网络出版时间:2020-08-13　16:07　　DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2021.02.014
网络出版地址:https://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20200812.1408.018.html

分蘖洋葱微鳞茎盘快繁技术体系建立

苏雪娇[1],王秀峰[2],张　悦[2],王学国[2],王健鹂[2],藤　巍[2],宋述尧[1]
(1 吉林农业大学 园艺学院,吉林 长春 130118;2 吉林省蔬菜花卉科学研究院,吉林 长春 130033)

[摘　要] 【目的】建立脱毒、高效的分蘖洋葱微鳞茎盘快繁技术体系,为分蘖洋葱种苗快繁技术体系的建立提供参考。【方法】以分蘖洋葱茎尖为外植体,研究不同质量浓度的激素组合(NAA、6-BA、ZT 和 GA_3)对分蘖洋葱茎尖启动的影响;探讨不同质量浓度的 6-BA(0.1,0.4,1.0 mg/L)与 NAA(0.1,1.0,2.0 mg/L)组合和 6-BA(0.1,0.4,1.0 mg/L)与 IAA(0.1,1.0,2.0 mg/L)组合对分蘖洋葱微鳞茎盘增殖效果的影响;研究 MS、1/2 MS 和 1/4 MS 加入 0.1 mg/L NAA 的生根培养基对分蘖洋葱组培苗生根的影响,并对生根的分蘖洋葱组培苗进行移栽驯化。【结果】分蘖洋葱最佳茎尖启动培养基为 MS+0.1 mg /L NAA,成苗率达 87.50%;微鳞茎盘最佳增殖培养基为 MS+0.4 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA,平均增殖系数达 16.05;最佳生根培养基为 1/2 MS+0.1 mg/L NAA,生根率达 100%;将生根后的试管苗移栽于 V(草炭):V(田土)= 2:1 的基质中,覆膜保湿,在 20 ℃、相对湿度 80%条件下培养 20 d,移栽驯化成活率可达 95%以上。【结论】初步建立了分蘖洋葱微鳞茎盘快繁技术体系,在该体系下分蘖洋葱茎尖成苗率、微鳞茎盘增殖系数、生根率及移栽驯化后的组培苗成活率均较高。

[关键词] 分蘖洋葱;组织培养;微鳞茎盘;快繁技术体系
[中图分类号] S633.204+3　　[文献标志码] A　　[文章编号] 1671-9387(2021)02-0105-07

Establishment of rapid propagation system for tiller onion

SU Xuejiao[1], WANG Xiufeng[2], ZHANG Yue[2], WANG Xueguo[2], WANG Jianli[2], TENG Wei[2], SONG Shuyao[1]
(1 *Horticulture College, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin* 130118, *China*;
2 *Jilin Provincial Institute of Vegetable and Flower Science, Changchun, Jilin* 130033, *China*)

Abstract:【Objective】This study established a highly effective and virus-free system for rapid propagation of tiller onion microscale stem disc to provide basis for the establishment of a rapid propagation technology system for tiller onion seedlings.【Method】The effects of different concentrations of hormones (NAA, 6-BA, ZT and GA_3) on initiation of tiller onion stem tips were studied. The effects of combination of 6-BA (0.1, 0.4 and 1.0 mg/L) with NAA (0.1, 1.0 and 2.0 mg/L) and 6-BA (0.1, 0.4 and 1.0 mg/L) with IAA (0.1, 1.0 and 2.0 mg/L) on the proliferation of microscale stem disc of tiller onion were analyzed. The effects of MS, 1/2 MS and 1/4 MS plus 0.1 mg/L NAA rooting medium on rooting of tiller onion tissue culture seedlings were also studied and rooting tissue cultured seedlings were transplanted and acclimatized.【Result】The optimum stem tip starting medium of tiller onion was MS+0.1 mg/L NAA with seedling formation rate of 87.50%. The optimum medium for proliferation of microscale stem disc was MS+0.4 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA with an average proliferation coefficient of 16.05. The opti-

[收稿日期] 2020-01-16
[基金项目] 吉林省现代农业产业技术体系建设专项(2013026)
[作者简介] 苏雪娇(1996-),女,山东金乡人,在读硕士,主要从事设施园艺工程及蔬菜生态生理研究。
E-mail:2514481667@qq.com
[通信作者] 宋述尧(1957-),男,吉林长春人,教授,博士生导师,主要从事设施园艺工程及蔬菜生态生理研究。
E-mail:sysongjlau@126.com

mum rooting medium was 1/2 MS+0.1 mg /L NAA with rooting rate of 100%. The test tube seedlings after rooting were transplanted into a matrix with a ratio of V (peat) : V (field soil) = 2 : 1. After film mulching and moisturizing, under the condition of 20 ℃ and 80% relative humidity, the survival rate of transplanting domestication was larger than 95%.【Conclusion】The rapid propagation technology system of tiller onion microscale stem disc was established, which obtained high seedling formation rate, microscale disc proliferation coefficient, rooting rate and survival rate of tissue cultured seedlings.

Key words: tiller onion; tissue culture; microscale disc; rapid propagation technology system

分蘖洋葱(*Allium cepa* L. varagrogatum Don.)别名毛葱、鬼子葱、分蘖葱头等,为葱科葱属草本植物,其营养成分丰富,具有良好的保健功能,能提高人体免疫力和抗癌能力[1-4]。分蘖洋葱是黑龙江省和吉林省重要的优势蔬菜品种之一,对农民增收起到了积极的促进作用[5]。然而由于其主要繁殖方式为营养繁殖,易受植物病毒病侵染,品种退化严重,很大程度上制约了分蘖洋葱产业的健康发展[6-7]。此外,生产上分蘖洋葱利用蘖生小鳞茎进行种苗繁殖,繁殖系数较低[8]。目前关于分蘖洋葱组培快繁技术方面的研究还较少。选择合适的外植体材料是组培快繁成功的关键,一般来说,茎尖组织分生能力较强,且茎尖分生组织中极少甚至无病毒分布[9],徐启江等[10]和陈典等[11]以茎尖组织为外植体经两种不同途径获得了分蘖洋葱再生植株,但增殖系数较低且周期较长,因此开辟葱蒜类植物新的外植体材料受到了广泛关注。孔素萍等[12]以鳞茎盘为外植体诱导出了大蒜的簇生芽;董瑞等[13]研究发现,在MS+2 mg/L NAA+7.5 mg/L 6-BA培养基上,新疆白皮蒜每个鳞茎盘不定芽生长最大值为39.22株,以鳞茎盘为外植体进行快繁不仅可以获得较高的增殖效率,且较茎尖取材操作相对容易。然而,关于利用分蘖洋葱鳞茎为外植体进行快繁的研究目前尚未见报道。为此,本试验拟开展分蘖洋葱茎尖启动、微鳞茎盘增殖及生根驯化等关键技术研究,旨在建立脱毒、较高效的分蘖洋葱快繁体系,为分蘖洋葱种苗的快繁提供参考。

1 材料与方法

1.1 **试验材料** 选取吉林省公主岭市怀德镇地方分蘖洋葱品种为试验材料。

1.2 **试验方法**

1.2.1 *茎尖启动培养* 将分蘖洋葱种球外层鳞茎逐层剥下,剥至长度2 cm左右,用自来水冲洗30 min,再于超净工作台内,用体积分数75%乙醇浸泡30 s,质量分数1%次氯酸钠浸泡13 min,无菌水冲洗3~5次,备用。

以MS(蔗糖30 g/L,琼脂7 g/L)为基础培养基,在基础培养基中添加不同激素组成启动培养基,用以诱导成苗,培养基配方共设6个处理,详见表1。将经过消毒的外植体在无菌条件下,利用显微镜剥离出0.3 mm大小的茎尖组织,用于接种。每个处理接种40个茎尖,3次重复。培养35 d后统计成苗数和成苗率并测量株高茎粗。培养条件为:温度20~25 ℃,光照强度2 000 lx,光照时间16 h/d,以下试验的培养条件与此相同。成苗率的计算公式为:

成苗率=(成苗数/接种个数)×100%。

表1 分蘖洋葱茎尖启动培养基配方

Table 1 Formula of starter medium for tiller onion stem tip

培养基编号 Number of medium	培养基配方 Medium recipe	培养基编号 Number of medium	培养基配方 Medium recipe
A1	MS+0.1 mg/L NAA	A4	MS+0.1 mg /L NAA+0.4 mg/L ZT
A2	MS+0.1 mg/L NAA+0.4 mg/L 6-BA	A5	MS+0.1 mg/L NAA+0.8 mg/L ZT
A3	MS+0.1 mg /L NAA+0.8 mg/L 6-BA	A6	MS+0.025 mg/L NAA+0.1 mg/L 6-BA+0.05 mg/L GA_3

1.2.2 *微鳞茎盘增殖培养* 试管鳞茎诱导:待茎尖培养至成苗后,把通过RT-PCR技术检测无洋葱黄矮病毒的植株作为分蘖洋葱快繁体系的原始种苗(试管苗脱毒率约为60%)。将原始种苗转接至鳞茎诱导培养基(MS+0.1 mg/L NAA+45 g/L蔗糖+7 g/L琼脂)中诱导结球。

微鳞茎盘增殖:当脱毒种苗试管微鳞茎直径达到8 mm以上时,切去根及鳞茎盘以上部分,去除主生长点后将鳞茎盘切割成4份,分别接种于以MS(附加蔗糖30 g/L,琼脂7 g/L)为基础培养基,添加

不同质量浓度的 6-BA（0.1，0.4，1.0 mg/L）与 NAA（0.1，1.0，2.0 mg/L）组合和 6-BA（0.1，0.4，1.0 mg/L）与 IAA（0.1，1.0，2.0 mg/L）组合的增殖培养基中，诱导丛生芽，4 周后统计分化芽总数，计算平均增殖系数。每个配方接种 20 个 1/4 鳞茎盘，3 次重复。平均增殖系数的计算公式为：

平均增殖系数＝分化芽总数/接种块数。

1.2.3　生根壮苗与移栽驯化　生根培养基配方设 3 个处理，分别为 MS＋0.1 mg/L NAA、1/2 MS＋0.1 mg/L NAA 和 1/4 MS＋0.1 mg/L NAA。将增殖后的组培苗分株接种于不同生根培养基中进行生根培养，诱导组培苗进行生根，培养 30 d 后，统计生根率和生根数并测量根长。每个培养基配方接种 30 株，3 次重复。生根率的计算公式为：

生根率＝（已生根株数/接种个数）×100%。

将生根后的分蘖洋葱组培苗移栽至穴盘中驯化，基质配比为 V（草炭）：V（田土）＝ 2：1，覆膜保湿，在培养温度 20 ℃、相对湿度 80%的条件下培养，20 d 后统计成活率，并观察后续田间生长情况。

1.3　数据分析

利用 Excel 2019 进行试验数据统计，采用 SPSS 20.0 进行数据分析和 Duncan's 多重比较分析。

2　结果与分析

2.1　分蘖洋葱茎尖启动培养

由表 2 可以看出，分蘖洋葱茎尖组织经过 35 d 培养后，在 6 种培养基上的成苗率和生长状态有一定差异。分蘖洋葱茎尖组织在 A1 培养基上的成苗率最高，为 87.50%，显著高于其他处理；植株的平均株高和茎粗也最大，分别为 3.41 和 1.17 cm。A2 和 A3 培养基中分别添加了 0.4 mg/L 6-BA 和 0.8 mg/L 6-BA，分蘖洋葱茎尖组织成苗率有所下降，分别为 75.00%和 67.50%，平均株高和茎粗也有所减小，其中平均株高显著低于 A1 培养基，平均茎粗与 A1 培养基差异不显著。A4 和 A5 培养基中分别添加了 0.4 mg/L ZT 和 0.8 mg/L ZT，分蘖洋葱茎尖组织成苗率分别为 77.50%和 67.50%，平均株高分别为 3.17 和 2.78 cm，平均茎粗分别为 1.06 和 0.87 cm。分孽洋葱茎尖组织在 A6 培养基上的成苗率最低，仅为 57.50%，平均株高和茎粗也最小。由于茎尖组织在 A1 培养基上的成苗率最高且植株生长状态最好，因此 A1 培养基为分蘖洋葱的最佳茎尖启动培养基。

表 2　不同培养基对分蘖洋葱茎尖成苗及生长状况的影响

Table 2　Effects of different media on seedling formation and growth status of stem tip

培养基编号 Number of medium	接种个数 Number of inoculations	成苗数 Number of seedlings	成苗率/% Seedling rate	平均株高/cm Average stock height	平均茎粗/cm Average stem thick
A1	40	35	87.50±7.65 a	3.41±0.33 a	1.17±0.12 a
A2	40	30	75.00±6.31 b	2.91±0.24 bc	0.91±0.20 ab
A3	40	27	67.50±4.15 c	2.74±0.13 c	0.85±0.09 ab
A4	40	31	77.50±5.54 b	3.17±0.16 ab	1.06±0.31 a
A5	40	27	67.50± 6.20 c	2.78±0.22 c	0.87±0.27 ab
A6	40	23	57.50±5.55 d	2.36±0.27 d	0.71±0.18 b

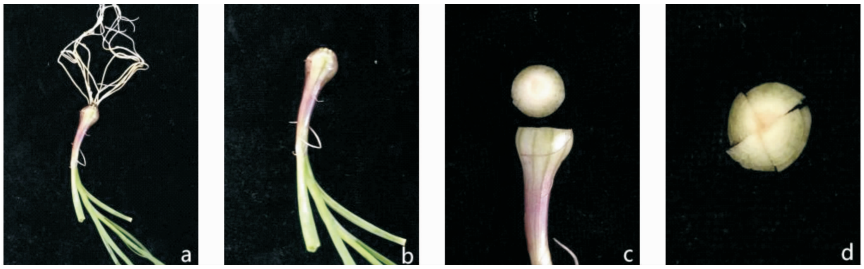
注：同列数据后标不同字母表示不同处理间差异显著（$P<0.05$），下表同。

Different letters indicate significant differences between treatments ($P<0.05$), the same below.

2.2　分蘖洋葱微鳞茎盘增殖

2.2.1　微鳞茎盘的获得　本试验分蘖洋葱增殖快繁是以试管微鳞茎盘为外植体进行的，因此需先对分蘖洋葱原始种苗进行试管结球诱导以获得试管微鳞茎。本试验将原始种苗接种于 MS＋0.1 mg/L NAA＋45 g/L 蔗糖＋7 g/L 琼脂的培养基中诱导结球，培养 8 周后获得了直径大于 8 mm 的试管微鳞茎。图 1 为分蘖洋葱微鳞茎盘获得流程，其中图 1-a 为经结球诱导后的试管微鳞茎，图 1-b－d 为分蘖洋葱微鳞茎切割过程图。首先将分蘖洋葱试管苗的根部切除，再将鳞茎盘以上部分去除，最后将鳞茎盘上的主生长点去除后切割成 4 份，分别接种于添加不同质量浓度的 6-BA 与 NAA 组合和 6-BA 与 IAA 组合的增殖培养基上诱导丛生芽。

2.2.2　不同激素组合对分蘖洋葱微鳞茎盘增殖的影响　将切割后的分蘖洋葱鳞茎盘接种于增殖培养基上，随着诱导时间的延长，微鳞茎盘分化数增加，经 2 周培养后，在显微镜下观察到了丛生芽的分化；3 周后，丛生芽株高最大可达 1 cm；4 周后丛生芽株高可达 3 cm，分化数达到最大值（图 2）。

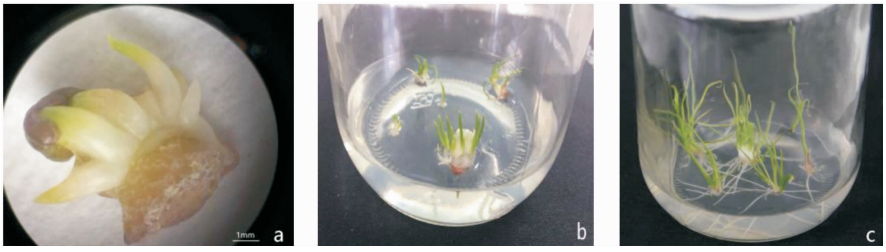


a. 试管微鳞茎;b. 切除根部;c. 切除鳞茎盘以上部分;d. 鳞茎盘切割 4 份

a. Micro-squamous tube;b. Removal of roots;c. Removal of upper bulbous disk;d. Scale stalk cut 4 parts

图 1 分蘖洋葱微鳞茎盘的获得流程

Fig. 1 Process of obtaining micro-squamous stem disc of tiller onion



a. 培养 2 周;b. 培养 3 周;c. 培养 4 周

a. Culture for 2 weeks;b. Culture for 3 weeks;c. Culture for 4 weeks

图 2 分蘖洋葱微鳞茎盘增殖

Fig. 2 Multiplication of tiller onion microscale

表 3 不同激素组合对分蘖洋葱微鳞茎盘增殖的影响

Table 3 Effect of different hormone combinations on growth of microscale disk of tiller onion

编号 Number	激素组合/(mg·L^{-1}) Hormone combination		接种数(1/4 鳞茎盘数) Number of vaccinations (1 /4 bulb disk number)	分化芽总数 Total number of differentiated buds	平均增殖系数 Maximum multiplication factor
	6-BA	NAA			
B1	0.1	0.1	20	152	7.60±0.64 d
B2	0.4	0.1	20	321	16.05±1.21 a
B3	1.0	0.1	20	296	14.80±0.89 b
B4	0.1	1.0	20	90	4.50±0.21 f
B5	0.4	1.0	20	220	11.00±1.98 c
B6	1.0	1.0	20	149	7.45±1.12 d
B7	0.1	2.0	20	97	4.85±0.39 e
B8	0.4	2.0	20	114	5.70±0.75 e
B9	1.0	2.0	20	69	3.45±0.47 g
编号 Number	激素组合/(mg·L^{-1}) Hormone combination		接种数(1/4 鳞茎盘数) Number of vaccinations (1 /4 bulb disk number)	分化芽总数 Total number of differentiated buds	平均增殖系数 Maximum multiplication factor
	6-BA	IAA			
C1	0.1	0.1	20	71	3.55±0.33 d
C2	0.4	0.1	20	261	13.05±1.08 a
C3	1.0	0.1	20	166	8.30±1.23 b
C4	0.1	1.0	20	48	2.40±0.12 f
C5	0.4	1.0	20	123	6.15±0.92 c
C6	1.0	1.0	20	54	2.70±0.27 e
C7	0.1	2.0	20	39	1.95±0.21 g
C8	0.4	2.0	20	45	2.25±0.08 f
C9	1.0	2.0	20	33	1.65±0.10 h

由表 3 可知,6-BA 与 NAA 组合对分蘖洋葱微鳞茎盘诱导增殖的效果优于 6-BA 与 IAA 组合。不同质量浓度的 6-BA 与 NAA 组合对分蘖洋葱微鳞茎盘的增殖诱导效果存在明显差异,随 NAA 质量

浓度增加，分蘖洋葱微鳞茎盘平均增殖系数普遍下降；当 6-BA 质量浓度为 0.4 mg/L 时，分蘖洋葱微鳞茎盘平均增值系数普遍较高。6-BA 与 NAA 组合中，分蘖洋葱微鳞茎盘在添加 0.4 mg/L 6-BA 和 0.1 mg/L NAA 的培养基上分化芽总数和平均增殖系数最大，平均增殖系数达 16.05，显著高于其他处理。

由表 3 还可知，不同质量浓度的 6-BA 与 IAA 组合也可以诱导出丛生芽，但增殖系数较低，且增殖苗存在畸形苗。同样随 IAA 质量浓度的增加，分蘖洋葱微鳞茎盘平均增殖系数普遍下降；当 6-BA 质量浓度为 0.4 mg/L 时，分蘖洋葱微鳞茎盘平均增殖系数普遍较高；6-BA 与 IAA 组合中分蘖洋葱微鳞茎盘在添加 0.4 mg/L 6-BA 和 0.1 mg/L IAA 的培养基中，分化芽总数和平均增殖系数最大，平均增殖系数达 13.05，显著高于其他处理。综合考虑认为 MS＋0.4 mg/L 6-BA＋0.1 mg/L NAA 为分蘖洋葱微鳞茎盘增殖的最佳培养基。

2.3　分蘖洋葱生根壮苗与移栽驯化

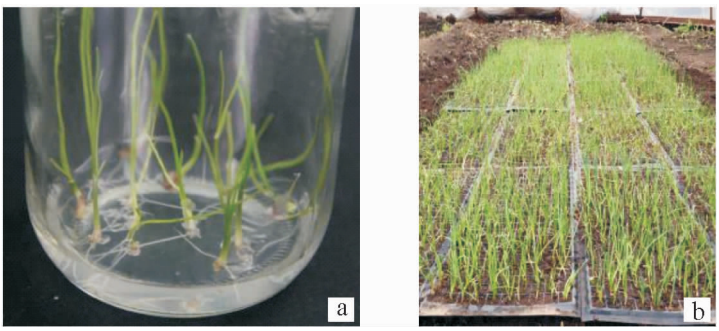
由表 4 可知，将增殖后的分蘖洋葱苗分株接种于不同生根培养基中进行生根培养，培养 30 d 后各培养基上分蘖洋葱的生根率均达 100%，但根的生长状况存在一定差异。D1 培养基上的组培苗平均生根数较多，但根长较短；D2 培养基上的组培苗平均生根数最多，显著高于 D1 和 D3 培养基；D3 培养基上的组培苗平均根长最大，与 D2 培养基差异不显著，但 D3 和 D2 培养基均显著高于 D1 培养基。综合分析认为，D2 培养基为分蘖洋葱组培苗的最佳生根培养基。

表 4　不同生根培养基对分蘖洋葱生根的影响

Table 4　Effect of different rooting medium on rooting of tiller onion

编号 Number	生根培养基配方 Root medium recipe	接种数 Number of vaccinations	生根率/% Root rate	平均生根数 Average number of roots	平均根长/cm Average root length
D1	MS＋NAA 0.1 mg/L	30	100	5.52±0.22 b	3.39±0.25 b
D2	1/2 MS＋NAA 0.1 mg/L	30	100	5.67±0.21 a	4.07±0.17 a
D3	1/4 MS＋NAA 0.1 mg/L	30	100	5.43±0.15 b	4.14±0.33 a

图 3 为分蘖洋葱组培苗田间驯化结果，图 3-a 为生根后的分蘖洋葱组培苗，图 3-b 为移栽至穴盘的组培苗。将生根后的分蘖洋葱组培苗移栽到穴盘中，基质为 V(草炭)：V(田土)＝2：1，覆膜保湿，在 20 ℃、相对湿度 80%条件下培养 20 d 后，分蘖洋葱组培苗成活率在 95%以上。与正常鳞茎种植相比，组培苗后续田间长势较好，且生长期相对延长，分蘖数 4～6 个，鳞茎平均质量为 25～30 g。



a. 分蘖洋葱组培苗；b. 组培苗穴盘栽培

a. Seedling culture of tiller onion；b. Cultivation of tissue culture

图 3　分蘖洋葱组培苗的田间驯化栽培

Fig. 3　Field domestication cultivation of tiller onion tissue culture seedlings

3　讨论与结论

在本试验条件下，分蘖洋葱最佳茎尖启动培养基为 MS＋0.1 mg /L NAA，成苗率为 87.50%。关于分蘖洋葱最佳茎尖启动培养基已有一些报道，徐启江[8] 研究表明，分蘖洋葱最佳诱芽培养基为 MS＋0.1 mg/L NAA＋0.4 mg/L BA。姜玉东[14] 研究表明，MS＋0.1 mg/L NAA＋0.7 mg/L BA 和 MS＋0.1 mg/L NAA＋0.7 mg/L zip 培养基都适合分蘖洋葱的诱芽培养。王健鹂等[15] 研究表明，分蘖洋葱最佳茎尖启动培养基为 MS＋0.1 mg/L NAA＋0.4 mg/L zip。以上结果说明，分蘖洋葱最佳茎尖启动培养基中的最佳 NAA 质量浓度均为 0.1 mg/L，这与本试验结果相一致，所不同的是添

加的其他植物生长调节剂种类和质量浓度有差别,造成这种差异的原因可能与茎尖培养时所采用的分蘖洋葱品种和所处发育时期不同有关,不同的分蘖洋葱品种和所处时期会导致其内源激素水平差异,进而导致茎尖启动培养时选择的培养基激素种类和水平有所差异。本试验进行茎尖启动培养是为了获得生长状况较好的分蘖洋葱植株,在培养基中添加6-BA、ZT等激素会促使茎尖启动时产生芽的分化,影响植株生长状况。因此本试验通过比较确定,只添加0.1 mg/L NAA的培养基为最佳茎尖启动培养基,不仅能有效节约生产成本,同时也提高了诱导效率。

本试验首次利用分蘖洋葱微鳞茎盘为外植体进行增殖,研究结果表明,分蘖洋葱1/4微鳞茎盘在MS+0.4 mg/L 6-BA+0.1 mg/L NAA增殖培养基上的平均增殖系数可达16.05,相当于1个鳞茎盘平均增殖系数可高达64.20。前人研究表明,茎尖外植体分化不定芽平均最大为3.1,茎尖愈伤组织分化形成的芽最多为14个[10-11],因此本试验很大程度上提高了分蘖洋葱的快繁效率。目前,利用鳞茎盘作为外植体增殖在大蒜、朱顶红和洋葱等植物上已有一些报道[16-19]。董瑞等[20]研究表明,在MS+1.799 mg/L NAA+7.50 mg/L 6-BA增殖培养基上,伊宁红皮蒜每个鳞茎盘不定芽生长平均值可达22.92株。陈汉鑫等[21]研究表明,在MS+2.0 mg/L 6-BA+0.2 mg/L NAA增殖培养基上,朱顶红鳞茎盘的增殖系数达5.62倍。潘美红等[19]研究表明,以连葱15号鳞茎盘为外植体,在MS+7 mg/L 6-BA+0.4 mg/L NAA培养基上的增殖效果最好。本试验与前人研究结果均表明,利用鳞茎盘进行快繁可以获得较高的增殖效率。本试验建立的分蘖洋葱微鳞茎盘快繁体系主要流程是分蘖洋葱经茎尖启动后获得组培苗,再经结球诱导后进行鳞茎盘增殖,待鳞茎盘增殖的苗长至3~5 cm时进行分株结球培养,然后再进行鳞茎盘增殖,这样反复循环。此过程不仅可以提高分蘖洋葱的快繁效率,同时能缩短种苗的增殖周期。

试管苗的生根驯化是脱毒种苗生产的最后一步。前人研究表明,MS+1.5 mg/L IBA+0.01 mg/L NAA、MS+2.5 mg/L IBA和1/2 MS+0.1 mg/L PP333+0.01 mg/L NAA+1.5 mg/L IBA等培养基都适合分蘖洋葱的生根培养[6,10,14]。本试验研究表明:在本试验条件下,分蘖洋葱最佳生根培养基为1/2 MS+0.1 mg /L NAA,以单独添加NAA为分蘖洋葱的最佳生根培养基,这与前人研究结果不同。以往研究表明,NAA、IBA和PP333等激素都有促进植物生根的作用,前期诱导组培苗的外植体种类和诱导条件影响组培苗内在激素水平和生长状态,进而导致诱导生根所需要的条件不同[22-25]。本试验在移栽基质为V(草炭):V(田土)=2:1及覆膜保湿条件下,保持培养温度为20 ℃,相对湿度为80%,经驯化20 d后分蘖洋葱组培苗成活率在95%以上。

本试验以分蘖洋葱鳞茎盘为外植体进行增殖诱导,建立了分蘖洋葱组培苗快繁技术体系,提高了种苗快繁的增殖系数,反复循环结球增殖环节,缩短了种苗增殖周期,可为分蘖洋葱的种苗快繁研究提供一定的参考。

[参考文献]

[1] 张德纯.分蘖洋葱[J].中国蔬菜,2013(19):26.
Zhang D C. Tiller onion [J]. China Vegetables,2013(19):26.

[2] Jones H A,Mann L K. Onions and their allies [M]. London:Leonard Hill,1963:286.

[3] 赵 靖,宋述尧,韩玉珠,等.分蘖洋葱和普通洋葱营养品质的比较[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2015,49(1):106-110.
Zhao J,Song S Y,Han Y Z,et al. Comparative analysis of nutritional quality between *Allium cepa* L. var. agrogatum Don. and *Allium cepa* L. [J]. Journal of Northwest A&F University (Natural Science Edition),2015,49(1):106-110.

[4] Kang T B,Liang N C. Studies on the inhibitory effects of quercetinon the growth of HL-60 leukemia cells [J]. Biochem Pharmacol,1997,54(9):1013.

[5] 赵 靖.分蘖洋葱产量形成机理及调控技术的研究[D].长春:吉林农业大学,2014.
Zhao J. Research on the production mechanism and control technology of tillered-onion [D]. Changchun:Jilin Agricultural University,2014.

[6] 王 勇,梁 誉,陈 典,等.分蘖洋葱再生体系的建立与优化[J].东北农业大学学报,2013,44(7):96-100,161.
Wang Y,Liang Y,Chen D,et al. Establishment and optimization of tillered-onion regeneration system [J]. Journal of Northeast Agricultural University,2013,44(7):96-100,161.

[7] 徐启江,崔维山,丁国华,等.黑龙江省分蘖洋葱病毒病及综合防治[J].中国蔬菜,2002(3):41-42.
Xu Q J,Cui W S,Ding G H,et al. Virus disease and integrated control of tillering onion in Heilongjiang Province [J]. China Vegetables,2002(3):41-42.

[8] 徐启江.分蘖洋葱病毒病原鉴定及脱毒苗培养·增殖技术的研究[D].哈尔滨:东北农业大学,2001.
Xu Q J. Identification of tillered-onion virus disease and virus-free seeding culture and multiplication [D]. Harbin:Northeast

Agricultural University，2001.

[9] 孙　琦，张春庆. 植物脱毒与检测研究进展 [J]. 山东农业大学学报(自然科学版)，2003，34(2)：209-212.
Sun Q，Zhang C Q. Progress in virus elimination and detection of plant [J]. Journal of Shandong Agricultural University (Natural Science Edition)，2003，34(2)：209-212.

[10] 徐启江，陈　典，张云修. 分蘖洋葱茎尖培养脱毒苗技术研究 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版)，2002，30(2)：101-106.
Xu Q J，Chen D，Zhang Y X. Study on virus elimination of tillered-onion by meristem tip culture [J]. Journal of Northwest A&F University (Natural Science Edition)，2002，30(2)：101-106.

[11] 陈　典，徐启江. 分蘖洋葱茎尖愈伤组织诱导及植株再生 [J]. 园艺学报，2001，28(4)：359-360.
Chen D，Xu Q J. Callus induction and plantlets regeneration of tillered-onion from the shoot-tip [J]. Acta Horticulturae Sinica，2001，28(4)：359-360.

[12] 孔素萍，段乃彬，曹齐卫，等. 大蒜鳞茎盘培养诱导簇生芽和微鳞茎 [J]. 天津农业科学，2010，16(2)：152.
Kong S P，Duan N B，Cao Q W，et al. Induction of clustered bud and bulblet in garlic bulb disc culture [J]. Tianjin Agricultural Sciences，2010，16(2)：152.

[13] 董　瑞，唐明磊，林辰壹，等. 二次回归正交旋转组合设计优化新疆白皮蒜鳞茎盘组织培养的研究 [J]. 新疆农业科学，2011，48(12)：2266-2272.
Dong R，Tang M L，Lin C Y，et al. Optimization of tissue culture in Xinjiang White Garlic by using quadratic regression orthogonal rotation combination design [J]. Xinjiang Agricultural Sciences，2011，48(12)：2266-2272.

[14] 姜玉东. 不同培养条件对分蘖洋葱试管鳞茎形成的影响 [D]. 哈尔滨：东北农业大学，2004.
Jiang Y D. Effect of different condition in tissue culture on bulblet formation in tillered-onion *in vitro* [D]. Harbin：Northeast Agricultural University，2004.

[15] 王健鹂，张　悦，王秀峰，等. 不同培养条件对分蘖洋葱茎尖脱毒效果的影响 [J]. 辣椒杂志，2017，15(4)：31-35.
Wang J L，Zhang Y，Wang X F，et al. Effects of different culture conditions on stem tip virus elimination in tillering onion [J]. Journal of China Capsicum，2017，15(4)：31-35.

[16] 鄢景余. "切"出朱顶红的子球：朱顶红鳞茎切割繁殖法 [J]. 中国花卉盆景，2013(3)：6-7.
Yan J Y. "Cut" out of the Amaryllis vittata ball：bulb cutting propagation of *Amaryllis vittata* [J]. China Flower Penjing，2013(3)：6-7.

[17] 刘群龙，段国锋，周　兰. 朱顶红鳞茎芽诱导及植株再生体系的建立 [J]. 西北植物学报，2007，27(12)：2551-2554.
Liu Q L，Duan G F，Zhou L. Establishment of *in vitro* bulb bud induction and regeneration system of *Amaryllis vittata* [J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica，2007，27(12)：2551-2554.

[18] 刘苗苗，程智慧，温艳斌，等. 培养基和 pH 值对大蒜茎盘不定芽诱导的影响 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版)，2017，45(8)：129-133.
Liu M M，Cheng Z H，Wen Y B，et al. Effect of culture medium and pH on adventitious bud induction from garlic stem disc [J]. Journal of Northwest A&F University (Natural Science Edition)，2017，45(8)：129-133.

[19] 潘美红，杨海峰，惠林冲，等. 洋葱不育性鉴定及组培扩繁研究 [J]. 江西农业学报，2018，30(6)：17-20.
Pan M H，Yang H F，Hui L C，et al. Studies on sterility identification and tissue-culture propagation of onion [J]. Acta Agriculturae Jiangxi，2018，30(6)：17-20.

[20] 董　瑞，唐明磊，吴玉霞，等. 二次回归正交旋转组合设计优化伊宁红皮蒜鳞茎盘组织培养研究 [J]. 新疆农业科学，2012，49(4)：646-652.
Dong R，Tang M L，Wu Y X，et al. Optimization of tissue culture in Xinjiang Red Garlic by using quadratic regression orthogonal rotation combination design [J]. Xinjiang Agricultural Sciences，2012，49(4)：646-652.

[21] 陈汉鑫，余松金，万学锋，等. 朱顶红的组培快繁技术 [J]. 福建林业科技，2016，43(3)：170-173，186.
Chen H X，Yu S J，Wan X F，et al. Study on tissue culture and rapid propagation techniques for *Amaryllis vittata* [J]. Journal of Fujian Forestry Science and Technology，2016，43(3)：170-173，186.

[22] 张俊秀. 百合组培苗生根培养基配方的筛选 [J]. 安徽农业科学，2017，45(12)：124-125.
Zhang J X. Screening on the rooting medium of lily tissue cultured seedling [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences，2017，45(12)：124-125.

[23] 都明理，徐　娇，朱楚然，等. 白木香的组织培养快速繁殖研究 [J]. 中国农学通报，2019，35(26)：80-83.
Du M L，Xu J，Zhu C R，et al. A rapid propagation of *Aquilaria sinensis* by tissue culture technology [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin，2019，35(26)：80-83.

[24] 戴云新，张　健，李　敏，等. NAA 和 IBA 对非洲菊组培苗生根的影响 [J]. 安徽农业科学，2009，37(19)：8845-8847.
Dai Y X，Zhang J，Li M，et al. Effects of NAA and IBA on the rooting of tissue culture seedling of *Gerbera jamesonii* Bolus [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences，2009，37(19)：8845-8847.

[25] 徐启江，李玉花，陈　典. PP333 对分蘖洋葱试管苗增殖和生根的影响 [J]. 植物生理学通讯，2004，40(3)：314-316.
Xu Q J，Li Y H，Chen D. Effect of PP333 on growth proliferation and rooting of tillered-onion in tissue culture [J]. Plant Physiology Communications，2004，40(3)：314-316.