

不同水分管理模式下免耕抛秧 水稻立苗期根系生长特性

秦华东¹, 肖巧珍², 梁天锋³, 江立庚¹, 张玉¹, 徐世宏⁴

(1. 广西大学作物栽培学与耕作学重点实验室, 南宁 530005; 2. 广西大学农学院, 南宁 530005;
3. 广西农业科学院水稻研究所, 南宁 530007; 4. 广西农业技术推广总站, 南宁 530022)

摘要: 在免耕条件下, 对3种水分管理模式(水层淹灌、干湿交替灌溉和湿润灌溉)的立苗期根系特性进行了研究。结果表明, 除抛栽后第2天, 无论晚季或早季, 整个立苗期干湿交替灌溉处理的根冠比、单株根生物量、总根数、白根数、一次分枝数量、根系活力、发根力均显著或极显著高于水层淹灌和湿润灌溉处理。水层淹灌处理利于二次分枝根的发生与根系的伸长。湿润灌溉处理更能促进早季稻根毛区生长。

关键词: 水分; 免耕抛秧稻; 根系特性; 根系活力

中图分类号: S311 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2011)05-0636-05

Effect of different moisture management modes on root growth characteristics of cast transplanting rice in seedling standing period under no-tillage

QIN Hua-Dong¹, XIAO Qiao-Zhen², LIANG Tian-Feng³,
JIANG Li-Geng¹, ZHANG Yu¹, XU Shi-Hong⁴

(1. *Key Laboratory of Crop Cultivation and Farming System, Guangxi University, Nanning 530005, China*; 2. *Agricultural College of Guangxi University, Nanning 530005, China*; 3. *Rice Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007, China*; 4. *Guangxi Agricultural Technology Extension General Station, Nanning 530022, China*)

Abstract: The effect of different moisture management modes on root growth characteristics during seedling standing period under no-tillage was studied. Results showed that the rice ratio of root to shoot dry weight, root dry weight, root number, whiter root number, root primary branches, root activity and root growth abilities of alternation irrigation were significantly or greatly significantly higher ($P < 0.01$, $P < 0.05$) than those of wetting irrigation and water layer irrigation except the second day after seedling throwing. Wetting irrigation had positive effect on root secondary branch roots and root length; water layer irrigation hastened the growth of root hair zone length in early season.

Key words: moisture; no-tillage rice; root growth characteristics; root activity

水稻免耕抛秧栽培体现了新时期农业“高产、优质、高效、生态、安全”的发展要求, 被认为是水稻栽培史上的一次重大革命(夏敬源, 2003; Sain &

Broadbent, 1977; Rao & Mikkelsen, 1976; Ocic 等, 1991; Miura & Kanno, 1997)。韦祖汉(2006)指出, 水稻免耕抛秧高产栽培要克服“技术三关”, 其中, 立

收稿日期: 2010-12-24 修回日期: 2011-03-08

基金项目: 国家自然科学基金(30560066); 广西科学基金重点项目(0832008Z, 0991010Z); 国家现代农业产业技术体系广西水稻创新团队专项 [Supported by the National Natural Science Foundation of China(30560066); Key Project of Science Foundation in Guangxi Province(0832008Z, 0991010Z); Guangxi Special Project of Rice Innovation Team of National Modern Agricultural and Industrial Technology System]

作者简介: 秦华东(1978-), 男, 广西灵川人, 硕士, 助理研究员, 研究方向为作物生理生态, (E-mail) qdh9999@163.com.

* 通讯作者: 江立庚, 教授, 博士, 研究方向为作物生理生态, (E-mail) jiang@gxu.edu.cn.

苗期早立苗、快立苗对稻农的心理和高产栽培均至关重要。立苗是指抛栽后斜立甚至平躺在田面的秧苗逐步竖立起来的生长过程(郭保卫等,2010)。研究表明,直立秧苗各阶段生育状况好于倾斜苗,显著好于平躺苗。吴建富等(2009)则研究了免耕抛秧稻的立苗特性与立苗技术,表明抛栽时稻田水层过深不利于免耕抛秧立苗,适宜的浅水层抛栽有利于扎根立苗,早生快发。免耕抛秧稻立苗的主要动力是其根系生长,与常耕抛秧相比,立苗期根系的发生数较多,但根系伸长受阻(江立庚等,2005)。水稻抛后根系生长快慢及根系生理活性强弱直接影响水稻立苗,理论上,对立苗期根系生长产生影响的因子均可能影响免耕抛秧稻的立苗。为了进一步探明田间水分条件对免耕抛秧稻立苗期根系生长的影响,本试验对3种水管理模式下免耕抛秧稻立苗期根系生长进行了对比研究。

1 材料与方 法

1.1 试验设计

试验于2008年晚季和2009年早季在广西大学农学院试验农场进行。试验材料为三系籼型杂交水稻金优253,种子由广西大学支农中心提供。试验田土壤的肥力性状如表1。在免耕条件下,根据水管理设水层淹灌(WEI)、干湿交替灌溉(ALI)和湿润灌溉(WLI)3种水管理模式,每个处理3次重复。小区四周做高30 cm、宽20 cm田埂包膜,田基做好后喷农民乐747,7 d后灌水沤田,沤田7天抛栽。采用编织布隔层方式育秧,当秧苗生长至3~3.5叶时选择均匀一致的健壮秧苗进行抛秧。早稻免耕前作为冬闲田,晚稻免耕前作为常耕水稻。氮、磷和钾肥分别采用尿素、过磷酸钙和氯化钾,按195 kgN/hm²、磷酸钙450 kg/hm²、氯化钾225 kg/hm²施用。氮肥、钾肥采用分次施肥法,氮肥按基肥50%、分蘖肥30%、穗肥20%施用,钾肥按基肥60%、分蘖肥40%施用,磷肥作基肥一次施入。

水分控制:水层淹灌,整个立苗期始终保持约3 cm水层;干湿交替灌溉,抛栽当天保持1 cm水层,自然落干1 d后灌水继续保持1 cm水层;湿润灌溉,整个立苗期不建立水层,采用补水维持土壤湿润。

1.2 测定指标与方法

抛栽后每小区标记30兜,抛后第2、5、8天分别取样(尽量将根系全部取回),每次取10穴,秧苗洗

净后将地上部和根系分离,一半调查根系的数量、长度、重量、一次、二次分枝数和根毛区长等,一半测定根系活力。采用TTC(三苯基氯化四氮唑)还原法测定根系氧化力和还原力,采用直接称重法测定根鲜重和烘干称重法测定根干重(张宪政等,1994),采用交叉截取法测定总根长(程建峰等,2002),发根力用发根数×平均根长表示。

表1 供试土壤基本肥力性状

Table 1 The characters of experimental soils

| 年份 Year | 栽培季节 Culti- vation season | 有机质 Organic (g · kg ⁻¹) | 全 N Total N (g · kg ⁻¹) | 速效磷 Avail P (mg · kg ⁻¹) | 速效钾 Exchan- geable. (K mg · kg ⁻¹) | pH (H ₂ O) |
|------------|------------------------------------|---|--|---|--|--------------------------|
| 2008 | 晚季 | 22.6 | 1.5 | 32.6 | 113.5 | 6.57 |
| 2009 | 早季 | 25.8 | 1.7 | 35.1 | 116.9 | 6.42 |

2 结果与分析

2.1 根冠比、单株根生物量

由表2可知,除抛栽后第2天湿润灌溉处理的水稻根冠比高于水层淹灌处理外,晚季整个立苗期根冠比均表现出干湿交替灌溉>水层淹灌>湿润灌溉,干湿交替灌溉处理与其他处理在抛栽后第8天差异显著;早季整个立苗期根冠比均表现出干湿交替灌溉>湿润灌溉>水层淹灌,干湿交替灌溉处理与其他两个处理在抛栽后第5天、第8天均存在极显著性差异;无论晚季还是早季,水层淹灌处理的水稻根冠比与湿润灌溉处理差异不显著。

晚季整个立苗期的单株根生物量均表现出干湿交替灌溉>水层淹灌>湿润灌溉,干湿交替灌溉处理与其他两个处理在抛栽后第8天存在极显著性差异;除抛栽后第2天干湿交替灌溉处理的水稻单株根生物量低于湿润灌溉处理外,早季整个立苗期单株根生物量均表现出干湿交替灌溉>湿润灌溉>水层淹灌,干湿交替灌溉处理与其他两个处理在抛栽后第5天、第8天均存在极显著性差异。

2.2 总根数、白根数

由表3可知,除抛栽后第2天干湿交替灌溉处理的水稻总根数低于水层淹灌外,晚季整个立苗期干湿交替灌溉处理的总根数均高于其他两个处理,其中干湿交替灌溉处理与湿润灌溉处理存在显著差异;早季整个立苗期总根数均表现出干湿交替灌溉>湿润灌溉>水层淹灌,除抛栽后第2天三个处理

间差异不显著外,整个立苗期干湿交替灌溉与水层淹灌处理均存在极显著性差异。

无论晚季还是早季,整个立苗期干湿交替灌溉处理的白根数均高于其他两个处理;晚季干湿交替

灌溉处理与湿润灌溉处理在抛栽后第5天、与水层淹灌处理在抛栽后第8天存在显著差异;除抛栽后第2天三个处理差异不显著外,早季整个立苗期,干湿交替灌溉处理的白根数均显著高于水层淹灌处理。

表2 不同水分管理模式对免耕抛秧稻立苗期根冠比、单株根生物量的影响

Table 2 Effect of different moisture management modes on root to shoot dry weight and root dry weight per plant during seedling standing period under no-tillage

| 年份 Year | 栽培季节 Cultivation season | 水分管理 Moisture management | 抛栽天数 Days after seedling throwing (d) | | | | | |
|------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|---------|---------|--------------------------------------|--------|--------|
| | | | 根冠比 Root to shoot dry weight | | | 单株根生物量 root dry weight per plant(mg) | | |
| | | | 2 | 5 | 8 | 2 | 5 | 8 |
| 2008 | 晚季 | 水层淹灌 | 0.247a | 0.160ab | 0.175b | 23.1ab | 44.2ab | 57.1bB |
| | | 干湿交替 | 0.260a | 0.174a | 0.196a | 25.6a | 46.9a | 61.8aA |
| | | 湿润灌溉 | 0.250a | 0.158b | 0.171b | 21.8b | 41.3b | 54.6bB |
| 2009 | 早季 | 水层淹灌 | 0.125a | 0.148bB | 0.167bB | 19.2a | 25.1bB | 32.2cB |
| | | 干湿交替 | 0.143a | 0.194aA | 0.189aA | 21.4a | 31.7aA | 41.3aA |
| | | 湿润灌溉 | 0.139a | 0.161bB | 0.169bB | 21.6a | 27.6bB | 35.8bB |

表中数据后的字母表示差异显著性,同一列数字后无相同小写字母表示差异显著($P < 0.05$),无相同大写字母表示差异极显著($P < 0.01$)。下同。
Different lower letters and different capital letters after number indicate significant differences at $P < 0.05$ and significant differences at $P < 0.01$. The same below.

表3 不同水分管理模式对免耕抛秧稻立苗期单株总根数、白根数的影响

Table 3 Effect of different moisture management modes on root number and white root number per plant during seedling standing period under no-tillage

| 年份 Year | 栽培季节 Cultivation season | 水分管理 Moisture management | 抛栽天数 Days after seedling throwing (d) | | | | | |
|------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|---------|--------|-------------------------------|--------|--------|
| | | | 总根数 Root number(plant) | | | 白根数 Whiter root number(plant) | | |
| | | | 2 | 5 | 8 | 2 | 5 | 8 |
| 2008 | 晚季 | 水层淹灌 | 21.0a | 32.1aAB | 46.0ab | 4.5a | 8.8ab | 11.6b |
| | | 干湿交替 | 20.7a | 32.7aA | 49.0a | 5.1a | 9.4a | 12.9a |
| | | 湿润灌溉 | 18.7b | 28.6bB | 47.3b | 4.6a | 8.6b | 11.7ab |
| 2009 | 早季 | 水层淹灌 | 17.7a | 23.3bB | 34.7cB | 6.3a | 9.7b | 11.0b |
| | | 干湿交替 | 18.7a | 27.7aA | 41.7aA | 7.0a | 12.0a | 15.0a |
| | | 湿润灌溉 | 18.0a | 25.7aAB | 39.3bA | 5.7a | 10.0ab | 14.3a |

表4 不同水分管理模式对免耕抛秧稻立苗期单株总根长、根毛区长的影响

Table 4 Effect of different moisture management modes on root length and root hair zone length during seedling standing period under no-tillage

| 年份 Year | 栽培季节 Cultivation season | 水分管理 Moisture management | 抛栽天数 Days after seedling throwing (d) | | | | | |
|------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|---------|----------|--------------------------------|--------|--------|
| | | | 总根长 Root length(cm) | | | 根毛区长 Root hair zone length(cm) | | |
| | | | 2 | 5 | 8 | 2 | 5 | 8 |
| 2008 | 晚季 | 水层淹灌 | 105.7a | 153.1aA | 226.2aA | 1.22a | 1.82bB | 1.66cB |
| | | 干湿交替 | 101.6a | 132.3cC | 218.1bAB | 1.21a | 2.14aA | 1.99aA |
| | | 湿润灌溉 | 100.1a | 145.0bB | 212.3bB | 1.20a | 1.79cB | 1.71bB |
| 2009 | 早季 | 水层淹灌 | 82.7aA | 117.9aA | 178.0aA | 0.99a | 1.53cC | 1.58cC |
| | | 干湿交替 | 80.6bB | 107.3bB | 161.5bB | 0.97a | 1.67bB | 1.71bB |
| | | 湿润灌溉 | 79.9bB | 100.3cC | 154.8cC | 1.07a | 1.84aA | 1.96aA |

2.3 总根长、根毛区长

由表4可知,晚季整个立苗期水层淹灌处理的总根长均高于其他两个处理,抛栽后第5天差异达极显著性水平,抛栽后第8天三个处理仍存在显著

差异;早季整个立苗期均表现出水层淹灌 > 干湿交替灌溉 > 湿润灌溉,差异极显著。除抛栽后第2天干湿交替灌溉处理的根毛区长低于水层淹灌处理外,晚季整个立苗期,干湿交替灌溉处理的根毛区长

表 5 不同水分管理模式对免耕抛秧稻立苗期一次分枝与二次分枝根数量的影响
Table 5 Effect of different moisture management modes on root primary branches and root second branches during seedling standing period under no-tillage

| 年份 Year | 栽培季节 Cultivation season | 水分管理 Moisture management | 抛栽天数 Days after seedling throwing (d) | | | | | |
|------------|----------------------------|-----------------------------|--|---------|---------|--|--------|--------|
| | | | 一次分枝根数量 No. of primary branched roots per plant | | | 二次分枝根数量 No. of secondary branched roots per plant | | |
| | | | 2 | 5 | 8 | 2 | 5 | 8 |
| 2008 | 晚季 | 水层淹灌 | 33.3a | 70.7bB | 125.3bB | 8.0a | 17.7a | 45.3a |
| | | 干湿交替 | 34.0a | 77.3aA | 132.7aA | 8.7a | 16.0ab | 41.7b |
| | | 湿润灌溉 | 34.7a | 72.3bB | 131.3aA | 8.3a | 14.3b | 40.7b |
| 2009 | 早季 | 水层淹灌 | 24.0a | 56.0bB | 105.7bB | 6.3a | 15.3a | 38.3aA |
| | | 干湿交替 | 24.3a | 59.3aA | 113.3aA | 6.7a | 12.3b | 33.0bB |
| | | 湿润灌溉 | 22.7a | 53.0cAB | 107.3bB | 5.7a | 12.7b | 32.7bB |

表 6 不同水分管理模式对免耕抛秧稻立苗期根系活力与发根力的影响
Table 6 Effect of different moisture management modes on root activity and root growth abilities during seedling standing period under no-tillage

| 年份 Year | 栽培季节 Cultivation season | 水分管理 Moisture management | 抛栽天数 Days after seedling throwing (d) | | | | | |
|------------|----------------------------|-----------------------------|--|---------|---------|-------------------------------|---------|--------|
| | | | 根系活力 Root activity($\text{TTF} \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) | | | 发根力 Root growth abilities(cm) | | |
| | | | 2 | 5 | 8 | 2 | 5 | 8 |
| 2008 | 晚季 | 水层淹灌 | 87.0aA | 93.3bB | 98.9cC | 30.8bB | 46.3bB | 53.7cC |
| | | 干湿交替 | 88.2aA | 98.1aA | 119.7aA | 31.2bB | 50.1aAB | 64.3aA |
| | | 湿润灌溉 | 77.8bB | 94.2bB | 102.4bB | 35.4aA | 51.0aA | 60.8bB |
| 2009 | 早季 | 水层淹灌 | 73.4aA | 80.0aAB | 87.2bB | 26.7a | 40.8bB | 51.5bB |
| | | 干湿交替 | 72.7aA | 82.1aA | 103.4aA | 25.4ab | 47.2aA | 58.4aA |
| | | 湿润灌溉 | 62.8bB | 76.6bB | 86.5bB | 24.5b | 42.3bB | 56.5aA |

均高于其他两个处理,差异极显著;早季整个立苗期,湿润灌溉处理的根毛区长均高于其他两个处理,其中抛栽后第 5 天、第 8 天差异达极显著性水平。

2.4 一次分枝与二次分枝根数量

由表 5 可知,除抛栽后第 2 天湿润灌溉处理的一次分枝根数量高于干湿交替灌溉处理外,晚季整个立苗期,均表现出干湿交替灌溉 > 湿润灌溉 > 水层淹灌,干湿交替灌溉、湿润灌溉处理的一次分枝根数量与水层淹灌处理在抛栽后第 8 天差异达极显著性水平;早季整个立苗期干湿交替灌溉一次分枝根数量均高于其他处理,抛栽后第 5 天存在显著差异,第 8 天达极显著性水平。除抛栽后第 2 天水层淹灌处理的二次分枝根数量低于其他两个处理外,晚季整个立苗期均高于其他两个处理,抛栽后第 8 天与其他两个处理存在显著差异;除抛栽后第 2 天水层淹灌处理的二次分枝根数量低于干湿交替灌溉处理外,早季整个立苗期均高于其他两个处理,抛栽后第 5 天与其他两个处理存在显著差异,抛栽后第 8 天达极显著性水平。

2.5 根系活力与发根力

由表 6 可知,除抛栽后第 2 天湿润灌溉处理的

水稻根系活力低于水层淹灌处理外,晚季整个立苗期均表现出干湿交替灌溉 > 湿润灌溉 > 水层淹灌,在抛栽后第 5 天、第 8 天与其他两个处理差异达极显著水平;除抛栽后第 2 天水层淹灌处理的水稻根系活力高于干湿交替灌溉,早季整个立苗期均表现出干湿交替灌溉 > 水层淹灌 > 湿润灌溉,抛栽后第 8 天与其他两个处理差异达极显著水平。晚季整个立苗期,干湿交替灌溉、湿润灌溉处理的水稻发根力均高于水层淹灌处理,抛栽后第 8 天,处理间差异达极显著水平;除抛栽后第 2 天水层淹灌处理的水稻发根力高于其他处理外,早季整个立苗期,均表现出干湿交替灌溉 > 湿润灌溉 > 水层淹灌,其中抛栽后第 8 天干湿交替灌溉、湿润灌溉处理的水稻发根力极显著高于水层淹灌处理。

3 小结与讨论

水稻免耕抛秧栽培成功的关键是立苗,而立苗期的水分管理对立苗的影响非常大。一般认为,抛栽后应采取薄露灌溉,保持田间湿润,轻度露田,采用以水带肥的方法,促进根系向土层伸展和立苗,以

缩短抛秧秧苗的立苗时间。梁方(2003)提出了促进立苗的水分管理关键措施是保持田面湿润或极薄水层。徐世宏(2000)研究也表明抛秧稻田水层深度1~2 cm 立苗速度快且有利于早生快发。

前人对抛秧水稻的立苗特性及机理进行了一定研究,但对免耕抛秧稻立苗期根系生长特性及机理研究较少,几乎未见报道,尤其涉及水分管理对免耕抛秧稻立苗期根系生长特性及机理研究鲜有报道。本试验对3种水分管理模式免耕抛秧稻立苗期根系生长特性进行了对比研究,结果表明,无论晚季或早季,整个立苗期,干湿交替灌溉处理的根冠比、单株根生物量、总根数、白根数、一次分枝根数量、根系活力、发根力均显著或极显著高于其他两个处理。此外,水层淹灌处理有利于二次分枝根的发生与根系的伸长。湿润灌溉处理更能促进早季稻根毛区生长。因此,生产上应保持适宜的田间含水量,以干湿交替灌溉水分管理模式最有利于根系生长发育。

本研究的两年试验均在大田中进行,均未遇上大风大雨,使得试验能较顺利进行,结果也相对可靠。但在复杂的气候条件下,精确控制水分的难度将非常大,肥水管理更是很大的考验,如何更合理地加强肥水管理将是本课题进一步研究的方向。另外,本试验仅考虑了在同一施肥水平下的水分管理模式,如何结合氮肥运筹研究免耕抛秧稻立苗期的根系特性也将是本课题今后的一个重要研究方向。

参考文献:

- 韦祖汉. 2006. 水稻免耕抛秧技术跨越式发展原因分析与思考[J]. 杂交水稻, 21(S1): 5-8
 张宪政, 陈凤玉, 王荣富. 1994. 植物生理学实验技术[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社: 162-165

- 夏敬源. 2003. 水稻栽培技术的重大革命—论优质稻免耕抛秧技术的发展与对策[J]. 中国农技推广, 6: 9-11
 Cheng JF(程建峰), Pan XY(潘晓云), Liu YB(刘宜柏). 2002. Studies on the growth of upland rice roots under various soil conditions(土壤条件对陆稻根系生长的影响)[J]. Acta Pedol Sin(土壤学报), 39(4): 590-598
 Guo BW(郭保卫), Zhang CH(张春华), Wei HY(魏海燕), et al. 2010. Effects of different postures on growth of broadcasted rice and the regulating factors of physical standing of broadcasted seedlings(抛秧物理立苗对水稻生长的影响及其调控因素的研究)[J]. Sci Agric Sin(中国农业科学), 43(19): 3 945-3 953
 Jiang LG(江立庚), Li RP(李如平), Wei SQ(韦善清), et al. 2005. Root growth and standing characteristics of Jinyou 253 seedlings under no-tillage with cast transplantation(金优253免耕抛秧秧苗的根系生长与立苗特性)[J]. J Guangxi Agric Bio Sci(广西农业生物科学), 24(1): 30-34
 Liang F(梁方). 2003. Study on the techniques of seedling establishment of no-tillage and cast-transplanted rice(水稻免耕抛秧速扎根稳立苗技术)[J]. China Agric Tech Extension(中国农技推广), 19(5): 43
 Miura Y, Kanno T. 1997. Emission of trace gases(CO₂, CO, CH₄ and N₂O) resulting from rice straw burning[J]. Soil Sci Plant Nut, 43: 849-854
 Ocic JA, Brooks PC, Jenkinson DS. 1991. Field incorporation of rice straw and its effects on soil microbial biomass and soil inorganic N[J]. Soil Biol Biochem, 23: 171-176
 Rao DN, Mikkelsen DS. 1976. Effect of rice straw incorporation on rice plant growth and nutrition[J]. Agron J, 68: 752-755
 Sain P, Broadbent FE. 1977. Decomposition of rice straw in soils as affected by some management factors[J]. J Environ Quality, 6: 96-100
 Wu JF(吴建富), Pan XH(潘晓华), Shi QH(石庆华). 2009. Seedling standing characteristics and technology of no-tillage and cast transplanting rice(免耕抛秧稻的立苗特性与立苗技术研究)[J]. Acta Agron Sin(作物学报), 35(5): 930-939
 Xu SH(徐世宏). 2000. Different factors' effect on standing of seedling raised by plate(不同因素对塑盘育秧抛秧立苗的影响)[J]. Till Cult(耕作与栽培), (4): 18



(上接第613页 Continue from page 613)

- Ye MS(冶民生), Guan WB(关文彬), Wu B(吴斌), et al. 2006. Plant community complexity in the arid valley of Minjiang River(岷江干旱河谷植物群落的复杂性)[J]. Acta Ecol Sin(生态学报), 26(10): 3 159-3 165
 Yuan ZZ(袁志忠), Bao WK(包维楷), He BH(何丙辉). 2004. Dynamic analysis on age structure of Cupressus chengiana populations in four geographical areas(岷江柏4个地理种群年龄结构动态比较分析)[J]. J Plant Res Environ(植物资源与环境学报), 13(3): 25-30
 Yuan ZZ(袁志忠). 2009a. Distribution patterns of Cupressus chengiana populations in four geographical areas(岷江柏四个地理种群分布格局比较研究)[J]. Chin Wild Plant Res(中国野生植物资源), 28(5): 20-23
 Yuan ZZ(袁志忠). 2009b. Study on population structure and characteristics of Cupressus chengiana(岷江柏种群结构及其特征研究)[J]. Guizhou Agric Sci(贵州农业科学), 37(10): 167-169