

文章编号: 1003-8701(2002)04-0008-05

水稻无公害优质高产栽培技术的研究^{*}

IV. 无公害栽培条件下不同类型品种根系与产量的关系

张三元¹, 金京德¹, 全成哲¹, 郭希明¹, 徐会连¹, 岩石真嗣², 原田健一²

(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农业试验场)

摘要:在不施农药与化肥, 只施有机肥料的栽培条件下, 研究不同类型水稻品种根系发育及生物产量变化。结果表明: ①无公害栽培条件下根系分布在不同层次土壤中, 次生根数要比常规栽培平均多出 103 条, 根的长度比常规栽培条件下长 3 cm。②不同栽培环境中根数与单株粒重、单株生物产量呈正相关。③无公害栽培条件下稻米品质有所变化, 直链淀粉的含量要高于常规栽培, 蛋白质含量有所增加, 但变化不明显。④无公害栽培比常规栽培条件下平均增产 5% 以上。

关键词:水稻; 无公害栽培; 高产; 优质**中图分类号:** S511.048**文献标识码:** A

水稻无公害栽培技术是采用不施化肥与农药、不翻地只旋耕的一种大幅度降低水稻生产成本、维持自然土壤物理化学特性、减少环境污染、保护耕层不受破坏、大量节省水稻生育期间用水量的栽培新技术。此项技术在日本水稻生产中已大面积应用, 并且取得了稳产的报道。吉林省水稻生产进入 90 年代以来, 生产成本不断增加。经调查, 90 年代平均每公顷生产成本比 80 年代增加近 20% 左右, 而每公顷产量却比 80 年代仅增加 6% 左右, 且粮食价格要比 80 年代每公斤低 0.2 元。因此, 加快研究推广无公害低成本栽培技术和选育适合无公害栽培技术的优质新品种是吉林省水稻生产中重要课题之一, 也是提高吉林省水稻稻米品质的重要措施。本报研究无公害栽培条件下不同类型品种的根系发育特征特性及生物学产量的变化, 旨在为吉林省水稻无公害低成本优质栽培生产提供新的科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

选用不同类型优质高产品种辽粳 264、辽粳 454、超产 1 号、秋田小町以及生产上推广品种通 35 和长白 9 号。

试验设在吉林省农业科学院水稻研究所试验田, 土壤为黑粘土, 土壤中 0~10 cm 耕层有机质含量为 3.05%、全氮为 0.175 6%、全磷为 0.090 9%、全钾为 1.99%; 土壤 11~20 cm 有机质含量为 2.84%、全氮为 0.158 2%、全磷为 0.084 6%、全钾为 2.03%。土壤呈中性。不同根系测定分期种植在玻璃水槽中, 水槽长 50 cm, 宽 40 cm, 高 50 cm, 土壤呈中性。

收稿日期: 2002-05-21**作者简介:** 张三元(1951-), 男, 上海市人, 吉林省农科院水稻研究所研究员, 主要从事水稻育种研究。

^{*} 吉林省作物学会第七届理事会推荐优秀论文。

1.2 试验方法

1.2.1 育苗方式

采用正常大楼盘育苗,5月24日插秧。常规栽培的本田,采用日本35型拖拉机在上年度秋季进行10~12 cm的旋耕,5月13日进行泡田,插秧前一周耙地,3 d后插秧。无公害试验田,上年度人工收获后进行10~12 cm旋耕,插秧前4 d泡田,插秧形式30 cm×12 cm,每穴插3~4苗。水槽插秧形式为24 cm×12 cm。

1.2.2 施肥方式与施肥量

常规栽培每公顷施复合肥料250 kg, N肥150 kg, K肥100 kg,分为底肥1/3,追肥(分蘖肥、穗肥)为2/3;施用丁草胺与草克星复合除草剂进行杂草防治。无公害栽培每公顷施发酵有机肥纯氮为270 kg,耕地前施入。9月25日收获,测产面积为2 m²。

表1 鸡粪发酵前与发酵后养分分析

鸡 粪	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	3.861 1	2.99	2.086	3.371
发酵后	4.710	2.960	4.783 1	4.11	2.385	3.853

1.3 调查方法

1.3.1 根系测定

根系取样分7月中旬和9月上旬两次,每区挖取样品3株,根部用水冲洗,人工测定。

1.3.2 稻米品质测定

采用德国布鲁克光谱仪器公司制造近红外傅立叶测定仪测定稻米蛋白质与直链淀粉含量。一部分送日本,由日本中国农业试验场进行分析。

2 结果与分析

2.1 无公害栽培对水稻不同品种根系生育的影响

无公害栽培与常规栽培其土壤物理性状有明显的差异,特别是土壤的容重变化较大。无公害栽培的土壤容重要比常规栽培的土壤容重低,下层的非毛管孔隙度也多于常规栽培

表2 无公害栽培土壤容重及孔隙度的变化

处 理	容重(g/cm ³)	土壤总孔隙度(%)
常 规 本 田	1.100 79	58.46
一年无公害	1.055 93	60.15
二年无公害	1.018 60	63.71
三年无公害	0.961 80	65.57

注:地址为水稻所试验田。

表3 无公害栽培条件下不同品种地上部与地下部的变化

品 种	处 理	株高 (cm)	分蘖 (个)	根数 (条)	根长 (cm)	单株根 鲜重(g)	单株根 干重(g)
秋田小町	无公害	123.95	21.5	465.0	37.6	29.4	1.51
	常 规	117.00	16.0	379.0	34.5	24.8	1.90
辽梗 264	无公害	98.25	18.0	953.5	35.7	44.7	2.50
	常 规	103.00	21.0	817.0	28.4	35.6	1.90
辽梗 454	无公害	100.20	19.5	1 176.0	39.5	45.6	3.95
	常 规	101.50	20.1	1 089.0	27.8	17.9	2.03
超产 1号	无公害	97.70	29.5	925.5	31.6	28.4	2.52
	常 规	102.00	30.0	762.0	26.8	21.6	1.38
通 35	无公害	102.50	21.5	946.0	36.3	30.9	2.95
	常 规	105.00	19.0	891.0	28.4	21.4	2.74

注:测定日期为7月15日出穗前一周。

培(表2)。因此,无公害栽培环境能促进品种根系的发育,确保提高水稻的生物产量。从表3分析结果看,无公害栽培无论大穗型高秆品种或是多穗高产型品种根系的发育都趋向于土壤各层,次生根数要比正常翻耕栽培多出近10³条左右,而且无公害栽培水稻根系的长度

要长于常规栽培 3.1 cm。由根系的鲜、干重分析结果表明,虽然根系的干物重因品种类型的不同而存在着差别,但无公害栽培比常规栽培根鲜、干重都高。这表明由于无公害栽培的土壤团粒疏松,土壤容重轻,有利于水稻根系的伸长和粗壮,也有利于根系在前期大量吸收养分,增加生物产量。

2.2 根系与产量构成的关系

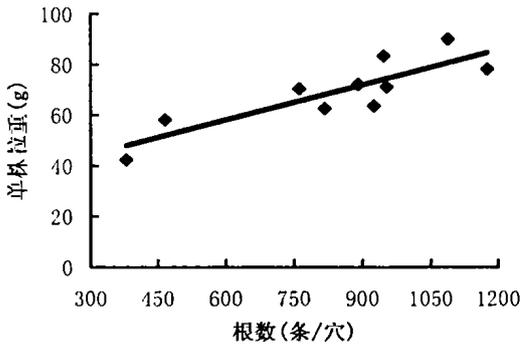


图1 根数与单株粒重的关系

根系在土壤中的分布(横向分布与纵向分布)与地上部器官生长发育关系很大,根系发育最旺盛期为出穗期,根数量达到高峰阶段,这时期根发育的好坏、根数量的多少与产量的高低有很高的相关性。通过生育后期根系数量与产量性状相关分析(图1)结果看出,根数的多少与单株粒重有较高的正相关($y=0.046x+30.567$),其 $R^2=0.7329$,达到了显著水平。图2根数量与生物产量分析的结果($y=0.05x+102.03$),虽呈现出正相关($r=0.574$),但未达到显著水平。从供试品种株高与根数量的相关分析结果(图3)得出,株高与根数量呈显著负相关($y=-0.0223x+130.02$),其 $R^2=0.6576$ 。同时,对无公害栽培条件下根的长度与生物产量、单株粒重以及其它性状进行分析结果表明,根的长短对产量及生物产量影响不明显,也不存在相关性。说明水稻后期由于根系的活力下降,子粒的主要养分来源于根系群体的供给,即根的数量,而不是根的长短。

同时,对无公害栽培条件下根的长度与生物产量、单株粒重以及其它性状进行分析结果表明,根的长短对产量及生物产量影响不明显,也不存在相关性。说明水稻后期由于根系的活力下降,子粒的主要养分来源于根系群体的供给,即根的数量,而不是根的长短。

2.3 无公害栽培条件下产量形成的差异

表4分析结果表明,无公害栽培条件下辽粳294、辽粳454、超产1号、通35和长白9号品种生物产量明显要比常规栽培条件下高,从4个大穗型品种每穗粒数来看,辽粳294、辽粳454、通35和长白9号穗较大,在无公害栽培下,由于有机肥肥效释放缓慢,在穗分化期间有足够的养分提供,确保颖花数。超产1号属多穗类型,在无公害栽培条件下穗粒数有所变化,但差异不明显;从千粒重的变化分析,无公害与常规栽培条件下的差别也不明显。然而无论是大穗型还是多穗型品种的生物产量,在无公害栽培条件下结实率要比常规栽培有所提高。

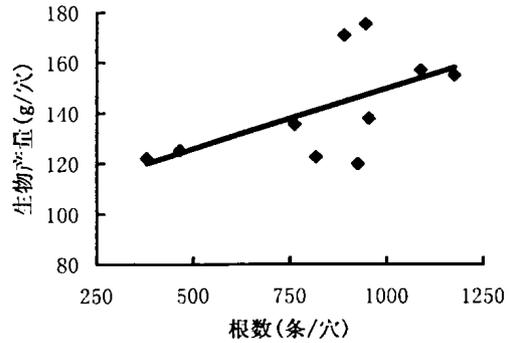


图2 根数与生物产量的关系

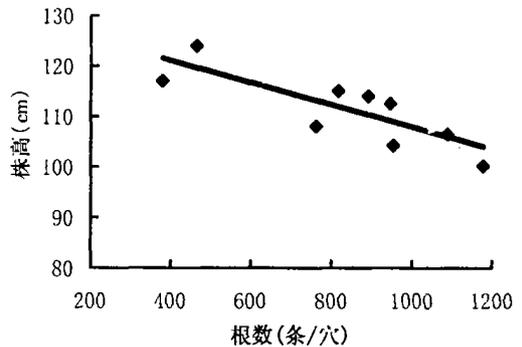


图3 根数与株高的关系

表 4 无公害栽培与常规栽培条件下生物产量构成

品 种	每穴草重 (g)	每穴粒重 (g)	穗轴重 (g)	生物产量 (g)	穗总粒数 (粒)	穗实粒数 (粒)	穗长 (cm)	结实率 (%)	千粒重 (g)
辽梗 294	84.5	58.2	2.7	165.3	113.4	90.6	19.6	79.9	25.8
对 照	77.5	42.4	2.3	142.1	102.5	75.3	18.0	68.2	25.2
辽梗 454	82.7	71.1	3.0	177.7	108.4	89.1	18.7	88.1	25.5
对 照	67.2	62.7	2.6	152.6	96.1	79.5	18.4	82.7	24.2
超产 1 号	73.7	78.1	3.2	165.1	83.4	73.0	18.8	87.6	26.1
对 照	64.2	90.0	2.8	157.0	72.7	70.1	18.6	87.8	26.8
通 35	63.6	73.8	2.5	139.8	107.9	95.6	18.7	88.6	27.4
对 照	62.5	70.4	2.6	135.4	95.6	89.6	17.5	83.7	27.5
长白 9 号	98.9	83.4	3.2	175.2	121.0	107.5	18.8	88.9	28.7
对 照	95.5	72.1	3.2	170.8	91.8	71.8	18.7	78.2	28.3

参试品种在无公害栽培条件下均比常规栽培方式增产,分别增产 8.2%、6.3%、3.2%、3.4%和 5.7%,平均增产为 5.36%左右。而无公害栽培比常规栽培增产的原因,主要表现在无公害栽培条件下土壤的理化性发生了变化,根系要比常规栽培明显健壮,根系发育好,这与国内外无公害栽培研究报道的结果是基本一致的。同时,分析不同穗型的穗轴重量与穗粒重的关系(图 4)得出:穗粒与穗轴呈显著的正相关($y = 0.022 1x + 1.298$),其 $R^2 = 0.68$ 。因此,选育穗轴粗的品种也是提高穗粒重的一个重要标志。

2.3 无公害栽培条件下品质的变化

通过近红外稻米品质分析仪测定无公害与常规栽培条件下直链淀粉含量与蛋白质含量变化如图 5。从图 5 中可看出,无公害栽培条件下生产的稻米无论早、中、晚不同类型品种直链淀粉的含量要比常规栽培条件下高出近 0.7%左右,而蛋白质含量在同等肥量条件下无公害栽培与常规栽培之间的差别不明显。无公害栽培直链淀粉含量的提高,这主要是无公害栽培土壤容重比常规栽培条件下轻,而土壤中温度变化起不到一个缓冲的作用,造成直链淀粉的含量略有增加。土壤温度变化对水稻品质变化的影响日本宫城农业研究中心也有同样的报道。

3 结论与讨论

水稻无公害栽培是水稻生产向着持续发展、改良土壤环境、提高稻米品质、降低生产成本的栽培技术。通过几年的研究表明,无公害栽培选用合适的高产品种,不仅不能减产,而且能够达到常规栽培产量或增产。同时发现,无公害栽培条件下水中的微生物种类不断增多,水田中的水质有明显提高。目前,我省水稻生产成本不断增加,由于在不断使用农

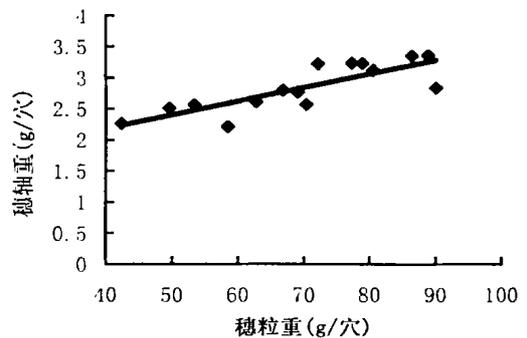


图 4 单株穗粒重与穗轴重的关系

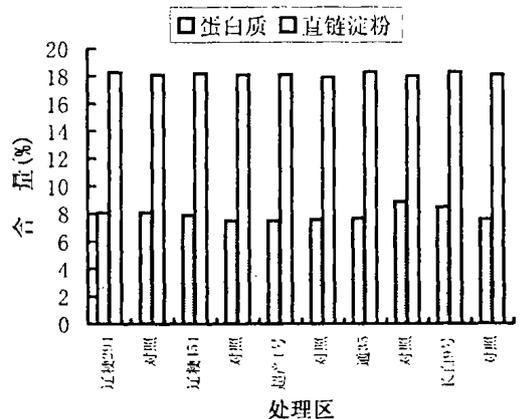


图 5 无公害稻米中直链淀粉与蛋白质含量的变化

药和化肥造成水中微生物种类不断下降、稻田土理化性不断恶化的情况下大面积推广无公害栽培技术是降低水稻生产成本、减少环境破坏、提高水利用率的一项新措施。然而,由于无公害栽培条件下田间杂草过多,尤其是恶性杂草增多,这就需要进一步研究和选育适合与杂草共生栽培的优质新品种和利用生物间的竞争来进行杂草防治的栽培技术。

参考文献:

- [1] 周开达,等·亚种间重穗型杂交稻研究[M]·成都:四川科学技术出版社,1997.
 [2] 崔星烈,等·不同耕法对水稻生长发育和产量效应[J]·吉林农业科学,1991,(3):90—94.
 [3] 牟金明,等·作物根茬留田对土壤有效微量元素动态的影响[J]·吉林农业科学,1998,(1):59—61.
 [4] 日本宫城县农政部,日本宫城推广普及技术,1998.

Study on high Quality and Yield Pollution Free Rice Cultivation Technique

IV. Relation between Yield and Root System of Different Cultivars under Pollution Free Condition

ZHANG San-yuan¹, JIN Jing-de¹, QUAN Cheng-zhe¹, GUO Xi-ming¹, XU Hui-lian¹,
 SHIN Jiiwaishi², KEN Ighalada²

(1. Rice Research Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100, China;
 2. International Nature Farming Research Center, Japan)

Abstract: The Bio-mass and the development of root system of different rice varieties cultivated under the condition of applying pure organic fertilizer without herbicide and chemical fertilizer were studied. The result indicated: ① The number of secondary roots increased 10³ averagely at different soil layer under pollution free condition compared with conventional cultivating condition, but the root length was 3 cm shorted. ② The root number showed positive correlation with grain weight per hill and Bio-mass. ③ The content of amylose under pollution free condition was higher than that under conventional cultivation condition, the content of protein have n't obvious change. ④ The average yield increased 5% under pollution free cultivation condition.

Key words: Rice; Pollution free cultivation; High-yield; High-quality

欢迎订阅 2003 年《吉林农业科学》

《吉林农业科学》是吉林省农科院主办,国内外公开发行的综合性农业科技期刊。主要报道最新农业科技成果、研究报告、学术论文、专题综述、科研动态、实用技术和广告信息等。适合广大农民朋友、农业科技人员、农业生产管理人员和农业院校师生阅读。

《吉林农业科学》为双月刊,16开本,56页。每期定价4.00元,全年24元。邮发代号12-71,全国各地邮局均可订阅。如在邮局订阅有困难或已错过订阅时间,也可从邮局汇款与本刊编辑部直接订阅。汇款时请注明订阅年份和期次,款到立即发刊。

地址:吉林省公主岭市西兴华街6号《吉林农业科学》编辑部

电话:(0434)6257384 邮政编码:136100