

小麦体细胞无性系蛋白质含量的变异与遗传

张怀刚 葛菊梅 陈集贤 胡含

(中国科学院西北高原生物研究所, 西宁, 810001) (中国科学院遗传研究所, 北京, 100101)

摘 要

本文测定了小麦品种高原602和甘81529的幼穗来源的体细胞无性系R₂代593个单株和R₃代86个单株及相应对照126个单株的主穗籽粒蛋白质含量。结果表明,在R₂代27个株系中,有6个株系的蛋白质含量发生显著变化,变异率为22.2%,并获得3个高蛋白质含量的株系;从R₂代高蛋白质含量单株形成的R₃代29个株系中,有19个株系的含量高于对照,其中1个株系显著高于对照,表明高蛋白质含量变异是可以遗传的。

关键词: 小麦; 无性系变异; 蛋白质含量; 遗传分析

自Larkin和Scowcroft(1981)把组织培养再生植株中出现的变异叫做体细胞无性系变异(Somaclonal variation)之后,已进行了广泛的研究。大量的资料表明,体细胞无性系变异是植物组织培养中出现的普遍现象(朱至清,1995)。在小麦上,观察到了株高、成熟期、芒性、穗长、穗型、粒色、产量构成因子、染色体数目和结构、同工酶、醇溶蛋白、麦谷蛋白等的变异(陈英等,1991;张怀刚,1995a、1996;),王培等(1992)和Ryan等(1987)从体细胞无性系变异中筛选出了高蛋白质含量的变异系,但缺少小麦籽粒蛋白质含量在体细胞无性系早代变化以及高蛋白质含量变异体遗传等方面的系统资料。本试验测定了大量R₂单株及其高蛋白后代R₃的籽粒蛋白质含量,研究其变化与遗传,以补充这方面的资料。

材料与amp;方法

1. 试验材料

用中国科学院西北高原生物研究所育成的、在我国北方春麦区广泛种植的抗旱丰产春小麦品种“高原602”(Plateau 602)(赵绪兰等,1995)和甘肃省农业科学院选育的、适合于水地种植的高产春小麦品种“甘81529”(Gan 81529)(甘肃省农业科学院粮食作物研究所,1992)为材料,取两个品种的幼穗为外植体进行离体培养(张怀刚等,

中国科学院“九五”重大攻关项目和“西部之光”项目资助。
本文于1997年8月6日收到。

1995b)。田间试验在中国科学院西北高原生物研究所院内试验地(西宁)进行,每个R₁再生株取3穗种成3个R₂穗行,并间隔一定距离种植相应供体品种3个穗行作对照,用R₂和对照的主穗籽粒测定籽粒蛋白质含量,每个穗行约测10个单株,共测定高原602的17个R₂株系343份样品,甘81529的10个R₂株系的250份样品(表1)。选择蛋白质含量在16%以上的单株种成R₃株系,从高原602中选了10株,从甘81529中选了19株,每10个株系加1对照(表1)。用R₃株行中部3株主穗的籽粒再测蛋白质含量。

表1 测定蛋白质含量的材料和样品数量

Table 1 The number of materials for grain protein contents

| 无性系世代 Generation | 材料* Material | 株系 Plant lines | 穗行 Ear rows | 株数 Plants | 合计 Total |
|---------------------|------------------|-------------------|----------------|--------------|-------------|
| R ₂ | AFD | 17 | 36 | 343 | 710 |
| | Plateau 602 (ck) | 3 | 9 | 88 | |
| | EFD | 10 | 25 | 250 | |
| | Gan 81529 (ck) | 1 | 3 | 29 | |
| R ₃ | AFD | 10 | | 30 | 95 |
| | Plateau 602 (ck) | 1 | | 3 | |
| | EFD | 19 | | 56 | |
| | Gan 81529 (ck) | 2 | | 6 | |

* (Notes): A—春小麦品种“高原602” Spring wheat variety “Plateau 602”
 E—春小麦品种“甘81529” Spring wheat variety “Gan 81529”
 F—幼穗 Inflorescence
 D—分化 Differentiation
 AFD—高原602体细胞无性系 Somaclones of Plateau 602
 EFD—甘81529体细胞无性系 Somaclones of Gan 81529

2. 蛋白质含量的测定方法

取主穗籽粒粉碎,在80℃恒温烘4小时,放于干燥器中备用。用凯氏定氮法测定(中国科学院南京土壤研究所,1978),每个材料作一平行样品,取其平均值。蛋白质含量(%)用氮占样品干重的百分含量乘以换算系数5.7而得。

3. 性状调查与数据统计方法

每穗行取10株考察农艺与产量性状。试验数据的统计分析方法参见张怀刚(1996)。

结果与分析

1. R₂株系蛋白质含量

在高原602的17个R₂株系中获得了籽粒蛋白质含量发生明显变异的4个株系,其中2个株系显著低于对照,1个株系极显著低于对照,另1个株系显著高于对照1.72个百分点;在甘81529的10个R₂株系中,有2个株系分别显著高于对照0.78和0.73个百

分点(表2)。在总共27个株系中,有6个株系发生籽粒蛋白质含量变异,其变异率为22.2%,其中3个株系的籽粒蛋白质含量显著高于对照,占总株系数的11.1%。

表2 R₂株系籽粒蛋白质含量

Table 2 Grain protein contents of R₂ plant lines

| 株系 Plant line | 蛋白质含量(%) Protein content | 株系 Plant line | 蛋白质含量(%) Protein content |
|------------------|-----------------------------|------------------|-----------------------------|
| AFD1 | 14.30 | AFD13 | 14.92 |
| AFD2 | 13.98 | AFD14 | 14.29 |
| AFD3 | 14.58 | AFD15 | 14.28 |
| Plateau 602 | 14.06 | Plateau 602 | 14.60 |
| AFD4 | 13.51* | AFD16 | 14.20 |
| AFD5 | 13.51* | AFD17 | 13.49** |
| AFD6 | 13.66 | | |
| AFD7 | 14.27 | EFD1 | 14.72 |
| AFD8 | 14.64 | EFD2 | 15.51* |
| AFD9 | 16.50* | EFD3 | 14.32 |
| Plateau 602 | 14.78 | EFD4 | 14.48 |
| AFD10 | 14.57 | EFD5 | 14.83 |
| AFD11 | 15.39 | EFD6 | 15.46* |
| AFD12 | 14.59 | Gan 81529 | 14.73 |
| | | EFD7 | 14.85 |
| | | EFD8 | 14.64 |
| | | EFD9 | 14.61 |
| | | EFD11 | 14.88 |

注(Notes): *, ** 分别达5%和1%显著水平。Significant at the level of 5% and 1% probability, respectively. 表3表4同表2, The meaning in Table 3 and Table 4 are as the same as in Table 2.

2. R₃株系蛋白质含量

以籽粒蛋白质含量16%为R₂单株选择标准,共选29株,其中高原602选了10株,甘81529选了19株。从高原602的10个R₃株系来看,其籽粒蛋白质含量都比对照高,但都不显著;在甘81529的19个R₃株系中,有9个株系的籽粒蛋白质含量高于对照,其中1个株系显著高于对照(表3)。

表 3 R₃ 株系蛋白质含量
Table 3 Grain Protein (%) contents of R₃ plant lines

| 株系 Plant line | 蛋白质含量 Protein (%) | 株系 Plant line | 蛋白质含量 Protein (%) | 株系 Plant line | 蛋白质含量 Protein (%) |
|------------------|----------------------|------------------|----------------------|------------------|----------------------|
| AFD7-1 | 15.27 | EFD1-1 | 15.02 | EFD6-1 | 14.23 |
| AFD10-1 | 15.41 | EFD1-2 | 13.49 | EFD6-2 | 14.62 |
| AFD10-2 | 15.51 | EFD2-1 | 14.83 | EFD6-3 | 14.28 |
| AFD11-1 | 15.27 | EFD2-2 | 14.18 | EFD6-4 | 14.95 |
| AFD11-2 | 14.74 | EFD2-3 | 14.77 | EFD6-5 | 14.55 |
| Plateau 602 | 14.33 | Gan 81529 | 14.84 | Gan 81529 | 14.58 |
| AFD11-3 | 14.82 | EFD2-4 | 14.17 | EFD7-1 | 13.69 |
| AFD11-4 | 14.37 | EFD2-5 | 14.86 | EFD7-2 | 14.69 |
| AFD12-1 | 14.64 | EFD4-1 | 16.74* | EFD9-1 | 15.83 |
| AFD13-1 | 15.04 | EFD4-2 | 15.61 | EFD9-2 | 15.04 |
| AFD13-2 | 15.59 | EFD4-3 | 14.72 | | |

3. 高蛋白质含量 R₃ 株系表现

籽粒蛋白质含量为 16.74%，高于对照 (14.84%) 1.9 个百分点的 R₃ 株系 EFD4-1，株高明显降低，有效分蘖和单株粒数高于对照，其它产量构成因子都变差，特别是千粒重和主穗粒重下降较大，单株产量也低于对照 (表 4)。

表 4 高蛋白质含量株系 R₃ 表现

Table 4 Performance of R₃ plant line with higher protein content

| 株系 Plant line | EFD4-1 | Gan 81529 |
|--------------------------------|---------|-----------|
| 株高 Plant height (cm) | 81.6** | 90.7 |
| 穗长 Ear length (cm) | 12.0 | 12.0 |
| 有效分蘖 Fertile ears/plant | 4.1 | 3.4 |
| 主穗粒重 Grain weight/main ear (g) | 2.34** | 3.54 |
| 主穗粒数 Kernels/main ear | 66.6 | 72.8 |
| 单株粒重 Grain weight/plant (g) | 9.09 | 11.46 |
| 单株粒数 Kernels/plant | 281.9 | 271.0 |
| 千粒重 1000-kernel weight (g) | 31.60** | 41.74 |

讨 论

1. 小麦体细胞无性系蛋白质含量能发生变异 在小麦品种“高原 602”和“甘 81529”来源的幼穗 27 个 R₂ 株系中，有 6 个株系蛋白质含量显著或极显著地不同于对照，说明这 6 个体细胞无性系的蛋白质含量发生了变异，其变异频率为 22.2%。(王培等，

1992 和 Ryan 等, 1987) 曾获得稳定的高蛋白小麦体细胞无性系, 但未做早代变异频率的统计, 不过他们的结果同样说明了小麦体细胞无性系能发生蛋白质含量变异。我们曾获得与蛋白质有关的高分子量谷蛋白亚基变异体 (张怀刚等, 1995b; 张怀刚等, 1997) 和 SDS 沉淀值的无性系变异体 (张怀刚等, 1998)。

2. 高蛋白含量变异可以遗传 从“高原 602”和“甘 81529”两个品种的幼穗 R_2 无性系中, 选择了高蛋白含量的单株 29 株, 形成 29 个 R_3 株系。有 19 个株系的蛋白质含量高于对照, 其中 1 个株系显著高于对照。Ryan 等 (1987) 从来自品种 Millewa 的 23 个体细胞无性系中, 获得了 11 个蛋白质含量显著高于对照的无性系; 王培等 (1992) 从 77 份小麦幼穗无性系 R_3 代中筛选出了籽粒蛋白质含量高于 19% 的无性系 5 个, R_6 代重复测定种子的蛋白质含量, 均在 19% 以上。同样说明高蛋白含量变异是可以遗传的。我们的研究也表明, 与加工品质相关密切的 HMW-GS 变异也是可以遗传的 (张怀刚等, 1997)。

3. 利用体细胞无性变异可创造高蛋白种质 小麦体细胞无性系不仅可以发生蛋白质含量变异, 而且高蛋白含量还可以遗传, 这进一步证实了王培等 (1992) 的研究结果, 所以应用体细胞无性系变异不仅可以提高蛋白质含量, 而且还可以获得稳定遗传的高蛋白种质。

参 考 文 献

- 王培、范光年、方仁, 1992, 幼穗无性系变异在小麦育种上的应用, 作物学报, 18 (5): 391~396.
- 中国科学院南京土壤研究所, 1978, 土壤理化分析, 上海科学技术出版社.
- 甘肃省农业科学院粮食作物研究所, 1992, 春小麦新品种甘 81529, 甘肃农业科技, (1): (封三).
- 朱至清, 1995, 体细胞无性系变异, 植物细胞工程实验技术, 112~125 页, 科学出版社.
- 张怀刚、陈集贤、胡含, 1995a, 小麦体细胞无性系变异研究进展, 青海农林科技, (2): 1~4.
- 张怀刚、陈集贤、赵绪兰等, 1995b, 小麦体细胞无性系 HMW-GS 变异及其变异体的研究, 科学通报, 40 (21): 1990~1993.
- 张怀刚, 1996, 小麦体细胞无性系变异与其遗传学研究 (博士论文), 中国科学院遗传研究所.
- 张怀刚、陈集贤、胡含, 1997, 小麦体细胞无性系基因突变体的遗传分析, 遗传, 19 (1): 23~25.
- 张怀刚、陈集贤、胡含, 1998, 小麦体细胞无性系 SDS-沉淀值的变异与遗传, 西北农业学报, 2: 1~5.
- 陈英、陆维忠、郑企成 (主编), 1991, 植物体细胞无性系变异与育种, 江苏科学技术出版社.
- 赵绪兰、陈集贤 (主编), 1995, 丰产抗旱春小麦高原 602 研究与应用, 兰州大学出版社.
- Larkin, P. L., W. R. Scowcroft, 1981, Somaclonal variation—a novel source of variability from cell culture for plant improvement, *theor. Appl. Genet.*, 60: 197~214.
- Ryan, S. A., P. J. Larkin, F. W. Ellison, 1987, Somaclonal variation in some agronomic and quality characters in wheat, *Theor. Appl. Genet.*, 74: 77~82.

VARIATION AND HERIDITY OF PROTEIN CONTENTS IN WHEAT SOMACLONES

Zhang Huaigang Ge Jumei Chen Jixian

(Northwest Plateau Institute of Biology, the Chinese Academy of Sciences, Xining, 810001)

Hu Han

(Institute of Genetics, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101)

Abstract

Grain protein contents of main ears were measured for 593 R₂ plants and 86 R₃ plants from young inflorescence calli of wheat cultivars " Plateau 602" and " Gan 81529", and 126 plants from their controls. Six of 27 R₂ somaclones (plant lines) had significantly different grain protein contents from their respective controls and three of them were significantly higher than their controls. This indicated that grain protein contents mutated in the somaclones of wheat. The frequency of mutation was 22.2%. Among the 29 R₃ plant lines from 29 R₂ plants with higher grain protein contents, 19 R₃ plant lines still had higher grain protein contents than the controls and one of them had significantly higher value than its control. This meant that the mutants with higher grain protein content could be heritable. The somaclone with higher grain protein content was poorer in yield components, but it is still a way to create high quality germplasm by somaclonal variation.

Key words: Wheat; Somaclonal variation; Protein content; Genetic analysis