植物营养与肥料学报 2006,12(3):454－458
Plant Nutrition and Fertilizer Science

有机与常规种植稻米品质及安全性的分析与评价

席运官[1,2]，钦 佩[1*]，丁公辉[1]
(1 南京大学生命科学学院,江苏南京 210093；2 国家环保总局南京环境科学研究所,江苏南京 210042)

Analysis and evaluation on quality and safety of organic and conventional rice

XI Yun-guan[1,2], QIN Pei[1*], DING Gong-hui
(*1 Life School of Nanjing Univ., Nanjing 210093, China; 2 Nanjing Institute of Environ. Sci., SEPA, Nanjing 210042, China*)

中图分类号：S511　　文献标识码：A　　文章编号：1008-505X(2006)03-0454-05

有机食品由于生产过程中禁止使用化学合成的农药、化肥、除草剂和生长调节剂以及基因工程品种并需要通过独立的第三方认证机构的认证而给人们以优质、安全、口感好的印象。调查表明,在英国有46%的消费者认为购买有机食品的首要因素是关注健康,40%的消费者认为有机食品味道更好；而法国有61%的消费者认为有机食品没有任何化学残留[1]。有机食品的安全性和品质到底如何？国外对此问题开展了较多的研究,如有机与常规婴儿食品的农残含量分析[2],有机蔬菜上致病微生物发生分析[3],有机与常规动物产品质量比较[1]等，但我国对有机食品品质及安全性进行全面的检测分析尚未见报道。有机稻米是我国有机食品开发的重要组成部分,在东北三省、江苏、上海、广东等地都有一定面积的有机水稻生产。本试验对位于崇明岛的上海跃进农业管理总站生产的有机与常规稻米进行了品质与安全性的检测分析和初步评价,并联系有机与常规水稻的土壤条件和培肥方式进行了讨论,为客观认识有机食品和有机栽培对土壤环境的改良提供参考依据。

1　材料与方法

1.1　供试材料

试验材料采自上海市跃进农业管理总站2004年两个相邻生产小队有机与常规方式种植的粳稻“银香18”。在水稻收割前进行采样,样品数各为3个,采样覆盖面均为20 hm^2,每个样品都是五点采样方式的混合样,样品重为1 kg。同时采集有机和常规水稻生产地块的混合土样各一个。

水稻于6月份移栽,10月份收割。常规地块长期实施稻麦轮作,水稻生产的施肥方式为：磷酸一胺112.5 kg/hm^2,碳铵300 kg/hm^2,三元复合肥150 kg/hm^2,氯化钾150 kg/hm^2,尿素375 kg/hm^2,总施N水平为253.1 kg/hm^2,分基肥、分蘖肥和穗肥三次施用；而有机地块自2001年开始有机转换,采用绿肥—水稻的轮作方式,绿肥紫云英作为主要的培肥措施。2004年绿肥产量为45000 kg/hm^2(鲜重,含氮0.33%),并补充腐熟的豆粕(600 kg/hm^2,含N 7.61%)作为穗肥,总施N水平为194.2 kg/hm^2。有机与常规地块的土壤测试结果见表1。

1.2　测试项目与方法

稻米测定：碾米品质(包括糙米率、整精米率、不完善粒和黄米粒)和外观品质(包括粒型、垩白米率、垩白度)按国家标准进行测定。蛋白质的测定：滴定法GB/T5009.5-2003。直链淀粉测定：比色法。稻米食味使用日本佐竹公司制造的稻米食味计进行测定。

乙酰甲胺磷、三环唑,丁草胺测定：气相色谱法(GB/T5009.103/115/164-2003)；吡虫啉测定：高效液相色谱法[4]；杀虫单测定：气相色谱法[5]；As,Pb测定：原子荧光光度法(AFS－230A,GB/T5009.11/12-2003)；Cd,Cr,Hg,Cu测定：原子吸

收稿日期：2005-06-17　　修改稿收到日期：2005-12-26
基金项目：国家“十五”科技攻关项目(2001BA804A07)。
作者简介：席运官(1966—),男,副研究员,博士研究生,主要从事有机农业与农业生态工程研究。* 通讯作者

表 1　有机与常规稻米生产地块土壤化学性质测试比较

Table 1　Comparison on the soil chemical characteristics of organic and conventional paddy

项目 Item	pH	有机质 OM	全氮 TN	全磷 TP	全钾 TK	汞 Hg	砷 As	镉 Cd	铜 Cu	铬 Cr	铅 Pb
		(g/kg)				(mg/kg)					
有机地块 Organic field	8.0	23.15	1 8.6	2.00	23.15	0.695	31.96	0.50	17.67	72.88	43.69
常规地块 Conventional field	8.1	20.95	21.9	2.18	28.60	0.818	61.98	0.44	38.25	125.56	54.53

注(Note)：各重金属为全量 The heavy metals are the total amount.

收光谱法(AA-300，GB/T5009.15/123/17/13-2003)。

稻米各项数据均由江苏省农科院食品安全与检测研究中心测定。

土壤测定：土壤采用微波消解方法消解(见美国 EPA METHOD-3052)，Cr，Cu，Pb 采用电感耦合等离子光谱测定；Cd 采用原子吸收石墨炉测定；Hg、As，土壤通过王水全分解消化，原子荧光光谱仪测定。其它成分采用常规测定方法。土壤样品各项数据由中科院南京土壤研究所土壤化学分析测试中心测定。

2　结果与分析

2.1　碾米品质与外观品质

两种稻米的碾米品质与外观品质检测结果(表 2)表明，有机与常规稻米银香 18 的碾米品质(包括糙米率、整精米率、不完善粒和黄米粒 4 项指标)没有明显差别，常规稻米的整精米粒略高于有机稻米，而外观品质(包括粒型、垩白米率、垩白度 3 项指标)有机稻米好于常规。其垩白米率、垩白度分别低于常规稻米的 9.9% 和 18.3%，这与沈明星等[6]报道的增施有机肥对稻米外观品质有修正作用的结果一致。

表 2　有机与常规大米碾米品质与外观品质比较

Table 2　Comparison on milling and appearance quality of organic and conventional rice

品 种 Variety	检测项目 Items	平均值 Mean (%)	变 幅 Range	标准差 SE	变异系数 CV(%)
有机银香 18 Organic rice	糙米率 Brown rice rate	79.77	79.04～80.49	0.723	0.91
	整精米率 Head rice rate	52.57	49.77～55.37	2.801	5.33
	粒型 Grain shape	1.70	1.68～1.71	0.015	0.90
	不完善粒 Uncomplete grain	1.77	1.16～2.37	0.603	34.12
	黄粒米 Yellow grain	0.05	-0.03～0.13	0.081	173.21
	垩白米率 Chalky grain rate	71.50	69.70～73.30	1.803	2.52
	垩白度 Chalky area	17.30	14.10～20.50	3.205	18.52
常规银香 18 Conventional rice	糙米率 Brown rice rate	79.97	79.47～80.46	0.493	0.62
	整精米率 Head rice rate	53.37	48.47～58.26	4.895	9.17
	粒型 Grain shape	1.70	1.67～1.72	0.025	1.48
	不完善粒 Uncomplete grain	3.90	3.64～4.16	0.265	6.78
	黄粒米 Yellow grain	0.05	-0.04～0.14	0.087	173.21
	垩白米率 Chalky grain rate	79.33	77.25～81.42	2.082	2.62
	垩白度 Chalky area	21.17	18.19～24.14	2.974	14.05

2.2　蒸煮食味及营养品质

有机与常规稻米的蒸煮食味品质比较结果见表 3。直链淀粉为稻米食用品质的重要因素，一般认为直链淀粉的含量是影响稻米食味品质的主要指标[7]。测定结果表明，有机与常规稻米的直链淀粉含量没有区别，均为 16.8%，在优质稻谷的含量范围(15.0%～18.0%)之内。稻米的蛋白质和各种氨基酸尤其是人体不能合成的赖氨酸含量是稻米营养价值的一个重要指标，有机稻米和常规稻米的蛋白质含量分别为 6.2% 和 6.8%，有机稻米低于常规稻

米,达极显著水平($P < 0.01$)。氨基酸除苯丙氨酸外,其它16种氨基酸有机都略低于常规(表4),因此,从营养的角度看,有机稻米略差于常规稻米。但从食味角度分析,常规稻米蛋白质含量高并不是优势,因为其与食味呈显著负相关[8]。食味测定结果也印证了有机稻米的食味略好于常规,但差别不显著。

表3 有机与常规大米蒸煮食味品质比较

Table 3 Comparison on cooking quality of organic and conventional rice

品种 Variety	检测项目 Items	平均值 Mean (%)	变幅 Range	标准差 SE	变异系数 CV(%)
有机银香18 Organic rice	直链淀粉 Amylose(%)	16.8	16.7～16.9	0.100	0.60
	蛋白质 Protein(%)**	6.2	6.08～6.31	0.116	1.87
	食味分值 Taste value	91.3	89.25～93.42	2.082	2.30
常规银香18 Conventional rice	直链淀粉 Amylose(%)	16.8	16.71～16.82	0.058	0.34
	蛋白质 Protein(%)**	6.8	6.75～6.86	0.055	0.81
	食味分值 Taste value	90.3	88.25～92.42	2.082	2.30

注(Note): ** 极显著差异($P < 0.01$) Means significance at $P < 0.01$ level

表4 有机与常规大米氨基酸含量比较(%)

Table 4 Comparison on amino acid content of organic and conventional rice

检测项目 Item	平均值 Mean		变幅 Range		标准差 SE		变异系数 CV(%)	
	有机稻米 Org.rice	常规稻米 Conv.rice	有机稻米 Org.rice	常规稻米 Conv.rice	有机稻米 Org.rice	常规稻米 Conv.rice	有机稻米 Org.rice	常规稻米 Conv.rice
必需氨基酸 Necessary amino acid								
苏氨酸 Thr*	0.159	0.185	0.150～0.169	0.180～0.191	0.009	0.006	5.8	2.97
蛋氨酸 Met	0.154	0.160	0.124～0.183	0.152～0.168	0.029	0.008	19.1	0.81
缬氨酸 Val	0.442	0.455	0.440～0.444	0.448～0.462	0.002	0.007	0.7	1.44
亮氨酸 Leu	0.495	0.523	0.490～0.501	0.506～0.541	0.006	0.017	1.1	3.29
苯丙氨酸 Phe	0.467	0.448	0.461～0.473	0.436～0.460	0.006	0.012	1.3	2.66
赖氨酸 Lys	0.226	0.227	0.223～0.228	0.222～0.232	0.002	0.005	1.0	2.22
异亮氨酸 Ile	0.311	0.313	0.293～0.329	0.271～0.355	0.018	0.042	5.9	13.57
非必需氨基酸 Unnecessary amino acid								
天冬氨酸 Asp**	0.550	0.594	0.543～0.558	0.586～0.602	0.007	0.008	1.3	1.34
谷氨酸 Glu**	1.187	1.290	1.166～1.207	1.273～1.307	0.021	0.017	1.8	1.34
组氨酸 His	0.131	0.136	0.129～0.132	0.133～0.139	0.002	0.003	1.2	2.13
精氨酸 Arg	0.403	0.560	0.385～0.420	0.543～0.577	0.018	0.017	4.4	2.95
胱氨酸 Cys	0.136	0.138	0.132～0.140	0.136～0.140	0.004	0.002	3.1	1.45
丙氨酸 Ala	0.346	0.369	0.332～0.360	0.364～0.374	0.014	0.005	4.1	1.39
甘氨酸 Gly	0.271	0.288	0.258～0.283	0.278～0.297	0.012	0.009	4.6	3.23
脯氨酸 Pro	0.302	0.354	0.254～0.350	0.320～0.388	0.048	0.034	15.9	9.67
酪氨酸 Tyr	0.363	0.389	0.317～0.409	0.373～0.406	0.046	0.017	12.7	4.32
丝氨酸 Ser**	0.223	0.264	0.211～0.235	0.255～0.274	0.012	0.010	5.4	3.67

注(Note): * 显著差异($P < 0.05$) Means significance at $P < 0.05$ level; ** 极显著差异($P < 0.01$) Means significance at $P < 0.01$ level.

2.3 稻米安全性

两种稻米的重金属和农药残留的分析结果(表5)看出,有机稻米所测的6种重金属含量均低于国家标准的限量标准,除Cd外(有机Cd 0.077±0.006 mg/kg,是常规的1.64倍,但低于食品中Cd限量卫生标准0.2 mg/kg),As、Cr、Hg、Pb、Cu 5种重金属平均值含量常规稻米分别是有机的10、1.8、6、2.9和1.2倍,但常规稻米也只有Hg(0.030±0.026 mg/kg)

超出了国家标准的限量标准(≤0.02 mg/kg)。跃进农业管理总站常规水稻生产常用的4种防治病虫害的农药和1种除草剂的测试结果表明,除常规稻米有少量吡虫啉测出外(低于国际上对其残留限量的要求0.050 mg/kg),其余在有机与常规稻米中均未测出。因此,整体上评价,有机稻米的安全性高于常规稻米,但常规稻米同样具有较好的安全性。

表5　有机与常规大米质量安全性比较(mg/kg)

Table 5　Comparison on product safety of organic and conventional rice

检测项目 Item	平均值 Mean		变幅 Range		标准差 SE		变异系数 CV(%)	
	有机稻米 Org.rice	常规稻米 Conv.rice	有机稻米 Org.rice	常规稻米 Conv.rice	有机稻米 Org.rice	常规稻米 Conv.rice	有机稻米 Org.rice	常规稻米 Conv.rice
As	0.007	0.070	0.005～0.018	0.040～0.100	0.012	0.030	173.21	42.86
Cd*	0.077	0.047	0.071～0.082	0.035～0.058	0.006	0.012	7.53	24.74
Cr	0.150	0.263	0.130～0.170	0.171～0.356	0.020	0.092	13.33	35.08
Hg	0.005	0.030	0.000～0.01	0.004～0.056	0.005	0.026	100.00	88.19
Pb	0.077	0.223	0.020～0.134	0.123～0.324	0.057	0.101	74.17	45.07
Cu	0.967	1.167	0.715～1.218	0.750～1.583	0.252	0.416	26.03	35.67
吡虫啉 Imidacloprid	—	0.031		0.029～0.033		0.002		6.64
乙酰甲胺磷 Acephate	—	—						
三环唑 Tricyclazole	—	—						
丁草胺 Butachlor	—	—						
杀虫单 Monosultap	—	—						

注(Note):* 显著差异($P<0.05$);乙酰甲胺磷、杀虫单、丁草胺的检测限为0.01mg/kg,吡虫啉的检测限为0.02mg/kg,三环唑检测限为0.05 mg/kg。* Means significance at $P<0.05$ level; The detected limit of acephate, monosultap, butachlor is 0.01mg/kg; The detected limit of imidacloprid is 0.02 mg/kg and it's 0.05 mg/kg for tricyclazole.

3　讨论

1)两种稻米蛋白质含量不同,可能与有机和常规两种种植方式及施肥量和施用肥料的供肥特性相关。常规水稻生产以化学肥料为主,而有机生产以绿肥为主要肥源,有机生产的总施N水平比常规低23.3%;土壤的测定结果也表明常规地块土壤全氮含量高于有机地块。跃进农业管理总站的生产实践表明,有机水稻生产施肥超过现有水平还会导致后期贪青徒长和病害的加重,因此有机水稻生产要保持一种相对低的施肥水平,以至可能影响稻米最终的蛋白质含量和营养品质。王德仁等[9]试验证明,水稻生产中施氮量与糙米中的蛋白质含量呈极显著的正相关。如何综合协调有机水稻栽培的施肥模式、水平、产量、稻米的蛋白质含量、食味等经济与质量因素,尚需作深入的研究。

2)常规生产稻米重金属含量普遍高于有机稻米,其原因同样与两种生产方式的土壤培肥相关。常规水稻生产施用化学肥料为主,用量较大,化肥的连年施用会造成土壤重金属累积,而且化肥中的重金属通常比土壤重金属有较高的可溶性,容易被作物吸收,因而危害更大。据王起超等[10]对市售化肥的重金属含量水平的研究,化肥中普遍存在重金属元素,氮肥、钾肥重金属含量较低,复合肥和磷肥中重金属含量较高。韩爱民等[11]研究水稻重金属含量与土壤质量的关系,证明糙米中的重金属铜、铬、铅、锌、锰的含量与土壤中对应的重金属含量成正相关关系。本试验的土壤测试结果(表1)表明,除Cd有机地块略高于常规地块之外,其余5种重金属常规地块都明显高于有机地块,这与稻米重金属含量测试的结果是一致的。

3)本试验是在农场开展有机生产3年之后进行的,所得结果来自较大生产面积上的采样分析,如果能够在同一地块上进行有机与常规生产的试验并进行长期的跟踪分析,则可以得出更精确可靠的结果,并为有机农业转换(根据有机认证标准规定从常规生产到获得有机认证需要2～3年的转换时间)提供科学依据。

参考文献:

[1] Kouba M. Quality of organic animal products [J]. Livestock Production Science, 2003, 80: 33-40.

[2] Moore V K, Zabik M E, Zabik M J. Evaluation of conventional and "organic" baby food brands for eight organochlorine and five botanical pesticides [J]. Food Chemistry, 2000, 71: 443-447.

[3] Wilson I G, McMahon M A S. The occurrence of enteric pathogens and Aeromonas species in organic vegetables [J]. International Journal of Food Microbiology, 2001, 70: 155-162.

[4] 戴华,李拥军,张莹.稻谷中哌虫啉农药残留量的固相萃取高效液相色谱测定[J].分析测试学报,2002,21(1): 70-72.
Dai H, Li Y J, Zhang Y. Determination of imidacloprid in rice by solid phase extraction-HPLC [J]. J. of Instrumental Analysis, 2002, 21(1): 70-72.

[5] 郑尊涛,吴慧明,施海燕,等.杀虫单在土壤及水稻中的残留分析方法研究[J].浙江农业学报,2004,16(2): 92-95.
Zheng Z T, Wu H M, Shi H Y *et al*. Method study on residue analysis of monosultap in paddy soil and rice plants [J]. Acta Agriculturae Zhejiangensis, 2004, 16(2): 92-95.

[6] 沈明星,刘凤军,吴彤东,等.氮素低污染的水稻高产优质有机肥施用比例[J].南京林业大学学报(自然科学版),2003,27(增): 49-52.
Shen M X, Liu F J, Wu T D *et al*. Application ratio of organic manure for low-nitrogen polluted rice with high yield and quality [J]. J. of Nanjing Forestry University (Natural Sci. Ed.), 2003, 27(suppl): 49-52.

[7] 李辉,陈国友,任红波,等.黑龙江稻米品质分析与评价[J].黑龙江农业科学,2003,(4): 24-25.
Li H, Chen G Y, Ren H B *et al*. Analysis and evaluation for quality of edible rice varieties in Heilongjiang Province [J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 2003, (4): 24-25.

[8] 莫惠栋.我国稻米品质的改良[J].中国农业科学,1993,26(4): 8-14.
Mo H D. Quality improvement of rice grain in China [J]. Scientia Agricultura Sinica, 1993, 26(4): 8-14.

[9] 王德仁,卢婉芳,陈苇.施氮对稻米蛋白质、氨基酸含量的影响[J].植物营养与肥料学报,2001,7(3): 353-356.
Wang D R, Lu W F, Chen W. Influence of nitrogen application on protein and amino acid contents in rice [J]. Plant Nutrition and Fertilizer Science, 2001, 7(3): 353-356.

[10] 王起超,麻壮伟.某些市售化肥的重金属含量水平及环境风险[J].农村生态环境,2004,20(2): 62-64.
Wang Q C, Ma Z W. Heavy metals in chemical fertilizer and environmental risks [J]. Rural Eco-Environment, 2004, 20(2): 62-64.

[11] 韩爱民,蔡继红,屠锦河,等.水稻重金属含量与土壤质量的关系[J].环境检测管理与技术,2002,14(3): 27-28,32.
Han A M, Cai J H, Tu J H *et al*. Correlation of heavy metals contained in paddy rice and soil quality [J]. The Administration and Technology of Environmental Monitoring, 2002, 14(3): 27-28, 32.