

范方军,王妍,王芳权,等.太湖流域水稻地方品种籼粳分化和遗传多样性分析[J].江苏农业科学,2015,43(12):68-73.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.12.019

太湖流域水稻地方品种籼粳分化和遗传多样性分析

范方军^{1,2},王妍³,王芳权^{1,2},王军^{1,2},朱金燕^{1,2},李文奇^{1,2},仲维功^{1,2},胡海燕³,杨杰^{1,2}

(1.江苏省农业科学院粮食作物研究所/江苏省优质水稻工程技术研究中心,江苏南京 210014;

2.扬州大学江苏省粮食作物现代产业技术协同创新中心,江苏扬州 225009; 3.河南科技学院生命科技学院,河南新乡 453003)

摘要:利用 32 对 InDel 标记和 18 对 SSR 标记对 200 份太湖流域水稻地方品种进行籼粳分析和遗传多样性分析。籼型指数 ≤ 0.1 的有 179 份,属典型粳稻;籼型指数 0.11~0.25 之间的有 1 份,属粳稻;籼型指数 0.26~0.39 之间的有 1 份,属偏粳稻;籼型指数 0.75~0.89 之间的有 2 份,属籼稻;籼型指数 ≥ 0.90 的有 17 份,属典型籼稻,太湖流域地方品种以典型粳稻和典型籼稻为主。32 对 InDel 标记和 18 对 SSR 引物遗传多样性分析共检测出 156 个等位基因,每对引物可检测出 2~9 个等位基因,平均为 3.12 个,UPGMA 聚类分析结果表明,在遗传相似系数 0.42 处,地方品种籼稻和粳稻可以明确区分出来,在遗传相似系数 0.77 和 0.82 处,籼稻和粳稻又都可以分 2 个群。

关键词:太湖流域;地方品种;籼粳分化;遗传多样性

中图分类号: S511.032 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)12-0068-05

水稻是我国重要的粮食作物之一,全国一半以上地区以其为主食。1928 年,日本学者加藤茂苞从形态学对亚洲栽培稻进行研究,并根据血清学方法认定栽培稻中有籼型和粳型 2 类。目前鉴定水稻籼粳型属性常用的方法是程侃声等提出的程氏指数法^[1-2];2009 年卢宝荣等开发了能够真实反映籼稻和粳稻亚种之间遗传变异的 InDel 分子标记,利用 InDel 分子指数对籼稻和粳稻材料进行籼粳分类^[3];范方军等利用 InDel 分子指数对国内外的 119 份地方品种资源进行籼粳分化与水稻抗条纹叶枯病的相关性进行了研究^[4]。

遗传多样性又称为基因多样性,一般是指种内个体之间或一个群体内不同个体的遗传变异总和。遗传多样性越高,则族群中可供环境选择的基因愈多,对于环境适应能力就愈强,有利于族群的生存及演化。遗传多样性是水稻改良的重要基础,充分利用亚种间杂种优势已成为当今杂交水稻育种的主要途径之一,而亲本的遗传多样性分析是杂种优势研究的一个重要组成部分。育成品种的大面积推广造成单一化趋势日益明显,大量地方品种被代替,导致大量优异等位基因的遗失和遗传多样性的降低,林世成等发现大面积推广的品种都可以追溯到矮仔占、南特号、农垦 58、银坊主等少数几个品种^[5]。因此,进行水稻遗传多样性的研究,以保护水稻生产的可持续性,具有重要的意义。遗传多样性的研究对于新品种的选育也具有重要的意义。已有学者利用微卫星标记(SSR)进行部分地区水稻品种鉴定、遗传多样性分析,陈跃进等选用 55 对微卫星标记引物对 23 个水稻品种进行了亲缘关

系分析^[6];刘炜等用 37 对 SSR 引物分析了 72 个不同生态类型籼粳稻品种的遗传多样性^[7];刘承晨等对云南哈尼梯田种植的 47 份水稻材料进行了遗传多样分析^[8]。

太湖流域稻作历史悠久,是水稻重要的发源地。王才林等通过对太湖流域 6 个新石器时期遗址的 128 份土壤样本进行植物蛋白石的定量和形态分析,表明太湖流域早在 8 000 年前就已开始稻作生产,是稻作历史最悠久的地区之一^[9]。近年来研究者对太湖流域少数地方品种进行了抗病性、耐逆性等相关研究。例如李培富等利用 2 个太湖流域粳稻地方品种薄稻和黑壳子梗进行了抗稻瘟病的遗传研究^[10];王建飞等通过太湖流域粳稻地方品种黑壳子梗对稻瘟病抗性进行了遗传分析^[11];姚明哲等对太湖流域粳稻地方品种韭菜青的苗期耐盐性进行了遗传分析^[12];金伟栋等通过调查农艺性状结合基于 SSR 标记对太湖流域粳稻地方品种进行了遗传多样性研究^[13-14];于萍等对太湖流域粳稻地方品种进行了微卫星分析^[15]。这些研究针对太湖流域的粳稻进行遗传多样性分析,而对太湖流域地方品种资源的遗传多样性缺乏总体评价。

本研究通过 32 对 InDel 标记和 18 对 SSR 分子标记对太湖流域 200 份地方品种资源进行籼粳分化研究和遗传多样性研究,为明确地方品种的特性和有效利用分子标记评价水稻遗传资源的多样性提供了理论基础。

1 材料与方法

1.1 供试材料和方法

江苏太湖地区农科所收集并提供 554 份太湖流域地方品种资源,本研究根据资源品种的地理分布随机选取 200 份进行籼粳分化和遗传多样性分析。2013 年正季种植于江苏省农业科学院粮食作物研究所试验田,株距和行距为 13.5 cm × 25 cm,田间管理按照大田管理。

1.2 分子标记检测

32 对 InDel 标记来源于卢宝荣等^[4]开发了能够真实反映籼稻和粳稻亚种之间遗传变异的 InDel 分子标记,18 对 SSR

收稿日期:2015-08-07

基金项目:国家科技支撑计划(编号:2011BAD16B03);江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX[12]1003]。

作者简介:范方军(1978—),男,江苏扬州人,硕士,助理研究员,主要从事水稻遗传育种工作。E-mail:fanfangjun122@sohu.com。

通信作者:杨杰,博士,研究员,主要从事水稻遗传育种工作。E-mail:yangjie1698@hotmail.com。

分子标记来源于前人进行遗传多样性分析合成的引物,引物由上海英俊公司合成。

DNA 提取参照卢扬江等的方法^[16],略有改动。20 μL 的 PCR 体系包含模板 DNA (约 15 ng/μL)2.0 μL,上、下游引物 (4 pmol/μL)各 1 μL,10 × buffer (25 mmol/L)2.0 μL,MgCl₂ (25 mmol/L)1.2 μL,dNTP (2.5 mmol/L)0.4 μL,Taq 酶 (5 U/μL)0.2 μL,纯水 12.2 μL。在 Biometra PCR 仪上进行扩增,反应条件为:94 ℃下预变性 5 min;94 ℃下 30 s,55 ℃下 30 s,72 ℃下 1 min,共 35 个循环;72 ℃下延伸 10 min。反应产物在 2.5% 琼脂糖上进行电泳,溴化乙锭染色,然后在紫外凝胶成像仪上观察并拍照。

1.3 籼粳分类

32 对 InDel 标记检测 200 份太湖地方品种资源(表 1)并进行籼粳分类,分类标准参照卢宝荣等的分类方法^[4]。

表 1 太湖资源地方品种名称和籼型基因频率

编号	品种名称	籼型指数	编号	品种名称	籼型指数	编号	品种名称	籼型指数
TH-1	抱芯太湖青	0.00	TH-223	慢绿种	0.00	TH-431	香珠糯选	0.00
TH-2	矮脚太湖青	0.00	TH-224	葡萄绿种	0.03	TH-433	鸭血糯	0.00
TH-4	上海青	0.00	TH-225	葡萄种	0.00	TH-434	黑稻	0.00
TH-6	海冬青	0.00	TH-226	白芒短种	0.00	TH-436	白壳糯	0.00
TH-8	老来青	0.00	TH-229	矮黄种	0.00	TH-437	红芒糯	0.00
TH-13	立冬青	0.03	TH-237	减晚慢种	0.00	TH-438	金坛糯	0.00
TH-15	常梗青	0.00	TH-238	天下第一种	0.00	TH-439	晚金坛糯	0.00
TH-16	芦梗青	0.00	TH-239	红芒种	0.00	TH-440	金坛糯	0.00
TH-18	笔杆青	0.00	TH-243	矮洁种	0.00	TH-444	糯稻	0.00
TH-19	立更青	0.00	TH-244	瓜田种	0.00	TH-447	细柴糯	0.03
TH-20	齐江青	0.00	TH-245	龙沟种	0.00	TH-449	稀柴糯	0.00
TH-23	呆长青	0.00	TH-247	老大种	0.00	TH-450	矮箕糯(有芒)	0.00
TH-24	盖稻青	0.00	TH-252	老虎种	0.00	TH-451	矮箕糯	0.03
TH-26	呆长青	0.00	TH-259	余山种	0.00	TH-452	长梗糯	0.00
TH-29	万年青	0.00	TH-262	练塘种	0.00	TH-453	恶不死糯稻	0.00
TH-31	韭菜青	0.03	TH-263	江北种	0.00	TH-454	惯杀糯(煞)	0.00
TH-32	秆棵青	0.00	TH-274	五齐头	0.00	TH-455	勿糯稻	0.00
TH-33	麦节青	0.00	TH-275	早光头	0.00	TH-456	强盗糯	0.00
TH-34	茭白叶青	0.00	TH-277	白稻头	0.00	TH-458	水晶糯	0.00
TH-35	橄榄青	0.00	TH-278	晚乱头	0.00	TH-459	黄糯(有芒)	0.00
TH-40	麻雀青	0.00	TH-284	黄壳晚光头	0.00	TH-462	黄金糯	0.00
TH-45	溧阳小红稻	0.00	TH-285	铁壳晚光头	0.00	TH-463	黄金糯	0.00
TH-46	大红稻(老来红)	0.00	TH-304	长穗凤凰稻	0.00	TH-465	荒三担糯稻	0.03
TH-47	老头老来红	0.00	TH-306	黑壳芦花白	0.00	TH-466	五石糯	0.00
TH-48	老来红	0.00	TH-326	无芒果八哥头	0.00	TH-468	葡萄糯	0.00
TH-63	早黑头红	0.00	TH-327	无芒晚八歌头	0.00	TH-470	中秋葡萄糯	0.00
TH-73	红藩稻	0.00	TH-348	慢三早	0.00	TH-472	槐花糯	0.00
TH-76	尺谷红	0.00	TH-349	晚五日	0.00	TH-473	金花糯(壳)	0.98
TH-82	小罗汉	0.00	TH-362	金山晚	0.00	TH-477	白糯稻	0.00
TH-83	矮种罗汉黄	0.00	TH-364	小白银杏	0.00	TH-479	白毛梢(大白糯)	0.00
TH-84	晚罗汉稻	0.00	TH-368	不留名	0.00	TH-482	芝麻糯	0.00
TH-85	早牛毛黄	0.00	TH-370	小麦 2 号	0.00	TH-486	洋粳糯	0.00
TH-86	牛毛黄	0.00	TH-371	摧不倒	0.00	TH-492	鸟节糯	0.03
TH-87	晚牛毛黄	0.00	TH-372	甩杀极	0.00	TH-494	鸡脚糯	0.00
TH-88	牛芒黄	0.00	TH-375	八五三	0.00	TH-495	木犀球糯	0.00
TH-92	金古黄粳(果)	0.00	TH-376	苏梗 2 号	0.06	TH-497	菱角糯	0.03
TH-98	菊花黄	0.00	TH-377	单选 131	0.03	TH-498	堆子糯(白护糯)	0.10
TH-102	矮箕黄	0.00	TH-379	尾农 8 号	0.02	TH-499	小鸭糯(稻)	0.00
TH-106	蟹壳黄	0.00	TH-383	锡稻 16	0.00	TH-503	对白种	0.11
TH-108	常熟黄	0.00	TH-384	江丰 3 号	0.00	TH-509	二粒病	0.00
TH-117	白石稻	0.00	TH-385	金晚 7846	0.03	TH-510	梗谷糯	0.00
TH-119	白薄稻	0.00	TH-386	炬锦	0.00	TH-512	红壳糯(江北糯)	0.00
TH-120	大量稻	0.00	TH-387	浦东青	0.00	TH-513	红壳糯	0.00
TH-123	二黑稻	0.00	TH-388	南束罗汉黄	0.00	TH-514	白壳糯	0.00
TH-131	三光稻	0.00	TH-389	润叶黄	0.00	TH-515	一时兴(糯稻)	0.00
TH-133	摧稻	0.00	TH-391	鸭子黄	0.00	TH-516	桂圆黄	0.06

续表 1

编号	品种名称	籼型指数	编号	品种名称	籼型指数	编号	品种名称	籼型指数
TH-134	老晚稻	0.00	TH-392	早石稻	0.00	TH-517	白壳石稻	0.97
TH-138	无锡稻	0.02	TH-393	有芒早稻	0.00	TH-518	有芒早稻	0.00
TH-148	红虹稻	0.00	TH-396	老黄稻	0.00	TH-521	茭白粳	0.94
TH-149	柏桔稻	0.00	TH-397	晚黄稻	0.03	TH-522	晚粳	0.88
TH-151	铁壳稻	0.00	TH-398	晚野稻	0.00	TH-523	嘉兴白皮稻	0.88
TH-159	鹅营白粳稻	0.00	TH-406	黄壳早+日	0.00	TH-525	江阴早	0.97
TH-160	大穗头粳稻	0.00	TH-410	一粒芒	0.00	TH-526	早红莲	0.97
TH-161	矮子粳稻	0.00	TH-412	六十子粳	0.00	TH-531	六十日	0.97
TH-162	黄粳稻	0.00	TH-413	短芒孟子粳	0.00	TH-532	碗儿粳	0.94
TH-164	黄稻	0.00	TH-414	后选 11-2	0.03	TH-533	八十子	0.96
TH-169	老黄稻	0.00	TH-415	东方红一号(穗 1)	0.00	TH-534	帽子头	1.00
TH-170	长黄稻	0.00	TH-416	小红早	0.00	TH-544	洋粳	0.92
TH-176	矮黄稻	0.00	TH-417	润叶黄	0.00	TH-545	晚杜子粳	0.96
TH-177	野稻	0.00	TH-418	早小白稻	0.00	TH-546	大头鬼	0.96
TH-183	野稻	0.00	TH-419	抖山早稻(陆稻)	0.00	TH-549	杜子粳	0.92
TH-185	野白稻	0.00	TH-421	早飞来凤	0.00	TH-550	黄秆粳(仙)	0.92
TH-200	有芒洋稻	0.03	TH-422	一时兴	0.00	TH-551	吴江广早	1.00
TH-214	矮箕大绿种	0.00	TH-423	头等一时兴	0.00	TH-552	惯杀糯	0.91
TH-215	矮箕绿种	0.00	TH-424	X 芒一时兴	0.00	TH-553	麻金糯	0.32
TH-216	矮绿种	0.00	TH-427	香粳糯稻	0.00	TH-554	补血糯	0.97
TH-218	长绿种	0.00	TH-429	香粳稻	0.00			

1.4 统计分析

32 对 InDel 标记和 18 对 SSR 分子标记对太湖流域 200 份地方品种资源进行遗传多样性研究,InDel 标记是籼粳特异性标记,SSR 为共显性标记。同一引物扩增产物中电泳迁移率一致的条带被认为具有同源性。根据引物扩增结果建立“0,1”基础数据表,有此带则记为 1,没有此带则记为 0。应用 POPGENE 32 统计软件,计算多态位点百分率(*P*)、Nei 遗传距离。根据 Nei 遗传距离采用 Statistica 6.0 统计软件,按非加权配对算术平均法(unweighted pair group method with arithmetic averaging,UPGMA)进行聚类。

2 结果与分析

2.1 太湖地方品种资源的籼粳分类

利用 32 对 InDel 标记对 200 份太湖流域水稻地方品种资源进行检测并进行籼粳分化研究(表 1),籼型指数≤0.1 的有 179 份,属于典型粳稻;籼型指数 0.11~0.25 之间的有 1 份,属于粳稻;籼型指数 0.26~0.39 之间的有 1 份,属于偏粳稻;籼型指数 0.75~0.89 之间的有 2 份,属于籼稻;籼型指数≥0.90 的有 17 份,属于典型籼稻(图 1)。太湖流域水稻地方品种资源基本都是典型粳稻和典型籼稻,其中绝大部分又是典型粳稻,且遗传基因资源丰富。

2.2 SSR 标记检测

32 对 InDel 标记和 18 对 SSR 引物对太湖资源地方品种进行检测,共检测出了 156 个等位基因,每对引物可检测出 2~9 个等位基因,平均为 3.12 个,其中检测到等位基因最多的为 SSR 引物 RM206,可检测到 9 条(表 2),太湖资源地方品种中具有丰富的基因资源,图 2 和图 3 仅显示引物 RM17 和 RM25 对太湖资源地方品种的部分检测结果。

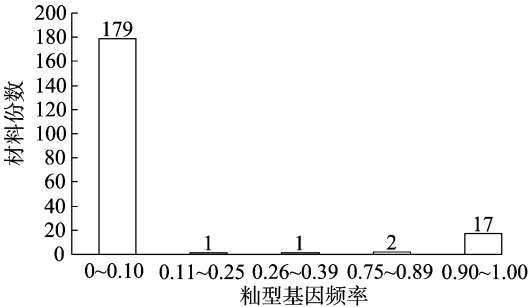


图1 太湖流域水稻地方品种资源籼粳分类

2.3 聚类分析

遗传相似系数大小表明了 2 个品种关系的疏远,即 2 品种间遗传相似系数较大者,其血缘关系较近,反之两者间的相似系数较小时,其血缘关系相对较远。UPGMA 聚类分析结果表明,在遗传相似系数 0.42 处,地方品种中籼稻和粳稻可以明确区分出来,在遗传相似系数 0.77 和 0.82 处,籼稻和粳稻又都可以分 2 个群。部分地方资源品种未显示出遗传差异(图 4),可能是这些品种间的亲缘关系较近,很难区分开或所用标记不够多,但不同生态类型的品种都分到相应的类群中。

3 讨论

太湖流域水稻地方品种资源丰富,但是并未得到充分的发掘,对太湖流域地方品种的研究也不多。金伟栋等利用 SSR 标记仅对太湖流域粳稻进行了遗传多样性研究^[13],于萍等对太湖流域粳稻地方品种进行了微卫星研究^[15],但缺乏对太湖流域籼稻地方品种遗传多样性研究,本研究对太湖资源进行了全面的遗传多样性研究。优异的水稻资源是水稻遗传育种的基础,水稻育种品质和抗性的遗传改良及产量取得突

表 2 18 对 SSR 引物检测到的每个位点的等位片段数

位点	染色体	等位片段数	正向引物(5'→3')	反向引物(5'→3')
RM246	1	4	CGAGCTCCATCAGCCATTCAGC	ACTTGAGAGCGAGATTGGGAATCG
RM71	2	6	CTAGAGGCGAAAACGAGATG	GGGTGGGCGAGGTAATAATG
RM250	2	5	GTTCAAACCAAGCTGATCACAAGC	GGCGTCAGATCAGAGATGAAGG
RM22	3	4	GGTTTGGGAGCCATAATCT	CTGGGCTTCTTTCACCTCGTC
RM16	3	4	CGCTAGGGCAGCATCTAAA	AACACAGCAGGTACGCGC
RM273	4	5	GAAGCCGTCGTGAAGTTACC	GTTTCCTACCTGATCGCGAC
RM335	4	7	GTACAACACCCACATCGAGAAG	GCTCTATCGAGTATCCATGG
RM13	5	5	TCCAACATGGCAAGAGAGAG	GGTGGCATTGATTCCAG
RM225	6	5	TGCCCCATATGGTCTGGATG	GAAAGTGGATCAGGAAGGC
RM25	8	3	GGAAAGAATGATCTTTTCATGG	CTACCATCAAAACCAATGTTT
RM201	9	3	CTCGTTTATTACCTACAGTACC	CTACCTCCTTCTAGACCGATA
RM219	9	5	CGTCGGATGATGTAAAGCCT	CATATCGGCATTGCGCTG
RM244	10	3	CCGACTGTTCGTCCCTATCA	CTGCTCTCGGGTGAACGT
RM228	10	6	CTGGCCATTAGTCCTTGG	GCTTGCGGCTCTGCTTAC
RM167	11	3	GATCCAGCGTGAGGAACACGA	AGTCCGACCACAAGGTGCGTTGTC
RM206	11	9	CCATGCGTTTAACTATCT	CGTTCCATCGATCCGTATGG
RM19	12	2	CAAAAACAGAGCAGATGAC	CTCAAGATGGACGCCAAGA
RM17	12	3	TGCCCTGTTATTTCTTCTCTC	GGTGATCCTTTCCCATTTCA

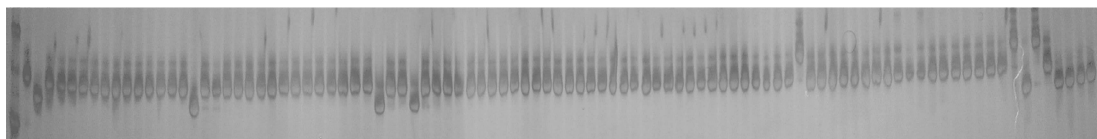


图2 引物 RM17 在部分供试材料中的扩增结果

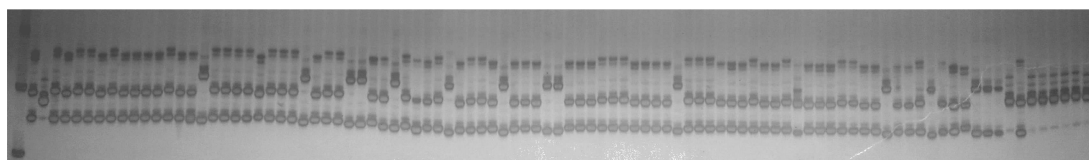


图3 引物 RM25 在部分供试材料中的扩增结果

破性成功,与水稻种质资源多样性的掌握和利用密切相关。

水稻遗传多样性的研究一般都基于 SSR 标记,本研究不仅选择了 18 对 SSR 引物,还结合籼粳特异性标记 InDel 标记。栽培稻的籼—粳分化是一个连续的过程,其分化结果产生了典型的籼稻和典型的粳稻以及大量的偏籼或偏粳类型和中间类型,InDel 标记是籼粳特异性标记,可以反映水稻的进化进程,比如将水稻分为典型粳稻、粳稻、偏粳稻、中间型、偏籼稻、籼稻和典型籼稻 7 种类型,因此 InDel 标记应用于遗传多样性分析,可能更能准确反映出水稻品种间的遗传多样性差异,将水稻品种更准确深入地归类。

本研究对太湖流域水稻地方品种进行了遗传多样性分析,不仅包含粳稻,还包含籼稻,而且不仅使用了 SSR 标记,还应用了 InDel 标记,是对太湖流域水稻地方品种进行了一次全面、深化的遗传多样性分析。太湖流域地方品种资源具有丰富的遗传多样性,为水稻遗传育种提供了丰富的基因资源,利用 50 对引物共检测到 156 个等位基因,平均每对引物检测到 3.12 个等位基因,也证明了太湖流域地方品种资源具有丰富的遗传多样性,但是如何挖掘更多太湖流域地方资源的有利基因,并将有利基因转移到栽培稻品种中去,仍是将来

研究的重要领域。

参考文献:

- [1]程侃声,周季维,卢义宣,等. 云南稻种资源的综合研究与利用 II. 亚洲栽培稻分类的再认识[J]. 作物学报,1984,10(4):271-280.
- [2]程侃声. 亚洲稻籼粳亚种的鉴别[M]. 昆明:云南科技出版社,1993.
- [3]卢宝荣,蔡星星,金鑫. 籼稻和粳稻的高效分子鉴定方法及其在水稻育种和进化研究中的意义[J]. 自然科学进展,2009,19(6):628-638.
- [4]范方军,杨杰,王军,等. 水稻条纹叶枯病的抗性与籼粳分化的相关性[J]. 中国水稻科学,2013,27(5):553-558.
- [5]林世成,闵绍楷. 中国水稻品种及其系谱[M]. 上海:上海科学技术出版社,1991:156-179.
- [6]陈跃进,张桂权,卢永根. 利用微卫星分子标记法研究水稻亲缘关系[J]. 湖南农业大学学报:自然科学版,2007,33(3):258-261.
- [7]刘炜,李自超,史延丽,等. 利用 SSR 标记进行粳稻品种的遗传多样性研究[J]. 西南农业学报,2005,18(5):509-513.

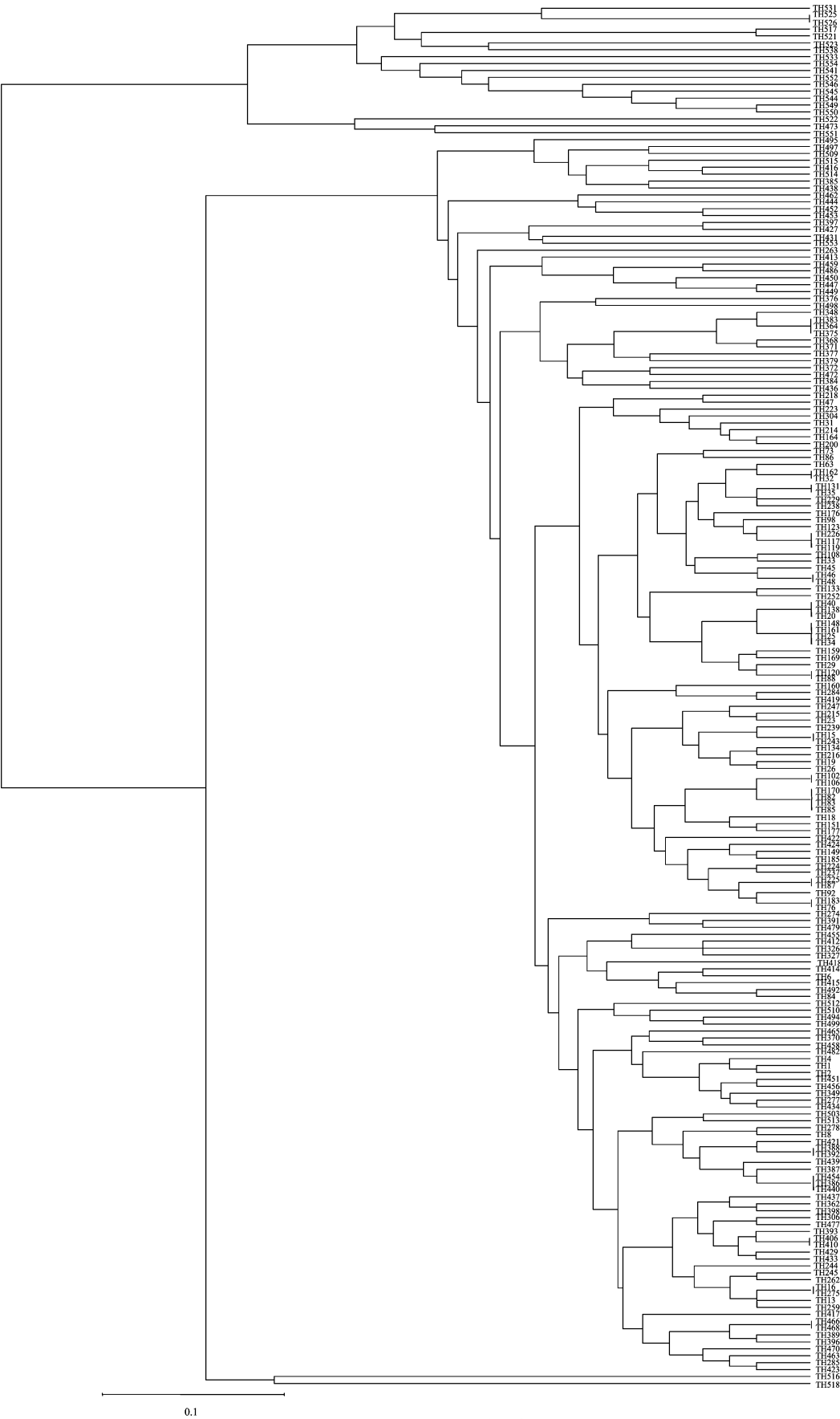


图4 太湖流域水稻地方品种的聚类分析

花明明, 衡 丽, 胡大鹏, 等. 氮肥对小麦后直播棉生长发育及氮素积累的影响[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(12): 73–76.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.12.020

氮肥对小麦后直播棉生长发育及氮素积累的影响

花明明¹, 衡 丽¹, 胡大鹏¹, 张 雷², 陈 源¹, 陈德华¹, 张 祥¹

(1. 扬州大学江苏省作物遗传生理国家重点实验室培育点, 江苏扬州 225009; 2. 中国农业科学院棉花研究所, 河南安阳 455000)

摘要:以特早熟棉花品种国欣早 12-1 和中棉所 50 为材料, 探讨施氮量对小麦后直播棉生长发育及氮素累计等的影响。结果表明: 随施氮量增加, 2 个特早熟品种国欣 12-1 和中棉所 50 的产量、产量构成、株高、营养器官和生殖器官干物质及氮素积累都呈增加的特征。施氮量 195、120 kg/hm² 的处理分别比施氮量 45 kg/hm² 增产 13.1% 和 8.5%; 品种间存在显著差异, 中棉所 50 比国欣早 12-1 增产 11.9%, 但施氮量 195、120 kg/hm² 的处理间差异不显著。国欣 12-1 和中棉所 50 的株高随着施氮量的增加而增加, 在施氮量 195、120 kg/hm² 的处理下, 国欣 12-1 和中棉所 50 的株高基本达到机收的要求(80~120 cm); 叶片的 SPAD 值和干物质累积量随着施氮量的增加而增加; 氮肥处理显著提高营养器官和生殖器官氮素累积量, 但施氮量 195、120 kg/hm² 的处理之间都差异不显著; 因此施氮 120 kg/hm² 更为高效。

关键词:小麦后直播棉; 氮肥; 产量; 干物质及氮素积累

中图分类号: S562.06 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)12-0073-04

棉花是我国种植面积最大的经济作物, 为重要的纺织原料, 在我国国民经济中占有重要的成就, 形成了棉花营养钵育苗^[1]、地膜覆盖^[2-3]、化学调控^[4-5] 三大创新技术, “小壮高” “密矮早” 两大高产途径和间作套种立体栽培等^[6-7]。丰富多样的栽培技术构成了我国现行的棉花栽培技术体系^[8-9]。目前, 我国南方棉区采用的是营养钵育苗移栽与化学调控相结合的小群体大个体技术路线^[10-11]。但是在农村劳动力老龄化、农民城市化的现代农村发展形势下, 棉花营养钵育苗移栽技术存在很多问题, 主要表现在用工多、制钵劳动强度大、生育时期过长、吐絮不集中^[12]; 棉株上棉铃的垂直分布范围大(超过 1 m)、采收期过长、花工多等问题^[13-14]。因此, 针对

育苗移栽棉劳动强度高、生长周期长、粮棉争地等问题, 笔者着手研究适于机械收获的小麦后直播棉农艺关键栽培技术, 构建适于机械采收的小麦后直播棉群体, 在株型控制、集中成铃、集中成熟等方面达到机械化收获的要求, 为棉花的生产轻型高效提供技术支撑。

氮肥对棉花株型的塑造、氮肥的吸收利用以及产量有着重要的影响^[15-16], 同时也影响棉花对其他营养元素的吸收和利用^[17]。胡国智等研究表明棉花干物质的积累和氮素的吸收符合 Logistic 曲线, 合理的氮肥运筹可以改变氮素吸收最大速率及其出现日期^[18]。马宗斌等研究表明增施氮肥可以提高叶片的 SPAD 值, 提高叶片的光合速率^[19-20]。但是陈德华等研究表明, 过量的氮肥会导致过高的 LAI, 不利于下部叶片的受光, 以致蕾铃的大量脱落, 不利于高产。刘涛等研究表明, 合理施氮能够极显著地提高单株铃数和棉花产量, 对铃质量也有显著影响^[21]。

虽然对传统的营养钵育苗移栽棉的氮肥施用等栽培技术有了大量研究, 对棉花的脱叶催熟等方面也有了较成熟的技术, 但在长江中下游棉区棉花用工成本大幅上升、人工采收用工多、棉粮争地日益严重等状况下, 如何根据该生态区的种植制度, 探索适于机收棉花的生产技术, 为棉花生产实现轻型高效则仍是新的课题; 因此, 本试验通过研究适于机收的小麦后

收稿日期: 2015-09-12

基金项目: 国家自然科学基金(编号: 31171479、31301263、31471435); 江苏省普通高校研究生科研实践计划(编号: SJLX-0613); 江苏省农业三新工程(编号: SXGC[2014]317); 江苏省高校优势学科建设工程资助项目; 现代棉花产业技术体系(编号: CARS-18-18)。

作者简介: 花明明(1990—), 男, 江苏盐城人, 硕士研究生, 主要从事作物生理研究。E-mail: hmm3291945@sina.com。

通信作者: 张 祥, 博士, 副教授, 主要从事棉花栽培与生理研究。E-mail: yzzhangxiang@163.com。

[8] 刘承晨, 赵富伟, 吴晓霞, 等. 云南哈尼梯田当前栽培水稻遗传多样性及群体结构分析[J]. 中国水稻科学, 2015, 29(1): 28-34.

[9] 王才林, 邹江石, 汤陵华, 等. 太湖流域新石器时期的古稻作[J]. 江苏农业学报, 2000, 16(3): 129-138.

[10] 李培富, 翟虎渠, 张红生, 等. 两个太湖流域梗稻地方品种抗稻瘟病的遗传研究[J]. 中国水稻科学, 1999, 13(1): 11-14.

[11] 王建飞, 何新建, 张红生, 等. 太湖流域梗稻地方品种黑壳子梗对稻瘟病抗性的遗传分析[J]. 遗传学报, 2002, 29(9): 803-807.

[12] 姚明哲, 王建飞, 陈宏友, 等. 太湖流域梗稻地方品种韭菜青的

苗期耐盐性遗传分析[J]. 中国水稻科学, 2004, 18(6): 29-32.

[13] 金伟栋, 洪德林. 太湖流域梗稻地方品种遗传多样性研究[J]. 生物多样性, 2006, 14(6): 479-487.

[14] 金伟栋, 程保山, 洪德林. 基于 SSR 标记的太湖流域梗稻地方品种遗传多样性研究[J]. 中国农业科学, 2008, 41(11): 3822-3830.

[15] 于 萍, 李 丽, 吕建珍, 等. 太湖流域梗稻地方品种的微卫星分析[J]. 中国水稻科学, 2009, 23(2): 148-152.

[16] 卢扬江, 郑康乐. 提取水稻 DNA 的一种简易方法[J]. 中国水稻科学, 1992, 19926(1): 47-48.