小麦骨干亲本阿夫及其衍生品种(系)重要性状的演变规律

刘新伦,王长有,王亚娟,张 宏,吉万全

(西北农林科技大学 农学院,陕西 杨凌 712100)

[摘 要] 【目的】研究阿夫及其 4 个不同时期衍生品种(系)的农艺性状,阐明阿夫衍生品种(系)重要农艺性状的演变规律。【方法】在点播条件下,对阿夫及其 4 个不同时期衍生品种(系)的重要农艺性状和产量性状进行研究。【结果】阿夫衍生品种(系)的株高明显降低,其中子四代的平均株高仅为阿夫的 84.70%;子代株型由松散型逐步过渡到紧凑型,叶片由长窄逐渐变为短宽;穗长、单株有效穗数、千粒质量、穗粒质量和小区产量均显著增加,小穗数和穗粒数变化不明显。相关和通径分析表明,千粒质量和穗粒质量与产量呈极显著或显著正相关,株高对产量的负向贡献较大,单株有效穗数、穗长、小穗数和穗粒数与产量性状间的相关均不显著,其对产量直接作用的正负效应在各世代间也不完全相同。【结论】阿夫的穗大丰产特性在品种演替中得到了很好地传递,但是粒多的丰产特性并未得到充分传递。适当降低株高、增加有效小穗数、提高结实率、穗粒数与千粒质量并重、主攻穗粒质量是提高小麦产量的有效途径。

[关键词] 小麦骨干亲本;阿夫衍生品种(系);农艺性状;演变规律

[中图分类号] S512.102.4 [文献标识码] A [文章编号] 1671-9387(2011)01-0096-07

Evolution trend of important characters of wheat core parents Funo and its derived varieties

LIU Xin-lun, WANG Chang-you, WANG Ya-juan,
ZHANG Hong, JI Wan-quan

(*College of Agriculture, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi* 712100, *China*)

Abstract: 【Objective】 The objective of this study was to reveal the evolution trend of the important yield traits of Funo and its derivatives. 【Method】 Yield, yield traits and agronomic traits of Funo and its derivatives were studied under hole sowing. 【Result】 The evolution trend of these varieties is that the plant height decreased obviously, the average height of the forth generation was Funo, only 84.70%, plant type grandually changed from loose to compact, long and narrow leaves gradually became shorter and broader, length of spike, the spike number of single plant, the plot yield, thousand kernel weight and spike grain weight increased; and the number of ear-grains and the spikelet number of principal spike was not improved distinctly. The result of the correlation and path analysis between the plot yield and other traits showed that the relevance pole was exactly notable or notable between thousand kernel weight, spike grain weight and output, height defeated output. While output with length of spike, the spike number of single plant, the number of ear-grains and the spikelet number of spike were not significantly related, and the direct effect of these traits which affected the yield in each generation were significant. 【Conclusion】 From the evolution

* [收稿日期] 2010-05-17
[基金项目] 国家重点基础研究发展计划(973 计划)项目(2006CB101701-9)
[作者简介] 刘新伦(1976-),女,湖南长沙人,助理研究员,主要从事小麦遗传育种研究。E-mail:liuxxlun@126.com
[通信作者] 吉万全(1963-),男,陕西合阳人,教授,博士生导师,主要从事小麦染色体工程育种研究。
E-mail:jiwanquan2003@126.com

trend of the Funo and its derivatives analysis, we can see that high-yield character of big panicle in the breed has obtained very good delivery, but Funo's many grains per panicle have not obtaind sufficient delivery. Output can be improved by reducing the plant height, improving available spikelet and seed setting rate and combining kernel number per spike with thousand kernel weight.

Key words: wheat core parent; Funo pedigree; traits; evolution trend

建国以来，我国各主要麦区先后经历了几次大规模的品种演变。长期的育种实践证明，骨干亲本在新品种更新换代中具有核心的支撑作用，利用骨干亲本不仅直接培育了众多大面积推广的品种，而且还由其衍生出了许多具有广泛应用价值的育种亲本材料，在很大程度上，作物育种的历史也就是骨干亲本利用的历史。因此对骨干亲本的研究已引起了许多育种科学家的重视[1-7]。

小麦骨干亲本阿夫（Funo），原产于意大利，1956 年从阿尔巴尼亚引入我国。由于阿夫穗大粒多，增产潜力大，茎秆粗壮，耐肥抗倒，高抗条锈病，适应性较强，20 世纪 60 年代中后期在我国长江中下游、黄淮流域、贵州高原和西北春麦区大面积种植，年种植面积最大曾达到 206.7 万 hm^2[8]，同时成为上述麦区小麦品种改良的骨干亲本[9]。Worland 等[10]认为，阿夫是半矮秆基因 *Rht*8 的携带者。我国小麦主产区大部分品种的半矮秆基因 *Rht*8 直接或间接来自阿夫[11-13]。阿夫及其衍生品种（系）至今在我国小麦育种和生产上仍发挥着重要的作用，目前已知的阿夫系选衍生品种有 20 多个[14]，通过品种间杂交产生的阿夫衍生后代品种（系）多达 270 个[6]，这些材料为分析阿夫及其衍生小麦品种（系）的演变特性提供了丰富的材料。杨华安等[15]和马蕾蕾等[16]分别用抗条锈基因推导分析法和单体分析技术，确认阿夫含有抗条锈基因 *YrA*。张瑞奇等[17]对黄淮冬麦区不同时期大面积推广品种 HMW-GS 组成情况的研究表明，阿夫是优质亚基“14 + 15”的来源之一。李红琴等[7]利用 SDS-PAGE 技术，对阿夫及其衍生品种（系）HMW-GS 的组成与演变进行分析，结果表明，阿夫 HMW-GS 的组成为 1/14+15/2+12，品质得分为 8.5 分；而在其衍生品种（系）中，携带与阿夫 HMW-GS 组成相同的品种占 7.01%，平均品质得分为 7.68 分，低于亲本阿夫，说明阿夫对其衍生后代在品质改良上的贡献很小。司清林等[6]用 247 对 SSR 引物研究了阿夫遗传物质在其衍生品种（系）中的传递规律，表明 SSR 标记 *Xwmc*398、*Xgwm*400 和 *Xgwm*268 在阿夫衍生品种（系）中有明显的传递。但截止目前，国内外还未见关于阿夫及其衍生小麦品种（系）农艺性状演变规律的研究报道。

本研究通过对骨干亲本阿夫及其衍生小麦品种（系）株高、产量等性状的分析，明确阿夫及其衍生品种（系）主要农艺性状与产量的关系及其演变规律，以期为小麦品种的遗传改良提供理论依据。

1　材料与方法

1.1　试验材料

阿夫及其衍生的 247 个小麦品种（系），其中子一代 55 个、子二代 125 个、子三代 35 个、子四代 32 个。阿夫衍生的小麦品种（系）是由不同年代、不同地方的小麦育种家经过严格育种选择程序得到的材料，这些试验材料由中国农业科学院作物科学研究所和西北农林科技大学农学院提供。

1.2　试验设计

试验于 2007－2009 年连续 3 年在陕西省杨凌区西北农林科技大学农学院试验地进行。田间种植为随机区组设计，重复 3 次。每小区 5 行，行长 2.0 m，行距 0.24 m，株距 0.05 m。前茬为玉米，未施肥，机旋 2 次后，人工开沟点播。田间管理同大田，在生育期对每个小麦品种的生物学性状进行详细观察并记录。5 月中下旬，每个小区随机选取 10 株，在田间调查各材料主穗旗叶的长和宽、株高、穗长、单株有效穗数、小穗数和穗粒数等农艺性状，收获后在室内调查籽粒性状、千粒质量和小区产量。

每一品种不同性状均取其平均值，试验数据采用 SPSS16.0 软件进行分析。

2　结果与分析

2.1　阿夫衍生品种（系）形态特征的变化趋势

随着水肥条件的改善和群体密度的增加，生产上要求品种具有较强的抗倒伏性和高产性能。降低植株高度是增强抗倒能力和提高产量的重要因素之一。阿夫是我国小麦矮化育种中应用的主要矮秆亲本之一[11]。由图 1 可见，阿夫及其衍生品种（系）的株高表现出规律性的变化，阿夫的平均株高为101.3 cm，子一代到子四代的平均株高逐渐降低，分别为

102.6,89.3,89.3 和 85.8 cm,到子四代降幅为 15.30%,平均株高只有阿夫的 84.70%。阿夫衍生品种(系)的株型由松散型逐步过渡到紧凑型。旗叶总的变化趋势是叶片由长而窄逐渐向短而宽转变,旗叶叶面积逐渐增加而长宽比逐渐降低(表 1),叶相由平展甚至下披逐步变为上挺。这样的株型有利于提高光合效率,促进增产。

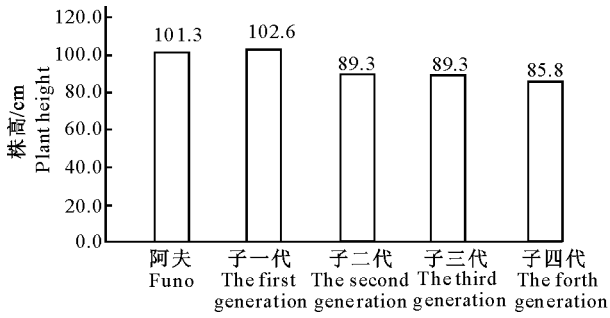

图 1 阿夫及其衍生小麦品种(系)株高的变化

Fig. 1 Plant height of Funo and it's derived varieties in different succession

2.2 阿夫衍生品种(系)产量性状的变化趋势

随着品种的更换和产量性状的演变,阿夫衍生品种的增产潜力不断提高。表 2 为阿夫及其衍生小麦品种(系)产量性状变化趋势的统计结果。

表 1 阿夫及其衍生小麦品种(系)旗叶性状的变化

Table 1 Analysis of flag leaves traits of Funo and its derived varieties

性状 Traits	叶长/cm Leaf length	叶宽/cm Leaf width	叶面积/cm² Leaf area	长宽比 Ratio of length with width
阿夫 Funo	18.3	1.41	103.21	12.98
子一代 The first generation	17.9	1.56	111.70	11.47
子二代 The second generation	18.0	1.52	109.44	11.84
子三代 The third generation	18.2	1.62	117.94	11.23
子四代 The forth generation	17.2	1.56	107.33	11.03

表 2 阿夫及其衍生小麦品种(系)产量及产量相关性状的遗传变异

Table 2 Variation of yield and correlation traits of Funo and its derived varieties

性状 Trait		阿夫 Funo	子一代 The first generation	子二代 The second generation	子三代 The third generation	子四代 The forth generation	平均递增率% Average increasing rate
单株有效穗数 Spike number of single plant	平均值 Mean	5.8	7.73	7.38	7.12	8.18	31.08
	变异范围 Variation range		4.60～13.72	3.73～16.10	14.84～10.50	4.00～17.90	
	标准差 *S*		1.85	2.11	1.46	2.56	
	变异系数/% *CV*		23.93	28.59	20.51	31.33	26.09
穗长/cm Spike length	平均值 Mean	8.22	8.91	9.46	9.57	9.00	12.35
	变异范围 Variation range		1.85～12.14	5.94～21.21	6.68～15.92	6.85～21.49	
	标准差 *S*		1.70	1.93	2.39	2.52	
	变异系数/% *CV*		19.08	20.40	24.97	24.44	22.22
小穗数 Spikelet per ear	平均值 Mean	18.80	18.57	18.04	18.55	18.84	−1.60
	变异范围 Variation range		13.54～24.00	7.63～23.34	14.83～24.39	14.71～36.38	
	标准差 *S*		1.67	2.25	2.21	3.60	
	变异系数/% *CV*		8.99	12.47	11.91	19.12	13.12
穗粒数 Kernel number per spike	平均值 Mean	56.00	54.21	54.56	54.81	53.04	−0.35
	变异范围 Variation range		36.68～67.30	42.30～68.8	41.67～51.03	40.04～90.96	
	标准差 *S*		6.45	5.32	9.03	8.40	
	变异系数/% *CV*		11.90	9.75	16.48	15.84	13.49
千粒质量/g 1 000-kernel weight	平均值 Mean	39.00	39.72	39.39	40.14	41.41	2.35
	变异范围 Variation range		33.18～49.24	26.86～57.47	31.11～48.30	27.44～53.70	
	标准差 *S*		4.02	5.71	4.53	4.86	
	变异系数/% *CV*		10.12	14.87	11.29	11.74	12.01
穗粒质量/g Spike grain weight	平均值 Mean	2.05	2.17	2.07	2.23	2.15	5.12
	变异范围 Variation range		1.27～2.71	1.39～2.96	1.49～3.18	1.49～2.93	
	标准差 *S*		0.30	0.28	0.38	0.29	
	变异系数/% *CV*		13.82	13.53	17.04	13.49	14.47
小区产量/g Yield	平均值 Mean	1 053.30	1 069.70	1 130.30	1 219.60	1 249.40	10.82
	变异范围 Variation range		710.10～1 663.20	596.07～1 562.21	838.46～2 336.88	810.46～2 750.40	
	标准差 *S*		163.40	175.05	265.09	319.09	
	变异系数/% *CV*		15.28	15.49	21.74	25.54	19.51

由表 2 可以看出，小区产量随着更替世代的增加而显著提高，阿夫的平均小区产量为 1 053.3 g，其子四代的平均小区产量提高到 1 249.40 g，平均递增率为 10.82%。单株有效穗数由少变多，且平均递增率最大达 31.08%。穗长呈逐代上升趋势，阿夫的平均穗长为 8.22 cm，子一代到子四代的平均穗长分别为 8.91，9.46，9.57 和 9.00 cm。小穗数和穗粒数变化相对比较平稳，变幅较小。千粒质量和穗粒质量提高明显，平均递增率分别为 2.35% 和 5.12%。阿夫的平均千粒质量为 39.0 g，子一代到子四代的平均千粒质量分别为 39.72，39.39，40.14和 41.41 g。上述结果表明，阿夫衍生品种产量的提高，以单株有效穗数及千粒质量和穗粒质量的贡献较大。

由表 2 可知，阿夫及其衍生品种（系）7 个产量相关性状不同世代平均变异系数的大小依次为：单株有效穗数（26.09%）＞穗长（22.22%）＞小区产量（19.51%）＞穗粒质量（14.47%）＞穗粒数（13.49%）＞小穗数（13.12%）＞千粒质量（12.01%）。该结果表明，7 个性状的平均遗传变异系数均较大，其中达到 20% 以上的有单株有效穗数和穗长，其余 5 个性状的平均变异系数也达到 10% 以上，说明这 7 个性状具有较丰富的遗传变异。穗粒数、小穗数和千粒质量的变异系数较低，说明在参试品种（系）中，这几个性状具有较高的遗传稳定性。

2.3　阿夫衍生品种（系）主要性状与产量的关系

为了客观评价阿夫不同衍生世代品种更换过程中主要性状对产量的相对重要性，对株高（X_1）、单株有效穗数（X_2）、穗长（X_3）、小穗数（X_4）、穗粒数（X_5）、千粒质量（X_6）、穗粒质量（X_7）与小区产量（Y）的关系进行了相关及通径分析，结果见表 3。

表 3　阿夫及其衍生小麦品种（系）株高和 6 个产量构成因素的通径分析

Table 3　Path analysis of plant height and six yield factors of Funo and derived varieties

阿夫衍生世代 Funo progeny	性状 Trait	与产量的相关 Correlation	直接作用 Direct effect	间接作用 Indirect effect						
				$X_1\rightarrow Y$	$X_2\rightarrow Y$	$X_3\rightarrow Y$	$X_4\rightarrow Y$	$X_5\rightarrow Y$	$X_6\rightarrow Y$	$X_7\rightarrow Y$
子一代 The first generation	株高（X_1）Plant height	−0.398**	−0.357 9	1.000 0	−0.019 1	0.004 8	0.001 1	−0.005 6	0.024 8	0.120 0
	单株有效穗数（X_2）Spike number of single plant	0.109	0.254 7	0.075 0	1.000 0	0.001 4	−0.015 0	0.042 8	−0.029 7	−0.201 5
	穗长（X_3）Spike length	−0.164	0.015 7	−0.122 6	0.022 4	1.000 0	0.034 8	−0.063 0	−0.011 2	0.042 9
	小穗数（X_4）Spikelet per ear	0.041	0.137 4	−0.003 2	−0.027 8	0.004 0	1.000 0	−0.128 7	0.002 0	0.150 4
	穗粒数（X_5）Kernel number per spike	−0.034	−0.265 9	−0.094 7	−0.041 0	0.003 7	0.066 5	1.000 0	−0.012 4	0.355 7
	千粒质量（X_6）1 000-kernel weight	0.438**	0.118 3	−0.008 4	−0.063 9	−0.001 5	0.002 3	0.027 9	1.000 0	0.325 3
	穗粒质量（X_7）Spike grain weight	0.299*	0.543 1	−0.088 0	−0.094 5	0.001 2	0.038 1	−0.174 2	0.070 9	1.000 0
子二代 The second generation	株高（X_1）Plant height	0.023	−0.094 1	1.000 0	0.002 1	−0.006 4	−0.019 1	0.001 6	0.021 8	0.119 0
	单株有效穗数（X_2）Spike number of single plant	0.022	−0.052 4	−0.000 5	1.000 0	0.001 7	0.006 5	−0.002 5	−0.010 1	−0.081 5
	穗长（X_3）Spike length	−0.100	0.090 2	−0.025 4	−0.030 1	1.000 0	−0.019 0	0.003 7	−0.003 0	0.053 2
	小穗数（X_4）Spikelet per ear	0.096	−0.126 8	−0.014 2	−0.021 3	−0.003 6	1.000 0	0.002 9	0.017 5	0.086 3
	穗粒数（X_5）Kernel number per spike	0.058	0.017 4	−0.008 6	−0.060 2	−0.005 1	−0.021 0	1.000 0	−0.042 4	0.117 0
	千粒质量（X_6）1 000-kernel weight	0.285**	0.262 1	−0.019 4	−0.040 2	0.000 7	−0.021 0	−0.007 0	1.000 0	0.301 3
	穗粒质量（X_7）Spike grain weight	0.328**	0.403 3	−0.027 8	−0.084 5	−0.003 1	−0.027 1	0.005 0	0.079 0	1.000 0

续表 3 Continued table 3

阿夫衍生世代 Funo progeny	性状 Trait	与产量的相关 Correlation	直接作用 Direct effect	间接作用 Indirect effect						
				$X_1 \rightarrow Y$	$X_2 \rightarrow Y$	$X_3 \rightarrow Y$	$X_4 \rightarrow Y$	$X_5 \rightarrow Y$	$X_6 \rightarrow Y$	$X_7 \rightarrow Y$
子三代 The third generation	株高(X_1) Plant height	−0.233*	−0.122 9	1.000 0	0.055 8	−0.091 0	−0.098 4	0.004 6	−0.009 7	0.002 6
	单株有效穗数(X_2) Spike number of single plant	0.169	0.289 3	−0.023 7	1.000 0	−0.012 3	−0.012 9	0.034 3	0.062 3	−0.006 7
	穗长(X_3) Spike length	−0.428	−0.170 5	−0.065 6	0.020 8	1.000 0	−0.172 7	−0.146 7	0.079 1	0.005 6
	小穗数(X_4) Spikelet per ear	−0.413	−0.218 6	−0.055 3	0.017 1	−0.134 7	1.000	−0.131 4	0.052 7	0.005 8
	穗粒数(X_5) Kernel number per spike	−0.335	0.023 8	−0.023 8	−0.045 4	−0.114 4	−0.131 4	1.000 0	1.000 0	0.009 8
	千粒质量(X_6) 1 000-kernel weight	0.223*	0.190 1	0.006 3	−0.082 5	0.061 7	0.052 7	0.063 4	1.000 0	0.006 3
	穗粒质量(X_7) Spike grain weight	0.254*	0.014 4	−0.021 9	−0.135 4	−0.066 2	−0.088 5	−0.148 2	−0.096 2	1.000 0
子四代 The forth generation	株高(X_1) Plant height	−0.495**	−0.562 8	1.000 0	0.069 7	−0.198 4	0.274 7	0.198 4	−0.165 7	0.135 8
	单株有效穗数(X_2) Spike number of single plant	−0.133	0.215 1	−0.182 3	1.000 0	−0.131 1	0.078 3	0.051 1	−0.065 5	−0.018 0
	穗长(X_3) Spike length	−0.243*	−0.314 5	−0.355 1	0.089 7	1.000 0	0.467 5	0.349 4	−0.112 2	0.015 9
	小穗数(X_4) Spikelet per ear	−0.057	0.575 8	−0.268 5	0.029 3	−0.255 4	1.000 0	0.376 9	−0.112 2	−0.051 4
	穗粒数(X_5) Kernel number per spike	−0.096	0.473 5	−0.235 8	0.023 2	−0.232 1	0.458 3	1.000	−0.112 6	−0.222 0
	千粒质量(X_6) 1 000-kernel weight	0.236**	0.374 1	0.249 3	−0.037 6	0.094 4	−0.172 7	−0.142 5	1.000 0	−0.279 4
	穗粒质量(X_7) Spike grain weight	0.393*	−0.428 5	0.178 4	0.009 0	0.011 6	0.069 1	0.245 3	0.243 9	1.000 0

注:* 差异显著,** 差异极显著。

Note: * indicates significant difference, ** indicates extremely significant difference.

由表 3 可以看出,阿夫子一代品种主要性状对产量直接作用的大小顺序依次为穗粒质量>单株有效穗数>小穗数>千粒质量>穗长>穗粒数>株高;且这一时期穗粒质量与产量呈显著正相关,其对产量的直接作用最大(0.543 1);千粒质量与产量呈极显著正相关,但其对产量的直接作用为 0.118 3,只排在第 4 位,这是由于穗部性状相互间的复杂作用所致;穗粒数与产量呈负相关且直接作用为负效应;株高有较强的负效应,子一代品种的平均株高为 102.6 cm,是株高最高的一个世代,比亲本阿夫还高出 1.3 cm。子二代品种主要性状对产量直接作用的大小顺序依次为穗粒质量>千粒质量>穗长>穗粒数>单株有效穗数>株高>小穗数,可见穗粒质量仍为第一影响因素,千粒质量次之,这 2 个性状与产量均呈极显著正相关,株高、小穗数和单株有效穗数对产量的直接作用为负效应。子三代品种各性状对产量直接作用的大小顺序依次为单株有效穗数>千粒质量>穗粒数>穗粒质量>株高>穗长>小穗数,可见单株有效穗数在子三代的产量构成因素中成为第一因素,千粒质量次之;子三代品种平均产量较阿夫增长了 15.79%,较子一代增长了 14.01%,较子二代增长了 7.90%,千粒质量的增长与产量增长保持一致;产量构成三要素的结构趋于合理,单株平均穗数为 7.12 个,穗粒数平均为 54.81 个,千粒质量为 41.14 g;子三代的平均株高为 89.3 cm,株高仍然偏高,其与产量呈显著负相关。子四代品种各性状对产量直接作用的大小顺序依次为小穗数>穗粒数>千粒质量>单株有效穗数>穗长>穗粒质量>株高,这一时期株高和穗长与产量呈极显著或显著负相关,直接作用的负效应较强,可能是由于在子四代中有东北的一些品种,这些材料在陕西表现得比较晚熟,虽然穗子很长,穗粒数也很多,但是籽粒瘦瘪,因此千粒质量、穗粒质量和产量明显降低,而且植株相对较高;穗粒质量虽与产量呈显著正相关,但由于以上原因其对产量的总效应为负值(−0.428 5)。

从阿夫子一代到子四代衍生小麦品种(系)主要性状与产量的关联分析可以看出,株高对产量的负

向贡献较大，在子三代其与产量之间呈显著负相关，在子一代和子四代中呈极显著负相关。千粒质量和穗粒质量与产量之间呈极显著或显著正相关。单株有效穗数、穗长、小穗数和穗粒数对产量直接作用的正负效应在各世代之间的表现并不完全相同。

3　讨　论

农艺性状的演变与品种的更替是分不开的[9]。在阿夫衍生品种的更替过程中，各地的小麦育种专家始终关注着产量的提高，特别是矮化育种的突破。阿夫是我国小麦矮化育种中应用的主要矮秆亲本之一，其衍生后代植株随着更换世代的演变逐渐变矮，从子一代到子四代株高降幅为 15.30%。衍生后代的株型由松散型逐步过渡到紧凑型，旗叶变短、变宽。单株平均有效穗数显著提高，由阿夫的 5.8 个增加到子四代的 8.18 个，平均递增率为 31.08%。千粒质量和小区产量呈逐代上升趋势，穗粒数和小穗数变化不明显。其中株高下降、株型变紧凑、丰产性提高等演变规律与我国北方各大麦区几十年小麦品种的演变规律相似[18-22]。

阿夫衍生世代品种的演替导致产量水平显著提高，从库角度探讨，在产量构成因素中，以单株有效穗数和千粒质量的增加幅度较大，小区产量与千粒质量和穗粒质量之间呈极显著或显著正相关，通径分析结果显示，除子四代外，这 2 个性状对产量的正向贡献也较大。株高对产量的直接作用表现出明显的负效应，在子一代和子四代表现得尤为突出，与产量之间呈极显著负相关。穗长与小区产量之间呈负相关，在子四代表现显著。单株有效穗数、小穗数和穗粒数与产量性状间的相关性均不显著，其对产量直接作用的正负效应在各世代之间的表现也不完全相同。阿夫衍生后代品种产量结构趋于合理，产量潜力得到很大提高。在品种演替中，单株有效穗数、穗长、千粒质量、穗粒质量和小区产量均在逐渐增加，可见阿夫的穗大丰产特性得到了很好的传递。但是在穗长不断增加的情况下，小穗数和穗粒数不但没有增加，反而出现负增长，说明阿夫粒多的丰产特性未能得到完全传递。王海燕[23]研究表明，除千粒质量、穗粒数和成穗数对产量起重要作用外，有效小穗数和总小穗数也对产量具有一定作用。由阿夫衍生小麦品种演变趋势和关联度分析可知，在保证一定有效穗数的前提下，增加有效小穗数，提高结实率，穗粒数与千粒质量并重，主攻穗粒质量是提高小麦产量的有效途径。

由阿夫衍生后代小麦品种（系）农艺性状的分析可知，在某些性状上有较多的品种与阿夫有相同的表现，而有的性状则变幅较大。性状变异幅度大的原因主要有以下 3 种：一是另一亲本的影响，如衍生子一代的另一亲本有内乡五号、蜀万 8 号、南大 2419、江东门和欧柔，其株高分别是 100.3，108.5，119.1，128.7 和 103.1 cm，除内乡五号外，其余亲本的株高均较阿夫（101.3 cm）高，其衍生子一代的平均株高是 102.6 cm。二是育种者在创造变异的过程中定向选择的结果。三是由于本试验中阿夫衍生后代材料来源于不同小麦生态区，在陕西省种植后，部分阿夫衍生后代品种（系）的性状与其在原种植区的性状表现出较大的差异，导致有的性状发生了明显变异。

[参考文献]

[1] 张学勇，董玉琛，游光侠，等. 中国小麦大面积推广品种及骨干亲本的高分子量谷蛋白亚基组成分析 [J]. 中国农业科学，2001，34(4)：355-362.
Zhang X Y，Dong Y C，You G X，et al. Allelic variation of Glu-A1，Glu-B1 and Glu-D1 in Chinese commercial wheat varieties in the last 50 years [J]. Sci Agric Sin，2001，34(4)：355-362. (in Chinese)

[2] Lin F，Xue S L，Zhang Z Z，et al. Mapping QTL associated with resistance to Fusarium head blight in the Nanda2419×Wangshuibai population：Ⅱ. Type Ⅰ resistance [J]. Theor Appl Genet，2006，112：528-535.

[3] Su J，Xiao Y，Li M，et al. Mapping QTL for phosphorus-deficiency tolerance at wheat seedling stage [J]. Plant and Soil，2006，281：25-36.

[4] 王珊珊，李秀全，田纪春，等. 利用 SSR 标记分析小麦骨干亲本“矮孟牛”及衍生品种（系）的遗传多样性 [J]. 分子植物育种，2007，5(4)：485-490.
Wang S S，Li X Q，Tian J C，et al. Genetic diversity of main parent of wheat ‘Ai meng niu’ and its pedigree on SSR markers [J]. Molecular Plant Breeding，2007，5(4)：485-490. (in Chinese)

[5] 李　琼，王长有，刘新伦，等. 小偃 6 号及其衍生品种（系）遗传多样性的 SSR 分析 [J]. 麦类作物学报，2008，28(6)：950-955.
Li Q，Wang C Y，Liu X L，et al. Genetic diversity of xiaoyan 6 and its derivatives by SSR [J]. Journal of Triticeae Crops，2008，28(6)：950-955. (in Chinese)

[6] 司清林，刘新伦，刘智奎，等. 阿夫及其衍生小麦品种（系）的 SSR 分析 [J]. 作物学报，2009，35(4)：615-619.
Si Q L，Liu X L，Liu Z K，et al. SSR analysis of Funo wheat and its derivatives [J]. Acta Agronomica Sinica，2009，35(4)：615-619. (in Chinese)

[7] 李红琴，相吉山，郭青云，等. 小麦骨干亲本阿夫及其衍生品种（系）的高分子量麦谷蛋白亚基演变分析 [J]. 植物遗传资源学

报,2009,10(1):37-41.
Li H Q,Xiang J S,Guo Q Y,et al. Analysis of HMW-GS evolution in Funo and its derived varieties [J]. Journal of Plant Genetic Resources,2009,10(1):37-41. (in Chinese)

[8] 董玉琛,郝晨阳,王兰芬,等. 358个欧洲小麦品种的农艺性状鉴定与评价 [J]. 植物遗传资源学报,2006,7(2):129-135.
Dong Y C,Hao C Y,Wang L F,et al. Evaluation of agronomic traits of 358 wheat varietiesintroduced from Europe [J]. Journal of Plant Genetic Resources,2006,7(2):129-135. (in Chinese)

[9] 庄巧生. 中国小麦品种改良及系谱分析 [M]. 北京:中国农业出版社,2003.
Zhuang Q S. Chinese wheat improvement and pedigree analysis [M]. Beijing:China Agriculture Press,2003. (in Chinese)

[10] Worland A J,Korzun V,Roder M S,et al. Genetic analysis of the dwarfing gene *Rht*8 in wheat: Ⅱ. The distribution and adaptive significance of allelic variants at the *Rht*8 locus of wheat as revealed by microsatellite screening [J]. Theor Appl Genet,1998,96:1110-1120.

[11] 贾继增,丁寿康,李月华,等. 中国小麦的主要矮秆基因及矮源的研究 [J]. 中国农业科学,1992,25(1):1-5.
Jia J Z,Ding S K,Li Y H,et al. Studies of main dwarf genes and dwarf resources on Chinese wheat [J]. Sci Agric Sin,1992,25(1):1-5. (in Chinese)

[12] 周 阳,何中虎,张改生,等. 用微卫星标记鉴定中国小麦品种中 *Rht*8 矮秆基因的分布 [J]. 作物学报,2003,29(6):810-814.
Zhou Y,He Z H,Zhang G S,et al. *Rht*8 dwarf gene distribution in Chinese wheats identified by microsatellite markers [J]. Acta Agronomica Sinica,2003,29(6):810-814. (in Chinese)

[13] 张学勇,童依平,游光霞,等. 选择牵连效应分析:发掘重要基因的新思路 [J]. 中国农业科学,2006,39(8):1526-1535.
Zhang X Y,Tong Y P,You G X,et al. Hitchhiking effect mapping: A new approach for discovering agronomic important genes [J]. Sci Agric Sin,2006,39(8): 1526-1535. (in Chinese)

[14] 金善宝. 中国小麦品种及其系谱 [M]. 北京:农业出版社,1986.
Jin S B. Chinese wheat and pedigree analysis [M]. Beijing: Chinese Agriculture Press,1986. (in Chinese)

[15] 杨华安,Stubbs R W. 中国小麦条锈菌鉴别寄主抗条锈基因初步分析 [J]. 植物保护学报,1990,17(1):67-72.
Yang H A,Stubbs R W. Gene postulation for wheat stripe rust resistance on Chinese differential hosts [J]. Acta Phytophylacica Sin,1990,17(1):67-72. (in Chinese)

[16] 马蕾蕾,王瑞义,吴玉星,等. 小麦条锈菌中国鉴别寄主阿夫的抗条锈病基因单体分析 [J]. 植物保护,2006,32(1):27-29.
Ma L L,Wang R Y,Wu Y X,et al. Monosomic analysis of the resistant genes of Chinese differential-Funo to *Puccinia striiformis* [J]. Plant Prot,2006,32(1):27-29. (in Chinese)

[17] 张瑞奇,胡 琳,许为钢,等. 黄淮冬麦区不同时期大面积推广品种的高分子量麦谷蛋白亚基组成分析 [J]. 麦类作物学报,2006,26(2):63-67.
Zhang R Q,Hu L,Xu W G,et al. Composition analysis of HMW-GS in major wheat cultivars grown in Huanghuai wheat production area at different periods [J]. Journal of Triticeae Crops,2006,26(2):63-67. (in Chinese)

[18] 车京玉. 克字号小麦品种若干性状的演变规律分析 [J]. 黑龙江农业科学,1999(4):1-4.
Che J Y. The evolution trend and analysis is of characters of the ke wheat series [J]. Heilongjiang Agricultural Science,1999(4):1-4. (in Chinese)

[19] 仇松英,许钢垣,武计平,等. 山西省冬小麦品种演变分析 [J]. 华北农学报,1999,14(2):1-5.
Qiu S Y,Xu G Y,Wu J P,et al. Evolution analysis of winter wheat varieties in Shanxi [J]. Acta Agriculturae Boreali-Sinica,1999,14(2):1-5. (in Chinese)

[20] 李明兵,杨兆生. 小麦品种性状演变规律的分析 [J]. 麦类作物学报,1999,19(6):30-33.
Li M B,Yang Z S. Evolution analysis of winter wheat varieties [J]. Journal of Triticeae Crops,1999,19(6):30-33. (in Chinese)

[21] 刘 莲,胡延吉,田纪春,等. 山东省小麦籽粒品质性状的演变及相关分析 [J]. 种子,2003,132(6):12-15.
Liu L,Hu Y J,Tian J C,et al. Evolution of grain quality characters in wheat cultivars and correlation analysis in Shandong [J]. Seed,2003,132 (6):12-15. (in Chinese)

[22] 杨文雄. 甘肃省春小麦品种演变及有关性状遗传分析 [J]. 西北农业学报,2001,10(2):60-63.
Yang W X. Evolution and genetic analys is of related traits of spring wheat varieties in Gansu province [J]. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica,2001,10(2):60-63. (in Chinese)

[23] 王海燕. 陕西关中地区杂交小麦强优势组合选配规律研究 [D]. 陕西杨凌:西北农林科技大学,2001.
Wang H Y. Research on matching regulation about crosses with high heterosis of hybird wheat in Guanzhong of Shaanxi [D]. Yangling,Shaanxi: Northwest A&F University,2001. (in Chinese)