

# 赣中北“油稻稻”三熟制下头季稻叶片衰老频度对再生稻再生力的影响

李亚贞<sup>1</sup> 郑伟<sup>1</sup> 肖国滨<sup>1</sup> 肖小军<sup>1</sup> 黄天宝<sup>1</sup> 吴艳<sup>1</sup>  
吕伟生<sup>1</sup> 刘小三<sup>1</sup> 陈明<sup>1</sup> 赖诗盛<sup>2</sup> 叶川<sup>1\*</sup>

(<sup>1</sup>江西省红壤研究所/江西省红壤耕地保育重点实验室/农业部江西耕地保育科学观测试验站, 南昌 331717; <sup>2</sup>赣州市章贡区粮食流通服务中心, 江西 赣州 341000; 第一作者: liyazhen626@163.com; \* 通讯作者: yechuan555@sohu.com)

**摘 要:**为研究三熟制条件下适合种植的再生稻品种及头季叶片衰老频度对再生力特性的影响,在大田试验条件下,以 10 个杂交水稻品种为材料,比较分析了这些品种的再生力、再生季产量及头季衰老强度等若干性状。结果表明,头季不同品种结实率与再生季再生力呈正相关关系,相关系数为 0.620,头季千粒重、叶干质量下降率、叶绿素含量下降率、产量与再生季再生力呈负相关关系,相关系数分别为-0.522、-0.516、-0.637、-0.676。再生季有效穗数与再生力呈显著正相关关系,与活芽率呈负相关,相关系数分别为 0.757 和-0.615。头季结实率、叶片叶绿素含量、产量,以及再生季有效穗数和千粒重是影响再生力的重要因素。综合两季产量和再生力特性来看,深两优 5814、C 两优 608、准两优 608、丰两优香 1 号等 4 个品种可以作为再生稻在江西中北部的三熟制条件下种植。

**关键词:**水稻;三熟制;再生稻;叶片衰老频度;再生力;产量

**中图分类号:**S511 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-8082(2017)04-0050-06

多熟种植是我国重要的种植制度,对保障国家食物安全和促进农村经济发展有十分重要的意义<sup>[1]</sup>。为满足粮食需求,同步提高和改善农业生态环境,我国的粮食生产需走集约化、多熟制、超高产之路,要开展不同熟制地区粮食作物超高产耕作栽培技术体系研究<sup>[2]</sup>。油菜是我国南方的主要油料作物,常与水稻、棉花等作物轮作复种<sup>[3]</sup>。据初步统计,目前我国南方有近 0.13~0.20 亿 hm<sup>2</sup> 冬闲田<sup>[4]</sup>,其光、温、水、土资源没有得到充分利用,这些冬闲田可用以发展油菜生产<sup>[4]</sup>。江西是我国重要的双季水稻产区,双季水稻种植面积占水稻种植面积的 90%,是我国双季稻种植比例最高的省份,但在赣中北双季稻区“油菜-早稻-晚稻”一年三熟季节矛盾突出,从生产的实际效果和对光温资源的利用来讲,“中稻-再生稻”实现了“一种两收”的效果,因此也可以看成是一种双季稻种植的新模式,同时还有效缓解了三熟制的茬口矛盾。近年来双季稻改单季稻趋势加剧,目前,四川、重庆等地双季稻生产已被“中稻-再生稻”取代,福建将再生稻作为进一步增加粮食的重要途径,江西再生稻仅零星发展,赣中北地区发展“油菜-中稻-再生稻”的潜力巨大。

在叶片衰老过程中,叶绿素和其他大分子被降解,衰老组织中的营养物质被运输到幼嫩组织和生殖器官中<sup>[5]</sup>。植物衰老的研究,对于延缓植物的衰老具有重要

的理论指导意义<sup>[6]</sup>。再生稻生长发育所需的营养物质,前期主要靠头季稻桩所贮藏的物质<sup>[7]</sup>,后期主要靠再生稻新生叶片,通过再生稻叶片光合作用,形成最终的再生稻产量<sup>[8-9]</sup>。头季稻叶片能影响再生稻的有效穗数和穗粒数<sup>[10]</sup>。任天举等<sup>[11]</sup>指出,再生力强的杂交水稻品种多数具有头季稻熟期较早、后期冠层绿叶面积大、光合产物转运通畅、收获指数大、穗数适宜、穗大粒多、植株较高而抗倒力较强和再生历期延长、穗少粒多、结实率高等特征。徐富贤等<sup>[12]</sup>研究表明,杂交中稻品种间再生力取决于头季稻的叶粒比。因此,头季稻生长后期的营养水平与再生力密切相关,再生芽萌发生长及其产量形成同时受气候、品种、土壤肥力、栽培技术等制约<sup>[13]</sup>。同时随着多熟制向北和高海拔地区推移,农作物生长发育速度发生了明显变化<sup>[14]</sup>。再生稻管理和施肥特别是在三熟制条件下也会发生改变,而当前应用的再生稻品种多而杂,适合三熟制下种植的再生稻品种及其头季衰老频度对再生季再生力的研究鲜有报道。因此,笔者选用了当前生产上应用的 10 个杂交中稻品种为材料,系统分析了再生季产量、叶面积、衰老强度、再生力等若干性状,一方面是为筛选丰产性好、适应性广

收稿日期:2017-05-15

的再生稻优良组合,供生产上使用;另一方面是探明杂交中稻强再生力品种的高产形成机理,以期在三熟制下再生稻的高产品种选育及高产栽培提供理论和实践依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于2015年4-10月在江西省红壤研究所试验站(江西省进贤县)进行。该试验站的地理位置为E 28°15'30"、N 116°20'24",属中亚热带季风气候,地形为典型低山丘陵,年均气温18.1℃,≥10℃积温6480℃,年均降雨量1537 mm,年蒸发量1100~1200 mm,无霜期约为289 d,年日照时数1950 h。干湿季节明显,3-6月为雨季,降雨量占全年雨量的61%~69%;7-9月为旱季,蒸发量占全年蒸发量的40%~59%。供试土壤为第四纪黏土母质发育的红壤水田,质地较黏重。试验地土壤基本理化性质:pH值5.33,有机质28.07 g/kg,全氮1.76 g/kg,全磷0.61 g/kg,全钾11.21 g/kg,碱解氮154.35 mg/kg,速效磷14.02 mg/kg,速效钾97.50 mg/kg。

### 1.2 供试材料

供试水稻品种10个:深两优5814、C两优608、晶两优华占、准两优608、隆两优534、隆两优608、天两优616、丰两优香1号、天优华占、Y两优1号。

### 1.3 试验设计

试验采用随机区组排列,3次重复,小区面积6.3 m<sup>2</sup>(2.1 m×3.0 m)。头季肥料运筹方式:每hm<sup>2</sup>施纯N 180 kg、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 150 kg、K<sub>2</sub>O 240 kg,氮肥按基肥、分蘖肥、穗肥5:2:3用量比分施,磷肥作基肥一次性施入,钾肥按照基肥、穗肥7:3用量比分施。再生季肥料运筹方式:只施氮肥,每hm<sup>2</sup>用量为纯N 150 kg,于头季齐穗后20 d施计划施氮量的80%作促芽肥,头季收割后2 d施计划施氮量的20%作促苗肥。氮肥为尿素,含纯N 46.4%;磷肥为钙镁磷肥,含P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 12.5%;钾肥为氯化钾,含K<sub>2</sub>O 60%。前茬为油菜,中稻于4月15日播种,5月12日移栽,行株距23.3 cm×16.6 cm,密度22.5万丛/hm<sup>2</sup>,每丛栽植2粒谷苗,田间病虫害防治统一进行。头季成熟前1周不灌水使其自然晾干直至黄熟。头季成熟即收割,留桩高度为40 cm,之后立即复水并保持浅水灌溉至再生季收割前10 d。其他栽培管理措施同一般高产大田。

### 1.3 测定项目

#### 1.3.1 叶面积指数和干物质积累动态

分别于头季稻抽穗期、成熟期每小区取样10株,用长宽系数法测定绿叶面积,将植株地上部分为茎鞘、

穗、叶等各部分,分别装袋,105℃杀青后在85℃条件下烘至恒质量,以考察抽穗和成熟期叶干质量。叶绿素含量(SPAD)值分别于头季抽穗期、成熟期用SPAD 502叶绿素仪测定<sup>[15]</sup>。

叶面积下降率(%)=(抽穗期叶面积-取样时叶面积)/抽穗期叶面积×100

叶干质量下降率(%)=(抽穗期叶干质量-取样时叶干质量)/抽穗期叶干质量×100

叶绿素含量下降率(%)=(抽穗期SPAD值-取样时SPAD值)/抽穗期SPAD值×100

衰老频度=叶面积下降率×叶干质量下降率×叶绿素下降率/抽穗后时间。

#### 1.3.2 产量及产量构成

每小区普查50株水稻有效穗数,再按平均穗数选取10株考种,考种项目包括有效穗数、每穗总粒数、每穗实粒数、结实率、千粒重;各小区割100丛称重并测量面积后计产量。

#### 1.3.3 再生季活芽率

活芽率=(再生稻平均每丛再生活芽数/头季稻收割时平均每丛总芽数)×100%。再生力=平均每丛再生穗数/头季稻平均每丛有效穗数。

### 1.4 统计分析方法

采用DPS 7.05 统计分析软件进行数据分析,LSD进行多重比较,Origin 8.1 软件进行作图。

## 2 结果与分析

### 2.1 产量

由表1可以看出,不同品种间头季稻产量存在显著差异,变幅为9817.82~11985.31 kg/hm<sup>2</sup>。其中,晶两优华占最高,Y两优1号最低,晶两优华占较Y两优1号提高了22.08%,天优华占、隆两优608、准两优608、丰两优香1号次之,产量分别较Y两优1号产量提高了20.75%、19.96%、17.97%、12.50%。头季稻不同产量构成指标在不同品种间均表现出了显著性差异。再生季产量不同品种间存在显著差异,变幅为4566.49~5473.27 kg/hm<sup>2</sup>,C两优608最高,隆两优534最低。

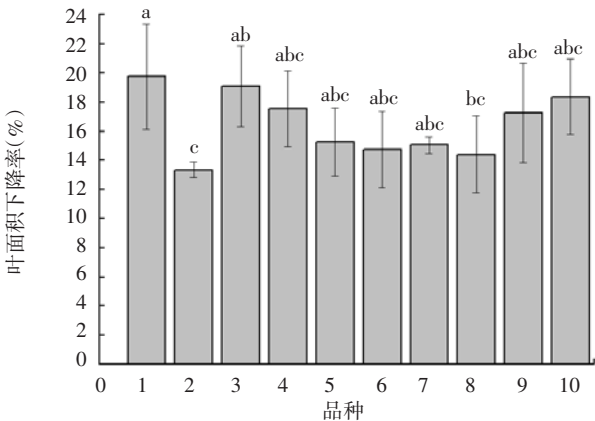
### 2.2 头季叶面积下降率

叶面积指数是反映水稻群体质量的重要指标。协调源系统中根源、茎鞘源和叶源关系,主导因素是水稻群体具有最适叶面积及其功能持续期较长<sup>[16]</sup>。叶面积下降率反映了叶面积及其功能持续期。从图1可以看出,叶面积下降率不同品种间具有显著性差异,C两优608叶面积下降率最高为19.77%,Y两优1号叶面积

表 1 头季稻产量及产量构成因素变化

品种	每穗实粒数 (粒)	每穗总粒数 (粒)	结实率 (%)	有效穗数 (万/hm <sup>2</sup> )	千粒重 (g)	头季产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	再生季产量 (kg/hm <sup>2</sup> )
C 两优 608	145.11 bc	158.78 cde	91.38 ab	293.52 de	27.24 c	11 004.72±332.35 abc	5 473.27 a
Y 两优 1 号	136.26 c	147.66 e	92.57 a	278.48 f	26.72 d	9 817.82±168.13 c	5 128.98 abcd
丰两优香 1 号	142.48 bc	172.48 bc	82.79 c	305.72 bc	26.43 d	11 045.52±545.27 abc	5 042.87 bed
晶两优华占	160.58 a	184.06 ab	87.24 abc	319.48 a	24.10 g	11 985.31±211.28 a	4 845.41 de
隆两优 534	140.17 bc	150.76 de	93.01 a	302.97 bcd	25.86 e	10 928.35±239.40 abc	4 566.49 e
隆两优 608	147.18 bc	180.78 b	81.48 c	292.13 de	28.22 b	11 777.13±1 042.71 a	4 845.19 de
深两优 5814	148.68 b	161.70 cde	91.94 a	301.29 bcd	25.32 f	10 751.83±480.32 abc	5 205.80 abc
天两优 616	138.37 bc	164.89 cd	83.84 c	286.15 ef	26.94 cd	10 045.17±311.72 bc	4 573.42 e
天优华占	164.50 a	196.94 a	83.64 c	310.05 ab	23.74 g	11 854.54±363.29 a	4 952.39 cd
准两优 608	141.05 bc	165.55 cd	85.24 bc	297.16 cd	29.13 a	11 581.90±1 346.08 ab	5 357.54 ab

数值后不同小写字母表示在 0.05 水平处理间差异显著;产量数据±后的值为标准误。下同。



1:C 两优 608;2:Y 两优 1 号;3:丰两优香 1 号;4:晶两优华占;5:隆两优 534;6:隆两优 608;7:深两优 5814;8:天两优 616;9:天优华占;10:准两优 608。误差条为标准误。下同。

图 1 不同品种头季叶面积下降率

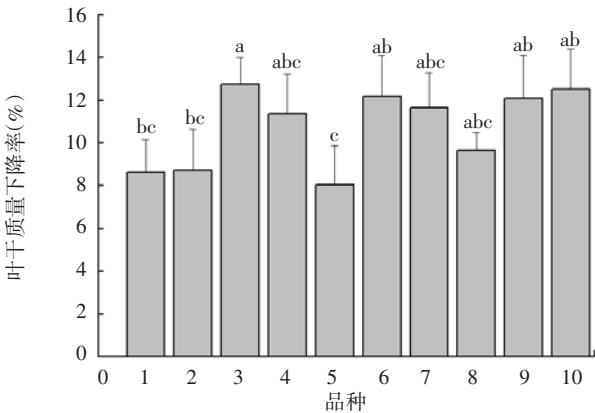


图 2 不同品种头季稻叶干质量下降率

下降率最低为 13.36%。丰两优香 1 号、准两优 608、晶两优华占、天优华占、隆两优 534、深两优 5814、隆两优 608、天两优 616 叶面积下降率依次为 19.10%、18.38%、17.54%、17.25%、15.26%、15.06%、14.75%、14.42%。

2.3 头季叶干质量下降率

图 2 表明,随着衰老进程推进,在叶面积衰减的同时,叶干质量不断下降。头季稻叶干质量下降率不同品种间表现出显著性差异。丰两优香 1 号头季稻叶干质量下降率最大为 12.75%,与晶两优华占、隆两优 608、深两优 5814、天两优 616、天优华占、准两优 608 的差异不显著,与 C 两优 608、Y 两优 1 号、隆两优 534 的差异显著。叶干质量下降率最低的为隆两优 534 为 8.06%,C 两优 608、Y 两优 1 号、天两优 616、晶两优华占、深两优 5814、天优华占、隆两优 608、准两优 608 依次为 8.65%、8.72%、9.65%、11.37%、11.66%、12.10%、12.17%、12.51%。

2.4 头季叶绿素下降率

叶绿素含量衰减是水稻衰老最显著的标志<sup>[17]</sup>。图 3 表明,头季稻叶绿素下降率不同品种间表现出显著性差异。Y 两优 1 号、深两优 5814、天两优 616 叶绿素下降率明显低于其他品种,Y 两优 1 号、深两优 5814、天两优 616 叶绿素下降率分别为 12.75%、11.90%、11.62%。晶两优华占叶绿素下降率最高(26.55%),其次为隆两优 608、准两优 608,丰两优香 1 号,叶绿素下降率分别为 20.30%、22.98%、19.51%,天优华占、C 两优 608 的叶绿素下降率为 19.94%和 16.90%。

2.5 头季衰老频度

从图 4 可见,头季稻抽穗后叶片衰老频度不同品种间存在显著差异,其中,晶两优华占最高为 228.40,天优华占、丰两优香 1 号、准两优 608、C 两优 608 依次为 166.62、145.51、130.27、117.75,天两优 616 最低为 51.29。与叶片衰老频度较高的晶两优华占相比,天优华占、丰两优香 1 号、准两优 608、C 两优 608、隆两优 608、Y 两优 1 号、深两优 5814、隆两优 534、天两优 616 等品种分别降低了 27.05%、36.29%、42.96%、48.45%、69.29%、74.88%、75.04%、77.46%、77.54%。

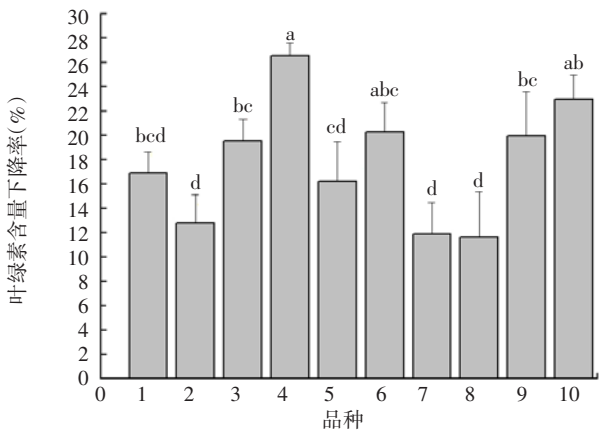


图3 不同品种头季稻叶绿素下降率

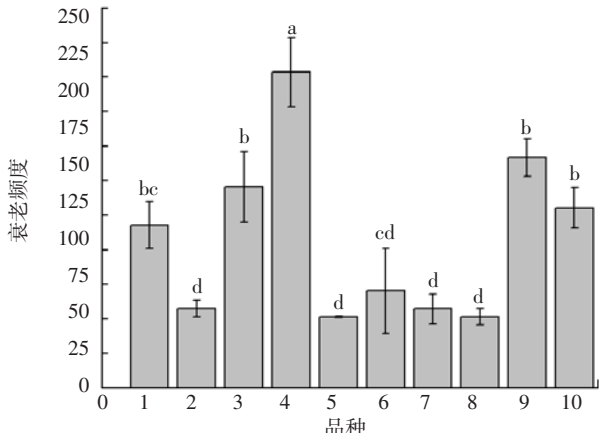


图4 不同品种头季稻衰老频度

表2 再生季再生力和活芽率

品种	再生力	活芽率 (%)
C 两优 608	1.35 abcd	51.56 cde
Y 两优 1 号	1.53 a	48.38 def
丰两优香 1 号	1.38 abc	55.74 bcd
晶两优华占	1.34 bcd	43.49 ef
隆两优 534	1.44 abc	42.84 f
隆两优 608	1.20 d	60.36 b
深两优 5814	1.46 ab	47.77 def
天两优 616	1.41 abc	73.37 a
天优华占	1.42 abc	45.7 ef
准两优 608	1.26 cd	56.43 bc

2.6 再生季再生力

品种再生力的强弱是再生稻是否能取得高产的关键。本试验以再生季有效穗数与头季有效穗数的比值来表示品种的再生能力。从表 2 可以看出,不同品种之间的再生力表现出显著性差异。其中,Y 两优 1 号再生力最大,达 1.53;深两优 5814 次之,为 1.44;隆两优 608 最低,为 1.20。与 Y 两优 1 号相比,C 两优 608、隆两优 608、准两优 608、晶两优华占、丰两优香 1 号、天两优 616、天优华占、隆两优 534、深两优 5814 的再生力分别

表 3 头季及再生季产量构成因素及衰老指标和再生力相关性

分析				
季别	品种	再生力相关性	活芽率相关性	产量
头季	实粒数	-0.135	-0.451	0.741*
	总粒数	-0.427	-0.010	0.766**
	结实率	0.620	-0.576	-0.452
	有效穗	-0.163	-0.527	0.748*
	千粒重	-0.522	0.587	-0.185
	叶面积下降率	-0.374	-0.147	0.523
	叶干质量下降率	-0.516	0.125	0.614
	叶绿素含量下降率	-0.637*	-0.270	0.876**
	衰老频度	-0.264	-0.348	0.705*
	产量	-0.676*	-0.311	/
再生季	实粒数	-0.298	0.497	0.377
	总粒数	-0.042	0.414	0.696*
	结实率	-0.230	0.075	-0.337
	有效穗	0.757*	-0.615	-0.029
	千粒重	-0.404	0.589	0.402
	产量	-0.099	-0.181	/

降低了 11.76%、21.57%、17.65%、12.42%、9.80%、7.84%、7.19%、5.88%、4.58%。不同品种之间的活芽率也表现出显著性差异,其中以天两优 616 最高为 73.37%,隆两优 534 最低为 42.84%。与天两优 616 相比,隆两优 534、晶两优华占、天优华占、深两优 5814、Y 两优 1 号、C 两优 608、丰两优香 1 号、准两优 608、隆两优 608 等品种活芽率分别降低了 41.61%、40.73%、37.72%、34.89%、34.05%、29.72%、24.03%、23.09%、17.73%。

2.7 头季稻农艺性状及衰老指标和产量及再生力相关性分析

从表 3 可以看出,不同品种头季结实率与再生季再生力呈正相关关系,相关系数为 0.620;头季千粒重、叶干质量下降率、叶绿素含量下降率、产量与再生季再生力呈负相关关系,相关系数分别为-0.522、-0.516、-0.637、-0.676。其中,叶绿素含量下降率和产量与再生季再生力呈显著负相关关系。实粒数、总粒数、叶面积下降率、衰老频度等性状间相关性不大。这说明,在头季稻结实率、叶片叶绿素含量及产量是本试验条件下影响再生力的重要因素。头季千粒重与活芽率呈正相关关系,相关系数为 0.587;再生季活芽率与头季结实率、有效穗呈负相关关系,相关系数分别为-0.576 和-0.527。再生季有效穗数和再生力呈显著正相关关系,与活芽率呈负相关,相关系数分别为 0.757 和-0.615。再生季千粒重与活芽率呈正相关关系,相关系数为 0.589。这说明,再生季的有效穗数和千粒重是影响再生力和活芽率的重要因素。



### 3 讨论

研究表明,头季稻抽穗后光合物质主要供给穗部籽粒灌浆结实,分配给再生芽生长利用的光合物质极少,是齐穗后大量再生芽开始死亡的机理所在<sup>[13]</sup>。再生稻高产需要尽可能保持主茎有较多的绿叶面积,特别应保护基部叶片的正常生长,并延长其功能期才有可能获得高产<sup>[13]</sup>。吴文彬等<sup>[18]</sup>认为,再生稻在头季稻生育后期适当降低土壤含水量,减缓叶绿素含量下降速度,促进再生芽的生长发育,可为再生季高产奠定物质基础。本试验研究结果和前人研究结果基本一致。本试验条件下,叶绿素含量下降率与再生季再生力呈显著负相关关系,实粒数、总粒数、叶面积下降率、衰老频度间的相关性不大。这说明,后期叶片叶绿素含量越高,下降率慢,再生季再生力强。在头季稻中保持较多的绿叶面积,从而维持再生芽的生长发育。

熊洪等<sup>[19]</sup>对再生稻产量性状和产量的相关性及各径分析表明,有效穗数对产量的贡献最大。同时,通过对头季稻产量构成因素研究表明,头季稻收获时每穗实粒数、结实率与其再生力呈极显著正相关,且以幂函数回归最大,它们可作为再生稻育种的间接选择指标在生产上加以应用<sup>[20]</sup>。在本试验条件下,不同品种头季结实率与再生季再生力呈正相关关系,相关系数为0.620,这也与前人研究结果一致。徐富贤等<sup>[12]</sup>研究表明,头季稻品种间着粒数分别与其单位颖花的绿叶面积占有量及再生力呈极显著负相关关系,可将头季稻着粒数作为杂交中稻再生力的判断标准。在本试验条件下,头季总粒数与再生季再生力呈负相关关系,相关系数达-0.427。

徐富贤等<sup>[21]</sup>通过研究杂交中稻品种间着粒数与再生力关系分析表明,再生稻高产的生理基础是头季稻光合产物满足头季稻高产需要后剩余越多越有利于再生稻高产。本试验中,通过头季衰老指标和再生力相关性分析表明,叶面积下降率、叶干质量下降率、叶绿素含量下降率、衰老频度均和再生力呈负相关关系,相关系数分别为-0.374、-0.516、-0.637、-0.264,这说明头季稻叶面积、叶绿素、干物质能够维持较低的下降率,有利于再生稻再生力的提高。因此,在生产上应选用中小穗型品种(每穗着粒数130~150粒)蓄留再生稻为佳,头季稻每穗着粒数超过200粒以上品种,只能作为一季中稻栽培,不宜蓄留再生稻<sup>[21]</sup>。本试验中,参试品种头季每穗总粒数在147.66~196.94粒之间,均在200粒以下,说明都有作再生稻的潜力。综合两季产量和再生力特性,推荐深两优5814、C两优608、准两优608、丰

两优香1号等4个品种作为再生稻在江西中北部的三熟制条件下种植。

目前为止,前人关于再生稻的高产生理与高产技术研究多为定性研究,加上再生力还受气候、品种、地力与农艺措施等影响,再生稻产量年度间变异较大<sup>[13]</sup>。何花榕等<sup>[22]</sup>研究表明,留桩的高低是否有利于再生季的生长并不能一概而论,要根据不同的品种,不同的地域环境等因素而定。促芽肥对再生稻的作用效果在品种间的表现也不尽相同,头季稻穗粒数较多的大穗型品种要提早施用促芽肥并增加施用量,才能获得较高的再生季产量<sup>[13]</sup>。本试验是在同一留桩高度、同一施肥水平下进行,有可能对品种再生力产生一定的影响,同时选用当前生产上应用的10个杂交中稻品种为材料,样本也较少,因此,在三熟制条件下杂交中稻强再生力品种的形成机理有待进一步研究。

### 参考文献

- [1] 闫慧敏,刘纪远,曹明奎.近20年中国耕地复种指数的时空变化[J].地理学报,2005,60(4):559-566.
- [2] 王志敏,王树安.集约多熟超高产——21世纪我国粮食生产发展的重要途径[J].农业现代化研究,2000,21(4):193-196.
- [3] 官春云,靳芙蓉,董国云,等.冬油菜早熟品种生长发育特性研究[J].中国工程科学,2012,14(11):4-12.
- [4] 殷艳,王汉中.我国油菜生产现状及发展趋势[J].农业展望,2011,7(1):43-45.
- [5] 孙玉莹,毕京翠,赵志超,等.作物叶片衰老研究进展[J].作物杂志,2013(4):11-19.
- [6] 严雯奕,叶胜海,董彦君,等.植物叶片衰老相关研究进展[J].作物杂志,2010(4):4-9.
- [7] 余伟秀,黄友钦.头季稻株营养物质与再生稻生育的关系[J].杂交水稻,1994(6):18-20.
- [8] Chauhan J S. Rice ratooning [A]. In: IRRI. Research Paper Series [C]. IRRI, 1985: 1-17.
- [9] 李伟,屠乃美.再生稻生育特性和栽培技术研究现状与展望[J].作物研究,2002(5):235-239.
- [10] 郑常敏.再生稻生长发育及产量构成特点初探[J].中国稻米,1996(4):11-12.
- [11] 任天举,张晓春,王培华,等.杂交中稻、再生稻两季高产组合的主要特征特性及配合力效应[J].西南农业学报,2005,18(4):382-386.
- [12] 徐富贤,熊洪,赵甘霖,等.杂交中稻强再生力品种的冠层特征研究[J].作物学报,2002,28(3):426-430.
- [13] 徐富贤,熊洪,张林,等.再生稻产量形成特点与关键调控技术研究进展[J].中国农业科学,2015,48(9):1702-1717.
- [14] 邓振镭,张强,蒲金涌,等.气候变暖对中国西北地区农作物种植的影响[J].生态学报,2008,28(8):3760-3768.
- [15] 李木英,石庆华,郑伟,等.杂交稻生育后期叶片衰老频度及其关联因素研究[J].江西农业大学学报,2010,32(6):1081-1088.
- [16] 凌启鸿.作物群体质量[M].上海:上海科学技术出版社,2000.

- [17] 王旭军,徐庆国,杨知建.水稻叶片衰老生理的研究进展[J]. 中国农学通报,2005,21(3):187-190.
- [18] 吴文彬,黄友钦,王贵学,等.土壤水分对再生稻头季后期稻株光合和呼吸生理的影响研究[J]. 西南农业大学学报,1995,17(6):489-494.
- [19] 熊洪,方文.再生稻腋芽萌发与产量形成的生态研究[J]. 生态学报,1994,14(2):161-167.
- [20] 程建峰,潘晓云,曾晓春,等.杂交中稻的农艺性状与再生力的关系[J]. 土壤与作物,2002,18(3):232-234.
- [21] 徐富贤,熊洪.杂交中稻品种间着粒数与再生力关系[J]. 四川农业大学学报,1997,15(2):223-228.
- [22] 何花榕,杨惠杰,李义珍,等.超级稻 II 优航 1 号再生高产栽培的库源结构特征分析[J]. 中国农学通报,2008,24(6):52-57.

## Effects of Leaf Senescence Frequentness of Main Rice on Ratoon Ability of Ratoon Rice

LI Yazhen, ZHENG Wei, XIAO Guobin, XIAO Xiaojun, HUANG Tianbao, WU Yan, LV Weisheng, LIU Xiaosan, CHEN Ming, LAI Shisheng, YE Chuan\*

(<sup>1</sup>Jiangxi Institute of Red Soil /Jiangxi Key Laboratory of Red Soil Arable Land Conservation/ Jiangxi Province Scientific Observation and Experimental Station of Arable Land Conservation, Ministry of Agriculture, Nanchang 331717, China; <sup>2</sup>Food stuffs Circulation Service Center of Zhanggong District, Ganzhou, Jiangxi 341000, China; 1st author: liyazhen626@163.com; \*Corresponding author: yechuan555@sohu.com )

**Abstract:** In order to study the effects of leaf senescence frequentness of main rice on ratooning ability of ratoon rice in rape-rice-rice triple-cropping systems, in the north central region of Jiangxi Province, a field experiment was carried out to compare the ratooning ability, ratooning yield and leaf senescence of the main rice of 10 hybrid rice varieties. The results showed that the seed setting rate of the main rice and the ratooning ability of ratoon rice was positive correlation ( $R^2$  was 0.620), 1000-grain weight, decline percentage with leaves dry weight, decline percentage with chlorophyll, yield of the main rice and ratooning ability were negative correlation ( $R^2$  was -0.522, -0.516, -0.637 and -0.676, respectively). The number of effective panicles of ratoon rice and ratooning ability was significant positive correlation ( $R^2$  was 0.757), the number of effective panicles of ratoon rice and living bud rate was negative correlation ( $R^2$  was -0.615). The Seed setting rate, chlorophyll and the yield of main rice, and the effective panicles and 1000-grain weight of ratoon rice were important factors affecting the ratooning ability. Therefore, Shengliangyou 5814, C liangyou 608, Zhunliangyou 608, Fengliangyouxiang 1 could be planted as ratoon rice in triple-cropping systems, in the north central region of Jiangxi Province.

**Key words:** rice; triple cropping; ratoon rice; leaf senescence frequentness; ratooning ability; yield

·····  
(上接第 49 页)

## Effects of Soil-based Yield at Different Region in Southwest China on Optimized Application Amounts of Nitrogen and its Agronomic Efficiency of Mid-season Hybrid Rice

XU Fuxian, LIU Mao, ZHANG Lin, ZHOU Xingbing, ZHU Yongchuan, GUO Xiaoyi, JIANG Peng, XIONG Hong

(Rice and Sorghum Research Institute, Sichuan Academy of Agricultural Sciences / Key Laboratory of Southwest Rice Biology and Genetic Breeding, Ministry of Agriculture, Deyang, Sichuan 618000, China; 1st author: xu6501@163.com)

**Abstract:** In order to improve the nitrogen efficiency of hybrid rice, the soil-based yield, optimized application amounts of nitrogen and its agronomic efficiency of mid-season hybrid rice were studied, using II-you 7, Yuxiangyou 203, Chuanxiangyou 9838 and Rong18 you 1015 as materials, in different ecological sites, soil nutrient statuses and N application levels in 2009-2016. Data were analyzed by using variance correlation, correlation regression and partial correlations. The results showed that the soil-based yield were influenced greatly by soil nutrient statuses, the variations of soil-based yield ranged from 5072.1 to 8351.55 kg/hm<sup>2</sup> at 7 ecological sites in Southwest China, the contributions of the soil-based yield (the percentage of the soil-based yield in the fertilized yield) ranged from 73.55% to 83.67% on the average of four varieties and 80.05% on the average of seven locations, the regression forecasting model were established between the soil-based yield and soil nutrient statuses ( $R^2$  ranged from 76.77% to 99.99%). There were significant positive effects between the soil-based yield and total nitrogen, total phosphorus of soil, and has significant significantly negative effects with altitude, total potassium and effective phosphorus, respectively. Need to fill nitrogen supply to obtain rice high yield because of the soil nitrogen deficiency, P and K application is not the main direction for increasing rice yield in the Southwest area China. Regression equations were established respectively between optimized application amounts of nitrogen as well as its agronomic efficiencies and the soil-based yield in rice ( $R^2$  66.68% and 65.46%). Applying optimized application amounts of nitrogen ranged from 192.21~74.46 kg/hm<sup>2</sup> or the agronomic efficiencies ranged from 19.88~4.51 kg grain/kg N as the soil-based yield ranged from 5 250 kg/hm<sup>2</sup> to 9 000 kg/hm<sup>2</sup>, which would be used as the scientific basis for the determination of efficient applied N amount for full scale rice cultivation.

**Key words:** Southwest China; mid-season hybrid rice; soil-based yield; efficient applied nitrogen amount; agronomic efficiency