第5卷 无锡轻工业学院学报 Vol.5
第3期 JOURNAL OF THE WUXI INSTITUTE OF LIGHT INDUSTRY 1986 No.3

马铃薯和洋葱辐射保藏试验中有关剂量率的研究

刘炳智 李宝娜
（无锡轻工业学院） （无锡市蔬菜公司）

一、前 言

到目前为止，辐射能延长马铃薯和洋葱的保藏期已被国际所承认。1976年联合国FAO/IAEA/WHO专家委员会已正式批准，辐射可以作为保藏马铃薯和洋葱的手段[1,2]。我国有关部门也已作出了相应的批准。至今国内外很多从事食品辐射保藏的同行对此作了大量试验，发表了很多有价值的文章，对辐射保藏马铃薯和洋葱所需的剂量已有了充分的报道。但是有一点引起我们注意的是，在这些报道中，一般都没有提到对剂量率的要求。是辐射保藏试验仅与剂量有关而与剂量率无关吗？从我们的试验中发现，剂量率与剂量一样，在辐射保藏试验中对抑制发芽具有相当重要的作用。试验时，如剂量率选择不当，即使剂量完全按照国内外很多文章所报道的剂量值，是达不到预期的效果的。因此，为了使试验达到较好的效果，必须在研究剂量的同时，研究剂量率对耐藏试验的影响。

本文就是在最近三年试验的基础上，试图确定能够有效抑制马铃薯和洋葱发芽，从而得到较好保藏效果的适当剂量和剂量率。

二、试验材料与方法

挑选中等大小，形态匀称的马铃薯和洋葱供作辐射保藏试验，凡有发芽，霉烂及严重损伤的一律剔除。

马铃薯采用无锡地区生产的，该品种一般在每年6月收获，收获后三个月左右即全部发芽。洋葱采用无锡地区产的红皮洋葱，该品种一般也在6月收获，收获后三个月全部发芽。发芽后的马铃薯和洋葱逐渐失去食用价值。

马铃薯和洋葱在收获后2～3周内进行辐射处理。辐射用的装置系无锡轻工业学院1000居里的钴源。

辐射时按不同剂量率，不同剂量分组进行。每组样品50只。为了获得尽可能好的辐射均匀度，辐射时样品与辐射源成同心圆排列。试验时，剂量率和剂量的测定，采用硫酸亚铁剂量计。

辐射处理后的样品均在室温条件下保藏。为此将每组50只样品放在一只竹筐内，竹筐放在能充分通风和避光的货架上。整个保藏期，室温变化为0～35℃。

本文1985年11月21日收到。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

定期(每月一次)检查保藏的马铃薯和洋葱。记录完好、发芽、霉烂损坏等样品的数目。凡外观正常而没有发芽，霉烂，外形基本不变的块茎和葱头均算作完好样品。

为了提高试验的可靠性，试验采用多年重复。整个试验从1982年7月至1985年9月结束，共进行三个年度的试验。

三、试验结果与讨论

1. 马铃薯

1) 1982 (1982.7～1983.6)年度试验　试验分两大剂量率组。A组剂量率为40Gy/h；B组剂量率为5Gy/h。A·B两大组又按不同剂量分若干小组。试验情况如表1、表2所示。

表1　A组保藏情况(剂量率40Gy/h)

剂量(Gy)	60			80			100			140			0(对照)		
百分率(%) 等级 / 保藏期	完好	发芽	霉烂	完好	发芽	霉烂	完好	发芽	霉烂	完好	发芽	霉烂	完好	发芽	霉烂
三个月	66	32	2	90	8	2	90	10	0	90	6	4	0	100	0
十个月	28	70	2	58	40	2	74	26	0	90	6	4	0	100	0

表2　B组保藏情况(剂量率5Gy/h)

剂量(Gy)	140			220		
百分率(%) 等级 / 保藏期	完好	发芽	霉烂	完好	发芽	霉烂
三个月	20	80	0	46	54	0
十个月	0	100	0	8	92	0

1982年度小结　本年度辐射的两组马铃薯因采用的剂量率不同，它们的耐藏性能也不同。比较表1和表2可以看出，尽管两组的发芽率都随剂量升高而降低，但A组的发芽率普遍低于B组，而霉烂率却相反，A组要高于B组。这说明了剂量率对马铃薯耐藏性有明显的影响。

2) 1983 (1983.6～1984.5)年度试验　试验按剂量率不同分A、B、C、D四大组，其中A组剂量率为100Gy/h；B组剂量率为40Gy/h；C组剂量率为10Gy/h；D组剂量率为5Gy/h。

各剂量率组的试验情况如表3所示。

1983年度小结　本年度的试验从表3可见，当剂量率一定时，各组的发芽率都随剂量升高而降低，但下降的速度不同，剂量率高的组下降速度大于剂量率低的组(图1(a))。而霉烂率随剂量率升高而升高(图1(b))。同时，当剂量率不同而剂量相同时，发芽率随剂量率升高而降低(图1(c))，霉烂率随剂量率升高而升高(图1(d))。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表3 1983年度马铃薯保藏情况

保藏期	剂量率（Gy/h）	5（D）			10(C)			40(B)			100（A）		
	百分率(%) 等级 / 剂量(Gy)	好	芽	烂	好	芽	烂	好	芽	烂	好	芽	烂
三个月	60	8	88	4	10	86	4	78	8	14	92	4	4
	80							80	6	14	80	2	18
	100	20	76	4	30	66	4	90	4	6	88	0	12
	120							88	0	12	78	0	22
	140				44	50	6						
	170				76	8	16						
	200	62	24	14									
	300	60	20	20									
十个月	60	0	96	4	0	96	4	28	50	22	52	40	8
	80							58	28	14	54	22	24
	100	0	96	4	4	92	4	66	18	16	74	6	20
	120							82	0	18	68	0	32
	140				24	70	6						
	170				50	34	16						
	200	6	78	16									
	300	6	74	20									

注：对照组三个月发芽率为93%，霉烂率为6%。

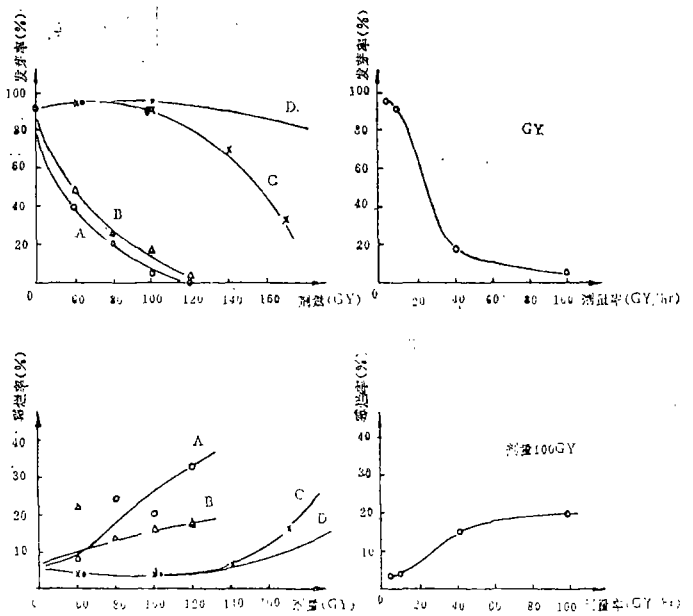


图 1

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

3）1984（1984.11～1985.9）年度试验　本年度试验样品为黑龙江产马铃薯。试验目的：①重复前二年的试验；②探索品种不同对辐射保藏的影响。剂量率分A、B、C、D、E五大组。各剂量率组又按不同剂量分若干小组。其中：A组100Gy/h，B组40Gy/h，C组20Gy/h，D组10Gy/h，E组5Gy/h。各组试验情况如表4所示。

表4　1984年度马铃薯保藏情况

保藏期	剂量率（Gy/h）	5（E）			10(D)			20(C)			40(B)			100(A)		
	百分率(%) 等级 / 剂量(Gy)	好	芽	烂	好	芽	烂	好	芽	烂	好	芽	烂	好	芽	烂
五个月	60	0	100	0	14	86	0	14	82	4	54	46	0	64	32	4
	80							22	78	0	78	22	0	62	36	2
	100	0	100	0	40	58	2	58	42	0	88	12	0	90	8	2
	120				66	34	0	82	18	0	94	6	0	100	0	0
	140	54	46	0												
	200				68	32	0									
	250	70	30	0												
	400	80	20	0												
十个月	60	0	100	0	0	100	0	0	96	4	30	54	16	40	48	12
	80							0	94	6	36	44	20	46	48	6
	100	0	100	0	16	74	10	34	48	18	62	12	26	64	12	24
	120				16	76	8	46	42	12	80	8	12	82	4	14
	140	0	100	0												
	200				48	36	16									
	250	40	54	6												
	400	58	24	18												

注：对照组五个月发芽率为100%

1984年度小结　从表4可见，剂量率，剂量与样品发芽率及霉烂率的关系同上二个年度试验情况一致，即发芽率随剂量率、剂量的升高而降低（图2（c）（d）），霉烂率则随剂量率、剂量的升高而升高（图2（c）（d））。比较三个年度的试验情况，重复性是好的。这充分说明了剂量率与剂量一样对马铃薯的耐藏性起着重要的作用。同时本年度的试验还说明了在辐射保藏试验中，马铃薯的品种对耐藏性影响不大。

4）讨论　利用γ射线抑制马铃薯发芽，达到延长保藏期的关键是选择合适的辐射强度。辐射强度在本试验中既包括剂量，又包括剂量率。

试验证明，在一定剂量率下辐射，随着剂量的提高，样品发芽率逐渐降低，但霉烂率却随之升高，因此不适当的提高剂量是不适宜的。同时，当剂量率不同而剂量相同时，随着剂量率的提高，样品发芽率也逐渐降低，霉烂率也随之升高。这说明剂量率确与剂量一样对

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

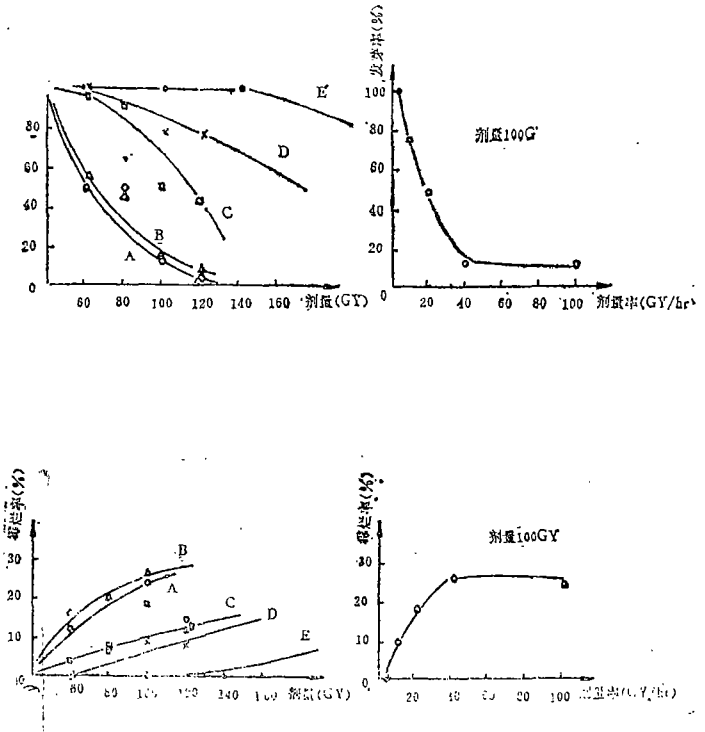


图 2

马铃薯的耐藏性起着重要的作用。因此辐射时，不适当的提高剂量率同样是不适宜的。这种不适当的提高剂量和剂量率，因而造成样品霉烂率提高而使样品总完好率降低的辐射，可以称之谓过量辐射，而过量辐射是应当尽量避免的。

以1983年度试验为例，为使发芽率小于10%，如剂量率为100Gy/h时，剂量宜取100Gy。若剂量提高到120Gy，虽然发芽率略有下降，但霉烂率却从20%上升到32%，从而使样品总完好率降低。这就是过量辐射引起的不良后果。但剂量率如是40Gy/h，剂量若取100Gy时，发芽率则为18%，这是由于辐射不足而不能充分抑芽造成的。但若把剂量提高到120Gy，则发芽率可降低到小于10%，此时霉烂率虽有所上升，但样品的总完好率仍因发芽降低而提高。上述例子可以说明，为使试验得到较高的样品完好率，必须选择合适的剂量和剂量率。如只注意剂量，而忽略了剂量率的作用，不是因辐射不足而不能充分抑芽，就是造成过量辐射而引起霉烂率的增加，从而导致样品耐藏性下降。

三年的试验，马铃薯发芽率与剂量率，剂量的关系，重复性是好的。但霉烂率与剂量率，剂量的关系重复性欠佳。这是因为马铃薯的霉烂除与辐射强度有关外，还与样品本身的品质，保藏期的室温变化及环境温度等多种因素有关。但是，即使如此，霉烂率与剂量率，剂量的关系，总的趋势还是较明显的。

2．洋葱

1）1983(1983.6—1984.4)年度试验　试验分A、B两组。A组剂量率为5Gy/h，B组剂量率为30Gy/h。两剂量率组又按不同剂量分若干小组。试验情况如表5所示。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表5　1983年度洋葱保藏情况

保藏期	剂量 (Gy)	20			30			40			50		
	百分率(%) 等级 / 剂量率(Gy/h)	好	芽	烂	好	芽	烂	好	芽	烂	好	芽	烂
五个月	5 (A)	0	91	9	0	91	9	8	83	9	8	83	9
	30 (B)	52	30	18	87	1	12	81	3	16	85	1	14
十个月	5 (A)	0	91	9	0	91	9	2	86	12	1	85	14
	30 (B)	33	33	34	62	1	37	61	3	36	60	1	39

注：对照组五个月发芽率95%，霉烂率5%。

1983年度小结　洋葱的辐射保藏，在剂量率为30Gy/h时，只要剂量大于或等于30Gy/h，整个保藏期的发芽率即可降至3%以下(图3(a))。霉烂率在保藏期的头五个月即比对照提高二倍左右，但样品完好率仍可达80%以上。十个月保藏期，因霉烂率的增加而使完好率降到60%。与此相比，在剂量率为5Gy/h时，同样的剂量，发芽率达85%以上，与对照相差无几。同时，在整个保藏期内，高剂量率组的霉烂率均高于低剂量组(图3(b))。由此可得出结论，洋葱的辐射保藏除了与剂量有关外，与剂量率亦有很大关系。

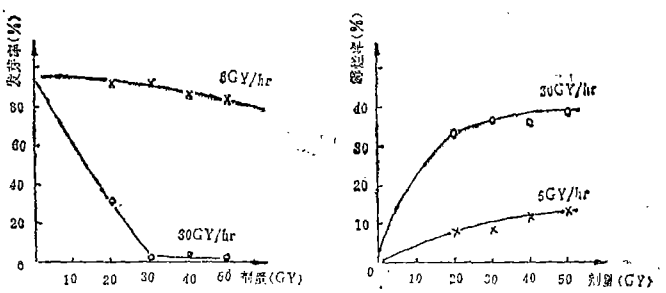


图 3

表6　1984年度洋葱试验情况(保藏期八个月)

剂量率 (Gy/h)	5			10			20			30			60		
百分率(%) 等级 / 剂量(Gy)	好	芽	烂	好	芽	烂	好	芽	烂	好	芽	烂	好	芽	烂
30	6	82	12	30	58	12	48	34	18	58	22	20	54	22	24
50	20	66	14	28	46	26	50	24	26	56	22	22	44	26	30

注：对照组二个月100%发芽

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2) 1984 (1984.8～1985.4)年度试验 本年度试验，剂量率分别取 5Gy/h，10Gy/h，20Gy/h，30Gy/h，60Gy/h；剂量取 50Gy，30Gy。试验结果见表 6 。

1984 年度小结 这批洋葱由于辐射时已过了洋葱的休眠期，因此发芽率普遍较往年高。但从中仍可看出剂量率对抑制发芽的明显作用，即随着剂量率的升高，样品发芽率下降。而霉烂率有增加的趋势(图4(a)，4(b))。

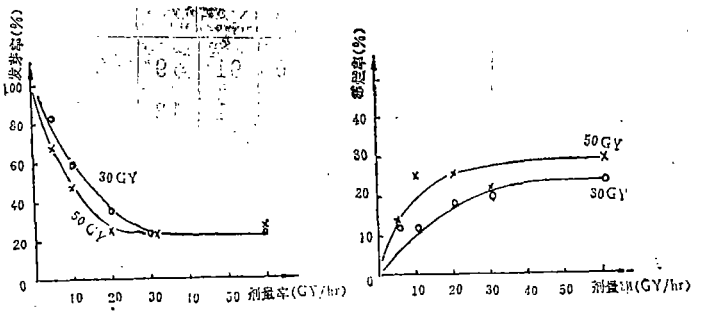


图 4

说明：这批洋葱收获在六月下旬，但辐射处理在八月下旬，洋葱的休眠期已过。辐射处理前已有约 50% 的葱头发芽。

3) 讨论 试验证明，洋葱的辐射保藏与马铃薯极为相似。它的耐藏性能，除与剂量有关外，同样与剂量率有很大的关系。因此，我们在讨论马铃薯试验结果中提及的辐射不足与辐射过量的问题对洋葱同样适用。只是洋葱所需要的剂量与剂量率都低于马铃薯。

两年的试验表明，在剂量为 30～50Gy 时，剂量率低于 20Gy/h，对洋葱就不能充分抑芽。但是，我们在 1979 年曾用 2.3Gy/h 的剂量率辐射洋葱，在剂量为 230Gy 时，发芽率仅为 3.3%，1980 年用剂量率 12Gy/h，剂量 140Gy 辐射洋葱，发芽率仅 1%。这说明，在洋葱的辐射保藏中，剂量与剂量率具有相互补偿的作用，即当一个量偏低时，可以增高另一个量，这样仍能达到较好的抑芽效果。但是，在实际应用中，剂量的提高不应超过 150Gy，这个量是至今联合国专家委员会批准的辐照马铃薯和洋葱所允许的最高剂量[1]。

在洋葱的辐射保藏试验中，霉烂率高是一个严重的问题，而如何来降低它又极为困难。霉烂率与辐射强度有关，因此可以用控制剂量和剂量率来降低霉烂率。但即使如此，霉烂率往往仍高达 30% 以上(保藏十个月)。因此，如何用其它方法与辐射相结合来降低洋葱在整个保藏期内的霉烂率是极需解决的问题。

四、结束语

用 γ 射线辐照马铃薯和洋葱，抑制发芽，从而达到较好的耐藏性，这在技术上是可行的。为了使辐射处理获得较好的效果，除了应用合适的剂量外，还必须采用相应的剂量率。因为剂量率和剂量一样都对马铃薯和洋葱的发芽率与霉烂率起明显的作用。

根据我们多年的试验证明，在辐射保藏马铃薯、洋葱时，剂量和剂量率相互存在一定的补偿作用。为了达到一定水平的耐藏性能，适当提高剂量，则剂量率可相应降低些，反之适当提高剂量率，则剂量可相应降低。但剂量存在一个下限，即低于该剂量值，不论采用多大

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

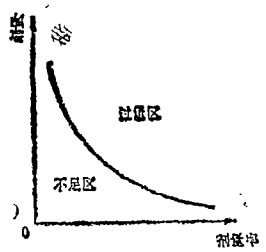


图 5

的剂量率，都不能达到预期的抑芽效果。同样剂量率也存在下限，即低于该剂量率，剂量必须提高好几倍才能有良好的抑芽效果，但这样剂量往往要超过150Gy，这是不允许的。但是这并不意味着可以随意提高剂量率，因为不适当的提高剂量率会造成辐射过量，从而导致样品耐藏性的降低。

如果取剂量为纵坐标，剂量率为横坐标，在该坐标上作一条类似反比函数的最佳辐射强度曲线(图5)。在这条曲线附近相对应的剂量和剂量率是辐射保藏马铃薯(或洋葱)所适宜的量。在这曲线的左下方为辐射不足区，在这区域所对应的剂量和剂量率不能有效抑制样品的发芽。而在这曲线的右上方为辐射过量区，该区域所对应的剂量和剂量率，将引起样品在保藏期霉烂率增加，降低样品的耐藏性能。

根据多年的试验结果，我们建议：马铃薯和洋葱，在收获后2～3周内进行辐射处理。马铃薯的剂量宜取100～150Gy，而相应的剂量率则以100Gy/h—30Gy/h为好；洋葱的剂量宜取30～50Gy，相应的剂量率则取60Gy/h—20Gy/h为好。这样，在辐射保藏马铃薯、洋葱时，既注意了应取的剂量，又注意了相应的剂量率，那末就能得到较高的抑芽效果，较低的霉烂率，从而使辐射马铃薯、洋葱得到比较令人满意的耐藏性。

参 考 文 献

[1] 陈科文，《辐射保藏食品》，科学出版社，1982

[2] 北京食品研究所，《辐射保藏食品译文集》，科学出版社，1980

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net