

文章编号: 1001-411X(2002)01-0013-03

不同育栽方式水稻籽粒灌浆结实与旗叶衰老特性研究

董登峰^{1,2}, 江立庚², 韦善清²

(1 华南农业大学生命科学学院, 广东 广州 510642; 2 广西大学农学院, 广西 南宁 530005)

摘要: 研究了肥床旱育手栽、半水育秧手栽及塑盘旱育抛栽水稻籽粒灌浆及旗叶衰老特征。结果表明: 半水育秧手栽水稻籽粒活跃生长期长, 但起始生长势弱, 平均生长速率低, 旗叶早期衰老慢, 而后期快, 肥床旱育手栽则相反, 起始生长势和平均生长速率最高、活跃生长期最短, 旗叶前期衰老快后期慢, 塑盘旱育抛栽介于两者之间。籽粒灌浆与旗叶衰老有较好的负相关。

关键词: 水稻; 育栽方式; 灌浆结实; 旗叶衰老

中图分类号: S311

文献标识码: A

水稻旱育秧技术源于日本, 引进我国后由于其秧苗素质好表现出很大的增产潜力, 是国家“九五”重点推广的农业技术项目, 正逐渐取代传统的半水育秧(又称湿润育秧)^[1], 抛栽由于省时省力, 省种省秧田, 在劳力等资源紧张的地方也有取代手栽的趋势, 塑盘旱育是利于抛栽的一种旱育秧形式。水稻从灌浆开始叶片即衰老, 源的不足引起库的充实度低是现有栽培水平下影响水稻的最主要因子^[2], 因此研究旱育及抛栽水稻后期生理特别是源库特性, 对进一步推广这一新技术有重要意义。

1 材料与方法

试验以杂交水稻品种汕优桂 99 为材料, 于 1999 年在广西大学农学院中等肥力的试验田进行, 2 次重复, 小区面积 20 m², 育栽方式为肥床旱育手栽(dry-land raised and hand transplanted rice, DHR)、塑盘旱育抛栽(plastic plate raised and throwing rice, PTR)及半水育秧手栽(wet-land raised and hand transplanted rice, WHR), 各育栽方式以相同的密度播种(250 g/m²)和移栽(66 株/m²), 半水育秧在水田以常规方法进行, 肥床旱育以旱土经调酸(pH=5)匀细整成 1.2 m 苗床后播种, 三叶后以 30 cm×10 cm 双苗插, 塑盘旱育则在苗床上摆上秧盘, 在秧盘孔上撒同样的土, 每孔播 2 粒种, 三叶后以相同的密度抛栽。出穗期开始进行如下处理。

标记同日始花生长整齐植株 200 株, 进行: (1)对照, (2)剪旗叶和倒二叶, (3)剪旗叶, (4)剪上 3 个枝梗, (5)剪下 3 个枝梗, 正常成熟后考察结实率。标记同日始花生长整齐植株 200 株, 从出穗之日起每隔 5

d 从中取 10 株, 按文献[3]测定旗叶叶绿素和丙二醛含量作为衰老指标, 样穗烘干称其质量, 以减去壳质量后的百粒米粒质量 w 为依变数, 开花后天数 t 为自变数, 在计算机上用 DPS 软件按麦夸特方法拟合 Richard 方程^[4]: $w = a(1 + be^{-kt})^{-1/n}$ (Logistic 方程即为 $n=1$ 时的 Richard 方程, Richard 方程多了一个参数, 能显著降低离回归平方和, 更适应生长分析), 以此导出次级参数^[5]。

相对生长速率 $R = (dw/dt)/w = k[1 - (w/a)^n]/n$, 令 $w=0$ 得代表受精子房生长潜力的起始生长速率 $R_0 = k/n$ 。

灌浆生长过程中生长速率的平均数即平均生长速率 $G_m = 1/a \int_0^a (dw/dt)dt = ak/(2n+4)$ 。

灌浆活跃生长期(d): $D = a/G_m = (2n+4)/k$ 。

令 $d^3w/dt^3 = 0$ 得 $t_1 = -\{\ln[n^3 + 3n + n(n^2 + 6n + 5)^{1/2}]/2b\}/k$, $t_2 = -\{\ln[n^3 + 3n - n(n^2 + 6n + 5)^{1/2}]/2b\}/k$ 。

设 $w=0.99a$ 为实际灌浆终止, 由 Richard 方程得 $t_3 = (-n \ln 100/99 - 1)/bk$ 。

因 t_1 、 t_2 为生长速率曲线的拐点代表了灌浆转折变化的时间(d), 可将灌浆划分为前($0 \sim t_1$), 中($t_1 \sim t_2$)和后($t_2 \sim t_3$)3 个时期, 各期对灌浆的日贡献率(百分数)为前期 $p_1 = w_{t_1}/at_1 = [1 + be^{-kt_1}]^{-1/n}/t_1$, 中期 $p_2 = (w_{t_2} - w_{t_1})/a(t_2 - t_1) = [(1 + be^{-kt_2})^{-1/n} - (1 + be^{-kt_1})^{-1/n}]/(t_2 - t_1)$, 后期 $p_3 = (w_{t_3} - w_{t_2})/a(t_3 - t_2) = [(1 + be^{-kt_3})^{-1/n} - (1 + be^{-kt_2})^{-1/n}]/(t_3 - t_2)$ 。

收稿日期: 2001-04-02

作者简介: 董登峰(1971-), 男, 讲师, 硕士, 现为华南农业大学在读博士研究生。

基金项目: 广西科技厅青年科学基金(桂科青 9621005)

©1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

2 结果与分析

2.1 不同育栽方式水稻籽粒灌浆结实特性

各育栽方式水稻百粒质量对花后天数的 Richard 方程分别为: $w=2.103\ 5(1+945.273\ 2e^{-0.562\ 3t})^{-1/0.407\ 6}$ (DHR); $w=2.122\ 4(1+473.539\ 4e^{-0.514\ 4t})^{-1/0.454\ 3}$ (PTR); $w=2.183\ 8(1+239.735\ 9e^{-0.463\ 8t})^{-1/0.524\ 6}$ (WHR).

不同育栽方式水稻百粒米质量终值为 WHR (2.183 8)>PTR (2.122 4)>DHR (2.103 5), 这与以前所测的千粒质量结果一致^[1]. WHR 平均生长速率和起始生长势最低但活跃生长时间最长, 粒质量(去壳或不去壳)最大, 相反 DHR 平均生长速率和起始生长势最高但活跃生长时间短, 粒质量最小, 说明后期保持一定的灌浆速率粒质量作用更大, PTR 介于两者之间(表 1).

表 1 不同育栽方式水稻籽粒灌浆的 Richard 方程的次级参数
Tab. 1 Secondary parameters deduced by Richard equations of grain filling

育栽方式 ways of raise and transplant	参数 parameters								
	R_0	G_m	D	t_1	t_2	t_3	p_1	p_2	p_3
肥床旱育手栽 DHR	1.379 6	0.245 6	8.56	11.78	15.78	21.96	6.09	5.82	0.77
塑盘旱育抛栽 PTR	1.132 3	0.222 4	9.54	11.29	15.73	22.45	5.93	6.11	0.86
半水育秧手栽 WHR	0.884 0	0.200 1	10.89	10.69	15.72	23.12	5.57	6.52	0.99

不进行剪叶剪枝梗(CK)处理, PTR 结实率最高, DHR 结实率最低, 只剪去旗叶, 结实率下降约 19%, 三者差异不大, 同时剪去旗叶和倒二叶, 结实率下降程度为 PTR>DHR>WTR, 差异显著, 指示倒二叶对 PTR 结实率影响更大, 旗叶衰亡后倒二叶能继续提供较多同化物质, 这也可能是其结实率最高

的原因, 当剪去强势花(上 3 个枝梗的)后结实率增加程度比剪弱勢花(下 3 个枝梗)的大, 这是顶端优势所致, 两者之差为 DHR(3.93%)>PTR(2.69%)>WHR(0.81%), 这与 R_0 大小顺序一致, 可能 R_0 与顶端优势呈正相关, 顶端优势越强 R_0 越高, 故 DHR 结实率最低而 R_0 最高(表 2).

表 2 不同育栽方式水稻剪叶剪枝梗对结实率的影响¹⁾
Tab. 2 Effects of leaf or primary branches removed on fertility of rice raised and transplanted by different ways

处理 treatments	DHR	PTR	WHR
对照 CK	82.12	87.37	83.53
剪旗叶 flag leaf removed	62.64 (−19.48)	68.10 (−19.27)	64.74(−18.79)
剪旗叶及倒二叶 two hyper leaves removed	54.50 (−27.62)	52.90(−34.47)	56.26(−27.27)
剪下三枝梗 three hypo primary branches removed	89.26 (7.14)	92.45 (5.08)	92.33(8.80)
剪上三枝梗 three hyper primary branches removed	93.19 (11.07)	95.14 (7.77)	93.14(9.61)

1) 括号内数为与对照相比增减值

2.2 不同育栽方式水稻旗叶衰老特性

从灌浆开始旗叶即衰老, 衰老速率(叶绿素含量

下降和丙二醛含量上升)为 WHR 早期慢后期快, DHR 和 PTR 则相反, 早期快后期慢(表 3).

表 3 不同育栽方式水稻旗叶衰老特性¹⁾
Tab. 3 Flag leaf senescence of rice raised and transplanted by different ways

衰老指标 senescence indices	育栽方式 raise and transplant ways	t (穗后 after ear emerge) / d						
		0	5	10	15	20	25	30
w (叶绿素 chl.) / (mg·g ^{−1})	DHR	5.391	5.123	5.036	4.451	3.676	2.709	2.291
			(−4.97)	(−6.59)	(−17.44)	(−31.81)	(−49.75)	(−57.50)
	PTR	5.236	5.053	4.921	4.588	4.141	2.448	2.338
			(−3.50)	(−6.02)	(−12.38)	(−20.91)	(−53.25)	(−55.35)
	WHR	5.032	4.991	4.983	4.656	4.060	2.302	1.621
			(−0.81)	(−0.97)	(−7.47)	(−19.32)	(−54.25)	(−67.79)
b (丙二醛 MDA) / (μmol·g ^{−1})	DHR	31.312	36.645	47.140	55.914	59.011	60.387	61.247
			(17.03)	(50.55)	(78.57)	(88.46)	(92.86)	(95.60)
	PTR	32.516	35.785	44.215	54.022	59.699	61.763	62.968
			(10.05)	(35.98)	(66.14)	(83.60)	(89.95)	(93.65)
	WHR	30.280	33.548	38.538	51.269	61.075	64.172	68.473
			(10.80)	(27.27)	(69.32)	(101.70)	(111.93)	(126.14)

1) 括号内数字为与抽穗当天比较增减百分数

3 讨论

旗叶衰老与籽粒灌浆关系密切, 水稻籽粒竞争同化物质能力比叶强, 如果早期灌浆快, 同化物质向籽粒分配运输过多过快, 叶片衰老也快, 导致后期同化能力低, 灌浆不得不减慢甚至停止. 目前的生产条件下限制杂交水稻产量的不是库容不大, 也不是运输(流)不快, 而是源供应严重不足^[2], 特别是后期叶片早衰, 灌浆时间短. 本试验结果表明这一限制因素在 DHR 和 PTR 上比 WTR 更为突出, 虽然籽粒起始生长势高, 前期灌浆快, 但叶早衰更为严重. 已有研究表明早育秧在穗粒数和粒质量都不利的情况下产量仍显著高于半水育秧, 增产的途径是多穗^[1, 4], 如果再采用有效的延缓叶片衰老的栽培措施(如采用抗衰优良品种, 在生育季节充裕的地方选用晚熟品种, 后期适时重施粒肥, 利用化学调控等)延长后期灌浆时间, 维持灌浆速率增加实粒数(结实率)和粒质量, 增产会更加显著, 在人力紧张的地方还可采用抛栽降低成本增加效益. 半水育秧手栽则可合理密植, 施肥前重中轻后补, 早施重施基蘖肥促早生快发, 水分管理以浅水插秧, 寸水返青, 薄水分蘖, 保水

抽穗扬花, 干湿交替灌浆结实, 强化晒田增加有效穗数, 再发挥大穗多粒, 粒质量的的优势增产. 本试验是在以前用神玉 90(常规稻), 汕优及博优系列做相关试验时都直观发现早育手(抛)栽水稻比半水育手栽早衰严重后(未系统定量测定)设计的, 因杂交稻本身易早衰, 栽培面积大, 对其研究意义更大一些, 故选用了比较典型的当地主栽品种汕优桂 99, 结论是否适用于普通种有待进一步研究.

参考文献:

[1] 江立庚, 徐建云, 韦善清. 杂交晚稻早育秧秧苗素质及增产途径研究[J]. 杂交水稻, 1997, (4), 20—22.
[2] 段俊, 梁承邨, 黄毓文. 杂交水稻开花结实期间叶片衰老[J]. 植物生理学报, 1997, (2): 139—144.
[3] 董登峰, 江立庚, 韦善清. 不同育秧方式水稻秧苗叶片的衰老研究[J]. 广西农业生物科学, 1999, (3): 173—176.
[4] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其计算机处理平台[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997. 283—288.
[5] 朱庆森, 曹显祖, 骆亦其. 水稻籽粒灌浆的生长分析[J]. 作物学报, 1988, 14(3): 182—193.
[6] 马晓东, 俞龙法, 徐世广, 等. 早稻早育秧栽培的增产效果, 生育特性及其配套技术研究[J]. 浙江农业科学, 1995, (2): 51—55.

Studies on the Characters of Grain Filling and Flag Leaf Senescence of Rice Raised and Transplanted by Different Ways

DONG Deng-feng^{1, 2}, JIANG Li-geng², WEI Shang-qin²
(1 College of Life Science, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China;
2 College of Agronomy, Guangxi University, Nanning 530005, China)

Abstract: The characters of grain filling and flag leaf senescence of rice raised and transplanted by different ways viz. dry—land raised and hand transplanted rice (DHR)、plastic plate raised and throwing rice (PTR) and wet—land raised and hand transplanted rice (WHR) were studied. WHR had the longest active growth day (*D*), but it had the lowest mean growth rate (*G_m*) and initial growth potential (*R₀*), flag leaf senescence rate and grain filling were slower in early days, faster in late days, respectively. DHR had the highest *R₀* and *G_m* and the shortest *D*, flag leaf senescence and grains filling were faster in early days, slower in late days, respectively. PTR grain filling parameters value and flag leaf senescence were always in the middle of the two others. There was a good negative correlation between grain filling and flag leaf senescence.

Key words: rice; raised and transplanted way; grain filling; flag leaf senescence

【责任编辑 柴 焰】