

18-23

第20卷 第4期
1992年11月西北农业大学学报
Acta Univ. Agric. Boreali-occidentalisVol.20 No.4
Nov. 1992

小麦品种籽粒蛋白质品质的研究

魏益民¹ 李志西¹ 王立宏¹ Sietz, W.²

(1 西北农业大学食品科学系, 陕西杨陵·712100)

(2 德国 Brabender 食品实验室, 4100 Duisburg)

TS211.2

摘 要 对小麦品种籽粒蛋白质品质性状的系统分析认为, 籽粒的蛋白质品质主要由籽粒的蛋白质含量、氨基酸特别是限制性氨基酸含量、蛋白质组分、蛋白质组分中的氨基酸构成和含量、面筋含量、沉淀值及谷蛋白高分子量亚基的数量等亚性状组成; 当品种的蛋白质含量相同时, 蛋白质组分也可以表现出较大的差异; 清蛋白和球蛋白中限制性氨基酸含量较高, 醇溶蛋白中含量较低; 谷蛋白高分子量亚基的数量和湿面筋含量对面包的烘烤体积影响较大, 其次为沉淀值和贮藏性蛋白质的含量。

关键词 小麦, 营养品质, 加工品质, 蛋白质品质

中图分类号 S331, S512.103.3, TS211.201.21

小麦籽粒蛋白质品质的优劣, 不仅影响小麦的营养品质, 而且对小麦的加工品质也有较大的影响。小麦籽粒的蛋白质品质是评价小麦品种品质的重要指标之一。对小麦蛋白质品质的深入研究, 在小麦品质改良、品质鉴定、食品加工及谷物化学研究方面都具有重要的意义。

小麦籽粒的蛋白质品质是指小麦籽粒的蛋白质含量和组成。谷物化学研究的结果证实, 小麦籽粒的面筋含量、面筋的流变学性质(如弹性和延展性)、沉淀值、通过凝胶电泳显示的籽粒贮藏蛋白质高分子量亚基的模式及数量, 都可以在一定层次上反映籽粒蛋白质的品质特性^[1-4]。近年来, 有关小麦籽粒蛋白质品质的许多单项研究工作已取得了较大进展^[4], 但系统的综合研究还较少^[5-7]。本文通过对几个代表性的小麦品种籽粒蛋白质品质性状的系统研究, 进一步揭示各个性状之间的相互关系及其对小麦籽粒营养品质和加工品质的影响, 以期小麦品种的品质改良和鉴定提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 实验材料

选用的3个具有代表性的德国冬小麦品种(Adular, Rektor, Futur), 来自李比希大学作物栽培和育种研究所1990年收获的品种比较试验材料。种子经清筛机清理后, 每品种取3 kg作为分析样本。

作物生长期, 每公顷施氮160 kg(80+40+40); 基肥施钾(K₂O)121 kg, 磷(P₂O₅)84 kg。

1.2 分析方法

样品粉碎采用瑞典样品磨(Cyclote E1093 Sample Mill), 蛋白质含量用日本微量

文稿收到日期: 1991-11-18.

凯氏自动定氮仪测定, 蛋白质组分用连续累进提取分析法^[8]测定, 氨基酸含量用美国 121MB 氨基酸分析仪测定, 面筋含量用德国 Brabender 自动洗面筋机^[9]测定, 沉淀值按国际谷物化学协会标准, 第 118、119 号^[9]测定, 烘烤实验用面包实验室快速烘烤法(Rapid-Mix-Test)^[9], 贮藏蛋白质高分子量亚基按 SDS-PAGE 凝胶电泳法^[10]进行, 电泳图谱用 CS-920 薄层扫描仪绘制。

2 结果分析

2.1 蛋白质含量和蛋白质组分

由表 1 可见, 三个小麦品种籽粒的蛋白质含量比较接近, 无显著差异。将小麦籽粒的各种蛋白质组分用占总蛋白质含量的百分数表示, 除球蛋白外, 清蛋白、醇溶蛋白和谷蛋白在品种间存在着显著差异(表 1)。Adular 的清蛋白含量最高, 比品种平均值高 2.6%, 比 Futur 高 5.7%; 醇溶蛋白质以 Rektor 含量最高, 而 Adular 和 Futur 则比较接近; 谷蛋白在三个品种间差异最大, Adular 比 Futur 低 7.6%。

表 1 小麦品种籽粒的蛋白质含量和蛋白质组分 %

品种名称	蛋白质含量	蛋 白 质 组 分			
		清蛋白	球蛋白	醇溶蛋白	谷蛋白
Adular	11.2	22.2	13.3	21.8	20.8
Rektor	12.1	20.2	14.2	25.8	27.5
Futur	12.2	16.5	13.4	21.0	28.4
平均值	11.8	19.6	13.6	22.9	25.6

2.2 氨基酸含量和蛋白质组分的氨基酸组成

由表 2 可见, 小麦籽粒蛋白质中谷氨酸的含量最高, 其次为脯氨酸、亮氨酸、精氨酸

表 2 小麦籽粒氨基酸含量(占干物质和蛋白质的百分数) %

氨基酸 名 称	Rektor		Adular		Futur		平均值		位次
	干物质	蛋白质	干物质	蛋白质	干物质	蛋白质	干物质	蛋白质	
天冬氨酸	0.431	3.57	0.411	3.67	0.448	3.67	0.430	3.64	5
苏氨酸	0.211	1.75	0.212	1.89	0.213	1.74	0.212	1.79	14
丝氨酸	0.360	2.99	0.344	3.07	0.384	3.14	0.363	3.07	6
谷氨酸	2.410	19.98	2.313	20.63	2.587	21.17	2.437	20.59	1
脯氨酸	0.940	7.79	0.871	7.77	0.959	7.85	0.923	7.80	2
甘氨酸	0.320	2.65	0.330	2.94	0.350	2.86	0.333	2.82	10
丙氨酸	0.320	2.65	0.351	3.13	0.340	2.78	0.332	2.85	9
胱氨酸	0.103	0.85	0.129	1.15	0.108	0.88	0.113	0.95	16
缬氨酸	0.347	2.88	0.346	3.09	0.374	3.06	0.356	3.01	7
蛋氨酸	0.030	0.25	0.062	0.55	0.085	0.70	0.059	0.50	17
异亮氨酸	0.240	1.99	0.232	2.07	0.328	2.68	0.267	2.25	12
亮氨酸	0.469	3.89	0.508	4.53	0.509	4.17	0.495	4.20	3
酪氨酸	0.223	1.85	0.228	2.03	0.245	2.00	0.232	1.96	13
苯丙氨酸	0.331	2.74	0.375	3.35	0.361	2.95	0.356	3.01	8
赖氨酸	0.359	2.98	0.235	2.10	0.260	2.13	0.285	2.40	11
组氨酸	0.261	2.16	0.165	1.47	0.179	1.46	0.202	1.70	15
精氨酸	0.673	5.58	0.386	3.44	0.457	3.34	0.505	4.12	4

酸和天门冬氨酸、蛋氨酸、胱氨酸、组氨酸和苏氨酸的含量最低。限制性氨基酸赖氨酸以 Rektor 含量最高, 其次为 Futur (2.13%) 和 Adular (2.10%), 苏氨酸以 Adular 含量最高(1.89%), Rektor 和 Futur 基本相同(1.75%, 1.74%), 但品种间差异甚小。

由表 3 可知: 三个品种清蛋白中的各种氨基酸含量存在着较大差异。从品种的平均

表 3 蛋白质组分中的氨基酸含量(占蛋白质的百分数)

%

氨基酸名称	清 蛋 白					球 蛋 白				
	1	2	3	$\bar{X}$	No.	1	2	3	$\bar{X}$	No.
天冬氨酸	3.14	6.29	2.94	4.12	2	3.78	4.34	3.48	3.87	2
苏 氨 酸	1.69	2.80	1.56	2.02	11	1.70	2.09	1.47	1.45	12
丝 氨 酸	1.65	2.96	1.38	2.00	12	1.98	2.30	1.57	1.95	10
谷 氨 酸	4.20	9.16	3.22	5.53	1	5.52	6.63	5.03	5.73	1
脯 氨 酸	3.45	3.03	1.12	2.53	9	1.97	2.06	1.55	1.86	11
甘 氨 酸	1.54	3.01	1.77	2.11	10	2.12	2.64	1.99	2.25	9
丙 氨 酸	1.92	3.73	2.49	2.71	5	2.38	2.82	2.55	2.58	6
胱 氨 酸	0	0	0.69	0.23	17	0	0.10	0.31	0.14	17
缬 氨 酸	1.84	3.38	2.18	2.80	4	2.37	2.98	2.06	2.47	7
蛋 氨 酸	1.43	0.61	0.68	0.91	15	1.10	0.98	0.86	0.98	16
异亮氨酸	2.25	3.13	2.56	2.65	8	3.85	2.40	2.15	2.80	5
亮 氨 酸	2.39	4.46	2.93	3.26	3	3.94	2.75	2.69	3.02	4
酪 氨 酸	1.16	2.43	1.61	1.43	14	1.17	1.43	1.16	1.25	14
苯丙氨酸	1.09	2.68	1.59	1.79	13	1.42	1.70	1.30	1.47	13
赖 氨 酸	1.98	3.95	2.09	2.67	7	2.37	2.76	2.16	2.73	8
组 氨 酸	0.61	1.29	0.76	0.89	16	1.02	1.25	0.91	1.06	15
精 氨 酸	1.68	4.63	1.81	2.71	6	3.43	3.82	2.44	2.23	3

续表 3

蛋白质组分中的氨基酸含量(占蛋白质的百分数)

%

氨基酸名称	醇 溶 蛋 白					谷 蛋 白				
	1	2	3	$\bar{X}$	No.	1	2	3	$\bar{X}$	No.
天冬氨酸	1.43	1.85	1.69	1.66	10	3.07	3.49	2.74	3.10	8
苏 氨 酸	1.01	1.64	1.44	1.36	12	1.75	2.02	1.71	1.83	13
丝 氨 酸	2.03	2.67	2.63	2.44	5	3.57	3.89	3.43	3.63	5
谷 氨 酸	20.26	25.29	24.49	23.35	1	23.05	29.96	24.12	25.71	1
脯 氨 酸	8.46	10.83	10.45	9.91	2	10.00	12.04	9.62	10.55	2
甘 氨 酸	0.99	1.28	1.25	1.17	14	4.77	3.78	3.55	4.03	4
丙 氨 酸	0.98	1.29	1.19	1.15	15	3.21	3.02	2.12	2.78	10
胱 氨 酸	0	0.14	0.21	0.12	17	0.11	0	0	0.04	17
缬 氨 酸	1.66	2.24	2.09	2.00	6	2.86	3.76	2.73	3.12	7
蛋 氨 酸	2.29	0.34	0.45	1.03	16	0.31	0.87	0.39	0.52	16
异亮氨酸	1.54	1.69	2.36	1.86	8	1.90	3.73	2.08	2.57	11
亮 氨 酸	2.80	3.48	3.32	3.20	3	4.13	5.59	3.95	4.56	3
酪 氨 酸	1.29	1.53	1.52	1.45	11	2.30	2.48	2.50	2.43	12
苯丙氨酸	2.66	3.22	3.00	2.96	4	2.91	3.41	3.07	3.13	6
赖 氨 酸	1.99	1.03	0.96	1.33	13	1.17	2.20	1.30	1.56	14
组 氨 酸	2.52	1.11	1.50	1.71	9	0.95	1.43	1.03	1.14	15
精 氨 酸	1.64	1.76	2.28	1.89	7	2.18	3.71	3.26	3.05	9

注: 1. Rektor; 2. Adular; 3 Futur

值来看, 清蛋白中以谷氨酸和天门冬氨酸含量最为丰富, 其次为亮氨酸、缬氨酸、丙氨酸和酪氨酸。赖氨酸含量接近平均值, 为 2.67%; 球蛋白中各种氨基酸含量, 除精氨酸明显地高于清蛋白外, 多数都低于清蛋白, 球蛋白中各种氨基酸含量排列位次与清蛋白大致相同, 变化较大的仅为精氨酸和缬氨酸; 醇溶蛋白质中仍以谷氨酸的含量为最高, 脯氨酸、组氨酸和苯丙氨酸的含量大幅度增加, 胱氨酸和蛋氨酸的含量仍维持最低, 天门冬氨酸、甘氨酸和赖氨酸的含量显著下降; 谷蛋白中除了谷氨酸、脯氨酸和亮氨酸含量最高以外, 甘氨酸的含量增加, 其他氨基酸的位次变化不大。

仅从位次来看, 胱氨酸和蛋氨酸的含量在 4 种蛋白质组分中始终最低, 且变化很小; 蛋氨酸和苏氨酸也较为稳定。谷氨酸在各种组分中含量最高; 天门冬氨酸在清蛋白和球蛋白中、脯氨酸在贮藏蛋白中分别位居第二; 赖氨酸在清蛋白和球蛋白中的含量较高, 谷蛋白中次之, 醇溶蛋白中最低。苏氨酸在 4 种蛋白质组分中也有同样的趋势。

2.3 湿面筋含量、沉淀值和面包体积

由表 4 可见: 三个品种的湿面筋含量以 Futur 最高, Adular 较差。这一结果与 Adular 的水溶性蛋白质含量高(22.2%), 贮藏性蛋白质(醇溶蛋白和谷蛋白)的含量低有关(42.6%); 沉淀值在三个品种间有明显差异。Rektor 沉淀值表现最高, 且与湿面筋含量的结果不尽一致, 但与品种贮藏性蛋白质的含量高低相一致; 在烘烤实验中, Futur 具有良好的和面特性、较大的面包体积。Adular 的面团稳定性差, 易软化, 表面发粘, 和面特性差、不利于机械加工、面包体积最小。Rektor 的和面特性接近于 Futur, 但面包体积比 Futur 小。

表 4 小麦品种的湿面筋含量、沉淀值和面包体积

品种名称	贮藏蛋白质含量 (%)	湿面筋含量 (%)	沉淀值 (cm ³)	面包体积 (cm ³ / 100g)
Adular	42.6	31.4	30.8	312
Rektor	53.3	33.3	38.8	332
Futur	49.4	37.0	32.5	385
平均值	48.4	33.9	34.0	343

2.4 贮藏蛋白质的凝胶电泳分析

从三个品种贮藏蛋白质的十二烷基硫酸钠-聚丙烯酰胺凝胶电泳图谱(附图)可以看出, 在谷蛋白高分子量亚基区, Futur 有六条带, Rektor 和 Adular 各有四条带, 但 Adular 的四条带明显地低于 Rektor, 这说明 Adular 四条带的分子量均小于 Rektor, 这一结果与沉淀值和面包体积的大小相一致。

3 讨论与小结

对三个小麦品种蛋白质的营养品质和加工品质性状分析认为, 当品种间的蛋白质含量差异并不显著时, 品种的蛋白质组分也可能表现出较大的差异。品种的清蛋白含量过高时, 使贮藏性蛋白质的含量降低, 可能影响贮藏蛋白质的加工品质; 但清蛋白中的限制性氨基酸(赖氨酸、苏氨酸)含量则较高, 蛋白质的营养价值较高。

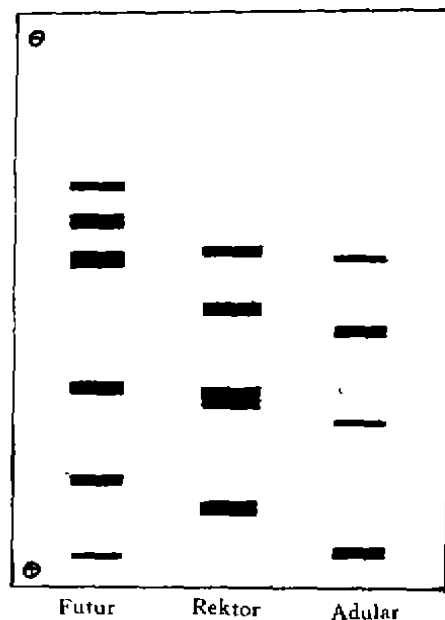
小麦籽粒中富含谷氨酸、脯氨酸, 但亮氨酸、精氨酸、蛋氨酸和胱氨酸含量最低;

作为儿童必需的组氨酸含量也低,不能满足儿童正常发育的需要。因此,纯小麦粉制品不宜单一的作为儿童的主要食品。赖氨酸在品种间有一定的差异,可以通过品种改良来提高赖氨酸的含量,但苏氨酸在品种间的差异甚小,遗传改良的难度较大。

谷氨酸在 4 种蛋白质组分中含量均最高,胱氨酸和蛋氨酸均最低;亮氨酸、苏氨酸和酪氨酸在 4 种蛋白质组分中的含量,从位次来看比较稳定。清蛋白和球蛋白在氨基酸含量构成上相类似,醇溶蛋白和谷蛋白在氨基酸含量构成上也有一致的趋势。赖氨酸和苏氨酸在清蛋白中含量最高,在醇溶蛋白中含量最低。

面筋的 90% 为醇溶蛋白和谷蛋白,面筋可以形成具有弹性的膜,该膜具有包被发酵过程中产生的气体的作用。所以,他与面包体积的关系最为密切。从本实验中可以看出,沉淀值的变化与贮藏蛋白质的含量相一致,可能与两种贮藏蛋白质的构成比例有关,醇溶蛋白对沉淀值有一定的影响。

对麦谷蛋白高分子量亚基的分析结果与烘烤实验的结果相一致,高分子量亚基多,且含量高的品种,具有较好的烘烤品质。可见,烘烤面包的体积除主要受麦谷蛋白高分子量亚基及湿面筋含量的影响外,与沉淀值和贮藏蛋白质的含量也有一定关系。



附图 三个小麦品种贮藏蛋白质的凝胶电泳

本实验部分分析项目由德国布拉本德食品仪器公司支持完成,在此表示感谢。

参 考 文 献

- 1 Bloksma A H. dough structure, Dough rheology and baking quality. *Cereal Foods World*, 1990; 35(2): 237~224
- 2 Bolling H. Qualitätsentwicklung bei Weizen und Roggen in den letzten 25 Jahren. *Brot und Backwaren*, 1989; 9: 314~327
- 3 He Huifen, Ponte Jr J G. Evolution of chinese and U. S. wheats and their blends for breadmaking. *Cereal Foods World*, 1988; 33(6): 506~510
- 4 Wieser H, Seilmeier W, Belitz H D. Klassifizierung der Proteinkomponenten des Weizenklebers. Bericht ueber die 41 Tagung fuer Getreidechemie 1990. Detmold: Veroeffentlichungen der Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e. v., 1990; 132~148
- 5 邓 妙, 魏益民. 蛋白质组分的连续累进提取分析法. *西北农业大学学报*, 1989; 17(1): 110~113
- 6 Lukow O M, Zhang H, Czarnecki E. Milling, rheological, and end-use quality of chinese and canadian spring wheat cultivars. *Cereal Chem*, 1990; 67(2): 170~176

- 7 Wei Y M. Wachstumsbiologische Untersuchungen an deutschen und chinesischen Weizensorten. Dissertation Universitaet Giessen. Koehler AG 1990
- 8 赵文明, 朱新产, 文树基等. 小麦种子发育期麦谷蛋白的累积. 西北农业大学学报, 1991; 19(3): 8~13
- 9 Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung. Standard-Methoden fuer Getreide, Mehl und Brot. 6. erweiterte Aufl. Detmold: Verlag Moritz Schaefer, 1978
- 10 Bushuk W. Glutenin-Struktur und Einfluss des Glutenins auf die Backqualitaet. Bericht ueber die 40 Tagung fuer Getreidechemie 1989, Detmold: Granum-Verlag, 1989: 86~99

Studies on Grain Protein Qualities of Wheat Varieties

Wei Yimin Li Zhixi Wang Lihong

(Food Science Department, Northwestern Agricultural University, Yangling, Shaanxi, China, 712100)

Sietz W.

(Food Laboratory, Brubender OHG, 4100-Duisburg, Germany)

Abstract Based on a systematical analysis of grain protein qualities of wheat varieties, it is considered that grain qualities primarily consist of such sub-characteristics as grain protein content, amino acid content, especially limited amino acid content, protein fractions, amino acid composition and contents of different protein fraction, gluten content, sedimentation value, and quantity and quality of high molecular weight sub-units (HMW) of glutelins, etc. A great difference may exist in protein fractions when protein contents of various wheat varieties are equal. The content of limited amino acid is high in albumin but low in gliadin. The quantity of HMW of glutenin and the wet gluten content have great effects on baked bread volume, and then the sedimentation value and the storage protein content also have significant effects.

Key words wheat, nutrition value, processing quality, protein quality