

小麦 HMW-GS 与戊聚糖含量及其组分的相关分析和聚类分析

李春喜, 张蓓蓓, 邵云, 姜丽娜, 李丹丹

(河南师范大学 生命科学院, 河南 新乡 453007)

摘要: 分析了 21 个不同小麦品种的 HMW-GS 组成, 并测定了各品种戊聚糖及其组分的含量。根据亚基评分对不同小麦品种 HMW-GS 等位基因位点变异和亚基组合类型与戊聚糖、各组分和组分比值进行了相关分析, 又根据评分和总戊聚糖含量对这 21 个品种进行了聚类。结果表明, 供试材料的 HMW-GS 组合类型有 11 余种; 不同品种间, 阿拉伯糖变异大, 木糖变异小, 戊聚糖含量和各组分均有较大差异; 大部分指标与 Glu-1 位点有显著的负相关, 其中 Glu-D1 位点大于另外 2 个位点; N, 7, 17+18 和 2+12 亚基对戊聚糖及各组分含量影响较大, 烘烤品质较好的亚基 1 和 5+10 对戊聚糖及各组分含量的贡献则较小; 含有亚基组合(N, 7, 2+12)的大部分戊聚糖指标含量均较高; 聚类分析中把这些品种分为 4 类, 第 1 类可以作为饲料生产, 第 3 类可以作为食品工业生产。

关键词: 小麦; HMW-GS; 戊聚糖; 相关; 聚类

中图分类号: S512.01 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2006)05-0033-06

Correlation Between HMW-GS, the Pentosan and Their Components and Their Cluster Analysis in Different Wheat Varieties

LI Chun-xi, ZHANG Bei-bei, SHAO Yun, JIANG Li-na, LI Dan-dan

(College of Life Sciences, Henan Normal University, Xinxiang 453007, China)

Abstract: The composition of the HMW-GS, pentosan and pentosan components in different wheat varieties were analyzed. Based on the scores of these subunits in several wheat varieties, the correlations between the composition of HMW-GS, subunit combination types, pentosan, pentosan components and their ratio were analyzed. The results showed that 11 types of HMW-GS were detected. Among different varieties, the variation was great for Ara, but small for Xyl, and the pentosan and its components were very different, with big coefficient of variability. Significant inverse correlation was found between most of indexes and Glu-1 loci, among which the effect on Glu-D1 was bigger than on other two loci. N, 7, 17+18 and 2+12 subunits had great influence on pentosan and its components. But the good subunits for baking quality, such as 1 and 5+10, had little contribution to pentosan and its components. The content of pentosan and its components was higher in varieties with subunits N, 7 and 2+12. Finally, the 21 varieties were clustered into 4 groups according to their HMW-GS scores and pentosan content. The first group of varieties could be used to feed production, and the third group as raw material of food industry.

Key words: Wheat; HMW-GS; Pentosan components; Correlation; Cluster analysis

蛋白质对小麦品质起着极其重要的作用, 其中 HMW-GS 与小麦烘烤品质关系极为密切^[1], 是直接左右小麦品质的因子, 对小麦品质有极其重要的作

用。随着谷物化学界对小麦研究的深入, 人们越来越发现, 除了蛋白质外, 小麦中戊聚糖等含量较少的组分对小麦品质也有较大的作用^[2~4]。戊聚糖又叫

收稿日期: 2006-03-22

基金项目: 河南省杰出青年科学基金项目 (04120001700); 国家粮食丰产科技工程河南课题资助 (2004BA520A06)

作者简介: 李春喜(1964-), 男, 河南封丘人, 教授, 主要从事小麦栽培生理研究。

阿拉伯木聚糖 (AX), 主要由阿拉伯糖 (Ara) 和木糖 (Xyl) 组成, 根据溶解性可分为水溶性戊聚糖 (Water-extractable arabinoxylans, WEAX) 和水不溶性戊聚糖 (Water-unextractable arabinoxylan, WUAX) 两大类^[5]。戊聚糖具有较高的黏性、吸水特性、持水特性及氧化交联形成凝胶的特性, 对面团流变学特性和面包的烘焙品质有着非常重要的影响, 它与蛋白质一起参与面筋网络结构的形成, 从而改善面团的工艺性状, 提高面包的品质^[9]。目前, 对于 HMW-GS 与烘烤品质之间的关系以及戊聚糖与烘烤品质之间的关系研究较多, 但是关于 HMW-GS 与戊聚糖及各组分之间的相关性研究还较少报道。本试验选取了河南省具有代表性的 21 个小麦品种探讨了 HMW-GS 与戊聚糖总含量及各组分的相关关系, 并根据 HMW-GS 的评分和戊聚糖总含量对这 21 个品种进行了聚类, 以其为改善小麦品质提供一定的理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

本试验于 2004—2005 年河南师范大学小麦试验田进行。供试的 21 个小麦品种为: 周麦 16、周麦 18、豫麦 49 号、新麦 18、开麦 18、周麦 17、豫农 9901、温 9629、烟 96266、长 58 6 4、洛早 3 号、洛早 2 号、郑麦 004、郑麦 005、泛麦 5 号、郑州 9023、郑麦 98、豫麦 34 号、豫麦 47 号、郑农 16、河北 8901, 对照品种为中国春 (N, 7+9, 5+10) 和马奎斯 (Marquis) (1, 7+8, 5+10)。试验采用随机区组设计, 3 次重复。

表 1 21 个小麦品种 HMW-GS 组成及评分

Tab. 1 HMW-GS patterns and quality scores of 21 wheat varieties investigated									
品 种 Varieties	HMW-GS 组成			总 分 Scores	品 种 Varieties	HMW-GS 组成			总 分 Scores
	Glu-A1	Glu-B1	Glu-D1			Glu-A1	Glu-B1	Glu-D1	
新麦 18 Xinmai 18	1	7+9	5+10	10	郑麦 004 Zhengmai 004	N	7	2+12	3
周麦 16 Zhoumai 16	N	7+9	2+12	5	温 9629 Wen 9629	N	7+9	2+12	5
周麦 18 Zhoumai 18	2 *	7+9	2+12	7	开麦 18 Kaimai 18	N	17+18	2+12	5
郑麦 005 Zhengmai 005	2 *	7+9	2+12	7	烟 96266 Yan 96266	1	17+18	5+10	10
周麦 17 Zhoumai 17	N	7+9	2+12	5	郑州 9023 Zhengzhou 9023	N	7+8	2+12	5
豫农 9901 Yunong 9901	N	7	2+12	3	郑麦 98 Zhengmai 98	1	14+15	5+10	10
洛早 3 号 Luohan 3	2 *	7+9	2+12	7	郑农 16 Zhengnong 16	1	7+8	5+10	10
长 58 6 4 Chang 58 6 4	2 *	7+8	2+12	7	豫麦 34 号 Yumai 34	1	7+8	2+12	7
洛早 2 号 Luohan 2	2 *	7+8	2+12	7	河北 8901 Hebei 8901	1	7+8	5+10	10
豫麦 49 号 Yumai 49	1	7+9	5+10	10	豫麦 47 号 Yumai 47	N	7+8	2+12	5
泛麦 5 号 Fanmai 5	1	7+8	5+10	10					

2.1.2 不同小麦品种戊聚糖含量及其组分组成 供试材料的戊聚糖及各组分含量列于表 2。由结果可知, 各指标变异系数的变幅为 18.304%~65.368%, 其中,

1.2 测试方法

1.2.1 HMW-GS 的提取和测定 参考汪家政方法配制提取液提取小麦中的 HMW-GS, 用 SDS-PAGE 方法分析上清液中的 HMW-GS 组成^[7]。并用 Payne 评分系统^[8]对 HMW-GS 进行评分。

1.2.2 戊聚糖含量及各组分含量测定 参考李利民等^[9]方法, 将适量小麦粉置于离心管中, 加入双蒸水浸提 12 h, 离心取上清液, 其中上清液中加入 0.5 mL 三氟乙酸溶液, 沉淀中加入 2 mL 三氟乙酸溶液。沸水浴 4 h, 干燥后的样品进行衍生化, 用 Agilent 6890 气相色谱仪, 25 m×0.32 mm×0.52 μm Ultra 1 毛细管柱测定戊聚糖及各组分含量。戊聚糖总含量用阿拉伯糖和木糖含量之和 (Ara+Xyl) 表示^[10]。

1.3 分析方法

采用 SPSS 对结果进行相关和聚类分析。

2 结果与分析

2.1 不同小麦品种 HMW-GS 与戊聚糖及各组分组成

2.1.1 不同小麦品种 HMW-GS 组成 21 个小麦品种的亚基组合及评分列于表 1。由表 1 看出, 供试材料的 HMW-GS 组合类型比较丰富, 有 11 种之多, 其中以 N, 7+9, 2+12, 1, 7+8, 5+10 和 2*, 7+9, 2+12 最多, 各有 3 个品种, 各占 14.29%; 剩余 8 种亚基组合所占的比例共为 57.14%, 说明亚基组合分布较为分散。

戊聚糖的变异范围在 22.591%~38.064%, 阿拉伯糖的变异范围为 49.274%~65.368%, 木糖的变异系数的变幅为 18.304%~24.956%。由此说明不同

品种间阿拉伯糖变异大,木糖变异小,戊聚糖和各组分的含量及组分的比值均有较大差异,具有良好的代表性。

2.2 小麦 HMW-GS 品质评分与戊聚糖及其组分的相关分析

对 21 个小麦品种的戊聚糖及组分与 HMW-GS 评分作了相关分析,结果列于表 3,总体上来看, HMW-GS 评分与戊聚糖及其组分呈负相关。其中 Glu-1 位点的评分与水溶性戊聚糖、阿拉伯糖、水溶性阿拉伯糖、水溶性木糖含量和 Ara/Xyl 呈极显著

的负相关;与总戊聚糖含量达到显著的负相关。对于各个位点来说,在 Glu-A1 位点上只有水不溶性戊聚糖、木糖、水溶性木糖和水不溶性木糖含量不显著相关,其他指标均达到显著或极显著相关;Glu-B1 位点评分与水溶性戊聚糖、水溶性阿拉伯糖及水溶性木糖含量间达显著负相关;在 Glu-D1 位点上,大部分指标都与该位点的评分达到了显著或极显著负相关,只有水溶性戊聚糖、水溶性阿拉伯糖、木糖和水不溶性木糖含量与评分没有显著的相关性。

表 2 21 个小麦品种戊聚糖和各组分含量

Tab. 2 Pentosan and their component content of 21 wheat varieties

项目 Item	Ara+ Xyl (%)	WEAX (%)	WUAX (%)	Ara (%)	水溶性 Ara (%)	水不溶性 Ara (%)	Xyl (%)	水溶性 Xyl (%)	水不溶性 Xyl (%)	Ara/ Xyl
新麦 18 Xinmai 18	4.873	1.642	3.020	1.409	0.658	0.787	3.464	0.985	2.233	0.407
周麦 16 Zhoumai 16	6.717	3.376	3.340	2.260	1.685	0.576	4.456	1.692	2.765	0.507
周麦 18 Zhoumai 18	3.788	1.000	2.789	0.441	0.091	0.350	3.347	0.909	2.439	0.132
郑麦 005 Zhengmai 005	5.565	1.419	4.146	1.245	0.355	0.890	4.319	1.063	3.256	0.288
周麦 17 Zhoumai 17	7.358	2.594	4.764	2.812	1.166	1.646	4.546	1.428	3.118	0.618
豫农 9901 Yunong 9901	7.531	2.886	4.644	2.486	1.258	1.228	5.045	1.628	3.417	0.493
洛旱 3 号 Luohan 3	7.208	2.357	4.851	2.512	1.104	1.409	4.696	1.254	3.442	0.535
长 58-6-4 Chang 58-6-4	4.072	1.015	3.057	0.763	0.167	0.597	3.308	0.848	2.460	0.231
洛旱 2 号 Luohan 2	5.203	1.631	3.572	1.025	0.423	0.605	4.178	1.210	2.967	0.245
豫麦 49 号 Yumai 49	5.835	1.696	4.139	1.028	0.374	0.655	4.807	1.323	3.484	0.214
泛麦 5 号 Fanmai 5	3.270	0.625	2.645	0.377	0.078	0.302	2.893	0.546	2.389	0.130
郑麦 004 Zhengmai 004	4.547	1.874	2.673	1.341	0.752	0.589	3.207	1.122	2.085	0.418
温 9629 Wen 9629	5.614	1.622	3.992	1.120	0.385	0.735	4.494	1.237	3.257	0.249
开麦 18 Kaimai 18	7.049	2.225	4.824	2.675	0.934	1.741	4.374	1.292	3.083	0.612
烟 96266 Yan 96266	5.330	1.517	3.813	0.865	0.330	0.535	4.464	1.186	3.278	0.194
郑州 9023 Zhengzhou 9023	4.782	2.011	2.771	1.517	0.906	0.611	3.265	1.105	2.160	0.465
郑麦 98 号 Zhengmai 98	4.870	2.618	2.252	1.590	1.159	0.430	3.281	1.459	1.822	0.484
郑农 16 Zhengnong 16	5.700	2.088	3.462	1.833	0.947	0.769	3.867	1.140	2.694	0.474
河北 8901 Hebei 8901	5.350	2.172	3.146	1.926	1.075	0.712	3.425	1.097	2.434	0.562
豫麦 34 号 Yumai 34	3.583	0.784	2.828	0.565	0.131	0.426	3.018	0.653	2.402	0.187
豫麦 47 号 Yumai 47	4.820	1.458	3.363	2.050	0.568	1.482	2.770	0.890	1.881	0.740
平均数 Means	5.384	1.839	3.528	1.516	0.693	0.813	3.868	1.146	2.717	0.390
标准差 SD	1.239	0.700	0.797	0.747	0.453	0.428	0.708	0.286	0.536	0.179
变异系数 CV (%)	23.013	38.064	22.591	49.274	65.368	52.645	18.304	24.956	19.728	45.897

表 3 HMW-GS 品质评分与戊聚糖及各组分含量的相关分析

Tab. 3 Correlation between HMW-GS scores and pentosan and their component

含量 Content	Ara+ Xyl (%)	WEAX (%)	WUAX (%)	Ara (%)	水溶性 Ara (%)	水不溶性 Ara (%)	Xyl (%)	水溶性 Xyl (%)	水不溶性 Xyl (%)	Ara/ Xyl
Glu-A1	-0.434 *	-0.479 *	-0.271	-0.556 **	-0.469 *	-0.494 *	-0.172	-0.430	-0.005	-0.551 **
Glu-B1	-0.298	-0.552 *	-0.013	-0.287	-0.498 *	-0.015	-0.217	-0.489 *	-0.030	-0.194
Glu-D1	-0.447 *	-0.516 *	-0.227	-0.512 *	-0.474 *	-0.383	-0.242	-0.515 *	-0.021	-0.512 **
Glu-1	-0.540 *	-0.674 **	-0.251	-0.628 **	-0.640 **	-0.428	-0.282	-0.638 **	-0.024	-0.594 **

注: * 和 ** 分别表示在 $\alpha=0.05$ 和 $\alpha=0.01$ 水平上显著
Note: *, ** Significant at the 0.05 and 0.01 probability level respectively

2.3 小麦 HMW-GS 各位点等位基因变异和亚基组合类型对戊聚糖及其组分的差异显著分析

2.3.1 HMW-GS 各位点等位基因变异对戊聚糖及各组分的差异显著性分析 从表 4 可以看出,对于 Glu-1 位点的等位基因来说,含有 N, 7, 17+18 和 2+12 亚基对戊聚糖及各组分含量影响较大;对小麦烘烤品质较好的 1, 5+10 亚基对戊聚糖及各组分含量的贡献则较小。从对总戊聚糖含量的影响来看,含有 N, 7, 7+9 和 17+18 亚基的总戊聚糖含量较高, 7+8 亚基的总戊聚糖含量最低; 7 亚基对水溶性戊聚糖含量影响较大,而含有 1, 2*, 7+8, 14+15 和 5+10 亚基的水溶性戊聚糖含量较低;各位点等位基因的变异对水不溶性戊聚糖含量的影响与水溶性戊聚糖含量的影响比较相似,其 7 亚基的含量最高,含有 1, 7+8, 7+9, 14+15 和 5+10 亚基的含量较低;不

同等位基因位点的变异对阿拉伯糖含量的影响未达到显著水平,说明 HMW-GS 各等位基因的变异对戊聚糖组分中阿拉伯糖含量影响较小;含有 7 亚基的水溶性阿拉伯糖含量较高,具有 1, 2*, 7+8 和 5+10 亚基的含量较低;对水不溶性阿拉伯糖含量的影响中,具有 7 亚基的含量较高,具有 1, 7+8, 7+9 和 5+10 的含量较低;不同等位基因位点的变异对木糖含量的影响达到显著水平,含有 7 亚基的含量最高,含有 1, 7+8, 14+15 和 5+10 亚基的木糖含量较低;各等位基因的变异对水溶性木糖含量的影响与对水溶性戊聚糖含量的影响相似;含有 7 亚基的水不溶性木糖含量较高,具有 7+8 和 14+15 亚基的含量较低。对各个指标来说,等位基因位点变异对 Ara/Xyl 的影响也未达到显著水平,说明 HMW-GS 中各等位基因的变异对 Ara/Xyl 的比例影响不大。

表 4 HMW-GS 各位点不同亚基与戊聚糖及各组分含量的差异显著性比较

Tab. 4 Difference comparison for pentosan and their component among types of subunit varieties of HMW-GS										
亚基 Subunits	Ara+Xyl (%)	WEAX (%)	WUAX (%)	Ara (%)	水溶性 Ara (%)	水不溶性 Ara (%)	Xyl (%)	水溶性 Xyl (%)	水不溶性 Xyl (%)	Ara/ Xyl
1	4. 851ab	1. 643b	3. 169b	1. 200a	0. 595b	0. 576b	3. 651b	1. 049b	2. 590ab	0. 330a
N	5. 747a	1. 979ab	3. 682ab	1. 758a	0. 770ab	0. 997ab	3. 989ab	1. 211ab	2. 689ab	0. 459a
2*	5. 510ab	1. 608b	3. 908ab	1. 388a	0. 513b	0. 875ab	4. 128ab	1. 093b	3. 033ab	0. 328a
7+8	4. 596b	1. 473b	3. 111b	1. 258a	0. 539b	0. 688b	3. 341b	0. 938b	2. 423b	0. 379a
7	6. 040a	2. 740a	4. 700a	1. 915a	1. 215a	1. 440a	4. 795a	1. 530a	3. 270a	0. 390a
7+9	5. 809a	1. 841ab	3. 523b	1. 516a	0. 635ab	0. 705b	4. 126ab	1. 205ab	2. 818ab	0. 383a
17+18	6. 190a	1. 875ab	4. 315ab	1. 770a	0. 630ab	1. 135ab	4. 415ab	1. 240ab	3. 180ab	0. 400a
14+15	4. 870ab	1. 640b	3. 020b	1. 410a	0. 660ab	0. 790ab	3. 460b	0. 980b	2. 230b	0. 410a
5+10	4. 780ab	1. 567b	3. 171b	1. 096a	0. 526b	0. 557b	3. 684b	1. 041b	2. 613ab	0. 297a
2+12	5. 651a	1. 886ab	3. 709ab	1. 664a	0. 719ab	0. 941ab	3. 988ab	1. 169ab	2. 769ab	0. 429a

注: 用 ISD 法在 $\alpha=0.05$ 水平上进行方差分析 Note: The analysis of variance on 0.05 level using LSD method

2.3.2 HMW-GS 不同亚基组合类型对戊聚糖及各组分含量的差异显著性分析 不同亚基组合类型品种的戊聚糖及其组分差异的显著性比较结果列于表 5。可以看出,不同亚基组合对戊聚糖及其组分指标都有显著影响,且不同亚基组合类型对不同的指标影响不同。从整体上看,(N, 7, 2+12)组合的戊聚糖及其各组分的含量均较高;含有(N, 17+18, 2+12)和(N, 7+9, 2+12)组合的总戊聚糖含量最高,(2*, 7+8, 2+12)和(1, 7+8, 2+12)组合的总戊聚糖含量较低;含有(N, 7, 2+12)组合的水溶性和水不溶性戊聚糖含量较高,(1, 7+8, 2+12)组合的水溶性和水不溶性戊聚糖含量较低。组分中(N, 17+18, 2+12)组合的阿拉伯糖和水不溶性阿拉伯糖含量较高,(N, 7, 2+12)组合的水溶性阿拉伯糖含量较高,(1, 7+8, 2+12)组合的阿拉伯糖和水不溶性阿拉伯糖含量最低,(2*, 7+8, 2+12)组合的水溶性阿拉伯糖含

量最低;(N, 7, 2+12)组合的木糖、水溶性木糖和水不溶性木糖的含量都是最高的,(1, 7+8, 2+12)组合的水溶性木糖含量最低,含有(N, 7+8, 2+12)组合的木糖和水不溶性木糖含量最低;亚基组合(N, 17+18, 2+12)的 Ara/Xyl 的比值最高,(1, 17+18, 5+10)亚基组合类型的 Ara/Xyl 的比值最低。

2.4 不同小麦品种 HMW-GS 与戊聚糖含量聚类分析

根据 HMW-GS 的评分与总戊聚糖含量对 21 个小麦品种做聚类分析,可以分为以下 4 类(图 1)。

第 1 类: 泛麦 5、河北 8901、烟 96266; 第 2 类: 新麦 18、郑麦 98、洛早 2 号、豫麦 34 号、郑麦 005、郑农 16、豫麦 49 号、周麦 18、长 58 6 4; 第 3 类: 周麦 17、开麦 18、洛早 3 号; 第 4 类: 周麦 16、豫农 9901、郑州 9023、豫麦 47 号、温 9629、郑麦 004。

这些分类中,第 1 类评分比较高、戊聚糖含量比

较低;第2类评分中等、戊聚糖含量较低;第3类评分中等、戊聚糖含量较高;第4类评分较低、戊聚糖

表 5 HMW-GS 不同亚基组合类型与戊聚糖及其组分含量差异显著性比较

Tab. 5 Difference comparison for pentosan and their component among subunit combinations of HMW-GS

亚基组合 Subunit combinations	Ara+ Xyl (%)	WEAX (%)	WUAX (%)	Ara (%)	水溶性 Ara (%)	水不溶性 Ara (%)	Xyl (%)	水溶性 Xyl (%)	水不溶性 Xyl (%)	Ara/ Xyl
1, 7+9, 5+10	5.355ab	2.160ab	3.195b	1.310ab	0.765ab	0.540b	4.045 ab	1.390ab	2.650ab	0.345ab
N, 7+9, 2+12	6.400a	1.877ab	3.333b	1.770ab	0.667ab	0.637b	4.183 ab	1.213ab	2.700ab	0.470ab
2*, 7+9, 2+12	5.520ab	1.593bc	3.930ab	1.400ab	0.517b	0.883ab	4.123 ab	1.073bc	3.047ab	0.320ab
N, 7, 2+12	6.040ab	2.740a	4.700a	1.915ab	1.215a	1.440a	4.795 a	1.530a	3.270a	0.390ab
2*, 7+8, 2+12	4.635b	1.325bc	3.315b	0.895b	0.295b	0.600b	3.745 ab	1.030bc	2.715ab	0.240ab
N, 17+18, 2+12	7.050a	2.230ab	4.820a	2.670a	0.930ab	1.740a	4.370 ab	1.290ab	3.080ab	0.610a
1, 17+18, 5+10	5.330ab	1.520bc	3.810ab	0.923b	0.330b	0.530b	4.460 ab	1.190ab	3.280a	0.190b
N, 7+8, 2+12	4.800ab	1.735ab	3.065b	1.785ab	0.740ab	1.045ab	3.020b	1.000bc	2.020b	0.600a
1, 14+15, 5+10	4.870ab	1.640bc	3.020b	1.410ab	0.660ab	0.790b	3.460b	0.980bc	2.230b	0.410ab
1, 7+8, 2+12	4.183b	1.163c	2.993b	0.870b	0.387b	0.500b	3.260b	0.780c	2.493ab	0.263ab
N, 7+8, 2+12	5.350ab	2.170ab	3.150b	1.930ab	1.080ab	0.710b	3.420b	1.100bc	2.430ab	0.560ab

注: 用 LSD 法在 α=0.05 水平上进行方差分析 Note: The analysis of variance on 0.05 level using LSD method

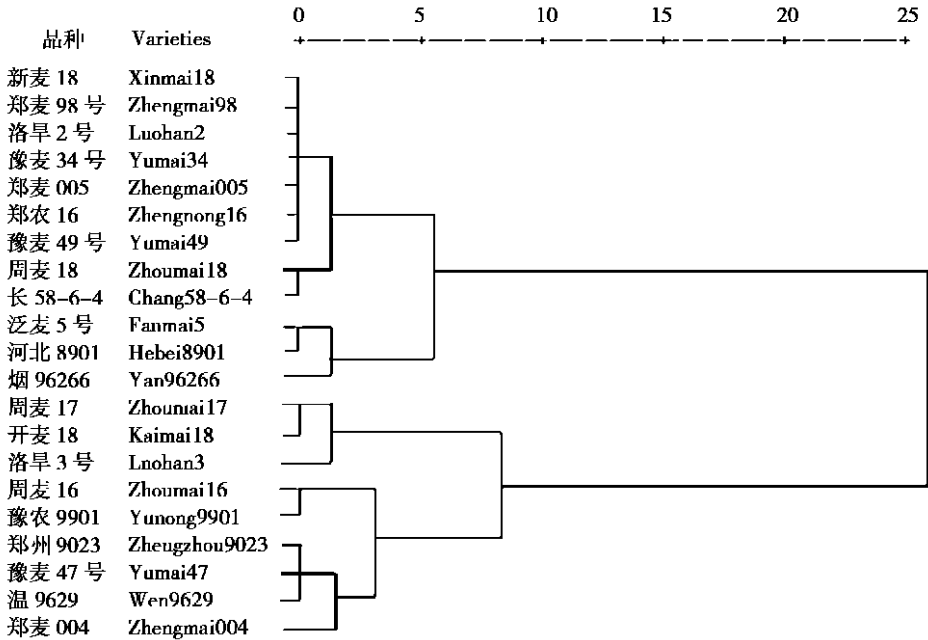


图 1 21 个小麦品种 HMW-GS 评分与戊聚糖总含量聚类图

Fig. 1 Cluster chart of scores of HMW-GS and pentosan content of 21 wheat varieties

3 讨论

HMW-GS 与烘烤品质有很大的关系, 不论哪个位点控制的亚基缺失都会降低面包烘烤特性^[11, 12]。对于戊聚糖来说, 它可增大小麦面粉的面包体积^[13, 14]。本试验分析了 21 个小麦品种的 HMW-GS 组成, 用气相色谱法测定了各品种的戊聚糖及各组分含量。根据 Glu-1 各位点的评分与戊聚糖及其组分作了相关分析, 结果表明 Glu-1 位点评分与戊聚糖及其组分呈负相关, 大部分达到显著或极显著水平。HMW-GS 是小麦在灌浆期形成的一组贮藏蛋白

质, Glu-1 位点的评分与戊聚糖及其组分含量呈负相关, 这与 Shogme 等^[15]的研究类似, 戊聚糖和蛋白质含量之间存在显著负相关。另外 Glu-D1 位点上的相关性大于另 2 个位点, 这就说明 Glu-D1 位点对戊聚糖含量的影响大于另 2 个位点, 在改善戊聚糖含量方面可以考虑 Glu-D1 位点的作用, 结合 Glu-D1 位点进行戊聚糖含量的改良育种。进一步分析了不同等位基因位点对各指标的贡献大小, 得出含有 N, 7, 17+18 和 2+12 亚基对戊聚糖及各组分含量影响较大; 对小麦烘烤品质较好的 1, 5+10 亚基对戊聚糖及各组分含量的贡献则较小。对于亚基组合类型来

说,含有(N, 7, 2+12)组合类型的各指标含量较高,具体原因分析有待进一步探讨。

本试验又用欧式最远距离法对各品种的评分和总戊聚糖含量进行了聚类分析,把 21 个小麦品种分为 4 类。根据人们食用要求,需要烘烤品质较好的高分小麦品种,而戊聚糖可以与蛋白质一起参与面筋网络结构的形成,从而改善面团的工艺性状,提高面包的品质。根据这些要求,高分高戊聚糖含量的品种是比较理想的类型,可是这些品种中没有完全符合的,相比之下,这 4 类中我们看出只有第 3 类比较符合人们的需要。对于饲料业来说,蛋白质是营养成分,所需要的是高分品种,戊聚糖在小麦中是一种抗营养因子^[16],饲料业需求的是戊聚糖含量较低的品种,鉴于这两方面的作用对饲料生产来说需要的就是第 1 类高分低戊聚糖含量的品种。因此,小麦育种过程中,通过测定 HMW GS 组成,把 HMW GS 组成与戊聚糖含量相结合,通过育种的方法筛选具有优良烘烤品质效应的亚基类型、符合人们食用要求或饲料生产要求的戊聚糖含量类型、优化杂交分离世代的基因组合,对于提高育成品种的实用价值有很重要的实际意义。

参考文献:

- [1] Payne P I. Genetics of wheat storage protein and the effect of allelic variation in bread-making quality[J]. *Planta*, 1997, 145: 83—88.
- [2] Bettge A D, Craig F. Morris Relationships among grain hardness, pentosan fractions, and end-use quality of wheat[J]. *Cereal Chem*, 2000, 77(2): 241—247.
- [3] Gruppen H, Marseille J P. Mild isolation of water-insoluble cell wall material from wheat flour; composition of fraction obtained with emphasis on non-starch polysaccharide[J]. *Journal of Cereal Science*, 1989, 9: 247—260.
- [4] Marta S Izzydorczyk, Costas G Biliaderis. Cereal arabinoxylans: advances in structure, physicochemical properties[J]. *Carbohydrate Polymers*, 1995, 28: 33—48.
- [5] 许兆明, 朱斌昕, 林仁. 戊聚糖及其对面粉品质的影响[J]. *中国粮油学报*, 1995, (3): 19—25.
- [6] 李奎, 冯杰, 许梓荣. 谷物的营养价值及其影响因素[J]. *饲料博览*, 2004, (6): 12—14.
- [7] 汪家政, 范明. 蛋白质技术手册[M]. 北京: 科学出版社, 2001: 77—110.
- [8] Payne P I, Holt L M. Structural and genetical studies on the high molecular weight subunits of wheat glutenin[J]. *Theor Appl Genet*, 1981, 60: 229—236.
- [9] 李利民, 朱永义, 宫俊华, 等. 谷物中戊聚糖含量测定方法的比较研究[J]. *郑州工程学院学报*, 2004, 25(3): 64—66.
- [10] Anthony B. A simple and rapid preparation of ralditol acetates for monosaccharide analysis[J]. *Carbohydrate Research*, 1983, 113: 291—299.
- [11] Lawrence G J. Dough and baking quality of wheat line deficient in glutenin subunits controlled by the Glu-A1, Glu-B1 and Glu-D1 loci[J]. *J Cereal Sci*, 1988, 7: 109—112.
- [12] Payne P I, Lawrence G J. Catalogue of alleles for the complex genoci, Glu-A1, Glu-B1, and Glu-D1 which code for high molecular weight subunits of glutenin in hexaploid wheat[J]. *Cereal Research Communications*, 1983, 11: 29—35.
- [13] 郑学玲, 李利民, 朱永义, 等. 戊聚糖在小麦中的分布规律及其与灰分、白度相关性的研究[J]. *中国粮油学报*, 2002, 17(6): 19—22.
- [14] Michniewicz J, Biliaderis C G, Bushuk W. Effect of added pentosans on some physical and technological characteristics of dough and gluten[J]. *Cereal Chem*, 1991, 68(3): 252—258.
- [15] Shogren M D, Hashimoto S, Pomeranz Y. Cereal pentosans: their estimation and significance VI. Pentosan in wheat flour varieties and fractions[J]. *Cereal Chem*, 1988, 65(3): 182—185.
- [16] Mc Nab J M. Barley β -glucan: an anti-nutritional factor in poultry feeding[J]. *Nutrition Research Reviews*, 1992, 5: 45—50.