

黑龙江省第三积温区水稻群体源库类型分类研究

薛菁芳

(黑龙江省农业科学院 佳木斯水稻研究所,黑龙江 佳木斯 154026)

摘要:为选育第三积温区水稻优良种质和制定栽培措施,选用黑龙江省第三积温区主栽品种和区域试验及生产试验的品种(系),利用主成分分析和动态聚类分析对在相同的栽培管理水平下 26 份水稻品种(系)的源库类型进行分类。结果表明:13 个源库性状简化为彼此互不相关的 5 个主成分,分别为叶面积指数、库容量、穗粒数、收获指数及空秕率,这 5 个主成分所构成的线性组合对源库性状的累积贡献率达到 88.04%。根据 5 个主成分进行 K 均值聚类将 26 份品种(系)群体分为源小库小互作型(3 份)、库限制型(12 份)、源库互作型(11 份)3 类。其中源库互作型具有倒三叶叶面积大,叶面积指数较高,库容量较高,源库平衡,经济系数高,产量高等特点,综合性状良好,如龙粳 20、龙粳 27 是用作亲本的首选选择。

关键词:黑龙江省;水稻;源库类型;分类

中图分类号:S511 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2016)01-0001-06 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2016.01.0001

品种的源库类型是固有的源库特性与产量形成关系在一定生态环境和栽培条件下的反映。按源库特性与产量的关系对生产上主栽品种划分源库类型,有利于找出各类品种产量形成中的限制因素,为制定高产栽培措施和改进育种目标提供理论依据。许多研究者就籼稻和部分地区的粳稻源库类型进行分类研究,曹显祖等^[1]将长江中、下游中熟籼、粳品种分为增源增产、增库增产以及库源互作 3 种类型;李六^[2]对 5 个籼稻品种的库源类型进行了研究,将 5 个供试品种分别划分为源限制型、库限制型和源库互作型 3 个类型。张俊国等^[3]对辽宁、吉林两省生产上部分水稻主栽品种源库类型分为增库增产型、增源增产型、源库互作型和源库饱和型 4 种源库类型,并总结了各类型的源库特征;王夫玉等^[4]利用 2 个江苏省中粳品种塑造不同群体,将 9 类基本群体分为源限制型群体、库限制型群体、源库限制型群体和源库优化型群体,其中源库优化型群体是高产群体。张洪程等^[5]根据株型与群体数量、质量相统一的原则,将水稻品种划分为库小源小协调型、库大源强协调型、库小源足库限制型和库大源弱源限制型 4 种类型。黑龙江省第三积温区水稻生产在黑龙江水稻发展和国家粮食安全中占有重要地位,而

关于黑龙江省该区水稻品种的源库特征分类缺乏系统研究。本研究以黑龙江省第三积温区主栽品种和区域试验及生产试验的品种(系)为材料,对在相同的栽培管理水平下 26 个水稻品种(系)群体源库类型进行分类,以期第三积温区水稻种质选育和栽培措施制定提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为 2009 年黑龙江省第三积温区水稻主栽品种和参加区域试验、生产试验的早熟组和晚熟组品系(见表 1)。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2009 年在黑龙江省农业科学院水稻研究所试验田进行。供试土壤为草甸土,采用随机区组设计,3 次重复,每个品种种植 50 m²,4 月 13 日育苗,5 月 16 日移栽,插植密度 30.0 cm×13.3 cm,每穴 3 苗,施肥及灌水等同大田管理。

1.2.2 调查项目及方法 ①叶面积测定:在抽穗期和成熟期 2 个时期,每个处理 3 个重复,每重复按平均茎数取有代表性的植株 3 穴,每穴记录穗数后,每穴选取 1 个中等单茎,共 3 个中等单茎,剪下叶片,按剑叶、倒 1 叶、倒 2 叶顺序测量叶片长和宽,用长宽系数法计算叶面积。叶面积=长×宽×0.75,叶面积指数=总绿叶面积/土地面积。

②叶绿素含量测定:在齐穗期每品种选取 10 穗,用 SPAD-501 型叶绿素测定仪测定顶 3 叶的

收稿日期:2015-08-25

基金项目:黑龙江省攻关重大资助项目(GA14B102);黑龙江省农业科技创新工程青年基金资助项目(2012)

作者简介:薛菁芳(1978-),女,黑龙江省肇源县人,博士,副研究员,从事水稻高产优质育种研究。E-mail: xuejingfang147@163.com。

叶绿素含量。

③测产考种:成熟期每个小区调查连续 30 株的穗数,计算平均穗数,按平均穗数取有代表性的植株 5 株考种,考种项目有单株有效穗、穗粒数、空秕率、千粒重、生物产量等。收获时进行小区田间测产。

表 1 供试水稻品种(系)
Table 1 The rice varieties (lines) for tested

序号 No.	品种(系) Vorieties(lines)	序号 No.	品种(系) Vorieties(lines)	序号 No.	品种(系) Vorieties(lines)	序号 No.	品种(系) Vorieties(lines)
1	联选 05	8	龙粳 25	15	空育 131	22	龙交 04-107
2	龙育 158	9	龙粳 18	16	龙粳 26	23	龙花 00-485
3	龙花 00-835	10	龙粳 20	17	龙粳 28	24	龙交 04-192
4	龙花 04-050	11	垦鉴稻 6 号	18	龙花 01-558	25	龙花 05-379
5	龙品 02011-2	12	龙粳 27	19	龙花 01-687	26	龙花 04-174
6	龙丰 05-191	13	垦稻 12	20	龙交 04-908		
7	龙粳 21	14	龙粳 24	21	龙组 01-4160		

经济系数=经济产量/生物产量;库容量=每平方米有效穗数×每穗总粒数×水选饱满实粒千粒重;每平方米叶面积颖花=总颖花数/抽穗期叶面积;每平方米叶面积实粒=总实粒数/抽穗期叶面积;每平方米叶面积粒重(mg)=籽粒产量/抽穗期叶面积。

2 结果与分析

2.1 水稻源库性状的方差和相关分析

从表 2 方差分析中看出,源性状、库性状、源库综合性状以及产量性状的变异系数范围较大,范围在 5.6%~40.5%,其中除叶绿素含量的变异系数为 5.6%、千粒重的变异系数为 6.3%,经济系数的变异系数为 6.1%,这 3 个指标变异系数小于 10%,其它性状的变异系数均大于 10%,空秕率的变异系数达到 40.5%,表明各性状的变异幅度较大,代表性强,可以用于以下的主成分分析。

表 2 水稻源、库性状指标的方差分析
Table 2 Analysis of source and sink index variance

特性 Traits	性状 Component	变异范围 Range of variation	平均 Average	标准差 SD	变异系数/% CV
源性状	叶面积指数 LAI	2.55~5.11	3.90	0.62	15.9
Source trait	倒三叶叶面积(cm ² ·株 ⁻¹) DTLA	839.61~2368.05	1821.96	351.66	19.3
	叶绿素含量 SPAD	37.84~45.47	41.35	2.33	5.6
库性状	单株有效穗 PN	16.47~30.36	22.53	3.57	15.8
Sink trait	穗粒数 GN	71.51~109.38	88.55	10.57	11.9
	库容量/(g·m ⁻²) SP	770.09~1315.72	974.97	136.65	14.0
	千粒重/g TGW	21.68~27.72	24.74	1.55	6.3
源库综合性状	每平方米叶面积颖花 SPL	0.8~1.34	1.02	0.13	13.1
Source-sink	每平方米叶面积实粒 FGPL	0.73~1.24	0.92	0.13	14.3
comprehensive	每平方米叶面积粒重/mg GWPL	18.01~29.43	22.61	2.81	12.4
	空秕率/% BR	3.25~20.03	10.36	4.20	40.5
产量性状	产量/(kg·hm ⁻²) Yield	6370~9670	7652.7	71.18	10.3
Yieldtrait	经济系数 Economic index	0.49~0.61	0.55	0.03	6.1

从表 3 相关分析中看出,叶面积指数与倒三叶叶面积、单株有效穗、库容量呈极显著正相关,与每平方米叶面积颖花、每平方米叶面积实粒、每平方米叶面积粒重呈显著或极显著负相关;倒三叶叶面积与单株有效穗、库容量呈极显著正相关,与每平方米叶面积实粒、每平方米叶

面积粒重呈显著或极显著负相关;千粒重与每平方厘米叶面积颖花、每平方厘米叶面积实粒呈显著或极显著负相关;库容量与产量、经济系数呈显著或极显著正相关;每平方厘米叶面积颖花与每平方厘米叶面积实粒、每平方厘米叶面积粒重呈极显著正相关;每平方厘米叶面积实粒与每平方

厘米叶面积粒重呈极显著正相关;每平方厘米叶面积粒重与空秕率呈显著负相关。产量与叶面积指数、倒三叶面积、经济系数呈极显著正相关,与叶面积指数、库容量和空秕率呈显著正相关。经济系数与倒三叶面积、库容量呈极显著正相关,与叶面积指数、单株有效穗数呈显著正相关。

表 3 源库性状间的样本相关阵

Table 3 Correlation analysis of traits between source and sink potential

变量 Variable	LAI	DTLA	SPAD	PN	GN	SP	TGW	SPL	FGPL	GWPL	BR	Yield
DTLA	0.869**											
SPAD	0.115	0.196										
PN	0.551**	0.534**	0.230									
GN	0.264	0.182	0.004	-0.374								
SP	0.749**	0.725**	0.291	0.665**	0.326							
TGW	-0.146	-0.007	0.060	-0.352	-0.257	-0.183						
SPL	-0.432*	-0.381	0.112	0.123	0.186	0.156	-0.528**					
FGPL	-0.451*	-0.459*	0.138	0.087	0.141	0.089	-0.487*	0.943**				
GWPL	-0.568**	-0.515**	0.179	-0.063	0.049	0.034	-0.077	0.822**	0.907**			
BR	0.107	0.280	-0.106	0.031	0.092	0.132	0.037	-0.043	-0.372	-0.407*		
Yield	0.438*	0.557**	0.108	0.126	0.224	0.453*	0.132	-0.250	-0.348	-0.327	0.391*	
EI	0.418*	0.572**	0.145	0.429*	0.035	0.561**	0.102	0.004	-0.108	-0.064	0.330	0.694**

* 代表 $P<0.05$, ** 代表 $P<0.01$ 。
* indicated $P<0.05$, ** indicated $P<0.01$.

2.2 水稻源库性状的主成分分析

从表 4 主成分分析中可以看出,前 5 个主成分特征值的累积贡献率已达到 88.04%,表明这 5 个特征向量信息可以解释其线性组合总信息的 88.04%。第一主成分的线性组合中叶面积指数、倒三叶叶面积、每平方厘米叶面积颖花、每平方厘米叶面积实粒、每平方厘米叶面积粒重特征向量值较大。其中叶面积指数最大,可作为评价源的指标,因此将第一主成分组成的线性组合定义为源因子;第二主成分的线性组合中,库容量、产量、每平方厘米叶面积实粒特征向量值较大,其中库容量的特征向量值最大,可作为评价源的指标,这是由于库容是产量形成的基础,因此将第二主成分组成的线性组合定义为库因子;第三主成分的线性组合中穗粒数、单株有效穗、空秕率的特征向量值较大,产量构成因素包括穗粒数、单株有效穗、空秕率,其中穗粒数的特征向量值最大,因此将第三主成分组成的线性组合定义为产量构成因子;第四主成分的线性组合中经济系数、千粒重的

特征向量值较大,其中经济系数的特征向量值最大,经济系数是籽粒产量与生物产量的比值,因此将第四主成分组成的线性组合定义为经济系数因子;第五主成分的线性组合中空秕率、每平方厘米叶面积实粒、经济系数的特征向量值较大,其中空秕率、每平方厘米叶面积实粒的特征向量值较大,空秕率和每平方厘米叶面积实粒可以作为源库关系的综合评价指标,因此将第五主成分组成的线性组合定义为源库综合因子。

前 5 个主成分的线性组合表达式分别为:

$$Y_1 = 0.431x_1 + 0.412x_2 + 0.054x_3 + 0.214x_4 + 0.050x_5 + 0.286x_6 + 0.057x_7 - 0.269x_8 - 0.319x_9 - 0.331x_{10} + 0.194x_{11} + 0.321x_{12} + 0.292x_{13}$$

$$Y_2 = 0.123x_1 + 0.126x_2 + 0.045x_3 + 0.207x_4 + 0.155x_5 + 0.434x_6 - 0.329x_7 + 0.404x_8 + 0.418x_9 + 0.325x_{10} - 0.062x_{11} + 0.332x_{12} + 0.417x_{13}$$

$$Y_3 = -0.052x_1 - 0.030x_2 - 0.231x_3 -$$

$$0.491x_4 + 0.684x_5 - 0.009x_6 - 0.102x_7 + 0.153x_8 + 0.033x_9 - 0.006x_{10} + 0.341x_{11} + 0.281x_{12} + 0.067x_{13}$$
$$Y_4 = -0.296x_1 - 0.064x_2 + 0.328x_3 - 0.120x_4 - 0.185x_5 - 0.021x_6 + 0.439x_7 + 0.067x_8 + 0.028x_9 + 0.301x_{10} + 0.140x_{11} + 0.346x_{12} +$$

$$0.568x_{13}$$
$$Y_5 = 0.202x_1 + 0.095x_2 + 0.258x_3 - 0.236x_4 + 0.257x_5 + 0.133x_6 + 0.241x_7 - 0.011x_8 - 0.299x_9 + 0.107x_{10} - 0.571x_{11} - 0.049x_{12} - 0.280x_{13}$$

表 4 主成分中成分因子及主因子贡献率

Table 4 Contribution rate of composition factor and main factor in principle component

特征根 Characteristic root	λ1	λ2	λ3	λ4	λ5	
特征值 Eigenvalue	4.519	3.033	1.462	1.318	1.114	
贡献率/% Contribution rate	34.76	23.33	11.24	10.14	8.57	
累计贡献率/% Accumulative Contribution rate	34.76	58.09	69.33	79.47	88.04	
	0.431	0.123	-0.052	-0.296	0.202	X ₁ LAI
	0.412	0.126	-0.030	-0.064	0.095	X ₂ Down three leaf area/(cm ² ·P ⁻¹)
	0.054	0.045	-0.231	0.328	0.258	X ₃ SPAD
	0.214	0.207	-0.491	-0.120	-0.236	X ₄ PN
	0.050	0.155	0.684	-0.185	0.257	X ₅ GP
特征向量 Eigenvector	0.286	0.434	-0.009	-0.021	0.133	X ₆ SP/(g·m ⁻²)
	0.057	-0.329	-0.102	0.439	0.241	X ₇ TGW/g
	-0.269	0.404	0.153	0.067	-0.011	X ₈ SPL(cm ⁻²)
	-0.319	0.418	0.033	0.028	-0.299	X ₉ FGPL(cm ⁻²)
	-0.331	0.325	-0.006	0.301	0.107	X ₁₀ GWPL/(mg·cm ⁻²)
	0.194	-0.062	0.341	0.140	-0.571	X ₁₁ Blighted rate/%
	0.321	0.332	0.281	0.346	-0.049	X ₁₂ Yield/(g·hm ⁻²)
	0.292	0.417	0.067	0.568	-0.280	X ₁₃ EI

将 5 个主成分所对应的特征值占 5 个主成分特征值之和的比例作为权重,构建主成分综合评价模型: $Y=0.395Y_1+0.265Y_2+0.128Y_3+0.115Y_4+0.097Y_5$ 。根据 5 个主成分的线性组合以及综合得分公式,获得 26 个水稻品种(系)的主成分得分和综合得分(见表 5)。其中综合得分较高的有龙粳 18、龙粳 20、垦鉴稻 6 号、龙花 01-558,表明源库特性较好;综合得分较低的有龙花 04-174、龙粳 28、龙花 00-485、龙组 01-4160 和龙花 05-379,表明源库特性较差。

2.3 高产水稻品种的 K-均值聚类分析

利用叶面积指数、库容量、穗粒数、经济系数及空秕率这 5 个源库性状,采用 K-均值聚类分析方法将 26 个水稻品种(系)群体源库关系划分为 3 类(见表 6),每类的源库性状平均值如表 6。第Ⅰ类共 3 个品种(系),占试材总数的 11.54%,此类品种群体源相关性状特点是倒三叶叶面积小,

叶面积指数低,库相关性状特点是穗数少,穗粒数较多,库容量低,源库综合性状特点是粒叶比高,空秕率低,产量性状特点是经济系数低,产量低。此类品种源库都相对较小,空秕率低,粒叶比高说明其源库关系相对比较协调,因此产量提高的主要限制因素为相对较小的源和库,称为源小库小互作型。为进一步提高产量,此类需在保证源、库关系协调的基础上增源增库。第Ⅱ类共 12 个品种(系),占试材总数的 46.15%,此类品种群体源相关性状特点是倒三叶叶面积大,叶面积指数高,库相关性状特点是穗数多,穗粒数较低,库容量低,源库综合性状特点是粒叶比低,空秕率高,产量性状特点是经济系数低,产量低,此类品种源较大,库较小,源生产能够满足库的需求,空秕率低,粒叶比低说明群体源库关系不协调,产量提高的主要限制因素是库,称为库限制型。为进一步提高产量,此类需在保证源的基础上扩库。第Ⅲ类

共 11 个品种(系),占试材总数的 42.31%,此类品种群体源相关性状特点是倒三叶叶面积大、叶面积指数较高,库相关性状特点是穗数多,穗粒数多,库容量较高,源库综合性状特点是粒叶比和空秕率介于Ⅰ和Ⅱ之间,产量性状特点是经济系数高,产量高,此类品种源较大,库较大,粒叶比低说明提高叶源量和库容量的同时,适当降低粒叶比提高了产量,群体源库关系协调,称为源库互作型。为进一步提高产量,此类应在源库协调基础上增源扩库。

表 5 不同水稻品种(系)主成分分析因子得分及综合分值比较

Table 5 Comparison on principle component score and comprehensive score in rice varieties						
品种(系) Varieties (Line)	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	综合得分 Comprehensive score
龙粳 18	3.950	0.653	1.904	−0.571	−0.337	1.879
龙粳 20	1.000	4.264	−0.144	0.594	1.142	1.686
垦鉴稻 6 号	1.699	2.662	−0.020	0.607	−0.662	1.379
龙花 01-558	1.844	0.991	2.655	−0.721	−0.573	1.192
龙花 00-835	1.521	0.608	0.026	−0.332	1.886	0.910
龙品 02011-2	1.915	−1.897	0.990	2.771	1.148	0.810
龙粳 27	0.656	1.702	−0.014	−0.008	−0.410	0.668
龙育 158	1.031	0.826	−0.319	0.587	−0.281	0.626
龙粳 25	1.434	1.410	−2.710	−1.026	0.299	0.504
龙花 04-050	1.749	−1.037	−0.650	2.404	−1.926	0.423
联选 05	0.599	1.423	−0.705	−1.096	−0.234	0.375
龙交 04-192	1.387	−2.589	1.954	−1.705	1.385	0.050
龙丰 05-191	−0.243	−0.556	−0.225	−0.652	1.584	−0.193
龙粳 21	−1.304	0.654	−0.357	0.557	1.342	−0.193
垦稻 12	0.505	−0.473	−0.632	0.227	−2.223	−0.196
龙交 04-908	1.382	−2.083	−0.088	−1.160	−1.292	−0.276
龙粳 24	−0.685	−0.749	1.305	0.911	−1.155	−0.309
龙交 04-107	0.402	−1.847	−1.011	−0.097	1.259	−0.349
空育 131	−0.338	0.052	−1.960	−0.626	−0.190	−0.461
龙粳 26	0.375	−1.951	−1.261	−0.187	−0.228	−0.574
龙花 01-687	−4.152	2.520	0.812	1.380	0.378	−0.673
龙花 04-174	−2.244	0.167	0.581	−2.608	−0.986	−1.163
龙粳 28	−1.024	−3.339	−0.012	0.592	0.579	−1.166
龙花 00-485	−1.649	−1.477	−1.661	0.467	0.202	−1.182
龙组 01-4160	−4.294	0.197	0.289	−0.831	−0.676	−1.768
龙花 05-379	−5.517	−0.130	1.252	0.525	−0.030	−1.996

表 6 水稻品种(系)不同源库 K-均值聚类

Table 6 Main traits and classification of source and sink type in different rice variety(lines)			
类型 Type	品种序号 Variety name	品种(系)数 Varieties(Lines)number	所占比例/% Percentage of total material
Ⅰ	17、21、25	3	11.54
Ⅱ	4、5、13、14、15、16、19、20、22、23、24、26	12	46.15
Ⅲ	1、2、3、6、7、8、9、10、11、12、18	11	42.31

表 7 不同源库类型水稻品种(系)相关性状平均值
Table 7 Average value of related traits of different source-sink types

类别 Type	LAI	DTLA	SPAD	PN	GN	SP	TGW	SPL	FGPL	GWPL	BR	Yield	EI
I	2.91	1189.82	40.26	17.93	88.17	786.07	24.97	1.10	1.01	24.94	8.92	6868.33	0.51
II	3.72	1782.06	40.81	21.62	84.31	899.18	25.11	0.98	0.88	21.84	10.85	7672.50	0.55
III	4.38	2037.89	42.25	24.78	93.26	1109.18	24.23	1.05	0.94	22.82	10.23	7845.00	0.57

3 结论与讨论

本研究在同一栽培条件下建立水稻品种群体,聚类出具有相同源库特征的品种,根据通过主成分分析选取的 5 个主成分因子作为综合指标进行 K-均值聚类,将 26 份水稻品种群体划分为 3 类,第 I 类为源小库小互作型,第 II 类为库限制型,第 III 类为源库互作型。赵宏亮^[6]等在海南三亚、广东深圳和湖北荆州 3 个环境,将 79 份籼稻品种(系)划分为源小库小互作型、源限制型、库限制型、源库互作型 4 大类群,其中源库互作型的材料综合性状好,产量高;唐曹甲子等^[7]将吉林省高产水稻品种划分为增库增产型、增源增产型、源库互作型和源库饱和型 4 种源库类型。本研究结果与这些结果略有不同,在 26 份材料中既没有源限制型出现,也没有源库饱和型出现。表明在此栽培条件下形成的群体源并未成为产量提高的限制因素,相反 I、II 类较小的库成为产量提高的限制因素。熊洁等^[8]对供试品种划分本研究中 I、II 类的库容量均为小库容类型,III 类为大库容类型。同一栽培条件下品种群体库容类型也反映了品种自身的特性,同时也表明黑龙江省第三积温带半数以上水稻品种库容量仍较小,半数通过改良提高了库容量。因此在水稻育种亲本的选择上可根据第 1、2 和 3 主成分得分选择具有较高或较低源库差异大的作为亲本,在后代材料的选择上注重第 4 和第 5 主成分得分,其次是第 1、2 和 3 主成分得分,做到在源库协调的基础上选择源大库大的材料类型。在水稻栽培上,应从品种群体考虑,在保证第 4 主成分较高、第 5 主成分较低的基础上,提高第 1、2 和 3 主成分,即在保证较高的经济系数和较低的空秕率前提下,采用增源扩库措施提高库容量,使粒叶比提高,群体源库协调,从而获得较高产量。

水稻群体的源库特征受品种遗传力控制较

小,受生境条件影响较大^[9],会随着栽培条件的变化而变化,因此通过聚类划分出的 3 类不同源库类型,应采取不同的栽培措施,以达到因种塑造高产群体,提高产量的目的。第 I 类为源小库小互作型,具有较小的源和库。此类有效穗数少,应促进分蘖成穗,提高其茎蘖成穗率,在源库协调的基础上,提高群体叶面积,增加总颖花量等扩库增源栽培措施;第 II 类为库限制型,具有较大的源和较小的库,库是产量提高的限制因子。此类应保证在一定源的生产能力下,采取增施穗肥等栽培措施促进库容扩大,提高粒叶比和经济系数。第 III 类为源库互作型,此类源性状、库性状、产量性状等综合性状表现良好,源库关系协调,如龙粳 20、龙粳 27 可优先选择作为亲本。在高产栽培中,此类应在增源扩库同时保持粒/叶比值稳定。

参考文献:

[1] 曹显祖,朱庆森. 水稻品种的库源特征及其类型划分的研究[J]. 作物学报,1987,13(4):265-271.
[2] 李六. 5 个籼稻品种的产量形成特点和库源类型研究[J]. 华中农业大学学报,2001,20(4):321-324.
[3] 张俊国. 不同粳稻品种源库关系的研究, I 不同粳稻品种的源库特征及类型划分[J]. 吉林农业科学,1990(2):35-41.
[4] 王夫玉,黄丕生. 水稻群体源库特征及高产栽培策略研究[J]. 中国农业科学,1997,30(5):26-33.
[5] 张洪程,严宏生,苏祖芳,等. 水稻高效栽培株型的研究[C]//凌启鸿. 稻麦研究新进展. 福建:东南大学出版社,1991:99-106.
[6] 赵宏亮,陈凯,张强,等. 应用主成分分析和聚类分析的水稻源库特性研究[J]. 沈阳农业大学学报,2015,46(2):135-141.
[7] 唐曹甲子. 吉林省高产水稻品种源库特征与评价体系的研究[D]. 长春:吉林大学,2011.
[8] 熊洁,耿春苗,丁艳锋,等. 不同库容类型杂交早籼稻品种源库结构对垩白的影响[J]. 中国农业科学,2011,44(19):3970-3980.
[9] 吴建富,潘晓华,石庆华. 免耕抛栽对水稻产量及其源库特性的影响[J]. 作物学报,2009,35(1):162-172.

水稻顶端颖花退化的形态与发育学研究

姜 辉¹,姜树坤¹,陈丽丽²,王嘉宇²,白良明¹,孙世臣¹,张凤鸣¹

(1. 黑龙江省农业科学院 耕作栽培研究所,黑龙江 哈尔滨 150086;2. 沈阳农业大学 水稻研究所,辽宁 沈阳 110866)

摘要:为指导水稻生产,提高其产量,以水稻顶端颖花退化材料 *ats1* 和对照品种秋光为材料研究幼穗及颖花的形态状态及发育规律。结果表明:*ats1* 在株型、生育进程、抽穗期等农艺性状上与秋光无明显差异。形态上,*ats1* 上部颖花退化,下部颖花正常。抽穗后,上部颖花败育脱落,穗顶仅留下部分穗轴。发育上 *ats1* 的上部退化颖花能发育出 1 对副护颖、1 对护颖、外颖、内颖、2 枚浆片、6 枚雄蕊和 1 枚雌蕊等花器,但发育不成熟。*ats1* 顶端颖花退化发生在幼穗发育的 In8 阶段。

关键词:水稻;顶端颖花退化;形态;发育

中图分类号:S511 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2016)01-0007-05 **DOI:**10.11942/j.issn1002-2767.2016.01.0007

水稻产量由单位面积穗数、每穗实粒数和千粒重 3 个因素构成。由于生态条件等原因,北方粳稻的单位面积穗数水平相对较高,进一步增加的潜力较小,提高每穗粒重是实现进一步增产的主要途径^[1]。每穗粒重由每穗粒数和千粒重决定,在长期自然选择和人工选择下,生产应用的品种间千粒重差异不大,因此,增加每穗颖花数是目

前国内外水稻育种者对进一步增产的共识^[2-4]。从发育角度来看,成熟时每穗颖花数的多少取决于幼穗分化前期颖花的分化数和幼穗分化后期颖花的退化数两个方面。因此,在促进颖花分化的同时尽量减少颖花退化是增加每穗颖花数的重要手段之一。

颖花退化严重影响作物产量潜力的充分发挥。水稻颖花退化按发生的位置分为两类,一是基部颖花退化,二是顶端颖花退化,目前关于基部颖花退化的研究较多。陈小荣等研究认为,水稻基部颖花退化存在品种间差异,且受播期影响。分析发现播期是通过影响分化速率和分化持续时间来调控基部颖花的退化^[5]。顶端颖花退化俗称“秃顶或秃尖”,在水稻育种和生产中时有发生,但鲜有对水稻顶端颖花退化进行细致的形态及发育

收稿日期:2015-12-09

基金项目:中国博士后科学基金面上资助项目(2011 M501077);黑龙江省博士后资助项目(LBH-Z11030);国家科技支撑计划资助项目(2011 BAD16B11)、(2011BAD 35B02)

第一作者简介:姜辉(1981-),男,黑龙江省哈尔滨市人,硕士,助理研究员,从事耕作栽培研究。E-mail:jianghui0501@163.com。

通讯作者:张凤鸣(1957-),男,黑龙江省阿城县人,研究员,从事水稻育种研究。E-mail:zhangfengming570@163.com。

Classification on Source-sink Type of Rice Population in the Third Accumulated Belt of Heilongjiang Province

XUE Jing-fang

(Jiamusi Rice Research Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences,Jiamusi , Heilongjiang 154026)

Abstract: In order to breed great rice germplasm suitable for the third accumulated belt, and make cultural measures, 26 rice varieties (or lines) of the third accumulated belt in Heilongjiang province was used to study classification of source and sink type under same cultivation management. The results showed that 13 source-sink traits of 26 rice varieties (or lines) were summed up in five principal component factors, namely, leaf area index, sink capacity, grain number per panicle, harvest index and blighted rate, cumulative contribution rate of five principal component factors reached 88.04%. Using clustering method, three types such as small source, sink limited type, source-sink interaction type were classified for 26 high-yield rice varieties. Among them, source-sink interactions type had comprehensively better traits with higher down three leaf area and leaf index, higher sink-potential, higher economic index and yield, better balance of source-sink, which was used as the first choice of parents, such as Longjing 20 and Longjing 27.

Keywords: Heilongjiang province; rice; source-sink type; classification