

水稻脆性突变体 *nbc(t)* 的主要特性和脆性基因的初步定位

王川丽 王令强 牟同敏

华中农业大学作物遗传改良国家重点实验室/华中农业大学国家植物基因研究中心(武汉), 武汉 430070

摘要 对脆性突变体的表型、主要农艺性状和稻米品质进行了考查,并对脆性基因进行了初步定位。结果表明:脆茎水稻 *nbc(t)* 与野生亲本 9311 在株高等形态特征上无明显区别,仅在机械强度上有区别;*nbc(t)* 的根、茎、叶、穗及种子都很脆,易折断,且表现全生育期脆性。脆茎突变体 *nbc(t)* 的主要农艺性状与 9311 相似,产量略低于 9311,除了整精米率偏低以外,其他稻米品质性状与 9311 相似。脆茎突变体 *nbc(t)* 与广占 63-4S 所配组合的产量和稻米品质与扬两优 6 号相当。与 9311 相比,*nbc(t)* 茎秆的抗折力相当,但抗张力明显降低,纤维素含量约降低 17%。遗传分析表明,*nbc(t)* 的脆茎特性可能由 2 个基因位点控制,初步定位在 9 号染色体上的 2 个区段,一个位于 9 号染色体上段 SSR 标记 RM3700 和 RM24371 之间,遗传距离分别为 1.3 cM 和 3.1 cM;另一个位于 9 号染色体下段 INDEL 标记 CL062 和 CL045 外侧,遗传距离分别为 1.6 cM 和 6.0 cM。

关键词 水稻脆茎突变体; *nbc(t)*; 农艺性状; 稻米品质; 脆性基因; 基因定位

中图分类号 S 511.503 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2012)02-0159-06

水稻是世界上最重要的粮食作物之一,世界 11% 的耕地种植水稻,分布在 120 多个国家,年生产稻谷约 6 亿 t,稻谷提供了世界人口粮食的 1/2 左右。品种的多样性、广泛的种植区域和人类的高度重视,加上水稻本身的染色体组成小,使得水稻成为单子叶植物的模式物种。在水稻进化的近 7 000 a 历程中,通过自然突变和人工创建产生了各种类型的突变体。自从 1963 年 Nagao 和 Takahashi 首次发现水稻的脆茎性状基因 *bc1* 以来,脆茎突变体水稻的研究已有 40 a 以上。

近年来,通过对植物细胞壁的形成^[1-2]、植株机械强度的分子机理^[3-5]、细胞发育信号调控机制^[6]以及脆茎水稻作为饲用稻^[7]的研究,水稻脆茎突变体的研究不断深入。

本研究对脆茎突变体与亲本品种的主要农艺性状和稻米品质进行比较分析,同时对脆茎突变体 *nbc(t)* 的脆茎性状进行初步的基因定位,旨在为该突变体的进一步研究和实际应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

脆茎水稻 *nbc(t)* 是在 9311²/IRBB21 的后代中发现的自然显性脆性突变体。

2008—2010 年在华中农业大学试验田种植水稻脆茎突变体材料 *nbc(t)* 及其野生型亲本 9311,进行农艺性状考查和稻米品质分析;2009 年,分别以 *nbc(t)* 和 9311 为父本配制组合广占 63-4S/*nbc(t)* 和广占 63-4S/9311(扬两优 6 号),进行农艺性状考查和稻米品质分析;并对 *nbc(t)* 和 9311 的机械强度和茎秆成分进行测定和比较。

同时应用 *nbc(t)*/KBLB67 所配组合的 F_{2,3} 群体,共 148 个家系,*nbc(t)*/豫粳 6 号所配组合的 F_{2,3} 群体,共 132 个家系,进行基因的初步定位。

1.2 田间种植

每品种 3 个重复,每个重复 200 株,株距 16.7 cm,行距 16.7 cm。记载生育期,成熟期每小区取 5 个单株考查株高、穗长、单株有效穗数、每穗总粒数、

收稿日期: 2011-05-26

基金项目: 国家高技术研究发展“863”计划(2010AA101304)和国家自然科学基金项目(30921091)

王川丽,硕士研究生。研究方向:水稻遗传育种。E-mail: xiaochuan_wolf@yahoo.com.cn

通讯作者: 牟同敏,教授。研究方向:水稻遗传育种。E-mail: tongmin58@mail.hzau.edu.cn

实粒数、空粒数、结实率、千粒重、单株产量等农艺性状;并根据国家优质稻谷标准(GB/T17891-1999)的测定方法,对各品种进行稻米品质分析。

1.3 茎秆强度测定

分别收取抽穗期突变体 *nbc(t)* 和野生型 9311 茎秆各 10 株,取其第 2 节间约 10 cm 长的茎秆放在 RH-K300 电脑抗张试验机上进行抗张力测试;调整参数为定量 $w=1/20 \text{ g/m}^2$ 、夹距=50 mm、速度 $v=10 \text{ mm/min}$ 、断裂值 $s=255(0.1 \text{ N})$,在显示器上读取抗张力数值。

收取抽穗期突变体 *nbc(t)* 茎秆和野生型 9311 茎秆各 8 株,分别测定各节间的抗折力。参照文献[8],将待测茎秆位点分别放在 2 个相距 5 cm 的支点上,确保茎秆与地面平行,然后用抗折力器(DIK-7400 倒伏试验器)一侧自上而下用力轻压两支点的中点位置,待茎秆被折断后,从另一侧读数并记录。

1.4 纤维素和木质素含量测定

根据改良的 Van Soest 方法^[9]并进行适当改进,测定 *nbc(t)* 和 9311 植株的纤维素和木质素含量。

1) 纤维素测定。用磷酸缓冲液提取可溶性糖,氯仿-甲醇提取脂类,二甲基亚砷提取淀粉,草酸铵提取果胶质;然后用 4 mol/L KOH 提取半纤维素,乙酸-硝酸-水提取残余半纤维素;用蒽酮-硫酸法测定沉淀中的纤维素含量。

2) 木质素测定。首先苯-乙醇抽提 4 h,然后用浓硫酸硝化 1.5 h,再于 $(575 \pm 25) \text{ }^\circ\text{C}$ 干燥灰化 4 h,最后称取质量,分别计算酸不溶木质素和酸溶木质素含量,并计算总木质素含量。

1.5 基因初步定位

从 *nbc(t)*/KBLB67 组合的 F_2 群体中随机选取 10 个脆性单株和 10 个非脆性单株,分别取叶片等量混合,构成 DNA 池。同时应用 *nbc(t)*/KBLB67 组合的 $F_{2,3}$ 群体 148 个家系及 *nbc(t)*/豫梗 6 号组合的 $F_{2,3}$ 群体 132 个家系作为定位群体,定位该脆性基因。

应用 CTAB 法^[10]提取 DNA 并加以改进。PCR 反应体系:DNA 2 μL ,引物(F+R)0.6 μL ,dNTP 1.4 μL , Mg^{2+} 1.4 μL ,buffer 2 μL ,Taq 酶 0.2 μL ,ddH₂O 12.4 μL ;总体积 20 μL 。扩增程序:95 $^\circ\text{C}$ 4 min;95 $^\circ\text{C}$ 30 s,58 $^\circ\text{C}$ 45 s,72 $^\circ\text{C}$ 45 s,35 个循环,72 $^\circ\text{C}$ 10 min。PCR 扩增产物经 6%的

聚丙烯酰胺凝胶电泳检测、硝酸银染色观察,记录结果。

将 SSR 分析结果转换为数字形式,用 MAPMAKER3.0 对结果进行分析,并用 MAPDRAW 软件绘制连锁图。主要定位引物序列见表 1。

表 1 定位引物序列

Table 1 The sequences of the primers

引物名称 Name of primers	引物序列 Sequences	
	正向引物(5'-3') Forward primer	反向引物(5'-3') Reverse primer
RM3700	CCTTTGCCGCT-TCTCTTGG	ACGAGTTCCCGGTTA-ACCTTACG
RM24371	AAATGGGCAAGT-GTACTCACACG	GAGGAGGAG-GAAGAGAGGATTCCG
CL062	TGAAACTGCTA-AGGCGGC	ACCCTGAGCACCGA-CACC
CL045	ATGCTGAGTTGCT-GCCTCTGCAGTG	AGCAAGGGCCGGAA-CATGTGC

2 结果与分析

2.1 脆性突变体的表型

水稻脆茎突变体 *nbc(t)* 是在 9311²/IRBB21 的后代中发现的显性脆茎突变体。经多年田间种植选育,该脆性表型可以稳定遗传。脆茎水稻 *nbc(t)* 与野生亲本 9311 在株高等形态特征上无明显区别,仅在机械强度上有区别。*nbc(t)* 的根、茎、叶、穗及种子都很脆,易折断,且表现全生育期脆性。

2.2 农艺性状及稻米品质

2008—2010 年连续 3 a 进行试验,考查脆茎突变体 *nbc(t)* 与野生型 9311 主要农艺性状和产量的表现。结果(表 2)表明:二者在播齐历期、株高、单株有效穗数、平均穗长、结实率和千粒重等性状上表现基本一致,但是对于每穗总粒数和单株产量,脆茎突变体 *nbc(t)* 比野生型 9311 分别少 8.75% 和 7.58%。通过方差分析,发现这种区别主要是由于平均穗长和着粒密度的下降造成的,且在平均穗长、每穗总粒数和单株粒重等性状表现上,2009 年比 2010 年下降幅度要大,这可能跟当年的气候条件有关。

为了分析脆茎突变体 *nbc(t)* 与 9311 的配合力是否有变化,2009 年考查了这 2 个材料与广占 63-4S 所配组合的主要农艺性状和产量的表现,结果(表 3)表明:2 个组合的各项农艺性状和产量无差异。目前,扬两优 6 号是长江中下游主导的中稻两系组合,如果将脆茎突变体 *nbc(t)* 代替 9311 应用于

表 2 脆茎突变体 *nbc(t)* 与野生型(非脆茎)水稻 9311 的农艺性状¹⁾

Table 2 The agronomic traits between the brittle culm mutant *nbc(t)* and the normal type 9311

试材名称 Material name	年度 Year	播齐历期/d Days of FHS	株高/cm PH	单株有效穗数 NP	平均穗长/cm SL	每穗总粒数 TNSP	结实率/% SF	着粒密度/ cm ⁻¹ GDPP	千粒重/g TGWT	小区实收产量/g YPP	平均单株粒重/g GYD	产量/ (kg/667 m ²) Yield
<i>nbc(t)</i>	2008	96.3	126.5	5.8	23.77	182.71	83.61	7.72	30.11	3 984.87	19.92	478.16
	2009	97.7	115.7	5.5	21.68	147.67	85.00	7.19	31.01	3 714.30	18.98	455.55
	2010	101.0	122.2	5.9	24.80	175.03	83.00	7.03	28.41	4 693.93	24.53	490.56
	平均 Mean	98.3	121.4	5.7	23.42	168.47	83.87	7.31	29.84	4 131.03	21.14	474.76
9311	2008	96.3	118.6	5.5	22.59	178.02	83.92	7.87	29.63	3 979.32	19.90	477.52
	2009	97.0	118.4	4.9	23.33	166.33	84.33	7.54	31.22	4 479.47	22.81	547.59
	2010	101.0	124.0	5.9	25.68	209.50	86.00	8.13	28.57	5 095.67	25.92	518.28
	平均 Mean	98.1	120.3	5.4	23.87	184.62	84.75	7.85	29.81	4 518.15	22.88	514.46

1)FHS:Full heading stage; PH: Plant height; NP: Number of panicle; SL:Spike length; TNSP: Total number of spikelets/panicle; SF:Spikelet fertility; GDPP: Grain density per panicle; TGWT:1 000-grain weight; YPP: Yield per planting; GYD: Grain yield. 下同 The same as follows.

表 3 以脆茎突变体 *nbc(t)* 和野生型 9311 水稻为父本配制的组合的农艺性状

Table 3 The result of agronomic traits between the hybridized combination which the male parent is *nbc(t)* and 9311

组合名称 Name of combination	重复 Repeat	播齐历期/d Days of FHS	株高/cm PH	单株有效穗数 NP	平均穗长/cm SL	每穗总粒数 TNSP	结实率/% SF	着粒密度/ cm ⁻¹ GDPP	千粒重/g TGWT	小区实收产量/g YPP	平均单株粒重/g GYD	产量/ (kg/667 m ²) Yield	
广占 63-4S/ <i>nbc(t)</i>	I	94.0	120.6	6.0	24.2	167.0	82.00	6.88	29.37	4 903.40	24.52	588.41	
	II	94.0	117.1	5.6	24.1	164.0	88.00	6.81	30.83	4 722.80	23.61	566.74	
	Guangzhan	III	95.0	121.9	6.6	24.0	132.0	87.00	6.30	30.70	4 792.20	23.96	575.07
	63-4S/ <i>nbc(t)</i>	平均 Mean	94.3	119.9	6.1	24.1	154.3	85.67	6.66	30.30	4 806.13	24.03	576.74
扬两优 6 号 Yangliangyou 6	I	98.0	123.2	6.2	25.3	181.0	76.00	7.17	30.74	4 732.50	23.66	567.90	
	II	98.0	122.3	5.4	25.5	172.0	78.00	6.73	31.90	4 670.30	23.35	560.43	
	III	97.0	124.4	6.4	23.6	121.0	74.00	7.01	31.91	4 874.40	24.74	593.83	
	平均 Mean	97.7	123.3	6.0	24.8	158.0	76.00	6.97	31.52	4 759.07	23.92	574.05	

表 4 脆茎突变体 *nbc(t)* 和野生型水稻品种 9311 的稻米品质分析结果¹⁾

Table 4 The result of grain quality between the brittle culm mutant *nbc(t)* and the normal type 9311

试材名称 Material name	年度 Year	糙米率/% BRR	精米率/% MRR	整精米率/% HRR	长宽比 L/W	垩白度/% ChS	透明度 级别 CV	碱消值级 ASV	直链淀粉 含量/% AC	胶稠度/ mm GC	
<i>nbc(t)</i>	2008	79.22	65.54	34.88	3.09	12.0	3	3.50	16.63	46.50	
	2009	78.02	66.74	34.66	3.00	18.0	4	5.30	18.28	42.00	
	2010	78.56	68.28	57.71	3.00	4.5		3.00	12.50	43.00	
	平均 Mean	78.60	66.85	42.42	3.03	11.5	3.5	3.93	15.80	43.83	
9311	2008	78.57	68.19	49.83	3.09	11.0	3	6.00	15.47	39.00	
	2009	77.31	67.48	45.69	3.10	11.0	3	5.00	14.97	43.00	
	2010	77.88	67.89	63.50	3.10	3.3		3.00	15.03	42.00	
	平均 Mean	77.92	67.85	53.01	3.10	8.4	3	4.67	15.16	41.33	
广占 63-4S/ <i>nbc(t)</i>	Guangzhan	2009	79.04	69.16	40.61	3.10	16.0	4	2.30	15.35	47.50
63-4S/ <i>nbc(t)</i>	扬两优 6 号 Yangliangyou 6	2009	78.93	68.54	44.21	3.00	14.0	3	3.80	13.19	35.00

1)BRR:Brown rice rate; MRR:Milled rice rate; HRR:Head rice rate; L/W:Grain length/grain width; ChS:Chalkiness; CV:Clarity value; ASV:Alkali spreading value; AC:Amylose content; GC:Gel consistency.

生产,可能会提高抗倒性和有利于稻草的利用。

按照国家优质稻谷标准(GB/T17891-1999)的测定方法,对突变体 *nbc(t)* 和野生型 9311 进行稻米品质分析,结果表明:*nbc(t)* 与 9311 相比,除整精米率明显降低以外,其他品质性状无明显差异,但是杂交组合各项稻米品质基本一致(表 4)。

2.3 突变体与野生型的茎秆强度

抗折力是衡量抗倒伏能力的一个指标^[8],对脆茎突变体 *nbc(t)* 与野生亲本 9311 茎秆第二节间的抗折力和抗张力测定结果(表 5)表明:突变体的茎秆直径较野生型增大了 9.5%;突变体 *nbc(t)* 的抗

折力均值为 29.0 N,野生型 9311 的抗折力均值为 30.3 N,突变体与野生型在抗折力上的表现无明显差别;抗张力测定结果表明,突变体 *nbc(t)* 的抗张力均值为 37.3 N,野生型 9311 的抗张力均值为 118.9 N,突变体与野生型相比,抗张力降低了 69%左右,即拉断突变体 *nbc(t)* 茎秆所需的力比野生型明显变小。

2.4 突变体与野生型的茎秆成分

突变体 *nbc(t)* 与野生型 9311 茎秆成分测定结果(表 5)显示,突变体纤维素含量较野生型降低了约 17%,而木质素含量增加约 5%。

表 5 突变体 *nbc(t)* 与野生型 9311 茎秆机械强度、纤维素和木质素含量

Table 1 The mechanical strength of the mutant and the wild type

试材名称 Material name	直径/mm Diameter	抗折力/N Bending strength	抗张力/N Tension stress	纤维素/% Cellulose	木质素/% Lignin
<i>nbc(t)</i>	4.541±0.491	29.0±6.9	37.3±27.3	26.31±1.01	13.87±0.24
9311	4.147±0.441	30.3±7.0	118.9±44.8	31.83±1.17	13.26±0.26

2.5 脆性基因的初步定位

以 *nbc(t)*/KBLB67 杂交组合的 F₂ 代群体作为定位群体,用覆盖全基因组的 354 对引物对两亲本进行多态性分析,选出在两亲本间有多态性的引物 176 对。用这些引物对 DNA 池进行筛选,其中 9 号染色体上的 SSR 引物 RM553 在两池间有多态性。进而在 9 号染色体上增加引物对 *nbc(t)*/KBLB67 杂交组合的 F_{2:3} 群体进行检测,把基因位点定位在 9 号染色体的 2 个位点。用 *nbc(t)*/豫粳 6 号杂交组合的 F_{2:3} 群体进一步将基因定位在 9 号染色体上

2 个比较小的区域范围内。应用 MAPDRAW 软件构建连锁分析图谱(图 1),脆性突变体基因一个位于 9 号染色体上段 SSR 标记 RM3700 和 RM24371 之间,遗传距离分别为 1.3 cM 和 3.1 cM;另一位点位于 9 号染色体下段 INDEL 标记 CL062 和 CL045 外侧,遗传距离分别为 1.6 cM 和 6.0 cM。

3 讨论

3.1 脆茎突变体 *nbc(t)* 与其他脆性突变体的比较

目前已发现的水稻脆性基因大多为诱变产生,单隐性基因控制^[11-14],只有 *bc10* 为自然突变体^[15],*bc6* 为显性基因控制^[16],*fr* 为双隐性基因控制^[17]。已报道的水稻脆性基因表型大多为植株矮小、产量下降、整株或部分器官脆性。脆性水稻 *nbc(t)* 是笔者所在实验室在 9311²/IRBB21 后代中发现的自然脆性突变,表现为全生育期整株脆性。经研究发现,该突变体为双显性基因共同控制,植株表型正常,与野生亲本 9311 相似,株高无降低,产量降低幅度也不大。脆茎水稻 *nbc(t)* 的这些特点可应用于农业生产。

3.2 脆茎水稻 *nbc(t)* 研究对农业生产的重要意义

1) 脆茎水稻 *nbc(t)* 具有配制优良组合的潜力。脆茎水稻 *nbc(t)* 是以 9311 为背景的突变体,9311

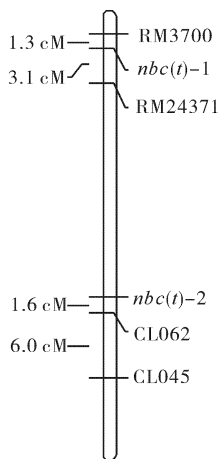


图 1 脆性突变体 *nbc(t)* 在 9 号染色体上的连锁图

Fig. 1 The linkage map of *nbc(t)* on chr. 9

是一种常用的优质恢复系材料,具有高产、优质等特性,它配出的组合扬两优6号是现在广泛应用的高产优质组合。脆茎水稻 *nbc(t)* 在表型上与9311相近,在农业上有很大的应用潜力。

脆茎水稻 *nbc(t)* 与野生型产量比较,2008年两品种产量各性状均无明显差异,2009—2010年种植的脆茎水稻比野生型产量有明显降低。突变体在产量上比野生型有所降低,可能是由于在自交选种的过程中只考虑脆性而对其他性状没有过多考虑,而导致生产力的下降。若要提高脆茎突变体的产量,可以通过将突变体与野生型9311回交,使其在除脆性之外的性状上与野生型相近,从而提高其产量。

在2009年的试验中,我们种植了广占63-4S/*nbc(t)*所配组合,并与扬两优6号进行了产量比较,结果显示,这2个组合在产量及品质上均无显著差异。可见脆茎水稻 *nbc(t)* 有配制优良组合的潜力。

2)谷草两用。有研究表明,转基因脆茎水稻的物质转化积累能力比对照有所增强^[18],在整个植株生物量不变的条件下可提高水稻收获指数,增加产量。本试验中的脆茎水稻 *nbc(t)* 在表型上与野生亲本9311相近,种子产量和秸秆产量也与野生型相近,且均比其他脆茎水稻有优势。

吴超等^[19]的研究结果表明,脆茎水稻中动物难以消化的纤维素含量降低,而半纤维素和木质素等含量增加,使粗蛋白含量增高,从而增加了其作为饲料的适口性。本研究的脆茎水稻 *nbc(t)* 也具有纤维素含量降低、木质素含量升高的特点,可以将其应用于家畜饲料。脆性水稻与普通水稻相比,其秸秆易搅碎,秸秆降解速度快,利于秸秆还田。

本研究的脆性突变体 *nbc(t)* 植株表型与野生型基本一致,纤维素和木质素等含量变化较小,农艺性状良好,农业应用潜力大,且在遗传上显著区别于其他脆性突变体,使其在农业生产和基础研究上都具有较强的应用潜力,可以成为遗传研究和生理生化研究的新型材料。

参 考 文 献

[1] 赵庆新,袁生.植物细胞壁研究进展[J].生物学通报,2007,42(7):8-9.

[2] 李雄彪,吴琦.植物细胞壁[M].北京:北京大学出版社,1993.

[3] 宋东亮,沈君辉,李来庚.高等植物细胞壁中纤维素的合成[J].植物生理学通讯,2008,44(4):791-796.

[4] KIMURA S, LAOSINCHAI W, ITOH T, et al. Immunogold labeling of rosette terminal cellulose-synthesizing complexes in the vascular plant *Vigna angularis* [J]. Plant Cell, 1999, 11: 2075-2085.

[5] RICHMOND T. Higher plant cellulose synthases [J]. Genome Biol, 2000, 1(4): 1-6.

[6] 史刚荣.细胞壁在植物细胞分化中的作用[J].生物学教学, 2003, 28(5): 3-5.

[7] 汪海峰,朱军莉,刘建新,等.饲喂脆茎全株水稻对生长肥育猪生长性能、养分消化和胴体品质的影响[J].畜牧兽医学报, 2005, 36(11): 1139-1144.

[8] ISLAM M S, PENG S B, VISPERAS R M, et al. Lodging-related morphological traits of hybrid rice in a tropical irrigated ecosystem[J]. Field Crops Research, 2007, 101: 240-248.

[9] 李华.粗饲料中纤维素、半纤维素酶解测定方法的研究与评价[D].乌鲁木齐:新疆农业大学图书馆,2008.

[10] MURRAY M G, THOMPSON W F. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA [J]. Nucleic Acids Research, 1980, 8: 4321-4325.

[11] LI Y H, QIAN Q, ZHOU Y H, et al. Brittle culm, which encodes a *COBRA-Like* protein, affects the mechanical properties of rice plants [J]. The Plant Cell, 2003, 15: 2020-2031.

[12] XU J D, ZHANG Q F, ZHANG T, et al. Phenotypic characterization, genetic analysis and gene-mapping for a brittle mutant in rice [J]. Journal of Integrative Plant Biology, 2008, 50(3): 319-328.

[13] ZHANG M, ZHANG B C, QIAN Q, et al. Brittle culm 12, a dual-targeting kinesin-4 protein, controls cell-cycle progression and wall properties in rice [J]. The Plant Journal, 2010, 63: 312-328.

[14] YAN C J, YAN S, ZENG X H, et al. Fine mapping and isolation of *Bc7(t)*, allelic to *OsCesA4* [J]. Journal of Genetics and Genomics, 2007, 34(11): 1019-1027.

[15] ZHOU Y H, LI S B, QIAN Q, et al. *BC10*, a DUF266-containing and golgi-located type II membrane protein, is required for cell-wall biosynthesis in rice (*Oryza sativa* L.) [J]. The Plant Journal, 2009, 57: 446-462.

[16] SANCHEZ A C, KHUSH G S. Chromosomal localization of five mutant genes in rice, *Oryza sativa*, using primary trisomics [J]. Plant Breeding, 2000, 119: 84-86.

[17] 李文丽,吴先军.一个水稻脆性突变体的遗传分析与基因定位[J].核农学报,2006,20(6):500-502.

[18] 吴超,林风.转基因脆茎水稻的收获指数研究[J].安徽农业科学,2007,35(19):5682-5683,5685.

[19] 吴超,朱丽,林风.水稻脆茎突变体的研究进展[J].安徽农业科学,2007,35(17):5085-5086,5088.

Characterization and gene mapping of a brittle culm mutant *nbc(t)* in rice

WANG Chuan-li WANG Ling-qiang MOU Tong-min

*National Key Laboratory of Crop Improvement /
National Center of Plant Gene Research (Wuhan),
Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China*

Abstract The mutant *nbc(t)* was a brittle culm mutant of rice found in the offspring of 9311²/IRBB21. The all tissues of plant of mutant *nbc(t)* are brittle during the whole growth. The main agronomic characters of the brittle mutant were investigated and gene mapping of brittle trait was initially made. The results showed that the main agronomic traits of *nbc(t)* were as similar as the parent 9311 except that its yield was low. The rice quality of *nbc(t)* was also similar to 9311 except of head rice rate. The yield and rice quality of hybrid between Guangzhan 63-4S and *nbc(t)* were as same as that of Yangliangyou 6. Comparing with 9311, the anti-booklet strength was similar, but stretching resistance was lower. The cellulose content in culm of *nbc(t)* was lower than that of 9311 by 17%. The genetic analysis showed that the brittle culm trait was controlled by two pairs of dominant genes, which were mapped on two loci of chromosome 9, namely, one locus was between the SSR marker RM3700 and RM24371 with the genetic distance of 1.3 cM and 3.1 cM; another locus was outside of the INDEL marker CL062 and CL045 with the genetic distance of 1.6 cM and 6.0 cM.

Key words brittle culm rice mutant; *nbc(t)*; agronomic characters; rice quality; brittle gene; gene mapping

(责任编辑:张志钰)