

# 面对未来 CO<sub>2</sub> 浓度升高环境下水稻生产的思考<sup>\*</sup>

王立志

(黑龙江省农科院耕作栽培所, 哈尔滨 150086)

**摘要:** 通过分析探讨国内外关于高 CO<sub>2</sub> 浓度环境下水稻生长发育的研究现状, 提出面对未来大气 CO<sub>2</sub> 浓度升高我们在水稻生产上应采取的措施。

**关键词:** CO<sub>2</sub> 浓度; 水稻; 生长发育; 对策

中图分类号: S 511.047 文献标识码: A 文章编号: 1002—2767(2002)05—0039—02

## Thinking on the Rice Production under the Environment of Increasing CO<sub>2</sub> Concentration in the Future

WANG Li-zhi

(Crop Cultivation Research Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086)

**Abstract:** By analyzing and seeking the research situation of rice growth and development under the environment of high CO<sub>2</sub> concentration in all over the world, what measures should be taken to rice production in the future was advanced in this paper.

**Key words:** CO<sub>2</sub> concentration; rice; growth and development; measures

随着工业的发展, 石油燃料的增加和自然植被的破坏, 大气的 CO<sub>2</sub> 浓度逐年升高。1958 年大气 CO<sub>2</sub> 浓度为 315  $\mu\text{mol/mol}$ , 而到 1984 年大气 CO<sub>2</sub> 浓度升到了 345  $\mu\text{mol/mol}$ , 26 年间增长了近 10%。据有关专家预测, 大气 CO<sub>2</sub> 浓度正以每年 1  $\mu\text{mol/mol}$  的速度递增, 到本世纪中叶, 大气 CO<sub>2</sub> 浓度将增加 1 倍, 达到 600  $\mu\text{mol/mol}$  以上。由于 CO<sub>2</sub> 分子的特殊性, 大气 CO<sub>2</sub> 浓度增加 1 倍, 温度效应结果将使全球的平均气温增加 1.5~4.2  $^{\circ}\text{C}$ <sup>[1]</sup>。全球温度的变化势必引起降雨量的变化, 温度和降雨量的变化则对植被的分布和作物的生长产生重大影响。因此, 模拟未来高 CO<sub>2</sub> 浓度环境, 研究地球植被及作物生长发育的变化规律已成为迫在眉睫的课题, 将为人类适应未来地球环境提供重要科学依据。

### 1 国内外研究动态

#### 1.1 CO<sub>2</sub> 浓度升高对水稻 Rubisco 的影响

Rubisco(二磷酸核酮糖羧化酶)是参与植物碳同化的关键酶, 控制着 CO<sub>2</sub> 的固定, Rubisco 的蛋白含量及酶活性的大小直接影响光合作用的强度。国内外的很多研究结果表明, 大气 CO<sub>2</sub> 浓度的升高会

影响水稻的 Rubisco 活性。Makino<sup>[8]</sup>的研究结果认为, 长时期置于 CO<sub>2</sub> 富集环境下, 会使水稻叶片 Rubisco 蛋白含量减少。而 Tang<sup>[9]</sup>的实验结果表明, CO<sub>2</sub> 浓度倍增两周后水稻的 Rubisco 蛋白含量及酶活性均较正常 CO<sub>2</sub> 浓度的高。Vu Jcu<sup>[10]</sup>则得出相反结果, 认为高 CO<sub>2</sub> 浓度会使 Rubisco 的蛋白含量和酶活性降低。Gesch<sup>[1]</sup>的试验结果表明, 将水稻幼苗从正常 CO<sub>2</sub> 浓度接到高 CO<sub>2</sub> 浓度后 8 d, Rubisco 活性及总蛋白含量都有所增加。刘大永等人<sup>[3]</sup>的研究认为水稻幼苗期在高 CO<sub>2</sub> 浓度下生长, Rubisco 活性增强。

以上的研究结果表明, 环境 CO<sub>2</sub> 浓度的升高对水稻的 Rubisco 蛋白含量及活性均有显著影响。但由于研究目的、方法和测定时间等的差异, 得出的结论也各不相同, 有的甚至互相矛盾。总的趋势是, CO<sub>2</sub> 浓度升高后一定时期内水稻的 Rubisco 蛋白含量及活性均增加<sup>[2, 9, 11]</sup>, 而长期处于较高 CO<sub>2</sub> 浓度环境中, Rubisco 蛋白含量及活性会降低<sup>[8, 10]</sup>。长期处于 CO<sub>2</sub> 浓度升高的环境中, Rubisco 活性及含量下降与总叶片氮含量有关, 这可能是由于长期处于高

\* 收稿日期: 2001—10—29

作者简介: 王立志(1972—), 男, 黑龙江省讷河市人, 助理, 从事作物生理研究。

CO<sub>2</sub> 浓度条件下影响水稻植株的氮分配和转移有关。

### 1.2 CO<sub>2</sub> 浓度升高对水稻光合作用的影响

CO<sub>2</sub> 是光合作用固定 CO<sub>2</sub> 的底物,直接影响到光合作用强度和光合产物的产量。Makino<sup>[8]</sup>的研究结果认为 CO<sub>2</sub> 浓度倍增(70Pa)条件下水稻光合势较高。Vu Jcu<sup>[3]</sup>试验研究指出,增加 CO<sub>2</sub> 浓度可使水稻净光合率提高。林伟宏等人<sup>[2]</sup>的研究也得出相同的结论。Tang<sup>[9]</sup>指出在 CO<sub>2</sub> 浓度升高第 1 天水稻光合作用速率升高 45.4%,而在 1 周和 2 周后却分别降低 13.7%和 21.1%。Peng<sup>[13]</sup>的试验结果表明,某些品种水稻在高 CO<sub>2</sub> 浓度条件下的光合放氧比对照高,而另一些品种则比对照低。

从以上的结果可看出,多数人认为提高大气 CO<sub>2</sub> 浓度可提高光合强度,但也有人认为在一定条件下(不同水稻品种或置于高 CO<sub>2</sub> 浓度条件下较长时间)<sup>[9,13]</sup>高 CO<sub>2</sub> 浓度反而会降低光合作用。与光合作用强度直接相关的是细胞间隙的 CO<sub>2</sub> 浓度,当外界大气 CO<sub>2</sub> 浓度升高时,通过气孔扩散进入细胞间隙的 CO<sub>2</sub> 也会随之增多,因底物的增多也就使光合作用固定 CO<sub>2</sub> 的反应加强。长期处于高 CO<sub>2</sub> 浓度条件下,水稻的光合强度降低可能与光合产物的反馈抑制有关,即光合产物的库源平衡失调造成运输障碍,碳水化合物大量积累,以至形成反馈抑制。

### 1.3 CO<sub>2</sub> 浓度升高对水稻生长发育及产量的影响

CO<sub>2</sub> 浓度升高对水稻光合作用有显著影响,也必然对水稻的生物产量及子粒产量产生影响,但有关 CO<sub>2</sub> 浓度升高对水稻产量影响的研究却很少。其中大多数的研究认为高 CO<sub>2</sub> 浓度可以促进水稻生长,其最终总生物量增加<sup>[3,4,5,9,10,12,14]</sup>、子粒产量也增加<sup>[4,14]</sup>。也有人认为增加 CO<sub>2</sub> 浓度对水稻的生物量没有影响<sup>[8]</sup>;而 Peng<sup>[13]</sup>的研究结果表明高 CO<sub>2</sub> 浓度下一些水稻品种的干物质增加,另一些品种的干物质下降。林伟宏<sup>[5]</sup>等人的研究认为 CO<sub>2</sub> 浓度升高对水稻分蘖、生物量都有显著促进作用,却没有增加产量。方娟等人<sup>[6]</sup>利用数学模型研究模拟未来高 CO<sub>2</sub> 浓度环境下水稻产量时指出,在未来 CO<sub>2</sub> 浓度升高环境下江苏省水稻产量可能不会有明显下降。而郑志明<sup>[7]</sup>运用数学模型研究浙江水稻产量在未来高 CO<sub>2</sub> 浓度环境下的变化时认为,根据不同模型预测浙江省全年水稻产量将分别增加 9.53%(GFDL)、8.92%(GISS)和 0.04%(UKMO)。

综上所述,CO<sub>2</sub> 浓度升高能够促进水稻的生长发育及干物质形成,但水稻的产量却没有提高。这可能也与长期处于高 CO<sub>2</sub> 浓度条件下会引起光合产物的反馈抑制有关,因而造成同化物的运输障碍和分配失调。因此,研究高 CO<sub>2</sub> 浓度条件下的同化物运输和分配规律可能会给提高未来高 CO<sub>2</sub> 浓度环境下的水稻产量提供思路。

从国内外对高 CO<sub>2</sub> 浓度环境下水稻生长发育的研究可以看出,大气 CO<sub>2</sub> 浓度升高对水稻生长发育有很大影响。一般认为环境 CO<sub>2</sub> 浓度升高有利于水稻的生长发育,但长期处于高 CO<sub>2</sub> 浓度环境中可能抑制水稻的生长发育。由于伴随着未来大气 CO<sub>2</sub> 浓度升高,环境温度和降雨量也会产生相应的变化,所以单纯地研究 CO<sub>2</sub> 浓度对水稻的影响对适应未来水稻生产没有太大现实意义,研究 CO<sub>2</sub> 浓度升高与温度和降雨量相结合是人类适应未来水稻生产的迫在眉睫的课题,对人类适应未来环境具有重大意义。

## 2 适应未来 CO<sub>2</sub> 浓度升高环境的水稻生产对策

2.1 不同的水稻品种对环境 CO<sub>2</sub> 浓度升高的反应也不同,我们应积极地选择和培育适合于高 CO<sub>2</sub> 浓度条件下栽培的水稻品种,这将为人类适应未来高 CO<sub>2</sub> 浓度环境提供基本的粮食保障。

2.2 不同水稻品种和不同的环境条件就应有相应的耕作栽培技术与之相适应,研究适于未来高 CO<sub>2</sub> 浓度环境下水稻品种栽培的耕作栽培技术将成为人类征服自然的根本出路。

2.3 应更加深入细致地研究高 CO<sub>2</sub> 浓度环境下水稻的生长发育特点,探讨影响高 CO<sub>2</sub> 浓度环境下水稻光合作用及光合产物运输和分配机理,将给未来水稻高产优质品种的选育和栽培技术的选择提供科学的理论依据。

2.4 深入研究和开发利用化工产品,以提高高 CO<sub>2</sub> 浓度环境下的水稻光合作用强度和协调光合产物的运输与分配,达到优质高产的目的。

### 参考文献:

- [1] 李亚波. 试论 CO<sub>2</sub>、气候、植被的关系[J]. 农业与技术, 1997, 101(6): 56-57.
- [2] 林伟宏. 大气 CO<sub>2</sub> 增加对水稻光合作用、蒸腾及水分利用率的影响[J]. 生态农业研究, 1996, 4(2): 40-43.
- [3] 刘大永. 大气中 CO<sub>2</sub> 含量对水稻种子萌发和幼苗生长的生理

寒地稻区稻草还田培肥地力技术

慕永红<sup>1</sup>, 曹书恒<sup>1</sup>, 顾春梅<sup>1</sup>, 陆 斌<sup>2</sup>, 李世臣<sup>3</sup>

(1. 黑龙江省农垦科学院水稻研究所, 佳木斯 154025; 2. 浓江农场 156335; 3. 856 农场 158418)

**摘要:** 概述了稻草直接还田的适宜量, 化肥施用量、施用比例、田间管理方式, 机械粉碎、高留茬及耕整地机具、作业标准; 介绍了快速堆腐有机肥方法, 提出方便可行的寒地稻草还田培肥地力技术。  
**关键词:** 寒地; 水稻秸秆; 机械还田; 堆腐还田

中图分类号: S 511. 06      文献标识码: B      文章编号: 1002—2767(2002)05—0041—04

Technique of Enriching the Fertility of Paddy Field  
by Returning Haulm

MU Yong-hong<sup>1</sup>, CAO Shu-heng<sup>1</sup>, GU Chun-mei<sup>1</sup>, LU Bin<sup>2</sup>, LI Shi-chen<sup>3</sup>

(1. The Rice Research of Land Reclamation Academy of Heilongjiang Province, Jiamusi 154025; 2. N-ongjiang Farm 156355; 3. 856 Farm 158418)

**Abstract:** The appropriate haulm quantity, the amount and proportion of fertilizers, field management mode, stuble height and machine working standard were summarized in this paper. The method of making manure was introduced, and it also brought forward the technique of enriching the fertility of paddy by returning haulm to field in cold region.

**Key words:** cold region; rice haulm; return haulm to field by machine; return to field after ferment

\* 收稿日期: 2002—04—12  
基金项目: 农业部“九五”重点科研项目(垦 02—02—14)。  
谢辞: 黑龙江八一农垦大学汤树德教授和农垦科学院徐一戎研究员在本项目研究中给予多方面指导, 在此表示感谢。  
第一作者简介: 慕永红(1968—), 女, 黑龙江省密山县人, 助理研究员, 学士, 从事土壤肥料研究。

效应[J]. 陕西农业大学学报, 1996, 18(4), 343-345.

[4] 付凯. 大气 CO<sub>2</sub> 倍增对水稻生长和发育的影响[J]. 生态农业研究, 1993, 1(2): 81-83.

[5] 林伟宏. 大气 CO<sub>2</sub> 升高对水稻生长及同化物分配的影响[J]. 科学通报, 1998, 43(21): 2299-2302.

[6] 方娟. CO<sub>2</sub> 倍增时江苏省主要粮食作物产量及生育期的变化[J]. 中国农业气象, 1992, 13(1): 28-29.

[7] 郑志明. 未来 CO<sub>2</sub> 浓度增加和相应增温对水稻产量影响的模拟—以浙江省为例[J]. 应用生态学报, 1998, 9(1): 79-83.

[8] Makino A. Photosynthesis, plant growth and N allocation in transgenic rice plants with decreased rubisco under CO<sub>2</sub> enrichment[J]. Experimental botany, 2000, 51: 383-389.

[9] Tang Ruhang. Effect of double atmospheric CO<sub>2</sub> concentration on rice photosynthesis and rubisco[J]. Rice research newsletter, 1999, 7(4): 7-8.

[10] Vu Jcv. Elevated CO<sub>2</sub> and water deficit effects on photosynthesis, ribulose biphosphate carboxylase-oxygenase, and carbohydrate metabolism in rice[J]. Physiologia plantarum, 1998, 103(3): 327-339.

[11] Gesch RW. Changes in growth CO<sub>2</sub> result in rapid adjustments of ribulose-1, 5-bisphosphate carboxylase/oxygenase small subunit gene expression in expanding and mature leaves of rice[J]. Plant physiology, 1998, 118(2): 521-529.

[12] Aben SK. Nitrogen requirements for maximum growth and photosynthesis of rice, Oryza sativa L. Cv. Jarrah grown at 36 and 70 Pa CO<sub>2</sub>, [J]. Plant Physiology (Australian Journal), 1999, 26(8): 759-766.

[13] Peng Changlian. Response of rice photosynthesis to CO<sub>2</sub> enrichment[J]. Acta Phytophysiological Sinica, 1998, 24(3): 272-278.

[14] Moya TB. Growth dynamics and genotypic variation in tropical, field-grown paddy rice (Oryza sativa L.) in response to increasing carbon dioxide and temperature[J]. Global Change Biology, 1998, 4(6): 645-656.

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