

# 小麦分蘖叶、穗的生育特征与成穗的关系

李建民<sup>①</sup>  
(植物科技学院)

**摘要** 对冬小麦品种农林 61 号的观察结果表明,分蘖能否成穗不仅与相对于母茎的出叶速度、幼穗分化速度有关,还与分蘖本身器官之间的生长关系有关。在拔节开始后不久,无效分蘖的出叶速度和幼穗分化速度就明显落后于有效分蘖。与同叶龄的有效分蘖相比,无效分蘖不仅伸长幼叶的叶片长度小,而且伸长幼叶对展开叶的长度比也小。虽然幼穗分化速度在同叶龄的有效分蘖和无效分蘖之间无明显差异,但在同一幼穗发育阶段的幼穗长度无效分蘖要小于有效分蘖。这些结果表明,无效分蘖不仅生长速度慢,而且有不同于有效分蘖的生长方式。

**关键词** 小麦; 分蘖; 出叶速度; 幼穗分化

**中图分类号** S311; S512.1

## Leaf-Blade Growth and Ear Development of Tillers and Their Survivals in Wheat Plants

Li Jianmin  
(College of Plant Science and Technology)

**Abstract** Observations on the growth and development of tillers of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) plants, cv. Norin 61 suggested that the tiller survival was not only related to the developmental rates of tillers, but also the developmental relationships between the organs of tillers. Not long after stem elongation stage, the tillers which would be mortal showed lower rates of leaf emergence and ear differentiation as compared with the tillers survived. Then the results compared with the survived tillers at same leaf numbers showed that the younger leaves in mortal tillers had a lower elongation rate, a shorter length, and a lower ratio to the length of matured leaves. Although the ear differentiation rate showed no differences between the mortal tillers and the survived ones with same leaf number, the young ear lengths in mortal tillers were shorter than that in survived ones. These results showed that the mortal tillers had a developmental pattern which is different from survived tillers, and also had a lower growth rate.

**Key words** wheat; tiller; leaf emergence rate; ear differentiation

小麦分蘖的成穗问题历来是作物学研究和作物生产中的重点和关键<sup>[1]</sup>。从小麦的生育期来看,一般的无效分蘖大多形成于节间伸长开始后的2~3周之内<sup>[2]</sup>,因此有效分蘖和无

收稿日期: 1996-01-08

①李建民,北京海淀区圆明园西路2号中国农业大学(西校区),100094

效分蘖的分化应该发生于拔节初期。分蘖能否成穗与分蘖本身的叶龄、生长速度等有关<sup>[3,4]</sup>。有效分蘖的地上部各器官特别是叶和穗,无论是拔节前还是拔节后都保持与母茎相当的生育速度;而无效分蘖则在拔节开始后不久生育速度便落后于母茎,并随着时间的推移差异不断扩大,直至分蘖死亡<sup>[5]</sup>。本研究将在此基础上,对有效分蘖与无效分蘖的生育特点做进一步分析和比较。

## 1 材料与方法

本试验于日本东京大学农学部试验地进行。材料为冬小麦农林 61 号,1991 年 11 月 9 日播种,行距 30 cm,密度 150 粒·m<sup>-2</sup>。以复合肥作基肥,折合每平方米施 N 6 g、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 12 g 和 K<sub>2</sub>O 12 g;拔节初期追施硫酸铵,折合每平方米 N 4 g。试验设置三个处理,分别为尼龙棚内无浇水的干燥区,尼龙棚内以东京历年的旬平均降水量浇水的湿润区和栽培于露地的露地区。由于在试验范围内处理间差异极小,因此不做处理间比较,将三个处理的数据一起用于分析。

材料自出苗后,每区随机选择 10 株定株观察,每 5~7 d 观察一次主茎叶龄、各叶位分蘖出现日期和各分蘖叶龄,并追踪各分蘖的成穗状况。并自分蘖期开始,根据定株观察的结果取生长较为平均的植株每区 3~5 株,每 5~7 d 取样一次,分别测定各主茎及其分蘖的叶龄、各叶位叶片长、幼穗发育阶段和幼穗长等项目。

为能尽早判断分蘖发育的有效和无效,采用与定株观察材料相比较的方法,即根据定株观察的追踪结果,整理出某一叶位的分蘖最终成为有效分蘖时,在某一日期应确保的最小叶龄及不应超越的最大叶龄差(母茎叶龄—分蘖叶龄),然后把取样测定的分蘖数据与此对比,凡是小于最小叶龄或大于最大叶龄差的分蘖就被判为无效分蘖。为确保数据的可比性和样本数,本文以 T10 和 T20 分蘖(主茎第 1,2 叶腋分蘖的先出叶叶腋分蘖,为方便起见以下称 T<sub>x</sub>0 分蘖)作为分析对象。

## 2 结果与分析

### 2.1 分蘖的相对出叶速度

由定株观察材料计算出的分蘖相对于母茎的出叶速度(单位时间内分蘖与母茎抽出的叶片长度比)在分蘖出现后至第 40 天(为主茎拔节开始后 10 d 左右)内,有效分蘖与无效分蘖的差异不明显(相对速度的平均值分别为 0.88 和 0.87);此后,有效分蘖和无效分蘖表现出了明显的差异,即有效分蘖在出现后 40~80 d 内,继续保持与母茎相近的出叶速度(平均值为 0.92),第 80 天以后,由于母茎出叶速度的下降和停止,分蘖表现出大于母茎的出叶速度(平均值为 1.48)。而无效分蘖在出现后 40~60 d 内,出叶速度降为母茎的一半(平均值为 0.50),从第 60 天起,出叶速度进一步下降,到第 80 天时停止出叶,速度降为 0(图 1)。

### 2.2 分蘖的叶片长度关系

若以最新展开叶为  $n$  叶,那么已展开的  $n$  叶以下的叶以次是  $n-1$  叶、 $n-2$  叶等,正在伸长抽出的叶是  $n+1$  叶,其内部的幼叶以次是  $n+2$  叶、 $n+3$  叶等。比较以上各叶的叶片长

度(表 1)可以发现,无效分蘖的展开叶长度与有效分蘖无显著差异,而正在伸长的幼叶长度要显著小于有效分蘖。

表 1 有效分蘖与无效分蘖的叶片长度比较

*l/cm*

叶 龄	分 蘖	Tx0 分蘖的各叶片长度					
		<i>n</i> -2	<i>n</i> -1	<i>n</i> <sup>①</sup>	<i>n</i> +1	<i>n</i> +2	<i>n</i> +3
2	有效分蘖		10.83	16.86	8.44	0.63	0.19
	无效分蘖		10.69	18.03	1.67	0.30	0.11
	差 <sup>②</sup>		—	—	* *	*	*
3	有效	10.50	18.53	25.09	10.75	1.15	0.33
	无效	8.98	16.08	24.53	5.99	0.63	0.20
	差	—	—	—	*	*	*
4	有效	15.46	22.94	26.51	13.46	1.53	
	无效	15.78	23.32	24.13	7.24	0.91	
	差	—	—	—	*	**	

① 为最新展开叶。

② —:无显著差异;\*,5%水平显著差异;\*,\* :1%水平显著差异。

从伸长幼叶对展开叶的叶片长度比来看,无效分蘖也要明显小于有效分蘖。以 *n*+2 叶与 *n* 叶的比值(图 2)为例,有效分蘖随叶龄增加呈有规律的变化趋势,即当 *n* 叶展开时比值最小,随 *n*+1 叶的伸长抽出比值不断增大,直至 *n*+1 叶展开成为新的 *n* 叶时比值又回到最小。虽然无效分蘖也有类似趋势,但比值小,随叶龄变化的变化幅度也小。

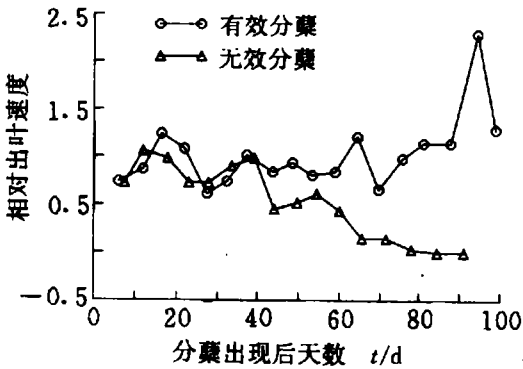


图 1 Tx0 分蘖的相对出叶速度变化

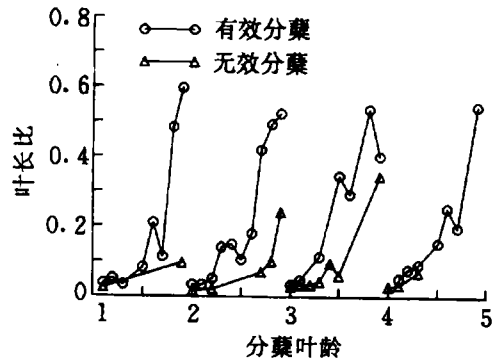


图 2 Tx0 分蘖的 *n*+2 叶与 *n* 叶的叶片长度比

### 2.3 分蘖与母茎的幼穗发育关系

为分析分蘖与母茎的幼穗发育关系,依次把幼穗发育的各个阶段数值化,然后计算母茎处在某个发育阶段时的有效分蘖和无效分蘖的平均发育阶段(表 2)。在幼穗发育初期(母茎至小花分化前期,阶段 8)分蘖的幼穗发育落后于母茎,但有效分蘖与无效分蘖之间差异很

小。母茎进入小花分化期后,有效分蘖的分化速度开始加快,逐渐与母茎的发育阶段接近;无效分蘖则开始明显落后于有效分蘖。虽然一部分无效分蘖的幼穗发育可达到花器发育前期(阶段 11),但大部分都在此前就停止发育。

表 2 T<sub>x0</sub> 分蘖与母茎的幼穗发育关系

母茎发育阶段	数 值	有效分蘖	无效分蘖
伸 长 期	1	—	—
苞 分 化 前 期	2	—	—
苞 分 化 中 期	3	2.0	—
苞 分 化 后 期	4	2.9	—
小穗分化前期	5	3.3	3.5
小穗分化中期	6	2.5	3.0
小穗分化后期	7	3.5	3.7
小花分化前期	8	5.3	5.0
小花分化中期	9	6.0	5.5
小花分化后期	10	7.0	4.8
花器发育前期	11	9.3	5.0
花器发育中期	12	11.1	7.7
花器发育后期	13	12.5	9.0
孕 穗 期	14	13.0	10.0
抽 穗 期	15	14.3	7.6

另外,在幼穗长度的关系方面,有效分蘖与母茎保持密切的直线相关关系( $\log y = 0.972\log x - 0.242, r = 0.979^{**}$ );而无效分蘖的幼穗长度大多停留在 0.5 cm 以内。

#### 2.4 分蘖的幼穗发育阶段及其与幼穗长的关系

尽管与有效分蘖相比,无效分蘖出叶速度慢、幼穗发育进程落后,但从叶龄与幼穗发育阶段的关系看,无效分蘖与有效分蘖的趋势基本一致(图 3)。即虽然无效分蘖的幼穗分化最终不会超过花器发育前期(阶段 11),但就幼穗发育过程与叶龄的关系而言,无效分蘖与有效分蘖并无显著差异。

虽然有效分蘖与无效分蘖,在叶龄与幼穗发育阶段的关系上没有差异,但在幼穗发育阶段与幼穗长的关系方面有明显差异(图 4)。从图 4 看,在进入小穗分化期(阶段 5)前,无效分蘖与有效分蘖的幼穗长度差异很小;进入小穗分化期后,无效分蘖的幼穗长度开始明显小于有效分蘖,即无效分蘖降低了幼穗长度的增加速度,以致进入小花分化期以后也一直落后于有效分蘖。

### 3 讨论

关于小麦分蘖生育与其成穗关系的研究至今已有很多,但大多是以比较不同叶位的分蘖进行的。众所周知,由于分蘖着生叶位不同,分蘖与母茎的生育关系会有某种程度的差异,

而且同一叶位的分蘖也会有有效无效之分,因此上述方法难免对分析结果产生一定的影响。本研究以定株追踪观察的结果为依据,尽可能早地预测出分蘖的有效性,然后对相同叶位的有效分蘖和无效分蘖进行比较,从而避免了分蘖着生叶位的影响。

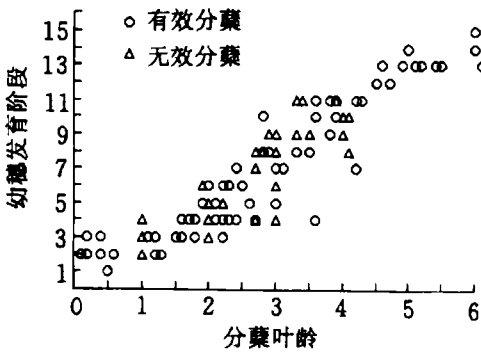


图 3 Tx0 分蘖的叶龄与幼穗发育阶段的关系

纵轴数字 1~15 所代表的幼穗发育阶段,见表 2。

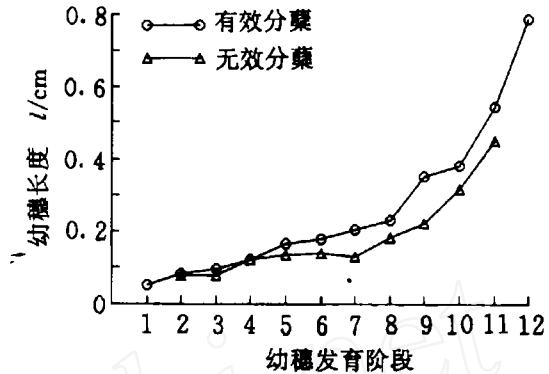


图 4 Tx0 分蘖的幼穗发育阶段与幼穗长的关系

横轴数字 1~12 所代表的幼穗发育阶段,见表 2。

### 3.1 叶的生长与分蘖成穗

我们在先前的报告<sup>[5]</sup>中曾指出,分蘖的出叶速度(以叶龄为单位)与母茎保持一致或略快于母茎是有效分蘖的重要生育特征。本研究以叶片长度为单位的研究结果表明,除了最后的一段时间外,分蘖的出叶速度都要慢于母茎(图 1)。这种结果的差异主要是由于分蘖的叶片长度要短于母茎的同伸叶所致,即由于母茎叶片较长,与母茎叶片同时伸长的分蘖叶片较短,因此虽然以叶片长度为单位时分蘖的出叶速度要慢于母茎,但以叶龄为单位时分蘖便达到或超过了母茎的出叶速度。

与有效分蘖相比,无效分蘖的出叶速度在拔节开始后不久(分蘖出现后 40 d)便开始明显地下降(图 1),且无效分蘖的幼叶长度(表 1)和幼叶对成熟叶的长度之比(图 2)又都明显小于有效分蘖,因此可以推测无效分蘖在出叶速度下降以前,内部幼叶的伸长速度已有所下降。即无效分蘖的生育速度下降可能首先反映在内部幼叶的生长上,然后才是出叶速度的下降。这一结果表明分蘖的有效与否除了可从与母茎的生长关系来判断<sup>[5]</sup>外,也可考虑用分蘖本身的幼叶与展开叶的比值来判断。

### 3.2 幼穗的发育与分蘖成穗

从幼穗的发育阶段来看,无论是有效分蘖还是无效分蘖均与叶龄保持密切的相关关系(图 3),但由于无效分蘖的出叶速度在拔节开始后不久便落后于母茎,因此无效分蘖的幼穗发育阶段(表 2)和幼穗长都落后于有效分蘖。进一步比较分蘖的幼穗发育阶段与幼穗长的关系(图 4)可以发现,幼穗分化到小穗分化期(阶段 5)后,既使在同一发育阶段,无效分蘖的幼穗长也小于有效分蘖。由此可以推测,无效分蘖幼穗长度的减小<sup>[3]</sup>一方面是由于植株整体生育速度下降所致,另一方面是由于幼穗本身的伸长速度下降所致。

### 3.3 无效分蘖与幼小器官的生长速度

从幼叶与幼穗的伸长速度下降来推测,无效分蘖在根茎叶穗整体的生育速度下降<sup>[5]</sup>时,首先受到抑制的是植株内部幼小器官的伸长生长。有报道<sup>[6]</sup>表明,无效分蘖在形态上表现出生育速度下降前,内源激素的数量及其比值已出现不同于有效分蘖的变化。关于上述的幼小器官的伸长特性是否与无效分蘖的内源激素或物质分配有关,还有待于今后进一步的研究和探讨。

致谢:本研究在日本东京大学农学部栽培研究室完成,得到了山崎耕宇教授及其他同仁的鼎力相助,谨此表示衷心感谢。

### 参 考 文 献

- 1 Simons R G. Tiller and ear production of winter wheat. *Field Crop Abstr*, 1982, 35:857~870
- 2 Shanahan J F, et al. Shoot developmental properties associated with grain yield in winter wheat. *Crop Sci*, 1985, 25:770~775
- 3 Davidson D J, Chevalier P M. Preanthesis tiller mortality in spring wheat. *Crop Sci*, 1990, 30:832~836
- 4 Lauer J G, Simmons S R. Canopy light and tiller mortality in spring barley. *Crop Sci*, 1989, 29:420~424
- 5 李建民, 山崎耕宇. コムギにおける分げつの生育にかんする研究, 第3报:分げつの生育特性とその有效化. *日本作物学会纪事*, 1994, 63:460~466
- 6 马兴林, 梁振兴. 冬小麦分蘖衰亡过程中内源激素作用的研究. 见:梁振兴, 刘兴海主编. 小麦产量形成的栽培技术原理. 北京农业大学出版社, 1994, 170~182