

试验研究资料选编

山东省烟台市农业科学研究所

一九八六年三月

目 录

甘薯高淀粉、高产、抗病新品种选育的探讨·····	杨中萃等 (1)
快中子诱发甘薯下胚轴不定芽突变育种的研究·····	崔广琴等 (9)
山区旱薄地地瓜大幅度增产综合技术的研究·····	王树钿等 (17)
我市栽培大豆生态类型的演变及育种目标·····	刘明春 (27)
极早熟大豆良种—烟黄二号选育总结·····	刘明春等 (31)
对本市番茄品种布局及相应栽培措施的商榷·····	邹玉真等 (36)
粉锈宁防治苹果白粉病研究初报·····	吴桂本等 (41)
呋喃丹种衣剂防治玉米粘虫的研究·····	臧逢春等 (46)
怎样养好雏鸡·····	刘洪森 (53)
栖霞县种植业、畜牧业最佳结构模型的探讨·····	新技术研究室等 (57)

甘薯高淀粉、高产、抗病新品种选育的探讨[※]

杨中萃 崔广琴 林淑娟 王庆旭

(甘薯研究室育种组)

甘薯具有抗旱、耐瘠性强，适应性广，产量高而稳定的特点，是山丘、旱薄地的重要粮食作物。近年来由于甘薯作为饲用、工业原料、食品加工用等比重愈来愈大，作为食用的比例已显著下降，因此甘薯育种的目标相应调正为工业原料用的品种则要求淀粉含量高（春薯鲜薯淀粉率在25.0%以上，夏薯在20%以上）；饲料用品种则要求蔓、叶含粗蛋白要高；而作为食用、加工食品用的品种则要求维生素A、C的含量高，当然这几种类型的品种，均要求产量较高，抗一种或二种以上主要病害，适应性较强，耐贮藏等优点或具有某一方面突出的优点。

二十多年来，我们先后选育和推广了烟薯1号、2号、3号、5号、6号、8号、10号、11号，以及77—600、79—709、77—437等新品种（品系）。这些品种的主要特点和推广情况是：烟薯1号为高产，中干，适应性强；2号为高产，优质，耐旱；3号为高淀粉，高产，抗黑斑病、根腐病；5号为高产，中干；6号为抗茎线虫病，优质；8号为高胡萝卜素，高产；11号为高淀粉，高产；77—600为高产，优质，抗病；79—709、77—437为多抗品种（抗茎线虫病、根腐病、黑斑病）。这些品种一般比胜利百号春薯薯干增产25—30%，夏薯薯干增产35—50%。自1972年开始在全区、全省示范推广，到1975年全区新品种已全部取代了胜利百号，推广面积以烟薯1号最大，曾达到350万亩，3号达到60万亩，其余品种在10—40万亩，其中烟薯1号、6号1978年获山东省科委与烟台地委、行署科技成果奖，烟薯3号、8号1982年获山东省农牧渔业科技成果三等奖。

兹将二十多年来进行甘薯有性杂交，选育高淀粉、高产、抗病新品种的有关问题，作一初步探讨如下：

一、亲本选配

1. 高产亲本的选配 自七十年代以来，国内各甘薯育种单位育成的甘薯新品种在产量上没有新的突破，究其原因，从新选育的品种的亲缘上看，绝大部分亲本来自胜利百号与南瑞苕两个系统，如含有胜利百号基因源有71个，含有南瑞苕基因源有54个，属

※本文承蒙陈希凯教授，陆漱韵副教授审阅谨致谢意。

于两者杂交一代有22个，杂交2—3代的有55个。由于杂交亲本的亲缘关系愈来愈近，导致杂种优势愈来愈小。另外，1979年我们测定11个组合的薯块产量的广义遗传力为26.37—66.73%，一般在50%左右（表1），和Jones测定薯块狭义遗传力在41%相似，

表1

薯块产量的遗传力估算

(1979)

组 合	薯块产量遗传力 (%)
丰28×683	40.50
丰28×烟薯3号	66.73
丰28×美国红	54.07
丰28×烟薯6号	55.14
丰收白×683	26.37
丰收白×烟薯3号	34.06
丰收白×美国红	46.02
丰收白×烟薯6号	53.16
徐薯18×美国红	62.72
徐薯18×烟薯3号	60.90
徐薯18×683	46.89

说明薯块产量的遗传力较低，提高薯块产量主要依赖于双亲的杂种优势。因此，我们在高产亲本的选配上，重点探索引进新的基因源并具有较好杂种优势的国外种或我国地方品种作为亲本。其次选择本地推广种作为主要亲本，通过有性杂交，使基因重组，有可能获得较理想的品种。通过200多个亲本4000多个组合找到杂种优势较好的推广种如烟薯3号、烟薯6号、52—45、徐薯18、丰收白、一窝红、丰收黄、台农10号等，较好的外来种或地方种如美国红、沙捞越、蓬尾、懒汉芋、满村香、黎妇薯、江苏粗精芋、大红袍等。利用这些亲本育成了烟薯8号、烟薯11号、79—301、77—102、77—600、80—61等品种、品系。如烟薯8号的谱系是：

烟薯8号 { 丰收黄 { 胜利百号
 南瑞茗
 台农10号 { 美国红皮
 美国黄皮

丰收黄是我省丰产性、适应性较好的推广种，台农10号是台湾嘉义农事试验场育成的秋薯型品种，在北方条件下蔓、叶生长繁茂，薯块产量低，但两者杂交后，杂种优势明显，山东省农业科学院利用这个组合（反交）育成了济薯7号。又如高产、中干和适应山丘薄地种植的79—301，因其双亲中含有适应性强，薯块产量高，水分大，品质差的广东雷州半岛地方种蓬尾和品质优良、抗病的烟薯6号。国内其他单位育成的宁薯1号含有台湾地方种恒进的基因，徐薯18含有安徽地方种夹沟大紫的基因，丰薯1号含有广东地方种禺北白的基因。

2. 高干亲本的选配 烘干率高是甘薯生产的重要性状, 尤其是作为工业原料、副业加工更为重要。高淀粉品种要求: 春薯鲜薯淀粉率在25%以上, 夏薯鲜薯淀粉率在20%以上。在育种的初级阶段则以烘干率为选拔的指标: 春薯烘干率要求在35%以上, 夏薯烘干率在29%以上, 亩产淀粉或薯干必须超过现有推广种10%以上。

我们在1978—1979年测定的18个组合烘干率的广义遗传力在62.5—97.34%, 一般在85%左右(表2), 这与日本赤藤克已测定干率的狭义遗传力为77.1—97.7%, Jones测定干率的狭义遗传力为65±0.12%相近似, 说明干率具有较高的遗传力。其次从杂交育种实践认识到: 高干×高干后代出现高干品系的比例较高, 低干×低干后代出现低干的品系比例高(表3), 再从我们育成的烟薯3号〔52—45(高干)自由授粉〕、烟薯11号〔懒汉芋(高干)×一窝红(高干)〕, 江苏省农业科学院育成的宁12—17〔栗子香(高干)×南京92(高干)〕, 淮阴地区农科所育成的淮25〔栗子香(高干)×52—45(高干)〕, 山东省农业科学院选育的78268〔懒汉芋(高干)×丰薯1号(中干)〕, 这些高干、优质品种的亲本均具有高干的遗传基础, 因此, 我们认识到要育成高干品种, 双亲一定要选用于率高的亲本或至少要有有一个高干亲本, 另一个亲本也必须在中干以上。

表2 烘干率广义遗传力估算

组 合	测定年份	遗传力 (%)	组 合	测定年份	遗传力 (%)
52—45×江苏粗精芋	1978	96.29	丰28×美国红	1979	88.42
52—45×台农10号	1978	92.27	丰28×烟薯6号	1979	80.83
52—45×美国红	1978	89.9	丰收白×683	1979	89.93
52—45×黎妇薯	1978	97.18	丰收白×烟薯3号	1979	93.46
52—45×红红—1	1978	92.33	丰收白×美国红	1979	62.15
52—45×青农1号	1978	76.90	丰收白×烟薯6号	1979	80.09
52—45×一窝红	1978	97.34	徐薯18×美国红	1979	85.07
丰28×683	1979	88.95	徐薯18×烟薯3号	1979	82.98
丰28×烟薯3号	1979	92.89	徐薯18×683	1979	74.31

表3 几个组合后代烘干率的分离情况

组 合	类 型	亲 本			杂种后代平均烘干率	分 离		
		母本	父本	平均		高干品系 %	中干品系 %	低干品系 %
64—146×满村香	高干×高干	29.9	31.1	30.1	32.72	61.4	23.2	15.4
64—146×宁远卅日早	高干×低干	29.9	22	25.9	27.64	25.4	43.7	31.3
宁远卅日早×696	低干×低干	22	23.2	22.6	22.9	0	17	83

注: 夏薯高干指烘干率在29%以上; 中干指烘干率在26—28.9%; 低干指烘干率在25.9%以下。

3. 抗病亲本的选配 我省甘薯生产上危害较大的病害有黑斑病、线虫病、根腐病, 因此, 选育抗病性强的品种也为生产所急需。

(1) 选择抗黑斑病的亲本：我们在1978年用四个组合192个品系，用薯苗人工接菌，悬浮液浓度每个视野（8×10）2—3个孢子，接菌后保持23—25℃和湿润条件，二周后检查病情指数，以此观察杂交后代抗病分离情况（表4）

表4 抗 黑 斑 病 遗 传 (1978)

组 合	类 型	亲本病情指数			F ₁ 杂种的 病情指 数	F ₁ 抗病性分布(%)			
		母本	父本	平均		高 抗	抗 病	感 病	高 感
懒汉芋×南瑞苕	重感×感病	93	65	79	63.5	10.4	21.6	43.5	24.2
南瑞苕×懒汉芋	感病×重感	65	93	79	69.34	3.0	18.0	52	26.0
懒汉芋×满村香	重感×高抗	93	38.6	65.8	65	11.3	36.6	48.0	4.6
满村香×烟薯6号	高抗×高抗	38.6	29.8	34.2	45.2	35	46	15	4.0

注：病情指数分组：高抗为40%以下，中抗为40~59.9%，感病为60~79.9%，重感为80%以上。

表4结果说明，双亲病情指数与杂种后代的病情指数有一致的趋势。双亲病情指数低，子代的病情指数也低，反之双亲病情指数高，后代品系的病情指数也高。从分离看，各个组合杂种品系均出现高抗、中抗、感病类型，并有超亲现象，但组合出现的比例不一，如懒汉芋×南瑞苕（感病）后代品系中感病品系占67.7%，而高抗×高抗的满村香×烟薯6号后代品系高抗，抗病品系占81%。

(2) 选择抗茎线虫病的亲本：我们测定了四个组合对茎线虫病的抗病情况（表5）

表5 抗 茎 线 虫 病 遗 传 调 查 (1979)

组 合	类 型	亲本病情指数(%)			F ₁ 杂种的 病情指 数(%)	F ₁ 抗病性的分布(%)			
		母本	父本	平均		高 抗	抗 病	感 病	高 感
三合薯×72-429	高抗×高抗	8	7.5	7.7	20.7	49	36	9	6
三合薯×烟薯1号	高抗×高感	8	60	34	35.4	29.3	31.7	24.4	14.6
济薯1号×烟薯1号	高感×高感	70	60	65	65.5	22	22	12	44
三合薯×烟薯6号	高抗×抗病	8	30	19	31.2	44	30	8	18

注：病情指数分组：高抗为10%以下，抗病为10~30%，感病为30~60%，高感为60%以上。

表5结果说明，选用抗病性强的品种作亲本，易获得抗病性强的后代，如高抗×高抗组合三合薯×72-429后代抗病，高抗品系达85%；而高感×高感组合济薯1号×烟薯1号后代感病及高感品系达56.0%，但两类组合均出现超亲现象。

(3) 选择抗根结线虫病的亲本：1979年我们在自然发病均匀地块测定了三个组合的后代品系对根结线虫病的抗病情况（表6），结果说明，双亲均为高抗的组合，后代品系病情指数较低，反之感病×感病的组合，后代品系的病情指数也高。另外，我们培育的抗病性强的品种、品系，其亲本均具有抗病基因，如抗黑斑病品种烟薯3号、烟薯6

表 6

甘薯抗根结线虫病遗传观察

(1979)

组 合	类 型	亲本病情指数 (%)			F ₁ 杂种 病情指数 (%)
		母本	父本	平均	
青农 1 号 × 南京 92	高抗 × 高抗	0	4.1	2.05	14.7
52—45 × 青农 1 号	感病 × 高抗	45.8	0	22.9	21.2
51—45 × 丰收白	感病 × 感病	45.8	25	35.4	38.4

号、73—222、75—870，其组合分别为52—45自由授粉、52—45 × 济薯 2 号、烟薯 3 号自由授粉、美国红 × 烟薯 3 号，这些亲本具有高抗黑斑病的能力。又如我们选育的抗茎线虫病品系79—13B、79—22B、79—7C、79—9C、79—27C、79—38C等品系，其亲本三合薯、烟薯 6 号与72—429均具有抗茎线虫病的能力。再如抗根结线虫病品系76—31、76—667、76—111，其亲本为青农 1 号 × 烟薯 6 号、丰收黄 × 青农 1 号、沃克罗火玛 × 南京 92，其中青农 1 号、南京 92均属于抗根结线虫病的亲本。

江苏省农业科学院研究认为：抗黑斑病性状受多基因控制，选用抗病性强的亲本，易获得抗病性强的品系。日本后藤认为，亲本的抗黑斑病性有较高的遗传力，同时认为抗根结线虫病的遗传具有加性效应。

因此，培育抗病性强的品种，双亲或双亲之一，必须选用抗病性强的亲本。

4. 地上部性状的选配 我们在1978—1979年测定18个组合的534个品系蔓、叶鲜重和蔓长、蔓粗的广义遗传力（表 7）为70—90%，同时也测定亲、子间蔓叶鲜重相关系

表 7

甘薯茎叶鲜重、蔓长、蔓粗的广义遗传力估算

组 合	测定年份	茎叶鲜重遗 传力 (%)	蔓长遗传力 (%)	蔓粗遗传力 (%)
52—45 × 青农 1 号	1978	87.76	93.73	81.71
52—45 × 美国红	1978	62.30	90.67	61.90
52—45 × 红红—1	1978	51.03	97.17	63.31
52—45 × 黎妇薯	1978	75.46	82.31	75.52
52—45 × 台农10号	1978	90.74	90.70	68.12
52—45 × 一窝红	1978	83.15	81.21	81.76
52—45 × 江苏粗精芋	1978	86.59	90.88	75.37
丰28 × 683	1979	90.57	71.88	—
丰28 × 烟薯 3 号	1979	95.49	84.09	—
丰28 × 美国红	1979	61.08	65.2	—
丰收白 × 683	1979	90.09	70.58	—
丰收白 × 烟薯 3 号	1979	83.72	77.50	—
丰收白 × 美国红	1979	67.48	88.71	—
丰收白 × 烟薯 6 号	1979	85.79	69.50	—
徐薯18 × 美国红	1979	88.56	89.88	—
徐薯18 × 烟薯 6 号	1979	72.36	71.93	—
徐薯18 × 683	1979	68.78	91.16	—
丰28 × 烟薯 6 号	1979	84.17	86.83	—

数达显著标准 ($r=0.91^*$)，蔓粗广义遗传力也在60—80%。

由此看出，蔓叶鲜重、蔓长、蔓粗的广义遗传力均较高，说明后代品系受双亲的影响是很大的。高淀粉、高产品种要求叶片光合效率高，株型半直立，中、短蔓，结薯早，膨大快，经济系数高（春薯在0.85以上，夏薯在0.80以上），因此，地上部蔓叶不能过度繁茂，以利用光合产物分配到块根的比例大一些，我们育成的品种大部分为中、短蔓，分枝多，蔓粗中等类型，其双亲也均属于中、短蔓类型。

二、杂种后代的选择

1. 选择叶面积迅速上升的类型 Watson (1971)认为，作物生产体系效率不高的根源在于早期冠层截取光能少。因此，选择生长快和分枝早、多的品种，可以提高早期叶面积指数，达到提高产量的目的。1976年调查春薯高产品种和烟薯1、6、8号的叶面积指数，栽后100天为3.5—4.5，栽后130天仍为3.6—4.23；而低产品种胜利百号叶面积指数栽后100天只有2.1，130天只有2.84。1977年夏薯高产品种烟薯6、8号，济薯1号，徐薯18及济薯4号，栽后50天叶面积指数达到3—3.6，栽后80天保持在2以上；而低产品种胜利百号的叶面积指数栽后50天只有2，栽后80天只有1.49。

田间生长势调查，凡前期蔓叶早发，封垄早，后期叶片落黄适时的品系产量较高。1977年调查166个品系，其中蔓叶早发迟衰、中发中衰品系出现高产者居多，占73—88%；而迟发迟衰品系中出现低产者居多，占78%。

2. 选择结薯早、膨大快的类型 春薯要求选育结薯早、中熟与薯块膨大快、增重大的类型。如烟薯1、6、8号，济薯5号，结薯属早、中熟类型，9月上旬薯块重量占总重的70—80%，每天每亩增重达50—80斤；而胜利百号结薯晚，同期薯块重量只占总重的60%。且绝对增重量少，每日每亩增重只有28斤。夏薯更应选择结薯早、膨大快的类型，如烟薯1、6、8号及济薯4号，结薯早，膨大快，栽后80天调查薯块已达总重的80%，每日每亩薯块增重为50斤；而胜利百号结薯晚，同期薯块增重虽达到总重的80%，但每日每亩绝对增重低，只有38斤。

3. 选择经济系数高的类型 我们测定经济系数与薯块产量呈极显著相关 ($r=0.937^{**}$)，然而经济系数是相对值，所以对总干物重也必须重视。1977年调查春薯高产品种烟薯1、6、9号及济薯5号，经济系数及总干物重均高，经济系数为0.86—0.89，总干物重每亩为1986—2061斤，而胜利百号经济系数虽为0.80，但总干物重只有1685斤。同年调查夏薯高产品种烟薯6号、济薯1号、徐薯18、济薯4号、烟薯8号，经济系数为0.825—0.865，每亩干物重为1110斤左右，而胜利百号经济系数只有0.78，每亩总干物重只有777斤。

4. 选择优良的株型 Donald提出植物育种工作者有目的培育理想型的植株，将有利于光合作用。在甘薯株型上，日本小林、四方等提出节间变短，差不多和马铃薯一样的直立茎。国内盛家廉等提出“疏散型”。我们在选择过程中，对株型认识有以下几点：

(1) 选半直立株型：1981年测定半直立株型的透光性明显优于匍匐型品种(表8)，

冠层透光性两者差异不大，而中层两者差异显著，半直立株型烟薯8号仍透过自然光的34%，而匍匐型品种胜利百号仅透过自然光的0.04%，下层烟薯8号仍有少量光透过。

表8 不同株型透光性比较 (1981)

株型(品种)	上层光照 (0—5厘米)		中层光照 (5—15厘米)		下层光照 (15厘米以下)	
	强度	占自然光 (%)	强度	占自然光 (%)	强度	占自然光 (%)
半直立型(烟薯8号)	30.0	65	15.5	34	0.78	0.02
匍匐型(胜利百号)	25.8	56	1.98	0.04	0	0

注：1.单位为千勒克斯，自然光强为46千勒克斯 2.分层：自冠层向下

半直立型品种大多是分枝多、蔓短、叶片小的类型，如75—683，在后期调查有13.1个分枝，比一般品种多65%，每株有119个叶片，比一般品种多70%，但叶片小，平均每片叶面积只有27.5平方厘米，比一般品种少26.5%，尤其后期基部有3—9个新生分枝，这些均有利于后期制造养分，加速向块根运输，这是本品种产量较高的原因所在。

(2)选叶厚、叶色深、叶片倾斜的类型：叶片厚度是一种重要的形态特征，我们测定叶片厚的品种光合强度较高，如73—485、72—153、74—555，100平方厘米重2.5克，净光合强度为4.2—4.9毫克 CO_2 /分米²·小时，而叶片薄的品种，100平方厘米叶片重2.2克，其光合强度只有3.85毫克 CO_2 /分米²·小时。

叶绿素含量：1974年测定表明，叶片叶绿素含量品种间存在着明显差异，如叶绿素含量低的品种72—124只有1.35%，而叶绿素含量高的品种如烟薯3号、栗子香在20%以上，叶绿素含量与薯块烘干率之间有显著的相关性($r=0.837^*$)，即叶绿素含量2%以上，叶色从绿到浓绿，表现烘干率高，如石419、栗子香、烟薯3号，烘干率在38—39.8%，而叶绿素含量1.35—1.96%，叶色从淡绿到绿，如72—124、农大红，烘干率仅为21—28%。

叶片生长姿势：Russell 1972年通过密植程度比较试验，发现叶片稍直立的群体产量高于叶片更直立的群体，甘薯叶片一般呈水平状，所以透光性差。1981年调查，叶片倾斜型烟薯10号中下层透光性明显优于叶片平展型的78—647(表10)。

表9 春薯不同品种叶绿素含量与薯块烘干率相关性测定 (1974)

项 目	72 — 124	农大 红	遗 字 138	烟薯 1号	烟薯 5号	63 — 1166	72 — 133	胜利 百号	懒 汉 芋	烟薯 3号	南 瑞 茗	济 南 红	石家 庄 351	石家 庄 419	栗 子 香
叶绿素含量占 比重(%)	1.35	1.67	1.70	1.38	1.84	1.49	1.92	1.72	2.97	2.45	2.45	2.74	2.45	2.54	3.02
烘干率(%)	21.5	25.4	27.6	27.6	27.6	28.6	28.3	28.3	31.1	36.0	36.6	34.6	36.8	39.8	38.0
叶 色	淡绿	淡绿	淡绿	淡绿	绿	绿	绿	绿	绿	绿	绿	绿	深绿	深绿	绿

表10

叶片生长姿势不同透光性比较

(1981)

叶片生长姿势	上 层 (0—5厘米)		中 层 (5—20厘米)		下 层 (20厘米以下)		自然光 强 度
	光照强 度 *	占自然光 (%)	光照强度	占自然光 (%)	光照强度	占自然光 (%)	
倾斜型 (烟薯10号)	28.6	59.6	8.6	17.9	2.7	5.5	48.8
水平型 (78—647)	22.8	46.5	4.2	8.8	0.6	1.3	49.0

注：分层：自冠层向下，光照强度单位：千勒克司

(3) 选择结薯多或大、中薯率高的类型。我们测定薯块产量与结薯数及大、中薯率的相关性均达到极显著的水准， $r=0.85^{**}$ ， $r=0.96^{**}$ ，说明选择结薯多和大、中薯比例高的类型有利于高产。

综上所述，我们认为地上、地下部选择的标准为：蔓长1.5米左右，蔓粗中等(0.5—0.7厘米)，分枝多(后期基部有新生分枝)，中期蔓叶生长不过旺，后期叶片适时转黄，使蔓叶养分迅速转移到块根；株型为半直立，叶片中小、厚，叶生长姿势呈倾斜状，叶色从绿到浓绿；结薯早，中熟，薯块前、中期膨大快；经济系数高(春薯在0.85以上，夏薯在0.80以上)，总干物重高，或二者之一有突出者；结薯多，大、中薯率高，薯拐周围及薯块上吸收根少，光滑，整齐，结薯集中的类型。

快中子诱发 甘薯下胚轴不定芽突变育种的研究

崔广琴 杨中萃 林淑娟 王庆旭 林祖军

摘 要

自1978—1984, 采用快中子辐照甘薯有性杂交种子共计23个组合, 6543粒种子。明确了下胚轴不定芽诱发的适宜注量为 3.8×10^{11} 中子/厘米²与 1.1×10^{12} 中子/厘米², 萌发时间为出苗后22—40天, 萌发部位在子叶节下2—3厘米处。同时用石腊切片观察到: 出苗后10—35天, 诱发的不定芽是由下胚轴表皮细胞分化而来, 起源于单细胞。有42.3—72.7%的不定芽品系的色素, 叶形, 蔓色, 茸毛, 花器, 抗病性, 品质, 产量等性状获得了变异。尤以抗病性, 蔓长, 节间长度, 烘干率等后代遗传稳定性较强。现已选出抗病性强, 淀粉高, 高产有苗头品系5个, 具有突出抗病基因或高淀粉基因品系8个, 丰富了有性杂交育种的基因源, 对今后开展杂交育种十分有利。

前 言

甘薯是同源六倍体, 具有很强的自交不孕性和杂交不亲和性, 在遗传上是异质性很强的作物。通过辐射诱变, 其分生组织内的芽原始体细胞内可发生突变。据国内外文献报导, 甘薯诱变育种自1935年开始由Miller首先采用X射线照射薯块, 获得薯皮色突变。半世纪来, 由Miller, 真岛, Hernandez, Poole, Maramine, Sarai, Karimura, Miu, Love等先后应用X—射线 γ —射线、快中子及 ^{32}P 、 β 射线内照射处理薯块、薯苗、蔓等获得了叶色、皮色、肉色、蔓粗维生素, 产量等方面性状突变。国内北京农业大学采用1.5万仑琴 $\text{CO}^{60}\gamma$ —射线辐照薯蔓, 选出二个抗黑斑病品系, 但采用快中子辐照甘薯种子, 诱发下胚轴表皮细胞分化, 形成起源于单细胞的不定芽变异, 国内、外文献未见报导。

植物育种家早就设想采用辐照单细胞分生组织的方法, 由一个单细胞分生组织生长一个完整的植株, 获得一个非嵌合性的完全突变植株, 以有效地提高突变频率。为此, 我们自1978—1984年采用快中子辐照甘薯有性杂交种子, 在温室条件下, 诱发实生苗下胚轴表皮细胞分化, 形成起源于单细胞的不定芽变异, 获得较好的诱变效应。五年中对诱发下胚轴表皮细胞不定芽的适宜注量, 发生部位, 时间, 起源, 突变频率, 变异类型,

以及突变品系主要特性,特征和遗传稳定性进行观察,探讨。主要结果如下:

一、试验材料和方法

(一) 试验材料及诱变注量

1978, 1979, 1980, 1983年先后用快中子 10^{10} , 10^{11} , 1.1×10^{11} , 2×10^{11} , 3.8×10^{11} , 1.1×10^{12} , 3.7×10^{12} , 4.2×10^{12} 中子/厘米²等注量,辐照甘薯有性杂交种子23个组合,54个处理,6543个株系。1978年选用蓬尾×烟薯3号,烟薯3号放任授粉2个组合。1979年选用丰收白×烟薯6号,73—360×美国红2个组合。1980年选用恒进×烟薯3号,丰收白×烟薯6号,52—45×美国红,红夫8号×美国红,黎妇薯×52—45,烟薯3号×烟薯8号,青农1号×烟薯6号,美国红×红红1号,南92×烟薯1号等11个组合。1983年选用恒进×烟薯3号,黎妇薯×59—541,烟薯3号×徐薯18,52—45×美国红,丰收黄×红红1号,烟薯6号放,52—45×黎妇薯,黎妇薯×丰收黄,丰收黄×徐薯18,烟薯3号×红红1号,美国红×59—541,徐薯18放,烟薯6号×青农1号,丰收黄×百岁薯,青农1号×丰收黄共15个组合。均以未辐照处理的同一组合种子为对照。(1983年还对未辐照处理的6个组合300个株系,进行5—6次强制打顶,观察对促进不定芽萌发的作用,作为辅助对照。)

(二) 播种方法及管理

播种方法:每年于3月中旬到4月中旬播种。将种子剪破种皮,在25—27℃恒温条件下,浸种催芽24小时后,播种于温室,出苗前气温保持25—35℃,地温20—25℃,出苗后气温保持在25℃左右。出苗后记载出苗,死苗率,形态畸变。下胚轴不定芽萌发后,按株标志,记载不定芽萌发日期。苗高4—5厘米移栽大田,按组合,将同一实生苗株系萌发的二个以上不定芽为无性营养系顺序编号进行观察。

二、试验结果与讨论

(一) 诱发不定芽的辐照注量,起源,部位,时间

1. 适宜的辐照注量及生物学效应。

适宜的辐照注量是激化、促进下胚轴表皮细胞分化,形成不定芽的重要因素。1979、1980、1983年在 10^{10} — 4.2×10^{12} 中子/厘米²辐照范围内进行试验,明确了适宜辐照注量为 3.8×10^{12} ~ 1.1×10^{12} 中子/厘米²,具有较高的生物学效应。

(1) 不同辐照注量对种子发芽,出苗的影响。

1979—1984年在 10^{10} ~ 4.2×10^{12} 中子/厘米²的辐照范围内,对8个组合2300株系进行观察,不同辐照注量,对种子发芽均有一定的刺激作用,比对照(未处理,下同)发芽早,例1979年在催芽24小时后进行调查,其不同注量发芽率均高于对照(表1)1980,1983年观察结果相同。

表 1

不同辐照注量对种籽发芽的影响

1976—1980年

年 份	组 合	注 量 项 目	10^{10}	1.17 $\times 10^{11}$	2 $\times 10^{11}$	3.8 $\times 10^{11}$	1.1 $\times 10^{12}$	3.7 $\times 10^{12}$	4.2 $\times 10^{12}$	CK
1979	丰收白 $\times$ 烟薯6号	催芽后24 小时发芽 率%	23.3	42.5	41.5	—	38.0	47.0	—	25.1
1980	丰收白 $\times$ 烟薯6号	催芽后22 小时发芽 率%	—	69	—	59.6	57.5	—	—	43.0
	恒进 $\times$ 烟薯3号		—	88.2	—	—	88.2	—	83.2	66.5

不同辐照注量对出苗率无明显影响（表2），但随着注量的提高，至 4.2×10^{12} 中子/厘米²，出苗率略有下降趋势。

表 2

不同辐照注量对种子出苗率的影响

1979—1980年

年份	注 量 出苗率% 中子/厘米 ²	10^{10}	1.17 $\times 10^{11}$	2 $\times 10^{11}$	3.8 $\times 10^{11}$	1.1 $\times 10^{12}$	3.7 $\times 10^{12}$	4.2 $\times 10^{12}$	未处理 CK
1979年	丰收白 $\times$ 烟薯6号	71.0	60.0	87.0	91.0	86.0	84.0	—	85.0
1980年	恒进 $\times$ 烟薯3号	—	95.0	—	92.0	97.0	—	84.0	89.5
	丰收白 $\times$ 烟薯6号	—	97.0	—	87.0	87.0	—	—	90.3

播种后8—9天调查

不同辐照注量对幼苗成活率的影响：

1979—1980年观察（出苗后60天）辐照注量低于 2×10^{11} 中子/厘米²，死苗很少，随着辐照注量的提高，死苗率有增加趋势，注量增加到 3.7×10^{12} 中子/厘米²，死苗率达52.3%（表3）超过半致死注量，由此说明辐照注量不宜超过 3.7×10^{12} 中子/厘米²。

表 3

不同辐照注量对死苗率的影响

年份	注 量 中子/厘米 ²		10 ¹⁰	1.1	2	3.8	1.1	3.7	4.2	未处理
	死苗率%			× 10 ¹¹	× 10 ¹¹	× 10 ¹¹	× 10 ¹²	× 10 ¹²	× 10 ¹²	CK
1979	出苗后 60天	丰收白 × 烟 6	0	0	1.7	13.4	1.6	52.3	—	5.0
1980	出苗后 26天	恒进 × 烟 6	—	0	—	0.9	10.1	—	41.6	0

（2）幼苗形态畸变及其对不定芽萌发的影响：

甘薯种子经快中子辐照后，引起幼苗地上部形态出现各种畸变类型，主要表现顶芽

受抑制，节间变短，真叶畸形，叶片狭长，叶缘不齐。随着辐照注量的提高，辐照损伤加重，顶芽完全损伤，只剩子叶，或只有1—2片真叶（见表4）。如1983年在 $4 \times 10^{11} \sim 1 \times 10^{12}$ 中子/厘米²范围内，对13个组合400个不定芽形态进行调查，有98.5%不定芽是由于实生苗子叶肥大或只有1—2片真叶类型萌发而成。由此我们认为，甘薯有性杂交种子采用适宜的辐照注量，在顶芽受到损伤后，可激化，促进下胚轴表皮细胞分化，形成不定芽。

表 4 不同照射注量对实生苗形态畸变的影响 1979年

注 量 中子/厘米 ²	10 ¹⁰	1.1×10 ¹¹	2×10 ¹¹	3.8×10 ¹¹	1.1×10 ¹²	3.7×10 ¹²	未处理 C.K
项 目							
形态总畸变株率%	11.6	30.6	85.0	81.0	96.5	98.5	4.6
顶芽完全损伤株率%	11.6	24.9	68.0	66.7	88.4	98.5	0.54

组合丰收白×烟6

2. 下胚轴不定芽的萌发部位，时间与起源：

（1）不定芽的萌发部位：

1980，1983年在 $1.1 \times 10^{11} - 4.2 \times 10^{12}$ 中子/厘米²辐照范围内对15个杂交组合790个不定芽株系观察表明：不定芽在子叶节下2—3厘米处的下胚轴部位萌发，位置通常在土表下0.5—1厘米处，一般为单芽，其次为双芽，最多可发生3—4个。不同杂交组合不定芽的数目存在着差异，其数目多少，取决于亲本的遗传性。

（2）下胚轴不定芽的起源和萌发时间。

K·伊稍（1977年）指出：“改进组织培养技术，表皮细胞有可能产生胚胎状结构。”1983年自实生苗品系出苗后5天，在水培条件下，用160倍双目解剖镜对7个组合12个品系不定芽的萌发，起源，细胞分化情况进行活体观察。结果表明：下胚轴表皮细胞最早约在出苗后10—12天开始分化。表皮细胞呈正方形，不定芽原基细胞分裂迅速，光泽透亮，呈圆形，排列繁密。如6月1日观察烟薯3号×徐薯18 1×10^{12} 中子/厘米²，1株实生苗，其下胚轴表皮细胞正进行平周分裂，并已开始垂周分裂，54小时后形成透明的芽状突起，固定制成石蜡切片后，进行解剖学观察证实：出苗后10—35天早期分化的不定芽是由表皮细胞分化而来，起源于单细胞，这可能是由于快中子辐照，激活了表皮细胞，恢复了分化能力的缘故。1980年，1983年在 $1.1 \times 10^{11} - 4.2 \times 10^{12}$ 中子/厘米²辐照范围内，对790个下胚轴不定芽的分化、萌发时间进行观察，其中出苗后10—35天，早期分化的不定芽株系占86.1%。这些起源于表皮细胞的不定芽，前期生长势虽较弱，但具有较高的突变频率。而出苗后40天以上晚期分化的不定芽，根据石蜡切片观察，大多数起源于下胚轴中柱鞘，这些不定芽虽具有较强的生长势，但突变频率低。例1983年观察出苗后40天以上晚期萌发的不定芽株系没有发生变异。同年，以未经辐照

处理的6个杂交组合300个株系作为对照,进行5—6次强制打顶,诱发不定芽,大部分组合的株系下胚轴不能萌发不定芽,只有黎妇薯×一窝红,出苗40天以上,有26%株系下胚轴也可萌发不定芽,但均未发现变异。

3. 不定芽萌发的条件:除了适宜的注量外温度和土壤湿度也是重要条件。根据观察,在20—30℃温度范围内不定芽均可萌发,但以25—30℃较为适宜,土壤相对湿度以70%左右为宜。此外,不定芽萌发还要充足的光照与良好的透风条件,否则过度郁闭,不仅降低不定芽的萌发率,且易造成已萌发的不定芽死亡。

(二) 诱发不定芽的性状变异及遗传稳定性

1. 下胚轴不定芽的变异率:

经快中子辐照处理的种子,诱发的不定芽具有较高的突变率。1980,1983年对23个组合104个同一株上萌发形成的不定芽进行分离,编号观察。其成对不定芽营养系间,其主要形态,特征,特性均具有显著的变异。如1980年的13个组合71个品系下胚轴不定芽无性营养系之间在 M_1 代就有42.3%株系产生性状变异。1983年15个组合33个品系中, M_1 代有72.7%成对株系产生性状变异。

2. 不定芽突变系性状变异类型

1979—1983年对129成对不定芽突变品系(同一株实生苗品系萌发的2个以上的不定芽)进行观察, M_1 代变异类型比较广泛(表5)。

(1) 色素突变:色素变异最为广泛,顶叶色、蔓色、叶脉色、柄基色、薯皮色、肉色均可发生变异,以薯皮色突变频率最高。1979,1980,1983年 M_1 代突变系分别占总品系数26.6%,9.8%,33.3%; M_2 代通过无性繁殖(下同)分别有100%,85.7%,

表5 不定芽突变系形态变异类型、频率与遗传稳定性

遗传稳定性	变异类型	色素突变						叶型突变			茸毛突变	蔓型突变			现蕾早晚
		叶色	顶叶色	叶脉色	薯皮色	肉色	蔓色	总数	叶缘裂数	叶片大小		蔓长	节间长	蔓粗	
M_1 代 (1980)年	总观察品系数	71	71	71	71	71	33	71	71	71	71	71	71	33	33
	突变品系数	3	6	4	7	5	4	14	12	2	1	2	2	4	1
	突变频率%	4.2	8.4	5.6	9.8	7.0	12.2	19.7	16.9	2.8	1.4	2.8	2.8	12.1	3
M_2 代 (1981)年	稳定遗传品系数	2	0	2	6	5	2	5	3	2	—	—	—	—	1
	%	66.6	0	50	85.7	100	50.0	35.7	25.0	100	—	—	—	—	100.0

注:蔓色,蔓粗,现蕾早晚为1983~1984年观察资料

36.3%突变系可稳定遗传,其次为叶脉色,顶叶色变异突变频率较低。

(2) 叶形突变:叶形突变频率较高,1979,1980,1983年 M_1 代叶形突变分别占不定芽总品系数20.0%,19.7%,51.5%; M_2 代突变系中分别有33.3%,35.7%,

52.9%品系可稳定遗传。叶形变异主要是叶缘缺刻数变化较大，其他如叶片大小也可发生变异，但突变频率低。

(3) 茸毛突变：茎端茸毛数量也可发生变异，突变频率为1.4%。

(4) 蔓型突变：包括蔓长，节间长度，蔓粗突变。1979年，1980年对选育4个蔓型突变系连续二年鉴定，其蔓长，节间长度均可稳定遗传。（见表6）

表6 成对不定芽品系的蔓型变异及遗传稳定性

处理年份		1979年				1980年				
突变系号		E ₂ —1	E ₂ —2	F ₄ —1	F ₄ —2	Z ₆ —1	Z ₆ —2	S ₁₆ —1	S ₁₆ —2	S ₁₆ —3
蔓长 (公分)	M ₁ 代	178	275	200	156	36	100	—	—	—
	M ₂ 代	175	250	160	130	134	160	—	—	—
	M ₃ 代	—	—	—	—	134	160	100	189	115
	M ₄ 代	—	—	—	—	113	142	152	268	174
节间 长度	M ₂ 代	—	—	—	—	3.3	4.3	3.2	6.3	3.7

(5) 花器突变：不定芽突变系经过短日照处理，进行诱导开花，在有性繁殖过程中，花器变异频率高。1981—1984年先后用5个突变系进行诱导开花，其中有二个突变系花器变异明显。1981年选用的突变系（78—417）在100朵花中出现一朵巨型花冠，较一般品种大一倍，柱头特大，8枚雄蕊（一般为五枚，在常规有性杂交中，观察40—50万朵花中，从未发现有如此“巨型”花出现）。1983年选用突变系V₃-2作诱导开花处理，其花冠在50个常规品种中为最大（花冠直径较常规品种大30%左右）。说明通过快中子辐照，可获得花冠硕大，色泽鲜艳的突变系。

(6) 品质突变：1980年通过化验分析：同一株实生苗萌发的成对不定芽突变系之间，其薯块营养成分均有差异。总糖量变异范围在3.5—9.0%，有提高趋势。蛋白质含量变异范围为0.225—1.1%。烘干率变异幅度为1.9—3.3%，并可稳定遗传（见表7）。现已选育烘干率34%以上突变系三个。1985年鉴定试验，83—781春薯干薯较徐18增产23.8%，83—759，夏薯干薯较徐薯18增产41.9%。

(7) 抗病性突变：1983年测定27个不定芽品系抗病性（用薯苗进行人工接种鉴定，抗病品系占62.9%，其中高抗品系占32.3%，而常规育种107个品种，属抗病品种只占25.2%。1984年采用 1×10^{12} 中子/厘米²注量辐照丰收黄×红红1号，美国红×一窝红两个杂交组合，并对M₂代不定芽品系进行接种鉴定，其组合防病效果分别较对照提高16.1%，27.6%（见表8），抗病品系数占33.2%，28.5%。丰收黄×红红1号组合中出现5.5%高抗类型，对照处理抗病品系仅占12.4%，14.3%。现已初步选育抗黑斑病品系5个。

表 7

成对不定芽品系薯块营养成分分析

1979—1981

突 变 品 系	总 糖		蛋 白 质		烘 干 率			
	%	±	%	±	M ₂ 代		M ₃ 代	
					%	±	%	±
$\begin{cases} E_2-1 \\ E_2-2 \end{cases}$	77.1 76.8	0.3	3.738 2.638	1.1	28.7 25.4	3.3	32.5 34.1	1.6
$\begin{cases} E_3-1 \\ E_3-2 \end{cases}$	82.0 78.0	4.0	3.688 3.463	0.242	32.0 32.5	0.5	34.5 34.6	0.2
$\begin{cases} F_1-2-1 \\ F_1-2-2 \end{cases}$	81.5 74.1	7.4	2.750 2.775	0.02	28.7 27.7	1.0	31.9 31.2	0.7
$\begin{cases} F_2-1 \\ F_2-2 \end{cases}$	78.1 87.1	9.0	2.938 3.40	0.463	29.2 29.7	0.5	— —	—
$\begin{cases} F_4-1 \\ F_4-2 \end{cases}$	77.1 80.6	3.5	2.875 2.650	0.225	23.7 21.8	1.9	29.4 27.0	2.4
$\begin{cases} E_1-1 \\ E_2-2 \end{cases}$	— —	—	— —	—	29.4 32.0	2.6	32.5 34.1	1.6

表 8

快中子辐照不同杂交组合不定芽品系黑斑病抗病性测定

组 合	处 理	组 合 平 均		高 抗 类 型 %	抗 病 类 型 %	感 病 类 型 %	重 病 类 型 %
		病指%	防病效果 %				
美国红 × 59—541	1×10 ¹² 中子/厘米 ²	61.9	27.6	0	28.5	42.9	28.5
	CK (未辐照)	85.0	—	0	14.3	35.7	50.0
丰收黄 × 红红1号	1×10 ¹² 中子/厘米 ²	70.2	16.1	5.5	27.7	25.0	41.6
	CK (未辐照)	83.7	—	0	12.4	18.7	68.75

经二年人工接种和病地鉴定, 不定芽突变系对黑斑病、茎线虫病, 综合抗病能力表现较强(见表9)。综合上述, 通过快中子辐照, 可获得抗病突变系。这是今后甘薯抗病育种中值得引起重视的重要途径。

表 9

不定芽突变系综合抗病能力测定

1983—1984年

病害类型	防 治 效 果	不 定 芽 抗 病 突 变 系					对 照	
		V ₃ -2	P ₂ -1	N ₅ -2	L ₁ -1	中 1207	徐薯18	百号
黑斑病	病情指数%	7.1	22.8	25.0	38.0	37.6	76.4	95.8
	防病效果%	92.6	76.2	73.9	60.3	60.6	—	—
茎线虫病	病情指数%	27	24	32	37	32	75	—
	防病效果%	64	68	57	51	57	—	—