

# 大白菜雄性不育研究及利用现状

沈向群

(辽宁省农科院园艺所)

大白菜是异花授粉作物, 杂种优势非常明显, 优良组合比常规品种一般增产30%左右, 除杂种优势能提高产量之外, 还可以不需较长时间选择就能把多数显性耐病性等基因固定到F<sub>1</sub>杂种上, 因此, F<sub>1</sub>杂种的应用已成为国内外大白菜抗病, 优质, 稳产育种的首要措施。大白菜的花器小, 单花结实少, 人工杂交制种根本解决不了生产用种需要, 为了解决生产F<sub>1</sub>种子手段, 育种工作者进行了多途径探索。日本从1930年前后发现大白菜自交不亲和性, 40年代末至50年代初应用自交不亲和系育成大白菜F<sub>1</sub>杂种并大面积应用生产。国内60年代末开始研究利用自交不亲和性生产F<sub>1</sub>杂种并应用生产。但由于自交不亲和系的繁殖主要靠人工蕾期授粉, 多代自交出现生活力衰退, 亲本种子成本高, 技术难度大, 利用自交不亲和系配制的F<sub>1</sub>杂交率很难达到100%。因此, 国内外对大白菜雄性不育的研究非常重视, 并作了大量工作, 本文试图对雄性不育的遗传、生理生化及利用作一综述。

## 一、雄性不育的遗传

植物界雄性不育类型很多, 通常分为质不育和核不育两大类。一般认为核不育受细胞核中隐性不育基因控制, 而质不育则是受细胞质基因和核基因共同作用的结果。70年代初期我国开始大白菜雄性不育性研究, 据已报道的大白菜雄性不育性遗传资料, 雄性不育性大致划分两种遗传类型。(1)核基因不育型(NMS): 据沈阳、北京、江苏、郑州等地报道, 多数认为核基因不育性只受核基因控制, 与细胞质无关, 且多数不育性试材都是由细胞核内一对隐性基因所控制, 其不育基因型为

$ms_1ms_1$ , 可育对不育为显性, 可育株基因型为  $M_1ms_1$ , 这种不育性找不到保持系, 系内兄妹交后代保持50%的不育株率, 其分离比符合孟德尔遗传模式。但谭其猛等(1978)通过遗传资料分析认为核不育至少由两对基因控制, 其不育株基因型可能为  $ms_1ms_1ms_2ms_2$ , 并且  $ms_1$ ,  $ms_2$  两个基因是独立不连锁的, 可育株有一对隐性不育基因纯合一对杂合, 其基因型为  $M_1ms_1ms_2ms_2$  或  $ms_1ms_1M_2ms_2$ , 因此, 自交后代的育性比例在表型上和一对基因控制的育性分离比完全一样。钮心恪等(1980)用不同来源的杂合可育株对不育株授粉, 后代一般不表现保持能力, 从而证明了不同系间控制不育性的基因常不在同一位点上。这就可说明其保持不育系统必须来自同源材料。如“127”系受  $ms_1$  控制, “72001”系则受  $ms_2$  控制, 同时他们还观察到不同不育系不育花雄蕊的外形也有明显的差异。核基因控制的不育性大多属隐性遗传, 但也有少数不育基因是显性, Q·P·VanDerMeer(1987)1979年用大白菜品种Granaat和Pavchoi杂交(*Brassica rapa* subsp *Pekinensis* × *B.rapa* subsp *Chinesis*) F<sub>1</sub>代中发现不育株, 用Monument(*B.rapa Pekinensis*)品种回交育成了显性控制不育性的核不育材料, 并认为是一个显性基因控制。张书芳等(1990)1976年从“万泉青帮”品种中发现了显性基因控制的不育材料, 这种不育株在原群体中出现频率为1/万。由于显性基因控制不育性的出现已不能用一对隐性基因控制机制来解释, 所以假定这种不育基因模式为  $SPsp$ ,  $SP$  为显性不育基因,  $sp$  为隐性可育基因。其可育株基因型为  $spsp$ , 兄妹交后代仍保持50%不育株

率,由显性不育基因控制的两用系在转育新两用系时比较容易。他们通过隐性不育基因和显性不育基因一系列测交后代的育性分离比,分析认为SP、Ms基因之间存在互作关系,并有下列基因型系列存在:SPSPMsMs<sup>+</sup> SPspMsMs<sup>+</sup> spspMsMs<sup>+</sup>

SPSPMsms<sup>+</sup> SPspMsms<sup>+</sup> spspMsms<sup>+</sup> SPSPmsms<sup>-</sup> SPapmsms<sup>-</sup> SPSPmsms<sup>+</sup>。在上述基因型系列中,Ms对SP具有上位作用,它能抑制SP基因的表达,因此,凡有NS基因存在的基因型均表现可育,而在双隐性纯合体spspmsms<sup>+</sup>中,spsp隐性可育基因纯合,其表型可育,进而将核基因控制的雄性不育性按显隐互作性控制机制划分甲型和乙型两种基因模式。甲型不育株基因型SPSPmsms<sup>-</sup>,可育株基因型SPSPMsms<sup>+</sup>,乙型不育株基因型SPspmsms<sup>-</sup>,可育株基因型spspmsms<sup>+</sup>,并且MS SP是独立遗传的。以甲型不育株(SPSPmsms<sup>-</sup>)为母本,与乙型可育株(spspmsms<sup>+</sup>)杂交,后代就出现了雄性不育系统(SPspmsms<sup>-</sup>)。通过以上分析核基因互作雄性不育是受两对基因控制的。其核不育几种遗传图解如下:

1. 一对隐性核不育基因控制的不育

$$\begin{array}{l} \text{msms}^- \times \text{MSms}^+ \rightarrow \begin{array}{l} 1 \text{MSMS}^+ \\ 2 \text{MSms}^+ \\ 1 \text{msms}^- \end{array} \\ \downarrow \\ \text{msms}^-; \text{MSms}^+ \\ 1 : 1 \quad 3 : 1 \end{array}$$

2. 一个显性核不育基因控制的不育

$$\begin{array}{l} \text{SPsp}^- \times \text{spsp}^+ \rightarrow \text{spsp}^+ \\ \downarrow \\ \text{SPsp}^-; \text{spsp}^+ \\ 1 : 1 \end{array}$$

3. 甲型互作核不育基因控制的不育

$$\begin{array}{l} \text{SPSPmsms}^- \times \text{SPSPMsms}^+ \rightarrow \begin{array}{l} 1 \text{SPSPMsMs}^+ \\ 2 \text{SPSPMsms}^+ \\ 1 \text{SPSPmsms}^- \end{array} \\ \downarrow \\ \text{SPSPmsms}^-; \text{SPSPMsms}^+ \\ 1 : 1 \quad 3 : 1 \end{array}$$

4. 乙型互作核不育基因控制的不育

$$\begin{array}{l} \text{SPspmsms}^- \times \text{spspmsms}^+ \rightarrow \text{spspmsms}^+ \\ \downarrow \\ \text{SPspmsms}^-; \text{spspmsms}^+ \\ 1 : 1 \end{array}$$

5. 核基因互作控制的雄性不育系

$$\begin{array}{ccc} \text{甲型} & & \text{乙型} \\ \text{SPSPMsms}^+ & \times & \text{SPspmsms}^- \\ \text{SPSPmsms}^- & & \text{spspmsms}^+ \\ & \downarrow & \\ & \text{SPspmsms}^- \times \text{父本} & \\ & \downarrow & \\ & \text{F}_1 & \end{array}$$

(2) 胞质不育型(CMS): 胞质雄性不育现象发现已久,早在1904年Conens就描述了一种花粉不育的情况,后由Von Wettstein解释为胞质雄性不育。这种不育型在十字花科蔬菜中最早由日本Ogura(1968)在日本萝卜(Raphanus)中发现的,之后,欧洲利用萝卜雄性不育胞质的研究极为盛行,先后导入其它十字花科作物中,这种不育胞质一经导入Brassica属的种上,随着不育性出现,植株黄化,蜜腺不发达,同时Brassica属的各个种对萝卜不育胞质没有育性恢复基因(Bannerot等1977)。Heyh(1978)通过种间杂交,指出育性恢复基因Rf<sub>1</sub>与白花基因W紧密连锁,而黄花Y基因不具恢复基因。李光池等(1987)用王兆萝卜雄性不育株作母本与78-22-3大白菜杂交,回交,获得胞质不育白菜,但同样产生叶片黄化,而且配合力不高。日向·今野(1979)用Diplotaxis muralis作母本,与B·Campestris杂交再连续回交,育成了胞质不育系,并认为B·Campestris多数品种中携带育性恢复基因系统。Leung等(1982)在对萝卜不育胞质导入B·Campestris核后,对蜜腺数,形状,香气等进行选择,用大白菜(B·Pehinensis)和矮脚白(B·chinensis)回交后,经过3个世代选择,选出具有二个比较接近正常蜜腺的系统。大川(1984)从B·Campestris的56个品种中,发现了保持雄性不育的胞质系统,其中6个品种具有育性恢复基因,其雄性不育花的特征和B·napus的Bronowski-shiga-Thompson系统完全一样的。柯桂兰等(1989)用B·napus不育株做母本,与大白菜(B·Pekin)杂交,回交育成了雄性不育系,这个不育系克服了叶片黄化,蜜腺不发达等缺点,但由于配合力和制种上的问题,仍没有进入实用阶段。

## 二、不育基因的来源

目前大白菜获得的雄性不育基因主要有两个方面:①从自然群体中寻找天然突变雄性不育株,这是目前已育成的不育系中不育基因的主要途径。由

于宇宙线的诱变作用,自然群体中时常发生一定数量的雄性不育基因突变,据钮心恪介绍,在比例较高的群体出现频率约占0.2%,大多不育性属于隐性核遗传,但也有显性遗传的报道。②远缘杂交,目前报道的白菜胞质不育,绝大多数是由异源胞质转育而来,主要有萝卜,甘蓝型油菜,芥菜等胞质。关于辐射诱变时常引起雄性不育,但应用此方法育成的雄性不育几乎没有报导。

### 三、雄性不育花药特征与生理生化指标比较

核基因控制雄性不育的花药主要表现,雄蕊退化,花丝短缩,花药瘦小,乳白色,镜检无粉或极少败育花粉,花蕾尖瘦,花冠较小。王亚馥等(1982、1984)对大白菜雄性不育两用系可育株与不育株进行了有关生理生化比较,结果表明,DNA和RNA的含量两者之间无明显差异,过氧化物酶及细胞色素氧化酶同工酶在开花前两者之间无明显差异,但开花后不育株的过氧化物酶同工酶活性明显地高于可育株,而细胞色素氧化酶同工酶酶谱则刚好相反。可育株中蛋白质种类随着生育进行逐渐多于不育株,特别在开花期表现更为突出。脯氨酸含量开花期可育株花蕾含量高于不育株。不育株中非还原糖含量抽苔至开花低于可育株,而淀粉酶活性又高于可育株。呼吸强度开花后不育株高于可育株。不育株花蕾中抗氰呼吸强度急剧下降,而可育株花蕾抗氰呼吸强度逐渐升高。根据同工酶谱和生理生化指标分析,其雄性不育主要发生在抽苔至开花前这一段时间。

胞质不育的形态特征表现较复杂,由萝卜胞质转育而成的不育系,雄蕊花瓣化,蜜腺退化,叶片黄化,志贺敏夫(1985)认为黄化是萝卜胞质和导入核之间不协调造成的。Pelletier等(1983)用细胞融合方法培育出不黄化的萝卜胞质油菜。魏宝琴(1986、1989),李光池等(1987),郝秀明等(1989),陶国华等(1990)均认为增加转育代数,正确选择父本,可以解决黄化问题,特别是选择叶色绿,叶绿素含量高的亲本转育效果更好。在抗病性和产量等诸方面的配合力也都取决于转育亲本的选择。郝秀明等(1988)在分析胞质效应时认为,萝卜胞质存在负效应问题,而且负效应大小受栽培时期影响。柯桂兰(1989)由B.napus的

CMS转育成的不育系,败育花粉明显畸变,显微镜观察花粉有一条环形孔沟,使花粉呈哑铃状。

在Raphanus不育胞质和B.napus不育胞质之间,mtDNA染色体组和ctDNA染色体组存在差异,而且,除雄性不育性之外,还观察了黄化和蜜腺的退化,但哪种性状受mtDNA或ctDNA控制还没有搞清(Vedel等1982)。但从携带Raphanus胞质的B.napus雄性不育系统和携带B.napus胞质的育性系统体细胞杂交,得到了不发生黄化蜜腺正常的雄性不育个体。通过限制性内切酶处理观察这些个体ctDNA,发现和Raphanus的ctDNA不同却和B.napus的ctDNA一样(Penkter等1983),虽然没有对mtDNA进行处理观察,但推断CMS基因大概位于mtDNA上。同时志贺敏夫(1985)还发现存在自交不亲和性的B.campestris系统,很难育成保持系统。

### 四、雄性不育的温敏特性

细胞质不育受温度影响较大,由于胞质的来源不同,受影响的程度各异。萝卜胞质对温度不敏感,其不育性较稳定,但光照和温度不协调常引起败育现象。而B.napus的CMS对温度不稳,很难育成稳定的雄性不育系统(大川1985)。Williams和Heyn(1981)认为,这些雄性不育受温度和光周期敏感修饰因子影响,这些修饰因子在高温和长日照条件下可以诱导雄性可育。据成都市农科所报道,大白菜早皇白不育系属远缘杂交育成,对温度极敏感,开花期较低温度不育株率97.56%,在较高温度下仅有90%不育株率,甚至更低。对温度反映也有相反类型,据调查锦州市孙家湾科研队李健刚培育的雄性不育,在当地4月末低温期表现有粉可育自交结实,进入5月高温期花粉败育则表现全不育,冬季温室定植低温时结实正常,这表明从不育到可育完全受温度影响。目前这两种温敏不育系在生产上已应用,但异地播种还存在一些问题。

### 五、雄性不育的利用现状及展望

白菜的利用部分是F<sub>1</sub>的营养器官,因此,不需要育性恢复基因CMS也是可以利用于生产的。目前研究最多的是Raphanus和napus的CMS,虽然在解决黄化和蜜腺上有一定进展,但由于抗病性,配合力,种子产量及胞质负效应等问题进展较慢,目

# 桃小食心虫预测预报

张 艳

加强桃小食心虫的预测预报工作, 准确掌握该虫的发生时期及发生数量, 以便指导桃小食心虫的防治工作, 尽可能地把害虫消灭在为害之前。其具体预测预报方法如下。

## (一) 越冬幼虫出土时期的预测

1. 田间调查幼虫出土法: 黑龙江省可在五月上旬选上一年受害严重的果园和地块, 固定调查树5—10株, 做好标志。将树盘内的杂草石块等物清除干净, 将土面耙平, 然后在树冠下分别摆放10—20块瓦片或小砖块, 以便诱集出土的越冬幼虫潜入下面化茧。六月初开始检查瓦片附近及底下有无出土幼虫, 从发现幼虫开始每日定时观察出土的幼虫数并做好记载, 直至出土结束。

2. 花盆内观察越冬幼虫出土法: 在秋季收集300—500脱果老熟幼虫。在选定的树冠下埋3—5个大花盆, 内装筛好的细沙质壤土压实, 将每日收集的老熟幼虫置于花盆内, 然后使其自然入土结茧越冬, 上冻前将花盆罩上细纱布防止其他害虫混入盆内。第二年五月末在花盆土上面放几个瓦片, 六月初观察有无幼虫出土, 如发现出土后, 每日定时检查出土虫数并做好记载直至出土结束。

3. 预报箱预测法: 在秋季收集300—500脱果老熟幼虫装在花盆里(方法同上), 使其自然做冬茧、第二年筛出备用; 也可以在春季化冻后开始在为害重的果树下挖桃小越冬茧300—500粒备用。制做预测箱。规格: 长、宽各40厘米, 高45厘米的框, 并在一面安个门, 然后上面和四周钉上2毫米直径纱网, 箱既做成备用, 箱的数量可根据果园大小, 一般可设3—5个点, 即3—5个箱。于四月末五月初在果园内选有代表性的树冠下, 距树干50厘米前还没有进入生产阶段。

核不育从70年代开始研究并应用, 两系制种在生产上起到一定作用, 目前仍有许多单位在应用, 特别是显性控制的将不育基因发现后, 育种工作者利用这一特点可以很容易转成新经济性状的两用系, 育成了许多适合生产的新品种。进入90年代由于核基因互作雄性不育系的发现, 对白菜育种产生了深刻影响, 这种方法除具有制种简单, 种子纯度高, 种子产量高之外, 主要表现优势强, 配合力好, 用这种方法配制 $F_1$ 用于生产的面积不断扩大。从生产成本角度看, 这种方法要优于自交不亲和系制种, 从种子纯度看要强于两用系制种, 因此, 在没有确立利用自交不亲和系制种体系和已建立两用系制种体系的育种单位, 从利用核基因互作雄性不育研究着手将是一种可靠的育种途径。(参考文献略)

左右, 挖一个30厘米见方, 20厘米深的坑, 然后一层一层放入已备好的桃小茧。具体方法是: 由下向上, 第一层5厘米厚土用桃小茧总数的10%混埋; 第二层10厘米厚土用桃小茧总数的65%混埋; 第三层5厘米厚土用桃小茧总数的25%混埋。埋好后压实。土表摆放5—10块瓦片、砖头等物, 将做好的预测箱罩上, 将箱底周围埋严压实。待到六月初开始观察有无出土幼虫, 如发现有出土幼虫后, 每天定时观察出土数并做好记载, 同时把当日出土的幼虫取出放入另外一个备好的预测箱内以留观察成虫羽化时间用。上述三种方法均可使用。

当发现幼虫连续出土后2—4天立即进行地面撒粉或喷药, 隔一周再喷药一次。

## (二) 桃小食心虫成虫产卵期预测

1. 饲养观察法: 备大号花盆3—5个, 挖坑埋入树下, 花盆口与地面平。内放潮湿细土, 将每日观察出土的幼虫移入花盆, 每日记载移入数, 六月中旬后每日记载羽化成虫数并取出消灭。花盆上面可制一个半球形的网罩罩上。另一方法即是在羽化预测箱观察记载羽化情况其方法同上。

当成虫出现盛期, 一般在总移入虫头数羽化25%左右再向后推迟5—6天, 可马上组织树上喷药。

2. 田间定果查卵法: 发现饲养的成虫出现在田间开始调查桃小食心虫产卵情况。其具体方法是: 选上年为害严重的果园, 确定易受害的品种为调查树, 固定调查株5—10株, 每株选树冠下部、中部100—200个果, 做上标志, 固定调查, 编号入档。每2—3日调查一次果上的产卵情况, 记载产卵果及卵果数并将卵用针拔掉或用笔划上。主要产卵部位在萼洼, 次之为梗洼。当卵果率达到0.5—1%时开始喷药防治间隔10—12天再喷一次, 以后可根据卵量情况确定是否再喷药。

3. 田间不定果调查法: 采取在果园内随机取样调查, 每次调查果数要在500—1000个。这样调查的数据准确性大。其具体方法同上。

(黑龙江省农科院园艺研究所)