

# 杂交水稻不同不育胞质对干旱的响应

张玲, 杨国涛, 谢崇华, 胡运高, 李海青, 彭雅利, 唐力琼

(西南科技大学生命科学与工程学院, 四川 绵阳 621010)

**摘要:** 选用生产上常用的4个杂交水稻不育胞质WA型、JW型、G型、K型与高配合力水稻保持系G46B转育形成一套同核异质二元系,在PEG模拟干旱胁迫处理下研究不育胞质对水稻抗旱生理的影响。结果表明:不同水稻不育胞质材料在干旱胁迫下各生理活性差异显著,胞质对核基因调控生理抗旱反应也存在明显差异;JW型等不育胞质在10%PEG干旱胁迫下较WA型胞质具有更高的POD活性、Chla/b值以及较低的MDA含量,有利于提高杂交水稻的抗旱性。

**关键词:** 杂交水稻;胞质;抗旱生理;胞质效应

**中图分类号:** S511.01 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2011)04-0042-05

水稻作为世界上约50%人口的主要粮食在我国及世界粮食生产中占有举足轻重的地位<sup>[1]</sup>。我国是世界水稻主产区,种植面积和总产量分别占世界的22.7%和37%。但我国是一个淡水资源较为缺乏的国家<sup>[2]</sup>。干旱作为影响水稻产量和品质的主要环境因子已成为水稻歉收的主要因素<sup>[3~7]</sup>。深入研究水稻抗旱遗传机理,选育耐旱水稻品种是解决这一问题的有效途径之一。

前人研究已经证明通过渗透调节物质游离脯氨酸、光合作用调节因子叶绿素a/b、活性氧清除剂POD、细胞膜脂过氧化作用产物MDA等指标均可以作为水稻抗旱鉴定、筛选与育种的可靠选择指标<sup>[8]</sup>。利用鉴定现有水稻材料的抗旱性,筛选抗旱水稻材料;以及通过寻找抗旱基因来创建抗旱性转基因水稻等手段已经鉴定选择出了较多抗旱性水稻材料<sup>[9~15]</sup>。高迎旭等<sup>[16,17]</sup>研究发现氮素对水稻抗旱性起显著作用。而水稻吸收外界氮素并经还原、转化为蛋白质等渗透调节物质的过程是在细胞质和质体中进行的<sup>[18]</sup>,叶绿素a、b也均存在于叶绿体内。众所周知,线粒体和叶绿体是半自主细胞器,水稻不同不育胞质的差异主要存在于线粒体和叶绿体上。已有研究证明不同胞质对小麦抗旱性影响差异显著<sup>[19]</sup>,而关于杂交水稻不育胞质对水稻抗旱性的影响未见报道。因此本试验通过比较同核异质的不同杂交水稻材料在干旱胁迫下的生理生化反应,希望探索一种利用不育胞质来提高水稻抗旱性的新途径。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

本试验选用生产上广泛应用的4种不同胞质类型的水稻不育系:爪哇型(JW型)、野败型(WA型)、冈型(G型)、K型等4种胞质;以高配合力保持系G46B为核供体转育一套同核异质不育系,2009年已经进行核置换9代。

### 1.2 试验方法

用0.1%氯化汞消毒种子10 min,于25℃下间歇浸种48 h,30℃催芽1 d后播于上覆有尼龙网的发芽盒中,在28℃、12 h/d光照培养箱中育苗。超纯水培养至一叶一心后用国际水稻所营养液培养,5 d更换一次培养液,至两叶一心期,用加有不同浓度的聚乙二醇(PEG6000)的国际水稻所营养液模拟干旱处理,PEG6000浓度设为0%、5%、10%、20%。

干旱胁迫3 d后取叶片进行叶绿素含量、脯氨酸(Pro)含量、过氧化物酶(POD)活性及丙二醛(MDA)含量的测定。叶绿素含量测定用95%乙醇做浸提液提取色素,分光光度计比色法分别在663、645、470 nm测定吸光值,按Arnon方法计算叶绿素含量<sup>[20,21]</sup>。POD活性、MDA和Pro含量按王学奎方法测定<sup>[22]</sup>。

### 1.3 数据统计及分析

试验设3个重复,用Excell 2003、spss11.5软件进行数据整理和统计分析。

收稿日期:2010-11-01

基金项目:四川省“十一五”育种攻关(2006-YZGC-1);绵阳市科技计划项目(09zd2103);西南科技大学研究生创新基金(09ycjj01)

作者简介:张玲(1959—),女,四川绵阳人,副教授,主要从事水稻生理研究。E-mail:zhangling@swust.edu.cn。

通讯作者:谢崇华,研究员。E-mail:swust\_rrr@163.com。

万方数据

## 2 结果与分析

由表 1 可见,干旱处理在水稻不同胞质材料、不同处理浓度、以及水稻胞质与处理浓度互作对各生理指标的影响差异均达到极显著水平。从不同因素间

差异的方差可见,各生理指标对干旱的反应胞质因素均小于处理浓度;胞质与处理浓度间互作对生理活性影响最大。而不同的生理指标在不同处理条件下变化幅度差异较大,叶绿素 a/b 受其他条件影响较小;POD 受影响最大,在不同处理条件下变异性最大。

表 1 干旱处理下不同生理指标的方差分析

Table 1 Analysis of variance of different physiological indicators under drought

变异来源 Source of variation	自由度 df	丙二醛 MDA	过氧化物酶 POD	脯氨酸 Pro	叶绿素 a/b Chla/b
胞质 CMC	3	51.895 **	162150.278 **	33.458 **	0.062 **
浓度 Concentration	4	113.031 **	989428.148 **	58.387 **	0.689 **
胞质×浓度 CMC×concentration	12	369.373 **	134380.309 **	89.170 **	0.101 **
误差 Error	40	0.250	812.91	0.816	0.001

注: \*\* 表示在 0.01 水平上差异显著。

Note: \*\* means correlation is significant at the 0.01 level.

### 2.1 不同干旱处理对杂交水稻生理活性的影响

POD 是植物体内重要的抗氧化酶,在干旱胁迫下 POD 的升高可以保持植物体内活性氧积累与清除系统的平衡。在不同干旱处理条件下不同胞质水稻材料 POD 活性呈现两种变化规律(图 1):① G 型胞质,其 POD 活性随 PEG 处理浓度的增加呈先升高后降低趋势;② WA 型、JW 型、K 型胞质,POD 活性均为先降低后升高趋势。但 JW 型水稻在高浓度 PEG 处理条件下 POD 活性显著大于其他三种胞质。

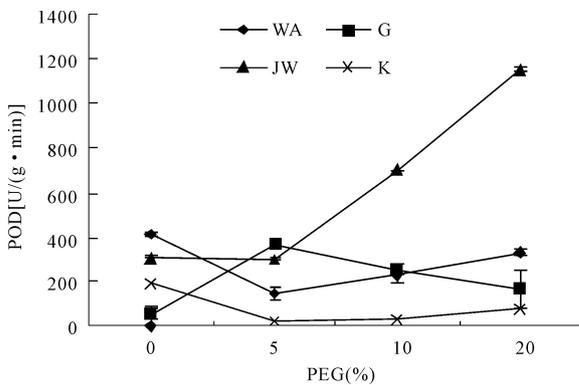


图 1 不同干旱处理对 POD 活性的影响

Fig.1 The POD activity under different drought

MDA 是植物细胞膜脂过氧化作用的最终产物,是膜系统伤害的重要标志之一,干旱胁迫的增加使膜系统受损害,最终会导致 MDA 的升高。随干旱处理程度的加强不同胞质水稻材料 MDA 含量表现出三种变化规律(图 2):① WA 型、G 型随 PEG 浓度增加先降低后升高;② K 型随 PEG 浓度增加 MDA 含量一直呈升高趋势;③ JW 型随 PEG 浓度增加 MDA 含量先升高后降低最后又升高。从所有干旱处理浓

度分析,在低干旱胁迫下(PEG 浓度 < 10%)不同胞质材料间变化较复杂;当处于中高干旱胁迫条件(PEG 浓度 ≥ 10%)时变化规律较一致。

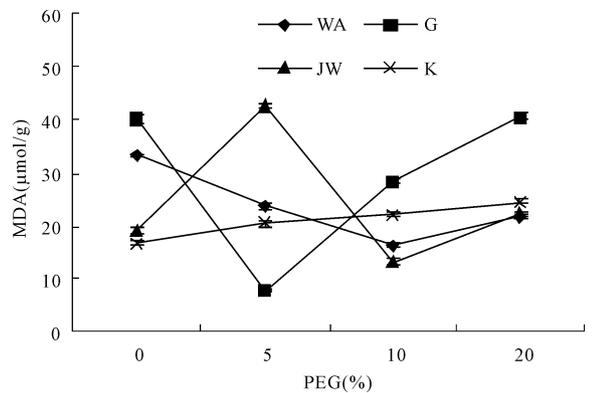


图 2 不同干旱处理对 MDA 含量的影响

Fig.2 The MDA content under different drought

叶绿素 a/b 也是植物抗旱筛选的重要指标,其比值越大,品种越抗旱。在本试验中 Chla/b 值除 JW 型外其他三种胞质水稻材料在不同干旱处理条件下差异较小(图 3)。在 10% 干旱处理条件下 JW 型胞质水稻 Chla/b 值显著高于其他胞质水稻材料。

Pro 是植物细胞中的重要渗透调节物质,在本试验中 Pro 含量在不同干旱处理过程中表现出两种变化规律(图 4):① WA 型、G 型随 PEG 浓度增加 Pro 含量先升高后降低;② JW 型、K 型随 PEG 浓度增加 Pro 含量呈先降低后升高趋势变化。

### 2.2 不同胞质对干旱的反应差异

在研究鉴定水稻材料的抗旱性过程中选择合适的干旱胁迫强度至关重要,过低的干旱胁迫条件无法充分诱导植物体内的抗逆响应;过高的干旱胁迫

则会破坏植物体正常生理代谢,无法反应水稻的真实抗旱能力。在本研究中 10%~20% 干旱处理条件下各生理指标变化较均一,同时结合前人研究<sup>[24~28]</sup>选择在 10% 处理条件下比较不同胞质对干旱响应的差异。

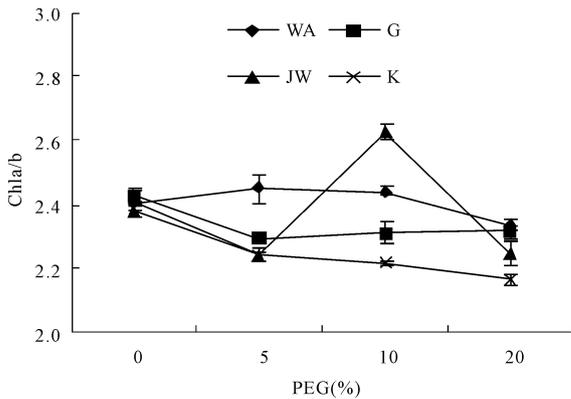


图 3 不同干旱处理对 Chla/b 的影响  
Fig. 3 The Chla/b under different drought

在此干旱胁迫条件下不同胞质的各生理性状差异显著(表 2)。POD 活性方面 K 型胞质水稻最低,仅为 27.22 U/(g·min);WA 型和 G 型水稻 POD 活性无明显差异;JW 型胞质水稻材料的 POD 活性最高,

为 703.33 U/(g·min),极显著高于其他类型胞质。10% PEG 干旱处理下 MDA 含量不同胞质水稻间差异均达到极显著水平,其中 G 型胞质水稻材料 MDA 含量最高,较最低的 JW 型胞质水稻材料高 114%。Chla/b 值各胞质类型间虽然数值差异较小,但也均达到极显著水平,其中 JW 型胞质水稻在该干旱条件下 Chla 所占的比例最高,其 Chla 比例较 K 型提高了 18.7%。Pro 含量方面,G 型和 WA 型胞质水稻材料在干旱条件下 Pro 含量显著高于 JW 型胞质;JW 型和 K 型胞质水稻材料 Pro 含量无明显差异。

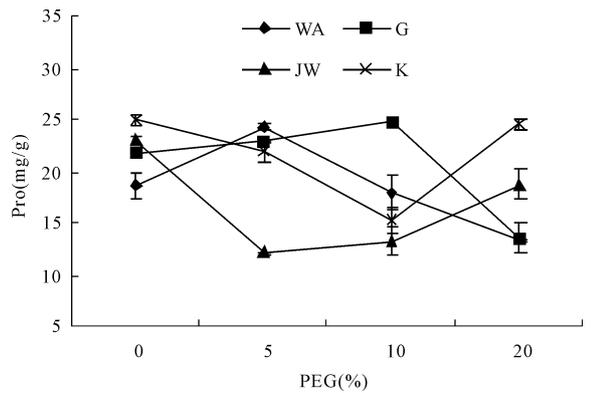


图 4 不同干旱处理对 Pro 含量的影响  
Fig. 4 The Pro content under different drought

表 2 10% PEG 干旱条件下不同胞质水稻生理活性比较(±SE)

Table 2 Comparison of biological activity in different cytoplasm rice under 10% PEG

胞质类型 Cytoplasm	POD[U/(g·min)]	MDA(μmol/g)	Chla/b	Pro (mg/g)
WA 型 WA-type	233.33±7.64b	16.43±0.35c	2.44±0.01b	17.99±1.59b
JW 型 JW-type	703.33±40.93a	13.28±0.37d	2.63±0.03a	13.30±0.21c
G 型 G-type	255.00±26.03b	28.43±0.64a	2.31±0.02c	24.78±1.37a
K 型 K-type	27.22±2.55c	22.18±0.55b	2.21±0.01d	15.31±1.31bc

注:同一列不同的字母表示在 0.01 水平上差异显著。

Note: Different letters in the same column indicate significant difference at the level of 0.01.

### 2.3 不同胞质相对于细胞核的效应

邢少辰等研究已经证明不育系细胞质对杂种一代主要性状具有明显的遗传效应<sup>[29,30]</sup>。由表 3 可见不同水稻胞质在抗旱生理方面对杂交水稻不育系核基因也具有显著促进或抑制的效应。在 10% 干旱条件下不同胞质对 POD 活性均存在较高的抑制效应,其中 K 型胞质对 POD 活性的负效应达到 98% 以上。因此就 POD 活性而言,不育细胞质均对核基因的抗旱性表现出抑制作用;不同胞质对其它各项生理指标表现出正负效应共存的现象,如,G 型胞质会促进 MDA 含量的增加,WA、JW 型胞质可以促进 Chla/b 比例的增加,WA、G 型胞质对 Pro 含量具有正效应。但 MDA 和 Pro 含量的增加会降低水稻的抗旱性,所以不同胞质对水稻细胞核抗旱性的发挥

表现出不同的抑制或促进作用。

表 3 10% PEG 干旱条件下不同胞质对细胞核效应的影响(%)

Table 3 Effect of different cytoplasm on nucleus under 10% PEG

胞质类型 Cytoplasm	POD	MDA	Chla/b	Pro
WA 型 WA-type	-86.49	-39.70	4.30	17.07
JW 型 JW-type	-59.27	-51.23	12.33	-13.40
G 型 G-type	-85.23	4.38	-1.31	61.30
K 型 K-type	-98.42	-18.56	-5.37	-0.36

注:胞质对细胞核效应的影响(以 POD 为例)=(不育系 POD 活性-G46B POD 活性)/G46B POD 活性×100。

Note: Effect of cytoplasm on nucleus (for POD)=(The POD activity of A - the POD activity of G46B)/The POD activity of G46B×100.

### 3 讨论

前人研究认为杂交水稻的不育细胞质对主要经济性状存在负效应或变劣效应,且这种效应在不同胞质间存在明显的差异<sup>[31~34]</sup>。本研究进一步发现不同胞质对水稻抗旱性表现也存在显著差异,且某些类型胞质对抗旱性的表现具有一定的正效应(如:JW型胞质可以降低细胞核调控产生的MAD含量和提高Chla/b值)。

#### 3.1 不育胞质对抗氧化系统的影响

干旱胁迫使水稻本身作出相应的防御,如活性氧酶清除系统,对胁迫形成的活性氧积累作出了积极反应。干旱胁迫下产生的H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>可以由POD和CAT进一步解毒形成H<sub>2</sub>O,以减轻自由基对植株的伤害。卢少云等<sup>[35]</sup>的研究认为耐旱品种水稻在干旱初期或轻度水分胁迫下具有更大幅度提高保护酶活性的能力,不耐旱品种酶活性提高较少或降低。在本试验条件下JW型胞质在干旱胁迫条件下POD活性显著升高,研究不同胞质对核基因的效应发现虽然胞质对核基因调控POD活性存在抑制作用,但JW型胞质对核基因的抑制效应显著低于其他三种胞质。

#### 3.2 不育胞质对膜脂过氧化的影响

细胞质膜是细胞最外的一层抵抗外界不良环境的屏障,可以有效防御外界逆境引起的伤害,保证植物体进行正常的生理生化活动。在干旱胁迫时,最明显的是植株体内由活性氧造成的氧化胁迫<sup>[36]</sup>。MDA是植物细胞膜脂过氧化作用的最终产物,是膜系统伤害的重要标志之一。在干旱胁迫下,水稻体内MDA含量明显增加<sup>[14,37]</sup>,且其含量随胁迫强度的增加及时间的延长而增加。在本试验中低干旱胁迫强度下不同胞质MDA含量变化较为复杂,随着干旱胁迫强度的增加(PEG10%及以上时)各胞质水稻材料均表现出MDA含量持续升高的趋势。在相同干旱胁迫条件下JW型胞质对核基因调控MDA含量的抑制作用最强,使得该胞质水稻材料在干旱胁迫下MDA含量显著低于其他不育胞质。

#### 3.3 不育胞质对渗透调节物质的影响

渗透调节被认为是抗旱性的重要组成部分,目前水稻上研究较多的渗透调节物质是Pro,Pro可以看作一个氮库,是一种起渗透调节作用的物质,它能增加植物的耐干旱胁迫能力和延缓缺水胁迫的加剧。水稻无论何期水分胁迫,Pro积累均受到明显影响<sup>[38]</sup>。但是干旱胁迫下积累更多的Pro是否代表品种的抗旱性较强,这一点前人研究结果相差甚远:

刘娥娥等<sup>[39]</sup>依据水稻幼苗在干旱胁迫时敏感品种比抗性强的品种能积累更多的Pro,而吴良欢等<sup>[40]</sup>则研究证明在干旱胁迫下抗旱性较强的品种会积累更多的Pro。在本试验中JW型胞质水稻材料Pro积累显著低于其他类型胞质,而G型胞质水稻材料则具有较高的Pro积累,不同胞质对Pro的积累与水稻抗旱性的关系还有待于进一步深入研究。

#### 3.4 不育胞质对光合系统的影响

干旱胁迫对光合作用的影响比较复杂,干旱不仅会影响光合速率,还会抑制光合作用反应中原初光能转换、电子传递、光合磷酸化和光合作用暗反应进程<sup>[41]</sup>,最终导致光合作用下降。Chla是进行能量转化的光合色素。较高的Chla能够有效地将太阳光能转化为生物化学能,为碳同化提供更充足的能量来源,以维持光合作用的高效运转<sup>[42]</sup>。程建峰等<sup>[43]</sup>研究发现水稻Chla/b比值越大,品种越抗旱。本试验中JW型和WA型水稻胞质对核基因调控Chla/b比例起促进作用,JW型胞质水稻材料在10%干旱条件下的Chla/b值显著高于其他胞质。可见该胞质在调控水稻光合效率方面显著优于其他类型胞质。

几十年来我国培育的不同细胞质来源的水稻雄性不育类型达60种以上,但在生产上应用的主要以WA型为主(约占80%),这种细胞质单一化的结果,有可能导致某种遗传脆弱性的出现,而给水稻生产带来严重损失。同时研究已经证明JW型等其他胞质在产量性状等方面效应优于WA型水稻不育胞质<sup>[44,45]</sup>,本研究又证明在提高水稻抗旱性的一些生理指标方面JW型及其他类型水稻不育胞质也具有一定的优势。因此进一步开发和利用JW型等多种水稻不育胞质对提高我国水稻产量、增加遗传多样性和提高水稻抗逆性具有重要意义。

#### 参考文献:

- [1] Sasaki T, Burr B. International rice genome sequencing project to completely sequence the rice genome [J]. *Curr Opin Plant Biol*, 2000, 3(2):138—141.
- [2] 林彦芝,付立东,陈丽艳,等.水稻遭受水分胁迫后效的研究进展[J].*垦殖与稻作*,2006,(4):26—27.
- [3] 梁满中,谭周镒,陈良碧,等.干旱胁迫对水稻水分利用率的影响[J].*生命科学研究*,2000,4(4):351—355.
- [4] 宋丽莉,王春林,董永春.水稻干旱动态模拟及干旱损失评估[J].*应用气象学报*,2001,12(2):226—233.
- [5] 信乃途.农业水资源面临严重短缺的战略思考[J].*灌溉与排水*,1991,10(3):15—19.
- [6] 褚旭东,李仕贵,王志,等.不同干旱胁迫条件下水稻品种的抗旱性比较研究[J].*中国稻米*,2006,(5):9—11.

- [7] 莱斯特·布朗,布里安,海尔威尔.中国的水资源短缺将震撼世界的食物安全[J].世界观察,1998,11(4):5—10.
- [8] 刘宇锋,高国庆,李道远.水稻抗旱生理生化及其相关基因研究进展[J].中国农学通报,2008,24(2):219—224.
- [9] 刘运华,刘灶长,周立国,等.干旱胁迫下耐旱稻中早 3 号全长 cDNA 文库的构建[J].分子植物育种,2007,5(3):367—370.
- [10] 王辉,曹立勇,郭玉华,等.水稻生理特性与抗旱性的相关分析及 QTL 定位[J].中国水稻科学,2008,22(5):477—484.
- [11] 张舜,廖子荣,黄东益.转基因水稻抗旱性的筛选与观察[J].黑龙江农业科学,2008,(6):5—6.
- [12] 王贺正,李艳,马均,等.水稻苗期抗旱性指标的筛选[J].作物学报,2007,33(9):1523—152.
- [13] 赵风云,徐忠俊.干旱高温胁迫下转基因水稻的生理变化[J].西北植物学报,2009,29(2):240—248.
- [14] 孙耀中,东方阳,郭学民,等.干旱胁迫下转甜菜碱脱氢酶基因水稻花后生理特性及产量构成[J].干旱地区农业研究,2005,23(5):108—113.
- [15] 方立锋,丁在松,赵明.转 *ppc* 基因水稻苗期抗旱特性研究[J].作物学报,2008,34(7):1220—1226.
- [16] 高迎旭,周毅,郭世伟,等.不同形态氮素营养对水稻抗旱性影响的研究[J].干旱区研究,2006,23(4):598—603.
- [17] 李勇,周毅,尹晓明,等.不同形态氮素对水稻和旱稻响应水分胁迫的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2006,34(5):97—102.
- [18] B.B.布坎南,W.格鲁依森姆.植物生物化学与分子生物学[M].北京:科学技术出版社,2004.
- [19] 侯宁,刘立科,刘建成,等.异源细胞质小麦的抗旱性研究[J].麦类作物学报,2006,26(3):140—145.
- [20] 吴姝,张树源,沈允钢.昼夜温差对小麦光合特性的影响[J].西北植物学报,1998,18(1):103—109.
- [21] 余渝,陈冠文,田笑明,等.新疆棉花光合速率的变化特点研究[J].新疆农业大学学报,2001,24(1):16—20.
- [22] 王学奎.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2006.
- [23] 刘娥娥,宗会,郭振飞,等.干旱、盐和低温胁迫对水稻幼苗脯氨酸含量的影响[J].热带亚热带植物学报,2000,8(3):235—238.
- [24] 吴芳,高迎旭,宋娜,等.氮素形态及水分胁迫对水稻根系生理特性的影响[J].南京农业大学学报,2008,31(1):63—66.
- [25] 孙园园,孙永健,吴合洲,等.水分胁迫对水稻幼苗氮素同化酶及光合特性的影响[J].植物营养与肥料学报,2009,15(5):1016—1022.
- [26] 陈贵,周毅,郭世伟,等.水分胁迫条件下不同形态氮素营养对水稻叶片光合效率的调控机理研究[J].中国农业科学,2007,40(10):2162—2168.
- [27] 李勇,周毅,尹晓明,等.不同形态氮素对水稻和旱稻响应水分胁迫的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2006,34(5):97—102.
- [28] 陈贵,周毅,郭世伟,等.局部根系水分胁迫下不同形态氮素营养对水稻幼苗生长的影响[J].中国水稻科学,2006,20(6):638—644.
- [29] 邢少辰,陈芳远.籼型杂交水稻不育系胞质对杂种一代主要农艺性状的影响[J].广西农学院学报,1990,9(3):15—22.
- [30] 易小平,陈芳远.籼型杂交水稻稻米蒸煮品质、碾米品质及营养品质的细胞质遗传效应[J].中国水稻科学,1992,6(4):187—189.
- [31] 盛孝邦.杂交水稻细胞质对农艺性状遗传效应的研究[J].中国水稻科学,1987,1(3):155—170.
- [32] 王文明,文宏灿,袁国良.水稻雄性不育细胞质对杂交早稻产量性状的影响[J].四川农业大学学报,1994,12(3):383—387.
- [33] 卢升安,陈芳远,易小平.籼型杂交水稻水稻不育系细胞质基因对配合力的作用研究[J].广西农业大学学报,1993,12(1):1—5.
- [34] 蔡善信.水稻雄性不育细胞质效应的研究[J].华南农业大学学报,1994,15(1):115—121.
- [35] 卢少云,郭振飞,彭新湘,等.干旱条件下水稻幼苗的保护酶活性及其与耐旱性关系[J].华南农业大学学报,1997,18(4):21—25.
- [36] 郭绍川,蒋明义.渗透胁迫下稻苗中铁催化的膜脂过氧化作用[J].植物生理学报,1996,22(1):6—12.
- [37] 孙骏威,杨勇,黄宗安,等.聚乙二醇诱导水分胁迫引起水稻光合下降的原因探讨[J].中国水稻科学,2004,18(6):539—543.
- [38] 徐芬芬,叶利民,曾晓春,等.水稻对水分胁迫的生理响应及适应性研究进展[J].安徽农学通报,2005,11(7):48—49.
- [39] 刘娥娥,宗会,郭振飞,等.干旱、盐和低温胁迫对水稻幼苗脯氨酸含量的影响[J].热带亚热带植物学报,2000,8(3):235—238.
- [40] 吴良欢,朱维琴,陶勤南.干旱逆境下不同品种水稻叶片有机渗透调节物质变化研究[J].土壤通报,2003,34(1):25—28.
- [41] 卢从明,张其德,匡廷云.水分胁迫对小麦叶绿素 a 荧光诱导动力学的影响[J].生物物理学报,1993,9(3):453—457.
- [42] 杨国涛,谢崇华,陈永军,等.B803A 系列优质杂交水稻品种光合特性研究[J].安徽农业科学,2007,35(35):11364—11367.
- [43] 程建峰,潘晓云,刘宜柏,等.快速鉴定稻种资源抗旱性的生理指标筛选及其遗传背景[J].西南农业学报,2005,18(5):529—533.
- [44] 杨国涛,谢崇华,李海青,等.杂交水稻产量性状胞质效应配合力分析[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2010,38(8):55—60.
- [45] 张玲,杨国涛,谢崇华,等.几个籼型杂交水稻光合特性的配合力研究[J].南京农业大学学报,2009,32(2):5—9.

(英文摘要下转第 52 页)

## Allelopathy effects of aqueous extracts of *Juglans regia* on four crops

WANG Bei<sup>1</sup>, CAI Jing<sup>1,4</sup>, JIANG Zai-min<sup>2,4</sup>, ZHANG Yuan-ying<sup>3</sup>, ZHANG Shuo-xin<sup>1,4</sup>

(1. College of Forestry, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. College of Life Sciences, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

3. College of Science, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

4. Qingling National Forest Ecosystem Research Station, Ningshan, Shaanxi 711600, China)

**Abstract:** Allelopathy effects of different concentrations of *Juglans regia* leaf extracts on the germination and seedling growth of corn (*Zea mays*), peanut (*Arachis hypogae*), garden pea (*Pisum sativum*) and pepper (*Capsicum annuum*) were investigated. The results indicated that different concentrations of *J. regia* leaf aqueous extracts had various degrees inhibition on each test target of the four crops. The inhibition increased with the increasing concentration of extracts. Compared with the CK, they had significant inhibitory effects on the germination energy and root length. As the concentration of the extracts declined, the inhibition decreased, and the 0.025 g/mL leaf aqueous extract of *J. regia* even changed into stimulating effects, illustrated the double effects of concentration. According to the inhibition synthesis effect, pepper was the most sensitive receptor to the allelochemicals of *J. regia* leaf, the second were garden pea and corn, and peanut was the least sensitive receptor.

**Keywords:** *Juglans regia* leaf; aqueous extract; crops; allelopathy

(上接第 46 页)

## Response of different kinds of sterile cytoplasm of hybrid rice to drought

ZHANG Ling, YANG Guo-tao, XIE Chong-hua, HU Yur-gao,

LI Hai-qing, PENG Ya-ti, TANG Li-qiong

(College of Life Science and Engineering, Southwest University of Science and Technology, Mianyang, Sichuan 621010, China)

**Abstract:** Four kinds of sterile cytoplasm of hybrid rice commonly in production, WA-type, JW-type, G-type and K-type, and high combining ability maintainer line G46B were used to transfer for binary system with nuclear heterogeneity. And effects of different kinds of sterile cytoplasm on drought resistance of rice were studied under simulated drought stress in PEG. The results showed that sterile cytoplasm of different rice under drought stress in the physiological activity was significantly different. The responses of cytoplasm to the physiology of drought resistance regulated by nuclear genes also varied significantly. JW-type sterile cytoplasm under 10% PEG drought stress had higher POD activity and Chl<sub>a</sub>/b value but lower content of MDA than that of the WA-type, so it is good for improving the drought resistance of rice.

**Keywords:** hybrid rice; cytoplasm; drought resistance physiology; cytoplasmic effect