

小麦籽粒胚乳结构性状的研究^{*}

李 硕 碧

(西北农林科技大学 农学院, 陕西 杨陵 712100)

[摘 要] 利用扫描电镜观察了4个小麦品种(系)的籽粒断面, 分析了26个小麦品种的加工品质性状。结果表明: 软麦籽粒断面胚乳薄壁细胞的淀粉粒清晰可见, 并保持完整状态, 胚乳结构比较疏松; 而硬麦籽粒断面胚乳淀粉粒多数破碎, 胚乳结构相对致密。硬麦品种出粉率、粗蛋白含量、沉淀值、面团评价价值等性状的平均值均高于软麦品种, 但软麦的水溶性蛋白质含量平均值高于硬麦品种。籽粒硬度与角质率与多种加工品质性状呈显著正相关, 与水溶性蛋白质呈显著负相关, 因而硬度作为硬麦指标比较可靠。试验还发现, 参试软麦品种中有沉淀值较高的品种出现。

[关键词] 小麦; 籽粒硬度; 胚乳结构; 品质性状

[中图分类号] S330.2⁺3

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2002)05-0007-04

小麦籽粒硬度是小麦重要的品质性状^[1,2]之一, 硬度反映了籽粒胚乳的内部结构, 它影响着小麦制粉和加工品质, 不同的制粉特点造成营养品质的差异^[2]。根据硬度可将小麦分为硬麦和软麦, 硬麦适合于加工面包用粉, 软麦适合于加工饼干、蛋糕用粉。而硬度测定复杂, 在实际工作中常用籽粒角质率代替硬度。研究表明^[3,4], 籽粒硬度是小麦品种的遗传特性, 而角质率受收获期气候条件和种子含水量的影响, 与硬度相关但并不完全一致。

本研究利用扫描电镜观察了硬麦和软麦的超微结构, 并分析了它们的加工品质, 以期发现硬麦和软麦胚乳结构的不同, 探讨其加工品质差异的机理, 为硬度指标的利用提供依据。

1 材料和方法

1.1 材 料

以26个小麦品种资源为材料, 包括农家种2个, 育成种23个, 引进品种1个。参试品种为: 红疙瘩, 鱼儿麦, 陕早1号, 陕早2号, 陕麦893, 陕167-28, 秦麦12, 绵阳19, 豫麦2号, 10西农1376, 11周91197, 12内乡184, 13陕160, 14小偃6号, 15N82(2)-18, 16Y225-9, 17中农81(31), 18安农91168, 19西农87(27), 20陕5860, 21陕6242, 22陕6510, 23PH82-2, 24PAVON, 25安农9267, 26陕253。

1.2 方 法

1.2.1 电镜样品的制备与观察 选择有代表性的硬麦和软麦品种, 用扫描电镜观察其籽粒断面胚乳的超微结构。用刀片轻压干燥的籽粒将其横向切成约1mm的薄片, 直接装台粘胶, 进行样品表面喷金镀膜处理, 然后镜检、拍照。切片时要注意尽可能使样品的形态和结构保持种子胚乳固有的近似形态^[5]。

1.2.2 田间试验与加工品质测定 田间试验在西北农林科技大学农科院试验田进行。按顺序排列种植, 重复1次, 行长2m, 行距0.25m, 5行区, 小区面积2.5m²。田间不喷药、不浇水, 其他管理措施同大田。收获后去除病、虫蚀粒, 留取1kg籽粒作为品质分析样品。

籽粒容重用GB5498-85方法测定, 硬度用近红外分析仪(Inframatic 8620)测定, 沉淀值用ICC标准第116号方法测定, 面团评价价值用GB/T 14614-93方法测定, 出粉率用德国Brabender Junior磨测定。蛋白质含量及组分采用连续法提取^[6], GB2905-82方法测定, 以各组分占蛋白质总量的百分数表示其相对含量。

2 结果与分析

2.1 小麦籽粒胚乳结构扫描电镜观察结果

电镜观察(图1)发现, 软麦品种周91197(硬度31)和内乡184(硬度34)籽粒断面胚乳薄壁细胞的

^{*} [收稿日期] 2002-04-12

[基金项目] 陕西省自然科学基金资助项目(95SW 04)

[作者简介] 李硕碧(1957-), 男, 陕西户县人, 副研究员, 主要从事小麦品质育种研究。

淀粉粒近似球形, 清晰可见, 籽粒破裂很少引起淀粉粒破碎, 胚乳结构比较疏松; 硬麦品种小偃 6 号(硬度 52)和陕 253(硬度 56)籽粒断面很少见完整的淀粉粒, 破碎淀粉粒明显较多, 胚乳结构相对致密。这

主要是由于软麦胚乳中淀粉与蛋白质包被物结合较松, 而硬麦胚乳中淀粉与蛋白质结合较紧密^[4, 7], 从而具有不同破裂特点。

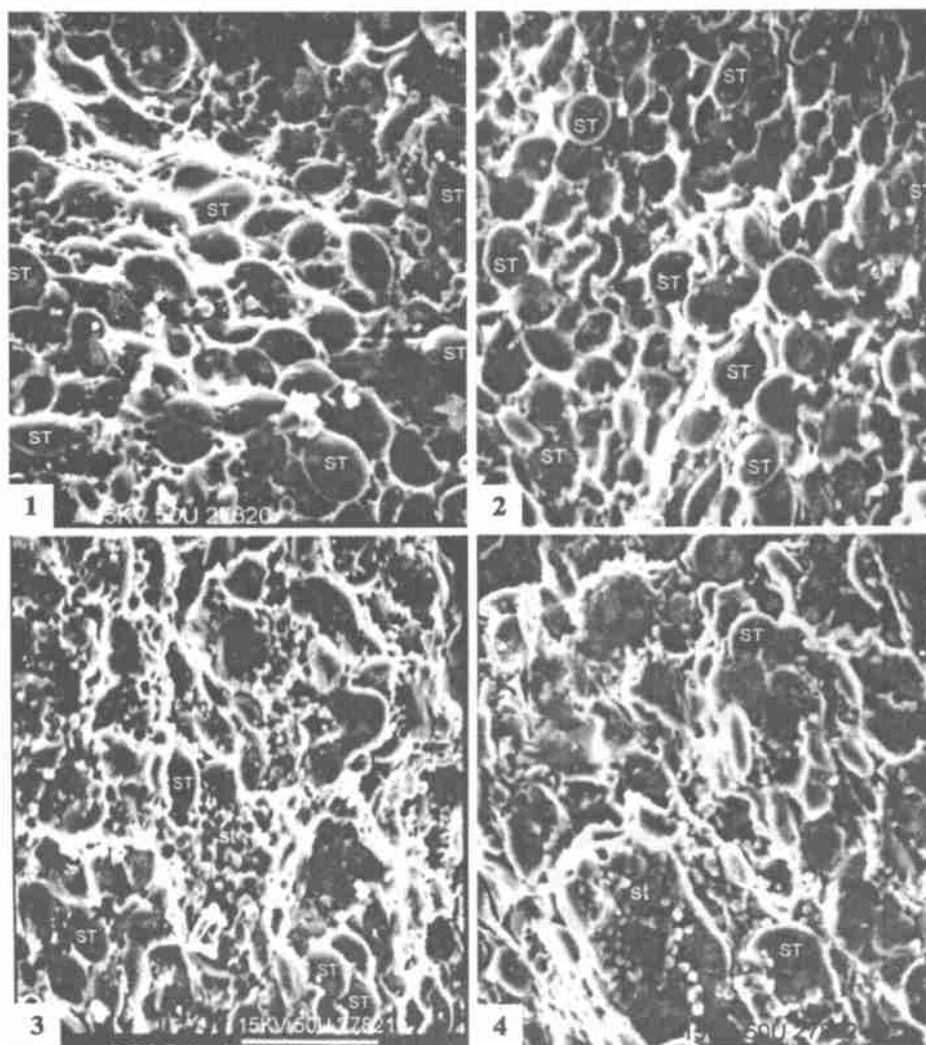


图 1 小麦成熟籽粒断面胚乳结构形态

ST. 胚乳细胞中的完整淀粉粒; st 胚乳细胞中的破碎淀粉粒; 白颜色物质为淀粉粒外围的包被物(主要为贮藏蛋白质)

1, 2 软麦(周 91197, 内乡 184)籽粒胚乳结构, $\times 600$; 3, 4 硬麦(小偃 6 号, 陕 253)籽粒胚乳结构, $\times 600$

Fig 1 State of endosperm structure of wheat grain section

ST. Starch granule; st Broken starch granule; White color matter is what usually bundles starch granules (mainly the stored protein in endosperm)

1, 2 Endosperm structure of soft wheat grain (Zhou 91197, Neixiang 184), $\times 600$; 3, 4 Endosperm structure of hard wheat (Xiaoyan 6, Shaan 253), $\times 600$

2.2 软麦与硬麦加工品质的差异及相关分析

不同硬度小麦品种(系)加工品质结果见表 1。根据硬度结果并参照有关标准^[4, 8], 参试品种 ~ 12 的硬度小于 48 为软麦, 品种 13 ~ 26 硬度大于或等于 48 为硬麦。实际上, 小麦品种硬度为 48 左右可视为不软不硬的中间类型, 这一类型的小麦制粉品质不良, 食品加工品质欠佳。加工品质的比较结果(表 2)表明, 软麦品种的各品质指标平均值普遍较低, 变幅较大, 尤其是沉淀值。软麦品种“红疙瘩”(硬度

43)与“鱼儿麦”(硬度 41)硬度相差无几, 角质率却相差却较大, 陕早 1 号、陕早 2 号硬度均为 39, 沉淀值分别高达 67.2 和 52.4 mL。而参试硬麦品种各项测定指标(清蛋白和球蛋白除外)平均值普遍较高, 而且变幅小。硬麦品种中角质率、沉淀值和面团评价值的最低值分别为 51.7%, 44.3 mL 和 49, 均高于软麦品种相同指标的平均值, 而且硬麦品种的品质测定值均较高。这些说明, 硬度作为判断硬质小麦的指标相对比较可靠, 在软麦中存在着面筋强度大(沉

淀值高)的品种,这一类品种作为优质面条小麦比较合适^[4,9]。为了获得优良的食品加工特性,面包小麦要求硬度高,面筋强度大,饼干、蛋糕小麦要求硬度小,面筋强度小^[4,7]。因此,小麦品质改良早代应结合测定硬度和沉淀值,提高选择效率。

表 1 不同硬度小麦加工品质分析结果

Table 1 Industrial quality of wheat with different hardness											
品种 编号 No.	硬度 Hardness	角质率/% Pearl index	容重/ (g · L ⁻¹) Test weight	出粉率/ (g · kg ⁻¹) Flour yield	沉淀值/ mL Sedimen- tation value	评价 值 Valorime- ter value	粗蛋白/ (g · kg ⁻¹) Crude protein	清蛋白/% Albumin	球蛋白/% Globulin	醇溶 蛋白/% Glutenin	谷蛋白/% Gliadin
10	43	21.9	736.4	623	16.0	44	119	26.1	6.5	30.2	30.3
	41	48.3	753.0	604	17.8	28	133	23.2	10.0	32.2	28.9
	39	34.4	773.3	736	62.7	50	121	20.3	7.6	26.9	38.7
	39	24.4	760.0	734	52.4	50	120	21.4	9.0	26.1	38.8
	38	11.9	766.7	671	14.3	34	97	26.2	12.2	23.1	30.7
	38	8.8	734.7	653	44.8	54	102	21.1	10.2	24.0	36.8
	39	16.7	757.7	624	18.2	54	104	28.0	10.6	26.1	28.4
	42	41.7	727.4	702	24.0	54	120	22.3	10.5	27.0	32.6
	43	23.1	752.0	677	29.0	40	109	23.2	10.1	22.8	37.1
	42	40.6	763.4	680	23.6	41	125	21.0	8.4	29.6	33.7
	11	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	12	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	13	48	81.1	776.1	732	44.3	56	121	21.2	9.5	25.2
	14	52	85.7	778.5	751	48.7	52	135	19.8	8.3	32.1
	15	51	67.9	783.2	726	44.7	61	113	22.1	11.9	23.5
	16	52	67.1	781.6	752	67.7	71	129	18.4	9.9	25.5
	17	51	87.2	776.6	711	69.3	80	140	20.1	7.8	28.1
	18	52	95.5	753.7	706	71.6	97	132	18.1	10.2	26.7
	19	51	71.7	768.3	646	43.8	49	114	25.8	8.2	27.0
	20	56	67.3	778.5	765	53.8	55	137	18.9	11.1	28.8
	21	58	94.3	776.4	747	56.3	58	139	20.8	8.3	26.4
	22	54	51.7	763.4	758	60.3	54	137	19.1	9.8	29.2
	23	53	86.1	775.3	751	59.7	53	137	19.1	8.8	29.5
	24	56	89.5	760.8	700	51.8	68	112	22.4	9.4	26.2
	25	54	71.7	730.7	673	71.2	79	126	22.3	9.1	24.4
	26	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-

表 2 软麦与硬麦加工品质比较及相关系数

Table 2 Comparison of industrial qualities between soft wheat and hard wheat and their correlation coefficients							
项目	籽粒	硬度 Hardness	角质率/% Pearl index	容重/ (g · L ⁻¹) Test weight	出粉率/ (g · kg ⁻¹) Flour yield	沉淀值/mL Sedimen- tation value	评价 值 Valorime
平均值	软麦	39	27.2	752.5	670	30.3	45
	硬麦	53	78.2	769.5	724	57.2	64
变 幅	软麦	31~ 43	8.8~ 48.3	727~ 773.3	604~ 736	14.3~ 62.7	28~ 54
	硬麦	48~ 58	51.7~ 95.5	730~ 783.2	646~ 765	44.3~ 71.6	49~ 97
相关系数 (n= 23)	硬 度	1	0.876 1**	0.404 7	0.549 5**	0.649 2**	0.563 1**
	角质率	0.876 1**	1	0.463 5*	0.504 2*	0.647 1**	0.610 1**
项目	籽粒	粗蛋白/ (g · kg ⁻¹) Crude protein	清蛋白/% Albumin	球蛋白/% Globulin	醇溶 蛋白/% Gliadin	谷蛋白/% Glutenin	
平均值	软麦	115	23.3	9.5	26.8	33.6	
	硬麦	129	20.6	9.4	27.1	36.5	
变 幅	软麦	97~ 133	20.3~ 28.0	6.5~ 12.2	22.8~ 32.2	28.4~ 38.8	
	硬麦	112~ 140	18.1~ 25.8	7.8~ 11.9	23.5~ 32.1	32.0~ 39.6	
相关系数 (n= 23)	硬度	0.558 0**	- 0.492 8*	- 0.097 8	0.144 4	0.399 2	
	角质率	0.610 9**	- 0.538 8**	- 0.188 8	0.234 0	0.407 4	

由表 2 可见,籽粒硬度与出粉率、粗蛋白含量、沉淀值和面团评价值等加工品质指标的正相关性达 1% 的显著水平,其相关系数分别为 0.549 5**, 0.558 0**, 0.649 2**, 0.563 1**。角质率与上述品

质指标也有显著正相关性,而且目测很方便,国内多数育种单位还在采用,但考虑到角质率受种子含水量和气候条件的影响,有条件的单位应针对重点株系测定硬度,进行品质选择。

由表 2 可知,在参试材料中软麦的清蛋白和球蛋白含量较硬麦高,清蛋白与硬度和角质率具有显著的负相关性。已有研究^[4]表明,清蛋白与面团强度亦显著负相关,说明小麦中清蛋白组分的增加对加工品质不利。煮面条时,水溶性清蛋白溶入面汤也降低了面条的营养品质。从这一点说,面团强度大的硬麦粉制作的面条不但煮熟不混汤、光滑、有咬劲,而且营养品质较好。

3 小结与讨论

1) 硬麦和软麦籽粒断面胚乳的超微结构不同,

致谢: 本文承蒙西北农林科技大学电镜室蒋选利老师指导, 谨致谢忱。

因此,硬麦和软麦制粉时具有不同的破裂特点和不同的制粉特性。硬麦出粉率高,面粉颗粒较大、表面光滑,破碎淀粉粒多,吸水率大;软麦出粉率较低,面粉颗粒细小,表面粗糙,吸水率较小^[4,7,10]。

2) 硬麦品种加工品质测定平均值普遍高于软麦品种。硬麦不但具有优良的制粉特性,而且面筋质量好,面团强度大;软麦制粉特性较差,面筋质量差,面团强度小。清蛋白组分多对加工品质和营养品质不利。

3) 硬度和角质率与多种加工品质性状相关,但硬度和角质率是完全不同的两个概念,前者反映了胚乳的内部结构,后者反映了胚乳的外观玻璃质程度^[4]。由于硬度遗传力较高^[3],育种早代选择有效,应特别重视。

[参考文献]

- [1] Gaines C S, Frinney P L, Fleege L M, et al Predicting a hardness measurement using the Single Kernel Characterization System [J]. Cereal Chem, 1996, 73: 278- 279
- [2] 傅宾孝 小麦籽粒硬度及其与制粉的关系[J]. 粮食与饲料工业, 1989, (4): 29- 31
- [3] 李宗智 冬小麦若干品质性状遗传及相关研究[J]. 作物学报, 1990, (1): 8- 9
- [4] 李硕碧, 高翔, 单明珠, 等 小麦高分子量谷蛋白亚基与加工品质[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001
- [5] 张景强, 朴英杰, 蔡福筹, 等 生物电子显微技术[M]. 广州: 中山大学出版社, 1987. 113- 131
- [6] 刘铭三 谷物及油料品质分析方法[M]. 北京: 农业出版社, 1987
- [7] 林作辑, 王光瑞 食品加工与小麦品质改良[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994
- [8] 李硕碧, 任志龙, 王光瑞 小麦品种出粉率与其他品质性状关系的研究[J]. 西北植物学报, 1996, (4): 392- 398
- [9] Crosbie G B. The relationship between starch swelling properties, past viscosity and boiled noodle quality in wheat flour[J]. J Cereal Sci, 1991, 13: 145- 150
- [10] 张勇, 马传喜 软质小麦与硬质小麦的籽粒结构比较研究[J]. 粮食与饲料工业, 1998, (3): 5- 6

Study on structural characters of grain endosperm of wheat

LI Shuo-bi

(College of Agronomy, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yanling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: This paper observed endosperm structures of grain sections of four wheat varieties (lines) by the scanning electron microscope, and analyzed the industrial quality of twenty-three wheat varieties. Results indicated that the endosperm cell starch particles in the grain section of soft wheat were very clear in sight and were like boll shape, original shape, but the most starch particles in the grain section of hard wheat were broken. The endosperm structure of the soft wheat was looser than that of the hard wheat. Averages of flour yields, protein contents, sedimentation values and dough viscometer values of the hard wheat varieties were higher than those of the soft wheat varieties. A average of albumin components of the soft wheat, however, was higher than that of the hard wheat. Hardness of wheat grains was positively correlated to pearl index and industrial qualities significantly, but inversely correlated to the albumin component significantly. Hardness was a good identified guideline for the hard wheat. In soft wheat, there were some wheat varieties with high sedimentation value.

Key words: wheat; kernel hardness; structure of endosperm; quality characteristics