

# 晚播对不同基因型小麦花药培养中绿苗诱导率的影响

丁运华<sup>1,2</sup>,任永平<sup>1</sup>,朱昌涛<sup>1</sup>,李亚平<sup>1</sup>,周志超<sup>1</sup>,王锦华<sup>2</sup>

(1. 河南平安种业有限公司,河南 温县 454851; 2. 项城市农业科学研究所,河南 项城 466200)

**摘要:** 为了探讨提高小麦花药离体培养中绿苗诱导率的途径,本研究将 66 份小麦杂交组合材料分成花培组合、常规组合、复交组合 3 种不同的基因型组合,将其播种期推迟 24 d,在小麦抽穗期取其花药进行室内愈伤组织诱导和绿苗分化培养。结果表明,经过晚播处理的小麦花培组合、常规组合、复交组合的绿苗诱导率分别为 2.6%、1.5%、1.2%,分别比对照(正常播种期)提高 1.8、1.0、0.6 个百分点;愈伤诱导率分别为 10.7%、9.1%、7.7%,分别比对照提高 3.8、-2.8、-5.4 个百分点。

**关键词:** 晚播; 小麦; 花药培养; 愈伤组织诱导; 绿苗分化培养; 绿苗诱导率

**中图分类号:** S512.1      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1004-3268(2014)09-0024-05

## Effect of Late Planting on the Induction Rate of Green Plantlet in Anther Culture of Wheat

DING Yun-hua<sup>1,2</sup>, REN Yong-ping<sup>1</sup>, ZHU Chang-tao<sup>1</sup>, LI Ya-ping<sup>1</sup>,  
ZHOU Zhi-chao<sup>1</sup>, WANG Jin-hua<sup>2</sup>

(1. Henan Ping'an Seed Co., Ltd., Wenxian 454851, China; 2. Xiangcheng Institute of Agricultural Sciences, Xiangcheng 466200, China)

**Abstract:** In order to explore the method to increase the induction rate of green plantlets in wheat anther culture, 66 hybridization combinations were divided into three different genotype combinations: anther cultural combination, conventional breeding combination and composite combination. The planting time of them was delayed by 24 d. The callus induction and green plantlet differentiation were conducted during the heading stage. The results showed that the induction rate of green plantlets in late planting condition was 2.6%, 1.5% and 1.2%, respectively, in the anther cultural combination, conventional breeding combination and composite combination, which was 1.8, 1.0, 0.6 percentage points higher than that of CK (normal sowing date), respectively. The callus induction rate of three genotype combinations in late planting condition was 10.7%, 9.1%, 7.7%, respectively, which was 3.8, -2.8, -5.4 percentage points higher than that of CK respectively.

**Key words:** late planting; wheat; anther culture; callus induction; green plantlet differentiation; green plantlet induction

小麦花药培养育种是近 30 a 来发展起来的育种方法,比常规育种周期缩短 4~5 a,且后代选择效率高,因此受到育种学家的重视,已成为小麦育种的重要途径之一<sup>[1]</sup>。目前,由于小麦花药离体

培养过程中的绿苗诱导率较低,在一定程度上制约着小麦花药培养育种技术的应用与发展。花药培养中绿苗诱导率的高低不仅与基因型和培养条件有关,还受花培材料的生长情况和田间取穗时

收稿日期:2013-11-20

基金项目:河南省科技创新杰出人才基金项目(134200510006)

作者简介:丁运华(1957-),男,河南项城人,研究员,硕士,主要从事小麦花药育种研究。E-mail:henandingyunhua@163.com

环境因素的影响<sup>[2-6]</sup>。本研究拟通过对花培材料进行晚播处理,使植株生长状况和取穗时期的环境条件得到改变,以期达到提高小麦花药培养绿苗诱导率的目的。

1 材料和方法

1.1 试验地概况与晚播处理

田间试验设在河南平安种业有限公司育种基地,位于河南温县城西获轱线 77 km 处。该区年平均气温 14.3℃,年降雨量 552.4 mm,无霜期 210 d。土质为黄棕壤,属高水肥地力,适宜半冬性小麦种植,适宜播期 10 月 5—15 日。晚播处理的播期为 2012 年 11 月 1 日,正常播种期 10 月 7 日作为 CK。

1.2 样本材料

样本材料分 3 种不同的基因型组合:花培组合(含有花培亲本的单交组合)13 个,常规组合(不含花培亲本的单交组合)30 个,复交组合 23 个。

1.3 培养基

1.3.1 诱导培养基 采用癸培养基<sup>[2]</sup>作为基本培养基,配制培养基需加入各营养成分的量为:KNO<sub>3</sub> 1 000 mg/L、NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 200 mg/L、KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 500 mg/L、CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O 150 mg/L、MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 100 mg/L、FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 27.8 mg/L、FeNa<sub>2</sub>-EDTA 37.3 mg/L、MnSO<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O 30 mg/L、ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 20 mg/L、H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 1.5 mg/L、KI 1.0 mg/L、CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O 0.1 mg/L、CoCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O 0.1 mg/L、肌醇 100 mg/L、盐酸硫胺素 1.0 mg/L、维生素 B<sub>6</sub> 0.5 mg/L、烟酸 0.5 mg/L、甘氨酸 2.0 mg/L、D-生物素 2.0 mg/L、2,4-D 2.0 mg/L、KT 0.5 mg/L、REA(稀土)<sup>[5]</sup> 1.0 mg/L、蔗糖 90 g/L、琼脂 6 g/L。pH 值为 5.8。

1.3.2 分化培养基 采用 1/2 MS(大量元素减半)为基本培养基<sup>[3]</sup>,所配制的培养基需要加入的各营养成分的量为:KNO<sub>3</sub> 950 mg/L、NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 825 mg/L、

KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 85 mg/L、CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O 165 mg/L、MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 185 mg/L、FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 27.8 mg/L、FeNa<sub>2</sub>-EDTA 37.3 mg/L、MnSO<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O 22.3 mg/L、ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 8.6 mg/L、H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 6.2 mg/L、KI 0.83 mg/L、NaMoO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O 0.25 mg/L、CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O 0.025 mg/L、CoCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O 0.025 mg/L、肌醇 100 mg/L、B<sub>1</sub> 0.4 mg/L、维生素 B<sub>6</sub> 0.5 mg/L、烟酸 0.5 mg/L、甘氨酸 2.0 mg/L、KT 1.0 mg/L、NAA 0.5 mg/L、REA(稀土) 1.0 mg/L、蔗糖 25 g/L、麦芽糖 5 g/L、琼脂 6 g/L。pH 值 5.95~6.00。

1.4 培养条件

在愈伤组织诱导阶段采用暗培养,温度为 28~30℃;绿苗分化阶段采用光照培养,光照时间为 10 h/d,温度为 22~24℃;接种花药第 35 天将产生的愈伤组织转入分化培养基,以愈伤组织直径 1~1.5 mm 为转移标准<sup>[3]</sup>。

1.5 数据统计

每支试管接种的花药数为 20 个。愈伤组织诱导率=愈伤组块数/接种花药数×100%,绿苗分化率=绿苗分化丛数/愈伤组织块数×100%,绿苗诱导率=绿苗分化丛数/接种花药数×100%。

2 结果与分析

2.1 晚播对花培组合小麦花药培养绿苗诱导率的影响

表 1 表明,晚播处理的花培组合绿苗诱导率大幅提高。在 13 个晚播处理样本中,有 11 个样本绿苗诱导率较 CK 提高,1 个样本与 CK 持平,1 个样本下降,平均绿苗诱导率 2.6%,是 CK 的 3.7 倍。愈伤组织诱导率平均达 10.7%,比 CK(6.9%)提高 3.8 个百分点,绿苗分化率达 24.0%,比 CK(10.8%)提高 13.2 个百分点。

表 1 晚播对花培组合花药培养绿苗诱导率的影响

花培组合	CK(正常播期)						晚播处理						晚播较 CK±/百分点		
	接种花药/个	愈伤组织/块	愈伤诱导率/%	分化绿苗/丛	绿苗分化率/%	绿苗诱导率/%	接种花药/个	愈伤组织/块	愈伤诱导率/%	分化绿苗/丛	绿苗分化率/%	绿苗诱导率/%	愈伤诱导率	绿苗分化率	绿苗诱导率
花 1654/周 18	200	4	2.0	0	0	0	680	44	6.5	2	4.5	0.3	4.5	4.5	0.3
花 1654/周 16	400	11	2.8	2	18.2	0.5	840	84	10.0	14	16.7	1.7	7.3	-1.5	1.2
花 1654/郑 0943	400	9	2.3	0	0	0	600	59	9.8	8	13.6	1.3	7.6	13.6	1.3
花 1654/花培 E	180	4	2.2	0	0	0	820	103	12.6	37	35.9	4.5	10.3	35.9	4.5
花 1654/08 漂 33	400	15	3.8	4	26.7	1.0	600	33	5.5	14	42.4	2.3	1.8	15.8	1.3
花 1654/花 8718	200	10	5.0	3	30.0	1.5	920	131	14.2	56	42.7	6.1	9.2	12.7	4.6
济 22/花培 E	200	28	14.0	1	3.6	0.5	900	72	8.0	17	23.6	1.9	-6.0	20.0	1.4
花 87-8/洛 21	480	23	4.8	1	4.3	0.2	620	84	13.5	17	20.2	2.7	8.8	15.9	2.5
花 87-8/花 87-33	500	57	11.4	1	1.8	0.2	620	117	18.9	44	37.6	7.1	7.5	35.9	6.9
花 87-8/邯 6172	500	57	11.4	18	31.6	3.6	600	47	7.8	8	17.0	1.3	-3.6	-14.6	-2.3

续表 1 晚播对花培组合花药培养绿苗诱导率的影响

花培组合	CK(正常播期)						晚播处理						晚播较 CK±/百分点		
	接种花药/个	愈伤组织/块	愈伤诱导率/%	分化绿苗/丛	绿苗分化率/%	绿苗诱导率/%	接种花药/个	愈伤组织/块	愈伤诱导率/%	分化绿苗/丛	绿苗分化率/%	绿苗诱导率/%	愈伤诱导率	绿苗分化率	绿苗诱导率
花 87-8/温 6	400	44	11.0	2	4.5	0.5	620	42	6.8	3	7.1	0.5	-4.2	2.6	
花 87-8/11y64	500	31	6.2	1	3.2	0.2	460	57	12.4	3	5.3	0.7	6.2	2.0	0.5
08 漯 33/花培 5	200	21	10.5	1	4.8	0.5	800	101	12.6	11	10.9	1.4	2.1	6.1	0.9
合计	4 560	314	6.9	34	10.8	0.7	9 080	974	10.7	234	24.0	2.6	3.8	13.2	1.8

## 2.2 晚播对常规组合小麦花药培养绿苗诱导率的影响

从表 2 可以看出,在 30 个晚播处理的常规组合样本中,有 24 个样本的绿苗诱导率较 CK 提高,有 5 个样本下降,有 1 个样本持平,平均绿苗诱导率为 1.5%,比 CK(0.5%)提高 1.0 个百分点。表 2 结果显示,决定晚播处理绿苗诱导率大幅提高的时期是在绿苗分化阶段,30 个晚播处理

样本中,有 25 个样本的绿苗分化率和 CK 相比提高,有 4 个样本下降,1 个样本持平,平均绿苗分化率为 16.4%,比 CK(4.3%)提高 12.1 个百分点。而在愈伤组织诱导方面,晚播处理表现出明显的抑制作用,30 个晚播处理样本中,有 20 个样本下降,有 10 个样本略有提高,平均愈伤组织诱导率为 9.1%,比 CK(11.9%)下降了 2.8 个百分点。

表 2 晚播对常规组合花药培养绿苗诱导率的影响

常规组合	CK(正常播期)						晚播处理						晚播较 CK±/百分点		
	接种花药/个	愈伤组织/块	愈伤诱导率/%	分化绿苗/丛	绿苗分化率/%	绿苗诱导率/%	接种花药/个	愈伤组织/块	愈伤诱导率/%	分化绿苗/丛	绿苗分化率/%	绿苗诱导率/%	愈伤诱导率	绿苗分化率	绿苗诱导率
邯 6172/郑 9982	200	11	5.5	0	0	0	320	12	3.8	0	0	0	-1.8	0	0
洛 24/PA9	600	39	6.5	2	5.1	0.3	180	27	15.0	3	11.1	1.7	8.5	6.0	1.4
洛 24/邯 6172	420	46	11.0	4	8.7	1.0	80	7	8.8	0	0	0	-2.2	-8.7	-1.0
漯 9908/洛 24	420	75	17.9	2	2.7	0.5	360	59	16.4	2	3.4	0.6	-1.5	0.7	0.1
11y66/武农 986	400	84	21.0	5	6.0	1.3	440	51	11.6	9	17.6	2.0	-9.4	11.7	0.8
漯 9908/洛 21	380	62	16.3	1	1.6	0.3	420	62	14.8	6	9.7	1.4	-1.6	8.1	1.2
漯 9908/邯 6172	140	7	5.0	0	0	0	600	80	13.3	9	11.3	1.5	8.3	11.3	1.5
新 18/PA9	220	5	2.3	0	0	0	620	63	10.2	4	6.3	0.6	7.9	6.3	0.6
漯 9908/PA9	200	58	29.0	3	5.2	1.5	600	44	7.3	0	0	0	-21.7	-5.2	-1.5
08 漯 33/洛 24	200	18	9.0	1	5.6	0.5	750	43	5.7	0	0	0	-3.3	-5.6	-0.5
洛 24/偃 360	200	49	24.5	2	4.1	1.0	100	5	5.0	0	0	0	-19.5	-4.1	-1.0
国麦 301/济 22	200	44	22.0	3	6.8	1.5	640	70	10.9	10	14.3	1.6	-11.1	7.5	0.1
邯 6172/周 22	200	8	4.0	1	12.5	0.5	420	20	4.8	4	20.0	1.0	0.8	7.5	0.5
中育 875/KH-2	200	31	15.5	1	3.2	0.5	420	35	8.3	8	22.9	1.9	-7.2	19.6	1.4
08 漯 33/济 17	200	11	5.5	0	0	0	380	19	5.0	5	26.3	1.3	-0.5	26.3	1.3
周 18/稟优 2018	200	31	15.5	2	6.5	1.0	720	62	8.6	23	37.1	3.2	-6.9	30.6	2.2
08 漯 33/温 6	200	20	10.0	0	0	0	400	4	1.0	2	50.0	0.5	-9.0	50.0	0.5
08 漯 33/PA9	200	32	16.0	3	9.4	1.5	800	27	3.4	9	33.3	1.1	-12.6	24.0	-0.4
08 漯 33/豫教 0502	200	16	8.0	1	6.3	0.5	580	43	7.4	10	23.3	1.7	-0.6	17.0	1.2
周 18/济 20	200	27	13.5	0	0	0	900	186	20.7	56	30.1	6.2	7.2	30.1	6.2
邯 6172/周 18	200	36	18.0	0	0	0	400	89	22.3	11	12.4	2.8	4.3	12.4	2.8
邯 6172/焦麦 668	200	8	4.0	0	0	0	780	74	9.5	8	10.8	1.0	5.5	10.8	1.0
新 18/周 16	180	11	6.1	0	0	0	400	26	6.5	3	11.5	0.8	0.4	11.5	0.8
漯 9908/济 22	200	16	8.0	1	6.3	0.5	420	24	5.7	5	20.8	1.2	-2.3	14.6	0.7
新 89157/中育 1026	200	11	5.5	0	0	0	440	13	3.0	4	30.8	0.9	-2.5	30.8	0.9
郑育麦 8 号/郑丰 9958	200	18	9.0	1	5.6	0.5	340	19	5.6	3	15.8	0.9	-3.4	10.2	0.4
郑育麦 8 号/郑 7698	200	27	13.5	0	0	0	640	60	9.4	1	1.7	0.2	-4.1	1.7	0.2
周 16/稟优 208	200	34	17.0	4	11.8	2.0	800	74	9.3	20	27.0	2.5	-7.8	15.3	0.5
周 24/济 17	200	4	2.0	0	0	0	400	13	3.3	1	7.7	0.3	1.3	7.7	0.3
周 16/济 22	200	14	7.0	0	0	0	440	41	9.3	6	14.6	1.4	2.3	14.6	1.4
合计	7 160	853	11.9	37	4.3	0.5	14 790	1 352	9.1	222	16.4	1.5	-2.8	12.1	1.0

2.3 晚播对复交组合小麦花药培养绿苗诱导率的影响

表 3 结果表明,晚播复交组合的花药培养绿苗诱导率较 CK 也有明显提高。在 23 个晚播处理样本中,有 17 个样本的绿苗诱导率较 CK 提高,6 个样本下降,平均绿苗诱导率为 1.2%,是 CK(0.6%)

的 2 倍。表 3 结果显示,复交组合晚播处理绿苗诱导率的提高亦表现在绿苗分化阶段,平均绿苗分化率达到 15.0%,比 CK(4.8%)提高 10.2 个百分点。晚播处理对复交组合在愈伤组织诱导方面抑制作用明显,平均愈伤组织诱导 7.7%,与 CK(13.1%)相比下降了 5.4 个百分点。

表 3 晚播对复交组合花药培养绿苗诱导率的影响

复交组合	CK(正常播期)						晚播处理						晚播较 CK±/百分点		
	接种花药/个	愈伤组织/块	愈伤诱导率/%	分化绿苗/丛	绿苗分化率/%	绿苗诱导率/%	接种花药/个	愈伤组织/块	愈伤诱导率/%	分化绿苗/丛	绿苗分化率/%	绿苗诱导率/%	愈伤诱导率	绿苗分化率	绿苗诱导率
矮抗 58/豫展 4 号//洛 24	200	27	13.5	1	3.7	0.5	580	35	6.0	0	0	0	-7.5	-3.7	-0.5
矮抗 58/周 22//济 20	200	56	28.0	5	8.9	2.5	360	33	9.2	6	18.2	1.7	-18.8	9.3	-0.8
矮抗 58/周 22//周 22	220	34	15.5	3	8.8	1.4	400	38	9.5	3	7.9	0.8	-6.0	-0.9	-0.6
矮抗 58/洛 21//洛 24	240	37	15.4	1	2.7	0.4	780	64	8.2	13	20.3	1.7	-7.2	17.6	1.3
矮抗 58/4110//4110	400	49	12.3	0	0	0	360	9	2.5	1	11.1	0.3	-9.8	11.1	0.3
矮抗 58/洛 21//洛 21	200	7	3.5	1	14.3	0.5	820	13	1.6	0	0	0	-1.9	-14.3	-0.5
温 6/武农 986//周 22	200	45	22.5	1	2.2	0.5	500	39	7.8	6	15.4	1.2	-14.7	13.2	0.7
PA9/周 22//郑 7698	200	16	8.0	1	6.3	0.5	620	78	12.6	11	14.1	1.8	4.6	7.9	1.3
PA9/郑 7698//济 22	200	36	18.0	0	0	0	640	42	6.6	8	19.0	1.3	-11.4	19.0	1.3
PA9/周 22//周 18/济 22	220	25	11.4	0	0	0	620	31	5.0	7	22.6	1.1	-6.4	22.6	1.1
PA9/郑 7698//济 22	200	16	8.0	0	0	0	640	37	5.8	6	16.2	0.9	-2.2	16.2	0.9
PA9/周 22//周 22/郑 7698	200	42	21.0	1	2.4	0.5	520	50	9.6	10	20.0	1.9	-11.4	17.6	1.4
PA8/豫麦 41//济 22	200	2	1.0	0	0	0	560	33	5.9	4	12.1	0.7	4.9	12.1	0.7
PA9/郑 7698//矮抗 58	200	14	7.0	2	14.3	1.0	560	53	9.5	15	28.3	2.7	2.5	14.0	1.7
PA9/周 16//中育 1026	200	10	5.0	2	20.0	1.0	640	67	10.5	19	28.4	3.0	5.5	8.4	2.0
郑 7698/烟 23//郑 7698/济 22	200	15	7.5	4	26.7	2.0	300	28	9.3	2	7.1	0.7	1.8	-19.5	-1.3
陕长方穗/PA10//郑 7698//郑 7698	200	26	13.0	0	0	0	360	47	13.1	7	14.9	1.9	0.1	14.9	1.9
PA9/周 16//济 22	220	41	18.6	4	9.8	1.8	1 280	107	8.4	10	9.3	0.8	-10.3	-0.4	-1.0
PA9/周 16/PA9/济 22	200	34	17.0	1	2.9	0.5	760	62	8.2	5	8.1	0.7	-8.8	5.1	0.2
PA9/周 16//矮抗 58	200	31	15.5	3	9.7	1.5	560	40	7.1	9	22.5	1.6	-8.4	12.8	0.1
PA9/周 16//PA9/洛 24	200	39	19.5	1	2.6	0.5	700	38	5.4	4	10.5	0.6	-14.1	8.0	0.1
PA9/豫麦 41//周 18/济 22	200	25	12.5	0	0	0	680	81	11.9	9	11.1	1.3	-0.6	11.1	1.3
PA8/豫麦 41//PA8/PA9	200	14	7.0	0	0	0	660	47	7.1	6	12.8	0.9	0.1	12.8	0.9
合计	4 900	641	13.1	31	4.8	0.6	13 900	1 072	7.7	161	15.0	1.2	-5.4	10.2	0.6

(下转第 37 页)

景,只需加入去离子水后置于微波炉中加热至沸腾,于脱色摇床上脱色几分钟,重复几次即可,由此可见,使用本研究改良的染色液对蛋白凝胶进行染色,大大方便了后续的脱色工作,不需脱色或者只需较短时间脱色,也不用专用脱色液,一方面节省了试验时间,另一方面,在很大程度上降低了试验成本。

### 3 结论与讨论

蛋白质的 SDS-PAGE 电泳是蛋白质组研究的重要内容,随着分子生物学的不断发展,该技术的应用也在不断地拓展,涉及基础研究及应用研究等诸多方面。笔者利用蛋白质的 SDS-PAGE 电泳进行蛋白组分及浓度分析,可筛选特异种质资源或进行种子纯度鉴定等。鉴于该技术应用的广泛性,如何缩短试验时间、降低成本成为研究者普遍关心的问题,染色及脱色是以上问题的关键,而染色又关系到后续的脱色程序。CBB 染色是蛋白质 SDS-PAGE 电泳染色较为常用的方法。对 CBB 染色的改良,为不少研究者所关注,但目前已报道的研究成果仅在 CBB G-250 染色上取得进展,一些研究者<sup>[4-7]</sup>利用改良的 CBB G-250 染色方法,在一定程度上节约了试验时间、成本,而作为 CBB 中最经典、最受欢迎的 CBB R-250 染色,并未见相关的报道。笔者通过不断地实践,探索出了简单经济的蛋白质电泳 CBB R-250 染色方法,其蛋白凝胶染色快,背景浅,几乎无

背景,使后续的脱色变得简单,缩短了试验时间,也节约了成本,是一种节本增效的新方法,推广应用前景较好,可为使用 CBB R-250 进行蛋白染色提供重要参考。

参考文献:

- [1] 郭尧君. 蛋白质电泳实验技术[M]. 2 版. 北京:科学出版社,2005:63-69.
- [2] 田孟祥,陈涛,张亚东,等. 水稻 57H 突变体 *glup-t* 的遗传分析与基因定位[J]. 作物学报,2011,37(4):717-722.
- [3] 田孟祥,陈涛,张亚东,等. 两个低谷蛋白基因插入缺失标记的设计与验证[J]. 分子植物育种,2010,8(2):340-344.
- [4] 江南,吴开力,黄强,等. 一种简便的考马斯亮蓝 G250 蛋白质染色方法[J]. 生物化学与生物物理进展,2000,27(5):560-561.
- [5] 张瑶,刘芳,张页. 一种改良的蛋白质电泳考马斯亮蓝 G-250 染色方法[J]. 基础医学与临床,2012,32(8):953-955.
- [6] 汪静,袁琳,陈晓明. 蛋白质电泳考马斯亮蓝 G250 染色方法改良[J]. 医学分子生物学杂志,2006,3(6):423-425.
- [7] 胡晓倩,陈来同,赵健. SDS-聚丙烯酰胺凝胶电泳染色方法[J]. 中国生化药物杂志,2011,32(2):128-130.

(上接第 27 页)

### 3 结论与讨论

本研究结果表明,晚播处理小麦的花培组合、常规组合、复交组合的绿苗诱导率均有大幅提高,分别较 CK 提高 1.8、1.0、0.6 个百分点。晚播措施对不同基因型小麦花药培养绿苗诱导率的提高作用主要表现在绿苗分化阶段。晚播处理的花培组合、常规组合和复交组合小麦平均绿苗分化率分别为 24.0%、16.4%、15.0%,分别比 CK 提高了 13.2、12.1、10.2 个百分点。晚播处理 3 种小麦基因型组合的愈伤组织诱导率差异很大,与 CK 相比花培组合的平均愈伤组织诱导率提高了 3.8 个百分点,而常规组合、复交组合分别比 CK 下降 2.8、5.4 个百分点。

由于小麦花药培养中的绿苗诱导是一个非常严格而复杂的过程,影响因素非常多<sup>[6]</sup>,本研究结果与结论仅限于晚播对花培组合、常规组合和复交组合

3 种不同基因型组合小麦花药培养中绿苗诱导率的影响,影响机制尚需进一步研究和探讨。

参考文献:

- [1] 海燕,康明辉,赵永英,等. 河南省农科院小麦花药培养技术及其应用研究概况[J]. 河南农业科学,2009(9):31-33.
- [2] 海燕,和现昌,黄冰艳,等. 癸培养基的研制及在小麦花药培养中的应用研究[J]. 植物学报,1997,39(8):742-747.
- [3] 海燕,康明辉. 花药培养在小麦育种中的应用[M]//王绍中. 河南小麦育种栽培研究进展. 北京:中国农业出版社,2007:142-155.
- [4] 罗鹏,海燕,刘文轩,等. 播期对小麦花药愈伤组织诱导率的影响[J]. 河南农业科学,1997(9):3-4.
- [5] 海燕,康明辉,郭景战,等. 稀土和基因型对小麦花培绿苗分化率的影响[J]. 华北农学报,2006,21(2):34-36.
- [6] 李景琦,王成社,邹淑芳. 小麦花药培养中白苗的发生和调控措施[J]. 西安联合大学学报,2002(2):19-21.