

以鳞茎盘为外植体构建大蒜高效微繁技术体系

周洁, 肖颖, 齐传东, 李亚荣, 吴金平, 郭凤领

(农业农村部高山蔬菜生态栽培重点实验室·湖北省蔬菜种质创新与遗传改良重点实验室·
湖北省农业科学院经济作物研究所 武汉 430064)

摘要:为解决大蒜长期无性繁殖导致的种性退化问题,改善现有组培体系繁殖倍数偏低的现状,本研究以二水早大蒜鳞茎盘为外植体,优化外植体处理方式并筛选关键阶段培养基:无菌苗诱导与增殖阶段设 6-BA(1.0、2.0、3.0 mg·L⁻¹)与 NAA(0.05、0.10、0.15 mg·L⁻¹)9 组交互处理,微鳞茎诱导设 0(CK)、0.3、0.4、0.5、0.6 mg·L⁻¹ NAA 5 个处理。结果表明,外植体经“去顶芽+纵切假茎+保留 0.2~0.3 cm 鳞茎盘基部”处理,最高成苗率>80%;最优诱导与增殖培养基均为 MS+6-BA 2.0 mg·L⁻¹+NAA 0.10 mg·L⁻¹,成苗率为 89.2%,增殖倍数为 4.8;微鳞茎诱导最优培养基为 MS+NAA 0.5 mg·L⁻¹,单芽诱导 6.8 个微鳞茎(直径 0.3~0.5 cm,无空心),CK 无微鳞茎形成。本研究创新外植体处理方式与激素配方,实现了轻污染、高成苗率,提高了增殖倍数与微鳞茎诱导数,可为二水早大蒜良种规模化繁育提供技术支撑。

关键词:大蒜;鳞茎盘;组织培养;快繁体系;微鳞茎

中图分类号:S633.4

文献标志码:A

文章编号:1673-2871(2026)06-195-06

Establishment of an efficient micropropagation system for garlic using bulb discs as explants

Zhou Jie, Xiao Ying, Qi Chuandong, Li Yarong, Wu Jinping, Guo Fengling

(Key Laboratory of Ecological Cultivation on Alpine Vegetables, Ministry of Agriculture and Rural Affairs/Hubei Key Laboratory of Vegetable Germplasm Enhancement and Genetic Improvement/Institute of Economic Crops, Hubei Academy of Agricultural Sciences, Wuhan 430064, Hubei, China)

Abstract: To address cultivar degeneration caused by long-term asexual reproduction of garlic and the low proliferation coefficient in current tissue culture systems, this study used bulb discs of garlic cultivar Ershuizao as explants, optimized explant processing, and screened optimal media for key stages: Nine interactive combinations of 6-BA(1.0, 2.0, 3.0 mg·L⁻¹) and NAA(0.05, 0.10, 0.15 mg·L⁻¹) were tested for aseptic seedling induction and proliferation, while NAA gradient treatments(0.3, 0.4, 0.5, 0.6 mg·L⁻¹) were employed for microbulb induction with MS medium without NAA as the control. The results showed that following the explant treatment of "removing apical buds + longitudinal cutting of pseudostems + retaining a 0.2-0.3 cm bulb disc base", the maximum seedling formation rate exceeded 80%; the optimal medium for induction and proliferation was MS(murashige and skoog) + 6-BA 2.0 mg·L⁻¹ + NAA 0.1 mg·L⁻¹, achieving an 89.2% seedling formation rate and a proliferation coefficient of 4.8, while MS + NAA 0.5 mg·L⁻¹ performed best for microbulb induction, yielding 6.8 microbulbs per bud(0.3-0.5 cm in diameter, no hollowness) with no microbulbs formed in the control. This study innovated explant processing and hormone formulations, achieving low contamination and a high seedling formation rate, providing technical support for the large-scale propagation of elite Ershuizao garlic.

Key words: Garlic; Bulb disc; Tissue culture; Rapid propagation system; Microbulb

大蒜(*Allium sativum* L.)属百合科(Liliaceae)葱属(*Allium*)植物,作为我国重要的经济作物,因其含有的活性物质对多种细菌、真菌均具有显著抑制和杀灭作用,被誉为“天然广谱抗生素”,在全球范围

内广泛栽培^[1]。2023 年我国大蒜种植面积达 84.56 万 hm²,年产量 2 079.85 万 t,占全球总产量的 72% 以上^[2],在我国农业经济和国际贸易中占据重要地位。在生产实践中,大蒜主要以蒜瓣为营养体进行

收稿日期:2025-07-16;修回日期:2025-12-23

基金项目:国家特色蔬菜产业技术体系(CARS-24-G-17);湖北省农业科技创新中心创新团队项目(2026-620-000-001-007)

作者简介:周洁,女,助理研究员,主要从事特色蔬菜资源挖掘与利用研究工作。E-mail:384881257@qq.com

通信作者:郭凤领,女,研究员,主要从事特色蔬菜资源挖掘与利用研究工作。E-mail:guofenglingok@163.com

无性繁殖。然而,长期无性繁殖导致种性退化问题突出,具体表现为产量下降、抗病能力减弱及品质降低,严重制约了大蒜产业的可持续发展^[3]。为解决这一问题,植物组织培养技术作为有效的提纯复壮与快繁手段,已广泛应用于大蒜良种繁育研究。研究者以茎尖、根尖、幼叶、茎盘切块、花原始体及气生鳞茎等不同外植体为材料,成功建立了大蒜组织培养再生体系^[4-6],其再生途径主要包括愈伤组织途径和不定芽途径。

尽管大蒜组织培养研究已取得一定进展,但现有组培体系仍存在明显局限,繁殖系数偏低是其规模化生产应用的主要问题。相关研究多侧重于无菌苗成苗率^[5]和微鳞茎诱导效果^[7],已有报道中的增殖倍数整体偏低,高畅等^[8]在嘉定白蒜相关研究中,采用单株假茎去顶后,取其基部 1.0 cm 假茎茎段,再沿中轴线对半纵切的方式,增殖倍数为 3.22。部分研究虽可获得较高增殖倍数^[9-10],但仍难以满足产业化快繁需求。高繁殖系数是组培技术实现产业化应用的前提条件。因此,针对当前大蒜组培体系繁殖系数低的问题,本研究试图从外植体选择与培养基配方优化等关键环节入手,构建一套高繁殖效率的大蒜快繁体系。尽管前人己以茎尖等多种外植体成功建立了再生体系^[4-6],但多数体系繁殖系数较低,难以满足脱毒苗规模化繁育与种质创新的实际需求。鉴于鳞茎盘外植体具有取材便捷、再生效率高且不易发生变异的优势,同时李萍等^[11]通过对二水早不同外植体进行胚性愈伤组织诱导发现鳞茎盘的诱导率最高,为 89.21%,因此本研究最终选取鳞茎盘作为核心外植体进行技术优化,以期建立更适合产业化应用的高效快繁体系。

1 材料和方法

1.1 材料

试验于 2024 年 8 月在湖北省蔬菜种质创新与遗传改良重点实验室进行。

供试大蒜品种为二水早(四川省成都市郊的地方传统品种),为青蒜、蒜薹、蒜头多用型品种。

1.2 方法

1.2.1 外植体制备与消毒 采用完全随机设计,选取收获后贮藏 1 个月左右的鳞茎饱满、无病虫害的健康蒜头的肥大蒜瓣,剥除外层鳞片,用自来水流水冲洗 30 min 后,置于超净工作台进行无菌处理:先用 75%乙醇溶液浸泡 60 s,无菌水冲洗 2 次;再用 20%次氯酸钠溶液,滴加 2~3 滴吐温-80 浸泡

10 min,其间不断摇晃以确保消毒均匀,最后用无菌水冲洗 5 次,每次 30 s^[12]。基于高畅等^[8]和李萍等^[11]的方法,经过预试验,选择消毒后的蒜瓣沿鳞茎纵轴切去顶部(去除顶芽,打破顶端优势),保留带茎盘的基部组织 0.2~0.3 cm;采用将茎盘纵切为 2 等份(纵切假茎,增加芽体暴露面积)的外植体切割方式,每份作为 1 个外植体,备用接种。

1.2.2 无菌苗诱导培养基筛选 以 MS(Murashige and Skoog,穆拉希格-斯库格)为基本培养基,在培养基配制阶段(灭菌前)添加蔗糖 30 g·L⁻¹、琼脂 6.0 g·L⁻¹,混合均匀后将 pH 调至 5.8;同时设置 6-苄氨基嘌呤(6-BA, 1.0、2.0、3.0 mg·L⁻¹)与 α-萘乙酸(NAA, 0.05、0.1、0.15 mg·L⁻¹)的交互组合处理(表 1),共 9 个处理,所有激素均在培养基灭菌前与其他组分混合均匀。每个处理接种 40 个外植体(每瓶接种 4 个外植体),3 次重复,累计接种 120 个外植体。接种后置于培养室,培养条件为:LED 日光灯照射,光照强度 1500~2000 lx,温度(25±1)℃,光照周期 12 h·d⁻¹。培养 30 d 后,统计成苗率(成苗数/接种外植体数×100%),观察无菌苗生长状态(株高、茎粗、叶色等),筛选最优诱导培养基。

表 1 不同激素组合处理

Table 1 Different hormone combinations treatments (mg·L ⁻¹)		
处理 Treatment	ρ(6-BA)	ρ(NAA)
1	1.0	0.05
2	1.0	0.10
3	1.0	0.15
4	2.0	0.05
5	2.0	0.10
6	2.0	0.15
7	3.0	0.05
8	3.0	0.10
9	3.0	0.15

1.2.3 增殖培养基筛选 选取诱导培养中茎粗≥2 mm 健壮无菌苗,切除部分顶叶,保留株高 3.0 cm 左右的芽体,将其鳞茎盘底部切掉,切除厚度控制在 0.1 mm 以内,随后将植株转接至增殖培养基。每个处理接种 10 个芽,每瓶接种 1 个芽,3 次重复。增殖培养基以 MS 为基础,添加 30 g·L⁻¹蔗糖和 6.0 g·L⁻¹琼脂,调节 pH 至 5.8,激素组合与 1.2.2 一致(表 1),培养条件同 1.2.2。培养 60 d 后,计算增殖倍数(增殖倍数=培养后总芽苗数/接种芽苗数),通过比较不同处理的增殖倍数及芽苗生长势(茎粗、叶色、侧芽数量),筛选出最优增殖培养基。

1.2.4 微鳞茎诱导培养基筛选 选取增殖 2~3 代、茎粗 ≥ 2 mm 的健壮无菌苗,切除部分顶叶,保留株高约 3.0 cm 的芽体,将鳞茎盘底部切去 0.1 mm 以内的组织后,将植株转接至微鳞茎诱导培养基。该培养基以 MS 为基本培养基,添加 $30\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 蔗糖和 $6.0\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 琼脂,调节 pH 至 5.8;设置 NAA 浓度(ρ ,后同)梯度分别为 0、0.3、0.4、0.5、0.6 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$,共 5 个处理,其中以不含 NAA 的 MS 培养基作为对照(CK),对应编号分别为 CK、W1、W2、W3 和 W4,培养条件与 1.2.2 一致。接种时每瓶接种 1 个芽,每个处理接种 30 个芽,3 次重复。培养 50 d 后,统计微鳞茎形成个数,测定微鳞茎直径,并观察鳞茎充实度、蒜叶色泽及枯萎程度等植株生长状况,进而筛选出最优微鳞茎诱导培养基。

1.2.5 数据处理 采用 SPSS Statistics 23.0 软件进行数据统计分析,采用单因素方差分析(ANOVA)结合 Duncan 多重比较法检验差异显著性($P<0.05$)。

2 结果与分析

2.1 无菌苗诱导培养基筛选结果

不同 6-BA 与 NAA 浓度组合对二水早大蒜无菌苗成苗率及生长状态的影响如表 2 所示。各处理成苗率存在一定差异,其中处理 5 成苗率最高,达 89.2%,显著高于其他处理,且该处理无菌苗顶芽伸展正常,株高 3.5~4.0 cm,茎粗 2.2~2.5 mm,无玻璃化现象,生长势最佳。处理 4 成苗率为 72.5%,无菌苗株高 3.0~3.5 cm,叶色翠绿,生长整齐;处理 2 成苗率为 76.7%,无菌苗株高 2.5~3.0 cm,叶色嫩绿,侧芽较少。随着 6-BA 浓度升高,无菌苗玻璃化现象逐渐加重,处理 6 玻璃化率为 15%,部分植株顶芽略扭曲,成苗率 68.8%;处理 7 玻璃化率 30%,无菌苗株高 2.0~2.5 cm,成苗率 58.3%;处理 8 玻璃化率 45%,无菌苗顶芽肥厚、呈水渍状,成苗率 55.0%;处理 9 玻璃化率达 65%,无菌苗活性差,成苗率最低,仅为 41.7%。6-BA 浓度分别为 1.0 和 2.0 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$

表 2 不同激素组合处理对大蒜无菌苗成苗率及生长状态的影响
Table 2 Effects of different hormone combinations on the seedling establishment rate and growth status of garlic sterile seedlings

处理 Treatment	成苗率 Seedling establishment rate/%	无菌苗状态 Status of sterile seedlings
1	52.5 $\pm$ 4.2 d	株高 1.5~2.0 cm,叶色偏黄,生长缓慢 Plant height 1.5-2.0 cm, leaf color yellowish, slow growth
2	76.7 $\pm$ 3.5 b	株高 2.5~3.0 cm,叶色嫩绿,侧芽少 Plant height 2.5-3.0 cm, leaf color tender green, few lateral buds
3	61.3 $\pm$ 5.1 c	顶芽伸展较慢,基部有少量松散愈伤 Slow elongation of apical buds, a small amount of loose callus at the base
4	72.5 $\pm$ 4.8 b	株高 3.0~3.5 cm,叶色翠绿,生长整齐 Plant height 3.0-3.5 cm, leaf color emerald green, uniform growth
5	89.2 $\pm$ 2.7 a	顶芽伸展正常,株高 3.5~4.0 cm,茎粗 2.2~2.5 mm,无玻璃化 Normal elongation of apical buds, plant height 3.5-4.0 cm, stem thickness 2.2-2.5 mm, no vitrification
6	68.8 $\pm$ 3.9 c	部分植株玻璃化(15%),顶芽略扭曲 Vitrification in some plants (15%), apical buds slightly twisted
7	58.3 $\pm$ 4.5 d	玻璃化率 30%,株高 2.0~2.5 cm Vitrification rate 30%, plant height 2.0-2.5 cm
8	55.0 $\pm$ 5.2 d	玻璃化率 45%,顶芽肥厚,呈水渍状 Vitrification rate 45%, apical buds thickened and water-soaked
9	41.7 $\pm$ 6.3 e	玻璃化率 65%,无菌苗活性差 Vitrification rate 65%, poor viability of aseptic seedings

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。
Note: Different small letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

时,NAA 浓度为 0.10 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 的处理成苗率均显著高于浓度为 0.05 和 0.15 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 的处理,其中处理 5 成苗率最高(89.2%),苗生长健壮;在 6-BA 浓度为 3.0 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,NAA 浓度为 0.15 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 的处理玻璃化最严重,成苗率最低(41.7%)。因此,诱导培养基

最适 6-BA 浓度为 2.0 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$,最适 NAA 浓度为 0.10 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

2.2 增殖培养基筛选结果

不同激素组合处理对大蒜无菌苗增殖效果的影响如表 3 所示。处理 5 的增殖倍数最高,达 4.8,

显著高于其他处理,且该处理无菌苗增殖启动早,培养 30 d 可见明显丛芽,60 d 时增殖芽株高 6~8 cm,茎粗 1.8~2.2 mm,叶色浓绿,无愈伤组织形成,生长势良好。6-BA 浓度为 1.0 mg·L⁻¹ 的各处理,增殖倍数普遍较低,介于 1.5~3.2 之间,其中处理 1 增殖倍数只有 1.5,且无菌苗生长启动滞后;6-BA 浓度为 3.0 mg·L⁻¹ 的各处理,虽能诱导较多侧芽,但无菌苗玻璃化现象严重,处理 9 玻璃化率达 50%,增殖芽活力差;6-BA 浓度为 2.0 mg·L⁻¹ 的各处理,增殖倍数普遍较高。NAA 浓度为 0.10 mg·L⁻¹ 的处理增殖倍数均显著高于浓度为 0.05 和 0.15 mg·L⁻¹ 的处理;NAA 浓度过高易诱导基部愈伤,过低则增殖缓慢。因此,增殖培养基最适 6-BA

浓度为 2.0 mg·L⁻¹,最适 NAA 浓度为 0.10 mg·L⁻¹。

2.3 微鳞茎诱导培养基筛选结果

不同 NAA 浓度对大蒜微鳞茎诱导的影响如表 4 所示。各处理微鳞茎诱导效果差异显著,其中 W3 处理(NAA 浓度为 0.5 mg·L⁻¹)诱导效果最佳,每个单芽分化产生的微鳞茎数最多,达 6.8 个,显著高于其他处理。培养 50 d 时,W3 处理微鳞茎直径为 0.3~0.5 cm,圆实饱满、表面光滑,植株叶片完全枯萎,营养充分向鳞茎转移(图 1)。而 W4 处理(NAA 浓度为 0.6 mg·L⁻¹)微鳞茎个数较少,且 30% 的鳞茎为空心假鳞茎;CK 未诱导出微鳞茎,植株持续进行营养生长,但茎粗未明显增加,生长态势平缓。

表 3 不同激素组合对大蒜潜伏芽增殖的影响
Table 3 Effects of different hormone combinations on the proliferation of garlic latent buds

处理 Treatment	增殖倍数 Proliferation multiple	潜伏芽增殖状态 Proliferation status of latent bud
1	1.5±0.2 e	单株生长,无明显增殖,植株老化 Growth as single plant, no significant proliferation, plant senescence
2	3.2±0.3 c	少量侧芽,株高 4~6 cm,生长缓慢 A few lateral buds, plant height 4-6 cm, slow growth
3	2.1±0.2 d	基部愈伤组织膨大,侧芽细弱 Swollen callus at the base, weak and slender lateral buds
4	3.8±0.3 b	侧芽较多,株高 5~7 cm,生长整齐 Numerous lateral buds, plant height 5-7 cm, uniform growth
5	4.8±0.4 a	潜伏芽激活早,增殖芽密集,株高 6~8 cm,茎粗 1.8~2.2 mm Early activation of latent buds, dense proliferated buds, plant height 6-8 cm, stem thickness 1.8-2.2 mm
6	3.5±0.3 b	侧芽数量中等,基部偶见愈伤 Moderate number of lateral buds, occasional callus at the base
7	2.5±0.2 d	玻璃化率 20%,侧芽生长畸形 Vitrification rate 20%, malformed growth of lateral buds
8	2.8±0.3 d	玻璃化率 35%,增殖芽呈水渍状 Vitrification rate 35%, proliferated buds water-soaked
9	2.2±0.2 d	玻璃化率 50%,愈伤组织透明膨大 Vitrification rate 50%, transparent and swollen callus

表 4 不同 NAA 浓度对大蒜微鳞茎诱导的影响
Table 4 Effects of different NAA concentrations on garlic microbulb induction

处理 Treatment	单芽诱导微鳞茎数 Single-bud induced microbulb number	微鳞茎直径 Diameter of microbulbs/cm	微鳞茎诱导状态 Induction status of microbulbs
CK	0.0±0.0 d		无微鳞茎,植株持续生长 No microbulbs formed, plants continued to grow
W1	2.1±0.5 c	0.2~0.5	部分叶片枯萎,鳞茎较松散 Partial leaf wilting, bulbs relatively loose
W2	3.5±0.7 b	0.2~0.5	叶片部分枯萎,鳞茎内有残留叶组织 Partial wilting of leaves, residual leaf tissue inside the bulbs
W3	6.8±2.3 a	0.3~0.5	叶片完全枯萎,鳞茎圆实,无空心 Complete leaf wilting, bulbs plump and solid, no hollowness
W4	1.2±0.4 d	0.5~0.8	30%为空心假鳞茎,基部愈伤膨大 30% are hollow pseudobulbs, swollen callus at the base



图1 50 d 大蒜微鳞茎诱导形态

Fig. 1 Morphology of garlic microbulb induction at 50 d

3 讨论

3.1 外植体切割方式的优化

外植体切割方式是影响大蒜组培效率的关键前提,现有研究多采用单一切割策略,存在明显局限。如高畅等^[8]对嘉定白蒜采用完整鳞茎盘接种时增殖倍数仅为0.97,而采用去顶+纵切方式后增殖倍数为3.22;海燕等^[12]将大蒜鳞茎盘切割为4片,厚度约为0.3 cm,可获得稳定的不定芽分化。本研究采用“去顶芽+纵切假茎+保留0.2~0.3 cm 鳞茎盘基部”的协同切割方式。去顶芽可彻底打破顶端优势,消除单一顶芽对侧芽生长的抑制作用;纵切假茎(将茎盘切为2等份)可增加芽体暴露面积,提升培养基中激素与营养物质的吸收效率,促进潜伏芽同步激活;0.2~0.3 cm 的厚度既避免0.1~0.2 cm 厚度因组织量不足导致的成苗率<50%、幼苗瘦弱问题,又可解决0.3~0.4 cm 厚组织的高污染问题。

3.2 培养基激素配比的优化

本研究筛选出 MS+6-BA 2.0 mg·L⁻¹+NAA 0.1 mg·L⁻¹(T5 处理)为无菌苗诱导-增殖通用培养基,可同时满足诱导与增殖两个阶段培养需求,无需分阶段调整激素浓度;诱导阶段成苗率达89.2%、无玻璃化现象,增殖阶段增殖倍数达4.8;微鳞茎诱导采用 MS+NAA 0.5 mg·L⁻¹(W3 处理)单一激素配方,单株可诱导6.8个微鳞茎,空心率为0,无愈伤增生。诱导和增殖培养基中,随着6-BA浓度升高,无菌苗玻璃化现象逐渐加重,这与高浓度细胞分裂素导致试管苗玻璃化的研究结论一致^[13]。现有大蒜组培研究普遍存在激素配比复杂、分阶段调整的问

题,制约规模化应用,如雷玉明等^[5]研究表明,甘肃紫皮大蒜无菌苗诱导与增殖需采用不同6-BA浓度,操作繁琐且易引起激素波动;嘉定白蒜采用 MS+6-BA 1.0 mg·L⁻¹+NAA 0.1 mg·L⁻¹的培养基,成苗率仅76%,且部分植株出现了玻璃化现象^[8];太仓大蒜不定芽在含6-BA 0.1 mg·L⁻¹的培养基上生长20 d后,接种在含蔗糖120 g·L⁻¹和乙烯利5 mg·L⁻¹的培养基上,可成功诱导试管鳞茎的形成,诱导率在80%以上^[7]。与上述研究相比,本研究T5处理成苗率较嘉定白蒜提升13.2个百分点;微鳞茎诱导数较太仓大蒜大幅提高,本研究在简化操作流程的同时较大程度地提升了组培效率与种苗质量,具有明显优势。

3.3 微鳞茎诱导中NAA的作用机制

本研究以二水早大蒜为材料,采用 MS+NAA 0.5 mg·L⁻¹单一激素配方进行微鳞茎诱导,单株可获得6.8个微鳞茎,鳞茎直径0.3~0.5 cm、无空心,表明单一NAA即可高效诱导二水早大蒜微鳞茎形成。与前人研究结果一致,高畅等^[8]以嘉定白蒜为材料,在仅添加NAA 0.1 mg·L⁻¹的MS培养基上获得了94.8%的微鳞茎诱导率,证实单一NAA可触发大蒜微鳞茎形成;Vieira等^[14]研究表明,1.07 μmol·L⁻¹ NAA能够显著促进大蒜鳞茎的形成,且相较于茉莉酸(JA)、ABA, NAA对大蒜体外形态发生的促进效果更明显。上述结果表明,NAA对大蒜鳞茎原基诱导具有不可替代性,其作用机制可能与调控内源激素平衡、促进碳水化合物定向转运有关^[15-17],本研究结果进一步验证了单一NAA在不同大蒜品种微鳞茎诱导中的普适性。

4 结论

本研究以二水早大蒜鳞茎盘为外植体,通过外植体处理与培养基配方优化,成功构建了高效微繁殖技术体系:①外植体经“去顶芽+纵切假茎+保留0.2~0.3 cm 鳞茎盘基部”处理,有效突破单一切割方式污染率高、潜伏芽激活率低的技术瓶颈;②筛选出 MS+6-BA 2.0 mg·L⁻¹+NAA 0.1 mg·L⁻¹为无菌苗诱导与增殖通用培养基,成苗率89.2%、增殖倍数4.8,无需分阶段调整激素,简化了组培流程;③确定 MS+NAA 0.5 mg·L⁻¹为微鳞茎最优诱导培养基,单株可诱导6.8个直径0.3~0.5 cm的饱满微鳞茎,打破微鳞茎诱导需6-BA与NAA协同的常规认知,无空心与愈伤增生问题。本研究可为二水早大蒜脱毒苗规模化繁育提供技术支撑,同时也可为其他大蒜品

种组培体系优化提供“切割-激素协同优化”的参考模式。

参考文献

- [1] 王海平. 中国大蒜遗传多样性评价及大蒜辣素含量与蒜氨酸酶基因的关联分析[D]. 北京: 中国农业科学院, 2011.
- [2] 王子天, 范硕, 林榕姗, 等. 我国大蒜产业发展现状与展望[J]. 生物技术进展, 2025, 15(2): 179-188.
- [3] 骆祺. 大蒜病毒多重 RT-PCR 检测技术优化及大蒜中新病毒序列的鉴定[D]. 浙江宁波: 宁波大学, 2021.
- [4] 罗莉斯, 李德文, 王少铭, 等. 大蒜组织培养研究进展[J]. 农技服务, 2015, 32(9): 80-81.
- [5] 雷玉明, 马金, 薛贵民, 等. 甘肃民乐紫皮大蒜茎尖脱毒技术研究[J]. 河西学院学报, 2023, 39(2): 1-5.
- [6] 吕高培, 贾莹莹, 张春晖, 等. ‘应县紫皮’大蒜气生鳞茎脱毒快繁技术体系的建立[J]. 植物生理学报, 2025, 61(11): 1624-1636.
- [7] 张昌伟, 侯喜林, 袁建玉, 等. 太仓大蒜根尖离体培养直接诱导不定芽及其试管鳞茎的形成[J]. 植物生理学通讯, 2004, 40(2): 167-170.
- [8] 高畅, 杨飞, 沈若刚, 等. 嘉定白蒜脱毒微鳞茎诱导的快繁技术研究[J]. 中国蔬菜, 2019(3): 66-72.
- [9] 汤青林, 王志敏, 宋明, 等. 大蒜不定芽的诱导及其增殖系数的调节[J]. 中国农学通报, 2006, 22(6): 224-226.
- [10] 刘伟伟, 宋淑敏, 潘静, 等. 大蒜花序轴离体再生体系的建立[J]. 北方园艺, 2015(10): 108-110.
- [11] 李萍, 刘敏, 邢晓东, 等. 大蒜体细胞胚发生及不同发育阶段的形态解剖学特征[J]. 西北农业学报, 2023, 32(11): 1777-1788.
- [12] 海燕, 何宁, 康明辉, 等. 大蒜茎盘离体培养影响因子分析[J]. 河南农业科学, 2010(10): 110-111.
- [13] 刘敏. 活性氧介导的大蒜试管苗玻璃化发生机制[D]. 南京: 南京农业大学, 2018.
- [14] Vieira R L, Da Silva A L, Zaffari G R, et al. *In vitro* morphogenesis of garlic plants: The role of growth regulators in bulb induction and development[J]. *Ciência Rural*, 2014, 44(3): 439-445.
- [15] Kim E, Hahn E, Murthy H, et al. High frequency of shoot multiplication and bulblet formation of garlic in liquid cultures[J]. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 2003(73): 231-236.
- [16] 张素芝, 李纪蓉. 影响大蒜试管鳞茎形成的因素分析[J]. 河南农业科学, 2006(11): 93-96.
- [17] 梁艳. 大蒜试管苗鳞茎化培养及内源激素的变化[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2005.