

# 青藏高原地区的光质对高原春小麦某些化学成分及其生理活性影响的初步研究

韩发

(中国科学院西北高原生物研究所)

青藏高原地区春小麦的生育期长、光合作用强、籽粒灌浆时间延缓和有机物积累多等特征与该地区特殊的生态环境密切相关(韩发等, 1987)。这些特征对高原地区特殊的光质、辐射和日温差等因素是敏感的。据报道(Zimmer等, 1980; 沈允钢等, 1978)植物的整个生育过程、光合作用和物质生产除了与辐射强度、日照时间等因子有关外, 与光质也有一定联系。光质对大多数植物的生理效应不仅明显地反映在植株的生长特性方面, 同时, 也反映了植物体内化学成分组成的差异和有关酶活性的改变等方面(Kazaryan等, 1980; Osman等, 1980; 倪文, 1983)。

高原地区的光质对作物的影响究竟如何, 目前报道很少。随着青藏高原地区春小麦亩产1006.65公斤的世界纪录和连续10多年大面积900公斤/亩高产的出现, 引起了人们的重视, 试图从各方面分析研究其高产的诸因素, 但众说纷纭, 意见不一, 有待进一步探讨和研究。

辐射强烈、日照充足、光质特殊是青藏高原大部分地区气候的重要特征之一。本文通过模拟试验, 对青藏高原地区的光质在春小麦的生育过程中, 植株体内某些碳氢化合物和有关生理活性的影响效应作了初步分析研究。为进一步开发和利用高原地区的光能资源, 提高农作物的产量和品质提供必要的科学依据。

## 一、材料与方 法

试验采用对比法排列; 试验材料为高原338、晋3269和阿勃等3个不同生态型的春小麦品种, 试验设置在海拔2260米的本所试验田(西宁), 植物生长季内的辐射量在90千卡\*/厘米<sup>2</sup>以上, 于1985年3月上旬播种, 生长期处理组与对照组的灌水、施肥、松土除草等栽培管理水平一致。

不同光质分白光(对照)、蓝光、蓝紫光和红光; 所用滤光材料为国产聚乙烯醇彩色薄膜。用日产L1-188B型量子/辐射/照度计测定光能量, 具体处理详见韩发等(1987)的报道。

在小麦生育过程中, 于分蘖、拔节、抽穗、灌浆和乳熟各期, 从每个处理组取样品10株, 测定其可溶性糖和淀粉含量(蒽酮法), 用缩脲法测定植株的蛋白质含量; 按索氏提取法测定植株的脂肪含量; 根系

本文1988年2月2日收到。

\* 1卡 = 4.1868 焦耳。

脱氢酶活性用红四氮唑法测定;根系活力用  $\alpha$ -萘胺法测定;根据华东师范大学生物系(1980)的方法测定叶片过氧化物酶的活性。

## 二、结果与分析

### (一) 光质对植株碳水化合物含量的影响

随着麦苗生长阶段的变化其含糖量也发生着变化(图1)。处理组受红光和蓝紫光的促进而增加,受蓝光的影响而减少,其中红光对可溶性糖含量的增加效果最明显,蓝紫光第2,白光第3,蓝光较差。从图1中还可以看出,在同样的处理条件下,因品种不同,含糖量增加的程度也不同,如在红光下,晋3269植株中的含糖量比高原338和阿勃增加的幅度大。从各处理组测定值的变化表明,红光和蓝紫光对植株体内可溶性糖积累的促进效应在多数情况下是一致的。但用不同颜色的薄膜短期处理盆栽牧草,其可溶性糖含量在蓝紫光下有所下降(韩发等,1984),由此表明这与本文连续处理或间隔处理的光质效应有所区别,这曾在利用短波光培育健康秧苗等的试验中得到证实(原诚隆,1977;户畑义次,1985)。认为光质影响的差异,不仅与处理的时间长短和处理方法有关,同时与选光性薄膜的光线透过特性和波长范围直接有关。

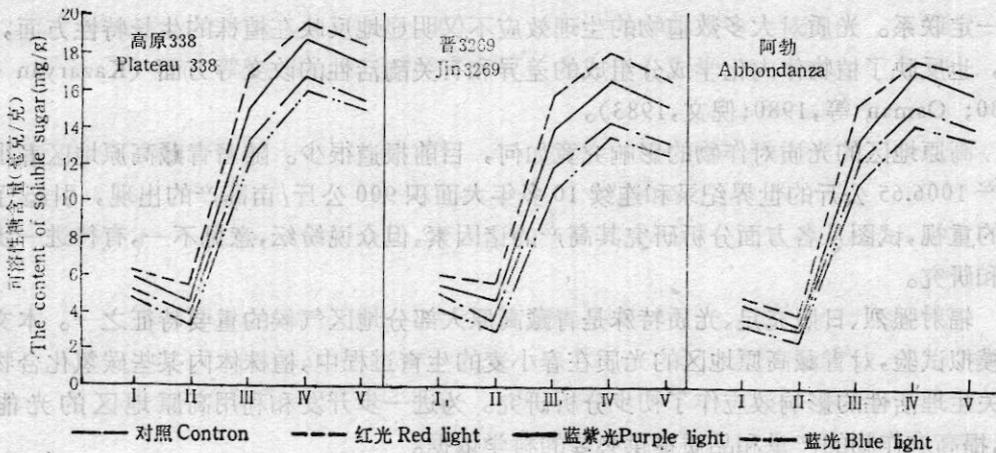


图1 不同光质对春小麦品种植株可溶性糖含量的影响

Fig. 1 Effects of the content of soluble sugar under various light qualities in different varieties of spring wheat plants

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.

从可溶性糖含量的动态变化和植株的生长状况表明,它与春小麦生长过程中的早衰有一定联系。即可溶性糖含量高的植株具有明显的抗寒能力和适应不良环境的特点,同时,对于促进植株的茁壮成长,防止麦苗早期叶尖枯黄和植株过早出现黄叶的现象有一定作用。据灌浆期调查,在红色光下培养的小麦,出现的黄叶数量比对照少8%左右,蓝紫光下少10%以上,而蓝光处理组的可溶性糖含量虽然较低,但植株的黄叶数也有所减少,推测这与蓝色光下植株中氮素、叶绿素含量较高所致。此外,不同光质,对植株体内的淀粉含量有一定影响(表1),在红光和蓝紫光下培养的小麦,淀粉含量均高于对照。这与

表1 拔节期不同光质下小麦植株中淀粉含量的变化(毫克/克鲜重)

Table 1 Effect of content of starch under various light qualities in different varieties of during elongation (mg/g fresh weight).

| 光质<br>Light quality      | 品种<br>Varieties | 高原 338<br>Plateau 338 | 晋 3269<br>Jin 3269 | 阿 勃<br>Abbondanza |
|--------------------------|-----------------|-----------------------|--------------------|-------------------|
|                          | 对照<br>Control   |                       | 6.32               | 6.19              |
| 蓝光<br>Blue light         |                 | 5.59                  | 5.73               | 4.98              |
| 蓝紫光<br>Blue purple light |                 | 6.49                  | 6.64               | 5.83              |
| 红光<br>Red light          |                 | 7.11                  | 7.03               | 6.02              |

表2 光质对不同小麦品种植株蛋白质含量的影响(%)

Table 2 Effect of content of protein under various light qualities in different varieties of spring wheat (%).

| 光质<br>Light quality | 品种<br>Varieties   | 高原 338<br>Plateau 338 |                 |                  |                          | 晋 3269<br>Jin 3269 |                 |                  |                          |
|---------------------|-------------------|-----------------------|-----------------|------------------|--------------------------|--------------------|-----------------|------------------|--------------------------|
|                     |                   | 对照<br>Control         | 红光<br>Red light | 蓝光<br>Blue light | 蓝紫光<br>Blue purple light | 对照<br>Control      | 红光<br>Red light | 蓝光<br>Blue light | 蓝紫光<br>Blue purple light |
|                     |                   |                       |                 |                  |                          |                    |                 |                  |                          |
|                     | 分蘖期<br>Tillering  | 5.76                  | 5.84            | 6.80             | 6.96                     | 5.92               | 6.26            | 6.86             | 7.04                     |
|                     | 拔节期<br>Elongation | 4.80                  | 5.00            | 5.61             | 5.80                     | 4.73               | 4.98            | 5.21             | 5.52                     |
|                     | 抽穗期<br>Earing     | 3.18                  | 3.22            | 3.60             | 3.81                     | 3.11               | 3.23            | 3.45             | 3.45                     |
|                     | 乳熟期<br>Milk-ripe  | 2.66                  | 2.76            | 2.99             | 3.24                     | 2.41               | 2.47            | 2.81             | 2.79                     |

| 光质<br>Light quality | 品种<br>Varieties   | 阿勃<br>Abbondanza |                 |                  |                          |
|---------------------|-------------------|------------------|-----------------|------------------|--------------------------|
|                     |                   | 对照<br>Control    | 红光<br>Red light | 蓝光<br>Blue light | 蓝紫光<br>Blue purple light |
| 生育期<br>Growth phase |                   |                  |                 |                  |                          |
|                     | 分蘖期<br>Tillering  | 5.52             | 5.72            |                  | 6.80                     |
|                     | 拔节期<br>Elongation | 4.92             | 5.10            | 5.60             | 6.22                     |
|                     | 抽穗期<br>Earing     | 3.11             | 3.27            | 3.61             | 3.84                     |
|                     | 乳熟期<br>Milk-ripe  | 2.23             | 2.36            | 2.63             | 2.81                     |

可溶性糖含量的变化趋势相似,表明红光和蓝紫光对植株中碳水化合物的积累是有效的,红光的效果更为显著。

## (二) 光质对植株蛋白质和脂肪含量的影响

由表 2 可知,不同品种植株的蛋白质含量在各光质之间有差异。即在短波光下粗蛋白含量的增加显著。从分蘖到乳熟期,生长在蓝光和蓝紫光下的高原 338,粗蛋白含量比对照高 12.41—20.83%;晋 3269 比对照高 10.15—18.92%;阿勃比对照高 13.82—26.42%。在红光下粗蛋白含量的增加程度一般没有超过 6%,差异较小,可见,蓝光和蓝紫光对提高小麦植株体内的粗蛋白含量均有利,实践也证明:这对增加麦苗的分蘖发生率影响较大。

由抽穗期测定的各处理组植株脂肪含量的变化看出(表 3),短波光下的植株,脂肪含量稍高于红光的含量。所以蓝光、蓝紫光这样的短波光对于植株中粗蛋白质和脂肪的形成、积累具有一定的促进作用。这对于提高整个植株的生长素质和高产优质的形成是很重要的。

表 3 不同光质对春小麦植株脂肪含量的影响

Table 3 Effect of content of fats under various light qualities in different varieties of spring wheat.

| 品 种<br>Varieties      | 脂肪含量(%) Content of fats (%) |                 |                  |                          |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------|------------------|--------------------------|
|                       | 对照<br>Control               | 红光<br>Red light | 蓝光<br>Blue light | 蓝紫光<br>Blue purple light |
| 高原 338<br>Plateau 338 | 1.98                        | 2.05            | 2.16             | 2.14                     |
| 晋 3269<br>Jin 3269    | 2.46                        | 2.58            | 2.60             | 2.70                     |
| 阿勃<br>Abbondanza      | 2.18                        | 2.20            | 2.33             | 2.38                     |

## (三) 光质对根系活力和叶片酶活性的影响

植物根系不仅是水分和肥料的吸收器官,而且有合成氨基酸和激素等多种功能(何芳祿等,1980;金成忠,1963),根系生长的健壮与否和生态环境紧密联系着,从表 4 可知,分蘖期不同处理小麦根系脱氢酶活性的差异较显著,其中蓝光下 3 个品种的根系脱氢酶活性平均比对照高 12.05%、蓝紫光下高 13.69%、红光下高 5.97%。

表 4 不同光质对春小麦根系脱氢酶活性的影响

Table 4 Effect of activity of dehydrogenase under various light qualities in different varieties of roots of spring wheat.

| 品 种<br>Varieties      | 脱氢酶活性(红四氮唑微克·克鲜重·小时)<br>Activity of dehydrogenase (TTC $\mu$ g/g fresh weight·h) |              |                       |               |
|-----------------------|--|--------------|-----------------------|---------------|
|                       | 对照 Control   | 红光 Red light | 蓝紫光 Blue purple light | 蓝光 Blue light |
| 高原 338<br>Plateau 338 | 107.98   | 112.78       | 125.70                | 120.87        |
| 晋 3269<br>Jin 3269    | 110.01   | 119.34       | 126.41                | 128.54        |
| 阿勃<br>Abbondanza      | 108.15   | 113.60       | 118.63                | 116.10        |

表5 苗期不同光质下小麦叶片过氧化物酶活性的变化[酶活性(光密度 450/克鲜重)]  
 Table 5 Change of activity of peroxidase of leaves under various light qualities  
 in seedling. (O. D 450/g fresh weight)

| 光质<br>Light quality      | 品种<br>Varieties | 高原 338<br>Plateau 338 | 晋 3269<br>Jin 3269 | 阿 勃<br>Abbondanza |
|--------------------------|-----------------|-----------------------|--------------------|-------------------|
|                          | 对照<br>Control   |                       | 288                | 251               |
| 蓝光<br>Blue light         |                 | 297                   | 264                | 301               |
| 蓝紫光<br>Blue purple light |                 | 322                   | 289                | 308               |
| 红光<br>Red light          |                 | 285                   | 259                |                   |

如将苗期叶片过氧化物酶活性的变化加一比较(表 5), 就不难看出, 各光质对酶活性的影响是很敏感的, 各光质的作用效果有所差异, 特别是蓝紫光对麦苗叶片的过氧化物酶活性的提高较明显, 表明植株体内某些酶活性的改变往往是受外界环境影响结果的必然反映。因此, 上述酶活性的高低与各光质的激活或抑制作用有关。

另外, 对根系氧化活力的测定结果表明, 各处理组的春小麦根系尽管并没有直接受到不同光质的照射, 但是, 其根系活力强弱仍受着不同程度的影响。短波光下培养的麦苗, 其根系活力略高于对照, 其中蓝紫光比对照平均高4%左右, 蓝光高5%左右, 红光与对照之间的差异不太明显。

### 三、讨 论

综上所述, 红光对春小麦生长过程中植株体内碳水化合物数量的提高是有效的, 蓝光和蓝紫光对促进植株中粗蛋白质和脂肪含量的积累有一定作用, 这与以往的有关报道基本一致(户莉义次, 1973; 沈允钢等, 1978)。试验结果还表明, 不同光质对小麦的有关酶活性、物质代谢和生化成分等方面的影响结果是明显的。

短波光不仅可使小麦的地上部分生长旺盛, 而且对根系活力及其植株的酶活性具有一定影响, 尤其对植株体内某些化学成分组成的转化起着重要作用。总之, 不同光质有不同的作用, 其中可见短波光对提高和促进作物的发根及吸收能力, 以及对光合产物的积累、转化是有利的(倪文, 1983; Feldman, 1984)。这与高原地区的植物在一般情况下所表现的特点相吻合。

然而, 在自然界里植物是处在全日光下的, 而不同光质的影响则通常只能用单色光来测定。因此, 高原上作物高产优质的生理生化过程与光质之间的依赖关系是异常复杂的, 绝不只是某一种影响效应所主宰的。但是, 有关报道和本试验结果证实, 光是调节植物代谢的基本因素之一。高原地区的光质, 尤其丰富的短波光被植物细胞吸收后, 对蛋白质的合成、矿物质的进入, 细胞渗透性、酶的活化和纯化、色素形成、叶绿素合成、呼吸作用, 气

孔蒸腾和运动、二氧化碳的同化过程等,均有很大的促进作用(董留卿,1979)。由此可知,青藏高原地区丰富的辐射资源和独特的光质,是提高光能利用率,增加产量的有利条件,是导致高原农作物体内某些化学成分变化的重要因素之一。

### 参 考 文 献

- 卢荻义次(薛德榕译),1973,作物的光合作用与物质生产。180—384,科学出版社。  
卢荻义次,1985,作物生长发育中光质的研究——蓝色光,国外农学——农业气象2: 22—23。  
沈允钢、王天锋,1978,光合作用——从机理到农业。61—88,上海科学技术出版社。  
何芳祿、王明全,1980,水稻根系的生长生理,植物生理学通讯,3: 21—27。  
金成忠,1963,根系对叶片生长和活力作用的物质基础,植物生理学通讯,(1): 1—16。  
原诚隆(吴尧鹏译),1977,水稻小苗育秧中选光性薄膜的利用,高光效率与作物丰产,207—217,科学技术文献出版社重庆分社。  
倪文,1983,光对稻苗根系生长及其生理活性的影响,作物学报,9(3): 199—203。  
董留卿,1979,青海春小麦高产实践,10—16,农业出版社。  
韩发、黄桂英,1987,青藏高原地区的光质对高原春小麦生长发育、光合速率和干物质含量影响的研究,生态学报,7(4): 307—313。  
Feldman, L. J., 1984 Regulation of root development. *Ann. Rev. Plant Physiol.* (33): 223—242.  
Kazaryan, V. O., and N. I. Kocharyan 1980 Effect of light quality on carbohydrate metabolism of plant polar organs. *Biol. zh. arm.* 33 (8): 882—885.  
Osman, M. and L. R. G. Valadon 1980 Effect of light quality on the lipid composition of *Verticillium agaricinum*. *Microbios. Lett.* 13 (50): 57—74.  
Zimmer, K. and K. Gerlach 1980 Photoperiodic response of *salvia splendens*: 4. Effect of light quality on elongation of internodes. *Gartenbauwiss. Zeitschrift* 45 (6): 269—273.

## ON THE EFFECT OF LIGHT QUALITY ON SOME CHEMICAL COMPOSITION AND PHYSIOLOGICAL ACTIVITY OF SPRING WHEAT ON QINGHAI-XIZANG PLATEAU

Han Fa

(Northwest Plateau Institute of Biology, Academia Sinica)

This paper simulated the effects of light quality on Qinghai-Xizang Plateau on some contents of hydrocarbon and physiological activity of plateau spring wheat plants. The experiments pointed out that:

1. Under red light and blue purple light, the content of soluble sugar and starch in plants increase obviously during tillering-milkripe, but decrease under blue light than those under the control, and the increase of carbohydrate is the highest under red light.
2. During tillering-milk ripe, the content of protein in plants is the highest under blue purple light, that under blue light the second and that under red light the lowest, and so is in fat.
3. The plants in treatment group is stronger than in control one, in aspect of vitality of root system and peroxidase of leaf, especially under blue light and blue purple light they posses obvious acceleration on raising physiological activity of spring wheat.