

CO₂ 对冬小麦和大豆籽粒成分的影响*

高素华 王春乙

(中国气象科学研究院, 北京 100081)

摘要 采用开顶式气室对冬小麦、大豆进行不同 CO₂ 浓度处理, 用紫外可见光光度计、蛋白质分析仪、气相色谱仪、YG-2 脂肪提取器和半自动定氮仪等对成熟后冬小麦、大豆籽粒进行成分分析。结果表明, CO₂ 浓度升高对大豆籽粒粗蛋白、粗脂肪含量均有正效应, 随 CO₂ 浓度升高大豆籽粒不饱和酸含量增加, 饱和酸减少。CO₂ 浓度变化对冬小麦籽粒粗蛋白、赖氨酸的影响比较复杂, 就蛋白质、赖氨酸 2 项指标, 当大气中 CO₂ 浓度增加 1 倍, 对目前冬小麦品种的籽粒品质的影响是负效应。

关键词 开顶式气室, CO₂ 浓度, 籽粒成分, 冬小麦, 大豆。

近年来, 国内外关于大气中 CO₂ 含量的增加对作物生长发育和农业生产的影响有不少研究成果, 但关于 CO₂ 浓度的增加对作物籽粒成分的影响研究不多, 尤其国内。该研究利用自行设计的 OTC-1 型开顶式气室^[1]对冬小麦、大豆进行长时期不同 CO₂ 浓度处理的接触试验, 对其籽粒进行成分分析。试验结果对目前发展“两高一优”农业还是有参考价值, 并为今后农业发展进行决策提供了资料依据。

1 试验方法

试验于 1992—1993 年在中国气象科学院农业气象研究中心固城试验基地进行。采用自行设计的 OTC-1 型开顶式气室。

大豆试验在 3 个气室中进行, 设置 1 个对照气室, 2 个处理气室, 其处理气室 CO₂ 浓度分别为 500×10^{-6} 、 700×10^{-6} , 对照为只通风而不通供试气体, 每天供气 7h (09:00—16:00); 冬小麦试验在 5 个气室中进行, 处理气室 3 个, 分别为 500×10^{-6} (7h 通气)、 700×10^{-6} (7h 通气)、 700×10^{-6} (24h 通气), 对照 2 个, 一个为 7h 通风, 另一个为 24h 通风。各气室结构、风机、过滤系统完全相同, 经实测, 各气室内气象要素 (温度、湿度) 变化基本一致^[2]。该项试验是属 CO₂ 浓度处理的单要素控制试验。

供试大豆、冬小麦均采用盆栽。花盆顶口直径 36cm, 深 26cm, 盆内土壤质地相同, 水肥适

宜, 生育期管理方法相同, 大豆每盆均匀定值 5 株, 冬小麦每盆定植 9 株。大豆 6 月 10 日播种, 7 月 21 日移入气室 (正值开花始期), 9 月 25 日收获, 共 63d。

冬小麦于 1992 年 10 月 1 日播种, 品种为京冬 6 号, 次年 4 月 5 日移入气室, 4 月 6 日开始供气, 6 月 3 日停止供气, 6 月 7 日收获。

籽粒成分由农业部谷物品质监督检验测试中心进行检测。采用的控制仪器为: 紫外可见光光度计、蛋白质分析仪、气相色谱仪、YG-2 脂肪提取器, 半自动定氮仪等。测定了大豆粗蛋白、粗脂肪、棕榈酸、硬脂酸、油酸、亚油酸、亚麻酸; 冬小麦的籽粒含水量、粗蛋白、粗淀粉、赖氨酸。

2 结果分析

2.1 CO₂ 浓度对大豆籽粒成分含量的影响

2.1.1 浓度对大豆籽粒粗蛋白和粗脂肪的影响

CO₂ 浓度增加, 大豆粗蛋白 (干基)、粗脂肪均呈增加趋势 (表 1)。

表 1 CO₂ 浓度对大豆粗蛋白、粗脂肪的影响¹⁾

处理	粗蛋白 (干基) (g)	粗脂肪 (g)
500×10^{-6}	40.75	20.77
700×10^{-6}	41.02	21.51
对照	41.02	22.11

1) 每 100g 的含量

• 国家“八五”科技攻关课题

收稿日期: 1994-01-09

2.1.2 CO₂ 浓度对大豆脂肪酸的影响

CO₂ 浓度升高,大豆籽粒中不饱和酸含量有所增加(表 2)。500×10⁻⁶处理的大豆籽粒不饱和酸比对照增加 4%左右,700×10⁻⁶处理增加 5%。不饱和酸含量高的油脂,碘值(100g 脂肪吸收碘的 g 数称为碘值)也高,碘含量愈高的油脂,它的干燥性能也愈好。由表 2 还可以看出,大豆籽粒的粗脂肪也是随着 CO₂ 浓度的升高而增加,

500×10⁻⁶处理的大豆籽粒粗脂肪含量比对照高 3%,700×10⁻⁶处理比对照高 7%。大豆籽粒中饱和酸含量随 CO₂ 浓度升高有降低的趋势,500×10⁻⁶处理的大豆籽粒饱和酸含量比对照降低 2%,700×10⁻⁶处理降低 3%。由上述分析可以看出 CO₂ 浓度升高对大豆品质有一定的正效应。CO₂ 浓度升高之所以能导致油分和不饱和酸含量的增加,其原因之一是当 CO₂ 浓度升高,大豆

表 2 CO₂ 浓度对大豆籽粒脂肪酸(g)的影响

处理	不饱和酸				饱和酸		
	油酸	亚油酸	亚麻酸	总和	棕榈酸	硬脂酸	总和
500×10 ⁻⁶	29.24	51.88	3.82	84.94	12.16	2.91	15.07
700×10 ⁻⁶	29.58	52.02	3.48	85.08	12.10	2.82	14.92
对照	28.33	52.28	4.02	84.63	12.80	3.10	15.38

籽粒中叶绿素含量也随之升高,叶绿素参入光合作用,参入碳水化合物进一步转化。如贮藏参入种子中碳水化合物转变为贮藏态油分的过程,它作为化学敏化剂、催化剂(或氧载体)而在种子的油分形成和不饱和酸的构成过程中积极活动,起了特别重要的作用。

2.2 CO₂ 浓度对冬小麦籽粒成分的影响

2.2.1 CO₂ 浓度对冬小麦籽粒含水量的影响

CO₂ 浓度对冬小麦籽粒含水率的影响不大,但各处理有一定的差异,500×10⁻⁶处理的冬小麦籽粒含水量比对照高 1.60%(见表 3),700×10⁻⁶(7h 通气)处理和 500×10⁻⁶处理一样,也高 1.6%,700×10⁻⁶(24h 通气)与对照含水量相差不大。

表 3 CO₂ 浓度对冬小麦籽粒含水量(g)影响

处理	500×10 ⁻⁶	1)700×10 ⁻⁶	2)700×10 ⁻⁶	对照 ³⁾	对照 ⁴⁾
籽粒	11.22	11.22	10.80	11.04	10.81
含水量					

1) 通气 7h 2)24h 3)7h 4)24h。

2.2.2 CO₂ 浓度对冬小麦籽粒蛋白质含量影响

CO₂ 浓度升高,对冬小麦不同处理的籽粒粗蛋白的含量影响有所不同(表 4)。由表 4 可知,500×10⁻⁶处理的冬小麦籽粒粗蛋白比对照降低 5.5%;700×10⁻⁶(7h 通气)比对照增加 2%,比 500×10⁻⁶增加 6.9%;24h 通气的 700×10⁻⁶处理比对照低 12.8%,比 500×10⁻⁶降低 6.4%,

表 4 CO₂ 浓度对冬小麦籽粒粗蛋白含量(g)的影响

处理	500×10 ⁻⁶	1)700×10 ⁻⁶	2)700×10 ⁻⁶	对照 ³⁾	对照 ⁴⁾
籽粒	14.76	15.79	13.82	15.44	15.84
粗蛋白					

1) 通气 7h 2)24h 3)7h 4)24h。

比 7h 通气的 700×10⁻⁶处理降低 12.5%,变化幅度最大。从上面的数字看出,CO₂ 浓度变化对冬小麦籽粒粗蛋白的影响还是比较复杂的,但有一点是十分明显的,高 CO₂ 浓度(700×10⁻⁶)长时间(24h)通气对冬小麦籽粒粗蛋白含量呈负效应,无论与对照相比还是与 500×10⁻⁶和 700×10⁻⁶7h 通气处理相比都可以说明这一点。

2.2.3 CO₂ 浓度对冬小麦籽粒粗淀粉含量影响

CO₂ 浓度增加对冬小麦籽粒粗淀粉含量影响总趋势是增加的,但不同处理变化程度有所不同(见表 5)。增加最明显的是 500×10⁻⁶处理,比对照增加 3.6%,700×10⁻⁶处理只增加 1%,而 24h 通气的 700×10⁻⁶处理比对照增加 2%。

表 5 CO₂ 浓度对冬小麦粗淀粉含量(g)的影响

处理	500×10 ⁻⁶	1)700×10 ⁻⁶	2)700×10 ⁻⁶	对照 ³⁾	对照 ⁴⁾
籽粒粗	63.86	62.14	63.86	61.62	62.49
淀粉含量					

1) 通气 7h 2)24h 3)7h 4)24h。

样品中有 5 个为焦炉顶样品, 2 个为环境空气样品, 两种方法测定结果偏差最大的为 25%。

表 2 2 种方法对空气颗粒物中铍的测定结果

样品编号	同步荧光法 ($\mu\text{g/g}$)	原子吸收法 ($\mu\text{g/g}$)	偏差 (%)
焦 IP-A1	1.3	1.1	+18.2
焦 IP-S1	3.0	3.4	-11.7
焦 IP-S2	3.4	3.3	+3.0
焦 TSP-1	5.0	4.6	+8.7
焦 F-3	1.0	0.80	+25
环 TSP-7	未检出	未检出	0
环 TSP-3	0.42	0.50	-5

2.6 天然水中铍的测定

使用李民等所建立的用硅胶柱富集铍与分离杂质^[4]后的样品, 用本法测定可获良好效果、灵敏度可提高 1 个数量级。对 n 个天然水样的测

定结果如表 3 所示。

表 3 2 种方法对天然水样的测定结果(Be^{2+} $\mu\text{g/L}$)

样品编号	水中 Be^{2+} 的含量($\mu\text{g/L}$)	
	同步荧光法	原子吸收法
T-1	未检出	未检出
S-3	0.08	0.05
S-5	0.20	0.16
S-6	0.02	未检出

参考文献

- 1 H L J Zermatten. Proc. Acad. Sci. Amsterdam 1993, 36: 899
- 2 C W Sill et al. Anal. Chem. 1959, 31: 598
- 3 C W Sill et al. Anal. Chem. 1961 33: 1671
- 4 李民等. 干旱环境监测. 1989, 3(1): 7
- 5 城乡建设环境保护部环境保护局. 环境监测分析方法编写组. 环境监测分析方法. 沈阳, 1983: 265

(上接第 66 页)

2.2.4 CO_2 浓度对冬小麦籽粒赖氨酸含量影响

700×10^{-6} 处理冬小麦籽粒赖氨酸含量比对照增加 11% 左右, 但当 CO_2 浓度由本底升高至 500×10^{-6} 时赖氨酸不仅没有增加反而降低 17%; $24\text{h} 700 \times 10^{-6}$ 处理比对照也呈减少趋势 (-4%)。3 种只有 1 种是呈增加趋势。7h 700×10^{-6} 处理之所以呈增加趋势, 可能是由于短时间高浓度的 CO_2 起了激化作用, 加快了冬小麦的生理生化过程, 有利于初生物质的积累。

上述分析中提到的 700×10^{-6} (7h) 处理蛋白质的增加可能也是这种原因。长时间高浓度冬小麦籽粒下降, 可能是因为冬小麦适应了这种环境激化作用, 不再起作用了。总的看来, CO_2 浓度升高对冬小麦赖氨酸含量的影响是复杂的, 还有些机理问题有待于今后进一步研究和探讨。

3 结论

(1) 在 7h 通气情况下, CO_2 浓度升高对大豆粗蛋白、粗脂肪含量的影响均为正效应。

(2) 在 7h 通气情况下, 大豆籽粒不饱和酸含

量随 CO_2 浓度升高而增加; 饱和酸呈相反的趨勢。

(3) CO_2 浓度升高对冬小麦籽粒含水量的影响不大。

(4) CO_2 浓度变化对冬小麦籽粒粗蛋白、赖氨酸的影响比较复杂, 短时间高 CO_2 浓度 (700×10^{-6}) 可能有一种生理生化的激化作用, 促进粗蛋白和赖氨酸的形成; 长时间处理激化作用消失, 对粗蛋白、赖氨酸形成不利。

(5) 从蛋白质、赖氨酸 2 项看, 当大气中 CO_2 含量增加 1 倍时, 对目前冬小麦品种的籽粒品质的影响是负效应。

以上的观点只是笔者根据近 2 年来试验结果分析所得, 关于 CO_2 浓度对作物生理生化作用的影响是很复杂的问题, 有很多问题还有待于进一步研究。

参考文献

- 1 王春乙等. 气象. 1993, 19(4): 15
- 2 王春乙等. 气象. 1993, 19(5): 23
- 3 徐俊义等. 生物化学(上册). 新兴图书公司, 1974: 28—71
- 4 H·H·沙拉波夫. 油料植物及油的形成过程. 北京: 科学出版社, 1965: 43—102

waste gas, energy recovery could be made while the goal of pollution control being achieved.

Key words: catalyst, noble metal, organic waste gases.

Comparison in Vehicular Exhaust Emissions between Hong Kong and Guangzhou Cities. L. Y. Chen (Ph. D) and W. T. Hung (Civil and Structural Eng. Dept. Hong Kong Polytechnic, Hunghom, Hong Kong), Y. Qin (Institute of Environ. Sci., Zhongshan University, Guangzhou 510275); *Chin. J. Environ. Sci.*, **15**(5), 1994, pp. 56—60

The monitoring results of vehicular exhaust emissions in the urban areas of Hong Kong and Guangzhou were discussed. The monitoring exercise was carried out by using automatic gaseous analyser mounted on road side in Hong Kong for four years and for nine days in Guangzhou. The results show that the pollution level at Castle Peak Road of Hong Kong was comparatively lower than that in Guangzhou. The pollution level in Hong Kong satisfied the national air quality standard (Class 2) of China in both years 1988 and 1989. The pollutant concentration along Jiefang Middle Road was very high and exceeded the national air quality standard (Class 3). The traffic flow speed and composition were discovered to be the major reasons for the difference in pollutant concentrations in both cities.

Key words: vehicular exhaust emission, combined emission factor, traffic flow speed and composition.

SDS-PAGE Separation and HPLC-FID Identification of Selenoproteins in Soybean from Enshi Area Having a Higher Level of Selenium in Soil. Xie Shenmeng, Wang Zijian and Peng An (Research Center for Eco- Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085); *Chin. J. Environ. Sci.*, **15**(5), 1994, pp. 61—62

Selenoproteins in soybean from Enshi area where selenium in soil was at a higher level were separated by using sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE) and then identified by using high performance liquid chromatography with a fluorescent indication detector (HPLC-FID). Of 27 protein or protein subunit bands identified, 13 were found to be selenium species. According to a standard protein kit, their molecular weights were estimated at 58.3—60.3, 52.5—53.7, 46.8—50.1, 29.5—30.9, 28.8, 25.1—25.7, 24.3, 19.7—20.9, 18.4—18.6, 16.8—17.9, 16.1—16.2, 15.2—15.8 and 14.3—14.8 KDa, respectively.

Key words: SDS-PAGE, HPLC-FID, selenoprotein, speciation.

Acute Toxicity of Organotin Compounds to Benthos. Chen Tian'yi et al. (Dept. of Environ. Sci., Nankai University, Tianjin 300071); *Chin. J. Environ. Sci.*, **15**(5), 1994, pp. 63—64

The acute toxicities of three organotin compounds, i. e., monobutyltin (MBT), dibutyltin (DBT) and

tributyltin (TBT), to benthos (Chironomid larvae and tubificids) were reported. The results show that (1) the toxic effects of these compounds in a decreasing order were TBT > DBT > MBT; (2) the median lethal concentration (24h LC₅₀) of TBT to 4 species of benthos was 26.85 ppb for chironomid larvae (*Chironomus plumosus*), 241.55 ppb for chironomid larvae (*Chaetocladius sexpilosus*), 145.55 ppb for tubificids (*Branchiura sowerbyi*), and 355.63 ppb for tubificids (*Limnodrilus hoffmesteri*); (3) there was a strong negative correlation between the concentration of TBT and the median lethal time (LT₅₀) for *B. sowerbyi*.

Key words: organotin compounds, benthos, acute toxicity.

Effects of CO₂ on the Grain Compositions of Winter Wheat and Soybean. Gao Suhua and Wang Chun'yi (Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081); *Chin. J. Environ. Sci.*, **15**(5), 1994, pp. 65—66

Winter wheat and soybean crops were treated with different CO₂ concentrations in top-open chambers. The matured grains harvested from the crops were analysed for their compositions by using visible ultraviolet spectrometer, protein analyzer, gas chromatograph, YG-2 fat extractor and automanual nitrometer. The results show that an increased CO₂ concentration can have a positive effect on the contents of both rough protein and rough fat in soybean grain; and as the CO₂ concentration increases, the soybean grain would have an increased level of unsaturated acids and a decreased level of saturated acids. The change in CO₂ concentration had a more complicated effect on the levels of rough protein and lysine in winter wheat grain. In terms of both indicators of rough protein and lysine, a doubled concentration of atmospheric CO₂ had a negative effect on the quality of grains of the present varieties of winter wheat.

Key words: top-open chamber, CO₂ concentration, grain composition, winter wheat, soybean.

Study on the Fluorometric Determination of Beryllium Using Morin. Zhao Zhenhua et al. (Beijing Municipal Research Institute of Environmental Protection, Beijing 100037); *Chin. J. Environ. Sci.*, **15**(5), 1994, pp. 67—70

The fluorometric spectra of beryllium-morin complex were characterized and the graphs of excitation spectrum, emission spectrum and synchronous fluorescence spectrum were given. The synchronous spectrum of beryllium-morin in an alkaline solution had an optimum specific λ of 100nm. A synchronous scanning spectrofluorometry was used to determine beryllium at a level of submicrogram, with a detectable limit of 5 ng/ml Be²⁺. The results obtained with this method were comparable with those obtained with an atomic absorption spectrophotometric method for air samples and water samples.