

不同移栽基质对苹果砧木 B9 无糖组培苗生长的影响

徐一超, 卢 显, 王荣花, 刘福云, 张 东

(西北农林科技大学 园艺学院, 国家苹果改良中心杨凌分中心, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:以苹果砧木 B9 无糖组培苗为试材,研究了不同成分配比基质对无糖组培苗移栽的影响。结果表明:5 种基质处理无糖组培苗 B9 的移栽成活率均达到 100%。其中,以成品基质:蛭石:珍珠岩:锯末 = 2:1:1:1 配比作为移栽基质,B9 组培苗茎粗显著高于对照组,地上部长势较好,根系指标中根冠比、根系粗度、根系表面积、根系体积指标均最高,根长也显著高于对照组,根系最发达。综上,最适合根系生长的移栽基质配比为成品基质:蛭石:珍珠岩:锯末 = 2:1:1:1。

关键词:苹果砧木 B9;无糖组培苗;移栽基质;地上部指标;根系指标

中图分类号:S661.1 **文献标识码:**A **文章编号:**0488-5368(2022)04-0011-05

Effects of Different Transplanting Media on Growth of Sugar-Free Tissue Culture Seedlings of Apple Rootstock B9

XU Yichao, LU Xian, WANG Ronghua, LIU Fuyun, ZHANG Dong

(1. College of Horticulture of Northwest A&F University, Yangling Branch of National Apple Improvement Center Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: With apple rootstock B9 sugar-free tissue culture seedlings as the test material, the effects of different composition ratio substrates on the transplanting of sugar-free tissue culture seedlings were studied. The results showed that the transplanting survival rate of sugar-free tissue culture seedlings B9 reached 100% under treatments of the five substrates. Among them, with the finished substrate: vermiculite: perlite: sawdust = 2:1:1:1, the stem thickness of the B9 group cultured seedlings was significantly higher than that of the control group, the ground growth was better. The root/shoot ratio, root thickness, root surface area, and root volume were the highest among the root indexes. The root length was also significantly higher than the control group, and the root system was the most developed. In summary, the most suitable transplanting substrate ratio for root growth is the finished substrate: vermiculite: perlite: sawdust = 2:1:1:1.

Key words: Apple rootstock B9; Sugar-free tissue culture seedlings; Transplanting substrate; Above-ground index; Root index

无性繁殖作为未来苹果苗木繁育的趋势,目前已经广泛运用于各种苹果苗木的生产中,主流的无性繁殖方式主要包括压条和组培,其中,采用组培方式繁育的无病毒苹果幼苗近几年发展迅速,因其无毒、整齐度高的特点,受到了市场的欢迎^[1,2]。但传统组培育苗也存在一系列问题,比如易污染、生根效果不佳、移栽成活率低等,为了解决这些问题,遍衍生出了无糖组织培养这一新兴的组培技术,此技术下繁育的无糖组培苗不仅污染率低、生

根效果好,而且有着很高的移栽成活率,可以缩短或者省去炼苗环节,大大节省时间成本^[3]。

移栽基质是移栽环节中的关键,其成分配比直接决定了基质的保水性、通气状况和养分供给,这些因素直接关系着幼苗移栽后地上部和根系生长的好坏。田河的研究表明,以草炭土与蛭石 1:2 或 1:1 配比作为移栽基质,苹果组培苗移栽成活率分别达 90.77% 和 88.24%^[4];周莉的研究发现,苹果砧木 M9、Mac9、B9、SH6、SH38、SH40 炼苗 12 d,以 3/5 田间土+2/5 蛭石

收稿日期:2021-04-12 修回日期:2021-05-10

基金项目:国家重点研发计划项目(2019YFD1000803)和国家苹果产业技术体系(CARS-27)。

第一作者简介:徐一超(1995-),男,山东潍坊人,硕士研究生,主要从事苹果无糖组织培养技术的研究。

通信作者:张 东。

为基质,移栽成活率分别达到 76.6%、82.2%、77.5%、77.2%、68%、70.1%^[5];孙建春的研究发现,炼苗 10~12 d,并以草炭:珍珠岩=5:1 作为基质配方,苹果幼苗成活率可在 80%以上^[6]。前人对于移栽基质的研究主要针对传统组培苗,且不同移栽基质的移栽成活率差异比较大,尚未形成一套完善的无糖组培苗移栽技术。

试验以苹果砧木 B9 作为试材,研究了不同移栽基质下无糖组培苗的生长情况,旨在提出一套适合于苹果砧木的无糖组培苗移栽方案,为今后苹果苗木的组织培养提供新技术。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为苹果砧木 B9 组培苗。无糖组织培养容器和培养设备均由上海离草科技有限公司生产,无糖组织培养容器的规格为 30 cm × 20 cm × 15 cm。基质为嘉禾品牌,主要成分为农作物茎秆发酵而成,有机质含量为 30%—35%,蛭石、珍珠岩均从三力公司购买,锯末由国家苹果改良中心杨陵基地提供。

1.2 方法

1.2.1 苹果砧木 B9 无糖组培苗的获得 试验于 2020 年 11 月底至 2021 年 1 月中旬进行,地点位于西北农林科技大学园艺学院。供试材料先在 MS 培养基中进行增殖培养,培养基配方为 MS + 6-BA 1.0 mg/L + IBA 0.1 mg/L, pH=5.8,在室温 24 ℃,光周期 16 h/8 h,30 cm 处光子通量(PPFD)为(120±10) μmol/m²/s 的培养间中培养 30 d 后,选取带有 5 片及以上叶片的 B9 组培苗作为试材进行无糖组织培养,培养基方案为 400 g 蛭石+1/2MS+1.0 mg/L IBA, PH=5.8。接种完成后,将幼苗放入无糖组培间中进行生根培养,培养

温度为 24 ℃,光质为 LED 白光,光周期为 16 h/8 h,30 cm 处光子通量(PPFD)为(160±10) μmol/m²/s,CO₂ 浓度 950—1 050 mg/L,培养时间为 30 d。

1.2.2 苹果砧木 B9 无糖组培苗的移栽处理 无糖培养 30 d 后,开盒短期炼苗 7 d,然后将幼苗移栽到含有 5 种不同基质的 32 孔穴盘中,每个处理接种 5 组,每组接种 4 株,共 20 株。5 种移栽基质的成分如表 1:

表 1 各处理移栽基质中成分的体积比

处理	成品基质	蛭石	珍珠岩	锯末
Control	5	0	0	0
T1	3	1	1	0
T2	3	1	0	1
T3	3	0	1	1
T4	2	1	1	1

将穴盘放入日光培养箱中,在温度 24 ℃、12 h/12 h 光周期的条件下培养,期间每 7 d 浇一次水,培养 45 d 后,统计幼苗的成活率、株高、茎粗、叶片数、根冠比、Spad 等形态学指标以及根数、根长、根系粗度、根系表面积、根系体积等根系指标。

1.2.3 测定方法 株高、茎粗用直尺和游标卡尺测定;叶绿素相对含量采用 SPAD 502 进行测定;成活率=成活的幼苗数/总移栽幼苗数×100%;生根率=生根的组培苗数/总接种的组培苗数×100%;根冠比=根系鲜重/地上部鲜重;根系生长指标用 EPSON expression 12000XL 扫描仪扫描后,经过 WinRHIZO Pro 2012b 软件分析得出。

1.2.4 数据统计与处理 采用 Microsoft Excel 2010 和 SPSS 17 软件处理和分析数据,用 LSD 法进行多重比较。移栽基质对无糖组培苗 B9 移栽后生长的影响

2 结果与分析



图 1 移栽基质对无糖组培苗 B9 移栽 45 d 后生长的影响

注:移栽基质中不同成分的含量按照体积比计算,共设置了成品基质、蛭石、珍珠岩和锯末 4 种成分,每个处理基质中成分的体积比依次为:Control=5:0:0:0, T1=3:1:1:0, T2=3:1:0:1, T3=3:0:1:1, T4=2:1:1:1。

移栽基质对于组培苗后续生长有着重要影响,基质成分的种类和配比直接影响着组培苗的各种指标。笔者试验中,5 种处理下 B9 无糖组培苗的移栽成活率均达到了 100%,但是各处理之间幼苗

的长势不一,各项指标存在差异。株高方面,T1 处理的移栽苗最高,为 4.73 cm,其次为 T3 处理的 4.23 cm,两者与对照相比差异不显著;最矮的为 T2 处理,仅为 2.97 cm,较对照的 4.06 cm 矮

了 1.09 cm,存在显著性差异。茎粗方面,T4 处理的茎干最为粗壮,为 1.99 mm,茎干最细的则为对照组,为 1.66 mm,两者相差 0.33 mm,存在显著性差异。叶片的两个指标中,T3 处理有着最多的叶片数,但是相对叶绿素含量 Spad 值却最低,与对照均没有显著性差异;T2 处理的叶片数最少,相对叶绿素含量 Spad 值也仅高于最低的 T3 处理,但与对照差异不显著;T1 处理的相对叶绿素含量最高,叶片数也多于对照,但差异也都不显著。综合分析来看,仅使用成品基质作为移栽基质的对照组幼苗,茎粗最细,其余指标上的表现在 5 个处理中中规中矩;移栽基质中不添加锯末的 T1 处理株高和 Spad 值最高,叶片数也仅少于最多的 T3 处理,地上部长势较好;移栽基质中不添加珍珠岩的 T2 处理株高最矮,叶片也最少,相对叶绿素含量 Spad 值也仅高于 T3 处理,地上部表现不佳;而基质中不添加蛭石的 T3 处理,相对叶绿素含量 Spad 值最低,但有着最多的叶片数;T4 处理则有着最粗的茎干。

根系方面,T1 处理的根数最多,为 10.5,其次为 T4 处理的 10.0,两者根数仅相差 0.50,差异不显著,但均与根数最少的对照均存在显著性差异。5 个处理中,根系最为粗壮是 T4 处理,为 0.67 mm,与其余 4 个处理差异显著,除 T4 之外,其余 4 个处理之间差异却不显著。根长方面,T1 处理的根最长,为 196.93 cm,但与其他 4 个处理没有显著性差异。根系表面积和根系体积上,T4 处理的两项指标均最高,分别为 38.21 cm² 和 0.66 cm³,与两项均最低的对照,分别高了 17.50 cm² 和 0.41 cm³,都存在显著性差异。另外值得注意的是根冠比方面,对照、T1、T2、T3 之间不存在显著性差异,而 5 个处理中只有 T4 处理的根冠比高于 1,为 1.09,与对照、T1、T3 均存在显著性差异,仅与 T2 处理差异不显著,说明相较于其他几个处理,T4 处理下的 B9 幼苗在移栽生长发育的过程中,养分更倾向分配给根系。综合分析来看,仅使用成品基质作为移栽基质的对照组,各项根系指标均最低,根系生长最差;不添加锯末的 T1 处理,根数最多,根长最长,其余根系指标也仅次于最高的 T4 处理;不含珍珠岩的 T2 处理,根数、根长、根系表面积和根系体积四个指标也仅高于最低的对照组,根系生长也较差;不含蛭石的 T3 处理各项指标的表现 5 个处理中均较平庸;而 T4 处理下的根系指标,有着最高的根粗、根系表面积和根系体积指标,根数和根长指标也仅次于最高的 T1 处理,根

系生长最好,且根冠比最高,在此基质下进行移栽,更有利于 B9 幼苗的根系发育。

3 结论与讨论

在水分条件和环境条件充分保证的情况下,移栽基质就成为了组培苗成活以及地上部、根系生长的决定性因素,基质的构成成分以及比例直接决定了其养分含量、透气性和保水性等关键理化性质,这对于组培苗移栽后的生长发育有着重大影响^[7]。国内常用的移栽基质包括草炭、蛭石、珍珠岩、锯末等物质。草炭是植物残体分解不充分的一类有机物,富含营养但透气性较差^[8];蛭石是一类保水性、透气性俱佳的次生矿物,在许多物种的栽培中都有广泛应用,但其养分含量较低,需要搭配其他基质使用^[9];珍珠岩是一种酸性火山玻璃质熔岩,具有无数不规则的密闭气孔,是吸水性、透气性、保墒性均不错的基质,常用于土壤改良和无土栽培^[10];锯末是林业以及木材加工行业的废弃物,养分含量较多,保水性较强但透气性较差,也常用于移栽栽培中^[11]。由此可见,单一基质存在一定的缺点,因此复合基质的效果往往好于单一基质。

苹果组培苗的移栽往往采用草炭和蛭石或者珍珠岩混合的复合基质^[12],由于草炭价格较高,且由于本身是不可再生的资源,近些年的过度开采给生态环境造成了一定的不良影响,为了保护自然资源,国内外已经有研究寻找其代替物^[13,14]。考虑到经济性和实用性,试验中采用了常见的成品基质代替草炭,其有效成分为茎秆发酵而来的腐殖质。本试验的结果表明,单独使用成品基质的对照组幼苗茎粗最细,其余地上部指标的表现 5 个处理中也并不突出,且各项根系指标也均最低,根系生长在 5 个处理中是最差的,这可能是由于成品基质中成分较为复杂,养分含量无法满足幼苗移栽会后的生长发育,因此在进行移栽时,为保证养分供给充足,还需添加其他基质配合使用。

本试验中根系生长最好的处理是 T4 处理,此处理下的 B9 幼苗除根长外,根数、根系粗度、根系表面积和根系体积指标均显著高于对照,这可能是因为减少了成品基质占比的同时添加了锯末、蛭石和珍珠岩,改善了基质的保水性和透气性,有机质含量更高的锯末也使得总体养分含量得以增加,能提供更多的营养物质来供给幼苗根系的生长发育,使得幼苗发育出能多的新根,形成发达了的根系。此外 T4 处理的地上部指标综合来看表现也较好,茎粗显著高于对照组,对比地上部表现最好

的 T1 处理,长势相对较弱,但两者并没有显著性差异,这可能是 T4 处理的幼苗根系在养分竞争上

取得了优势,地上部得到的养分供给减少导致的^[15],此处理下最高的根冠比也验证了这一推测。

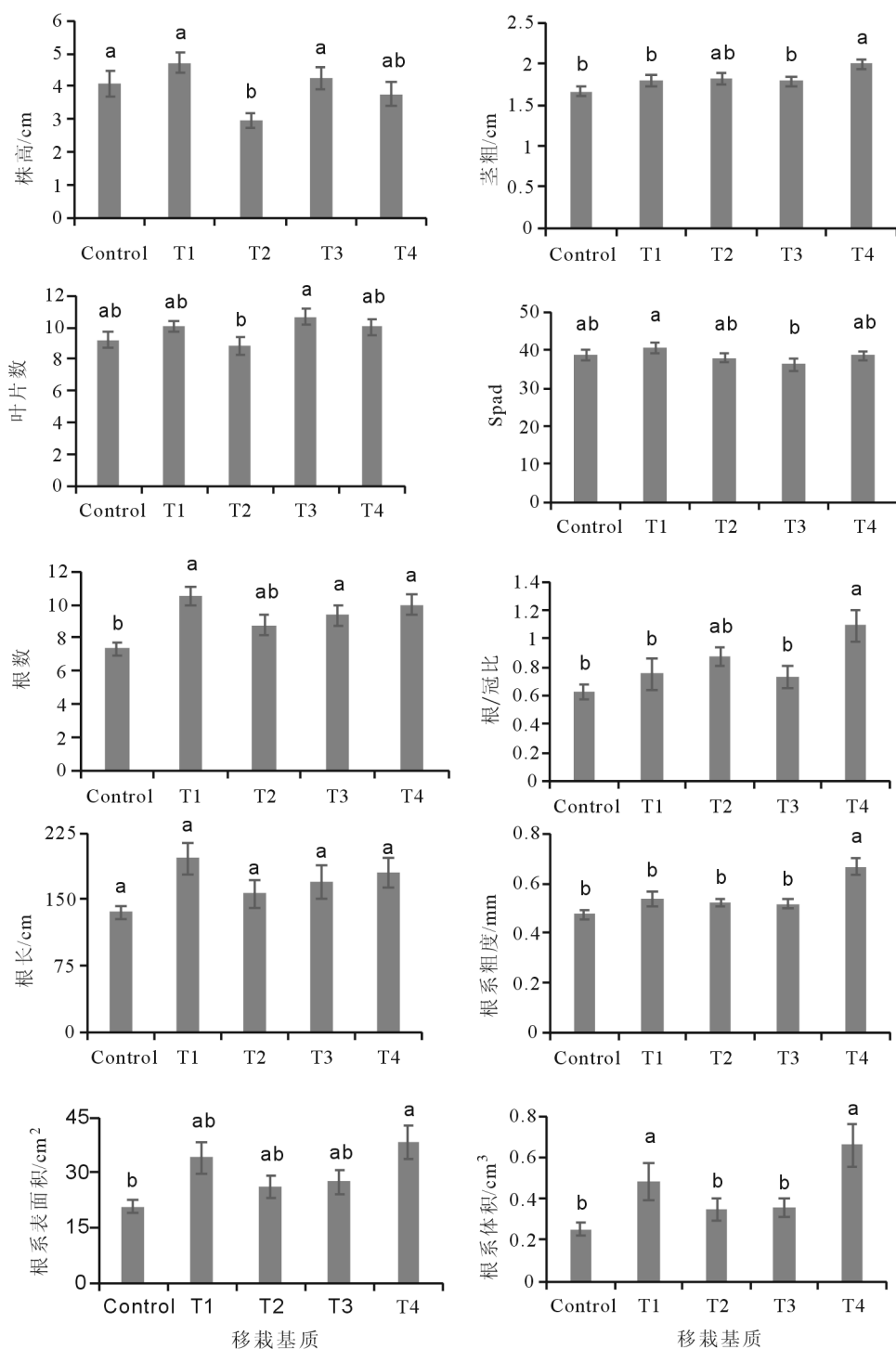


图2 移栽基质对无糖组培苗 B9 移栽 45 d 后生长指标的影响 ($P < 0.05$)

注:移栽基质中不同成分的含量按照体积比计算,共设置了成品基质、蛭石、珍珠岩和锯末 4 种成分,每个处理基质中成分的体积比依次为:Control=5:0:0:0, T1=3:1:1:0, T2=3:1:0:1, T3=3:0:1:1, T4=2:1:1:1。

此外值得注意的是,本试验中 5 个处理幼苗的移栽成活率均达到了 100%,这是因为采用无糖组培方式生产的幼苗本身就具有较强的环境适应能力,也进一步验证了无糖组培确实可以显著提高苹

果组培苗的移栽成活率,可以作为未来苹果组织培养育苗的一个发展方向^[16]。

参 考 文 献:

[1] 师校欣,陈四维,马宝琨.苹果砧木离体培养快速繁殖

- 的研究[J]. 河北农业大学学报,1991,14(03):21-25.
- [2] 李丙智,韩明玉,张林森,等.我国苹果矮化砧木发展缓慢的原因与建议[J]. 西北园艺,2007,(10):4-5.
- [3] 肖玉兰,张立力.非洲菊无糖组织培养技术的应用研究[J]. 园艺学报,1998,25(04):408-410.
- [4] 田河.苹果组培苗不定根发生过程中 mRNA 差异显示表达及生根移栽体系优化研究[D]. 保定:河北农业大学,2013.
- [5] 周莉.苹果矮化砧木离体培养和快繁体系建立与优化[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2017.
- [6] 孙建春.苹果品种(系)脱毒原种苗获得的关键环节及流程[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2019.
- [7] 吴晓婷,王红霞,高仪,等.苹果砧木试管苗过渡移栽中根系活力和生长变化的研究[J]. 河北农业大学学报,2017,40(01):32-35.
- [8] 田河,师校欣,杜国强,等.基质及营养液对苹果矮砧组培苗移栽后生长的影响[J]. 北方园艺,2013(06):8-11.
- [9] 刘猛,封金鹏,符林总,等.蛭石功能化应用研究新进展[J]. 矿产综合利用,2021(01):14-22.
- [10] 张乃于,闫双堆,任倩,等.珍珠岩粒径对土壤水分运移的影响[J]. 灌溉排水学报,2019,38(02):22-28.
- [11] 吴清,朱咏莉,李萍萍.醋糟和锯末基质对温室黄瓜生长的影响[J]. 北方园艺,2015,(24):28-31. DOI: 10.11937/bfyy.201524009.
- [12] 邓丰产,马锋旺.苹果矮化自根砧嫁接苗繁育技术研究[J]. 园艺学报,2012,39(07):1 353-1 358.
- [13] Thomas, B, Albaho, et al. Alternative growing media for growbag tomato production in Kuwait. [J]. Acta Horticulturae, 2014(1037 Pt. 2):1 087-1 091.
- [14] D Wang, Gabriel M Z, D Legard, et al. Characteristics of growing media mixes and application for open-field production of strawberry (Fragaria ananassa) [J]. Scientia Horticulturae, 2016, 198: 294-303.
- [15] 薛立,傅静丹.影响植物竞争的因子[J]. 中南林业科技大学学报,2012,32(02):6-15.
- [16] 仇金维.杉木优良无性系光自养微繁殖技术[D]. 福州:福建农林大学,2012.
- ~~~~~
- (上接第 10 页)
- [5] 程红艳,谢英荷,王雅琼,等.太谷县蔬菜大棚中土壤肥力分析与评价[J]. 山西农业大学学报,2007,27(01):47-50.
- [6] 余海英,李廷轩,周健民,等.设施土壤次生盐渍化及其对土壤性质的影响[J]. 土壤,2005(06):581-586.
- [7] 懂艳,董坤,郑毅,等.种植年限和种植模式对设施土壤微生物区系和酶活性的影响[J]. 农业环境科学学报,2009,28(03):527-532.
- [8] 刘新亮,秦红灵,魏文学,等.长沙市蔬菜地土壤有效养分的空间变异性分析[J]. 土壤通报,2011,42(04):833-840.
- [9] 王丹龙,艾天成,程细桂.1981-2008 年江夏区土壤肥力变化研究[J]. 园艺与种苗,2011(01):87-89.
- [10] 中国土壤学会农业化学专业委员会.土壤农业化学常规分析方法[M]. 北京:科学出版社,1983,11-16.
- [11] 杨皓,胡继伟,黄先飞,等.喀斯特地区金刺梨种植基地土壤肥力研究[J]. 水土保持研究,2015,22(03):50-55.
- [12] 熊杰,高媛.刺梨丰产技术及丰产效果初探[J]. 贵州林业科技,2010,38(04):51-54.
- [13] 阚文杰,吴启堂.一个定量综合评价土壤肥力的方法初探[J]. 土壤通报,1994,25(06):245-247.
- [14] 翟朝阳,邱娟,司洪章,等.微地形对大西沟新疆野杏萌发层土壤因子的影响[J]. 生态学报,2019,39(06):2 168-2 179.
- [15] 王洪,曹婧,毋俊华,等.近 40 年来陕西省耕层土壤 pH 的时空变化特征[J]. 中国生态农业学报(中英文),2021,29(06):1 117-1 126.
- [16] 赵满兴,余光美,白二磊,等.陕北黄土高原植被恢复对土壤理化性状的影响[J]. 中国农学通报,2020,36(25):86-94.
- [17] 李柳莹,王延平,韩明玉,等.洛川苹果园土壤的理化特征分析[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2016,44(04):185-194+202.
- [18] 王学霞,陈延华,王甲辰,等.设施菜地种植年限对土壤理化性质和生物学特征的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2018,24(06):209-219.
- [19] 唐琨,朱伟文,周文新,等.土壤 pH 对植物生长发育影响的研究进展[J]. 作物研究,2013,27(02):207-212.
- [20] 陈伦寿,陆景陵.蔬菜营养与施肥[M]. 北京:中国农业出版社,2002.
- [21] 余海英,李廷轩,张锡洲.温室栽培系统的养分平衡及土壤养分变化特征[J]. 中国农业科学,2010,43(03):514-522.
- [22] 高莹,孙喜军,吕爽,等.西安市设施菜地土壤养分状况分析[J]. 陕西农业科学,2021,67(06):50-56.
- [23] 王倩姿,王书聪,张书贵,等.潮土区菜田土壤肥力现状评价[J]. 农业资源与环境学报,2020,37(05):645-653.
- [24] 马强,宇万太,赵少华,等.黑土农田土壤肥力质量综合评价[J]. 应用生态学报,2004(10):1 916-1 920.
- [25] 赵蛟,徐梦洁,庄舜尧,等.基于模糊综合评价法的建瓯市毛竹林地土壤肥力评价[J]. 土壤通报,2018,49(06):1 428-1 435.