

文章编号 :1003-8701(2013)06-0001-05

东北三省不同年代水稻产量及性状的比较研究

王海泽^{1,2},何广生¹,程效义¹,全成哲³,吕艳东²,徐正进^{1*}

(1. 沈阳农业大学水稻研究所 / 农业部东北水稻生物学与遗传育种重点实验室 / 北方超级粳稻育种教育部重点实验室, 沈阳 110866 ; 2. 黑龙江八一农垦大学农学院, 黑龙江 大庆 163319 ; 3. 吉林省农业科学院水稻研究所, 吉林 公主岭 136100)

摘要 :以辽宁、吉林和黑龙江三省 20 世纪 70、80、90 年代和 2000 年以后有代表性水稻品种为试材,分析年代间及省份间水稻品种产量差异、变化及其相互关系。结果表明:东北三省 20 世纪 70 年代到 90 年代产量增长了 9.66%, 21 世纪初产量略有下降, 近年来产量的增加主要归功于穗粒数的增加; 从东北三省总体来看, 穗数、穗粒数及与其密切相关的一、二次枝梗个数和粒数、穗长、穗重、着粒密度、二次粒率均与产量呈极显著正相关, 结实率及与其密切相关的一、二次枝梗结实率基本均与产量呈负相关, 除一次枝梗结实率外, 其它均达到显著水平。

关键词 :东北三省; 水稻; 不同年代; 产量

中图分类号 :S511

文献标识码 :A

Comparative Studies on Yield and Panicle Traits of Rice Released in Different Years in Northeast Region of China

WANG Hai-ze^{1,2}, HE Guang-sheng¹, CHENG Xiao-yi¹, QUAN Cheng-zhe³,
LV Yan-dong², XU Zheng-jin^{1*}

(1. Rice Research Institute, Shenyang Agricultural University / Key Laboratory of Northeast Rice Biology and Breeding, Ministry of Agriculture / Key Laboratory of Northern Japonica Super Rice Breeding, Ministry of Education, Shenyang 110866;

2. Agronomy College of Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319;

3. Rice Research Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling, 136100, China)

Abstract: The typical rice varieties in Liaoning, Jilin and Heilongjiang provinces from 1970 to 2010 were used as trial materials to analyze the differences, changes and relationships in yield traits of rice released in different provinces and different years. The results showed that the yield of rice in three provinces from 1970s to 1990s increased by 9.66% and decreased slightly in the beginning of 21st century. The yield of rice increases was mainly attributed to the seed number increases. The yield was significantly positively correlated with panicles per hill, grain number per panicle, primary rachis branches number, second rachis branches number, grain number of primary rachis branches, grain number second rachis branches, panicle length, panicle weight, grain density, ratio of secondary branch grains, but negatively correlated with kernel setting rate, kernel-setting rate of primary branch and secondary branch, and except kernel-setting rate of primary branch, others all reached significantly level.

Keywords: Rice; Northeast of China; Different released years; Yield

收稿日期 :2013-09-22

基金项目 :“十二五”国家科技支撑计划资助项目(2011BAD35B02)

作者简介 :王海泽(1970-),男,硕士,副教授,从事水稻栽培研究。

通讯作者 :徐正进,男,教授,博士, E-mail : xuzhengjin@126.com

水稻是我国最重要的粮食作物之一,在粮食生产中占有重要地位。东北水稻种植面积大约在 $3 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 左右,占北方粳稻面积的 60% 以上^[1]。东北生态条件有利于粳稻生产,历来以高产优质著称,而且商品率超过 50%,是我国优势农产品产业带之一,也是重要的商品粮基地^[2]。我国自 20 世纪 30 年代的水稻高秆品种到现在的超级稻经历了多次品种更替,每次更替均使产量有较大幅度的提高^[3-6]。关欣等^[4]研究了辽宁省不同年代常规品种及新育成的超级稻品种的穗部性状,发现超高产品在各个性状上都有所改进。王红霞等^[7]对黑龙江不同生态条件对水稻产量进行比较发现,不同的生态条件对水稻产量影响显著,对穗粒数没有影响,对穗数和千粒重影响显著。陈培峰^[8]对不同年代粳稻品种产量进行了比较发现,50 年代品种产量显著低于 60、70、80 和 90 年代品种产量。关于水稻产量性状间的相互关系,前人也做过研究^[9-12]。但迄今为止,对于不同生态区、不同年代水稻产量的变化还缺乏研究。因此,在前人研究的基础上,本试验进一步对东北三省不同年代水稻产量的差异及性状间的相互关系进行比较研究,力求发现各年代间水稻产量的趋势及变化规律,为以后水稻育种和栽培提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

表 1 供试品种

年代	供试品种		
	辽宁省	吉林省	黑龙江省
秋光	吉粳 53	合江 15	
丰锦	吉粳 56	合江 19	
公字 1 号	吉粳 60	普选 10	
辽粳 5	吉粳 62	合江 20	
辽粳 287	吉粳 63	合江 21	
辽盐 2	关东 107	东农 415	
铁粳 4	长白 9	东农 419	
辽粳 294	吉粳 67	龙粳 8	
辽盐 241	吉玉粳	垦稻 8	
沈农 9741	九稻 44	龙粳 13	
沈农 265	九稻 46	龙粳 14	
沈稻 7	吉 2843	龙粳 18	
沈稻 9	延粳 23	龙粳 21	
沈稻 12	长白 13	垦鉴稻 5	
辽粳 371	吉粳 82	空育 131	
辽粳 9	吉粳 88	垦稻 10	
辽星 1	吉粳 94	垦稻 11	
中辽 9052	吉粳 95	垦稻 12	
千重浪 2 号	吉粳 105	龙稻 3	
盐粳 68		龙稻 5	
		松粳 9	

选取辽宁、吉林、黑龙江三省不同年代(年代 70 年代,年代 80 年代,年代 90 年代,年

代 2000 年以后)具有代表性品种,其中前 3 个年代三省各选 3 个品种,2000 年以后辽宁 11 个、吉林 10 个、黑龙江 12 个(表 1)。2010 年分别在沈阳农业大学水稻研究所、吉林省农科院水稻所、黑龙江八一农垦大学进行,播期和插秧按当地正常时间,统一播量,插秧时每穴 1 苗,密度 $30 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$,每小区 6 行,每行 20 穴,随机区组设计,3 次重复,田间管理按当地高产栽培技术规范实施。

1.2 试验方法

成熟期收获前调查每小区除边行外长势均匀的一行,数 10 穴的穗数,按平均穗数取有代表性的中等植株 5 穴,测量穗重与草重,调查所有穗的一次枝梗数,按一次枝梗穗数取中等穗 10 穗,将一次枝梗按穗轴自下而上编号,分别测定每个一次枝梗的二次枝梗数、一次枝梗和二次枝梗的实粒数及空秕粒数,计算一次枝梗结实率及千粒重、二次枝梗结实率及千粒重、二次粒率(二次枝梗数占总粒数的百分比)、穗型指数^[2](二次枝梗粒数最多的一次枝梗编号与一次枝梗之比)、着粒密度、单穗重、结实率、千粒重等。用 EXCEL 和 DPS 数据统计软件对产量性状进行统计分析,比较不同年代间、不同省份间水稻产量差异及各性状间的相互关系。

2 结果与分析

2.1 产量及其构成因素的比较

东北三省不同年代产量及其相关因素的比较结果列于表 2,从表 2 中可以看出,东北三省 20 世纪 70 年代到 90 年代水稻产量随着年代的演进产量呈增加趋势,21 世纪初育成品种产量较 90 年代品种略有下降,但也都高于 70 年代和 80 年代品种,各年代间未达到显著水平。进一步比较发现,辽宁与平均趋势相同,年代 产量极显著高于年代,与年代 和年代 差异性未达到显著,年代 产量显著高于年代,与年代 差异未达到显著水平;吉林随着年代的演进产量逐渐增加,年代 产量极显著低于其他 3 个年代,后三者差异不显著;黑龙江以年代 产量最高,显著高于其他 3 个年代,后三者差异不显著。

从各个省份来看,各项因素在不同省份间呈现不同的规律。穗数辽宁随着年代的演替呈下降趋势,除年代 与年代 差异未达到显著水平外,其他各年代间差异均达到极显著水平,吉林年代 穗数最高,极显著高于年代 和年代,黑龙江年代 穗数最高,极显著高于年代 和年代;穗粒

数随年代演进各省份间均呈波浪状变化,其中辽宁年代极显著低于其他3个年代,吉林年代显著高于年代,极显著高于年代,黑龙江年代显著高于年代,极显著高于年代;结实率随年代演进各省份间也均呈波浪状变化,辽宁年代极显

著低于其他3个年代,吉林年代极显著低于年代,黑龙江各年代间差异不显著;千粒重辽宁和吉林呈波浪状变化,其中辽宁年代显著高于年代,极显著高于年代,年代显著高于年代,吉林差异不显著,黑龙江以年代千粒重最高,显著

表2 产量及产量相关因素的比较

		穗数(No/m ²)	穗粒数	结实率(%)	千粒重(g)	产量(t/hm ²)
辽宁	年代	406.06aA	128.23bB	84.7aA	25.30abAB	8.34bB
	年代	356.00bB	186.56aA	68.29bB	23.73cB	9.33abAB
	年代	313.87cC	174.58aA	87.69aA	26.08aA	9.99aA
	年代	293.01cC	182.38aA	87.51aA	24.77bcAB	9.67aAB
吉林	年代	290.89cC	102.69bB	93.29aA	26.11aA	5.89bB
	年代	394.78aA	116.62abAB	87.09bB	23.97aA	8.75aA
	年代	364.22abAB	112.49bAB	90.67abAB	25.48aA	8.78aA
	年代	332.20bBC	134.36aA	89.24abAB	24.62aA	8.86aA
黑龙江	年代	352.00abAB	91.90bAB	95.03aA	26.65aA	7.38aA
	年代	262.37cC	107.18aA	92.73aA	26.63aA	6.41bA
	年代	385.41aA	86.69bB	95.81aA	24.17bB	6.99abA
	年代	323.58bB	99.40abAB	93.64aA	24.91bAB	6.68abA
平均	年代	363.15aA	109.57bB	90.50aA	25.94aA	7.25aA
	年代	335.44bAB	136.79aAB	82.71bB	24.78bA	7.46aA
	年代	345.40abA	124.59abAB	91.39aA	25.24abA	7.95aA
	年代	307.22cB	137.86aA	90.21aA	24.77bA	7.67aA

注:同一列中数字后跟不同大小写字母分别表示差异达到1%和5%显著水平,下同。

高于年代,极显著高于年代。

2.2 穗部性状的比较

由表3可知,东北三省穗长年代间无显著差异;穗型指数随年代的演进逐渐降低,70年代品种显著高于2000年以后品种;着粒密度70年代品种极显著低于80年代和2000年以后的品种,90年代品种显著低于80年代的品种;一次枝梗个数70年代品种显著低于90年代品种,极显著低于80年代和2000以后品种,其他3个年代差异不显著;一次枝梗粒数70年代品种显著低于80年代和90年代品种,极显著低于2000年以后

品种,其他3个年代差异不显著;一次枝梗结实率70年代和80年代差异不显著,二者都极显著低于90年代和2000年以后品种,后二者差异不显著;一次枝梗千粒重70年代极显著高于其他3个年代品种,后三者差异不显著;二次枝梗个数2000年以后品种极显著低于70年代品种;二次枝梗粒数70年代品种显著低于80年代和2000年以后品种;二次枝梗结实率80年代品种极显著低于其他3个年代,后三者差异不显著;二次枝梗千粒重80年代品种显著低于70年代品种;二次粒率年代间差异不显著。

表3 穗部性状的比较

		穗长(cm)	穗型指数	着粒密度 (Gs/cm)	一次枝梗 PB				二次枝梗 SB				二次粒率 (%)
					个/穗	粒/穗	结实率(%)	千粒重(g)	个/穗	粒/穗	结实率(%)	千粒重(g)	
辽宁	年代	19.28abA	0.50aA	6.66bB	9.82bB	58.19bB	92.57bB	26.54aA	23.41bB	70.04cB	78.13aA	24.10abAB	54.69cB
	年代	18.38bA	0.53aA	10.42aA	10.32bAB	59.18 bB	89.54cB	24.82bB	36.92aA	127.38aA	57.79bB	22.99bB	68.28aA
	年代	20.70aA	0.46aA	8.63aAB	11.81aA	70.41aAB	96.45aA	26.86aA	32.00aAB	104.17bA	82.23aA	25.42aA	59.41bB
	年代	19.17 abA	0.48aA	9.61aA	12.07aA	74.47 aA	96.31aA	25.96aAB	35.61aA	107.91abA	81.52aA	23.73bAB	58.43cB
吉林	年代	17.36 abAB	0.52aA	5.87cB	9.11bB	53.33bA	95.48aA	27.89aA	18.31bB	49.36bB	91.20aA	23.94abA	46.34bB
	年代	16.74bB	0.45aA	6.97abAB	10.91aA	62.53 aA	96.95aA	26.34aA	17.93bB	54.09bB	75.52cB	22.01acA	45.81bB
	年代	17.43 abAB	0.47aA	6.44bcAB	10.14abAB	54.16bA	97.08aA	26.91aA	20.09bAB	58.33bAB	84.90abAB	23.94aA	51.33aAB
	年代	17.89aA	0.44aA	7.54aA	10.72 aA	60.80abA	96.62aA	26.25aA	24.72aA	73.56aA	83.10bAB	23.00abcA	54.48aA

续表 3

	穗长 (cm)	穗型指数	着粒密度 (Gs/cm)	一次枝梗 PB				二次枝梗 SB				二次粒率 (%)
				个 / 穗	粒 / 穗	结实率(%)	千粒重(g)	个 / 穗	粒 / 穗	结实率(%)	千粒重(g)	
黑龙江	14.49bA	0.49aA	6.32 abA	8.27bBC	48.03bcB	97.63aA	28.26aA	14.87aA	43.87aA	92.02aA	24.66aA	46.98aA
年代	15.82 abA	0.51aA	5.82bA	10.04aA	59.16 aA	97.35aA	28.07aAB	16.78aA	48.02aA	86.98aA	24.55aA	44.17aA
年代	14.89bA	0.50aA	6.79aA	7.99bC	47.33cB	97.11aA	25.25bC	13.80aA	39.36aA	94.19aA	22.78bA	44.93aA
年代	16.23aA	0.45aA	6.15abA	9.39aAB	54.08abAB	97.28aA	26.19bBC	15.70aA	45.32aA	88.83aA	23.09bA	45.00aA
平均	17.36aA	0.50aA	6.28cB	9.16bB	53.83bB	94.93bB	27.48aA	19.36bA	55.74bA	86.50aA	24.18aA	49.63aA
年代	16.98aA	0.49abA	8.06aA	10.43aA	60.29aAB	94.61bB	26.41bA	23.88abA	76.50aA	73.43bB	23.18bA	52.75aA
年代	17.67aA	0.48abA	6.97bcAB	9.98abAB	57.30abAB	96.88aA	26.34bA	21.96abA	67.29abA	87.11aA	24.05abA	51.89aA
年代	17.73aA	0.46bA	7.74abA	10.70 aA	62.92aA	96.75aA	26.14bA	25.13aA	74.94aA	84.58aA	23.27abA	52.47aA

2.3 产量性状间的相关性分析

表 4 产量与产量构成因素的关系

	穗数	穗粒数	结实率	千粒重
年代	0.70**	0.67**	-0.25	-0.48*
年代	0.837**	0.53**	-0.46*	-0.60**
年代	-0.33	0.80**	-0.40*	0.22
年代	0.26*	0.67**	-0.34**	-0.04
平均	0.33**	0.66**	-0.33**	-0.15

产量与产量构成因素的关系列于表 4,从表 4 中可以看出,除年代 穗数与产量呈负相关外(未达到显著水平),其他均与产量呈显著或极显著正相关;穗粒数与产量呈极显著正相关;结实率方面,各项均与产量呈负相关,其中年代 和年代 结实率与产量负相关达到显著水平,年代 和平均结实率与产量达到极显著负相关;年代 千粒重与产量呈正相关,但未达到显著水平,其他均与产量呈负相关,其中年代 和年代 与产量呈显著或极显著负相关。

对穗部性状和产量进行相关性分析,结果列于表 5,穗长和穗重均与产量呈显著或极显著正相关,只有吉林穗型指数与产量达到显著负相关,其他与产量负相关未达到显著水平。着粒密度都与产量呈正相关,其中只有年代 未达到显著水平。除了年代 一次枝梗数和一次枝梗粒数与产量相关性未达到显著水平外,其他则与产量呈极显著正相关。一次枝梗结实率与产量呈负相关,但未达到显著水平。一次枝梗千粒重除了年代 与产量呈正相关外,其他均呈负相关,其中年代 和年代 达到极显著水平。二次枝梗数和二次枝梗粒数均与产量呈极显著正相关。二次枝梗结实率与产量呈负相关,其中年代 和年代 未达到显著水平。二次千粒重各项指标与产量相关性各有不同,只有年代 与产量负相关达到极显著。二次粒率与产量呈正相关,均达到显著或极显著水平。

表 5 穗部性状与产量的关系

年代	穗长	穗重	穗型指数	着粒密度	一次枝梗 PB				二次枝梗 SB				二次粒率
					个 / 穗	粒 / 穗	结实率	千粒重	个 / 穗	粒 / 穗	结实率	千粒重	
年代	0.42*	0.44*	-0.15	0.63**	0.46**	0.55**	-0.06	-0.53**	0.57**	0.62**	-0.33	-0.17	0.49*
年代	0.53**	0.55**	-0.19	0.36	0.05	-0.01	-0.32	-0.61**	0.54**	0.54**	-0.47*	-0.63**	0.54**
年代	0.72**	0.91**	-0.18	0.64**	0.78**	0.73**	-0.08	0.23	0.82**	0.80**	-0.38	0.28	0.83**
年代	0.56**	0.71**	0.05	0.56**	0.48**	0.53**	-0.17	-0.01	0.63**	0.68**	-0.24*	0.09	0.66**
平均	0.55**	0.70**	-0.06	0.53**	0.49**	0.49**	-0.11	-0.14	0.63**	0.66**	-0.30**	0.01	0.62**

3 结论与讨论

国际水稻研究所对 1966 年以后较有影响力的 12 个品种进行比较分析发现这 12 个品种的年增长率 1%^[13]。杨建昌等^[14]对我国中粳水稻的研究发现,随着品种的演进,产量逐渐提高。本研究与前人研究稍有不同,20 世纪 70 年代到 90 年代东北三省水稻产量呈上升状态,增幅分别为 2.9%

和 6.57%,21 世纪育成的品种较 90 年代略有下降,其中辽宁、黑龙江都呈现此趋势,只有吉林产量随年代的演进逐渐提高,具体比较发现,2000 年以后品种间产量差异性比较大(数据未列),这可能是造成其产量略低于 90 年代产量的原因,当然气候、栽培水平等原因也可能造成上述结果,具体原因有待于进一步研究。

有研究结果表明^[15-18],50 年代以来,新品种产

量的提高主要体现在产量构成因素中每穗粒数的增加,特别是70年代中期三系法杂交水稻的育成,由于穗大粒多,单位面积颖花量大,增产效果显著。关欣等^[4]发现随着品种更替,一次枝梗、一次枝梗颖花数、二次枝梗数和二次枝梗颖花数等穗部性状均呈增加趋势。本研究结果表明产量相关因素各年代间交替变化,主要体现在穗数、结实率、千粒重20世纪70年代相对较好,但穗粒数较差,进而产量不是很高,而20世纪90年代到21世纪初各项相关因素比较均衡,进而产量相对较高,与前人研究基本一致。具体来看,辽宁20世纪80年代穗数、结实率和千粒重都相对于70年代有所下降,但穗粒数得到明显改善,进而产量较高,而进入90年代结实率和千粒重是影响产量的主要因素,产量得到大幅提升,21世纪初,各项指标相对均衡,产量相对稳定。吉林20世纪80年代结实率和千粒重下降,穗数、穗粒数的增加进而提高产量,进入90年代穗数、穗粒数有所下降,产量提高是结实率及千粒重增加的结果,到21世纪初,产量的提高主要依靠穗粒数。黑龙江20世纪70年代产量最好,表现在各项因素都在较高水平,从20世纪80年代到90年代,穗粒数和千粒重有所下降,产量增加是穗数、结实率提高的结果,而到21世纪初产量有所下降,表现在穗数、结实率的降低。这与前人研究结果基本一致。

水稻产量是由各因素共同影响的复杂的综合性状,由于试验材料、条件、方法等不同,研究结果可能有所不同。本研究试验材料丰富,包含东北三省不同年代品种,与前人的研究结果相比,结论既有相同,也有不同,具体原因还有待于进一步研究。

参考文献:

[1] 邓华凤,何强,舒服,等.中国杂交粳稻研究现状和对策

- [J]. 杂交水稻,2006,21(1):1-1.
- [2] 徐正进,邵国军,韩勇,等.东北三省水稻产量和品质及其与穗部性状关系的初步研究[J].作物学报,2006,32(12):1878-1883.
- [3] 郑景生,黄育民.中国稻作超高产的最求与实践[J].分子植物育种,2003,1(5/6):585-896.
- [4] 关欣,陈温福,徐正进,等.不同年代水稻品种穗部性状比较研究[J].沈阳农业大学学报,2004,35(2):81-84.
- [5] 王文明.水稻超高产育种的现状与展望[J].西南农业学报,1998(11):7-12.
- [6] 袁隆平.从育种角度展望我国水稻的增产潜力[J].杂交水稻,1996(4):1-2.
- [7] 王红霞,邹德堂,王晓东,等.不同生态条件对水稻产量及其构成要素的影响[J].黑龙江农业科学,2010(5):29-31.
- [8] 陈培峰.不同年代籼稻品种产量的差异及其原因分析[D].扬州大学,2006.
- [9] 高良艳,周鸿飞.水稻产量构成因素与产量的分析[J].辽宁农业科学,2007(1):26-28.
- [10] 蔡建中,王余龙,何杰升,等.水稻产量构成因素与群体干物质生产的关系及其对产量的影响[J].江苏农学院学报,1989,10(4):9-12.
- [11] 孙占慧,张树林,徐正进.辽宁省水稻产量构成因子的相关分析[J].沈阳农业大学学报,2003,34(1):8-11.
- [12] 陈温福,徐正进,张龙步.水稻超高产育种理论与方法[M].北京:科学出版社,2007:276-292.
- [13] S Peng, KG Cassman, SS Virmani, et al. Yield potential trends of tropical rice since the release of IR8 and the challenge of increasing rice yield potential.Crop Sci, 1999(39):1552-1559.
- [14] 杨建昌,王朋,刘立军,等.中籼水稻品种产量与株型演进特征研究[J].作物学报,2006,32(7):949-955.
- [15] 李义珍,黄育民,庄占龙,等.杂交稻高产结构研究[J].福建省农科院学报,1995,10(1):1-6.
- [16] 袁隆平.两系法杂交水稻研究进展[J].中国农业科学,1990,23(3):1-6.
- [17] 袁隆平.杂交水稻超高产育种[J].杂交水稻,1997(6):1-61.
- [18] 杨守仁,张龙步,王进民,等.水稻超高产育种理论与方法[J].沈阳农业大学学报,1996,27(1):1-7.