

31-35

6

第20卷 第4期
1992年11月西北农业大学学报
Acta Univ. Agric. Boreali-occidentalisVol.20 No.4
Nov. 1992

外源细胞质诱导小麦单倍体的 机理与应用研究

III. 单倍体与二倍体的比较研究

刘庆法¹ 张晓勤¹ 杨根平²

(1 西北农业大学农学系, 陕西杨陵·712100)

(2 西北农业大学基础课部, 陕西杨陵·712100)

S512.103.5

摘 要 以三个具粘果山羊草细胞质的高频单倍体异质小麦为单倍体源, 对小麦单倍体和二倍体的一些形态和生理性状进行了比较研究。结果表明, 与二倍体比较单倍体有以下表现: ①由于第三伸长节间和穗下节长度缩短, 株高降低 12%~22%; ②因旗叶和倒二叶长度和宽度明显下降, 叶面积也显著减小; ③穗长、平均每穗小穗数、单株分蘖、有效分蘖和茎秆直径均显著下降; ④气孔长度、宽度及面积均有下降趋势, 但气孔密度明显增加; ⑤旗叶的净光合强度和总光合强度约高出 30%, 呼吸强度则因材料不同有升有降。

关键词 小麦, 单倍体, 形态, 生理

中图分类号 S335.4, Q943

单倍体在作物育种和遗传研究上有重要应用价值, 自 Blakeslee (1922) 发现 *Datura stramonium* 的单倍体以来引起了广泛重视。几十年来人们对高等植物特别是重要农作物单倍体的一般形态学和细胞学已做了一些观察^[1,2], 但对高等植物单倍体和二倍体在形态学和生理生化上尚未进行系统的比较研究。在小麦方面目前仅见到一些对单倍体的形态和细胞学的定性描述^[2,3], 尚未见到对其单倍体和二倍体形态及生理的系统比较研究, 对小麦单倍体的生理及形态特点仍缺乏准确的定量描述。Kihara 和 Tsunewaki 等人发现某些外源细胞质与小麦的特定核型互作, 可以产生大量单倍体^[4]。1989 年作者用粘果山羊草 (*Aegilops kotschy*) 细胞质的小麦 1B/1R 易位系获得了单倍体频率高达 70% 的异质品系^[5,6]。利用这种品系不经任何处理即可得到大量发育良好的单倍体种子, 为单倍体和二倍体的详细比较研究提供了可靠的单倍体来源。1990~1991 年利用三个具粘果山羊草细胞质的高频单倍体品系, 在异质背景下对普通小麦单倍体和二倍体的形态和生理性状进行了比较研究, 现将主要结果报道如下。

1 材料与方 法

材料为回交八代的具粘果山羊草细胞质的普通小麦品系 83(21)35, 77(2)和 E12. 三

文稿收到日期: 1992-08-29.

* 国家自然科学基金资助课题。

个材料均为纯系且具较高的单倍体频率。按行距 25 cm、株距 10 cm 点播于大田, 抽穗期选单倍体和二倍体各 10 株测定各性状。光合强度和呼吸强度用红外 CO_2 测定仪, 以旗叶为代表在恒温、恒光(25°C , 3 000 lx)条件下测定。株高、叶长等性状均是在开花期以后测定的。所得单倍体和二倍体相应数据按成对数据的 T 测验进行统计处理。并以 H/D 表示单倍体和二倍体对应性状数据的比值。

2 结果与分析

2.1 节间长度、株高和茎秆直径的比较

从表 1 可以看出, 所有材料的单倍体株高均明显低于二倍体, 差异的显著性则因具体材料而异。进一步分析各材料地上部伸长节间的长度差异表明, 各材料单倍体和二倍体各对应伸长节间的长度呈规律性差异。从 T 值大小上看, 均是第一伸长节间的最小, 随节位升高 T 值也依次递增, 穗下节达到最大; 第一、二伸长节间仅 83(21)35 达到显著和极显著水平, 第三、四(穗下)节间的差异均达显著或极显著水平。这说明造成单倍体株高降低的主要原因是其第三、四节间显著变短, 第一、二节间对株高降低的作用取决于具体材料。

表 1 节间长度、株高和茎秆直径的比较

cm

材 料		节 间 长 度				株高	茎秆直径
		1	2	3	4		
83(21)35	二倍体	5.46 ± 0.98	9.15 ± 1.21	14.04 ± 1.64	28.93 ± 1.19	71.14 ± 1.73	0.420 ± 0.029
	单倍体	4.26 ± 1.23	7.23 ± 1.23	11.67 ± 1.15	26.40 ± 1.25	59.68 ± 3.35	0.385 ± 0.028
	H/D	0.780	0.790	0.831	0.913	0.840	0.917
	T 值	2.79*	3.52**	3.72**	4.63**	9.61**	2.75*
E12	二倍体	5.86 ± 1.20	10.25 ± 1.82	18.63 ± 2.66	31.54 ± 1.86	80.49 ± 6.13	0.455 ± 0.021
	单倍体	5.34 ± 0.65	8.76 ± 1.32	14.62 ± 1.57	24.88 ± 3.06	62.56 ± 5.07	0.344 ± 0.033
	H/D	0.911	0.855	0.785	0.789	0.780	0.756
	T 值	1.21	2.09	4.11**	5.88**	7.13**	8.97**
77(2)	二倍体	6.17 ± 1.71	9.19 ± 2.03	16.11 ± 2.98	29.32 ± 3.54	73.14 ± 5.89	0.462 ± 0.048
	单倍体	5.78 ± 1.46	8.08 ± 2.11	13.11 ± 2.66	23.81 ± 4.91	64.66 ± 8.77	0.382 ± 0.026
	H/D	0.937	0.879	0.814	0.812	0.880	0.710
	T 值	0.55	1.20	2.37*	2.88**	2.60**	7.76**

表 1 中茎秆直径是以第三伸长节间最粗处的直径为代表测得的。显然, 单倍体的茎秆直径显著低于相应二倍体, 只能达到其二倍体的 71%~92%(平均 79%)。

2.2 叶部形态性状的比较

从表 2 可以看出, 在叶长上各对材料的旗叶、倒二叶和倒三叶均有极显著差异。叶宽的差异及其显著性取决于具体材料和叶位。E12 的三片叶的叶宽在单倍体和二倍体间均无显著差异, 77(2)的倒三叶也无显著差异。但叶宽的 H/D 值均小于 1, 说明单倍体的叶宽均比相应二倍体对应的叶位小。由此可见, 与二倍体相比单倍体的旗叶和倒二叶叶长极显著变短, 其幅度在 27%~35%之间, 倒三叶叶长也有极显著变短的趋势, 但幅度较小、显著性(即 T 值)降低。叶宽的降低幅度要小得多, 从不足 4%至 26%不等。

表2 叶长、叶宽和叶面积的比较

材 料		叶 长(cm)			叶 宽(cm)			叶面积(cm ²)		
		旗叶	倒二叶	倒三叶	旗叶	倒二叶	倒三叶	旗叶	倒二叶	倒三叶
83(21)35	二倍体	27.33 ± 3.15	25.45 ± 2.83	17.47 ± 2.49	2.36 ± 0.17	1.96 ± 0.11	1.61 ± 0.14	53.77 ± 8.99	41.50 ± 5.92	23.36 ± 3.88
	单倍体	19.33 ± 1.69	19.05 ± 3.14	14.72 ± 1.70	1.89 ± 0.44	1.56 ± 0.08	1.27 ± 0.16	30.32 ± 9.19	24.73 ± 4.72	15.44 ± 2.83
	H/D	0.707	0.749	0.843	0.801	0.796	0.789	0.564	0.596	0.661
	T 值	7.077**	4.77**	2.88**	2.77*	9.30**	4.91**	5.77**	7.00**	5.23**
E12	二倍体	29.24 ± 1.82	28.53 ± 1.93	18.08 ± 2.32	1.79 ± 0.21	1.53 ± 0.19	1.23 ± 0.13	43.32 ± 4.83	36.31 ± 5.63	19.05 ± 3.70
	单倍体	21.43 ± 4.29	20.62 ± 4.03	14.62 ± 2.66	1.64 ± 0.26	1.48 ± 0.16	1.15 ± 0.18	27.87 ± 9.74	25.61 ± 7.20	14.28 ± 4.66
	H/D	0.733	0.723	0.809	0.916	0.967	0.935	0.643	0.705	0.750
	T 值	5.30**	5.60**	3.10**	1.42	0.67	1.14	4.49**	3.70**	2.54**
77(2)	二倍体	25.47 ± 2.70	25.76 ± 3.57	16.45 ± 3.81	2.00 ± 0.18	1.62 ± 0.19	1.14 ± 0.25	42.28 ± 5.86	34.91 ± 7.76	16.38 ± 7.11
	单倍体	18.19 ± 1.25	16.71 ± 3.12	12.05 ± 1.64	1.48 ± 0.09	1.25 ± 0.14	0.99 ± 0.20	22.24 ± 1.60	17.60 ± 4.97	10.10 ± 3.39
	H/D 值	0.714	0.649	0.733	0.740	0.772	0.868	0.526	0.504	0.617
	T 值	6.92**	5.40**	3.01**	7.31**	4.53**	1.348	10.43**	5.94**	2.56*

注: 叶面积 = 叶长 × 叶宽 × 0.83

在叶面积上, 除 77(2)和 E12 两对材料的倒三叶的差异显著外, 其余各对材料相同叶位间的差异均达极显著水平(表 2)。显然, 与二倍体相比单倍体的相同叶位的叶面积明显变小, 有时可减少 50%(如 77(2)倒二叶)。根据表 2 的资料, 单倍体叶长和叶宽的降低与叶面积变小的线性相关系数分别为 0.726 9* 和 0.801 3*, 说明叶长变短和叶宽变窄均对叶面积有显著影响。

2.3 分蘖及穗部性状的比较

对单株总分蘖数、有效分蘖数、穗长及平均每穗小穗数的测定结果表明(表 3), 单

表3 分蘖与穗部性状比较

材 料		穗 长(cm)	平均每穗小穗数	单株总分蘖	单株有效分蘖
83(21)35	二倍体	10.12 ± 1.01	19.80 ± 1.64	18.71 ± 3.91	12.00 ± 3.74
	单倍体	7.94 ± 1.61	20.20 ± 2.39	14.23 ± 2.88	10.00 ± 4.69
	H/D	0.785	1.02	0.761	0.833
	T 值	2.56*	0.31	2.92*	1.05
E12	二倍体	10.36 ± 0.27	20.80 ± 1.10	19.13 ± 2.21	14.40 ± 1.82
	单倍体	7.16 ± 0.44	17.80 ± 1.48	12.72 ± 2.06	7.40 ± 1.95
	H/D	0.691	0.856	0.665	0.514
	T 值	13.86	3.64**	6.71**	5.87**
77(2)	二倍体	11.42 ± 0.81	21.80 ± 0.84	20.71 ± 3.11	15.60 ± 1.52
	单倍体	8.02 ± 1.10	19.40 ± 1.82	16.44 ± 1.15	8.40 ± 2.70
	H/D	0.702	0.890	0.794	0.538
	T 值	5.54**	2.68*	4.072**	5.20**

倍体穗长均明显低于其二倍体, 约缩短 20%~30%, 达显著或极显著水平; 平均每穗小穗数除 83(21)35 外, 其余材料均有显著或极显著差异; 单倍体的总分蘖数均比相应二倍体显著或极显著降低, 其幅度在 30% 左右; 有效分蘖数也有显著降低的趋势, 但 83(21)35 的降低程度未达显著水平。

2.4 气孔性状的比较

由表 4 可见, 各对材料单倍体的气孔长度、宽度和面积分别只占相应二倍体的 77.6%, 79.6% 和 61.9%, 两者差异均达极显著水平; 对气孔密度的测定结果表明, 单倍体的气孔密度平均为 66.33 个/cm², 显著高于二倍体的平均值 45.33 个/cm²。若以单位叶面积上气孔所占面积计算, 尽管单倍体的气孔密度明显增加, 但由于每个气孔的面积却较二倍体小得多, 所以气孔所占面积仍明显小于二倍体, 平均低 10.75%。

表 4 气孔相对长度、宽度和面积比较

材 料	长 度			宽 度			面 积		
	83(21)35	E12	77(2)	83(21)35	E12	77(2)	83(21)35	E12	77(2)
H/D	0.852	0.693	0.792	0.790	0.872	0.738	0.671	0.601	0.583
T 值	5.549**	21.690**	9.795**	8.689**	6.403**	11.498**	9.791**	17.781**	14.556**

2.5 光合强度与呼吸强度的比较

表 5 测定结果表明, 单倍体的净光合和总光合强度均比二倍体高, 幅度因具体材料不同变化在 17%~47%, 三对材料平均相差 31%。至于呼吸强度, 除了 E12 的单倍体低于相应二倍体 26% 以外, 83(21)35 和 77(2)均是单倍体高于二倍体。就三对材料的平均呼吸强度而言, 单倍体比二倍体约高 8%。说明单倍体在代谢强度上似乎有增强的趋势。

表 5 光合呼吸性能的比较

材 料		净光合强度 (mgCO ₂ /dm ² ·h)	总光合强度 (mgCO ₂ /dm ² ·h)	呼吸强度 (mgCO ₂ /g 干重·h)
83(21)35	二倍体	0.957 9	1.052 0	21.637 3
	单倍体	1.412 1	1.529 3	31.107 2
	H/D	1.47	1.45	1.44
E12	二倍体	1.830 0	1.971 6	35.810 4
	单倍体	2.147 6	2.243 8	26.597 3
	H/D	1.17	1.14	0.74
77(2)	二倍体	1.377 4	1.502 3	35.017 0
	单倍体	1.825 2	2.010 6	42.162 7
	H/D	1.33	1.34	1.20

3 结 论

研究结果指出, 与二倍体比较, 单倍体的诸形态性状一般均显著变小, 但其光合和呼吸等生理性状却往往比相应二倍体还要强。这说明单倍体植株虽然形体较小但生活力并不弱, 至少主要代谢过程是完全正常的。至于个体较小的原因我们认为主要是由于单倍体细胞较小造成的, 与单倍体的代谢能力无必然关系。这一结果支持朱庆麟^[1]和 Chase^[7]在玉米上得到的结论。

参 考 文 献

- 1 朱庆麟. 异属花粉诱发玉米(*Zea mays* L.)单性孢子体的性状表现. 陕西省遗传学会成立大会暨论文报告会论文集汇编. 西安: 陕西省遗传学会, 1979: 88~94
- 2 王敬驹等. 从普通小麦和大蓝冰草杂种的花粉诱导植株. 遗传学报, 1975, (2): 72~80
- 3 蔡旭主编. 植物遗传育种学(第2版). 科学出版社, 1988: 589~593
- 4 Tsunewaki K. Genetic diversity of the cytoplasm in *Triticum* and *Aegilops*. Tokyo, Japan Society of for the Promotion of Science, 1981: 215~265
- 5 杨天章, 刘庆法, 张改生. 枯果山羊草细胞质诱导小麦单倍体频率的研究. 西北植物学报, 1989; 9: 63~69
- 6 刘庆法, 杨天章, 张晓琴等. 外源细胞质诱导小麦单倍体的机理与应用研究. I. 影响Ptg基因表达的核遗传因素. 西北农业大学学报, 1992; 20(1): 17~22
- 7 Chase Monoploids and diploids of maize, a comparison of genotypic equivalents '*Amer J Botany*, 1964; 54: 928~933

Studies on Mechanism and Application of Haploids Induced by Alien Cytoplasm

III. A Morphological and Physiological Comparison of Haploids and Diploids

Liu Qingfa Zhang Xiaoqin Yang Genping

(Northwestern Agricultural University, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract Three normal diploid lines and their haploid partners were used in a morphological and physiological comparison study. Compared with normal diploids, haploids had the following characteristics: (1) plant height reduced by 12%~22% because of the shortening of No.3 and No.4 elongated internodes; (2) leaf area was significantly reduced because of the significant decrease in the length and width of flag leaf and next leaf; (3) the length of spike, spikelet numbers per spike, tiller numbers and spike numbers per plant and stem radius also were reduced significantly; (4) the length, width and area of stoma tended to drop, but stomatal density per square cm increased greatly; (5) net and total photosynthetic intensity of the flag was enhanced by 30% or so, but their respiration was enhanced or suppressed in different genotypes.

Key words wheat, haploid, morphology, physiology