

无籽少籽西瓜研究进展

刘文革

(中国农业科学院郑州果树研究所 河南·郑州)



作者简介 刘文革,男,1966年12月出生于河南省灵宝市。1991年西北农业大学硕士研究生毕业,现在中国农业科学院郑州果树研究所瓜类研究室工作,助理研究员。主要从事西瓜多倍体育种与栽培研究。参加农业部科技攻关项目和河南省科技攻关项目“西瓜新品种选育”。

参加的“高配合力蜜枝四倍体和蜜枝无籽一号的培育与推广”成果1996年获国家科技进步三等奖。近几年合作培育出花色不同的系列无籽西瓜新品种,蜜枝无籽二号、花皮无籽二号、绿宝、金太阳、金玫瑰等在全国十几个省市大面积推广。在国家级科技期刊发表论文十余篇。中国园艺学会、中国植物营养与肥料学会会员。

摘要 国内外无籽、少籽西瓜育种的研究是我国著名学者黄昌贤1938年留美期间利用外源激素处理获得世界上第一个无籽西瓜。此后陆续出现物理方法,化学方法和生物技术方法以及多种方法结合处理产生无籽西瓜。内容包括激素无籽西瓜、易位少籽西瓜、多倍体无籽少籽西瓜三大类别的研究动态,诱变二倍体西瓜为四倍体西瓜的途径,以及组织培养在多倍体西瓜育种中的利用等。

关键词 无籽西瓜 多倍体 组织培养

1 无籽、少籽西瓜的研究动态

无籽、少籽西瓜可分三大类:第一类是激素无籽西瓜,第二类是易位少籽西瓜,第三类为多倍体无籽、少籽西瓜。

1.1 激素无籽西瓜 最早利用外源激素处理创造当代无籽西瓜是我国著名学者黄昌贤教授,他在1938年留美期间,采用萘啉乙烷(acenaphthene)和萘乙酸

(NAA)羊毛脂软膏处理切伤的二倍体西瓜柱头,获得了7.21%的无籽西瓜(黄昌贤,1972),这是世界上第一批激素无籽西瓜,同年日本学者寺田甚七和益田进三用吲哚乙酸(IAA),吲哚丙酸(IPA),吲哚丁酸(IBA)等涂抹“旭大和”西瓜柱头,也获得无籽西瓜。

1977~1979年甘肃天水农学院杨香诚用 $100\text{g}/\text{m}^3$ NAA, $25\text{g}/\text{m}^3$ GA₃, $25\text{g}/\text{m}^3$ 2,4-D三种溶液与西瓜雄花浸提液等量混合,涂沫套袋的西瓜雌花柱头和子房,其后四天再涂上述三液与幼果的浸提混合液于西瓜幼果,结果获得了87.4%的无籽西瓜果实(杨香诚,1979)。林德佩等用萘乙酸钠,赤霉素,2,4-D, IAA,西瓜雄花浸提液,展着剂等,处理西瓜品种“3301”和“蜜宝”雌花柱头,子房和果柄,均诱导成无籽西瓜果实,成果率达到50%以上(林德佩,1983)。

用激素诱导无籽西瓜品种的差异是巨大的,黄昌贤教授(1939)用22个西瓜品种进行试验,结果是绝大部分的品种均有不同程度的单性结实现象。杨香诚(1977)通过4年的观察,认为早花是诱导激素无籽西瓜的较好材料,成果率稳定在50%以上。促进西瓜单性结实的植物激素,效果较好的是萘乙酸,而且几种激素混用比单独用好。激素混合刺激效果,可能是起到增效剂的作用。

上述利用外源激素处理获得无籽西瓜,费工时,而且要求严格,座果率低,座果不稳定,诱导果实皮厚、畸形、味淡等,因而生产上还难以利用。最近日本学者用CPPU(一种新型苯脲型细胞分裂素)处理未授粉西瓜子房产生无籽果实,而且 $200\text{g}/\text{m}^3$ CPPU不影响西瓜果实形状、可溶性固形物、皮厚等,可以在生产上应用(Yasuyoshi Hayata and yoshiyuki Niimi, 1995)。国内对此也有报道,谭素英等用强力座瓜灵(主要成分为CPPU)处理无花冠的西瓜雌花子房,也产生无籽西瓜果实(谭素英、刘文革等,1995)。利用外源激素处理获得无籽西瓜还须进一步研究,以期获得更完美的无籽西瓜果实。

1.2 易位少籽(无籽)西瓜 产生易位少籽西瓜的方法是:通过X射线或γ射线等电离射线诱发非同源染

稿件修回日期:1998-11-01

色体间节段的相互易位, 可以导致花粉或卵细胞的部分不育, 再用易位系与正常系杂交, 所获杂种一代为发育正常的少籽或无籽西瓜果实。

日本的西村和坂口(1960)等(Oka 1967)曾用 X 射线照射西瓜种子, 诱发了在一个单一染色体组内包含有 4 条染色体组成的“环 4”或 6 条染色体组成的“环 6”; 下妻稔和木原均(Minora Shimotsuna and Kihara, 1968)也开展了用染色体易位创造少籽西瓜的研究, 得到了不同程度的部分不育的西瓜选系。据郁宗雄(1975)报告, 我国台湾省农业试验所凤山热带园艺分所曾用染色体易位法育成了“少籽小凤”西瓜品系, 其性状与普通“小凤”相同, 但种子数只有原来“小凤”的 25%, 唯白色瘪子仍较大, 尚需继续研究改进(王鸣, 1986)。广东省农科院生物所 1979 年开始进行西瓜染色体易位研究, 到 1988 年已培育出易红 1 号、5 号等易位少籽西瓜, 并应用于生产(朝井小太郎, 吴进义, 1987)。他们用不同剂量的 $\text{Co}^{60}\gamma$ 射线辐照二倍体西瓜的干种子、花粉后代, 结果 M1 的花粉随着辐照剂量的提高, 败育率明显增加, 各个剂量均可出现染色体易位, 并选出易位纯合体(朝井小太郎、吴进义, 1993)。西北农业大学和甘肃农业大学合作(王鸣、马克奇等, 1988)对原始易位系“旭大和”及其它几个优良西瓜品系的干种子用 $\text{Co}^{60}\gamma$ 射线进一步照射处理, 后又进行重复照射, 进一步提高其不育性, 并育出一批杂合易位少籽西瓜新品系, 其种子较普通二倍体减少 50% ~ 80%, 种子数量最少的单瓜中仅含十余粒至数十粒种子。王世幸(1990)对西瓜染色体易位鉴定方法做了探讨。1980 年福建农学院利用华东 24、蜜宝、新青与澄选等多元杂交后代种子, 经 $\text{Co}^{60}\gamma$ 射线处理干种子, 之后经过多次杂交、自交、再次辐射, 易位次数越多, 花粉育性和种子数也就越少(李家慎、何承坤等, 1988)。到目前为止, 还只得到一些相互易位的纯合体西瓜, 尚未达到全部染色体易位。如果完全易位, 可望获得无籽西瓜。

1.3 多倍体无籽、少籽西瓜 多倍体少籽西瓜的育种和应用始于日本。1939 年日本生物学家木原均等用秋水仙碱诱导二倍体旭大和, 获得世界上第一个四倍体西瓜。1947 年木原均、西山寺三发表了“利用三倍体无籽西瓜之研究”, 到 1950 年育成了“无籽旭都”、“无籽旭大和”、“无籽向阳”等 9 个三倍体无籽西瓜品种, 此后日本大量栽培和销售三倍体无籽西瓜。从此用多倍体生产无籽西瓜成为一条主要途径。

我国台湾从 1957 年开始培育三倍体无籽西瓜, 凤山热带园艺所 1961 年育成“凤山 1 号”无籽西瓜品种, 成为台湾第一个三倍体无籽西瓜品种, 1970 年农友种苗公司育成“农友新奇无籽”, 以后又相继育成小凤无籽、优质(Quality)无籽、兰甜(Orchid Sweet)黄肉无籽、天铃(Sky Bell)冰箱型无籽、农妙(Farmers Wonderful)

无籽、元帅、丽兰等无籽西瓜品种。台湾无籽西瓜出口港澳、东南亚、非洲、中南美甚至美国, 有很好的声誉, 是世界上第一个无籽西瓜企业化生产和大量出口的地区(王鸣, 1986; 陈文郁, 1992)。

我国多倍体西瓜的育种工作始于 1957 年, 原华东农科所(现江苏农科院蔬菜所)首先诱变育成华 24 四倍体, 并以它为母本配制出新秋三号无籽西瓜。1961 年中国农科院果树所瓜类室(现郑州果树所瓜类室)进行了多倍体西瓜育种工作, 选育成功“四倍体一号”和“无籽三号”品种, 60 年代在我国栽培面积较大, 并出口外销。无籽三号是我国第一个有生产价值和商品价值的三倍体无籽西瓜品种。1965 年广东农科院育成“农育一号”四倍体。1974 年在南宁市召开了“全国第一次无籽西瓜科研协作会”, 50 多个育种单位和生产单位进行协作, 诱变成功旭东、兴城红、大和冰淇淋、马铃瓜等四倍体材料, 选育成新青、72404、郑果 401、北京 1 号等四倍体品种, 并利用选育的四倍体品种育成蜜宝无籽、郑果 301、旭马无籽等三倍体无籽西瓜, 掀起了全国无籽西瓜生产和科研的第一次高潮。1981 ~ 1982 年组织了全国第一批四倍体和无籽西瓜新品种区域试验, 评选出郑引 401、黄枚四倍体和杂育 401 等四倍体品种, 广西一号、广西二号、郑引 301 和无籽 304 等三倍体西瓜为表现优良的品种, 广西二号后来获得农业部科技进步三等奖(谭素英, 1990)。

1985 年成立了全国无籽、少籽西瓜专题研究协作组。1985 ~ 1987 年组织了全国第二批无籽、少籽西瓜品种区域试验, 选出黑蜜二号、邵阳 304 等几个表现优良的品种。1989 年在湖南邵阳全国无籽、少籽西瓜育种开发研讨会, 掀起全国无籽西瓜生产和科研的第二次高潮。1992 年九江会议以后, 全国多倍体协作组再次组织全国无籽西瓜区域试验, 又推出蜜枚无籽一号、雪峰花皮、广西五号、洞庭一号、新秀二号等优良无籽西瓜品种, 并在生产上大面积推广, 成为许多地区的主栽品种。蜜枚无籽一号在 1996 年获得国家科技进步三等奖。全国各多倍体协作单位选育出一批无籽、少籽西瓜新品种和新组合, 它们是: 蜜都、蜜红、蜜枚无籽二号、花皮无籽二号、花皮无籽三号、绿宝、金玫瑰、金太阳、广西三号、广西六号、洞庭一号、洞庭二号、广州 301、协力无籽二号、新秀二号、粤蜜、无籽新红宝、深新一号、红宝石、黄宝石和少籽西瓜华宝一号、华宝二号、华黄一号等正在生产上栽培、试种和示范。从而又掀起无籽西瓜生产和科研的第三次高潮。

1.4 其它途径 利用二倍体 \times 四倍体可产生当代无籽西瓜。中国农科院果树研究所曾对二倍体西瓜大和冰淇淋授以四倍体花粉获得品质优良的无籽果实。湖南邵阳地区柑桔研究所用四倍体西瓜品系 72411 给二倍体西瓜蜜宝雌花授粉, 获得了果型端正和品质优良的无籽西瓜。安水新等用四倍体品种 4216 给五份二

倍体西瓜材料授粉其座果率为 50%~92.3%, 达到二倍体杂交果实水平; 产生的当代无籽西瓜中着色好、秕籽少西瓜(安水新等, 1995)。直接利用四倍体西瓜品种(系)之间的杂交一代培育少籽西瓜, 克服三倍体无籽西瓜发芽率低和成苗率低等缺陷。邵阳农科所在 1982 年开始这一育种途径, 1987 年育成雪峰少籽西瓜(孙小武, 1987)。郑州果树所也相继开展此项研究, 育出四杂一号等品种。四倍体杂交一代具有植株生长势强, 抗病耐湿, 耐肥, 含糖量高, 不空心、耐储运, 发芽率、成苗率与二倍体西瓜接近等特点。栽培技术也易掌握, 在生产上可进行推广。

2 诱变二倍体为四倍体西瓜

获得四倍体西瓜有以下途径: (1) 从自然界中发掘天然变异。一些自然现象如雷电、空气、温度剧变、土壤中的化学物质, 使西瓜植株创伤等有时能诱发四倍体。(2) 利用物理方法诱导: 利用各种射线、异常温度、超速离心力、高电压等诱导变异。(3) 生物方法: 如多次摘心、嫁接后在愈伤组织处出现四倍体。(4) 利用化学方法诱导: 利用化学试剂如秋水仙素、苯乙烷、吡啶乙酸、苯及其衍生物、有机砷制剂、有机汞制剂、磺胺剂、及其它植物碱不下 200 种。用秋水仙素诱导西瓜四倍体有四种作法: 一是浸种法: 用 0.2% 秋水仙素水溶液浸泡干种子 24~48h, 清水洗净种子表面的药液后催芽播种。但此法成苗率很低, 诱导效果差。二是胚芽倒置浸渍法: 等胚根 1.5cm, 子叶微露出种壳时, 即将胚芽倒置, 使其生长点浸入秋水仙素溶液中(浓度 0.2%~0.4%), 根尖朝上, 在 25~30℃ 恒温箱中处理 20~24h, 处理后流水冲洗, 播种。此法简便, 根胚不受药液危害, 能正常出土成苗生长, 诱导效果较好。三是滴苗法: 在幼苗子叶展平破心之前用 0.2% 秋水仙素溶液滴浸幼苗生长点, 每次一滴, 每天早晚各一次, 连续 4~5 天。此法手续比较麻烦, 容易出现嵌合体, 但诱导效果显著。四是涂抹法: 在幼苗子叶展平时, 用 0.4%~1% 的秋水仙素溶液混合的羊毛脂膏涂抹幼苗生长点, 涂一次即可。以上方法要视品种、处理季节和当时的气候条件而定。人们在此基础上又研究怎样提高其诱导效率。广西农学院 1974 年在对马铃薯诱变时, 对部分幼苗生长点滴药后, 用细小针进行轻微刺伤, 提高其诱导率, 可提高到 41.6%(广西农学院, 1974)。剥去生长点外幼叶后用秋水仙素溶液滴苗, 涂抹处理, 其变异株率分别为 52% 和 61%, 显著优于常规滴苗和涂抹处理(谭素英、黄秀强、刘济伟, 1993)。秋水仙素药液浓度 0.2%~1% 处理西瓜时均可获得四倍体, 其 0.2%~0.5% 效果为好(谭素英, 1980)。不同品种进行同一处理, 其差异很大(龚宗俊, 1993; 谭素英等, 1993)。周泉根据多年的经验, 以采 0.25% 秋水仙素溶液滴苗处理效果最好, 在处理期间温度应掌握 18℃~25℃(周泉等, 1993)。龚宗俊用优良杂交一

代诱变多倍体, 虽然稳定性状难一些, 但一次诱变可获得各种类型的四倍体植株, 增加选择机会(龚宗俊, 1993)。(5) 利用组织培养诱导四倍体西瓜。

3 利用组织培养培育多倍体西瓜

美国和西欧地区 1979 年 Barnes 发表了西瓜组织培养无性繁殖成功的试验报告, 为无籽西瓜借用组织培养无性繁殖法代替常规繁殖三倍体种子提供了一条新途径(Barnes, 1979)。

离体无性繁殖在多倍体西瓜育种上的应用主要体现在: 无性繁殖三倍体西瓜。美国的三倍体无籽西瓜苗的价格在 25~50 美分, 利用离体无性繁殖有望提供价格相当且不带菌的优良苗。利用无性繁殖优良四倍体个体, 可加速四倍体/三倍体育种进程。美国佛罗里达大学的 Gray 和 Elmstrom 于 1991 年获得了利用组织培养繁殖“自交不育”四倍体西瓜并将其直接用于三倍体无籽西瓜种子生产的专利。作为四倍体育种, 育种者可利用无性繁殖将优良四倍体单株在短时间内扩增到可进行商品种子生产的数量, 从而大大缩短育种年限。张兴平等通过组织培养, 在西瓜幼胚子叶不定芽再生的前 7 天, 在再生培养基中添加 0.05% 秋水仙素, 使再生植株的诱导四倍体频率由对照(不加秋水仙素)的 8% 提高到 52%, 大大提高了利用组织培养再生四倍体的频率和效率。但在再生培养初期使用秋水仙素会显著抑制不定芽的再生, 对再生能力较差的西瓜材料将是一大困难, 故寻找有效的诱变替代物是十分必要的(Zhang and Rhodes, 1995; 房超, 林德佩等, 1996)。

参考文献

- 1 王玉英、高新一, 1980, 无籽西瓜无性繁殖的研究(简报). 园艺学报, 7(4): 64
- 2 许智宏、卫志明、刘桂云, 1979, 用离体培养无性繁殖三倍体无籽西瓜(*Citrullus vulgaris* Shchad). 植物生理学报, 5(3): 245~251
- 3 高新一、林翔鹰、杨春燕、王玉英等, 1983, 无籽西瓜无性系繁殖的研究. 中国农业科学, 1983(2): 58~62
- 4 陈伟列, 1984, 三倍体无籽西瓜快速繁殖, 福建农业科技, (3)
- 5 辛培刚, 1985, 无籽西瓜组织培养繁殖简报, 山东农业科学, (3)
- 6 赵家英, 1987, 无籽西瓜扦插无性繁殖研究成功, 瓜类科技通讯, (2): 15~16
- 7 孙小武, 1987, 雪峰少籽西瓜的选育, 农业科技通讯, (3):
- 8 孙小武、夏文科, 1989, 雪峰花皮无籽西瓜. 中国西瓜甜瓜, (1): 23~24
- 9 林德佩, 1989, 国外甜瓜西瓜的研究动态. 中国西瓜甜瓜, (2): 1~8, 1990(1): 7~8
- 10 谭素英, 1992, 我国无籽少籽西瓜科研生产及其协作的回顾与展望. 中国西瓜甜瓜, (1)8~10.

(原文文献 52 篇本刊删一编者)(邮编 450004)