



水稻化学杀雄 — 杂种优势利用

广东科技出版社

前 言

伟大领袖和导师毛主席历来重视良种的培育和推广工作，不但把种子问题作为农业“八字宪法”的重要组成部分，而且指出：“有了优良品种，即不增加劳动力、肥料，也可获得较多的收成。”英明领袖华主席也一再强调要抓好培育和推广良种的工作，在第五届全国人民代表大会第一次会议上所作的政府工作报告中，把培育和推广良种作为全面贯彻农业“八字宪法”的一项重要内容。华主席对杂交水稻的研究及其进展极为关怀，寄予很大的期望。

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，在中共广东省委和各级党委的领导和支持下，广东省从1970年开始，组织了全省开展水稻化学杀雄杂种优势利用研究的社会主义大协作，实行领导干部、科技人员和工农群众相结合，试验、示范和推广相结合，既发挥了专业队伍的骨干作用，又广泛集中了群众的智慧，密切配合，协同攻关。经过几年来的努力，终于取得了初步的成功，并在生产上开始应用。

近年来，水稻化学杀雄杂种优势利用的研究日益广泛，试验、示范和推广的面积也不断扩大。为了更好地配合当前农业学大寨群众运动，促进农业大上快上，早日实现农业现代化，我们将几年来全省各地的水稻化学杀雄杂种优势利用的经验进行初步归纳，整理成册，供各地从事这项工作的同志们参考。由于我们的水平不高，经验不足，缺点和错误在所难免，请读者批评指正。

编 者

1978年8月

目 录

水稻化学杀雄杂种优势利用的研究概况	1
一、化学杀雄法是水稻杂种优势利用的一个重要途径	1
二、水稻杂种优势遗传规律及化杀杂种多代的利用问题	7
三、水稻杀雄剂的杀雄效果及其杀雄原理	17
四、强优组合选配的体会	81
水稻化学杀雄的制种技术	84
一、强优组合的确定	84
二、制种田的选择	86
三、亲本播、插错期的安排	87
四、育秧技术和插植规格	48
五、花期的预测和调节	49
六、杀雄的最佳处理和喷药技术	55
七、杀雄效果的检查	67
八、严格除杂去劣	68
九、加强人工辅助授粉	69
十、做好收、晒、藏工作	69
化杀杂交稻的栽培要点	70
一、适宜播插期	70
二、培育多蘖壮秧	71

三、插植密度和规格	71
四、肥水管理	72
五、防治病虫鼠害	72
附录	
一、水稻杀雄剂一号的稀释方法	74
二、广东省化学杀雄杂交水稻命名试行草案	75
三、水稻幼穗发育阶段的划分及其鉴别	76
四、几个强优组合制种的播、插错期资料汇编	85
五、强优组合北化古67介绍	92
六、强优组合六一化泾紫介绍	96
七、强优组合矮塘竹×科24简介	101

水稻化学杀雄杂种优势利用的研究概况

一、化学杀雄法是水稻杂种优势利用的一个重要途径

在农业生产中经常可以看到，两个不同遗传类型的种或品种进行杂交所获得的杂种一代（ F_1 ），往往比亲本具有较强的生长势、适应性、抗逆性、抗病力和生产力。这种现象，我们称之为杂种优势。

杂种优势在植物界和动物界中，是普遍存在的现象。达尔文在关于生物进化的学说中，曾经对此作过概括，指出：“……轻微程度的杂交，即处于稍微不同的生活条件下的、或者只有微小变异的同一物种的雌雄之间的杂交，会增强它们后代的生活力和能育性。”^①我国广大劳动人民在生产实践中很早就注意到杂种优势并加以应用。例如，利用马与驴杂交获得的杂种后代——骡，具有体强、力大、耐劳、易饲养的优良性状，这已有很久的历史。利用早熟的普通烟草与比较迟熟但品质优良的烟草进行杂交，从而获得早熟、优质、高产的杂种后代，也早在二百多年前就已出现。然而，把农作物的杂种优势广泛地应用于生产上，则是本世纪五十年代以来的事。根据国外的报道，利用杂种优势而获得增产的农

^① 见达尔文《物种起源》，生活·读书·新知三联书店1954年版第353页。

作物，除了高粱、玉米、大麦、棉花、亚麻、烟草外，还有番茄、茄子、黄瓜、洋葱、萝卜等二十多种园艺作物，增产幅度从百分之二十到一倍以上。这些事实表明，杂种优势利用是提高农作物产量的有效途径。

在水稻生产上，为了利用杂种优势，首先必须有大量的杂交水稻种子。水稻属雌雄同花自交结实的作物，颖花很小，每朵颖花只结一粒种子，不可能通过人工授粉的办法来获得大量的杂交种子。如何解决杂交水稻种子来源的问题呢？人们通过生产斗争和科学实验，认识到可以设法诱导水稻产生雄性不育，然后通过异花授粉，从而取得大量的杂交水稻种子。目前诱导水稻产生雄性不育的办法有两种，一种是遗传的，另一种是非遗传的。遗传的方法有“三系”法和“两系”法等。“三系”法需要选育成雄性不育系（简称不育系）、雄性不育保持系（简称保持系）和雄性不育恢复系（简称恢复系）；以不育系与保持系杂交繁殖不育系，供制种田使用；以不育系与恢复系杂交配制杂种，供大田生产使用。“两系”法需要选育自交不育系和有指示性状的恢复系。自交不育系具有稳定的百分之十左右的自交率（因此可以不需要保持系）和百分之九十左右的不育率，用有颜色的指示性状的恢复系与之杂交，便可获得杂交和自交的混合种子。混合种子播后，在秧苗期进行分选，凡有颜色指示性状的秧苗都是杂种，供大田生产使用；而无颜色的秧苗为自交不育系，供制种田使用。非遗传的方法有温汤杀雄法和化学杀雄法（简称化杀法）等。温汤杀雄法难于大量配制杂交水稻种子，所以在水稻的杂种优势利用中难于应用；化杀法具有许多优点，引起人们的重视。所谓化杀法，就是通过化学杀雄剂的诱导来产生非遗传性的雄性不育，用以配制杂交

水稻种子。说得具体一点，就是在稻穗发育的某一时期内，选用某些化学杀雄剂，以适宜的浓度和用药量喷洒在植株上，诱导它产生雄性不育，同时选用另一水稻品种作父本给它授粉，从而配制出大量的杂交种子，供大田生产使用。用化学杀雄剂诱导水稻产生的雄性不育，由于不是通过染色体结构和遗传物质的改变而获得的，所以这种雄性不育不能遗传，这同“三系”法可以遗传传递的雄性不育是有本质上的区别的。

国外在农作物方面应用化杀法来配制杂种的研究，开始于五十年代末期。雷姆、威特沃和希尔等人，首先研究 α -萘乙酸、2,4-滴、2,8,5-三碘苯甲酸和马来酰肼(MH-30)，探索是否可以作为化学杀雄剂应用。以后，斯科特、肖普拉、韦罗特、里奇曼、肯尼思、兰格考尔和罗比森等，也在棉花、西瓜、番茄、番木瓜、黄瓜、白兰瓜、小麦等作物上，以 α, β -二氯异丁酸钠(FW-450)、2,2-二氯丙酸钠、二氯丙酸、乙基甲烷磺酸盐(EWS)和2-氯乙基膦酸(乙烯利)等药剂进行化学杀雄的研究。在小麦化学杀雄杂种优势利用的探讨方面，一直引起人们的广泛兴趣，而以小麦为主要对象的新的杀雄药剂也不断出现，其中值得注意的是：美国的菲兹杰拉德等在1974年发现均三氮苯二酮，对小麦、玉米、棉花、番茄和水稻等都具有诱导雄性不育的效果；1976年，约翰逊等进一步报导以DPX 8778〔8-(对氮苯基)-6-甲基-均三氮苯-2,4(1H,8H)-二酮三乙醇胺盐〕喷洒小麦、玉米、燕麦和水稻等，不但可使花药不开裂，而且可以保持雌蕊的能育性，从而有希望作为小麦和水稻等作物的杀雄剂。这些事实表明，国外对水稻化学杀雄杂种优势利用的研究已有注意，但一直未引起重视，所以这方面的研究工作开展较

少，迄今尚未能在生产上推广应用。

广东省杂优协作组从1970年冬起，开展了水稻化学杀雄的研究，并在1971年6月筛选出杀雄药物“甲基肿酸锌”。江西、湖南、吉林、广西、四川和贵州等省、区，也先后进行试验研究。几年来，我省逐步突破了杀雄药剂、杀雄方法、优势组合和杀雄原理等关键问题，开始进入试验、示范、逐步推广的阶段。广东省化杀杂种的插植面积，1975年只有60多亩，1976年为3万亩，1977年达到70多万亩。在这70多万亩的杂种田中，以青化61、珍化61、黎化大珍和钢化大占等四个组合为主，其中青化61和钢化大占的插植面积最大，分别占40%左右。在70多万亩化杀杂种中，杂种一代约占10多万亩，杂种二代占60万亩左右，一般每亩增产50~150斤，个别亩增200斤以上，增产幅度分别为一、二、三成，低产地区增产的幅度比较大。出现了不少亩产超千斤的化杀杂种田。湛江国营湖光农场早造以青化61为主的化杀杂种田1000亩，在春寒和干旱的影响下，平均亩产仍达830斤，比常规当家种每亩多收105斤，增产15%；晚造以钢化大占为主的杂种田1700亩，占全场水稻插植总面积的81.4%，分布在30个点上，根据22个点1317.7亩的调查，平均亩产700.8斤，比本地当家种亩产570斤增产22.2%。信宜县池洞公社池洞大队坡尾生产队晚造插植的杂种田钢化大占一代12.5亩，平均亩产1029.7斤，钢化大占二代17.1亩，平均亩产1162斤，分别比本地当家种包选2号亩产712.3斤增产47.4~67.4%。这些事例表明，化杀杂种优势利用能够促进粮食增产。

但是，有些地方种植化杀杂种也出现平产或减产的现象，分析起来，其原因不外是三种：（1）栽培管理没有做好，田间有效穗偏少；（2）制种技术没有过关，杂种的纯度太

低，(8)所选择的杂交组合不大适宜该地区插植。相信随着各地试验、示范、推广的进一步开展，这些问题是可以在实践中逐步得到解决的。

几年来的实践表明，化杀法具有以下的特点：

(一)可以在本地当家种或推广良种的基础上争取更高产

化杀法所用的优势组合，一般是以本地当家种或推广良种作亲本进行选配的，因此，所配制出来的杂种一代，一般能适应本地区的自然条件和耕作水平。例如，珍化61(珍珠矮×科661)和青化61(窄叶青×科661)这两个杂交种，其父母本均为本地当家种或推广良种，因此，能够在稳产的基础上争取更高产，杂种的纯度越高，增产幅度就越大。

(二)便于利用杂种标记法，来提高制种纯度

利用有指示性状(如茎秆、叶或叶鞘紫红色)的品种作父本，其杂种一代在育秧过程中可以根据父本指示性状的显性遗传特征来鉴别真假杂种。化杀法所用的杂交组合中，如六一化经紫(科661×经紫8—3)、二四化献党(科24×红脚献党)这一类组合的杂种，由于苗期叶片、茎秆基部的叶鞘或叶耳具有紫色的标记，可以通过苗期选纯的方法，使大田插植的杂种纯度达到百分之百。有些化杀杂交组合的父本虽然没有指示性状，但是通过杂交的方法，可以把标记转移到父本上去，从而加以应用。如青化61这个化杀优势组合，其父本科661没有紫红色的指示性状，然而通过与紫色稻杂交，就能使其杂种一代具有紫红色的标记。

(三)能充分利用常规育种、“两系”法和“三系”法中所发现的优势组合

化杀的强优组合，从选配到应用于生产的周期短，方法

比较灵活，不论“三系”法、“两系”法或是常规育种中所发现的强优组合，都可以用化杀法制种，成为化杀的强优组合。其它方法不能利用的优势组合，化杀法都可以利用，从而弥补了其它方法的不足。例如：窄叶青×科661和钢枝占×德庆大占这两个组合，在常规育种中已证明是优势组合，但由于窄叶青不能转育为不育系，而钢枝占转育成不育系后，德庆大占却成了它的保持系（而不是恢复系）；因此，“三系”法对这两个组合，到目前还不能加以利用。化杀法却不受此限制，照样可以利用。“三系”法发现献党×科24这一组合优势明显，但献党转育成不育系后开花不正常，制种困难，难以利用；而化杀法却可以大量制种，并应用于生产。

（四）亲本种子来源丰富，可以根据各地的不同要求来选配杂种

化杀法的强优组合，可以根据各地区生产上对早熟、矮秆、抗性强、丰产和优质的不同要求，充分利用现有的水稻品种资源进行选配，不受“两系”法和“三系”法各个系的限制。所以，只要通过测优，选出强优组合以后，就可以研究其杀雄技术，并应用于生产。因此亲本种子来源丰富，并且选配制种后便可用于生产。

（五）亲本生育期和株高较接近的化杀强优组合，其杂种二代(F_2)往往有利用价值

实践证明，有些化杀强优组合（如钢化大占、黎化大珍），两亲本的生育期和株高较接近，它们的杂种二代的熟期和株高分离不大，产量仍比本地当家种高10%以上。因此，在生产上有利用的价值，从而提高了杂种的利用率。如果一亩制种田收杂种30斤，那么，每亩制种田收获的杂种可以插杂种田20亩（以每亩用种一斤半计算），杂种田除杂后以

平均亩产 600 斤计算，可收杂种一代的种子 12000 斤，至少可以插植二代杂种田 2000~4000 亩（以每亩用种 8~6 斤计算）。这就大大提高了杂种的利用价值。

所以，化杀法是水稻杂种优势利用的一个重要途径。

但是，正如伟大领袖和导师毛主席所指出的那样，事物都是一分为二的，化杀法既有明显的优点，也有它的不足之处。根据各地的实践经验，化杀法的主要缺点是：

1. 水稻喷洒杀雄剂后，需要保持在 5~6 个小时内不淋雨，才能发挥药效。如果喷药后遇雨，药物未被充分吸收便被雨水淋脱，就会影响杀雄效果；虽然可以在雨过天晴后补喷，但补喷的用药量及浓度不容易掌握好。因此，在早造多雨季节大面积制种时难度较大。

2. 不同品种的杀雄最佳处理（包括杀雄的最适时期、最适浓度和用药量）是有差别的，必须通过试验才能确定，所以在使用上有时不容易掌握。

3. 对喷药技术的要求比较严格，喷药人员必须经过训练才能掌握。

二、水稻杂种优势遗传规律及 化杀杂种多代的利用问题

（一）水稻杂种优势的遗传规律

水稻的杂种优势和其它农作物一样，有其普遍性，也有其局限性。也就是说，并不是任何两个种或品种的杂交后代都具有强大的杂种优势。不同种或品种的杂交后代，从其生活力来看，可以分为有优势、无优势、强优势和弱优势；而

正交^①和反交^②，也存在着组合遗传差异的现象。这种表现与亲本的亲缘有关。凡是亲缘关系较近的两个品种杂交，杂种优势就差；近亲交配或自交，常会产生弱生活力、没有生活力或畸形的后代，表现为负向优势^③。而亲缘关系较远的两个品种、亚种，不同生态型或地理上远缘杂交，则杂种优势会强，表现为正向优势^④；但是如果两亲本超出了种的范畴（种间甚至属间杂交），则杂交常表现为负向优势，这是远缘杂交常见的现象。当然，也有个别例外的。此外，由于有机体不同部位的组织器官受不同遗传基因的制约，因而产生杂种优势不平衡的表现。所以，在选配水稻杂交组合时，会遇到这种情况：水稻杂交后代的植株，它的茎、叶表现出强烈的生长优势，而它的穗、粒构成的产量却达不到预定的效果。因此，我们必须按照农业生产上的需要，来选择具有比本地当家种更良好的丰产性状、适应性和抗逆性，而且符合早、矮、抗、丰、优要求的强优杂交组合。例如，早稻的化杀杂种青化61（窄叶青×科661），其母本窄叶青是由印尼的花龙水田谷与我国的晚稻塘竹杂交，再与鸡对伦复交而育成的；它的叶形窄直，分蘖力强，抗虫抗病，惟茎秆露节，抗倒性较差，不耐肥。而其父本科661是在印尼高产品种皮塔与台湾省品种低脚乌尖杂交的基础上，再与其它国外品种杂交而育成的。它的经济性状较好，抗倒耐肥，穗大粒多。因此，青化61这个组合属地理远缘杂交，其杂种优势表现出

①② 正交和反交是相对而言的。在杂交组合中，如果把母本和父本杂交称为正交；那么，反过来以原来的父本作母本、以原来的母本作父本进行杂交，则称为反交。

③④ 杂种表现比双亲平均值高的称为正向优势，比双亲平均值低的称为负向优势。

双亲优良性状的互补，增产显著。又如，晚稻的化杀杂种钢化大占（钢枝占×德庆大占），其母本钢枝占是从农家种中山红中选出的穗数型变异株，为矮秆中熟品种，叶形细直，茎秆坚韧，株型集中，抗逆性强，适应性广，具有抗酸抗倒、抗寒耐肥的特点，结实率高；其父本德庆大占是由南京5号、澄秋5号、高粱、芒草和矮脚南特等通过复合杂交而育成的大穗型晚稻中熟种，每穗平均达到180粒（最大的400粒），千粒重27克，惟结实率较低，对稻瘟病、纹枯病和稻飞虱的抗性较弱。而它们的杂交后代钢化大占却具有双亲的优良性状（参看表1），因此增产潜力较大，只是对白叶枯病的抗性稍差。

（二）化杀杂种多代的利用问题

关于化杀杂种多代是否还有优势、能否利用的问题，曾经引起各方面的重视。过去普遍认为，杂种后代由于产生群体性状分离，在生产上丧失了利用的价值。但是近年来的大量生产实践表明，亲本间生育期和株高较接近的强优组合，其杂种多代大多数能在一定程度上保持一代的优势，可以在生产上应用。

1973年晚造，怀集县农科所在栽培珍珠矮×早金风的杂种二代的过程中，注意到其群体在抽穗期的分离只相差2~3天，而产量却分别比父、母本增加，因而提出了有可能在生产上利用化杀杂种二代的看法。1974年晚造，四会县农科所观察了广二安×包选2号和广华4×包选2号的杂种二代，发现它们分别比本地当家种包选2号增产10%以上，进一步肯定了存在利用杂种二代的可能性。1975年广州市白云山农场农科所对杂种二代进行了细致的观察和分析，证实两个经济性状比较接近的亲本，其杂种二代群体的高矮分离

几个强优组合杂种一代的经济性状

表 1

品种组合	插植规格 (寸)	每科基本苗数	每亩最高分蘖数 (万)	每亩有效穗数 (万)	成穗率 (%)	株高 (厘米)	每穗总粒数	每穗实粒数	结实率 (%)	千粒重 (克)	试验面积 (分)	折亩产 (斤)	试验单位	年份造别	备 注
珍化 61 (F ₁)	6×5	1	20.4	15.4	75.5	95.0	127	127	89.4	28.4	0.20	909	广州市白云山农场农科所	一九七四年晚造	项目缺查 单株插植数量为二百三十科, 部分
	6×5	8	38.0	21.2	55.8	90.0	97	90	92.8						
珍珠矮 (亲本)	6×5	1	16.0	13.8	86.8	90.0	116	105	90.5	24.1	0.20	785			
	6×5	8	34.8	21.4	61.5	85.0	91	83	91.2						
青化 61 (F ₁)	6×5	1	24.2	18.0	74.4	87.0	118	98	86.7	26.1	0.20	880			
	6×5	8	41.6	21.2	51.0	91.0	88	76	86.4						
窄叶青 (亲本)	6×5	1	30.8	18.3	59.5	87.0	88	80	90.9	24.8	0.20	786			
	6×5	8	51.8	25.0	48.3	85.0	86	61	92.4						
科 661 (亲本)	6×5	1	16.4	14.2	86.6	81.8	128	102	80.1	25.9	0.20	690			
	6×5	8													

续表 1

品 种 组 合	插 植 规 格 (寸)	每 科 基 本 苗 数	每 亩 最 高 分 蘖 数 (万)	每 亩 有 效 穗 数 (万)	成 穗 率 (%)	株 高 (厘米)	每 穗 总 粒 数	每 穗 实 粒 数	结 实 率 (%)	千 粒 重 (克)	试 验 面 积 (分)	折 亩 产 (斤)	试 验 单 位	年 份 造 别	备 注
黎化大珍 (F ₁)	7×4	2	30.2	22.5	74.5	113.4	124.9 ₁	14.5	91.7	26.9	0.25	914	华南热带农业学院种组	一九七七年早造	
黎明 (亲本)	5×4	8	25.2	18.9	75.0	98.0	84.4	74.0	87.7	27.7	0.25	524	华南热带农业学院种组		
大粒珍珠矮 (亲本)	5×4	8	33.3	22.2	66.7	87.4	81.0	73.2	90.4	25.2	0.25	840	华南热带农业学院种组		
珍珠矮 (当家种)	5×4	8	30.6	25.2	82.3	88.5	83.8	75.1	90.2	24.2	0.25	846	华南热带农业学院种组		
钢化大占 (F ₁)	4×5	1	26.3	16.3	62.0	112.0	182.5	157.0	86.0	24.0	0.96	1,188	德庆县农科所	一九七四年晚造	
钢枝占 (亲本)	4×5	4	44.8	27.2	60.7	74.0	105.2	98.0	93.3	20.6	0.99	762	德庆县农科所		
德庆大占 (亲本)	4×5	3	17.7	12.4	70.1	108.0	187.3	137.8	78.6	27.0	0.69	625	德庆县农科所		
包选 2 号 (当家种)	4×5	1.4	22.5	16.0	71.1	127.0	137.7	133.1	96.7	22.0	0.96	621	德庆县农科所		

不会超出一般栽培的要求，而在这个范围内，对产量不会有很大的影响，相反有利于通风透光，提高产量。华南师院从47个杂交组合的分析资料中，发现23个组合的 F_2 比高产亲本增产约10%以上，在黎化大珍遗传规律的研究中，发现在杂种二代的群体内仍有70%的植株基本上能保持其一代的优势（见表2）。此外，省农作物杂种优势利用研究协作组石牌点、德庆县农科所和连县农科所在钢化大占的示范、推广和新组合选配的过程中，也一再肯定亲本间生育期和株高接近的强优组合，其杂种二代绝大多数是可以利用的。

为什么亲本间生育期和株高较接近的强优组合，其杂种二代仍具有一定的优势，因而还可以在生产上应用呢？根据孟德尔的“遗传基因分离律”和自花授粉植物杂种的自然群体繁育后代逐渐趋向纯化的特点，可以认为，凡是一对基因所支配的相等的性状（以AA和aa表示），在杂种一代表现同一的显性和杂种优势，到了自交的第二代，由于基因分离，显性和隐性的纯型个体（即AA和aa）各占1/4，而杂型个体（即Aa）则占1/2，也就是说，杂种二代的杂型个体数为杂种一代的一半。由于杂型个体具有杂种优势，因此杂种二代仍保留了杂种一代的杂种优势的一半，换句话说，就是相当于50%纯度的杂种一代（见图1）。而近年华南师范学院生物系遗传育种组的研究表明，构成水稻产量最基本的三个因素（即单位面积的有效穗数、实粒数和千粒重），是属于多基因控制的数量性状，所以杂种优势在产量方面的遗传，并不一定减半。在杂种二代性状分离中，受两对基因控制的杂型占14/16，受三对基因控制的杂型占62/64，受四对基因控制的杂型占254/256（见表8）。也就是说，在杂种二代中，杂型的个体还是占绝大多数。这种情况与实践的结

表2 黎化大珍二代几种主要性状的表现
华南师院生物系遗传育种组 1976年

谷粒形状分类	似母本	中间型			似父本	其它
		偏母	中间	偏父		
谷粒长宽比						
长 (厘米)	1.10	0.93	0.88	0.80	0.72	
宽 (厘米)	0.25	0.29	0.32	0.36	0.41	
长宽比	4.4	3.2	2.7	2.2	1.5	
各类所占植株 (%)	2	20	53	17	5	3
生育期 (天)	135	132	130	130	125	
株高 (厘米)	101	102.8	103.4	99.7	87.7	
每科有效穗数	4.8	7.5	9.1	8.0	6.9	
每穗实粒数	112.1	134	157.5	165.3	124	
千粒重 (克)	27.1	26.6	26.4	25.8	24.3	
谷区	0.90	1.08	1.12	1.10	0.79	
产量 (斤/亩)	472.1	688.1	891.5	878.2	504	