

冬小麦体细胞无性系种子蛋白质含量的遗传

王 培

朱至清

(河北省农林科学院粮油作物研究所, 石家庄 050031)

(中国科学院植物研究所, 北京 100044)

摘 要 从同一单倍体的幼穗、成熟胚、继代花药愈伤组织和种子植株幼穗获得的无性系, 其蛋白质含量的变幅很大, 分别为 12.14%~21.33%、13.98%~20.51%、13.82%~17.97% 和 16.62%~22.16%。无性系蛋白质含量的变异发生在早代。获得的高蛋白特性可以遗传。已从单倍体幼穗无性系获得 5 个蛋白质含量高(19%以上)的冬小麦新品系。

关键词 冬小麦 无性系 种子蛋白 遗传

国内外研究证实, 体细胞无性系可以诱导植物性状的变异^[1]。郑企成^[2]报道了无性系醇溶蛋白的变异。桑建利^[3]研究了醇溶蛋白和谷蛋白的变异。我们在研究小麦幼穗无性系变异时也曾作为一个性状涉及到蛋白质含量的变异^[4]。迄今尚未见到有关对冬小麦体细胞无性系种子蛋白质含量之多种方法、多种基因型遗传规律的详细报道。近年来, 我们研究了单倍体幼穗、成熟胚、继代花药愈伤组织和种子植株幼穗等 4 种方法、4 种基因型获得的无性系, 分析了蛋白质含量的遗传变异规律。

1 材料和方法

1.1 组织培养

1.1.1 (综抗矮 6 号×泰山一号)H₁ 单倍体幼穗无性系 当(综抗矮 6 号×泰山一号)F₁ 的花药发育到单核中晚期时将其接种到 C₁₇ 培养基上诱导出愈伤组织, 并用 C₁₇ 培养基再分化出绿苗。当 H₁ 花粉单倍体植株移栽成活后, 其幼穗伸长到 1.0cm 时, 在无菌条件下将幼穗切成 3~4 段, 种植在 N6 培养基上。诱导出愈伤组织后, 每 20~25 天用 N6 培养基继代一次。继代 4 个月后将转移到分化培养基上诱导出绿苗。移栽成活的绿苗多为单倍体, 只有一株自然加倍结实, 收种子 42 粒。

1.1.2 豫麦 2 号(宝丰 7228)成熟胚无性系 用成熟种子做材料, 自来水浸泡 10~12h, 然后用 70% 的酒精处理 30s, 0.1% 的氯化汞消毒 10min, 泡后立即用无菌水洗 3~4 遍, 切去胚根、茸毛和腹沟部分接种在培养基上。诱导出愈伤组织后每 25 天左右继代 1 次, 经继代 11 次后转移到分化培养基上诱导出绿苗。10 月中旬移栽到花盆, 翌年 4 月按穗系收获考种。以后各代均

种于田间。

1.1.3 石 5144 花药愈伤组织无性系 当田间石 5144 小麦的花药发育到单核中晚期时,接种到 C_{17} 培养基上诱导出愈伤组织并再生出绿苗。在绿苗转入壮苗培养基上时,将绿苗基部尚存活的新鲜胚性愈伤组织和绿苗分开,并将愈伤组织转入新的含有 2,4-D 的 C_{17} 培养基上,每 25 天左右继代一次,继 3~4 代后转入分化培养基上,诱导出绿苗后,于 11 月中旬移栽于田间塑料棚中,翌年 5 月下旬结实,按穗系收获。

1.1.4 沧县红麦种子植株幼穗无性系 当田间沧县红麦的幼穗伸长到 0.5cm 时,在无菌条件下接种在 C_{17} 培养基上诱导出愈伤组织,每 20~25 天继代一次,继 8 代后转入分化培养基上,诱导出绿苗后,移栽于花盆中。结实后各代播种于田间。

1.2 田间种植

试验地设在本研究所试验场,试验地为壤质土,水肥条件良好。行长 2m,行距 40cm,株距 10cm,每行 20 株。不稳定的系按单株收获,稳定后按系收获。

1.3 蛋白质含量

由河北省农作物品种品质检测中心用凯氏法^[5]测定。

2 结果与分析

2.1 无性系种子蛋白质含量的变异

2.1.1 单倍体幼穗无性系种子蛋白质含量的变异 对(综抗矮 6 号×泰山一号) H_1 花培单倍体幼穗培养诱导的无性系, R_3 82 份已稳定的品系的种子进行蛋白质含量测定,结果显示,蛋白质含量的分布范围为 12.14%~21.33%,不同蛋白质含量等级的无性系所占的百分数呈常态分布(图 1),蛋白质含量 16.0%(15.49%~16.50%之间,其他以此类推)的无性系最多,占 20.7%;含量 17.0%的占 14.6%;含量 13.0%的占 9.8%;含量 19.0%的占 8.5%;含量 18.0%的占 7.3%;含量 12.0%和 20%的均占 2.4%;含量 21%的占 1.2%。经统计 82 个无性系的蛋白质含量平均为 15.77%,其标准差为 2.014,变异系数为 12.77。说明花药培养产生的单倍体植株,经幼穗愈伤组织多次继代后建立的无性系再生植株,其后代种子蛋白质含量发生了显著变异。花培幼穗无性系亲代,母本综抗矮 6 号蛋白质含量为 15.23%,父本泰山一号蛋白质含量为 13.35%,双亲平均蛋白质含量为 14.29%。测定的综抗矮 6 号×泰山一号花培幼穗无性系的 82 份种子,其中有 59.7%的无性系的蛋白质含量高于高亲,低于低亲的无性系只有 11.0%,高于双亲平均值的无性系高达 73.2%。说明花培后代幼穗产生的无性系其蛋白质含量不仅变异范围大,而且是倾高变异。

2.1.2 豫麦 2 号成熟胚无性系种子蛋白质含量的变异 选取 60 个已稳定的豫麦 2 号成熟胚诱导的无性系 R_4 种子,进行蛋白质含量测定,结果(图 1)表明,这 60 个成熟胚无性系后代蛋白质含量变化在 13.98%~20.51%之间,不同蛋白质含量等级的无性系百分数也呈常态分布。60 个无性系的蛋白质含量平均为 16.38%。蛋白质含量为 16.0%的无性系最多,占总数的 25.0%;蛋白质含量低于 14.0%的占 6.7%;高于 19.0%的占 5.0%。蛋白质含量最低的无性系为 13.98%但仍比供体植株蛋白质含量 13.05%高 0.93 个百分点,二者相比提高 7.5%。所测定的 60 个豫麦 2 号无性系后代的蛋白质含量全部超亲,平均超亲达 25.52%,其中蛋白质

含量在 18.0% 以上的有 13 个品系, 占测定株系的 21.7%。豫麦 2 号成熟胚无性系的蛋白质含量变异表明, 无性系蛋白质特性的变异有向高蛋白方向突变的趋势。

2.1.3 石 5144 小麦继代花药愈伤组织无性系种子蛋白质含量的变异 对石 5144 小麦继代花药愈伤组织无性系再生植株, 测定了 24 个稳定的株系, 结果显示, 蛋白质含量变异在 13.82~17.97 之间, 这 24 个株系的蛋白质含量也呈常态分布; 蛋白质含量为 16.0% 的株系最多, 占总数的 37.5% (图 1), 含量较高和较低的都少。经测定, 石 5144 小麦蛋白质含量为 13.96%, 所测定的 24 个无性系后代的种子蛋白质含量只有 1 个低于亲本, 其余 23 个 (占测定株系的 95.8%) 蛋白质含量都高于亲本。石 5144 继代花药愈伤组织无性系蛋白质含量的变异也有倾高趋势。

2.1.4 沧县红麦种子植株幼穗无性系蛋白质含量的变异 所测定的 5 个沧县红麦种子植株幼穗无性系的蛋白质含量变动在 16.61%~22.16% 之间, 虽然受测株系较少, 蛋白质含量变异的范围却很大, 特别是 5 个株系的种子蛋白质含量全部高于亲本 (14.29%), 说明沧县红麦幼穗体细胞无性系蛋白质含量的变异也是高蛋白无性系的比例较大。

2.2 无性系高蛋白特性的突变世代

所测定的 82 份“综抗矮 6 号×泰山一号” H_1 幼穗无性系的蛋白质含量, 其中 33 个无性系是各农艺性状已稳定的 R_3 的株系。49 个是 R_2 第 9 株的后代, 这个 R_2 第 9 株在 R_3 各农艺性状疯狂分离, 在 R_4 仍继续分离, 到 R_5 各农艺性状才基本稳定。测定结果表明, 在这 82 个无性系中, 有 5 个株系蛋白质含量达到 19.0% 以上。经对这 5 个高蛋白品系的系谱分析, 发现它们全部来自 R_3 各农艺性状已稳定的 33 个品系。在 R_3 、 R_4 各农艺性状仍继续分离、到 R_5 才稳定的 49 个品系中, 未发现蛋白质含量高于 19% 的品系。这一结果说明, 通过植物体细胞愈伤组织继代培养, 不仅能诱发种子蛋白质含量的变异, 而且使高蛋白突变发生在早代。这亦表明, 体细胞无性系高蛋白含量的变异可以缩短品种改良年限, 这意味着, 可以利用体细胞无性系变异来改良植物的品质。

2.3 无性系种子高蛋白特性的遗传

所测定的 R_5 的 82 份 (综抗矮 6 号×泰山一号) H_1 幼穗无性系种子的蛋白质含量, R_6 收获后又对种子的蛋白质含量进行了测定, 以验证其 R_5 的测定结果和无性系后代蛋白质含量的稳定性。种子蛋白质含量是个数量性状, 受环境影响较大; R_5 和 R_6 种植的年度不同, 田间所处的气候条件有所不同, 种植的土壤 (R_5 为 18 号地, R_6 为 3 号地) 不同, 田间管理也不尽相同, 对种子蛋白质含量会有一定影响。从两年的种子蛋白质含量测定结果看, R_6 收获的同一的 82 份种子蛋白质含量有 77 份略高于 R_5 , 说明 R_6 的气候及水肥条件有利于小麦种子蛋白质含量的

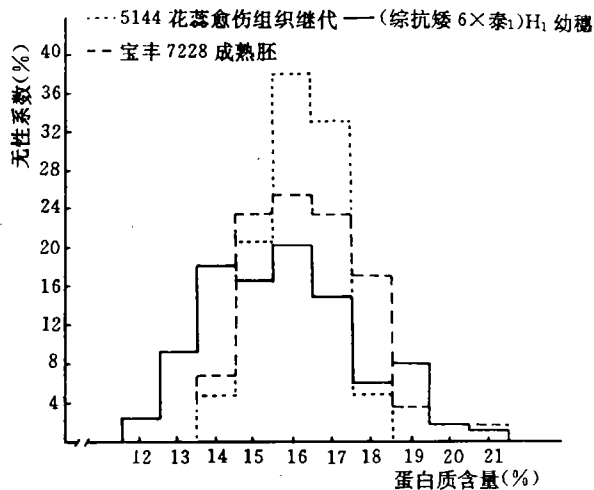


图 1 无性系后代蛋白质含量分布

增加。相同株系不同年度测定的蛋白质含量表现出相同的趋势。经统计,82 份蛋白质含量的相关系数 $r = 0.6086$, 相关极显著,说明 R_5 蛋白质含量高的株系 R_6 含量也高;反之亦然。表 1 列出了 R_5 的 5 个高蛋白品系与其 R_6 蛋白质含量的比较结果。表 1 显示, R_6 种子蛋白质含量比 R_5 平均高 0.66 个百分点。经对 R_5 和 R_6 同一株系的蛋白质含量进行差异

显著性测定,计算 t 值为 0.464, $P=0.01$ 时,理论 $t=4.604$, 计算 t 值 $0.464 < 4.604$, 因此认为无性系 R_5 和 R_6 年度间同一株系的蛋白质含量差异不显著,尽管年度间生态环境不同,影响了种子的蛋白质含量,但同一株系的蛋白质含量年度间是基本相同的。例如:510-6 两年间测定结果相同;526-3 年度间均属最高,528-2 在 R_5 、 R_6 2 年测定均属较低,这表明无性系变异获得的高蛋白特性是可以遗传给子代的。因此可以认为无性系变异可以获得高蛋白种质或高蛋白品种。

表 1 无性系不同世代蛋白质含量

无性系 代号	种子蛋白质含量(%)		
	R_5	R_6	R_6-R_5
510-6	19.71	19.71	0.00
516-2	19.87	20.24	0.37
522-6	19.16	20.77	1.61
526-3	21.33	21.78	0.45
528-2	19.08	19.97	0.89

参 考 文 献

- 1 朱至清. 体细胞无性系变异与植物改良(综述). 见:植物体细胞无性系变异与育种. 南京:江苏科学技术出版社,1991,1~10
- 2 郑企成,赵成章,郑康乐等. 小麦籽粒醇溶蛋白质体细胞无性系变异. 见:植物体细胞无性系变异与育种. 南京:江苏科学技术出版社,1991,102~106
- 3 桑建利. 小麦体细胞无性系种子蛋白的变异. 见:植物体细胞无性系变异与育种. 南京:江苏科学技术出版社,1991,107~111.
- 4 王培,陈玉蓉. 幼穗无性系变异在小麦育种上的应用. 作物学报,1992,18(5):391~396
- 5 史瑞和. 土壤农化分析. 北京:农业出版社,1981,257~260

Heredity of Grain Protein Content of Somaclones in Winter Wheat

Wang Pei

Zhu Zhiqing

(Institute of Cereal and Oil Crops, Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Shijiazhuang)

(Institute of Botany, Academia Sinica, Beijing)

Abstract The grain protein contents of four genotypes clones which were derived from immature inflorescences of haploid, mature embryo, subcultured anther calli and immature inflorescences of diploid varied considerably, and were 12.14—21.33%, 13.98%—20.51%, 13.82—17.97% and 16.62—22.16%, respectively. The grain protein variation of clonal seed occurred at early generation. The high-protein characteristics from clones are heritable. Five new lines which contain over 19% grain protein have been obtained from the clones of immature inflorescences of haploid.

Key words: Winter wheat; Clone; Grain protein; Heredity