

贝母组织培养研究进展

高素芳, 张延红, 何春雨, 陈红刚

(甘肃中医药大学药学院, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 根据相关文献, 对我国贝母组织培养技术相关研究的进展进行了归纳总结, 从组织培养的材料消毒、外植体类型与大小、培养基、激素、温度、光照等方面进行了阐述, 并对其工厂化育苗中存在的问题进行了分析。

关键词: 贝母; 组织培养; 影响因素; 工厂化育苗

中图分类号: S567.23 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)12-0081-08

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2021.12.019

Research Progress of Tissue Culture of Fritillaria

GAO Sufang, ZHANG Yanhong, HE Chunyu, CHEN Honggang

(Department of Pharmacy, Gansu University of Chinese Medicine, Lanzhou Gansu 730000, China)

Abstract: By referring to the literature of Fritillaria tissue culture, the tissue culture technology of Fritillaria in China was systematically summarized. In this paper, the material disinfection, the type and size of explants, the medium, hormones, temperature and light were discussed, and the existing problems in the rapid propagation of Fritillaria industrial seedling were analyzed.

Key words: Fritillaria; Tissue culture; Influence factors; Industrial breeding

中药贝母是百合科多年生草本植物的干燥鳞茎, 具有止咳、平喘的功效, 是我国常用名贵中药材之一。药用川贝母的原植物有

百合科植物川贝母 (*Fritillaria cirrhosa* D. Don)、暗紫贝母 (*F. unibracteata* Hsiao et K. C. Hsia)、甘肃贝母 (*F. przewalskii* Maxim.)

收稿日期: 2021-08-28

基金项目: 甘肃省自然科学基金项目(21JR1RA263); 兰州市科技计划项目(2019-1-83、2020-ZD-59)。

作者简介: 高素芳(1981—), 女, 甘肃榆中人, 讲师, 硕士, 主要从事药用植物资源开发与利用研究工作。联系电话: (0)18909449023。Email: gsf223@163.com。

通信作者: 张延红(1977—), 女, 甘肃庆阳人, 副教授, 博士, 主要从事药用植物育种和组织培养方面的教学和研究工作。联系电话: (0)18909449018。Email: zhyh456789@163.com。

- chard[J]. Journal of Applied Ecology, 2015, 26(6): 1892-1900.
- [4] 寇建村, 杨文权, 韩明玉. 我国果园生草研究进展[J]. 草业科学, 2010, 27(7): 154-159.
- [5] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [6] 赵刚, 樊廷录, 李尚中, 等. 集雨保墒措施对陇东黄土旱塬区红富士苹果产量与品质的影响[J]. 甘肃农业科技, 2018(9): 52-55.
- [7] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [8] 赵秀梅, 王晨冰, 陈建军, 等. 覆草对旱地桃园土壤的水热调控效应[J]. 中国果树, 2011(3): 14-17.
- [9] 李桂祥, 张安宁, 许平, 等. 2种果园生草和2种有机肥土壤养分含量对比[J]. 安徽农业科学, 2019, 47(15): 148-150.

(本文责编: 郑立龙)

或梭砂贝母 (*F. delarayi* Franch.)、太白贝母 (*F. taipaiensis* P. Y. Li) 或瓦布贝母 [*F. unibracteata* Hsiaoet K. C. Hsia var. *wabuensis* (S. Y. Tang et S. C. Yue) Z. D. Liu, S. Wang et S.C. Chen]; 药用平贝为同科植物平贝母 (*F. ussuriensis* Maxim.); 药用伊贝母包括同科植物新疆贝母 (*F. walujewii* Regel) 和伊犁贝母 (*F. pallidiflora* Schrenk); 药用浙贝母为同科植物浙贝母 (*F. Thunbergii* Miq.)^[1]。贝母属植物多生于高寒地带, 生长缓慢, 产量低。近年来野生贝母生境遭到破坏, 人工栽培贝母以种子繁殖时所需年限较长且萌发率低, 以鳞茎繁殖虽 1~2 a 即可采收, 但繁殖系数低, 导致供不应求, 价格昂贵^[2]。利用植物组织培养技术可在短期内获得大量性状一致的优良种苗, 有望解决人工种植贝母生长周期长、繁殖系数低的问题。我国学者虽然开展了大量有关贝母组织培养的研究, 但工作缺乏系统性和连续性, 至今贝母组织培养工厂化育苗仍未实现。我们就影响贝母组织培养的因素做了分析归纳和总结, 以期进一步推动贝母组培育苗和资源开发利用研究。

1 外植体的取材部位与时间

外植体生理年龄的差异以及取材部位不同都会显著影响贝母组织培养的诱导率与生长速率, 故在组织培养中外植体的取材时间与类型十分重要。贝母组织培养的取材部位有鳞茎、根、茎、叶等, 绝大多数研究者以鳞茎为外植体, 而且认为是最佳的外植体; 其次为茎段, 取材时间涉及生根期、出苗期、开花期、果熟期^[3-12]。在湖北贝母、西藏卷叶贝母、浙贝母的研究中均发现以出苗期为取材时间效果最佳^[13-15], 也有研究认为开花期也是最佳的取材时间, 开花期仅次于苗期。衷维纲等^[16]在对太白贝母的组织培养研究中发现, 采集鳞茎的时间与鳞茎再生的频率及数量密切相关, 小鳞茎诱导率

出苗盛期>开花盛期>生根期, 果熟期基本丧失器官再生能力, 这与对浙贝母的研究一致。郭生桢等^[17]于贝母开花期取鳞茎、叶、茎节间、茎为外植体, 幼鳞茎的诱导率高达 93.7%, 其他外植体的诱导率均小于 4%。王跃华等^[3]以川贝母鳞片叶、叶、针形幼苗、茎段为外植体, 小鳞茎的诱导率依次为 70.5%、32%、21%、0, 而且开花期和果实期的外植体明显较苗期外植体产生的再生小鳞茎数目多, 生长速度快。甘肃贝母鳞茎培养时鳞瓣越大、厚度越厚、比重越大诱导率越高, 可能是由于厚鳞瓣贮藏了更多的营养物质, 生理代谢旺盛所致^[10]。在对暗紫贝母的研究中发现, 以鳞茎基部为取材部位诱导愈伤组织的诱导率高于其他部位^[12], 在同科植物百合的组织培养中较厚的鳞片和鳞茎基部诱导效果也比薄鳞片和上中部的鳞片好^[18]。

贝母组织培养除使用鳞茎之外还有一些其他取材部位的诱导效果也较好。伊贝母鳞茎萌发产生的幼茎可用于诱导小鳞茎直接发生, 小鳞茎诱导率高达 91%, 这与徐元红等^[19]、王小菁等^[20]的研究相似。许矛^[21]在平贝母组织培养中以茎段为外植体取得了 80.9% 的愈伤诱导率。在浙贝母组培中发现, 茎段的诱导率仅次于鳞茎。因此, 茎段也是可用于贝母组织培养的一种较好的外植体, 与鳞茎相比较, 生长于地上的茎段比生长于地下的鳞茎容易灭菌。以浙贝母取带花蕾的花梗作试验材料, 接种的子房可直接诱导产生小鳞茎^[22]; 以浙贝母种胚为外植体, 可诱导产生愈伤组织并进一步分化出小鳞茎^[23]。我们收集了一些以鳞茎为取材部位再生小鳞茎或者植株的试验方法(表1)。

2 外植体灭菌

外植体的灭菌方法是否得当, 决定了材料能否建立起无菌培养体系, 是开展组织培养工作的前提条件。贝母组织培养最常用的

外植体为鳞茎，但由于其特殊的结构以及生长于地下，鳞茎表面携带了大量微生物，因此灭菌的难度高于其他部位，材料污染率高，这也是阻碍贝母组织培养广泛开展的重要原因之一。

贝母鳞茎种类不同，生长年限和产地来源不同，灭菌的难易程度都有差异。因此，必须先要进行外植体灭菌试验。大多研究者采用的灭菌方法为：洗衣粉或清水洗干净，用 70%~75%酒精漂洗 20~60 s，再用 0.1%~0.2% HgCl₂ 灭菌 8~20 min，最

后用无菌水冲洗 3~5 次。张振霞等^[10]以暗紫贝母鳞茎为试材采用该灭菌方法，污染率仅为 7.5%，且生长状态好，但一些试验中的污染率还是偏高^[10]。如果采用上述方法灭菌效果不佳，可采用多次灭菌法或多种药剂交替灭菌或多次灭菌法。例如，在甘肃贝母鳞茎灭菌时先用 70%乙醇浸泡 15 s，然后用 0.1% HgCl₂ 浸泡 10 min，再用无菌水冲洗 5 次，4℃冷藏过夜，第 2 天重复上述灭菌步骤，可以取得较好的灭菌效果^[12]。伊贝母鳞茎灭菌时先用 75%乙醇浸泡，之后无

表 1 以鳞茎为外植体再生小鳞茎或者愈伤组织的试验方法

外植体	培养基	培养目的	培养结果
川贝母开花期和果实期鳞茎 ^[3]	MS+0.2 g/L NAA+2.0 mg/L 6-BA	诱导小鳞茎	鳞茎诱导率为 95.5%
甘肃贝母鳞心 ^[4,6]	1/2MS+2 mg/L ZT+10 mg/L SA+0.2 mg/L BR	诱导小鳞茎	诱导率 93%，每外植体诱导原球茎 4~5 个
甘肃贝母鳞瓣 ^[4,6]	1/2MS+3 mg/L ZT+3 mg/L MEJA+3 mg/L I-AA+0.3 mg/L BR	诱导小鳞茎	诱导率 75%，每外植体诱导原球茎 2~3 个
岷贝母野生鳞茎 ^[5,9]	MS、1/2MS+2 mg/L NAA+2 mg/L 2, 4-D+0.5 mg/L 6-BA+0.5 mg/L IBA+0.2 mg/L KT	诱导小鳞茎	诱导率分别为 60.00%、56.67%
暗紫贝母基部切片 ^[6]	MS+0.5 mg/L NAA+2.0 mg/L 6-BA	诱导愈伤组织	愈伤组织诱导率达 80%
平贝母鳞茎 ^[5,7]	MS+1.5 mg/L NAA+0.05 mg/L KT	分化小鳞茎	鳞茎诱导率为 69.2%
	MS+0.5mg/L NAA+1.5mg/L 6-BA	诱导愈伤	愈伤诱导率 68.5%
康定贝母鳞茎 ^[8,10]	MS+3.0 mg/L NAA+0.5 mg/L 6-BA	诱导愈伤组织	愈伤组织诱导率达 88.6%
伊贝母鳞茎 ^[9]	MS+2.0 mg/L NAA+0.1 mg/L 6-BA	分化小鳞茎	鳞茎诱导率为 62.5%
	MS+1.0 mg/L NAA+0.5 mg/L KT 或 MS+1.0 mg/L NAA+2.0 mg/L 6-BA	诱导胚性愈伤组织	诱导率为 69.4%或 77.8%
	经 0~4℃低温诱导四周接种到培养基 MS+0.1 mg/L IAA+0.5 mg/L KT	体细胞胚形成植株	成苗
暗紫贝母鳞茎 ^[10,12]	MS+0.5 mg/L NAA+2.0 mg/L 6-BA	诱导不定芽	诱导率为 66.7%，继代增殖系数 8.27
伊贝母鳞茎 ^[11,13]	1/2MS+0.5 mg/L NAA	诱导生根	生根速率快，根健壮
	MS+0.2 mg/L NAA+2.0 mg/L 6-BA	诱导不定芽	诱导率 86.8%
	MS+0.2 mg/L NAA+1.0 mg/L 6-BA	继代培养	分化 4~6 个芽，长势强，健壮
甘肃贝母鳞茎 ^[12,14]	1/2 MS+0.05 mg/L NAA+0.05 mg/L 6-BA	诱导生根	生根率 96.4%和根长 4.2 cm
	MS+2.0 mg/L NAA+0.5 mg/L 6-BA 或 MS+0.5 mg/L NAA+2.0 mg/L 6-BA	诱导不定芽	诱导率为 87.5%或 83.3%
	MS+0.5 mg/L NAA+2.0 mg/L 6-BA	继代培养	增殖系数 9
	1/2 MS+0.5 mg/L NAA	诱导生根	生根率 90%

菌水冲洗 3 次, 然后用 0.8% NaClO 灭菌 8 min, 无菌水冲洗 3 次, 再用 2% NaClO 浸泡 6 min, 无菌水冲洗 3 次, 污染率仅为 3.8%, 且鳞茎生长状态良好^[11]。

3 培养基

MS 培养基元素种类丰富, 元素平衡, 缓冲性能好, 微量元素和有机成分齐全且较丰富。贝母组织培养研究中所采用的培养基有多种, 其中鳞茎培养以 MS 为佳且具有普遍适用性, 生根时多采用 1/2 MS 作基本培养基。衷维纲等^[16]在对太白贝母的研究中发现, LS 和 White 培养基诱导效果不如 MS, 不加激素的 MS 就能使鳞茎切片产生小鳞茎, 但形成的时间晚, 数量少, 个头小。愈伤组织分化时, 可以选用不同的基础培养基以实现不同的分化方向。有报道称 MS 培养基有利于不定芽的形成, N6 培养基有利于体细胞胚的形成^[7]。

为建立更好的贝母组织培养快繁系统, 我国学者对 MS 培养基做出了一定的调整, 发现有利于彭泽贝母愈伤组织生长的 N、P、K、Ca 最佳浓度分别为 MS 培养基的 1/4、1、1/4、1/2 倍, 调整后的培养基上生长的愈伤组织生长率高出 MS 培养基 20.26%^[24]。在平贝母组织培养研究中以鳞茎为外植体, 采用 MS 液体培养基(KH_2PO_4 的用量调整为 250 mg/L, VB_1 5 mg/L)添加 NAA 和 KT, 可直接诱导产生小鳞茎, 在液体培养基中无论是鳞茎生长速率还是小鳞茎的诱导率都显著高于固体培养基^[25]。也有研究发现, 在培养基中添加酪氨酸后暗紫贝母鳞茎的生长率明显提高^[26]。

4 植物生长调节物质

在植物组织培养中, 植物生长调节物质虽然用量极少, 但作用巨大, 在外植体脱分化和器官发生时起到关键性甚至是决定性的作用。植物种类和外植体、外植体的年龄和取材季节以及植株再生途径不同, 培养时所

需的植物生长调节物质的种类、浓度和配比有所不同。绝大多数研究资料表明, 细胞分裂素和生长素配比使用能取得较好的诱导和培养效果。在对浙贝母的研究中发现, MS 培养基上不加任何激素时无法诱导产生小鳞茎或愈伤组织, 在只加入 2, 4-D、KT、NAA 其中一种时即可诱导出小鳞茎或愈伤组织, 但诱导率显著低于两种激素配合使用^[15], 这与对暗紫贝母、康定贝母的研究结果相符^[6, 8]。太白贝母组织培养中只加 KT 未能提高诱导率, 同时添加 NAA(0.5 ~ 2 mg/L)后产生的鳞茎多且大, 但浓度太高时诱导率反而有所下降^[16]。

贝母通过组织培养再生植株有直接发生途径和间接发生途径两种形式, 再生途径不同所需的激素种类和浓度有所不同。在间接发生途径中, 通常使用 0.5 ~ 2.0 mg/L NAA 和 1.0 ~ 4.0 mg/L 6-BA 或 0.5 ~ 2.0 mg/L NAA 和 0.5 ~ 2.0 mg/L KT 配合诱导愈伤组织, 有时也配合使用 2, 4-D。湖北贝母鳞瓣诱导产生愈伤组织最佳激素组为 2.0 mg/L NAA + 1.0 mg/L 6-BA, 诱导率为 80%^[27]; 梭砂贝母鳞瓣诱导产生愈伤组织最佳激素组为 0.5 mg/L NAA + 1.5 mg/L 6-BA^[28]; 康定贝母鳞瓣诱导产生愈伤组织最佳激素组为 NAA 3.0 mg/L + 6-BA 0.5 mg/L, 诱导率 88.6%^[8]; 暗紫贝母鳞瓣诱导产生愈伤组织最佳激素组为 0.5 mg/L NAA + 2.0 mg/L 6-BA, 诱导率为 80.0%^[6]; 伊贝母鳞瓣诱导产生愈伤组织最佳激素组为 0.5 mg/L NAA + 2.0 mg/L 6-BA + 0.1 mg/L GA_3 , 诱导率 100%^[29]; 卷叶贝母种子在 10 mg/L GA_3 溶液中浸泡 48 h 后再解剖种胚诱导产生愈伤组织最佳激素组为 0.5 mg/L NAA + 2.0 mg/L 6-BA, 诱导率为 95%^[30]。浙贝母鳞瓣诱导产生愈伤组织或小鳞茎最佳激素组为 1.0 mg/L NAA + 2.0 mg/L 2, 4-D, 诱导率为 60.8%^[15]。

直接发生途径中通常使用到 NAA、

6-BA、ZT、KT 等。其中 KT 和 NAA, KT 和 IAA, BA 和 NAA 配比使用效果好。浙贝母子房诱导小鳞茎直接发生的最佳激素配比为 0.5 mg/L NAA+1.0 mg/L KT, 这与伊贝母茎段的研究结果类似^[19, 22]。在平贝母组织培养中, 以叶片为外植体, 在 MS+0.5 mg/L IAA+0.5 mg/L KT 培养基上可诱导直接形成小鳞茎^[31]。伊贝母黄化茎段诱导小鳞茎的最佳激素配比为 0.5 mg/L NAA+0.2 mg/L 6-BA, 诱导率为 100%^[20]; 卷叶贝母鳞瓣诱导小鳞茎的最佳激素组为 0.2 mg/L NAA + 2.0 mg/L 6-BA, 诱导率 85%^[32], 这与对川贝母的研究相一致^[3]。卷叶贝母试管苗幼叶诱导小鳞茎的最佳激素组合为 1.0 mg/L NAA+2.0 mg/L 6-BA+1.0 mg/L KT, 诱导率高达 83.37%^[32]。浙贝母鳞瓣诱导小鳞茎的最佳激素组为 1.0 mg/L 2, 4-D + 0.1 mg/L KT^[33]。

5 碳源

碳源是培养基的必要成分之一, 有提供能源和调节渗透压的作用, 通常选用蔗糖, 在贝母组织培养中广泛使用的浓度为 3%~5%。有研究认为糖有利于小鳞茎形成, 在暗紫贝母和平贝母的研究中发现, 5%的蔗糖浓度更为合适贝母鳞茎的生长和生物碱的累积^[26, 34]; 5%的蔗糖浓度有利于暗紫贝母鳞瓣分化不定芽^[35], 4%的蔗糖浓度对平贝母愈伤组织的生长和生物碱积累效果好^[35], 可能是由于在贝母组织培养的不同阶段所消耗的蔗糖多少不同。

6 温度和光照

通常组织培养适宜温度为 23~28℃, 但野生贝母生长在高海拔、低气温的山区, 其组织培养适宜温度较其他植物低。在浙贝母组织培养中发现, 10~25℃都可以诱导出小鳞茎及愈伤组织, 诱导率最高达 78.6%, 其最适温度为 20±1℃^[15]。对湖北贝母、甘肃贝母、暗紫贝母、伊贝母的研究

中也有类似的结果^[26-27, 36-37]。甘肃贝母芽的诱导率培养温度为 20℃>15℃>25℃>10℃, 继代增殖时也表现出此规律, 培养条件为黑暗>12 h 光照>24 h 光照^[36]。浙贝母鳞茎培养时采用 21~23℃、光照 9~10 h, 培养效果较好^[15]。浙贝母子房在 10~18℃光照培养下可直接长出小鳞茎^[15]。以平贝母鳞片为试材, 16~20℃散射光条件下可诱导产生愈伤^[15]。太白贝母鳞茎培养时, 黑暗和每日 8~10 h 光照的培养效果无明显差异^[15]。目前的研究表明, 20℃培养温度, 黑暗、散射光或 400~1 800 lx 的光照条件均可诱导小鳞茎或愈伤产生。

具有鳞茎或者球茎的植物, 比如唐菖蒲、麝香百合, 通过组织培养获得再生植株或者愈伤组织再生器官时均需要经过一定的低温处理才可以在移栽后正常生长, 贝母也有这一特性^[38]。再生的浙贝母小鳞茎需要 5℃低温诱导培养 30 d 以上, 之后转至正常温度光照条件后方可再生植株^[15]; 伊贝母小鳞茎需在 0~5℃低温贮藏 80 d 后, 鳞茎 100%长根并抽出黄化芽, 照光后转绿成苗^[9], 对平贝母和太白贝母的研究也有类似报道^[16, 21]。川贝母胚状体在经低温处理 40 d 后成苗率最高^[39]。

7 试管苗移栽

试管苗移栽是离体快速繁殖的最后环节, 是试管苗能否走向大田的关键。能移栽到大田的贝母组织培养产物分为两类, 一是小鳞茎, 二是试管苗, 它们都需要适合的驯化移栽方案。浙贝母试管苗过程为 3 000 lx 光照培养 7 d→开瓶炼苗 2~3 d→洗净根系培养基→移入装有土和沙按体积比为 3:1 比例混合制成栽培土的小花盆中, 并上盖玻璃罩。当试管苗移栽后个体间生长差异大、发育不良时, 补充浇灌 1/2 MS 营养液, 驯化后的小苗与大田栽培的小苗差异不大, 成活率能达 80.6%^[40]。西藏卷叶贝母试管苗过程

为温室开瓶炼苗 3 d→洗净根系培养基→穴栽至苗床(河砂、羊粪、珍珠岩体积比为 3 : 1 : 1)上→用塑料薄膜覆盖 7 d, 移栽成活率可达 70%^[14]。浙贝母鳞茎经洗净培养基→晾干后润砂贮藏, 使其在常温下越冬休眠, 可将直径 >0.5 cm 以上的试管鳞茎完好地保存下来, 但直径 <0.5 cm 的鳞茎不能保存, 完好率只有 30%左右^[39]。

8 存在的问题和展望

绝大多数贝母的组织培养以鳞茎为外植体, 但由于鳞茎生长于地下, 带菌多, 很难灭菌彻底。我们在对甘肃贝母进行组织培养时以休眠芽为外植体, 萌发后获得大量无菌幼嫩的茎段, 或者鳞茎经简单消毒后剥去外层苞片将内部的小芽为外植体直接接种培养。休眠芽基部的小鳞茎因包裹在休眠芽内部, 本身处于无菌状态, 只要对休眠芽进行简单消毒即可解剖出无菌小鳞茎, 可以获得大量的幼嫩外植体。以伊贝母黄化茎段为外植体可直接再生小鳞茎, 诱导率 91%。以上外植体与大鳞茎相比, 污染率低、材料幼嫩、培养效果好, 是组织培养的理想外植体^[20]。因此, 科研工作者可更多的尝试采用休眠芽、内生小鳞茎、茎段和子房为外植体, 以高效深入地开展研究。

贝母组织培养中培养物生长速度慢, 增殖效率低, 无法达到快速繁殖的目的。目前, 几乎相关的所有文献都采用固体培养基和恒温培养条件, 有关液体培养和变温试验鲜见报道。植物组织培养科研工作者可以尝试从多方面开展试验, 采用更多更有效的技术和方法解决贝母培养物生长繁殖慢的难题。

在组织培养中直接发生途径与间接发生途径相比, 不经愈伤组织直接产生植物器官或者再生植株, 遗传变异率小且耗时短, 是离体快速繁殖的理想途径。由外植体直接生成小鳞茎, 然后由鳞片继代培养再次产生小鳞茎, 如此周而复始, 达到快速繁殖的目的。

我国已有许多学者开展了贝母组织培养研究, 但研究还不够深入和广泛。首先, 研究涉及的植物种类虽较多, 但主要集中于伊贝母、浙贝母, 对每种植物研究缺乏系统性和后续的深入研究。其次, 由外植体诱导产生小鳞茎虽能够实现, 但小鳞茎的继代增殖系数小, 达不到快速繁殖的目的。此外, 移栽技术不成熟, 植株容易死亡, 直接影响到大田推广和生产应用。因此, 贝母试管鳞茎的高频诱导、试管鳞茎的萌发和驯化栽培是今后研究重点。

近年来, 随着植物生物技术的发展, 科研工作者先后在试管中诱导出了马铃薯、半夏、地黄、芋、生姜等地下营养繁殖器官, 试图代替试管苗, 其中试管马铃薯块茎和试管半夏块茎的培养技术已成熟, 可替代试管苗作为商品供应^[38]。在国外, 单子叶植物如百合、洋葱、鸢尾、石蒜等地下营养繁殖器官的组织培养技术已应用于生产实践^[41]。贝母是一种药用价值很高的常用中药材, 但种植效率低, 药材价格昂贵, 因此有必要建立贝母离体快速繁殖技术体系, 尽快应用于生产实践。

参考文献:

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 一部[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015.
- [2] 胡章薇, 熊 芹, 肖小君. 中草药川贝母繁育技术研究进展[J]. 安徽农学通报, 2017, 23(11): 133-135.
- [3] 王跃华, 闫胜杰, 代 勇, 等. 川贝母不同部位外植体对鳞茎再生的影响[J]. 西南农业学报, 2010, 23(6): 2026-2029.
- [4] 杨 涛, 王沛雅, 张 军, 等. 濒危药材甘肃贝母试管小鳞茎再生的研究[J]. 中药材, 2016, 39(5): 971-974.
- [5] 王鹤娉, 安 力, 陈 垣, 等. 岷贝母小鳞茎再生诱导效应的研究(简报)[J]. 甘肃农业大学学报, 2009, 44(3): 50-52.
- [6] 李隆云, 周裕书, 代 敏, 等. 暗紫贝母鳞

- 茎再生组织培养技术研究[J]. 中国中药杂志, 1995(2): 78-80.
- [7] 唐巍, 杨映根, 桂耀林, 等. 培养条件对平贝母愈伤组织分化的影响[J]. 生物技术, 1996(4): 11-14.
- [8] 李隆云, 周裕书, 付善全, 等. 康定贝母鳞茎离体繁殖研究[J]. 中药材, 1994(12): 5-7.
- [9] 王仑山, 杨汉民, 王亚馥, 等. 伊贝母组织培养中体细胞胚的形成及细胞组织学观察[J]. 西北植物学报, 1989(2): 76-81.
- [10] 张振霞, 张惠婷, 庞立志, 等. 暗紫贝母鳞茎的组织培养[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(3): 17-19.
- [11] 张淑梅, 关丽霞. 伊贝母鳞茎和茎段的组织培养[J]. 种子, 2018, 37(12): 128-131.
- [12] 张振霞, 李彩萍, 张秋枚, 等. 甘肃贝母的组织培养和植株再生研究[J]. 北方园艺, 2014(10): 80-84.
- [13] 赵玉宏. 湖北贝母组织培养中外植体选择的研究[J]. 湖北民族学院学报(自然科学版), 2004(4): 37-38.
- [14] 李宝海, 曾钰婷, 刘正玉, 等. 西藏卷叶贝母组织培养研究[J]. 农产品加工(创新版), 2012(5): 63-65.
- [15] 苏新, 江建铭. 浙贝母组织培养中一些因素的研究[J]. 中国中药志, 1992(11): 655-657.
- [16] 衷维纲, 刘素珍, 杨观梅. 太白贝母鳞茎切片的组织培养[J]. 中草药, 1982(9): 40-42.
- [17] 郭生桢, 李惠芝, 潘景丽. 常用中药五种贝母的组织培养[J]. 特产科学实验, 1981(3): 20-22.
- [18] 潘佑找, 柯尊涛, 赵宇瑛. 不同外植体对兰州百合组织培养的影响[J]. 安徽农学通报, 2007(19): 242-245.
- [19] 徐元红, 朱四易. 关于伊贝母微体繁殖植株再生途径的研究[J]. 生物技术, 1998, 8(2): 23-27.
- [20] 王小菁, 秦振栋. 伊贝母黄化茎段小鳞茎再生的研究[J]. 中草药, 1986, 17(10): 28-30.
- [21] 许矛. 平贝母无性快繁体系的建立及激素自养型培养物形态发生机制的研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2006.
- [22] 孙敬三, 朱至清, 王敬驹. 浙贝母愈伤组织的培养和器官再生[J]. Journal of Integrative Plant Biology, 1977(2): 75-76.
- [23] 苏新. 浙贝母种胚的离体培养[J]. 中药材, 1995(2): 62-63.
- [24] 聂秀霞, 张寿文, 谢欢. 培养基成分对彭泽贝母愈伤组织增殖及生物碱含量的影响[J]. 时珍国医国药, 2009, 20(10): 2464-2466.
- [25] 周宝钧. 平贝母离体组织培养和在“静止期”培养[J]. 辽宁大学学报(自然科学版), 1982(1): 99-107.
- [26] 蔡朝晖, 朱丹妮, 陶金来, 等. 培养基中蔗糖浓度及添加氨基酸对组培暗紫贝母生长的影响[J]. 中国药科大学学报, 1996(1): 1-3.
- [27] 周光来. 湖北贝母愈伤组织诱导条件的研究[J]. 湖北民族学院学报(自然科学版), 2004(4): 39-41.
- [28] 欧珠朗杰, 米玛潘多, 孙泽初. 梭砂贝母鳞茎组织培养研究[J]. 南方农业, 2019, 13(27): 129-130.
- [29] 高燕, 贺宾, 范骏, 等. 贝母愈伤组织的诱导及植株再生[J]. 新疆农业科学, 2005(1): 35-37.
- [30] 刘帆, 倪苏, 李方安. 提高卷叶贝母组织培养的植株再生率的研究[J]. 植物生理学通讯, 2006(1): 169-170.
- [31] 赵国凡, 曹阳, 吴阳, 等. 平贝母愈伤组织的诱导和器官再生[J]. 植物学报, 1983(2): 40-41.
- [32] 王跃华, 代勇, 何宗晟, 等. 离体培养条件对卷叶贝母鳞茎再生的影响[J]. 中药材, 2010, 33(6): 854-856.
- [33] 方旭燕, 徐根娣, 刘鹏. 浙贝母组织培养技术的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2005(1): 124-125.
- [34] 李云, 梁庆丰, 曹孜义, 等. 离体培养条件对平贝母生物碱含量的影响[J]. 核农学报, 2005(3): 175-180.
- [35] 熊增芳. 暗紫贝母组织培养的研究[D]. 西宁: 青海师范大学, 2009.

农田残膜对耕地土壤质量的影响简述

杨蕊菊^{1, 2, 3}, 车宗贤^{1, 2, 3}, 贺春贵⁴, 唐继荣⁵, 周涛⁵, 张久东^{1, 2, 3}, 卢秉林^{1, 2, 3}, 吴科生^{1, 2, 3}, 崔恒^{1, 2, 3}

(1. 甘肃省农业科学院土壤肥料与节水农业研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 农业农村部甘肃耕地保育与农业环境科学观测实验站, 甘肃 武威 733017; 3. 国家土壤质量凉州观测实验站, 甘肃 武威 733017; 4. 甘肃省农业科学院, 甘肃 兰州 730070; 5. 甘肃省农业生态与资源保护技术推广总站, 甘肃 兰州 730030)

摘要: 从农膜残留对土壤理化性状、土壤微生物、土壤酶活性、土壤呼吸作用、农作物生长发育及对土壤微塑料等的影响进行了综述, 并对农膜残留的治理进行了展望。

关键词: 农膜; 耕地质量; 土壤微生物

中图分类号: TQ320.72; S152.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)12-0088-05

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2021.12.020](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2021.12.020)

耕地质量是粮食生产的重中之重。农用地膜的大量推广使用, 给农业生产带来了巨大的经济效益, 同时大量的农膜残留在土壤中, 对土壤环境和农作物的生长造成严重的影响。地膜是继化肥、农药、种子之后的第四大农业生产资料, 地膜覆盖技术具有显著的增温保墒、增产增收的作用。我国是世界上地膜使用量最多、覆盖面积最大、覆盖作物种类最广的国家, 农膜使用量逐年增加, 从1991—2017年的26 a内, 农膜使用量从

64.2万t增加到252.8万t^[1], 年平均增长率达5.4%。大量农膜残留于土壤, 降解速度慢, 回收循环利用难度大成本高, 在农田土壤中长期累积造成土壤污染^[2]。农膜残留带来的负面效应日益严峻, 如地膜残片损坏土壤原本物理结构、致使土地质量变差^[3], 农膜大量长期残留, 影响了作物对土壤的水分、养分的吸收, 引起土壤环境等的污染^[4], 最终导致作物产量下降。我们主要从农膜残留对土壤耕地质量的影响等方面

收稿日期: 2021-09-13; **修订日期:** 2021-10-29

基金项目: 甘肃省农业生态与资源保护技术推广总站科技创新项目“甘肃省地膜残留污染综合防控技术研究”(2020GSNKYTFS01)。

作者简介: 杨蕊菊(1973—), 女, 甘肃秦安人, 副研究员, 博士, 主要从事土壤肥料与作物栽培方面的工作。联系电话: (0)13659406817。Email: yangruiju@126.com。

[36] 王鹤婷. 甘肃贝母组培快繁技术及其对总生物碱积累影响的研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2008.

[37] 李丽, 师娥, 黄登婧, 等. 伊贝母种胚的离体培养[J]. 甘肃农业大学学报, 2018, 53(1): 83-89.

[38] 薛建平, 连勇. 植物组织培养与工厂化种苗生产技术[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2013.

[39] 李强, 凌丽俐, 傅华龙, 等. 低温诱导对组培川贝母胚状体成苗的影响[J]. 四川大学学报(自然科学版), 2003(2): 367-370.

[40] 戴德吉, 王鲁彤, 刘秀莲, 等. 浙贝母试管苗生产研究[J]. 浙江农村技术师专学报, 1994(1): 26-30.

[41] 黄丽娜, 陈清西. 园艺植物组培育苗技术研究进展[J]. 北方园艺, 2012(22): 192-196.

(本文责编: 陈珩)