蓝色短波光培育水稻壮秧

倪　文

（中国科学院昆明植物研究所）

育秧是水稻生产中一项十分重要的措施。育秧的关键在于如何安全育秧，培育壮秧。而培育壮秧又是夺取水稻高产稳产的重要环节。俗话说："秧好一半谷"，这说明有了壮秧就有了丰产的把握。

近年来，我省不少地区先后推广了薄膜育秧，温室育秧等一系列新的育秧农艺措施。这些措施能有效地安全育秧，防止烂秧，并能育出一定数量的壮秧，给育秧工厂化指出了前景。但是，目前我们所用的薄膜或玻璃大多数是透明或半透明无色的。无色的薄膜或玻璃在自然阳光下能透过阳光光谱的红色、橙色长波光与黄色、绿色中波光和部分青蓝色短波混合光；但不能透过波长比较短的蓝色光、紫色光，特别是波长更短的紫外光。因而在缺乏上述短波光的场合下培育出来的稻苗茁壮程度要差些。龙其当温度稍高，光照不足时往往会出现稻苗徒长、黄化或白化等现象。为此，有些地区采用一些补救的措施，如早揭膜、早晒苗或采用小苗寄秧等办法来增加吸收阳光中的短波光蓝光、紫色光和紫外光使稻苗的茁壮素质提高。

针对上述所存在的问题，结合自然特点和使用薄膜的实际，我们进行了在不同颜色薄膜透过的单色光质下培育稻苗的实验，目的是要找出培育壮秧的作用光谱，为当前各地开展薄膜育秧、温室育秧以及育秧工厂化设施提供更完善的理论依据。现将我们所做的实验方法和实验结果整理总结如下：

一、实验材料与方法

实验材料水稻品种系采用"0090"，种子经选种消毒后，催芽到芽鞘刚露白尖时播种于长30厘米×宽20厘米×高5厘米的育秧搪瓷盘中，盘中铺有一层2厘米厚的稻田土，每盘播种10克（每市亩播种约合250市斤）。

有色薄膜系采用上海产的透明聚酯薄膜，颜色有、红、黄蓝和无色四种。经用岛津U—V210A型双光束分光光度计测定，蓝色薄膜透过的蓝光波长为350—450nm（毫微米）；黄色薄膜透过的黄光波长为525—600nm；红色薄膜透过的红光波长为620—760nm。以无色薄膜透过的无色混合光为对照。

实验方法：在播种后的育秧盘上复盖有色薄膜罩，复盖后即置于自然光照下培育，每天光照时间为10小时，白昼平均温度为25—28°C。当稻苗培育到12天，苗高约14厘米，三片真叶完全展开时揭膜并解除光质处理，随即选苗移栽或测定。

二、实验结果

（一）培育12天稻苗的生长素质

通过对有色薄膜透过的不同光质下培育的稻苗进行调查，在红色薄膜的红色长波光中培育的稻苗，伸长生长迅速，植株细长，叶片较薄，单苗干重/株高比小，亦即是单位长度的干物重小。而在蓝色薄膜的蓝色短波光中培育的稻苗，明显具有抑制稻苗徒长

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.ne

伸长的作用，有利于植株的形态建成，使株矮短粗壮，叶片厚实，叶鞘短，稻苗单位长度的干物重大，稻苗生长效率（%）高，群体稻苗生长的株高整齐度(%)高（见表1）

表 1　　不同颜色光质下培育12天稻苗的生长素质

光质	稻苗高度(厘米)	叶鞘长（厘米）			叶面积(厘米²)				叶片充实	单株干重/株高	生长效率*	群体稻苗株高**
		1叶鞘	2叶鞘	合计	1叶	2叶	3叶	合计	厚度(毫克/厘米²)	(毫克/厘米)	(%)	整齐度（%）
蓝色	14.6	3.8	9.0	12.8	0.45	2.43	2.14	5.02	2.49	1.00	75.0	60
黄色	16.3	3.3	7.8	11.1	0.31	2.12	3.18	5.61	1.96	1.01	71.2	48
红色	21.3	4.9	11.6	16.5	0.32	2.51	2.93	5.76	1.56	0.80	66.6	40
无色(对照)	16.7	3.7	7.6	11.3	0.28	2.02	2.20	4.59	2.04	0.93	61.9	48

注：$*生长效率(\%)=\frac{由贮藏物质所构成的幼苗重}{贮藏器官所丢失的贮藏物质重量}\times 100\%$

$**群体稻苗株高整齐度(\%)=\frac{调查苗株数的株高平均数\pm厘米的苗株数}{调查苗株数}$

（二）培育12天稻苗的生理性状

1.叶绿素的形成及其保持能力

我们曾先将种子播种后置于27±0.5°C的黑暗恒温箱中培育成黄化幼苗后，再移于不同有色薄膜的单色光光质下培育，按不同培育天数测定稻苗中叶绿素含量，结果如表2。在蓝色短波光中的培育的稻苗叶绿素形成迅速，叶绿素含量高.尤其是叶绿素a含量高，且随培育天数的增加更为明显。同时离体叶片的叶绿素保持能力，特别是叶绿素a的保持能力亦以蓝光培育的稻苗为最强，红色长波光中培育的稻苗最弱（见表3）。

表 2　　不同颜色光质下对黄化幼苗叶绿素的形成　　（叶绿素含量：毫克克鲜重）

光质	光照2天				光照4天				光照8天			
	叶绿素a	叶绿素b	a/b	叶绿素总量 a+b	叶绿素a	叶绿素b	a/b	叶绿素总量 a+b	叶绿素a	叶绿素b	a/b	叶绿素总量 a+b
蓝色	0.413	0.273	1.52	0.686	0.651	0.430	1.52	1.087	0.718	0.522	1.37	1.240
黄色	0.344	0.223	1.53	0.567	0.576	0.415	1.38	0.991	0.600	0.381	1.55	0.987
红色	0.343	0.229	1.49	0.572	0.510	0.304	1.67	0.814	0.469	0.320	1.46	0.789
无色(对照)	0.351	0.209	1.22	0.546	0.516	0.340	1.51	0.856	0.608	0.378	1.61	0.986

表 3　　不同颜色光质下离体叶片叶绿素的保持能力

光质	离体前叶片叶绿素含量				离体后2天叶绿素含量				离体后4天叶绿素含量			
	叶绿素a	叶绿素b	a/b	叶绿素总量 a+b	叶绿素a	叶绿素b	a/b	叶绿素总量 a+b	叶绿素a	叶绿素b	a/b	叶绿素总量 a+b
蓝色	0.669	0.383	1.746	1.052	0.299	0.196	1.526	0.495	0.068	0.054	1.259	0.122
黄色	0.593	0.341	1.735	0.933	0.309	0.209	1.478	0.518	0.048	0.043	1.116	0.092
红色	0.509	0.316	1.610	0.825	0.259	0.169	1.532	0.428	0.042	0.056	0.750	0.098
无色(对照)	0.580	0.361	1.606	0.941	0.283	0.181	1.563	0.464	0.044	0.028	1.571	0.072

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2.光合作用速率、光呼吸强度与二氧化碳补偿点

把不同光质中培育12天的稻苗用红外线CO_2分析仪测定每盘群体稻苗的光合作用速率，设无色透明薄膜透过的无色混合光为100用以作对照与测定值相比较（见表4）。蓝色短波光中培育的稻苗，其光合作用速率均高于无色混合光（对照）和红色长波光中培育的稻苗，尤其在光强度降弱时相比较则更为明显。

表4　不同颜色光质下培育12天稻苗的光合作用速率

测定时光强度（勒克斯）	光合作用速率（毫克CO_2/盘时）		
	无色（对照）	红色	蓝色
6万	530 (100)*	500 (94)	580 (109)
4万	495 (100)	475 (96)	560 (113)
2万	380 (100)	380 (100)	460 (121)

注：*括弧内对照为100的相对值。每盘均为150苗。

另外，我们又在8万勒克斯光强度下测得光呼吸强度与二氧化碳补偿点（PPM）表明，在蓝色短波光中培育的稻苗光呼吸强度比较低，二氧化碳补偿点（PPM）亦低。而无色混合光（对照）、红色长波光中培育的稻苗光呼吸强度与二氧化碳补偿点（PPM）都比较高（见表5）。

表5　不同颜色光质下培育12天稻苗的光呼吸强度与Co_2补偿点*

光质	光呼吸强度(毫克Co_2/分米^{2}时)	Co_2补偿点（PPM）
蓝光	3.7	42
红光	5.9	96
无色（对照）	5.6	87

注：*测定时光强度为8万勒克斯，温度32±1℃。

3.碳水化合物含量

糖、淀粉和纤维素等碳水化合物含量的多少，通常作为衡量稻苗壮弱的生理素质指标之一，碳水化合物含量多，有利于发根和分蘖的发生。从表6首先可看出，稻苗碳水化合物含量随着光强度下降而减少，而减少较多的是淀粉与纤维素含量。不同光质中蓝色短波光中培育的稻苗碳水化合物含量均高于红色长波光、黄色中波光和无色混合光(对照)中培育的稻苗（见表6）。

表6　不同颜色光质下培育的稻苗的碳水化合物含量（干重%）

光质	6万勒克斯光照				4万勒克斯光照				2万勒克斯光照			
	可溶性糖	淀粉	纤维素	总碳水化合物	可溶性糖	淀粉	纤维素	总碳水化合物	可溶性糖	淀粉	纤维素	总碳水化合物
蓝色	11.1	27.7	30.6	69.4	13.2	9.8	19.1	42.1	11.7	5.2	14.8	31.7
黄色	10.6	22.9	28.9	62.4	13.2	7.0	17.0	37.2	9.1	4.5	14.8	28.4
红色	10.2	29.0	25.4	64.6	12.8	7.9	15.5	36.4	10.4	4.5	15.2	30.1
无色(对照)	10.4	27.7	30.0	68.1	12.1	7.7	16.6	36.4	10.4	5.0	13.4	28.8

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.ne

（三）培育12天稻苗栽插于本田后的生长表现

不同光质中培育12天的稻苗栽插于本田后的调查：在蓝色短波光中培育的稻苗栽插后返青快，分蘖早，单苗分蘖数多，成熟后的每穗粒数和结实率（%）均优于其它光质中培育的稻苗（见表7）。

表7　　不同颜色光质下培育12天稻苗栽插于本田后的生长性状

光质	稻苗栽插后返青天数（天）	栽插本田后的分蘖			单苗成穗数（个）	产量农艺性状				
		0天	30天	50天		每穗粒数	实粒数	结实率(%)	千粒重(克)	平均单穗产量（克）
蓝色	4	0	2.8	5.0	3.1	162	12.	74.0	27.7	3.3
黄色	7	0	2.0	3.8	2.9	149	104	69.8	27.0	2.8
红色	9	0	2.5	4.3	2.7	143	99	69.2	27.0	2.7
无色(对照)	8	0	2.3	3.8	2.8	156	106	67.9	27.5	2.9

三、讨　论

从上面的实验结果可看出光质对稻苗的生长素质及其生理性状有显著影响。首先应该指出，采用蓝色短波光培育稻苗，可以育出生长素质比较好整齐度（%）比较高的壮秧，既便于机插，又利于增产。致于蓝色短波光为什么能使稻苗起到矮粗苗壮的作用，据Hillman与Galston（1957）认为蓝光能促进IAA氧化酶活性，IAA氧化酶活性是被红光所抑制。这说明蓝色短波光促进了稻苗体内生长素的破坏或减少，因而稻苗不徒长伸长生长。最近Chhabra与Malik（1928）更进一步阐明了红光只会增加过氧化物酶活性和萍果酸脱氢酶活性，使IAA增加。

光质对叶绿素的影响。Sayre（1928）最早以叶色深浅为依据来判断叶绿素含量及其发达程度，认为红光最有效，其次是蓝光与绿光。Inada（1973），原城隆、西川(1976)进一步证实，在蓝光或蓝光＋绿光中培育的稻苗比红光或橙光下培育的稻苗叶绿素含量高，类胡萝卜素亦有同样的趋势。本实验测定结果表明，叶绿素的形成及其叶绿素含量，尤其是叶绿素a的含量以及叶绿素的保持能力均以蓝色短波光培育的稻苗含量最高，最有效。

关于光质与光合作用的关系，已有不少人做过这方面的研究，但往往因所用材料或因叶绿素水平不同，而没有取得一致的结果。原城隆、西川（1976）在光质处理期间测得的结果表明：光合作用速率以红色薄膜中红光处理的稻苗高于蓝色薄膜中蓝光处理的稻苗；而当揭膜后光处理解除后测定的结果又表明：光合作用速率则以蓝色薄膜中蓝光处理过的稻苗高于红色薄膜中红光处理过的稻苗。本实验测定表明：蓝色短波光中培育的稻苗光合作用速率高于红光、无色混合光（对照）中培育的稻苗。光呼吸强度与CO_2补偿点（PPM）以蓝色短波光中培育的稻苗为最低。由此可见，蓝色短波光中培育的稻苗能充分地利用短波光，利用CO_2，有效地进行光合作用，因而获得相对较高的光合作用速率。

光质对植物碳水化合物的形成与积累，最早Voskresenkaya（1950）在向日葵与玉米上的实验结果，蓝光中形成蛋白质较多，碳水化合物较少，而在红光中情况正相反。Das与Raju(1965)在秈稻上观察到蓝光能促进蛋白质与非碳水化合物的积累。Horvath

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.ne

与 Ferh(1695)发现菜叶茎曝露于绿光中促进了碳水化合物的合成。原城隆、西川(1976)测定指出，用蓝色薄膜处理的稻苗全氮、全磷以及有效碳水化合物都高于红色薄膜处理的稻苗。湖南邵阳地区农科所（1977）的分析亦表明，蓝色薄膜育的秧苗粗淀粉（%）和粗纤维素（%）含量都高于红色、绿色和无色薄膜育的秧苗。本实验测定表明，蓝色短波光培育的稻苗能形成、累积较多的碳水化合物，尤其是形成、累积较多的淀粉和纤维素。

光质处理过的稻苗栽插于本田后的生长表现，有一定的后效应。湖南邵阳地区农科所（1977）采用有色塑料薄膜育秧试验证明，用蓝色薄膜复盖的秧苗粗壮，移栽后分蘖率与成穗率以及产量均高于红色薄膜、绿色薄膜以及无色膜薄复盖的秧苗。本实验结果亦表明，蓝色短波光培育的壮秧栽插于本田后返青快，分蘖早，单苗分蘖数多，成熟期每穗粒数，结实率（%）等均高于其它光质处理的秧苗。

四、摘　　要

1.红色长波光（600—760nm）促进稻苗伸长生长，植株徒长细长，叶鞘长，叶片较薄，单苗干重／株高比小，稻苗生长效率低，群体稻苗株高整齐度（%）差。蓝色短波光（350—450nm）具有抑制稻苗徒长伸长的作用，植株矮短粗壮，叶片充实肥厚，叶鞘短，单苗干重／株高比大，稻苗生长效率（%）高，群体稻苗株高整齐度（%）高，稻苗显得整齐茁壮。

2.蓝色短波光能促进稻苗叶绿素的形成，提高叶绿素的含量与叶绿素的保持能力。

3.蓝色短波光能有效地促进稻苗的光合作用活性，提高稻苗的光合作用速率。而光呼吸强度以及CO_2补偿点（PPM）比较低，这样有利于合成较多的光合产物。

4.蓝色短波光能促进稻苗碳水化合物的形成与积累，碳水化合物含量高，尤以淀粉和纤维素的含量比较高。

5.蓝色短波光培育的稻苗栽插后返青快，分蘖早，单苗分蘖数多，成熟期每穗粒数多，结实率（%）高，有利增产。

最后，从本实验方法可以看出，采用蓝色薄膜透过过滤的蓝色短波光培育水稻壮秧的农艺工序，基本上与一般惯用的薄膜覆盖育秧，温室育秧相同。即选种、浸种，消毒、清洗、催芽（刚露白尖）、播种和覆盖光照处理。

从本实验结果阐明，蓝色短波光培育稻苗，可以提高壮秧的素质，育出整齐度（%）比较高，茁壮一致的壮秧。由此可见，采用蓝色短波光结合当前各地惯用的塑料薄膜育秧、温室育秧以及育秧工厂化等设施中既有理论上的意义，更有实践上的重大意义。（参考文献略）。

〔附〕名词解释：

"光合作用速率"是指单位时间内，单位叶面积所吸收的二氧化碳。植物如果吸收得到，表明光合作用速率高，即光合效能强；反之，吸收得少，光合作用速率低，亦即是光合效能弱。

"二氧化碳补偿点"是指植物在光合作用中当同化作用消耗的CO_2与呼吸作用放出的CO_2在量上相等时，植物可以维持生命，但不能生长。这种CO_2量叫做CO_2补偿点。

"光呼吸"是指植物的绿色细胞在光照下，一方面进行光合作用，吸收CO_2放出氧气，另一方面也吸收氧气，放出CO_2，进行呼吸作用。由于这种呼吸是在光下进行，与光合作用密切联系，故称这种呼吸为光呼吸。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.ne