

马铃薯 $2n$ 配子遗传机理及其在 育种中的利用价值

李文刚

(内蒙古农业科学院, 呼和浩特 010030)

摘 要

本文以反映国内外马铃薯 $2n$ 配子研究利用动态的大量文献为基础, 综述了马铃薯 $2n$ 配子在物种上的分布和细胞遗传学基础, 并着重阐述了马铃薯 $2n$ 花粉的形成机制、类型及其遗传效应。对 $2n$ 配子在马铃薯杂种优势利用、实生种子选育、传递主效显性基因的作用和综合转移野生种有利基因方面的利用价值作了详尽的论述, 并分析了 $2n$ 配子研究利用的发展趋势。

关键词 马铃薯 $2n$ 配子 遗传

$2n$ 配子, 即未减数配子, 在植物多倍体形成中起着重要的作用〔9〕。不减数雄配子($2n$ 花粉)的发生在植物界是广泛存在的, 已在85个属的植物中发现过 $2n$ 花粉的发生, 例如, 在曼陀罗、玉米、菜豆及马铃薯等植物上〔1, 8, 9〕。但就其研究的深度和广度, 均以马铃薯 $2n$ 配子的研究最为突出, 许多科学家对马铃薯 $2n$ 配子形成的细胞遗传学基础、遗传效应及其应用等进行了深入的研究, 为 $2n$ 配子形成的理论研究和在马铃薯育种中的实际应用奠定了基础。由于FDR $2n$ 配子(染色体第一次分裂重组配子)独特的遗传效应, 在马铃薯杂种优势利用、实生种子选育、传递主效显性基因以及在二倍体水平上有效地综合具丰富遗传异质性的茄属结薯种74%的二倍体野生种中的有利基因, 并转导于四倍体普通栽培种中都显示了极其重要的利用价值。现在, $2n$ 配子的研究利用受到国际学术界的高度重视, 并预测将成为2000年马铃薯遗传育种的一种具有巨大潜力的新兴途径〔4, 5〕。我国在马铃薯 $2n$ 配子的研究和利用上起步较晚, 越来越多的科学家希望借助 $2n$ 配子的研究开创我国马铃薯新品种和实生种子选育的新局面〔2, 3〕。本文阐述了马铃薯 $2n$ 配子的细胞遗传学基础, 遗传效应及其在育种上应用的国内外研究动态, 并论述了2000年的发展趋势, 以探讨解决我国当前马铃薯育种徘徊不前的有效途径。

一、马铃薯 $2n$ 配子在物种上的分布

本研究为国家自然科学基金资助项目。

本世纪70年代到现在,许多科学家对马铃薯产生 $2n$ 配子的能力进行了调查,其中以A. Quinn的工作最为突出,他发现许多结薯的茄属(*solanum*)种中有 $2n$ 花粉产生(表1),其中Group *Phureja* *S. chacoense* 是 $2n$ 花粉形成的丰富源泉种〔8〕。

Hermundstad S. A. 和Peloquin S. T. (1985)证实,野生种*S. berthaultii*, *S. kurtzianum*, *S. spgazzinii*和*S. tarijense*等与*S. tuberosum*的双单倍体杂交产生的“双单体—野生种”杂种($2n = 2x = 24$)是雄性可育的并产生 $2n$ 花粉〔14〕。

表1 筛选的二倍体马铃薯种类中产生 $2n$ 花粉无性系的频率及其物种分布

物 种	引 种 数 量	无性系 数 量	有 5 % $2n$ 花粉 的引种数	有 5 % $2n$ 花粉 的无性系数	有 5 % $2n$ 花粉 的无性系百分数
Seriss. Commersoniana					
Chaceonse	6	100	1	2	2.0
Tarijense	10	176	3	3	1.7
Series. Cuncoalata					
Infundibuliforme	14	232	0	0	0.0
Series Megistacroloba					
Megistacrolobum	11	205	1	3	1.5
Raphani folium	4	45	0	0	0.0
Series Pinnatisecta					
Cardiophyllum	4	55	1	1	1.8
Series Tuberosa					
Bukasovii	4	76	1	1	1.3
Canasense	3	142	1	2	1.4
Kurtzianum	4	80	0	0	0.0
Microdontum	4	63	0	0	0.0
Croup phureja	5	14	5	8	18.2
Sparsipilum	3	39	0	0	0.0
Spegazzinii	11	193	0	0	0.0
Vernei	2	29	0	0	0.0
总 计	90	1489	13	19	—
平 均	—	—	—	—	1.3

$2n$ 配子不仅存在于二倍体种及其杂种中,而且,存在于四倍体普遍栽培种中,在*S. tuberosum*的一个品种*Sebago* ($2n = 4x = 48$)的小孢子发生过程中,也产生平行纺锤体形成 $2n$ 花粉,突变基因是以零式四体遗传的(*pspspsps*)〔11〕。此外,在一些马铃薯无性系中,还发现了能产生 $2n$ 卵的品系〔9〕。因此,在马铃薯种中, $2n$ 配子的形成是一种普遍现象。

二、马铃薯 $2n$ 配子产生的细胞遗传学基础

许多科学家对影响减数分裂导致 $2n$ 配子发生的细胞遗传学基础进行了研究,认为主要有三个因素控制着这一过程。

1. 远缘杂交: 当物种间亲缘关系甚远的两个种杂交时, F_1 中小孢子发育时减数分裂不能正常进行, 特别是同源染色体不能正常配对, 导致 $2n$ 配子的发生 [1]。

2. 改变小孢子发生过程的基因突变: 在整个减数分裂过程中, 有一系列的基因突变位点, 在 *ds*、*as*、*syn*、*dy*、*pc 1*、*pc 2*、*pc 3*、*pc 4*、*ps*、*dsy* 等基因的作用下会导致 $2n$ 配子的形成 [1, 2, 3]。

3. 极端环境条件: 许多科学家报道了极端环境条件可诱使植物产生 $2n$ 配子。例如: 病毒侵染, 自然脱水, 植物年龄增大, 氯仿处理和极端的温度等, 所有这些因素都确认是不减数配子形成的环境因子 [1]。

由此可见, $2n$ 配子的发生是遗传基因与环境条件共同作用的结果。

三、马铃薯 $2n$ 配子形成机制的研究

1965年, 美国威斯康辛大学开始对马铃薯 $2n$ 配子的形成机制进行了较多的研究, 到1970年, 基本上对马铃薯 $2n$ 配子的形成有了明确的认识, S. J. Peloquin (1970) 认为: 二倍体中 $2n$ 配子的形成是由性母细胞在减数分裂中形成平行纺锤体造成的, 是由一对隐性基因控制的。以后, 许多科学家对马铃薯 $2n$ 配子形成的细胞遗传学机制进行了大量的研究 [13, 5, 6, 2, 19, 12]。综合起来, 二倍体马铃薯中 $2n$ 花粉的形成有三种机制 (见图)。

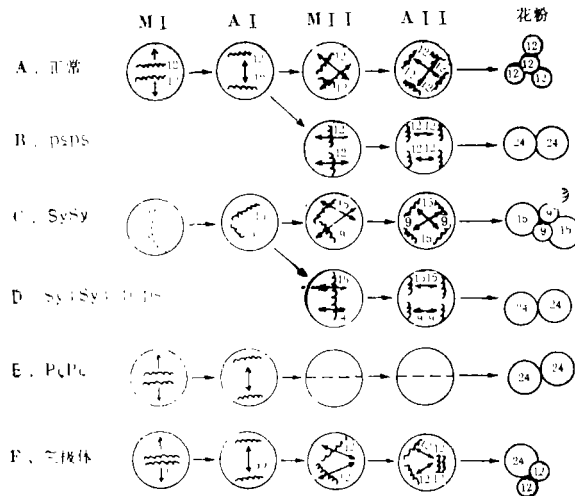


图 正常减数分裂和 $2n$ 配子的形成方式 (根据 Iwanaga, M. 1985; Souter, E. W. 1980 资料绘制)

这三种机制分别受不同的隐性等位基因控制, 并可传给下一代。

1. 平行纺锤体机制 (*ps*): 1975年 Mok 和 Peloquin 认为, 在小孢子发育的减数分裂中期 II, 两组染色体排列在赤道板上, 染色体向两极迁移时, 纺锤丝是平行的 (而不是通常的成 60° 的夹角), 且融合到一起; 到末期 II, 一个性母细胞分裂为二个, 形成两个未减数的配子 [12]。

2. 胞质较早分离 (*pc*): 目前已发现 *pc₁*、*pc₂*、*pc₃*、*pc₄* 四个隐性基因控制着这一过程, 它们不是等位基因, 而是独立遗传的。在 *pc* 基因的作用下, 第一次减数分裂后, 不

再进行第二次减数分裂, 直接进行胞质分离形成两个 $2n$ 配子 [12, 13]。

3. 联会突变与平行纺锤体共同作用: 在马铃薯中先后发现了四个联会突变基因, Syn1, (Iwanaga 和 Peloquin, 1979); Syn 2, (Tohnstow, et al, 1981); Syn 3, (Okwuagwa和Peloquin, 1981); Syn 4, (Iwanaga, 1984) [1,19]。在这些基因的作用下, 同源染色体不能正常配对, 中期 I 出现单价体。Okwuagwa和Peloquin (1981) 曾阐述了联会突变与平行纺锤体突变结合产生可育 $2n$ 花粉的可能性, Iwanaga (1984) 从墨西哥品种 *Atzimba* 单倍体中发现了 Syn 4, 并证实它与 ps 基因共同作用产生可育的 $2n$ 花粉 [19]。

另外, 也有报道, 由于纺锤体迁移形成三极体, 也会导致 $2n$ 配子的形成, 但这种方式形成 $2n$ 配子的概率不大 [11]。

四、马铃薯 $2n$ 配子的类型及其遗传效应

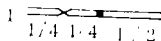
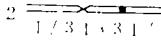

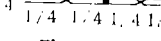
由于 $2n$ 花粉形成的不同细胞遗传学机制, 产生两类不同遗传效应的 $2n$ 配子, 即 FDR $2n$ 配子 (染色体第一次分裂重组) 和 SDR $2n$ 配子 (染色体第二次分裂重组), 这两类配子在遗传效应上有着根本的差异。

Iwanaga, M. (1982) 研究结果表明, 由 ps 基因控制形成的 FDR $2n$ 配子, 可把从着丝点到第一交换点间的杂合基因全部传给后代, 而把着丝点以远 50% 的杂合基因传给后代; 由 pc 基因控制形成的 SDR $2n$ 配子只保持了交换点以远的全部杂合基因。

假定亲本的杂合性基因位点沿染色体呈正规分布, 可以根据染色体上已知的着丝点与交换的相对位置和交换的频率计算出 FDR $2n$ 配子和 SDR $2n$ 配子传递亲本杂合性的能力 (表 2)。

从表 2 看出, 在染色体发生交换的情况下, FDR $2n$ 配子可传递亲本 80% 的杂合性和上位性, 且配子间及配子与亲本间具有相似或一致的基因型, 而由 pc 基因控制形成的 SDR $2n$ 配子只能传递近 40% 的杂合性, 不如四体遗传, 在育种实践中意义不大。

表2 四种染色体类型中 FDR、SDR $2n$ 配子和四体遗传传递杂合性的百分率

染色体类型	传递杂合性的百分率 (%)		
	FDR $2n$ 配子	SDR $2n$ 配子	四体遗传
1 	88	25	64.3
2 	88	33	63.3
3 	75	50	61.5
4 	75	50	61.5
平均	80.3	39.6	62.6

(引自孙慧生, 1987)

由联会突变和平行纺锤体共同作用产生的 $2n$ 配子 (FDR) 在育种上传递杂合性的能力取决于交换的频率, 其传递杂合性的预期频率也可通过计算交叉频率得知 (表 3)。

从表 3 看出, 随着不联会程度的增加 (即交换减少), 会导致杂合性传递频率的增加, 如果染色体完全不联会, 亲本杂合性的 100% 传给后代, 这就意味着由此产生的 $2n$ 配子在遗传

上与亲本是等同的。据Iwanaga估计,如果在终变期看到的交叉频率代表真正的交换频率,在Syn 4 突变体和ps基因作用下,可得到94%的杂合性传递率〔19〕。

表3 杂合性平均传递率与交叉频率的函数关系

情 况	交叉数/性母细胞	基 因 型	平均杂合性传递率 (%)
1	18	Aa psp	80
2	15	Aa pspssysy	85
3	12	Aa pspssysy	88
4	9	Aa pspssysy	91
5	6	Aa pspssysy	94
6	3	Aa pspssysy	97
7	0	Aa pspssysy	100
四体遗传		AAaa psp	62

(根据Iwanaga, M.1984和屈东钰, 1988)

综上所述,减数分裂突变体为我们提供了一种卓有成效的育种途径,这种途径能达到高度的杂合性和上位性及一致的基因型配子,并把二倍体水平上综合了优良性状的二倍体种质高效地转移到四倍体中。

五、2n配子在马铃薯育种实践中的应用

1. 2n配子在马铃薯杂种优势利用中的应用价值 在对马铃薯2n配子遗传理论进行研究的基础上,FDR 2n配子在马铃薯育种实践中杂种优势超亲本平均值已被许多科学家证实〔3,15,16,17,18,20〕。马铃薯遗传学家提出,马铃薯的丰产性和适应性 with 遗传的异质性呈正相关关系〔10〕,由于FDR 2n配子的遗传效应,产生FDR 2n配子的2x杂种与适当的四倍体杂交,就可产生杂种优势极强的杂种后代。

表4 两地区各家系两次重复的块茎产量 (公斤/只)

地 点	4 X 2 X (FDR)	4 X 2 X (SDR)	4 X 4 X
Hancock	3.5	2.3	2.1
Phineland	2.0	1.5	1.5
平 均	2.75	1.90	1.80

2 X (FDR) 亲本平均产量1.2; 2 X (SDR) 亲本平均产量1.1; 4X亲本平均产量2.4;

LSD (P 0.01 Hancock) 0.73; LSD (P 0.01 Phineland) 0.57; LSD (P 0.01 平均) 0.53。

根据Mok和Peloquin, 1975的资料。

Mok和Peloquin〔15〕利用4个2x(FDR)无性系,4个2x(SDR)无性系由4x·2x(FDR)、4x·4x和4x·2x(SDR)杂交产生的36个四倍体组合,在两地区重复两次种植(表4)。结果表明:4x·2x(FDR)组合显著优于其他两个组合群。

1981年De Jong等〔17〕用6个适应性极强的栽培品种与入选的6个4x·2x(FDR)

杂种无性系连续两年在4个地区进行了产量比较, 结果5797—2、5797—9和5875—14三个4x·2x (FDR) 杂种后代总产和商品薯产量等于或优于最好的栽培品种Kennebec。

我国东北农学院1987年研究了4x·2x (FDR) 和4x·4x (Neo-Tuberosum) 两类杂种群体的杂种优势表现, 4x·2x (FDR) 组合在淀粉含量、小区产量和单株结薯数上的离中优势明显优于4x·4x (Neo-Tuberosum) 组合〔3〕。

综上所述, FDR 2n配子为杂种优势利用提供了极好的途径。

2. 2n配子在实生种子选育中的应用价值 在马铃薯实生种子选育中, 既希望等位基

表5 杂交后代的基因型和频率*

父本	A3A3	A3A4	A4A4	A3A4
母本	(0.17)	(0.66)	(0.17)	(FDR2n)
A1A1	A1A1A3A3	A1A1A3A4	A1A1A4A4	A1A1A3A4
(0.17)	(0.0289)	(0.1122)	(0.0289)	(0.17)
A1A2	A1A2A3A3	A1A2A3A4	A1A2A4A4	A1A2A3A4
(0.66)	(0.1122)	(0.4365)	(0.1122)	(0.66)
A2A2	A2A2A3A3	A2A2A3A4	A2A2A4A4	A2A2A3A4
(0.17)	(0.0289)	(0.1122)	(0.0289)	(0.17)

* 根据四体遗传的染色体随机分离模式产生配子的频率计算。

因的高度杂合, 以获得高额产量(杂种优势), 又希望杂种群体的各种经济性状整齐一致〔5,7〕。在四倍体遗传中, 在单交情况下, 只能获得 $A_1A_1A_2A_2$, 这样的杂合性不理想, 若得到 $A_1A_2A_3A_4$ 的杂合性需要进行 $A_1A_1A_2A_2 \times A_3A_3A_4A_4$ 的杂交, 这种杂交的后代共分离出九种基因型, 而基因型 $A_1A_2A_3A_4$ 只占43.65% (表5)。利用FDR 2n花粉品系与 $A_1A_1A_2A_2$ 的四倍体杂交, 其后代只出现三种基因型, 且 $A_1A_2A_3A_4$ 类型的频率为66%。

上述说明, FDR 2n花粉对获得杂种后代足够的一致性和杂种优势是独特的方式和桥梁, 为成功地选育实生种子提供了极好的材料〔5,7〕。

3. 2n配子在传递主效显性基因上的应用 FDR2n配子在传递主效显性基因方面也显示了巨大的优越性, 如传递抗病基因产生高频率的免疫系后代方面, FDR2n配子比四倍体免疫系优越(表6)。

设显性基因A决定了对马铃薯A病毒(PVA)的抗性, 根据同源四倍体和FDR 2n配子的遗传效应, 利用AA和Aa基因型的FDR 2n花粉品系与感病的母本杂交, 后代免疫个体频率比Aaaa和AAaa为父本优越。虽然以AAAA和AAAA为父本, 后代免疫个体频率也很高, 但实际上要得到AAAA和AAAA亲本品系的可能性是很小的, 大部分免疫品系均为Aaaa和AAaa。而在二倍体后代中获得AA和Aa基因型的机会却很大。所以, 2n配子在传递主效显性基因方面的优越性, 为新品种选育和品种改良提供了极好的手段〔21〕。

表6 感病的(aaaa)基因型母本与不同免疫的父本杂交后代
免疫个体的百分率(%)

父本基因型	基因距着丝点的距离	
	近着丝点	远离着丝点
AA (FDR)	100	100
Aa (FDR)	100	75
Aaaa	50	47
AAaa	83	78
AAAa	100	96
AAAA	100	100

引自M. Iwanaga, 1982资料。

4. $2n$ 配子在综合和转移二倍体野生种有利基因上的应用 许多研究表明,在茄属块茎的种中,74%是二倍体,这些野生种质中具有丰富的遗传变异性,优良的品质和对各种病虫害及不良环境的抗性[5,21]。业已表明,由 $4x$ 诱导成的双单倍体($2n = 2x = 24$)的花粉可育并产生 $2n$ 配子[2],易于和大多数的二倍体野生种杂交(Hougas和Peloquin, 1960),从而能够将二倍野生种的重要基因综合,形成双单倍体与野生种的杂种,并在二倍体遗传的简单模式下进行有效的改良,然后,利用 $2n$ 花粉的遗传效应将二倍体水平综合和改良了的优良性状转移到四倍体栽培种中[21]。国际马铃薯中心利用 $2n$ 配子在二倍体水平综合和转移野生种对主要病虫害和不良环境的抗性方面,已取得了显著的进展[21]。

因此, $FDR 2n$ 配子是通向利用丰富的二倍体野生马铃薯的桥梁和手段,对于突破马铃薯育种中资源贫乏难以创新的局面具有极其重要的应用价值。

六、 $2n$ 配子研究利用的展望

Peloquin和许多科学家认为,双单倍体和 $2n$ 配子的研究利用是2000年马铃薯遗传育种的重要途径,将在世界范围内广泛应用[4]。T. A. Laneo认为是马铃薯育种中的一种具有巨大潜力的非常规法[5]。其理由是,要想选育出突破性的品种,必须充分利用种质资源,只有通过 $2n$ 配子才能将丰富的二倍体种质结合到栽培种中。

目前, $2n$ 配子的研究利用已在许多国家取得进展,以国际马铃薯研究中心、美国威斯康辛大学和荷兰瓦赫宁根农业大学的研究最为突出。我国在这方面的研究起步较晚,正在东北农学院、中国农科院及内蒙古农科院展开深入的研究,并在二倍体种间杂交,筛选高频率的 $FDR 2n$ 配子材料和配制 $4x \cdot 2x$ 杂交组合转移野生种有利基因方面取得一些进展。我院在这一研究领域得到国家自然科学基金的资助,利用*S. Phureja*、*S. chacoense*、*S. goniocalyx*和*S. tuberosum*的双单体材料在二倍体水平杂交,筛选出一些 $2n$ 花粉频率较高的材料,如B247 $2n$ 花粉频率为30~50%。利用这些材料与 $4x$ 亲本杂交获得的 $4x \cdot 2x$ 杂种后代经苗期鉴定具有明显的杂种优势。

许多研究表明, $2n$ 配子利用中, $2n$ 配子材料自身生产力和农艺性状的改良是获得优良 $4x \cdot 2x$ 杂种后代的关键[3,21]。目前,利用由*S. tuberosum*和*S. andignum*诱导成的双单

倍体改良 $2 \times$ 材料的研究计划已在许多国家展开。S. Tanksley 最近绘制的马铃薯连锁图, 为鉴别杂种和回交后代的遗传组成, 提高种质改良的效率提供了一种令人振奋的新技术^[21]。

近年来, 科学家们设计了一系列利用 $2n$ 配子的研究方案^[4,5,7], 为 $2n$ 配子的研究利用开辟了广阔的前景。展望未来, 随着 $2n$ 配子研究利用的不断深入及其与细胞融合、胚培养和染色体操作等先进技术的相互结合和渗透, 马铃薯 $2n$ 配子必将在世界的马铃薯种质改良和开创我国遗传育种新局面方面发挥重要的作用。

参 考 文 献

- [1] 屈东钰等: $2n$ 配子在马铃薯育种中的应用, 《马铃薯杂志》, 2 (2) 1988: 102—105
- [2] 肖增宽: 马铃薯新型栽培型双单倍体产生 $2n$ 配子突变体的研究, 《马铃薯杂志》, 1 (3) 1987: 1—6
- [3] 肖志敏: 马铃薯近缘栽培种间杂种衍变价值的研究, 《马铃薯杂志》, 1 (1) 1987: 15—19
- [4] Peloquin, S.J. (1983) (孙慧生译): 2000 年的马铃薯育种方法, 《马铃薯》, 1985 (4): 37—40
- [5] Iwanaga, M. (牛永清译): 单倍体、倍性操作及减数分裂突变体在马铃薯育种中的应用, 《马铃薯》, 1985 (3): 55—60
- [6] Ramanna, M.S. 等 (1983) (王凤义译): 马铃薯可育联合突变体产生的第一次分裂重组配子, 《马铃薯杂志》, 2 (3) 1988: 185—192
- [7] Peloquin, S.J. 等 (1984) (李天然译): 在马铃薯杂种选育中倍性操作的作用, 《马铃薯杂志》, 1986 (3): 60—63
- [8] Quinn, A.A., Mok, D.W.S., Peloquin, S.J.: Distribution and significance of diplandroids among the diploid solanum, American Potato J., 1974 (51): 16—21
- [9] Den Nijs, T.P.M. et al: $2n$ gametes in potato species and their function sexual polyploidization, Euphytica, 1977 (29): 25—30
- [10] Mondoza, H.A., Haynes, F.L.: Genetics basis of heterosis for yield in the autotetraploid potato, Theoretical Applied Genetics, 1974 (45): 21—25
- [11] Sonter, E.W., DeVé, J.C., Peloquin, S.J.: $2n$ pollen formation via parallel spindles in potato cultivar Sebago, Amer. P. J., 1980 (75): 419—455
- [12] Mok, D.W.S. et al: Three mechanisms of $2n$ pollen formation in diploid potato, Can. J. Genet. Cytol., 1975 (17): 217—225
- [13] Mok, D.W.S., Peloquin, S.J.: The inheritance of three mechanisms of diplandroid ($2n$ pollen) formation in diploid potatoes, Heredity, 1975 (67): 204—208
- [14] Hermundstad, S.A., Peloquin, S.J.: Male fertility and $2n$ pollen production in haploid-wild species hybrids, Amer. P. J., 1985 (62): 487—497
- [15] Mok, D.W.S., Peloquin, S.J.: Breeding value of $2n$ pollen in tetraploid-diploid cross in potatoes, Theor. Appl. Genet., 1975 (46): 307—314
- [16] Mendiburu, A.O., Peloquin, S.J.: The significance of $2n$ gametes in potato breeding, Theor. Appl. Genet., 1977 (49): 53—61
- [17] De Jong et al: Yield potential and genotyp-environment interactions of tetraploid-diploid ($4 \times - 2 \times$) potato hybrids, Amer. P. J., 1981 (58): 191—199
- [18] De Jong, H. et al: Analysis of tetraploid-diploid hybrids in cultivated potatoes, Potato Research., 1977 (20): 111—121
- [19] Iwanaga, M.: Discovery of a synatic mutant in potato haploids and its usefulness for

- potato breeding, Theor. Appl. Genet., 1984: 87--93
- (20) Mendiburu, A. O., Peloquin, S. J.: High-yield tetraploid from $4x-2x$ and $2x-2x$ mating, Amer. P. J., 1971 (48) : 300--301
- (21) Iwanaga, M.: Use of wild species for improving potato variety, CIP Circular., 17 (2) 1989: 1--6

Genetic Mechanisms of Potato $2n$ -gamete and Its Utility Value in Breeding

Li Wengang

(Inner Mongolia Academy of Agricultural Sciences, Huhhot)

Abstract

Based on a vast amount of data that reflected the development on research and use of $2n$ gamete at home and abroad, this paper summarized the distribution of $2n$ gamete in potato species, the basis of cytogenetics, and expounded emphatically the mechanisms of $2n$ pollen formation, the types on $2n$ pollen and its genetic effect. Made an exhaustive discussion of the use value of $2n$ gamete in the use of potato heterosis, breeding of pure potato seed, the affect transmitted dominant gene and the affect synthesized and transfered the beneficial gene in wild resources. And analyzed the development tendency of the research and use of $2n$ gamete.

Key words: Potato; $2n$ -gamete; Heredity