

西藏小麦地方品种‘棒型小麦’并列小穗

基因的染色体臂定位

刘登才, 颜 济, 郑有良, 魏育明, 兰秀锦

(四川农业大学小麦研究所, 都江堰 611830)

摘要: 三联小穗小麦(*Triticum aestivum* L. con cv. tripletum)是一种特殊穗型的普通小麦,是混生在西藏小麦地方品种中的一种特殊小麦类型,遗传性稳定。它是连接大麦亚族与小麦亚族的例证标本。西藏小麦地方品种“棒型小麦”就是典型的三联小穗小麦,有稳定的三联小穗特征。对三联小穗小麦“棒型小麦”并列小穗基因进行染色体臂定位研究,发现(1)正常穗型与并列小穗相比遗传呈显性。小麦中国春遗传背景中存在抑制并列小穗表达的基因(2)控制并列小穗的基因定位在5AL、4BL、6BS、7BL、7DL染色体臂上(3)分枝麦与正常小麦杂交后代出现并列小穗这一现象可能受5AL和4BL染色体臂控制。

关键词: 普通小麦;并列小穗;基因定位

Chromosomal Arm Localization of Genes for Lateral Supernumerary Spikelets in Tibetan Common Wheat Landrace ‘Bangxing Wheat’

LIU Deng-cai, YAN Ji, ZHENG You-liang, WEI Yu-ming, LAN Xiu-jin

(*Triticeae Research Institute, Sichuan Agricultural University, Dujiangyan 611830*)

Abstract: *Triticum aestivum* L. con cv. tripletum has a unique spike morphology usually expressing 3 lateral supernumerary spikelets (LSS) at a rachis node. Bangxing wheat is the typical one of *Triticum aestivum* L. con cv. tripletum. It is derived from the collections of Tibetan common wheat landraces, and stably expresses the LSS character. The objective of this study is to locate the genes conditioning the LSS character on certain chromosomal arms in Bangxing wheat. Results indicated that the LSS character is recessive and is inhibited by the genetic background of Chinese Spring. Chromosomal arms 5AL, 4BL, 6BS, 7BL and 7DL carry genes for LSS character. In previous studies, segregation for LSS spikes was observed even though wheat expressed only branched spikes, which may be controlled by the LSS genes on chromosomal arms 5AL and 4BL.

Key words: Common wheat; Lateral supernumerary spikelets; Gene localization

普通小麦(*Triticum aestivum* L., $2n = 42$, AABBDD)穗型的标准形态是每个穗轴节有1个小穗。但是也存在异常的小麦穗型,如分枝小麦(*Triticum aestivum* L. con cv. ramulostachye)就是一种,在其主穗轴节上长出额外的小穗,或由小穗轴延伸转变成支穗轴,支穗轴上着生小穗。其分枝性由2A、4A、5A、4B染色体上的基因控制,2D染色

体上有分枝抑制基因^[1~4]。

三联小穗小麦(*Triticum aestivum* L. con cv. tripletum)是另一特殊穗型的普通小麦,其每个穗轴节通常具有三联小穗,即每个穗轴节通常并列生3个小穗,但是其穗轴节并不延伸。这种小麦是混生在西藏地方品种中的一种特殊类型,遗传性稳定。在形态学上,它是连接大麦亚族与小麦亚族的例证

收稿日期 2001-10-08

基金项目 国家自然科学基金资助项目(30070462, 30270804)和四川省第6批跨世纪杰出青年学科带头人培养基金资助项目(463)

作者简介 刘登才(1970-),重庆石柱人,副研究员,主要从事作物遗传育种和种质资源研究。Tel: 028-87283949; Fax: 028-87271867; E-mail:

deliu3@public.cd.sc.cn

标本^[4]。西藏小麦地方品种“棒型小麦”就是典型的三联小穗小麦,有稳定的三联小穗特征^[4]。这种穗型小麦具有超数小穗(supernumerary spikelet)的特征,使单穗小穗数极显著增多,通常为正常穗型小穗数的3倍,从而使单穗小花数也随之显著增多。但是目前仍不清楚其遗传基础。本研究目的是进行三联小穗小麦“棒型小麦”的并列小穗基因的染色体臂定位。

1 材料与方法

被测材料“棒型小麦”是混生在西藏小麦地方品种中的一种特殊小麦类型,其遗传上稳定,可稳定表

现三联小穗特征。测验系为小麦中国春(CS)二体(染色体构型为21ⁿ)中国春双端体(DT)中国春双端-单端体(DT-MT)中国春单端体(MT)(表)。以1A染色体(臂)为例举例说明,1AS双端体,简称为DT1AS,其染色体构型为20ⁿ+t'1AS;1AS双端-1AL单端体,简称为DT1AS-MT1AL,其染色体构型为20ⁿ+t'1AS+t'1AL;单端体1AS,简称为MT1AS,其染色体构型为20ⁿt1AS。

1999年4~5月配制有关杂交组合。1999年10月播种时检查小麦中国春双端-单端体(DT-MT-)与“棒型小麦”的F₁组合中含1个端体和1个整条染色体的个体(以5A染色体为例,其染色体构

表 小麦中国春遗传工具材料与“棒型小麦”杂交F₂穗型分离结果¹⁾

Table Segregation for spike type in the F₂ populations derived from crossing Chinese Spring genetic materials to Bangxing wheat

群体 Population	调查植株总数 No. of plants investigated	有并列小穗植株数 No. of plants with LSS spike	有并列小穗植株比率 Frequency of LSS plant
CS DT1AS	65	1	0.015
CS DT1AL	76	4	0.053
CS DT2AS	59	3	0.051
CS DT2AL-MT2AS	75	5	0.067
CS DT3AS	63	2	0.032
CS DT3AL	62	2	0.032
CS MT4AS	57	3	0.053
CS DT4AL	59	2	0.034
CS DT5AL	56	2	0.035
CS MT5AL	63	7	0.111**
CS DT5AS-MT5AL	68	8	0.118**
CS DT6AS	65	4	0.062
CS DT6AL	70	1	0.014
CS DT7AS	75	2	0.027
CS DT7AL	62	1	0.016
CS DT1BS	59	1	0.017
CS DT1BL	63	2	0.032
CS DT2BS-MT2BL	61	4	0.066
CS DT2BL	57	1	0.018
CS DT3BS	60	4	0.067
CS DT3BL	63	2	0.032
CS DT4BS	61	6	0.098*
CS DT4BL	47	3	0.064
CS MT5BL	46	1	0.022
CS DT5BL	37	2	0.054
CS DT6BS	57	1	0.018
CS DT6BL	70	7	0.100*
CS DT7BS	65	7	0.108*
CS DT7BL	63	4	0.064
CS DT1DS	57	1	0.018
CS DT1DL	52	2	0.039
CS DT2DS	37	2	0.054
CS DT2DL	65	3	0.046
CS DT3DS	37	0	0.000
CS DT3DL	59	2	0.034
CS DT4DS	61	3	0.049
CS DT4DL	60	5	0.083
CS DT5DS-MT5DL	59	1	0.062
CS DT5DL	61	3	0.049
CS DT6DS	56	1	0.018
CS DT6DL	62	1	0.016
CS DT7DS	65	6	0.092*
CS (check)	528	20	0.038

¹⁾*, **: 显著水平分别为5%和1% Significance at 5% and 1%, respectively ;LSS: 并列小穗 Lateral supernumerary spikelets

型为 $20''1'5A + t'5AS$), 检查小麦中国春单端体 (MT) 组合中仅有 1 个整条染色体而不含端体的个体 (以 5A 染色体为例, 其染色体构型为 $20'' + 1'5A$) 将检测出的植株移栽种植于大田。这些个体及其它双端体 F_1 组合自交, 2000 年 5 月获得 F_2 种子。这些 F_2 种子在 2000 年 10 月播种在都江堰市的四川农业大学小麦研究所试验田中, 行间距 50 cm, 株间距 10 cm。2001 年 5 月底收获期, 考察不同组合的并列小穗特征, 并用 F-测验进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 杂种 F_1 分析

对照小麦中国春二体与“棒型小麦”杂种 F_1 的所有植株都一致表现为正常穗型, 而无并列小穗植株出现, 这表明正常穗型对并列小穗是显性。但是所有的中国春非整倍体与“棒型小麦”杂种 F_1 仍都表现为正常穗型, 表明中国春遗传背景中存在抑制并列小穗表达的基因。这样, 尽管并列小穗是隐性, 其控制并列小穗的基因在 F_1 杂交组合中不能被检测出来。

2.2 杂种 F_2 分析

在 F_2 群体中分离出了正常小穗和并列小穗植株 (图)。其中对照“中国春 × 棒型小麦”有 3.8% 的植株有并列小穗。中国春单端体 5AL (MT5AL) 组合有 11.1% 的植株表现为并列小穗, 极显著高于对照。因为小麦中国春单端体 MT5AL 的染色体构型为 $20'' + t'5AL$, 笔者选择了它与“棒型小麦”的 F_1 杂种中仅有 1 个整条染色体而不含端体的植株, 这些植株具有的染色体构型为 $20'' + 1'5A$ 。这些 F_1 植株不具有中国春的 5A 染色体, 其单个的 5A 染色体来自于“棒型小麦”, 因此在其自交后代 F_2 群体中 (染色体构型有 3 种, 其传递情况为 $20'' + 1'5A$ 占 73%、 $20'' + 1'5A$ 占 24%、 $20''$ 占 3%) 5A 染色体也都来自于“棒型小麦”, 而不具有中国春的 5A 染色体 (相当于利用了“中国春 5A 缺体”), 而其它的染色体则表现自由组合和分离。推测该组合并列小穗出现的频率显著高于对照是由于“棒型小麦”5A 染色体取代中国春的相应染色体造成, 表明“棒型小麦”的 5A 染色体上有控制并列小穗的基因。进一步研究发现, 中国春双端-单端体 DT5AS-MT5AL 与“棒型小麦”的 F_2 组合有 11.8% 的植株表现为并列小穗, 也极显著高于对照。因为 DT5AS-MT5AL 的染色体构型为 $20'' + t'5AS + t'5AL$, 笔者选择了它与“棒型小麦”的 F_1 杂种中具有 1 个端体和 1 个整条染色体的个体的植



从左至右: 中国春; 中国春与棒型小麦 F_2 代在中部穗轴节上表现 2 个小穗并联; 中国春与棒型小麦 F_2 代在中部穗轴节上表现 3 个小穗并联; 棒型小麦

From left to right: CS; Two LSS spikes in mid-spike of F_2 of CS × Bangxing wheat; Three LSS spike in mid-spikes of F_2 of CS × Bangxing wheat; Bangxing wheat

图 棒型小麦与中国春杂种 F_2 代穗型分离出中间型

Fig. Mid-type of F_2 spick type of Bangxing wheat × CS

株, 这些植株具有的染色体构型应为 $20'' + 1'5A + t'5AS$, 其中的 1 个整条染色体 5A 来自于“棒型小麦”, 而端体 5AS 来自中国春, 这些 F_1 植株不具有中国春的染色体臂 5AL。因此, 在其自交后代 F_2 群体中, 无论是什么样的染色体构型, 都不存在中国春的 5AL, 整条 5A 染色体来自于“棒型小麦”, 而端体则来自中国春 5AS。说明不具有中国春的染色体臂 5AL 时, 并列小穗出现的频率显著高于对照, 表明“棒型小麦”的相应染色体臂 5AL 上有控制并列小穗的基因。

小麦中国春双端体 DT4BS、DT6BL、DT7BS、DT7DS 组合分别有 9.8%、10.0%、10.8%、9.2% 的植株表现为并列小穗, 都分别显著高于对照。以双端体 DT4BS 为例, 其染色体构型为 $20'' + t'4BS$, 它与“棒型小麦”的 F_1 杂种具有染色体构型 $20'' + 1'4B + t'4BS$, 其中的 4BS 来自中国春, 而整条 4B 来自“棒型小麦”, 缺少中国春的 4BL。因此, 这些植株自交得到的 F_2 代也没有中国春的 4BL 染色体臂, 而此时该组合却比对照有更高比例的并列小穗表现出来, 表明“棒型小麦”的 4BL 染色体臂上有控制并列小穗的基因。同理, 棒型小麦染色体臂 6BS、

7BL、7DL 上也分别有控制并列小穗的基因(表)。其它 F_2 群体的并列小穗,与对照无显著差异。

3 讨论

在笔者的研究中,小麦正常二体中国春与棒型小麦 F_2 组合中正常穗型植株与有并列小穗植株的比例大约为 32:1,并不符合质量性状基因的简单作用遗传模型,表明上述 5 对控制并列小穗的基因作用方式较为复杂,不是简单的加性效应作用。这种现象在分枝小麦中的分枝基因定位中也出现了类似情况^[2,3]。

笔者把控制并列小穗的基因定位在 5AL、4BL、6BS、7BL、7DL 染色体臂上。已有研究表明,尽管分枝麦本身并不表现出并列小穗特性,而只表现分枝特性。但是在分枝麦与中国春的杂交后代中也可能出现并列小穗的植株,从而认为分枝小麦中可能也携带有控制并列小穗的基因,可是此前的试验并不能将控制并列小穗与分枝穗的基因分开^[1~3]。Peng 等^[2,3]将分枝小麦的分枝基因和并列小穗基因笼统地定位在 2A、4A、5A 和 4B 染色体上。将之与本研究的结果进行比较,认为:分枝小麦控制并列小穗的基因可能在 5AL 和 4BL 染色体臂上。尽管分枝麦与中国春的杂交后代中也可能出现并列小穗的植株,但是这种并列小穗通常只出现在植株中部的几个穗轴节^[2,3],而“棒型小麦”的所有穗轴节都表现出并列小穗特征,可能是由于“棒型小麦”多了 3 对并列基因所致。在“棒型小麦”与中国春的杂种 F_2 代,也分离出了并列小穗只在中部几个穗轴节出现的植株,表明并列小穗基因可能存在加性作用。但按照并列小穗表现程度进行归类时,并不符合简

单的遗传规律,进一步表明控制并列小穗的基因作用方式复杂,不是简单的加性效应作用。

在对分枝小麦的研究中发现,中国春的 2D 染色体上有抑制穗分枝的基因存在^[2,3]。笔者也发现小麦中国春遗传背景中存在抑制并列小穗表达的基因,本研究结果并未确定是哪条染色体在起作用,但因涉及 2D 染色体的组合与对照无差异,可以确定不是 2D 染色体在起作用。

看来,分枝小麦与三联小穗小麦的穗型遗传控制上尽管有很多不同,但存在很多相似处,即:都是隐性性状,都受测验系的抑制基因抑制,遗传基因的作用方式复杂。

References

- [1] Huang G, Yen C. Studies on the developmental genetics of multiple spikelet per spike in wheat. In: Miller T E, Koeber R M D. eds. *Proc 7th Intern Wheat Genet Symp*, Cambridge, UK, 1988:527-532.
- [2] Peng Z S, Yen C, Yang J L. Chromosomal location of genes for supernumerary spikelet in bread wheat. *Euphytica*, 1998, 103: 109-114.
- [3] 彭正松. 普通小麦穗分枝与多小穗品系农艺性状基因定位. 四川农业大学博士论文, 1997:1-81.
Peng Z S. Chromosomal location of genes for some agronomic characters of common wheat lines with supernumerary spikelets and multispikelets. Sichuan Agricultural University Dissertation, 1997:1-81. (in Chinese)
- [4] 颜 济 杨俊良. 小麦生物系统学:小麦-山羊草复合群. 北京:中国农业出版社, 1999:113-116.
Yan J, Yang J L. *Triticeae biosystematics: Wheat-Aegilops complex*. Beijing: China Agriculture Press, 1999:113-116. (in Chinese)

(责任编辑 胡红梅)