

[文章编号] 1000-2782(1999)05-0062-04

# 非电离辐射处理后小麦萌发生长的正响应

刘亚龙, 时新玲, 刘志贤, 刘云鹏

(西北农业大学基础科学系, 陕西杨陵 712100)

**摘要** 研究了小麦萌发与生长对 300 nm 紫外非电离辐射处理的正响应。结果表明, 在照射距离为 4 cm, 照射时间分别为 2, 4, 6, 8 与 10 min 时, 供试材料均表现一定的正响应, 发芽势、发芽率、发芽指数与活力指数等都有不同程度的提高。照射距离为 4 cm, 照射 4 min 时正响应最为显著。非电离辐射促进了吸胀作用与呼吸作用, 为刺激萌发与生长奠定了必要的物质与能量基础。

**关键词** 小麦; 非电离辐射; 种子萌发

**[中图分类号]** S351.59 **[文献标识码]** A

物理因子对农作物的生物学效应, 已广泛应用于提高产量、改善品质、遗传育种等领域<sup>[1,2]</sup>, 但有关紫外非电离辐射对农作物生物学效应的研究报道极少。有人提出<sup>[3,4]</sup>, 适当剂量的紫外辐射可刺激农作物生长发育, 但却没有系统而详实的试验资料予以证明, 其作用机理如何更无报道。本研究以紫外辐射作为非电离辐射因子对小麦种子进行处理, 系统探讨了紫外辐射处理后供试材料的发芽势、发芽率等低级指标以及发芽指数、活力指数等高级指标的响应, 并从呼吸作用的变化入手, 对正响应的生理学基础进行了初步研究。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料选择与处理

以当年产与收获 2 年的陕合 6 号小麦为供试材料。挑选颗粒饱满、大小均一的种子, 预先在  $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$  下浸泡, 以提高其辐射敏感性。浸泡完毕, 每 50 粒种子为 1 组, 放入铺有纱布的 12.5 cm 的培养皿中, 再将供试材料放入密闭恒温紫外辐射箱接受紫外处理。紫外辐射波长为 300 nm, 照射距离为 4 cm, 设 0(CK), 2, 4, 6, 8 和 10 min 等 6 个处理。供试材料经紫外处理后, 加入适量蒸馏水并迅速移入恒温  $((25 \pm 2)^\circ\text{C})$  发芽箱进行发芽试验; CK 组浸泡后, 直接放入发芽箱进行发芽试验。所有指标的测定, 均设 3 个小重复, 4 个大重复, 并经方差分析检验差异显著性。按常规发芽试验要求, 若某次重复的误差超出规定范围, 则该重复不参与发芽统计。

### 1.2 分析方法

1.2.1 萌发状况测定 记录每日的净发芽数, 萌发 3 d 后计算发芽势, 萌发 7 d 后计算发

**收稿日期** 1998-09-08

**基金项目** 西北农业大学青年科学专项基金资助项目

**作者简介** 刘亚龙 (1964-), 男, 讲师, 硕士

芽率,依下式计算发芽指数和活力指数

$$\text{发芽指数} = \sum G / D_t$$

$$\text{活力指数} = \text{发芽指数} \times S$$

式中,  $D_t$  为发芽日数,  $G$  为  $t$  日内净发芽数,  $S$  为根(或苗)的长度或干质量。

1.2.2  $\alpha$  淀粉酶活性测定 用 3,5-二硝基水杨酸法<sup>[5]</sup>。以麦芽糖的含量多少作为  $\alpha$  淀粉酶活性大小的指标。

1.2.3 琥珀酸脱氢酶活性测定 用 TTC(2,3,5-氯化三苯基氮唑)还原法<sup>[6]</sup>。以 TTC 被还原量的多少作为酶活性大小的指标。

## 2 结果与分析

### 2.1 小麦萌发与幼苗生长对紫外辐射处理的正响应

由表 1 可以看出,收获 2 年的陕合 6 号在紫外辐射处理下,发芽势、发芽率与对照相比都有显著或极显著上升,其中以 4 min 处理为最显著;但对当年收获的陕合 6 号发芽率无明显变化,而其发芽势仅在 4 min 处理下比对照有显著提高。从发芽势、发芽率 2 项指标来看,收获 2 年的陕合 6 号表现出极显著的响应。

表 1 小麦萌发与生长对紫外辐射处理的正响应

处理时间 / min	发芽势 /%		发芽率 /%		苗长 /cm	苗干质量 /mg	根长 /cm	根干质量 /mg
	a	b	a	b				
0 (CK)	68.6	41.6	94.6	60.2	4.96	2.172	13.39	7.188
2	71.4	50.2	95.2	70.0	5.40	2.598	17.92	8.272
4	76.4	64.8*	97.6	74.8	6.49	2.686	18.76	9.414
6	75.4	60.4*	95.0	72.0	6.40	2.604	18.24	8.476
8	70.0	52.6	96.4	68.4	5.68	2.528	16.91	8.092
10	69.6	50.4	96.2	64.2	5.15	2.144	14.44	7.556

注:① a 表示试验材料为当年收获的陕合 6 号; b 表示试验材料为收获 2 年的陕合 6 号。

② \* \* 表示与对照相比,差异达极显著水平(下同);\* 表示与对照相比,差异达显著水平(下同)。

测定萌发 5 d 后幼苗与幼根的长度、干质量,计算出描述种子活力的一些高级指标,如发芽指数、活力指数等,结果见表 2。

表 2 发芽指数、活力指数等对紫外辐射的正响应

处理时间 /min	发芽指数	苗活力指数		根活力指数	
		I	II	I	II
CK	17.6	87.3	38.2	235.7	126.5
2	19.2	103.7*	49.9	344.1**	158.8*
4	27.4	177.8*	73.6*	514.0**	257.9*
6	22.0	140.8*	57.3*	401.3**	186.5*
8	20.2	114.7*	51.2*	341.6**	163.5
10	18.7	96.3	40.1	270.0	141.3

注:活力指数 I = 发芽指数 × 根(苗)长;活力指数 II = 发芽指数 × 根(苗)干质量。

由表 2 可知,从活力指数来看,无论是以长度计算或是以干质量计算,各处理与对照相比均达极显著水平(10 min 除外)。这表明,当年收获的小麦对适量紫外辐射也有着极

为显著的正响应

## 2.2 紫外辐射对小麦种子萌发生理过程的影响

吸胀作用是种子萌动的前提条件,  $\alpha$ -淀粉酶和琥珀酸脱氢酶是 2 种重要的酶。为此, 以当年收获的陕合 6 号为材料, 对萌发期间种子的  $\alpha$ -淀粉酶活性、琥珀酸脱氢酶活性以及描述吸胀作用的吸水量等进行了测定, 结果见表 3。

表 3 萌发期几种生理指标对紫外处理的正响应

处理 时间 / min	0 h			12 h			24 h			36 h		48 h	
	吸水量 / %	$\alpha$ -酶	脱氢酶	吸水量 / %	$\alpha$ -酶	脱氢酶	吸水量 / %	$\alpha$ -酶	脱氢酶	$\alpha$ -酶	脱氢酶	$\alpha$ -酶	脱氢酶
CK	24.1	0.021	0.041	36.5	0.023	0.056	46.6	0.024	0.060	0.081	0.069	0.271	0.084
2	24.4	0.021	0.041	40.8	0.023	0.057	50.8	0.024	0.081	0.086	0.107 <sup>a</sup>	0.318	0.105
4	24.6	0.021	0.041	49.2	0.023	0.057	58.2 <sup>b</sup>	0.025	0.085	0.112	0.120 <sup>b</sup>	0.336 <sup>c</sup>	0.114
6	24.3	0.021	0.041	46.4	0.023	0.058	57.2 <sup>b</sup>	0.024	0.083	0.097	0.111 <sup>b</sup>	0.322 <sup>b</sup>	0.100
8	24.9	0.021	0.041	40.3	0.023	0.057	50.4	0.024	0.079	0.082	0.102	0.312	0.095
10	24.3	0.021	0.041	38.7	0.023	0.056	48.7	0.024	0.079	0.081	0.101	0.270	0.091

注:①吸水量用吸收水分占干质量的百分比表示

② $\alpha$ -淀粉酶活性用每 30 粒种子每 5 min 产生的麦芽糖的量来表示, 单位为  $\text{mg} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{粒}^{-1}$

③脱氢酶活性用每 50 粒种子每 3 h 被还原的 TTC 的量表示, 单位为  $\mu\text{g} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{粒}^{-1}$

方差分析表明, 在 0~12 h 时各处理的吸水量与对照相比有一定程度地升高。在 24 h 时, 4 min 和 6 min 处理的吸水量与对照相比差异达显著水平, 说明紫外处理对吸胀作用有显著的影响。对于  $\alpha$ -淀粉酶, 到 36 和 48 h 以后, 其活性升高到一定程度时, 各个处理才表现出与对照的差异, 36 h 时差异不显著, 48 h 时 4 min 和 6 min 处理与对照相比, 差异才达到显著水平。这似乎表明, 低剂量紫外辐射对  $\alpha$ -淀粉酶的作用是一种间接机制。这种机制到了代谢较为旺盛的时候才开始启动。

脱氢酶活性大小表示种子活力高低, 脱氢酶活性高的种子, 呼吸强度高, 生命活动旺盛, 生物氧化过程加快, 物质的运输与合成能力也加速进行。对于琥珀酸脱氢酶, 在萌发初期的 0~12 h, 各处理与对照相比没有显著变化; 但到 24 h 后, 各处理与对照相比活性逐渐升高; 到 36 h, 2, 4 和 6 min 3 个处理与对照相比活性升高幅度达到最大, 且达显著水平; 到 48 h, 与对照相比各处理的脱氢酶活性均有所下降, 代谢强度似乎有所回落, 这可能是由于各处理在 24~36 h 时呼吸代谢加剧, 过分的分解代谢使得底物消耗过快所致。

## 3 结 论

1) 供试材料对适量的紫外处理具有显著的正响应。收获 2 年的陕合 6 号小麦在发芽势和发芽率上表现出与对照极显著的差异; 而当年产的陕合 6 号, 虽从发芽势、发芽率上看不出明显差异, 但在发芽指数、活力指数等指标上, 呈现极显著的差异。

2) 供试材料对  $4 \text{ cm} \times 4 \text{ min}$  的紫外处理的正响应最为显著。

3) 紫外辐射处理后, 供试材料在萌发特性、幼苗生长状况等, 均有极为显著的正响应, 紫外辐射在促进小麦种子萌发及后期生长方面有较大的开发价值。

4) 紫外辐射处理引起供试材料正响应的生理基础, 一是提高了种皮通透性, 增强了吸胀作用, 使水分等生长必需物质迅速进入种子, 为促进萌发提供了必要的物质基础; 二是

提高了  $\alpha$ -淀粉酶与琥珀酸脱氢酶的活性,从而增强了呼吸作用,为促进萌发及生长提供了物质和能量基础。

#### [参考文献]

- [1] 李国全,高继明.小剂量电离辐射的刺激效应[J].吉林农业大学学报,1992(1): 79~ 83.
- [2] 柳涛,吴秀芳.物理效应增产作用的诱人前景[J].物理,1992(4): 223~ 224.
- [3] 王中玉.紫外线光源及其应用[M].北京:核工业出版社,1994.
- [4] 叶常丰.种子学[M].北京:中国农业出版社,1994.
- [5] 西北农业大学植物生理生化教研组.植物生理学实验指导[M].西安:陕西科技出版社,1987.
- [6] 陈文彤,倪安丽.小麦种子成熟度与活力的关系[J].种子,1986(3): 20~ 27.

## A study of the positive response of the wheat germination and growth with non-ionization radiation treatment

LIU Ya-long, SHI Xin-ling, LIU Zhi-xian, LIU Yun-peng

(Department of Basic science, Northwestern Agriculture University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract** The positive response of the germination and seeding growth of Shaan-He No. 6 wheat to the ultraviolet radiation and its physiological mechanism are studied in this article. The result shows that when radiation distance is 4 cm and radiation time is less than 10 minutes, the subject has a significant positive response to the treatment, the germination rate, germination energy, germination index and activity index of the subject rises significantly compared with the control. The mechanism is that, firstly, ultraviolet radiation makes the subjects absorb water more than the control, secondly, it makes the  $\alpha$ -amylase and fumarate reductase activity in the seed increase, thus lay an essential foundation for the speeding of the subject's germination and seeding growth.

**Key words** wheat; non-ionization radiation; germination