

•组织培养简讯•

亚麻组织培养高频不定芽诱导体系

张志扬^{1,2}, 陈信波^{1,2*}, 张瑜², 龙松华¹, 高原², 刘爱玲³¹ 中国农业科学院麻类研究所, 农业部麻类遗传改良与工程微生物重点实验室, 长沙 410006² 湖南农业大学作物基因工程湖南省重点实验室, 长沙 410128³ 湖南农业大学生物科学技术学院, 长沙 410128

摘要 对适合南方地区冬季种植的纤用亚麻品种组织培养过程中基本培养基、激素配比、外植体材料的基因型和苗龄以及再生不定芽的生根条件进行了比较研究。结果表明, 适合于亚麻白花品种组织培养的最佳培养基为YB1, 不定芽诱导率可达98.50%。在此培养基上, 白花、黑亚4号、K6531、K7697、HI026、HI045、I039和阿丽亚那下胚轴不定芽的诱导率分别为98.50%、98.50%、56.50%、42.47%、54.40%、0.27.13%和97.30%, 平均出芽数为11.43、9.33、2.17、0.77、1.10、0.0.90和10.68。苗龄为7–10天的下胚轴最适于诱导不定芽, 随苗龄增加, 不定芽的诱导率呈下降趋势。RB5培养基最适于不定芽的生根, 生根率达100%, 平均生根数为15.3。实验还确定了亚麻对卡那霉素、氨苄青霉素和头孢霉素的抗性浓度阈值。

关键词 不定芽, 下胚轴, 亚麻, 再生体系

张志扬, 陈信波, 张瑜, 龙松华, 高原, 刘爱玲 (2007). 亚麻组织培养高频不定芽诱导体系. 植物学通报 24, 629–635.

亚麻(*Linum usitatissimum* L.)是我国重要的经济作物, 亚麻纤维强韧、柔细, 具有较好的色泽, 是纺织高级服装的原料。油用亚麻种子富含人体必需的脂肪酸 α -亚麻酸(十八碳三烯酸), 其代谢产物对人体具有降血压、降血脂、抑制过敏反应、抗血栓和抗癌等重要的作用。

引种驯化、杂交育种等传统育种方法在改良亚麻性状方面发挥了重要作用, 但也存在明显的局限性。将转基因技术与传统育种手段相结合, 有助于解决一些常规育种方法难以解决的特殊问题。而转基因技术的关键是建立一个高效的组织培养体系, 以提供拟改良目标性状的基因受体系统。

关于亚麻的组织培养前人已有一些研究报道, 探讨了培养基、不同外植体等对其愈伤组织诱导及再生的影响, 建立了双亚5号、双亚6号、黑亚11号、7309、双亚一号、宁亚一号等和部分野生品种的愈伤组织诱导及再生体系(Bretagne et al., 1994; 李学宝等, 1995; 孙洪涛等, 1995; 苑志辉等, 1997; 王玉富等, 2000; 姬

妍茹等, 2001, 2005; Jain and Rashid, 2001; 焦德志等, 2006)。本文在前人研究的基础上, 以8个南方引种成功品种为试材, 建立了适合南方亚热带地区栽培的亚麻品种高效不定芽诱导体系, 并且讨论了基本培养基、激素配比、外植体、基因型、培养条件、苗龄及生根条件对其组织培养的影响。实验还进一步证明了基因型对亚麻愈伤组织诱导、不定芽诱导及增殖有很大的影响。而且确定了亚麻对卡那霉素、氨苄青霉素和头孢霉素的抗性浓度值, 为进一步利用遗传转化改良品种、T-DNA插入突变体筛选及功能基因组学研究奠定了基础。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试品种为中国农业科学院麻类研究所提供的亚麻(*Linum usitatissimum* L.)品种白花、黑亚4号、K6531、K7697、HI026、HI045、I039和阿丽亚那。

收稿日期: 2006-11-17; 接受日期: 2007-02-16

基金项目: 中国农业科学院杰出人才科研启动经费

* 通讯作者。E-mail: chenxinbo@hotmail.com

除基因型实验之外,均采用白花为材料。

1.2 方法

1.2.1 培养条件

光培养条件: 温度控制在 $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$, 光照强度 $1\ 500\text{--}2\ 000\ \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 每天光照 14 小时。暗培养条件: 温度为 $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 的暗培养箱中培养。

1.2.2 愈伤组织及不定芽的诱导

选择成熟、饱满、健康的亚麻种子先用 75%(v/v)乙醇浸泡 30 秒, 再用 0.1%(w/v) HgCl_2 消毒 12 分钟, 无菌水冲洗 3–4 次, 接种到不含激素的 MS(或 B5)培养基上。暗培养 4 天之后光照培养, 3 天之后切取无菌苗的下胚轴为外植体, 接入愈伤组织培养基 / 不定芽诱导培养基。培养 30 天后, 统计诱导率 / 分化率, 观察下胚轴的脱分化及不定芽的诱导情况。每个处理培养 30 个外植体, 重复 3 次。

愈伤组织诱导率 = $\frac{\text{产生的愈伤组织数}}{\text{接种的下胚轴数}} \times 100\%$

不定芽诱导率 = $\frac{\text{产生的健康不定芽数}}{\text{接种的下胚轴数}} \times 100\%$

1.2.3 不定芽的生根

不定芽的生根采用 B5 基本培养基附加不同浓度的 NAA 和 IBA 及蔗糖 $10\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, 植物凝胶(PHYTAGEL™ 鼎国生物技术有限责任公司, Sigma 分装) $3.0\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, pH5.8。15 天后, 统计不定芽的生根率、根数及根长等指标。

1.2.4 培养基

愈伤组织诱导培养基: B5 基本培养基附加 IAA $4.0\ \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, BA $2.0\ \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 蔗糖 $30\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, 植物凝胶 $3.0\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ (孙洪涛等, 1983), pH5.8。

不定芽诱导培养基及愈伤组织再分化培养基: B5 基本培养基附加不同浓度的 IAA、BA 和 KT, 蔗糖 $20\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, 葡萄糖 $50\ \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 水解酪蛋白 $200\ \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 植物凝胶 $3.0\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, pH5.8。

不定芽增殖培养基: 不定芽诱导培养基附加 1.5

$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 的活性炭。

2 结果与分析

2.1 不同激素对比对下胚轴愈伤组织再生的影响

种子萌发 7 天后, 取下胚轴接种于愈伤组织诱导培养基上, 暗培养诱导愈伤组织。30 天后将愈伤组织接种到分化培养基上。愈伤组织的诱导率为 100%, 但是愈伤组织的再生频率比较低(表 1), 再生苗均为玻璃化苗。愈伤组织在分化培养基中的突出表现是无限的生长, 而且形态为疏松水浸状。

2.2 不同激素对比对下胚轴直接诱导不定芽的影响

种子萌发 7 天后取下胚轴接种于不定芽诱导培养基上, 5 天后下胚轴开始膨胀生长, 10 天左右下胚轴切口处产生绿色愈伤组织, 下胚轴表面开始产生突起。接种 20 天后下胚轴表面的突起继续生长, 诱导生成不定芽(图 1A, B, C, D)。30 天后统计不定芽的诱导情况(表 2), 结果显示, IAA 和 BA 对亚麻下胚轴组织培养作用显著。在 YB1 培养基上培养 10 天后转接于不定芽增殖培养基上, 结果显示, 接种 30 天后不定芽诱导率最高, 达 98.5%, 平均出芽数也最多, 达 11.43; YB2 和 YB9 培养基则次之。

2.3 不同基因型不定芽诱导的差异

在 YB1 培养基上接种不同品种的亚麻下胚轴外植体, 10 天后, 白花、黑亚 4 号和阿丽亚那外植体上有愈伤组织产生, 20 天后诱导出不定芽。其余品种愈伤组织和不定

表 1 不同激素对比对愈伤组织分化再生苗的影响

Table 1 Effect of hormones on regeneration from callus

Hormone combination ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)			Regeneration rate (%)
IAA	BA	KT	
0.2	0.5	0.5	11.11±1.92
0.2	1.0	1.0	12.22±2.16
0.2	—	0.5	6.62±1.38
0.2	0.5	—	8.45±0.45
0.2	2.0	—	15.48±1.27
0.2	—	2.0	14.67±1.34

3 次重复平均值 ± 标准差

Means ± standard deviation of 3 measurements

表2 不同激素配比对下胚轴不定芽诱导的影响

Table 2 Effect of hormones on adventitious shoot induction from hypocotyls

Code of media	Hormone combination (mg·L ⁻¹)			Callus induction rate (%)	Shoot induction rate (%)	No. of shoots per explant (%)
	IAA	BA	KT			
YB1	0.2	0.5	0.5	98.20±1.85	98.50±1.67	11.43±1.70
YB2	0.2	0.5	1.0	97.87±1.85	98.50±1.67	9.33±2.28
YB3	0.2	1.0	0.5	88.60±1.81	81.20±5.11	5.70±1.82
YB4	0.2	1.0	1.0	69.77±7.13	71.93±1.99	5.80±1.86
YB5	0.5	0.5	0.5	86.17±4.83	63.97±4.84	3.27±1.82
YB6	0.5	0.5	1.0	74.80±4.50	56.50±4.20	2.17±1.56
YB7	0.5	1.0	0.5	83.80±6.18	67.03±4.17	1.97±1.40
YB8	0.5	1.0	1.0	82.10±3.40	63.40±2.76	1.57±1.31
YB9	0.2	0.5	—	98.60±1.25	97.30±2.39	10.68±2.37
YB10	0.5	0.5	—	84.57±4.64	61.00±3.70	2.83±1.13
YB11	0.2	—	0.5	88.87±1.91	81.77±2.98	5.40±1.52
YB12	0.5	—	0.5	73.03±2.29	61.33±3.76	1.67±1.32
YB13	0.2	2.0	—	73.57±2.88	61.33±3.76	1.27±0.93
YB14	0.5	2.0	—	47.33±4.43	42.47±3.76	0.77±0.80
YB15	1.0	2.0	—	67.40±2.80	54.40±0.46	1.10±0.55

3次重复平均值±标准差

Means ± standard deviation of 3 measurements

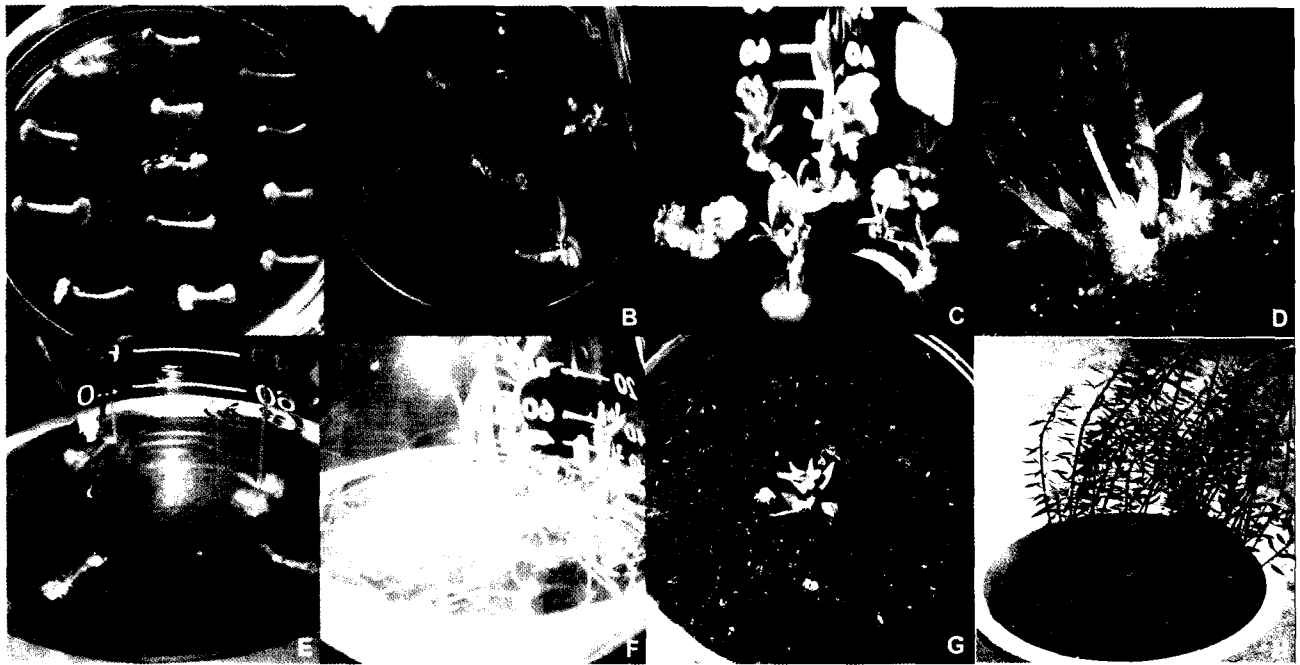


图1 亚麻组织培养高频不定芽诱导

Figure 1 Adventitious shoots induced via hypocotyls culture

- (A) 下胚轴培养 5 天;
 (B) 下胚轴培养 10 天;
 (C) 下胚轴培养 20 天;
 (D) 下胚轴培养 30 天;
 (E) 生根初期;
 (F) 生根;
 (G) 移栽初期再生苗;
 (H) 移栽成活再生植株

- (A) culture response of hypocotyl explants on day 5;
 (B) culture response of hypocotyl explants on day 10;
 (C) culture response of hypocotyl explants on day 20;
 (D) culture response of hypocotyl explants on day 30;
 (E) early days of radication;
 (F) radication;
 (G) early days of regenerated seedling;
 (H) survival regenerated plants

表3 不同基因型亚麻品种愈伤组织和不定芽诱导率的比较

Table 3 Variation of callus and adventitious shoot induction in different genotypes

Genotype	Callus induction rate (%)	Shoot induction rate (%)	No. of shoots per explant
Baihua	98.20±1.85	98.50±1.67	11.43±1.70
Heiya No. 4	97.93±1.26	98.45±0.67	9.13±1.28
K6531	74.87±3.51	56.57±3.77	2.57±1.56
K7697	47.33±4.43	42.47±3.76	0.77±0.80
HI026	67.40±2.80	54.40±0.46	1.10±0.55
HI045	11.77±2.30	0	0
I039	47.10±3.05	27.13±2.87	0.90±0.40
Aliyana	97.99±2.25	96.3±2.39	8.67±2.37

芽诱导较之晚3-5天。8份材料中除HI045外均能诱导出愈伤组织和不定芽。愈伤组织的诱导率 and 不定芽的诱导率呈正比,不同基因型的亚麻其不定芽的诱导数目差别较大,愈伤组织诱导率较低的品种,不定芽的数目也较低。由表3可见,接种30天后白花愈伤组织和不定芽的诱导率最高,均达98%以上,出芽数也最多,平均为11.43;黑亚4号和阿丽亚那次之,不定芽的诱导率基本与白花持平,但是诱导出的不定芽数目较少。K6531、K7697、HI026和I039品种愈伤组织的生长及不定芽的诱导率均较低。

2.4 苗龄对不定芽诱导的影响

种子萌发7、10、13、16和19天后分别取下胚轴培养,30天后统计不定芽的诱导情况。实验结果表明,随苗龄增加,不定芽诱导率和平均出芽数呈下降趋势,7-10天苗龄的下胚轴外植体最适于不定芽的诱导,不定芽诱导率达91%-97%,平均出芽数达11.43,是取材的最

佳时期(图2)。

2.5 不同基本培养基对下胚轴诱导的影响

在MS、N6基本培养基中附加与YB1相同的附加物,并在其上接种7天苗的下胚轴,30天后统计不定芽的诱导情况。以MS和N6为基本培养基的诱导率分别为86.1%和80.3%(图3),而B5为基本培养基的不定芽诱导率为98.5%,是下胚轴不定芽诱导最适基本培养基。

2.6 光照条件对下胚轴诱导的影响

接种下胚轴于YB1培养基上,置于光照条件和黑暗条件下进行培养,观察下胚轴的生长情况。5天后,下胚轴开始膨胀,光照条件下的下胚轴为绿色,黑暗条件下的下胚轴开始慢慢变黄。10天左右,光照条件下的下胚轴切口处产生绿色愈伤组织,下胚轴表皮表面开始产生突起;黑暗条件下的下胚轴不仅切口处产生愈伤,整个下胚轴都有脱分化迹象,20天后整个下胚轴都开始脱分化,

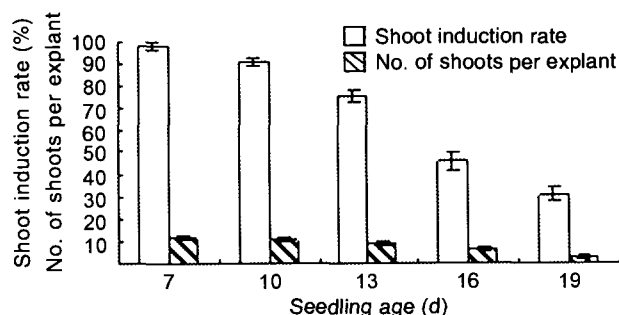


图2 苗龄对下胚轴诱导的影响

Figure 2 Effect of seedling age on shoot differentiation

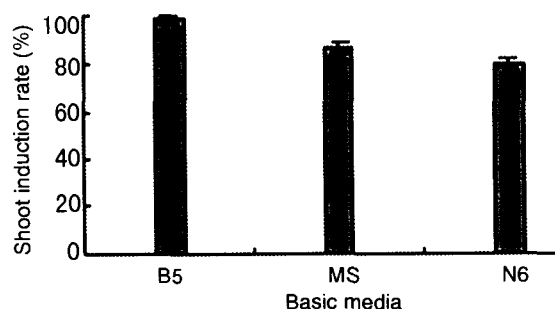


图3 基本培养基对下胚轴诱导的影响

Figure 3 Effect of basic medium on shoot differentiation

表4 不同激素对比对不定芽生根的影响

Table 4 Effect of hormones on rooting of adventitious shoot

Code of media	Hormone combination (mg·L ⁻¹)		Root differentiation		
	NAA	IBA	rate (%)	No. of root	Root length (cm)
RB1	0.1	—	100	7.00±1.41	1.34±0.18
RB2	—	0.1	100	3.00±1.73	4.11±0.24
RB3	0.1	0.1	100	6.57±1.62	3.56±0.65
RB4	0.05	0.05	100	10.71±1.80	3.85±0.30
RB5	0.07	0.03	100	15.43±1.81	3.00±0.56

产生淡黄色、水浸状的愈伤组织。

2.7 不定芽的生根培养

由表4可见,在添加NAA和IBA的1/2 B5基本培养基上不定芽均能生根,但生根数和根的生长速度却有很大差异。其中在RB5培养基上生根数最多,生长速度最快;在RB4上生根数虽然也较高,但根容易折断(图1E, F)。

2.8 下胚轴再生植株的驯化移栽

当根长至2 cm左右时可进行再生植株的驯化移栽。先在培养室内揭开封口膜驯化培养2-3天,再用镊子将植株从三角瓶中取出,洗去根部附着的培养基,移栽于直径10 cm并盛有消毒基质的培养钵中,用透明薄膜罩住盆口,并在膜上扎孔通风。3天后,揭开一角逐渐通风。5天后撤去薄膜,每天浇灌少量1/2MS营养液。保湿培养10天后,即可移入土壤中进行正常栽培管理(图1G, H)。

2.9 抗生素对不定芽诱导的影响

亚麻对卡那霉素(kanamycin, Kan)有一定的抗性,但是随着Kan浓度的增加,其明显表现出对下胚轴培养的抑制作用。随着Kan浓度升高,下胚轴不定芽的诱导率以及平均出芽数逐渐降低。Kan对不定芽的诱导影响较大,当其浓度为10 mg·L⁻¹时,不定芽的诱导率基本与对照持平;25 mg·L⁻¹时,不定芽诱导率由对照的98.5%降低到74.4%,平均出芽数由11.43降低到3.85;当Kan浓度达到50 mg·L⁻¹时,出愈率迅速降低至5.12%,不定芽的诱导和出芽数也大幅度减少;当

Kan浓度为60 mg·L⁻¹时,下胚轴愈伤组织和不定芽的诱导被完全抑制。

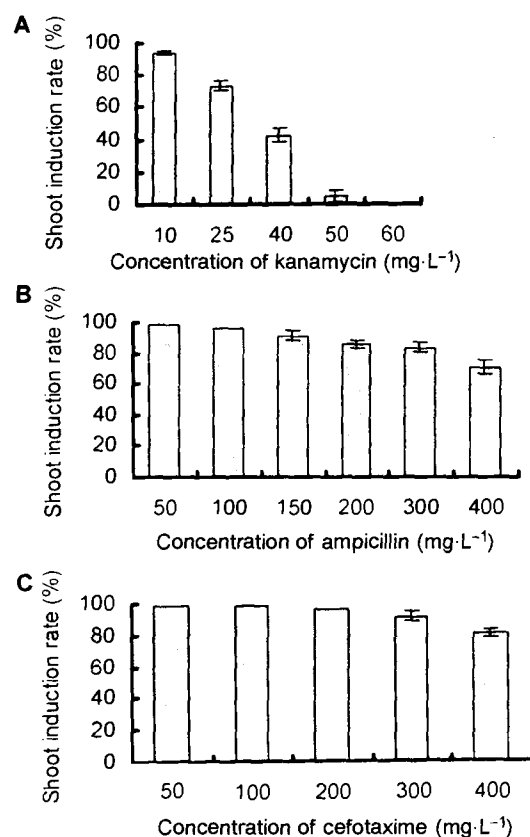


图4 抗生素对下胚轴植株再生的影响

- (A) 卡那霉素对下胚轴植株再生的影响;
(B) 氨苄青霉素对下胚轴植株再生的影响;
(C) 头孢霉素对下胚轴植株再生的影响

Figure 4 Effect of antibiotics on regeneration

- (A) effect of kanamycin on regeneration;
(B) effect of ampicillin on regeneration;
(C) effect of cefotaxime on regeneration

氨苄青霉素(ampicillin, Amp)和头孢霉素(cefotaxime, Cef)对亚麻植株再生的抑制作用不是很明显,但仍然表现为随着抗生素浓度的升高,愈伤组织和不定芽的诱导率逐渐降低。实验结果表明亚麻对这2种抗生素的抗性仍然能达到500 mg·L⁻¹(图4)。因此可以使用Amp和Cef作为农杆菌的生长抑制剂。

3 结论与讨论

植物离体组织培养主要受外植体、培养基和培养环境三大因素的调控。在植物形态建成过程中,起主要作用的是培养基中生长调节剂组合的配比,细胞分裂素和生长素在外植体离体培养中影响植物特定基因的激活与表达,从而调节特定蛋白质的合成,影响整个细胞的分裂及分化过程(赵术珍等, 2006)。本研究证明亚麻下胚轴是诱导不定芽的优良外植体, B5基本培养基是亚麻组织培养最适培养基。

培养基中加入生长调节物质可以改变和影响外植体的内源激素水平,从而导致亚麻外植体在附加不同植物生长调节剂的培养基中进行离体培养时,不定芽的诱导率差异很大。较高浓度的激素有利于不定芽的形成,而当激素浓度相同时,生长素和细胞分裂素的组合使用优于单独使用;但当激素浓度过高时,诱导的幼芽容易玻璃化,这可能是由于细胞分裂素浓度过高会导致不定芽结构畸形(Cushman et al., 2000)。一般情况下认为,活性炭具有调节激素配比及吸附在培养过程中产生的有害物质的作用,使组织培养过程中再生苗成活率增加。本实验使用活性炭在一定程度上增加了亚麻下胚轴再生健康苗的可能性。从实验结果可以明显地看出,在相同的激素浓度下,白花不定芽诱导率可达98.50%,而HI045为0,这说明亚麻组织培养受基因型的影响比较大。同时,不同基因型亚麻的不同最适激素浓度配比有待进一步的研究和探讨。

本文以8个南方引种成功品种为材料,初步筛选出白花组织培养的最佳培养基,建立了高效的直接再生体系,为今后亚麻遗传转化研究、T-DNA插入突变体库的构建及亚麻的功能基因组研究建立了一个良好的平台。

参考文献

- 姬妍茹, 田玉杰, 宋淑敏, 关向军 (2005). 亚麻直接分化再生系统的初步建立. 生物技术通报 **3**, 41-46.
- 姬妍茹, 田玉杰, 苑志辉, 宋淑敏, 霍红宇, 关向军, 姜丽华 (2001). 用组织培养法繁殖野生亚麻的研究. 中国麻作 **23**(4), 8-11.
- 焦德志, 李波, 吕建伟, 李莉 (2006). 亚麻愈伤组织诱导最佳培养基的筛选. 安徽农业科学 **34**, 1124-1125.
- 李学宝, 陈光荣, 金波 (1995). 亚麻下胚轴离体培养和转化的研究. 武汉植物学研究 **13**, 344-348.
- 孙洪涛, 傅卫东, 董丽辉, 柳新 (1983). 亚麻茎尖、子叶、下胚轴诱导再生植株的研究. 科学通报 **28**, 1332-1334.
- 孙洪涛, 付卫东, 吴昌斌, 徐艳芹, 宋淑敏, 苑志辉 (1995). 影响亚麻花药培养的某些因素. 植物学通报 **12**(3), 41-44.
- 王玉富, 周思君, 刘燕, 李希臣, 康庆华, 王国英 (2000). 亚麻转基因植株的再生及生根培养的研究. 中国麻作 **22**(3), 25-27.
- 苑志辉, 孙洪涛, 吴昌斌, 宋淑敏, 徐艳琴 (1997). 亚麻体细胞无性系的建立及其植株再生. 中国麻作 **19**(1), 17-18.
- 赵术珍, 阮圆, 王宝山 (2006). 盐地碱蓬幼嫩花序的组织培养及植株再生. 植物学通报 **23**, 52-55.
- Bretagne B, Chupeau MC, Chupeau Y, Fouilloux G (1994). Improved flax regeneration from hypocotyls using thidiazuron as a cytokinin source. *Plant Cell Rep* **14**, 120-124.
- Cushman JC, Wulan T, Kuscuoglu N, Spatz MD (2000). Efficient plant regeneration of *Mesembryanthemum crystallinum* via somatic embryogenesis. *Plant Cell Rep* **19**, 459-463.
- Jain P, Rashid A (2001). Stimulation of shoot regeneration on *Linum* hypocotyl segments by thidiazuron and its response to light and calcium. *Biol Plantarum* **44**, 611-613.

Highly Efficient Adventitious Shoot Induction from Hypocotyl Explants in *Linum usitatissimum* L.

Zhiyang Zhang^{1,2}, Xinbo Chen^{1,2*}, Yu Zhang², Songhua Long¹, Yuan Gao², Ailing Liu³

¹ Ministry of Agriculture Key Laboratory of Genetic Improvement and Engineering Microbiology for Bast Fiber Crops, Institute of Bast Fiber Crops, the Chinese Academy of Agricultural Sciences, Changsha 410006, China

² Crop Gene Engineering Key Laboratory of Hunan Province, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China

³ College of Bio-science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China

Abstract Flax is an important economic crop for fiber and/or oil in China. An efficient flax plant regeneration system was established through optimization of basal medium, hormone combination, flax genotype and age of hypocotyl explants. The best medium for callus and adventitious shoot differentiation was YB1. Shoot induction rate of Baihua, Heiya NO.4, K6531, K7697, HI026, HI045, I039 and Aliyana was 98.50%, 98.50%, 56.50%, 42.47%, 54.40%, 0, 27.13%, and 97.30%, respectively, and mean shoot number per explant was 11.43, 9.33, 2.17, 0.77, 1.10, 0, 0.90, and 10.68, respectively. Hypocotyls taken from seedlings 7 to 10 days old showed the highest regeneration ability. RB5 medium was optimal for root formation of regenerated shoots, with 100% root induction and 15.3 roots per shoot. Kanamycin at 60 mg·L⁻¹ inhibited callus and shoot induction completely; the effect of ampicillin and cefotaxime at the concentrations tested was not significant.

Key words adventitious shoot, hypocotyls, *Linum usitatissimum* L., plant regeneration

Zhang ZY, Chen XB, Zhang Y, Long SH, Gao Y, Liu AL (2007). High efficient adventitious shoot induction from hypocotyl explants in *Linum usitatissimum* L. *Chin Bull Bot* 24, 629–635.

* Author for correspondence. E-mail: chenxinbo@hotmail.com

(责任编辑: 白羽红)

科学出版社生命科学编辑部新书推介 I

探索: 基因组学、蛋白质组学和生物信息学(第二版)

孙之荣 译 978-7-03-018903-5/Q.1846 定价: 75 元 2007 年 6 月出版

本书围绕对基因组学、蛋白质组学和生物信息学的概括描述, 向读者介绍了近几年来生物学以及医学生物学在研究方法上的发展, 以及这些方法在研究思维上的深远影响。作者以通俗易懂的语言将这三个方面组成一个研究、探索问题的互动平台, 使读者对生物信息学有一个系统的认识和了解, 利于更深入的研究。本书内容主要包括基因组序列、基因组变异、基因组表达、DNA 芯片、蛋白质组学、全基因组学以及基因组学在医学病例中的应用等, 同时穿插问题探讨、数学备忘录等, 使内容更加丰富。书内附图片光盘利于读者参考。本书可作生物学专业本科生、研究生的生物信息学教材或教学辅导书, 亦可供分子生物学、生物化学、细胞生物学以及医学、药学等领域的科研人员参考。

工业蛋白质组学(应用生物技术大系)

[美] D 菲格斯 主编 钱小红, 贺福出 主译 978-7-03-018952-3/Q.1851 定价: 45 元 2007 年 6 月出版

本书包含了蛋白质组学的基本原理和在工业上的应用工艺。第一部分介绍了应用到功能蛋白质组学研究的各种方法, 包括杂交酵母、光谱测定技术、核磁共振技术等; 第二部分对应用于人类健康和生物技术的蛋白质组学在工业研究方面进行了全面的介绍; 最后一部分展望了未来最有发展潜力的领域, 如蛋白质芯片、基因组学分析、蛋白质组学工具等。

联系地址: 北京东黄城根北街 16 号 科学出版社销售部 邮编: 100717

联系人: 周文字 电话: 010-64031535; 010-64012501(生命科学分社)

E-mail: lifescience@mail.sciencep.com

欢迎邮购科学出版社各类图书(免邮费)。图书目录详见网站 www.lifescience.com.cn