

## 水分胁迫对水稻生长的影响

王佩佩, 陈晓远\* (广东省韶关学院英东农业科学与工程学院, 广东韶关 512005)

**摘要** [目的]研究水分胁迫对水稻生长的影响。[方法]以水稻品种丰优一号为供试材料,采用不同铵硝营养配比作营养液,聚乙二醇(PEG-6000)模拟水分胁迫的方式,研究水稻叶片叶绿素含量、氮含量及株高。[结果]无论铵硝营养配比如何,正常水分条件下水稻叶绿素含量及氮含量都较水分胁迫及解除水分胁迫状态下的高,而水稻株高在水分胁迫条件下比正常水分条件下要高。[结论]不同配比的铵硝营养下水分胁迫对水稻叶片叶绿素含量、氮含量及株高有一定的影响,且影响不同。该研究为应对缺水现状,发展节水型水稻提供了基础资料。

**关键词** 水稻;叶绿素含量;氮含量;株高;水分胁迫;铵硝营养

**中图分类号** S511 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)25-012-02

## The Influence of Water Stress on Rice Growth

WANG Pei-pei, CHEN Xiao-yuan\* (School of Agricultural Science and Engineering, Shaoguan University, Shaoguan, Guangdong 512005)

**Abstract** [Objective] The aim was to study effects of water stress on rice growth. [Method] With rice variety Fengyou No. 1 as test material, using different ammonium nitrate nutrition ratio as nutrient solution, polyethylene glycol (PEG-6000) was used to simulate water stress mode, chlorophyll content, nitrogen content and plant height of rice was studied. [Result] No matter how is the ratio of ammonium nitrate nutrition, chlorophyll content, nitrogen content in rice under normal water conditions is higher than that in water stress and removal of water stress, plant height under water stress is higher than that in normal water conditions. [Conclusion] The influence of water stress on chlorophyll content, nitrogen content and plant height of rice is different under various ammonium nitrate nutrition ratio. The study can provide the basic data for development of water-saving rice in response to the current situation of water shortage.

**Key words** Rice; Chlorophyll content; Nitrogen content; Plant height; Water stress; Ammonium nitrate nutrition

目前我国人均水资源占有量较少<sup>[1]</sup>,农业用水量占用水总量的70%~80%<sup>[2]</sup>,其中水稻用水量占农业用水量的65%。水稻是我国的第二大粮食作物,约占粮食总产量的40%<sup>[3]</sup>,是世界上约50%人口的主粮。水稻具有水生、半水生和旱生的生物学特性,是比较适合现代缺水社会栽培的一种粮食作物。朱庆森<sup>[4]</sup>研究表明,旱生水稻的需水量仅为水生水稻的1/3,实施水稻节水栽培和旱作,能够节约大量的水资源。

氮素是水稻生长发育过程中必不可少的元素,主要分为铵态氮( $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ )和硝态氮( $\text{NO}_3^- - \text{N}$ )。不同配比的营养液将会对植物生理生化过程产生重要影响,表现在光合速率、株高、叶绿素、氮含量等方面<sup>[5]</sup>。淹水稻是较喜铵的,但是在干旱条件时,水稻的呼吸氧化酶是以黄酶为主,有效促进了水稻对硝态氮的吸收利用<sup>[6]</sup>。水稻旱作后,土壤最主要的变化就是从以铵态氮为主变成以硝态氮为主<sup>[7]</sup>。近年来的一些研究表明,单一的供应铵态氮或者硝态氮对植物生长是不利的,即使在淹水条件下,水稻对铵态氮和硝态氮也都是有所需求的<sup>[8]</sup>。虽然现在对于植物生理生化以及旱作方式的研究比较多,对于不同配比铵硝营养肥料的配制方法也很多,但是由于植物的生理生化过程比较复杂,目前并没有得出统一的答案。笔者以不同铵硝营养配比作营养液,聚乙二醇(PEG-6000)模拟水分胁迫的方式,研究水分胁迫对水稻生长的影响。

## 1 材料与方

**1.1 材料** 试验水稻品种为丰优一号,种子是在当地市场

购买。

**1.2 试验设计与方法** 首先,将买来的种子清洗干净,再将洗净的种子用30%  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液浸泡15 min,用水洗净,之后用0.2 mmol/L  $\text{CaSO}_4$  溶液浸泡种子24 h,将浸泡后的种子取出后在恒温箱(LRH-500)中催芽24 h,待水稻幼苗长到1~2 cm时,将水稻幼苗移入人工气候箱(LRH-800-GS)中进行砂培育苗。待培养至三叶一心时期后,将长势良好、生长比较一致的水稻幼苗移栽到打好孔的PVC板上培育,采用的营养液母液配方见表1。母液配制时物质相互之间会发生作用,产生沉淀,在操作时要注意添加顺序。营养液是将母

表1 营养液母液配方

Table 1 The mother liquor formula of nutrient solution g/L

成分 Components	含量 Content
大量元素(200倍) Major element(200 times)	
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	81.13
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	8.79
$\text{K}_2\text{SO}_4$	12.20
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	67.44
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	29.34
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	37.73
微量元素(800倍) Microelement(800 times)	
$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1.440 9
$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$	0.042 2
$\text{H}_3\text{BO}_3$	0.915 2
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.035 2
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.031 4
微量元素(500倍) Microelement(500 times)	
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	4.98
$\text{Na}_2\text{EDTA}$	6.67
$\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	14.21

**基金项目** 广东省自然科学基金项目(2014A030307013)。

**作者简介** 王佩佩(1993-),女,河南驻马店人,本科生,专业:园艺。  
\*通讯作者,教授,博士,从事作物高效施肥、水分管理、土壤等方面的研究。

**收稿日期** 2016-04-27

液按照一定比例加入,每加入 1 种母液都要加入一定的蒸馏水,再加入下 1 种母液,以防止产生沉淀。

试验共设置 10 个处理,前 5 组为正常的水分处理,后 5 组模拟水分胁迫条件(每组加入 50 g/L PEG-6000)。正常水分和水分胁迫条件下配制的营养液中的铵、硝营养均分为 5 个配比 100:0、75:25、50:50、25:75、0:100(mL)。培养期间,营养液每 2 d 更换 1 次,水分胁迫从水稻幼苗开始出现三叶一心的时期进行。

**1.3 测定指标及方法** 试验用 SPAD 来代替叶绿素含量,采用叶绿素仪来测定,每组测量 3 组数据,求平均值,解除水分胁迫后再培养 24 h,测解除胁迫后的数值。氮含量也采用叶绿素仪测量,重复测定 3 次,取平均值,解除水分胁迫后再培养 24 h,测解除胁迫后的数值。水稻株高是从地上茎底部到植株顶部的距离,每组选择 3 株长势相同的水稻苗,利用直尺测量,取平均值。

## 2 结果与分析

**2.1 不同铵、硝营养下水分胁迫对水稻叶片叶绿素含量的影响** 在正常水分作用下,不同铵硝比处理水稻叶绿素含量大小的顺序为 100:0、75:25、50:50、25:75、0:100(mL),由此可见正常情况下叶绿素含量增长是有规律的。由表 2 可知,水分胁迫后,叶绿素含量变化是无规律的,铵硝比 0:100(mL)处理的水稻叶片叶绿素含量最高,100:0(mL)处理的水稻叶片叶绿素含量最低,75:25、50:50、25:75(mL)处理的含量居中。在解除水分胁迫之后,可以看到叶绿素含量的变化是比较明显的,相较于水分胁迫时 100:0(mL)处理的含量最低,解除后叶绿素含量变为最高,而含量最低的是 25:75(mL)处理,75:25、50:50、0:100(mL)处理时的含量居中。解除胁迫后,叶片叶绿素含量比水分胁迫时都要高。

表 2 不同铵、硝营养下水分胁迫对水稻叶片 SPAD 的影响

Table 2 Effects of water stress on rice leaf SPAD under different ammonium and nitrate nutrition

铵硝比 Ammonium / nitrate ratio//mL	水分胁迫 Moisture stress	解除水分胁迫 Removal of water stress
100:0	38.2	49.2
75:25	43.5	48.4
50:50	45.2	48.9
25:75	44.1	44.5
0:100	45.5	46.7

**2.2 不同铵、硝营养下水分胁迫对水稻叶片氮含量的影响** 在正常水分条件下,不同铵硝比处理下的水稻叶片氮含量均比水分胁迫下的氮含量高。由表 3 可知,在水分胁迫和解除水分胁迫的情况下都是 0:100(mL)处理时的氮含量最高。解除水分胁迫后与水分胁迫处理的氮含量变化不是很明显,水分胁迫时,100:0、25:75、50:50(mL)处理的氮含量较少,75:25(mL)处理时的氮含量居中;解除水分胁迫后,75:25、0:100(mL)处理时的氮含量较高,100:0(mL)处理时的氮含量较低,50:50、25:75(mL)处理时的氮含量

居中。

表 3 不同铵、硝营养下水分胁迫对水稻叶片氮含量的影响

Table 3 Effects of water stress on rice leaf nitrogen content under different ammonium and nitrate nutrition

铵硝比 Ammonium / nitrate ratio//mL	水分胁迫 Moisture stress	解除水分胁迫 Removal of water stress
100:0	3.3	3.4
75:25	3.6	3.6
50:50	3.4	3.5
25:75	3.3	3.5
0:100	3.8	3.6

**2.3 不同铵、硝营养下水分胁迫对水稻株高的影响** 由表 4 可知,无论是水分胁迫还是正常水分供应下,铵硝比为 75:25(mL)处理的水稻株高都是最高的,而 100:0(mL)处理的水稻株高都是最低的,在同一铵硝比的条件下,正常水分与水分胁迫对株高的影响不同,而且水分胁迫处理水稻幼苗株高较正常水分条件下所培育出的高。

表 4 不同铵、硝营养下水分胁迫对水稻株高的影响

Table 4 Effects of water stress on rice plant height under different ammonium and nitrate nutrition

铵硝比 Ammonium / nitrate ratio//mL	水分胁迫 Moisture stress	正常水分条件 Normal moisture condition
100:0	19.8	17.6
75:25	22.5	19.5
50:50	21.9	19.1
25:75	21.1	18.7
0:100	20.7	18.0

## 3 结论

根据研究结果可以看出,铵硝营养下水分胁迫对水稻叶片叶绿素含量、氮含量及株高都有一定的影响,且影响不同。

(1)在铵硝营养配比不同的条件下,水分胁迫对水稻叶片叶绿素含量、氮含量及株高有明显影响。在铵硝营养配比相同的条件下,水稻叶片叶绿素含量、氮含量及株高在水分胁迫与解除水分胁迫后还是有一定变化的。

(2)无论铵硝营养配比如何,正常水分条件下水稻叶绿素含量及氮含量都较水分胁迫及解除水分胁迫状态下的高,而水稻株高在水分胁迫条件下比正常水分条件下要高。由此可见,水稻株高并没有受到水分条件的影响。

(3)在正常水分条件下,水稻叶片叶绿素含量的变化是有规律的,铵硝比 50:50(mL)处理时含量最高,但在水分胁迫下水稻叶绿素含量是无规律的,水稻叶片叶绿素含量在铵硝比 0:100(mL)处理时最高,在 100:0(mL)处理时含量最低,解除水分胁迫之后叶绿素含量在铵硝比 100:0(mL)处理时最高,在 75:25(mL)处理时最低。

(4)在正常水分条件下,水稻叶片中氮含量最高是铵硝比 100:0(mL)处理,在水分胁迫状态下,氮含量在铵硝比 0:100(mL)处理时较高,在 100:0、25:75(mL)处理时最低;在

(下转第 17 页)

成因素中,母本的有效穗数和千粒重与父本的生长没有直接的关系,只有穗粒数与父本的生长有直接的关系,当父母本花期相遇很好时,母本的结实率越高,穗粒数越多,从而保证制种产量越高。因此,所有的栽培措施均必须围绕提高母本的穗粒数(结实率)进行,穗粒数越多则产量越高。该研究表明,制种产量只与穗粒数有极显著的正相关关系,与有效穗数和千粒重无显著相关关系。在栽培技术中,父母本行比是影响制种产量的关键因素之一。奚亚军等<sup>[16]</sup>研究表明,父母本不同行比配置对不育系产量的影响以1:3行比产量最高。聂迎彬等<sup>[15]</sup>研究表明,在父母本行比为2:2~2:6时,行比越大,产量越高。孙琪等<sup>[14]</sup>认为父母本行比为2:4~2:10时,母本的株高、穗长、小穗数、小花数变化均不大,但结实率变化明显,以2:5结实率最高。该试验的研究结果与前人的研究结果一致,在重庆地区的气候条件下,适宜的父母本种植行比应为2:5~2:6。奚亚军等<sup>[16]</sup>研究表明,父母本行比对繁殖不育系结实率的影响有极显著差异,以父母本行比为1:1的结实率最高,父母本行比为1:2的结实率次之,父母本行比为1:3的结实率最低,可见,随着不育系种植比例的增加,不育系的结实率呈下降趋势。这与该试验结果不一致,分析原因可能是繁殖三系不育系时,父母本株高一样,不利于父本授粉,远离父本的母本接受花粉的机会更少,从而影响结实率。

土壤中氮素养分含量状况直接影响小麦的生长发育和产量高低。关于氮肥的用量问题诸多学者进行了大量的研究,积累了丰富的资料<sup>[6,17-20]</sup>。有研究表明适当增加施氮量可显著提高小麦子粒产量并改善子粒品质。但这些研究主要是针对小麦品种的高产栽培措施,未对小麦制种产量进行研究。该试验研究结果表明,氮肥施用量在450 kg/hm<sup>2</sup>以下时,小麦制种产量随氮肥的施用量的增加而增加,这与前人在小麦高产施肥研究中的结论一致。该试验的最高氮肥施用量是450 kg/hm<sup>2</sup>,田间调查结果显示,小麦存在倒伏现象,可见在生产上再提高氮肥施用量存在倒伏的风险。

穗粒数是影响制种产量最大的构成因素,提高母本的穗

粒数就能提高制种产量。综合父母本行比和氮肥施用量对制种产量及其构成因素的影响来看,西南112制种的最佳处理是父母本行比为2:5~2:6、氮肥施用量为300~450 kg/hm<sup>2</sup>。

### 参考文献

- [1] 赵昌平. 中国杂交小麦研究现状与趋势[J]. 中国农业科技导报, 2010, 12(2): 5-8.
  - [2] 庞启华, 黄光永, 彭慧儒, 等. 温光型两系杂交小麦MS1及其高产制种技术研究[J]. 西北农业学报, 2002, 11(1): 37-40.
  - [3] 周维, 张改生, 刘宏伟, 等. 杂种小麦“西杂一号”高效制种技术的研究[J]. 西北农业学报, 2002, 11(1): 41-43.
  - [4] 杨木军, 李绍祥, 刘琨, 等. 云南温光敏两系杂交小麦制种技术研究[J]. 麦类作物学报, 2006, 26(4): 27-31.
  - [5] 任勇, 李生荣, 陶军, 等. 温光型两系杂交小麦绵杂麦168制种技术研究[J]. 麦类作物学报, 2011(1): 30-34.
  - [6] 王月福, 于振文, 李尚霞, 等. 氮素营养水平对小麦开花后碳素同化、运转和产量的影响[J]. 麦类作物学报, 2002, 22(2): 55-59.
  - [7] 吴中伟, 樊高琼, 王秀芳, 等. 氮肥运筹对四川丘陵区机播套作小麦群体质量及产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2012, 18(1): 18-26.
  - [8] 谭昌华, 余国东, 杨沛丰, 等. 重庆温光型小麦的不育性研究初报[J]. 西南农业学报, 1992, 5(4): 1-5.
  - [9] 何觉民, 戴君惕, 邹应斌, 等. 生态遗传雄性不育理论与两系杂交植物. 生态遗传雄性不育理论[J]. 湖南农学院学报, 1994(1): 1-5.
  - [10] 黄寿松, 李万隆, 徐洁, 等. 蓝标型小麦核雄性不育、保持系的选育研究[J]. 作物学报, 1991(2): 81-87.
  - [11] 王鹏科, 侯文胜, 杨智全. VE型小麦不育-保持系的细胞遗传学研究[J]. 西北植物学报, 1999(4): 648-653.
  - [12] 袁明璐, 王世红, 周宽基. 甘肃省春小麦杂种优势利用研究进展[J]. 甘肃农业科技, 2007(7): 32-35.
  - [13] 李中安. 一种以蓝粒为标记性状的两系法杂交小麦的选育方法: 200610042629.8[P]. 2006-09-06.
  - [14] 孙琪, 周桂萍, 李尚义, 等. 杂种小麦三系制种的增产途径[J]. 安徽农业科学, 1997, 25(4): 314-316.
  - [15] 聂迎彬, 韩新年, 田笑明, 等. 影响小麦杂交制种产量因素的研究进展[J]. 安徽农学通报, 2007(1): 74-76.
  - [16] 奚亚军, 刘曙东, 胡银岗, 等. K型杂交小麦不育系繁殖技术研究[J]. 西北农业学报, 2000(4): 14-17.
  - [17] 许轲, 张洪程, 葛鑫, 等. 施肥方式对中筋小麦陕农229产量及品质的影响[J]. 扬州大学学报, 2004(4): 25-29.
  - [18] 叶优良, 韩燕来, 王文亮, 等. 高产小麦氮肥施用研究进展[J]. 中国农学通报, 2006(9): 264-267.
  - [19] 樊高琼, 吴中伟, 郑亭, 等. 氮肥运筹对四川丘陵旱地带状种植小麦碳素同化、运转和产量的影响[J]. 水土保持学报, 2012(3): 238-243.
  - [20] 曹倩, 贺明荣, 代兴龙, 等. 密度、氮肥互作对小麦产量及氮素利用效率的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2011(4): 815-822.
- (上接第13页)
- 解除水分胁迫之后, 铵硝比75:25, 25:75(mL)处理时氮含量最高, 100:0(mL)处理时最低。
- 该研究是在前人研究的基础上进行的, 由于地域限制及品种本身的差异, 与前人的研究结果不尽相同。在现代水资源短缺、全球气候变暖的社会大环境下, 发展节水型水稻已经成为我国发展的重中之重, 抗旱型水稻成为研究的关键之一。虽然人们对于这一现状认识比较深入, 但是相关研究比较缺失, 没有得出明确的结果, 因而需要更加深入的研究, 筛选出适合现代社会环境现状发展的水稻品种, 缓解世界上目前水资源短缺和粮食问题紧张的现状。
- ### 参考文献
- [1] 武敏. 我国水资源的现状及利用问题研究[J]. 新乡学院学报(社会科学版), 2011, 25(3): 25-27.
  - [2] 刘继艳, 陈长富, 卢朝旺. 浅析我国水资源现状及节水的必要性和途径[J]. 农村经济与科技, 2009, 20(4): 56-57.
  - [3] 朱庆森. 水稻节水栽培研究论文集[C]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 1995.
  - [4] 全瑞兰, 王青林, 马汉云, 等. 干旱对水稻生长发育的影响及其抗旱研究进展[J]. 中国种业, 2015(9): 12-14.
  - [5] 赵正宜, 迟道才, 刘宗琦, 等. 水分胁迫对水稻生长发育影响的研究[J]. 沈阳农业大学学报, 2000, 31(2): 214-217.
  - [6] 陈书强, 李金峰, 郑桂萍, 等. 水分胁迫对水稻生长发育影响的研究进展[J]. 垦殖与稻作, 2004(5): 12-15.
  - [7] 岳亚鹏, 李勇, 薛琳, 等. 不同供氮形态对旱作水稻生长和养分吸收的影响[J]. 中国水稻科学, 2008, 22(4): 405-410.
  - [8] 张辰明, 徐焯红, 赵海娟, 等. 不同氮素形态对水稻苗期氮素吸收和根系生长的影响[J]. 南京农业大学学报, 2011, 34(3): 72-76.
  - [9] 宋娜, 郭世伟, 沈其荣, 等. 不同氮素形态及水分胁迫对水稻苗期水分吸收、光合作用及生长的影响[J]. 植物学通报, 2007, 24(4): 477-483.