

研究報告

低劑量加馬射線對水稻生育之效應

黃振增¹⁾ 陳素娥¹⁾ 胡燦²⁾

摘 要

為探討低劑量加馬射線 (γ -ray) 對水稻秧苗生育之效應,於 1996 年將 7 箱生長 14 天均勻之水稻台農 67 號秧苗,送至核能研究所進行加馬射線處理,分別為 2.5、5、10、20、40、80 及對照共七種處理,於 3 月 16 日在桃園區農業改良場插秧,田間排列四重複,於 7 月下旬收穫。結果顯示,在秧苗經 10 Gy 照射者略有增長,而經 80 Gy 照射者則略呈抑制,且在插秧後葉片逐漸平展向下彎卷而伸入水中 3~5 cm,三週後逐漸淹死,死亡率在 15~94 %之間。在最高分蘗期調查時,株高及分蘗數在照射劑量 2.5、5 及 10 Gy 者與對照並無顯著差異,而在 20、40 及 80 Gy 處理則隨照射劑量之增加生長顯著受到抑制,而以 80 Gy 處理影響最大,其分蘗數僅為 5 支而已。收穫時調查顯示,生育日數及成熟期隨劑量之增加而延宕生育;稻穀產量在 2.5、5、10 Gy 劑量與對照處理間並無顯著差異,在 20、40、80 Gy 處理之產量則隨劑量之增加而顯著減產,尤其是 80 Gy 處理已嚴重減產達 91.4 %。產量構成要素,以 80 Gy 處理之穗數顯著最低,其一穗粒數雖有增加,但稔實率及千粒重則顯著降低,其它處理之穗數、千粒重差異不顯著,唯一穗粒數均低於對照,稔實率則隨劑量之增加而遞減。

關鍵詞：低劑量、加馬射線、水稻。

前 言

放射線很早即被運用在農作物的品種改良^(1,6),但是低劑量的放射線照射並不足以改變遺傳因子,卻對當代植株的性狀表現具有刺激作用^(2,4,5,6,7,8),如本場水仙花⁽³⁾,經放射線處理後可抑制高度及延遲到花日數,增加產品品質⁽²⁾,甘薯塊根經過處理後,可儲藏得更久;在蔬菜方面則有增產效果。本省已有三座核能發電廠,人人都感覺放射線的可怕,即使附近沒有住人,也擔心作物是否受害。本省水稻栽培最廣,在廠房附近究竟受到如何反應未有資料,因此與核研所合作,以探究低劑量放射線對水稻生育的影響。

1) 桃園區農業改良場

2) 核能研究所研究員

材料及方法

試驗品種以栽培面積最廣之台農 67 號為材料，於 1996 年 3 月 15 日第一期作插秧前將生長均與 14 天秧齡之 7 箱秧苗送至核能研究所進行加馬射線處理，照射劑量分別為 2.5、5、10、20、40 及 80 Gy，以無照射為對照共七處理。於 3 月 16 日運回本場插秧時調查葉齡、苗高，插秧後觀察生育情形，並於 5 月 9 日(插秧後 54 天)調查株高及分蘗數，成熟期調查株高及穗數，收穫時調查小區產量、穗長、穗重、一穗粒數、千粒重與稔實率等性狀。

結果與討論

一、插秧時之葉齡及苗高

本試驗秧苗於 1996 年 3 月 15 日送核研所處理，翌日載回插秧，由表 1 得知，不經照射處理之秧苗葉齡為 3.03 葉，株高為 11 cm，經處理者葉齡在 2.87~3.03 葉之間，苗高為 8.9~11.4 cm，其中 10 Gy 處理為 3.03 葉，苗高 11.4 cm，而 80 Gy 處理為 2.87 葉及苗高 8.9 cm，以肉眼不易區分，但以箱育秧苗期之生長勢而言有此懸殊，雖僅隔一夜即因不同劑量照射而有不同之反應。

二、最高分蘗期之株高與分蘗數

3 月 16 日插秧後，由於 3 月中下旬及 4 月上中旬間平均氣溫在 17~18°C 之間，因此田間依標準栽培法管理下，初期水田以 3~5 cm 水深保溫，期間發現 80 Gy 處理區停止生長，葉片平展向外斜彎而逐漸伸入水面下 3~5 cm，三週後逐漸淹死，枯死率在 15~94 % 之間。插秧後第 54 天最高分蘗期調查如表 1，未處理之株高為 48.8 cm，10 Gy 處理為 50.7cm 最高，似有促進增高的現象，2.5、5 Gy 處理與對照差異不顯著，而 20、40、80 Gy 處理則隨照射劑量之增加，生長顯著緩慢下來，各為 45.6、41.2、27.2 cm；分蘗數則以 2.5、5、10 Gy 處理者與對照差異不顯著，在 19.1~20.4 支之間，但 20、40、80 Gy 處理者呈階梯遞減之顯著差異，80 Gy 處理則僅分蘗回復插秧支數 5 支而已，勢必影響爾後的生育及稻穀產量。

三、成熟期之株高及穗數

由表 1 顯示不同數量加馬射線照射的成熟期株高有所影響，以 20 Gy 處理之株高為 109.2 cm 最高，2.5、5 Gy 處理與對照處理相若，亦與 20 Gy 處理接近，10、40 Gy 處理略低矮，80 Gy 處理最低為 90.3 cm，較對照低 17.5 cm。

以 80 Gy 處理之穗數為 7.2 支最低，其他 5 處理與對照無顯著差異，在 13.9~15.4 支之間，80 Gy 處理亦從初期生育即已顯示因葉片橫展彎卷淹水而死，留下數株於最高分蘗期後尚續有分蘗能力而略升至 7.2 支。

四、生育日數

由表 1 顯示，2.5~20 Gy 處理之生育日數與對照無顯著差異，自插秧至抽穗割期在 98.5~99.8 天之間，唯 40 Gy 處理為 101.5 天較對照 98.5 天多 3 天，而 80 Gy 處理為 110 天顯著延遲 11.5 天。

自插秧至成熟期之全生育日數，對照為 131.3 天，2.5、5、10 Gy 處理均為 132.3 天，較對

照晚 1 天，而 20 Gy 處理 132.8 天，40 Gy 處理為 134.8 天，各較對照稍晚 1.5、3.5 天，80 Gy 處理因復原及分蘗延慢導至成熟期延遲 13.7 天，顯示生育日數及成熟期隨劑量之增加而延長，此乃因加馬射線照射可能延宕生育及致死。

五、稻穀產量與產量構成要素

由表2及圖1顯示稻穀公頃產量很明顯的呈階梯遞減差異，以對照6330.5 kg/ha 最高，但與2.5、5、10 Gy 三處理差異不顯著，顯示三種劑量之照射對產量無影響，而20、40、80Gy 三處理之產量則隨照射劑量之增加而顯著減產，尤其80 Gy 照射劑量已嚴重造成91.4 %之減產效應。

再探究其產量構成要素，前已述及成熟期穗數僅 80 Gy 處理顯著最低；一穗粒數以穗數最少之 80 Gy 處理為 134 粒最高，比對照增加 18.5 粒(+16.0%)，但其稔實率則只有 20.5%，40 Gy 處理一穗粒數 81.9 粒顯著減少 33.6 粒(-29.1%)，其稔實率僅為 54.75%；20 Gy 處理一穗粒數為 102.2 粒，也比對照少 13.3 粒(-11.5%)，而稔實率僅 47.95%；5 Gy 處理一穗粒數為 95.4 粒，比對照少 20.1 粒 (-17.4%)，稔實率為 76.15%；2.5 及 10 Gy 處理之一穗粒數為 101.6 及 106.8 粒，各比對照少 13.9 及 8.7 粒(-12.6%及-8.7%)，稔實率近 81%尚佳，但還是不如對照之 87.15%。千粒重 5、10、40 Gy 處理在 22.1 g 以上，但與對照 21.83 g 差異不顯著，惟 80 Gy 處理為 19.06 g，有顯著減輕現象。

由此初步試驗結果顯示，低劑量加馬射線處理對生育中之稻株，以 20 Gy 劑量照射以上呈抑制或延遲株高生長現象，至成熟收穫時，則以照射 40 及 80 Gy 劑量之植株較矮，以照射 80 Gy 劑量抑制現象最為明顯，20、40 Gy 劑量處理有分蘗減少現象，其有效分蘗(穗數)與對照及 2.5、5、10 Gy 劑量處理差異不顯著，照射 80 Gy 劑量則造成嚴重不良影響。

公頃產量照射劑量在 10 Gy 以下者公頃產量差異不顯著，照射劑量在 20 Gy 以上，則隨照射劑量增加而顯著減產。

在 80 Gy 劑量照射下已顯著影響水稻生育，分蘗及穗數均顯著減少，一穗粒數增加很多，但稔實率卻嚴重降低，千粒重也未因稔實率之減少而飽滿及增重之現象，而降低稻穀產量。其他較低劑量照射也都會降低一穗粒數及稔實率，唯對單株穗數及千粒重則影響不大。

表 1. 低劑量加馬射線照射對水稻臺農 67 號農藝性狀之影響

Table 1. Effect of low level γ -radiation treatment on agronomic characteristics of rice (TNG 67).

Dosage of γ -ray (Gy)	Seedling		54 days after transplanting		On maturing		Days from trans to heading	Days from trans to maturing
	Leaf no.	Plant height (cm)	Tiller no. per hill	Plant height (cm)	Panicle no. per hill	Plant height (cm)		
2.5	2.97	9.9	19.1 ^a	46.4 ^{ab}	13.9 ^a	106.6 ^{abc}	98.8 ^c	132.3 ^{cd}
5	3.00	10.0	20.4 ^a	48.7 ^{ab}	14.0 ^a	106.4 ^{abc}	99.3 ^c	132.3 ^{cd}
10	3.03	11.4	19.9 ^a	50.7 ^a	15.4 ^a	104.5 ^{bc}	99.3 ^c	32.3 ^{cd}
20	2.97	10.4	16.3 ^b	45.6 ^b	14.4 ^a	109.2 ^a	99.8 ^c	132.8 ^c
40	2.90	10.9	13.7 ^c	41.2 ^c	14.1 ^a	103.7 ^c	101.5 ^b	134.8 ^b
80	2.87	8.9	5.0 ^d	27.2 ^d	7.2 ^b	90.3 ^d	110.0 ^a	145.0 ^a
ck	3.03	11.0	19.6 ^a	48.8 ^{ab}	15.1 ^a	107.8 ^{ab}	98.5 ^c	131.3 ^d

The same letters in a column showing insignificant difference at $p=0.05$ by Duncan's multiple range test.

表 2. 低劑量加馬射線照射對水稻臺農 67 號稻穀產量及構成要素之影響

Table 2. Effect of low level γ -radiation on grain yield and yield components of rice (TNG 67).

Dosage of γ -ray (Gy)	Panicle no. per hill		Spikelet panicle		Fertility		1000 kernel wt.		Grain yield	
	no.	%	no.	%	rate	%	g	%	kg/ha	%
2.5	13.9 ^a	91.9	101.6 ^{bc}	88.0	80.90 ^{ab}	92.1	21.61 ^a	99.0	6254.8 ^a	98.8
5	14.0 ^a	92.5	95.4 ^{bc}	82.6	76.15 ^{ab}	86.7	22.28 ^a	104.5	5988.9 ^a	94.6
10	15.4 ^a	102.3	106.8 ^b	92.5	80.85 ^{ab}	92.1	23.21 ^a	106.3	6060.4 ^a	95.7
20	14.4 ^a	95.7	102.2 ^{bc}	88.5	47.95 ^{bc}	54.6	22.01 ^a	100.8	5352.0 ^d	84.5
40	14.1 ^a	93.7	81.9 ^c	70.9	54.75 ^{abc}	62.4	22.10 ^a	101.2	3433.3 ^c	54.2
80	7.2 ^b	47.2	134.0 ^a	116.0	20.50 ^c	23.3	19.06 ^b	87.3	543.0 ^d	8.6
ck	15.1 ^a	100	115.5 ^{ab}	100	87.80 ^a	100	21.83 ^{ab}	100	6330.5 ^a	100

%

 γ -ray dosage

圖 1. 加馬射線照射對水稻產量及構成要素之影響

Fig. 1. Effects of low level γ -radiation on the yield and yield components of rice.

參考文獻

1. 汪呈因。1974。放射線育種。稻作學與米 p.271-275。徐氏基金會出版。
2. 吳麗春、傅仰人、王瑞卿、胡燦、連清宏。1993。利用加馬射線矮化中國水仙之研究。桃園區農業改良場研究報告 14: 18-27。
3. 胡燦、邱發祥、蔡林通、傅應凱。1985。加馬射線照射與療傷法組合處理抑制甘藷塊根貯藏中發芽及腐爛。原子能委員會彙報 21(4): 39-44。
4. 鄒國林、馮勝彥、陳東明、朱文。1996。低劑量 ^{60}Co γ 射線對水稻幼苗 SOD 活性的影響。核農學報 10(4): 251-253。
5. 趙文虎、徐世明、車幼平。1991。 γ 射線外照射影響 稻生育的初步研究。核農學報 5(2): 95-100。
6. 謝順景。1993。放射線遺傳學及細胞遺傳學之研究。水稻之遺傳育種及細胞遺傳學之研究 p.273-348。台中區農業改良場。
7. Iqbal, J. and M. S. Zahur. 1975. Effect of acute gamma irradiation and developmental stages on growth and yield of rice plants. Radiation Botany. 15: 231-240.
8. Kuzin, A. M., M. E. Vagabova, M. M. Vilenchik and V. G. Gogvadze. 1986. Stimulation of plant growth by exposure to low level γ -radiation and magnitic field, and their possible mechanism of action. Environmental and Experimental Botany. 26(2): 163-167.

Reports

Effects of Low Level γ -radiation on Growth and Yield of Rice

Tsern-tserng Huang¹⁾, Sue-er Chen¹⁾ and Tsan Hu²⁾

Summary

In order to understand the effects of low level γ -radiation on the growth and yield of rice, seven level of dosages were treated to the seedling before one day of transplanting, a RCBD with four replications was used. Rice variety Tainung 67 was tested. The results are summarized as follows:

The seedling leaves treated with γ -ray were not affected by all treatments with the exception of 80 Gy. After transplanting the leaves treated with 80 Gy were curled gradually and bending into 3-5 cm depth of water and then 15-94 % of rice plants were died. The plant height and tiller number measured during the maximum tiller stage were not affected by low level dosages of γ -ray treatment, but affected by higher level dosages γ -ray treatments such as 20, 40 and 80 Gy.

The plant height and number of panicle at the harvesting stage performed the same result as the maximum tillering stage. Maturing date and yield components such as spikelet per panicle, percentage of grain fertility, 1000 grain weight and grain yield were affected by higher level dosages of γ -ray treatments such as 20, 40 and 80 Gy. Grain yield and all yield components were affected more pronounced under the dosage of 80 Gy.

Key words: Low level, γ -radiation, Rice.

1) Taoyuan District Agricultural Improvement Station.

2) Institute of Nucleon Energy Research.