

## 青海春小麦干物质累积与其生理特性的关系

马章英 张树源 白雪芳

(中国科学院西北高原生物研究所)

同一作物的不同品种,无论在形态特征上,或是对水肥的需求上都有差异,成熟也不一样。而生长在高原环境下的春小麦虽然也如此,但它们在形态特征和生理特性方面有其共同的特性和规律性。六十年代初期有些学者对青海高原小麦进行过研究(沈允钢、黄庆榴等,1962),指出了该地区的小麦同化器官功能期长,光合作用强,呼吸作用低,且灌浆期长对干物质的积累及经济产量影响很大。但对它们在不同发育时期的干物质积累有无规律,不同的品种生理特性有无差异及相互关系如何,还研究的不多。为此,我们于1981—1982年对高原上四个不同的春小麦品种进行了几种生理特征的测定,目的在于了解高原小麦的干物质累积规律,不同的品种之间其生理变化关系,为选育适合高原栽培又能高产的品种提供依据。

### 材料和方法

试验地设在西宁郊区生产队的大田内,海拔2260米。前茬为蔬菜,土壤肥沃。在小麦生育期间,灌水、施肥、中耕等措施完全一致。以四个春小麦品种为材料:“阿勃”,秆高,晚熟,产量较稳定。“高原338”,叶片肥大,中秆,中熟,亩产量在1000斤上下,生长后期稍有早衰。“高原506”,秆较高,籽粒大,亩产800斤左右。“晋3269”,高秆,长芒,亩产700—800斤。小区面积1米×0.2米,12行区,随机排列,重复3次。在小麦生育过程中,共选出5个生育期(分蘖、拔节、抽穗、灌浆、乳熟)进行以下项目的测定:

按各样株叶片长×宽总和  
样株数×1.2 的公式求单株叶面积,  $\frac{\text{以单株叶面积} \times \text{基本苗}}{666.6667}$  求叶面积系数。把测定完叶面积后所取样株的根部洗净,置100℃烘箱中烘24小时求干重。用蒽酮法(Yemm and Willis, 1954)测定可溶性糖含量。采用Arnon法(Arnon, 1949)测定叶绿素的含量,过氧化氢酶的活性用过氧化氢酶分解量测定法(西北农学院植物生理实验指导,1978)。

### 结果与分析

#### 1. 不同春小麦品种干物质累积的变化

小麦干物质的积累是经济产量的基础,从拔节到灌浆后期,在时间上占整个生育期的

一半左右,小麦一生中干物质积累有70—80%以上是在这个阶段完成的(沈允钢等,1962)。而我们对高原小麦测定的结果表明:各品种干物质积累动态从分蘖期以后,一直到乳熟期其重量逐渐增加,乳熟期达到高峰,基本趋势是直线上升。由图1可知,从分蘖期起到抽穗期,干物质积累量占总积累量分别为:“阿勃”29.1%，“高原338”34.6%，“高原506”30.0%，“晋3269”28.1%。而从灌浆到乳熟期,仅占全生育期三分之一的时间内,各品种干物质积累量占总积累量的百分率为“阿勃”70.9%，“高原338”65.4%，“高原506”70.0%，“晋3269”71.9%。从这四个春小麦后期干物质积累情况来看,除了高原338后期稍有早衰只有65.4%以外,其它品种均在70%以上。

可见,青海地区春小麦干物质积累变化与内地平原地区小麦相比有很大的差异,尤其是灌浆到成熟阶段。比如,在上海附近的小麦,干物质积累到灌浆期不久就渐趋缓慢(沈允钢等,1962),其旗叶的光合作用能力不到乳熟就骤然下降(河南小麦灌浆期30天,上海小麦33天)。而青海高原地区,小麦的灌浆期长,一般在50天左右。同时该地区昼夜温差大,小麦在灌浆期间,夜间的呼吸强度约为白天的三分之一;因而光合作用产物多而消耗少,使更多的同化产物运往穗部,所以干物质积累呈直线上升。很明显,这可能是造成不同地区干物质积累总量有差别的主要原因。

## 2. 不同春小麦品种过氧化氢酶活性的变化

植物组织内酶的合成与分解不仅与物质代谢有直接关系,而且与细胞的生长分化也密切相关(北京农业大学主编,1980)。随着植物的生长发育,过氧化氢酶的活性也发生着改变。

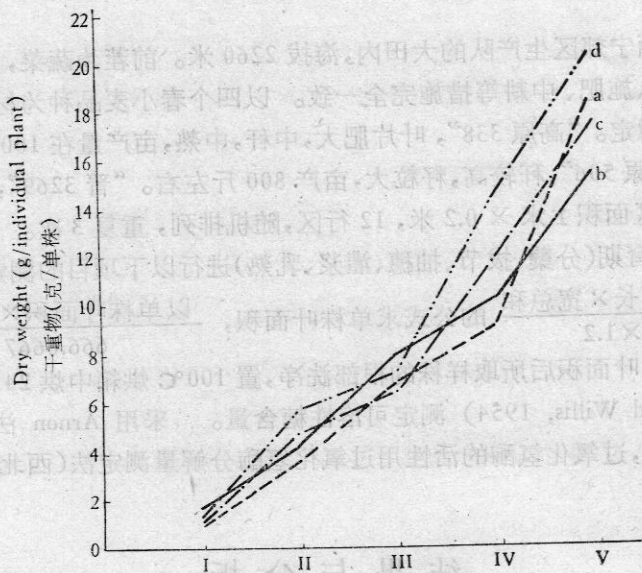


图1 不同春小麦品种干物质积累的变化

Fig. 1 Changes of dry matter accumulation in different varieties of spring wheat

I 分蘖期 tillering II 拔节期 elongation III 抽穗期 earing IV 灌浆期 grain-filling V 乳熟期 milk-ripe  
a. 阿勃 Abbondanza b. 高原338 Plateau 338 c. 高原506 Plateau 506 d. 晋3269 Jin 3269



由图 2 可见,四个春小麦品种在不同的生育期,过氧化氢酶的活性无疑是不同的,就是在同一个生育期内也有差异。比如,它们在分蘖期品种间的差异在 0.28—0.47 之间,高原 338 偏高,拔节期在 0.25—0.41 之间,晚熟品种阿勃稍高,抽穗期在 0.54—1.33 之间,晋 3269 的过氧化氢酶的活性比其它三个品种都强些,乳熟期在 0.36—0.64 之间,品种之间的差异不算大,而它们在灌浆期差异最显著,在 0.51—2.01 之间,以高原 506 酶的活性最强。从总的来看,各品种过氧化氢酶的活性随着小麦不断生长发育而增强,都在灌浆期达到高峰,而后又逐渐减弱,基本趋势一致。

从图 1 和图 2 可以看出,各品种从分蘖到灌浆期,过氧化氢酶的活性变化与干物质积累密切平行,但到了乳熟期以后,酶的活性下降,而干物质积累却急剧上升。

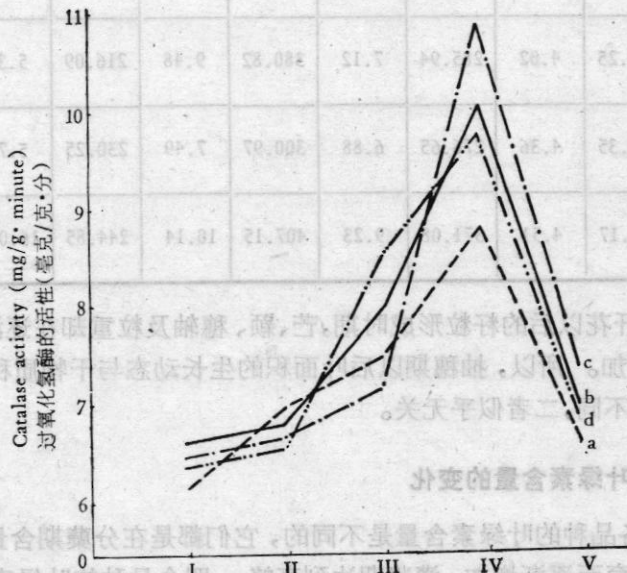


图 2 不同春小麦品种过氧化氢酶活性的变化

Fig. 2 Changes of catalase activity in different varieties of spring wheat

I. 分蘖期 tillering II. 拔节期 elongation III. 抽穗期 earing IV. 灌浆期 grain-filling V. 乳熟期 milk-ripe a. 阿勃 Abbondanza b. 高原 338 Plateau 338 c. 高原 506 Plateau 506 d. 晋 3269 Jin 3269

### 3. 不同春小麦品种单株叶面积和叶面积系数的变化

叶片是进行光合作用的主要器官。在一定范围内,叶面积越大,植物的生物产量也越高。从表 1 可知,小麦单株叶面积和叶面积系数是紧密相关的。从分蘖以后到叶面积最大时期,各品种的叶面积生长动态呈“单峰曲线”。分蘖期最小,抽穗期达到高峰。青海地区小麦抽穗期间正值气温逐渐上升,此时叶面积展开甚快,虽然下部叶片开始有点枯黄,但仍然能保持较大的叶面积。试验证明,春小麦品种间叶面积的大小,无论在同一生育时期或是在不同的生育阶段,都不相同,但是它们在一生中叶面积发展趋势是一致的。

把图 1 和表 1 结合起来看,可以见到从分蘖后到抽穗期以前各品种叶面积生长动态与干物质积累的变化是一致的。到了抽穗期以后,叶片开始变黄,虽然绿叶面积有所减少,但在盛花期,主茎一般还保持有三片以上的绿叶,直至收获前几天,旗叶的光合作用能力

表 1 不同春小麦品种叶面积(厘米<sup>2</sup>/株)和叶面积系数的变化

Table 1 Changes of leaf area and leaf area coefficient in different varieties of spring wheat (cm<sup>2</sup>/individual plant)

生育期 Growth phase	分蘖期 Tillering		拔节期 Elongation		抽穗期 Earing		灌浆期 Grain-filling		乳熟期 Milk-ripe	
	叶面积 Leaf area	叶面积系数 Leaf area coefficient	叶面积 Leaf area	叶面积系数 Leaf area coefficient	叶面积 Leaf area	叶面积系数 Leaf area coefficient	叶面积 Leaf area	叶面积系数 Leaf area coefficient	叶面积 Leaf area	叶面积系数 Leaf area coefficient
阿勃 Abbondanza	131.56	3.27	180.88	4.50	304.90	7.59	263.79	6.56	188.98	4.68
高原 338 Plateau 338	162.25	4.02	285.94	7.12	380.82	9.48	216.09	5.35	164.68	4.10
高原 506 Plateau 506	175.35	4.36	276.65	6.88	300.97	7.49	230.25	5.73	149.24	3.73
晋 3269 Jin 3269	181.17	4.51	371.08	9.23	407.15	10.14	244.85	16.09	210.85	5.25

才接近消失,而且开花以后的籽粒形成时期,芒、颖、穗轴及粒重却在逐渐增加,致使乳熟期干物重仍继续增加。所以,抽穗期以后叶面积的生长动态与干物质积累动态之间的关系与抽穗期以前很不同,二者似乎无关。

#### 4. 不同春小麦品种叶绿素含量的变化

由表 2 可知,各品种的叶绿素含量是不同的,它们都是在分蘖期含量最低,以后随着小麦的不断生长发育而逐渐增加,灌浆期达到高峰。四个品种的叶绿素含量的变化趋势

表 2 不同春小麦品种叶绿素含量的变化(毫克/升)

Table 2 Changes of the content of chlorophyll in different varieties of spring wheat (mg/l)

生育期 Growth phase	分蘖期 Tilling	拔节期 Elongation	抽穗期 Earing	灌浆期 Grain-filling	乳熟期 Milk-ripe
阿勃 Abbondanza	10.509	18.045	21.907	27.308	22.398
高原 338 Plateau 338	19.733	19.894	21.186	25.018	15.025
高原 506 Plateau 506	11.840	13.130	14.769	29.773	24.614
晋 3269 Jin 3269	18.648	19.484	21.792	25.784	20.140



基本上一致,这种变化恰好与过氧化氢酶活性强弱的变化紧密相关。

由图 2 和表 2 充分说明,各品种过氧化氢酶活性的变化与叶绿素含量高低是密切相关的。

### 5. 不同春小麦品种可溶性糖含量的变化

试验结果表明,各品种可溶性糖含量的变化,不仅是与叶面积的大小、或者与干物质的积累水平、过氧化氢酶的活性以及叶绿素含量等方面都有极密切的关系,而且也可能与植物的光合作用强弱有关,对有机物的合成起着重要作用。由图 3 可以看出,从分蘖期开始到抽穗期,可溶性糖的含量以“阿勃”最低,晋 3269 最高,“高原 338”和“高原 506”相差不太明显。从灌浆期到乳熟期以“高原 506”的含量最高,比其它三个品种高很多,但它们在 整个生育阶段里糖的含量变化趋势是一致的,都在灌浆期达到高峰,而后又慢慢下降。

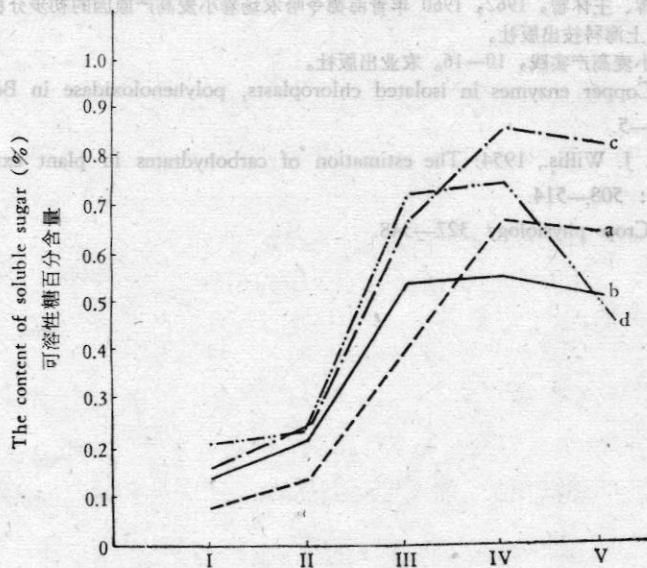


图 3 不同春小麦品种可溶性糖含量的变化(%)

Fig. 3 Changes of the content of soluble sugar in different varieties of spring wheat

- I. 分蘖期 tillering II. 拔节期 elongation III. 抽穗期 earing IV. 灌浆期 grain-filling  
V. 乳熟期 milk-ripe a. 阿勃 Abbondanza b. 高原 338 Plateau 338 c. 高原 506 Plateau 506  
d. 晋 3269 Jin 3269

## 小 结

(1) 对四个不同的春小麦品种的生理特性进行了测定,结果表明,各品种在生长发育的整个时期里,无论是叶面积的生长动态、叶绿素和可溶性糖的含量;还是过氧化氢酶的活性以及干物质积累等方面的变化趋势是一致的,基本规律相同。

(2) 四个品种的叶面积和叶面积系数密切相关;从分蘖期到叶面积的最大时期,生长动态呈“单峰曲线”,分蘖期最小,抽穗期达到高峰。

(3) 春小麦干物质积累量的变化,从分蘖期到乳熟期,其重量是逐渐增加的,乳熟期

达到高峰,基本趋势是直线上升。抽穗期以前,干物重占总积累量的百分之三十左右,而后期超过了百分之七十以上。抽穗以后,虽然叶面积有所减少,但在籽粒形成时期穗部重量仍然增加,干物重继续上升,因此,抽穗以后的叶面积似乎与干物重没有关系。

(4) 各品种过氧化氢酶的活性,不管在那个生育时期都是不同的,尤其在灌浆期差异显著,它们是随着植物年龄的增长而加强,灌浆期达到高峰,乳熟期略有下降。酶活性的这种变化,恰好与叶绿素和可溶性糖的含量变化显著相关,由于这些含量增加的结果,加速了物质代谢的顺利进行,促进了干物质的大量累积。

### 参 考 文 献

- 刘贞琦, 1980, 不同株型水稻光合特性的研究。中国农业科学, No. 3, 6—10。  
 北京农业大学主编, 1980, 植物生理学, 84—86。农业出版社。  
 沈允钢、王天铎、黄卓辉、陈因, 1962, 小麦干物质积累过程与产量形成问题讨论,《小麦丰产研究论文集》173—178。上海科技出版社。  
 黄庆榴、王祝华、黄卓辉、王怀智, 1962, 1960年青海德令哈农场春小麦高产原因的初步分析《小麦丰产研究论文集》, 179—184。上海科技出版社。  
 董留卿, 1979, 青海春小麦高产实践, 10—16。农业出版社。  
 Arnon, D. I., 1949: Copper enzymes in isolated chloroplasts, polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant physiol., 24: 1—5.  
 Yemm, E. W., and A. J. Willis., 1954: The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. Biochem. J., 57: 508—514.  
 Evans, L. T. 1975: Crop physiology 327—348.

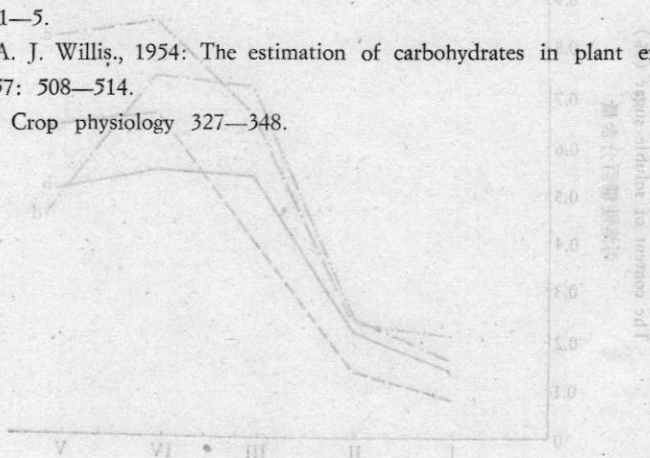


图2 不同品种小麦可溶性糖含量的变化

Fig. 2. Change of the content of soluble sugar in different varieties of spring wheat. I. 抽穗期 (May), II. 乳熟期 (June), III. 灌浆期 (July), IV. 成熟期 (August), V. 收获期 (September). 品种: 1. 青 3265, 2. 青 3266, 3. 青 3267, 4. 青 3268.

### 小 结

(1) 四个不同品种的春小麦, 在抽穗前, 干物重占总积累量的百分之三十左右, 抽穗后, 干物重继续上升, 抽穗后的叶面积似乎与干物重没有关系。  
 (2) 四个不同品种的春小麦, 在抽穗前, 干物重占总积累量的百分之三十左右, 抽穗后, 干物重继续上升, 抽穗后的叶面积似乎与干物重没有关系。  
 (3) 四个不同品种的春小麦, 在抽穗前, 干物重占总积累量的百分之三十左右, 抽穗后, 干物重继续上升, 抽穗后的叶面积似乎与干物重没有关系。

# THE RELATIONSHIP OF DRY MATTER ACCUMULATION AND PHYSIOLOGICAL CHARACTER OF SPRING WHEAT IN QINGHAI

Ma Zhangying Zhang Shuyang Bai Xuefang  
(Northwest Plateau Institute of Biology, Academia Sinica)

Physiological assay of four varieties of spring wheat was carried out in 1981—1982. The results showed that their tendency of physiological variations was unanimous in different varieties, leaf area and leaf area coefficient were closely related in each variety. After fillering, leaf area increased gradually and achieved summit in the earing stage, that the dynamic curve of growth was single-peaked.

Dry weight was increased gradually from the period of fillering through milk-ripe, and reached a peak in milk-ripe stage. Before earing, the dry weight was about 30% of total weight, and at later stage it increased over 70% of total weight. In the period of grain filling, although leaf area reduced, the weight of ear still increased and dry weight continued to rise, so that no direct relation was found between leaf area and dry weight after earing.

The catalase activity has strengthened as the age of each wheat increased its summit was in grain filling stage, and then dropped a litter in milk-ripe. In the course of growth and development, the activity of the enzyme was different in different varieties, especially in the grain filling stage. The changes of the enzyme activity were just correlated with the content of chlorophyll and soluble sugars. As a result, these contents might speed up the process of matter metabolizing and promote the accumulation of dry matter intensively.