

文章编号:1003-8701(2005)02-0013-04

有机栽培环境对水稻产量构成及稻米品质的影响

张三元¹,张俊国¹,金京德¹,郭希明¹,全成哲¹
岩石真嗣²,徐会连²,原川达雄²

(1.吉林省农业科学院水稻研究所,吉林 公主岭 136100; 2.日本自然农法国际研究开发中心)

摘 要:1999~2003 年对不同类型水稻品种在有机栽培条件下产量构成及稻米品质变化的研究结果表明:①多年施用农家肥有利于增加土壤有机质含量,保持土壤生态平衡和养分平衡;②有机栽培环境下水稻前期生长较自然栽培晚 1 周左右,后期发育旺盛;③生育期在 140 d 以下的品种(吉林省稻区)有机栽培产量潜力较大;而对生育期在 140 d 以上的品种有机栽培结实率偏低和子粒饱满度差,较自然栽培条件减产约 5%~10%;④不同类型水稻品种在有机栽培环境下品质有明显提高,食味得到改善。

关键词:有机栽培;水稻;产量;品质

中图分类号:S511.06

文献标识码:A

1999~2003 年吉林省农业科学院水稻研究所与日本自然农法国际研究开发中心试验场合作开展了有机水稻高产技术与稻米品质变化研究,旨在制定有机水稻规范栽培技术和研究有机栽培环境下不同品种品质变化的规律性。

1 材料与方法

本试验设在吉林省农业科学院水稻研究所试验田,试验田为黑壤土,1999~2003 年连续 4 年未施化学肥料与农药,前两年为预备试验,即为自然栽培转向有机栽培的转化期。

品种选用吉林省主要推广的不同类型水稻品种 9 份,其中生育期 125~130 d、131~140 d 和 140~145 d 的品种各 3 份(表 1)。

4 月 15 日播种,大棚盘育苗,5 月 22 日插秧,移植密度 30 cm × 13.2 cm,试验面积 600 m²,有机栽培(以下称有机)每品种 40 m²,常规栽培(以下称自然栽培) 10 m²。

有机肥制作:农家肥为鸡粪,养分成分如表 2。秋季将鸡粪与稻壳按 4:1 比例搅拌均匀,堆成高 1 m,宽 3 m,表面先用稻草覆盖,然后再用塑料薄膜覆盖,进行发酵至第 2 年春季搅拌后再堆积。按发酵后鸡粪及米糠粉中含氮量计算,每公顷施纯氮量为 190 kg。其中 4/5 作为基肥,1/5 氮量在插秧后 10~15 d 追施米糠粉。人工除草 1 次,拔草 1 次。田间灌水方式浅-深-湿-浅,适当晒田。9 月下旬收获。

调查与测定:叶龄、分蘖动态、叶色变化动态、结实率、产量、蛋白质含量、直链淀粉含量、钾、镁、粘

表 1 供试品种

代号	品种名称	类型	生育日数(d)	育成单位
1	长白 10	早熟	130	吉林省农业科学院
2	超产 1 号	晚熟	145	吉林省农业科学院
3	吉玉粳	中熟	133	吉林省农业科学院
4	通育 611	早熟	130	吉林省通化市农科院
5	长白 8 号	早熟	130	吉林省农业科学院
6	九稻 19	中熟	138	吉林省吉林市农科院
7	吉粳 66	晚熟	145	吉林省农业科学院
8	秋田小町	晚熟	145	日本引入
9	通 35	中熟	138	吉林省通化市农科院

收稿日期:2004-10-13

作者简介:张三元(1951-),男,上海市人,吉林省农业科学院水稻研究所研究员,主要从事水稻遗传育种、有机水稻生理生化研究。

性和食味性。

表 2 鸡粪养分分析

	全 N(%)	全 P(%)	全 K(%)	速效 N(mg/kg)	速效 P(mg/kg)	速效 K(mg/kg)
发酵前鸡粪	3.296	2.387	3.861 1	2.99	2.086	3.371
发酵后鸡粪	4.710	2.960	4.783 1	4.11	2.385	3.853

注 :吉林省农科院土壤分析中心测试。

叶色调查采用日本产叶绿素含量分析仪,以 SPAD 值表示叶色浓度或叶绿素含量。

2 结果与分析

2.1 有机稻田土壤养分含量变化

施用有机肥是改良土壤物理性状和增加土壤中有机质含量的有效措施之一。有机稻田土壤总的养分含量变化分析结果如表 3。从表 3 中看出,在自然栽培转向有机栽培过程中,1 年施用和两年连用有机质含量提高 50%以上,全氮提高 5%和 44%。连用 3 年后有机质含量比一般稻田土壤提高 1 倍多,全氮提高 70%,速效氮含量增加 21.9%,速效钾含量高出 42.1%。转化期过后第 3 年连续施用有机肥料,土壤各种养分含量明显高于自然栽培田。

表 3 土壤养分变化

处 理	有机质含量(%)	全氮(%)	速效氮(mg/kg)	速效磷(mg/kg)	速效钾(mg/kg)
自然栽培田	2.273	0.120	149.17	52.40	215.67
1 年施用	3.338	0.127	161.17	70.97	261.63
2 年施用	3.906	0.173	166.11	81.91	287.44
3 年施用	4.651	0.204	181.92	86.34	306.51

注 :吉林省土壤测试中心测试。

2.2 有机栽培与自然栽培水稻生长发育差异

北方粳稻为一季寒冷稻作,春季插秧后气温和稻田土壤温度偏低,有机肥料在水稻生长前期释放速效氮肥比较慢。因此,水稻生长发育一般滞后于自然栽培。从对不同类型水稻品种在有机栽培环境下的叶龄、分蘖动态、叶面积指数和叶色调查结果(表 4~6、图 1)表明,有机栽培环境下生育期比自然栽培环境下前期生长发育推迟约 4~5 d,最高分蘖期推迟到 7 月上旬,但分蘖数高于自然栽培。从 7 月 20 日叶面积指数调查变化分析,有机栽培条件下叶面积指数比自然栽培高,中期生长表现旺盛。从叶色变化来看,有机栽培环境下前期由于有机肥释放较慢,秧苗吸收氮量不如施用尿素多,因此,前期叶色较淡,SPAD 值较自然栽培低。生育中期气温升高,有机肥释放氮肥加快,从分蘖盛期即 7 月 10 日自然栽培叶色落黄,SPAD 值下降,而有机栽培 SPAD 值上升,叶色较自然栽培浓深。

表 4 有机栽培条件下不同品种叶龄的变化

处理与品种	调 查 日 期 (月·日)												
	6·06	6·11	6·16	6·21	6·26	7·01	7·06	7·11	7·16	7·21	7·26	7·31	8·04
有机-1	6.7	7.0	7.3	8.0	9.0	9.9	10.1	11.0	12.0	12.7	13.5	14.0	
自然-1	7.3	8.0	9.2	10.2	11.1	11.9	12.7	13.2	13.9	13.8	14.0	14.0	
有机-2	7.0	8.7	9.7	10.7	11.7	12.1	12.3	12.9	13.3	13.8	14.1	14.7	15.0
自然-2	7.7	8.4	9.8	10.9	11.7	12.2	12.9	13.2	13.8	14.0	14.7	15.0	15.0
有机-3	6.2	6.9	7.8	8.9	9.9	10.8	11.8	12.2	12.8	13.5	13.7	14.0	
自然-3	7.0	7.7	8.9	9.8	10.6	11.1	11.9	12.4	13.1	13.9	14.0	14.0	
有机-4	6.7	7.1	7.9	8.2	8.6	9.5	10.5	10.9	11.3	12.1	12.5	13.0	
自然-4	6.9	7.2	8.7	9.6	10.2	10.9	11.5	11.9	12.0	12.7	12.9	13.0	
有机-5	6.8	7.1	8.0	8.8	9.0	9.7	10.5	11.3	12.3	12.8	12.9	13.0	
自然-5	6.6	7.4	8.2	8.8	9.3	10.1	10.7	11.8	12.5	12.7	13.0	13.0	
有机-6	6.3	7.1	8.0	8.8	9.7	10.4	10.9	11.7	12.3	12.9	13.2	13.9	14.0
自然-6	6.2	7.5	8.6	9.7	10.4	11.1	11.8	12.5	13.2	13.7	14.0	14.0	
有机-7	6.2	7.2	7.9	8.3	9.8	10.7	11.4	12.1	12.8	13.0	13.7	14.2	15.0

续表 4

处理与品种	调 查 日 期 (月·日)												
	6·06	6·11	6·16	6·21	6·26	7·01	7·06	7·11	7·16	7·21	7·26	7·31	8·04
自然-7	6.5	7.3	8.1	9.2	10.3	11.1	11.9	12.5	13.3	14.0	14.4	15.0	15.0
有机-8	7.0	7.7	8.5	9.4	10.4	11.3	11.9	12.3	13.2	13.8	14.4	14.8	
自然-8	7.2	7.9	8.9	9.9	11.1	12.1	12.6	13.3	13.9	14.5	14.8	15.0	
有机-9	6.8	7.4	7.9	8.8	9.3	10.1	10.7	11.5	12.3	13.2	13.9	14.0	
自然-9	7.0	7.8	8.8	9.4	10.0	10.9	11.4	12.3	13.2	13.8	14.0	14.0	

表 5 有机栽培条件下分蘖动态变化

处理与品种	调 查 日 期 (月·日)											
	6·06	6·11	6·16	6·21	6·26	7·01	7·06	7·11	7·16	7·21	7·26	7·31
有机-1	4.2	4.2	5.8	14.8	21.4	28.8	34.8	35.8	32.4	25.0	20.2	20.2
自然-1	5.0	5.0	5.8	11.6	19.2	33.2	34.4	32.8	30.4	23.0	19.2	18.2
有机-2	4.0	4.0	5.2	13.0	18.0	31.6	31.8	33.8	30.6	26.8	25.2	24.0
自然-2	5.8	5.8	6.0	14.2	21.0	32.0	33.6	31.4	29.6	27.4	23.0	22.2
有机-3	3.8	3.8	4.2	11.2	20.6	33.8	34.8	32.8	31.4	28.8	27.4	27.0
自然-3	3.4	4.4	6.8	13.8	22.4	33.8	32.2	32.4	31.0	29.2	26.5	26.8
有机-4	3.8	3.8	4.0	8.6	12.6	27.6	29.0	31.2	30.2	27.2	26.6	26.0
自然-4	4.0	5.0	7.0	11.2	15.6	28.8	32.2	31.8	29.2	28.2	25.6	25.0
有机-5	4.4	4.4	4.6	11.0	15.6	24.0	25.6	28.0	23.6	21.8	20.6	19.6
自然-5	3.8	3.8	4.0	10.6	19.8	24.0	26.0	24.8	24.4	23.2	18.8	17.6
有机-6	4.2	4.2	4.6	13.4	15.6	27.0	27.0	25.6	24.0	22.6	19.8	18.2
自然-6	5.0	5.0	5.0	11.4	15.0	23.2	24.6	23.4	22.4	21.0	18.4	16.6
有机-7	4.0	4.0	5.0	11.2	16.6	28.4	29.8	30.8	27.6	26.2	22.2	22.1
自然-7	4.0	5.0	8.0	16.2	21.6	29.4	29.8	28.8	26.6	25.2	21.2	20.6
有机-8	4.8	5.8	7.0	13.6	15.6	22.6	31.0	34.2	30.2	27.2	25.6	24.0
自然-8	5.0	5.0	11.0	17.2	21.6	28.8	32.2	31.8	28.2	25.2	25.1	25.0
有机-9	4.8	5.8	7.0	11.6	16.8	22.0	26.0	28.8	28.4	24.2	22.8	20.6
自然-9	4.2	6.2	9.6	15.4	21.6	25.0	27.0	24.6	24.0	21.6	19.8	18.1

表 6 有机栽培条件下不同类型品种叶色变化值

处理与品种	调查日期(月·日)		
	6·30	7·10	7·20
有机-1	46.2	44.2	38.7
自然-1	45.6	43.4	36.9
有机-2	46.1	43.8	37.4
自然-2	46.9	40.6	35.1
有机-3	45.6	43.8	39.4
自然-3	44.3	41.3	33.3
有机-4	44.6	43.7	36.4
自然-4	45.8	41.6	32.8
有机-5	43.4	42.3	36.7
自然-5	44.6	40.7	34.2
有机-6	44.1	43.2	36.8
自然-6	44.7	40.9	35.8
有机-7	43.4	43.6	34.4
自然-7	41.7	42.2	33.8
有机-8	42.4	44.6	35.4
自然-8	41.4	42.6	33.4
有机-9	43.4	45.6	36.4
自然-9	42.4	44.6	35.4

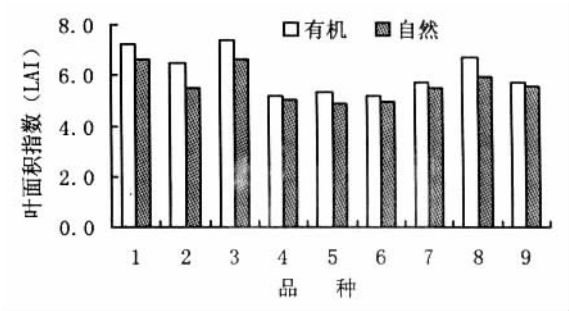


图 1 有机栽培与自然栽培叶面积指数变化

2.3 有机栽培条件下产量构成因素

许多有机栽培水稻产量构成的研究结果表明,有机栽培条件下产量比自然栽培减少约 10%~15%,主要是因为后期结实率偏低,千粒重下降。从本试验的产量构成结果分析(表 7) :两种栽培方式除在株高、秆长、三节间长度及穗长等形态上有有机栽培比自然栽培表现为株高略高、穗略长,其差异不明显外,在结实率和千粒重等产量构成的主要因素差异较明显。有机栽培由于后期体内含氮量较高,不同熟期品种的结实率在 79%~89%之间变化,而自然栽培不同品种结实率在 85%~93%之间变化,两者相差约 4~6 个百分点。从千粒重变化分析,有机栽培不同品种的千粒重低于自然栽培。有机栽培与自然栽培之间收获指数差异不明显,但总的趋势有机栽培低于自然栽培。有机栽培与自然栽培条件下的产量对比如图 2。从图 2 可以看出,在有机栽培条件下早熟、中熟品种由于后期结实率高于

晚熟品种,子粒饱满度好,产量高于自然栽培,而晚熟品种后期出现贪青,成熟度差,子粒不饱满,产量与自然栽培相比略有减产。

表 7 有机栽培条件与自然栽培产量构成因素比较

处理与品种	株高 (cm)	秆长 (cm)	三节间长 (cm)	穗长 (cm)	每穴穗数 (个)	每穗粒数 (粒)	成熟率 (%)	空秕率 (%)	千粒重 (g)	收获指数
有机-1	97.8	80.2	48.1	17.6	19.0	92.6	90.0	10.0	26.8	0.45
自然-1	95.6	78.8	47.8	16.8	18.0	89.0	91.5	8.5	27.0	0.46
有机-2	95.7	79.0	49.2	16.7	21.0	81.7	89.3	10.8	24.7	0.42
自然-2	92.0	75.5	44.8	16.5	19.0	79.9	93.6	6.0	25.2	0.45
有机-3	101.1	82.9	52.0	18.2	19.0	82.4	79.0	21.0	23.2	0.42
自然-3	95.6	78.1	44.0	17.5	17.0	78.4	91.9	8.1	24.5	0.45
有机-4	97.8	80.0	51.0	17.8	22.0	76.1	85.3	14.6	24.3	0.46
自然-4	95.4	78.2	48.8	17.2	19.0	80.2	89.2	10.8	25.8	0.46
有机-5	94.8	78.1	47.6	16.7	19.0	80.4	85.3	14.7	26.3	0.44
自然-5	93.5	76.6	45.9	16.9	18.0	79.0	91.4	8.7	24.9	0.45
有机-6	96.6	79.2	48.9	17.4	17.0	75.9	82.1	17.9	24.5	0.44
自然-6	94.3	77.2	46.0	17.1	15.0	81.5	89.1	10.9	24.7	0.45
有机-7	97.3	79.7	50.5	17.6	19.0	79.5	89.7	10.3	24.9	0.45
自然-7	95.3	78.2	48.0	17.3	18.0	80.5	91.1	8.9	25.0	0.45
有机-8	91.8	74.1	46.6	17.7	21.0	80.4	87.3	12.7	25.0	0.45
自然-8	90.7	73.6	45.9	17.1	20.0	83.0	89.2	10.8	25.4	0.46
有机-9	93.1	75.2	47.6	17.9	19.6	92.2	82.3	17.7	25.6	0.45
自然-9	92.3	74.2	46.3	18.1	18.6	89.2	85.3	14.7	26.1	0.47

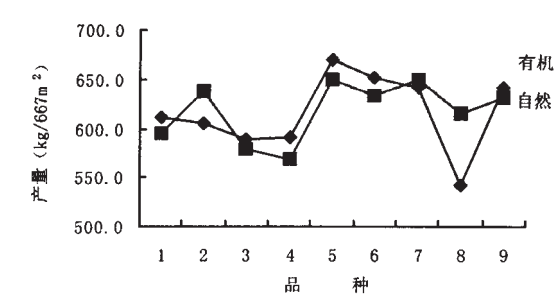


图 2 有机栽培与自然栽培条件下产量对比

2.4 有机栽培环境对稻米品质的影响

施用农家肥有利于提高稻米品质。对不同水稻品种在有机栽培环境与自然栽培环境条件下蛋白质含量、直链淀粉含量、食味值、粘性以及精米中的钾与镁含量的变化进行分析见表 8。表 8 结果表明,在有机栽培环境下稻米品质中蛋白质含量有增加趋势,有关蛋白质含量高低对食味影响的很多研究认为,蛋白质含量越高,食味下降。但本试验结果表明,有机栽培条件下蛋白质含量提

高,不但对米饭食味和粘性没有影响,反而米饭粘性提高、食味值上升。对直链淀粉含量影响分析,有机栽培条件下略有下降趋势(这也许是食味提高的主要因素之一)。精米中的钾与镁含量高低是衡量米饭口感好坏的标志,从测试结果看出,有机栽培与自然栽培差别不大。

表 8 有机栽培环境下不同品种品质变化

处理与品种	精米-N (%)	精米-K (%)	精米-Mg (%)	直链淀粉 (%)	米饭粘性值	食味值	处理与品种	精米-N (%)	精米-K (%)	精米-Mg (%)	直链淀粉 (%)	米饭粘性值	食味值
有机-1	5.84	0.39	0.20	19.2	0.88	0.96	自然-5	5.18	0.36	0.18	18.0	0.86	0.82
自然-1	5.30	0.33	0.16	20.1	0.91	0.82	有机-6	5.00	0.40	0.20	17.3	1.12	0.92
有机-2	6.02	0.21	0.07	19.4	1.09	1.08	自然-6	4.94	0.40	0.20	18.2	1.03	0.87
自然-2	5.65	0.45	0.23	19.5	0.91	0.84	有机-7	4.88	0.33	0.17	18.7	0.93	1.13
有机-3	5.41	0.37	0.19	18.5	1.02	0.87	自然-7	5.89	0.39	0.21	19.2	0.83	1.04
自然-3	5.23	0.38	0.19	19.0	0.83	0.88	有机-8	6.01	0.47	0.24	16.5	1.17	1.02
有机-4	5.54	0.13	0.02	20.1	0.84	0.96	自然-8	5.65	0.34	0.17	17.2	1.14	0.97
自然-4	4.81	0.45	0.23	20.3	0.77	0.86	有机-9	5.41	0.41	0.22	16.7	1.03	1.09
有机-5	5.47	0.42	0.21	17.5	1.05	0.94	自然-9	4.88	0.31	0.14	17.2	0.98	1.03

注:品质分析在日本自然农法国际研究开发中心农业试验场进行。

3 结论与讨论

随着有机农业生产的发展,对水稻有机栽培技术要求、品种的选择越来越迫切,对产量指标要求也越来越高。通过 4 年的研究表明:①有机农业是有利于增加土壤有机质含量、保持(下转第 20 页)

试验通过对水稻种子及减数分裂期幼穗的激光处理,初步明确了处理时间要在 2 min 以上,功率达到 10 mW 左右才能诱发水稻性状发生遗传变异,由于试验年限短,试验次数少,最佳处理强度和处理方法还有待进一步深入研究。但可以肯定的是,适当强度的激光照射在诱发水稻性状发生遗传变异上效果明显,而且性状变异类型丰富,为选育新品种或改良某些品种特性提供了有利条件。

参考文献:

- [1] 庞伯良,等. 湘早籼 21 号的选育与激光育种[J]. 激光生物学报,1998,7(1):45-46.
- [2] 周凌云,等. 激光辐射加电场激励对溲稻生长发育的影响[J]. 光子学报,2002,31(10):1196-1198.

Study on Rice Breeding with Laser

I. Analysis of Variation Induced by Laser Treatment to Seeds and Young Ears at Meiosis Stage

ZHANG Jun-guo, ZHANG San-yuan, et al.

(Rice Research Institute, Academy of Agricultural Sciences of Jilin Province, Gongzhuling 136100, China)

Abstract: Seeds and young ears at meiosis stage of rice variety "Jijing 88" were treated with different wavelength, power and time of laser. Hereditary variation did not appear in seed treatment because the intensity of laser was not enough. Laser treatment to young ears was intensified. As a result, variant appeared in M1 and M2 generation on some combination. Frequency of premature variation was the highest, which account for 75% of total variation. Frequency of variation of weight per grain was the second, which account for 67%. Other variations include characteristic of awn, number of grains per panicle, the spikelet density and plant height, which account for 58%, 58%, 50% and 42% respectively.

Key words: Rice; Laser; Breeding; Variation

~~~~~  
(上接第 16 页)土壤养分和生态平衡的合理使用土壤的方式;②有机栽培推迟水稻的生育期,前期生长较自然栽培晚 1 周左右,后期发育旺盛;③水稻品种生育期在 140 d 以下采用有机栽培技术对提高水稻产量潜力较大,而生育期在 140 d 以上的成熟度下降、结实率低和子粒饱满度差,造成千粒重偏低,产量较自然栽培减少约 5%~10%;④不同类型水稻品种在有机栽培环境下稻米品质有明显提高,蛋白质含量提高,直链淀粉略有下降趋势,食味值提高。因此,水稻有机栽培技术不仅能改良稻田土壤物理性,同时也能提高稻米品质。

然而有机水稻生产仍处于一个新的发展阶段,如何更好地发展有机稻米生产,以下几方面的问题仍需进一步深入研究。

①有机水稻生产技术中品种选用是提高有机稻米产量的关键,由于自然栽培转向有机栽培需要一个转化过程,不同的品种对土壤环境要求也不同。因此,要加快选育适应于有机栽培的品种研究步伐。

②有机肥料施用及其发酵技术是有机稻生产的关键技术。有机肥料主要来自有机废弃物,以畜产废弃物及作物秸秆等为主。大部分以家禽、家畜的粪便为主要有机肥料,但由于这些粪便若发酵不充分,施入稻田中会带来负效应。

③深入研究病虫害的综合防治技术。有机稻米生产中理想的病虫害防治技术是培育健壮稻苗,以自身抗性抵御外来不良环境;结合生物多样性来防治主要病虫害的发生。

参考文献:

- [1] 中国农业科学院. 中国稻作学[M]. 北京:农业出版社,1986,505-540.
- [2] 曹静明,等. 吉林稻作[M]. 北京:中国农业科技出版社,1993,131-148.
- [3] 张三元,等. 水稻品种稻米品质研究[J]. 吉林农业科学,1988,(4):69-73.
- [4] 李宗铁,等. 连续施用有机肥对水稻生育和品质的影响[J]. 吉林农业科学,1991,(4):66-69.
- [5] 张三元,等. 稻草还田苗带轮作栽培技术研究[J]. 吉林农业科学,2000,(5):3-7.
- [6] 张三元,等. 吉林省优质稻米品质改良目标[J]. 吉林农业科学,1998,(1):5-9.
- [7] 杨振玉. 北方优质粳米开发前景及其对策[J]. 中国稻米,1994,(1).
- [8] 陈玉泉. 稻田养殖与有机水稻生产[C]. 21 世纪作物科技与生产发展学术讨论会论文集. 北京:中国农业科学技术出版社,191-195.