

大气 CO₂ 浓度对水稻食味品质的影响

刘婷婷¹, 王立群¹, 王 辉¹, 刘 伟^{1*}, 冷静文¹, 李 娜²

(1. 吉林省白城市农业科学院, 吉林 白城 137000; 2. 白城市农业环境保护与农村能源管理站, 吉林 白城 137000)

摘要: 本试验以稻花香 2 号为试验材料, 采用 CCG(二氧化碳浓度梯度)系统, 对不同 CO₂ 浓度处理下蒸煮米的香气、味道和口感等数据进行分析。结果表明, 随 CO₂ 浓度增高, 香气、味道等指标有所提高, CO₂ 浓度增高有助于稻米的食味品质的提高。

关键词: 大气 CO₂ 浓度梯度; 水稻; 食味品质

中图分类号: S511

文献标识码: A

文章编号: 1003-8701(2017)02-0049-04

Effects of Concentration of CO₂ in Atmosphere on Taste Quality of Rice

LIU Tingting¹, WANG Liqun¹, WANG Hui¹, LIU Wei^{1*}, LENG Jingwen¹, LI Na²

(1. Baicheng Academy of Agricultural Sciences, Baicheng 137000; 2. Baicheng Agricultural Environment Protection and Rural Energy Management Station, Baicheng 137000, China)

Abstract: 'Daohuaxiang No.2' was used in this experiment. The data of aroma, taste, mouthfeel of cooked rice at different concentrations of CO₂ were analyzed by Carbon dioxide Concentration Gradient (CCG). The results showed that the aroma and taste of cooked rice became better with increasing of the concentration of CO₂. The increasing of the concentration of CO₂ was conducive to the improvement of the taste quality of rice.

Key words: CO₂ concentration gradient in atmosphere; Rice; Taste quality

水稻是世界上重要的粮食作物之一, 有超过半数的人口以稻米为主食^[1], 近年来种植面积逐年扩大, 在保障国家粮食安全中发挥着越来越重要的作用。工业革命以来, 矿石和石油类燃料消费的增速和土地利用模式的改变, 导致全球大气二氧化碳(CO₂)浓度不断升高, 根据预测到 2050 年大气 CO₂ 浓度将从当前的 380 μmol/mol 升至 550 μmol/mol^[2], 目前关于高浓度 CO₂ 条件下水稻响应的研究大多集中于生长和产量方面^[3], 而对品质响应的报道较少。CO₂ 浓度升高对农作物碳水化合物含量的影响研究表明, CO₂ 浓度升高可以导致农作物中蛋白质含量普遍降低^[4], 但由于试验材料、试验条件等各因素的差异, 结论也不尽相同。本研究在温室大棚内采用 CCG(二氧化碳浓度梯度)方法进行, 以北方水稻稻花香 2 号为

试验材料, 研究了不同 CO₂ 浓度对水稻的食味品质的影响, 以探明未来大气中 CO₂ 浓度的改变对水稻食味品质的影响。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

供试品种稻花香 2 号。平均生育期 147 d, 株高 105 cm 左右, 穗长 21.6 cm 左右, 需活动积温 2 800 °C·d 左右。

1.2 试验设计

试验在 CCG(二氧化碳浓度梯度)系统下进行, 进气端 3 m 内为 CK, 试验进行 3 次重复。将 CO₂ 浓度设 5 个处理, 即处理 1(不增 CO₂, 390 μmol/mol 左右), 处理 2(450 μmol/mol 左右), 处理 3(500 μmol/mol 左右), 处理 4(550 μmol/mol 左右), 处理 5(600 μmol/mol 左右), 控制误差为 10%, 利用试验系统内的 CO₂ 分层释放装置, 即在棚内通过 CO₂ 层数的增加实现 CO₂ 浓度的梯度增高。

1.3 试验方法

每个处理内设 1.7 m×1.2 m 的微区 3 个。按行

收稿日期: 2016-11-06

项目基金: 公益性行业(农业)科研专项(201003057)

作者简介: 刘婷婷(1989-), 女, 研究实习员, 主要从事作物育种研究。

通讯作者: 刘 伟, 男, 研究员, E-mail: jlhyluwei@126.com

距 30 cm 穴距 10 cm 播种,每个微区种植水稻 68 穴,每穴播芽种 8~10 粒。CCG 内通 CO₂ 气体时间 5 月 28 日至 9 月 10 日,每日通气时间为 5:00~18:00,夜间不通气。成熟期统一收获取样,基于《稻米蒸煮试验品质评定(GB/T 15682-1995)》的“改进稻米蒸煮试验品质评定”方法测定食味值,样品与对照样品比较,从香气、味道、口感等方面分别进行测定。使用的测定仪器是:STSLS 米饭计。

2 结果与分析

2.1 试验环境 CO₂ 浓度的分布

为了进一步明确 CO₂ 浓度在每一处理内的水平分布,使用便携式 CO₂ 浓度测定仪在系统内沿试验棚的纵向及横向进行了观测,结果表明在系统内各级间的 CO₂ 浓度存在明确的梯度,界限分明(以支管为界),各级内的 CO₂ 浓度分布均匀,在同一级内靠近支管的下风向浓度略高,且小于标准差,可忽略。由此证明,利用横向支管垂直向下喷气释放 CO₂ 的方式,能够实现系统内的 CO₂ 浓度梯度分布,且在同一级内分布均匀(图 1)。

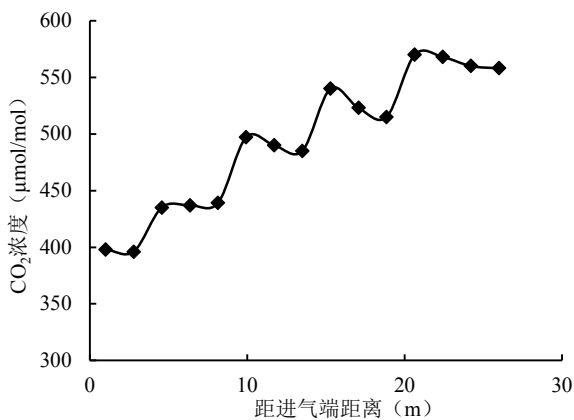


图 1 试验系统内 CO₂ 浓度的纵向分布

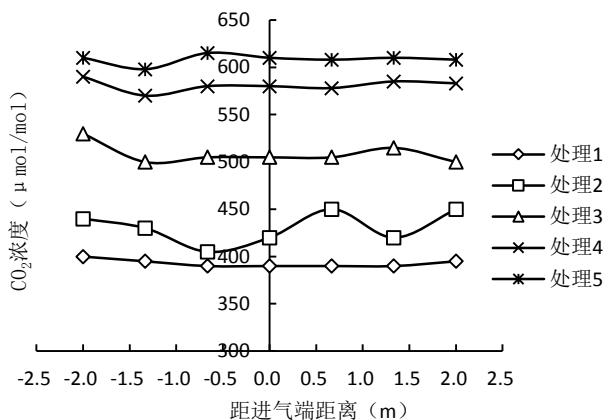


图 2 试验环境内 CO₂ 浓度的横向分布

温室大棚系统内 CO₂ 浓度的横向分布均匀,系统中部的 CO₂ 浓度略低于系统两侧,这与系统两侧气流受到棚壁侧端的摩擦阻力有关,越接近棚壁受到的阻力越大,流速越慢,积累的 CO₂ 就越多,导致系统边缘 CO₂ 浓度略有增高(图 2)。

2.2 米饭香气分析

2.2.1 米饭香气的差异显著性分析

通过表 1 可以看出:处理 1 与处理 4 及处理 5 之间差异达到了显著水平($P < 0.05$),处理 1 与处理 2、处理 3,处理 2 与处理 3、处理 4、处理 5 均没有达到显著水平。说明随着 CO₂ 浓度的升高,稻米蒸煮的香气值上升。

表 1 米饭香气分析

处理	均值	标准差	标准误	5% 显著水平
1	7.3239	0.0532	0.0307	a
2	7.4954	0.0751	0.0433	ab
3	7.4577	0.0145	0.0084	ab
4	7.6607	0.2128	0.1229	b
5	7.5349	0.0782	0.0452	b

2.2.2 米饭香气与二氧化碳浓度的回归分析

用 Excel 多项式回归方法对稻米香气的散点进行拟合(见图 3),香气随着 CO₂ 浓度的增加有增高趋势并呈抛物线型分布,550 μmol/mol 左右达到最大值。这说明未来大气 CO₂ 浓度升高有助于稻米香味的提升。

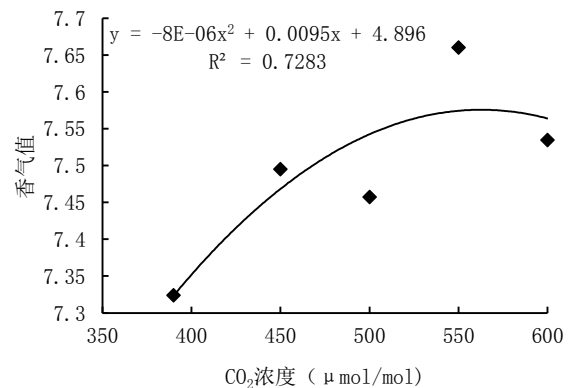


图 3 香气与 CO₂ 浓度的回归分析

2.3 米饭味道分析

2.3.1 米饭味道的差异显著性分析

从表 2 看出,5 个处理的味道均值依次是 7.9194、8.1198、8.2309、8.4901、8.4583,处理 1 与处理 2、处理 3 及处理 3 与处理 4、处理 5 差异不显著($P > 0.05$),处理 1、处理 2 与处理 4、处理 5 差异显著($P < 0.05$),本试验说明随着 CO₂ 浓度的增高,味

道值上升。

表2 米饭味道分析

处理	均值	标准差	标准误	5%显著水平
1	7.9194	0.1416	0.0817	a
2	8.1198	0.1260	0.0728	a
3	8.2309	0.0931	0.0537	ab
4	8.4901	0.3009	0.1737	b
5	8.4583	0.0792	0.0457	b

2.3.2 米饭味道与二氧化碳浓度的回归分析

米饭味道与CO₂浓度的关系如图4所示,味道随CO₂浓度的升高呈明显上升趋势,R²=0.9488,实测值与拟合值吻合度较高,说明未来大气中二氧化碳浓度的增高会使稻米口味更佳。

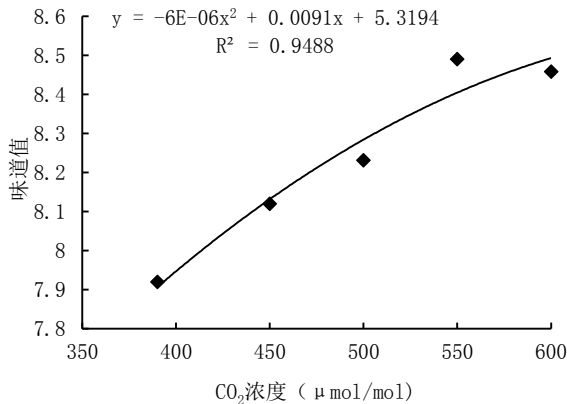


图4 味道与CO₂浓度的回归分析

2.4 米饭口感分析

2.4.1 米饭口感的差异显著性分析

由表3可以看出,口感的处理间均值分别为7.9237、8.0472、8.2589、8.7561、8.7025,在统计上部分处理达到了5%显著水平。口感与香气的趋势一致,处理1与处理2、处理3及处理3与处理4、处理5差异不显著($P>0.05$),处理1、处理2与处理4、处理5差异显著($P<0.05$),说明二氧化碳浓度增高口感的均值提高,有利于改善适口性。

表3 米饭口感分析

处理	均值	标准差	标准误	5%显著水平
1	7.9237	0.4021	0.2321	a
2	8.0472	0.3607	0.2082	a
3	8.2589	0.0906	0.0523	ab
4	8.7561	0.6005	0.3467	b
5	8.7025	0.0213	0.0123	b

2.4.2 米饭口感与二氧化碳浓度的回归分析

从图5可看出,米饭口感与二氧化碳浓度的

回归分析,5个处理的平均值表现为:随CO₂浓度上升口感呈上升的趋势,R²=0.8941。口感与二氧化碳浓度的变化呈现正相关。说明CO₂浓度提高有利于改善米饭的口感。

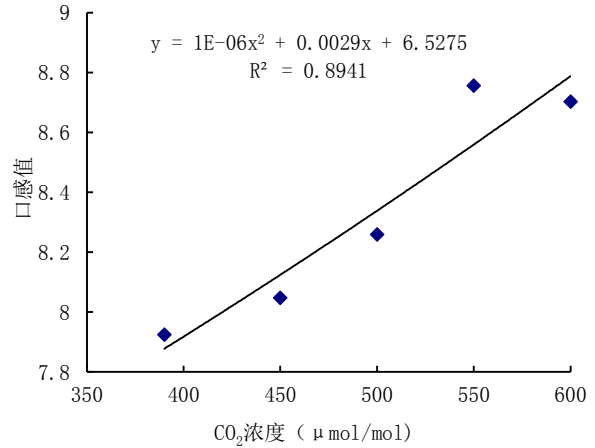


图5 口感与CO₂浓度的回归分析

3 结论与讨论

目前关于高浓度CO₂条件下水稻响应的研究大多集中于生长和产量方面,而对品质响应的报道较少,且这些有限的研究主要集中在稻米加工、外观、蒸煮和营养品质等方面。此研究领域中,主要是针对近年来CO₂的排放量加大,气温的不断升高,外在环境的变化对水稻食味和品质有什么影响。研究表明,大气CO₂浓度上升,对水稻蛋氨酸和苏氨酸含量起到增加的作用,因此,高大气CO₂浓度虽然会引起水稻蛋白质含量有所降低,但某些氨基酸含量增加,从而进一步改善了水稻蛋白质的组成结构。定量评估高浓度CO₂对水稻的影响对减少全球气候变化背景下世界粮食安全的不确定性具有重要意义。

本研究表明,随着CO₂浓度增加,稻米的香气、味道、口感均有所增加,其中处理4(550μmol/mol)增幅较大,未来随着工业发展空气中二氧化碳排放量逐渐加大,将会对稻米的食味品质有所改善。

口感与二氧化碳浓度的回归分析表明,5个处理的平均值呈现上升趋势。证明口感与CO₂浓度呈正相关。说明CO₂浓度增高可以改善米饭的适口性。前人的研究虽然涉及了稻米的加工品质、外观品质、蒸煮品质和营养品质等多个方面,但还不足以全面说明未来高浓度CO₂稻米品质可能发生的变化^[5]。本试验初步模拟了未来气候变化,综合讨论未来气候变化能对水稻品质产生影响,但由于条件有限,没有区分CO₂浓度对稻米食

味品质的贡献。

参考文献:

- [1] Maclean J L, Dawe D C. Rice almanac:Source book for the most important economic activity on Earth[M]. Oxon UK: CABI Publishing, 2002: 337.
- [2] Meehl G A, Stocker T F, Collins W D, et al. Global climate projections[M]. Cambridge UK: Cambridge University Press, 2007: 747-845.
- [3] 杨连新,王余龙,黄建晔,等.开放式空气CO₂浓度增高对水稻生长发育影响的研究进展[J].应用生态学报,2006,17(7):1331-1337.
- [4] Hgy P, Fangmeier A. Effects of elevated atmospheric CO₂ on grain quality of wheat[J]. Journal of Cereal Science, 2008, 48: 580-591.
- [5] 庞 静,朱建国,谢祖彬,等.自由空气CO₂浓度升高对水稻营养元素吸收和籽粒中营养元素含量的影响[J].中国水稻科学,2005,19(4):350-354.

(责任编辑:范杰英)