

Study on the Germination Characteristics of Tetraploid Rice Seeds

Yajie Liu¹, Xianhua Zhang^{1,2*}, Xiaoqi Cheng¹, Wei Wang^{1,2}, Jun Ren^{1,2}, Zhaojian Song¹, Yuchi He¹, Detian Cai^{1,2*}

¹College of Life Sciences, Hubei University, Wuhan Hubei

²Wuhan Polyploid Biotechnology Co., Ltd., Wuhan Hubei

Email: *xhzhang0072@hubu.edu.cn, *dtcai8866@163.com

Received: June 4th, 2019; accepted: June 19th, 2019; published: June 26th, 2019

Abstract

In order to compare the germination characteristics of tetraploid and diploid rice, and to study the optimum soaking time and germination temperature of tetraploid rice, the water absorption curves of diploid and tetraploid rice seeds were analyzed. And the effects of soaking time and ambient temperature on germination rate were also compared. The results showed that the optimum soaking time and germination temperature of tetraploid rice seeds were about 48 h and 35°C, respectively. And those of diploid rice were about 24 h and 30°C.

Keywords

Tetraploid Rice, Germination Characteristic, Water Absorption Curve, Soaking Time, Germination Temperature

四倍体水稻种子萌发特性研究

刘雅杰¹, 张献华^{1,2*}, 程泉麒¹, 王维^{1,2}, 任俊^{1,2}, 宋兆建¹, 何玉池¹, 蔡得田^{1,2*}

¹湖北大学生命科学学院, 湖北 武汉

²武汉多倍体生物科技有限公司, 湖北 武汉

Email: *xhzhang0072@hubu.edu.cn, *dtcai8866@163.com

收稿日期: 2019年6月4日; 录用日期: 2019年6月19日; 发布日期: 2019年6月26日

摘要

为研究四倍体水稻异于二倍体水稻的萌发特性, 探明四倍体水稻的最佳浸种时间和最适萌发温度, 我们

*通讯作者。

文章引用: 刘雅杰, 张献华, 程泉麒, 王维, 任俊, 宋兆建, 何玉池, 蔡得田. 四倍体水稻种子萌发特性研究[J]. 农业科学, 2019, 9(6): 455-460. DOI: 10.12677/hjas.2019.96068

分析了二倍体和四倍体水稻种子的吸水曲线, 比较了浸种时间和环境温度对它们萌芽率的影响。结果表明, 四倍体水稻种子最佳浸种时间约48 h, 最适萌发温度在35℃左右; 对应二倍体水稻种子的最佳浸种时间约24 h, 最适萌发温度约30℃。

关键词

四倍体水稻, 萌发特性, 吸水曲线, 浸种时间, 萌发温度

Copyright © 2019 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

多倍体化是植物进化的重要方式[1] [2], 主要的粮油作物如小麦、棉花等都是多倍体, 它们在倍性增加的同时, 产量也大幅增长[3]。但同源四倍体结实率低一直以来都是一项技术难题, 因此很难应用于生产[4] [5]。蔡得田等人提出“利用远缘杂交和多倍体双重优势选育超级稻”的战略[3], 并选育出两个具有多倍体减数分裂稳定性(Polyploid Meiosis Stability, PMeS)的高结实率四倍体水稻品系, 突破了多倍体水稻结实率低这一难题, 使多倍体水稻应用于生产成为可能[6]。

四倍体水稻籽粒巨大, 各项生理生化指标均异于二倍体水稻。种子萌发是水稻生长发育的起点, 较高的萌芽率是水稻种植的基础, 也是评价种子优劣的重要指标[7]。为使四倍体水稻更好地应用于生产实践, 了解四倍体水稻种子萌发特性是有必要的。种子萌发过程中需要适宜的温度、水分、氧气等条件[8] [9]。适宜的温度是种子萌发的重要条件, 这主要是由于温度能影响各种酶的活性, 从而影响物质的运输和转化。不同植物种子萌发的最适温度存在差异, 如苦瓜的最适萌发温度是25℃ [10], 甘草种子为25℃ [11], 番茄种子为20℃~25℃ [12]。水分是种子萌发的另一重要因素, 浸种处理可以促使种子萌发。种子在短时间内吸收足够的水分可使内部的酶及植物激素活化, 促进体内贮藏物质的转化, 从而加强呼吸作用, 促成种子萌发, 不同植物种子对水分的需求也有所差异[13]。

四倍体水稻与二倍体水稻谷粒差异明显, 二倍体水稻种子萌发条件可能不适用于四倍体水稻。本研究选择4组不同类型的四倍体水稻及其对应的二倍体水稻种子为材料, 通过对种子吸水膨胀动态、不同浸种时间和萌发温度对萌芽率影响的研究, 比较四倍体和二倍体水稻种子最适浸种时间和最佳萌芽温度的差异性, 阐明四倍体水稻的萌发特性, 为确定四倍体水稻浸种和催芽方法提供科学依据。

2. 材料与方法

2.1. 研究材料

高结实率四倍体水稻品系 XH168 (4X)、XH126 (4X)、T1 (4X)及其对应二倍体水稻品系 XH168 (2X)、XH126 (2X)、T1 (2X), 以上材料由湖北大学蔡得田课题组创制。二倍体水稻 9311 (2X)由江苏里下河农科所培育并提供, 四倍体水稻 9311 (4X)由湖北大学蔡得田课题组创制。

2.2. 研究方法

2.2.1. 吸水曲线测定

取不同倍性水稻种子, 每个品系为一组, 每组50粒, 去除稃壳, 3次重复。室温下用清水浸泡, 每

隔 4 小时取出种子，用滤纸吸干水稻种子表面水分，称重并记载，直到重量不再变化为止。

取不同倍性水稻种子，一个品系为一组，每组 50 粒，不剥壳，3 次重复。重复以上实验步骤并记录。

2.2.2. 浸种时间与萌芽率调查

浸种时间设为 6 h、12 h、18 h、24 h、30 h、36 h、48 h。一个品系为一组，每组 50 粒，3 次重复。在室温(25℃)条件下萌发，统计种子的萌芽率(萌芽率(%) = 正常发芽的种子数/种子总数 × 100%)。

2.2.3. 萌发温度与萌芽率调查

萌发温度设为 15℃、20℃、25℃、30℃、35℃、40℃、45℃，一个品系为一组，每组 50 粒，3 次重复。观察不同温度下的水稻种子萌发状况并记录最终种子萌发量、计算萌芽率。

2.2.4. 数据分析

用 SPSS 19.0、Microsoft Excel 2003 软件对数据做统计分析和作图。

3. 结果与分析

3.1. 四倍体与二倍体水稻种子吸水曲线差异比较

四倍体与对应二倍体水稻种子的吸水曲线如图 1、图 2 所示。图 1(A)为完整种子吸水曲线，从图中可以看出，四倍体与二倍体水稻的总体趋势一致，即种子在开始的一段时间快速吸水，质量迅速增加，随后吸水放缓，一定时间后达到饱和状态不再吸水，趋于动态平衡。但同一材料的四倍体与二倍体之间存在差异，结果显示，四倍体水稻快速吸水阶段的速率高于对应二倍体，且快速吸水持续时间更长。另外，两者吸水达到饱和的时间差异明显，四倍体水稻需要吸水约 44 h 以上达到饱和并趋于动态平衡，而二倍体只需要 24 h 左右。

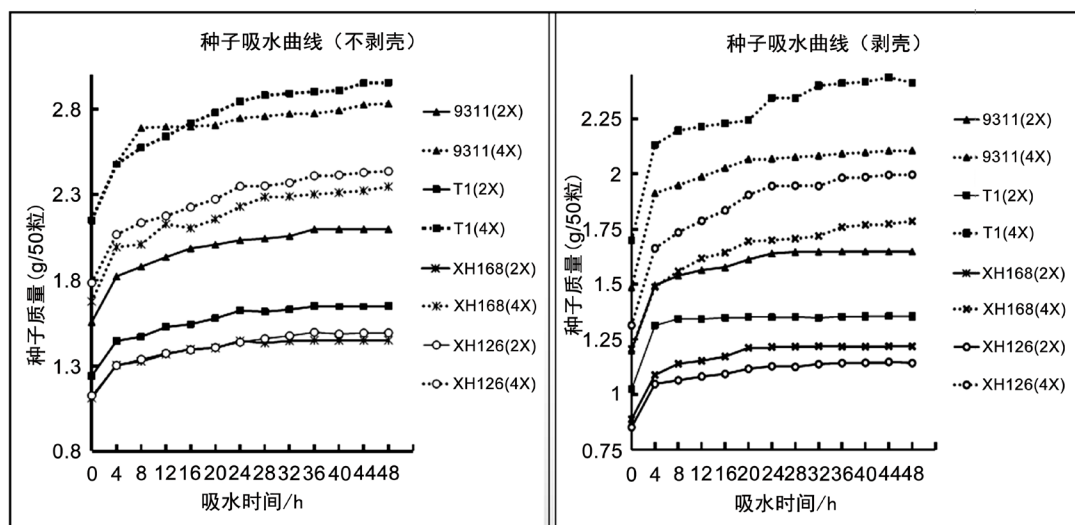


Figure 1. Curve of water absorption of tetraploid and diploid rice seeds

图 1. 四倍体与二倍体水稻种子吸水曲线图

图 1(B)为去除稃壳后的种子吸水曲线，结果显示与完整种子吸水类似的趋势，但也存在一定的差异。无论四倍体还是二倍体水稻，去壳种子在快速吸水阶段的吸水速率均高于完整种子。此外，吸水达到饱和的时间均略有提前，四倍体水稻需要吸水约 36 h，二倍体约 20 h 左右。总体来看，四倍体与二倍体水稻种子吸水特性存在差异，四倍体水稻前期吸水速率高，吸水达到饱和所需时间更长。分析其原因

在于四倍体水稻种子表面积和体积较大，因而与水接触面积大，使其前期吸水速率高于二倍体水稻，但因其需要更多水分才能达到饱和，故所需时间也更长。

3.2. 浸种时间对水稻种子萌芽率的影响

浸种时间与水稻种子萌芽率的关系如图 2 所示。结果表明，浸种时间对四倍体和二倍体水稻种子的萌芽率都有明显影响。二倍体水稻在浸种约 24 h 时萌发效果最佳，而四倍体水稻则在浸种约 48 h 时萌芽率最高。这与前面吸水曲线结果相吻合，说明种子在吸水饱和之后萌发效果最好。另外，图中还显示，随着浸种时间的增加，二倍体水稻的萌芽率呈现出下降的趋势，说明并非浸种时间越长越好。当种子吸水饱和之后，继续浸泡会造成种子缺氧，妨碍正常呼吸。同时，长时间浸泡还会破坏细胞膜结构，当水分大量进入细胞时，使细胞内部水溶物外渗，从而影响种子正常萌发。

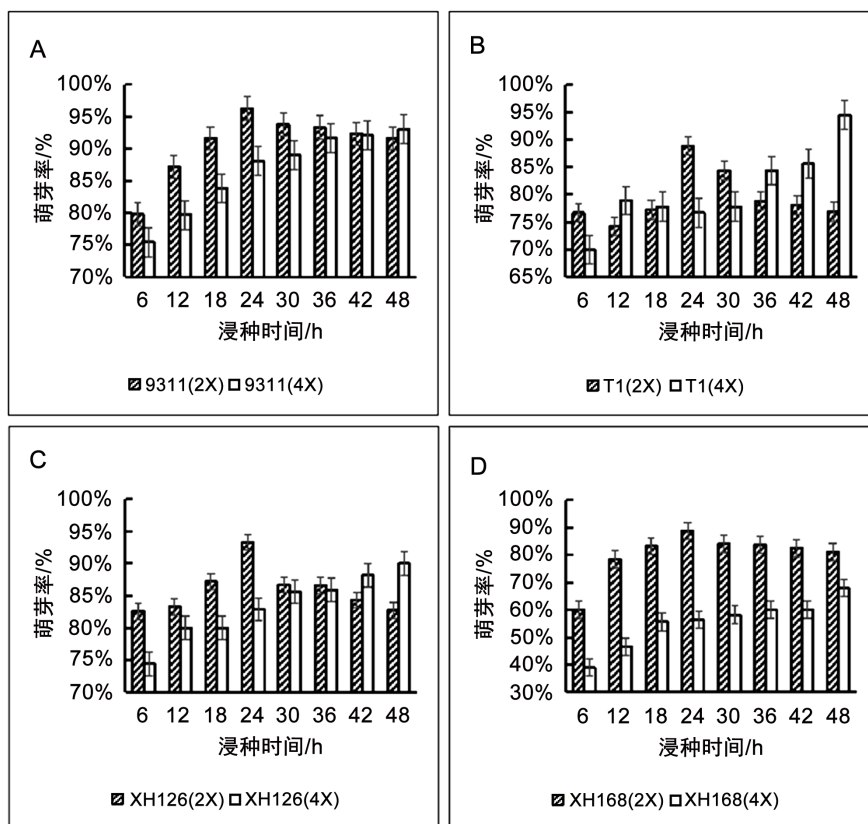


Figure 2. Effect of soaking time on germination rate

图 2. 浸种时间对萌芽率的影响图

3.3. 温度对水稻种子萌芽率的影响

以 5℃ 为梯度，从 15℃~45℃ 设置七个萌发温度。由图 3 可以看出，四倍体与二倍体水稻种子萌芽率均呈现出随温度升高先增加后降低的趋势。但不同材料、不同倍性之间的最适萌发温度不同。9311(2X) 的最适萌发温度约为 30℃，9311(4X) 为 35℃ 左右(图 3(A))；T1(2X) 的最适萌发温度为 30℃~35℃，T1(4X) 为 35℃ 左右(图 3(B))；XH168(2X) 的最适萌发温度约为 30℃，XH168(4X) 在 35℃ 左右(图 3(C))；XH168(2X) 的最适萌发温度约为 30℃，XH168(4X) 在 35℃~40℃ 之间(图 3(D))。研究结果显示，四倍体水稻种子萌发的最适温度普遍高于二倍体水稻，在 35℃~40℃ 之间，以 35℃ 左右较为理想。

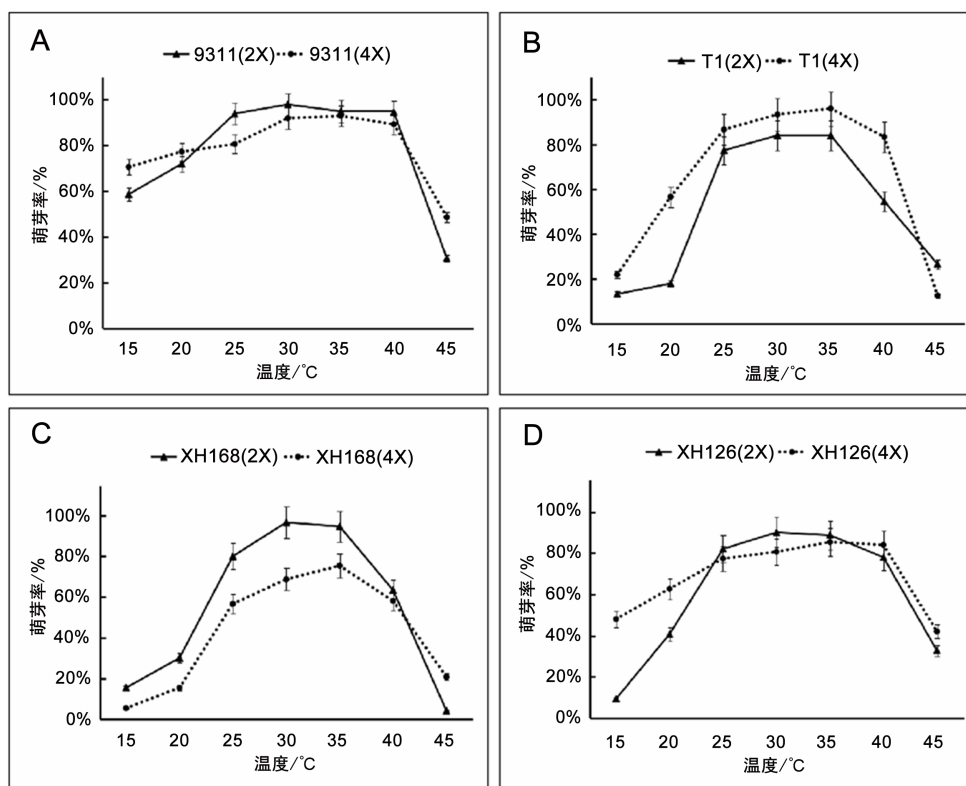


Figure 3. Effects of temperature on germination rate of rice seeds with different ploidy
图 3. 温度对不同倍性水稻种子萌芽率影响图

4. 讨论

种子萌发是水稻生产的基础，温度、水分、氧气是种子萌发的三要素。浸种是解除休眠、保证稻种萌发水分的常用方式，但浸种时间的长短会影响种子萌芽率[7]。浸种时间过短，种子吸水不足，种胚内部酶类等大分子物质和细胞器活化较慢，影响种子萌发[14] [15]。浸种时间过长，种子无氧呼吸严重，还会破坏细胞膜结构，使细胞内部水溶物外渗，同样影响萌芽率[16]。因此，合适的浸种时间是提高种子萌芽率的关键。四倍体水稻作为一个全新的稻种，籽粒巨大，与二倍体水稻差异显著。本研究表明，四倍体水稻吸水饱和的时间远远大于对应的二倍体水稻，至少需要 44 h 以上的浸泡时间才能饱和。而当四倍体水稻浸种时间为 48 h 左右时，萌发效果最好。

温度是影响种子萌发的另一重要因子。温度过低或过高都会抑制酶的活性或者导致酶变而影响种子的萌发[17] [18]。适宜的温度能够使种皮软化，打破种子休眠，促进种子吸水程度，加强酶促过程，使贮藏的养分能变成可溶性状态[19] [20] [21]。通过对不同环境温度条件下四倍体水稻与二倍体水稻的萌发特点研究，发现温度过高或过低都不利于种子萌发。四倍体和二倍体水稻均有最适的萌发温度，而四倍体水稻的最适萌发温度略高于二倍体水稻，以 35°C 左右最佳。

基金项目

湖北省自然科学基金资助项目(2018CFB633)和武汉市品牌农业发展计划项目。

参考文献

- [1] Stebbins, G.L. (1971) Chromosomal Evolution in Higher Plants. Edward Arnold Publishers Ltd., London, 85-171.

- [2] Masterson, J. (1994) Stomatal Size in Fossil Plants: Evidence for Polyploidy in Majority of Angiosperms. *Science*, **264**, 421-424. <https://doi.org/10.1126/science.264.5157.421>
- [3] 蔡得田, 袁隆平, 卢兴贵. 二十一世纪水稻育种新战略 II. 利用远缘杂交和多倍体双重优势进行超级稻育种[J]. 作物学报, 2001, 27(1): 110-116.
- [4] 宋文昌, 张玉华. 水稻四倍化及其对农艺性状和营养成分的影响[J]. 作物学报, 1992(2): 137-144.
- [5] 陈志勇, 吴德瑜, 宋文昌, 等. 同源四倍体水稻育种研究的近期进展[J]. 中国农业科学, 1987, 20(1): 20-24.
- [6] 蔡得田, 陈建国, 陈冬玲, 等. 两个具多倍体减数分裂稳定性的多倍体水稻品系的选育[J]. 中国科学, 2007, 37(2): 217-226.
- [7] 刘兵, 刘应胜, 李建德, 等. 不同浸种时间与催芽方法对泰优 398 种子发芽率的影响[J]. 种子, 2019, 38(3): 138-140.
- [8] 梁欢, 施先锋, 葛米红, 等. 不同处理对四倍体水稻种子发芽的影响[J]. 贵州农业科学, 2018, 46(5): 16-18.
- [9] 张玲, 刘辉, 刘勇, 等. 两个较低温度条件下棉花种子萌芽特性研究[J]. 棉花科学, 2018, 40(4): 39-42.
- [10] 袁廷庆, 符启位, 刘成平, 等. 浸种时间、催芽温度及药剂处理对苦瓜种子发芽的影响[J]. 热带农业科学, 2018, 38(6): 9-12.
- [11] 黄文静, 高静, 王楠, 等. 甘草种子萌发特性的研究[J]. 种子, 2018, 37(8): 12-15.
- [12] 吴凌云, 姚东伟, 霍文雨, 李明. 引发对不同温度下番茄种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 上海农业学报, 2018, 34(4): 65-68.
- [13] 张英侠, 张鑫, 王萌, 等. 巨胚水稻种子发芽和出苗条件研究[J]. 上海师范大学学报(自然科学版), 2017, 46(2): 304-310.
- [14] 吴晓亮, 辛萍萍, 张志娥, 等. 水稻种子室温贮藏最适合含水量及其热稳定蛋白的研究[J]. 中国农业科学, 2006, 39(11): 2214-2219.
- [15] 胡伟民, 胡晋, 宋文坚. 超干长期贮藏对不同类型水稻种生活力和活力的影响[J]. 中国水稻科学, 2003, 17(4): 379-382.
- [16] 严见方, 张移峰. 浸种方法对杂交水稻种子发芽率的影响[J]. 种子科技, 2000(6): 341-342.
- [17] 郑光华. 种子生理研究[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 706.
- [18] 刘君, 余山红, 黑银秀, 等. 冰菜种子采后处理技术和萌发温度的研究[J]. 中国农学通报, 2019, 35(14): 62-67.
- [19] Kumar, B., Verma, S.K. and Singh, H.P. (2011) Effect of Temperature on Seed Germination Parameters in Kalmegh (*Andrographis paniculata* Wall. ex Nees.). *Industrial Crops and Products*, **34**, 1241-1244. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.04.008>
- [20] Maraghni, M., Garai, M. and Neffati, M. (2010) Seed Germination at Different Temperatures and Water Stress Levels and Seedling Emergence from Different Depths of *Zizihus lotus*. *South African Journal of Botany*, **76**, 453-459. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2010.02.092>
- [21] 荣涛, 宁云芬, 朱杨帆, 等. 种皮处理、温度及赤霉素处理对跳舞草种子萌发的影响[J]. 农业研究与应用, 2019, 32(1): 32-35.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5507, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjas@hanspub.org