

## 小麦粉碱性水保持力和膨胀势与其他品质性状的相关研究

常成 马传喜 李保云 尤明山 刘广田

(中国农业大学 农学与生物技术学院,北京 100094)

**摘要** 测定了品质差异较大的 28 个小麦品种的理化性状,分析了其相关关系。结果表明:小麦粉碱性水保持力(AWRC)取决于籽粒硬度和可溶性戊聚糖(WEAX)含量,与蛋白质含量和面筋强度也密切相关;膨胀势与直链淀粉比例极显著负相关。籽粒蛋白质含量与 SDS 沉降值、和面曲线峰高极显著正相关,与 Pelshenke 值、和面时间相关不显著;SDS 沉降值与 Pelshenke 值、谷蛋白大聚合物(GMP)含量、和面时间、和面曲线峰高均呈极显著正相关。SDS 沉降值的化学基础是 GMP,它既与蛋白质含量有关,也与蛋白质品质有关;和面时间和 Pelshenke 值则主要与蛋白质品质有关;蛋白质品质性状与膨胀势、多酚氧化酶(PPO)活性没有明显相关。以上说明,小麦籽粒的理化性状如硬度、可溶性戊聚糖、蛋白质性状等影响了小麦粉碱性水保持力,而膨胀势主要决定于直链淀粉的含量,多酚氧化酶与蛋白质和淀粉等性状无必然联系。

**关键词** 小麦;品质;碱性水保持力;膨胀势

中图分类号 S 512.103

文章编号 1007-4333(2005)02-0030-06

文献标识码 A

## Research on swelling power, alkaline water retention capacity and other relevant quality traits of wheat flour

Chang Cheng, Ma Chuanxi, Li Baoyun, You Mingshan, Liu Guangtian

(College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100094, China)

**Abstract** The both physical and chemical traits of twenty-eight wheat cultivars were measured respectively and their relationships were analyzed. The results indicated that there were remarkable differences among the samples in quality of each cultivars. The correlative analyses showed that Alkaline water retention capacity (AWRC) was strongly correlated with grain hardness, water-soluble arabinoxylan (WEAX) content and mix tolerance; while swelling power was only tied up with amylase content. Grain protein content was strongly correlated with SDS sedimentation volume, mixogram peak height, but not remarkably with Pelshenke value and mixing time. SDS sedimentation volume showed a significantly positive correlation with Pelshenke value, glutenin macro-polymer (GMP) content, mixing time and mixogram peak height. The chemical basis of SDS sedimentation volume is GMP which is dependent on both quantity and quality of protein; while the mixing time and Pelshenke value are correlated only with protein quality traits. There is no significant correlation between protein quality traits and swelling power or polyphenol oxidase activity (PPO). In conclusion, the AWRC is mainly affected by grain hardness, WEAX and kernel protein traits; the swelling power is only dependent on amylase content; and there are no necessary correlations between PPO and the activities of protein and starch.

**Key words** wheat; quality; alkaline water retention capacity; swelling power

对我国小麦品质改良的研究,过去多偏重于面包小麦(强筋小麦),而对中筋和弱筋小麦研究较少。虽然对强筋、中筋和弱筋小麦的划分主要依据其籽

粒硬度、蛋白质含量和面筋强度,但由于终产品(加工食品)的不同,对其淀粉品质及相关酶活性的要求也有明显差异<sup>[1]</sup>。例如,强筋小麦要求籽粒硬质、

收稿日期:2004-10-08

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30270825)

作者简介:常成,博士研究生;马传喜,教授,博士生导师,通讯作者,主要从事小麦品质育种研究。

蛋白质含量高、面筋强度大;中筋小麦要求蛋白质含量和面筋强度中等,面粉(面团)色泽和淀粉品质好;弱筋小麦要求籽粒软质、蛋白质含量和面粉吸水率低等。用中筋小麦制作面条至少受 3 方面因素影响:一是面筋的品质,它在很大程度上决定面条是否有咬劲;二是淀粉的性质,它决定面条口感是否滑爽;三是面粉白度及多酚氧化酶活性,它们与面条色泽密切相关。面粉的膨胀势和多酚氧化酶活性(PPO)特别重要。膨胀势高的小麦粉加工的面条口感好,而 PPO 活性高的小麦粉加工的面条或饺子皮色泽较差<sup>[2,3]</sup>。Oda 等, Morris 等认为东方式干白面条和日本(朝鲜)白盐面条的品质主要受淀粉膨胀特性的影响,可将其作为面条品质的间接评价指标<sup>[2,4]</sup>。我国研究弱筋小麦通常采用蛋白质含量、面筋含量及面团稳定时间等指标,而西方国家多采用碱性水保持力(AWRC)。Finny 等在研究用延展系数来表示酥性饼干品质的相关因素过程中发现, AWRC 与饼干品质相关性很好,认为可将其作为预测和评价饼干品质的主要指标,尤其适合饼干品质早代品系的评价和筛选<sup>[5,6]</sup>。

小麦品质改良的目标是将理想的籽粒品质、蛋白质品质和淀粉品质结合在一起。未将小麦籽粒品质、蛋白质品质和淀粉品质性状按照加工终产品的要求一一对应起来,是我国小麦品种和商品小麦品质改良存在的最大问题。有相当多的小麦品种虽然籽粒硬质,蛋白质含量高,但面筋强度不高,因而不能作为强筋小麦;或蛋白质品质较好,但淀粉品质和面团色泽不佳,而不能作为优质中筋小麦。小麦品质性状的改良有赖于对其相关关系的了解,我国虽做了大量研究,但对膨胀势、PPO 活性、AWRC 等性状进行综合分析的研究报道尚较少。笔者选取品质差异较大且有代表性的 28 个小麦品种样品,对其品质性状进行了测定,研究了这些品质间的相关关系,以期为我国小麦品种育种及评价提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

28 个小麦品种样品来源于安徽省大面积推广或正在试验示范的品种(系),其籽粒品质、蛋白质品质和淀粉品质等性状均存在明显差异(表 1)。

表 1 28 个小麦品种品质性状测定值

Table 1 Quality traits of 28 wheat varieties

品种	碱性水保持力/ %	w (WEAX)/ %	SDS 沉降值/mL	Pelshenke 值/ min	w (GMP)/ %	PPO 活性/ U	膨胀势	w(直链淀粉)/ %	硬度	w(湿面筋)/ %	w(蛋白质)/ %	w(总淀粉)/ %	角质率/ %	和面时间/ min	峰高/ cm	形成角/ (°)	降落角/ (°)
皖麦 18	60.0	0.626	27.5	63.0	4.46	4.2	8.34	16.66	59.0	19.5	11.8	58.6	33.36	2.6	5.6	29.0	13.5
皖麦 19	56.0	0.440	24.5	63.0	4.37	5.5	7.30	22.19	47.7	18.6	11.2	58.3	39.69	3.0	5.1	25.5	11.5
豫麦 18	64.5	0.609	23.0	63.0	4.56	4.6	7.68	21.87	30.9	17.9	10.9	58.1	29.80	2.9	5.5	29.0	11.5
宁麦 9 号	62.0	0.486	20.0	80.0	4.48	4.4	8.12	20.19	45.6	17.9	10.8	58.5	37.93	3.0	5.2	28.0	12.5
扬麦 9 号	62.0	0.440	23.0	73.0	4.63	4.8	8.67	19.70	35.0	18.1	10.8	58.6	15.13	2.8	5.2	28.5	10.5
95083-2	59.0	0.470	20.0	36.0	4.39	4.6	2.85	22.63	38.3	21.7	11.5	57.9	10.22	1.9	5.7	46.0	13.0
95083-6	59.5	0.456	14.5	35.0	4.15	5.0	6.71	26.53	37.5	21.8	11.7	57.9	14.78	1.8	5.9	52.0	14.5
95083-9	57.5	0.503	12.5	41.0	3.99	3.8	7.73	21.30	25.5	21.1	11.6	57.3	10.62	1.6	5.6	41.0	13.0
淮麦 18	66.0	0.543	34.5	90.0	4.84	3.8	7.37	23.34	37.0	20.4	12.3	56.8	15.48	2.9	5.6	40.0	10.0
豫麦 50	60.5	0.493	18.5	69.0	4.53	4.3	7.07	22.19	37.1	17.2	11.4	57.8	27.93	2.1	5.5	34.0	14.5
95240-7	58.0	0.406	30.5	76.0	4.29	4.0	3.60	26.10	38.4	20.3	12.0	57.2	23.10	2.0	5.6	35.0	10.5
山 935031	65.0	0.576	26.0	92.0	4.08	4.6	5.91	27.07	83.1	21.3	11.8	60.7	40.40	2.1	7.2	39.5	12.5
烟 361	68.0	0.609	28.0	189.0	4.63	3.2	6.09	24.20	87.5	22.3	11.9	60.2	69.89	2.8	6.9	34.5	15.0
安 98108	63.0	0.636	38.0	228.0	5.19	3.7	6.59	23.06	85.4	21.5	11.9	60.7	43.44	3.5	6.6	25.5	11.0
内乡 188	64.0	0.539	30.0	109.0	4.65	5.9	7.76	22.63	32.4	15.1	11.4	57.4	37.45	3.5	5.5	18.0	11.0
安 98102	70.5	0.639	60.5	317.0	6.90	4.3	8.20	19.05	98.9	27.2	13.9	59.0	66.82	6.1	7.5	22.5	7.0
皖麦 33	73.0	0.653	42.0	225.0	5.53	3.9	7.24	21.00	85.1	19.1	11.4	60.3	77.00	6.6	5.9	15.5	6.0

续表 1

品种	碱性水保持力/ %	w (WEAX)/ %	SDS 沉降值/ mL	Pelshenke 值/ min	w (GMP)/ %	PPO 活性/ U	膨胀势	w (直链淀粉)/ %	硬度	w (湿面筋)/ %	w (蛋 白质)/ %	w (总淀粉)/ %	角质率/ %	和面时间/ min	峰高/ cm	形成角/ (°)	降落角/ (°)
皖麦 38	74.5	0.659	37.5	164.0	5.17	4.5	6.89	21.97	110.5	25.0	12.6	60.8	78.93	3.8	6.9	27.5	7.5
豫麦 47	71.5	0.653	37.0	156.0	6.05	4.3	8.44	18.62	105.8	27.2	12.8	60.1	75.65	3.3	7.3	29.0	10.5
小偃 54	74.0	0.659	31.0	82.0	4.91	3.1	7.11	21.32	97.5	21.5	11.9	60.9	80.14	6.2	6.3	22.5	11.0
豫麦 34	69.5	0.629	44.0	286.0	5.08	4.6	4.78	23.28	97.6	23.5	13.3	59.3	76.80	4.0	6.8	20.0	10.0
郑 9023	70.0	0.646	35.5	205.0	4.98	3.6	6.87	22.36	109.7	21.7	12.0	61.6	72.18	3.6	6.9	38.5	10.5
济南 17	76.5	0.596	35.0	239.0	4.89	4.1	5.99	23.98	118.4	20.3	11.2	62.4	67.33	3.5	6.3	22.5	11.0
扬麦 158	71.0	0.639	37.5	70.0	5.27	4.7	8.25	22.30	101.5	25.8	12.7	60.7	76.41	2.2	6.9	29.0	9.5
陕 229	73.0	0.729	35.0	162.0	5.36	3.8	6.79	22.52	121.7	19.7	10.8	63.7	88.50	3.8	5.6	14.0	11.0
PH85-16	68.0	0.634	37.5	106.0	6.33	3.8	4.02	26.20	109.1	22.5	11.8	61.4	73.78	3.7	6.9	29.0	10.0
陕 354	66.5	0.626	31.0	240.0	5.05	4.3	6.01	24.90	101.3	18.7	11.3	61.4	88.33	3.9	5.6	14.5	10.5
温麦 6号	62.5	0.606	42.5	60.0	5.08	3.0	6.14	24.90	160.3	23.8	13.6	56.3	62.54	2.6	6.5	32.5	16.5
平均	65.9	0.580	31.3	129.3	4.92	4.2	6.73	22.60	72.8	21.1	11.9	59.4	51.21	3.3	6.2	29.5	11.4

注: w 为质量分数,下同。

## 1.2 小麦品质测定方法

全麦粉制备:以自然含水量籽粒,经 0.5 mm 孔筛的旋风磨(瑞典 Tecator 公司)磨制。

1) SDS 沉降值测定按照马传喜等的方法<sup>[7]</sup>,采用 3 g 全麦粉法。

2) Pelshenke 值测定按照 AACC 法 56-50。

3) 和面曲线按 AACC 法 54-50,称取 10 g 面粉用 Mixograph(和面仪)测定。

4) 膨胀势测定采用 McCormick 等的方法<sup>[8]</sup>。

5) 直链淀粉比例测定按照 GB 7648 - 87《直链淀粉的测定方法》中的混合波长法<sup>[9]</sup>。

6) 水溶性戊聚糖(WEAX)含量测定采用地衣酚-浓盐酸法<sup>[10,11]</sup>。

7) 谷蛋白大聚合物(GMP)测定采用 Weegel 等的方法<sup>[11]</sup>。

8) 籽粒蛋白质含量、籽粒硬度用近红外分析仪(NIR, Instable 610, Newport scientific sales and services Pty Ltd, 澳大利亚)测定。

9) PPO 活性测定按照 Anderson 和 Morris 等的方法<sup>[12,11]</sup>,采用紫外分光光度法测定,略有改动。准确称取 0.500 g 全麦粉放入干净的 10 mL 离心管中,加入不溶性聚乙烯吡咯酮 0.300 g,7.5 mL 0.10 mol/L 的柠檬酸缓冲液(pH5.6)充分摇匀,放入 4 冰箱 12 h,并间歇振荡。取出,2 000 g 离心 15 min。取 1 mL 上清液 2 份分别放入离心管中,其中一份加 3 mL 反应混合液(用 0.1 mol/L 柠檬酸缓冲

液、0.05 mol/L 脯氨酸和 0.1 mol/L 邻苯二酚配制,其体积比为 10 2 3);另一份作为对照(不加邻苯二酚,以柠檬酸缓冲液代替)。37 水浴 20 min,立即加入 0.50 mol/L 的偏磷酸终止反应,在 460 nm 处测吸光度  $D_{460}$ 。将每 g 样品每 min 吸光度上升 0.001 定义为 1 个酶活性单位, U。

10) AWRC 测定。称取全麦粉 1.000 g,放入已称质量( $m_1$ )的 10 mL 离心管,加入 0.1 mol/L 的  $\text{NaHCO}_3$  溶液 5 mL,振荡混匀,放置并间歇振荡 20 min,6 000 g 离心 10 min。弃上清液并离干残液,称其质量( $m_2$ )。碱性水保持力 =  $[(m_2 - m_1 - 1)/1] \times 100\%$ 。

11) 籽粒角质率测定。每个样品随机取 50 粒,2 次重复,目测角质、半角质和粉质籽粒数,计算平均值。

试验数据用 SPSS 统计软件分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 小麦品质性状的变异

小麦品种样品的品质性状变异情况见表 2。可以看出,28 个小麦样品中,以 Pelshenke 值、角质率、籽粒硬度的变异最大,其次是和面时间、SDS 沉降值、形成角、膨胀势、降落角等,而 AWRC、籽粒蛋白质含量和直链淀粉比例的变异较小;但从各品质性状平均值和变幅看,测试样品能够反映通常的小麦品质变异范围。F 检验结果表明,28 个小麦样品的

表 2 小麦品种品质性状变异的分析结果

Table 2 Variations of quality traits in tested wheat varieties

测试项目	平均值	变幅	变异系数	F	测试项目	平均值	变幅	变异系数	F
角质率/ %	51.2	10.2 ~ 88.5	51.6	68.4**	降落角/ (°)	11.4	6.0 ~ 16.5	21.3	5.7**
籽粒硬度	72.8	25.5 ~ 121.7	44.8	368.2**	w (GMP) %	4.92	3.99 ~ 6.90	13.6	14.9**
w (蛋白质) / %	11.9	10.8 ~ 13.9	6.9	461.9**	w (直链淀粉) %	22.57	16.7 ~ 27.1	10.9	2.1*
SDS 沉降值/ mL	31.3	12.5 ~ 60.5	32.5	92.6**	w (WEAX) %	0.58	0.406 ~ 0.729	14.7	4.4**
Pelshenke 值/ min	129	35 ~ 317	63.2	43.1**	PPO 活性/ U	4.2	3.0 ~ 5.9	15.5	12.4**
和面时间/ min	3.3	1.6 ~ 6.6	39.1	25.9**	膨胀势	6.73	2.85 ~ 8.67	21.9	19.5**
峰高/ cm	6.2	5.1 ~ 7.5	12.0	15.6**	w (AWRC) / %	65.9	56.0 - 76.5	8.8	39.9**
形成角/ (°)	29.5	14.0 ~ 52.0	30.5	8.6**					

注: \*\*表示 0.01 显著水平, \*表示 0.05 显著水平,下同。

各项品质指标的差异均达到极显著或显著水平。

## 2.2 蛋白质品质性状间的相关关系

籽粒蛋白质含量与 SDS 沉降值、和面曲线峰高极显著正相关,与 GMP 含量显著正相关;与 Pelshenke 值、和面时间相关不显著。SDS 沉降值与

Pelshenke 值、GMP 含量、和面时间、和面曲线峰高、形成角、降落角均极显著或显著相关(表 3)。SDS 沉降值的基础是 GMP,两者呈线性关系(图 1),它既与蛋白质含量有关,也与蛋白质品质有关。和面时间和 Pelshenke 值则主要与蛋白质品质有关。

表 3 碱性水保持力、膨胀势与其他品质指标的相关关系

Table 3 Simple correlations among AWRC, swelling power and the other quality indices of wheat samples

品质性状	硬度	角质率	w (蛋白质)	SDS 沉降值	Pelshenke 值	和面时间	峰高	形成角/ (°)	降落角/ (°)	PPO 活性	w (GMP)	w (WEAX)	w (直链淀粉)	膨胀势
角质率	0.909**													
w (蛋白质)	0.309	0.316												
SDS 沉降值	0.653**	0.666**	0.691**											
Pelshenke 值	0.685**	0.647**	0.334	0.728**										
和面时间	0.527*	0.630**	0.189	0.664**	0.645**									
峰高	0.761**	0.636**	0.690**	0.673**	0.558**	0.315								
形成角	-0.481*	-0.626**	0.096	-0.507*	-0.644**	-0.735**	-0.072							
降落角	-0.403*	-0.349	0.020	-0.489*	-0.404*	-0.657**	-0.160	0.494**						
PPO 活性	-0.347	-0.329	-0.241	-0.256	-0.172	-0.230	-0.314	0.037	-0.057					
w (GMP)	0.647**	0.648**	0.507	0.834**	0.607**	0.646**	0.613**	-0.450*	-0.565**	-0.219				
w (WEAX)	0.797**	0.815**	0.314	0.625**	0.565**	0.563**	0.651**	-0.487**	-0.315	-0.433*	0.615**			
w (直链淀粉)	0.041	0.001	-0.017	-0.103	-0.064	-0.297	0.133	0.290	0.245	-0.075	-0.222	-0.165		
膨胀势	-0.087	-0.003	-0.049	-0.030	-0.035	0.170	-0.141	-0.208	-0.186	0.173	0.088	0.150	-0.671**	
碱性水保持力	0.840**	0.815**	0.246	0.630**	0.626**	0.656**	0.662**	-0.500**	-0.552**	-0.299	0.613**	0.788**	-0.082	0.104

## 2.3 碱性水保持力与其他品质性状的相关关系

从表 3 可以看出,籽粒性状如硬度、角质率与 AWRC 均呈极显著正相关。在小麦籽粒的化学组

成中,WEAX 含量、GMP 含量与 AWRC 也呈极显著正相关,而蛋白质含量与 AWRC 相关不显著。面团的理化性状如 SDS 沉降值、Pelshenke 值、和面时

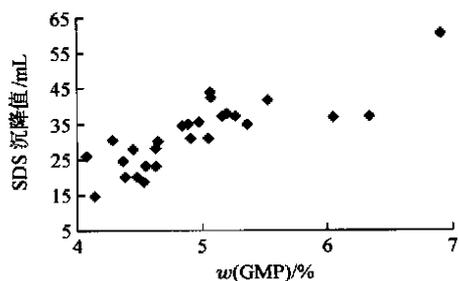


图1 SDS沉降值与GMP质量分数的相关关系

Fig. 1 Relationship between SDS and GMP content

间、峰高均与AWRC呈极显著正相关;形成角、降落角则与AWRC呈显著或极显著负相关。

AWRC与其他性状的多元回归分析结果表明,在0.05的水平上,最终进入回归模型的品质指标为籽粒硬度 $x_1$ 、 $w$ (WEAX) $x_2$ 和降落角 $x_3$ ,回归方程 $y = 53.740 + 0.084x_1 + 22.337x_2 - 0.607x_3$ 。该模型的方差测验达到极显著水平( $F$ 值31.4),决定系数0.800,说明改模型可解释AWRC总变异方差的80.0%,因而模型的线性拟合度也较好。比较各自变量的标准偏向回归系数可知,籽粒硬度和 $w$ (WEAX)的贡献大于降落角(表4)。

表4 碱水保持力与其他品质指标的回归分析结果(0.05水平)

Table 4 Regression analysis of AWRC and other quality traits

回归模型	非标准回归系数	标准回归系数	显著值 ( $t$ 检验)	决定系数 $R^2$	$F$
常量	53.74		0.000		
$w$ (WEAX)	22.337	0.326	0.049		
硬度	0.0844	0.474	0.007		
降落角	-0.607	-0.253	0.019	0.800	31.4

#### 2.4 膨胀势、PPO活性与其他品质性状的相关关系

膨胀势与直链淀粉含量呈极显著负相关(图2),而与其他性状相关不显著;PPO活性与WEAX

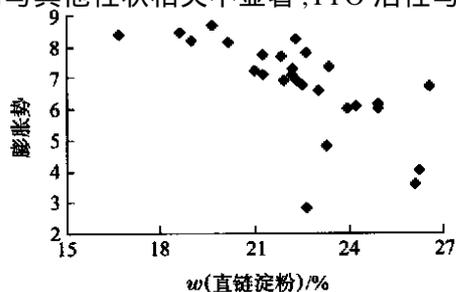


图2 膨胀势与直链淀粉质量分数的相关关系

Fig. 2 Relationship between swelling power and amylase content

含量显著负相关,与其他品质性状相关不显著(表3)。

### 3 结论与讨论

28个小麦样品的各项品质指标差异均显著,从其变化幅度看,测试样品能够反映通常的小麦品质变异范围,具有一定的代表性。

AWRC主要受籽粒硬度、WEAX和蛋白质性质的影响,与淀粉品质关系不大;而膨胀势与淀粉品质,特别是直链淀粉含量关系密切。在软质小麦育种上,选育硬度较小、面筋较弱、WEAX含量低的品种有利于降低AWRC,从而改善饼干品质。关键是硬度小,其次是WEAX含量和面团耐揉性。一般认为,籽粒硬度与WEAX含量、面团耐揉性呈正相关,因此在强筋小麦品种改良时增加籽粒硬度或在弱筋小麦品质改良时减少籽粒硬度都是有利的。研究表明,硬度主要受主效基因(Ha)控制,通过育种方法改变籽粒硬度是可行的<sup>[13]</sup>,所以应将通过作物育种手段调节不同地区小麦品种的籽粒硬度作为我国小麦品质改良的首要目标。

膨胀势主要决定于直链淀粉含量,与籽粒硬度、蛋白质含量、面筋强度等品质性状关系不大。膨胀势主要反映淀粉品质,与面条口感有关。有关研究认为,与面包、饼干等食品相比,我国传统面食如面条、馒头对面筋品质要求较宽<sup>[1]</sup>,这正说明了面筋品质以外的因素如淀粉品质可能具有重要作用。

PPO活性与大多数小麦品质性状只有较弱的相关关系,与蛋白质品质性状和膨胀势的相关不显著,说明同时改良这些性状是可行的,这对面条外观品质的改善有利。

### 参 考 文 献

- [1] Crobie G B, Huang S, Barclay I R. Wheat quality requirement of Asian foods[J]. Euphytica, 1998, 100:155 - 156
- [2] Oda M, Yasuda Y, Okazaiki S, et al. A method for flour quality assessment for Japanese noodles [J]. Cereal Chem, 1980, 57:253 - 255
- [3] Won J, Lee S, Hoon K. Relationship of wheat polyphenol oxidase activity to color of Asian raw noodles [J]. Food Sci Biochem, 1999, 8: 361 - 366
- [4] Morris C F, Shackly B J. Genotype and environment variation for flour swelling volume in wheat [J]. Cereal Chem, 1997, 74:16 - 21

- [5] Gaines C S, Donelson J R. Evaluating cookie spread potential of whole wheat flours from soft wheat cultivars [J]. *Cereal Chem*, 1985, 62(2):134 - 136
- [6] Finney P L, Gaines C S. Wheat quality: a quality assessor's view [J]. *Cereal Foods World*, 1987, 32: 313 - 319
- [7] 马传喜,徐风. SDS 沉降值的影响因素的分析[J]. 安徽农业大学学报,1995,22:1 - 6
- [8] McCormick K M, Panozzo J F. A swelling power test for selecting potential noodle quality wheat [J]. *Australia J Agri Res*, 1991, 42:317 - 323
- [9] GB 7648 - 87 水稻、玉米、谷子籽粒直链淀粉测定法[S].
- [10] Douglas S G. A rapid method for the determination of pentanes in wheat flour[J]. *Food Chem*, 1981, 7:139 - 145
- [11] Saulnier L, Thibault J F. Variability in grain extract viscosity and water-soluble arabinoxylan content in wheat[J]. *J Cereal Sci*, 1995, 22:255 - 264
- [12] Aravind K, Jukanti P L, Bruckner D K, et al. Extraction and activity of wheat polyphenol oxidase by detergents: Biochemistry and applications[J]. *Cereal Chem*, 2003, 80(6): 712 - 716
- [13] Anderson J V, Morris C F. An improved whole-seed assay for screening wheat germplasm for polyphenol oxidase activity[J]. *Crop Sci*, 2001, 41:1697 - 1705
- [14] Morris C F. Puroindolines: the molecular genetic basis of wheat grain hardness[J]. *Plant Molecular Biology*, 2002, 48: 633 - 647

## 科研简讯

### 冬小麦(节水、省肥、高产、简化栽培)“四统一”技术体系通过专家鉴定

2005年1月9日由我校农学与生物技术学院王志敏教授和王璞教授主持完成的“冬小麦‘四统一’技术体系(节水、省肥、高产、简化栽培)”通过河北省科技厅组织的专家鉴定,认为该成果对推动我国小麦高产、高效、安全生产及生态可持续发展具有重要的理论价值和实践意义。

该项目具有以下创新:

1) 阐明了节水栽培条件下的小麦省肥机理。拔节前控水,创造上层土壤水分适度亏缺环境,以减少土壤氮素损失;适宜的施氮量一次性基施,可提高氮素生理效率;提出充分发挥初生根功能技术并扩大小麦初生根群、高效吸收利用下层土壤水肥资源的“根系泵”原理,建立了拔节前控水并结合全部肥料基施的水肥高效运筹模式,明确了节水省肥高产相统一的适宜施氮量指标。

2) 阐明了节水省肥高产群体的冠层结构特征和节水栽培下光合器官光合耐逆性差异及其机理;发现小麦非叶器官的光合耐逆性明显高于叶片,适度的干旱和高温胁迫可以增强小麦非叶光合器官的C<sub>4</sub>代谢活性。

3) 提出了“发挥非叶绿色器官的光合耐逆机能,增加非叶光合面积,构建大群体、小个体、高光效、低消耗的株群结构,在密度下实现源库协调”的节水省肥、高产超高产新途径,创立了“节水、省肥、高产、简化栽培”相统一的技术体系,改变了“高投入、高产出”的传统栽培模式,确立了“适度低投入、高效高产出”的栽培新观念。

冬小麦“四统一”技术体系在严重缺水的河北沧州地区建立并示范推广。与常规高产栽培相比,该技术体系每hm<sup>2</sup>减少灌溉水750~1500m<sup>3</sup>,水分利用效率1.7~2.0kg/m<sup>3</sup>;节省氮素化肥30%~50%,氮肥当季表观利用率达到50%以上,氮肥(N)生产率48~52kg/kg;技术措施简化,大面积示范产量达7500~9000kg/hm<sup>2</sup>。

(科学技术处供稿)