特效植物营养素对平菇和金针菇的增产效果及表观遗传效应

余素芹，常萌蕾
（广州大学生命科学学院，广东 广州 510006）

摘 要：以食用菌平菇和金针菇为材料进行组织培养后栽培，在常规培养基和栽培基质中添加特效植物营养素(SPNE)进行了系列对比试验，研究SPNE对平菇和金针菇组织培养菌丝生长速度和栽培产量的影响。结果表明：2个材料均表现为以每代都用SPNE处理的菌丝生长速度和栽培产量最高；仅第1代用SPNE处理，经过6代无性繁殖后其后代仍超过对照，产生表观遗传效应，且此效应随着用SPNE处理代数的增加而增强。

关键词：SPNE；平菇；金针菇；组织培养；增产效果；表观遗传效应
中图分类号：S646.1 **文献标识码**：A **文章编号**：1004-874X(2008)11-0017-03

Yeild-increasing and epigenetic effect of SPNE on *Pleurtus ostreatus* and *Flammulina velutipes*

YU Su-qin, CHANG Meng-lei
(*Colleage of Life Science, Guangzhou University, Guangzhou* 510006, *China*)

Abstract: Selected *Pleurtus ostreatus* and *Flammulina velutipes* of edible fungi as material for tissue culture first, then the hyphae were cultivated in mushroom. SPNE(special plant nutrional element) were added to normal media and cultivated material for a series of comparative test. The hyphae growing rate and cultivation yield of treatment had been compared with contrast. The results showed that the hyphae growing rate and cultivation yield of treatment treated by SPNE at each generation was the highest. The treatment treated by SPNE only at the first generation was still better than the contrast after 6 generation, which meanen that SPNE could produce epigenetic effect and the effect could strengrhen with the increase of treated generations.

Key words: SPNE; *Pleurtus ostreatus*; *Flammulina velutipes*; tissue culture; yeild-increasing effect; epigenetic effect

从1996年开始，余素芹发现将自己获国家发明专利的特效植物营养素(Special plant nutrional element，简称SPNE)[1]用于多种植物均能产生表观遗传(又称表型遗传)效应。从1999年开始，我们用有性生殖的辣椒、油菜和水稻等作物的常规品种进行SPNE系列试验，均证明SPNE在使作物增产的同时能产生表观遗传效应，且这种表观遗传效应随着处理代数的增加而增强[2-5]。

早在2002年，我们就以香菇为材料进行组织培养至第5代，发现SPNE处理产生的表观遗传效果仍优于对照[6]。在本研究中，我们用平菇和金针菇在尽可能一致的条件下组织培养至第5代，比较每代各处里的菌丝生长速度，并对接种至栽培基质上的第6代平菇和金针菇的栽培产量进行对比，探讨了SPNE的表观遗传效应。

1 材料与方法

1.1 组织培养试验

1.1.1 培养基的配制 每代用于组织培养产生菌丝的培养基均设对照和SPNE处理2种。其中对照培养基配方为玉米粉40 g/L+葡萄糖20 g/L+蛋白胨20 g/L+琼脂20 g/L，SPNE培养基是在对照培养基的基础上添加1.5 mL/L SPNE。将对照和SPNE培养基分别按比例配制后，用长18 cm、口径1.7 cm的试管分装，每管15 mL；灭菌后将试管置于高度相同的架子上，并倾斜相同角度放置，使冷却后各试管的固体斜面长度一样。

1.1.2 处理类型设置 第1~5代各类型外植体接种后均置于温度为25℃、湿度为90%、无光照的恒温箱内培养。

第1代：从外观新鲜、生长健旺的平菇和金针菇中选择中度成熟、优质的子实体，在超净工作台上用

收稿日期：2008-10-10
作者简介：余素芹(1948-)，女，教授，E-mail：suqin_yu@163.com

75%酒精消毒，平菇从同一子实体的菌柄和菌盖交界处、金针菇从同一子实体菌柄的中上部取 0.3 cm×0.3 cm 的组织 6 块，分别接种于对照培养基和 SPNE 培养基的斜面上，代号分别为 C、Z，每个类型 3 管，每管 1 块。

第 2 代：将第 1 代 2 个类型培养 10 d 后获得的菌丝分为 3 个类型，C 菌丝转代培养于对照培养基中（代号为 CC），Z 菌丝转代培养于对照培养基中（代号为 ZC），Z 菌丝转代培养于 SPNE 培养基中（代号为 ZZ）。每个类型 6 管，每管转接的菌丝量均相同，转代培养基均为新鲜培养基。

第 3 代：将第 2 代 3 个类型培养 10 d 后获得的菌丝分为 4 个类型，CC 菌丝转代培养于对照培养基中（代号为 CCC），ZC 菌丝转代培养于对照培养基中（代号为 ZCC），ZZ 菌丝转代培养于对照培养基中（代号为 ZZC），ZZ 菌丝转代培养于 SPNE 培养基中（代号为 ZZZ）。每个类型 12 管，每管转接的菌丝量均相同，转代培养基均为新鲜培养基。

第 4 代：将第 3 代 4 个类型培养 10 d 后获得的菌丝分为 5 个类型，CCC 菌丝转代培养于对照培养基中（代号为 CCCC），ZCC 菌丝转代培养于对照培养基中（代号为 ZCCC），ZZC 菌丝转代培养于对照培养基中（代号为 ZZCC），ZZZ 菌丝转代培养于对照培养基中（代号为 ZZZC），ZZZ 菌丝转代培养于 SPNE 培养基中（代号为 ZZZZ）。每个类型 24 管，每管转接的菌丝量均相同，转代培养基均为新鲜培养基。

第 5 代：将第 4 代 5 个类型培养 10 d 后获得的菌丝分为 6 个类型，CCCC 菌丝转代培养于对照培养基中（代号为 CCCCC），ZCCC 菌丝转代培养于对照培养基中（代号为 ZCCCC），ZZCC 菌丝转代培养于对照培养基中（代号为 ZZCCC），ZZZC 菌丝转代培养于对照培养基中（代号为 ZZZCC），ZZZZ 菌丝转代培养于对照培养基中（代号为 ZZZZC），ZZZZ 菌丝转代培养于 SPNE 培养基中（代号为 ZZZZZ）。每个类型 48 管，每管转接的菌丝量均相同，转代培养基均为新鲜培养基。

1.2 栽培试验

1.2.1 栽培基质的配制　栽培基质设对照和 SPNE 处理 2 种。其中对照基质配方为：玉米蕊面 50 kg、青冈木屑 10 kg、白糖 100 g、水 60 L；SPNE 基质是在对照基质的基础上添加 90 mL SPNE。

1.2.2 处理类型设置　组织培养后 10 d，将第 5 代 6 个类型培养 10 d 后获得的菌丝分为 6 个类型：CCCCC 菌丝栽培于对照基质中（代号为 CCCCCK），ZCCCC 菌丝栽培于对照基质中（代号为 ZCCCCK），ZZCCC 菌丝栽培于对照基质中（代号为 ZZCCCK），ZZZCC 菌丝栽培于对照基质中（代号为 ZZZCCK），ZZZZC 菌丝栽培于对照基质中（代号为 ZZZZCK），ZZZZZ 菌丝栽培于对照基质中（代号为 ZZZZZK），ZZZZZ 菌丝栽培于 SPNE 基质中（代号为 ZZZZZT）。

其中，平菇采用袋装栽培（每袋装基质 1 500 g），每袋接种同类型菌丝 9 管，每个类型栽培 3 袋；金针菇采用 500 mL 广口瓶栽培（每瓶装基质 400 g），每瓶接种同类型菌丝 3 管。栽培后将各类型置于温度 22℃、湿度 90%~98%、弱光照的条件下生长，使之栽培成菇（子实体）。

1.3 测定项目

第 1~5 代各类型外植体接种后 6 d，测定各类型菌丝在培养基斜面上生长的长度，其平均值即为该类型菌丝的生长速度。第 6 代各类型采收 3 次后测定总菇数、单菇重和总产量。

2 结果与分析

2.1 SPNE 处理对平菇和金针菇第 1~5 代菌丝生长的影响

不同类型平菇和金针菇第 1~5 代菌丝生长速度的比较结果见表 1。由表 1 可知，在培养条件完全相同的情况下，虽然平菇和金针菇的菌丝生长速度有差异，但都表现了共同的规律，即第 1~3 代菌丝生长速度逐代增加，至第 4 代达到最高，第 5 代菌丝生长速度又低于第 4 代。比较同一代各类型菌丝的生长速度可知，添加

表 1 不同类型平菇和金针菇第 1~5 代菌丝生长速度(cm)比较

世代	类型	平菇	金针菇
第 1 代	Z	6.5	4.9
	C(CK)	5.4	3.8
第 2 代	ZZ	8.2	7.8
	ZC	7.9	7.4
	CC(CK)	5.8	5.9
第 3 代	ZZZ	8.5	8.9
	ZZC	8.4	8.6
	ZCC	7.9	8.1
	CCC(CK)	7.1	7.9
第 4 代	ZZZZ	9.6	10.5
	ZZZC	9.4	9.9
	ZZCC	9.3	9.5
	ZCCC	9.2	9.3
	CCCC(CK)	7.6	9.0
第 5 代	ZZZZZ	8.7	7.6
	ZZZZC	8.6	7.5
	ZZZCC	8.4	7.3
	ZZCCC	8.3	7.1
	ZCCCC	8.1	7.0
	CCCCC(CK)	7.2	6.7

了 SPNE 的处理的菌丝生长速度均高于对照，且这种表观遗传效应随着处理代数的增加逐渐增强，以每代均用 SPNE 处理的效果最好。从表 1 还可见，仅在第 1 代用 SPNE 处理的 ZCCCC 培养到第 5 代，其菌丝生长速度仍然高于对照 CCCCC，说明用 SPNE 处理后产生的表观遗传效应遗传到第 5 代仍产生作用。

2.2 SPNE 处理对平菇和金针菇第 5 代菌丝栽培产量性状的影响

从表 2 可见，平菇、金针菇的单菇重和总产量均表现为 ZZZZZT 优于 ZZZZZK、ZZZZZK 优于 ZZZZCK、ZZZZCK 优于 ZZZCCK、ZZZCCK 优于 ZZCCCK、ZZCCCK 优于 ZCCCCK、ZCCCCK 优于 CCCCCK，反映出第 5 代平菇、金针菇菌丝的栽培产量随着 SPNE 处理代数的增加而提高。仅在第 1 代用 SPNE 处理的 ZCCCCK 经过 5 代菌丝培养到第 6 代栽培出菇，其产量超过 6 代均未用 SPNE 处理的 CCCCCK，说明第 1 代用 SPNE 处理产生的表观遗传效应到第 6 代仍有效果。

表 2 不同类型平菇和金针菇第 5 代菌丝栽培产量比较

类型	平菇			金针菇		
	总菇数(个)	单菇重(g)	总产量(g)	总菇数(个)	单菇重(g)	总产量(g)
ZZZZZT	18	22.15	411.9	227	1.06	240.6
ZZZZZK	19	21.39	406.5	228	1.02	232.8
ZZZZCK	20	19.02	380.4	195	0.96	187.2
ZZZCCK	25	14.90	372.6	176	0.93	163.8
ZZCCCK	27	12.17	328.8	158	0.82	130.2
ZCCCCK	28	11.41	319.5	146	0.71	103.8
CCCCCK(CK)	37	8.38	306.3	149	0.63	93.6

3 结论与讨论

在相对一致的条件下比较了 SPNE 处理平菇和金针菇对菌丝生长和栽培产量的影响，结果表明：无论是菌丝生长速度还是增产效果，每代均用 SPNE 处理的效果最好，且随着处理代数的增加效果逐代增强，但到第 6 代增长幅度减小；第 1 代用 SPNE 处理后至第 6 代仍有表观遗传效应，但这种效应逐代减弱。由于组织培养是无性繁殖，其基因型一致，且外植体均取自同一子实体的同一位点，其生长状况一致，即所有组织培养环境和栽培环境一致，因此，本试验客观地反映了 SPNE 在不同世代不同类型处理的效果。

经典遗传学的理论认为，基因改变才能遗传，若基因不变，则无论上代处理与否下代都不应有差异。本试验结果证明，SPNE 产生的表观遗传效应是全方位的，如菌丝生长速度、子实体的发育成菇，无论是平菇还是金针菇均随着 SPNE 处理代数的增加，单菇重增加、菇体增大，且处理增大的菇与对照完全相似，只是处理的光泽更好、外观更美。上述都可判断 SPNE 的作用不是诱导某一个基因发生突变，不属于基因结构改变的经典遗传，其产生的表观遗传效应属于通过有丝分裂或减数分裂来传递非 DNA 改变的遗传信息的表观遗传。我们用显微镜观察了同一世代不同处理类型的菌丝，发现锁状联合数随着 SPNE 处理代数的增加而增加，而锁状联合数的增加说明细胞分裂数的增加，即 SPNE 处理能促进细胞分裂而加速生长；研究还发现，各类型菌丝的大小并无区别，说明 SPNE 促进的是正常细胞的分裂。表观遗传学认为，经典遗传从基因结构水平上解释遗传，而表观遗传是从基因调控水平上解释遗传，是在基因提供信息的基础上，不改变 DNA 序列而使基因组在内外环境条件下选择性地表达信息，最终形成遗传性状，是对经典遗传的补充和发展[7]。已有研究证明核酸水解物能产生表型遗传[8]。而 SPNE 的成分里就含有大量核酸水解物。对于 SPNE 产生的表观遗传效应的机理，我们将从分子水平上深入研究。不论 SPNE 产生的表观遗传效应是否属于 DNA 序列不变的表观遗传，都不影响其在育种生产上的直接应用。表观遗传学自 1939 年正式提出以来就被很多学者所研究，但像 SPNE 这样能直接用于生产并产生明显表观遗传效应的未见报道。SPNE 在有性繁殖和无性繁殖上均能被应用，这为育种工作者提供了新的方法，在表观遗传育种实践和理论研究上都有重大意义。

本研究结果还表明，SPNE 处理直到第 6 代仍能产生增产效果和表观遗传效应，但增长幅度减小。其中，每代都用 SPNE 处理的平菇和金针菇的增产效果好、表观遗传效应强、产量更高，这种增产作用能够持续多少代还有待进一步研究。

参考文献：

[1] 余素芹.一种植物生长营养液[P].专利号:ZL 95 100556.1.

[2] 余素芹,常绍明.植物特效营养液处理作物后代性状表观比较[J].中国农学通报,2002(2):15-17.

[3] 余素芹,郑晓明,常萌蕾.特效植物营养素在苦瓜种子上的表观遗传效应[J].广东农业科学,2008(8):37-40.

[4] 常萌蕾,余素芹.特效植物营养素对辣椒常规种的增产效果及表观遗传效应[J].广东农业科学,2008(9):43-45.

[5] 常萌蕾,余素芹.特效植物营养素对油菜四代的产量影响及表观遗传效应[J].广东农业科学,2008(10):15-17.

[6] 余素芹, 陈德周, 谢爱林, 等. 植物营养液在食用菌上的应用[J].食用菌,2002,24(4):6-7.

[7] 薛京伦.表观遗传学——原理、技术与实践[M].上海:上海科学技术出版社,2006:1-12.

[8] Edward J S,Robyn A L,Robert V B.倪敏,蒋雪娟,杨亮译.生物进化探秘[M].北京:新华出版社,2002:8-19.