

6 杨学荣. 植物生理学. 北京: 人民教育出版社, 1981: 265—267

A Study Relations Between Superweak Luminescence and Ability of Resistance to Sprout on the Ear of Wheat Under Maturity. Zhou He (*Institute of Grassland Science, Beijing Agricultural University, Beijing 100094, China*); Yang Qijian (*Department of Agronomy, Agricultural College of Beijing, Beijing 102208, China*).

Abstract The biological superweak luminescence gives the important information of the

metabolic activity of the living organism. The superweak luminescence of several varieties of wheat are measured, and made comparison of their ability of resistance to sprout on the ear of wheat. This method of measuring bioluminescence may be applied to agriculture for the target of appraisal of resistance, thus having more important significance in the agricultural production.

Key words superweak luminescence, wheat, resistance to sprout on the ear, dormant period

种子辐射诱导发光与辐射敏感性关系的研究

陈有君 朱 峰 马鹤林

(内蒙古农牧学院中心实验室, 呼和浩特 010018)

康玉凡

(洛阳农业高等专科学校农学系, 洛阳 471003)

摘要 种子辐射诱导发光随着时间的延长, 发光强度及发光强度的衰减速度逐渐降低. 发光强度的衰减规律接近二级动力学反应规律. 每粒种子吸收单位剂量辐射所产生的诱导发光强度及浸种初期的发光强度与幼苗的相对苗高之间具有显著的相关关系, 这说明辐射敏感性高的种子吸收单位剂量在单粒种子内产生的诱导发光强度也高. 辐照种子发芽后的发光强度比未辐照种子低.

关键词 辐射诱导发光, 辐射敏感性, γ 射线, 种子

辐射处理生物体后能产生 H_2O_2 、氧自由基等活性基团, 这些活性分子或基团继续反应能引起各种辐射生物效应^[1]; 氧自由基等在发生过氧化反应时有化学发光现象的伴随^[2-4]; 另外, 辐射产生的一些激发态分子、基团或离子在退激或复合过程中也可以把能量以光子的形式放出. 辐射处理种子后能产生诱导发光, 发光强度和辐射的剂量及剂量率有关, 也和辐射的种类有一定的关系^[5,6]. 为了探索辐射诱导发光与种子之间的关系, 我们比较了不同辐射敏感性的五种种子的辐射诱导发光及浸种过程中

发光的差异. 并对诱导发光的反应动力学规律进行了初步分析.

1 材料与方 法

1.1 材料及设备

实验所用材料为风干种子, 种名及种子的基本特性见表 1. 辐射用干式 Co-60 γ 源, 铅屏圆形照射室. 测定发光用 Beckman LS-5801 液体闪烁计数仪的单光子监测系统.

收稿日期: 1994-06-29, 修回日期: 1994-12-20

表 1 种子的基本特性

种名 (简称)	新牧一号杂花苜蓿 (新牧)	陇东苜蓿 (陇东)	北疆苜蓿 (北疆)	六纓水萝卜 (萝卜)	普通小麦 (小麦)
拉丁名	<i>Medicago varia Martin</i>	<i>Medicago sativa L.</i>	<i>Medicago sativa L.</i>	<i>Paphanus sativus L.</i>	<i>Triticum aestivum L.</i>
千粒重/g	1.500	1.744	1.719	8.388	40.199
含水量/%	4.735	5.037	5.091	4.709	5.942

1.2 方法

选大小均匀、颜色一致的种子4.00g,装在牛皮纸袋中,进行连续照射.处理剂量为2040 Gy,吸收剂量率为28.1 Gy/h.停照后10min内,于暗室转入闪烁杯中,监测发光强度的变化,以同时测定的同重量未辐照的种子作对照,辐照种子的发光强度与对照的差值作为诱导发光强度值;重复两次.

测量及放置室温控制在24±1℃.14d后测定浸种及发芽过程中的发光变化.方法是:称取1.00g上述干种子,于闪烁杯中,暗处放置24h后,加水5ml,立即上机测定浸种过程中发光变化.10h后,倒出水,在闪烁杯中于暗处发芽,并监测发芽过程中的发光变化.每天用蒸馏水洗一次.以蒸馏水洗过的空杯子作本底.

2 结果及讨论

2.1 诱导发光的衰减趋势分析

由图1a中干种子辐射诱导发光强度的衰减趋势曲线看出,诱导发光强度及衰减速度在停照初期最高,随后逐渐降低,但直到30多天之后仍能测出诱导发光.不同种子的诱导发光衰减趋势都很相似.说明与辐射诱导发光相联系的反应有一定的规律性,且经过较长时间的放置后干种子内仍然有辐射诱发的理化反应在进行.

如果每个反应放出的光子数一定,那么辐射诱导发光强度与诱导发光相联系的化学反应速度之间有正比关系,发光反应速度的变化规律就与发光强度的变化规律相同.已知反应速度A与时间t之间的关系分别是:

一级 $A = A_0 \exp(-kt)$ 或

$\lg(A) = \lg(A_0) - kt$ (1)

二级 $\frac{1}{\sqrt{A}} = \sqrt{k}t + \frac{1}{\sqrt{A_0}}$ (2)

(其中,k是反应速度常数;A₀是记时开始时的反应速度).因此当与发光相联系的反应属一级动力学反应时,发光强度F的对数值与时间

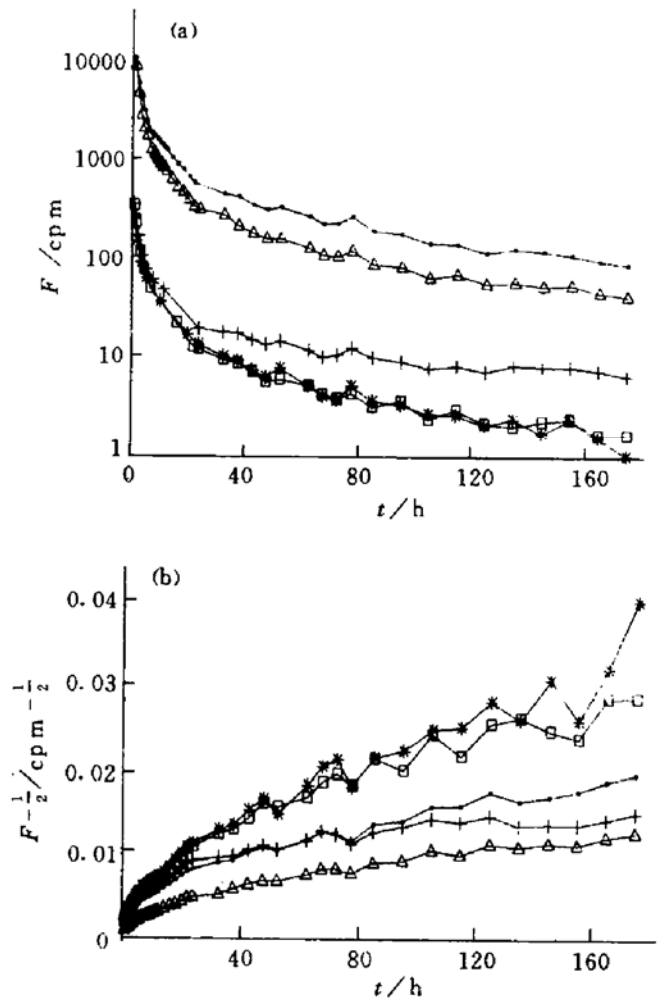


图 1 诱导发光衰减趋势图

(a) 发光强度对数值与时间关系; (b) 发光强度倒数与时间关系. □—□, 新牧一号杂花苜蓿, +—+, 陇东苜蓿, ····, 北疆苜蓿, ●—●, 小麦, △—△, 水萝卜.

t 成直线关系; 而当发光反应属于二级动力学反应时, 发光强度 $F^{-\frac{1}{2}}$ 与时间 t 成直线关系. 由图 1a 中 $\lg(F)$ 与时间 t 及图 1b 中 $F^{-\frac{1}{2}}$ 与时间 t 的关系曲线可以看出辐射诱导发光反应既不是简单的一级也不是简单的二级反应. 根据图 1a 曲线的形状我们用三条指数曲线线性组合的方法对衰减曲线进行了回归分析, 结果列于

表 2 中. 从表 2 中可以看出回归效果达到了极显著的水平 ($P < 0.01$).

从图 1b 可以看出, 曲线有一个明显的拐点, 因此我们用两个二级反应动力学方程线性组合的方法对衰减曲线进行了回归分析, 结果列于表 3 中.

表 2 发光强度衰减曲线指数函数回归结果

	rr	R_1	F_1	K_1	R_2	F_2	K_2	R_3	F_3	K_3
新苜	0.999	0.995	12.49	0.928	0.995	11.10	0.1255	0.940	8.70	1.01E-2
陇东	0.996	0.991	12.46	0.991	0.995	11.16	0.1242	0.878	9.17	5.31E-3
北疆	0.998	0.997	12.16	0.923	0.997	10.82	0.1153	0.942	8.71	1.16E-2
萝卜	0.998	0.997	14.07	0.848	0.998	12.60	0.1259	0.966	10.3	1.06E-2
小麦	0.996	0.991	12.86	0.974	0.998	11.41	0.1273	0.970	9.48	1.03E-2
$R (P < 0.01)$		0.765			0.735			0.623		

注: R_1, R_2, R_3 是相关系数; rr 是相关指数; 方程的形式如下:

$$F = \exp(F_1 - k_1 t) + \exp(F_2 - k_2 t) + \exp(F_3 - k_3 t)$$

表 3 发光强度衰减曲线的幂函数回归结果

种名	rr	R_1	F_1	k_1	R_2	F_2	k_2
新苜	0.999	0.999	325568	7.86E-7	0.968	20283	2.06E-8
陇东	0.998	0.999	294400	6.69E-7	0.921	20797	3.73E-9
北疆	0.995	1.000	219481	1.09E-6	0.977	20970	2.65E-8
萝卜	0.997	0.998	1762475	1.74E-7	0.979	98387	4.29E-9
小麦	0.998	0.999	483615	6.79E-7	0.980	34938	8.66E-9
$R (P < 0.01)$		0.684			0.487		

注: R_1, R_2 和 rr 的意义同表 2; 方程的形式如下:

$$F = \left(\frac{\sqrt{F_1}}{\sqrt{F_1 k_1 t + 1}} \right)^2 + \left(\frac{\sqrt{F_2}}{\sqrt{F_2 k_2 t + 1}} \right)^2$$

从回归效果 (表 2、3 的 rr 值) 看, 两种方法相近, 相关都达到了极显著水平. 但从相关系数来看, 用二级力学方程进行模拟, 相关性更好些, 说明实际反应更接近二级动力学反应. 无论是用一级还是用二级都表现出回归曲线的曲率比实际曲线的曲率偏小, 计算出的衰减常数 (k 值) 随发光强度的降低而下降.

出现这样结果的原因我们认为有如下几种可能: a. 辐射诱导发光反应本身就是一种多物

质的混合反应. 例如发光物质是几种不同种类的自由基, 对于它们各自的衰减来说, 是三个一级反应, 可从自由基的总衰减来看, 它又是两个二级反应. b. 辐射诱导发光反应就是两个二级反应的混合反应. c. 辐射诱导发光反应只是简单的一或二级反应, 但由于照射室与测量室的温度等环境条件的差异造成反应速度的变化, 或随着反应物的浓度降低, 由于反应介质的限制, 而使反应速度下降, 例如发光反应

就是自由基衰减的二级动力学反应, 小的自由基运动灵活, 反应速度快, 开始时自由基的浓度大, 所以发光强度就高; 大的自由基运动受到限制反应速度慢, 越是后期自由基越大, 而浓度越低, 反应速度越小, 发光强度越低.

2.2 发光强度与种子辐射敏感的关系

植物的辐射敏感性是指它对辐射作用的反应程度, 不同植物的辐射敏感性差异, 通常是

表 4 辐照种子发芽后幼苗的相对高度

种名	%				
	新牧	陇东	北疆	萝卜	小麦
第一次	69.5	62.3	74.9	50.0	23.1
第二次	55.1	51.8	51.6	42.7	17.5
平均	62.3	57.0	63.2	46.4	20.3

通过比较在完全相同的照射条件下所表现出的辐射效应的差异而得出的. 辐照种子的幼苗抑制程度是描述种子辐射生物学效应的常用指标之一^[7]. 由表 4 中处理种子发芽后的幼苗相对高度, 可以看出这几种植物的种子的辐射敏感

性依次是小麦>萝卜>陇东苜蓿>新牧 1 号杂花苜蓿>北疆苜蓿.

处理种子的诱导发光总强度与种子的辐射生物学效应之间似乎没有直观联系, 但以粒为单位的诱导发光强度与辐照种子的幼苗相对高度之间的秩相关系数却等于-1. 即单粒辐射诱导发光越强的种子, 其幼苗受抑制的程度越大. 因受仪器条件的限制, 同时处理的种子, 却不能同时测定其诱导发光强度, 由于测量时差的存在及诱导发光强度的衰减, 所以不进行校正的诱导发光强度可比性较差. 表 5 列出了按二级动力学反应算出的停照时尚未发出的光子数总量 (从停照至时间无穷远时发射出的光子数总量) N , 每粒种子吸收单位剂量所产生的光子总数 q , 它们与相对苗高之间的相关系数都达到了显著或极显著的水平. 说明与辐射诱导发光相联系的反应和引起辐射生物效应的反应之间有一定的内在联系. 很可能与辐射诱导发光相联系的辐射化学反应本身就是引起辐射生物效应的辐射化学反应之一.

表 5 辐照诱导发光的部分特征指标

种名	新牧	陇东	北疆	萝卜	小麦	R
q_1	1.272	2.533	1.430	34.436	63.219	-0.973
q_2	17.379	18.272	14.264	526.107	691.844	-0.929
q	18.651	20.805	15.694	560.543	755.063	-0.933
N_1	1487.4	4116.6	1530.3	40181.7	80766.1	-0.979
N_2	965.4	1157.3	782.6	26673.6	33924.7	-0.924
N	2452.8	5273.9	2312.8	66855.3	114690.8	-0.964

注: R 是 q 或 N 与幼苗相对高度之间的相关系数; $R (P < 0.05) = 0.878$; $R (P < 0.01) = 0.959$.

2.3 浸种及萌发过程中发光的变化

由图 2a 知, 种子辐照后, 放置 14d 时浸种及萌发过程中, 由于辐射处理而引起的发光强度变化的基本趋势都是由高变低, 由正变负. 这是由于在浸种初期, 水向种子内的渗入, 改善了内部的反应条件, 加速了各种反应, 所以发光强度高, 而辐照的种子内辐射诱发的很多化学或物理反应的加速, 则增加其发光强度, 随

着浸种时间的延长, 种子总的发光强度下降的同时辐射诱发的理化反应也迅速趋于完成, 辐照与未辐照处理之间的差值也逐渐变小. 这可以从图 2b 至 2d 三种种子萌发过程中, 辐射处理与对照的发光强度变化趋势曲线的比较图中看出. 当种子萌发后, 随着芽的生长, 代谢的增强, 由于代谢而引起的超弱发光强度又逐渐增高. 这时辐照的种子由于受到抑制, 生长缓

慢, 芽量小, 总代谢强度低, 因此发光强度低于对照的发光. 萌发 48h (从浸种开始) 时 5 种植物的受照射种子与对照发光强度的差值平均值, 显著地 ($P < 0.05$) 低于 0.

从图 2a 中还可以看出浸种初期辐照处理与对照的发光强度的差值依次是: 小麦 > 萝卜 > 北疆 > 陇东 > 新牧. 这个顺序基本和幼苗的抑制程度相同, 浸种开始时每克干种子的发光

差值与幼苗相对高度的相关系数是 -0.953 ($P = 0.05, r = 0.878$), 每粒种子的发光差值与幼苗相对高度的相关系数是 -0.984 ($P = 0.01, r = 0.959$). 这时辐照种子的发光强度的增加仍然是辐射诱导产生的, 这进一步说明了在本实验条件下, 辐射敏感性越高的种子, 在相同照射条件下所产生的诱导发光强度越高.

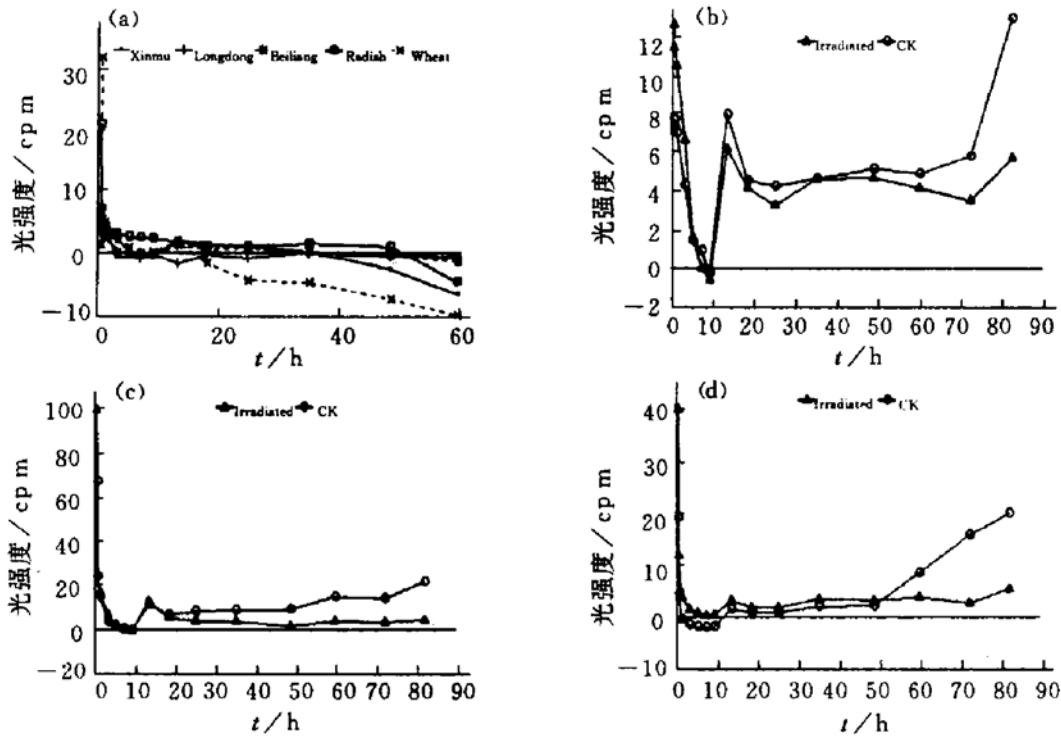


图 2 浸种及萌发过程中的发光变化

(a) 浸种过程中的诱导发光; (●—●, 新牧一号杂花苜蓿, +---+, 陇东苜蓿, ·---·, 北疆苜蓿, ×---×, 小麦, ○---○, 水萝卜). (b) 陇东苜蓿, (c) 水萝卜, (d) 小麦.

参 考 文 献

- 1 方允中, 李文杰主编. 自由基与酶 (基础理论及其在生物学和医学中的应用). 北京: 科学出版社, 1989; 236—240
- 2 Boveris A. Plant Physiol, 1984; 76: 447
- 3 Salin, M, Bridges S. Plant Physiol, 1981; 67: 43
- 4 Allen R C, Yenvich S J, Orth R W et al. Biochem Biophys Res Commun, 1974; 60: 909
- 5 陈翠莲, 马平福, 蔡得田等. 华中农业大学学报, 1993; (2): 101
- 6 陈有君, 马鹤林. 内蒙古农牧学院学报, 1993; (2): 95
- 7 王福钧主编. 核技术农业应用. 北京: 北京农业大学出版社, 1993; 371

Study on the Relationship Between Seed Luminescence Induced by γ Radiation and Seed Radiosensitivity. Chen Youjun, Zhu Feng, Ma Helin (Inner Mongolia Institute of Agriculture and Animal Husbandry, Huhhot 010018, China); Kang Yufan (Luoyang Agricultural College, Luoyang 471003, China).

Abstract The intensity of seeds luminescence induced by γ radiation and its decay speed both decrease gradually after the seed have been irradiated. The decay rule of the luminescence intensity follow nearly the second or-

der reaction dynamics rule. The perseed luminescence induced by perdose correlate significantly with the seedling relative height, and the perseed or pergram seed luminescence at the soaking begining time correlate extremely significantly or significantly with the seedling relative height, these suggest that the higher radiosensitivity of the seed the higher intensity

of seed luminescence induced by γ radiation. After germinating, the luminescence intensity of the irradiated seed is lower than that of the no-irradiated seed, this is because of the radiation inhibit the seedling growth.

Key words radiation induced luminescence, radiosensitivity, γ -ray, seed

GM₃ 抑制人白血病 J6-2 细胞 肌醇磷脂代谢循环*

马克里 刘彦 崔肇春**

(大连医科大学生物化学教研室, 大连 116027)

摘要 采用无载体³²P和 [³H] 肌醇标记磷脂, 观察了促分化剂神经节苷脂 GM₃ 对人单核样白血病 J6-2 细胞肌醇磷脂代谢的影响. GM₃ 抑制 [³²P] Pi 和 [³H] 肌醇掺入 J6-2 细胞磷脂酰肌醇 (PI), 促进 [³²P] Pi 和 [³H] 肌醇掺入磷脂酰肌醇-4,5-二磷酸 (PIP₂), 抑制 [³²P] Pi 掺入磷脂酸 (PA), 抑制 [³H] 肌醇掺入三磷酸肌醇 (IP₃). GM₃ 的上述作用均为浓度依赖性的, 随 GM₃ 浓度的提高而增强. 上述结果表明, GM₃ 抑制 J6-2 细胞的肌醇磷脂代谢循环.

关键词 神经节苷脂 GM₃, 白血病, 肌醇磷脂代谢

神经节苷脂 GM₃ 是近年来受到关注的一种生理性促分化剂. 对其促分化机制, 一些作者从不同角度进行了探讨^[1-3], 也提供了一些有价值的资料. 但迄今为止, GM₃ 的促分化机制仍未被阐明. 我们在研究 GM₃ 诱导白血病 J6-2 细胞分化工作中发现, GM₃ 在诱导 J6-2 细胞分化过程中, 细胞的磷脂代谢发生显著的变化, 其主要表现为细胞的磷脂酰胆碱 (PC) 合成增加, 其它磷脂组分合成受到抑制^[4]. 其中对 PI 合成的抑制尤为显著. 已知细胞质膜肌醇磷脂代谢在细胞信息传递及代谢调控中发挥重要作用, 尤其是细胞的增殖程度与肌醇磷脂代谢速率密切相关. 转化的恶性细胞失去正常控制表现为无限制的增殖, 细胞肌醇磷脂基础转

换率也随着加快, 而抑制肿瘤增殖, 同时也抑制肿瘤细胞肌醇磷脂转换率. 鉴于肌醇磷脂代谢在细胞增殖中的重要作用, 本文对 GM₃ 影响 J6-2 细胞肌醇磷脂代谢的作用机制进行了探讨.

1 材料和方法

1.1 材料

人单核样白血病 J6-2 细胞系, 由中国医学科学院天津血液病研究所提供^[5]; 神经节苷脂 GM₃, 从狗红细胞中自行制备^[6], 纯度 89%,

* 国家自然科学基金 39370363 资助课题的一部分.

** 通讯联系人.

收稿日期: 1994-06-20, 修回日期: 1994-10-18