

寒露风危害晚稻的生理研究

I、低温和弱光对花器官呼吸和同化产物运转及分配的影响*

王永锐 丘泉发 刘振声
张英聚 陈光仪 傅家瑞
(生物学系)

我国长江以南各省的水稻均受到寒露风(或称“秋季风”、“八月低温”、“秋分寒”、“白露风”等)的严重危害。我们于1979年晚稻开始进行寒露风危害晚稻的生理研究和探索有效的抗御措施。

一、试验材料和方法

试验采用晚稻品种“包选2号”。盆栽,抽穗扬花初期部分植株移入低温室进行处理,部分植株置于室外自然条件下作对照。低温室条件是:白天最低12℃、最高为22℃,一般保持17—22℃,光照强度接近2000勒克司,夜间温度由17—22℃逐渐上升,一般在22℃以下,室内湿度为71—83%,实际的低温和弱光处理为四天。

生理分析内容和方法:(一)用微量呼吸计法测定处理植株和对照植株的颖花和花药的呼吸强度,三次重复。(二)测定两组植株对同位素 ^{14}C ($^{14}\text{CO}_2$),和 ^{32}P ($\text{NaH}_2^{32}\text{PO}_4$ 溶液)的吸收,转移和分配。

1、在日光下,把剑叶置于玻璃叶室密闭系统内喂以 $^{14}\text{CO}_2$ ⁽¹⁾,放射性强度为20微居里, $^{14}\text{CO}_2$ 浓度为0.3%,回流20分钟,然后将叶片取出。试验分两批进行。第一批是在喂入 $^{14}\text{CO}_2$ 后立即给予低温和弱光处理,处理后立即取样烘干测定脉冲数;第二批是径过低温和弱光处理后先置于室外自然条件下恢复一天才喂入 $^{14}\text{CO}_2$,喂后48小时取样烘干测定脉冲数。每一批设处理组和对照组。样品分为根、茎、叶和穗。在70℃下经48小时烘干,制成粉末样品,称取50毫克铺于有机玻璃样品碟内,用G—M钟罩型计数管连接FH—408自动定标器测量放射性脉冲数,分析各样品的比活性(CPM/50mg)和总活性。数字经统计学处理。

2、 ^{32}P 由根系吸收⁽²⁾,每盆(栽种四穴)施入 $\text{NaH}_2^{32}\text{PO}_4$ 溶液100微居里于根际土壤

* 张北壮、何祝三、王学林、陈润政等参加部分实验工作。

中。植株经低温、弱光处理后置于室外自然条件下恢复一天才喂入 ^{32}P ，对照组同时喂给，喂后48小时取样烘干测定脉冲数，取样分茎、叶片、叶鞘、穗四部分，测样方法与 ^{14}C 相同。

二、试验结果

〈一〉低温和弱光使晚稻颖花及花药呼吸强度下降（见表1）

实验表明，随着低温弱光处理时间的延长，抑制颖花和花药的呼吸强度也越来越显著，其中以花药受害为重。花药和花粉对低温的反应敏感。解除冷害后48小时，植株仍不能恢复正常的生理活动，花药的呼吸强度与对照组相比仍较低，解除低温弱光后88小时，颖花和花药的呼吸强度才与对照组相近，但这时两者都比较低。

表1 低温和弱光对水稻颖花和花药呼吸强度的影响

测定 时 间 (月、日)	低温处 理 时 间 (小时)	颖花(20个)呼吸强度 (微升 O_2 /小时)			花药(120个)呼吸强度 (微升 O_2 /小时)		
		对 照	低 温 处 理	比对照 降低(%)	对 照	低 温 处 理	比对照 降低(%)
10月17日	24	41	38	-7.4	16	12	-25.0
10月18日	48	36	23	-36.1	16	3	-81.2
●10月20日	106	44	31	-18.2	13	4	-60.9
10月22日	解除低温 后40小时	36	25	-30.6	12	3	-74.5
10月24日	88小时	23	25	+8.0	4	4	0

●10月19日室温升至26°C

〈二〉低温和弱光使晚稻植株同化产物的吸收、运转和分配受障碍

1、对 ^{14}C —光合产物的影响

在低温处理前喂给剑叶 $^{14}\text{CO}_2$ ，喂后即进行四天低温处理，处理结束取样烘干，分别测定处理与对照植株根、茎、叶和穗的 ^{14}C 比活性(CPM/50毫克)。测定结果表明(表2)，低温和弱光(寒露风)障碍了剑叶光合产物的运输过程，输出率显著下降，因此， ^{14}C 光合产物在各器官中的分配率显著下降，其中尤以根部的分配为最少，引致根的饥饿与缺乏能量供应，或使根的活力减低，接受光合产物能力下降。足见根是受寒露风伤害较严重的器官。

从表3可见，经低温处理四天的植株剑叶 ^{14}C 同化率(总CPM为98646)高于对照组(总CPM63398)。剑叶的 ^{14}C 同化物的输出率亦高于对照，可能是由于处理植株移到室外(28°C)自然条件下，生理功能恢复补偿活跃过程的表现。但是，从剑叶 ^{14}C 同化物运输分配进入各器官的情况来看，处理植株 ^{14}C 同化产物进入根部的量甚少(仅占总CPM的0.4%)，比对照比活性减少几倍；进入稻穗的分配比例与对照差异不明显，但分配进入茎器官的 ^{14}C 比对照高，即光合产物在茎鞘中滞留量因低温作用后有所增加。试验指出，不论在低温处理前或处理后喂 $^{14}\text{CO}_2$ ，低温对 ^{14}C —光合产物在各器官中的分配率均有相似的影响，其中受寒露风伤害最严重是根，运入养料极度受抑制，与此同时在茎部却有较多 ^{14}C 同化产物的积聚，运往稻穗的光合产物也受到严重的影响。

表2 低温和弱光对水稻光合产物输出和分配的影响
(低温处理前喂给剑叶¹⁴CO₂)

植株器官	对照(室外自然条件下)			低温和弱光处理			低温弱光处理组的CPM/50mg为对照的相对值%(以对照为100%)
	CPM/50mg	总CPM	各器官分配%	CPM/50mg	总CPM	各器官分配%	
剑叶	4497 ± 627	18263	4.8	6309 ± 795	23953	18.5	140.3
剑叶鞘	2091 ± 402	13327	3.5	1636 ± 346	8630	6.6	78.2
功能叶片	1035 ± 934	10993	2.9	20 ± 11	197	0.2	1.93
功能叶鞘	954 ± 303	9571	2.5	32 ± 12	292	0.2	3.35
穗	5703 ± 1299	99118	26.3	4358 ± 2113	52304	40.3	76.4
茎	3490 ± 1716	68830	18.2	2540 ± 1040	43609	33.6	72.8
根	9999 ± 4216	157369	41.7	44 ± 15.6	712	0.6	0.44
整株		377471	100.0		129697	100.0	

表3 低温和弱光对水稻光合产物输出和分配的影响
(低温处理四天后移出室外24小时以¹⁴CO₂喂剑叶,喂后经48小时取样分析)

植株器官	对照(室外自然条件下)			低温和弱光处理			低温弱光处理组的CPM/50mg为对照的相对值%(以对照为100)
	CPM/50mg	总CPM	各器官分配%	CPM/50mg	总CPM	各器官分配%	
剑叶	3376 ± 692	27597	43.5	4155 ± 1813	23476	23.8	123.1
剑叶鞘	940 ± 573	5824	9.3	647 ± 315	4756	4.8	68.8
功能叶片	41 ± 3.1	438	0.7	17 ± 2.6	170	0.2	41.4
功能叶鞘	84 ± 52	1086	1.7	162 ± 48	1817	1.8	192.8
穗	1317 ± 490	8977	14.2	975 ± 442	13575	13.8	74.0
茎	1009 ± 897	17810	28.1	2505 ± 679	54424	55.2	248.2
根	276 ± 17	1656	2.6	72 ± 30	432	0.4	25.9
整株		63398	100.0		98646	100.0	

2、对含磷(^{32}P)化合物的影响

低温处理四天后,置于室外自然条件下,经24小时,喂给根系 $NaH_2^{32}PO_4$ 溶液,再经48小时后取样测定根系吸收和分配含磷(^{32}P)化合物的状况表明(表4):除稻穗外,各器官的 ^{32}P 比活性与对照相近,而穗的 ^{32}P 含量仅为对照的31.6%,比对照减少两倍,说明 ^{32}P (磷化合物)从根部向穗运转的过程中受到低温和弱光影响后障碍显著。这说明了寒露风危害稻穗的发育过程。

表4 低温和弱光对水稻吸收和分配磷(^{32}P)化合物的影响

植株器官	对 照	低温弱光处理 (处理四天后移出室外24小时)	低温弱光处理的 CPM/50mg为对 照的相对值%
	(室外自然条件) CPM/50mg	CPM/50mg	(以对照为100)
叶 片	438±33	434± 49	99.1
叶 鞘	399±31	428±103	122.1
茎	365±21	361± 61	98.1
穗	436±65	138± 6	31.6

三、讨论及小结

低温(17^o—22^oC)和弱光(约2000Lux)会使晚稻的生理性状发生变化。

1、颖花和花药呼吸强度下降达21—81.2%。解除低温和弱光后48小时仍较对照减少74.5%,解除低温弱光后88小时才接近于自然条件下植株花药和颖花的呼吸强度。证明水稻花器官是受低温和弱光伤害的主要器官之一,低温对颖花受粉和结实有一定影响。

2、稻株剑叶片的光合产物输出率下降,运输和分配均受到影响,尤其是运往根的过程所受障碍最大,根得到光合产物最少,说明根对寒露风很敏感,又是受寒露风危害最严重的器官,无论是低温处理前喂 $^{14}CO_2$ 或低温处理后喂 $^{14}CO_2$ 都得到同样的效果,根器官含 ^{14}C 比活性分别为对照植株的0.44%和25.9%,占器官的分配率分别仅为0.6%和0.4%,因此在寒露风到来期间采取适当的措施(如灌长流水等)来保护根的活力对抗御寒露风危害是必要和有效的。

3、稻株根系对磷化合物(^{32}P)的运输和分配受到低温和弱光的障碍,而障碍主要表现在根部运输至穗部的 ^{32}P 含量比对照植株减少二倍。

4、低温使根正常的生理活动受阻,并破坏了光合产物及磷素化合物在植物体内正常的运转和分配,尤其是这些物质不能及时运往穗中,这可能是晚稻受寒露风危害后出现空瘪粒,造成减产的一个重要原因。

参 考 文 献

- [1] 中山大学生物学系植物生理教研室、同位素实验室,应用放射性碳(^{14}C)研究赤霉素(920)对水稻光合产物运转与分配的生理效应,中山大学学报,1974,3,1—10.
- [2] 丘泉发、王永锐,短日照对水稻(短种)植株各器官吸收积累 ^{32}P 影响的研究,中山大学学报,1964,4,562—569.

Physiological Studies of the Low Temperature Injury on the Heading Stage of the Paddy Rice

I. Effects of Chilling Temperature and Low Light on Floral Organs and Distribution of Assimilates Labelled by ^{14}C and ^{32}P

Wang Yongrui, Qiu Quanfa, Liu Zhensheng, Zhang Yingju,

Chen Guangyi, Fu Jiarui

Abstract

1. The respiratory rates of florets and anthers were decreased 21—81.2%. The results demonstrated that the floral organs were harmed, and the percentage of pollination and fructification would be decreased.

2. The export percent of the photosynthetic products- ^{14}C from flag leaf and the translocation to the other organs were decreased. Especially the translocation and distribution of the photosynthetic products in roots were impeded. Therefore, before the period of chilling temperature, the rice roots would be given protection to chilling temperature by irrigating water.

3. The translocation of ^{32}P from roots to panicles was impeded by chilling temperature and low light.

4. These results suggest that very little assimilates labelled by ^{14}C and ^{32}P were transferred to roots and panicles respectively. It appears that such results lead to increasing unfilling grains and lower the grain yield.