

# 陇春 8139 春小麦的生物学特征数理分析

徐学选 陈国良

中国科学院  
(水利部水土保持研究所·陕西·杨陵 712100)

赵克学

(固原县科委·宁夏·固原 756000)

**摘要** 通过对春小麦生物性状指标、与水肥之间关系、指标间的关系、决定生长状况的主成份进行分析,得出水肥对春麦陇春 8139 增产的宏观机制;陇春 8139 春小麦各生物性状之间发育协调,反映其生产状况的主要因子变量为产量、耗水、穗粒数、千粒重。在生产中进行品比、估产、测产可通过  $F_1$  的考察得到。即  $F_1$  决定的群体生长状况,穗粒数反映成穗状况的  $F_2$ ,千粒重反映灌浆情况的  $F_3$ 。

**关键词** 小麦 生物学性状 主成份相关分析

## Matmathical Analysis on the Biology Characteristics of Spring Wheat(8139)

*Xu Xuexuan Chen Guoliang*

*(Institute of Soil and Water Conservation, the Chinese Academy of sciences,  
and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi, 712100)*

*Zhao Kexue*

*(Guyuan County's Committee of Science and Technology, Ningxia, 756000)*

**Abstract** This paper dealt with relationship between the spring wheat's biology characters, and these characters' tie with water and fertilizer, also the main factors which decided statue of spring wheat. Through analysis, we could understand why and how water and fertilizer affecting the yield, biology yield. We got that there were coordination tie among these characters, also got several main factors that could decide the growth statue of spring wheat. These are following: yield, water consume, ear grains, weight of thousand grains. In practice, we can inspect  $F_1$  to get the data of yield, and moral characters of spring wheats.  $F_1$  is about the overall status.  $F_2$  is about completing ears that decided by ear grains.  $F_3$  reflects on filling extent decided by grain weight.

**Key words** spring wheat biology characters main factor coordination analysis

优良品种的引种、推广,高产栽培模式的应用示范,是上黄试区自“六五”承担国家科技攻关以来的重要研究内容。试区自 1988 年开始在全县推广陇春 8139 春小麦良种,并围绕陇春 8139

的栽培优化模式、生物学特征、需水耗水规律在试区作了大量工作。本文根据 1990 年盆栽水肥试验获取的春小麦陇春 8139 号的生物学特征和水肥耗水数据、采用二次回归分析和主成份分析方法,探讨了各生物学特性与水肥之间各生物学特征内部相互之间的关系。为陇春 8139 号品种各项性状指标的评价、大田估产、水肥关系、引种推广提供一定参考。

1 试验地基本情况

试验设在温凉半干旱区的巴里县上黄村,试验土壤为淡黑垆土,容重  $1.2\text{g}/\text{cm}^3$ ,田间持水量为 21%(占干土重)。土壤有机质  $8.5\text{g}/\text{kg}$ ,  $\text{NH}_4^+-\text{N}$  为  $30\text{mg}/\text{kg}$ ,速效 P 为  $0.5\text{mg}/\text{kg}$ 。

2 试验方法与设计

试验采用桶栽方法,其基本数据为:

- ①桶积:  $12\,027.0\text{cm}^3$ ,装干土重  $13.1\text{kg}$ 。
- ②桶内土表面积:  $591\text{cm}^2$ 。
- ③每桶留苗数: 21 株。
- ④水肥水平拟定: 水、肥各 5 水平、肥力为  $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5=1:0.7$  的混合用量,拌入土中装桶。

试验数据采用正交旋转组合设计方案的 25 个处理,每处理 3 次重复,零水平加设 7 个共 82 桶。

表 1 水肥效应试验处理及水平编码

因 子	水 平 编 码				
	-1.414	-1	0	1	1.414
施肥量 $X_2(\text{g}/\text{盆})$	1.000	1.268	1.897	2.562	2.787
土壤水分 $X_1(\%)$	11%	12%	15%	18%	19%

水分控制自三叶期开始,每日 17:00 加水至控水标准到成熟。

3 结果与分析

试验采取了 10 个性状指标(均为考种数据见表 2),并对其进行二次回归分析得表 3,和相关系数分析(主成份分析的结果)表 4。

3.1 水肥因子对产量影响的宏观机制

以表 3 中的  $B_1$ 、 $B_2$ 、 $B_2/B_1$  值进行比较分析,可看出水肥对产量影响的主要宏观机理。

其中  $B_1$  的变量单位为 1% 的土壤含水量,  $B_2$  的变量单位为  $0.26\text{g}/\text{盆肥}$ 。二者在模型中的变化幅度均化为无量纲的水平编码值,从而使水肥对生物性状等的影响具有可比性。

3.1.1 水肥对穗长的影响 水肥均有利于穗长的增长。水分变化 1 个单位,穗长约变化  $0.062\text{cm}$ ,肥料每变化 1 个单位,穗长变化  $0.156\text{cm}$ 。肥料的作用约相当水分 2.59 倍。

3.1.2 水肥均对穗粒数有增加作用 其单位水分效应为 0.358 粒,单位肥料效应为 1.33 粒,肥料的作用是水分的 3.1 倍。

3.1.3 水肥对千粒重的影响为肥效 > 水效 表现为单位肥料提高  $1.175\text{g}$ ,单位水分提高  $0.302\text{g}$ ,效应均显著,肥效为水效的 4 倍。

从表 3 可以看出,水肥对陇春 8139 号的产量、耗水,各生物学性状均有显著正效应,且在 1% 水分与  $0.26\text{g}/\text{盆}$  为单位时,肥效 > 水效。水肥能促进生物学产量的形成,植株增高,千粒重增

加,穗长加长,穗重增加、结实小穗增多,总粒数增多,不孕小穗减少。水肥对作物耗水的正效应也是使得春麦长势良好的有力保证。(这里由于二次效应较复杂未考虑)。

3.2 春小麦各生物学性状的相关分析

对表 2 中 10 个性状及产量、耗水进行相关分析列表 4。据各因子间相关系数 R 进行分析。

(1) 产量是反应生长状况的最重要综合指标,它与其它各生物学性状均有良好的相关程度、最大相关是生物学产量(0.91),而过去认为总粒数与产量相关性往往估计偏高,不孕小穗与产量有良好负相关。

表 2 陇春 8139 春小麦正交旋转试验结果

编 号	产量 g/盆 Ya	生物学产量 g/盆 Yb	耗水 kg/盆 Yc	千粒重 g Yd	穗长 cm Ye	株高 cm Yf	粒数 粒/盆 Yg	穗重 g/盆 Yh	结实小穗 个/株 Yi	不孕小穗 个/穗 Yj
1	27.3	70.1	21.99	44.4	7.56	75.50	615	36.6	12.16	3.89
2	17.7	50.44	18.32	43.0	6.58	66.93	412	25.64	11.00	4.58
3	20.9	48.38	14.71	44.3	6.97	66.37	473	28.08	10.44	4.57
4	15.2	40.38	12.33	40.4	6.18	52.47	375	21.28	9.13	5.36
5	21.6	55.86	23.03	43.3	7.15	64.93	477	21.28	11.04	4.71
6	19.2	49.75	13.01	43.5	6.79	64.65	441	26.95	10.57	4.28
7	26.5	63.24	22.05	43.5	7.57	67.49	608	37.04	12.24	3.77
8	15.5	42.08	16.08	40.6	6.36	61.50	381	20.68	10.23	4.77
9	20.1	55.32	16.68	42.2	6.96	65.09	476	33.67	10.80	4.30
10	22.0	63.57	17.07	44.4	7.04	67.50	496	29.93	11.10	4.14
11	21.5	54.80	17.50	44.2	7.02	69.38	486	34.35	10.73	4.64
12	23.9	61.55	17.60	44.8	7.42	69.19	556	27.75	11.60	3.95
13	22.9	53.63	17.26	43.3	6.97	67.54	552	31.32	11.67	3.76
14	21.4	52.68	19.70	45.4	7.45	67.59	469	29.98	11.14	4.10
15	24.1	60.50	21.13	43.9	6.56	67.51	492	28.58	10.57	4.00
16	21.6	53.10	19.51	44.6	6.80	71.65	475	30.90	10.80	4.14

表 3 1990 年陇春 8139 春麦产量因子数学模型信息矩阵

项 目	系 数	产量 g/盆 Ya	生物学产量 g/盆 Yb	耗水 kg/盆 Yc	千粒重 g Yd	穗长 cm Ye	株高 cm Yf	粒数 粒/盆 Yg	穗重 g/盆 Yh	结实小穗 个/株 Yi	不孕小穗 个/穗 Yj
模 型 号		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	L
线 性 项	B <sub>0</sub>	21.11	54.71	17.998	43.49	6.96	66.58	484.30	29.36	10.95	4.31
	B <sub>1</sub>	1.34	5.00	1.143	0.101	0.062	1.00	7.51	0.536	0.177	-0.036
	B <sub>2</sub>	3.72	7.70	0.650	0.422	0.156	1.389	27.93	1.835	0.238	-0.130
	B <sub>2</sub> /B <sub>1</sub>	2.78	1.54	0.57	4.18	2.59	1.39	3.70	3.42	1.35	3.61
相关指数 R		0.949	0.887	0.914	0.847	0.856	0.818	0.914	0.903	0.845	0.779
显著性		0.01	0.01	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.05	0.10

注:为了比较方便这里把采用的为新的因子量级单位,其变量单位量级,X<sub>1</sub>为1%,X<sub>2</sub>为0.26g/盆。

(2) 生物学产量与籽粒产量趋势一致。但它与各生物学性状相关性低于籽粒产量,认为在估产中、籽粒产量可通过生物学的某一性状较好地估得偏差会小于对生物学产量的估计偏差。

(3) 穗长与结实小穗相关性很高,从穗长看结实小穗的经验是可靠的,与总粒数最相关的是穗长,其次为结实小穗数。

(4) 不孕小穗与结实小穗数,与产量的负相关最显著。

3.3 主成份分析

用 Jacobi 法求出相关矩阵 R 的全部特征值 λ<sub>1</sub> 和对应的特征向量,并作方差极大变换的特征向量(表 5、表 6)。

从表 5 可以看到全部特征值为 10,前三个最大特征值的类积贡献百分比已达 86.7%,它表示三个主要因子 F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>、F<sub>3</sub> 就可以反映春小麦生长状况全部信息量的 86.7%,F<sub>1</sub> 为 69.19%,F<sub>2</sub> 为 11.22%,F<sub>3</sub> 为 6.32%。

表 4 春小麦生物学性状相关系数矩阵表

名 称	产 量	生 物 量	耗 水 量	千 粒 重	穗 长	株 高	粒 数	穗 重	结实小穗	不孕小穗
产 量	1	0.91	0.70	0.70	0.81	0.77	0.29	0.82	0.84	- 0.82
生物产量		1	0.68	0.63	0.75	0.76	0.26	0.76	0.81	- 0.75
耗水量			1	0.44	0.57	0.61	0.06	0.53	0.67	- 0.51
千粒重				1	0.71	0.81	0.22	0.57	0.58	- 0.65
穗 长					1	0.68	0.65	0.75	0.85	- 0.67
株 高						1	0.31	0.72	0.77	- 0.75
总粒数							1	0.45	0.56	- 0.24
穗 重								1	0.74	- 0.69
结实小穗									1	- 0.84
不孕小穗										1

表 5 各因子特征值及其贡献百分比和累计百分比

<i>m</i>	特征值	累计特征值	贡献百分比 %	累计贡献百分比 %
1	6.919	6.919	69.19	69.19
2	1.122	8.041	11.22	80.41
3	0.632	8.673	6.32	86.73
4	0.434	9.107	4.34	91.07
5	0.335	9.442	3.35	94.42
6	0.264	9.706	2.64	97.06
7	0.168	9.874	1.68	98.74
8	0.069	9.933	0.69	99.33
9	0.043	9.975	0.43	99.75
10	0.025	9.9999	0.25	100.00

表 6 三主变量的因子特征向量,众因子方差表

性 状	初始变换特征向量			极大方差后因子特征向量			$h_i^2$
	$F_1$	$F_2$	$F_3$	$F'_1$	$F'_2$	$F'_3$	
$X_1$ 产 量	0.36	- 0.14	- 0.08	0.70	0.24	0.60	0.915
$X_2$ 生物产量	0.34	- 0.16	- 0.15	0.73	0.21	0.54	0.859
$X_3$ 耗 水	0.27	- 0.35	- 0.59	0.91	- 0.01	0.20	0.862
$X_4$ 千 粒 重	0.29	- 0.13	0.67	0.19	0.12	0.92	0.903
$X_5$ 穗 长	0.34	- 0.28	0.02	0.48	0.62	0.52	0.888
$X_6$ 株 高	0.33	- 0.12	0.31	0.45	0.21	0.78	0.846
$X_7$ 穗 粒 数	0.17	0.82	0.08	0.02	0.98	0.09	0.973
$X_8$ 穗重	0.33	0.10	- 0.06	0.54	0.44	0.50	0.746
$X_9$ 结实小穗	0.35	0.14	- 0.21	0.66	0.52	0.46	0.914
$X_{10}$ 不孕小穗	0.33	0.13	- 0.16	- 0.51	- 0.20	- 0.68	0.767

从  $h_i^2$  的数值可以看出各个变量的众因子方差一般都在 80% 以上,其中穗重,不孕小穗的小于 80%,接近 75%。初始因子载荷阵中,第一因子的贡献为 69.19%,第一因子代表众因子控制的作物生长状况的变量,第二因子贡献为 11.22%,代表总粒数为控制因素的变量,第三因子贡献为 6.32%,为以千粒重,耗水为控制因子的生长状况变量。

反映生长状况的因子以产量、生物学产量等多因子联合控制的信息量最多。其次为总粒数,再次为千粒重、作物耗水。对以上要素的分析,能基本反映陇春 8139 的生长状况。

分析方差极大变换后的因子载荷特征向量值,其中第一因子  $F'_1$ ,为受耗水、生物产量、产量控制的变量,即作物的生长状况在耗水、产量、生物产量上基本得以反映,控制  $F'_2$  的为穗粒数,第三变量的为千粒重、株高。方差极大变换后的因子载荷反映的是不同变量对同一生物性状因子的依赖程度差异尽可能显著,从这三主要成分中可以得出,了解此春麦生长状况基本可从考种的生物学产量、产量、耗水量、穗粒数、千粒重、株高几个方面得到,由于因子之间的相似性很高,考察生长状况时,产量与生物产量、结实小穗与穗长等之间可以互相推求。

分析初始变换特征值、 $F_1$  的值表示群体生长状况、 $F_1$  越大,表明各因子发育良好, $F_1$  的特征向量差别不大,均在 0.300 附近,表示陇春 8139 生长发育相当协调。 $F_1$  值减小时,表示生长发育不良。 $F_2$  表示为特征向量为正值的  $X_5$ 、 $X_7$ 、 $X_8$ 、 $X_9$ 、 $X_{10}$  与为负值的  $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ 、 $X_4$ 、 $X_6$  共同作用。 $F_2$  增大,表示成穗粒数等控制的穗子形成状况良好, $F_2$  减小,表示成穗指标小,穗子发育不良。 $F_3$  为受千粒重控制的特征变量, $F_3$  增大,表示灌浆程度好,否则,灌浆不好。其  $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$  的值是由下列方程算得:

$$F_1 = 0.36X_1 + 0.34X_2 + 0.27X_3 + 0.29X_4 + 0.34X_5 + 0.33X_6 \\ + 0.17X_7 + 0.33X_8 + 0.35X_9 + 0.33X_{10}$$

$$F_2 = -0.14X_1 - 0.16X_2 - 0.35X_3 - 0.13X_4 - 0.12X_6 + 0.28X_5 \\ + 0.82X_7 + 0.10X_8 + 0.14X_9 + 0.13X_{10}$$

$$F_3 = -0.08X_1 - 0.15X_2 - 0.59X_3 - 0.08X_7 - 0.06X_8 - 0.2X_9 - 0.16X_{10} \\ + 0.67X_4 + 0.02X_5 + 0.31X_6$$

## 4 结 论

(1) 陇春 8139 小麦各生物性状均受水肥的显著影响,表现为明显正效应,水肥的提高,有利于春小麦的生长发育,而且各生物学性状发育较为协调。

(2) 水肥对产量增加的贡献,表现在它促进了小穗数、籽粒数、千粒重,穗长的增加。

(3) 各生物性状指标相关性高,尤以产量与其它性状相关最好,表明,陇春 8139 小麦各器官发育协调,是获得高产的基础。生物产量与产量相关性高,穗长与穗粒数它们之间都有较高相关性。

(4) 主成份分析得到三个变量( $F_i$ ),可用反映陇春 8139 麦子综合生长发育情况,它们是  $F_1$ —受产量等诸因子共同作用的生长状况变量,它的大小基本反映大田生长状况。 $F_2$ —以穗粒数为主控制因子的,反映成穗情况的变量因子, $F_2$  增大表示穗粒数增加。 $F_3$ —受千粒重控制的反映灌浆程度的变量, $F_3$  增大,灌浆较好。主成份分析可以减小考种,估产的盲目性,首先看长势,再看成穗情况,再加上灌浆程度,就可以基本反映陇春 8139 的生长状况、品种情况。

(5) 分析经极大变换后的  $F'_1$ 、 $F'_2$ 、 $F'_3$  主要受耗水、产量、千粒重、穗粒数控制,与  $F_i$  反映的基本一致,考察耗水可促进对生长状况的了解,这进一步对  $F_i$  得以印证,并提示在考察生长情况中诸因子贡献困难时,简便的办法是通过考察耗水、生物量、产量得到基本生长状况的信息。

## 参考文献

- 1 穆兴民等.旱作春小麦水肥协同效应的初步研究.黄土高原小流域综合治理与发展,科学出版社,1990,526~532
- 2 陈国良等.微机应用与农业系统模型,陕西科学技术出版社,1986
- 3 徐学选等.春小麦水肥产出协同效应研究.水土保持学报,1994(4)