

电离辐射对大豆种子通透性的影响

罗景桂 邱炳源 李婉坤 馬玉山

(吉林农业大学)

提 要

本文根据苏联学者 Кузин 的理论,进行了电离辐射对大豆种子通透性影响的研究。初步观察到:

1. 低剂量处理组 (600 γ 、800 γ 、1000 γ) 的通透性有所增高,而高剂量处理组 (10000—30000 γ) 反而下降。
2. 照射后不同贮藏时间,种子的通透性变化也不一样。
3. 在吸胀、萌动过程中通透性在时间上的变化也有所不同,并且由于贮藏时间的不同,也有很大差异。
4. 出苗4天的幼苗,其子叶的通透性也发生了变化,并以照射后10天的1000 γ 处理组的幼苗子叶通透性增高最为明显。

活细胞的主要特点之一,就是构成它的各种高分子聚合物(核蛋白、脂蛋白、糖蛋白、酶、简单蛋白质、多糖类物质等),并非以自由分子状态无秩序地溶于水相中,而是以严格的次序排列组成了细胞内的亚显微结构和显微结构。当然,在这些显微结构中也包括许多低分子物质(如结合水,结合类质类,吸附离子等)。Кузин 强调指出,在研究电离辐射的作用时,必须考虑到辐射主要不是作用于分散着的分子,而是作用于这些高分子结构。因为在第一个阶段(所谓分子水平阶段),高分子结构所吸收的能量就已经能引起在分子溶液中所不能产生的特性;同时他还提出了电离辐射的加强机制的三条途径——物理的、化学的、生物化学的加强途径^[8, 9];其后,他在解释小剂量电离辐射对植物的“辐射刺激”的问题上(照射播前种子),也应用了这一理论;另外,还提出了加速生理老化与蛋白质、脂肪及碳水化合物代谢比例发生改变等见解^[10]。

在解释生物化学的加强途径时,Кузин 指出电离辐射首先引起的当是细胞亚显微结构的物理化学特性的变化,而细胞通透性的变化是细胞亚显微结构物理化学变化(表面活性的变化)的结果。因此,我们认为,如按着 Кузин 对照射播前种子的解释,则被照射的种子在吸胀、萌动过程中,电解质的通透性必定要发生变化。Насонов、Александров 及 Трошин 所建立的细胞通透性的吸附学说中指出:无机物质在细胞内是处于两种不同质的状态,即一部分同生活物质的胶体相结合;而另一部分则溶解于原生质中。当细胞受到损伤或兴奋时,则无机离子在细胞与环境之间即发生重新分配,这表明在此种情况下,原生质内无机物质的状态发生了改变^[2]。很多材料证明,照射能使电

解質外滲（由細胞到外面溶液中）增加，例如，Бутенко 在照射燕麦三天幼苗小根，Энгель 在馬鈴薯块莖的工作中，以及 Будницкая 等人在照射十四天的菜豆幼苗叶子的实验上⁽⁸⁾，都証明了此点。正如大家所知，关于被照射的种子在吸脹、萌动过程中电解質通透性的变化問題，过去还很少有人研究。我們認為，为了进一步探討电离輻射对植物的“輻射刺激”作用，显然，研究被照射种子在吸脹及萌动过程中的通透性变化，是十分重要的。因为它不仅有理論意义，而且也有实际意义。

一、实 驗 方 法

在方法上我們参考了 Будницкая⁽⁸⁾，Васильев^(6, 7)及奥田东⁽⁴⁾测量电导的方法来測量种子，在吸脹过程中的电解質总和的通透性。即精密称取一定量（18粒，約3克左右）的照射后种子放入小燒杯內，再按1:10加入蒸餾水，浸一定時間，然后測浸液的电导。

（1）剂量与剂量率

剂 量 (倫)	200	400	600	700	800	1000	1500	2000	10000	15000	20000	30000
剂量率 (倫/秒)	0.33	0.44	1.11	0.8	1.11	1.11	1.6	2.2	11.0	16.6	22.0	33.0

（2）供試大豆品种小金黃1号（含水量9.6%）。

（3）測量仪器系用北京綜合仪器厂出品的电导度測定計。

（4）所有处理均为四个重复，以下所列的数据均为四个重复的平均值。

二、实 驗 結 果

（一）照射的种子在吸脹过程中电解質通透性的变化

將照射后2小时的种子放入小燒杯內，再按1:10加入蒸餾水（电阻330000欧姆；pH5.8），浸4小时，然后取出浸液測量电导，并以未受照射种子的外滲值作对照。所得結果如表1和图1所示。

表 1 照射后2小时的种子在吸脹过程中电解質通透性的变化（18℃）

	电阻 (欧姆)	相 对 通 透 性		电阻 (欧姆)	相 对 通 透 性
对 照	6137	1	1500γ	6075	1.01
200γ	6200	0.99	2000γ	6075	1.01
400γ	6300	0.97	10000γ	6312	0.97
600γ	5637	1.08	15000γ	6275	0.98
700γ	5912	1.05	20000γ	6525	0.94
800γ	5790	1.06	30000γ	6625	4.93
1000γ	5400	1.14			

通过表 1 和图 1 可以看出, 在低剂量处理组 (600 γ 、700 γ 、800 γ 、1000 γ), 其通透性有所增高(以1000 γ 处理最为明显)。而高剂量处理组, 其通透性反而下降。

(二) 照射后不同贮藏时间种子通透性的变化

发芽植物的损伤程度与照射后种子的贮藏时间(即从照射后到播种这一段期间)长短有密切关系。很多研究证明, 随着贮藏时间的增长而损伤的程度也有所加深。Nilan (1955) 用 X 射线照射大麦种子, 观察到随着贮藏时间(到照射后第 16 周)的增长, 染色体畸变频率有明显的增加。Curtis (1958) 在观察照射种子的贮藏时间与生物学效应(以抑制苗高为指标)的关系上, 也得到了同样的结果^[12]。Zimmer 等 (1957) 及 Con-

ger 等 (1959) 用顺磁共振法所得的结果表明: 照射的种子照射到播种这段时间中, 种子中的自由基 (Free radicals) 随着照射后贮藏时间的增长而减少。另外, 他们还指出, 自由基消失的速度与种子含水量、贮藏条件(温度、湿度及氧的含量等)有密切关系。为了探讨照射后不同贮藏时间种子通透性的变化情况, 我们按前述方法对不同贮藏时间的种子进行了通透性的观察, 其结果如表 2 与图 2 及图 3 所示。

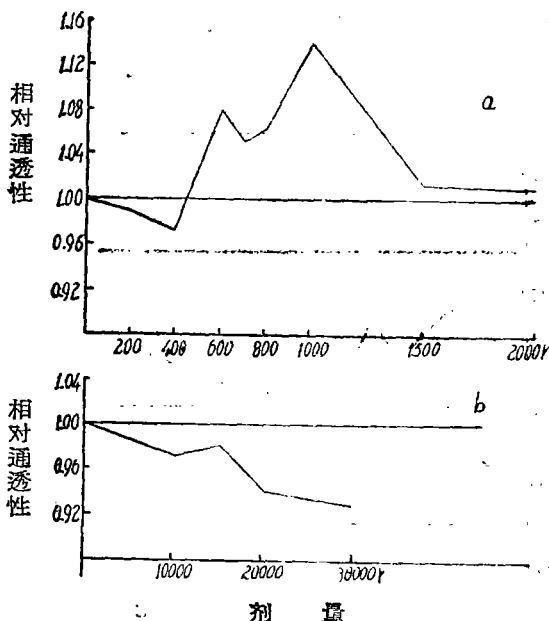


图 1 照射后 2 小时的种子在吸胀过程中电解质通透性的变化

a. 低剂量 b. 高剂量

表 2 照射后不同贮藏时间电解质通透性的变化情况

处 理	贮藏时间	照 射 后 2 小 时		照 射 后 10 天		照 射 后 20 天	
		电阻 (Ω)	相对通透性	电阻 (Ω)	相对通透性	电阻 (Ω)	相对通透性
对 照		6137	1	3537	1	3272	1
200		6200	0.99	3267	1.08	2952	1.10
400		6300	0.97	3215	1.10	3032	1.07
600		5637	1.08	3322	1.06	3167	1.03
700		5912	1.05	3322	1.06	3295	0.99
800		5790	1.06	3242	1.09	3475	0.94
1000		5400	1.14	3525	1.00	3386	0.96
1500		6075	1.01	3460	1.02	3195	1.02
2000		6075	1.01	3327	1.06	3610	0.90
10000		6312	0.97	—	—	3675	0.89
15000		6275	0.98	—	—	3357	0.97
20000		6525	0.94	—	—	3422	0.95
30000		6625	0.93	—	—	3455	0.94

通过表 2 及图 2 可以看出: 不同处理, 不同贮藏时间的种子, 在吸胀过程中, 其通透

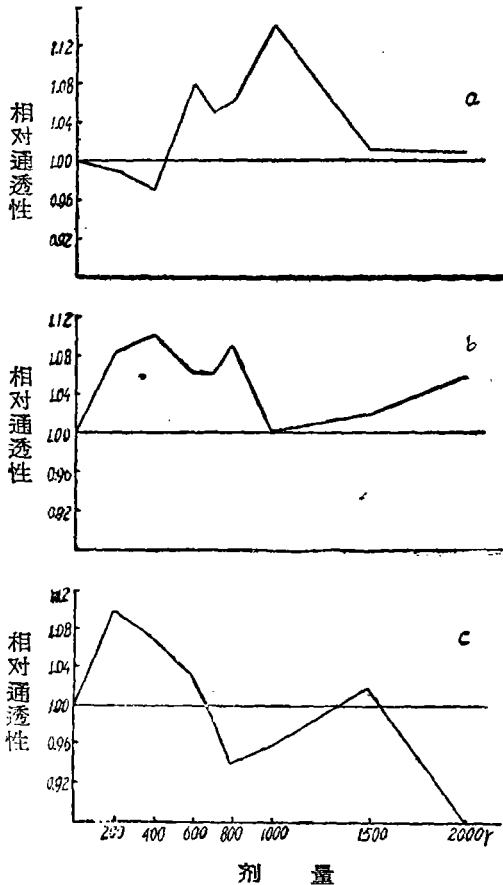


图 2 照射后不同贮藏时间种子通透性的变化
a. 照射后 2 小时 b. 照射后 10 天
c. 照射后 20 天

通透性变化的情况，我们将已浸 4 小时的种子取出放置于空气中一定时间（40—105 分钟），测浸液的电导，然后再用水浸（30—60 分钟），反复进行 6 次，所得结果如图 4 所示。

通过图 4 可以看出：（1）在照射后 10 天的材料（a）中，所有各处理在开始的 4 小时，其通透性都没有下降，并且大多数的处理组有所升高。但在以后的过程中，除 1000 γ 与 1500 γ 两个处理组有所下降（1000 γ 最为明显）外，其他各处理组或保持不变或逐渐升高。（2）在照射后 20 天的材料（b）中，第一次测量（4 小时）就有很大的不同，表现在剂量较大的处理（如 800 γ 、1000 γ 、2000 γ ）通透性有所下降。在以后的过程中原来通透性上升的各处理组（如 200 γ 、400 γ ），也逐渐开始下降。应当指出，这种下降说明了在以后的过程中，处理组的通透性相对的低于对照组。

（四）子叶通透性的变化

为了观察在苗期子叶的通透性是否发生变化，我们将照射后 2 小时及照射后 10 天的种子进行盆播，然后将出苗 4 天的幼苗的地上部分取下，用蒸馏水冲洗 3 次，再用滤纸吸去水分，称取子叶 3 克左右，按 1:10 加入蒸馏水，再放置于真空中 4 小时，然后取

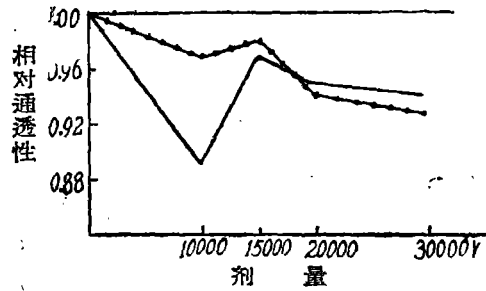


图 3 高剂量处理后不同贮藏时间通透性的变化
— 代表照射后 20 天 代表照射后 2 小时

性的变化有很大的差异。照射后 2 小时的材料，其最高峰为 1000 γ 处理组（较对照增高 14%）；照射后 10 天的材料，其最高峰为 400 γ 处理组（较对照增高 10%）；照射后 20 天的材料，其最高峰为 200 γ 处理组（较对照增高 10%），同时 800 γ 、1000 γ 、2000 γ 各处理组反而下降（分别下降 6%、4%、10%）。

高剂量（10000—30000 γ ）处理组又与上述情况有所不同。通过图 3 可以看出，照射后 2 小时与照射后 20 天的材料，其通透性均较对照组有所下降。

（三）种子在吸胀及萌动过程中通透性的变化

为进一步了解在吸胀、萌动过程中种子

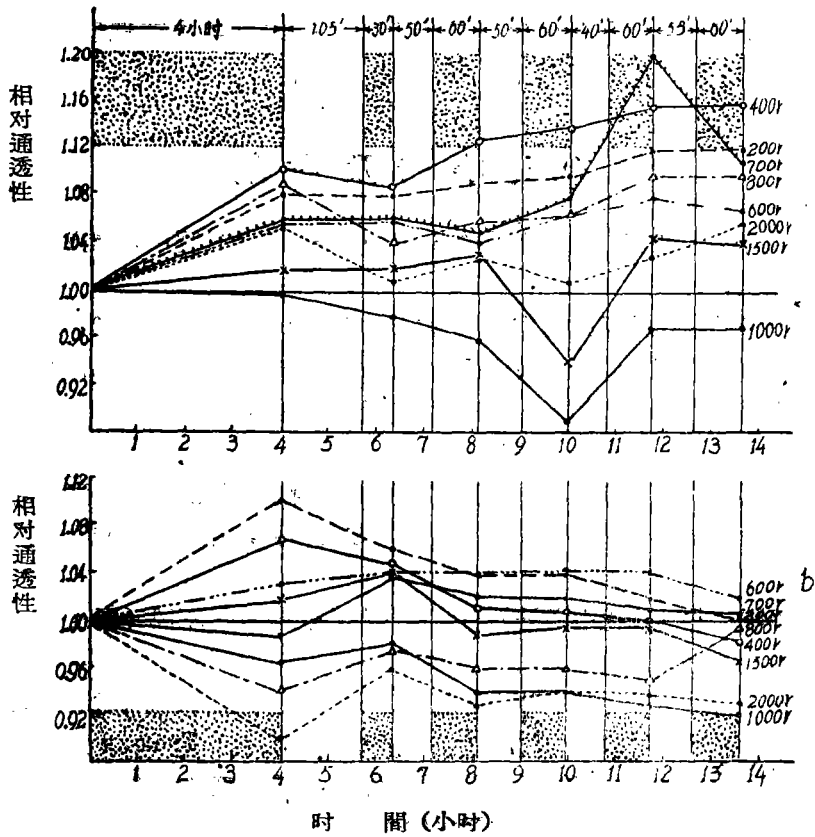


图 4. 不同贮藏时间种子吸胀、萌动过程中通透性的变化

a. 照射后10天

b. 照射后20天

(阴影代表水浸时间 无点处代表放置空气中的时间)

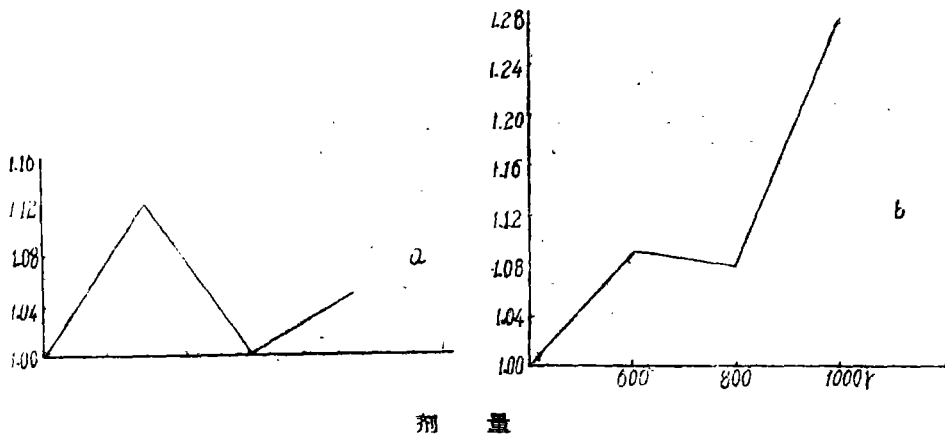


图 5 子叶通透性的变化

a. 照射后 2 小时

b. 照射后10天

出浸液测量其电导。其结果如图 5 所示。

图 5 表明，子叶的通透性发生了不同程度的变化，其中以照射后 10 天材料中的 1000 γ 处理最为明显（增高 28%）。

三、小 结 及 讨 论

根据上述结果，我们认为照射后的种子在吸胀、萌动过程中，其通透性发生了变化。初步观察到：

1. 小剂量处理组的通透性有所增高；而高剂量（10000—30000 γ ）处理组反而下降。应当指出，在高剂量处理的材料上，我们所得到的结果不同于 Будницкая 等人，在用 30000 γ 照射菜豆 14 天幼苗叶子工作上所得到的结果（通透性增高 27%）⁽⁸⁾，我们认为这可能是由于所用的材料不同所致。

2. 照射后种子的贮藏时间不同，通透性变化也不一样。按图 2 可以看出，曲线的高峰随贮藏时间的增长逐渐左移（向剂量小的方向移），并且剂量较大的处理有下降的趋势。

3. 在吸胀、萌动过程中通透性在时间上的变化也有所不同（图 4），并且由于贮藏时间不同，也有很大差异。

4. 出苗 4 天的幼苗，其子叶的通透性也发生变化，并且以照射后 10 天的 1000 γ 处理组的幼苗子叶通透性增高最为明显（较对照增高 28%）。Трошин 指出⁽²⁾，细胞通透性与新陈代谢之间存在直接的联系和相互制约性，由于新陈代谢作用原生质吸附的活动性保持在一定水平之上，当新陈代谢发生变化，或受到损伤时，这个水平就要发生变化，从而一些物质同胶体的结合减弱，而另一些物质同胶体结合加强，因而物质在细胞和环境间发生重新分配。因此，我们认为，子叶通透性的改变，可能是由于细胞内新陈代谢发生改变的结果。当然，还须进一步探讨。

根据上述，显然可以看出 Bacq 及 Alexander 所指出的：照射后迅速发生的生理学变化——通透性改变、电活性的改变等，在辐射损伤的发展中都不起任何作用的观点是值得商榷的⁽¹¹⁾。

最后，应当指出，关于电离辐射对细胞通透性影响的问题，在文献中有很多不同的报导。一些学者（Koch 1927; Mascherpa 1932; Ting 1940; Бутенко 1950; Энтельс 1952）认为，电离辐射能使细胞通透性增加，而另一些学者（Brummer 1926; Хевеши 1948; Klein 1955）认为，能使细胞通透性减弱；另外，还有一些学者（Saxe 1934; Parpart 1935; Lucke 1951）认为，电离辐射对细胞通透性没有影响。我们认为，关于电离辐射对细胞通透性影响的问题，是一个极其复杂的问题，显然，我们的工作也只是初步探讨，尤其我们所用的剂量率大部分还不一致，因此，还须进一步研究。

参 考 文 献

- (1) 浙江农业大学编, 种子学, 91—105, 浙江人民出版社, 1961.
- (2) Трошкин А. С., 细胞透性问题, 241—311, 科学出版社, 1961.
- (3) Цингер Н. В., 种子及其发育和生理学特性, 科学出版社, 1962.
- (4) 奥田东, 植物营养生理实验, I, 朝仓书店, 1953.
- (5) 中山包, 发芽生理学, 3—25, 内田老练图, 1960.
- (6) Васильев И. М., Цинь Су-юнь и Н. Д. Рыбалка, Экзосмное вещество из клеток растений после рентгеновского облучения, Биофизика, III, (5): 576—581, 1958.
- (7) Васильев И. М., “Лучевая болезнь” растений, Журнал общей биологии, XXI, (1): 12—19, 1960.
- (8) Кузин А. М. и др., Радиобиология, 276—284, Изд. АН СССР, Москва, 1958.
- (9) Кузин А. М., Роль нарушений обменных процессов в радиационном поражении клетки, Радиобиология, 11(3): 340—355, 1962.
- (10) Кузин А. М., Теоретические основы метода предпосевного облучения семян, Радиобиология, 1, (4): 598—603, 1961.
- (11) Vaseq Z. M. and P. Alexander, Fundamentals of radiobiology, Pergamon press, London, 2nd ed. 1961.
- (12) Curtis H. J., N. Delihass, R. S. Caldecott and C. F. Konzak, Modification of radiation damage in dormant seeds by storag, Radiation Res. (8): 526, 1958.