称取 0.1000 ± 0.0010 g 面粉放入1.5 mL

* [收稿日期] 2006-08-25

[基金项目] 陕西省科技攻关项目(2005K01-G3)

[作者简介] 高梅(1973-), 女, 讲师, 硕士, 主要从事小麦品质生理研究。E-mail: rosaliengn2002@yahoo.com.cn

[通讯作者] 张国权(1968-), 男, 副教授, 主要从事谷物品质评价及淀粉工程技术研究。

尖底离心管中,加入不同溶剂(蒸馏水,质量分数5%乳酸溶液和质量分数5%碳酸氢钠溶液)0.6 mL,室温溶胀,溶胀期间每隔5 min 震荡约5 s。待溶胀15 min 后于1 500 g 离心15 min,离心后弃上清液,倒扣在吸水纸上,沥干后称重。按下式计算SRC 值。

$$\text{SRC}/\% = \{ \text{沉淀物质量} \times 86 / [\text{面粉质量} \times 100 \times (1 - \text{面粉含水量})] - 1 \} \times 100\%$$

1.2.2 面粉蛋白质品质测定 面粉蛋白质含量参照AACC39-11 测定;湿面筋含量及面筋指数参照AACC38-12 测定;SDS(十二烷基磺酸钠)沉淀值参照AACC 56-70 测定;谷蛋白溶胀指数(SIG)参照文献[5-7]的方法测定;谷蛋白聚合物(GMP)含量参照文献[8]的方法测定。

1.2.3 面粉中淀粉品质性状的测定 总淀粉含量参照GB 5514- 85 的方法测定;直支链淀粉含量参照GB/T 15683- 1995 的方法测定;破损淀粉含量参照GB 9826- 88 的方法测定;粘度参数采用德国布拉本德微型粘度糊化仪(Brabender Micro-Visco-Amylograph)测定;面粉膨胀体积采用澳大利亚Graham Crosby 提供的面粉膨胀体积(FSV)测定

仪,参考AACC 56-21 或56-64(Flour Swelling Volume Preliminary Method)测定,主要指标为起始糊化温度、峰值粘度、破损值、回升值等;降落数值参照GB 10361- 89方法测定。

1.2.4 面团流变学特性测定 粉质参数测定参照AACC 54-21 测定,主要指标为吸水率、面团形成时间、稳定时间、弱化度、评价值。拉伸参数参照AACC 54-10 测定,主要指标为拉伸长度、拉伸阻力、最大拉伸阻力和拉伸能量。

2 结果分析

2.1 参试小麦品种(品系)的微量SRC 值

从表1 可以看出,微量水SRC 值的平均值为74.62%,微量碳酸氢钠SRC 值平均为80.24%,两者在品种间的变化均较小。微量乳酸SRC 值的平均值最高,品种间差异也最大,其变异系数达7.48%。因微量面粉蔗糖SRC 值与常量SRC 值的相关性不显著,在此不再进行讨论。

表1 参试小麦品种平均微量SRC 值、标准差、变异系数和变幅

Table 1 Average, standard deviation, coefficient of variation and range of Micro-SRC value of the wheat varieties examined

品质性状 Quality properties	平均值/% Mean	标准差 Standard deviation	变异系数CV/% Coefficients of variation	变幅 Range
微量水SRC 值 Water Micro-SRC value	74.62	3.49	4.68	70.05~80.43
微量乳酸SRC 值 Lactic Micro-SRC value	122.88	9.19	7.48	100.00~139.16
微量碳酸氢钠SRC 值 NaHCO ₃ Micro-SRC value	80.24	3.32	4.14	76.13~87.52

2.2 微量乳酸SRC 值与蛋白质品质的关系

常量乳酸SRC 值与小麦粉中的谷蛋白特性有关。由表2 可知,微量乳酸SRC 值与各蛋白质品质指标均呈显著或极显著正相关。这说明微量乳酸SRC 值能够反映小麦蛋白质的数量和质量,可以作为一种新的小麦蛋白质品质评价指标。

选用多元回归模型 $Y_{(SRC)} = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + B_4X_4 + B_5X_5 + B_6X_6$ 对品质指标作逐步回归分析(式中, X_1 为蛋白质含量, X_2 为湿面筋含量, X_3 为面筋指数, X_4 为SDS 沉淀值, X_5 为SIG, X_6 为GMP),得方程 $Y_{(\text{微量乳酸SRC})} = 30.453 + 0.680X_3 + 0.321X_4 + 4.759X_6$ (方程显著, $P < 0.05$)。这说明在蛋白质品质与微量乳酸SRC 值的关系中,微量乳酸SRC 值与GMP 含量的关系最为密切,其次为面筋指数和SDS 沉淀值。

表2 面粉微量乳酸SRC 值与蛋白质品质的相关关系

Table 2 Correlation coefficient between protein quality and lactic Micro-SRC value

品质性状 Quality property	微量乳酸SRC 值 Lactic Micro-SRC value
蛋白质含量 Protein content	0.603 9*
湿面筋含量 Wet gluten content	0.599 3*
面筋指数 Gluten index	0.686 9**
SDS 沉淀值 SDS sedimentation value	0.755 7**
GMP	0.768 9**
SIG	0.916 0**

注: * 表示差异显著($P < 0.05$), ** 表示差异极显著($P < 0.01$)。

Note: * 5% significant; ** 1% significant

2.3 微量碳酸氢钠SRC 值与淀粉品质的关系

常量碳酸氢钠SRC 值与面粉中破损淀粉含量有关。由表3 可知,微量碳酸氢钠SRC 值与淀粉破损率呈极显著正相关,与直链淀粉含量、直链/支链淀

粉含量比、起始糊化温度呈显著正相关, 与峰值粘度、降落数值和面粉膨胀体积呈显著负相关。

表3 面粉微量碳酸氢钠SRC 值与淀粉品质的相关关系

品质性状 Quality Property	微量碳酸氢钠 SRC 值 NaHCO ₃ Micro-SRC value
总淀粉含量 Total starch content	- 0.084 6
直链淀粉含量 Amylose content	0.654 3*
直链/支链淀粉含量比 Proportion of amylose and amylopectin	0.646 1*
淀粉破损率 Damage starch content	0.748 4**
面粉膨胀体积 Flour Swelling Volume	- 0.532 9*
降落数值 Falling number	- 0.541 4*
起始糊化温度 Temperature of gelatinization	0.630 0*
峰值粘度 Maximum viscosity	- 0.626 2*
破损值 Breakdown	- 0.310 9
回升值 Setback	- 0.326 1

表4 微量 SRC 值与面团流变学特性指标的相关系数

品质性状 Quality Property	微量水SRC 值 Water Micro-SRC value	微量乳酸SRC 值 Lactic Micro-SRC value	微量碳酸氢钠 SRC 值 NaHCO ₃ Micro-SRC value
吸水率 Water absorption	- 0.332 5	- 0.034 6	0.551 3*
形成时间 Development time	0.516 0	0.627 8*	0.154 2
稳定时间 Stability time	0.589 0*	0.743 7**	0.225 3
弱化度 Softening degree	- 0.525 8	- 0.675 3**	- 0.431 3
评价值 Valorimeter value	0.562 6*	0.674 9**	0.227 7
拉伸长度 Extensibility	- 0.063 1	0.158 7	0.109 7
拉伸阻力 Resistance	0.533 0*	0.429 9	0.038 3
最大拉伸阻力 Max resistance	0.529 7	0.658 0*	0.105 0
拉伸能量 Energy	0.424 2	0.686 9**	0.137 5

在简单相关分析的基础上, 选用多元回归模型 $Y_{(SRC)} = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + B_4X_4 + B_5X_5 + B_6X_6 + B_7X_7 + B_8X_8 + B_9X_9$ 作逐步回归分析(式中, X_1 为吸水率, X_2 为形成时间, X_3 为稳定时间, X_4 为弱化度, X_5 为评价值, X_6 为拉伸长度, X_7 为拉伸阻力, X_8 为最大拉伸阻力, X_9 为拉伸能量), 得方程 $Y_{(微量水SRC)} = 71.705 + 0.197X_3$; $Y_{(微量乳酸SRC)} = 3.107 + 1.400X_1 + 0.549X_2 + 0.307X_9$; $Y_{(微量碳酸氢钠SRC)} = 24.859 + 0.964X_1 - 0.101X_4$ (方程均显著, $P < 0.05$)。这表明微量水 SRC 值与稳定时间关系更为密切; 微量乳酸 SRC 值受吸水率、形成时间及拉伸能量的影响较大; 微量碳酸氢钠 SRC 值与吸水率和弱化度的关系密切。

选用多元回归模型 $Y_{(SRC)} = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + B_4X_4 + B_5X_5 + B_6X_6 + B_7X_7$ 作逐步回归分析(式中, X_1 为总淀粉含量, X_2 为直链淀粉含量, X_3 为破损淀粉率, X_4 为起始糊化温度, X_5 为峰值粘度, X_6 为降落数值, X_7 为面粉膨胀体积), 得方程 $Y_{(微量碳酸氢钠SRC)} = 86.966 + 1.54X_3 - 0.022X_5$ (方程显著, $P < 0.05$)。这表明在淀粉品质指标中, 微量碳酸氢钠 SRC 值与破损淀粉率和峰值粘度的关系密切。

2.4 面粉各种微量 SRC 值与面团流变学特性的关系

从表4 可以看出, 微量水SRC 值与稳定时间、评价值、拉伸阻力呈显著正相关。微量乳酸SRC 值与面团形成时间、稳定时间、评价值、最大拉伸阻力及拉伸能量均呈显著或极显著正相关, 与弱化度呈极显著负相关。微量碳酸氢钠SRC 值与面团吸水率呈显著正相关。

2.5 参试小麦品种的品质分类及微量乳酸SRC 值的分布

根据“专用小麦品种品质”标准(GB/T 17320-1998)对参试样品进行分类, 在参试的 14 个小麦品种(系)中, 有 10 个品种达到了强筋小麦要求, 分别为陕 253、豫麦 47、豫麦 34、郑麦 9023、陕优 225、84(42)-18、陕150、小偃503、花育8 号和新麦9408。4 个小麦品种(系)符合中筋小麦标准规定, 分别为皖麦 38、小偃6 号、郑麦 98 和小偃54。

从图 1 可以看出, 在符合国家专用小麦品种品质标准强筋小麦要求的 10 个小麦品种中, 陕 253、郑麦 9023、陕优 225、84(42)-18、豫麦 34、小偃 503、陕 150、花育 8 号和新麦 9408 的微量乳酸 SRC 值均超过 120%, 豫麦 47 的微量乳酸 SRC 值也接近 120%。而中筋小麦品种中, 除小偃54 的微量乳酸SRC 值高

于120%以外,其余均在120%以下。根据图1结果, 120%以上,
初步拟定强筋小麦品种的微量乳酸SRC值应在

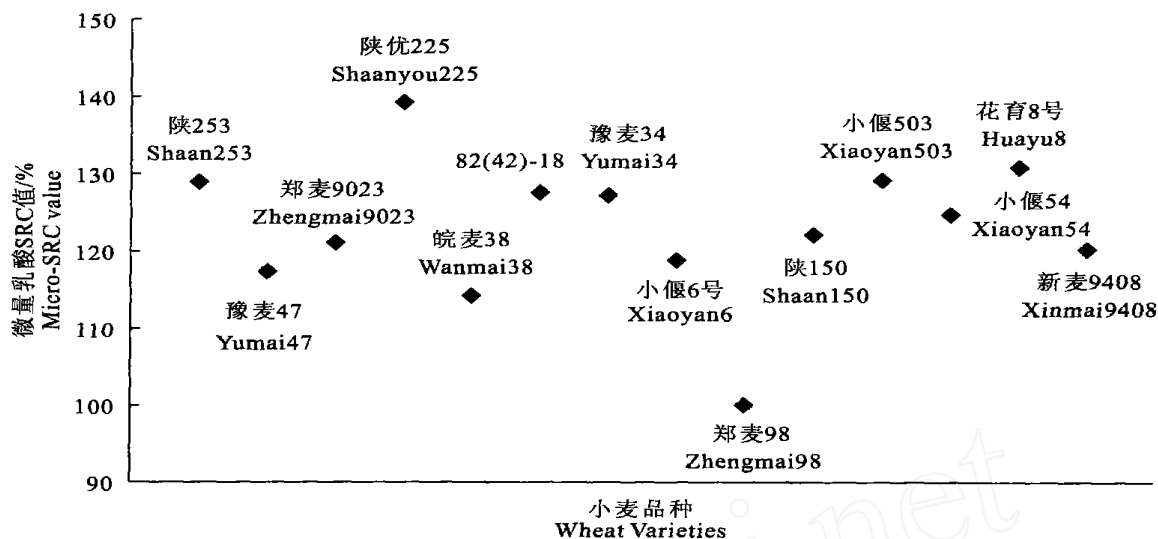


图1 参试小麦品种的微量乳酸SRC值分布

Fig 1 Distribution of lactic acid micro-SRC value of 14 experimental wheat varieties

2.6 微量乳酸SRC值对小麦品种(品系)品质分类效果验证

从图2可以看出,在所有验证小麦品种(品系)中,郑97300-1、981-1、9-1-1-5和319等4个品种(品系)的微量乳酸SRC值均大于120%;西农2611、小偃6号、徐州25、8-57、西农976、普冰143、豫麦47、小偃22、太空5号、西农88和烟台4号等11个小麦品种(品系)的微量乳酸SRC值为100%~120%;淮麦8

号的微量乳酸SRC值低于100%。以上分类结果与根据GB/T 17320-1998进行分类的结果完全一致(表5),表明应用微量乳酸SRC值对小麦品种品质进行快速分类是可行的,其分类标准为:符合强筋小麦的微量乳酸SRC值应大于120%,中筋小麦品种的微量乳酸SRC值为100%~120%,而弱筋小麦的微量乳酸SRC值应在100%以下。

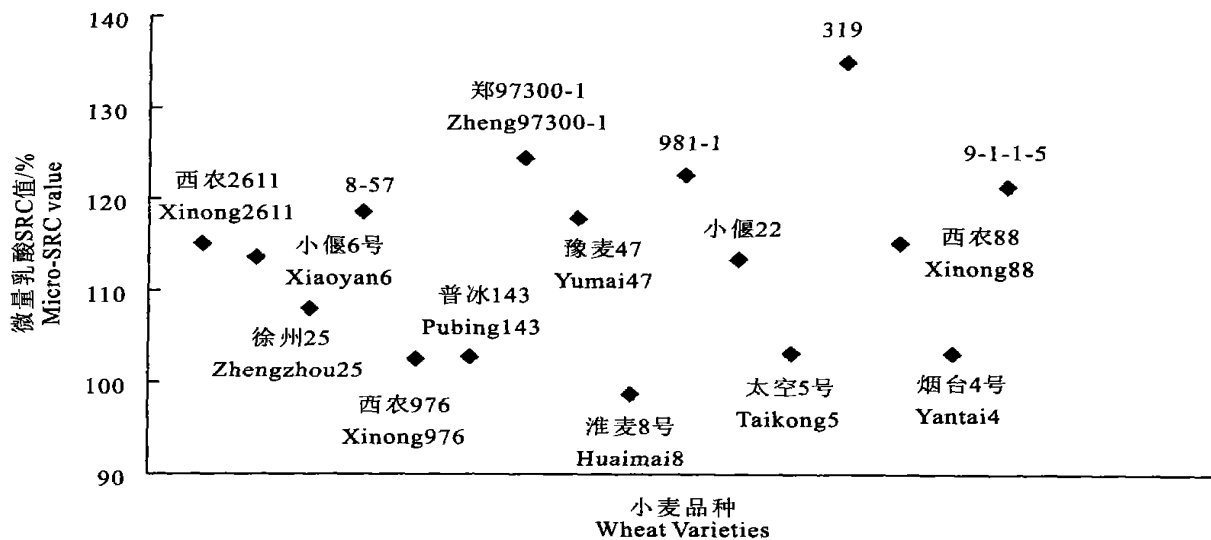


图2 验证小麦品种微量乳酸SRC值的分布

Fig 2 Distribution of lactic acid micro-SRC value of 15 wheat varieties for verification

表 5 验证小麦品种品质分类结果

Table 5 Quality classification results of 15 wheat varieties for verification

级别 Class	指标 Quality Property	品种名称 Wheat Variety
强筋小麦 Strong wheat	湿面筋含量(≥ 32%) Wet gluten content(≥ 32%) 稳定时间(≥ 7 m in) Stability time(≥ 7 m in)	郑 97300-1, 981-1, 9-1-1-5, 319 Zheng 97300-1, 981-1, 9-1-1-5, 319
中筋小麦 Common wheat	湿面筋含量(28% ~ 32%) Wet gluten content(28% ~ 32%) 稳定时间(3 0~ 7 m in) Stability time(3 0- 7 m in)	西农 2611, 小偃六号, 徐州 25, 8-57, 西农 976, 普冰 143, 豫麦 47, 小偃 22, 太空 5 号, 西农 88, 烟台 4 号 Xinong 2611, Xiaoyan No. 6, Xuzhou 25, Xinong 976, Pubing 143, Yum ai 47, Xiaoyan 22, Taikong No. 5, Xinong 88, Yantai No. 4
弱筋小麦 Weak wheat	湿面筋含量(≥ 28%) Wet gluten content(≥ 28%) 稳定时间(≥ 3 0 m in) Stability time(≥ 3 0 m in)	淮麦 8 号 Huaimai 8

3 讨论与小结

为了满足小麦育种早代材料筛选的需要, 小麦品种品质分析正在向快速微量化方向发展。Bettage 等^[3]参照 AACC56-11 方法进行了微量 SRC 方法的研究, 已证明微量 SRC 法在小麦品种的早代选择中是有效的^[9]。本研究进一步证实, 除蔗糖 SRC 外, 其余微量 SRC 值均与其常量 SRC 值呈极显著正相关, 表明微量 SRC 可以代替常量 SRC 进行小麦品质评价。

作为一种新的小麦品种品质鉴评方法, 微量 SRC 与其他品质指标之间的相关关系需要进行广泛、深入分析和验证^[9]。本研究的简单相关分析表明, 各类微量 SRC 值与众多品质指标之间存在不同程度的相关关系。应用逐步回归方法可进一步明晰: 作为反映谷蛋白特性的快速检测指标, 微量乳酸

SRC 值依次与 GM P、面筋指数、SDS 沉淀值相关; 作为反映面粉破损淀粉水平的快速检测指标, 微量碳酸氢钠 SRC 值主要与淀粉破损率、峰值粘度相关; 而作为面团流变学特性的预测指标, 微量水 SRC 值主要反映了面团稳定时间的变化, 微量乳酸 SRC 值主要反映了吸水率、面团形成时间和拉伸能量的变化, 微量碳酸氢钠 SRC 值主要与面团吸水率和弱化度相关。

微量乳酸 SRC 值还可以作为小麦品种品质的快速分类指标, 即强筋小麦的微量乳酸 SRC 值应大于 120%, 中筋小麦品种应在 100% ~ 120%, 而弱筋小麦应在 100% 以下。这对于小麦品种品质的快速分类具有一定意义。当然, 本研究所拟定的小麦品质分类的微量乳酸 SRC 界限值, 还需要通过大量小麦品种品质分类研究进行校正。

[参考文献]

[1] Slade L, Levine H. Structure-function relationships of cookies and cracker ingredients[M]//Faridi H. The Science of Cookies and Cracker Production New York: Chapman & Hall, 1994: 23-141.

[2] Guttieri M J, Bowen D, Gannon D, et al Solvent retention capacities of irrigated soft white spring wheat flours[J]. Crop Science, 2001, 41: 1054-1061.

[3] Bettge A D, Morris C F, DeMacon V L, et al A daptation of AACC method 56-11, solvent retention capacity, for use as an early generation selection tool for cultivar development[J]. Cereal Chem, 2002, 79(5): 670-674

[4] 倪芳妍, 张国权, 李 劲, 等 小麦淀粉特性及微量面粉溶剂保持能力的研究[J] 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2006, 34(3): 49-53

[5] Wang C, Kovacs M I P. Swelling index of glutenin test for predition of durum wheat quality[J]. Cereal Chem, 2002, 79(2): 197-202

[6] Wang C, Kovacs M I P. Swelling index of glutenin test I Method and comparison with sedimentation, gel-protein, and insoluble glutenin test[J]. Cereal Chem, 2002, 79(2): 183-189

[7] Wang C, Kovacs M I P. Swelling index of glutenin test II Application in prediction of dough properties and end-use quality[J]. Cereal Chem, 2002, 79(2): 190-196

[8] 孙 辉, 姚大年, 李宝云 小麦谷蛋白大聚体含量的影响因素[J]. 麦类作物学报, 2000, 20(2): 23-27.

[9] 倪芳妍, 张国权, 李 劲, 等 优质强筋小麦粉乳酸保持能力的影响因素分析[J]. 粮食与饲料工业, 2006(3): 10-13

time had obvious effect on immature embryo culture in wheat. The period of 10-13 days after blooming date was the optimum time for immature embryo culture, inductivity of embryogenic calli was higher and quality of callus was preferable. Effect of crude toxin were the same on callus, embryogenic callus and plantlets differentiation for three genotypes. When concentration of the crude toxin was 6.0 g/L, growth of callus were inhibited obviously, while the concentration lower than 6.0 g/L promoted the growth of callus. When the selective dose of crude toxin was in 0-6.0 g/L, formation of embryogenic callus and differentiation of plantlets were inhibited intensively with the increase of the crude toxin concentration. When the crude toxin was 6.0 g/L, formation of embryogenic callus was lower or even lost. The suitable dose of crude toxin was 1.5-4.5 g/L on selection of wheat scab-resistant mutant *in vitro*.

Key words: wheat; embryo development time; *Fusarium graminearum* crude toxin; young embryo culture

(上接第91页)

Abstract ID: 1671-9387(2006)12-0087-EA

The relationship between micro-SRC value and wheat quality

GAO Mei^{1a}, ZHANG Guo-quan^{1b}, NI Fang-yan^{1b}, LUO Qin-gui^{1b}, WEI Yi-ming², ZHANG Ji-shu^{1a}

(1a Life Science College, 1b College of Food Science & Engineering, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Institute of Agrofood Science and Technology, CAAS, Beijing 100094, China)

Abstract: The relationship between micro-SRC value of wheat flour and protein quality, starch quality and dough rheology characteristics was analyzed systematically using 14 wheat varieties (lines), which were bred recently in Shaanxi province and widely planted in Shaanxi and Henan province, and the limit values to classify the wheat quality were determined preliminarily according to the distribution of lactic acid micro-SRC value. The results show that, the lactic acid micro-SRC value, regarded as the rapid measuring indicator responding to glutenin characteristics, is mostly related to GMP, gluten index and SDS sedimentation value; sodium carbonate micro-SRC value, reflecting the starch damage level, is mainly related to the damaged starch content and maximum viscosity; and when it comes to predict the dough rheology characteristics, water micro-SRC value can represent the changes of dough stability time, lactic acid micro-SRC value can represent the variation of water absorption, development time and energy, sodium carbonate micro-SRC value can describe changes of water absorption and softening degree. The lactic acid micro-SRC value of strong wheat may be above 120%, that of common wheat may be at 100%-120%, and that of soft wheat may be below 100%. This micro-SRC method can reflect wheat protein quality, starch quality and dough rheology characteristics accurately, and is a simple and convenient method to detect wheat quality on micro scale.

Key words: wheat quality; micro solvent retention capacity; quality classification