

小麦器官形成与肥水的关系

北京师范学院农基系小麦教学组*

摘 要

小麦各叶片及茎的生长有一定的时间性、顺序性和重迭性,但其迅速生长的时间是相互错开的。小麦幼穗分化各时期中,双稃期是增加小穗数目和提高分蘖成穗率的关键时期;小花分化期则是保花增粒的主要时期。进入柱头期的小花几乎全部可发育成可孕花,因此,促进雌蕊早进入柱头分化期并延长其时间,是减少小花退化的关键。

叶、茎、穗的生长有一定的相关性,根据其相关性可从外部形态了解该时期的肥水对某器官的促进作用。根据各器官发生的时间,起身肥水对春后第三、四叶及基部第一、二节间有显著促进伸长的作用,是提高分蘖成穗率的高效期,但施用不适当也易造成倒伏。拔节肥水对促进第四节间和穗下节间的伸长、防止小花退化有明显的作用。

为了进一步探索北京地区小麦生育特点,有效的控制和促进群体以及个体各器官的发育,实现经济合理施肥,我们以“农大 139”品种为主,对小麦茎、叶、幼穗以及籽粒灌浆进行了试验观察。

小麦茎、叶生长与栽培措施的关系

1. 叶片的生长特点 秋分播种的“农大 139”小麦主茎总叶片数为 12—13 片,其中年前生长 6—7 片,年后 6 片。我们主要观察了春生叶的生长情况(表 1)。

表 1 春生叶片的生长情况 (1976)

叶 位	春生第一叶	春生第二叶	春生第三叶	春生第四叶	春生第五叶	春生第六叶
生长全程 (日/月)	—28/3	—9/4	8/3—21/4	24/3—24/4	3/4—1/5	9/4—5/5
迅速生长时期 (日/月)	24/3—28/3	28/3—8/4	3/4—16/4	13/4—21/4	21/4—28/4	24/4—5/5

从表中可看出,由于春季温度低,春生第一、二、三片叶日生长量小,每生长一片叶所需时间在一个半月左右(从叶长 0.2 厘米到叶全展开),而后三片叶则因气温升高,生长加速,生长一片叶的时间缩短到一个月左右。各叶片的生长速度是由慢到快,再由快到慢呈 S 形(图 1)。从图 1 可看出各叶片的生长有一定的顺序性和重迭性,当前一片叶开始生长不久,第二叶就开始生长,但生长量很小。而各叶片迅速生长的时间是相互错开的,基本上在前一片生长速度减缓后,后一叶才迅速生长。“红良 4 号”和“5 号”叶片生长有相同的特点。

* 本实验有部分工农兵学员参加。

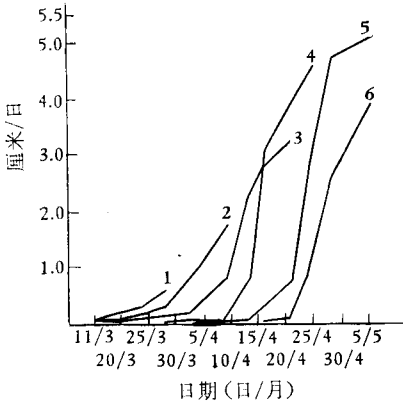


图 1 “农大 139”小麦叶片生长进度

2. 节间的生长特点 “农大 139”小麦一般为五个节间，白露播种的可达六个节间，晚播麦也有四个节间的，我们全部以五个节间的茎秆为观察材料（表 2）。

从表 2 可见每长一个节间需 15—20 天。第一节间较短，生长全程是半个月，后几个节间虽然长度增加，但因气温增高，生长加快，因而除穗下节间生长速度更快一些外，其余多在 20 天左右完成一个节间的生长。节间的生长速度与叶片相似，由慢到快，再由快至慢呈 S 形（图 2）。节间的生长也有一定的顺序性和重迭性，当第一节间迅速生长时，第二、三节

表 2 各节间的生长情况

节 位	1	2	3	4	穗下节间
生长全程 (日/月)	13/4—28/4	16/4—5/5	21/4—9/5	24/4—18/5	5/5—18/5
迅速生长期 (日/月)	21/4—24/4	28/4—5/5	5/5—9/5	9/5—18/5	14/5—18/5

间已开始生长，但下一节间的迅速生长一定是在前一节间生长停止后开始。最后两节间迅速生长的时间有一部分是重迭的，生长量很大，最快每昼夜可达 4 厘米以上。两个节间几乎同时停止生长（图 2）。“红良四号”、“五号”小麦茎节的生长具有相同的特点。

3. 起身、拔节肥水对茎叶生长的影响 叶片对肥水的反应较节间敏感。起身肥水对春生第三、四叶有明显的影响，对五、六叶因是持续肥效只有部分影响。拔节肥水对叶片生长影响不明显（表 3）。

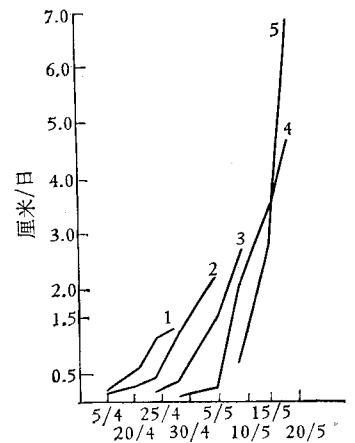


图 2 “农大 139”小麦节间旺长进度

小穗分化进入二棱期为小麦的起身期。二棱初期常年在三月下旬后半期开始，起身肥多在三月底四月初施用，施肥后需 7—10 天才能在植株生长上表现出肥效。从

表 3 起身、拔节肥水对小麦春生叶片的影响

基本苗 (万)	施肥 (碳铵,斤)	日期 (日/月)	春生第一叶长 (厘米)	春生第二叶长 (厘米)	春生第三叶长 (厘米)	春生第四叶长 (厘米)	春生第五叶长 (厘米)	春生第六叶长 (厘米)
30	起身 40	30/3	10.0	12.5	16.9	17.0	16.3	15.3
	拔节 40	23/4	9.6	11.4	14.3	13.2	14.8	14.6
10	起身 40	30/3	10.3	11.5	16.0	17.4	14.4	13.5
	拔节 40	23/4	10.4	11.6	15.5	13.2	13.4	13.1

图 1 可见到春生第三、四叶日生长量最大的时期正是四月上、中旬，因而施起身肥的比不施起身肥仅施拔节肥的小麦春生第三、四叶片皆长 2—4 厘米。

当基部第一节间伸出地面一厘米左右称拔节期，大约在 4 月 20 日前后。拔节肥多在

四月下旬施用,发挥肥效时旗叶已接近形成,故对旗叶生长影响不明显。

起身肥水对基部第一、二节间的伸长有促进作用,其中对第一节间伸长的促进更为显著,比仅施拔节肥的增长 34—35%。拔节肥水对第四节间和穗下节间的伸长有明显效应(表 4)。

表 4 起身拔节肥水对节间伸长的影响

基本苗 (万)	施肥 (碳铵,斤)	日期 (日/月)	第一节间长 (厘米)	第二节间长 (厘米)	第三节间长 (厘米)	第四节间长 (厘米)	穗下节间长 (厘米)
30	起身 40	30/3	7.6	12.7	14.0	19.3	28.2
	拔节 40	23/4	4.9	10.8	12.3	20.0	29.7
10	起身 40	30/3	7.5	11.4	11.4	16.3	26
	拔节 40	23/4	5.6	10.2	11.3	17.8	29.3

小麦节间的伸长是居间分生组织活动的结果,土壤水分和氮素的多少,光照条件的优劣,直接影响着居间分生组织细胞的分裂和分化。起身肥水直接以氮素化肥和水分促进了第一节居间分生组织的活动,有利于第一节间的伸长。起身期又正值分蘖两极分化开始,施用肥水,两极分化推迟,进程减缓,小蘖迟迟不死,造成田间光照条件恶劣,间接加速了基部第一、二节间的伸长;同时由于田间郁闭,糖分积累减少,组织分化缓慢,茎秆坚韧性差异引起倒伏。拔节肥水的肥效期正是第四、五节间迅速生长的时期,故显著的促进了它们的伸长。

根据起身、拔节期施用肥水能促进不同部位的叶片和节间伸长的原理,在此时期喷矮壮素能控制相应部位器官的伸长。

综上所述,可以得出以下的结论:第一,高肥地不宜施用或不宜过多施用起身肥水,避免中部叶片过大,基部一、二节间过长,田间过早郁闭,导致倒伏。此时期喷矮壮素则能有效的控制基部节间和中部叶片的伸长,有利防倒。第二,中上等以下肥力水平的地块,则应根据苗情施用或重施起身肥,以免穗数不足,上部及中部叶片过小不利于小花的分化和籽粒的灌浆。第三,拔节肥水有利于穗下节间的伸长,穗下节间的长度常与穗大成正相关,同时拔节肥水又有利于防止叶片早衰,对保花增粒重有一定作用。

小麦穗分化与争取穗大粒多的问题

一般幼穗分化分为以下几个时期:伸长期、单棱期、双棱期、小花分化期(护颖原基、小花原基、雌雄蕊原基、药隔分化期)、四分体期。进入各时期的时间,由于每年气候条件不同,不完全一样(表 5)。

表 5 幼穗分化进入各时期的时间

分化时期 年份	伸长期 (日/月)	单棱期 (日/月)	双棱期 (日/月)	护颖原基 分化期 (日/月)	小花原基 分化期 (日/月)	雌雄蕊原 基分化期 (日/月)	药隔期 (日/月)	四分体期 (日/月)	花粉粒形 成期 (日/月)
1974	16/3	18/3	26/3	9/4	14/4	16/4	23/4	3/5	—
1975	15/3	19/3	3/4	12/4	14/4	16/4	20/4	27/4	3/5
1976	—	—	23/3	13/4	17/4	23/4	28/4	5/5	9/5

在以上各时期中又以双稜期、小花分化期、四分体期与产量关系密切,在这三个时期肥水施用得当,可获得高产。

双稜期是决定小穗数目和分蘖两极分化开始的时期,合理施用肥水对增加小穗数目和提高分蘖成穗率有显著作用。根据几年观察,因密度、肥水条件不同,施起身肥的比不施起身肥仅施拔节肥的分蘖成穗率高 10—25%。

小花分化期是决定每穗小花数和粒数的时期。在当前小麦高产更高产的形势下,在一定穗数的基础上减少小花退化增加穗粒数,提高千粒重,已成为争取高产的重要途径。今年我们初步观察小花分化和退化的动态如图 3。

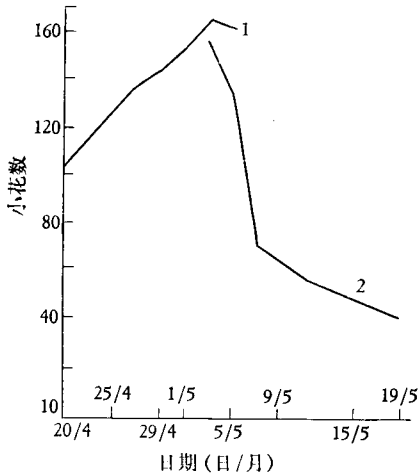


图 3 小花形成与退化动态

1. 小花形成动态 2. 小花退化动态

从图 3 可看出,拔节开始以后(4月20日),每穗小花数已达到 104 朵,5月3日小花开始退化时(开始进入四分体期)小花分化数达到 166 朵。如果按每穗结 50 粒计算,小花数是绰绰有余的。因此,争取穗大的关键不仅是促进小花的分化,更重要的是防止小花的退化,保花增粒。从图 3 小花退化规律可看出,小花 5 月 3 日开始退化,5 月 5—7 日两天内急剧退化,以后进入缓慢退化期。

小花的发育与雌雄蕊的分化与退化密切相关,从图 4 可看出 4 月 25 日已经有 60 多朵小花的雄蕊进入药隔期,4 月 25—27 日进入药隔分化高峰期,

直至 5 月 5 日是药隔分化的相对稳定期。然后立即进入雄蕊退化的集中期,5 月 7 日后退化进程变缓慢。也就是说,雄蕊自 4 月 20 日进入药隔期以后,约一周达到药隔分化高峰,然后有一周左右为药隔分化的稳定期。因此,促进药隔分化的肥水应在药隔分化高峰期以前施用。

从雌蕊分化动态情况看,4 月 25—27 日雌蕊进入柱头分化期的日增长量最高,为柱头集中分化期。5 月 3 日雌蕊进入柱头分化期的已达小花数的 74%,这时已进入了分化高峰。小花集中退化时,未进入柱头分化期的小花全部退化,柱头集中分化期形成的小花几乎全部保留下来。另外,从图 4 看出,雌蕊柱头分化集中期和雄蕊药隔分化集中期吻合,但雌蕊处于药隔期的数目大大超过了雌蕊进入柱头期的数目,而最后保留的小花数与雌蕊柱头分化集中期的小花数大体相同。由此可见,采取措施促进雌蕊早进入柱头分化期,延长柱头分化集中期的时间并加速其进程,是减少小花退化,保花增粒的关键。根据以往资料,小花形成和生长主要是氮肥效应,小花退化则与糖的代谢密切相关。从这一观点出发,小麦拔节肥的高效期不应

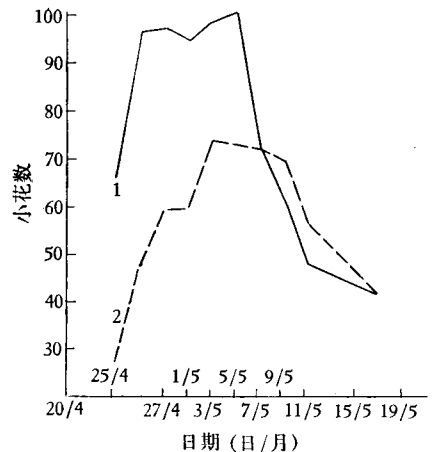


图 4 同一穗上不同小花雌雄蕊形成和退化动态

1. 雄蕊进入药隔期小花数;
2. 雌蕊进入柱头期小花数。

晚于小花柱头分化集中期,此后还应调整 C/N 比例,增加糖的积累,以防止小花退化。可见拔节肥过晚或过重会造成贪青晚熟,不但影响灌浆进程而且首先对保花增粒不利。

叶、节、穗生长的相关性

了解各器官之间生长的相关性,便于从外观得知该时期施用肥水可促进某器官的生长,能动地创造比较理想的麦苗长相和群体结构,争取穗大粒多。

同一节位上叶片、叶鞘和节间生长的顺序是先长叶片,次长叶鞘,最后是节间。因此,一般说来第一节的节间、第二节上着生叶的叶鞘和第三节上着生的叶片是同时伸长的。但根据今年观察,节间迅速生长的时间稍晚于同伸叶片,可能与气候条件特殊有关。

根据同伸关系,可从展开叶的叶位数了解此时期迅速生长的部位。例如展开叶为春后第二叶片,此时正在迅速生长的是第三叶(心叶)的叶鞘、第四片叶的叶片(心叶内一叶)和展开叶(第二叶)所着生节的节间(基部第一节)。了解这一规律可以能动的控制和促进某叶片和节间的长相,创造合理的群体结构。

小麦幼穗分化进程与叶位和节间的生长有一定的相关性,同时与生育期在时间上也有一定关系。幼穗分化进程是生产上确定管理措施的重要依据,但幼穗观察需要一定的设备,不甚方便。幼穗分化各时期的出现虽大体有一个时间范围,但每年因气候条件不同而有早晚的变化,所以生产上往往根据外部形态与生育期采取措施。为了便于掌握幼穗分化进程,现将幼穗分化各时期、外部形态及生育期关系列于表 6。

表 6 幼穗分化各时期、外部形态及生育期的关系

幼穗分化时期	叶 位	节 间 伸 长 情 况	生育期
伸长期	一叶		返 青
单棱期	一叶展开		起 身
双棱初期	一叶一心		
双棱末期	二叶一心	第一节间开始伸长	
小花原基分化期	三叶—三叶一心	第一节间迅速生长,第二节间开始伸长	
雌雄蕊原基分化期	四叶一心	一节间停止伸长,二节间速伸,三节间始伸	拔 节
药隔期	五叶—五叶一心	四节间始伸	
四分体期	六叶展开、五叶与六叶叶耳距 1—2 厘米	三节间停伸,三节间速伸,五节间始伸	挑 旗

特别值得强调的是在生育期中,起身期与双棱期、拔节期与雌雄蕊原基分化期、挑旗期与四分体期时间上基本一致。掌握这三个时期出现的时间,并结合当时外部长相和穗部器官分化情况因势利导,采取管理措施,可以夺取高产。

小麦籽粒灌浆与粒重

小麦在扬花受精后即开始形成籽粒。据观察,开花后 10 天左右是小麦籽粒中胚的形成时期,干物质的增长速度较慢,每日千粒重的增长量在 0.7—1 克左右。这时期籽粒含水量较高,含水率保持在 70% 以上。此后进入胚乳形成期,干物质急剧增加,千粒重日增长期达 1.0 克以上,籽粒含水量下降到 45—65%。开花 25 天后,干物质的增长量又有所下降,籽粒含水量在收获时下降到 35% 左右。大约扬花后 30 天,籽粒干物重达最大

量,是收获的最适宜时期。

籽粒中 70% 左右的干物质是灌浆期植株上部三片功能叶的光合产物,还有一小部分来自植株体内的贮藏物质。因此,抽穗后保持植株一定的营养水平和土壤一定含水量,可以防止上部叶片早衰。氮素对防止植株早衰,延长绿色部分的功能有重要作用,磷、钾素则可促进碳水化合物和含氮物质的转化。但扬花后氮素过多,停水过晚,也会妨碍体内贮存物质间籽粒运转,贪青晚熟而造成千粒重下降。

近几年来,许多地区采用后期叶面喷磷,这个措施在中下等肥力土壤上,增产显著,一般能增加千粒重 3—18%。小麦生殖生长阶段所需磷素约占全生育期的 70% 左右,根据植株营养诊断,拔节孕穗期植株体内的含磷量降至最低点。而磷素在蛋白质合成和糖的代谢中起着重要的作用,缺磷不利于小花的发育,光合作用的进行受阻,糖分不能迅速地转化为淀粉。试验证明后期喷磷有利于增加小麦穗中有效磷和糖的含量(表 7)。由于体

表 7 后期喷磷对小麦穗中有效磷、糖含量的影响

处 理	测定项目	测 定 日 期 (日/月)				
		28/5	1/6	8/6	11/6	14/6
5 月 6 日, 5 月 26 日各喷一次(2000ppm)	磷(ppm)	200	300	180	200	200
	糖(毫克/克)	250	50	18	25	10
对 照	磷(ppm)	200	180	100	190	90
	糖(毫克/克)	50	35	10	22	10

内磷素增加,灌浆进度加速,千粒重比未喷磷的高(表 8)。

表 8 后期喷磷对小麦千粒重的影响

处 理	千 粒 重 (克)							
	24/5	27/5	1/6	4/6	8/6	11/6	14/6	19/6
5 月 6 日喷一次(2000ppm)	3.70	5.19	15.00	16.50	24.00	30.00	39.00	42.80
5 月 26 日喷一次(2000ppm)	2.26	3.80	9.00	14.00	20.00	24.00	35.00	41.00
5 月 6 日, 5 月 7 日各喷一次(2000ppm)	3.37	6.05	18.60	21.00	28.00	30.00	39.00	44.80
对 照	2.26	6.67	10.00	14.00	23.40	28.00	33.50	40.60

根据几年试验可以肯定,除高肥力地块外,后期叶面喷磷可作为一项有效的增产措施。

ORGAN FORMATION IN WHEAT IN RELATION TO MANURING AND WATERING

Department of Basic Agriculture, Peking Teachers' College

ABSTRACT

We studied the growth, morphology and yield of wheat in relation to manuring and watering. The results obtained were as follows:

1. The bigonovs stage is the critical period for increasing spikelet number and effective tillers.

2. The floret differentiation stage is an important period for retaining flowers and increasing grain number.

When floret reached the stage of stigma differentiation, almost all of them could develop into fertile flowers, so that stigma differentiation was enhanced and its growth period was prolonged. Therefore the number of sterile florets was decreases.

3. It has been found that there is a cerrelation among the leaves, stems and spikes in gowth, According to the gross morphology, the stimulative effects of manuring and watering on the particular organs may be predicted.

4. At the shooting up stage in early spring, application of manure and water will promote the elongation of second and fourth leaves, first and second basal internodes. This is the most suitable time for raising effective tillers. But inappropriate application of them may cause lodging.

5. At the shooting stage, manuring and watering will promote the elongation of fourth internode and that below the spike. This measure can prevent florets from degeneration.