

文章编号:1003-8701(2006)05-0003-05

水稻无公害低成本优质高产栽培技术的研究

III.自然农法水稻优质高产栽培技术的研究

张三元¹,金京德¹,张俊国¹,徐会连¹,岩石真嗣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试验场)

摘 要:对 8 个不同类型品种在自然农法和常规栽培环境条件下水稻生育期间生长速度、产量构成及稻米品质变化的差异进行了研究。结果表明:①连续 3 年施用有机肥料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自然农法栽培水稻前期生长较常规栽培晚 1 周左右,后期发育旺盛。③自然农法栽培生育期间 140 d 以内品种产量潜力较大,增产幅度在 3%~5%;而生育期在 140 d 以上的品种结实率偏低,子粒饱满度差,较常规栽培减产约 3%~11%。④不同类型水稻品种自然农法栽培品质均有明显提高,食味得到改善。

关键词:水稻;常规栽培;自然农法;产量;品质

中图分类号:S511.048

文献标识码:A

1999~2004 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自然农法水稻高产技术研究,旨在选择适应自然农法的高产新品种及探索自然农法水稻优质高产栽培技术,为推广普及自然农法栽培技术提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验地设在吉林省农业科学院水稻研究所试验田和农户,试验田为黑壤土,2000~2004 年末施化学肥料与农药,前两年为预备试验,即为常规栽培转向自然栽培的转化期。

自然农法的肥料来源:鸡粪、米糠、稻壳(简称为发酵肥)。自然农法肥料制作:秋季 10 月初将鸡粪与稻壳、粗米糠按 4:1:1 比例混拌均匀,堆成高 1 m,宽 3 m,表面先用稻草覆盖,然后用塑料薄膜覆盖进行发酵至第 2 年 3 月末进行翻拌,在翻拌中按 4:1 加入细米糠后再堆积成高 1 m,宽 3 m,塑料覆盖进行第 2 次发酵至 5 月中旬,施肥前进行充分翻拌,发酵后养分变化如表 1。

品种:选用不同生育期大面积推广应用的优质米品种及日本引进优质米品种秋田小町。

1.2 试验方法

育秧土制作方法:育苗用土来自上一年度秋季制作的育秧土。其配制方法是采用有机生产区域的

表 1 自然农法发酵肥发酵前后分析

	全 N (%)	全 P (%)	全 K (%)	速效 N (mg/kg)	速效 P (mg/kg)	速效 K (mg/kg)
发酵前	3.296	2.387	3.8611	2.99	2.086	3.371
发酵后	4.710	2.960	4.7831	4.11	2.385	3.853

注:鸡粪为农村散养鸡粪,2002 年测试结果

表 2 自然农法高产栽培供试品种

品 种	类型	生育日数(d)	育成单位
秋光	晚熟	145	日本引入
吉粳 66*	晚熟	145	吉林省农业科学院
吉玉粳	中熟	133	吉林省农业科学院
长白 8 号	早熟	130	吉林省农业科学院
九稻 19	中晚熟	138	吉林市农业科学院
吉粳 88*	中晚熟	142	吉林省农业科学院
秋田小町	晚熟	145	日本引入
长白 9 号	早熟	130	吉林省农业科学院

* 为吉林省优质米品种

收稿日期:2006-04-23

作者简介:张三元(1951-),男,研究员,主要从事水稻遗传育种、有机稻米生理研究。

旱田土 3.5:草炭 1:米糠 0.5 混拌进行堆放,表面覆盖塑料薄膜或稻草进行熟化发酵至下一年度,熟化发酵中期和后期各翻搅 1 次。

播种与育苗:4 月 5~10 日播种,大棚盘育苗,每盘播湿种 30~50 g,育秧期间为了防止秧苗脱肥,约在三叶一心期喷浇发酵肥浸提液,按 500 倍配制并加 1‰食用米醋兼防立枯病发生。

插秧:5 月 22 日插秧,移植密度 30 cm×13.2 cm,28 穴 /m²。自然农法栽培面积 1.6 hm²,常规栽培面积 0.8 hm²。

施肥量及田间管理:按发酵肥含氮量计算,施纯氮量为 190 kg/hm²。其中 70%作为基肥,30%作追肥,在插秧后 25 d 施用。插秧后 1 周施用米糠粉 375 kg/hm²,防治田间杂草,6 月末 7 月初进行人工除草 1 次,出穗前拔草 1 次。田间灌水方式浅-深-湿-浅。9 月下旬收获。

调查项目:土壤养分变化、叶龄、水稻分蘖动态、叶色、产量构成因素和品质。

2 结果与分析

2.1 自然农法栽培条件下土壤养分含量变化

从表3可以看出,在常规栽培转向自然栽培过程中,1年施用和两年连续施用有机质含量提高50%以上,全氮提高5%和44%。连续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常规土壤。

表 3 土壤养分的变化

处理	有机质 (%)	全氮 (%)	速效氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	测定时间
常规	2.273	0.120	149.17	52.40	215.67	2003 年
转化前	2.031	0.120	127.10	32.01	145.00	2000 年
1 年农法	3.338	0.127	161.17	70.97	261.63	2001 年
2 年农法	3.906	0.173	166.11	81.91	287.44	2002 年
3 年农法	4.651	0.204	181.92	86.34	306.51	2003 年

注:吉林省农科院土壤测试中心测试

2.2 自然农法与常规栽培水稻生长发育差异

北方粳稻属一季寒冷稻作区,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常规栽培。不同类型品种自然农法的叶龄调查结果表明,自然农法栽培生育期 140 d 以上中晚熟和晚熟品种叶龄比常规栽培推迟约 4~5 d,生育期在 140 d 中熟和中早熟品种自然农法和常规叶龄差距明显缩小(表 4)。

表 4 不同品种叶龄动态

品种	处理	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
秋光	自农	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
	常规	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
吉粳 66	自农	6.2	6.9	7.8	8.9	9.9	10.8	11.8	12.2	12.8	13.5	13.7	14.0	
	常规	7.0	7.7	8.9	9.8	10.6	11.1	11.9	12.4	13.1	13.9	14.0	14.0	
吉玉粳	自农	6.7	7.1	7.9	8.2	8.6	9.5	10.5	10.9	11.3	12.1	12.5	13.0	
	常规	6.9	7.2	8.7	9.6	10.2	10.9	11.5	11.9	12.0	12.7	12.9	13.0	
长白 8 号	自农	6.8	7.1	8.0	8.8	9.0	9.7	10.5	11.3	12.3	12.8	12.9	13.0	
	常规	6.6	7.4	8.2	8.8	9.3	10.1	10.7	11.8	12.5	12.7	13.0	13.0	
九稻 19	自农	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
	常规	6.2	7.5	8.6	9.7	10.4	11.1	11.8	12.5	13.2	13.7	14.0	14.0	
吉粳 88	自农	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
	常规	6.5	7.3	8.1	9.2	10.3	11.1	11.9	12.5	13.3	14.0	14.6	15.0	
秋田小町	自农	7.0	7.7	8.5	9.4	10.4	11.3	11.9	12.3	13.2	13.8	14.4	14.8	15
	常规	7.2	7.9	8.9	9.9	11.1	12.1	12.6	13.3	13.9	14.5	14.8	15.0	
长白 9 号	自农	6.8	7.4	7.9	8.8	9.3	10.1	10.7	11.5	12.3	12.5	12.9	13.0	
	常规	7.0	7.8	8.8	9.4	10	10.9	11.4	12.3	12.5	12.9	13.0	13.0	

自然农法与常规栽培分蘖动态调查结果,无论是早熟品种还是晚熟品种在自然农法栽培最高分蘖期推迟到 7 月上旬,但分蘖数明显高于常规栽培(表 5)。

我们在分蘖盛期对不同品种在自然农法与常规栽培中叶面积指数进行了调查,自然农法栽培比常规栽培高,在生育中期自然农法生长表现旺盛(图 1)。

另外,我们采用日本佐竹公司制造的叶绿素含量分析仪测试不同品种叶色变化,以SPAD 值大小表示叶色浓浅和叶绿素含量高低。从调查结果分析,自然农法栽培前期由于有机肥释放较慢,秧苗吸收氮量不如常规施用尿素多,因此,前期水稻叶色较淡,SPAD 值较低。在水稻生育中期气温升高,有机肥释放氮量加快,SPAD 值上升,叶色明显较常规栽培叶色浓绿。而常规栽培不同类型品种从分蘖盛期即 7 月上旬叶色开始落黄,SPAD 值下降。常规栽培在穗肥施入后 15 d 到 8 月上旬左右,叶色仍没有自然农法深绿。

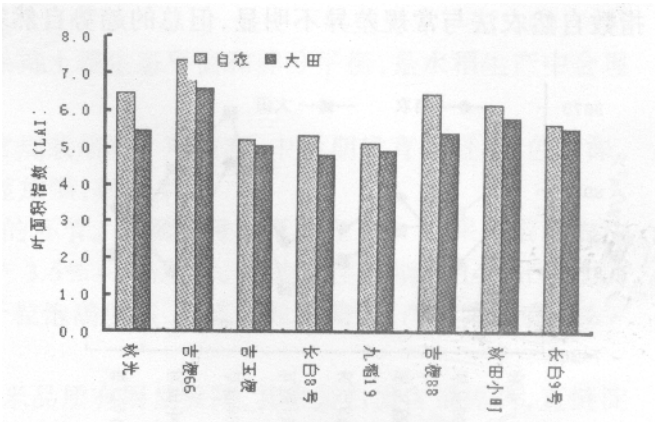


图 1 自然农法与常规栽培叶面积指数变化

表 5 不同品种分蘖动态

品种	处理	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
秋光	自农	4.0	4.0	5.2	13.0	18.0	31.6	31.8	33.8	30.6	26.8	25.2	24.0
	常规	5.8	5.8	6.0	14.2	21.0	32.0	33.6	31.4	29.6	27.4	24.0	23.2
吉粳 66	自农	3.8	3.8	4.2	11.2	20.6	33.8	34.8	32.8	31.4	28.8	27.4	27.0
	常规	3.4	4.4	6.8	13.8	22.4	33.8	32.2	32.4	31.0	29.2	26.5	26.8
吉玉粳	自农	3.8	3.8	4.0	8.6	12.6	27.6	29.0	31.2	30.2	27.2	26.6	26.0
	常规	4.0	5.0	7.0	11.2	15.6	28.8	32.2	31.8	29.2	28.2	25.6	25.0
长白 8 号	自农	4.4	4.4	4.6	11.0	15.6	24.0	25.6	28.0	23.6	21.8	20.6	19.6
	常规	3.8	3.8	4.0	10.6	19.8	24.0	26.0	24.8	24.4	23.2	18.8	17.6
九稻 19	自农	4.2	4.2	4.6	13.4	15.6	27.0	27.0	25.6	24.0	22.6	19.8	18.2
	常规	5.0	5.0	5.0	11.4	15.0	23.2	24.6	23.4	22.4	21.0	18.4	16.6
吉粳 88	自农	4.0	4.0	5.0	11.2	16.6	28.4	29.8	30.8	27.6	26.2	22.2	22.1
	常规	4.0	5.0	8.0	16.2	21.6	29.4	29.8	28.8	26.6	25.2	21.2	20.6
秋田小町	自农	4.8	5.8	7.0	13.6	15.6	22.6	31.0	34.2	30.2	27.2	25.6	24.0
	常规	5.0	5.0	11.0	17.2	21.6	28.8	32.2	31.8	28.2	25.2	25.1	25.0
长白 9 号	自农	4.8	5.8	7.0	11.6	16.8	22.0	26.0	28.8	28.4	24.2	22.8	20.6
	常规	4.2	6.2	9.6	15.4	21.6	25.0	27.0	24.6	24.0	21.6	19.8	18.1

2.3 自然农法与常规产量构成因素对比

表 6 自然农法与常规栽培产量构成因素比较

品 种	处理	株高 (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
秋光	自农	96.7	49.2	16.7	23.0	81.7	84.3	15.7	25.7	0.42
	常规	95	44.8	16.5	21.0	79.9	93.6	6.4	26.2	0.45
吉粳 66	自农	99.1	52.0	18.2	19.0	82.4	79.0	21.0	25.2	0.42
	常规	98.6	44.0	17.5	17.0	78.4	91.9	8.1	25.5	0.45
吉玉粳	自农	95.8	51.0	17.8	22.0	76.1	85.3	14.6	24.3	0.46
	常规	95.4	48.8	17.2	19.0	80.2	89.2	10.8	24.8	0.46
长白 8 号	自农	98.8	47.6	16.7	19.0	80.4	85.3	14.7	26.3	0.44
	常规	93.5	45.9	16.9	18.0	79.0	91.3	8.7	26.9	0.45
九稻 19	自农	96.6	48.9	17.4	20.0	75.9	82.1	17.9	25.5	0.44
	常规	94.3	46.0	17.1	18.0	81.5	89.1	10.9	26.2	0.45
吉粳 88	自农	97.3	50.5	16.6	19.0	126.8	89.7	10.3	22.9	0.45
	常规	95.3	48.0	16.3	18.0	123.7	91.1	8.9	23.0	0.45
秋田小町	自农	97.8	46.6	17.7	21.0	80.4	87.3	12.7	25.0	0.45
	常规	101.7	45.9	17.1	20.0	83.0	89.2	10.8	25.4	0.46
长白 9 号	自农	97.1	47.6	17.9	19.6	92.2	92.3	7.7	28.5	0.45
	常规	92.3	46.3	18.1	18.6	89.2	95.3	4.7	27.1	0.47

表 6 结果表明,两种栽培方式在株高、三节间长度及穗长等形态上自然农法比常规表现为株高略高、穗略长,但不明显。有效分蘖对比自然农法略高于常规栽培。结实率和千粒重,自然农法栽培由于中后期体内含氮量较高,品种的结实率变幅在 79%~93%,而常规栽培品种结实率在 85%~96%之间变化,两者相差约 4%~5%。从千粒重变化分析,自然农法不同熟期品种的千粒重低于常规栽培。

收获指数自然农法与常规差异不明显,但总的趋势自然农法栽培产量主要因素构成指标低于常规栽培。

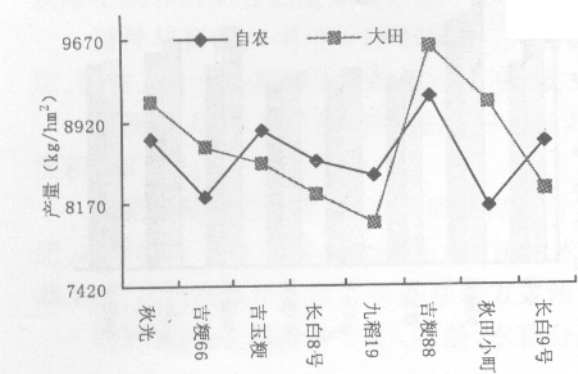


图2 不同品种两种栽培方法产量对比

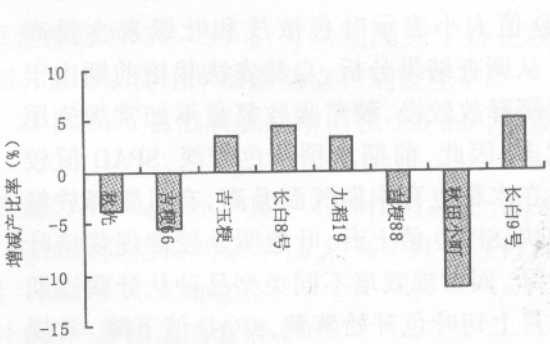


图3 两种栽培条件下不同品种增减产比率

自然农法栽培与常规栽培产量对比如图2。从图2可以看出,在自然农法栽培条件下早熟、中熟品种由于后期结实率高于晚熟品种,子粒饱满度好,产量高于常规栽培,而晚熟品种后期出现贪青,成熟度差,子粒不饱满,产量低于常规栽培。自然农法栽培最高产量9 000 kg/hm²左右,最低产量8 145.0 kg/hm²。从增产率分析,自然农法栽培比常规增产幅度在3%~5%左右,减产率在3%~11%左右。

3.4 自然农法栽培与常规栽培稻米品质差异

施用农家肥有利于提高稻米品质。我们对不同类型品种自然农法栽培与常规栽培蛋白质含量、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(表7)。表7表明,自然农法栽培稻米品质中蛋白质含量有增加趋势。对于蛋白质含量高低对食味影响不少研究表明,蛋白质含量越高,食味下降。但从本试验几年测试结果却明显看出,同一品种自然农法栽培和常规栽培条件下蛋白质含量明显提高,但对米饭食味和粘性并没有影响,反而米饭粘性提高,食味值上升。

对直链淀粉含量影响分析,自然农法栽培略有下降趋势,这与两种栽培条件下出穗后气温有关,也是食味提高的主要因素之一。

从米饭粘性和食味值测试结果可以看出,自然农法栽培米饭粘性和食味值普遍得到提高,特别是品质中等品种在自然农法栽培中食味值提高幅度较大,米饭品质得到明显改善。

精米中的钾与镁含量高低是对米饭口感好坏的一个标志,从测试结果看,其含量差别并不明显。

表7 两种栽培环境下不同品种品质变化

品种	处理	精米 - N(%)	精米 - K(%)	精米 - Mg(%)	直链淀粉(%)	米饭粘性值	食味值
秋光	自农	6.02	0.21	0.07	19.4	1.09	0.87
	常规	5.65	0.45	0.23	19.5	0.91	0.82
吉粳 66	自农	5.41	0.37	0.19	18.5	1.02	1.00
	常规	5.23	0.38	0.19	19.0	0.98	0.94
吉玉粳	自农	5.54	0.13	0.02	20.1	0.84	0.96
	常规	4.81	0.45	0.23	20.3	0.77	0.86
长白 8 号	自农	5.47	0.42	0.21	18.5	1.05	0.94
	常规	5.28	0.36	0.18	18.8	0.89	0.82
九稻 19	自农	5.20	0.40	0.20	17.3	0.93	0.92
	常规	5.14	0.40	0.20	18.2	0.83	0.87
吉粳 88	自农	5.88	0.33	0.17	17.7	1.12	1.09
	常规	5.79	0.39	0.21	17.9	1.03	1.04
秋田小町	自农	6.01	0.47	0.24	16.1	1.17	1.13
	常规	5.65	0.34	0.17	16.4	1.14	1.07
长白 9 号	自农	5.41	0.41	0.22	18.0	1.03	0.89
	常规	5.18	0.31	0.14	18.8	0.90	0.81

3 结论与讨论

随着自然农法栽培研究水平提高,技术日益成熟,回归大自然农业生产意识越来越被人们认识。自然农法水稻生产中对品种的选择越来越迫切,对产量指标要求也越来越高。通过3年研究结果和

大面积示范表明:

①自然农法农业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,是水稻生产中合理使用土壤,大幅度提高土壤生产能力的种植方式。

②自然农法栽培推迟水稻生育期,前期生长较常规栽培晚 1 周左右,中后期发育旺盛,叶色加深。容易在后期发生贪青晚熟,根系活力比常规栽培明显加强,根系多。

③自然农法栽培条件下选用适宜的品种是重要的环节。水稻品种生育期在 140 d,采用自然农法栽培技术对提高水稻产量潜力较大,比常规栽培增产 3.5%~5%左右。而水稻生育期在 140 d 以上的品种,由于后期贪青晚熟、成熟度下降、结实率低、子粒饱满度差,造成千粒重偏低,产量降幅在 3%~11%左右。

④不同类型水稻品种在自然农法栽培环境下稻米品质有明显提高,其中蛋白质含量提高,直链淀粉略有下降趋势,食味值提高。

自然农法水稻优质、高产栽培技术是今后绿色水稻生产的发展方向,然而自然农法水稻生产在国内外仍处于一个新的发展阶段,如何正确选用适宜品种以及规范自然农法稻米生产标准等几方面问题需要进一步深入研究。

①自然农法水稻生产技术中品种选用是提高自然农法稻米产量的关键,由于常规栽培转向自然农法栽培需要一个转化过程,当地不同的品种对土壤环境要求也不同。因此,应加快选育和确定适应于自然农法栽培的水稻品种。

②自然农法肥料主要来自自然界中废弃物,大部分以家禽、家畜的粪便为主,但由于目前国内家禽、家畜饲料中加入了各种化学激素,而农村自然饲养的家禽、家畜范围越来越狭窄,原料来源不足。另一方面这些粪便发酵技术不完善,发酵时间不充足,施入稻田中带来的负效应十分明显。

③自然农法稻米生产中理想的病虫害的防治技术是培育和谐的土壤环境和培育健壮稻苗,以自身抗性来抵御外来不良环境。但一旦发生稻瘟病,可作为防治的生物农药种类少。应加快生物农药的研究如从植物体内提炼激素等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,石玉海. 水稻品种稻米品质研究[J]. 吉林农业科学,1988(4):69-73.
- [4] 张三元,李 彻,张俊国. 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.
- [5] 张三元,李 彻,石玉海,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.
- [6] 李宗铁,韩京龙,江耀宗. 连续施用农肥对水稻生育和品质的影响[J]. 吉林农业科学,1991(4):66-69.
- [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. 稻田养殖与自然农法水稻生产[A]. 21 世纪作物科技与生产发展学术讨论会论文集[C]. 北京:中国农业科学技术出版社,191-195.

欢 迎 订 阅 下 列 期 刊

《山西农业科学》是山西省农业科学院主办的大农业学术性期刊,主要栏目有:宏观农业、专题论述、生物技术、遗传育种、栽培与生理、土壤肥料、植物保护、畜牧兽医、农产品贮藏与加工等《山西农业科学》2007 年起改为双月刊,大 16 开,88 页码。每期定价 5.00 元,全年 30.00 元。国内统一刊号 CN14- 1113/S,邮发代号 22- 24。地址:太原市长风街 2 号。邮政编码:030006 E-mail: sxnykx@126.com

《南方园林花卉》大 16 开。双月刊,每期定价 10 元,全年 60 元。邮发代号 78- 120,全国各地邮政局(所)均可订阅。同时,欢迎汇款到编辑部邮购,平寄免收邮费。热忱欢迎投稿和刊登广告信息。地址:重庆市江北区华新街 345 号;收款人:南方园林花卉编辑部 邮编:400020 电话:028- 67722381 E-mail: nfy1hh@163.com nfy1hh@yahoo.com.cn

《杂交水稻》双月刊,大 16 开本,96 页,逢单月出版,每册定价 8.00 元,年价 48 元。订阅方法:(1)可到当地邮局订阅,邮发代号:42- 297。(2)直接向本刊杂志社订阅,请将款汇至长沙市芙蓉区马坡岭《杂交水稻》杂志社或信汇至长沙市农行马坡岭支行湖南省农业科学院,账号 035801040000341(务请注明杂交水稻 07 年杂志款),邮编 410125,电话 0731- 2872955,4690835,2872954。欢迎订阅,并欢迎投稿、刊登广告。