

# 小麦新品种陕农 28 的选育与花培育种技术的改良<sup>\*</sup>

王成社, 李景琦, 邹淑芳, 杨进荣, 刘俊, 严文献, 黄晓刚

(西北农林科技大学 农学院, 陕西 杨陵 712100)

**[摘要]** 总结了选育陕农 28 小麦新品种的经验教训, 并通过陕农 28 的选育及选育基因的理论分析对小麦花培育种的几个问题作了探讨。认为在目前小麦花药培养绿苗诱导率的基础上, 单纯通过  $F_1$  代花药培养改良小麦品种难度较大, 育种效率非常低; 将花药培养与常规系谱法结合运用, 取常规系谱法  $F_3$  代优系花药培养, 可以取长补短, 提高花培目标基因型出现的几率, 育种效率较高, 这种方法虽然比  $F_1$  代取材延长了时间, 但选择几率加大, 又比常规育种缩短了年限, 仍然具有花药培养缩短育种年限的意义。

**[关键词]** 陕农 28; 小麦品种; 花药培养; 育种技术

**[中图分类号]** S512.1<sup>+</sup>10.353

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1000-2782(2002)04-0021-03

陕农 28 是从花药培养后代中选育的一个小麦新品种, 于 2001 年通过陕西省农作物品种审定委员会审定。总结其选育的经验教训将对未来小麦花培育种工作具有重要作用<sup>[1]</sup>。

## 1 陕农 28 的特征与特性

幼苗半匍匐, 叶片中宽, 黄绿色。冬季分蘖力中等; 春季发育好, 拔节期大小蘖分化明显, 成穗率高; 成株期叶挺, 黄绿色, 株型较紧凑, 穗层整齐。株高 82 cm 左右, 茎秆粗硬, 根系发达。长方形穗, 小穗排列中密, 无顶部和基部不育现象。结实性好; 长芒, 白壳, 白粒, 硬质。穗粒数 35~40, 千粒重 38~42 g, 成穗(600 万~675 万穗/hm<sup>2</sup>)较好。抗旱, 耐寒, 抗倒伏, 抗穗发芽。经陕西省植保所接种鉴定, 对条 30、杂 46III、水源 11-13 免疫, 高抗条 31, 中抗条 29, 田间鉴定为高抗条锈病; 对白粉病、叶枯病和赤霉病等表现中慢抗性。中熟, 成熟黄亮。容重 777 g/L, 蛋白质含量(干基) 14.2 g/kg, 湿面筋 29.8 g/kg, 干面筋 10.7 g/kg, 沉降值 30.4 mL, 形成时间 4 min, 稳定时间 4.6 min, 评价值 54, 为中筋粉, 适宜做面条、饺子和馒头等食品。适宜于关中中肥地区及黄淮同类麦区种植。大田产量一般为 6 150 kg/hm<sup>2</sup>, 潜力可达 8 250 kg/hm<sup>2</sup>。

## 2 陕农 28 的选育过程

### 2.1 育种目标

产量指标 9 000 kg/hm<sup>2</sup>; 群体结构 600

万穗/hm<sup>2</sup>, 穗粒数 40, 千粒重 40 g; 品质要求为面包小麦; 高抗条锈病、白粉病等; 适宜陕西省关中灌区及黄淮麦区高肥或中肥灌区种植。

### 2.2 组合配制

1992 年配制组合, 以大穗大粒、抗病、落黄好的花培后代 89A 20-4 为母本, 以优质、抗旱性好的陕优 225 为父本。组合配制符合育种目标要求, 且亲本之一为具有保证出愈率的花培后代。

### 2.3 选育过程

$F_1$  代: 1993 年取  $F_1$  代花药培养, 接种 5 000 枚花药, 获得 214 株绿苗, 加倍后得到 98 个株系, 但田间鉴定未选出符合育种目标的株系。

$F_3$  代: 1995 年在田间选择的  $F_3$  代株系中选择优良株系的优良单株进行花药培养, 接种 1 700 枚花药, 得到 86 个绿苗, 加倍后得到 38 个株系; 1997 年从 38 个株系中选出 3 个符合育种目标的株系 2-8、1-9 和 2-7, 经过筛选, 2-8 因产量高、落黄好、抗病性强等优点参加预备试验、区域试验和生产试验, 于 2001 年通过审定。

常规选育: 在陕农 28 的原始株系中进行常规选育, 至 2001 年得到 12 个株系, 其中 2 个株系与陕农 28 性状接近, 但仍不太稳定。

## 3 选育陕农 28 的体会

从陕农 28 的选育过程来看, 在同一个组合的基础上,  $F_1$  代花药培养没有选出品种; 结合常规田间选育, 在  $F_3$  代花药培养选育出了品种; 常规系谱法

<sup>\*</sup> [收稿日期] 2002-01-18

[基金项目] 国家 863 计划(2001AA 241037)和陕西省攻关项目(2001K02-G2-01)

[作者简介] 王成社(1960-), 男, 陕西乾县人, 副研究员, 主要从事小麦花培育种研究。

也选育出了与陕农 28 相近的材料,但落后了几年。

### 3.1 花药供体基因型是花培育种成败的关键

$F_1$  代接种 5 000 枚花药,获得 214 株绿苗,加倍后得到 98 个株系,比  $F_3$  代接种花药数多,得到的加倍绿苗多,但从  $F_3$  代选出了品种,从  $F_1$  代未选出品种。二者的做法只是花药供体不同,花培技术等其他条件均相同,说明花药供体的基因型是育种成败的关键因素。花药供体目标基因型的几率越高,育种成效越大。

### 3.2 绿苗数是选出花培品种的基本保证

花药培养技术之所以能选育出陕农 28 的另一个原因是有一定的绿苗数目,有选择的基础,因此,才从 38 个株系中选出 3 个符合育种目标的株系 2-8, 1-9 和 2-7,最终筛选出 2-8 品系。

### 3.3 花药培养与常规系谱法结合运用,取长补短

陕农 28 的选出是取常规系谱法  $F_3$  代优系进行花药培养。供体花药已经过常规系谱法的田间  $F_2$  选育,目标基因型出现的几率加大,从而育出品种的几率也增大。同时,由于花药培养加快了变异稳定,提前出圃,从而加快了育种速度。由此可见,花药培养与常规系谱法结合,不仅提高了花药培养的育种效率,而且加快了常规系谱法的育种速度。

综上所述,花药培养技术育种应该从两个方面进行工作:一是在保证加快育种速度的前提下,结合其他育种技术,提高花培后代目标性状出现的几率;二是提高花药培养的绿苗率。满足这两个条件,花培育种将会为农业生产起更大的作用。

## 4 对几个小麦花培育种问题的探讨

从理论上讲,小麦花药培养技术具有稳定速度快(加快育种速度 5~6 年),选择效率高(配子体选择,单基因选择效率由  $1/4$  提高到  $1/2$ )等优点<sup>[1,2]</sup>,在小麦育种中有独特的作用。但自 1984 年北京市农科院胡道芬女士选育出小麦花培品种——京花一号以来,花培品种仍然寥寥无几,并未显示出其在小麦育种工作中的优势。现结合陕农 28 的选育谈几点看法,供参考。

### 4.1 花培育种技术效率不高的原因分析

常规花培育种的程序是:制定育种目标→配制组合→ $F_1$  代花药培养→花培苗加倍→田间鉴定和选育→参加试验等。

程序基本上是完善的,但效率较低,主要原因是有些组合好但不出绿苗,有些组合绿苗多但不出品

种。也就是说绿苗率低,不能保证每个组合都出绿苗;出绿苗的组合,目标植株的中选率低,选不出好的品种。目前的绿苗率难以保证选出目标基因型的植株。理论分析可以明确看出:如果是一对基因, $F_1$  代是一杂合体,按花培选择几率  $1/2$  计算,选择几率为 50%,如果是 10 对基因,则几率为  $(1/2)^{10} = 1/1024$ ,也就是说 1 024 个花培品系仅能得到 1 个理想单株。若按加倍率 30% 计,则需要 3 413 个单株。可见,目前花培育种的花培苗基本上难以应付小麦育种工作。虽然配子体选择的几率大于孢子体选育的几率,但花培苗数目仍然满足不了育种的需要,因而也不能在生产中发挥作用。要解决这一问题,就需要进一步增大绿苗数目,提高花培后代出现目标性状的几率。

### 4.2 进一步完善和提高小麦花培技术,提高绿苗率

目前小麦花药培养绿苗诱导率仅为 5% 左右,而且组合普遍率低,自然加倍率为 30% 左右<sup>[3~5]</sup>。因此,花药培养技术研究的空间很大,需要进行系统、完善的研究,以满足小麦育种的需要。

### 4.3 与多种育种方法结合,提高花培目标基因型出现的几率

花培技术仅仅是影响花培育种技术的一个因素,结合常规育种的田间选择,适当地选择目标性状出现几率高的材料(如  $F_3$ , 远缘杂交育种代数更高)进行花药培养育种,同样可以提高小麦育种的效率<sup>[6,7]</sup>。以常规育种的系谱法为例,从理论上分析一对基因不同后代供试材料的花培选种效果。假设  $F_1$  代是一杂合体,分取材时对性状清楚和不清楚 2 种情况(花培取材在单核中晚期,有些性状当时无法确定),选择显性基因和隐性基因 2 种选择目标,推算不同代数的基因型频率,如表 1 所示。

根据表 1 中的不同代数的基因型频率可以进行下列推算,结果如表 2 所示。

$F_3$  清楚的几率:  $(4/16 + 2/16 + 1/2 \times 4/16) / (4/16 + 2/16 + 4/16) = 4/5$ ;

$F_3$  不清楚的几率: 同  $F_2$ ;

$F_4$  清楚的几率:  $(16/64 + 8/64 + 4/64 + 1/2 \times 8/64) / (16/64 + 8/64 + 4/64 + 8/64) = 8/9$ ;

$F_4$  不清楚的几率: 同  $F_3$ ;

$F_5$  清楚的几率:  $(64/256 + 32/256 + 16/256 + 16/256 + 1/2 \times 16/256) / (64/256 + 32/256 + 16/256 + 16/256 + 16/256) = 16/17$ 。

表 1 不同代数的基因型频率

Table 1 Frequency of gene of different generations

| F <sub>1</sub> | F <sub>2</sub> | F <sub>3</sub> | F <sub>4</sub> | F <sub>5</sub> | F <sub>6</sub> |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| A a            | 1/4 AA         | 4/16 AA        | 16/64 AA       | 64/256 AA      | 256/1024 AA    |
|                | 2/4 A a        | 2/16 AA        | 8/64 AA        | 32/256 AA      | 128/1024 AA    |
|                |                | 4/16 A a       | 4/64 AA        | 16/256 AA      | 64/1024 AA     |
|                |                |                | 8/64 A a       | 8/256 AA       | 32/1024 AA     |
|                |                |                |                | 16/256 A a     | 16/1024 A a    |
|                |                |                |                |                | 32/1024 A a    |
|                |                |                |                |                | 32/1024 a a    |
|                |                |                |                | 8/256 aa       |                |
|                |                |                | 4/64 aa        |                |                |
|                |                | 2/16 aa        |                |                |                |
|                | 1/4 aa         | 4/16 aa        |                |                |                |

表 2 单基因结合田间选择的花培选择几率

Table 2 Frequency of aim plant of single gene by anther culture with field selection

| 基因特性<br>Gene<br>speciality | F <sub>1</sub> | F <sub>2</sub> |               | F <sub>3</sub> |               | F <sub>4</sub> |               | F <sub>5</sub> |               |
|----------------------------|----------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
|                            | 不清<br>Unclear  | 清楚<br>Clear    | 不清<br>Unclear | 清楚<br>Clear    | 不清<br>Unclear | 清楚<br>Clear    | 不清<br>Unclear | 清楚<br>Clear    | 不清<br>Unclear |
| 显性<br>Dom inance           | 1/2            | 2/3            | 1/2           | 4/5            | 2/3           | 8/9            | 4/5           | 16/17          | 8/9           |
| 隐性<br>Recessive            | 1/2            | 1              | 1/2           | 1              | 1             | 1              | 1             | 1              | 1             |

据此,进行了多对基因的推算。假设一个育种的杂交组合涉及 $m$ 个显性基因, $n$ 个隐性基因,这些基因是独立遗传的,且 $m$ 和 $n$ 个基因全部是目标基因,则可以推算出 $F_1$ 的选择几率是 $(1/2)^{m+n}$ , $F_2$ 清楚的选择几率是 $(2/3)^m$ , $F_2$ 不清楚的选择几率为 $(1/2)^{m+n}$ ;  $F_3$ 清楚的选择几率是 $(4/5)^m$ , $F_3$ 不清楚的选择几率是 $(2/3)^m$ 。 $F_2$ 是 $F_1$ 选择几率的 $(1-(2/3)^m \cdot 2^{m+n})$ 倍; $F_3$ 是 $F_1$ 选择几率的 $((2/3)^m \cdot 2^{m+n} - (4/5)^m \cdot 2^{m+n})$ 倍。如果 $m$ 和 $n$ 各为5对基因,则 $F_1$ 的选择几率是0.098%, $F_2$ 的选择几率是0.098%~13.16%, $F_3$ 的选择几率是13.16%~32.7%; $F_2$

是 $F_1$ 选择几率的1~134.7倍, $F_3$ 是 $F_1$ 选择几率的134.7~334.8倍,效果比较明显。 $F_4$ 代以后,一方面花培育种中选率提高幅度小,另一方面常规选育也会很快稳定,花培育种的意义变小。说明如果取材 $F_3$ 代则育种效率会大幅度提高,同样也说明了陕农28选育的理论基础。

由此可见,结合常规系谱法育种,选择目标基因型出现几率高,又具有花培育种意义的材料进行花药培养技术育种,完全可以大幅度提高花培育种的效率。如能将两者结合起来运用,将对这两种育种技术是一个很大的推进,富有极高的育种竞争力。

[参考文献]

[1] 欧阳俊闻 小麦花粉植株的诱导及后代观察[J]. 中国科学, 1973, (1): 72- 82

[2] Clapham D H. Haploid induction in cereals[J]. Plant Cell Tissue Organ Culture, 1977, (69): 279- 298

[3] 胡道芬. 小麦花药培养育种[A]. 农作物组织培养[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1977. 223- 240

[4] 胡道芬. 植物花培育种进展[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1996. 1- 5

[5] 欧阳俊闻 小麦花药培养研究进展[A]. 植物细胞工程与育种[C]. 北京: 北京工业大学出版社, 1990. 1- 6

[6] 王成社. 花药培养与多种技术结合选育小麦优良新品种(系)[J]. 西安联合大学学报(自然科学版), 2000, (3): 7- 11.

[7] 王成社, 李景琦, 邹淑芳, 等. 小麦花培育种中几个问题的探讨[J]. 农业生物技术学报, 2000, 8(2): 41- 43

(下转第 36 页)

## [参考文献]

- [1] Hawks S N, Collins W K. Principles of flue-cured Tobacco production[M]. North Caroline: M ISC, 1983
- [2] 曹志洪, 冯光群. 优质烤烟生产的土壤与施肥[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1991.
- [3] 张振平, 刘海轮. 优质烤烟生产技术[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 2000
- [4] 窦逢科, 张景略. 烟草品质与土壤肥料[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1989
- [5] Zeher, Kreipe E H, Gethfing P A. Potassium sulfate and potassium chloride IP Bern, Switzerland[J]. Tobacco (*Nicotiana glauca*), 1989, (9): 63-64

## Discussions on chlorine content of tobacco leaves in Luonan county

ZHANG Zhen-ping

(College of Agronomy, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** Luonan county is a big leaf tobacco producer in Shaanxi province. Low content of soil chlorine limits the improvement of tobacco quality, which is less than 7.0-24.1 mg/kg. The optimum chlorine content of leaf tobacco ranges between 4-6 mg/g, whereas the chlorine content of the leaf tobacco produced in Luonan county varies from 0.53-0.70 mg/g, the former is about ten times as much as the latter. Tobacco is a kind of crops, which should avoid chlorine, but it needs chlorine in its growth, how to raise the chlorine content of leaf tobacco to the optimum chlorine content as much as possible without surpassing the optimum content can be well solved. According to the research, it is recommended that 60-90 kg of chloride potassium per hectare remarkably improve the quality of leaf tobacco and the fertilizer be plough under soil in combination of winter plowing.

**Key words:** Luonan; leaf tobacco; chlorine content; leaf tobacco quality

(上接第 23 页)

## Discussion on the improvement of haploid breeding from selecting new varieties of Shaannong 28

WANG Cheng-she, LI Jing-qi, ZOU Shu-fang, YANG Jin-rong,

LIU Jun, YAN Wen-xian, HUANG Xiao-gang

(College of Agronomy, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** By means of breeding in the field and the analysis of gene frequency in different generations, the experience of selecting new variety of Shaannong 28 was summarized and several problems of wheat anther culture breeding were discussed. The result showed that the breeding efficiency was very low and the improvement of wheat varieties by selecting  $F_1$  generation anthers was very difficult on the basis of the present green plantlet frequency. Combining the anther breeding with the routine breeding and cultivating  $F_3$  generation anthers, we could increase the frequency of aim genes and the breeding efficiency. Although this prolonged the generations of anther culture, it increased the selection frequency and reduced the fixed number of breeding years. The way was of tremendous significance for cutting down the fixed number of years in the anther culture breeding.

**Key words:** Shaannong 28; wheat variety; anther culture; breeding technique