

现代设施园艺装备与技术丛书

园艺植物有机栽培基质的 开发与应用

李萍萍 张西良 赵青松 等 著



科学出版社

现代设施园艺装备与技术丛书

园艺植物有机栽培基质的 开发与应用

李萍萍 张西良 赵青松 等 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以酿造糟渣醋糟为例,系统地介绍了利用生物质有机废弃物进行园艺植物基质开发及栽培育苗应用中的一些关键技术。书中详细介绍了有机废弃物堆制发酵中的理化性状调节和环境因子调控技术,微生物在促进发酵中的作用及其筛选方法;有机基质在蔬菜育苗、叶菜和果菜栽培中的基质配方技术,蔬菜栽培中的养分和水分供需特点及管理技术;基质中含水量、电导率、pH、氮素等重要性状的快速检测方法,以及有机基质多参数便携式检测仪和无线检测仪的设计方法。其研究结果可为有机废弃物的无害化利用、设施园艺高效基质栽培技术提供理论依据和技术支撑。

本书可作为园艺植物栽培、农业资源与环境、农业工程、环境保护、测控技术等专业技术人员和科研工作者的参考用书,也可作为大专院校、科研单位相关专业的研究生及本科生的课外读物。

图书在版编目(CIP)数据

园艺植物有机栽培基质的开发与应用/李萍萍等著. —北京:科学出版社, 2018.5

(现代设施园艺装备与技术丛书)

ISBN 978-7-03-057027-7

I. ①园… II. ①李… III. ①园林植物—栽培技术—无污染技术 IV. ①S688

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018) 第 055209 号

责任编辑:惠 雪 梅靚雅/责任校对:彭 涛

责任印制:张克忠/封面设计:许 瑞

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018年5月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2018年5月第一次印刷 印张:20 1/4

字数:408 000

定价:129.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《现代设施园艺装备与技术丛书》编辑委员会

主 编：李萍萍

编写人员（按姓氏笔画排序）：

王纪章 毛罕平 付为国 朱咏莉

刘继展 李萍萍 李智国 张西良

周宏平 胡永光 赵青松 郭世荣

蒋雪松

丛 书 序

近 40 年来,我国设施园艺发展迅猛,成就巨大,目前已成为全球设施园艺生产最大的国家。设施园艺产业的发展,不仅极大地丰富了我国城乡人民的“菜篮子”,摆脱了千百年来冬季南方地区只有绿叶菜、北方地区只有耐贮蔬菜供应的困境,而且也充分利用了农业资源和自然光热资源,促进了农民增收,增加了就业岗位。可以说设施园艺产业是一个一举多得的产业,是人们摆脱自然环境和传统生产方式束缚,实现高产、优质、高效、安全、全季节生产的重要方式。设施园艺对于具有近 14 亿人口的中国来说必不可少。

然而,由于设施园艺是一个集工程、环境、信息、材料、生物、园艺、植保、土壤等多学科科学技术于一体的技术集合体,也就是设施园艺产业的发展水平取决于这些学科的科学技术发展水平,而我国在这些学科的许多领域仍落后于部分发达国家,因此我国设施园艺产业的发展水平与部分发达国家相比还有很大差距,距离设施园艺现代化还相差甚远。缩小这一差距并赶上和超过发达国家设施园艺产业发展水平是今后一段时期内的重要任务。要完成好这一重任,必须联合多学科的科技人员协同攻关,以实现设施园艺产业发展水平的大幅度提升,加快推进设施园艺的现代化。

自 20 世纪 90 年代起,李萍萍教授就以江苏大学特色重点学科——农业工程学科为依托,利用综合性大学的多学科优势,组建了一个集园艺学、生物学、生态学、环境科学、农业机械学、信息技术、测控技术等多个学科领域于一体的科技创新团队,在设施园艺装备与技术的诸多领域开展了创新性研究,取得了一系列研究成果。一是以废弃物为原料研制出园艺植物栽培基质,并开发出基质实时检测技术与设备;二是研制出温室环境调控技术及物联网在温室环境测控中的应用技术;三是深入分析温室种植业的生态经济,研究建立温室作物与环境的模拟模型;四是明确设施果菜的力学特性,研制出采摘机器人快速无损作业技术,并研发果蔬立柱和高架栽培的相应机械化作业装备;五是研制出茶果园防霜技术和智能化防霜装备以及田间作业管理中的智能化装备。这些研究成果,无不体现了多学科的交叉融合,已经完全超越了传统意义上的“农机与农艺结合”。近年来,她又利用南京林业大学大生态、大环境的办学特色和优势,在设施园艺精准施药技术与装备、设施土壤物理消毒技术与装备等领域开展了多校协同的创新性研究。这些研究不仅体现了李萍萍教授的科技创新能力,也充分体现了她的组织协调能力和团结协作精神。这些创新成果已与许多生产应用企业合作,通过技术熟化和成果转化后,开展了大

规模的推广应用,其中基质配制与栽培模式、温室环境检测控制、清洁生产技术、自动生产作业的完整技术链,已成为设施园艺工程领域的样板。

为深入总结上述研究成果,李萍萍教授组织她的科技创新团队成员编著了一套《现代设施园艺装备与技术丛书》,丛书共包括《园艺植物有机栽培基质的开发与应用》《温室作物模拟与环境调控》《温室物联网系统设计与应用》《设施土壤物理消毒技术与装备》《番茄采摘机器人快速无损作业研究》《温室垂直栽培自动作业装备与技术》《果园田间作业智能化装备与技术》《茶果园机械化防霜技术与装备》八部。这套丛书既体现了设施园艺领域理论与方法上的研究成果,又体现了应用技术和装备方面的研发成果,其中的一些研究成果已在学术界和产业界产生了较大影响,可以说,这套丛书是李萍萍教授带领团队 20 余年不懈努力工作的结晶。相信这套丛书的问世,将成为广大设施园艺及其相关领域的科技工作者和生产者的重要参考书,也将对促进我国设施园艺产业的技术进步发挥积极的推动作用。

这套丛书问世之际,我受作者之约,很荣幸为丛书作序。说实话,丛书中的有些部分对我来说也是学习,本无资格为其作序。但无奈作者是我多年朋友,她多年来带领团队努力拼搏开展设施园艺生产技术创新研究令我钦佩,所以当 she 提出让我作序之时,我欣然接受了。写了上述不一定准确的话,敬请批评指正。



中国工程院院士

2017 年 9 月

序

我国是世界上设施园艺面积最大的国家,其栽培面积已超过 400 万亩,在保障园艺产品周年稳定供应、促进农民增收致富和实现农业可持续发展中发挥了巨大的作用。但是随着园艺设施中连续多年的连作栽培,出现了土壤理化性状变劣、连作障碍严重等问题,迫切需要寻找新的对策予以解决。外源性有机基质的介入就是其对策之一,此外,有机基质也是快速发展的工厂化育苗、立体栽培、无土栽培等各种新型栽培方式中必不可少的介质。因此有机基质的开发和应用就成了设施园艺中一个亟待研究的重要领域。

李萍萍教授率领的园艺、生物、机械、测控相结合的跨学科教师与研究生团队,在近 20 年时间里,在利用农林业及农副产品加工业产生的废渣开发园艺生产的有机基质方面做了大量的工作。尤其是围绕具有地域特点的制醋工业废渣问题,进行了醋糟基质肥料化的深度基础研究和产品开发,从原料配方、发酵环境调控、发酵工艺,到栽培应用、养分水分管理,再到基质理化性状的检测技术与装置,形成了一套完整的有机基质生产和应用技术 with 装备。所研发的成果实现了高度产业化,彻底解决了醋糟污染和消纳问题,所开发的系列化基质产品在国内十多个省份得到大面积推广应用,取得了显著的社会、经济和生态效益。

李萍萍教授所率领的团队倾力 20 余年,开创了醋糟有机基质的研究领域,该书系统展示了醋糟基质化的研究体系与创新成果,特别是围绕醋糟基质化主题的学科深度交叉融合与完整学术-技术-工程链条极具特色,体现了作者的深厚学识水平与跨学科高度。该书对于其他各类生物质废弃物的基质化开发利用,以及有机基质在蔬菜育苗和栽培中的应用,都有一定的指导或参考价值。



中国工程院院士

2017 年 12 月 3 日

前 言

1995年,江苏大学(当时为江苏理工大学)首次招收博士后研究人员,学科为农业工程;同时期,该学科打算在传统农机的基础上开辟一个温室装备与技术的新研究方向,需要有从事农学类研究的人员与其合作。于是,我离开工作了10年的南京农业大学,成了江苏大学第一个博士后。从农业生态与耕作制度研究,转向农业工程研究,我的研究方向和着力点应该放在哪里?为此我专程去请教了我国园艺学科著名专家南京农业大学李式军教授,他说在工科院校搞设施园艺交叉学科研究很有前景,可以为设施装备的开发做一些配套技术的研究,包括现代温室中的无土基质栽培技术。李教授的话给了我很大的鼓舞,我下决心结合自身的学术背景,先从设施园艺产业急需的有机基质的开发和应用入手。

我经过大量调研,了解到当时的镇江金河纸业有限公司每年有大量的制浆下脚料——芦苇末无法处置,每年治污费用很高,就想到能否用它来作为开发基质的原材料。于是,我取了一些芦苇末的样品拿到李式军老师面前征求意见,李老师看后喜出望外,说这样小颗粒的有机物很理想。于是我们立即决定一起寻找合作单位、申请项目,从而开始了基质的开发与栽培应用研究,第二年就开发出了芦苇末基质产品。一年后,又在镇江市科技局产学研合作项目的支持下,与国内最大的制醋企业——江苏恒顺集团合作进行利用醋糟废弃物开发基质的研究,与团队的师生们一起,边研究、边开发、边生产、边推广,不断深入,不断积累,不仅彻底解决了当地制醋企业的固废处置问题,而且为园艺产业提供了优质的系列化的有机基质。2011年,我被江苏省委组织部调到南京林业大学工作后,仍然不忘初心,继续坚持了这一领域的研究。

20年来,我们团队得到了国家科技支撑计划、国家星火计划、国家农业科技成果转化资金、江苏省基础研究计划、江苏省自然科学基金、江苏省科技支撑计划、江苏省农业三新工程项目等项目经费支持;在整个研究过程中,江苏恒顺醋业股份有限公司和其下属的镇江恒欣生物科技有限公司从人、财、物等方面给予了本项目极大的支持。研究过程中,得到了李式军、毛罕平、郭世荣、李天来、喻景权、蒋卫杰、黄丹枫、张福漫、郑建初、杨林章、邹志荣、沈其荣等一批界内著名专家学者的关心、支持和帮助。在项目执行及试验实施过程中,江苏省农委园艺处王宝海、周振兴,南京农业大学程斐,江苏省土肥站殷广德,镇江市土肥站王柏英、陈笃江,镇江市京口区农委陈兰芳、朱忠贵、刘卫红,江苏恒顺醋业股份有限公司叶有伟、李国权、孙乐六、夏蓉,镇江恒欣生物科技有限公司沙爱国、王秋园,江苏艺轩园

林景观工程有限公司陈勇,江苏培蕾基质科技发展有限公司蔡培元、蔡立新等,都提供了许多具体的帮助。尤其令我难忘的是在研究之初,时任京口区袁家湾村支部书记的王永平在第一时间就帮我们落实了试验场地,并布置实施了芦苇末与醋糟堆制发酵的试验及后续芦苇末基质产品的开发;时任镇江市京口区丹徒镇镇长的马国进在百忙之中亲自为我们收集并运送来整车的秸秆材料。正是有了这么多政府部门和企业、一批知名专家及同仁的大力支持,才使得研究不断深入,成果得到推广应用,在此一并表示最衷心的感谢!

本书是对近20年中醋糟基质开发和应用研究中主要内容的总结,全书共分为上、中、下三篇。上篇介绍了利用醋糟进行基质开发中的一些关键技术,包括基于调理剂添加的醋糟堆制发酵中理化性状调节技术,发酵过程中的环境因子调控技术,醋糟发酵微生物的筛选技术。中篇介绍了有机基质在育苗和栽培中的应用技术,包括醋糟基质作为蔬菜育苗、水稻育秧和蔬菜栽培基质的配方及应用特点,醋糟基质栽培的养分供需规律和管理技术,基质栽培的水分运移特征及管理技术。下篇介绍了有机基质的快速检测方法及其仪器研制,包括基质含水量、电导率、pH的检测方法及其传感器设计,基质多参数便携式检测仪设计和基质多参数无线检测仪设计,以及基于可见-近红外光谱技术的基质水分与氮素快速检测方法。

参与本书编写工作的人员情况如下。上篇:李萍萍、赵青松;中篇:李萍萍、赵青松、朱咏莉、刘志刚;下篇:张西良、盛庆元、朱咏莉、李萍萍。此外,江苏大学农业工程研究院的胡永光、付为国、刘继展、王纪章、吴沿友、赵玉国、周静、陈歆等老师参与了试验研究工作;江苏大学农业工程研究院和机械工程学院的研究生郑洪倩、孙德民、杨运克、葛婷婷、高蓓、赵丽娟、陈书田、侯坤参与了有关试验工作并撰写了相应的学位论文;另有江苏大学和南京林业大学的一些研究生参与了部分试验工作,在此不再一一列举。

由于研究工作时间跨度大,加上本人水平有限,所以全书整理的内容系统性还不够强。另外,限于篇幅,主要介绍了醋糟基质在黄瓜、番茄、生菜栽培和育苗以及水稻育秧上的应用试验,在其他蔬菜、花卉及园林植物上的试验没能包含在内;尤其是醋糟基质对土传病害的抑制效果及其拮抗微生物筛选方面的研究也没能写入书中,未免有点遗憾。希望读者在阅读过程中进一步提出宝贵意见。

李萍萍

2017年8月

目 录

丛书序
序
前言

上篇 基于有机废弃物堆制发酵的园艺基质开发技术

第 1 章 基于调理剂添加的醋糟堆制发酵中理化性状调节技术	5
1.1 不同调理剂对醋糟发酵过程和基质理化性状的影响	5
1.1.1 试验材料和方法	5
1.1.2 添加不同调理剂的发酵进程比较	7
1.1.3 醋糟基质的理化性状分析	10
1.1.4 添加不同调理剂发酵的醋糟基质育苗效果比较	15
1.2 草木灰作为调理剂对醋糟发酵过程和基质养分含量的影响	18
1.2.1 试验材料和方法	18
1.2.2 添加草木灰对堆体中温度、水分和 pH 的影响	20
1.2.3 添加草木灰对堆体有机质和氮磷钾养分含量的动态影响	23
1.2.4 添加草木灰对堆体发芽指数变化的影响	27
第 2 章 环境因子调控对醋糟发酵过程及基质性状的影响	28
2.1 回料对醋糟堆制发酵过程的影响	28
2.2 增加翻堆频率对醋糟堆制发酵的影响	30
2.2.1 醋糟堆制发酵过程的分层效应	30
2.2.2 每周翻堆频率的堆体温湿度和 pH 变化	31
2.2.3 增加翻堆频率与添加尿素对发酵过程的影响	34
2.3 两阶段发酵法及其后腐熟作用	38
2.3.1 两阶段发酵过程中堆体温度和水分质量分数的变化	39
2.3.2 两阶段发酵过程中堆体有机质含量及其降解率的变化	40
2.3.3 两阶段发酵过程中不同氮素形态含量的变化及氮素损失	41
2.3.4 两阶段发酵过程中 pH 和挥发性酸含量的变化特征	43
2.3.5 两阶段发酵过程中堆体发芽指数 (GI) 的变化	44
第 3 章 醋糟发酵微生物的筛选及其应用	45
3.1 醋糟发酵的微生物的筛选	45

3.1.1	试验材料	45
3.1.2	试验方法	46
3.1.3	纤维素分解菌的筛选结果	49
3.1.4	筛选菌的环境适应性研究	52
3.2	筛选微生物对醋糟固态发酵条件的反应	56
3.2.1	醋糟固态发酵条件试验设计	56
3.2.2	不同菌种对发酵条件的反应	58
3.2.3	不同菌种最适宜固态发酵条件的分析	60
3.3	接种微生物对醋糟堆制过程及养分变化的影响	61
3.3.1	试验材料与方法	62
3.3.2	试验结果与分析	63
第 4 章	醋糟堆制发酵腐熟评价指标与评价方法	71
4.1	常用堆肥腐熟度的评价指标	71
4.2	试验材料与方法	72
4.3	试验结果与分析	72
4.3.1	发芽指数 (GI)	72
4.3.2	堆温指标	73
4.3.3	pH 指标	73
4.3.4	有机质含量	73
4.3.5	可溶性碳 (DOC)	75
4.3.6	铵态氮 ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) 与硝态氮 ($\text{NO}_3^-\text{-N}$) 含量	76
4.3.7	碳氮比	77

中篇 温室园艺植物有机基质栽培调控技术

第 5 章	醋糟基质作为植物育苗和栽培基质的配方研究	81
5.1	醋糟作为植物育苗基质的配方及配套技术要点	81
5.1.1	醋糟基质作为黄瓜穴盘育苗基质的配方试验	81
5.1.2	醋糟基质用于蔬菜育苗的配套技术要点	85
5.1.3	醋糟作为水稻育秧基质的配方试验	86
5.1.4	醋糟作水稻育秧基质的配套技术要点	90
5.2	醋糟作为蔬菜栽培基质的配方研究	91
5.2.1	醋糟作为番茄栽培基质的配方试验	91
5.2.2	醋糟作为黄瓜袋式栽培基质的配方试验	95
5.3	醋糟作栽培基质的配套技术	102

第 6 章 醋糟基质栽培的养分供需规律和管理技术	104
6.1 纯醋糟基质供肥条件下黄瓜不同茬口氮磷钾吸收特征	104
6.1.1 材料与方法	104
6.1.2 黄瓜不同生育期叶片对氮磷钾的吸收特性	105
6.1.3 不同茬口黄瓜干物质积累与分配	106
6.1.4 不同茬口黄瓜植株对营养元素的吸收与分配特性	108
6.2 醋糟基质原初及重复利用栽培黄瓜的施肥效应	113
6.2.1 试验方法	113
6.2.2 原初使用的醋糟基质栽培黄瓜的施肥模型及解析	116
6.2.3 重复利用的醋糟旧基质栽培黄瓜的施肥效应	119
6.3 不同配比醋糟基质氮素有效性及其与黄瓜生长的关系	123
6.3.1 醋糟基质氮素有效性试验	123
6.3.2 不同配比醋糟基质全氮与有效氮的变化	124
6.3.3 不同配比醋糟基质氮素含量与基质其他性状的关系	126
6.3.4 不同醋糟基质配比对黄瓜生长的影响	129
6.3.5 不同配比醋糟基质氮素有效性的评价	132
6.4 醋糟基质袋栽黄瓜合理的营养液浓度试验	133
6.4.1 材料与方法	133
6.4.2 基质袋栽黄瓜生长指标对不同营养液浓度的反应	134
6.4.3 不同营养液浓度处理的黄瓜叶片营养元素含量分析	136
6.4.4 不同浓度营养液处理的袋栽黄瓜产量结果	138
6.5 醋糟基质连续多茬盆栽生菜的养分效应	138
6.5.1 试验材料与方法	139
6.5.2 不同施肥量对生菜生长、生理和品质的影响	140
6.5.3 施肥量对醋糟基质栽培生菜养分吸收利用的影响	147
6.6 连续栽培使用后醋糟基质理化性状变化特征	152
6.6.1 材料与方法	153
6.6.2 基质物理性状的变化	154
6.6.3 基质化学性状的变化	160
6.6.4 基质硝化、反硝化和呼吸能力	165
第 7 章 基质栽培的水分运移特征及管理技术	168
7.1 黄瓜基质穴盘育苗的适宜灌溉指标	168
7.1.1 材料和方法	168
7.1.2 基质的不同水分处理对穴盘苗发芽率和发芽势的影响	170
7.1.3 不同灌溉下限处理对黄瓜穴盘苗叶片光合与蒸腾作用的影响	170
7.1.4 不同灌溉下限处理对黄瓜穴盘苗叶绿素荧光特性的影响	172

7.1.5	不同灌溉下限处理对其他生理指标的影响	174
7.1.6	不同灌溉下限处理对黄瓜穴盘苗生长指标的影响	175
7.2	黄瓜基质栽培中适宜的含水量指标研究	176
7.2.1	材料和方法	177
7.2.2	不同基质含水量对黄瓜水分利用率的影响	178
7.2.3	不同基质含水量对黄瓜光合特性的影响	180
7.2.4	不同基质含水量对黄瓜荧光特性的影响	181
7.2.5	不同基质含水量对黄瓜品质的影响	182
7.3	不同基质含水量对盆栽生菜生长和生理特性的影响	183
7.3.1	试验材料及方法	183
7.3.2	不同基质含水量对生菜生长的影响	185
7.3.3	不同基质含水量对生菜光合特性的影响	186
7.3.4	不同基质含水量对生菜叶绿素荧光参数的影响	187
7.3.5	不同基质含水量对生菜品质的影响	189
7.4	微灌条件下基质栽培的水分运移规律和根系生长特性	190
7.4.1	水分运移特性的试验材料与方法	190
7.4.2	滴灌方式下基质湿润体变化规律	192
7.4.3	滴灌方式下基质湿润锋的变化规律	195
7.4.4	微喷灌方式下基质湿润体变化规律	199
7.4.5	基质湿润体内含水率的分布	200
7.4.6	微灌溉和基质栽培下的生菜根系分布规律	207

下篇 有机基质的快速检测方法及仪器研制

第 8 章	基质含水量检测及传感器研制	215
8.1	基质水分状态	215
8.1.1	基质水分形态分类	216
8.1.2	基质含水量表示方法	216
8.2	基质含水量介电测量理论基础	217
8.2.1	介质极化	217
8.2.2	极化类型	217
8.2.3	复合材料介电性能	218
8.3	基质含水量传感器设计	219
8.3.1	传感器探头结构设计 with 参数仿真优选	219
8.3.2	基质含水量传感器电路设计	224
8.4	基质含水量传感器标定	225

8.4.1	标定模型	225
8.4.2	标定试验	227
第 9 章	电导率检测及其传感器设计	231
9.1	电导率测量原理	231
9.1.1	四端法电路结构	232
9.1.2	电导率计算模型	232
9.1.3	四端法改进电路结构	234
9.2	电导率传感器电路设计	235
9.2.1	激励源设计	236
9.2.2	信号处理电路	237
9.3	电导率传感器标定	238
第 10 章	锑电极式 pH 传感器设计	240
10.1	双层膜锑 pH 电极机理及制备	240
10.1.1	锑 pH 电极敏感机理	240
10.1.2	Nafion 膜修饰电极特性	241
10.1.3	新型锑 pH 电极设计制备	241
10.2	双层膜锑 pH 电极性能测定试验	242
10.2.1	电极 E -pH 的线性度和回差	242
10.2.2	电极响应时间和稳定性	243
10.2.3	电极离子选择性	244
10.3	pH 传感器电路设计	244
第 11 章	基质多参数便携式检测仪设计	246
11.1	硬件设计	246
11.1.1	硬件总体方案	246
11.1.2	器件选择与连接	246
11.2	软件设计	250
11.3	检测仪软硬件调试	254
11.4	检测仪器性能试验及分析	256
11.4.1	试验方法	256
11.4.2	试验数据和分析	256
第 12 章	基质多参数无线检测仪设计	258
12.1	检测仪无线方案对比分析	258
12.2	无线检测仪总体方案	259
12.3	基质多参数无线复合传感器	260
12.4	无线检测节点硬件设计	261
12.4.1	基质复合传感器电路设计	261

12.4.2	复合传感器 PCB 板设计	265
12.4.3	无线传感器节点及数据采集器设计	266
12.5	无线检测节点软件设计	268
12.5.1	无线传感器节点及数据采集器软件设计	268
12.5.2	WiFi 模块选型及配置软件设计	270
12.6	无线传感器节点及数据采集器制作与调试	270
12.7	基于 Android 手机 App 开发	272
12.7.1	手机 App 功能分析	272
12.7.2	功能程序设计	272
12.8	无线检测仪测试功能调试	273
12.9	无线检测仪性能试验	275
第 13 章	基于可见-近红外光谱技术的基质水分与氮素快速检测方法	279
13.1	基质水分和氮素含量 VIS-NIRS 检测的实验方法	280
13.1.1	基质含水量检测的实验方法	280
13.1.2	基质氮素含量 VIS-NIRS 检测的实验方法	281
13.2	基质水分含量的 VIS-NIRS 快速检测方法	282
13.2.1	基质水分含量的测定结果及其光谱特征	282
13.2.2	基于全光谱波段的醋糟基质水分含量检测方法	283
13.2.3	基于特征光谱波段的醋糟基质水分含量检测方法	285
13.3	基质全氮含量的 VIS-NIRS 快速检测方法	287
13.3.1	基质全氮含量的测定结果及其光谱特征	287
13.3.2	基于全光谱波段的醋糟基质全氮含量检测方法	288
13.3.3	基于特征光谱波段的醋糟基质全氮含量检测方法	289
13.4	醋糟基质硝态氮/铵态氮含量的 VIS-NIRS 检测方法	291
13.4.1	醋糟基质硝态氮和铵态氮的测定结果及其光谱特征	291
13.4.2	基于全光谱波段的醋糟基质硝态氮与铵态氮含量检测方法	292
13.4.3	基于特征光谱波段的醋糟基质硝态氮/铵态氮含量检测方法	293
参考文献		296
索引		305

上 篇

基于有机废弃物堆制发酵的
园艺基质开发技术

20 世纪 80 年代以来,设施园艺在我国得到了迅速而持续的发展。利用温室、大棚等农业设施可以改善农业生产的环境条件,进行春提早、秋延后及反季节栽培,对均衡蔬菜周年供应、提高人民生活水平和菜农的经济收入都起到了积极作用。但是设施农业在长期的生产实践过程中,也逐渐产生了一些令人关切的土壤生态环境问题,如表层土壤次生盐渍化加重、土壤酸化、土壤连作病虫害越来越严重等,反映在蔬菜品质上表现为体内硝酸盐含量及农药含量超标等^[1],严重影响设施栽培的可持续发展。作为解决设施土壤问题的有效途径之一,国外无土栽培技术被引入到国内^[2],并得到了相应较快的发展。

与土壤栽培相比,无土栽培具有作物长势强、产量高,节水、节肥、省力、省工,可以避免土壤传染的病虫草害等优点^[3]。无土栽培分为营养液栽培(水培、雾培)和固体基质(简称基质)栽培两大类。营养液循环栽培需要的装置较复杂,一次性投资较大,而且栽培中的水肥管理技术与传统的土壤栽培之间的差异很大,需要生产者有较高的文化素质和劳动技能;相对而言,基质栽培需要的设施费用相对较少,基质栽培的技术与土壤栽培之间比较接近,劳动者容易掌握。在设施农业发达的西欧、北美一些国家,基质栽培面积不断扩大,且有部分取代营养液循环栽培的趋势。在国内,目前无土栽培的类型也以基质栽培为主。

用于固定植株并且能提供一定营养成分的基础物质统称为基质。无土栽培离不开基质,即使是营养液循环栽培方式,其育苗期间也必须使用基质。对无土栽培基质的要求有物理性状和化学性状两个方面。从物理性状来看,要求粒径、容重和孔隙度等指标适中,以协调通气、透水 and 持水之间的关系。从化学性状来考虑,要求 pH 为弱酸性至中性,不含有毒物质,不含对植物有害的特殊气味,对养分含量则没有一定要求。

无土栽培的基质分为有机基质和无机基质两大类。无机基质有砂、砾石、岩棉、蛭石、珍珠岩、炉渣等,其养分含量较少,但成分也较稳定。有机基质主要有草炭(又称泥炭)、碳化稻壳和锯木屑等,基质中含有较多的植物能够利用的养分。国内外的基质栽培以草炭、珍珠岩和炉渣等的混合物居多。由于草炭是不可更新的资源,存量有限,且草炭的开采还伴随着湿地资源的破坏;国内草炭大多是从东北运来,价格高,造成基质栽培成本高、效益低的局面,推广应用受到影响。为解决基质来源少、价格高这一瓶颈问题,国内外对替代草炭的有机基质进行了很多研究,其原料主要是废弃的植物残体。这些废弃物原料的类型主要有:(1)农作物秸秆类:稻麦和棉花秸秆,玉米芯、花生壳、稻壳、棉籽壳、稻糠、麦糠、菇渣、甘蔗渣、向日葵壳;(2)林木或加工废弃物:树枝和树叶、树皮、巴旦杏壳、锯木屑、椰糠、椰枣废料;(3)工业生产下脚料:醋糟、酒糟、中药渣、茶渣、芦苇末(制纸浆下脚料)等^[4]。这些废弃物来源广泛、种类繁多,既可就地取材、降低成本,又可变废为宝、保护环境。但是尽管基质原料来源多,并且也在生产上进行了应用,而大多是试验