

# 黑龙江省第二积温带水稻产量性状分析

高世伟<sup>1</sup> 聂守军<sup>1\*</sup> 史淑春<sup>1</sup> 刘晴<sup>1</sup> 刘宇强<sup>1</sup> 常汇琳<sup>1</sup> 谢树鹏<sup>1</sup> 熊琰<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> 黑龙江省农业科学院绥化分院, 黑龙江 绥化 152052; <sup>2</sup> 黑龙江省龙科种业集团有限公司, 哈尔滨 150086;  
第一作者: gaoshiwei1118@126.com; \* 通讯作者: nsj0821@126.com)

**摘要:**为明确黑龙江省第二积温带水稻高产育种目标, 分析了黑龙江省第二积温带 30 个水稻品种的产量性状及其相关关系。结果表明, 对水稻产量影响较大的第一主因子为每穗粒数, 第二主因子为剑叶宽, 第三主因子为千粒重, 第四主因子为穗长, 第五主因子为结实率, 第六主因子为株高。在今后高产育种工作中, 应将改良水稻株型及提高每穗粒数作为工作基础。

**关键词:**水稻; 产量性状; 相关性; 主成分分析

**中图分类号:** S511 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-8082(2016)05-0044-04

黑龙江省第二积温带是黑龙江省水稻主产区, 经过历代水稻工作者的不懈努力, 这一地区的水稻育种工作取得了显著成果, 但也暴露出很多问题。为明确今后的育种目标, 笔者对黑龙江省第二积温带的 30 个水稻品种的产量性状进行了系统分析, 以期黑龙江省水稻育种工作提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验材料选择黑龙江省第二积温带推广面积较大或产量性状较好的 30 个水稻品种: 绥粳 4 号、绥粳 8 号、绥粳 9 号、绥粳 10、绥粳 11、绥粳 13、绥粳 14、绥粳 16、绥粳 17、绥粳 18、北稻 2 号、北稻 3 号、北稻 4 号、北稻 5 号、北稻 6 号、绥稻 2 号、绥稻 3 号、垦稻 10、垦稻 12、牡丹江 25、牡丹江 29、牡丹江 32、牡响 1 号、龙粳 21、龙粳 30、龙粳 33、龙粳 42、东农 428、龙稻 5 号、龙稻 7 号。

### 1.2 试验地点

试验于 2012-2014 年在黑龙江省农业科学院绥化分院绥农科技园区及秦家试验地进行。试验地基本情况见表 1。

### 1.3 试验设计及田间管理

供试的 30 个水稻品种采用随机区组设计, 小区设计为 8 m 行长, 10 行区, 每个小区面积为 24 m<sup>2</sup>, 每个品种 3 次重复。人工插秧, 插秧规格 30.0 cm×13.3 cm, 每丛 3 苗。

秧田管理采用开闭式保温早育苗, 4 月 11 日浸种, 4 月 20 日播种, 播种量 250 g/m<sup>2</sup>, 5 月 25 日进行移栽。每 hm<sup>2</sup> 施尿素 210 kg(N 46%)、磷酸二铵 120 kg

(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 46%, N 18%)、硫酸钾 75 kg(K<sub>2</sub>O 33%)。其中, 氮肥分基肥、蘖肥、穗肥、粒肥施用, 比例为 3:3:3:1, 磷肥作底肥一次性施入, 钾肥分基肥和蘖肥按 6:4 的比例施入。

水稻成熟以后, 对每个处理随机选取 3 点, 每点连续收获 10 丛, 单丛收获, 并进行室内考种, 其余的按小区进行单独收获, 各小区收获的水稻晾干后脱粒, 进行产量测定。

### 1.4 调查项目及数据分析

调查项目: 株高、穗长、剑叶长、剑叶宽、倒 2 叶长、倒 2 叶宽、每丛穗数、每穗粒数、千粒重、结实率及实收产量。

采用 DPS 3.01 和 SPSS19 软件对数据进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 黑龙江省第二积温带水稻品种产量遗传变异分析

由表 2 可知, 在供试水稻品种的产量性状中, 变异系数较大的是剑叶宽、剑叶长、倒 2 叶长、倒 2 叶宽、穗长、每穗粒数。说明在今后的育种工作中, 应加强对这些性状的改良。

### 2.2 黑龙江省第二积温带水稻品种产量性状的相关

收稿日期: 2016-06-18

**基金项目:**“863”项目“抗病、抗逆性状的全基因组选择分子育种技术体系的创新与新品种培育”(2012AA101101); 国家发改委资助项目“寒地粳稻新品种培育及产业化示范与推广”(发改办高技[2012]1961 号)

表 1 试验地土壤及环境基本情况

地点	土壤基础肥力								环境条件		
	pH 值	有机质	全氮	全磷	全钾	碱解氮	速效磷	速效钾	有效积温	日照	降水
		(%)	(%)	(%)	(%)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(℃)	(h)	(mm)
科技园区	6.9	3.77	0.24	0.05	20.6	162.4	16.5	156.8	2 560	2 779	531
秦家试验地	7.0	3.89	0.27	0.06	20.9	171.3	16.8	157.8	2 600	2 800	552

表 2 供试品种的产量性状遗传变异分析

品种名称	株高	穗长	剑叶长	剑叶宽	倒 2 叶长	倒 2 叶宽	穗数	穗粒数	千粒重	结实率	实收产量
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(穗/丛)	(粒)	(g)	(%)	(kg/hm <sup>2</sup> )
绥粳 4 号	95.7	17.7	27.0	1.6	32.9	1.1	17.4	85.5	26.3	92.1	8 134.2
绥粳 8 号	94.8	17.4	25.3	1.2	32.7	1.0	18.8	84.2	26.2	93.1	8 386.8
绥粳 9 号	94.4	17.1	21.6	1.2	33.5	1.2	19.2	93.2	26.0	92.1	8 979.6
绥粳 10	91.8	17.5	25.5	1.7	37.9	1.3	18.7	87.3	26.8	92.8	8 281.0
绥粳 11	95.0	15.3	24.2	1.1	33.9	1.1	19.8	89.1	24.5	90.2	8 686.3
绥粳 13	96.9	18.6	24.5	1.2	33.1	1.1	20.5	82.2	26.5	93.0	8 338.4
绥粳 14	95.9	17.3	22.3	1.1	30.6	1.0	20.3	77.6	27.7	91.8	8 060.2
绥粳 16	97.1	16.9	26.5	1.4	37.9	1.2	19.4	80.3	25.1	91.1	8 759.7
绥粳 17	83.9	17.2	21.2	1.4	34.0	1.1	18.8	88.6	26.8	90.2	8 535.9
绥粳 18	88.9	16.3	21.2	1.3	27.2	1.0	19.0	91.8	26.9	93.0	8 746.7
北稻 2 号	96.8	18.5	24.5	1.1	33.0	1.1	20.4	82.1	26.9	93.7	8 325.1
北稻 3 号	93.2	17.8	22.5	1.5	33.8	1.1	19.0	91.4	27.7	90.4	8 955.8
北稻 4 号	92.1	16.4	19.2	1.1	27.8	1.1	17.9	87.0	25.8	91.1	7 935.8
北稻 5 号	94.7	17.4	25.3	1.1	32.6	1.0	18.7	84.1	26.3	92.9	8 373.5
北稻 6 号	99.4	19.7	30.4	1.3	34.4	1.0	19.2	88.4	25.7	91.1	8 572.1
绥稻 2 号	88.3	18.0	25.4	1.6	28.9	1.1	19.1	92.9	25.5	92.1	8 951.0
绥稻 3 号	89.0	17.5	25.5	1.4	30.0	1.2	19.4	84.9	27.4	91.9	8 899.4
垦稻 10	95.6	17.6	27.0	1.5	32.8	1.1	17.4	85.4	26.5	91.9	8 121.2
垦稻 12	96.1	19.8	19.3	1.2	31.3	1.0	18.9	87.3	26.0	89.4	8 550.8
牡丹江 25	90.6	19.0	30.3	1.1	33.2	1.0	19.1	83.5	26.0	92.6	8 404.6
牡丹江 29	91.6	17.5	25.5	1.6	37.9	1.3	18.6	87.2	25.8	91.8	8 267.8
牡丹江 32	90.8	19.1	30.4	1.2	33.3	1.0	19.2	83.6	26.0	93.8	8 418.0
牡响 1 号	94.9	15.3	24.2	1.0	33.8	1.1	19.7	88.9	26.5	90.0	8 672.4
龙粳 21	87.0	16.9	26.5	1.3	37.9	1.2	19.3	80.2	25.1	90.9	8 745.7
龙粳 30	83.8	17.2	21.1	1.3	33.9	1.1	18.7	88.4	26.8	90.0	8 522.3
龙粳 33	91.9	16.4	19.1	1.0	27.8	1.1	17.8	86.9	25.8	90.9	7 923.1
龙粳 42	96.0	19.7	19.2	1.1	31.2	1.0	18.8	87.2	26.0	89.2	8 537.2
东农 428	90.3	19.6	30.3	1.2	34.3	1.0	19.1	88.2	25.7	90.9	8 558.4
龙稻 5 号	88.1	17.9	25.4	1.5	28.9	1.1	19.0	92.7	25.5	91.9	8 936.8
龙稻 7 号	88.8	17.5	25.5	1.3	29.9	1.2	19.3	84.8	27.4	91.7	8 885.2
均值	92.4	17.7	24.5	1.3	32.7	1.1	19.0	86.5	26.2	91.6	8 515.5
最小值	83.8	15.3	19.1	1.0	27.2	1.0	17.4	77.6	24.5	89.2	7 923.1
最大值	99.4	19.8	30.4	1.7	37.9	1.3	20.5	93.2	27.7	93.8	8 979.6
标准差	4.0	1.2	3.4	0.2	2.9	0.1	0.7	3.9	0.8	1.2	306.5
变异系数(%)	4.3	6.6	13.7	15.5	9.0	8.1	3.9	4.5	3.0	1.4	3.6

性分析

由表 3 可知,株高与穗长、剑叶长、倒 2 叶长呈正相关,与剑叶宽、倒 2 叶宽、每穗粒数、千粒重、实收产量呈负相关;穗长与剑叶长、剑叶宽呈正相关,与倒 2 叶宽呈显著负相关;剑叶长与剑叶宽呈正相关,与倒 2 叶长、结实率呈显著正相关,与每穗粒数、千粒重呈负相关;剑叶宽与倒 2 叶长、每穗粒数、结实率、实收产量呈正相关,与倒 2 叶宽呈极显著正相关,与每丛穗数、

千粒重呈负相关;倒 2 叶长与每丛穗数呈正相关,与倒 2 叶宽呈显著正相关,与每穗粒数、千粒重呈负相关;倒 2 叶宽与实收产量呈正相关;每丛穗数与每穗粒数呈负相关,与千粒重、结实率呈正相关,与实收产量呈显著正相关;每穗粒数与千粒重、结实率呈负相关,与实收产量呈极显著正相关;千粒重与结实率呈负相关。这说明在水稻高产育种中,提高水稻分蘖力及每穗粒数有利于水稻产量的提高,同时应注意平衡水稻分蘖

表 3 供试品种产量性状相关性分析

	株高	穗长	剑叶长	剑叶宽	倒 2 叶长	倒 2 叶宽	每丛穗数	每穗粒数	千粒重	结实率
穗长	0.1914									
剑叶长	0.0775	0.3341								
剑叶宽	-0.2603	0.0686	0.2404							
倒 2 叶长	0.1264	0.0545	0.4244*	0.2807						
倒 2 叶宽	-0.2140	-0.3835*	-0.0216	0.5358**	0.4287*					
每丛穗数	0.1497	0.0648	0.1143	-0.3258	0.1446	-0.0461				
每穗粒数	-0.2747	-0.0956	-0.2447	0.2627	-0.2763	0.0299	-0.2690			
千粒重	-0.1030	0.0331	-0.2063	0.0914	-0.2182	-0.0030	0.1177	-0.1163		
结实率	0.0762	0.0779	0.4466*	0.1319	-0.0542	0.0216	0.1420	-0.2559	0.1783	
实收产量	-0.2817	-0.0029	0.1003	0.2202	0.0406	0.1611	0.3768*	0.4523**	-0.0508	-0.1694

\* 为 0.05 水平显著,\*\* 为 0.01 水平显著。

表 4 各主因子贡献率

No	特征值	贡献率(%)	累计贡献率(%)
1	2.15209	21.52087	21.52087
2	2.05704	20.57044	42.09131
3	1.34508	13.45082	55.54213
4	1.32159	13.21590	68.75803
5	0.87588	8.75876	77.51679
6	0.80809	8.08093	85.59772
7	0.65479	6.54788	92.14560
8	0.36790	3.67895	95.82455
9	0.23314	2.33137	98.15593
10	0.18441	1.84407	100

主因子数 M=6。

表 5 因子载荷矩阵

	因子 1	因子 2	因子 3	因子 4	因子 5	因子 6
x(1)	0.52682	-0.26328	-0.29966	-0.09166	0.11578	-0.58032
x(2)	0.48650	-0.09461	0.32809	-0.55417	0.47820	0.12014
x(3)	0.66472	0.46706	0.16176	-0.30294	-0.23413	0.17828
x(4)	-0.22022	0.80509	0.33282	-0.16084	0.19596	-0.10752
x(5)	0.38591	0.65981	-0.46914	0.01624	0.25777	0.04956
x(6)	-0.25916	0.76683	-0.19447	0.39921	0.04706	-0.08636
x(7)	0.49435	-0.17810	-0.14417	0.47814	0.11154	0.56349
x(8)	0.67380	0.02858	0.12024	-0.39998	-0.03408	0.23618
x(9)	-0.04913	-0.12621	0.61958	0.54335	0.46227	-0.11775
x(10)	0.48023	0.20152	0.57764	0.21209	-0.4946	-0.12831

力与每穗粒数之间的矛盾。

2.3 黑龙江省第二积温带水稻品种产量的主成分分析

为充分分析产量性状间的相互关系,笔者对株高(X1)、穗长(X2)、剑叶长(X3)、剑叶宽(X4)、倒 2 叶长(X5)、倒 2 叶宽(X6)、每丛穗数(X7)、每穗粒数(X8)、千粒重(X9)、结实率(X10)等 10 个性状进行主成分分析,其结果见表 4。由表 4 可知,前 6 个特征根的累计贡献率达 85.60%。因此,前 6 个特征根可作为主因子代表总的信息。

由表 4 和表 5 可知,在第一主因子中 X8 具有较大的因子载荷值,称之为每穗粒数因子,其贡献率为

21.52%;在第二主因子中 X4 有较大的因子载荷值,称之为剑叶宽因子,其贡献率为 20.57%;在第三主因子中 X9 有较大的因子载荷值,称之为千粒重因子,其贡献率为 13.45%;在第四主因子中 X2 有较大的因子载荷值,称之为穗长因子,其贡献率为 13.21%;在第五主因子中 X10 有较大的因子载荷值,称之为结实率因子,其贡献率为 8.76%;在第六主因子中 X1 有较大的因子载荷值,称之为株高因子,其贡献率为 8.07%。

由表 2 和表 5 可知,绥粳 9 号是第一主因子最大的品种,绥粳 10 是第二主因子最大的品种,北稻 3 号是第三主因子最大的品种,垦稻 12 是第四主因子最大的品种,牡丹江 32 是第五主因子最大的品种,北稻 6

是第六主因子最大的品种。

### 3 小结与讨论

#### 3.1 关于黑龙江省第二积温带水稻品种产量性状的改良

通过本试验可知,供试品种在剑叶宽、剑叶长、倒2叶长、倒2叶宽、穗长、每穗粒数上存在较大的遗传差异。通过对产量性状进行相关分析得出,每丛穗数与产量呈正相关,每穗粒数与产量呈极显著正相关,但同时每丛穗数与每穗粒数之间呈负相关。因此,在今后高产育种工作中,改良水稻的每丛穗数及每穗粒数,同时把提高每穗粒数与平衡分蘖能力和每穗粒数的矛盾作为主要的育种目标。

#### 3.2 关于黑龙江省第二积温带水稻品种产量性状间的相关性分析

水稻产量性状间存在着复杂的相关关系<sup>[1-5]</sup>。高良艳等<sup>[6]</sup>对辽宁省14个水稻品种的产量与产量构成因素进行了分析,结果表明,每穗粒数、结实率、千粒重与水稻产量均呈正相关关系,通径分析表明,每穗粒数对水稻产量的直接作用最大,其次是每丛穗数。在高产水稻新品种的选育中,应注重每穗粒数的选择。张悦<sup>[7]</sup>研究表明,每丛穗数与每穗颖花数、每穗粒数呈极显著负相关;每穗颖花数与每穗粒数呈极显著正相关,与成粒率、千粒重呈极显著负相关;每穗粒数与成粒率、千粒重呈极显著负相关。在本试验中,每丛穗数与水稻产量、每穗粒数分别呈显著(0.3768\*)和极显著(0.4523\*\*)正相关关系,每穗粒数对水稻产量的影响明显大于每丛穗数。本研究结果与上述研究结果一致。

#### 3.3 关于黑龙江省第二积温带水稻品种产量主成分分析

肖佳雷等<sup>[8]</sup>对黑龙江省三大积温带种植的水稻品种的产量构成因素及产量进行分析,其主成分分析表明,第一积温带水稻产量构成因素对水稻产量的影响

为:每穗粒数>空秕率>单位面积穗数>千粒重;第二积温带为:每穗粒数>空秕率>千粒重>单位面积穗数;第三积温带为:单位面积穗数>空秕率>每穗粒数>千粒重。于秋竹<sup>[9]</sup>对黑龙江省水稻产量相关性状通过累计贡献率数据进行比较,得出对黑龙江省水稻产量的影响从大到小依次为:每穗粒数、单位面积穗数、充实率、饱谷千粒重、饱谷率、一次枝梗数、二次粒率、授精千粒重、收获系数。

在本试验中,入选的6个主成分对产量贡献率为85.60%,对水稻产量影响较大的第一主因子为每穗粒数因子(代表品种绥粳9号),第二主因子为剑叶宽因子(代表品种绥粳10),第三主因子为千粒重因子(代表品种北稻3号),第四主因子为穗长因子(代表品种垦稻12),第五主因子为结实率因子(代表品种牡丹江32),第六主因子为株高因子(代表品种北稻6号)。

#### 参考文献

- [1] 陈温福,徐正进,张龙步,等. 北方粳型稻超高产育种理论与实践[J]. 中国农业科学, 2007, 40(5): 6-11.
- [2] 沈海波,沙录,芳秀琴,等. 北方常规粳稻杂交后代产量构成因素相关与通径分析[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(1): 61-62.
- [3] 聂守军,史冬梅,高世伟,等. 寒地水稻产量构成分析[J]. 黑龙江农业科学, 2012(3): 33-37.
- [4] 耿文良,单平义,肖立富. 粳稻产量构成因素的遗传特性对产量的影响分析[J]. 中国农业科技导报, 2009, 11(S2): 31-34.
- [5] 吕艳东,冯永祥,郭晓红,等. 寒地早粳稻穗部性状与产量关系的研究[J]. 中国稻米, 2009(1): 23-27.
- [6] 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.
- [7] 张悦. 辽宁水稻品种产量和品质性状的研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2010.
- [8] 肖佳雷,王俊河,冯延江,等. 黑龙江省不同积温带水稻产量构成因素主成分分析[J]. 中国稻米, 2010(2): 23-25.
- [9] 于秋竹. 黑龙江省不同积温带水稻产量和品质及株型研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2014.

## Analysis on Yield Traits and Relationship of Rice of the Second Accumulated Temperature Zone in Heilongjiang Province

GAO Shiwei<sup>1</sup>, NIE Shoujun<sup>1\*</sup>, SHI Shuchun<sup>1</sup>, LIU Qing<sup>1</sup>, LIU Yuqiang<sup>1</sup>, CHANG Huilin<sup>1</sup>, XIE Shupeng<sup>1</sup>, XIONG Yan<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Suihua Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Suihua, Heilongjiang 152052, China; <sup>2</sup>Heilongjiang Longke Seed Industry Group Co. Ltd., Harbin 150086, China; 1st author: gaoshiwei1118@126.com; \*Corresponding author: nsj0821@126.com)

**Abstract:** In order to clarify the breeding objectives of the second accumulated temperature zone in Heilongjiang Province, the author analyzed the yield traits and relationship of 30 rice varieties of the second accumulated temperature zone. The results showed that the main factors affecting the rice yield are grain number per spike, leaf width, thousand grain weight, ear length, seed setting rate and plant height. In the future, we should carry out high yield breeding on the basis of improve rice plant type and increase grains per panicle.

**Key word:** rice; yield traits; correlation; principal component analysis