

# 不同类型春小麦不孕小穗和退化小花形成特点及氮磷对增穗增粒的影响\*

李淑贞 吴婉坡 于维学

(哈尔滨师范大学生物系)

## 摘 要

不同类型春小麦以中部结实小穗和结实小花最多。退化小穗位置多发生在穗的两端,顶部小穗比基部小穗退化率低。退化小花多发生在每个小穗的上位小花,以基部(下位)1、2小花结实率最高。其次为第3小花。克丰2号与新曙光1号中部5~9小穗有的可结4粒。而他诺瑞(Tanori)(墨他)与克丰1号中部5~9小穗有的可结5粒。

根据 $^{32}\text{P}$ 示踪试验证明,克丰2号中部第7小穗示踪磷最多。其次为6、8小穗,渐及其它小穗,而以两端小穗最少。示踪磷在第7小穗、第8小穗第3粒比第1、2粒少。由此说明,中部小穗与下位小花结实好是与早发育及养分供应充足有关。

氮磷单施或氮磷结合作基肥能不同程度的减少小穗和小花的退化,增加结实小穗3.9~4.5个小穗和提高结实籽粒5~12粒。由此可见增施肥料是减少不孕小穗和退化小花的有利措施。

## 前 言

小麦单位面积产量由穗数、粒数和粒重构成。小麦穗粒数的多少,决定每穗结实小穗及每个小穗的结实粒数。根据几年来,我们在田间小区与盆栽试验观察,不同年份春季雨水与营养条件对春小麦穗数与粒数有很

大影响。如1979年的田间试验,由于春旱,新曙光1号只有11个小穗,克丰2号有13个小穗。1981年春季雨水充足,田间小区试验,新曙光1号有15个小穗,克丰2号有18个小穗。在目前一般生产条件下,每穗只能形成十多个小穗,每个小穗只有3~4朵小花结实,一般只有2~3粒其原因主要是因肥、水不足造成的一部分小穗的不孕和小花的退化。为提高小麦产量,研究小穗及小花退化规律及其原因,并探索克服的途径,以求减少退化,提高结实率是必要的。为此近年来我们对不同栽培条件下小穗及小花的分化和退化进行了观察,现将结果初步总结如下:

## 一、材料与方 法

试验地设在哈师大生物系试验地。小区设计,3行区,行长5米,行宽0.7米,小区面积10.5米。大垄条播,播幅20厘米。三次重复。供试品种为克丰1号、克丰2号、新曙光1号和他诺瑞。

盆栽试验6个处理, $\text{N}_1$ 、 $\text{P}_1$ 、 $\text{N}_1\text{P}_1$ 、 $\text{N}_2\text{P}_1$ 、 $\text{N}_2\text{P}_2$ 和对照,六次重复。放射性 $^{32}\text{P}$ 盆栽试验2个处理, $^{32}\text{P}_1$ 、 $\text{N}_2^{32}\text{P}_1$ ,四次重复。供试土壤为淋溶黑土。有机质为3.39%,全氮0.163%,全磷0.189%,水解氮16.58毫克/

\* 李淑华、袁增玉同志协助用YS-A液闪器测量 $^{32}\text{P}$ ,特此致谢。

100 克土,速效磷 25.5 毫克/100 克土。施肥量,每公斤土壤  $P_1$  为 0.1 克  $P_2O_5$ ,  $P_2$  为 0.2 克。 $N_1$  为 0.1 克 N,  $N_2$  为 0.2 克。磷用三料过石,含  $P_2O_5$  为 46%,氮用硝酸铵,含氮 33%。每克  $P_2O_5$  标记 0.35 毫居里。

从幼穗开始分化至开花止,对结实器官形成过程进行了系统观察。田间小区每个品种收获 100 穗进行室内分析。盆栽每个处理收获 10 株解剖分析。

在孕穗期、开花期、成熟期用 ys-A 液体闪烁计数器测量穗的不同部位放射性磷强度。收获后对每个小穗及每个粒进行测量  $^{32}P$  在种子和小穗中的分布。

## 二、试验结果与分析

### (一) 不同类型春小麦每个小穗小花结

### 实特点

近年来我们对不同类型春小麦叶片生长规律,穗分化及小花分化与退化,灌浆特点进行了系统观察。这里仅就对不同类型春小麦结实特点进行如下比较:从表 1 至表 5 分析及附穗粒照片(见图版 1~8)说明不同类型春小麦结实部位在中部 4~11 小穗上结实粒数最多,向两端逐渐减少。早熟品种结实小穗较少。晚熟品种结实小穗较多。第 1、2 小花结实多分布在第 3 小穗至 12~18 小穗,因品种而不等。第 3 小花结实多分布在 3~12 小穗。第 4 小花结实很少,多在 3~12 小穗都有可能结 4 粒。克丰 2 号与新曙光 1 号中部 5~9 小穗有时可结实 4 粒。而他诺瑞与克丰 1 号中部 5~9 小穗有时结 5 粒,为多花类型。

表 1 他诺瑞每小穗小花结实位置 (%)

粒数 小花顺序	小穗顺序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
一		3	35	89	94	96	97	96	97	92	91	89	91	85	82	50	21	4	1	1
二		2	28	80	93	94	100	96	96	91	97	90	86	71	61	34	6	1	2	
三			12	61	89	97	98	97	95	94	90	73	52	17	5	24	1			
四				23	42	72	75	75	56	34	13	2								
五						1	1		1											

注:该表取 200 穗统计。

表 2 新曙光一号每小穗小花结实位置 (%)

粒数 小花顺序	小穗顺序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
一		6	33	65	88	94	93	93	92	85	93	80	77	70	58	51	42	17	2		
二		3	25	62	79	92	93	92	93	90	87	82	69	65	65	44	29	10			
三			10	46	72	79	91	88	87	81	67	47	34	25	8	9	4				
四				4	11	32	36	33	29	11	5	1	1								
五																					

注:取 100 穗统计。

表 3

克丰一号每小穗小花结实位置 (%)

粒数 小花顺序	小穗顺序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
一		12	33	58	81	92	93	98	95	94	96	95	90	91	97	88	84	72	61	26	7
二		7	22	50	69	93	87	96	96	92	89	94	96	87	85	92	55	33	21	10	1
三		5	15	41	52	88	88	93	94	88	80	69	51	28	19	7	3				
四			2	10	18	34	39	44	57	33	17	6	1								
五						1	2	4	1												

注：取 100 穗统计。

表 4

克丰二号每小穗小花结实位置 (%)

粒数 小花顺序	小穗顺序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
一		7	33	64	78	94	100	98	99	99	93	96	97	94	96	88	85	66	57	32	6
二		7	29	51	75	89	99	93	89	95	92	95	88	96	92	79	67	42	28	8	1
三			12	27	51	72	81	90	89	88	81	63	45	34	18	5	2				
四				1	2	7	10	16	13	13	4	4									
五																					

表 5

不同类型春小麦每小穗结实的比较

品 种	结 实 小 穗	退 化 小 穗		第一小花 50%以上 结实小穗	第二小花 50%以上 结实小穗	第三小花 50%以上 结实小穗	第四小 花结实 范 围	第五小 花结实 范 围	90%以 上结实 小 穗	80%以 上结实 小 穗
		基部退 化小穗	顶部退 化小穗							
他 诺 瑞	3—14	1—2	15—19	3—14	3—14	4—12	3—11	5—8	4—12	3—14
新曙光 1 号	3—15	1—2	16—18	3—15	3—14	4—10	3—12	0	5—10	4—11
克 丰 1 号	3—18	1—2	19—20	3—18	3—16	4—12	3—12	5—9	5—14	4—16
克 丰 2 号	3—18	1—2	19—20	3—18	3—16	4—11	3—11	0	5—14	5—16

注：取 100 穗分析，按 50% 以上为结实，50% 以下为退化。

## (二) 不同类型春小麦不孕小穗及退化小花发生的位置及退化原因的探讨

不同类型春小麦不孕小穗及退化小花发生的位置有其共同规律，即退化小穗发生在穗的两端，而基部小穗的退化程度大于上部小穗，而在每一小穗中退化小花发生在小穗的上位，越居上位，退化的程度越大（见表 1 至表 6）。从小花退化的特点看，上部小穗的小花先开始，不发育，由上而下逐渐退化。小花退化的时间，从旗叶展开时（孕穗期），有一部分小花便萎缩退化，但以抽穗前

即将抽穗几天内退化为最多。由此可见，小麦旗叶出现至抽穗是小花退化关键时期。这时有良好营养供应和光照条件，是减少退化提高结实率的重要时期。

前人研究认为，一穗上退化小穗及退化小花发生的位置，与结实器官各部分分化的不均衡性有关<sup>[1]</sup>。即一个穗上小穗原始体最先出现的部位是在穗的中部，而渐及于基部和顶部。就每个小穗的小花而言基部下位 1、2 小花先分化，而后渐及于上位 3、4、5 小花等。每个小花的发育从基部向上有先有后的

表 6

不同类型春小麦穗上不孕小穗发生的部位

品 种	小 穗 顺 序 号 (由 基 部 算 起)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
克 丰 2 号	⊙	⊙	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	⊙	⊙
克 丰 1 号	⊙	⊙	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	⊙	⊙
新曙光 1 号	⊙	⊙	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	⊙	⊙	⊙		
他 诺 瑞	⊙	⊙	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	⊙	⊙	⊙		

注：表中的“+”代表结实小穗，“⊙”代表退化小穗。

不均衡现象也很明显。我们几年来观察到的穗分化与小花分化的不均衡性与前人观察一致。本试验对克丰 2 号小麦观察，在不良条件下不孕小穗达到 3—4 个或更多，每一个穗上分化的小花数，基部小穗最多的可分化小花 8—9 朵，中部小穗 9—10 朵，顶部小穗为 6—8 朵。即是较弱的苗子，每小穗分化的小花数也不少，一个穗子分化小花数一般 90—140 朵不等。而结实小花仅占 20—30%。

前人的研究认为，穗分化的不均衡性与穗部的营养状况有关。我们于 1980 年和 1981 年利用  $^{32}\text{P}$  作基肥对克丰 2 号小麦叶片、茎、穗，每个小穗和籽粒中养分分配的试验，也观察到一穗上不同部位和每个小穗不同籽

粒中养分分配都存在不均衡的现象。穗子上、中、下各部分  $^{32}\text{P}$  的分布有很大差异(见表 7)。

同一时期观察该四个品种，每一麦穗灌浆速度，以中部小穗灌浆强度最大。这除了小麦穗分化特点外，也和营养的多少有关。故中部小穗的籽粒比基部和顶部的重。

根据我们测定每个小穗  $^{32}\text{P}$  分布，各小穗之间示踪磷进入数量也有很大差异(见表 8)。从表 8 每个小穗进入  $^{32}\text{P}$  脉冲数看出，从基部第 2 小穗至顶部 20 小穗，其中以第 7 小穗示踪磷最多。其次是 6、8 两小穗，再次是 6、8 小穗之上下各小穗按小穗顺次排列  $^{32}\text{P}$  脉冲数渐逐减少。以基部 2、3 小穗和顶部 18—20 小穗  $^{32}\text{P}$  脉冲数最少。从测

表 7 春小麦穗上不同部位  $^{32}\text{P}$  分布 (脉冲/分) 品种：克丰 2 号

穗 部 位	孕 穗 期 (6 月 25 日)	开 花 末 (7 月 9 日)	成 熟 期 (8 月 8 日)
基 部	5700	11350 (1—6 小穗)	10628 (1—7 小穗)
中 部	7818	14936 (7—12 小穗)	13512 (8—14 小穗)
上 部	4617	7808 (13—18 小穗)	10425 (15—21 小穗)

定中部第 7 小穗和第 8 小穗 1、2、3 籽粒脉冲看，每粒种子脉冲数也是以第 2 粒最多，其次为第 1 粒，而第 3 粒最少。由此可见，各小穗结实率的差别是和穗部发育与磷素养分供应差异有关。

但从每个小穗含磷百分率看，除中部小穗含示踪磷较高外，顶部小穗示踪磷百分率更高。同样第 7 小穗和第 8 小穗第 3 粒种子  $^{32}\text{P}$  百分率也最高(表 9)。从小穗和小花的发育说明，不论是同一麦穗上不同小穗的相

同部位的籽粒，还是同一小穗上不同部位的籽粒，在发育上都具有上部籽粒赶基部籽粒的特性。因而使上部小穗和籽粒在摄取营养物质的能力比基部大。但由于分化和发育比较晚，在成熟期提早失水，使粒重的增长速度减慢，表现出粒重较低。所以进入  $^{32}\text{P}$  实际量不如早发育多。这可能是造成各小穗和每小穗籽粒之间发育不均衡性的原因。

### (三) 氮磷营养对增穗增粒的影响

根据我们 1980 年田间小区肥料试验和

表 8 克丰 2 号小麦每小穗  $^{32}\text{P}$  分布

取样部位 (按小穗顺序)	小穗重 (克)	脉冲/分/ 每小穗	脉冲/分/ 100毫克
第 2 小穗	0.03	3947	13160
3	0.063	3947	6260
4	0.065	4504	6930
5	0.09	5496	6106
6	0.08	6336	7920
7	0.078	7085	9083
8	0.06	6528	10880
9	0.072	4686	6508
10	0.068	5314	7814
11	—	—	—
12	0.065	5324	8190
13	0.06	5162	8603
14	0.055	5061	9201
15	0.046	4099	8910
16	0.05	5364	10728
17	0.03	—	—
18	0.03	3745	12483
19	0.012	3896	32466
20	0.012	3087	25725

表 9 中部小穗每粒  $^{32}\text{P}$  分布

部 位	重 量 (克)	脉冲/分/粒	脉冲/分/ 100毫克
第七小穗	第 1 粒	0.36	33362
	第 2 粒	0.398	38210
	第 3 粒	0.19	26317
第八小穗	第 1 粒	0.366	31783
	第 2 粒	0.392	38362
	第 3 粒	0.16	20446

表 10

氮磷营养对小穗小花结实的影响

品种: 克丰 2 号

处	理	每小穗小花的结实数 (小穗顺序从基部算起)																				每小穗 结实 数 (个)	每穗 不孕 数 (个)	每穗 小穗 数 (个)	每小穗 小花 数 (朵)	每粒 穗数
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
N <sub>1</sub>		0.1	0.6	1.5	1.8	2.1	2	2	2.1	1.9	2.1	1.8	1.7	1.6	1.2	1.35	1.1	0.9	0.7	0.5	19	1.5	21.5	141	26.5	
P <sub>1</sub>			0.2	0.4	0.6	2	2	2.4	2.5	2.5	2.2	2.1	2	1.6	1	1.1	0.8				15	3.9	18.9	122	23.6	
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub>		0.1	0.5	1.5	1.7	1.2	2.1	2.1	2.2	2.2	2.3	1.2	1.9	1.8	1.4	1.4	1	0.8	0.7		18	1.5	19.5	144	26.5	
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub>		0.4	0.8	1.6	1.8	1.9	2.4	2.4	2.5	2.5	3.8	1.9	2.3	1.7	1.6	1.5	0.6	0.3	0.5		18	1.2	19.2	148	30.3	
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> + 追		0.8	1.1	0.3	1.9	2.3	2.1	2.7	2.3	2.2	2	1.9	1.7	1.5	1.3	1.1	0.4	0.5	0.4		19	—	—	—	27.2	
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub>		0.7	1.1	1.8	1.8	2.3	2.3	2.5	2.1	1.9	1.8	1.7	1.5	1.4	1.1	0.7	0.5	0.4	0.5		18	1.4	19.4	—	28.3	
OK					0.8	1.9	1.9	2	1.9	1.8	1.9	1.9	1.8	1.5	1						11	4.9	15	98	18.5	

1980年、1981年两年盆栽试验结果证明,增施氮磷肥作基肥都能不同程度的减少不孕小穗和退化小花,增加结实小穗数和小花结实率。如 1980 年,田间小区试验,克丰 2 号小麦,氮磷结合做种肥(氮 60 斤/亩,磷 30 斤/亩)每穗为 15 个小穗。在施肥的基础上,若三叶期灌水,每穗为 16.8 小穗,每穗 29.6 粒。对照区为 14.7 小穗,每穗 25.6 粒。80 年、81 年两年盆栽试验更证明氮磷营养对增穗增粒的作用(表 10)。

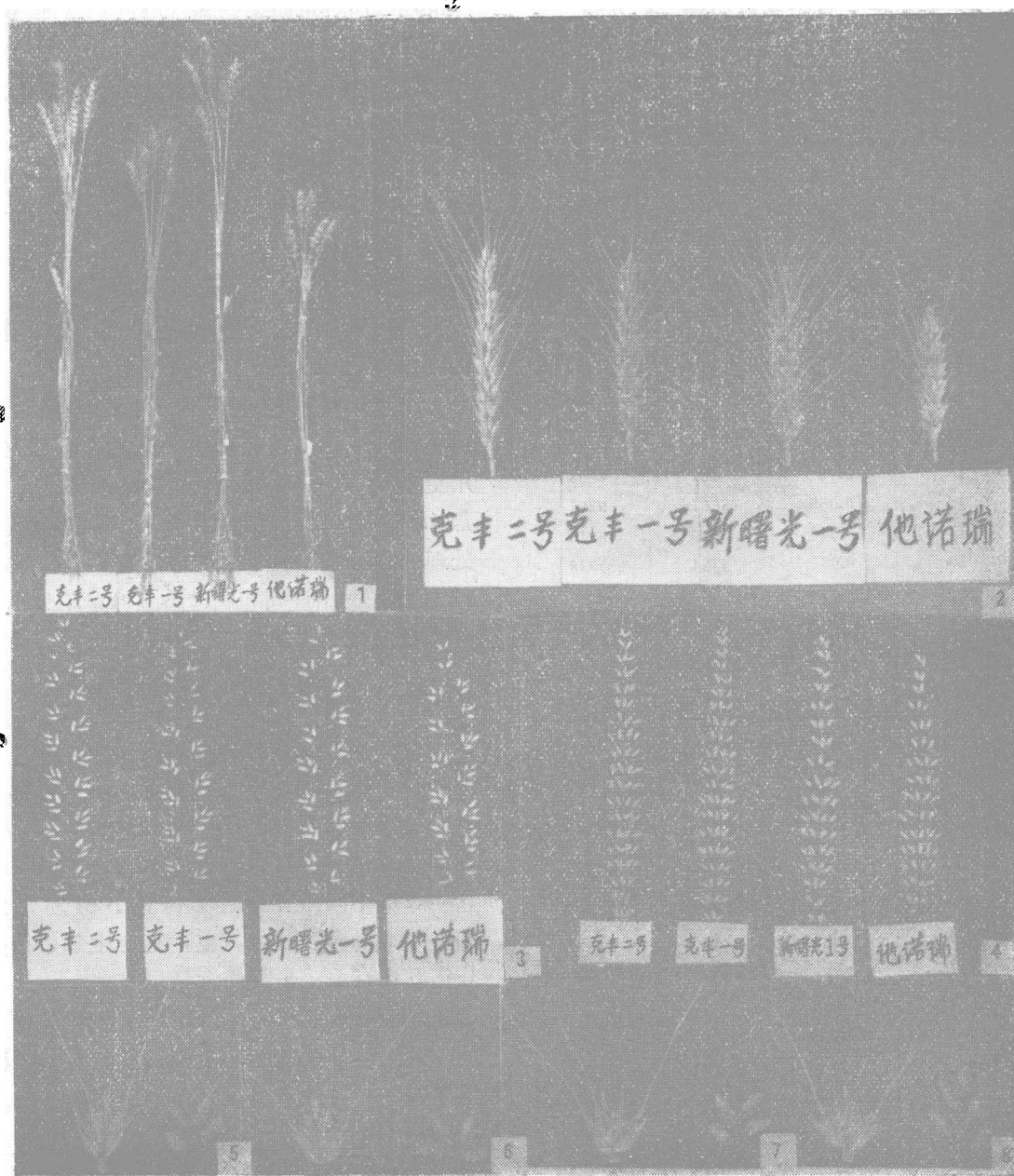
由表 10 说明单施氮肥比磷肥做种肥增穗增粒明显。氮磷结合比单施对增穗增粒作用更加显著,其中以  $\text{N}_2\text{P}_1$  最好,比对照增加 4.2 小穗,每穗增加 12 粒。氮磷结合其它处理的也分别增加 3.9—4.5 小穗,增加 5—12 粒种子。由此可见,增施肥料是减少小穗和小花退化的有利措施。

### 三、讨 论

(1) 退化小穗主要发生在穗的两端,不同品种以基部小穗退化最普遍,退化小花在一个小穗中发生的顺序由基部向上,越是顶端小花退化越严重。

(2) 不同品种普遍以中部小穗发育最好,结实最多,而且粒重,这与中部小穗先分化发育有关,也与磷含量多有关。

(3) 增施肥料可减少不孕小穗和退化小花,氮磷结合做基肥,对增穗增粒有着明显的影响。



1. 四个品种的植株 2. 四个品种的麦穗 3. 四个品种小穗结实的分布 4. 四个品种小穗结实的模式图  
5. 克丰2号第七小穗每朵小花结实情况 6. 克丰1号第七小穗每朵小花结实情况 7. 新曙光1号第七小穗每朵小花结实情况 8. 他诺瑞第七小穗每朵小花结实情况

### 参 考 文 献

- 〔1〕 李文雄等：1962年，春小麦退化小穗及退化小花形成规律的研究，东北农学院学报，第1期。  
〔2〕 崔金梅等：1975—1979年，不同栽培条件下小花分化动态及提高结实率的研究，河南农学院，小麦高

稳低试验研究报告汇编，88—97页。

- 〔3〕 崔金梅等：影响小麦粒重因素的研究，同上，65—78页。  
〔4〕 Steve R. Simmons and Dale N. Moss, 1978 Nitrogen and dry matter accumulation by kernels formed at specific florets in spikelets of spring wheat. Crop Science, 18. 139-143.