

不同节水方式对旱育秧秧苗素质和产量的影响

李贵勇¹, 王云华², 资月娥², 夏琼梅¹, 龙瑞平¹, 杨从党^{1*}

(1.云南省农业科学院粮食作物研究所, 云南 昆明 650205; 2.陆良县农业技术推广中心, 云南 陆良 655600)

摘 要:以高原籼稻抗旱品种云昌粳 1 号为材料, 考察 7 种节水方式(稻草覆盖、遮阴处理、抗旱剂、旱育保姆、2 叶期到 4 叶期干旱、4 叶期到 5 叶期干旱、浇水 80%)对旱育秧秧苗素质和产量的影响。结果表明: 7 种节水方式栽培, 可分别实现节水 3 975.60、2 257.50、2 169.15、1 675.80、3 597.45、1 341.90、1 775.25 m³/hm², 效果显著, 其中以稻草覆盖节水最多, 施用旱育保姆可显著提高秧苗素质, 有效穗达 4.238 5×10⁶穗/hm², 颖花数达 6.02×10⁹朵/hm², 库容量最大, 产量最高, 为 10.15 t/hm², 增产显著; 阶段性干旱(2 叶期到 4 叶期干旱、4 叶期到 5 叶期干旱)的秧苗素质较差, 有效穗和库容量较少, 产量分别为 7.28、7.37 t/hm², 显著减产。

关 键 词: 水稻; 节水方式; 旱育秧; 秧苗素质; 产量

中图分类号: S511.044

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2013)05-0449-04

Effects of different water-saving modes on dry nursery seedling quality and yield

LI Gui-yong¹, WANG Yun-hua², ZI Yue-e², XIA Qiong-mei¹, LONG Rui-ping¹, YANG Cong-dang^{1*}

(1.Food Crops Research Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205,China; 2.Luliang Agricultural Technology Extension Center, Luliang, Yunnan 655600,China)

Abstract: Using Yunchangjing No.1, a drought resistant variety in Yunnan plateau as the experimental sample, we have studied the effect of seven water-saving modes on the dry nursery seedling quality and yield(they are straw mulching, shading treatment, drought resistant agent, dry-cultivation nurse, the 2-4 leaf stage drought, the 4-5 leaf stage drought and 80% irrigation). The result shows that the cultivation of 7 water-saving modes can help to save water of 3 975.60, 2 257.50, 2 169.15, 1 675.80, 3 597.45, 1 341.90, 1 775.25 m³/hm² respectively, especially, the straw mulching mode has the most significant efficiency in saving water. In addition, application of dry-cultivation nurse can significantly improve the seedling quality as well as the number of effective panicles (4.238 5 × 10⁶/hm²) and spikelet number (6.02 × 10⁹/hm²), which ultimately produce the highest yield (10.15 t/hm²). The stage droughts (2-4 leaf stage drought and 4-5 leaf stage drought) reduce the seedling quality, the number of effective panicles and spikelet numbers are reduced accordingly, and the yields are significantly reduced to 7.28 t/hm² and 7.37 t/hm² respectively. In conclusion, applying the dry-cultivation nurse in rice cultivation can not only save water but also increase the yield.

Key words: rice; water-saving mode; dry nursery seedling; seedling quality; yield

中国农业耗水量约占全国总耗水量的 80%, 水稻生产占整个农业耗水的近 70%, 因而干旱成为限制水稻生产的主要因素之一^[1-2]。种植抗旱水稻品

种、采用节水栽培措施是节水农业的重要组成部分。2009—2012 年, 云南省秋、冬、春连旱, 已造成 9 个以上州(市)出现水源断流, 水库干涸, 超过

收稿日期: 2013-07-04

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2012BAD40B00); 农业部公益行业(农业)科研专项(201203031-02-201202; 201303102); 云南省现代农业水稻产业技术体系; 云南省创新人才培养计划(2011CI058)

作者简介: 李贵勇(1978—), 男, 云南寻甸县人, 硕士, 副研究员, 主要从事水稻栽培生理研究, liguiy980200@163.com; *通信作者, yangcd2005@163.com

$3 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 农作物受灾,全省因旱直接经济损失超过 150 亿元^[3-4]。云南省严重的干旱影响水稻播种、苗床管理、移栽等生产环节,尤以对水稻移栽前影响最大,造成水稻播种面积减少,其中 2011 年水稻种植面积较常年减少近 $2.0 \times 10^5 \text{ hm}^2$ ^[3-4]。旱育秧是水稻栽培节水育苗的关键措施,特别是对于春季干旱缺水的地区,具有省水、省种、省工、省肥、增产、早熟等特点。有关节水旱育秧的研究报道^[5-6],绝大部分集中于技术的介绍,没有明确多种技术节水量及其增产原理。鉴于稻草覆盖、遮阴处理、抗旱剂、旱育保姆、2 叶期到 4 叶期干旱、4 叶期到 5 叶期干旱、浇水 80% 等旱育秧技术都能节水,笔者探索了这 7 种节水方式对旱育秧秧苗素质和产量的影响,以期能为抗旱育种、节水栽培和生产提供理论依据。

1 材料和方法

试验于 2012 年在云南省曲靖市陆良县三岔河镇进行。当地从播种到移栽前无降水。水稻品种为高原粳稻抗旱品种云昌粳 1 号。

试验设 8 个处理:处理 1,稻草覆盖(播种后使用稻草覆盖,在播种、3 叶 1 心期、5 叶 1 心期、移栽前 1 d 浇透水);处理 2,采用遮阴处理(旱育秧揭膜后的每天 12:00—15:00 遮阴,在播种、2 叶 1 心期、4 叶 1 心期、5 叶 1 心期、移栽前 1 d 浇透水);处理 3,使用抗旱剂(播种后,有机肥与抗旱剂按 0.1% 拌匀盖土,在播种、2 叶 1 心期、4 叶 1 心期、5 叶 1 心期、移栽前 1 d 浇透水);处理 4,使用旱育保姆^[7](在浸泡种子破胸前,用旱育保姆包裹,在播种、2 叶 1 心期、4 叶 1 心期、5 叶 1 心期、移栽前 1 d 浇透水);处理 5,2 叶 1 心期到 4 叶 1 心期干旱(包括 2 叶 1 心期、3 叶 1 心期、4 叶 1 心期不浇水);处理 6,4 叶 1 心期到 5 叶 1 心期干旱(包括 4 叶 1 心期、5 叶 1 心期不浇水);处理 7,浇水 80%(全程每次参照对照 80% 浇水);处理 8,常规旱育秧(对照,在播种、揭膜、2 叶 1 心期、3 叶 1 心期、4 叶 1 心期、5 叶 1 心期、移栽前 1 d 浇透水)。3 次重复 24 个小区,秧田每个小区面积 20 m^2 ,大田每个小区面积 67 m^2 ,株行距分别为 13.32 和 26.64 cm。大田施纯氮 240 kg/hm^2 ,底肥、分蘖肥、

促花肥、保花肥分别为 1 1 1 1,其他田间管理措施采用云南省水稻精确定量栽培技术^[8]。

调查项目:①用水量调查,记录所有小区每次浇水的用水量。②秧苗素质调查,播种后 60 d 分别选取有代表性秧苗 30 株,调查株高、叶龄、带蘖数、带蘖率、总根数、根长等,选取有代表性秧苗 100 株,在 $105 \text{ }^\circ\text{C}$ 烘箱中烘干至恒重,分别测定地上部和地下部干物质质量。③产量及其构成调查,成熟期每小区调查 30 丛有效穗,并取 3 丛考种,调查每个小区的总粒数、实粒数、结实率、千粒重等,每个小区全收作为实际产量。

数据分析和处理等与文献^[9]相同。

2 结果与分析

2.1 不同节水方式秧苗期的用水量和秧苗素质

从用水量来看,稻草覆盖、遮阴处理、抗旱剂、旱育保姆、2 叶期到 4 叶期干旱、4 叶期到 5 叶期干旱、浇水 80% 都比对照节水显著,以稻草覆盖节水最多(表 1)。

表 1 不同节水方式下秧龄 60 d 的用水量

Table 1 The amount of water yields of seeding age 60 days under different water saving

| 处理 | 用水量 ($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$) | 比对照减少用水量 ($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$) | 比对照减少 用水比率/% |
|-------|--|---|-----------------|
| 1 | 4 576.95e | 3 975.60 | 46.48 |
| 2 | 6 295.05d | 2 257.50 | 26.40 |
| 3 | 6 383.40cd | 2 169.15 | 25.36 |
| 4 | 6 876.75b | 1 675.80 | 19.59 |
| 5 | 4 955.10e | 3 597.45 | 42.06 |
| 6 | 7 210.65b | 1 341.90 | 15.69 |
| 7 | 6 777.30bc | 1 775.25 | 20.76 |
| 8(对照) | 8 552.55a | | |

同一列中含相同小写字母者表示差异不显著;相异者差异显著,下同。

从秧苗素质来看,遮阴处理的株高比对照增加显著,稻草覆盖、抗旱剂、旱育保姆、2 叶期到 4 叶期干旱、4 叶期到 5 叶期干旱的株高比对照显著降低;阶段性干旱(2 叶期到 4 叶期干旱、4 叶期到 5 叶期干旱)叶片数比其他处理显著减少,说明阶段性干旱会影响水稻叶片的正常生长;使用抗旱剂、旱育保姆比阶段性干旱的单株带蘖数显著增加;使用抗旱剂、旱育保姆可显著增加总根数,阶段性干

旱可显著增加根长；抗旱剂、旱育保姆处理比除遮阴处理外的其他处理干物质显著增加(表2)。综合秧苗素质，施用旱育保姆能显著提高秧苗素质，有利

于产量的提高，阶段性干旱的秧苗素质较差，不利于产量的提高。

表2 不同节水方式下秧龄60 d时的秧苗素质

Table 2 The dry nursery seedling quality of seeding age 60 days under different water saving

| 处理 | 株高/cm | 叶片数/片 | 每株带蘖数/个 | 总根数/条 | 平均根长/cm | 百苗地上部干重/g | 百苗地下部干重/g |
|-------|----------|--------|----------|---------|----------|-----------|-----------|
| 1 | 28.19 c | 6.58 a | 1.90 ab | 27.32 d | 28.68 c | 14.87 d | 10.26 de |
| 2 | 33.17 a | 6.82 a | 1.55 abc | 27.00 d | 25.34 e | 20.25 a | 9.89 e |
| 3 | 28.31 bc | 6.85 a | 2.20 a | 30.78 b | 29.08 c | 18.67 b | 14.08 b |
| 4 | 27.29 d | 6.92 a | 2.30 a | 32.67 a | 29.12 c | 19.23 b | 15.23 a |
| 5 | 22.30 f | 5.90 b | 1.05 c | 23.78 e | 33.45 b | 10.34 e | 11.21 c |
| 6 | 23.45 e | 6.00 b | 1.23 bc | 24.31 e | 35.18 a | 11.12 e | 11.09 cd |
| 7 | 28.76 bc | 6.70 a | 1.70 abc | 27.12 d | 26.86 de | 15.34 cd | 10.58 cde |
| 8(对照) | 29.12 b | 6.80 a | 1.86 abc | 29.45 c | 28.12 cd | 15.95 c | 11.37 c |

2.2 不同节水方式的旱育秧水稻产量及其构成

从不同节水方式的水稻产量及其构成(表3)看，施用旱育保姆的产量最高，比对照增产 1.37 t/hm²，提高 15.60%，增产显著，原因是具有较多的有效穗，有效穗增加显著，阶段性干旱(2叶期到4叶期干旱、

4叶期到5叶期干旱)的产量最低，减产显著，原因是颖花数较少，尤其是有效穗较少；不同节水方式的水稻千粒重、结实率、穗粒数的差异较小，有效穗和颖花数差异较大，施用旱育保姆有效穗和颖花数比对照显著增加。

表3 不同节水方式下的水稻产量及其构成

Table 3 The yield and its composition under different water saving

| 处理 | 有效穗/(×10 ⁴ ·hm ⁻²) | 每穗粒数/粒 | 颖花数/(×10 ⁸ ·hm ⁻²) | 实粒数/粒 | 结实率/% | 千粒重/g | 实际产量/(t·hm ⁻²) |
|-------|---|----------|---|-----------|-------|-------|----------------------------|
| 1 | 369.76 c | 140.04 a | 5.18 abc | 105.42 ab | 75.28 | 24.91 | 8.71 bc |
| 2 | 333.63 d | 141.47 a | 4.72 cde | 106.41 ab | 75.22 | 24.73 | 8.18 cde |
| 3 | 408.62 b | 142.51 a | 5.82 ab | 109.69 a | 76.97 | 25.12 | 9.88 ab |
| 4 | 423.85 a | 142.04 a | 6.02 a | 109.16 a | 76.85 | 25.15 | 10.15 a |
| 5 | 298.04 e | 138.06 b | 4.11 e | 103.71 b | 75.12 | 24.73 | 7.28 de |
| 6 | 301.80 e | 138.11 b | 4.17 de | 104.00 b | 75.30 | 24.70 | 7.37 e |
| 7 | 362.84 c | 139.98 a | 5.08 bcd | 105.63 ab | 75.46 | 24.83 | 8.64 bcd |
| 8(对照) | 361.68 c | 139.78 a | 5.06 bcd | 106.12 ab | 75.92 | 24.82 | 8.78 bc |

2.3 不同节水方式的旱育秧产量及其构成因素对目标因素的贡献率

通径分析和贡献率(表4)表明：库容量对产量的贡献率、颖花数对库容量的贡献率都超过了97%，且直接通径系数较大，结实率和千粒重较稳定；直接通径系数较小，贡献率也较小，有效穗对颖花数的贡献率为62.61%，穗粒数对颖花数的贡献率为37.39%。表明不同节水方式旱育秧要获得高产都必须建立巨大的库容量，库容量的提高主要靠颖花数贡献，而颖花数的提高主要靠有效穗贡献，因此，提高不同节水方式的旱育秧水稻产量的关键，是提高其有效穗，增加颖花数，库容量才会变大，产量

才能提高。提高有效穗的关键是培育秧苗素质，缩短缓苗期，分蘖期长，有效分蘖多，有效穗多，增产潜力大。

表4 不同节水方式下的水稻产量及其构成因素对目标因素的贡献率

Table 4 Contribution ratio of factors on the target of the yield and its composition under different water saving

| 构成因素 | 目标因素 | 直接通径系数 | 贡献率/% |
|------|------|--------|-------|
| 有效穗 | 颖花数 | 0.73 | 62.61 |
| 穗粒数 | | 0.51 | 37.39 |
| 颖花数 | 库容量 | 0.99 | 97.82 |
| 千粒重 | | 0.05 | 2.18 |
| 库容量 | 产量 | 0.99 | 97.99 |
| 结实率 | | 0.14 | 2.01 |

3 讨论

水稻的生育期可分为育秧期和大田期。云南省的冬、春干旱已严重影响水稻的育秧。一方面,由于特殊的地理环境和气候条件,占土地面积6%的坝区集中了2/3的人口和1/3的耕地,水资源量只占全省的5%,导致水资源贫乏;另一方面,云南省春、夏季处于西南季风区,其降水多与孟加拉湾和印度洋水汽有关,由于青藏高原过于强大,且向下向东延伸,使孟加拉湾水汽无法输送到云南地区,再加上多山,焚风效应更加剧了干旱^[10],因此,水稻育秧期的节水就显得更加重要,决定了云南省水稻播种面积的大小。研究^[11-12]表明,旱育秧是最好的节水育秧方式之一,秧龄弹性较大,能有效缓解因旱迟栽带来的不利影响。本试验在播种到移栽前没有降水的情况下,采取稻草覆盖、遮阴处理、抗旱剂、旱育保姆、2叶期到4叶期干旱、4叶期到5叶期干旱、浇水80%等节水方式,用水量比对照显著减少,以稻草覆盖减少用水量最多。提示当育秧遇到少水或缺水或干旱时,选择采用这7种不同物理措施节水,可确保旱育秧秧苗基本正常生长,减少因干旱对产量的影响。

秧苗素质影响水稻移栽后的生长发育,并直接影响构成产量的穗数、粒数和粒重3个基本因素的形成,从而影响产量水平。在同等肥水条件下,秧苗素质是影响水稻生长发育和产量的重要因素^[13]。本研究结果表明,施用旱育保姆能显著提高秧苗素质,产量最高,为10.15 t/hm²,增产达显著水平,阶段性干旱(2叶期到4叶期干旱、4叶期到5叶期干旱)的产量最低,分别为7.28、7.37 t/hm²,减产达显著水平。不同节水方式旱育秧产量贡献较大的因子是有效穗,只有秧苗素质好,有效穗才能提高,颖花数才能增加,库容量才会变大,产量才能提高。这与陈国林^[14]、彭世彰等^[15]、徐金祥等^[16]的抗旱节水栽培研究结论相印证。7种不同节水方式都比对照节水显著,但增产显著的只有施用旱育保姆,施用抗旱剂增产并不显著。

参考文献:

- [1] 康绍忠. 新的农业科技革命与21世纪我国节水农业的发展[J]. 干旱地区农业研究, 1998, 16(1): 11-17.
- [2] 穆平, 李自超, 李春平, 等. 水、旱稻根系性状与抗旱性相关分析及其QTL定位[J]. 科学通报, 2003, 48(20): 2162-2169.
- [3] 中央电视台《新闻直播间》. 云南遭遇重度干旱水稻玉米大面积绝收[EB/OL]/http://s.v.ifeng.com/yanglu03/2d1d8079-bea7-4534-b817-e6b28feb8b9e.[2011-08-17].
- [4] 中央电视台《新闻1+1》. 专家: 气象干旱是云南连续3年干旱根本性原因[EB/OL]/http://news.xinhuanet.com/local/2012-02/28/c_122763272_2.htm?prolongation=1.[2012-02-28].
- [5] 王维, 杨建昌, 朱庆森. 控水条件下水稻旱育秧苗的形态生理特征[J]. 江苏农业科学, 2001, 22(1): 16-20.
- [6] 韦求瑾. 水稻旱育秧不同育秧方式对比试验[J]. 现代农业科技, 2009(18): 23.
- [7] 习再兰, 马永翠, 王家禾. 应用“旱育保姆”水稻增产增收[J]. 云南农业, 2009(2): 19.
- [8] 李贵勇, 宁加朝, 陈书, 等. 云南水稻精确定量栽培百亩连片亩产吨粮的原因分析[J]. 中国稻米, 2009(4): 57-58.
- [9] 李贵勇, 袁平荣, Kwak Kang-Su, 等. 亚热带和温带生态条件下籼稻品种产量潜力评价[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2010, 36(6): 601-604.
- [10] 解明恩, 程建刚, 范菠. 云南气象灾害的时空分布规律[J]. 自然灾害学报, 2004, 13(5): 40-47.
- [11] 陶诗顺, 王学春, 徐健蓉. 秧龄对超稀播旱育秧模式杂交中稻的产量效应[J]. 西北农林科技大学学报, 2012, 40(8): 1-8.
- [12] 张桂莲, 杜娟, 刘国华, 等. 不同育秧方式对陆两优996秧苗素质及产量性状的影响[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2008, 34(2): 123-126.
- [13] 普双有, 董广, 宋令荣, 等. 秧苗素质对水稻物质分配和产量形成的影响[J]. 耕作与栽培, 1995(6): 5-7.
- [14] 陈国林. 水稻节水灌溉的生理生态效应研究[J]. 江西农业大学学报, 1996, 18(2): 160-166.
- [15] 彭世彰, 俞双恩, 张汉松, 等. 水稻节水灌溉技术[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1998.
- [16] 徐金祥, 王学礼, 徐宁红. 高产水稻节水控灌技术应用研究[J]. 土壤肥料, 2001(2): 24-27.

责任编辑: 罗慧敏

英文编辑: 张健