

叶位叶片对两系超级杂交稻籽粒充实度的影响

肖辉海, 郝小花 (湖南文理学院生命与环境科学学院, 湖南常德 415000)

摘要 [目的]为探研不同叶位叶片对两系超级杂交稻籽粒充实的影响。[方法]以两系超级杂交稻组合两优 389 为材料, 抽穗期进行剪叶处理, 研究不同叶位叶片对籽粒充实度的影响。[结果]剪叶会显著降低水稻的结实率和粒重, 增加空秕粒率, 从而降低籽粒产量。不同部位叶片对两优 389 籽粒充作用从大到小依次为剑叶、倒二叶、倒三叶及以下叶片; 不同剪叶处理对二次枝梗结实率、空秕粒率的影响均大于一次枝梗。[结论]灌浆结实期确保功能叶不受伤害是实现超级稻高产优质的前提。

关键词 两系超级杂交稻; 剪叶处理; 结实率; 粒重

中图分类号 S511 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2019)14-0029-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.14.010

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Effects of Leaf Positions on Grain Plumpness of Two-line Super Hybrid Rice

XIAO Hui-hai, HAO Xiao-hua (College of Life and Environmental Sciences, Hunan University of Arts and Science, Changde, Hunan 415000)

Abstract [Objective] To study the effects of leaf position on grain filling of two-line super hybrid rice. [Method] With two-line super hybrid rice Liangyou 389 as the research material, effects of leaf position on grain plumpness were researched after leaf-cutting treatment at the anthesis. [Result] Leaf cutting could lower seed setting rate and grain weight, and increase the rate of blighted-empty grains and reduced grain yield. Effects of different leaf positions on grain plumpness from high to low were in the order of the flag leaf, the second leaf from the top and the third and lower leaves. The effect of different leaf pruning treatments on seed setting rate and blighted-empty grain rate of secondary branches was greater than that of primary branches. [Conclusion] Protecting the functional leaves from harm is the prerequisite for high-yield and high-quality of super rice.

Key words Two-line super hybrid rice; Leaf cutting treatment; Seed setting rate; Grain weight

中国在超级稻育种理论、育种材料创制和新品种选育与推广方面取得了长足进展。目前约有 100 个超级杂交稻品种在全国各水稻主产省份广泛应用, 累计推广面积达 7 000 万 hm^2 , 年推广面积在 800 万 hm^2 以上^[1], 为保障国家粮食安全做出了巨大贡献。产量库容的大小、源及流的强弱决定了水稻产量的高低。水稻植株的源系统由绿色的茎、鞘、叶以及根系等组成, 功能叶片及叶鞘是主要的源。水稻植株的库系统由新生的组织及子实等构成, 子实是主要的库^[2]。水稻植株在生长发育过程中源与库是相对的, 可因其部位和所起作用的不同而变化^[3]。超级稻产量的 80% 以上来自于抽穗后的光合产物, 这是后期光合作用对产量影响巨大的原因, 超级杂交稻具有比普通杂交稻更大的库、更足的源、更高的生物学产量^[4]。有关超级杂交稻的生长发育规律、群体光合作用与干物质生产规律、养分吸收与需肥规律等的研究已有不少报道, 普遍认为促进体内物质向库器官中分配是源库关系调控的关键^[5-6]。超级杂交稻种植区经常会因为各种原因使水稻叶片在抽穗后受到不同程度的破坏, 导致源不足、光合产物的合成和积累减少, 从而显著降低水稻的成粒率、籽粒充实度、千粒重和最终产量。因此, 开展不同叶位叶片对水稻结实影响的研究具有很大的现实意义。鉴于此, 笔者以湖南目前在生产上推广应用的籼型两系杂交超级稻品种两优 389 为材料, 在抽穗期时进行剪叶处理, 探究不同叶位叶片与结实率、籽粒充实度、千粒重和产量之间的

关系, 以期为高产优质栽培超级稻品种提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料 供试材料为籼型两系杂交超级稻品种两优 389, 由湖南杂交水稻研究中心供种。

1.2 方法

1.2.1 材料的栽培与管理。 试验于 2017 年在湖南文理学院水稻试验田进行, 种子先用 1.0% 次氯酸钠液消毒 15 min, 用水冲洗干净后室温下浸种 24 h, 恒温 (35 $^{\circ}\text{C}$) 催芽 2 d, 于 2017 年 4 月 15 日播种, 5 月 10 日单本壮苗带泥移栽, 随机区组设计, 3 次重复; 小区长 2.5 m, 宽 1.8 m, 小区面积 4.5 m^2 ; 插秧规格 25 cm $\times$ 18 cm, 试验期间气候正常, 田间肥水及防治病虫害按常规高产栽培管理方法进行。

1.2.2 剪叶处理。 抽穗期每区选抽穗程度基本一致的 100 个稻株作为剪叶处理的候选株, 分别统计每株的分蘖数, 计算平均分蘖数。然后分别从每个小区候选植株中取平均分蘖数和抽穗程度一致的植株 50 株挂牌, 以幼穗中部露出剑叶鞘时作为抽穗标准, 分别做 4 种剪叶处理 (只剪叶片): A 为剪剑叶, B 为剪倒二叶, C 为剪倒三叶及以下叶, D 为剪全部叶。为避免剪叶时损伤叶鞘, 均从叶枕以上 0.5 cm 处剪掉叶片, 以留全叶作对照。

1.2.3 考种及统计学分析。 稻穗成熟后进行取样、考种, 以一次枝梗数取平均数, 将各剪叶处理和对照的稻穗分上、中、下 3 部分, 每部分将一次枝梗、二次枝梗分开, 考察一次枝梗数、二次枝梗数以及各部分枝梗上结实数、秕粒数和空粒数, 用一次或二次枝梗上的结实数、秕粒数、空粒数分别占该部分枝梗颖花总数的百分数来表示其结实率、秕粒率、空粒率, 并对各剪叶片处理的实粒称重。贡献率 = (对照穗实粒重 -

基金项目 湖南省自然科学基金资助重点项目 (12JJ2018); 湖南省重点学科建设项目 (湘教发 [2011] 42 号)。

作者简介 肖辉海 (1962—), 男, 湖南城步人, 教授, 博士, 从事水稻生理与分子生物学研究。

收稿日期 2019-01-30

剪叶处理穗实粒重)/对照穗实粒重× 100%,其数据采用方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同叶位叶片对两优 398 结实率的影响 由表 1 可知,与对照(留全叶)相比,不同剪叶处理对超级杂交稻两优 398 的结实率表现出不同程度的降低。叶片全剪、剪剑叶、剪倒二叶及剪倒三以下叶片,结实率分别降低 59.56%、29.63%、21.07%及 8.70%。剪叶处理明显增加两优 398 的空粒率,但不增加其秕粒率(除剪全部叶片外)。试验结果表明,不同剪叶处理对超级杂交稻两优 398 籽粒结实的影响不同,剪叶处理对水稻结实率影响作用由大到小总体趋势为叶片全剪>剪剑叶>剪倒二叶>剪倒三以下叶片。叶片全剪使籽粒库处于严重的“饥饿”状态,茎鞘储存的营养物质能输送给籽粒,但不能完全满足整个穗部生长的需要,因此结实率最低。SSR 分析表明,不同剪叶处理间供试品种籽粒结实率差异达极显著水平(表 2)。

表 1 不同剪叶处理对两优 398 粒率的影响
Table 1 Effects of different leaf-cutting treatments on grain percentage of Liangyou 398 %

剪叶处理 Leaf cutting treatment	结实率 Seed setting rate	秕粒率 Blighted grain rate	空粒率 Empty grain rate
全叶留 Whole leaf retention (CK)	82.93±0.22	11.53±0.35	5.54±0.27
剪剑叶 Cutting flag leaf	53.30±0.85	7.97±0.82	38.73±0.45
剪倒二叶 Cutting second leaf	61.86±0.55	11.17±0.59	26.97±0.56
剪倒三及以下叶 Cutting the third and lower leaves	74.23±0.47	10.41±0.89	15.36±0.84
剪全部叶 Cutting all leaves	23.37±1.20	24.32±0.91	52.31±0.29

表 3 不同剪叶处理对两优 398 枝梗粒率的影响
Table 3 Effects of different leaf-cutting treatments on grain percentage of Liangyou 398 branches %

剪叶处理 Leaf cutting treatment	结实率 Seed setting rate		秕粒率 Blighted grain rate		空粒率 Empty grain rate	
	一次枝梗 Primary branch	二次枝梗 Secondary branch	一次枝梗 Primary branch	二次枝梗 Secondary branch	一次枝梗 Primary branch	二次枝梗 Secondary branch
叶全留(对照) Whole leaf retention (CK)	76.53±0.33 aA	71.32±0.28 aA	5.41±0.75 aA	8.42±0.78 aA	18.06±0.63 aA	20.26±0.52 aA
剪剑叶 Cutting flag leaf	35.91±0.38 bB	33.01±0.23 bB	8.61±0.56 bA	9.56±0.91 bA	55.68±0.83 bB	57.43±0.65 bB
剪倒二叶 Cutting second leaf	56.70±0.42 cC	52.76±0.28 cC	7.44±0.23bA	9.06±0.25 bA	35.86±0.31 cC	38.18±0.39 cC
剪倒三及以下叶 Cutting the third and lower leaves	71.36±0.51 dA	54.26±0.57 cC	12.43±0.59 cB	14.80±0.76 cB	16.21±0.94 bA	30.94±0.85 dD
叶全剪 Cutting all leaves	23.58±0.39 eD	19.53±0.79 dD	14.70±0.48 dC	16.36±0.72 dB	61.72±0.27 dD	64.11±0.31 eE

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著
Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level

2.3 不同叶位叶片对穗实粒重的影响 翟虎渠等^[4]研究认为,当叶片同化产物不足以满足籽粒灌浆的需求时,可能会

表 2 不同剪叶处理两优 398 结实率的 SSR 分析结果
Table 2 SSR analysis of the seed setting rates of Liangyou 398 in different leaf-cutting treatments

剪叶处理 Leaf cutting treatment	结实率 Seed setting rate//%	标准差 Standard deviation
全叶留 Whole leaf retention (CK)	71.55	16.10 aA
剪剑叶 Cutting flag leaf	63.03	15.85 bB
剪倒二叶 Cutting second leaf	55.16	9.48 cC
剪倒三及以下叶 Cutting the third and lower leaves	39.60	19.37 dD
剪全部叶 Cutting all leaves	18.59	6.76 eE

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著
Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level

2.2 不同叶位叶片对两优 398 枝梗粒率的影响 由表 3 可知,与对照相比,剪叶处理均能不同程度地降低一次枝梗、二次枝梗的结实率,一次枝梗、二次枝梗结实率降低的幅度均以叶片全剪最大(分别达到 69.19%、72.62%),剪剑叶次之(分别达到 53.1%、53.72%),剪倒二叶、剪倒三及以下叶片的一次枝梗、二次枝梗结实率的降低幅度明显小于叶片全剪及剪剑叶。剪叶处理明显增加一次枝梗、二次枝梗的空秕粒率,影响作用由大到小总体趋势为叶片全剪>剪剑叶>剪倒二叶>剪倒三以下叶片。与对照相比,叶片全剪处理的一次枝梗空秕粒率增加幅度最大,达到 76.42%,剪剑叶处理次之,增幅为 64.29%,剪倒二叶、剪倒三及以下叶处理的增幅分别为 43.12%、28.64%。与对照相比,叶片全剪、剪剑叶、剪倒二叶及剪倒三及以下叶处理的二次枝梗空秕粒率增幅分别为 80.47%、66.99%、47.24%、45.74%,说明剪叶处理不同程度地减少枝梗结实率、增加空秕粒率,且对二次枝梗结实率的影响大于一次枝梗。

促使植株早衰,从而导致源亏缺,引起籽粒充实不良和粒重下降。与叶全留(对照)相比,剪叶处理均不同程地降低实粒

重,其中以叶全剪粒重降低程度最大,其次为剪剑叶。SSR 分析可知,各剪叶处理与叶全留(对照)之间实粒重差异均达极显著水平,但各剪叶处理之间的实粒重差异不显著(表 4)。通过计算不同叶位叶片对产量的贡献率得出,不同叶位叶片对产量的贡献率不同,其中剑叶对产量的贡献率最大(38.57%),倒二叶次之(27.23%),倒三及以下叶片对产量的贡献率最小(18.78%)。

表 4 两优 398 实粒重的 SSR 比较

Table 4 SSR comparison of grain weight of Liangyou 398

序号 Code	剪叶处理 Leaf cutting treatment	实粒重 Grain weight mg/粒
1	全叶留(CK)	26.78 aA
2	剪剑叶	24.67 bB
3	剪倒二叶	24.48 bB
4	剪倒三及以下叶	23.65 bB
5	剪全部叶	23.34 bB

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著
Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level

3 结论与讨论

超级杂交稻最显著的特征是超高产。水稻的超高产以获取高生物学产量为前提^[7],而作物生物学产量的 90%~95% 来自光合产物^[8],水稻最终籽粒产量的形成约有 80% 来自抽穗后形成的干物质,中后期功能叶光合能力强、叶片光合功能期长是超级杂交稻超高产的重要物质基础,功能叶对提高结实粒数和促进中上部节间的发育、籽粒的灌浆和结实等起重要作用^[9]。人为减少叶面积(如剪叶)造成源不足,引起库器官充实不良,结实率、籽粒充实度及粒重显著降低,从而增加空秕粒率等^[10-11],这与该研究结果基本一致。

该研究还表明,剪叶处理明显增加一次枝梗的空秕粒

率,减少其结实率,其中叶片全剪空秕粒率最高、结实率最低,剪剑叶结实率减少、秕粒率增加的幅度虽小于叶片全剪,但要明显高于其他处理。且各剪叶处理对一次枝梗空秕粒率、结实率的影响均大于对二次枝梗空秕粒率、结实率的影响,剪叶处理会显著增加空秕粒率,尤其是二次枝梗的空秕粒率。其原因可能是剪叶处理一方面在不同程度上减少了功能叶(源)光合产物合成与积累,造成源亏缺,另一方面植物不同叶位叶片的光合产物分配有“就近供应,同侧运输”的特点,一次枝梗直接与穗抽相连,二次枝梗是一次枝梗上的分枝,因此二次枝梗比一次枝梗灌浆物质运输距离远,枝梗维管束面积小,灌浆慢,营养竞争能力差,易形成空秕粒。因此,超级杂交稻在籽粒灌浆中后期应确保功能叶不受伤害,并采取栽培措施改善群体结构,提高叶片的功能性,这是获取高产优质的途径之一。

参考文献

[1] 吴俊,邓启云,袁定阳,等.超级杂交稻研究进展[J].科学通报,2016,61(35):3787-3796.
[2] VENKATESWARLU B, VISPERAS R M. Sourcesink relationships in crop plants: A review[J]. IRRI Research Paper Series, 1987, 125: 19.
[3] 张祖建,朱庆森,王志琴,等.水稻品种源库特性与胚乳细胞增殖和充实的关系[J].作物学报,1998,24(1):21-27.
[4] 翟虎渠,曹树青,万建民,等.超高产杂交稻灌浆期光合功能与产量的关系[J].中国科学(C辑),2002,32(3):211-217.
[5] 黄锦文,梁义元,林文雄,等.超级稻籽粒灌浆特性及其生理生化基础[J].福建农业学报,2002,17(3):143-147.
[6] 敖和军,王淑红,邹应斌,等.不同施肥水平下超级杂交稻对氮、磷、钾的吸收累积[J].中国农业科学,2008,41(10):3123-3132.
[7] 袁隆平.选育超高产杂交水稻的进一步设想[J].杂交水稻,2012,27(6):1-2.
[8] ZELITCH I. The close relationship between net photosynthesis and crop yield[J]. Bio Science, 1982, 32(10):796-802.
[9] 李荣田,崔成焕,秋太权.黑龙江省不同梗稻品种穗部性状差异及其对结实率的影响[J].东北农业大学学报,2000,31(4):318-325.
[10] 彭春瑞,董秋红,涂田华,等.亚种间杂交稻的源库关系的研究[J].江西农业大学学报,1995,17(4):400-404.
[11] 钱月琴,贺东祥,沈允钢.杂交稻籽粒充实率问题初探[J].植物生理学通讯,1992,28(2):121-123.

(上接第 14 页)

[43] 尹永强.晒红烟在晒制过程中的生理生化变化及采收方式研究[D].郑州:河南农业大学,2006.
[44] 郭世英,赵晓军,符云鹏,等.采收方式对吉林晒红烟品质及经济性状的影响[J].山东农业科学,2016,48(1):35-39.
[45] 周海燕,苏菲,孙军伟,等.生态环境对白肋烟上部叶的品质和中性香气成分的影响[J].中国生态农业学报,2013,21(7):844-852.
[46] 周海燕,史宏志,孙军伟,等.物理保湿对宾川白肋烟上部叶调制及其香气物质含量的影响[J].河南农业大学学报,2013,47(1):26-31,42.
[47] 顾会战.调制温湿度条件对雪茄外包烟叶生理变化与理化特性的影响[D].郑州:河南农业大学,2006.
[48] BURTON H R, BUSH L P, HAMILTON J L. Effect of curing on the chemical composition of burley tobacco[J]. Recent Adv Tobacco Science, 1983, 9:91-153.
[49] 王小兵,苗润隆,刘应华等.采收方式对烤烟上部烟叶色素和多酚化合物的影响[J].安徽农业科学,2017,45(6):20-21.
[50] LEFFINGWELL J C. Tobacco flavoring for smoking products II[J]. Tob Sci, 1967, 32:495-502.
[51] STEDMAN R L. The chemical composition of tobacco and tobacco smoke[J]. Chem Rev, 1968, 68:153-207.
[52] 官长荣,汪耀富,赵铭钦,等.烘烤过程中烟叶香气成分变化的研究

[J].烟草科技,1995(5):31-34.
[53] 孙福山.烤烟调制过程中香气成分的研究及其应用技术探讨[J].中国烟草科学,1997(2):39-41.
[54] 白震.烤烟烘烤干筋期的温度与香味[J].烟草科技,1984(1):56-60.
[55] 张广东.改变调制方式对烟叶化学成分及感官质量的影响[D].郑州:河南农业大学,2015.
[56] 张广东,史宏志,杨兴有,等.烤烟和白肋烟互换调制方法对烟叶中性香气物质含量及感官质量的影响[J].中国烟草学报,2015,21(4):34-39.
[57] 时向东,王旭峰,林开创,等.不同调制方法对晒红烟品质的影响[J].河南农业科学,2013,42(4):55-58.
[58] 刘国庆.晒黄烟调制过程中生理生化变化和调制技术研究[D].郑州:河南农业大学,2004.
[59] 温华东,宗会,张燕,等.香料烟不同晾制处理调制过程中生理活性研究[J].云南农业大学学报,2004,19(1):17-20.
[60] 李宝宝.不同堆摺时间和调制方式对广昌晒红烟生理特性及品质的影响[D].郑州:河南农业大学,2016.
[61] 左天觉.烟草的生产、生理和生物化学[M].上海:远东出版社,1993.
[62] BURTON H R, KASPERBAUER M J. Changes in chemical composition of tobacco Nicotiana tabacum lamina during senescence and curing I. Plastid pigments[J]. J Agric Food Chem, 1985, 33(5):879-883.