

马铃薯极早熟品种东农303 2n卵孤雌生殖无性繁殖系变异的研究

张景涛 肖增宽 吕文河 陈伊里 李景华

(东北农学院)

摘 要

利用二倍体栽培种 (*S. phureja*) “授粉者” (IVP35) 诱导马铃薯极早熟品种东农303 2n卵孤雌生殖获得四倍体无性繁殖系20余份。根据薯肉、薯肉色的分离比例确定为第2次分裂重组核 (SDR) 的2n卵。此外, 块茎芽眼的深浅、花粉育性和匍匐枝的长度等也有明显的性状分离。无性系PT₃₋₃、PT₃₋₅、PT₃₋₆和PT₄₋₅的花粉育性良好并产生自交实生种子以及不同无性系间的杂种实生种子。

无性系PT₃₋₃和PT₃₋₆等具有一些优于亲本东农303的经济性状, 如芽眼浅, 薯形圆整, 单株块茎产量较高。因此, 由雄性不育的早熟品种2n卵 (SDR) 孤雌生殖产生的四倍体无性系可作为选育早熟新品种的育种材料。

1 前 言

早在1933年, Oppenheimer 在马铃薯 *S. chacoense* × *S. tuberosum* (2x × 4x) 杂交代中, 发现有染色体数目为 2n = 48 的后代, 这是关于马铃薯 2n 卵的最初报道。此后, Van, Wamgenhim (1954, 1957)、Marks (1965) 以及 Gorea 等分别在 *S. acaule*、*S. fendleri* 等四倍体马铃薯中发现产生 2n 卵。Taylor (1978) 用 *S. phureja* 花粉对 *S. andigena* 进行诱导授粉, 得到了新型栽培种的 2n 卵孤雌生殖的后代, 并报道了其 2n 卵属于 SDR 类型。Stelly (1985)、Jongedijk (1987) 对大孢子母细胞曾进行过细胞学观察和报道, 认为 SDR 是 2n 卵的主要类型。

对马铃薯 2n 卵孤雌生殖后代及 2n 卵产生的细胞学机制虽曾有过一些报道, 但对 2n 卵孤雌生殖后代的育种效应, 2n 卵孤雌生殖可否作为一种育种方法, 还没有引起足够的重视和深入系统的研究。

本试验, 是开展题为“马铃薯四倍体普通栽培种 2n 卵孤雌生殖后代育种效应的研究”基础工作之一, 即以“东农303” 2n 卵孤雌生殖四倍体后代为材料, 对其遗传变异动态进行深入分析。

2 材料与方 法

孤雌生殖四倍体后代 (以下用 PT 表示):

PT₃₋₁、PT₃₋₂、PT₃₋₃、PT₃₋₄、PT₃₋₅、PT₃₋₆、PT₄₋₃、PT₄₋₄、PT₄₋₅、

PT₄₋₆、PT₁₉₋₁、PT₁₉₋₆、PT₂₁、PT₂₂、PT₂₄、PT₂₅、PT₂₆、PT₂₇、PT₂₈、PT₃₀、PT₃₁、PT₃₂、PT₃₂₋₄、PT₇₋₅。以“东农303”(ck₁)、Anemone(ck₂)、Katahdin(ck₃)作为对照。

生育期表现与抗病性、通过目测记载,花粉育性以I—KI染色法镜检,用比重法测定淀粉含量,根据镜检育性分离情况配制了下列杂交组合,并获得了实生种子。

表1 PT株系间杂交结果(1987年)

杂交组合	浆果数	种子数	粒数/果
PT ₃₋₁ ×PT ₃₋₅	2	460	23.0
PT ₃₋₂ ×PT ₃₋₅	5	78	15.6
PT ₃₋₃ ×PT ₃₋₅	12	1071	89.3
PT ₃₋₄ ×PT ₃₋₃	4	146	36.5
PT ₃₋₆ ×PT ₃₋₃	23	1685	73.3

上述种子于1988年2月28日催芽播种,5月27日定植田间,密度70×30cm,8月10日收获。

3 试验结果

3.1 薯形、肉色的分离与2n卵类型推定

经对24份PT材料的统计分析可以看出,薯形的表现有明显的分离,即出现了圆、卵圆及长形的不同类型,圆形的6份,卵圆形的12份,长形的6份(表2),其比例为1:2:1,这与同源四倍体单式基因型Rrrr的理论分离比完全吻合。薯肉颜色亦分为三种类型(表2),黄:淡黄:白=6:9:9,卡方测验结果是 $\chi^2 = 2.25$,而 $\chi^2_{0.05} = 5.99$,因此,其与理论1:2:1的差异也没达显著水平,仍可认为符合1:2:1的分离比(见图片1,2)。

由此可见,按薯形和薯肉颜色的分离情

况与比例关系,可以推定“东农303”2n卵是属于SDR类型,两个性状的主效基因均为单式基因结构类型。

表2 PT不同株系块形和肉色分离情况

株系	薯形	肉色	株系	薯形	肉色
PT ₃₋₁	圆	白	PT ₂₂	长	白
PT ₃₋₂	圆	白	PT ₂₄	长	淡黄
PT ₃₋₃	卵圆	白	PT ₂₅	卵圆	黄
PT ₃₋₄	卵圆	白	PT ₂₆	卵圆	黄
PT ₃₋₅	卵圆	淡黄	PT ₂₇	长	黄
PT ₃₋₆	卵圆	淡黄	PT ₂₈	卵圆	白
PT ₄₋₃	卵圆	淡黄	PT ₃₀	卵圆	淡黄
PT ₄₋₄	长	淡黄	PT ₃₁	圆	淡黄
PT ₄₋₅	卵圆	淡黄	PT ₃₂	卵圆	淡黄
PT ₄₋₆	长	黄	PT ₃₂₋₄	圆	黄
PT ₁₉₋₁	圆	黄	PT ₇₋₅	圆	白
PT ₁₉₋₆	长	白	CK ₁	卵圆	淡黄
PT ₂₁	卵圆	淡黄	CK ₂	长	黄
			CK ₃		

3.2 主要农艺与经济性状的表现

前面我们已经确定了“东农303”的2n卵为SDR类型,那么由“东农303”的2n卵孤雌生殖产生的后代的其它性状也必然会出现分离,不同品系间会有明显的差异。几个主要性状的表现见表3。

优良品种“东农303”及其亲本Anemone×Katahdin都是短匍匐枝、结薯集中的类型。“东农303”孤雌生殖四倍体后代中16份为短匍匐枝类型,占66.7%,可见多数后代保持了亲本的优良性状。然而值得注意的是,后代中出现了3个对照(即亲代与祖代)都不具备的中或长匍匐枝类型。这不仅表明短匍匐枝为显性,也反映出亲本的杂合性及“东农303”SDR型2n卵间的不一致性。

表3所列的材料中,成芽眼为17份,占

表 3 PT几个主要性状的表现

材料	匍匐枝		块茎整 齐 度	感病情况
	长	短		
PT ₃₋₁	短	浅	整齐	无
PT ₃₋₂	短	浅	整齐	无
PT ₃₋₃	短	浅	整齐	无
PT ₃₋₄	短	浅	整齐	无
PT ₃₋₅	短	浅	整齐	无
PT ₃₋₆	短	浅	整齐	花叶
PT ₄₋₃	中	浅	整齐	无
PT ₄₋₄	中	浅	整齐	无
PT ₄₋₅	短	浅	整齐	无
PT ₄₋₆	短	中	整齐	轻卷
PT ₁₀₋₁	中	深	不整	无
PT ₁₀₋₆	短	浅	不整	无
PT ₂₁	短	中	不整	轻卷
PT ₂₂	中	深	整齐	轻卷
PT ₂₄	短	浅	整齐	中卷
PT ₂₅	短	浅	不整	轻卷
PT ₂₆	短	中	不整	轻卷
PT ₂₇	短	浅	整齐	中卷
PT ₂₈	短	深	整齐	轻卷
PT ₃₀	中	浅	整齐	中卷
PT ₃₁	长	浅	整齐	重卷
PT ₃₂	短	浅	整齐	轻卷
PT ₃₂₋₄	中	浅	不整	中卷
PT ₇₋₃	长	中	不整	花叶
CK ₁	短	浅	整齐	无
CK ₂	短	浅	整齐	无
CK ₃	短	浅	整齐	花叶

70.8%, 薯形整齐的为18份, 占75%。就本试验结果来看, 芽眼深浅和薯形虽有分离, 但保持浅芽眼、薯形整齐的品系, 仍占大多数。

“东农303”抗PVX及PVY, 而感染PLRV。供试的24份材料中, 有10份不感

病, 占41.7%, 有7份轻染卷叶病。这样, 可供选择的材料共占70%左右。可见, 供选择的幅度还是比较宽的。

供试材料产量与淀粉含量的表现归纳如表4。

表 4 PT单株块茎重与淀粉含量

材料	产量 g/株	淀粉含 量 %	材料	产量 g/株	淀粉含 量 %
PT ₃₋₂	524.3	12.1	PT ₂₄	311.0	12.7
PT ₃₋₃	545.0	13.5	PT ₂₅	366.0	13.8
PT ₃₋₄	582.2	13.0	PT ₂₆	256.4	14.0
PT ₃₋₅	589.9	13.5	PT ₂₇	348.0	13.1
PT ₃₋₆	556.7	11.6	PT ₂₈	398.0	13.8
PT ₄₋₃	553.8	12.0	PT ₃₀	385.4	12.3
PT ₄₋₄	345.0	13.5	PT ₃₁	302.5	12.9
PT ₄₋₅	421.3	12.3	PT ₃₂	209.3	13.0
PT ₄₋₆	351.2	13.4	PT ₃₂₋₄	233.4	11.2
PT ₁₀₋₁	307.5	13.2	PT ₇₋₃	196.0	10.7
PF ₁₀₋₆	263.3	12.8	CK ₁	567.7	13.6
PT ₂₁	358.8	13.2			

从表4的数据看, 产量或淀粉含量明显超出“东农303”(CK₁)的株系不多, 产量差异显著性测定结果表明, PT₃₋₄和PT₃₋₅产量高于“东农303”, 前者差异达到显著水平, 而后者达高度显著水平。PT₃₋₂、PT₃₋₃、PT₃₋₄、PT₄₋₃四个品系与CK₁差异不显著, 其余均显著低于“东农303”。这种情况, 一方面可能反映了自交衰退的趋势, 另一方面也表明了“东农303”构成产量的遗传因素已达到了较优组合。

淀粉含量的表现, 除几个偏低以外, 其差异不大, 没有明显超亲类型出现。

3.3 孤雌生殖的自交效应与育性的分离

“东农303”是雄性败育的品种, 因而

不可能进行自交, 即不可能通过有性繁殖实行自身的基因进一步重组。然而通过“东农303”与 IVP₃₆ 的 $4x-2x$ 操作, 获得了孤雌生殖四倍体后代, 并且前面已证明其 $2n$ 卵属于 SDR 型, 这表明, 由“东农303”的 SDR 型 $2n$ 卵孤雌生殖所得到的四倍体后代与自交的效应相同, 也发生了遗传重组。这里应该指出, 要想获得孤雌生殖四倍体, 必须具备两个条件: 一是被诱导者能产生 $2n$ 卵, 二是要有优良的授粉者 (诱导孤雌生殖的频率高, 有易于识别的标记基因)。本试验中, 我们不但获得了孤雌生殖后代的不同品系, 而且有的品系的育性很高, 见表5。

正是由于有的品系是可育的, 我们采用系间授粉方式, 让其进一步互交, 看其动态如何, 这实际上等于“东农303”的自交二代, 其结果如表1 (见图片3、4)。详细的分析将另行报道。

表 5 PT 的育性表现

材料	可育花粉(%)	材料	可育花粉(%)
CK ₁	0	PT ₂₁	30
PT ₃₋₁	0	PT ₂₂	0
PT ₃₋₂	10	PT ₂₄	80
PT ₃₋₃	70	PT ₂₅	0
PT ₃₋₄	0	PT ₂₆	90
PT ₃₋₅	80	PT ₂₇	0
PT ₃₋₆	90	PT ₂₈	50
PT ₄₋₃	0	PT ₃₀	30
PT ₄₋₄	0	PT ₃₁	60
PT ₄₋₅	90	PT ₃₂	90
PT ₄₋₆	30	PT ₃₂₋₄	0
PT ₁₉₋₁	70	PT ₇₋₅	10
PT ₁₉₋₆	80		

4 讨论与结论

4.1 “东农303”与 IVP₃₆ 进行 $4x-2x$

操作, 可以获得孤雌生殖四倍体后代。通过对孤雌生殖四倍体后代薯形和薯肉颜色分离的统计分析, 证明“东农303”的 $2n$ 卵是属于 SDR 类型。

4.2 根据本试验中薯形和薯肉颜色的分离比例可以推定, 控制这两个性状的主效基因型均为单式结构。

4.3 大多数知名的早熟优良品种如: 荷兰的 Saskia、Favorita; 美国的 Warba、Irishcobber; 德国的 Anemone 以及国内的“东农303”、“先新4号”等均为雄性败育, 无法通过自交实行进一步的遗传重组。本试验结果证明, SDR 型 $2n$ 卵孤雌生殖可以克服雄性不育障碍, 获得等同于自交的后代, 从这些优良品种遗传重组的后代中, 进行优中选优, 将会提高选择增效。

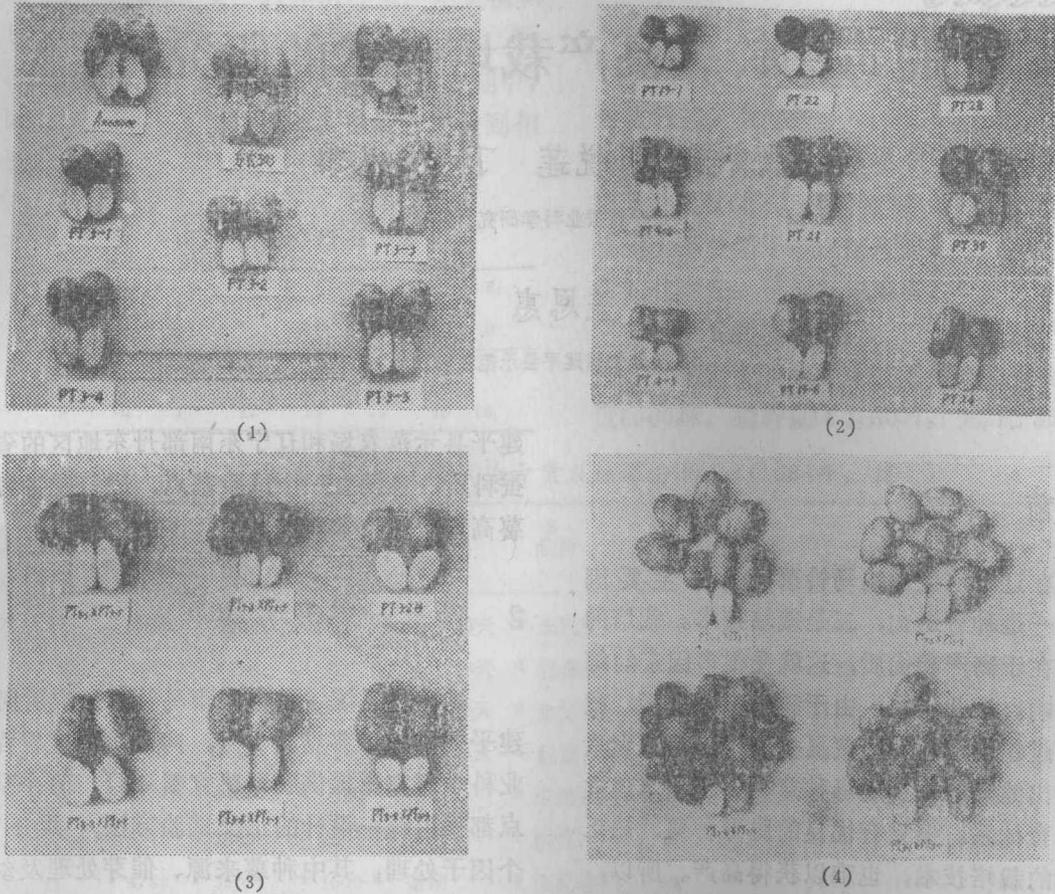
4.4 综合各种性状的表现, 本试验参试的孤雌生殖四倍体材料中, PT₃₋₃ 与 PT₃₋₅ 两个品系表现优于亲本“东农303”。这表明, 孤雌生殖可以作为雄性不育或自交不亲合材料的一种特殊的育种方法。为了进一步验证孤雌生殖方法的可行性和育种效应, 我们将另选一些更有代表性的早熟亲本进行孤雌生殖的诱导, 以便从理论和实践两个方面弄清其应用范围和利用价值。

参 考 文 献

- (1) B.B. 赫沃斯托娃, N.M. 稚什娜王编, 唐洪明等译. 马铃薯遗传学. 农业出版社, 1981
- (2) 李景华编译: 国外农业科技资料. 1977, 第6期
- (3) 黑龙江省农科院马铃薯研究所等主编: 全国马铃薯品种资源编目. 黑龙江科学技术出版社, 1983
- (4) Breukelen, E.W., M.Van. Pseudogamic Production of Dihaploids and Monoploids in *Solanum Tuberosum* and Some Related Species Plant Breeding Abstracts. 1982.
- (5) Jongeduk, E. Ramanna, M.S. A Method for the Selection of First Division Restitution Gametes during Megasporeogenesis in Diploid Potato. PBA 1986 55(6)4624
- (6) Schroedr, S.H. et al.: Seedset in $4x \times 2x$ Crosses as Related to $2n$ Pollen Frequency American Potato Journal. 1983. 60

(7) Stelly, D.M, Peloquin S.I. Diploid Female Gametophytic Formation in 24-Chromosome Potatoes Genetic Evidence for the Prevalence

of the Second Meiotic Division Restitution Mode. PBA 1986 56(8) 8953



图版“东农303” $2n$ 卵孤雌生殖后代薯型、肉色分离表现
 (1)(2) PT与对照薯形、肉色分离情况；(3) PT自交或系间杂交薯形、肉色分离表现；
 (4) PT系间杂交后代单株薯形和产量

STUDY ON VARIATION OF PARTHENOGENETIC CLONES DERIVED FROM $2n$ EGGS OF EXTRA-EARLY CULTIVAR NEA 303

Zhang Jingtao Xiao Zhengkuan Lu Wenhe Chen Yili Li Jinghua
 (Northeast Agricultural College, Harbin)

ABSTRACT

More than 20 parthenogenetic clones derived from $2n$ eggs of the early cultivar NEA 303 (male sterile) were obtained by means of using diploid *S. phureja* clone IVP 35 as pollinator. These clones were considered as SDR origin

(下转2页)

结,肯定了成绩和经验,找出了存在的问题。由于各级领导部门对区试工作的重视与支持,各参试单位的密切合作,尤其是全国农作物品种审定委员会马铃薯专业组组织了几次现场考察,对区试工作起了很好的推动作用,促进了试验质量的提高。

通过全国第3轮马铃薯品种区域试验,已鉴定出908—57、77—3—4、783—1、790056、801—5等几个高产、优质、抗病的优良品系,可扩大生产示范,争取早日申报全国品种审定委员会审定。

为了学有榜样,大家经过认真评选,评选出东北区为先进片,还评选出了先进单位和先进个人。大家一致认为,目前区试经费太紧,严重影响了工作的正常开展,区试质量也有待进一步提高。

会议还认真讨论落实了第4轮区试方案,对试验点的设置做了适当调整,并完成了交换届工作。第4轮全国马铃薯区试工作由黑龙江省农科院马铃薯研究所主持并成立马铃薯区试领导小组,参试品种(系)东北区5份、华北区7份、西北区5份、中原区6份、西南区5份、南方区5份,共计33份材料,会议上还产生了区试实施方案。

c. 参加会议的马铃薯专业委员会的委员和马铃薯杂志的编委认真讨论了2年来专业委员会的工作总结报告。通过讨论认为,两年来专业委员会做了大量工作,特别是对编委的工作和会刊的发行是比较满意的,大家也提出许多宝贵意见,希望在今后逐渐提高杂志的质量,以适应国际的学术交流。

鉴于原有编委由于工作调转改行,对编委成员做了适当调整。委员们一致同意于1989年第2期开始,会刊将陆续转载这次会议的学术论文。

这次会议时间短,内容丰富,大家付出了辛勤的劳动,是一次团结的胜利的马铃薯科研工作会议。会议全体代表一致认为,这次会议开得很成功,这是与山东省农科院领导对这次会议的支持分不开的,尤其是蔬菜所的同志,为会议做了大量的工作,在会议闭幕之际,全体会议代表谨向山东农科院的领导及蔬菜所的同志们表示衷心的感谢。会议于11月9日下午5时胜利闭幕。

本纪要由国家“七·五”攻关课题主持单位、全国区域试验主持单位和马铃薯专业委员会分别备文上报农业部科技司、农业部全国种子总站及中国农科院科研部和中国作物学会。

(上接27页)

on the basis of the segregation ratios of their tuber shape and flesh colour. Such as shallowness of eye, pollen fertility and length of stolon also showed segregations.

The clones PT₃₋₃, PT₃₋₅, PT₃₋₆ and PT₄₋₅ had a good male fertility, produced selfing progenies and hybrid true seed from different clonal combination.

Some traits of PT₃₋₃ and PT₃₋₅ were superior to those of ENA 303. Therefore, the parthenogenetic clones derived from 2n eggs (SDR) of the early potato cultivars (male sterile) may be used as breeding materials for selecting new early cultivars.